

基于 Delphi7.0 的电缆温度检测系统的软件设计

谭立志, 蒋松云

(株洲职业技术学院, 湖南 株洲 412001)

摘要: 针对目前电力电缆在线温度监测系统的不足, 开发设计了一种基于 Delphi 7.0 电缆温度监测系统, 该软件能实时显示各测点的温度情况, 并对温度异常进行报警处理。实践表明该软件稳定可靠, 实时性较强, 实现了信息采集、存储及初步分析的功能, 可以有效地监控电缆设备工作环境温度, 预防和杜绝电缆火灾事故的发生。

关键词: Delphi 7.0; Oracle 8i; 温度监测; 电缆

中图分类号: TP368.1

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)11-0014-05

Design of software of power cable temperature system based on Delphi 7.0

Tan Lizhi, Jiang Songyun

(Zhuzhou Professional Technology College, Zhuzhou 412001, China)

Abstract: In view of the defects of the present electric power cable temperature online monitoring system, based on Delphi 7.0, the design and implementation of a new online temperature monitoring system for power cables are made. The software show the temperature status of every process in time, and to inform the abnormal problem. In view of the actual operation, the software is stable and reliable, strong real-time. It realizes the function of information collection, storage and preliminary analysis. It can monitor the working temperature of cable equipment effectively, and can effectively prevent and avoid cable fire accidents.

Key words: Delphi 7.0; Oracle 8i; temperature monitoring; power cable

在使用大型电力设备的工矿企业, 往往在电缆沟中铺设距离长、走向复杂的电力电缆。这些电力电缆长期运行在高电压、大电流状态下, 特别容易导致温度升高^[1]。若及时发现并妥善处理电力电缆的温度升高情况, 往往会引起电缆接头炸裂及自燃等现象^[2], 从而引起电缆火灾, 危及电力电缆的安全运行, 造成重大的经济损失。所以及时准确掌握电力电缆运行状态的长短期变化, 对维护电力系统的安全稳定运行至关重要。为了从源头上预防和消除电力电缆火灾事故的发生, 改变现有电缆运行状态监控系统的现状, 构建了基于 Delphi 7.0 的电缆温度在线监测系统, 该系统能实现对电缆及电缆接头连续进行温度监测, 通过专有的分析算法能够提前确定电缆的早期故障, 实现电缆故障的早期预测。

1 系统组成

基于 Delphi 7.0 的电缆温度在线监测系统组成如图 1 所示。系统主要由 M-BUS 温度传感器单元、数据采集单元、CAN 总线网络、后台监测系统四部分组成。数

字温度传感器单元检测出电缆的实际温度值, 通过欧洲仪表总线 M-BUS 将温度数据上传给数据采集单元, 数据采集单元将温度值采集后按 TCP/IP 协议打包通过光纤上传给监测工作站, 监测系统对采集到的温度等信息数据进行分析、存储等处理, 根据数据帧内容确定测点的位置, 得出各测点温度变化趋势曲线, 并根据不同设定告警值进行分级报警。监测系统把从采集单元传送过来的监测数据存入 Oracle 数据库中。

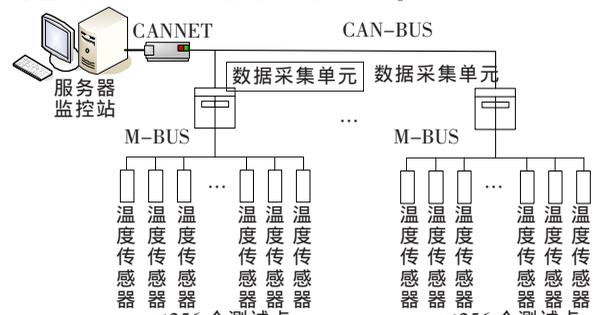


图 1 基于 Delphi 7.0 的电缆温度监测系统总体结构图

2 系统软件设计

2.1 编程语言的选择

Boland 公司开发的 Delphi 7.0 软件,是当前应用于工业自动化控制和数据库开发的一款非常出色的软件,它具有简单易操作的可视化编程界面,丰富的控件资源以及强大的类库。本软件采用 Delphi 7.0,开发中应用的第三方控件有 ODAC4.0 和 Oratoolsadd,数据库 SQL 开发采用 PL/SQL Developer 7.0。

2.2 软件总体设计

后台监视系统能够显示整个厂区中监测电缆分布情况,并显示测点部位、实时温度值电缆名称及分布位置。当电缆发生过热故障时,屏幕上显示发生故障的部位,这样系统才能指示出故障发生的准确部位,因而能有效指导检修工作。同时监测系统可通过监测数据的变化提前预测电缆过热故障,并根据所监测点的温度趋势变化情况,提前预警电缆的故障点。

后台监控系统软件主要由身份验证及系统初始化、基础数据管理、在线监测管理、历史数据管理、系统维护管理和系统帮助六大部分组成。其整体结构如图 2 所示。



图2 后台监控系统结构图

2.3 软件功能模块设计

2.3.1 身份验证及系统初始化

使用身份验证模块可以防止非专业工作人员对软件进行不恰当的操作导致系统无法正常工作。身份验证模块界面由两个 Edit 控件、界面修饰用控件和两个按钮控件组成。启动系统时,身份验证模块从注册表中提取出用户名,并在 Edit 控件中显示出来;另一个 Edit 控件由用户输入进入系统的口令,用户口令输入后,在用户信息表中进行用户验证,若正确则进入系统初始化,同时把用户信息保存到注册表中,否则用户重新输入口令。如果连续三次输入不正确口令,则系统自动退出,并释放所占用的系统资源。

身份验证通过后,系统进行初始化,生成系统初始化主界面。主界面主要包括功能主菜单、主要功能快捷按钮、显示各隧道的电缆回路名称的 TreeView 控件,显示对应电缆回路示意图的 Picture 控件。系统初始化模块在身份验证通过后,从本地的用户 ID 文件中提取出

系统各项功能所对应的数值,同时将各数值分别赋予全局变量,判断是否有服务器发给该用户的信息,有则根据该信息生成新的示意图文件,生成系统主界面。

2.3.2 基础数据管理

基础数据管理模块包括隧道资料管理、测点参数管理、报警参数管理、示意图管理、在线电缆资料管理和数据采集参数设置等模块,具体结构如图 3 所示。

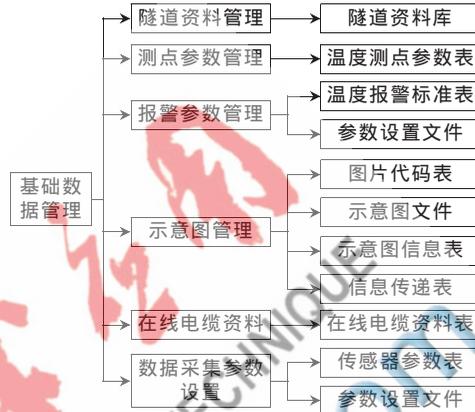


图3 基础数据管理具体结构图

2.3.3 在线监测管理

在线监测管理模块监测电缆各监测点的温度值、实时采集各温度,并显示出来,对各监测值进行计算,确定是否超标,同时采集并显示出该时刻的电缆功率数据。在线或离线状态下查看尚未处理的报警信息,并可输入处理意见和记录。

在线监测管理模块主要包括开始监测模块、在线报警及处理模块,停止监测模块,其主要结构如图 4 所示。

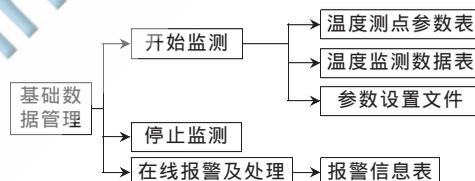


图4 在线监测管理模块结构

开始监测模块的处理逻辑是:进入在线监测模块后,用户点击主菜单中的“开始监测”菜单项,或点击主窗体中的快捷按钮,进入开始监测模块,监测模块启动采集进程,从内存读取各监测点的数据,存入相应的数据表中,将各采集值与相应的标准进行比较,超标则将有关信息记入报警信息表,同时在主窗体中醒目的标识出当前有超标的信息,并给予声音提示报警。当用户选择相应的隧道分段时,则在以柱形图或折线图方式显示出各点的实时采集数据及报警标识等,并可在查看数值和图形方式之间进行切换。

在线报警及处理模块主要功能是在线或离线状态下查看尚未处理的报警信息,并可查询相应测点参数、可确认全部或单条报警记录等功能。本模块的界面主要包括 2 个显示实际监测数据、报警信息的 DBGrid 控件

和 1 个显示报警处理意见的 DBMemo 控件。在线报警及处理模块处理逻辑是在数据采集监测状态下,用户点击主菜单中的“在线报警及处理”菜单项或主窗体中的快捷按钮进入在线报警模块,同时显示“在线报警及处理”窗体,DBGrid 控件中显示出现报警但尚未确认的监测数据;另一 DBGrid 控件中显示报警的详细信息。在本模块中,用户可以通过点击“确认”按钮,查看当前回路的报警记录或点击“全部确认”按钮,确认当前时刻以前所有回路的尚未确认的报警信息。同时用户还可以打印所查看的报警信息。

停止监测模块主要是关闭实时监测功能,释放有关的内存空间。其处理逻辑是:用户点击菜单中的“停止监测”菜单项,系统会关闭所有已打开的数据表及有关文件,释放占用的内存空间,主窗体恢复至进入系统时的状态。

2.3.4 历史数据查询

历史数据查询模块可以实现在离线状态下查询有关的温度数据和趋势图;查询报警的历史资料及处理情况,主要包括历史监测数据、报警历史资料、趋势图三个模块。历史数据查询模块结构如图 5 所示。

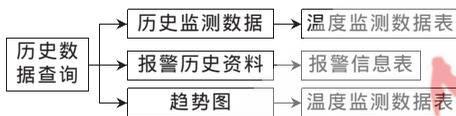


图 5 历史数据查询模块结构

温度数据查询模块分别可以实现在离线状态下查询有关的温度数据,并可由此模块进入温度趋势图模块,在该模块下具有打印功能。温度信息查询模块主界面的设计都是利用查询条件来选择控件和 DBGrid 控件,分别用于选择查询的回路号、时间段、监测点号和显示所查询的温度。温度数据查询处理逻辑是当用户点击主菜单中的“温度数据查询”菜单项,进入本模块,用户选择查询条件后,点击“查询”按钮则 DBGrid 控件显示满足条件的所有温度数据,本模块只能在离线状态下进行查询,在实时监测状态下不可用。报警历史资料模块的设计与温度数据查询模块类似。

趋势图模块提供一段时间内电缆有关监测点的温度变化趋势以及随系统功率变化的温度趋势,有图片另存为、打印等功能。趋势图模块界面利用条件选择控件和 DBChart 控件来实现,其中条件选择控件用于选择要查看的回路号、时间段、监测点号、测点类型;而 DBChart 控件用于显示所查询点的数据趋势。趋势图的处理逻辑如下:用户点击主菜单中的“趋势图”菜单项,进入本模块,用户选择查看条件后,点击“确定”按钮,则 DBCart 控件显示满足条件的数据走势图,一次可同时显示 4 个点的趋势图,本模块仅用于查看离线状态的数据趋势。

2.3.5 系统维护管理

系统维护管理模块包括更改用户口令模块、系统管

理模块及退出系统模块,主要包括用户账号和用户口令的更改,用户权限的更改设置等其主要结构如图 6 所示。

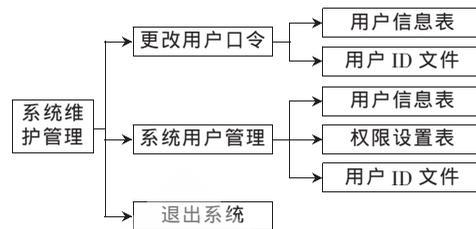


图 6 系统维护模块结构

更改用户口令模块,该模块主要完成登录用户进入系统的口令更改。系统用户管理模块由本系统的管理员使用,主要负责增加、改动、删除用户信息及用户权限分配等。系统用户管理模块界面主要由多个按钮控件和用于设置、显示用户系统功能权限的 DBCheckBox 控件,同时用 2 个 DBEdit 控件来设置或显示用户所在的单位和用户口令。

2.3.6 系统帮助

系统帮助模块包括系统使用说明和关于系统两部分。作为本系统的使用帮助、用户手册及对本系统的说明。

3 数据库设计

在 Delphi 的编程环境中,利用数据库来保存数据,格式简单整齐,查询方便,在程序中也易于实现。因此本系统选择 Oracle 8i 数据库管理系统来存储电缆状态监测系统中的大量数据。

3.1 数据库关系模型的设计

在设计电缆运行状态在线监测系统时,需要考虑到监测系统使用要求和业务逻辑,本系统创建的数据库表的结构有用户信息库表、测点数据库表、温度监测数据库表、隧道资料库表、隧道分段信息库表、通信盒信息库表、实时报警信息库表、报警信息库、电缆资料库、温度报警标准库和当前监测数据库表等共 12 个。数据库表的具体设计如下:

(1) 用户信息库表 UserTab

用户信息库表用于存放操作本系统的用户信息,主要管理用户名、用户所在单位、用户口令及所在功能组别等。用户信息库表的设计如表 1 所示。

表 1 用户信息库表 UserTab

字段名	数据类型	含义
Username	varchar2(20)primary key	用户名
Factory	varchar2(30)	所在单位
PassWord	varchar2(12)	口令
GroupNO	number(2,0)not null	所在功能组号

(2) 测点参数库表 DotParaTab

测点数据库表用来管理各监测点的信息,主要包括测点的编号、盒号、线序、顺序号、测点详细信息、测点位置、测点类型、隧道号及分段号等信息。表 2 所示为测点参数库表。

表 2 测点参数库表 DotParaTab

字段名	数据类型	含义
DotCode	char(9)primary key	测点编号 盒号 线序 顺序号
DotInfo	varchar(40)	测点详细信息
DotPos	number(4,0)not null	测点位置
DotType	char(1)not null	监测类型 M,T,I,O,H,S,V,F
Enabled	number(1,0)default 1	有效否决定该测点是否可用
BoxNum	number(3,0)not null	盒号
Linenum	number(1,0)not null	线序号
Ordernum	number(3,0)not null	同一线序号下顺序号
TunnelNum	number(2,0)not null	所在隧道号
CabelCode	varchar(10)	所在电缆编号
SegNum	number(2,0)	分段号

(3) 温度监测数据库表 DataXX-YY-ZZZYYYY

温度监测数据库表为每个监测点一年一表,用来存放所有监测点的温度监测值及监测值的时间信息。测点历史数据存储采用的是每个信息点一年一表,表中 XX-YY-ZZZ 表示测点编号,YYYY 是四位年份。温度监测数据库表如表 3 所示。

表 3 温度监测数据库表 DataXX-YY-ZZZYYYY

字段别名	数据类型	含义
InspectTime	date	监测时间含日期和时间信息
InspectData	number(4,1)	监测值

(4) 隧道资料库表 TunnelInfoTab

隧道资料库表主要存储和管理的是监测电缆所在隧道的资料信息,主要包括隧道序号、隧道名称、隧道长度、分段长度等信息。隧道资料库表如表 4 所示。

表 4 隧道资料数据库表 TunnelInfoTab

字段别名	数据类型	含义
TunnelNum	number(2,0)primary key	隧道序号
TunnelName	varchar2(40)not null	隧道名称
TunnelLength	number(4,0)not null	隧道长度
Segmentlen	number(2,0)not null	分段长度

(5) 隧道分段信息库表 SegmentTab

隧道分段信息库表如表 5 所示,主要管理的是隧道的分段号、隧道序号,在示意图上的直角坐标位置信息等。

表 5 隧道分段信息库表 SegmentTab

字段名	类型	含义
Segnum	number(2,0)not null	分段号
Tunnelnum	number(2,0)not null	隧道序号
X	number(4,0)default 100	横坐标段在示意图上位置
Y	number(4,0)default 100	纵坐标段在示意图上位置

(6) 通信盒信息库表 BoxInfoTab

数据采集通信盒信息库信息存放在如表 6 所示的表中。主要内容包括数据采集通信盒号、数据采集通信盒的 IP 地址和数据采集通信盒的 ID 编址、数据采集通信盒的位置及所在的隧道序号。

表 6 通信盒信息库表 BoxInfoTab

字段名	类型	含义
BoxNum	number(3,0)primary key	盒编号
BoxIP	Varchar2(15)not null	盒 IP 地址
BoxID	Varchar2(15)not null	ID 地址
BoxPos	number(4,0)	盒位置
TunnelNum	number(2,0)not null	隧道序号

(7) 实时报警信息库表 AlarmNowTab

系统的实时报警信息存放在实时报警信息库表中,主要包括报警测点的编号、报警级别、报警日期与报警时间和报警提示信息等。表 7 所示为实时报警信息库表。

表 7 实时报警信息库表 AlarmNowTab

字段名	类型	含义
DotCode	char(9)	测点编号见测点参数库
AlarmLevel	number(1,0)	报警级别 1,2
AlarmTime	date	报警日期信息
AlarmTime	date	报警时间信息
AlarmInfo	varchar2(100)	报警情况

(8) 历史报警信息库表 AlarmInfoTab

系统的实时报警信息经过处理后同时会保存到历史报警信息库表中,以便以后在维护查询历史数据时使用。保存的历史报警信息主要包括报警测点的编号、报警级别、报警日期、报警时间和报警处理时间等信息。历史报警信息库表 AlarmInfoTab 如表 8 所示。

表 8 历史报警信息库表 AlarmInfoTab

字段别名	类型	含义
DotCode	char(9)	测点编号见测点参数库
AlarmLevel	number(1,0)	报警级别 1,2
AlarmTime	date	报警时间含日期和时间信息
AlarmInfo	varchar2(100)	报警情况
SureTime	date	确认时间

(9) 电缆资料库表 CableTab

电缆资料库表存放的是电缆回路的信息,主要包括电缆回路编号、电缆回路的用途以及电缆的安装时间等。电缆资料库表如表 9 所示。

表 9 电缆资料库表 CableTab

字段名	类型	含义
CabelCode	varchar2(6) primary key	电缆回路编号
CableUse	varchar2(50)	电缆回路用途
InstallTime	date	安装时间

(10) 温度报警标准库表 AlarmBaseTab

温度报警标准库表如表 10 所示,表中存放着测点类型、温度警戒值报警标准、温度危险值报警标准、温度变化率警戒值报警标准和温度变化率危险值报警标准。

(11) 当前监测数据表 NowDataTab

当前监测数据表如表 11 所示,其存放的是当前监测点的数据信息,包括测点编号、测点类型、温度变化率值、温度报警状态、温度变化率报警状态、监测时间等信息。

表 10 温度报警标准库表 AlarmBaseTab

字段别名	类型	含义
DotType	char(1) primary key	测点类型
TAlarm	number(4,1) not null	温度警戒值报警标准
TDanger	number(4,1) not null	温度危险值报警标准
VTAlarm	number(4,1) not null	温度变化率警戒值报警标准
VTDanger	number(4,1) not null	温度变化率危险值报警标准

表 11 当前监测数据表 NowDataTab

字段别名	类型	含义
DotCode	char(9)primary key	测点编号
DotType	char(1)not null	测点类型
TemData	number(4,1)	监测值
VTData	number(4,1)default 0	温度变化率值
TemStat	number(1)default 0	温度报警状态 0 无报警, 1 报警 2 报警
VTstat	number(1)default 0	温度变化率报警状态
InspectTime	date	监测时间

(12) 系统示意图表 SysImageTab

系统示意图表存放的是监测系统的监测示意图,如表 12 所示。

表 12 系统示意图表 SysImageTab

字段别名	类型	含义
SysImage	blob	系统示意图

4 软件功能测试

为了验证基于 Delphi 的电缆温度监测系统软件的基本功能,首先连接好硬件设备,并在数据采集单元中配置好相关参数,然后点击电缆温度监测系统里的快捷方式,出现用户登录界面,输入用户名及口令后,进入系统主界面。通过收集各个数据集中器的温度,根据数据集中器的具体位置,实时显示出各个段的温度数据。其中一组实测电缆温度如图 7 所示。

通过测试,本电缆温度监测系统能正常监测电缆监测点的温度,达到系统预期目标。

从实际应用情况来看,系统运行稳定、数据真实可



图 7 实测电缆温度图

靠、可操作性强,为电缆运行状态数据进行了较为全面的采集和存储,并建立了长期的状态数据库和趋势分析与预测,为电缆隧道监控人员和故障诊断人员的电缆隧道状态分析诊断提供了强大的技术指导。该系统已实现网络化传输和远程监控、远程诊断功能,专业监控人员通过电缆隧道运行状态监测系统分析能很好地掌握电缆隧道运行状态,及时发现故障并指导检修,系统能捕捉到电缆隧道的早期故障,预报故障趋势,实现电缆的预防维修。

参考文献

- [1] 刘英,曹晓珑.电力电缆在线测温及载流量的研究进展与应用[J].输配电技术,2007(4):11-14.
- [2] 于春风,张天开,刘艳.基于 Delphi7.0 的温控仪数据采集系统的研制[J].自动化仪表,2007(6):21-23.

(收稿日期:2013-03-05)

作者简介:

谭立志,男,1971 年生,硕士,副教授,高级工程师,主要研究方向:嵌入式系统。

蒋松云,男,1983 年生,讲师,主要研究方向:无线通信技术和嵌入式系统应用。