

西北高速服务区空气源热泵供暖设计方案浅谈

沈 奇

宁夏公路勘察设计院有限责任公司 宁夏 银川 750001

摘 要：从我国高速公路规划布局情况来看，高速公路业正处在产业的扩张期，高速服务区建筑设施成为交通基础的重要组成部分。而我国西北地区，冬季时长在 4-7 个月之间，平均气温低于零下 10 度，供暖是刚需，大部分高速服务区远离市政集中供暖，空气源热泵系统作为多源互补供热系统热源，而被选取。在设计其设备容量的选型及运行参数的合理设定，直接决定其系统的经济可行性。

关键词：西北寒冷地区空气源热泵的选取；热泵机组供暖遇到的问题和解决办法；供暖末端系统的优化选取

一、高速服务区热源设计选取依据

西北冬季采用燃煤锅炉的大量使用，给大气环境造成了极大的污染。大气污染控制和节能已是国民经济发展的一个重大问题。依据《中华人民共和国大气污染防治法》第三十八条第二款：在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的，应当在城市人民政府规定的期限内改用天然气、页岩气、液化石油气、电或者其他清洁能源。西北大部分高速服务区远离城市，天然气、页岩气、液化石油气、油气等清洁能源无法正常投入使用。空气源热泵功能是把热从地位势能（低温端）抽升到高位势能（高温端）排放。具有冷热兼供，高效节能、不污染环境，真正做到“一机两用”（夏季降温，冬季供暖）。空气源热泵系统简单占用空间小，投资较低，灵活性大，易于安装，节能环保，不受地域和时间的限制，近些年技术发展速度迅猛，应用发展势头强劲，在西北地区有比较广阔的应用发展空间^[1]。

二、西北寒冷地区空气源热泵设计应用过程中常遇到的问题

西北地区冬季气温较低，如：银川地区；根据《民用建筑热工设计规范》GB50176 第 4 款，银川地区热工设计划分为：寒冷地区，其室外采暖计算温度为： -13.2 ，在选用空气源热泵时，其结霜现象不是很严重，结霜不是西北地区冬季的最大障碍；其相对存在着以下几个问题：寒冷地区需要热量较大的时候，空气源热泵的制热量不足的问题，主要表现在机组的制冷制热性能随室外气候变化明显，制冷量随室外气温升高而降低，制热量随室外气温降低而降低；寒冷地区应用其机组性能可靠性较差；温度过低情况下，机组的热效比（EER）会急速下降，当室外温度处于 $-5\sim 5$ 范围时，蒸发器常会发生结霜，需频繁地进行容霜，同时供热能力下降。机组常年暴露在室外，运行环境差，使用寿命短^[2]。

三、空气源热泵在寒冷地区设计方案的几种解决办法 针对西北寒冷地区空气源热泵设计应用所遇到的四个

问题，是寒冷地区空气源热泵机组所遇到的常见问题，为了解决其问题，如何改善空气源热泵低温稳定运行的特性，在设计实践中，可通过以下的几个技术措施方法，提高机组低温运行的解决办法：（1）、设计时，可设计辅助电加热装置。其装置是提高空气源热泵在低温环境下供热能力的有效而简单的办法，通常设计时有两种方法可做参考：一是辅助的电加热器直接加热水或空气，确保在低温工况下向室内供热提供足够的热量，这种方法能够方便根据室内热负荷调节的热量的大小；唯一不足之处是耗能不经济，其性能指数会随着辅助加热量的增加而减小。二是用辅助电加热器加热热泵工质，保证在低温工况下，提升热泵机组的工作制热能力。（2）、加大室外换热器的面积。增大室外换热器的面积可以提高空气源热泵的蒸发温度。蒸发温度的升高，压缩机的吸气比容积变小，热泵工质的流量变大，系统工质的流量变大，系统热泵的供热能力也随之变大，虽增加供热量有限，但可改善机组的运行状态，提高制热能效比（EER）。（3）、增大压缩机的容量。在室外气温比较低时，增大压缩机容量可使机组制热能效比有所降低，但机组制热量有所提升，能够作为补偿在低温环境下机组制热量不足的有效方法。设计在增大压缩机的方法有三种：多机并联；变频技术；变速电机。（4）、提高空气品位改善空气源热泵低温运行特性。在设计和运行中，我们常会用一些技术措施提高空气温度。例如：空气源热泵机组布置在建筑物屋顶，建筑物的热损失是通过建筑物围护结构散失到室外，在建筑物外表面沿墙体形成一股上升的热气流，此热气流的温度相对远离建筑物处的气流要高，所以，空气源热泵机组宜布置在屋顶或布置在朝南的地面上。建筑物的排风口宜布置在空气源热泵机组的吸气处，有利于提高其蒸发温度，改善空气源热泵的低温运行特性。（5）、加大室外换热器的风量，当环境温度较低时，风机高速运转，以增大蒸发器的容量，从而提升系统的蒸发温度，加大系统工质质量循环流量，以改善系统的制热量。（6）、适合于低温工况下使用的热泵工质，所谓适合于低温工况下使用的热泵工质，一般具有高临界温

度、低压缩比和高蒸发温度的工质,同时不易燃烧、无毒、对环境无污染。例如:西北地区设计应用常见的两种工质:R134a和R407C。(7)、喷液旁通循环,其作用有二,一是在低温工况下运行的热泵,由于最低的蒸发温度、最高的冷凝温度和最大的过热温度而引起排气温度过高,旁通部分液体来冷却吸气温度,从而达到排气降温的目的;二是在低压工况下运行的热泵,压力过低时采用旁通部分液体来补偿低压,以保证热泵系统正常运行。(8)、采用分体结构形式。例如:将机组采用分体结构形式,仅将室外肋片管换热器作机组室外单元,放置在室外,而其余部件组成机组的室内单元部分,并安装在供暖房间的机房内,可减少压缩机的热损失和电加热器的反复开启,从而解决机组部分室外出现的各种问题。以上是我通过多年设计应用,总结出的空气源热泵在西北寒冷地区低温运行特性的一些技术措施,仅供设计参考^[3]。

四、空气源热泵末端系统供暖设计选取

风机盘管和热水地面辐射供暖是空气源热泵末端常用供暖装置。在风机盘管设计中,需要注意供冷量、供热量、额定风量。设计过程中应对其进行正确合理的选型,使功能房间冷、热负荷与风机盘管中风量的供冷、供热量相匹配。冷热负荷选型后,应根据风量进行校核,主要按房间品质要求校核换气次数。送风温度差越小,换气次数越多,则空气品质越好,舒适性越高。房间的净面积、吊顶后层高等和气体循环次数三者的乘积,就是房间的循环风量,其风量与风机盘管的高风量相匹配即可。当房间面积较大时,可以考虑多个风机盘管。在型号的确定中,需要考虑风机盘管的安装方式、送回风方式及供水管的连接位置等综合因素。近年来辐射供暖供冷技术发展很快,低温热水地板辐射供暖是寒冷地区主要供暖方式之一。其供、回水温度由计算确定,供水温度不应大于60℃,供回水温差不宜大于10℃且不宜小于5℃,空气源热泵热水机组可供35~40℃热水,按节能工况运行,从而更好地发挥了机组的节能优势,空气源热泵热水机组匹配地面辐射供暖是十分理想的组合。在低温热水地板辐射供暖的设计中,辐射地面传热量的计算应遵守《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012中第3.4.1条执行。在设计的过程中,当房间的供热负荷较大时,应降低单位地板面积的散热量,其中可调节地暖盘管的管间距,从而满足室内的热负荷要求。水阻力不超限的情况下,水流速度越快管道内越不容易积气,便于减小传热热阻从而增加散热量。一般管道内水流速度不得小于0.25米每秒,一般设计流速应为0.25~0.5米每秒为宜,分集水器内的水流速一般不宜超过

0.8米每秒,流速过小会影响散热量,流速过大则会增加水泵的负担,且水流噪声会比较明显。为使加热盘管的水侧阻力减少,提高供暖效果的角度考虑,埋地加热管宜选择外径为20的盘管,从施工安装方便的角度考虑,可根据工程的实际情况选择合适的方案。根据西北寒冷地区热工特性和保证温度均匀的原则进行布管,间距不宜大于300mm,盘管的供水管段宜优先布置在外围护结构侧^[4]。

五、空气源热泵系统供暖案例分享

项目名称:太阳山服务区(G85银昆高速);地理位置:宁夏吴忠市;项目概况:该项目总建筑面积为:2730.64平米,服务区综合楼及其附属用房供暖面积为:2411.9平米,该服务区远离城镇,无天然气和市政热源接入,冬季供暖方式为地面敷设供暖,供暖系统温度为:供水水温50℃/回水水温40℃;热源采用:RSJ-820/SN1-H空气源热泵热水机组(3台),额定制热量:246KW,COP:4.03W/W,电源规格:380V 3N-50HZ,最大输入功率为:25KW,机组出水温度设置为:50℃(供)/40℃(回),机组净重:576KG。机组安装注意事项:机组安装需保证足够的通风量,安装在服务区附属用房南向地面上,机组安装在不同的地区,基础高度应满足:基础高度500mm;机组配套循环水泵等设备安装在附属用房泵房内。水侧换热器接口与现场管道之间应采用柔性接头,以减少对建筑物的振动传播。

结语

空气源热泵冷水机组在我国西北地区的利用越来越多,机组的效率和可靠性越来越好,能够为设计选型提供了大量参考机型,希望我们国产的空气源热泵机组越做越好,为我们伟大国家的工业品牌添砖加瓦。

参考文献:

- [1] 陆耀庆;《实用供热空调设计手册》(第二版),[M].中国建筑工业出版社,2008。
- [2] 关文吉《供暖通风空调设计手册》,中国建材工业出版社,2016.1。
- [3] 王伟,倪龙,马最亮《空气源热泵技术与应用》,中国建筑工业出版社,2017.1。
- [4] 刘孝敏《空气源热泵机组在寒冷地区建筑采暖中的应用》,来源期刊:自然科学(文摘版)2016年第05期。

作者简介:

沈奇、男、汉族、1982.1.13、籍贯:宁夏、学历:本科、职称:工程师、毕业院校:华北水利水电学院、研究方向:暖通工程、邮箱:48632720@qq.com