

风力发电机组远程监控及风场风机管理软件的开发

杨十力

(南车株洲电力机车研究所有限公司, 湖南 株洲 412001)

摘要:为使风电机组可靠运行、高效发电及便于管理,开发了风机远程控制及风电场管理软件。该软件采用 WINDOWS 操作系统下的 VC++ 加后台关系数据库、C/S (客户端\服务器) 体系结构、多线程数据联系方式,界面友好,使用方便,现场运行可靠。文章描述了该软件数据库中风机特性表和数据处理表,介绍了其数据通信及处理模块等主要模块及部分关键技术。

关键词:数据库;多线程;VC++;风机;控制

中图分类号:TM315;TP311.52

文献标识码:A

文章编号:1671-8410(2011)02-0044-05

Software Development on Remote Control of Wind Turbine and Management of Wind Farm

YANG Shi-li

(CSR Zhuzhou Institute Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: The system software of remote control for wind turbine and management of wind farm is developed for the purpose of wind turbine's reliable operation, high efficiency on power generation and easy management. The software is compiled with Windows VC++ plus underlying relational database using C/S (Client/Server) system structure. Data receiving, sending and processing can be realized via multi-threading technology. It has friendly interfaces and is easy application and reliable onsite operation. It presents the WECS's feature data table and data processing table of the software database, describes the main modules such as data communication and processing modules, as well as some key technologies.

Key words: database; multi-threading; VC++; wind turbine; remote control

0 引言

全球对环境质量要求的不断提高,加速了新能源产业的快速发展,特别是风力发电行业的异军突起,带动了能源结构的变化和新技术的广泛应用。为使风电机组可靠运行和高效发电、用户方便快捷地运行风机,针对风机特点和风场管理要求,南车株洲电力机车研究所有限公司开发设计了风机远程控制及风电场管理应用软件。该软件系统主要用于对风电机组进行远程

监控并对风电场风机组进行实时监视及数据统计。软件采用 WINDOWS 操作系统下的 VC++ 加后台关系数据库编写,采用 C/S (Client/Server, 客户端\服务器) 体系结构、多线程数据联系方式,一风机组对应一个线程,处理和运行速度快,界面友好,使用方便,现场运行可靠。单个系统在现场 1 GHz 主频、1GB 内存的计算机上可快速管理 200 台风机组 (理论上可以管理 6 万台风机组),数据刷新时间小于 1 s。对风机组的控制包括启机、停机、参数修改和功率限制等功能,其控制命令由数据库中的 plc 命令表提供 (不同风机控制命令不同);统计功能主要包括故障、报警、电气参数等日、月和时间段的统计,形成报表并可硬拷贝。该系统能实时显示风速、

收稿日期:2010-02-11

作者简介:杨十力 (1964-),男,教授级高级工程师,主要从事软件开发工作。

环境温度、风机功率、电网功率等几十个与风机相关的模拟和数字量，并能在风机出现故障或报警时以声音和画面等形式提示用户。

1 软件系统结构

风机远程控制及风电场管理软件系统(图1) 包括通信模块、曲线实时显示模块、总览实时显示模块、数据库管理模块、风机调试模块等。软件采用C/S体系结构，也可单机运行。软件系统由服务器、工作站和远程工作站通信软件通过局域网或广域网与风机进行数据交换。服务器负责风机的数据存储、工作站启动消息的传输、历史数据和统计结果的发送。服务器提供了一个OPC (OLE for Process Control, 用于过程控制的对象连接与嵌入)接口，在风场与上级单位联系时可实时发送数据到OPC工作站。

服务器运行通信和处理模块时，初始化服务线程并与风机通信，实时记录风机数据，定时下载风机历史数据，当有工作站请求时接收和发送相关信息给工作站。工作站或远程工作站运行通信和处理模块时，首先请求登录信息，登录后初始化线程与风机通信，它负责其它模块与服务器和风机间的数据传输。

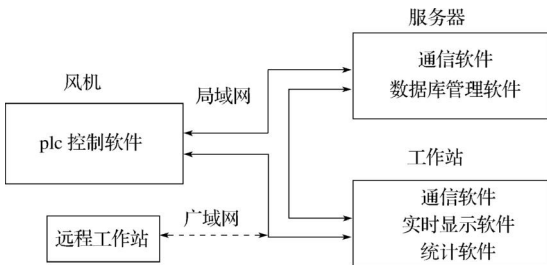


图1 软件系统拓扑图
Fig. 1 Topology of software structure

2 软件数据库

风机远程控制和管理软件是通用软件。为了正确处理风机的数据并实现不同类型风机数据的标准化，采用自定义数据处理方式来解决风机间存在的数据矛盾，为此要定义很多数据库表，如风机特性表、数据处理表、变量文本对应表、plc数据地址对应表、故障表、报警表、数据显示表及plc命令表等，以解决软件和数据的兼容性问题。数据库表的编辑管理由数据库管理模块来完成，其中包括用户权限、风机参数、风机命令、故障报警代码及解释文本等数据库表的管理。本软件采用后台关系数据库，数据库可以是ACCESS、SQL SERVER和ORACLE等关系数据库中的一种，单机运行或风机调试时运行ACCESS或SQL SERVER即可。正常

情况下，服务器上的数据库可采用大型关系数据库（包括实时数据库）。下面主要介绍风机特性表和数据处理表。

2.1 风机特性表

软件运行时，首先调用数据库中风机特性表的数据来初始化软件接口，特性表结构如表1所示，表中“√”表示被选为关键字。风机特性表内容包括风机名、风机IP地址、出厂日期、风机类型、分组号和组名，这些数据在数据模块中都要用到，其中“风机类型”用于plc命令分辨和数据处理分类。

表1 特性表结构
Tab. 1 Structure of feature data table

字段名	关键字	数据类型	长度	解释
风机名		Text	20	
风机IP	√	Text	20	
出厂日期		Longtime		包括年月日
风机类型		Char	1	
分组号		Char	1	
组名		Char	20	

2.2 数据处理表

软件接收数据后会按照表2和表3内容进行数据处理，表中“√”表示被选为关键字。表2用于定义风速、转速、电压、电流、功率、温度、油压、变流器频率等数据格式，plc数据是以双字方式存储的，风机不同，其数据长度亦不一样，因此以表中字段处理格式来分辨。表3用于定义开关量的数据，如继电器开关、风向等，其中“位置”字段用于指定数据中的具体位置。

表2 模拟量数据定义表
Tab. 2 Analogue data defining table

字段名	关键字	数据类型	长度	解释
风机类型	√	Char	1	
plc地址	√	Int	4	
处理格式	√	Char	1	0/1/2（全/高/低）
变量名		Char	10	

注：0/1/2（全/高/低）：0表示按长整数处理，1表示按高位短整数处理，2表示按低位短整数处理。

表3 数字量数据定义表
Tab. 3 Digital data defining table

字段名	关键字	数据类型	长度	解释
风机类型	√	Char	1	
plc地址	√	Int	4	
位置	√	Char	1	数据第几位
变量名		Char	10	

3 软件模块及界面

风机远程控制和管理软件由多个软件模块组成，

模块界面采用单文档模式，主要模块包括数据库管理模块、数据通信及处理模块、风机曲线实时显示模块、风机总览状态实时显示模块、历史数据统计模块及风机调试模块等。数据通信及处理模块、风机总览状态实时显示模块和风机曲线实时显示模块能对风机进行后停操作。下面主要介绍和分析数据通信及处理模块、风机曲线实时显示模块及风机总览状态实时显示模块。

3.1 数据通信及处理模块

数据通信及处理模块是计算机与风机组联系的关键模块，主要承担通信和数据处理功能，可以推到后台运行。模块运行时，从数据库中得到风机特性数据和数据处理特性表，按照每个风机建立一个线程的要求建立通信和处理线程，将各风机的数据处理的特性引入线程（数据处理表）；同时在内存中按风机多少建立风机共享数据区（内存文件共享方式），每个风机在共享数据区中的数据包括风机特性、处理后数据及模块关联标识等，可供其它模块引用。如果该模块在服务器上运行，接收的数据将写入数据库。该模块界面（图2）是单文档单视口界面，显示每个风机的名称、IP地址、连接状态、分组、厂家及型号等内容。用鼠标双击显示条目，则可运行风机曲线实时显示模块。在菜单中可启动风机总览状态实时显示模块。通信模块退出时，如果有其它模块运行，通信模块会关闭其它模块，删除数据文件，然后退出。

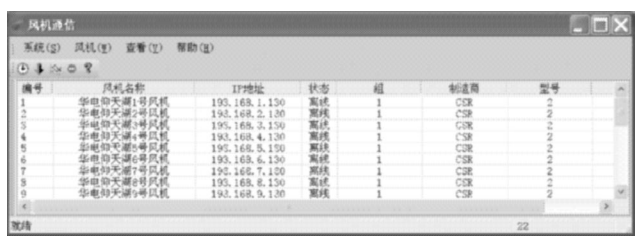


图2 风机通信界面
Fig. 2 Interface for WECS communication

3.2 风机曲线实时显示模块

风机曲线实时显示模块把计算机接收到的plc实时数据（如风机功率、风速、轮毂转速、电压、电流及温度等）以图表方式显示出来。特性曲线按照从右至左的方式实时显示，横轴为时间，纵轴为采样量值。每屏可显示20 min的特性曲线图，20 min后曲线每次向左平移一个数据采样点，采用点的时间间隔一般大于500 ms。本软件模块不能单独运行，用鼠标双击数据通信及处理模块或风机状态实时显示模块中相应的风机信息处才能运行该模块。风机曲线实时显示模块界面（图3）是单文档多视口界面，可以在风机功率、电网功率、转速、转

矩、温度、电压、电流及风速等曲线界面间切换，只有当最顶部视口可见时才能显示风机相关的曲线。

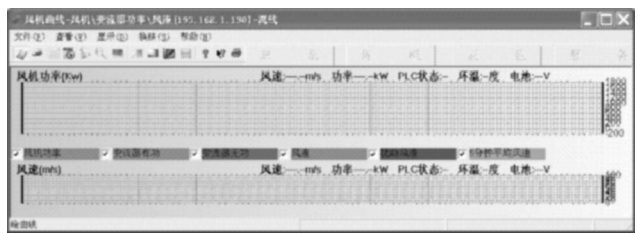


图3 风机曲线实时显示界面
Fig. 3 Interface for WECS curve real-time display

3.3 风机状态总览实时显示模块

风机状态实时显示模块以列表、详图和简图形式实时显示风场中所有风机的重点数据。列表和详图显示风速、有功功率、环境温度、plc状态、网络状态、当日发电量和风机复位次数等数据，而简图只显示风速、有功功率和当日发电量的数据。详图可分组显示风机数据，风机的月发电量和年发电量在软件的状态栏中显示。当某风机出现故障时，该模块会在该风机信息显示处作标识并伴有声音提示。如同风机曲线实时显示模块，该软件模块也不能单独运行，必须在数据通信及处理模块中点击图标才能运行。该模块界面（图4）是单文档多视口界面，可以在列表、详图和简图界面间切换，最顶部视口可见时才能处理风机数据，用鼠标双击显示条目则运行风机曲线实时显示模块。



图4 风机状态总览实时显示界面
Fig. 4 Interface for WECS overview state real-time display

4 关键技术

4.1 plc通信

软件的通信协议采用MODBUS/TCP和MODBUS/DUP。与plc通信初始化时，须用固定端口号（国际通用），其中MODBUS/TCP端口号为502，MODBUS/DUP端口号为32768。MODBUS/TCP协议用于plc数据的实时传输，针对每个风机建立一个相应的通信线程，实时地与plc联系。MODBUS/DUP协议软件只

能建立一个线程, 该线程负责所有风场plc历史数据的传输(故障和报警数据的下载), 线程的启动按照风场的要求决定, 一般情况下每天定时下载一次, 软件设定一天最多可下载10次, 其下载时间由用户输入到数据库的时间确认。

通信模块连接plc的实现程序如下:

```
bool CMainFrame::OnConnect(CString plcIP)
```

```
{//连接plc、plcIP plcIP地址
```

```
    CString st;
```

```
    OnDisconnect();//断开以前连接
```

```
    if(!(m_Online&1))//m_Online 为标识
```

```
{
```

```
    m_wndStatusBar.SetPaneText(1,“ 风机离线! ”);
```

```
    return 1;
```

```
}
```

```
    if(OnCreateConnect())//建立套接字
```

```
{
```

```
        m_wndStatusBar.SetPaneText(1,“ 建立失
```

```
败 ”);// 显示错误
```

```
        return 1;
```

```
}
```

```
    if(!m_MySocket->Connect(plcIP,502))//尝试连接
```

```
{
```

```
        m_MySocket->Close();//连接失败则关闭
```

```
Socket
```

```
        st.Format(“ %s%s ”,plcIP,“ 连接失败 ”);//提
```

```
示用户连接失败
```

```
        m_wndStatusBar.SetPaneText(1,st);// 显示
```

```
错误
```

```
        return 1;
```

```
}
```

```
    else
```

```
{
```

```
        m_wndStatusBar.SetPaneText(1,“ 连接成
```

```
功 ”);// 显示成功连接
```

```
        return 0;
```

```
}
```

```
}
```

4.2 曲线内存管理

曲线显示内存是曲线实时显示模块运行时以每屏20 min的显示内容而开辟的一块存储空间。按每500 ms一个数据块计算, 其大小为 $20 \times 60 \times 1000 \div 500 = 2400$ 个

数据块。为了使数据移动不影响曲线的连续性, 加上5 min的存储空间, 即400个数据块, plc的一个数据块大小约为0.5 Kbit, 则曲线显示内存总容量为1 500 Kbit。实时数据从第一个数据块开始存储, 当最后一个数据块的边界到达数据块尾部时, 以当前数据块的时间与前面数据块的时间之差大于20 min来计算移动的数据块个数, 这样, 实际曲线数据大于20 min时, 数据块内存移位一次, 以当前数据块为起点朝前画曲线, 曲线就不间断地显示下去。

实时数据块增加函数的实现程序如下:

```
BOOL AddPoint()
```

```
{// 增加一个数据块
```

```
    if(m_lend>=1500)// m_lend 为数据块长度
```

```
{
```

```
        m_lend=GetdataPointer();//得到当前数据块移
```

```
动后的位置
```

```
        MoveData();//移动数据
```

```
}
```

```
AddData ();// 增加一个数据块
```

```
    m_lend++;// 数据块长度加1, 指向下个数据块
```

```
    return TRUE;
```

```
}
```

4.3 内存文件映射

所有接收的实时数据都在内存中映射成一个数据映射文件, 使用实时数据的模块都从映射文件中读取数据, 每个软件模块读取数据后清除读标识。只有所有软件模块的读取标识被清除, 数据才能被更新。

建立映射文件函数的程序如下:

```
Extern HANDLE Set_file_map//映射文件句柄;
```

```
Int Count// 风机个数
```

```
BOOL InitMappingFile()
```

```
{
```

```
    mappingfile=NULL;// 映射文件指针
```

```
    Set_file_map=::CreateFileMapping//建立映射文件
```

```
    (HANDLE)0xffffffff,
```

```
    (LPSECURITY_ATTRIBUTES)NULL,
```

```
    PAGE_READWRITE,// 能读写映射文件
```

```
    0,
```

```
    sizeof(RecData)*Count, // RecData为数据块结构
```

```
    “ File_Set_MappingObject ”); // 映射文件名
```

```
if(Set_file_map !=NULL )//建立成功
{
    ReadData () ;//读风机设置数据
return TRUE;
}
elseif(GetLastError()==ERROR_ALREADY_EXISTS)
{ //映射文件文件存在
    mappingfile=(RecData *)::MapViewOfFile(
        Set_file_map,

        FILE_MAP_ALL_ACCESS,
        0,
        0,
        sizeof(RecData)*Count);
    return TRUE;
}
else return FALSE;//不能建立映射文件
}
```

5 结语

远程监控和风场管理软件既可以C/S方式运行,也可以单机运行和远程方式运行。风场风机管理人员主要采用C/S方式运行,厂家维护人员采用单机运行或远程运行。该软件系统目前已在库伦、通辽、仰天湖等风场投入使用,效果良好,不仅提高了风场的管理能力、使风场管理者随时可以掌控风场风机的运行情况,而且还提升了风场对风机的监控力度,较好地解决了管理中存在的繁琐问题,使管理变得轻松而有序。该软件也为厂商和业主间营造了一座沟通的桥梁,使产品的性能得以不断的改进和提升,推动风力发电行业向更好更快的方向发展。

参考文献：

[1] 王承熙,张源. 风力发电[M]. 北京：中国电力出版社, 2002.
[2] 宋坤,李伟明,刘锐宁. Visual c++ 数据库系统开发[M]. 北京：人民邮电出版社, 2006.
[3] 钱能. C++程序设计教程[M]. 2版. 北京：清华大学出版社, 2005.



(上接第25页)

5 结语

目前最先进的塑壳封装IGBT模块中IGBT发射极与二极管阳极的引线连接采用超声键合技术。在一个大的IGBT模块中可能包含上千个键合点,这些焊点的连接费工、费料,且稍有不慎极可能降低成品率。器件使用过程中,不良的引线键合成为可靠性的薄弱环节,模块可能因内部的高能量导致引线熔化而表现出典型的开路状态,这是一种固有的不可预测的失效过程;同时,模块内部积聚的高能量若不能及时耗散,可能导致模块外壳的爆裂,因此键合技术的掌握和键合质量控制非常重要。本文阐明了大功率IGBT模块封装的引线超声键合原理,总结了键合工艺参数对键合强度的影响规律,为高质量IGBT模块的生产提供了一定的参考。

参考文献：

[1] 王福亮,韩雷,钟掘. 超声功率对引线键合强度的影响

[J].机械工程学报, 2007, 43(3): 107-110.
[2] 杨志高. 智能IC引线键合机图像识别系统的研究[D]. 广州：广东工业大学, 2005.
[3] 董永谦. 热声焊机的研制及工艺研究[J]. 电子工艺技术, 2004, 25(2): 84-85.
[4] 李元升. 引线键合机工艺技术分析[J]. 电子工业专用设备, 2004(3): 78-81.
[5] 邱颖霞. 微波多芯片组件中的微连接[J]. 电子工艺技术, 2005, 26(11): 319-322.
[6] 黄玉财,程秀兰,蔡俊荣. 集成电路封装中的引线键合技术[J]. 电子与封装, 2006, 6(7): 16-20.
[7] 隆志力,吴运新,韩雷,等. 引线键合剪刀超声振动信号的时频分析[J]. 2006, 26(4): 296-299.
[8] Sheng W W, Colino R P. Power Electronic Modules : Design and Manufacture[M]. United States of American :CRC PRESS, 2005.
[9] Zhao Jack, Getty James. 先进封装中引线键合前等离子处理[J]. 电子工业专用设备, 2005(11): 44-48.
[10]孙以材,宫云梅,贺群,等. 压力传感器引线键合的质量控制及优化工艺条件的实现[J]. 传感器世界, 2005(3): 24-28.
[11] LI Jun-hui,WANG Fu-liang, HAN Lei,et al. Atomic diffusion properties in wire bonding [J]. Trans. Nonferrous Met. Soc. China, 2006, 16(2): 463-466.