

自然科学奖公示：

项目名称	高性能碳基储能材料及其器件的研究
提名者	中国科学院沈阳分院
提名意见	<p>我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目符合填写要求。按照要求，我单位和完成人所在单位都已对该项目进行了公示，目前无异议。</p> <p>该项目以碳基能源电化学的界面机理和器件创新为核心，以独特、新颖的视角深入研究碳基多孔结构、一体化电极及柔性器件等的关键科学问题，发现了碳表面及孔结构与储能的关联规律，实现了一体化高容量纳米限域碳硫电极，设计并发展出多种柔性电化学储能器件用碳基电极材料和原型器件等，取得了系列具有重要科学价值的原创性成果。提出并制备了集大孔、中孔和微孔于一体的层次孔结构碳材料，阐明了氨基团双电子转移氧化还原反应过程，层次孔的概念和双电子转移的反应具有普适性，是传统多孔材料领域中的重要进展；发明了一体化电极结构，获得电子和离子的快速输运，实现了全新的高容量纳米限域碳硫正极，极大地提高了整个器件的能量密度，推动了锂硫电池的实用化发展；制备出系列具有极佳的柔性和优异的电化学特性的电极材料，在多种原型器件上验证，开拓并促进了柔性电化学储能器件的新途径和新发展。上述成果为本学科及其他相关学科的发展做出了重要贡献。在 Angew Chem In Ed、Adv Energy Mater、Energy Environ Sci、Adv Mater 等国际期刊上发表，受到同行的广泛关注和认可，被 SCI 他引 3710 余次，8 篇代表性论文均为 ESI 高被引论文，其中 2 篇分别入选了 2008 和 2014 年中国年度百篇最具影响国际学术论文。</p> <p>对照省自然科学奖授奖条件，提名该项目为 2018 年度辽宁省自然科学奖一等奖。</p>
项目简介	该项目属于材料科学领域之无机非金属材料学科。电化学能量转换与储存用关键材料的研究，对新能源探索和应用极为重要。碳基材料以其结构多样、表面化学性质丰富、可调控性强、优异的电输运及力学特性等优点，成为电化学能量转换与储存材料及器件的关键。该项目在国家自然科学基金委、科技部、中国科学院和辽宁省科技厅等项目的支持下，重点开展了碳基材料的能源电化学界面机理与新型器件的研究，从对碳基材料及其界面电化学过程的本质认识出发，

	<p>建立高效微观结构的合理设计原则及精确可控制备技术，获得特定结构的碳基材料，进而发展出高性能的储能器件。在碳基储能材料的孔结构设计、表面状态调控、一体化电极结构及柔性器件发展方面取得了系列创新成果，主要科学发现如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 发现了碳材料的表面状态、孔结构与快速电化学储能的耦合关联规律：提出了集大孔、中孔和微孔于一体的层次孔碳基结构的设计原则，并相应发展了可控制备技术；揭示了层次孔碳富氮表面的双电子转移储能机制，以此实现了电化学性能的提升，并组装出高能量密度和高功率密度的电化学电容器。层次孔结构和双电子转移反应具有普适性，是传统多孔储能材料领域中的重要进展。 建立了一体化电极结构的设计思想，实现了锂硫电池的整体性能突破：为了减少电池体系中非活性物质比例，充分利用碳纳米结构对单质硫的纳米限域和界面键合作用，发明了碳硫纳米管、石墨烯-硫-石墨烯叠层等一体化电极结构，不仅增强了电子和离子的快速输运，同时缓解了硫在充放电过程中的应变，并抑制了多硫离子的穿梭效应，最终获得了具有全新结构的纳米限域碳硫正极，实现了一体化、高容量和无金属集流体等特点，极大地提高了整个器件的能量密度和性能，推动了锂硫电池的发展。 针对未来可穿戴电子器件的迫切需求，设计并发展出多种柔性电化学储能器件用碳基电极材料及原型器件：利用碳纳米结构的可控三维组装特性，制备出一系列柔性碳基电极材料，表现出极佳的可逆变形特性和优异的电化学性能，在自主设计与组装的多种柔性储能器件上获得验证，开拓并促进了柔性电化学储能器件的新途径和新发展。
客观评价	上述主要科学发现的相关研究成果在 Angew Chem Int Ed、Adv Mater、Adv Energy Mater、ACS Nano、Energy Environ

Sci 等国际著名期刊上发表，受到同行的广泛关注和引用，8 篇代表性论文（6 篇影响因子大于 10）均为 ESI 高被引论文，其中 2 篇分别入选 2008 和 2014 年度中国百篇最具影响国际论文(Angew Chem In Ed, Adv Mater 2014), 1 篇论文入选 2014 年英国皇家化学会化学期刊前 1% 高被引用论文(top 1% of authors, highly cited in the Royal society of chemistry journal in 2014, Energy Environ Sci)。相关成果在国内外产生了重要影响，被 SCI 他引 3717 次（SCI 他引次数大于 500 次的论文 2 篇，单篇最高他引 1145 次），引用论文中包括了 420 余篇综述论文，对 8 篇代表性论文进行了大篇幅引用并且作为重要进展评述，受邀为 Adv Mater、Energy Environ Sci 等期刊围绕相关主题撰写了综述论文。

代表性论文专著目录（不超过 8 篇）

序号	论文专著名称/刊名/作者	影响因子	年卷页码	发表时间	通讯作者（含共同）	第一作者（含共同）	国内作者	SCI 他引次数	他引总次数	论文署名单位是否包含国外单位
1	3D aperiodic hierarchical porous graphitic carbon material for high-rate electrochemical capacitive energy storage /ANGEW CHEM INT EDIT/王大伟、李峰、刘敏、逯高清、成会明	11.994	2008 年 42 卷 373-376 页	2007 年 11 月 19 日	成会明	王大伟	王大伟、李峰、刘敏、成会明	1145	1164	是
2	Fabrication of graphene/polyani line composite paper via in situ anodic electropolymeriz ation for high-performanc e flexible electrode/ACS NANO/王大伟、李峰、赵金平、任文才、陈志	13.942	2009 年 3 卷 1745-1752 页	2009 年 6 月 2 日	李峰、成会明	王大伟	王大伟、李峰、赵金平、任文才、陈志刚、谭军、吴忠帅、成会明	904	923	是

	刚、谭军、吴忠帅、Gentle I.R.、 逯高清、成会明									
3	A graphene-pure-sulfur sandwich structure for ultrafast, long-life lithium-sulfur batteries/ ADV MATER /周光敏、裴嵩峰、李璐、王大伟、王绍刚、黄坤、尹利长、李峰、成会明	19.791	2014年26卷 625-631页	2013年11月4日	李峰、成会明	周光敏、裴嵩峰	周光敏、裴嵩峰、李璐、王绍刚、黄坤、尹利长、李峰、成会明	387	411	是
4	Graphene-cellulose paper flexible supercapacitors/ ADV ENERGY MATER /翁哲、苏阳、王大伟、李峰、杜金红、成会明	16.721	2011年1卷 917-922页	2011年8月10日	成会明	翁哲、苏阳	翁哲、苏阳、李峰、杜金红、成会明	394	408	是
5	Flexible graphene-based lithium ion batteries with ultrafast charge and discharge rates/ P NATL ACAD SCI USA /李娜、陈宗平、任文才、李峰、成会明	9.661	2012年109卷 17360-17365页	2012年10月23日	成会明	李娜、陈宗平	李娜、陈宗平、任文才、李峰、成会明	342	356	否
6	A flexible integrated electrode for advanced Li-S batteries/ ADV MATER /周光敏、李璐、王大伟、单旭意、裴嵩峰、李峰、成会明	19.791	2015年27卷 641-647页	2014年11月6日	李峰、成会明	周光敏	周光敏、李璐、单旭意、裴嵩峰、李峰、成会明	143	161	是
7	A flexible nanostructured sulphur-carbon nanotube cathode with high rate performance for Li-S batteries/ ENERG ENVIRON SCI /周光敏、王大伟、李峰、侯鹏翔、尹利长、刘畅、逯高清、Gentle I.R.、成会明	29.518	2012年5卷 8901-8906页	2012年7月27日	李峰、成会明	周光敏、王大伟	周光敏、李峰、侯鹏翔、尹利长、刘畅、成会明	225	234	是

- 对该项目贡献：项目负责人之一，共同提出了项目学术思想，指导了项目实施，参与了项目实验工作，对“重要科学发现”中各项科学发现均做出了创造性贡献，是第 1, 4, 5, 8 篇代表性论文的通讯作者，第 2, 3, 6, 7 篇代表性论文的共同通讯作者。
- 曾获国家、省科技奖励情况：

2006 年，国家自然科学奖，二等奖，单壁和双壁 碳纳米管的制备和研究，排名第一，2006-Z-108-2-03-R01；
2003 年，辽宁省自然科学奖，一等奖，纳米碳管的制备、结构和物性研究，排名第一，2003Z-1-01-01；
2015 年，辽宁省自然科学奖，一等奖，石墨烯材料的控制制备 与应用探索，排名第二，2015Z-1-04-02。
2017 年，国家自然科学奖，二等奖，石墨烯材料的控制制备 与应用探索，排名第二，2017-Z-108-2-01-R02。
2017 年，辽宁省自然科学奖 太阳能转换用光催化材料的设计与构建，一等奖，，排名第二，2017Z-1-04-02。

3 王大伟

- 排名：3
- 行政职务：无
- 技术职称：高级讲师
- 工作单位：澳大利亚新南威尔士大学
- 完成单位：中国科学院金属研究所
- 对该项目贡献：发现了碳材料的表面状态、孔结构与快速电化学储能的耦合关联规律和多种柔性电化学储能器件用碳基电极材料及原型器件。对“重要科学发现”中第 1, 3 项科学发现做出了创造性贡献，是第 1, 2 和 8 篇代表性论文的第一作者，第 3, 4, 6, 7 篇代表性论文的作者。

	<ul style="list-style-type: none"> • 曾获国家、省科技奖励情况:无 <p>4 周光敏</p> <ul style="list-style-type: none"> • 排名: 4 • 行政职务: 无 • 技术职称: 博士后 • 工作单位: 美国斯坦福大学 • 完成单位: 中国科学院金属研究所 • 对该项目贡献: 发展了一体化电极结构的设计, 实现了锂硫电池的整体性能突破, 对“重要科学发现”中第 2 项科学发现做出了创造性贡献, 是第 3, 6, 7 篇代表性论文的第一作者. • 曾获国家、省科技奖励情况:无 <p>5 李娜</p> <ul style="list-style-type: none"> • 排名: 5 • 行政职务: 无 • 技术职称: 教授 • 工作单位: 东北大学 • 完成单位: 中国科学院金属研究所 • 对该项目贡献: 获得了石墨烯基柔性电极材料及柔性锂离子电池。对“重要科学发现”中第 3 项科学发现做出了创造性贡献, 第 5 篇代表性论文的作者。 • 曾获国家、省科技奖励情况:无
完成人合作关系说明	第一完成人李峰和第二完成人成会明为该项目共同负责人, 提出了项目的学术思想, 其中第三完成人王大伟、第四完成人周光敏、第五完成人李娜为两人共同指导的研究生。该项目中, 李峰和成会明合作时间为 1995.9.1-2015.12.31, 合著了该项目的 8 篇代表性论文; 李峰、成会明和王大伟合作时间为 2003.9.1- 2015.12.31, 在王大伟于 2009 年 1 月完成

	<p>博士学位后，一直保持合作关系，合著了该项目的代表性论文 1、2、3、4、6、7、8；李峰、成会明和周光敏合作时间为 2007.9.1- 2014.7.1，合著了该项目的代表性论文 3、6、7；李峰、成会明和李娜合作时间为 2009.9.1-2013.7.1，合著了该项目的代表性论文 5。</p>
知情同意证明	<p>1. 翁哲 本人知悉并同意作为第一作者的论文“Z. Weng, Y. Su, D. W. Wang, F. Li, J. H. Du, H-M. Cheng, Graphene-cellulose paper flexible supercapacitors, Advanced Energy Materials 1 (5), 917-922, (2011).”作为如下项目的代表性论文申报 2018 年度辽宁省自然科学奖。并已知晓“获奖项目所用论文专著不得再次用于申报辽宁省科技奖、未获奖项目所用论文专著不得连续两年使用”等有关规定。特此说明。</p> <p>2. 苏阳 本人知悉并同意作为共同第一作者的论文“Z. Weng, Y. Su, D. W. Wang, F. Li, J. H. Du, H-M. Cheng, Graphene-cellulose paper flexible supercapacitors, Advanced Energy Materials 1 (5), 917-922, (2011).”作为如下项目的代表性论文申报 2018 年度辽宁省自然科学奖。并已知晓“获奖项目所用论文专著不得再次用于申报辽宁省科技奖、未获奖项目所用论文专著不得连续两年使用”等有关规定。特此说明。</p> <p>3. 裴嵩峰 本人知悉并同意作为共同第一作者的论文“G.M. Zhou, S.F. Pei, L. Lu, D.W. Wang, S.G. Wang, K. Huang, L.C. Yin, F. Li, H-M. Cheng, A graphene-pure-sulfur sandwich structure for ultrafast, long-life lithium-sulfur batteries, Advanced Materials 26(4): 625-631 (2014).”作为如下项目的代表性论文申报 2018 年度辽宁省自然科学奖。并已知晓“获奖项目所用论文专著不得再次用于申报辽宁省科技奖、未获奖项目所用论文专著不得连续两年使用”等有关规定。特此说明。</p> <p>4. 陈宗平 本人知悉并同意作为共同第一作者的论文“N. Li, Z. P. Chen, W. C. Ren, F. Li, H-M. Cheng, Flexible graphene-based lithium ion batteries with ultrafast charge and discharge rates, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109 (43), 17360-17365 (2012).”作为如下项目的代表性论文申报 2018 年度辽宁省自然科学奖。并已知晓“获奖项目所用论文专著不得再次用于申报辽宁省科技奖、未获奖项目所用论文专著不得连续两年使用”等有关规定。特此说明。</p>