

电网低压配电远程自动监控系统

廖高华, 朱杰斌

(南昌工程学院, 江西 南昌 330099)

摘要: 对配电网中位置分散、结构复杂、管理手段落后的问题, 开发了分布式的配电远程智能监控系统。采用基于 Rational 统一过程软件开发过程的 UML (Unified Modeling Language) 建模方法, 利用 RS485、GPRS 无线网络通信、RS232 接口等技术, 系统集中数据管理, 分层、分布监测控制, 实现了配电变压器参数的远程监控和对突发事件的发短信功能。现场使用表明系统组建网方便, 自动化程度高, 运行安全可靠、优质经济, 有较高的推广价值。

关键词: 低压配电; GPRS; UML; 电能质量; 远程监测

The on-line monitor system of electric network low-voltage distribution

LIAO Gao-hua, ZHU Jie-bin

(Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China)

Abstract: This paper develops a kind of power distribution intelligence monitoring and energy management system based on distributed structure. By using the technology of UML and the computer network programming of RS485, GPRS, RS232, it introduces the design of hardware and deluxe applied software development platform for monitor and check system. It has the functions of routine measure including voltage, current, power and so on. Besides, it has a beautiful and practical human machine interaction based on menu operation. In the section of the experiment, the results prove that the prototype has a good performance and reaches the expecting design requirements successfully.

Key words: low-voltage distribution; GPRS; UML; power quality; telemetering

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)10-0062-03

0 引言

长期以来, 供电企业要实时掌握分布在不同地点的台区的负荷及工作状态数据是电力供应部门需解决而又得不到切实解决的问题。对台区运行数据, 传统的手工抄表, 费时, 费力, 准确性和实时性得不到可靠的保障, 手工抄表更不能解决数据的实时性问题。在电力行业信息化过程之中, 台区的负荷及工作状态数据的自动化抄送具有非常重大的意义, 因为台区的负荷及工作状态数据是电网安全运行的基础, 台区运行数据是电力行业销售过程中的最原始的数据, 数据的准确度和及时性, 直接影响了行业内部其它信息化水平^[1]。

本文利用移动 GPRS 模块的无线网络功能, 开发配电台区的实时监控系统, 可很好地解决对配电变压器的远程监控及各种电参数的采集、运转、存储、调用等问题。当发生故障或出现异常时, 迅速发短信给责任人报警, 以便及时让责任人处理故障,

可以减少停电时间, 及时恢复正常供电。在正常供电时, 根据数据采集器采集的电压、电流、功率、电能等各项参数, 可以及时调整或平衡配变的负载, 降低线损, 优化网络的运行, 改善供电质量。另外, 低压配电实时监控还具有防窃电功能, 有效防止窃电行为发生, 提高了监控的及时性和准确性。

1 电网配电 UML 监控的结构

UML 易于表达且功能强大, 适用于许多不同系统的开发, 如 Web 应用程序、信息管理系统、实时系统、分布式系统、监控系统等。现以低压配电网实时监控为实例, 采用基于 RUP 软件开发过程的 UML 建模方法, 分别绘制用例图、顺序图和类图等 UML 图形对电网低压配电监控系统进行建模。

1.1 监控系统构成

由下位机与上位机系统组成, 下位机系统负责命令的交互、数据的采集、数据的传输和实时监控,

上位机系统负责命令的交互、数据的传输、和数据的处理以及自动生成报表。数据采集器与 GPRS 通讯模块通讯接口通过 RS232 总线,控制 GPRS 模块的接收命令或发送数据。系统结构如图 1 所示。

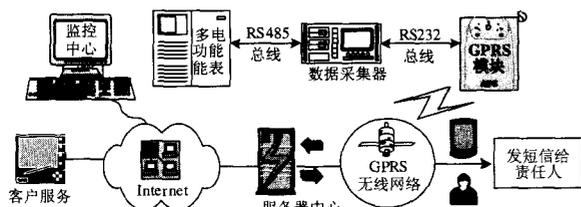


图 1 系统结构图

Fig.1 Substructure of system

当数据采集器接收到终端主机要求采集命令后,采集多功能表的数据,进行数据处理并存储数据,通过 GPRS 通讯模块发送到供电所终端主机上;终端主机实时接收数据采集器传送的各种数据并分析。数据管理软件对本地数据库进行数据记录管理,通过人机交互界面管理所有辖区内的多功能表的历史信息及自动生成报表等工作。一旦发生报警,报警数据将主动上传供电所终端,同时以通过 GPRS 网络短信形式发送到指定责任人手机上。

1.2 系统的用例设计

用例图表示一个系统对于系统外部的交互者的功能,用例是系统提供的高级功能块,监控系统的执行者主要包括操作员和管理员以及下位机的数据采集终端部分,操作员和管理员的操作权限不一样^[2]。根据用户需求设计系统用例如下:①系统登录;②系统工具(记录操作人员及进出系统的时间以及对每个台区进行校时,设定数据采集时需查看的当前实时数据和采集历史数据);③台帐管理(对每个台区台变信息进行增加、删除、修改及查看所有台区的台变信息);④数据采集;⑤数据查询(对已采集的历史数据用曲线图或表格的形式显示);⑥报表打印(对已采集的历史数据可自动生成单个台变或综合的日、月、季、年报表);⑦系统维护(管理操作员和管理员信息)⑧系统管理(注销、锁定系统,修改密码)。系统的用例图如图 2。

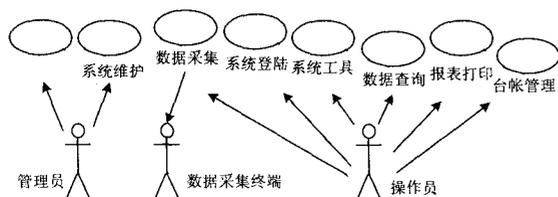


图 2 系统的用例图

Fig.2 Using case diagram of system

2 数据采集器

数据采集器实现多功能表的数据采集和对上位机终端数据的传输,采用双串口的单片机,可实现同时与多功能表和无线 GPRS 模块通讯。该电路由单片机 W77E58B、数据存储模块、串行通讯接口、看门狗电路、硬件时钟模块、人机界面模块,扩展接口 8255 等部分组成。硬件框图如图 3。

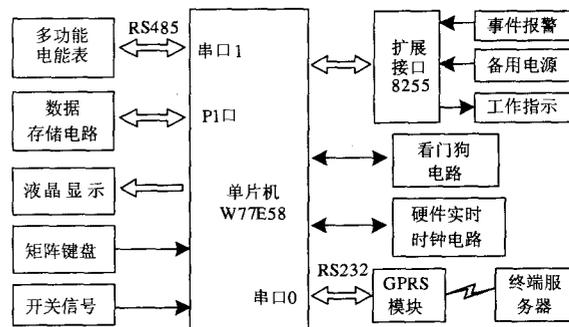


图 3 数据采集器

Fig.3 Data acquisition sequence diagram

数据采集包括当前数据采集,一个星期的历史数据采集,校时功能,停电、全失压、失电以及撤消命令事件处理功能等。扩展接口 8255 可进行事件报警、远程通讯、备用电源、工作指示等作用。多功能电能表采用的是河南许继集团的产品,具有可编程测量、显示、数字通讯和电能脉冲变送输出等功能的多功能智能电表,能够完成电量测量、电能计量、数据显示、采集及传输,实现 LED 现场显示和远程 RS-485 数字接口通讯,数据采集顺序如图 4。

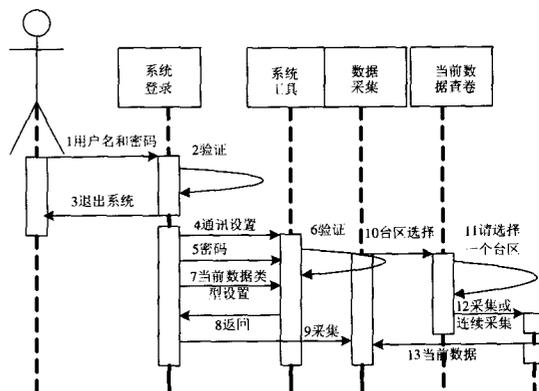


图 4 数据采集顺序图

Fig.4 Data acquisition

3 GPRS通讯模块

采用的是天工实验室研制的 M300A 型 GPRS

模块,它是一款完全透明的 GPRS 无线调制解调器,模块提供灵活透明的数据传输、内嵌 TCP/IP 协议、动态 IP 地址管理等功能。对于 GPRS 模块可以采用超级终端对包括通讯波特率设置、接入网关设置、移动终端类别设置。由于 GPRS 是基于 IP 协议的,数据包在主机与 GPRS 服务器群中间的传输使用 IP 的分组,一般采用 PPP 协议进行 GPRS 数据传送,通过 RS232 串口和 AT 命令集来控制 GPRS 模块完成控制接收与数据发送^[3]。

(1) 数据包数据格式

120个字节的三天一个数据包内容:月,日,
 U_{amax} , U_{amin} , U_a , U_{amax} , U_{bmin} , U_b , U_{cmax} , U_{cmin} ,
 U_c , I_{amax} , I_{amin} , I_a , I_{bmax} , I_{bmin} , I_b , e_{max} , I_{cmin} , I_c ,
 A相正常运行时间(min), A相超上限运行时间, A
 相超下限运行时间, B相正常运行时间(min), B相
 超上限运行时间, B相超下限运行时间, C相正常
 运行时间(min), C相超上限运行时间, C相超下限
 运行时间, 三相有功最大需量(kW), 月日时分有功
 最大需量产生时间, 三相无功最大需量(kvar), 月日
 时分无功最大需量产生时间, 费率1有功电能
 (kWh), 费率2有功电能, 费率3有功电能, 费率4有
 功电能, 费率1无功电能(kvarh), 费率2无功电能,
 费率3无功电能, 费率4无功电能。

(2) 事件记录与短信功能

GPRS通讯模块接通电源后,就拥有了一个动态 IP 地址,它主动向监控中心发出连接申请,监控中心为其建立连接,数据转接单元通过串口送给 GPRS 模块的数据就被发送到监控中心,实现终端主机与采集器实时通讯连接。发生事故时的短信内容见表 1。

表1 短信内容与事故的对应关系

Tab.1 Corresponding relation of message and incident

事件	短信内容	事件条件
停电	故障报告:供电所台区号 停电	三相电压=0且三相电流<2% I_0
全失压	故障报告:供电所台区号 全失压(窃电)	三相电压=0且某相电流=2% I_0
失压	故障报告:供电所台区号 失压	电压至少有一相工作,多功能表可以正常工作,发两条短信

4 系统功能及应用

4.1 系统主要功能

软件包括下位机应用软件和上位机终端应用软件,终端软件在 Delphi 7.0 与 SQL SERVER 数据库方式上构建而成。

(1) 远程电量抄收,可以采集多功能表的实时

数据和冻结数据,包括有功和无功总电能、有功最大需量及发生时间、有功峰、平、谷电量,以及三相电压、电流等,并可实时监控电能表的现场运行状态^[4]。

(2) 故障自动上传报警和短信通知功能。当失压、失流、断相、电池欠压和逆相序等情况时立即主动上报给主站,并同时通过发送短信的及时通知管理人员。

(3) 可随时查询电能表异常情况记录,设定操作权限,如用户登录、抄收、档案管理,参数设定、修改等。对抄收的电能表数据进行统计分析,生成查询报表、电量和需量曲线,打印抄收报表及各类分析图表。

(4) 通过安装控制装置,可以实现远程断电,记录停电及恢复时间,计算供电可靠率。

4.2 系统主要特点

(1) 实时通信。通过 GPRS 网络,管理中心可以实时抄收电能表的数据,通过数据分析,可以及时发现终端设备的异常运行并做出相应处理。

(2) 适用范围广。由于 GMS 网络覆盖范围广,开通 GPRS 业务的地区越来越多,上网方便,基于 GPRS 的数据采集系统在各种地理条件恶劣的地区也可以开通。

(3) GPRS 监控系统通信速度快,可靠性高,运行费用低,通信成本只有 GSM 的三十分之一。

实测传输技术指标:载波数 173 (TDMA) 其中 GSM 通道 1~124;调制方式 GMSK;多信道(时隙)能力 1~8 个时隙均可用接收;灵敏度<-103dBm;输出功率 2.1W (34dBm 在 class4 时);实测传输速率 15.5~45.2Kbit/s (上下行非对称速率)。

5 结语

采用现代电子、通信和计算机等技术和装备,对配电网及其用户在正常运行和事故情况下进行实时监控和自动化保护、控制、管理。采用上述方案设计的低压配电实时监控系,经供电局安装调试运行证明,运行可靠,系统的电能计量数据采集准确度 100%,数据抄收成功率达到 99%以上,跳闸动作准确率达 100%,其指标均达到了国家有关标准的要求。它能实现远程抄收电厂变压器电能表的各种数据,为用户进行数据分析和,同时为电量平衡,线损分析及负荷预测提供了切实的数据保证,对于全面提高电力系统自动化水平,电力企业的经济效益和服务水平有着显著效果。

(下转第 73 页 continued on page 73)

- 电力设计院. 锦屏一、二级水电站送电华东±800kV 直流输电工程可行性研究报告总报告[R]. 北京: 中国电力工程顾问集团公司, 2005.
- [7] 中国电力工程顾问集团公司,西南电力设计院, 中南电力设计院, 华东电力设计院. 大容量直流输电对系统安全稳定影响分析[R]. 北京: 中国电力工程顾问集团公司, 2005.
- [8] 李兴源. 高压直流输电系统的运行和控制[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
LI Xing-yuan. Operation and Control of HVDC Transmission Systems [M]. Beijing: Science Press, 1998.
- [9] Wilhelm D. High-voltage Direct Current Handbook[Z]. New York: GE Industrial and Power Systems, 1994.
- [10] IEEE Std 1204-1997. IEEE Guide for Planning DC Links Terminating at AC Locations Having Low Short-Circuit Capacities[S].
- [11] IEC 60919-3:1999. Performance of High-Voltage DC (HVDC) Systems Part 1: Dynamic Conditions[S].
- [12] 齐旭, 曾德文, 史大军, 等. 特高压直流输电对系统安全稳定影响研究[J]. 电网技术, 2006, 30(2): 1-6.
QI Xu, ZENG De-wen, SHI Da-jun, et al. Study on Impacts of UHVDC Transmission on Power System Stability[J]. Power System Technology, 2006, 30(2): 1-6.
- [13] DL755-2001, 电力系统安全稳定导则[S].
- [14] 伍文城. 楚雄换流站孤岛运行方式与接线专题研究[R]. 成都: 西南电力设计院, 2006.
WU Wen-cheng. Studies on the Islanded Operation Modes and Connecting System of the Chuxiong Convert Station[R]. Chengdu: Southwest Electric Power Design Institute, 2006.
- [15] 赵晓君. 高压直流输电工程技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
ZHAO Wan-jun. HVDC Transmission Technology [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

收稿日期: 2007-10-05; 修回日期: 2007-12-17

作者简介:

伍文城(1977-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为电力系统规划、电力系统仿真技术及电力市场;

E-mail: Wu_Wencheng@263.net

吴安平(1952-), 男, 教授级高级工程师, 研究方向为电力系统规划;

黎岚(1972-), 女, 学士, 高级工程师, 从事电力系统规划工作。

(上接第 64 页 continued from page 64)

参考文献

- [1] 江岳春, 滕召胜, 张向程, 等. 配电变压器/低压用户远程监测管理系统[J]. 湖南大学学报, 2004, 31(1): 44-47.
JIANG Yue-chun, TENG Zhao-sheng, ZHANG Xiang-cheng, et al. Remote Monitoring and Management System for Transformer /Low-Voltage Users[J]. Journal of Hunan University (Natural Science), 2004, 31(1): 44-47.
- [2] 刘有珠, 朱杰斌, 李沛武. 基于 UML 的低压配电网实时监控系统的的设计[J]. 微计算机信息, 2006, 22(19): 141-143, 92.
LIU You-zhu, ZHU Jie-bin, LI Pei-wu. The Designing of a RTSS for a Network Low Volt Allocation Based on UML[J]. Microcomputer Information, 2006, 22(19): 141-143, 92.
- [3] 黄承安, 张跃, 云怀中. 基于 GPRS 的远程仪表监控系统[J]. 电测与仪表, 2003, 140(8): 43-46.
HUANG Cheng-an, ZHANG Yue, YUN Huai-zhong. The Design of Remote Meter Control System Based on GPRS[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2003, 140(8): 43-46.
- [4] 蒋晓健, 郑力, 梁宇澜, 等. 基于 SQLSERVER 的面向对象数据库的构建[J]. 计算机工程与应用, 2004, (4): 178-181.
JIANG Xiao-jian, ZHENG Li, LIANG Yu-lan, et al. Create Object Oriental Database Based on SQLSERVER[J]. Computer Engineering and Applications, 2004, (4): 178-181.

收稿日期: 2007-08-12; 修回日期: 2007-10-29

作者简介:

廖高华(1977-), 男, 讲师, 硕士, 主要从事计算机监测及仪器仪表的研究、开发工作; E-mail: seth77@163.com

朱杰斌(1962-), 男, 高级工程师, 主要从事电量监测自动化的研究、开发工作。