附件5

锂离子电池火灾防控关键技术及应用公示

一、基本情况

**项目名称：**锂离子电池火灾防控关键技术及应用

二、主要完成人及情况

**1.主要完成人：**王青松，孙金华，杨续来，陈满，郭玉坤，杨茂萍，李勇琦，段强领，平平，葛磊

**2.主要完成人情况：**王青松，中国科学技术大学教授，项目负责人，提出本项目的核心技术创新点和研究方案。开创性地揭示了锂离子电池火灾孕育机制及多次射流火规律，发展了本质安全防控技术及大尺度锂离子电池消防系统，并应用于合肥国轩高科、南方电网储能站等。

孙金华，中国科学技术大学教授，项目核心骨干，共同提出本项目的核心技术创新点和研究方案。开创性地揭示了锂离子电池火灾孕育机制及多次射流火规律，发展了本质安全防控技术及大尺度锂离子电池消防系统，并应用于合肥国轩高科、南方电网储能站等。

杨续来，合肥国轩高科动力能源有限公司教授级高工，项目核心骨干，共同提出本项目的核心技术创新点和研究方案。开创性地共同发展了本质安全防控技术，并应用于合肥国轩高科、上海大通、安徽安凯等。

**3.完成人合作关系说明**

（1）项目负责人王青松组建有锂离子电池热安全实验室和创新团队，该创新团队还包括孙金华、段强领、平平，共同开展锂离子电池安全研究，合著专著1部，合作发表论文50余篇，合作获授权专利5项。共同获得中国消防协会科技创新奖一等奖等。

（2）中国科学技术大学与合肥国轩高科动力能源有限公司联合建立“动力电池热安全联合实验室”，共同完成“本质安全型锂离子电池体系研究”，项目组成员包括：王青松、孙金华、杨续来、杨茂萍等。

（3）中国科学技术大学与南方电网调峰调频发电有限公司共同实施电化学储能电站消防系统，共同发表学术论文和获授权发明专利，项目组成员包括：王青松、孙金华、陈满、李勇琦、段强领等。

（4）中国科学技术大学与安徽中科中涣防务装备技术有限公司共同开发了电动汽车锂离子电池箱火灾报警和消防技术，项目组成员包括：郭玉坤、葛磊、王青松等。

三、主要完成单位情况

**1.主要完成单位：**中国科学技术大学、合肥国轩高科动力能源有限公司、南方电网调峰调频发电有限公司、安徽中科中涣防务装备技术有限公司

**2.主要完成单位及创新推广贡献**

（1）中国科学技术大学

作为本项目的牵头单位，提出整体技术思路，开展了本质安全型锂离子电池体系、锂离子电池火灾爆炸预测预警技术、锂离子电池火灾多级防控技术的研究工作，整体负责了项目成果的推广应用。

（2）合肥国轩高科动力能源有限公司

协助项目牵头单位完成各项研究工作，重点负责本质安全型锂离子电池体系

等方面研究工作，并参与项目成果的应用推广。

（3）南方电网调峰调频发电有限公司

参与了锂离子电池火灾多级防控技术等方面研究工作，并参与项目成果的应用推广。

（4）安徽中科中涣防务装备技术有限公司

参与了锂离子电池火灾爆炸预测预警技术研究，并开展了现场试验研究以及项目成果的应用推广。

四、提名单位意见

该项目研究成果创新性强，为攻克锂离子电池火灾防控技术这一世界难题提供了基础理论、技术体系和工程示范，研究成果在中国南方电网、国轩高科、中科中涣等公司得到成功应用，为快速推动新能源汽车和储能行业健康发展提供了强有力的技术支撑和示范作用，取得显著的经济与社会效益。

推荐该项目申报2019年度国家科学技术进步奖二等奖。

五、项目简介

锂离子电池火灾爆炸事故频繁发生，威胁城市公共安全，严重阻碍了锂离子电池在电动汽车、电化学储能领域的规模化应用。国内外对锂离子电池火灾的认识极其匮乏，其火灾防控是世界性难题，消防设计无据可依。针对以上问题，该项目团队开展了系统深入研究，主要技术创新如下：

（1）揭示了锂离子电池火灾爆炸的孕育机制，研发了本质安全型锂离子电池体系并实现大规模产业化

系统研究了多种锂离子电池系统中，各类材料及其相互之间的化学反应和发热特性，挖掘出诱发电池热失控过程中的分阶段主控反应，揭示了电池火灾爆炸的孕育机制；从锂离子电池热失控的主控反应入手，研发出本质安全且电性能优越的电解液，以及高安全磷酸铁锂材料体系并实现大规模产业化。

（2）科学认识了锂离子电池火灾行为规律，开发了火灾爆炸预测预警技术

创建了大型锂离子电池全尺寸火灾行为研究平台，揭示了大型锂离子电池（≧50Ah）多次射流火的内在演化机理，以及电池火灾行为、热释放速率等与其荷电状态的内在关系；甄别出表征各类大型锂离子电池火灾爆炸的关键技术参数，建立了该类电池的热-电耦合热失控模型，研制了电池模块的火灾探测及预警技术装备，实现了火灾早期感知、智能判断、提前预警功能。

（3）发展了锂离子电池火灾爆炸危险性的全过程评价方法，研发了锂离子电池火灾多级防控技术并广泛应用

发展了锂离子电池火灾爆炸事前、事中和事后的全过程评价方法，并基于其火灾爆炸特性，研制了电池模块的火灾探测及灭火联动技术装备；研发了大型锂离子电池储能系统三级温度控制方法及技术装备，并首次设计实施了具备冷却降温和多次灭火功能的消防设计方案。技术成果广泛应用于上汽大通、江淮汽车、厦门金龙等企业，合肥公交、苏州公交等公交公司，以及南方电网、大亚湾核电站等大型国有企业的电化学储能电站。

获授权美国发明专利2项、中国发明专利52项、实用新型22项、软件著作权3项，新产品5件，专著1部，参与制定国标、省标等。发表论文105篇，其中SCI收录75篇，被美、加、中国院士等学者正面引用。获中国消防协会科技创新奖一等奖、中国专利优秀奖、安徽省专利金奖等奖励。

六、客观评价

（1）针对锂离子电池火灾多级防控技术方面，在该项目实施前国内外尚未发现可有效扑救锂离子电池体系火灾的消防技术。从国家知识产权局专利公布公告网页检索锂离子电池消防相关专利（名称：锂 and 电池 and 消防，2018.12.26），仅检索到5项专利，其中4项为该团队成果。根据查新委托单位“中国电力科学研究院”（国家电力科技查新机构资质单位）提供的关于“兆瓦级电池储能系统关键技术研发与应用”的查新报告，在国内外检索文献中，“未涉及研制并示范应用了具备二次灭火功能的厂站式储能系统自动消防灭火装置”的文献报道。

（2）本目研发的本质安全的锂离子电池体系在合肥国轩高科动力能源有限公司实施转化，提升了电池安全，“IFP20100140A”、“IFP186514015Ah”等产品顺利通过国标GB/T 31485-2015的安全检测。项目研制了新能源电动汽车电池系统火灾探测及灭火技术装备，并以此技术为支撑孵化出高新技术企业一家（安徽中科中涣），该公司生产的“电动客车动力锂离子电池箱火灾防控装置”为国内首批通过应急管理部消防产品合格评定中心技术鉴定的“电动客车锂离子动力电池（箱）火灾防控产品”消防产品。

（3）南方电网调峰调频发电公司组织专家在广州召开了的“锂离子电池火灾危险性分析与消防方案研究”项目验收会。专家组一致认为“项目达到了预期的目的，填补了国内锂离子电池火灾危险性分析和消防研究方面的空白”，并指出“项目研究成果可用于指导储能站消防工程设计”。中国能源网以“深圳宝清电池储能站安全稳定运行六周年”为题报道储能站的运行情况，“研究项目立足自主创新，依托……，全面突破大容量电池储能系统关键技术瓶颈，建成并投运世界首套……大容量电池储能系统，形成系列储能领域重大创新性成果，相关成果达国际领先水平。”(报道链接： http://www.escn.com.cn/news/show-393257.html)。

（4）主要科技奖励：

1）2018年“锂离子电池火灾危险性及其防控技术”获中国消防协会科学技术创新奖一等奖。

2）2015年“一种高性能掺杂LiFePO4碳包覆正极材料的制备方法”获中国专利优秀奖、安徽省专利金奖。

3）2018年“动力锂离子电池箱火灾探测器”获中国土木工程学会城市公共交通学会和上海国际城市交通博览会联合颁发的“客车零部件创新产品奖”。

（5）项目成果获授权美国发明专利2项、中国发明专利52项、实用新型专利22项、软件著作权3项，其中中国专利优秀奖1项，安徽省专利金奖1项；在国内外重要期刊上公开发表发表学术论文105篇，其中SCI收录75篇。美国院士M. W. Grinstaff教授在Chemical Society Reviews (45(21) 2016) 5848-5887; IF:40.182)评述所研发的电解液能够显著增加电池的热稳定性并改善高温工作性能，显著改善了电池的本质安全性

七、应用情况

项目研究成果在锂离子电池的本质安全技术、火灾爆炸预测预警技术以及消防控制技术等方面取得突破性和原创性进展，并已在合肥国轩高科动力能源有限公司、安徽中科中涣防务装备技术有限公司、南方电网调峰调频发电有限公司的深圳宝清电池储能站等15家单位开展了应用，产品销售额47.7亿元，利税8.2亿元。取得了显著的应用效果。

八、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 发明专利 | 一种高性能掺杂LiFePO4碳包覆正极材料的制备方法 | ZL201110177605.4 | 2013.8.28 | 1261860 | 合肥国轩高科动力能源有限公司 | 刘大军,杨续来,杨茂萍,汪洋 |
| 发明专利 | 一种自带自动报警及灭火系统的锂离子电池消防试验柜 | ZL201410217527.X | 2016.8.24. | 2200667 | 南网调峰调频发电公司,中国科学技术大学 | 陈满,伍科,李勇琦,黄晓东,郭海峰,张百华,刘邦金,彭鹏,王青松,孙金华 |
| 发明专利 | 一种锂系电池储能单元消防系统 | ZL201410217016.8 | 2017.3.1 | 2400950 | 中国科学技术大学 | 王青松,段强领,伍科,邵光正,李勇琦,孙金华,陈满 |
| 发明专利 | 一种用于电池系统散热及防止热失控传播的复合板 | ZL201610220747.7 | 2018.04.10 | 2880106 | 中国科学技术大学 | 王青松,严佳佳,黎可,孙金华 |
| 发明专利 | 一种安全锂离子电池电解液 | ZL201310199901.3 | 2016.12.28 | 2323744 | 中国科学技术大学 | 王青松,赵学娟,平平,孙金华 |
| 发明专利 | Method for preparing Li4NbxTi5-xO12/C nanocomposite as an anode materials for Li ion batteries | US8734675 | 2014.5.27 | US8734675B2 | 合肥国轩高科动力能源有限公司 | 杨茂萍, 杨续来, 刘大军,徐小明 |
| 发明专利 | 钛酸锂及使用该钛酸锂负极活性物质的锂离子电池 | ZL201210362183.2 | 2016.1.13  | 1922104 | 合肥国轩高科动力能源有限公司 | 杨续来, 杨茂萍, 刘大军, 谢佳, 徐小明 |
| 发明专利 | 基于电池SOC不均匀性的电池组健康状态评价方法 | ZL201310051029.8 | 2015.6.24 | 1703351 | 南方电网调峰调频发电有限公司, 杭州高特电子设备股份有限公司 | 陈满, 李勇琦,黄晓东, 刘邦金, 钟朝现, 王浩, 刘爱华, 彭鹏, 王文辉 |
| 其他 | 专著：锂离子电池热危险性及安全对策 | 科学出版社 | 2017.6.1 | 9787030536051 | 中国科学技术大学 | 王青松,平平,孙金华 |
| 其他 | 新产品：BTFA-WYQL（温烟气液）型电池箱火灾探测报警装置 | 皖经信新字2016931号 | 2017.1.22 | 2016931 | 安徽中科中涣防务装备技术有限公司 | 葛磊，郭玉坤 |