

文章编号 : 1671-6612 (2014) 01-046-03

重庆地区某学生公寓 空气源热泵热水系统应用与分析

单洪浩 杨露露

(重庆大学 重庆 400045)

【摘要】 空气源热泵热水机组是一种利用可再生能源的高效节能技术。通过重庆地区的工程实例,介绍了系统的设置与运行策略,并对系统进行了实际测试。通过对比传统燃气锅炉热水系统的经济效益、节能效益和环保效益,结果表明:在西南地区空气源热泵热水系统的应用有较大的节能减排潜力。

【关键词】 空气源热泵;热水系统;能效分析

中图分类号 TU822 文献标识码 A

Application and Analysis of Air Source Heat Pump Hot Water System of a Student Apartment in Chongqing

Shan Honghao Yang Lulu

(Chongqing University, Chongqing, 400045)

【Abstract】 Air source heat pump water heater is a kind of high efficient energy saving technology and utilization of renewable energy. Through the project example in Chongqing, introduced the setup and operation strategy system, and has carried on the actual test. By comparing the economic efficiency, energy efficiency and environmental benefits of the traditional gas hot water boiler system, the results show that the application of air source heat pump hot water system in Southwest China has a large energy-saving and emission-reduction potential.

【Keywords】 air source heat pump; hot water system; energy efficiency analysis

0 引言

重庆某高校旧校区宿舍楼未进行生活热水改造前所供应的生活热水是依靠燃气锅炉制备高温蒸汽直接通入市政管网的自来水中进行制备,然后通入各个学生宿舍楼的固定的热水房。这种制备热水方式能耗高、污染大。所以学校进行了生活热水改造项目,采用直热式空气源热泵热水机组进行生活热水的制备,以各个宿舍楼为单位,为每个宿舍楼构建独立的热热水系统,并将热水通过新增的热水管网供应至各个宿舍的卫生间内,极大的满足了学生的使用要求。

1 系统设置及运行控制

空气源热泵热水系统工程原理图如图 1 所示。空气源热泵热水机组的连接方式均为并联,每个宿舍楼独自的热热水系统中分别设置一台热泵机组为主机;在保温水箱内设置水位传感器和温度传感器,分别检测保温水箱内水位、水温信号并且传递给主机,且水位控制优先,系统流程如图 2 所示。通过水位传感器检测水箱内的水位,当实际水位低于设定水位时,热泵机组及冷水增压泵启动,系统进入直热加热模式,将来自冷水箱内的冷水直接加热至设定温度(取 55℃),直至水位补充至设定水位。通过温度传感器检测水箱内的水温,当水箱水

作者(通讯作者)简介:单洪浩(1990.2-),男,在读硕士研究生,E-mail: shanhonghao@163.com

收稿日期:2013-07-25

温低于设定温度(取 48)时,开启热水循环泵和机组进行循环加热模式,直至水箱内水温达到设定温度(取 55)为止。在供水时段,启动热水增压泵对末端进行热水供应,同时管网内的热水回水卷入保温水箱。

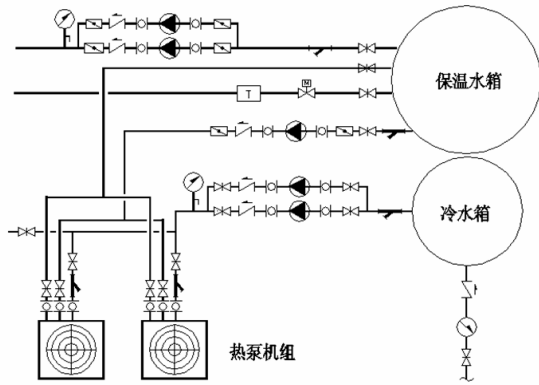


图 1 直热式空气源热泵热水系统工程原理图

Fig.1 Schematic diagram of direct thermal air source heat pump hot water system

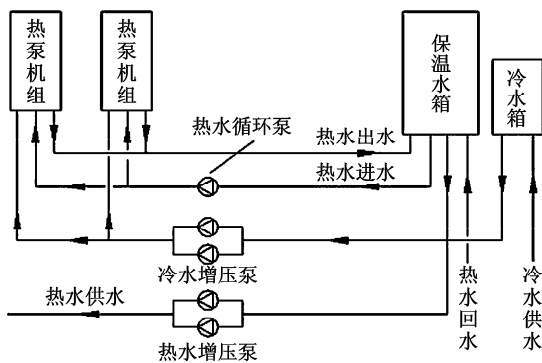


图 2 直热式空气源热泵热水系统工作流程图

Fig.2 Work flow chart of direct thermal air source heat pump hot water system

对热水增压泵(热水供水水泵)设置时控装置,设置三个时段启动:6:30~9:30、10:30~13:30、18:00~23:00,该时段内热水增压泵启动运行,输配管网内热水和保温水箱内热水进行循环流动,以保证热水的使用温度。

2 系统测试

2.1 热水用量及热水负荷测量计算

本次测试主要针对某一 11 层学生公寓,均为 4 人标准间,带有独立卫生间,共有学生 1560 人。

根据对该宿舍楼热泵热水系统 1 月份至 7 月份的热水用水规律统计测试,每天人均用水量定为 30L。考虑学生公寓的特点,取全年供热水时间为 300 天,则全年总热水用量为 14040m³。热负荷计算须在冬季最冷月最不利工况下进行,根据重庆气象资料,冬季最冷月工况:环境温度为 7 ,进水温度为 10 。在此条件下将 14040 立方米 10 的冷水加热到 55 所需热量值计算如下:

$$Q=C \times M \times \Delta t \tag{1}$$

式中:Q 为日用热量,kJ;C 为水的比热,4.2kJ/kg· ;M 为被加热水的质量,kg;Δt 为水温升,。

由公式(1)计算得该栋公寓年总用热量为 2653560MJ。

2.2 空气源热泵热水系统能效的测量

本次测试了冬季当制热量较大的机组独立运行时的各项参数,包括室内外温度、相对湿度、空气源热泵热水机组的输入功率、进水温度、出水温度、流量和水泵输入功率。

本次测试在典型日的典型时段测得当系统稳定后的多组数据并按照公式(2)求得系统 COP 为 3.8。

$$COP = \frac{(T_0 - T_i) \times v \times C}{W} \tag{2}$$

式中:T₀为出水温度,55 ;T_i为进水温度,12.6 ;v 为水流量,0.18kg/s;C 为水的比热容,4.2kJ/kg· ;W 为总功率(含有风机和冷水泵功率),kW。

3 效益分析

3.1 经济效益分析

本次分析基于空气源热泵热水系统与常规燃气锅炉热水系统的对比,其年运行费用对比如表 1。

由表可知:空气源热泵热水系统比常规燃气锅炉热水系统年运行费用节省 4.66 万元。

初投资分析:空气源热泵热水系统的初投资为 21.1 万元,常规燃气锅炉热水系统的初投资为 18.0 万元,即空气源热泵热水系统比常规燃气锅炉热水系统初投资多 3.1 万元。

因此静态投资回收期为 3.1/4.66=0.76 年。

表 1 不同系统的年运行费用

Table 1 Operation and maintenance costs of different systems

热水供应系统	年总热/MJ	能源种类	理论热值	热效率	燃料年需求量	燃料单价	年运行费用/万元
燃气锅炉	2653560	天然气	35.6MJ/Nm ³	0.8	93172.75Nm ³	2.29 元/Nm ³	21.34
空气源热泵热水机组	2653560	电	3.6MJ/kWh	3.8	193973.68 kWh	0.86 元/KWh	16.68

3.2 节能效益分析

《可再生能源建筑应用示范项目测评导则》未明确地源热泵生活热水系统常规能源替代量计算方法,本文仍选取燃气锅炉房作为比较对象,锅炉效率取 80%。根据计算该项目生活热水负荷为 234kW,每天使用 10.5 小时,每年按 300 天。实测生活热水系统能效比 COP=3.8。电能与一次能源的转换率取为 0.31,每 kg 标准煤的含热量为 29306kJ,生活热水系统全年常规能源替代量 A_0 (吨标准煤)按照以下公式计算:

$$A_0 = \frac{300 \times 10.5 \times 234}{0.8} \times \frac{3600}{29306 \times 10^3} - \frac{300 \times 10.5 \times 234}{3.8} \times \frac{3600}{29306 \times 0.31 \times 10^3} = 36.3$$

3.3 环境效益分析

由 3.2 知空气源热泵热水系统每年可以节约大约 36.3 吨标准煤,由公式 $Q_{CO_2} = 2.47Q_{bm}$ 可知,相当于每年减少 CO₂ 排放量 89.67 吨;由 $Q_{SO_2} = 0.02Q_{bm}$ 可知,相当于每年减少 SO₂ 排放量 0.73 吨;由公式 $Q_{FC} = 0.01Q_{bm}$ 可知,相当于每年减少粉尘排放量 0.36 吨。

4 结论

(1) 空气源热泵热水系统相对于传统燃气锅

炉热水系统虽然初投资增加 3.1 万元,但是其年运行费用节约较大,单套达到 4.6 万元,静态投资回收期不足一年,仅为 0.76 年,经济效益显著。

(2) 空气源热泵热水系统的节能效益明显,单套系统全年常规能源替代量为 36.3 吨标准煤。

(3) 空气源热泵热水系统的环保效益突出,所测公寓每年减少 CO₂ 排放量达 89 吨;年减少 SO₂ 排放量为 0.73 吨;年减少粉尘排放量为 0.36 吨。

(4) 在倡导低碳、环保的当今社会,空气源热泵热水机组是经济实用的选择,值得在建筑集中热水供应系统中大力推广。

参考文献:

- [1] 刘振印.太阳能集中热水供应系统的合理设计探讨[J].给水排水,2011,37(1):62-67.
- [2] GB 50015-2003(2009 版),建筑给水排水设计规范[S].北京:中国计划出版社,2010.
- [3] 吴静怡,江明旒,王绍竹,等.空气源热泵热水机组全年综合能效评定[J].制冷学报,2009,30(5):14-18.
- [4] 王平,董敬宇,董际鼎.空气源热泵机组除霜技术探讨[J].暖通空调,2010,40(1):123-128.
- [5] 孙连慧.太阳能-空气源复合热泵系统在工程中的应用[J].天津建设科技,2009,(4):10-11,43.