

# 锂电池管理系统的研究与设计分析

## Research and Design Analysis of Lithium Battery Management System

刘亮

Liang Liu

三一技术装备有限公司 中国·湖南长沙430100

Sany Technology Equipment Co., Ltd., Changsha, Hunan, 430100, China

**摘要:** 随着工业化进程的不断推进,全球都面临着巨大的环境压力和能源危机,人们转而寻求更加环保、可持续的新能源。锂电池管理系统的核心技术是对电池的荷电状态估算,论文在分析锂电池分类与特点基础上,管理锂电池管理系统技术定位,从硬件设计和软件设计等维度出发,构建起完整技术架构,实现对锂电池的全周期管理。

**Abstract:** With the continuous advancement of industrialization, the world is facing enormous environmental pressure and energy crisis, and people are turning to seek more environmentally friendly and sustainable new energy. The key technology of a lithium battery management system is to estimate the state of charge of the battery. Based on the analysis of the classification and characteristics of lithium batteries, this paper manages the technical positioning of the lithium battery management system, and constructs a complete technical architecture from the dimensions of hardware design and software design to achieve full cycle management of lithium batteries.

**关键词:** 锂电池; 管理系统; 研发思路; 设计方法

**Keywords:** lithium battery; management system; research and development ideas; design method

**DOI:** 10.12346/etr.v5i12.8875

## 1 引言

根据工信部公布的数据,2023年上半年锂电池产量超过400GWh,同比增长43%,在营业收入6000亿人民币。为延续锂电池产业良好的增长态势,提升产品生产力,降低使用风险,技术团队引入锂电池管理系统,整合技术资源,在硬件系统和软件系统联合作用下,监控工作电压、电流与温度参数,估算荷电状态,对锂电池工作状态做出适当调整,使其始终保持在最佳状态。

## 2 锂电池分类与特点分析

总结锂电池主要类型和基本特点,明确锂电池的使用场景,梳理锂电池的充放电特征,旨在形成完整的思维认知,推动锂电池管理系统研究活动深入开展。

锂电池是一种以锂金属、锂合金为正负极材料,使用非水电解质溶液的电池,锂金属及其合金化学性质活泼,加工、

保存和使用难度较低,对自然生态的危害性较低,逐步成为蓄电池的主流方案<sup>[1]</sup>。经过多年发展,锂电池类型日益多元,形成了锂金属电池、锂离子电池两种类型,技术团队通过合理的技术选择,完善锂金属电池和锂离子电池生产制备、维护管理流程,切实增强锂电池运行效能。

## 3 锂电池管理系统概述

廓清锂电池管理系统的功能作用,界定其功能定位,引导技术人员综合经济、技术、实用等因素,确立锂电池管理系统设计基本思路,为后续硬件设计和软件优化提供方向性引导。

锂电池在某些极端情况下,会发生电池过热、热失控甚至爆炸等问题,严重影响使用安全,给用户带来经济财产损失,影响锂电池生产企业的市场形象。根据相关研究机构公布的数据,2022年,国内发生的74起新能源汽车自燃事故

【作者简介】刘亮(1987-),男,中国湖南人,本科,工程师,从事沥青搅拌站、工业燃烧器、锂电装备研究。

中,其中41起与锂电有关,占比达到55.4%。为应对上述问题,技术团队提出了锂电池管理系统的技术概念。具体来看,锂电池管理系统在作为一种成熟的技术方案,强调通过硬件模块和软件模块的综合化运用,对电压、电流、温度等关键参数进行实时获取,控制充放电过程,保证电池组综合性能,提升电池组使用效能,延长使用寿命<sup>[2]</sup>。锂电池管理系统根据锂电池工作原理,对锂电池工作温度作出精准化调控,将温度保持在25℃~40℃范围内,借助工作温度控制,确保锂电池SOC、开路电压、内阻以及可用电量的变化保持在合理区间,持续改善电池性能,降低安全风险。同时锂电池管理系统具有异常诊断、信息通信等功能,综合分析锂电池充放电异常、温度异常情况,并在此基础上,给出合理化意见建议,帮助技术团队采取必要举措,科学应对锂电池异常风险,保证锂电池平稳、高效运转。

## 4 锂电池管理系统硬件设计路径

锂电池管理系统硬件设计中,技术人员要遵循系列原则,完善总体结构,优化绝缘检测、电流检测、单体电池电压检测等硬件模组,强化锂电池管理系统的服务效能。

### 4.1 明确锂电池管理系统硬件设计基本要求

锂电池管理系统在硬件设计环节,技术团队要吸收过往成功案例,借鉴有益经验,确立硬件设计基本思路,在简洁化、集成化、模块化、可靠化和最优化等原则引导下,针对性开展电池管理系统硬件设计工作<sup>[3]</sup>。具体来看,技术人员需要在保证电路正常运行前提下,将复杂的电路进行简单化处理,减少冗余环节,借助简单化的硬件设计,减少锂电池管理系统实现成本,降低后续系统升级、维护压力。锂电池使用空间较为狭小,为保证电池管理系统的适应性,技术人员在硬件设计中,要有目的地选择集成度较高的芯片,借助这种手段,既能够减少对空间的依赖性,又可以规避电磁干扰,便于锂电池故障发生后,快速定位信息源,完成故障排除。考虑到锂电池管理要求,着眼调试和检修的实际,技术人员遵循模块化设计原则,避免各模块之间相互干扰,增强电池管理系统工作效能。

### 4.2 完善锂电池管理系统硬件系统总体架构

锂电池管理系统硬件设计过程中,技术人员需要从实践角度出发,将电池充放电作为主要着力点,遵循简洁化、集

成化、模块化、可靠化等基本原则,确立电池管理系统总体结构,将绝缘检测模块、电压检测模块、电流采集模块、温度采集模块、电池均衡模块、串联起来,并通过主控芯片开展信息数据集成,在完成数据信息评估的前提下,生产各类控制指令,调节锂电池充放电流程。

### 4.3 加强锂电池绝缘检测模块设计

锂电池绝缘检测主要采取开关式变电桥绝缘检测和交流法绝缘检测两种技术手段,通过绝缘检测手段的合理化,掌握锂电池绝缘性能,以此为契机,提升锂电池运行安全性<sup>[4]</sup>。具体来看,在交流法绝缘检测技术应用中,技术人员可以采取微控制器的检测方案,利用微控制器捕获交流信号,将交流信号传输到直流动力母线,直流动力母线与交流信号源要进行电气隔离,电气隔离环节,使用大电容量作出隔离,实现物理绝缘。同时在动力母线、交流信号源间搭建起完整的分压电阻捕获装置,利用捕获装置检测交流信号幅值,计算动力母线的绝缘电阻。

### 4.4 加强锂电池电流检测模块设计

从实际情况来看,工作电流是判定锂电池所处状态的重要依据,也是估算锂电池荷电状态的重要指标。为保证锂电池电流检测精准度,技术人员要获取检测电流的温飘、线性度误差,增强电流检测能力,掌握电流变化情况。根据实际使用场景的不同,技术人员可以使用分流器、互感器、霍尔元件电流传感器以及光纤传感器,细化电流检测技术应用场景和配置要求,如表1所示。

通过对技术方案损耗、结构组成、应用对象、电气隔离、实用属性以及应用场景的差异性,选择最优化的电流检测技术方案,通过不同技术方案的对比,选择最优化的电磁电流检测技术方案。在电磁电流检测中,现有的分流器成本较低,频率响应较好,适用性较强,使用难度较小,可以满足多种场景下的电流检测要求;霍尔电流传感器在能够捕获磁场强度,生成电压信号,在不产生功耗的情况下,利用开孔等布置方式,对直流、交流和脉冲进行检测分析,并且安装方便。

### 4.5 加强锂电池电压检测模块设计

为科学计算锂电池荷电状态,调整充放电流程,技术人员在硬件设计环节,要注重做好电压检测,评估单体锂电池是否处于正常运行。具体技术应用过程中,技术人员在单体锂电池电压检测中,可以采取电阻分压法、继电器阵列检测

表1 锂电池电流检测模块

技术方案	分流器	互感器	霍尔传感器	光纤传感器
损耗	有损耗	无损耗	无损耗	无损耗
布置形式	需插入主电路	开孔、导线传入	开孔、导线传入	—
应用对象	直流、交流、脉冲	交流	直流、交流、脉冲	直流、交流
电气隔离	无隔离	电器隔离	电气隔离	电气隔离
实用属性	小信号放大、需隔离处理	使用简单	使用简单	—
应用场景	小电流、控制测量	交流测量、电网监控	控制测量	高压测量、电力系统常用

法和专用检测芯片,保证锂电池电压检测结果的精准性。以电阻分压法为例,在并联的锂电池两侧电阻进行分压处理,分压处理结束后,检测电压的公共电压,对所测算的电压采取加法或者减法运算方式,获得单体锂电池电压<sup>[9]</sup>。在整个电压获取和测算中,要匹配相应的微处理器,借助端电压传感器、继电器阵列、转换芯片、多路模拟开关等元件,更好地增强电压检测与计算能力。

#### 4.6 加强锂电池温度检测模块设计

锂电池工作温度在很大程度上会影响电池工作性能,为更好地调节电池温度,防范电池温度过高等情况发生,技术人员可以选择不同类型的温度传感器,掌握电池温度数据,并提出相应技术举措,将锂电池温度控制在合理区间范围内。现阶段,多数技术人员在锂电池温度检测中,使用热电偶、热敏电阻、热敏晶体管、集成温度传感器。但必须清楚认识到,热敏电阻线性度不佳,温度数据精准度较低。综合考量锂电池温度检测精准度、技术应用成本等要素,技术人员可以选择集成温度传感器,在利用热敏电阻技术架构的基础上,进行技术参数校正,既保证锂电池温度检测精准度,又降低技术实现成本,推动锂电池温度调控工作高质量开展。

### 5 锂电池管理系统软件设计策略

锂电池管理系统软件设计环节,技术人员要针对系统使用场景,立足硬件模块,对中央处理单元、电流采集、电压采集、温度采集等软件模组作出适当优化,提升软件系统的灵敏度与控制力。

#### 5.1 健全锂电池管理系统软件设计架构

锂电池管理系统在软件设计中,应当采取模块化处置方式,将中央处理单元、电流电压采集单元、温度采集单元衔接起来,定义不同软件架构间数据输入与输出链条,获得功能性算法,以获取电压、电流和温度数据,评估锂电池运行状态,并发出相关指令,调节锂电池充放电状态。基于这种功能定位,技术团队要做好中央处理器单元的设计工作,采取TMS320F2812中央处理器,建立起上电延时、变量初始化、数据读取、采集电压、开机补偿、状态发布,信息共享等完整的软件架构,便于技术人员掌握锂电池运行状态,加强对锂电池的干预和介入能力。

#### 5.2 提升电流采集与电压采集能力

锂电池管理系统电流采集与电压采集环节,技术人员可以使用中央处理器单元内部的A/D转换通道,快速、准确读取霍尔电流传感器和电压传感器信息,开展电流、电压模

拟量的采集和转换。同时,采集和转换后的数据,存储到DMA模块中,建立起数据存储平台,借助锂电池电流采集、电压采集硬件系统与软件模块的联动,掌握锂电池充放电过程中电流与电压情况。

#### 5.3 提升温度信息采集能力

锂电池管理系统在温度信息采集中,技术人员借助集成温度传感器,进行锂电池温度数据的获取与共享,辅助锂电池温度管理策略的制定和执行,确保锂电池平稳运转。为最大程度地提升锂电池温度信息采集能力,技术人员在综合系列要素,选择集成温度传感器类型前提下,梳理温度信息传输渠道,利用GPIO数据接口和I/O接口,形成稳定的数据采集、共享机制,避免温度数据获取发生偏差,保证温度获取精准度。

#### 5.4 提升单体电池平衡能力

锂电池管理系统在单体电池平衡中,技术人员在中央处理器的基础上,对寄存模块做出初始化处理,初始化操作结束后,将程序导入主循环模式,在单体电池之间建立起稳定的联系。为建立起更加稳固的电池联系,平衡电池性能,技术人员可以运用处理器,依托SPI接口读取电池电压、电流、温度等数据参数,形成测量模式。根据测量结果,进行ADC转换,保证锂电池的稳定运行。

### 6 结语

锂电池管理系统的设计优化,对于锂电池能量密度的提升、使用寿命的延长以及安全风险的管控有着深远影响。文章从多个维度出发,在总结锂电池分类与特点的基础上,立足锂电池管理的功能定位,借助有效举措,做好硬件设计和软件优化等工作,有效丰富锂电池管理系统功能,强化锂电池自我管理、自我监测能力,为锂电池维护管理提供技术支持。

#### 参考文献

- [1] 谢应广,彭石林.基于LTC6811的锂电池管理系统设计与实现[J].电子设计工程,2023(13):46-50.
- [2] 田万鹏,陈标.新能源汽车锂电池热管理系统热性能分析与优化控制研究[J].四川理工学院学报(自然科学版),2021(1):56-62.
- [3] 张瑜,张净,陈昀昊.通信用磷酸铁锂电池管理系统分析与设计[J].通信电源技术,2021(13):18-20.
- [4] 张维江,吴安慧,李勇琦,等.储能用锂电池模组主动式热管理系统性能研究[J].电源技术,2021(12):1558-1619.
- [5] 张香林,吴曙东,李耐根.锂电池能量管理系统优化与策略研究[J].机械工程与自动化,2021(4):24-26.