

户式中央空调水系统的计算设计

文 / 上海理工大学, 能源与动力工程学院 陈慈伟 张利杰

摘要: 传统分式空调因其能耗高, 舒适性差等原因已经逐渐被更节能、舒适性更高的户式中央空调所替代。本文对户式中央空调的水系统的管路阻力进行了详细的分析计算, 并给出了合理的分析设计。

关键词: 户式中央空调; 水系统; 管路设计

1 引言

随着经济与科技的发展, 人们生活水平的不断提高, 户室中央空调得到了迅速普及与运用。户式中央空调在制冷原理和构造上与普通空调相类似, 但又结合了中央空调的众多功能与优点^[1], 适合于单元面积在80~600m²的住宅或别墅使用。

风管系统、冷热水系统和制冷剂系统为当前户式中央空调的主要三种型式。其中冷热水系统是由小型风冷冷水(热泵)机组和室内末端装置组成。通过室外主机生产出空调冷热水, 再由管路输送到室内各末端装置, 进行对空调的调节^[2]。因此, 冷热水系统在整个户式中央空调中有着至关重要的作用。本文对户式中央空调的水系统进行了设计计算。

2 空调管路系统的设计原则

(1) 空调管路系统应具备足够的输送能力, 例如, 在中央空调系统中通过水系统来确保渡过每台空调机组或风机盘管空调器的循环水量达到设计流量, 以确保机组的正常运行。

(2) 合理布置管道: 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; 若采用异程系统时, 设计中应注意各支管间的压力平衡问题。

(3) 确定系统的管径时, 应保证能输送设计流量, 并使阻力损失和水流噪声小, 以获得经济合理的效果。众所周知, 管径大则投资多, 但流动阻力小, 循环水泵的耗电量就小, 使运行费用降低, 因此, 应当确定一种能使投资和运行费用之和为最低的管径。同时, 设计中要杜绝大流量小温差问题, 这是管路系统设计的经济原则。

(4) 在设计中, 应进行严格的水力计算, 以确保各个环路之间符合水力平衡要求, 使空调水系统在实际运行中有良好的水力工况和热力工况。

(5) 空调管路系统应满足中央空调部分负荷运行时的调节要求。

空调管路设计中遇到的第一个问题就是如何合理而正确地划分空调管路系统中的环路和选用合适的管路系统形式。空调管路系统的环路划分应该遵循满足空调系统的要求、节能、运行管理方便、节省管材的原则, 按照建筑物的不同使用功能、不同使用时间、不同的负荷特性、不同的平面布置和不同的建筑层数正确划分空调管路系统的环路。

3 空调水系统的设计

3.1 系统设计

本次设计的空调水系统采用双管制、异程式、闭式、变流量系统。

(1) 双管制水系统

两管制水系统是采用同一套供回水管路。冬季供热, 夏季供冷水。由运行人员根据多数房间的需要决定。实现供热与供冷的转换。两管制系统具有管理方便, 一次性投资较小等优点。本设计对空调精度要求不是很高, 故采用两管制。而三管制是共用一根回水管, 因此冷热有混合损失, 运行效率不高, 而且系统水利工程复杂, 难于运行。四管制初投资较高且多占空间。

(2) 异程式系统

水流通过各末端设备时的路程不相同的系统称为异程式系统。采用这种系统的主要优点是管路配置简单, 管路长度短, 初投资低。由于各环路的管路总长度不相等, 故各环路的阻力不平衡, 从而导致了流量的分配不均的可能性。在支管上安装流量调节装置, 增大并联支管的阻力, 可使流量分配不均匀的程度得以改善。

(3) 一次泵变流量系统

所谓变水量系统, 即负荷侧在运行时, 水量不断变化的水系统。变流量系统, 保持供水温度在一定的范围内, 当负荷变化时, 改变供水量的系统。变水量系统的水泵能耗随负荷减少而降低, 但需要采用供、回水压差进行台数和流量控制, 采用变频泵调节水泵流量。变水量系统适应于大面积空调全年运行的系统。变水量系统各用户的流量采

用自动控制,负荷侧常采用双通调节进行控制。水泵与冷水机组的连接方式采用水泵与冷水机组一一对应连接。这种方式的优点是控制及运行管理简单,各冷水机组相互干扰少,水量保证性较高。其缺点是实际工程中,由于水泵与冷水机组布置位置的影响,造成管道相对较多,并且尤其要注意水泵与冷水机组之间的管道放空气问题。当只有一台冷水机组和对应的水泵运行时,由于水泵出口止回阀的作用,水不能通过停止运行的冷水机组及水泵而回流到正常运行的水泵中,这也是其较为有利的一点。

3.2 空调水系统的管路计算

3.2.1 管径的确定

水管管径d由式(1)确定:

$$d = \sqrt{\frac{4W}{\pi V}} \quad (1)$$

式(1)中:

W——水流量, m³/s;

V——水流速, m/s。

本设计中的管径是表1根据流量确定管径。

各房间冷冻水流量W可用式(2)确定:

$$W = Q / C \times \Delta T \times \rho \times 1000 \quad (2)$$

式(2)中:

Q——房间冷负荷, W;

C——冷冻水的比热,取C=4.19kJ/kg·°C;

T——进回水温差,进水温度为T₁,回水温度为T₂;

取 T = T₁ - T₂ = 5°C;

ρ——冷冻水的密度,取 ρ = 1.0 × 10³ kg/m³。

3.2.2 水流动阻力的确定

(1) 直线管段的阻力计算如式(3)

$$\Delta h_1 = \lambda L d \rho \frac{v^2}{2} = RL \quad (3)$$

式(3)中:

Δh₁——长度为L(m)的直管段的摩擦阻力, Pa;

λ——水与管内壁间的摩擦阻力系数;

L——直管段的长度, m;

d——管内径, m;

ρ——水的密度, Kg/m³;

R——长度为1m的直管段的摩擦阻力, Pa/m。

(2) 局部阻力

水流动遇弯头、三通及其他配件时,因摩擦及涡流而产生的局部阻力:

$$\Delta h_2 = \frac{\zeta \rho v^2}{2} Pa \quad (4)$$

式(4)中:

ζ——局部阻力系数;

v——流速, m/s;

ρ——水的密度, Kg/m³。

(3) 水管总阻力

$$\Delta h = \Delta h_1 + h_2 Pa \quad (5)$$

3.2.3 管道布置计算

(1) 对于华东地区某一户型的管道布置如图1所示。

(2) 管道管径和阻力计算如表2。

3.3 空调冷凝水系统

3.3.1 冷凝水管道设计

风机盘管机组、整体式空调器、组合式空调机组等运行过程中产生的冷凝水,必须及时予以排走。排放冷凝水管道的的设计,应注意以下事项:

(1) 沿水流方向,水平管道应保持不小于千分之一的坡度;且不允许有积水部位。

(2) 当冷凝水盘位于机组负压区段时,凝水盘的出水口处必须设置水封,水封的高度应比凝水盘处的负压(相当于水柱高度)大50%左右。水封的出口,应与大气相通。

(3) 为了防止冷凝水管道表面产生结露,必须进行防结露验算。

注意:采用聚氯乙烯塑料管时,一般可以不必进行防结露的保温和隔汽处理;采用镀锌钢管时,一般应进行结露验算,通常应设置保温层。

3.3.2 本系统设计

本系统的冷凝水就近排放到每层的卫生间下水道。冷凝水管的公称直径DN(mm),应根据通过冷凝水的流量计

表1 管径选择表

钢管管径 / mm	闭式系统	开式系统
	流量 / (m ³ /h)	流量 / (m ³ /h)
15	0~0.5	—
20	0.5~1.0	—
25	1~2	0~1.3
32	2~42	1.3~2.0

表2 管径计算表

管段	管长 / m	流量 / m ³ /h	管径 / mm	水流速 / m/s	比摩阻 / pa/m	局部阻力系数	管段总阻力 / pa
1—2	3.2	2.93	32	1.012	450	0	1400
2—3	0.7	2.54	32	0.877	280	1.6	197
3—4	0.5	1.16	25	0.655	210	1.6	105
4—5	6.8	0.656	20	0.580	300	1.6	2040
4—8	7	0.294	20	0.462	310	1.6	2170
3—9	8	1.381	25	0.782	400	1.6	3201
9—10	1	0.294	20	0.462	400	1.5	400
9—11	2.3	0.207	20	0.326	150	1.5	345
9—12	3.3	0.881	20	0.779	470	1.5	1551
12—13	3	0.708	20	0.626	350	1.5	1050
13—14	2.3	0.535	20	0.473	210	1.6	483
12—15	2.3	0.155	20	0.244	60	1.5	138
13—16	1.2	0.190	20	0.299	180	1.5	216
总计							13300

算确定。一般情况下可以根据机组的冷负荷 Q (KW)按下列数据近似选定冷凝水管的公称直径:

- $Q < 7\text{kW}$ 时, $DN=20\text{mm}$;
- $Q=7.1 \sim 17.6\text{kW}$ 时, $DN=25\text{mm}$;
- $Q=17.7 \sim 100\text{kW}$ 时, $DN=32\text{mm}$ 。

本设计的冷凝水管均采用聚氯乙烯塑料管,管径为 $DN=20\text{mm}$ 。凝结水管安装时,应按排水方向作不小于0.005的下行坡度,机组的凝结水管排至该晒台地漏处,其管径按到货机组所带的实际管径配管,凝结水出口处应作存水弯,其水封高度不小于80mm。

3.3.3 空调管路系统的保温与防腐

(1)风管和管道喷涂底漆前,应清除表面的灰尘,污垢与锈斑,并保持干燥。

(2)油漆不应在低温或潮湿环境下喷涂。

(3)喷、涂油漆,应使漆膜均匀,不得有堆积,漏涂,皱纹气泡、掺杂及混色等缺陷。

(4)风管、部件及设备经质量检验合格后,方可保温。

(5)风管与设备的保温如用卷、散材料,厚度应均匀,包扎牢固,不得有散材外露的缺陷。

为了减少管道的能量损失,防止冷水管表面结露以及保证进入空调处理机组和风机盘管的供水温度,管道及其附件均应采用保温措施。保温层的经济厚度的确定与很多因素有关。为了防止管道的结露冷损失,并保证末端的设备的供水温度需要对水管加以保温,保温的施工质量直接影响到保温效果、投资费用和使用寿命,因而施工中

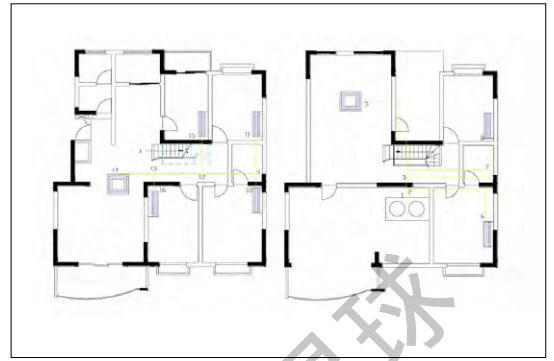


图1 房间管道布置图

应予以重视。

3 结论

本文通过户式中央空调的水系统的设计进行了详细的分析与阐述,对某一户型进行了计算设计,并给予实际施工过程中所需要注意的事项。所设计结果具有性能稳定可靠,运行舒适健康等特点。

参考文献

- [1] 牟湘芸. 我国户式中央空调的发展现状及前景. 科技创新论坛. 2013
- [2] 贾虎成. 户式中央空调水系统运行分析和改进. 中国建设信息. 供热制冷专刊. 2004

《家电科技》杂志征稿启事

《家电科技》创刊于1981年,是行业公认的权威专业媒体。常年来,在行业企业、检测认证机构、大专院校、研究机构的支持下,《家电科技》杂志紧跟行业技术发展趋势,促进行业创新能力不断前进。为了在新形势下更好地实现家电产业转结构、促升级的目标,引导行业的技术创新和科技进步的发展方向,同时展示行业企业在技术领域的研究成果,促进知识产权保护 and 转化,现向业界征集技术类稿件,具体征集内容如下:

一、征集栏目及基本要求:

1、“技术”栏目征稿范围

围绕节能、环保、安全、智能、新材料等主题词展开;涉及家电整机和配套零部件的新创意、新产品、新技术、新材料、新工艺、新设备等领域;包括:产品研发心得/产品设计总结/新技术介绍及应用/新型环保材料介绍及应用/新元件、器件介绍及应用/新工艺介绍/铜材料应用/绿色设计和制造/产品及制造过程节能整改方案/废旧电子电器回收处理/产品噪声抑制及消声室整改/生产工艺和流程整改/产品技术革新或技术路线探讨。

2、“标准”栏目征稿范围

围绕热点标准的主题:标准制修订背景和过程/标准内容解读/配套标准内容介绍/新旧标准差异解读/标准存在错误与缺陷的分析、修改建议/认证与换版规则解读和流程介绍/产品常见不符合标准实例分析/认证与换版常见问题分析/标准涉及的检测设备工装的

研究和应用/重点项目的检测过程和操作经验与技巧/检测结果的分析和判定/存疑案例分析分析和争论。

3、“创新”栏目征稿范围

(1)“科技前沿”版块:以新采用或将采用的家电领域新技术、新材料、新工艺、新元件介绍为主,内容组成:基本介绍、基本原理、实际案例、应用效果和前景分析。文字量1200-1500字,并提供配图一张。

(2)“知识产权”版块:已获得国内外相应专利审查机构的批准授权的发明专利和实用新型专利介绍,正处于申请期的专利恕不接纳。专利信息除专利名称、专利号、专利人等必要元素外,内容请以摘要为主,文字量不超过500字。

二、稿件格式要求:

- (1)技术、标准稿件字数5000字以内,可附带图片(应清晰,勿压缩);
- (2)技术、标准稿件的标题、作者单位和姓名、摘要、关键词需同时提供中英文。
- (3)《家电科技》正常排期发稿不收任何费用,出刊后并支付作者稿费。

投稿邮箱:bjb@cheeri.com