**附件3 (模板）**

**推荐2019年福建省科技奖公示材料**

**项目名称：高安全性动力电池用功能隔膜的技术开发**

**推荐奖种：**技术发明奖

**推荐单位：**福建省教育厅

**主要完成单位：**厦门大学、中航锂电（洛阳）有限公司

**主要完成人及其贡献：**

1.赵金保(厦门大学)：负责技术路线的总体设计，关键技术开发；

2.张鹏(厦门大学)：负责应用基础研究和性能评价；

3.怀永建(中航锂电（洛阳）有限公司)：负责技术路线固化、设备的设计与技术优化；

4.肖亚洲(中航锂电（洛阳）有限公司)：负责项目管理；

5.王海文(中航锂电（洛阳）有限公司)：负责工程化技术和产品性能评价等。

**项目简介：**

“高安全性动力电池用功能隔膜的技术开发”项目是在国家科技部863重大项目和中航工业集团的支持下实施完成。本项目发明了对保证锂离子电池安全性最为重要的新型功能性陶瓷隔膜，并实现了大规模的产业化，相关产品的技术指标达到甚至超过国际领先水平。项目累计申请中国专利21项（其中17项已公开，6项已获授权），形成了完整的、具有自己知识产权的技术体系。

主要发明内容包括，发明了表面高分子材料改性的无机陶瓷材料与传统聚烯烃隔膜复合的陶瓷隔膜材料，显著改善了隔膜的高温维度稳定性，大幅度地提高了动力锂离子电池的安全性，打破了国外的技术垄断（CN103035866B）；发明了具有热关闭功能的高耐温性的无纺布基隔膜，使无纺布基隔膜在锂离子电池上的应用成为可能（CN104600233A）；发明了一面涂覆无机材料、另一面涂布有机材料多层功能复合隔膜，大大提高了电池的安全性（CN104157811A）；发明具有功能化结构单元或成分单元的陶瓷粉体涂覆材料，在改善电池安全特性的同时，可进一步提高电池的电化学性能（CN201310006942；CN104466062A）；发明了一种陶瓷涂覆隔膜性能的检测方法（CN103335929A）；根据大规模量产的需要，项目还申请了与装备相关的5项实用新型专利，发明了适于大规模量产的涂料配方、工艺路线和设备等，这些专利都已在项目建成的300万/年陶瓷涂覆功能隔膜示范线上进行了应用（ZL201220585686.1；ZL201320503308.9；ZL201320575703.8；ZL201420163321.9；ZL201420359112.1）。专利体系涵盖了陶瓷涂覆隔膜的生产、应用及检测等各个环节，形成了完整的专利体系。基于以上发明的应用和成果转化，该项目完成了我国第一条完全采用国产技术的水基单面涂布陶瓷隔膜生产线。

产品经在中航工业集团车载锂离子动力电池中的大规模应用表明，极大改善了电池的安全性能，通过了第三方的过充、过放、针刺、挤压、短路等安全性测试，并已顺利通过了国家科技部的技术验收。目前，该项目产品目前已在中航工业集团新产品中全面使用，相关产品累计形成产值已达3亿元以上。

该项目的实施，对于完善和补充我国锂离子动力电池产业链不可或缺的关键一环，对于提高锂离子动力电池生产和应用的安全性具有至关重要的作用。陶瓷功能隔膜的成功开发为国内动力电池行业的进一步发展奠定了技术基础，打破了该领域关键技术长期由日韩掌控的局面。

**代表性论文专著目录：**

1. P. Zhang, C. Shi, P. Yang, L. Chen, J. Zhao\*, Progress in functional separator materials for lithium-ion batteries, Chinese Science Bulletin (Chinese Version), 31 (2013) 3124.

2. C. Shi, P. Zhang, L. Chen, P. Yang, J. Zhao\*, Effect of a thin ceramic-coating layer on thermal and electrochemical properties of polyethylene separator for lithium-ion batteries, J. Power Sources, 270 (2014) 547-553.

3. P. Yang, P. Zhang, C. Shi, L. Chen, J. Dai, J. Zhao\*, The functional separator coated with core–shell structured silica–poly(methyl methacrylate) sub-microspheres for lithium-ion batteries, J. MembraneSci, 474 (2015) 148-155.

4. P. Zhang, L. Chen, C. Shi, P. Yang, J. Zhao\*, Development and characterization of silica tube-coated separator for lithium ion batteries, J. Power Sources, 284 (2015) 10-15.

5. D. Wu, S. Huang, Z. Xu, Z. Xiao, C. Shi, J. Zhao, R. Zhu, D. Sun, L. Lin, Polyethylene terephthalate/poly(vinylidene fluoride) composite separator for Li-ion battery, J. Phys. D Appl. Phys., 48 (2015) 245304.

**主要知识产权证明目录：**

1. CN103035866B，“一种陶瓷隔膜及其在电池中的应用及含该陶瓷隔膜的电池”，赵金保; 张鹏; 杨娉婷; 授权日2015年1月7日。

2. CN104600233A, "一种热关断复合隔膜及其应用", 赵金保; 张鹏; 石川; 公开日2015年5月6日。

3. CN104466062A, "一种含有硼的陶瓷隔膜及其制备方法与应用", 赵金保; 杨娉婷; 张鹏; 公开日2015年3月25日。

4. CN104064712A,"一种锂离子电池陶瓷隔膜粘结剂的选择方法", 赵金保; 张鹏; 石川; 公开日2014年9月24日。

5. CN104064713A,"一种复合隔膜及其制备方法与应用", 赵金保; 张鹏; 石川; 公开日2014年9月24日。

6. CN103335929A,"一种锂离子电池多孔隔膜的检测方法", 赵金保; 张鹏; 石川; 公开日2013年10月2日。

7. CN103236512A,"一种陶瓷隔膜及其在锂离子电池中的应用", 赵金保; 张鹏; 陈丽肖; 公开日2013年8月7日。

8. CN201210480293.9，“一种锂离子电池复合隔膜用涂料及使用该涂料的复合隔膜”，怀永建; 张洁; 张海峰; 王海文; 张国军; 申请日 2012 年 11 月 22 日。

9. CN201310571644.1，“一种锂离子电池隔膜用粘结剂、制备方法及使用该粘结剂的隔膜”，白莉; 张海峰; 张国军; 王海文; 怀永建; 申请日 2013 年 11 月 14 日。

10. CN201310673490.7， “一种锂离子电池复合隔膜、制备方法和应用”，白莉; 怀永建; 王海文; 张海峰; 张国军; 申请日 2013 年 12 月 11 日。

11. CN201410302317.0，“一种电池隔膜涂覆刮边的方法及设备”，张国军; 王海文; 张海峰; 白莉; 贾海; 刘娇; 申请日 2014 年 6 月 27 日。

12. CN2014105261370.0，“一种复合陶瓷涂料、锂离子电池复合陶瓷隔膜及锂离子电池”，刘娇; 怀永建; 贾海; 王海文; 白莉;  张海峰; 张国军; 申请日 2014 年 9 月 30 日。

13. ZL201220585686.1，“浆料涂布装置及其浆料上料装置”，王海文;怀永建; 张海峰; 张国军; 张兵兵; 白莉; 申请日 2012 年 11 月 8 日，授权日 2013 年 5 月 1 日。

14. ZL201320503308.9，“一种大容量锂离子电池的电芯结构”，张海峰; 怀永建; 王海文; 张国军; 白莉; 李伟峰; 申请日 2013 年 8 月 16 日，授权日 2014 年 3 月 12 日。

15. ZL201320575703.8，“浆料脱泡装置”，张国军; 王海文; 杜培培;张海峰; 白莉; 申请日 2013年 9 月 17 日，授权日 2014 年 3 月 12 日。

16. ZL201420163321.9，“电池隔膜压边装置及使用该装置的电池隔膜分切设备”，贾海; 张慈; 张建诚; 王海文; 袁帅; 张凌寒; 申请日 2014 年 4 月 4 日，授权日 2014年 8 月 6 日。

17. ZL201420359112.1，“料槽用挡板装置及使用该挡板装置的涂布设备”，贾海; 刘娇; 怀永建; 王海文; 张凌寒; 申请日 2014 年 7 月 1 日，授权日 2014 年 11 月 12 日。

**推广应用情况：**

2012年6月，项目就已完成了年产300万平方米功能陶瓷隔膜示范线的建设，相关产品的技术指标达到甚至超过国际领先水平。这也是我国第一条完全采用国产技术的水基单面涂布陶瓷隔膜生产线。三年来运行稳定。

产品投产后，经在中航工业集团车载锂离子动力电池中的大规模应用表明，极大改善了电池的安全性能，通过了第三方的过充、过放、针刺、挤压、短路等安全性测试。目前，该产品目前已在中航工业集团新产品中全面使用，相关产品累计形成产值已达3亿元以上。目前产品供不应求，正在进行大规模的扩产。