

中国科学技术大学优秀博士学位论文推荐表

作者姓名	汪玉洁	学号	BA14010002	出生年月	1990.01	民族	汉
院系名称	信息科学技术学院 自动化系	联系电话	13856508 387	毕业去向	留校 博士后		
指导教师	陈宗海		获博士学位日期		本次申请		
一级学科名称	控制科学与工程		二级学科名称		系统工程		
本科毕业院校	安徽工业大学工商学院		硕士毕业院校		硕博连读		
承担主要社会工作	无						
获奖情况	中国科学技术大学优秀毕业生（2017.3） 博士研究生国家奖学金（2015.9） 可再生能源全球创新：关键科学论文奖（2015.3） 硕士研究生国家奖学金（2014.9） 第15届中国系统仿真技术及其应用学术年会：优秀论文奖（2014.6）						
学位论文题目	动力锂电池的建模、状态估计及管理策略研究						
学位论文研究方向	新能源汽车、能源管理技术						
学位论文评阅专家	孙怡宁	高理富	梁华为	赵吉文	余有龙		
学位论文答辩专家	孙怡宁	汪增福	高理富	查正军	叶中付		
论文答辩日期	2017年6月2日		论文答辩结果 (通过票数/不通过票数)			5/0	
学位论文中文摘要							

环境污染和能源危机是世界各国面对的两大难题，电动汽车作为一种零排放的交通工具是解决环境与能源问题的一个优选方案。针对动力电池系统当前国内外的研究热点，本文依托复杂系统的建模与分析手段以及现代滤波技术，开展动力锂电池的建模、状态估计和管理策略的研究，目的是建立一套涵盖动力系统建模、估计与控制的理论与方法体系，为储能系统的精细化、安全化、高效化管理提供借鉴。本论文的主要工作如下：

(1) 精确的电池模型有助于电池的行为描述与分析，也是电池状态估计的基础和前提。锂电池本身是一个复杂的电化学系统，具有很强的非线性和时变性，同时电池的参数易受外界环境等因素的影响，增加了电池在随机环境下建模的难度。基于对电池内部机理和外部行为的分析，本文提出了一种基于数据驱动的电池建模与参数辨识方法。

(2) 提出了基于多模型切换策略的电池荷电状态估计方法，通过引入改进解释结构模型，实现了四种典型电化学模型的切换，通过实验对算法的精度和实时性进行了验证；分析了温度对库伦效率的影响，建立了电池的容量保持率模型，提出了一种基于容量保持率模型的荷电状态估计方法，在实验验证中分析了漂移电流对估计精度的影响；针对传统卡尔曼滤波器方法在解决非线性、非高斯系统的状态变量估计问题时容易出现发散的问题，提出一种基于贝叶斯估计理论的电池荷电和能量状态估计方法，并通过动态工况下的实验对该方法的精度和鲁棒性进行了验证。

(3) 研究了电池被动均衡和主动均衡的电路拓扑和均衡控制策略，针对被动均衡的不足，提出了一种基于双向 DC/DC 的主动均衡电路。基于对电池模型和电池状态估计方法的研究，提出了基于荷电状态的电池主动均衡控制策略，通过实验对比了不同均衡策略的性能。

(4) 将锂电池的建模与状态估计方法拓展到锂电池/超级电容混合储能系统的建模与状态估计中。创造性地提出了基于双滤波器的参数与状态联合估计器，采用扩展卡尔曼滤波器和无迹卡尔曼滤波器分别对锂电池和超级电容的模型参数以及荷电状态进行更新和估计。为了降低模型参数的收敛时间，在参数更新阶段采用递推最小二乘法寻找模型参数的初始最优值。通过比较锂电池和超级电容在动态放电工况下状态估计的精度，对本文提出的估计策略进行了验证。

(5) 将电池的建模、状态估计、均衡管理等技术集成到电池管理系统的应用中，可以提高电池管理系统的精细化、智能化管理程度，延长电池的使用寿命。通过分析管理系统积累的电池数据，可以进一步优化电池的建模、状态估计和管理策略。本文介绍了电池管理系统的软硬件架构，并对电动汽车电池管理系统进行了案例分析。

攻读博士期间与博士学位论文相关的代表性成果（限列 10 项）					
发表学术论文数	11	本人第一论文数 (含导师第一本人第二)	11	专利及其它成果数	2
序号	成果名称	作者排名	期刊名称	发表时间	收录情况
1	A method for joint estimation of state-of-charge and available energy of LiFePO4 batteries	1	Applied Energy	2014	SCI 一区 IF 5.746
2	A method for state-of-charge estimation of LiFePO4 batteries at dynamic currents and temperatures using particle filter	1	Journal of Power Sources	2015	SCI 一区 IF 6.333
3	A method for state-of-charge estimation of Li-ion batteries based on multi-model switching strategy	1	Applied Energy	2015	SCI 一区 IF 5.746
4	A novel active equalization method for lithium-ion batteries in electric vehicles	1	Applied Energy	2015	SCI 一区 IF 5.746
5	An adaptive remaining energy prediction approach for lithium-ion batteries in electric vehicles	1	Journal of Power Sources	2016	SCI 一区 IF 6.333
6	Probability based remaining capacity estimation using data-driven and neural network model	1	Journal of Power Sources	2016	SCI 一区 IF 6.333
7	On-line remaining energy prediction: a case study in embedded battery management system	1	Applied Energy	2017	SCI 一区 IF 5.746
8	On-line battery state-of-charge estimation based on an integrated estimator	1	Applied Energy	2017	SCI 一区 IF 5.746
9	Modeling and state-of-charge prediction of lithium-ion battery and ultracapacitor hybrids with a co-estimator	1	Energy	2017	SCI 一区 IF 4.292
10	Model based state-of-energy estimation of lithium-ion batteries in electric vehicles	1	Energy Procedia	2016	EI