

实时漆包机远程监控软件的设计与实现

李志明, 李 扬

(广东工业大学 信息工程学院, 广州 510006)

摘要: 为实现漆包线生产远程监控, 设计了一种实时漆包机远程监控软件; 通过模块化的程序设计方案, 利用 MFC 构建系统框架, 工作者多线程、用户界面多线程和定时器技术, ActiveX 控件显示, 实现对漆包机设备各个温度点、电机转速、收线通断信号量、耗电量的远程实时显示, 温度上、下限和转速的远程控制, 产量计量, 耗电量统计和数据存储; 以及各个温度和速度进行实时的越界报警; 测试证明, 在数据刷新周期是 600 ms 的条件下, 系统工作实时、稳定, 满足了企业远程实时监控的需求。

关键词: 实时远程监控; 多线程; 漆包机; 定时器; 数据库

Real-time Enameling Machine Remote Monitoring System Design and Realization

Li Zhiming, Li Yang

(School of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In order to achieve enameled wire production remote monitoring, a real-time remote monitoring software is designed. By modular designing scheme and MFC framework build software structure. Through using works threads, user interface threads, timer and ActiveX display technology, the software realizes temperature and motor speed monitoring, power consumption and lines take-off semaphore display, weight count and data storage. And temperature and speed in real-time cross-border alarm. Real test shows that system works stables and real-time under 600ms refresh cycle. The system meets the needs of enterprise's remote real-time monitoring.

Keywords: real-time remote monitor; multi-thread; enameling machine; timer; data bank

0 引言

漆包机是生产电工漆包线的重要设备, 包裹一层绝缘聚酯漆的铜线(或铝线)经过烘烤、蒸发、固化、冷却和收线后形成漆包线产品^[1]。烘炉入口、中心、出口三处温度相差达 200℃以上, 温差很大^[2]。烘烤过程中需监控烘炉内部六个温度和七个电机转速, 属于复杂温度耦合系统, 控制难度非常大。国内相关的监控软件大多是生产车间的监控^[1-3]。生产车间具有高温、油漆的挥发、机器噪声严重、电气设施复杂等因素。

针对漆包机设备的远程监控的市场需求以及现有监控系统存在问题, 设计并实现了实时漆包机远程监控软件, 实现远程监控中心对车间漆包机设备的生产状态实时监控。

1 监控系统整体设计

实时漆包机远程监控系统包括: 远程监控中心软件平台、车间现场控制模块、人机界面模块, 如图 1 所示。

监控中心软件平台对连接的漆包机设备进行实时的远程监控, 定时采集信息, 数据解析, 温度、转速显示, 温度、转速超出上下限报警, 收线参数显示, 定时数据存储。车间控制模块负责漆包机本地化监控。通过 4 组 RS485 总线控制变频器组、温控表组、I/O 模块组、电能表和加热晶闸管组。

收稿日期: 2014-02-14; 修回日期: 2014-04-04。

基金项目: 2012 年佛山市产学研合作项目(2012HC100195)。

作者简介: 李志明(1987-), 男, 山东人, 硕士研究生, 主要从事自动化控制, 电子通信等方向的研究。

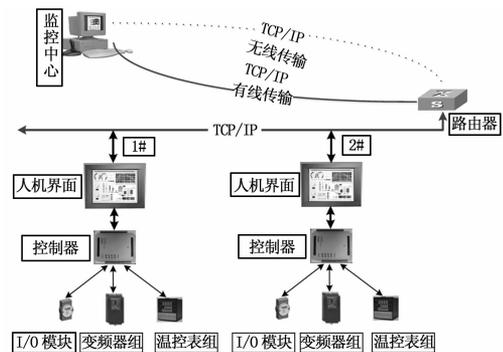


图 1 实时漆包机监控系统

通过 RS232 端口与人机界面通信。控制模块循环采集实时参数, 发送给人机界面, 接收人机界面命令转发给下层控制器。人机界面模块提供本地人机交互式控制和作为网络节点与远程监控软件平台交互数据。接收远程控制命令转送到本地主控制器。

2 监控中心软件平台设计

针对系统要求软件在 VS2010 编程环境下采用 MFC 基于对话框的程序框架开发。监控中心软件平台包括: 网络连接模块; 通信模块; 数据解析模块; 实时温度、转速显示模块; 温度和转速远程设置模块; 耗电量和收线显示模块; 数据存储模块。

2.1 网络连接模块

网络连接模块主要包括连接状态显示和启动数据接收功能

设计、连接目标漆包机地址配置。

模块设计采用 MFC API 函数创建非模态窗口实现界面。Socket 通信采用服务器、客户端模型^[4]。监控软件作为网络客户端, 人机界面为服务器端。

采用 WinSock 网络连接函数, MFC 的 IP 控件和文本框控件输入目标设备的 IP 地址和端口号。在 MFC 按键消息响应函数中添加命令, 根据输入的 IP 地址和端口号主动发起 Socket 连接请求, 等待人机界面网关的响应。待连接成功后改变主界面 MFC 静态控件的背景色和文本内容^[5]。断开连接时, 相同的监控软件主动发起断开连接请求, 并改变静态控件的背景色和文本内容。流程图见图 2。

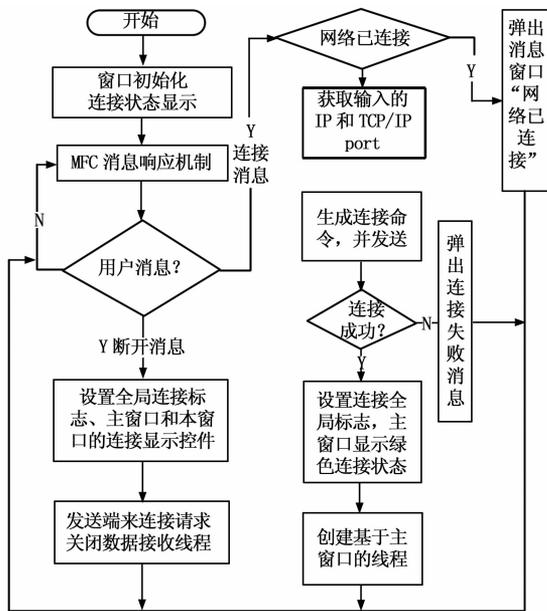


图 2 网络连接程序流程图

本模块最重要的设计是根据 MFC API 函数, 在连接消息响应函数中待连接成功后, 创建基于主窗口的工作者线程, 接收人机界面返回的数据。当网络连接窗口关闭后, 数据接收线程依然运行。

MFC API 创建非模态窗口函数: connect_ne t0. DoModal ();

创建基于主窗口的工作者线程函数: AfxBeginThread (ReceiveThread0, A0GlobalParams:: mainframe); //参数 1 是创建的线程处理函数, 参数 2 是创建本工作者子线程依附的父线程。

2.2 通信模块

通信模块包括通信协议的设计及定时查询功能。监控软件通过通信模块实现定时的查询漆包机参数, 人机界面返回的信息通过通信模块发送给数据解析模块。

数据传输格式采用 Socket 协议和 Modbus 协议结合的方式。网络通信采用基于 TCP/IP 的 WinSock 函数。TCP/IP 数据区的数据采用 Modbus RTU 的通信协议定义。监控软件为 Modbus 协议的主设备, 人机界面作为 Modbus 的从设备^[6], 响应监控中心的查询和设置命令。

通信数据格式为: 主设备发送命令: 目标 ID、通信功能

码、数据内容、CRC 码。从设备回应消息格式: 确认功能码、返回数据、CRC 码。采用查表法实现 CRC-16 校验码, 计算快、占用内存资源少。

通过对监控软件通信量的分析, 系统一次通信数据量是 354 字节。据 Modbus 通信协议规定, 一次传输的信息最多是 256 字节。设计通过定时依次发送两次查询命令。定时器消息响应函数中, 每次发送查询命令都改变布尔型状态标志, 根据状态标志位的不同发送不同的查询命令。

本模块实现主要是: 定时器实时采集数据。

SetTimer (IDC _ TIMER _ SEARCH _ DATA, 300, NULL); //设置定时器周期是 300ms。间隔发送两条查询命令。两次查询完成一个查询周期。这样完成一次查询周期是 2 * 300 ms 即 600 ms。

```
if (Timer_Send_State)
{ SendData(&FrameInfo_P1); //查询命令 1
  Timer_Send_State = FALSE; }
else{ SendData(&FrameInfo_P1); // 查询命令 2
  Timer_Send_State = TRUE; }
//Timer_Send_State 作为发送标示, 当等于 1 时发送第一个查询命令, 等于 0 时发送第二个查询命令。
```

2.3 数据解析模块

本模块完成对通信接收数据的解析, 得到实际物理数值设计。

通过 Windows API 创建工作线程。线程内无限循环处理数据。查询返回数据是字符串形式。而实际数值是整数和浮点数, 需对字符串数据进行解析。数据解析分两步, 首先将字符串以字符型数组的形式赋值给温度、转速等参数。整数值是 16 位二进制即 4 个十六进制字符。接收到数据后通过长度为 4 的字符数组从高位到低位依次存储数据的字符形式。第二步将字符数组的每个字符转换成字符代表的十六进制数组。通过整数左移和按位或操作将十六进制数组组合成一个整数。

浮点数传输首先按照整数解析方式解析成无符号的 32 位整数, 再按照 IEEE 754^[7] 国际标准转换成十进制浮点数据。

表 1 IEEE754 浮点数的表示方法 (32 位)

31 位	30-23 位	22-0 位
符号位 (Sign)	指数位 (Exp)	尾数位 (Mant)

指数偏移量是 127。

32 位二进制浮点数转换为 10 进制见公式 (1):

$$V = (-1)^{1.Mant} \times 2^{(Exp-127)} \quad (1)$$

通过上述公式完成浮点数据的解析。

本模块实现主要是: 字符串信息转换成数值和十进制浮点数值信息。

```
strtodata(D_Temper_Input_Actual, temp_In_Actual, 4, 0); //字符数组转换成十六进制数组。
```

```
temp_val = temp_In_Actual[0]; //temp_cal 是无符号的 16 位整数。
```

```
temp_val = temp_val << 8; //十六进制数值左移 8 位到高位
D_Temper_Input_Actual = temp_val | temp_In_Actual[1]; //获得实际温度的整数值。
```

2.4 实时显示模块

实时显示模块包括网络连接状态和信息显示，动态曲线设计和转速表设计。

本模块运行在监控软件的主界面。通过重写基于 MFC 的静态控件，添加控件的绘制背景色函数和设置文本内容函数，改变控件背景色和文本内容字体。重写定时器函数，实现背景闪烁功能。当网络断开时，打开定时器，定时器函数内实现背景色交替显示，网络连接时，关闭定时器，并设置背景色为绿色。模块流程图见图 3。

调用 ActiveX 控件^[8]显示温度曲线，转速表显示转速。在主程序启动时，加载控件 TeeChart.ocx 文件。网络连接后在主窗口的定时函数中，定时向控件添加数据并同时添加横坐标时刻。

模块主要实现：采用定时器实现 ActiveX 控件的实时刷新和对控件数据的更新方法。

在主界面的初始化函数 OnInitDialog () 函数中设置刷新定时器。600 ms 数据刷新周期。

```
SetTimer(IDC_TIMER_FLASH,600,NULL);
m_Chart1.Series(0).Add(D_Temper_Input_Actual, strTimer,
1); //添加第一条曲线的温度值和横坐标实时时刻;strTimer 是横坐标
显示时刻
m_Chart1.Series(1).Add(D_Temper_Middle_Actual, strTimer,
1); //添加第二条曲线的温度值和横坐标实时时刻。
```

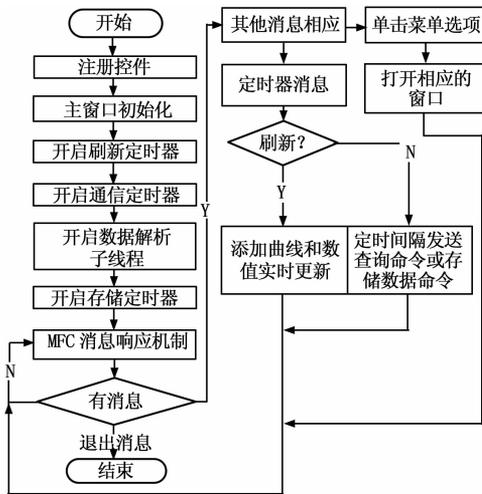


图 3 主窗口软件流程图

2.5 温度和转速设置模块

本模块包括温度和转速越界报警与远程控制设计。

通过用户界面线程创建温度和转速界面。温度界面的定时消息响应函数内，刷新温度的实际值、设定值、上限、下限控件。转速界面的定时器内设置各个转速点的实时转速。并在更新数据时，将当前值与设定的上限和下限比较，若超出范围则控件背景红色闪烁。正常显示绿色背景，不闪烁。

远程设置功能设计：在发送按键消息响应函数内组成 Modbus 命令。根据网络连接获得的信息得到设置命令的 ID 号，Modbus 设置单个寄存器命令为 0x06h，根据设置的不同参数点有确定的寄存器地址，文本控件的方式读取用户输入的整数数值，调用 CRC 校验函数生成 Modbus16 的 CRC 校验

码，组成发送命令。连续发送 3 次，确保数据发送成功。

本模块实现主要是：用户界面线程，温度转速越界实时报警和控制命令的发送。

```
CWinThread * pThreadTemp = AfxBeginThread (RUNIT IME_
CLASS(CShowPara)); //创建界面线程调用线程类。
```

温度转速越界实时报警在定时函数内实现，

```
if((D_Temper_Input_Actual > D_Temper_Input_Min)&&(D_
Temper_Input_Actual < D_Temper_Input_Max))
```

```
{ m_In_Temp_Actual.SetBkGlam(FALSE); }
```

//实现报警功能

组成发送控制命令：

```
strtodata((unsigned char *)szData,Send_Aft_Set_Data,6,1); //
转换要发送的数值成字符串组形式
```

```
UINT16 result_crc = CRC16(Send_Aft_Set_Data,6); //CRC-16
生成函数生成循环冗余校验码
```

2.6 电能消耗和收线显示模块

本模块包括耗电量和收线状态的显示设计。能耗界面和收线界面都是采用用户界面线程来实现。

耗能用户界面线程窗口中创建定时器，定时函数内实现电能表当前读数、24 小时耗电量、1 小时耗电量 3 个参数赋值给 MFC 的静态控件。收线用户界面线程窗口中显示参数：60 条漆包线的通、断状态，走线密度、收线头数、收线开始时间、整体收线状态。窗口初始化函数中设置刷新定时器。在定时器消息响应函数内实现上述参数刷新。其中，收线通断状态采用重写静态控件类，通时显示绿色，断时显示红色。其他信息通过静态控件数值显示。

本模块实现主要是：信息的实时更新。

```
SetTimer(IDC_TIMER_WEIFHT_COUNT,600,NULL); //设置
收线参数显示定时器
```

2.7 数据存储模块

本模块包括产能的存储设计和生产状态参数的存储设计。采用 MySQL 数据库实现数据存储。在 MFC 环境下采用 ODBC 方式访问 MySQL 数据库^[9]。

在主界面的初始化函数中设置两个定时器，分别实现产能和状态参数的不同周期存储。产能存储间隔 1 s，实时保存收线参数和能耗参数，其数据库 ER 图如图 4 所示。生产状态参数保存所有的温度和速度监测点信息，按照 1 min 的周期存储到数据库。

本模块实现重点是存储两类数据。SetTimer (IDC_TIMER_SAVE1,1000,NULL);

//收线和能耗 1s 存储定时器

```
Str1.Format(L"insert into power values (%d',%s',%f', '%
f'.....)", ID, Date, Density, wt1,.....); //数据库命令字符串
```

```
mysqldb.ExecuteSQL(Str1); //写入数据库
```

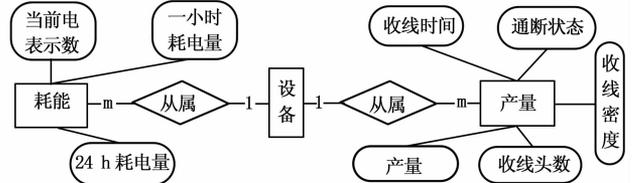


图 4 产能 ER 图

3 软件功能测试

完成本实时在线监控平台的设计后, 进行了实际的测试。测试软件运行在 Win7 环境下, 远程人机界面是 TPC1262H, 6 个温控表, 7 个变频器, 8 个 IO 模块。图 5 是本监控软件实际运行的主界面, 3 个曲线控件, 每两个控件显示两条温度曲线。曲线横坐标是实时的时间值精确到秒, 纵坐标是温度值, 单位是摄氏度 (°C)。7 个数值显示控件显示电机的实时转速。曲线实时地反应了温度的波动。还对参数的远程设置进行了测试, 运行稳定。

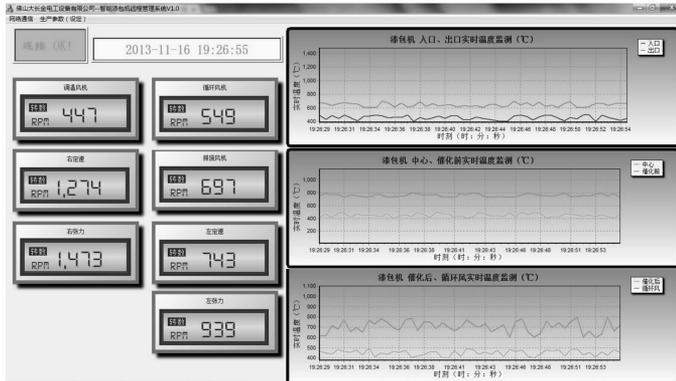


图 5 系统实际运行主界面图

4 结论

通过 MFC 开发平台设计本漆包机实时监控软件, 实现了

.....

(上接第 2305 页)

```
s4=s2.SubString(1,12);//截取 PPT 的有效响应内容
int a=s4.Pos("?");
s3=s4.SubString(a+6,a+11);
if(s3!="") data=s3;//获取信号数值
Edit1->Text=data+ComboBox1->Text;
}
}
```

通过对串口的读写操作, 可以很容易地实现 PPT 参数设置及实时测值曲线显示功能, 这里不再赘述。

3 PPT 测控程序测试

在程序的测试中, 我们使用 GE 公司的 RUSKA 7250xi 作为标准压力输出装置, 该设备满量程输出 600 kPa, 精度 0.005%, 通常用作压力校准设备。在测试中, PPT 采样率设置为 1 次/s, 连续输出模式。RUSKA 标压输出设置在 200 kPa 以内, PPT 的响应通过实时压力测值曲线显示, 如图 4 所示, 由于用于测试的 PPT 为绝对压力传感器, 因此其初始值为本地大气压力值, 曲线中第一部分, 控制 RUSKA 间隔 20 kPa 输出一次, 到 190 kPa 后直接排放, 曲线中第二部分, 控制 RUSKA 间隔 10 kPa 输出一次, 达到 190 kPa 后, 间隔 10 kPa 排放输出一次, 第三部分控制 RUSKA 直接输出 190 kPa, 然后排放。从曲线上看, 程序实现了实时测量显示功能。

4 结束语

本文利用 C++ Builder 编程语言, 通过对串口的操作, 设计了一种简单的测控程序, 可在个人电脑上实现对 PPT 的

对远程漆包机参数的实时监控。避免了现场高温、高电压恶劣环境对工人的身体伤害, 提高了管理效率。为用户提供了安全、稳定、实时的远程监控通信系统和良好的用户管理界面。通过在实际的测试, 系统达到了与设计的要求, 提供了秒级的实时服务, 系统稳定。

参考文献:

- [1] 彭光林, 李 扬, 莫怀海, 等. 单板机在漆包机电气控制中的应用 [J]. 机床与液压, 2011, 39 (2): 107-109.
- [2] 欧俭平, 等. 漆包机烘炉循环风道温度均匀性的仿真优化研究 [J]. 工业加热, 2013, 42 (3): 1-4.
- [3] 唐益新. 新型漆包机烘炉计算机控制系统 [J]. 机电一体化, 2004, (3): 74-75.
- [4] 黄定卫, 等. 基于 TCP/IP 的综合数据传输与控制系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (3): 667-670.
- [5] 钟新跃. 基于 C/S 架构的停车场车位信息发布与管理信息系统 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (7): 1957-1985.
- [6] 华 睿. 从 Modbus 到透明就绪 [专著]: 施耐德电气工业网络的协议、设计、安装和应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [7] Frederic P M, Agnes F V, John M B. IEEE 754-2008 [M]. German: VDM Publishing House, 2010.
- [8] 梁增欣, 李维嘉. TeeChart 控件介绍及在实时监控中的应用 [J]. 工业控制计算机, 2010, 23 (12): 9-10.
- [9] 崔 洋, 贺亚茹. MySQL 数据库应用从入门到精通 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.

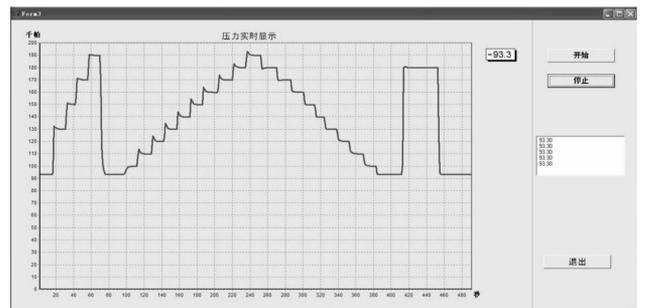


图 4 测控程序测试

压力测量和显示, 并能完成 PPT 常用参数的更改。从标准压力设备的检验和测试来看, 程序对压力变化的响应快速, 测量准确, 达到了设计的初衷。该程序可以用于 PPT 传感器的调试, 也可以作为 PPT 传感器的实时测量工具。

参考文献:

- [1] PPT and PPTR User's Manual [Z]. HoneyWell Inc.
- [2] 黄 明, 刘亚斌, 韩亚钦, 等. 基于 PXI 的通用数据采集系统 [J]. 计算机测量与控制, 2006, (12): 1745-1747.
- [3] 蒙祖强, 龚 涛, 等. C++ Builder 程序员成长攻略 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [4] 刘 超, 唐 彬, 等. C++ Builder 案例开发集锦 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [5] 钱 棚, 保春艳, 康祥顺, 等. 白领就业指南: C++ Builder 6.0 设计师之路 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.