

流动地震台站多源供电系统研究

高磊^{1,2)}, 梁锋^{1,2)}, 韩丽丽^{1,2)}

1) 中国地质科学院深部探测中心, 北京, 100037;

2) 中国地质科学院, 北京, 100037

关键词: 地震台站; 供电装置; 多源

随着地质大调查的深入和深部探测技术的发展, 对野外长期观测设备的连续供电要求越来越高, 除了单一源供电, 现可以采用混合两源或者混合多源供电系统, 并增加数字监控模块。新研系统以天然地震台站为依托, 以保证地震台站在野外无人看护下均可以稳定、连续不间断的工作。多源供电系统具有反应灵敏、智能切换、工作可靠、实时监控、声光指示等特点。

1 概述

传统地震台站使用单一源供电, 如太阳能太阳能受气候、地域和季节因素影响较大, 又如风能可以一定程度上弥补日照不足地区的供电需求, 而直接使用市电通过适配器给台站设备供电存过流风险, 对精密地震造成损坏, 但对光风都不足的地域, 市电做好稳压处理也可以作为补充电源, 所以多源系统采用风、光、市电三源接入储能蓄电池, 优势互补消除短板。多源供电系统硬件采用数字信号处理芯片和可编程逻辑器件, 成本低、可靠性高、多工作模式、操作简单, 对工作环境没有特殊的要求, 可为地震台站蓄电池自动切换充电模式, 对野外流动地震台站的布设有重要意义。

2 系统基本原理

硬件原理框图, 如图 1 所示。将太阳能、风能和市电全部入系统, 根据各路电源的特点设计前端滤波保护电路, 智能控制电路的各路电压电流在可控范围内, 具体工作流程: 滤波芯片 MAX620 多级

带通滤波, 芯片自动将前端输入电压和设定的额定电压值比较, 将跳变电压, 谐波电压和畸变电压进行过滤整形, 保证平稳纯净电压进入后续电路, 保证接入智能控制电路的各路电压电流在可控范围内, 比较控制电路核心器件高灵敏运算放大器芯片, 本电路设计了三路模拟量输入的比较控制器, 电路输出为二进制数, 二进制数驱动开关, 开启某一个或两个输入源。耦合电路主要用于风能和太阳能的输入电压和电路的融合, 这两个源可以同时输入储能蓄电池, 核心为耦合电容, 将两路的电能通过耦合电容归并到一起形成一路电压输入电池。采用耦合的原因: 风能是随机能源, 时有时无不连续, 太阳能也是受天气和气候限制的能源, 两者归为一路管理。能够稳定持续的给储能蓄电池充电。

3 硬件结构

3.1 接口电路

多源供电系统输入包括一台阻力垂直型微风启动风力发电机、太阳能光伏电源板和普通民用交流市电。

(1) 风能发电。本系统采用小型电机 50W 左右, 将风能转化为机械能, 带动电机工作产生电能, 接入风能接口电路, 通过泄流电路将风能和太阳能整流耦合输出, 进入控制电路的多源供电控制器中, 风能发电机的输出功率公式为

$$P = L \pi R^2 V^2 C_p \quad (1)$$

公式中: L 为常数, R 为风扇叶片半径, V 为风速, C_p 为风能转化系数。

注: 本文为中国地质科学院基本科研业务费项目: 深部探测技术与方法研究 (编号: YWF201901); 城市地下空间探测和评价新技术标准研究 (编号: JKY201901-02); 大型仪器共享应用研究 (编号: JKY202006) 的研究成果。

收稿日期: 2021-03-20; 改回日期: 2021-04-01; 责任编辑: 费红彩。DOI: 10.16509/j.georeview.2021.s1.012

作者简介: 高磊, 男, 1982 年生, 硕士, 高级工程师, 地球探测与信息技术; Email: glking@126.com。通讯作者: 梁锋, 男, 1982 年生, 博士, 副研究员, 长期从事深部探测与信息技术; Email: imr_liangfeng@cags.ac.cn。

风能转化率平均 60%左右,只有在风机额定风速下才能达到最佳能量转化率 80%以上。风速由微风逐渐加大时,输出电压会持续升高至额定电压,为了保护后端电路的安全,泄流电路会把电压钳制在 24V 左右。

(2)太阳能作为多源供电系统的主要能源,将光伏太阳能板转化的电能接入太阳能输入端口,经过和风电耦合电路后输出至直流整流滤波电路如,整流电路用的是集成芯片模块 vicorVI200 自适应电压输入半砖模块,模块功率 300W,满负荷效率 80%,模块可以处理电流涌浪和前端电路漏电产生的高压冲击,保护后端控制充电电路的稳定,模块可以编程处理开关电压值和滤波整形值,起到自适应保护。

(3)民用交流市电作为极端情况下的备用能源,当太阳能和风能都不能提供足够的能源给储能蓄电池充电时,市电充电的功能将自动开启,电源控制电路的检测点为 11V。在从整流滤波电路反馈的电压为 11V 时,控制电路会自动给交流电控制芯片的门控使能端 EN 一个高电平,启动市电转换模块,给储能蓄电池充电,直至储能蓄电池充满,当控制电路检测到储能蓄电池电压达到饱和电压后,会给交流控制芯片的门控使能端 EN 一个低电平,交流市电断开供电,为了保证市电端的安全,控制电路会一直监测控制芯片的输出端电压。如有漏电、电压跳变或过饱和充电时,市电电源转换芯片会自动切断电路,确保市电应用的安全可控性。

集成电路芯片 FARM211 为前端自适应输入交流电 300 W 半砖模块,输出直流 24 V,内部可编程控制整流滤波元器件,外围电路简单,应用维护可直接采取替换方式,方便野外布设地震台站使用。

3.2 电池充电电路

(1) 电池充电电路。核心的芯片可将充电电压处理为限压电流源,适合锂离子电池充电。由于芯片内部有一个精度为千分之五的基准,保证充电电压的精准稳定,也使得外部电路设计简洁。电路具有预充电、恒流充电和涓流充电功能,微控制芯片可以调界限充电流,外部可以复位微控制芯片。核心芯片内部带有自动断电功能,电池过充或饱和

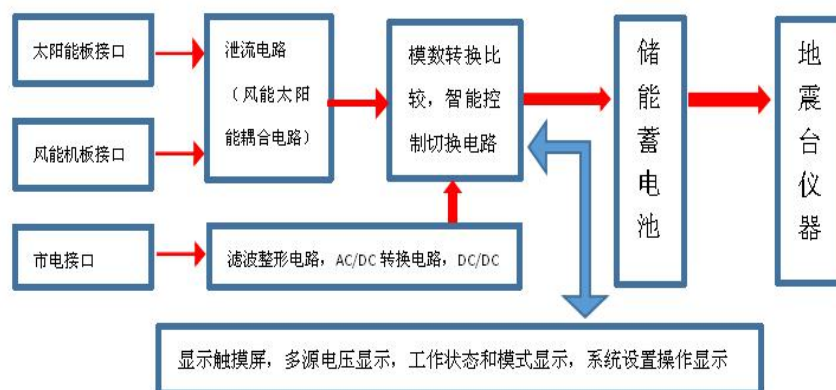


图 1 硬件原理框图

时,芯片会自动隔离断电。

(2) 电池均衡电路。为了避免充电过程中电池充电不同步的问题,设计了均衡电路,使电池电芯同步充满,不出现过充的现象。

稳压电压 $V=0.1 R_f/R$ (设定电池组中单个电池之间的电压差值为 0.01 V) 电池两侧并联分流电阻 R_0 (R_0 为电池电阻的数十倍), R_0 与 Q_1 、 Q_2 之间构成了两个分流电路,当两个电池电压差 $|V_1-V_2| \geq 0.01 V$ 时,电压较高的电池所并联的分流电路导通,对电压低的电池进行补偿充电。当两块电池的电压均衡时,分流电路停止工作(图 2)。

3.3 远程监控

远程监控模块为配套辅助模块,可以通过系统预留接口连接网络,远程监控模块设计了数据传输功能和参数设置功能,可以将地震台站的工作环境参数实时远程无线传输。

4 总结

多源供电系统设计源于华南野外地震台实际布设遇到的问题,而设计的供电系统,华南地区太阳能年总辐射量很低属于贫乏地区,所以在检查地震台工作的状态的时候,经过三个月一次的观测发现只有不到 10% 的设备的储能蓄电池是饱和,还有 10% 的设备的储能蓄电池过度放电或已经无电,其他 80% 是处在电池供给不足的状态,储能蓄电池再缓慢的馈电,如果赶上雨季,很有可能一部分地震台站面临长期处于半停止工作状态。通过上述实际工作和气候分析,和各种电源使用技术改进,进而设计实现了多源供电系统,解决了实际工作流动地震台震供电的问题。

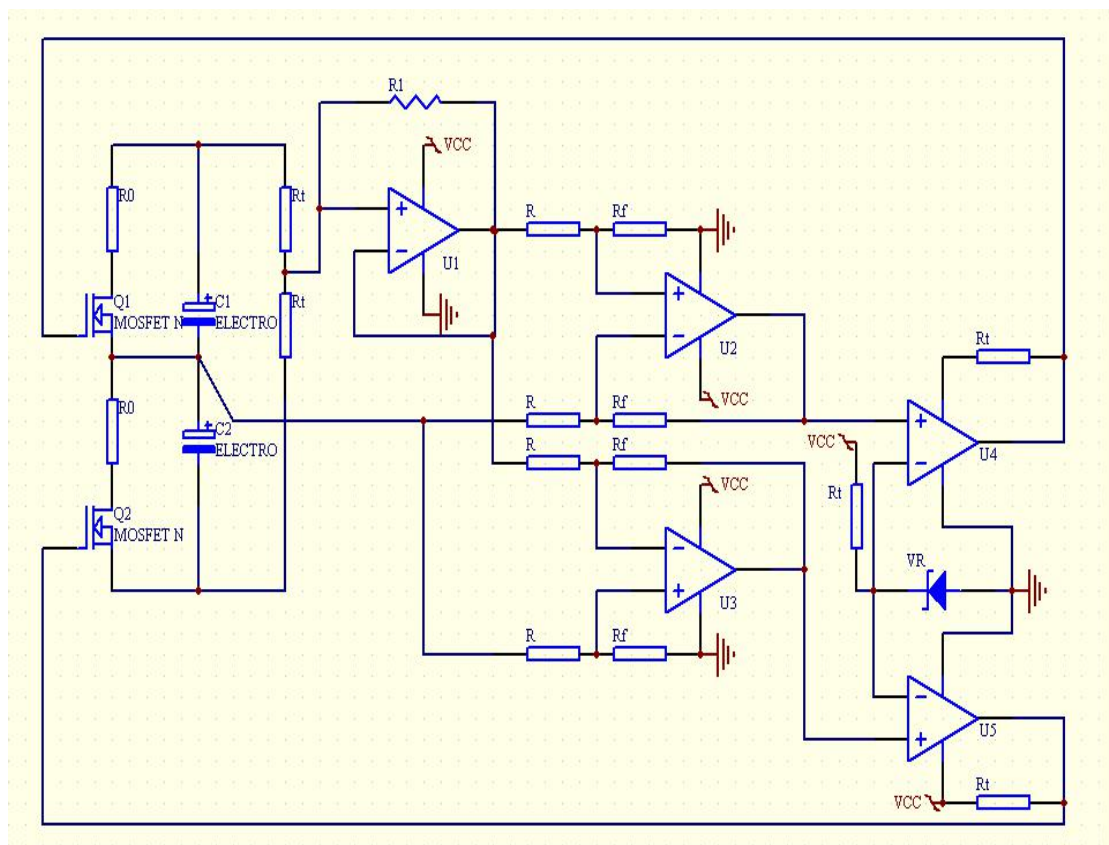


图 2 锂电池充电均衡电路

GAO Lei, LIANG Feng, HAN Lili: Research on multi source power supply system of mobile seismic station

Keywords : seismic station; power supply device; multi sources