

无人值守地震台站远程监控系统的设计与实现^{*}

陈吉锋, 陈军辉, 应昶, 刘洋君

(浙江省地震局, 浙江 杭州 310013)

摘要: 针对目前无人值守台站增加、台站系统运行维护存在的不足等现状, 设计了一种基于传感技术及嵌入式技术的地震台站远程监控系统, 以单片机为主控制器, 实现对台站设备运行状态、UPS 电源情况的检测; 接收监控中心的指令, 同时将检测到的异常信息及时上传至监控中心。与目前的技术系统相比, 地震台站远程监控系统能实时自动判断出台站故障点位置, 并通过短信、声音等形式进行报警, 提升了故障排查效率。实际运行结果表明该系统运行可靠, 有效提高了数字地震台网的工作效率。

关键词: 远程监控; 自动判断; 报警; 无人值守; 地震台站

中图分类号: P315 - 391.2

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 0666(2012)03 - 0429 - 05

0 引言

随着地震台站数字化、网络化进程的加快, 浙江省无人值守台站的数量成倍增加, 在地震台网功能不断增强、监测能力进一步提升的同时, 也带来了如何更好地管理地震台站, 如何更有力地保证设备连续正常运行, 如何尽可能大地发挥台网整体监测效能等问题。

浙江省地震台网实现数字化观测后, 大部分台站都是无人值守台, 台站发生故障时, 需要派台站看管人员到现场进行逐项排查, 这个判断并排除故障的过程取决于台站看管人员的业务水平和是否能够迅速及时的赶到现场, 这两个因素经常影响到故障排查效率, 也影响了后续的维护处置手段。针对这种情况, 本文提出了一种以 STM32 微处理器及 GPRS/GSM 为核心的台站设备远程综合监控设计方案(刘明贵等, 2010), 通过监控中心处理软件和部署在台站的基于移动短信的嵌入式采集终端, 能够准确可靠地监控各台站的电源情况、设备运行状态及温度、湿度等, 按照预定的故障排除方案自动分析故障发生原因, 迅速判断故障点发生位置并通过短信、声音等形式通知报警, 并且能对台站设备实施远程控制, 有效提高了台站技术系统的稳定性以及地震数据产出的

连续可靠性。

1 总体设计方案

由于地震业务的特殊性, 本文设计的系统有如下要求:

(1) 系统通过轮询的方式检测地震数据采集器、路由器、UPS 电源等设备状态, 并将实时信息通过现有通信网络发送到监控中心(高正立, 曹奇英, 2010)。

(2) 当台站出现地震数据采集器死机、路由器故障、蓄电池电压低于 36 V、恢复至 36 V、交流电上电、交流电断电时, 及时将异常信息发送到监控中心(索阳等, 2009)。

(3) 监控中心处理软件实时监测各个台站的网络连通情况, 结合台站监测系统采集到的台站基本情况, 按照预定的故障排除方案自动分析故障发生原因, 迅速判断故障点发生位置并通过自动或手动派单的形式发短信通知台站看管人员。

(4) 系统具有远程控制功能, 台站设备死机时能对其进行断电重启。

(5) 台站监测系统与监控中心的数据通信以现有地震数据传输线路为主, 当地震数据传输线路故障时采用 GPRS 发送, 保证异常信息能及时发送到监控中心。

^{*} 收稿日期: 2011 - 10 - 09.

基金项目: 浙江省地震局局科技项目(2010ZJJ03)资助.

本文提出的无人职守地震台站远程监控系统构成如图 1 所示。它主要由台站监测系统和监控中心处理系统组成。

台站监测系统：由各个传感器和基于移动短信的嵌入式采集终端组成，部署在各个台站，主要负责监测台站相关参数并把信息发送到监控中心处理系统。

监控中心处理系统：运行于监控中心 PC 机上的管理软件，主要负责实时监测各个台站的网络连通情况，结合台站监测系统采集到的台站基本情况，按照预定的故障排除方案自动分析故障发生原因，迅速判断故障点发生位置并通过短信、声音等形式报警；台站异常情况、故障日志等自动入库。

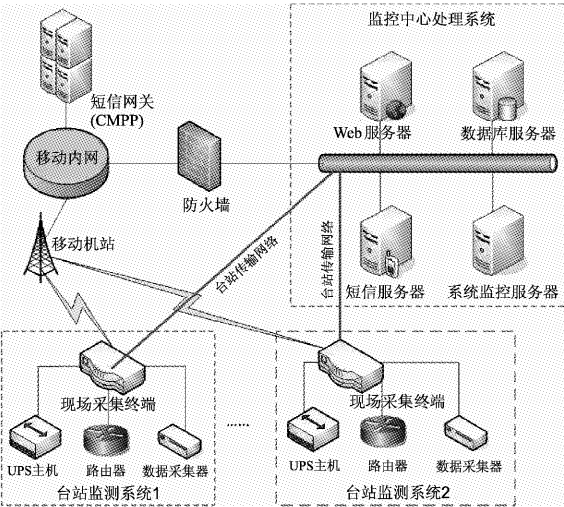


图 1 系统构成示意图
Fig. 1 Schematic diagram of system structure

2 系统硬件设计

2.1 监控中心硬件配置

监控中心设备主要由主机、Web 服务器、数据库服务器、短信通信服务器和系统监控服务器等组成。数据库服务器主要负责数据的存储和管理，根据应用服务器的请求进行数据处理，并将结果传送给应用服务器；监控服务器用于部署监控软件，通过对各台站现场采集终端发送命令信息，实现对各台站信息的查询、轮询及远程控制等功能；短信服务器实现与移动短信网关的通信，采用 Socket 连接实现短信的收发，通过数据库缓

冲池实现指令的收发，支持多线程，多连接并发；监控中心服务器还通过防火墙、路由器和 Internet 连接，以供用户通过 Web 方式进行查询访问。

2.2 台站监测系统硬件设计

系统硬件电路主要由供电电路、微控制器外围电路、串口模块、以太网口模块和 GSM 模块电路组成，其硬件结构框图如图 2 所示。

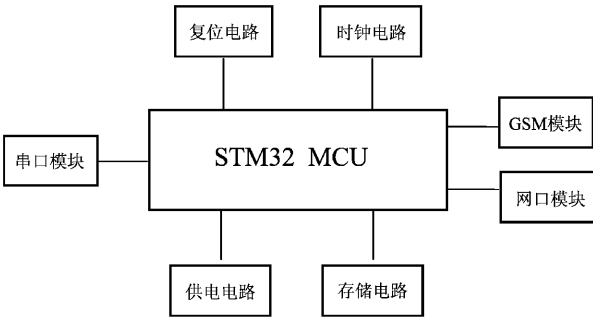


图 2 台站监测系统硬件结构框图
Fig. 2 Hardware block diagram of station monitoring system

2.2.1 MCU 模块

MCU 微控制器采用基于 ARM Cortex-M3 架构内核的 32 位低功耗处理器 STM32F103，该 MCU 是 STM32 系列的增强型芯片，工作频率为 72 MHz，内置高速存储器（高达 128KB 的 Flash、20 KB 的 SRAM）、多达 80 个快速 I/O 口、2 个 12 bit A/D、3 个 16 bit 定时器、3 路 UART 通信口等多种资源，具有极高的性价比。

2.2.2 GSM 模块

短信收发模块采用华为公司生产的高性能通信模块 EM310，该模块主要由 GSM/GPRS 基带处理器、GSM/GPRS 射频模块、供电模块（ASIC）、闪存、ZIF 连接器、天线接口 6 部分组成。通过 UART 串行接口与 MCU 微控制器相连，实现可靠的收发短消息操作和 GPRS 数据通信，当台站通信线路故障时，可通过 GSM 模块及时将电源告警信息，设备运行状况等发送到监控中心，实现无人值守台站故障告警以及控制等功能。

2.2.3 串口模块

通过 UPS 主机上的 RS232 串口与微处理器通信，微处理器通过协议解析（祁润田，2009），将其告警信息和运行状态等通过现有通信网络或 GSM 模块发送到监控中心，以实现台站电源系统运行状况的监控。

由于 RS232 规定的逻辑电平与微处理器的逻辑电平不一致，因此在应用中，必须把微处理器的信号电平（TTL 电平）转换成 RS232C 电平，或者对二者进行逆转换。我们在这里选用专用电平转换芯片 MAX3221 来实现，电路图如图 3 所示。

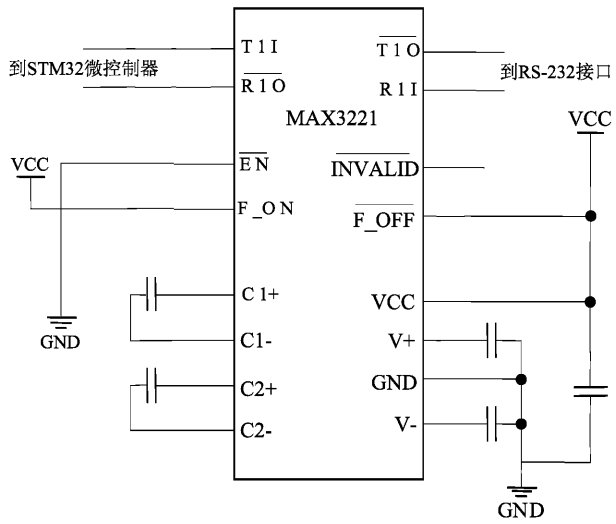


图3 串口模块原理图

Fig.3 Schematic diagram of serial port module

2.2.4 以太网口模块

以太网模块由于采用串行 SPI 接口，ENC28J60 可以很方便地与微处理器接口，构成嵌入式以太网模块（图 4），使用 UDP，TCP 进行通信（王秀英等，2009）。该模块主要用于监测数据采集器、路由器等台站网络设备运行状态以及与监测中心数据通信。

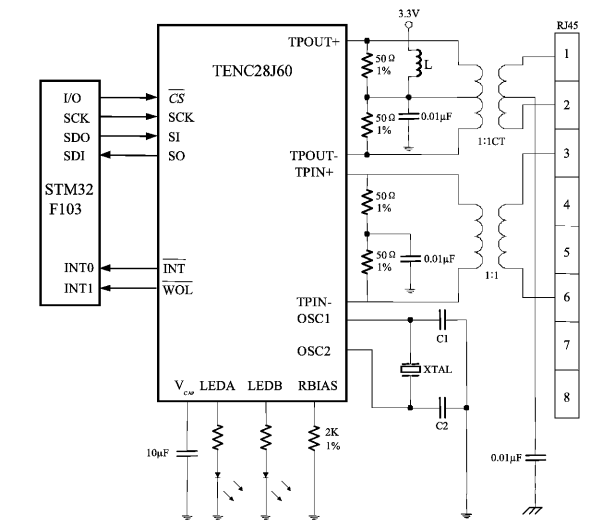


图4 以太网口模块电路图

Fig.4 Circuit diagram of Ethernet interface module

3 系统软件设计

系统软件设计分为 2 部分：台站数据采集终端 STM32 微控制器编程和监控中心管理软件编程，在此只介绍 STM32 微控制器的软件设计部分。台站数据采集终端主要通过轮询的方式检测 UPS 电源（包括交流电参数、蓄电池电压等），路由器、数据采集器等通信设备状态，发现异常及时将信息上传到监控中心；同时响应监控中心相关通信请求。其主程序流程图如图 5 所示，台站监控量参数设计见表 1。

设计中，台站数据采集终端每隔 10 s 对台站 UPS 电源状态、通信设备进行轮训，考虑到台网中心至少有两台业务服务器在接收台站数采数据，为不增加数采负荷，影响数采正常工作，对数采等通信设备的轮询主要通过 Ping 命令检查通讯层状态，并结合监控中心管理软件对业务软件（测震、强震等）波形接口的轮询，就能准确判定数采工作状态。监控中心管理软件每隔 30 min 轮询台站数据采集终端，除了更新台站监控信息，主要是检查台站数据采集终端是否出现故障（台站设备异常时，台站现场采集终端主动上传信息至监控中心）。

由于当前台站安装的 UPS 有不同的厂商，且型号不一，UPS 通信协议与电源参数也各不相同，因此在采集终端集成已知的所有 UPS 的协议，终端对已知的 UPS 具有协议自适应功能。

表 1 台站监控参数

Tab.1 Parameters of station monitoring

序号	数据名称	数据类型	单位	等级
1	电池电压	模拟量 1	V	
2	电池电流	模拟量 2	A	
3	电池温度	模拟量 3	℃	
4	输入交流电压	模拟量 4	V	
5	UPS 输出电压	模拟量 5	V	
7	负载低压	报警量 1		重要告警
8	停电告警	报警量 2		重要告警
10	UPS 故障告警	报警量 3		重要告警
11	电池低压	报警量 4		严重告警
12	环境温度	模拟量 6	℃	
13	环境湿度	模拟量 7	%	
14	网络设备 Ping 状态（最多可检测 6 个 IP 地址）	报警量		重要告警

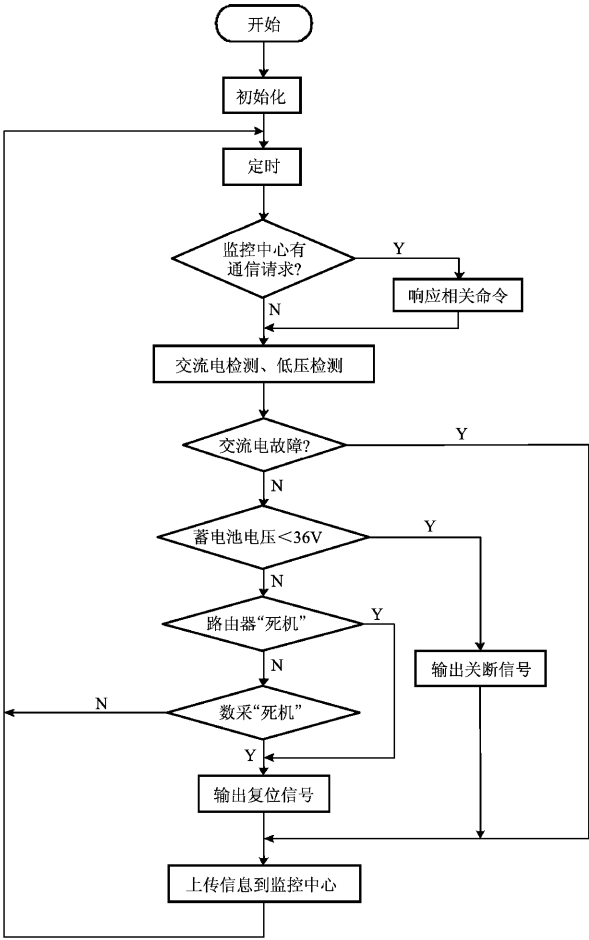


图 5 台站监测系统主程序流程图
Fig. 5 Main program flow chart of station monitoring system

4 应用测试

淳安地震台是无人职守台站，该台站有测震和强震 2 种数字化观测手段，台站到台网中心的传输线路为 SDH 光缆。该测点近年来经常因为市电长时间停电或光缆被挖断等原因造成台站数据断记（测点所在地区电力局线路建设、道路建设等原因造成）；另外，台站看管人员家庭住址距离台站测点较远，信息反馈较慢，有时候还因为台站看管人员技术水平局限而无法得知台站故障原因，因此比较适合作为试点进行测试。安装时采集终端通过串口与 UPS 主机智能 RS232 接口相连；设置采集终端网卡 IP 地址，使其与台上所有通信设备组成一个小型局域网，并添加需要监控设备的网络地址，监控中心通过管理软件实现对台站的

远程监控，当台站电源或通信设备出现异常时，监控中心管理软件就会显示告警信息并通过声音和短信提醒相关维护人员。台站监控信息如图 6 所示。



图 6 淳安地震台详细监控信息
Fig. 6 Detailed monitoring information of Chun'an Seismic Station

台站数据采集终端从 2011 年 9 月安装运行至今，台站市电停电、通信线路故障时系统都能及时告警并通过短信通知相关维护人员。通过对台站市电停电时长及 UPS 电池供电时长的统计，对台站 UPS 电池进行了更换，保证市电停电时段台站能正常运行。实际运行表明，该系统运行可靠，也没有影响地震观测仪器的正常工作，达到了设计目的。

5 结语

本文提出的地震台站远程监控系统，用于地震台网中心对各台站设备运行情况的掌握和远程控制。经实际运行检验，系统能够检测台站设备运行情况，可靠性高，有效提高数字地震台网的工作效率，对台站故障快速判断、台站维护效率、台站的连续运行率、数据的稳定可靠都具有积极的意义和广阔的应用价值。

参考文献：

高正立, 曹奇英. 2010. 轮询机制在无线数据采集协议中的应用[J]. 微计算机信息, (19): 78-80.
刘明贵, 于睿, 梁昊. 2010. 基于 STM32 的岩土工程无线采集系统

[J]. 仪表技术与传感器, (5):95-97.

电工电气, (6):4-6.

祁润田. 2009. 智能网络 UPS 电源监控技术的研究[J]. 电源技术, 33(7):606-607.

王秀英, 周振安, 刘爱春. 2009. 地震前兆设备动态监控报警功能设计与实现[J], 地震研究, 32(4):431-435.

索阳, 甄然, 杨国福. 2009. 地震数据采集器电源监控系统设计[J].

Design and Implementation of Remote Monitoring System for Unattended Seismic Stations

CHEN Ji-feng, CHEN Jun-hui, YING Chang, LIU Yang-jun

(Earthquake Administration of Zhejiang Province, Hangzhou 310013, Zhejiang, China)

Abstract

Because of the increasing of unattended stations, the deficiency of operation and maintenance deficiencies in the station system, we design a remote monitoring system of seismic stations. Based on sensing and embedded technologies, this system uses the SCM as the main controller to achieve the detection of station equipment operating status and the UPS power situation. It can receive the instructions of the monitoring center, and upload anomaly information to the monitoring center in a timely manner while detecting anomalies. Compared with the current technology systems, it is able to automatically judge the location of the fault point of stations in real-time, and can make an alarm through SMS, voice and so on to enhance troubleshooting malfunction efficiency. Practical operation shows that the remote monitoring system of seismic stations runs reliably, and improves the digital seismic network to work effectively.

Key words: remote monitoring; automatic determine; alarm; unattended seismic stations