

# 变电站作业现场接地线管控系统的后台软件设计

孔英会<sup>1</sup>, 万彩虹<sup>1</sup>, 李保罡<sup>1</sup>, 李春晓<sup>2</sup>

(1. 华北电力大学 电气与电子工程学院, 河北 保定 071003; 2. 河北省电力公司衡水供电公司, 河北 衡水 053000)

**摘要:** 针对变电站作业现场的漏收地线、漏拆地线、带地线合闸等问题, 设计了临时接地线管控系统后台软件; 确定了软件的架构, 详细介绍了串口通信与报文处理、实时数据显示、非实时数据管理及告警等几个功能模块的设计与实现, 并给出了部分编程实例程序; 实时数据显示模块通过图形组态技术, 生动形象地显示了作业现场的地线挂接情况; 告警模块有效保障了系统的安全稳定运行; 测试结果表明, 该软件监控画面实时刷新时间小于 0.5 s, 各项功能满足要求。

**关键词:** 临时接地线; 后台软件; 图形组态

## Software Designing for Control System of Grounding Wire in Operating Site

Kong Yinghui<sup>1</sup>, Wan Caihong<sup>1</sup>, Li Baogang<sup>1</sup>, Li Chunxiao<sup>2</sup>

(1. College of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071001, China;  
2. Power Company of Hengshui Hebei, Hengshui 053000, China)

**Abstract:** A background software to control system of grounding wire is designed, To solve problems of forgetting the grounding wire in operating site. The framework of the software is designed and several modules is presented in detail, including serial communication and the packet processing, real-time data display, non-real-time data management and alarm. What's more, some programming examples are presented. By graphical configuration technology, real-time data display module vividly shows connection of grounding wire in operating site; alarm module effectively protects the safety and stable operation of the system. The test results show that the designing of the software meets the requirements, the monitor interface refreshes in less than 0.5 seconds.

**Keywords:** grounding wire; background software; graphical configuration

## 0 引言

临时接地线是保护工人安全的重要工具, 据国网最新统计, 与地线有关的误操作事故在各变电站倒闸误操作事故中高达 60%<sup>[1]</sup>。为此, 准确检测作业现场接地线的位置及挂接状态信息, 实现对作业现场接地线的实时、实地的智能化管控, 对保障电网、设备和人身安全有重大意义。

本文确定了变电站作业现场的临时接地线管控系统后台软件的架构, 分析了系统主要功能模块的功能和开发技术, 测试表明, 后台软件运行效果良好。

## 1 后台软件的构架

后台软件基于 Visual Studio 2008 开发平台, 软件的总体结构如图 1 所示, 由串口通信与报文处理、实时数据显示、非实时数据管理及告警等 4 个模块组成。

串口通信与报文处理模块通过串口接收作业现场的报文, 并解析报文中的信息, 更新到实时表中。

实时表中存储各接地点当前的接地状态信息, 如表 1 所

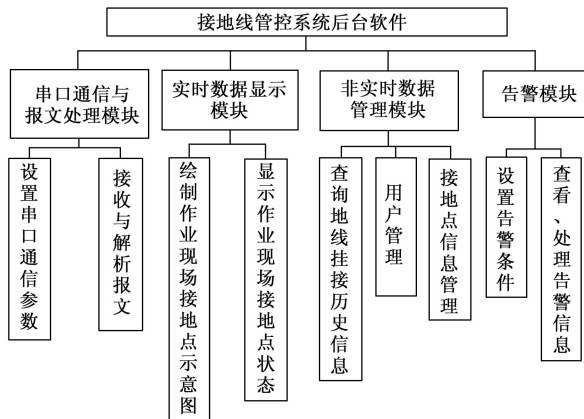


图 1 后台软件结构图

示。实时数据显示模块将实时表中各接地点的挂接状态, 显示在作业现场示意图中。实时表中的数据转存到历史数据表中, 非实时数据管理模块管理这些数据, 提供查询、修改数据的功能; 同时, 非实时数据管理模块也管理用户名、用户密码、接地点编号等信息。告警模块分析通信过程中的误码率、丢包率, 当系统出现问题时, 发出告警信息。模块间的数据关系如图 2 所示。

### 1.1 串口通信与报文处理模块

串口通信与报文处理模块的主要功能是接收并提取作业现

收稿日期:2014-01-26; 修回日期:2014-04-19。

基金项目:2013 国家电网公司科技项目(河北省电力公司衡水供电公司 kj[2013]153 号)。

作者简介:孔英会(1964-),女,河北冀县人,博士,教授,主要从事信息系统与信息安全、实时信号与信息处理等方向的研究。

场发来的报文中的信息, 写到实时表中。实时表中, 每一个接地点当前的状态有 3 种: 0 代表未挂接地线, 1 代表正常挂接地线, 2 代表告警状态。

表 1 实时表(存储接地点的实时信息)

接地点编号	挂接状态	挂接时间	拆除时间	电量是否充足	最后心跳时间	信息采集器编号
171-1KD	1-正常挂接	2013年12月5日8:35		0-充足	2013年12月5日12:13	2号

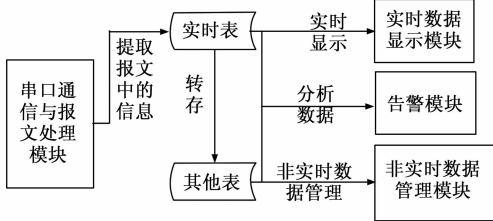


图 2 模块关系图

### 1.2 实时数据显示模块

该模块的功能是根据实时表刷新作业现场示意图。图形显示基于图形组态实现。用户可以用软件提供的绘制工具, 简单地绘制出生动形象的作业现场示意图; 也可以加载图片, 作为作业现场示意图; 并可以选择图标作为挂接标志和报警标志。当地线挂接后, 可使用变色效果、动画效果显示临时地线的挂接状态、挂接位置。

### 1.3 非实时数据管理模块

该模块的主要功能是管理由实时表转存的现场数据和用户信息、接地点名称等后台数据。包括数据的查询功能和数据的修改功能。用户可对历史数据表中数据选择按照时间、接地点编号、接地线信息采集器编号、作业区域进行查询。查询到的地线挂接、地线拆除信息可以导出到 Microsoft Excel 表格, 也能直接打印。此外, 该模块还管理用户信息、接地点信息等后台数据, 提供查询、添加、修改及删除数据的功能。

### 1.4 告警模块

该模块的主要功能是通过检测报文、处理历史数据来分析系统运行状态, 从而对系统存在的误码率高、丢包率高、网络通信不正常等问题提出告警。通过弹出告警窗口、发出声音告警等方式, 提醒工作人员注意<sup>[2-3]</sup>。

## 2 软件实现的关键技术

### 2.1 串口通信的实现

本软件使用 SerialPort 类来实现串口通信。在命名空间 System.IO.Ports 下找到 SerialPort 类, 实例化一个 SerialPort 对象, 就可以控制串口通讯的全过程。

#### 2.1.1 设置串口属性、打开串口

SerialPort 类可设置串口的属性主要有: PortName 串口名称 (COM1, COM2 等), BaudRate 波特率, Parity 奇偶校验, DataBits 数据位, StopBits 停止位等。设置串口属性后, 可以通过 Open () 方法打开串口。关键代码如下:

```
读取用户选取的串口名
```

```
serialPort1.PortName = comboPortName.Text;
```

```
打开端口
```

```
serialPort1.Open();
```

#### 2.1.2 读写数据与关闭串口

字节或字符数据的读写, 可用 Read () 方法和 Write () 方法实现; 数据读写完成后, 可通过 Close () 方法关闭串口。发送字符串的代码如下:

```
发送字符串 b1, 从第 0 个字节开始, 共发送 4 字节 serialPort1. Write(b10, 0, 4);
```

### 2.2 解析报文的实现

根据地线管控系统的实际需要, 作业现场与上位机之间通信的报文有上行报文和下行报文两类。上行报文包括地线挂接报文、地线拆除报文; 下行报文有全部召唤报文和单独召唤报文两类。报文的包括帧头部分、信息体部分、帧尾部分和校验部分, 如表 2 所示。

表 2 报文的帧结构

名称	帧头				信息体				帧尾	校验位
	启动字节	信息体长度	启动字节重复	信息体长度	报文编号	电压信息	阅读器编号	接地点编号	结束字符	CRC 校验
长度 (字节)	1	1	1	1	2	1	1	4	1	2
举例	76	08	76	08	0010	00	01	B44E862A	61	5AB9

通信模块接收的报文有两种 (挂接地线报文和拆除地线报文), 根据帧头部分来区分这两种信息。解析报文的流程如图 3 所示。

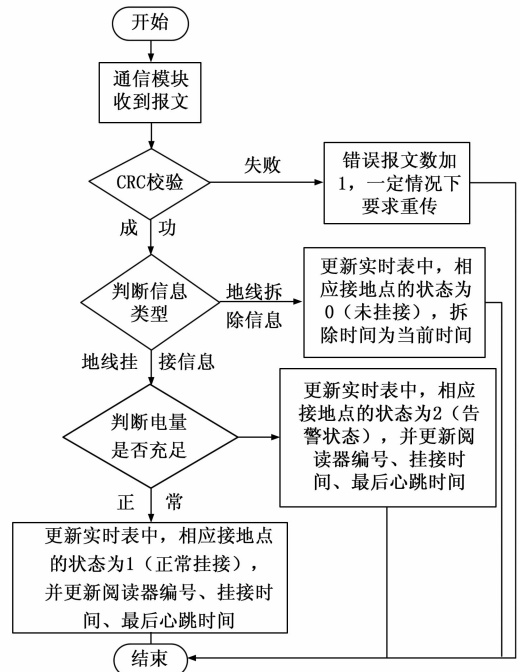


图 3 解析处理报文流程图

### 2.3 组态方式绘制作业现场示意图

组态 (Configure) 的含义是“配置”、“设定”、“设置”,

是指用户通过类似“搭积木”的简单方式来完成自己所需要的功能<sup>[4-5]</sup>，图形组态界面如图 4 所示。

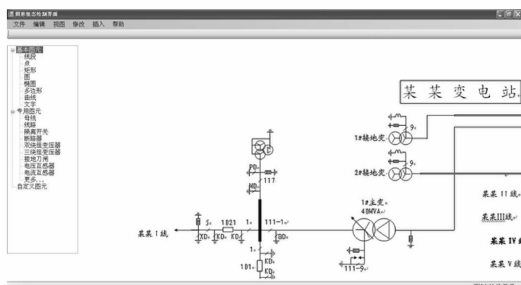


图 4 在图形组态平台上绘制界面图

图形组态平台提供了绘制基本图形元素（如直线、点、矩形、圆、椭圆等），绘制软件提供的图形元素（母线、线路、隔离开关、断路器、双绕组变压器、三绕组变压器、接地刀闸、电压互感器、电流互感器等），用户自定义图形元素的功能。还能对图形元素旋转、平移、放大、缩小，并为图形元素配置动态关联变量，根据用户配置的变量（如某接地点的挂接状态）来控制图形元素的颜色、闪烁、显示与隐藏等属性。

绘制基本图形元素，如线段、点等的实现方法是，调用 Windows 提供的 GDI (graphics device interface, 图形设备接口) 类。GDI 中包括各种绘图对象，如画笔、画刷、字体等<sup>[6]</sup>。关键代码如下：

```
实例化画笔, 颜色为红色, 粗细为 1
Pen mypen = new Pen(Color.Red, 1);
创建绘图画面
Graphics g = pictureBox1.CreateGraphics();
绘制(0,0)到(200,200)的线段
g.DrawLine(mypen, 0, 0, 200, 200);
```

自定义图形元素，如母线、三绕组变压器等的实现方法是，设计一个基类 Eliment，定义各种图形对象的基本属性与方法，如定位点、尺寸、颜色、设备号等属性。每一个图形元素是 Eliment 的子类，继承了 Eliment 的属性和方法，并可以扩展自己独特的属性。

### 2.4 地线挂接情况实时显示

用户可以为作业现场示意图上接地点的 3 种状态设定不同的显示效果，实现在作业现场示意图上方便、实时地查看接地点的地线挂接状态和位置。实现方法是利用实时表中存储的接地点的状态信息控制作业现场示意图上地线挂接图标、告警图标的显示与隐藏、颜色、动态闪烁等属性。每隔 0.4 s 重新绘制所有图形元素，将图形元素的属性变化更新到作业现场示意图中。

### 2.5 数据库访问

非实时数据管理模块使用 ADO (ActiveX Data Objects, ActiveX 数据对象) 技术链接、访问数据库。链接、打开数据库的代码如下：

```
链接数据库第一步: 找到数据库位置
string connstr = " Provider = Microsoft.Jet.OleDb.4.0; Data
Source=|DataDirectory|MYDB.Monitor.mdb";
链接数据库的命令
OleDbConnection conn = new OleDbConnection(connstr);
打开数据库
```

conn.Open();

### 2.6 告警提示模块的数据分析

该模块的任务之一是对串口通信模块接收到的数据计算误码率、丢包率，误码率、丢包率用公式 (1)、(2) 定义，即

$$\text{误码率} = \frac{\text{错误报文数}}{\text{总接收报文数}} \quad (1)$$

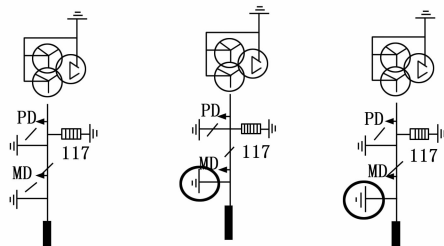
$$\text{丢包率} = \frac{\text{接收报文数}}{\text{总发送报文数}} \quad (2)$$

软件通过分析误码率和丢包率确定系统的通信质量，当误码率高时丢包率高发出告警。

任务之二是检测报文，当长时间（比如 30 min，用户可根据需要设定时间门限）未收到已挂接的地线报文时，发出通信网络故障告警。

## 3 实验结果

运行软件，主界面上有作业现场示意图、告警管理、通信参数设置、监控画面组态平台、数据库管理等 5 个界面跳转按钮。作业现场示意图界面实时、生动形象地显示当前各接地点的挂接状态和位置。以 117-md 接地点为例，未挂接地线、正常挂接地线、告警的 3 种状态如图 5 所示。测试表明，作业现场监控示意图的刷新时间小于 0.5 秒，各项功能满足要求。



(1) 未挂接地线 (2) 正常挂接 (3) 告警

图 5 3 种状态图

## 4 结束语

本文利用图形组态技术、串口技术及数据库链接技术设计软件，提供友好的人机交互界面，并实现了软件平台的通用化，通信协议和通信接口的标准化。可以减少“漏拆地线、漏收地线、带地线合闸”等误操作事故的发生，对于提高智能电网信息化水平具有重要意义。

### 参考文献:

[1] 邱略能. 变电站接地线管理系统研发 [D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
[2] 张占龙, 李德文, 郭祥书, 等. 线路检修及接地线状态监视预警系统 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (16): 112-115.
[3] 刘仁琪, 吕晓俊, 黄进, 等. 临时接地线综合管理系统的开发和应 [J]. 电力系统自动化, 2010, 34 (22): 109-112.
[4] 徐建源, 窦文君, 王爱弘. 接地线状态在线监测系统的设计 [J]. 电力自动化设备, 2008, 28 (7): 111-113.
[5] 刘家军, 缪俊, 姚李孝, 等. 电力检修作业挂接地线可视化监测装置 [J]. 电力自动化设备, 2010, 30 (7): 134-136.
[6] 周彦飞, 唐述刚. 智能接地线监控系统的应用 [J]. 电气应用, 2008, 30 (18): 42-45.