

# 空气源热泵空调系统在工程应中的设计探讨

倪鹏

贵州省建筑设计研究院有限责任公司

**摘要:**随着人们对建筑内热舒适性的要求提高,新建建筑和改造建筑都对暖通空调的设计和使用效果提出了更高的要求。在多种空调冷热源形式中,空气源热泵是一种很常见的空调冷热源,特别是在中小型工程中占有很高的比例。但是空气源热泵空调系统在低温高湿的情况下,其制热效果存在难以满足供热需求的情况。为了有效解决空气源热泵空调系统在低温高湿度天气制热能力不足的问题,本文将从设计的角度进行浅析和探讨,以供参考。

**关键词:**空调冷热源;空气源热泵;设计;探讨

**【DOI】**10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.219

## 前言

当前,人们对人居环境的舒适性要求逐年提高,与此同时也推动了暖通空调设备行业的快速发展,各种空调冷热源形式不断涌现。在这样的发展背景下,人们对暖通空调设备的使用效果越来越重视。其中空气源热泵空调系统有其独特的优点和局限,要更好地实现其使用效果,不仅需要设备厂商提高设备质量,也需要设计者从设计的角度进行精确计算和设计优化。

## 一、空气源热泵空调系统的工作原理及适用范围

空气源热泵可用于夏季制冷和冬季制热,具有一套设备两用的特点。其工作原理是利用制冷剂的逆卡诺循环过程,根据制冷剂热工状态变化特点,让制冷剂在低温环境蒸发吸热再到高温环境冷凝放热。机组以少量的电能为动力,利用制冷剂为载体,源源不断地从低温空气中吸收热量,再将热量排放到高温空气中<sup>[1]</sup>。冬季工况时,室外空气就是低温环境,空气源热泵从室外低温空气中吸收热量后传递给空调热水系统,经空调热水系统输送到室内高温环境中排放,从而实现制热。夏季工况时,室内空气就是低温环境,空调冷冻水系统在室内吸收热量后输送到空气源热泵蒸发吸热端,再经空气源热泵高温高压端冷凝放热到室外空气中,从而实现制冷。冬夏季低温吸热端和高温放热端之间的转换靠热泵机组内的四通阀自动控制实现。保障空气源热泵机组连续稳定工作的主要部件有节流阀、蒸发器、压缩机和冷凝器,其中压缩机是最核心的部件,直接关系到空气源热泵的工作性能。

空气源热泵机组从低温端吸热再到高温端放热,根据工程热力学和传热学基本原理,当低温环境温度过低或高温环境温度过高时,机组的工作效率将会大大降低甚至无法工作,这就决定了空气源热泵的适用范围。由于空气源热泵机组蒸发器内蒸发压力和压缩机压缩比的限制,当冬季室外空气温度低于-10℃或夏季室外空气温度高于45℃时,空气源热泵机组可能无法正常工作;当冬季室外空气温度低于-5℃或夏季室外空气温度高于40℃时,空气源热泵机组的工作效率将会有较大的衰减。常规空气源热泵机组的适用范围是冬夏季室外空调计算干球温度介于-5℃至40℃之间的地区。

## 二、空气源热泵空调系统的设计要点

以空气源热泵为冷热源的空调系统,在设计中不能简单地根据空调冷热负荷和设备样本选型。常规空气源热泵机组的标准制热量工况是:室外空气干球温度7℃,室外空气湿球温度6℃,室内空气干球温度20℃,室内空气湿球温度15℃;标准制冷量工况是:室外空气干球温度35℃,室内空气干球温度27℃,室内空气湿球温度19℃。在实际工程中,大多数建筑的实际工况与上述数据不一致,这就需要设计师在设计中根据实际工况做相应修正计算。冬季制热工况主要有室外温差修正、

除霜修正和末端空调设备温差修正,夏季制冷工况主要有室外空气温差修正。

以贵阳地区为例,贵阳冬季空调室外计算干球温度为-2.5℃,最冷月平均相对湿度80%,夏季空调室外计算干球温度30.1℃。当采用空气源热泵机组为空调冷热源时,需要做以下几项修正方可保证设计工况:第一,查阅相关设备样本在-2.5℃时的制热温差修正系数。第二,贵阳冬季极端寒冷天气时室外空气相对湿度超过90%,空气源热泵室外机容易结霜,需要进行除霜修正;一般每小时除霜一次修正系数取0.9,每小时除霜两次时修正系数取0.8<sup>[2]</sup>,贵阳地区除霜修正系数取0.8。第三,空气源热泵空调系统的热水供回水温度一般为45℃/40℃,而空调末端风机盘管、新风机、组合式空调机组等设备标准制热量是按供回水温度60℃/50℃测定的,实际设计中需要对末端设备的制热量进行温差修正,建议修正系数约为0.7。其中前两项为热源端修正,第三项为末端设备修正。夏季制冷时,因贵阳夏季空调室外计算干球温度小于35℃,可不考虑温差修正,仅考虑少量冷损失即可。

设计中,当对建筑冷热负荷进行修正计算后冷热负荷相差不大时,可按负荷较大的数据选型;当建筑冷热负荷相差很大时,可按小的负荷进行修正计算后选型,同时采用其他形式的冷热源对大的负荷数据进行补充。

## 三、空气源热泵空调系统的优越性与局限性

与冷水机组加锅炉系统相比,空气源热泵系统有其独特的优点。第一,空气源热泵系统的空调冷冻水和热水共用一套设备,空调冷冻水和热水供回水循环水量相近,仅需一套循环水泵;冷水机组加锅炉系统需要设置冷却水、冷冻水、热水三套循环系统和循环水泵,空气源热泵系统可减少循环水泵数量和系统管道长度。第二,空气源热泵系统采用风冷模式,设备集成化程度高,不需要另外设置冷却设备,而冷水机组系统需要另设置开式冷却塔,为防止冷水机组冷凝器结垢,还需要设置胶球清洗装置、自动加药装置等冷却水系统附加设备。第三,空气源热泵系统可以利用建筑物屋面布置设备,不需要设置专门的冷热水机房,不占用建筑室内空间,可提高室内空间的有效使用率,特别对使用面积紧张的建筑更有意义。

但当建筑体量很大或室外气象参数比较极端时,空气源热泵系统又有其局限性。建筑体量很大时,空气源热泵机组需要占用很大的室外场地,而且其制冷或制热效率低于冷水机组加锅炉系统,这就限制了它的使用合理性。当室外气象参数比较极端时,空气源热泵机组的效率将会有很大衰减,且能耗会增加,其使用合理性也会受到限制。

居于以上所述对空气源热泵空调系统的优越性与局限性分析,可知其主要适用于夏热冬冷地区、温和地区、夏热冬暖地区的中小型建筑。

## 总结

综上所述,空气源热泵空调系统有其优越性和局限性,在设计中应充分理解其特点,同时在设计中应考虑各项修正因素,这样才能做到设计合理,使用可靠。

## 参考文献

- [1] 孟喆. 浅谈空气源热泵[J]. 中国高新技术企业, 2016年第13期.
- [2] 《全国勘察设计注册公用设备工程师暖通空调专业考试复习教材》(第三版), 中国建筑工业出版社, 2016.