

基于 MAX17830 的矿用电池电源管理系统设计*

杨 熙, 赵永瑞, 张 兴

(中国石油大学 机电工程学院, 山东 青岛 266555)

摘 要: 为了满足井下复杂的运行环境及井下避难硐室对电池电源运行稳定、安全可靠、大电流输出等关键要求, 结合 MAX17830 芯片的特点, 提出一种全新的电池电源管理系统构架和硬件解决方案。系统以 MAX17830 为核心, 采用飞思卡尔的 Kinetis 系列中的 k10 处理器, 集成了 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 嵌入式实时操作系统, 以高灵活性和高可靠性的方式提供了一套电池电源管理方案, 具有电池管理所需要的数据采集、状态监控、安全管理、均衡管理和通信等各种功能。

关键词: MAX17830; 飞思卡尔 Kinetis; 电源管理

中图分类号: TN98

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)21-0085-03

The design of mining battery management system based on MAX17830

Yang Xi, Zhao Yongrui, Zhang Xing

(Mechanical and Engineering College, China University of Petroleum, Qingdao 266555, China)

Abstract: In order to meet the requirement of harsh working condition, the power supply need to be safe, reliable and has a high current output. Combined with the MAX17830, this thesis gives a new solution to solve this problem. Also, in the analysis part, the general design scheme and the hardware circuit will be focused upon. There will also be a brief introduction to the software design and the main program flowchart will be given.

Key words: MAX17830; Freescale Kinetis; battery management system

我国是一个煤矿事故多发的国家, 为进一步提高煤矿安全防护能力和应急救援水平, 借鉴美国、澳大利亚、南非等国家成功的经验和做法, 2010 年, 国家把建设煤矿井下避难硐室应用试点列入了煤矿安全改造项目重点支持方向。

为了满足井下复杂的运行环境及井下避难硐室对电池电源运行稳定、安全可靠、大电流输出等关键要求, 研发了基于 MAX17830 的矿用电池电源管理系统。

1 总体技术方案

根据煤矿井下的环境及井下避难硐室对电池电源运行稳定、安全可靠、大电流输出等关键要求, 结合磷酸铁锂电池的特性, 采用 MAX17830 作为矿用电池管理系统的采集与保护芯片。

本矿用电池电源管理系统由五部分组成, 分别为显示模块、管理模块、执行机构、电池组、防爆壳。整个电池电源管理系统共设有 4 对接线口: 24 V 直流输出端口、

24 V 直流充电端口、485 通信端口和 CAN 通信端口^[1-2]。本矿用电池电源管理系统的工作流程如图 1 所示。

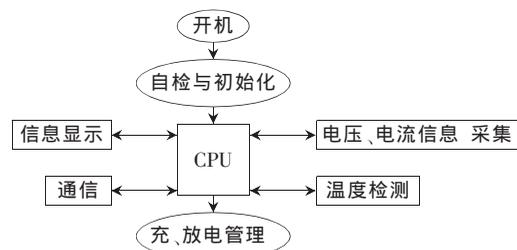


图 1 矿用电池电源管理系统工作流程图

2 电池电源管理系统硬件设计

2.1 器件选择及布局

本矿用电池电源管理系统设计所采用的主要器件如表 1 所示。

按照器件的功能及电池管理系统的特点, 对器件进行布局设计, 器件布局情况如图 2 所示。

* 基金项目: 中国石油大学(华东)2012 年度自主创新科研计划(12CX06068A)

表 1 电池电源管理系统主要器件列表

器件名称	功能
K10DN512ZVLL100	本电池电源管理系统的 CPU, 进行数据处理及通信等工作
MAX17830	采集 8 个单体电池的电压和 2 个铂电阻温度值, 并把数据发送给 CPU, 接受 CPU 的控制
AT24C02	存储芯片, 用于存储电池信息
MAX3485	485 通信芯片
TJA1050	CAN 通信芯片
AMS1117	3.3 V 稳压芯片, 用于提供 3.3 V 稳定电压
K7805-1000	24 VDC 转 5 VDC 电源芯片
MBRF10100CT	大电流二极管, 用于实现电池电源系统两路供电(电池模块供电及充电机供电)
ACS758	电流传感器, 用于采集电流数据
DS18B20	温度传感器, 主要用于采集 8 个单体电池的温度
铂电阻温度计	采集温度, 使用 MAX17830 对采集的电压进行处理
Fuse	保险丝, 用于保护电路
MOSFET-N	MOS 管, 主要起电路开关的作用
LED	发光二极管, 用于指示电路工作状态

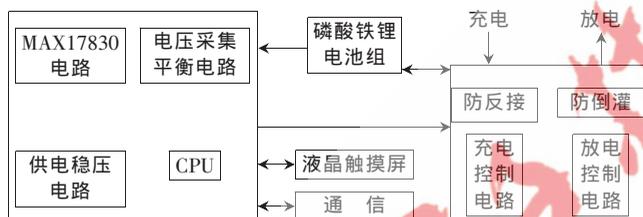


图 2 系统器件布局图

2.2 核心电路解析

2.2.1 MAX17830 介绍

MAX17830 芯片由美国的美信半导体公司生产, 包含 12 路电压检测通道、12 路平衡电路控制引脚及 2 路 NTC 温度传感器。在本电池电源管理系统中使用了 8 路电压检测通道、8 路平衡电路控制引脚和 2 路 NTC 温度传感器。MAX17830 采集 8 个单体电池的电压并使用 IIC 通信协议与 CPU 通信, 将采集的数据发送给 CPU, 接受 CPU 的控制^[3-4]。

2.2.2 电池电压采集与过充保护电路

此电路围绕着 MAX17830 而设计, 负责整个电池组单体电池的电压采集、过充保护、平衡管理等, 其电路设计的原理图如 3 所示。

3 电池电源管理系统软件设计

3.1 软件基本功能

为了保证电池电源系统的稳定, 设计电池电源管理系统软件的基本功能如下^[5]:

- (1) 动态信息的采样, 对单体电压、单体温度、电池组电流、电池组电压进行采样;
- (2) 电管理, 根据系统动态参数对充电过程、放电过程、短路情况进行报警、主动保护多级管理措施;
- (3) 热管理, 电池单体高于或低于指定限时时电

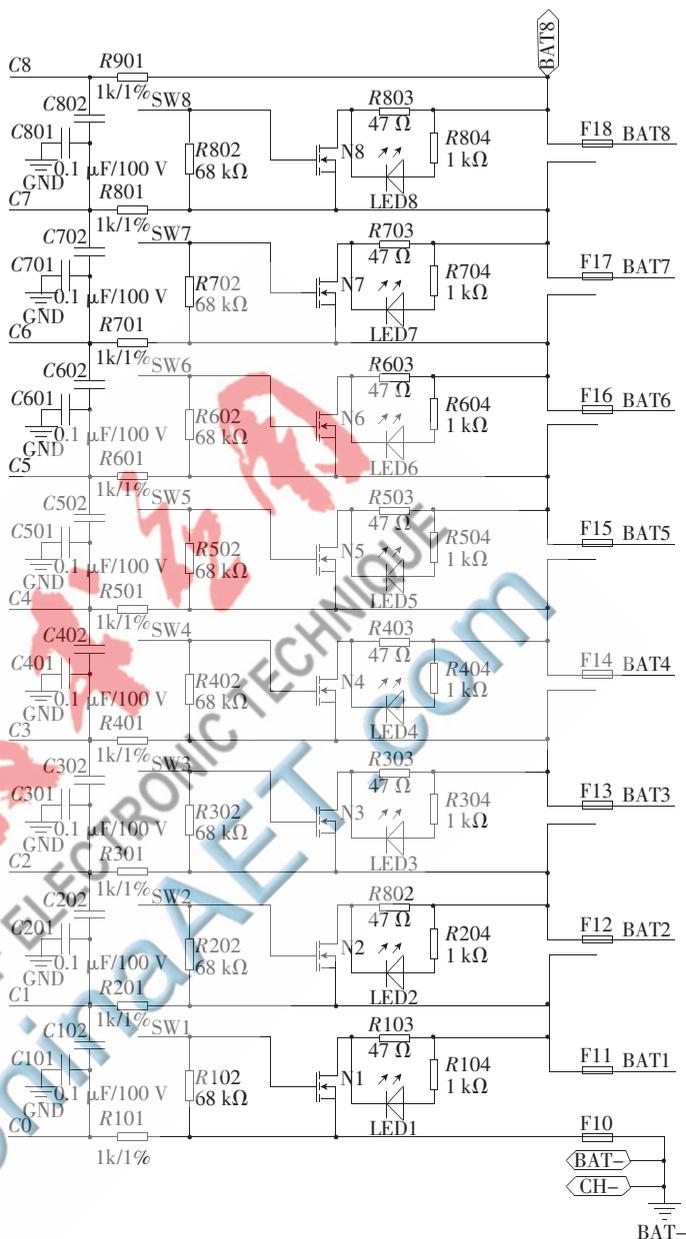


图 3 电池电压采集、保护电路图

电源管理系统将采取保护措施并报警;

(4) 均衡管理, 充、放电过程中可对单体电池持续有效地提供高达 70 mA 的均衡电流, 每块单体电池设有一路均衡电路;

(5) 数据管理, 使用 CAN/485 通信协议可实时读取、调用系统存储的数据及管理系统工作状态。详实记录过流、过压、过温等报警信息, 作为系统诊断的依据;

(6) 电量评估, 长时间精准剩余电量估计, 实验室 SoC 估计精度在 97% 以上 (-40℃~75℃);

(7) 系统自检, 系统上电时对信息采集、通信、控制等功能进行全面自检, 简化电池系统维护工作。

3.2 电池电量估算

电池电量的估算方法有很多, 如电流积分法、电压

法等,本系统采用能量守恒定律和电池内阻的方法来对 SoC 进行估计^[6]。

电池组的初始能量数学模型:

$$W_{\text{battery}} = K_1 K_{\text{cycle}} Q_n K_{E0} E_0 + K_1 K_{\text{cycle}} Q_n (1 - K_{E0}) E_0' \quad (1)$$

其中, K_1 为电池电量随温度变化的修正系数; K_{cycle} 为电池电量随循环次数增加的修正系数; K_{E0} 为表征电池组结束工作以后,开路电压是否已经稳定的修正系数,根据设定的时间,如果稳定,则取 $K_{E0}=1$,否则取 $K_{E0}=0$; E_0 为电池组在停止工作时的电动势; E_0' 为电池组稳定后的电动势。

电池组的动态电动势模型:

$$E(\text{SoC}) = U + R(\text{SoC}) I_{\text{bat}} \quad (2)$$

电池内阻实际变化不大,每隔一段时间 t 计算一次。电池组内阻的计算数学模型:

$$R(\text{SoC}) = \frac{E_0' - U_i}{I_i} \quad (3)$$

电池组在工作时所释放的能量数学模型:

$$W_{\text{discharge}} = \int_0^t E(\text{SoC}) I_{\text{bat}} dt \quad (4)$$

基于能量守恒定律的 SoC 估计数学模型:

$$\text{SoC} = 1 - \frac{W_{\text{discharge}}}{W_{\text{Battery}}} \quad (5)$$

3.3 系统软件设计

由于电池电源管理系统运行环境复杂,对保护人员安全具有重要的作用,为了保证电池电源管理系统的运行稳定,本系统采用 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 嵌入式实时操作系统^[7-8],其软件可以划分成 6 个功能模块:开机自检与初始化;电池电压、电流检测;电池平衡管理与保护;系统充、放电管理;通信、显示管理;电池剩余电量计算。其软件工作流程如下图 4 所示。

本文利用 MAX17830 电池管理芯片,并借助飞思卡尔公司生产的 Kinetis 系列中的 K10 芯片设计了一种矿用电池电源管理系统,在硬件和软件调试成功之后进行了 96 小时的连续测试,在测试期间系统可以安全、稳定

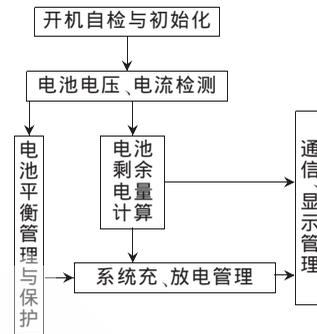


图 4 软件流程图

地为可以外部用电设备提供大电流输出,满足设计需求。但当系统在大电流运行时电池电量估计出现偏差、电量估计不准确,在后续的工作中还需改进。

参考文献

- [1] 骆华敏. 嵌入式电动汽车电池管理系统设计[J]. 煤炭技术, 2004, 23(4): 79-80.
 - [2] 胡建红. 基于 MC9S12DP512 与 CAN 总线的电池管理系统研究与设计[D]. 上海: 上海交通大学, 2008: 68-72.
 - [3] 汤竞南, 沈国琴. C 语言单片机开发与实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008: 227-243.
 - [4] LABROSSE J J. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ (第二版)[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
 - [5] 韩春立. 基于 XC164CS 单片机的混合动力汽车电池管理系统研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2009: 41-44.
 - [6] 潘双夏. 基于能量守恒和四线法的 SOC 估算策略研究[J]. 汽车工程, 2007, 29(5): 415-452.
 - [7] K10 Sub-Family Reference Manual[Z]. 飞思卡尔官方数据手册, 2011, 6.
 - [8] MAX17830 Data Sheet[Z]. 美信官方数据手册, 2011, 2.
- (收稿日期: 2012-06-08)

作者简介:

杨熙, 男, 1987 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 嵌入式系统开发, 磷酸铁锂电池特性研究、电池电源管理系统开发。