

## 电磁波泥水位监测系统设计与应用\*

The design and application of electromagnetic wave mud water level monitoring system

董翰川<sup>1,2</sup> 庞丽丽<sup>1,2</sup> 宋继武<sup>1,2</sup>

1中国地质调查局水文地质环境地质调查中心(河北 保定 071051)

2国土资源部地质环境监测技术重点实验室(河北 保定 071051)

**摘要:** 设计了一个基于电磁波原理的泥水位监测系统,系统以PIC32MX和ADS1256芯片为核心,选用基于电磁波原理的雷达物位传感器完成泥石流泥水位感知,能够远程设定数据采集频度、根据设定阈值自动增加数据采集频率。系统具有GPRS和北斗两种传输模式,能够在GPRS信号微弱情况下自动切换到北斗数据传输模式,有效保证了数据传输的可靠性。阐述了系统的工作原理和软硬件设计思路,并在张家口市崇礼区三道营村庙儿沟进行了野外应用。

**关键词:** 电磁波;泥水位;PIC32MX;ADS1256;GPRS/北斗

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2018.3.008

\*基金项目:京津唐张交通廊道规划建设区1:5万环境地质调查(编号:DD20160232)

董翰川(1985-),男,工学硕士,工程师,研究方向:地质灾害监测技术。

### 0 引言

我国是一个多山国家,山地面积约占全国土地面积的69%,山区常见的崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等山区地质灾害给当地村民的生活造成了严重影响。其中,泥石流具有发生突然、历时短暂、来势凶猛和破坏力强等特点,而成为最有影响力的灾害之一,对泥石流进行监测和预报成为防治地质灾害发生的一个重要环节

[1-2]。泥石流自上而下可分为形成区、流通区和堆积区三个阶段[3]。基于泥石流产生、运动和危害三个阶段的特点,对泥石流泥水位的监测和分析成为泥石流监测的重要手段[4]。

### 1 泥水位监测系统概况及原理

#### 1.1 概况

泥水位监测系统是针对泥石流地质灾害专业监测的设备,实时监测泥石流发生过程泥水位的高度,根据泥水位设定阈值自动增加采集密度,并将监测数据实时传输到监控平台。泥水位监测数据自动保存在本地存储卡上,可作为泥石流泥水位数据研究分

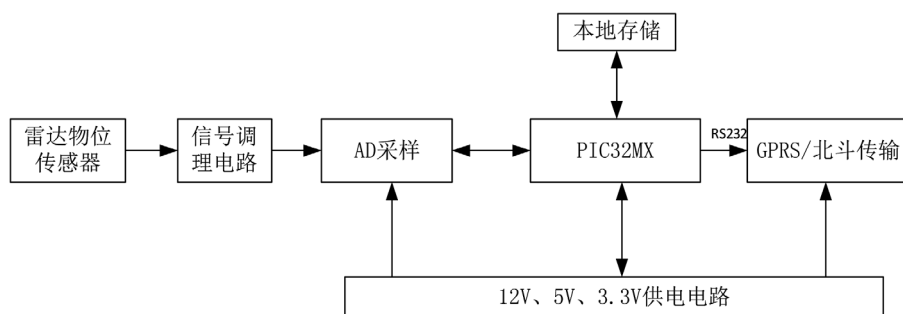


图1 电磁波泥水位监测系统监测原理图



泥石流泥水位监测系统采用雷达物位传感器感知泥石流泥水位的变化，系统将采集到的实际泥水位值转化为电压信号，泥水位电压原始信号经过信号调理电路后送入A/D采样电路，将模拟电压信号转换为PIC32MX能够识别的数字信



号,经单片机数据处理后计算出泥水位值。完成一次数据采集后,系统将监测数据通过GPRS/北斗无线传输到监测平台,同时保存到本地SD存储卡上做备份。电磁波泥水位监测系统监测原理图如图1所示。

## 2 监测系统硬件设计

泥水位监测系统的核心部件是单片机PIC32MX芯片, 单片机完成监测数据的采集、计算和各个电路部分的逻辑控制。监测系统硬件由以下几个部分组成: 信号调理电路、A/D模数转换电路、本地存储电路、供电电路和GPRS/北斗<sup>[9]</sup>通信电路。这些电路协同工作, 完成泥石流泥水位的采集、转换、处理、存储和传输, 实现泥石流泥水位的监测。

为去除泥水位监测过程中高频波的干扰,系统在电路上设计了有源二阶低通滤波电路,如图2所示。增加TS912集成运算放大器组成有源滤波,能够更好地滤除大于高频干扰波,使采集更准确。在TS912输出端并联

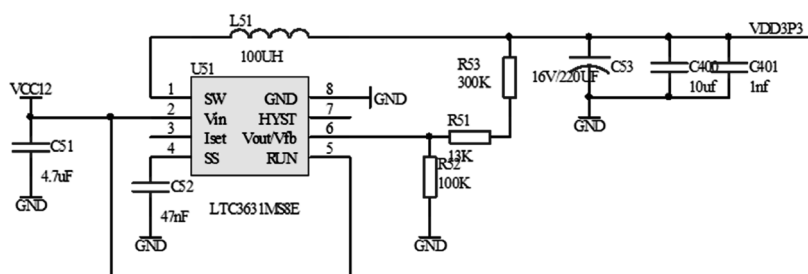
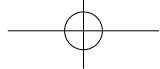


图4 PIC单片机供电电路

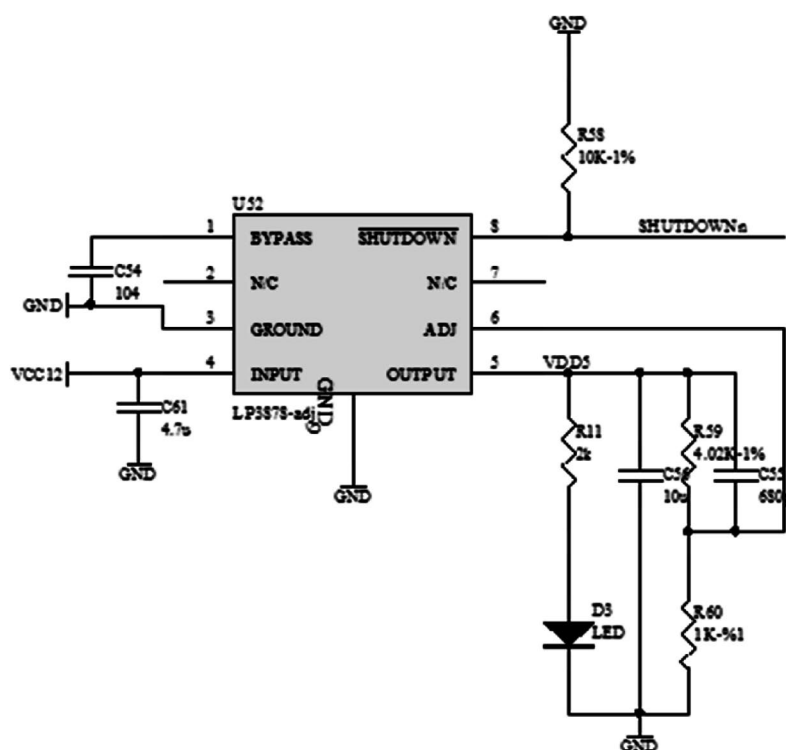


图5 模数转换供电电路

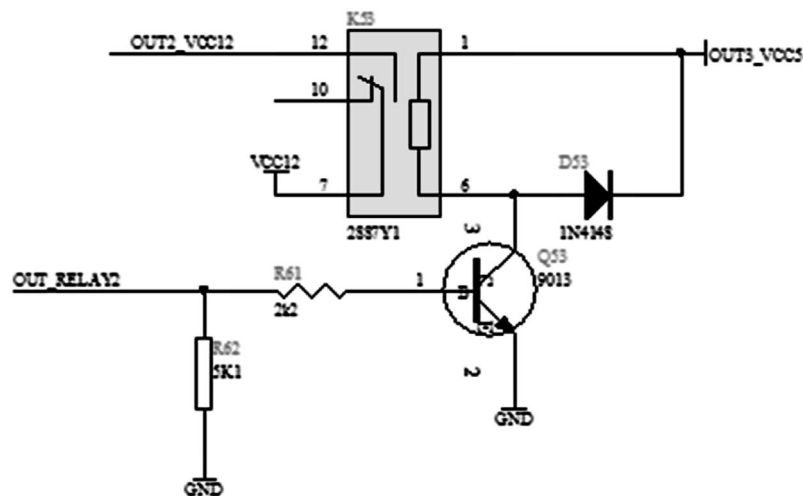


图6 雷达物位传感器供电电路图

一个精密电阻，将电压信号转换为A/D芯片能够接受的电压范围后输入给数据采集单元。

## 2.2 A/D模数转换电路

系统硬件数据采集部分的模数转换器选用ADS1256芯片，该芯片具有24位分辨率、采样速率达30 kHz，具有8个模拟量输入通道，采用5 V和3.3 V双电源供电模式，使用方便且能够满足系统对高精度、低功耗、抗干扰的要求。模数转换电路如图3所示。

## 2.3 供电电路

系统的能源供给采用太阳能浮充方式给12 V铅酸蓄电池充电，电路中对12 V电压分别做转换处理，得到5 V和3.3 V电压，供给PIC单片机和A/D转换器等使用。系统的供电部分主要是CPU的供电、A/D芯片的供电及雷达物位传感器的供电。PIC单片机需要3.3 V电压供电，硬件上采用LTC3631芯片，可稳定输出3.3 V电压，保证CPU稳定工作。ADS1256需要5 V电压供电，硬件采用LP3878-ADJ芯片进行转换得到5 V电压，该芯片可由逻辑时序程序控制工作时间。雷达物位传感器工作于大电流电压，为此，电路上使用LM2596，该芯片可输出高达3 A的电流，保证了雷达物位传感器的正常工作。供电电路如图4、图5、图6所示。

## 2.4 数据存储电路

泥石流泥水位监测数据对于泥石流的发育状况有着重要的参考价值，为了保证监测数据的完整性，监测系统采集的泥水位数据除传输到监测平台外，在硬件上设计了本地存储功能，将监测数据存储在本地的SD卡内，存储容量为4 GB，按2小时采集一次数据计算，可存

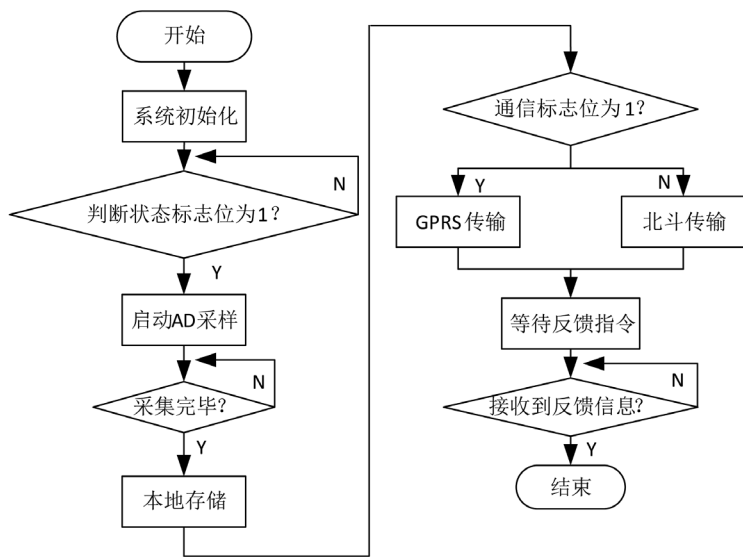


图7 系统软件设计流程图



图8 泥水位监测系统野外试验

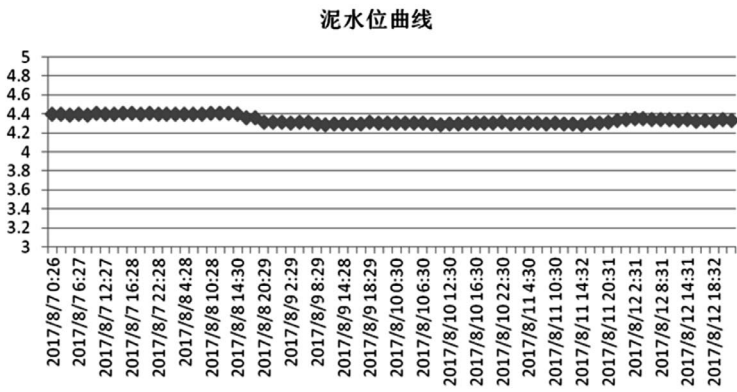


图9 泥水位监测系统数据曲线图

储2年的数据。

2.5 GPRS/北斗传输电路

泥水位监测系统的数据传输采用GPRS和北斗2种传输方式。系统在GPRS<sup>[7-8]</sup>以太网传输上设计了传输模块电路，选用MC52i传输模块，将电信、移动、联通手机通信卡插入SIM卡座进行数据传输。系统在硬件电路设计上留有2个RS232通信接口，便于和北斗终端连接。

3 系统软件设计

系统软件在野外的数据采集中完成了系统硬件的初始化、数据的采集、本地存储和传输等，它是所有设备中的控制中枢，系统软件的设计流程如图7所示。先进行终端硬件的初始化，启动ADS1256进行数据采集，

采集完成后进行本地存储，随后根据通信标志位自动选择数据传输模式。通信标志位为1，则GPRS传输，否则北斗传输。数据传输过程中接收监测平台反馈信息，接收到反馈信息则表明监测数据发送成功，至此一个采集过程结束。进行监测数据的传输时，需要进行通讯模块的初始化设置，校验用户名和密码(可选)，设置TCP/IP的地址与端口等。初始化时，需要MCU通过串行口按顺序给模块发送以下AT指令，设置模块及网络工作参数。初始化程序如下：

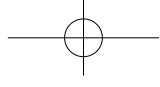
```
at^sics=0,conType,GPRS0 // 设置GPRS工作模式
at^sics=0,user,cm // 用户名称(可选)
```

```
at^sics=0,passwd,gprs // 密码(可选)
at^sics=0,apn,cmnet // 网络接入点名称
at^siss=1,svrType,socket // 设置服务类型为socket
at^siss=1,conId,0 // I.D.
at^siss=1,address,"socktcp://219.238.229.74:3000" // 设置服务器地址及端口
at^siso=1 // 打开端口，开始工作
```

4 野外应用试验

泥水位监测系统野外应用试验点选择在2022年冬奥会雪上项目举办地张家口市崇礼区的三道营村庙儿沟，该沟总长度1.3 km，主沟宽度10 m，夏季由于雨





水冲刷容易导致沟内石块堆积，威胁着沟口三道营村村民的生命财产安全。图8是监测系统的野外安装试验图，主要包括泥水位监测系统支护设施、监测机箱、太阳能供电系统、避雷针系统、雷达物位传感器，系统采集和传输设备存放于机箱内做到防水。经过2017年8月7日到8月12日连续六天数据监测，得到庙儿沟泥水位监测数据曲线如图9所示，横坐标为监测系统监测时间，纵坐标为监测泥水位数据，六天监测过程中未出现降雨，沟内泥水位未发生变化情况。

## 5 结论

研制的电磁波泥水位监测系统用于泥石流地质灾害

泥水位的监测，通过野外实际运行试验和取得的泥水位监测数据可知，监测系统能够正确反映泥石流泥水位值，并在泥水位发生变化时自动增加采集频率，较真实反映泥石流发生情况，为泥石流地质灾害的研究及冬奥会的顺利举办提供技术支撑。



### 参考文献：

- [1] 许强. 四川省8·13特大泥石流灾害特点、成因与启示[J]. 工程地质学报, 2010(5): 596-608.
- [2] 唐川. 汶川地震区暴雨滑坡泥石流活动趋势预测[J]. 山地学报, 2010(3): 341-349.
- [3] 师哲, 张平, 舒安平. 泥石流监测预警系统研究[J]. 长江科学院院报, 2010(11): 115-119.
- [4] 杨顺, 潘华利, 王钧, 等. 泥石流监测预警研究现状综述[J]. 灾害学, 2014(1): 150-156.
- [5] 何志良. 电磁波层析成像技术的边坡工程地质勘察研究[J]. 科技与创新, 2017(6): 153-155.
- [6] 张杰, 张亮亮. 类效果采样应用于雷达物位计的研究[J]. 仪表技术与传感器, 2016(10): 58-61.
- [7] 徐济仁, 牛纪海, 陈家松. GPRS的技术与应用[J]. 有线电视技术, 2003, 123(3): 48-50.
- [8] 曹修定, 戚国庆, 阮俊等. GPRS技术及其在地质灾害监测中的应用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, 17(1): 69-72.
- [9] 吴悦, 任涛, 王敏. 基于北斗短报文的泥石流监测预警系统[J]. 自动化与仪表, 2014(3): 19-22.

(上接第21页) 常低，只有20%左右。因此好不容易把太阳能收集起来，如果没有好好利用的话，在后端损耗掉是非常可惜的。

为此，ROHM做了一个演示，用太阳能发电板取电，靠电容器蓄电，没有电池供电。靠光照射时，光照越强电压就越高。如果改为微弱的光，产生的电流较小，ROHM的BD70522GUL依旧可以被激活工作（图7左图）。另外一种应用场景：光照得很强，把光熄灭后，这时整套系统靠电容器上的蓄电工作，可见BD70522GUL的掉电速度慢（如图7右图），这是因为BD70522GUL本身消耗电流小，因此电容器上面存储的电能用得久。

## 结论

电子产品有的时候会有一些东西是性能过剩，但是对节能来说是不存在性能过剩这个说法的。低电流消耗、低电力消耗，这两点不仅是针对于IoT和可穿戴设备，对于任何一个来说都是很关键的。

ROHM低电流消耗技术Nano Energy融合了ROHM的垂直统和型的生产体制，整合了电路设计、整体布局和工艺。基于Nano Energy的BD70522GUL主要应用在可穿戴和IoT设备中，实现了超轻负载下的180 nA消耗电流。



### 参考文献：

- [1] 迎九, 王金旺. 解读电源三大热门领域的技术方案[J]. 电子产品世界, 2017(4): 12-16.
- [2] 迎九. 从ISSCC 2018会议看电源管理的五大创新[J]. 电子产品世界, 2017(12): 77.
- [3] 王莹, 王金旺, Armstrong T, 等. 电源的六大趋势领域及动向[J]. 电子产品世界, 2016(4): 6-12.

(上接第24页) 之上，深鉴科技做出了第一代5X5 FPGA产品，并在摄像头市场实现了批量出货。

DPU计算核心采用全流水设计结构设计，内部集成了大量的卷积运算器、加法器、非线性Pulling/ReLU之类的运算算子，在确保每一个运算单元都能够被充分的调动起来的前提下，可同时支持不同动态精度的量化方法。像VGG16比较重的应用中，深鉴科技DPU的运算器利用率可以达到85%，对主流算法可以达到50%以上，功耗方面则低出竞争对手一个数量级。

相比Zynq 7020每瓦230 GOPS的算力、ZU9 2.7 TOPS的峰值算力，将于年中交付的“听涛” SoC产品的预期功耗约为3 W，峰值算力4 TOPS，考虑到网络压缩部分，这个数字应该再扩大5~10倍。

### 参考文献：

- [1] 胡郁. 人工智能与语音识别技术[J]. 电子产品世界, 2016(4): 23-25.
- [2] 王莹. “CPU+”异构计算时代，华夏芯通过HSA抢占高地[J]. 电子产品世界, 2016(9): 15-17.
- [3] 陈俊颖, 周顺凤, 闵华清. 基于CAPI FPGA的医学超声成像算法异构加速[J]. 电子产品世界, 2016(10): 41-44.
- [4] 王莹, 王金旺. 异构计算带来AI视觉新突破[J]. 电子产品世界, 2017(7): 28-29.

