

海底观测平台多电池组电源管理系统

曾凡宗¹, 章雪挺¹, 赵铁虎², 齐 君², 胡 刚²

(1 杭州电子科技大学, 杭州 310018; 2 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 青岛 266071)

摘 要: 主要介绍了一种用于海底观测平台的多电池组电源管理系统。该系统以 STM32F103 单片机为主控制芯片, 控制多个的电池组的输入和输出, 实现主电源与备用电源的自动切换。MCU 通过 A/D 模块采集电池组和各个负载端口的电压、电流, 并对其进行处理, 电池组按照优先级的顺序进行轮换供电, 对输出端口进行智能控制。上位机应用软件对电池组电压、电流进行实时监测, 实时显示当前电池组供电情况并对其

关键词: 海底观测平台; MCU; A/D; 电源管理系统

中图分类号: P715.5

文献标识码: A

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2015.06011

建立海底观测平台是目前海洋环境监测领域的基础工程。人们可以通过海底观测平台了解海底的科学现象, 观测海底的物理、化学特性以及生态系统的变化, 获得原位、长期、多参数的海底观测数据。海底观测平台对于海底环境变化、海底资源的勘探与开发以及海洋环境的保护都有重要意义。

笔者介绍一种海底原位观测的多电池组电源管理系统。该系统的主要特点是合理分配电池组的电能, 实时监测电池的性能, 智能化地控制电能输出, 保持供电的稳定性和极大地降低自身功耗, 从而使海底观测平台长期运作成为可能。

1 电源管理系统结构和技术方案

电源管理系统结构主要由上位机、下位机、多个电池组和传感器设备 4 部分组成, 其系统结构框图见图 1^[1]。

系统技术方案的核心内容主要包括 3 个方面:

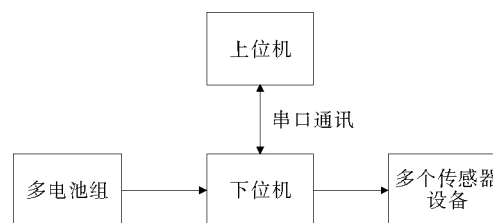


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Structure of the system

(1) 轮换供电技术

该系统拥有多个电池组接口, 通过高精度 AD 转换电路, 对各个电池的电压和电流数据进行采集, MCU (Micro Controller Unit) 对采集的数据进行处理和判断, 对电池的供电顺序进行排序, 以此达到轮换供电的目的。

(2) 控制供电通路

供电通路的关断和开通^[2]是通过 MCU 控制的模拟开关来实现的。MCU 与上位机经串口进行通讯, 获得上位机的指令, 对相应的模拟开关关断或闭合。

(3) 故障与异常的处理机制

系统的异常主要发生在多个供电电池组电压都低于设定阈值这一非正常情况下, 对该异常情况的处理采取如下办法: 当判断出当前多个电池

收稿日期: 2015-03-09

基金项目: 2014 年浙江省新苗人才计划项目 (2014R407059)

作者简介: 曾凡宗 (1988—), 男, 在读硕士, 主要从事嵌入式系统集成与传感器技术研究工作。E-mail: zengfanzong@126.com

组低于设定阈值时,MCU 通过串口给上位机发送报警信号,同时关闭所有的输出端口,系统进入休眠状态等待上位机唤醒。

2 电源管理系统硬件设计

根据电源管理系统^[3]的系统结构和技术方案,对系统的硬件部分进行了设计。硬件部分主要包括:电池组和输出选择开关电路、降压稳压电路、备用电源自动切换电路、STM32 主控器。

2.1 电池组和输出端口选择开关电路

系统的开关电路由 NPN 三极管、P 沟道 MOS 管和外围的电阻、电容组成。其结构简单,特别是采用 MOS 管作为模拟开关,不仅可以通过较大的电流,而且自身的功耗较低,而且降低了系统的功耗^[4]。电池组和输出端口选择开关电路见图 2。

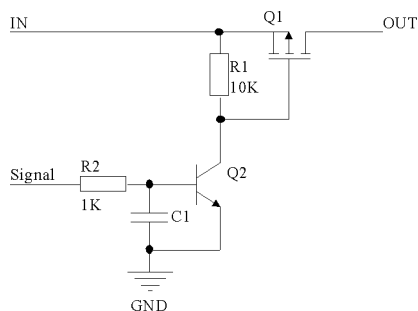


图 2 电池组和输出端口选择开关电路

Fig. 2 The on-off circuit of the battery and output

2.2 降压稳压电路

由于电池组的电压 15 V 不能满足 MCU 工作电压和内部 A/D 参考电压,需要对其进行降压,因此,电路采用了低噪声的线性电源芯片^[5]。尽管线性电源的效率低于开关电源,但是噪声远低于开关电源^[6]。降压稳压电路见图 3。

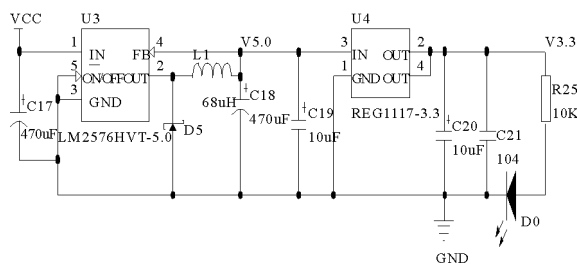


图 3 降压稳压电路

Fig. 3 The circuit of voltage conversion

2.3 备用电源自动切换电路

为了保证系统能够持续供电并提高系统的稳定性^[7],系统利用自动电源切换电路,在主电池电压低于备用电池电压时,实现备用电池与主电池的自动切换,保证系统能够持续工作。LTC4414 的 1 引脚在主电池供电时呈现低电平,在备用电池供电时呈现高电平,MCU 可以根据 STA 的状态做出相应的处理,增强了系统的健壮性。备用电源自动切换电路见图 4。

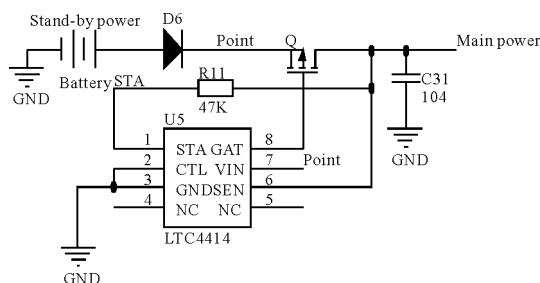


图 4 备用电源自动切换电路

Fig. 4 The automatic switching circuit of stand-by power and main power

2.4 STM32 主控器

本设计采用 ST 公司的 32 位 STM32F103RCT6 单片机作为微处理器。STM32 系列芯片基于高性能、低成本、低功耗的 ARM Cortex-M3 内核。时钟频率可达 72 MHz,是目前 32 位市场上功耗最低的产品。同时该处理器内部拥有高达 256 kB 的 Flash 存储器、内存大小为 48 kB 的 SRAM、3 个 12 位 A/D。该 MCU 基本能满足系统设计的要求。

本系统选择了成熟、稳定的电路结构和分立的器件模块,提高了系统稳定性和极大地降低了系统功耗,考虑了电磁兼容性与电源稳定性问题^[8]。电源管理系统硬件电路框图见图 5。

3 电源管理系统软件设计

3.1 系统下位机软件设计

MCU 通过高精度电压采样单元对 4 个电池组接口的电压进行采样和判断,当电压小于设定的最小阈值或大于最大阈值时,则电池组接口关

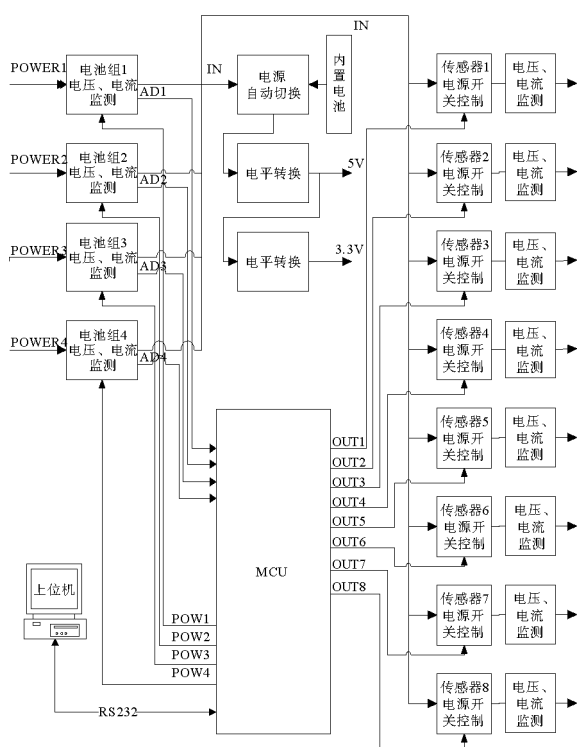


图5 电源管理系统硬件电路框图

Fig. 5 The hardware circuit diagram of the power management system

闭;当4个电池组中有多个电池电压大于最小阈值且小于最大阈值时,将按照优先级的顺序进行供电,从而避免了多电池同时供电安全性低的风险。MCU 不仅能通过接受上位机发送的指令来开启或关断相应的电源输出端口,还可以在电池组电压小于传感器供电的阈值时,自动关断该传感器的电源接口以保护该传感器。电源管理系统下位机流程图见图6。

3.2 系统上位机软件设计

系统上位机用户操作软件利用 C# 编写,并通过 GUI 界面来实现良好的人机交互操作。只需进行简单的串口参数设置就能与下位机进行通讯,对下位机进行配置操作。系统上位机软件设计框图见图7。

4 结语

本系统从电能管理的智能化和自身功耗的最小化这2个方面入手,在设计过程中通过对电路设计和布线结构、工作模式等不断进行优化^[9],最

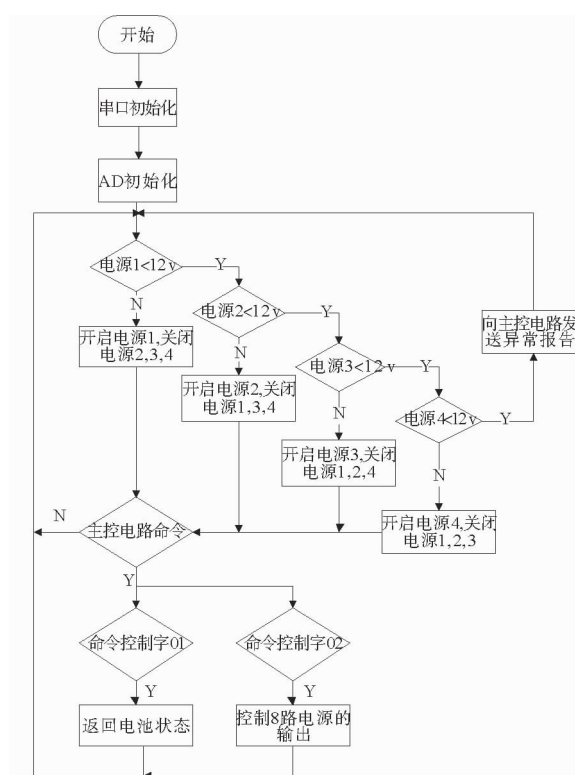


图6 电源管理系统下位机流程图

Fig. 6 The software flow chart of the power management system

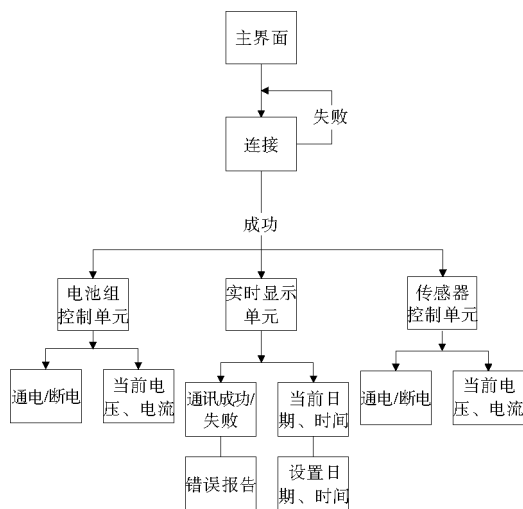


图7 系统上位机软件设计框图

Fig. 7 The software of PC application diagram

终系统在实验室环境下与海底原位监测平台的数据采集系统联合调试中取得了成功。系统可以稳定地为多个传感器供电且系统功耗低、软件健壮性强^[10],并能够满足海底原位监测平台长期观测的要求。

参考文献:

- [1] 陈鑫,秦宏伟,陈春雨,等. 基于 Cortex-M3 内核的 STM32 微控制器研究与电路设计[J]. 大庆师范学院学报, 2013, 33(6):44-47.
- [2] 罗佳明,戴庆元. 开关电源 PFC 控制芯片电路和应用分析[J]. 电子器件, 2007, 30(4):33-39.
- [3] 饶运涛,邹继军,郑勇芸. 基于 DMA 的数据采集系统[J]. 东华理工学院学报, 2005, 28(2):188-191.
- [4] 曹俊文. 电源管理电路设计[J]. 物探装备, 2013, 23(2): 84-86.
- [5] 刘振丰,冯全源. 电源管理芯片低压低功耗过热保护电路[J]. 西南交通大学学报, 2006, 41(3):310-313.
- [6] 吴志民, Tong L. 电源与电源管理技术发展趋势[J]. 电子产品世界, 2009, 16(7): 15-21.
- [7] 鲁冰. 高效电源管理方案[J]. 电子产品世界, 2009, 16(8): 35-38.
- [8] 郝雯,沈金鑫,梅成. 基于 STM32 单片机的存储式数据采集系统设计[J]. 电子设计工程, 2013, 21(17): 80-82.
- [9] 汪小会. 基于电源管理技术降低嵌入式系统功耗的研究[J]. 电子工程师, 2007, 33(9):60-62.
- [10] 陈林,李淑琴,林辉. 数字电源管理技术及电源管理总线[J]. 电气传动, 2007, 37(8): 3-5.

MULTI-POWER MANAGEMENT SYSTEM OF SEAFLOOR OBSERVATION PLATFORM

ZENG Fanzong¹, ZHANG Xueting¹, ZHAO Tiehu², QI Jun², HU Gang²

(1 Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China; 2 Qingdao Institute of Marine Geology, CGS, Qingdao 266071, China)

Abstract: This paper deals with the multi-power management system for seafloor observation platforms. The master controller uses ST's 32-bit ARM core microprocessor STM32F103 in the system, which not only controls the multiple battery input and output, but also realizes automatic switching between the main and the stand-by powers. The MCU will judge and deal with the data of the voltage and current from the battery and load obtained by A/D module. The battery supplies power in an order of priority and the ON/OFF of output is intelligently controlled by MCU. The PC application software is used to real-time monitor the voltage and current of the battery and load as well as status of ON/OFF channels.

Key words: seafloor observation platform; MCU; A/D; power management system