

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.01.011

基于 WinCC 和 S7-200PLC 的转轮除湿多点温湿度监测系统

冉广鹏, 傅允准

(上海工程技术大学 机械工程学院, 上海 201620)

摘 要:针对目前转轮除湿研究中,温湿度测量以干球温度、湿球温度测量为主,存在测量过程复杂,误差大等缺点,提出了基于 WinCC 和 S7-200PLC 的转轮除湿多点温湿度监测系统。以转轮除湿机中处理风和再生风进出口及环境的温湿度作为研究对象,研华工控机 IPC-610H 作为上位机,西门子 S7-200 作为下位机并作为控制器控制执行机构进行数据采集。通过 EM231 扩展模块进行数据交换,以 SIMATIC WinCC 组态软件做上位机监控画面,实现对转轮除湿机多个位置的温湿度监测。现场应用结果表明该系统便于管理,控制灵活,稳定性强。系统能简化测量过程,提高测量精度。

关 键 词:温湿度监测系统;转轮除湿机;WinCC 组态软件;工控机

中图分类号:TP273 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)01-0050-04

Multi-Point Temperature and Humidity Monitoring System in Rotary Dehumidification Based on WinCC and S7-200 PLC

RAN Guangpeng, FU Yunzhun

(School of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: In the current study of rotary dehumidification, temperature and humidity is measured by dry bulb temperature and wet bulb temperature measurement, where lies some shortcomings such as complex measurement process, measurement errors and etc. Multi-point temperature and humidity monitoring system in rotary dehumidification based on WinCC and S7-200 PLC was proposed in this paper. Temperature and humidity of air and renewal air of inlet and outlet sides of rotary wheel dehumidifier were taken as object of study. IPC-610H of Advantech was used as upper machine and S7-200PLC of Siemens as lower machine. The lower was used to control the actuator and acquire date which was transferred to the upper by EM231 module. The upper was a control system that could be used to monitor multi-point temperature and humidity by WinCC configuration software. The application and practice show that the monitoring system is easy to manage, flexible and stability. The system can simplify the measurement process, improve the measurement accuracy.

Keywords: temperature and humidity monitoring system; rotary wheel dehumidifier; WinCC configuration software; IPC (Industrial Personal Computer)

转轮除湿是目前应用广泛的一种除湿方式,利用固体干燥剂转轮吸附处理空气中的水蒸气,吸附饱和时转轮转至再生区利用高温干燥的再生空气带走吸附剂中的水分,使其可以不断地吸附,解吸。对除湿转轮除湿性能的研究自然离不开对除湿转轮前后处理空气

和再生空气温湿度的监测和分析。在工业自动化领域中,S7-200PLC 以其编程简单、计算功能强大、抗干扰能力强、工作方式灵活等显著特点广泛应用于现代自动化领域^[1-3]。蔡小亮等以双腔换热器为研究对象利用西门子 S7-200PLC 和 WinCC 实现了双腔监测换热

收稿日期:2016-09-09;修回日期:2016-11-12

第一作者简介:冉广鹏(1992),男,河南温县人,硕士研究生,主要从事转轮除湿技术研究。通信作者:傅允准(1978),男,浙江温州人,博士,副教授,主要从事热泵技术及建筑节能的研究。E-mail:fuyunzhun@126.com

器系统^[4]。陈浩等利用 S7-200PLC 和 PID 控制算法实现了温度监控系统^[5]。杨军等利用 S7-200PLC 和 WinCC 设计了一个温度控制系统并进行了系统仿真^[6]。Xia Kun 等基于 PLC 和 WinCC 组态软件利用模糊控制算法设计了一个建筑空调控制系统^[7]。Li J 等将 PLC 和 WinCC 应用于涡轮膨胀实验平台,设计了一个可采集温度、压力、转速等参数的控制系统^[8]。但是却没有将 PLC 和 WinCC 应用于转轮除湿机中对温湿度进行采集的系统。笔者从实际出发,以硅胶式转轮除湿机为基础,利用 WinCC 和 S7-200PLC 设计除湿转轮前后处理空气、再生空气及室内环境温湿度监测系统,极大简化了系统结构,操作更加方便灵活。

1 系统概述

系统选用小型转轮除湿机,额定处理风量为 200 m³/h,额定再生风量为 150 m³/h,处理风量和再生风量均可调;加热方式为电加热,功率为 2 000 W;室内房间面积为 33.2 m²,房间高度为 3.25 m。系统采用温湿度变送器为采集器,将采集到的温度量和相对湿度量转化为易于传递的 4~20 mA 标准电流信号。通过 S7-200PLC 编程对标准电流信号进行处理,转化为直观可读的温度量和相对湿度量。本系统在电源端接入可通信电能表,通过 USB 转 RS485/422 通信转换器连接至 PC 机,利用 SIMATIC WinCC V7.0 组态软件对温度量、相对湿度量和电量进行实时监测和记录,结构如图 1 所示。

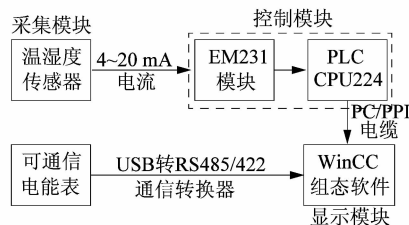


图 1 系统结构图

Figure 1 Figure of system structure

2 系统硬件设计

该系统采用 2 个高温型(温度:0~130℃,相对湿度:0~100%)和 3 个常温型(温度:0~50℃,相对湿度:0~100%)温湿度变送器:2 个高温型分别放置在再生区前后;2 个常温型分别放置在处理区前后,1 个常温型放在室内环境中。变送器在安装前先对其进行精度校核,因温湿度变送器不能沾水,所以用玻璃水银温度计去测量冰水混合物的温度,以校验玻璃水银温度计的精确度,再用玻璃水银温度计去测量和温湿度变送器同一时刻、同一点的干球温度和湿球温度,计算

出相对湿度再与温湿度变送器测得的值进行比较,得出温湿度变送器的修正值。2 个高温型变送器修正值分别是 -2.8℃, 2% 和 -2.5℃, 1.8%。3 个常温型变送器修正值分别是 -0.8℃, -0.5%; -0.8℃, -0.3%; +0.2℃, +0.2%。

西门子 S7-200 系列 PLC, 选择型号为 CPU224 CN, 模拟量扩展模块选择 EM231 CN。模拟量扩展模块电源均由 PLC 提供, PC 机与 PLC 的连接采用 PC/PPI 电缆连接。温湿度变送器均为四线制, 24 V 供电电源由 PLC 提供; 温度信号、湿度信号各一根线, 分别接入模拟量扩展模块 EM231 输入端正端如 A+, 并将 RA 与 A+ 短接; 电源负与温湿度信号负为共负。电能表通信端口接入 USB 转 RS485/422 通信转换器 T/R+、T/R- 端与 PC 机连接。硬件结构见图 2。

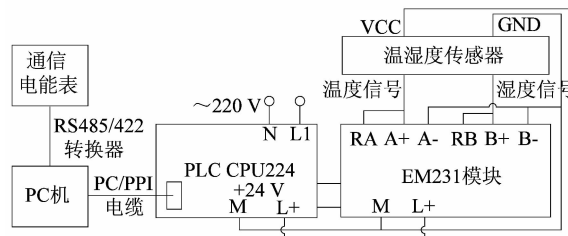


图 2 硬件结构图

Figure 2 Figure of hardware structure

3 系统软件设计与实现

3.1 系统软件设计

PC 机中用 STEP7-Micro/WIN V4.0 软件编程^[9], 并下载至 S7-200 PLC 中, 实现将 4~20 mA 标准电流信号线性转换为直观可读的温度值和相对湿度值。以高温型温湿度变送器为例, 温度转换程序如图 3 所示, 湿度转换程序如图 4 所示, 其他类似。用软件 PC Access V1.0 对各温度输出量和湿度输出量建立变量, 地址为程序中输出量地址, 如图 5 所示, 目的是使各输出量值能够导入 WinCC 组态软件中并实时显示。在 SIMATIC WinCC V7.0 组态软件中, 新建项目, 变量管理中添加新的驱动程序, 选择 OPC. chn, OPC Groups 右键进入系统参数, 在 <LOCAL> 目录下选择 S7200 OPCServer, 浏览服务器, 选择在 PC Access V1.0 中建立的变量, 添加条目至变量管理器中^[10]。

导轨式可通信电能表采用 MODBUS-RTU 通信协议, 使用 KEPServerEx V4.0 软件新建通道, 设备驱动选择 Modbus Serial, ID 选择 USB 转 RS485/422 通信转换器所用端口, 本系统中为 COM3, 波特率位 9 600, 数据位 8, 奇偶校验无, 停止位 1。添加设备, 模型为

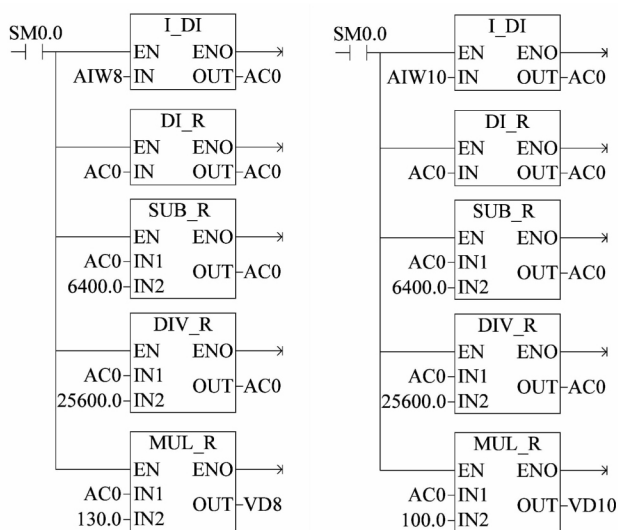


图3 温度转换程序

Figure 3 Temperature transform program

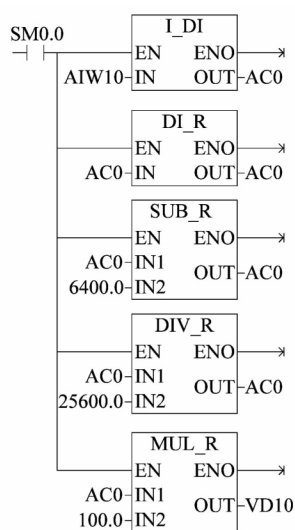


图4 湿度转换程序

Figure 4 Humidity transform program

名称 /	地址	数据类型	存取	注释
CCS	VD6	REAL	RW	处理风出口温度
CCW	VD4	REAL	RW	处理风出口温度
CJS	VD2	REAL	RW	处理风进口温度
CJW	VD0	REAL	RW	处理风进口温度
HJS	VD18	REAL	RW	环境温度
HJW	VD16	REAL	RW	环境温度
ZCS	VD14	REAL	RW	再生风出口温度
ZCW	VD12	REAL	RW	再生风出口温度
ZJS	VD10	REAL	RW	再生风进口温度
ZJW	VD8	REAL	RW	再生风进口温度

图5 温湿度输出量图

Figure 5 Temperature and humidity output figure

Modbus, ID 为电能表地址, 此处为 1。建立变量电能 D, 地址为通信地址信息表中地址由十六进制转为十进制后加 1, 首地址为 4, 如该系统中当前总有功电能地址为 0x2000, 转换后为 408193, 建立的变量如图 6 所示。同样的方法在 WinCC 中 < LOCAL > 目录下选择 KEPSware KEPServerEx V4, 浏览服务器, 将变量添加进变量管理中。在图形编辑器中, 新建画面, 设计系统温湿度监控界面。将建立的输入输出域与相应的变量建立连接, 扫描频率为 1 min^{-1} 。

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
D	408193	DWord	10	None	总电量
G	400080	Word	10	None	功率

图6 通信电能表变量图

Figure 6 Communication ammeter variable

3.2 监测系统的实现

转轮除湿机开机设定加热温度为 70°C , 相对湿度为 40% 运行, 如图 7 所示。用毕托管流量计测得处理风流量为 $38.8 \text{ m}^3/\text{h}$, 再生风流量为 $20.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。运行 2 h 后得出除湿机运行工况数据。

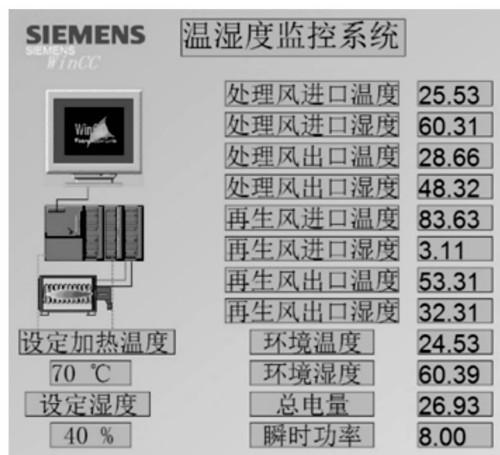


图7 系统运行图

Figure 7 System running figure

4 实验数据处理与分析

将数据按各自的修正值进行修正, 修正后的处理空气进出口温湿度数据如图 8 所示, 再生空气数据如图 9 所示。

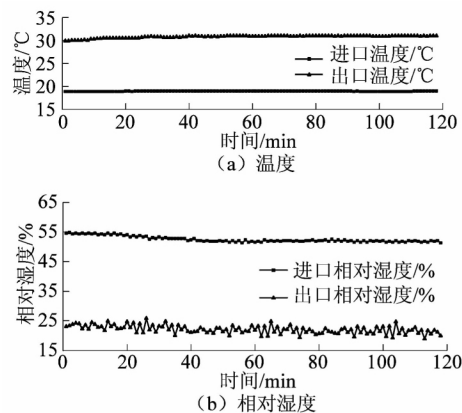


图8 处理风进出口温湿度

Figure 8 Temperature and humidity of inlet and outlet airflow

由图 8 中可看出: 处理风进口温度为 19°C 左右, 相对湿度范围为 $51.3\% \sim 54.8\%$; 处理风出口温度范围在 $29.9 \sim 31.0^\circ\text{C}$ 之间, 相对湿度范围在 $18.9\% \sim 25.7\%$ 之间。处理风通过转轮温度上升, 相对湿度下降, 转轮吸附处理风中的水蒸气, 达到除湿的目的。由图 9 中可看出: 再生风进口温度在 $58.0 \sim 75.1^\circ\text{C}$ 之间

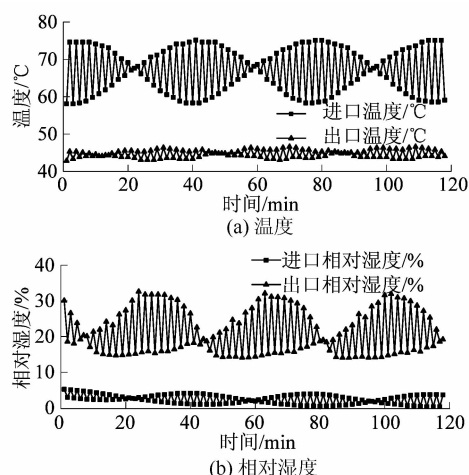


图9 再生风进出口温湿度

Figure 9 Temperature and humidity of inlet and outlet regeneration airflow

波动,相对湿度范围为 0.3% ~ 5.1%;再生风出口温度范围为 43.1 ~ 46.3 °C,相对湿度在 14.2% ~ 31.8%之间。再生风通过转轮温度下降,相对湿度增加,带走转轮吸附剂中的水分,使其再生循环使用。

除湿性能系数 D_{COP} 为综合评价转轮除湿能力的参数^[11],且

$$D_{COP} = \frac{m_p L (Y_{p1} - Y_{p2})}{m_r (h_{r1} - h_{r2})}$$

式中: m_p , m_r 分别为处理空气和再生空气的流量, kg/s; L 为水蒸气的蒸发潜热,取 2 256 685 J/kg; Y_{p1} , Y_{p2} 分别为处理空气进、出口含湿量, kg; h_{r1} , h_{r2} 分别为再生空气进、出口比焓, J/kg。

将数据代入后计算得出各点的 D_{COP} ,由电能表记录的瞬时功率可知加热器为间歇性加热,当再生空气温度超过设定值时,加热器停止加热,再生空气出口比焓反而比进口大,此时计算的 D_{COP} 会变为负值,在制作图表时将其去除,得到的 D_{COP} 如图 10 所示。从图中可以看出, D_{COP} 值在 0.25 ~ 2.50 之间波动,与除湿转轮的 D_{COP} 范围相符。

5 结语

基于 WinCC 和 S7-200PLC 的转轮除湿系统多点温湿度监测系统设计,实现了对转轮除湿机各状态点温湿度的监测,为后续深入研究转轮除湿系统的性能搭好了平台。系统具有结构简单、操作方便、稳定性

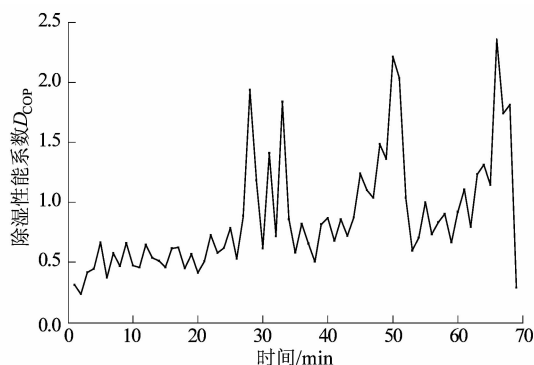
图10 除湿性能系数 D_{COP}

Figure 10 Dehumidification coefficient of performance

好、精确度高、简单易学等优点。系统可以应用于各种需要温湿度测量的系统中,如更换变送器,也可测量压力,流量等,具有较高的实用价值。

参考文献:

- [1] 张如萍,唐育正. 基于 PLC 的温湿度控制系统设计与实现[J]. 暖通空调, 2010, 40(8): 128 - 130.
- [2] 殷斌. 基于单片机的温度控制系统的研究[J]. 机电工程, 2015, 32(6): 887 - 890.
- [3] 李学忠,戴钧,柳毅. 温控系统的智能优化方法研究与设计[J]. 机电工程, 2014, 31(7): 955 - 958.
- [4] 蔡小亮,罗益民,孙锋,等. 基于 PLC 和 WinCC 的智能双腔监测换热器系统[J]. 化工自动化及仪表, 2010, 37(2): 81 - 83.
- [5] 陈浩,刘半藤,方斌. 基于 PLC 的温度控制系统设计[J]. 浙江树人大学学报, 2013, 13(4): 16 - 19.
- [6] 杨军,答嘉曦,余调琴,等. 基于 PLC 和 WinCC 的温度控制系统设计[J]. 计算机与数字工程, 2006, 34(6): 135 - 137.
- [7] XIA Kun, ZHU Linling, MIAO Sen, et al. Design of building air-conditioner control system based on PROFIBUS [C]//2014 17th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), IEEE Industry Application Society. Hangzhou, China: Zhejiang University, 2014: 1715 - 1718.
- [8] LI J, XIONG L Y, PENG N, et al. Measurement and control system for cryogenic helium gas bearing turbo-expander experimental platform based on Siemens PLC S7-300 [J]. Advances in cryogenic engineering, 2014, 1573(1): 1743 - 1749.
- [9] 张晓峰. 电气与 PLC 控制技术及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [10] 苏昆哲,何华. 深入浅出西门子 WinCC V6[M]. 2 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [11] 张学军,代彦军,王如竹. 除湿转轮的焓湿分析与性能优化[J]. 工程热物理学报, 2005, 26(5): 733 - 735.