

基于新能源供能的智能化恒温热水系统应用

马跃军, 张喜玲, 蒋冠前, 胡韵华

(许昌开普电气研究院有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 在国家提倡节约能源、低碳减排的背景下, 针对燃气锅炉供给热水系统提出新能源供能智能化恒温热水系统, 该系统以太阳能为主要的能源, 有效地利用太阳能热效率, 实现数字智能化管理, 全天候的供给恒温热水, 提高用户日常生活的满意度。

关键词: 低碳减排; 新能源; 太阳能; 恒温热水

Application of intelligent thermostatic hot water system based on new energy power supply

MA Yuejun, ZHANG Xiling, JIANG Guanqian, HU Yunhua

(Xuchang Ketop Electric Research Institute Co., Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: Under the background of energy conservation and low-carbon emission reduction advocated in China, this paper proposes a new energy intelligent thermostatic hot water system for hot water supply system of gas-fired boilers. The system takes solar energy as the main energy, makes use of solar thermal efficiency effectively, realizes digital intelligent management, supplies constant temperature hot water all day, and improves the satisfaction of users' daily life.

Key words: low carbon emission reduction, new energy, Solar energy, thermostatic hot water

0 引言

园区的生活热水系统和供暖系统共用燃气锅炉, 其中供暖系统工作时间为11月15日至次年的3月15日, 生活热水系统工作时间为全年。在非供暖季使用燃气锅炉供应生活热水, 热能利用率较低, 排放烟气污染环境, 热水单价成本较高。因此, 园区的生活热水系统急需一种低碳环保无污染的新能源供能系统来替代燃气供热系统^[1]。

目前, 国内传统的生活热水系统的供热方式主要是消耗非再生能源, 如燃煤锅炉供热、燃气锅炉供热和燃油锅炉供热等, 该供热方式热能利用效率低, 对环境造成较大的危害。太阳能热水系统具有洁净无污染、能源可再生的特点, 但是, 在冬季和阴天的光照时间较短, 在该时段热水产量温度满足不了需求, 为了解决该问题, 增加空气能设备作为辅助加热^[2-5]。综上所述, 提出新能源供能的智能化恒温热水系统。

1 概况

新能源供能智能化恒温热水系统以太阳能为主, 空气能为辅, 全天候的供给用户生活热水, 实现洁净能源代替传统能源, 节能降耗, 低碳减排的

目的。

恒温热水供给采用集热循环和恒温循环的方式。集热循环以集热器为主, 当集热器中热水的温度高于集热水箱的温度阈值时, 通过集热循环水泵进行热循环, 把集热器中的水收集到集热水箱中。当集热器中的热水温度低于集热水箱温度阈值时, 关闭集热循环水泵, 停止热水收集。当集热水箱的水位低于设定阈值时, 补水泵进行补水。恒温循环的出水设定为50℃, 当恒温水箱的温度达不到50℃、集热水箱的温度高于设定值时, 通过恒温循环泵进行热水循环。当集热水箱的水温低于设定值时, 关闭恒温循环泵, 通过空气能对恒温水箱的热水进行加热, 当恒温水箱的水位低于阈值时, 通过恒温循环泵把集热水箱的热水补给恒温水箱, 最大效率地利用太阳能。

2 理论设计

新能源供能智能化恒温热水系统由集热器、空气能、恒温控制器、集热水箱、恒温水箱、水泵和室内管道等组成, 其中集热器、空气能、恒温水箱、集热水箱和水泵安装在屋顶, 其结构图如图1所示。

图1中: W1为太阳能集热水箱水位传感器(压力式); W2为恒温水箱水位传感器(压力式); T1为

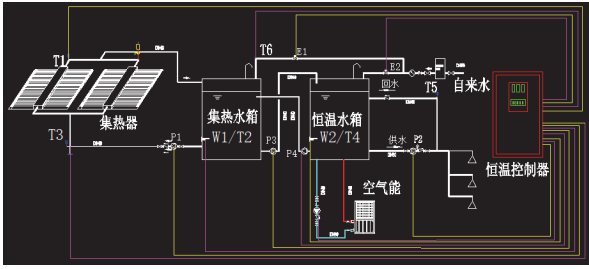


图 1 新能源供能的智能化恒温热水系统结构图

Fig. 1 Structure of intelligent thermostatic hot water system based on new energy power supply

集热器顶部温度传感器；T2 为太阳能集热水箱温度传感器，与水位 W1 一体；T3 为防冻循环温度传感器(安装于集热循环管路最低温度点)；T4 为恒温水箱温度传感器，与水位 W2 一体；T5 为用水管道温度传感器(安装于用水循环管路最低温度点)；T6 为上水管道 1 电伴热温控传感器(一般安装于自来水上水管道，位置可根据实际情况而定)；P1 为集热管路循环泵，亦作为防冻循环泵；P2 为用水管路循环泵(亦可用电磁阀+自动增压泵形式)；P3 为恒温水箱定温进水泵，亦作为恒温水箱温差循环泵；P4 为恒温水箱温差循环泵；E1 为上水电磁阀(自来水直接进集热水箱补水)；E2 为定温上水电磁阀(自来水进恒温水箱补水)；EH1 为电加热器；EH2 为电伴热带(预留)。

2.1 集热器

太阳能集热器的面积与用水量、光照强度、光照时间、系统效率和水箱水温等因素有关。参考用户最近一年的日均用水量为 9.27 吨，出水温度为 50 °C，因此，该系统的设计日均供水量为 10 吨，储水箱终止温度设置为 60 °C，其中，管道损失率系数为 0.2，太阳能集热效率系数为 0.5，集热器的面积计算公式如式(1)所示。

$$A_c = \frac{Q_w C_w \rho_r (t_{end} - T_1) f}{J_t Y_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (1)$$

式中： A_c 为系统集热器采光面积，单位 m^2 ； Q_w 为设定日均用水量，取 $10 m^3$ ； C_w 为水的定压比热容，取 $4.187 KJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ； ρ_r 为水的密度，取 $1000 kg/m^3$ ； t_{end} 为集热水箱水温终止温度，取 $60 ^\circ C$ ； T_1 为进水的初始温度，取 $15 ^\circ C$ ； f 为太阳能保证系数，取 0.5； J_t 为当地春秋或秋分所在月集热器受热面积上月均日辐照量，取 $17.038 MJ/m^2$ ； Y_{cd} 为集热器全日集热效率系数，取 0.5； η_L 为管路及储水箱热损失率系数为 0.2。

将上述设计代入上述公式计算得出： $A_c \approx 170 M^2$ ，即加热器的铺设面积为 $170 M^2$ 。

2.2 空气能

当用户侧的日用水量超过 15 吨或太阳能无法满足用户侧热水需求时，使用空气能辅助加热生产热水。选用输入功率 8.3 kW，输出的热量为 38 kW 的空气能压缩机补充供热^[6-7]。

2.3 恒温控制器

恒温控制器由处理单元、显示单元和外围接口单元搭建构成。处理单元以单片机为核心，用于逻辑判断，单片机根据温度传感器和水位传感器采集到的信息进行逻辑判断，输出控制循环泵(启动/停止)和电磁阀(打开/关闭)控制信号，同时把该信息传递给显示单元；显示单元以 ARM 芯片为核心，显示处理单元传递的信息，人机交互界面设定的参数值传递给显示单元进行处理和逻辑判断；外围接口单元由电源接口、信号采集接口和继电器输出接口组成，电源接口连接 AC220 V 交流电，信号采集接口采集水温和水位传感器的信号，继电器输出接口输出处理单元的控制信号。

3 主要功能

3.1 恒温控制器的功能

恒温控制器主要功能有时间显示、系统监视、设备状态、历史报警、功能选择、系统登录和参数设置。通过对系统中传感器信号采集，实现对温度、水位、电磁阀、水泵和管道的实时监控和显示；当设备出现故障时，显示界面弹出报警信息，提示运维人员排查处理，对于报警信息类型和处理结果，能够自动生成报表进行存储；手动模式可以人为介入进行补水和水温控制，自动模式根据用户设定的水位和水温，经过程序自动逻辑判断，需求系统最佳的节能运行状态；通过区别用户和管理员的权限，提高系统运行的安全性能。

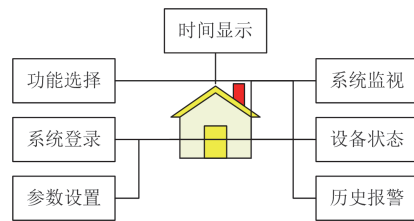


图 2 恒温控制器显示功能示意图

Fig. 2 Display function schematic of thermostatic controller

3.2 集热循环及补水功能

集热循环最大效率地利用太阳能，当集热器水温与集热水箱中水温温差大于设定阈值(7 °C)，集热循环水泵(P1)打开，进行集热循环；当集热器中水温与集热水箱中水温温差不大于设定阈值(3 °C)，集热循环水泵(P1)关闭，停止集热循环。

当集热水箱水位小于设定下限值阈值(30%)时, 打开进水电磁阀进行补水; 当集热水箱水位大于设定阈值(50%)时, 关闭进水电磁阀停止补水。

3.3 恒温水箱循环及上水功能

恒温水箱热水循环是指当集热水箱温度(T2)大于恒温水箱温度(T4 + 5 °C), 并且恒温水箱温度(T4)小于恒温水箱温度设定下限值(默认 45 °C)时, 启动循环泵; 当集热水箱温度(T2)小于恒温水箱温度(T4 + 2 °C)且恒温水箱温度(T4)大于等于恒温水箱温度设定下限值(默认 45 °C)时, 循环泵关闭。

自动上水是指当恒温水箱水位 W2 低于下限水位(默认 30%)时, 启动上水循环泵; 当恒温水箱水位 W2 达到水位设定上限值(默认 80%)时, 关闭上水循环泵。

定时上水是指在设定的时段内, 当恒温水箱水位低于水位设定下限值(默认 30%)时, 启动上水循环泵 P3, 当恒温水箱水位达到水位设定上限值(默认 80%)时, 关闭上水循环泵 P3。

手动上水是指手动即时启动电磁阀, 水位上升到一定位置后手动关闭电磁阀, 或者水位上升到上限设定值(默认 80%)后, 电磁阀自动关闭。

3.4 恒温水箱加热功能

自动加热是指当恒温水箱温度(T4)小于温度设定下限值(默认 45 °C)时, 自动启动辅助加热, 达到恒温水箱温度设定阈值上限值后停止加热。

定时加热是指设定加热时间点, 当集热水箱温度(T2)低于恒温水箱温度(T4)设定阈值上限值时, 启动空气能辅助加热至恒温水箱温度设定阈值上限值后停止加热。

手动加热是指当恒温水箱温度(T4)低于恒温水箱温度设定阈值时, 手动即时启动辅助加热, 把水加热到温度设定阈值上限值后停止加热。

3.5 安全防护功能

生活热水系统还设有短路、过流、漏电等安全防护功能, 当恒温水箱水位低于 15%时, 禁止电加热工作, 水位大于 15%以上才可启动电加热相关功能。

4 结论

新能源供能智能化恒温热水系统的成功应用, 与传统的生活热水系统的供热方式相比具有以下优势:

1) 效利用太阳能资源, 实现节约能源和零污染。楼顶铺设太阳能集热器, 以太阳能为主空气能为辅的方式生产恒温热水, 实现低碳减排和节约能源的目的;

2) 系统可视化操作, 提高系统管理效率。系统提供可视化操作界面, 恒温控制器收集温度传感器的信号, 经过程序设定的逻辑判断, 自动寻求系统的最佳节能运行状态, 设备出现异常或者溢水情况,

能够及时告警, 运维人员只需记录出水温度和及时处理告警事件信息即可。

由此可知, 基于新能源供能的智能化恒温热水系统能够有效地利用太阳能热效率, 实现数字智能化管理, 全天候供给恒温生活热水, 提高用户满意度。

参考文献

- [1] 江瑞, 赵阳. 空气源热泵热水机组在工程设计中的应用[J]. 中国建设信息(水工业市场), 2007, 12(6): 25-29. JIANG Rui, ZHAO Yang. Application of thermo-pump group with air source in project design[J]. Water-Industry Market, 2007, 12(6): 25-29.
- [2] 吴燕国, 金钊, 章海成. 太阳能和空气源热泵组合热水系统工程应用与分析[J]. 太原科技, 2008(7): 72-73, 75. WU Yanguo, JIN Zhao, ZHANG Haicheng. Application and analysis of solar energy hot water system group with air source thermo-pump[J]. Sci-tech Innovation and Productivity, 2008(7): 72-73, 75.
- [3] 王冠竹, 刘学来. 太阳能-空气源热泵热水系统节能分析[J]. 低温建筑技术, 2011(12): 105-106. WANG Guanzhu, LIU Xuelai. Solar-air source heat pump hot water system energy efficiency analysis[J]. Low Temperature Architecture Technology, 2011(12): 105-106.
- [4] 吴德虎, 刘叶风. 太阳能空气双热源热泵测试与控制方案设计[J]. 制冷与空调, 2006, 6(6): 93-96. WU Dehu, LIU Yefeng. Design of solar assisted air source heat pump[J]. Refrigeration and Air-Conditioning, 2006, 6(6): 93-96.
- [5] 马最良, 杨自强, 姚杨. 空气源热泵冷热水机组在寒冷地区应用的分析[J]. 暖通空调, 2001, 31: 28-31. MA Zuiliang, YANG Ziqiang, YAO Yang. Analysis of using air-source heat pump water chiller-heater units in the cold regions[J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2001, 31: 28-31.
- [6] 钟浩, 李志民, 罗会龙, 等. 空气源热泵辅助供热太阳能热水系统实验研究[J]. 建筑节能, 2011, 5: 25-31. ZHONG Hao, LI Zhimin, LUO Huilong, et al. Experimental investigation of a solar water heater in conjunction with air source heat pump[J]. Building Energy Efficiency, 2011, 5: 25-31.
- [7] 太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范: GB/T18713[S].

收稿日期: 2022-08-10; 修回日期: 2022-11-01

作者简介:

马跃军(1984—), 男, 硕士, 工程师, 从事电力系统控制保护技术研究工作; E-mail: 543640028@qq.com

张喜玲(1971—), 女, 工科学士, 高级工程师, 从事电力系统控制保护技术研究和标准研究工作; E-mail: zhangxiling@ketop.cn

蒋冠前(1978—), 男, 通信作者, 硕士研究生, 工程师, 从事电力系统控制保护技术研究和标准研究工作。E-mail: guanqianj@dlwg.net