

地震台站隔离式直流电源

李 敬¹, 郭德顺², 叶世山², 刘少文¹, 李志军¹

(1. 新丰江中心地震台, 广东 河源 517021; 2. 广东省地震局, 广州 510070)

摘要: 在“十一五”新丰江数字地震台网的台站加密建设过程中, 以 AVR 单片机为核心控制单元, 设计了一套具有远程控制功能的隔离式直流电源, 用于地震台站的设备供电, 介绍了隔离式直流电源的系统特性、主要功能、系统架构及工作原理, 重点阐述了该直流电源的隔离原理和功能实现, 解决了野外仪器易受雷击的问题。

关键词: 地震台站; 隔离; 直流电源; 单片机

中图分类号: P315.78

文献标志码: A

文章编号: 1003-1375(2014)03-0039-06

0 引言

野外地震台站的主要仪器设备包括拾震器、数据采集器、IP 传输终端、路由器、交换机等, 基本上都是直流 +12V 电源供电。直流电源的供电质量直接影响地震台站的数据产出质量和设备安全。直接使用“交流—变压器—直流—稳压”的方案给仪器供电虽然简单经济, 但存在在雷雨季节容易通过市电线路引入感应雷电而损坏仪器的问题; 采用太阳能供电系统虽然绿色环保, 也不存在雷击问题, 但价格昂贵, 且连续阴雨天常出现供电不足, 影响数据的连续率。

“十一五”期间, 新丰江数字地震台网共新建了 10 个野外地震台, 从仪器防雷安全和性价比方面综合考虑, 设计了一套与市电完成物理隔离的直流电源, 既解决了仪器设备的供电和防雷问题, 同时保证了地震数据的连续率。

1 系统特性和主要功能

1.1 市电隔离功能

采用 ATmega8 单片机作为逻辑控制单元, 控制 2 组蓄电池轮流给设备供电, 系统的交流(市电)输入和直流输出通过继电器实现物理隔离, 这样避免了从市电线路窜入感应雷击坏仪器。

1.2 电池充放电和保护功能

系统对 2 个电池组的电压进行实时监控, 从而达到保护电池、延长电池使用寿命的目的。具体做

法是, 只有当某个电池组满电时才用该电池供电, 否则继续充电, 当某个电池组低压时, 无缝切换到另一电池组供电, 同时对该电池组进行充电。当 2 个电池组均低压时, 系统发出报警信息后自动切断供电开关, 进入电池保护模式, 避免过度放电而损坏电池。

1.3 旁路功能

系统具有手动旁路和自动旁路 2 种功能, 单片机能够对 2 种旁路状态进行判断。在有市电情况下, 当判断为手动旁路供电时, 为了提高工作效率, 单片机内部程序不再对电池电压进行检测判断; 当 2 电池组均未满电时, 系统进入自动旁路状态。无论启动何种旁路功能, 直流电源都是使用 AC/DC 充电模块对设备供电, 同时对 2 电池组进行充电, 此时系统相当于在线式的 UPS 电源, 隔离防雷功能失效。

1.4 可靠的电压输出

由于正常情况下系统采用蓄电池组直接给设备供电, 同时考虑到系统存在旁路工作的可能, 电源输出端加入了 π 型滤波电路, 有效地减少高频干扰及浪涌电压对设备的损害, 提高了系统的抗干扰能力。

1.5 液晶显示和监控指示

系统带有液晶显示屏及监控指示灯, 显示屏可直观地显示供电电压、供电时间, 市电接入、旁路情况, 电源机箱内温度等数值, 为了节能, 液晶显示屏可关闭。同时, 通过不同占空比的指示灯能够分别指示系统 6 种不同的工作状态。

收稿日期: 2014-06-13

基金项目: 广东省地震局 2011 年地震观测(台站)科研专项

作者简介: 李 敬(1975—), 男, 工程师, 主要从事地震监测管理和仪器维修工作。E-mail: lj6558@163.com

1.6 远程控制功能

系统预留了专用接口,用于连接独立的远程控制模块,该模块可以形象地被当作一个带有遥控功能的“开关”,用户可以利用手机进行全国范围的远程遥控,从而实现地震设备的远程维护功能^[1]。维护人员不但可以通过手机短信控制野外台站各种地震仪器的开关、重启及旁路动作,同时,远程控制模块也能够向维护人员发送市电通断、2 电池组低压及电池寿命等报警信息。

2 系统架构和工作原理

2.1 系统构成图

整个直流电源系统主要由 4 部分构成,第一是

检测部分,包括市电检测、电池组检测和温度检测,市电及电池组的检测信号通过 TIL117 光耦元件进行光电隔离后送至中央处理器;第二是换能和隔离部分,通过控制 3 个大功率继电器的通断,实现 A、B 电池组的换能及设备与市电的物理隔离;第三是中央处理器部分,是整个电源系统的核心,核心元件采用工业级的 ATmega8 单片机,通过对单片机进行编程,实现对其他各部分的逻辑控制;第四是显示和输出控制部分,主要显示电源系统不同的工作状态,以及控制系统输出直流 +12V 电压给仪器设备供电,加装远程控制模块之后,可通过 8 路继电器分别远程控制数据采集器等 8 种用电设备^[1]。系统构成方框图如图 1 所示。

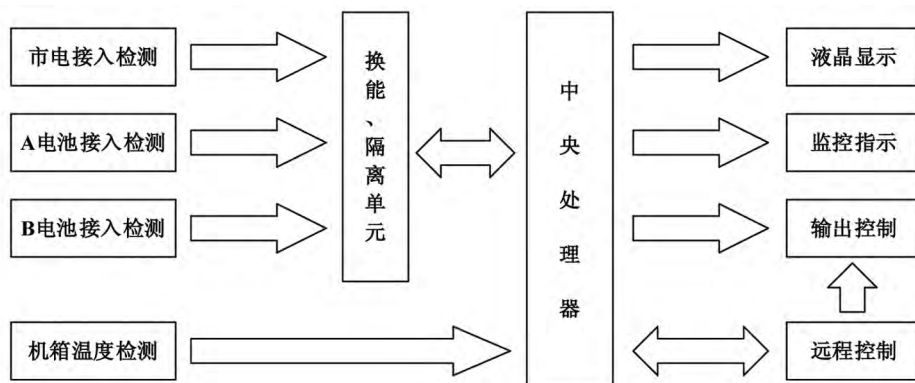


图 1 系统构成方框图

2.2 软件设计

2.2.1 逻辑控制

为了使中央处理器能够高效的工作,按照图 2 流程图设计单片机内部程序,进行相关的逻辑判断和控制。主要包括以下几个方面:

第一,市电判断。分为无市电和有市电 2 种状态,根据判断结果分别进入无市电模式和有市电模式。当从某种状态转变成另一种状态时,同时控制远程控制模块发送“市电恢复”或“没有市电”报警信息给维护人员。

第二,2 电池组低压判断。当系统进入无市电模式时,2 电池组同时给设备供电,同时判断 2 电池组是否低压,未低压则继续供电;低压则发出报警信息后断开供电开关,进行电池组保护模式,并等待市电恢复。

第三,手动旁路判断。当系统进入有市电模式

时,首先判断是否手动旁路。手动旁路时,系统进入非隔离的旁路供电模式,同时对 2 电池组充电。非手动旁路时再进行 A、B 电池组的电压比较。

第四,电池组电压比较。主要出于系统的优化设计考虑,即总是让电压高的电池组优先供电。

第五,电池组满电判断。在有市电模式下只有当电压较高的电池组满电的情况下才允许该电池组独立给设备供电,否则进入自动旁路供电、2 电池组充电模式。

第六,电池组低压判断。同样在有市电模式下,当某一电池组开始给设备供电后,只有当该电池组放电至低压时,才自动切换至另一电池组进行供电。通过电池组的满电和低压标志进行判断控制,能够使电池组充、放电都较为充分,保证了其良好的工作状态。

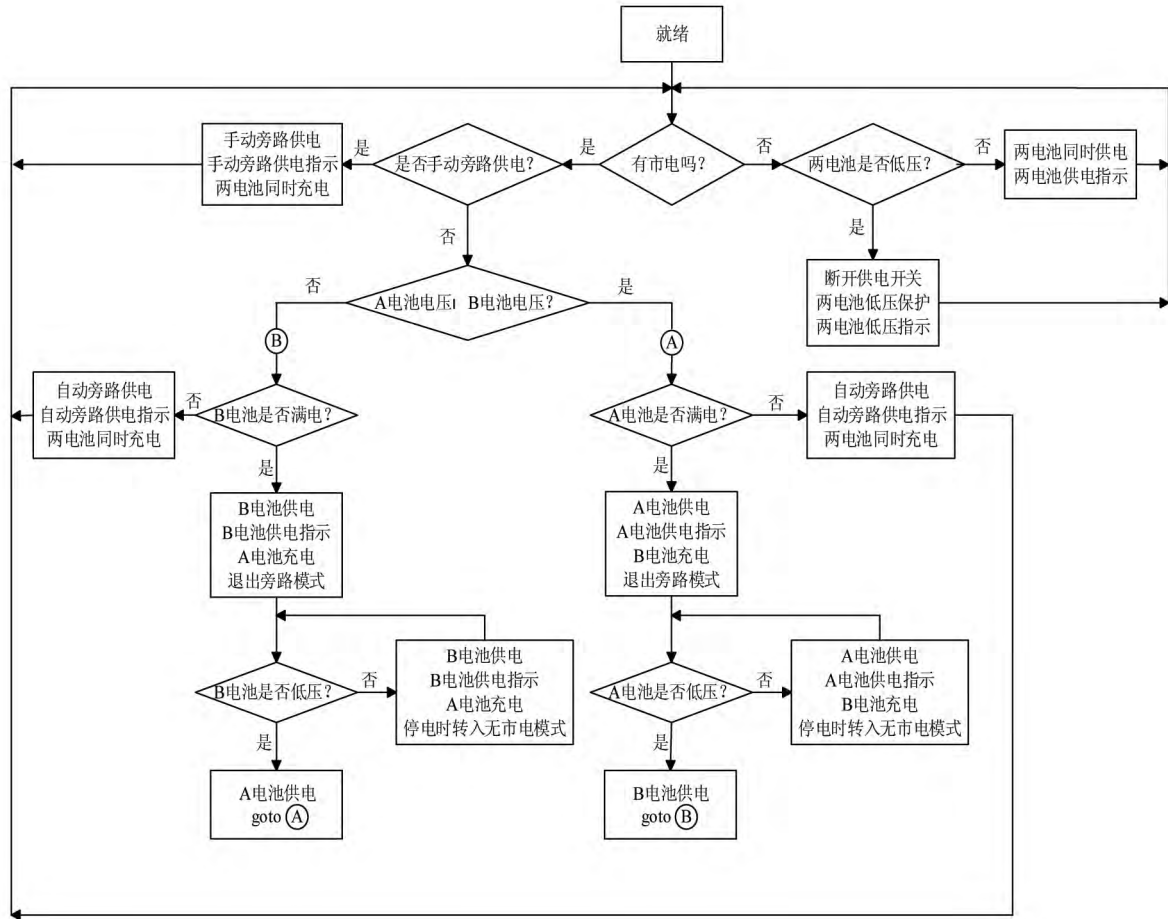


图 2 软件流程图

2.2.2 数字电压表设计

从 2.2.1 节的逻辑判断可以看出,电池组的满电和低压是 2 个重要判据。为此,利用 ATmega8 单片机内部的模数转换器(ADC)设计了一个 3 路单端输入数字电压表,输入端为单片机的 PC0、PC1 和 PC2 引脚,分别量取 A 电池组、B 电池组和 AB 电池组(供电输出)的电压值。通过查阅 ATmega8 单片机的使用手册,ADC 输入电压范围为 0~V_{cc},即数字电压表的最大量取电压不能超过 DC5 V。由于要量取的电池组电压为 DC12 V 左右,在实际设计中,通过高精度的 10 kΩ 电阻和 5 kΩ 电位器组成分压电路(图 3),分压比设定为 4.8,即待测量电池的电压等于电位器中间抽头端电压的 4.8 倍,在直流电源系统出厂之前应该严格调整电位器,以满足这一倍数关系。

由手册查得 ADC 转换结果公式为:

$$ADC = \frac{V_{IN} \times 2^n}{V_{REF}}$$

式中:V_{IN}为被选中引脚的输入电压,也就是待测量电池电压的分压值。

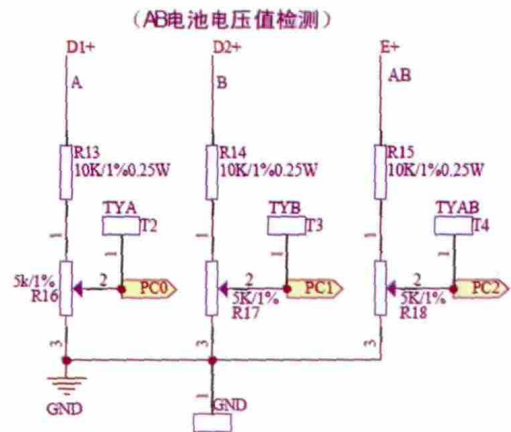


图 3 分压电路原理图

V_{REF}为参考电压,设计时选定 V_{REF} = V_{CC} = 5 V。

n 为 ADC 转换精度,实际应用中选用 8 位精度,即 n = 8。

ADC 转换的其他参数设定为:左对齐,单次转换模式,128 分频。同时,设定电池组电压高于 12.5

V 时为满电, 低于 11.5 V 时为低压。程序设计时必须将电池组的满电和低压电压按照上述公式转换为对应的 ADC 值, 才能作为单片机的逻辑判据。

满电 ADC 值为: $ADC = (12.5 \div 4.8) \times 256 \div 5 \approx 133$ 。

低压 ADC 值为: $ADC = (11.5 \div 4.8) \times 256 \div 5 \approx 123$ 。

即当 ATmega8 单片机完成单次 ADC 转换后, 软件读取其某路 ADC 值 ≥ 133 时, 就可以判定该电

池组已经满电, 当读取的 ADC 值 ≤ 123 时可以判定该电池组已经低压, 软件以此作为电池组换能和保护的判据。

2.4 主控电路原理

图 4 给出了直流电源系统的主控电路示意图, 换能、旁路由 3 个多触点继电器通过逻辑控制完成, 市电及电池组检测通过光耦器隔离, 图中的二极管既起隔离作用, 也可以防止 AC/DC 充电模块及电池组因极性接反而烧坏主板及用电设备。

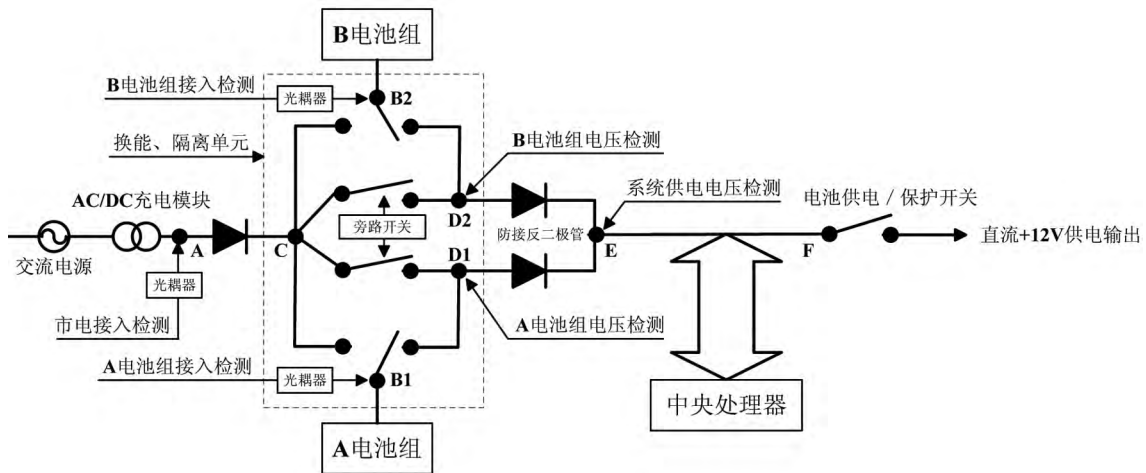


图 4 主控电路示意图

图 5 给出系统主控电路的详细设计图, 图中的 ULN2003 是高耐压、大电流达林顿阵列, 用于驱动

继电器; 在线可编程 (ISP) 接口, 用于对 ATmega8 单片机的逻辑软件进行更新和工作参数进行调整;

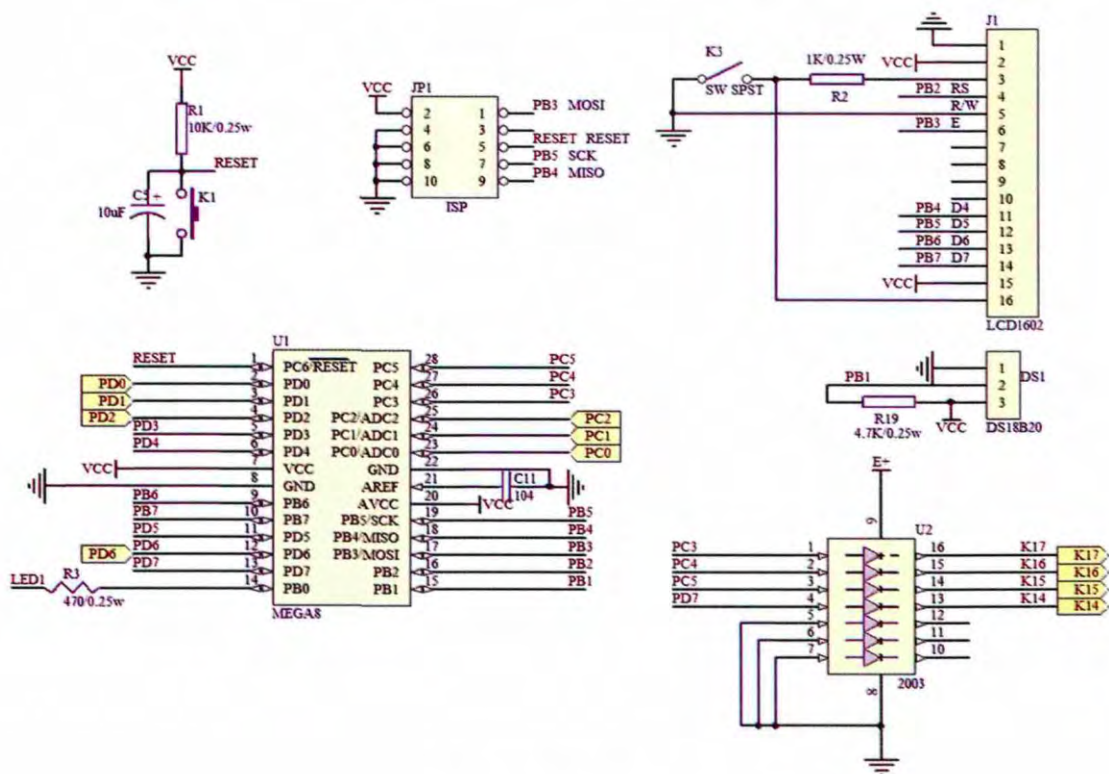


图 5 主控电路原理图

状态指示灯共 4 个,分别为,LED1: 电池监控指示灯,LED2: 市电指示灯,LED3: 旁路指示旁,LED4: 系统供电指示灯。电池监控指示灯 LED1 的占空比波形图如图 6 所示,从图中可以看出 LED1 指示灯能够显示系统 6 种不同的工作状态。

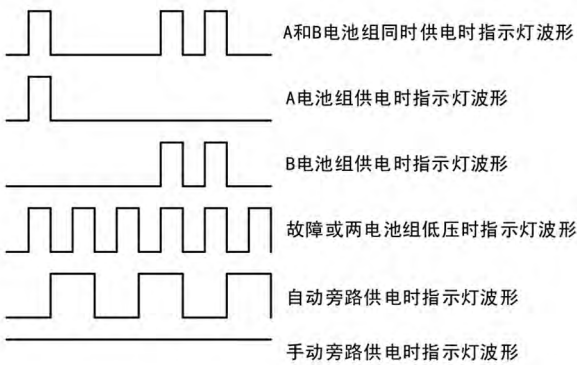


图 6 监控指示灯波形图

2.5 转换控制和检测电路原理

图 7 为系统的转换及检测电路原理图,图中转换控制及旁路控制部分给出了继电器的详细接线方法^[2]。图中的 K1 为手动旁路开关,K2 为供电/保护开关,市电接入检测、电池组接入检测和手动旁路检测信号通过斯密特触发器后再接到单片机的 I/O 引脚,防止误触发。图中不同字母对应的接入节点如图 4 所示。

3 结语

地震台站隔离式直流电源具有简单实用的特点,其与市电完成物理隔离的功能可以最大限度地防止野外仪器设备遭受雷击,保证了仪器的用电安全。通过加装远程控制模块,可以搭建多路远程维护系统,利用手机短信就能完成大范围的远程设备维护,既提高工作效率,也节省人力、物力,具有较好的推广价值。

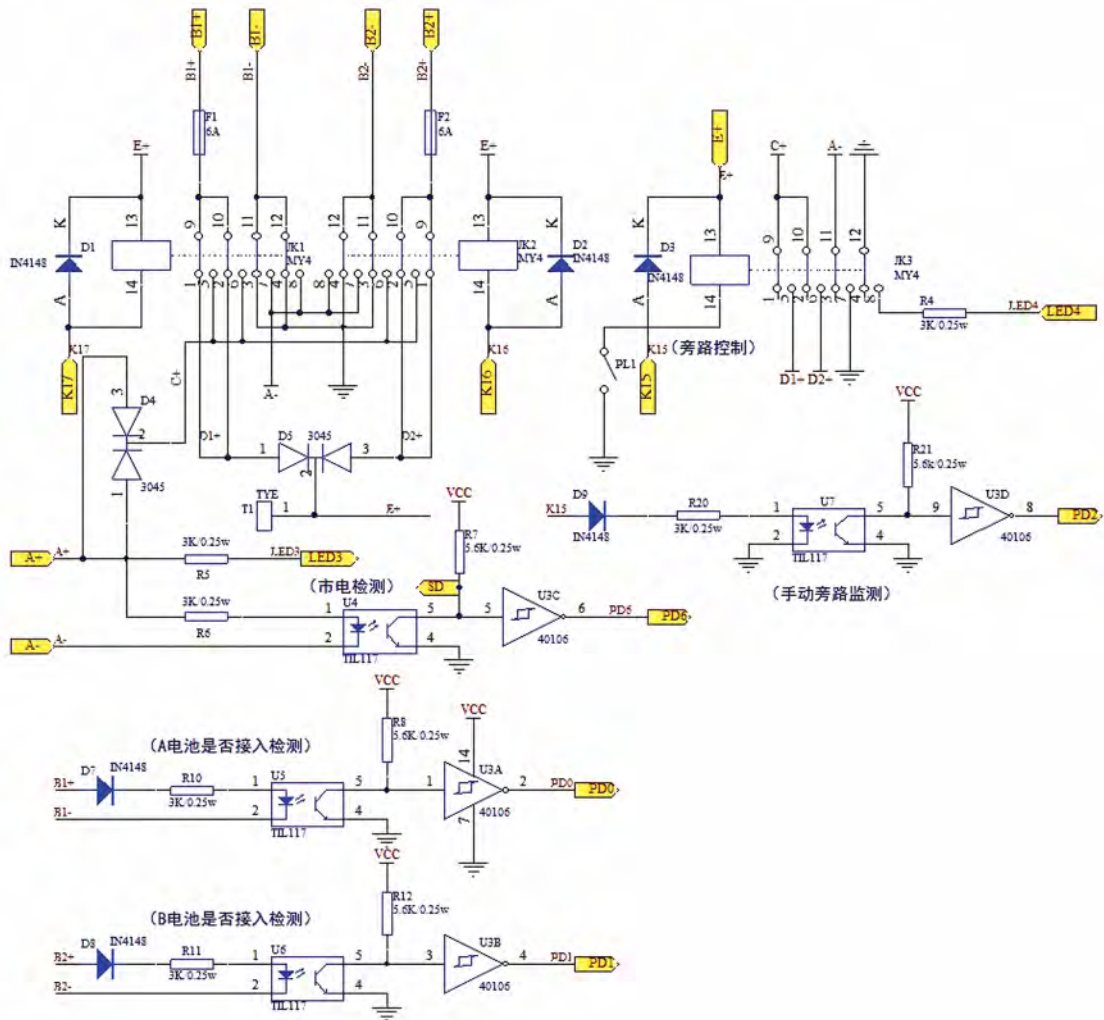


图 7 转换及检测电路原理图

参考文献:

- [1] 游爱生,李敬,黄友明,等. 数字地震台站远程维护模块开发[J]. 中国西部科技,2011,10(25):24-25.
 [2] 何寿清,吕金水,谢剑波,等. 数字地震台站的配电单元系统[J]. 华南地震,2000,20(4):44-49.

Isolated DC Power Supply for Seismic Station

LI Jing¹, GUO De-shun², YE Shi-shan², LIU Shao-wen¹, LI Zhi-jun¹

(1. Xinfengjiang Center Seismic Station, Heyuan 517021, China;

2. Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou, 510070, China)

Abstract: In this paper, using AVR microcontroller as the core control unit, a set of isolated DC power supply with remote control functions is designed for seismic station to solve the problem of field instruments vulnerable to lightning. The principle and function of the isolation of the DC power supply to achieve is introduced.

Key words: seismic station; isolation; DC power supply; single chip microcomputer

《华北地震科学》征稿简则

一、《华北地震科学》是河北省地震局主办的地震科学综合性学术季刊。每季末出版。主要刊登地震学方面具有创新性的研究成果,也登载一些与地震有关的地球物理、地震地质、地震工程等方面的学术论文及与地震科学有关的实验、观测、考察、问题讨论等方面的论文。

二、来稿要求及注意事项

1. 来稿要求选题新颖、论点明确、论据可靠、数据准确、文字简练。每篇论文(包括图、表、参考文献和300字以内的摘要)一般要求不超过8000字,其中插图以不超过6幅为宜;其它短文(含图、表和参考文献)一般不超过3000字,其中插图以不超过3幅为宜。字号为5号字。另附英文题目及英文摘要。

2. 来稿包括:摘要、关键词(3~8个)、引言、正文、结语和参考文献,以及何种基金资助、作者简介等内容。文中外文字母、符号必须分清大小写、正斜体;上下角的字母、数字和符号,其位置高低应区分明显。对易混淆的外文字母、符号及字母的大小写需标清。文中计量单位一律采用中华人民共和国国家标准《量和单位》中颁布的法定计量单位,非许用单位,务请换算成许用单位。

3. 文中插图需提供激光打印图,线条要均匀;照片层次、反差要分明。图中内容、文字及符号须清晰,并与正文一致。插图如涉及国界,可尽量避开;如必须保留,则须把图中内容直接绘在地图出版社最新出版的带有国界的地理图上。

4. 表格一律采用“三线表”,即每个表基本上由三条组成,去掉竖线(必要时可加少量辅助线)。

5. 参考文献应列全,而且应是已公开发表的;未公开发表的资料请勿列入,但可做为脚注处理。文中所引文献必须与文末所列文献一一对应。文末参考文献的著录格式,每条文献内各项的排序是:

专著—作者. 书名[M]. 出版地:出版者,出版年. 页码.

期刊—作者. 文章名称[J]. 刊物名称,出版年,卷(期):页码.

论文集—作者. 文章名称[C]//文集名. 出版地:出版者,出版年,页码.

译著—作者.(或中译姓名). 中译书名. 译者. 出版地:原著出版者,出版年,页码.

学位论文—作者. 题名[D]. 学位授予地:学位授予单位,发表年,页码.

6. 文稿中引用他人研究成果时,务请按《著作权法》有关规定指明原作者姓名、文题及来源,并在参考文献中列出。否则由此引发的责任由投稿人自负。

7. 凡经本刊录用的文章,除本刊负责出版、发行外,将一律由本刊编辑部统一纳入万方数据—数字化期刊群,科技部西南信息中心资源部,北京京华艺咨询有限公司,进入因特网提供信息服务;并同时参加中国学术期刊(光盘版)的出版发行。不同意者,请另投它刊。

8. 投稿请注明第一作者或联系人的姓名、工作单位、详细通讯地址、邮政编码和联系电话,以及E-mail。

三、编委会有权对来稿作适当修改或退请作者自行修改,来稿请勿一稿两投。收稿后3个月内如未得到采用通知(或修改稿件通知),作者可自行处理。

来稿请发至:E-mail:he3g@eq-he. ac. cn 联系电话:(0311)85814313

联系地址:石家庄市槐中路262号《华北地震科学》编辑部,邮政编码:050022