

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 19920071151169

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

动力锂电池组智能管理系统研究

The Intelligentized Management System Research of  
Lithium-Ion Batteries' Power

沈冬萍

指导教师姓名: 陈文芴 教授

专 业 名 称: 机械制造及自动化

论文提交日期: 2010 年 04 月

论文答辩时间: 2010 年 05 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2010 年 05 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

在能源和环保的双重压力下,电动汽车节能和环保的特性无疑将成为未来汽车发展的方向。动力电池作为电动汽车上的储能设备,其性能成为影响电动汽车整体性能的一个关键因素。如何延长电池寿命、提高电池的使用效率是电动车商品化、实用化的关键。因此研究电池管理技术及系统具有十分重大的意义。

本文首先对国内外动力汽车电池管理系统的发展和应用状况进行了介绍,同时对本论文所涉及的动力锂电池进行了充放电特性的分析,针对锂电池特有的充放电特性,分析了现有动力电池 SOC 的各种预测方法和特点,对传统的 SOC 预测方法提出了改进,提出基于开路电压和安时积分法的 SOC 估算方法,并考虑了影响电池剩余容量 SOC 的主要因素,弥补了传统算法的不足,提高了电池剩余容量估算方法的精确度。

其次依据动力汽车电池管理系统的总体设计目标,提出了分散数据采集&集中数据处理的系统结构,完成了系统硬件和软件的设计。论文硬件部分对电压检测电路、电流检测电路、A/D 转换电路、温度检测电路、LCM 显示及功能按键、CAN 通信等部分进行了设计,较好的解决了诸如如何实现串联电池组高共模电压测量等问题。软件部分完成了本地信息采集模块、中央管理模块的软件设计和 CAN 总线通信的信息接收和发送等。

最后,在实验室搭建实验平台,将电池组与设计的软硬件系统联合进行调试、试验,测得了相关数据。试验结果表明,本文介绍的电池管理系统硬件电路可靠、经济、抗干扰能力强。可以实现:电池电压、电流、温度的模拟量集;剩余电量的计算和电池状态的判断;实时显示、故障报警等 BMS 相关功能。

**关键词:** 电池管理系统; 电池剩余容量 (SOC); CAN 总线

厦门大学博硕士学位论文摘要库



## Abstract

Under the pressure of both energy and environment, energy saving and environmentally friendly electric vehicles will no doubt become the direction of automotive development in the future. As energy storage devices, the performance of lithium-ion batteries' power become a key influencing factor of electric vehicles' overall performance. How to extend battery life and improve battery efficiency become the key of commercialization and practical of electric vehicles. Therefore, the battery management technology and system research is of great significance.

Firstly, the development and application of electric vehicle battery management system domestic and abroad is introduced, at the same time, the charge and discharge characteristics of lithium-ion batteries' power are analyzed. Based on the unique characteristics of lithium-ion battery charge and discharge characteristics, I analyze the existing various forecasting methods and characteristics of battery SOC. The traditional SOC forecasting methods are improved, the SOC estimation method which based on open circuit voltage and ampere-time integration method is proposed. After considering the key influencing factor of the battery remaining capacity SOC, the deficiency of traditional method is made up and the accuracy of the battery residual capacity estimation method is improved.

Secondly, based on the overall design goal of electric vehicle battery management system, the distributed data acquisition and centralized data processing system architecture are proposed, the design of hardware and software is completed. For the hardware, the voltage detection circuit, current detection circuit, A / D conversion circuit, temperature sensing circuit, LCM display and function keys, CAN communications are designed, problems such as how to realize the measure of high common-mode voltage of series battery are solved. For the software, local information gathering module, software design of the central management module and information receive and transmit of CAN bus communication.

Finally, experimental platform is built in the laboratory, the designing software

and hardware are debugged and tested, the test data is detected. The test result shows that the hardware of the battery management system is reliable, economic and has strong anti-interference ability. The battery management system can achieve following BMS functions: analog sets of battery voltage, current and temperature; remaining capacity calculation and battery status judgement; real time display; fault alarm.

**Keywords:** BMS; SOC; CAN Bus

## 目录

<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 研究的背景及意义 .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 电池管理系统国内外研究的现状 .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 国外电池管理系统研究的现状.....	2
1.2.2 国内电池管理系统研究的现状.....	5
<b>1.3 本课题研究的工作 .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 本论文的研究工作 .....</b>	<b>6</b>
<b>第二章 电池管理系统基础技术研究.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 锂离子电池的基本工作原理 .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 锂离子电池的主要性能指标 .....</b>	<b>9</b>
2.2.1 电压.....	9
2.2.2 容量.....	10
2.2.3 电池内阻.....	10
2.2.4 循环寿命.....	11
2.2.5 自放电率.....	11
2.2.6 充放电倍率.....	11
<b>2.3 锂离子电池的充放电特性 .....</b>	<b>11</b>
2.3.1 充电特性.....	12
2.3.2 放电特性.....	14
<b>2.4 电池荷电管理 .....</b>	<b>16</b>
2.4.1 SOC 定义及修正.....	16
2.4.2 传统 SOC 估算方法.....	17
2.4.3 本文采用的 SOC 估算方案.....	19
<b>第三章 系统的总体设计 .....</b>	<b>22</b>

<b>3.1 方案的选择</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2 电池信息状态检测</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3 数据通信和人机界面</b> .....	<b>24</b>
3.3.1 数据通信设计 .....	24
3.3.2 人机界面的选择 .....	27
<b>3.4 MCU 的选取</b> .....	<b>28</b>
<b>第四章 硬件系统设计</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1 电压检测</b> .....	<b>29</b>
4.1.1 常用串联电池单体电压测量方法 .....	29
4.1.2 本文所用的单体电压测量方法 .....	31
<b>4.2 电流检测</b> .....	<b>34</b>
4.2.1 闭环霍尔电流传感器的工作原理 .....	34
4.2.2 电流传感器的选择与检测电路设计 .....	34
<b>4.3 电压、电流的 A/D 转换</b> .....	<b>35</b>
4.3.1 AD7705 简介 .....	36
4.3.2 A/D 转换电路的设计 .....	37
<b>4.4 温度检测</b> .....	<b>38</b>
4.4.1 DS18B20 芯片介绍 .....	38
4.4.2 DS18B20 工作原理 .....	38
4.4.3 温度采集电路的设计 .....	40
<b>4.5 LCM 显示及功能按键</b> .....	<b>40</b>
4.5.1 单色 12864 点阵液晶屏介绍 .....	41
4.5.2 液晶模块与处理器接口设计 .....	42
<b>4.6 CAN 通信设计</b> .....	<b>43</b>
4.6.1 CAN 节点的硬件结构 .....	43
4.6.2 CAN 节点的硬件设计 .....	44
<b>第五章 系统软件设计</b> .....	<b>48</b>

<b>5.1 软件开发环境简介 .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2 LECU 模块软件设计 .....</b>	<b>48</b>
5.2.1 A/D 转换模块程序设计 .....	50
5.2.2 温度采集模块软件设计 .....	51
<b>5.3 CECU 管理模块软件设计 .....</b>	<b>52</b>
5.3.1 电池 SOC 估算 .....	53
5.3.2 液晶模块程序设计 .....	55
<b>5.4 CAN 总线通讯 .....</b>	<b>57</b>
5.4.1 CAN 通信协议的制定 .....	57
5.4.2 CAN 节点软件设计 .....	58
5.4.3 CAN 网络节点参数设置 .....	61
<b>第六章 系统的调试与测试 .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1 系统的测试 .....</b>	<b>63</b>
6.1.1 故障诊断、报警及故障处理功能检测实验 .....	64
6.1.2 电池状态参数检测实验 .....	67
<b>6.2 系统的调试 .....</b>	<b>70</b>
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>72</b>
7.1 总结 .....	72
7.2 展望 .....	72
<b>参考文献 .....</b>	<b>74</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>77</b>
<b>硕士期间科研成果 .....</b>	<b>78</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

**Content**

**Chapter 1 Introduction .....1**

**1.1 Research Background and Value..... 1**

**1.2 Correlative Oversea and Domestic Research ..... 2**

    1.2.1 Correlative Oversea Research.....2

    1.2.2 Correlative Domestic Research.....5

**1.3 Main Research Area..... 6**

**1.4 The Contents of this Paper ..... 6**

**Chapter 2 Basic Technology of Battery Management System .....8**

**2.1 Basic Working Principle of Lithium-ion Battery ..... 8**

**2.2 Key Performance Indicators of Lithium-ion Battery ..... 9**

    2.2.1 Voltage .....9

    2.2.2 Capacity ..... 10

    2.2.3 Battery Internal Resistance ..... 10

    2.2.4 Cycle Life..... 11

    2.2.5 Self-discharge Rate ..... 11

    2.2.6 Charge and Discharge Rate..... 11

**2.3 Charge and Discharge Characteristics of Lithium-ion Battery .....11**

    2.3.1 Charge Characteristics ..... 12

    2.3.2 Discharge Characteristics..... 14

**2.4 Battery Charge Management..... 16**

    2.4.1 SOC Definition and Amendment ..... 16

    2.4.2 Traditional SOC Estimation Method ..... 17

    2.4.3 SOC Estimation Scheme Used in this Paper..... 19

**Chapter 3 System Design ..... 22**

<b>3.1 Project Choice .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Battery State Detection .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Data Communication and Human-machine Interface .....</b>	<b>25</b>
3.3.1 Data Communication Design .....	25
3.3.2 The Choice of Human-machine Interface .....	27
<b>3.4 MCU Selection.....</b>	<b>28</b>
 <b>Chapter 4 Hardware Design .....</b>	 <b>29</b>
 <b>4.1 Voltage Detection.....</b>	 <b>29</b>
4.1.1 Popular Single Voltage Measurement Method of Series Battery .....	29
4.1.2 Single Voltage Measurement Method Used in this Paper .....	31
<b>4.2 Current Detection .....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Principle of Closed-loop Hall Current Sensor .....	34
4.2.2 Current Sensor Selection and Detection Circuit Design.....	34
<b>4.3 Voltage,Current A/D Conversion .....</b>	<b>35</b>
4.3.1 AD7705 Introduction .....	36
4.3.2 Design of A/D Conversion Circuit.....	37
<b>4.4 Temperature Detection .....</b>	<b>38</b>
4.4.1 DS18B20 Chip Description .....	38
4.4.2 DS18B20 Principle .....	38
4.4.3 Design of Temperature Measurement Circuit.....	40
<b>4.5 LCM Display and Function Keys .....</b>	<b>40</b>
4.5.1 Monochrome 12864 Dot Matrix LCD Screen Description.....	41
4.5.2 LCD Module and Processor Interface Design .....	42
<b>4.6 CAN Communication Design.....</b>	<b>43</b>
4.6.1 Hardware Architecture of CAN Node.....	43
4.6.2 Hardware Design of CAN Node .....	44
 <b>Chapter 5 Software Design .....</b>	 <b>48</b>



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库