

编号:_____

陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖推荐书 (2023 年)

一、成果概况

成果名称		锂离子电池衰退机理模型与剩余寿命预测方法			
主要完成人		唐圣金；韩雪冰；于传强；许晓东；李天梅；司小胜			
主要完成单位		火箭军工程大学；清华大学。			
成果类型	I.基础研究、应用基础研究类 II.技术发明、开发、推广类 III.软科学类 IV.创新驱动奖 V.科普奖	专业评审组	A. 数理力学 B. 电子信息 C. 化学化工 D. 环境科学 R. 科普奖	E. 机械 F. 轻工 G. 纺织 H. 工程建设 M. 农林畜牧 选 (E)	J. 动力电气 N. 生物技术 K. 地球科学 O. 医药卫生 L. 材料科学 P. 软 科 学 Q. 创新驱动奖 选 (E)
	研究开始时间		2012 年 1 月		研究结束时间
学科分类名称		学科 1	兵器发射理论与技术	代码	082602
		学科 2	车辆工程	代码	080204
任务来源、名称及编号		[1] 基于随机过程建模的锂电池剩余寿命预测关键问题研究，国家自然科学基金青年项目，编号：61703410。 [2] 高比能锂离子电池多因素耦合老化机理解析与衰退建模研究，国家自然科学基金青年项目，编号：51807108。 [3] 统计数据驱动的剩余寿命预测若干关键问题研究，国家自然科学基金面上项目，编号：61174030。 [4] 复杂条件下随机退化设备的剩余寿命预测理论与方法研究，国家自然科学基金面上项目，编号：61773386。 [5] 锂电池非线性退化规律建模及剩余寿命预测方法研究，陕西省自然科学基金基础研究计划青年项目，编号：2017JQ6015。 [6] 车用高比能锂离子动力电池安全管理研究，北京市自然科学基金资助项目，编号：3184052。 [7] 面向 PHM 的装备故障预测模型与方法研究，中央军委装备发展部预研共用技术项目，编号：9140A27020215JB47427。 [8] 导弹发射车车载锂电池健康状态评估方法研究，军队技术基础项目，编号：19JJ3013。			
成果已获奖励情况		1. Remaining useful life prediction of lithium-ion batteries based on the wiener process with measurement error, SCI 期刊 Energies 创刊 10 周年纪念最佳论文奖。 2. 基于带测量误差维纳退化过程的锂电池剩余寿命预测，第十三届陕西省自然科学优秀学术论文二等奖。 3. 时变温度工况下基于维纳退化过程的锂电池剩余寿命预测，第十五届陕西省自然科学优秀学术论文三等奖。 4. 贮存系统的有效性评估与剩余寿命预测方法研究，陕西省优秀博士学位论文，中国兵工学会兵器科学与技术学科全国优秀博士学位论文提名奖。 5. 车用锂离子电池机理模型与状态估计研究，清华大学优秀博士论文二等奖。 6. 数据驱动的随机退化系统剩余寿命估计及其应用，军队优秀博士论文奖，中国自动化学会优秀博士学位论文奖。 7. 面向使用工况的锂电池健康状态估计与剩余寿命预测方法研究，军队优秀硕士论文奖。 8. 基于随机系数回归模型的剩余寿命预测关键问题研究，中国兵工学会兵器科学与技术学科全国优秀硕士学位论文提名奖。			

可接受等级

____一等____ 及以上

推荐学校意见

已对申报人参评资格、思想政治、科研诚信等情况进行审查；本推荐书内容属实，符合本届陕西高校科学技术研究优秀成果奖相关规定；人员排序无异议，无知识产权纠纷。
同意推荐。

(公章) 年 月 日

陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖 推荐单位科研诚信承诺书

1. 我校（院）保证在陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖申报工作中所提交材料的真实性和准确性；如存在材料不实等诚信问题，我校（院）自愿承担“一票否决”后果。

2. 我校（院）保证申报成果符合学术道德和学术规范，没有知识产权等方面的争议。

3. 我校（院）相关人员将严格遵守评奖纪律，并自愿接受评奖结果。

4. 我校（院）已按照国家及陕西省教育厅相关文件要求建立了规范科研行为、调查处理科研失信行为的相关制度，并将坚决执行有关制度。

5. 我校（院）保证严肃调查处理或配合相关调查机构调查处理在陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖申报工作中发现的科研失信行为，并及时向陕西省教育厅报告相关调查处理结果。

第一完成人：

月 日

单位法定代表人：

月 日

二、成果简介

锂离子动力电池具有高比能量、高比功率、低自放电率等特点，作为核心的动力源和储能源已经大规模应用于手机、笔记本电脑、新能源汽车、储能电站等民用领域，也逐步应用于新型电驱导弹发射车、新型特种装甲车、阵地储能电站等军事领域。然而，锂离子电池在使用过程中，由于电池内部的电极体积形变和电化学反应造成的电池老化不可避免的引起寿命衰减，影响电池正常使用，甚至可能触发安全性事故。为提高锂离子电池的可靠性和有效性，项目组在 4 项国家自然科学基金项目、1 项陕西省自然科学基金项目、1 项北京市自然科学基金项目、1 项军队装备预研共用技术项目和 1 项军队技术基础项目的持续支持下，取得本成果。本成果主要针对锂离子电池全生命周期的机理建模与寿命管理问题，建立了耦合机-电-热的机理模型，揭示了电池衰退机理定量辨识方法，在此基础上针对实际使用工况，提出锂离子电池的剩余使用寿命预测方法。本成果属于属于“交通运输工程-公路运输-车辆工程”学科，以及“机械工程-机械工程其他学科”动力机械及工程方向。本成果的主要内容包括以下三个方面：

(1) **锂离子电池建模方法与衰退机理辨识研究**。针对电池机理建模问题，考虑电池内部各项副反应机制，提出固相和液相电势分布估计方法，获得电池内部电流体密度分布的解析解，建立电池简化准二维机理模型 SP2D 模型，揭示了电池内部的机-电-热耦合机制，用于实际的车载 BMS 在线荷电状态仿真计算；针对锂离子电池耐久性问题的，基于电池内部副反应机理开展加速寿命实验，提出基于充电曲线重构的电池衰退机理辨识方法，定量揭示了锂离子电池全生命周期的衰退机制：可用锂离子损失、活性材料损失和内阻增加，准确评估电池寿命。

(2) **基于隐含随机过程建模的锂离子电池剩余寿命预测方法体系**。针对锂电池退化过程同时存在时变不确定性、测量不确定性、样本差异、样本数量少、一致性差等多重因素影响的问题，建立了基于隐含随机过程且综合描述多重因素的退化模型，提出了一种锂电池退化模型参数极大似然估计的两步法和基于最小风险的贝叶斯阈值选取算法，提高了参数辨识的有效性，攻克了考虑多重因素的隐含维纳过程剩余寿命分布精确解析求解难题，得到了考虑锂电池在当前时刻未失效条件下的剩余寿命分布解析形式，针对锂电池样本数量少、样本一致性差的问题，提出了一种能够合理融合先验信息和现场信息的启发式锂电池剩余寿命预测方法。

(3) **温度影响下的锂离子电池剩余寿命预测方法研究**。针对温度影响下的锂离子电池的非线性衰退过程和随机老化速率，建立了具有生存退化路径约束和不确定测量误差的非线性衰退模型和温度影响下的 Arrhenius 随机老化速率模型，导出了时变温度工况下的电池剩余寿命联合概率分布，攻克了温度影响下的锂离子电池剩余寿命分布求解及实时更新的难题，突破了锂离子电池剩余寿命管理依赖于实验室理想工况的局限性。

支持本成果的 1 篇代表性论著于 2018 年在科学出版社出版，7 篇代表性论文发表在 Journal of Power Sources、Reliability Engineering & System Safety、IEEE Transactions on Reliability 锂离子电池和可靠性工程领域权威期刊以及“中国科技期刊卓越行动计划”梯队期刊 Journal of Central South University 等期刊上，引起国内外学者的广泛关注，施引者为来自中国、美国、德国、加拿大、意大利、英国、法国、韩国等 20 多个国家或地区的学者，得了包括 40 余位美/中/英/德等国院士和 IEEE/IET/IES/ASME/IChE Fellow 等在内的一批学者的高度正面评价，施引文献包括锂电池健康管理、车辆工程和可靠性工程领域的多个权威期刊，并被诸多国际知名学者推广应用于锂离子电池的机理建模与寿命管理。截止目前，7 篇代表性论文有两篇为 ESI 高被引论文，合计在 google 学术被引 1154 次，已有 SCI 他引 614 次，单篇 SCI 最高他引 312 次，有 3 篇 SCI 他引 100 次以上，被评价“成功揭示了锂离子电池的容量加速退化过程”、“（剩余寿命预测）模型有效性已经通过大量的实例研究得到了验证”，产生了广泛影响。其中，论著 3 获得了 Energies 创刊 10 周年纪念最佳论文奖（年度唯一获奖研究论文）和第十三届陕西省自然科学优秀学术论文二等奖，论著 8 获得了第十五届陕西省自然科学优秀学术论文三等奖。

本项目研究成果已经在天津力神超电科技有限公司应用，主要成果建立了相应的荷电状态（State of Charge, SOC）估计算法，通过实验发现该算法既保证了足够的精度，同时降低了计算量，通过实验验证了锂离子电池 SOC 估计最大误差不超过 5%。目前，天津力神超电科技有限公司研发的“588.8V、200Ah 锂离子电池电源”系统已经应用到某型发射车辆，

“614.4V、80Ah 锂离子电池电源系统”系统也已经应用到某型发射车辆，合计推广应用 15 套，经用户反馈，该系统荷电状态估计准确，为特种装备电池系统的充放电需求提供了精确的技术支持，发挥了重要的军事作用。相关研究工作还被学术同行推广应用于旋转机械、有机发光二极管、激光器、疲劳裂纹等的剩余寿命预测，有力推动了本学科发展。

在本项目完成人中，1 人获得陕西省优秀博士学位论文及中国兵工学会全国优秀博士学位论文提名奖，1 人获得清华大学优秀博士学位论文二等奖，1 人获得国家优青、军队拔尖人才和爱思唯尔 2021 年中国高被引学者，1 人获得军队及中国自动化学会优秀博士学位论文奖，1 人获得军队优秀硕士学位论文奖，1 人指导学生获得中国兵工学会全国优秀硕士学位论文提名奖，为人才培养和学科发展做出了重要贡献。

四、主要知识产权（标准、规范）目录

序号	知识产权类别	知识产权名称	国家（地区）	授权号（批准号）	授权日期	证书编号	权利人	发明人

承诺：上述知识产权未曾在已获或正在申报国家级、省（部）级和厅局（地市）级奖励项目中作为支撑材料出现。用于推荐陕西高校科学技术研究优秀成果奖的情况，已征得未列入成果主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：

五、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	发表时间	年卷页码 (xx年 xx卷 xx页)	作者	通讯作者 (含共同作者)	第一作者 (含共同作者)	国内作者 (中文名)	他引总次数	检索数据库	参与人 (成果完成人)	知识产权是否归国内所有
1	A comparative study of commercial lithium ion battery cycle life in electric vehicle : Aging mechanism identification	Journal of Power Sources	2013-11-23	2014年 251卷 38-54页	韩雪冰, 欧阳明高, 卢兰光, 李建秋, 郑岳久, 李哲	欧阳明高	韩雪冰	韩雪冰, 欧阳明高, 卢兰光, 李建秋, 郑岳久, 李哲	312	SCI		是
2	Simplification of physics-based electrochemical model for lithium ion battery on electric vehicle . Part II: Pseudo	Journal of Power Sources	2014-9-2	2014年 251卷 38-54页	韩雪冰, 欧阳明高, 卢兰光, 李建秋	欧阳明高	韩雪冰	韩雪冰, 欧阳明高, 卢兰光, 李建秋	101	SCI		是

	-two-dimensional model simplification and state of charge estimation											
3	Remaining useful life prediction of lithium-ion batteries based on the wiener process with measurement error	energies	2014-1-23	2014年7卷520-547页	唐圣金, 于传强, 王雪, 郭晓松, 司小胜	唐圣金	唐圣金	唐圣金, 于传强, 王雪, 郭晓松, 司小胜	126	SCI		是
4	基本最小风险的Bayes阈值选取准则算法及实现	科学出版社	2018-4-1	2018年	于传强, 樊红东, 唐圣金	唐圣金	于传强	于传强, 樊红东, 唐圣金	无	无		是
5	Mis-specification of the analysis of linear Wiener process-based degradation	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O:	2014-5-14	2014年228卷478-487页	唐圣金, 郭晓松, 周志杰	唐圣金, 周志杰	唐圣金	唐圣金, 郭晓松, 周志杰	13	SCI		是

	ation models for the remaining useful life estimation	Journal of Risk and Reliability									
6	Real time remaining useful life prediction based on nonlinear Wiener based degradation processes with measurement errors	Journal of Central South University (国内期刊)	2014-12-24	2014年21卷4509-4517页	唐圣金, 郭晓松, 于传强, 周志杰, 周召发, 张邦成	于传强	唐圣金	唐圣金, 郭晓松, 于传强, 周志杰, 周召发, 张邦成	19	SCI	是
7	A general stochastic degradation modeling approach for prognostics of degrading systems with	IEEE Transactions on Reliability	2019-5-8	2019年68卷1080-1100页	司小胜, 李天梅, 张琪	司小胜	司小胜	司小胜, 李天梅, 张琪	13	无	是

	surviving and uncertain in measurements											
8	Remaining useful life prediction of lithium-ion batteries based on wiener process under time-varying temperature condition	Reliability Engineering and System Safety	2021-4-10	2021年214卷1-12页	许晓东, 唐圣金, 于传强, 谢建, 韩雪冰, 欧阳明高	韩雪冰	许晓东	许晓东, 唐圣金, 于传强, 谢建, 韩雪冰, 欧阳明高	30	无		是

承诺：该表所列论文专著的知识产权归国内所有且无争议，未曾在已获或正在申报国家级、省（部）级和厅局（地市）级奖励项目中作为支撑材料出现。用于推荐陕西高校科学技术研究优秀成果奖的情况，已征得未列入成果主要完成人和主要完成单位的作者的同意，其中，未列入成果主要完成人的第一作者、通讯作者（含共同第一作者、共同通讯作者）已出具知情同意书面签字意见。因未如实告知上述情况而引争议，且不能提供相应存档备查的证件，本人愿意承担相应责任，并接受处理。

第一完成人签名：

六、主要完成人情况表

第1完成人：

姓 名	唐圣金	性 别	男	国 籍	中国	年 龄	37
证件号码	321281198511226011		联系电话	17782589185			
工作单位	中国人民解放军火箭军工程大学			文化程度	博士研究生		
完成单位	中国人民解放军火箭军工程大学						
完成单位地址	陕西省西安市灞桥区同心路 2 号			完成单位性质	高校		
从事专业	剩余寿命预测与健康管理			技术职称	副教授		
参加本研究的起止时间	2012 年 1 月至 2021 年 4 月						
对本成果的主要贡献	<p>代表性论文 3、5、6 的第一作者，代表性论著 4 和代表性论文 8 的主要作者。针对锂电池退化过程同时存在时变不确定性、测量不确定性、样本差异、样本数量少、一致性差等多重因素影响的问题，建立了基于隐含随机过程且综合描述多重因素的退化模型，提出了一种锂电池退化模型参数极大似然估计的两步法，提高了参数辨识的有效性，攻克了考虑多重因素的隐含维纳过程剩余寿命分布精确解析求解难题，得到了考虑锂电池在当前时刻未失效条件下的剩余寿命分布解析形式。工作量占本人工作量的 70%。</p>						
声 明	<p>本人同意完成人排名，遵守陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规，及侵犯他人知识产权的情形。如生产争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。该成果是本人本年度推荐的唯一成果。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>						

第2 完成人：

姓 名	韩雪冰	性 别	男	国 籍	中国	年 龄	35
证件号码	140123198710020231		联系电话	13466519893			
工作单位	清华大学			文化程度	博士研究生		
完成单位	清华大学						
完成单位地址	陕西省西安市灞桥区同心路 2 号			完成单位性质	高校		
从事专业	动力工程与工程热物理			技术职称	助理研究员		
参加本研究的起止时间	2012 年 1 月至 2021 年 4 月						
对本成果的主要贡献	<p>代表性论文 1、2 的第一作者，代表性论文 8 的通讯作者。针对电池机理建模问题，考虑电池内部各项副反应机制，提出固相和液相电势分布估计方法，获得电池内部电流密度分布的解析解，建立电池简化准二维机理模型 SP2D 模型，揭示了电池内部的机-电-热耦合机制；针对锂离子电池耐久性问题，基于电池内部副反应机理开展加速寿命实验，提出基于充电曲线重构的电池衰退机理辨识方法，定量揭示了锂离子电池全生命周期的衰退机制。工作量占本人工作量的 70%。</p>						
声 明	<p>本人同意完成人排名，遵守陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规，及侵犯他人知识产权的情形。如生产争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。该成果是本人本年度推荐的唯一成果。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>						

第3 完成人：

姓 名	于传强	性 别	男	国 籍	中国	年 龄	48
证件号码	370628197501192552		联系电话	13088957828			
工作单位	中国人民解放军火箭军工程大学			文化程度	博士研究生		
完成单位	中国人民解放军火箭军工程大学						
完成单位地址	陕西省西安市灞桥区同心路 2 号			完成单位性质	高校		
从事专业	兵器发射理论与技术、剩余寿命预测			技术职称	教授		
参加本研究的起止时间	2012 年 1 月至 2021 年 4 月						
对本成果的主要贡献	代表性论著 4 的第一作者，代表性论文 6 的通讯作者，代表性论文 3、8 的主要作者。提出了一种基于最小风险的贝叶斯阈值选取算法，提高了随机系数参数更新的精度，针对锂电池样本数量少、样本一致性差的问题，提出了一种能够合理融合先验信息和现场信息的启发式锂电池剩余寿命预测方法。工作量占本人工作量的 70%。						
声 明	<p>本人同意完成人排名，遵守陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规，及侵犯他人知识产权的情形。如生产争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。该成果是本人本年度推荐的唯一成果。</p> <p>本人签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>						

第 4 完成人：

姓 名	许晓东	性 别	男	国 籍	中国	年 龄	27
证件号码	130623199508304417		联系电话	18192650816			
工作单位	中国人民解放军火箭军工程大学			文化程度	硕士研究生		
完成单位	中国人民解放军火箭军工程大学						
完成单位地址	陕西省西安市灞桥区同心路 2 号			完成单位性质	高校		
从事专业	剩余寿命预测与健康管理			技术职称	博士研究生		
参加本研究的起止时间	2018 年 1 月至 2021 年 4 月						
对本成果的主要贡献	<p>代表性论文 8 的第一作者。针对实际使用工况下的锂离子动力电池耐久性问 题，首次提出了温度影响下的电池剩余寿命预测方法。基于时变温度工况下的 锂离子动力电池退化实验定量揭示了不同温度对锂离子电池老化规律的影响，建立 时变温度条件下融合 Arrhenius 随机退化速率模型和 Wiener 退化过程的衰退模 型，导出了剩余寿命的概率密度分布函数，基于电池管理系统运维数据在 Bayesian 理论的框架下提出了模型参数和剩余寿命分布的在线更新方法和数 值求解算法。工作量占本人工作量的 70%。</p>						
声 明	<p>本人同意完成人排名，遵守陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖有关规 定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何 违反相关法律法规，及侵犯他人知识产权的情形。如生产争议，保证积极配合 调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。 该成果是本人本年度推荐的唯一成果。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：_____</p> <p style="text-align: right;">_____ 年 月 日</p>						

第 5 完成人：

姓 名	李天梅	性 别	女	国 籍	中国	年 龄	43
证件号码	130922198001050847		联系电话	15691796702			
工作单位	中国人民解放军火箭军工程大学			文化程度	博士研究生		
完成单位	中国人民解放军火箭军工程大学						
完成单位地址	陕西省西安市灞桥区同心路 2 号			完成单位性质	高校		
从事专业	剩余寿命预测与健康管理			技术职称	副教授		
参加本研究的起止时间	2012 年 1 月至 2021 年 4 月						
对本成果的主要贡献	代表性论文 7 的第二作者。研究了一类存在未失效退化轨迹且监测数据具有测量不确定性的随机退化设备剩余寿命预测问题，首先提出了一类一般性的随机退化建模方法来描述未失效退化轨迹和测量不确定性，然后考虑未失效退化轨迹的约束推导了非高斯退化状态转移方程。工作量占本人工作量的 70%。						
声 明	<p>本人同意完成人排名，遵守陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规，及侵犯他人知识产权的情形。如生产争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。该成果是本人本年度推荐的唯一成果。</p> <p>本人签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>						

第 6 完成人：

姓 名	司小胜	性 别	男	国 籍	中国	年 龄	38
证件号码	622424198410211617		联系电话	17719533601			
工作单位	中国人民解放军火箭军工程大学			文化程度	博士研究生		
完成单位	中国人民解放军火箭军工程大学						
完成单位地址	陕西省西安市灞桥区同心路 2 号			完成单位性质	高校		
从事专业	剩余寿命预测与健康管理			技术职称	教授		
参加本研究的起止时间	2021 年 1 月至 2021 年 4 月						
对本成果的主要贡献	代表性论文 7 的第一作者，代表性论文 3 的主要作者。利用粒子滤波算法不确定性测量数据实时估计潜在退化状态，并基于首达时间定义推导了剩余寿命分布，充分融入了退化状态估计的不确定性，且可以根据可用的未失效不确定测量数据进行实时更新。工作量占本人工作量的 70%。						
声 明	<p>本人同意完成人排名，遵守陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规，及侵犯他人知识产权的情形。如生产争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。该成果是本人本年度推荐的唯一成果。</p> <p>本人签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>						

七、主要完成单位情况表

单位名称	锂离子电池衰退机理模型与剩余寿命预测方法				
法定代表人	李华	联系人	王魁	联系人电话	13991367924
对本成果的主要贡献	<p>项目组针对锂离子电池全生命周期的机理建模与寿命管理问题，建立了耦合机-电-热的机理模型，揭示了电池衰退机理定量辨识方法，在此基础上针对实际使用工况，提出了锂离子电池的剩余使用寿命预测方法体系。</p> <p>我单位对本成果的主要贡献如下：（1）基于隐含随机过程，提出了考虑时变不确定性、测量不确定性、样本差异、样本数量少、一致性差等多重因素影响的锂离子电池剩余寿命预测方法体系；（2）建立了具有生存退化路径约束和不确定测量误差的非线性衰退模型，攻克了温度影响下的锂离子电池剩余寿命分布求解及实时更新的难题。</p> <p>该项目提出的学术观点及方法为国际学术界所公认和广泛引用，7 篇代表性论文被 SCI 他引 614 次，在 Google Scholar 中被引 1124 次，得了包括 40 余位美/中/加/德等国院士和 IEEE/IET/IES/ASME/IChE Fellow 在内一批学者的高度评价，有力推动了本学科发展。研究成果应用于导弹发射车等特种武器装备电池管理系统，为特种装备电池管理系统的充放电需求提供了精确的技术支持，发挥了重要的军事作用。相关研究工作还被学术同行推广应用于旋转机械、有机发光二极管、激光器、疲劳裂纹等的剩余寿命预测，有力推动了本学科发展。</p> <p>基于以上理由，中国人民解放军火箭军工程大学特推荐本项目申请陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖一等奖及以上奖项。</p>				
声明	<p>声明：本单位同意完成单位排名，遵守陕西高等学校科技研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关资料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。</p> <p style="text-align: center;">单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				

七、主要完成单位情况表

单位名称	锂离子电池衰退机理模型与剩余寿命预测方法				
法定代表人	王希勤	联系人	韩雪冰	联系人电话	13466519893
对本成果的主要贡献	<p>项目组针对锂离子电池全生命周期的机理建模与寿命管理问题，建立了耦合机-电-热的机理模型，揭示了电池衰退机理定量辨识方法，在此基础上针对实际使用工况，提出了锂离子电池的剩余使用寿命预测方法体系。</p> <p>我单位对本成果的主要贡献如下：建立了锂离子电池简化准二维机理模型，揭示了锂离子电池内部的机-电-热耦合机制，提出了基于充电曲线重构的电池衰退机理辨识方法。</p> <p>该项目提出的学术观点及方法为国际学术界所公认和广泛引用，7 篇代表性论文被 SCI 他引 614 次，在 Google Scholar 中被引 1124 次，得了包括 40 余位美/中/加/德等国院士和 IEEE/IET/IES/ASME/IChE Fellow 在内一批学者的高度评价，有力推动了本学科发展。研究成果应用于导弹发射车等特种武器装备电池管理系统，为特种装备电池管理系统的充放电需求提供了精确的技术支持，发挥了重要的军事作用。相关研究工作还被学术同行推广应用于旋转机械、有机发光二极管、激光器、疲劳裂纹等的剩余寿命预测，有力推动了本学科发展。</p> <p>基于以上理由，清华大学特推荐本项目申请陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖一等奖及以上奖项。</p>				
声明	<p>声明：本单位同意完成单位排名，遵守陕西高等学校科技研究优秀成果奖有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关资料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。</p> <p style="text-align: center;">单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				

八、完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作关系人及排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同发表论文	许晓东, 唐圣金, 韩雪冰, 于传强	2020.09至今	共同发表代表性论著 8	
2	共同发表论文	唐圣金, 于传强, 司小胜	2013.09至今	共同发表代表性论著 3	
3	共同发表论文	唐圣金, 于传强	2013.09至今	共同发表代表性论著 3、4、6、8	
4	共同指导研究生	于传强, 唐圣金	2020.09至今	于传强和唐圣金共同指导许晓东获军队优秀硕士论文	
5	共同指导研究生	许晓东, 唐圣金, 韩雪冰, 于传强		于传强、唐圣金、韩雪冰现共同指导许晓东、王凤飞两名博士研究生	
6	共同申请项目	李天梅, 唐圣金	2021.01至今	共同申请国基金面上项目并获立项	
7	共同申请项目	司小胜, 李天梅, 唐圣金	2022.01至今	共同申请国基金重点项目并获立项	
8	共同发表论文	司小胜, 李天梅	2016.01至今	共同发表代表性论著 7	

承诺：本人作为第一完成人，对本成果完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：