

多联机空调系统设计分析

张双德¹, 赵 卿²

(1. 兰州工业学院, 甘肃 兰州 730050; 2. 甘肃土木工程科学研究院, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 对多联机系统的发展、应用现状、工作原理等进行了介绍。重点针对多联机系统的几个设计要点, 即负荷计算、系统划分、设备选型及新风供应做了一些探讨, 望为多联机系统的设计与应用提供一些参考。

关键词: 供热; 供燃气; 通风及空调工程; 多联机; 空调系统; 设计; 分析

中图分类号: TU995

多联机空调系统最早由日本“大金(DAIKIN)”公司于20世纪60年代开始研发^[1], 并在80年代成功推出。我国在20世纪90年代初期引进该系统, 当时只是在一些小型工程中应用^[2-3]。随着我国城镇化建设的高速发展, 建筑物低碳、节能及环保的要求日益严格, 多联机空调系统已成为目前民用建筑中最为活跃的中央空调系统形式之一。作为一种相对独立的空调系统, 此系统广泛应用于办公、公寓住宅、商场、酒店、医院、学校、工厂车间、机房、实验室等各种新建和改扩建民用和工业用建筑中。2005年以来, 应用数量每年以25%的比例增长, 逐渐取代了风管式与水管式户式中央空调系统, 并向中型、大型公共类建筑集中式空调系统延伸和发展, 目前在我国的产值已接近传统意义上的中央空调设备的产值。据不完全统计, 2012年国内多联机空调设备销售额约为185亿元, 其工程建设费用约为487亿左右, 占空调行业的份额较大^[4]。但是, 多联空调系统在设计中还存在相当多的问题, 为此, 本文对几个设计要点做了分析。

1 多联机空调系统的工作原理及分类

1.1 多联机的定义

多联机空调系统是由一台(组)空气(水)源制冷或热泵机组配置多台室内机, 通过改变制冷剂流量适应各房间负荷变化的直接膨胀式空气调节系统^[5]。以下简称为多联机系统, 它可以向一个或数个区域直接提供处理后的空气。

1.2 工作原理及分类

多联机系统的组成基本同普通蒸气压缩式制冷, 也主要由压缩机、冷凝器、节流机构、蒸发器及冷媒管路等组合而成。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工况的状态参数, 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, 使空调系统稳定工作在最佳状态, 以达到节能的目的。

根据多联机系统所采用的压缩机形式不同, 主要分为两大类:

1) 直流变频技术多联机(以大金为代表的日系), 也就是单管路一拖多空调热泵系统的室外主机调节输出能力方式: (1) 通过改变投入工作的压缩机的数量来调节主机的容量, 进行主机容量的粗调节; (2) 通过变频装置改变变频压缩机输入频率来改变压缩机的转速, 进行主机容量的细调节。通过粗细配合, 可以使室外主机输出能力连续线性调节。

2) 数码涡旋技术多联机(以美的为代表的谷轮系), 该技术具有一独特的性能称为“轴向柔性”。这一性能使固定的涡旋盘沿轴向可以有很少的移动, 确保用最佳力使固定涡旋盘和动涡旋盘始终共同加载。在各操作条件下将这两个涡旋盘集合在一起的这一最佳力确保了数码涡旋技术的高效率^[6]。

2 多联机系统的设计

2.1 设计适用范围

根据GB50736-2012《全国民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》条文说明中的第7.3.11条, 由于多联机空调系统的制冷剂直接进入空调区, 当用于有振动、油污蒸汽、产生电磁波或高频波设备的场所时, 易引起制冷剂泄漏、设备损坏、控制器失灵等事故, 故这些场所不宜采用该系统。根据JGJ174-2010《多联机空调系统工程技术规程》第

3.1.2 条,当采用空气源多联机系统供热时,冬季运行性能系数低于 1.8 时不宜采用该系统。

2.2 设计要点分析

在进行多联机系统设计时,一般从它的几个组成部分即室内机、室外机以及冷媒配管着手。其大体步骤可分为:负荷计算、系统划分、设备选型、新风设计等。

2.2.1 负荷计算

《全国民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736-2012)第 7.2.1 条要求:除方案设计或初步设计阶段可使用热、冷负荷指标进行必要的估算外,在施工图设计阶段,应对空气调节区的冬季热负荷和夏季逐时冷负荷进行计算。具体可以参照以下步骤:

- 1) 确定空调室外计算温度;
- 2) 确定室内空调计算温度;
- 3) 确定围护结构的传热系数;
- 4) 确定窗户的内外遮阳情况和构造情况;
- 5) 确定照明、设备、人员、新风量等数值;
- 6) 确定冷风渗透量;
- 7) 计算围护结构面积;
- 8) 用冷负荷系数法计算冷负荷和稳态传热计算

热负荷,也可以用专用负荷计算软件计算。

负荷计算时除计算每一个空调房间的冷负荷之外还要计算每一个空调系统(一套室外机)的总冷负荷。一个空调系统的总冷负荷应采用各空调房间逐时冷负荷的综合最大值,同时注意使空调系统与室外机组相对应。计算冷负荷时要根据建筑的功能、用途和实际情况准确的选择人员密度和新风指标,有条件时宜采用实测数值。

由于多联机室内机的启、停可以随意控制,因此存在一个房间在使用空调,而旁边的房间都没有使用空调的情况。在酒店包厢、宾馆客房和住宅等建筑中这种现象尤其明显,所以建议在计算维护结构传热引起的冷负荷时,根据实际情况增算内墙传热以及楼板传热引起的冷负荷^[7]。

2.2.2 系统划分

多联机系统设计时,系统划分是否合理对系统的节能性、运行稳定性和管理方便性都会产生很大影响。可以根据以下基本原则进行系统划分^[8]:

1) 有利于空气处理和系统控制一致性的原则。例如:将室内参数及热湿比相同或相近区域划为一个系统,这样空气处理和系统控制一致性容易实现。

2) 有利于安装施工和运行管理的原则。例如:根据室外机摆放及管道井位置,将房间朝向、层次和位置相同或相近的房间宜划为一个系统,这样管道安装布置方便,也便于日后运行管理。

3) 有利于降低峰值负荷,提高设备利用率的原则。例如:有意将室内参数或热湿比不同、朝向不同和功能不同的房间用分区处理的办法将它们划为一个系统,这样有利于负荷均布提高设备利用率。

4) 有益于室外机分层布置,减少初期投资的原则。例如:多联机系统一个很大的优势就是实行室外机分层布置,降低了对机房的要求,大大降低了初期投资。分层摆放设计完成后,需进行气流解析验证气流是否短路,确保分层安放的空调效果。

2.2.3 设备选型

多联机空调系统的设备选型需要经过试算与校核过程,其具体步骤如下:

1) 根据建筑物各区域或房间计算负荷初步确定满足要求的室内机额定制冷量;并按气流组织要求,选择合理的室内机组型式。

2) 根据计算得到的同一多联机系统所承担的各区域或房间的冷(热)负荷初步确定室外机组的额定制冷量。

3) 按照设计工况对室外机的制冷能力进行温度、配置率、配管长度和安装高度差及融霜等因素用公式(1)进行修正,由此确定需选用的室外机组的额定制冷量和额定制热量。

$$Q=Q_R \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \delta \quad (1)$$

式中:Q——室外机组的实际制冷(热)量,(kW);

Q_R ——室外机组的名义制冷(热)量,瓦(kW);

α ——室内、外设计温度和室内、外机组配置率修正系数,采用产品制造商的推荐值;

β ——室内、外机组之间的连接管等效长度和安装高差综合修正系数,采用产品制造商的推荐值;

δ ——制热时的融霜修正系数,采用产品制造商的推荐值;

4) 利用室外机修正结果对室内机实际制冷能力采用公式(2)进行校核计算。

室内机实际能力=修正后的室外机能力 (室内机额定容量/同时运行的室内机容量) (2)

5) 如果由式(2)计算的结果小于房间的计算负荷,则重复上述(2)~(4)步重新选择室外机容量。

若冬季采用多联机热泵系统进行制热,还需要对其制热工况进行校核计算(步骤同上)。

2.2.4 新风设计

空调系统中,新风量对室内空气品质的影响很大。设计人员进行多联机系统设计时,一定要解决好新风供给问题,不要出现有新风量控制指标而没有新风供给措施的情况。现阶段多联机空调系统已经采用的和可以采用的多联机系统新风供应方式主要有以下几种:

1) 无组织新风。对于不设有组织新风系统,仅靠门窗缝隙渗透,甚至开窗引入新风的做法,不是严格意义上的新风供应方式,但由于实际工程采用这种做法较多,有必要予以分析。由于建筑物的风压、热压作用,不同朝向、不同楼层的房间其渗入室内的空气量是不同的,有些房间甚至打开外窗都不能有效引进新风。所引入的新风无论是其品质(主要是洁净度)还是针对每人所必须的新风量都无法保证,直接从室外引入未经处理的新风,增大了室内空调负荷,对于一般按夏季负荷选择的室内机型号,冬季严寒季节可能造成供暖量不足。另外,夏季新风的含湿量较高,室内机除湿量增大,室内相对湿度无法保证。

2) 采用专用新风处理装置。有些多联机厂商提供了一种专门用来处理新风的室内机,它仍然采用冷媒直接膨胀式制冷(制热),具有一定的机外余压(200Pa 左右),可以根据室外空气温度或室内外温差,通过设在冷媒供液管路上的电子膨胀阀自动控制供液量,通过变频控制使新风处理到设定的送风参数。在新风处理中需注意,不能将专用新风室内机与普通室内机连接在一个系统中,也不能将普通室内机作为新风机组使用。普通室内机处理室内空气,而新风室内机处理室外空气,二者处理的空气状态相差甚远,对设备的要求也不一样。夏季由于新风温度高,冷媒盘管内膨胀压力也高,压缩机功率消耗大,如果把新风室内机与普通室内机共同连接到一台室外机,压缩机有可能因超载而烧毁。

3) 室内机自吸新风方式。通过选用室内机专用换新风组件,将新风引入机组,采用室内机自吸的方式送入室内。新风一般直接取自室外,不经过温湿度

处理(有时经过简单的过滤),新风负荷由室内机承担,室内机除湿负荷增大,在高湿度地区室内湿度较难控制,影响空调效果。此种新风供应方式仅限于天花板卡式嵌入型、天花板嵌入风管内藏型的室内机。

4) 采用新风换气机。新风换气机是一种自带新、排风机的空气热回收装置,按空气热交换器的种类可分为板式、转轮式、热管式等几种,按回收热量的性质分为显热回收器与全热回收器。在采用多联机系统的场合中,大都采用了板式热交换器,在供给新风的同时置换出等量的室内污浊空气,同时回收排风中能量,为新风预冷或预热,大大降低新风负荷,非常节能,但需要注意新风口和排风口的布置一定要合理,尽量防止新风和排风交叉污染的问题。

3 结束语

近年来,多联机系统因其节能、舒适、智能化、占用空间小、设计灵活和外形美观等优点,受到广大设计人员的青睐。在设计过程中,当经过技术经济比较确定采用多联机系统时,应对空调系统合理划分区并选择合适的新风供应方式。根据建筑具体情况合理选型和布置内外机,以保证建筑空调区域或房间的舒适性要求。

参考文献:

- [1] 马铭野,张睿,律宝莹,等. 多联机空调系统施工若干注意事项[J]. 山西建筑,2013, (33):114-115.
- [2] 沈雨龙. 浅谈暖通工程的多联机空调系统[J]. 中国科技信息,2008, (1):114-115.
- [3] 刘光磊,明月. 多联机空调技术及其设计探讨[J]. 制冷,2011, (9):70-75.
- [4] 徐伟,曹阳,徐宏庆. 《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174-2010[J]. 建设科技,2014, (Z1):54-55.
- [5] JGJ174-2010, 多联机空调系统工程技术规程 [S].
- [6] 向宏. 多联机空调系统的设计与应用[J]. 建筑节能,2011, 39 (7):19-21.
- [7] 黄亚波,马顺,罗勇. 变制冷剂流量多联机分体式空调调节系统设计浅议[J]. 安徽建筑,2009, 16 (2):143-144.
- [8] 李克辛. VRV 多联机空调系统工程设计要点探讨[J]. 商品与质量,2012, (6):174-175.