

2017 年度国家科技进步奖公示内容

项目名称	锂离子电池凝胶聚合物隔膜及功能电解液的制备技术与应用
推荐单位（专家）意见	
<p>该项目经过 10 余年的研究及攻关，开发出系列具有自主知识产权的凝胶聚合物隔膜及功能电解液制备技术并实现产业化应用，突破了锂离子电池安全性能差、能量密度低、循环寿命短等技术瓶颈。获得广东省科学技术奖一等奖 2 项，获授权发明专利 20 余件，发表 SCI 论文 70 余篇（其中 10 篇核心论文引用 700 余次）、中英文著作 3 部（章）。</p> <p>该项目凝胶隔膜技术实现在动力电池中的应用；功能电解液技术建成了 40000 吨/年的功能电池电解液生产线；锂盐技术建成 2000 吨/年晶体 LiPF_6 和 6000 吨/年液体 LiPF_6 生产线，打破了高品质功能电解液产品和电池级 LiPF_6 锂盐由日本和韩国垄断的局面。成为国际上最大的锂离子电池电解液制造和供应商，国际电解液市场占有率 15% 以上，国内动力电池市场占有率 65% 以上。</p> <p>推荐该项目为国家科学技术进步奖<u>二</u>等奖。</p>	
项目简介（限 1200 字）	
<p>动力电池是国家战略性新兴产业“新能源汽车”最重要的技术之一。锂离子电池是最理想的动力电池，但存在安全性差、成本高以及循环寿命不够长等缺点。本项目针对以上问题，在国家和地方政府重要科技项目资助下，基于十多年基础研究积累，并通过产学研合作攻关，开发出一系列具有自主知识产权的凝胶聚合物隔膜和电解液关键材料并实现产业化应用，打破了国际技术壁垒。项目累计国际发明专利 1 件、授权国家发明专利 20 余件，发表论文 70 余篇（其中 10 篇核心论文引用次数 700 余次）、英文著作 3 部（章）。主要创新内容如下：</p> <p>一、为达到凝胶聚合物隔膜高导电率和高稳定性、隔膜高强度和与电极材料的相容性、以及聚合物的易加工性等要求，优选分别含有刚性、柔性、稳定性、以及配位作用等功能基团的单体分子，合成活性高、稳定性好、易于成膜的局部交联共聚物，研究聚合物的分子结构、分子量、聚合物溶液的粘度等物理化学性质。</p> <p>二、以低成本的聚烯烃无纺布为支撑体，结合无机纳米材料的协同掺杂技术，设计及制备出系列具有高导电性、高稳定性及低成本的凝胶聚合物材料并在动力电池中得到应用。在国际上首次报道室温离子电导率高达 5.13 mS/cm 的凝胶聚合物隔膜，优于传统 P(VdF-HFP) 基凝胶聚合物隔膜 (1 mS/cm)。</p> <p>三、揭示了有机电解液体系在正、负极材料表面的分解机理，以固体电解质界面膜控制电极材料及电解液的稳定性为主要技术，在国际上首次提出正、负极并行成膜的理念，并构筑出高稳定、高离子导电性、并同时抑制电极材料和电解液分解的界面膜，解决了磷酸亚铁锂低电导率的问题，实现高电压 (4.5 V) 含镍三元材料、5 V 镍锰酸锂正极材料以及高容量硅负极材料的应用。</p> <p>四、探索了锂离子电池过充电发生爆炸、燃烧以及电解液热分解的本质机理，提出了“电流关闭”、“自由基捕获”、“路易斯碱络合”的技术理念，开发出电解液稳定、防过充、阻燃等功能添加剂，显著提高了电池的安全性能及电解液的热稳定性 (3C/12V 充电不爆炸不起火，电解液 85℃ 存放半年不分解、不变色)，优于国内外同类技术 (2C/12V、</p>	

3C/10V 过充电爆炸起火燃烧)。

五、提出了“免纯化”合成液态六氟磷酸锂 (LiPF_6) 的新工艺与技术, 解决了锂盐 LiPF_6 在制备过程中结晶、纯化的难题, 显著提高了生产效率, 成本低于日本进口产品 50% 以上, 彻底打破了 LiPF_6 长期由日本企业垄断的局面。同时, 提出了系列新型电解质锂盐, 为电池性能的进一步提高提供了新的解决方案。

本项目凝胶隔膜技术实现在动力电池中的应用; 功能电解液技术建成了 40000 吨/年的功能电池电解液生产线; 锂盐技术建成 2000 吨/年晶体 LiPF_6 和 6000 吨/年液体 LiPF_6 生产线。国际电解液市场占有率 15% 以上, 国内动力电池市场占有率 65% 以上。中国动力锂电池 (大锂电) 年度品牌榜单的前 10 位有 8 家企业使用本项目产品, 包括 BYD、力神、国轩和 ATL 前 4 家。项目整体技术达到国际先进水平, 部分技术处于国际领先水平, 获广东省科学技术奖一等奖 2 项 (科技进步奖和发明奖各 1 项)。项目技术实现了锂离子电池比能量、安全性及低成本的突破, 推动了锂离子电池的技术进步, 促进了新能源汽车产业的发展。

客观评价

鉴定意见及检测报告

“锂离子电池凝胶聚合物隔膜及功能电解液的制备技术与应用”项目针对新能源汽车推广应用的瓶颈问题: 动力电池存在安全性差、能量密度不够高、价格昂贵以及循环寿命不够长等缺点, 在国家和地方政府重点科技项目资助下, 从凝胶聚合物基质及其隔膜、电解液有机溶剂、功能添加剂、支持电解质锂盐等关键材料开展新理论和新技术的研究, 开发出了系列具有自主知识产权的凝胶聚合物隔膜及功能电解液关键材料制备和应用技术, 突破了锂离子电池存在的技术瓶颈, 并于 2004 年起在广州天赐高新材料股份有限公司逐渐实现产业化应用。项目于 2006 年 4 月通过了广东省科学技术厅组织并主持的、成果鉴定会, 认为该项目技术处于国内领先水平, 该成果于 2007 年获广东省科学技术一等奖 (科技进步奖)。

在传统电解液“功能化”研究基础上, 为更进一步提高锂离子电池的安全性能并降低电池成本, 我们通过聚合物分子层面设计及组成控制、多元交联、纳米颗粒协同掺杂等相关技术的集成, 设计及制备出系列具有高导电性、高稳定性及低成本的凝胶聚合物电解质隔膜材料, 将液态电解质“功能凝胶化”, 同时详细阐明电极\电解质界面的结构和性质, 形成新的自主知识产权技术并实现产业化应用。项目“安全低成本凝胶聚合物电解质材料开发与应用”于 2012 年 1 月通过广东省科学技术厅组织并主持的成果鉴定会, 认为该项目技术水平处于国际先进水平。项目成果“锂离子电池凝胶聚合物隔膜及功能电解质的设计与制备技术”于 2012 年获广东省科学技术一等奖 (发明奖)。

项目成果形成产品 15 个系列, 并建立了企业产品标准, 产品经广州威凯检测技术研究院检测, 其倍率性能、常温循环性能、过充电及针刺等安全性能均达到或超过了国家 GB/T18287-2000 的技术标准指标。经用户检测, 本项目产品优于国内外同类型产品。

平台建设及国内专家评价

本项目凝胶隔膜技术实现在动力电池中的应用; 功能电解液技术建成了 40000 吨/年的功能电池电解液生产线; 锂盐技术建成 2000 吨/年晶体 LiPF_6 和 6000 吨/年液体 LiPF_6 。

生产线。打破了高品质功能电解液产品和电池级 LiPF_6 锂盐由日本和韩国垄断的局面。国际电解液市场占有率 15%以上,国内动力电池市场占有率 65%以上。中国动力锂电池(大锂电)年度品牌榜单的前 10 的 8 家企业使用本项目产品,包括 BYD、ATL、国轩和力神前 4 家。

项目成果的应用使广州天赐成为国际上最大的锂离子电池电解液制造和供应商,国家级高新技术企业和创新性试点企业,并获全国优秀民营科技企业民营科技发展贡献奖和上市(002709)。基于项目技术研究和应用基础,组建了“电化学储能材料与技术教育部工程研究中心”,于 2009 年获得教育部批准建设(批文号:教科函[2009]91 号),并于 2012 年 5 月顺利通过由教育部组织并主持的专家验收。

项目形成的研究成果得到国外同行的认可:

(1) 因在电极材料/电解质界面结构设计及性质控制研究形成的国内外影响力,受国家自然科学基金的邀请为新世纪的物理化学--学科前沿与展望(科学出版社)撰写了“电极/溶液界面固体电解质膜的形成与性质控制”章节;受邀为 Lithium Batteries Advanced Technologies and Applications (John Wiley-Sons) 撰写了“Electrolytes for Li Ion Batteries with High Voltage Cathodes”章节以及为 Electrolytes for Lithium and Lithium-Ion Batteries (Springer) 撰写了“Interphases between electrolytes and Anodes in Li-ion Battery”章节;

(2) 我们提出的“并行”成膜的理念受到国内外同行的广泛关注,例如,韩国 LG 引用我们的成果,将丙磺酸内酯应用于 5 V 的 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 基锂离子电池中,证实 PS 比 VC 具有更加优越的性能 (Electrochem. Commun., 2007, 9: 801); 美国军方研究所的国际知名电解质研究专家 Kang Xu 研究员评价认为“是 5 V 正极材料电解液的开创性研究,使得 5 V 锂离子正极材料的应用成为现实”(Chem. Rev. (IF=45.661), 2014, 114: 11503);

(3) 我们揭示了 5 V 镍锰酸锂材料电池容量衰减的机理 (J. Electrochem. Soc., 2013, 160: A1) 上,该论文被 Energy & Environ. Sci., J. Phys. Chem. C 等国际知名期刊广泛引用,同时也被 U.S. Drive 在 2013 年进行评述;

(4) 我们揭示了电极/电解液界面结构与储能电极材料能量密度大小的关系 (J. Phys. Chem. Letter. 2013, 4: 132), 该论文被 Nat. Commu., Nat. Mater., Chem. Rev., Phys. Rev. Lett. 等国际知名期刊广泛引用;

(5) 我们阐明了电解液溶剂分子在电极上的分解机理 (J. Phys. Chem. B, 2009, 113:5181; 113:16596), 已被国际同行作理论和实验研究结果正确性评判标准,如美国 Sandia 国家实验室的溶剂分子于 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ (100) 表面的分解机理研究 (J. Phys. Chem. C, 2012, 116: 9852); (6) 我们提出的防过充添加剂对电池的保护机理 (J. Power Sources, 2008, 184:427) 已被用作为电池安全性设计的指导理论,如国际著名的锂离子电池研究学者加拿大 Dalhousie 大学的皇家工程院院士 Dahn 教授课题组在研究锂离子寿命及安全性评估方法中 (High Precision Coulometry as A Technique for Evaluating the Performance and Lifetime of Li-ion Batteries, Doctoral dissertation); 等等。

推广应用情况

本项目凝胶隔膜技术实现在动力电池中的应用;功能电解液技术建成了 40000 吨/年的功能电池电解液生产线;锂盐技术建成 2000 吨/年晶体 LiPF_6 和 6000 吨/年液体 LiPF_6 生产线。打破了高品质功能电解液产品和电池级 LiPF_6 锂盐由日本和韩国垄断的局面。国际电解液市场占有率 15%以上,国内动力电池市场占有率 65%以上;中国动力锂电池(大

锂电)年度品牌榜单的前10的8家企业使用本项目产品,包括BYD、ATL、国轩和万向前4家。

主要应用单位情况

应用单位名称	应用技术	应用起止时间	应用单位联系人/电话	经济效益(万元)
浙江万向亿能动力电动汽车有限公司	功能电解质(90%以上)	2006.12-2014.12	邱儒芸 18967125362	84600
宁德新能源科技有限公司(ATL)	功能电解质(总量40%以上)	2013.6-2014.12	黄凯 186-6640-7150	500000
天津力神股份有限公司	功能电解质	2013.1-2014.12	赵强 13821610477	180吨/数千万元(逐年递增)
比亚迪股份有限公司	LiPF ₆ 锂盐	2013.5-2014.12	毛夏平 0752-5118888	23.64吨LiPF ₆ 盐
合肥国轩高科动力能源股份公司	功能电解质	2013.5-2014.12	韦佳兵 13956093798	**
Sony Electronics (Wuxi) Co.,Ltd 索尼电子(无锡)	功能电解质(63吨)	2014.2-2014.12	毕美丽/杨胜芳 85238262/85238270	250
江苏海四达电源股份有限公司	功能电解质(98%以上)	2006.9-2014.12	陆春艳 13912888128	68000
珠海市迅达科技有限公司	功能电解质(70%以上)	2010.12-2014.12	陈改 13824111930	60000
宁波维科电池有限公司	功能电解质(60%以上)	2005.9-2014.12	代先兰 0574-86819739	50000

**为公司机密

主要知识产权目录(不超过10件)

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	授权号	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
1	发明专利	自支撑的锂离子电池凝胶聚	ZL200810029569.5	712664	华南师	廖友好,李伟善,	有效专利

		合物电解质、 及专用聚合物 及其制备方法 和应用			范大学	饶睦敏 等	
2	发明专利	一种自支撑的 锂离子电池凝 胶聚合物电解 质及其制备方 法	ZL20081021 9235.4	667464	华 南 师 范 大 学	廖友好, 饶睦敏, 李伟善	有效专利
3	发明专利	一种凝胶态聚 合物锂离子电 池电解质及其 制备方法和应 用	ZL20091004 0464.4	778577	华 南 师 范 大 学	廖友好, 饶睦敏, 邢丽丹, 李伟善 等	有效专利
4	发明专利	掺杂纳米粒子 的锂离子电池 凝胶聚合物电 解质及其制备 方法	ZL20081021 9236.9	667465	华 南 师 范 大 学	廖友好, 饶睦敏, 李伟善	有效专利
5	发明专利	微交联型凝胶 锂离子电池聚 合物电解质膜 及其制备方法	ZL20071002 9861.2	534230	广 州 天 赐 高 新 材 料 股 份 有 限 公 司	王国忠, 张若昕 等	有效专利
6	发明专利	一种锂离子电 池负极成膜功 能电解液及其 制备方法	ZL20051003 4734.2	374329	华 南 师 范 大 学	许梦清, 李伟善	有效专利
7	发明专利	锂离子电池电 解液及其制备 方法与含有该 电解液的锂离 子电池	ZL20081019 8872.8	571505	华 南 师 范 大 学	梁英, 李 伟善, 饶 睦敏等	有效专利
8	发明专利	一种动力型锂 离子电池用电 解液	ZL20061012 2262.0	468385	广 州 天 赐 高 新 材 料 股 份 有 限 公 司	刘建生, 左晓希 等	有效专利
9	发明专利	用于锂离子电 池的阻燃电解 液及其制备方	ZL20091019 3634.2	880280	华 南 师 范 大 学	许梦清, 邢丽丹, 李伟善	有效专利

		法与应用					
10	发明专利	高倍率锂离子 电池用电解液	ZL20061012 2263.5	472224	广州天 赐高新 材料股 份有限 公司	刘建生, 左晓希 等	有效专利
主要完成人情况							
第(1) 完成人	姓名	李伟善	完成单位	华南师范大学	工作单位	华南师范大学	
	主要技术创新贡献：本项目的负责人，参与了项目研制开发的全过程，对本项目的主要科技创新点都做出了重要贡献。 证明材料： 创新点一：专利 1、2（附件 2、3），专利 17-19（附件 1）；论文 1、9（附件 17、21）；著作 1、3（附件 14、16） 创新点二：专利 3、4（附件 4、5），专利 20、21（附件 1）；论文 3（附件 18） 创新点三：专利 6、7（附件 7、8）专利 21（附件 1）；论文 2（附件 17） 创新点四：专利 9（附件 10）；论文 8、10（附件 20、21）						
	曾获得国家科技奖情况：无						
第(2) 完成人	姓名	许梦清	完成单位	华南师范大学	工作单位	华南师范大学	
	主要技术创新贡献：本项目的主要完成人之一，参与了项目研制开发的全过程，对本项目的主要科技创新点三、四、五做出了重要贡献 证明材料： 创新点三：专利 6（附件 7）；论文 2（附件 17）；著作 2、3（附件 15、16） 创新点四：专利 9（附件 10）；论文 8（附件 20） 创新点五：专利 33（附件 1）；论文 10（附件 21），论文 59、62（附件 13）						
	曾获得国家科技奖情况：无						
第(3) 完成人	姓名	徐金富	完成单位	广州天赐高新 材料股份有限 公司	工作单位	广州天赐高新材料股 份有限公司	
	主要技术创新贡献：本项目主要完成人，对本项目的主要科技创新点三、五做出了重要贡献 证明材料： 创新点三：专利 31、32（附件 1） 创新点五：专利 33（附件 1）						
	曾获得国家科技奖情况：无						
第(4)	姓名	廖友好	完成单位	华南师范大学	工作单位	华南师范大学	

完成人	<p>主要技术创新贡献：本项目的完成之一，研制出高电导率的凝胶聚合物电解质及其制备与应用技术，对本项目的主要科技创新点一、二做出了重要贡献。</p> <p>证明材料： 创新点一：专利 1、2（附件 2、3），专利 17、18（附件 1）；论文 9（附件 21） 创新点二：专利 3、4（附件 4、5）；论文 3（附件 18）</p>					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第（5） 完成人	姓名	邢丽丹	完成单位	华南师范大学	工作单位	华南师范大学
	<p>主要技术创新贡献：本项目的完成人之一，对本项目主要创新科技创新点三、四做出了重要贡献。</p> <p>证明材料： 创新点三：论文 4（附件 18），论文 5（附件 19），论文 24、26、31、33、35（附件 13）；著作 3（附件 16） 创新点四：论文 4、5（附件 18、19）</p>					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第（6） 完成人	姓名	张丽萍	完成单位	广州天赐高新材料股份有限公司	工作单位	广州天赐高新材料股份有限公司
	<p>主要技术创新贡献：本项目主要完成人，对本项目的主要科技创新点三、四做出了重要贡献。</p> <p>证明材料： 创新点三：专利 12、24（附件 1） 创新点四：专利 13（附件 1）</p>					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第（7） 完成人	姓名	周顺武	完成单位	广州天赐高新材料股份有限公司	工作单位	广州天赐高新材料股份有限公司
	<p>主要技术创新贡献：本项目主要完成人，对本项目的主要科技创新点三、四做出了重要贡献。</p> <p>证明材料： 创新点三：专利 12（附件 1） 创新点四：专利 13（附件 1）</p>					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第（8） 完成人	姓名	雷秋芬	完成单位	广州天赐高新材料股份有限公司	工作单位	广州天赐高新材料股份有限公司

	<p>本人在该技术研究工作中投入的工作量占本人工作总量的 80% 以上，主要贡献如下：</p> <p>1、项目管理；</p> <p>2、协助产业化工艺设计和优化，试生产并达到连续批量生产；</p> <p>3、凝胶聚合物电解质及功能电解质的应用产业化；</p> <p>本人对项目的研究工作作出了创造性的贡献，主要佐证材料包括： 成果鉴定：动力锂离子电池用功能电解质的产业化，穗科鉴定（2011）044（附件 22）</p> <p>曾获得国家科技奖情况：无</p>					
第（9） 完成人	姓名	饶睦敏	完成单位	深圳市沃特玛 电池有限公司	工作单位	深圳市沃特玛电池有 限公司
	<p>主要技术创新贡献：本项目主要完成人，对本项目的主要科技创新点一、二和三做出了重要贡献。</p> <p>证明材料： 创新点一：专利 1（附件 2），专利 2（附件 3） 创新点二：专利 3（附件 4）、专利 4（附件 5）</p> <p>曾获得国家科技奖情况：无</p>					
	姓名	李瑶	完成单位	深圳市沃特玛 电池有限公司	工作单位	深圳市沃特玛电池有 限公司
第（10） 完成人	<p>本人在该技术研究工作中投入的工作量占本人工作总量的 80% 以上，主要体现在负责本项目电解液产品在电池上的应用及产业化； 对项目研究工作做出创造性的贡献，主要佐证材料包括： 专利 68（附件 1）</p> <p>曾获得国家科技奖情况：无</p>					
	主要完成单位创新推广贡献					
第 1 完成单 位	华南师范大学					
<p>本单位根据国家中长期发展规划的需要，积极组建国家和地方政府战略性新兴产业的核心技术研究团队。我校李伟善教授的研究团队在锂离子电池凝胶聚合物隔膜及功能电解质材料研究与开发方面具有鲜明的特色，该方向是新能源汽车动力电池的关键技术，一直是我校重点支持的方向。</p> <p>经过 10 余年的基础研究以及产学研合作攻关，该项目在凝胶聚合物隔膜及功能电解质材料方面形成了国内外同行认可的理论成果，在此基础上开发出一系列具有自主知识产权的凝胶聚合物隔膜及功能电解质材料制备技术并实现产业化应用，突破了锂离子电池安全性能差、能量密度低、循环寿命短等技术瓶颈。项成果广东省科学技术奖一等奖（科技进步奖和发明奖各一项），项目累计申请发明专利 60 余件（其中国际发明专利 1 件、获授权发明专利 20 余件），发表论文 70 余篇（其中 10 篇核心论文引用 700 余次）、中英文著作 3 部（章）。</p> <p>该项目凝胶隔膜技术实现在动力电池中的应用；功能电解质技术建成了 40000 吨/年的功能电池电解液生产线；锂盐技术建成 2000 吨/年晶体 LiPF₆ 和 6000 吨/年液体 LiPF₆ 生</p>						

产线。打破了高品质功能电解液产品和电池级 LiPF₆ 锂盐由日本和韩国垄断的局面。国际电解液市场占有率 15%以上，国内动力电池市场占有率 65%以上

第 2 完成单位 广州天赐高新材料股份有限公司

电解液材料对锂离子电池性能起着非常关键的作用，但国内高品质的电解液产品主要依赖进口。公司股东会议决定将功能电解液材料作为公司的重点发展产品，并于 2002 年初与华南师范大学建立了产学研的合作关系，积极开展功能电解液的创新性基础研究工作，并安排场地、资金和人力对研究成果进行中试。自 2004 年起，各项技术不断在我公司实现产业化，至 2015 年底，本单位为功能电解液产业化累计投入 1 亿余万元，建成 40000 吨/年的功能电池电解液生产线，以及 2000 吨/年晶体 LiPF₆ 和 6000 吨/年液体 LiPF₆ 生产线。

目前我公司已成为国内最大的功能电解液供应商，电解液产品国际市场占有率 15%以上，动力电池电解液国内市场占有率 65%以上。成为国家级高新技术企业和创新型试点企业，并获全国优秀民营科技企业民营科技发展贡献奖。公司于 2014 年 1 月在深圳成功上市（股票代码：002709）。

产品在 SONY、万向电动汽车有限公司、深圳比亚迪股份有限公司（BYD）、天津力神电池有限公司等国内外 100 多家电池企业及科研机构得到广泛应用。是广州亚运会、上海世博会、深圳大运会电动大巴电池电解液主要供应商。应用本项目成果大幅度提升了锂离子电池的性能，尤其是突破了安全性的技术难题，降低了锂离子电池的生产成本，实现了锂离子电池在电动汽车上的应用，因而推动了电动汽车行业发展，能够实现汽车的零排放。

第 3 完成单位 深圳市沃特玛电池有限公司

锂离子动力电池是新能源汽车的关键核心零部件，而电解液材料是锂离子电池的关键原材料之一，电解液材料的性能直接关系到锂离子电池的性能。公司决定积极参与到锂离子上游材料的研发中，与华南师范大学建立了产学研的合作关系，通过开展功能电解液在动力电池应用性能研究，提升锂离子动力电池的性能。截止 2015 年底，建成年产 4G 瓦时动力电池生产线，90%电解液推广应用本项目产品。

目前我公司已成为国内前三的动力电池供应商，市场占有率 8.6%以上，成为国家级高新技术企业和深圳市工业百强企业。公司已与一汽公司、东风汽车、山西大运、上海申龙、厦门金旅、中国重汽豪沃、九龙汽车、长安客车等国内 31 家一流车企展开了合作。搭载本公司电池系统的电动大巴车、商务用车等 5 万余辆，运行于北京、上海、广州、深圳、厦门、杭州、海口、沈阳、渭南、临汾、成都、昆明、十堰、宜昌、荆州等数十个城市，是南京“青奥会”、深圳“大运会”电动大巴主要供应商。公司凭借强大的电池生产配套能力、优质的产品、良好的市场口碑在新能源汽车全产业链评选中“年度电池供应商”。本项目产品对提升锂离子动力电池的性能做出了突出贡献，尤其突破了安全性的技术难题，推动了新能源汽车行业的快速发展。

完成人合作关系说明

本项目由华南师范大学联合广州天赐高新材料股份有限公司和深圳市沃特玛电池有限公司完成，主要完成人为：李伟善、许梦清、徐金富、廖友好、邢丽丹、张利萍、周顺武、雷秋芬、饶睦敏、李瑶。其中李伟善是华南师范大学“电化储能材料与技术教育部工

程中心”负责人，许梦清、廖友好、邢丽丹、饶睦敏是其培养的博士；许梦清、廖友好和邢丽丹目前是教育部工程研究中心的学术带头人；徐金富、周顺武、张丽萍和雷秋芬是广州天赐高新材料股份有限公司的技术骨干；饶睦敏和李瑶是深圳市沃特玛电池有限公司的技术骨干。华南师范大学与广州天赐高新材料股份有限公司自 2002 年起已建立了深入的合作关系，共同完成多项广东省和广州市的科技重大专项，合作取得多项科技成果，其中 2 项获得广东省科学技术一等奖（科技进步奖和发明奖各 1 项），主要完成人为李伟善、许梦清、廖友好、邢丽丹、李斌、徐金富、张若昕、张丽萍等。华南师范大学向深圳市沃特玛电池有限公司输送高层次技术人才饶睦敏博士。多年来，华南师范大学、广州天赐高新材料股份有限公司与深圳市沃特玛电池有限公司承担了多项广东省科技重大专项。

本项目第一完成人承诺上述的合作关系说明全部属实，如有弄虚假本人愿承担相关责任。

项目第一完成人（签字）：