

# 基于 C/S 架构的电力线路监控系统的设计

吴越赢,何 新,黄峥嵘,盛沈阳

(南京理工大学 自动化学院,江苏 南京 210094)

**摘 要:**在电力行业高速发展、电网规模日益扩大的今天,电力线路信息的有效监控能够便于掌握电网的实时运行状况,保障电力系统的安全稳定运行,发生故障时也能尽快地完成故障分析与分类。为此,采用 C++ Builder 语言进行系统界面设计,简要设计完成了一种电力线路的信息监控系统;运用数据库技术将电力线路数据信息进行分类存储,使得能够快速有效地显示实时的线路数据,方便查询历史信息;采用基于暂态量的故障选相算法实现了线路故障的分类,便于工作人员分析故障原因、查找故障点。实验结果表明,该系统能够实现线路信息的实时显示和历史数据的查询,达到实时监控的目的,减轻了工作人员的工作强度,提高了线路信息管理的效率,同时也有效提高了电力系统的自动化水平。

**关键词:**系统设计;数据库技术;线路监控;故障选相

**中图分类号:**TP302

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2017)09-0187-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2017.09.041

## Design of Power Lines Monitoring System with C/S Structure

WU Yue-ying, HE Xin, HUANG Zheng-rong, SHENG Shen-yang

(School of Automation, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** With the rapid development of the power industry and the increasing scale of the power grid, it is convenient for effective monitoring of information of power lines to grasp the real-time operation of the power grid, guarantee the safe and stable operation of the power system and complete the fault analysis and classification as soon as possible when a fault occurs. Therefore, the language of C++ Builder is adopted to design system interface, and an information monitoring system of the power lines is designed and implemented briefly. The database technology is employed to classify and store the data of power lines, which makes that the real-time data can be displayed quickly and effectively and the historical information can be queried conveniently. The fault phase selection algorithm based on transient is adopted to classify the line faults so that the staff can analyze the cause of fault and find the point of faults. The experimental results indicate that the real-time display of the line information and the query of historical data could be realized to achieve the goal of real-time monitoring, reduction of workload of staff, improvement of the management efficiency of line information and raising the level of automation effectively.

**Key words:** system design; database technology; lines monitoring; fault phase selection

## 0 引言

在科学技术不断发展的过程中,国内电力系统的信息管理水平也在不断提高,为了保证电力系统线路运行的安全性和稳定性,更好地实现对电力系统的信息管理,满足人们对生活和生产的电力需求,同时也为了促进自身的经济效益,许多电力企业都将自动化技术应用到电力线路信息管理当中,加大了对信息管理系统自动化建设<sup>[1]</sup>,从而实现了电力系统信息管理的自动化升级。电力系统信息管理的自动化水平不断提高,是时代提出的客观要求,也是保证企业竞争力的

有效手段<sup>[2]</sup>。

随着电力行业的发展、电网规模的扩大,电网线路管理的信息量大幅增加,信息处理也变得越来越困难,因此电力线路监控信息系统的建设就成为了一种必然,信息化技术也得到了相当广泛的应用。这不仅很好地解决了传统信息化管理过程中存在的相关问题,提高了整个电力系统的信息管理水平,还有效地推动了国内电力行业的发展<sup>[3]</sup>。

但是从当前电力系统线路监控信息管理的发展情况来看,由于地区发展不平衡,不同地区在电力系统线

收稿日期:2016-07-26

修回日期:2016-10-27

网络出版时间:2017-07-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61473152)

作者简介:吴越赢(1992-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统及其自动化;何 新,硕士生导师,研究方向为智能信息处理、音频信息处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170705.1650.034.html>

路监控管理的水平上存在一些差异<sup>[4]</sup>,一些西部地区的管理水平相对比较落后,设备不够完善,信息管理系统在开发和应用上都处于欠发达的状态<sup>[5]</sup>,导致国内大部分地区的电力系统线路信息管理存在的问题。还有就是信息管理不规范,管理方法不能达到电力系统信息化建设的要求<sup>[6]</sup>,从而导致一些电力公司的经济效益并不理想,这对电力系统运行的稳定性和可靠性也带来了一定的影响。

为改变电力系统线路监控信息管理方面的现状,适应信息化社会对企业发展的要求,迫切要求改进当前管理模式,建立综合各种电力线路监控信息的管理系统。针对线路信息数据量大的问题,构建了合理高效的数据库,对于线路故障问题采用了故障选相算法进行分类识别,而系统界面则选择了 C++ Builder 进行设计调试,设计并实现了一个基于 C/S 架构的电力线路监控系统。

## 1 系统的功能设计

随着电网规模的不断扩大,要处理的信息量也越来越大,电力系统的信息管理主要是对电力线路运行和维护的信息管理。主要针对电力线路监控系统的总体结构设计、具体功能分析、主要窗体界面以及数据库等方面进行了设计与分析。

### 1.1 总体结构设计

电力线路监控管理系统的总体设计要充分结合系统的实际情况,在对相关的日常数据进行分析 and 讨论后,做出必要的归类合并,从而规划系统的整体结构,并根据功能要求的不同来设置子模块<sup>[7-8]</sup>。然后对系统运行数据进行整理和分类,形成面向数据的分析方法,将各项数据划分到对应的子模块中进行存储。该系统总体功能结构如图 1 所示。

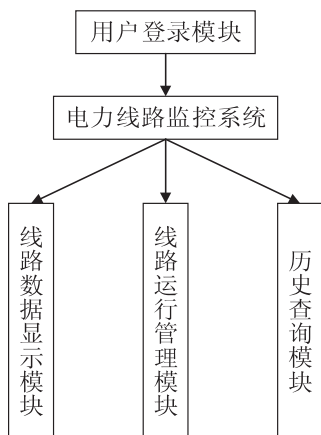


图 1 系统总体功能结构

### 1.2 具体功能分析

利用计算机技术实现的管理系统可以分为以下几个功能模块,而每个模块具体实现的功能如下所述:

#### (1) 用户登录模块。

只有数据库中记录过的用户 ID(工号)和相应密码才能进入系统进行监控、查询等。

#### (2) 线路数据显示模块。

主要是显示当前线路的实数参数数据,包括各条线路的三相电流、三相电压、有功功率、无功功率等。

#### (3) 线路运行管理模块。

这一模块可以反映当前时间线路的运行状态为正常或故障,记录电力线路的日常检查和维修工作,将检修时线路出现的异常情况记录下来,包括线路故障分类识别、线路故障处理记录和线路保护措施等。

#### (4) 历史查询模块。

主要可以根据用户设置的查询条件查询到一定时间内的历史数据,包括线路的各项参数以及线路的运行状态等,可供相关人员查阅,也可生成报表。

### 1.3 故障分类算法分析

在线路运行管理模块中,若是线路出现故障,则需进行故障分类识别。故障分类识别主要是指对线路发生故障后的若干种故障类型进行识别<sup>[9]</sup>,通过对收集的大量故障数据进行分析处理和故障类型分类辨别,以掌握电网的运行状况<sup>[10]</sup>,便于对经常发生故障的设备以及线路采取合理的维护措施,且故障分类的结果对于工作人员分析故障原因、查找故障点也有指导作用。

输电线路上发生不同类型的故障,其三相故障电流中必然携带有故障相别方面的不同信息,需要通过故障的边界条件和实际线路三相间的耦合关系进行判断<sup>[11]</sup>。假设三相电流分别为  $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$ ,单相接地故障表示为 Ag、Bg、Cg,两相接地故障表示为 ABg、BCg、ACg,两相相间故障表示为 AB、BC、AC,三相短路故障表示 ABC。

这几类故障的故障特征可分析归纳如下:

(1) 当零模  $i_0 \neq 0$  且数值很大时,一般为接地故障;而当  $i_0$  很小,几乎等于零时,为非接地故障<sup>[12]</sup>。

(2) 接地故障中,单相接地短路(如 Ag)时,  $i_A$  最大,  $i_B$  次之,  $i_B/i_C < 2.5$ (一般在 1.5 附近);两相接地短路(如 ABg)时,  $i_C$  最小,  $\min(i_A, i_B) \geq 2.5 i_C$ 。

(3) 非接地故障中,两相相间短路(如 AB)时,  $i_C$  最小,  $|i_A| - |i_B| = 0$ ;三相短路(即 ABC)时,若  $i_A$  最小,则  $|i_C| - |i_B| \neq 0$ 。

由上述可知,不同类型的故障,其故障相与非故障相之间差异显著,将这些差异提取并表征,即可构成故障选相的实用判据<sup>[13]</sup>。

由于小波分析很适用于故障突变这样的非平稳信号的处理,因此决定采用小波工具提取暂态信号的能量,然后用基于暂态量的故障选相算法进行故障分类,

也就是通过比较三相电流暂态能量的相对大小选出故障相别。

信号  $y(t)$  的离散样本为  $c_0(n)$  ,经小波变换后得到的第  $j$  尺度上的逼近系数  $c_j(n)$  和小波系数  $d_j(n)$  分别为:

$$c_j(n) = \sum_k h(k - 2n)c_{j-1}(k)$$

(1)

$$d_j(n) = \sum_k g(k - 2n)c_{j-1}(k)$$

(2)

其中,  $h(n)$ 、 $g(n)$  分别为低通、带通滤波器。

由 Parseval 定理可得,在正交小波变换下,信号  $y(t)$  的能量可用小波变换系数表示为<sup>[14]</sup>:

$$\int |y(t)|^2 dt = \sum_k |c_j(k)|^2 + \sum_{j=1}^J \sum |d_j(k)|^2$$

(3)

其中,  $E_j = \sum_k |c_j(k)|^2$  表示第  $J$  尺度所对应的低频带上信号分量的能量。

故障选相算法流程如图 2 所示。其中,四个阈值  $\varepsilon_0$ 、 $\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ 、 $\varepsilon_3$  的用途分别是:  $\varepsilon_0$  判别故障是否接地,  $\varepsilon_1$  区分三相、两相间短路,  $\varepsilon_2$  判别故障是否单相接地短路,  $\varepsilon_3$  区分单相、两相接地短路。

1.4 数据库的选择和设计

数据库用来存储电力系统各类线路数据信息,是系统正常运行的前提和保障。构建合理高效的数据库,将数据分类储存,使得系统能够快速有效地显示实时信息,也能够方便历史数据的处理<sup>[15]</sup>。在选取数据库时,要结合线路运行的实际情况,在保证系统安全和稳定运行的情况下,数据库还应具备系统兼容性<sup>[16]</sup>。其次,数据库的容量要与线路的实际运行和投入的经费相适应,在满足当前运行的条件下,也要给系统以后的扩充预留一定的空间。

所涉及到的部分数据表如下:

(1)用户身份信息表:记录了所有员工的身份信息以及登录密码,其中身份信息包括工号、姓名以及部门等。

(2)各不同电压等级线路的各项参数数据表:记录了不同电压等级线路每次采样的采样时间、电流、电压、有功功率和无功功率,如表 1 所示。

表 1 线路参数数据表

| 列名     | 数据类型           | 备注 |
|--------|----------------|----|
| 采样时间   | datetime       | PK |
| 线路电压等级 | nvarchar(10)   |    |
| 电流     | varbinary(MAX) |    |
| 电压     | varbinary(MAX) |    |
| 有功功率   | varbinary(MAX) |    |
| 无功功率   | varbinary(MAX) |    |

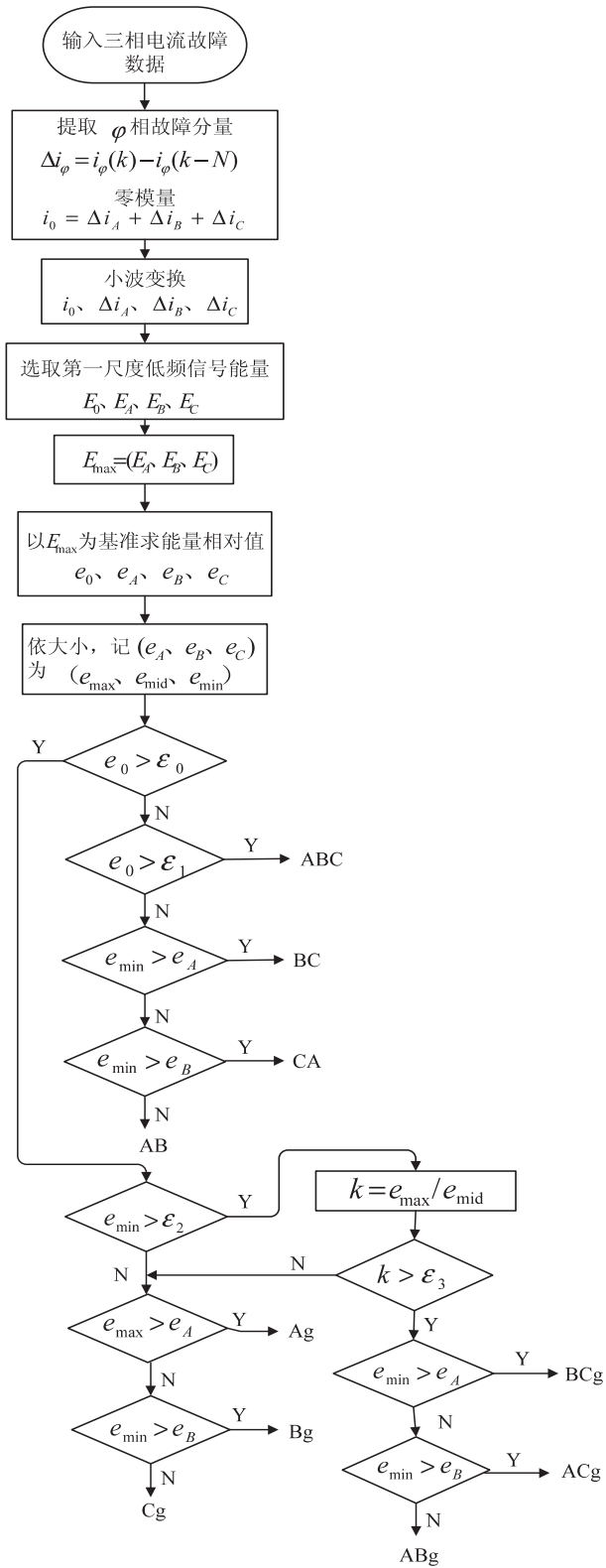


图 2 故障选相算法流程图

(3)线路运行状态表:记录当前时间各等级线路是否运行正常。

(4)线路的检修记录表:记录了每次线路检修的时间、检修时各不同电压等级线路的运行状态(正常或故障)、故障原因以及故障处理的结果。

线路检修记录表如表 2 所示。

表 2 线路检修记录表

| 列名   | 数据类型          | 备注 |
|------|---------------|----|
| 检修编号 | nvarchar(20)  | PK |
| 检修时间 | datetime      |    |
| 检修线路 | nvarchar(10)  |    |
| 是否故障 | nvarchar(10)  |    |
| 故障原因 | nvarchar(MAX) |    |
| 处理结果 | nvarchar(MAX) |    |
| 检修人员 | nvarchar(20)  |    |

2 系统的界面设计与实现

在明确了系统所需实现的功能模块后,接下来就要对电力系统线路信息系统的界面进行设计与实现。在进行设计时,要遵循以下几个原则:

- (1)人机友好的建设原则,实现信息的交互性和通用性<sup>[17]</sup>;
- (2)在保证系统运行速度的前提下,要对界面的功能和布局进行合理的设计,使界面尽可能美观;
- (3)要尽量多地显示重要的信息,便于用户操作,让操作人员在最短的时间内获取线路电力输送的各种信息,确保信息资源实现优化配置<sup>[18]</sup>。

经过了一定的调试运行后,系统的基本功能均得到了实现:数据库中采集到的线路数据能够实时显示在系统中,历史数据也能够做到快速有效地查询;线路发生故障也可基本做到分类识别,有助于进行故障的分析定位。以下是系统调试与运行后的两个主要界面:线路运行管理界面和历史查询界面。

(1)线路运行管理界面。

显示各线路当前运行状态以及检修记录,如图 3 所示。



图 3 线路运行管理界面

(2)历史查询界面。

主要完成各种历史数据的查询,如图 4 所示。



图 4 历史查询界面

3 结束语

针对电力系统规模大、线路数据信息量大导致的线路实时监控管理不理想的问题,采用了 SQL Server 来搭建合理高效的数据库,根据不同类型的信息分类构建不同功能的数据表,从而提高监控系统运行效率。对于如何判断线路是否出现故障的问题,由于不同类型的故障其故障相与非故障相之间都存在显著差异,因此用故障选相算法进行检测辨识。调试运行后,系统实现了电力线路的信息管理基本功能,达到了对电力线路实时监控的目的。该系统一定程度上减轻了管理人员的工作强度,提高了工作效率,但仍需对客户进行进一步的需求分析,根据需求进行系统改进和完善。

参考文献:

[1] 张振华. 高压电力线路在线视频监控系统工程应用及实践[J]. 电力系统保护与控制,2013,41(16):149-153.

[2] 吕海鸥,张磊,陈平. 电力传输线路监测系统的设计与实现[J]. 通信技术,2011,44(2):133-134.

[3] Li Lifen,Zhao Huaiyu. Power line monitoring data transmission using wireless sensor network[J]. Journal of Power and Energy Engineering,2015,3(8):83-88.

[4] Tanaka Y,Shioda T,Kurokawa T,et al. Power line monitoring system using fiber optic power supply[J]. Optical Review, 2009,16(3):257-261.

[5] 李雅丽,李永江. 基于 TCP 通信方案的电力线路状态监测系统研究[J]. 电源技术,2015,39(1):175-177.

[6] 崔正杰,刘南杰,倪振华,等. 基于协作传输的智能电网数据通信系统设计[J]. 计算机技术与发展,2015,25(7):91-95.

[7] Jalilian M,Sariri H,Parandin F,et al. Design and implementation of the monitoring and control systems for distribution transformer by using GSM network[J]. International Journal of Electrical Power and Energy Systems,2016,74:36-41.

(下转第 196 页)



5、9、10 月分别出现了一个最大的和较大的波峰,表明这一期间用户对蚊子叮咬产生的相关疾病较为关注。而现实中的情况是,2014 年 6 月,印度东北部和广州同时爆发严重的感染登革热病例的疫情;2015 年 5 月,台湾和其他国家一些地区爆发较为严重的登革热疫情;同年 9 月印度爆发 5 年来最严重的登革热疫情;同年 10 月中国科学家屠呦呦获得诺贝尔医学奖,她发现的青蒿素能有效治疗疟疾,同样引起了很多用户关注。相关微博发布大波峰基本都是爆发登革热疫情,从而引起用户的参与关注,随着时间的推移,用户对其的关注度逐渐降低,发布的相关微博越来越少。

## 4 结束语

从数据量庞大的微博数据中采集想要的数 据,拥有一个效率高、可灵活控制采集方向和主题导向的微博爬虫至关重要。为此,采用 Java 结合流行的 HTML 源码解析工具开发包实现了一个可以灵活控制爬取条件的微博网络爬虫,其采用基于手机版模拟登陆与页面解析的方法,实现起来更加便捷。而 Java 实现爬虫的代码,对相关开发人员来说有更大的实用价值,节省了大量爬虫代码设计时间。利用该爬虫系统,能更高效地对大规模微博数据,特别是最新数据,进行采集,用户也可以结合微博 API 来进行数据采集,扩大微博数据的采集量,从而为微博信息的数据挖掘提供更全面、准确的数据支持。实验结果表明,该系统有效可行,采集效率明显优于其他几种采集方式,且相对于微博 API 更灵活多变,在广度遍历 URL 方面更出色。

## 参考文献:

- [1] Wen E, Sun V. 新浪微博研究报告[R/OL]. 2011-05-20. <http://www.techWeb.com.cn/data/2011-02-25/916941>.

(上接第 190 页)

- [8] 王丽侠,楼玉萍,吕君可. 基于 Web 服务的电力信息集成系统[J]. 计算机技术与发展,2009,19(5):173-175.
- [9] 麦瑞坤,何正友,符玲,等. 基于电流行波能量和小波变换的输电线路故障选相研究[J]. 电网技术,2007,31(3):38-43.
- [10] Ma Lan, Bi Dongjie, Wang Houjun. Analog circuit fault detection using relative amplitude and relative phase analysis[J]. Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications, 2015, 55(3):343-350.
- [11] 陈 旻,胡 炎,邵能灵,等. 基于电压故障分量的超高压线路故障选相新方法[J]. 电力系统保护与控制,2014,42(7):8-14.
- [12] Chandel A K, Patel R K. Bearing fault classification based on wavelet transform and artificial neural network[J]. IETE Jour-

nal of Research, 2013, 59(3):219-225.

- [2] 高 凯,王九硕,马红霞,等. 微博信息采集及群体行为分析[J]. 小型微型计算机系统,2013,34(10):2413-2416.
- [3] 纪 伟. 微博数据采集系统的设计与实现[D]. 石家庄:河北科技大学,2013.
- [4] Han Ruixia. The influence of microblogging on personal public participation[C]//Proceedings of the 2010 IEEE 2nd symposium on web society. Beijing, China; IEEE, 2010:615-618.
- [5] 周德懋,李舟军. 高性能网络爬虫:研究综述[J]. 计算机科学,2009,36(8):26-29.
- [6] 廉 捷,周 欣,曹 伟,等. 新浪微博数据挖掘方案[J]. 清华大学学报:自然科学版,2011,51(10):1300-1305.
- [7] Du Y, Zhang K, Lyu X, et al. The study of gathering and extracting users information based on micro-blog[C]//International conference on computer, mechatronics, control and electronic engineering. [s. l.]:[s. n.], 2010:47-50.
- [8] 李超锋,卢炎生. 基于 URL 结构和访问时间的 Web 页面访问相似性度量[J]. 计算机科学,2007,34(4):207-209.
- [9] 尹 江,尹治本,黄 洪. 网络爬虫效率瓶颈的分析与解决方案[J]. 计算机应用,2008,28(5):1114-1116.
- [10] 孙青云,王俊峰,赵宗渠,等. 一种基于模拟登录的微博数据采集方案[J]. 计算机技术与发展,2014,24(3):6-10.
- [11] Lu G, Liu S, Lü K. MBCrawler: a software architecture for micro-blog crawler[C]//Proceedings of the 2012 international conference on information technology and software engineering. Berlin: Springer, 2013:119-127.
- [12] 刘金红,陆余良. 主题网络爬虫研究综述[J]. 计算机应用研究,2007,24(10):26-29.
- [13] 周中华,张惠然,谢 江. 基于 Python 的新浪微博数据爬虫[J]. 计算机应用,2014,34(11):3131-3134.
- [14] 罗一纾. 微博爬虫的相关技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2013.
- [15] 朱云鹏,冯 枫,陈江宁. 多策略融合的中文微博数据采集方法[J]. 计算机工程与设计,2013,34(11):3835-3839.
- [13] 段建东,张保会,周 艺,等. 基于暂态量的超高压输电线路故障选相[J]. 中国电机工程学报,2006,26(3):1-6.
- [14] 李 勋,龚庆武,贾晶晶. 采用形态小波变换原理的超高速故障选相算法研究[J]. 电力系统保护与控制,2011,39(15):57-63.
- [15] 林英建. 数据库逻辑设计性能优化关键技术研究[J]. 计算机技术与发展,2013,23(12):74-77.
- [16] 刘 波,范士明,刘 华. 一种面向实时数据库存储引擎的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2011,21(8):34-38.
- [17] 马建峰,张广泉. 基于 C/S 架构订单生产管理系统设计与开发[J]. 计算机技术与发展,2008,18(6):174-178.
- [18] 周 来,孟祥萍,张本法,等. 智能电网通信与信息管理系统核心问题研究[J]. 计算机技术与发展,2015,25(4):144-147.