

基于 LabVIEW 和 CAN 总线的吸收式制冷机组数据监控系统^①

段培永, 刘桂云, 段晨旭, 赵艳玲, 高泉春, 宁晨光

(山东建筑大学 信息与电气工程学院, 济南 250101)

摘要: 吸收式制冷系统将是制冷技术的重要发展方向. 针对吸收式制冷系统管线长、设备复杂、监控点多、监控点分散的特点, 设计了一种基于 LabVIEW 和 CAN 总线的分散式参数采集和控制系统. 该系统采用 CAN 总线技术, 开发了具有模拟量采集和控制的 CAN 节点, 实现了对吸收式制冷系统的数据采集和参数控制, 并利用上位机 LabVIEW 软件对采集到的数据进行运算处理, 实现对系统运行状态的实时监控. 采用 CAN 总线技术组成的控制系统, 实现了控制系统的彻底分散, 使系统结构简单、工作稳定, 能实现多节点信号的实时通信与监控.

关键词: CAN 总线技术; LabVIEW; 数据采集; 实时通信; 实时监控

Data Monitoring Absorption Refrigeration System Based on LabVIEW and CAN Bus

DUAN Pei-Yong, LIU Gui-Yun, DUAN Chen-Xu, ZHAO Yan-Ling, GAO Quan-Chun, NING Chen-Guang

(School of Information and Electrical Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

Abstract: Absorbing refrigeration system will be an important direction of refrigeration technology. The absorbing refrigeration system has the features of long pipelines, complex equipments, numerous and dispersed monitoring points, this paper designs one distributed data acquisition and control system based on LabVIEW and CAN bus. By using CAN bus technology, CAN node is developed with analog data acquisition and control in this system. The system realizes data acquisition and control with the software of LabVIEW to dispose the data collected, which achieves real-time monitoring of the system. The control system composed by CAN bus technology is completely decentralized and simple in structure, stable in work, it makes real-time communication and monitoring between signal nodes come true.

Key words: CAN bus; LabVIEW; data collected; real-time communication; real-time monitoring

据统计, 我国建筑物能耗约占能源总消耗量的 30%。其中中央空调的能耗约占建筑总能耗的 50%, 并且还呈逐年增长的趋势^[1]。随着能源枯竭问题越来越严重, 太阳能、地热和工业废热等低品位能源越来越受到人们的重视。而吸收式制冷, 由于具有可直接利用低品位热源驱动、不使用对臭氧层有破坏作用的工质等独特的优点, 也越来越受到人们的青睐^[2]。传统的吸收式制冷系统采用氨水或溴化锂作为工质。但是氨水水质对的 COP 值较小, 且氨有毒性, 对有色金属起腐蚀作用; 溴化锂溶液具有容易结晶、腐蚀性强及蒸发温度只能在零度以上等缺陷。本课题拟采用的

吸收剂为 DMF, 制冷剂为 R134a, R134a 对金属的腐蚀性小, 稳定性好, 传热性能好可以大大减少制冷剂的使用量, 而且完全不破坏臭氧层, 是使用最广泛的中低温环保制冷剂^[3]。

吸收式制冷机的制冷性能系数(COP)的高低取决于设计水平、机组型式、运转情况, 工作蒸汽压力、冷却水温度和流量、污垢情况、机组内的真空水平等许多因素^[4]。其中, 系统运行过程中的参数优化, 是提高吸收式制冷系统效率的关键。这就需要对吸收式制冷系统的运行状态进行实时监控。由于吸收式制冷系统管线复杂, 对压力等参数要求较高, 监控点较分散,

^① 收稿时间:2014-08-12;收到修改稿时间:2014-09-28

本文采用 CAN 总线技术, 组成 CAN 节点采集吸收式制冷系统中传感器数据, 并通过串口协议转换传输到上位机, 利用 LabVIEW 软件开发监控界面, 完成对吸收式制冷系统的实时数据监控.

1 系统结构组成

1.1 吸收式制冷系统简介

吸收式制冷系统结构框图如图 1 所示.

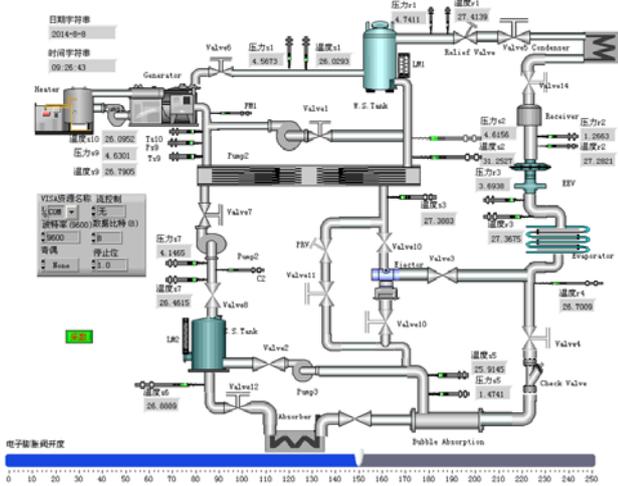


图 1 吸收式制冷系统框图

本课题的吸收式制冷系统包括以下三个回路:

水加热循环回路: 利用低品位能源不断地对管道内的水进行加热, 使其在发生器内实现热交换, 实现能源再利用. 为了做试验方便, 在实验室中使用电加热器对水进行加热.

制冷剂循环回路: 高压气态制冷剂在冷凝器中向冷却介质放热被凝结为液态后, 经节流装置减压降温进入蒸发器; 在蒸发器内, 该液体被气化为低压气态, 同时吸取被冷却介质的热量产生制冷效应.

吸收剂循环: 液态吸收剂不断吸收蒸发器产生的低压气态制冷剂, 以达到维持蒸发器内低压的目的; 吸收剂吸收制冷剂蒸气而形成的制冷剂-吸收剂溶液, 经溶液泵升压后进入发生器; 在发生器中该溶液被加热、沸腾, 其中沸点低的制冷剂气化形成高压气态制冷剂, 进入冷凝器液化, 而剩下的吸收剂溶液则返回吸收器再次吸收低压气态制冷剂.

本系统在一般的吸收式制冷系统的基础上, 增加了稀溶液罐, 使从蒸发器出来的沸腾的混合溶液在溶液罐中分离, 没有充分挥发的吸收剂浓溶液在泵 1 的

作用下返回发生器再次循环, 减少了热量的损失. 另外, 气泡吸收器、吸收器吸收溶解蒸发器产生的低压气态制冷剂, 通过浓溶液罐和泵 2 形成循环回路, 更加充分吸收制冷剂.

1.2 数据监控系统系统组成

本系统目前需要采集的参数有: 13 个测温点, 8 个测压力点, 3 个测流量点, 2 个测浓度点. 需要控制的参数是电子膨胀阀的开度和水泵的转速. 系统由 CAN 节点数据监测模块、CAN/RS232 网关、一台 PC 机以及利用 LabVIEW 所开发的应用软件构成, 如图 2 所示. LabVIEW 把需要控制和采集数据的命令通过串口发送到主节点, 主节点把该命令发送到总线上. CAN 总线上的节点单元根据自己的需要和事先设计好的验收码和验收屏蔽码, 来判断是否接收该信息. 节点 1、接收到控制命令后根据相应的控制参数直接控制电子膨胀阀的开度. 节点 2-N 接收到采集数据命令后把相应的通道采集到的温度、压力等数据发送到总线上, 主节点接收总线上的数据, 并存入串口缓冲区, LabVIEW 读取缓冲区的数据, 把数据转换成系统相应的变量值, 并把数据存入 Excel 表格, 为后期的数据处理做准备.

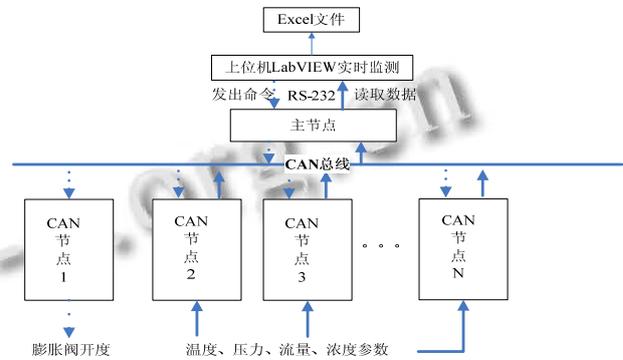


图 2 系统总体框图

2 CAN节点设计

2.1 CAN 节点硬件设计

CAN 节点分为主节点和从节点, 均由微处理器 (89C52)、CAN 控制器 (SJA1000) 和 CAN 收发器 (PCA82C250) 等组成. 节点的硬件设计框图如图 3 所示.

在数据采集模块中, 由于从系统传感器输出的信号通常是模拟电流信号或模拟电压信号, 通过信号调理电路统一把这些信号转化成 0-5V 的标准电压信号,

然后通过 A/D 转换芯片 TLV2543 把模拟信号转化成数字信号。微处理器负责完成 CAN 控制器的初始化, 并把转换的这些数字信号以报文的形式传输到 CAN 控制器里。CAN 控制器负责将数据添加报文标识符等位填充形成数据帧, 以 CAN 报文的形式传递, 并进行系统的诊断测试以及处理 CAN 总线上的错误等。CAN 收发器是 CAN 控制器和 CAN 总线之间的接口完成物理电平的转换^[5]。为了增强 CAN 节点的抗干扰能力, 在电路中将 SJA1000 通过高速光耦 6N137 与 PCA82C50 相连, 实现总线上各节点的电气隔离。

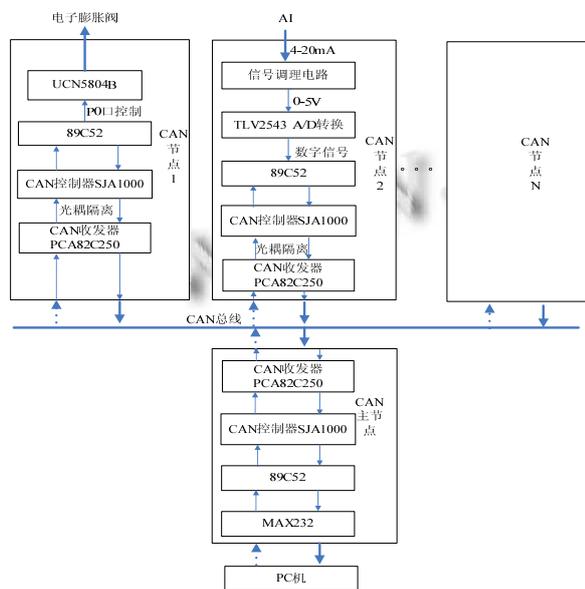


图 3 CAN 节点硬件设计框图

在控制电子膨胀阀的电路中, 单片机的输出 P0.0 端口控制四相步进电动机驱动器 UCN5804B 的使能端, P0.1 口控制步进电机的方向, 控制电子膨胀阀的转动方向, 从 P0.2 口控制步进脉冲输入, 进一步控制膨胀阀转动的角度。

2.2 CAN 节点软件设计

由于 CAN 总线是一种多主方式工作的总线, 网络上任一节点均可在任意时刻主动向网络上其他节点发送信息, 在本课题中设置一个节点为主节点, 向其它节点发送命令, 并接收其它节点发送来的数据。

CAN 节点软件设计内容包括 CAN 控制器 SJA1000 的初始化、报文发送和报文接收三大部分。通信流程图如 4 所示。

其中, SJA1000 的初始化对 CAN 总线的正常工

作非常重要, 初始化只能在复位模式下才能进行, 关键的步骤是设置 SJA1000 内部寄存器的参数, 为报文的发送与接收做好准备。SJA1000 有两种工作模式, 本系统采用功能强大的 pelican 模式。在整个 CAN 总线系统中, 所有节点设置的波特率(BTT0、BTR1)必须一致, 否则, 系统不能正常工作。主节点和从节点寄存器设置只有验收滤波器不一样。主节点接收总线上所有从节点的数据。从节点只有当接收报文中的标识位和验收滤波器预定义的位值相等时, 才接收总线上的命令信息。

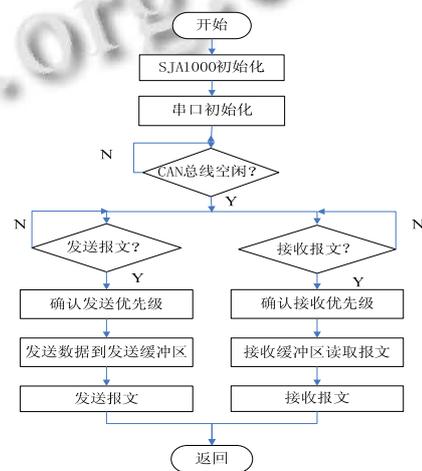


图 4 CAN 通信流程

在报文发送过程中, 系统通过查询状态控制寄存器值(或者采用中断方式), 当状态寄存器 SR=0x04(发送缓冲器状态位为 1), 将地址和数据组成一帧报文, 通过缓冲器进行发送^[6]。在报文的接受过程中, 也是通过查询状态控制寄存器, 当 SR=0x01(接收缓冲器状态位为 1), 直接读取接收缓冲区的数据。

当多个节点同时向总线发送报文出现冲突时, 系统通过判断报文标识符来确定报文的优先级(标识符的值越低, 其优先级越高), 优先级较低的节点会主动地退出发送, 而最高优先级的节点可不受影响地继续传输数据, 从而大大减少了总线冲突仲裁时间, 保证信息处理的实时性。

在数据采集模块节点接收到命令(modbus 格式)后, 如: 01 03 00 01 00 01 D 5CA, 其中 01 代表主机, 03 代表输出寄存器(只读), 第一个 0001 代表寄存器的地址, 第二个 0001 代表读取的数据个数, D5CA 表示命令的 CRC 校验位。根据控制命令里的地址单元, 找到相应

的AD采集通道(如第一个AD采集通道),把该点采集到的数据组成一帧信息 01 03 02 0A 4D 7E D1(02代表读2个字节,0A是高字节,4D是低字节,7ED1是CRC校验位)传到总线上.

电子膨胀阀的发送命令,如 01 06 00 29 00 76 D9 E4, 06代表输出寄存器(只写),00 29代表发往电子膨胀阀节点的地址,00 76代表电子膨胀阀的步进脉冲数.在节点程序中,根据目前电子膨胀阀的开度决定电子膨胀阀下一次转动的方向及转动的角度.

实际吸收式制冷系统 CAN 数据监控模块如图 5 所示.



图5 CAN 硬件电路实物图

3 LabVIEW监控软件编程

LabVIEW 提供了丰富的仪器控制功能,支持 VISA、SCIP 和 IVI 等程控软件标准.在串口通信方面,串口操作的功能节点均使用 VISA 节点^[7].本设计采用

LabVIEW2013 软件,设计的程序框图如图 6 所示,程序分为以下 4 个部分:

① VISA 配置函数

用于实现串口的初始化,指定串口通讯参数.本文采用 9600bps 的串口波特率,8 位数据位,1 位停止位,无奇偶校验.为了防止数据命令出现 0A 误判为终止符而停止接收数据,将程序默认启用终止符改为禁止启用终止符.

② 读写串口

把 CAN 节点的命令放入一个字符串的数组里,添加 for 循环,使其自动索引,依次把每条命令发送到串口缓冲区里,然后读取由 CAN 节点返回到缓冲区的数据.由于串口同时读写会出现错误,所以必须在读写函数之间加入延时^[8,9].

③ 数据显示及保存

把读取串口缓冲区的十六进制数据转换成对应十进制的温度、压力等数值,并且保存到电子表格中.在电子表格函数中设置默认的文件路径,并且“添加至文件”这一输入项设置 TRUE,使保存的新数据不会覆盖原来的数据.

④ 控制电子膨胀阀开度

首先将需要发送的控制电子膨胀阀的十进制数据强制转换成十六进制字符添加到字符串里,然后编辑 CRC 校验函数添加 CRC 校验码,组成新的字符串,最后将这一组命令写入到串口缓冲区中,控制电子膨胀阀转动角度.

利用 LabVIEW 软件采集显示吸收式制冷系统参数界面如下况如下图 6 所示.

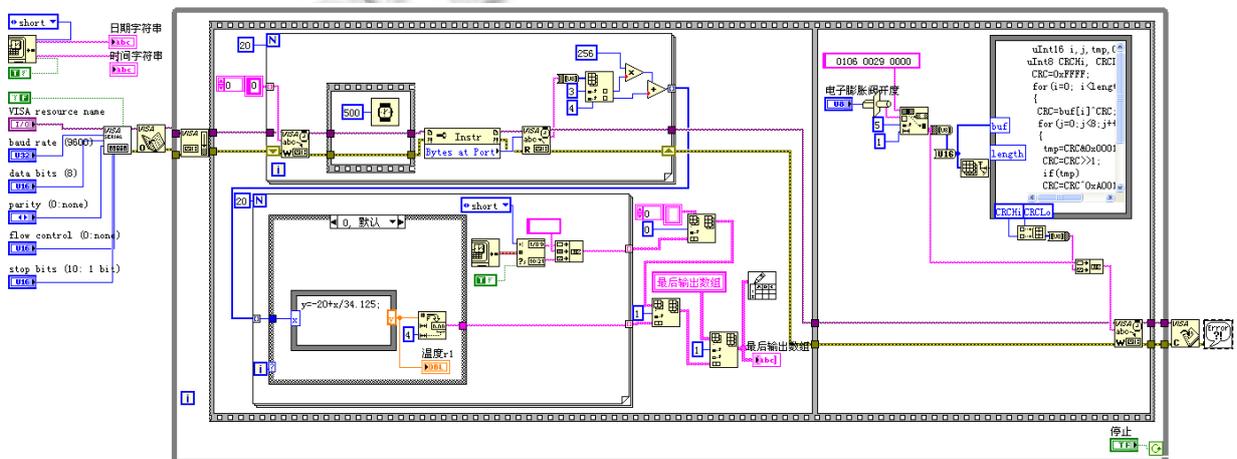


图6 LabVIEW 程序框图

4 结语

本文针对吸收式制冷系统的特点设计的基于 LabVIEW 和 CAN 总线的监控系统实现了对制冷系统数据的采集、传输, 已经对运行状态的实时监控。采用的 CAN 总线技术硬件设计容易, 软件编程代码简单、节点易于扩展, LabVIEW 软件开发周期短、界面直观清晰, 检测结果表明该检测系统运行稳定可靠、实时性好、抗干扰能力强, 具有良好的应用前景。

参考文献

- 1 张杰. 中央空调水系统节能控制研究[学位论文]. 北京: 中国科学技术大学, 2011.
- 2 缪宝龙, 孙文哲, 段龙, 等. 喷射-吸收式氨水制冷机的调试. 低温与特气, 2013, 31(1): 11-15.
- 3 张太康, 翁文兵, 喻晶. R134a, R417a 和 R22 用于空气源热泵热水器的性能研究. 流体机械, 2010, 38(5): 72-76.
- 4 王永刚, 钟水库. 太阳能溴化锂吸收式制冷技术的研究进展. 能源研究与信息, 2009, 25(3): 160-165, 178.
- 5 王立翔. 基于 CAN 总线智能节点的设计及可靠性分析[学位论文]. 西安: 西安电子科技大学, 2012.
- 6 郑龙, 郑瑞, 董艳云. 基于 CAN 总线的分布式温度测控系统研究. 煤矿机电, 2012, (6): 26-29.
- 7 王剑. 基于 CAN 总线和 LABVIEW 的智能油管流量检测系统的研究. 制造业自动化, 2011, 33(3): 9-10, 19.
- 8 吕向锋, 高洪林. 基于 LabVIEW 串口通信的研究. 理论与方法, 2009, 28(12): 27-30.
- 9 耿朝, 崔建昆. 基于 labview 的齿轮泵振动采集分析系统设计. 制造业自动化, 2014, 36(1): 26-29.