

# 接触网作业地线的信息收集装置的研究

刘家军<sup>1</sup>, 刘博<sup>1</sup>, 徐新<sup>2</sup>, 安源<sup>1</sup>, 薛美娟<sup>1</sup>

(1. 西安理工大学水利水电学院, 陕西 西安 710048; 2. 西安铁路局安康供电段, 陕西 安康 725000)

**摘要:** 目前国内的接触网作业地线挂接和拆除的信息是通过人工直接参与来完成传达和收集的, 对于分散性大、距离长的接触网检修作业人工管理信息的方法已经不能满足现代高速铁路对经济、效率以及安全性的要求。设计了一种基于全球移动通信系统 GSM、DSP 处理器与 PC 机相结合的接触网作业地线信息收集装置。该装置通过 GSM 网络以短信通信形式收集各检修作业点的接地线挂接状态信息, 并将收集的接地线挂接状态信息通过 USB 接口传输给 PC 机端的后台信息处理软件进行地理信息标定等处理, 最终显示作业地线的挂接状态和挂接区段等信息。该装置可有效地防止误合闸的发生, 提高接触网生产的安全性, 保障人身和设备安全, 为接触网检修作业信息化管理提供硬件平台。

**关键词:** 接触网作业; 接地线; 信息收集; 数字处理器; GSM

## Research on the grounding line information-gathering device of catenary operation

LIU Jia-jun<sup>1</sup>, LIU Bo<sup>1</sup>, XU Xin<sup>2</sup>, AN Yuan<sup>1</sup>, XUE Mei-juan<sup>1</sup>

(1. Institute of Water Resources and Hydro-electric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China;  
2. Ankang Power Supply Segment, Xi'an Railway Bureau, Ankang 725000, China)

**Abstract:** At present, the state information of grounding line connecting and removal is collected and sent by human in domestic catenary operation. This method in dealing with large expansion and long distance ground line overhaul can't satisfy the requirements of economy, efficiency and safety of modern high-speed railway any longer. In this paper, a grounding line information-gathering device is designed based on GSM, using DSP processor and combining with PC technology. This device collects the information of grounding line and operation signal in the form of SMS, and sends the information from each operation site. Communicating with PC-side software by USB interface, it can display the information of grounding line and the operation sections to achieve the GIS calibration. This device can prevent the false switch on to improve the security of catenary operation, can protect the people and equipment, and can supply the hardware platform for catenary operation of information management.

**Key words:** catenary operation; grounding line; information gathering; DSP; GSM

中图分类号: TM734 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2011)05-0139-05

## 0 引言

接触网是沿铁路上空架设的向电力机车供电的特殊形式的输电线路, 担负着把从牵引变电所获得的电能直接输送给电力机车使用的重要任务。由于接触网无备用, 发生故障将直接影响行车, 因此保证接触网的质量和良好的工作状态是确保电气化铁道运输畅通和发挥优势的前提条件。因此做好接触网的日常检修工作是确保运输安全的必要措施和根本手段。而挂接地线是接触网停电检修作业安全保障的重要环节。

对于接触网停电作业, 必须从可能来电的各个方面切断电源, 经两人同时确认工区段确已停电并及时装设接地线后, 方准办理准许作业手续。作业结束, 待作业人员、机具、材料撤至安全地带, 拆除接地线, 确认具备送电条件后, 方能请求供电调度取消停电作业命令, 恢复供电<sup>[1]</sup>。整个作业过程中, 接地线挂接和拆除以及挂接位置的信息都是通过人工直接参与来完成传达和收集的, 因此存在着漏洞和误操作的可能性, 尤其对于分散性大、距离长的接触网作业, 人工的方法已经不能满足经济、效率以及安全性的要求, 由此而引发的安全事故时有发生。此外, 对于一个供电段来说, 段内每天都有可能存在多个检修作业组, 且分布在不同的作业区间或线路上, 目前供电段对于这些检修作业的

基金项目: 陕西省 2007 年自然科学基金项目 (2007E238);  
2010 年西安市科技创新支撑计划 (CX1016)

产管理还停留在传统的人工管理模式上，不仅效率低下、实时性差而且存在安全隐患，完全不适合于现代高速铁路的发展。

因此本文设计了一种基于全球移动通信系统 GSM、DSP 处理器与 PC 机相结合的接触网检修作业接地线信息收集装置。该装置通过 GSM 网络以短信通信形式收集各检修作业点的接地线挂接状态信息，可取代现有的人工管理方式，提高生产效率和推进接触网检修作业信息化管理。装置将收集的供电段内各作业点的地线挂接状态信息通过 RS232 串口或 USB 接口传给以 PC 机搭建硬件平台的后台信息处理系统进行信息处理，结合接触网线路图与地理信息标定各作业点的位置，并显示作业点挂接地线的实时信息，从而有效地提高了管理的效率及生产安全性，再结合电力调度形成合闸闭锁可避免作业人员与作业设备安全事故的发生。

### 1 装置工作原理

本装置主要由 DSP 处理器、通信模块、USB 接口模块和 LCD 显示模块组成，如图 1 所示。图中所示不同编号的下位机是安装在各检修作业点的接地线绝缘杆上的检测装置，能够检测出接地线是否挂接或者摘除，并将挂接（摘除）的信息以及本机的编号以短信的形式，通过 GSM 网络发送到接地线信息收集装置<sup>[2-3]</sup>。

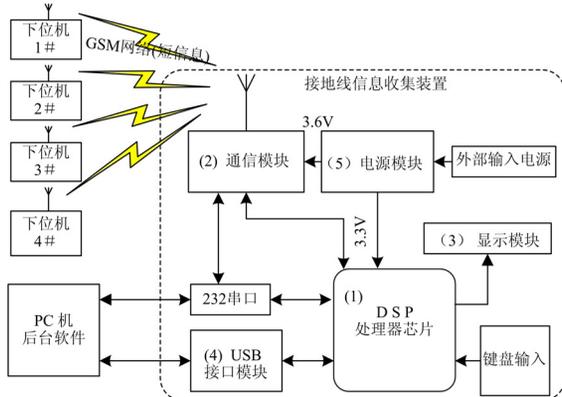


图 1 接地线信息收集系统总体框图

Fig.1 General block diagram of the grounding line information-gathering system

接触网检修作业时，施工人员将接地线挂接完成后，接地线信息收集装置通过通信模块接收下位机发送来的包含编号和表示接地线挂接状态的短信，待通信模块短信接收完毕后，DSP 处理器读取通信模块接收到的短信息内容（包括地线挂接状态和下位机编号），通过 LCD 显示模块将所接收到的信息以自定义的格式显示出来，比如显示：×号机

地线挂接成功 \ 地线摘除成功。这样供电调度人员便能准确地知道几号机的接地线的挂接状态，以便进行停电或者供电的操作。

将该收集装置与 PC 机通过 232 串口或者 USB 接口实现信息通信，可构成功能强大的接地线信息收集系统。在 PC 机平台开发接地线信息处理的后台软件，该软件可通过分析由串口或者 USB 接口传来的接地线信息确定接地线挂接状态，再将信息中相应下位机的编号与后台软件内部数据库中数据的比照分析可得出具体的挂接位置，进而以网络拓拓扑图形和文字形式由 PC 机显示，从而使供电调度人员能够明确地知道接地线的挂接状态以及挂接区段，并生成作业报表，实现检修作业信息化管理。

### 2 装置硬件设计

#### 2.1 通信模块

通信模块采用西门子手机工业模块 TC35 模块，TC35 模块是一款双频 900/1800 MHz 高度集成的 GSM 调制解调器，模块支持 8 位数据位，无奇偶校验位，1 位停止位的数据传输。传输速率在 300 bit/s 到 115 Kbit/s 间自适应<sup>[4]</sup>。TC35 模块从功能上主要由 4 部分组成：GSM 基带处理器、GSM 射频部分、电源 ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、Flash。GSM 基带处理器是整个模块的核心，GSM 射频部分是一个单片收发器 SMARTi，它由 4 个功能块组成，共同完成对射频信号的接收和发送等处理<sup>[5-6]</sup>。TC35 模块为用户提供了标准的 AT 命令接口，为数据、语音、短消息和传真提供快速、可靠、安全的传输，方便用户的应用开发及设计。

通信模块硬件连接原理如图 2 所示<sup>[7]</sup>，由于 TC35 模块支持标准的 AT 命令，并且考虑到硬件连接和软件控制的方便简洁，直接通过与 TC35 模块的 TTL 串口通信脚：18 脚 RXD0、19 脚 TXD0 的数据通信来完成命令和信息的交流。

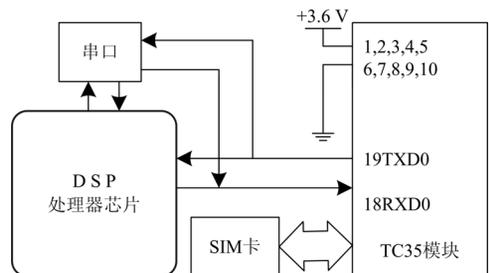


图 2 通信模块连接框图

Fig.2 Connection block diagram of communication module

#### 2.2 USB 接口模块

USB 接口模块采用 CH374/375 作为控制芯片。CH374/375 是 USB 总线的通用设备接口芯片, 在本地端 CH374/375 具有 8 位数据总线和读、写、片选控制线以及中断输出, 可以方便地连接到单片机/DSP/MPU 等控制器的系统总线上, 并且 CH374/375 内置了 USB 通信中的底层协议, 提高了总线利用率<sup>[8]</sup>, 方便软件的设计和开发。

CH374/375 具有省事的内置固件模式和灵活的外置固件模式: 在内置固件模式下 CH374/375 自动处理默认端点 0 的所有事务, 本地端 DSP 系统只要负责数据交换。在外置固件模式下, 由外部系统根据需求自行处理各种 USB 请求从而可以实现符合各种 USB 类规范的设备。USB 接口模块的硬件连接如图 3 所示。

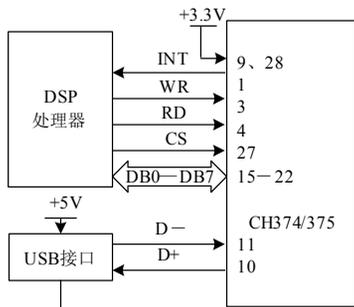


图 3 USB 硬件连接原理图

Fig.3 Schematic diagram of USB hardware connection

### 2.3 其他模块

本装置采用了 TI 公司 C2000 平台上的定点 DSP 芯片—TMS320F2812 为处理器。该芯片具有低成本、低功耗和高性能等特点, 特别适用于有大量数据处理的测控和电机控制场合<sup>[9]</sup>。

显示模块由 LCD12864 构成, LCD12864 是带中文字库的具有 4 位/8 位并行、2 线或 3 线串行多种接口方式, 内部含有国标一级、二级简体中文字库的点阵图形液晶显示模块; LCD 显示装置收集的地线挂接信息等内容。

电源模块由电源芯片 LM2576S-ADJ、LM2576S5.0、REG1117、SN74ALVC164245DL 以及 TPS767D318 组成, 为 TC35 模块、LCD 显示模块和 DSP 处理器芯片提供稳定可靠的工作电压。

## 3 装置软件设计

### 3.1 主程序

装置主程序流程如图 4 所示。待系统初始化完成后, 首先判断接收短信标志字 (用户自定义), 标志字为真值时, 表示已接收到短信, 读取短信信息并存储, 若为假值返回继续判断; 读取短信信息后

再判断有效短信标志字 (用户自定义), 为真值时存储短信中下位机号码信息, 再判断接地线状态标志字, 获取接地线的状态信息并显示, 显示完成后返回继续判断接收短信标志字。

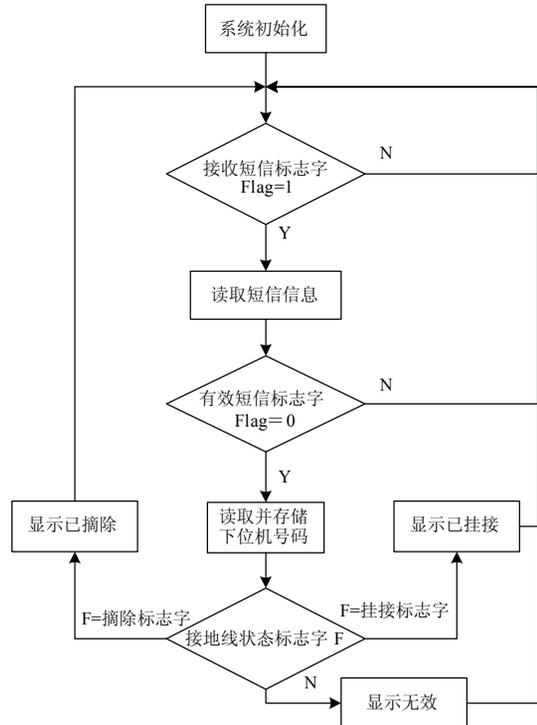


图 4 主程序流程图

Fig.4 Flow chart of main program

### 3.2 通信模块子程序

通信模块子程序流程如图 5 所示。该程序首先要完成对 TC35 模块短消息接口的设定, TC35 模块支持标准的 AT 命令, 因此利用 AT 指令完成对 TC35 模块的初始化、工作方式和通信模式的设定等, 其命令结构为 AT+命令=参数。通过指令 AT+CMGF=0 把 TC35 模块的短消息格式设置为 PDU 格式, 再利用指令 AT+CNMI=1,1,0,0,1 来完成新短信提示设置, 这样当 TC35 模块接收到下位机发送来的短信信息,

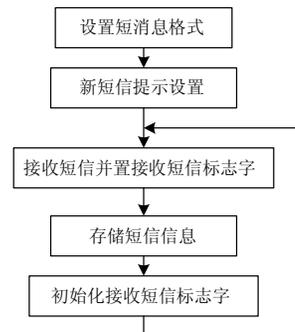


图 5 通信子程序流程图

Fig.5 Flow chart of communication program

会通过串口通信脚向 PC 机和 DSP 处理器发送相应的 AT 响应，格式为：+CMTI: “SM”，1。接收到 AT 响应后，由 PC 机通过串口或者直接由 DSP 处理器向 TC35 模块的串口通信脚发送读短信 AT 命令，格式为：AT+CMGR=1，从而读取并存储短信内容<sup>[10]</sup>。有关 AT 命令的具体格式和功能可查看 AT 命令手册。

### 3.3 USB 通信子程序

USB 数据的传输模型如图 6 所示<sup>[11-12]</sup>，由图中可见，USB 设备端的通信子程序要实现 USB 协议处理与数据通信的功能<sup>[13]</sup>。

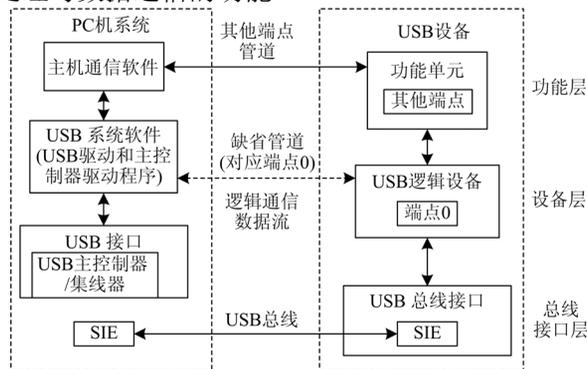


图 6 USB 数据传输图

Fig.6 Block diagram of USB data transfer

USB 设备端通信子程序原理如图 7 所示<sup>[14-17]</sup>。初始化 USB 芯片包括设置 USB 工作模式，使能中断等。USB 设备端连接成功后，判断中断标志，未发生中断事件，则返回继续判断；发生中断事件，则读取中断寄存器，选择传输方式，配置缓冲区长度，配置相应端口，进行数据传输，待传输完成后，清除中断标志，返回继续判断 USB 中断，准备下一次数据传输。

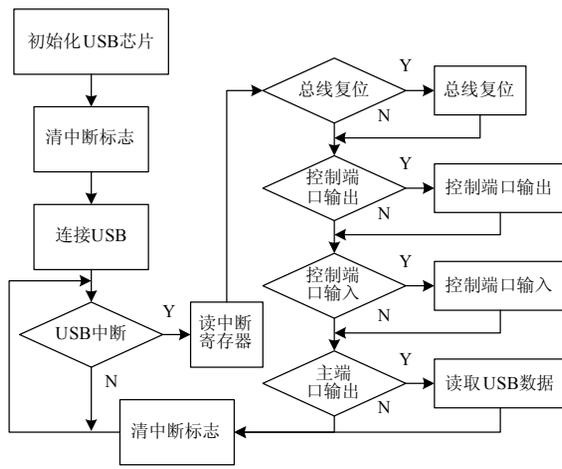


图 7 USB 通信子程序流程图

Fig.7 Flow chart of USB communication program

## 4 结束语

本装置采用 DSP 处理器，利用 GSM 网络以短信通信方式收集接触网各检修作业点下位机发送的接地线挂接状态信息并显示，并将该信息通过 232 串口及 USB 接口传送给 PC 端的后台信息处理软件，通过与数据库中的地理信标等数据比照分析，判断出地线的挂接状态和挂接区段，为供电调度人员提供准确的作业信息，结合电力调度形成合闸闭锁，提高了供电调度的自动化和智能化，提高了安全性和可靠性，有效地保障了施工人员与作业设备的安全。目前该装置已成功应用于西安铁路局安康供电段接触网检修作业生产调度管理，运行效果良好。

### 参考文献

- [1] 严永乐. 铁路电气化接触网停电施工挂接地线问题的探讨[J]. 铁道通信信号, 2009, 45 (4): 30-31.  
YAN Yong-le. Construction of railway electrification catenary power outage problem of ground mounted [J]. Railway Signalling & Communication, 2009, 45 (4): 30-31.
- [2] 刘家军, 缪俊. 新型电力检修作业地线装置的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (23): 119-121.  
LIU Jia-jun, MIAO Jun. Research on new type of electric power overhaul grounding line device[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (23): 119-121.
- [3] 刘家军, 宋娜, 姚李孝, 等. 基于 USB 接口的铁路低压配电监测装置[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(7): 98-101.  
LIU Jia-jun, SONG Na, YAO Li-xiao, et al. The railway's low voltage power distribution monitoring device based on USB interface[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(7): 98-101.
- [4] 李鹏远, 林伟新. 基于短消息 TC35 模块的一种应用方法[J]. 机电产品开发与创新, 2008, 21 (1): 60-61.  
LI Peng-yuan, LING Wei-xin. An application method based on short message of TC35 module[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2008, 21 (1): 60-61.
- [5] 吴玉田, 王瑞光, 郑喜凤, 等. GSM 模块 TC35 及其应用[J]. 计算机测量与控制, 2002, 10 (8): 557-560.  
WU Yu-tian, WANG Rui-guang, ZHENG Xi-feng, et al. GSM module TC35 and its application[J]. Computer Measurement & Control, 2002, 10 (8): 557-560.
- [6] 何为, 蔡梅园, 刘细亮. 基于 GSM 通信的配电变压器远程监控系统设计[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(1): 83-86.  
HE Wei, CAI Mei-yuan, LIU Xi-liang. Design of

- transformer remote monitoring system based on GSM [J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(1): 83-86.
- [7] 傅正财, 吴斌, 黄宪东, 等. 基于 GSM 网络的输电线路故障在线监测系统[J]. 高电压技术, 2007, 33 (5): 69-72.  
FU Zheng-cai, WU Bin, HUANG Xian-dong, et al. Online monitoring system based on GSM network for transmission line fault[J]. High Voltage Engineering, 2007, 33 (5): 69-72.
- [8] 陈启美, 王刚, 丁传锁, 等. USB 技术概况[J]. 电力自动化设备, 2001, 21 (2): 55-59.  
CHEN Qi-mei, WANG Gang, DING Chuan-suo, et al. An introduction to USB technology[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21 (2): 55-59.
- [9] 刘和平, 邓力, 江渝, 等. 数字信号处理器原理、结构及应用基础—TMS320F28X [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.  
LI He-ping, DENG Li, JIANG Yu, et al. Digital signal processor principles, structure and application of foundation-TMS320F28X[M]. Beijing: China Machine Press, 2007.
- [10] 潘天红, 盛占石. 基于 GSM 短信技术的电网电压监测仪研制[J]. 电力自动化设备, 2005, 25 (7): 48-52.  
PAN Tian-hong, SHENG Zhan-shi. Design of power network voltage monitoring instrument based on SMS technique of GSM[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25 (7): 48-52.
- [11] 邱小红, 权先璋, 林寿英, 等. 继电保护测试仪数据采集系统中的 USB 通信设计[J]. 电网技术, 2004, 28 (12): 53-56.  
QIU Xiao-hong, QUAN Xian-zhang, LIN Shou-ying, et al. Design of USB communication in data acquisition system of protective relaying testing instrument[J]. Power System Technology, 2004, 28 (12): 53-56.
- [12] 陈启美, 吴永辉, 丁传锁, 等. USB 主机—硬件及软件[J]. 电力自动化设备, 2001, 21 (6): 55-58.  
CHEN Qi-mei, WU Yong-hui, DING Chuan-suo, et al. USB host—hardware and software[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21 (6): 55-58.
- [13] 冷华, 李欣然, 李志军, 等. 基于 TMS320VC5509 DSP 片内 USB 接口的数据通信[J]. 电力自动化设备, 2007, 27 (7): 87-89.  
LENG Hua, LI Xin-ran, LI Zhi-jun, et al. Data communication based on USB interface of TMS320VC5509 DSP[J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27 (7): 87-89.
- [14] 周立平, 李劼, 张文根, 等. PC 机通过 USB 口与工业控制系统的通信实现[J]. 电力自动化设备, 2005, 25 (9): 69-72.  
ZHOU Li-ping, LI Jie, ZHANG Wen-gen, et al. Communication through USB between PC and industrial control system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25 (9): 69-72.
- [15] 梁鸿翔, 王润田. 基于 USB2.0 的同步高速数据采集器的设计[J]. 电子技术应用, 2004, (8): 13-15.  
LIANG Hong-xiang, WANG Run-tian. Designing a synchronous high-speed data collector based on USB2.0[J]. Application of Electronic Technique, 2004, (8): 13-15.
- [16] 廖忠. USB 在远程数据采集中的应用[J]. 计算机与现代化, 2002 (1): 4-6.  
LIAO Zhong. The application of USB in remote data acquisition system[J]. Computer and Modernization, 2002 (1): 4-6.
- [17] 张海峰, 苏涛, 张登福. USB 在数据采集中的应用[J]. 电力自动化设备, 2004, 24 (3): 63-65.  
ZHANG Hai-feng, SU Tao, ZHANG Deng-fu. Application of USB in data collection[J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24 (3): 63-65.

收稿日期: 2010-03-26

作者简介:

刘建军 (1967-), 男, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为电力系统监控与调度自动化; E-mail: liujiajun88@163.com

刘 博 (1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统的测量与控制。

(上接第 138 页 continued from page 138)

- ZHUANG Zong-hui, XUE Yu-qiang. Application of LabVIEW in the system of diesel generator engines paralleled running control[J]. Industrial Control Computer, 2006, 19 (5): 35-36.
- [15] Spyker R, Schweickart D L, Horwath J C, et al. An evaluation of diagnostic techniques relevant to arcing fault current interrupters for direct current power systems in future aircraft[C]. //Electrical Insulation Conference

and Electrical Manufacturing Expo. 2005: 146-150.

收稿日期: 2010-03-19; 修回日期: 2010-04-14

作者简介:

任龙霞 (1986-), 女, 硕士研究生, 从事分布式能源和智能配电网研究; E-mail: rlxzju@hotmail.com

吴为麟 (1944-), 男, 教授, 博士生导师, 从事新能源、电力电子技术在电力系统中的应用研究。