

家用中央空调

系统设计实例

陈焰华 编著

获取更多资料 微信搜索蓝领图书

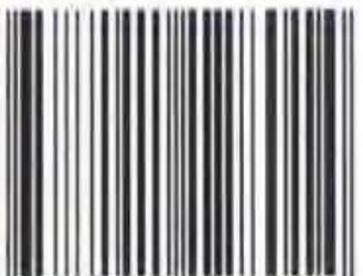


● ISBN 7-111-12801-X/TB-398

● 策划: 杨少彤 / 封面设计: 张静

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

ISBN 7-111-12801-X



9 787111 128014 >

定价: 35.00元

地址: 北京市百万庄大街22号

邮政编码: 100037

联系电话: (010) 68326294

网址: <http://www.cmpbook.com>

E-mail: online@cmpbook.com



家用中央空调系统设计与实例

陈焰华 编著

获取更多资料 微信搜索蓝领星球



机械工业出版社

本书不仅介绍了我国家用中央空调的发展概况、设计基础知识和负荷计算特点,还就几种典型的家用中央空调系统设计的技术要点和特点进行了详细地阐述,并附大量设备资料以供选用。更为珍贵的是,本书还列举了大量的、典型的家用中央空调系统设计实例以便广大设计人员在实际工作中学习参考。

本书内容丰富,图文并茂,系统总结了我国目前家用中央空调的几大技术流派的发展和设计实践经验,是一本不可多得的实用性极强的书籍。可广泛适用于从事家用空调产品设计、制造的生产技术人员与管理人员,家用中央空调工程的设计、安装、维护人员,以及家用中央空调用户阅读及使用,也可作为有关专业技术培训的教材与教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

家用中央空调系统设计 with 实例/陈焰华编著. —北京:机械工业出版社, 2003.8

ISBN 7-111-12801-X

I. 家… II. 陈… III. 集中空气调节系统—基本知识 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 067089 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨少彤 版式设计:霍永明 责任校对:韩晶

封面设计:张静 责任印制:闫焱

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 19.75 印张 · 485 千字

000 1—4 000 册

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国国民经济的持续快速发展和人民生活水平的稳步提高,住宅面积迅速扩大,人们的健康意识和生活品质要求也越来越高,以窗式空调器、分体式空调器为代表的房间空调器已不能充分满足人们的需要,应运而生的家用中央空调,以其强大潜力和应用前景取得了突破性的发展,并将成为我国 21 世纪空调产业发展方向之一。为了适应家用中央空调快速发展的需要,促进其应用技术和设计选型水平的提高,特编写《家用中央空调系统设计与实例》一书。

本书结合近年来国内外家用中央空调机组设计制造方面的最新技术发展,总结了各种家用中央空调方式的工程设计实践,介绍了家用中央空调的发展概况,家用中央空调的设计基础知识和家用中央空调的负荷计算特点,并就冷热水空调系统设计、地源热泵空调系统设计、水环热泵空调系统设计、风管式空调系统设计、VRV 空调系统设计等主要家用中央空调系统的设计技术要点和特点进行了详细的阐述和总结,最后就适应我国国情的家用中央空调系统的可持续发展问题进行了深入地分析和探讨,以期促进我国新兴的家用中央空调行业健康、有序发展。

本书内容丰富、图文并茂,系统总结了我国目前几大技术流派的家用中央空调的技术发展和设计实践经验,是一本实用性很强的专业技术书。可广泛适用于从事家用空调产品设计、制造的生产技术人员与管理人员,家用中央空调工程的设计、安装、维护人员,以及家用中央空调用户阅读及使用,也可以作为有关专业技术培训的教材与教学参考书。

本书在编写过程中,得到了武汉市建筑设计院各级领导的关心和支持,国内外很多设计院、大专院校和生产厂商提供了大量的信息和资料,华中科技大学研究生张兵同学承担了本书的大部分文稿打字工作,在此一并致以衷心的感谢。

由于家用中央空调的应用在我国尚处起步与快速发展阶段,有关技术还在不断发展和完善,限于编者水平和时间条件的限制,书中难免有错误和缺点,恳请同行及广大读者不吝赐教。

编 者
2003 年 8 月

目 录

前言

第 1 章 家用中央空调概述 1

- 1.1 我国住宅建设和家用空调的发展 1
- 1.2 家用中央空调的特征 2
- 1.3 家用中央空调的组成和分类 5
 - 1.3.1 家用中央空调的组成 5
 - 1.3.2 家用中央空调的分类 6
- 1.4 家用中央空调的特点和技术要求 10
 - 1.4.1 家用中央空调的特点 10
 - 1.4.2 家用中央空调的技术要求 12
- 1.5 家用中央空调系统的比较和选择 14

第 2 章 家用中央空调设计基础 17

- 2.1 湿空气的物理性质 17
- 2.2 湿空气的焓湿图 18
- 2.3 焓湿图的应用 19
- 2.4 空调房间送风量的确定 21
- 2.5 空气的热湿处理方式 23
- 2.6 家用中央空调空气处理系统 24
- 2.7 风机盘管加新风空调系统的空气处理 26
- 2.8 空调系统节能设计 29
- 2.9 空调系统的自动控制 31

第 3 章 家用中央空调的负荷计算 32

- 3.1 人体热舒适性及室内设计参数的确定 32
 - 3.1.1 人体热舒适性 32
 - 3.1.2 室内设计参数的确定 33
- 3.2 室外设计参数的确定 34
- 3.3 建筑热工、保温及防结露 35
 - 3.3.1 建筑热工要求 35
 - 3.3.2 防结露 36
- 3.4 夏季空调冷负荷计算 37
 - 3.4.1 围护结构冷负荷 38
 - 3.4.2 室内冷负荷 51

3.5 冬季空调热负荷计算 54

3.6 空调负荷简易算法及估算指标选用 56

第 4 章 家用中央空调系统设计 58

- 4.1 空气源热泵冷热水空调系统的设计 58
- 4.2 地源热泵空调系统设计 73
- 4.3 水环热泵空调系统设计 84
- 4.4 风管式空调系统设计 92
- 4.5 VRV 空调系统设计 100

第 5 章 家用空调的可持续发展 108

- 5.1 住宅的室内环境要求 108
 - 5.1.1 热湿环境 108
 - 5.1.2 住宅的室内空气品质 (IAQ) 要求 109
 - 5.1.3 以合理的建筑设计保证居住环境 113
- 5.2 家用空调能源的现状 114
 - 5.2.1 我国住宅建设的现状与前景 114
 - 5.2.2 我国家用空调的发展现状 115
 - 5.2.3 我国的能源环境形势 115
 - 5.2.4 家用空调对能源和环境的影响 116
- 5.3 家用空调的可持续性发展 118
 - 5.3.1 可持续发展理论下的建筑节能观 118
 - 5.3.2 我国中长期的能源发展战略 119
 - 5.3.3 住宅环境设备的研发技术 121
 - 5.3.4 家用空调的发展趋势展望 125

第 6 章 国内外家用中央空调主要生产厂商产品介绍 129

- 6.1 日本大金工业株式会社 129
- 6.2 深圳麦克维尔空调有限公司 136
- 6.3 约克国际(北亚)有限公司 144
- 6.4 浙江盾安人工环境设备有限公司 149

6.5	南京天加空调设备有限公司	156	6.28	常州爱斯特空调设备有限公司	242
6.6	清华同方人工环境有限公司	160	6.29	远大空调有限公司	244
6.7	美国雷诺士 (LENNOX) 工业 有限公司	166	6.30	大连三洋制冷有限公司	247
6.8	美国瑞姆 (RHEEM) 制造公司	171	第7章 家用中央空调典型工程实例		249
6.9	美国天普·仕达 (TEMPSTAR)	175	7.1	杭州绿园	249
6.10	东芝开利有限公司	177	7.2	上海瑞苑公寓	253
6.11	日立公司	180	7.3	上海金色维也纳	256
6.12	青岛海尔空调电子有限公司	183	7.4	武汉竹叶苑	260
6.13	广东美的商用空调设备有限公司	187	7.5	武汉东方华尔兹	263
6.14	珠海格力电器股份有限公司	193	7.6	武汉怡景花园	264
6.15	无锡小天鹅制冷设备工程 设计有限公司	203	7.7	武汉碧海花园	269
6.16	浙江国祥制冷工业股份有限公司	205	7.8	武汉银河湾	272
6.17	江苏风神集团家用空调公司	209	7.9	武汉梅南山居	275
6.18	美国吉姆 (GOODMAN) 制造公司	210	7.10	武汉统建大江园	277
6.19	美国路德 (RUUD) 空调公司	213	7.11	武汉永清辉煌庭院	281
6.20	TRANE (特灵) 中国	215	7.12	武汉丽岛花园	282
6.21	上海三菱百富勤商用制冷设备 有限公司	220	7.13	上海万源杰座	284
6.22	山东贝莱特空调有限公司	222	7.14	武汉江景大厦	286
6.23	际高制冷空调设备有限公司	228	7.15	上海香榭丽花园	288
6.24	美国英特森 (INTERTHERM)	230	7.16	上海云间绿大地别墅	290
6.25	宁波帅康空调设备有限公司	233	7.17	东莞横岗湖别墅	293
6.26	北京金万众空调制冷设备 有限公司	235	7.18	杭州普金家园	296
6.27	伊莱克斯 (中国) 有限公司	237	7.19	宜昌蓝苑庭居	298
			7.20	重庆白鹭苑	300
			7.21	武汉水蓝郡别墅	303
			参考文献		306

获取更多资料
微信搜公众号

第 1 章 家用中央空调概述

1.1 我国住宅建设和家用空调的发展

住宅建设是建筑行业永恒的主题。尤其是在我国这样人口密集的发展中大国，解决居民住房问题是历届政府最主要的工作议程之一。过去 5 年（1998 ~ 2002 年）我国城镇住宅竣工面积约 34 亿 m^2 ，5 亿 m^2 的危旧住房得到了改造，近 5000 万个城镇家庭改善了住房条件。年均住宅竣工面积达到 6.8 亿 m^2 ，是改革开放以来年均住宅竣工的 2 倍以上。2002 年底，全国城镇住宅建筑面积达 81.85 亿 m^2 ，城镇人均住宅建筑面积由 1997 年的 17.6 m^2 ，提高到 2002 年的 22.79 m^2 ，户均住宅建筑面积可达到 70 m^2 ，可满足居民基本居住需要，住宅功能、配套设施水平也有明显提高。

全面建设小康社会，要求住房从满足生存需要，实现向舒适型的转变，基本做到“户均一套房，人均一间房，功能配套、设备齐全”。今后几十年，城镇人口的持续增长将不断创造新的住房需求。住宅建设质量的提高，也将日益成为推动总需求增长的重要因素。国际经验表明，住宅建设在进入总量稳定发展阶段之后，由于单位面积住宅投资的增加，仍将保持相当一段时期的住宅投资增长，继续发挥对国民经济的推动作用。由于我国地区间发展不平衡，住宅建设量的增长与质的提高将长期并存，共同为实现 2020 年国内生产总值翻两番的目标做出贡献。

当前我国住宅仍处于解决紧缺的粗放型发展阶段，实现向舒适型集约化的转变必须加快技术创新和技术进步，用信息化、工业化和集约化改造住宅产业，使住宅生产走上科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型发展道路。舒适型的居住需求集中体现在五个方面：一是住宅的功能空间要更加合理，要在较小的空间内创造较大的舒适度，提高单位住宅面积使用率和功能空间的合理性；二是住宅的物理性能要有较大的改善。住宅保温、隔热、通风、采光、日照等物理性能，越来越成为衡量住宅质量的重要因素。三是住宅设施、设备的装备水平要进一步提高，厨房、卫生间设施，采暖与制冷系统，智能化技术系统的高效性、实用性已成为体现住宅舒适性的重要内容；四是居住区的环境配套水平要更加完善，要创造自然和谐、朴实优美、安全环保、舒适便捷的住区环境；五是住宅的耐久性要延长，住宅具有价值量大、位置固定的特点，对耐用性有很强要求，应当在目前砖混结构 50 年的基础上，延长住宅使用寿命。推动住宅建设质的飞跃和住宅的更新换代，是市场发展的必然要求。

我国建筑业特别是住宅产业的持续高速发展，带动了房间空调器的快速增长。我国第一台窗式空调器于 1965 年在上海诞生。改革开放以来，我国的空调产业从无到有，从小到大，从引进世界先进技术到自我研发创新，取得了令人瞩目的长足发展。我国空调行业有代表性的房间空调器年产量从 1991 年的年仅 60 万台，每年平均以超过 40% 的速度高速增长，1999 年年产量已跃居成为世界第一，2002 年年产量更高达 3135 万台，11 年增长了 50 多倍（图 1-1）。

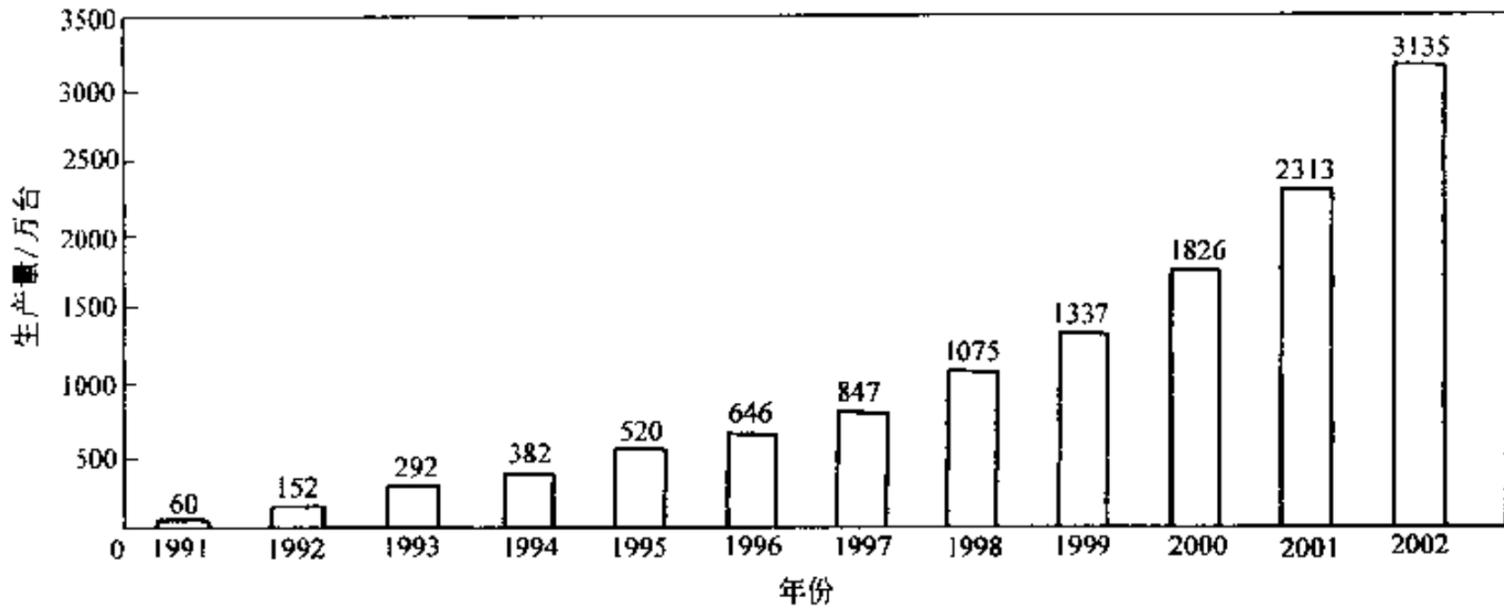


图 1-1 我国房间空调器年产量

随着国民经济的持续发展,人民的生活水平稳步提高,住宅空调迅速普及。在全国大部分地区特别是气候炎热和夏热冬冷的经济比较发达地区,每百户居民空调器拥有量迅速增加(见表 1-1、图 1-2),从表中可以看到不少城市空调器拥有量已超过户均 1 台的水平。住宅面积的增大,消费观念的改变,生活质量的提高,舒适性需要的增加,个性化要求的彰显,一户拥有多台空调器的住户已不在少数。与此相应,家用空调也从窗式、分体式空调的单一方式发展到窗式、分体式、家用中央空调、住宅小区中央空调等多种空调方式,特别是家用中央空调更是异军突起,得到了迅猛的发展。据不完全统计,我国家用中央空调市场容量,1999 年约为 2~3 个亿,2000 年约为 3~5 个亿,2001 年达到 8~10 个亿,2002 年迅速增加到 30 个亿,而 2003 年将可能达到 50 个亿,预计到 2005 年国内市场总需求将达到 200 亿元,2010 年更高达 350~400 亿元。

表 1-1 2002 年我国部分省市每百户居民家用空调器拥有量

上海	118
北京	115
武汉	106.5
天津	80.9
山东	42.7

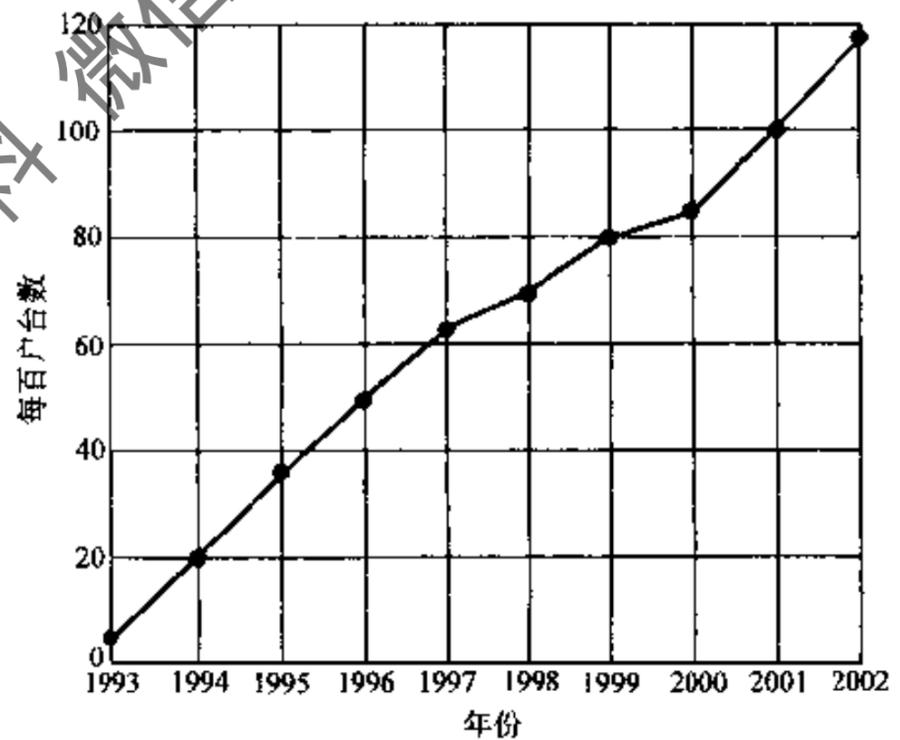


图 1-2 上海每百户居民拥有空调器台数的增长

1.2 家用中央空调的特征

家用中央空调又可称为户用中央空调、户式中央空调,它是集中处理空调负荷的系统形式,其冷热量通过一定的介质输送到空调房间,以满足居住的舒适性要求。它是介于传统中央空调和家用空调器两者之间的一个新领域,是随着人们住房条件的改善和生活质量的提高

而逐渐发展起来的一种空调新潮流、新方式。随着家用中央空调研究和制造技术水平的提高，它正以其巨大的潜力和应用优势取得突破性的发展，并将成为我国 21 世纪空调产业发展方向之一。

家用空调行业的发展主要取决于一个国家的综合经济实力，而且与建筑业的发展关联度极高，并且有着其自身技术发展的内在必然性。建筑物用舒适性空调按传统方式可分为中央空调和家用空调两大领域。中央空调主要指用于为大型公共建筑提供冷热量需要的大中型冷热水机组系统，而家用空调主要指为居住用房提供冷热需要的窗式、分体式和柜式空调器等房间空调器。家用中央空调是介于中央空调和房间空调器两个领域之间的新的空调发展领域，为我国家用空调发展带来了新的技术解决方案。到目前为止，对于以办公为主的公用建筑物来说，其供暖制冷设备是以提高工作效率为主要目的进行规划设计的，而对于公共住宅则要根据居住者的生活方式、年龄、家庭成员的构成、地区以及社会环境的变化等各种因素，满足用户对房间的使用要求及随时间变化的要求等，目的是为用户提供健康、安全、舒适的生活空间。

家用中央空调制冷量范围大致在 7~80kW，可供单元住房面积在 80~600m² 的多居室公寓、复式公寓、别墅、小型办公楼及小型商业用房使用。多个家庭中央空调系统的组合可供更大空调面积使用。从某种意义上来说，家用中央空调系统适用范围已超出传统的住宅观念，用途更广了。

家用空调方式的选择应结合不同地域的气候条件、能源种类和价格、住宅的规格和档次、居民的经济水平和生活习惯、房地产的投融资体制等综合性进行，它不只是单纯的技术问题，更多地将会由市场来决定。

我国城市人口密集、土地资源紧缺，因此可以预知，我国大多数城市中今后若干年还是以兴建集合式住宅（即高层、高密度、高容积率三高住宅）为主。最适合高密度集合式住宅的空调方式应是集中空调，即采用住宅小区集中供冷供热（也可供生活热水）的中央空调方式。住宅小区中央空调最大的优点是能源利用效率高，由于是专业化管理和规模化经营，运行费用约相当于家用空调的 2/3，在大大提高居住环境舒适性和生活质量的同时，有利于环境保护和可持续发展战略的实施。但在我国目前的经济发展条件下，住宅小区的中央空调还只是处于起步和探索阶段。在我国房地产市场发育还不完善、法规还不健全的情况下，对实施住宅小区中央空调的投融资体制、空调设施的产权界定和折旧办法、空调使用费的收取、负荷波动条件下运行的经济性等问题都要进行深入研究。今后集合住宅的建设必定走集约化、产业化的发展道路，这将为住宅小区中央空调的实施创造很好的条件。

房间空调器在我国的发展是迅猛和成熟的，国际空调业出现的新技术、新潮流均能及时在我国得到应用和发展。房间空调器在控制方式上经历了定速型、经济定速型向变频空调的转换，变频空调也先后经历了单转子时代、直流时代、数码时代、数码涡旋 E-SCROLL 全直流变频时代等四代变频技术的发展，空调技术性能和节能效率显著提高。房间空调器在住宅中迅速普及，自有其一定的优势：制冷（热）迅速、安装简单快捷、控制方便灵活、能耗计量容易、价位低、可以实现个性化，它可以满足家庭一般降温和非严寒地区冬季供暖（热泵型）的需求。但从实际使用来看，房间空调器也存在着一些难以克服的弊病。首先，房间空调器的大量无规则设置形成了独有的“中国特色”，造成的视觉污染和景观破坏，对城市的整体形象是极大的损害。其次，房间空调器难以保证良好的室内环境品质和舒适性。室内温

度场、速度场都难以均匀。非变频的空调器采用启停控制，完全没有控制湿度的能力，而且温度传感器又设在靠近蒸发器盘管的位置，使室内温度波动大。窗式空调器和某些质量较差的分体式空调器室内机的噪声也超过住宅环境噪声标准。再次，在密闭房间使用分体式的房间空调器完全没有新风；为减少风机动力和降低噪声，其空气过滤器的效率极低，尤其对 $5\mu\text{m}$ 以下的小粒径可吸入微尘几乎不起作用，住宅居室其实又是很多病原菌孳生繁衍的场所。此外，家用空调器的无节制发展，势必进一步加剧我国电网的结构性矛盾，高峰不足、低谷有余。我国的电力供应以煤为主，能源利用效率低，家用空调器成为家庭中最大的温室气体排放源，对环境状况带来越来越沉重的压力。凝结水随处排放，室外机的废热和噪声、大量悬挂的室外机支架安全、空气污染造成空调器效率衰减等，也都是难以忽视的问题。

家用中央空调则兼具中央空调和房间空调器两者的优点。与传统的中央空调相比，省却了专用机房和庞大复杂的管路系统，维护管理方便，使用计费灵活。对房地产开发商而言，空调系统不必一次到位，投资分散并可随售房情况适时追加，风险降低，但又提高了环境和楼盘的档次，增加了销售卖点，物业管理也相对方便；对住户来说，既能充分享受中央空调的舒适性，又可根据自己的个性化需要方便灵活使用，合理承担日常运行费用，而且在进行室内装修时可结合空调的布置凸显装饰个性。

家用中央空调作为一个小型化的独立空调系统，能耗在大型冷水机组与传统的房间空调器之间，在制冷方式、机组结构、空气处理方法上基本与大型中央空调系统类似，可实现建筑与空调的和谐，提高居住环境的舒适性。日常运行费用低于房间空调器，略高于大型中央空调系统。

与传统的房间空调器相比，家用中央空调机组可同时解决多个房间的冷热需求，大部分机组可引入新风，改善室内空气品质，免除“空凋病”的烦恼；在空调系统设计上，可与厨房、卫生间排风统一考虑，形成有效合理的气流流向，提高通风效率，有效地利用引入室内的新风；可实现各居室的个性化需求，温度分布均匀，波动小，舒适感好；多种规格的室内机选择可与室内装修紧密结合，营造雅致宜人的室内环境效果，室外机挑台布置可与建筑设计同步考虑，融入建筑整体效果或尽量避免对建筑景观的干扰；可免除传统分体机的制冷剂连接管暴露并悬挂在室内外半空中的不雅观等问题。

上海同济大学 2001 年夏季对上海 780 户家庭进行的随机问卷调查显示，在 780 户家庭中，没有空调的仅 21 户，即空调的普及率达 97.2%；安装家庭中央空调的只有两户，占总数的 0.26%；而拥有家用空调器最多的一户有 7 台（独立式住宅）。将调查情况与美国能源部 1997 年的统计数据（见表 1-2）进行比较，可以发现如果单从住宅空调的普及率来看，上海超过美国的任何一个地区。

表 1-2 1997 年美国住宅空调的普及率

地 区	电力空调平均年能源 费用支出/美元	每百户家庭电力空调的 普及率 (%)	有中央空调的家庭 百分数 (%)
全美	140	72	47.1
东北部	74	63	22.2
中西部	81	78	51.4
南部	201	93	69.7
西部	128	41	27.6
南大西洋地区	195	93	

美国由于是以独立式住宅为主，因此家用中央空调普及率要远高于上海，上海很多家庭还仅限于只有一个房间安装房间空调器，解决“有”和“无”的问题，还谈不上追求更舒适的室内环境品质。这种比较说明在我国目前的经济发展水平和市场条件下，家用中央空调的发展具有良好的市场前景和巨大的发展潜力，家用中央空调作为“以人为本，个性发展”的空调发展新潮流，不但能够为众多的国内生产厂商带来巨大的商机，而且会开辟出一个家用中央空调“设计生产、配套、安装、服务”的崭新模式，启动家用中央空调的巨大市场。预计未来几年内，家用中央空调市场占有率将达到10%以上。

1.3 家用中央空调的组成和分类

1.3.1 家用中央空调的组成

家用中央空调产品的种类很多，有整体式，也有分体式，但大部分是分体式。这是因为分体式可将压缩机置于室外，可大大降低室内生活环境的噪声。按其在室内吊顶内的管道输送冷热量的介质进行划分，大致上可分为三大基本类型，其组成有一二十种之多，见表1-3。随着家用中央空调产品的发展，同时也为了满足人们对生活品质更高的要求，已有许多家用中央空调设备已与其他生活设备或辅助设备结合起来使用。例如，空气源热泵冷热水机组冬季在较寒冷地区的制热效果不好，为了提高舒适性，这时往往配置辅助电加热器或采用地板辐射采暖等，以满足冬季供暖的需要。更受欢迎的组合是空气源单冷冷水机配燃气热水炉，既可满足家庭供冷暖的需要，又能提供生活热水，供暖的方式也可选择风机盘管、传统的热水散热器或地板辐射采暖；能够实现上述供冷暖、供生活热水的家用中央空调设备还有直燃型溴化锂冷热水机组。除此以外，还有绿色能源、可再生能源如太阳能、地热能、风能的利用等。家用中央空调系统的组成方式应满足当地的气候条件、地理环境、生活习惯的要求，还要根据当地的能源供应状况、能源使用价格等众多因素决定。因此，其组成方式可以是因地而异，因人而异，多种多样的。同时各个家用中央空调生产厂家仍在不断研究和开发新产品，家用中央空调系统的组成方式更是层出不穷，这里仅介绍典型、常用的组成方式。

表 1-3 家用中央空调系统的组成

序号	输送介质	家用中央空调系统的组成		备注
		室外机类型	室内机类型	
1	水 (用钢管输送)	空气源热泵冷热水机组	集中空调箱	寒冷地区需辅助加热
2			各种形式的风机盘管	
3			集中空调箱 + 变风量末端装置	
4		空气源冷水机组 + 热水炉 (或其他热源)	集中空调箱	可同时供应生活热水
5			各种形式的风机盘管	
6			集中空调箱 + 变风量末端装置	
7		土壤源 (地源、水源) 热泵冷热水机组	集中空调箱	可利用地下水、地表水、土壤作为热源或热汇
8			各种形式的风机盘管	
9			集中空调箱 + 变风量末端装置	
10		直燃型溴化锂冷热水机组	集中空调箱	可根据需要供应生活热水
11			各种形式的风机盘管	
12			集中空调箱 + 变风量末端装置	

序号	输送介质	家用中央空调系统的组成		备注
13	空气 (用风管输送)	空气源热泵型机组, 整体式柜(箱)机		
14		空气源热泵型机组	直接蒸发室内机(空调箱)	寒冷地区需辅助加热
15			直接蒸发空调箱+变风量末端装置	
16		空气源单冷机组+燃气热风炉(或热水炉)		可同时供应生活热水
17		水环热泵型机组, 整体式柜(箱)机		
18		水环热泵型机组	直接蒸发室内机(空调箱)	冬季冷却水系统需加热
19	直接蒸发空调箱+变风量末端装置			
20	制冷剂 (铜管输送)	压缩机台数控制空气源热泵机组	多台直接蒸发、各种形式的室内机	俗称一拖多分体式空调机
21		变频控制空气源热泵型机组		俗称 VRV 分体式空调机
22		压缩机台数及旁通控制空气源热泵机组		也称 VRV 分体式空调机
23		压缩机台数及变频控制空气源热泵机组		也称 VRV 分体式空调机

1.3.2 家用中央空调的分类

中央空调是集中处理空调负荷的系统形式, 空调机组产生的冷热量通过一定的介质输送到空调房间, 根据向空调房间输送的介质不同以及空调机组使用的能源及热源不同, 可将家用中央空调大致分为以下几种类型。

1. 空气源热泵冷热水机组

空气源热泵冷热水机组属空气—水热泵, 其机组室外侧是通过空气进行热交换, 室内侧产生空调冷热水, 由管路系统输送到空调房间的末端装置, 在末端装置处冷热水与房间空气进行热量交换, 产生冷热风, 从而实现空调房间的夏季供冷和冬季供暖效果。该机组属于一种集中生产冷热水, 但分散处理各房间负荷的空调系统形式。图 1-3 是空气源热泵冷热水机组空调系统示意图。

该系统的室内末端装置通常为风机盘管。目前风机盘管一般均可以调节其风机转速或通过旁通阀调节经过盘管的水量, 从而调节送入室内的冷热量。因此, 该系统可以对每个空调房间进行单独控制和调节, 满足各个

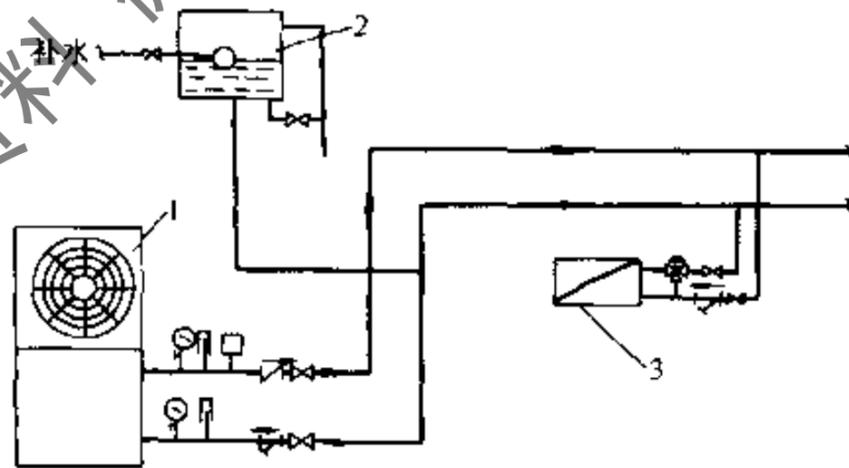


图 1-3a 空气源热泵冷热水机组空调系统 (膨胀水箱外置)

1—空气源冷热水机组 2—高位膨胀水箱 3—空调末端设备

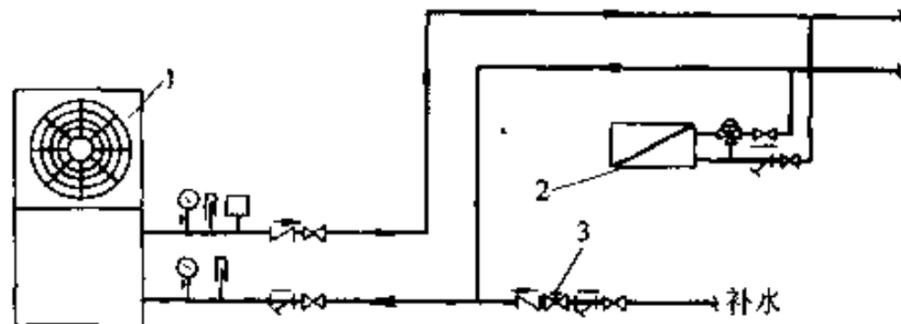


图 1-3b 空气源热泵冷热水机组空调系统 (膨胀水箱内置)

1—空气源冷热水机组 2—空调末端设备 3 自动补水阀

房间不同的个性化空调需求，同时其节能性也较好。此外，由于冷热水机组的输配管路所占空间很小，因此一般不受建筑物层高的限制，可以同装修配合进行较隐蔽的布置。但此种系统一般难以引进新风，因此对于通常密闭的空调房间而言，其舒适性较差。在整个家用中央空调系统的设计时，应该同厨房、卫生间的排风进行综合考虑，以达到最佳的通风换气效果。

在寒冷地区和重霜地区，冬季室外温度较低或湿度较大，冷热水机组冬季供热量常常不能满足冬季热负荷的要求，此时应考虑设置辅助电加热器来增加供热量。

2. 空气源冷水机组 + 独立热源系统

该种系统一般用于寒冷地区、严寒地区和重霜地区，分为两种方式。

(1) 供冷系统与供暖系统共用空调末端设备 当供暖系统热源为集中供热时，应配置换热器和循环水泵，比较典型的系统如图 1-4 所示。已有生产厂家将换热器和循环泵组合进空气源冷水机组，用户只要方便地接入空调供回水管即可实现冬夏两季供暖供冷。当供暖系统热源为分户供热时，分户供热设备一般为自带循环水泵的燃气热水炉或电热水炉，其中燃气热水炉有户内壁挂式和户外落地式并可供应生活热水，使用方便、运用费用低，因而得到普遍的欢迎，其典型的系统如图 1-5 所示。

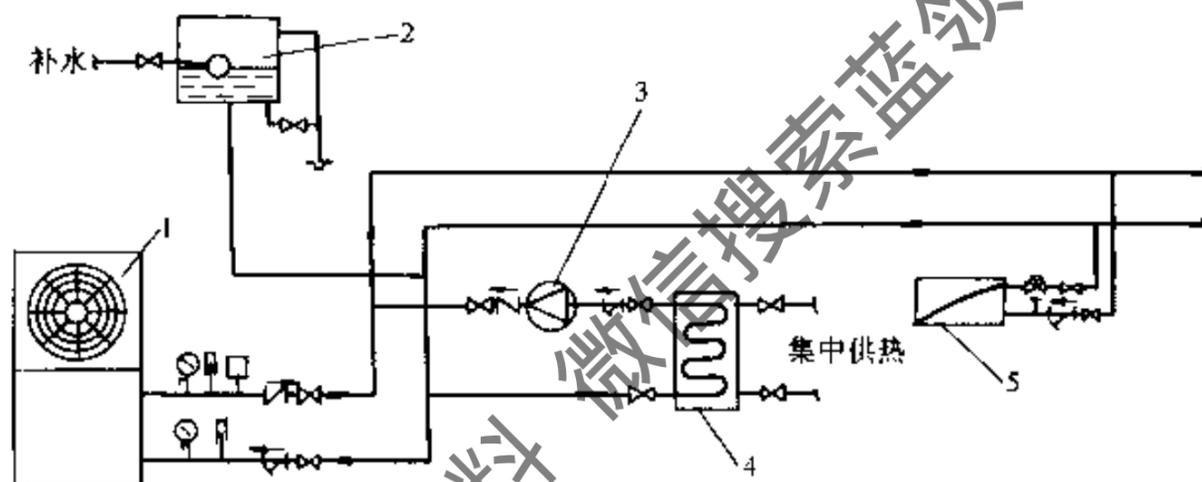


图 1-4 空气源冷水机组 + 集中供热系统

1—空气源冷热水机组 2—高位膨胀水箱 3—空调热水循环泵 4—水—水换热器 5—空调末端设备

(2) 供冷系统与供暖系统完全独立 供冷系统主机为空气源冷水机组，末端为风机盘管；供暖系统热源一般为集中供热或分户供热，末端设备为散热器或低温辐射地板、壁板。集中供热方式有城市热网、小区锅炉房集中供热和大楼供热等，户式供热方式主要有燃气、燃油热水炉和电热水炉等。

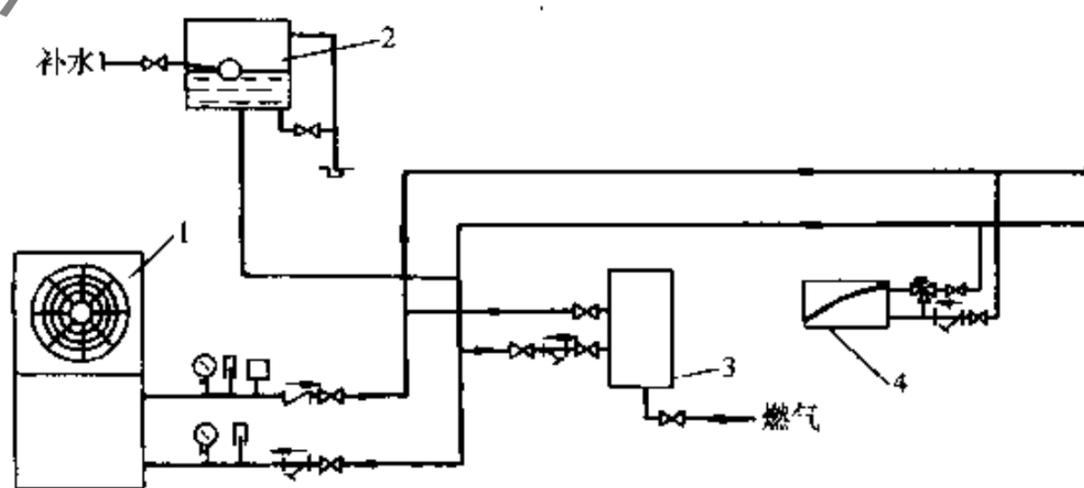


图 1-5 空气源冷水机组 + 分户供热系统

1—空气源冷热水机组 2—高位膨胀水箱 3—热水炉 4—空调末端设备

3. 家用燃气空调系统

家用燃气空调系统主机是由直燃型溴化锂冷热水机组、冷却塔、空调循环泵组合而成，三用机还能提供卫生热水，典型的系统简图如 1-6 所示。

4. 地源热泵空调系统

地源热泵空调系统是利用大地（土壤、地下水、地表水等）作为热源和热汇的热泵系统，利用地球表面浅层地热资源间接利用太阳能。冬季通过热泵将土壤或地下水中低位热能提高为高位热能对建筑供暖，同时储存冷量以备夏用；夏季通过热泵将建筑物内的热量转移到土壤或地下水，对建筑进行降温，同时储存热量以备冬用。典型的地源热泵空调系统如图 1-7 所示。

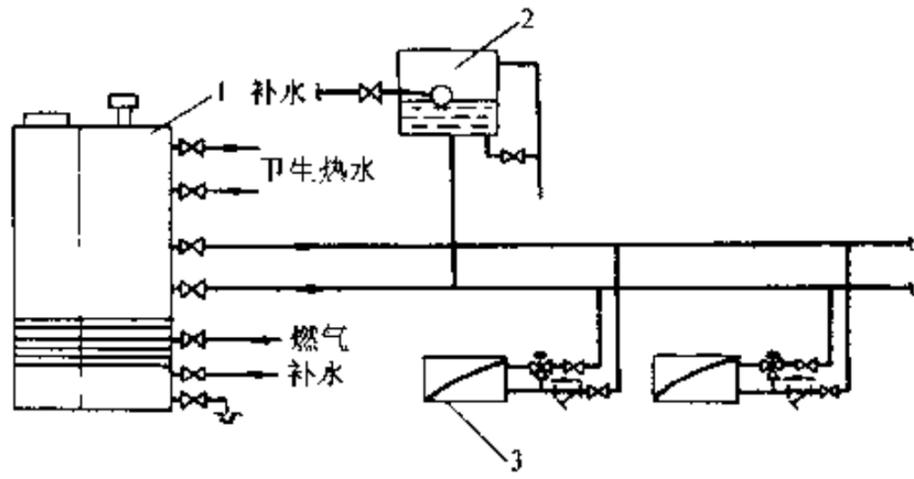


图 1-6 家用燃气空调系统
1—家用燃气空调机组 2—高位膨胀水箱 3—空调末端设备

5. 空气源风管式热泵机组

风管系统是以空气为输送介质，其原理与大型全空气中央空调的原理基本相同。它利用空调主机集中产生的冷热量，将从室内的回风（或回风与新风的混合）集中进行空气处理，如冷却、加热、加湿、去湿、净化等，再送入室内。根据室内机组和室外机组的布置，空气源风管式热泵机组可分为分体式风管系统和整体式风管系统。

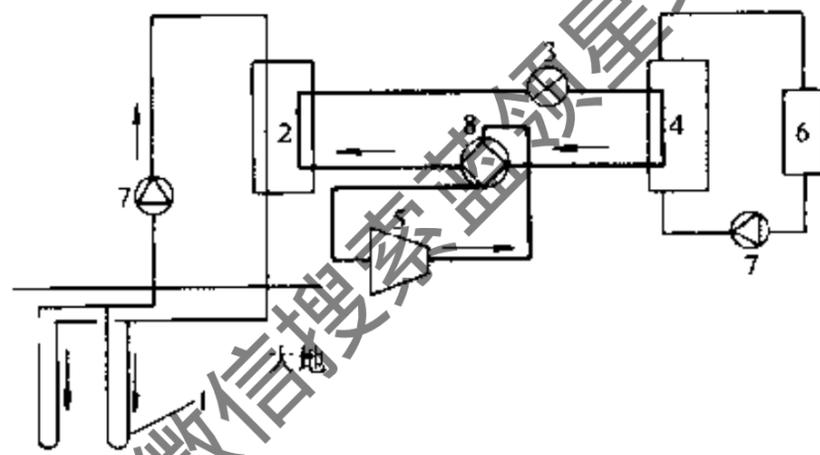


图 1-7 地源热泵空调系统
1—室外埋管换热器 2—冷凝器 3—节流机构
4—蒸发器 5—压缩机 6—房间换热器
7—循环水泵 8—换回阀

(1) 分体式风管系统 此系统也称风冷管道型空调机，其空调容量大致为 12 ~ 80kW，采用三相电源。它是由室外机、室内机组成，安装时两者由制冷剂铜管连接，属于直接蒸发式空调系统。一台室外机一般配一台或两台室内机，室内机有立柜式和吊顶式两种。如图 1-8 所示为接有新风的分体式风管系统示意图，空气在

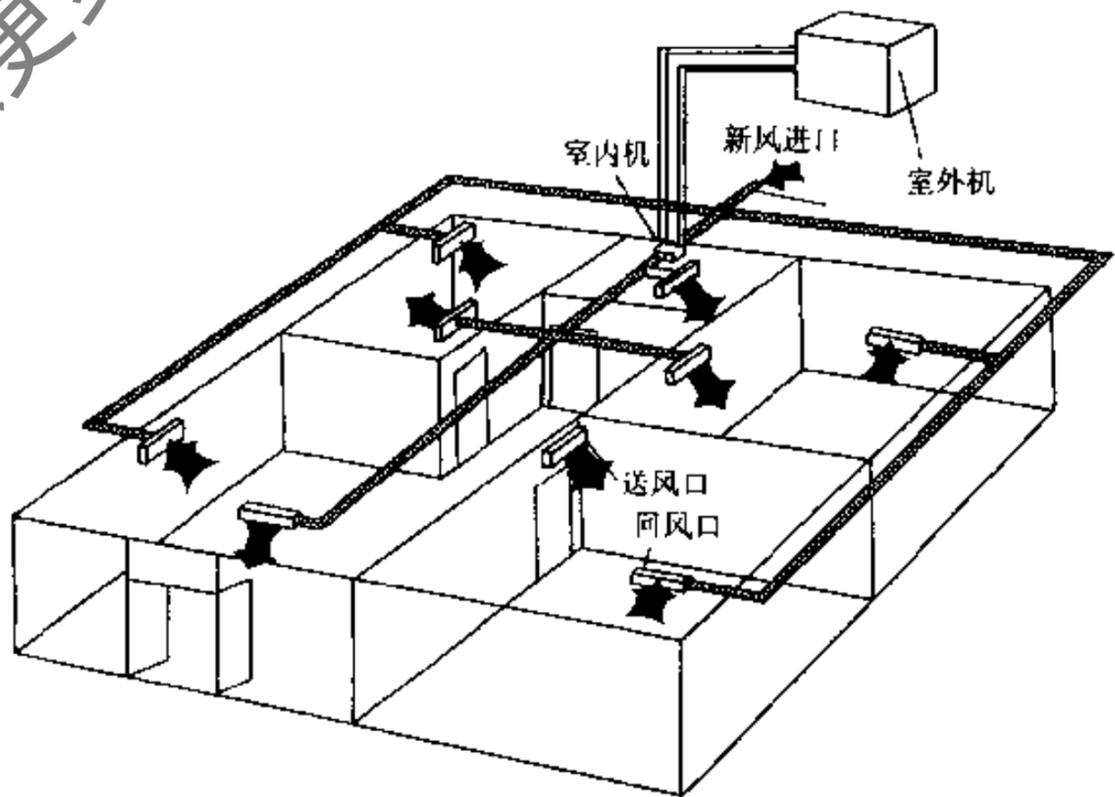


图 1-8 空气源分体式风管系统

室内机处理后直接由风管送到各个空调房间，消除各房间的空调冷热负荷。

(2) 整体式风管系统 整体式机组是将压缩机、冷凝器、蒸发器和空调用送风机等置于一个整体机箱内，该机组安装在室外阳台、地坪或地面，通过送回风管与室内连接，室内无机械噪声源。同时，室外机配有新风进口，可调节室内空气品质。整体式风管系统的室外机如图 1-9 所示。

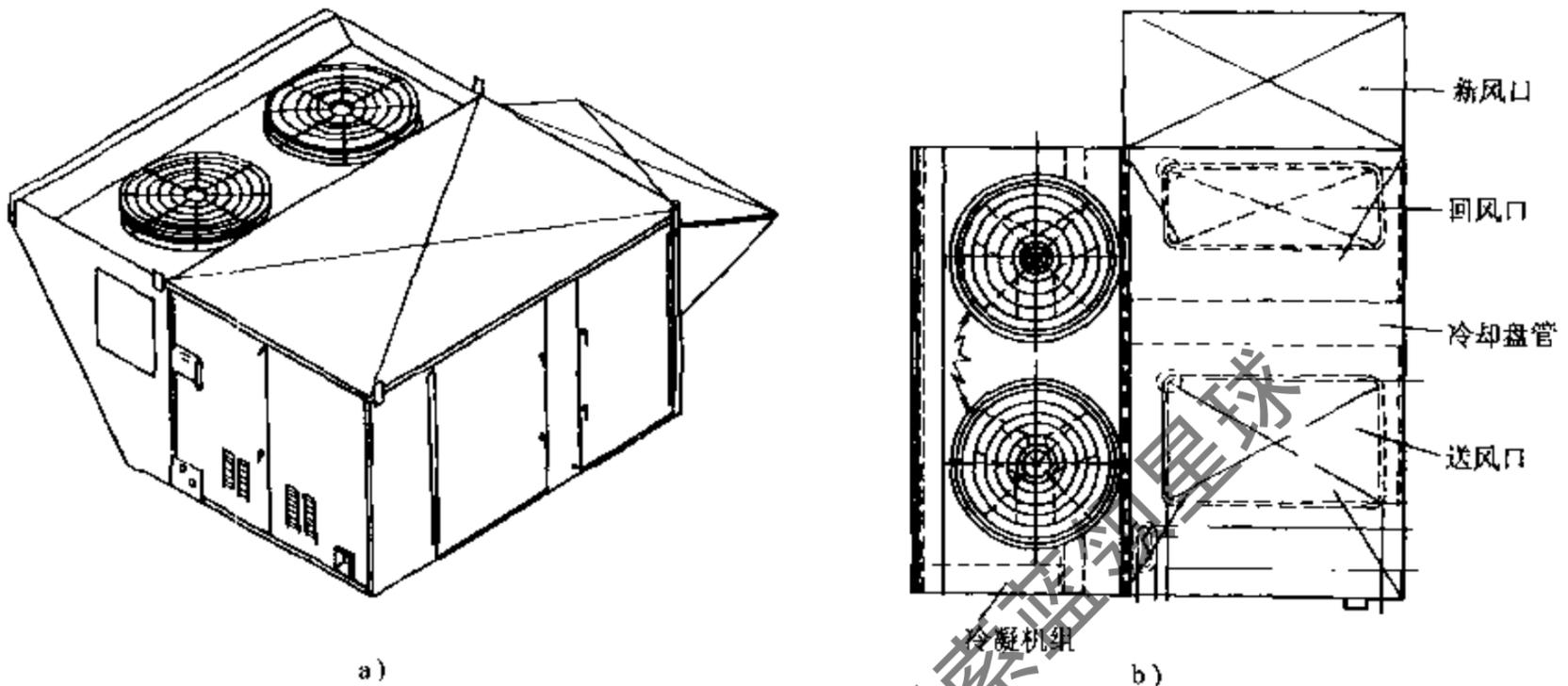


图 1-9 空气源整体式风管机组
a) 外形图 b) 结构图

6. 空气源风管式单冷机组 + 燃气热风炉 (或热水炉)

空气源风管式单冷机组适用于冬季不需要供热的夏热冬暖地区，而空气源风管式单冷机组与燃气热风炉或热水炉组成的系统，适用于寒冷地区和严寒地区。配置燃气热风炉时，以热风炉为主，将单冷分体机组的蒸发冷却盘管配置在燃气热风炉上，利用同一风管系统实现夏季供冷和冬季供热；配置热水炉时则以风管式单冷机组为主，将与热水炉热水管路相连的热水盘管配置在单冷机组的风管上，热水炉同时可供应生活热水。

7. 水环热泵空调系统

水环热泵空调系统主要由置于室外的水环热泵机组、散热设备、供热设备和循环水泵等组成。散热设备有开式冷却塔/换热器或闭式冷却塔，供热设备有集中热源/换热器或热水炉。比较常用的水环热泵系统的散热设备为开式冷却塔/换热器，供热设备为热水炉。典型的水环热泵系统简图如图 1-10 所示。水环热泵机组也有整体式和分体式两种形式，整体式是所有制冷、风系统和水系统的部件均装在一个箱体内，现场连接水管、风管及电路即可实现冷热供应；分体式

是压缩机、水侧换热器及制冷附

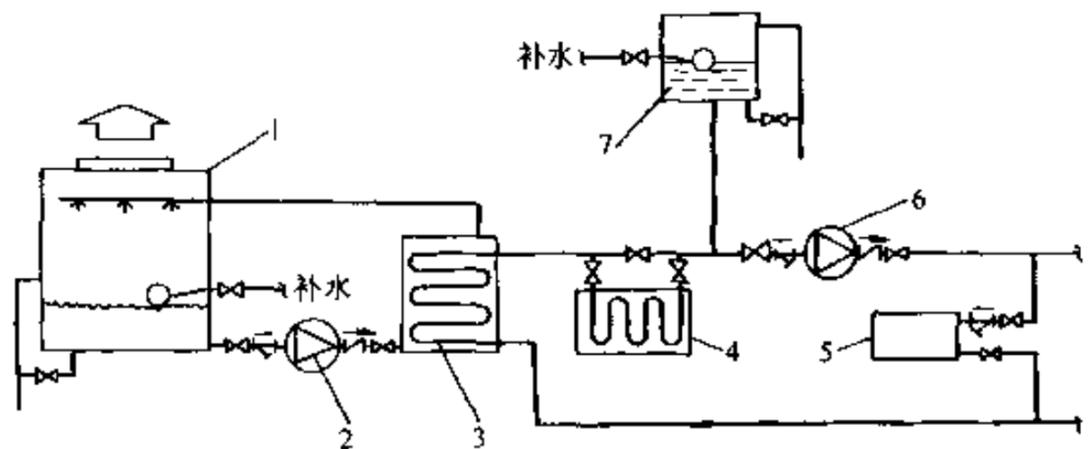


图 1-10 水环热泵空调系统

1—开式冷却塔 2—冷却水水循环泵 3—水-水换热器
4—热水炉 5—水源热泵机组 6—冷热水循环泵 7—高位膨胀水箱

件等装在室外机组内，然后由制冷剂管路与室内机组连接，室内机组由直接蒸发式表冷器和送风机等组成。

8. 制冷剂变流量（VRV）热泵系统

制冷剂变流量（Variable Refrigerant Volume）空调系统也称多联式空调系统，它以制冷剂为输送介质，属空气—空气热泵。室外主机由制冷压缩机、冷凝器和其他制冷附件组成，室内机由风机和直接蒸发式换热器组成。一台室外机通过制冷剂管路向若干个室内机输送制冷剂。采用变频技术和电子膨胀阀控制制冷压缩机的制冷剂循环量和进入室内各换热器的制冷剂的流量，可以适时地满足室内冷热负荷要求。

这种系统一般可由一台室外机和4~16台室内机组成。低档次的是—拖多热泵型或变频热泵型空调机。高档次的配有由直流变速电动机驱动的密封型双转子压缩机，也有采用涡旋式压缩机的，室内机采用电子膨胀阀，具有可同时供冷/供热/热回收功能的系统。其优点是各居室温度可个别调节，另外制冷剂液体管和气体管的直径小，管路占用的空间小。

1.4 家用中央空调的特点和技术要求

1.4.1 家用中央空调的特点

虽然家用中央空调系统与一般的中央空调系统一样，有一个集中的冷热源和完整的空调系统。但是它的系统却小得多，通常制冷量为7~80kW，服务的建筑面积在80~600m²左右。另外它的使用对象、使用时间和使用要求也有别于公共建筑的空调系统。因此，在设计家用中央空调系统时，必须认真识别其特点，全面地分析影响其最终使用的各种制约因素。

1. 地域差别大，气候条件不同决定空调系统配置

我国是一个幅员辽阔的国家，地理气候条件极其复杂，拥有多种多样的气候类型。这就必然要求我们的家用中央空调具备多样性的特点。如何根据不同的气候特征选择合适的空调形式，如何在系统设计时充分考虑不同气候的影响，这是我们在发展家用中央空调时应当考虑的问题。气候条件差异决定着空调供冷、供暖的时间和方式。地处我国南部的海南、广东等地终年炎热，根本不需要采暖，只要提供制冷空调就能满足要求；地处我国中部的中原地区四季分明，是典型的夏热冬冷地区，需设冷暖空调；我国“三北”的大部分地区，夏季时间很短，而冬季却十分漫长，冬季采暖是必需的，而夏季制冷空调不一定需要。这反映了不同地区对家用中央空调的冷暖需求是不同的，空调设备的配置就需要适应这些不同的需求。另一方面，由于气候条件的差异，制约着一些空调方案的可行性，空调冷热源设备的选择和配置就必须充分考虑这些制约因素。例如空气源热泵冷热水机组在长江以南地区使用时，冬季供暖效果还不错；但用于北方地区就得慎重，有时必须采用辅助加热器，甚至直接采用热水炉。

2. 当地城市能源结构、能源政策影响空调系统选择

从能源的角度来看，我国虽然能源总量很大，但由于人口众多，人均能源拥有量不高，能源供应相对较为紧张。而空调系统是必须用能源来驱动的，空调系统的能效与所选用的能源有直接关系，空调系统在其使用寿命周期内耗能的费用约是其初投资的5~10倍。对家庭来说，家用中央空调是耗能大户，必须注意其节能性和长期运行费用，运行费用的多少是牵涉到产品能否得到用户认同的一个关键问题。因此，在空调系统的选择和配置时必须结合当地城市能源结构、能源政策和能源价格进行综合比较，选择可靠性高、长期运行费用低的家用中央空调方

式和产品。

3. 对室内空气参数要求的差异性较大

对于以办公为主的公共建筑来说，其供暖制冷设备是以提高工作效率为主要目的来进行规划的，并且在公共建筑中生活或工作的人群，通常来自不同的家庭、民族和国家，具有不同的年龄和生活习惯。当集中在一个房间中一起工作时，往往会考虑到绝大多数人的利益，对房间空调的要求具有一定的宽容度，只要能达到一个比较舒适的房间温度环境就行了。家用中央空调所服务的是长期生活在住宅里面的居民，居住者的生活方式、家庭成员的构成、身体状况、年龄层次、个性化需求差距会很大。每个人对室内空气参数的需要不会完全相同，这时必须满足个体要求，室内空气参数要求的差异会很大。

4. 冬季要求高

设置在公共建筑中的空调，绝大多数在白天运行，人们大多处于工作状态，对房间温度变化的适应性较强。而家用中央空调要求昼夜运行，尤其是冬季的晚上，室外气温最低，热负荷比白天大；再者，人们大多处于睡眠状态，对房间温度变化的适应性较差。这就要求有一个较为稳定的适宜的房间温度环境。因此，家用中央空调的冬季性能要求要远高于公共建筑用空调。

5. 负荷变化率大，同时使用系数低

公共建筑中的空调使用是比较有规律的，而家用中央空调使用的随意性很大，可能昼夜使用，也可能整天不用；可能会随时使用，也可能随时停用。从房间空调的开启率看，有些人习惯全部开启，而有些人为了节约运行费用，只希望仅在使用房间开启。从照明使用情况看，通常白天很少使用，晚上使用时也变化甚大。另外，住宅里还有很多“自由热”，如冰箱、微波炉、电饭煲、电视机等设备以及煤气灶，其产生的热量有一部分会转化为冷负荷，也会影响室内负荷的变化。因此，家用中央空调的负荷变化率大，同时使用系数比公共建筑低，尤其是在希望节约空调运行费用的系统中，同时使用系数更低。在系统总负荷计算及冷热源设备选择时，应充分注意。

6. 房间末端空调设备的选择应稍大

在家用中央空调系统中，房间的最大空调负荷，要比公共建筑中同样条件的房间负荷大。这是因为这些房间在单独使用时，邻室并未使用，这两个房间的温度差是比较大的，这时，计算的房间空调负荷就必须包括内墙、楼板的传热负荷。在公共建筑中，房间空调通常是同时使用的，不会存在这样的情况。此外，在家用中央空调中，虽然整个系统的使用人数一般仅是非常有限的家庭成员，但实际使用时，很可能所有户内人员都集中在某一个房间中，还有，住宅的同时使用系数低，流经各末端设备的流量往往达不到额定流量。因此，在选择家用中央空调房间的末端空调设备时，考虑到这些因素，往往应稍大一些。另外，家庭空调间断使用的特性，也会加大空调刚开始时的负荷。

7. 更需要体现“人性化”的理念

随着社会的发展和进步，也随着人们对住宅多样化和个性化要求的提高，住宅建筑的房型也越来越多、越来越漂亮，甚至有的住宅小区内，每幢建筑和别墅都不一样。这样，空调设计势必不能套用或只能少量套用，设计只能根据每一套房屋“因房制宜”，选择高可靠性的合适的空调方式和空调系统。同时，居住者与居室朝夕相处，因此它的设计更要体现“人性化”的理念。这就要求设计师必须将与舒适性有关的温度、湿度、新风量、气流组织、风速、噪声等

各种因素进行综合考虑，并且在满足功能要求的前提下，也必须注意与外部自然环境和建筑物的协调性，创造一个舒适、和谐的生活环境。家用中央空调系统的设计还必须具有一定的超前性和作到易于更新，能随着生活水平的提高，适应生活方式的改变。

8. 开发适宜不同消费要求的空调产品

我国经济发展水平地区差异性大，在不同的地区人们对家用中央空调的需求不一样。即使在同一地区，由于人们的收入水平不一样，住宅形式也千差万别，而且消费水平和生活习惯也不尽相同，因此对家用中央空调的需求也是多层次的。如何针对不同层次的用户设计不同形式的家用中央空调，这也是值得我们结合市场需求进行深入研究的一个问题。

1.4.2 家用中央空调的技术要求

家用中央空调要像家电产品一样，走向千家万户，就必须具有高度的可靠性、易操作性和低故障率，为了保证向用户提供一个安全、健康、舒适、高效、和谐的生活环境，家用中央空调系统应满足以下的技术要求。

1. 可靠性要高，运行的稳定性要好

家用中央空调要像家电产品一样，走向千家万户，面对广大的非专业用户，就必须保证元器件和整机使用的高可靠性，少出或不出故障。我国地域宽广，很多地区一年四季分明，冬夏季温度、湿度等都会相差很大。这就要求空调设备具有在各种条件下能稳定运行和在不同气候条件下运行调节的性能。总之，始终如一地向人们提供舒适的生活环境是任何空调产品的最基本的要求。

2. 健康卫生，舒适性要好

室内空调舒适性包括诸多方面：房间温度、湿度、风速、噪声和空气品质。房间温度应合适，应满足使用者的个性化需要，一般还应注意房间温度场的均匀性。房间的空气湿度也应合适，过高会使人感到闷热难受，过低会使人皮肤干燥。过高的房间风速使人有吹风感，尤其在冬季更要注意。一个高舒适性的生活环境应该是避免噪声干扰的，这就要求空调设备必须是低噪声或超低噪声的，包括室内机组和室外机组。在创造一个安静的室内环境的同时，也创造一个安静的社区环境。近年来人们十分重视室内空气品质，这直接关系到居住者的身心健康，目前已有将高压静电过滤、活性炭吸附过滤、负离子发生器及换气设备等装置组合到室内空调器之中的产品。实际上，在一般情况下，最重要的还是人们生存所必须的新鲜空气。一个好的家用中央空调，会把室内污浊空气的排放和洁净新鲜空气的补充很好地结合到系统中去，甚至还能进行能量回收。

3. 效率高，节能效果好

效率高、节能效果好是每一位用户所希望的，它可以节约大量的运行费用，也符合国家的能源政策和可持续发展战略的要求。实践证明，空调机组实际上均处于部分负荷下运行。按照设计负荷，在满负荷时效率高，在部分负荷下运行也必须是高效率的，这样才能真正达到节能的目的。因此，机组应具有良好的能量调节措施，如 VRV 机组采用变频调速压缩机和电子膨胀阀，可实现制冷剂流量的无级调节，使机组的节能性大大提高。我国家用中央空调的发展必须从两方面注重节能性，一方面要注意提高机组自身的能效比，另一方面应当注意能源的综合利用。这样也就对变流量技术、蓄能技术、能源综合利用技术提出了更高的要求。

4. 自动控制要求高，操作要简便

运行的稳定性、舒适性和节能性，尤其是操作的简便性都离不开设备的自动控制。空调房

间的温度控制是最基本的要求。通常有采用区域温度控制，也有采用每个房间的单独的温度控制，系统中所有设备都通过总线连为一个网络，能相互进行信息传递，及时把不同房间室内机的运转情况通知微电脑，微电脑根据系统的负荷情况对主机的运转作出调整。显然，后者的控制要求比前者高，舒适性和节能性也更好。随着系统工作的季节、时间、环境等变化，系统负荷也随之变化，根据负荷的要求自动控制机组的运行，从而达到最佳的性能。那些具有同时供冷和供热故障自动诊断、区域自动监控、电话远程开关机等功能的机组，更离不开自动控制。尤其是家用中央空调面对的是非常缺乏专业知识的使用群体，必须使操作简单方便、运行安全可靠，这都离不开一个完善的自动控制系统。

5. 安装快捷简单，检修、维护方便

家用中央空调选用的方式和设备都要做到安装快捷简单，在充分满足功能需要和使用要求的前提下尽量减少连接部件。为保障空调系统低故障率的高效运行，机组还应具有安全保护和自动故障诊断功能，检测故障情况、显示故障信息、进行故障报警，以利于方便快速的维修保养。并且，家用中央空调系统还应能够较好地与建筑设计相结合，做到易于更新。

6. 使用寿命长

这是空调设备的一个最基本的要求，也是千家万户十分关注的问题。影响设备使用寿命的因素，除了设备中各个元件或部件质量应保证外，还应特别注意家用中央空调的负荷变化率大、同时使用系数低的特点。当系统处于低负荷运转时，由于较大的压缩机制冷量与较小的空调负荷之间的矛盾，就容易造成频繁开机、停机，不但易损失压缩机影响使用寿命，严重时甚至不能正常使用，好的产品在这方面已有考虑，采用的措施通常有：利用变频技术，根据负荷改变压缩机的转速，适应负荷的变化；利用小型蓄冷装置进行蓄冷与放冷，减少压缩机的起停次数；利用多头压缩机和热气旁通技术，控制压缩机的制冷量等。

7. 对供电网影响要小

一般来说定频压缩机起动电流较大，频繁起停会对供电网造成一定的冲击。变频压缩机可以在低频下起动，对电网的冲击较小。但在采用变频技术时，由于变频而产生的多次谐波会对供电网产生较大的影响，尤其是三次和五次谐波影响最大。一般情况下，会影响计算机等设备的正常运行；严重时，会引起跳闸，不能正常供电。因此，一些厂家就采用多台压缩机分步起动和高性能的扼流器等技术，以减少对电网的干扰。

8. 安全性要好，发生事故的破坏性要小

有些家用中央空调系统损坏发生事故时，具有一定的破坏性，往往会造成经济损失。例如，空调系统用水作为输送冷热量的介质，一旦输送水的管道产生破裂和渗漏就会损坏吊顶、电气设备、家具等，破坏性较大。采用空气或制冷剂作为输送冷热量的介质时通常不会因制冷剂渗漏造成上述财物的损坏，但在较大的制冷系统中，大量制冷剂的泄漏达到一定的浓度时，也可能造成窒息事故。因此，在选用家用中央空调系统时，它的安全性能和事故破坏性是必须予以重视的。

9. 机组的防腐问题

由于家用中央空调室外机一般都安装在屋面或室外挑台上，常年遭受日晒雨淋。特别是我国的部分城市空气污染和酸雨严重，沿海地区空气中盐分较多，有的机组使用1~2年就已锈迹斑斑，严重降低机组使用寿命。因此，厂家在产品设计和用户在设备选型时应引起足够重视。框架、面板应采用不锈钢材料或经镀锌、防腐等处理，铝翅片应经亲水和防腐处理，机组

装配用的螺钉、螺母及辅助金属材料等，也应经镀锌处理或采用不锈钢材料。

10. 环境保护

家用中央空调的运行对环境的影响主要有：噪声、能源效率和制冷剂。

家用中央空调系统的噪声要考虑室内侧和室外侧，国家早就制定了城市区域环境噪声标准，使用的产品应满足国家标准的要求。减少噪声的措施，关键是厂家要生产低噪声的产品，其次是设计、安装时要注意采取防振和降噪措施。我国目前的家用中央空调产品基本上都是以电力驱动，虽然对用户来说电能是清洁能源，但是对长期以来能源消费以煤为主的我国能源工业来说，能源平均利用率只有30%左右，排放的温室气体在世界上仅次于美国，所以电能并不是清洁能源。一方面，在同样负荷条件下，家用中央空调应提高能源利用率，减少能源的消耗，减少对环境的污染；另一方面，应大力开发利用清洁能源和可再生能源的家用中央空调产品，从而保护地球环境，实现可持续发展。空调机组制冷工质对大气臭氧层的破坏也一直是世界各国普遍关注的问题，新型的低破坏性的工质正在逐步推出。采用以天然气为能源的小型直燃溴化锂作为家用中央空调的冷热源，不存在对大气臭氧层的破坏。目前，我国已有厂家开发此类产品，正大量推向市场并逐步应用到工程中。

家用中央空调作为家电产品除以上所述的技术要求外，如何面对千家万户作好设计、安装和维护也是不能忽视的重要问题。据一份对消费者的调查问卷显示：家用中央空调如何安装？收费标准如何？以后的维护怎么办？这3个问题是具有购买家用中央空调欲望的消费者普遍关心的问题。家用中央空调的服务显然不能像普通分体空调那样轻松，一个摆在面前的现实是：中央空调在用户装修前就要提前设计进去。而对大型工程来说，中央空调的设计必须与房屋建筑设计同步进行。所以，严格来说，中央空调的服务不能叫售后服务，它的服务必须从设计、安装到维护实现一条龙，应该是全程跟踪服务。

1.5 家用中央空调系统的比较和选择

各种家用中央空调系统有不同的优缺点和适用范围，其优缺点的概略比较见表1-4，适用范围及使用特点见表1-5。

表 1-4 家用中央空调系统比较

空调系统	初投资	运行费用	设备和管道占用空间	主机变负荷控制	室内温度控制精度	新风处理	室内噪声	施工安装	维护管理
空气源热泵冷热水机组（定频）	中	较大	中	较难	中	一般	低	简便	简便
空气源热泵冷热水机组（变频）	较大	小	中	易	中	一般	低	简便	简便
空气源冷水机组（定频）+热水炉（或其他热源）	中	中	中	中	中	一般	低	简便	简便
空气源冷水机组（变频）+热水炉（或其他热源）	中	小	中	易	中	一般	低	简便	简便

(续)

空调系统	初投资	运行费用	设备和管道 占用空间	主机变负 荷控制	室内温度 控制精度	新风处理	室内噪声	施工安装	维护管理
直燃型溴化锂冷 热水机组	大	中	中	中	中	一般	低	简便	简便
地源热泵空调机组	大	中	中	中	中	一般	低	中等	中等
空气源风管式热 泵机组	小	大	大	难	低	易	需消声	中等	中等
空气源风管式单 冷机组 + 燃气热风 炉	中	大	大	难	低	易	需消声	中等	中等
水环热泵机组	大	中	中	中	中	一般	需消声	简便	中等
制冷剂变流量 (VRV) 热泵机组	大	小	小	易	高	一般	低	专业安装	简便

表 1-5 家用中央空调系统的适用范围和使用特点

空调系统	适用范围	使用特点
空气源热泵冷热水机组 (定频)	<ol style="list-style-type: none"> 适用于夏热冬冷、温和、夏热冬暖地区 寒冷及重霜地区需配电加热器 	<ol style="list-style-type: none"> 能量调节性能较差, 为得到较好的热稳定性需加大系统储水量 宜采用定水量系统
空气源热泵冷热水机组 (变频)	<ol style="list-style-type: none"> 适用于夏热冬冷、温和、夏热冬暖地区 寒冷及重霜地区需配电加热器 	<ol style="list-style-type: none"> 冬季气温低时应考虑循环水结冰问题 主机负荷可随末端负荷变化, 节能运行 室内温度波动小, 舒适性好
空气源冷水机组 (定频) + 热水炉 (或其他热源)	<ol style="list-style-type: none"> 冷水机组可单独用于冬季气温较高地区 配以热源系统可用于寒冷、严寒地区 	能量调节性能较差, 为得到较好的热稳定性需加大系统储水量
空气源冷水机组 (变频) + 热水炉 (或其他热源)	<ol style="list-style-type: none"> 冷水机组可单独用于冬季气温较高地区 配以热源系统可用于寒冷、严寒地区 	<ol style="list-style-type: none"> 主机负荷可随末端负荷变化, 节能运行 室内温度波动小, 舒适性好
直燃型溴化锂冷热水机组	<ol style="list-style-type: none"> 适用地区较广 应有煤气、天然气燃料供应 	<ol style="list-style-type: none"> 可提供卫生热水, 一次能源利用率高于其他方式 寒冷地区冬季间歇时间开机时, 空调循环水和卫生热水应加入防冻液 空调循环水系统加设压差旁通阀
地源热泵空调机组	<ol style="list-style-type: none"> 适用地区较广 应有地下水供利用或有埋管场地 	<ol style="list-style-type: none"> 换热器不受室外气候变化影响, 供热性能稳定 利用可再生资源, 节能环保
空气源风管式热泵机组	<ol style="list-style-type: none"> 适用于夏热冬冷、温和、夏热冬暖地区 寒冷及重霜地区需配电加热器 	<ol style="list-style-type: none"> 室内机和风管占用一定的空间, 层高要求较高 新风供给和冬季加湿较易实现 各空调房间温度控制较难实现 可根据需要设置空气过滤器和消声器

(续)

空调系统	适用范围	使用特点
空气源风管式单冷机组 + 燃气热风炉	1) 单冷机组可单独用于冬季气温较高地区 2) 适用于寒冷地区和严寒地区	1) 室内机和风管占用一定的空间, 层高要求较高 2) 新风供给和冬季加湿较易实现 3) 各空调房间温度控制较难实现 4) 可根据需要设置空气过滤器和消声器
水环热泵空调机组	1) 适用地区较广 2) 冬季室外气温较低地区需要辅助热源, 需设置冷却塔	1) 循环供水温度应保持在 15 ~ 33℃ 范围内 2) 新风处理有一定的困难
制冷剂变流量 (VRV) 热泵机组	适用冬季气温 - 18℃ 以上地区	1) 应考虑制冷剂配管长度对容量的修正 2) 注意室内机与室外机容量的配备 3) 可设置专门的新风处理机组并考虑热回收

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

第2章 家用中央空调设计基础

2.1 湿空气的物理性质

创造满足人们的生产、生活和科学实验所要求的空气环境是空气调节的任务。空气调节研究和处理的对象是湿空气。地球周围存在着一个相当厚的大气层，大气是由干空气和一定量的水蒸气混合而成的，称为湿空气即我们平时所说的“空气”。干空气的成分主要是氮、氧、氩及其他微量气体，多数成分比较稳定，少数随季节变化有所波动，但从总体上可将干空气作为一个稳定的混合物来看待。

在湿空气中水蒸气的含量虽少，但其变化却对空气环境的干燥和潮湿程度产生重要影响，且使湿空气的物理性质随之改变。由于空气温度往往高于水蒸气分压力下的饱和温度，通常水蒸气处于过热状态。空气性质不仅与其组成部分有关，也取决于它所处状态。表征湿空气性质的一些物理量称为状态参数。在空气调节中，常用的空气状态参数有：密度、压力、温度、含湿量、相对湿度、焓等。

1. 密度 ρ

湿空气的密度等于干空气密度与水蒸气密度之和，即

$$\rho = \rho_g + \rho_v \quad (2-1)$$

湿空气的密度与大气压力、空气温度和空气相对湿度、饱和水蒸气分压力有关。湿空气的密度略小于干空气密度，工程上为简化计算，往往用干空气密度代替湿空气密度。在实际计算时可近似取 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 。

2. 压力 p

湿空气由干空气和水蒸气混合而成，其总压力 p 为干空气分压力 p_g 与水蒸气分压力 p_v 之和，即

$$p = p_g + p_v \quad (2-2)$$

大气空气压力也就是当地大气压 p_b 。大气压力随着海拔高度的变化如图 2-1 所示。在同一地区，因季节、晴雨等气候变化而稍有变化。供空调设计、运行用的我国各主要城市冬、夏大气压力，可从 GBJ19-87《采暖通风与空气调节设计规范》(2001 版) 查得。

水蒸气分压力反映了湿空气中水蒸气含量。水蒸气含量越多，其分压力越大，反之亦然。未饱和空气中，水蒸气含量和水蒸气分压力都没有达到最大值，还具有吸收能力。一般情况下，大气通常属于未饱和空气。然而，在一定温度条件下，一定量的湿空气中能够容纳水蒸气的数量是有限度的。当空气中水蒸气含量超过某一

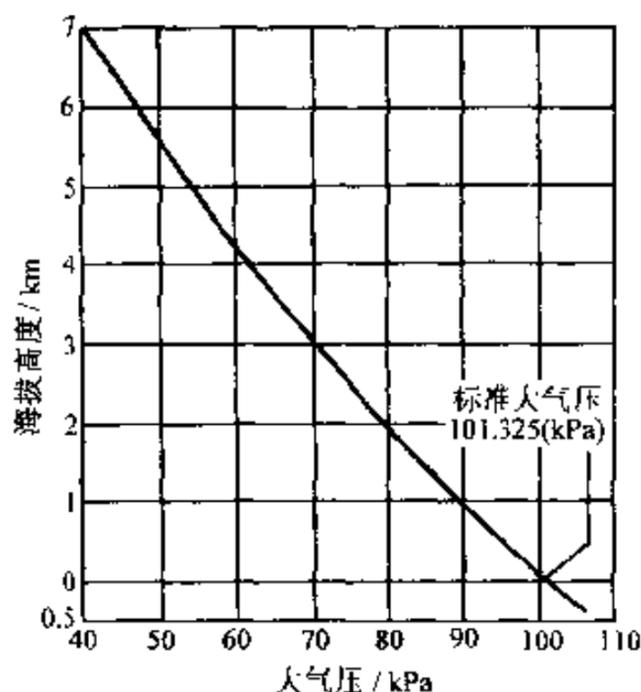


图 2-1 大气压与海拔高度的关系

限度时,多余的水分会以水珠的形式析出,此时水蒸气处于饱和状态。干空气与饱和水蒸气的混合物称为饱和(湿)空气,对应于饱和状态下的水蒸气分压力,称为该温度时的饱和分压力。湿空气温度越高,饱和水蒸气压力越大,说明该空气能容纳的水蒸气数量越多,反之亦然。水蒸气分压力是衡量湿空气干燥与潮湿的基本指标,是一个重要的参数。

3. 温度 t 、湿球温度 t_{sh} 和露点温度 t_{ld}

温度是表示物质冷热程度的指标。对于混合气体,湿空气的温度也就是干空气和水蒸气的温度。在工程上一般用摄氏度 t ($^{\circ}\text{C}$),有时也用热力学温度 T (K) 表示。

在理论上,湿球温度 t_{sh} 是在定压绝热条件下,空气与水直接接触达到稳定热湿平衡时的绝热饱和温度,也称热力学湿球温度。通常认为湿球温度计测得的温度就是湿球温度。湿球温度的概念在空气调节中至关重要。

露点温度 t_{ld} 是指湿空气在含湿量不变的条件下,湿空气达到饱和时的温度。当湿空气的温度降低到其露点温度,就将产生结露。湿空气的露点温度也可用露点温度计测得。

4. 含湿量 d

含湿量 d 是对应于 1kg 干空气的湿空气所含有的水蒸气量,即

$$d = \rho_v / \rho_a = 622 p_v / (p_b - p_v) \quad (\text{g/kg 干空气}) \quad (2-3)$$

由式 (2-3) 可知,在一定大气压力 ($p_b = \text{常数}$) 下,空气的含湿量 d 取决于水蒸气分压力 p_v 。水蒸气分压力越大,含湿量也越大。在空气调节中,含湿量是表示湿空气湿度的重要参数之一。

5. 相对湿度 φ

另一种度量湿空气中水蒸气含量的间接指标是相对湿度,其定义为湿空气的水蒸气分压力与同温度下饱和湿空气的水蒸气分压力之比,即

$$\varphi = p_v / p_{vb} \quad (2-4)$$

它表征湿空气中水蒸气接近饱和含量的程度。当 $\varphi = 100\%$ 时,空气达到饱和。 φ 值越小,空气越干燥,吸收水蒸气能力越大。 φ 值比较确切地表示了空气的干燥和潮湿程度。

6. 焓

湿空气的焓是指 1kg 干空气的焓加上与其同时存在的 $(d/1000)\text{kg}$ 水蒸气的焓,即:

$$h = C_{pa} t + (2500 + C_{pv} t) d/1000 = 1.01 t + (2500 + 1.84 t) d/1000 \quad (2-5)$$

式中: C_{pa} ——干空气的比定压热容, $C_{pa} = 1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, 近似取 1 或 1.01;

C_{pv} ——水蒸气的比定压热容, $C_{pv} = 1.84\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$;

2500—— 0°C 时水的汽化潜热。

由式 (2-5) 可以看出, $(1.01 + 1.84d/1000) t$ 这两部分热量是随温度而变化,称为显热。而 $2500d/1000 = 2.5d$ 这一项热量,是随着含湿量而变化的,是在温度不变条件下,由液态变为气态所吸收的热量,称为潜热,显热加潜热称为全热,也就是湿空气的焓值。焓值的大小取决于空气温度和含湿量两个因素。在空气调节中,采用焓这个参数,是为了计算湿空气在定压条件下加热或冷却的热量值,也就是计算该变化过程中的焓差。

2.2 湿空气的焓湿图

在空气调节中,经常需要确定湿空气的状态及其变化过程。求湿空气的状态参数可采用

前述各计算式，或查有关手册中的湿空气性质表，而对湿空气状态变化过程的直观描述则需借助湿空气的焓湿图。

常用的湿空气性质图是以 h 和 d 为坐标的焓湿图，其结构形式如图 2-2 所示。为了尽可能扩大不饱和湿空气区的范围，便于各自相关参数间分度清晰，一般在大气压力一定的条件下，取焓 h 为纵坐标，含湿量 d 为横坐标，且两坐标之间的夹角等于 135° 。在实际使用过程中，为避免图面过长，常将 d 坐标改为水平线。图中有一组自左向右升高，相互近似平行的直线为等温线，另一组自右向左上方分散的曲线为等相对湿度线， $\varphi = 100\%$ 的线称为饱和曲线，该线上的空气达到饱和状态，此线左上方的区域为未饱和空气区。这样做出的 $h-d$ 图包含 t 、 d 、 h 、 φ 及 p_q 等湿空气参数，在大气压力 p 一定的条件下，在 h 、 d 、 t 、 φ 中，已知任意两个参数，则湿空气状态就确定了。

一般在 $h-d$ 图的右下角给出热湿比（或称角系数） ϵ 线，热湿比即是湿空气的焓变化与含湿量变化之比，即：

$$\epsilon = \Delta h / \Delta d \quad (2-6)$$

热湿比有正负并代表湿空气状态变化的方向。

空气的性质与大气压力有关。使用空气的焓湿图时应注意采用相近压力下的空气焓湿图或用计算进行修正。

通过对 $h-d$ 图的分析，对于设计人员设计和分析空气处理过程中，合理选择空调设备的功能、分析空调工况的全年运行和转换条件以及空调系统的节能设计，都有着极大的指导意义。

2.3 焓湿图的应用

湿空气的焓湿图不仅能表示空气的状态和各状态参数，同时还能表示湿空气状态的变化过程，并能方便地求得两种或多种湿空气的混合状态。

1. 湿空气的加热过程

利用热水、蒸汽及电能等类热源，通过热表面对湿空气加热，则其温度就会增高而含湿量不变。在图 2-3 的 $h-d$ 图上这一过程可表示为 $A \rightarrow B$ 的变化过程，其 $\epsilon = \Delta h / 0 = +\infty$ 。

2. 湿空气的冷却过程

利用冷水或其它冷媒通过金属等表面对湿空气冷却，在冷表面温度等于或大于湿空气的露点温度时，空气中的水蒸气不会凝结，因此其含湿量也不会变化，只是温度将降低。在 $h-d$ 图上这一等湿冷却过程（或称干冷）表示为 $A \rightarrow C$ 的变化过程，其 $\epsilon = -\Delta h / 0 = -\infty$ 。

3. 等焓加湿过程

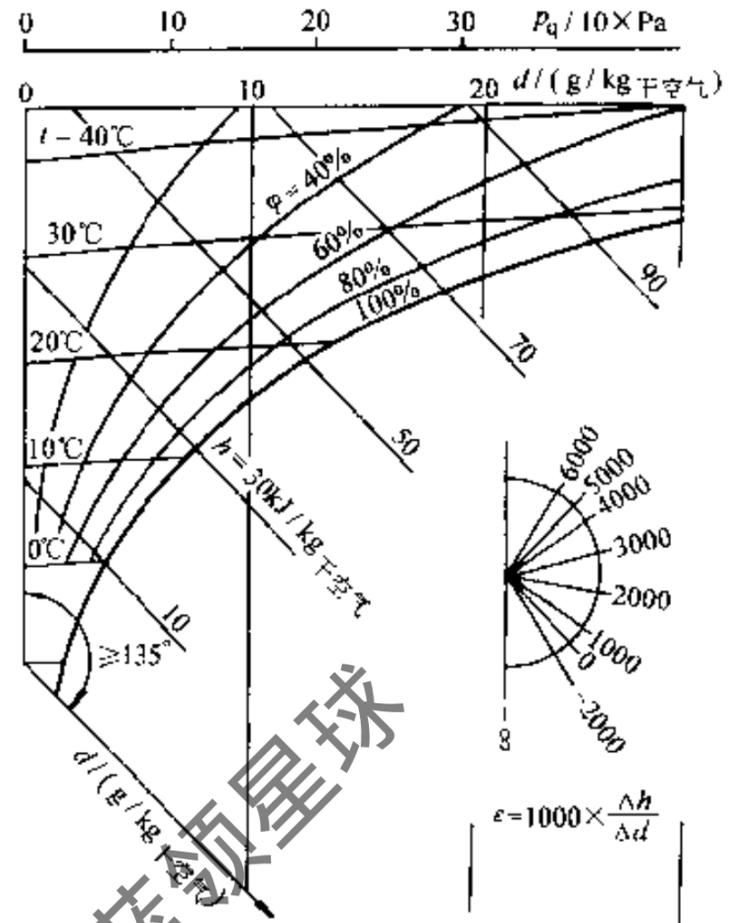


图 2-2 湿空气焓湿图

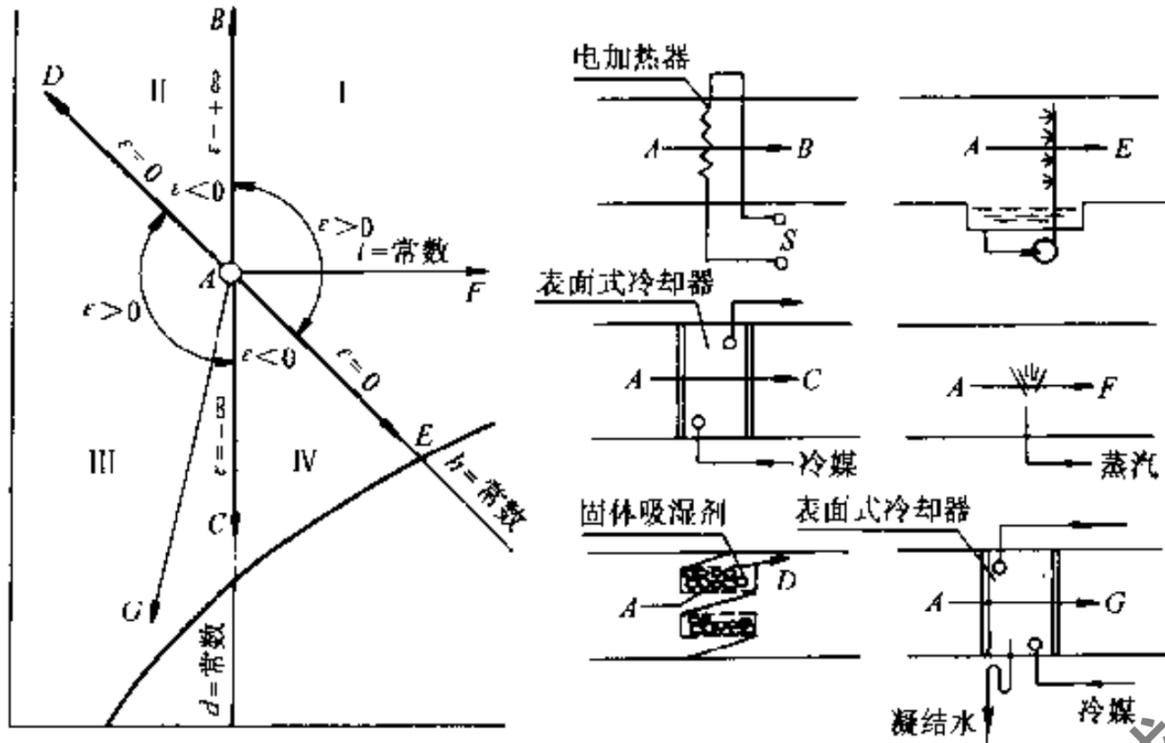


图 2-3 几种典型的湿空气状态变化过程

利用定量的水通过喷洒与一定状态的空气长时间直接接触，则此种水或水滴及其表面的饱和空气层的温度即等于湿空气的湿球温度。因此，此时空气状态的变化过程 (A→E) 就近似于等焓过程，其 $\epsilon = 4.19t_{sh}$ 。

4. 等焓减湿过程

利用固体吸湿剂干燥空气时，湿空气中的部分水蒸气在吸湿剂的微孔表面上凝结，湿空气含湿量降低，温度升高，其过程如 A→D 近似于一个等焓减湿过程。

以上四个典型过程由热湿比 $\epsilon = \pm \infty$ 及 $\epsilon = 0$ 两条线，以任意湿空气状态 A 为原点将 h-d 图分为四个象限。在各象限内实现的湿空气状态变化过程可统称为多变过程，不同象限内湿空气状态变化过程的特征如表 2-1 所示。

表 2-1 h-d 图上各象限内空气状态变化的特征

象 限	热湿比 ϵ	状态参数变化趋势			过程特征
		h	d	i	
I	$\epsilon > 0$	+	+	±	增焓增湿，喷蒸汽可近似实现等温过程
II	$\epsilon < 0$	+	-	+	增焓，减湿，升温
III	$\epsilon > 0$	-	-	±	减焓，减湿
IV	$\epsilon < 0$	-	+	-	减焓，增湿，降温

向空气中喷蒸汽，其热湿比等于水蒸气的焓值，如蒸汽温度为 100℃，则 $\epsilon = 2684$ ，该过程近似于沿等温线变化，故常称喷蒸汽可使湿空气实现等温加湿过程（如图 2-3 中 A→F 所示）。如使湿空气与低于其露点温度的表面接触，则湿空气不仅降温而且脱水，因而即可实现如图所示的 A→C，即冷却干燥过程。

5. 不同状态空气的混合过程

不同状态的空气相互混合，在空调中是常有的，根据质量与能量守恒原理，若有两种不同状态的空气 A 与 B，其质量分别为 C_A 与 C_B ，则可写出：

$$G_A h_A + G_B h_B = (G_A + G_B) h_c \quad (2-7)$$

$$G_A d_A + G_B d_B = (G_A + G_B) d_c \quad (2-8)$$

式中 h_c 、 d_c ——混合态的焓值与含湿量。

由式 (2-7) 及 (2-8) 可得：

$$\frac{G_A}{G_B} = \frac{h_c - h_B}{h_A - h_c} = \frac{d_c - d_B}{d_A - d_c} \quad (2-9)$$

在图 2-4 中示出 A 、 B 状态点。假定 C 点为混合态，由式 (2-9) 可知， $A \rightarrow C$ 与 $C \rightarrow B$ 具有相同的斜率。因此， A 、 C 、 B 在同一直线。同时，混合态 C 将 \overline{AB} 线分为两段，即 \overline{AC} 与 \overline{CB} 且

$$\frac{\overline{CB}}{\overline{AC}} = \frac{h_c - h_B}{h_A - h_c} = \frac{d_c - d_B}{d_A - d_c} = \frac{G_A}{G_B} \quad (2-10)$$

显然，参与混合的两种空气的质量比与 C 点分割两状态连线的线段长度成反比。据此，在 $h-d$ 图上求混合状态时，只需将 \overline{AB} 线段划分成满足 G_A/G_B 比例的两段长度，并取 C 点使其接近空气质量大的一端，而不必用公式求解。

【例 2-1】 某家用中央空调采用新风与室内循环风混合进行处理，然后送至室内。已知大气压力为 101325Pa，回风量 $G_A = 2000\text{kg/h}$ ，状态为 $t_A = 20^\circ\text{C}$ 、 $\varphi_A = 60\%$ ，新风量 $G_B = 200\text{kg/h}$ ，状态为 $t_B = 35^\circ\text{C}$ 、 $\varphi_B = 80\%$ 。求混合空气状态。

【解】

1) 在大气压力为 101325Pa 的 $h-d$ 上找到状态点 A 、 B ，并以直线相连（如图 2-4 所示）。

2) 设混合点为 C 点，根据式 (2-10) 得

$$\overline{CB}/\overline{AC} = G_A/G_B = 2000/200 = 10/1$$

3) 将 AB 分为十一等份，则 C 点位于靠近 A 点处，后即可查得 t_c 和 φ_c 。

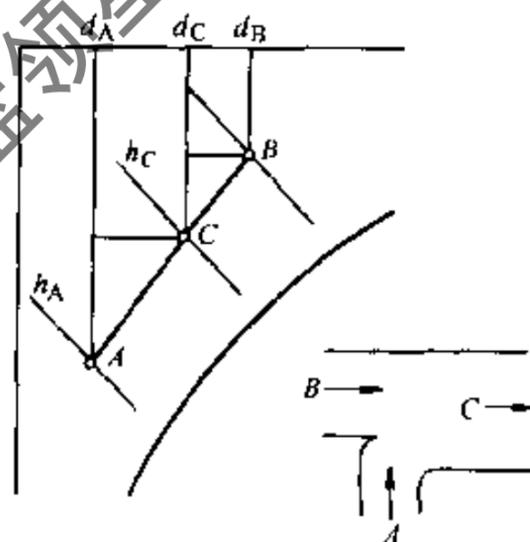


图 2-4 两种状态空气的混合

2.4 空调房间送风量的确定

在已知空周热（冷）负荷的基础上，本节讨论如何利用不同的送风和排风状态来消除室内余热余湿，以维持空调房间所要求的空气参数。下面讨论送入空气的状态及空气量的确定。

1. 夏季送风状态及送风量

图 2-5 是空调房间送风示意图。室内余热量（即室内冷负荷）为 Q (W)，余湿量为 W (kg/s)。为了消除余热余湿，保持室内空气状态为 N 点，送入 G (kg/s) 的空气；其状态为 O 。当送入空气吸收余热 Q 和余湿 W 后，由状态 O (h_O 、 d_O) 变为状态 N (h_N 、 d_N) 而排出，从而保证了室内空气状态为 h_N 、 d_N 。

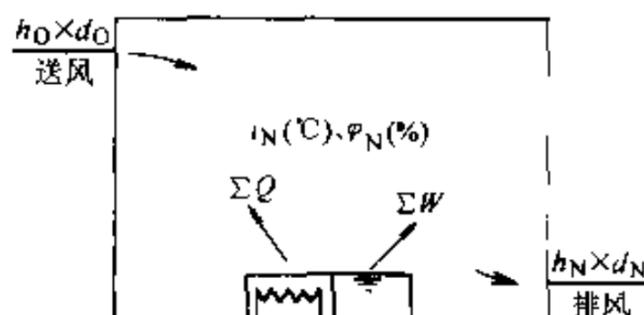


图 2-5 空调房间送风

根据热平衡可得

$$\left. \begin{aligned} Gh_0 + Q &= Gh_N \\ \text{或 } h_N - h_0 &= Q/G \end{aligned} \right\} \quad (2-11)$$

根据湿平衡可得

$$\left. \begin{aligned} Cd_0 + W &= Cd_N \\ \text{或 } d_N - d_0 &= W/C \end{aligned} \right\} \quad (2-12)$$

由于送入空气同时吸收了余热量 Q 和余湿量 W ，其状态则由 $O(h_0, d_0)$ 变为 $N(h_N, d_N)$ 。显然将 (2-11) 式和 (2-12) 式相除，即得送入空气由 O 点变为 N 点时的状态变化过程（或方向）的热湿比（或角系数） ϵ 为：

$$\epsilon = Q/W = h_N - h_0 / (d_N - d_0)$$

这样，在 $h-d$ 图上就可利用热湿比 $\epsilon = Q/W$ 的过程线（方向线）来表示送入空气状态变化过程的方向（如图 2-6 所示）。这就是说，只要送风状态点 O 位于通过室内空气状态点 N 的热湿比线上，那么将一定数量的这种状态的空气送入室内，就能同时吸收余热 Q 和余湿 W ，从而保证室内要求的状态 $N(h_N, d_N)$ 。

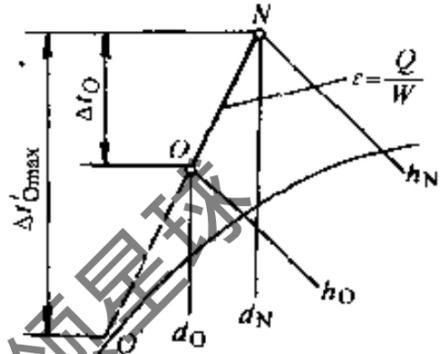


图 2-6 送入空气状态变化过程线

既然送入的空气同时吸收余热、余湿，则送风量应为：

$$G = Q / (h_N - h_0) = W / (d_N - d_0) \quad (2-13)$$

Q 和 W 都是已知的，室内状态点 N 在 $h-d$ 图上的位置也已确定，因而只要经 N 点作出 $\epsilon = Q/W$ 的过程线，即可在该过程线上确定 O 点，从而算出空气量 G 。但从式 (2-11) 的关系上看，只不过 O 点距 N 点愈近，送风量愈大，距 N 点愈远则风量愈小。送风量小一些，则处理空气和输送空气所需设备可相应地小些，从而初投资和运行费用均可小些，但要注意的是，如送风温度过低，送风量过小时，可能使人感觉不舒适，且室内温度和湿度分布的均匀性和稳定性将受到影响。

暖通空调规范规定了夏季送风温差的建议值，该值和恒温精度有关。表 2-2 推荐了送风温差和换气次数。换气次数是空调工程中常用的衡量送风量的指标，它的定义是：房间通风量 L (m^3/h) 和房间体积 V (m^3) 的比值，即换气次数 $n = L/V$ (次/h)。如用表中送风温差计算所得空气量折合的换气次数 n 值大于表中的 n 值，则符合要求。

表 2-2 送风温差与换气次数

室温允许波动范围/℃	送风温差/℃	换气次数/(次/h)
$> \pm 1$	≤ 15	
± 1.0	6~9	≥ 5
± 0.5	3~6	≥ 8
$\pm 0.1 \sim 0.2$	2~3	12

选定送风温差之后，即可按以下步骤确定送风状态和计算送风量。

- 1) 在 $h-d$ 图上找出室内空气状态点 N ；
- 2) 根据算出的 Q 和 W 求出热湿比 $\epsilon = Q/W$ ，再通过 N 点画出过程线 ϵ ；

3) 根据所取定的送风温差 Δt_0 求出送风温度 t_0 , t_0 等温线与过程线 ϵ 的交点 O 即为送风状态点;

4) 按式 (2-13) 计算送风量。

【例 2-2】 某使用家用中央空调房间总余热量 $\Sigma Q = 3314 \text{ W}$ (3.314kW), 总余湿量 $\Sigma W = 0.264 \text{ g/s}$, 要求室内全年维持空气状态参数为: $t_N = (22 \pm 1)^\circ\text{C}$, $\varphi_N = (55 \pm 5)\%$, 当地大气压力为 101325Pa, 求送风状态和送风量。

【解】

1) 求热湿比: $\epsilon = Q/W = 3314/0.264 = 12600$;

2) 在 $h-d$ 图上确定室内空气状态点 N , 通过该点画出 $\epsilon = 12600$ 的过程线。取送风温差为 $\Delta t_0 = 8^\circ\text{C}$, 则送风温度 $t_0 = 22 - 8 = 14^\circ\text{C}$ 。从而得出:

$$\begin{aligned} h_0 &= 36 \text{ kJ/kg}, & h_N &= 46 \text{ kJ/kg} \\ d_0 &= 8.6 \text{ g/kg}, & d_N &= 9.3 \text{ g/kg} \end{aligned}$$

3) 计算送风量

按消除余热:

$$G = Q / (h_N - h_0) = 3314 / (46 - 36) = 0.33 \text{ kg/s}$$

按消除余湿:

$$G = W / (d_N - d_0) = 0.264 / (9.3 - 8.5) = 0.33 \text{ kg/s}$$

按消除余热和余湿所求通风量相同, 说明计算无误。

2. 冬季送风状态及送风量

在冬季, 通过维护结构的温差传热往往是由内向外传递热量, 只有室内热源向室内散热, 因此冬季室内余热量往往比夏季少得多, 有时甚至为负值。而余湿量则冬夏一般相同。这样, 冬季房间的热湿比值常小于夏季, 也可能是负值。所以空调送风温度 t'_0 往往接近或高于室温 t_N , $h'_0 > h_N$ 。由于送热风时送风温差值可比送冷风时的送风温差值大, 所以冬季送风量可以比夏季小, 故空调送风量一般是先确定夏季送风量, 在冬季可以采取与夏季相同风量, 也可少于夏季。全年采取固定送风量是比较方便的, 因只调节送风参数即可。而冬季用提高送风温度减少送风量的作法, 则可以节约电能, 尤其对较大的空调系统减少风量的经济意义更为突出。当然减少风量也是有限制的, 它必须满足最少换气次数的要求, 同时送风温度也不宜过高, 一般以不超过 45°C 为宜。

2.5 空气的热湿处理方式

所谓“空气处理”, 在空调系统设计中, 除过滤以外, 就是通过使用某些设备及技术手段, 使空气各个参数(如温度、湿度、焓值等)发生变化的过程。在这些过程中, 必然存在一定的能源消耗, 这些消耗构成了空调系统的总能耗。因此空气处理方式对空调设计来说是相当重要的, 合理地采用处理方式并应用合适的设备, 能达到既满足使用要求又尽可能节省能耗的目的。

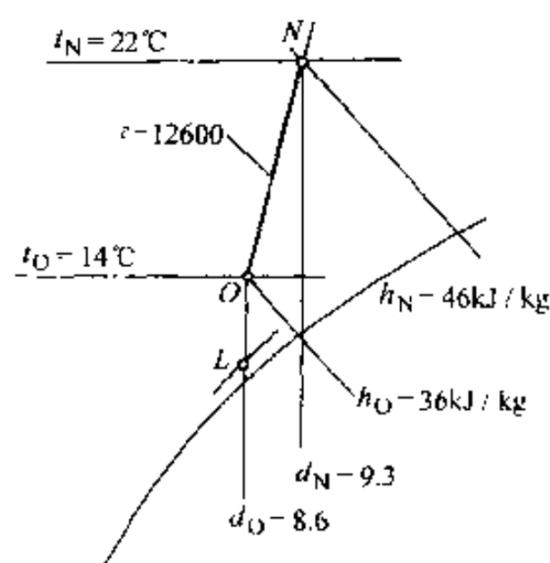


图 2-7 例 2-2 示图

为了满足空调房间送风温、湿度的要求，在空调系统中必须有相应的热湿处理设备，以便对空气进行各种热湿处理，达到所需要的送风状态。在 $h-d$ 图中分析可见，在空调系统中，为得到同一送风状态点，可能有不同的空气处理途径。以完全使用室外新风的空气系统（直流式系统）为例，一般夏季需对室外空气进行冷却减湿处理，而冬季则需加热加湿。然而，具体将夏、冬季分别为 W 、 W' 点的室外空气如何处理到送风状态点 O ，则可能有如图 2-8 所示的各种空气处理方式。表 2-3 是对这些空气处理方案的简要说明。表中列举的各种空气处理方式都是一些简单空气处理过程的组合。由此可见，可以通过不同的方式，即采用不同的空气处理方案而得到同一种送风状态。至于究竟采用哪种途径，则需结合各种空气处理方案及使用设备的特点，经过分析比较才能最后确定。在空调工程中，实现不同的空气处理过程需要不同的空气处理设备，如空气的加热、冷却、加湿、减湿设备等。有时，一种空气处理设备能同时实现空气的加热加湿、冷却干燥或者升温干燥等过程。尽管空气的热湿处理设备名目繁多，构造多样，然而它们大多数是使空气与其他介质进行热、湿交换的设备。做为与空气进行热湿交换的介质有水、水蒸气、冰、各种盐类及其水溶液、制冷剂及其他物质。

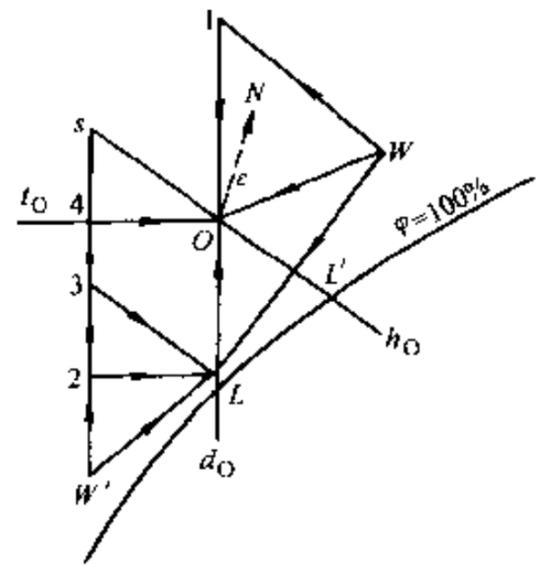


图 2-8 空气处理的各种方式

表 2-3 空气处理各种方式

季 节	空气处理过程	说 明
夏季	1) $W \rightarrow L \rightarrow O$ 2) $W \rightarrow 1 \rightarrow O$ 3) $W \rightarrow O$	喷水室喷冷水（或用表面冷却器）冷却减湿→加热器再热 固体吸湿剂减湿→表面冷却器等湿冷却 液体吸湿剂减湿冷却
冬季	1) $W' \rightarrow 2 \rightarrow L \rightarrow O$ 2) $W' \rightarrow 3 \rightarrow L \rightarrow O$ 3) $W' \rightarrow 4 \rightarrow O$ 4) $W' \rightarrow L \rightarrow O$ 5) $W' \rightarrow 5 \rightarrow L' \rightarrow O$	加热器预热→喷蒸汽加湿→加热器再热 加热器预热→喷蒸汽绝热加湿→加热器再热 加热器预热→喷蒸汽加湿 喷水室喷热水加热加湿→加热器再热 加热器预热→部分喷水室绝热加湿→与部分未加湿空气混合

从经济角度考虑，对家用舒适性空调的室内空气的湿度不作严格控制，空气的热湿处理就十分简单。夏季只作冷却（同时减湿）处理；冬季则由热泵或辅助电加热器加热。根据用户需要，必要时才作加湿处理。

2.6 家用中央空调空气处理系统

家用中央空调系统在处理空气时，可以利用一部分回风，所以在夏、冬季节，回风量愈多、使用的新风量愈少就愈经济。当新风量为零时，系统处于最经济的运行状态。但实际上，如果无限制地减少新风量，会恶化室内空气的卫生状况，故需通过采用新风换气装置，或适当渗漏等方法来保证室内具有一定比例的新风。家用中央空调系统中，一般推荐新风占总风量的 10% 左右，有条件时尽量加大新风引入比例。

根据新风、回风混合过程的不同，工程上常见的有两种形式：一种是新风与回风在盘管前混合，经热湿处理后送入室内，称为一次回风式；另一种是新风与回风在盘管前混合，经

热湿处理后，再次与回风混合，然后送入室内，称为二次回风式。

1. 夏季的空气处理方式和过程

图 2-9 为家用中央空调夏季一次混合空气处理方式与过程。图 2-9 上的 $N(t_N, d_N)$ 点为室内初始空气状态， W 为室外空气状态点，根据新风比可以在 NW 连线上确定室内外空气的混合点 C 。空气经过盘管减湿冷却，处理到机器露点 L' ，然后送入房间，吸收室内的余热、余湿以后，沿室内热湿比 ϵ 达到 $N'(t_N, d_N')$ 状态点，显然 N 与 N' 之间存在一个湿差 $\Delta d = d_N - d_N'$ 。一般对于家用中央空调系统来说，通常只控制干球温度 t_N ，就可满足夏季的舒适性要求。

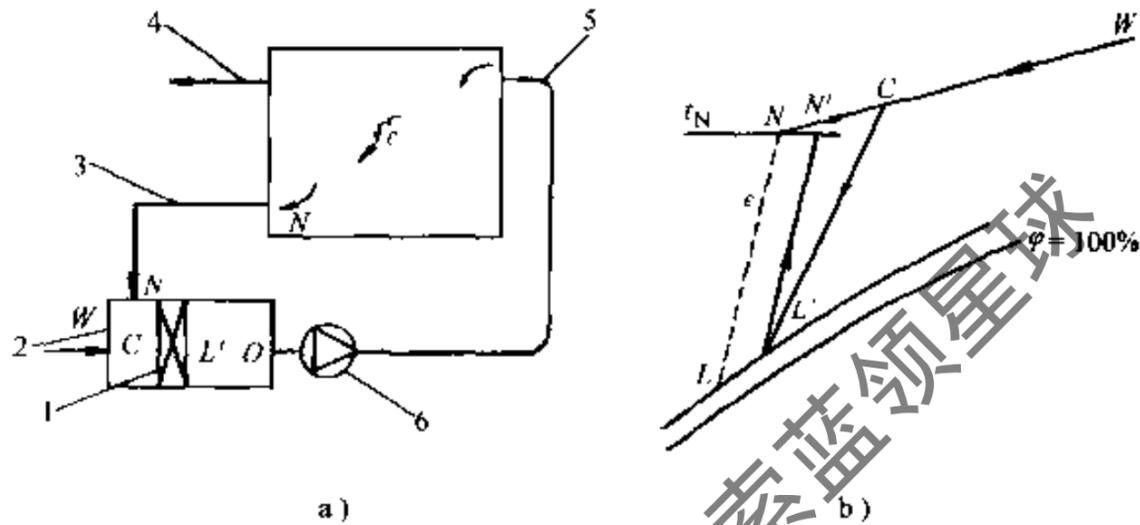


图 2-9 夏季一次混合空气处理方式与过程

a) 夏季一次混合空气处理系统 b) $h-d$ 图上的空气处理过程

1—蒸发器或盘管 2—新风管 3—回风管 4—排风管 5—送风管 6—风机

图 2-10 为家用中央空调夏季二次混合空气处理方式与过程。图 2-10 上的 $N(t_N, d_N)$ 点为室内初始空气状态， W 为室外空气状态点，根据新风比可以在 NW 连线上确定室内外空气的混合状态点 C ，然后经过盘管减湿冷却处理到机器露点 L' ，然后与室内回风再次混合到 O 点，再送入房间吸收室内的余热余湿后，沿室内热湿比线 ϵ 达到 $N'(t_N, d_N')$ 状态点，显然 N 、 N' 之间也存在一个湿差 $\Delta d = d_N - d_N'$ 。与上一种方式相比较，这种方式提高送风

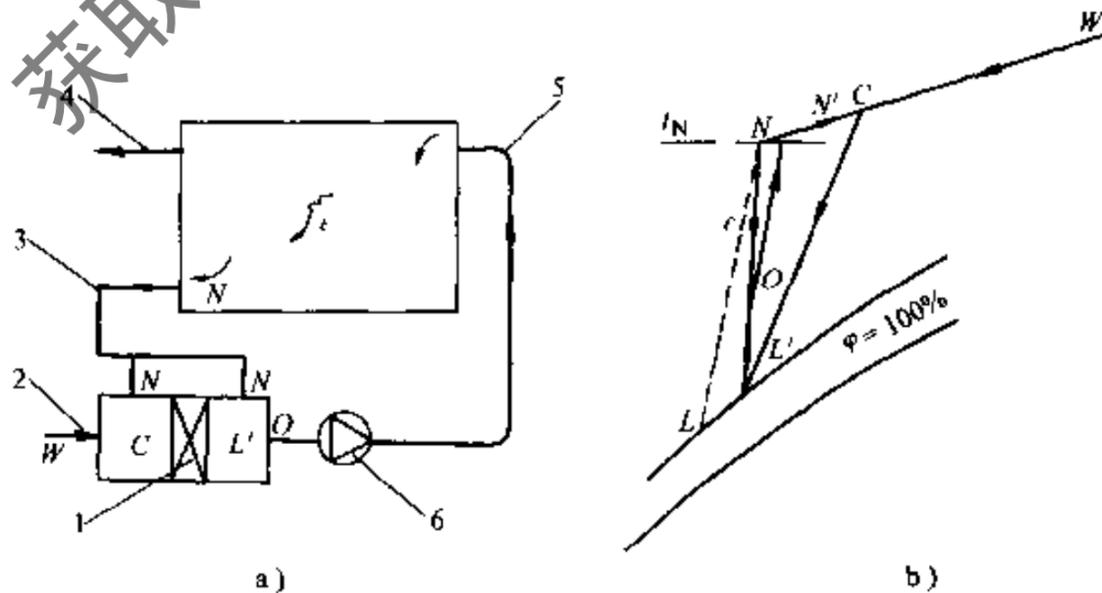


图 2-10 夏季二次混合空气处理方式与过程

a) 家用中央空调夏季二次混合空气处理系统 b) $h-d$ 图上的空气处理过程

1—蒸发器或盘管 2—新风管 3—回风管 4—排风管 5—送风管 6—风机

温度、增大送风量、改善室内的气流组织状态、减轻出风口的凝露、提高舒适性。

2. 冬季的空气处理过程

图 2-11 为家用中央空调冬季的空气处理过程。图上的 N (t_n 、 d_n) 点为室内初始空气状态， W' 为室外空气状态点，根据新风比可以在 NW' 连线上确定室内外空气的混合点 C' ，然后经过盘管加热处理到 O' ，再送入房间吸收冷负荷，沿室内热湿比线 ϵ' 到达 N' 点。显然 N 与 N' 之间也存在一个湿差 $\Delta d = d_n - d_{n'}$ 。从经济性考虑，对家用中央空调的室内空气的湿度一般不作严格控制，但必要时也可根据客户的要求增加辅助热湿处理装置。

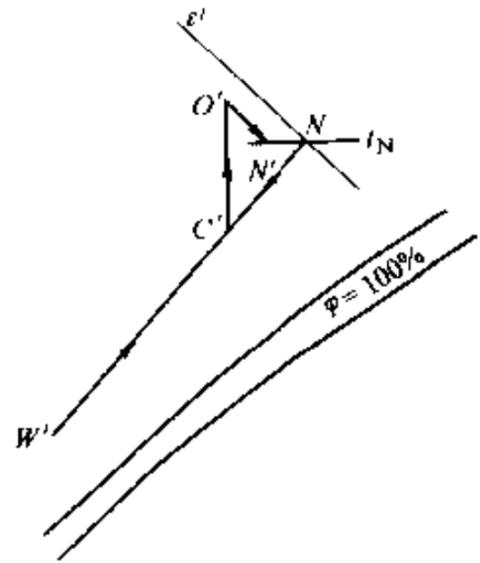


图 2-11 冬季的空气处理过程

2.7 风机盘管加新风空调系统的空气处理

风机盘管加新风空调系统是家用中央空调系统中采用最为普遍的一种空调方式。在风机盘管加新风空调系统中，绝大多数情况下都是新风经过冷、热处理后送入房间，只有在极少数情况下（如没有机房而无法设置新风处理机组），才用室外风直接作为新风送风，直接用室外风送风存在一系列缺点：

第一，加大了风机盘管的负荷。由于此时要求风机盘管负担全部冷、热量（室内负荷及新风负荷），因此要求其规格尺寸加大，由此可能产生如空间紧张、噪声提高等问题。

第二，夏季（尤其是夏季过渡季）除湿能力不够。新风的除湿在此系统中占有相当大的比例，而风机盘管的除湿能力是有限的，不满足时会造成室内相对湿度过大。

第三，冬季室内的加湿问题无法解决。风机盘管机组内通常是无法设置加湿装置的，因而这时会造成冬季室内湿度过小或无法控制。

因此，除了特殊情况以及使用空调标准很低的情况外，应尽量不采用此方式。

采用新风经处理后送风的方式时，夏季新风送风点（或处理点）的确定也是影响着风机盘管的选择及 $h-d$ 图的参数。根据风机盘管加新风空调系统的特点，为分析的方便，可让风机盘管承担变化负荷（如维护结构及室内冷负荷），而新风处理机组只负担新风本身的负荷。因此，夏季新风的送风点按室内等焓线 h_n 来考虑。同时，冬季新风的加湿按蒸汽加湿的情况来考虑。

1. 新风与风机盘管送风各自独立送入房间

其布置方式如图 2-12a 所示， $h-d$ 图上的处理过程如图 2-12b 所示。

(1) 夏季 新风送风点 L_1 为 h_n 线与新风空调机的机器露点 φ_{L_1} 的交点，风机盘管送风点为室内夏季热湿比线 ϵ_n 与风机盘管机器露点 φ_{L_2} 的交点。

(2) 冬季 新风先预热至 W_1 点 (t_n 线上) 后，喷蒸汽加湿至送风点 O_1 。风机盘管加热回风至 O_2 点，沿着几乎与室内冬季热湿比线 ϵ_n 的平行线送入室内。显然，如果仅有风机盘管送风，室内相对湿度将不断加大，但因有送风点含湿量 (d_{O_1}) 小于室内含湿量 (d_{n_j}) 的新风的不断送入，两者的综合作用使得室内湿度得以保证。

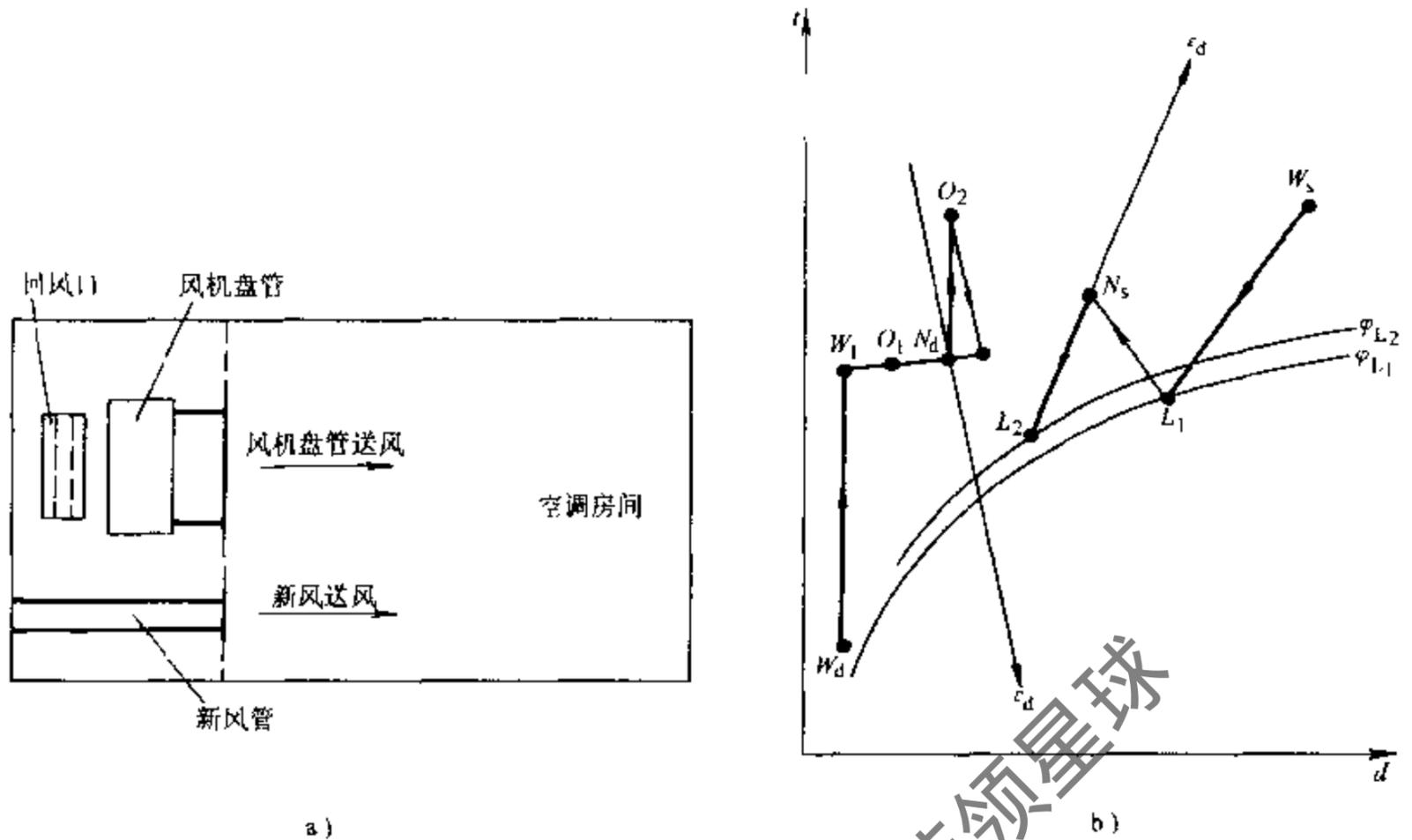


图 2-12

a) 新风与风机盘管送风各自独立送入 b) 新风与风机盘管送风各自独立时的处理过程

假定室内余湿为 W_d (kg/kg 干空气), 新风量为 G_x (kg/h), 则:

$$d_{O_1} = d_{N_d} - W_d / G_x \quad (\text{kg/kg 干空气}) \quad (2-14)$$

由此可确定 O_1 点。

这种方式的好处是新风与风机盘管的运行互不干扰, 即使风机盘管停止运行, 新风量仍保持不变。在实际工程设计中, 这种方式施工也较为简单, 风管连接方便; 不利之处是室内至少有两个送风口, 对室内的吊顶装修产生一些影响。

2. 新风与风机盘管送风相混合

其布置方式如图 2-13a 所示, $h-d$ 图上的处理过程如图 2-13b 所示。

(1) 夏季 新风处理至 L_1 点, 风机盘管送风点为 L_2 点, 混合点为 O_1 后送入房间。

(2) 冬季 新风先加热至 W_1 点, 再加湿至 O_1 点, 风机盘管送风加热至 O_2 点, 其混合点为 O_d 后送入室内。

这种方式相对来说对室内装修设计较为有利 (只有统一的送风口)。但其缺点是: ① 如果新风道的风压控制不好, 与风机盘管会相互影响, 因此要求计算更为精确一些, 或在新风道上采取风量的调节措施, 因为新风的风压通常高于风机盘管, 这种调节措施将是有效的; ② 与图 2-12 相比, 要求风机盘管的处理点 L_2 更低一些 (夏季); ③ 当风机盘管不使用时, 新风量会大于设计值 (尤其是当混合送风道较长时), 这与节能的原则相违背 (因为通常这时室内无人, 新风标准可以降低)。

3. 新风送风与风机盘管回风相混合

其布置方式如图 2-14a 所示, $h-d$ 图上的处理过程如图 2-14b 所示。

(1) 夏季 新风预处理到 L_1 点后与回风混合至 C 点, 经风机盘管处理到 L_2 点送入室内。

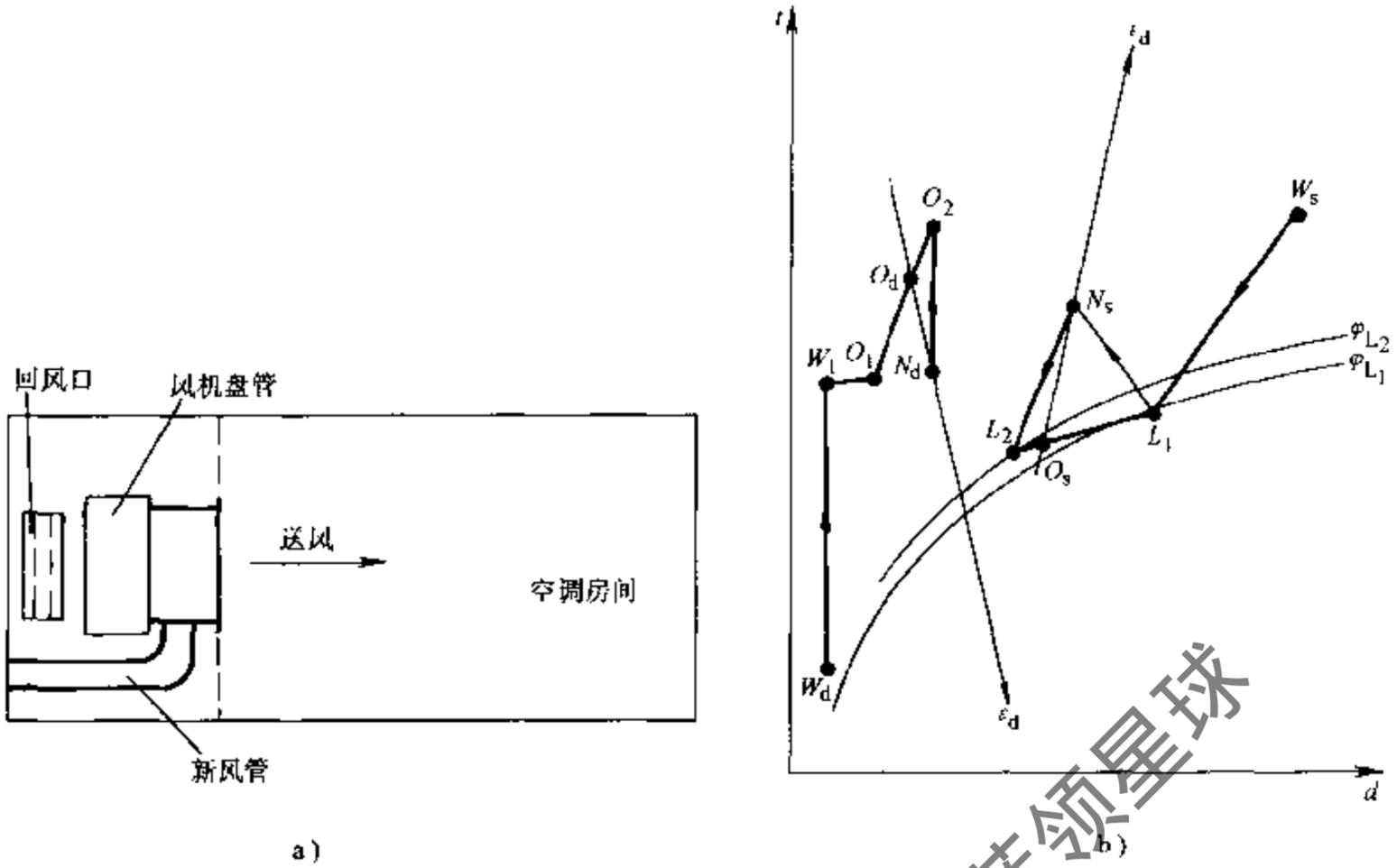


图 2-13
a) 新风与风机盘管送风相混合送入 b) 新风与风机盘管送风混合送入时的处理过程

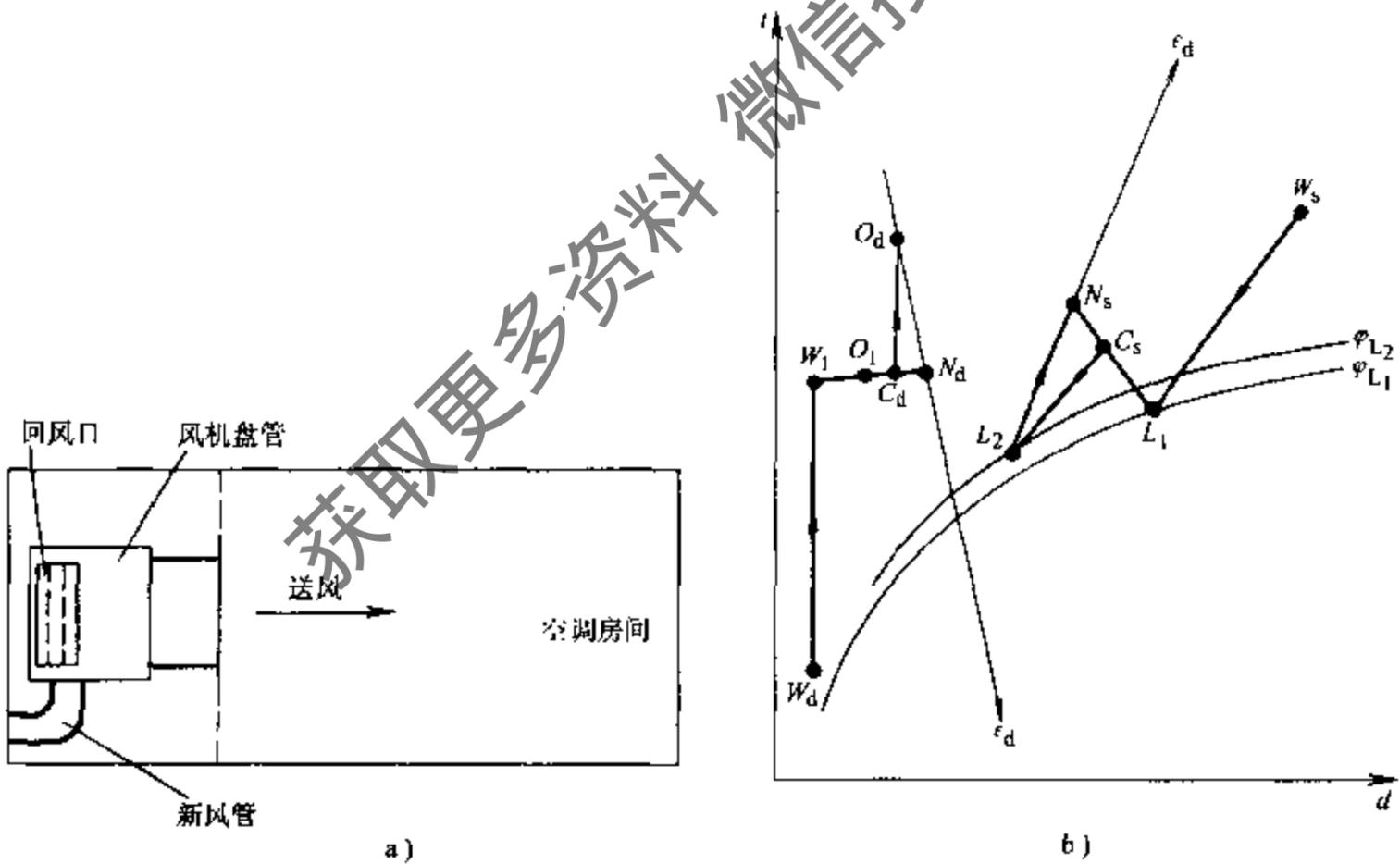


图 2-14
a) 新风与风机盘管回风相混合送入 b) 新风与风机盘管送风回风混合时的处理过程

(2) 冬季 新风加热及加湿处理后到达 O_1 点与回风混合至 C_d 点，再经风机盘管加热到送风点 O_d 。

与图 2-12 相比，夏季风机盘管的处理点不变，因此该方式的优点与图 2-12 相似。此方

式的缺点是：① 由于总送风量即为风机盘管的送风量，因此此时房间的换气次数略有减小（减少部分即为新风量）；② 同样需要对新风的风压进行调控或精确计算；③ 当风机盘管停用时，新风量会减少，且有可能把回风口过滤网上已过滤下的灰尘重新吹入室内；④ 由于夏季混合点 C_r 的温度较低，风机盘管的制冷量将会有所减少；⑤ 风机盘管需配回风混合箱，对风机盘管的检修不利，也有一些工程不采用回风混合箱，而把新风直接送入吊顶（实际上认为整个吊顶空间为一个大的回风箱），这样做由于各房间之间的吊顶很难完全封闭，有时甚至不封闭，因此很难保证每个房间的新风量是符合设计要求的。

综上所述，尽管上述几种新风与风机盘管的布置形式对于空调专业本身来说都各有其优、缺点，但这些对使用的影响并不严重，而在实际设计中，在满足使用要求的情况下如何与室内装修协调是考虑上述布置形式的一个主要因素。如果装修允许，第一种形式可以认为是较为理想的；反之，则可根据实际情况灵活采用其他形式，但建议尽量不要采用新风直接送入吊顶空间的方式。

2.8 空调系统节能设计

在住宅建筑的总体能耗中，空调系统所占能耗的比例是相当大的。因此，空调系统的节能设计和提高空调系统的能效比对降低建筑能耗是很关键的。《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》要求居住建筑通过采用增强建筑围护结构保温隔热性能和提高采暖、空调设备能效比的节能措施来达到降低采暖、空调能耗 50% 的目的，其带来的经济社会效益和环保效益是巨大的。

1. 围护结构的节能设计

建筑本身的热工性能可以说是空调系统节能的基础，如果建筑热工性能不良，即使空调设计再好，其能量的节省也是有限的。事实上，空调本身的节能设计只能说在满足设计使用标准的前提下，尽可能减少能量的耗费，提高能量利用率，但即使 100% 的利用了能源，如果基础能耗高，也必然使整幢建筑能耗提高。

基础能耗取决于两个方面。首先是围护结构的热工性能，其次是建筑内部使用标准（如温、湿度及新风量等）。由于人们舒适性的要求越来越高，降低使用标准显然是不合适的。因此，围护结构的热工性能就成为了建筑节能设计中的一个首要问题。建筑设计应该按照国家现行的各种节能设计规范和标准做好围护结构的隔热保温设计，提高建筑物的热工性能，降低其基础能耗。

2. 空调设备选择

采用高效设备是毫无疑问的，家用中央空调是能耗大户，必须注意其节能性，提高空调系统的能效比。一方面，空调主机的选择不仅在满负荷时效率要高，在部分负荷下运行效率也要高，因为实践证明，机组实际上均处于部分负荷下运行。空调主机必须具备良好的能量调节措施，如变频技术和电子膨胀阀的采用等，不仅对提高机组的部分负荷效率、节能和降低运行费用有重要意义，而且对延长机组使用寿命、提高可靠性也有好处。另一方面，设备容量的选择应尽可能接近实际要求，过大的选取所谓“安全系数”是极不合理的。设备选型过大将产生一系列问题，如运行效率过低、能耗增加、电气安装容量加大导致电力增容费的提高、噪声加大以及初投资增加等。

3. 系统节能设计

(1) 负荷计算 家用中央空调系统的同时使用率较低,选择空调主机时应考虑同时使用系数。空调热负荷的计算应扣除室内热源。

(2) 风系统设计 风系统在节能设计中主要有以下几点。

1) 变风量系统。采用变风量系统具有明显的节能优势,当房间负荷发生变化时,它可自动控制送入房间的送风量,从而使空调机组在低负荷时的总送风量下降,空调机组的送风机转速也随之而降低,因此,变风量系统不但能有效的控制房间的温度,其节能效益也是显著的。

2) 排风热回收。排风热回收是目前开始逐步应用的一种能量回收方式,如图 2-15 所示。它利用室内排风来对新风进行预热(冬季)或预冷(夏季)处理,相当于降低了空调机组的新风负荷,具有明显的节能特点。热交换器的热回收效率为:

显热交换时:

$$\eta_s = \frac{t_{x1} - t_{x2}}{t_{x1} - t_{p1}} = \frac{t_{p2} - t_{p1}}{t_{x1} - t_{p1}} \quad (2-15)$$

全热交换时:

$$\eta_t = \frac{h_{x1} - h_{x2}}{h_{x1} - h_{p1}} = \frac{h_{p2} - h_{p1}}{h_{x1} - h_{p1}} \quad (2-16)$$

在目前,常用的排风热回收装置主要有转轮式。

转轮式热回收设备由具有吸湿特性的材料制成的转轮、驱动马达、外壳等部件组成,中间用隔板把新风侧与排风侧分开(如图 2-16 所示)。其工作原理(以夏季为例)是:在转轮转动过程中,位于新风侧的转芯材料吸收新风的热量及水分,当其旋转至排风侧时,转芯向排风放热及散湿,这样周而复始的运转,使排风加热并把新风冷却。由于它具有湿交换作用,故这是一种全热型交换器,其全热效率 η_t 与结构及风量等参数有关。

$$\eta_t = \frac{1}{1 + \frac{3600 v_f c_p h \rho}{2.5 n c_r m L}} \quad (2-17)$$

式中 v_f ——空气通过转芯时的面风速 (m/s);

c_p ——新风比定压热容 [kJ/(kg·°C)];

h ——每层转芯蜂窝层高度 (m);

ρ ——空气密度 (kg/m³);

n ——转轮转速 (r/h);

c_r ——转芯材料比定压热容 [kJ/(kg·°C)];

m ——转芯材料展开后的面质量 (kg/m²);

L ——转芯宽度 (m)。

由于结构及材料上的区别,不同转轮式热交换器的效率有明显的区别。一般来说,厂商

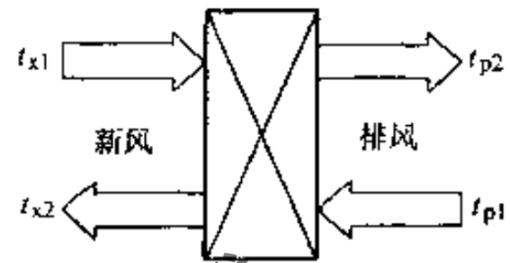


图 2-15 排风热回收示意图

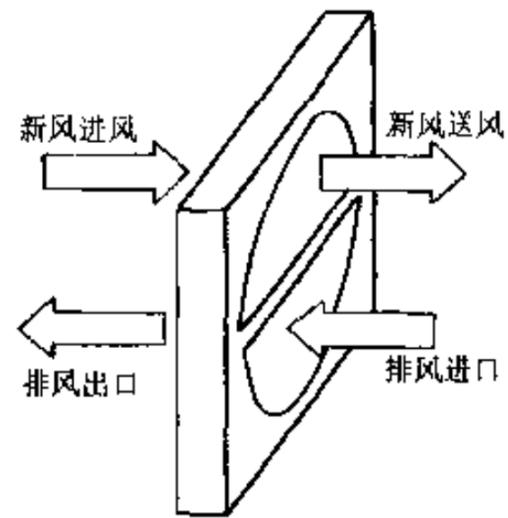


图 2-16 转轮式热回收装置工作原理

将在样本中给出 η_1 值，通常在 65% ~ 75% 之间。设计时如果考虑到空气污染等因素，可按 $\eta_1 = 65\%$ 进行计算。

采用热回收设备时，在家庭中一般安装在便于排风的门厅过道或卫生间吊顶内。首先，要求排风与新风管道汇集在同一地点；其次，要按使用要求正确地连接管道。

(3) 能源的综合利用 能源的综合利用对于节能及经济性有重要意义。在有条件的工程中应尽量采用可再生能源，如地源热泵空调系统和水环热泵空调系统。

2.9 空调系统的自动控制

家用中央空调类似于家电产品，必须具有高度的可靠性、易操作性、低故障率并且高效节能，因此家用中央空调系统的自动控制应该达到如下要求：

1. 舒适性

对于家用中央空调系统来说人体舒适性是首要的要求，因此，舒适性也是家用中央空调自动控制系统设置时要考虑的首要原则。通过设置适当的控制系统，采取适当的控制措施，应能使空调系统保证各种合理的温度、湿度、新风量等人体舒适性指标。

2. 节能

在满足必要的设计标准下尽可能节省能源，是空调自动控制系统的一个主要目标。节能与经济性是有关的，如何做到较少的投入而更多的节能，是评价自动控制系统设计优劣的一个重要依据。

3. 起动性能好，提高设备运行稳定性

采用自动控制技术，在家用中央空调电气设备起动时，应避免供电系统瞬时电压过低，提高系统起动性能，提高设备运行的稳定性，保证其可靠性。

4. 设备的安全运行

家用中央空调必须在规定的范围内运行，超过规定的范围，将会导致其运行工况恶化，降低使用寿命，甚至对设备造成严重破坏。因此，如何保证空调设备的正常及安全运行，是自动控制系统要解决的一个重要问题。

5. 保证人员安全

一旦系统及设备出现故障，人员的安全是首要的，设置自动控制系统，可以及时判明并处理系统及设备故障。

6. 易操作性

家用中央空调设备及系统的自动控制要尽量做到“傻瓜化”，方便用户的使用和操作。

第3章 家用中央空调的负荷计算

3.1 人体热舒适性及室内设计参数的确定

3.1.1 人体热舒适性

随着改革开放的深入和国民经济的飞速发展，人民生活水平普遍提高，人们对生活质量的要求越来越高，迫切地需要室内空气品质和舒适性的改善。空气调节建筑的一个主要目的就是为其使用人员创造一个舒适的生活、工作、娱乐或购物等的环境空间。热舒适性是人体对周围环境的满意程度，它受许多参数的影响，这些参数大致可分为两种类型，即室内物理参数和个人因素。与人体热舒适性有关的物理参数有室内空气温度、相对湿度、室内空气流速、周围物体的表面温度、室内空气品质、噪声等。个人因素有人体的能量代谢率和衣着情况等。室内热舒适性的评价是这些因素综合作用的结果。

1. 室内空气温度

室内空气温度是影响人体热舒适性的最主要因素，也是空调设计中首先要考虑的问题。室温对人体的影响是通过人体表面皮肤的对流换热和导热作用来表现的。无论是夏季还是冬季，过高或过低的室内温度都会使人体本身的热平衡遭到破坏，从而产生极不舒适的感觉，严重时甚至导致室内人员生病的情况发生。

2. 相对湿度

相对湿度影响人体表面汗液的蒸发，实际上也是对人体热平衡的一种影响。相对湿度过高，会使人感到气闷，汗不出来；过低又会使人感觉干燥。我国南方地区普遍具有夏热冬冷，全年潮湿的气候特征，这是造成夏季闷热和冬季阴冷的内在原因；我国北方地区相对南方地区来说较为干燥，尤其是冬季，室内物品经常产生静电，这是相对湿度过低引起的。相对湿度过低，另一个不良影响是对室内的木质家具及装修材料产生裂纹，给用户带来直接的经济损失。

3. 室内空气流速

由于空调通风必然会造成室内空气的流动，气流速度也会对人体造成一定的影响。最明显的是夏季送冷风时，如果冷空气的流速过大，造成人体吹冷风的感觉时，会对舒适性产生不利的影响。冬季通过空调设备送风时，送风温度过低，也会使人产生吹冷风的感觉。对住宅建筑来说，一般夏季空气流速要求不大于 0.3m/s ，冬季要求不大于 0.2m/s 。

4. 周围物体的表面温度

由于人体的散热量中，有一部分是通过人体对周围物体的辐射来进行的，辐射散热量的大小取决于人体与物体之间的表面温差。因此，周围物体的表面温度也是影响室内人员冷、热感觉的因素之一。

5. 室内空气品质

由于全球能源危机的出现，使空调系统这个能源消耗大户面临着严峻的考验，由于节能

的要求，增强了建筑的气密性，减少了建筑新风量的供给，但它必然导致了室内空气品质的下降，从而出现了“病态建筑综合症”。

改善室内空气品质，最根本的办法是禁止采用散发污染物的建筑材料、装饰材料，减少家具及设备器具的污染物放散，这当然是有关部门都应该关注的问题，但空调通风装置与系统功能的改进和提高也是十分必要和责无旁贷的。空调热湿处理的设备必须改进，还应增加生物化学处理功能，提高净化过滤性能，配备监控手段和计算机调控等等，方能提供既满足热舒适性要求又符合室内空气品质要求的清洁空气源。此外，设计者还必须重视通风的有效性：供给足够的新风量，恰当的送风量、理想的送排风布局 and 气流组织有助于提高通风效率。

新风量的增加和通风效率的提高，直接影响着室内有害气体的浓度和室内 CO_2 的排出量，事实上，像烟气和灰尘都与室内的新风量有关，因为它起到了稀释空气中其他气体和微粒的作用，因此我们设计时要更多地考虑到室内人员的舒适性来确定新风量，提高通风效率。

6. 噪声

噪声将使人产生烦躁不安的情绪，有害于人体的身心健康。有效地控制空调通风系统的噪声，是空调设计的一个重要部分。

影响人体舒适性的因素是多方面的。除上述有关的物理参数以外，诸如人体的能量代谢率、衣着的情况、个人的生活习惯、房间的使用性质等，都会对其产生一定的影响。近来的研究表明，室内装饰的色调、音响效果、光线的明亮程度和空气的清新度等也是影响室内舒适性不可忽视的因素。随着社会的进步，人们对空调环境的舒适性要求越来越高，越来越接近自然。另外，现行的国家和地方的有关标准、规范等，也会对上述舒适性参数的确定产生一定的制约因素。

3.1.2 室内设计参数的确定

家用中央空调系统一般用于高档公寓、别墅和面积较小的办公、商店、餐饮、娱乐等公共场所。对于业主来说，希望空调系统能提供舒适的室内环境，同时也希望空调系统的运行费用尽可能低。空调负荷计算结果表明，室内温度提高 1°C ，相对湿度提高 5%，空调负荷将降低 6%~8%，因此，室内设计参数如温度、相对湿度的标准不应过高。

一般住宅的层高较低（2.8m 左右），新风处理设备及新风管的布置一般都很困难，而且住宅建筑中人员密度非常低，因此大都依靠门窗渗透或间歇开窗引入的室外新风来稀释室内的 CO_2 浓度，从而保证人员卫生健康要求的最低标准。对于层高较高的住宅（如别墅），有条件进行新风处理，送入一定量的经处理的新风，将有助于提高室内的空气品质，从而满足居住者更高的舒适性要求。现有的设计规范对住宅室内新风量没有明确规定，新风量可以参照公寓的新风量要求进行选用确定，并应满足维持室内 5Pa 左右的正压要求。对于人员密集的办公、商店、餐饮、娱乐等公共场所，室内空气中 CO_2 浓度较高，并掺杂着较浓的人体散发的气体及吸烟产生的烟气，因此必须有组织地送入经处理的室外新风，并有效地排除室内的污浊空气。

对于民用建筑，对空气中含尘量的要求不高，一般空调风系统中安装粗效过滤器即可。对于要求较高的场合，可采用中效过滤器。

表 3-1 列举了部分家用中央空调系统应用场所的室内设计参数，供读者及有关设计人员

参考、

表 3-1 室内设计参数

房间名称		夏 季		冬 季		新风量 / [M ³ / (h·p)]	噪声 NR/dB
		相对湿度/℃	相对湿度 (%)	干球温度/℃	相对湿度 (%)		
公寓 别墅	一般	26~28	≦65	18~20	≧30	20	40
	高级	24~26	≦60	20~22	≧35	30	35
餐 饮	一级	24~26	≦65	18~20	≧30	25	40
	二级	25~28	≦65	18~20	≧30	20	50
办 公	一般	26~28	≦65	18~20	≧30	20	40
	高级	24~27	≦60	20~22	≧35	30	35
商 店		26~28	≦65	16~18	≧30	20	50
娱乐场所		24~27	≦65	18~21	≧35	30	50

3.2 室外设计参数的确定

室外气象参数是空调设计的基础，正确地选取它，是空调设计合理性的一个基本保证。选用时，必须严格地以《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ19—1987, 2001版)为依据，空调室外设计参数主要有以下几种：

- 1) 夏季空调室外计算干球温度。
- 2) 夏季空调室外计算湿球温度。
- 3) 冬季空调室外计算温度。
- 4) 冬季空调室外计算相对湿度。
- 5) 夏季空调室外计算日平均温度。
- 6) 室外平均风速。
- 7) 风向及频率。
- 8) 大气压力。
- 9) 纬度。

其中，夏季空调室外计算干球、湿球温度和冬季空调室外计算温度、相对湿度，用于空气处理过程中焓湿图上室外空气状态点的确定。夏季空调室外计算日平均温度和冬季空调室外计算温度，是计算空调冷、热负荷时的重要参数。室外平均风速对建筑外围护结构的传热系数有较大的影响，一般来说，冬季风速与夏季风速不同，因此冬季、夏季负荷计算时应分别采用不同的外围护结构传热系数。风向及频率主要用于设计图中对进、排风口的朝向上的安排以及针对外门朝向所采取的相应措施。大气压力决定了湿空气的状态参数，不同的大气压力应采用不同的湿空气状态(如 $h-d$ 图等)。纬度用于区分工程所在地的区域，不同的纬度有不同的太阳辐射值，因而会对空调负荷产生不同的影响，此参数主要用于本书所推荐的冷负荷计算方法之中。

3.3 建筑热工、保温及防结露

我国地域辽阔，建筑气候特征差异极大，围护结构的热工性能和隔热保温状况大都较差，既不能保证室内热环境，又增加了建筑物的能耗。通常家用空调所耗能源占家庭总能耗的40%~50%，因此提高围护结构的保温隔热性能具有极大的节能效应。如目前已颁布的《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ134-2001)即在原基础能耗值基础上通过提高围护结构保温隔热及气密性指标和改善供暖空调(设备)系统能效比来达到节能50%。

3.3.1 建筑热工要求

在不影响建筑设计的大原则下，通常应对其热工设计提出以下的要求。

1) 近年来居住建筑的窗墙面积比有越来越大的趋势，这是适应商品住宅购买者的消费需求而出现的，《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ134-2001)明确规定外窗(包括阳台门的透明部分)的面积不应过大。不同朝向、不同窗墙面积比的外窗，其传热系数应符合表3-2的规定。当窗墙面积比超过规定值时，应首先考虑减少窗户(包括阳台门的透明部分)的传热系数，如采用单框双玻璃或中空玻璃窗，提高窗户的密封性能，并加强夏季活动遮阳。当窗的朝向为东、西方向时，若有条件可结合建筑立面的处理采取一些外遮阳的措施，因为从冷负荷计算来看，外遮阳比内遮阳能更有效地减小冷负荷。冬季透过窗户进入室内的太阳辐射热可以减小供暖负荷，所以设置活动式外遮阳是比较合理的。

表 3-2 不同朝向、不同窗墙面积比的外窗传热系数

朝 向	窗外环境条件	外窗的传热系数 K				
		窗墙面积比 ≤ 0.25	窗墙面积比 > 0.25 且 ≤ 0.30	窗墙面积比 > 0.30 且 ≤ 0.35	窗墙面积比 > 0.35 且 ≤ 0.45	窗墙面积比 > 0.45 且 ≤ 0.50
北(偏东 60° 到偏西 60° 范围)	冬季最冷月室外平均气温 $> 5^\circ\text{C}$	4.7	4.7	3.2	2.5	—
	冬季最冷月室外平均气温 $\leq 5^\circ\text{C}$	4.7	3.2	3.2	2.5	—
东、西(东或西偏北 30° 到偏南 60° 范围)	无外遮阳措施	4.7	3.2	—	—	—
	有外遮阳(其太阳辐射透过率 $\leq 20\%$)	4.7	3.2	3.2	2.5	2.5
南(偏东 30° 到偏西 30° 范围)		4.7	4.7	3.2	2.5	2.5

2) 外墙通常采用复合墙体，增大热惰性指标，既选择导热系数小、蓄热系数大的墙体材料，其传热系数根据不同地点及用途以及经济技术的合理性来选取。但从目前的实际情况和今后一段时期的发展趋势来看，为了方便室内空间设计和有效地节能，外围护结构的传热系数正在向越来越小的方向发展，目前国外建筑的外围护结构的传热系数也远小于国内同类建筑的同类结构。如外墙采用水泥砂浆+矩形多孔空心砖+保温砂浆的构造，传热系数可达到 $1.4\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 左右；如采用聚苯乙烯泡沫塑料作外墙外保温，墙体的传热系数可以降低得很低。

3) 由于太阳在水平方向上的辐射强度远大于其他各个朝向，因此屋顶的保温性能对于

夏季空调负荷的影响是相当大的。当屋面采用3cm厚的聚苯乙烯板做保温层，传热系数可达到 $1.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{℃})$ 。

4) 部分轻质材料在施工过程中出现压缩、吸水及因为湿施工导致其干燥缓慢等原因，会使其导热系数比标准值加大，因而在向建筑设计提出保温材料的厚度及计算冷、热负荷时，还要考虑到对其导热系数进行修正，其修正公式如下：

$$\lambda_s = a\lambda \tag{3-1}$$

式中 λ_s ——实际导热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{℃})$];
 λ ——标准导热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{℃})$];
 a ——导热系数修正系数，见表 3-3。

表 3-3 导热系数修正系数

序号	材料、构造、施工、地区及使用情况	a
1	作为夹芯层浇筑在混凝土墙体及屋面构件中的块状多孔保温材料（如加气混凝土、泡沫混凝土及水泥膨胀珍珠岩等），因干燥缓慢及灰缝影响	1.60
2	铺设在密闭屋面中的多孔保温材料（如加气混凝土、泡沫混凝土、水泥膨胀珍珠岩、石灰炉渣等），因干燥缓慢	1.50
3	铺设在密闭屋面中的作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的半硬质矿棉、岩棉、玻璃棉板等，因压缩及吸湿	1.20
4	作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的泡沫塑料等，因压缩	1.20
5	开孔型保温材料（如水泥刨花板、木丝板、稻草板等），表面抹灰或与混凝土浇筑在一起，因灰浆渗入	1.30
6	加气混凝土、泡沫混凝土砌块墙体及加气混凝土条板墙体、屋面，因灰缝影响	1.25
7	填充在空心墙体及屋面构件中的松散保温材料（如稻壳、木屑、矿棉、岩棉等），因下沉	1.20
8	矿渣混凝土、炉渣混凝土、浮石混凝土、粉煤灰陶粒混凝土、加气混凝土等实心墙体及屋面构件，在严寒地区，且在室内平均相对湿度超过65%的采暖房间内使用，因干燥缓慢	1.15

3.3.2 防结露

防结露是空调设计中的一个重要内容。尤其是在我国北方的一些高寒地区，如果室外温度较低，或室内湿度较大，其外围护结构尤其是采光窗的结露是经常发生的。因此，必须对外围护结构的最小热阻进行限制。应该明确的是所限制的外围护结构的热阻并不是设计采用的最合理热阻，而仅仅是满足最低使用要求的热阻。

外围护结构的冬季传热过程如图 3-1 所示，图中：

- α_n ——内表面对流换热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{℃})$];
- α_w ——外表面对流换热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{℃})$];
- t_n ——室内温度 ($℃$);
- t_w ——室外温度 ($℃$);
- t_b ——内壁面温度 ($℃$);
- R_{min} ——外围护结构最小热阻 ($\text{m}^2\cdot\text{℃}/\text{W}$)。

根据传热学原理可得出下列热平衡方程：

$$\frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_w} + R_{min}} (t_n - t_w) = \alpha_n (t_n - t_b) \tag{3-2}$$

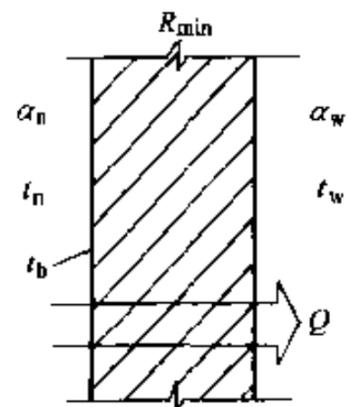


图 3-1 墙体传热示意图

由上式可得：

$$R_{\min} = \frac{1}{\alpha_n} \left(\frac{t_b - t_w}{t_n - t_b} \right) - \frac{1}{\alpha_w} \quad (3-3)$$

要保证外同护结构在冬季内表面不结露，则 t_b 必须大于室内空气状态时的露点温度，由此及式 (3-3) 可计算出最小热阻要求。

表 3-4 列出不同室内状态及室外气温下，对外围护结构最小热阻 R_{\min} 的要求数值。

表 3-4 外围护结构最小热阻表 R_{\min} ($\text{m}^2 \cdot \text{℃}/\text{W}$)

φ_n (%)	t_n /℃	20		21		22		23	
		35	40	35	40	35	40	35	40
-2		0.000	0.023	0.008	0.031	0.015	0.04	0.022	0.048
-4		0.015	0.040	0.022	0.048	0.029	0.056	0.037	0.064
-6		0.029	0.056	0.037	0.064	0.044	0.072	0.050	0.080
-8		0.044	0.072	0.050	0.080	0.058	0.089	0.065	0.097
-10		0.058	0.089	0.065	0.097	0.072	0.105	0.080	0.113
-12		0.072	0.105	0.080	0.113	0.087	0.122	0.094	0.130
-14		0.087	0.122	0.094	0.130	0.101	0.138	0.108	0.145
-16		0.101	0.138	0.108	0.146	0.116	0.155	0.123	0.163
-18		0.116	0.155	0.123	0.163	0.130	0.171	0.137	0.179
-20		0.130	0.171	0.137	0.179	0.144	0.187	0.151	0.196

注：本表应用条件如下。

1. 外表面放热系数 $\alpha_w = 23.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{℃})$;
2. 内表面放热系数 $\alpha_n = 8.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{℃})$;
3. t_n 、 t_w 为室内、室外空气温度 (℃)；
4. φ_n 为室内空气相对湿度 (%)。

3.4 夏季空调冷负荷计算

空调负荷计算为合理选择空调末端处理设备和确定冷、热源设备容量提供依据。从性质上来看，空调冷负荷可分为围护结构冷负荷和室内冷负荷两部分。在目前的空调设计中，对空调冷负荷的计算有多种方法，主要的有冷负荷系数法和谐波反应法两种。冷负荷系数的计算公式和步骤，详见电子工业部第十设计研究院主编的《空气调节设计手册》(第二版)。谐波反应法的计算公式和步骤，详见陆耀庆主编的《实用供热空调设计手册》。本书在此推荐目前应用较多，以传递函数法为基础，通过研究和实验而得到的较简便实用的冷负荷系数法。

冷负荷系数法的一个基本出发点是把房间的得热量与冷负荷两者从概念上区分开来。得热量即某一瞬间进入室内的热量，而冷负荷系指为了维持恒定的室温而在任一瞬间应从室内除去的热量。任一时间所有室内瞬时显热得热的总和未必等于同一时间的室内冷负荷。如图 3-2 所示，借助辐射形式传递的得热量，首先为围护结构和室内物体所吸收并储存于其中。当这些围护结构和室内物体表面的温度高于室内空气温度后，所贮存的热量再借助对流的方法。

式逐时放出给予室内空气而形成冷负荷。可以说一天内的最大瞬时冷负荷肯定小于最大瞬时得热量。由于各类蓄热体的性质不同，通过计算机模拟及实验可由此得到不同的冷负荷系数（针对太阳辐射得热及室内人员、照明及设备发热等）或冷负荷计算温度（针对于窗的温差传热、外墙及屋面传热）。对于内围护结构，则按稳定传热计算，在计算出各时间不同类型的冷负荷后，按时刻逐时相加，即可得到各时刻的计算冷负荷值。

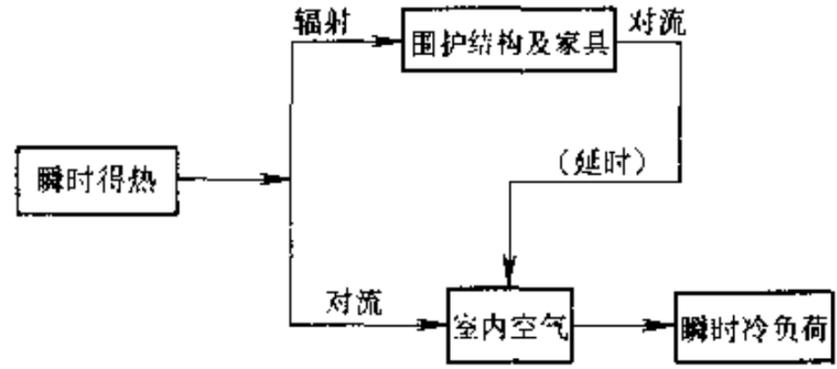


图 3-2 瞬时辐射得热与瞬时冷负荷之间关系示意图

3.4.1 围护结构冷负荷

围护结构冷负荷，可以分为外围护结构和内围护结构两大部分，外围护结构通常由外墙、外窗（或自然采光部分）和屋顶等直接与室外空气相接触的部分组成。

1. 外围护结构冷负荷

(1) 外窗冷负荷 外窗冷负荷由两部分构成，即太阳辐射得热引起的冷负荷和温差传热引起的冷负荷。太阳辐射得热通过玻璃窗引起的逐时冷负荷按下式计算：

$$CL_1 = F_w C_w C_g C_r D_{j,max} C_{cl} \tag{3-4}$$

式中 F_w ——外窗面积 (m^2)；

C_w ——窗有效面积系数，见表 3-5；

C_g ——窗玻璃遮挡系数，见表 3-6；

C_r ——窗内遮阳设施的遮阳系数，见表 3-7；

$D_{j,max}$ ——太阳辐射得热因素的最大值 (W/m^2)，以七月份为代表的夏季各纬度带的 $D_{j,max}$ 值见表 3-8（请按城市所在的纬度带查表取值）；

C_{cl} ——外窗冷负荷系数，见表 3-9a ~ 表 3-9d。

表 3-5 窗的有效面积系数 C_w

窗的类别	单层钢窗	单层木窗	双层钢窗	双层木窗
有效面积系数 C_w	0.85	0.70	0.75	0.60

需要注意的是 C_w 值按南北区的划分不同。划分标准为：建筑地点在北纬 $27^{\circ}30'$ 以南的地区为南区，以北的地区为北区。

表 3-6 窗玻璃遮挡系数 C_g

玻璃类型	C_g 值
“标准玻璃”	1.00
5mm 厚普通玻璃	0.93
6mm 厚普通玻璃	0.89
3mm 厚吸热玻璃	0.96

(续)

玻璃类型	C_g 值
5mm 厚吸热玻璃	0.88
6mm 厚吸热玻璃	0.83
双层 3mm 厚普通玻璃	0.86
双层 5mm 厚普通玻璃	0.78
双层 6mm 厚普通玻璃	0.74

- 注: 1. “标准玻璃”是指 3mm 厚的单层普通玻璃。
 2. 吸热玻璃系指上海耀华玻璃厂生产的浅蓝色吸热玻璃。
 3. 表中的 C_g 对应的内、外表面放热系数为 $\alpha_n = 8.75\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})$ 和 $\alpha_w = 18.7\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})$ 。
 4. 这里的双层玻璃的内、外层玻璃是相同的。

表 3-7 室内遮阳设施的遮阳系数 $C_{s,i}$

内遮阳类型	颜色	$C_{s,i}$ 值
白布帘	浅色	0.50
浅蓝布帘	中间色	0.60
深黄、紫红、深绿布帘	深色	0.65
活动百叶帘	中间色	0.60

表 3-8 夏季各纬度带的太阳辐射得热因素最大值 $D_{j,max}$ (W)

朝向 \ 纬度带	S	SE	E	NE	N	NW	W	SW	H
20°	130	311	540	464	130	464	540	311	874
25°	145	331	509	420	134	420	509	331	833
30°	173	374	538	415	115	415	538	374	831
35°	251	435	574	428	122	428	574	435	843
40°	302	476	598	441	114	441	598	476	841
45°	367	507	597	432	109	432	597	507	810
拉萨	174	461	726	591	132	591	726	461	989

表 3-9a 北区无内遮阳窗玻璃冷负荷系数

时间 \ 朝向	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.13	0.17	0.21	0.28	0.39	0.49	0.54	0.65	0.60	0.42	0.36	0.32	0.27	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
SE	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.22	0.34	0.45	0.51	0.62	0.58	0.41	0.34	0.32	0.31	0.28	0.26	0.22	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15
E	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.29	0.41	0.49	0.60	0.56	0.37	0.29	0.29	0.28	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
NE	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.35	0.45	0.53	0.54	0.38	0.30	0.30	0.30	0.29	0.27	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
N	0.26	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.44	0.42	0.43	0.49	0.56	0.61	0.64	0.66	0.66	0.63	0.59	0.64	0.64	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28
NW	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22	0.22	0.28	0.39	0.50	0.57	0.59	0.31	0.22	0.21	0.19	0.18
W	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17	0.18	0.25	0.37	0.47	0.52	0.62	0.55	0.24	0.23	0.21	0.20	0.18
SW	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21	0.29	0.40	0.49	0.54	0.64	0.59	0.39	0.25	0.24	0.22	0.20	0.19
H	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.16	0.22	0.31	0.39	0.47	0.53	0.57	0.69	0.68	0.55	0.49	0.41	0.33	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21

表 3-9b 北区有内遮阳窗玻璃冷负荷系数

时间 朝向	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.11	0.18	0.26	0.40	0.58	0.72	0.84	0.80	0.62	0.45	0.32	0.24	0.16	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08
SE	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.30	0.54	0.71	0.83	0.80	0.62	0.43	0.30	0.28	0.25	0.22	0.17	0.13	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07
E	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.47	0.68	0.82	0.79	0.59	0.38	0.24	0.24	0.23	0.21	0.18	0.15	0.11	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06
NE	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.54	0.79	0.79	0.60	0.38	0.29	0.29	0.29	0.27	0.25	0.21	0.16	0.12	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06
N	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.59	0.54	0.54	0.65	0.75	0.81	0.83	0.83	0.79	0.71	0.60	0.61	0.68	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
NW	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.09	0.13	0.17	0.21	0.23	0.25	0.26	0.26	0.35	0.57	0.76	0.83	0.67	0.13	0.10	0.09	0.09	0.08
W	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.18	0.19	0.20	0.34	0.56	0.72	0.83	0.77	0.53	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08
SW	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.13	0.17	0.20	0.23	0.28	0.38	0.58	0.73	0.84	0.79	0.59	0.37	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09
H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.13	0.26	0.42	0.57	0.69	0.77	0.85	0.84	0.73	0.63	0.49	0.33	0.19	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09

表 3-9c 南区无内遮阳窗玻璃冷负荷系数

时间 朝向	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.14	0.17	0.25	0.33	0.42	0.48	0.54	0.59	0.70	0.70	0.57	0.52	0.44	0.35	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22
SE	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.20	0.36	0.47	0.52	0.61	0.54	0.39	0.37	0.36	0.35	0.32	0.28	0.23	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15
E	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.24	0.39	0.48	0.61	0.57	0.38	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
NE	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.26	0.41	0.49	0.59	0.54	0.36	0.32	0.32	0.31	0.29	0.27	0.24	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13
N	0.28	0.25	0.24	0.22	0.21	0.19	0.38	0.49	0.52	0.55	0.59	0.63	0.66	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69	0.60	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30
NW	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.15	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.27	0.38	0.48	0.54	0.63	0.52	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18
W	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.28	0.40	0.50	0.54	0.61	0.50	0.24	0.23	0.21	0.20	0.18
SW	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.13	0.16	0.19	0.23	0.25	0.27	0.29	0.37	0.48	0.55	0.67	0.60	0.38	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19
H	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.14	0.19	0.28	0.37	0.45	0.52	0.56	0.68	0.67	0.53	0.46	0.38	0.30	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20

表 3-9d 南区有内遮阳窗玻璃冷负荷系数

时间 朝向	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.14	0.31	0.47	0.60	0.69	0.77	0.87	0.84	0.74	0.66	0.54	0.38	0.20	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10
SE	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.27	0.55	0.74	0.83	0.75	0.52	0.40	0.39	0.36	0.33	0.27	0.20	0.13	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
E	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.36	0.63	0.81	0.81	0.63	0.41	0.27	0.27	0.25	0.23	0.20	0.15	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06
NE	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.40	0.67	0.82	0.76	0.56	0.38	0.36	0.30	0.28	0.25	0.21	0.17	0.11	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06
N	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.47	0.67	0.70	0.72	0.77	0.82	0.85	0.84	0.81	0.78	0.77	0.75	0.56	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
NW	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.13	0.17	0.21	0.24	0.26	0.27	0.34	0.54	0.71	0.84	0.77	0.46	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08
W	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.12	0.16	0.19	0.21	0.22	0.23	0.37	0.60	0.75	0.84	0.73	0.42	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08
SW	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.16	0.22	0.28	0.32	0.35	0.36	0.50	0.69	0.84	0.83	0.61	0.34	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09
H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.09	0.21	0.38	0.54	0.67	0.76	0.85	0.83	0.72	0.61	0.45	0.28	0.16	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09

温差传热通过玻璃窗引起的逐时冷负荷按下式计算：

$$CL_2 = k_c K_c F_c (t_1 + t_d - t_{ns}) \quad (3-5)$$

式中 k_c ——外窗传热系数修正值, 见表 3-10;

K_c ——外窗夏季传热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$, 见表 3-11a 及表 3-11b;

t_1 ——外窗冷负荷计算温度, $^\circ C$, 见表 3-12;

t_d ——外窗冷负荷计算温度地点的修正值, $^\circ C$, 见表 3-13;

t_{in} ——夏季室内计算温度, $^\circ C$ 。

表 3-10 玻璃窗传热系数的修正值

窗框类型	单层窗	双层窗
全部玻璃	1.00	1.00
木窗框, 80%玻璃	0.90	0.95
木窗框, 60%玻璃	0.80	0.85
金属窗框, 80%玻璃	1.00	1.20

表 3-11a 单层玻璃窗 K_c [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]

$\alpha_w \backslash \alpha_n$	5.8	6.4	7.0	7.6	8.2	8.7	9.4	9.9	10.5	11.1
11.7	3.90	4.15	4.39	4.61	4.82	5.02	5.19	5.37	5.54	5.70
12.8	4.02	4.29	4.54	4.79	5.01	5.22	5.42	5.60	5.79	5.98
14.0	4.13	4.41	4.68	4.94	5.17	5.40	5.62	5.83	6.01	6.20
15.2	4.22	4.52	4.81	5.07	5.32	5.57	5.79	6.01	6.22	6.42
16.4	4.31	4.62	4.91	5.19	5.46	5.71	5.96	6.19	6.41	6.62
17.5	4.40	4.70	5.02	5.30	5.58	5.85	6.11	6.35	6.59	6.81
18.7	4.46	4.78	5.10	5.64	5.70	5.98	6.24	6.49	6.74	6.97
20.0	4.52	4.87	5.18	5.50	5.80	6.08	6.36	6.63	6.88	7.12
21.0	4.57	4.93	5.27	5.59	5.90	6.19	6.48	6.75	7.02	7.28
22.2	4.63	4.99	5.34	5.66	5.99	6.29	6.59	6.87	7.15	7.41
23.4	4.68	5.04	5.41	5.74	6.07	6.38	6.68	6.97	7.27	7.53
24.5	4.73	5.10	5.46	5.80	6.14	6.47	6.77	7.08	7.31	7.45
25.7	4.76	5.15	5.51	5.87	6.21	6.54	6.87	7.12	7.48	7.76
26.9	4.81	5.19	5.57	5.93	6.28	6.62	6.95	7.27	7.57	7.86
28.0	4.84	5.23	5.62	5.98	6.34	6.68	7.02	7.35	7.66	7.97
29.2	4.88	5.28	5.86	6.04	6.40	6.75	7.09	7.42	7.75	8.05

表 3-11b 双层玻璃窗 K_c [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]

$\alpha_w \backslash \alpha_n$	5.8	6.4	7.0	7.6	8.2	8.7	9.4	9.9	10.5	11.1
11.7	2.39	2.48	2.56	2.63	2.70	2.76	2.82	2.87	2.91	2.96
12.8	2.43	2.53	2.61	2.69	2.76	2.82	2.88	2.94	2.98	3.03
14.0	2.47	2.57	2.66	2.74	2.81	2.88	2.94	3.00	3.04	3.09
15.2	2.50	2.61	2.70	2.78	2.85	2.93	2.98	3.04	3.10	3.15
16.4	2.54	2.64	2.74	2.82	2.89	2.96	3.03	3.09	3.14	3.19
17.5	2.56	2.67	2.76	2.85	2.93	3.00	3.07	3.12	3.18	3.23
18.7	2.59	2.69	2.80	2.88	2.96	3.03	3.10	3.16	3.22	3.28

(续)

$\alpha_n \backslash \alpha_w$	5.8	6.4	7.0	7.6	8.2	8.7	9.4	9.9	10.5	11.1
20.0	2.61	2.71	2.82	2.90	2.98	3.07	3.14	3.19	3.25	3.30
21.0	2.62	2.74	2.84	2.93	3.00	3.09	3.16	3.22	3.28	3.33
22.2	2.64	2.76	2.85	2.95	3.03	3.11	3.18	3.25	3.31	3.36
23.4	2.66	2.77	2.88	2.97	3.05	3.14	3.21	3.28	3.33	3.39
24.5	2.68	2.78	2.89	2.98	3.08	3.16	3.23	3.29	3.36	3.42
25.7	2.69	2.81	2.91	3.01	3.09	3.17	3.24	3.31	3.38	3.43
26.9	2.70	2.82	2.93	3.02	3.11	3.19	3.26	3.33	3.39	3.45
28.0	2.71	2.83	2.94	3.03	3.12	3.21	3.28	3.35	3.42	3.47
29.2	2.73	2.84	2.95	3.05	3.14	3.22	3.30	3.37	3.43	3.49

注: α_n ——窗内表面换热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; α_w ——窗外表面换热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 。表 3-12 玻璃窗冷负荷计算温度 t_l ($^\circ C$)

时间	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t_l	27.2	26.7	26.2	25.8	25.5	25.3	25.4	26.0	26.9	27.9	29.0	29.9
时间	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
t_l	30.8	31.5	31.9	32.2	32.2	32.0	31.6	30.8	29.9	29.1	28.4	27.8

表 3-13 玻璃窗的地点修正值 t_d ($^\circ C$)

编 号	城 市	t_d	编 号	城 市	t_d
1	北 京	0	21	成 都	-1
2	大 津	0	22	贵 阳	-3
3	石 家 庄	1	23	昆 明	-6
4	太 原	-2	24	拉 萨	-11
5	呼 和 浩 特	-4	25	西 安	2
6	沈 阳	-1	26	兰 州	-3
7	长 春	-3	27	西 宁	-8
8	哈 尔 滨	-3	28	银 川	-3
9	上 海	1	29	乌 鲁 木 齐	1
10	南 京	3	30	台 北	1
11	杭 州	3	31	大 连	-2
12	合 肥	3	32	汕 头	1
13	福 州	2	33	海 口	1
14	南 昌	3	34	桂 林	1
15	济 南	3	35	重 庆	3
16	郑 州	2	36	敦 煌	-1
17	武 汉	3	37	格 尔 木	-9
18	长 沙	3	38	和 田	-1
19	广 州	1	39	喀 什	0
20	南 宁	1	40	库 车	0

表 3-14b 外墙冷负荷计算温度 t_2

II 型外墙

(°C)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
0	36.1	38.2	38.5	36.0	33.1	36.2	38.5	38.1
1	36.2	38.5	38.9	36.3	33.2	36.1	38.4	38.1
2	36.2	38.6	39.1	36.5	33.2	36.0	38.2	37.9
3	36.1	38.6	39.2	36.5	33.2	35.8	38.0	37.7
4	35.9	38.4	39.1	36.5	33.1	35.6	37.6	37.4
5	35.6	38.2	38.9	36.3	33.0	35.3	37.3	37.0
6	35.3	37.9	38.6	36.1	32.8	35.0	36.9	36.6
7	35.0	37.5	38.2	35.8	32.6	34.7	36.4	36.2
8	34.6	37.1	37.8	35.4	32.3	34.3	36.0	35.8
9	34.2	36.6	37.3	35.1	32.1	33.9	35.5	35.3
10	33.9	36.1	36.8	34.7	31.8	33.6	35.2	34.9
11	33.5	35.7	36.3	34.3	31.6	33.5	35.0	34.6
12	33.2	35.2	35.9	33.9	31.4	33.5	35.0	34.5
13	32.9	34.9	35.5	33.6	31.3	33.7	35.2	34.6
14	32.8	34.6	35.2	33.4	31.2	33.9	35.6	34.8
15	32.9	34.4	34.9	33.2	31.2	34.3	36.1	35.2
16	33.1	34.3	34.8	33.2	31.3	34.6	36.6	35.7
17	33.4	34.4	34.8	33.2	31.4	34.9	37.1	36.2
18	33.9	34.7	34.9	33.3	31.6	35.2	37.5	36.7
19	34.4	35.2	35.3	33.5	31.8	35.4	37.9	37.2
20	34.9	35.8	35.8	33.9	32.1	35.7	38.2	37.5
21	35.3	36.5	36.5	34.4	32.4	35.9	38.4	37.8
22	35.7	37.2	37.3	35.0	32.6	36.1	38.5	38.0
23	36.0	37.7	38.0	35.5	32.9	36.2	38.6	38.1
最大值	36.2	38.6	39.2	36.5	33.2	36.2	38.6	38.1
最小值	32.8	34.3	34.8	33.2	31.2	33.5	35.0	34.5

表 3-14c 外墙冷负荷计算温度 t_2

III 型外墙

(°C)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
0	38.1	41.9	42.9	39.3	34.7	36.9	39.1	39.1
1	37.5	41.4	42.5	39.1	34.4	36.4	38.4	38.4
2	36.9	40.6	41.8	38.6	34.1	35.8	37.6	37.6
3	36.1	39.7	40.8	37.9	33.6	35.1	36.7	36.8
4	35.3	38.7	39.8	37.1	33.1	34.4	35.9	35.9
5	34.5	37.6	38.6	36.2	32.5	33.7	35.0	35.0
6	33.7	36.6	37.5	35.3	31.9	33.0	34.1	34.2
7	33.0	35.5	36.4	34.4	31.3	32.3	33.3	33.3
8	32.2	34.5	35.4	33.5	30.8	31.6	32.5	32.5
9	31.5	33.6	34.4	32.7	30.3	31.2	32.1	31.9
10	30.9	32.8	33.5	32.0	30.0	31.3	32.1	31.7

(续)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
11	30.5	32.2	32.8	31.5	29.8	31.9	32.8	32.0
12	30.4	31.8	32.4	31.2	29.8	32.8	34.1	32.8
13	30.6	31.6	32.1	31.1	30.0	33.9	35.6	34.0
14	31.3	31.7	32.1	31.2	30.3	34.9	37.2	35.4
15	32.3	32.1	32.3	31.4	30.7	35.7	38.5	36.9
16	33.5	32.9	32.8	31.9	31.3	36.3	39.5	38.2
17	34.9	34.1	33.7	32.5	31.9	36.8	40.2	39.3
18	36.3	35.7	35.0	33.3	32.5	37.2	40.5	39.9
19	37.4	37.5	36.7	34.5	33.1	37.5	40.7	40.3
20	38.1	39.2	38.7	35.8	33.6	37.7	40.7	40.5
21	38.6	40.6	40.5	37.3	34.1	37.7	40.6	40.4
22	38.7	41.6	42.0	38.5	34.5	37.6	40.2	40.1
23	38.5	42.0	42.8	39.2	34.7	37.4	39.7	39.7
最大值	38.7	42.0	42.9	39.3	34.7	37.7	40.7	40.5
最小值	30.4	31.6	32.1	31.1	29.8	31.2	32.1	31.7

表 3-14d 外墙冷负荷计算温度 t_{q2}

IV 型外墙

(°C)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
0	37.8	42.4	44.0	40.3	34.9	36.3	38.0	38.1
1	36.8	41.1	42.6	39.3	34.3	35.5	37.0	37.1
2	35.8	39.6	41.0	38.1	33.6	34.6	35.9	36.0
3	34.7	38.2	39.5	36.9	32.9	33.7	34.9	35.0
4	33.8	36.8	38.0	35.7	32.1	32.8	33.9	33.9
5	32.8	35.5	36.5	34.5	31.4	32.0	32.9	33.0
6	31.9	34.3	35.2	33.4	30.7	31.2	32.0	32.0
7	31.1	33.2	33.9	32.4	30.0	30.5	31.1	31.2
8	30.3	32.1	32.8	31.5	29.4	30.0	30.6	30.5
9	29.7	31.3	31.9	30.7	29.1	30.2	30.8	30.3
10	29.3	30.7	31.3	30.2	29.1	31.2	32.0	30.9
11	29.3	30.4	30.9	30.0	29.2	32.8	33.9	32.2
12	29.8	30.5	30.9	30.1	29.6	34.4	36.2	34.0
13	30.8	30.8	31.1	30.4	30.1	35.8	38.5	36.2
14	32.3	31.5	31.6	31.0	30.7	36.8	40.3	38.2
15	34.1	32.6	32.3	31.7	31.5	37.5	41.4	40.0
16	36.1	34.4	33.5	32.5	32.3	37.9	41.9	41.1
17	37.8	36.5	35.3	33.6	33.1	38.2	42.1	41.7
18	39.1	38.9	37.7	35.1	33.9	38.4	42.0	41.9
19	39.9	41.2	40.3	36.9	34.5	38.5	41.7	41.8
20	40.2	43.0	42.8	38.9	35.0	38.5	41.3	41.4
21	40.0	44.0	44.6	40.4	35.5	38.2	40.7	40.9
22	39.5	44.1	45.3	41.1	35.6	37.7	39.9	40.1
23	38.7	43.5	45.0	41.0	35.4	37.1	39.0	39.2
最大值	40.2	44.1	45.3	41.1	35.6	38.5	42.1	41.9
最小值	29.3	30.4	30.9	30.0	29.1	30.0	30.6	30.3

表 3-14e 外墙冷负荷计算温度 t_2
V 型外墙

(°C)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
0	36.2	40.9	42.7	39.5	34.2	34.8	36.0	36.1
1	34.9	38.9	40.5	37.8	33.3	33.7	34.7	34.9
2	33.7	37.1	38.4	36.1	32.3	32.7	33.6	33.7
3	32.6	35.4	36.5	34.6	31.4	31.8	32.5	32.6
4	31.5	33.9	34.9	33.2	30.5	30.9	31.5	31.6
5	30.6	32.6	33.4	32.0	29.7	30.0	30.6	30.6
6	29.8	31.5	32.1	30.9	29.0	29.3	29.7	29.8
7	29.0	30.4	31.0	30.0	28.4	28.7	29.1	29.1
8	28.4	29.7	30.1	29.3	28.1	29.0	29.4	28.9
9	28.1	29.2	29.6	28.9	28.3	30.5	31.1	29.8
10	28.3	29.1	29.4	28.8	28.7	33.0	34.1	31.8
11	29.0	29.4	29.7	29.2	29.3	35.4	37.4	34.5
12	30.5	30.1	30.3	29.8	30.0	37.3	40.5	37.4
13	32.7	31.1	31.1	30.7	30.9	38.4	42.8	40.2
14	35.2	32.6	32.2	31.8	31.9	38.9	43.8	42.3
15	37.7	34.9	33.7	32.9	33.0	39.1	43.9	43.4
16	39.8	37.8	36.0	34.2	34.0	39.2	43.6	43.7
17	41.3	40.9	39.1	36.0	34.8	39.3	43.0	43.4
18	42.0	43.7	42.5	38.3	35.5	39.2	42.4	42.9
19	41.9	45.8	45.7	40.7	36.0	39.0	41.7	42.1
20	41.2	46.8	47.9	42.8	36.4	38.5	40.8	41.2
21	40.1	46.4	48.4	43.5	36.4	37.8	39.7	40.0
22	38.9	45.0	47.2	42.8	36.0	36.9	38.5	38.3
23	37.5	43.0	45.1	41.3	35.2	35.9	37.2	37.4
最大值	42.0	46.8	48.4	43.5	36.4	39.3	43.9	43.7
最小值	28.1	29.1	29.4	28.8	28.1	28.7	29.1	28.9

表 3-14f 外墙冷负荷计算温度 t_2
VI 型外墙

(°C)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
0	33.7	37.4	39.0	36.7	32.6	32.8	33.5	33.6
1	32.4	35.3	36.6	34.7	31.5	31.7	32.3	32.4
2	31.3	33.6	34.6	33.1	30.5	30.7	31.2	31.3
3	30.3	32.2	32.9	31.7	29.6	29.8	30.3	30.3
4	29.4	30.9	31.6	30.5	28.8	29.0	29.4	29.4
5	28.6	29.9	30.4	29.5	28.1	28.3	28.6	28.7
6	27.9	29.0	29.4	28.7	27.5	27.7	27.9	28.0
7	27.4	28.3	28.6	28.0	27.2	27.8	28.1	27.8
8	27.2	28.0	28.3	27.7	27.7	29.9	30.4	28.9
9	27.5	28.1	28.4	27.9	28.5	33.5	34.5	31.6
10	28.6	28.8	29.0	28.6	29.3	37.0	39.2	35.3

(续)

时间 \ 朝向	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE
11	30.5	29.8	30.0	29.7	30.2	39.5	43.2	39.2
12	33.3	31.1	31.2	30.9	31.3	40.5	45.8	42.6
13	36.5	33.0	32.5	32.3	32.6	40.5	46.6	45.0
14	39.7	35.7	34.2	33.6	33.8	40.1	45.9	46.0
15	42.2	39.3	36.8	35.0	34.9	39.9	44.6	45.7
16	43.7	43.1	40.6	37.0	35.8	39.7	43.5	44.6
17	44.1	46.5	44.8	39.6	36.4	39.5	42.5	43.4
18	43.4	48.8	48.7	42.6	36.8	39.2	41.5	42.2
19	42.0	49.6	51.3	45.2	37.1	38.6	40.4	40.9
20	40.3	48.6	51.6	46.1	37.1	37.6	39.1	39.5
21	38.5	45.9	49.1	44.5	36.4	36.5	37.7	38.0
22	36.7	42.8	45.4	41.8	35.2	35.2	36.2	36.4
23	35.1	39.9	42.0	39.1	33.9	33.9	34.8	34.9
最大值	44.1	49.6	51.6	46.1	37.1	40.5	46.6	46.0
最小值	27.2	28.0	28.3	27.7	27.2	27.7	27.9	27.8

表 3-14g 屋面冷负荷计算温度 t_{w} (°C)

时间 \ 屋面类型	I型	II型	III型	IV型	V型	VI型
0	43.7	47.2	47.7	46.1	41.6	38.1
1	44.3	46.4	46.0	43.7	39.0	35.5
2	44.8	45.4	44.2	41.4	36.7	33.2
3	45.0	44.3	42.4	39.3	34.6	31.4
4	45.0	43.1	40.6	37.3	32.8	29.8
5	44.9	41.8	38.8	35.5	31.2	28.4
6	44.5	40.6	37.1	33.9	29.8	27.2
7	44.0	39.3	35.5	32.4	28.7	26.5
8	43.4	38.1	34.1	31.2	28.4	26.8
9	42.7	37.0	33.1	30.7	29.2	28.6
10	41.9	36.1	32.7	31.0	31.4	32.0
11	41.1	35.6	33.0	32.3	34.7	36.7
12	40.2	35.6	34.0	34.5	38.9	42.2
13	39.5	36.0	35.8	37.5	43.4	47.8
14	38.9	37.0	38.1	41.0	47.9	52.9
15	38.5	38.4	40.7	44.6	51.9	57.1
16	38.3	40.1	43.5	47.9	54.9	59.8
17	38.4	41.9	46.1	50.7	56.8	60.9
18	38.8	43.7	48.3	52.7	57.2	60.2
19	39.4	45.4	49.9	53.7	56.3	57.8
20	40.2	46.7	50.8	53.6	54.0	54.0
21	41.1	47.5	50.9	52.5	51.0	49.5
22	42.0	47.8	50.3	50.7	47.7	45.1
23	42.9	47.7	49.2	48.4	44.5	41.3
最大值	45.0	47.8	50.9	53.7	57.2	60.9
最小值	38.3	35.6	32.7	30.7	28.4	26.5

表 3-15a I ~ IV 型结构地点修正值 t_a (°C)

编号	城 市	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	水平
1	北 京	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	天 津	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5
3	石 家 庄	0.5	0.6	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	0.6	0.4
4	太 原	-3.3	-3.0	-2.7	-2.7	-2.8	-2.8	-2.7	-3.0	-2.8
5	呼 和 浩 特	-4.3	-4.3	-4.4	-4.5	-4.6	-4.7	-4.4	-4.3	-4.2
6	沈 阳	-1.4	-1.7	-1.9	-1.9	-1.6	-2.0	-1.9	-1.7	-2.7
7	长 春	-2.3	-2.7	-3.1	-3.3	-3.1	-3.4	-3.1	-2.7	-3.6
8	哈 尔 滨	-2.2	-2.8	-3.4	-3.7	-3.4	-3.8	-3.4	-2.8	-4.1
9	上 海	-0.8	-0.2	0.5	1.2	1.2	1.0	0.5	-0.2	0.1
10	南 京	1.0	1.5	2.1	2.7	2.7	2.5	2.1	1.5	2.0
11	杭 州	1.0	1.4	2.1	2.9	3.1	2.7	2.1	1.4	1.5
12	合 肥	1.0	1.7	2.5	3.0	2.8	2.8	2.4	1.7	2.7
13	福 州	-0.8	0.0	1.1	2.1	2.2	1.9	1.1	0.0	0.7
14	南 昌	0.4	1.3	2.4	3.2	3.0	3.1	2.4	1.3	2.4
15	济 南	1.6	1.9	2.2	2.4	2.3	2.3	2.2	1.9	2.2
16	郑 州	0.8	0.9	1.3	1.8	2.1	1.6	1.3	0.9	0.7
17	武 汉	0.4	1.0	1.7	2.4	2.2	2.3	1.7	1.0	1.3
18	长 沙	0.5	1.3	2.4	3.2	3.1	3.0	2.4	1.3	2.2
19	广 州	-1.9	-1.2	0.0	1.3	1.7	1.2	0.0	-1.2	-0.5
20	南 宁	-1.7	-1.0	0.2	1.5	1.9	1.3	0.2	-1.0	-0.3
21	成 都	-3.0	-2.6	-2.0	-1.1	-0.9	-1.3	-2.0	-2.6	-2.5
22	贵 阳	-4.9	-4.3	-3.4	-2.3	-2.0	-2.5	-3.5	-4.3	-3.5
23	昆 明	-8.5	-7.8	-6.7	-5.5	-5.2	-5.7	-6.7	-7.8	-7.2
24	拉 萨	-13.5	-11.8	-10.2	-10.0	-11.0	-10.1	-10.2	-11.8	-8.9
25	西 安	0.5	0.5	0.9	1.5	1.8	1.4	0.9	0.5	0.4
26	兰 州	-4.8	-4.4	-4.0	-3.8	-3.9	-4.0	-4.0	-4.4	-4.0
27	西 宁	-9.6	-8.9	-8.4	-8.5	-8.9	-8.6	-8.4	-8.9	-7.9
28	银 川	-3.8	-3.5	-3.2	-3.3	-3.6	-3.4	-3.2	-3.5	-2.4
29	乌 鲁 木 齐	0.7	0.5	0.2	-0.3	-0.4	-0.4	0.2	0.5	0.1
30	台 北	-1.2	-0.7	0.2	2.6	1.9	1.3	0.2	-0.7	-0.2
31	大 连	-1.8	-1.9	-2.2	-2.7	-3.0	-2.8	-2.2	-1.9	-2.3
32	汕 头	-1.9	-0.9	0.5	1.7	1.8	1.5	0.5	-0.9	0.4
33	海 口	-1.5	-0.6	1.0	2.4	2.9	2.3	1.0	-0.6	1.0
34	桂 林	-1.9	-1.1	0.0	1.1	1.3	0.9	0.0	-1.1	-0.2
35	重 庆	0.4	1.1	2.0	2.7	2.8	2.6	2.0	1.1	1.7
36	敦 煌	-1.7	-1.3	-1.1	-1.5	-2.0	-1.6	-1.1	-1.3	-0.7
37	格 尔 木	-9.6	-8.8	-8.2	-8.3	-8.8	-8.3	-8.2	-8.8	-7.6
38	和 田	-1.6	-1.6	-1.4	-1.1	-0.8	-1.2	-1.4	-1.6	-1.5
39	喀 什	-1.2	-1.0	-0.9	-1.0	-1.2	-1.9	-0.9	-1.0	-0.7
40	库 车	0.2	0.3	0.2	-0.1	-0.3	-0.2	0.2	0.3	0.3

表 3-15b V ~ VI 型结构地点修正值 t_d (°C)

编号	城 市	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	水平
1	北 京	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	天 津	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	-0.5
3	石 家 庄	0.5	0.6	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	0.6	0.4
4	太 原	-3.3	-3.0	-2.7	-2.7	-2.8	-2.8	-2.7	-3.0	-2.8
5	呼 和 浩 特	-4.3	-4.3	-4.4	-4.5	-4.6	-4.7	-4.4	-4.3	-4.2
6	沈 阳	-1.4	-1.7	-1.9	-1.9	-1.6	-2.0	-1.9	-1.7	-2.7
7	长 春	-2.3	-2.7	-3.1	-3.3	-3.1	-3.4	-3.1	-2.7	-3.6
8	哈 尔 滨	-2.2	-2.8	-3.4	-3.7	-3.4	-3.8	-3.4	-2.8	-4.1
9	上 海	-1.0	-0.2	0.5	1.2	1.2	1.0	0.5	-0.2	0.1
10	南 京	1.0	1.5	2.1	2.7	2.7	2.5	2.1	1.5	2.0
11	杭 州	0.6	1.4	2.1	2.9	3.1	2.7	2.1	1.4	1.5
12	合 肥	1.0	1.7	2.5	3.0	2.8	2.8	2.4	1.7	2.7
13	福 州	-1.9	0.0	1.1	2.1	2.2	1.9	1.1	0.0	0.7
14	南 昌	-0.4	1.3	2.4	3.2	3.0	3.1	2.4	1.3	2.4
15	济 南	1.6	1.9	2.2	2.4	2.3	2.3	2.2	1.9	2.2
16	郑 州	0.8	0.9	1.3	1.8	2.1	1.6	1.3	0.9	0.7
17	武 汉	-0.1	1.0	1.7	2.4	2.2	2.3	1.7	1.0	1.3
18	长 沙	-0.2	1.3	2.4	3.2	3.1	3.0	2.4	1.3	2.2
19	广 州	-3.9	-2.2	0.0	1.3	1.7	1.2	0.0	-1.8	-0.5
20	南 宁	-3.3	-1.4	0.2	1.5	1.9	1.3	0.2	-1.6	-0.3
21	成 都	-3.2	-2.6	-2.0	-1.1	-0.9	-1.3	-2.0	-2.6	-2.5
22	贵 阳	-5.3	-4.3	-3.4	-2.3	-2.0	-2.5	-3.5	-4.3	-3.5
23	昆 明	-10.0	-8.3	-6.7	-5.5	-5.2	-5.7	-6.7	-8.1	-7.2
24	拉 萨	-13.5	-11.8	-8.9	-8.3	-11.0	-9.3	-9.5	-11.8	-7.7
25	西 安	0.5	0.5	0.9	1.5	1.8	1.4	0.9	0.5	0.4
26	兰 州	-4.8	-4.4	-4.0	-3.8	-3.9	-4.0	-4.0	-4.4	-4.0
27	西 宁	-9.6	-8.9	-8.4	-8.5	-8.9	-8.6	-8.4	-8.9	-7.9
28	银 川	-3.8	-3.5	-3.2	-3.3	-3.6	-3.4	-3.2	-3.5	-1.9
29	乌 鲁 木 齐	0.7	0.5	0.2	-0.3	-0.4	-0.4	0.2	0.5	0.1
30	台 北	-2.7	-1.8	-0.3	2.6	1.9	1.3	0.2	-1.0	-0.2
31	大 连	-1.8	-1.6	-1.9	-2.7	-3.0	-2.8	-2.2	-1.9	-2.3
32	汕 头	-4.0	-1.7	0.5	1.7	1.8	1.5	0.5	-1.1	0.4
33	海 口	-3.5	-0.9	1.0	3.0	2.9	2.6	1.0	-1.3	1.0
34	桂 林	-3.1	-1.1	0.0	1.1	1.3	0.9	0.0	-1.1	-0.2
35	重 庆	0.1	1.1	2.0	2.7	2.8	2.6	2.0	1.1	1.7
36	敦 煌	-1.7	-0.2	0.6	-0.4	-2.0	-1.6	-1.1	-1.3	-0.2
37	格 尔 木	-9.6	-8.8	-7.6	-7.8	-8.8	-8.3	-8.2	-8.8	-7.2
38	和 田	-1.6	-1.6	-1.4	-1.1	-0.8	-1.2	-1.4	-1.6	-1.5
39	喀 什	-1.2	-1.0	-0.9	-1.0	-1.2	-1.9	-0.9	-1.0	-0.7
40	库 车	0.2	0.3	0.2	-0.1	-0.3	-0.2	0.2	0.3	0.3

按照构造和建筑热物理特性不同,通过计算机分析及描述冷负荷曲线后,将收集到的各种不同材料、构造及厚度的 303 种外墙和 324 种屋面(包括通风和不通风屋面)分别划分为 6 种类型(I~VI型),其归类及有关建筑热物理特性参数可参见文献[13]。由于我国地域辽阔,在实际工程中,建筑材料和构造形式千差万别,不可能完全与上述已收集到的形式相同,因此,设计时只能采用与之近似的构造类型来合理地选用 t_2 和 t_d 值,这对于居住建筑空调来说是完全可行的。如果一定要精确地进行实际构造形式的分类,则必须由计算机来完成。

2. 内围护结构冷负荷

内围护结构是指内隔墙及内楼板,它们的冷负荷是通过温差传热(即与邻室的温差)而产生的,这部分可视作稳定传热,不随时间而变化,其计算式为:

$$CL_4 = F_n K_n (t_{wp} + \Delta t_f - t_{ns}) \quad (3-7)$$

式中 F_n ——内墙或内楼板面积, m^2 ;

K_n ——内墙或内楼板传热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

t_{wp} ——夏季空调室外计算日平均温度, $^\circ C$;

Δt_f ——附加温升,取邻室平均温度与室外平均温度的差值, $^\circ C$,也可按表 3-16 选用。

表 3-16 邻室计算温差 Δt_f

邻室散热量 / (W/m^2)	$\Delta t_f / ^\circ C$
很小(如办公室、走廊)	0~2
< 23	3
23~116	5
> 116	7

3. 空气渗透冷负荷

当空调房间没有新风或虽有新风但新风量不足以维持室内 5Pa 正压时,应计算空气渗透的冷负荷。当窗缝密封良好时,可按每小时 0.2~0.5 次新风换气估算空气渗透量;当窗缝密封不良时,可按每小时 0.7~1.0 次估算空气渗透量。新建住宅基本上采用密封性能良好的铝合金窗或塑钢窗,当房间只有一面窗时,其空气渗透量可按每小时 0.2 次计算,有多面窗时,其空气渗透量可按每小时 0.5 次计算。

渗透空气显热冷负荷 CL_{5x} 按下式计算:

$$CL_{5x} = 0.28 c_p L \rho_w (t_w - t_i) \quad (3-8)$$

式中 c_p ——干空气的比定压热容, $c_p = 1.0056 kJ/(kg \cdot K)$;

L ——渗入空气量 (m^3/h);

ρ_w ——夏季空调室外干球温度下的空气密度,一般可取 $\rho_w = 1.13 kg/m^3$;

t_w ——夏季空调室外干球温度 ($^\circ C$);

t_i ——室内计算温度 ($^\circ C$)。

渗透空气全热冷负荷 CL_5 按下式计算:

$$CL_5 = 0.28 I \rho_w (h_w - h_i) \quad (3-9)$$

式中 h_w ——夏季室外计算参数的比焓 (kJ/kg);

h_n ——夏季室内计算参数的比焓 (kJ/kg)。

4. 高层建筑冷负荷特点

对于高层建筑,特别是超高层建筑,围护结构负荷计算应充分考虑室外风速、风压等不利因素的影响。由于室外风速随高度的变化而加大,围护结构外表面传热系数随之变大,从而影响围护结构的传热系数。当围护结构热阻较大(如双层玻璃窗)时,传热系数增大很小;当围护结构热阻较小(如单层玻璃窗),传热系数将增加7%以上。对于建筑高度在100m以下且窗墙比数值较小的高层建筑,风速对空调负荷的影响可以忽略不计。

另外,由于高处空气比低处稀薄,气压较低,大气透明度高一些,还会受到其他低层建筑物屋顶(尤其斜屋顶)的反射,会使太阳辐射照度加大。因此建议在裙房上面的几层易受屋面反射影响的房间,冷负荷可加一些安全系数。

3.4.2 室内冷负荷

在民用建筑空调设计中,围护结构的冷负荷值是相对确定的,即一旦建筑构造形式确定,从理论上说,上述计算的 $CL_1 \sim CL_5$ 都分别只有一个确定的数值。但是,内部热源的影响是一个很难精确计算的问题。主要的原因是:在民用建筑中尤其是住宅,空调房间内人员数量、照明功率、家用电器类型和功率,以及房间的使用时间均难以准确确定,这些原始数据在计算时一般都是根据经验进行选取,因而存在一定的误差,因此尽管参考文献[13]也按冷负荷系数法给出了各种性质的室内冷负荷系数,但从上述分析中可以看到如按冷负荷系数法进行精确的负荷计算,则负荷计算结果不一定准确且计算过程复杂,并增加很大的不必要的计算工作量,因此,人员、照明、设备等冷负荷的计算,可以按稳定传热进行简化计算。

1. 人体冷负荷

人体散热引起的全热冷负荷 CL_6 按下式计算:

$$CL_6 = \varphi n Q \quad (3-10)$$

式中 φ ——群集系数,住宅可参考旅馆,取 φ 为 0.93;

n ——计算时刻房间内的总人数;

Q ——每名成年男子的全热散热量,见表 3-17。

2. 照明冷负荷

灯光照明引起的冷负荷按下式计算。

(1) 荧光灯

$$CL_7 = n_1 n_2 n_3 n_4 N \quad (3-11)$$

式中 n_1 ——蓄热系数,明装可取 0.9,暗装取 0.85;

n_2 ——同时使用系数,一般取 0.5~0.8;

n_3 ——镇流器消耗功率系数,镇流器设于房间内时取 1.2;镇流器设在吊顶内时取 1.0;

n_4 ——安装系数,明装时取 1.0,暗装时取 0.7,灯具回风时取 0.35;

N ——照明灯具安装功率, W。

(2) 白炽灯

$$CL_7 = n_1 n_2 N \quad (3-12)$$

式中 n_1 ——蓄热系数,一般取 0.85;

n_2 ——同时使用系数,一般取 0.5~0.8。

表 3-17 不同温度条件下的成年男子散热、散湿量

劳动强度		温度/℃														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
静坐	显热	99	93	89	87	84	81	78	74	71	67	63	58	53	48	43
	潜热	17	20	22	23	26	27	30	34	37	41	45	50	55	60	65
	全热	116	113	111	110	110	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
	散湿量	26	30	33	35	38	40	45	50	56	61	68	75	82	90	97
极轻劳动	显热	108	105	100	96	89	85	79	74	70	65	60	57	51	45	41
	潜热	34	36	39	43	47	51	56	60	64	69	74	77	83	89	93
	全热	142	141	139	139	136	136	135	134	134	134	134	134	134	134	134
	散湿量	50	54	59	64	69	76	83	89	96	102	109	115	123	132	139
轻度劳动	显热	117	111	106	99	93	87	81	75	70	64	58	51	46	39	35
	潜热	71	74	79	83	89	94	100	106	111	117	123	130	135	142	146
	全热	188	185	185	182	182	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181
	散湿量	105	110	118	126	134	140	150	158	167	175	184	194	203	212	220
中等劳动	显热	150	142	134	125	117	111	103	96	88	82	74	67	60	52	45
	潜热	86	94	102	111	117	123	131	138	146	152	160	167	174	182	189
	全热	236	236	236	236	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234	234
	散湿量	128	141	153	165	175	184	196	207	219	227	240	250	260	273	283
重劳动	显热	192	186	180	174	169	163	157	152	146	140	134	128	123	117	111
	潜热	215	221	227	233	238	244	250	255	261	267	273	279	284	290	296
	全热	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407	407
	散湿量	321	330	339	347	356	365	373	382	391	400	408	417	425	434	443

注：表中显热、潜热和全热的单位为 W，散湿量的单位为 g/h。

3. 设备冷负荷

在民用建筑（如住宅、办公、商店等）中，使用较多的是家用器具和办公电子设备。住宅中，散热设备如煤气灶、微波炉、电冰箱、热水器、电烤箱、电子消毒柜等，大多布置在不设空调的厨房内，这些设备同时使用系数较低，且厨房内设有排油烟罩可以排掉一部分散热量；设在卧室、客厅中的散热设备一般有电视机、个人电脑、传真机等，以上设备的散热量和散湿量见表 3-18。计算冷负荷时，以上两部分散热转换成冷负荷的相应值，也可按 $5 \sim 10\text{W}/\text{m}^2$ 选取。办公室中，诸如电脑、复印机、打印机等的散热量，可根据设备厂商提供的数据进行计算，如无具体数据也可见表 3-18。

4. 食物散热形成的冷负荷

住宅中餐厅平时用餐的人数很少，食物散热形成的冷负荷可以忽略不计。对于对外营业的餐厅，食物全热散热形成的冷负荷按每位就餐者 17.4W 考虑，其中，显热冷负荷为 8.7W ，潜热冷负荷为 8.7W ，食物散湿量可采用 $11.5\text{g}/(\text{h}\cdot\text{p})$ 。

5. 新风冷负荷

采用家用中央空调系统的建筑，其新风补充方式主要有以下几种：

- 1) 门窗的自然渗透；
- 2) 小型风机直接送风；
- 3) 新风经新风空调箱处理后送入室内；
- 4) 室外新风经换热式热回收系统处理后送入室内。

表 3-18 家用器具的散热量和散湿量

家用器具类型	设备功率/W	设备散湿量/(g/h)	设备散热量/W	
			显热散热量	全热散热量
电炉	3000	2100	1450	3000
	5000	3600	2500	5000
洗衣机	3000	2100	1450	3000
	6000	4200	2900	6000
吸尘器	200	—	50	50
电冰箱	100	—	300	300
	175	—	500	500
电熨斗	500	400	230	500
电视机	175	—	175	175
电咖啡壶	500	100	180	250
	3000	500	1200	1500
电吹风	500	120	175	250
	1000	240	350	500
电子消毒柜	1000	500	175	500
电子灶	2320	—	2320	2320
烤箱 600mm × 500mm × 350mm	2000	300	800	1000
双眼煤气灶	—	—	700	700
12L 煤气咖啡壶	—	500	1020	1460
PC 终端	—	—	200	200
复印机	—	—	300	300
打印机	—	—	300	300

通过门窗缝隙自然渗透的新风冷负荷和小型风机直接送风的冷负荷计算,按(3-9)式进行,其负荷全部由末端空调设备负担。

新风经新风处理箱处理后的冷负荷 CL 按下式计算:

$$CL = 0.28 L \rho_w (h_w - h_n) \quad (3-13)$$

式中 L ——新风量, m^3/h ;

ρ_w ——夏季空调室外干球温度下的空气密度,一般可取 $1.13kg/m^3$;

h_w ——夏季室外计算参数的比焓 (kJ/kg);

h_n ——夏季室内计算参数的比焓 (kJ/kg)。

常用的热回收设备有转轮式全热换热器、板式显热换热器、板翅式全热换热器、中间热媒式换热器和热管换热器等,更方便的还有集双向换气、能量回收和空气过滤为一体的双向换气机,安装、维修都较方便,以上产品均可根据工程特点和实际需要进行选用。

6. 空调系统的计算冷负荷

(1) 空调房间的计算冷负荷 空调房间计算冷负荷的确定方法是:首先将围护结构各项冷负荷按不同计算时刻进行累加,得出房间围护结构冷负荷的逐时值,然后取其中的最大值,再加上人体冷负荷、照明冷负荷、设备冷负荷和食物散热引起的冷负荷,最后得到空调

房间计算冷负荷。

(2) 空调建筑物的计算冷负荷 空调建筑物计算冷负荷应按下列情况分别确定:

1) 当空调系统末端装置不能随负荷变化而手动或自动控制时,应采用同时使用的所有房间最大冷负荷的累加值;

2) 当空调系统末端装置能随负荷变化而手动或自动控制时,应将同时使用的所有房间各计算时刻冷负荷累加,得出建筑物冷负荷的逐时值,然后取其中的最大值。

住宅建筑的空调负荷计算应充分考虑住宅使用的特殊性。按照人们的生活习惯,住宅各房间空调末端同时开启的可能性极小,一般是使用哪间房才开启哪间房的空调,因此其同时使用系数较低,可按 0.5~0.7 选取。

3) 空调系统计算冷负荷,应由下列各项组成:

① 建筑物的计算冷负荷;

② 新风计算冷负荷;

③ 风系统通过送回风管和送回风机产生温升引起的附加冷负荷;

④ 水系统通过水管、水泵、水箱产生的附加冷负荷。

对于家用中央空调系统,由于其风系统和水系统规模均很小,风系统、水系统的近似温升为 0.1~0.2℃,导致的冷负荷损失为 2%~4%。

3.5 冬季空调热负荷计算

空调热负荷的计算在原理上与采暖热负荷的计算是相同的,即采用稳定传热的方法。对于夏季使用单冷空调、冬季使用采暖的寒冷地区和严寒地区,可按《实用供热空调设计手册》的计算方法及步骤进行冬季采暖负荷的计算。对于冬季也使用空调设备的夏热冬暖地区、温和地区、夏热冬冷地区及部分寒冷地区,则进行冬季空调热负荷计算。一般来说,上述地区其夏季冷负荷均大于冬季热负荷,冬季热负荷计算结果在选用空调设备时作校核使用。

空调热负荷与采暖热负荷计算的差别是:采用的室外计算温度不同,外围护结构的传热系数不同;在空调房间有组织地送入新风而维持室内正压时,其冷风渗透引起的热负荷可以不计算。

冬季空调热负荷主要由以下 3 部分组成。

1. 围护结构的热负荷

围护结构包括外围护结构和内围护结构,即外墙、外窗、内墙、内窗、内门、屋面、楼板、顶棚、非保温贴土地面等。通过围护结构的温差传热形成的基本传热量按下式计算:

$$Q_j = KF(t_n - t_w) a \quad (3-14)$$

式中 Q_j ——通过供暖房间某一面围护物的温差传热量(或称基本耗热量),W;

K ——围护结构的冬季传热系数 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

F ——围护结构的传热面积 (m^2);

t_n ——冬季室内计算温度 ($^\circ C$);

t_w ——冬季室外计算温度 ($^\circ C$);

a ——温差修正系数,见表 3-19。

表 3-19 温差修正系数

围护结构及所处情况	a 值
外墙、外窗、平屋顶及直接接触室外空气的楼板等	1.00
带通风间层的平屋顶、坡屋顶闷顶及与室外空气相通不供暖地下室上面的楼板等	0.90
与有外门窗的不供暖楼梯间相邻的隔墙	
多层建筑	0.70
高层建筑	0.60
不供暖地下室上面的楼板	
当外墙上无窗户时	0.75
当外墙上无窗户且位于室外地坪以上时	0.60
当外墙上无窗户且位于室外地坪以下时	0.40
与有外门窗的不供暖房间相邻的隔墙	0.70
与无外门窗的不供暖房间相邻的隔墙	0.40
伸缩缝、沉降缝墙	0.30
抗震缝墙	0.70

除基本热负荷外，一些附加值或修正值也是必须考虑的因素，这些因素如下。

1) 朝向修正 β_{ca}

由于冬季太阳的辐射，对房间各朝向的热负荷产生影响，因而应进行朝向修正。

2) 风力附加 β_f

在《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ19—1987, 2001 版) 中明确规定：建筑在不避风的高地、河边、海岸、旷野上的建筑物，以及城镇、厂区内特别高出的建筑物，垂直的外围护结构热负荷附加 5% ~ 10%。

3) 高度附加 β_{hg}

由于室内温度梯度的影响，使得房间上部的传热量加大。因此规定：当房间净高度超过 4m 时，每增加 1m 附加率为 2%，但最大附加率不超过 15%。

其他还有两面外墙修正 β_{lw} ，窗墙面积比过大修正 β_m 和间歇附加 β_i ，各种附加（修正率）详见表 3-20 附加率表。

表 3-20 附加率表（修正率表）

冬季日照率大于 35%		冬季日照率小于 35%	
朝 向	朝向修正系数	朝 向	朝向修正系数
北、东北、西北	0% ~ 10%	东南、西南、南向	-10% ~ 0%
东、西	-5%	东、西向	不修正
东南、西南	-10% ~ -15%		
南	-15% ~ -30%		

考虑以上附加（修正）因素后的空调热负荷 Q_1 为：

$$Q_1 = Q_0 (1 + \beta_{ch} + \beta_t + \beta_{n1} + \beta_m) (1 + \beta_{rg}) (1 + \beta_j) \quad (3-15)$$

2. 新风热负荷或渗透空气带入室内的热负荷

当采用空调箱处理新风或通过门窗缝隙渗入新风时，其引起的热负荷 Q_2 为：

$$Q_2 = 0.28 c_p L \rho_w (t_n - t_w) \quad (3-16)$$

式中 c_p ——干空气的比定压热容， $c_p = 1.0056 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

L ——新风量或渗入空气量 (m^3/h)；

ρ_w ——冬季空调室外计算温度下的空气密度 (kg/m^3)；

t_w ——冬季空调室外计算温度 ($^\circ\text{C}$)；

t_n ——室内计算温度 ($^\circ\text{C}$)。

3. 外门开启进入冷风的耗热量

对于单元式住宅、办公等主要出入口为内门的建筑，外门开启进入冷风的耗热量可以不计。对于别墅、商业用房等外门为主要出入口的建筑，其外门开启进入冷风的耗热量计算方法见表 3-21。

表 3-21 外门开启进入冷风的耗热量计算

	短时间开启	较长时间开启
单层门	外门基本耗热量的 65n%	外门基本耗热量的 65n% × (1.5 ~ 2.0)
双层门	外门基本耗热量的 80n%	外门基本耗热量的 80n% × (1.5 ~ 2.0)
三层门	外门基本耗热量的 60n%	外门基本耗热量的 60n% × (1.5 ~ 2.0)

注：表中 n 为外门所在层以上的楼层数。

室内人员、灯光及家用器具产生的热量会部分抵消围护结构的热负荷，但对住宅建筑来说，此部分室内热源对热负荷的计算影响不大，可以不予考虑。对一些进深较大的办公室、餐厅及商场等，其室内热源对热负荷的计算有较大的影响，在空调设计中应该加以考虑并从热负荷中适量扣除。

随着技术的发展，近年来一些科研部门针对空调热负荷计算也进行了较为深入的研究，有的还提出了按不稳定传热进行计算的方法。对于居住建筑的空调设计来说，由于供热设计相对比供冷简单，经济性的影响也相对较小，因此若使计算复杂化，将大大增加设计工作量，而且空调热负荷的计算主要用来对空调设备选型进行校核，目前仍按稳定传热的方法进行计算为好。

3.6 空调负荷简易算法及估算指标选用

设计过程中特别是方案和初步设计阶段，建筑设计尚未定局，建筑分隔可能有所变动，建筑物的功能和建筑结构材料尚未确定，设计人员往往采用负荷估算指标进行负荷计算。在施工图设计阶段，根据规范要求，应对各空调房间进行逐项逐时的负荷计算。

参考文献 [16] 介绍了日本空气调和·卫生工学会规范《冷热负荷简易算法》(HASS112-1993)，认为该方法给出的冷负荷指标具有一定的科学性，比较符合实际，也很实

用,能满足大多数设计人员的需要。通过一个例题与国内常用的冷负荷系数法作对比计算,误差仅为5.8%,证明此种方法使用方便、结果可靠,而且是偏安全的,可以在工程中使用。有兴趣的读者可以参阅该文献。

为了方便读者和设计人员,表3-22列举了国内典型城市住宅空调房间的冷、热负荷指标,供空调负荷估算时选用。

表 3-22 典型城市住宅冷热指标

区 域	夏季室外计算参数		冬季室外计算参数		夏 季 冷指标 / (W/m ²)	冬 季 热指标 / (W/m ²)	典 型 城 市
	干球温度/℃	湿球温度/℃	干球温度/℃	湿球温度/℃			
一区	34.1~35.8	18.5~20.2	-23~-28	63~80	65~75	110~120	乌鲁木齐、哈密、克拉玛依
					75~80	140~160	
二区	29.9~31.4	20.8~25.4	-22~-29	56~74	65~75	105~125	哈尔滨、长春、沈阳、呼和浩特
					70~80	140~160	
三区	30.5~31.2	20.2~23.4	-13~-18	48~64	75~85	110~130	太原、兰州、银川
					80~90	135~160	
四区	28.4~30.7	25~26	-9~-14	58~64	85~90	95~115	青岛、烟台、大连
					90~95	120~140	
五区	33.2~35.6	26~27.4	-7~-12	45~67	95~100	90~110	北京、天津、石家庄、郑州、西安、济南
					100~110	110~130	
六区	33.9~35.5	23.2~28.5	-7~2	73~82	100~110	65~100	武汉、长沙、合肥、南京、南昌、上海、杭州、桂林、重庆
					115~130	80~120	
七区	25.8~31.6	19.9~26.7	-3~2	61~80	65~95	70~85	贵阳、昆明、成都
					75~110	85~105	
八区	32.4~35.2	27.3~28.3	4~10	70~85	100~105	40~60	福州、厦门、深圳、广州、海口、南宁、台北、香港
					110~115	50~70	

注:1. 表中一、二区为严寒地区,三、四、五区为寒冷地区,六区为冬冷夏热地区,七区为温和地区,八区为冬暖夏热地区。

2. 冷、热指标以空调面积为基准,选用空调末端设备时应考虑1.2的间歇使用系数和1.2的邻室无空调时内维护结构负荷附加系数。

3. 冷、热指标上栏为标准层指标,下栏为顶层指标

对于办公、餐饮、商店、娱乐用房等建筑,可以根据下面列出的空调冷负荷指标统计值选用:①办公为90~140W/m²;②餐饮为200~350W/m²;③商店为150~250W/m²;④娱乐用房为200~350W/m²。

第4章 家用中央空调系统设计

家用中央空调系统的设计主要包括以下内容：空调系统冷热负荷的确定、空调方式的选择和空调设备的选型、空调管路系统的设计和空调系统控制方式的确定。

4.1 空气源热泵冷热水空调系统的设计

1. 系统冷热负荷的确定

冷热水空调系统的末端空调设备，均能根据室温变化进行调节控制。在住宅中，所有末端设备同时使用的可能性很小，计算系统的总冷负荷时，应根据用户的要求及使用性质考虑不同的使用系数。供热时，则应根据不同的供热方式来选取同时使用系数及考虑户间传热的影响。

2. 设备选择

冷热水空调系统的冷、热源形式很多，应根据本地区的气象条件和能源供应状况进行合理的选择，如空气源热泵冷热水机组、空气源单冷机组+热水炉、空气源单冷机组+城市热源等。室内末端设备一般为风机盘管和空调箱。

(1) 冷热源的选择 冷热源的选择应考虑以下因素：

- 1) 本地区的气象条件。
- 2) 本地区的供电、供热、燃油、燃气供应情况及价格。
- 3) 空调主机的使用范围和使用条件。
- 4) 建筑物的建筑结构类型及用户的使用要求。

选用空气源热泵机组时，应按当地最佳平衡点来选择，最佳平衡点选择机组的一般步骤为：

- ① 计算最佳平衡点温度下的建筑物热负荷。
- ② 把该平衡点温度下的供热量，换算到标准工况下的制热量选择空气源热泵冷热水机组。
- ③ 通过查询生产厂家的样本或技术资料，求得该机组在冬季空调设计工况下的制热量，并由设计热负荷求得辅助热源的容量。
- ④ 通过查询生产厂家的样本或技术资料，求得该机组在夏季空调设计工况下的制冷量，如果不能满足空调冷负荷的要求，则应补充辅助冷源，考虑到冷机布置的方便，一般选用风冷单冷机组作辅助冷源。

按此方法选择机组，一般来说不会存在夏季空调设计工况下热泵机组所提供的冷量远大于空调设计冷负荷的情况。为了让广大设计人员方便地了解我国适用空气源热泵各地区的辅助热源、热泵机组、辅助冷源的容量配比情况，文献[25]在统计各地区冬夏空调计算温度、冷热负荷指标和分析空气源热泵机组、风冷单冷机组特性的基础上，针对辅助热源为电锅炉，给出了宾馆类、办公楼类、商场类建筑中按最佳经济平衡点得出的辅助热源、热泵机组、辅助冷源在设计工况下的配比情况。居住类建筑可参照宾馆类建筑进行选用。

以燃气锅炉作辅助热源的情况可参考相关文献。这里没有给出最佳能量平衡点来选择机组的情况，这是因为最佳能量平衡点偏低的缘故，即基本不用辅助热源，但这样初投资较

高、设备利用率偏低，不经济。在实际工程设计中，以什么方法更经济合理地实现空调和采暖，应考虑设备的初投资、使用寿命、运行费用等，还应结合当地能源及设备的价格等实际情况，进行综合分析计算，并应该考虑能源的消耗和对环境的保护。

表 4-1 宾馆类建筑在冬季空调设计温度下辅助热源、空气源热泵机组的容量配比情况

城市名称	北京	济南	郑州	南京	武汉	上海	长沙	南昌	成都	重庆	广州
设计温度/℃	-12	-10	-7	-6	-5	-4	-3	-3	1	2	6
最佳经济平衡点	-7	-4	-4	-1	2	1	6	6	2	6	6
热泵提供热量 (%)	67.1	62.1	64.5	67.5	57.1	67.1	56.9	66.9	92	70.2	100
辅助加热量 (%)	32.9	37.9	35.5	32.5	42.9	32.9	43.1	33.7	8	29.8	0

表 4-2 宾馆类建筑在夏季空调设计温度下辅助冷源、空气源热泵机组的容量配比情况

城市名称	北京	济南	郑州	南京	武汉	上海	长沙	南昌	成都	重庆	广州
设计温度/℃	33.2	34.8	35.6	35	35.2	36.4	35.8	35.6	31.6	36.5	32.8
最佳经济平衡点	-7	-4	-4	-1	2	1	6	6	2	6	6
热泵提供冷量 (%)	76.2	60.7	63.2	53.2	41.3	46.6	40.4	30.3	54.1	36.2	0
辅助供冷量 (%)	23.8	39.3	36.8	46.8	58.7	53.4	59.6	69.7	45.9	63.8	100

如果空调系统是采用单冷机组 + 燃油（燃气）热水炉或城市热网冬季供热方式，则应按冬季热负荷选择燃油（燃气）炉容量或热网供热量，并应配置热水循环泵。热水炉在供暖的同时还可提供卫生热水。考虑到成本及可靠性问题，一般应由热水炉自带循环水泵，当然此时应根据水系统的布置情况对水泵扬程进行复核，以保证冬季供热的正常运行。

家用直燃溴化锂空调机组采用燃气作为能源，噪音小，对环境的污染小，并且可以同时提供卫生热水，这种系统还具有良好的负荷调节性能。

(2) 风机盘管和空调箱的选择 风机盘管的选择步骤如下：

1) 根据装饰要求确定风机盘管的形式。

2) 根据房间的冷负荷（包括全热和显热），一般按风机盘管的中档风速时的供冷量来选择风机盘管型号，也可按高档风速时供冷量的 80% ~ 85% 来选择。

3) 校核冬季加热量是否满足房间冬季供热要求。

空调箱应根据空气处理过程的计算结果（风量和冷量）进行选择。家用中央空调系统中，大多采用薄型吊式空调箱，以节省有限的空间。

3. 空气源热泵机组的除霜

空气源热泵冷热水机组无疑是此种系统的首选和应用范围最广的。然而由于众所周知的原因，空气源热泵的应用受到气候条件的约束，在热泵技术较为领先的日本曾有“采暖度日数 HDD < 3000”的推荐使用标准，在我国使用范围曾一度划定在长江中下游地区，目前指导工程设计的各种文献将冬季室外计算温度 $t_w = -3^\circ\text{C}$ 定作最低线。然而在过去的 10 多年里，其应用范围向北扩展的趋势是显而易见的，西安、烟台、北京等城市都多有应用。日本大金公司则开发出了完全不用电辅加热可确保 -18°C 稳定制热的家用、商用空调产品。这一方面体现了这一类产品的需求旺盛，另一方面则归因于技术进步改善了产品的制热能力，因此我们有理由相信随着空气源热泵技术研究的深入，在我国应该存在其应用范围向北扩展的可能。

性和技术可行性。

文献 [18] 提出了计算空气—水热泵干湿工况转变临界湿度和结霜临界湿度的方法，建立了求解这两个临界相对湿度的空气源热泵模型，求解出不同的出水温度和不同的空气温度下的这两个临界湿度值，绘制出使用空气—水热泵时的结霜区域和干工况区域。45℃出水时，空气源热泵机组运行时的结霜区域和干工况区域的分界线，如图 4-1 所示。这条分界线大致沿着拉萨—兰州—太原—石家庄—济南。此线以北区域空气源热泵运行时，不会结霜；而此线以南，机组都存在不同程度的结霜。根据该模型计算出的干湿工况转化图，还可以作出其他出水温度下的结霜区域划分线，当出水温度大于 45℃时，相同干球温度下的临界结霜相对湿度更高，根据我国气候特点，分界线应该向南移动；温度小于 45℃时，分界线位于 45℃分界线以北。不同出水温度条件下的分界线在地理上差距较小。



图 4-1 我国部分城市冬季空调设计室外参数

根据上述冬季结霜分界线来看，此线以北由于温湿度较低，影响热泵冬季使用的不是机组结霜的问题，而是机组在低温下的性能系数。而在沿线以南，机组存在结霜的问题，这时机组的能效比和结霜程度都应该研究。表 4-3 列出了 45℃出水时临界湿度下热泵机组的能效比。从 7 ~ -25℃，机组的制热量迅速下降，-10℃时的制热量只有 7℃时的 55%，到 -25℃的制热量只有 7℃时制热量的 23%。从 7 ~ -25℃，能效比也有大幅度的下降。工况转变分区线以北地区，虽然机组不会处在结霜工况，但是由于气温较低，机组的制热量较小，能效比也不高，从而对于热泵机组的使用应该谨慎。

在空气源热泵机组的结霜机理方面近些年也进行了相关的实验研究，研究表明，空气侧换热器结霜过程中，不仅霜的厚度发生变化，霜的密度也在变化，刚开始结霜时，结霜量主要是增加霜的厚度，而密度变化很小。随着时间的推移，霜的厚度增加减缓，而密度变

表 4-3 空气温度和机组的制热量与能效比

空气温度/℃	7	4	0	-5	-10	-15	-20	-25
制热量/kW	203.78	185.16	165.05	138.78	112.84	89.86	67.44	47.15
EER	3.11	2.98	2.85	2.68	2.52	2.38	2.24	2.13

化增加,而且霜的密度随着时间呈抛物线规律变化。文献 [19] 给出了在六组不同计算工况下结霜的实验研究结果(表 4-4)。图 4-2 为空气温度一定(0℃)时,不同相对湿度(65%、75%、85%)下结霜速率随时间的变化。由图可见,相对湿度越高,结霜速率越大。结霜速率越大,融霜的时间间隔越短。目前,空气源热泵冷热水机组的融霜普遍采用时间-温度控制法,此方法是当空气侧换热器翅片温度达到设计值并且与上一次融霜时间的间隔也达到设计值时,融霜开始。因此研究结霜速率随时间的变化,以正确地确定融霜时间间隔,才能提高时间-温度控制法的融霜效果。图 4-3 为空气温度一定(0℃)时,不同相对湿度(65%、75%、85%)下霜密度的变化。由图可见,随着时间的增加,霜的密度不断增加,在工况 A 的条件下,结霜 2h 后,霜密度可从 50kg/m^3 增加到 300kg/m^3 。图 4-4 为相对湿度一定(65%)时,不同空气温度(0℃、-4℃)下霜密度的变化。由图可见,0℃(工况 A)霜密度的变化略大于 -4℃时(工况 D)霜密度的变化。图 4-5 为空气温度一定(0℃)时,不同相对湿度(65%、75%、85%)下霜厚度的变化。由图可见,随着时间的增加,霜的厚度迅速增加,而且相对湿度越大,霜厚度增加越快。在该计算工况下霜厚度达到 0.5mm 左右时,应开始融霜。图 4-6 为相对湿度一定(75%)时,不同空气温度(0℃、-4℃)下霜厚度的变化。由图可见,0℃、75%(工况 B)下,运行 60min 就需要融霜,而 -4℃、75%工况(工况 E)下,则运行 115min 才需融霜。

表 4-4 六组不同计算工况

工况编号		空气温度/℃	相对湿度 (%)	风量/ (m^3/h)	蒸发温度/℃	过热度/℃	冷凝温度/℃	过冷度/℃	制冷剂流量/ (kg/s)
1	A	0	65	1062	-13	5	50	5	0.0096
	B	0	75	1062	-13	5	50	5	0.0096
	C	0	85	1062	-13	5	50	5	0.0096
2	D	-4	65	1062	-17	5	50	5	0.00816
	E	-4	75	1062	-17	5	50	5	0.00816
	F	-4	85	1062	-17	5	50	5	0.00816

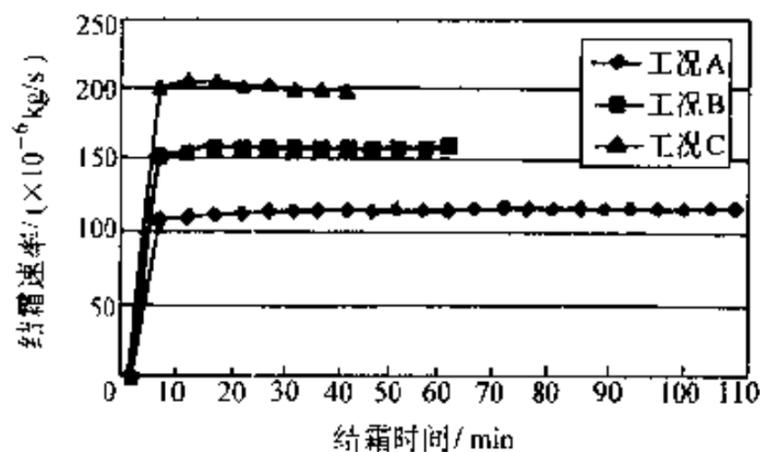


图 4-2 结霜速率随时间的变化

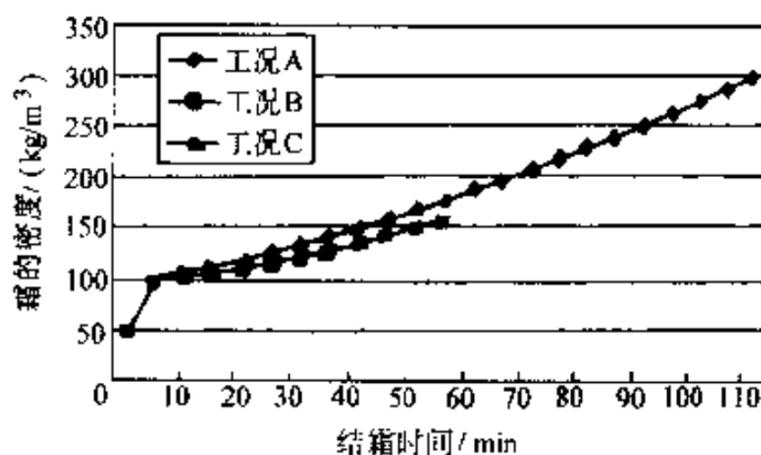


图 4-3 不同相对湿度下霜密度的变化

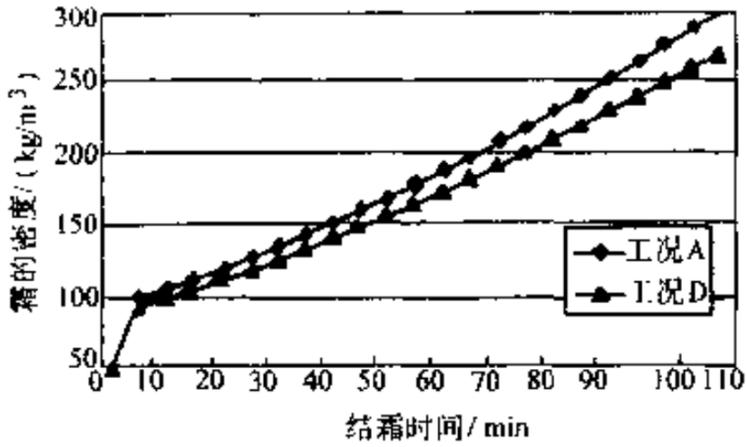


图 4-4 不同温度下霜密度的变化

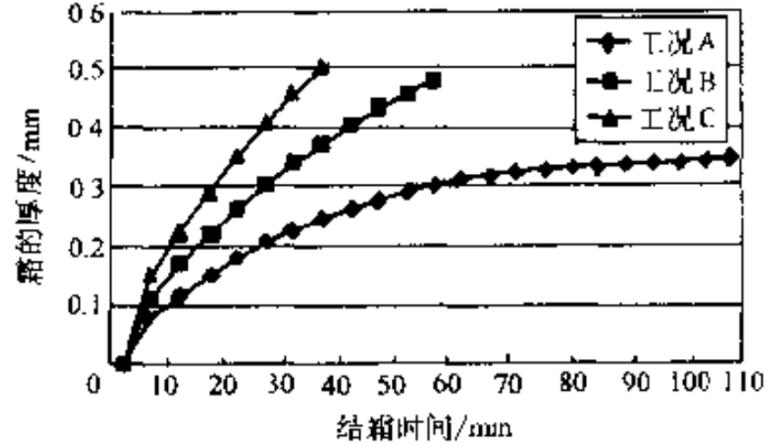


图 4-5 不同相对湿度下霜厚度的变化

上述计算结果表明,在不同的工况下,空气侧换热器的结霜情况是不同的。在空气温度一定时,相对湿度越大,结霜越严重,融霜的时间间隔越短;在空气相对湿度一定时,0℃工况的结霜比-4℃工况的结霜严重。而且计算出了不同工况下融霜的时间间隔,为采取有效的除霜控制方法提供了依据。

低温条件下作制热运行时的除霜,就是为了防止因霜层积聚恶化蒸发器的换热过程。显然,

空气源热泵冷热水机组除霜控制方法的时间控制法和时间-温度控制法是不符合霜厚度随时间的变化规律的。同样,许多生产厂家虽采用时间-温度控制法,但还是采用统一固定的除霜启动值和除霜时间值,因此由于空气温度、相对湿度的不同,结霜的厚度不同,除霜效果也就不一样。结霜规律的正确预测和掌握,才是保证除霜效果良好的前提。理想的除霜程序应该是既能在霜层积聚时及时除霜,又不在无霜时作无效除霜运行。目前常用的融霜方法除时间控制法、时间-温度控制法外,还有旁通除霜法、压差控制法,变频压缩机和电子膨胀阀的热泵机组的显热除霜法以及 MP99 电脑除霜、智能除霜、模糊除霜等等,研究可靠的有效除霜技术,是发展和推广家用中央空调系统的关键技术。

4. 空气源热泵机组变频技术

随着人们生活水平的提高,对工作和生活环境的舒适性要求也越来越高,空调系统在人们的日常生活中扮演着越来越重要的角色,但是空调是耗能产品,无论从国内还是国际上,能源问题都不能忽视,因此,集舒适性和节能于一身的变频空调器也越来越为广大用户所接受。变频压缩机的使用,增加了系统的可调控参数,提高了空调器部分负荷时的性能,用变容量的柔性控制代替了起停控制,减少了系统对电网的冲击和室内温度的波动,从节能和舒适性的角度都比定速空调器有着明显的提高。

家用中央空调随着具体使用要求、使用条件的不同,热负荷差异较大,这就要求家用中央空调的能量调节能力能够与热负荷变动范围大这一特点相适应,现在市场上销售的大多数空气源机组的能量调节均只能通过开停压缩机来实现,当空调热负荷较小、空调水系统容量也较小时,容易出现压缩机的频繁开停,由于压缩机的起动电流较大,因而使得运行功耗增加。而且经常开停压缩机对制冷系统高低压侧的压力经过一段时间才会达到平衡,平衡时高压侧的

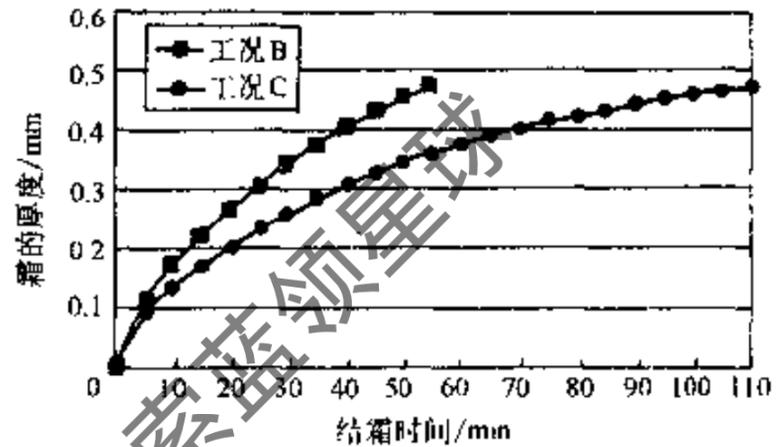


图 4-6 不同温度下霜厚度的变化

的制冷剂与低压侧的制冷剂混合也会产生不必要的冷量损失。此外，开停机过于频繁也会缩短压缩机的使用寿命。近年来，随着空调技术的进步，在家用中央空调产品上已出现多种能量调节方式，应用较多的方式有：① 制冷系统采用多个定速（定输气量）压缩机组合；② 制冷系统采用变输气量压缩机与定速压缩机组合；③ 制冷系统采用变频压缩机与定速压缩机组合；④ 多个制冷系统组合。对于多个制冷系统组合而成的机组，能量调节能力随系统数量、压缩机种类的不同有着较大的差别，采用定速（定输气量）压缩机系统组合只能实现能量分配调节，如采用变频压缩机系统与定速压缩机系统组合则能实现能量连续调节。因此，如产品采用模块化结构，设计相关规格的变频单元和定速单元，通过多种组合方式，还可形成能量可连续调节的系列产品。

变频压缩机和定速压缩机的组合能够适应家庭用户热负荷差异大、能量调节范围宽的使用要求，制冷（热）迅速，系统水温波动小。除霜时水温下降幅度小，部分负荷时能效高，而且能够实现大容量机组的连续能量调节。其制冷系统原理图见图 4-7。

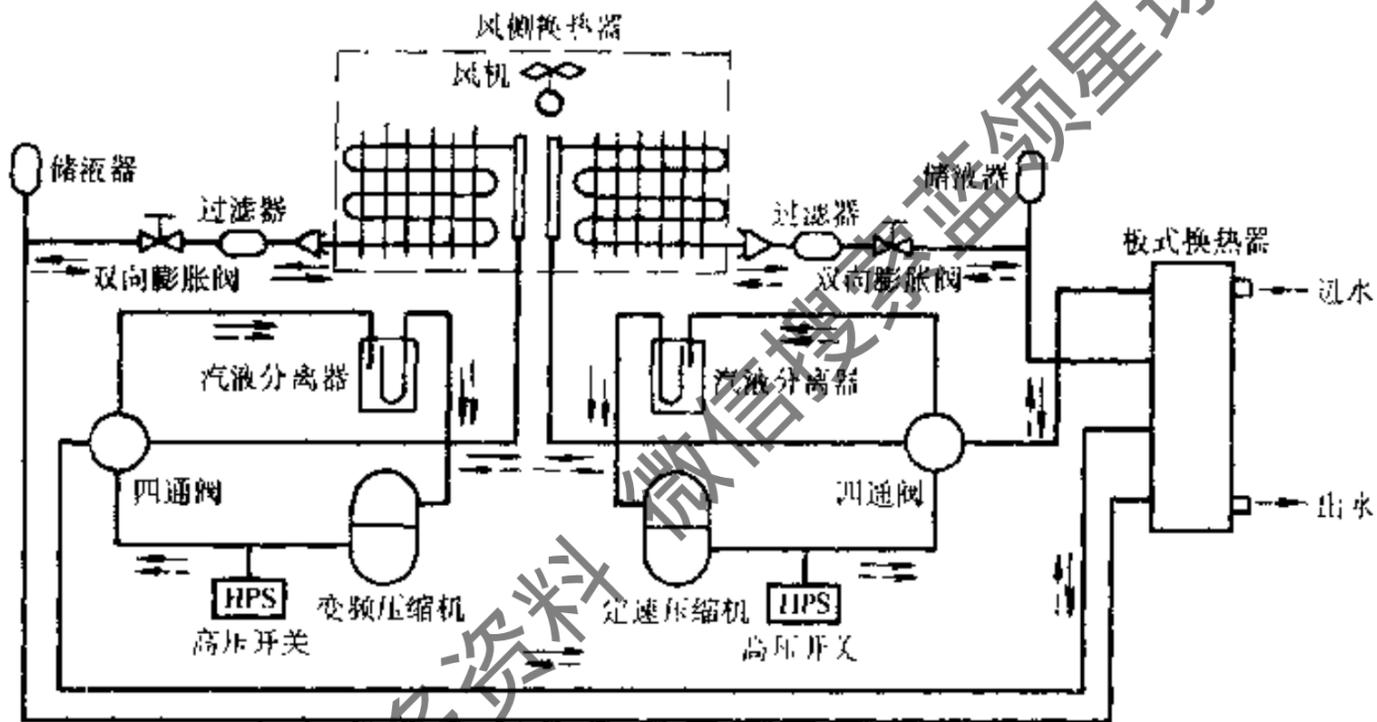


图 4-7 变频空调制冷系统原理图

(1) 能量调节范围宽。当空调的热负荷较大时即设定值与回水温度差较大时，变频压缩机和定速压缩机全部运转，差值越大，变频压缩机运转频率越高，反之，则以低速运转；随着机组的运行，回水温度逐渐接近设定温度，变频压缩机的运转频率也随之逐渐降低，当回水温度与设定温度的差值小于某一数值时，定速制冷系统的压缩机停机，只有变频压缩机系统运行，压缩机的转速也随该温差的大小而变化，当回水温度与设定温度相等时压缩机停机。由于两个制冷系统共用一个水系统，冷冻水带走的冷量是整个机组（两个制冷系统）总的制冷量，因此，机组产生总制冷量便随热负荷大小而自动、连续调节，机组制冷量变化及运行状态如图 4-8 所示。采用变

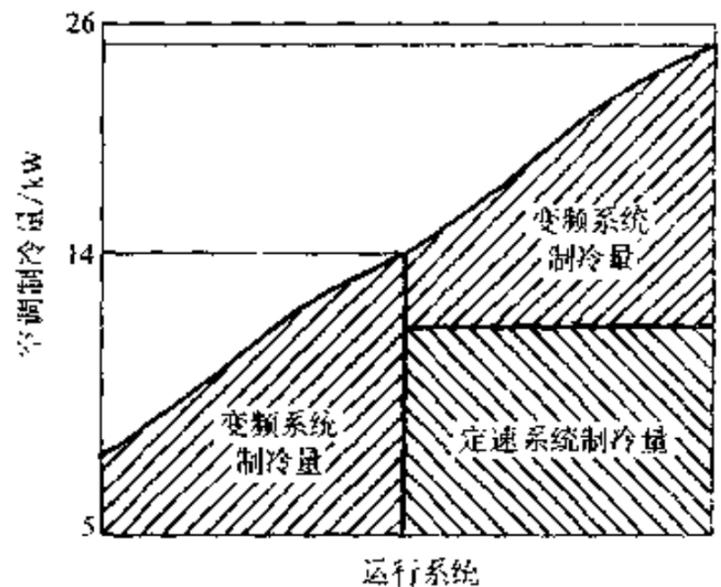


图 4-8 空调整冷量与热负荷的适应关系

变频技术,使得系统能在较宽的负荷范围内(40%~120%)高效运行,特别是在气温较低条件下能够通过提高压缩机的供电频率来增大压缩机出力,部分地缓解供热能力衰减的势头。

(2) 制冷(热)迅速 小型容积式冷热水机组用水做载冷剂,水系统中有一定的水容量,空调从起动到水温达到设定值需要一段时间,由于采用了变频技术,因而具备变频空调制冷(热)迅速的特点,起动时设定温度与回水温度相差最大,定速压缩机运行,变频压缩机以高频运行,能有效的、迅速降低室内温度。另外,空调机组的制冷(热)量、室内热负荷均随环境温度的变化而变化,两者的变化趋势相反,对于采用变频系统与定速系统组合的空调系统,通过控制变频压缩机的运转频率可以使机组的总制冷量与热负荷的变化趋势相同(图4-9),满足用户的使用要求。

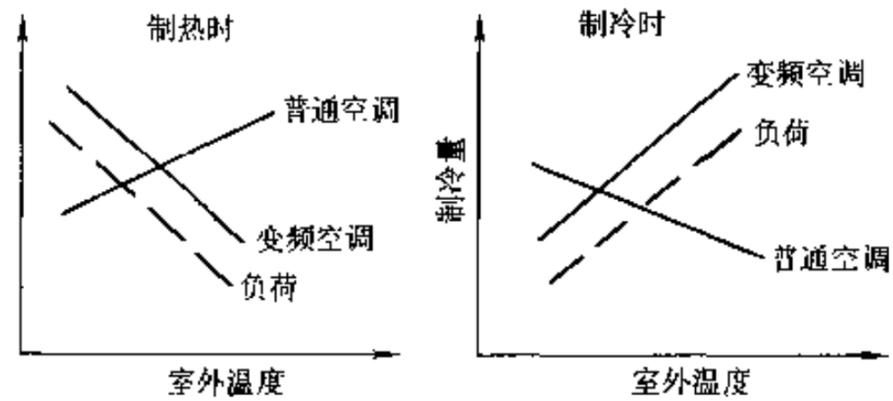


图4-9 制冷量与热负荷的变化

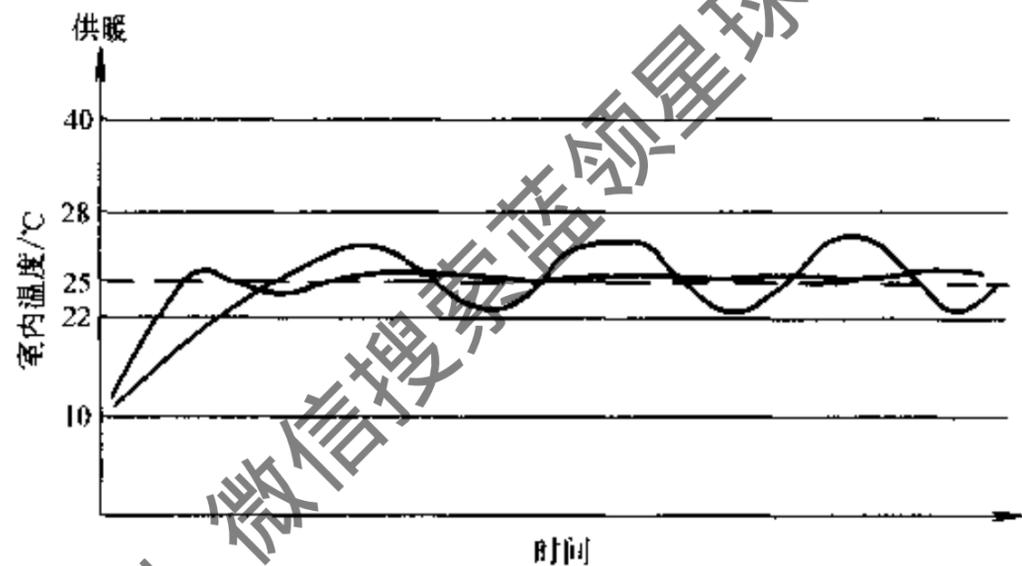


图4-10 室温波动比较

(3) 水温波动小 如前所述,定速制冷系统的能量调节是通过控制压缩机的开停来实现,实际使用时除容易出现开停机频繁外,冷(热)水温度也随开停机而波动。采用变频系统与定速系统则可以很好地维持水温在较小的范围内波动,这样可以很好地保持室内温度的恒定,如图4-10所示,从而提高了空调的舒适性。

(4) 除霜时水温下降幅度小 变频技术的应用能在机组除霜时最大限度减小水温的下降幅度,并且缩短除霜时间。在定频系统或变频系统满足进入除霜条件时,变频压缩机均开始以20Hz升频至100Hz运行,同时相应系统进行除霜。在满足退出除霜条件时,相应系统退出除霜工况,经一定延时后变频压缩机转入常规控制方案。在两系统同时满足进入除霜条件时,变频系统优先进入除霜工况。如一系统除霜尚未完成另一系统又满足进入除霜条件时,待前者完成后后者再进入除霜工况。其原因为:①变频压缩机除霜迅速快捷;②变频系统结束后将为定频系统进行除霜作好准备,能够最大限度的阻止水温下降。

(5) 部分负荷时能效高 毛细管、热力膨胀阀因其具备使用方便、价廉等优点在小冷量制冷系统中得到了广泛的应用。许多家用中央空调厂家一方面考虑到降低成本的因素,另一方面又限于技术水平大多采用了两种节流方式的组合。在这种方式下不可避免的存在变工况、变负荷条件时性能低下、系统EER不高等不足。尤其是在变频系统中,热力膨胀阀也无法满足制冷剂流量变化范围大、变化快的要求。

在家用中央空调中采用将热力膨胀阀应用于定频系统而将电子膨胀阀应用于变频系统进行调节的组合是较为合理的。对于制冷系统的控制来说，首要的任务是使系统运行在安全状态，在保证这一前提的条件下，尽可能地使系统运行在最高效状态，这其中节流机构起着很大的作用。电子膨胀阀可以随制冷量的大小精确地调节制冷剂流量；使从蒸发器出来的蒸气过热度保持很小（0~2℃）；在冬季除霜循环中，电子膨胀阀可以及时地达到除霜所需要的开度，采用电子膨胀阀可以有效地适应负荷变化，提高机组部分负荷的性能系数。日本大金VRV和上海开利的30AQ—A空气源冷热水机组采用的节流装置均为电子膨胀阀，据介绍在低负荷下的运转效率较采用热力膨胀阀的机组高28%，温度控制可达+0.1℃精度。图4-11为智能变频空调机组能耗曲线，在设计满负荷时，功耗量为100%，在部分负荷时，功耗会快速下降，而在家庭使用中，90%以上的时间是部分负荷使用，所以变频机组的实际能耗比定速机组小很多。图4-12为智能变频空调机组的能效比曲线，从图中可看到，变频机组在部分负荷时，能效比很高，在设计满负荷的45%能效比高达3.8，对家用中央空调用户来说是高效节能的。

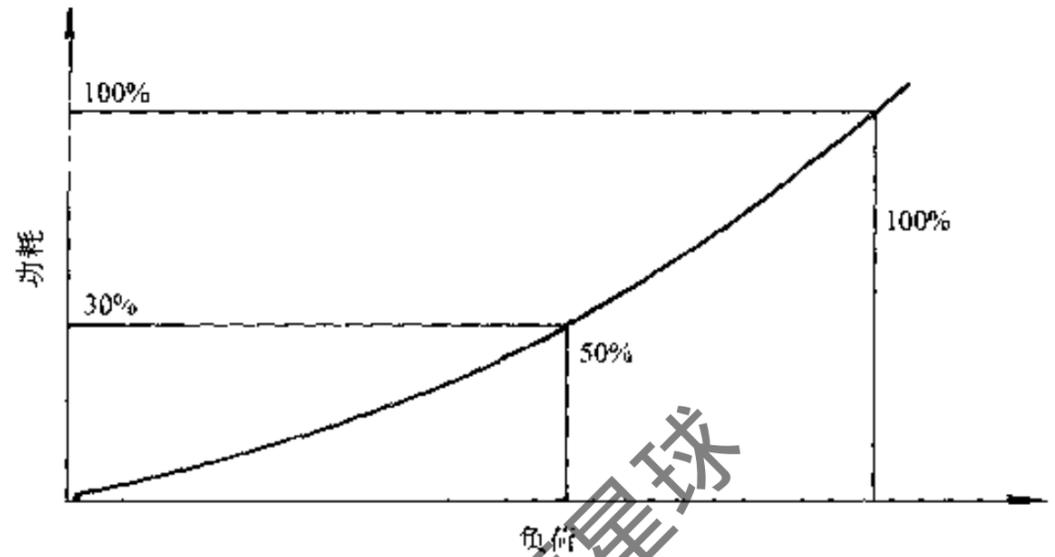


图 4-11 智能变频机组能耗曲线

图 4-12 为智能变频空调机组的能效比曲线，从图中可看到，变频机组在部分负荷时，能效比很高，在设计满负荷的45%能效比高达3.8，对家用中央空调用户来说是高效节能的。

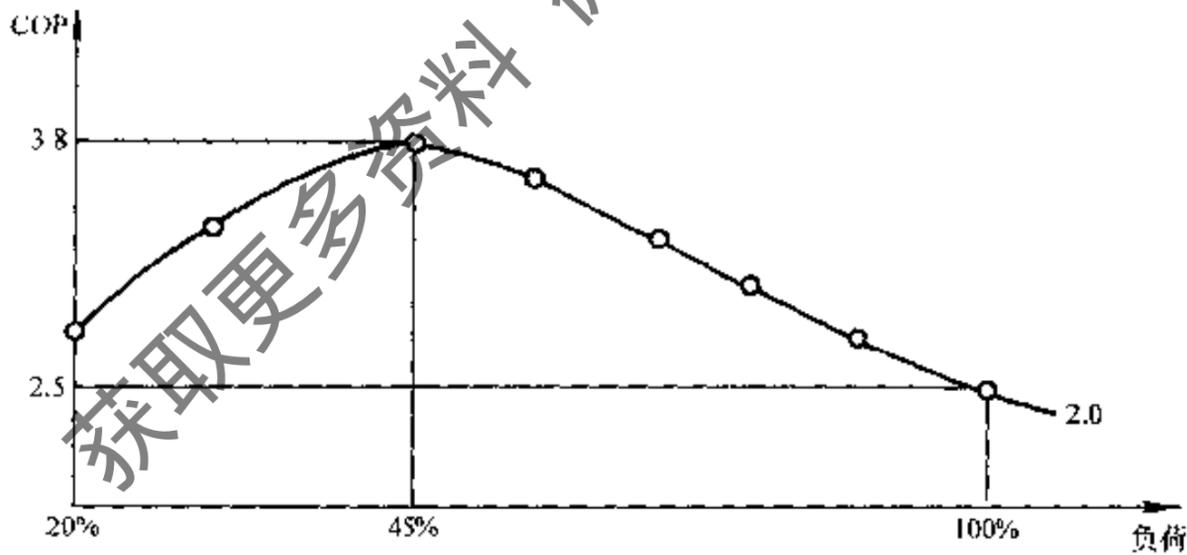


图 4-12 智能变频机组能效比曲线

(6) 容易实现大容量机组的连续能量调节 家用中央空调的制冷量较大，机组只采用一台大规格的变频压缩机不现实，除受压缩机限制外，还需要增加与之配套的电气部分的成本和功耗，采用变频系统与定频系统组合的小型中央空调机组，使用较小规格的变频压缩机和不同数量、不同规格的定速压缩机组合，即通过不同的模块单元组合，除可以较为灵活地扩展外，还容易实现大容量机组的制冷量的连续调节。

(7) 避免对供电电网的冲击和干扰 图 4-13 给出了定速压缩机制冷运行过程电流曲线和变频压缩机制冷运行过程电流曲线的比较，在运行过程 A 段：定速压缩机启动时，瞬时

电流最大值为额定运转电流的 7 倍以上，变频压缩机可以零电流、零电压缓慢启动。B 段：温度未下降到设定值时，定速压缩机和变频压缩机运行在额定转速和额定电流状态。C 段：当温度达到设定温度后，变频压缩机降低电流，并在以后整个运行中以较低的制冷量维持房间温度。D 段：当温度低于设定温度 ΔT （通常为 2°C ）后，定速压缩机停机。E 段：当温度回升到高于设定温度 ΔT （通常为 2°C ）后，定速压缩机启动，重复上述运行过程。由此可见，应用变频技术的空调机组在高效节能运行的同时，启动更加稳定、动力损失也相对较小，并且降低了对供电系统的干扰。

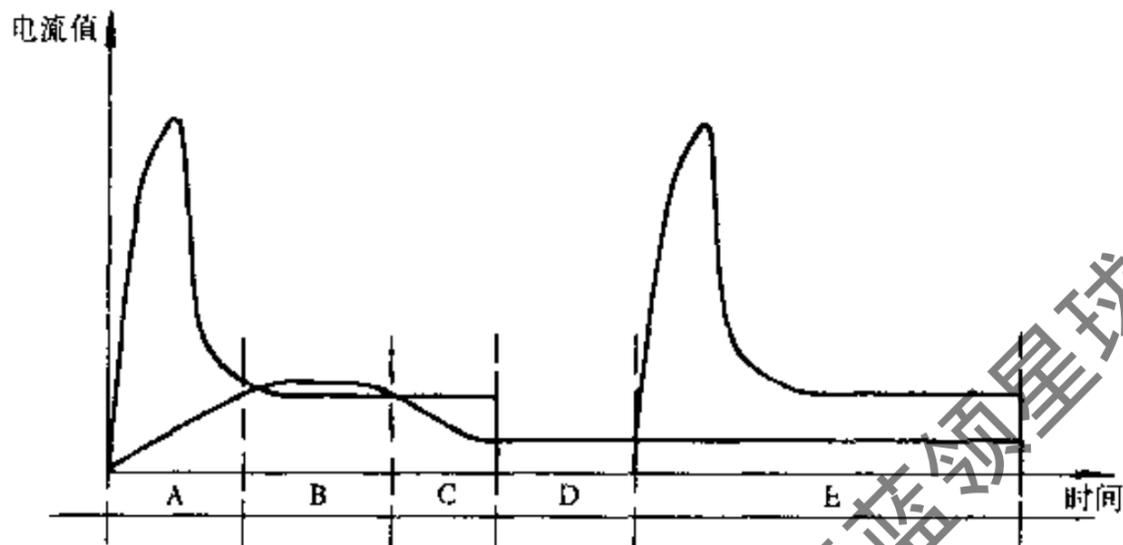


图 4-13 电流曲线比较

当然在采用变频技术时，由于变频而产生的多次谐波会对供电网产生较大的干扰，尤其是三次谐波和五次谐波的影响最大。因此，变频空调机组均采用高性能的扼流器等技术，以减小对电网的影响。

变频压缩机和定速压缩机组的变频机组不仅能适应家庭用户热负荷差异大、能量调节范围宽的使用要求，而且具有明显的节能性，并且对增加机组使用寿命、提高房间的舒适性和降低噪声均有好处，是家用中央空调发展中值得大力提倡的一种方式。

5. 水系统热稳定性问题

热泵机组和单冷机组的压缩机为定速压缩机时，因为空调系统的水容量较小，将存在空调水系统的热稳定性问题。水系统热稳定性是指单位时间内在热干扰作用下，水系统本身存在温度波动。一般来讲，单位时间内在一定的热干扰作用下，水系统温度波动小，称为水系统热稳定性好，反之，水系统热稳定性差。

配有定速压缩机的空调系统，能量调节一般均通过开停压缩机来实现。部分负荷下，压缩机运行很短时间，系统水温就达到设定温度，此时压缩机停机；当水系统容量较小时，很短时间，系统水温就会偏出温度设定范围，压缩机又必须开机，从而造成压缩机频繁开停，既增加了功耗，又影响主机的使用寿命。并且，冬季除霜时造成系统水温降过大，影响供热效果，形成吹冷风的现象。变频压缩机和定速压缩机组的空调系统，主机能自动与室内负荷相匹配，水系统的热稳定性问题不突出，但水系统容量过小，在变频压缩机和定速压缩机衔接的负荷盲区也会造成压缩机的多次起停。

系统的水容量越大，则系统的热稳定性越好，反之，系统的热稳定性越差。但如系统水容量过大，又会造成蓄能循环水箱体积庞大，影响首次开机时和长期停机后的制冷（热）速度。因此，水系统设计时，应该校对计算系统水容量是否满足系统热稳定性要求。

(1) 系统水容量的计算 系统的水容量为管道水容量与设备水容量之和。管道水容量按下式计算：

$$M = \sum_{i=1}^n q_i L_i \quad (4-1)$$

式中 M ——系统的水容量 (kg)；

q_i ——某管径水管每米长水容量 (kg/m)；

L_i ——某管径水管的长度 (m)。

表 4-5 常用水管数据

管径 /mm	最大流速 / (m/s)	摩阻 / (Pa/m)	流量 / (m ³ /h)	$\Delta t = 4^\circ\text{C}$ 时负荷 /kW	$\Delta t = 5^\circ\text{C}$ 时负荷 /kW	水容量 / (kg/m)
DN15	0.5	390	0.55	1.63	2.04	0.196
DN20	0.6	370	0.77	3.58	4.48	0.356
DN25	0.7	360	1.44	6.70	8.37	0.572
DN32	0.7	350	2.53	11.77	14.71	1.007
DN40	0.9	360	4.28	19.91	24.89	1.320
DN50	1.0	290	7.94	36.94	46.17	1.964
DN70	1.1	260	14.38	66.90	83.62	3.421
DN80	1.3	290	23.82	110.81	138.4	5.153

(2) 系统热稳定性要求 综合室内环境的舒适度、主机的使用寿命、系统的造价和工程实施的可能性等因素，对家用中央空调系统热稳定性要求如下：

- 1) 夏季运行时，主机停机 10min，要求供水温度升高小于 5°C ；
- 2) 冬季运行时，主机除霜时间为 5min 时，要求系统供水温度降低小于 3°C ；
- 3) 系统最小水量要求

根据热稳定性要求和热平衡方程，可按下式分别计算冬、夏季空调系统对水容量的最小要求：

$$M = Q\tau / (c_p \Delta t) \quad (4-2)$$

式中 Q ——末端设备的供冷或供热量 (kW)；

τ ——热稳定性时间 (s)，夏季 $\tau = 600\text{s}$ ，冬季 $\tau = 180\text{s}$ ；

c_p ——水的比定压热容，[kJ/(kg· $^\circ\text{C}$)]；

Δt ——水的温度波动要求值 (夏季 $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ ，冬季 $\Delta t = 3^\circ\text{C}$)。

当系统水容量不能满足要求时，应加大系统立管管径或增加一个蓄能水箱。

6. 室内外机的布置及设计

家用中央空调的方式和设备选型确定后，空调室内机布置时应充分考虑到温度分布、气流分布检修、安全性等方面的事项，并应与建筑物配合得当。空调设备设置的场所 (室内、室外、阳台等) 和建筑构造 (方位、设备预留通道等) 及住户的房间布置 (窗、家具和位置等) 之间的关系应在设计图纸上清晰地标示出来。国家和地方法规的规定也应在空调设备的布置和设计中得到严格地执行。表 4-6 为空调设备布置时的相关注意事项。

7. 系统水管路设计

家用中央空调系统一般都较小，相对于大型中央空调系统，水系统的设计要简单，但绝对不是大型中央空调系统的小型化。中央空调一进入家庭，必然会向家电化靠近，而绝不像传统的中央空调一样，每一台设备都有经验丰富的工程师进行设计、施工、使用和维护，家电的特点就是要傻瓜化、人性化，同时和住宅要协调一致，高效长寿，安全可靠。因此，从这个角度出发，家用中央空调需要解决的技术问题还很多，系统水管路设计需要注意的问题如下。

(1) 水系统循环方式 水系统一般采用两管制闭式循环系统，舒适性要求特别高的高档住宅可采用四管制。由于系统规模小，水管路大多采用异程式。但多台主机的空调系统要注意各主机的水量平衡。空调水管的水流速主要与经济 and 噪音两因素有关，管内流速建议按表 4-5 选用。

(2) 定流量设计与水泵配置 家用中央空调系统循环水量较小，宜采用定流量系统。室内温度控制可采用电动三通阀或自动调速风机盘管温控器，因为通过风机盘管的水温随着制冷机的开停，周期性地不断变化，建议首选自动调速风机盘管温控器，通过调节风盘风量恒定室内温度，不宜采用电动二通阀（当只有一台风机盘管工作时，通过制冷机的流量将严重不足）。因为家用中央空调系统同时使用系数低，末端设备容量远大于制冷机，通过风机盘管的流量严重不足，且供水温度不能稳定于设定温度，设计过程中应采取措施尽量保证通过风机盘管的流量并根据流经风机盘管的实际流量和最不利供水温度，对风机盘管性能进行校核计算。

表 4-6 空调设备布置的注意事项

部 位	设备机器	建筑本体、装饰	注意事项
室内	室内机	住宅的方位、家具配置	选择温度分布好的场所
		窗户的位置	设置在冬季防热辐射，夏季防日晒（设在窗侧）的场所
		门的位置	在出入口热损失最小的位置
		排水口	设在冷凝水（除湿水）的处理、检查最容易的地方
室外	室外机	设置四周	机组必须放在安全可靠的地方，严禁采用钢支架和膨胀螺栓墙体安装。支撑面的承重应为机组运行重量的 2 倍。机组就位时，四周设排水沟，支脚下设 10mm 厚条形橡胶减震垫。出风顺畅，不损耗机器的效率、功能的位置。留出足够的保养、检修距离。道路两侧建筑物应安装的空调设备，其托板底面高于室外地坪 2.5m。室外机的排风禁止朝向相邻方向的门窗，其安装位置距相邻方门窗不得小于下列距离：① 制冷额定功率 $\leq 2\text{kW}$ 的为 3m；② 制冷额定功率 $> 2\text{kW}$ ，且 $\leq 5\text{kW}$ 的为 4m；③ 制冷额定功率 $> 5\text{kW}$ ，且 $\leq 10\text{kW}$ 的为 5m；④ 制冷额定功率 $> 10\text{kW}$ ，且 $\leq 30\text{kW}$ 的为 6m。机组建议加盖防雨棚，棚盖伸出机组周围 0.5m，雨棚支撑牢固
阳台	室内机	通道	确保不阻碍安全通道
		晾晒衣物的金属制物	不要相互干扰
		其他设备配管和设备通道	相互无影响
		设备的安装	防止儿童跌落的相应的措施（无立足点）
		顶棚吊扎设备	也要考虑外观（美观），维护修理时困难很多，安置时应注意
	热源机		排气及噪音对邻居无影响。不要忘记考虑 CO_2 、 NO_x 对自然环境的影响 在屋内远距离操作时，能确认确实点火、熄火等事宜

(续)

部 位	设备机器	建筑本体、装饰	注意事项
室内外	配管		冷凝管、制冷剂管、电力配线等与相关机器的连接选择最短距离，避免配管等采用混凝土埋设（维护检修困难），注意设置位置的建筑构造及防火区划分，在贯通墙、梁时注意本体构造
	管道		在贯通墙、梁时注意本体构造，在贯通梁时根据构造的种类，限制位置、大小，注意设置位置是否是建筑构造的防火区，注意空调管道和排气管道的汇合处（防止短路），注意管道通过邻室时不传播噪音

空调主机内置水泵的流量和扬程应按照机组的制冷量和保证最大数量风机盘管的正常使用来匹配。

(3) 水路无故障设计 系统中循环水系统故障在整个空调系统故障中所占的比重是比较高的，故障主要来源于机组、系统设计、系统安装等多个方面。为了提高系统的可靠性，在机组设计和制造时，对于水系统的各个环节进行详细的分析和严格的控制是非常重要的：

① 系统排气。家用中央空调系统中的水流量比较小，少量的气体就会导致循环水中断，冻坏蒸发器或形成保护，使系统无法正常工作，所以保证系统中的空气及时、完全地排放非常必要。为此，在系统中一般都安装有自动排气阀，但是由于家用中央空调大都是内置水泵、密闭式膨胀水箱，还有流量保护装置等，机组内部水循环管路往往较为复杂，布置起来不是十分容易，特别容易造成局部形成上凸的存气弯，导致在机组的运转过程中，经常因为局部集气而出现流量保护的现象，这在进行产品设计时是绝对要避免的。

② 循环水的补充和排泄。家用中央空调是一个家电化的产品，因此，所有的功能应力求机组自动完成，系统内循环水的补充也是这样，必须使用自动补水阀根据系统的压力实时对系统进行补水。而对于系统内存水排放的考虑更是重要，特别是对于单冷机组，在冬季非使用期，必须排去系统内的积水，以免室外过于寒冷的气温冻坏系统管路。虽然所有的安装人员都知道要在系统的最低点安装一只泄水阀，但机组内部的存水是否排放完全，这是安装人员无法知道的，因为机组内积水是否能排放完全，取决于水管路的设计是否合理，如果设计有下凹的存水弯，冬季放水不干净，往往造成管系甚至水泵机械密封冻坏。

③ 水系统监测和保护。为保证机组正常高效运行，水系统管路上应设置相应的监测和保护设备。如机组进水口应设水处理设备和Y型过滤器，以防水系统结垢和堵塞机组内的换热器；机组供回水管路上应装设温度计和压力表，以便于日常运转检查；机组与水管连接处应配设软管，以减少机体的振动对系统管路的影响；为便于系统调试和水流量调节，空调箱和风机盘管的支管切断阀宜选用有一定调节作用的截止阀或球阀。图 4-14 为空调水系统接管示意图。

(4) 一体式机组和分体式机组 空调主机可根据当地的气候情况选用一体式机组或分体式机组，分体式机组将水侧换热器及循环水泵等放置在室内机，可在室内卫生间或储藏室吊顶上安装，以防冬季冰冻现象发生。机组一般均自带膨胀罐、水系统安全阀、自动补水阀、排水阀等，用户可不必另行安装膨胀水箱，但室内机安装时应预留出一定的空间，以确保机组能进行维修和保养。

(5) 内置水泵及其补水定压 空调循环水系统补水定压问题，目前主要有两种方法，即设置膨胀水箱和采用气体定压膨胀罐。

① 系统设置膨胀水箱。主要作用是补水、定压膨胀

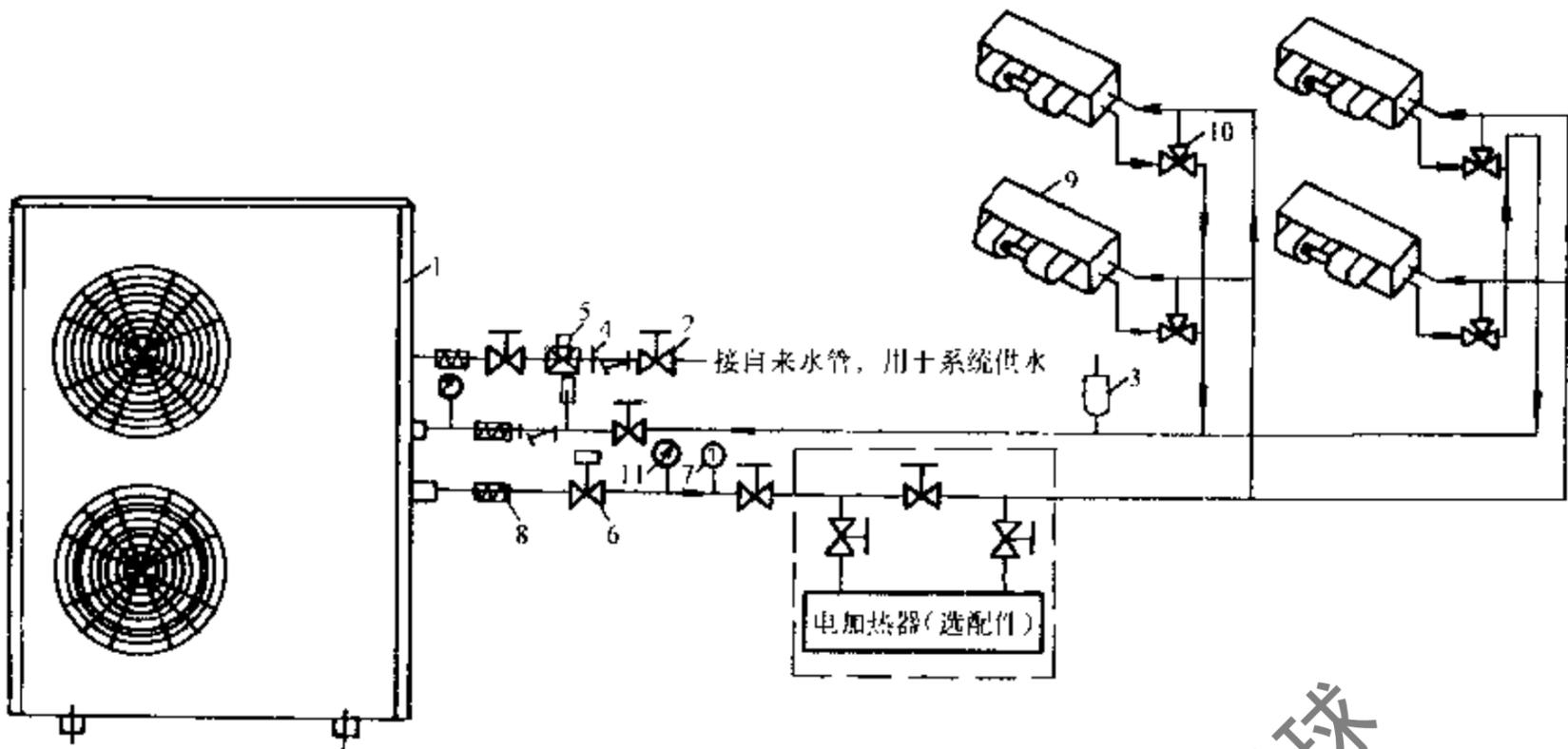


图 4-14 空调水系统接管示意图

1—主机 2—截止阀 3—自动排气阀 4—过滤器 5—自动补水阀
6—流量开关 7—温度计 8—软接头 9—风机盘管 10—三通阀 11—压力表

及排除不凝性气体。一般膨胀水箱应设置在系统的最高点，家用小型水系统应比用户的最高用水点至少高 0.5m。膨胀水箱的膨胀管应接至水泵入口处，膨胀水箱一般在现场制作和安装。这种方式设置的膨胀水箱，运行可靠，造价低，在有条件时应尽量选用此方式。主要问题是对于多层的集合式住宅或公寓式建筑，难以解决膨胀水箱的设置位置，其接管形式如图 4-15 所示的虚线接管。② 采用气体定压膨胀罐。其接管示意如图 4-15 所示。其工作过程为：在系统最高点和换热器出口最高点设置自动排气阀，排出系统中不凝性气体；当水温升高时，系统内水体积膨胀、压力升高、压缩膨胀罐内的橡胶隔膜上鼓，当升到一定值时，安全阀打开，自动排水；当系统漏水时，橡胶隔膜下凹，罐内气体膨胀，压力下降，当降到一定值时，自动补水阀（带压力调节装置）打开，向系统补水，使水泵入口处保持一定压力，起到定压作用。安全阀、自动补水阀动作根据需要可调。这种定压方法的优点是：膨胀罐的布置灵活方便，不受位置高度影响，通常放在机组内，减少施工工作量。其主要缺点是设备较复杂、价格高、压力需要调节、可靠性不如膨胀水箱。③ 膨胀罐的选择计算方法。意大利 ZILMET 和 Cazzaniga 均生产小型水系统用的有效容积为 2~20L 膨胀罐和自动补水阀，在国内有代理商销售；国内成都、山东也生产该产品，其有效容积计算公式为：

$$V_0 = eci (1 - V/V_f) = eci (1 - p_i/p_f) \quad (4-3)$$

式中 V_0 ——膨胀罐的有效容积， $V_0 = V_f - V_i$ ， V_i 和 p_i 为罐内开始时的水容积 (L) 和其对应的压力 (绝对压力 MPa)；

V_f 和 p_f ——罐内最后时的水容积 (L) 和其对应的压力 (绝对压力 MPa)；

e ——连接系统由于水温差引起的膨胀率， L/m^3 ；

c ——系统内总水量 (m^3)。

上述数据的取值：

① p_i ——膨胀罐所处位置的管内压力 (绝对压力)， $p_i = \text{自来水进水管压力} + \text{大气压力}$ ，若进水压力为 0.1MPa，则 p_i 近似为 $0.1 + 0.1 = 0.2\text{MPa}$ ；

② p_t —膨胀管所处位置的管内最大允许压力（绝对压力）， $p_t = p_s + p_m$ ， p_m —为系统允许增加的压力，（MPa）， $p_m = \text{安全阀设定压力} - 0.1\text{MPa}$ 。

③ e —水的膨胀率，即 $e = \alpha \Delta t$ ， Δt 为系统内最大水温， α 为水的膨胀数， $[\text{L}/(\text{m}^3 \cdot \text{C})]$ ，知道系统水温后，可从有关手册中查出；

④ c —系统中水容量，可根据实际水系统进行计算，如粗略计算，可按每输送 1kW 的热量，水容量在 $10 \sim 20\text{l}$ 之间。

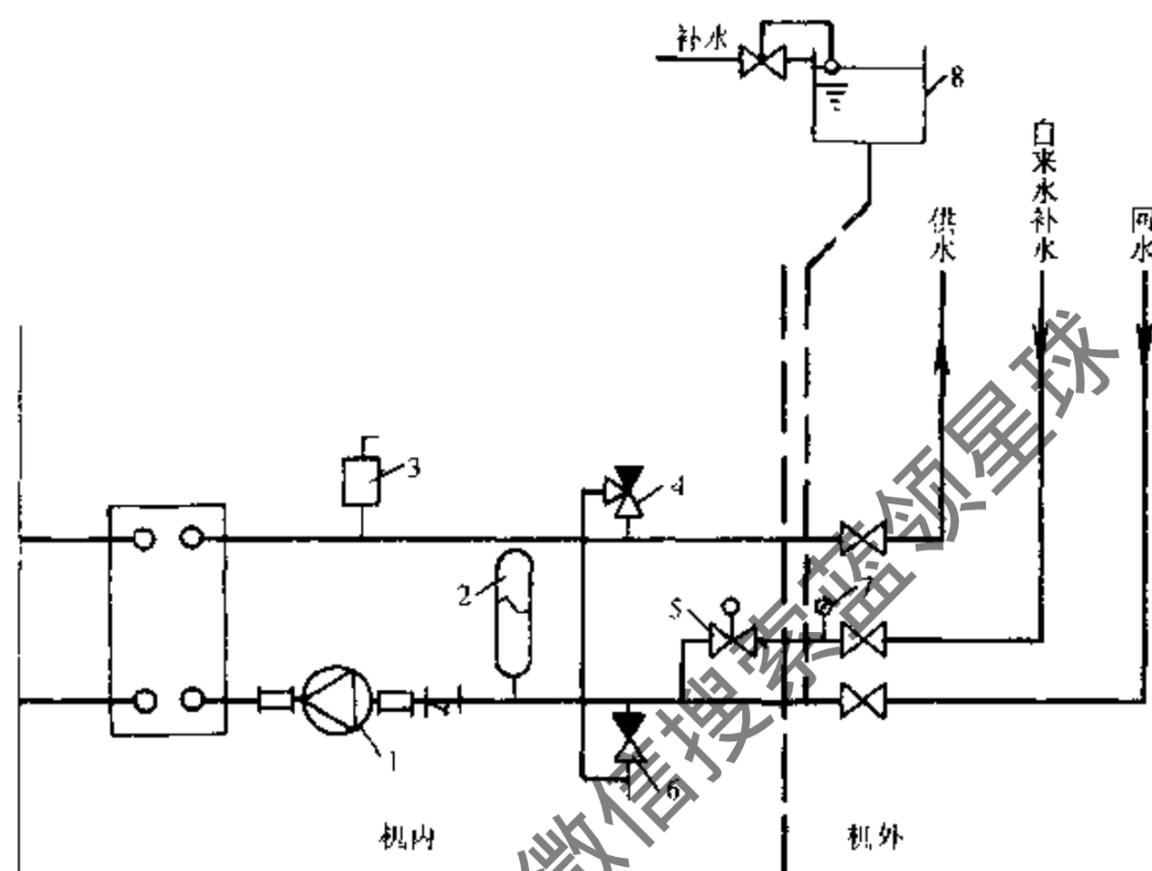


图4-15 接管示意图

1—水泵 2—气体定压膨胀阀 3—自动排气阀 4—安全阀 5—自动注水阀
6—系统泄水阀 7—压力表 8—膨胀水箱

8. 新风处理

对于层高较高的别墅或办公等商业用房，有条件时应采用新风空调箱或板翅式全热换热器来处理新风。采用新风空调箱时，新风一般处理到室内状态参数的等焓点。为减轻室内风机盘管的负担，新风最好处理到室内状态点等湿线与 90% 相对湿度线的相交点。采用板翅式全热换热器时，由于其交换效率一般为 $60\% \sim 75\%$ ，室内风机盘管将负担部分新风负荷。

9. 系统控制

(1) 主机控制

1) 温度控制及能量调节，根据设定的回水温度来控制压缩机的运行。

2) 主机供水管路上装设流量开关，当水流量过低时关停主机。

3) 变频机组能根据负荷变动情况实时调节，进行高效能量跟踪。

4) 压缩机磨损自动平衡，延长机组使用寿命。

5) 主机具有必备的自动保护功能，如低水温、缺水、传感器、高低压力、防冻、电源故障、马达线圈过热保护。

6) 主机与室内机自动连锁运行。只要开启一台室内机，主机就开始运转，室内机全部关掉时主机自动关机。增加一个电话远控模块，还可以实现电话远程控制。

7) 单冷机组可以设计专门程序,用空调机组的专用控制器控制家用锅炉的采暖运行,使家用锅炉和家用空调实现智能联合控制。

8) 多参数动态补偿除霜控制或模糊除霜控制。

(2) 末端设备控制 风机盘管机组的室温调节和控制有风量控制和水量控制两种方式。风量控制一般采用三挡手动转速开关,此种控制方式造价低使用较普遍,但室温的调节效果不理想。有条件时推荐采用自动调速风机盘管温控器,投资虽较高,但能较平稳地调节和控制室温,舒适性较好。

水量控制主要有以下3种方式:① 变流量方式,变流量方式是由室内温控器控制机组出水管上的电动二通阀的开启或关闭,当风机盘管运行时,该阀开启,当风机盘管停止运行时,该阀关闭。空调供回水总管上装设压差旁通控制器,根据系统负荷的变化稳定进入机组的水流量。② 定流量方式,定流量方式是由室内温控器控制机组出水管上的电动三通阀的开启或关闭,即满足主机的水流量要求又保证末端设备达到额定设计流量。③ 定流量和变流量的混合方式,在此种方式中,离主机近的部分机组采用电动二通阀,其他机组则采用电动三通阀,此时可省掉压差旁通控制器,采用此种方式应注意二通阀与三通阀的数量配备。三通阀数量过少,有可能致使主机因水流量过低而停机。当然在实际工程中也可以根据建筑功能布局合理设计经常在一起使用房间的水管路走向,通过设置少量的电动调节阀来达到控制和调节的目的。

空调箱的室温控制一般为水量控制,温控器根据回风温度,按比例调节回水管上的电动阀的开启度。

10. 减振降噪

制冷空调设备的振动和噪音无疑是影响用户的一个重要因素,而且在家用制冷设备中表现得特别突出。在家用中央空调机组中,最重要的噪音源来自压缩机和风机,因此对这两个部件的噪声控制非常重要,其中压缩机自身的噪声水平往往是机组制造厂所无法控制的,唯一可做的工作是选择噪声水平比较小的压缩机,但就目前的涡旋机本身,容量达8HP以上的机组其噪声水平都是家用住宅所不能接受的,所以必须作好压缩机的减振降噪措施。① 在进行与压缩机连接的氟里昂管道设计时,采用柔性设计,防止压缩机振动沿管系传递。压缩机、内置水泵采用减振机座。② 在压缩机外采用高密度的隔声材料进行隔声,可有效隔声3~5dB(A)。机组面板内贴10~15mm厚的玻璃棉吸声复合材料。③ 使用压缩机排气消声器降低噪音随排气的传播量。④ 风扇采用高效低噪声机翼形叶片,风机转速控制在720r/min以下,并采用变速调节,降低夜间噪声。⑤ 机组室外尽可能落地安装,基座下垫10~15mm厚的橡胶减振垫,保持机组平衡(如图4-16所示)。⑥ 所有与外界连接的管路均采用减振软管。⑦ 进排风要通畅,减少回流,排风口如必要时可设排风导管。⑧ 为减少机组噪声,也可在安装时设置隔音装置(如图4-17所示)。

对不满足室内噪音标准要求的室内机在设计安装时也应采取相应的措施,如:室内机采用减振支吊架,机组下面应有2.5mm厚的减振吸声板,该板应大于机组底座面积;控制连接风管内的风速,最好在3~5m/s,风管的三通、弯头、阀门等零部件之间的长度应有3~5倍风管直径的直线距离;室内机不要安装在人员逗留处,选择在走道、储藏室等地方;必要时应设置送风和回风消声静压箱。

11. 机组防腐

由于空调主机一般均安装在屋面或阳台处，可能常年遭受日晒雨淋。特别是我国部分城市的空气污染和酸雨严重，沿海地区空气中盐份较多，有的机组使用1~2年就已锈迹斑斑，严重降低机组的使用寿命。因此，厂家在产品设计和用户在设备选型时应引起足够的重视。目前产品采用的防锈蚀、防腐措施有：

① 机组的顶板、底板、面板和框架全部用不锈钢材料制造。

② 框架为一般型钢经镀锌处理，面板、顶板用烤漆钢板或彩钢板。

③ 顶板、底板用不锈钢板，框架用铝合金，面板用镀锌钢板，表面经磷酸锌处理后，再烤聚脂漆。

④ 顶板为不锈钢板，底板为镀锌钢板表面涂环氧树脂，框架为铝合金，面板为镀锌钢板。表面喷涂PVC面层。

⑤ 不锈钢框架，铝合金面板，底板、顶板用经过防腐处理的镀锌钢板。

⑥ 铝翅片的防腐处理方法有：铝片经亲水后，增加亲水膜，提高防腐性能。涂氧化层可以防止空气中的水分及酸雨对肋片的腐蚀。日本大金家用VRV多联系统室外机对翅片做特殊处理，即铝片表面先涂一层抗腐蚀性的丙烯树脂，然后在外边再做亲水膜处理，其抗酸雨和抗盐腐蚀的性能是通常铝翅片的5~6倍。

⑦ 机组成装配用的螺钉、螺母及辅助金属材料，很多厂均经镀锌处理或采用不锈钢材料。

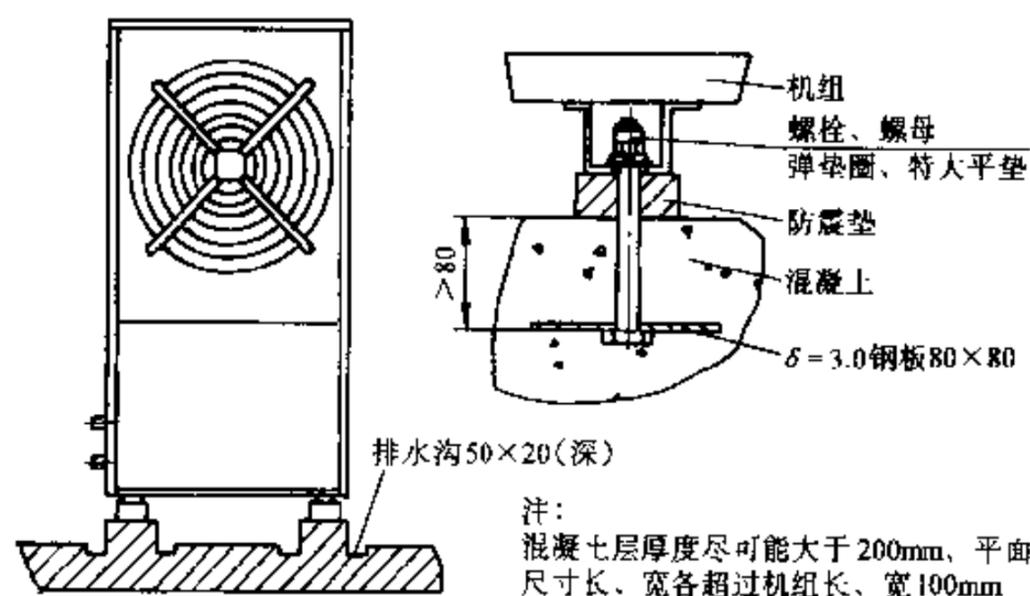


图 4-16 室外机减振安装

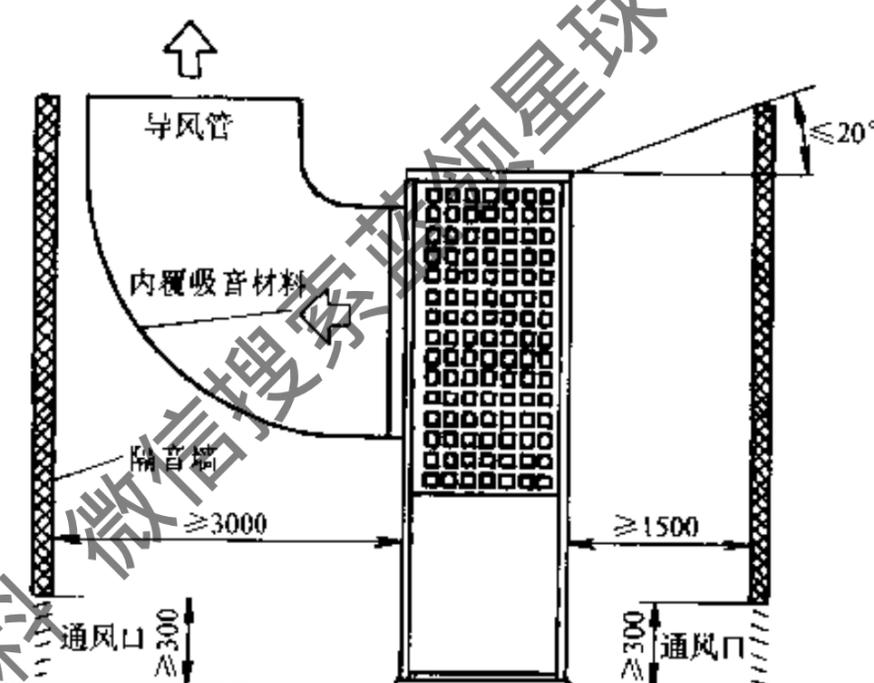


图 4-17 室外隔音装置

4.2 地源热泵空调系统设计

1. 系统特点

地源热泵 (ground-source heat pump, GSHP) 是一个广义的术语，它包括了使用土壤、地下水和地表水作为热源和冷源的热泵系统，即地下耦合热泵系统 (ground-coupled heat pump system)，也叫地下热交换器地源热泵系统 (ground heat exchanger)；地下水热泵系统 (ground-water heat pumps)；地表水热泵系统 (surface-water heat pumps)。地源热泵系统由于采用的是可再生的地热能，因此被称之为了一项以节能和环保为特征的 21 世纪的技术。这项起源于 1912 年的技术，最近 10 年在欧美工业发达国家取得了迅速的发展，已成为一项成熟的应用技术。

在我国，地源热泵的研究起始于20世纪80年代，到了20世纪90年代末，这项技术不但成了国内空调界热门的研究课题，而且开始应用于工程实践，与此相关的产品也应运而生，在国内掀起一股“地源空调”的热潮。

地源热泵系统是利用地球表面土壤和浅层水源如江、河、湖、海及地下水吸收的太阳能和地热能而形成的低位热能，通过少量的高位电能输入，经过逆向热力循环，将其提升为高品位热能的一种热力系统。地表土壤和水体不仅是一个巨大的太阳能集热器而且是一个巨大的动态能量平衡系统，地表土壤和水体自然地保持能量的接收和发散的相对均衡，地源热泵系统的工作原理就是在夏季将建筑物中的热量转移到土壤或水源中，而冬季通过逆向热力循环，从土壤或水源中提取热量。土壤或水体的温度一年四季相对稳定，其波动的范围远远小于空气温度，特别是地表下一定深度土壤和地下水温度能保持常年稳定，是很好的空调冷源和热泵热源。大地还是一个良好的蓄热体。夏季建筑物排入大地的热量被地下岩土或水体蓄存，在冬季又通过热泵的工作将其取出供给建筑物，同样，冬季从大地中吸热时相当于蓄存了一定的冷量供夏季使用，这样就实现了能量的季节转换。如图4-18所示为土壤源热泵系统原理图。

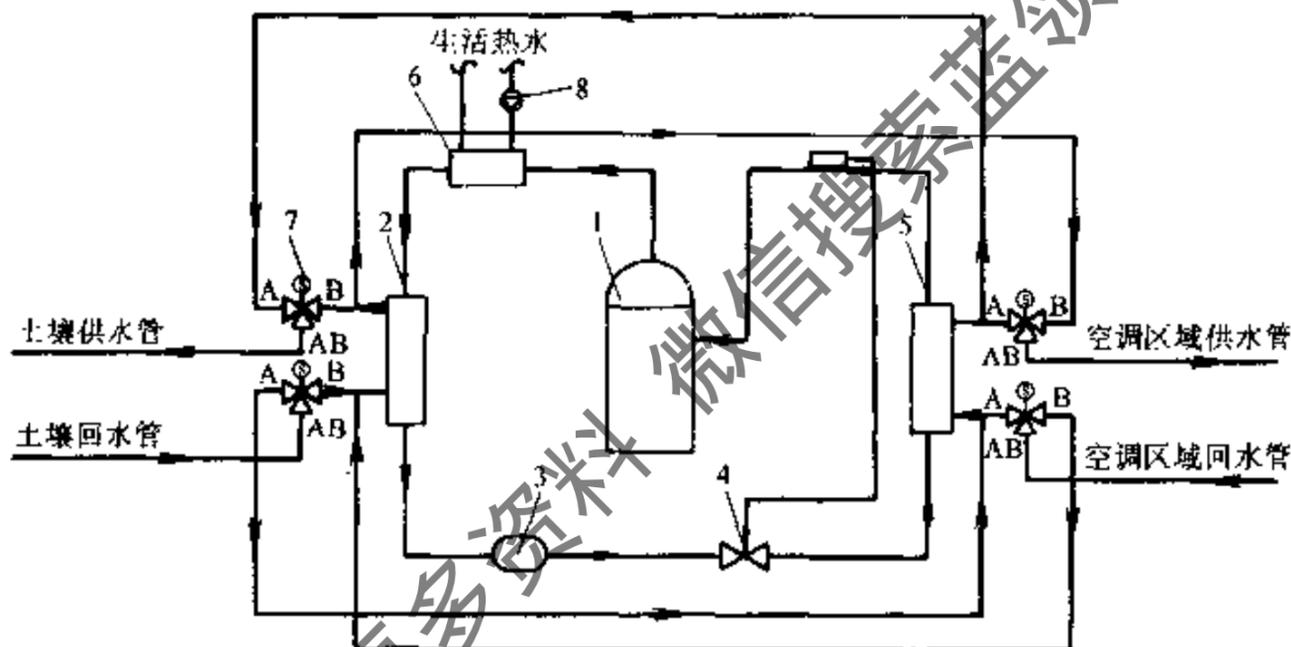


图4-18 地下耦合热泵系统原理图

1—压缩机 2、6—板式换热器（冷凝器） 3—干燥过滤器 4—热力膨胀阀
5—板式换热器（蒸发器） 7—电动三通阀 8—热水循环泵

夏季：主机供冷时，电动三通阀 AB-B 接通，冷冻水吸收空调区域的热量，进入板式换热器5，冷却降温后重新进入空调区域，制冷剂吸收的热量经压缩机1提升后，在板式换热器2中散出由冷却水导入土壤。

冬季：主机供热时，电动三通阀 AB-A 接通，主机从土壤中吸收热量，经压缩机1的提升，制出供暖热水送入空调区域，从而可保持空调区域全年的舒适环境。主机运行时，从压缩机1出来的高温高压蒸汽首先在板式换热器6中冷凝，加热循环水为用户提供生活热水。

地源热泵式中央空调系统主要有以下一些使用特点：

1) 利用可再生能源，环保效益好。土壤源热泵系统不用抽取地下水，对环境无污染，无室外机，不与室外空气接触，又对建筑物外立面无任何影响，是目前倡导的绿色建筑空调系统的典型代表。水源热泵系统只要在设计施工中严格控制好水体的无污染全部回灌，同样

对环境不会造成污染。

2) 高效节能, 运行费用低。地源热泵机组采用温度恒定的地下土壤或水源作为能源, 能效比 COP 在 3.5 ~ 4.5 之间, 比空气源热泵高出 40% 左右, 运行费用比常规中央空调系统低 40% ~ 50%, 比空气源热泵系统低 30% ~ 40%。据美国环保署 EPA 估计, 设计安装良好的地源热泵平均可节约用户 30% ~ 40% 的运行费用。

3) 运行安全稳定, 可靠性高。空调和卫生热水系统无燃烧设备, 无爆炸隐患, 使用安全。燃油、燃气锅炉供暖, 其燃烧产物对居住环境污染极重, 影响人们的生命健康。地源热泵利用常年温度恒定的地下土壤或水源, 夏季不会向大气中排除废热, 加剧城市的“热岛”效应; 冬季不受外界气候影响, 运行稳定可靠, 不存在空气源热泵除霜和供热不足的问题。土壤源热泵地下换热管路采用高密度聚乙烯塑料管, 使用寿命长达 50 年以上, 空调机组结构简单, 运转部件少, 零部件质量可靠, 维护简单, 使用寿命可达 20 年以上。

4) 分户计量, 节省投资。空调、热水系统各户自成一体, 互不影响, 每户只需通过电表对空调系统费用进行核算, 计费合理方便。对于寒冷的北方地区, 由于减少了采用集中供热的热网系统投资或取消了燃油、燃气锅炉, 从别墅小区空调系统和卫生热水设备的总投资上看, 地源热泵系统是节省初投资的。

5) 空调主机便于布置, 使用范围广泛。空调主机体积小, 机组安装在储藏室等辅助空间, 即可制冷, 又可制热, 同时提供卫生热水, 无需室外管网, 也不需要较高的人户电容量, 特别适合低密度的别墅区使用。

2. 地源热泵系统设计

地源热泵空调系统目前主要有 3 种形式: 地表水热泵系统、地下水热泵系统、地下耦合热泵系统。确定何种形式, 首先应根据项目当地的水文、地质情况, 建筑物周围的环境要求和建筑物的供冷、供热负荷, 对希望采用地源热泵空调系统的地下部分进行系统的选择。对地表水热泵系统、地下水热泵系统或地下耦合热泵系统应考虑其使用中的主要问题。

(1) 地表水热泵系统 当项目附近有地表水体(江、河、湖、海、工矿废水等), 可以当作冷热源考虑时, 此时应首先搜集和确定使用地表水所需的资料。应当充分估计环境对地表水吸收和排放热量的影响, 水温是否在能够接受的范围内升高或降低将是设计人员决定此处的地表水能否作为系统的冷源或热源的基础。明确上述要求后, 地表水热泵系统的设计按以下步骤进行。

- 1) 找出江、河、湖、海、或储水池的流量、深度和温度(高/低)。
- 2) 确定水下盘管类型及尺寸。
- 3) 计算所需盘管长度及布置盘管组。
- 4) 设计外部集管。
- 5) 系统的阻力计算及泵选择。
- 6) 设计清洗系统。

地表水热泵系统的设计主要是地表水体中的热交换器的设计, 目前水下盘管一般均采用高密度聚乙烯管, 闭式地表水系统与闭式耦合热泵系统相似, 建筑物外是连接大直径的集管 and 在水体中并联管道环路。这些环路盘管一般是采用将工厂生产的捆卷在现场拆散后重新捆绑成松散捆卷, 然后在底部加上重物(轮胎、石块)再放入水中, 每卷盘管的长度, 生产厂有一定的规格, 但也可以根据实际需要进行订购。地表水热交换器盘管的长度取决于供冷工

况时的最大散热量或者供热工况时水环路的最大吸热量，根据单位热负荷所需的盘管长度可以得到合适的进水温度，然后根据计算热负荷，可以计算出地表水热交换器所需盘管的总长度。

闭式环路地表水热泵系统具有的基本优点是：① 由于是闭式环路，系统内的液体（清洁水或抗冻剂溶液）是清洁的，排除了系统的堵塞。② 由于不存在从水体表面的热泵的升高压头，因而系统的泵功率可以减少。③ 在冬季时，当水体温度降低到 4.4°C 以下时，它是可以继续运行的系统。如当系统流体在 $0.19\text{L}/(\text{s}\cdot\text{ton})$ 时，流体排出温度降约为 3.3°C ，这时由于进入热泵液体接近 0°C ，需要添加抗冻剂溶液。系统的缺点也有 3 点：① 当循环液体温度与水体温度下降 $2\sim 7^{\circ}\text{C}$ 时，水源热泵的性能稍微减少，即 EER 或 COP 较小。② 在共用水体的盘管容易受到损害。由于目前多数采用高密度的聚乙烯环路，比采用铜管或 PVC 管已经有很大的改善。③ 当盘管安装在水体底部或多雾的水体中，水下的盘管外边会产生堵塞。

图 4-19 给出了地表水热泵循环系统，一般地表水热交换器流程布置原则如下。

1) 供回水集管管沟之间相互平行的总集管环路应相等，如图 4-19 所示。

2) 供回水环路集管的管沟应分开。

3) 按图 4-19 所示布置盘管，这种最常用的布置方式节省空间。

4) 热交换器盘管应放在水泵的出口一侧，保证空气分离器阻止空气进入地表水热交换器。

(2) 地下水热泵系统 地下水作为冷源，在我国已经有很长的使用历史，解放初在北京、上海，地下水是主要的空调系统的冷源。然而，由于大量开采造成地下水层的减少和对地下结构的影响（如海水倒灌、地层下陷），有关部门已经对地下水的开采有了明确的规定。我国并非是地下水资源十分丰富的国家，因此地下水的利用必须十分谨慎。

然而，由于地下水热泵系统是一种最简单的地源热泵系统，投资少、开采易，运行也最方便，所以往往成为地源热泵系统的首选。在设计过程中，如果能与水文地质部门相配合，取得较正确的技术资料并进行完善合理的设计，是能够获得满意的效果。

地下水热泵系统可以分为把地下水供给水—水热泵机组的中央式系统和把地下水供给水—空气热泵机组（水环热泵机组）的单元式系统。又可根据其与建筑物内循环水系统的关系分为开式环路地下水系统和闭式环路地下水系统。开式环路地下水系统将地下水直接供给水

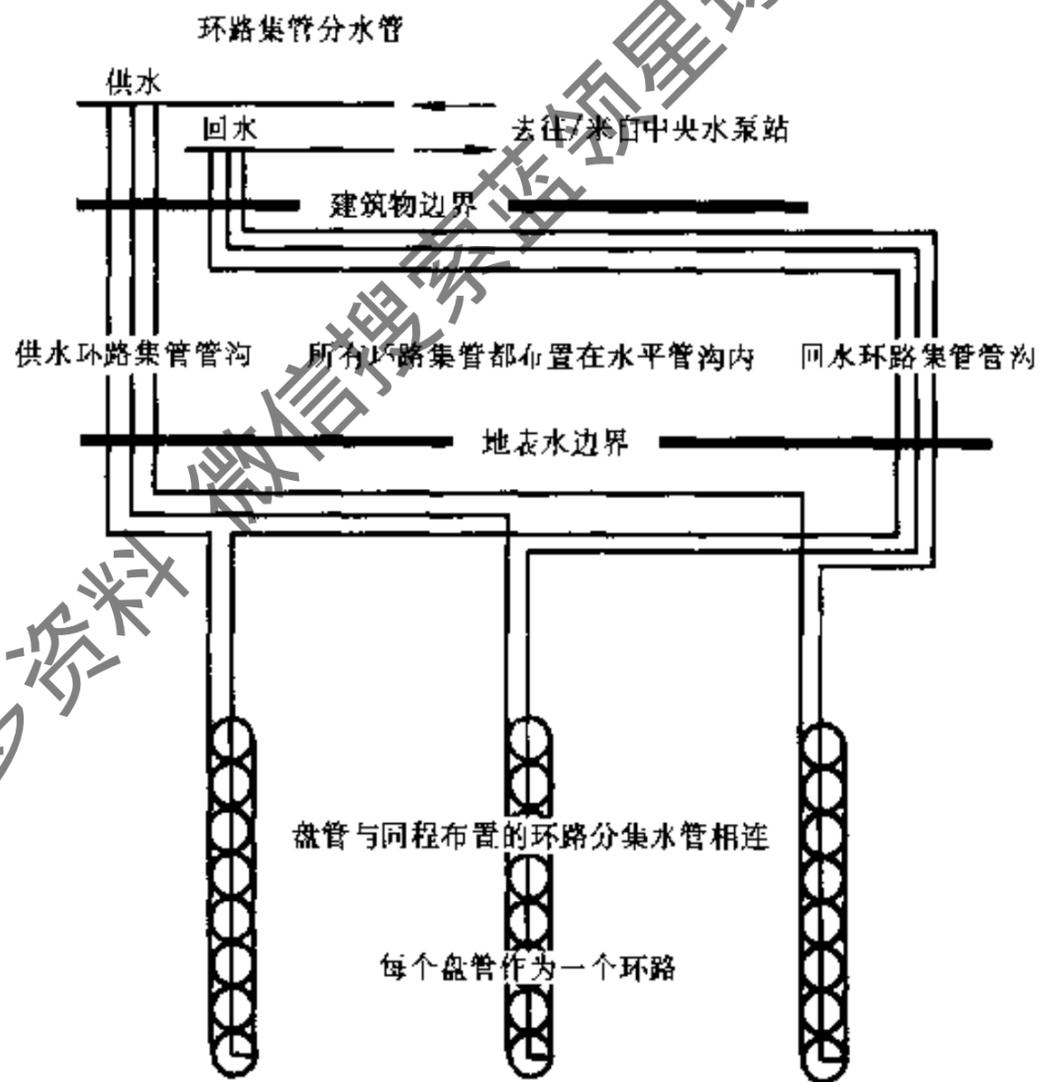


图 4-19 地表水热交换器原理图

—水热泵机组或水环热泵机组；闭式环路地下水系统使用板式换热器把建筑物内循环水系统和地下水系统分开，地下水由配备潜水泵的水井或井群供给。一般家用或商用系统多数采用间接供水，以保证系统设备和管路不受到地下水矿物质及泥沙的影响，减少系统维护费用。如图 4-20 所示为地下水换热器的典型布置。

地下水热泵系统的设计一般按下列步骤进行。

1) 完成试验井。在项目工地，根据地盘的情况选择一个以上的试验井，测出试验井的每日出水量和井的水质资料，以及其他水文地质资料。这一般由当地水文地质单位来完成。

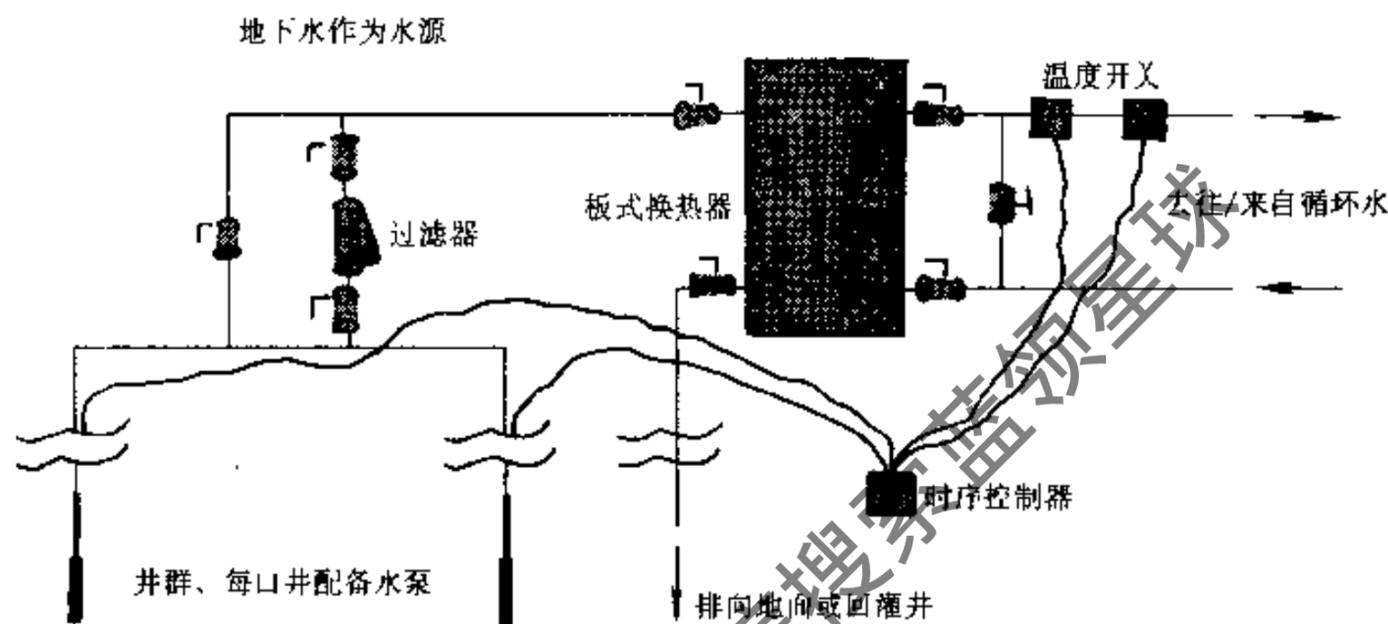


图 4-20 地下水换热器的典型布置

2) 确定项目所需的地下水总水量。根据供冷和供热工况下水环路的最大散热量和最大吸热量计算井水流量。地下水在冬季和夏季真正的需要量，实际上应与系统选择的水源热泵性能、地下水温度、建筑物内循环温度和冷热水负荷、以及热交换器的形式有关。一些国外品牌的水源热泵机组可以提供专用电脑选型软件，输入相关参数后即可迅速得到相应的水流量等数据。在初步估算流量时，可采用下面的两个公式进行计算。

在夏季供冷时水流量：

$$Q_L = \frac{35900 q_1}{40500 (t_{D2} - t_{D1})} \left(\frac{EER + 3.23}{EER} \right) \quad (4-4)$$

式中 Q_L ——夏季供冷所需地下水流量，(m³/h)；

q_1 ——建筑物夏季高峰负荷，(kW)；

t_{D2} ——离开热交换器的地下水温度 (°C)， $t_{D2} =$ 建筑物环路回水温度 (t_{R2}) - 热交换器接近值；

t_{D1} ——进入热交换器的地下水温度，(°C)；

EER——热泵的能效比；

35900, 40500——单位换算系数。

在冬季供热时水流量：

$$Q_H = \frac{3600 q_R}{40500 (t_{D2} - t_{D1})} \left(\frac{COP - 1}{COP} \right) \quad (4-5)$$

式中 Q_R ——冬季供热所需地下水量, (m^3/h);
 q_R ——建筑物冬季供热负荷, (kW);
 t_{D2} ——离开热交换器的地下水温度, ($^{\circ}\text{C}$), $t_{D2} = \text{建筑物环路回水温度}(t_{D12}) + \text{热交}$
 换器接近值;
 t_{D1} ——进入热交换器的地下水温度, ($^{\circ}\text{C}$);
 40500——单位换算系数。

3) 确定项目地下水井的数量和位置。根据试验井的出水量和预期的热负荷去选定满足系统峰值流量要求的最佳方案, 包括水井的数量、间距和供水井、回灌井的尺寸。如果现有的地下水供应能力能够允许供水井和回灌井的运行过程互换 (具备 100% 的备用、恢复、清洁、热力平衡能力), 应该在系统设计中使这种能力得到体现。

4) 井或井群的管路布置。根据井或井群位置, 布置各井的供给管线及建筑物的总管线, 选择管径及计算其压力降。

5) 热交换器的选择。对闭式供水的系统, 根据总地下水量、建筑物内循环水量和地下水温度、建筑物内循环水温选择板式换热器。目前很多板式换热器供应商会提供电脑选型服务。

6) 地下水注入或排出的方式确定。地下水热泵系统中回水的处理是十分重要的, 目前我国一些地方已经出现由于抽取地下水供空调使用后无法回灌入地下而引起的技术和经济问题, 应该引起设计者和业主的高度重视。为避免影响城市的地下结构, 保护水资源并延长地下水热泵系统的使用寿命, 采用地下水时, 应全部回灌, 并确保回灌不得对地下水资源造成污染。

7) 井泵的选择。根据采用地下水泵的形式, 以及井水系统管道的阻力 (压力降) 选择适合的井泵。一般对于家用和商用地下水系统来说, 使用潜水泵更经济。井泵的控制方式随着系统形式的不同而变化。对于单元式系统, 水流通常随着系统在温度上下限之间运行而处于通或断的状态。在中央系统中, 一般通过调节水流量来维持特定的冷冻水或热水的循环温度。

(3) 地下耦合热泵系统。地下耦合热泵系统的设计, 主要就是地下热交换器的设计。因为地下热交换器中的循环介质与大地之间的换热情况相当复杂, 地下耦合热泵系统的设计难点主要集中在地下埋管换热器上。埋管形式、埋管或竖井的间距、埋深、管径、循环介质流量等既是影响埋管换热器与大地之间换热的重要因素, 又是构成埋管换热器具体形式的主要参数。此外, 埋管地点的地质状况、气候特征、建筑物的负荷变化状况也都影响着换热器的换热。

从 20 世纪中叶开始, 美国和欧洲就开始对地下埋管换热器的理论和实验研究, 并对大量的工程实例进行经验总结。理论研究建立的埋管换热器传热计算模型及软件以及根据工程实例总结出来的经验数据成为目前地下耦合热泵系统设计的依据。我国的研究也正从这两个方面展开。ASHRAE 研究项目 RP-863 调研了很多不同的地下耦合热泵系统, 收集、分析、记录了各种资料, 为系统设计者提供了想要了解的各种情况, 如: 建筑和系统说明、工程造价、系统性能、运行问题、顾客满意度等。从调研的 31 个地下耦合热泵系统来看, 这些系统的地下换热器设计流量在 $3\text{L}/(\text{min}\cdot\text{kW})$ 左右, 竖埋孔洞单位长度换热量在 $70 \sim 100\text{W}/\text{m}$ 之间, 地下部分的造价约占系统总造价的 $1/3$ 。可见采取措施降低地下换热器的造价是研究

者和设计者面临的一个重要问题。

地下耦合热泵系统设计的主要步骤和内容如下：

1) 确定地下热工特性（钻试验孔洞）。地下耦合热泵系统是向大地或把大地作为热交换器来传递热量的。影响这个传热过程的主要因素有两个：传热面积（如管长和直径）和大地的热工特性。对于给定的热负荷或冷负荷，热交换器的长度取决于大地的热工性能。有很多因素影响大地的热工性能，如土壤的热阻随着每年的时间、降水量（对于水平系统）、深度（对于垂直系统）的变化而变化。甚至操作一个热泵系统将蒸汽从环境土壤中驱除，也可以改变热传递特性。土壤的热工传导率 K_s 和热工扩散率 α 是两个对热泵系统设计最有影响力的岩石和土壤特性数据。土壤的热工传导率 K_s 表示通过大地的传热能力。热工扩散率 ($\alpha = K_s/c_p$) 是衡量大地传递热能和存储热能能力的尺度。此外，对当地土壤温度的精确表述也是非常重要的，大地温度接近全年的地表平均温度，温差波动在较深的地方消失，在那里一年中大地将保持在它的均匀温度。以上这些数据的取得是地下耦合热泵系统设计的前提和基础。

2) 选择地下热交换器的形式。地下热交换器埋管形式有两种：即水平埋管和垂直埋管。由于水平埋管通常是浅层埋管，因此初投资比垂直埋管要少些，但它的换热能力要比垂直埋管小得多，而且往往还要受可利用土地面积的限制，所以在实际运用过程中，垂直埋管多于水平埋管。

水平埋管按照埋设方式可分为单层埋管和多层埋管两种；按照埋管在管沟中的管型不同可分为直管和螺旋管两种。多层埋管形式的下层管段处于一个较低的温度场，换热效果要比单管好。受造价等因素的限制，水平埋管的地沟深度不能太深。因此，多层埋管一般两层运用较多。据国外资料，单层最佳深度为 0.8~1m，双层管为 1.2~1.8m。螺旋管型的换热效果优于垂直管，如可利用大地面积较小，可采用螺旋盘管型式，但不易施工。

垂直埋管根据埋设方式的不同，大体上可以分为 3 种形式：一种是 U 形管形式，一种是套管型，另一种是单管型（如图 4-21 所示）。3 种形式中以 U 型管运用较多，U 型管径一般在 50mm 以下，这主要是流量不宜太大所致。埋深越深换热能力越好。套管式换热器外管的直径可达 200mm。由于增大了换热面积，可减少钻孔数和埋深，但内管与外腔中的流体发生热交换会带来热损失。单管型在国外常称为“热井”，这种埋设方式可以降低安装费和运行费。但这种方式受水文地质条件限制，使用有限。图 4-22 ~ 图 4-25 为地下热交换器的一般安装例子。

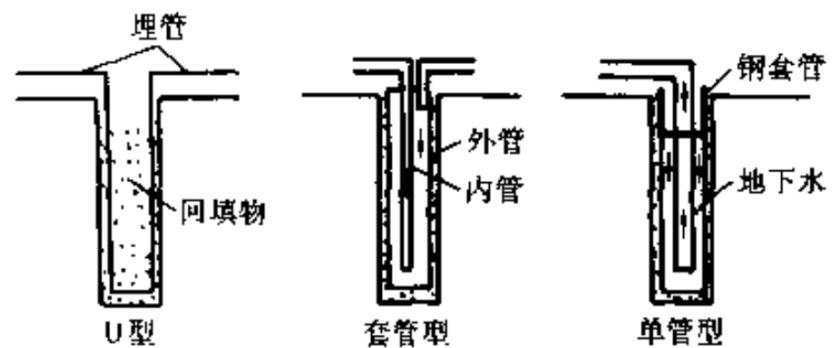


图 4-21 竖埋管的 3 种形式

3) 确定管道材料、管径。一旦将换热器埋入大地后，基本不可能进行维修。因此埋入地下的管材首先要保证化学性质稳定、耐腐蚀。通常使用的换热能力较好的金属管材在这方面存在严重不足，而土壤的腐蚀性可能会比空气更严重。另一方面，由于埋入地下的管材较多，应优先使用造价较低的管材。目前最常用的管道材料是交联聚乙烯（PEX 管）、聚丁烯管（PB 管）、聚丙烯（PP-R 管）和铝塑复合管（PE）等管材，几种国产复合塑料管性能比较见表 4-7，这些材料可以弯曲或热熔形成连接比管道本身更牢固的形状，可以保证使用 50

年以上。PVC 管不推荐用于地下热交换器埋地部分。

在工程中选择管径时必须满足的两个原则：① 管道要大到足够保持最小输送功率；② 管道要小到足够使管道内保持紊流以保证循环液体和管内壁之间的传热。作为这两个要求的结果，管道直径会在综合考虑流体的压力降和热特性之间的基础上选择管道尺寸和管道材料，这样得到最低的安装费用。地下热交换器主要由 DN20、DN25、DN32、DN40 等直径的管道制造。

4) 计算所需管道长度及布置孔洞。单位管长或单位垂直埋管深度的换热量，是地下埋管换热器设计中最重要设计参数，根据它才能确定所需的埋管长度和竖井总深度。一般可参照已有的类似工程所取得的经验数据。如前所述，在通常的情形下，垂直埋管的单位深度换热量在 70~110W/m 之间，而水平埋管，换热量仅在 20~40W/m 左右。但埋管区域的地质条件、埋管形式、埋深或垂直埋管的单井深度、水平间距、管径、换热器设计流量甚至建筑物的负荷分布等都对参数有影响，在实际使用时很难找到比较一致的参考实例，较准确的做法是采用充分考虑以上各种影响因素的传热模型进行计算。美国和欧洲安装的地下耦合热泵系统一部分是参照条件类似的已建工程设计安装的，一些工程则是采用复杂的方法计算后设计而成的。地下埋管换热器的设计计算模型，据不完全统计约有 30 种。所有模

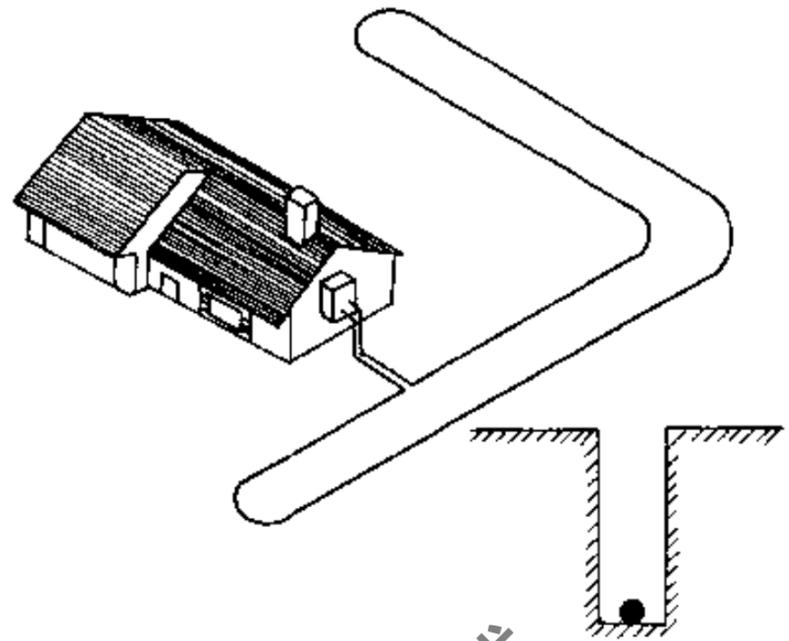


图 4-22

地下盘管型式：卧式-单管
水流动型式：串联
一般管道尺寸：1 1/2 ~ 2in (38.1 ~ 50.8mm)
额定长度：106 ~ 152m/ton
埋深：1.2 ~ 1.8m

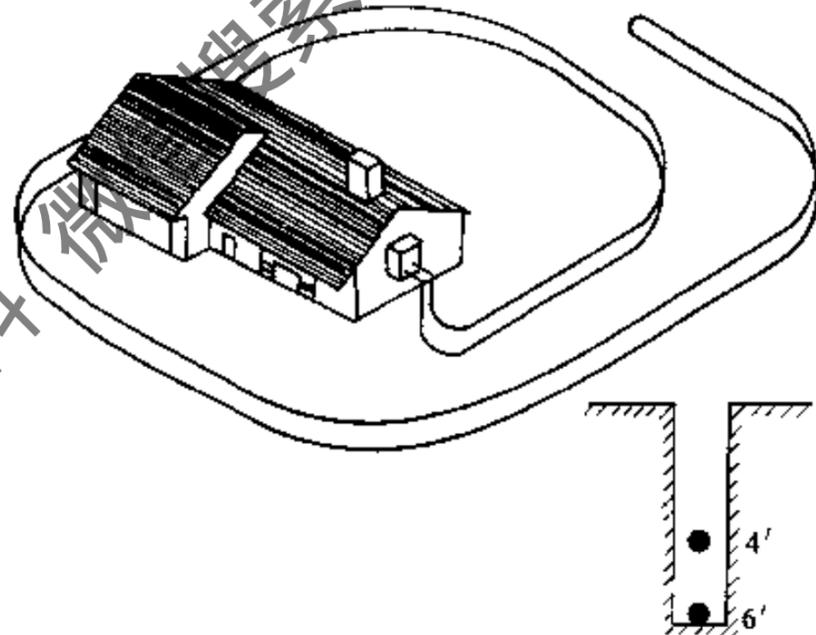


图 4-23

地下盘管型式：卧式-双管
水流动型式：串联
一般管道尺寸：1 1/2 ~ 2in (38.1 ~ 50.8mm)
实用长度：64 ~ 91m 沟/ton
127 ~ 182m/ton
埋深：1.2m ~ 1.8m

表 4-7 几种复合塑料管的性能比较

名称	PP-R	PEX (民用冷水管)	PE
密度/(g/cm ³)	0.9	0.936	—
热膨胀系数/(1/K)	1.8 × 10 ⁻⁴	—	25 × 10 ⁻⁴
热导率/[W/(m·K)]	0.24	0.35	0.45
使用温度/℃	< 95	-70 ~ 75	-40 ~ 95
工作压力/MPa	1.0	1.0	1.0

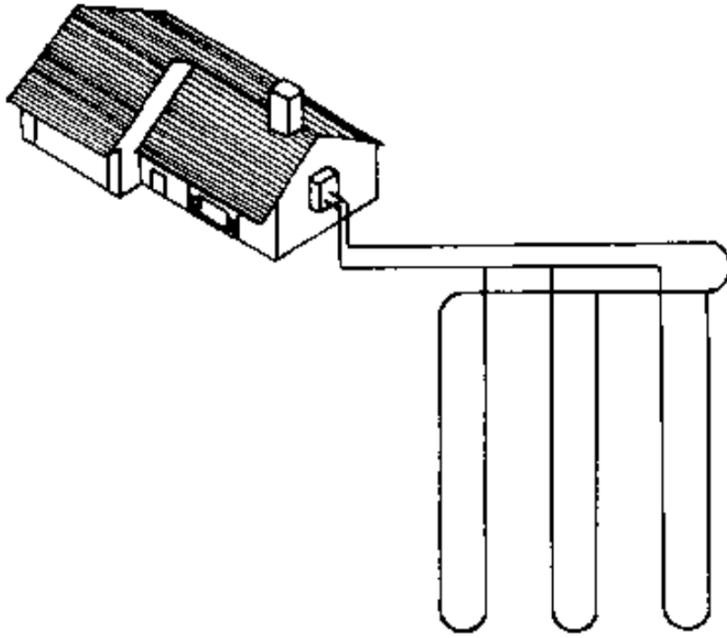


图 4-24

地下盘管型式：立式-单 U 形弯管
 水流动型式：并联
 管道尺寸：3/4-1in (19~25.4mm) 环路，
 1 1/2 ~ 2in (38~50.8mm) 集管
 孔洞长度：53~68m/ton
 管道长度：106~136m/ton

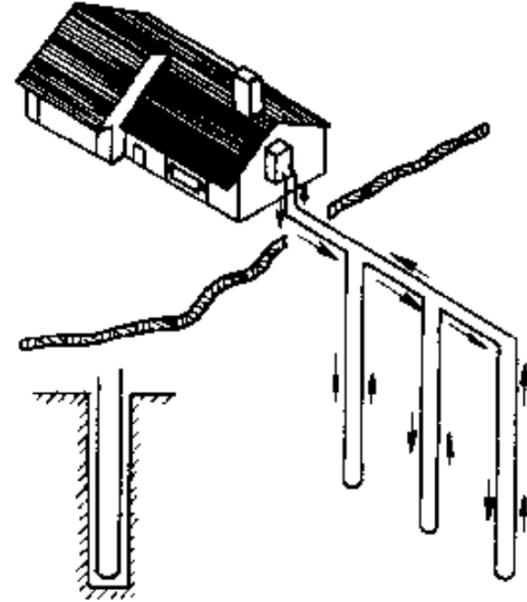


图 4-25

下盘管型式：立式-单 U 形弯管
 流动型式：串联
 道尺寸：1, 1 1/2, 和 2in
 (25.4, 38 和 50.8mm)
 洞长度：50~61m/ton
 道长度：70~121m/ton

型的关键是求解岩土温度场的动态变化。ASHRAE 推荐了 GLHEPRO 程序和 GLHPCALC 程序，用于计算埋管换热器的换热能力而确定垂直埋管长度。国内有关地下耦合热泵的研究重点也放在地下埋管换热器的实验研究上，重庆大学刘宪英教授在主持的一项国家自然科学基金科研项目中，建立了地下耦合热泵系统地下换热器的传热模型并开发了相应的计算程序，可以计算出热泵连续运行或间歇运行时的大地温度场分布以及埋管换热器的换热能力。

图 4-26 是水平埋管和 U 形垂直埋管的几种典型的回路形式。每个回路的管长并不是越长越好，很多实验证明，每个回路的管长有一最大长度，一旦超过了该长度极限，则长度的增加对换热量的影响就非常小了。由于换热特性不同，水平埋管和垂直埋管的每个回路的极限管长是不同的，并且该长度值还要受到管径、地质状况、设计流量的影响，具体数值有待于进一步的研究。

不管是水平埋管还是垂直埋管，考虑一定的水平间距，目的都是尽量减少各埋管单元之间温度场的相互影响。对于水平埋管，还应考虑不受外界气候温度的影响。浅埋竖管换热器在间歇运行时的水平影响距离在 1.5m 左右。U 形竖埋管的水平间距，一般为 4.5m。实际上垂直埋管的间距应与埋管深度、回路形式、管径以及系统使用状况有关。各种回路形式的水平埋管间距与埋深如图 4-26 所示。当然，水平埋管应埋设在当地的冰冻深度以下。

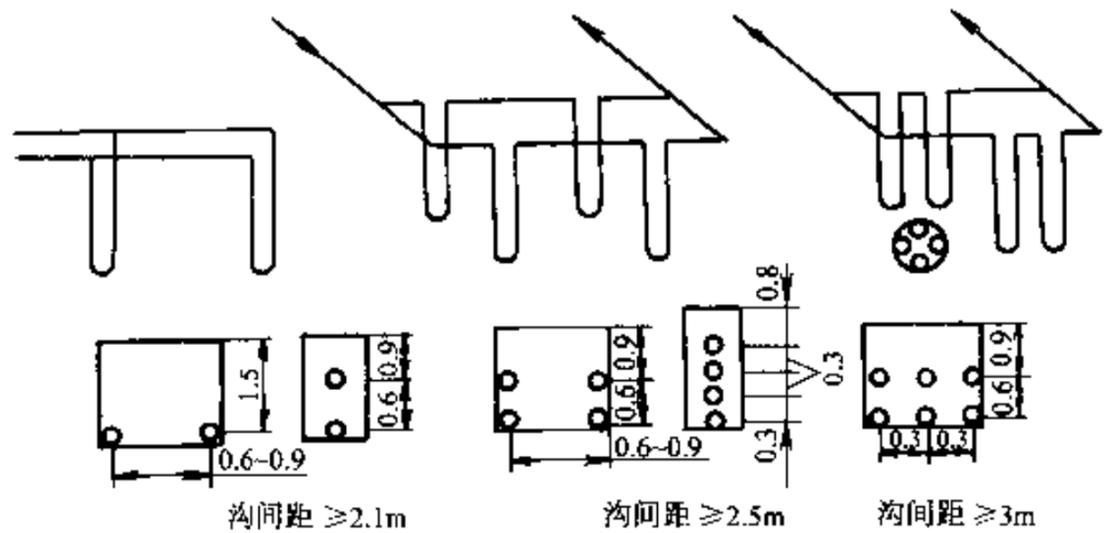


图 4-26

各种回路形式的水平埋管间距与埋深如图 4-26 所示。当然，水平埋管应埋设在当地的冰冻深度以下。

一般情况下当然希望通过增加垂直埋管数量而不是埋深来满足空调负荷需要，因为增加埋深会使造价急剧上升，此外还有热短路的问题。主要控制条件是可利用的埋管区域面积，不同管径埋管深度可见表 4-8。

5) 设计外部集管。图 4-27 和图 4-28 表示水平和垂直热交换器在串联和并联流动布置时的一些基本单元。

表 4-8 不同管径的埋管深度

管径/mm	DN20	DN25	DN32	DN40
埋入深度/m	30 ~ 60	45 ~ 90	75 ~ 150	90 ~ 180

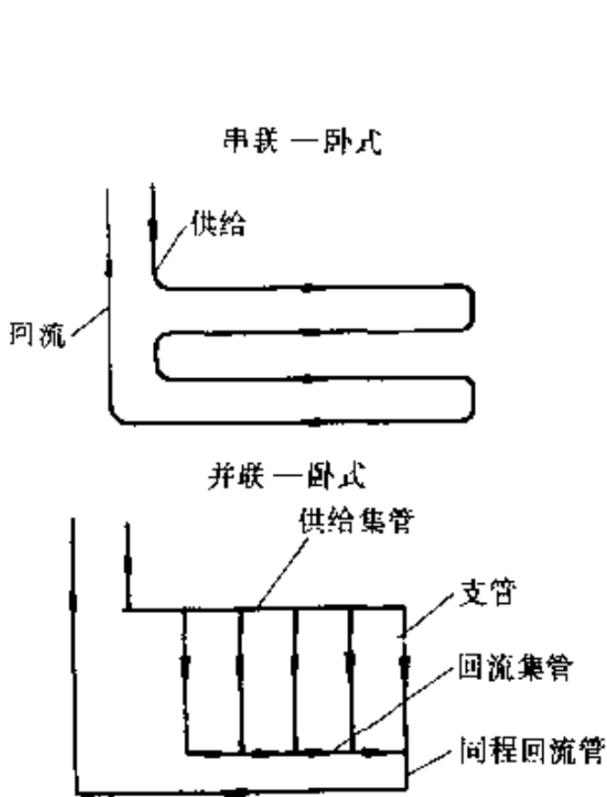


图 4-27 串联和并联水平式系统

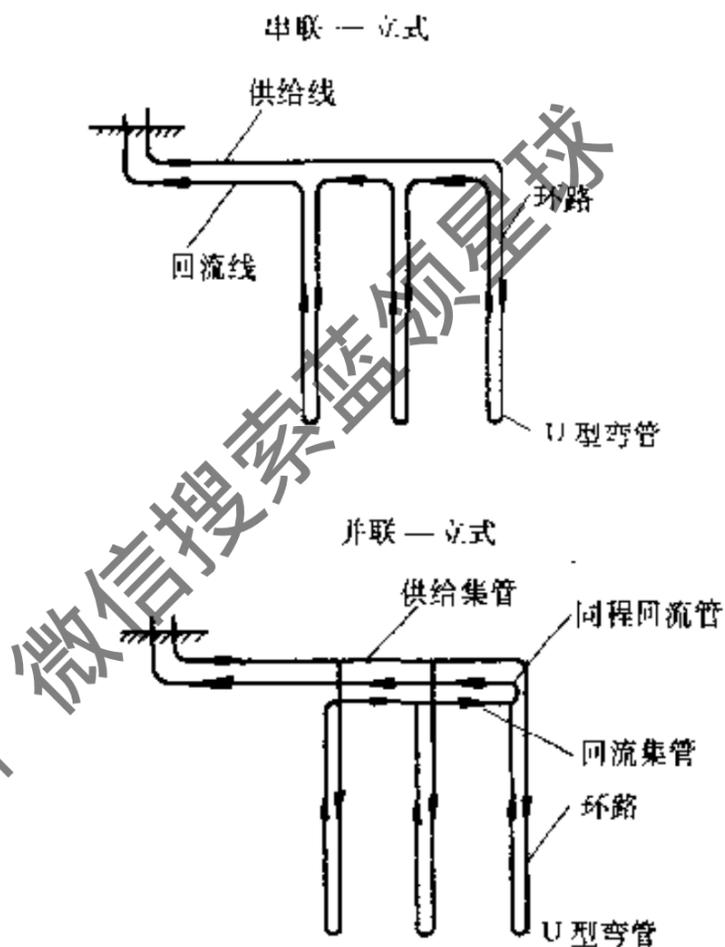


图 4-28 串联和并联垂直式系统

这些热交换器的主要组成部分有：① 供回集管。供回集管是地下热交换器系统从热泵机组到并联环路的流体供、回线路，它们输送热泵系统的全部流量。集管采用大直径管道，使管道运行长度的流体流动压力降到最小。② 环路。管道从供给的集管到一个孔洞或沟，转入相同孔洞或沟，再接到回流集管。③ 同程回流管。这是一种管道布置，以保证并联系统的每个环路有相同的进出压力，它用于消除供回集管线压力损失的影响。④ U形弯管。是环路型热交换器的 180°装置，用在孔洞底部或沟的末端回流液体。

6) 系统的阻力计算及泵选择。地下耦合热泵系统之所以有较好的节能性，首先是它扩大了热泵机组的使用范围，从 -1.1 ~ 43℃；其次是地下换热器有足够的长度和深度；第三是所需的泵功率可以尽量减到最小，当系统不是满负荷运行时，热泵的功率会更高。为进一步节能，循环泵的调节控制更重要。经验证明，当系统的单位负荷 (kW) 的流量在 0.045 ~ 0.054L/s 时泵的效率比较高。其次应尽量减少系统的压力损失。

由于地下热交换器的特点，以及采用管道材料主要是交联聚乙烯 (PEX)、聚丁烯

(PB)、聚丙烯(PP-R)管,所以管道的计算与一般常用的钢管是不同的,应该根据相应材料提供的数据进行计算。一般来说,较少的并联环路、环路管道长会带来较高的压力损失,但较多的环路会导致较低的流体速度和增加管道复杂性,需要进行综合比较确定。

水环路设计的流量平衡是设计者比较担心的,经验证明,可以由调节管道长度或集管来完成,一般垂直式地下环路可容许有15%的不平衡而不影响地下换热器的传热。但通常,实际上采用相等并联环路,同程集管或流量平衡阀的作法还是比较多的。另外,环路的冲洗问题设计者也必须考虑。

地下耦合热泵系统的泵的选择和一般中央空调系统的循环泵的选择是相似的,即从总的流量和总的压头去选择合适的泵。总的流量一般是容易确定的,而总的压力则因系统的不同会有所区别。如对于家用和小型商用建筑物,由于其供冷(供热)负荷比较小,在主机采用水—空气热泵时,一般是采用单一循环系统,即建筑物内的液体循环系统和地下耦合热交换器的液体循环系统是一套系统来完成,这种系统泵一般是选用管道泵。在主机采用水—水热泵时,冷冻水和冷却水系统则根据其不同的压头需求分别采用内置式的管道泵。

7) 地面系统的设计。地面系统的设计主要包括:主机方案选择、空气处理方案的确定及设备选择、水系统设计、系统控制措施等内容。这部分内容主要侧重于地下耦合热泵系统在家用空调中的应用。

① 主机方案。由于很少直接采用室外埋管换热器作为热泵系统的蒸发器(或冷凝器),而是通过水(或乙二醇溶液)作为循环介质,间接地使热泵系统的蒸发器或冷凝器中的制冷剂与大地之间进行热交换。所以地面系统的主机设备可以是水—水热泵机组家用中央空调系统或水—空气热泵单元式系统。

a. 采用水—水热泵机组即组成地下耦合热泵冷热水家用中央空调系统,主机安装位置灵活,冷(热)媒输送管道小,其末端空气处理设备的配置同空气源热泵冷热水机组系统一样。但是用于家用中央空调系统时,我们必须注意两个问题:一是主机的容量调节问题。对于单户住宅,一般不可能采用多台主机,所以无法通过台数调节来适应空调负荷的变化,采用变频技术等对主机进行容量调节又会增加造价,仅靠室温控制主机的间歇运行在某些情况下又可能造成主机的频繁起停,从而降低其能效比和使用寿命。二是在选择水—水热泵作为系统主机时,一定要对地下换热器进行详细的计算,使地下换热器的进出水温度与水—水热泵的工作温度范围基本一致,以免造成热泵效率降低,对水—空气热泵也是如此。

b. 采用水—空气热泵的系统有两种形式:一是集中处理空气,再用风道送入各个房间,从而构成地下耦合热泵风管式空调系统。这种方式的优点是可以充分考虑对新风的处理,但风道占用的建筑空间较大,在高档住宅中使用较多。另一种形式是采用制冷剂与各房间空气直接换热的水—空气热泵,即地下耦合水环热泵系统。由于省去了一个换热环节,其能效比将得到提高,这种机组直接处理房间的空气,可以较为分散地安装在各个使用空间。

② 空气处理方案的确定及设备选择。可根据室内部分采用的不同空气处理方案,参照其相关章节进行相应的空气处理设备选择。

③ 水系统设计。室外侧环路指热泵机组与室外埋管换热器相连接的水管环路。对于埋管换热器的每个并联工作单元(可以是水平埋管的每个管沟回路或垂直埋管的每个竖井回路),可以通过一干管连接,也可以各个环路直接与分水器或集水器相连,并在每个单元回路上加装阀门,以便在不同的负荷条件下进行调节。当采用成卷供应的管材时,单根管即组

成一个水平管沟或 U 形竖井单元回路，采用第二种方式可以减少埋地的连接件，从而减少泄露的可能性。两种方式都要注意各并联工作环路的水力平衡。对于采用水—水热泵的系统，由于一户住宅一般只采用一台主机，各并联单元汇总后可由一根干管与主机相连；对于采用多台水—空气热泵机组的系统，汇总后仍需分几个支路与各机组相连接，这时也应特别注意连接方式对系统水力平衡的影响，须经过仔细的水力计算，并有流量调节措施，以保证运行时各机组能得到所需的设计流量。

采用水—空气热泵时系统没有室内侧水管环路，水—水热泵系统的室内侧水管环路的走向、坡度等技术要求可参照中央空调冷冻水系统的做法。对于单户住宅，由于整个系统比较小，所以各并联环路容易发生水力失调，在设计时应特别注意。至于管材，可采用一般的镀锌钢管，也可采用适合家装、方便施工的复合塑料管，这种管材不易腐蚀，不会生锈，易于安装，但采用热熔连接或管件连接时必须仔细，以防管接头产生泄漏。所有的水管系统，地面以上部分需保温，地面以下均不保温。保温材料可采用 25 ~ 30mm 厚的难燃 B1 级橡塑管套。

室外侧水系统和室内侧水系统都应设置膨胀水箱。在常规的开式水箱安装位置受到限制时，可采用密闭式膨胀罐，内置于热泵机组内。对于采用乙二醇水溶液的室外侧水系统，膨胀水箱应有密闭措施，以防止乙二醇挥发。

④ 系统控制措施。地源热泵空调系统远比常规的家用户调器复杂，但其使用的方便程度必须向家用空调器看齐，才能使之得以推广应用。也就是说用户只需通过操作遥控板或按控制板就能控制整个系统的运行。在目前，还无法根据使用要求对室外埋管换热器进行能量调节，对于整个系统，设计时必须考虑以下几点：一是主机必须能根据对应的末端设备的工作状态和室温进行能量调节，如间歇运行或容量调节；二是主机、水泵、室内设备的风机需在一定的控制逻辑下运行。在起动时，应先起动水泵，一定时间延迟后起动主机和风机，停机则相反。当水泵与机组的对应关系不是“一对一”时，其控制逻辑必须是，只要有一台机组工作，水泵就应运行，所有的机组停运后，水泵才能停机。

4.3 水环热泵空调系统设计

水环热泵空调系统在 20 世纪 60 年代出现在美国的加利福尼亚州，其后便以节省能源、满足多工况要求、便于分户计量和计费、施工方便、运行可靠、管理简易等特点得到了迅速的发展。水环热泵系统比较适合于多住户的公寓楼及面积较大的别墅建筑使用，能够较方便地做到每户独立电表计费和各房间的温度独立控制。

1. 系统的组成

图 4-29 给出了典型的水环热泵空调系统原理图。由图可见，水环热泵空调系统由 3 部分组成：① 室内水源热泵机组；② 水循环封闭式环路；③ 辅助设备（冷却塔、加热设备、蓄热装置等）。

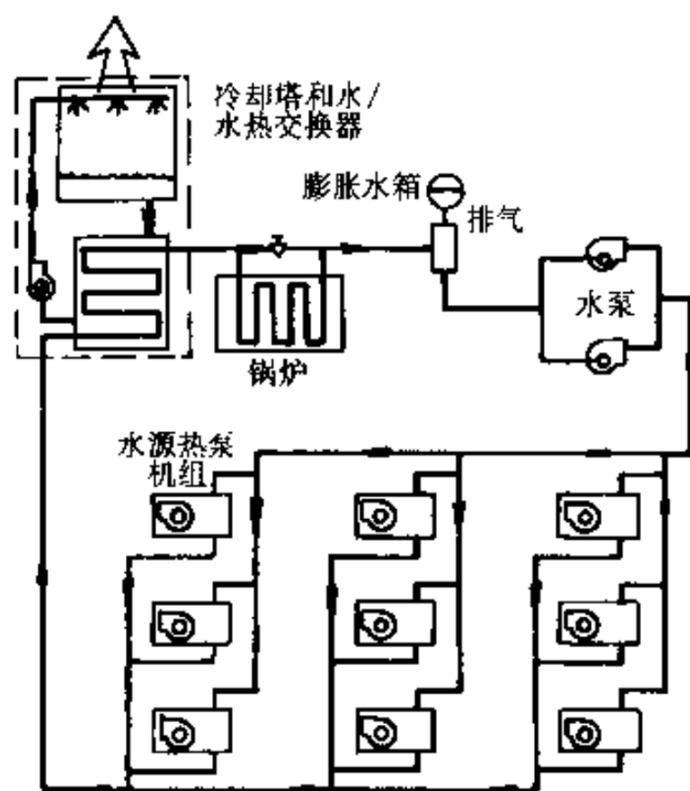


图 4-29 水环热泵空调系统原理图

室内水源热泵机组是由制冷压缩机、制冷剂/水热交换器、制冷剂/空气热交换器、节流机构、四通换向阀、风机和空气过滤器等部件组成，即为水—空气热泵。其工作原理如图4-30所示。

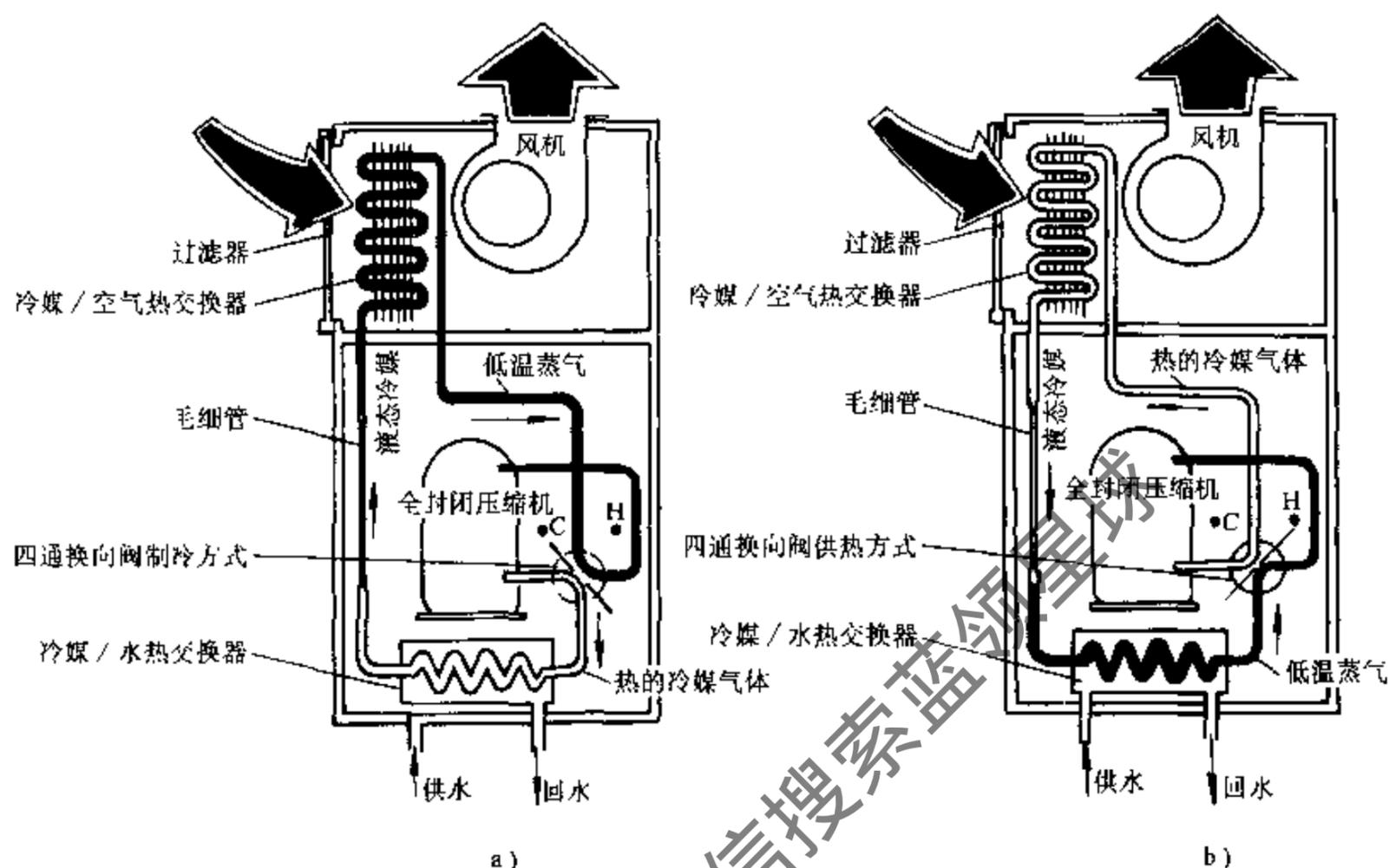


图 4-30 水源热泵工作原理图

a) 制冷方式运行 b) 供热方式运行

供冷时，热量从被调（供冷）房间中的空气排向循环水中；供暖时，被调（供热）房间的空气从循环水中吸取热量。所有的室内水源热泵机组都并联布置在一个水环系统上，此环路可为开式系统，也可为闭式系统。可为同程系统，也可为异程系统。其总管路上还并联着冷却塔、辅助加热设备、蓄热装置及能量回收装置等。环路的定压方式可采用高位膨胀水箱或其他定压方式。

2. 冷热负荷及系统水量

采用此系统时，夏季冷负荷的计算方法与其他系统都是相同的。冷量计算完成后，根据所需的冷却水温差，即可确定每台水环热泵机组的循环水量。考虑系统的同时使用系数后，即可得到系统夏季所要求的总冷却循环水量。冷却水温差一般按 5°C 选取，同时使用系数与系统工程性质、大小、用途和用户的使用管理方式有关，另外，水环热泵机组的数量越多，同时使用系数越小，反之则越大。如难以确定准确的同时使用系数，可以按照以下原则来确定：

- 1) 系统循环水量小于 13L/s 时，同时使用系数取 0.9。
- 2) 系统循环水量为 $13 \sim 19\text{L/s}$ 时，同时使用系数取 0.85。
- 3) 系统循环水量大于 19L/s 时，同时使用系数取 $0.65 \sim 0.70$ 。

以上原则中所提到的循环水量是指各机组所需水量的累计值，把此值乘以同时使用系数 α 即可得到系统实际所需的总循环水量，并以此作为循环水泵、冷却塔的选型参数，以及循环水总管管径确定的依据。

热量的计算也是重要的，计算中必须考虑到内部热源的散热。在冬季设计状态时，如果建筑内部热源散热能够满足整幢建筑的热损失（包括新风所需热量），则辅助热源可不需要；反之，则应详细计算辅助热源的热量需要。

3. 设备选型

(1) 水源热泵机组。水源热泵机组是水环热泵空调系统的末端空气处理设备。室内水源热泵机组的形式主要有暗装卧式、明装立式、立柜式、屋顶式等。暗装卧式和立柜式均需连接风管，前者安装于吊顶内，后者安装在专用机房内，噪声容易处理。明装立式、立柱式直接安装在室内，有一定的噪声。屋顶式在屋顶上安装并连接风管，通常适合于新风处理机。

目前生产厂家提供的水源热泵机组制冷量和制热量一般都是在以下条件下取得的。

1) 制冷时，进风干、湿球温度为 $27^{\circ}\text{C}/19^{\circ}\text{C}$ ，进、出水温度为 $29^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$ 。

2) 制热时，进风干球温度为 21°C ，进水温度为 21°C 。

设计工况下的进风干、湿球温度，往往会偏离标准工况下的温度，此时应对机组制冷量和制热量进行修正（一般的厂家样本都提供有不同进风湿球温度和不同进水温度下水源热泵机组的特性曲线或性能表，根据空调房间的总冷负荷和 $h-d$ 图上处理过程的实际要求，即能从特性曲线或性能表上查得实际工况下的制冷量和出风温度等性能参数）。

一般来说，水源热泵机组可按以下的方法进行选型：

1) 确定水源热泵机组运行的基本参数。即机组进风干、湿球温度，环路水温一般在 $13\sim 33^{\circ}\text{C}$ 之间，冬季进水温度宜控制在 $13\sim 20^{\circ}\text{C}$ 为宜，当水温低于 13°C 时，辅助加热器投入运行；夏季供水温度一般可按当地夏季空调室外计算湿球温度加 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 考虑。

2) 确定机组空气处理过程。

3) 选择适宜的水源热泵机组形式和规格。选定机种后，根据机组送风足以消除室内的全热负荷（含显热和潜热负荷），估计机组的风量范围，再由风量和制冷量的大致范围预选机组的型号和台数。

4) 根据水源热泵机组的实际运行工况和工厂提供的水源热泵机组的特性曲线（或性能表），确定水源热泵机组的制冷量、排热量、制热量、吸热量、输入功率等性能参数。将修正后的总制冷量及显冷量与计算总制冷量和显冷量相比较，其差值小于 10% 左右，则认定所选热泵机组是合适的。

有些公司能够提供电脑选型软件，输入相关数据后即能选出合适的机组型号。

家庭环境对噪声的要求是较高的，在设计和选择水源热泵机组时要切实注意对系统和设备的噪声进行控制。在噪声要求较严格的房间，应选用分体式的水源热泵机组，压缩机部分可置于噪声要求低的房间吊顶内。

(2) 冷却塔 分为开式冷却塔和闭式冷却塔。开式冷却塔由于大气中的灰尘较多，冷却水中容易混入杂质，从而堆积在热泵机组的冷凝管壁，轻则降低换热效率，重则堵塞管道，因此开式冷却塔一般与板式换热器配合使用。但要注意的是通过板式换热器换热后热泵系统循环水的水温会提高到 $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ 左右，显然这对于水源热泵的性能会产生一定的影响。为了消除由此带来的问题，有两个办法：一是要求冷却塔出水温度在 30°C ，由于一些地区湿球温度较高，这一办法并不是所有地区都可实现的；二是按进水温度 $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ 来选择水源热泵机组，实际上相当于增大了机组型号或增大了用电量。

闭式冷却塔是闭式循环蒸发式冷却塔的简称，该塔带有一个小型的循环水泵，把水喷淋

在塔内换热器的盘管上，进行蒸发冷却。在冬季，由于水仍然从冷却塔流过，对于较寒冷的地区，有可能造成冷却塔盘管内的水结冰而冻裂（特别是在循环水不运行的夜间）。解决的办法一是在总管设旁通阀，关闭冷却塔阀门而让水从旁通管流过，同时放空塔内循环水；另一种解决办法是采用电加热方式，防止管中水冻结。

冷却塔选型时必须确定：

1) 冷却塔需要排除的最大热量。这是全部水环热泵机组均按供冷工况运行时的总排热量。

2) 流经冷却塔水的总流量，对于闭式冷却塔来说就是水环路的总流量。

3) 冷却塔的进水温度（即水环路的回水温度）和冷却塔出水温度（即水环路的供水温度）。

4) 当地的大气湿球温度。这是因为排热设备要将环路中的冷凝热及时地排放到大气中，这主要与当地的大气湿球温度有关。

(3) 锅炉等辅助热源 锅炉或辅助热源的容量应根据系统的冬季需热量来确定，冬季需热量一般为冬季热负荷扣除室内热源的散热量得到的数值。根据工程所在地的能源构成特点来选用燃油锅炉、燃气锅炉或电辅助加热。当有城市热网或集中供热时，应优先考虑。

辅助热源无论是来自城市热网或锅炉房，其热媒温度都是较高的，一般来说，应设置热交换。无论是开式还是闭式冷却塔，在图 4-31 所示系统中，热交换器都是可以冷、热两用的，因此这一系统的综合投资与采用闭式冷却塔相比并不会增加（相反有可能减少）。

(4) 循环水泵 循环水泵是水环热泵系统中的重要设备之一，它的功能是在水系统中起输送水的作用，选用循环水泵应注意以下几点：

1) 选择水泵必须满足预先确定的水流量、扬程和功率要求。

2) 要设有备用泵，并设自动控制程序，以免水系统的水流量降低而产生问题。

水泵扬程计算应考虑下列各项损失：管道和配件、闭式冷却塔或板式换热器、锅炉或辅助加热器、水源热泵机组。

4. 水循环管路设计

在水环热泵系统中通过水循环管路来确保流过每台水源热泵机组的循环水量达到设计流量，以确保机组的正常运行；同时，水循环管路的造价占水环热泵空调系统总造价的 25% ~ 35%。因此，合理地布置管道与正确地选择管径十分重要。由前文的水环热泵空调系统原理图，可以看出：

1) 循环水泵一般置于辅助设备（如锅炉、冷却塔）和水源热泵机组之间。这样布置可使机组的供水管处于水泵的压出段。

2) 补水点和定压点选在循环水泵的吸水段，定压可采用膨胀水箱定压、气体定压罐和

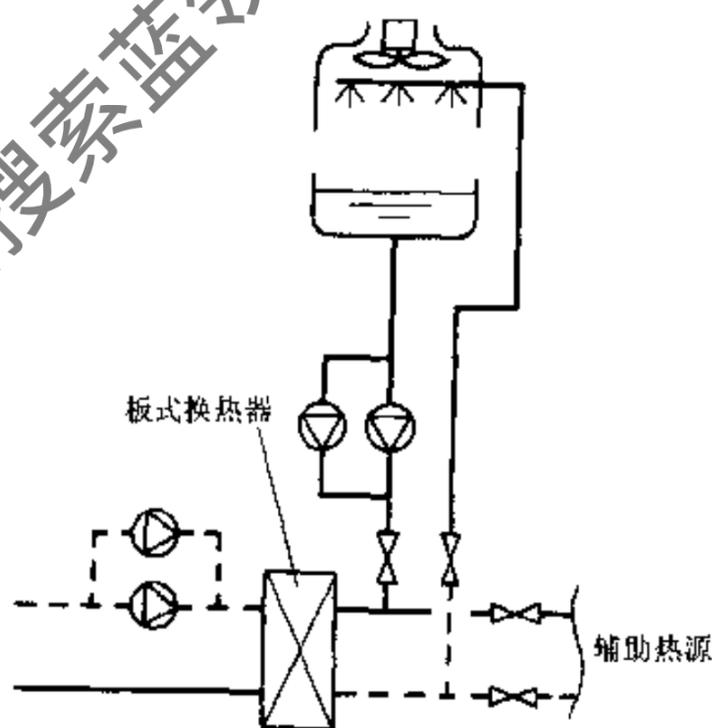


图 4-31 开式冷却塔与板式换热器联合工作接管示意

补给水泵定压 3 种方式。

3) 管道的布置, 要尽可能地选用同程式系统。虽然初投资略有增加, 但易于保持环路的水力稳定性。如采用异程系统时, 设计中应注意各支管间的压力平衡问题, 因此, 在异程系统中各支管上要设置平衡阀。

4) 要尽量采用闭式环路。这种系统的水基本不与空气接触, 对管路、设备的腐蚀性较小; 水容量比开式系统的小; 系统中水泵只需克服系统的流动阻力。

5) 系统的每一对立管, 均要装平衡阀; 每对立管下部应设排污阀, 以便在初调节和定期检修时作排污用。

设计中可根据系统冷负荷求出系统中所有管段的水流量。一般来说, 南方地区按夏季冷负荷确定的水流量能够满足冬季的使用, 对寒冷地区则应取供冷和供热状态下的大者。系统总水量为各水源热泵机组水流量之和。确定水循环管的管径时, 应保证能输送设计流量, 并使阻力损失和水流噪声最小, 以获得经济合理的效果。水管管径的选用应按经济流速选用, 对于干管, 管内水流速宜低于 1.2m/s ; 对于支管管内水流速的低限值为 $0.45 \sim 0.6\text{m/s}$, 水流速过低时, 不便于带走水中的空气。管网内循环水温在 $13 \sim 33^\circ\text{C}$ 的范围内, 室内管道可以不用保温。

5. 机组风道的设计

水源热泵机组均为余压型的水/空气热泵机组, 因此, 无论立式还是卧式机组都可接有送风风管及送风口, 将空气送到被调房间人们居住的区域, 来创造一个健康而舒适的室内环境。为达到此目的, 设计水源热泵机组风管时, 应注意以下几个问题:

1) 厂家的样本常给出机外的余压值, 也就是说, 样本上提供的风量是与机外余压相关的。例如, 036 型机组风量与机外余压的关系列入表 4-9 中。

表 4-9 风量与机外余压的关系

机外余压/Pa	25	38	50	75	100	125	150
风量/ (m^3/h)	2311	2208	2134	2046	1985	1884	1803

因此, 设计中要根据机组提供的机外余压值的大小来设计机组的风管尺寸, 否则将会影响机组的送风量。

2) 机组风管多为低压小风管。风管断面尺寸常采用摩擦损失法确定。通常建议采用每长 100m 的损失约为 67Pa ($6.7\text{mmH}_2\text{O}$)。风管中的风速不宜过大, 一般为 $2 \sim 3\text{m/s}$ 。

3) 为了进一步防止风管噪音的传播, 在风管上应采取消声措施。例如, 采用有转弯的送风管; 送、回风管内加衬消声材料; 机组与送风管用软接头连接。

4) 建议所有的送风管和回风管均应保持最短长度。所有风道的转向处应加装导向叶片, 可以在风管内装设平衡风阀。不管什么情况, 热泵机组都不应当在低于建议的最低风量条件下运行。

5) 为了防止结露, 送风管应作保温处理。

6) 风管的设计应满足防火要求。

7) 回风管与送风管设计方法相同, 容量小的水源热泵机组可以不设回风管。

8) 应仔细选用送、回风口的形式和位置。以保证送风量正确的分配到每个空调分区内。

6. 新风处理

一般的水源热泵机组只能直接处理少量新风，如需处理大量新风，则要采用专门的新风机组。因为一般的水源热泵机组的新风处理能力有限，很难将室外新风处理到室内状态，并且冬季运行应先对室外新风进行预热，否则由于新风温度过低，致使机组冷凝压力过低而使机组停机，因此，必须采取一定的措施进行预热或预冷，如热回收、循环水加热、辅助热源加热等。

7. 系统控制

水源热泵系统的控制比起中央空调系统而言简单得多，其机组本身自带有比较完善的自控系统及相关设备。从设计人员来说，要进行监控的范围主要是冷却塔、水泵等设备的起停及循环水温控制。

1) 水源热泵机组的控制 一般小型机组的控制与普通直接蒸发式机组相同，分为电动式和直接数字式，由安装在墙壁上的温控器来控制机组压缩机的起停。一只温控器可以控制一台机组，也可控制多台机组。

2) 循环水温的控制 系统环路的水温一般保持在 $33 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 的范围内。夏季当水温在 $29 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内时，冷却塔逐步开始运行。冬季当水温在 $13 \sim 16^{\circ}\text{C}$ 范围内，则锅炉进行供热。

3) 锅炉、冷却塔及水泵运行控制，循环水泵与系统中所有水源热泵机组连锁。

4) 环路水温度控制要求。环路设计水温范围一般为 $10 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，要求通过检测水环路的感温器来保证环路设计水温。夏季由冷却塔来控制环路水温，冬季由水加热设备来控制环路水温。

8. 外部能源与系统

众所周知，只有建筑物有大量余热时，通过水环热泵系统将建筑物内的余热量转移到需要的区域，才能收到良好的节能效果。但是，目前我国各类建筑物内部负荷不大，建筑物的内区面积又小，故建筑物内的余热量小是目前建筑物的现实。而且，常规空调热源又常为燃煤锅炉。由于这两种情况，制约了水源热泵空调系统在我国的应用范围。解决这个问题的唯一途径，就是从建筑物外部引进新的外部能源，以代替建筑物内的余热量。太阳能、水（地表水、井水、河水等）、土壤、空气均可作水环热泵空调的外部能源。

(1) 太阳能 太阳能是 21 世纪以后人类可期望的最有希望的能源。我国太阳能资源非常丰富，占世界第二位。我国地域辽阔，年日照时间大于 2000h 的地区约占全国面积的 $2/3$ ，其中西北和青藏高原平均日照时间在 3000h 左右。据全国 700 个气象台站长期实测积累的数据资料表明，我国各地的太阳能总辐射量约在 $334.9 \sim 837.4\text{kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ [$(80 \sim 200\text{kcal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a}))$] 之间。这为我国利用太阳能提供了宝贵条件。文献 [45] 表明太阳能水环热泵空调系统是一种节能系统，应用前景广阔，节能潜力大。该系统以建筑物的消防水池为蓄热水池，以解决太阳能的间歇性和不稳定性。此系统拓宽了水环热泵空调系统的应用范围，使目前内部余热小或无余热的建筑物也可以采用水环热泵空调系统节能。

图 4-32 给出太阳能水环热泵空调系统的原理图。由图可知，它由 3 个系统组成，即太阳能集热系统、水环热泵空调系统、热水供应系统。其系统可将建筑物的消防水池作为蓄热水池，以解决太阳能的间歇性和不稳定性。当环路水温高于 35°C 时，水环热泵空调系统上阀门①、②、③关闭，而阀门④、⑤开启，使水环热泵空调系统同消防水池断开，冷却塔投入运行。太阳能作为热水供应的热源。当环路水温保持在 $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间时，阀门①、②、

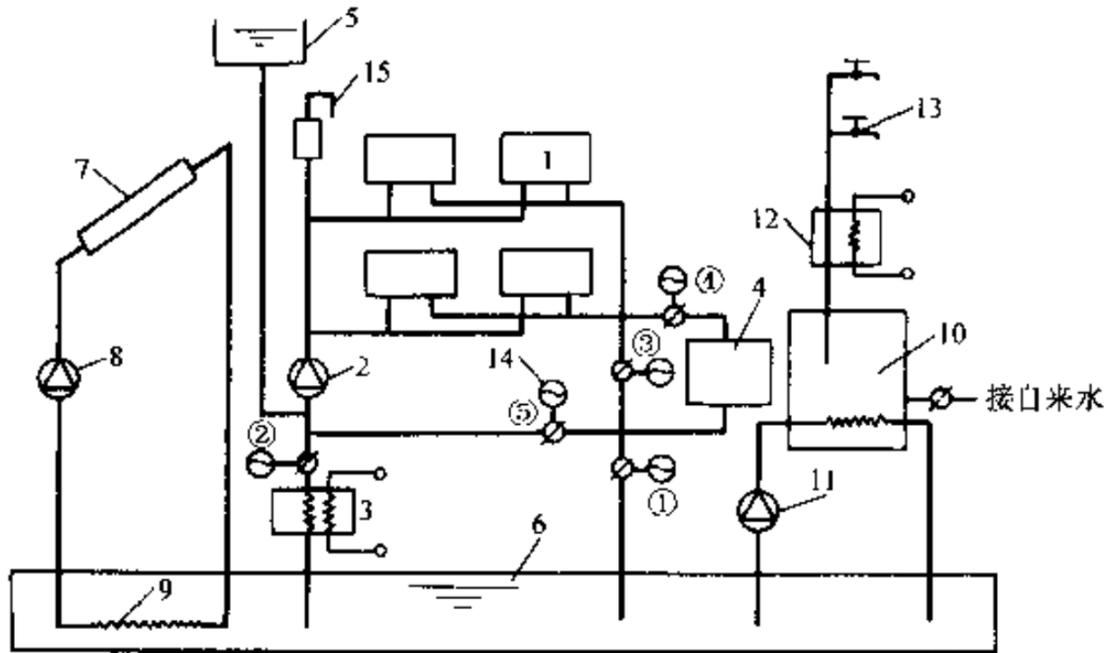


图 4-32 太阳能水环热泵空调系统原理图

1—室内水源热泵（水/空气热泵） 2—水循环泵 3—辅助热源（如电锅炉） 4—闭式冷却塔 5—膨胀水箱
6—蓄热水池 7—太阳能集热器 8—热媒循环泵 9—热媒/水热交换器 10—容积式加热器 11—热水循环泵
12—热水供应辅助加热器 13—热水供应 14—电动调节阀 15—排气装置

④关闭，而阀门③、⑤开启。冷却塔停止运行。收集的太阳能加热生活用水。当环路水温低于 15°C 时，阀门④、⑤关闭，而阀门①、②、③开启，使环路直接与消防池水连通，太阳能水环热泵空调系统吸取太阳能。如仍有多余的太阳能时，可继续加热生活热水。

(2) 水 地表水和地下水都是一个水环热泵空调系统的优良的引人注目的外部能源。其优点是：水的热容量大，传热性能好；水温一般也是稳定的，因而以水为低温热源的热泵运行工况较为稳定。但是，在使用中要注意：对水质有一定的要求，要防腐蚀和结垢；用水作为外部能源必须遵守水管理部门的要求。

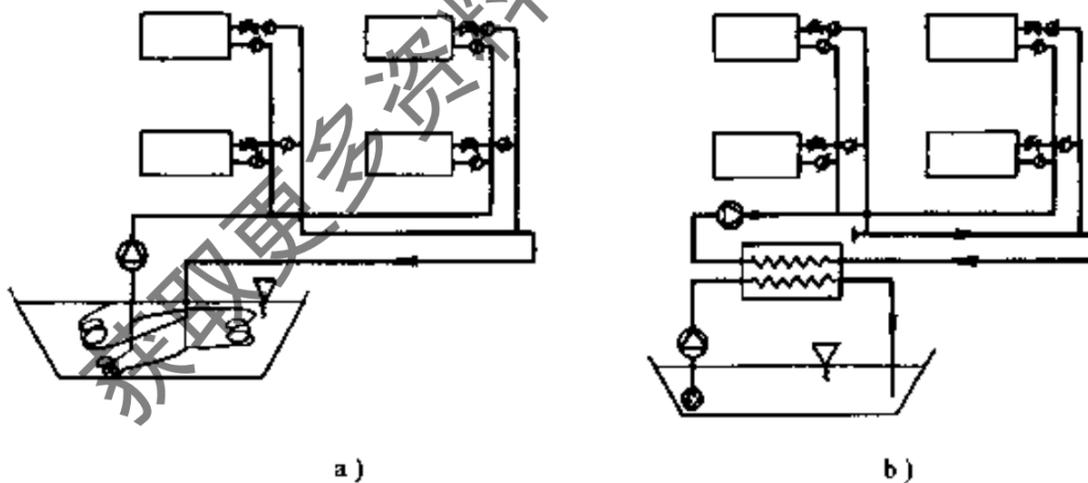


图 4-33 地表水环路系统原理图

1) 地表水。我国黄河、长江流域都有丰富的地表水，地表水环路系统如图 4-33 所示。

其中，图 4-33a 中的湖水盘管是松散管束、管材为高密度聚乙烯管。水环热泵空调系统的环路是直接通过湖中的盘管来吸取热量的。图 4-33b 中湖水通过板式换热器将热量转移到闭式水环热泵空调系统的环路中。使用这种系统时应注意地表水的水温不能太低，应保证环路中的水温在 10°C 以上。

2) 地下水。应用地下水作为水环热泵空调系统的外部热源，已引起我国暖通界的重视，北京地区正在建设一个住宅小区（ 6000m^2 ），采用地下水热泵的空调系统，每套住宅（ $150\sim$

350m²) 室内采用 1~2 台水源热泵机组。

图 4-34 给出采用单元式水源热泵的间接供水系统。深井泵将水从地下抽出经过管道送到用户的板式换热器一侧，经吸(热)热后，经管道流入地下。水源热泵机组通过闭式水环路在板式换热器的另一侧放(吸)热，完成制冷(供热)循环，向室内提供冷热风达到空调目的。夏季通过调节井水水量来控制排热量的大小，冬季井水量不变。使用这种系统时，同样要注意井水的水温不要过低，要保证水环路的水温在 10℃ 以上。我国大部分地区的井水水温均可满足此要求。我国东北中部地区深井水温约为 12℃，南部地区约为 12~14℃；华北地区深井水温约为 15~19℃；华东地区深井水温约为 19~20℃；西北地区浅井水温约为 16~18℃，深井水温约为 18~20℃；中南地区浅井水温约为 20~21℃。

(3) 土壤。土壤同样是水环热泵空调系统的一种良好的外部能源。它像空气一样处处皆有，而地下土壤温度变化不大，换热器基本上不需要除霜，并有一定的蓄能作用。土壤能源密度约为 20~40W/m²，一般可取 25W/m²。

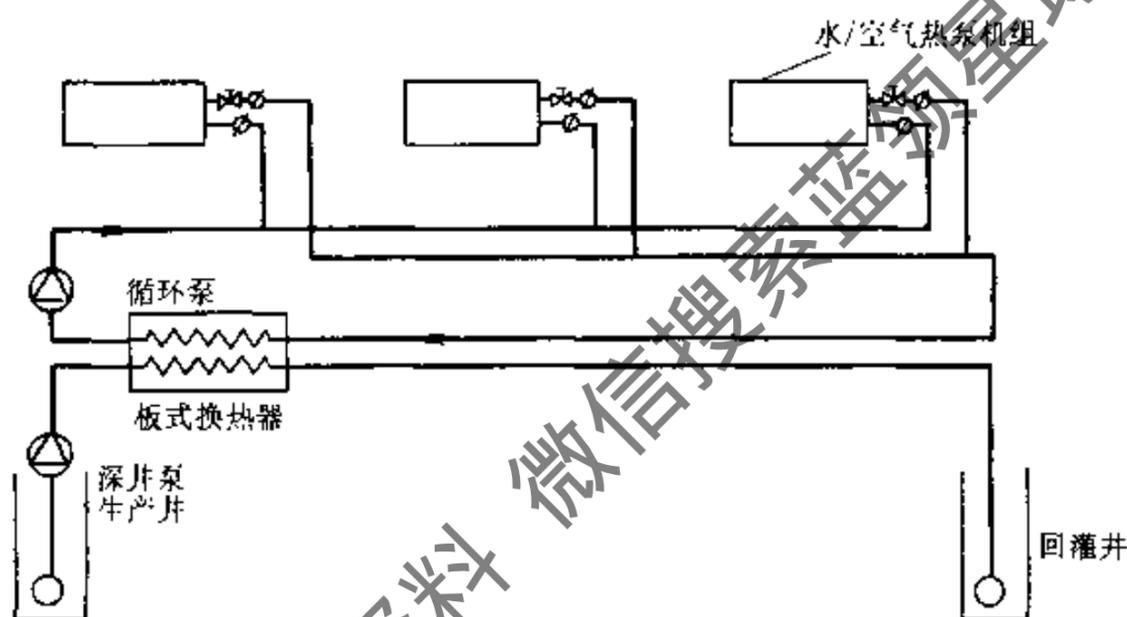


图 4-34 间接单元式地下水热泵系统原理图

图 4-35 给出带中央环路和泵的地下耦合热泵系统。地下埋管可垂直敷设，也可水平敷设。垂直式埋管一般用高密度聚乙烯管，管径为 20~40mm，埋深为 15~180m 之间。

(4) 空气。首先，我们可以使用空气—水热泵机组把水提高到较低温度。然后，以该温度的水作为低位热源，利用水/空气热泵向室内供暖。即二者组成空气—水、水—空气串联热泵空调系统，其原理如图 4-36 所示。

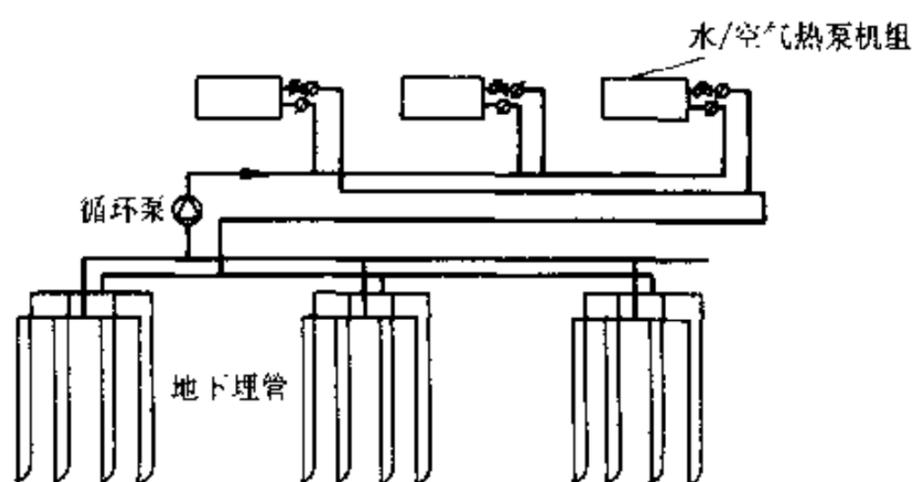


图 4-35 带中央环路和泵的地下耦合热泵系统原理图

从图 4-36 可以看出：系统由两部分组成：水环热泵空调系统、空气—水热泵低位热源系统。在春秋过渡季节，当环路水温保持在 13~35℃ 之间时，此时阀门②、④、⑤和冷

却塔关闭, 阀门①、③开启, 系统组成闭式环路, 将建筑物内区的热量转移到外区, 实现了最大限度的节能。在炎热的夏季, 水环热泵系统中的大部分机组制冷运行, 当环路水温高于 35°C 时, 此时阀门①、④、⑤关闭, 阀门②、③开启, 冷却塔投入运行, 使环路水温维持在 35°C 以内。在严寒的冬季, 水环热泵系统中的大部分机组制热运行, 此时阀门②、③关闭, 阀门①、④、⑤开启, 利用室外空气作为水环热泵空调系统的低位热源。在极严寒的环境下, 可开启辅助热源 3 进行加热。

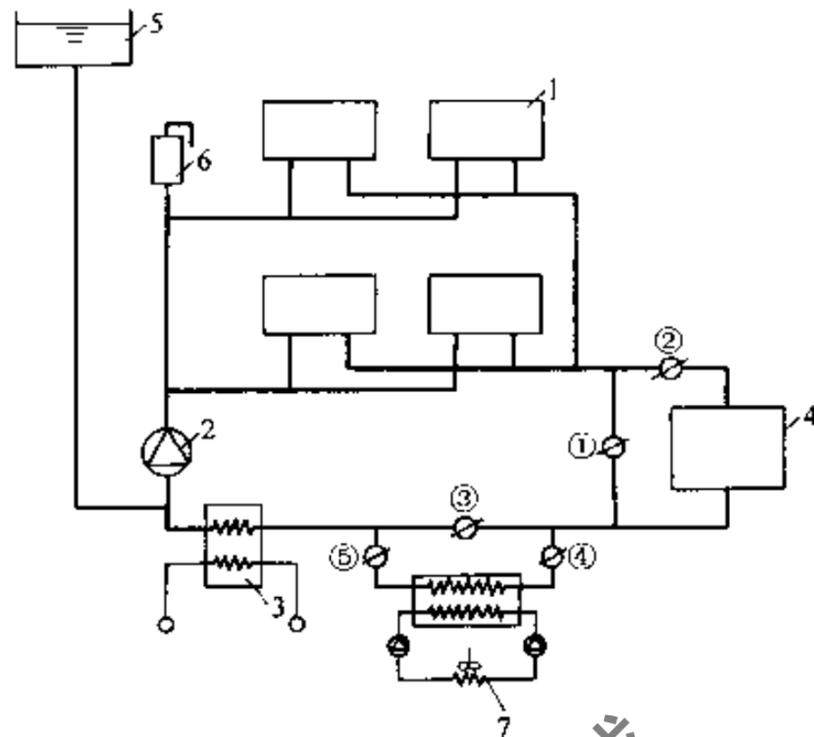


图 4-36 空气作低位热源的水环热泵空调系统原理图

1—室内水源热泵（水/空气热泵） 2—水环循环泵
3—辅助热源（如电锅炉） 4—团式冷却塔 5—膨胀水箱
6—排气装置 7—空气-水热泵机组

4.4 风管式空调系统设计

1. 系统特点

整体式机组冷量范围一般为 $9 \sim 69\text{kW}$, 机组一般安装在屋顶、室外阳台或平台上, 也称为屋顶式空调机组。室内仅布置送回风管, 采用风管回风或集中回风方式, 不需要布置冷凝水管路, 不需要设置专用机房, 噪音很容易处理, 可接入室外新风, 过渡季节可送全新风。

分体式机组冷量范围一般为 $8.5 \sim 60\text{kW}$, 室外机可安装于屋顶、阳台、墙面或地面上, 室内机有水平吊装式和立柜式两种形式, 机组采用风管回风或集中回风方式。一台室外机连接一台室内机, 双压缩机外机可以连接两台室内机, 室内、外机制冷剂管长一般为 30m , 最长可达 70m 。

风管式空调送风系统风管要求有较大的空间, 穿越建筑墙体要预留较大的管洞, 且应在上建施工时就预留好, 以免破坏房屋结构。此种空调方式系统简单, 较易施工, 工程造价也较低, 且空调舒适度较好, 因此在房间较高的较高档建筑中（如独立式住宅、别墅等）得到了较广泛的使用。

2. 系统型式

风管式空调系统负荷调节能力较差, 机组只能根据回风参数控制压缩机的起停。采用普通送风方式时, 机组送风量一般不能随房间空调负荷变化而变化, 分室温度控制较难实现; 并且当一个房间需要送风时, 其他不需要空调的房间同样有风送入, 即一开全开, 一关全关, 此时系统总冷、热量应为所有空调房间最大负荷之和, 造成能耗较大, 噪声较大。有的虽采用电动风阀调节和控制风量, 但并没有与主机联动控制, 效果较差。如能提高控制水平, 实现分室温度控制, 降低运行费用, 就舒适性来说, 该种型式应是最理想的家用中央空调系统。

家用中央空调采用变风量系统能达到室温控制方便、节能、降噪的效果, 克服全空气系

统的缺点，发挥其优点。变风量系统的末端变风量箱为带动力的风机箱，由于采用分室独立调节和控制、风机自动调节风量以及机组自动控制等控制手段，实现了连续工况的调节，改变了普通送风家用空调系统一开全开的不合理状况。考虑同时使用系数时，主机装机容量可以明显降低，空调系统耗电量、噪声、风管占用的空间等均可减少。

因此，风管式空调系统从送风方式来说可以分为上述的普通送风方式和变风量送风方式。从空调主机冷热源的供应来说，又主要可分为空气源热泵机组（辅助电加热），空气源单冷机组+热水盘管或燃气热风炉等不同的方式。可以根据当地的气候条件、能源供应状况、用户的使用要求进行不同的组合和选择，以实现最佳的空调组合，达到最理想的空调效果。

国外还有一种形式，主机以低温送风的方式将新风送入空调房间内，再通过诱导器与室内空气混合后送至地面，在地面附近形成一个冷空气“湖”。当冷空气遇到发热体，就形成冷辐射，达到降温的目的。低温送风可以减少送风量，降低风机噪声，减小风管尺寸，减少了空调房间空气的对流，使人感到舒适。

3. 系统冷热负荷确定

普通风管送风式空调系统负荷调节能力较差，机组送风量一般不能随房间空调负荷变化而变化，且送风时一开全开，一关全关，此时系统总冷、热量应为所有空调房间最大负荷之和。当各房间采用电动风阀进行风量分别调节和控制时，则应根据实际使用情况进行仔细分析，可根据平时使用较多的房间组合情况选定合适的同时使用系数，有利于选用更为经济合理的制冷主机容量。

采用变风量家用中央空调系统时，冷负荷计算分两步进行，首先计算每个房间的逐时负荷，其最大负荷用来确定每个房间需要的最大送风量，据此选择末端送风装置的规格。然后根据每个房间的逐时负荷，考虑人员、灯光、家用电器及房间使用情况确定同时使用系数，计算每户（一户一个系统）或每个系统（一户多个系统）的逐时空调冷负荷，取最大值作为选取制冷主机容量的依据。冬季热负荷计算则与普通空调送风系统相同。

4. 设备选用

设备选用时，一般以夏季总冷量为选型依据，并以冬季总热负荷作为校核依据。设备选用步骤如下：

1) 据夏季总冷负荷和夏季室内外温、湿度参数及空调房间送风量（该风量应满足换气次数大于5次/h的换气量），选定机组型号，确定机组的总制冷量、显冷量。

2) 根据系统送风量和风管系统布置，确定系统所需的机外静压。

3) 计算机组的净冷量并与夏季总冷量比较，如小于夏季总冷量则重新选型。机组的净冷量为机组的制冷量与风机电动机的发热量之差。风机电动机的发热量可根据机组风量和机外静压从产品样本中查得。

4) 根据所选型号机组和冬季室内外温、湿度参数及风量，确定机组制热量，并与冬季总热量比较。如机组制热量不能满足要求，应选配电加热器或其他加热设备，如在室内机组内增加热水盘管，利用城市热源或用户自备的电或燃油、燃气热水器加热；冬季将送风管道切换到燃油、燃气热风炉或采用燃气热风炉与电制冷一体机。

为方便用户正确选用风管式空调系统，这里介绍燃气热风炉+电制冷一体机普通空调送风系统和家用变风量中央空调系统的系统构成和设计要点。

(1) 燃气热风炉+电制冷一体机风管送风空调系统

1) 燃气热风炉—电制冷—一体机的性能。适用于住宅的立式上送风、高体形燃气暖风炉和分体空调机的组合如图 4-37 所示。图中未绘出与回风管连接的新风管及其调节阀。

此外还有立式下送风、矮体形、卧式等不同类型的燃气暖风炉—电制冷—一体机，以满足不同安装场所（地下室、半地下室、壁橱、阁楼和吊顶等）的要求。

暖风炉可配装不同类型的机械式空气过滤器或电子空气净化器，亦可配装不同类型的空气加湿器。

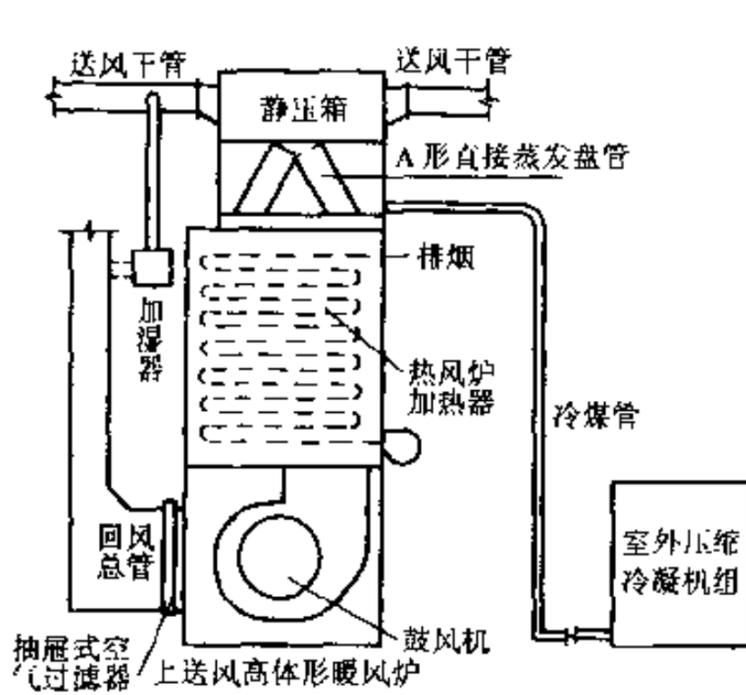


图 4-37 燃气暖风炉—电制冷—一体机

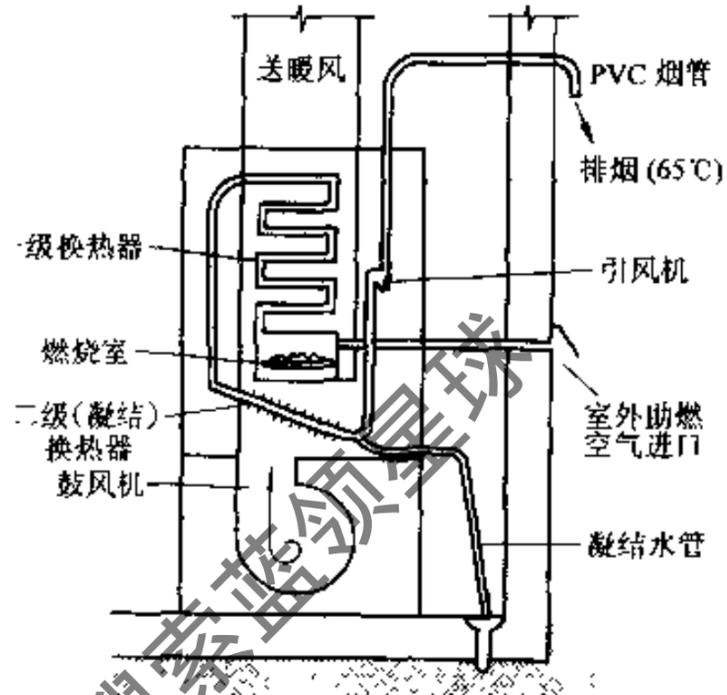


图 4-38 凝结式暖风炉

本文所选的 G21Q5—100 型暖风炉是脉冲式燃烧的燃气暖风炉，配置有凝结式烟气热回收装置，其年度燃料利用效率（AFUE）可高达 95%。是技术较为先进的燃气暖风炉。该暖风炉的特性如下。

① 脉冲式燃烧。脉冲式燃烧暖风炉与汽车发动机的燃料燃烧方式很相似：火花塞点燃燃烧室内的燃料和空气的混合物，燃烧产生的热汽体靠脉冲式“小爆炸”产生的动力，强制通过暖风炉的换热器，将其热量传递给靠鼓风机强制流动的空气。只是在开始燃烧时需要火花塞点火，以后它就会自动点火。脉冲式燃烧暖风炉的燃烧效率很高，在理想状态下，热效率高达 96%。在实际应用场合，其年度燃料利用效率（AFUE）通常能超过 90%。但是，每分钟发生 60~80 次脉冲式“小爆炸”，会产生相当大的、犹如空转的发动机发出的噪声。因此，脉冲式燃烧暖风炉必须做仔细的消声处理：

- a. 尽可能将暖风炉布置在远离睡眠区和起居室的地方；
- b. 炉体底脚处安装减振器，与炉体连接的空调风管做软连接，靠近炉体的一段空调送回风管内壁粘贴消声材料或装消声弯头；
- c. 助燃空气进气管和排烟管上安装配套的消声器；
- d. 与炉体连接的煤气管等管道用柔性接管，用塑料管做冷凝水管。

② 凝结式暖风炉。凝结式暖风炉的构造如图 4-38 所示。

从图 4-38 可知，它是在烟气通路的末端增加了一组二级换热器，即凝结式烟气换热器。用这个二级换热器，回收排至烟囱的通常温度高达 200~260℃ 烟气中过热水蒸气携带的热量，能使烟气温度降至 65℃ 左右，烟气中过热水蒸气冷凝成水而释放出凝结热（2320kJ/

kg)。回收的热量增加了暖风炉的输出功率。由于烟气温度降至 65℃ 左右，只需一根 $\phi 50 \sim 75$ mm 的塑料管来排放少量剩余的烟气，省却了昂贵的砖砌烟囱。

③ 一体机的技术性能。G21Q5—100 型暖风炉的供热量为 27.8kW，额定天然气耗量为 $3\text{m}^3/\text{h}$ 。

送风机的风量有三档或四档可调，相应于最大机外静压时的风量为 $2770 \sim 3650 \text{m}^3/\text{h}$ 。已扣除空气过滤器阻力的风机的最大机外静压为 124Pa。与之配套的 C23—51/65 型直接蒸发盘管的空气阻力为 40 ~ 70Pa。相应于 G21Q5—100 型暖风机最大机外静压 124Pa 的中档风量为 $3270\text{m}^3/\text{h}$ ，在此中档风量下的 C23—51/65 型风机盘管的空气流动阻力为 58Pa。扣除盘管的阻力后，可用于送回风管的机外剩余静压为 66Pa（高速档时为 52.25Pa）。

配置 HS29—683 型压缩冷凝机组和 C23—51/65 型直接蒸发盘管时，最大制冷量（未扣除送风机电机的发热量）为 17.7kW。

压缩冷凝机组总输入功率约为 6kW。暖风炉鼓风机输入功率为 0.8kW。

2) 室温控制。

① 按每个房间的冷、热负荷计算每个房间的冷、热风量，再按两者中的大者设计风管和选用送风口。

② 按系统的冷风和热风的总量，选定夏季和冬季的送风机转速。

③ 用装在客厅里的恒温器（thermostat）控制冷源的总冷量和热源的总供热量。

④ 调节装在送风口的风量调节阀，以控制每个房间的室温。

3) 空调设计方法及分析。美国习惯于把建筑区分为两大类：居住和小型商业建筑；大型商业和工业建筑。而为这两大类建筑服务的空调设备，相应地称为家用空调和商用空调。设计选用这两类空调机的程序和方法是不同的。

① 家用空调的设计选用。家用空调，包括本文所述的家用燃气暖风炉—电制冷一体机，是按特定的工况设计、在制造厂组装、由制冷循环构件组成（或与机械通风暖风炉结合）的单元式空调设备。家用空调的特定工况为：冷却盘管的显热比为 0.75 ~ 0.8，回风干球温度 27℃、湿球温度 19℃，制冷功率通常小于 35kW。为了与此特定工况相匹配，设计住宅空调系统时，通常不计算住宅的通风冷负荷，即潜热负荷，而采用一个简化的方法：取建筑围护结构显热冷负荷峰值的 30% 作为潜热冷负荷。因此，显热比 $\text{SHF} = 1/1.3 = 0.77$ ，能满足特定工况要求。风量也被限制在每 kW 制冷量相应于 $190 \sim 240\text{m}^3/\text{h}$ 的范围之内。可供风管管路使用的机外剩余静压只有 59 ~ 117Pa。由此可见，家用空调的冷量、热量、风量和风压的可选择性很小，尤其是机外剩余静压，比固定的概念数据要小得多，设计家用空调全空气系统时，只能根据机组运行工况下提供的几十 Pa 的剩余静压，精打细算地设计风管管路。

家用暖风炉通常是整机供货，其内预装了风机。暖风炉厂商认为能满足大多数应用场合的要求。留给设计人员的余地，唯有风机的调速，通过更换皮带轮或用变速电动机。来满足冬、夏工况的不同风量要求。

② 商用空调的设计选用。先布置系统和风管管路，后按计算要求的风量和风压选用风机和冷热源装置。

③ 家用空调简化设计方法的分析。家用空调的简化设计选用方法，即用前述固定的显热比 $\text{SHF} = 0.77$ 来选定冷却盘管的方法。用这种方法选定的制冷总功率是足够的，但实际运行时 SHF 往往会偏离 0.77，其结果是：

- a. 当空调设备的显热容量不足, 即实际 SHF > 0.77 时, 室温会偏高;
- b. 当空调设备的潜热容量不足, 即实际 SHF < 0.77 时, 室内湿度会偏大而使人不适;
- c. 当空调系统欲通过改变送风量来解决上述偏差时, 将会打乱风量平衡而造成室内通风过度或通风不足。

为了避免出现上述问题, 经常有人会加大 25% 的机组冷却容量。这不仅加大了设备的一次投资, 而且会造成吹冷风的感觉, 而在气候潮湿地区, 因机组间歇运行而导致去湿不足。因此, 加大空调机选型型号, 不是好办法。也有人主张故意减小机组的选型型号, 尤其是在潮湿地区, 这样可以保证机组连续运行而有充分的除湿能力。最好的办法是尽可能准确地计算建筑物的显热和潜热负荷, 再从厂家样本中选择符合计算显热和潜热负荷的冷却盘管 (国外的产品样本均标注全热量和显热量, 而国内的产品样本只标注全热量, 无显热量数据)。

4) 设计要点。

① 仔细计算直接蒸发盘管的空气流动阻力。因为它的静压损失很大, 往往超过整个风机盘管的静压损失, 而制造商印发的风机外部静压数据表, 通常未扣除直接蒸发盘管的空气流动阻力。设计时应选用空气阻力最小的蒸发盘管型号, 以便将尽可能多的静压供风管使用。

② 弄清楚厂家提供的机外剩余静压数据, 是否计入了空气过滤器的压力损失, 以及选用的是清洁的过滤器还是污秽的过滤器。污秽的过滤器阻力要比清洁的过滤器的阻力大 50% 以上。

③ 弄清楚厂家提供的机外剩余静压数据, 是否计入了空气加湿器的压力损失。尽管各种型号的加湿器的压力损失都很小。

④ 设计文件应提请物业公司在提供给住户的《住宅使用说明书》中详尽地告诉住户: 如何按季节调节送风机的转速、送风量和新风量; 如何定期清洁空气过滤器; 冬季如何使用空气加湿器; 如何按季节调节地板送风口的导流叶片; 使用多少年后, 需用真空抽吸装置清扫风管管路。

(2) 家用变风量中央空调系统 (rVAV)

1) 系统介绍。rVAV 是专为用于家庭住宅、商住两用房等建筑用户的家用中央空调设计的一套变风量控制系统。它配合风冷空调机组、热水盘管或暖风炉使用, 能够达到控制室温、减少能耗的目的。

rVAV 系统是采用风机取代风阀、并对总风量进行控制的系统, 它运用计算机控制技术、多变量控制理论对家用中央空调进行集散控制。通过设在各房间的数字式温控器, 采用模糊逻辑控制技术无级调节相应的变风量箱风机的转速, 从而调节房间的送风量, 以达到控制室内温度的目的。系统中央控制器实现两个控制功能: 一方面采集各房间温度和风量参数, 来控制空调机组室内机的送风量以及室外机的变频或起停; 另一方面, 与小区网络连接, 实现远程集中管理。

rVAV 系统的末端变风量箱为带动力的风机箱, 它可使每个出风口的压力提高 60 ~ 90Pa, 降低了空调室内机对机外余压的要求, 送风能力明显提高。由于采用分室独立调节和控制、风机自动调节风量以及机组自动控制等控制手段, 实现了连续工况的调节, 改变了普通家用空调系统一开全开的不合理状况, 主机装机容量 (考虑同时使用系数) 可以明显降低, 空调耗电量、噪声、空间占用等均可以减少。

2) 系统构成。rVAV 系统构成如图 4-39 所示, 它由以下 4 个主要部分组成。

① 空调机组。可选择任何型号的风冷冷风或热泵空调机组，定速机组或变频机组均可。资金许可时，尽量选用变频机组。

② 末端数字控制器 (rEDC)。采用微处理器及人工智能的模糊逻辑控制技术，瞬态响应时间短。rEDC 控制器集温控器与执行器于一体，由置于温控器内的温度传感器实时检测室内温度，与用户预先设定的室内温度进行比较，实时自动平滑地调节风机转速，从而实现风机送风量的自动控制和无级调节，控制精度可达 $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$ ，能够准确地调整风量，并使其随负荷变化保持动态平衡。

③ 变风量终端箱 (FTB)

FTB 变风量箱是带有动力的风机箱，风压 60 (标准型) ~ 90Pa (高静压型)，构造如图 4-40 所示，由低噪声离心风机、电容式电机、吸声箱体、保温吸声板等组成。风机为大轮径、大风量、低转速、低噪声离心风机，电动机为高效、低噪声单相电容电动机，箱体内贴保温吸声板，不但可以确保箱体表面不会结露，同时可以降低箱体噪声。

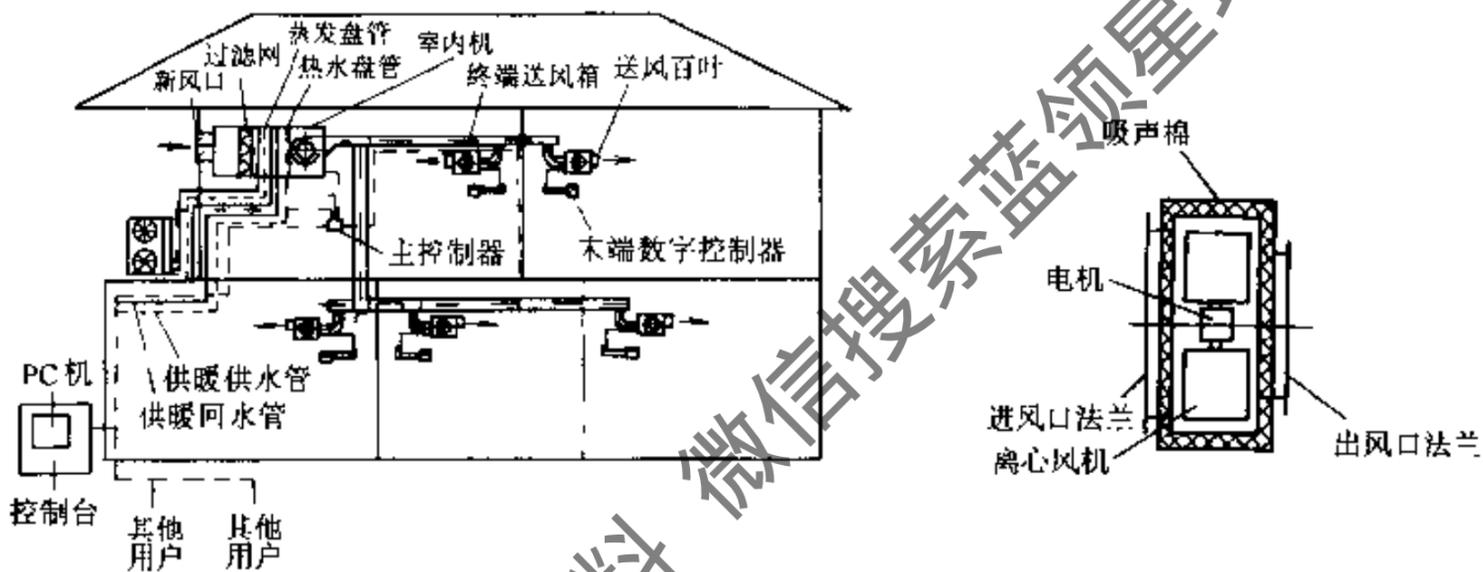


图 4-39

图 4-40

① 中央控制器 (master)

用于实时采集所有末端控制器的控制信号，判断温度变化趋势，在加以总解耦计算后控制室内风机送风量，同时对室外压缩机进行变频控制或起停控制。

中央控制器上带有通信接口，可以通过网络进行计算机远程监控，实现小区家用空调的集中管理。

3) 控制过程。在每个独立温度控制区安装变风量末端 (变风量终端箱 + 末端数字控制器)，在机组室内机处安装一台主控器。主控器上带 2 个 RS-485 通信接口，其中 1 个与各室控制器的通信接口通过一对双绞线相连，另 1 个接口可直接通过网络线与小区的微机相连。

原空调机组自带的控制面板，可作为机组的总电源开关，并用于选择工作模式 (制冷、制热、除湿、通风等)。面板上的风速调节键无效，而由系统主控器实时根据各房间用户设置温度与实际室温的温差来自动控制空调机组室内机送风量大小。

下面以空调机组制冷状态为例，说明该系统的控制过程。

当第 1 台末端控制器打开，室内温度高于设定温度 0.5°C 以上时，室外机起动。当最后 1 台末端控制器关闭，或所有工作的末端数字控制器所在房间的室内温度低于设定温度 0.5°C 以上时，室外机停机。为防止室外机频繁起停，每次停开机时，系统都有检测程序，

保证一定的连续运转或停机时间。

当不打开空调机组面板上的电源开关，而只打开末端控制器时，空调机组压缩机不工作，只有室内风机工作，此时可作为房间通风换气之用。

每一台末端控制器实时检测温度与室内温度的温差，根据温差及差值的变化趋势，自动调节变风量箱风机转速，以控制送风量，达到调节温度的目的。

系统主控制器实时检测每个末端控制器的运行参数，根据每个温度控制区所需风量总和及温度变化趋势来控制机组室内机使其运行在高档、中档或低档风速状态下或采用无级风量调节。

当空调系统有新风引入，在新风口处可安装一个手动调节阀或比例调节阀。当安装新风比例调节阀后，可由主控制器根据室内机送风量大小来控制新风阀开度。

4) 设计步骤。

① 收集建筑资料，初步划分系统。同其他型式的空调系统设计一样，设计户式集中空调变风量系统前要完整准确收集那些对冷热负荷会产生影响的建筑设计资料，对住宅建筑来说，除常规的一些资料如气候条件、热工性能等外，还应了解住宅的类型、结构情况及能源情况等。

在收集和研究了上述各项资料的基础上，应初步确定：

- a. 采用何种家用中央空调；
- b. 室外主机及室内末端设备的安装位置；
- c. 辅助加热设备的类型及安装位置；

d. 系统如何划分，毋庸置疑，对于普通住宅，应按户设置系统，对于面积较大的跃层式住宅、别墅或商住办公性质的公寓等，系统应考虑按层或按功能区划分。

② 冷热负荷计算。冷负荷计算分两步，首先计算每个房间的逐时负荷，其最大负荷用来确定每个房间需要的最大送风量，据此选择末端送风装置的规格。然后根据每个房间的逐时负荷，考虑人员、灯光、家用电器等的同时使用系数，计算每户（一户一个系统）或每个系统（一户多个系统）的逐时空调冷负荷，取最大值作为选取制冷主机容量的依据。冬季热负荷计算与常规空调相同。

③ 风机箱选择。根据每个房间需要的送风量选择末端风机箱规格，房间送风量按下式计算：

$$L = 3.6 Q_c / \rho (h_n - h_s) = 3.6 Q_c / \rho c (t_n - t_s) \quad (4-6)$$

式中 L ——送风量， m^3/h ；

Q_c, Q_r ——空调房间的全热冷负荷和显热冷负荷， W ；

ρ ——空气密度，取 $\rho = 1.2 \text{kg}/\text{m}^3$ ；

h_n, h_s ——室内空气焓值和送风空气焓值， kJ/kg ；

t_n, t_s ——室内空气温度和送风温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

c ——比热容， $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

空调系统的送风温度为表面空气冷却处理器后露点温度加上风机和管道的得热温升，全空气型家用中央空调均采用直接蒸发式的表面冷却器，实际运行时机器露点温度在 $10 \sim 14^{\circ}\text{C}$ 范围内，由于风机较小，管道较短，温升可基本不考虑。当房间设定温度在 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 时，送风温差在 $10 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 。对于住宅来说，房间进深一般较小，送风射程短，即使在变风量末端装置送风量减少的情况下，一般也不会室内产生不舒适的下降气流，送风温差可以

取较大值，以减少设备容量，提高经济性。

④ 空气处理装置。家用中央空调的空气处理装置有分体管道机、分体柜机、穿墙机组等几种形式，一般按所负担房间的逐时冷负荷最大值并考虑一定的裕量系数选取，并按冬季空调工况校核。对于北方寒冷地区，冬季热泵出力一般不能满足热负荷要求，此时应设辅助加热装置。常用的辅助加热方式有：在室内机组增设纯电阻式加热器；在室内机组内增设热水盘管，利用用户自备的电或燃油、燃气热水器加热；冬季将送风管道切换到燃油、燃气暖风炉等。

⑤ 风管系统设计。由于户式集中空调风量小、流程短、余压小、室内噪声要求高，不宜采用集中空调变风量系统常用的高速送风。送风系统可采用常规低速系统，风管尺寸按等摩阻法计算，风速一般不大于 5m/s ，可利用相通的吊顶空间做回风道，有条件时宜设专用回风管。仅靠门窗缝隙回风的做法，在夜间房门全部关闭时可能造成送不进风的情况，应尽量避免采用。

考虑防火需要，每个系统应至少设置一个 70°C 自动关闭的防火阀。高层建筑应按现行《高层建筑设计防火规范》设计。

5. 设备布置及风管设计

整体式机组应尽量靠近服务区域布置，以使送回风管尽量短直。由于空气处理设备置于整体式机组内，新风引入非常方便。由于整体式机组是定型产品，风机、蒸发器等器件不能选配，因此应该按照其提供的风量和机外静压来精打细算地设计风管管路，对于层高较低的住宅建筑来说，主风管尽量布置在客厅、走道周边，以便于装饰处理，支风管上均应设风量调节阀。回风管宜布置在各送风区域的中央，应尽量短直，不容许与送风管交叉，送风管以侧送双层百叶风口为主，也可根据装潢需要，采用顶送散流器风口或条缝型风口。整体式机组的新风阀门大多数采用手动调节阀，为降低初投资，不设自控。当设有自控时，新风阀门可根据室外温度、比焓或焓差信号自动控制新风比例，以达到节能的目的。机组根据室内温控器的信号控制压缩机起停。

分体式机组室内机可采用独立设置于专用机房内的立柜机组，也可选用置于储藏室或卫生间吊顶内的水平吊装式机组，均可在室内机回风箱处引入室外新风。为降低室内机组的噪声，送回风管出口处应采取消声措施。送、回风管的布置应结合住宅的平面结构合理进行，有条件时尽量设置专用回风管，当然也可利用相通的吊顶空间做回风道，仅靠门窗缝隙回风的做法，在夜间房门全部关闭时可能造成送不进风的情况，应尽量避免采用。

高档的别墅或复式住宅，其送回风管的布置相对条件要好，但风管系统设计时一定要注意系统阻力符合机组静压要求。为了创造满意的空气气流组织，克服各房间内和楼上、楼下过大的温度梯度，宜设置 2 个交替使用的集中回风口。夏季用楼梯间顶部的回风口，冬季则使用楼梯底部的回风口。复式住宅或别墅建筑，按常规首层一般为客厅、餐厅、家庭共用厅、厨房等，卧室均设置在二层。因此有条件在首层吊顶内设 2 层共用的送风管，2 层卧室则采用装有可调百叶的地板送风口，在冬季送热风时，气流组织最佳，热舒适性最好，特别是对于寒冷地区的住宅来说至关重要；而夏季送冷风时，通过调节送风口上的导流百叶，使射流的展宽减小，射程增大后，也能满足舒适要求。此种送风方式，由于无须将送风管引至 2 层楼板上方，从而缩短了送风管路，即降低了风管的阻力损失，这对于定型的机外静压一定的空调机组来说是很为重要的。另外，比之吊顶送风口须攀梯登高才能调节，地板送风口

的调节、开闭，轻而易举，垂手可得。当然为了使房间有良好的空气循环和充分的气流覆盖面积，每个房间应设置多个地板送风口（通常布置在每个窗下方和邻近外门的位置），而不是设单个大型号送风口。

风管设计主要包括风管尺寸的确定和风管阻力损失的计算，而风管风速的确定与两者均有关系，因此首先应确定风速。风速的确定与初投资、系统运行费用和气流噪声有关。家用风管式空调系统风量小、流程短、静压小、室内噪音要求高，不宜采用集中空调常用的较高风速送风，送风系统可采用常规低速系统，风管尺寸按等摩阻法计算，风速一般不大于 5m/s ，风管风速可参照表 4-10 选用。风管一般采用镀锌钢板制作，外包夹筋铝箔离心玻璃棉板或橡塑等保温材料；也可采用具有吸声作用的玻璃棉板复合风管，外覆夹筋铝箔，内表面涂有防吹散并且能除菌防霉的聚合物涂层。送回风口的布置要有利于形成合理的气流流程使送风气流有效地覆盖人员活动区域，保证空调房间送风气流和温度的均匀性，避免形成送风死角或温度梯度。新风口的设置要注意保证其不受室外机排出热风的影响。

表 4-10 风管风速选用表

室内允许噪声/dB (A)	主管风速/ (m/s)	支管风速/ (m/s)	风口风速/ (m/s)
25 ~ 35	3 ~ 4	≤ 2	≤ 2
35 ~ 50	4 ~ 6	2 ~ 3	2 ~ 3
50 ~ 65	6 ~ 9	2 ~ 5	

4.5 VRV 空调系统设计

1. 直接蒸发式空调系统的发展

能源和环境问题是当今世界关注的焦点，自从 1972 年能源危机以来，变容量调节以匹配负荷变化的概念在空调系统中得到了广泛的应用，从水系统、空气系统到制冷剂系统分别出现了变水量 (VWV)、变风量 (VAV)、变制冷剂流量 (VRV) 等各类变容量系统，突出地表现在这些系统的节能效果方面。另一方面，环境保护运动的蓬勃发展，也要求进一步提高制冷和空调系统的能量利用效率，制冷空调设备的低效率用电是增加大气温室效应的间接因素。而变容量控制不仅减少了设备的起、停损失，也提高了系统在部分负荷时的能效。如果考虑到实际使用中设备往往选型偏大，那么变容量控制带来的节能和环保效果则更为明显。此外，人们对舒适的生活品质与环境愈来愈重视，要求也愈来愈高，不仅对室内温、湿度控制提出了较高要求，更注重室内空气品质 IAQ 指标，希望室内环境趋向于自然环境的特征，而微电脑、变容量、电子膨胀阀 3 大技术的导入和人工神经网络、模糊技术等现代控制理论的应用为实现空调系统智能控制提供了必要的工具和手段。因此可以说，节能、环保和改善室内环境舒适性的要求促进了变容量控制在制冷空调中的应用和发展。

直接蒸发式空调系统的发展，从 20 世纪 40 年代中期到现在大致可以分为 5 个阶段，其技术的发展主要集中在 3 个方面：① 追求空调的高效节能，特别是在 1972 年石油危机以后，改善压缩机、热交换器、风扇的性能，加强对制冷循环特性的研究，优化制冷系统，实现了空调系统的小型化、低能耗、低噪声、高可靠性；② 追求室内环境的高舒适性，从单一的温度控制发展到室内热环境特性（如 PMV 等）的综合控制，从简单的双位控制发展到人工

神经网络与模糊技术相结合的智能控制，以实现人们对舒适性的要求；③追求空调系统的多功能化、多元化，从单冷型窗式空调器发展到热回收型 MVRV 空调系统，极大地拓宽了直接蒸发式空调系统的应用范围，开辟了集中空调系统的新领域。

2. VRV 空调系统的定义及控制原理

VRV 空调系统是在电力空调系统中，通过控制压缩机的制冷剂循环量和进入室内换热器的制冷剂流量，适时地满足室内热负荷要求的高效率冷剂空调系统。VRV 空调系统需要采用变频压缩机、多极压缩机、卸载压缩机或多台压缩机组合来实现压缩机容量控制；在制冷系统中需设置电子膨胀阀或其他辅助回路，以调节进入室内机的制冷剂流量；通过控制室内外换热器的风扇转速积，调节换热器的能力。在变频调速和电子膨胀阀技术逐渐成熟之后，VRV 空调系统普遍采用变频压缩机和电子膨胀阀。

空调系统在环境温度、室内负荷不断变化的条件下工作，而且系统各部件之间、系统和环境之间相互影响，因此 VRV 空调系统的状态不断变化，需通过其控制系统适时地调节空调系统的容量，消除其影响，是一种柔性调节系统。其工作原理是：由控制系统采集室内舒适性参数、室外环境参数和表征制冷系统运行状况的状态参数，根据系统运行优化准则和人体舒适性准则，通过变频等手段调节压缩机输气量，并控制空调系统的风扇、电子膨胀阀等一切可控部件，保证室内环境的舒适性，并使空调系统稳定工作在最佳工作状态。

3. VRV 空调系统的特点

变频 VRV 空调系统相对于定速系统具有明显的节能、舒适效果：

1) VRV 空调系统依据室内负荷，在不同转速下连续运行，减少了因压缩机频繁起停造成的能量损失；在制冷/制热工况下，能效比 COP 随频率的降低而升高，由于压缩机长时间工作在低频区域，故系统的季节能效比 SEER 相对于传统空调系统大大提高；采用压缩机低频启动，降低了起动电流，电气设备将大大节能，同时避免了对其他用电设备和电网的冲击。

2) VRV 空调系统具有能调节容量的特点，在系统初开机时室温与设定温度相差很大，利用压缩机高频运行的方式，使室温快速地到达设定值，缩短室内不舒适的时间；当系统受到室内、外各种扰动时，控制系统可以通过室内、外换热器的容量、电子膨胀阀开度和压缩机运行频率来调节系统的容量、冷凝和蒸发压力，适时地保证室内环境的舒适性和系统的安全性运行要求；极少出现传统空调系统在启停压缩机时所产生的振动和噪声，且室内机风扇电机普遍采用直流无刷电机驱动，速度切换平滑，降低了室内机的噪声。

3) 由于 VRV 空调比冷水机组的蒸发温度高 3°C 左右，其 COP 值约提高 10%；结构紧凑，体积小，管径细，不需要设置水系统和水质处理设备，故不需要专门的设备间和管道层，可较大程度地降低建筑物造价，提高建筑面积的利用率。

4) 室内机的多元化，可实现各个房间或区域的独立控制；而且热回收 VRV 空调系统，能在冬季和过渡季节，向需要同时供冷和供热的建筑物提供冷、热源，将制冷系统的冷凝负荷和蒸发负荷同时利用，大大提高了能源利用效率。因此，多元 VRV 空调系统将是今后家用住宅和中小型楼宇空调系统的发展主流之一。

5) 各式各样的控制方式，自动诊断功能。大金公司提供的集中遥控器能够最多控制 64 组计 1024 台室内机，并可进行区域控制，有自动诊断显示出故障的类型和部位（可显示 50 余种故障）以便迅速而简单地进行维修，因而不需专门管理人员，又提高了检修效率。

使用带有双电缆多线路传统的 LCD 液晶显示遥控器和集中控制器，VRV 系统可以按照

用户的要求,实现各种控制方法,可以有独立遥控,分两地遥控,利用一遥控器成组控制,利用两个遥控器成组控制,使用集中遥控器(可控制64组1024台室内机)亦可以实现新型集中控制系统或与BMS大楼管理系统的联接,以满足日益增长的与BMS系统匹配的需要。

4. VRV 空调系统的类型

由于多元变频VRV空调系统存在有制冷剂分配和系统稳定性控制问题难以解决,在微电脑、电子膨胀阀、变频技术诞生以后才开始重视其研究开发工作。自1985年开始发展至今,世界上主要是由日本大金、三菱、日立、夏普、松下等少数几家大企业拥有此项技术。目前,多元VRV空调系统主要有单冷、热泵型和热回收型3种型式,将这3种系统、变风量系统等结合起来,又扩大了VRV空调系统的应用范围。

目前用于家用的VRV空调系统,主要为直接以制冷剂为输送冷热量介质的空气源热泵空调系统,一般由一台室外机和3~32台室内机组成。小容量的室外机通常设有一台变频压缩机或采用其他变制冷剂流量技术的压缩机,大容量的室外机则还设有一台或数台定频压缩机。该系统一般有两种类型:

(1) 家用VRV系统 采用直流变频技术的家用VRV系统的额定制冷量在14.5kW左右,可以拖2~7台室内机,可以连接的室内机总容量可以达到18.9kW,特别适用较大面积住房的制冷和制热需要,系统采用的是220V、30A的单相电源,电源只需连接至室外机上即可满足整套装置的用电。控制系统简单,管路布置和连接方式简单,设备选择及管路设计均较简单。系统采用BP装置通过冷媒铜管来连接室外机和室内机,BP装置内设电脑板和电子膨胀阀(一般的产品不设BP装置,而将电脑板和电子膨胀阀装于室内机),使室内机部分的噪音和体积大大降低。

家用VRV系统还采用了一些最新的空调技术,如采用磁阻式直流变频压缩机,将压缩机在部分负荷下的效率大大提高;还采用PAM(脉冲调幅控制)方式来进行自动化控制;通过控制发动机电压从而提高运转能力,甚至在高负荷状态下也能高速运转,它也通过在转换器控制下减少转换频率进一步降低噪音损耗和转换损耗,实现真正的节能;MIO(多段输入和输出)控制,比传统的变频型能更好地控制膨胀阀和压缩机,而且让空调迅速地改变室温,避免过冷或过热,使室内环境更加舒适。

(2) 大型VRV系统 此系统连接的室内机数量较多,管路长且复杂,连接方式多样,设备选择和管路设计比较复杂,因此下面介绍的就是这种系统的设计要点和设计注意事项。

5. VRV 系统连接方式的确定

VRV系统配管有三种连接方式:配管分路的连接(配管仅连接REFNET接头)、端管分路的连接(配管仅连接REFNET端管)和混合分路的连接(配管中包括REFNET端管和接头),如图4-41所示。



图 4-41 REFNET 接头



图 4-42 REFNET 端管

配管分路的连接方式是通过制冷剂管道接头将室内机和室外机连接起来，适用于纵深长的房间连接；端管分路的连接方式是通过制冷剂管道端管将室内机和室外机连接起来，这种方式便于增设室内机组；组合方式则是配管分路方式和端管分路方式的组合，比较适合布局复杂的空调区域室内机组的连接。但增加室内机组时，可以将室内机直接接在 REFNET 端管或 REFNET 接头上，本系统的 REFNET 端管分路以下不能再作分路连接。

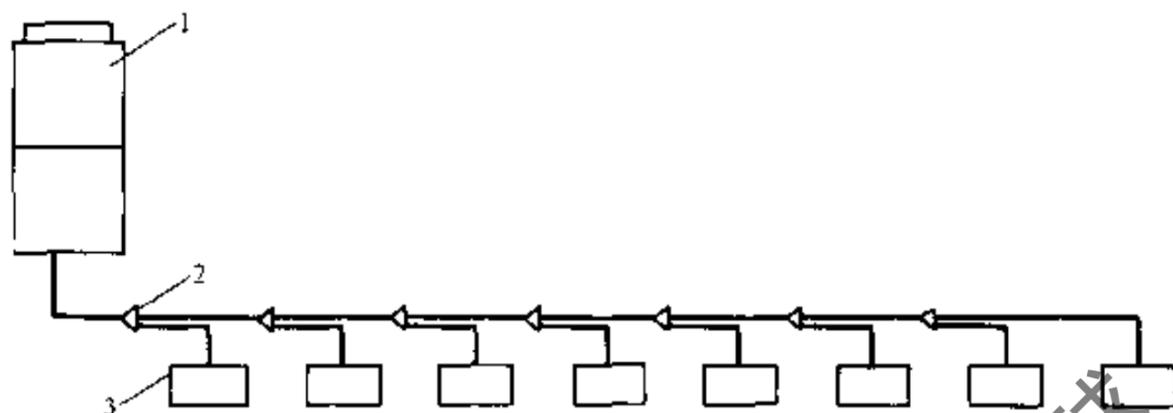


图 4-43 VRV 系统配管分路的连接
1—VRV 系统室外机组 2—REFNET 接头 3—室内机组

6. 室内机和室外机的选择

机组一般根据夏季制冷工况进行选择计算，并根据冬季制热工况进行校核计算。计算的步骤如下：

(1) 室内机选择 根据空调房间的冷负荷，室内干、湿球温度和夏季空调室外计算干球温度，查找室内机制冷容量表，选择其容量大于给定房间冷负荷的室内机。

(2) 室外机选择 根据室内机的组合总容量选择室外机，通常室外机应根据机器所装的位置区域和房间的用途来考虑。室内机和室外机组合时，室内机容量系数的总值应接近或略小于每台室外机在 100% 组合率的容量系数。一台室外机可连接 8~16 台室内机，如果安装空间足够大，推荐使用大些的室内机。如果组合率大于

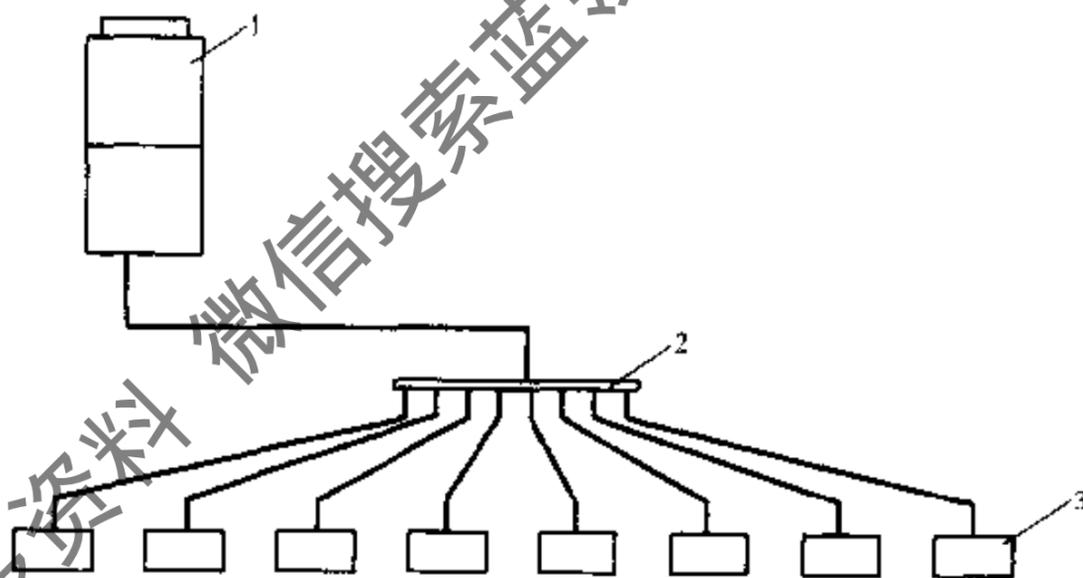


图 4-44 VRV 系统端管分路的连接
1—VRV 系统室外机组 2—REFNET 端管 3—室内机组

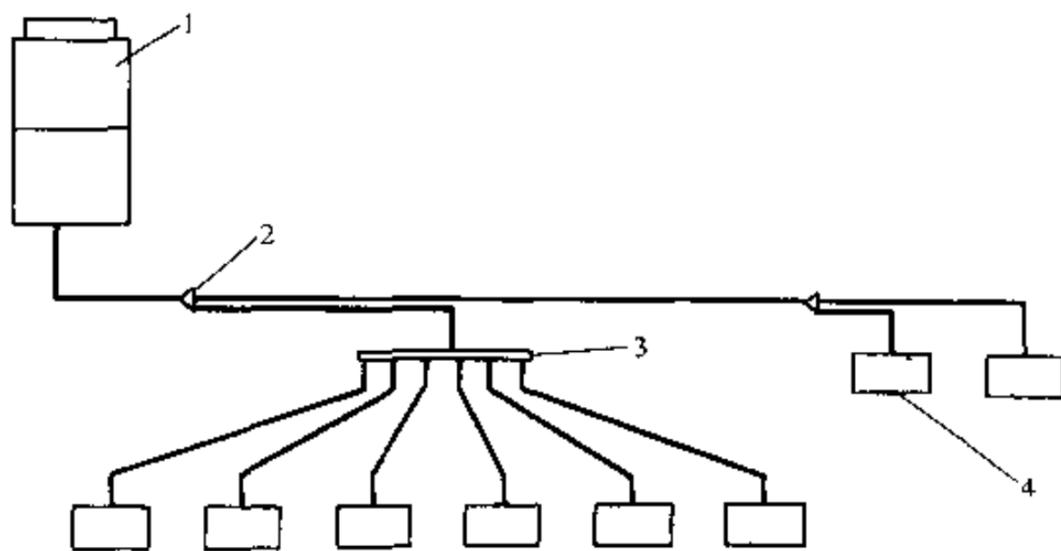


图 4-45 VRV 系统混合分路的连接
1—VRV 系统室外机组 2—REFNET 接头
3—REFNET 端管 4—室内机组

100%，应根据每台室内机的实际容量确认后再确定满足房间冷负荷的室内机型号。

机组的组合率是指室内机的总容量系数与室外机的容量系数的百分比，机组的组合率范围为 50%~130%，一般情况下推荐按接近或略小于 100% 选取，当同时使用系数小时，可根据系数的大小在 100%~130% 范围内选取。

(3) 机组实际运行参数 室外机的实际制冷量可根据室外空调计算干球温度、室内干球温度、室内湿球温度、机组组合率和选定的室外机型号，从室外机制冷容量表中查出。

室内机的实际制冷量按下式计算：

$$ICA = \frac{INX}{TNX} OCA \quad (4-7)$$

式中 ICA——室内机的实际制冷量；

OCA——室外机的实际制冷量；

INX——室内机的容量系数；

TNX——室内机总容量系数。

如计算得到的室内机实际制冷量，比房间需要的冷负荷小，应重新选择室内机规格，并重复以上步骤计算出最后定型的室内机实际制冷量。

以上计算的室内机实际制冷量，是在室内机与室外机水平落差 0m，制冷剂配管当量长度 5m 时的制冷量。实际上，室内机与室外机不可能在同一水平的位置上，制冷剂配管长度常常大于 5m，因此还必须对室内机的实际制冷量进行修正。如果修正值小于房间的冷负荷，则应选择规格大一号的室内机，并再次重复以上的步骤进行计算，直到满足要求为止。但在室内机的型号选择时也应注意选择最佳的规格，而不要选择过大的规格。

(4) 冬季制热量的校核计算 冬季制热量的校核计算基本上与步骤 (3) 相同。在计算出室内机的实际制热量后，再进行室内机与室外机水平落差和配管长度的修正计算。但是，设计中应注意的是，随着室外温度的降低，其热泵循环的供热能力将下降。以日本大金公司的 RSXY16KA 型机组为例，当室温为 20℃ 时，其供热能力与室外温度的关系如图 4-46 所示（取自该公司 2001 版技术资料 LDCN33-010 并进行整理）。

从图 4-46 可以看出：热泵制热量与室外温度的变化基本上是一个线性关系。通常厂家给出的供热量是室外气温 7℃（室温 20℃）时的标准工况，当室外气温下降到 -13.7℃ 时，其制热量为 32.3kW（为标准工况制热量的 65% 左右）。从资料上可以查出，其空调工况时的标准制冷量为 46kW，因此，这时最小制热量只相当于标准制冷量 70%。

由此可知：在室外气温较低的北方地区（或建筑物热负荷较大而冷负荷较小时），如果按需要冷量来选择机组，则其供热量有可能无法满足要求。反之，如果按供热量来选择机组，则夏季运行能耗增加，不能满负荷运行，且设备投资也加大。因此，VRV 系统采用冬夏合用时，必须限定一个适用的范围，当一幢建筑物拟采用此系统并且要求冬夏

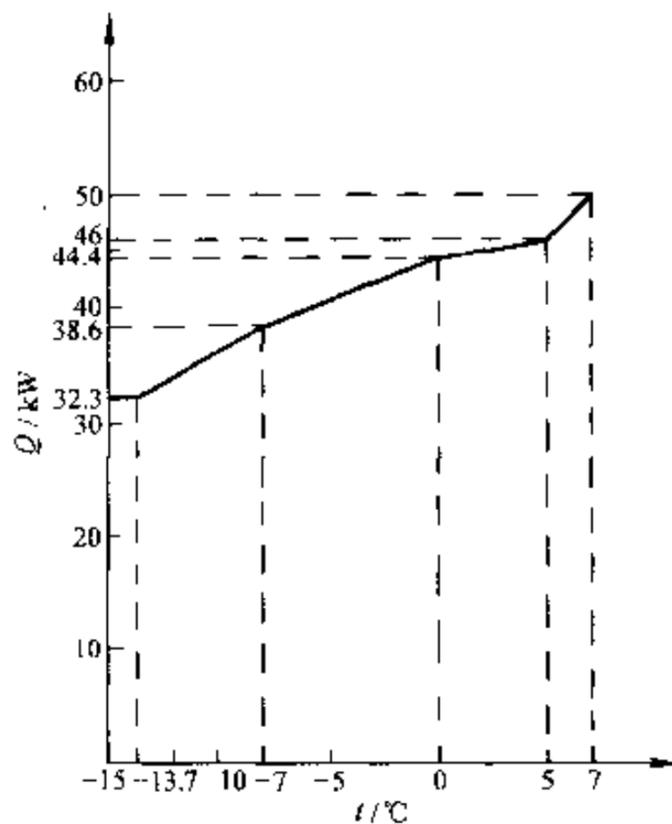


图 4-46 VRV 机组供热工况

季合用时，应对建筑需冷、热量进行详细计算后，校核按夏季所选的设备能否满足冬季的供热量要求，如果能达到或相差不大时，可直接采用或选大一号室内机组；如相差较大，则应设置辅助热源补充热量，或只作供冷使用。

7. 设备布置和管路设计

(1) 室内机设置 VRV 系统室内机型式主要有天花板卡式嵌入型、天花板嵌入导管内藏型、天花板嵌入风管连接型、天花板悬吊型、挂壁型、落地型、落地内藏型。天花板卡式嵌入型和天花板嵌入风管连接型适用于层高较高、空间较大的场所。天花板嵌入风管连接型可以连接较长的风管，可以采用下送风口；天花板嵌入导管内藏型可采用侧送风口；对于层高较低的住宅，为便于家具布置，采用挂壁型比较合理；落地型、落地内藏型一般沿外窗布置。

(2) 室外机设置 当室外机设置于屋顶时，只要保证周围空间有大约 1m 左右的净空即可保证使用效果。但如果室外机设于每户阳台时，则应与建筑外立面进行协调，解决好室外机进、排风口的位置，防止进、排风口过近面产生短路而影响正常使用。室外机布置在屋顶时，女儿墙高度不得高于室外机的高度。当女儿墙高度超过室外机高度时，必须在女儿墙上开进风口，进风口速度为 2~3m/s。当女儿墙高度超过室外机顶部高度 1.5m 时，必须采取有效措施使排风顺畅。当室外机在阳台上数台垂直布置时，为防止气流短路，应在室外机排气口处设置导流罩或者选用斜出风口的室外机，最好的办法是在平面上错开室外机的布置位置。另外，为保证正常使用，室外机配电应根据具体条件由室外机技术资料查得。

(3) 制冷剂配管设计应遵循以下基本要点

1) 最长允许长度。室外机和室内机之间的配管长度不应超过最长允许长度，不同的厂家有不同的最长允许长度。一般来说，室外机和室内机之间的配管长度最长为 100m，当量配管长度最长为 125m（接头的当量配管长度为 0.5m，端管的当量长度为 1.0m）。

2) 允许高差。室外机和室外机、室外机和室内机之间的高度差应小于允许高度差。当室外机位置高于室内机位置时，室内机和室外机之间的高度差可大些；当室外机位置低于室内机位置时，室内机和室外机之间的高度差则小些，并且，同一系统内的室内机之间的高度也有限制。

3) 分支后的允许长度。从第一个制冷剂分支组件（接头或端管）至最远的室内机之间的配管长度，应小于分支后的允许长度。

4) 制冷剂分支组件的选择。选择分支接头时，从室外机开始，第一个接头应根据室外机的型号选用相对应的接头，其他接头则根据连接于该接头以下的所有室内机的容量总和来查表选用。

选择端管时，根据与连接于端管以下的所有室内机的容量总和，查表选择合适的组件型号，端管与室内机之间不能再使用接头。

5) 配管管径的选择。室外机与第一个分支组件之间的配管管径，应与相连的室外机接管相同；两个相邻分支组件之间的配管管径，根据下游组件相连的所有室内机的容量总和查表确定；分支组件与相连的室内机之间的配管管径，与室内机接管管径相同。

超级配线系统实现了室内机和室外机之间以及集中管理遥控器之间的一根公共线（遥控线+传输线）连接。

8. 制冷剂泄露注意事项

VRV 系统使用的制冷剂通常是 R22，常温常压下 R22 本身是无气味、无毒、不燃的气体，并且对人体无害，但当房间内 R22 浓度较大时，空气中含氧量将会降低，从而影响人员的呼吸。VRV 系统中制冷剂管路较长，制冷剂量较多，设计时应考虑制冷剂泄露的影响，计算泄露时各房间的最大制冷剂浓度。日本 KHK（高压气体保护协会）制订的 R22 危险浓度为 $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 。计算步骤如下。

1) 分别计算各个系统的制冷剂充注量。制冷剂充注量包括室内机的制冷剂充注量和制冷剂配管的制冷剂充注量。其中，室内机的制冷剂在出厂时已经加入，配管的制冷剂在现场加入。

2) 计算最小的房间体积。

3) 计算该房间制冷剂泄露时的制冷剂浓度。泄露的制冷剂量为整个系统的总制冷剂量，如果计算结果大于危险浓度，则应对第二小的房间、第三小的房间等进行相同的计算，直到计算结果小于危险浓度。

当计算结果大于危险浓度时，可以采取以下两种措施：房间开设与外界相通的通风窗，通风面积应大于或等于地板面积的 15%；设置 R22 泄露报警装置和与之联锁控制的排风机。

9. 新风处理

VRV 系统的室内机只能直接处理少量新风，如需处理大量新风，则要与全热换热器相结合，或者新风与室内回风混合后再处理。全热换热器可以设于吊顶内，经交换后的新风有两种送风方式：新风直接送入室内；新风送入室内机的回风箱内。

如图 4-47 所示全热换热器即是一个以热回收为主体的风系统。

在室内向外排风的同时，引入部分室外新风，通过全热换热器回收排风的部分能量（夏季为冷量，冬季为热量），全热回收效率大约在 70% 左右。

采用这种方式，设计中应注意以下两点。

1) 室内机应承担部分新风负荷。由于热回收效率有限，不能回收的部分能量必须由室内机承担。同时，考虑到空气污染的情况，随使用时间的延长，热交换器上的集灰必然使得效率下降，因此，建议室内机负担的新风负荷部分按新风负荷的 40% 来考虑（即热交换效率按稳定在 60% 左右）。

2) 全热交换器的配置。全热交换器有多种形式和规格，大的可带数个房间，其风量可达 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 以上，小的则是每个房间配套一个。因此，其设置位置及选型要与室内统一协调。在排风口和进风口布置，既要防止进、排气流的短路，又要考虑建筑对立面的要求，有时后者的限制是更大的。

10. 系统控制

VRV 系统具有精确的温度控制。系统中的电子膨胀阀可以根据室内机负荷的变化不断地调整制冷剂流量，高精度的 PID 控制系统，将室内温度控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 之间。

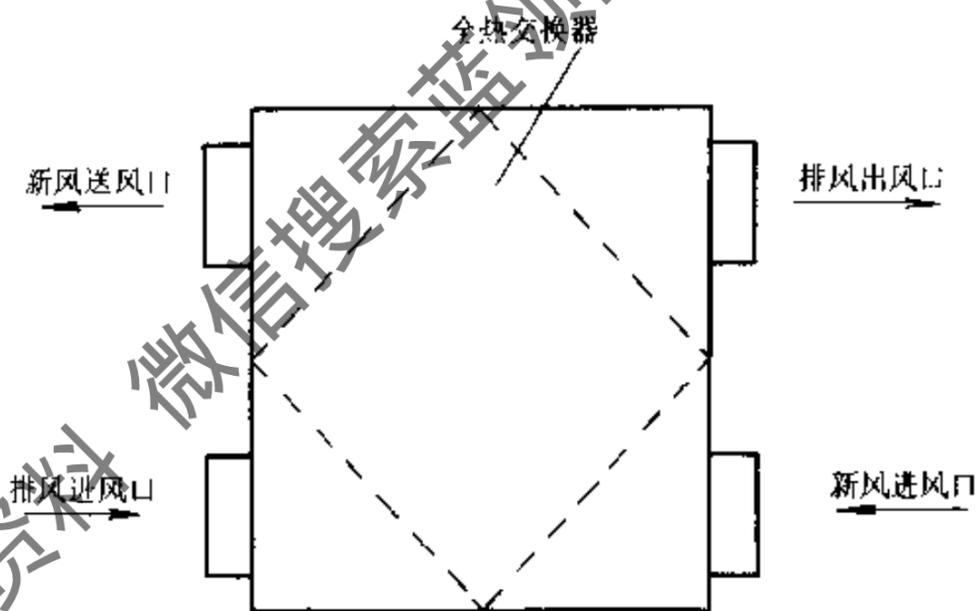


图 4-47 全热换热器工作原理

VRV 系统的控制功能齐全，并有各种控制方式供选择。一个有线遥控器可以控制一台室内机，也可控制 16 台室内机，还可再另设一台具有相同控制范围的有线遥控器，以便于在不同的地方进行控制。有线遥控器与室内机之间的连线最长为 500m。无线遥控器具有和有线遥控器相同的功能。集中遥控器可以连接 128 台室内机，具有分区或统一进行操作、监控、温度设定等功能。统一 ON/OFF 控制器可以单独控制或同时对多达 128 台室内机进行开关控制及显示运行和故障状态。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

第 5 章 家用空调的可持续发展

5.1 住宅的室内环境要求

近年来,由于气候变暖及人们对居住环境热舒适性要求的不断提高,住宅产业迅速发展的同时也加速了家用空调的普及。目前,家用空调已成为大多数住户夏季降低室温、改善住宅热状况的一个重要手段。然而,家用空调的普及和无节制发展也引起了环境、能耗等一系列的问题,如加剧了电力供应的紧张,对小区气候环境造成了不利的影响。鉴于此,人们对可持续发展住宅、生态住宅等的呼声越来越高,最终的目的在于通过合理的建筑设计来改善住宅热环境,以充分利用天然冷源,减少机械系统的能源消耗,并减轻对环境的压力。

5.1.1 热湿环境

进入 20 世纪 80 年代以后,各国确定空调室内参数时常参考丹麦 Fanger 教授提出的 PMV (预期平均不满意率) 指标,它由室温、相对湿度、风速辐射温度、衣着和活动强度等 6 个因素决定。此指标值可以经计算或实测(专用仪器)确定。与此指标相应的冷暖感觉可分为 7 个等级(见表 5-1)。

表 5-1 热舒适性 PMV 评价指标

PMV 值	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
预测热感觉	热	暖	稍暖	舒适	稍凉	凉	冷

1. 温度的影响

室内空气温度是影响人体热舒适性的最主要因素,也是空调设计中首先要考虑的问题。由于我国地域辽阔,气候类型多样,应对不同类型的室内热环境分别进行研究,针对不同地区,提出适于该地区居民的生理特点、生活习惯的室内环境热舒适标准。

2. 风速的影响

夏季衣着较少时,风速对舒适感的影响是较大的,所以局部空调机组出口风速产生的吹风感觉总使很多人不适应。为此,制造厂对产品在不断加以改进。但当环境温度较高时,适当提高人体表面空气流速,可提高皮肤表面与环境的热交换系数,同时加大皮肤汗液的蒸发,损失更多热量,降低皮肤表面湿润度,从而降低居住者的热感觉,提高舒适感。因此,应选取合适的空气流速来满足人体舒适性。

3. 辐射的影响

周围物体的平均辐射温度对人的热舒适影响至为重要,调节舒适感的效果极为理想。无论是供暖还是供冷,如果采用辐射方式,不仅易于满足舒适条件,而且可以采用低温的热水和高温的冷水,有利于自然能的利用。

一般情况下,冬季采用辐射板供暖可以降低室内设计温度,相反,夏季可提高室内设计温度。从这一点讲,能更有效地利用能源。例如,将电热地毯与空调器结合使用并获得相当

的舒适程度时比单独使用房间空调器更为经济（如图5-1所示）。现代辐射冷暖方式在欧洲广泛采用，尤其是地板辐射供暖，在北欧和德国的住宅中使用普遍。我国北方地区也有较多的住宅甚至多层住宅和高层住宅中也开始采用各种地板供暖的方式。

地板辐射供暖在室内垂直方向的温度分布比对流方向来得均匀，但也要注意辐射温度的不对称性，会引起局部地区的不舒适感。

4. 相对湿度的影响

相对湿度的影响主要有两个方面：舒适问题；卫生问题。

相对湿度影响人体的蒸发散热（还受风速影响）。我国南方地区普遍具有冬冷夏热、全年潮湿的气候特征，全年气候潮湿是造成夏季闷热和冬季阴冷的内在原因，因此，湿度控制应成为主要考虑的因素，尤其是室内空气中多余的水汽（即气态的水，属于空气污染物的一种）。气象和生理卫生研究成果揭示，当相对湿度为80%左右，室内温度高于27℃或低于10℃时，人们会感到烦躁不安，精神倦怠。降低室内相对湿度可以明显提高人体舒适感和改善室内品质，并且在大多数情况下，降低室内相对湿度，空调系统的能耗和一次投资都会下降。

从卫生方面来看，梅雨季节室内相对湿度高而容易生长霉菌。对于产生过敏性哮喘的过敏质之一空气中的螨，其繁殖率最强的温度条件在20~30℃，相对湿度60%~80%。湿度在60%以下可以抑制其繁殖，而在50%相对湿度时就不存在这种危害。

图5-2给出了螨和霉菌的繁殖条件与人的舒适范围（空气温湿度），故室内相对湿度维持在60%以下是必要的。最近的研究（Fanger）认为：评价对室内臭气接受程度的感觉性空气品质

则与空气温度与湿度的组合参数焓值有关，焓值高时感觉性空气品质就降低。

5.1.2 住宅的室内空气品质（IAQ）要求

良好的室内空气品质应该是“空气中没有已知的污染物达到公认的权威机构所确定的有害物质浓度指标，并且处于空气中的绝大多数人（≥80%）对此表示满意”。它通过主观评价和客观评价（实测）来确认。

1. 室内空气质量标准

室内空气质量标准是客观评价室内空气品质的主要依据，我国的《室内空气质量标准》

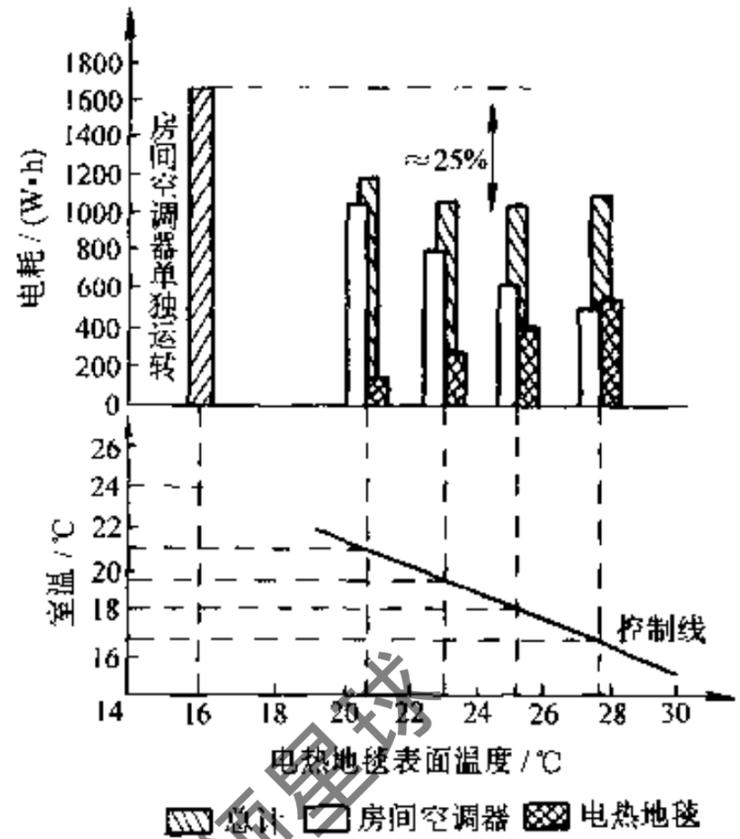


图 5-1 房间空调器与电热地毯的组合

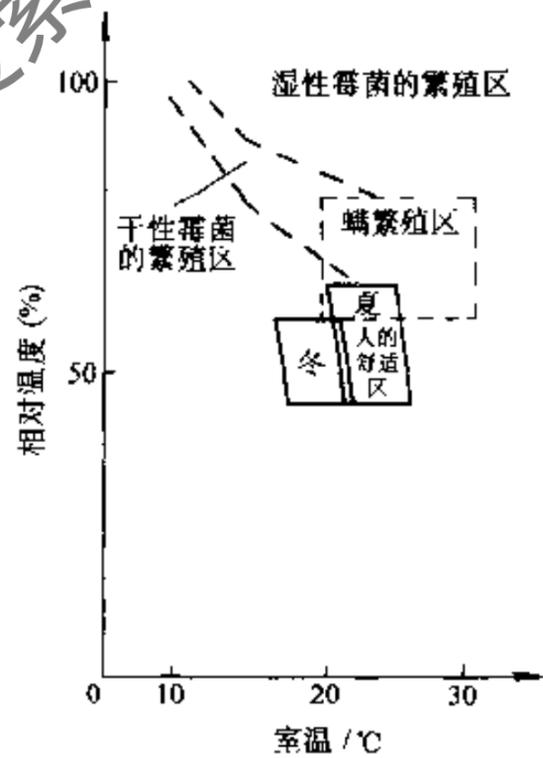


图 5-2 相对湿度对室内微生物繁殖的影响

(GB/T18883—2002) 已颁布实施, 对室内空气质量的要求是: 室内空气应无毒、无害、无异常嗅味。室内空气质量标准见表 5-2。

表 5-2 室内空气质量标准

序号	参数类别	参数	单位	标准值	备注
1	物理性	温度	℃	22~28	夏季空调
				16~24	冬季采暖
2		相对湿度	%	40~80	夏季空调
				30~60	冬季采暖
3		空气流速	m/s	0.3	夏季空调
				0.2	冬季采暖
4	新风量	m ³ /(h·人)	30 ^①		
5	化学性	二氧化硫 SO ₂	mg/m ³	0.50	1 小时均值
6		二氧化氮 NO ₂	mg/m ³	0.24	1 小时均值
7		一氧化碳 CO	mg/m ³	10	1 小时均值
8		二氧化碳 CO ₂	%	0.10	日平均值
9		氨 NH ₃	mg/m ³	0.20	1 小时均值
10		臭氧 O ₃	mg/m ³	0.16	1 小时均值
11		甲醛 HCHO	mg/m ³	0.10	1 小时均值
12		苯 C ₆ H ₆	mg/m ³	0.11	1 小时均值
13		甲苯 C ₇ H ₈	mg/m ³	0.20	1 小时均值
14		二甲苯 C ₈ H ₁₀	mg/m ³	0.20	1 小时均值
15		苯并[a]比 B(a)P	mg/m ³	1.0	日平均值
16		可吸入颗粒物 PM ₁₀	mg/m ³	0.15	日平均值
17		总挥发性有机物 TVOC	mg/m ³	0.60	8 小时均值
18	生物性	菌落总数	cfu/m ³	2500	依据仪器定
19	放射性	氡 222Rn	Bq/m ³	400	年平均值 (行动水平 ^②)

① 新风量要求 ≥ 标准值, 除温度、相对湿度外的其他参数要求 ≤ 标准值;

② 达到此水平建议采取干预行动以降低室内氡浓度。

2. 室内空气污染物的分类

空气污染有多种分类方法, 一般把室内空气污染物分为 4 类, 即微生物粒子、可呼吸颗粒、气态物质污染及液态物质污染。空气中负离子的减少也应该认为是一种污染。

(1) 微生物粒子 微生物粒子指的是微生物包括真菌、细菌和病毒。土壤、水体、大气、人体、动物、植物是微生物的 6 大来源, 当然它们相互之间可以交换, 再释放于空气中。微生物粒子对人们的生命健康有着极其重要的作用。大家公认的伦敦公共卫生中心实验室的测定结果表明: ① 空气中的微生物大多附着在灰尘粒子上。② 空气中与疾病有关的带菌粒子直径一般为 4~20μm。③ 来自人体的微生物主要附着在 12~15μm 的灰尘粒子上。④ 大多数真菌以单个孢子的形式存在于空气中。1~5μm 的空气带菌粒子可直接侵入肺泡, 6~10μm 的易沉着在小支气管, 10~30μm 会沉积在支气管。这些微生物及它们的副产品可引起

过敏、头疼、乏力、肺炎、哮喘等健康疾病。生物粒子通常出现在室外空气中，它们通过通风、渗漏及人体带入室内。当室内环境合适时它们还会在室内繁殖。

(2) 可吸入颗粒 在室内空气品质方面应特别注意直径小于 $1\mu\text{m}$ 的粒子。一些亚微粒子由于它们具有吸附和解附 VOC 的能力，因此也是 VOC 的源。亚微粒子主要来源于燃烧源如机动车排气及烟草烟雾。目前对于室内亚微粒子没有标准，美国规定 PM10（直径小于 $10\mu\text{m}$ 的粒子）的浓度应遵循国家环境空气质量标准（按年平均值为 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。

(3) 气态污染物质 气态物质的污染主要是来自室外的空气及居室内厨房油烟，常见的气态污染物是臭氧、一氧化氮、二氧化氮、二氧化碳及二氧化硫等。室外汽车的尾气及在炒菜、油炸过程中，产生的烟气油烟烟雾中含有大量的氮氧化物，这种物质与人呼吸道中的碱性物质起反应，生产硝酸和亚硝酸。氮氧化物中的二氧化氮毒性较大，对人的呼吸道刺激很强，可以引起肺损害，甚至肺水肿。亚硝酸盐被吸收进入血液后，又可形成还原血红蛋白，从而引起全身反应。

(4) 汽态污染物质 汽态污染物质主要是来自于室内各种污染源，如室内装修、建筑材料及家庭生活用品。通过对地板革、壁纸涂料等不同装修材料进行动态和非动态的观察研究，结果表明，各种装修材料都不同程度地污染居室空气，导致空气中耗氧量、甲醛、苯、甲苯、二甲苯等有害物质的浓度升高，家庭用品也是室内空气污染的发生源之一。常见的汽态污染物是挥发性有机物（VOC）和甲醛。

(5) 空气中负离子缺乏 空气负离子是指带电荷的空气离子，它来源于宇宙射线或高压电场作用下的地表大气。空气负离子缺乏的原因，有以下几种：① 外界空气经空调风通道进入室内时会消耗一部分空气负离子，金属风道的影响尤为明显。② 空气过滤器在滤去飘尘和细菌时，也几乎除去全部的空气负离子。③ 人体吸入和衣服吸附会使空气负离子浓度下降。④ 空调器的电动机和金属构件极易吸附空气负离子，使室内空气的负离子不断减少。⑤ 计算机等电器设备的使用。由于屏幕显示器及电器设备能释放正离子，正离子会夺去空气中的负离子。据卫生学家检测，出现头晕、恶心、头痛等症状的空调房间里，每 m^3 空气中的负离子数常少于 25 个。

3. 住宅室内化学污染现状

我国住宅建设发展迅速，居住面积和装修要求越来越高。随着工业的发展，建筑材料、装饰材料层出不穷，由建材和装饰材料产生的挥发性有机化合物多达数百种，已成为我国住宅建筑中突出的化学污染问题。人们有 80% 以上的时间是在室内活动的，因此对此应特别重视。

以下重点看一下甲醛和 VOC 的情况。

甲醛（HCHO）是一种挥发性有机化合物。空气中年平均浓度大约为 $0.004 \times 10^{-6} \sim 0.008 \times 10^{-6}$ 或 $0.005 \sim 0.01\text{mg}/\text{m}^3$ 。其来源除室外的工业废气、汽车尾气、光化学烟雾外，室内来源来自燃料的燃烧以及建筑材料、装饰物品及生活用品等化工产品。

甲醛是胶粘剂（树脂）的重要原料，因而人造板、家具材料、地板都使用它。此外化纤地毯、塑料地板砖、油漆涂料中也有一定含量，清洁剂、杀虫剂等轻工产品中也有此成分。所以家庭中甲醛的存在不可避免。新装修的住宅，室内浓度峰值可达 0.166×10^{-6} ($0.87\text{mg}/\text{m}^3$)，使用一段时间后可降到 0.033×10^{-6} ($0.04\text{mg}/\text{m}^3$) 以下。美国于 1978 ~ 1979 年在威斯康新州调查了 100 幢住宅，HCHO 浓度为 $0.131 \sim 4.93\text{mg}/\text{m}^3$ 。日本 2000 年在全国范围内对

1277 户不同类型的住宅进行了 HCHO 浓度的测定调查, 得出如图 5-3 所示的结果。可见其浓度集中分布在 $15 \sim 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0.015 \sim 0.15 \text{mg}/\text{m}^3$ 即 $0.0125 \times 10^{-6} \sim 0.125 \times 10^{-6}$) 的范围内, 而个别也有超过 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。除了实测室内度浓度外, 为了控制散发源, 还应进行各种材料的散发量 ($\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$) 测试。测试证明: 室内温度和通风对其散发量有很大影响, 故除通风以外, 国外提倡初期升高室温以促使提高散发速度。改革工业过程, 减少甲醛含量, 板材先经高温 (40°C) 烘烤再投入市场也是降低污染的重要手段。

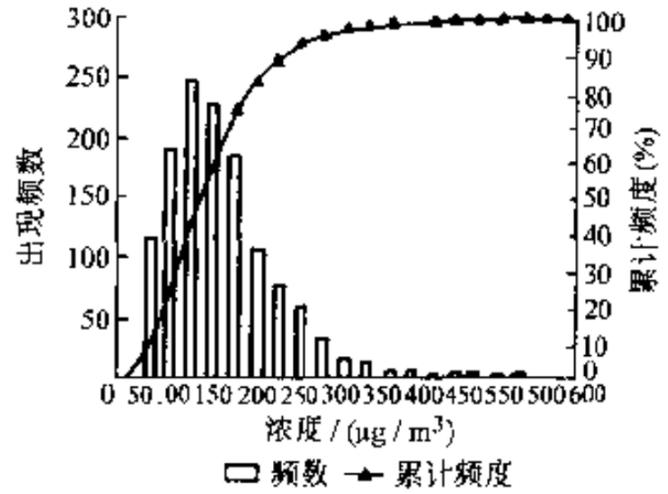


图 5-3 室内 HCHO 的调查结果

VOC 是沸点在 $50 \sim 100^\circ\text{C}$, $240 \sim 260^\circ\text{C}$ 的有机物的总称。它指芳香烃、萜烯类、卤代烃、酯类、酮类、醛 (不包括甲醛) 类、苯类等。它们各自的浓度往往不高, 但若干种 VOC 共同存在于室内时, 其综合作用是不可忽视的。一般不予逐个分别表示, 总称为 VOC, 并以 TVOC 表示其总量。同样可以用各种方法测定各种材料的散发量以及室内空气的含量。根据日本报道, 新建住宅在施工完成时 TVOC 一般在 $10 \sim 100 \text{mg}/\text{m}^3$ (超过允许标准 17 ~ 170 倍)。

和抑制甲醛危害的方法一样, 通过低 VOC 材料的选用及升温等措施, 可以减少其对人的危害。我国虽已大量建设了居住建筑, 但对住宅进行大量实质性的调研工作还不足。有待各有关部门进一步关注。

除上述两种污染外, 室内还有粉尘、微生物、臭氧、烹调油烟、尘螨等, 这里不一一细述。

4. 室内空气品质的控制策略

在了解了当前 IAQ 方面存在的一些问题后, 除了提高健康与卫生意识, 推广绿色材料、绿色建筑外, 从工程角度看, 在 HVAC 系统中有 3 种方法来控制污染, 即源控制、通风控制及去除控制。源控制应该是首要的控制方法, 控制污染源是防止发生 IAQ 问题的第一个方面。然而, 在很多情况下, 气态污染是不容易检测到的, 而且很多时候建筑本身就是污染源。当污染源控制行不通的时候可以采取通风控制, 通风控制又可包括两个方面, 一方面向建筑物本身送室外空气, 另一方面就是排出污染物。大多数情况下, 干净的空气来自室外, 但在许多城市里室外空气的品质超过了允许的标准, 这时如果向建筑本身送室外空气, 则会增加室内的污染水平。当污染源控制和通风控制不能满足要求时, 则必须除去室内气态污染物了。近年来国外许多公司都在研制设备如何更有效地除去污染物。目前来说, 在 HVAC 系统上应当正确设计 IAQ 过滤系统。

IAQ 过滤是指不管使用什么样的空气清洁系统, 它必须能够把室内对人体健康造成短期和长期危害的空气污染物带走, 即要能够带走生物粒子、可吸入颗粒、气态污染物及汽态污染物。因此一个 IAQ 过滤系统至少应包括 4 个部分, 即生物粒子过滤器、可吸入颗粒物过滤器、气态和汽态物吸附器。它们的安装顺序是室内空气依次进入生物粒子过滤器、可吸入颗粒过滤器及气态和汽态物质吸附器。

由于室内空气品质问题是由多因子、多途径诱发的, 改善室内空气品质实际上是一个系统工程, 并不是单一的措施或方法所能解决的。应将室内空气品质看成一个变量, 是设计、

施工、维护管理和运行状态综合形成的一个结果，如果单纯强调建筑装饰材料污染控制（不妨称为起点控制）或仅依赖通风空调（终点控制），不可能解决室内空气品质问题，只有从设计到施工维护以及运行管理“全过程控制”才可能真正改善室内空气品质。

5.1.3 以合理的建筑设计保证居住环境

人类在过去没有现代化环境设备的漫长岁月中，根据所处室内环境的不同，创造了有效的建筑手法以获得可以接受的室内环境。人们大多就地取材、因地制宜地积累很多设计经验。以我国大部分地区的住宅结构体系来看，从北方到南方，变化很大，主要是适应气候条件的差别。例如，北方墙厚、屋顶厚是为了保温；院落宽敞以争取日照。南方屋檐深挑以遮阳；天井狭小，室内空间高敞以利通风而屏蔽了强烈的阳光辐射。闽、粤诸省往往强调通风而不追求日照，不采取正南朝向。陕西等黄土高原地区，由于土质坚实，干燥，地下水位低等特殊条件，就创造了“窑洞”的居住场所来适应冬季干、寒，夏季多雨，春季多风沙及全年气温差别较大的特点。国外同样具有这种发展规律。

为了满足炎热地区的通风、遮阳、隔热，寒冷地区的采暖、防冻和保温的需要，我国制订了《民用建筑热工设计规范》，为了建筑热工设计与地区气候相适应，规范根据气候情况规定了如表 5-3 所示的基本设计原则。

表 5-3 我国民用建筑热工设计用气候分区

分区	主要指标	设计要求
严寒地区	最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$	必须充分满足冬季保温要求，一般可不考虑夏季防热
寒冷地区	最冷月平均温度 $\leq 0 \sim -10^{\circ}\text{C}$	应满足冬季保温要求，部分地区兼顾夏季防热
夏热冬冷地区	最冷月平均温度 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 最热月平均温度 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$	必须满足夏季防热要求，适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	最冷月平均温度 $> 10^{\circ}\text{C}$ 最热月平均温度 $25 \sim 29^{\circ}\text{C}$	必须满足夏季防热要求，一般可不考虑冬季保温
温和地区	最冷月平均温度 $0 \sim 13^{\circ}\text{C}$ 最热月平均温度 $18 \sim 25^{\circ}\text{C}$	部分地区应考虑冬季保温，一般可不考虑夏季防热

规定除限定主要指标外，还把限定的日平均温度出现的天数作为辅助指标。例如北京属于寒冷地区，上海则属于夏热冬冷地区。北京的住宅冬季必须采暖是理所当然的，而上海在经济发展、人民生活水平日益提高的条件下，住宅普及以供冷为主的空调也就成为必然的趋势。

但是，在考虑供暖或空调的同时，“居住建筑通过采用增强围护结构保温隔热性能和提高采暖、空调设备能效比的节能措施，在保证相同的室内热环境指标的前提下与未采取节能措施前相比，采暖、空调能耗应节约 50%。”这是《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ134-2001) 所明确要求的。本世纪的理想居住建筑应该是，一年四季生活工作在冬暖夏凉的日子里，温度保持在 $20 \sim 26^{\circ}\text{C}$ 之间，屋内通风良好，空气清新，任何时候阳光都能通过布置合理的窗户洒进房间。在这个智能控制的场所里，采暖、通风、空调、照明、家电等均可由计算机自动控制，既尊重人体差异，提供个性化服务，又尽可能地少用能源。

根据国内外的工程实践，在夏热冬冷地区，住宅围护结构的设计有如下一些经验：

1) 为了减少冬季加热负荷，提高窗的保温性能是必要的。例如双层玻璃比单层玻璃可使住宅能耗减少 20% ~ 30%；但对于夏季制冷负荷没有那样大的差别，即提高窗的保温性

能对冷负荷作用较小。如果能采用优质的双层玻璃（如 Low-E 玻璃），且窗上有遮阳设施可获得 20%~30% 的节能效果。在提高窗的热工性能的条件下，应加大窗墙比以增强室内空气流动。

2) 夏季采用 Low-E 玻璃窗从南面进入的热量比采用窗上挑檐的单层玻璃为小，为提高节能效果，除窗上有挑檐外，还应设置其他遮阳设施，外遮阳的遮热效果显著。

3) 一般来说，如住宅结构保温良好，且房屋的蓄热性能（热惰性）也较好，则对夏季冷负荷有良好的延迟作用，客观上对能耗（空调用电）起了移峰作用，有助于能源的有效利用。

4) 对于内部发热大的居室以及夜间室外气温较低（日较差大）的地区，利用夜间通风（机械或自然）对消除昼夜间蓄热有助，既可改变住宅室内热状况，又可以降低翌日的启动负荷。

5) 建筑群的规划布置，建筑物的平面布置应有良好的天然采光和有利于自然通风，应作好小区的绿化布置，改善室外大气候。

5.2 家用空调能源的现状

5.2.1 我国住宅建设的现状与前景

改革开放全面推进城乡经济建设的发展，加速我国城市化的进程，中国城镇人口占总人口的比例已由 1949 年的 10.7% 增加到 2002 年的 39.1%，为居住建筑的建设提供了巨大的动力。据统计，建国以来中国城镇新建的住房面积超过 58 亿 m^2 ，其中 1979~1999 年建成的住房面积总计约 52 亿 m^2 ，相当于前 29 年住房建设总量的 9.8 倍。过去 5 年（1998~2002 年）我国城镇住宅竣工面积约 34 亿 m^2 ，5 亿 m^2 的危险住房得到了改造，近 5000 万个城镇家庭改善了住房条件。年均竣工住宅面积达到 6.8 亿 m^2 ，是改革开放以来年均住宅竣工的 2 倍以上。城镇人均住宅建筑面积由 1997 年的 17.6 m^2 提高到 2002 年的 22.79 m^2 ，户均住宅建筑面积可达 70 m^2 ，可满足居民基本居住需要，住宅功能、配套设施水平也有明显提高。

全面建设小康社会，要求住房从满足生存需要，实现向舒适型的转变，基本做到“户均一套房，人均一间房，功能配套、设备齐全”。今后几十年，城镇人口的持续增长将不断创造新的住房需求。住宅建设质量的提高，也将日益成为推动总需求增长的重要因素。国际经验表明，住宅建设在进入总量稳定发展阶段之后，由于单位面积住宅投资的增加，仍将保持相当一段时期的住宅投资增长。由于我国地区间发展不平衡，住宅建设量的增长与质的提高将长期并存，住宅建设将在较长时期内成为我国国民经济的支柱产业，共同为我国经济的发展起到推动和促进的作用。另一方面，由于人口基数和人口密度大、土地资源紧缺，我国城镇的住宅建设还将以“三高”（即高层、高密度、高容积率）集合式住宅为主。独立式住宅（俗称“别墅”或联体住宅（Town House））会有一定程度增长，以满足一部分富裕人群的需求。但任何时候都不会像美国那样成为住宅建筑的主体。其次，随着居民经济收入的增长和生活质量的提高，住宅消费的重点将从“硬件”（装修和耐用消费品）消费转向“软件”（功能和环境品质）消费。我国地域辽阔，气候类型众多，很多地域的气候特点决定了仅靠自然能源不可能完全解决室内空气品质问题，因此，保障室内环境品质所需的能耗（空调、通风、采暖、热水供应）将会迅速增长。还有，随着人民生活水平的提高，健康意识的增强，

人口平均寿命越来越长, 2002 年全国 65 岁以上人口接近 1 个亿, 占总人口比重 7.3%, 说明我国已逐渐进入老龄化社会。因此, 在住宅建设和设计时必须考虑老年人的需求和特点。另外, 随着网络经济的发展和就业结构的变化, 新的自由职业的 SOHO 族和单身族的兴起, 也会给住宅建设和设计提出新的课题, 带来新的需求。

5.2.2 我国家用空调的发展现状

我国经济的快速增长特别是住宅产业的持续高速发展, 带动了我国家用空调产业的快速增长。我国空调行业有代表性的房间空调器年产量从 1991 年的年仅 60 万台, 每年平均以超过 40% 的速度高速增长, 1999 年年产量已跃居成为世界第一, 2002 年年产量更高达 3135 万台, 11 年增长了 50 多倍。

居民居住条件的改善, 收入的增加和消费观念的改变, 也带来了住宅空调的迅速普及。在全国很多地区特别是气候炎热或夏热冬冷的经济发达地区, 不少城市空调器平均拥有量已超过户均 1 台的水平。与此相应, 家用空调也从窗式、分体式空调的单一方式发展到窗式、分体式、家用中央空调、住宅小区中央空调等多种方式, 特别是近几年家用中央空调的发展势头迅猛而强劲。

目前, 我国家用空调使用的能源几乎百分之百是电力, 而在电力空调中又以分体热泵型家用空调占绝对主导地位, 因而因住宅空调普及而造成的电力需求也随之增加。按文献 [55] 的估算结果, 1998 年全国城镇居民家用空调器总拥有量为 2561 万台, 每台装机容量按 1.2 匹计, 全国城镇居民家用空调器总装机容量为 2227.6kW。1998 年底全国发电总装机容量为 2.5 亿 kW, 则家用空调器装机容量占全国发电总装机容量的 8.8%。而按 1997 年新增家用空调器来估算, 家用空调器新增装机容量占全国发电总装机容量增加的 25%。全国家用空调器总拥有量的 88% 在中南部地区 (包括华中、华东、华南、西南地区), 如上海其 2000 年 7 月最高用电负荷达 1048 万 kW, 其中空调用电量约 1/3, 即大约 350 万 kW, 而其中家用空调约占 1/2 以上。上海目前人均总用电量已达 4004.4kW·h, 是 1998 年经合组织 (OECD) 国家人均水平的 86.4%, 是世界人均水平的 2.44 倍。但上海人均生活用电量只有 402.53kW·h, 占总耗电量的 10%, 约为香港人均耗电量的 30%。上海家庭平均人口数为 2.8, 2000 年上海家庭平均年用电量应为 1127kW·h。如果每台家用空调平均功率为 0.8kW, 起停系数为 0.7, 可估算出上海每个家庭空调耗电量为 450kW·h, 为家庭总耗电量的 40%。从上述数据和调查的结果显示出, 即使在经济比较发达和居民收入水平较高的上海, 很多家庭空调使用时间还是很少的, 家庭空调的全年平均使用小时数约为 800~900h, 随着家用空调的普及率的进一步提高和人们健康舒适性要求的增强, 家庭空调用电负荷也将会得到迅猛增长。

5.2.3 我国的能源环境形势

我国是能源生产大国, 特别是改革开放以来, 我国的能源建设有了长足的发展。我国的煤炭生产量自 20 世纪 90 年代以来一直稳居世界第 1 位, 2002 年为 13.8 亿 t。2002 年我国原油产量达 1.67 亿 t, 发电量达 16540 亿 kW·h。长期困扰我国经济发展和人民生活的电力紧缺现象得到一定程度的缓解, 有些地区还出现了电力富裕、供大于求的情况。

但是我国的能源供应并不能满足经济和社会可持续发展的需要, 目前的电力过剩是一种结构性过剩。首先, 我国用电水平很低, 人均用电量只有世界平均水平的 51.3%。1999 年我国人均发电装机容量仅为 0.237kW, 只有世界平均的 41.3%, 人均生活用电量仅为 116.7

(kW·h)/人。人均发电量979kW·h，仅为世界平均水平的40.3%，全国还有3500万人没有用上电。2002年我国人均发电装机容量为0.27kW，人均年发电量1296kW·h。图5-4为1998年世界和地区人均用电量。

其次，我国发电设备的年利用小时逐渐下降（如图5-5所示）。图5-5说明，我国发电设备的满负荷率不到50%，用电峰谷差拉大。以上海为例，2000年其用电峰谷差达434.6万kW·h（如图5-6所示）。

5.2.4 家用空调对能源和环境的影响

家用空调的迅速普及和大量无规则发展，占据着越来越大的装机容量和形成了越来越大的高峰负荷，特别是这两年随着我国经济的快速发展，工业用电持续走高，家用空调用电负荷的增加，进一步提高了用电的高峰负荷，很多原本电力供应充裕的地区又不得不进行拉闸限电。由于我国电力系统本身的结构特点（火力发电占绝大部分），调节性能较差，而且已经存在了很大的高峰低谷负荷差异，随着季节性极强的家用空调发展，进一步加大了这种峰谷负荷差异，使得电力系统的发展越来越不平衡，一方面用电低谷时，大量电力无处消耗，另一方面还得建更多的电厂以满足日益增加的高峰负荷。

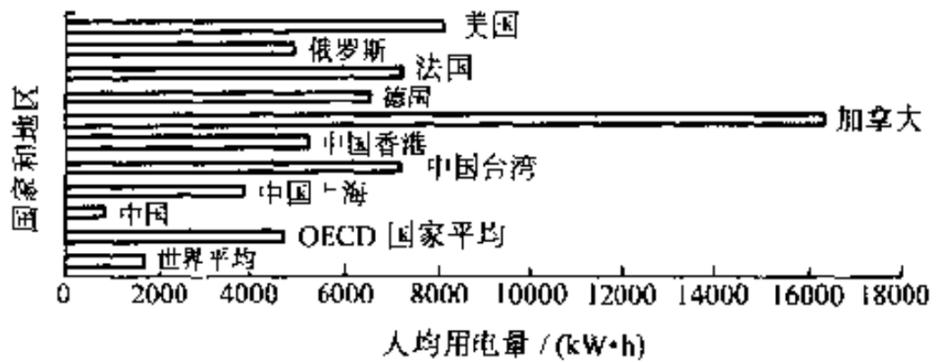


图 5-4 1998 年世界各国和地区人均用电量 (上海为 1999 年数据) (资料来源于 IEA: selected energy statistics for 1998)

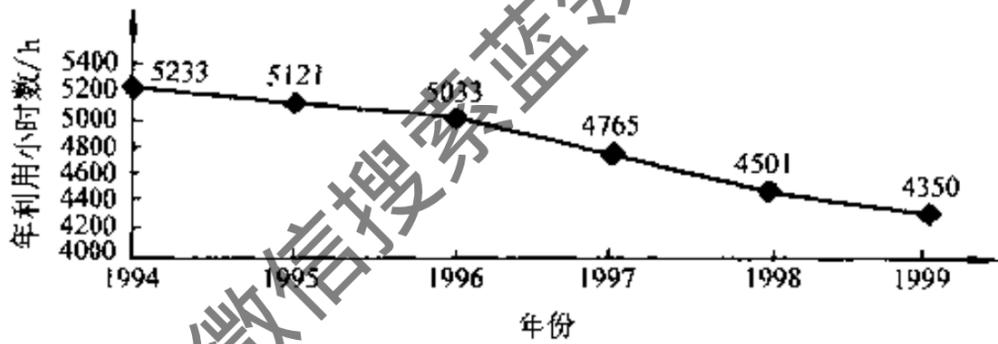


图 5-5 我国发电设备的年平均利用小时数

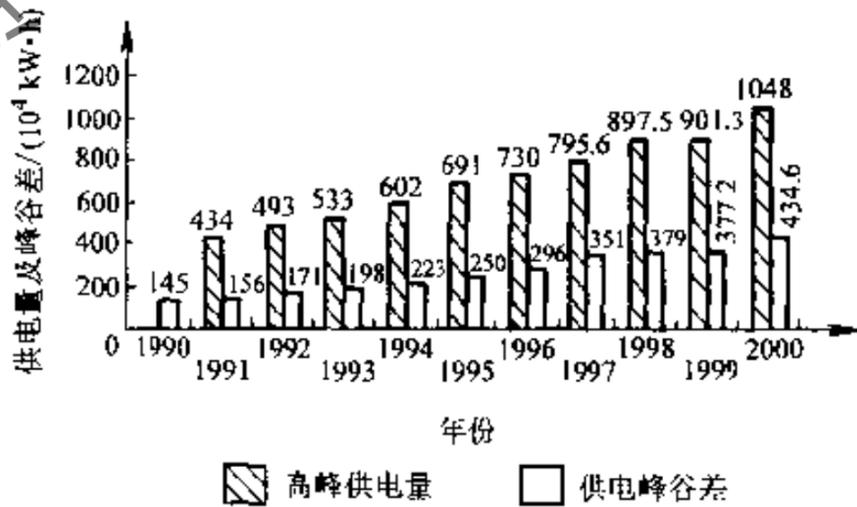


图 5-6 上海历年供电量高峰和峰谷差

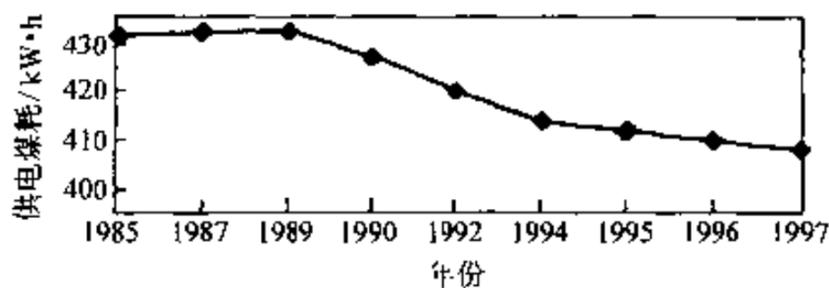


图 5-7 我国的供电煤耗

我国能源结构不合理，造成长期以来能源消费以煤为主，煤炭直接燃烧产生严重的空气污染和 CO₂ 排放。随着我国能源消费的增长，估计在 2015~2020 年左右，中国将取代美国成为世界第一大 CO₂ 排放国。到 2025 年~2030 年间，我国的人均 CO₂ 排放量也将超过世界人均排放水平。我国供电煤耗虽逐年有所下降，但仍远高于世界先进水平（以单位发电量耗用标准煤计）的 320g/(kW·h)（如图 5-7 所示）。

由于我国电网峰谷差加大，一年中很多发电设备都会闲置或者在低负荷下运行，加大煤耗和污染。由于燃煤发电机组起停性能差，在部分负荷下只能低负荷运行，致使供电煤耗上升。以 300MW 燃煤机组为例，其部分负荷下的供电煤耗见表 5-4。由表可见，在 40% 负荷率下，燃煤发电的能耗及相应的污染将增加 15.7%。表 5-5 则为单位发电量所产生的污染。

表 5-4 300MW 发电机组在部分负荷下的煤耗

负荷率 (%)	100	80	60	50	40
负荷/MW	300	240	180	150	120
供电煤耗/g·kW·h	330	336.2	353.1	370.5	381.8

表 5-5 火电厂每发电 1 度所产生的污染

[g/(kW·h)]

燃料	SO ₂	NO _x	TSP	CO ₂	灰渣
燃煤	9.14	3.32	0.57	1.586	63.01
燃油	6.75	0.68	0.30	0.860	0
燃气	0	0.40	0.06	0.605	0

由此可见，以煤为燃料的火力发电会给大气质量和地球环境带来很大的破坏。因此，在考虑家用空调能源时，一定要把环境影响考虑在内。在我国南部经济发达地区，大量无节制地发展风冷热泵型的电力空调势必会造成严重的电力供应紧张和环境污染。

在我国以煤为主的一次能源消耗对人类生存环境造成的影响主要有以下几个方面：

1) 一次能源是不可再生的，其不合理的消耗会导致全世界的能源短缺的问题，所以自 20 世纪 70 年代发生能源危机以来，如何节约和有效利用一次能源，尽可能利用未利用能源和开发新能源就成为全世界能源利用的重要课题。

2) 一次能源的消费导致环境的污染。粉尘、SO₂、NO_x 等有害物质对人类健康产生直接影响。我国的国家标准《环境空气质量标准 (GB/T3095—1996)》中规定的污染物浓度限值要比世界卫生组织的标准高出许多倍，即我国的标准基本上是 mg (毫克) 级的，世界卫生组织的标准是 μg (微克) 级的。即便如此，我国许多城市还达不到国家标准中的三级标准。2001 年全国城市空气质量满足国家二级标准、三级标准和劣于三级标准的城市比例各占三分之一。城市悬浮颗粒物仍是影响我国城市空气质量的主要污染物，64.1% 的城市颗粒物年均浓度超过国家空气质量二级标准，其中 101 个城市颗粒物年均浓度超过三级标准，占全国监测的 341 城市的 29.6%，颗粒物浓度高的城市主要分布在新疆、青海、甘肃、山西、内蒙古、陕西、宁夏、河北等省区。二氧化硫年均浓度未达到国家二级标准的城市占统计城市的 19.4%，其中超过国家空气质量三级标准的城市占统计城市的 9.7%。二氧化硫超标的城市主要分布在山西、河北、贵州、重庆及甘肃、陕西、四川、湖南、广西、内蒙古的部分地区。2001 年 341 个监测城市中二氧化氮浓度年均值达到国家环境空气质量二级标准。广州、北京、上海等特大城市，二氧化氮浓度相对较高。监测的 274 个城市中，降水 pH 值范围在 4.21~8.04 之间，年均降水 pH 值小于 5.6 (含 5.6) 的城市有 101 个，占统计城市数的 36.9%。出现酸雨的城市有 161 个。2001 年全国废气中二氧化硫排放总量 1947.8 万 t。据估计，我国每年由于大气污染造成的经济损失高达 950 亿美元。

3) 一次能源燃烧产生的 CO₂ 是温室气体，导致地球温暖化，给地球生态带来危害。进

入20世纪80年代以来,这一点已引起全世界各国政府和科技界的高度重视,《京都会议关于CO₂排放的国际议定书》就是各国政府为控制地球温暖化而采取的制约措施。我国能源使用排放的CO₂约占各种温室气体总排放量的80%,它随能源消费量的增加而增加。按我国GDP年均增长8%和CO₂排放量年均增长5%的速度,不出20年,我国人均排放量便会超过世界人均水平,而总量则将超过美国,成为世界第一大排放国。以煤为主的能源结构是不可能实现CO₂的减排的,除非以牺牲发展速度为代价。为了实现可持续发展,世界上许多国家有识之士提出能源革命的思想,试图从根本上解决CO₂排放,全球温暖化和全球环境问题。这将是新世纪中人类面临的一场重大变革。

由此可知,住宅建设对能源、资源、环境的影响是显著的。为此,在选择能源时,应尽可能选择CO₂排放量原单位小的能源,进而可以根据当地的燃料种类、发电方式、能源价格等多方面因素来选定价格与环境两利的冷热源方式,即选择CO₂排放量小和设备COP高的冷热源方式和空调设备。

5.3 家用空调的可持续性发展

鉴于上述我国的能源结构和能源使用现状,并考虑到我国目前的社会经济发展水平,从可持续性发展的战略来看,我国未来的较长期的能源发展战略将是节能、提高能源利用效率和优化能源结构。在家用空调的发展中,清一色使用电力的房间空调器的家用空调格局将被打破,家用空调的能源和形式将日趋多样化。新建集合式住宅或住宅小区,将以区域供冷供热供生活热水(DHC),冷热电三联供(CCHP)为主,以天然气为燃料或以电力蓄能技术平抑负荷峰谷;独立式住宅将以燃气发动机驱动热泵或多联变频热泵等家用中央空调为主;而在单身公寓、SOHO住宅和旧有住宅中还会以房间空调器为主,但房间空调器的能效比、自控水平、可靠性等应有较大提高。

住宅建设的可持续性发展,住宅能源绿色化是重要的一环。我国的住宅正处于从“生存型”的粗放式发展阶段向“舒适型”和“健康型”的集约化发展阶段转化,这是发达国家走过的老路。我们能否实现跨越式发展,直接向“绿色住宅”(又可称生态住宅、可持续住宅、环境共生住宅等)转化呢?希望我们能从我国家用空调发展的现状和前景中作出理性的判断,从住宅能源的绿色化做起,尽早实现住宅的“绿色化”。

5.3.1 可持续发展理论下的建筑节能观

所谓可持续发展,就是既要考虑当前发展的需要,又要考虑未来发展的需要,不要以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人的利益。可持续发展其实是一种创新的发展观,世界各国的经济发展,不能只注重数量的增长,而应该考虑资源的永续利用、生态环境的保护和社会的均衡发展。因此我们有必要对自己为了追求舒适和效益而无节制地消耗地球资源和破坏地球环境的行为进行反思。

而建筑能耗,即建筑物使用过程中用于供暖、通风、空调、照明、家用电器、输送、动力、烹饪、给排水和热水供应等的能耗。在经济发达国家,建筑能耗约占总能耗的30%~40%。这一比例的高低,反映了一个国家的经济发展水平和人民生活水平。我国是最大的发展中国家,建筑能耗约为全国能耗的20%,而建筑能耗中主要部分是采暖能耗(约占建筑

能耗的 80%)。随着我国经济的腾飞和气候变暖,这一比例正不断攀升。

自 20 世纪 70 年代中东石油危机以来,建筑节能成为发达国家关注的热点。而 20 世纪 90 年代提出可持续发展理论和环境资源保持的紧迫性以后,建筑节能更成为世界各国关注的热点问题。根据可持续发展理论而提出的综合资源规划方法 (IRP) 和需求侧管理技术 (DSM), 得到国际上能源机构和组织的高度重视。IRP 方法和 DSM 技术的核心, 是改变过去单纯以增加资源供给来满足日益增长的需求的作法, 将提高需求侧的能源利用率从而节约的资源统一作为一种替代资源。IRP 方法和 DSM 技术可以说是人们观念上的一个飞跃, 使建筑节能技术的发展进入到理性的阶段。

人类对建筑的需求, 经历了掩蔽所→舒适建筑→健康建筑→绿色建筑这样四个阶段。第一阶段是低能耗甚至无能耗的阶段, 第二和第三阶段是高能耗的阶段, 第四阶段则是高能量效率、大量利用可再生能源 (Renewable Energy) 和未利用能源 (Unused Energy)、亲近自然和保护的阶段。绿色建筑又可称为可持续建筑 (Sustainable Building)。发达国家已处于从第三阶段向第四阶段过渡的时期。我国普遍而言尚处于第一到第二阶段之间, 因此我国的能源消费结构中建筑能耗的比重还不大。但从我国经济发展和人民生活水平提高的速度来看, 21 世纪初叶必然会走到第二和第三阶段, 必然会给资源和能源带来巨大的压力。我国能不能避开发达国家的老路, 在现有建筑能耗比例的基础上直接跨入第四阶段。

因此, 我们的建筑节能观, 应以提高建筑物的能量效率 (energy efficiency), 用有限的资源和最小的能源消费代价来取得最大的经济和社会效益, 满足日益增长的需求为目标。同时应尽力减少或消除建筑物的固有能耗 (energy saving), 建筑节能并不意味着限制发展, 降低建筑物的服务标准。这应该成为建筑节能工作的宗旨, 也是能源需求侧管理 (DSM) 的一个重要思想。

DSM 中还有一个重要的思想, 即将有限的资金投入能耗终端 (需求端) 的节能, 其所产生的效益要远高于投资能源生产的效益。节能与生产等量的能源投入比例为 1:5~1:10。蓄冰空调移峰 1kW 电力所需投资是 1200 元, 而建一座 30 万 kW 的火力发电厂投资在 20 亿元以上, 其投资是 6.6 元/W, 是末端投入的 5 倍多。少建火力发电厂, 又可减少大气污染和温室气体的排放, 其社会效益和环境效益更是用金钱所难以衡量的。《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》要求居住建筑通过采用增强建筑维护结构保温隔热性能和提高采暖、空调设备能效比的节能措施来达到降低采暖、空调能耗 50% 的目的, 其带来的社会效益和环境效益也是巨大的。属于典型夏热冬冷气候地区的武汉市通过对三个节能小区的测算, 其增加的节能措施投资仅为 5.2~12.5 元/m² 建筑面积, 约占土建造价的 1%~2%, 而在同等情况下, 夏季节能住宅室内温度比普通住宅温度低 2~3℃, 冬季节能住宅室内温度比普通住宅高 4~6℃。这样, 每年冬夏两季使用空调的时间可大大缩短, 空调的耗电量也可大为减少。以 100m² 使用面积的住宅为例, 节能住宅比非节能住宅一年约可节约 900~1000 元的空调、采暖费, 虽然购房每 m² 贵 5.2~12.5 元, 但两者一比较, 还是购买节能住宅最划算, 可以说是“一次投资, 终身受益”。因此, DSM 技术的实施关键是政府的宏观调控和政策引导, 调动和发挥全社会的力量, 以使建筑节能技术在我国得到迅速的发展和普及。

5.3.2 我国中长期的能源发展战略

为了保证我国经济的持续快速增长, 并满足人们不断增长的生活品质要求, 我国在今后较长时期内的能源发展战略将会在提高能源利用效率的基础上, 不断优化能源结构, 在复杂

多变的国际政治经济格局中保证我国能源供应的安全，并加快可再生能源的研究和开发步伐。

1. 节能优先战略

提高能源利用效率是确保我国中长期能源供需平衡的先决条件，中国人口基数大，到21世纪中叶将超过15亿。无论是从国内资源还是世界资源的可获量考虑，中国只有创造比目前工业化国家更高的能源利用效率，才可能在有限的资源保证下，实现高速增长和达到中等发达国家人均水平，如果仅从增加供应量出发，则无法确保能源供需平衡。因此，在国家能源发展战略上要充分体现把提高能源效率作为基本出发点。

根据大量案例研究和综合分析，提高能源效率的节能潜力很大。如用国际上先进的技术和设备替代现有落后技术和设备，全部节能潜力可达目前能源消费量的50%；如用国内已有的先进技术和设备进行落后设备的更新，总节能潜力可达目前能源消费量的30%。如何提高空调系统的整体能效比也是摆在我们面前的课题。我国的暖通空调设计也应变过去的静态设计为动态设计；变过去的典型工况为全工况设计；变过去的纯技术设计为技术、经济、环保的综合设计。

2. 优化能源结构

半个世纪以来，世界上大多数国家早已完成了由煤炭时代向石油时代的转换，现在正向石油、天然气时代过渡。煤炭1950年在世界一次能源结构中占57.7%，1970年下降到30.5%，1996年为26.9%，而1996年世界能源结构中石油占39.5%，天然气占23.5%，两者共占63%。

从世界各国发展趋势看，工业化国家无一例外均采用了油、气燃料为主的能源路线，逐步减少固体燃料的比例是世界各国提高能源效率、降低能源系统成本、提供优质能源服务的必然选择。OECD国家的一次能源结构中煤炭比例均小于30%，其中能效高的法国、意大利等国更低。中国由于历史的原因，一直维持着以煤为主要能源的结构，但随着消费量的增大，其弊端日益明显。

中国要改变能源以煤为主的状态需要几十年的时间，但是我们必须清醒地认识到这个问题，并从现在起就向着这个方向努力。由于中国能源消费总量巨大，优质能源所占比例过小，因而想单纯依靠某种优质能源进行替代是不现实。大家都知道OECD国家油气比例在60%以上，中国现在将近20%，如果我们想把这个比例在2020年提高到30%，就要供应350Mt原油和2000亿 m^3 天然气。水电2000年装机容量将近7000万kW，核电210万kW，到2020年如果水电达到2.1亿kW，核电达到4000万kW，届时可分别占一次能源的10%和3.7%。可见能源供应优质化是一项十分艰巨的工作。需要采取多种措施去发展多种优质的清洁能源。从全国来看，改变以煤为主的能源结构需要很长的时间，但某些大城市应先行，率先实现能源供应的优质化。

3. 发展清洁煤技术

即使我们努力去实现能源结构优质化和多元化，煤炭在未来几十年中仍将是我国的主要能源，因此清洁地利用煤炭必将是能源工业的重要任务之一。

近期来看，首先要把国内已经商业化或有条件商业化的技术纳入国民经济和社会发展规划加以推广，如扩大原煤入洗比例，提高型煤的普及率，推广水煤浆的应用。从长远来看，应减少煤炭在终端的直接利用，提高煤炭转化为电力和气体、液体燃料的比例，必须发展清

洁煤炭燃烧技术。

4. 保证能源供应安全

国际政治经济形势正在发生急剧变化，以美国为首的西方发达国家加紧了对世界能源资源的掠夺和控制。为了保证能源供应的安全、降低进口的风险，我们应该采取相关的措施：

1) 多元化、多边化和多途径。多元化指进口多种油、气产品，多边化指从多国或多地区进口油、气。多途径是指进口方式的多样化。直接进口、合作开发在国外建立石油基地等。

2) 建立储备制度。完备的石油储备制度是能源供应安全的保障，中国需立即着手建立国家和地区的石油储备体系。

3) 石油的替代。一是水煤浆代油，此技术应积极推广；二是煤合成液体燃料，现中国正分别与美、日、德等国合作研究开发；三是生物质液体，可引进技术或进行合作生产；四是发展天然气汽车和电动汽车。

5. 提供优惠政策推动可再生能源的发展

从根本上来说只有可再生能源才是清洁能源，因而是我们最终的追求目标。

近年来世界上可再生能源发展迅速，技术逐步趋于成熟，经济上也逐步被人们接受。欧洲一些国家拟在 2010 年使可再生能源在一次能源中比例达到 10%，中国政府也制定了 1996~2010 年新能源和可再生能源发展纲要，要求实际使用的可再生能源数量（以吨当量计）从目前的近 300Mt 增长到 390Mt。

为加快可再生能源的发展，政府需加大研究、开发和商业化的资金投入，并提供减免税收、价格补贴、低息贷款等一系列的经济激励措施。这不仅是发达国家，也是发展中国家成功发展可再生能源的共同经验。

5.3.3 住宅环境设备的研发技术

经过数十年的发展，各国通过以空调器为代表的住宅环境设备市场的竞争大大推动了技术进步。首先是追求空调器的高效节能，通过改善压缩机、换热器、风机的性能，优化制冷循环，实现了设备的小型化、低能耗、低噪音、高可靠性；其次是为了追求室内环境的高舒适性，从单一的温度控制发展到由室内热环境指标（PMV 等）的综合控制，从简单的双位控制演变到人工神经网络与模糊技术相结合的智能控制；此外，借助于传感器、电子膨胀阀、变频等技术大大提高了容量控制性能（VRV）系统，从家用空调器（小容量）逐步进入商用空调的领域。从这方面来说，传统空调的发展已达到了相当高的技术水平。但在住宅环境设备的能源利用和服务领域等方面还有一定的发展空间，综合有关资料如下。

1. 蓄冷热技术在住宅环境中的应用

对于利用电力的住宅环境设备应尽可能考虑蓄冷/热技术的应用，以下为应用的形式。

(1) 家庭用蓄热式空调/热水供应装置 日本关西电力（株）综合技术研究所于 1998 年开发了家庭用蓄热式空调/热水供应装置，容量可适用于面积为 120m² 左右的住宅建筑。蓄热利用 $\phi 40\text{mm}$ 之相变球（潜热蓄热材料），根据相变温度，除蓄冷外也可蓄热。装置包括设置于地下室的蓄冷/热罐（内装相变球）和生活热水罐（均为卧式）。室内机为附有水泵的热泵机组，通过水系统连接末端装置（FCU）。用户可利用廉价的晚间电力，在经济上有利，同时对平衡城市电力负荷有一定作用。

(2) 电热型热水蓄热器 利用热管原理的电热型热水蓄热器亦已开发成为产品，利用夜间电力储热于高温蓄热部，从蓄热部将热量送到环型热管，经换热在热水发生器内制得高温热水送入系统。从图 5-8 中可知，蓄热部即热管的蒸发器，而热水发生器即热管的冷凝器。因系高温蓄热，除热水供应，亦可发生蒸汽或热空气。这种装置体积小，热输送能力大，热反映特性快。

(3) 分体式蓄冰空调器 三菱电机、日立制作所、富士电机、大金等从 1996 年先后均推出了家用冰蓄冷装置，制冷能力在 12.5 ~ 16kW (相当于 5 ~ 7Hp 机)，可供 50 ~ 200m² 的住宅、办公室使用，其工作原理是在常规“一拖多”的分体式空调机组系统中串接蓄冰筒，蓄冰结构型式为盘管型完全结冻式。蓄冷时，仅在压缩机与蓄冰筒之间循环，使筒内结冰，融冰放冷时制冷剂进入室内侧机器（蒸发器）之前先流经蓄冰筒对制冷剂起过冷作用，以提高装置的出力（如图 5-9 所示）。其蓄冷原理和负荷分担方式如图 5-10 所示。与上一种蓄热方式的区别是制冷剂直接进入室内侧换热器。较大容量的主机出力达数十 kW，通过控制可实现去峰、移峰、供冷、供热等工况的调节。由于日本冰蓄冷技术已相当成熟，且生产有各种制冰方式的蓄冷机组（各种方式制冰筒和制冷压缩机的组合机组），传统的冰蓄冷系统终端介质是水，而小型系统的终端则为直接蒸发的制冷剂系统。

(4) 户式冰蓄冷空调 户式冰蓄冷空调要求具备以下特点：结构简单紧凑、蓄冷取冷方便、控制灵活有效。该户式冰蓄冷空调系统将制冷剂直接蒸发制冰蓄冷、内融冰取冷及大温差过冷有机地结合为一体，从而大幅度提高制冷量和制冷效率。

在 R22 的 lg*p*-*h* 图（如图 5-11 所示）上可见，在机组标准运行工况下：蒸发温度为 2℃，过热度为 5℃；冷凝温度为 50℃，过冷度为 3℃。R22 的单位制冷量为 151kJ/kg；当利用冰蓄冷使制冷剂过冷后，其冷凝温度会有所降低，而过冷度却大幅度增加（可达 35℃以上），这时的单位制冷量为 205kJ/kg，比原来增加 54kJ/kg，约为 35%，制冷效率 COP 可提高 25%。户式冰蓄冷空调系统的组成如图 5-12 所示。

各种运行工况下的阀门状态见表 5-5。
该系统设计的关键问题是蓄冰槽的设计。首先确定系统白天运行时须取冷的小时数，根

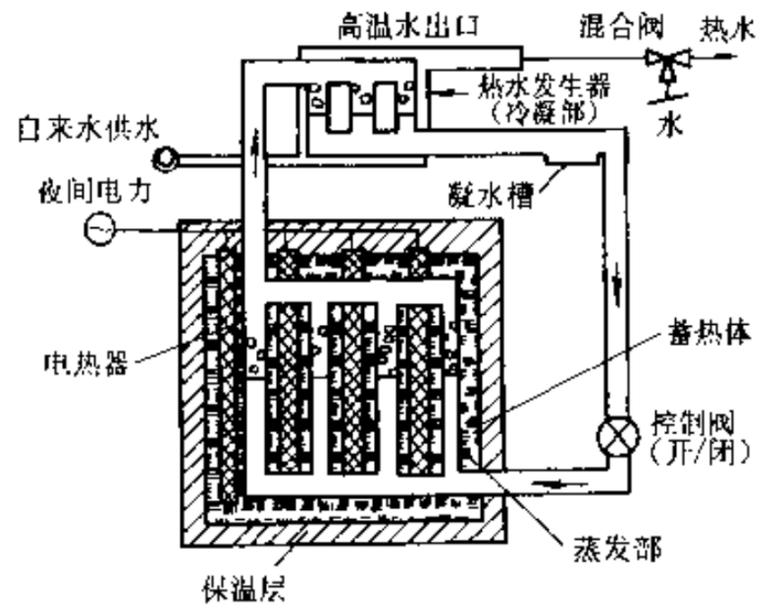


图 5-8 利用热管的电热型热水蓄热器

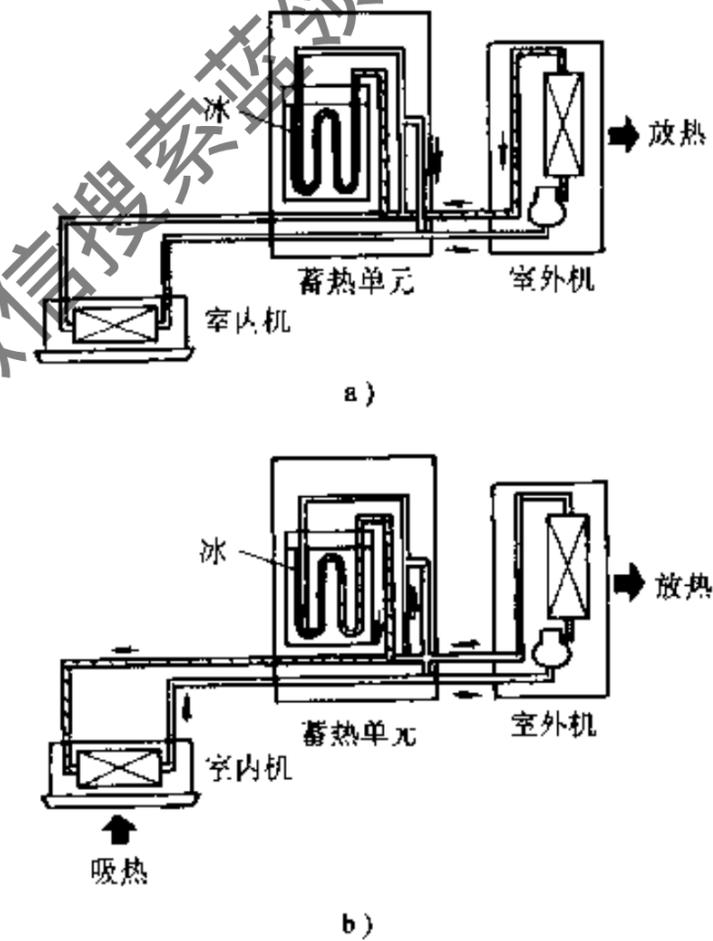


图 5-9 分体空调器的蓄冷流程
a) 蓄冷 b) 放冷

在 R22 的 lg*p*-*h* 图（如图 5-11 所示）上可见，在机组标准运行工况下：蒸发温度为 2℃，过热度为 5℃；冷凝温度为 50℃，过冷度为 3℃。R22 的单位制冷量为 151kJ/kg；当利用冰蓄冷使制冷剂过冷后，其冷凝温度会有所降低，而过冷度却大幅度增加（可达 35℃以上），这时的单位制冷量为 205kJ/kg，比原来增加 54kJ/kg，约为 35%，制冷效率 COP 可提高 25%。户式冰蓄冷空调系统的组成如图 5-12 所示。

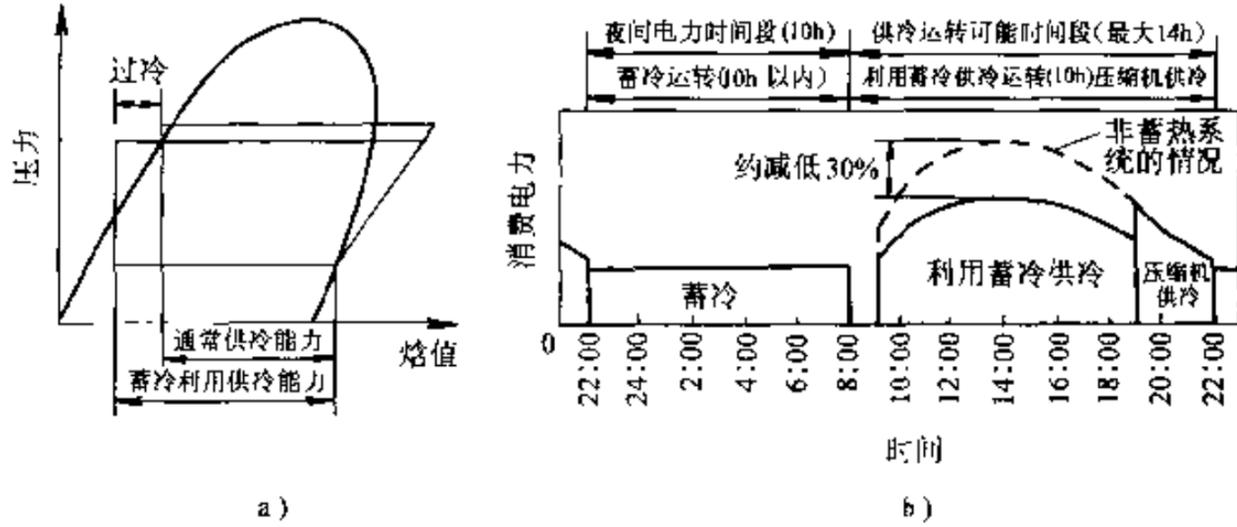


图 5-10 分体蓄冷空调器的蓄冷原理
a) 蓄冷原理 b) 负荷分配

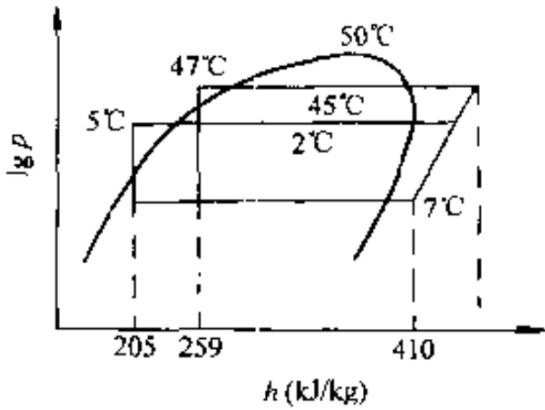


图 5-11 系统原理 lg p-h 图

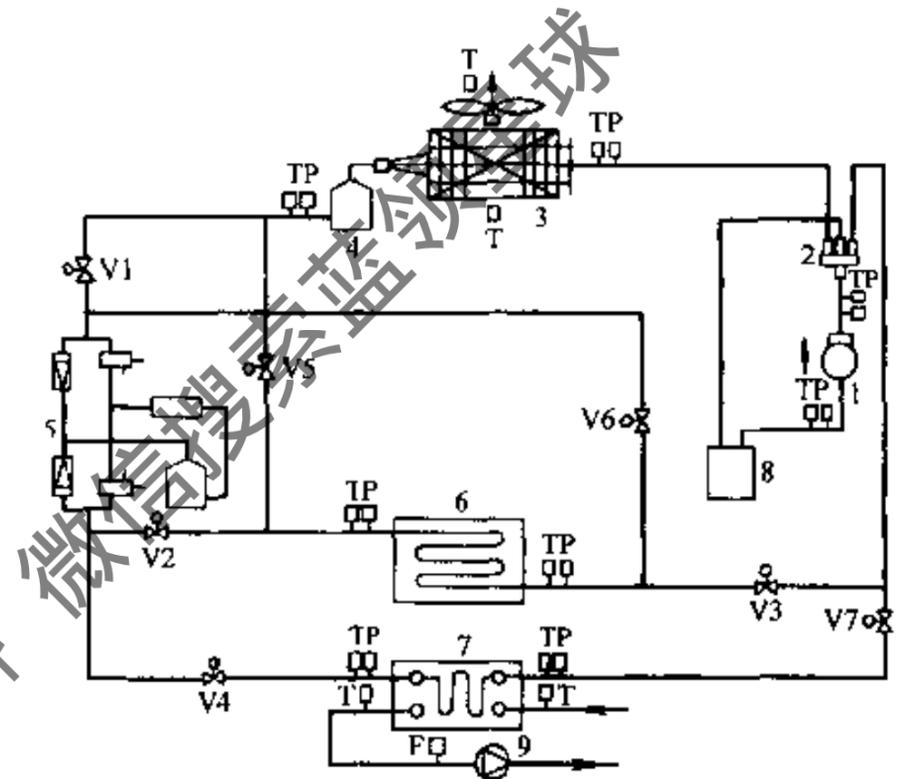


图 5-12 户式冰蓄冷空调系统简图
1—压缩机 2—四通阀 3—冷凝器 4—蓄冷用储液器
5—双位机构 6—蓄冰槽 7—蒸发器 8—气液分离器
9—水泵 V1~V7—球阀 T—温度计 P—压力表

据大温差过冷可多提供 35% 的制冷量这一指标，得到系统总的蓄冷量及蓄冰量，然后建立直接蒸发蓄冰过程的传热模型，根据此模型计算出蓄冰盘管的尺寸和长度；最后合理设计蓄冰槽形状和布置蓄冰盘管。当然系统中其他部件，如储液器、膨胀阀等，也要重新进行匹配设计。

表 5-5 不同工况下阀门状态

阀门	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
蓄冰运行	开	开	开	关	关	关	关
取冷供冷运行	关	关	关	开	开	开	开
冷机单独供冷	开	关	关	开	关	关	开

2. 太阳能应用于住宅环境设备

太阳能是一种取之不尽、用之不竭的洁净能源，用太阳能替代常规能源驱动空调系统对于节能和环保都有十分重要的意义，因而日益受到世界各国的重视。太阳能吸收式空调与常规压缩式空调相比，具有以下几个基本优点：① 太阳能空调的季节适应性好，系统制冷能力随着太阳辐射能的增加而增大，而这正好与夏季人们对空调的迫切要求相匹配；② 同一套太阳能吸收式空调系统可以将夏季制冷、冬季供暖和其他季节提供热水结合起来，显著地提高了太阳能系统的利用率和经济性；③ 传统的压缩式制冷机常用的含氯氟烃制冷剂对大气臭氧层有破坏作用，而吸收式制冷机以无毒无害的溴化锂水溶液为介质，对保护环境有利。

(1) 太阳能空调及供热系统 本系统的总体要求是夏季供冷、冬季供热和过渡季节提供生活热水。基于太阳能空调供热系统对气候有依赖性这一特点，在系统设计中必须充分考虑系统的起动、能量的储存、太阳能与常规能源的切换以及系统的安全等一系列因素。

太阳能吸收式空调及供热示范系统主要由真空管太阳能集热器、溴化锂吸收式制冷机、储热水箱、储冷水箱、生活用热水箱、循环水泵、冷却塔、空调箱、辅助燃油锅炉和自动控制系统等几大部分组成，如图 5-13 所示。

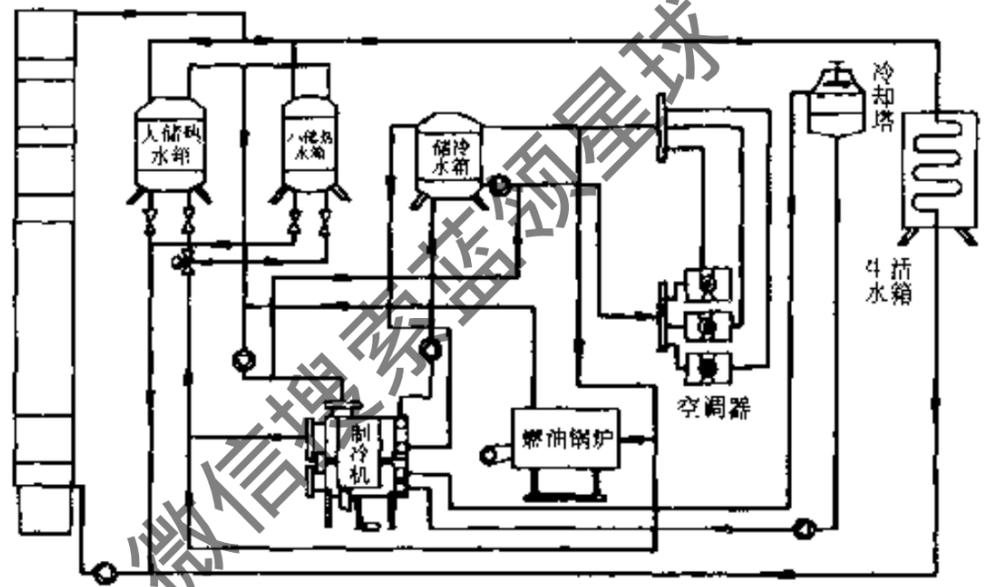


图 5-13 太阳能吸收式空调及供热系统流程图

其工作原理是：夏季，首先将太阳能集热器加热的热水储存到热水箱中，当热水温度达到一定值时，就由储热水箱向制冷机提供所需要的热媒水；从制冷机出来的热水温度已经降低，流回储热水箱，然后再由太阳能集热器加热成高温热媒水；制冷机产生的冷媒水首先储存在储冷水箱中，由储冷水箱向空调箱提供冷水，以达到空调的目的。当太阳辐射能不足以提供高温热媒水时，就以辅助燃油锅炉作为热源。

冬季，同样将太阳能集热器加热的热水储存到储热水箱中，当热水温度达到一定值时，就由储热水箱直接向空调箱提供供暖热水。当太阳辐射能提供的热量不能满足要求时，也以辅助燃油锅炉作为热源。

过渡季节提供生活用热水的功能更为简单，只要将太阳能集热器加热的热水流经生活用热水箱中的换热器，就可将水箱中的存水加热。

(2) 太阳能热泵热水器 太阳能热泵热水器以制冷剂为媒介，液态制冷剂在太阳能集热板中吸收阳光中的能量后蒸发为气态制冷剂经压缩机压缩放热后将热量传递给冷水，冷水吸热后可制成 60°C 的生活热水。热水通过水循环系统送入用户进行采暖或直接用于热水供应。图 5-14 为太阳能热泵热水器的工作原理图，其在环境温度 20°C 时 COP 值可高达 3.8。

3. 燃气直接应用于住宅空调设备

随着空调驱动能源电与热之间的竞争，开发了燃气直接用于住宅空调的多种方式。

(1) 燃气加热空气 冬季在室内机中直接采用燃气加热器加热循环空气；夏季则利用传统电制冷方式，即室内机为直接膨胀单冷盘管。室内机中的燃气加热器所需空气和排气管道

均接自室外，对室内无污染影响。也有一种燃烧用空气直接取自室内，排气也放到室内。

(2) 燃气加热制冷剂 冬季在室外机内用燃气加热制冷剂，提高其蒸发温度，免除热泵除霜的措施，增加热泵制热量。这种方式有两种做法：

1) 用一台制冷压缩机，夏季制冷工况室外侧为风冷冷凝器，冬季热泵运行时经四通阀转换，使制冷剂流经燃气加热器（燃烧烟气与制冷剂的换热器）而升温，通过提高蒸发温度来增加制热量。

2) 用两组压缩机，室外机组分冬用、夏用两组。冬季用机组的室内侧蒸发器即为利用燃气的制冷剂加热器，同样可使热效率提高，其系统比前一种简单（不用四通换向阀），但增加了装置。

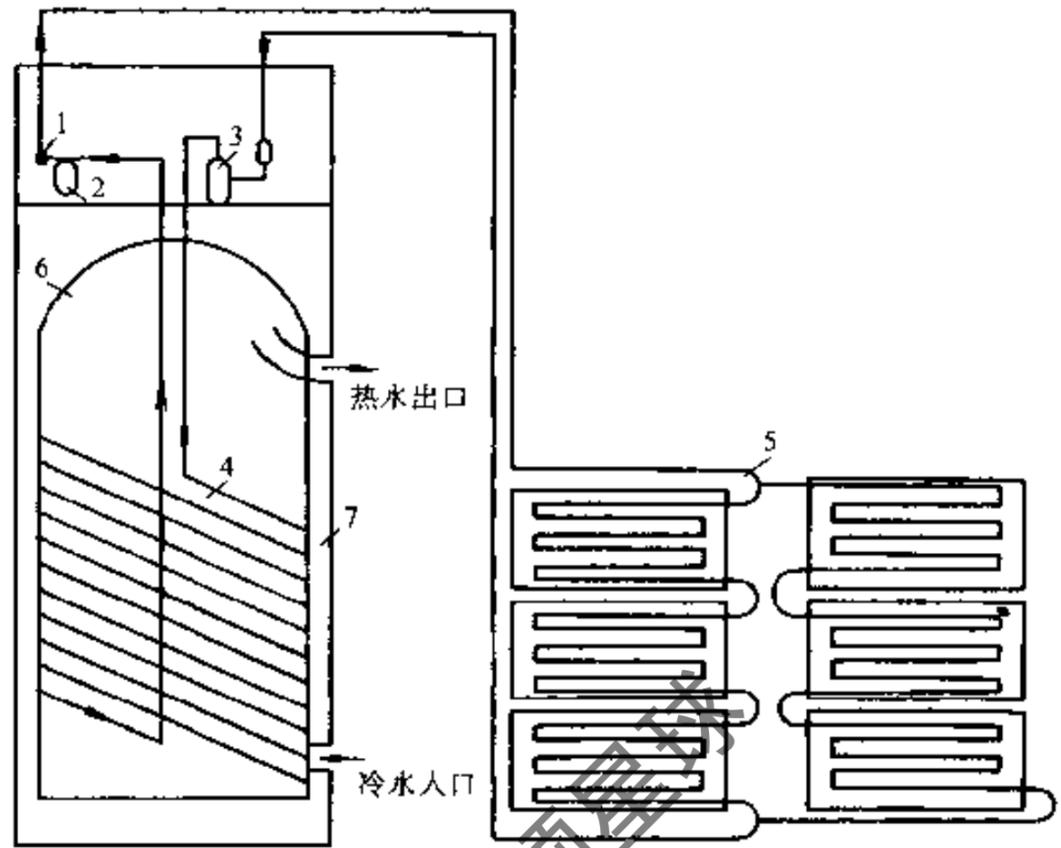


图 5-14 太阳能热泵热水器工作原理图
1—膨胀阀 2—四通阀 3—压缩机 4—冷凝盘管
5—蒸发器 6—容器 7—隔热层

(3) 燃气机驱动热泵 (Gas Engine Heat Pump, GEHP) 利用小型燃气机直接驱动制冷机热泵，低位热源为室外空气。其特点是可利用燃气机废热，使室外侧热交换器（蒸发器）温度提高，增加热泵制热量，并免除除霜设施，供暖时一次能源利用率可提高到 1.4 ~ 1.9（电热为 0.35）。这种机型的制冷量一般有 8kW、14kW、18kW、28kW、56kW（相当于额定功率为 3HP、5HP、7.5HP、10HP、20HP）等，室外机一台可接多台室内机（通常可用在 4 室以上的建筑）。它比电驱动空气热源热泵的效率和起动性能为佳。日本在 2000 年生产了这类机组近 5 万套。

(4) 小型燃气直燃型吸收式冷热水机 该系统的末端装置为风机盘管或空调箱，水路系统的布置同普通的冷热水系统。这种方式由于采用吸收式制冷机，不存在制冷剂替代和环境破坏问题。根据该种机组容量大小，可用于独立式住宅，亦可用于一定规模的多层住宅。我国已有该种产品投入批量生产。

5.3.4 家用空调的发展趋势展望

随着我国经济的发展和人民生活水平的提高，我国住宅空调发展空间极大，并且随着我国老龄化社会的逐步到来和人们健康意识的增强，今后我国家用空调能耗的趋势必然是：使用时间延长、空调负荷增大、带有新风和空气净化装置。今后，电力房间空调器占绝大多数的家用空调格局将被打破，家用空调的能源和形式将日趋多样化。

家用空调的形式不只有房间空调器一种选择，它与当地气候条件和能源价格、住宅的规格和档次、居民的经济水平和生活习惯、房地产的投融资体制等有很大的关联，已经超越了单一的技术范畴，更多地将由市场来决定。

一方面全面小康社会的建设，我国的居住建筑由生存型向舒适型转变，小康住宅、健康

建筑、绿色生态建筑、智能化建筑、集成建筑等可持续发展的建筑已经进入了人们的视野。今后的居住观念和需求，将不仅需要较大的居住空间，更需要有舒适的室内外生活环境。要达到健康建筑的要求，就必须做到排放和稀释室内 CO_2 、VOC、废热油烟、悬浮粉尘等，进行室内局部通风和全室换气，室内主要活动房间全年保持在 $17 \sim 27^\circ\text{C}$ 之间，湿度保持在 $40\% \sim 70\%$ 之间。显而易见，这些室内环境要求的达到，只有通过中央空调系统才能实现。而使用中央空调系统又必须考虑到空调系统的能源利用率、节能、CFC 对大气臭氧层的破坏、温室效应等可持续性发展战略保障问题。只有在给居民提供良好空气品质、舒适室内环境的同时，实现空调系统的节能、环保、高效率 and 低费用运转，才能算得上是真正的健康建筑和绿色建筑。另一方面，我国城市中人口密集，土地资源紧缺，城市化进程正在加快。因此可以预期，我国大多数城市中若干年还是以兴建集合式住宅（即高层、高密度、高容积率的“三高”住宅）为主。而在经济比较发达、收入水平较高的城市中，近几年虽出现“三低”（低层、低密度、低容积率）住宅旺销的势头，但由于过多占用土地资源，国家已发文停止别墅类土地的供应。由于国情使然，毋庸置疑，在可以预见的 21 世纪前半叶（即我国达到中等发达国家经济水平之前），集合式住宅还是我国住宅建设的主流。

最适合高密度集合式住宅的空调方式是集中空调。即采用小区集中供热供冷（DHC）的方法。DHC 在国内部分城市已在应用。有的城市还加上热水供应，成为冷/热/热水三联供。常用的冷热源形式有：① 水冷电制冷冷水机组 + 燃气供暖供生活热水无压锅炉；② 直燃型吸收式冷热水机组；③ 余热溴化锂吸收式冷水机组 + 余热供暖供生活热水无压锅炉；④ 水冷电制冷冷水机组 + 冰蓄冷 + 燃气供暖供生活热水无压锅炉；⑤ 水源热泵或地源热泵 + 辅助热源。

DHC 的最大优点是节能。因为住宅空调的同时使用系数很低，一般仅在 50% 左右。所以冷热源冷量的选择只需通常设计的 50% ~ 60%，但供暖热量则需满足所有建筑面积。用能效比较高的水冷式机组可以进一步降低高峰用电；用冰蓄冷可以将高峰用电转移到低谷，也可以利用峰谷电价差降低运行成本。

在一般房产商和消费者心目中，有中央空调的住宅一定是高档住宅。其实不然。DHC 是大众化的空调方式。因为 DHC 可能会牺牲一些个性化需求，特别是在过渡季节。而且，实现 DHC 的初投资并不大，根据多项可行性研究及已建工程的统计结论，初投资折合每 m^2 约为 250 ~ 400 元不等（包括分户热量计在内）。根据国内各大城市房价，大约在商品房售价的 5% 左右，在安居房房价的 10% 左右，没有超出一般购房者的承受能力。DHC 由于是规模化经营，设备折旧期长，因此住户可能只要花费相当于家用空调三分之二的运行费用，便可享受到比使用房间空调器好得多的室内环境品质以及卫生热水的供应。

DHC 在我国集合住宅中尚不普及的主要原因并不在技术上。在我国房地产法规不健全的情况下，对实施 DHC 的投融资体制、收费制度、设施的产权界定和折旧办法、负荷波动的条件下运行的经济性问题等都要做深入研究。今后集合住宅的建设必定走住宅产业化的道路，即建设所谓 SI（skeleton & infill）住宅。这是为住宅集中空调和 DHC 的实现创造了很好的条件。

西气东输工程实施以后，利用以天然气为燃料的燃气轮机或燃气内燃机、吸收式制冷机和余热锅炉实现住宅小区的冷热电联产（CCHP）应该是集合住宅空调冷热源今后的最佳选择。CCHP 的综合一次能源效率很高，如果用所发电力驱动热泵供冷，则其理想的综合一次能

效率可达 1 以上，被称为第二代能源系统。

建设以天然气为燃料的燃气冷热电联供系统，以代替常规的锅炉供暖和电力空调制冷系统，不仅一次效率高、实现能量的梯级利用、缓解夏季制冷用电高峰，利用天然气作燃料可以大大减少污染物和温室气体排放，有利于环保，而且使用安全。在上海，冷热电联供已在黄浦区中心医院和浦东国际机场中试用。在北京，也有几个楼宇冷热电联供（BCHP）项目正在实施。在广州和武汉都正在进行中央商务区（CBD）冷热电联供的可行性研究。但冷热电联供要推广和普及到集合式住宅小区还有许多问题需要研究：如最佳热电比问题、低热负荷和低电负荷下的经济运行问题、如何提高住宅小区冷热电联产的全年综合一次能源效率问题，以及如何评价天然气燃烧后污染物的多点低空排放的环境影响等等。但毋庸置疑，冷热电联供是我国城市集合住宅空调冷热源的发展方向。

估计再过 10 年左右，利用天然气的燃料电池将成为建筑冷热电联产的主流技术。由于燃料电池是由化学能直接产生电能，并利用化学反应过程中排出的热量供热和制冷，因此它是零污染、最清洁的能源技术。

对于独立住宅（别墅），还是会以“一户一机”式的家用中央空调为主。主要有以下几种形式：① 空气源热泵/地源热泵/水源热泵冷热水机组；② 空气源热泵/地源热泵/水源热泵全空气机组；③ 变冷媒流量多联空调机（VRV）；④ 电制冷+蓄冰一体机；⑤ 燃气发动机驱动热泵（GEHP）。前 4 种方式都是电力驱动。空气源热泵机组（包括 VRV）在本质上与房间空调器是完全一样的。但 VRV 系统由于采用了计算机控制、变频技术和冷媒流量分配技术，其能效高于普通的空气源热泵机组，同时又保留了房间空调器使用方便和个性化的优点。水源热泵应用地下水或地表水，其 COP 值（包括水泵能耗在内）可达 3.5 以上。但对我国大多数城市而言，水资源也是十分紧张的。尽管采用地下水回灌技术，但避免不了损耗和污染。所以在应用水源热泵时应慎重。地源热泵利用闭式水循环系统，将大地和土壤作为蓄热体，其 COP 也可达到 3.5 以上，而且可以稳定地工作。但地源热泵在应用中要对当地地质情况有比较准确的掌握，同时对室内空调负荷的变化，尤其是冬夏负荷的平衡进行认真的分析。电制冷+蓄冰一体机可以有效利用峰谷电价差、消减高峰用电负荷，同时由于有计算机控制，对用户没有任何使用上的不方便。燃气发动机驱动热泵是近几年国外快速发展的一种空调形式。如在日本，1998 年 GEHP 已占整个燃气空调市场份额的 15.4%。是今后家用中央空调的主要选择之一。我国应加快燃气发动机驱动热泵的研究和开发步伐。

最后，对于单身公寓、学生公寓、度假村等居住人员流动性比较大的住宅，可以采用房间空调器，以适应空调使用和空调负荷没有规律的特点。对于旧有住宅和“二手”房等没有条件实现 DHC 或 BCHP 的场合，也只能采用房间空调器。到 1999 年末，全国城市实有住宅建筑面积为 41.73 亿 m^2 ，而全国城镇居民平均每百户家庭的空调器拥有量仅为 24.48 台，再加上旧空调器的更新淘汰，因此，这一块的市场仍然很大。房间空调器发展的关键是增加技术含量、提高能效比。目前的价格战将会随着资产重组和市场整合而烟消云散。市场最终会被有规模、有资金和有技术的企业所占领。

电动制冷空调还要解决冷媒替换的重大问题。目前房间空调器和大多数家用中央空调普遍采用的 R22 根据国际保护臭氧层公约到 2030（发展中国家）将被禁用，其替代冷媒 R134a 是温室气体。国外已有采用 R407C 的空调用制冷机，我国在这方面的的工作比较落后，必须加快替换开发进程。

综上所述，我国家用空调的发展前景是极为广阔的，家用空调的形式应该根据不同地域或气候特点，能源种类和价格、建筑物类型和结构、经济水平和消费状况等进行综合选择，但节能、环保、清洁能源和可再生能源利用等可持续发展战略的问题是我们长时期内必须遵循的设计指导方针。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

第6章 国内外家用中央空调主要生产厂商产品介绍

本章的产品介绍是由各生产厂商提供资料后编辑而成，其中有关数据及所用单位名词术语均录自厂方原件。为了与各生产厂商的产品样本保持一致，本章采用法定与非法定两种计量单位并列。产品介绍排列不分先后。

6.1 日本大金工业株式会社

1. 产品概述

大金的家用中央空调产品主要分为两个系列：①家用VRV系列（室外机型号RMX140JVMC），额定制冷量14.5kW；②VRV系列（室外机型号RSXY—KYIC（E）），额定制冷量14kW、22.4kW、28~84kW。这两种空调系统都采用变频一拖多的方式，采用风冷直接蒸发制冷和供热。室内外机用制冷剂铜管直接连接，采用制冷剂分支接头进行制冷剂的分流。

2. 产品特性

大金家用VRV和VRV系统作为可变制冷剂流量系统，与传统的中央空调风或水系统相比具有下列特点：①家用VRV和VRV系统是制冷剂系统，也就是说室内外机之间的配管内部流动的是制冷剂（R22或R407C），而传统的风或水系统的管道内部流动的是空气或水；②家用VRV和VRV系统是变频系统，14.5kW的家用VRV RMX140J的变频级数是73级，28kW的VRV系统RSXY10K的变频级数是21级；③家用VRV系统和VRV系统是多联系统，也就是说一台室外机可以拖动多台室内机，14.5kW的家用VRV RMX140J最多可拖7台室内机，28kW的VRV系统RSXY10K最多可拖16台室内机，每一台室内机都是独立运行、独立控制的。由于是变频系统，所以当只开启部分室内机的时候，压缩机以低频运转，压缩机所消耗的电能和制取的冷量（热量）就是这部分室内机所需要的，而不会有多余的能量浪费；当室内机全部开启时，压缩机就以高频运转，将所制取的冷量（热量）源源不断地提供给室内机。

（1）家用VRV系统特性 家用VRV RMX140J的额定制冷量14.5kW（100%的容量负荷下），可连接的室内机最大容量总和为18.9kW，可以满足较大面积住房的制冷和供热需求。家用VRV最大容量的室内机为7.1kW，可以满足35~50m²的大客厅的空调需求。系统采用的是220V、30A的单相电源，连接至室外机上即可满足整套装置的用电。

1) 节能性。家用VRV采用的是直流变频技术，级数是73级，在部分负荷下运行非常节能（表6-1）。根据ARI的研究表明，中央空调系统在99%的时间是处于部分负荷下运行的。如果一套4室两厅的住房安装了6台室内机，这6台室内机同时开启的几率是非常小的。白天客厅的室内机开启，卧室的室内机关闭，晚上则相反。此时，家用VRV系统在部分负荷下的高度节能性，在空调系统的大部分运行时间内得到了充分的利用，而其他的家用中央空

表 6-1 家用 VRV 在部分负荷下的耗电量和 COP 值

负荷率 (%)	100	90	80	70	60	50
室内机合计功率/kW	14.5	13.1	11.6	10.2	8.7	7.5
制冷量/kW	14.5	13.1	11.6	10.2	8.7	7.5
耗电量/kW	5	3.91	3.03	2.38	1.83	1.46
COP (供热)	2.9	3.35	3.82	4.28	4.75	5.14
供热量/kW	16.5	15	13.4	12	10.4	9.1
耗电量/kW	5.78	4.76	3.86	3.15	2.52	2.07
COP (供热)	2.85	3.15	3.48	3.81	4.13	4.4

注：上述数据是在室外干球温度 35℃，室内湿球温度 19℃（制冷）；室外湿球温度 6℃，室内干球温度 20℃（供热）下得到的。

调系统，其室外机的压缩机不是变频压缩机，故在部分负荷下运行时效率很低。

另外由于家用 VRV 系统采用直接蒸发制冷，属于一次热交换系统，而传统的风或水系统则有两次热交换，这也是家用 VRV 系统比传统风或水系统节能的另一个原因。

2) 舒适性。家用 VRV 系统的变频控制可以将室内温度精度控制到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 范围内，给予居住者极大的舒适性。传统的风或水管系统，室内温度只能控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内，舒适度要差得多。另外冷水机组或风管机的室内部分为风机盘管或风管，噪声很高，而家用 VRV 的部分室内机噪声很低，静声运转时只有 29dB (A)，室外机的运转噪声也很低，只有 53dB (A)。

3) 安装设计简单、应用灵活方便、维修方便。大金的家用 VRV 系统在室外环境干球温度为 $-5 \sim 46^{\circ}\text{C}$ 的情况下可以正常制冷，在湿球 $-15 \sim 15.5^{\circ}\text{C}$ 的情况下可以正常供热，且在低温供热时供热衰减很小。而传统的风或水系统在冬天低温供热时往往供热量不足，需要辅助电加热器。由于家用 VRV 系统的结构非常简单，整个系统由 4 部分组成：室外机、室内机、制冷剂分配器和连接它们之间的配管，故安装设计非常简单。而水系统除了室外机、室内机及水管外，还需要水泵、软化水装置等辅助设备，给安装和设计带来不便。大金家用 VRV 的室内机的尺寸很小，方便用户挂外墙安装。由于家用 VRV 采用制冷剂铜管连接，而传统的风或水管系统采用的是风管或水管，所以家用 VRV 配管的管径要比其他家用中央空调系统的管径小得多，只有 1/3 左右，节省了吊顶安装空间，在家庭使用效果尤为突出。此外，大金家用 VRV 的室内机共有 5 种型号 36 种规格，给客户在选型和设计上带来极大的方便。客户可以根据自己装潢的要求来选择室内机型。操作者可以对室内机的温度、风量及运行模式进行任意控制。大金家用 VRV 在遥控器上可以显示故障代码，一旦机器发生了故障，就会有相关的故障代码出现，从而给维修人员带来了极大的帮助。

(2) VRV 系统的特性 VRV 系统在很多特性上和家用 VRV 系统相似，所不同的是家用 VRV 系统室外机只有 14.5kW 一种型号，用的是单相电源，而 VRV 系统有 14kW、22.4kW、28kW，甚至更大型号的室外机，用的是 380V 的三相电源。

1) 节能性。图 6-1 和图 6-2 示出 28kW 的 VRV 系统部分负荷能耗曲线及 COP，工况为室外干球温度 35℃，室内湿球温度 19℃。从图中可以看出，在 100% 的负荷下，室外机功耗 11.8kW，而在 50% 的负荷下，室外机耗能只有 3.85kW，COP 值为 3.6，可见 VRV 系统在部分负荷下运行时也和家用 VRV 一样，具有节能性。

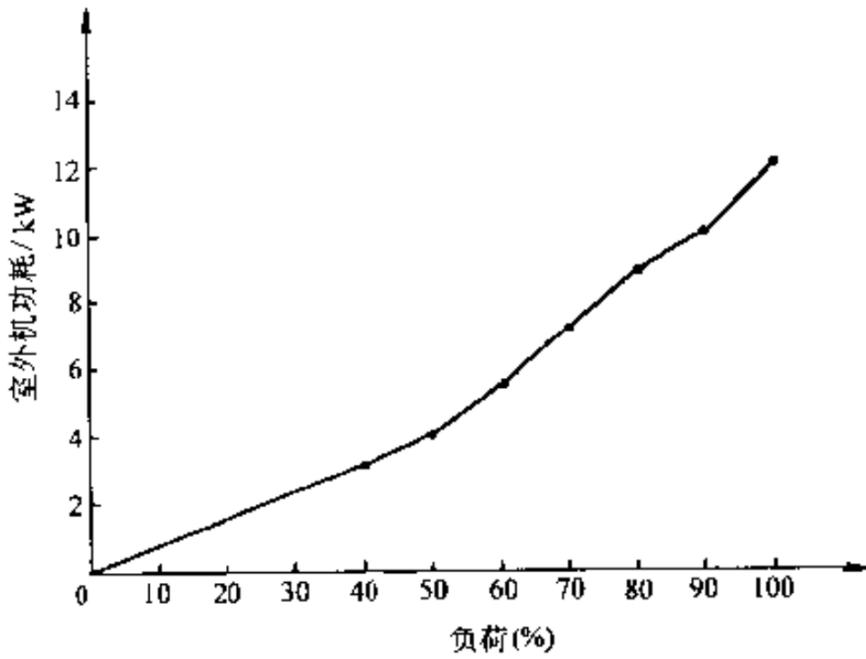


图 6-1 28kW 的 VRV 系统部分负荷能耗曲线 (制冷)

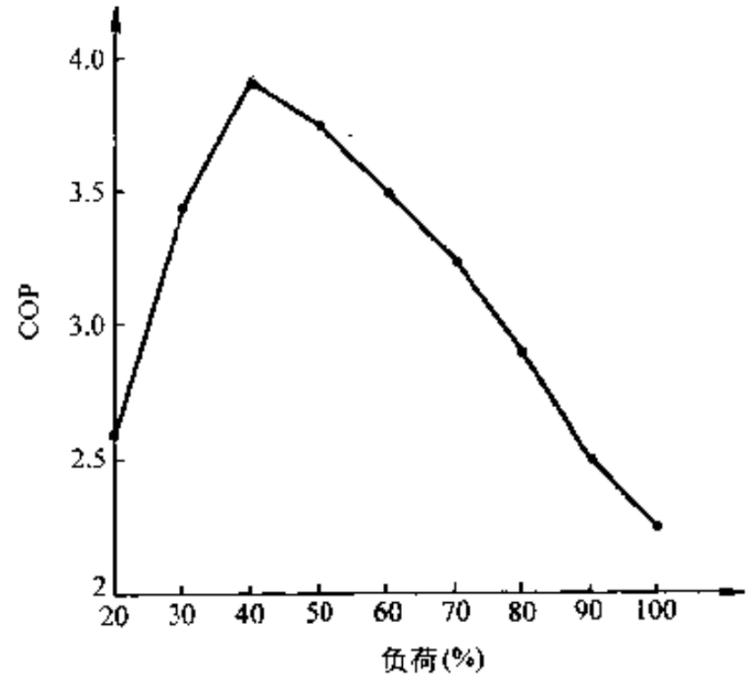


图 6-2 28kW 的 VRV 系统部分负荷下的 COP 曲线 (制冷)

2) 舒适性。VRV 系统与家用 VRV 系统具有相同的舒适性。

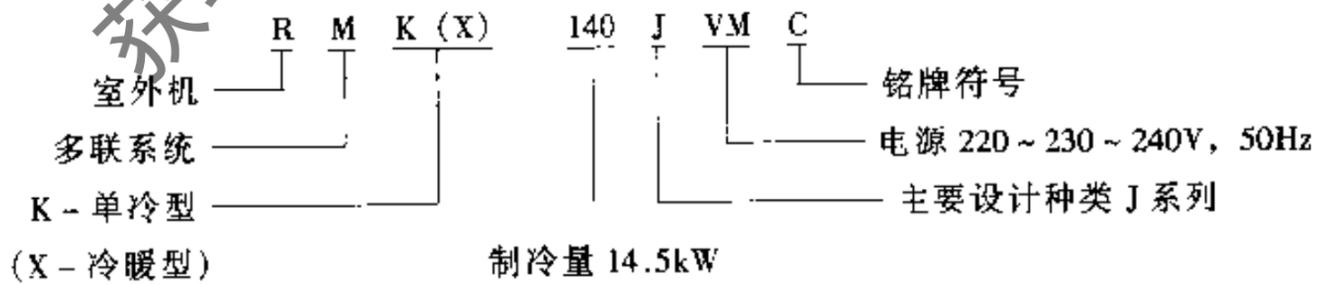
3) 使用限制少、安装设计简单、应用灵活方便、维修方便。大金的 VRV 系统可以正常制冷的室外环境温度是 $-5 \sim 43^{\circ}\text{C}$ (DB)，正常供热的温度范围是在 $-15 \sim 15.5^{\circ}\text{C}$ (WB)。VRV 系统由 3 个部分组成：室外机、室内机和连接它们之间的配管。大金 VRV 的室内机种类齐全，共有 11 种型号，72 种规格。可以用有线遥控器、无线遥控器、集中遥控器、日程定时器及统一开关遥控器等对其进行操作，此外还可以用智能化楼宇自控系统对 VRV 系统进行控制和管理。大金 VRV 的维修同样方便，当机器发生故障时会出现相应的故障代码。

3. 产品选型指南

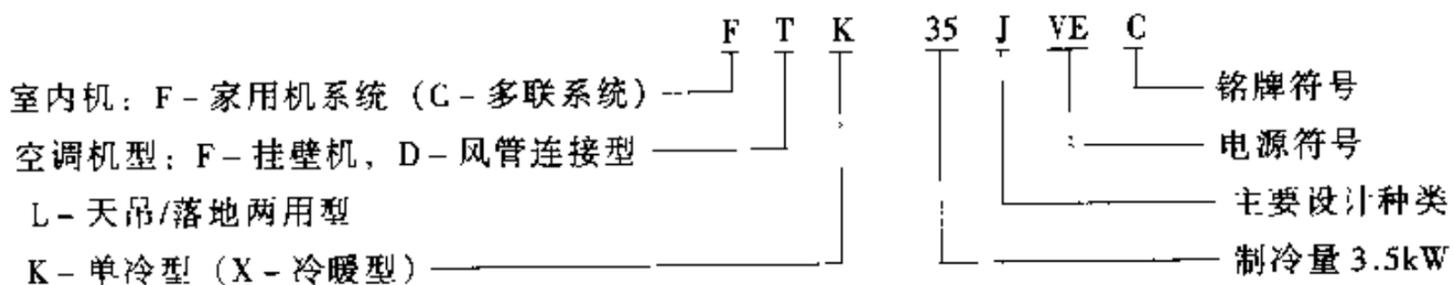
(1) 型号编制说明

1) 家用 VRV 系统。

① 室外机：

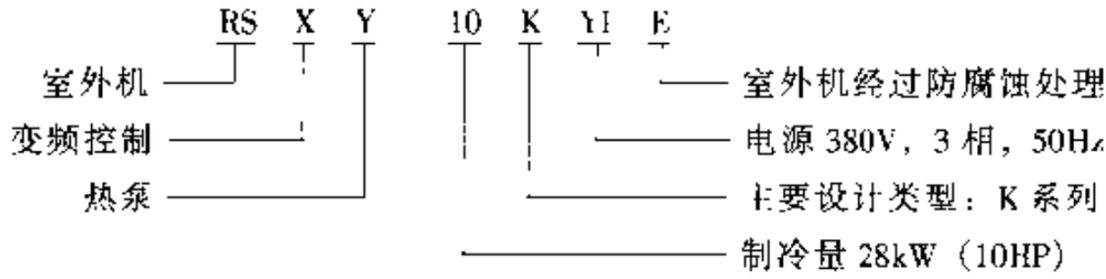


② 室内机：

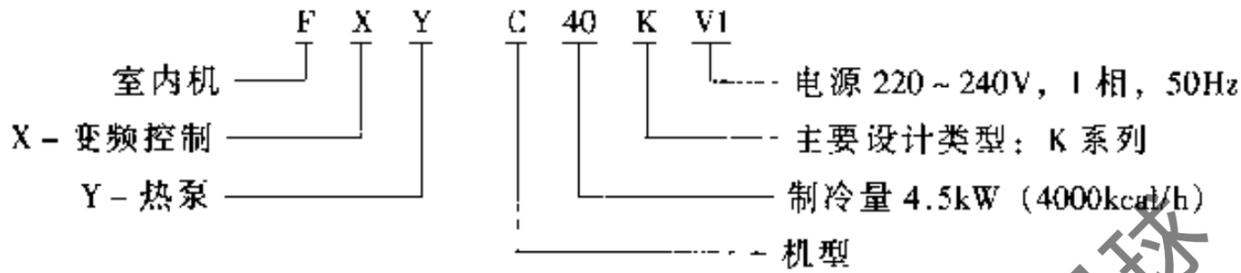


2) VRV 系统:

① 室外机型号:



② 室内机型号:



机型:

C—天花板卡式嵌入型 (双向气流); F—天花板卡式嵌入型 (多向气流); M—天花板卡式嵌入风管连接型 (高静压型); K—天花板卡式嵌入角隅型; D—天花板嵌入导管内藏型 (低静压型); S—天花板嵌入导管内藏型 (中静压型); A—挂壁型; L—落地型; LM—落地内藏型; H—天花板悬吊型。

(2) 选用原则

1) 家用 VRV 系统选用步骤。

① 确定室外机 (表 6-2):

表 6-2 室外机种类规格

		单冷型	热泵型
室外机	机型	RMK140JVMC	RMX140JVMC
	型式	5HP	5HP
	额定容量/kW	14.5	制冷 14.5/供热 16.5
	可连接室内机台数/台	2~7	
	室内机可连接容量/kW	7.5~18.9	

② 确定室内机 (表 6-3):

表 6-3 室内机类型及规格

类型		规格	25	35	50	60	35	50	60	70 (03)
家用机	挂壁型	FTK/FTX	●	●	●	●				
	天花板嵌入风管连接型	CDK/CDX	●	●	●	●				
	天吊/落地两用型	FLK/FLX	●	●	●	●				
商用	天花板卡式嵌入型	FHYC					●	●	●	●
	天花板嵌入风管连接型	FDYM							●	●

注: ●表示此栏上有此规格。

③ 是否选择面板：天花板卡式嵌入型（FHYC）需要装饰面板。

④ 选择遥控器（表 6-4）：

表 6-4 遥控器类型及规格

室内遥控器		商用机系列遥控器	
		单冷型	冷暖型
无线	FHYC	BRC7C613WC	BRC7C612WC
有线	FHYC	BRC1B61C	
	FDYM	BRC1B62C	

注：1. FHYC 室内机不配无线遥控器。
2. 家用机系列遥控器为标准配置。

⑤ BP 装置的选择（表 6-5）：

表 6-5 BP 装置类型及规格

机 型	单冷型	冷暖型
可连接室内机台数	1~3 台	
BP 装置的选用	1~2 台：BPMK928A42；1~3 台：BPMK928A41	

注：BP 装置是用来控制和分配制冷剂流量用的分支接头。

⑥ 选择 REFNET 制冷剂接头（表 6-6）：

表 6-6 REFNET 制冷剂接头

系统	选用 REFNET 接头的类型	
系统连接 BP 装置的个数	1	不必用
	2	KHRJ928A4Tx1
	3	KHRJ928A4Tx2

注：REFNET 接头是一种三通制冷剂分配接头。

2) VRV 系统机型选择步骤。

① 选择室内机：

首先根据每个房间的制冷负荷选择室内机。室内机规格见表 6-7。

表 6-7 室内机规格

室内机规格	20 型	25 型	32 型	40 型	50 型	63 型	80 型	100 型	125 型	
制冷量	kW	2.2	2.8	3.6	4.5	5.6	7.1	9	11.2	14
	kcal/h	2000	2500	3150	4000	5000	6250	8000	10000	12500

② 选择室外机：

根据室内机的组合总容量选择室外机。室内机和室外机组合时，室内机容量系数的总值，应接近或略小于每台室外机在 100% 组合率时的容量系数。如果组合率大于 100%，应根据每台室内机的实际容量作确认后再做选择。室内机组总容量系数见表 6-8；室内机容量系数表见表 6-9。

③ 实际运转参数：由给定的室内、外温度，查找室外机的容量，并按下式计算出独立的室内机容量。

$$ICA = (OCA \times INX) / TNX$$

表 6-8 室外机组合总容量系数

室外机型号	室外机组合总容量系数 (%)								
	130	120	110	100	90	80	70	60	50
RSXY5K	162.5	150	137.5	125	112.5	100	87.5	75	62.5
RSXY8K	260	240	220	200	180	160	140	120	100
RSXY10K	325	300	275	250	225	200	175	150	125

表 6-9 室内机容量系数

室内机规格	20 型	25 型	32 型	40 型	50 型	63 型	80 型	100 型	125 型
容量系数	20	25	31.50	40	50	62.5	80	100	125

其中, ICA 为单台室内机容量, OCA 为室外机容量, INX 为单台室内机容量系数, TNX 为总容量系数。然后, 根据配管长度修正室内机容量。如果修正值小于负载值, 则可增大室内机规格, 再重新按相同步骤计算之。

4. 家用 VRV 系统室外机主要技术参数 (表 6-10)

表 6-10 大金株式会社家用 VRV 系统室外机主要技术参数

型 号		RMK140JVMC (单冷)	RMK140JVMC (冷暖)
制冷/kW		14.5	14.5
供热/kW		-	16.5
室内机总容量/kW		7.5 ~ 18.9	
电 源		单相, 220 ~ 230 ~ 240V, 50Hz; 单相, 220 ~ 230V, 60Hz	
外壳颜色		象牙白	
压缩机	机 型	全封闭涡旋型	
	3300	电动机功率/W	
风量/(m ³ /min)	制 冷	104	104
	供 热	-	114
制冷剂	型 号	R22	
	充 填 量/kg	10.0	
冷冻油		SUNISO 4GSD.1.	
冷冻油充填量/L		1.5	
运转噪声/dB (A)	制 冷	53	53
	供 热	-	53
尺寸 (长 × 宽 × 高/mm × mm × mm)		880 × 320 × 1350	
机组质量/kg		134	136
运转范围	制冷/℃ (干球)	5 ~ 46	- 5 ~ 46
	制热/℃ (湿球)	-	- 15 ~ 15.5
布线连接数量		电源 3m, 4 条 (包括接地线) ^②	
连接配管/mm	液管 (扩口)	φ9.5 × 1	
	气管 (扩口)	φ19.5 × 1	
	排水管	φ18	

(续)

型 号	RMK140JVMC (单冷)	RMK140JVMC (冷暖)
最大配管长/m	总共 115	
	室外机和 BP 机间共 55	
	BP 机和室内机间总长 60, BP 机和单独室内机间 15	
最大高低差/m	室内机和室外机间 70	
	室内机、BP 机和室外机间共 30 ^②	
	室内机和 BP 机间共 15 ^③	

注: 测量条件

1. 容量基于室内温度 27℃ (DB), 19℃ (WB), 室外温度 35℃ (DB)。
2. 热容量基于室内温度 20℃ (DB), 室外温度 7℃ (DB), 6℃ (WB)。
3. 运转噪声基于以上所列温度条件 1 和 2、无回声的实验室转化噪声值, 实际运转时由于外部环境的影响, 噪声值比标准高。

- ① IEC 标准不适应时, 当地不需要接地线。
 ② BP 装置与室外机的高低差必须在 15m 以内。
 ③ BP 装置必须安装在室内机与室外机之间。

5. VRV 系列室内机主要技术参数 (表 6-11)

表 6-11 日本大金工业株式会社 VRV 系列室外机主要技术参数

单冷型 (适用电源 380V, 3 相, 50Hz)				
型 号		RSXY5KY1C (E)	RSXY8KY1C (E)	RSXY10KY1C (E)
制冷量/kW	(*1)	14.5	23.0	28.8
	(*2)	14.0	22.4	28.0
控制能力 (%)		26 ~ 100	18 ~ 100	15 ~ 100
外壳颜色		不带“E”: 象牙白色, 带“E”: 淡驼色		
压缩机	形式	全封闭涡旋式		
	电动机功率/kW	3.5	3.5 + 2.2	3.5 + 3.75
空气流量/(m ³ /min)		80	150	170
尺寸(长×宽×高/mm×mm×mm)		635×690×1440	1280×690×1220	1280×690×1440
机重/kg		140.0	230.0	250.0
噪声/dB(A)		54	57	57
制冷剂		R22		
制冷剂充填量/kg		8.3	12.7	13.5
冷冻机油型号		SUNISO4CSDiD-K	SUNISO4GSDiD-K	SUNISO4GSDiD-K
冷冻油机充填量/L		1.6	1.9 + 1.7	1.9 + 2.0
连接管道 φ/mm	液管	9.5 (焊接)	12.7 (焊接)	12.7 (焊接)
	气管	19.1 (焊接)	25.4 (焊接)	28.6 (焊接)
热泵型 (适用电源 380V, 3 相, 50Hz)				
型 号		RSXY5KY1C (E)	RSXY8KY1C (E)	RSXY10KY1C (E)
制冷量/kW	(*1)	14.5	23.0	28.8
	(*2)	14.0	22.4	28.0
供热量/kW		16.0	25.0	31.5

(续)

热泵型 (适用电源 380V, 3 相, 50Hz)				
型 号	RSXY5KY1C (E)	RSXY8KY1C (E)	RSXY10KY1C (E)	
控制能力 (%)	26 ~ 100	18 ~ 100	15 ~ 100	
外壳颜色	不带“E”: 象牙白色, 带“E”: 淡驼色			
压缩机	形式	全封闭涡旋式		
	电动机功率/kW	3.5	3.5 + 2.2	3.5 + 3.75
空气流量 / (m ³ /min)	80	150	170	
尺寸 (长 × 宽 × 高/mm × mm × mm)	635 × 690 × 1440	1280 × 690 × 1220	1280 × 690 × 1440	
机重/kg	140.0	230.0	250.0	
噪声/dB (A)	54	57	57	
制冷剂	R22			
制冷剂充填量/kg	8.3	12.7	13.5	
冷冻机油型号	SUNISO4GSDiD-K	SUNISO4GSDiD-K	SUNISO4GSDiD-K	
冷冻油机充填量/L	1.6	1.9 + 1.7	1.9 + 2.0	
连接管道 ϕ /mm	液管	9.5 (焊接)	12.7 (焊接)	12.7 (焊接)
	气管	19.1 (焊接)	25.4 (焊接)	28.6 (焊接)

注: 1. 防腐蚀性室外机, 为订货生产的产品。欲购买这种室外机时, 请在型号后加后缀“E”, 如 RSXY8K1CE。

2. 规格值基于下述条件:

- 1) 制冷: (1) 室内干球温度 27℃, 湿球温度 19.5℃, 室外干球温度 35℃; (2) 室内干球温度 27℃, 湿球温度 19.0℃, 室外干球温度 35℃。
- 2) 供热: 室内干球温度 20℃, 室外干球温度 7℃, 湿球温度 6℃。
- 3) 当量管长: 5m, 水平落差 0m。
- 4) 噪声级: 无回声的实验室转化噪声值。在离安装高度为 1.5m, 距空调机 1m 处测量, 实际运转时由于外部环境影响噪声值比标准稍高。

6.2 深圳麦克维尔空调有限公司

深圳麦克维尔空调有限公司生产的家用中央空调品种: ① 暗装吊顶分体式管道机; ② 小型风冷冷水/热泵机组; ③ 风冷冷风/热泵型高静压管道式空调机。

1. MCC 系列暗装吊顶式分体管道机

MCC 系列暗装吊顶式分体管道机共有 5 个规格, 其制冷量 2.5 ~ 12.5kW; 热泵系列共 5 个规格, 其供热量 2.6 ~ 13.5kW。

(1) 产品特性

1) 高雅、华丽。当空调器接上风道, 安装在天花板上, 整个结构就如同中央空调似的, 显得典雅和华丽。

2) 易于布置的空调空间。由于空调器是完全隐蔽式的, 因此式样永远不会过时, 从审美观点和最佳的空间利用上考虑, 室内装饰都是极易做到的, 因为它不需要占用墙壁和地面的空间。

3) 优良的送风状态。由于机组通过管道与室内各个角落相连接, 所以送风是极佳的。冷气/暖气能完全均匀地分布整个空间, 而且来自顶上的送风能让室内每个人感到舒适。

4) 简易、灵活的安装。机组高度仅为 244mm。且机身与天花板之间只需 75mm 的间歇, 因此, 可以很容易地选择一个安装位置使风管长度最短。可以从机组后部或下部接回风管, 如果是一次成型天花板, 一定要从机组下部回风。

5) 低廉的建筑成本。在设计高层建筑物时, 每层楼的暗层高为 450~600mm, 以便于空调器能隐蔽在天花板内, 而使用吊顶暗装式, 机身与天花板之间需 75mm 间隙, 因此, 每层楼的净高可以缩小, 从而降低建筑成本。

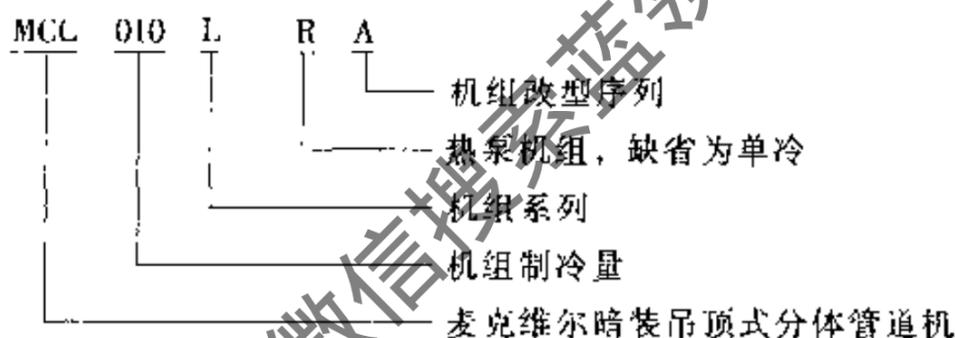
6) 移位灵活。有时空调的位置需要变更, 由于它有灵活的风道, 因此, 只需要变更它的通风管道, 而无需将空调换位。

7) 微机控制。微机遥控具有以下功能: 5 种工作模式 (制冷/送风/除湿/制热/自动制冷-制热)。

8) 线控器。精巧、纤薄的控制器可以随意控制空调机组。

9) 超静运行、节能。室内、外机组的超静运行是理想的家庭用品, 同时也是工业及商用的理想设备。

(2) 型号编制说明



(3) MCC 系列暗装吊顶式分体管道机主要技术参数 (表 6-12)

表 6-12 深圳麦克维尔空调有限公司 MCC 系列暗装吊顶式分体空调机主要技术参数

型号	室内机	MCC010L/LRA	MCC015L/LRA	MCC020L/LRA	MCC030L/LRA	MCC050/LRA
	室外机	MIC010L/LRC	MIC015LB/LRC	MIC020M/LRC	MIC030L/LRC	MIC050/LRC
额定制冷量/W		2500	3500	5800	7500	12500
额定供热量/W		2600	3600	6000	8000	13500
风量/(m ³ /h)		510	680	1020	1530	2040
室内机	静压/Pa	30				
	外形尺寸(长×宽×高/mm×mm×mm)	830×566×224	930×566×224	1130×566×224	1630×566×224	1930×566×224
	质量/kg	25	30	34.5	48	59
	噪声/dB(A)	40	43	45	50	54
室外机	压缩机型号	旋转式			涡旋式	
	外形尺寸(长×宽×高/mm×mm×mm)	810×300×543	810×300×545	840×408×646	840×408×900	1000×430×1064
	质量/kg	31.5/32.5	39/40	58.5/59	82/85	108/115
	噪声/dB(A)	52	52	58	60	57
电源	220V, 单相, 50Hz					380V, 3相, 50Hz

(续)

型号	室内机	MCC010L/LRA	MCC015L/LRA	MCC020L/LRA	MCC030L/LRA	MCC050/LRA
	室外机	MLC010L/LRC	MLC015LB/LRC	MLC020M/LRC	MLC030L/LRC	MLC050/LRC
整机输入功率	制冷/W	900	1320	2080	2940	4700
	供热/W	840	1190	2000	2560	4520
整机额定电流	制冷/A	4.15	6.1	10.2	14.8	8.5/8.7
	供热/A	3.9	5.6	9.6	12.6	8.5
制冷剂	型号	R22				
	充注量/kg	0.8	1.09	1.475/1.525	2.3	3.2/3.64
接管尺寸	液管直径/mm (in)	6.35 (1/4)	6.35 (1/4)	6.35 (1/4)	9.52 (3/8)	9.52 (3/8)
	气管直径/mm (in)	9.52 (3/8)	12.7 (1/2)	15.88 (5/8)	15.88 (5/8)	19.05 (3/4)
	排水管直径/mm (in)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)

注: 1 制冷量根据室内干/湿球温度 27℃/19℃和室外温度 35℃条件得出。

2 供热量根据室内干球温度 20℃和室外干/湿球温度 7℃/6℃条件得出。

2. MAC 系列小型风冷冷热水机组

(1) 产品概述

麦克维尔家用中央空调小型风冷冷热水机组, 目前有 MAC—C 整体型系列和 MAC—S 分体式系列, 其设计上满足用户对产品可靠性、安全性、灵活性上的最高要求, 是一种小型化的集中式中央空调系统。该系统分为室外机组 (主机)、室内风机盘管 (末端) 连接管路及附件等部分, 夏天制冷, 冬天供热。制冷量范围 7.5 ~ 38kW, 室外主机可直接放置于室外花园空地、房顶平台及阳台上, 还可以将主机分体, 按照用户的需要灵活安装。机组搭配灵活, 可以配接不同规格、不同类型的风机盘管或空气处理器, 其数量取决于机组的制冷、制热量和风机盘管或空气处理机组总的处理能力。机组以其高效、低噪声、结构小巧、操作方便、运行安全、安装维护方便等优点, 广泛适用于酒店、别墅、写字楼、高档住宅、复式建筑、多房多厅家居及娱乐场所等, 需要单独控制的户型场所。

(2) 产品特性

1) 外型靓丽、美观。

① MAC—C 系列为整体式设计, 结构紧凑、外形精巧; MAC—S 系列分体设计, 应用灵活, 水系统放于室内, 免除了冬季换热器及水箱容易冻裂的问题。

② MAC—S 系列和 MAC080 ~ 150C 机组采用双独立系统设计, 可根据负荷变化部分负载使用, 更加节能。

③ 选用世界知名品牌配件, 经过严格性能测试以确保合理机组匹配。全封闭柔性涡旋压缩机具有更高的能效比和较低的噪声; 高效的板式换热器保证了机器能力的充分发挥; 性能优越的空调专用风机、电动机、水泵等部件, 确保了机组的运行平稳, 振动和噪声极低。

④ 每台机组均经过严格的测试, 确保每台机组运行安全可靠。

⑤ 工作范围大, 热泵机组可在 -10 ~ 48℃ 之间运行。

⑥ 长寿耐用。机组选用优良部件, 机组壳体采用电镀锌钢板制作, 磷化处理, 并在表面喷涂纯聚酯树脂。

2) 安装简单易行。

① 机组设计最大限度考虑用户的安装。整体式机组制冷系统已在工厂制作成封闭系统，用户无需进行任何铜管连接和制冷剂充注。

② 水系统配件配置齐全，MAC—S系列机组自带膨胀水箱、水流开关、自动补水阀等；MAC—C系列机外配置水系统附件箱，附件箱由储能水箱、膨胀水箱、安全阀、自动补水阀等组成。

③ 机组内部采用热阻大、韧度高的 PP—R 复合材料水管，既生锈又无需保温。

④ 机组结构设计合理，占地面积小，安装不需专用机房，可置于房前屋后，阳台屋顶。

3) 维护方便。

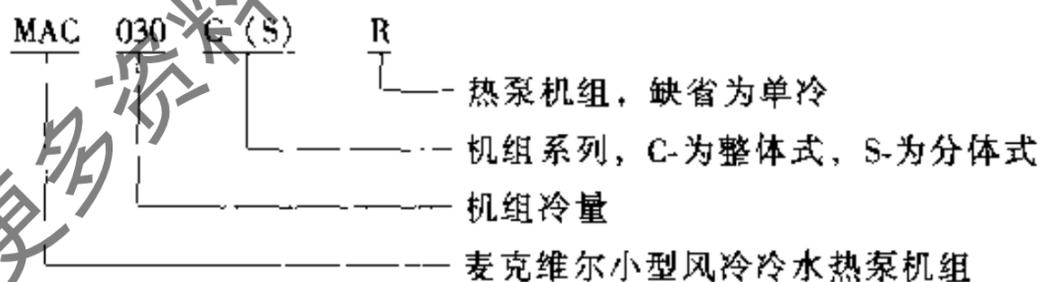
① 拆下机组检修板即可接触到任何部件。隔板的设计极大地方便了维修和保养。异常情况跳机时，智能室内控制器会声光报警，同时显示故障代码，提示故障原因，有利于问题的迅速解决。

② MAC030~070C(R) 机组设计独特，MAC080~150C(R) 具有带锁的检修门，非专业人员无法进行维护。

4) 辅助(全)加热。机组带有电加热或燃气锅炉的可选项，燃气锅炉可同时提供空调用和生活热水，安全可靠，除了加热器自身多重保护外，空调主机还可根据水温自动开停加热器。

5) 智能化控制，操作简单。机组采用微机智能控制，配带超大液晶显示屏幕的室内控制器，所有温度设定、水流量设定均已在工厂完成。机组自动检测水温并自动调节。用户只需启动开关按钮，一切操作均由机组自动进行。

(3) 型号编制说明



(4) MAC-C 系列小型风冷冷热水机组主要技术参数 (表 6-13)。

表 6-13 深圳麦克维尔空调有限公司 MAC-C 系列小型风冷冷热水机组主要技术参数

机组型号	MAC030C/CR		MAC040C/CR		MAC060C/CR		MAC066C/CR		MAC070C/CR		MAC080C/CR		MAC100C/CR		MAC120C/CR		MAC150C/CR	
额定制冷量/W	7500	7500	11500	11500	13500	13500	16500	16500	19200	19200	22500	22500	27000	27000	33000	33000	38000	38000
额定供热量/W	-	8000	-	12500	-	14500	-	18000	-	20800	-	24000	-	28500	-	35000	-	40000
电源	单相, 220V, 50Hz				3 相, 380V, 50Hz													
蒸发器类型	钎焊板式换热器																	
额定水流量/(m ³ /h)	1.3	1.3	1.98	1.98	2.32	2.32	2.7	2.7	3.3	3.3	3.87	3.87	4.64	4.64	5.67	5.67	6.53	6.53
水压降/kPa	65	65	80	80	85	85	85	85	89	89	104	104	121	121	138	138	155	155
噪声/dB(A)	58	58	61	61	61	61	64	64	64	64	62	62	62	62	64	64	64	64

(续)

机组型号	MAC030C/CR	MAC040C/CR	MAC050C/CR	MAC065C/CR	MAC070C/CR	MAC080C/CR	MAC0100C/CR	MAC0110C/CR	MAC0150C/CR										
压缩机	类型									全封闭涡旋式									
	保护									高低压保护、过载保护、排气温度保护									
	输入功率/W	2200	2200	4030	4030	4430	4430	5000	5000	6000	6000	3900	3900	4800	4800	5000	5000	6000	6000
											×2	×2	×2	×2	×2	×2	×2	×2	
风机	类型									高效轴流风机									
	风量 / (m ³ /h)	4500	4500	6000	6000	6000	6000	8000	8000	8000	8000	6000	6000	6000	6000	8500	8500	8500	8500
	输入功率/W	182	182	214	214	214	214	250	250	250	250	200	200	200	200	250	250	250	250
											×2	×2	×2	×2	×2	×2	×2	×2	
水泵	类型									卧式多级端吸式									
	输入功率/W	450	450	450	450	450	450	920	920	920	920	570	570	570	570	730	730	730	730
	扬程/m	24	24	23	23	22	22	24	24	23	23	21	21	20	20	25	25	23	23
膨胀水箱	容积/L									8									
制冷剂	类型									R22									
	充注量/kg	2.25	2.1	3.5	3.5	4.2	4.2	5.15	5.15	5.5	5.5	3.6	3.6	4.1	4.1	5.1	5.1	6.05	6.05
											×2	×2	×2	×2	×2	×2	×2	×2	
接管直径/mm (in)									25 (1)										
外形尺寸/mm	长	841	841	1004	1004	1004	1004	1212	1212	1212	1212	1500	1500	1500	1500	1700	1700	1700	1700
	宽	382	382	406	406	406	406	502	502	502	502	900	900	900	900	1000	1000	1000	1000
	高	1250	1250	1560	1560	1560	1560	1700	1700	1700	1700	1260	1260	1260	1260	1460	1460	1460	1460
机组运行质量/kg	115	125	168	180	179	191	215	230	235	250	340	350	352	364	500	513	540	554	

- 注：1. 制冷运行工况：进水温度 12℃，出水温度 7℃，环境温度 35℃。
 2. 供热运行工况：进水温度 40℃，出水温度 45℃，环境温度 7℃。
 3. 噪声值为出厂前所测，实际使用过程中由于环境和其他原因，所测的噪声可能与表中所列的数据不同。
 4. MAC080-150C/CR 机组膨胀水箱内置。

(5) MAC-S 系列小型风冷冷热水机组主要技术参数 (表 6-14)

表 6-14 深圳麦克维尔空调有限公司 MCC 系列 MAC-S 系列小型风冷冷热水机组主要技术参数

机组型号	MAC040S	MAC040SR	MAC050S	MAC050SR
额定制冷量/W	10000	10000	12000	12000
额定制热量/W	-	11000	-	12500
电源	1N 220V 50Hz			
蒸发器类型	钎焊板式换热器			
额定水流量 / (m ³ /h)	1.72		2.07	
机组水压降/kPa	50		60	
压缩机	类型			
	旋转式		旋转式	
	制冷额定输入功率/W	1750 × 2	1750 × 2	2200 × 2
制冷额定输入电流/A	8.4 × 2	8.4 × 2	10.5 × 2	10.5 × 2

(续)

机组型号		MAC040S	MAC040SR	MAC050S	MAC050SR
压缩机	类型	旋转式		旋转式	
	制热额定输入功率/W	-	1850 × 2	-	2400 × 2
	制热额定输入电流/A	-	8.8 × 2	-	11.5 × 2
	保护	高低压保护、过电流保护、过载及过热保护			
风机	类型	高效轴流风机			
	输入功率/W	155 × 2			
	额定电流/A	0.75 × 2			
水泵	类型	卧式多级端吸式			
	输入功率/W	450			
	额定电流/A	2.2			
	扬程/m	22			20
膨胀水箱容积/L		8			
制冷剂	类型	R22			
	充注量/kg	2.1 × 2		2.0 × 2	1.92 × 2
噪声/dB (A)		57			
接管直径/mm	进水 DN	25			
	出水 DN	25			
外形尺寸	深/mm	588			
	宽/mm	1031			
	高/mm	1775			
净质量/kg		209	217	213	221
运行质量/kg		211	219	215	223

- 注：1. 制冷运行工况：进水温度 12℃，出水温度 7℃，环境温度 35℃。
 2. 供热运行工况：进水温度 40℃，出水温度 45℃，环境温度 7℃。
 3. 噪声值为出厂前所测，实际使用过程中由于环境和其他原因，所测的噪声可能与表中所列的数据不同。
 4. 上述参数为家用中央空调主机参数，末端参数请参照麦克维尔相关样本。

3. MDB 系列管道式空调机组

(1) 产品概述 MDB 系列管道式空调机组标准机型单冷系列共有 12 个规格，其制冷量范围 12 ~ 121.6kW，热泵系列共有 12 个规格，其供热量范围 12.5 ~ 124kW，用户可根据情况方便地选用。除了标准机型适应广泛需要外，还有最新开发的更适应寒冷地区的带辅助电加热管道机和带辅助热水盘管管道机。

MDB 热泵辅助电加热型管道式空调机共有 3 个规格，其辅助加热量范围 6 ~ 10.98kW。MDB 热水辅助加热型空调机共有 5 个规格，其辅助供热量 7.917 ~ 46.923kW。

适合于办公、酒店、商场、别墅以及其他场所，使用范围十分广泛。

(2) 产品特性

1) 安全可靠。机组具有多重保护功能，带电加热器机型还带有声光故障报警装置。

2) 高静压。由于有较高的机外静压，空气可以实现远距离输送，使安全位置的选择灵活多样。

3) 运行安静。机组采用高效低噪的离心风机，内壁采用吸声保温材料实现了宁静的运行。

4) 过滤网。随机可以配置高效空气过滤网，以使空气保持清新干净（根据用户选择配置）。

5) 新风。为使空调房间保持清新舒适，应保持一定量的新风量。

6) 保养方便。灵巧简洁的设计使保养极为简便。从机组两侧任一端拆卸几颗螺钉即可维修机组内任一部件。

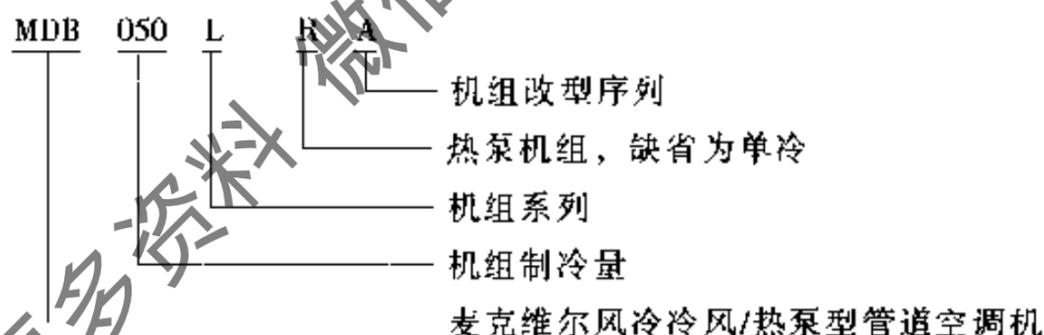
7) 固定。MDB050L/LRA—MDB100L/LRA，MDB050LRW—MDB100LRW 机型安装时置于天花板内。MDB125L/LRA—MDB200L/LR，MDB125LRW—MDB150MRW 可置于天花板内或地面上。MDB250L/LR—500L/LR 则置于地面。

8) 灵活多样的安装方式。MDB050L/LRA—MDB150L/L/M (R)，MDB050LRW—MDB150MRW 几种机型的标准制作方式为水平出风。MDB200L (R)—MDB500L/LR 机型的标准制作方式为向上出风。考虑到安装场合的不同，MDB125LRW，MDB125L/LRA—MDB500L/LR 几种机型可以很方便地改动出风方向（垂直或水平方向）。

9) 长连管设计。MDB150/200/250 连管可长达 50m。高度差可达 30m。

10) 独特设计。管道式空调机可安装于天花板内或其他地方，当机组安装于天花板内时，管道布置简便且有效减少房间高度的要求。机组安装好后，仅有风口暴露于视线，不会破坏室内布置的和谐，显得华贵大方。

(3) 型号编制说明



(4) MDB 系列管道空调机组主要技术参数 (表 6-15)。

表 6-15 深圳麦克维尔空调有限公司 MDB 系列管道式空调机组主要技术参数

型号	室内机	MDB050L/LRA	MDB075L/LRA	MDB100L/LRA	MDB125L/LRA	MDB150L	MDB150M/MR
	室外机	MMC050L/LRC	MMC075L/LRC	MMC100L/LRC	MMC125L/LRC	2 × MMC075L	MMC150C/CR
制冷量/W		12000	20400	26000	30400	40800	40800/40000
供热量/W		12500	20400	26000	31000	-	48000
电源		380V, 3 相, 50Hz					
制冷总输入功率/W		5055	7892/8064	10204	12810	15884	14890/16200
供热总输入功率/W		5005	7317	9037	11700	-	14800
制冷额定电流/A		11.89	18.7/18.6	21.9	26.2	37.4	28.1/29.3
供热额定电流/A		11.49	17.5	20.4	24.7	-	27.1
制冷剂 R22 充填量/kg		3.9 (4.2)	4.2	5.2	6	2 × 4.2	10/11

(续)

型号	室内机	MDB050L/LRA	MDB075L/LRA	MDB100L/LRA	MDB125L/LRA	MDB150L	MDB150M/MR
	室外机	MMC050L/LRC	MMC075L/LRC	MMC100L/LRC	MMC125L/LRC	2 × MMC075L	MMC150C/CR
噪声/dB (A)	室内机	≤ 63	≤ 65	≤ 67	≤ 69	≤ 70	≤ 70
	室外机	≤ 57	≤ 69	≤ 69	≤ 70	≤ 69	≤ 71
外形尺寸 (长 × 高 × 宽/ mm × mm × mm)	室内机	947 × 761 × 572	1557 × 761 × 572	1557 × 761 × 572	1810 × 1040 × 885	1810 × 1040 × 885	1810 × 1040 × 885/ 1989 × 965 × 736
	室外机	1005 × 430 × 1064	1229 × 1013 × 946/ 1300 × 500 × 946	1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 1041
质量/kg	室内机	55	96	100	140	145	145/188
	室外机	98/105	178/162	193/197	226/230	2 × 162	268/278
室内机循环风量/(m ³ /h)		2400	4200	4200	7140	7820	7820
室内机外静压/Pa		80	120	100	150	150	150
室内外机连接方式		焊接					
连接管规格 (直径)	液管/mm	9.52	12.7	15.88	15.88	12.7	15.88
	气管/mm	19.05	25.4	28.6	28.6	25.4	34.9
过滤网	尺寸/mm	8 × 443 × 622	8 × 443 × 622	8 × 433 × 622	8 × 738 × 457	8 × 738 × 457	8 × 738 × 457/ 8 × 517 × 489
	数量/个	1	2	2	3	3	3
型号	室内机	MDB200L/LR	MDB250L/LR	MDB300L/LR	MDB350L/LR	MDB400L/LRL	MDB500L/LR
	室外机	2 × MMC100L /LRA	2 × MMC125L /LRA	3 × MMC100L /LRA	2 × MMC125L/LRA + MMC100L/LRA	4 × MMC10L /LRA	4 × MMC125L /LRA
制冷量/W		52000	60800	78000	86800	104000	121600
供热量/W		55000	62000	825000	89500	110000	124000
电源		380V, 3相, 50Hz					
制冷总输入功率/W		21304/19500	26260/28000	32196/29250	37392/37750	42430/39000	54320
供热总输入功率/W		18200	23700	27300	32800	36400	47000
制冷额定电流/A		42/37.7	53.2/50.4	63.3/57.7	75/75.5	83.5/76.9	109.4
供热额定电流/A		34.7	44.1	53.8	65.6	71.8	92.7
制冷剂 R22 充填量/kg		2 × 5.2/2 × 7.4	2 × 5.2/2 × 7.4	2 × 5.2/2 × 7.4	2 × 6 + 5.2/ 2 × 10.3 + 7.4	4 × 5.2/4 × 7.4	4 × 6/4 × 10.3
噪声/dB (A)	室内机	≤ 71	≤ 71	≤ 72	≤ 73	≤ 74	≤ 77
	室外机	≤ 69	≤ 70	≤ 69	≤ 70	≤ 69	≤ 70
外形尺寸 (长 × 宽 × 高/ mm × mm × mm)	室内机	1064 × 980 × 945	1866 × 1199 × 1291	1886 × 1199 × 1791	2122 × 1199 × 1546	2274 × 1466 × 1546	2274 × 1466 × 1546
	室外机	1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 946/ 1229 × 1013 × 1041	1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 1041 + 1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 946	1229 × 1013 × 946/ 1229 × 1013 × 1041
质量/kg	室内机	180/218	250/315	270	320	330	350
	室外机	2 × 193/2 × 206	3 × 226/2 × 233	3 × 193/3 × 206	2 × 226 + 193/2 × 233 + 206	4 × 193/4 × 206	4 × 226/4 × 233
室内机循环风量/(m ³ /h)		10880	13600	15300	17850	20400	25500
室内机外静压/Pa		50	200	200	200	200	250

(续)

型号	室内机	MDR200L/LR	MDR250L/LR	MDR300L/LR	MDR350L/LR	MDR400L/LRL	MDR500L/LR
	室外机	2×MMC100L/LRA	2×MMC125L/LRA	3×MMC100L/LRA	2×MMC125L/LRA+MMC100L/LRA	4×MMC10L/LRA	4×MMC125L/LRA
室内机连接方式		焊接					
连接管规格 (直径)/mm	液管	15.88	15.88	15.88	15.88	15.88	15.88
	气管	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6
过滤网	尺寸/mm	8×738×542	8×530×532	8×530×532	8×657×617	8×657×668	8×657×668
	数量/个	3	6	6	6	6	3

注：1. 制冷量的测量基于以下工况：室内侧空气干球温度 27℃，湿球温度 19℃，室外侧干球温度 35℃。供热量的工况：室内侧空气干球温度 20℃，室外侧干球温度 7℃，湿球温度 6℃。制冷供热量会随工况条件的变化而变化，客户在选型时，请根据当地的气候条件选用合适的空调。
2. 制冷量没有考虑风机电动机的发热损失，机外静压是名义风量条件下的静压。

6.3 约克国际（北亚）有限公司

约克国际（北亚）有限公司生产的户式中央空调设备有：

1. 风冷式冷水/热泵机组

约克风冷式冷水/热泵机组包括 YCAC，YMAC 和 YSAC 三种型号，该系列机组设计成通过向室内风机盘管输送冷热水来达到调节室内环境的目的。

(1) YCAC 系列风冷式冷水/热泵机组 YCAC 系列风冷式冷水/热泵机组共有 30 种型号，制冷量范围 7.5~81kW，供热量范围 16.5~86kW。

1) 产品特性。

① 适应范围广，安装方便。适用于商用写字楼、高档住宅、餐馆、医院、银行和商店等建筑物的空调需要。配合风机盘管成套使用，具有技术成熟、设计灵活、安装简便、扩展性好，易于控制等特点。

② 费用低廉，安全环保。室内制冷管路为低压水系统管路，安装费用低廉且无须定期补充昂贵的制冷剂。制冷剂密封在室外机组内，对环境影响远远小于直接蒸发式系统。若要更换现有系统，只需更换室外机即可，室内机组可照常使用，节省费用。

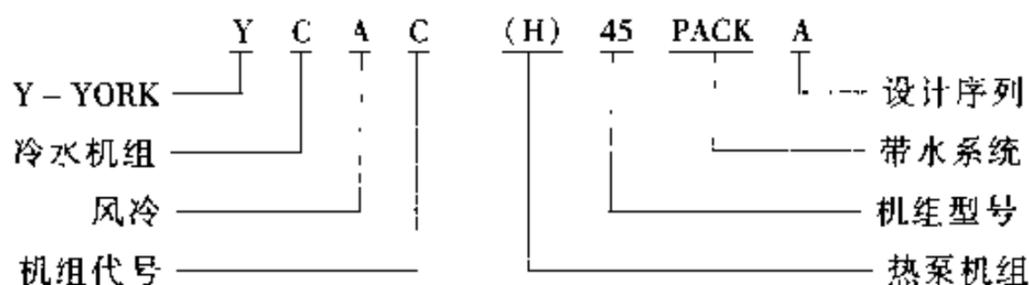
③ 运行宁静、省电节能。排风机采用无级变速风机，大风叶、低转速。机型采用双风机结构，所有机组随机提供防振橡胶垫，保证机组始终运行宁静。排风机可随室外温度自动调节转速，以达到最佳状态，省电节能。

④ PACK 型机组方便用户。专门为用户设计的 PACK 型机组将水系统组件全部安装在机组内部（10~45 机型），或专门的水系统集成箱内（60~90 机型），用户只需简单地接上电源、水管，以及随机提供的附件即可使用，大大地节省了安装空间和安装时间，而且避免了安装时可能发生的故障。

⑤ 设计灵活、控制方便。水管路系统不受长度和高度的限制，并可根据用户的要求，选配形式多样的风机盘管和温控器，以配合建筑装潢及个人品位。随机提供线控温控器以方便使用。

⑥ 安全可靠、连线方便。单一电源连接，并提供联锁接头给外配水泵，提供高/低压开关、低水流报警、防冻报警、断电恢复再启动等功能。

2) 型号编制说明。



3) YCAC 系列风冷式冷水/热泵机组主要技术参数 (表 6-16)。

表 6-16 约克国际 (北亚) 有限公司 YCAC 系列风冷式冷水/热泵机组主要技术参数

型号	制冷量 /kW	供热量 /kW	输入功率		压缩机 台数	理想水流量 / (L/h)	外形尺寸/mm			运行质量/kg	
			制冷/kW	供热/kW			长	宽	高	标准型	PACK 型
YCAC06	7.5	-	3.2	-	1	1290	980	714	686	-	150
YCAC10	9.0	-	3.8	-	1	1548	1098	724	980	-	250
YCAC15	13.9	-	5.1	-	1	2400	1650	714	676	220	320
YCAC15-H	13.9	16.5	5.1	4.9	1	2400	1650	714	676	230	330
YCAC23	19.6	-	7.2	-	1	3360	1650	714	991	330	460
YCAC23-H	19.6	24.5	7.2	6.8	1	3360	1650	714	991	340	470
YCAC30	27.7	-	10.0	-	2	4740	2000	1060	692	370	520
YCAC30-H	27.7	33.0	10.0	9.5	2	4740	2000	1060	692	390	540
YCAC45	39.5	-	13.7	-	2	6780	2000	1060	1007	470	640
YCAC45-H	39.5	49.0	13.7	13.0	2	6780	2000	1060	1007	490	660
YCAC60	51.0	-	18.8 + 1.2	-	2	8760	2000	1024	1324	580	580 + 650
YCAC60-H	51.0	54.0	18.8 + 1.2	17.8 + 1.2	2	8760	2000	1024	1324	610	610 + 650
YCAC75	63.0	-	21.6 + 1.4	-	2	10800	2000	1024	1628	670	670 + 650
YCAC75-H	63.0	67.0	21.6 + 1.4	20.5 + 1.4	2	10800	2000	1024	1628	700	700 + 650
YCAC90	81.0	-	27.4 + 1.5	-	2	13920	2675	1224	1477	960	960 + 650
YCAC90-H	81.0	86.0	27.4 + 1.5	26.0 + 1.5	2	13920	2650	1224	1477	990	990 + 650

注: 1. 制冷量依据: 室外温度 35℃ 及进水温度 12℃/7℃, 供热量依据: 室外温度 7℃ 及进水/出水温度 40℃/45℃ 的情况。

2. PACK 型机组已由工厂装配水系统组件。06~45 型号为水系统内置。60~90 型号为水系统外置。

3. 输入功率是 PACK 型的参数。其中 60~90 型为 380V, 3 相, 50Hz。控制电源: 220V, 单相, 50Hz。

4. 动力电源: 06、10 型为 220V, 单相, 50Hz; 15~90 型为 380V, 3 相, 50Hz。控制电源: 220V, 单相, 50Hz。

5. 运行质量: 06~90-PACK 型为机组运行质量 + 水系统组件质量 (含水)。

(2) YMAC 系列风冷式冷水/热泵机组 YMAC 系列风冷式冷水/热泵机组共有 9 个型号, 制冷量范围 9~23kW, 供热量范围 10~26kW。YMAC 系列机组在 YCAC 的基础上, 开发了更适用于户式应用的新特点。

1) 产品特性。

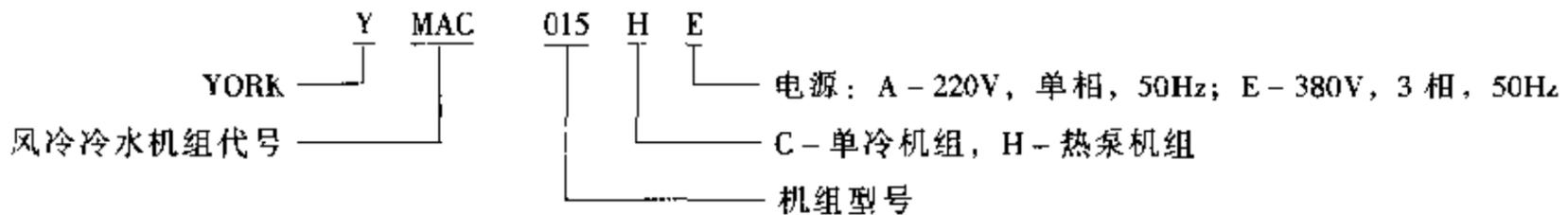
① 安装更加灵活。机组设计为斜上排风, 可以避免季节风的影响, 还可根据用户的需要选用备选件, 将其改为上排风或侧排风。机组厚度仅为 500mm, 可以方便地安装于阳台等狭窄空间。

② 运行更为宁静。机组采用涡旋式（5hp 单相双压缩机系统用了一台旋转式）压缩机，风机采用低噪声风机，保证机组运行宁静。

③ 高效节能。5hp 以上机组采用双压缩机系统，可根据负荷单机运行降低能耗。空气侧换热器采用内螺纹铜管和亲水铝箔，保证机组运行效率高。

④ 外观美观，水泵均为内置，机组外型简洁，占地面积小。

2) 型号编制说明。



3) YMAC 系列风冷式冷水/热泵机组主要技术参数（表 6-17）。

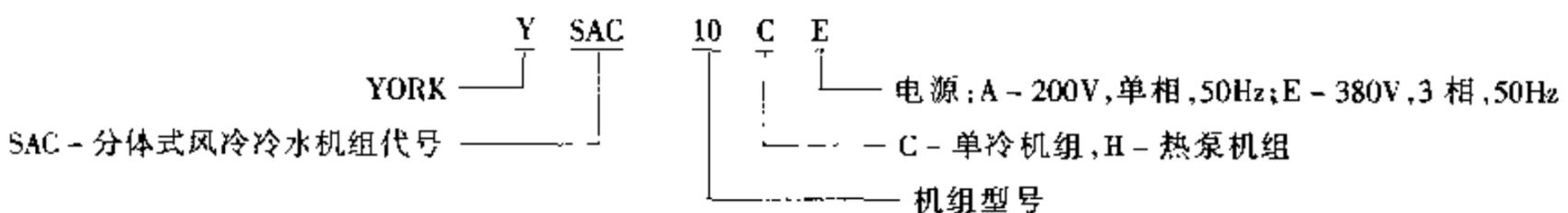
表 6-17 约克国际（北亚）有限公司 YMAC 系列风冷式冷水/热泵机组主要技术参数

型号	制冷量/kW	供热量/kW	压缩机			制冷剂 R22 充注量	外形尺寸/mm			净质量/kg	
			输入功率/kW	能力调节 (%)	运行电流/A		长	宽	高		
单 相	YMAC010CA	9.0	-	3.5	100	19.3	5.4	850	500	1800	180
	YMAC010HA	9.0	10.0	3.5	100	19.3	5.4	850	500	1800	185
	YMAC015CA	12.5	-	1.9+2.8	60, 100	9.3+13.1	1.8+3.0	850	500	1800	185
三 相	YMAC015CE	12.5	-	4.7	100	8.9	4.5	850	500	1800	180
	YMAC015HE	12.5	14.0	4.7	100	8.9	4.7	850	500	1800	185
	YMAC023CE	19.5	-	2.8+4.7	62.5, 100	5.0+8.9	4.1+5.1	1350	500	1800	270
	YMAC023HE	19.5	22.5	2.8+4.7	62.5, 100	5.0+8.9	4.1+5.1	1350	500	1800	275
	YMAC030CE	23.0	-	3.7+5.0	60, 100	7.0+9.4	4.25+5.0	1350	500	1800	280
	YMAC030HE	23.0	26.0	3.7+5.0	60, 100	7.0+9.4	4.25+5.0	1350	500	1800	285

(3) YSAC 系列风冷式分体冷水机组/热泵机组 共有 8 个型号，制冷量范围为 6.5 ~ 12.5kW，供热范围为 7.1 ~ 13.5kW。

1) 产品特性。YSAC 系列机组采用分体结构，使用了约克（YORK）公司独特的冷水机组冷冻水系统设计，将整个水系统部分作为室内机组，可吊在卫生间、阳台等不影响起居室的隐蔽场所，而室外机组则可按一般分体空调的安装方式安装水管路系统不受长度和高度的限制。这种设计使安装更为灵活，另外也大大降低了冬季水系统防冻工作。

2) 型号编制说明。



3) YSAC 系列风冷式分体冷水机组/热泵机组主要技术参数（表 6-18）。

表 6-18 约克国际(北亚)有限公司 YSAC 系列风冷式分体冷水机组/热泵机组主要技术参数

室内机型号	室外机型号	制冷量/kW	供热量/kW	室内机尺寸/mm			室外机尺寸/mm		
				长	宽	高	长	宽	高
YSAC06CA	YSOC06A	6.5	-	750	560	350	850	285	910
YSAC06HA	YSOH06A	6.5	7.1	750	560	350	970	350	1260
YSAC10CA	YSOC10A	10	-	750	635	350	970	350	1260
YSAC10HA	YSOH10A	9.5	10.5	750	635	350	970	350	1260
YSAC10CE	YSOC10E	10	-	750	635	350	970	350	1260
YSAC10HE	YSOH10E	9.5	10.5	750	635	350	970	350	1260
YSAC15CE	YSOC15E	13.5	-	810	635	350	970	350	1260
YSAC15HE	YSOH15E	12.5	13.5	810	635	350	970	350	1260

2. 风管式分体空调系统

(1) YDB—(H) DX 系列风管式分体空调系统 共有 14 个型号, 制冷量范围 10 ~ 93kW, 供热量范围 10 ~ 62kW。

1) 产品特性。

① 适用范围广。该系列产品适用于餐馆、学校、办公室、工厂、商店、娱乐场所和高档住宅等场所, 众多的机型可以让用户方便的选用以避免冷量浪费。

② 大风量。风量从 2000 ~ 19000m³/h, 带轮驱动, 余压可调。

③ 可选项目多。YDB—(H) DX36/48/60 型可选直驱电动机驱动; YDB—DX36 ~ 120 型可接 2 排热水盘管; YDB—(H) DX36 ~ 220 型可带辅助电加热; 所有规格室内机组均可选择左右接管。

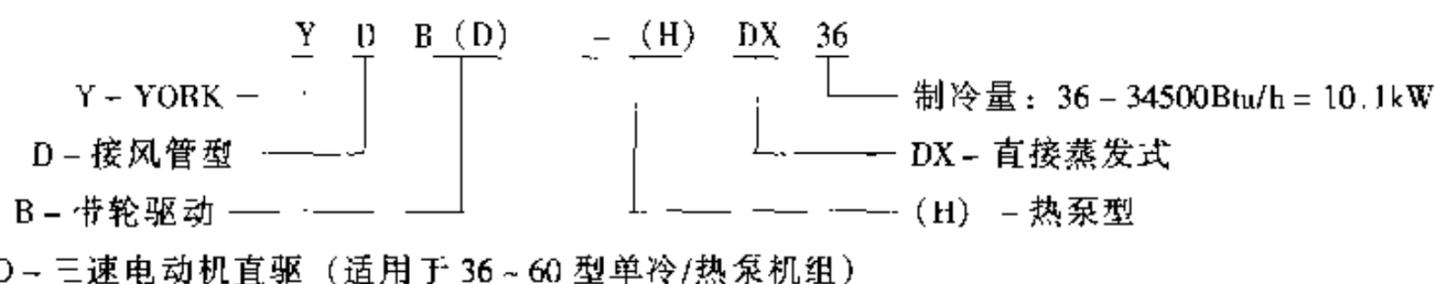
④ 控制方便。使用 LED 有线控制器进行控制, 也可在此基础上配备无线遥控器方便用户。

⑤ 模块化设计。180 ~ 360 型室外机组采用模块化设计, 分别由 2 ~ 3 台室外机组组成, 室外机组可以单独控制, 以方便使用、节约运行费用。

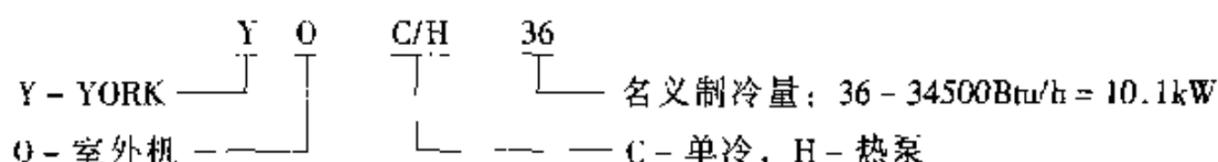
⑥ 运行宁静。室内机组采用低噪声设计, 在机体内壁贴附了保温材料, 风机采用低噪声风机, 创造了一个安静良好的室内环境。

2) 型号编制说明。

① 室内机:



② 室外机:



3) YDB-H (DX) 系列风管式分体空调系统主要技术参数 (表 6-19)。

表 6-19 约克国际 (北亚) 有限公司 YDB - (H) DX 系列风管式分体空调系统主要技术参数

型号	制冷量 /kW	供热量 /kW	电源	功率消耗		风量/ (m ³ /h)	外形尺寸 (室内机) /mm			外形尺寸 (室外机) /mm			净质量 /kg		
				制冷/kW	供热/kW		长	宽	高	长	宽	高	室外机	室内机	
YDB-DX36 YOC36	10.1	-	380V 3相, 50Hz	4.35	-	2000	1061	1039	463	889	889	810	95	110	
YDB-DX48 YOC48	13.2	-		5.35	-	2500	1178	1039	463	889	889	940	105	120	
YDB-DX60 YOC60	16.6	-		6.55	-	3500	1443	1119	517	889	889	810	135	135	
YDB-DX76 YOC76	21	-		7.55	-	4500	1524	1178	592	889	889	940	140	145	
YDB-DX90 YOC90	25.6	-		9.3	-	5400	1424	1268	766	1086	806	1110	195	200	
YDB-DX120 YOC120	31	-		12.7	-	7200	1780	1268	766	1781	812	1092	275	240	
YDB-DX180 YOC90×2	51.2	-		19.4	-	10700	1600	880	2040	-	-	-	-	-	455
YDB-DX360 YOC120×3	93	-		39.6	-	19000	2400	880	1968	-	-	-	-	-	578
YDB-DX36 YOH36	9.5	10.4		4.15	3.85	2000	1061	1039	463	889	889	940	100	115	
YDB-HDX48 YOH48	12.8	13.5		5.25	4.95	2500	1178	1039	463	889	889	978	110	125	
YDB-HDX60 YOH60	16	17.3		6.35	6.05	3500	1443	1119	517	889	889	940	145	140	
YDB-HDX80 YOH80	21	22		8.5	7.9	4500	1224	1268	766	1086	806	1110	205	205	
YDB-HDX110 YOH110	30	31		12.7	11.4	6400	1580	1268	766	1781	812	1092	285	215	
YDB-HDX220 YOC110×2	60	62		24.2	22.8	10700	1600	880	2040	-	-	-	-	-	455

(2) YGCC 系列分体空调机组 共 14 个型号, 制冷量范围 2.7 ~ 12.3kW, 供热量范围 2.7 ~ 13kW。

1) 产品特性。

① 空调空间易于布置。室内机组为暗装卧式, 隐藏在天花板内, 不影响室内装潢和布置, 起到美化家居的作用。

② 超薄室内机组。室内机组厚度仅为 245mm, 机身与天花板只需 75mm 的间隙, 是家庭和办公用房的理想选择。

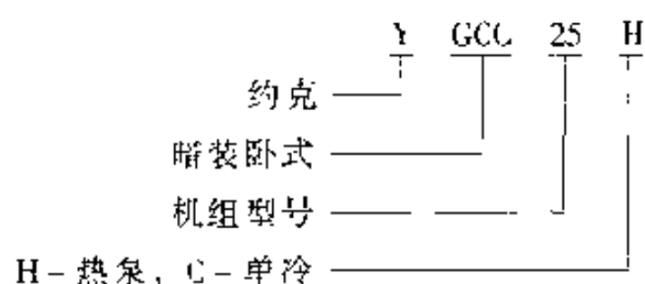
③ 送风均匀。机组通过管道送风入室, 冷暖气流能均匀分布到整个空间, 免除冷暖不均带来的不愉快感觉。

④ 控制先进。采用有线温控器和无线遥控器, 具有制冷、供热、除湿、送风、睡眠等多种控制模式, 支持二级辅助加热。

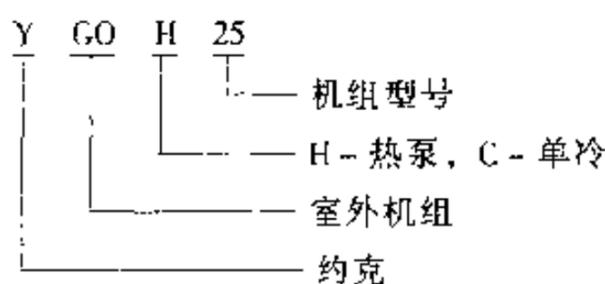
③ 功能齐全。室内机可配热水盘管或辅助电加热，适合寒冷地区的应用。室内机还有普通型及高静压型可供选择，适应各种远近距离以及辅热配置。

2) 型号编制说明。

① 室内机：



② 室外机：



3) YGCC 系列分体空调机组主要技术参数 (表 6-20)。

表 6-20 约克国际 (北亚) 有限公司 YGCC 系列分体空调机组主要技术参数

型号	制冷量/kW	供热量/kW	功率消耗/kW	室内机风量 (普通型) /m ³ /h	外形尺寸 (室外机) /mm			外形尺寸 (室内机) /mm			净质量/kg	
					长	宽	高	长	宽	高	室内机	室外机
YGCC09L YGOC09	2.8	—	1.0	650	764	230	492	1065	492	245	21	38
YGCC09H YGOH09	2.7	2.7	1.0	650	764	230	492	1065	492	245	21	38
YGCC12C YGOC12	3.4	—	1.2	850	820	280	590	1065	492	245	21	59
YGCC12H YGOH12	3.3	3.3	1.2	850	820	280	590	1065	492	245	21	59
YGCC18C YGOC18	5.3	—	2.1	1400	850	285	696	1585	492	245	33	64
YGCC18H YGOH18	5.2	5.4	2.0	1400	850	285	696	1585	492	245	33	64
YGCC25C YGOC25	6.9	—	2.5	1700	850	285	910	1585	492	245	33	74
YGCC25H YGOH25	6.5	7.2	2.5	1700	850	285	910	1585	492	245	33	74
YGCC30C YGOC30	8.1	—	3.0	2200	850	285	1143	1885	492	245	40	94
YGCC30H YGOH30	8.0	8.3	3.0	2200	850	285	1143	1885	492	245	40	94
YGCC35C YGOC35	9.5	—	3.5	2200	850	285	1143	1885	492	245	40	94
YGCC35H YGOH35	9.3	9.8	3.5	2200	850	285	1143	1885	492	245	40	94
YGCC45C YGOC45	12.5	—	4.5	2200	1060	345	1143	1885	492	245	40	110
YGCC45H YGOH45	12.0	13.0	4.6	2200	1060	345	1143	1885	492	245	40	110

6.4 浙江盾安人工环境设备有限公司

1. 产品概述

浙江盾安人工环境设备有限公司充分消化、吸收国内外户用中央空调的先进技术，通过优化设计自主开发设计的户用中央空调机组产品有冷（热）水机组和风管送风式分体空调机组，其中冷（热）水机组有立式机组、卧式机组和分体式机组 3 个系列，立式机组共有 10 种规格，有单相和三相电源，制冷量 10 ~ 50kW；卧式机组有 3 种规格，制冷量 21.5 ~ 33kW；分体式机组有 3 种规格，制冷量 10.5 ~ 13kW。风管送风式分体空调机组共有 11 个规格，制冷量范围 5 ~ 64kW。产品适用于 80 ~ 650m² 的别墅公寓、复式公寓、小型办公楼等。

并通过一定的方式对室内空气进行处理,以满足人体舒适性、健康性的要求。

2. 冷(热)水机组产品特点

1) 机组内部设置膨胀水箱(卧式、分体式机组和 HLRS20 以下的立式机组)。减少用户外配膨胀水箱的麻烦,特别是在多层复式公寓不能安装膨胀水箱的场所。这为空调系统的安装、使用和维护带来方便。

2) 内部设置蓄能装置。专利设计的蓄能装置能储存一定的冷/热量,减缓水温波动,以减少压缩机起停次数,确保机组高效节能与安全可靠,延长机组使用寿命。

3) 机组、系统设置辅助电加热器。为冬季提供防冻保护,提高机组冬季的供热效果,克服了风冷式热泵机组在冬天供热时易结霜而影响机组正常使用的缺陷,从而扩大了机组使用区域,特别是在环境较低的地区。

4) 空调系统自动补水装置与自动卸压阀的应用。通过调定自动补水阀的补水压力实现空调系统自动补水,使主机在不同的安装高度都能及时补水。同时当空调水系统因温度变化而产生膨胀,且液体静压超过安全阀设定值时,它能自动泄压,以保护空调系统的水管路。

5) 卧式户用空调机组采用双系统设计,具有更好的负荷调节性能,运行更稳定、节能,噪声也更低,能提高空调系统的舒适性。

6) 分体式户用空调机组室外机可挂壁式安装,室内机可吊装在卫生间、储藏室等吊顶空间,既不影响使用空间,又可避免冬季冰冻现象的发生。

7) 系统控制

① 主控系统采用先进的可编程控制器(PLC),对机组实行全方位控制。由于其运行程序的更改非常方便、快捷,故可满足用户的多种需求。

② 多点控制功能。可在多个房间对主机的开、停进行控制,即只要有一个房间发出开机命令,主机开;所有房间都发出停机命令,主机停。并可在客厅设立总控点,对机组实行优先控制。

③ 电话远程开关功能。在任何一部音频电话机上致电本机,均可方便地对主机实行开、停机控制。

④ 友好的人机界面。主机实现全中文操作显示,可查阅机组的各种运行参数。如有故障,机组自动显示故障信息,故维修、保养十分方便。

⑤ 单冷机组中设计专门程序,使家用锅炉和空调系统能结合运行。

3. 风管送风式分体空调机组产品特性

1) 系统直接空气冷却,机组效率高,采用双系统结构可根据不同负荷自动卸载,进行节能运行。室内机采用双出风口,方便安装布置,减低了室内机厚度。

2) 根据安装场合不同,可选择一台(室外机)拖一台(室内机),一拖二,二拖一形式,配上有效的电气控制,可实现能量调节,降低运行费用。

3) 室内机有盘管型和箱体型供选择,根据使用场合不同可最大限度满足用户要求。

4) 室内风机三档变速,可根据室内温度自动调节运行转速和风压,降低噪声。

5) 室外机采用上出风结构,以降低运行噪声,减少对周围环境的影响。

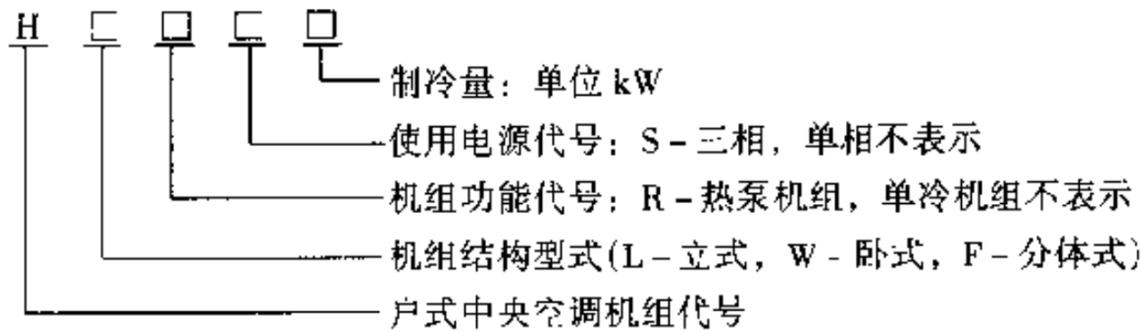
6) 机组制冷强劲,同时供热时采用辅助电加热,使供热能力大为提高。

7) 精确专业系统设计,专用流量控制装置,使机组对室外恶劣工作环境有更强的适应能力。机组采用远程线控和遥控双重控制方式,操作更方便。

8) 投资省, 使用、运转、维护成本更低。

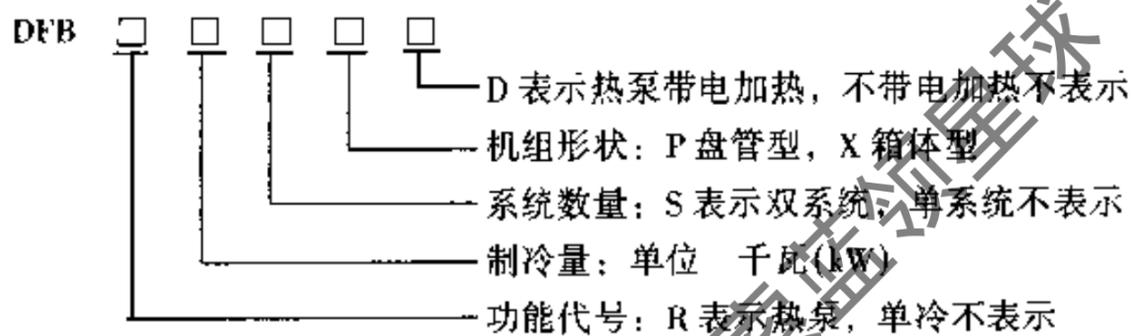
4. 型号编制说明

1) 冷(热)水机组:

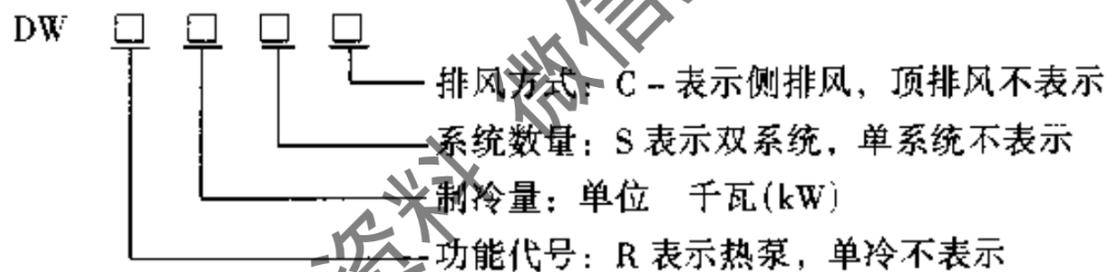


2) 风管送风式分体空调机组:

室内机



室外机



5. 冷(热)水系列机组主要技术参数

1) HLR(S) 系列户用中央空调机组 (表 6-21), HL(S) 系列单冷户用中央空调机组 (表 6-22)

2) 卧式户用中央空调机组 (表 6-23)。

3) 分体户用中央空调机组 (表 6-24)。

表 6-21 浙江盾安人工环境设备有限公司 HLR(S) 系列热泵型机组性能参数

项 目	机 型	HLR10	HLRS10	HLRS12.5	HLRS15	HLRS17.5	HLRS20	HLRS25	HLRS31.5	HLRS40	HLRS50
电 源	1/N/PE AC220V 50Hz	3/N/PE AC380/220V 50Hz									
主要技术指标	名义制冷量/kW	10	10	12.5	15	17.5	19.8	25	31.0	39.7	50
	名义制热量/kW	11	11	13.5	16	18.8	21	27	33	42	53
	额定功率/kW	3.5	3.5	4.4	5.3	6.4	7.0	9.2	10.9	14.7	18.6
	噪声/dB (A)	≤60	≤60	≤62	≤63	≤63	≤64	≤64	≤65	≤68	≤70
	R22 充注量/kg	3.6	3.6	4.6	5.0	5.5	6.5	7	9	13	14

(续)

机 型		HLR10	HLRS10	HLRS12.5	HLRS15	HLRS17.5	HLRS20	HLRS25	HLRS31.5	HLRS40	HLRS50
项 目	型式	全封闭式涡旋式									
压缩机	数量/台	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	功率/kW	3.08	3.08	3.98	4.75	5.55	6.39	8.27	10.26	12.78	16.54
风机台数/台		2	2	2	1	1	1	1	1	2	2
机组额定水流量/(m ³ /h)		1.7	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	4.3	5.4	6.8	8.6
机外扬程/m		12	12	10	14	12	15	18	14	18	15
空气侧换热器		高效紫铜管套串亲水铝翅片									
运行方式		全自动									
安全保护		压力保护、断水延时保护、防冻保护、电动机过载、过热保护、缺相保护、相序保护									
辅助电加热/kW		2	2	3	3	4	4	—	—	—	—
最大运行电流/A		37	18	24	25	26	28	24	30	41	47
外形尺寸	宽/mm	1295	1295	1295	1020	1020	1020	1100	1400	1820	1820
	厚/mm	516	516	516	520	520	520	570	570	570	570
	高/mm	1350	1350	1350	1700	1810	1810	1820	1820	1820	1820
建议电源线 245IEC66 (YCM) /mm ²		≥10	≥4	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥10	≥16
进出水接口 (内螺纹)		Re1 1/4					Re1 1/2			Re2	
机组净重/kg		250	250	265	266	270	285	335	415	560	610
机组运行重量/kg		325	325	340	342	345	360	375	440	590	640
空调使用建筑面积/m ²		80~120	120~150	130~170	140~180	150~220	220~280	280~360	360~500	500~600	

注：1. 制冷测试工况：进水温度 12℃，出水温度 7℃，室外环境干球温度 35℃。

2. 制热测试工况：进水温度 40℃，出水温度 45℃，室外环境干球温度 7℃，湿球温度 6℃。

3. 空调使用参考面积说明：空调使用场合为家庭室内房间、办公室等，空调同时使用率为 70%。

4. 用户不得任意更换制冷剂种类，不得随意改变电源相序。

5. 机组进出水方向参见外形图。

6. 本公司另有卧式和分体式家用中央空调机组可供选用。

6. 风管送风式分体空调机组 (表 6-25)

表 6-22 浙江盾安人工环境设备有限公司 HL (S) 系列单冷型机组性能参数

机 型		HL10	HLS10	HLS12.5	HLS15	HLS17.5	HLS20	HLS25	HLS31.5	HLS40	HLS50
项 目	电源	1/N/PE AC220V 50Hz	3/N/PE AC380/220V 50Hz								
主要技术指标	名义制冷量/kW	10	10	12.5	15	17.5	19.8	25	31.0	39.7	50
	额定功率/kW	3.5	3.5	4.4	5.3	6.4	7.0	9.2	10.9	14.7	18.6
	噪声/dB (A)	≤60	≤60	≤62	≤63	≤63	≤64	≤64	≤65	≤68	≤70
	R22 充注量/kg	3.6	3.6	4.6	5.0	5.5	6.5	7	9	13	14
型式		全封闭式涡旋式									
压缩机	数量/台	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	功率/kW	3.08	3.08	3.98	4.75	5.55	6.39	8.27	10.26	12.78	16.54

(续)

项 目 \ 机 型	HL10	HLS10	HLS12.5	HLS15	HLS17.5	HLS20	HLS25	HLS31.5	HLS40	HLS50	
风机台数/台	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	
机组额定水流量/(m ³ /h)	1.7	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	4.3	5.4	6.8	8.6	
机外扬程/m	12	12	10	14	12	15	18	14	18	15	
空气侧换热器	高效紫铜管套串亲水铝翅片										
运行方式	全自动										
安全保护	压力保护、断水延时保护、防冻保护、电动机过载、过热保护、缺相保护、相序保护										
最大运行电流/A	27	12	14	15	17	19	24	30	41	47	
外形尺寸	宽/mm	1295	1295	1295	1020	1020	1020	1100	1100	1820	1820
	厚/mm	5.6	516	516	520	520	520	570	570	570	570
	高/mm	1350	1350	1350	1700	1810	1810	1820	1820	1820	1820
建议电源线 245IEC66 (YCM) /mm ²	≥10	≥4	≥4	≥4	≥4	≥4	≥4	≥6	≥6	≥10	≥16
进出水接口 (内螺纹)	Rc1 1/4			Rc1 1/2				Rc2			
机组净重/kg	250	250	265	266	270	285	335	415	560	610	
机组运行重量/kg	325	325	340	342	345	360	375	440	590	640	
空调使用建筑面积/m ²	80~120	120~150	130~170	140~180	150~220	220~280	280~360	360~500	500~600		

注: 1. 制冷测试工况: 进水温度 12℃, 出水温度 7℃, 室外环境干球温度 35℃。

2. 空调使用参考面积说明: 空调使用场合为家庭室内房间、办公室等, 空调同时使用率为 70%。

3. 用户不得任意更换制冷剂种类, 不得随意改变电源相序。

4. 机组进出水方向参见外形图。

5. 本公司另有卧式和分体式户用中央空调机组可供选用。

表 6-23 浙江盾安人工环境设备有限公司卧式户用中央空调机组技术参数

项 目 \ 机 型	HWS20	HWRS20	HWS25	HWRS25	HWS31.5	HWRS31.5	
电 源	3/N/PE AC380/220V 50Hz						
主要技术指标	名义制冷量/kW	21.5		29		33	
	名义制热量/kW	23.5		—	31.5	—	36
	额定功率/kW	8.5	8.5	10	10	12.5	12.5
	噪声/dB (A)	63		66		66	
	R22 充注量/kg	2×2.9		2×4.3		2×5.5	
	能量调节	0~50%~100%					
	辅助电加热/kW	6		6		6	
型式	柔性涡旋式						
压缩机	数量/台	2		2		2	
	功率/kW	2×3.22		2×3.98		2×5.2	
风机台数/台	2		2		2		
机组额定水流量/(m ³ /h)	3.7		5.0		5.7		
机外扬程/m	27		17		12		

(续)

项 目 \ 机 型	HWS20	HWRS20	HWS25	HWRS25	HWS31.5	HWRS31.5
水侧换热器	套管式换热器					
空气侧换热器	紫铜管套串铝翅片					
安全保护	压力保护、断水保护、防冻保护、电机过载、过热保护、缺相保护、相序保护					
最大运行电流/A	19		24		28	
外形尺寸(长×宽×高) (mm×mm×mm)	2000×1060×690			2000×1060×740		
建议电源线 BVR/mm ²	≥4		≥6		≥6	
进出水接口(内螺纹)	1-1/4					
机组净重/kg	355	360	375	380	380	385
机组运行重量(含水)/kg	467	472	487	492	492	497
空调使用面积/m ²	150~220		220~280		280~360	

- 注: 1. 名义制冷工况: 进水温度 12℃, 出水温度 7℃, 室外环境干球温度 35℃。
 2. 名义制热工况: 进水温度 40℃, 出水温度 45℃, 室外环境干球温度 7℃, 湿球温度 6℃。
 3. 电源电压允许波动额定电压的 ±10%, 相间(三相)不平衡度不超过 2%。
 4. 辅助电加热功率也可以配 9kW 或 12kW, 须在订单上特别指明配置及电气参数需相应调整。
 5. 空调使用建筑面积说明: 空调使用场合为家庭室内房间、办公室等, 空调同时使用率为 70%。
 注意: 机组与末端之间的水路连接管必须用铜管连接。

表 6-24 浙江盾安人工环境设备有限公司分体式户用中央空调机组技术参数

项 目 \ 机 型	HF10	HFR10	HFS10	HFRS10	HFS12.5	HFRS12.5
电 源	1/N/PE AC220V 50Hz			3/N/PE AC380/220V 50Hz		
制 冷 量/kW	10.5	10.5	10.5	10.5	13	13
制 热 量/kW	—	12	—	12	—	14
总 功 率/kW	4	4	4	4	5	5
室内机噪声/dB(A)	40	40	40	40	40	40
室外机噪声/dB(A)	54	54	54	54	55	55
能量调节	全自动					
机组额定水流量/(m ³ /h)	1.8			2.3		
机组扬程/m	16			15		
压 缩 机	型式: 涡旋式					
数量/台	1					
风机台数/台	2					
运行方式	全自动					
安全保护	压力保护、断水保护、防冻保护、电机过载、过热保护					
最大运行电流/A	24		9		14	
空调使用参考面积/m ²	100~120			120~150		
室 外 部 分	空气侧换热器: 高效紫铜管套串亲水铝翅片					
长/mm	950					
宽/mm	340					
高/mm	1260					
重量/kg	95			100		

(续)

机 型		HF10	HFR10	HRS10	HFRS10	HFS12.5	HFRS12.5
室内部分	电源线 BVR/mm ²	≥6			≥4		≥4
	进出水配管	Rc1					
	水侧换热器	套管式换热器					
	重量/kg	65				70	
	长/mm	750					
	宽/mm	550					
	高/mm	370					
连接管	液体管/mm	Φ9.52×1					
	气体管/mm	Φ19.05×1.5					

注：1. 名义制冷工况：进水温度 12℃，出水温度 7℃，室外环境干球温度 35℃。

2. 名义制热工况：进水温度 40℃，出水温度 45℃，室外环境干球温度 7℃，湿球温度 6℃。

3. 机型说明：带 R 表示热泵机组，单冷机组不表示，带 S 表示三相机组，单相机组不表示。

4. 空调使用参考面积说明：空调使用场合为家庭室内房间、办公室等，空调同时使用率为 70%。

5. 机组已配置足够扬程的水泵，但风机盘管机组配置数量过多时，必须在不常用的风机盘管机组支路上安装电磁阀，以控制水流。

6. 在维修操作侧应预留一定的空间，确保机组能进行维修和保养。

注意：室内机组与末端之间的水路连接管必须用铜管连接。

表 6-25 浙江盾安人工环境设备有限公司风管送风分体式户用中央空调机组技术参数

(1) 室内机性能参数												
机 型		DFBR5P	DFBR8P	DFBR10P	DFBR14X	DFBR16X	DFBR20SX	DFBR28SX	DFBR32SX	DFBR40SX	DFBR56SX	DFBR64SX
项 目		DFBR5PD	DFBR8PD	DFBR10PD	D- BR14XD	DFBR16XD	DFBR20SXD	DFBR28SXD	DFBR32SXD	DFBR40SXD	DFBR56SXD	DFBR64SXD
电 源	标准机组	1/N/PE AC220V 50Hz								3/N/PE AC380/220V 50Hz		
	辅助电加热机组	1/N/PE AC220V 50Hz				3/N/PE AC380/220V 50Hz						
制冷量/kW		5	8	10	14	16	20	28	32	40	56	64
制热量/kW		5.5	9	11.5	16	18	22	31.5	36	44	63	72
电加热功率/kW		1.5	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20
风 机	风量/(m ³ /h)	1000	1500	2000	2500	3400	4200	5000	6800	8000	11000	12000
	机外余压/Pa	30	30	30	80	120	100	120	120	370	420	570
	功率/kW	0.15	0.24	0.3	0.45	0.66	0.9	1.32	1.32	2.2	3	4
	电流/A	1	1.5	2	3	4	6	8	8	4	6.72	8.75
室内侧换热器		高效紫铜管套串铝翅片										
安全保护		电动机过载、过热保护										
外 形 尺 寸	宽/mm	1250	1670	1920	1085	1085	1385	1505	1805	1450	1450	1450
	厚/mm	455	455	455	760	760	760	760	760	1450	1650	1650
	高/mm	220	220	220	540	540	540	540	540	900	1000	1150
气管尺寸/mm		15.88	15.88	19.05	19.05	19.05	2×19.05	2×19.05	2×19.05	2×22.23	2×28.58	2×28.58
液管尺寸/mm		9.52	9.52	12.7	12.7	12.7	2×12.7	2×12.7	2×12.7	2×15.88	2×15.88	2×15.88
接管连接方式		喇叭口								焊接		
机组重量/kg		21	32	37	68	82	96	125	150	400	475	505

(续)

(2) 室外机性能参数

	DWR5C	DWR8C	DWR10SC	DWR16SC	DWR14C	DWR20S	DWR28S	DWR32S	DWR20	DWR28	DWR32	
电源	1/N/PE AC220V 50Hz				3/N/PE AC380/220V 50							
制冷功率/kW	1.95	2.8	3.45	5.11	4.44	7.36	9.24	10.8	7.4	9.42	10.58	
制热功率/kW	1.9	2.7	3.32	4.88	3.82	6.66	8.01	9.63	6.29	8.5	9.51	
噪声/dB (A)	52	54	60	60	60	65	66	66	67	68	68	
室外侧换热器	高效紫铜管套串铝翅片											
安全保护	压力保护、过热保护、电动机过载											
外形尺寸	宽/mm	860	950	1200	1370	950	1426	1426	1558	1050	1050	1050
	厚/mm	310	340	530	515	340	820	820	900	940	940	940
	高/mm	715	825	672	824	1260	970	970	970	1100	1100	1315
气管尺寸/mm	15.88	15.88	15.88	15.88	19.05	19.05	19.05	2×19.05	22.23	28.58	28.58	
液管尺寸/mm	9.52	9.52	9.52	9.52	12.7	12.7	12.7	2×12.7	15.88	15.88	15.88	
接管连接方式	喇叭口								焊接			
机组重量/kg	64	80	130	145	165	200	225	235	190	210	230	

注：1. 制冷量标定工况：室内干球温度 27℃，湿球温度 17℃，室外干球温度 35℃。

2. 制热量标定工况：室内干球温度 20℃，室外干球温度 7℃，湿球温度 6℃。

3. 电源电压允许波动额定电压的 ±10%，三相电源不平衡度不超过 2%。

6.5 南京天加空调设备有限公司

1. 产品概述

天加家庭中央空调产品包括一拖一、一拖二、一拖三、一拖四风冷管道式分体空调机组和小型风冷式冷（热）水机组。其中小型风冷式冷（热）水机组制冷量范围为 10.34 ~ 33.41kW；风冷管道式空调机组制冷量范围为 3.4 ~ 31kW。天加家庭中央空调广泛应用于家庭、别墅、中小型商业楼和医院等场合，产品大部分零部件均采用进口资材，很好地保证了机器的稳定性及使用寿命。压缩机采用全封闭式涡旋压缩机，具有噪声低、系统稳定、抗液击能力强及高能效比等优点。针对我国南北气候差异的实际情况，风冷式热泵机组可以选择热水盘管或电加热。

2. 产品特点

(1) 高效节能、品质卓越 一拖多系列风冷管道式分体空调机组室内机可接一定量新风，提高室内空气品质，各个房间实现单元控制并带有睡眠设定，节省运行成本，在功能方面也可根据客户需要加辅助电加热、热水盘管或电话控制等，充分方便顾客。

(2) 网络控制、舒适方便 网络型管道式空调机组可利用计算机通过 Internet 接驳空调机组，或使用电话接驳空调机组，控制空调机组的开/停机，设定运行温度，设定制冷/制热/除湿/通风等运行模式。

(3) 配置优良、安全可靠 风冷式冷热水机组整个组合系统采用高效涡旋压缩机、高效翅片换热器、不锈钢板式换热器、冷凝风量自动调节方式，使机组能效比大为提高；机组采用微电脑智能控制，有多种保护和监控功能，具有智能化除霜功能，并预留 RS232，RS485 通信接口，可以实行远程监控与故障拨号报警功能，更拉近了用户与厂家的距离，变服务为

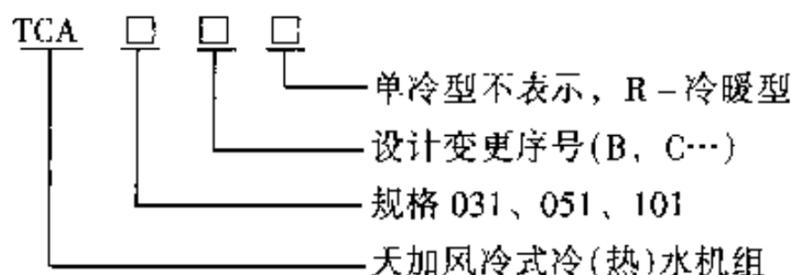
主动。

(4) 独特设计、性能优异 高静压设计，远距离输送冷热风，可以灵活选择安装位置，室内机可装于远离各空调区域的天花内以实现室内使用空调区域超级静音。

(5) 安装简便、美观使用 天加家庭中央空调系统能与装潢紧密配合，室内只有风口露出，其余暗藏在吊顶内，保证室内装潢美观。

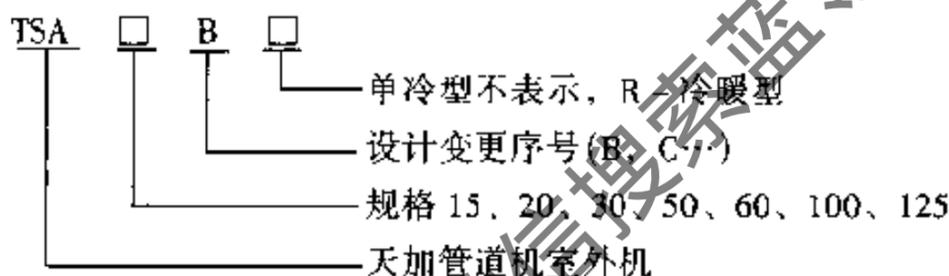
3. 型号编制说明

(1) 风冷式冷热水机组

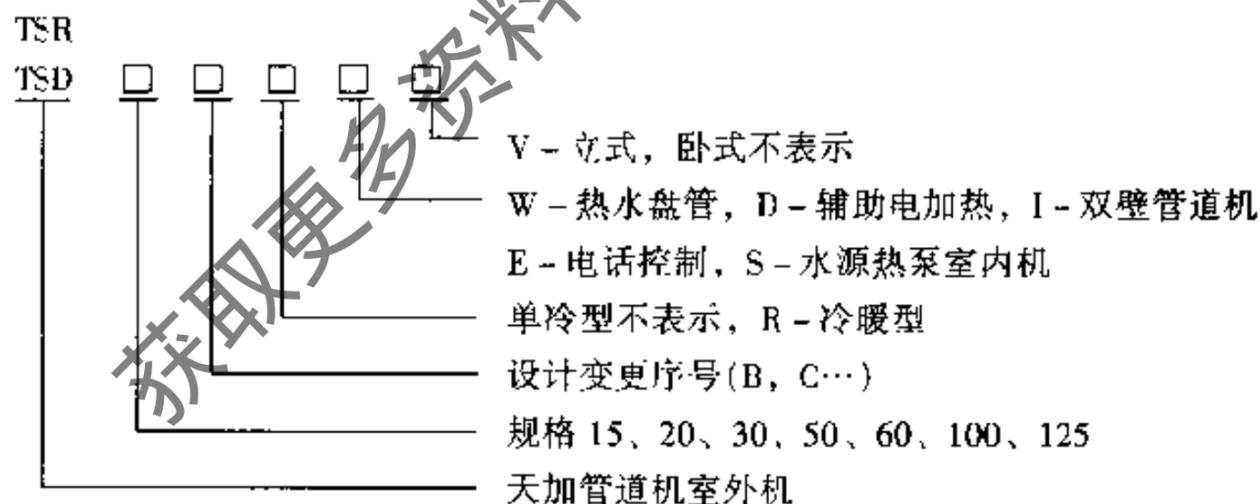


(2) 风冷管道式分体空调机组

1) 室外机:



2) 室内机:



4. 天加家庭中央空调风冷管道式空调机组技术参数 (表 6-26)

表 6-26 天加家庭中央空调风冷管道式空调机组技术参数

(1) 一拖一管道式空调机组室外机							
型 号	TSA15B(RA)	TSA20B(RA)	TSA30B(RA)	TSA50C(R)	TSA60C(R)	TSA100D(R)	TSA125D(R)
外形尺寸	长/mm	867	880	863	1050	1080	1403
	宽/mm	335	399	484	350	350	821
	高/mm	544	630	731	1290	1290	924
质量/kg	48	57	86	118	130	230	250

(续)

型号	TSA15B(RA)	TSA20B(RA)	TSA30B(RA)	TSA50C(R)	TSA60C(R)	TSA100D(R)	TSA125D(R)
室外机	电源 单相, 220V, 50Hz					3相, 380V, 50Hz	
风扇	额定输出功率/W	30	70	70	70×2	70×2	120×2 120×2
压缩机	电源	单相, 220V, 50Hz			3相, 380V, 50Hz		
	额定输出功率/W	1295	1900	2800	4660	5430	4660×2 5430×2
	额定负载电流/A	6	9.1	13.0	8.6	9.3	8.6×2 9.3×2
制冷剂充注量/kg		1.40	1.80	2.20	4.20	4.70	4.2×2 4.5×2
节流方式		毛细管					
排出管(液管)/mm		6.35	6.35	9.52	12.7	12.7	12.7×2 12.7×2
吸入管(气管)/mm		12.7	15.88	15.88	19.05	19.05	19.05×2 19.05×2
铜管连接方式		喇叭口连接					

(2) 一拖一管道式空调机组室内机

型号	TSR15B(RA)	TSR20B(RA)	TSB30B(RA)	TSR50B(RA)	TSD50C(R)	TSR60B(RA)	TSD100D(R)	TSD125D(R)
制冷量/W	3400	5000	7000	12100	12100	15000	26900	31000
供热量/W	3500	5400	7500	13300	13300	16000	29500	34100
外形尺寸	长/mm	900	1110	1440	1630	957	1120	1497
	宽/mm	470	470	470	500	730	730	730
	高/mm	240	240	240	290	540	430	540
质量/kg	21	27	37	45	68	58	110	147
室外机	风量/(m ³ /h)	750	1050	1350	2550	2550	2700	5000
风扇	机外余压/Pa	30	30	30	80	80	80	100
电源		单相, 220V, 50Hz						
额定输入功率/W		78	100	156	300	375	450	375×2 375×2
热水盘管(2排)	供热量/W	4039	5422	7916	13531	13531	14700	27084
	水流量/(m ³ /h)	0.35	0.46	0.67	1.17	1.17	1.30	2.33
	机外余压/Pa	30	30	30	50	50	50	70
PTC辅助电加热器/W		1000	1700	2000	3400	3400	/	8500

(3) 一拖二管道式空调机组室外机

型号	TSA1515B(RA) (侧)	TSA2020C(R) (侧)	TSA3030C(RA) (侧/顶)	TSA5050C(R) (顶)	TSA6060C(R) (顶)	
外形尺寸	长/mm	1050	1012	1190/1100	1403	
	宽/mm	463	465	650/700	821	
	高/mm	632	1270	740/810	924	
质量/kg		88	110	180/180	210	
室外机	电源 单相, 220V, 50Hz			3相, 380V, 50Hz		
风扇	额定输出功率/W	30×2	70×2	70×2	120×2 120×2	
压缩机	电源	单相, 220V, 50Hz			3相, 380V, 50Hz	
	额定输出功率/W	1300×2	1900×2	2800×2	4660×2	5430×2
	额定负载电流/A	6.1×2	9.1×2	13.0×2	8.6×2	9.3×2

(续)

型号	TSA1515B (RA) (侧)	TSA2020C (R) (侧)	TSA3030C (RA) (侧/顶)	TSA5050C (R) (顶)	TSA6060C (R) (顶)
制冷剂充注量/kg	1.2 × 2	1.7 × 2	2.2 × 2	4.2 × 2	4.65 × 2
排出管 (液管) /mm	6.35 × 2	6.35 × 2	9.52 × 2	12.70 × 2	12.7 × 2
吸入管 (气管) /mm	12.7 × 2	15.88 × 2	15.88 × 2	19.05 × 2	19.05 × 2
铜管连接方式	喇叭口连接				

(4) 一拖二管道式空调机组室内机

型号	TSR15B(RA) × 2	TSR20B(RA) × 2	TSR30B(RA) × 2	TSR50B(RA) × 2/ TSD50C(R) × 2	TSR60B(RA) × 2	
制冷量/W	3400 × 2	5000 × 2	7000 × 2	12100 × 2	15000 × 2	
供热量/W	3500 × 2	5400 × 2	7500 × 2	13300 × 2	16000 × 2	
外形尺寸	长/mm	900	1110	1440	1630/957	
	宽/mm	470	470	470	500/730	
	高/mm	240	240	240	290/540	
质量/kg	21 × 2	27 × 2	37 × 2	45 × 2/68 × 2	58 × 2	
室内机 风扇	风量/(m ³ /h)	750 × 2	1050 × 2	1350 × 2	2550 × 2	2700 × 2
	机外余压/Pa	30	30	30	80	80
电源	单相, 220V, 50Hz					
额定输入功率/W	78 × 2	100 × 2	156 × 2	300 × 2/375 × 2	450 × 2	
热水盘管 (2 排)	供热量/W	4039 × 2	5422 × 2	7916 × 2	13531 × 2	14700 × 2
	水流量/(m ³ /h)	0.35 × 2	0.46 × 2	0.67 × 2	1.17 × 2	1.30 × 2
	机外余压/Pa	30	30	30	50	50
PTC 辅助电加热器/W	1000 × 2	1700 × 2	2000 × 2	—	—	

5. 天加家庭中央空调风冷式冷热水机组技术参数 (表 6-27)

表 6-27 天加家庭中央空调风冷式冷热水机组主要技术参数

型号	TCA031C (R)	TCA051B (R)	TCA101C (R)
	TCA031B (R)		
制冷量	kW	10.34	33.41
	kcal/h	8896	28730
制热量	kW	11.00	34.67
	kcal/h	9515	29820
机组功率/kW	4.2	5.3	11.0
电源	单相, 220V, 50Hz 3 相, 380V, 50Hz	3 相, 380V, 50Hz	
运行方式	全自动运行		
压缩机形式	全封闭涡旋式压缩机		
冰水器形式	高效板式热交换器		
水流量/(m ³ /h)	2.00	2.60	5.20

(续)

型 号	TCA031C (R)	TCA051B (R)	TCA101C (R)
	TCA031B (R)		
水阻力/kPa	2.6	2.8	3.3
进出口管径 DN/mm	25	25	40
水泵功率/kW	0.8	0.8	1.1
水泵扬程/m	25	25	28
风 机	电机功率/kW	0.14	0.14
	形式	轴流式大叶片低噪声风机	
	数量	2	1
机组质量/kg	174	180	416
外 形 尺 寸	长/mm	1100	1248
	宽/mm	680	664
	高/mm	769	1918
电加热功率/kW	2.5	4.5	9

注：1. 制冷工况 进水温度 12℃，出水温度 7℃，室外温度 35℃，供热工况：进水温度 40℃，出水温度 45℃，室外温度 7℃。

2. 非标产品可根据用户要求设计生产。

3. 在实际使用中，制冷量应考虑机组安装后系统管路、水泵、阀门、污垢等损失 6% 左右。

4. 在气温降至 -5℃ 以下，建议用户配电加热，弥补热泵因气温下降引起的能量衰减。

6.6 清华同方人工环境有限公司

清华同方人工环境有限公司生产户式中央空调有如下产品：① 水管道户式中央空调机组；② 家用风管道式中央空调机组；③ 网络变频一拖多户式中央空调。

1. 水管道户式中央空调机组

水管道户式中央空调有卧式水管道户式中央空调 HSW (R) 系列，立式水管道户式中央空调机组 HSL (R) 系列，分体式 HSF (R) 系列及变频水管道户式中央空调 HSW/LR-B 系列。

(1) 系统特点

1) 风冷冷凝方式，单个系统为密封的循环系统，自动补水，耗水量少，节省能源。

2) 属于全水系统，能与城市热力管网、小型锅炉、电加热器等设备灵活结合。冬季采暖对热源要求低，只需 40~60℃ 热水，能耗低。

3) 每个房间的温控器对风机盘管一对一控制，达到每个房间独立控制，既节约了能源又满足了各家庭成员的不同使用要求，风机盘管可以分别检修，不会影响其他房间的使用。

4) 室内机组噪声低，不存在漏风及串音串味问题。

(2) 机组特点

1) 高效节能。机组选用优质高效的压缩机和换热器，采用风冷热泵技术，配合技术先进的控制系统，使主机高效节能（制冷能效比大于 2.5），系统根据实际负荷自动化运行，节省能源及费用。

2) 控制先进。微机控制系统采用国际品质专用控制器硬件, 结合清华同方专用控制软件, 具有远程控制等多种数字化自动控制及保护功能, 并可根据用户不同需求实现多种智能化功能拓展。

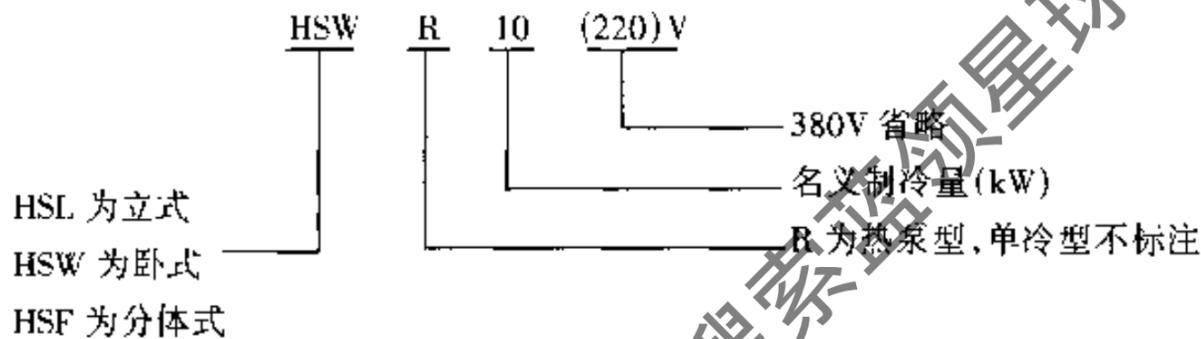
3) 动态除霜。动态除霜控制, 使除霜时系统压力和房间温度波动最小; 独特的排水方式, 杜绝化霜水结冰隐患。

4) 安全可靠。制冷系统封闭于主机中, 机组自带定压水箱及循环水泵, 自动解决系统压力波动。用户无需再配置, 使用安全可靠。机组无制冷剂进入室内, 机组出厂前经严格检验。制热模式及待机状态下具有防冻功能。

5) 设计合理。吸收国内外的先进技术, 结合我国的实际气象参数和空气状况进行优化设计, 使产品处于领先水平。

6) 部件精良。主要部件均采用世界一流产品, 性能优良、运行可靠、效率高。

(3) 型号编制说明



2. 家用风道式中央空调机组

家用风道式中央空调机组有数控 100 和集控 100、200 三个系列, 其系统特点:

- 1) 专门 80 ~ 130m² 住宅研制的全自动化户式中央空调。
- 2) 专为家庭设计一周八段实时定时及自动开关机功能。
- 3) 自动变风速调节, 使家居更宁静。
- 4) 智能感温, 负荷自动调节, 主机更节能。

3. 网络变频一拖多户式中央空调

(1) 产品特点

1) 先进的静音降噪技术。采用先进的静音降噪技术及内部气流设计, 室内机工作噪声低至 24dB (A)。

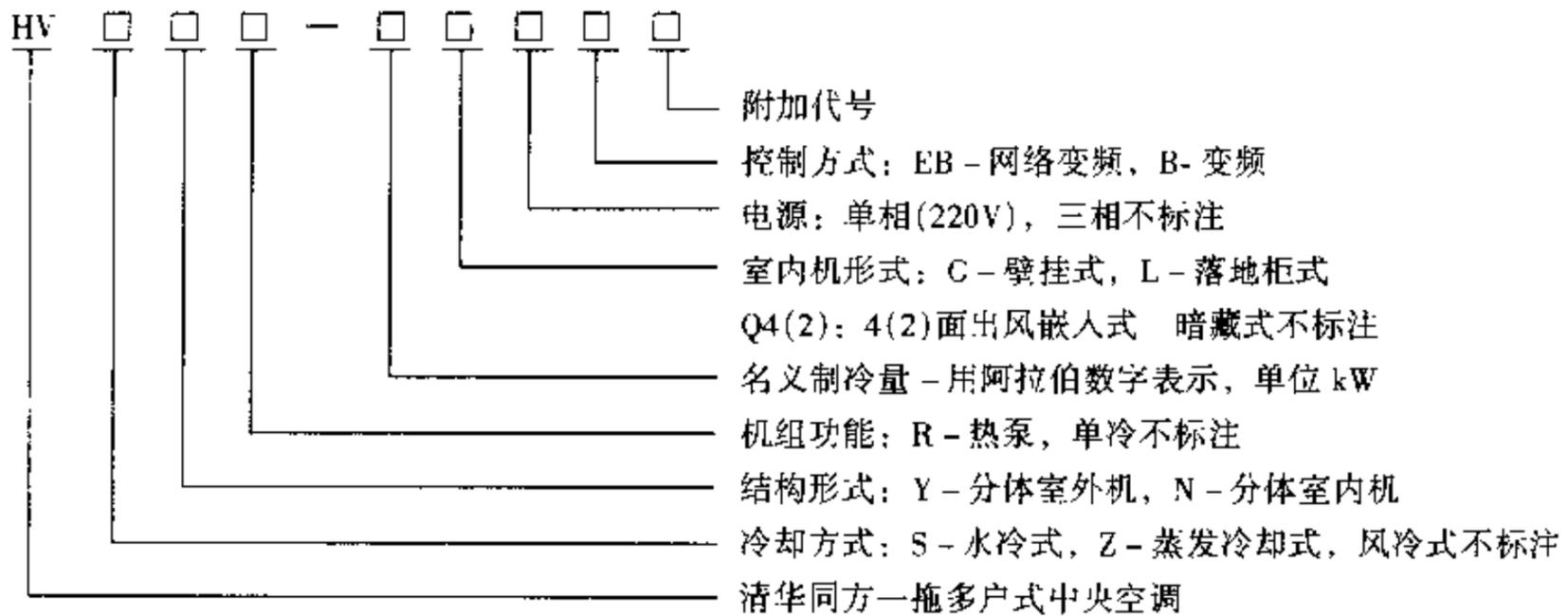
2) 迅速起动, 节能舒适。快速起动, 空调开起时以最大功率运转, 使房间温度迅速达到设定温度。采用模糊控制技术, 动态监视室内温度变化, 准确地分配各室内机所需制冷剂流量, 快速达到各房间不同的设定温度, 达到高水准的舒适度和较少的能源消耗。

3) 超强能力, 优化组合。室内机允许搭配能力之和为室内机能力的 130%, 这种优化组合设计使系统性能大大提高, 实现真正的高效节能。

4) 强力除湿。突出的除湿功能, 采用微电脑控制有效地去除室内潮湿与闷热, 保持室内空气清新舒适。

5) 灵活的配管设计。长配管设计布置允许 50 ~ 70m 的等价长度, 最大高低差为 30m, 室内机之间最大高低差为 10m, 分支管长度为 10m。

(2) 型号编制说明



4. 水管道户式中央空调机组主要技术参数

(1) HSW 系列卧式单冷/热泵型机组主要技术参数 (表 6-28)

表 6-28 清华同方人工环境有限公司 HSW 系列卧式单冷/热泵型机组

型 号	HSW (R) —8		HSW (R) —10		HSW (R) —13		
	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	
制冷量/kW	8.2	8.0	9.2	9.6	11.8	11.7	
供热量/kW	—	9.0	—	11.1	—	12.4	
压缩机	型式 全封闭涡旋式压缩机						
风机	型式 低噪音轴流风机						
水换热器	型式 不锈钢板式换热器						
	接口管径/mm (in)		25 (1)		25 (1)		
水泵	型式 空调用循环水泵						
	流量/(m ³ /h)		2		2.5		
	扬程/m		10		16		
外形尺寸	长/mm		1200		1450		
	宽/mm		460		460		
	高/mm		820		920		
总输入功率	制冷功率/kW		2.95		3.43		
	供热功率/kW		3.32		3.45		
总电源		单相 220V, 50Hz		单相 220V, 50Hz		三相 380V, 50Hz	
运行噪声/dB (A)		≤60		≤60		≤61	
运行质量/kg		100		120		160	

- 注: 1. 制冷标准工况: 环境温度 35℃, 冷水出水温度 7℃。
 2. 供热标准工况: 环境温度 7℃, 热水出水温度 45℃。
 3. 噪声为距离机组 1m 处测量。
 4. 总输入功率中包括机组内置水泵输入功率。

(2) HSL系列立式单冷/热泵型机组主要技术参数 (表 6-29)

表 6-29 清华同方人工环境有限公司 HSL 系列立式单冷/热泵型机组主要技术参数

型 号		HSL(R)-10		HSL(R)-13		HSL(R)-17		HSL(R)-23		HSL(R)-30		HSL(R)-45	
		单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
制冷量/kW		9.7	9.6	11.8	11.7	15.8	15.6	22.6	22.4	28.0	27.6	44.3	43.8
供热量/kW		—	11.1	—	12.4	—	19.6	—	23.8	—	31.4	—	45.2
压缩机	型式	全封闭涡旋式压缩机											
风机	型式	低噪音轴流风机											
水换热器	型式	不锈钢板式换热器											
	接口管径/mm (in)	25 (1)	25 (1)	25 (1)	25 (1)	31.25 (1 ^{1/4})	50 (2)						
水泵	型式	空调用循环水泵											
	流量/(m ³ /h)	2.5	3.0	3.8	5.0	5.6	8.3						
	扬程/m	16	14	18	15	14	26						
外形尺寸	长/mm	810	810	1300	1428	1500	2120						
	宽/mm	460	460	460	460	620	650						
	高/mm	1600	1600	1600	1678	1783	1778						
总输入功率	制冷功率/kW	3.43	4.30	5.48	7.28	9.87	14.31						
	供热功率/kW	3.45	4.39	6.88	7.47	10.04	14.46						
总电源		单相, 220V, 50Hz				3相, 380V, 50Hz							
运行噪声/dB (A)		≤60	≤60	≤61	≤62	≤64	≤68						
运行质量/kg		120	160	200	240	450	500						

- 注: 1. 制冷标准工况: 环境温度 35℃, 冷水出水温度 7℃。
 2. 供热标准工况: 环境温度 7℃, 热水出水温度 45℃。
 3. 噪声为距离机组 1m 处测量。
 4. 总输入功率中包括机组内置水泵输入功率。

(3) HSF 系列分体式单冷/热泵型机组主要技术参数 (表 6-30)

表 6-30 清华同方人工环境有限公司 HSF 系列分体式单冷/热泵型机组主要技术参数

型 号		HSF (R) —08		HSF (R) —10		HSF (R) —13	
		单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
制冷量/kW		8.2	8.0	9.7	9.6	11.8	11.7
供热量/kW		—	9.0	—	11.1	—	12.4
总输入功率/kW		3.32		3.43		4.39	
总电源		220V, 50Hz		220V, 50Hz		三相 380V, 50Hz	
压缩机	型式	全封闭涡旋式压缩机					
风机	型式	低噪音轴流风机					
冷水器	型式	不锈钢板式换热器					
	接口/mm (in)	25 (1)					
冷水泵	型式	空调用循环水泵					
	流量/(m ³ /h)	2.0		2.5		3.0	
	扬程/m	10		6		14	

(续)

型号	HSF (R) —08		HSF (R) —10		HSF (R) —13	
	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
室内机	长/mm	710	810	810	810	810
	宽/mm	280	280	280	460	460
	高/mm	720	720	720	855	855
	噪声/dB (A)	≤45	≤48	≤48	≤48	≤48
	质量/kg	50	55	55	55	55
室外机	长/mm	710	810	810	810	810
	宽/mm	460	460	460	460	460
	高/mm	1200	1400	1400	1400	1400
	噪声/dB (A)	≤60	≤60	≤60	≤61	≤61
	质量/kg	100	105	105	105	105
制冷剂及配置	连管长度/m	5	5	5	5	5
	气管外径/mm	16	19	19	19	19
	液管外径/mm	10	12	12	12	12

注：制冷标准工况：环境温度 35℃，冷水出水温度 7℃。供热标准工况：环境温度 7℃，热水出水温度 45℃。

5. 家用风道式中央空调机组主要技术参数 (表 6-31)

表 6-31 清华同方人工环境有限公司家用风道式中央空调机组主要技术参数

(1) 数控 100 家用风管道式中央空调系列

		HGN/YR—7 (220V) E
室内机	制冷量/kW	7.3
	制热量/kW	7.5
室内机	电源	1/N ~ 220V 50Hz/TN
	外形尺寸/mm	1386 × 750 × 250
室外机	电源	1/N ~ 220V 50Hz/TN
	外形尺寸/mm	842 × 360 × 700

(2) 集控 100、200 家用风管道式中央空调系列

1) 集控 100 性能参数

		HGN/YR—2.5	HGN/YR—3.5	HGN/YR—5	HGN/YR—7
制冷量/kW		2.5	3.5	5.1	7.3
制热量/kW		2.6	3.6	5.1	7.5
室内机	电源	1/N ~ 220V 50Hz/TN			
	外形尺寸/mm	860 × 473 × 205	930 × 473 × 205	1150 × 473 × 230	1395 × 532 × 250
室外机	电源	1/N ~ 220V 50Hz/TN			
	外形尺寸/mm	700 × 270 × 545	798 × 260 × 528	845 × 345 × 605	842 × 360 × 700

2) 集控 200 性能参数

室外机型号		HGYR—10 (220V)	HGYR—12 (220V)	
制冷量/kW		10.0	12.0	
制热量/kW		10.5	12.6	
室内机	型号	第一内机	HGNR-5 (220V)	
		第二内机	HGNR-5 (220V)	
	电源		1/N ~ 220V 50Hz/TN	
	外形尺寸/mm	第一内机	1150 × 473 × 230	1360 × 472 × 230
第二内机		1150 × 473 × 230	1150 × 473 × 230	
室外机		电源	1/N ~ 220V 50Hz/TN	
		外形尺寸/mm	940 × 340 × 1245	

6. 网络变频—拖多户式中央空调主要技术参数 (表 6-32)

表 6-32 清华同方人工环境有限公司网络变频—拖多户式中央空调主要技术参数

(1) 室外机

	HVY (R) —9 (220V) EB	HVY (R) —15 (220V) EB	HVY (R) —15EB
电源	1N ~ 220V 50Hz/TN		3N ~ 380V 50Hz/TN
最大电流/A	22	35	12
制冷量/kW	2.5 ~ 9.0	2.5 ~ 15.0	2.5 ~ 15.0
制热量/kW	3.0 ~ 10.0	3.0 ~ 16.7	3.0 ~ 16.7
制冷消耗功率/kW	0.7 ~ 3.8	1.5 ~ 6.0	1.5 ~ 6.0
制热消耗功率/kW	1.0 ~ 4.0	1.2 ~ 7.0	1.2 ~ 7.0
液管直径/mm	15.88	19.05	19.05
气管直径/mm	9.52	9.52	9.52
制冷剂充注量/kg	4.0	6.5	6.5
运行噪声/dB (A)	≤53	≤55	≤55
总质量/kg	72	120	120
外形尺寸/mm	1030 × 340 × 830	1030 × 340 × 1230	1030 × 340 × 1230
最大室内装机容量/kW	11.70	19.50	19.50
最多室内机数量	4	8	8
最大室内机运行能量/kW	9.0	15.0	15.0

注：制冷标准工况：室内机进口空气干球温度 27℃，湿球温度 19℃，室外机进口干球温度 35℃，湿球温度 24℃。
制热标准工况：室内机进口空气干球温度 20℃，湿球温度 15℃，室外机进口干球温度 7℃，湿球温度 6℃。

(2) 室内机

	HVN (R) —2.5 (220V) EB	HVN (R) —4.0 (220V) EB	HVN (R) —5.0 (220V) EB
电源	1N ~ 220V 50Hz/TN		
制冷量/kW	2.5	4.0	5.0
制热量/kW	3.0	5.0	6.0
风量/m ³ /h	500	750	950
总质量/kg	15	18	23

(续)

	HVN (R) —2.5 (220V) EB	HVN (R) —4.0 (220V) EB	HVN (R) —5.0 (220V) EB
噪声/dB (A)	39/30/24	42/33/29	46/38/33
液管直径/mm	6.35	6.35	9.52
气管直径/mm	9.52	12.7	15.88
外静压/Pa	20~40	20~40	20~40
电加热型号	HVN (R) -2.5 (220V) EBD	HVN (R) -4.0 (220V) EBD	HVN (R) -5.0 (220V) EBD
电加热功率/kW	0.75	1.2	1.5

注：制冷标准工况：室内机进口空气干球温度 27℃，湿球温度 19℃，室外机进口干球温度 35℃，湿球温度 24℃。
制热标准工况：室内机进口空气干球温度 20℃，湿球温度 15℃，室外机进口干球温度 7℃，湿球温度 6℃。

6.7 美国雷诺士 (LENNOX) 工业有限公司

1. 产品概述

美国雷诺士工业有限公司生产的 LENNOX-G29M 和 LENNOX-HP29 两大系列分体式家用中央空调机组，制冷量范围 5.9~30.7kW。雷诺士风冷热泵系统具有高效恒温，高质量设计，确保在每个季节温暖舒适。雷诺士采用特殊系统，以求达到最佳运行效果。操作方便、噪声低和最大的冷热功能，强劲的风量和高效的过滤系统，为商住楼、公寓及别墅选择气温调控装置时，雷诺士公司提供风冷热泵型分体式家用中央空调机组并供应全套附件，适用于各种特殊装置应用，气温调控组合装置由室内装置和室外装置两部分组成：燃气取暖/电气冷却式装置和热泵装置。

2. 产品特性

(1) LENNOX-HP29 系列风冷热泵分体式家用中央空调机组特性

1) 高效节能，静音运行。采用大面积高性能的室内蒸发排管，提供了良好的热传递和低空气阻力，既能降低能耗又有良好的除湿作用。直接传动的风机产生高制冷量和采暖的效能。独立的风机可减少冷量与热量的损耗，同时使室内环境更宁静更舒适。机组还配有定时化霜温控以防止结霜。冷凝盘管用格栅保护，以防止因冲击力而造成能效的减弱。该机器的能效比高达 2.7 以上，为用户带来可观的节能效益。

2) 酷暑严冬，适应性强。采用先进的技术，所以在酷暑 46℃ 的高温下，制冷运行照常达到设计指标。在严冬 -28℃ 的低温下，供热运行正常达到设计指标。

3) 多种规格，最佳匹配。机组规格多，能适用各种大小面积的场所，从 80~400m² 能获得最佳匹配。

4) 多种安装，灵活性大。机组的室内机有独特的优越性，它可以有上送风、下送风、水平左送风和水平右送风 4 种不同的出风方式。适应安装在壁橱内、地下室或大棚吊顶上。无论安装条件如何复杂，都能按用户的意愿任意放置。

5) 结构紧凑，外型美观。整体结构合理，零部件安排科学。机组内每个部件都有机地结合起来，以求达到最佳的制冷和采暖效果。机组外壳采用镀锌抛光铁制成，并加以电镀，以确保光洁美观，耐用及防水，深度防腐蚀，抗冷凝沥水盘防止漏水。机组采用底部出水，

防止水和不洁物在机内存结。

6) 高质完美, 舒适温馨。雷诺士牌 HP29 系列空调机组有多种可供客户选用的配件, 为客户提供了一个高质完美的舒适环境。

7) ECB29 电加热器。这是特别为老人、小孩和体弱客户增加冬季居室内的热效能而设计的, 它共有 8 种规格提供不同的热量。

8) 超能效温湿度控制器。使客户可以在不影响温度和能效的前提下, 自行或自动调节室内的相对湿度。

9) 电子空气除尘器。可使室内空气清新同时去除空气中的尘埃、污垢和杂质。

10) 电子温控。即使室内无人, 节能电脑控制程序可调节系统。

(2) LENNOX-G29M 系列燃气供热制冷机组特性

1) 系统组成。空调系统主要由风道部分和设备部分组成。风道部分包括送风系统、回风系统和新风系统。系统的设备部分包括一台室外机、一台室内机和一个温控器。室外机敞露安装于室外的设备平台或设备阳台上, 室内机组则安装在设备间中, 部分新风与部分室内回风混合后的空气, 在室内机组中经过冷却或加热处理后, 通过送风管、送风口均匀送至各个房间中, 再由回风口、回风管将室内空气集中送回室内机组。整个系统的运行由一个温控器来自动控制设备的起停和保持室内恒温。用户只需设定室内温度, 机组就会自动运行, 为用户提供最舒适的环境。

2) 系统类型。冬季由空调机组燃气制热后送风, 夏季由空调机组电制冷后送风。

3) 安装

① 安装简单。LENNOX 风道式家庭中央空调机组安装就位非常方便, 只需安装一台室外机和一台室内机。

② 调试简便。LENNOX 风道式家庭中央空调系统调试及试运行简便可靠, 没有水路系统, 无需试压, 机组调试及运行只要起动机组便可, 不需工程部门进行配合, 全风系统不会有“跑冒滴漏”现象, 安全可靠。

③ 配合维修。LENNOX 风道式家庭中央空调系统由各风道向各个房间送风, 系统可以根据住户装修的不同要求, 任意更改风口的位置, 而无需拆改系统, 与住户装修配合非常灵活。

4) 维修

① 维修量小。LENNOX 风道式家庭中央空调系统结构简单, 整个系统只有两台设备, 因此机组运行安全稳定, 维修量小。

② 维护保养容易。LENNOX 风道式家庭中央空调系统的维修保养, 均在室外平台、独立的设备间或设备吊柜内进行, 维修空间大, 易于操作。

5) 占用空间少, LENNOX 风道式家庭中央空调系统占地小, 装修配合简单, 安装效果理想。

① 需要吊顶面积小。LENNOX 风道式家庭中央空调系统采用风道送风, 一根风管可以同时向所在的房间及相邻的房间送风, 因此每户只有几个房间需要局部吊顶。

② 机组占地面积小。LENNOX 风道式家庭中央空调系统的设备部分只有一台室外机和一台室内机, 室外机尺寸为 616mm × 616mm, 室内机尺寸为 575mm × 540mm, 也可以卧吊在厨房或储藏间吊顶内, 从而不占用设备间位置, 占地更小。

6) 美观

① LENNOX 机组独特的室外机采用四面进风, 上出风形式, 放置在阳台上, 可用百叶或铁翼装饰而决不降低制冷效率, 对建筑外立面不会造成任何影响。

② LENNOX 机组独特的室内机可安装在设备间内。设备间除了检修无须开启, 安装效果很好, 而单冷热泵室内机还可以卧吊在厨房或储藏间的设备柜内, 与厨房或储藏间的吊柜融为一体, 安装效果美观。

③ LENNOX 风道式中央空调系统的居室内只有送风口, 没有各种外挂设备, 没有暖气片, 房间美观、整洁, 装修效果更出色。高档风口安装效果美观豪华, 使用于高档公寓。

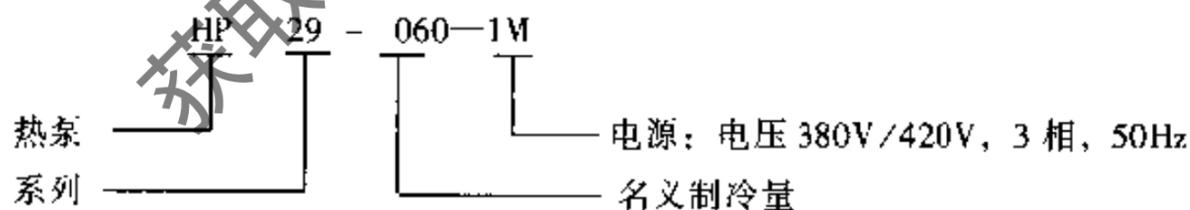
7) 舒适。LENNOX 风道式家庭中央空调系统为住宅及公寓带来的是全新的“享受型”家用空调理念, 空调系统采用恒温方式, 室温一直保持在一个非常舒适的环境中。由于采用低速送风, 没有冷硬的吹风感, 居室气流非常缓慢均匀流动, 使用群体均感舒适自然, 而不会有明显的室温感受差异。住户只需根据每个房间功能及使用者的需要, 在空调系统调试时对各个风口的送风量做少量细微调节, 精确满足每个人的感受要求之后, 在整个空调使用季节中将温度设定在一个舒适温度, 便可使家庭中的每个成员都感受到“如沐春风”的感觉。

① 独有新风系统。传统的空调方式是居室的空气由回风口经空调冷却后, 再从送风口高速吹出。这种房间局部空气“小循环”的调节方式和居室空气长时间密闭不流通的结果, 使房间空气污浊、冷热不均、舒适性差, 从而导致空调病的产生。LENNOX 风道式家庭中央空调系统独有新风系统, 将室外新鲜空气源源不断引入回风系统, 经充分混合降温后再送入各个房间, 因此, LENNOX 空调系统不但是整个居室“大循环”的调节方式, 更由于新风的不断补充, 使房间空气永远清新、健康。

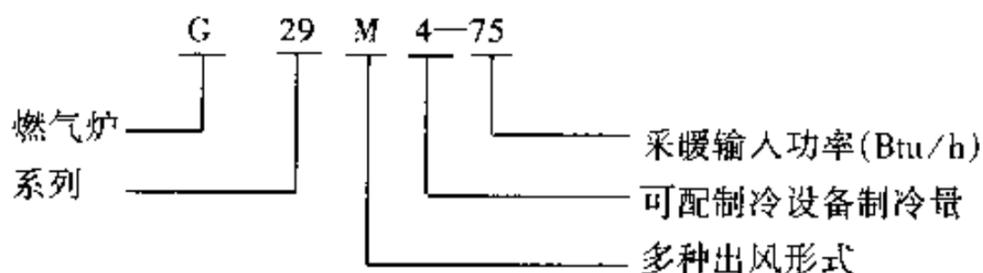
② 真正全静音。LENNOX 风道式家庭中央空调系统由于设备全部安装在室外阳台上、独立封闭的设备间或吊顶柜内, 因此房间内 (尤其是卧室) 绝无噪声。

3. 型号编制说明

(1) HP29 系列



(2) G29M 系列



4. LENNOX-HP29 系列分体热泵机组主要技术参数 (表 6-33)

5. LENNOX-G29M 系列燃气供热电制冷机组主要技术参数 (表 6-34)

表 6-33 美国雷诺士工业有限公司生产的 LENNOX-HP29 系列分体热泵机组主要技术参数

1) 制冷性能

室外机型号	制冷额定参数			室内机组型号 (上送风)
	制冷量/kW	输入功率/kW	性能系数 COP	
HP29-024	5.9	2.20	2.68	CB29M-21/26
HP29-036	9.0	3.25	2.77	CB29M-31/41
HP29-048	12.2	4.39	2.78	CB29M-51
HP29-060	14.4	5.80	2.49	CB29M-65
HP29-090	23.4	8.05	2.9	CB17-95V
HP29-120	30.7	11.07	2.8	CB17-135V

注: 1. 额定工况: 室外温度 35℃, 室外盘管进风干球温度 26.7℃, 湿球温度 19.4℃, 制冷剂管长 6m。
2. 室外机组为 HP-29 型, 室内机组为 CB29M 型, 可选用加热。

2) 供热性能

室外机型号	供热额定参数 (高温)			供热额定参数 (低温)			室内机组型号
	供热量/kW	输入功率/kW	性能参数 COP	供热量/kW	输入功率/kW	性能参数 COP	
HP29-024	5.8	1.8	3.12	3.4	1.5	2.23	CB29M-21/26
HP29-036	9.0	2.7	3.35	5.1	2.2	2.35	CB29M-31/41
HP29-048	11.0	3.5	3.19	6.4	2.7	2.34	CB29M-51
HP29-060	14.4	4.5	3.16	9.0	4.1	2.17	CB29M-65
HP29-090	21.9	6.42	3.4	12.7	4.99	2.6	CB17-95V
HP29-120	28.8	9.06	3.2	14.9	7.71	1.9	CB17-135V

注: 额定工况: 高温 - 室外干球温度 8.3℃, 湿球温度 6.1℃, 室内盘管进风干球温度 12.1℃。
低温 - 室外干球温度 - 8.3℃, 湿球温度 - 9.4℃, 室内盘管进风干球温度 21.1℃。

3) 技术参数

型号	HP29-024	HP29-036	HP29-048	HP29-060	HP29-090	HP29-120		
电 源	单相, 220V, 50Hz		3 相, 380V, 50Hz					
电压/V	198 ~ 264		342 ~ 362					
压缩机	额定电流/A	7.8	13.7	4.4	8.2	10	14.7	17.2
	起动电流/A	58	81	38	50	62	95	125
冷凝风 机 (单相)	满载电流/A	0.8	1.0	0.5	0.7	0.7	1.5	1.3 (2.6)
	起动电流/A	1.9	1.9	0.9	1.8	1.8	3	2.4 (4.8)
	输入功率/W	140	155	255	320	290	290	580

(续)

型 号	HP29-024	HP29-036	HP29-048	HP29-060	HP29-090	HP29-120
制冷剂添加量/kg	1.93	2.81	4.05	5.44	10.3	13.6
液体管接口尺寸/mm	9.5				15.9	
气体管接口尺寸/mm	15	19	22	29	34.9	
运输质量/kg	69	88	86	115	230	284

表 6-34 美国雷诺士工业有限公司生产的 LENNOX-G29M 系列燃气供热电制冷主要技术参数

1) 室外机

型 号	HS29-024	HS29-030	HS29-036	HS29-048	HS29-060	HS29-062	HS29-065
制冷量/kW	7.0	8.8	10.5	14.0	17.5	17.5	17.5
输入功率/kW	2.3	2.77	3.4	4.0	5.17	5.21	5.37
电源	单相, 220V, 50Hz			3相, 380V, 50Hz			
制冷剂	R22						
外型尺寸(长×宽×高/mm×mm×mm)	616×616×635	616×616×635	616×616×838	616×616×838	616×616×838	616×616×838	718×718×946
噪声/dB(A)	49	49	49	49	50	50	50
运输质量	67	71	75	89	96	115	115

2) 室内机

型 号	G29M2/3-75	G29M4-75	G29M3/4-100	G29M4/5-100	G29M4/5-120	G29M4/5-140
供热量/kW	17.6	17.6	23.9	23.9	28.1	32.8
耗气量(m ³ /h)	2.2	2.2	3.0	3.0	3.5	4.1
输入功率/kW	0.224	0.373	0.373	0.373	0.373	0.373
电源	单相, 220V, 50Hz					
煤气管尺寸/mm	13	13	13	13	13	13
烟道尺寸/mm	102	102	102	102	102	127
外型尺寸(长×宽×高/mm×mm×mm)	752×432×921	752×432×921	752×521×991	752×521×991	752×521×991	752×521×991
噪声/dB(A)	49	49	50	50	50	50
运输质量	61	64	79	79	79	86

6.8 美国瑞姆 (RHEEM) 制造公司

1. 产品概述

美国瑞姆 (RHEEM) 制造公司专业生产换热产品已 80 年, 其产品为美国宇航局配套产品。其产品自 1995 年开始进入中国市场, 生产两大系列户式中央空调:

- 1) SPKA-/SBHC 系列直冷式风冷热泵机组, 制冷量范围 10.5 ~ 17.58kW。
- 2) SPWC-/SHGF 系列直冷式风冷热泵机组, 制冷量范围 26 ~ 35kW。

2. 直冷式风冷热泵机组产品特性

- 1) 能效比高, 技术参数均由美国能源部 (DOC) 测定, 并满足美国各标准要求。
- 2) 外形尺寸小, 适用于新建及改建工程。
- 3) 噪声低, 满足美国 ARI 标准。
- 4) 工艺先进。采用美国 RHEEM 最先进的换热器制造技术和制造工艺。
- 5) 压缩机选用 COPELAND 压缩机。
- 6) 换热器为高效专利 MULTIFLEX 换热器。
- 7) 室外机及室外机换热器加装了高效保护罩, 能 100% 防止酸雨对换热器的腐蚀, 能 100% 防止换热器受到机械损伤, 使得机组寿命长达 20 年以上。
- 8) 风机采用美国通用电气电动机, SPKA-/SBHC 风机出口全压高达 127Pa, SPWC-SHGF 风机出口全压高达 400Pa。
- 9) 各种保护: 压缩机内置过热保护、排气压力高压保护、吸气低压保护、风机过载保护、延时保护等。

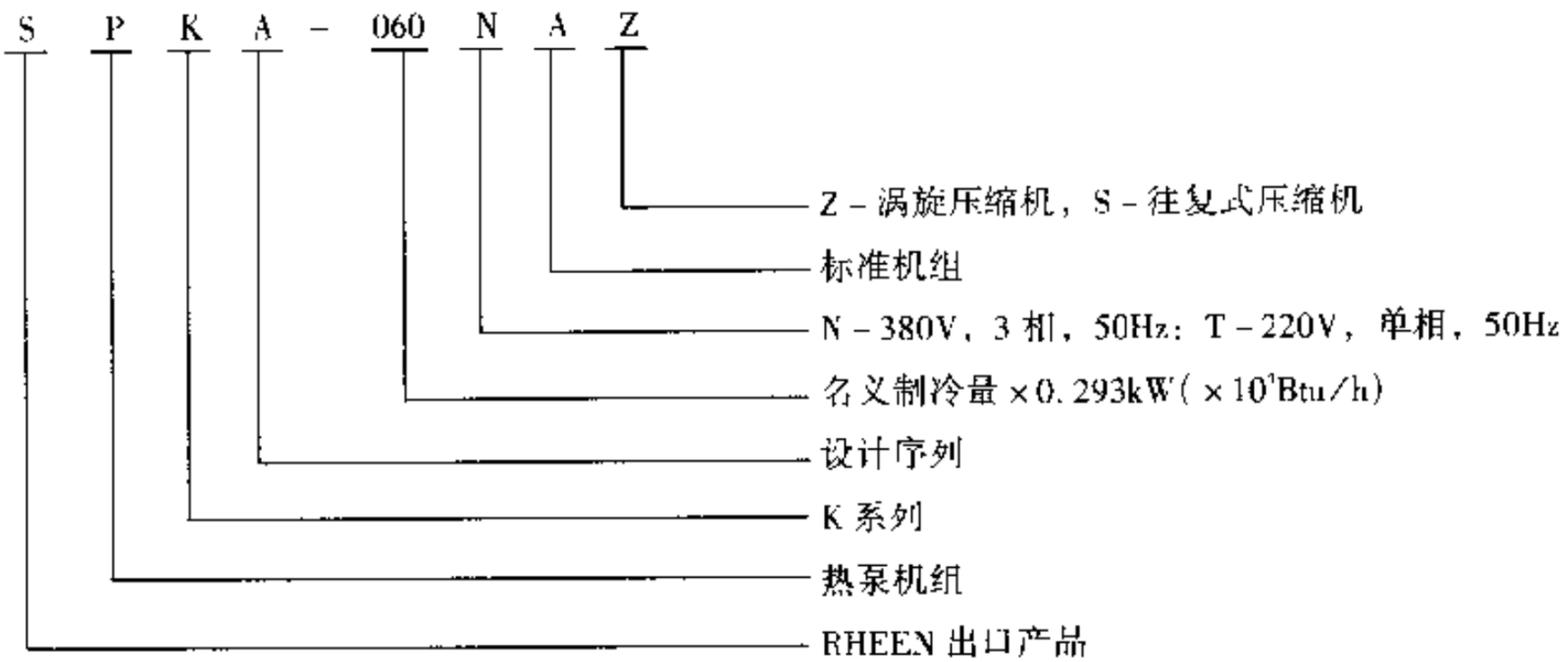
3. 直冷式风冷热泵户式中央空调系统特点

- 1) 室内机与室外机一对一搭配, 不能互换。
- 2) 室内机盘管直接蒸发冷却空气, 通过送风管、送风口与回风管、回风口构成室内空气循环。
- 3) 新风管直接接入室内机回风箱, 确保了室内人体健康对新风的要求。
- 4) 由于有了新风系统, 使得室内空气形成正压, 可将部分污浊空气排出室外, 每小时室内换气次数可根据具体要求进行设计, 保证了室内空气品质。
- 5) 室内机安装位置通常在卫生间、储藏柜、走廊、佣人房及车库等, 进一步降低了室内噪声。
- 6) 通过良好的送风管、回风管及气流组织设计, 使房间温度既均匀又稳定, 舒适性好。
- 7) 系统结构紧凑、能效比高、节能、操作方便、维修方便。
- 8) 可根据客户不同的使用方法, 设计不同的节能控制系统。
- 9) 除了定期清洗过滤网外, 几乎不需要其它维修。

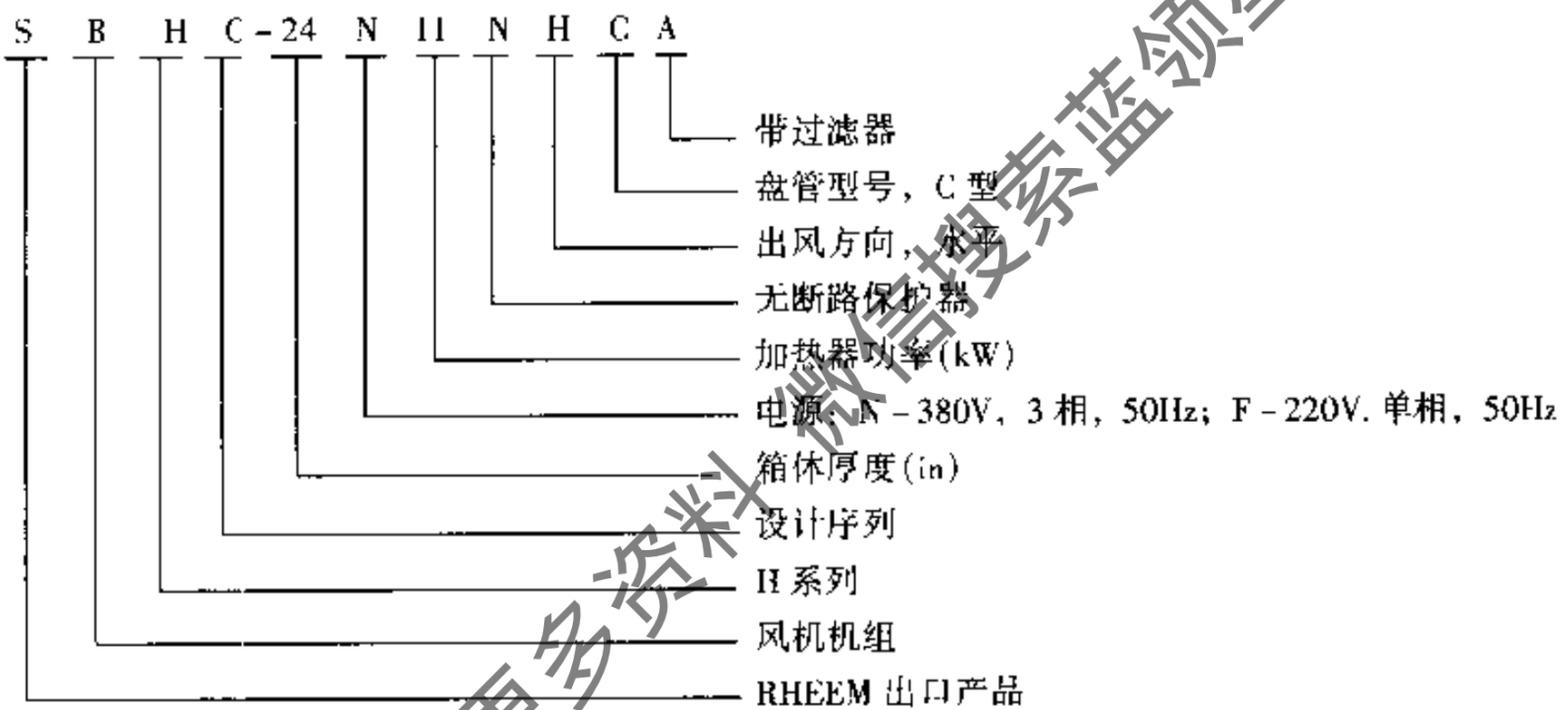
4. 产品选型指南

(1) 型号编制说明

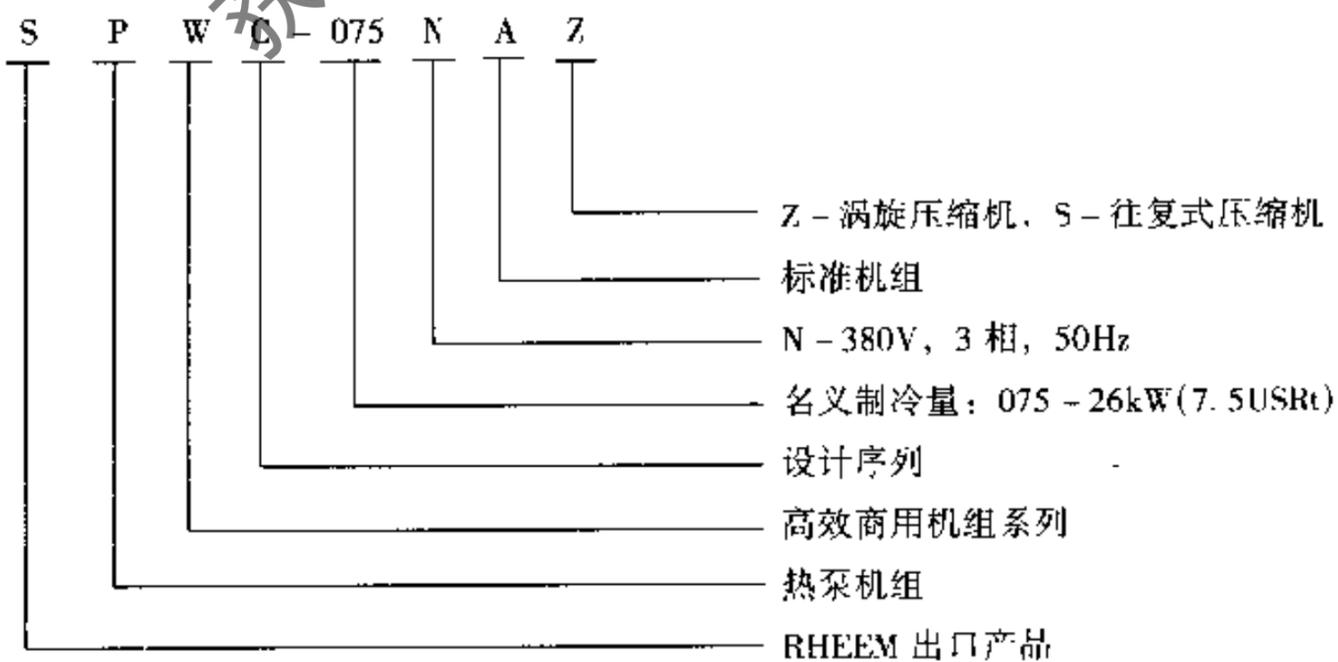
1)



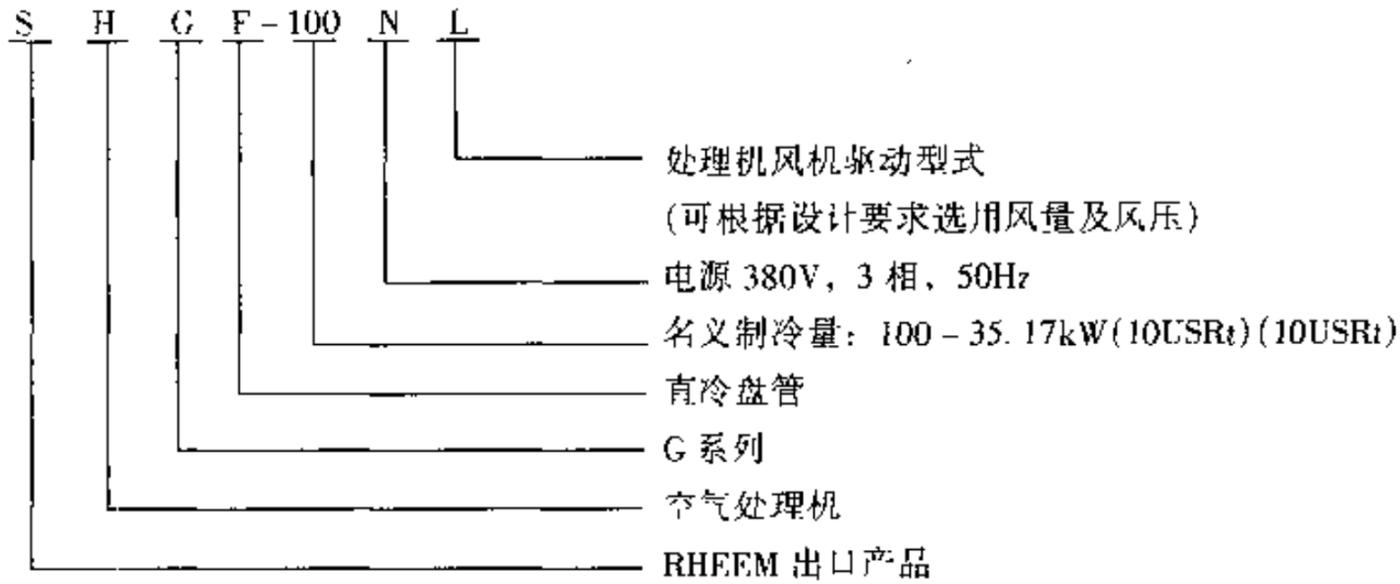
2)



3)



4)



(2) SPKA/SBHA 和 SPWC/SHGF 系列固定搭配 (表 6-35)

表 6-35 SPKA/SBHA 和 SPWC/SHGF 系列固定搭配

室外机规格	室外机尺寸/mm	质量/kg	室外机功率/kW	室内机规格	室内机尺寸/mm	质量/kg	室内机加热器功率/kW
SPKA-036	1081 × 787 × 680	102	3.1	SBHC-17	889 × 559 × 445	42	3.5
SPKA-042	1081 × 787 × 680	104	3.6	SBHC-21	889 × 559 × 533	49	7.0
SPKA-048	1081 × 787 × 680	111	4.2	SBHC-21	889 × 559 × 533	49	7.0
SPKA-060	1081 × 787 × 680	115	5.5	SBHC-24	889 × 559 × 622	57	10.5
SPWC-075	2032 × 787 × 908	208.5	8.2	SHGF-100	1321 × 1321 × 686	150	选用
SPWC-100	2032 × 787 × 908	231.3	10.0	SHGF-100	1321 × 1321 × 686	157	选用

注: 1. SPKA-036 ~ SPKA-060 室外机及 SBHC-17 ~ SBHC-24 室内机均备有 220V, 单相, 50Hz 和 380V, 3 相, 50Hz 电源。
 2. SPWC-075 及 SPWC-100 和 SHGF-100 处理机, 只有 380V, 3 相, 50Hz 电源。
 3. SPKA-048 ~ SPKA-060 室外机可用 SPAB-048 ~ SPAB-060 系列室外机替代, 其对应的室内机型号不变, 这两种室外机的区别是外形尺寸不一样, SPKA-036 ~ SPKA-060 外机为是卧式方形机, SPAB-036 ~ SPAB-060 系列外机为立式超薄机。尺寸、质量、功率见表 6-36。

表 6-36 SPAB 系列室外机尺寸、质量、功率

室外机型号	室外机尺寸 (长 × 宽 × 高/mm × mm × mm)	质量/kg	室外机功率/kW	室内机规格
SPAB-048N	1080 × 460 × 1270	105	4.2	SBHC-21
SPAB-060N	1080 × 460 × 1270	110	5.5	SBHC-24

5. SPKA/SBHC、SPWC/SHGF 系列直冷式风冷热泵机组主要技术参数 (表 6-37)

表 6-37 美国瑞姆 (RHEEM) 制造公司 SPKA/SBHC、SPWC/SHGF 系列直冷式风冷热泵机组主要技术参数

机组型号		制 冷						供热 (室内 21℃)					
		室内: 干球温度 26.5℃, 湿球温度 19.5℃ 室外: 干球温度 35℃						室外: 干球温度 8.5℃ 湿球温度 6℃			室外: 干球温度 8.5℃ 湿球温度 9.5℃		
室外机	室内机	冷量 /kW	净显 /kW	净潜 /kW	SFER	噪声	室内机风量 / (L/s)	热量 /kW	总功率 /kW	COP	热量 /kW	总功率 /kW	COP
SPKA-036	SBHC-17	8.7	6.6	2.1	10.2	7.8	525	8.64	2.85	3.02	5.10	2.34	2.18

(续)

机组型号		制 冷						供热 (室内 21℃)					
		室内: 干球温度 26.5℃, 湿球温度 19.5℃ 室外: 干球温度 35℃						室外: 干球温度 8.5℃ 湿球温度 6℃			室外: 干球温度 8.5℃ 湿球温度 9.5℃		
室外机	室内机	冷量 /kW	净显 /kW	净潜 /kW	SEER	噪声	室内机风量 / (1/s)	热量 /kW	总功率 /kW	COP	热量 /kW	总功率 /kW	COP
SPKA-042	SBHC-21	10.26	7.80	2.46	10.2	8.0	610	10.2	3.00	3.34	5.79	2.415	2.4
SPKA-048	SBHC-21	11.40	8.82	2.61	10.5	8.2	680	11.4	3.525	3.24	6.84	2.830	2.42
SPKA-060	SBHC-24	13.80	10.62	3.14	10.2	8.4	820	14.4	4.46	3.22	8.76	3.795	2.30
SPWC-075	SBCF-100	25.17	16.20	8.97	11.6	8.5	1416	21.00	5.8	3.62	11.20	4.7	2.38
SPWC-100	SBCF-100	34.11	21.48	12.63	11.41	8.6	1888	29.1	8.0	3.63	15.65	6.25	2.51

注: 1. SEER 为制冷季节能效比 = Btu/h/kW。

2. 标准工况下功率 = Btu/h/SEER。

6. SPWC 系列直冷式风冷热泵机组主要技术参数 (表 6-38)

表 6-38 美国瑞姆 (RHEEM) 制造公司 SPWC 系列直冷式风冷热泵机组主要技术参数

型号 SPWC	075	100
额定制冷量/kW	26	35
运行质量/kg	208.7	231.3
运输质量/kg	249.5	272.2
压缩机		
压缩机数量	1	
型式	涡旋式	
转速 (r/min)	3500	3500
冷却风机		
数量	2	2
风量	2926	2926
风机直径/mm	609.6	609.6
叶片数	3	3
驱动方式	直接	
电动机		
功率 (每一个) /W	248.6	248.6
型式	PSC	PSC
转速 (r/min)	1075	1075
换热器盘管		
数量	2	2
排数	1	1.5
翅片 (in) /片数	20/16	20/16
面积/m ²	4	4
翅片/管道材料	铝/铜	
管径/mm	9.5	9.5

(续)

制冷铜管		
气管/mm	28.6	34.5
液管/mm	12.7	15.9
箱体	静电喷涂	
	镀锌钢板	

6.9 美国天普·仕达 (TEMPSTAR)

1. 产品概述

美国天普·仕达 TEMPSTAR 是国际舒适性产品 (Internatiaonal Comfort Products 简称 ICP) 公司生产的国际著名品牌, ICP 是美国联合科技 (United Technology Corporation 简称 U.T.C) 机构成员之一, 上海芝普空调工程公司是 TEMPSTAR 中国总代理。TEMPSTAR 在中小型中央空调方面的产品主要包括以下系列:

- 1) 热泵式方型室外机 CHP 系列与热泵式超薄室外机 HDCH 系列。
- 2) 单冷式方型室外机 NAC 系列与单冷式超薄室外机 HDCA 系列。
- 3) 室内机 FCP 系列与商用分体式空气处理器 BMB 系列。
- 4) 热水盘管系列。
- 5) 室内豪华型煤气加热器 NTC 系列及相匹配的蒸发器 EPM 系列。
- 6) 可变换的二合一产品 PAB 系列、PA55 系列等。

2. 产品特性

(1) CHF 系列热泵式方型室外机产品特性

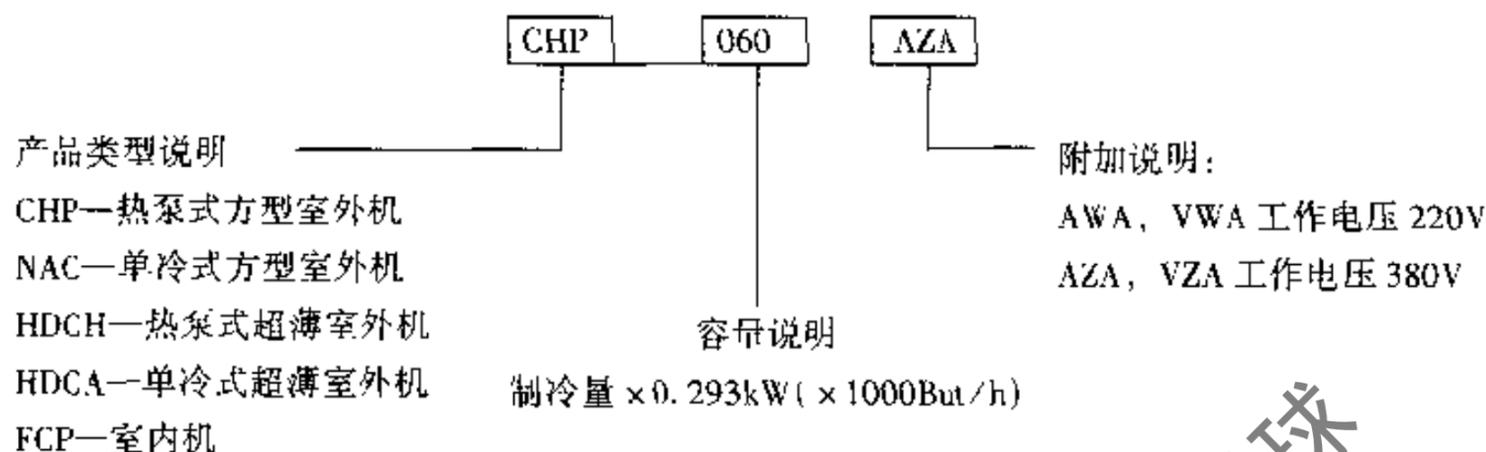
- 1) 铝散热片/铜管冷凝管比铝/铝盘管更耐用。烤漆涂层具有更强的抗腐蚀能力。
- 2) 三次喷漆的镀锌钢板是工业上最耐用的涂层。
- 3) 高效涡旋压缩机经久耐用。
- 4) 标准孔外部检测阀便于维修。
- 5) 低侧面矩形设计安装更容易。
- 6) 顶部出风设计是静音设计。
- 7) 高低压保护开关。
- 8) 定时控制/化霜温度和压缩机反循环定时器, 具有化霜时间微调。
- 9) 大型双流过滤器干燥器, 所有型号气管都配有分液储液器。
- 10) 最高可在环境温度 52℃ 下工作, 最低可在环境温度 -17.8℃ 下工作。

(2) DCH 系列热泵式超薄室外机产品特性

- 1) 压缩机, 在恶劣环境下性能良好。
- 2) 镀锌钢板, 三步喷漆工艺是当今最严格的喷漆工艺之一。
- 3) 建筑石料颜色, 外观颜色适宜多种外部设计。

- 4) 有标准孔的外部检测阀, 便于维修。
- 5) 铝散热片/铜管冷凝盘管, 比铝/铝盘管更耐用。
- 6) 可以在极端严酷的环境下工作, 最高可在 52℃ 制冷工作, 最低可在 -17.8℃ 供热工作。

3. 型号编制说明



4. CHP 系列热泵式方形室外机主要技术参数 (表 6-39)

表 6-39 美国天普·仕达 (TEMPSTAR) CHP 系列热泵式方形室外机主要技术参数

型 号		额定功率		输入功率/kW	电源 (V-相-Hz)	外形尺寸			质量/kg
		Btu/h	kW			长/mm	宽/mm	高/mm	
CHP018AWA	制冷	17900	5.2	2.0	220-1-50	683	639	686	69
	供热	19300	5.7	2.0					
CHP024AWA	制冷	23500	6.9	2.6	220-1-50	683	639	737	71
	供热	25200	7.4	2.5					
CHP036AWA	制冷	35000	10.3	3.8	220-1-50	842	761	839	98
	供热	36000	10.6	3.6					
CHP036AZA	制冷	35000	10.3	3.8	380-3-50	842	761	839	98
	供热	36000	10.6	3.6					
CHP048AZA	制冷	47500	13.9	5.0	380-3-50	899	848	1042	120
	供热	48000	14.1	4.3					
CHP060AZA	制冷	57000	16.7	6.4	380-3-50	899	848	839	127
	供热	62000	18.2	6.2					
CHP090SNLA	制冷	84800	24.9	8.8	380-3-50	896	1344	883	215
	供热	81000	23.7	7.9					
CHP120SNLA	制冷	111300	32.6	11.5	380-3-50	896	1344	883	215
	供热	108000	31.7	10.6					

注: 额定制冷量: 基于环境温度 35℃, 室内干球温度 26.70℃, 室内湿球温度 19.40℃。额定供热量: 基于环境温度 8.3℃。

5. HDCH 系列热泵式超薄室外机主要技术参数 (表 6-40)

表 6-40 美国天普·仕达 (TEMPSTAR) HDCH 系列热泵式方形室外机主要技术参数

型 号		HDCH36VWA	HDCH36VZA	HDCI48VZA	HDCH60VZA				
电力数据	电源 (V-相-Hz)	220-1-50	380/420-3-50						
	电压范围/V	198-242	342-462						
	电流/A	21.80	7.10	9.50	11.50				
压缩机	额定电流/A	15.90	4.60	6.70	7.80				
	堵转电流/A	94	32.80	46	55				
	制冷回路	1	1	1	1				
风扇	功率 (kW) × 数量	0.149 × 1	0.149 × 1	0.149 × 2	0.149 × 2				
	满载电流/A	1.90	0.76	0.76	0.76				
	堵转电流/A	3.70	1.56	1.56	1.56				
	直径/mm	457	457	457	457				
	转速/(r/min)	1075	1075	1075	1075				
	换热面积/m ²	0.64	0.64	1.03	1.03				
盘管	每 1mm 散热片一列	0.787	0.787	0.787	0.787				
	管径/mm	9.52	9.52	9.52	9.52				
	型号	R22	R22	R22	R22				
制冷剂	出厂充注	2.52	2.52	4.82	4.20				
	液气管/直径/mm	8.0/19.1	8.0/19.1	9.6/22.3	9.6/22.3				
型号	额定功率		输入功率/kW	电源 (V-相-Hz)	外形尺寸			质量/kg	
	But/h	kW			长/mm	宽/mm	高/mm		
HDCH36VWA	制冷	34800	10.2	3.9	220-1-50	1014	387	711	83
	供热	36000	10.0						
HDCH36VZA	制冷	34200	10.0	3.9	380-3-50	1014	387	711	83
	供热	34200	10.0						
HDCH48VZA	制冷	44300	13.0	4.7	380-3-50	1014	387	1106	111
	供热	44300	13.0						
HDCI60VZA	制冷	49500	14.5	5.5	380-3-50	1014	387	1106	117
	供热	49500	14.5						

注：额定制冷量：基于环境温度 35℃，室内干球温度 26.70℃，室内湿球温度 19.40℃。额定供热量：基于环境温度 8.3℃。

6.10 东芝开利有限公司

1. 产品概述

东芝于 1981 年首创变频式空调，历经 20 多年的发展，技术日趋成熟，产品也日趋完善。现在东芝在中国推广的产品主要有智慧型变制冷剂流量系统 - MMS 系列和数字式直流变频多联系统。

MMS 系列制冷量为 23.0 ~ 132.4kW (8 ~ 46HP)，室内机之间的高差可达 30m，最多可连接 40 台室内机。东芝最先进的第三代变频技术，加上 MMS 独特的变频及定速二合一压缩机，配以先进的微机控制，使其成为节能方面的佼佼者。

数字式直流变频多联系统室内机组，最大标准容量为 14.8kW (制冷量)、19.0kW (供

热量), 可连接 4 台室内机。采用数字直流变频技术, 节能效果非常显著。该设备采用环保制冷剂 R401A, 在同类产品中居于领先地位。

2. 数字式直流变频多联系统产品特性

1) 采用当今最先进的直流变频技术, 能源利用率极高。采用直流双旋转压缩机, 从而可以大大地节能并降低噪声。直流变频便于升压和转速控制, 数字技术可更加精确地控制电动机旋转速度。由东芝自行开发的直流混合式变频器, 采用 PAM (脉冲幅度调制) 与 PWM (脉冲宽度调制) 相结合的方法, 可同时达到大功率和高能效的两个目标。

2) 多种先进技术, 高效节能。凭着数字式双旋转压缩机、直流室内/室外机风扇电动机、直流混合式变频器及环保制冷剂 (R401A) 等多项高新技术, 东芝变频多联系统拥有无与伦比的优异的能效比 (COP)。与传统的多联系统相比, 东芝的新型变频多联系统, 在最低负荷运行时的耗电量仅为定速系统的 50%。

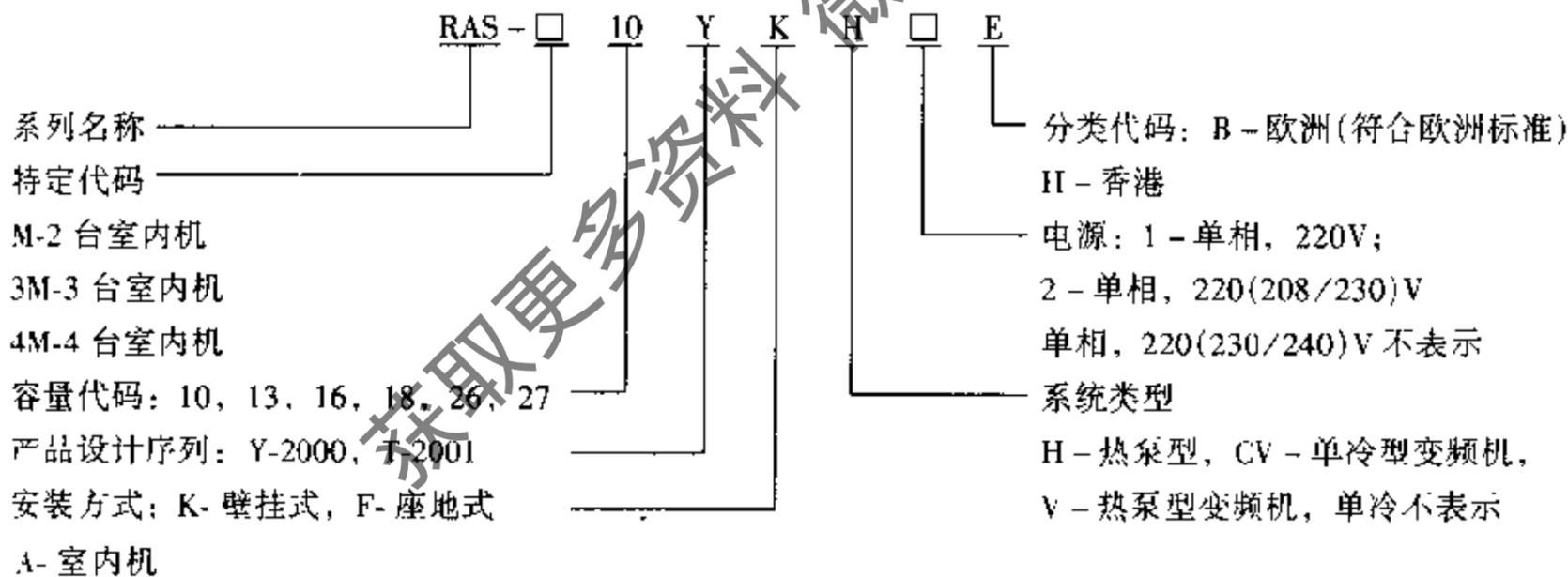
3) 采用环保制冷剂。使用 R401A 环保制冷剂, 不对臭氧层造成破坏, 同时可以通过降低能耗而减少二氧化碳排放量。

4) 安装简单, 节省安装空间。室外机质量仅为传统定速机器的 80%, 体积也仅为传统定速机器的 80%。质量轻、体积小, 加上预充的制冷剂使安装简单、快捷。

5) 室内机设计时尚化。室内机的双效过滤器可同时滤清空气和去除异味。电子过滤器用于去除烟雾、细菌和花粉等微小颗粒, 而活性炭则用于吸收异味。采用电脑设计的风扇, 扇距和角度理想, 扇叶可以极大地增加风量, 并同时减少风扇噪声。

3. 产品选型指南

(1) 型号编制说明



(2) 机组的使用范围。夏季室外温度 10 ~ 43℃; 冬季室外温度 - 10 ~ 21℃。

4. 数字式直流变频多联系统主要技术参数 (表 6-41)

表 6-41 东芝开利有限公司数字式直流变频多联系统主要技术参数

系统	单冷/热泵		
室内机	RAS-M10YKV-E RAS-M13YKV-V	RAS-M10YKV-E, RAS-M13YKV-E, RAS-M16YKV-E	RAS-M10YKV-EX2, RAS-13YKV-E, RAS-M16YKV-E
室外机	RAS-M18YAV-E	RAS-3M26YAV-F	RAS-4M27YAV-E
电源	220V ~ 240V, 单相, 50/60Hz		
制冷量/kW	1.4 ~ 6.2	3.8 ~ 8.9	4.0 ~ 9.2

(续)

系统		单冷/热泵							
型号	室内机	RAS-M10YKV-E RAS-M13YKV-V		RAS-M10YKV-E, RAS-M13YKV-E, RAS-M16YKV-E			RAS-M10YKV-EX2, RAS-13YKV-E, RAS-M16YKV-E		
	室外机	RAS-M18YAV-E		RAS-3M26YAV-E			RAS-4M27YAV-E		
耗电量/kW		0.26 ~ 2.17		0.95 ~ 2.95			0.93 ~ 2.9		
供热量/kW		0.9 ~ 8.7		2.0 ~ 10.8			2.2 ~ 11.0		
耗电量/kW		0.17 ~ 2.45		0.38 ~ 2.8			0.45 ~ 2.85		
制冷/供热 COP		3.02/3.62		3.33/3.53			3.20/4.00		
室内机		RAS-M10 YKV-E	RAS-M13 YKV-E	RAS-M10 YKV-E	RAS-M13 YKV-E	RAS-M16 YKV-E	RAS-M10 YKV-E	RAS-M13 YKV-E	RAS-M16 YKV-E
外形尺寸	长/mm	790	790	790	790	790	790	790	790
	宽/mm	189	189	189	189	189	189	189	189
	高/mm	265	265	265	265	265	265	265	265
质量/kg		8	8	8	8	8	8	8	8
运行噪声/dB(A) (高/中/低)	制冷	36/33/30	39/35/30	36/33/30	39/35/30	42/38/33	36/33/30	39/35/30	42/38/33
	供热	39/35/30	40/35/30	39/35/30	40/35/30	42/39/33	39/35/30	40/35/30	42/39/33
风量/(m ³ /h) (高/中/低)	制冷	470/440/ 380	520/470/ 380	470/440/ 380	520/470/ 380	600/520/ 400	470/440/ 380	520/470/ 380	600/520/ 400
	供热	520/470/ 390	560/470/ 390	520/470/ 390	560/470/ 390	—	520/470/ 390	560/470/ 390	—
室外机		RAS-M18YAV-E		RAS-3M26YAV-E			RAS-4M27YAV-E		
外形尺寸	长/mm	780		900			900		
	宽/mm	270		320			320		
	高/mm	550		795			795		
质量/kg		44		64			65		
连接管道	连接管道类型	喇叭口		喇叭口			喇叭口		
	室内机	RAS-M10 YKV-E	RAS-M13 YKV-E	RAS-M10 YKV-E	RAS-M13 YKV-E	RAS-M16 YKV-E	RAS-M10 YKV-E	RAS-M13 YKV-E	RAS-M16 YKV-E
	液管/mm	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35
	气管/mm	9.52	9.52	9.52	9.52	12.70	9.52	9.52	12.70
	室外机 A 组/mm	6.35/9.52		6.35/12.7			6.35/12.7		
	B 组/mm	6.35/9.52		6.35/9.52			6.35/9.52		
	C 组/mm	—		6.35/9.52			6.35/9.52		
	D 组/mm	—		—			6.35/9.52		
最大管长(每组)/m		20		25			25		
最大管长(总长)/m		30		50			70		
最大不用增加 制冷剂管长/m		30		50			70		
最大高度差/m		10		15			15		
制冷剂	类型	R401A		R401A			R401A		
	注入量/kg	1.15		2.4			2.4		

注: 制冷工况: 室内干球温度 27℃, 湿球温度 19℃; 室外干球温度 35℃, 湿球温度 24℃。供热工况: 室内干球温度 20℃, 室外干球温度 7℃, 湿球温度 6℃。

6.11 日立公司

1. 产品概述

日立公司开发了 SET-FREE 智能变频家用中央空调系统，特别适用于各种高档楼宇。自推出以来，已广泛应用于商务楼、高级自动化办公楼、医院、酒店、通信、电信、高级住宅等场所。

日立变频空调系统共开发出了 FSG/FSG1（环保型）和 FS3/FS5（标准型）两大系列 7 种不同容量型号的室外机，7 种形式（藏天花板内置风管式、四面出风嵌入式、二面出风嵌入式、挂墙式、座地式、座地入墙式和吊天花板式）37 种型号，2.3~28.6kW 多种规格的室内机。日立 SET-FREE 室内外机的配置容量可达到 130%，室内机与室外机之间高度差最大 50m（当室外机安装低于室内机时最大 40m），制冷剂管长可至 100m，可在 -15~43℃ 范围之间正常运行。

2. 产品特性

1) 日立 SET-FREE 智能变频家用中央空调系统，采用 IPM 智能型变频功能模块，即 IGM + 自我保护及消声系统使其噪声全面降低，更大的优点是因采用了保护装置，使其压缩机和变频器不会由于系统故障而产生连锁反应，极大地降低了机器的维修费用。

2) 日立 SET-FREE 变频空调可实现在 30~150Hz 之间 85 级变频，为真正的无级变频。

3) 日立 SET-FREE 室外机风扇采用独特的 16 级调速，以配合室外压缩机的多级变频，从而保证压缩机排出压力稳定，持久性和可靠性增强，减少故障发生。

4) 日立 SET-FREE 的 46.4kW（16 匹）和 57.7kW（20 匹）为整机出厂，整机结构更紧凑，机身质量减轻。整机出厂避免了增加一个功能机，匹配 3 组制冷剂管，增加焊接施工点的情况。整机较之模块式室外机更具先进性，制冷系统更完善。

5) 日立 SET-FREE 特有的“同径化配管系统”可使整个系统的配管尺寸标准化，以配合主制冷剂管的规格，使将来系统改良及室内机增减简单化。

6) 降低制冷剂对臭氧层的破坏，日立 SET-FREE 推出 R407C 环保制冷剂。日立 FSG 系列（使用 R407C）和 FS3 系列（使用 R22）的室内机通用，可大大降低替代价格，节约购买费用。

7) 为了更好地满足用户的需要，SET-FREE 特别设计了人性化的 DIP 调节设定开关。日立部分室内机增加了此开关，当室内负荷增加或减少时，可通过 DIP 开关，增加或降低室内机容量 0.7325kW（0.25 匹）来达到用户要求。这是由于室内机使用了日立高精度的电子膨胀阀和高效率的室内散热器，才能达到如此调节。

8) 日立 SET-FREE 具有独特的夜间运行设置功能，使满负载运行时噪声同白天正常运转相比降低 5dB（A）。

9) 日立 SET-FREE 所使用的涡旋压缩机具有部件少、效率高、噪声低、室外机体积小和质量轻，室内机机身薄，造型优雅，可任意安装在有限空间的天花板内。

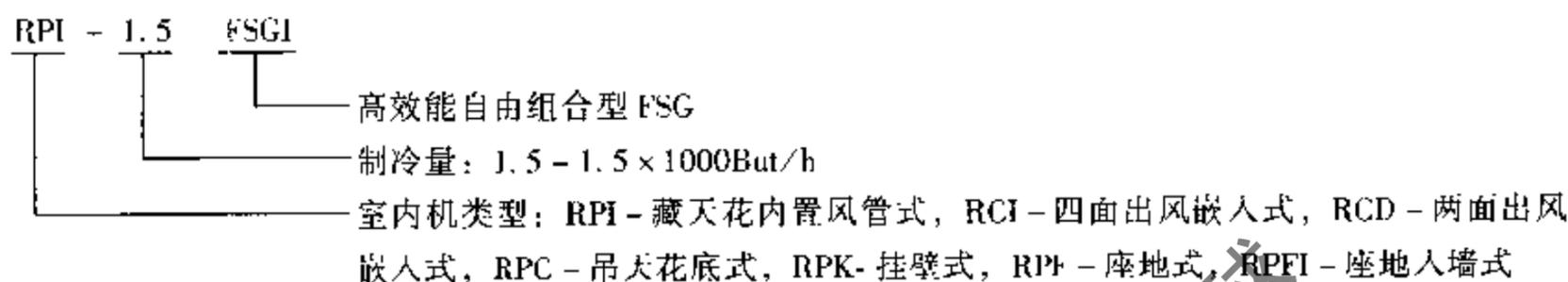
10) 日立 SET-FREE 共有无线遥控器、液晶遥控器、中央集控器、七天时控器等 5 种遥控装置。无线遥控器、液晶能遥控器最多能同时控制 16 台室内机；中央集控器能控制 16 台简易遥控器或多功能遥控器；七天时控器可进行一星期内每天的开机/停机运行程序设定，

在每一天能同时设定 3 个开关时间。用户可根据不同的需要及喜好进行选择。

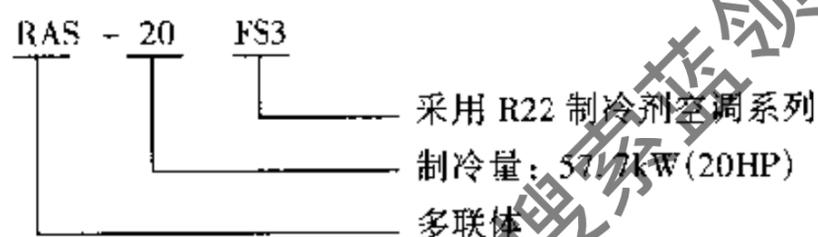
11) 在多套系统同时运行时,为了更好的管理和监控,日立具有智能网络化控制系统 CS-NET。最多 16 台室外机可以连接至一个 ISA 服务器上,最多 6 个 ISA 连接一个 PC 电脑,通过电脑界面可同时监控 1536 台室内机。制冷循环的压力、温度,压缩机频率等运转参数一目了然,并可将来故障代码自动记录。

3. 型号编制说明

(1) 日立 SET-FREE 室内机



(2) 日立 SET-FREE 室外机



4. FSG 系列变频户式中央空调主要技术参数 (表 6-42)

表 6-42 日立公司 FSG 系列变频家用中央空调主要技术参数

型 号		RAS-5FSG	RAS-8FSG	RAS-10FSG	RAS-16FSG	RAS-20FSG	RAS-24FSG1	RAS-30FSG1
使用电源		交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz; 220V, 60Hz			交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz; 220V, 60Hz		交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz	
制冷量 (1)	kW	14.5	23.3	29.1	46.4	57.7	70.0	87.3
	kcal/h	12500	20000	25000	39900	49600	60200	75000
	Btu/h	49500	79500	9930	153300	196800	238800	297600
制冷量 (2)	kW	14.1	22.6	28.3	45.0	56.0	69.0	85.0
	kcal/h	12100	19400	24300	38700	48160	59300	73100
	Btu/h	48100	77100	96600	153400	190900	235300	290000
供热 量	kW	16.3	26.1	32.6	50.00	63.0	77.5	95.0
	kcal/h	14000	22400	28000	43000	54180	66600	81700
	Btu/h	55600	89100	111300	170400	214700	264200	324200
外壳 颜色	合成烤漆镀锌钢板, 米黄色 (2.5 ¥ 8/2)				合成烤漆镀锌钢板, 米黄色 (2.5 ¥ 8/2)		合成烤漆镀锌钢板, 米黄色	
噪声 (最大) /dB (A)		52	56	58	61	62	63	64
外形尺寸 (长 × 宽 × 高 /mm × mm × mm)		1645 × 630 × 750	1645 × 950 × 750	1645 × 950 × 750	1645 × 1910 × 750	1645 × 1910 × 750	1645 × 2870 × 750	1645 × 2870 × 750
机组净质量 /		190	275	280	485	540	790	820
制冷剂流量控制		R407C 微机控制电子膨胀阀			R407C 微机控制电子膨胀阀		R407C 微机控制电子膨胀阀	

(续)

型号	RAS-5FSG	RAS-8FSG	RAS-10FSG	RAS-16FSG	RAS-20FSG	RAS-24FSG1	RAS-30FSG1
使用电源	交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz; 220V, 60Hz			交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz; 220V, 60Hz		交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz	
型式	全封闭 (涡旋式)			全封闭 (涡旋式)		全封闭 (涡旋式)	
压缩机	型号	G402DHV	G402DHVM + G401DHM	G402DHVM + G401DHM	G402DHVM + G601DHM × 2	G402DHVM + G401DHM × 3	
数量/台	1	1+1	1+1	1+1×2	1+1×3	4	4
电动机输出功率 (级数)/kW	3.0(2)	3.0+3.0(2)	3.0+3.75 (2)	3.0+4.4 (2)×2	3.0+4.4 (2)×3	3.0(4)× 1+4.4(2)×1	3.0(4)× 1+4.4(2)×1 +5.5(2)×2
换热器	多层皱纹翅片管			多层皱纹翅片管		多层皱纹翅片管	
冷凝器	型式	螺旋扇叶			螺旋扇叶		螺旋扇叶
数量/台	1	1	1	2	2	3	3
风量/(m ³ /min)	87	138	172	278	344	426	531
制冷剂管道	喇叭型接头连接(具有喇叭型接头)			喇叭型接头连接 (具有喇叭型接头)		喇叭型接头连接 (具有喇叭型接头)	
液管管径/mm	9.53	12.7	12.7	15.88	15.88	19.05	22.2
气管管径/mm	19.05	22.2 或 25.4	25.4 或 28.6	28.6 或 31.75	34.92 或 38.1	38.1	44.45
制冷剂注入量/kg	5.4	10.0	11.5	16.0	22.0	25.0	28.5
电线孔道电源线/mm	56	56	56	56	56	70	70
控制线/mm	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
室内外机的连接线	2	2	2	2	2	2	2
包装体积/m ³	0.99	1.46	1.46	2.85	2.85	4.32	4.32

注: 1. 表中制冷量和供热量是日立标准分体式系统的组合能量, 并依据日本 JISA 标准 B8616-1984。

1) 制冷工况: 室内回风干球温度 27℃, *1) 湿球温度 19.5℃, *2) 湿球温度 19.0℃, 室外进风干球温度 35℃。

2) 供热工况: 室内回风干球温度 20℃; 室外进风湿球温度 7℃, 6℃; 管道长度 5m, 管道高度差 0m。

2. 噪声根据下列工况测定: 距离地面上 5m, 及距离机修门表面 1m 处。使用电源 380V。如果使用 415V 电源, 噪声会增加大约 1dB(A)。上述参数是在无反射回声的消声室内进行测量, 因此在现场必须计入反射回声的影响。

3. 各种室外机使用不同电源 380 ~ 415V, 50Hz, 380V, 60Hz 均有不同设计, 因此当定货时请说明所需电源。

4. 使用 220V, 60Hz 的室外机, 其净质量较表中数据轻 20kg 左右。

FS3 系列变频户式中央空调主要技术参数(表 6-43)

表 6-43 日立公司 FS3 系列变频家用中央空调主要技术参数

型号	RAS-5FS3	RAS-8FS3	RAS-10FS3	RAS-16FS3	RAS-20FS3	RAS-24FS5	RAS-30FS5
使用电源	交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz; 220V, 60Hz			交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz; 220V, 60Hz		交流 3 相, 380 ~ 415V, 50Hz 380V, 60Hz	
制冷量 * 1)	kW 14.5	23.3	29.1	46.4	57.7	70.0	87.3
	kcal/h 12500	20000	25000	39900	49600	60200	75000
	Btu/h 49500	79500	9930	153300	196800	238800	297600
制冷量 * 2)	kW 14.1	22.6	28.3	45.0	56.0	69.0	85.0
	kcal/h 12100	19400	24300	38700	48160	59300	73100
	Btu/h 48100	77100	96600	153400	190900	235300	290000
供热量	kW 16.3	26.1	32.6	50.00	63.0	77.5	95.0
	kcal/h 14000	22400	28000	43000	54180	66600	81700
	Btu/h 55600	89100	111300	170400	214700	264200	324200

(续)

型 号		RAS-5FS3	RAS-8FS3	RAS-10FS3	RAS-16FS3	RAS-20FS3	RAS-24FS5	RAS-30FS5
外壳 颜色		合成烤漆镀锌钢板, 米黄色 (2.5 Y 8/2)			合成烤漆镀锌钢板, 米黄色 (2.5 Y 8/2)		合成烤漆镀锌钢板, 米黄色	
噪声 (最大) /dB (A)		52	56	58	61	62	63	64
外形尺寸 (长×宽×高 /mm×mm×mm)		1645×630 ×750	1645×950 ×750	1645×950 ×750	1645×1910 ×750	1645×1910 ×750	1645×2870 ×750	1645×2870 ×750
机组净质量/		190	275	280	485	540	790	820
制冷剂流量控制		R22 微机控制电子膨胀阀			R22 微机控制电子膨胀阀		R22 微机控制电子膨胀阀	
型式		全封闭 (涡旋式)						
压 缩 机	型号	401DHV	401DHVM + 401DHM	401DHVM + 500DHM	401DHVM + 600DHM × 2	401DHVM + 600DHM × 3	4	4
	数量/台	1	1+1	1+1	1+1×2	1+1×3	4	4
	电动机输出 功率 (级数) /kW	3.0(2)	3.0+3.0(2)	3.0+3.75 (2)	3.0+4.4(2) ×2	3.0+4.4(2) ×3	3.0(4)×1 +4.4(2)×1 +5.5(2)×2	3.0(4)×1 +4.4(2)×1 +7.5(2)×2
换热器		多层皱纹翅片管						
冷 凝 器 风 扇	型式	螺旋麻叶						
	数量/台	1	1	1	2	2	3	3
	风量 / (m ³ /min)	87	138	172	278	344	426	531
制冷剂管道		喇叭型接头连接 (具有喇叭型接头)			喇叭型接头连接 (具有喇叭型接头)		喇叭型接头连接 (具有喇叭型接头)	
液管管径/mm	9.53	12.7	12.7	15.88	15.88	19.05	22.2	
气管管径/mm	19.05	22.2 或 25.4	25.4 或 28.6	28.6 或 31.75	34.92 或 38.1	38.1	44.45	
制冷剂注入量/kg	5.4	10.0	11.5	16.0	22.0	25.0	28.5	
电线孔道电源线/mm	56	56	56	56	56	70	70	
控制线/mm	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	
室内外机的连接线	2	2	2	2	2	2	2	
包装体积/m ³	0.99	1.46	1.46	2.85	2.85	4.32	4.32	

注: 1. 表中制冷量和供热量是日v标准分体式系统的组合能量, 并依据日本 JISA 标准 B8616-1984。

制冷二况: 室内回风干球温度 27℃, * 1) 湿球温度 19.5℃, * 2) 湿球温度 19.0℃, 室外进风干球温度 35℃。

供热二况: 室内回风温度, 干球温度 20℃, 室外进风温度, 湿球温度 7℃; 管道长度 5m, 管道高度差 0m。

2. 噪声根据下列工况测定: 距离地面 1.5m, 距离机修门表面 1m 处。使用电源 380V。如果使用 415V 电源, 噪声会增加大约 1dB (A)。上述参数是在无反射回声的消声室内进行测量, 因此在现场必须计入反射回声的影响。

3. 各种室外机使用不同电源 380~415V, 50Hz, 380V、60Hz 均有不同设计, 因此当定货时请说明所需电源。

4. 使用 220V、60Hz 的室外机, 其净质量较表中数据轻 20kg 左右。

6.12 青岛海尔空调电子有限公司

青岛海尔空调电子有限公司生产的海尔 H-MRV 家庭变频中央空调室外机有 3HP、5HP、6HP 三种规格, 制冷量分别为 7.5kW、12kW、14kW, 供热量分别为 8.5kW、14kW、16.5kW, 室内机有 6 大系列 (吊顶落地式、卡式暗藏式、壁挂式、柜机、四面出风嵌入式、

双热源式) 37 种类型, 一台室外机最大可控制 6 台室内机, 采用 220V、50Hz 单相电源。

1. 产品特性

(1) 品种多、系列全、组合更随意

1) 内外机型变化多样。室内机款多大 6 大系列 37 种, 更兼有 3HP、5HP、6HP 等多种功率的室外机, 便于不同房型和装修布局的选择和组合, 配合各种装潢风格。

2) 全面灵活、轻松如意。一台室外机最大可控制 8 台室内机, 最小为 0.8HP, 最大为 3HP, 以适应室内环境的不同要求, 更适合于复式住宅与高级别墅的户型结构。

3) 科学规划、众多选择。海尔 H-MRV 空调采用先进的电脑测量规划设计系统, 为客户量体订制, 可胜任各种应用场合, 根据客户的房间面积、户型特点、经营范围等实际需要, 灵活搭配, 任意调节, 套餐式设计随意组合, 安装便捷, 操控简易。

(2) 人性化设计、贴心更舒适

1) 豪华造型、美化空间。外观造型设计线条流畅, 色调精雅, 机体纤巧, 美观整洁, 与空间装潢完美结合, 浑然一体。单一室外机, 安装简便, 美化住宅外部空间。多种内机形式可供选择, 可为多居室设计豪华空调。

2) 静音除尘、健康体贴。出色的静音处理, 在令人愉快的超静音状态下正常运转, 工作时最低噪声仅为 30dB (A), 适宜各种家庭的舒适所需。海尔 H-MRV 空调采用负离子发生技术 (挂机、柜机), 在调温的同时释放适量负离子, 不仅有效滤除空气中的灰尘、异味, 更可杀灭病菌, 增加人体携氧抗病能力; 多元光触媒技术可吸附室内因装修产生的各类气体, 是最新一代健康型空调。

3) 鲜氧供应。氧吧家庭中央空调独特的 PSA 制氧系统, 让室内的新风富含大量的氧气, 可实现现代家居的新风及氧气需要。

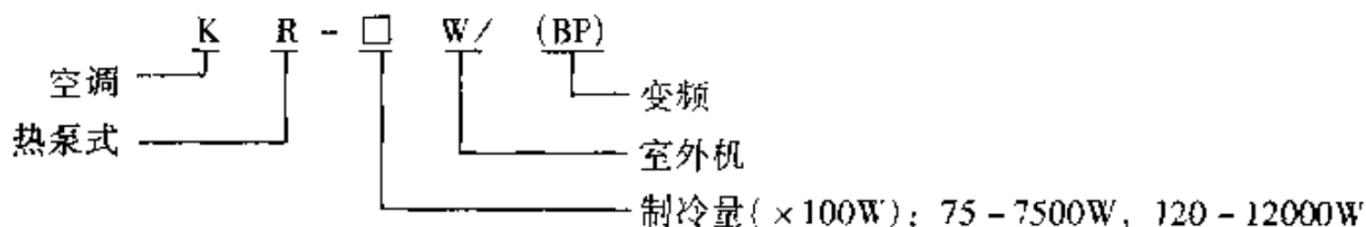
(3) 智能变频, 高效运转更节能

1) 独立控制, 自由便捷。海尔 H-MRV 空调可实现多台室内机组的集中控制管理, 同时具备多种控制管理模式; 面板控制、无线遥控、有线遥控、终端控制、网络控制等, 操作简便灵活, 可根据实际需要随意调节, 大大降低运行成本。

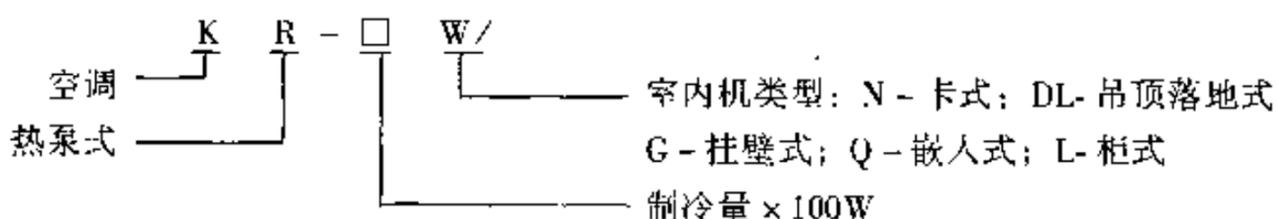
2) 变频运转、经济节省。采用变频技术及电子膨胀阀技术, 合理控制空调机运转, 大幅降低能耗, 比购买多套单体空调大大降低运行费用和购买费用。

2. 型号编制说明

(1) 室外机



(2) 室内机



3. 家庭变频中央空调主要技术参数 (表 6-44)

表 6-44 青岛海尔空调电子有限公司家庭变频中央空调主要技术参数

(1) 室内机

KR-W	KR-75W (BP)	KR-120W (BP)	KR-1400W (BP)	
电源	单相, 50Hz, 220V			
制冷量/W	7500	12000	14000	
供热量/W	8500	14000	16500	
风量/(m ³ /h)	3600	6500	6500	
总质量/kg	74	91	125	
噪声/dB (A)	≤58	≤59	≤59	
制冷剂 (R22) 充注量/g	2200	1600 × 2	6500	
外形尺寸/mm	830 × 960 × 380	1225 × 960 × 380	1225 × 960 × 380	
配管 管径	气管/mm	15.88	15.88	19.05
	液管/mm	9.52	9.52	9.52

(2) 室内机

1) 卡式:

KR-N	18	25	32	40	50	
电源	单相, 50Hz, 220V					
制冷量/W	1800	2500	3200	4000	5000	
供热量/W	2400	3000	4000	5000	6000	
风量/(m ³ /h)	420	520	650	700	1000	
总质量/kg	14.6	14.5	16	23	24	
噪声/dB (A)	≤36	≤36	40/38/36	41/39/36	41/39/36	
外形尺寸/mm	633 × 225 × 450	783 × 225 × 450	813 × 225 × 450	933 × 225 × 450	1228 × 225 × 450	
配管 管径	气管/mm	9.52	9.53	12.7	12.7	15.88
	液管/mm	6.25	6.35	6.35	6.35	9.52

2) 吊顶落地式:

KR-DL	50	总质量/kg		30
电源	单相, 50Hz, 220V	噪声/dB (A)		48/44/38
制冷量/W	5000	外形尺寸/mm		990 × 655 × 199
供热量/W	6000	配管 管径	气管/mm	15.88
风量/(m ³ /h)	900		液管/mm	9.52

3) 挂壁式:

KR-G		18	25	32	40	56
电源		单相, 50Hz, 220V				
制冷量/W		1800	2500	3200	4000	6500
供热量/W		2400	3000	4000	5000	6000
风量/(m ³ /h)		400	420	500	600	800
总质量/kg		7.2	7.2	7.6	11	14
噪声/dB (A)		39/36/30		39/37/30	41/38/33	47/45/42
外形尺寸/mm		795 × 265 × 182		795 × 265 × 182	938 × 265 × 182	1100 × 3300 × 205
配管 管径	气管/mm	9.52		12.7		15.88
	液管/mm	6.35		6.35		9.52

4) 嵌入式:

KR-Q		32	40	50
电源		单相, 50Hz, 220V		
制冷量/W		3200	4000	5000
供热量/W		4000	5000	6000
风量/(m ³ /h)		700	700	900
总质量/kg		30	30	29 + 3.5
噪声/dB (A)		41/39/35		43/42/39
外形 尺寸	机身/mm	570 × 276 × 570		660 × 260 × 600
	面板/mm	630 × 80 × 630		750 × 80 × 750
配管 管径	气管/mm	12.7		15.88
	液管/mm	6.35		9.52

5) 柜式:

KR-L		KR-50L/A (F)	KR-50L/ (JXF)
电源		单相, 50Hz, 220V	
制冷量/W		5000	5000
供热量/W		6000	6000
风量/(m ³ /h)		900	900
总质量/kg		36	43
噪声/dB (A)		48/45/39	48/44/39
外形尺寸/mm		1746 × 560 × 250	1755 × 500 × 290
配管 管径	气管/mm	15.88	15.88
	液管/mm	9.52	9.52

6) 双热源:

KR-L		32	50
电源		单相, 50Hz, 220V	
制冷量/W		3200	5000
供热量/W		4000/4500	6000/6700
风量/(m ³ /h)		700	1000
总质量/kg		20.8	27.9
噪声/dB (A)		≤42.6	≤47.6
外形尺寸/mm		863 × 225 × 556	1233 × 225 × 556
配管 管径	气管/mm	12.7	15.88
	液管/mm	6.35	9.52

6.13 广东美的商用空调设备有限公司

广东美的商用空调设备有限公司生产的家用/商用六大系列中央空调产品：MDV 智能变频集中式空调系列、MDV 智能集中式空调系列、MDV 家用数码/变频中央空调系列、商用单元式空调系列、风冷热泵型机组系列和水冷柜机系列。其中适用于家庭的是 MDV 家用数码/变频中央空调系列和 MDV 智能变频水系统家庭中央空调。

1. MDV 家用数码/变频中央空调

(1) MDV 家用数码中央空调

1) 采用数码涡旋压缩机以 10% ~ 100% 运转，在同一个制冷系统内进行多级容量控制，满足对室内机进行单独和线性控制，高效节能。

2) 一台室外机可带多台室内机，为真正的一拖多技术。使设计更加灵活、性能更加优越、系统更加简单可靠，而且可以根据需要灵活搭配。

3) 无级能量输出使室内温、湿度控制精度更高，波动变化小，提高了环境的舒适性。

4) 优异的高温制冷性能和低温制热性能。不论是高达 43℃ 酷暑天气，还是 -15℃ 的严寒气候环境，数码涡旋系统均能保证良好的运行效果。

(2) MDV 家用变频中央空调

1) 采用变频压缩机以 30Hz ~ 116Hz 运转，在同一个制冷系统内进行多级能量控制满足对室内机进行的单独控制和线性控制。

2) 一台室外机可带多台室内机，为真正的一拖多技术。使设计更加灵活、性能更加优越、系统更加简单可靠，而且可以根据需要灵活搭配。

3) 由于采用了先进的变频压缩机，使系统可根据各房间的空调需求情况，对压缩机进行宽范围的多级能量调节，实现“按需供冷（热）”，使空调运行更省电、更高效。

4) MDV 还具有多项舒适健康功能，如超低噪声、恒定温度、制冷（热）快、净化空气等，营造舒适怡人的空气环境。

5) 室内、外机之间只需普通的制冷剂管连接，空调机体积小、重量轻，使安装简便，更节省空间。

(3) 产品型号说明

		家用变频	家用数码	
室外机	室外机型号	MDV-J140W-510	MDV-D100W-520	MDV-D120W-520
	MDV	Multi-多联		
		Digitl-数字化智能变频控制		
		Variable-制冷量、风量可变		
	J/D	家用变频/家用数码		
510/520	家用变频/家用数码室外机设计序号			
室内机	室内机型号	MDV-JD22Q1/(BD)Y		
	JD	家用数码		
	22	制冷容量数值 (2.2、2.8、3.6、4.5、5.6、7.1) kW		
	Q1	一面出风嵌入式		
	B	带面板		
	D	带电辅热		
	Y	带遥控		

注：家用数码系列和家用变频系列室内机通用，型号一致。

2. MDV 变频水系统家庭中央空调

MDV 变频水系统家庭中央空调通常与风机盘管等末端装置一起配合使用，单台机组可拖多台室内风机盘管。不需要冷却水塔和专用机房，室内末端设备可用多种形式的搭配来配合装修。可广泛适用于办公室、餐厅、高档会所、别墅及各类公寓等场所。该机型有以下特点：

(1) 节能效果明显 机组采用定频系统和变频系统相结合的方式组合，变频机组依据设定的温度参数进行连续无级调节，可避免机组运行过程的频繁启动，室温波动大的缺点。同时，变频机组一般以低频启动，大大降低了因启动而造成的电力损失。而且变频机组运行过程中通常在低频范围内运转，系统运行效率高。

(2) 快速制冷制热 机组启动后根据设定温度自动进入高频运转，机组以最大的输出能力运转，可快速达到设定温度。

(3) 舒适性高 室内冷热负荷随着环境温度变化会有较大的波动，MDV 变频水系统家庭中央空调这时能根据室内负荷的大小调节本身的输出能力并适时地与室内负荷相匹配，使机组在相当大的温度范围内可稳定供冷供热，室内温差波动极小，舒适性高。

(4) 噪声低 因机组开停转换的频率低且压缩机在低频范围内低速启动，其开起引起的噪声及振动很小。同时，当室内温度达到设定值后，机组会降低压缩机的转速，机组的噪声相应也大幅度地降低了。

(5) 启动性能好 变频机组在低频范围内低速启动，启动电流小，启动时可降低对其他家用电器的影响。

(6) 对电源频率与电压敏感度低 变频控制器的原理上是先将交流变为直流再产生交流，因此电源频率与电压对它的影响较小。

(7) 寿命长 压缩机的寿命与起停的次数成正比，在相同使用条件下，变频系统可以使压缩机起停次数减少到传统定频系统的 10%，因此机组的寿命可以更长。

3. MDV 家用数码/变频中央空调技术参数 (表 6-45)

4. MDV 变频水系统家庭中央空调技术参数 (表 6-46)

表 6-45 广东美的商用空调设备有限公司 MDV 家用数码/变频中央空调技术参数

(1) 室外机产品规格

参 数		型 号	MDV-J140W-510	MDV-D100W-520	MDV-D120W/S-520
制冷能力/kW			14.0	10.0	12.0
制热能力/kW			16.5	11.0	13.0
电器特性	制冷	运转电流/A	29	17.8	7.8
		额定功率/kW	5.9	3.7	4.8
	制热	运转电流/A	30	17.0	7.6
		额定功率/kW	6.0	3.5	4.7
外观尺寸	机体/mm (长×宽×高)	1058×434×1300	1120×435×1065		
	面板/mm (长×宽×高)				
总质量/kg (机体/面板)			110	60	
电源规格			220V/50Hz	380V/50Hz	
配管	气侧/mm		φ19.0		
	液侧/mm		φ9.5		
	连接方式		气侧—扩口螺母连接, 液侧—扩口螺母连接		
噪声值 dB (A)			54		

(2) 一面出风式室内机产品规格

参 数		型 号	MDV-JD18Q ₁ /Y	MDV-JD18Q ₁ /DY	MDV-JD18Q ₁ /BY	MDV-JD18Q ₁ /BDY
制冷能力/kW			1.8			
制热能力/kW			2.4	3.4	2.4	3.4
电器特性	制冷	运转电流/A	0.36		0.25	
		额定功率/kW	0.072		0.050	
	制热	运转电流/A (带电辅热)	0.36	4.77	0.25	4.66
		额定功率/kW (带电辅热)	0.072	1.07	0.05	1.05
		电辅热功率/kW	1.0			
外观尺寸	机体/mm (长×宽×高)	850×400×235				
	面板/mm (长×宽×高)	—		1050×470×18		
总质量/kg (机体/面板)			23/4			
风机功率/kW			0.04	0.02		
配管	气侧/mm		φ15.9			
	液侧/mm		φ9.5			
	连接方式		扩口螺母连接			
	排水管		PVC 硬质管 (φ32)			
噪声值 (强/弱/微弱) dB (A)			33/33/30			
面板型号			MBQ1-J02dpY			

(续)

参 数		型 号		MDV-JD22Q ₁ /Y	MDV-JD22Q ₁ /DY	MDV-JD22Q ₁ /BY	MDV-JD22Q ₁ /BDY
		制冷能力/kW		2.2			
制热能力/kW		2.6	4.1	2.6	4.1		
电 器 特 性	制 冷	运转电流/A	0.41			0.30	
		额定功率/kW	0.09			0.06	
	制 热	运转电流/A (带电辅热)	0.41	7.22	0.3	7.09	
		额定功率/kW (带电辅热)	0.09	1.59	0.06	1.56	
		电辅热功率/kW	1.5				
外 观 尺 寸	机体/mm (长×宽×高)	850×400×235					
	面板/mm (长×宽×高)	—			1050×470×18		
总质量/kg (机体/面板)		23/4					
风机功率/kW		0.04			0.02		
配 管	气侧/mm	φ15.9					
	液侧/mm	φ9.5					
	连接方式	扩口螺母连接					
	排水管	PVC硬质管 (φ32)					
噪声值 (强/弱/微弱) dB (A)		33/34/30					
面板型号		MBQ1-J02dpY					
参 数		型 号		MDV-JD28Q ₁ /Y	MDV-JD28Q ₁ /DY	MDV-JD28Q ₁ /BY	MDV-JD28Q ₁ /BDY
		制冷能力/kW		2.8			
制热能力/kW (带电辅热)		3.2	4.7	3.2	4.7		
电 器 特 性	制 冷	运转电流/A	0.41			0.30	
		额定功率/kW	0.09			0.06	
	制 热	运转电流/A (带电辅热)	0.41	7.22	0.30	7.09	
		额定功率/kW (带电辅热)	0.09	1.59	0.06	1.56	
		电辅热功率/kW	1.5				
外 观 尺 寸	机体/mm (长×宽×高)	850×400×235					
	面板/mm (长×宽×高)	—			1050×470×18		
总质量/kg (机体/面板)		23/4					
风机功率/kW		0.04			0.02		
配 管	气侧/mm	φ15.9					
	液侧/mm	φ9.5					
	连接方式	扩口螺母连接					
	排水管	PVC硬质管 (φ32)					
噪声值 (强/弱/微弱) dB (A)		36/34/30					
面板型号		MBQ1-J02dpY					

(续)

参 数		型 号	MDV-JD36Q ₁ /Y	MDV-JD36Q ₁ /DY	MDV-JD36Q ₁ /BY	MDV-JD36Q ₁ /BDY
制冷能力/kW			3.6			
制热能力/kW (带电辅热)			4.0	5.5	4.0	5.5
电器特性	制冷	运转电流/A	0.41		0.30	
		额定功率/kW	0.09		0.06	
	制热	运转电流/A (带电辅热)	0.41	7.23	0.30	7.09
		额定功率/kW (带电辅热)	0.09	1.59	0.06	1.56
		电辅热功率/kW	1.5			
外观尺寸	机体/mm (长×宽×高)	850×400×235				
	面板/mm (长×宽×高)	—		1050×470×18		
总质量/kg (机体/面板)		23/4				
风机功率/kW		0.04		0.02		
配管	气侧/mm	φ15.9				
	液侧/mm	φ9.5				
	连接方式	扩口螺母连接				
	排水管	PVC硬质管(φ32)				
噪声值(强/弱/微弱)dB(A)		40/38/34				
面板型号		MBQ1-J02dpY				
参 数		型 号	MDV-JD45Q ₁ /Y	MDV-JD45Q ₁ /DY	MDV-JD45Q ₁ /BY	MDV-JD45Q ₁ /BDY
制冷能力/kW			4.5			
制热能力/kW (带电辅热)			5.0	6.5	5.0	6.5
电器特性	制冷	运转电流/A	0.45			
		额定功率/kW	0.10			
	制热	运转电流/A (带电辅热)	0.45	7.27	0.45	7.27
		额定功率/kW (带电辅热)	0.10	1.60	0.10	1.60
		电辅热功率/kW	1.5			
外观尺寸	机体/mm (长×宽×高)	1200×650×198				
	面板/mm (长×宽×高)	—		1420×755×10		
总质量/kg (机体/面板)		31/9				
风机功率/kW		0.055				
配管	气侧/mm	φ15.9				
	液侧/mm	φ9.5				
	连接方式	扩口螺母连接				
	排水管	PVC硬质管(φ32)				
噪声值(强/弱/微弱)dB(A)		42/39/36				
面板型号		MBQ1-J01dpY				

(续)

参 数		型 号	MDV-JD56Q ₁ /Y	MDV-JD56Q ₁ /DY	MDV-JD56Q ₁ /BY	MDV-JD56Q ₁ /BDY
制冷能力/kW			5.6			
制热能力/kW (带电辅热)			6.3	8.4	6.3	8.4
电器特性	制冷	运转电流/A	0.45			
		额定功率/kW	0.10			
	制热	运转电流/A (带电辅热)	0.32	10.00	0.32	10.00
		额定功率/kW (带电辅热)	0.10	2.20	0.10	2.20
		电辅热功率/kW	2.1			
外观尺寸	机体/mm (长×宽×高)	1200×655×198				
	面板/mm (长×宽×高)	—		1420×755×10		
总质量/kg (机体/面板)		31/9				
风机功率/kW		0.055				
配管	气侧/mm	φ15.9				
	液侧/mm	φ9.5				
	连接方式	扩口螺母连接				
	排水管	PVC硬质管 (φ32)				
噪声值 (强/弱/微弱) dB (A)		42/39/36				
面板型号		MBQ1-J01dpY				
参 数		型 号	MDV-JD71Q ₁ /Y	MDV-JD71Q ₁ /DY	MDV-JD71Q ₁ /BY	MDV-JD71Q ₁ /BDY
制冷能力/kW			7.1			
制热能力/kW (带电辅热)			8.0	10.1	8.0	10.1
电器特性	制冷	运转电流/A	0.45			
		额定功率/kW	0.10			
	制热	运转电流/A (带电辅热)	0.45	10.00	0.45	10.00
		额定功率/kW (带电辅热)	0.10	2.20	0.10	2.20
		电辅热功率/kW	2.1			
外观尺寸	机体/mm (长×宽×高)	1200×655×198				
	面板/mm (长×宽×高)	—		1420×755×10		
总质量/kg (机体/面板)		31/9				
风机功率/kW		0.055				
配管	气侧/mm	φ15.9				
	液侧/mm	φ9.5				
	连接方式	扩口螺母连接				
	排水管	PVC硬质管 (φ32)				
噪声值 (强/弱/微弱) dB (A)		44/40/37				
面板型号		MBQ1-J01dpY				

表 6-46 广东美的商用空调设备有限公司 MDV 变频水系统家庭中央空调技术参数
(带 (*) 产品为非标定制产品)

机型	LSQRF5.5 /ABP(*)	LSQRF7 /ABP(*)	LSQRF10 /ABP	LSQRF12 /ABP	LSQRF14 /ABP	LSQWRF16 (*)	LSQWRF16 /S(*)	
性能	制冷量/kW	5.5(1.65~5.5)	7(2.1~7)	10(3~10)	12(3.6~12)	14(4.2~14)	16(4.8~16)	16(4.8~16)
	制热量/kW	7(2.1~7)	8(2.4~8)	12(2.6~12)	13(3.9~13)	15(4.5~15)	17(5.1~17)	17(5.1~17)
电气	电源	220V~1N/50Hz						380V~ 3N/50Hz
	功率(制冷/ 制热)/kW	2.4/2.3	2.8/2.7	4.1/4.0	4.4/4.3	4.9/4.7	6.5/6.3	6.5/6.3
	电流(制冷/ 制热)/A	11.5/10	13.5/12	17.5/16.4	20.5/20.2	23/22	30/28.5	11/10.8
压缩机	形式	旋转式					涡旋式	
	数量	1	2	2	2	2	2	1
制冷剂	类型	R22						
	充注量/g	1800	1200+1200	1800+2200	1800+2200	1800+2200	2700+2700	4800
水侧换热器	类型	钎焊式板式换热器						
	循环水流量 (m ³ /h)	1.1	1.4	1.72	2.05	2.4	2.74	2.74
	水头损失 /kPa	32	32		37		39	
	接冷媒管 管径/mm	φ9.52+φ16			2×(φ9.52+φ16)			φ12.7+φ19
	接水管 管径/mm	DN25						
水泵	功率/kW	0.3			0.4		0.3	
	扬程/m(H ₂ O)	21	21		18			
外形尺寸 (H ×W ×D)	室外机 /mm	860×845×330			940×340×1245			
	水泵箱 /mm	560×620×240.4			597×742.4×240.4			
重量	室外机/kg	80			110		85	
	水泵箱/kg	42			45			
噪声	室外机/dB (A)	57			60			
	水泵箱/dB (A)	42			46		48	
保护装置	电压、电流、防冻结、水流量							

6.14 珠海格力电器股份有限公司

珠海格力电器股份有限公司生产的家用中央空调产品有：① GMV-J 系列多联空调机组；② GMV 数码多联中央空调；③ 风冷户式中央空调机组；④ 风管机。

1. GMV-J 系列多联空调机组

格力 GMV-J 系列多联空调机组是自主研发开发的新型商用家用空调机组，它结合了中央空调的舒适、高档和分体式空调机组的安装方便、灵活等优势，具有以下特点：

- 1) 单室外机：只有一个室外机，安装省时、省工、省空间，安全可靠、美观大方。
- 2) 多室内机：室内机有天井式、风管送风式和落地式三大类，可根据实际需要任意选配；一个室外机可连接多个室内机，可满足单个或多个房间使用。每个室内机可单独控制，使用方便。
- 3) 多级能量调节：根据连接室内机的数量不同，机组的能量调节能力不同，最多具有 25%、50%、75%、100% 四级能量调节，可根据实际负荷进行相近能量调节，高效节能，使用成本低。
- 4) 远距离送风：采用高余压设计的风管送风式室内机，可实现远距离送风。同一风管送风式室内机只需改变室内机接线就可进行高余压或普通余压运行。
- 5) 与装修协调：根据实际情况，风管送风式室内机可以灵活确定送回风形式、冷凝水接出方向、风口型式。
- 6) 精心设计：机组结构设计合理，安装、检测、维修、保养极为方便；风管送风式室内机身厚度最薄 260mm，最厚仅 300mm。
- 7) 保温材料性能优良：室内机采用优质保温材料，防潮、不腐烂、不滋生细菌、不产生化学气体、不掉下碎屑，同时具有高热阻、隔噪音、避震动等性能。
- 8) 运行可靠：安全保护功能齐全，具有强大故障自诊断功能。（详见“微电脑控制系统”）。
- 9) 高效节能：蒸发器采用亲水膜铝箔、内螺纹铜管，换热效率高，提高了机组的能效比。
- 10) 室内空气品质高：风管送风式室内机的送风管可接多个风口，使室内空气温湿度达到均匀，预留的新风管可接入新风，提高室内空气品质。
- 11) 使用方便：简洁的全中文控制器（或灵活的遥控器），使您对机组控制自如。

2. GMV 数码多联中央空调

GMV 数码多联空调机组采用新型数码涡旋容量可调压缩机技术，设计安装方便灵活，运行经济高效。具体特点如下：

(1) 灵活自由的室内机组合

1) 室内机最大总容量可达室外机容量的 135%。室外机容量不同，可连接的室内机台数不同。一台室外机最多可连接十六台室内机。

2) 按各个房间的用途和装修特点，可以选用不同型式、不同容量的室内机，使室内装修和谐美观；可以连接的室内机有天井式、挂壁式、暗藏风管式及落地式。

(2) 先进的 PWM 容量可调压缩机技术

1) GMV 系统的容量调节采用新型数码涡旋压缩机技术，通过改变压缩机卸/负载比率实现从 10% ~ 100% 范围内的容量无级调节。

2) PWM (Pulse-Width Modulation) 数码容量调节电磁阀通过压力控制压缩机轨道涡旋盘和固定涡旋盘的离合，从而实现卸/负载的目的。

3) GMV 系统在部分负荷运行时保持较高的能效比，与传统中央空调相比最多可节能 40%。

- 4) 室外机的负荷率按运行中的室内机的数量和容量来自动控制。
- 5) 在负载 10% 的情况下 GMV 系统仍然可以长时间连续稳定的运行。
- 6) 和变频变压式相比, 变容量压缩机具有更好的电磁兼容性, 没有电磁干扰问题。

(3) 长距离的冷媒管路

- 1) 最长配管长度可达到 100m, 最长配管相当长度可达 125m, 室内机之间落差可达 15m。
- 2) 室外机在室内机上方时, 最大落差可达 50m, 室外机在室内机下方时, 最大落差可达 40m。

(4) 高效率的空间利用和安装

1) GMV 是一次冷媒系统, 由冷媒配管直接传递冷量。相对于传统的二次冷媒系统, GMV 无需庞大笨重的配套系统和复杂的管路设计, 安装维护更方便, 节约了大量的人力物力以及安装空间。

2) GMV 系统无需专用机房, 可节省大量空间用作其它用途, 最大化的扩大业主利益。

3) 简单的配管和布线系统, 轻便的室内/室外机, 只需少数安装人员在很短的时间内就可以轻松完成安装, 节约安装成本。

4) 轻量型的室外机使您甚至可以利用大楼内的电梯进行搬运。室外机运行时震动很小, 楼层无需另外加固。

(5) 智能温度控制

1) GMV 系统通过对每台室内机电子膨胀阀的不断调节来控制室内机的制冷/制热量, 可使室内温度精确的维持在设置温度附近, 温度波动在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间。

2) GMV 系统采用先进的高灵敏度温压网络控制系统结合智能化温度控制技术, 使系统能够感应室内冷热负荷的变化而及时精准的控温, 使室内温度场分布均匀并避免了室内温度的大幅波动。

3) 强劲的制冷/制热功能, 一次冷媒系统能量的直接传递以及智能化温度控制, 使系统能够快速制冷/制热, 室内温度能迅速达到设置温度。

(6) 高可靠性

1) 采用全套优质制冷配件。所有部件均经科学设计、精密加工, 整个系统经过长期严格测试。

2) GMV 系统运行稳定, 在某个室内机或某个系统出现故障的时候, 整个系统的其余部分将不受影响而保持正常运转。无需价格昂贵且体积庞大的备用设备。(注: 维修期间整个系统须断电)

3) 主控系统采用先进的微电脑控制系统, 对机组实行全方位控制, 安全保护功能齐全, 具有强大的故障自诊断功能, 无需专人维护, 维修保养工作更轻松。

(7) 智能网络冷量分配系统

GMV 的微电脑控制系统可通过对每个室内机电子膨胀阀的精密控制达到科学冷媒分配效果, 在保证高效节能的前提下能同时满足所有室内机的不同需要, 真正实现了各台室内机在 GMV 大家庭里的“各尽所能, 按需分配”。

(8) 强大的自检功能和远距离的通讯线路

1) GMV 系统具有强大的故障显示查询功能, 极大地节省了维修服务的时间及费用。

2) GMV 的远程布线系统可将 16 台室内机和室外机串联起来, 最长通讯距离达到 1km。室内机与室外机的通讯线路布置简单, 轻松避免布线错误。适用范围: GMV 数码多联空调机组可广泛适用于 150m² 以上的现代家居空间、商业场所、办公环境等, 尤其对负荷变化较大的使用环境。

3. 风冷户式中央空调

1) 性能卓越: 机组采用柔性涡旋压缩机及制冷配件, 融入一流的制冷系统设计, 使机组具有制冷制热快、低温制热效果好、化霜迅速等特点。

2) 运行经济节能: 机组可配套特殊设计的储能系统(可选), 根据室内负荷的变化自动实现能量的储存与释放, 实现大范围的能量调节, 真正做到能量的“供求平衡”, 避免“大马拉小车”现象, 减少了压缩机的起停机次数, 确保机组运行的高效节能和安全可靠。(仅适用于带储能罐型)

3) 低噪声运行: 采用品质一流的低噪声风机、水泵和多种先进的静音降噪技术, 极大地降低了空调的运行噪音, 使您居室环境远离噪声污染。

4) 冷热水的应用范围大: 制冷时冷冻水的应用范围为 5℃ ~ 15℃; 制热时热水的应用范围为 35℃ ~ 53℃

5) 操作方便: 主控系统采用先进的全电脑控制系统, 对机组实行全方位控制。还带多点控制功能, 可在多个房间对主机的开、停进行控制, 即只要一个房间发出开机命令, 主机开; 所有房间都发出停机命令, 主机停。

6) 友好的人机界面, 主机实行全中文操作显示, 可查阅机组的各种运行参数。若有故障, 机组自动显示故障信息, 维修、保养十分方便。

7) 安装、维护容易: 机组采用风冷模式, 可安装于阳台、屋顶或地面, 无需专用机房, 也无需特殊的基础, 安装方便。

8) 室内空气品质好: 机组可接风机盘管送风, 实现冷量和风量的均匀分配, 并且可接入新风机组, 大大提高了室内空气质量, 环境舒适。

4. 风管机

1) 高效节能: 蒸发器采用亲水膜铝箔、内螺纹铜管, 换热效率高, 提高了机组的能效比。

2) 超薄: 室内机身高度最薄 220mm, 最高仅 260mm, 可节省建筑设备层高度, 节约建筑成本。

3) 室内空气品质好: 机组可接风管送风, 实现冷量和风量的均匀分配, 并且回风段可接入新风, 大大提高了室内空气质量。

4) 室内装修档次高: 机身隐蔽于吊顶内安装, 机组风管设计可与室内装修设计很好的结合。

5) 低噪音: 机组匹配优化, 运转宁静。

6) 安装灵活: 根据安装现场情况, 机组可以灵活地确定送回风形式、冷凝水接出方向, 风口型式。

7) 高可靠性: 安全保护功能齐全, 具有强大故障自诊断功能。

8) 操作简便: 简洁的全中文控制器及灵活的遥控器使用户对机组控制自如。

5. GMV 数码多联中央空调技术参数 (表 6-47)

6. 风冷户式中央空调机组技术参数 (表 6-48)

7. 风管送风式空调 (热泵) 机组技术参数 (表 6-49)

表 6-47 珠海格力电器有限公司 GMV 数码多联中央空调室内机型及室外机性能参数

1) 室内机机型:

容量代码 机 型		容 量					
		25	35	50	70	100	120
天井式	单冷	—	—	GMVL-R50T/A	GMVL-R70T/A	GMVL-R100T/A	GMVL-R120T/A
	冷暖	—	—	GMV-R50T/A	GMV-R70T/A	GMV-R100T/AS	GMV-R120T/A
暗藏风 管式	单冷	GMVL-R25P/A	GMVL-R35P/A	GMVL-R50P/A	GMVL-R70P/A	GMVL-R100P/A	GMVL-R120P/A
	冷暖	GMV-R25P/A	GMV-R35P/A	GMV-R50P/A	GMV-R70P/A	GMV-R100P/AS	GMV-R120P/A
挂壁式	单冷	GMVL-R25G/A	GMVL-R35G/A	GMVL-R50G/A	GMV-R70G/A	—	—
	冷暖	GMV-R25G/A	GMV-R35G/A	GMV-R50G/A	GMV-R70G/A	—	—
落地式	单冷	—	—	GMVL-R50L/A	GMVL-R70L/A	GMVL-R100L/A	GMVL-R120L/A
	冷暖	—	—	GMV-R50L/A	GMV-R70L/A	GMV-R100L/AS	GMV-R120L/A

2) 室外机参数表:

型 号		GMV (L) -R150W	GMV (L) -R200W ₂	GMV (L) -R250W ₂	GMV (L) -R300W ₂
项 目					
	制冷量/W	15000	20000	25000	30000
	制热量/W	16800	22500	28000	33500
	噪声/dB (A)	58	64	64	66
	R22 充注量/kg	12.5	15	17.5	20
	尺寸 (宽×高×深) /mm	700×1200×700	780×1300×800	1350×1300×800	1350×1500×800
	压缩机	数码涡旋×1	数码涡旋×1 + 定速涡旋×1	数码涡旋×1 + 定速涡旋×1	数码涡旋×1 + 定速涡旋×1
	防水等级	IPX4			
	气候类型	T1			
	防触电保护类别	I			
连接管	气管/mm	φ22	φ25	φ28	φ35
	液管/mm	φ12	φ16	φ16	φ16
	连接方式	喇叭口连接			焊接
	排水管口径/mm	φ27			
	净重/kg	180	250	250	300

注: 1. 单冷机 (GMVL 型) 无名义制热量一项。

2. 表中 R22 工质充注量为没有考虑连接管路时的数据, 实际安装时要根据实际情况追加制冷剂充注量。

3. 机组性能参数为名义工况下测得。

4. 实际参数以铭牌为准。

表 6-48 珠海格力电器有限公司风冷户式中央空调性能参数

1) 不带储能罐机组

项 目		HL (R) D8		HL (R) D10		HL (R) 12.5		HL (R) 15		HL (R) 19		HL (R) 25	
		单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
制冷量/kW		8	8	10	10	12.5	12.5	15	15	19	19	25	25
制热量/kW		—	8.8	—	11.0	—	13.5	—	16.5	—	21.5	—	27
输入功率/kW		3.3		4.3		5		6.3		7		9.7	
电 源		~ 220V 50Hz				3N ~ 380V 50Hz							
安全保护装置		系统高压低压保护、过载过流保护、防冻结保护、缺相反相保护、缺水断水保护											
压缩机	型式	全封闭涡旋压缩机											
	数量/台	1		1		1		1		1		1	
制冷剂	名称	R22											
	充注量/kg	3.5		3.8		4.3		4.5		6.5		7.5	
板式换热器	型式	高效不锈钢板式换热器											
	额定水流量/(m ³ /h)	1.4		1.8		2.2		2.6		3.5		4.3	
冷凝风机	型式	低噪音轴流风机											
	数量/台	1		1		1		1		1		2	
	转速/(r/min)	580		630		680		720		720		680	
	风量/(m ³ /h)	5500		6500		8000		12000		12000		2 × 8000	
循环水泵	型式	空调循环水泵											
	额定水流量/(m ³ /h)	1.4		1.8		2.2		2.6		3.5		4.3	
	扬程/m	18		18		18		22		22		22	
接管直径	进出水管/in	1		1		1		1		1		1	
	排水管/mm	φ16		φ16		φ16		φ16		φ16		φ16	
外形尺寸	宽/mm	800		800		1010		1010		1200		1500	
	高/mm	1470		1470		1600		1600		1700		1700	
	深/mm	460		460		450		450		500		500	
推荐水箱容量/L		60		60		60		60		100		120	
运行噪声/dB (A)		≤ 56		≤ 56		≤ 58		≤ 62		≤ 62		≤ 63	
净质量/kg		130		140		180		190		220		240	
运行质量/kg		150		160		210		240		260		280	
推荐辅助电加热器	型号	—	DR3D	—	DR3D	—	DR5D	—	DR5D	—	DR7D	—	DR9D
	功率/kW	—	3	—	3	—	5	—	5	—	7	—	9

- 注：1. 制冷量以 GB/T18430.2—2001 标准为依据，机组制冷量是在名义工况下测定的。
 名义制冷工况为：冷水出水温度 7℃，冷水进水温度 12℃，室外干球温度 35℃；
 名义制热工况为：热水出水温度 45℃，热水进水温度 40℃，室外干球温度 7℃；
2. 噪声测量点在距离机组正面 1m，离地 1.5m 高处。
3. 具体的机组参数以产品铭牌为主。
4. 辅助电加热器必须使用经公司认可的辅助电加热器。

2) 带储能罐机组

型 号		HL (R) 12.5C		HL (R) 15C		HL (R) 19C		HL (R) 25C	
		单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵	单冷	热泵
制冷量/kW		12.5	12.5	15	15	19	19	25	25
制热量/kW		—	13.5	—	16.5	—	21.5	—	27
输入功率/kW		5		6.3		7		9.7	
电 源		3N ~ 380V 50Hz							
安全保护装置		统高压低压保护, 过载过流保护、防冻结保护、缺相反相保护、缺水断水保护							
压缩机	型式	全封闭涡旋压缩机							
	数量/台	1		1		1		1	
制冷剂	名称	R22							
	充注量/kg	4.3		4.5		6.5		7.5	
板式换热器	型式	高效不锈钢板式换热器							
	额定水流量/(m ³ /h)	2.2		2.6		3.5		4.3	
冷凝风机	型式	低噪声轴流风机							
	数量/台	1		1		1		2	
	转速/rpm	680		720		720		680	
	风量 (m ³ /h)	8000		12000		12000		2 × 8000	
循环水泵	型式	空调循环水泵							
	额定水流量/(m ³ /h)	2.2		2.6		3.5		4.3	
	扬程/m	18		22		22		22	
储能罐	容量/m ³	0.24		0.24		0.31		0.31	
	外形尺寸 φ × H/mm	452 × 1597		452 × 1597		512 × 1597		512 × 1797	
	进出水管直径/in	1		1		1		1	
外形尺寸	宽/mm	800		800		1010		1010	
	高/mm	1470		1470		1600		1600	
	深/mm	460		460		450		450	

表 6-49 珠海格力电器有限公司风管送风式空调 (热泵) 机组性能参数

1) 名义工况:

试验条件	室内侧状态		室外侧状态	
	干球温度/℃	湿球温度/℃	干球温度/℃	湿球温度/℃
额定制冷	27	19	35	24
额定制热	20	15	7	6
电加热	20	—	—	—
风量静压	20 ± 2.0	16 ± 1.0	—	—

2) 单冷型机组性能参数表:

① 室内机性能参数 (高静压型)

型号		FG16H(I)	FG20H(I)	FG25H(I)	FG30H(I)	FG35H(I)	FG40H(I)	FG45H(I)	FG50H(I)	
项目										
制冷量/kW		16	20	25	30	35	40	45	50	
风量/(m ³ /h)		2500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	
机外余压/Pa		300		330		350		360		
噪声/dB(A)		57	58		59		61		63	
电 源		3N ~ 380V 50Hz								
电动机	传动方式	传动带								
	功率/kW	0.55	0.75	1.1	1.5		2.2	3		
风机型号		SYT9-9	SYT12-12			SYT15-15				
外形尺寸	宽/mm	1220	1370				1720			
	高/mm	505	635			785				
	深/mm	1003			1103					
送风口尺寸/mm		300 × 264	396 × 342			472 × 406				
回风口尺寸/mm		1120 × 355	1270 × 485			1270 × 635				
冷凝排水管口径/in							3/4			
净质量/kg		100	130		200		250			

② 室内机性能参数表 (普通静压型)

型号		FG16(I)	FG20(I)	FG25(I)	FG30(I)	FG35(I)	FG40(I)	FG45(I)	FG50(I)	
项目										
制冷量/kW		16	20	25	30	35	40	45	50	
风量/(m ³ /h)		2500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	
机外余压/Pa		150	200				250			
噪声/dB(A)		56	57		58		60		62	
电 源		3N ~ 380V 50Hz								
电动机	传动方式	皮带传动								
	功率/kW	0.55	0.75	1.1		1.5	2.2			
风机型号		SYT9-9	SYT12-12			SYT15-15				
外形尺寸	宽/mm	1220	1370				1720			
	高/mm	505	635			785				
	深/mm	1003			1103					
送风口尺寸/mm		300 × 264	396 × 342			472 × 406				
回风口尺寸/mm		1120 × 355	1270 × 485			1270 × 635				
冷凝排水管口径/in							3/4			
净质量/kg		100	130		200		250			

③ 室外机性能参数表

型号		FG16(O)	FG20(O)	FG25(O)	FC30(O)	FG35(O)	FC40(O)	FG45(O)	FC50(O)
项目	电 源	3N ~ 380V 50Hz							
	压缩机	全封闭涡旋式							
	噪声/dB(A)	62	63		65		66	67	68
	R22 充注量/kg	6.8	7.5	8.5	10	11.4	12.5	13.5	14.0
外形尺寸	宽/mm	780			990	1350	1860		
	高/mm	1050	1250	1450	1700	1450	1200	1500	
	深/mm	800			840	800	890		
连接管	气管/mm	φ22	φ25		φ28	φ35		φ38	
	液管/mm	φ12	φ16				φ19		φ22
	连接方式	喇叭口连接				焊接			
	净重/kg	180	250		300		380		

注: 1. 以上参数为名义工况下测得。

2. 实际参数以铭牌为准。

3) 热泵辅助电加热型机组性能参数表

① 室内性能参数表 (高静压型)

型号		FGR16H(I)	FGR20H(I)	FGR25H(I)	FGR30H(I)	FGR35H(I)	FGR40H(I)	FGR45H(I)	FGR50H(I)
项目	制冷量/kW	16	20	25	30	35	40	45	50
	制热量/kW	18	22	27	32	37	42	47	52
	风量/(m ³ /h)	2500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000
	机外余压/Pa	300		330		350		360	
	噪声/dB(A)	57	58		59		61		63
	辅电功率/kW	4.8	6		9		12		
	电 源	3N ~ 380V 50Hz							
电动机	传动方式	传动带							
	功率/kW	0.55	0.75	1.1	1.5		2.2	3.0	
	风机型号	SYT9-9	SYT12-12		SYT15-15				
外形尺寸	宽/mm	1220	1370				1720		
	高/mm	505	635		785				
	深/mm	1003			1103				
	送风口尺寸/mm	300 × 264	396 × 342		472 × 406				
	回风口尺寸/mm	1120 × 355	1270 × 485		1270 × 635				
	冷凝排水管口径/in	3/4							
	净质量/kg	100	130		200		250		

② 室内机技术参数 (普通静压型)

型号		FGR16(I)	FGR20(I)	FGR25(I)	FGR30(I)	FGR35(I)	FGR40(I)	FGR45(I)	FGR50(I)
项目									
制冷量/kW		16	20	25	30	35	40	45	50
制热量/kW		18	22	27	32	37	42	47	52
风量/(m ³ /h)		2500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000
机外余压/Pa		150	200				250		
噪声/dB(A)		56	57		58		60		62
辅电功率/kW		4.8	6		9		12		
电 源		3N ~ 380V 50Hz							
电动机	传动方式	传动带							
	功率/kW	0.55	0.75	1.1			1.5	2.2	
风机型号		SYT9-9	SYT12-12			SYT15-15			
外形尺寸	宽/mm	1220	1370				1720		
	高/mm	505	635			785			
	深/mm	1003			1103				
送风口尺寸/mm		300 × 264	396 × 342			472 × 406			
回风口尺寸/mm		1120 × 355	1270 × 485			1270 × 635			
冷凝排水管口径/in		3/4							
净质量/kg		100	130		200		250		

③ 室外机技术参数

型号		FGR16(O)	FGR20(O)	FGR25(O)	FGR30(O)	FGR35(O)	FGR40(O)	FGR45(O)	FGR50(O)
项目									
电 源		3N ~ 380V 50Hz							
压缩机		全封闭涡旋式							
噪声/dB(A)		62	63		65		66	67	68
R22 灌注量/kg		6.8	7.5	8.5	10	11.4	12.5	13.5	14.0
外形尺寸	宽/mm	780		990		1350		1860	
	高/mm	1050	1250	1450	1700	1450	1200	1500	
	深/mm	800			840	800		890	
连接管	气管/mm	φ22	φ25		φ28	φ35			φ38
	液管/mm	φ12	φ16				φ19		φ22
	连接方式/in	喇叭口连接					焊接		
净质量/kg		180	250			300		380	

6.15 无锡小天鹅制冷设备工程设计有限公司

1. 产品概述

小天鹅多联体中央空调 SMV 系列产品，具有七大系列 50 多款室内机样式。室外机有制冷量为 8kW (3 匹)、14kW (5 匹)、22.4kW (8 匹) 变频室外机及 25kW/28kW (10 匹) 变速/变频室外机系列；室内机有单出风嵌入式、四面出风嵌入式、低静压隐藏管道式、高静压隐藏管道式、挂壁式、吊顶式、柜式等样式。

2. 产品特性

1) 质量品质绝对值得信赖。全套引进松下技术，从日本进口一流检测设备，压缩机、控制系统及关键部分都为 100% 原装，品质能够保证，完全符合松下的标准。

2) 超级模糊变频。原装进口压缩机，能实现全线性控制。模糊控制技术的采用使产品性能更可靠。

3) 应用广泛。能适用于 100 ~ 10000m² 的各种办公大楼、高档营业场所、高级住宅别墅及高要求厂房等。

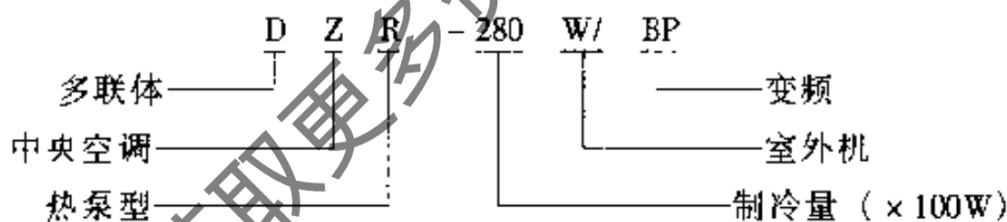
4) 经济易维护。不需要专人及专用机房，具有自诊断功能，能够轻松简单地排除故障。且高效节能达 40%，经济性较高。

5) 智能化控制。感温精确，运用城市网络概念，能够实现个别与集中控制，充分体现个性化。

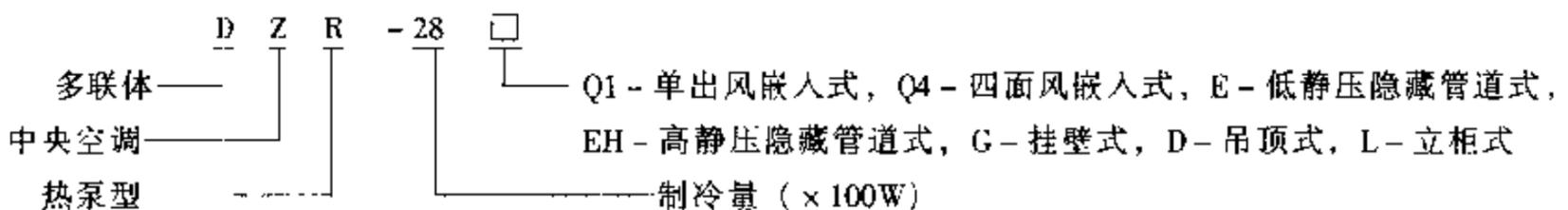
6) 静音更舒适。采用新型螺旋桨风扇，能够实现超低噪声运转，循环送风，创造良好的舒适性。

3. 型号编制说明

(1) 室外机



(2) 室内机



4. 小天鹅多联 SMV 系列家用中央空调主要技术参数 (表 6-50)

5. 电气装置与自控系统

在小天鹅多联体中央空调的制冷系统中，具有一些一般空调所没有的电气装置，如电子膨胀阀、排水泵、中央控制器、网络控制器等，都具有自己鲜明的特点。控制方法独特：运用控制领域最先进的模糊控制理论，采用中央控制器和网络控制器实行联合控制，拥有多种控制方式，能充分满足广大客户的要求，适应现代化生活需要。

表 6-50 无锡小天鹅制冷设备工程设计有限公司多联体 SMV 系列家用中央空调主要技术参数

名称	型号	电源	输入功率 /W	制冷/供热量 /W	噪声 /dB (A)	外形尺寸 (长×宽×高/ mm×mm×mm)	
室外机	3匹变频	DZR-80W/BP	3相, 380V, 50Hz	3000	8000/9000	52	1250×950×350
	5匹变频	DZR-140W/BP	3相, 380V, 50Hz	5000	14000/15750	53	1250×950×350
	8匹变频	DZR-224W/BP	3相, 380V, 50Hz	9330	22400/25000	54	1510×1300×750
	10匹定速	DZR-280W	3相, 380V, 50Hz	9760	25000/28000	54	1510×1300×750
	10匹变频	DZR-280W/BP	3相, 380V, 50Hz	11500	28000/31500	54	1510×1300×750
室内机	单出风 嵌入式	DZR-20Q1	单相, 220V, 50Hz	38	2000/2200	38	210×900×385
		DZR-22Q1	单相, 220V, 50Hz	38	2200/2500	38	210×900×385
		DZR-28Q1	单相, 220V, 50Hz	39	2800/3200	38	210×900×385
		DZR-36Q1	单相, 220V, 50Hz	42	3600/4000	38	210×900×385
	四出风 嵌入式	DZR-22Q4	单相, 220V, 50Hz	45	2200/2400	37	260×650×650
		DZR-28Q4	单相, 220V, 50Hz	54	2800/3200	38	260×650×650
		DZR-36Q4	单相, 220V, 50Hz	56	3600/4000	39	260×650×650
		DZR-45Q4	单相, 220V, 50Hz	60	4500/5000	39	270×930×930
		DZR-56Q4	单相, 220V, 50Hz	60	5600/6300	39	270×930×930
		DZR-71Q4	单相, 220V, 50Hz	90	7100/8000	40	320×930×930
		DZR-80Q4	单相, 220V, 50Hz	110	8000/9000	43	320×930×930
		DZR-90Q4	单相, 220V, 50Hz	110	9000/10000	43	320×930×930
		DZR-112Q4	单相, 220V, 50Hz	120	11200/12500	44	320×930×930
		DZR-140Q4	单相, 220V, 50Hz	130	14000/16000	46	320×930×930
	管道式	DZR-20E	单相, 220V, 50Hz	100	2000/2400	31	210×630×790
		DZR-22E	单相, 220V, 50Hz	120	2200/2500	33	210×630×790
		DZR-28E (H)	单相, 220V, 50Hz	160	2800/3200	33	210×630×790
		DZR-36E (H)	单相, 220V, 50Hz	180	3600/4000	35	210×630×790
		DZR-45E (H)	单相, 220V, 50Hz	210	4500/5000	37	385×650×790
		DZR-56E (H)	单相, 220V, 50Hz	200	5600/6300	37	385×850×790
DZR-71E (H)		单相, 220V, 50Hz	240	7100/8000	39	385×850×790	
DZR-80E (H)		单相, 220V, 50Hz	250	8000/9000	40	385×850×790	
DZR-90E (H)		单相, 220V, 50Hz	350	9000/10000	40	385×850×790	
DZR-112E (H)		单相, 220V, 50Hz	450	11200/12500	41	385×1350×790	
DZR-140E (H)		单相, 220V, 50Hz	570	14000/16000	42	385×1350×790	
室内机	挂壁式	DZR-20G	单相, 220V, 50Hz	26	2000/2400	36	220×155×810
		DZR-22G	单相, 220V, 50Hz	26	2200/2500	36	220×155×810
		DZR-28G	单相, 220V, 50Hz	30	2800/3200	38	220×155×810
		DZR-36G	单相, 220V, 50Hz	35	3600/4000	38	183×275×815
		DZR-45G	单相, 220V, 50Hz	38	4500/5000	38	183×275×815

(续)

名称	型号	电源	输入功率 /W	制冷/供热量 /W	噪声 /dB (A)	外形尺寸 (长×宽×高/ mm×mm×mm)	
室内机	挂壁式	DZR—56G	单相, 220V, 50Hz	40	5600/6000	40	183×275×815
		DZR—71G	单相, 220V, 50Hz	40	7100/8000	40	183×275×815
	吊顶式	DZR—56D	单相, 220V, 50Hz	60	5600/6400	38	185×1260×650
		DZR—71D	单相, 220V, 50Hz	80	7110/8000	38	195×1260×650
		DZR—80D	单相, 220V, 50Hz	80	8000/9000	38	195×1260×650
		DZR—90D	单相, 220V, 50Hz	90	9000/10000	40	195×1260×650
		DZR—112D	单相, 220V, 50Hz	100	11200/12500	42	250×1260×700
		DZR—140D	单相, 220V, 50Hz	100	14000/15000	44	250×1600×700
	柜式	DZR—45L	单相, 220V, 50Hz	70	4500/5000	44	1700×480×300
		DZR—56L	单相, 220V, 50Hz	70	5600/6000	44	1700×480×300
		DZR—71L	单相, 220V, 50Hz	75	7100/8000	45	1700×480×300
		DZR—80L	单相, 220V, 50Hz	75	8000/9000	45	1700×480×300
		DZR—90L	单相, 220V, 50Hz	75	9000/10000	47	1700×480×300
		DZR—112L	单相, 220V, 50Hz	80	11200/12000	48	1700×480×300
DZR—140L		单相, 220V, 50Hz	80	14000/15000	48	1700×480×300	

注: 室内机管道式型号中 (H) 表示高静压。

6.16 浙江国祥制冷工业股份有限公司

1. 产品概述

浙江国祥制冷工业股份有限公司为了适应现代家庭对居住环境的要求, 专门开发设计制作了新一代小型家用中央空调机组, 产品有定频与变频两大系列和十二种规格, 将中央空调小型化, 将家用空调舒适化, 既具有中央空调舒适高雅的优点, 又具有家用空调灵活方便的特点, 特别适用于别墅、单元写字楼、公寓、餐厅、娱乐场所。

2. 产品特性

- 1) 机组主要件选用欧美等国进口配件, 品质卓越, 性能优异。
- 2) 控制系统采用进口专用控制器, 具有远程控制等多种数字化自动控制及保护功能, 并可根据用户提出的不同需求, 实现多种智能化功能。
- 3) 机组配置了高低压、防冻、水流等多重安全保护装置, 运行可靠, 维护量小。
- 4) 机组采用低噪声压缩机和水泵, 并在机组内部采用多种吸音措施, 机组噪声更低。

3. 变频机组的特点

(1) 节能效果明显 传统控制风冷热泵机组, 机组能量控制基本上通过开关 (ON ~ OFF) 来控制, 水温达到设定值即停机, 水温下降 (制热) 或上升 (制冷) 后再开机。这样机组在运行过程中将频繁起动, 且每次起动过程中压缩机需要消耗很大的电流, 浪费的电能相当可观, 房间内室温波动也较大。而变频机组依据设定的温度参数进行了连续无级调节,

因此每次使用只需启动压缩机一次。同时，变频机组一般以低频启动，大大降低了因启动而造成的电力损失，且换热器的换热效能相对增加，系统效率也随之增加。在实际应用中压缩机经常在 30 ~ 60Hz 的电源频率上运行，在此情况下变频机组较传统控制的机组效率可大幅度提高，节能高达 30%。

(2) 快速制冷 由于机组制热量或制冷量大致对应于压缩机的转速，而压缩机的转速对应于供电电源的频率。机组启动后即自动进入高频运转，可快速地达到设定温度。

(3) 舒适 冬季外气温度下降时传统控制机组的制热能力也随之下落，而这时房间内恰恰要求机组以较大供热能力运行，从而使房间的舒适度受到很大的影响。采用变频机组，利用改变压缩机供电的频率来增加压缩机的转速，从而提高机组的制热能力，使机组在相当大范围内可稳定地供热。同时，由于采用 PWM 控制方式，变频机组水温波动较小，机组频率可有效地与室内负荷相匹配，室内温差波动微小，舒适性高。

(4) 噪声低 因较少开停机，由压缩机开启引起的噪声及振动小。同时，当压缩机达到设定值后，变频系统同时降低压缩机、风机及水泵的转速，机组的噪声可大幅下降。

(5) 启动性能好 传统控制机组启动时，在 0.1 ~ 0.5S 的时间内电流比正常电流高 3 ~ 4 倍，因此电气元件均按此电流设计。而变频机组以低频启动，启动电流小，可避免上述缺点。

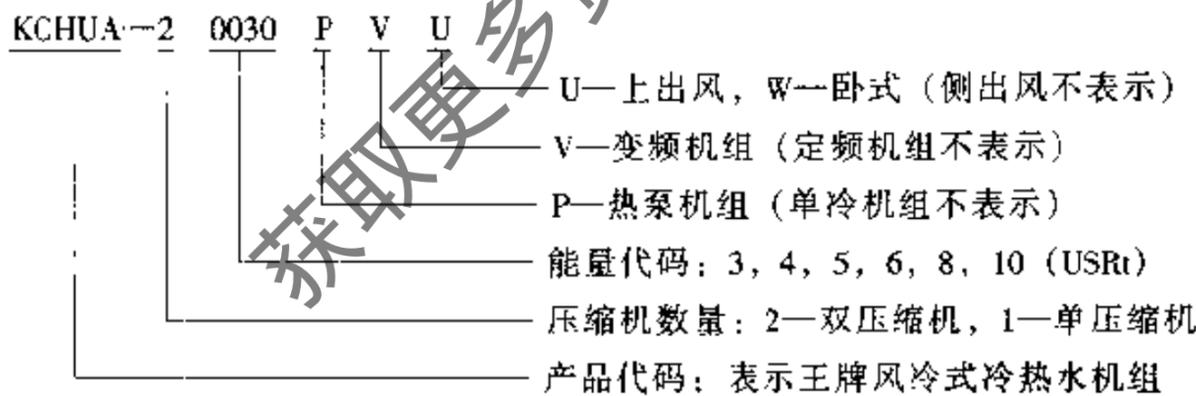
(6) 对供电系统的干扰小 由于变频机组低频启动，启动电流较小，从而可降低对其他家用电器的影响。

(7) 对电源频率与电压敏感度低 变频控制器的原理上是先将交流变为直流再产生交流，因此电源频率与电压对它的影响较小。

(8) 寿命长 压缩机的寿命与启动的次数有很大关系。相同使用条件下，变频系统可以使压缩机启动次数减少到传统控制系统额度 10% 左右，显然机组的寿命也因此延长了。

4. 产品选型指南

(1) 型号编制说明



(2) 机组适用范围 机组适用于冬季环境温度 -10℃ 以上地区。

5. 家用中央空调 (定频系列) 主要技术参数 (表 6-51)

表 6-51 浙江国祥制冷工业股份有限公司家用中央空调 (定频系列) 主要技术参数

型 号	KCHUA-10030P			KCHUA-10030P			KCHUA-10040P					
	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式			
性能	制冷量/kW			10.4			10.5			13.4		
	供热量/kW			11			11			14.2		

(续)

型 号	KCHUA—10030P			KCHUA—10030P			KCHUA—10040P				
	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式		
电 源	1N ~ 220V, 50Hz						3N ~ 380V, 50Hz				
压 缩 机	型式	全封闭式涡旋压缩机									
	数量/台	1			1			1			
	能量调节	0, 100%									
	最大功率/kW	3.25			3.25			4.11			
风 扇	型式	防水耐候, 低噪声轴流风扇									
	数量/台	1	2	1	1	2	1	1	2	1	
	功率/kW	0.18			0.18			0.18			
蒸 发 器	型式	钎焊板式换热器或套管式换热器									
	水流量/(m ³ /h)	1.82			1.84			2.36			
	接管管径/mm	25			25			25			
水 泵	型式	同轴低噪声涡流式									
	功率/kW	0.18			0.18			0.25			
	扬程/m	14			14			13			
外 形 尺 寸	长/mm	980	980	1500	980	980	1500	980	980	1500	
	宽/mm	565	565	565	565	565	565	565	565	565	
	高/mm	1700	1830	950	1700	1830	950	1700	1830	950	
运行质量/kg	130			130			180				
机组噪声/dB(A)	≤57	≤60	≤57	≤57	≤60	≤57	≤58	≤61	≤58		
型 号	KCHUA—10050P			KCHUA—10060P			KCHUA—10080P			KCHUA—10100P	
	侧吹			侧吹			侧吹			侧吹	
性 能	制冷量/kW	16.3			21.2			27.1			31
	供热量/kW	17.3			22.5			28.7			32.9
电 源	3N ~ 380V, 50Hz										
压 缩 机	型式	全封闭式涡旋压缩机									
	数量/台	1			1			1			
	能量调节	0, 100%									
	最大功率/kW	4.91			6.55			8.47			9.54
风 扇	型式	防水耐候, 低噪声轴流风扇									
	数量/台	1			1			1			
	功率/kW	0.37			0.37			0.55			0.74
蒸 发 器	型式	钎焊板式换热器或套管式换热器									
	水流量/(m ³ /h)	2.87			3.71			4.92			5.6
	接管管径/mm	25			25			40			40

(续)

型 号	KCHUA—10050P	KCHUA—10060P	KCHUA—10080P	KCHUA—10100P	
	侧吹	侧吹	侧吹	侧吹	
水泵	型式	同轴低噪声涡流式			
	功率/kW	0.37	0.37	0.75	0.75
	扬程/m	18	17	17	16
外形尺寸	长/mm	1130	1130	1260	1260
	宽/mm	565	565	535	535
	高/mm	1900	1900	1900	1900
运行质量/kg	230	280	380	460	
机组噪声/dB(A)	≤60	≤61	≤63	≤65	

注: 1. 制冷工况: 出水温度 7℃, 环境温度 35℃; 供热工况: 出水温度 45℃, 环境温度 7℃/湿球温度 6℃。

2. 机组制冷范围: 制冷时出水温度 5~12℃, 环境温度 15~43℃; 供热时出水温度 35~45℃, 环境温度 -10~15℃。

6. 住宅户式中央空调 (变频系列) 主要技术参数 (表 6-52)

表 6-52 浙江国祥制冷工业股份有限公司住宅户式中央空调 (变频系列) 主要技术参数

型 号	KCHUA—10030PV			KCHUA—10030PV			KCHUA—10040PV			KCHUA—10040PV	
	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式	侧吹	
性能	制冷量/kW	8.7(4.5~9.9)			10.0(1.3~10.7)			12.9(4.3~15.14)			16.0(8.0~18)
	供热量/kW	9.2(4.8~10.5)			10.5(1.4~11.3)			13.7(4.7~14.9)			16.9(8.9~19.1)
电源	1N~220V, 50Hz						3N~380V, 50Hz				
压缩机	型式	变频压缩机			变频压缩机+定频压缩机			变频压缩机			变频压缩机
	数量/台	1			2			2			1
	能量调节	无级变频									
	最大功率/kW	3.49			3.59			4.85			5.76
风扇	型式	防水耐候, 低噪声轴流风扇									
	数量/台	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
	功率/kW	0.18			0.18			0.18			0.37
辅助电加热器功率/kW	2			2			3			4	
蒸发器	型式	钎焊板式换热器或套管式换热器									
	水流量/(m ³ /h)	1.7			1.89			2.41			3.1
	接管管径/mm	25			25			25			40
水泵	型式	同轴低噪声涡流式									
	功率/kW	0.18			0.18			0.25			0.37
	扬程/m	15			15			13			18
外形尺寸	长/mm	980	980	1530	980	980	1530	980	980	1530	1130
	宽/mm	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
	高/mm	1700	1830	950	1700	1830	950	1700	1830	950	1900

(续)

型 号	KCHUA—10030PV			KCHUA—10030PV			KCHUA—10040PV			KCHUA—10040PV
	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式	侧吹	上吹	卧式	侧吹
运行质量/kg	150			180			220			270
机组噪声/dB(A)	≤57	≤60	≤57	≤57	≤60	≤57	≤58	≤61	≤58	≤60

注：1. 制冷工况：出水温度 7℃，环境温度 35℃；供热工况：出水温度 45℃，环境温度 7℃/湿球温度 6℃。

2. 机组制冷范围：制冷时出水温度 5~12℃，环境温度 15~43℃；供热时出水温度 35~45℃，环境温度 -10~15℃。

6.17 江苏风神集团家用空调公司

1. 产品概述

家用中央空调是风神公司专为多居室用户研制开发的一种新型空气调节装置，有 2 类 14 种规格、制冷（供热）范围：6.6~27.5kW，广泛适用于各种豪华别墅、公寓住宅、乡村民居等多居室住宅。

2. 产品特性

1) 具有超高的空气品质。通过不同的末端设备的选择，可实现对空气多种热湿处理及净化功能，使居室空气环境得到最大限度的改善，而这些传统的家用空调是不能实现的。

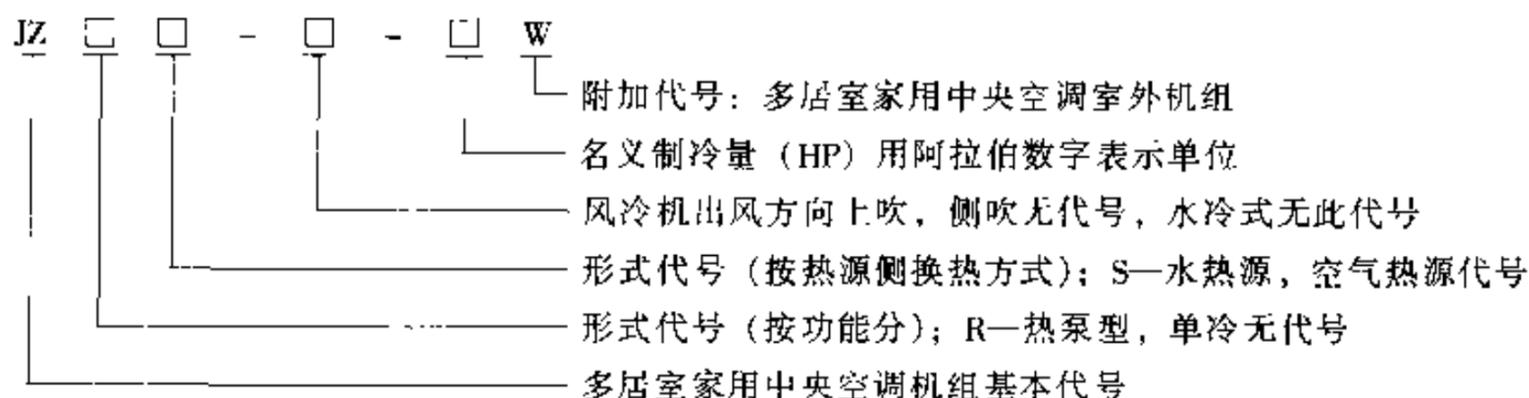
2) 安装方便，适应环境能力强。因冷热量的传输是以水取代，故不受室内外机组安装位置的影响，传输距离远，且以水管取代了制冷剂管道，减少了泄露、堵塞的可能性，维护管理方便。

3) 全自动微机控制。实行一键开关机，用户只需打开电源，其余工作由微机自动完成。智能型微机控制器，对机组实行全天候监测，自动进行控制、检测和保护等多种功能。并具有网络控制功能，实现远距离监测和控制。

4) 全套进口制冷部件，保证了优良的制冷、供热能力。冷水器采用耐酸不锈钢板式换热器，具有优良的热工特性且防冻、防腐能力强，使用寿命超过 15 年；采用世界著名的品牌涡旋压缩机，保证了超长寿命和高效能；全不锈钢水泵，保证系统长期可靠，宁静运行。

3. 产品选型指南

(1) 型号编制说明



(2) 选用指南

1) 家用中央空调由主机、末端设备和输送管道组成，用户选用时，应根据房屋结构、负荷大小首先确定主机和末端设备，输送管道由专业安装人员配置。

2) 技术参数表上所列风机盘管配备表, 是基于各房间冷热负荷基本相同的情况下确定的。如各房间负荷差别较大, 则应视负荷情况配备不同型号的风机盘管, 但必须保证其总制冷(热)量应和主机相匹配。

3) 如用户考虑新风供应, 则应选择一台风神公司的家用新风机组。

4) 家用中央空调机组使用电源有两种: 在小容量机组中, 可以使用 380V 和 220V 中任何一种; 大容量机组中, 则只提供 380V, 但在允许的情况下, 建议用户尽量采用 380V 机组, 以减少线路负荷不均。

5) 用户在选用家用中央空调时, 应考虑房间同时使用系数, 这样可减少装机容量, 降低成本, 推荐如下公式计算:

机组容量(制冷量) = 单位面积负荷 × 使用面积 × 房间同时使用系数

房间同时使用系数 $a = 0.5 \sim 0.8$ 。单位面积负荷约为 $115 \sim 145 \text{W/m}^2$ 。

4. 小风神系列家用中央空调主要技术参数表(表 6-53)

表 6-53 江苏风神集团家用空调公司小风神系列家用中央空调主要技术参数表

室外机型号		JZ-3	JZ-4	JZ-5	JZ-6	JZ-8	JZ-10	JZ-12
性能参数	制冷量							
	kW	6.5	8	11.6	13.6	18	23.5	27.5
	Kcal/h	5600	6890	10000	11720	15520	20260	23700
	供热量							
	kW	7.2	8.8	13	15	20	26	30
	Kcal/h	6160	7580	11200	12930	17240	22410	25860
输入功率/kW	3.1	3.6	5.2	6	7.9	10.2	11.9	
机组噪声/dB(A)	59	61	62	63	64	65	66	
质量/kg	120	130	150	170	250	280	300	
外形尺寸 (长 × 宽 × 高 /mm × mm × mm)		665 × 665 × 975		765 × 765 × 975		1330 × 765 × 975	1525 × 765 × 975	
使用电源		单相, 3 相				3 相		
室内机型号		JN-1.5	JN-2	JN-2.8	JN-3.5	JN-4	JN-4.5	JN-5.5
制冷量/kW		1.5	2	2.8	3.5	4.0	4.5	5.5
供热量/kW		1.8	2.4	3.4	4.2	4.8	5.5	6.6
输入功率/kW		16	19	33	35	44	50	93
噪声/dB(A)		35	36	36	37	38	39	41
外形尺寸 (长 × 宽 × 高 /mm × mm × mm)		暗卧 600 × 456 × 223	700 × 456 × 223	800 × 456 × 223	1000 × 456 × 223	1120 × 456 × 223	600 × 456 × 223	600 × 456 × 223
		柱形: 300 × 300 × 2200				450 × 450 × 2200		

6.18 美国吉姆 (GOODMAN) 制造公司

1. 产品概述

美国吉姆 GOODMAN 制造公司生产“吉姆”全系列家庭和商用小型中央空调设备, 包括热泵机、单冷机、燃气供暖炉、电冷气暖机及各类一体机。优良的设计、生产和装配工艺, 出色的人员配备, 高标准的配件选择以及严格的测试手段, 使吉姆家用和商用小型中央空调

系统具有高效节能、低噪音、集中智能控制和合理调配冷量等特点。

2. 产品特性

(1) 布置灵活 吉姆空调机组工作原理与家用空调机基本相同,由一台室外机和一台室内机组成,安装方便且灵活。

(2) 运行安静 吉姆空调室外机采用优质名牌压缩机和电动机,运行平稳且噪声低。室内机采用高效低噪音名牌离心风机,并且内壁附有足够厚的绝热层以及吸声材料。

(3) 使用方便 吉姆空调具有多种规格和不同的机型,可满足不同功能区的使用要求,应用广泛。

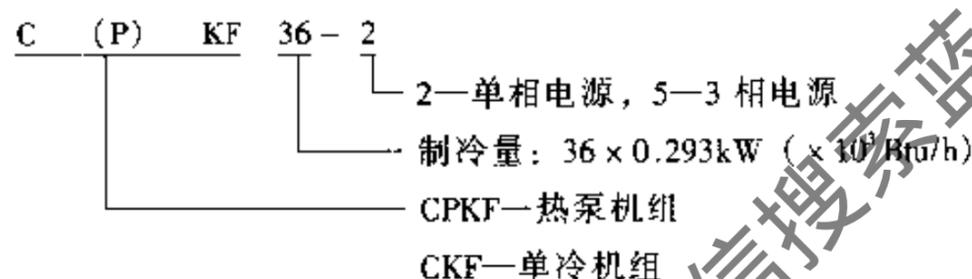
(4) 效果良好 吉姆空调可引入适当比例的新风,成为真正意义上的绿色空调。

(5) 安装快速维修简便 吉姆空调安装灵活方便,且施工周期短,运转部件少,维修容易。

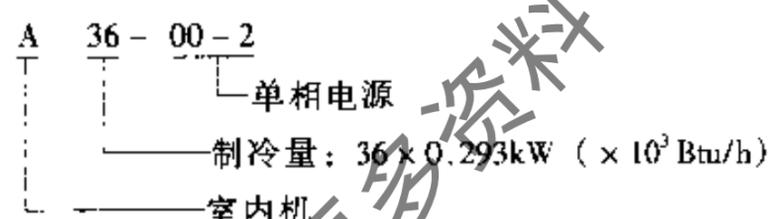
3. 产品编制说明

(1) 型号编制说明

1) 室外机:



2) 室内机:



(2) 产品选用原则 根据当地的气候特点和使用要求进行合理的机组选型。在黄河以南地区应选用热泵机组,并配以适当的电加热器。黄河以北地区由于其冬季环境温度低,热泵工作效率下降等原因,推荐使用燃气炉和单冷机加盘管(箱)组合方式,夏季利用单冷机和盘管(箱)组成制冷系统,冬季利用燃气炉工作供热。

4. CKF系列单冷小型中央空调主要技术参数(表6-54)

表 6-54 美国吉姆(GOODMAN)制造公司 CKF 系列单冷小型中央空调机组技术参数

(1) 制冷性能

机 组 型 号			制冷(室外温度 35℃,室内干球温度 27℃ /湿球温度 19.5℃)		制冷(室外温度 46℃,室内干球温度 27℃ /湿球温度 19.5℃)	
规格	室外机	室内机	制冷量/kW	功率/kW	制冷量/kW	功率/kW
3USRt	CKF36-2	A36-00-20	9.5	3.8	8.4	4.18
3USRt	CKF36-5	A36-00-20	9.5	3.8	8.4	4.18
4USRt	CKF48-5	A48-00-20	11.5	4.3	10.1	4.78

(续)

机组型号		制冷(室外温度 35℃, 室内干球温度 27℃ /湿球温度 19.5℃)	制冷(室外温度 46℃, 室内干球温度 27℃ /湿球温度 19.5℃)			
5LSRt	CKF60—5	A60—00—20	15.8	5.8	13.3	6.44
超 5LSRt	CKF70—5	A60—00—20	18.2	6.2	15.9	7.00
		A90—00—20	19.1	6.2	16.2	7.20

(2) 主要技术参数

型号		CKF36—2	CKF36—5	CKF48—5	CKF60—5	CKF70—5
压缩机	额定电流/A	17.6	5.7	6.8	8.8	10.3
	堵转电流/A	96	39	45	62	79
	功率/W	3320	3320	3740	5090	5400
	电压/V	220/240	380/415	380/415	380/415	380/415
冷凝风机	满载电流/A	0.9	0.5	0.5	0.6	1.2
	功率/W	165	165	165	165	300
	直径/mm	457	457	457	559	559
	转速/(r/min)	950	950	950	950	950
冷凝盘管	迎风面积/m ²	1.05	1.35	1.35	1.63	2.03
	管径/mm	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53
	排数/翅片/mm(m)	1/457(18)	1/508(20)	1/508(20)	1/508(20)	1/508(20)
	管数	22	20	24	24	30
	翅片类型	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹
制冷剂接管	液相管/mm	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53
	气相管/mm	19.1	22.2	22.2	22.2	22.2
	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接
供电电源	单相, 220V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	
外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)	584×584×686		737×737×635	737×737×762	737×737×762	
运输质量/kg	68.1		77.2	88.5	94.4	

5. CPKF 系列热泵小型中央空调主要技术参数 (表 6-55)

表 6-55 美国吉姆 (GOODMAN) 制造公司 CPKF 系列热泵小型中央空调主要技术参数

室外机型号	室内机型号	制冷(室外温度 35℃, 室内干球温度 27℃ /湿球温度 19℃)		制冷(室外温度 46℃, 室内干球温度 27℃ /湿球温度 19℃)		供热(室外干球温度 8℃/湿球温度 6℃, 室内温度 21℃)		供热(室外干球温度 -8℃/湿球温度 -10℃, 室内温度 21℃)	
		制冷量/kW	功率/kW	制冷量/kW	功率/kW	制热量/kW	功率/kW	制热量/kW	功率/kW
CPKF24—2	A24—00—2R	6.51	2.75	5.7	3.0	6.75	2.32	3.84	2.11
CPKF36—2/5	A36—00—2R	9.42	3.76	8.26	4.12	9.42	3.23	6.17	3.38
CPKF36—2/5	A48—00—2R	10.6	4.24	9.3	4.51	10.35	3.53	6.75	3.71
CPKF42—5	A48—00—2R	11.75	5.0	10.35	5.48	11.50	3.94	7.10	3.94

(续)

室外机型号		室内机型号		制冷(室外温度 35℃, 室内干球温度 27℃ /湿球温度 19℃)		制冷(室外温度 46℃, 室内干球温度 27℃ /湿球温度 19℃)		供热(室外干球温度 8℃/湿球温度 6℃, 室内温度 21℃)		供热(室外干球温度 -8℃/湿球温度 -10℃, 室内温度 21℃)		
		制冷量/kW	功率/kW	制冷量/kW	功率/kW	制热量/kW	功率/kW	制热量/kW	功率/kW			
CPKF48—2/5	A48—00—2R	13.84	5.22	12.21	5.72	14.10	4.85	9.30	5.11			
CPKF60—5	A60—00—2R	15.35	5.78	13.5	6.70	15.58	5.35	10.0	5.53			
CPKF61—5	A60—00—2R	17.10	6.44	15	7.10	17.10	5.86	11.2	6.15			
型号		CPKF24—2	CPKF36—2	CPKF36—5	CPKF42—5	CPKF48—2	CPKF48—5	CPKF60—5	CPKF61—5			
压缩机	额定电流/A	12.8	20.0	6.1	8.33	19.2	8.0	10.3	9.5			
	堵转电流/A	75	110	39	45	140	67	65	73			
冷凝风机	满载电流/A	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8			
	功率/W	186.5	186.5	186.5	186.5	186.5	186.5	186.5	186.5			
	风扇直径/mm	457	457	457	559	559	559	559	559			
	转速/(r/min)	950	950	950	950	950	950	950	950			
冷凝盘管	迎风面积/m ²	0.97	1.16	1.63	1.63	2.03	2.03	2.03	2.03			
	管径/mm	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53			
	排数/翅片数/mm(in)	1/483(19)	1/483(19)	1/483(19)	1/483(19)	1/483(19)	1/483(19)	1/483(19)	1/483(19)			
	管数	20	24	24	24	24	30	30	30			
	翅片类型	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹			
制冷剂管接	液相管/mm	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53			
	气相管/mm	19.1	19.1	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2			
	连接方式	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接			
供电电源		单相, 220V, 50Hz	单相, 220V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz	3相, 380V, 50Hz		
外形尺寸 (长×宽×高 /mm×mm×mm)		584×584×635	584×584×762	737×737×762	737×737×762	737×737×762	737×737×762	737×737×953	737×737×953			
运输质量/kg		65.4	74.9	88.5	88.5	90.8	90.8	99.9	101.2			

6.19 美国路德 (RUUD) 空调公司

1. 产品概述

美国路德 (RUUD) 空调公司生产的家用中央空调为风冷热泵分体风管机组。制冷量范围 10.5~35.1kW (3~10USRt) 冷吨, 各种规格齐全。美国路德 (RUUD) 家用中央空调采用系统风管向各房间输送清新空气, 使各房间温度控制基本一致, 无温差存在, 亦可随意调节各房间风量, 同时由于可以接入新风形成空气循环, 从根本上改变了环境空气质量, 使居室更为舒适, 广泛应用于公寓、别墅、餐厅及办公娱乐场所。

2. 产品特性

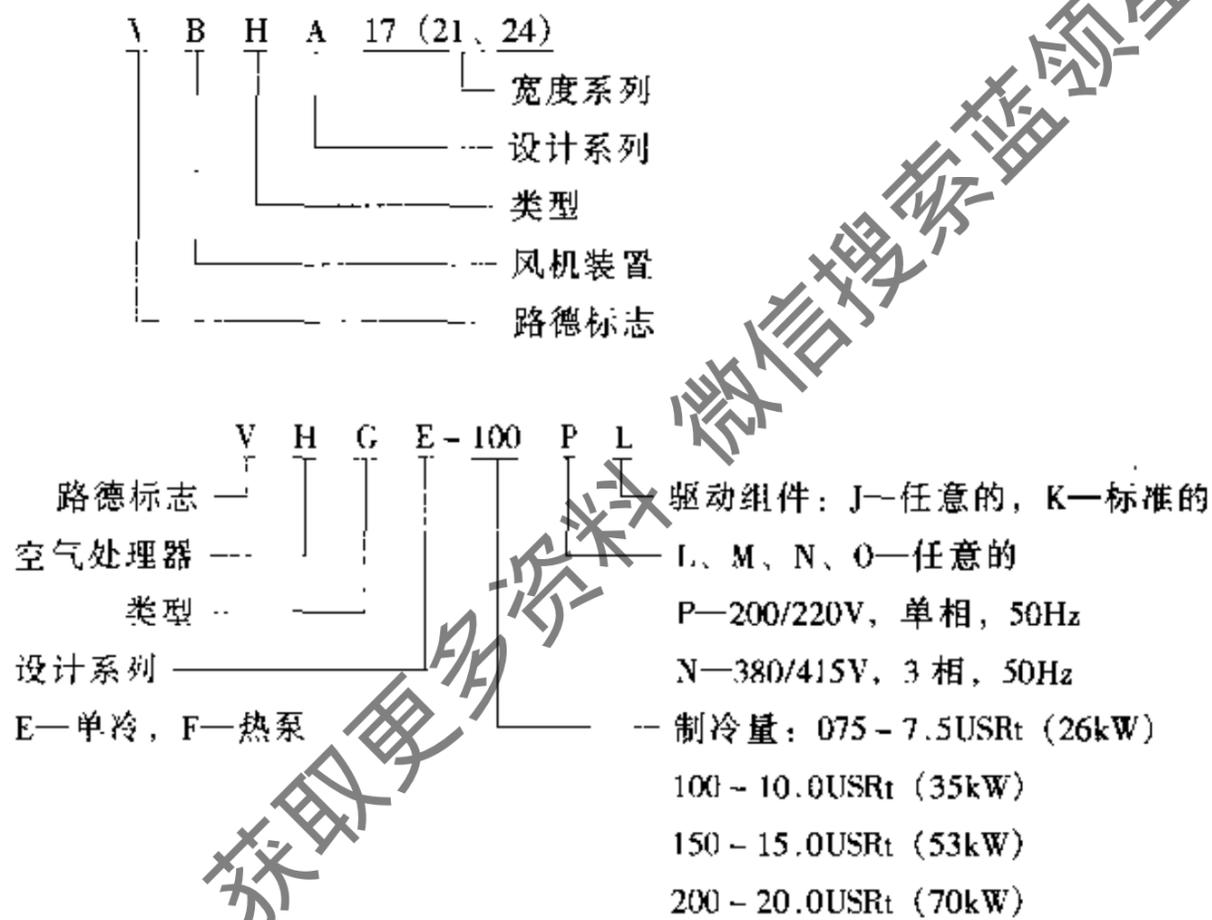
1) 智能功率控制。能根据室内/外温度变化, 自动调节输入/输出功率, 使系统运行时

更为节能。

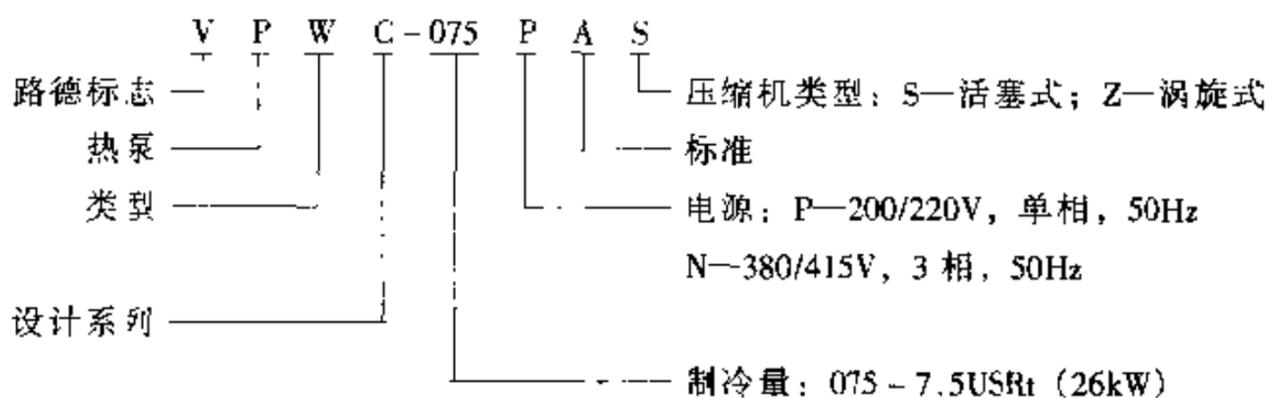
- 2) 低温控制。室外热泵机组在 -18°C 时能照常供热风。
- 3) 除霜监测。室外机组除霜时，无冷空气进入照常供热风。
- 4) 带有定时温度除霜控制器。
- 5) 保护装置。高低压保护、电流过载保护、短路保护。
- 6) 采用最先进的涡旋压缩机、运转平稳、噪声低。
- 7) 独特的热气消声器，使供热噪声降至极限。低噪声高效 8 级风机电动机转速 $690\text{r}/\text{min}$ ，额定电流下全压为 127Pa 或更高。
- 8) 独有的节能设计，所有热泵机组均装有专利的限流器，充分控制供热状态下的电加热，使机组更节能。
- 9) 智能控制。温控器可随意设定机组一周内每天 4 个时段温度。

3. 型号编制说明

(1) 室内机



(2) 室外机



4. 路德家用中央空调主要技术参数 (表 6-56)

表 6-56 美国路德 (RUUD) 空调公司路德家用中央空调主要技术参数

室内机型号		VRHA—17	VBHA—21	VBHA—21	VBHA—24	VHGF075NK	VRGF100NK
室外机型号		VPKA036	VPKA042	VPKA048	VPKA060NA	VPWC075NE	VPWC100NAE
额定制冷量/kW		10.5	12.3	14.0	17.5	26.3	35.1
额定供热量/kW		11.2	12.8	14.6	18.0	27.0	35.7
规格/USRt		3.0	3.5	4.0	5.0	7.5	10.0
接管直径 /mm	液管	8	8	9.53	9.53	16	16
	气管	19	22	28	28	35	35
制冷剂 R22 充注量/g		2811.6	3010.4	3067.2	3010.4	8122	11186
电源		单相,220V, 50Hz	单相,220V, 50Hz	单相,220V,50Hz, 3相,380V,50Hz	3相,380V, 50Hz	3相,380V, 50Hz	3相,380V, 50Hz
额定电流 /A	室内机	5.6	6.2	6.8	6.0	3.0	5.0
	室外机	14.5	16.8	18.6	20	35	4.0
额定功率 /kW	室内机	0.36	0.40	0.43	0.75	1.49	2.24
	室外机	3.2	3.7	4.1	5.3	7.5	9.75
风量/(m ³ /h)		2043	2745	2745	3500	5666	6800
机外余压/Pa		127	127	127	127	200	200
质量/kg	室内机	38	44	44	51	150	157
	室外机	102.1	104.3	111.1	115.7	208.7	231.3
噪声/dB(A)	室内机	40	42	42	45	48	50
	室外机	60	62	65	68	70	70
进风口尺寸/mm		457×191	457×240	457×289	521×457	505×505	505×505
回风口尺寸/mm		520×434	502×533	502×612	597×502	1203×505	1203×505
外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)		889×445×559	889×533×559	889×553×559	889×622×559	800×1422×1454	800×1422×1454
		680×787×983	680×689×983	680×689×1081	680×689×1081	908×788×2032	908×788×2032
保护装置	高低压保护、电流过载保护、短路保护						
管道连接	焊接						
最大接管长度/m	45						
最大落差/m	18						

6.20 TRANE (特灵) 中国

TRANE (特灵) 中国生产的家用中央空调有: ① INSIGHT 高静压暗藏式风管机; ② ILLUSION 暗藏天花分体机; ③ KOOL MAN 风冷 (热泵) 冷水机组。

1. INSIGHT 高静压暗藏式风管机

INSIGHT 高静压暗藏式吊顶风管机组共有 10 种规格, 其中单冷和热泵各 5 种, 制冷量 8.5~17.5kW, 供热量 9.2~18kW, 适用于高档住宅、别墅、小型商用机构和餐饮娱乐用房等的空调的要求。

(1) 产品特性

1) 中央空调小型化, 美观高雅。室内看不见空调机组, 空调功能由隐藏在吊顶内的送回风管道来实现, 避免了空调器对室内装潢整体效果产生的不良影响。

2) 舒适健康。空调气流组织合理, 可根据用户需要进行设计施工, 使得房间气流均匀分布, 冷气可根据房间大小精确供应, 避免了分体机送风不均匀, 冷量规格有限制的缺点,

可享受舒适宜人的环境。

3) 室内机组机身薄。INSIGHT8.5 ~ 14.5kW (3.51 ~ 5 匹) 室内机组厚度仅为 300mm, 19.6kW 机组厚度也不过 350mm, 吊顶安装时对房间的净高要求低, 特别适合中国国情。

4) 高静压、大风量, 可选圆形风道接口。INSIGHT 室内机外余压最高可达 180Pa, 风管可接驳长达 20m, 气流组织更方便, 回风箱作为标准配置, 还可选配圆形风道送/回风口, 每个风口预留了五个圆形接口用于接驳圆形风管, 极大地方便了用户的使用。

5) 热泵机组配辅助电加热。热泵机型具有供热量大的特点, 且每款热泵机型均可配置辅助电加热, 采用安全可靠的 PTC 发热体, 即使在严寒的冬季也能保证室内温暖如春。

6) 可接热水盘管进行供热。所有机组均可配热水盘管进行供热, 用户可以有更多选择。

7) 运行效率高。采用 Copeland 涡旋压缩机, 工作效率高, 换热器采用内螺纹铜管和亲水铝箔, 效率更高, 热泵机组冬季化霜效果更好。

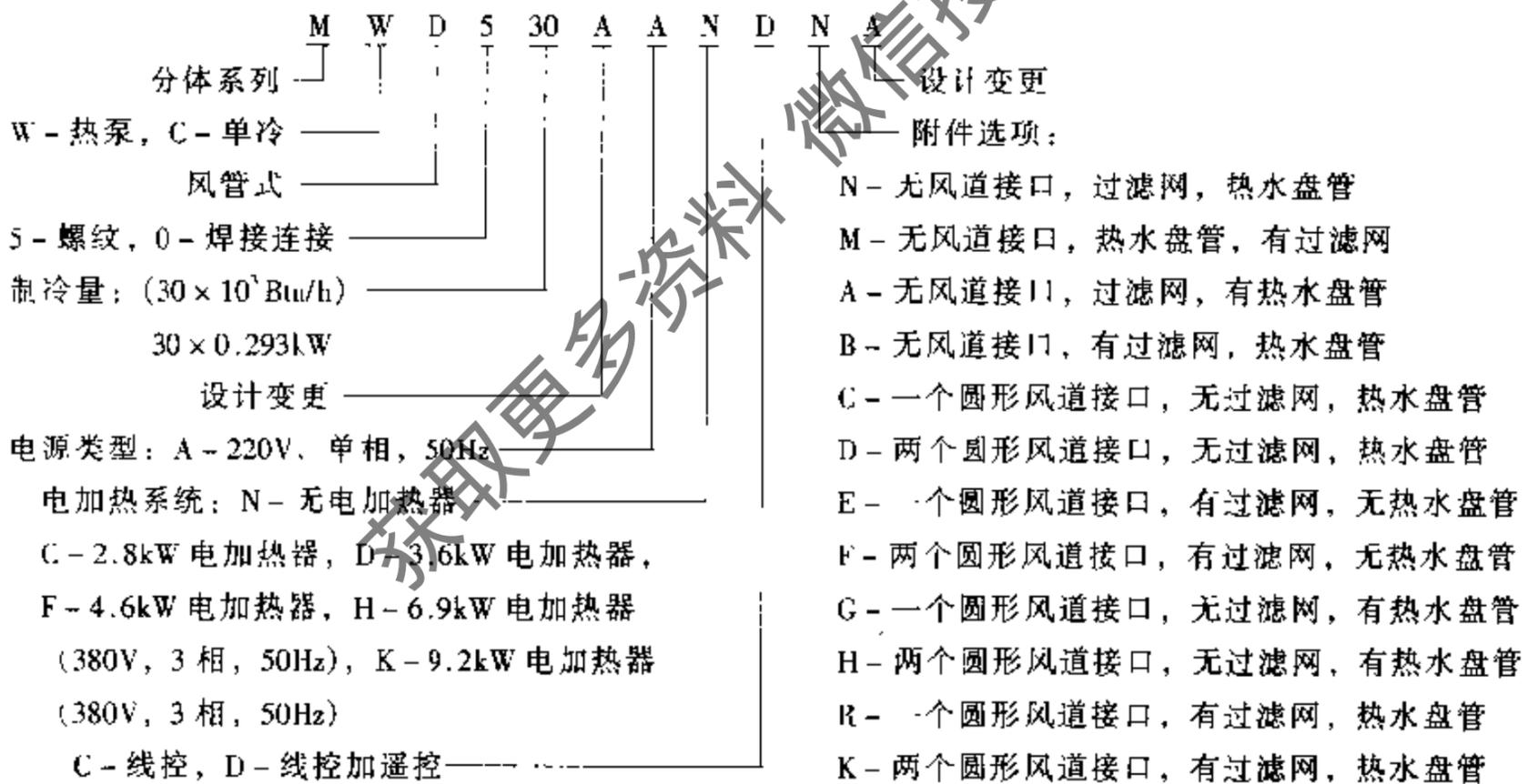
8) 控制灵活方便。所有机组均可配置线控器和红外遥控器对机组进行控制, 可进行制冷、供热、除湿、通风运转, 也可进行定时和睡眠设定, 还具有故障报警功能, 方便实用。

9) 运转宁静、低噪声。室内机组风机及电动机均采用名牌产品, 风管吊顶密封安装, 室内无噪声。

(2) 型号编制说明

1) 室外机 (型号编制 INSIGHT 与 ILLUSION 命名相同)。

2) 室内机



(3) INSIGHT 高静压暗藏风管机主要技术参数 (表 6-57)

2. ILLUSION 暗藏吊顶中的分体机

为了满足越来越多的用户追求中央空调小型化和家用空调舒适化的趋势, Trane 公司推出了适合于家庭、办公及商业场所的最新设计 ILLUSION 暗藏吊顶中的分体机系列。该系列空调采用了最新设计技术, 是最佳的家庭空调系统解决方案。

(1) 产品特性

表 6-57 TRANE (特灵) 中国 INSIGHT 高静压暗藏式风管机组主要技术参数

		单 冷					热 泵				
室内机组		MCD— 530AA	MCD— 530AA	MCD— 540AA	MCD— 050AA	MCD— 060AA	MWD— 530AA	MWD— 530AA	MWD— 540AA	MWD— 050AA	MWD— 060AA
室外机组		TWK— 530AA	TTK— 530AD	TTK— 540AD	TTK— 050AD	TTK— 060AD	TWK— 530AA	TWK— 530AD	TWK— 540AD	TWK— 050AD	TWK— 060AD
制冷量/kW		8.5	8.5	13	14.5	17.5	8.5	8.5	13	14.5	17.5
供热量/kW							9.2	9.2	15.5	17	18
功率	制冷/kW	3.6	3.6	5	5.15	6.5	3.55	3.55	5	5.15	6.5
	供热/kW						2.8	2.8	5	4.55	5.45
电流/A		18.5	8.8	11.5	12.3	15.2	18.5	8.8	11.5	12.3	15.2
电源	室内机	220V, 单相, 50Hz					220V, 单相, 50Hz				
	室外机	220V, 单 相, 50Hz	380V, 3 相, 50Hz				220V, 单 相, 50Hz	380V, 3 相, 50Hz			
压缩机		全封闭涡旋					全封闭涡旋				
风机	室内机	三速直驱					三速直驱				
	室外机	轴流					轴流				
制冷剂	种类	R22					R22				
	充注量/kg	2.8	2.8	4	5.3	6.5	2.8	2.8	4	5.3	6.5
节流元件		节流阀					节流阀				
室内名义风量/(m ³ /h)		2200	2200	2200	3200	3200	2200	2200	2200	3200	3200
机外余压/Pa		120	120	120	180	180	120	120	120	180	180
制冷剂管 连接	类型	螺纹连接			焊接		螺纹连接			焊接	
	气管直径/mm(in)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	28.58 (1 ¹ / ₈)	28.58 (1 ¹ / ₈)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	28.58 (1 ¹ / ₈)	28.58 (1 ¹ / ₈)
	液管直径/mm(in)	9.53(3/8)									

1) 多联系统。ILLUSION 暗藏吊顶中的分体机系列一拖二/一拖三机, 专门为中国家庭设计, 有多种型号可供选择, 空调面积 25 ~ 100m² (相当于建筑面积约 40 ~ 150m²), 仅需安装一台室外机。

2) 高贵典雅。无须为空调的摆放位置而发愁, 也不用担心空调机会破坏房间布局, 室内机组隐藏在吊顶内。

3) 舒适健康。机组通过风管将冷量送至室内各个角落, 因此室内的气流布局均匀, 同时为了保证室内空气的品质, 可以引新风入室, 形成一个舒适空间。

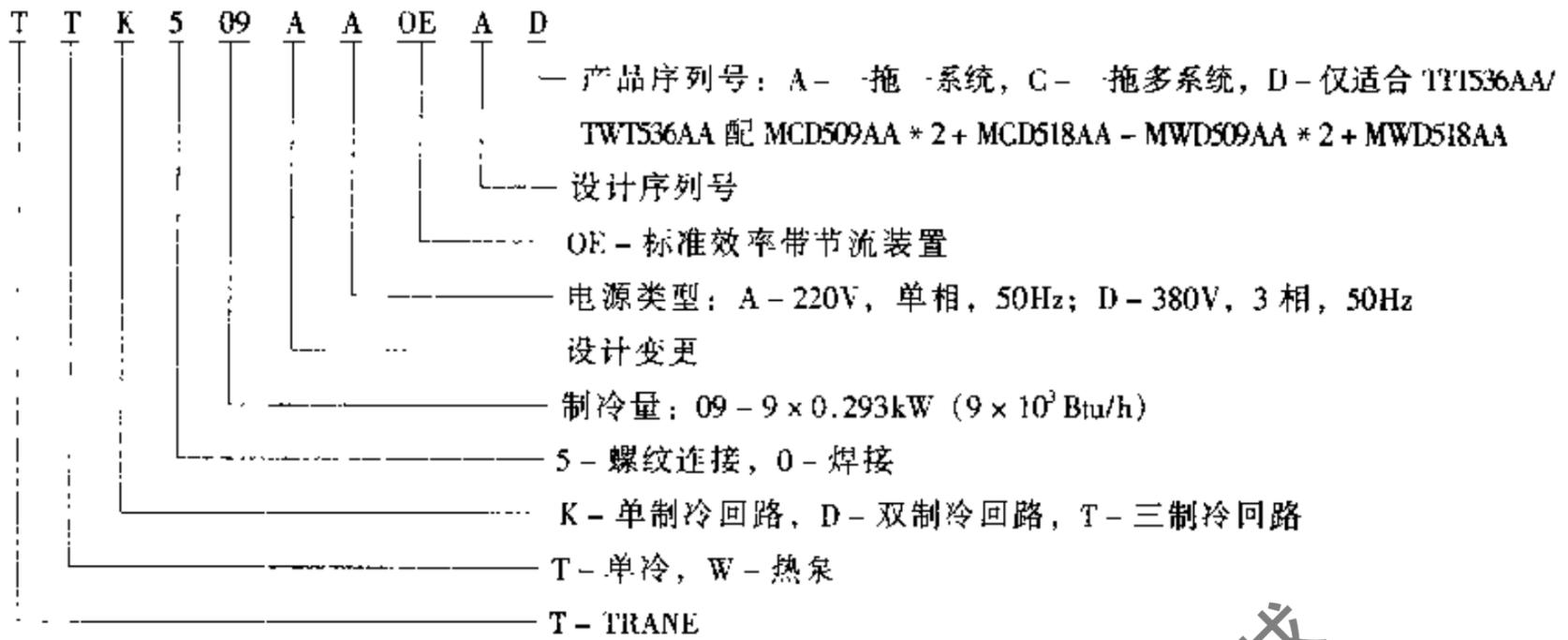
4) 安装方便。由特灵首先提出可拆卸式蒸发器概念并实现大规模生产, 不再为接管的事情发愁, 可自由选择制冷剂连接管和排水管的方向, 给安装带来更多方便。

5) 超强供热 (配辅助电加热器)。ILLUSION 热泵机型供热量大, 且每款热泵机型均配有采用 PTC 材料的辅助电加热器, 安全可靠, 即使是在严寒的冬季也能保证室内温暖如春。

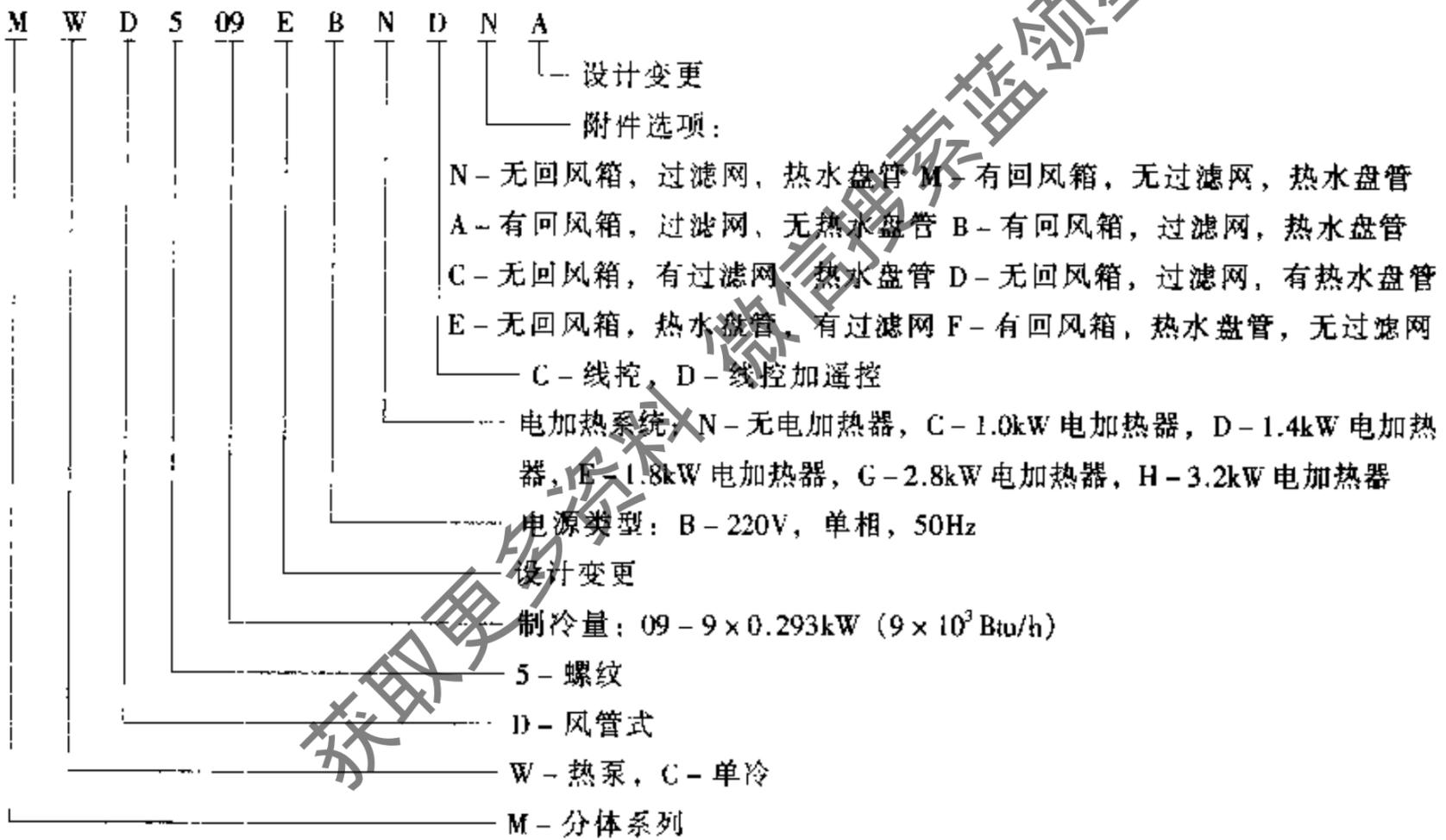
6) 运转宁静。室内机组安装在吊顶中, 通过软接头和风口相连, 还可进一步做消声处理, 使得空调运转时室内宁静无声。

(2) 型号编制说明

1) 室外机



2) 室内机



3) ILLUSION 暗藏吊顶中的分体机主要技术参数 (表 6-58)

表 6-58 TRANE (特灵) 中国 ILLUSION 暗藏吊顶中的分体机主要技术参数

室外机组单冷		TTD518AA	TTD524AA	TTD536AA	TTT530AA	TTT536AA	TTT536AA *	TTT539AA
室内机单冷	1 号	MCD509EB	MCD512EB	MCD518EB	MCD509EB	MCD509EB	MCD512EB	MCD509EB
	2 号	MCD509EB	MCD512EB	MCD518EB	MCD509EB	MCD509EB	MCD512EB	MCD512EB
	3 号				MCD512EB	MCD518EB	MCD512EB	MCD518EB
制冷量/kW		2.5 × 2	3.7 × 2	5.3 × 2	2.5 × 2 + 3.7	2.5 × 2 + 5.3	3.7 × 3	2.5 + 3.7 + 5.3
室外机组电源		220V, 单相, 50Hz						

(续)

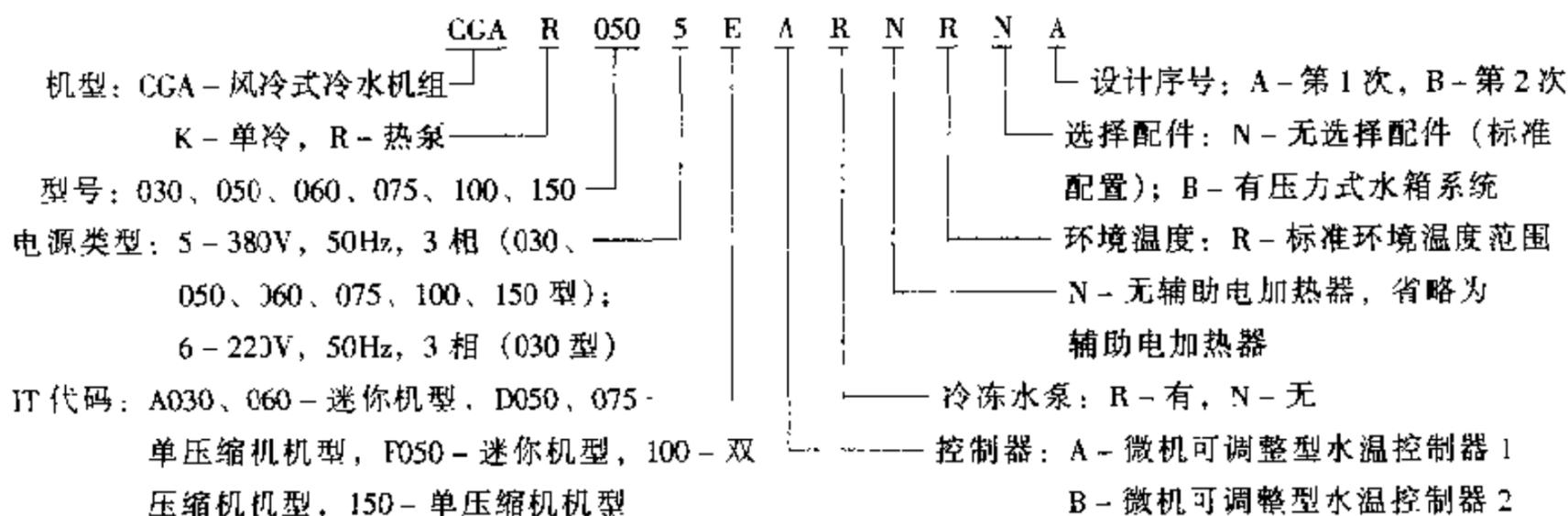
室外机组 (长×宽×高 /mm×mm×mm)	938×362 ×831	938×362 ×831	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	
室外机噪声/dB(A)	57.6	57.6	57.6	58	58	58	58	
室外机组	热泵	TWD518AA	TWD524AA	TWD536AA	TWT530AA	TWT536AA	TWT536AA *	TWT539AA
室内机	1号热泵	MWD509EB	MWD512EB	MWD518EB	MWD509EB	MWD509EB	MWD512EB	MWD509EB
	2号热泵	MWD509EB	MWD512EB	MWD518EB	MWD509EB	MWD509EB	MWD512EB	MWD512EB
	3号热泵				MWD512EB	MWD518EB	MWD512EB	MWD518EB
制冷量/kW	2.5×2	3.7×2	5.3×2	2.5×2+3.7	2.5×2+5.3	3.7×3	2.5+3.7+5.3	
供热量/kW	2.8×2	3.9×2	5.3×2	2.8×2+3.9	2.8×2+5.3	3.9×3	2.8+3.9+5.3	
室外机组电源	220V, 单相, 50 Hz							
室外机组 (长×宽×高 /mm×mm×mm)	938×362 ×831	938×362 ×831	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	1000×393 ×1285	
室外机噪声/dB(A)	57.6	57.6	57.6	58	58	58	58	

3. KOOLMAN 风冷 (热泵) 冷水机组

(1) 产品特性

- 1) 造型美观。KOOLMAN 设计新颖, 外形美观。
- 2) 节省空间。特殊薄型的设计, 迷你型厚度仅为 390mm, 标准型厚度为 500mm, 可直接安装于阳台、屋顶或地面而不需机房, 可节省使用空间。
- 3) 多样选择。迷你型特别推出 220V/380V 两种选择。电加热器、压力式水箱的多种选择可供使用, 可满足不同客户的要求。
- 4) 安静无声。高效低噪声压缩机及低速运转之散热风扇, 使整个机组运转时安静无声, 050 型仅 58dB (A)。
- 5) 免装水塔。采用空气循环方式散热, 无需装设冷却塔。节省水塔的费用及空间。
- 6) 安装容易。内部配线、制冷剂充填在工厂即已完成, 出厂前实施严格的测试。在工地现场, 只要接上电源及冷水管即可使用。

(2) 型号编制说明



(3) KOOLMAN 风冷 (热泵) 冷水机组主要技术参数 (表 6-59)

表 6-59 TRANE (特灵) 中国 KOOLMAN 风冷 (热泵) 冷水机组主要技术参数

型 号		CGAK/R-0306A	CGAK/R-0305A	CGAK/R-0505E	CGAK/R-0605A	CGAK/R-0505D	CGAK/R-0755D	CGAK/R-1005F	CGAK/R-1505D	CGAK/R-1050F
制冷量	kW	9.8	9.8	12.6	16.2	13.1	19.5	26.2	39.0	39.0
	kcal/h	8500	8500	11000	13930	11300	16800	22500	33500	33540
供热量	kW	11.8	11.8	14.2	18.3	14.5	21.5	31.2	42.4	40
	kcal/h	10150	10150	12200	15740	12500	18600	26800	36500	34400
电 源		220-240V, 50Hz, 单相		380-415V, 50Hz, 3 相						
型式		全封闭高效压缩机								
压缩机	输入功率/kW	2.9	2.9	4.1	5.6	4.1	6.2	8.3	2×6.2	12.1
	运行电流/A	17	6.5	9.5	11.2	7.4	11.6	2×7.4	2×11.6	22.2
	外径/mm	420	420	420	420	711	762	762	762	762
轴流式	数量	2	2	2	2	1	1	1	2	2
	输入功率/kW	0.2	0.2	0.2	0.2	0.48	0.5	0.95	1.00	1.2
	转速/(r/min)	950	950	950	950	460	460	550	460	460
	风量/(m ³ /h)	4150	4150	4150	4150	4600	7000	10600	14500	14500
型式		直接式多段离心泵								
冷冻水泵	输入功率/kW	0.49	0.46	0.46	0.46	0.48	0.72	0.72	0.92	1
	机外扬程/m	21	21	18	16	18	18	18	18	18
型式		不锈钢平板型								
蒸发器	流量/(L/min)	30.2	30.2	37.7	46	37.7	56.0	73.7	111.7	111.7
保护装置		过热保护、高低开关、防冻开关								
型号		SUNISO3GS								
冷冻油	填充量/L	1.25	1.25	2.0	1.8	2.0	3.5	2×2.0	2×3.5	6.6
型号		HCFC22								
制冷剂	填充量/L									
外形尺寸	高/mm	1285	1285	1285	1285	1750	1900	1900	1900	1900
	长/mm	950	950	950	950	970	1290	1290	1990	1990
	宽/mm	390				500				
进出水管/mm(in)		25.4(1)				31.75(1 1/4)				
运行质量/kg		150	146	162	170	260	320	384	530	456

注: 1. 制冷能力的条件为室外环境温度 35℃, 出水温度 7℃, 进水温度 12℃。

2. 供热能力的条件为室外环境温度 7℃, 出水温度 45℃, 进水温度 40℃。

6.21 上海三菱百富勤商用制冷设备有限公司

1. 产品概述

上海三菱百富勤商用制冷设备有限公司专业生产家用、商用中央空调为风冷式冷热水机组, 有热泵型和单冷+中央供热系统两种类型, 标准产品制冷量 7.5kW~32kW, 供热量

7.6~36.8kW，共 22 款规格。另外也可根据用户要求进行设计制造，最大制冷量不超过 80kW。

根据不同的安装方式，机组可分为标准型和分体型。标准型可直接安装在庭院、屋顶、阳台，而分体型主要安装在高层公寓的外墙上，适用于别墅、写字楼、小型商场、饭店和公寓等场合。

2. 产品特性

(1) 配置齐全、安装方便 机组有内置水泵、膨胀水箱、辅助加热器、蓄能水箱（选配）、放气阀等，用户只需连接进出水管和补给水管即可。

(2) 高效节能，品质优良 机组采用高效涡旋压缩机、美国 OAK 设备制造的高效翅片换热器、进口板式换热器（其外层采用高压聚胺脂发泡保温）、丹佛斯膨胀阀等优质零部件，使机组能效比大为提高，而全不锈钢外壳的使用作到了永不生锈。

(3) 智能控制，安全可靠

1) 机组采用中央处理器智能控制，能自动获知各房间开机情况，并自动调节。

2) 机组有各种电源保护，如缺相、逆相、欠压等。

3) 压缩机保护有超负荷、反转等保护。

4) 制冷系统保护有高压、低压、排气温度等保护。

5) 系统保护有流量、防冻、防水温过冷和过热等保护。

6) 机组还能检测环境温度，并自动提供相应的功能。

7) 自动报警显示功能，可使故障原因一目了然。

(4) 双机组组合，能效提高 双压缩机的采用，使得别墅、写字楼等大面积建筑也能享受舒适的环境；智能化的电控设计，实现了机组在各种使用情况下，都能自动调节，使双机运行合理，从而降低能耗；双机的平衡工作设计，极大地延长了压缩机的寿命。

(5) 多款风口、个性设计

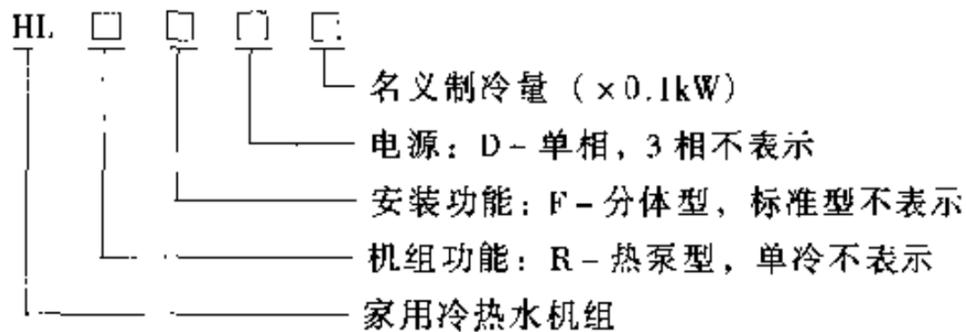
1) 风口面板采用 ABS 塑料制作，可根据用户选择表面颜色花纹处理（如木纹、大理石等），使得用户能享受个性化的家居环境。

2) 每个房间安装一个液晶显示器，同时配有一个遥控器，使得每个房间的用户能独立操作。另有风口面板带数码遥控装置的款式，操作简便。

3) 可根据用户要求，增加新风装置、空气净化装置的负离子发生器等。

3. 产品选型指南

(1) 型号编制说明



(2) 机组适用范围

1) 热泵机组：适用于冬季环境温度 5°C 以上的地区。

2) 冷 + 中央供热系统：适用于冬季有供热系统的场所。

4. HL 系列家用中央空调机组主要技术参数 (表 6-60)

表 6-60 上海三菱百富勤商用制冷设备有限公司 HL 系列家用中央空调机组主要技术参数

型 号		HL75	HL105	HL132	HL160	HL160	HL210	HL264	HL320
制冷量	kW	7.5	10.5	13.2	16	16	21	26.4	32
	kcal/h	6450	9030	11352	13760	13760	18060	22704	27520
供热量	kW	7.6	10.7	13.5	16.5	16.5	21.4	27	33
	kcal/h	6532	9202	11610	14190	14190	18404	23220	28380
压缩机	型式	高效全封闭涡旋压缩机							
	数量	1	1	1	1	2	2	2	2
	功率/kW	2.27	3.02	3.78	4.54	4.54	6.04	7.56	9.08
蒸发器型式		进口板式换热器							
电源规格/V(50Hz)		220/380	220/380	380	380	220/380	380	380	380
制冷剂种类		R22							
机组控制		中央处理器控制							
水泵	型式	不锈钢离心式							
	扬程/m	3.5~14							
	流量/(m ³ /h)	2.4~7.2							
	功率/kW	0.25~0.55							
外形尺寸	长/mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	宽/mm	450	550	550	550	450	550	550	550
	高/mm	670	670	670	670	1300	1300	1300	1300
保护装置		高低压开关、温控探头、防冻探头、过流保护装置、断水保护装置							
进出水管/mm(in)		18.75(3/4)	25(1)				31.25(1 1/2)		

注：冷水出水温度 7℃，热水出水温度 45℃。水泵可根据用户要求配置。

6.22 山东贝莱特空调有限公司

山东贝莱特的家用中央空调产品主要有三大系列：① 智能变频家庭中央空调；② 智能 BRV 一拖多家庭中央空调；③ 家用风管机机组。

1. 智能变频家庭中央空调

(1) 机组特性

1) 变频技术。可以实现温度的稳定控制，保持舒适；有效解决部分负荷问题，提高效率；全部采用单相 220V 电源，方便安装；分布起动、减少电网冲击；高性能钜流器，没有高次谐波污染；机组小型化，适合家庭布置。

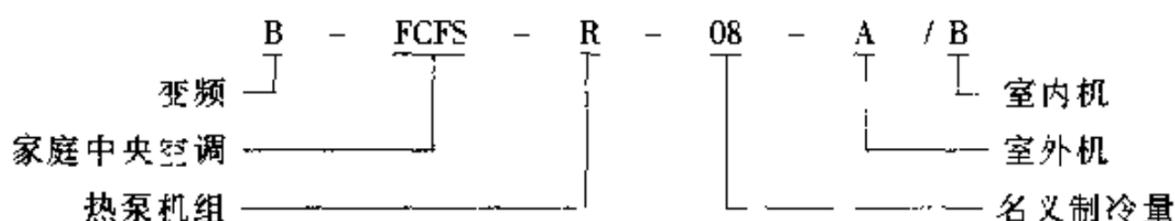
2) 控制技术。主机与风盘联动；各房间独立控制，随意调节，运行经济；智能自动控制；采用多参数动态补偿除霜控制。

3) 制冷技术。采用电子膨胀阀精确控制制冷系统流量，保持全频段的高能效；分体设计，安装方便，运行宁静，有效缓解冰冻；以水为冷媒，远程布置，控温稳定，送风舒适；

优选国际知名压缩机以及制冷、控制部件；选用亲水高效翅片配合机械涨管的高效换热器；可与其他热源，采暖炉或城市热网联合供暖。

4) 人性化和谐设计。贝莱特智能变频家庭中央空调，具有多种新颖别致的室内机型可以满足室内装修和布局的需要，并与室内环境融为一体，既能满足不同空间的需求，又能满足用户个人喜好，起到美化和装饰室内空间的作用；隐蔽的室外机，既不会影响和破坏建筑外观，又可节省空间。

(2) 型号编制说明



(3) 智能变频家庭中央空调机组配置及技术参数 (表 6-61)

表 6-61 山东贝莱特空调有限公司智能变频家庭中央空调机组配置及技术参数

机组型号		BFCFS-R-08-A/B	BFCFS-R-10-A/B	BFCFS-R-14-A/B	BFCFS-R-17-A/B	
名义制冷量/kW		8.0	10.0	14.0	16.8	
名义制热量/kW		9.0	11.0	15.4	18.4	
压缩机	形式	变频压缩机		变频压缩机 + 定频压缩机		
	数量/台	2	2	2	2	
	制冷功率/kW	3.0	3.2	4.15	5.65	
	制热功率/kW	3.2	3.5	4.55	6.17	
能量调节		智能变频, 全自动调节				
风机	形式	低噪音轴流风扇				
	数量/台	2	2	2	1	
	电机功率/kW	0.12 × 2	0.12 × 2	0.16 × 2	0.16 × 3	
冰水器	形式	不锈钢板式换热器或套管式换热器				
	水流量/(m ³ /h)	1.5	1.8	2.4	3.0	
	接管尺寸	气管	φ15.88	φ15.88	φ15.88	φ19
		液管	φ9.52	φ9.52	φ9.52	φ12.7
		水管	DN25	DN25	DN25	DN25
水侧压力损失/bar	0.2	0.3	0.3	0.35		
水泵	形式	进口空调循环泵				
	功率/kW	0.245	0.33	0.33	0.45	
	扬程/mH ₂ O	8	14	15	18	
	数量/台	1	1	1	1	
外机尺寸	长 A/mm	950	950	1100	1100	
	宽 B/mm	340	340	510	510	
	高 C/mm	1250	1250	1180	1630	

(续)

机组型号		BFCFS—R—08—A/B	BFCFS—R—10—A/B	BFCFS—R—14—A/B	BFCFS—R—17—A/B
内机尺寸	长 a/mm	550	684	684	800
	宽 b/mm	420	600	600	600
	高 c/mm	350	350	350	350
制冷剂	种类	R22			
	填充量/kg	3.4	4.1	7.1	7.3
运行重量(主机/辅机)/kg		88/32	88/32	150/55	255/60
机组噪声/dB(A)		52/40	52/40	55/40	57/40
机组电源		1PH—220V—50Hz			

注：额定工况：制冷时室外温度 35℃，出水温度 7℃。制热时室外温度 7℃，出水温度 45℃。机组噪声测试距离机组 1m 远。

2. 智能 BRV 一拖多家庭中央空调

(1) 机组特性

1) 室外主机主要特点。拥有自主知识产权的专有变频 BRV 控制技术；适合中国家庭的真正变流量系统；工程接管简单，施工方便；采用电子膨胀阀精确控制制冷系统流量，保持全频段的高能效；机组小型化，适合家庭布置。

2) 运用变频技术。可以实现温度的稳定控制，保持舒适；有效解决部分负荷问题，可根据空调系统需求，进行无级能量调节，提高效率；全部采用单相 220V 电源，方便安装；分布启动、减少电网冲击；高性能节流器，没有高次谐波污染。

3) 智能控制技术。主机与风盘联动；各房间独立控制，随意调节，运行经济；智能自动控制；采用多参数动态补偿除霜控制。

(2) 智能 BRV 家庭中央空调技术参数 (表 6-62)

表 6-62 山东贝莱特空调有限公司智能 BRV 一拖多家庭中央空调技术参数

1) 室外机机组参数：

型 号		BRV80W	BRV120W	BRV170W
匹数/HP		3	5	6
制冷量/kW		8.5	12.0	17
制热量/kW		10.6	13.6	21.2
额定制冷功率/kW		3.2	4.2	6.4
额定制热功率/kW		3.3	4.4	6.6
连接管/mm	气管	φ15.88	φ15.88	φ15.88
	液管	φ9.52	φ9.52	φ9.52
最大配管长度/m		50		
室内与室外机最大落差/m		15		
噪声/dB(A)		52	55	58
制冷剂		R22		
总质量/kg		80	100	140

(续)

型 号	BRV80W	BRV120W	BRV170W
外形尺寸 (长×宽×高/mm×mm×mm)	950×340×840	950×340×1250	1251×599×1467
电源形式	1PH—220V—50HZ		

- 注: 1. 制冷标准工况: 室外空气温度 35℃干球, 室内空气温度 27℃干球/19℃湿球。
2. 制热标准工况: 室外空气温度 7℃干球/6℃湿球, 室内空气温度 20℃。
3. 噪音为距机组各方位 1m 处测定值。

2) 室内机机组参数:

名 称	型 号	额定制冷量/W	额定供热量/W	额定功率/W	额定电流/A	液管 ϕ /mm
卧式暗装	BRV25A	2500	2650 (2650 + 800)	33	0.15	6.35
	BRV38A	3800	4000 (4000 + 1200)	50	0.23	6.35
	BRV50A	5000	5200 (5200 + 1500)	80	0.37	9.52
	BRV50A(D)	5000	5200 (5200 + 1500)	80	0.37	9.52
明装壁挂	BRV25BG	2500	2600	40	0.2	6.35
	BRV38BG	3800	4000	70	0.32	6.35
	BRV50BG	5000	5300	70	0.32	6.35
IAQ	BRV25J	2500	2650 (2650 + 800)	33	0.15	6.35
	BRV38J	3800	4000 (4000 + 1200)	50	0.23	6.35
	BRV50J	5000	5200 (5200 + 1500)	80	0.37	9.52
	BRV50J(D)	5000	5200 (5200 + 1500)	80	0.37	9.52
卡吸	BRV45Q	4500	4800	130	0.6	6.35
立柜	BRV45G	4500	4600 (4500 + 1400)	100	0.45	6.35
名 称	型 号	气管 ϕ /mm	外形尺寸/mm	循环风量/(m ³ /h)	噪音/dB	
卧式暗装	BRV25A	12.7	870×470×242	500	37	
	BRV38A	12.7	1020×470×242	700	38	
	BRV50A	15.88	1370×470×242	1000	40	
	BRV50A(D)	15.88	1370×470×242	1000	40	
明装壁挂	BRV25BG	12.7	790×270×180	354	39	
	BRV38BG	12.7	790×270×180	650	41	
	BRV50BG	12.7	1000×370×200	720	43	
IAQ	BRV25J	12.7	870×470×242	500	37	
	BRV38J	12.7	1020×470×242	700	38	
	BRV50J	15.88	1370×470×242	1000	40	
	BRV50J(D)	15.88	1370×470×242	1000	40	
卡吸	BRV45Q	12.7	620×620×330	850	39	
立柜	BRV45G	12.7	480×270×1680	860	42	

3. 家用风管机机组

(1) 产品特性

1) 适用于家庭、商店、学校、超市、办公室、娱乐场所等各种空调场所。适用建筑面积 25~200m²，是替代传统家用空调的首选产品。

2) 舒适。可采用直接侧送风或接风管送风，室内气流组织好，舒适度高，且机组可自由配置新风，进一步提高舒适度。

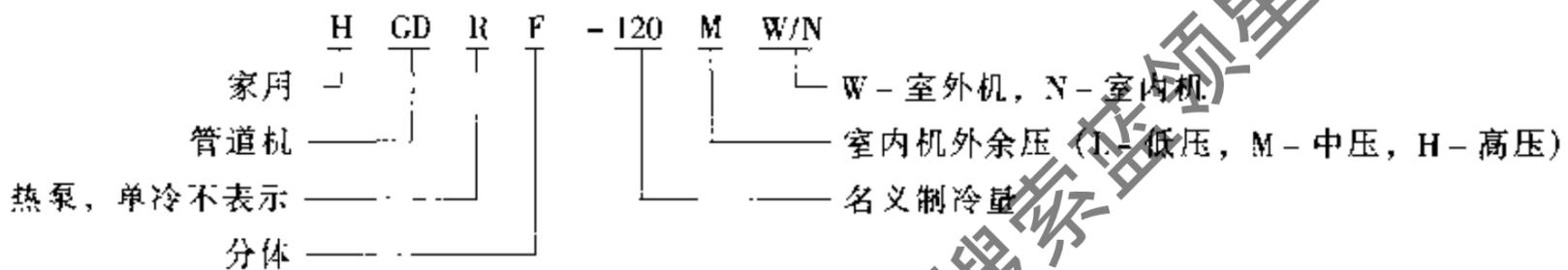
3) 高贵。超薄的室内机组放置在房间局部吊顶内，产生中央空调的装饰效果，使空间倍显尊贵。

4) 节能。采用直接蒸发式盘管，能量由制冷剂→空气，其能量传递效果远高于传统中央空调的制冷剂→水→空气的能量传递系统，使用户有中央空调的享受，但远比传统中央空调节能。

5) 噪音低。室内机组选用贯流式风机或多翼前倾离心风机，运行节能，噪音低。

6) 操作方便。机组采用电脑控制及遥控设备，操作简单方便。

(2) 型号编制说明



(3) 家用风管式空调机组性能参数 (表 6-63)

表 6-63 山东贝莱特空调有限公司家用风管式空调机组性能参数

参 数		机 型					
		HGDRF—25LW/N	HGDRF—32LW/N	HGDRF—36LW/N	HGDRF—36LW/N	HGDRF—46LW/N	
额定制冷量	kW	2.5	3.2	3.6	3.6	4.6	
额定制热量	kW	2.6	3.4		3.8		
室内机	风量(≥)	m ³ /h	430	570	570	570	770
	静压	Pa	40	30	30	30	30
	净重	kg	17	24	19	19	21
	外形尺寸 长×宽×高	mm×mm ×mm	908×466×245	890×466×245	1008×466×245	1008×466×245	1108×466×245
	噪音(≤)	dB(A)	48	47	47	47	48
室外机	净重	kg	29	38	40	40	42
	外形尺寸 长×宽×高	mm×mm ×mm	940×330×530	940×330×580	940×330×530	940×330×530	800×250×530
	噪音(≤)	dB(A)	55	55	55	55	56
整机 参数	制冷输入功率	kW	0.985	1.33	1.47	1.47	1.87
	制热输入功率	kW	0.875	1.13		1.42	
	制冷额定电流	A	4.5	6.2	6.9	6.9	8.7
	制热额定电流	A	4	5.4		6.7	

(续)

参数		机 型	HGDRF—25LW/N	HGDRF—32LW/N	HGDRF—36LW/N	HGDRF—36LW/N	HGDRF—46LW/N
电源			220 ~ 240V 50Hz				
制冷剂	型号		R22				
	充注量	kg	0.75	0.78	1.17	1.20	1.35
接管 尺寸 ϕ	液管	mm	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35
	气管	mm	9.52	9.52	12.70	12.70	12.70
	冷凝水管	mm	DN20	DN20	DN20	DN20	DN20
参数		机 型	HGDRF—46LW/N	HGDRF—51LW/N	HGDRF—51LW/N	HGDRF—70MW/N	HGDRF—70HW/N
额定制冷量		kW	4.6	5.1	5.1	7.0	7.0
额定制热量		kW	4.8		5.6	7.5	7.5
室内机	风量(\geq)	m ³ /h	770	870	870	1500	1700
	静压	Pa	30	30	30	70	120
	净重	kg	21	21	21	58	58
	外形尺寸 长×宽×高	mm×mm ×mm	1108×466×245	1208×466×245	1208×466×245	1274×595×290	1045×580×362
	噪音(\leq)	dB(A)	48	48	48	55	55
室外机	净重	kg	42	46	48	75	76
	外形尺寸 长×宽×高	mm×mm ×mm	940×330×580	850×290×610	990×410×680	850×295×850	850×295×850
	噪音(\leq)	dB(A)	56	56	56	62	62
整机 参数	制冷输入功率	kW	1.87	2.1	2.1	3.15	3.15
	制热输入功率	kW	1.67		2.05	2.90	2.90
	制冷额定电流	A	8.7	9.8	9.8	14.6	14.6
	制热额定电流	A	7.8		9.6	13.4	13.4
电源			220 ~ 240V 50Hz				
制冷剂	型号		R22				
	充注量	kg	1.48	1.40	1.51	2.3	2.4
接管 尺寸 ϕ	液管	mm	6.35	6.35	6.35	9.52	9.52
	气管	mm	12.70	12.70	12.70	15.88	15.88
	冷凝水管	mm	DN20	DN20	DN20	DN20	DN20
参数		机 型	HGDRF—88HW/N	HGDRF—100HW/N	HGDRF—120MW/N	HGDRF—120HW/N	HGDRF—150HW/N
额定制冷量		kW	8.8	10.0	12.0	12.0	15.0
额定制热量		kW	9.0	11.0	13.0	13.0	16.0
室内机	风量(\geq)	m ³ /h	2000	2000	2000	2600	3000
	静压	Pa	120	120	70	120	120
	净重	kg	60	60	58	70	70

(续)

参 数		机 型		HGDRF—88HW/N	HGDRF—100HW/N	HGDRF—120MW/N	HGDRF—120HW/N	HGDRF—150HW/N
室内机	外形尺寸 长×宽×高	mm×mm ×mm		1045×580×362	1045×580×362	1515×530×290	1125×600×408	1125×600×408
	噪音(≤)	dB(A)		60	60	62	62	62
	净重	kg		84	89	116	116	118
室外机	外形尺寸 长×宽×高	mm×mm ×mm		1000×350×990	1000×350×990	970×345×1258	970×345×1258	970×345×1258
	噪音(≤)	dB(A)		68	68	68	68	68
整机 参数	制冷输入功率	kW		3.80	4.0	5.2	5.4	6.5
	制热输入功率	kW		3.25	3.72	5.3	5.25	6.9
	制冷额定电流	A		6.8	7.2	8.7	9.1	10.8
	制热额定电流	A		6.3	6.8	9.0	8.9	11.5
电源		380~415V 50Hz						
制冷剂	型号	R22						
	充注量	kg		1.9	2.4	3.7	4.7	4.05
接管 尺寸φ	液管	mm		12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
	气管	mm		19.05	19.05	19.05	19.05	19.05
	冷凝水管	mm		DN20	DN20	DN20	DN20	DN20

注：1. 制冷时，室外标准工况：干球温度 35℃，湿球温度 24℃。室内标准工况：干球温度 27℃，湿球温度 19℃。
2. 制热时，室外标准工况：干球温度 7℃，湿球温度 6℃。

6.23 际高制冷空调设备有限公司

际高制冷空调设备有限公司生产的家用中央空调产品为土壤热泵式家用中央空调系统，土壤热泵式家用中央空调系统采用垂直埋管形式，利用地下浅层土壤进行闭式热交换达到供冷供热目的，同时还可以提供卫生热水。土壤热泵家用中央空调系统适合于较高档的别墅建筑使用。

1. 产品特点

1) 节能，运行费用低。热泵机组采用温度恒定的地下土壤作为能源，能效比 COP 值在 3.5~4.5 之间，且不受室外环境影响，使用效果好。

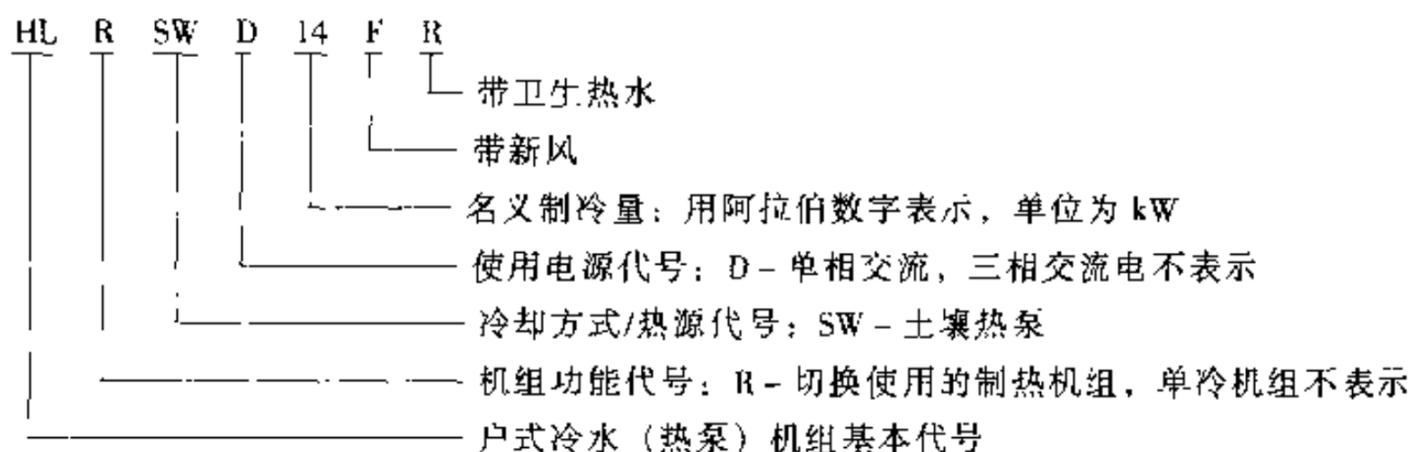
2) 环保零污染。不用抽取地下水，对环境无污染，无室外机，热量不排入大气中，是绿色建筑空调系统的典型代表。

3) 运行安全，可靠性高。地下换热管路采用高密度聚乙烯塑料管，使用寿命长达 50 年以上；空调机组结构简单，运转部件少，零部件质量可靠，维护简易，使用寿命 20 年以上。利用土壤热泵供暖，由于地温稳定，因而供热效率高，且运行可靠节能。

4) 分户计量。空调、热水系统各户自成一体，互不影响，仅需利用电表对空调系统运行费用进行计算，计费合理方便。

5) 新排风热回收。采用组合式热回收新风净化机组可从室外取新风,并排除室内部分污染空气。新风机可安装在厨房、阳台或其他辅助房间内,也可与空调机组结为一体。

2. 型号编制说明



3. 土壤热泵式家用中央空调技术参数(表 6-64、表 6-65)

(1) 带新风、卫生热水土壤热泵技术参数表(表 6-64)

表 6-64 际高制冷空调设备有限公司带新风、卫生热水土壤热泵技术参数表

机 型		HLRSW10FR	HLRSW14FR	HLRSW18FR	HLRSW22FR	HLRSW28FR		
土壤热泵	制冷量/kW	10		14	18	22	28	
	制热量/kW	11.5		16	20.8	25.2	32.2	
	输入功率/kW	2.75		3.88	4.98	6.1	7.76	
	电源	1N~220V 50Hz	3N~380V 50Hz	3N~380V 50Hz	1N~220V 50Hz	1N~220V 50Hz	3N~380V 50Hz	3N~380V 50Hz
	冷冻水泵 (内置)	流量/(m ³ /h)	1.7		2.4	3.1	3.8	4.8
		扬程/m	7.5		7.5	15	15	15
	机内侧阻力/mH ₂ O		≤3.5					
	冷却水泵 (内置)	流量/(m ³ /h)	2.1		2.9	3.7	4.6	5.8
		扬程/m	20					
		机内侧阻力/mH ₂ O		≤5.0				
除湿新风机	风量 /(m ³ /h)	高速	300			600		
		低速	240			350		
	出口余压 /Pa	高速	30			70		
		低速	15			50		
	热回收效率		70%以上					
	除湿量/(kg/h)		0.6			1.2		
	输入功率/kW		1.2			1.5		
外形尺寸(长×宽×高) /(mm×mm×mm)		760×720×1898		820×760×1968		800×720×1968		820×720 ×1968
重量/kg		171	177	227	258	198	201	223
噪声/dB(A)		≤45			≤50			

注:土壤热泵的名义工况(制冷、制热工况):冷冻水供回水温度 7/12℃,冷却水供回水温度 35/30℃。

(2) 不带新风、卫生热水土壤热泵技术参数表(表 6-65)

表 6-65 际高制冷空调设备有限公司不带新风、卫生热水土壤热泵技术参数表

机 型		HLRSW10R		HLRSW14R		HLRSW18R		HLRSW22R		
制冷量/kW		10		14		18		22		
制热量/kW		11.5		16		20.8		25.2		
输入功率/kW		2.75		3.88		4.98		6.1		
电 源		1N - 220V 50Hz	3N - 380V 50Hz	3N - 380V 50Hz	1N - 220V 50Hz	1N - 220V 50Hz	3N - 380V 50Hz	3N - 380V 50Hz	3N - 380V 50Hz	
土 壤 热 泵	水泵设置	内置								
	流量/(m ³ /h)	1.7		2.4		3.1		3.8		
	扬程/m	7.5		7.5		15		15		
机内侧阻力/mH ₂ O		≤ 3.5								
冷 却 水 泵 (内 置)	流量/(m ³ /h)	2.1	2.1	2.9	2.9	3.7	3.7	4.6		
	扬程/m	20								
	机内侧阻力/mH ₂ O	≤ 5.0								
外形尺寸(长×宽×高) (mm×mm×mm)		760×720×1080			820×760×1148			800×720×1148		
重量/kg		101		126	156	176	126	135		
噪声/dB(A)		≤ 45				≤ 50				
机 型		HLRSW28R		HLRSW35R		HLRSW50R		HLRSW100R		
制冷量/kW		28		35		50		100		
制热量/kW		32.2		40.2		57.5		115		
输入功率/kW		7.76		9.20		13.2		26.3		
电 源		3N - 380V 50Hz		3N - 380V 50Hz		3N - 380V 50Hz		3N - 380V 50Hz		
土 壤 热 泵	水泵设置	内置			外置					
	流量/(m ³ /h)	4.8			6.0		8.5		17	
	扬程/m	15			-					
机内侧阻力/mH ₂ O		≤ 3.5								
冷 却 水 泵 (内 置)	流量/(m ³ /h)	5.8		7.1		10.2		20.5		
	扬程/m	20		-						
	机内侧阻力/mH ₂ O	≤ 5.0								
外形尺寸(长×宽×高) (mm×mm×mm)		820×720×1148		680×500×1200		760×620×1280		860×660 ×1320		
重量/kg		140		145		161		175		
噪声/dB(A)		≤ 50				≤ 55				

注：土壤热泵的名义工况（制冷、制热工况）：冷冻水供回水温度 7/12℃，冷却水供回水温度 35/30℃。

6.24 美国英特森 (INTERTHERM)

1. 产品概述

英特森是美国上市公司诺泰克集团下属的子公司产品。公司建于 1916 年，是全美最早

开发家用中央空调企业之一。英特森家用中央空调机组不仅具有高质量、低噪声等特点，而且品种齐全、组合配置性强，能满足不同地区、不同用户的各种需要。除了具有集中智能控制外，其特有的系统风管使每个房间保持清新空气，送风、回风系统形成空气循环，提高了环境空气质量。

英特森家用中央空调产品系列制冷量为 3.5 ~ 16.8kW (1 ~ 5USRt) 适用于各种居室、公寓、别墅以及办公、餐饮、休闲娱乐场所。除可采用热泵供热外，还可配合天然气供热效果更佳。

2. 产品特性

(1) T3BX 系列分体式热泵型室外机

1) 设备性能良好，能效比高。体积小巧美观，重量轻便，可以单机或多机安装在屋顶或阳台上。

2) 主机采用美国名牌 Copeland 柔性涡旋压缩机，运转平滑宁静，是目前最可靠、最耐用的压缩机。

3) 拥有比其他压缩机更强劲更有力的冬天低温供热能力。

(2) B3BX 系列分体式室内机

1) 经久耐用的箱体。由镀锌钢板制成，外层为聚脂尿烷，1.5mm 厚的涂层能有效地防腐蚀（比其他产品高 50%）。塑料排水管也可防腐蚀。

2) 安装的多样性。能水平安装、朝上安装、朝下安装、垂直安装。

3) 多种风速。设有三种风速，可方便选用。

4) 检修方便。插进式电线连接和内部过滤托架，能使空气处理器更好地工作。

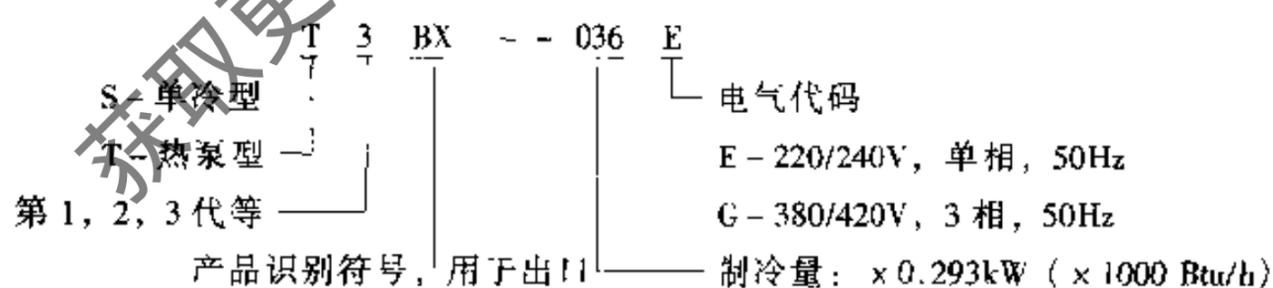
5) 插进式加热装置。可选范围为 5 ~ 20kW；或设有线圈断路器；能提供 5 ~ 10kW 增量。

6) 断路器的可用性。当加热器工作时，断路器能从设备前端接通。

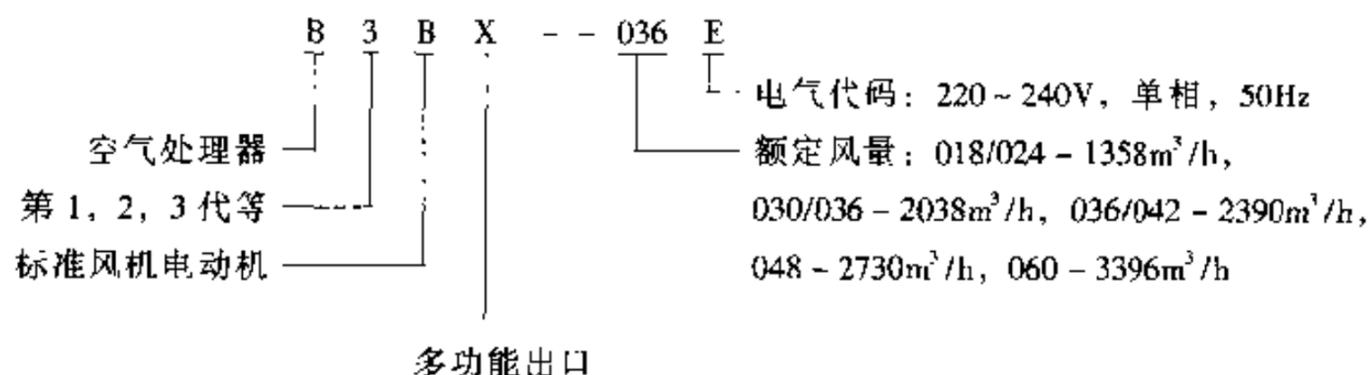
7) 光滑的箱体表面便于安装。

3. 型号编制说明

(1) T3BX 系列分体式热泵室外机



(2) B3BX 系列分体室内机



4. T3BX 系列分体式热泵型室外机主要技术参数 (表 6-66)

表 6-66 美国英特森 T3BX 系列分体式热泵型室外机主要技术参数

机组型号		制冷 (室外温度 35℃, 室内干球温度 26.5℃/湿球温度 19.5℃)				供热 (室外干球温度 85℃/湿球温度 6℃ 室内温度 21℃)			
规格 (USRt)	室外机	室内机	制冷量		功率/kW	供热量		功率/kW	
			Btu/h	kW		Btu/h	kW		
1	T3BX-012E	B3BX-018/024E	12000	3.517	1.47	13700	4.02	1.72	
1.5	T3BX-018E	B3BX-018/024E	19400	5.68	2.28	20900	6.13	2.44	
2	T3BX-024E	B3BX-018/024E	24500	7.18	2.68	24100	7.06	2.62	
2.5	T3BX-030E	B3BX-030/036E	28500	8.35	3.24	27000	7.91	3.06	
3	T3BX-036E/G	B3BX-030/036E	33800	9.91	3.66	33700	9.88	3.66	
3.5	T3BX-036E/G	B3BX-036/042E	36200	10.61	3.72	36100	10.58	3.72	
4	T3BX-048G	B3BX-048E	47300	13.86	5.02	44900	13.45	5.00	
5	T3BX-060G	B3BX-060E	57400	16.82	5.71	53600	15.71	5.68	
型号		T3BX-012	T3BX-018	T3BX-024	T3BX-030	T3BX-036	T3BX-036G	T3BX-048	T3BX-060
压缩机	额定电流/A	6.0	9.4	10.7	13.4	14.6	5.3	7.8	10.6
	堵转电流/A	51	51	68	80.7	84.9	37.3	55	70
供电电源		单相, 220V, 50Hz					3相, 380V, 50Hz		
冷凝风扇电机	满载电流/A	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	1.1
	功率/W	100	100	100	100	100	100	125	125
风机	直径/mm	457	457	457	457	457	457	610	610
	转速(r/min)	373	373	373	373	373	373	373	373
冷凝盘管	冷凝面积/m ²	0.77	0.77	0.77	0.77	0.929	0.929	1.42	1.42
	管径/mm	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
	翅片数/in	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
	翅片类型	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹	波纹
冷凝盘管	液相管/mm	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
	气相管/mm	16	16	16	19	19	19	22	22
	连接方式	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接	焊接
运输质量/kg		48	57	60	67	70	77	85	96
外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)		572×572×572				673×572×572		673×775×775	

5. B3BX 系列分体式室内机主要技术参数 (表 6-67)

表 6-67 美国英特森 B3BX 系列分体式室内机主要技术参数

机组型号		018/024	030/036	036/042	048	060
风机	直径/mm	254	254	254	254	254
	宽度/mm	152	152	203	203	254

(续)

机 组 型 号	018/024	030/036	036/042	048	060
风量(m ³ /h)/机外标准静压(Pa)	1350/75	2120/75	2500/75	3400/75	3740/75
风 电 动 机/W	150	250	250	370	370
机 满 载 电 流/A	1.2	1.8	1.8	2.1	2.1
电 源	单相, 220V, 50Hz				
表 面 积/m ²	0.39	0.39	0.39	0.48	0.61
管 径/mm	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
翅 片 数	2~12	2~15	3~10	3~12	3~12
盘 制 冷 剂 连 接 管					
液 管/mm	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
气 管/mm	19	19	19	19	22
额 定 制 冷 量					
kW	5200/6670	8294/9860	10034/11600	13600	16385
kcal/h	4500/5750	7150/8500	8650/10000	11750	14125
凝 结 水 接 口/mm(in)	19.05/(3/4)	19.05/(3/4)	19.05/(3/4)	19.05/(3/4)	19.05/(3/4)
运 输 质 量/kg	34	39	50	64	66
外 形 尺 寸(长 × 宽 × 高/mm × mm × mm)	362 × 559 × 1067		509 × 559 × 1067		572 × 559 × 1118

6.25 宁波帅康空调设备有限公司

1. 产品概述

宁波帅康空调设备有限公司生产的 FWR (D) 豪华系列别墅型风冷热泵冷热水机组, 是专门为适应 60 ~ 500m² 商住楼或高、中档别墅推出的小型风冷热泵, 具有齐全的保护功能和完备的自检功能, 机组安装方便、操作容易、节约能源、外形美观。有单冷型和风冷热泵型两大类, 六种规格, 制冷量范围 9.5 ~ 40.2kW, 供热量范围 10.5 ~ 43.7kW。适用于一般家庭、小型餐厅、商店、旅馆及小型办公楼等场所。

2. 产品特点

(1) 机组的分类 按供电方式可分为单相机组和 3 相机组; 按出风方向可分为顶吹式和侧吹式; 按适用地区环境可分为 I 型 (偏冷高湿环境) 和 II 型 (低温低湿环境)。

(2) 机组规格齐全, 用户选择余地大 单相机组制冷量范围 9.5 ~ 19.1kW, 制热量范围 10.5 ~ 21.8kW; 3 相机组: 制冷量范围 14.5 ~ 40.2kW, 供热量范围 15.9 ~ 43.7kW。

(3) 全天候自动控制系统 采用国际最先进的 PC (PLC) 控制技术, 成功地实现了全天候自动运行与管理, 使机组长期保持在最佳工况点, 达到最经济的运行; 机组的各项保护功能齐全, 具备故障自检系统、自动平衡压缩机的磨损、冬季自动防冻和远距离操作与监控等功能。

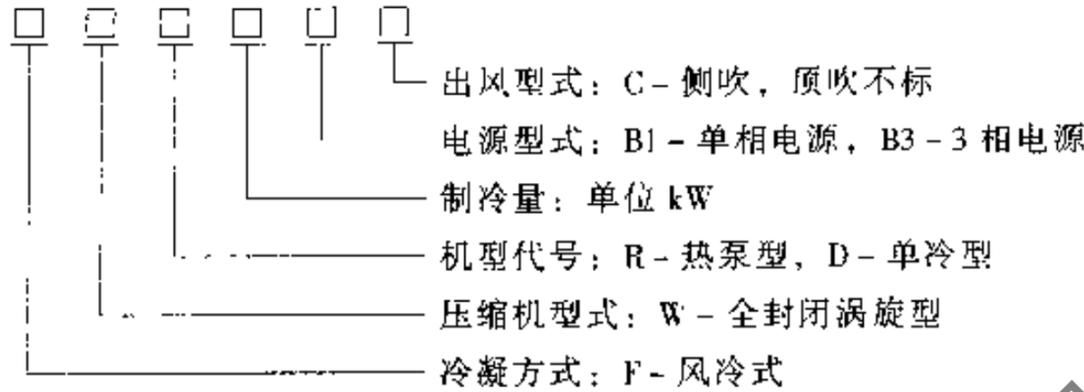
(4) 机组外观 机组表面采用美国 Unigraphics solutions 三维软件设计面成, 造型美观、精致。支承框架采用优质钢板材料, 由日本 AMADA 数控钣金生产线精密加工, 防腐, 防锈

能力特强，置于室外无需建造专用机房。

(5) 除霜功能 采用热气旁通除霜工艺，结合先进的除霜控制方式，除霜快速有效，除霜运行时对室内空调区域温度无波动影响。

(6) 机组检验、安装 机组出厂均严格检测，并加注适量制冷剂及冷冻油，所有保护参数均已设定，现场安装只需接通电源及供回水管路即可。

3. 型号编制说明



4. 别墅型风冷热泵冷水机组主要技术参数 (表 6-68)

表 6-68 宁波帅康空调设备有限公司别墅型风冷热泵冷水机组主要技术参数

机 型	FWR-10B ₁	FWR-20B ₁	FWR-15B ₃	FWR-20B ₃	FWR-30B ₁	FWR-40B ₁	
	FWD-10B ₁	FWD-20B ₁	FWD-15B ₃	FWD-20B ₃	FWD-30B ₁	FWD-40B ₁	
名义制冷量	kW	9.5	19.1	14.5	19.8	30.0	40.2
	kcal/h	8170	16426	12470	17028	25800	34580
制冷输入功率	kW	3.7	7.0	5.8	7.8	11.8	15.1
名义供冷量	kW	10.5	21.8	15.9	21.7	32.8	43.7
	kcal/h	9030	18750	13674	18660	28208	37580
供热输入功率	kW	3.4	6.4	5.4	7.2	11.0	13.8
电源	1N ~ 220V 50Hz			3N ~ 380V 50Hz			
压缩机形式	柔性涡旋压缩机						
风侧换热器形式	高效换热铜管中套铝翅片						
水侧换热器形式	钎焊板式换热器						
冷水流量/(m ³ /h)	1.89	3.61	2.5	3.64	5.16	6.97	
机组水压降/kPa	35	38	37	38	37	35	
最大工作压力/Pa	R22 侧	2.75					
	水侧	0.98					
进出水管径/mm	25	32	32	32	40	40	
机组噪声/dB(A)	60	61	63	64	64	65	
机组质量/kg	135	260	260	206	250	386	
外形尺寸 (顶出风)	长/mm	900	1400	1000	1100	1200	1600
	宽/mm	620	720	720	800	830	830
	高/mm	980	1250				

(续)

机 型	FWR—10B ₁	FWR—20B ₁	FWR—15B ₃	FWR—20B ₃	FWR—30B ₃	FWR—40B ₃	
	FWD—10B ₁	FWD—20B ₁	FWD—15B ₃	FWD—20B ₃	FWD—30B ₃	FWD—40B ₃	
外形尺寸 (侧出风)	长/mm	900	1200	1200	1200	1600	1800
	宽/mm	554	600	600	600	600	650
	高/mm	1680			1850		

- 注：1. 制冷工况为：冷水进水温度 12℃，冷水出水温度 7℃，空气侧进口干球温度 35℃。
2. 制热工况为：热水进水温度 40℃，热水出水温度 45℃，空气侧进口干球温度 7℃，湿球温度 6℃。
3. R 表示为热泵，D 表示为单冷。
4. 机组采用制冷剂为 R22。

6.26 北京金万众空调制冷设备有限公司

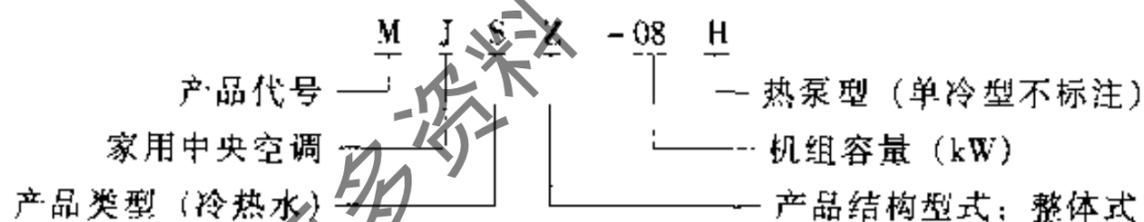
1. 产品概述

北京金万众空调制冷设备有限公司生产的家用中央空调有三大系列产品：① MJSZ 系列家用整体式冷（热）水机组，制冷量范围 6~14.5kW，供热量范围 6.9~16kW；② MJSF 系列家用分体式冷（热）水机组，制冷量范围 6~14.5kW，供热量范围 6.9~16kW；③ MJFF 系列家用冷（热）风机组，制冷量范围 8~12kW，供热量范围 8~13.1kW。产品广泛应用于公寓、别墅、住宅楼及小型办公楼、餐厅、超市及休闲娱乐等场所。

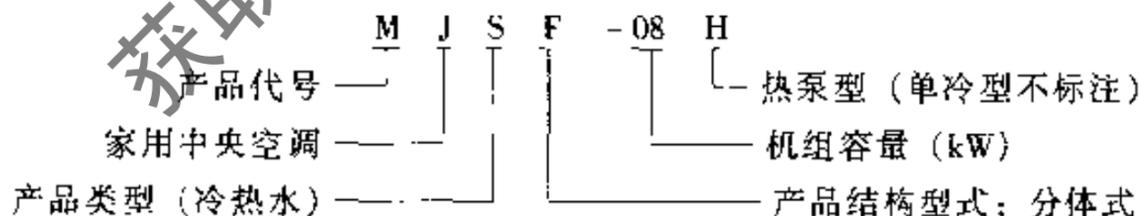
2. 产品选型指南

(1) 型号编制说明

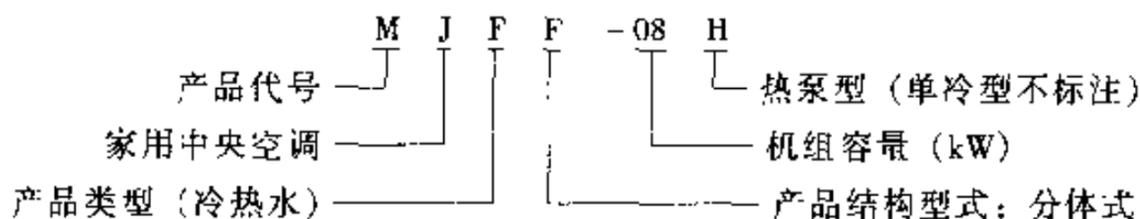
1) MJSZ 系列家用整体式冷（热）水机组



2) MJSF 系列家用分体式冷（热）水机组



3) MJFF 系列家用整体式冷（热）水机组



(2) 适用范围

1) MJSZ 系列家用整体式冷（热）水机组：适合层高较低的小区、公寓，各房间安装风机盘管，可以单独控制、多级调节，主机控制器小巧轻便，容易布置。

2) MJSF 系列家用分体式冷(热)水机组: 适合层高较低的房间使用, 室内采用风机盘管, 便于控制调节; 主机控制器略大, 但其工程安装量小, 且冬季无须放水, 使用方便放心。

3) MJFF 系列家用冷(热)风机组: 适合层高较高的房间使用, 可以安设新风及回风系统, 保证室内空气的清新舒适, 并且安装比较方便。

3. 金万众家用中央空调三大系列产品主要技术参数表 (表 6-69)

表 6-69 北京金万众空调制冷设备有限公司家用中央空调三大系列产品主要技术参数表

1) MJSZ 系列

型 号	MJSZ 06H		MJSZ 08H		MJSZ 10H		MJSZ 15H	
制冷量/kW	6.0	5.8	8.3	8.1	10	10	14.5	14.5
供热量/kW	-	6.9	-	9.7	-	11.4	-	16
电 源	220V, 1N, 50Hz				380V, 3N, 50Hz			
总功率/kW	2.81		3.55		4.36		6.5	
外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)	950×390×810		950×390×810		820×820×1100		720×1000×1050	
机组质量/kg	98		110		130		160	
适用面积/m ²	70~100		90~130		120~160		180~240	

2) MJSF 系列

型 号	MJSF 06H		MJSF 08H		MJSF 10H		MJSF 15H	
制冷量/kW	6.0	5.8	8.3	8.0	10.0	9.7	14.5	14.2
供热量/kW	-	6.9	-	9.7	-	11.4	-	16.0
电 源	220V, 1N, 50Hz				380V, 3N, 50Hz			
总功率/kW	2.81		3.55		4.36		6.17	
室外机	外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)	950×390×810		950×390×810		960×340×1260		720×720×1050
	质量/kg	75	70	68	75	80	85	160
室内机	外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)	525×325×850						
	质量/kg	30		35		40		45
适用面积/m ²	70~100		90~130		120~160		180~240	

3) MJFF 系列

型 号	MJFF 08H		MJFF 10H		MJFF 12H	
制冷量/kW	8.0	7.8	10.0	9.9	12.0	11.6
供热量/kW	-	8.0	-	11.1	-	13.1
电 源	220V, 1N, 50Hz				380V, 3N, 50Hz	
总功率/kW	2.92		3.47		4.35	
室外机	外形尺寸(长×宽×高 /mm×mm×mm)	950×390×810		950×390×810		960×340×1260
	质量/kg	68	75	78	86	89

(续)

型 号	MJFF 08H	MJFF 10H	MJFF 12H
室内机			
外形尺寸(长×宽×高) /mm×mm×mm)	850×850×420	850×850×460	850×850×460
质量/kg	60	60	60
适用面积/m ²	90~130	120~160	180~240

6.27 伊莱克斯 (中国) 有限公司

1. 产品概述

伊莱克斯的家用中央空调产品主要有三大系列：① 暗装吊顶式分体机组；② 风冷式冷（热）水机组；③ 高静压风管式机组，广泛用于高档住宅别墅、办公、餐饮、娱乐等各类独立中央空调系统。

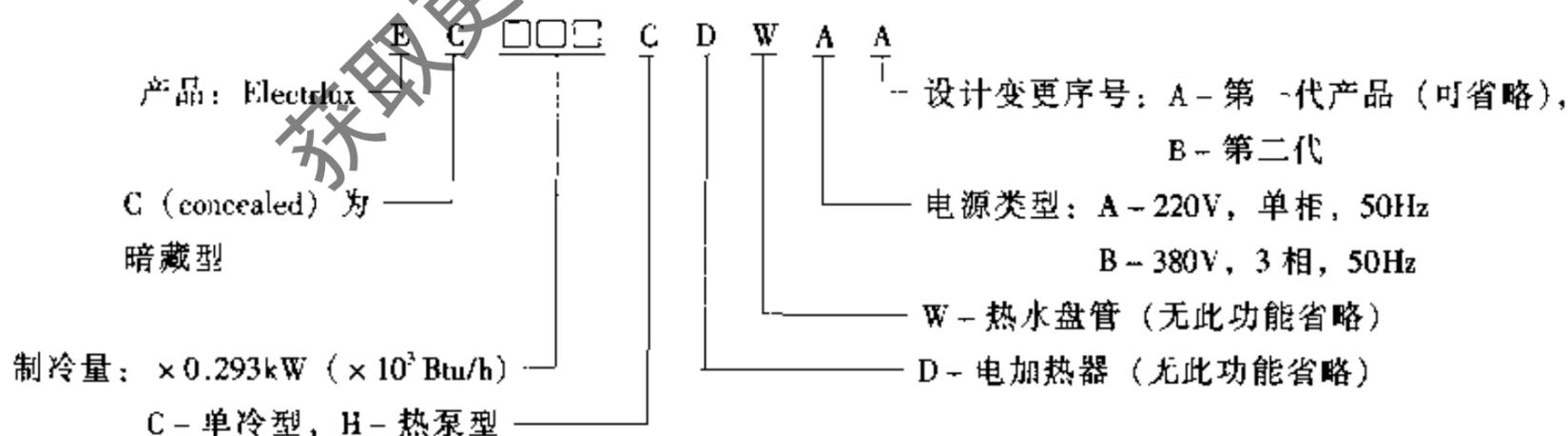
2. 暗装吊顶式分体机组

(1) 产品特性

- 1) 内机超薄设计，可藏于天花板，精致的风口设计确保室内空调与装饰的完美结合。
- 2) 优质名牌高效涡旋压缩机使运行更可靠，故障率大大降低。
- 3) 低噪声风机、严格的动静平衡测试，暗装吊顶设计，使室内格外宁静。
- 4) 良好的送、回风气流组织、宜人的室外新风。
- 5) 一拖一至一拖三的系统匹配，满足为不同区域的不同需要，降低运行费用的同时更提高了空调区域的舒适性。
- 6) 线控、遥控精准便捷，尽享科技便利。
- 7) 网络型设计，可用互联网电话接驳机组，完成全部操作。

(2) 型号编制说明

室内机组



(3) 暗装吊顶式分体机组主要技术参数 (表 6-70)

3. 风冷式冷（热）水机组

(1) 产品特性

1) 先进系统设计，适应高温及严寒不同气候条件，还可与采暖系统并通，一次性解决冷暖需求。

2) 高度集成控制的室内温控系统。只需一键就可以完成冷暖转换。

表 6-70 伊莱克斯暗装吊顶式分体机组主要技术参数

室内机组	冷暖	EC012H(D)A	EC018H(D)A	EC024H(D)A	EC040H(D)A	EC050H(D)A
	单冷	EC012CA	EC018CA	EC024CA	EC040CA	EC050CA
室外机组	冷暖	EXS012HA	EXS018HA	EXS024HA	EXS040HA	EXS050HA
	单冷	EXS012CA	EXS018CA	EXS024CA	EXS040CA	EXS050CA
制冷量/W		3500	5300	7200	12500	15400
供热量/W		3600	5400	7600	13800	16500
额定功率	制冷/W	1400	2100	3050	4910	5680
	供热/W	1470	2210	3200	5040	5820
电源	室内机组	220V, 1N, 50Hz				
	室外机组	220V, 1N, 50Hz			380V, 3N, 50Hz	
压缩机类型		旋转式		涡旋式		
室内机组名义风量/(m ³ /h)		750	1050	1450	2550	2700
机外余压/Pa		30	30	30	80	80
噪声 dB(A)	室内机 (高/中/低)	43/39/34	46/42/38	48/43/39	53/46/40	57/52/46
	室外机	56	57	60	63	63
外形尺寸	室内机 (长×宽×高/ mm×mm×mm)	900×470×240	1110×470×240	1440×470×240	1630×500×290	1120×770×430
	室外机 (长×宽×高/ mm×mm×mm)	867×335×544	880×399×630	863×484×731	1050×350×1290	1080×350×1290
质量/kg	室内机	21	27	37	45	58
	室外机	48	57	86	118	130
PTC 辅助电加热器 /W(仅冷暖型)		1000	1700	2000	-	-
室内机组	冷暖	EC012H(D)A×2	EC018H(D)A×2	EC024H(D)A×2	EC040H(D)A×2	EC050H(D)A×2
	单冷	EC012CA×2	EC018CA×2	EC024CA×2	EC040CA×2	EC050CA×2
室外机组	冷暖	EXD024HA	EXD036HA	EXD048HA	EXD048HAC	EXD080HBC
	单冷	EXD024CA	EXD036CA	EXD048CA	EXD048CAC	EXD080CBC
制冷量/W		3500×2	5300×2	7200×2	12500×2	15400×2
供热量/W		3600×2	5400×2	7600×2	13800×2	16500×2
额定功率	制冷/W	1400×2	2100×2	3050×2	4910×2	5680×2
	供热/W	1470×2	2210×2	3200×2	5040×2	5820×2
电源	室内机组	220V, 1N, 50Hz				
	室外机组	220V, 1N, 50Hz			380V, 3N, 50Hz	
压缩机类型		旋转式		涡旋式		
室内机组名义风量 (m ³ /h)		750×2	1050×2	1450×2	2550×2	2700×2
机外余压/Pa		30	30	30	80	80

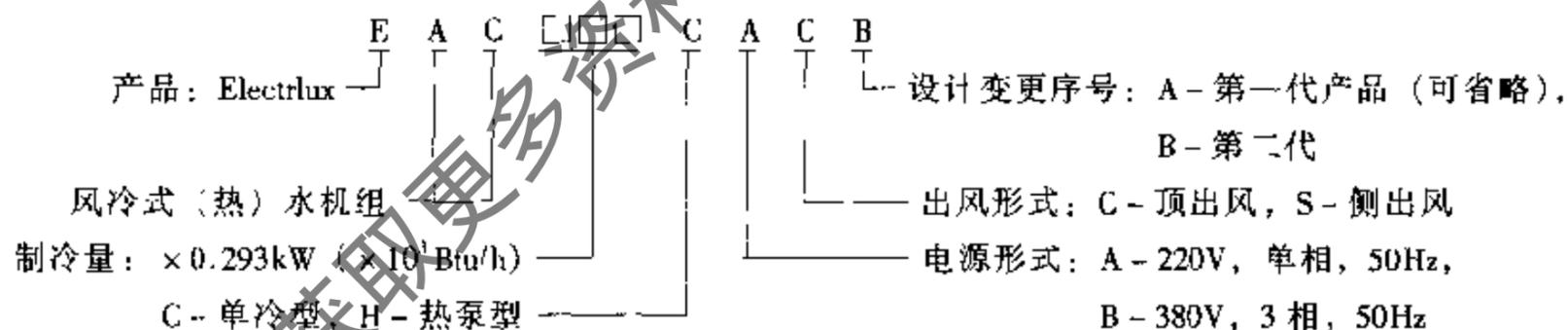
(续)

噪声 dB(A)	室内机 (高/中/低)	43/39/34	46/42/38	48/43/39	53/46/40	57/52/46
	室外机	59	60	63	66	67
外形 尺寸	室内机 (长×宽×高)/ (mm×mm×mm)	990×470×240	1110×470×240	1440×470×240	1630×500×290	1120×770×430
	室外机 (长×宽×高)/ (mm×mm×mm)	1050×500×630	1020×467×1270	1400×680 ×750	1100×700 ×810	1110×700×810
质量 /kg	室内机	21	27	37	45	58
	室外机	48	57	86	118	130
PTC 辅助电加热器 /W(仅冷暖型)		1000×2	1700×2	2000×2	-	-

- 注: 1. 额定制冷工况为: 室内侧干球温度 27℃, 湿球温度 19℃; 室外侧干球温度 35℃, 湿球温度 24℃。
 2. 额定供热工况为: 室内侧干球温度 20℃, 湿球温度 15℃; 室外侧干球温度 7℃, 湿球温度 6℃。
 3. 表中所列噪声为不接风管时, 于消声室内所测值, 现场测试会有所不同。
 4. 机组的控制器标准配置为线控+遥控。
 5. 表中所列机外余压为标准型机组余压, 也可根据客户要求生产其他非标余压型产品。
 6. 标准型机组无辅助电加热器、回风箱、过滤网和热水盘管。

- 3) 独立控制的室内温控系统, 适应不同的房间设定需求, 节能高效。
- 4) 多系列、多款式的室内机匹配, 可满足不同建筑及装修需求。
- 5) 一体化配置。仅接驳进、出水管即可, 无需专用机房放置室外机, 安装极为方便。
- 6) 以水为制冷剂载体, 管路长度不受限制, 冷量分配均匀, 全部杜绝制冷剂泄露。
- 7) 智能网络化, 可用互联网或电话接驳机组, 完成全部操作。

(2) 型号编制说明



(3) 风冷式冷(热)水机组主要技术参数(表 6-71)

表 6-71 伊莱克斯风冷式冷(热)水机组主要技术参数

机 型	冷暖	EAC025HAS	EAC035HSB	EAC035HAS	EAC045HAS	EAC045HBS
	单冷	EAC025CAS	EAC035CSB	EAC035CAS	EAC045CAS	EAC045CBS
制冷量	Btu/h	26000	35000	36500	42000	44000
	W	7600	10200	10700	12300	13000
供热量	Btu/h	28600	38500	37000	45000	45000
	W	8400	11300	11000	13300	13300
额定功率/W		3070	4020	4350	4950	4950

(续)

电源		220V, 1N, 50Hz				380V, 3N, 50Hz
压缩机	型式	全封闭涡旋式压缩机				
	数量/台	1	1	2	2	1
	额定输入功率/W	2700	3530	2 × 1930	2 × 2340	4430
风侧 换热器	型式	高效换热管中套铝翅片/低噪声轴流式				
	风机数量/台	1	1	1	2	2
	风机极数/N	6	6	6	6	6
	额定输入功率/W	120	120	120	2 × 120	2 × 120
水侧 换热器	型式	钎焊板式换热器				
	水压降/Pa	32	37	37	37	37
	流量/(m ³ /h)	1.4	1.7	1.7	2.1	2.1
	扬程/m	21	20.7	20.7	20.3	20.3
	额定功率/W	370	370	370	370	370
外形 尺寸	长/mm	1120	1120	1120	1120	1120
	宽/mm	400	400	400	400	400
	高/mm	890	890	890	1050	1050
运行质量/kg		90	105	105	130	130
机 型	冷暖	EAC055HAS	EAC055HBS	EAC080HBC	EAC095HBC	EAC120HBC
	单冷	EAC055CAS	EAC055CBS	EAC080CBC	FAC095CBC	EAC120CBC
制冷量	Btu/h	58000	58000	75400	89000	11800
	W	16500	16500	21600	26000	34600
供热量	Btu/h	63000	59000	80000	98000	127000
	W	17500	17500	23000	29000	37200
额定功率/W		6510	5610	8100	10360	11820
电源		220V, 1N, 50Hz		380V, 3N, 50Hz		
压缩机	型式	全封闭涡旋式压缩机				
	数量/台	2	1	1	1	1
	额定输入功率/W	2 × 2700	4500	7000	9060	10320
风侧 换热器	型式	高效换热管中套铝翅片/低噪声轴流式				
	风机数量/台	2	2	1	1	1
	风机极数/N	6	6	6	6	6
	额定输入功率/W	2 × 370	2 × 370	550	750	750
水侧 换热器	型式	钎焊板式换热器		壳管式		
	水压降/Pa	39	39	45	45	45
	流量/(m ³ /h)	2.3	2.3	4	4.8	6
	扬程/m	20.1	20.1	27	25	25
	额定功率/W	370	370	550	550	750

(续)

机 型	冷暖	EAC055HAS	EAC055HBS	EAC080HBC	EAC095HBC	EAC120HBC
	单冷	EAC055CAS	EAC055CBS	EAC080CBC	EAC095CBC	EAC120CBC
外形 尺寸	长/mm	1080	1080	1100	1260	1290
	宽/mm	400	400	860	860	960
	高/mm	1545	1545	960	960	1150
运行质量/kg		180	180	280	300	300

注: 1. 标准配置: 隔膜式膨胀水罐、水泵及承受 0.5MPa 安全阀 (泄水阀)。

2. 额定工况: 制冷时室外干球温度 35℃, 进水温度 12℃, 出水温度 7℃; 供热时室外干球温度 7℃, 进水温度 40℃, 出水温度 45℃。

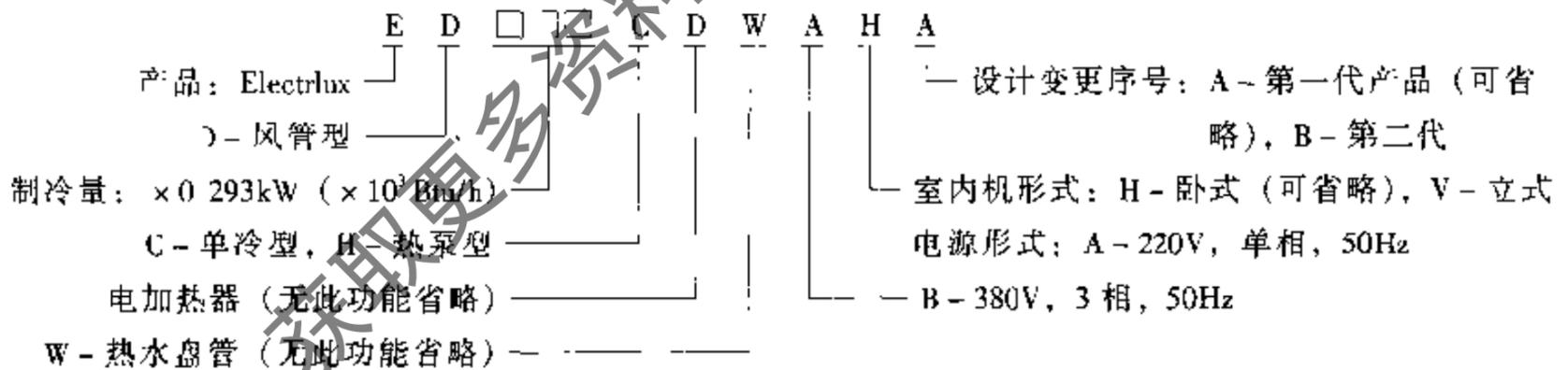
4. 高静压风管式机组

(1) 产品特性

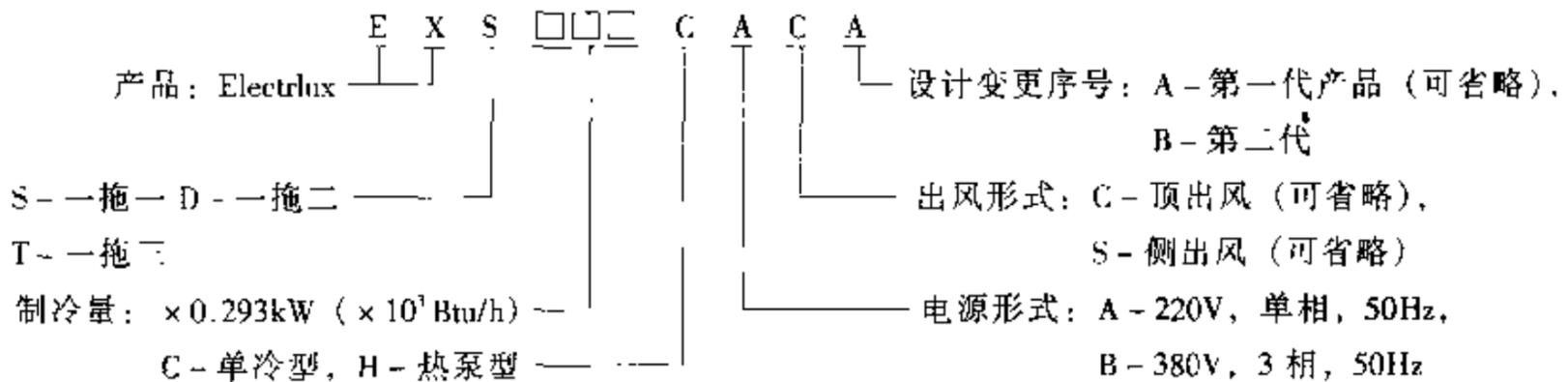
- 1) 机内高静压设计, 安装位置更灵活, 可长距离送风。
- 2) 易于布置的送、回风形式, 典雅的风口设计, 装饰与舒适两者兼得。
- 3) 便利的新风管设计, 源源导入健康新风。
- 4) 内外机采用进口高效低噪风机, 运转宁静。
- 5) 大规格内机, 可根据室内负荷变化自动卸载, 高效节能。
- 6) 独有的风阀连锁设计, 风量可随使用区域的增减自动卸载, 安静舒适。
- 7) 微电脑控制, 遥控、线控随意选, 操作更方便; 智能网络化, 可用互联网或电话接驳机组, 完成全部操作。

(2) 型号编制说明

1) 室内机:



2) 室外机:



5. 高静压风管式机组主要技术参数 (表 6-72)

表 6-72 伊莱克斯高静压风管式机组主要技术参数

室内机组	冷暖	ED040HA	ED090HA	ED110HA	ED220HB	ED220HBV	ED040HA × 2
	单冷	ED040CA	ED090CA	ED110CA	ED220CB	ED220CBV	ED040CA × 2
室外机组	冷暖	EXS040HB	EXS090HBC	EXS110HBC	EXS220HBC		EXD080HBC
	单冷	EXS040CB	EXS090CBC	EXS110CBC	EXS220CBV		EXD080CBC
制冷量	Et/h	42700	93800	109200	218400		42700 × 2
	W	12500	27500	32000	64000		12500 × 2
供热量	Et/h	47100	101700	120100	237100		47100 × 2
	W	13800	29800	35200	69500		13800 × 2
额定功率	制冷/W	4980	10580	12040	25820		4980 × 2
	供热/W	5120	10840	12200	26200		5120 × 2
电源	室内	220V, 1N, 50Hz			380V, 3N, 50Hz		
	室外	380V, 3N, 50Hz					
压缩机类型		涡旋式					
风机类型	室内机	离心式					
	室外机	轴流式					
室内机名义风量/(m ³ /h)		2550	5000	6800	12000		2500 × 2
机外余压/Pa		80	100	120	250		80
噪声	室内(高/中/低)/dB(A)	56/50/46	57/53/48	58/54/49	70.5		56/50/46
	室外/dB(A)	63	64	65	74		63
外形尺寸	室内机(长×宽×高)/mm×mm×mm	957×730×540	1507×730×540	1805×730×540	2004×1242×895	1884×1082×1827	957×730×540
	室外机(长×宽×高)/mm×mm×mm	1050×350×1290	1403×821×924	1403×821×924	1808×1090×1140		1403×821×924
质量	室内机/kg	68	110	147	298	310	68 × 2
	室外机/kg	118	230	250	530		210
连接管	类型						
	气管直径/mm(in)	19(3/4)	19(3/4) × 2	19(3/4) × 2	28.6(9/8) × 2		19(3/4) × 2
	液管直径/mm(in)	12.7(1/2)	12.7(1/2) × 2	12.7(1/2) × 2	15.8(5/8) × 2		15.8(5/8) × 2
凝结水接口/mm(in)		25(1)	25(1)	25(1)	25(1)		25(1)

- 注: 1. 额定制冷工况为: 室内侧干球温度 27℃, 湿球温度 19℃; 室外侧干球温度 35℃, 湿球温度 24℃。
 2. 额定供热工况为: 室内侧干球温度 20℃, 湿球温度 15℃; 室外侧干球温度 7℃, 湿球温度 6℃。
 3. 表中所列噪声为不接风管时在消声室内所测值, 现场测试会有所不同。
 4. 机组的控制器标准配置为线控+遥控。
 5. 表中所列机外余压为标准型机组余压, 也可根据客户要求生产其他非标余压型产品。
 6. 标准型机组无辅助电加热器、回风箱、过滤网和热水盘管。

6.28 常州爱斯特空调设备有限公司

1. 产品概述

常州爱斯特空调设备有限公司研制、生产的RSFJ、LSRJ、RSFB、LSFB系列家用、别墅

中央空调机组是风冷式冷热水机组，有热泵和制冷+热水系统两种类型，制冷量范围 8.1~40kW，供热量范围 8.2~41kW，共有 9 个规格。

为适应不同的安装方式，机组又分为卧式和立式两种形式，可直接安装在庭院、屋顶、阳台、墙面等，是专为高层公寓、别墅、写字楼、小型商场、餐厅等设计制造的舒适型中央空调机组。

2. 产品特性

1) 配置齐全、安装简便。机组有内置水泵、膨胀水箱、辅助电加热（可选）、储能水箱（可选）、排气阀等，用户水系统安装只需连接进出水管即可。

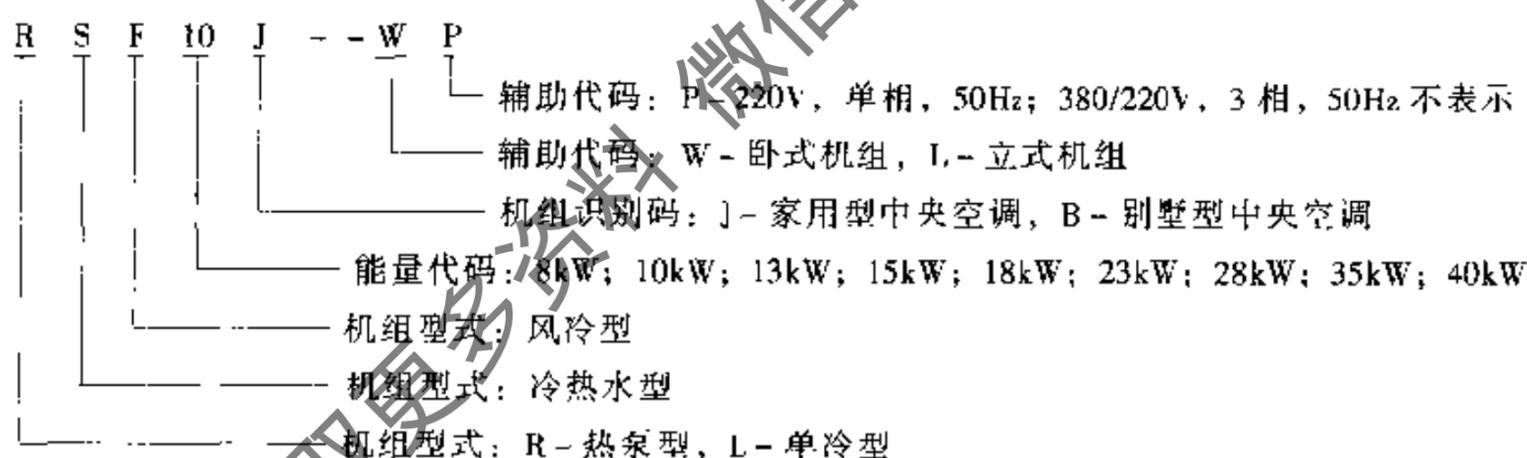
2) 高效节能、品质优良。机组采用高效涡旋压缩机、高效翅片换热器、不锈钢板式换热器，冷凝风量自动调节方式，使机组能效比大为提高。

3) 智能控制、安全可靠。机组采用微机智能控制，既可集中控制，也可在各个房间联动控制，简便灵活；机组有电源保护（缺相、逆相、过压、欠压）；压缩机保护（过载、反转、内埋 PTC）；制冷系统保护（高压、低压、排温）；水系统保护（缺水、防冻、水温过高）等自动保护功能，机组还能检测环境温度确定工作方式，避免误操作。

4) 安静运行、保护环境。机组采用超静压缩机和水泵，并进一步采用吸音封闭措施隔离；采用加大翅片换热器面积，采用大直径、低转速轴流风机的配置，达到安静运行的效果。

3. 产品选型指南

(1) 型号编制说明



(2) 机组适用范围 热泵机组: 冬季环境温度 -5°C 以上的地区; 热泵+电加热: 冬季环境温度 -10°C 以上的地区; 制冷+热水系统: 冬季有供热水系统的场所。

4. 家庭（别墅型）中央空调机组主要技术参数（表 6-73）

表 6-73 常州爱斯特空调设备有限公司家用中央空调机组主要技术参数

机 型	LSF8J	LSF10J	LSF13JL	LSF13LW	LSF15JL	LSF15JW	LSF18JL	LSF18JW	LSF23B	LSF28B	LSF35B	LSF40B
	RSF8J	RSF10J	RSF13JL	RSF13LW	RSF15JL	RSF15JW	RSF18JL	RSF18JW	RSF23B	RSF28B	RSF35B	RSF40B
制冷量	kW	8.1	10.2	12.8	15		18	23.4	28	35	40	
	kcal/h	7000	8770	11000	12900		15480	20000	24000	30000	34400	
供热量	kW	8.2	10.4	13	15.5		18.2	24	28.5	36	41	
	kcal/h	7050	8950	11180	13330		15650	20500	24500	30500	35500	

(续)

机 型	LSF8J	LSF10J	LSF13JL	LSF13JW	LSF15JL	LSF15JW	LSF18JL	LSF18JW	LSF23B	LSF28B	LSF35B	LSF40B	
	RSF8J	RSF10J	RSF13JL	RSF13JW	RSF15JL	RSF15JW	RSF18JL	RSF18JW	RSF23B	RSF28B	RSF35B	RSF40B	
电 源	单相,50Hz,220V				3相,50Hz,380V								
型式	进口全封闭压缩机												
压缩机	数量 1												
输入功率/kW	2.7	3.1	4.3	4.5		5.2		7.4	8.8	11	12		
型式	轴承风机												
轴流风机	数量 1												
功率/kW	0.15		2×0.15				0.55		2×0.375	2×0.55		2×0.55	
型式	进口离心式												
水泵	功率/kW												
	0.33		0.37				0.75						
	扬程/m												
	15								20				
型式	不锈钢板式换热器												
水侧换热器	水流量/m ³ /h												
	1.4	1.7	2.2	2.6		3.1		4	4.8	6	6.9		
	水头损失/kPa												
	20												
制冷剂	R22												
机组控制方式	微机控制												
外形尺寸	长/mm												
	1000	1280	1500	1280	1500	1280	1600	1200	1550	2000	2000		
	宽/mm												
	400	400	500	400	500	400	500	500	500	650	650		
高/mm													
	850 (1250)	1200 (1600)	850	1200 (1600)	850	1200 (1600)	850	1900	1900	1900	1900		
质量/kg	120	150	180	220		240		370	450	620	650		
保护装置	高低压开关、温度开关、防冻开关、过载保护器、断水保护器												
进出水管直径/mm(in)	25(1)						40(1 1/2)						
噪声/dB(A)	56			58			67		70				

注: 1 制冷名义工况: 环境温度 35℃, 冷水出水温度 7℃, 进水温度 12℃; 供热名义工况: 室外环境干球温度 7℃, 湿球 6℃, 热水出水温度 45℃, 进水温度 40℃。

2. 机组工作范围: 制冷时出水温度 5~12℃, 室外环境温度 15~43℃; 供热: 出水温度 35~45℃, 室外环境温度 -10~15℃。

6.29 远大空调有限公司

1. 产品概述

BCT 户式燃气空调是远大空调有限公司开发的以天然气、液化石油气、煤气为燃料的吸收式空调机组, 采用水和溴化锂为冷媒, 有单冷、冷热两用型和制冷、制热、卫生热水三用型三个系列, 每个系列均有 4 种规格, 制冷量范围 16~117kW, 适合于别墅、复式住宅使用, 也可用于多层住宅等。

2. 技术特征

燃气空调是利用溴化锂溶液的极强吸水性原理设计的: 水在真空环境下大量蒸发带走空调系统的热量, 溴化锂溶液将水蒸气吸收, 将水蒸气中的热量传递给冷却水, 通过冷却器释

放到大气中去。变稀了的溶液经过燃烧加热进行浓缩，分离出的水再次去蒸发，浓溶液再次去吸收，而供热时燃烧的火焰加热溴化锂溶液，溶液产生的水蒸气将主机换热管内的空调温水加热，凝结水流回溶液中，被溶液泵送回高温发生器，再次被加热。燃气吸收式空调所具备的技术特征有：

1) 以天然气等清洁燃料为能源，有利于能源结构的改善。采用溴化锂和水等天然冷媒，对环境无污染，对温室气体无破坏。

2) 具有稳定的夏季制冷，冬季供热和根据需要提供全年恒温的卫生热水。设有专用热水储罐，当热水罐内的水温低于设定值，室外机自动启动，循环水泵自动运行，将热水罐内的水升温；用水时，自来水会自动补进热水罐。

3) 气温感应功能，根据室外气温决定冷/热或开/关，变频调节，燃料、电力、冷却水消耗跟踪负荷同步变化，超级节能。

4) 吸收式工作原理，运转安静平稳，没有任何可导致性能降低的磨损，15年以上的运行寿命。

3. 技术参数 (表 6-74)

(1) 室外机参数表

表 6-74 远大空调有限公司家用中央空调机组主要技术参数

型 号		BCT16	BCT23	BCT70	BCT115
制冷量	kW	16	23	70	115
	相当于/匹	7	10	30	50
制热量	kW	16	23	70	115
	10 ⁴ kcal/h	1.4	2	6	10
卫生热水能力	kW	7.7	7.7	39	39
	10 ⁴ kcal/h	0.66	0.66	3.35	3.35
空调水					
冷水出口/入口温度/℃		7/14	7/14	7/14	7/14
温水出口/入口温度/℃		57/50	57/50	57/50	57/50
流量/m ³ /h		2.0	2.9	8.6	14.3
机外扬程/mH ₂ O		8	8	11	12
卫生热水(热媒水)					
出口/入口温度/℃		80/60	80/60	80/60	80/60
流量/m ³ /h		0.33	0.33	1.68	1.68
燃气耗量(满负荷时)					
制冷	天然气/m ³ /h	1.5	2.2	6.7	11.2
	柴油/kg/h	1.24	1.82	5.54	9.26
制热	天然气/m ³ /h	1.8	2.6	7.8	13.0
	柴油/kg/h	1.49	2.15	6.45	10.75
卫生热水	天然气/m ³ /h	0.90	0.9	4.3	4.3
	柴油/kg/h	(只能用天然气、液化石油气、煤气)		4.14	4.14

(续)

型 号	BCT16	BCT23	BCT70	BCT115
水电耗量(满负荷时)				
制冷耗电/kW	1.00	1.45	3.95	5.78
制热耗电/kW	0.40	0.68	1.70	2.34
卫生热水耗电/kW	0.14	0.14	0.50	0.50
制冷耗水/m ³ /h	0.05	0.07	0.20	0.33
噪声/dB(A)	62	63	65	65
运输重量/kg	420	510	1550	2340

- 注: 1. 适用燃料: 天然气、城市煤气、液化石油气、柴油其中一种, 订货时须确定。天然气热值以 10 (kW·h) /m³ 计算, 柴油热值以 12.1 (kW·h) /kg 计算 (BCT16、BCT23 卫生热水不能使用柴油)。
 2. 制冷标准气候条件: 温度 36℃、湿度 50%、适应气候: 夏季温度 ≤ 50℃, 冬季不限。
 3. BCT16、BCT23 配电为 220V/50Hz, BCT70、BCT115 配电为 380V/50Hz, 可选择其他电压、频率作特殊订货。
 4. 空调水, 卫生热水允许水压: 40mmH₂O (0.4MPa)。
 5. 功能可选择: 制冷、制热、卫生热水 3 用型、冷热两用型、单冷型 (根据建筑结构、用途不同进行负荷选型, 每 kW 适合于 11~16m² 空调面积)。

(2) 室内机型号

制冷量/kW	3.0	5.0	7.0	12.0	23.0	35.0	70.0
制热量/kW	4.5	7.5	10.5	18.0	34.5	52.5	105
暗装机							
卧式暗装	WN03	WN05	WN07	-	-	-	-
立式暗装	LN03	LN05	LN07	-	-	-	-
卧式风柜	-	-	-	WF2000	WF4000	WF6000	WF12000
立式风柜	-	-	-	LF2000	LF4000	LF6000	LF12000
热回收新风机	YX600	-	-	YX2000	-	-	-
明装机							
立式明装	LM03	LM05	LM07	-	-	-	-
立柜式明装	-	LX05	LZ07	-	-	-	-
4 出风吊顶式	-	-	4D07	-	-	-	-
双出风吊顶式	2D03	2D05	2D07	-	-	-	-
吊顶式	DM03	DM05	DM07	-	-	-	-
壁挂式	BM03	BM05	BM07	-	-	-	-

注: 暗装机一般用于装修建筑, 明装机直接裸露。

(3) 卫生热水罐

规格: 50L、100L、200L、300L、500L、1000L、2000L、4000L。有立式、卧式两种选择。热水罐内设有电加热铜管, 水质洁净。另配有温控器、膨胀器、自动补水阀。当热水罐的水温低于设定值, 室外机自动启动, 循环水泵自动运行, 将热水罐内的水升温; 用水时, 自来水会自动补进热水罐。

特点: ① 确保水温及水压恒定。② 可大量用水, 连续用水, 对制冷制热无影响。③ 水

温可自由设定。④ 配套齐全，安装简单。

6.30 大连三洋制冷有限公司

大连三洋全新引进日本三洋目前居于世界领先地位的 J2 型 GHP 燃气热泵，使用清洁能源天然气和环保制冷剂 R407C，实现能源的均衡利用，达成业界最高 COP1.33（冷暖平均 20HP 机组），优越的供热性能，无需除霜。GHP 燃气热泵可广泛使用于别墅、复式住宅、多层住宅及小型商业、办公场所。

1. 产品特点

(1) 利用发动机排热，特别适用于寒冷地区，无需辅助热源 供暖能力受环境温度影响小，15℃ 时出力不受影响，暖房能力大；适用于更低的环境温度，-35℃ 仍可使用。无需除霜；冬季实现 6min 快速启动制暖。

(2) 双重变频控制，负荷控制稳定舒适 双芯片微电脑控制无级变速调节发动机、压缩机转速 + 变频调节室外风扇、冷却水能量调节，负荷控制稳定舒适，运行经济。

(3) 运转安静、低噪音、低振动，地面屋顶随意设置 三洋开发出独有的七项减振措施，如液封减振装置等，确保低噪音、低振动，实现安静运转，地面屋顶随意设置。

(4) 机组超强耐久使用性能 室外机使用高可靠性、耐久性的专用发动机，同时机组的维护保养间隔长，维护费用低，更经济。

(5) 采用环保新冷媒 R407C，不破坏大气臭氧层 三洋 GHP 所采用的新冷媒是 HFC 系列的 R407C，对臭氧层没有破坏并可安全替代以前的冷媒。

(6) NO_x 大幅度降低，减少酸雨的发生 采用稀薄燃烧技术，加大空燃比，对空燃比进行反馈控制，并采用数字火控制达到最佳点火时间，大幅减少 NO_x 的排放，与原有机型相比，减少了 40% 的 NO_x 排放量。

(7) 能源的均衡利用 使用燃气清洁能源，燃烧充分，环保性强，随着全球对环境问题的关注和“西气东输”工程的加快，为未来理想能源。

发展燃气空调 GHP 不仅能够削减夏季电力高峰，也对燃气起到填谷作用，提高管网利用率，降低燃气成本，实现能源的均衡利用。

(8) 削减 CO₂ 排放量，抑制地球温暖化 达成业界最高 COP 值、最低能耗值，与原有机型相比，减少 24% 的 CO₂ 排放量。

2. J2 型 GHP 燃气热泵主要技术参数（表 6-75）

表 6-75 大连三洋制冷有限公司 J2 型 GHP 燃气热泵主要技术参数

室外机

项 目		机 型	SGP—H224J2 8 马力相当	SGP—H280J2 10 马力相当	SGP—H335J2 13 马力相当	SGP—H450J2 16 马力相当	SGP—H560J2 20 马力相当
		冷房能力/kW	22.4	28.0	35.5	45.0	56.0
性能	暖房能力 /kW	标准	26.5	33.5	42.5	53.0	67.0
		低温	26.5	33.5	42.5	53.0	67.0
		极低温	26.5	33.5	42.5	53.0	67.0

(续)

机 型		SGP—H224J2 8 马力相当	SGP—H280J2 10 马力相当	SGP—H335J2 13 马力相当	SGP—H450J2 16 马力相当	SGP—H560J2 20 马力相当
项 目	电 源	单相 220V				
外形尺寸	高度/mm	2208				
	长度/mm	1290		1735		
	宽度/mm	1000				
冷量消耗量(高位)	冷房/kW	17.8	22.6	27.3	35.8	43.5
	暖房/kW	19.4	24.7	29.6	39.0	46.0
电气特性	冷房	运转电流/A	2.3		3.8	
		消耗电力/kW	0.7		1.18	
	暖房	运转电流/A	2.6		4.3	
		消耗电力/kW	0.79		1.33	
配管口径	冷媒气相管	φ25.4(钎焊)	φ28.58(钎焊)	φ31.75(钎焊)		φ38.1(钎焊)
	冷媒液管	φ12.7(钎焊)		φ15.88(钎焊)	φ19.05(钎焊)	
	燃气配管口	R3/4(外螺纹)				
	排气凝水管	φ27(橡胶软管连接)				
	重量/kg	650	670	900	930	
	运转噪音 dB(A)	55		57	58	
	室内机接线可能台数/台	20		24		

注: 1. 冷房时: 室内侧吸入空气温度 27℃DB·19℃WB、室外侧吸入空气温度 35℃DB。暖房时(标准): 室内侧吸入空气温度 20℃DB、室外侧吸入空气温度 7℃DB·6℃WB。暖房时(低温): 室内侧吸入空气温度 20℃DB·15℃WB 以下, 室外侧吸入空气温度 2℃DB·1℃WB。暖房时(极低温): 室内侧吸入空气温度 20℃DB·15℃WB 以下, 室外侧吸入空气温度 -10℃DB·-11℃WB。

2. 燃气种类为天然气、液化石油气。燃气压力为低压 150~250mmH₂O。表列燃气配管口径按天然气热值 10000kcal/m³ 以上配置。订货时请提供燃气成分、热值、压力、比重等参数, 以确认安全使用性问题。

室内机形式及规格 (R407C)

型式	型号	28 型	36 型	56 型	73 型	106 型	140 型
		1 马力	1.25 马力	2 马力	2.6 马力	3.75 马力	5 马力
室外机外观	制冷/供暖能力/kW	2.8/3.2	3.6/4.2	5.6/6.3	7.3/8.0	10.6/11.4	14.0/16.0
半封闭四方型	-		●	●	●	●	●
半封闭两方型	-	●	●	●	●		
半封闭单方型	-	●	●				
隐藏管路型	-	●	●	●	●	●	●
高静压隐藏管路型	-				●	●	●
天花板安装型	-			●	●	●	●
壁挂型	-	●	●	●			
明装未置型	-	●	●	●	●		
暗装未置型	-	●	●	●	●		

第7章 家用中央空调典型工程实例

7.1 杭州绿园

1. 工程概况

浙江绿城房地产公司开发的浙江绿园工程公寓楼群依浙江大学、植物园，毗邻西子湖畔，集风景名胜文化中心于一体。该楼群造型宏伟、高雅，园内环境怡人，房型规格齐全、档次高、设施完善，是杭州城内不可多得理想家园。面对如此名贵高档的楼盘和品牌，与住户生活质量息息相关的空调设备，无论是内在质量还是外形风格以及空调供应商的设计服务能力都必须与本楼盘相映成辉。日本大金公司经过多方面的精心研究和考虑，针对本项目特点，对二房二厅、三房两厅、四房两厅、五房两厅等诸多房型设计了不同的空调配置方案，选用了目前空调方面最为领先的大金家用中央空调—家用VRV、变频多联机以及少量补充用的一拖一风管式中央空调机组。

大金公司在考虑本方案设计时，针对本项目房屋结构特点、日后用户使用要求进行了如下的考虑。

(1) 室外机的安装空间 本项目空调设计要求所有的空调室外机都安装在工作阳台上，且在工作阳台上还要安装热水锅炉，因此本方案必须设计外机尺寸小巧玲珑的空调机，才能和住宅外墙和谐相配，保持大楼外观原来风貌，才能满足设计效果。

大金提供的变频多联机和家用VRV空调，所有室内机只需要1~2台室外机，而且室外机的外形尺寸非常小，完全适合本项目的设计要求。

(2) 室内的层高空间 住宅的特点之一是室内的净空高度比较低，本项目的净高只有2.9m，梁下高度只有2.6m，因此必须尽量采用超薄型的室内机，最好室内外机连接的管路也能穿梁，这样才能保证房间所需的层高，体现舒适的居家理念。

大金的家用空调室内外机之间采用极细的冷媒铜管连接（连接到室内机的液管直径为6.4mm；气管直径为9.5~15.9mm，排水管直径为18mm），完全可以穿梁，在建筑结构上预留空调孔洞也是十分方便的；室内机的厚度也很薄，最厚的室内机也只有260mm。因此如果安装大金的家用中央空调可以保证室内净高达到2.6m，这是其他任何空调厂家都无法作到的。

(3) 运转噪声 住宅项目对空调的静音要求非常严格。不仅对室内机的噪声有严格要求，室外机的噪声也必须严格控制。

大金家用中央空调的室内外机的噪声都非常低。室外机的噪声只有50dB(A)左右（比某些管道机产品的内机噪声还低），室内机噪声也只有30~44dB(A)之间〔家用VRV采用全新概念的BP装置可以使室内机的噪声大大降低，最低只有29dB(A)〕，完全满足客厅、卧室、书房等对静音空调的要求，使用户完全享受到大金家用中央空调的安静和舒适。

(4) 舒适性 传统的一拖一分体空调由于控制精度较差（一般只能控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之内），

给人舒适度较差，尤其是在晚上睡觉时，忽冷忽热的温度变化会使人感到极度不适。

因此必须设计温度控制精度更高的产品。大金的家用中央空调采用交流或直流变频结合 PAM 控制方式，将室内温度精度控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间，舒适感大大加强。

(5) 运行费用 传统的风管式空调和中央空调水系统，由于在能量调节上的缺陷性和部分负荷时的 COP 值极低，导致其日常运行费用极高。通常所说的中央空调买得起用不起就是指这些空调产品。因此大金在本方案中设计的是一种非常节能的变频家用中央空调产品，相对于传统的风管式空调或中央空调水系统能节能 50% 以上，是一种真正的节能家用中央空调。

(6) 设计单位负荷 本方案大金家用空调设计的单位制冷负荷为 $135 \sim 240\text{W}/\text{m}^2$ ，能充分满足家庭对空调冷量的要求。

(7) 采用单相电源 大金的家用 VRV、变频家用多联机、管道式中央空调皆采用 220V 电源，真正满足家庭的需要。

2. B1 户型配置特点

1) B1 户型建筑面积约 145m^2 ，实际空调面积 89m^2 。主卧室设计一台 CDX35A（制冷量 3.5kW ）天花板嵌入风管连接型室内机，安装于主卧室的进门玄关的局部吊顶内，采用侧送风下回风的安装方式；次卧室各设计一台 CDX25A（制冷量 2.5kW ）天花板嵌入风管连接型室内机，安装方式同主卧室；书房设计冷量为 2.5kW 的室内机一台，如果有局部吊顶则设计 CDX25A 天花板嵌入风管连接型室内机，如果没有吊顶则设计 FLX25A 落地悬吊两用型室内机；客厅和餐厅设计两台 CDX50A（制冷量 5.0kW ）天花板嵌入风管连接型室内机；在客厅和餐厅做局部吊顶，依然采用侧送风下回风的安装方式，并且在客厅和餐厅部分各布置一个风口，以保证客厅和餐厅的大空间气流组织顺畅。CDX 型室内机机身厚度只有 260mm ，安装于吊顶之内所需的吊顶高度只有 270mm ，大大增加了房间的净高。这些设计机型能最大限度地满足客厅和卧室的整体装潢效果。

2) B1 户型采用两台变频多联室外机 4MX80 叠加设置，占地面积极小，而且室外机是侧出风的方式，可以将室外机安装于工作阳台上，与外景非常和谐。室外机噪音也只有 $53\text{dB}(\text{A})$ ，采用夜间静音模式可以将室外机噪音降低至 $50\text{dB}(\text{A})$ ，即使紧靠房间，室内也听不到设备运转的声音。主卧室、次卧室及餐厅的三台室内机连接一台室外机，另一侧卧室、书房、客厅的三台室内机则连接另一台室外机。使用时间的交叉可以使室内外的制冷效能得到充分的发挥。设备配置情况见表 7-1。

3) 每个房间的设计冷负荷均达到 $160\text{W}/\text{m}^2$ 。

4) 冷凝水就近排放至卫生间地漏。

3. B5 户型配置特点

1) B5 户型为复式建筑，建筑面积为 200m^2 ，实际空调面积 113.8m^2 。主卧室、次卧室、书房和餐厅的设计机型同前 B1、B2 户型的设计；客厅设计一套一拖一风管连接式空调机 FDYB850KVE，设计冷量为 5.2kW ，采用侧送下回的送回风方式。CDX 型室内机和 FDYB50K 室内机机身厚度只有 260mm ，安装于吊顶之内所需的吊顶高度只要 270mm ，大大增加了房间的净高；这些设计机型能最大限度地满足客厅和卧室的整体装潢效果。

室内机噪音 CDX 型低风速时只有 $36\text{dB}(\text{A})$ ，高风速时也只有 $39\text{dB}(\text{A})$ ；FDYB 型噪音仅 $38\text{dB}(\text{A})$ ；FLX25A 型室内机噪音只有 $31\text{dB}(\text{A})$ ，能创造安静舒适的居住环境。

表 7-1 B1 户型设备配置说明

房间名	室内机型号	室内机参数	室外机型号	室外机参数
主卧室	CDX35	制冷量 3.5kW/制热量 4.42kW	4MX80	制冷量: 标准值 8.0kW 最小-最大: 4.37-9.13kW 制热量: 标准值 9.60kW 最小-最大: 5.83-10.63kW
卧室	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW		
餐厅	CDX50	制冷量 5.0kW/制热量 6.13kW		
书房	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW	4MX80	制冷量: 标准值 8.0kW 最小-最大: 4.37-9.13kW 制热量: 标准值 9.60kW 最小-最大: 5.83-10.63kW
客厅	CDX50	制冷量 5.0kW/制热量 6.13kW		
卧室	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW		

2) B5 户型底层客厅、餐厅、卧室等采用两台室外机;变频家用 VRV 室外机 RMX140J 和一拖一风管机室外机 RY50。两台室外机放置在设备阳台上。上层起居室、卧室等 5 台室内机采用 1 台变频家用 VRV 室外机 RMX140J。而且室外机都是侧出风的方式,与外景非常和谐。家用 VRV 室外机噪音只有 53 dB(A),采用夜间静音模式可以将室外机噪音降低至 50 dB(A),即使紧靠房间,室内也听不到设备运转的声音。设备配置情况见表 7-2。

表 7-2 B5 户型底层空调设备配置说明

房间名	室内机型号	室内机参数	室外机型号	室外机参数	备注
卧室	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW	RMX140	制冷量: 标准值 14.5kW 制热量: 标准值 16.5kW	
卧室	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW			
主卧室	CDX35	制冷量 3.5kW/制热量 4.42kW			
餐厅	CDX60	制冷量 6.0kW/制热量 7.32kW	RMX140	制冷量: 标准值 14.5kW 制热量: 标准值 16.5kW	
客厅	FDYM60	制冷量 6.0kW/制热量 7.0kW			
	FDYB50	制冷量 5.2kW/制热量 5.8kW	RY50	制冷量 5.2kW/制热量 5.8kW	

B5 户型上层空调设备配置说明

房间名	室内机型号	室内机参数	室外机型号	室外机参数	备注
起居室	CDX50	制冷量 5.0kW/制热量 6.13kW	RMX140	制冷量: 标准值 14.5kW 制热量: 标准值 16.5kW	跟楼下的一卧室共用
卧室	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW			
卧室	CDX25	制冷量 2.5kW/制热量 3.86kW			
主卧室	CDX50	制冷量 5.0kW/制热量 6.13kW			

3) 每个房间的设计负荷均达到 $160\text{W}/\text{m}^2$ 以上。

4) 冷凝水就近排放至卫生间地漏。

4. 设计附图

B1、B5 户型的空调平面如图 7-1、图 7-2 所示。

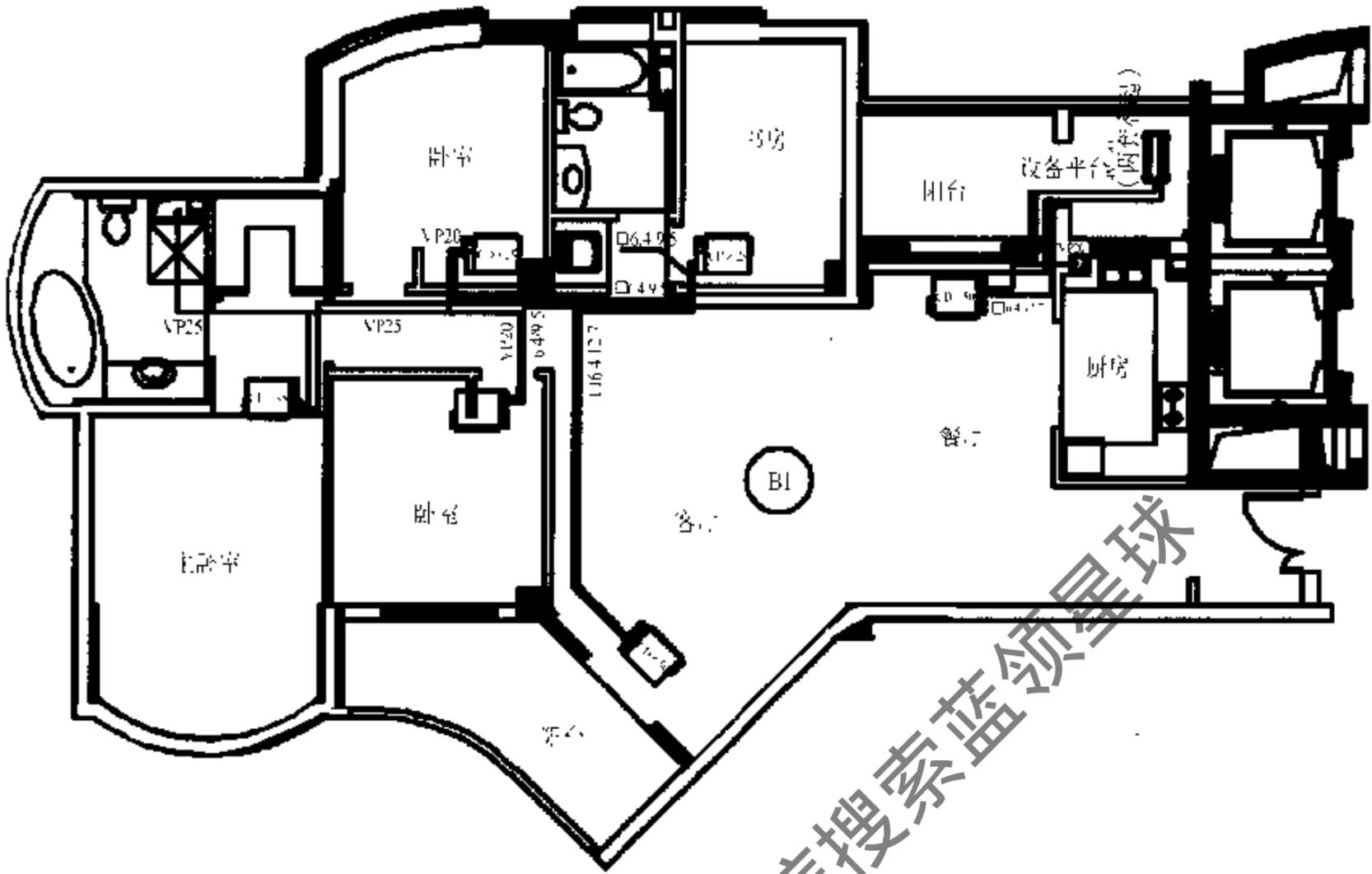


图 7-1 杭州绿园 B1 户型空调平面图

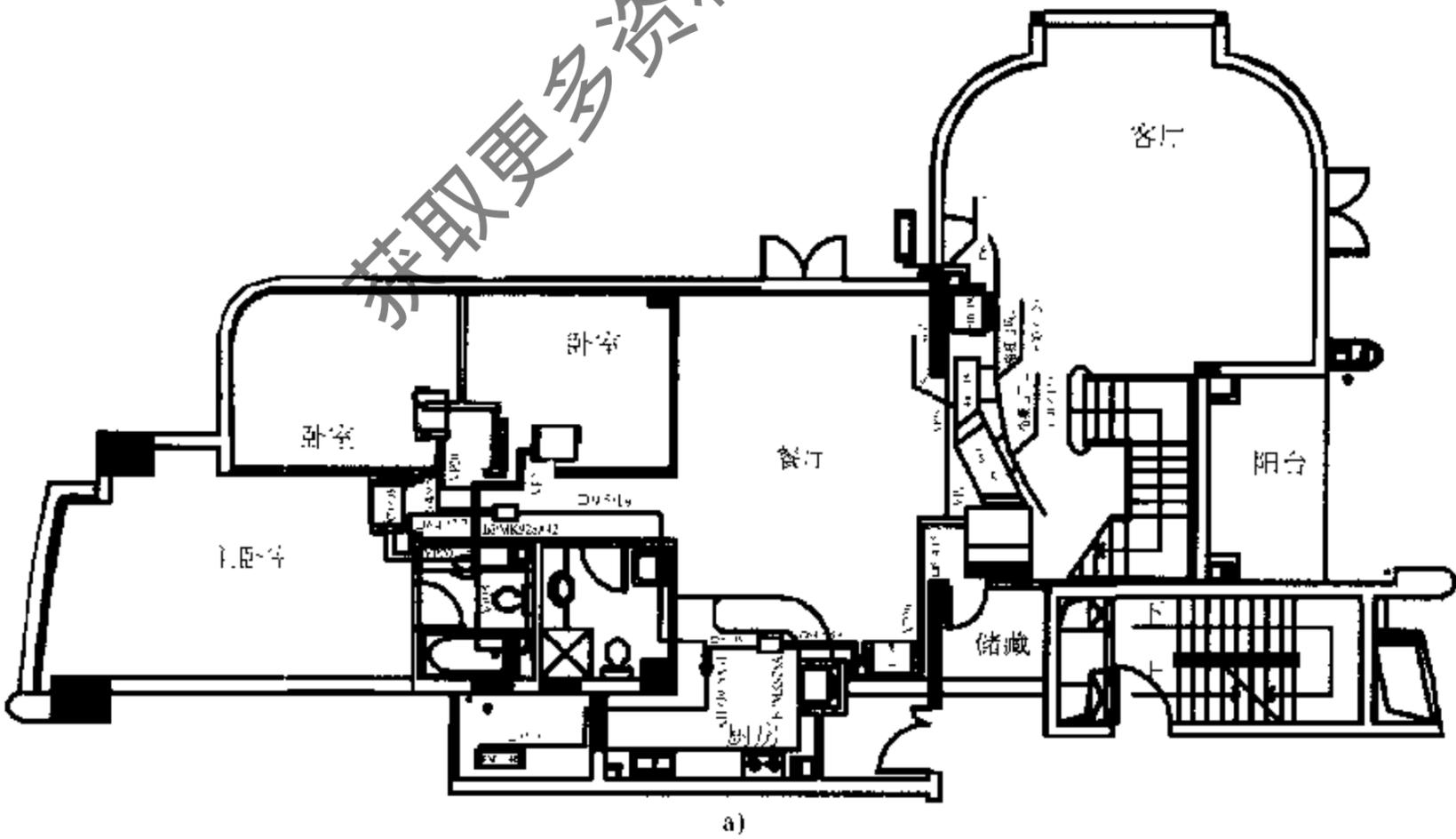


图 7-2 杭州绿园 B5 户型空调平面图
a) 底层

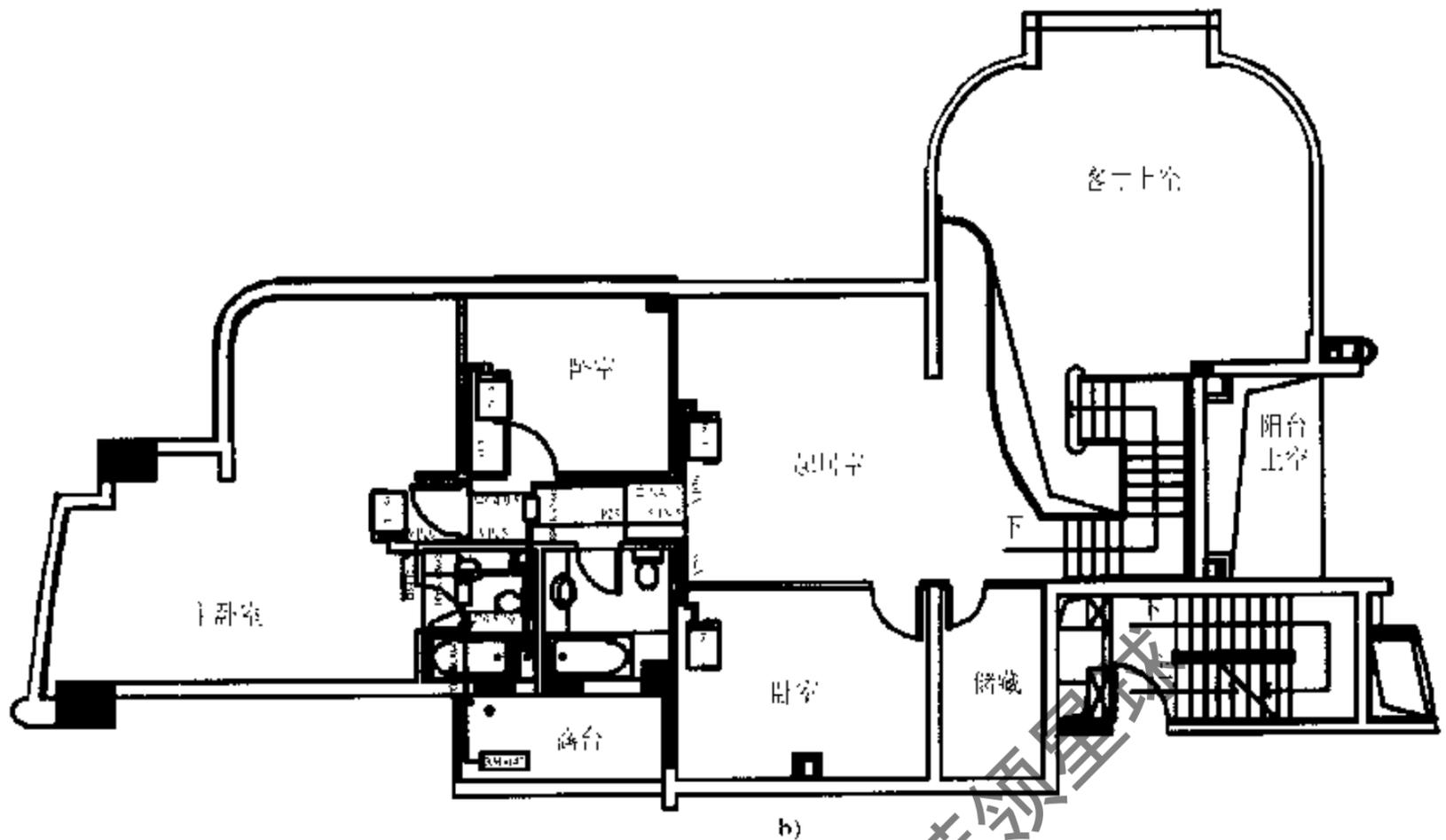


图 7-2 杭州绿园 B5 户型空调平面图 (续)
b) 上层

大金工业株式会社上海办事处

7.2 上海瑞苑公寓

1. 工程概述

上海瑞苑公寓是浦东又一新建出租式公寓楼，建筑面积 40000m²，总高度 120m，南北朝向。大楼共有 38 层，地下 2 层地上 36 层，每层层高 3m，每层 2~4 户，每户使用面积 60~250m²。采用 200~300 mm 混凝土外墙，外墙上 30% 安装了双层可开启式玻璃窗。

2. 中央空调系统

该公寓楼最早采用的是空气源冷热水机组 + 风机盘管系统，但由于其在设计使用上的不灵活性等原因而改用了大金空调。现在大楼采用的是大金变频多联机 and VRV 变频中央空调系统。

(1) 变频多联机空调系统 由于多联机一拖二、一拖三的主机制冷量为 5.2~8.0kW，室内机的容量为 2.5~6.0kW，一般每套房需要室内机 4~5 台，配置 1~2 台室外机就可以满足公寓中较小面积的套房，并且还可根据不同面积和不同房型做灵活调整，所以这部分公寓主要使用变频多联系统。业主对室内装潢要求较高，所以室内机全部选用内藏风管型，侧

面送风，顶面回风。考虑到安全和方便检修，主机均设置在阳台内。为了美观、整齐，整幢大楼的每层阳台上均设置统一尺寸的机座台。公寓楼中使用了 282 套大金变频多联机，总制冷量约 2300kW。主机为 2MX-52 ~ 4MX-80H，室内机为 CDX-25 ~ CDH-60H 内藏风管型。

表 7-3 VRV 变频空调系统设备

使用房型	机型	制冷量/kW	制热量/kW	数量	备注	
室外机	E 型	RSXY5K	14.0	16	12	额定功率 3.75kW (5 匹) VRV 室外机
	F 型	RSXY8K	22.4	25	2	额定功率 6kW (8 匹) VRV 室外机
	复式	RSXY10K	28	31.5	6	额定功率 7.5kW (10 匹) VRV 室外机
室内机		FXYS20K	2.2	2.5	28	风管连接型室内机
		FXYS25K	2.8	3.2	26	风管连接型室内机
		FXYS32K	3.6	4.0	14	风管连接型室内机
		FXYS50K	4.5	5.0	6	风管连接型室内机
		FXYS63K	5.6	6.3	18	风管连接型室内机
		FXYM100K	11.2	12.5	2	风管连接型高静压室内机
		FXYLM32K	3.6	4.0	6	落地内藏型室内机
		FXYLM63K	7.1	8.0	6	落地内藏型室内机

(2) VRV 变频空调系统 公寓中 E、F 型房及复式套房，空调使用面积较大，均在 200m² 以上，所以选用制冷量较大的 VRV 变频中央空调系统。复式套房的大堂层高有 6m 左右，采用落地内藏型室内机，置于上层走廊旁，既满足了大堂空间的完整性，又保证了检修维护的方便性。在餐厅、卧室中，根据面积要求选用不同规格的内藏风管型室内机。由于这部分房间层高低，采用了局部吊顶，侧面出风，顶部回风，满足了装潢设计的要求。VRV 变频家用中央空调共有 20 套，总制冷量约为 381kW。机组型号见表 7-3。VRV 室外机置于每层阳台上。采用额定功率为 0.6 ~ 3kW (0.8 ~ 4 匹) 的风管型连接型 (FXYM 或 FXYS 型) 及落地内藏型 (FXYLM 型) 室内机，共有 106 台，每台室内机均可单独控制。大楼采用自然排风及换气扇进行新风交换。平面布置如图 7-3 所示。

经使用运行，业主及物业均认为 VRV 系统具有灵活设计、低运转成本（据介绍，比常规空调可以节约 40% 以上的耗电量）、有效利用空间、安装时间短、控制使用方便及舒适安全等优点。

3. 设计附图

典型的空调平面如图 7-3 所示。

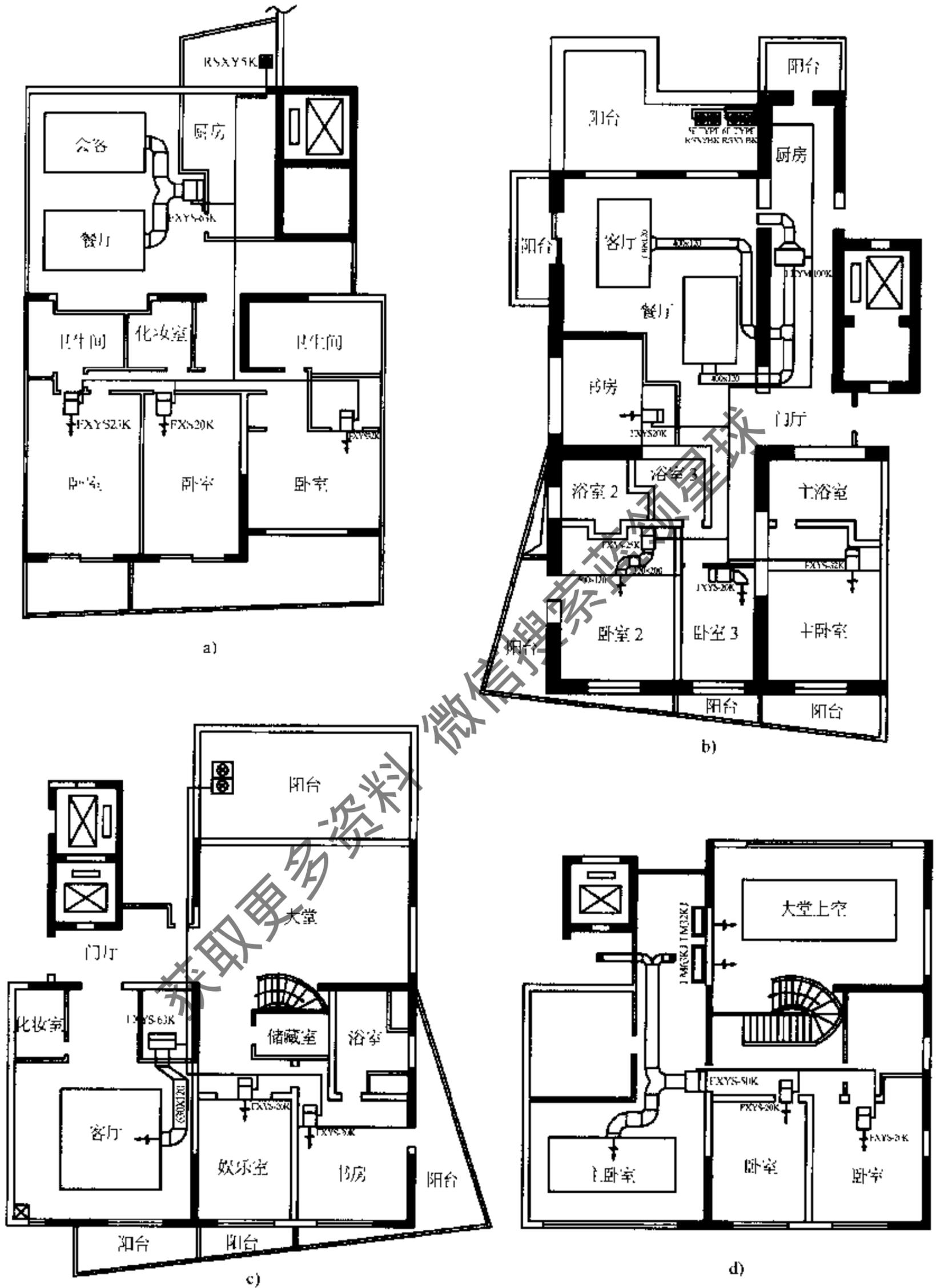


图 7-3 瑞苑公寓 E、F 型及复式房平面图
 a) E 型房 b) F 型房 c) 复式下层 d) 复式上层

7.3 上海金色维也纳

1. 工程概述

金色维也纳位于浦东世纪公园东侧，北靠锦绣路、南临张家浜，是世纪公园住宅板块中乃至上海内环线内屈指可数的高档别墅区和豪华公寓区。从世纪公园向东眺望，在绿蓝两色镶嵌的张家浜河畔，越过色彩斑斓、错落有致的别墅区，是7幢V字型排列的公寓。小区占地面积近9万 m^2 ，建造33栋独特的环湖水景别墅，采用现代经典的英式、加州式、西班牙式风格，将生态、自然和音乐文化的品味发挥到了极致。共采用大金SKY FREE i系列机组200多套。

2. 空调设计方案

本项目为金色维也纳的样板房共三层，半地下室至一层为别墅房，空调面积约274 m^2 ；二层为四房两厅的公寓套房，空调面积约176 m^2 。空调房间有工作室、卧室、餐厅、起居室等，根据空间需求对其进行舒适性空调设计。

对于舒适性空调区域我们采用SKY FREE i系列系统方案，下面就此方案进行详细的说明：

1) 根据建筑物结构、朝向等特性对各房间所需冷、热负荷进行计算，该建筑物的总冷负荷为85kW，具体配置参见“系统配置表”。

2) 大金SKY FREE i系列可进行集中控制，室外机较分体式空调而言，室外机大大的减少了，其高低落差为50m，最大管长可达100m，因而对室外机摆放不造成任何限制。

3) 本项目中室外机放置在指定平台上，冷媒管通过管道井与半地下室至一层的室内机连接。室外机与墙面之间，应留出一定的空间距离，具体规则可参照大金SKY FREE i系列技术资料中的室外机安装空间图。

4) 由于业主对室内装潢要求很高，为使房间气流均匀分布，所以空调室内机设计以天花板内藏风管式FXVD为主，并且在走廊及活动室等处配合室内装潢的要求安装风管及造型别致的风口，再与室内装潢相融合，整体装饰效果极佳。

目前上海市的公寓房型层高均在2.7~2.8m左右，如果在这样的层高限制下再安置30cm的全吊顶会给居室带来极大的压抑感，因此在设计时除了狭长的走廊及活动室以外均采用局部吊顶的方式，并在吊顶内部安装风管型的室内机，下面就对该设计进行说明。

半地下室如图7-4a所示，该层为别墅房型的底层，主要以活动区域为主，休闲室和活动室是一个整体，面积较大，利用一台2.5匹的风管机分支送风的方式供冷即满足了房间的空调需求又配合了居室的装潢。对几间卧室的处理则在进门处的靠墙一侧制作局部吊顶，吊顶下部空间则是整体的衣柜，与室内装潢相当吻合。而对狭长走廊的处理方式是采用风管机，不同的是制作全吊顶并加装风管，利用保温风管将冷（热）风送至各个空调风口，半地下室的走廊设置了两个送风口，以使整个走廊的气流均匀舒适。

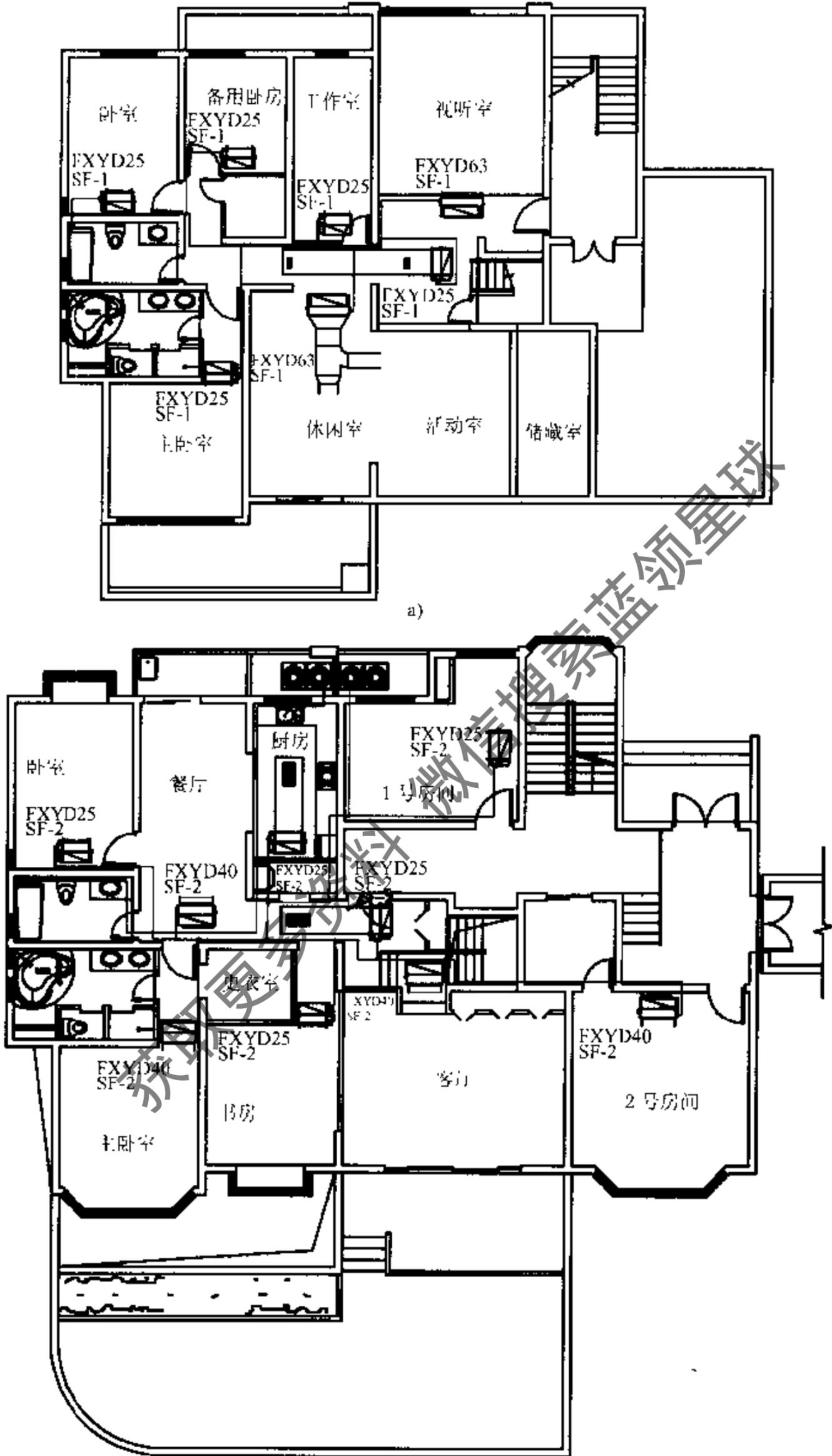
一层空调平面如图7-4b所示，该层为别墅房型的上层，以居住区为主，主卧及次卧均在该层。对卧室的空调处理方式同半地下室一样，采用局部吊顶加装风管机。该层的厨房和走廊利用风管机加风管送风，在吊顶上安装与吊顶相一致的送风口，使得厨房的环境相当整洁干净。半地下室和一层空调的室外机均安放在该层北边的工作阳台上，通过盥洗室的管道井将冷媒送至半地下室。

表 7-4 SKY FREE 系统配置表

楼层	房间名称	房间面积/m ²	机种	机型	台数	系统配置		
地下室 别墅下层	卧室	14	FXYD25	内藏风管式	1	SF-1		
	佣人房	10	FXYD25	内藏风管式	1			
	工作室	11	FXYD25	内藏风管式	1			
	视听室	35	FXYD63	内藏风管式	1			
	走道	8	FXYD25	内藏风管式	1			
	主卧室	16	FXYD25	内藏风管式	1			
	休闲室	19	FXYD63	内藏风管式	1			
	活动室	17						
一层 别墅上层	卧室	14	FXYD25	内藏风管式	1	SF 2		
	餐厅	18	FXYD40	内藏风管式	1			
	厨房	9	FXYD25	内藏风管式	1			
	走道	5	FXYD25	内藏风管式	1			
	主卧室	18	FXYD40	内藏风管式	1			
	更衣室	4						
	书房	13	FXYD25	内藏风管式	1			
	客厅	25	FXYD40	内藏风管式	1			
	1号房间	16	FXYD25	内藏风管式	1			
	2号房间	23	FXYD40	内藏风管式	1			
	二层 公寓房	卧室 1	13	FXYD25	内藏风管式		1	SF-3
		书房	11	FXYD25	内藏风管式		1	
餐厅		18	FXYD40	内藏风管式	1			
厨房		8	FXYD25	内藏风管式	1			
主卧室		18	FXYD40	内藏风管式	1			
更衣室		4						
卧室 2		13	FXYD25	内藏风管式	1			
起居室		35	FXYD63	内藏风管式	1			
走道		6	FXYD25	内藏风管式	1			
室外机			RHXY280KMY1		3			

二层平面为公寓房型如图 7-5 所示, 其卧室及书房的空调安装与别墅房型略有不同, 它利用进门处的狭小空间在其上部制作局部吊顶, 室内机刚好隐藏在吊顶内部, 采用直接送风的方式向室内供冷(热), 家庭成员根本感觉不到空调室内机的存在。该层的室外机安置在北边工作阳台, 不越层。

按照此和方案设计的空调系统, 采用变频技术和电子膨胀阀控制压缩机的制冷剂循环量和进入室内各交换器的制冷剂流量, 可以适时地满足室内冷、热负荷要求, 具有节能、舒适、静音、运转平稳等显著特点, 而且各房间可独立调节, 能够满足不同房间不同负荷的精确控温。



b)
图 7-4 金色维也纳空调平面图
a) 半地下室空调平面图 b) 一层空调平面图

5) 方案中空调凝结水就近排放到盥洗室或阳台等处。

6) 噪声处理。活动室及客厅内 2.5 匹的风管机 FXYD63 在强运转时的噪音只有 40dB (A)，卧室中的 1.5 匹以下风管机噪音只有 35dB (A)。在人们的日常起居生活中几乎感觉不到它的存在。

7) 本设计的空调参数基于以下条件。

夏季 制冷室内温度：27℃DB，19℃WB

设计室外温度：35℃DB；

冬季 制热室内温度：20℃DB；

设计室外温度：7℃DB，6℃WB

3. 运行经济性分析

SKY FREE i 系列 具有设计灵活、运转费用低、有效利用空间、安装时间短、安全、控制使用方便等优点。并由于每一个空调末端均能实现精确温度控制，舒适性也非常高。

由于多数物业没有专业的空调维护人员，SKY FREE 系统是一个维护、运行都较方便的模块化的空调系统，无需一般中央空调系统的机房或泵房，也无需专业的空调维护保养人员，加装了 i-manager 楼宇控制系统后还可以实现能源分户计费，这样不仅大大方便了用户，还节省了维护开支。

4. 设计附图

典型的空调平面如图 7-4、图 7-5 所示。

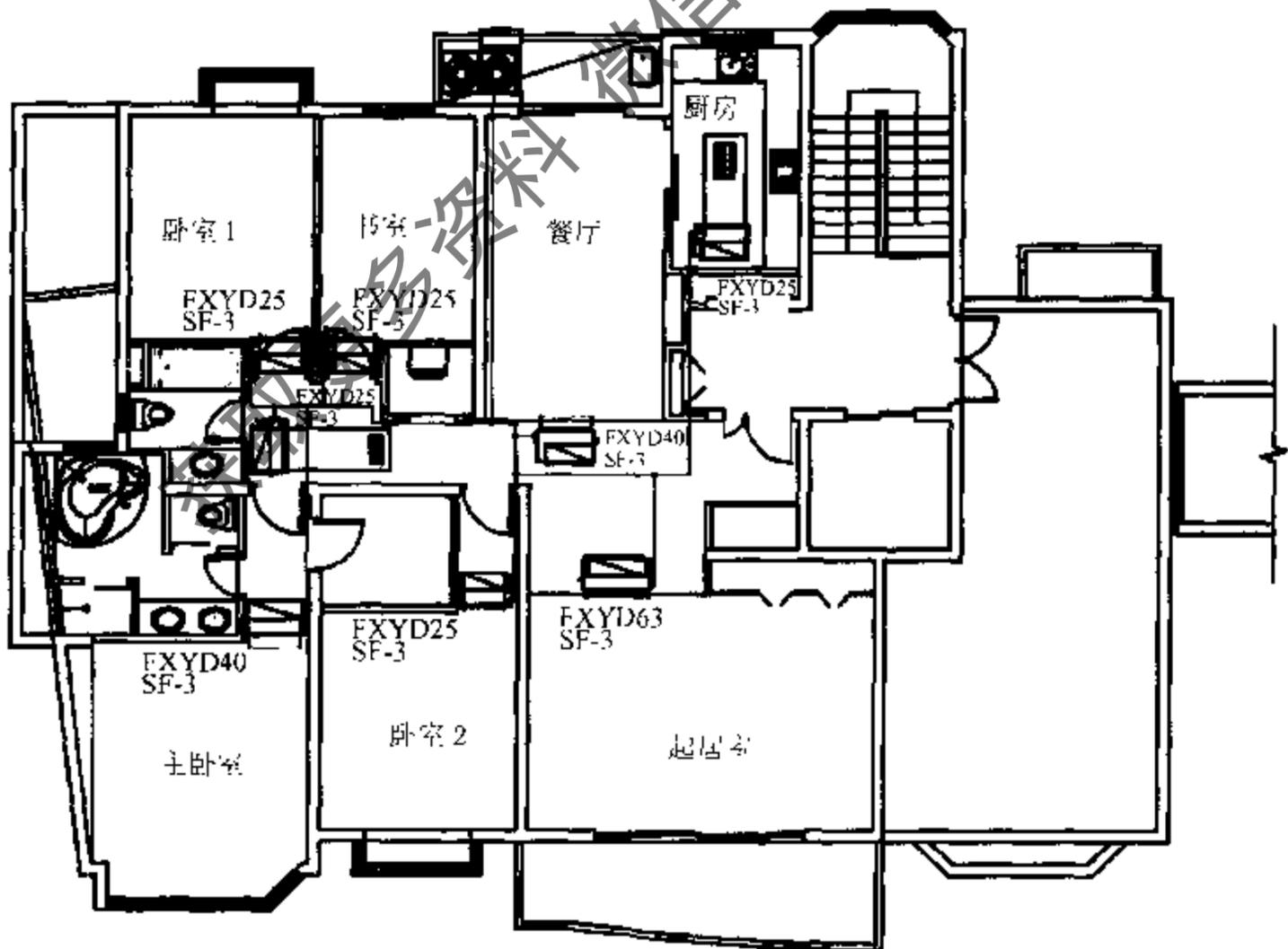


图 7-5 金色维也纳二层空调平面图

7.4 武汉竹叶苑

1. 工程概况

竹叶苑小区座落在汉口后湖生态区，属于低容积率、较高档次居住区，院内环境幽静、绿树成荫，共有住户 355 户，建筑类型有多层和联排别墅（TOWNHOUSE），其中联排别墅为四层结构，复式，1~2 层为一户，3~4 层为一户，每套建筑面积为 182.5~230m²，该类建筑采用户式中央空调系统很适合，既可以在室内营造舒适的温、湿度环境，也能使装饰美观雅致。下面为该小区 A 型联排别墅和 B 型多层住宅的户式中央空调系统设计及配置。

2. 空调系统设计

(1) A 户型特点 A 型联排别墅为上、下二层，建筑面积 185m²，楼下为起居、客厅、餐厅、厨房、保姆房和公共卫生间，楼上有主卧、次卧、客房和书房，楼下层高为 3.20m，楼上层高为 2.80m，卫生间、衣帽间位于户型中部，适合室内空调机布置和送回风气流组织。

(2) B 户型特点 B 户型为四室两厅，建筑面积为 161m²，布置有客厅、餐厅、主卧、次卧、书房、客房等，层高为 3m。根据各房间的使用功能和布置情况可选用不同的室内机。

3. 空调设计参数：

武汉地区属于长江中游，气候特点夏热冬冷，夏季空调：室外计算干球温度 35.2℃，湿球温度 28.2℃，居室内设计温度取 26℃。冬季制热：室外干球温度 -5℃，相对湿度 76%，居室内设计温度取 18℃。

4. 空调方式

居住类建筑不同于公用建筑，其室内空间较低，而且一般没有考虑采用空调所需的安装空间和位置，布置户式中央空调系统时，应最大可能利用现有建筑空间，在满足空调要求的同时，也要保证室内合理的层高，有利于自然通风和其他功用。因此本户型中央空调系统利用中部过道和衣帽间、储藏室为室内机安装位置，采用变频一拖多形式的户式中央空调机组，最大可能减少安装高度和有利于凝结水的排放。为了操作方便和降低运行费用，在楼下和楼上各配置一套独立的系统。

5. 设备选型

海尔新产品 MRV 户式中央空调系统，由变频运行的室外机和室内机构成，室内机可供配套使用的有内藏式、壁挂式和柜式。

该产品的特点为：① 冷媒管道长度可达 50m，室内外机高差可达 30m；② 室内外机超远距离 1000m 通讯，控制方便；③ 冷媒远距离输送，根据各房间需要智能合理分配，高效节能；④ 故障自动检测显示。

A 户型配两套 KR-75W (BP) 室外机，第一套用于楼下，为一拖二形式，配 KR-32N 和 KR-50N 内藏式室内机各一台，第二套用于二层，配 KR-32N 二台，壁挂式 KR-25G 一台。室外机集中安装在天台（或花园）中，其运行的噪声不会影响住户休息。

B 户型亦配置两套 KR-75W (BP) 室外机，一套连接客厅的两台室内机（KRd-32N）和餐厅的一台室内机（KR-25W），室外机在主卧的侧坪上安装；另一套连接主卧（KRd-32N）、次卧（KRd-32N）和书房（KR-18G）共三台室内机，室外机在卫生间的外墙上安装。

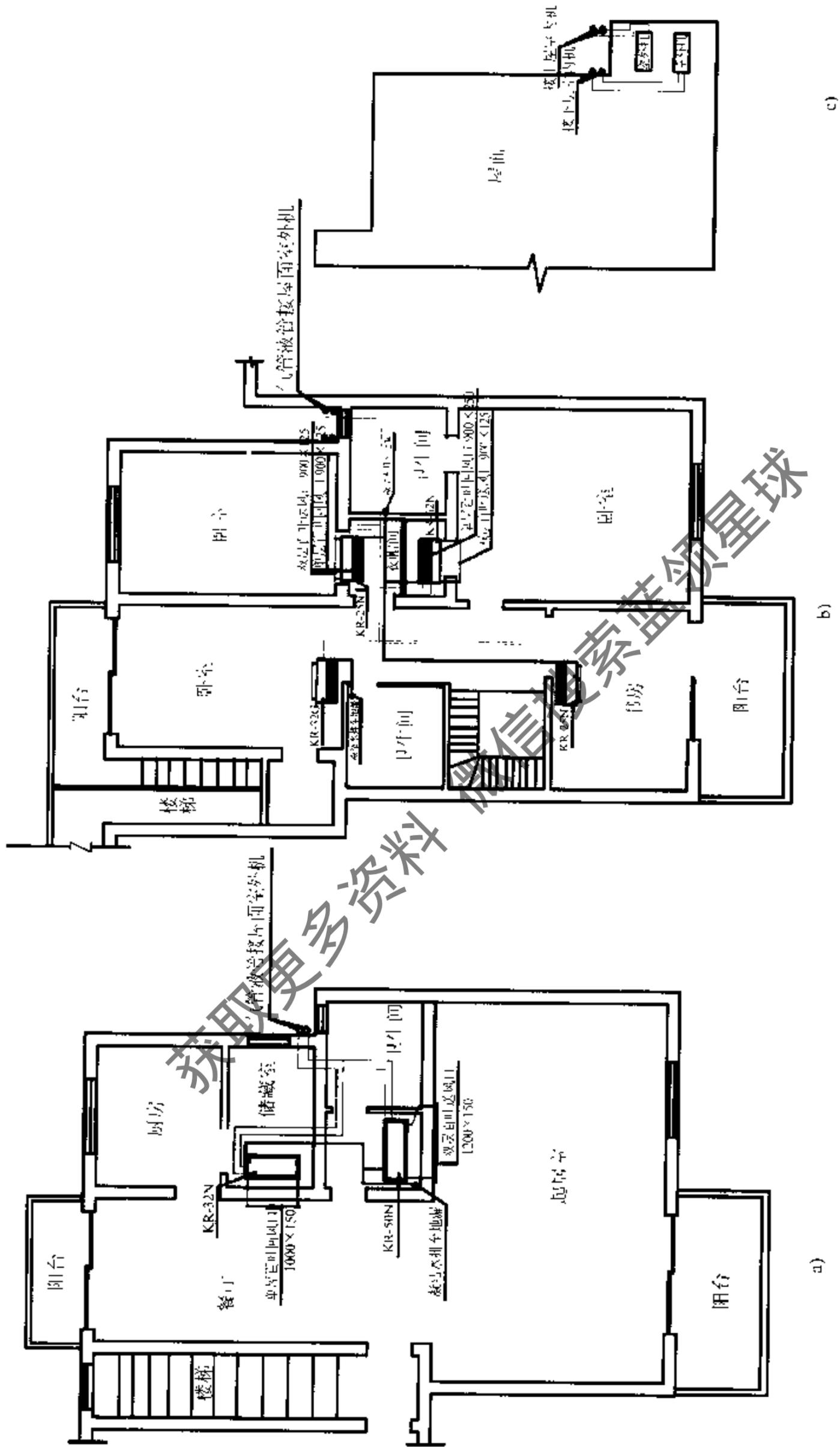


图 7-6 竹叶苑 A 型住宅空调平面图
a) 下层 b) 上层 c) 屋面

6. 安装维护

1) 应在预埋电线时将 30A 以上空调电源接到室外机处，在线控器安装的位置和室内机之间合理设 $\phi 20$ 套管。

2) 在空调供液管和回气管经过的墙、楼板上打好 $\phi 150$ 的孔洞。

3) 对铜管弯曲时，弯曲半径尽可能大一些，应防止水分、灰尘进入管道。

4) 必须作好铜管和冷凝水管的保温，使用发泡保温材料，并用胶带缠绕。

5) 凝结水管路就近接到最近的地漏，水平管道应保证 0.01 的坡度。

6) 制冷剂管路连接结束后，要进行密封性试验，采用氮气进行试验。

7. 运行分析

该户型空调系统经使用，效果良好，其一次性投资较其他形式低，安装简单，维修方便，与装饰易于配合，室内机噪声低。特别是安装空间小，给居室一个良好的空间感和自然通风的条件。当然，这种系统的新风需要通过门窗的缝隙进入，可以满足家庭的需要。

8. 设计附图

典型的空调平面如图 7-6，图 7-7 所示。

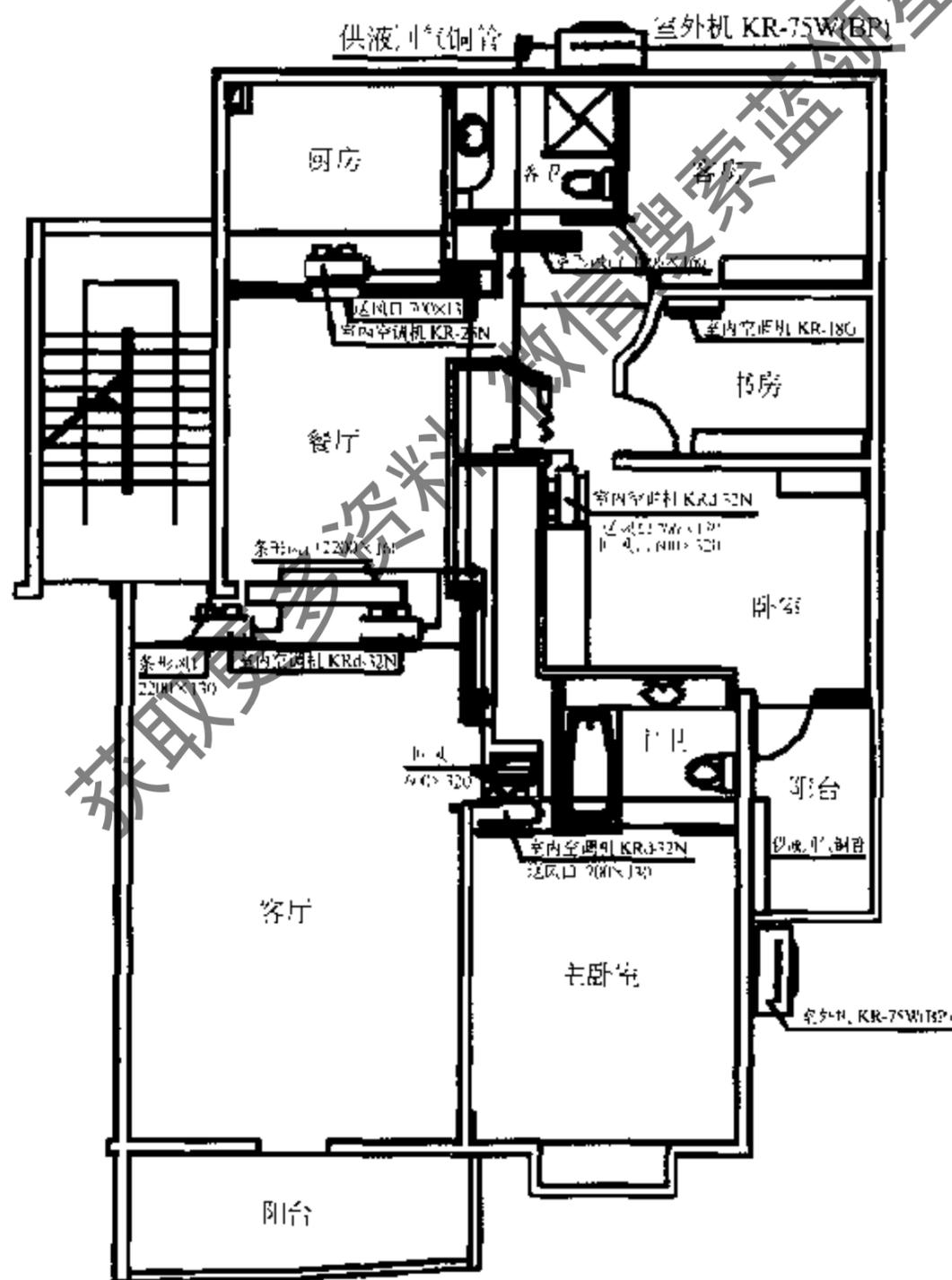


图 7-7 竹叶苑 B 型住宅空调平面图

武汉市建筑设计院 王凡

7.5 武汉东方华尔兹

1. 工程概况

武汉东方华尔兹地处汉阳马沧湖畔，面向武汉动物园，交通便利，为市中心既邻湖又邻公园的水景生态花园小区，欧式建筑风格，典雅秀丽与大自然美景和谐相融，整个小区为17栋点式（一梯二户）电梯小高层。总建筑面积79800m²，整体围合南北朝向。本工程实例为其四室两厅的D房型（如图7-8所示），建筑面积为170.8m²，套内空调使用面积125m²。现按照装修设计后的房间用途，对其进行家用中央空调的设计。

2. 空调设计

(1) 设计参数 按照我国国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》（GB19-87，2001版）中武汉地区夏季及冬季室内外设计参数，对每间房间进行冷热负荷计算，空调冷负荷为19kW，热负荷为16kW。室内设计参数见表7-5。

表 7-5 室内设计参数

房间名称	夏季		冬季	
	温度/℃	相对湿度/%	温度/℃	相对湿度/%
餐厅	24~27	50~65	18~21	-
客厅	25~28	50~65	18~21	-
卧室	24~27	50~65	18~21	-

(2) 设备选型 本工程采用贝莱特智能变频风冷热泵冷热水机组，机组型号为BFCFSR-14，额定制冷量14kW，额定制热量15.4kW，机组为两台压缩机配置，一台定频压缩机，一台变频压缩机，内置循环水泵和定压膨胀罐。机组为分体式设计，室外机设置在专用设备挑台上，室内机吊装在卫生间吊顶内。变频风冷热泵机组采用电子膨胀阀精确控制制冷剂系统流量，保持全频段的高能效，既能够在刚开启时高频快速制冷（热），又能够在室内温度达到设定要求时保持低频运行，以维持室内温度的恒定，节能降噪，提高室内空调环境的舒适性，为家庭使用的较理想的空调型式。

在空调水路系统上另配置一台18kW的韩国庆东燃气热水炉，主要为供应用户一年四季的生活热水，采用热水优先模式；冬季若风冷热泵空调效果达不到使用要求时，可并入空调水路系统，进行热水炉供暖。

(3) 空调系统 空调末端设备均采用卧式暗装风机盘管，结合房间情况和建筑装修分别采用侧送底回和侧送侧回。考虑到高层建筑的门窗渗透和建筑层高的限制，空调系统未设置有组织的独立新风系统，可利用厨房、卫生间的排风措施形成合理的进、排风气流流向。

结合房型的特点，空调供回水管采用同程式系统，均集中布置在中间走道吊顶内，管材采用PPR型冷热水管，难燃一级福乐斯管套保温。冷凝水管采用U-PVC管，就近排入卫生间地漏。因主机选型时按计算总冷负荷取了0.7的同时使用系数，而风机盘管又均按房间计算冷负荷进行选型，因此为保证在部分风机盘管不使用时使用的风机盘管能达到额定设计流

量,所有风机盘管均设置电动三通调节阀,

(4) 系统控制 风冷热泵主机设有主机控制器为智能自动控制,能作到故障自诊断、电话操作和远程网络控制。设计中采用风机盘管和主机联动控制系统,风机盘管既可单独控制和调节,又能与主机联动控制。即当任何一台风机盘管开机时,主机能自动起动,而当所有风机盘管均停机时,主机能自动关机,从而使家用中央空调的控制方便简单,实用性强。

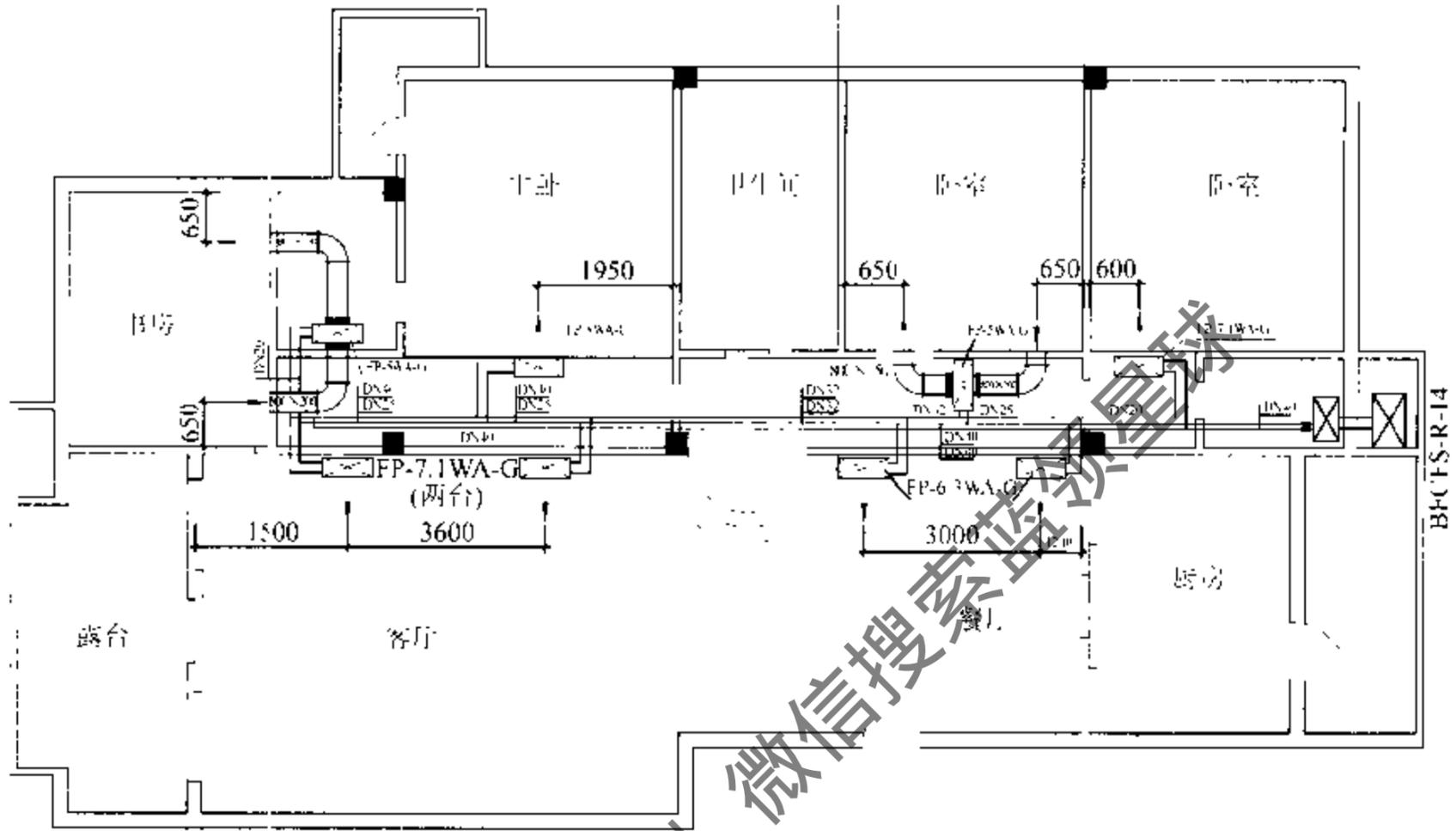


图 7-8 武汉东方华尔兹空调平面图

武汉市建筑设计院 陈焰华

7.6 武汉怡景花园

1. 工程简介

武汉怡景花园位于汉口沿江大道与芦沟桥路的交汇处,面临长江,近览二桥,由武汉新能置业有限公司开发。该项目由1、2、3号楼组成,地上28~30层,地下一层为汽车库和设备用房,地上1~2层为汽车库(住宅用)、3~30层为高级住宅。标准层层高为3m,建筑总高91.8m。

本项目共有单层住宅户型13种,共286户,厅室使用面积68~145m²;复式住宅户型9种,共13户,厅室使用面积124~259m²。

2. 空调设计

(1) 空调冷热源 每户设小型风冷热泵机组一台(部分复式住宅采用两台),采用美国约克公司的YMAC系列机组,该系列机组制冷量从9~23kW(3.5~9.5匹)、制热量从10~26kW,厂方可提供单、双压缩机系统两种机型供用户选择,考虑用户运行时的节能需要,

设计中所有主机均采用双压缩机系列机组。YMAC 机组内置多级离心泵，额定流量下扬程为 17~20m。主机设备配置见表 7-6。

表 7-6 主机设备配置表

厅室使用面积/m ²	主机型号	名义制冷量/kW	名义制热量/kW	总户数	台数小计	备注
68	YMAC015HE	12.5	14	22	22	
88~128	YMAC018HE	16.3	18.4	176	176	
191~209	YMAC018HE	16.3	18.4	8	16	每户两台
134	YMAC023HE	19.5	22.5	66	66	
259	YMAC023HE	19.5	22.5	1	2	每户两台
145~153	YMAC30HE	23	26	26	26	
小计				299	308	

(2) 空调末端 室内所有风机盘管均采用卧式暗装型，侧送底回。考虑到高层建筑门窗的空气渗透，以及每户内厨房与卫生间（数量均不少于两个）内的排风措施和集中风管对住宅装修标高的限制，空调系统未设置有组织的独立新风系统。

(3) 水系统设计 空调供回水管路系统采用异程式，管材采用 PPR 型冷热水管，管道穿梁敷设，土建施工阶段共在梁和剪力墙上预埋钢套管 6500 余个，最大套管直径为 89mm。凝结水管道采用 PPR 冷水管，管道在梁下沿墙边敷设。供回水管采用橡塑类管材保温，厚度为 20mm；由于 PPR 管材的导热系数为 0.24W/(m·K)，管材本身达不到防结露的要求，所有凝结水管采用 8mm 厚的橡塑管材保温。

水系统最远端的 2~4 个风机盘管的回水支管上安装阻力非对称型电动三通阀，其余回水支管上安装电动两通阀，电动三通阀门的比例为电动阀总数的 30%。

水系统采用机组内置的定压罐定压，水管路系统设“双止回阀”，除在机组出水管上安装一止回阀外，在机组补水管上另装一止回阀，防止空调水系统对自来水系统的污染。

(4) 热稳定性分析 户式空调的水系统一般较小，且采用异程式设计，导致水系统的水容量明显偏小，供水温度将出现明显的波动，引起压缩机的频繁起停，直接增加用户的空调运行费用，影响空调主机的使用寿命。

以 A1 户型为例，空调水系统内的总水容量为 $V = 90.2\text{L}$ (4.6L/kW 冷量)，主机制冷量 $Q_1 = 19.5\text{kW}$ ，水温升 $\Delta T = 5^\circ\text{C}$ ，热稳定性时间为 T_s (秒)，水的密度 $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ ，水的定压比热容 $C_p = 4.186\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ 。

$$C_p (V/2) \rho \Delta T = Q_1 T_s$$

$$4.186 \times 90.2 \times 0.5 \times 10^{-3} \times 1000 \times 5 = 19.5 \times T_s$$

求得 $T_s = 48.4$ 秒

这表明如果空调系统满负荷运行时，主机的停机时间间隔不到 1min。

设计中在供水管上设 125L 的储水箱一个，则依据下式：

$$4.186 \times (90.2 \times 0.5 + 125) \times 10^{-3} \times 1000 \times 5 = 19.5 \times T_s$$

求得 $T_s = 182.6s$

(5) 压缩机能量调节 根据主机的“压缩机能量调节”自控策略，并结合相应户型的热稳定性分析，本项目所有空调主机在采用双压机系统的同时，并在每个系统的供水管网上设计了容积不等的闭式储水（蓄能）水箱，增加水系统的热稳定性，并满足主机自控系统的可实施性。压缩机的控制策略如表 7-7 所示。

表 7-7 压缩机控制策略

压缩机状态 \ 运行工况	制 冷	制 热
加载区：启动一台压缩机	$t_h > T_{set} + \Delta T$	$t_h < T_{set} - \Delta T$
保持区：无动作	$T_{set} + \Delta T \geq t_h \geq T_{set}$	$T_{set} - \Delta T \leq t_h \leq T_{set}$
卸载区：停止一台压缩机	$T_{set} > t_h > T_{set} - \Delta T$	$T_{set} < t_h < T_{set} + \Delta T$
急停区：停两台压缩机	$T_{set} - 2 \geq t_h$	$T_{set} + 2 \leq t_h$

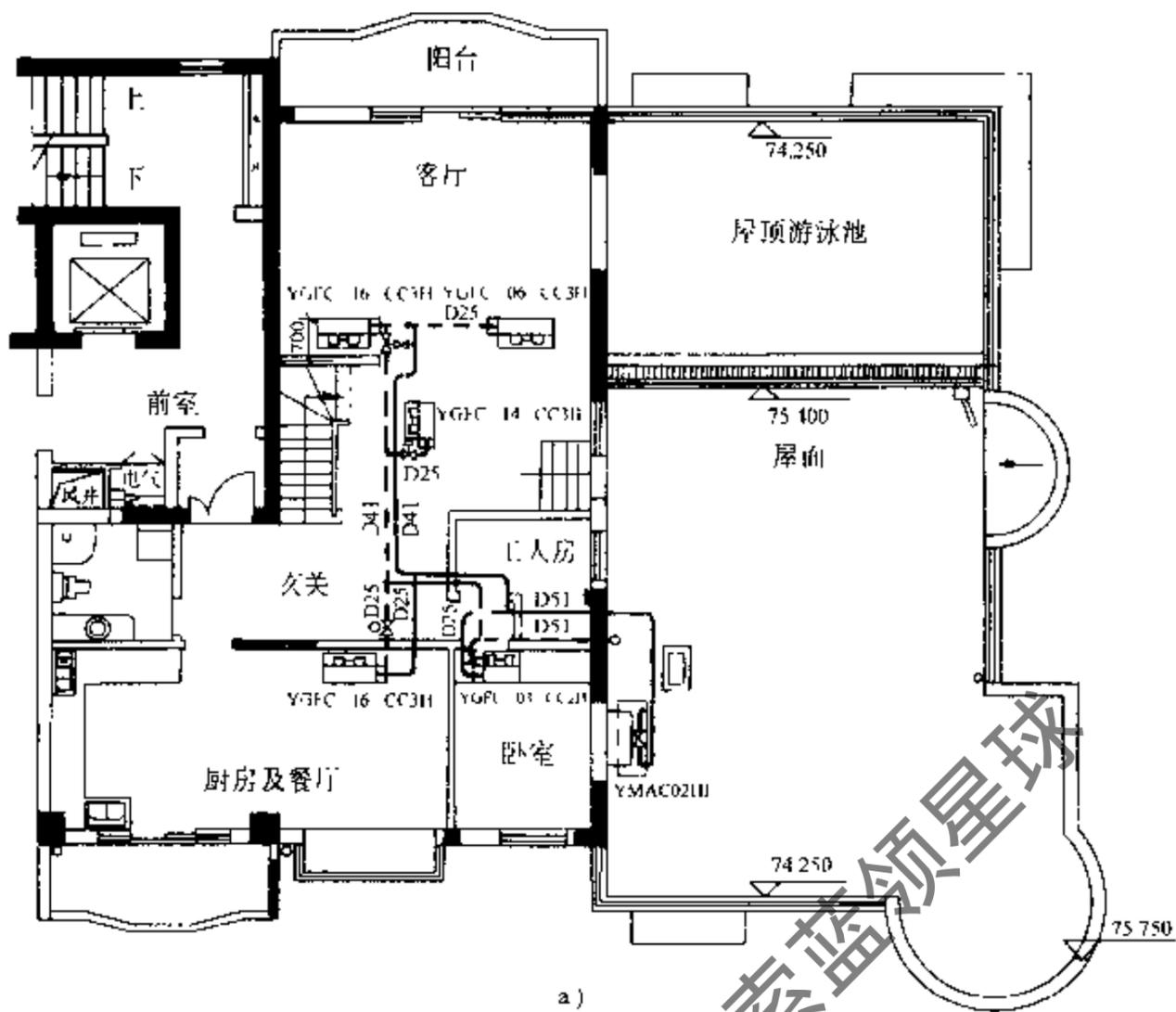
注： t_h ——实测回水温度； T_{set} ——设定回水温度； ΔT ——温度动作范围。

依据上述自控策略，通过自编程序对两种主机系统的制冷运行工况进行实时模拟，水系统供回水温度波动曲线见表 7-8。

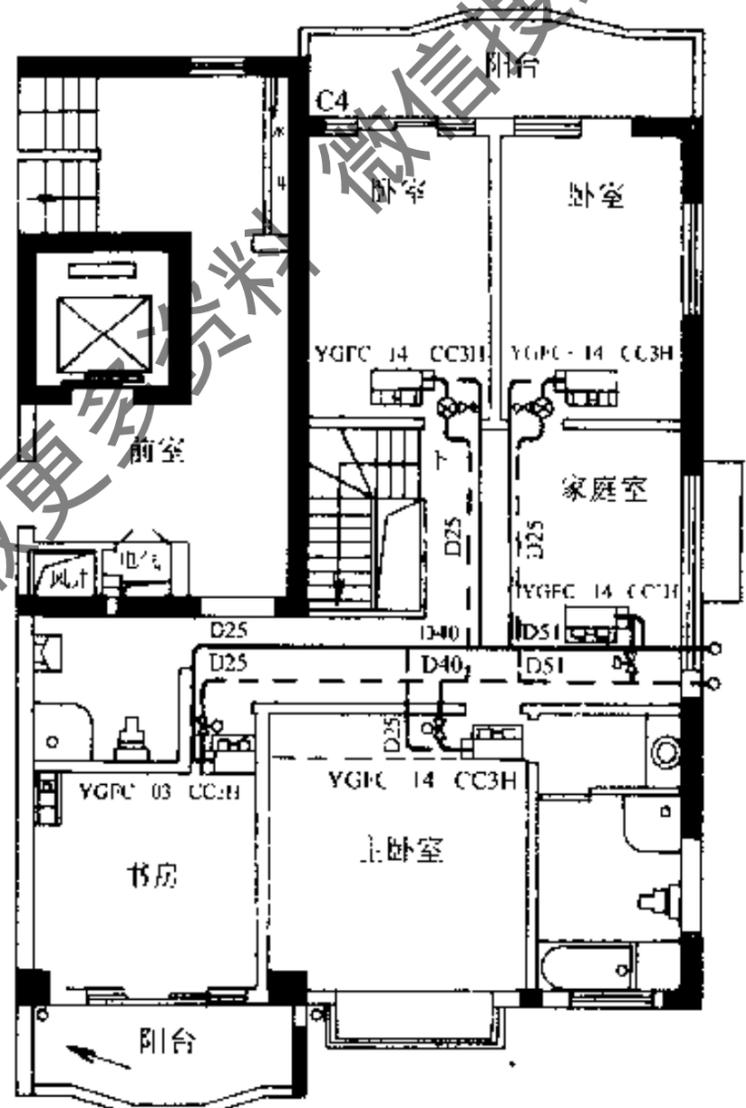
表 7-8 空调供回水温度波动曲线

负荷率	储水箱容积	ΔT	双压缩机供回水温度曲线	单压缩机供回水温度曲线
50%	125L	0.1℃		
		1℃		
		2℃		
	125L	0.1℃		
		1℃		
		2℃		
80%	125L	0.1℃		
		1℃		
		2℃		
	125L	0.1℃		
		1℃		
		2℃		

注：采样周期为 90s，共模拟了 60 个采样周期（1.5h）。



a)



b)

图 7-9 武汉怡景花园 E5 型空调平面图
a) 下层 b) 上层

(6) 联机控制系统 在每户内设 1~2 块 3PH-800 型联机板, 该联机板可从 8 个风机盘管的电动阀上获取 220V 的电源信号输入, 通过“或门”的计算, 并经由两芯屏蔽线与主机相联, 控制空调主机的起停: 即当任何一台风机盘管启动时, 主机能自动启动, 而当所有风机盘管均停止时, 主机能自动停机; 从而让“户式中央空调”的操作简单化, 无需专业培训。

(7) 设计附图 典型空调平面如图 7-9、图 7-10 所示。

3. 设计体会

1) 住宅采用“水”系统时, 凝结水的排放相当重要, 应充分利用公共空间设计排水立管, 并增加排放点。凝结水大部分自排入户内的厨房和卫生间内, 对于降板型卫生间, 由于降板高度达 450mm, 限制了凝结水的干管的高度, 应予以先处理。如有条件, 可设计凝结水提升泵。

2) 设计储能水箱能有效地解决供回水温度的大幅波动, 但储能水箱一方面增加了工程造价, 另一方面减缓了制冷系统的“启动速度”, 增加了定压罐的容积, 同时安装 D400 × 1000 的水箱也较为困难, 给建筑立面造成一定的影响。由此认为, 发展变速(频)压缩机很有必要。

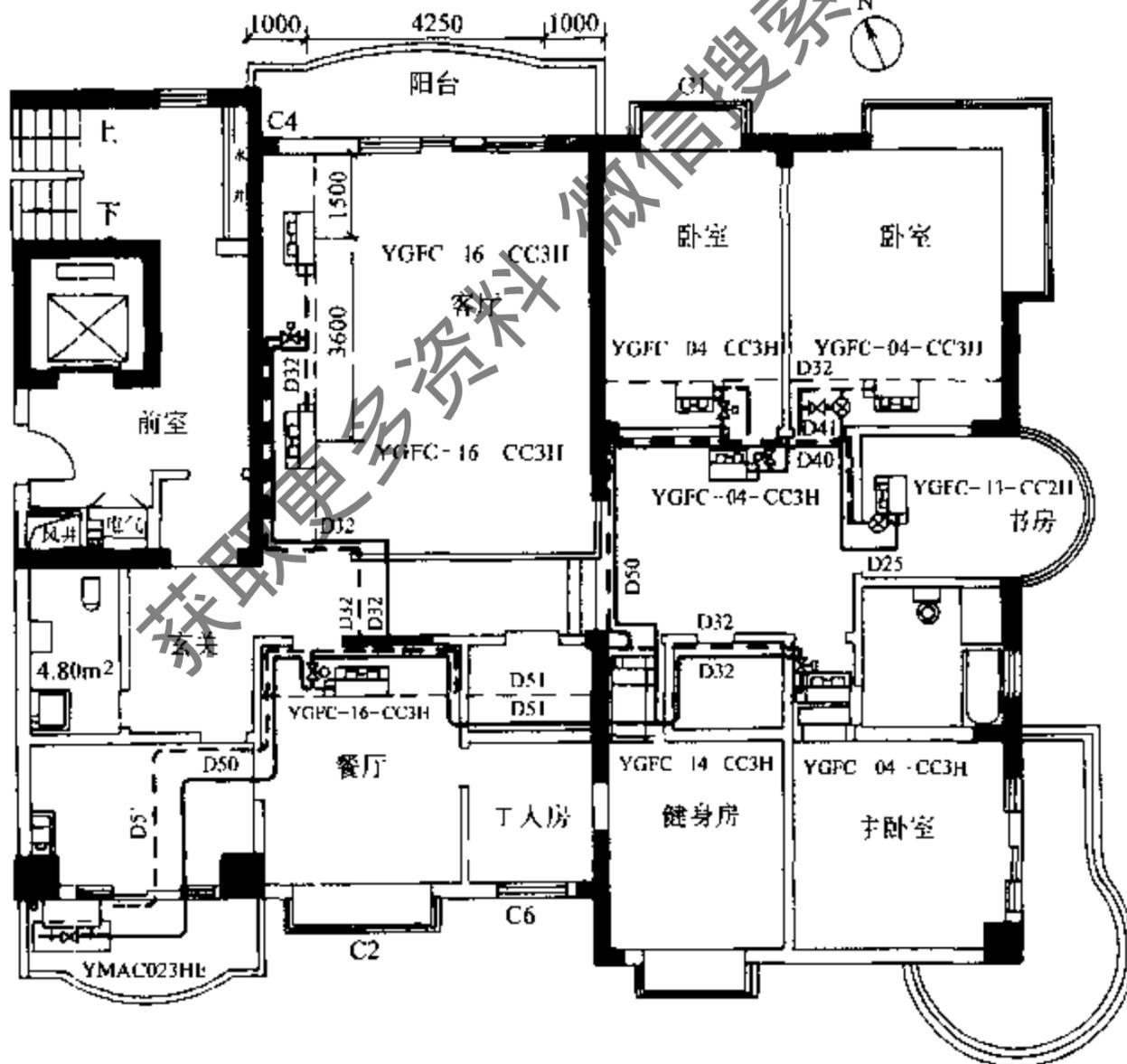


图 7-10 武汉怡景花园 A1 型空调平面图

7.7 武汉碧海花园

1. 工程概况

武汉碧海花园是武汉宏宇实业公司和武汉玉龙置业公司在汉口精心营造的一个大型现代化高尚别墅社区。位于东西湖绿色生态保护区，毗邻碧波粼粼、烟波浩渺的金银湖，地理位置优越，风景如画。小区规划 800 余亩，是金银湖畔目前最大的生态康体小区，由别墅、洋房区、多功能豪华会所、商业街、大型水景、主题公园组成，与自然湖景浑然融为一体，彰显出高尚社区的超凡品质。花园内别墅有 A、B、C、D、E 五种类型，面积 230 ~ 380m² 不等，根据开发商要求 A、B、C、E 型别墅分别设置独立的户式中央空调系统。

2. 空调系统设计

武汉地区气候特点为夏热冬冷，夏季空调室外计算干球温度 35.2℃，湿球温度 28.2℃，冬季室外干球温度 -5℃，相对湿度 76%。夏季室内设计温度 26℃，冬季室内设计温度 18℃。

每栋别墅根据其使用面积不同分别采用 5 ~ 10RT 的风冷热泵型空调机组，热泵机组放置在室外，较小的别墅采用机组内置循环水泵，面积较大的别墅采用外置系统循环水泵。别墅内采用卧式暗装风机盘管系统，风机盘管利用卧室过道或局部吊顶进行装修布置空调，供回水也尽量紧凑地布置在过道等不影响使用的空间内。风机盘管送风为侧送底回。风机盘管设有电动二通阀，可方便地实现关断控制和房间温度的设定及调节。系统膨胀水箱采用机组内置式，设置在室外屋面。生活热水的供应为电热水器。

风冷热泵机组采用美国约克公司生产的 YCAC 型风冷冷热水机组，机组运转情况良好空调效果不错。但机组夜间供暖时，因需要除霜，供水温度下降，造成室内空调温度波动。另用户反映风冷热泵机组容量调节性不好，节能性差，使用费用较高。

3. 分析

- 1) 风冷热泵机组较适合为 250 ~ 600m² 花园别墅、高级公寓提供空调冷热源。
- 2) 作为小型中央空调系统，可满足多居室用户对不同房间进行空调的要求及调温要求。
- 3) 室内末端采用暗装方式，与空调高档装修配合紧凑。
- 4) 末端装置可处理新风，更有效改善室内空气品质。
- 5) 供冷供暖费用直接以电费的方式计量，更利于改善业主与物业管理的关系，减少矛盾。
- 6) 空调机组与末端分离，室内机噪音值低，可为室内创造更宁静安详的生活环境。
- 7) 风冷热泵机组以水作为导热介质，室内末端装置可以采用小送风温差、大风量，更利于室内温度场的稳定和均匀分布，提高室内环境的舒适性。
- 8) 对于房地产开发商来说，可根据房屋的销售情况分期分批为各用户安装空调系统，更有效利用开发资金。同时空调系统归用户所有，产权关系明确，简化物业管理。
- 9) 蓝牙技术，可用电话远程控制房间温度，开关空调主机随时随地掌握房间冷暖。

4. 设计附图

典型空调平面如图 7-11，图 7-12 所示。

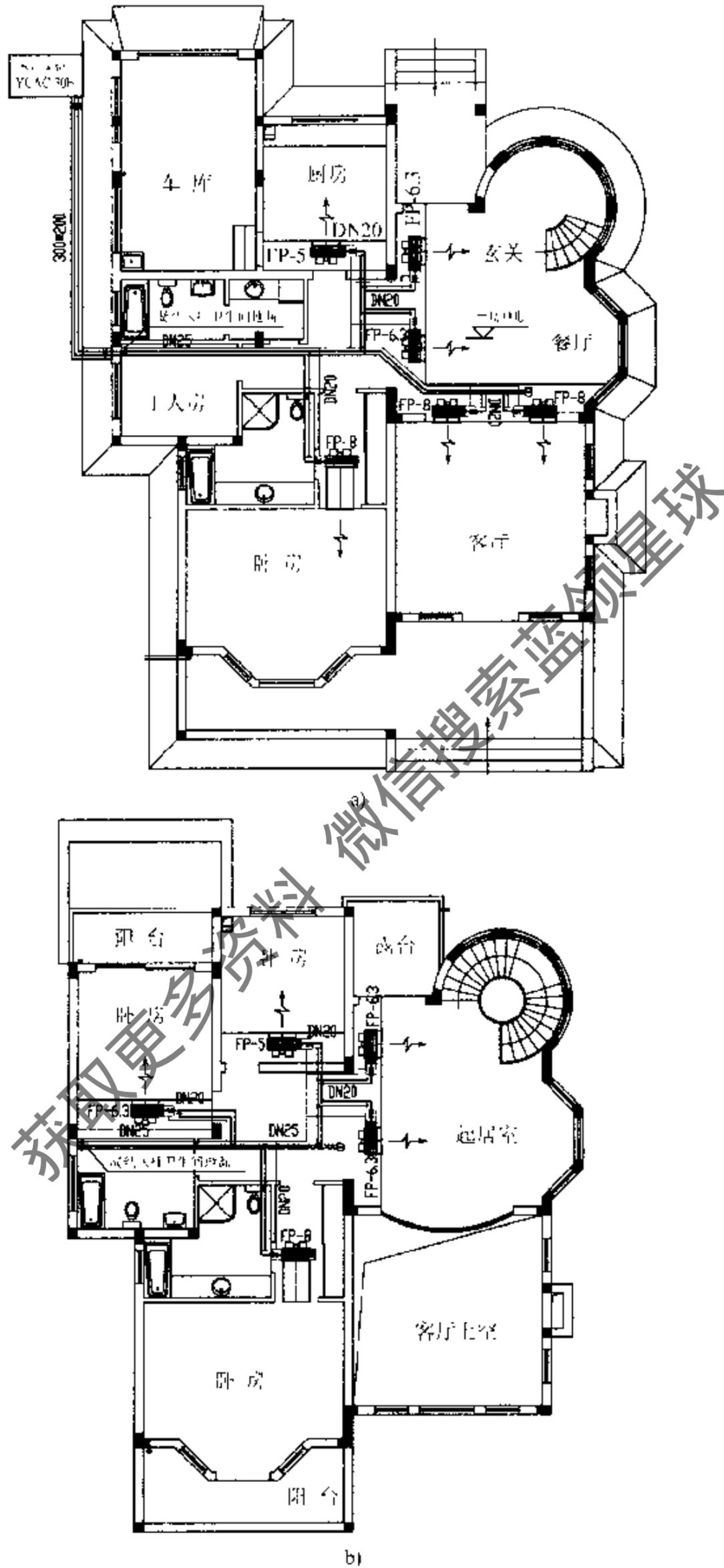


图 7-11 碧海花园 B 型别墅空调平面图
a) 一层 b) 二层

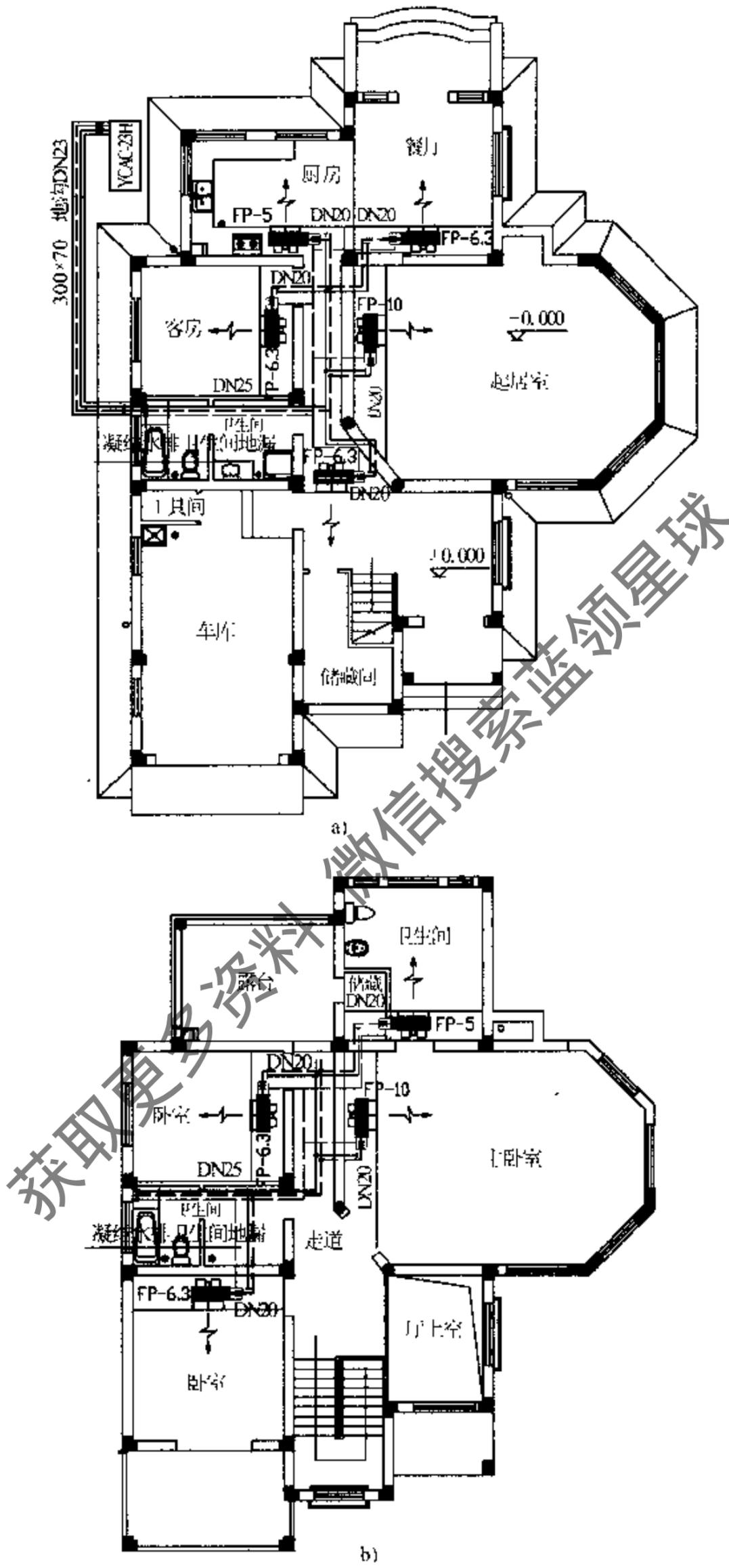


图 7-12 碧海花园 E 型别墅空调平面

a) 一层 b) 二层

武汉市建筑设计院 王海桦

7.8 武汉银河湾

1. 工程概况

该别墅位于武汉银河湾，别墅区有良好的居住环境。该别墅为三层错层结构的砖混结构建筑。别墅建筑面积约 250m^2 ，别墅空调面积为 160m^2 ，按使用习惯、各房间的功能及空调使用时间的不同，该别墅空调区域大致分为公共区空调面积和休息区空调面积。按照以上空调区域的划分提供下列空调设计。

2. 设备冷热源选型说明

(1) 空调冷热源选型 根据夏季冷负荷分析，夏季总冷负荷为 32.5kW ，别墅与住宅的冷负荷有个特点：各个房间由于朝向和使用的关系，同时达到最大冷负荷的几率非常小，所以我们不能根据计算最大冷负荷来选择机组，必须选用一个同时使用系数。这个系数通常可以选用 $0.7\sim 0.8$ ，这里考虑到该别墅的重要性，同时使用系数定为 0.8 。因此我们在考虑选用冷热源时必须根据具体形式，既满足各个房间的使用要求，又能尽量节约能耗，将主机的容量减小。根据空调形式具体分析如下。

1) 选用变频一拖多空调机组或定频一拖多机组形式：由于这种空调形式的末端机组要满足房间最大负荷，室外机组冷量就必须配备为室内所有机组的冷负荷之和，因此室外机组必须配备冷量 32.5kW ，但这样会造成耗电功率增大，机组成本增加。如果室外机组取同时使用系数为 0.8 ，则室外机组冷负荷为 26kW ，这时候各个房间的室内机组必然只能减小，造成末端设备不能满足房间独立使用的要求。

2) 选用风管机形式：风管机由于各个房间有独立的温度控制，通过温度传感器探测的房间实际温度与设定温度的差值，来调节送入房间的冷风风量。因此，在室外主机的选择上可以根据同时使用系数来减小容量。但采用风管送风形式会占用很大的建筑高度与空间，因此该方式也不可取。

3) 选用风冷热泵+风机盘管形式：由于风冷热泵夏季提供系统 7°C 的冷水，而各个风机盘管根据房间内的温度传感器独立控制电动水阀的开和关，因此室外主机可选用同时使用系数。而风机盘管的选型可根据房间最大的计算逐时冷负荷来配置，从而满足房间的独立温度要求。

因此，综合分析上述因素，设计人员认为第三种形式最适合该别墅。本方案根据建筑房型及功能分区，空调冷热源选用约克专门针对中国市场推出的 YSAC 系列分体式风冷热泵机组。型号为：YSAC15HE（单机冷负荷 12.5kW ），共两台。具体分析如下。

① 室外机组总装机容量可以考虑同时使用系数，装机总冷量为 23kW ，总耗电量为 9.6kW ，既减少了初投资成本，又减少了运行成本。

② 选用两台机组，通过冷冻机组台数控制可以在夜晚只有一台机组工作，就能满足所有卧室的需求，进一步减少了运行成本。

③ 独特的分体设计，室外机组体积大大减小，可以很好的配合建筑立面；同时，室内机组也可以非常灵活的安装在储藏室及车库内。

④ 机组独特的冷水系统设计，包含了循环水泵、自动补水阀、排水阀，带来安装和使用的极大方便。

⑤ 运行宁静，室外机组噪声仅为 62 分贝。

(2) 房间风机盘管选型 房间内采用风机盘管系统，该系统的优点如下。

1) 在空调设计中有一个非常大的问题：主人回家时，需要在最短的时间内将其所在的房间温度处理到舒适的温度。这在本设计中充分考虑了该问题，房间风机盘管在选型时其冷量做了放大，从而满足初始状态的开机负荷。但在达到舒适温度后，又可自动调节水阀和风机转速来维持恒定，并减少能耗。

2) 从负荷分析中我们可以发现，住宅负荷中最主要是显热，而潜热非常小，因此我们在选用风机盘管时是根据显热来选择，从而避免了另外两种空调形式室内机仅仅满足了全热指标，但不能满足房间的显热指标，会造成实际使用时感觉冷量不足。

3) 风机盘管尺寸非常小，高度仅为 245mm，与其他系统的室内机组一样，能满足室内装潢的需要。

(3) 空调控制系统

1) 户式中央空调 Regin AC-2 单机联控器。户式中央空调控制系统 Regin AC 系列是上海瑞景机电设备有限公司为迎合户式中央空调的广泛使用而定制开发的控制系统。目前针对最常用的多主机空调使用对象开发了 AC-2 这种控制系统。该产品继承和发扬了瑞景公司多年从事控制产品研发的经验。产品结构合理、整机可靠性高，最能发挥其节能的优越性。

2) 控制功能。根据估算在整个家庭能源使用费用中空调系统运行费用占了相当大的比重。本控制系统的目的就是在满足业主使用的条件下尽可能地节省运行费用。

① 室内温度控制。风机转速控制：风机盘管温控会根据室内的负荷的变化自动调节风机转速，温度达到设定温度可自动关闭风机，也可根据个人需要手动设定风机转速。

电动水阀控制：风机盘管电动控制阀用于控制风机盘管冷水、热水的通断。当温控器检测到的室内温度未达到设定值时，温控器输出信号开启电动水阀。当达到设定值时，电动水阀依靠弹簧复位，关闭电动阀，以达到控制风机盘管冷水或热水的通断而实现室内恒温的目的。

② 室外主机控制。通常情况下，即使风机盘管全部不工作，主机还是常处于运行状态。本控制系统实现：如果系统中所有风机盘管都关闭则系统自动将主机关闭。系统中只要任何一个风机盘管开启，主机会自动开启。系统会根据整体负荷的变化以最合理的方式决定机组运行的台数。系统会自动计算单个机组运行的时间，自动平均各个机组运行时间，避免单台长时间运行缩短设备寿命的情况。

③ 压差旁通控制。系统选用瑞典 TA 的品牌的压差旁通阀根据系统供回水管路的压差，自动平衡通过系统的水的流量。避免由于末端负荷变化，造成系统压力过大，水泵无法正常运行。减小管路阻力，从而降低水泵扬程，达到最经济运行的状态。

(4) 空调节能设计 住宅中央空调最重要的是必须最大化地来降低运行成本，从而让住户能够承受运行费用。因此本设计从以下多方面来考虑空调系统节省能耗，降低住户的运行成本。

1) 约克智能化控制系统及产品结构及选材：主机选用约克最先进的风冷式分体热泵机组，由于采用了涡旋压缩机，机组本身有很高的能效比。

2) 系统的节能控制系统：通过系统的自控系统，既满足了房间不同温度控制的要求，又最大限度地提高机组在最高效率运行；同时自动判断房间负荷情况，及时关闭机组，减少不必要的能量损失。

(5) 空调系统与装潢的配合

1) 超薄的室外机组，使建筑能灵活将其布置在次要立面，而不影响整体环境。

2) 管路设计尽量结合建筑本身结构、装修效果及使用特点，做到布置合理、经济节约，并考虑到以后用户个性化装修时的可变更性。其主要特点如下。

① 风机盘管紧贴板底吊装，送风方式采用侧送风，结合装修吊顶形式，且节约空间。风机盘管的高度仅为 245mm、风机盘管的深度为 750 ~ 1550mm (含检修空间)，大大节约了吊顶空间。

② 所有风机盘管按业主要求安装在房间入口上方的吊厅中，不影响房间内活动空间的高度。

③ 水管主要分布在走廊或者梁边等可能吊顶的地方。

3. 设计附图

典型空调平面如图 7-13 所示。

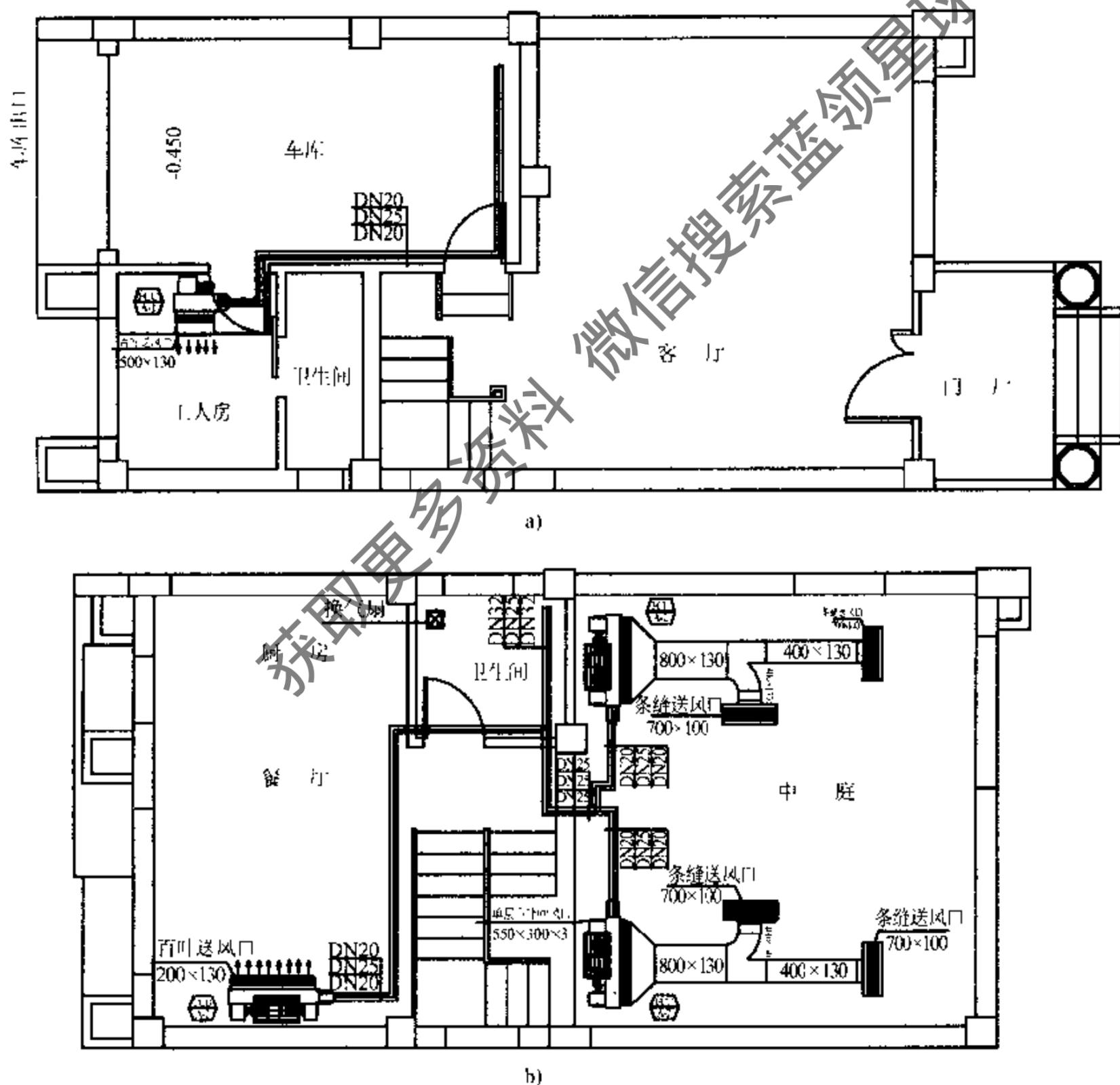


图 7-13 银河湾空调平面图

a) 1F b) 1.5F

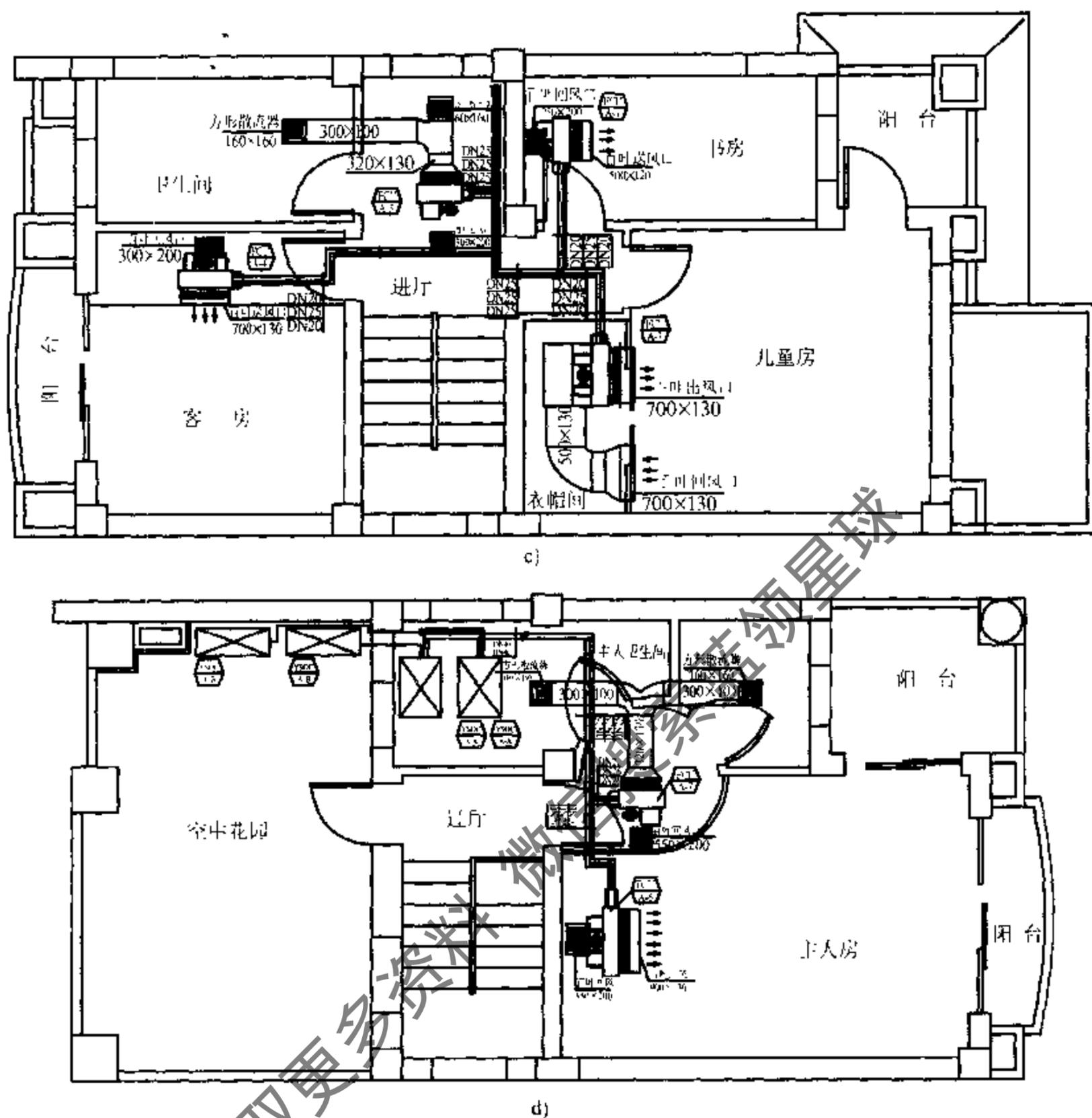


图 7-13 银河湾空调平面图 (续)

c) 2F d) 3F

武汉瑞景空调设备有限公司

7.9 武汉梅南山居

1. 工程概况

武汉梅南山居为武汉新大陆物业发展有限公司开发的占地 750 亩的 25 万 m^2 大型山水别墅社区，5500 亩汤逊湖环绕四周，为超低建筑密度、高绿化率、超低容积率和具有独特的现代式建筑风格的高档社区。本工程实例为梅南山居 A 型别墅，建筑面积为 $320m^2$ ，空调设计冷负荷为 $30kW$ ，热负荷为 $26kW$ 。

2. 空调设计

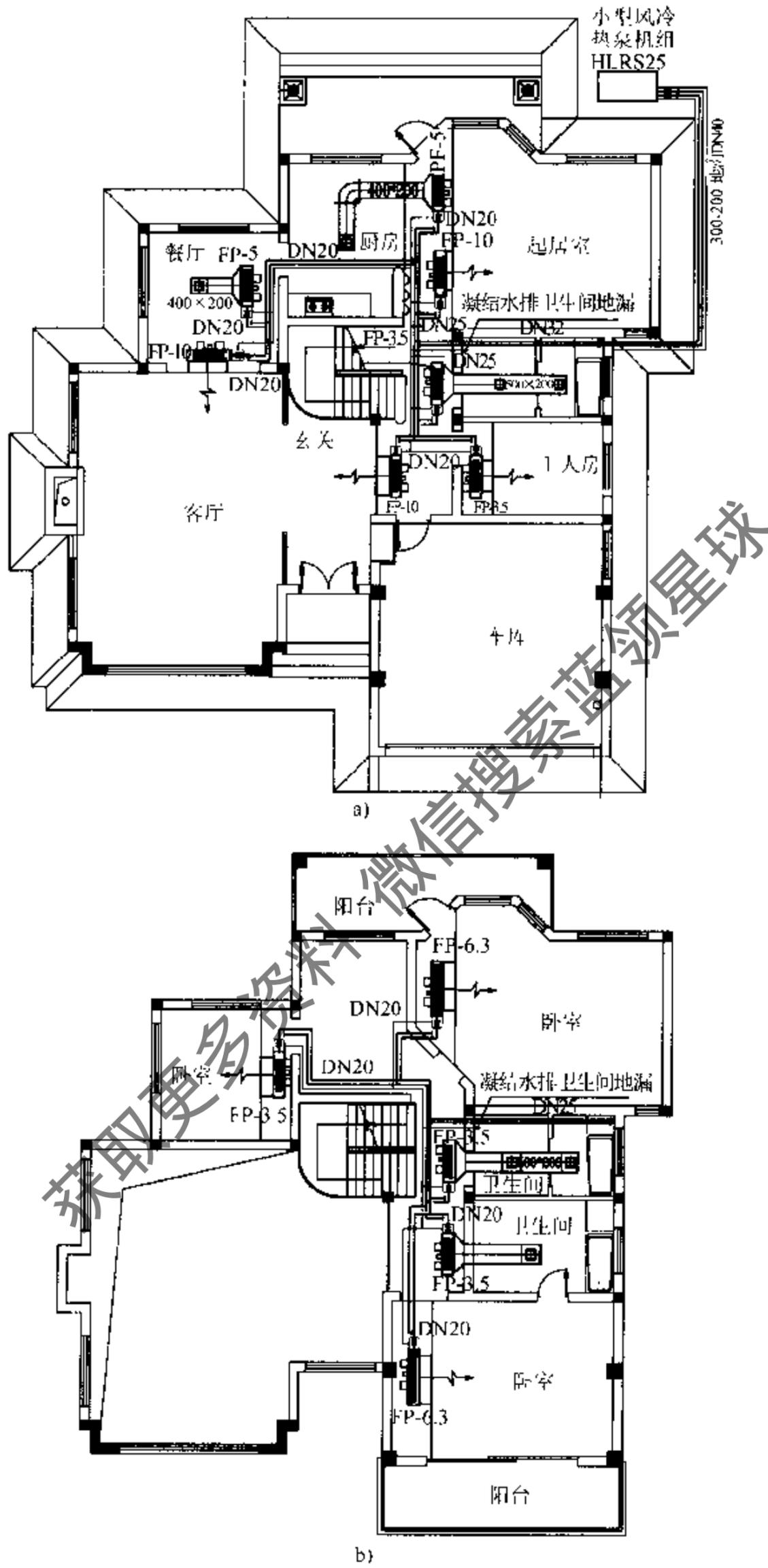


图 7-14 梅南山居空调平面图
 a) 一层 b) 二层

(1) 设计参数

1) 夏季制冷工况: 室外干球温度 35.2°C , 湿球温度 28.2°C ; 室内干球温度 $24\sim 26^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 60%。

2) 冬季制热工况: 室外干球温度 -5°C , 相对湿度 76%。室内干球温度 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 设备选型 根据建筑的布局特点和设计冷负荷, 选用浙江盾安户式中央空调机组 HIRS25, 额定制冷量 25kW , 额定制热量 27kW 。机组采用美国进口 COPELAND 全封闭涡旋式压缩机, 能根据负荷变化自动进行能量调节, 机组内置水泵和储能水箱, 自动补水, 自动卸压。机组采用微电脑智能控制, 智能化霜并具备冬季自动防冻功能。机组设置于别墅建筑后部一层室外地面上, 空调供回水管在室外埋地敷设至室内。

3. 空调系统设计

(1) 空调水系统 室内末端设备采用卧式暗装风机盘管, 结合建筑装饰采用局部吊顶, 送风方式为侧送底回。卫生间、厨房设置机械排风设备, 其风机盘管布置在走道内, 仅向厨房、卫生间进行送风, 以维持合理的室内气流流向。空调水管路为异程式, 每台风机盘管回水管均设置电动二通阀。风机盘管选型按房间最大冷负荷考虑, 鉴于别墅建筑水容量较大和舒适性要求较高, 因此主机的配置也相应较大, 以充分满足业主的空调舒适性要求。

(2) 自动控制 选用盾安专用末端控制器, 不仅能够对各个房间温度进行分别控制, 而且主机能够自动根据室内机(末端)的运行状态, 进行开机和关机动作, 即只要开启一台室内机, 主机就开始运转, 室内机全部关掉时主机自动关机。如选购一个电话远程控制模块, 还可以实现电话远程控制。

(3) 注意事项 空调供回水管路设计, 应选择合适的管内流速, 并对水管路进行阻力计算, 校核主机所配水泵扬程能否满足要求, 为避免空气滞留于管内, 水管的最高处应装设自动排气阀。对冷凝水系统, 水平管道应按水流方向保持不小于 5‰ 的坡度, 冷凝水管采用 UPVC 管, 并采用 10mm 厚的难燃型橡塑材料保温。户式空调水系统容量均较小, 机组应考虑一定的储能措施, 以增加系统水容量, 尽量减少部分负荷时压缩机的频繁起停, 系统的水温波动也较小。

4. 设计附图

典型空调平面如图 7-14 所示。

7.10 武汉统建大江园

1. 工程概况

武汉市住宅统建办公室投资兴建的大江园小区, 位于武汉长江二桥下黄浦路和建设大道交汇处, 住宅建筑面积 110582m^2 , 小区居住户数 733 户, 为了提高整个楼盘的居住档次, 统建办决定在小区住宅楼安装中央空调系统, 为此统建办策划处、物业管理部门会同设计院工程师一道前往北京、沈阳、上海等地多次考察、咨询, 结合武汉当地实际情况最后决定采用户式中央空调系统。

大江园小区共有住宅楼 12 栋, 9 栋 8 层, 3 栋 18 层。有 5 种户型: A 型 3 室 2 厅, 344 户, 建筑面积 155m^2 ; B 型 3 室 2 厅, 96 户, 建筑面积 142m^2 ; C 型 3 室 2 厅, 99 户, 建筑面积 140m^2 ; D 型 4 室 2 厅, 154 户, 建筑面积 165m^2 ; E 型 2 室 2 厅, 40 户, 建筑面积

109m²。计算冷负荷分别为 13722W、12726W、12775W、15421W、10958W；热负荷分别为 9972W、11497W、11474W、10955W、8842W。

2. 系统型式

空调系统末端采用风机盘管，新风靠自然渗透。水系统采用双管异程系统，夏季采用单制风冷冷水机组，机组采用美国进口 COPELAND 全封闭涡旋式压缩机，可在 10%~100% 之间能量调节，室外机消耗的功率与室内机开启的数量成正比。室内机开启的数量越少，室外机消耗的功率则相应越少，能满足经济节能的要求。空调系统循环水泵及膨胀水箱内置于主机内，主机置于厨房外侧专设空调搁板上。冬季采用燃气壁挂炉供应空调热水，同时可供四季生活热水（业主可省掉热水器一台）。

3. 设备投资

其工程造价如下：单制风冷冷水机组采用清华泰豪产品，投标价 1068 万元，燃气壁挂炉采用韩国庆东产品投标价 348 万元，风机盘管采用广州南华西产品投标价 266 万元，安装工程投标价 464 万元，总计：2142 万元，折算住宅空调造价 194 元/m²。

4. 设计分析

在设计过程中几个细节问题的处理：

1) 室外空调主机搁板位置设置在辅助用房的外墙上，既可以减少室外噪声对住户的影响，又有利于冷、热水管的连接。另外搁板大小应根据所选主机型号而定，为了主机正常工作，留出足够的回风空间，同时考虑主机就位时施工人员的安全操作和检修空间。

2) 燃气壁挂炉的安装位置应考虑以下几个因素。

① 壁挂炉的烟囱不管是侧排还是后排方式，其烟囱一般是随机组同时供货，烟囱不要在室内随意转弯，所有外墙上烟囱洞口位置既要利于烟气管的施工，又要避开与室外主机循环风的相互干扰。

② 壁挂炉是以室内燃气为能源，其挂装位置必须结合燃气管的位置，灶具的位置综合考虑。

3) 为了不破坏建筑外立面的造型，同时考虑换季时阀门的启闭操作，冷水主机的供回水横干管及立管设在室内厨柜下面，横管上还安装有阀门、压力表、温度计、过滤器、泄水管、补水管等配件，且须与热水管连接，除此以外，厨柜下还有洗涤池的给水及排水管等，因此，如果管道排列不紧凑，就会直接影响业主的空间使用，所以在设计进户主管时必须仔细思考，作出最佳方案。

4) 大江园住宅楼为高层框架结构，楼板下有许多框架梁，为了提高管道空间，要求结构专业配合预留孔洞，土建施工时，安装施工公司必须配合做好预留预埋工作。套管预留位置应尽量准确对齐，如果套管偏离，直接影响套管内保温层的安装。万一因保温不好引起管道产生冷凝水，就会打湿天花及地板，引起业主与物业的纠纷，所以一定要重视套管内保温的安装。

5) 设计负荷不能采用估算指标配风机盘管，然后再按一定的同时使用系数配主机的方式。户式中央空调有其使用特点，户与户之间，室与室之间的使用时间都不相同，所以在对其进行负荷计算时，必须考虑任何一户且任一户的任一室都有单独开启的可能性，所以风机盘管选型必须按一间房或一个厅单独开启，其他房间不开启考虑，那么每间房的外墙、邻室隔墙和上、下楼板必须按计算考虑负荷，而主机的选型在计算建筑负荷时应考虑每户上下楼

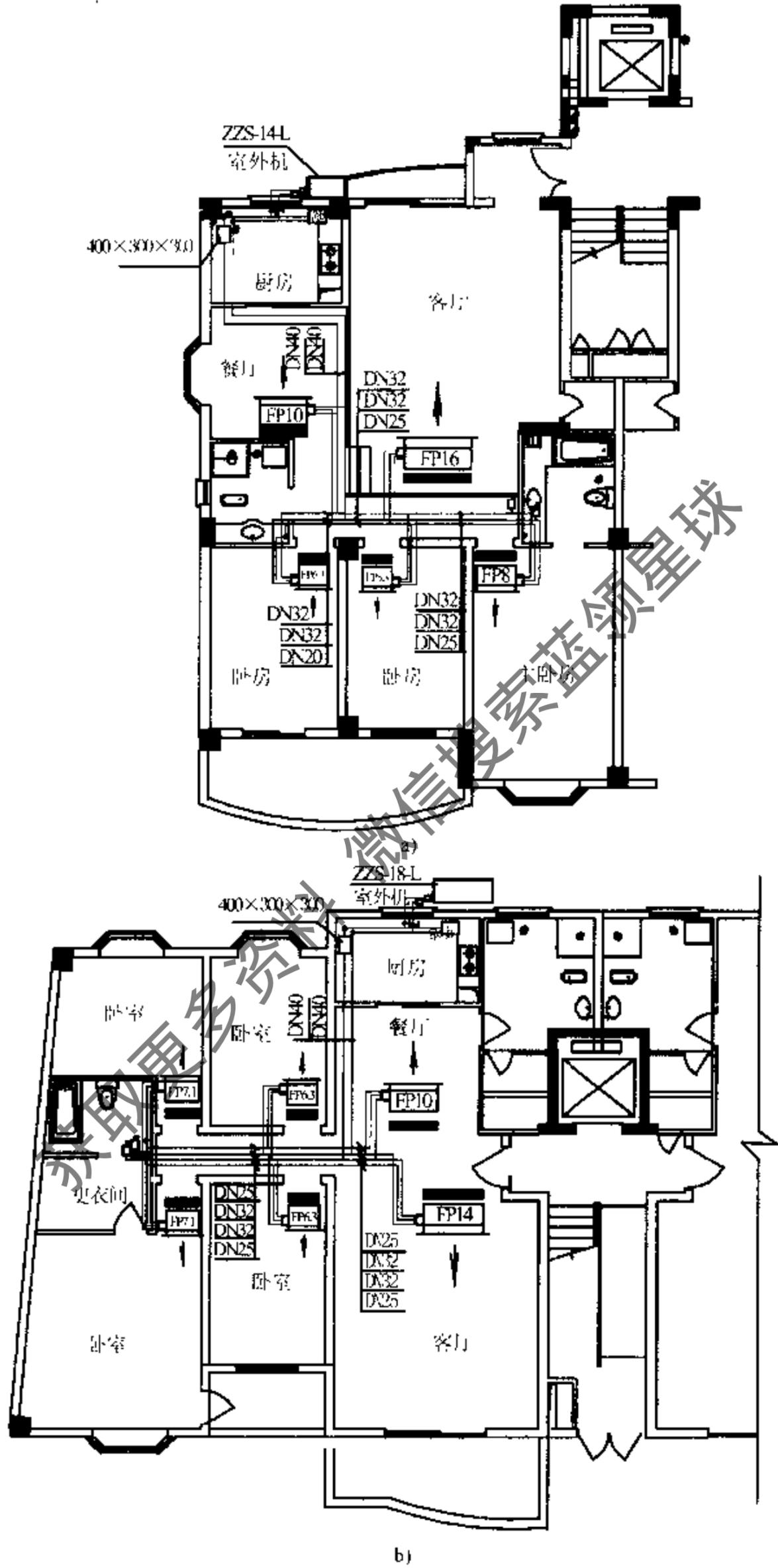


图 7-15 武汉统建大江园 A、D 户型空调平面图
a) A 户型 b) D 户型

板、邻户隔墙及外墙负荷。

6) 对于每一种户型的水系统进行准确的水力计算,对主机和锅炉提供的水泵参数进行校核。根据以往单个用户的使用经验,冬季锅炉虽然负荷满足使用要求,但是室内效果还是不理想,查其原因多是因为锅炉水泵扬程偏小造成。要想改善冬季使用效果必须采取以下办法:适当加大室内管路水管管径以减少沿程阻力,减少90°弯头,及上、下翻管以减少局部阻力,在此基础上校核计算,如果还不能满足扬程要求,那么请供货商改变锅炉内置水泵参数以适应系统要求。

5. 设计总结

住宅小区中央空调方式很多,采用何种空调系统形式必须根据楼盘地理位置、消费群体、开发商的资金投入、物业管理水平多种因素综合决定。但不管采取何种空调系统,作为专业工程师必须向开发商提供最优的设计方案,最新的产品信息,施工图设计多为业主考虑,这样也为开发商赢得信誉。

6. 设计附图

典型空调平面如图 7-15,图 7-16 所示。

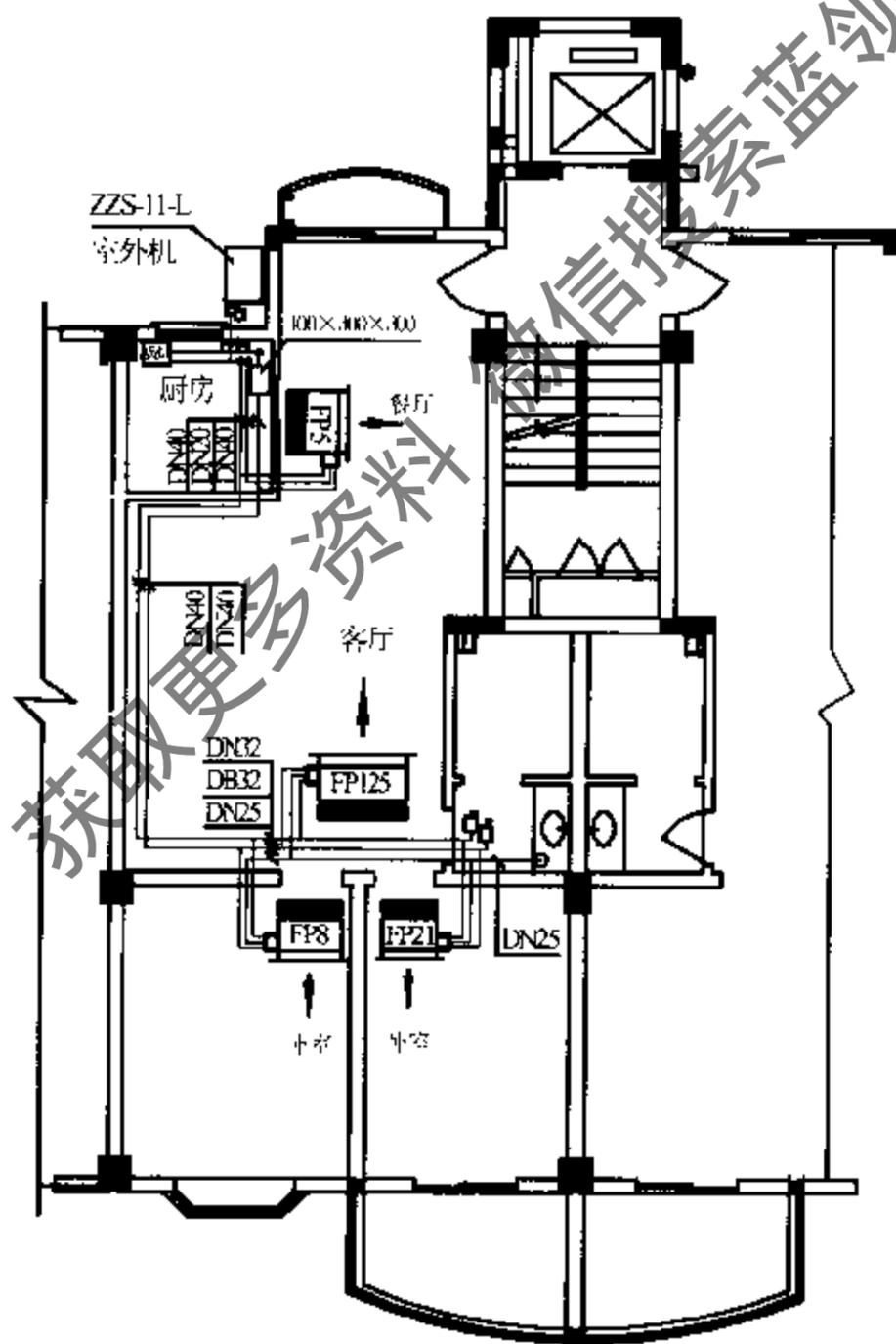


图 7-16 武汉统建大江园 E 户型空调平面图

武汉理工大学设计研究院 洪学新

7.11 武汉永清辉煌庭院

1. 工程概况

武汉市永清辉煌庭院为武汉城市开发集团开发的高档住宅小区，位于汉口解放公园旁。本工程实例为武汉市永清辉煌庭院2号楼3层B型房，房间座东朝西，建筑面积150m²，空调面积110m²。

2. 设计参数

(1) 室外计算参数 (表 7-9)

表 7-9 室外计算参数

夏季室外计算干球温度	夏季室外计算湿球温度	冬季室外计算温度	冬季室外计算相对湿度
35.2℃	28.2℃	-5℃	76%

(2) 室内计算参数 (表 7-10)

表 7-10 室内计算参数

名称	夏季室内计算温度	相对湿度	冬季室内计算温度
客厅	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃
餐厅	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃
卧室	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃
厨房	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃

3. 设计方案及技术特点

根据业主提供的房型平面图及装修方案，我们决定采用天普 TEMPSTAR 风冷热泵风管式空调机组，空调系统为全空气低速风道送风系统。根据此房型的特点，我们决定将室内机放置在餐厅内分隔出的机房里，室外机放置在主阳台一侧。管道按照如图 7-17 所示连接和布置。下送风口布置在餐厅、厨房、卫生间等有吊顶房间内。在其他房间布置侧送风口。除厨房、厕所外，其他房间均设置回风口，回风至走道内然后由集中回风口回到室内机。本工程的室内新风接至室内机，然后由管道送至各房间。本工程风管采用离心玻璃棉板超级风管厚度为 25mm，超级风管内涂层可以防止纤维脱落，并有除霉防菌的效果。根据此设计，风管的长度及阻力合适，保证了每个房间的效果。并且避免了噪音可能对人的生活带来的干扰。

4. 设备选型

对房型的布置及使用情况综合考虑后，我们决定采用美国天普原装中央空调，选用机型为风冷热泵式 CHP060AZA/FCP6000D 一套。室内机、室外机通过制冷剂管道连接，冷凝水就近排入下水道或地漏。主机温控器设置在餐厅内，根据室内设定的温度控制热泵机组的起停。CHP060AZA 为风冷热泵室外机组，是天普采用了噪声处理的最新产品，额定制冷量为 17.6kW (5USRT)，额定制热量为 18.2kW。FCP6000D 为立式室内空气处理机组，送风量 3060m³/h，机组风压 125Pa。

5. 经济运行分析及工程使用情况

该机型室内机功率为 0.75kW，室外机为 6.47kW (制冷)，6.27kW (制热)。

1) 该业主夏天每天使用约为 12 小时。

① 每天用电量为： $(6.47 + 0.75) \times 12 \times 0.6 = 51.98\text{kW/h}$

② 每月用电量为： $51.98 \times 30 = 1559.40\text{kW/h}$ 。

③ 每月电费为： $1559.40 \times 0.52 = 810.88$ 元。

2) 冬天每天使用约为 12 小时。

① 每天用电量为： $(6.27 + 0.75) \times 12 \times 0.6 = 50.54 \text{ kW/h}$ 。

② 每月用电量为： $50.54 \times 30 = 1516.32\text{kW/h}$ 。

③ 每月电费为： $1516.32 \times 0.52 = 788.48$ 元。

6. 设计附图

典型空调平面如图 7-17 所示。

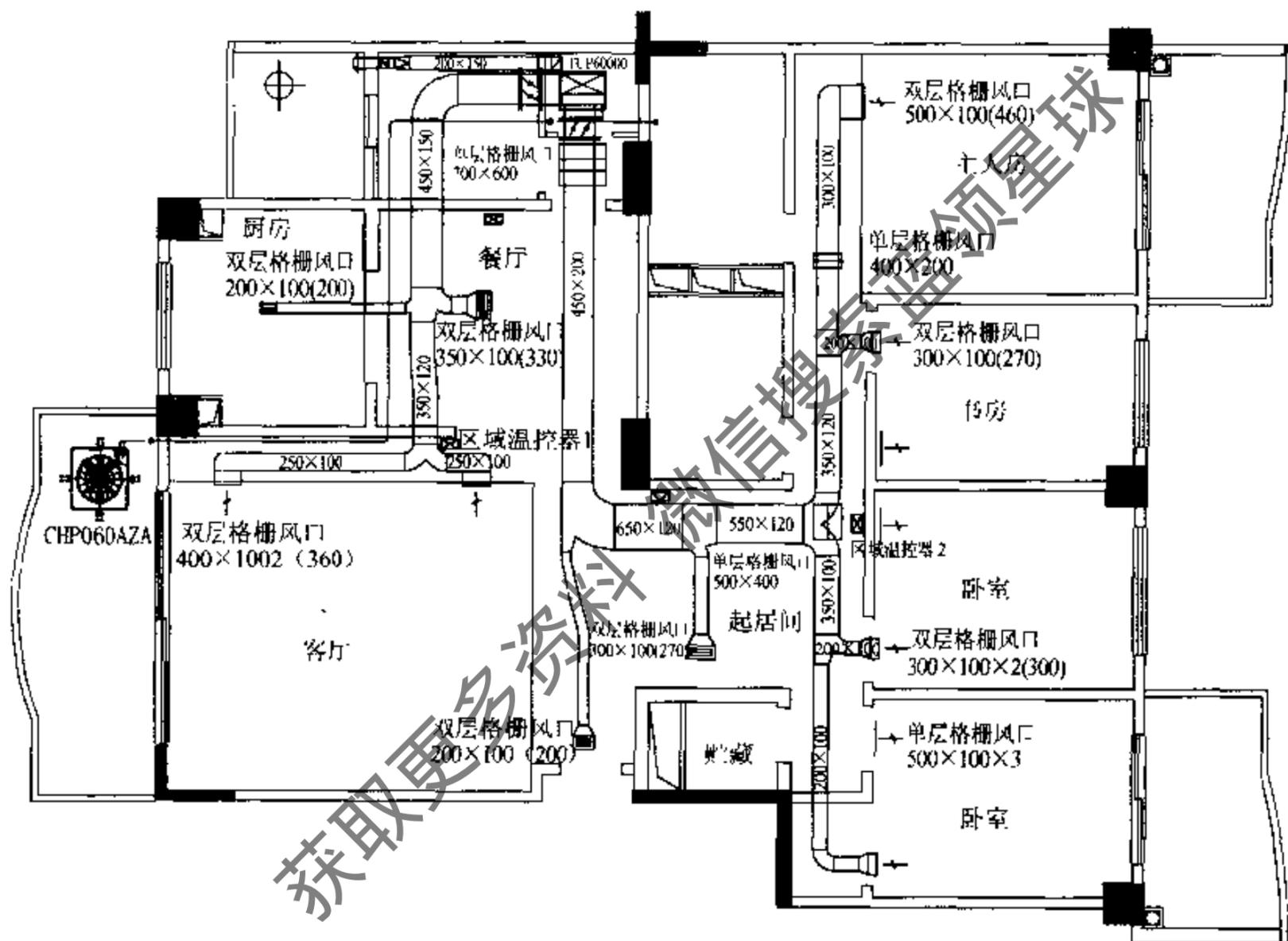


图 7-17 武汉永清辉煌庭院空调平面图

武汉芝友机电工程有限公司

7.12 武汉丽岛花园

1. 工程概况

丽岛花园位于武汉市武昌珞狮路，占地面积 2100 亩，建筑面积 147000m^2 ，为别墅、多层洋房、高层公寓沿湖次第展开的高档住宅小区。该工程实例位于武汉丽岛花园 2 号楼 7 层，房间座北朝南，建筑面积 130m^2 ，空调面积 105m^2 。

2. 设计参数

(1) 室外计算参数 (表 7-11)

表 7-11 室外计算参数

夏季室外计算干球温度	夏季室外计算湿球温度	冬季室外计算温度	冬季室外计算相对湿度
35.2℃	28.2℃	-5℃	76%

(2) 室内计算参数 (表 7-12)

表 7-12 室内计算参数

名称	夏季室内计算温度	相对湿度	冬季室内计算温度
客厅	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃
餐厅	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃
卧室	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃
厨房	24 ~ 26℃	40% ~ 60%	18 ~ 20℃

3. 设计方案及技术特点

根据业主提供的房型平面图我们发现该房型房间布置不很规则，房间的使用情况分布较散，热负荷分布不均。经与业主沟通得知室内装修方案，结合本公司实际机型考虑。我们决定将室内机放置在客厅内，室外机放置在卧室外墙一侧。经计算空调冷（热）负荷后，考虑实际使用及每个房间的功能不同，负荷的不同，空调送风管道按照如图 7-18 所示连接。下送风口布置在餐厅、厨房、卫生间等有吊顶房间内，在其他房间布置侧送风口。除厨房、厕所外，其他房间均设置回风口，各房间回风最后回到室内机。本工程的室内新风由室外阳台接入室内机，然后与回风混合送至各房间。根据此设计，风管根据各个房间使用功能的不同，设计的长度及阻力合适，保证了每个房间的风速和效果，并且避免了噪音可能对人的生活带来的干扰。

空调系统中设置了中央控制器、房间温度控制器。中央控制器可根据用户需要实现对室内、外机组的智能控制，温度控制器可自动根据用户设定温度或用户手动控制，通过对相应房间电动风阀的控制，实现对各个房间空调送风的控制。新风也可以通过风量调节阀进行调节。

4. 设备选型

对房型的布置及使用情况综合考虑后我们决定采用美国天普 (TEMPSTAR) 原装中央空调，选用机型为风冷热泵式 CHP048AZA/FCP4800D 一套。该中央空调系统为直接蒸发式风管送风系统，CHP048AZA 为风冷热泵室外机组，是天普采用了噪声处理的最新产品，额定制冷量为 13.9kW (4USRT)，额定制热量为 14kW。FCP4800D 为室内空气处理机组，送风量 2720m³/h，机组风压 125Pa。

5. 经济运行分析及工程使用情况

该机型室内机功率为 0.58kW，室外机为 5kW (制冷)、4.3kW (制热)。

1) 该业主夏天每天使用约为 12 小时。

① 每天用电量为 $(5 + 0.58) \times 12 \times 0.6 = 40.18\text{kW/h}$ 。

② 每月月电量为 $40.18 \times 30 = 1205.28\text{kW/h}$ 。

③ 每月电费为 $1205.28 \times 0.52 = 626.75$ 元。

2) 冬天每天使用约为 12 小时。

- ① 每天用电量为 $(4.3 + 0.58) \times 12 \times 0.6 = 35.14 \text{ kW/h}$ 。
- ② 每月用电量为 $35.14 \times 30 = 1054.2 \text{ kW/h}$ 。
- ③ 每月电费为 $1054.2 \times 0.52 = 548.18 \text{ 元}$ 。

6. 设计附图

典型空调平面如图 7-18 所示。

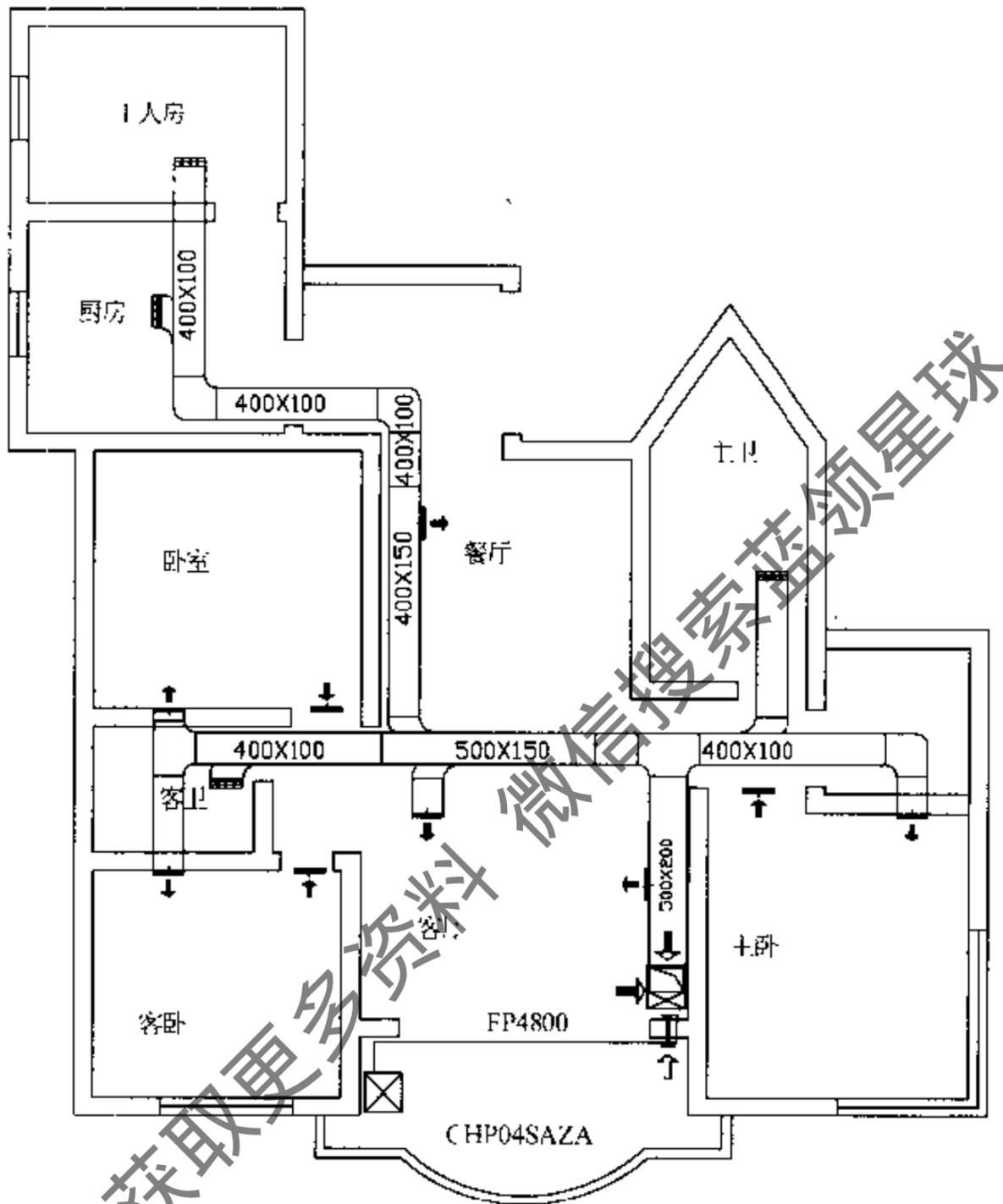


图 7-18 武汉丽岛花园空调平面图

武汉芝友机电工程有限公司

7.13 上海万源杰座

1. 工程概况

万源杰座公寓是上海万源集团在浦东锦秀路与锦和路开发的高档型公寓。整个小区建筑面积约 8 万 m^2 左右，大多数房型为 3 房 2 厅，发展商为了满足客户的要求，全装修房，给用户一个满意的居住环境，省去了二次装饰的种种烦恼。根据房型要求，其建筑面积为 110 ~ 180 m^2 不等。

2. 中央空调系统简介

(1) 机组选型 由于开发商在开发该豪华公寓时始终以绿色、节能、高档为宗旨，在设备选型及配置时进行了合理的组合。承担该工程的设计、安装与调试工作的上海芝普空调有限公司根据该公寓的计算负荷和开发商的要求，采用的是一拖一的全空气空调系统形式。夏季制冷选用了 TEMPSTAR（天普·适达）的 4 冷吨小型中央空调风管机组。该中央空调系统基本上均为直接蒸发式系统，该室外机经美国原产地针对中国地区特殊生产制造，是 TEMPSTAR（天普·适达）的主题型系列产品之一，其噪声控制设计模拟了人耳易接受的自然声音，额定制冷量为 14.1kW。室内空气处理机组，送风量 2720m³/h，机组静压为 125Pa。冬季制热选用了 Vaillant（德国威能 - 原白兔牌）壁挂燃气采暖/热水炉（UVW242 - 5Plus）。该壁挂炉为一个双循环供水（生活/采暖）环路，有效避免了生活/采暖时的互相干扰，以提高热水供应的稳定性，同时，其排烟管的合理设计（可置于室内任何空间内）使安全性得到了极大的保障。为冬季小容量洗涤用水，每户配备有迷你型电热水器（冬季空调不用电），即节水又不需电扩容。

(2) 空调系统设计

1) 内、外机组的布置。图 7-19 为万源杰座 A 房型的空调平面示意图。如图所示，该房型的室外机组放置在建筑物背立面的工作阳台上，室内空气处理机组安装在储藏室中，（室内机组既可水平吊装，又可立式安装。在该工程中，两种形式都有）。室内机组的送风口配置了 TEMPSTAR（天普·适达）的专用热水盘管（HWCN2200A1），以在冬季制热用。

2) 新风、排风及冷凝水系统。新风的有组织补给是保证室内空气品质的必要措施。由于采用的是全空气空调系统，新风能很方便地接入空调系统，冬季制热的同时具备了新风的导入，避免了单纯辐射采暖的不足，体现了以人为本的设计理念，进一步提高了室内空气的舒适度及洁净度，从而满足了人体对空气的卫生需求。新风口处设置防虫丝网，并在新风管道上设置风量调节阀。厨房和卫生间部分设置了机械排风系统，这样在保证厨房、卫生间舒适的同时，又防止了串味。冷凝水排放到厨房的冷凝水专用排放接口，在室内空气处理机组冷凝水排出口处设置存水弯。

3) 噪声处理。对于家用中央空调，选型及设计等都应充分考虑多方面降低噪声，保证室内宁静。由于该产品的室内机组采用了气动声学设计，所以运转噪声较低。同时由于 TEMPSTAR（天普·适达）产品只采用一台室内空气处理机组，新风可以集中处理、冷凝水集中排放、接管简单，避免了水的隐患。设计在室内机组四周墙面设置了吸声材料，有利于进一步集中处理，以降低噪声。

4) 运行效果。2002 年整个夏季根据室外温度的变化其室内温度为 23 ~ 25℃；未经历冬季考验，但制热采用稳定性较好的热水炉采暖。

3. 设计总结

单冷空调机组配热水盘管制热避免了冬季室外极限低气温时的热量不稳定性。热水系统不单能提供足够的生活用热水，还满足了冬季用空调的制热要求。迷你型电热水器提供了平时小容量的生活用热水以及避免了水温的不稳定性。用电负荷的巧妙组合避免了电容量的扩容问题，最大限度地满足人们的居家舒适要求。

4. 设计附图

典型空调平图如图 7-19 所示。

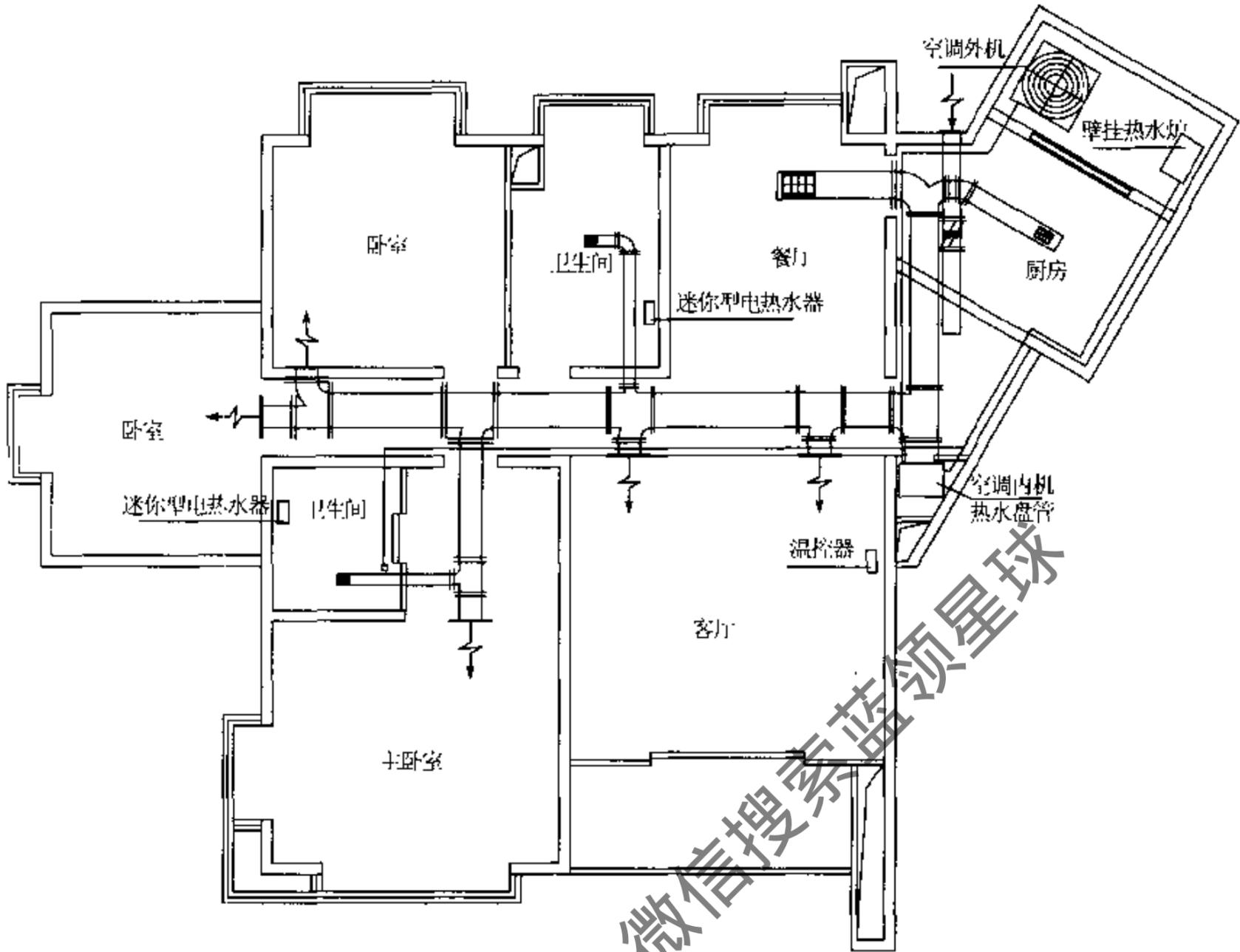


图 7-19 上海万源杰座 A 房型空调平面

上海芝普空调有限公司

7.14 武汉江景大厦

武汉江景大厦公寓采用的是一拖一的分体管道机。为了改善房间的舒适性，设计采用了区域温度控制器，可自动根据用户设定温度或用户手动控制，通过对相应的电动风量调节阀的控制，实现对区域空调送风的控制。当某个区域房间不使用时，也可以关闭电动风量调节阀，可适当节约运行费用。由于采用的是一拖一的风管机，新风能很方便地接入空调系统，体现了以人为本的设计理念。

1. 工程概况

江景大厦为 28 层高档公寓，位于汉口沿江大道，视野开阔，俯瞰长江。该公寓大多房型除复式（楼中楼）外，均为 3 室 2 厅，建筑面积约为 140m^2 。本工程实例为 3 室 2 厅 A 户型，采用全空气系统，产品采用美国麦克维尔小型中央空调系统。

2. 中央空调系统介绍

(1) 机组选型 由于开发商在开发该高档公寓时始终以绿色、节能、高档为宗旨，在建材等方面的选择上注重精品概念，房屋的门窗均采用高密闭性双层玻璃系列产品，外墙、屋

面等均采取了良好的保温措施。这样，建筑物不但具有良好的保温性能，还保证了良好的隔声效果。根据该公寓的计算负荷和业主要求，选用了美国麦克维尔 MDB 系列管道式空调机组。该中央空调系统为直接蒸发式系统，MMC 为风冷热泵室外机组，是麦克维尔的最新产品，额定制冷量为 12kW，额定制热量为 12.5kW。MDB 系列管道式空调机组为室内机组，送风量 2400m³/h，机组机外风压 80Pa。

(2) 空调系统设计

1) 室内、外机组的布置。图 7-21 为该公寓 A 房型的空调平面示意图。如图所示，该房型的室外机组放置在设备阳台上，立式室内空气处理机组安装在储藏室中，室内机组的送、回风均设置有消声静压箱，降低了机组噪声的影响。

2) 新风、排风及冷凝水系统。新风的有组织补给是去除室内空气污染，保证室内空气品质的必要措施。应业主要求，该工程中新风是由电梯前室外墙的新风口进入，用接管接入室内机组回风静压箱，再由室内机组均匀分配到各空调区域。新风口设置防虫丝网，并在新风管道上设置风量调节阀。厨房和卫生间部分设置了机械排风系统，这样在保证厨房、卫生间舒适的同时，又防止了串味，形成了室内有效的送排风气流流程。室外机的冷凝器和室内机的蒸发器之间采用铜管连接，系统完全依靠制冷剂循环完成空调要求。

3) 操作与控制。空调系统中设置了中央控制器、区域温度控制器。中央控制器可根据用户需要实现对室内、外机组的智能控制；区域温度控制器可自动根据用户设定温度或用户手动控制，通过对相应的电动风量调节阀的控制，实现对区域空调送风的控制。既保证用户的舒适性使用要求，又能作到充分节约能源，降低运行费用。

4) 噪声处理。对于家庭中央空调，选型及设计等都应充分考虑多方面降低噪声，保证室内宁静。由于该产品的室内机组采用了气动声学设计，所以运转噪声较低。同时由于麦克维尔产品采用了一台室内空气处理机组，新风可以集中处理、冷凝水集中排放、接管简单。设计时在室内机组四周墙面设置了吸声材料，有利于进一步降低噪声。同时，由于家用中央空调风量小、流程短、余压低，室内噪声要求高，风速不宜过大，取 3~4m/s，控制风管高度在 150mm 以内。通过以上综合措施的考虑，可以给居室提供一个舒适、宁静的空调环境。

5) 采用超级风管。空调风管采用超级风管，以利于保温降噪，防止结露，且风管不需要用法兰连接，较普通风管节省层高，施工方便快捷。消声静压箱、风管、风口均设置在局部吊顶内，以配合室内的高档装修。

3. 设计总结

1) 家用中央空调系统在选型中不应盲目套用有关经验指标，而应根据建筑围护结构、用户实际使用情况等多方面因素，计算确定。

2) 家用中央空调系统不同于普通家用空调，风管的走向与安装、风口的布置及形式都应与其装潢设计充分配合，且家用中央空调多为隐蔽性工程，对安装、调试应引起高度重视。

3) 该空调系统造价较低，业主较能接受。制冷剂管一般较短，制冷剂用量小，渗漏危害小。室内机设置于储藏室内，噪声影响小，冷凝水排放容易，避免冷凝水盘可能滋生的微生物影响人体健康。

4. 设计附图

典型空调平面如图 7-20 所示。

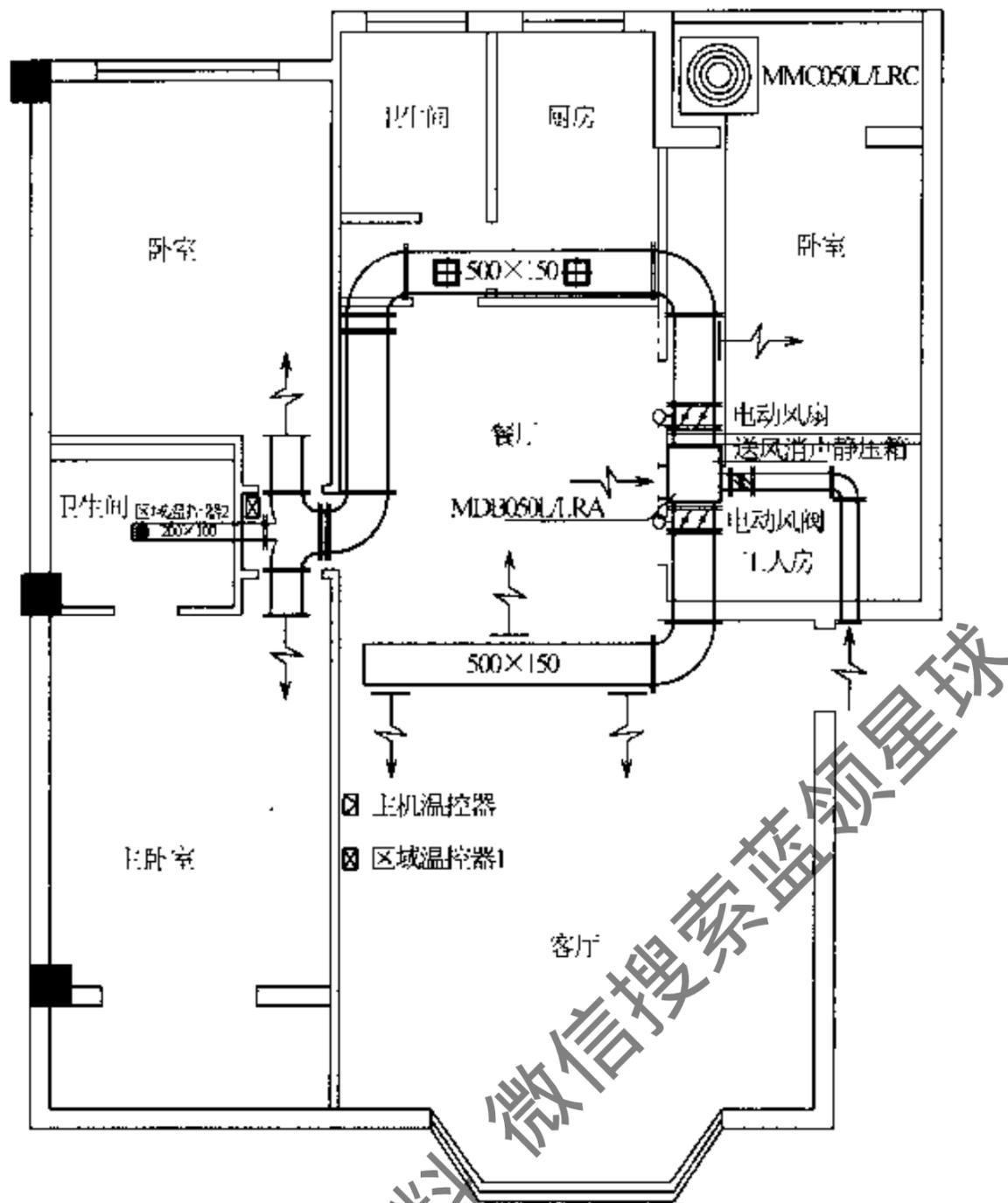


图 7-20 江景大厦空调平面图

麦克维尔武汉分公司

7.15 上海香榭丽花园

1. 工程概况

上海香榭丽花园是中国目前最大、最高档的智能化住宅公寓，荣获 2000 年中国南北住宅设计特别金奖。

香榭丽花园座落于上海浦东新区陆家嘴金融贸易区内，通过一条 27m 宽的城市绿化带与城市景观大道——世纪大道直接相连，总建筑面积为 112958.89m²。起居室面宽保证 4.0~4.5m，主卧室面宽 3.6~3.9m，以利房间内空间使用。每单元底层入口均设残疾人专用液压升降平台，真正实现无障碍社区。每户均设有储蓄空间。餐厅与客厅分离设计，且使大部分餐厅临窗布置，低窗台设计，光线充足，夏季凉风穿堂而过，且可以透窗看到外面的风景。住宅层高 3 米，使户内空间更通透明亮。

2. 小型中央空调系统

上海香榭丽花园是目前中国最大最成功的高档智能化住宅公寓，全部采用了天加家庭中

中央空调。发展商为上海龙仓置业有限公司，建筑设计为中国船舶工业第九设计研究院。家用中央空调为天加公司设计和施工。

以 11 号门为例，此房型选用天加一拖二机组一台和一台一拖一机组，型号为 TSA3030B (R) A/TSR30BRD * 2 和 TSA15B (R) A/TSR15BRD。空调系统采用风管送风，在各房间开送风口，总制冷量 $Q = 17400W$ 。空调风管所用材料可根据业主要求进行选购，空调出风口采用喷塑铝合金风口，检修口位于室内机电气接线盒一侧，具体尺寸为 $400mm \times 400mm$ ，三个卧室空调风管过梁时预留适当的回风间隙以便空调回风。室外机组设置在室外阳台上，该机型为直接蒸发式空调系统，室内机和室外机通过制冷剂铜管相连，制冷、制热迅速。空调系统中设置智能控制，可与室内机实现联动集中控制，又可实现对各自房间单独控制。

3. 设计附图

典型空调平面如图 7-21 所示。

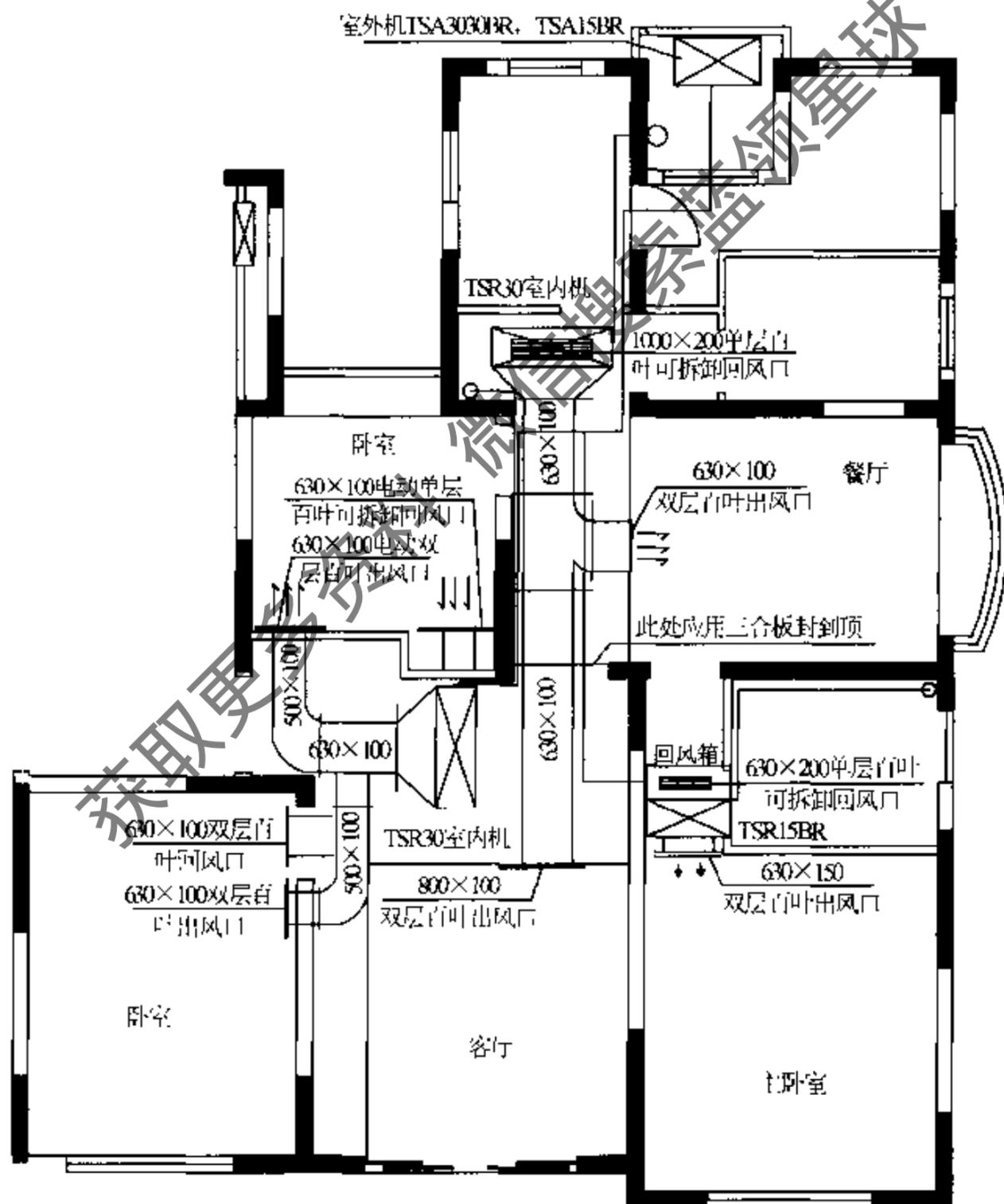


图 7-21 香榭丽花园 11 号门空调平面图

7.16 上海云间绿大地别墅

1. 工程概况

云间绿大地别墅位于浦东锦绣路与罗山路，共有 100 多套，且为高级住宅别墅区。其房型有两种，下面就其一种房型（如图 7-22 所示）做介绍，其每套建筑面积为 150m^2 ，每套有两层。

2. 空调设计参数

1) 设计参数：

① 夏季制冷工况：室外干球温度 34°C ，湿球温度 28.2°C ；室内设计温度 26°C 。

② 冬季制热工况：室外干球温度 -4°C ，室内设计温度 20°C 。

2) 空调系统选取：考虑到该建筑作为高级住宅，对空调的舒适性要求极高，为了配合该建筑物的外观，选用浙江国祥户式中央空调系统，即小型风冷冷（热）水机组加风机盘管系统。

采用风冷式冷（热）机组加风机盘管系统，才是真正意义上的户式中央空调，是中央空调的小型化。其适用于别墅、高级公寓、商住楼及办公写字楼。该空调系统构成为：室外侧为热泵机组（一台），室内侧为风机盘管，室内分布系统为水管。其机组主要部件采用欧美著名制造商高品质元件，品质稳定，性能可靠。其主要特点为：① 冷媒不入室内，不会因安装因素而产生制冷剂泄漏，造成室内缺氧现象；② 制热方式优于其他方式；③ 室内机能量可比室外机大，降低客户成本；④ 冷（热）量调节灵活、易于控制；⑤ 采用水作为载冷剂，可有效控制室内湿度，室内温度比较均匀稳定，改善房间舒适性；⑥ 只要改变循环水泵的扬程，即可远距离输送冷量；⑦ 由于室内机隐蔽安装，不会影响室内装潢的美观性。

3) 设备选型。选取设备型号见表 7-13。

表 7-13 设备型号清单

房间名称	室内风机盘管型号	平均负荷/ (W/m^2)	数量/台	主机型号	数量/台
客厅（挑空）	KCR-800	220	2	KCHUA-10060P	1
餐厅	KCR-400	320	1		
门厅	KCR-400	230	2		
卧室 1	KCR-400	300	1		
卧室 2	KCR-400	280	1		
卧室 3	KCR-400	280	1		
卧室 4	KCR-400	230	1		

4) 设备特性见表 7-14。

3. 空调系统的安装

(1) 主机的安装 风冷式冷热水机组的安装,主要是指室外部分的施工,它的安装质量决定了空调使用的效果。主机应留有足够的安装和维护空间,机组翅片管外侧距墙要留有 0.5m 的距离,轴流风机出口侧距墙至少有 1.5m 的距离。其安装位置应离电源、补给水源较近的地方,以方便配线管施工,并且其周围应有排水地漏,以便于机组运行中冷凝水排放、管道清洗污水的排放及停机保养机组时的放水。安装时,用角钢制成钢托架,加上防震橡胶垫置于地面或屋顶,并确保机组的水平放置。

表 7-14 设备特性

机型	制冷量/W	制热量/W	用电功率/W	噪声/dB (A)
KCR-400	4600	7700	54	31.3
KCR-800	7700	12700	102	42.4
KCHUA-10060P	21200	22500	7290	61

(2) 风机盘管的安装 风机盘管均为暗装,置于吊顶内;风机盘管的进出水管接头,宜用承压橡胶短管与空调水管相连接;风机盘管的冷凝水管水平段不宜过长,应保持 1% 的坡度;风机盘管均采用单相、220V、50Hz 交流电。

(3) 水管路系统的连接安装 机组进出水口处必须安装 Y 型水过滤器;机组外的出水管中,必须安装靶式流量开关;机组出水管处应安装放水阀;水系统的供水和回水管最高处,应设自动排气阀;水管路在 800~1000mm 距离时,必须用支架和吊杆固定。

(4) 风口与检修口的安装 见表 7-15,检修口大小均为 400mm × 400mm。

表 7-15 风机盘管送回风口

风机盘管型号	双层百叶送风口	数量	单层百叶带网回风口	数量
KCR-400	800 × 130	1	800 × 222	1
KCR-800	1130 × 130	1	1130 × 222	1

4. 用户反馈

云间绿大地别墅已安装完毕,并已投入使用,用户反映良好,对王牌空调产品及售后服务都给予很好的评价。

5. 设计附图

典型空调平面如图 7-22 所示。

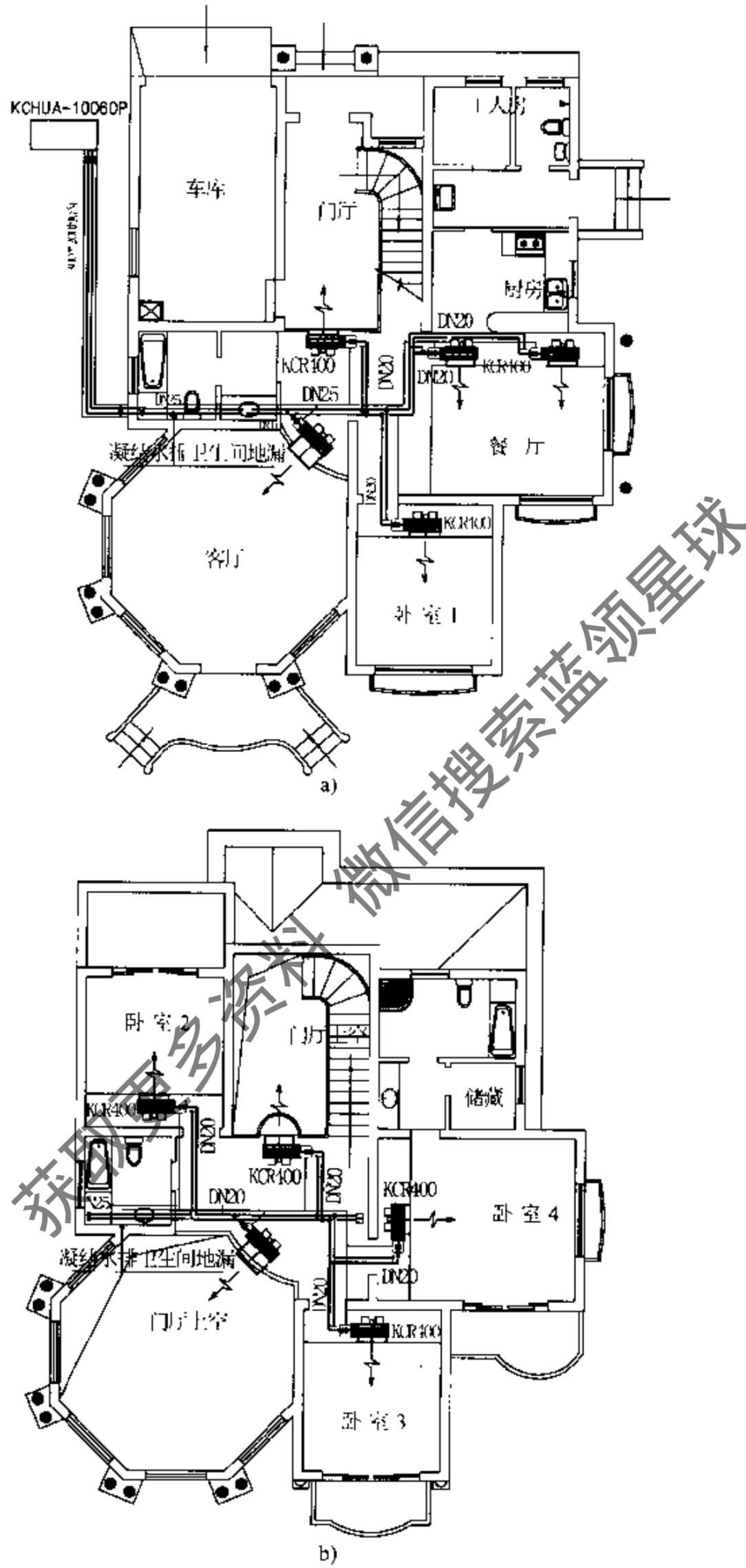


图 7-22 上海云间绿大地别墅空调平面图
a) 一层 b) 二层

7.17 东莞横岗湖别墅

1. 工程概况

东莞横岗湖别墅为东莞冠亚环岗湖商住区建造有限公司开发的高档住宅项目。本工程实例为 R 型别墅的空调设计。R 型别墅建筑面积为 380m²，底层设有客厅、餐厅、车库、厨房和客房，二层为起居室和卧室，客厅为二层挑空。按使用习惯、各房间的功能及空调使用时间的不同，该别墅空调区域的划分为业主提供公共区空调面积和休息区空调面积，按照以上空调区域的划分为业主提供以下空调设计。

2. 空调设计

(1) 设计参数

1) 室外设计参数：夏季室外空调计算干球温度 33.5℃，夏季空调室外计算湿球温度 27.7℃；冬季空调计算干球温度 5℃，冬季空调室外计算相对湿度 70%。

2) 室内设计参数（表 7-16）：

表 7-16 室内设计参数

房间名称	夏季		冬季		每人新风量/(m ³ /h)
	温度/℃	相对湿度 (%)	温度/℃	相对湿度 (%)	
餐厅	24 ~ 27	50 ~ 65	18 ~ 22	-	≥ 10
客厅	25 ~ 28	50 ~ 65	18 ~ 21	-	≥ 20
卧室	24 ~ 27	50 ~ 65	18 ~ 22	-	≥ 10

(2) 设备选型 按使用习惯、一般房间的功能及空调使用时间的不同，该别墅的空调区域大致分为公共区空调面积和休息区空调面积。公共区采用特灵公司的 INSIGHT 高静压暗藏式风管机 MWD060AA/TWK060AD 一台，额定制冷量 17.5kW，制热量 18kW，名义送风量 3200m³/h，机外余压 180Pa。二层主卧室及一个次卧室和底层客房采用 ILLUSION 暗藏吊顶式的分体机（一拖三），另两个次卧室则采用一台一拖二的分体机，工人房则单独布置一台分体挂壁式空调机。

表 7-17 空调设备型号表

房间区域		餐厅	客厅	厨房	主卧室、主卫生间	次卧室	客房	次卧室	次卧室
设备型号	室内机	MWD060AA			MWD518EB	MWD512EB	MWD509EB	MWD512EB	MWD512EB
	室外机	TWK060AD			TWT53PAA			TWD524AA	
制冷量/W		17.5			5.3	3.7	2.5	3.7	3.7

(续)

房间区域	餐厅	客厅	厨房	主卧室、主卫生间	次卧室	客房	次卧室	次卧室
制热量/kW	18			5.3	3.9	2.8	3.9	3.9
室内机风量/(m ³ /h)	3200			1400	1000	650	1000	1000
机外余压/Pa	180			30	30	30	30	30

(3) 管道布置 按照尽量减少风管和铜管材料及减少送回风管道阻力的原则,同时要兼顾整套房间的空调和装潢效果,进行室内机风管布置及室内、外机制冷剂管道连接。

(4) 气流组织 负责餐厅、客厅、厨房等公共区域空调的高静压暗装式风管机,布置在车库内,车库分隔墙由装修砌至楼板,隔墙中间夹隔音棉,风管穿墙处用隔音棉填实,回风由客厅、餐厅回至回风消声静压箱并与经过滤处理后的新风混合后回到室内机。客厅为两层挑空,送风管布置在二层吊顶内,由顶部送风散流器下送,一层侧墙集中回风口回到消声静压箱。餐厅、厨房送风为散流器顶送,集中回风口回到消声静压箱。各送风支管处装设电动风量调节阀,根据温控器的温度设定对各区域进行风量调节,并控制室外机组的起停。由于所控制空调区域使用功能的相同,因此使用和控制均极为方便、简捷。

二层主卧室的室内机吊装在存衣间的吊顶内,采用顶送顶回的方式,主卧卫生间设一个送风口,并专设排风设施,以保证卫生间的负压效果。一个次卧室及底层客房均为顶送顶回,送回风尽量拉开距离,以形成合理的空调送回风气流回路。另两个次卧室的室内机均设在存衣间的吊顶内,顶送顶回,以确保卧室内舒适宁静的空调效果。

为保证室内空气能够得到较快的更新,以确保良好的室内空气品质,整个设计进行了有效的气流流向组织。卫生间和厨房均设有有组织的机械排风,以形成一定的负压;高静压风管机集中补入新风,并有组织地送到各空调区域;多联分体机的每台室内机均接有新风补入管,接至室内机回风箱。所有新风与回风混合后,经室内机处理再送入室内。室内机回风箱均装有过滤网,以改善回风状况。室外机均安装在底层车库侧墙外的地面上,并砌筑高出地面 150mm 的室外机基础平台,安装时预留有足够的间距,以确保室外机的充分散热。

3. 安装调试

1) 安装时需注意风管应按要求固定牢固,新风管及保温铜管均需贴顶面及墙角固定,以免产生晃动。冷凝水管保温 20mm 厚并按 1/100 的坡度敷设,以使冷凝水排放顺畅。新风风口处需加过滤网,对室外空气进行初效处理。车库吊顶内机房场地较小,室内机的过滤网必须下抽,因此车库吊顶必须考虑抽过滤网的位置及检修口。

2) 室内外机安装就位及风管、铜管的连接,应严格按图纸和施工规范进行。在保证按技术要求进行安装的前提下,对每套制冷回路的制冷剂压力进行调试。不同环境温度条件下,调试按 R22 饱和压力及安装手册中有关设备参数进行,以达到最佳的空调效果。

3) 每台室内机的电气及铜管接头下方均留有检修口,以方便检修。回风口的过滤网应按期进行清洗,以保证回风量和空调效果。室外机散热片也应定期进行清洗,以使室外机的换热效果始终维持在高效状态。

4. 设计附图

典型空调平面图如图 7-23 所示。

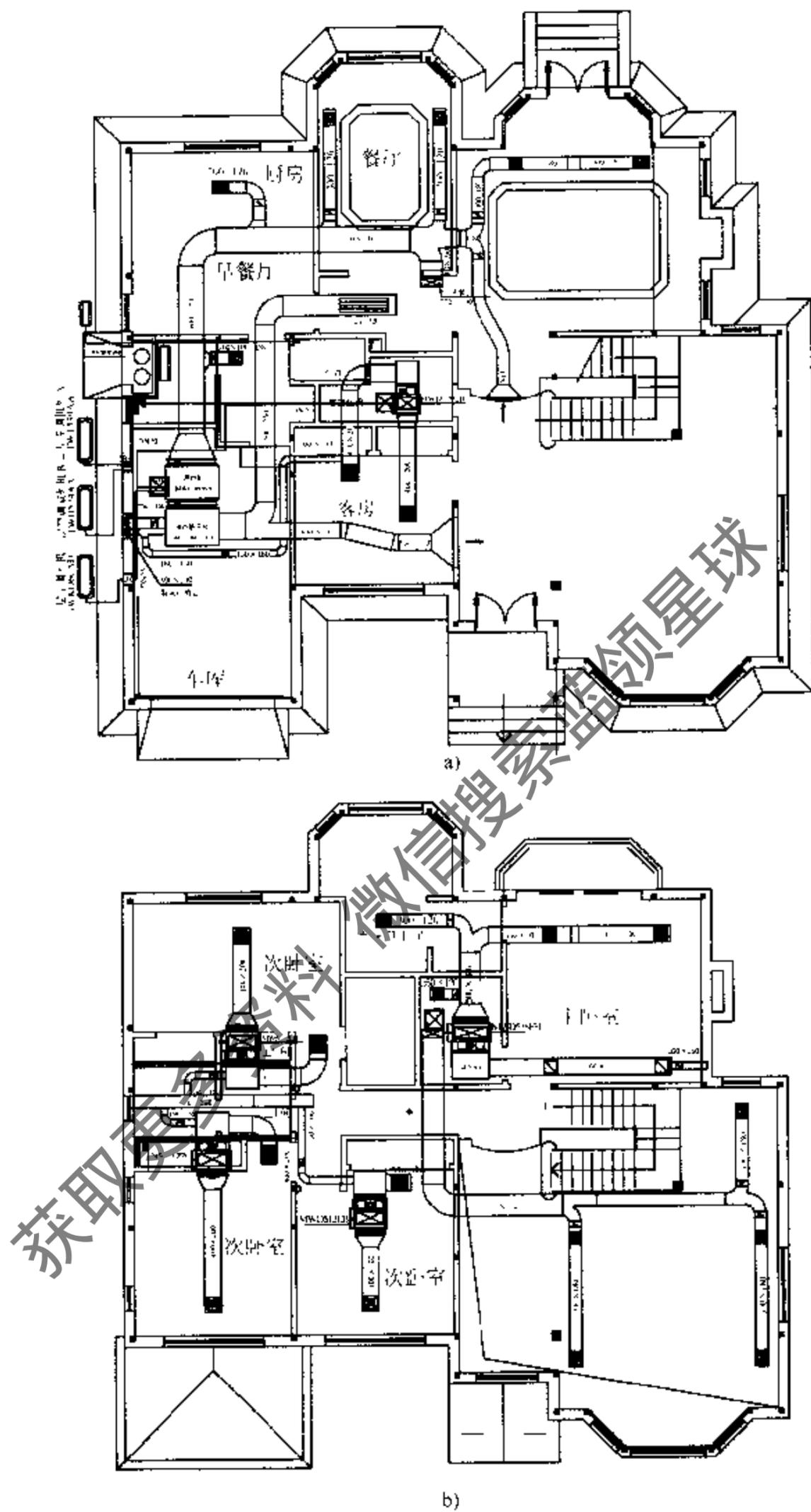


图 7-23 东莞横岗湖别墅空调平面图

a) R型一层 b) R型二层

7.18 杭州普金家园

1. 系统设计

根据提供的工程实例，各空调房间的计算冷负荷见表 7-18。

表 7-18 各空调房间的计算冷负荷

房间名称	主卧室	次卧室	阳光房	书房	客厅、餐厅	合计
冷负荷/W	2400	1800	1750	1300	6600	13850

从表中得出，各房间的空调冷负荷合计为 13.85kW，由于住宅空调的使用特点与公共建筑有很大的不同，因此其系统冷负荷的确定与主要设备的配置也不同于一般的空调系统。首先，住宅空调的同时使用系数比较小，一般家庭为了节省运行费用，末端空调设备同时使用的可能性很小。其次，空调使用时间与公共建筑也不一样，除休息日外，主要在夜间使用，而夜间冷负荷则比白天要小。因此，整个系统实际需要的冷负荷比上表计算的冷负荷要小。根据上面的分析，在这一工程中，空调系统主机采用 FWR-10B1 型单相热泵型冷水机组，主机制冷量为 10.1kW，可以满足系统冷量的要求。该型主机配置了 1 台涡旋式制冷压缩机，随着系统冷负荷的变化，主机的压缩机可进行自动卸载和加载，使主机的制冷量与系统冷负荷随时都能得到匹配，可大幅度地降低系统的耗电量与运行费用。

对于房间末端风机盘管的配置，考虑到家庭空调运行特点，在增加投资不大的情况下，风机盘管的型号（特别是客厅）作了适当的放大，这样，一方面可以减少客厅的预冷时间，另一方面，也可以解决由于社交活动可能产生的额外冷负荷。

在系统设计中，为了解决主机与末端风机盘管冷冻水量不匹配的矛盾，在水系统的设计上，每台风机盘管供水管上均安装了电动温控阀与盘管连锁。当室温达到设定温度或风机盘管停止运行时，可自动调节或切断该风机盘管的冷冻水流量。这样，既解决了主机与末端盘管冷冻水不匹配的矛盾，改善了系统的水力与热力性能，又增加了室温调节功能。

2. 产品特点

FWR 系列机组是为适应 60~500m² 商住楼或小型别墅家庭而推向市场的产品，内部采用美国进口的柔性涡旋式压缩机，结合国际最先进的 PC (PLC) 控制技术成功实现机组全天候自动运行与管理，各项保护功能齐全，具备故障自检功能、全中文操作界面便于用户操作、管理，同时具有远距离控制功能。

外框采用不锈钢材料，经进口数控钣金生产线精密加工，外形美观、精致，置于室外无须建造专用机房，防腐、防锈能力特强。

所有制冷配件均优选国际著名厂家的产品（如板式换热器采用阿法拉伐产品、膨胀阀等采用美国 AICO 的产品），性能可靠、质量稳定。

机组在供热季节运行时，由于长江中下游这一带空气湿度较大，空气中的水分特别容易在风侧换热器结霜，结霜后机组的制热效率就急剧降低，所以别墅机组采用热气旁通除霜工艺，结合先进的除霜控制方式，除霜快速有效、且对室内空调区域内的温度无波动影响。

机组出厂前均经严格检测，现场安装只需接通电源与供水管路。

3. 别墅空调设备材料概算

1) 别墅型风冷热泵冷水机组 FWR-10B1	17550.00 元
2) 风机盘管 (带回风箱) FCU0630 × 1 台	1000.00 元
FCU0530 × 1 台	940.00 元
FCU0430 × 1 台	830.00 元
FCU0330 × 2 台	1660.00 元
FCU0230 × 1 台	695.00 元
3) 电动阀及开关 (国产) 6 套 × 210	1260.00 元
4) 铝合金送回风口 12 只 × 85	1020.00 元
5) 镀锌管、保温、支吊架等材料 1 套	4800.00 元
6) 合计: 贰万玖仟柒百伍拾元整	29755.00 元

4. 运行费用测算

该系统的设备输入功率为: 热泵机组 3.57kW, 水泵 0.37kW, 风机盘管 0.35kW, 合计 4.29kW。

对于住宅中央空调系统来说, 其运行费用主要为电费。因此, 设备的耗电量与系统的调节方式对于运行费用的大小起了决定性的作用。由于主机采用了变频调节装置, 可根据系统冷负荷的变化调节主机的制冷量, 使两者之间始终得到匹配。在这种控制方式下, 空调平均日耗电量 (kW·h) 可按下式计算:

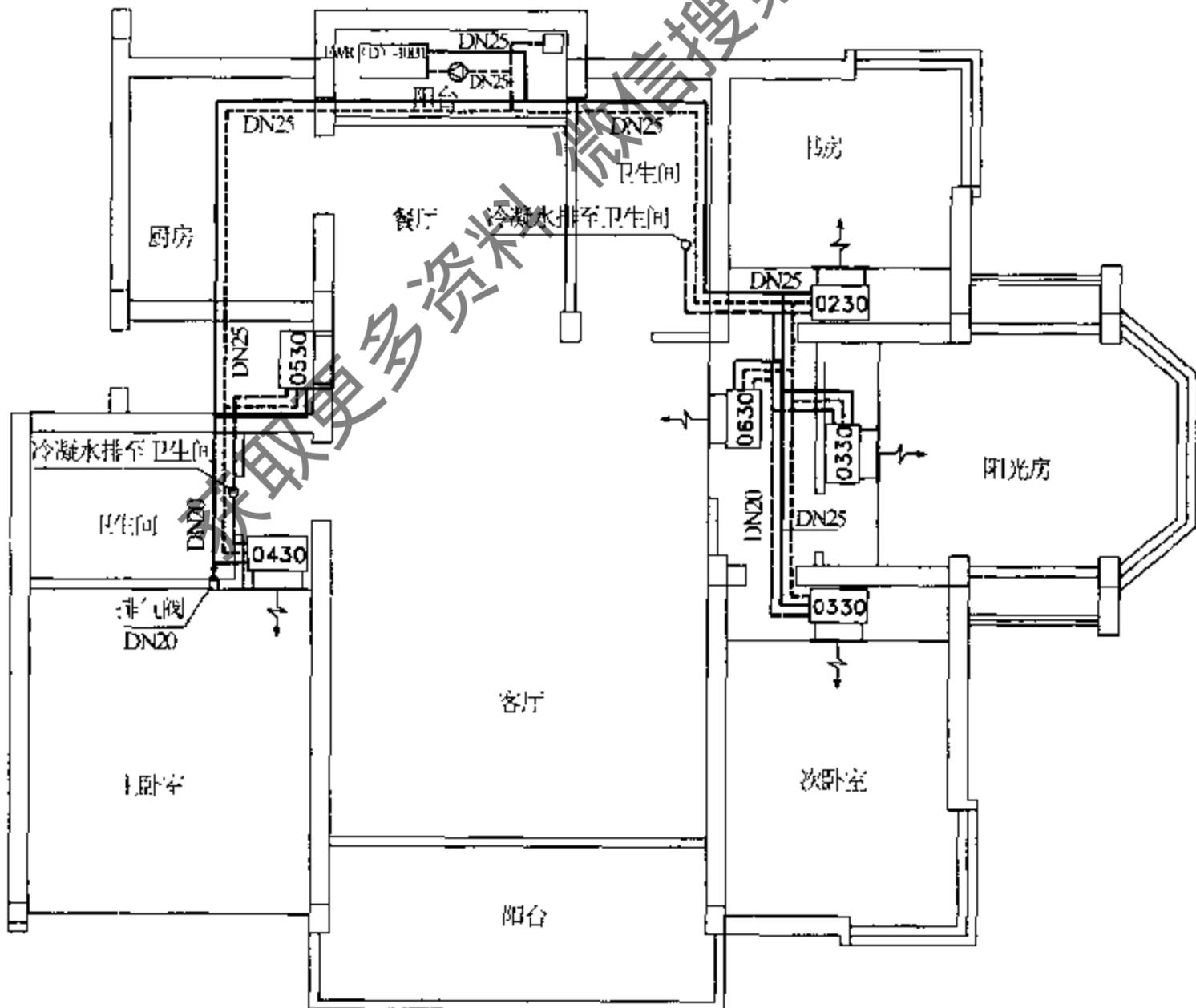


图 7-24 普金家园空调平面图

宁波帅康空调设备有限公司

$$N = 4.29 \times n_1 \times n_2 \times t$$

式中 n_1 ——室外气温在空调时间温度下，日平均小时负荷与最大小时冷负荷的比值，取

$$n_1 = 0.65;$$

n_2 ——空调季节每日平均冷负荷与最大日平均冷负荷的比值，取 $n_2 = 0.60$ ；

t ——空调季节平均每天运行时间。

按每天运行 12h 计算则日平均耗电量：

$$N = 4.29 \times 0.65 \times 0.60 \times 12 = 20.1 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

在杭州地区家庭用电费为 0.53 元/ (kW·h)，这样，使用空调时每天的平均运行费用为：
 $20.1 \times 0.53 = 10.65$ 元。

5. 设计附图

空调平面如图 7-24 所示。

宁波师康空调设备有限公司

7.19 宜昌蓝苑庭居

1. 工程概况

宜昌蓝苑庭居位于宜昌市经济技术开发区内，毗邻宜黄高速公路，区位优势明显。整个小区环抱在青山绿水之中，合理的布局设计与周邻优美的自然环境交相辉映。本工程实例为其 4 室 2 厅的 C 户型。

2. 空调负荷计算

在做住宅空调系统的空调负荷计算时，应认识到其不同于一般空调系统的地方。

1) 住宅空调系统一般都是间歇使用，白天上班时，许多住宅家中无人，空调停开。即使家中有老人小孩，也会只开启少量房间的空调。所以应按间歇运行的空调系统来进行住宅空调系统的负荷计算。

2) 一户住宅内各房间空调不会同时开启。据调查分析，一户住宅内各房间的空调很少同时开启，例如：客厅餐厅空调开启时，卧室一般不会开空调；客厅空调开启，餐厅未开空调时，也只会有一部分卧室开空调；就寝时间，所有卧室空调开启时，则各厅空调一般会停开。

设计人员对图 7-25 中的 4 室 2 厅户型作了空调冷负荷计算。计算条件为：地点湖北宜昌，室外空调计算温度 35.8℃，湿球温度 28.1℃，室内计算温度 26℃，相对湿度 75%，室内人数 5 人，考虑窗缝渗透及开窗换气，取新风量为 20m³/ (h·p)，按空调系统间歇运行考虑，取间歇运行的冷负荷系数为 1.2。对几种情况进行计算，结果如表 7-19：

表 7-19 空调系统冷负荷计算结果

	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
全面积冷负荷/W	10268.8	10415.2	10769.2	11440.6	11682.0	11992.2	11380.7
二厅一卧冷负荷/W	7085.5	7186.5	7430.7	7894.0	8060.6	8234.8	7852.7
四卧冷负荷/W	8202.6	8312.6	8515.4	9031.7	9353.9	9420.2	8967.8

通过上面实例分析，设计者认为住宅空调系统应按间歇运行计算负荷，并合理考虑房间的同时使用情况，例如：4 室 2 厅户型按 2 厅 1 卧或 4 卧分别计算其空调负荷，3 室 2 厅按 2 厅或 3 卧分别计算空调负荷，取计算结果中数值较大者作为整套住宅的空调负荷，并以此来

确定主机设备的选型，按此思路计算的空调负荷结果大约相当于按整套住宅全面积进行空调负荷计算结果的 70%~80%。

3. 空调设备选型

根据上述空调负荷计算分析，选择特灵 KOOLMAN 风冷热泵冷（热）水机组，型号为 CGAK/R-0306A，额定制冷量 9.8kW，额定制热量 11.8kW，电源为单相 220V。风冷热泵机组放置在设备挑台上。

4. 空调系统设计

风冷热泵户式空调系统是以小型风冷热泵为主机，提供冷热水作为空调系统的冷热源，机组内置水泵和膨胀水箱，户内为风机盘管水系统，结构紧凑简单。根据目前的经济水平和住宅空调的实际情况，通过前面的分析，在空调负荷计算取值时考虑房间的同时使用因素，以此来确定主机的选型。这样处理较符合实际情况，大约可降低空调系统造价的 20% 左右，有利于节省运行费用。户内的风机盘管则按房间实际负荷计算选型，这样就造成户内风机盘管容量之和大于风冷热泵机组的供冷量。如果系统设计上不作处理，会造成正在运行的风机盘管供水不足，出力达不到设计要求，夏季除湿能力下降甚至丧失，而系统另一部分供水却流过未运行的风机盘管，起不到作用。解决这个问题有两种方法：

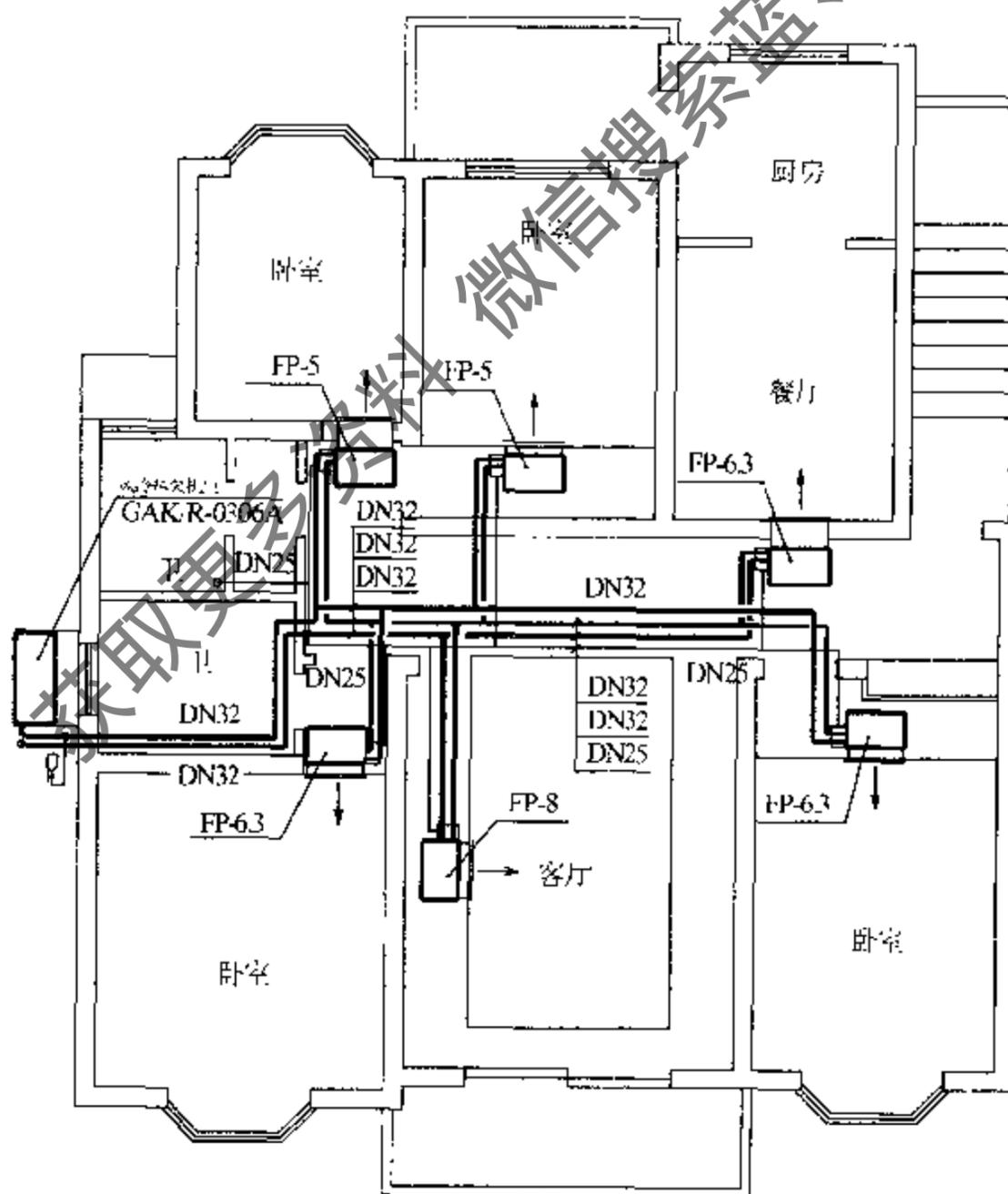


图 7-25 宜昌蓝苑庭居空调平面图

其一，将水系统设计成变流量水系统。在每台风机盘管上设电动二通阀，主供回水管上设带电动阀的旁通管及压差控制器。这样能较好地按负荷合理分配水量，但由于采用了一些控制设备，使系统造价增大，条件好的住宅可选用这种方式。

其二，在水系统管道上作一些变化，让系统的供水先全部流经客厅和餐厅的风机盘管后，再分配给各卧室的风机盘管，并将各卧室的风机盘管均配大 20%。系统经这样调整后，当两个厅风机盘管运行而卧室风机盘管停开时，可以满足厅内空调要求；当卧室风机盘管运行而厅内风机盘管停开时，供水流过厅内风机盘管引起的温升很小，故认为可以满足卧室空调要求；当一个厅和少数卧室风机盘管运行时，供水流过厅内的风机盘管后温度大约上升 2~2.5℃，由于卧室的风机盘管配大 20%，也能满足其空调要求，但除湿能力有所下降。从上面分析可以看出，水系统经过这样处理，效果虽不及前面一种方案，但基本上能满足不同运行情况下的空调要求，而且系统简单可靠，投资较少。当业主对空调系统的造价较敏感时，可以考虑采用这种方案。

5. 设计附图

典型空调平面如图 7-25 所示。

7.20 重庆白鹭苑

1. 工程概况

采用地源热泵系统进行冬夏冷暖空调的房间为重庆市白市驿镇白鹭苑小区某单元 2 楼的 1 套 3 居室住宅和 1 楼的 1 个商业门面。住宅建筑面积约 132m²，门面建筑面积约 60m²。各空调房间的面积见表 7-20。由于这是一套建成的商业住宅，为本系统的设计和安装增添了一定的难度。

表 7-20 各空调房间面积及冷负荷

房间名称	二楼客厅	卧室 1	卧室 2	卧室 3	门面	总计
面积/m ²	45.54	14.04	11.7	17.28	50.76	139.32
冷负荷/W	5465	1404	1170	1728	7614	17381

2. 设计参数与设计负荷

由于重庆地区的夏季冷负荷大大高于冬季采暖热负荷，故按夏季冷负荷进行设计。室内外设计参数见表 7-21。经计算，各空调房间设计冷负荷见表 7-20。所有空调房间的总冷负荷为 17381W，取同时使用系数为 0.7，则系统设计总冷负荷为 12167W。

表 7-21 空调室内外设计参数

室内干球温度	室内相对湿度	室外干球温度	室外相对湿度
24~26℃	45%~65%	36.5℃	75%

3. 室外埋管系统设计与施工

排热量：取热泵系统的制冷性能系数为 3.5，则夏季需通过室外换热器排入地下的热量为 12167 (1 + 1/3.5) = 15643W。

地质及地温参数：重庆地区的地下岩质为砂岩，其物性参数为： $\rho = 2400\text{kg/m}^3$ ，热导率

$\lambda = 1.62 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 质量热容 $c = 0.921 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{°C})$, 热扩散率 $\alpha = 9.2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ 。

室外埋管换热器管材选用铝塑复合管, 外径 25mm。

对于埋管换热器中的设计流量, 根据国内外的一些工程设计实例及试验研究成果, 取换热器的设计流量为 $3 \text{ L}/(\text{min}\cdot\text{kW})$ 。

埋管竖井深度拟采用 50m, 水平间距为 3m, 钻孔直径 110mm, 每孔井中进出水管净间距 60 mm。

根据以上的一些基础数据, 按照地源热泵系统地下换热器的传热模型的计算程序计算出每米井深换热量为 83W, 由于在该地区还没有实际的工程验证过该数据。本次设计取为 70W/m。

所需埋管井深: $15643/70 = 224\text{m}$; 考虑 20% 的余量, 则需总竖井深度为 $224 \times 1.2 = 268\text{m}$ 。考虑到钻井完成后, 井底沉有少量泥砂, 故设计钻井 6 口, 每口井深 45 ~ 50m, 钻孔直径 110mm。实际钻井平均深度 47.9m, 总深度为 287.6m; 实际埋管平均深度 46.3m, 总深度 277.6m。则竖埋管管长为 $277.6 \times 2 = 555.2\text{m}$, 管外径为 25mm, 竖埋管与土壤间的换热总面积为: $\pi \times 0.025 \times 555.2 = 10.901 \text{ m}^2$ 。每口井之间的间距为 3m, 其中 5 号井中采用的回填物为经筛选的当地浅层黄土, 其余管井的回填物为细河砂。

整个钻井施工采用重庆探矿机械厂生产的 DX-50 型钻机进行。该机型在钻井深度为 50m 时, 钻孔底部直径为 110mm。

因孔径只有 110mm, 直接将铝塑管弯成 U 形, 则弯曲处曲率半径过小, 故采用了向供应商定制的专用 U 形弯连接件。井深达 45m 以上, 铝塑管为易弯曲柔性管, 井中积水产生的浮力等因素造成了下管困难。施工中利用钻井的塔架, 在钻井完后立即下管, 解决了深井下管难的问题。为避免柔性的铝塑管在井中弯曲, 造成进出水管之间的间距减小, 在进出管之间每隔 1 ~ 2m 固定一个保温泡沫块, 以确保进出水管之间的间距。整个钻井、下管工作均在系统的设计者和工人配合下完成, 从而积累了室外埋管换热器施工安装的宝贵经验。每口井中的下管完成后, 均用高达 2.0MPa 的压力进行了水压试验, 以保证地下埋管确无泄露现象。

4. 地面系统及设备

(1) 热泵机组的选择 在主机方案选择时考虑了两种方案: 采用一台水—水式热泵机组作为集中冷热源; 采用多台分离式水—空气式热泵机组, 各空调房间采用水—空气式风机盘管机组作为房间换热设备, 制冷剂直接流经房间换热设备进行换热。经比较, 采用了后一种方案, 结合各房间的使用特点, 三个卧室合用一套分离式风机盘管机组, 客厅、门面各采用一套机组, 其中客厅为分离式风机盘管, 门面为分离立柜式机组。所选热泵机组的型号及主要性能参数见表 7-22。

表 7-22 各空调房间热泵机组的型号及主要性能参数

空调范围	型号	制冷量/W	制热量/W	制冷工况输入功率/W
卧室 1、2、3	FL (R) FP400IB	4600	4920	935
客厅	FL (R) FP600I	6470	7090	1347
门面	FL (R) - 10I	10200	10710	2250

(2) 空气处理系统 客厅、三个卧室、门面各采用一台分离式水—空气热泵机组的室内机组作为房间换热设备。客厅和卧室的设备形式为卧式暗装风机盘管，门面为明装立柜式机组。客厅的局部、进入客厅的过道、从客厅到卧室的过道与建筑原有结构相配合，采用局部吊顶，以便于风机盘管安装。客厅采用顶侧上送风的形式，要求的最远送风距离为 6.8m，所选择的风机盘管的机外余压为 30Pa，能够满足要求。三个卧室合用的风机盘管安装在客厅至卧室的过道入口，封住出风口与两侧墙壁、屋顶、底部吊顶之间的空隙，于是，过道的吊顶、屋顶、两侧墙壁就围成了一个 2800mm × 1200mm × 600mm 的静压箱，并对它的每一面贴 $\delta = 25\text{mm}$ 的保温苯板，内衬 $\delta = 3\text{mm}$ 的桉木板。在每个卧室与过道连接的门洞上方设送风口。两个小卧室采用门下回风方式，大卧室在与客厅吊顶相连接的隔墙上开设回风口。两台风机盘管为下回风，在吊顶上相应的位置开设回风口。新风口设在进户门洞的上方，安装带过滤器的百叶风口和轴流风扇，新风进入吊顶，与室内回风混合后进入风机盘管。

(3) 水系统 本系统的室外埋管换热器共有六个竖井回路。这六个并联工作单元的进水管上都直接与分水器和集水器连接。在每个进水管上装有球阀，可按不同的使用要求进行调节。从集水器连出的干管分为三个分支，分别与客厅、卧室、门面的热泵机组相连接。门面暂时不安装机组设备，该分支用堵头堵住。卧室、客厅两个分支环路都设有独立的水泵和阀门，可根据运行情况进行调节。膨胀水箱安装在客厅过道的吊顶内，采用手动补水。水箱顶部密封，以防补水过快而溢出。在地下换热器的分水器和集水器以及热泵机组的进出水口处装有手动放气阀。

(4) 运行控制策略 将热泵机组的控制面板和室温探头设于客厅和主卧室。控制面板上有起动与停机、工况转换、室温设定、风机档位选择等选项，可手动，也可遥控。开机后，机组在设定的工况运行，当室温达到设定值后自动转入间歇运行。主机、风机（包括新风轴流风扇）、水泵连锁。开机后，水泵自动运行，经一定时间延迟后起动主机与风机，停机则相反。

5. 围护结构的节能改造和测试措施

为减小系统的能耗，对建筑物的外围护结构进行了改造。外窗采用双层玻璃塑钢窗；外墙内壁加贴了 20mm 厚的保温苯板，楼板加铺 4cm 厚的保温砂浆。

目前国内还没有将 U 形竖埋管地源热泵空调系统应用与工程实践的先例。为总结经验，获取有价值的设计基础数据，本系统还设有一定的地温、水温、水流量以及耗电量的测试装置，可对系统的性能进行测试。

6. 运行效果

该系统于 2001 年 3 月初建设完成，并进行了几次试运行，效果良好。接下来的时间在重庆地区正处于过渡季，预计在这个夏季投入长时间的连续使用。其中 3 月 3 日的试运行时间最长，具有代表性。当天室外气温 12.3℃。9 时 55 分开机，客厅与卧室室温均设定为 23℃。12 时左右室温先后上升到设定值，两机组转入间歇运行，16 时 10 分关机。运行期间的综合能效比（包括水泵、风机）约为 3.5，证明了系统的节能性。室内的噪声小、温度分布均匀、气流速度适宜，居住者对空气质量的感覺良好。

7. 设计附图

典型空调平面图如图 7-26 所示。

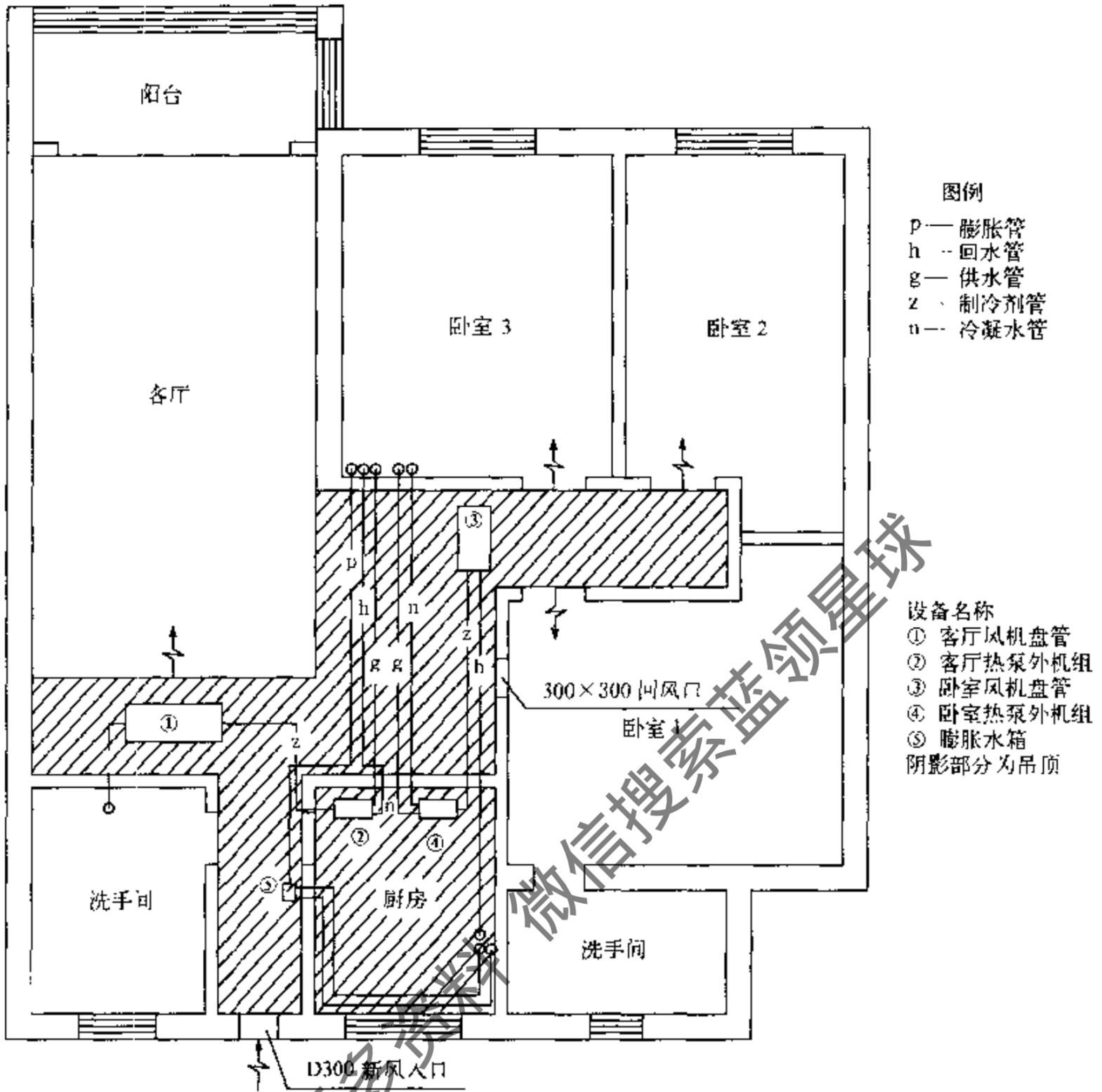


图 7-26 重庆白鹭苑住宅空调平面图

重庆大学城市建设与环境工程学院 肖益民 何学冰 刘宪英

7.21 武汉水蓝郡别墅

1. 工程概况

武汉水蓝郡别墅群位于武昌南湖湖畔，毗邻中南财经政法大学，占地面积 510 余亩，由湖北长城建设实业有限公司开发。

该别墅为联体 A1 户型，共 3 层，建筑面积 220.46m²。开发商经过多方比较，最终确定采用远大 ECT (Broad Comfort Technology) 三位一体（制冷、制热、卫生热水）燃气户式中央空调系统。

2. 中央空调系统设计

(1) 机组选型 该别墅群以绿色、节能、高档、宁静为主要设计宗旨，在选材等各方面

均注重精品概念，房屋的门窗均采用高密封双层真空隔热玻璃，外墙增设隔热、保温涂料等，建筑物具有很好的保温性能。湖北三环远大空调工程有限公司承担了别墅空调工程的设计、安装与调试。根据该别墅的负荷计算和开发商要求，选用远大 BCT 燃气户式空调系列产品（BCT-16 型）。该机型采用溴化锂和水作为制冷、制热工况介质，以天然气、人工煤气、液化气、柴油为能源，以水为冷媒介质，进行能量交换。该系统具有以下特点：无噪声（无压缩机，采用溴化锂吸收式运行）、节能（能耗跟踪负荷变化）、制冷制热效果强劲、卫生热水 24h 可调温供应、室外冷却水自动更新清洗、智能化控制（可根据用户要求进行远程控制）、环保（以天然气等为能源，溴化锂制冷，无氟利昂）、冷冻水自动防冻保护、室内机采用遥控控制、现场控制、集中控制三种控制方式……该机组制冷量 16kW，制热量 16kW，卫生热水供应能力 7.7kW。

（2）空调系统设计

1) 室内、外机组的布置。家用中央空调的设计充分重视舒适、宁静、操作方便。图 7-27 为水蓝郡 A1 户型的空调平面图。如图所示，该室外机放置于室外草坪上。室内机安装结合装饰方案，采用卡式明装机、暗装机（侧面出风或连接风管顶出风）、立式机、柜机。为满足淋浴、盆浴、生活用水同时使用，A1 户型采用 200L 和 50L 热水罐各一台。

2) 冷媒管道系统。水冷户式中央空调在设计时，大多采用异程系统，靠近水泵的楼层压力降很大或水泵的多余压头通常为各层平衡阀所消耗，在实际设计施工中可减小靠近水泵楼层管道尺寸。在安装管道时采用紫铜管，钎焊连接，确保管道的密封性。紫铜管不易腐蚀生锈，能保证水质洁净，且具有使用寿命长的特点。管道系统保温采用橡塑管，厚度 $\geq 15\text{mm}$ ，保温管之间连接用橡塑专用胶水连接，防止铜管结露。冷凝水管采用 U-PVC 管，无需保温，方便，快捷，坡度控制在 0.005~0.008。

3) 控制系统。每套空调系统设置了集中控制器、串口服务器、通讯网络等。集中控制器通过系统网络线（通讯网络）构成 RS485 网络，监控室外机、室内机、热水罐运行参数、运行费用的统计、运行故障指示及智能化操作设定。该系统通过串口服务器与互联网连接，可以实现远程控制开关机、远程监控、远程故障诊断。

3. 设计总结

1) 家用中央空调系统在选型时不应盲目套用有关经验指标，而应根据建筑功能、围护结构、用户使用情况等综合考虑，通过计算确定。

2) BCT 系统功能强大，使用方便、舒适，需要与装饰紧密配合。

4. 设计附图

空调平面图如图 7-27 所示。

湖北三环远大空调工程有限公司

参考文献

- 1 蒋能照, 张华主编. 家用中央空调实用技术. 北京: 机械工业出版社, 2002
- 2 陈焰华等. 住宅建筑空调方式的设计选择. 暖通空调, 2001 (4)
- 3 陈焰华等. 住宅建筑的中央空调系统设计. 建筑热能通风空调, 2002 (2)
- 4 赵荣义等. 空气调节 (第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1994
- 5 龙惟定等. 中国住宅空调的未来发展. 暖通空调, 2002 (4)
- 6 龙惟定等. 上海住宅空调能源的现状与发展. 全国暖通空调制冷 2002 年学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 7 颜启森等. 家用小型中央空调的行业现状分析与展望. 制冷空调, 2001 (2)
- 8 刘宪英. 家用中央空调热泵产品及其有关问题的讨论. 中国暖通空调制冷资讯 (技术篇), 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 9 潘云钢编著. 高层民用建筑空调设计. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999
- 10 马仁民. 通风的有效性与室内空气品质. 暖通空调, 2002 (5)
- 11 王勇利等. 不同性别人员舒适性与室内参数的关系的调查研究. 全国暖通空调制冷 2002 年学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 12 郎四维等. 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》简介. 暖通空调, 2001 (4)
- 13 单寄平主编. 空调负荷实用计算法. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989
- 14 电子工业部第十设计研究院. 空气调节设计手册 (第二版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1995
- 15 陆耀庆主编. 实用供热空调设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993
- 16 龙惟定. 简易空调负荷估算方法. 空调设计, 第 1 辑, 1997
- 17 沈明等. 空气源热泵应用范围北扩的可能性分析及其技术措施述评. 暖通空调, 2002 (6)
- 18 吴清前等. 空气-水源热泵冬季运行工况的判定. 全国暖通空调制冷 2002 年学术文集, 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 19 姚杨等. 空气源热泵冷热水机组空气侧换热器结霜工况的动态模拟. 全国暖通空调制冷 2002 学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 20 蒋能照等. 空调用热泵技术及应用. 北京: 机械工业出版社, 1997
- 21 陆耀庆. 暖通空调设计指南. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- 22 陈凌云. “变频”与“定速”制冷系统组合在户式中央空调产品上的应用. 第十一届全国暖通空调技术信息大会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- 23 吴进等. 户式中央空调系统设计新途径. 家用电器科技, 2001 (4)
- 24 亢抗. 户式中央空调系统设计应注意的几个问题. 第十一届全国暖通空调技术信息网大会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- 25 姜益强. 空气源热泵冷热水机组的选择. 全国暖通空调制冷 2002 年学术年会论文集, 2002
- 26 建设部工程质量安全监督与行业发展司等. 2003 全国民用建筑工程设计技术措施—暖通空调·动力. 北京: 中国计划出版社, 2003
- 27 (日) 空气调和·卫生学会编. 供暖与制冷. 北京: 科学出版社, 2002
- 28 徐柱天. 燃气暖风炉—电制冷—一体机别墅住宅空调设计. 暖通空调, 2001 (4)
- 29 李向东等. 户式集中空调变风量系统设计探讨. 暖通空调, 2002 (6)
- 30 徐征. 北京地区家用空调型式剖析. 第十一届全国暖通空调技术信息网大会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001

- 31 徐征等. 别墅空调系统设计剖析. 全国暖通空调制冷 2002 年学术年会论文集. 2002
- 32 殷平. 地源热泵在中国. 现代空调, 第 3 辑, 2001
- 33 谢汝镛. 地源热泵系统的设计. 现代空调, 第 3 辑, 2001
- 34 肖益民等. 地源热泵空调系统的设计施工方法及应用实例. 现代空调, 第 3 辑, 2001
- 35 刘宪英等. 地源热泵地下竖埋套管式换热器传热模型. 全国暖通空调制冷 2000 年学术论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000
- 36 徐伟等译. 地源热泵工程技术指南. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- 37 范新等. 水源热泵系统及其应用. 现代空调, 第 3 辑, 2001
- 38 于卫平. 水源热泵相关的水源问题. 现代空调, 第 3 辑, 2001
- 39 陈焰华等. 武汉地区水源热泵系统应用前景分析. 暖通空调新技术, 第 4 辑, 2002
- 40 郭非等. 分户燃气供暖方式调研分析. 暖通空调, 2002 (6)
- 41 罗丽芬. 暖通空调领域的燃气应用. 暖通空调, 2002 (4)
- 42 特灵公司. 水源热泵空调系统设计手册. 1997
- 43 马最良等. 水环热泵空调系统设计. 现代空调, 第 3 辑, 2001
- 44 姜益强等. 外部低位热源与水环热泵空调系统. 2001 年全国热泵和空调技术交流会论文集, 2001
- 45 马最良等. 太阳能水环热泵空调系统在我国应用的预测分析. 全国暖通空调制冷 2000 年学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000
- 46 邵双全等. 多元变频 VRV 空调系统原理. 暖通空调新技术, 第 4 辑, 2002
- 47 范存养等. 住宅环境设备的现状与发展. 暖通空调, 2002 (4~5)
- 48 简毅文等. 现代居住建筑的夏季热状况研究. 暖通空调, 2002 (3)
- 49 殷平. 室内空气计算参数对空调系统经济性的影响. 暖通空调, 2002 (2)
- 50 俞准等. 室内热舒适性指标的评价. 全国暖通空调制冷 2002 年学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 51 成通宝等. 室内空气品质及其改善途径. 全国暖通空调制冷 2000 年学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000
- 52 沈晋明. 我国目前室内空气品质改善的对策与措施. 暖通空调, 2002 (2)
- 53 范园园等. 深圳市居住建筑夏季降温方式实测与分析. 全国暖通空调制冷 2002 年学术文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 54 武海滨等. 北京市城市居民家用空调器耗电量的调查研究. 暖通空调新技术, 第 2 辑, 2000
- 55 瞿超勤等. 全国家用空调器年耗电量的估算. 暖通空调新技术, 第 2 辑, 2000
- 56 武海滨等. 我国高密度住宅空调现状及可持续发展空调形式的探讨. 暖通空调, 2000 (4)
- 57 周风起. 21 世纪中国能源工业面临的挑战. 暖通空调, 2000 (4)
- 58 龙惟定等. 试论中国的能源结构与空调冷热源的选择取向. 暖通空调, 2000 (5)
- 59 龙惟定. 我国的能源形势和建筑节能. 第十一届全国暖通空调技术信息网大会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- 60 范存养等. 上海空调的发展及其用能和环境问题. 第十一届全国暖通空调技术信息网大会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- 61 龙惟定. 试论建筑节能的新观念. 暖通空调, 1999 (1)
- 62 龙惟定. 试论我国暖通空调业的可持续发展. 暖通空调, 1999 (3)
- 63 周晓棠等. 户式冰蓄冷空调系统的研制与开发. 暖通空调, 2001 (4)
- 64 何梓年等. 太阳能空调及供热综合系统. 暖通空调, 2002 (1)
- 65 殷平. 中央空调—现代住宅的最佳选择. 现代空调, 1999 (2)
- 66 龙惟定等. 住宅集中空调—21 世纪的新消费热点. 现代空调, 1999 (2)

- 67 姜益强等. 空气源热泵供热最佳经济平衡点的探讨. 暖通空调, 2001 (3)
- 68 陈焰华. 住宅建筑的三种空调设计方案. 暖通空调, 2002 (3)
- 69 范存养等. 面向地球环境时代的空调技术. 制冷与空调, 2001 (1)
- 70 GB/T17758 - 1999 单元式空气调节机. 北京: 中国标准出版社, 1999
- 71 GB/T18430. 2 - 2001 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组户用和类似用途的冷水(热泵)机组. 北京: 中国标准出版社, 2002
- 72 GB/T 风管送风式空调(热泵)机组
- 73 GB/T 多联式空调(热泵)机组
- 74 上海家用电器行业协会. 家用中央空调设计规范家用中央空调工程施工质量验收规范, 2002
- 75 大金公司. VRV 空调系统设计与安装指南, 2001

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

[General Information]

书名 = 家用中央空调系统设计与实例

作者 =

页数 = 308

SS号 = 11147644

出版日期 =

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页

第 1 章	家用中央空调概述
1.1	我国住宅建设和家用空调的发展
1.2	家用中央空调的特征
1.3	家用中央空调的组成和分类
1.3.1	家用中央空调的组成
1.3.2	家用中央空调的分类
1.4	家用中央空调的特点和技术要求
1.4.1	家用中央空调的特点
1.4.2	家用中央空调的技术要求
1.5	家用中央空调系统的比较和选择
第 2 章	家用中央空调设计基础
2.1	湿空气的物理性质
2.2	湿空气的焓湿图
2.3	焓湿图的应用
2.4	空调房间送风量的确定
2.5	空气的热湿处理方式
2.6	家用中央空调空气处理系统
2.7	风机盘管加新风空调系统的空气处理
2.8	空调系统节能设计
2.9	空调系统的自动控制
第 3 章	家用中央空调的负荷计算
3.1	人体热舒适性及室内设计参数的确定
3.1.1	人体热舒适性
3.1.2	室内设计参数的确定
3.2	室外设计参数的确定
3.3	建筑热工、保温及防结露
3.3.1	建筑热工要求
3.3.2	防结露
3.4	夏季空调冷负荷计算
3.4.1	围护结构冷负荷
3.4.2	室内冷负荷
3.5	冬季空调热负荷计算
3.6	空调负荷简易算法及估算指标选用
第 4 章	家用中央空调系统设计
4.1	空气源热泵冷热水空调系统的设计
4.2	地源热泵空调系统设计
4.3	水环热泵空调系统设计
4.4	风管式空调系统设计
4.5	V R V 空调系统设计
第 5 章	家用空调的可持续发展
5.1	住宅的室内环境要求
5.1.1	热湿环境
5.1.2	住宅的室内空气品质 (I A Q) 要求
5.1.3	以合理的建筑设计保证居住环境
5.2	家用空调能源的现状
5.2.1	我国住宅建设的现状与前景
5.2.2	我国家用空调的发展现状
5.2.3	我国的能源环境形势
5.2.4	家用空调对能源和环境的影响
5.3	家用空调的可持续性发展
5.3.1	可持续发展理论下的建筑节能观
5.3.2	我国中长期的能源发展战略
5.3.3	住宅环境设备的研发技术
5.3.4	家用空调的发展趋势展望
第 6 章	国内外家用中央空调主要生产厂商产品介绍
6.1	日本大金工业株式会社
6.2	深圳麦克维尔空调有限公司
6.3	约克国际 (北亚) 有限公司
6.4	浙江盾安人工环境设备有限公司

微信搜索 蓝领星球

- 6 . 5 南京天加空调设备有限公司
- 6 . 6 清华同方人工环境有限公司
- 6 . 7 美国雷诺士 (L E N N O X) 工业有限公司
- 6 . 8 美国瑞姆 (R H E E M) 制造公司
- 6 . 9 美国天普·仕达 (T E M P S T A R)
- 6 . 1 0 东芝开利有限公司
- 6 . 1 1 日立公司
- 6 . 1 2 青岛海尔空调电子有限公司
- 6 . 1 3 广东美的商用空调设备有限公司
- 6 . 1 4 珠海格力电器股份有限公司
- 6 . 1 5 无锡小天鹅制冷设备工程设计有限公司
- 6 . 1 6 浙江国祥制冷工业股份有限公司
- 6 . 1 7 江苏风神集团家用空调公司
- 6 . 1 8 美国吉姆 (G O O D M A N) 制造公司
- 6 . 1 9 美国路德 (R U U D) 空调公司
- 6 . 2 0 T R A N E (特灵) 中国
- 6 . 2 1 上海上菱百富勤商用制冷设备有限公司
- 6 . 2 2 山东贝莱特空调有限公司
- 6 . 2 3 际高制冷空调设备有限公司
- 6 . 2 4 美国英特森 (I N T E R T H E R M)
- 6 . 2 5 宁波帅康空调设备有限公司
- 6 . 2 6 北京金万众空调制冷设备有限公司
- 6 . 2 7 伊莱克斯 (中国) 有限公司
- 6 . 2 8 常州爱斯特空调设备有限公司
- 6 . 2 9 远大空调有限公司
- 6 . 3 0 大连三洋制冷有限公司

第7章 家用中央空调典型工程实例

- 7 . 1 杭州绿园
- 7 . 2 上海瑞苑公寓
- 7 . 3 上海金色维也纳
- 7 . 4 武汉竹叶苑
- 7 . 5 武汉东方华尔兹
- 7 . 6 武汉怡景花园
- 7 . 7 武汉碧海花园
- 7 . 8 武汉银河湾
- 7 . 9 武汉梅南山居
- 7 . 1 0 武汉统建大江园
- 7 . 1 1 武汉永清辉煌庭院
- 7 . 1 2 武汉丽岛花园
- 7 . 1 3 上海万源杰座
- 7 . 1 4 武汉江景大厦
- 7 . 1 5 上海香榭丽花园
- 7 . 1 6 上海云间绿大地别墅
- 7 . 1 7 东莞横岗湖别墅
- 7 . 1 8 杭州普金家园
- 7 . 1 9 宜昌蓝苑庭居
- 7 . 2 0 重庆白鹭苑
- 7 . 2 1 武汉水蓝郡别墅

参考文献
附录页

微信搜索蓝领星球