

星级酒店闭式空气源热泵热水系统探讨

刘瑶瑶

铂诺客工程咨询(北京)有限公司 北京 102600

摘要:社会的经济进步带来了越来越多的能源问题,社会对节能提出了更高要求。同时酒店项目中热水能耗占比较大,运行费用也比较高,空气源热泵系统节能效果较明显,也越来越多的应用在星级酒店项目中,本文通过星级酒店闭式空气源热泵系统的案例介绍,引发一些思考,供阅读者参考。

关键词:热水系统;酒店;空气源热泵

Discussion on closed air source heat pump hot water system in star hotels

LiuYaoyao

PNK engineering consulting (Beijing) Co., Ltd. 102600, Beijing

Abstract: Social and economic progress has brought more and more energy problems, and society has put forward higher requirements for energy conservation. At the same time, the hot water energy consumption accounts for a large proportion in hotel projects, the operation cost is also relatively high, the energy-saving effect of air source heat pump system is obvious, and it is more and more applied in starred hotel projects. This paper introduces the case of closed air source heat pump system in starred hotel, which leads to some thoughts for readers.

Key words: Hot water system; hotel; Air source heat pump;

1 基础信息:

本工程位于湖南省XX市,地下一层,地上22F;

B1~4F为酒店机房区、员工餐厅、宴会厅、健身区、泳池区等功能区,称为酒店裙房区,为一个热水分区;供水温度60℃;

5~20F为客房区,共372间客房。客房层根据末端压力要求及建筑层高等条件确定分两个热水分区;分别为客房2区和客房1区;客房区供水温度55℃;

21~22F为中餐厅,独立为一个热水分区,以下称为中餐区;供水温度60℃;

泳池区为一个独立分区,泳池区供水温度28℃。

以上温度是该星级酒店的特定要求,温度范围也满足《建筑给水排水设计标准》^[1]及全国民用建筑工程设计技术措施2009版-给水排水^[2]的要求。

热水计算:热水计算温度:60℃,冷水计算温度:7℃。客房区最高日用水量(60℃):42.2m³/d;裙房区最高日用水量(60℃):73.2m³/d;中餐区最高日用水量(60℃):15.2m³/d。客房区最大小时耗热量为388Kw,裙房区最大小时耗热量为631.6Kw,中餐区最大小时耗热量为128.7Kw。

2 设备选型计算:

根据规范^[1],空气源热泵的设计小时供热量计算公式:

$$Q_g = m \times q_r \times C \times (t_r - t_l) \times \rho_r \times C_r / T$$

以上公式可理解为,空气源热泵的小时供热量应满足在T个小时内,将最高日热水制备出来。客房区可直接套用公式得出数值,但裙房区功能较多,每个功能区的人数和用水定额均不相同,所以式中m×q_r可以理解为各功能区的总和值,故裙房区取值为最高日生活用热水量,空气源热泵的设计小时供热量计算如下:

$$\begin{aligned} \text{裙房 } Q_g &= 73200 \times 4.187 \times (60-7) \times 0.983 \times 1.15/10 \\ &= 1836290 \text{ kJ/h} = 510 \text{ Kw} \\ \text{客房 } Q_g &= 42200 \times 4.187 \times (60-7) \times 0.983 \times 1.15/10 = 1058625 \text{ kJ/h} = 294 \text{ Kw} \\ \text{中餐区 } Q_g &= 15200 \times 4.187 \times (60-7) \times 0.983 \times 1.15/10 = 381306 \text{ kJ/h} = 106 \text{ Kw} \end{aligned}$$

根据规范^[1],承压储热水罐储水容积计算公式:V=k₁×(Q_h-Q_g)×T₁/((t_r-t_l)×C×ρ_r),各分区储热水罐容积计算如下:

$$\begin{aligned} \text{裙房区: } V &= 1.5 \times (631.6 - 510) \times 3600 \times 4 / ((55-7) \times 4.187 \times 0.986) = 13.5 \text{ T} \\ \text{客房区: } V &= 1.5 \times (388.0 - 294) \times 3600 \times 4 / ((55-7) \times 4.187 \times 0.986) = 10.5 \text{ T} \\ \text{中餐区: } V &= 1.5 \times (128.7 - 106) \times 3600 \times 4 / ((55-7) \times 4.187 \times 0.986) = 2.5 \text{ T} \end{aligned}$$

酒店泳池的运行工况有两种,一种为泳池初次营业或定期排水检修后的初次加热的能耗,一般要求48h内加热完成,初次加热时能耗较高,该运行工况较少。另一种运行工况为平时的泳池维温,平时维温的能耗相对较低,是泳池的常态运行工况。经计算,一般室内泳池的初次加热能耗为维温能耗的2.5~3倍。如需满足初次加热的能耗要求,需选用空气源热泵的台数就较多,但平时应用的台数又较少,即初投资较高,投资回收期很长,故泳池部分采用锅炉供应初次加热热媒,泳池维温考虑采用空气源热泵或锅炉。

3 系统设计:

星级酒店对于供水温度、水压的供水稳定性要求较高,酒店设计标准要求冷热水采用同源设计,空气源热泵系统只能选用闭式系统^[3],储热水箱采用承压的水罐。目前市面上空气源热泵有两种形式,一种为循环式空气源热泵,每次热水循环温度可升高5℃,另一种为直热式空气源热泵,出水模式为一次出水温度45℃,再经循环达到55℃出水。

如采用空气源热泵及储热水罐并联的系统形式,即冷水7℃补水入水罐,空气源热泵从储热水罐低位吸水,经空气源循环后,加热到12℃补水入储热水罐高位,与水罐中水混合后,不能保证可以稳定55℃供水。即使采用直热式主机,加热到45℃补水入储热水罐,仍不能保证55℃稳定供水。

如上所述,笔者对闭式系统进行了优化。采用储热水罐串联后供水,保证最后一级水罐进水温度为45℃,进而保证最后一级储热水罐50~55℃稳定供水。但储热水罐的容积并不是上述计算结果的简单拆分,应根据储热及供热的平衡关系匹配计算。

目前市面上空气源热泵的承压大多数为1.0MPa,对于闭式系统,应注意空气源主机进水压力不应超过承压值。即需校核生活给水泵扬程不应超过空气源热泵承压。

湖南地区最冷月平均气温为5℃,根据规范要求,最冷月平均气温小于10℃且不小于0℃的低区,空气源热泵热水供应系统宜采取设置辅助热源,或采用延长空气源热泵的工作时间等满足使用要求的措施,本项目采用设置辅助热源的形式,空气源热泵供热量按满足春分、秋分所在月平均气温及冷水供水温度条件下供应热量。

以一个客房为例:储热水罐采用三级串联;一级储热水罐出水设定为31.5℃,二级储热水罐出水设定为45℃,三级储热水罐出水设定为55℃。客房区最大小时用水量为5.7 m³/h(60℃),折合成55℃热水为6.3 m³/h。冷水计算温度取7℃。

一级出水的耗热量为热水从7℃升温至32.5℃的耗热量, $Q_h=197.5\text{KW}$, $V=1.5 \times (197.5-180) \times 3600 \times 4 / ((31.5-7) \times 4.187 \times 0.995)=3.7\text{T}$,取4T。其中180KW为空气源热泵产热量。

二级出水的耗热量为热水从31.5℃升温至45℃的耗热量 $Q_h=108.8\text{KW}$, $V=1.5 \times (108.8-90) \times 3600 \times 4 / ((45-7)$

$\times 4.187 \times 0.990)=2.6\text{T}$,取4T。

三级出水的耗热量为热水从45℃升温至55℃的耗热量 $Q_h=80.6\text{KW}$, $V=1.5 \times (80.6-45) \times 3600 \times 4 / ((55-7) \times 4.187 \times 0.985)=3.9\text{T}$,取4T。

以上三级出水温度可调整,满足热泵选型与储热罐配置的计算关系即可。对比可发现,实际配置的空气源热泵总制热量为180+90+45=315KW较规范计算值(294KW)偏大,一、二级储热水罐储存的热量较小,故总的储水容积(3台4T),较规范计算值(10.5T)也稍微偏大。

储热水罐的串联级数应该如何确定呢,是串联两级还是三级呢?设计选型中空气源热泵的机型是直热机还是循环机?如采用直热机,采用两级串联即可,如采用循环机,建议至少串联三级。可以看出,三级串联均适用于两种机型,如采用循环机型,则储热水罐逐个串联,如采用直热式机组,厂家深化时,可将前两级储热水罐并联使用。故三级串联的适用范围更广,更灵活,利于招标。但对于较小的系统,如本项目中的中餐区,因用水量较小且为裙房区。供水温度稳定性要求较客房低,可采用两级串联。

实际运行中可将前两级储水温度提高,如一级空气源热泵储水温度设定为40℃,储热罐的温度探点设置在罐体低位,冷水补水接入一级储热罐,当罐内水温低于30℃时空气源热泵启动,直到加热到40℃。二级空气源热泵机组出水温度可以设定为50℃,二级储热罐的补水为一级储热罐的出水,即当二级罐体内水温低于40℃时,空气源热泵启动,直到加热至50℃空气源热泵停泵;三级储热罐的补水为二级储热罐的出水,三级空气源热泵机组出水温度设定为55℃。当三级罐体内水温低于50℃时,空气源热泵启动,直到加热至50℃空气源热泵停泵。不建议将每级空气源热泵的出水温度均设置为55℃,这样会造成一级空气源热泵工作时间较长,三级空气源热泵工作时间较短,造成一级空气源热泵的使用寿命缩短。

此外,热水循环回水建议回至第三级储热水罐。因循环回水温度为45℃,如回到前两级水罐(温度较低)混水后的温度较低,造成空气源热泵不启动,回水升温不及时,热水回水回到第三级水罐,由第三级空气源热泵负担管网热损失,也可使每级空气源热泵的使用时间均衡。

三级储热水罐后配置辅热设备,有两方面用途:1)补充空气源热泵冬季与过渡季产热差值。2)将全项目用水加热至60℃,定期杀菌时使用,防止军团菌的滋生。目前常用的辅助热源的形式主要有电辅热、锅炉辅热,根据前述,洗衣房、泳池区初次加热采用锅炉供应热媒,但上述两项并非24小时运行。这将造成锅炉在夜间频繁启停补充热循环损失,所以考虑采用锅炉为泳池维温,作为一个全天输出负荷。故设一台小容量锅炉全年运行,供应洗衣房区负荷、泳池区维温负荷及客房和裙房区的热损失及辅热负荷。

空气源热泵的节能效果是相对而言的,空气源热泵系统

的节能与否及节能程度与能源价格、设备使用寿命、投资回收期、用水量、酒店客房入住率等有很重要的关系,是否具有节能效果或节能效果的程度需进行经济测算后确定,不能一概而论。

结束语:

星级酒店对于热水系统的要求较高,非常注重客人用水舒适度,所以在系统设计上也要侧重于保证出水温度的稳定性,以上是关于星级酒店采用空气源热泵闭式系统的设计思考与探讨,除规范、技术措施、图集及图示之外都是本人的经验之谈,不具强制性要求,具体项目还要考虑当地政策、酒店品牌的不同、业主方的要求、能源及设备价格等多方因

素,制定出更合理的设计。

参考文献:

- [1]《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019
- [2]全国民用建筑工程设计技术措施2009版-给水排水
- [3]《06SS127》热泵热水系统选用与安装

通讯作者:刘瑶瑶(1989.1.19),女,汉族,籍贯:河北保定,学历:本科,职称:中级工程师,毕业院校:河北工程大学,研究方向:建筑给水排水,邮箱:yaoyao.liu@prcchina.com.cn