变电站电缆沟进水点远程监测系统设计[*1]

冀占国，段宝华

（内蒙古包钢钢联股份有限公司动供总厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章中设计了电缆沟水位检测装置，采用STM32F103Rx微处理器和GPRS通讯模块，开发了电缆沟进水点自动监测装置以监测电缆沟是否进水。基于VS2010开发了厂区电缆沟检测系统，接收检测装置回传信号，当某电缆沟进水发生时，提供报警，通知维护人员及时处理，可大大减少相关事故发生。

关键词： 电缆沟；进水点；远程监测；变电站；无人值守

中图分类号： TP873 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2018)02－0096－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.026

System Design for Water Inlet Point Remote Monitoring of Cable Trench in Substation

JI Zhan－guo, DUAN Bao－hua

(*Dynamic Supply Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Inner Mongolia, China*)

Abstract: In the paper, it is designed the water－level detecting device for cable trench. Using the STM32F103Rx microprocessor and GPRS communication module, the automatic monitoring device for cable trench water inlet point is developed to monitor whether water entering the cable trench. Based on VS2010, the cable trench detecting system in the plant is developed, receiving the return path signal of detecting device, and when a cable trench occurs water entering, the system will provide alarm, notifying the maintenance personnel to deal with it in time, greatly reducing the occurrence of related accidents.

Key words: cable trench; water inlet point; remote monitoring; substation; unattended operation

包钢钢联股份有限公司动供总厂变电站维护、运行和管理逐步实现无人值守模式，然而厂区分布的众多电缆隧道和电缆沟需要人工巡检，当雨季等气候和水管道损坏的状况下，电缆隧道及电缆沟出现进水则无法实时发现和排除，极易导致电缆接地和短路事故发生，相关区域产生供电故障，影响正常生产。针对这一问题，应用嵌入式和GPRS通讯技术[1]，设计了进水水位检测、传输和管理系统，实现了电缆隧道和电缆沟的进水实时远程监测和报警系统。

1 系统结构

系统由进水测点和远程检测中心组成，系统总体架构如图1所示。测点检测电缆隧道和电缆沟测点的进水状态，通过GPRS网络实时向检测中心发送数据，检测中心实时检测各测点。其中，进水测点采用STM32F103Rx微处理器和GU960 GPRS通讯模块，设计了进水水位检测电极，检测进水水位，并

* 收稿日期：2018－01－25

作者简介：冀占国(1983－)，男，内蒙古包头市人，工程师，现从事供电运行相关工作。

中国知网 https://www.cnki.net

上传电缆隧道、电缆沟测点的进水情况。系统将 RTThread 操作系统移植 STM32 平台[2]，基于 RTThread操作系统，设计了驱动驱动程序、水位监测和上传任务。远程监测中心基于 VS2010 和 SQL SERVER 数据库，开发监测软件[3]，管理测点信息并实时检测进水状态。

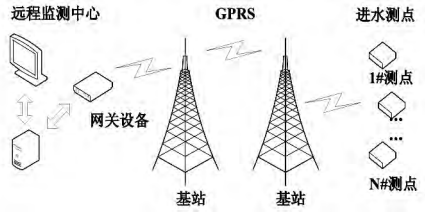


图 1　系统总体构架图

2　进水测点硬件设计

进水测点采用电极测量电路，测量进水状态，采用 STM32F103Rx 微处理器和 GU906 模块，并基于 RTThread 操作系统实现数据采集和上传。

设计了电极水位测量电路，采用三根铜电极组合检测进水点水位，检测原理如图 2 所示。

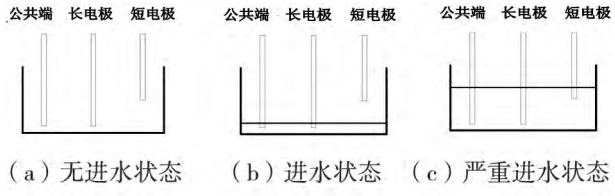


图 2　进水电极检测电路原理

电极检测装置由三根铜电极组成，包括公共极、长电极、短电极。分为无进水状态、进水状态和严重进水状态，利用进水后被水浸没的电极与大地导通，组合判断三种状态，状态表如表 1 所示，其中被水浸没后与大地导通电极逻辑为 0，未被水浸没逻辑为 1。

表 1　电极逻辑与进水状态表

公共极	长电极	短电极	进水状态
1	1	1	无进水
0	0	1	进水
0	0	0	严重进水

在电极检测装置基础上，采用 STM32F103Rx 微处理器和 GU906 模块，采集电极状态，并上传数据。硬件原理如图 3 所示。

STM32 微处理器串口与 GU906 串口连接，GPIO 口 PC7、PC8、PC9 设置为上拉电阻模式，分别于公共电极、长电极、短电极连接检测电极电位。供电采用开关电源 5 V 供电、GU906 天线采用内置 PCB 天线，采用 π 型电路做 50 Ω 阻抗匹配。

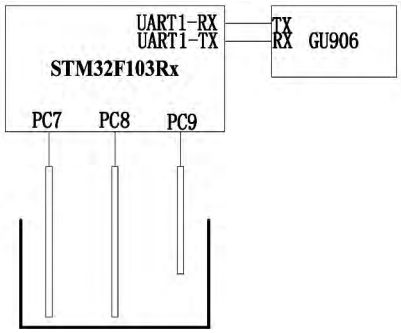


图 3　硬件原理图

3　进水测点软件设计

基于 RTThread 操作系统设计进水测点软件。设计了串口驱动程序、进水检测线程和通讯线程，其中进水检测线程和通讯线程采用信号量进行通讯。

(1) 串口驱动程序

RTThread 操作系统采用面向对象的思想，将驱动程序抽象为设备结构体 rt_device，串口继承 rt_device 结构体并进一步抽象为 rt_serial_device，设备结构使用包括设备注册和设备应用，延承 rt_serial_device 结构体，在设备注册中完成 STM32 微处理器串口初始化 init( ) 方法，在设备应用中完成 write( ) 方法，同时，并完成 rt_ device 结构中的 indicate( ) 方法，用于接收数据中心查询请求。

init( ) 方法中将设置串口工作参数，通讯波特率 9 600 bps、无奇偶校验、8 位数据位、1 位停止位。

write(uchar * p，int len) 方法嵌入 STM32 串口中断函数结合，中断接收后，调用数据发送数据时，write(uchar * p，int len) 方法触发发送中断，有中断程序完成发送。

indicate( ) 方法在串口接收中断中嵌套，接收到数据后，indicate( ) 方法做协议检测，并向通讯线程发送信号。

(2) 任务线程设计

设计了两个静态线程，数据采集任务和通讯任务，优先级分别为 30 和 20，任务创建参数如图 4 所示。

中国知网　https://www.cnki.net

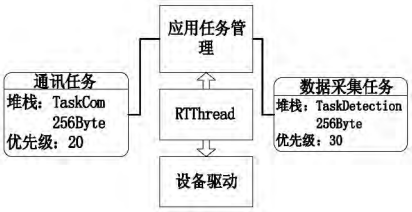


图4 任务创建图

数据采集任务和通讯任务采用时间驱动法，有RTThread操作系统系统时钟提供1 min和10 min两个时间间隔。其中1 min时间间隔用于数据采集定时，每1 min检测电极电平并判断进水状态；10 min时间间隔用于定时上传，考虑GPRS流量费用，测点每10 min上传一次数据到检测中心，满足系统检测要求。数据采集任务和通讯任务关系如图5所示。

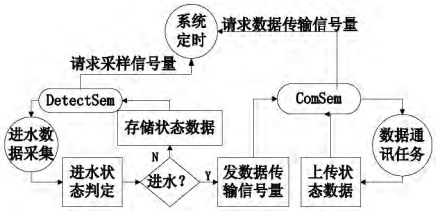


图5 系统线程信息交互图

设计了两个信号量，分别是DetectSem信号量、ComSem信号量，DetectSem用于系统数据采用时间到时，向进水数据采集线程发送消息，通知进水数据采集线程开始采样。ComSem一方面用于系统定时中10 min传输时间到时向通讯线程发送消息，通知通讯线程上传采样时间到检测中心。另一方面当进水线程检测到有进水故障发生时，进水线程发送该信号量给数据通讯任务，及时向检测中心发送进水报警。

4 远程监测中心软件设计

远程监测中心软件基于VS2010和SQL Server 2012数据库，建立单文档多视图工程，集成数据通讯、进水状态实时检测和进水报警等功能，结构如图6所示。

远程监测中心数据库VS2010 Socket，开发了通讯线程，接收测点通过GPRS上传的检测数据。数据中心设置公网IP，各测点作为客户端点向中心服务器的IP、端口发送检测数据。数据库采用SQL SERVER2012，存储和维护进水测点信息表和检测数据表。测点信息包括：站点名称、站点地址和通讯手机卡号等；进水检测数据包括进水点实时检测状态。监测界面列表采用VS2010的ListCtl控件，列表显示检测数据和测点信息。VS2010通过ADO接口访问数据库，对数据库进行相关操作。此外，增加对进水测点信息的维护操作，方便用户增、删、改、查测点相关信息，及时更新测点信息数据，远程监测系统运行界面如图7所示。

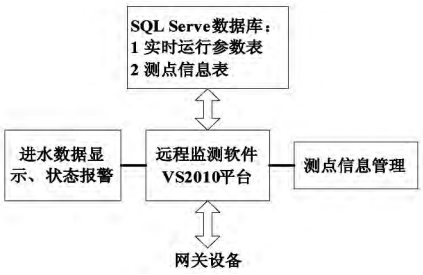


图6 远程监测中心软件结构


进水点监测实时数据列表

测点	时间	进水状态	有无报警
炼钢厂5#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
炼钢厂6#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
炼钢厂7#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
焦化厂1#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
焦化厂2#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
焦化厂3#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
焦化厂4#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
焦化厂5#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无
焦化厂6#电缆沟	2016年9月15日10:10	无进水	无

图7 远程监测系统实时数据界面

5 结束语

动供总厂在变电站自动化改造过程中，考虑安装测试点，该系统按1 min间隔采样、10 min间隔上传，能够对进水点检测、报警，值班人员接到报警信息后，及时排除电缆沟内积水，避免事故发生。且各测点数据流量维持在10 M/月以内，流量和维护费用较低，完全满足无人值守要求。

参 考 文 献

[1] 赵建敏，李琦. 基于GPRS的无人值守热力站控制系统[J]. 计算机测量与控制，2013，(2)：362－364.

[2] 朱志国. RT－Thread操作系统在STM32中移植的研究[J]. 计算机光盘软件与应用，2012，(22)：119－120.

[3] 赵建敏，李琦. 基于GPRS的供热管网远程监控系统[J]. 化工自动化及仪表，2012，(6)：757－760.

中国知网 https://www.cnki.net