

项目一

项目名称：海南滨海盐生植物耐盐机理解析及其在生态环境保护中的应用

主要完成人：王旭初，刘强，易小平，张颖，李妮亚，常丽丽，彭存智，王丹

主要完成单位：海南师范大学，中国热带农业科学院热带生物技术研究所

拟提名奖项：海南省自然科学奖

项目简介：土壤盐渍化是农业生产和环境保护中面临的严重问题，海南滨海盐生植物种类繁多，能在近海海湾和盐渍化土地上正常生长。过去对盐生植物的耐盐机理做了大量研究工作，但主要集中于研究某个基因功能，或运用某一种技术方法进行研究，结果比较单一。本项目克服了这些缺点，创新性地整合形态学、生理学、蛋白质组学、转录组学、生物信息学、分子生物学等不同技术手段研究海南滨海盐生植物的耐盐机理，通过 16 年对海南滨海盐生植物展开耐盐机理和生理生态变化系统性研究，在海南滨海红树植物海桑、青皮、榄仁、拉贡木、阔苞菊、莲叶桐、秋茄树和木榄，红树伴生植物海马齿、木麻黄、水黄皮和黄槿，以及耐盐模式植物盐芥等展开了深入研究，发现了海南滨海盐生植物的多级区隔化耐盐新机制，发现通过将过量钠离子积累在中央大液泡是非泌盐植物的一种新机制。本项目研究结果证实，钠离

子是某些真盐生植物如海马齿的重要营养元素，某些滨海盐生植物经过长期进化适应，已经形成了对钠离子的依赖性，需要一定钠离子促进其生长发育。本项目发表相关科研论文 54 篇，其中英文 SCI 论文 23 篇，中文核心论文 31 篇。选取的 8 篇 SCI 论文代表作中，总影响因子达到 28.6，其中一篇发表在国际蛋白质组领域的顶端杂志 MCP 上，影响因子达 7.3。这些研究成果一经发表，立即引起了全世界同行的广泛关注，相关研究结果得到国际同行的高度认可，在国际植物蛋白质组学研究领域具有较大影响力。截止目前，八篇代表共引用 295 次，它引 288 次，SCI 论文它引 231 次，它引率达到 94.3%，为该成果的推广应用奠定了很好的研究基础。

在此基础上，申报人进一步将这些成果应用在海南生态环保应用研究上，利用海南滨海盐生植物的特殊耐盐性能，分三步恢复和建设海南岛海防林的战略思想，即首先恢复和巩固木麻黄海防林；其次，引入海南滨海乡土盐生树种的混交林型海防林；再次，进一步利用海马齿等红树伴生植物，促进混交林演替成具地带性植被特征的天然林型海防林，以便达到最终修复海岸带生态环境的研究目标。最近，申报人将相关科学成果用于人工吹填海岛生态重建，以及修复污染海岛和海岸带生态环境，有望形成新的海南滨海盐生植物开发利用生物技术产业链，对国防安全也有一定潜在贡献。因此，该项目在基础研究上有深度，在应用研究上有广度，具有利

国利民利军的军民融合性质，在科学研究、经济效益、生态环保和国防安全等方面都有很重要的参考价值。

代表性论文专著目录：

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (××年××卷-××页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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	Differential proteomics of <i>Sesuvium portulacastrum</i> leaves revealed ions transportation by V-ATPase α /Journal of Proteomics/Xiaoping Yi, Yong Sun, Qian Yang, Anpin Guo, Ming Peng, Lili Chang, Dan Wang, Zheng Tong, Limin Wang	4.08	2014,99:84-100	2014-01-15	王旭初	易小平	易小平, 孙勇, 杨倩, 郭安平, 彭明, 常丽丽, 王丹, 仝征, 王力敏, 余剑岚, 靳文海, 谢永明, 王旭初	21	27	否
2	Comparative proteomics of <i>Thellungiella halophila</i> leaves under different salinity revealed chloroplast/Molecular and Cellular Proteomics/Xuchu Wang*, Lili Chang, Baichen Wang, Dan Wang, Pinghua Li, Limin Wang, Xiaoping Yi, Qixing Huan	7.25	2013,12:2174-2195	2013-05-08	王旭初	王旭初	王旭初, 常丽丽, 王柏臣, 王丹, 李平华, 王力敏, 易小平, 黄启星, 彭明, 郭安	53	57	否

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (××年××卷-××页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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
3	Sodium instead of potassium and chloride is an important macronutrient to improve leaf succulence an/Plant Physiology and Biochemistry/Dongyang Wang, Haiyan Wang, Bing Han, Bin Wang, Anping Guo*, Dong Zheng, Chongjing Liu, Lili Cha	2.48	2012,51:53-62	2011-10-25	王旭初	王东阳	王东阳, 王海燕, 韩冰, 王斌, 郭安平, 全征, 刘憧憬, 常丽丽, 彭明, 王旭初	26	27	否
4	Relationships among multiple trace elements in coastal Casuarina equisetifolia ecosystems on Hainan/Environmental Geochemistry and Health/Qiang Liu, Hua Bi, Lan Hung, Shaolin Peng, Chengde Sheng	2.99	2006,28:3-9.	2006-01-01	刘强	刘强	刘强, 毕华, 黄兰, 彭少麟, 沈成德	5	5	否
5	Complete chloroplast genome sequences of Praxelis (Eupatorium catarium Veldkamp), an important invas/Gene/Ying Zhang, Lei Li, Ting Liang Yan, Qiang Liu	2.49	2014,549:58-69	2014-07-15	刘强	张颖	张颖, 李蕾, 梁婷, 刘强	17	17	否

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (××年××卷-××页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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
6	Exogenous hydrogen peroxide, nitric oxide and calcium mediate root ion fluxes in two non-secretor man/Tree Physiology/Yanjun Lu, Niya Li, Jian Sun, Peichen Hou, Xiaoshu Jing, HuiPeng Zhu, Shurong Deng, Yansha Han, X	3.38	2012,33:81-95	2012-12-20	陈少良	卢燕君, 李妮亚 (并列)	卢燕君, 李妮亚, 孙健, 侯佩岑, 金晓苏, 朱慧鹏, 邓淑荣, 韩燕莎, 黄旭鑫, 马旭静, 赵楠, 张宇宏, 沈欣, 陈少良	28	38	否
7	Effect of NaCl on photosynthesis, salt accumulation and ion compartmentation in two mangrove species,/Aquatic Botany/Niya Li, Shaoliang Chen, Xiaoyang Zhou, Chunyan Li, Jie Shao, Ruigang Wang, Eberhard Fritz, Aloys	1.78	2008,88:303-310	2007-12-08	陈少良	李妮亚	李妮亚, 陈少良, 周晓阳, 李春燕, 邵杰, 王瑞刚	70	105	否
8	The beta subunit of glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase is an important factor for maintaining/Plant Science/Lili Chang, Anping Guo*, Xiang Jin, Qian Yang, Dan Wang, Yong Sun, Qixing Huang, Limin Wang, Cunz	4.11	2015,236:223-238	2015-03-23	王旭初	常丽丽	常丽丽, 郭安平, 靳翔, 杨倩, 王丹, 孙勇, 黄启星, 王力敏, 彭存智, 王旭初	11	12	否

主要完成人对项目的创造性贡献:

1、王旭初: 王旭初博士十六年来一直在从事盐生植物耐盐

研究，主要研究海南滨海盐生植物海马齿、青皮、海桑、红海榄和耐盐模式植物盐芥等耐盐的蛋白质调控机制。建立了热带盐生植物蛋白质组研究技术体系，在盐生植物蛋白质组研究领域取得了引人注目的成绩，在滨海盐生植物海马齿蛋白组研究领域取得了国际领先的研究成果。截止 2018 年 9 月，发表相关论文 66 篇，其中 1 作论文 16 篇，通讯论文 28 篇。提出了真盐生植物系统抗盐性假说，认为盐处理可以促进盐生植物肉质化、木质化和细胞膨大，促进钠离子多级区隔化，诱导抗盐蛋白表达。通过这些机制的共同作用，使真盐生植物能够耐受极端高盐渍生境，为从整合生物学角度阐明植物抗盐的机理提供了新的思路。

2、刘强：于 2007 年提出了分三步走恢复和建设海南岛海防林的战略思想：第一步，恢复和巩固木麻黄海防林；第二步，建立引入乡土树种的混交林型海防林；第三步，促进混交林演替成具地带性植被特征的天然林型海防林（见《海南日报》2007-07-27）。即按照海岸防护林植被发展演替过程恢复和建设海防林：海岸裸沙地→木麻黄海防林→混交林型海防林→天然林型海防林。通过实验研究，已成功完成混交海防林的构建，向人工促进演替形成天然林型海防林深入。将对海岸植被生态系统产生重大的正面影响，形成既能自我维持、自我更新的有生态防护功能海防林，又能保护海南乡土物种的生物多样性的生态带。

3、易小平：易小平博士主要借助蛋白质组学和分子生物学等研究技术，研究海南滨海真盐生植物海马齿的盐生植物耐盐的分子机制和蛋白质调控机理。首先，参与对热带植物蛋白质组研究体系进行了优化改进，并将这些技术应用在将来热带盐生植物蛋白质组研究中。其次，通过比较不同盐离子对海马齿生长的影响，发现钠离子比钾离子和氯离子更能促进盐生植物生长发育。在此基础上，对不同浓度 NaCl 处理的海马齿叶片进一步展开比较蛋白质组研究发现，300 毫摩氯化钠是海马齿生长发育的最佳盐分条件，海马齿主要通过激活液泡膜上的 V-ATP 酶来达到极端耐盐性。这是在盐生植物耐盐蛋白质机制上的新发现，具有重要的理论和潜在应用价值。

4、张颖：用抑制差减杂交(SSH)技术构建了海水诱导下海马齿差异表达的基因 cDNA，结合反向 Northern 杂交技术鉴定了一批受高盐上调表达的基因 EST 克隆，首次得到了海马齿热激蛋白基因保守片段。将海马齿热激蛋白基因进行全长克隆，并通过构建异源转化载体，从而进行功能鉴定。用不同浓度的 Zn、Pb 溶液，对海马齿的生物量指标节间长度、鲜重、干重和海马齿生理生化指标进行测定，表明叶片叶绿素含量下降，根系活力降低；同时，高浓度的 Pb, Zn 离子对海马齿的相对生长率和节间长度存在明显的抑制作用。说明海马齿对重金属 Pb, Zn 具有一定的耐受性，为研究海马齿是否

可以作为一种净化水源的植物提供理论参考依据。

5、李妮亚：长期从事植物抗旱、耐盐生理生化基础的研究工作。在两项海南省自然科学基金“海南岛红树植物抗盐生理机制研究”(2005-2008年)，“半红树植物盐适应性的生理生化基础研究”(2010-2012年)和一项国家自然科学基金项目1项，“非泌盐红树耐盐机理研究”(2012-2015年)的支持下，一直在从事海南滨海盐生植物特别是红树植物耐盐分子机理的研究，重点涉及盐离子吸收、离子区隔化、根冠通讯、转运与分配、抗氧化体系与平衡等方面，发现红树植物主要通过植物叶片的中央大液泡积累盐离子的机制，而不是分泌盐分，来达到极端耐盐的作用。这是关于海南滨海红树植物耐盐分子机理的新发现，有较为重要的科研价值。

6、常丽丽：主要参与了耐盐模式植物盐芥耐盐分子机理的研究工作，发现积累淀粉、可溶性糖和脯氨酸等渗透调节物， Na^+ 液泡区隔化，以及维持正常的光合效率可能在盐芥耐盐过程中共同发挥重要作用，这些研究结果对其它作物耐盐分子机制研究具有重要的借鉴意义。参与热带盐生红树林植物海马齿的耐盐分子机理的研究，明确 Na^+ 在促进海马齿生长发育方面比 K^+ 和 Cl^- 更重要，且适当的 Na^+ 浓度可以促进海马齿的生长发育；通过2-D-DIGE技术鉴定海马齿叶片中的盐响应蛋白，发现参与离子结合、质子转运、光合作用和ATP合成等生物学过程的蛋白在盐胁迫后诱导表达，这些

差异表达的蛋白可能在海马齿耐盐过程中发挥重要功能。

7、彭存智：主要协助展开海南滨海植物海马齿和耐盐模式植物盐芥耐盐分子机理的部分研究工作，参与热带盐生红树林植物海马齿的耐盐分子机理的研究，明确 Na^+ 在促进海马齿生长发育方面比 K^+ 和 Cl^- 更重要，且适当的 Na^+ 浓度可以促进海马齿的生长发育；通过 2-D-DIGE 技术鉴定海马齿叶片中的盐响应蛋白，发现参与离子结合、质子转运、光合作用和 ATP 合成等生物学过程的蛋白在盐胁迫后诱导表达。参与发现积累淀粉、可溶性糖和脯氨酸等渗透调节物， Na^+ 液泡区隔化，以及维持正常的光合效率可能在盐芥耐盐过程中共同发挥重要作用，这些研究结果对其它作物耐盐分子机制研究具有一定借鉴意义。

8、王丹：热带滨海耐盐植物组织具有多酚多糖多盐的特性，常规蛋白质组学技术手段在应用上具有一定的局限性。针对这种组织特异性，改良了组织蛋白提取方法，获得可用于进行蛋白质组学分析的高质量样品。同时优化了相应的蛋白质组学技术平台，主要包括蛋白质双向电泳体系、高盐蛋白柱上胰蛋白酶解体系、高盐蛋白质样品质谱鉴定体系等。通过实验研究，获得一系列海马齿叶片及叶绿体、盐芥植物耐盐机制等方面的研究成果，参与发表高水平学术论文，为揭示热带滨海耐盐植物调控机理奠定了一定理论基础，提供了一些新观点。

主要完成单位对项目的创造性贡献：

1、海南师范大学：首先，对海南滨海盐生植物资源进行了系统性调查整理，获得了海南滨海盐生植物，特别是红树植物的基本分布资料。其次，利用生理生化和生态学等技术，对滨海盐生植物进行了耐盐机理的研究，发现了红树植物耐心的生理生化新机制。进而利用基因组，转录组和分子生物学等技术，对红树植物耐盐基因和蛋白进行了系统性分析，并提供了分子证据。在此基础上，对滨海盐生植物进行了集成应用，取得了一些列应用研究成果，获得了良好的生态效益，社会效益和一定的经济效益。

2、中国热带农业科学院热带生物技术：首先，通过技术改进和方法摸索，建立了热带植物蛋白质组研究的技术体系，并组建了热带作物蛋白质组研究中心，为本项目实施，提供了技术和平台条件。其次，通过蛋白质组和分子生物学等技术，对海南滨海盐生植物海马齿和盐生模式植物盐芥叶片和叶绿体的耐盐机制进行了深入研究，发现了盐生植物的一些耐盐分子新机制。在此基础上，通过转基因技术验证了耐盐蛋白的具体生物学功能，获得了转基因植株，补充完善了海滨盐生植物耐盐的分子调控模式。

项目二

项目名称：面向遥感图像的稀疏表示关键技术研究

主要完成人：吴淑雷，余先川，龙海侠，陈焕东，宋春晖，邢海花

主要完成单位：海南师范大学，北京师范大学

拟提名奖项：海南省自然科学奖

项目简介：本项目围绕着遥感图像的去噪、遥感图像的分类以及遥感图像的融合等关键技术进行研究，首次提出稀疏成分分析的盲源分离理论，深入研究稀疏表示和稀疏成分分析模型以及进化算法和优化问题。该项目具有创新性。主要研究内容如下：（1）提出一种基于小波联合稀疏表示的遥感图像去噪方法，该方法将小波变换的系数引入贪婪策略，利用离散余弦变换（DCT 系数的冗余字典）来训练这些系数，从而对图像进行稀疏表示，然后重构图像；（2）提出基于小波稀疏表示的 WCOMP+BPNN 遥感图像最佳组合分类方法，该方法分析各种类型的地物对象的光谱特性，构建基于最小冗余信息的最佳波段组合，通过 WCOMP+BPNN 方法对 ETM 遥感图像进行分类；（3）提出一种基于稀疏成分分析的遥感影像分类法，在传统非监督分类法的基础上引入稀疏成分分析，消除遥感影像因地形、光照等多方面因素的干扰，去除不同地物光谱的相关性，有效地增强了不同地物的可分性。该方法利用稀疏性提取源信号，不要求源成分之间互不

相关；(4) 提出一种基于稀疏盲源分离理论的遥感图像融合技术。该方法采用反馈稀疏分量分析 (FSCA)，可以逐步提取原始图像，可以将有用的表面特征信息与冗余信息和噪声分离；(5) 提出一种基于小波变换和稀疏成分分析的盲图像分离法，利用小波分解将混合图像从空域转化到频域，获取混合图像高频对角分量,在频域空间利用线性聚类稀疏成分分析法估计混合矩阵，进而最终重构源图像；(6) 提出一种基于整数小波变换和有序非负独立分量分析(IWT-ONICA)的遥感图像融合方法；(7) 提出一种改进的基于 HSV 颜色特征的遥感图像分类方法，该方法采用 HSV 颜色模型，提取颜色特征，根据颜色特征对图像进行分类；(8) 提出一种改进的中值滤波算法，并应用到图像的去噪中；(9) 研究进化算法，在算法中加入多样性操作、选择操作以及学习策略，提高了算法的精度。基于多核 CPU/GPU 体系结构下，采用粗粒度和细粒度并行化提高了算法的运行速度。可将该进化算法和概率模型应用到遥感图像的分类中，分割特征空间，提高遥感图像分类的精度。

本项目的主要成果: 发表学术论文 17 篇(3 篇 SCI 期刊, 7 篇 EI 期刊), 出版专著 1 部, 申请国家发明专利 2 项。课题组成员在多个学术讨论会上做了学术交流报告, 反映良好, 开展的研究工作已引起同行的关注和跟进。

代表性论文专著目录:

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (**年**卷-**页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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	Remote sensing image noise reduction using wavelet coefficients based on OMP/International Journal for Light and Electron Optics/Shulei Wu,Huangdong Chen, Yong Bai,Zhizhong Zhao,Haixia Long	0.67	126(15-16):1439-1444	2015-04-29	Huangdong Chen	Shulei Wu	吴淑雷, 陈焕东, 白勇, 赵志忠, 龙海侠	3	3	否
2	The optimal band combination joint WCOMP+BPNN classification method for remote sensing image/Journal of Computational Information Systems/Shulei WU,Huangdong CHEN, Yong BAI,Zhizhong ZHAO,Xiaoran XU	1.87	11(8):2873-2884	2015-04-15	Huangdong CHEN	Shulei WU	吴淑雷, 陈焕东, 白勇, 赵志忠, 徐晓然	0	0	否
3	基于稀疏成分分析的遥感影像分类/地球物理学进展/余先川, 曹婷婷,杨春萍,陈焕东,吴淑雷	1.76	24(6):2274-2279	2009-10-08		余先川	余先川, 曹婷婷, 杨春萍, 陈焕东, 吴淑雷	0	10	否
4	A new blind image source separation algorithm based on feedback sparse component analysis/Signal Processing/Yu Xian-chuan,Xu Jin-dong,Hu Dan,Xing Hai-hua	2.06	93(1):288-296.	2013-01-01	Yu Xian-chuan	Yu Xian-chuan	余先川, 徐金东, 胡丹, 邢海花	12	13	否
5	基于小波变换和稀疏成分分析的盲图像分离法/北京邮电大学学报/余先川,曹婷婷, 胡丹, 张立保,代莎	0.93	33(2):58-63.	2010-04-01		余先川	余先川, 曹婷婷, 胡丹, 张立保, 代莎	0	25	否

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (**年**卷-**页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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
6	Remote Sensing Image Fusion Based on Integer Wavelet Transformation and Ordered Nonnegative Independ/GISCIENCE & REMOTE SENSING/Yu Xian-chuan,Ni Feng,Long Si-liang,Pei Wen-jing	3.05	49 (3): 364-377	2015-05-01	Yu Xian-chuan	Yu Xian-chuan	余先川,倪峰,龙四亮,裴文静	8	10	否
7	An Improved Remote Sensing Image Classification Based on K-Means Using HSV Color Feature/Tenth International Conference on Computational Intelligence and Security/Shulei Wu,Huangdong Chen, Yong Bai,Zhizhong Zhao,Haixia Long,Chunhui Song	0	2015:201-204	2015-01-20	Huangdong Chen	Shulei Wu	吴淑雷,陈焕东,赵志忠,龙海侠,宋春晖	0	0	否
8	An Improved Median Filter Algorithm Based on VC in Image Denoising/Tenth International Conference on Computational Intelligence and Security/Shulei Wu,Xiangxiang Xu,Haixia Long,Huangdong Chen, Wenjuan Jiang,Dong Xu	0	2015:201-204.	2015-01-20	Huangdong Chen	Shulei Wu	吴淑雷,许祥祥,陈焕东,龙海侠,蒋文娟,徐冬	0	0	否

主要完成人对项目的创造性贡献:

1、吴淑雷:

(1) 负责课题的申请立项及课题设计、组织课题实施、实验的实施;

(2) 对重要科学发现 1、2、7、8 做出重要贡献，担任代表作 1、2、7、8 论文的第一作者；

(3) 参与第 9 项重要科学发现；

(4) 撰写除代表作外的其他学术论文 8 篇，其中第一作者 3 篇，通讯作者 3 篇；

(5) 主要成果：发表学术论文 12 篇（1 篇 SCI 期刊，6 篇 EI 期刊，1 篇中文核心）

2、余先川：

(1) 对重要科学发现 3、4、5、6 做出重要贡献，担任代表作 3、4、5、6 的第一作者；

(2) 撰写 1 部专著与申请 2 个专利；

(3) 主要成果：发表学术论文 4 篇（2 篇 SCI 期刊，1 篇 EI 期刊，1 篇中文核心），2 个专利，1 本专著。

3、龙海侠：

(1) 代表作 1、7、8 的合作者；

(2) 重要发现第 9 项的提出者；

(3) 撰写除代表作外的其他学术论文 6 篇，其中第一作者 6 篇；

(4) 主要成果：发表学术论文 7 篇（3 篇 EI 期刊）。

4、陈焕东：

(1) 参与项目的实验指导和理论分析；

(2) 作为代表作 1、2、7、8 的通讯作者。

(3) 主要成果：发表学术论文 7 篇（1 篇 SCI 期刊，4 篇 EI 期刊，1 篇中文核心）。

5、宋春晖：

参与了本项目课题的实验研究和理论分析。

6、邢海花：

(1) 参与代表作 6 的实验与修改。

(2) 主要成果：发表学术论文 1 篇（1 篇 SCI 期刊）。

主要完成单位对项目的创造性贡献：

1、海南师范大学：

(1) 全面负责项目的立项和实施；

(2) 发表论文 14 篇；

(3) 对重要科学发现 1、2、7、8 做出重要贡献，完成代表作 1、2、7、8；

(4) 完成重要发现中的第 9 项；

(5) 参与代表作 3、6 的实验和理论分析。

2、北京师范大学：

(1) 对重要科学发现 3、4、5、6 做出重要贡献，完成代表作 3、4、5、6；

(2) 完成 1 部专著的撰写和申请 2 个专利。

项目三

项目名称：界面效应在钙钛矿基氧化物新结构及新性能中的研究与应用

主要完成人：沈振江，邴丽娜

主要完成单位：海南师范大学

拟提名奖项：海南省自然科学奖

项目简介：针对界面效应在钙钛矿基氧化物新结构及新性能中的作用机理，本项目成员在国家自然科学基金、海南省自然科学基金、海南省高等学校科研项目等多方资助下，以多个钙钛矿基氧化物体系为对象，运用多种实验手段对材料的结构和性能进行了研究，这些研究均围绕界面效应展开，对其界面进行系统深入的处理和改造，通过这种方式，获得了一系列的新结构和新性能，并对其机理进行了探讨。

本研究创新点在于：研究内容新，聚焦于界面效应；新方法与传统方法相结合，实验技术全面；研究结论系统深入，阐明了界面效应在钙钛矿基氧化物性能中的确切作用机理。

本研究代表性内容有：利用电化学注氢的方式，充分揭示了晶界在钙钛矿基氧化物材料及其器件中的决定性作用；利用掺杂元素的不同掺杂方式，阐明了掺杂元素在不同共掺杂条件下对晶格和晶界的作用机理；利用静电纺织法制备钪钡铜氧纳米管以及钛酸钡纳米线，丰富了静电纺织法的实验技术理论，阐明了表面、晶界在一维纳米材料中的作用；利

用软化学法制备钛酸钡纳米颗粒，发现了由于单晶表面效应而带来的非本征性能。

本研究系统地阐明了界面效应在钙钛矿基氧化物新结构和新性能中的作用机理，进一步完善了该领域的研究结论，可以为钙钛矿基氧化物材料的产业化应用提供一定的指导，该方面的研究和发展对于促进现代电子工业小型化、集成化、新型化的发展等方面的内容均有重要的意义。

本研究丰富并发展了本领域的研究成果，多次获得国内外专家学者的认可。本研究目前已发表相关科研论文 13 篇，其中 SCI 收录 6 篇（二区 Top 期刊 3 篇，共被引 37 次，他引 33 次）；出版专著 1 部，22 万字；获海南省高等学校优秀科研成果 1 项，海南师范大学优秀科研成果 1 项；主持立项国家自然科学基金青年科学基金项目 1 项，海南省自然科学基金项目 2 项、海南省高等学校科研项目 1 项。

代表性论文专著目录：

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (**年** 卷-**页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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	论文 Hydrogen-induced degradation in multiferroic BiFeO ₃ ceramics/Materials Letters/Z.J. Shen, W.P. Chen, G.L. Yuan, J.M. Liu, Y. Wang, H.L.W. Chan	2.68	2007, 61(22), 4354-4357	2007-09-01	W.P. Chen	Z.J. Shen	沈振江, 陈万平, 袁国利, 刘俊明, 王雨	5	5	否

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (**年** 卷-**页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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
2	论文 Dielectric properties of barium titanate ceramics modified by SiO ₂ and by BaO-SiO ₂ /Physica B-Condensed Matter/Z.J. Shen, W.P.Chen, J.Q.Qi, Y.Wang, H.L.W.Chan, Y.Chen, X.P.Jiang	1.45	2009, 404(16), 2374-2376	2009-08-01	W.P. Chen	Z.J. Shen	沈振江, 陈万平, 齐建全, 陈燕, 江向平	13	13	否
3	论文 Hydrogen-induced degradation in SrTiO ₃ -based grain boundary barrier layer ceramic capacitors/Ceramics International/Z.J. Shen, W.P. Chen, K. Zhu, Y. Zhuang, Y.M. Hu, Y. Wang, H.L.W. Chan	3.05	2009, 35(3), 953-956	2009-04-01	W.P. Chen	Z.J. Shen	沈振江, 陈万平, 朱侃, 庄岩, 胡永明, 王雨	8	8	否
4	论文 Electrospinning Preparation and High Temperature Superconductivity of YBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} Nanotubes/Journal of Materials Science/Zhenjiang Shen, Yu Wang, Wanping Chen, Linfeng Fei, Kun Li, Helen Lai Wah Chan & Lina Bing	2.99	2013, 48(11), 3985-3990	2013-06-01	Zhenjiang Shen	Zhenjiang Shen	沈振江, 王雨, 陈万平, 费林峰, 李坤, 邴丽娜	3	3	否
5	论文 Photocatalysis of Yttrium Doped BaTiO ₃ Nanofibres Synthesized by Electrospinning/Journal of Nanomaterials/Zhenjiang Shen, Yu Wang, Wanping Chen, Helen Lai Wah Chan, and Lina Bing	2.20	2015, Article ID 327130. 6 pages	2015-02-01	Zhenjiang Shen	Zhenjiang Shen	沈振江, 王雨, 陈万平, 邴丽娜	2	2	否
6	论文 Photocatalytically Active YBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} Nanoparticles Synthesized via a Soft Chemical Route/Journal of Nanomaterials/Zhenjiang Shen, Yongming Hu, Linfeng Fei, Kun Li, Wanping Chen, Haoshuang Gu, and YuWang	2.20	2015, Article ID 589426. 5 pages	2015-03-01	Zhenjiang Shen	Zhenjiang Shen	沈振江, 胡永明, 费林峰, 李坤, 陈万平, 顾豪爽, 王雨	2	2	否

主要完成人对项目的创造性贡献:

1、沈振江:

第 1 项重要科学发现(代表性论文 1), 具体独立贡献为:
实验辅助设计, 氢致失效机理分析;

第 2 项重要科学发现(代表性论文 2), 具体独立贡献为:
数据整理作图, SiO₂ 不同作用机理分析;

第 3 项重要科学发现(代表性论文 3), 具体独立贡献为:
电容器样品处理, 数据整理分析;

第 4 项重要科学发现(代表性论文 4), 具体独立贡献为:
实验设计, 纳米管制备, 特殊高温超导机理分析, 论文撰写;

第 5 项重要科学发现(代表性论文 5), 具体独立贡献为:
实验设计, 纳米线制备, 光催化机理分析;

第 6 项重要科学发现(代表性论文 6), 具体独立贡献为:
实验设计, 纳米颗粒制备, 表面室温铁磁性机理分析。

2、邴丽娜:

在第 4 项重要科学发现(代表性论文 4) 中, 具体独立贡献为: XRD、电镜样品测试, 数据整理作图, 论文辅助撰写;

在第 5 项重要科学发现(代表性论文 5) 中, 具体独立贡献为: XRD、电镜样品测试, 光催化原理图绘图, 论文辅助撰写。

在其他研究(其他附件 1、3~16) 中, 具体独立贡献为:
样品性能测试, 数据整理, 论文辅助撰写等。

主要完成人对项目的创造性贡献:

海南师范大学:

首先，对钙钛矿基氧化物研究现状进行了系统性调查整理，其中对界面效应在其结构和性能中的研究进行了着重归纳，获得了开展研究的基本资料。其次，利用静电纺织、纳米单晶制备、固相法等多种实验手段，对以钛酸钡、钇钡铜氧等典型钙钛矿基氧化物为代表的材料体系进行了一维纳米纤维、单晶、陶瓷块材的制备和掺杂处理。再次，运用 X 射线衍射、扫描电子显微镜、介电频率分析等获得了材料的多方面性能数据，并对数据进行整理。在此基础上，对界面效应的作用机理进行了论证、分析，获得了最终的研究结果。

项目四

项目名称：有机氮磷化合物的选择性合成研究

主要完成人：吴明书，吴禄勇，林强，李国柱，万德慧，刘仁蝶

主要完成单位：海南师范大学

拟提名奖项：海南省自然科学奖

项目简介：有机化学中，含氮、磷元素的有机分子是生物活性分子中重要的化合物。如含磷有机化合物广泛应用于医药、农药、表面活性剂等领域，如唑来膦酸（Zoledronate）。含氮芳杂环，1,2,3-三唑也是一类具有重要活性的化合物，在他唑巴坦等药物分子中扮演了重要的角色。因此，这类化合物的合成具有重要的科学价值。在这些化合物的合成中，探索高效高选择性的合成方法，是有机合成工作中重要的挑战。本研究对含氮、磷有机分子的选择性合成进行了深入研究，建立了多种含氮、磷有机化合物的合成方法。这些方法具有高效、高选择性等优势。

首先，申请人借助多组分反应，将具有优秀空间结构的吡啶基团构建在同样具有优良生物活性的氨基磷酸化合物上，无催化条件下通过多组分多米诺反应合成了一系列具有独特优势构象含吡啶的新型磷螺环氮氧杂化合物；另外还研究了水做溶剂下合成 α -氨基膦酸脂的 Kabachnik-Fields 反应，为 α -氨基膦酸脂的合成提供了环保、温和、高效的新方

法。其次，申请人对醛类底物、氨基酸和烯基双膦酸酯在催化剂的作用下进行串联反应进行研究，以高区域选择性获得了含氮杂环双膦酸酯类化合物。其后，申请人又将反应底物扩展至含有吡啶骨架的靛红类化合物，得到了一系列的含有吡啶骨架的含氮杂环双膦酸酯类化合物。这些反应中，申请人对反应中所涉及的反应机理、立体化学，区域选择性等问题，进行了深入系统而科学地研究，并成功将所研究的反应拓展应用于其它烯基膦酸酯的偶极环加成反应中。

在含氮的 1,2,3-三氮唑芳杂环化合物的合成研究中，申请人对 1,5-二取代 1,2,3-三唑的选择性合成进行了研究。通过 TMS-炔烃与芳香基叠氮化合物在脱硅基试剂作用下，实现了 1,2,3-三唑的选择性合成，反应的区域选择性为 1,5-二取代三唑。申请人还对卤代烯烃参与的 1,2,3-三唑合成方法进行了研究。在强碱的作用下，卤代烯烃可以顺利地发生消除反应-脱质子化反应-环加成反应的串联反应，从而选择性地合成了 1,5-二取代 1,2,3-三唑。

本项目“有机氮磷化合物的选择性合成研究”，围绕有机氮磷化合物的选择性合成，申请人分别对氨基磷酸、磷螺环氮杂化合物、1,2,3-三氮唑芳杂环化合物上开展合成研究工作。这些研究工作直接推动了有机氮磷化合物的选择性合成研究，为医药等学科提供了必要的合成基础。

代表性论文专著目录：

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (××年 ××卷-×× 页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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	CTACI AS CATALYST FOR FOUR-COMPONENT,ONE-POT SYNTHESIS OF PYRANOPYRAZOLE/Synthetic Communications/Mingshu Wu, Qinqin Feng,Dehui Wan, and Jinya Ma	1.10	2013 年 43 卷 1721-17 26 页	2012-08-10	Mingshu Wu	Mingshu Wu	吴明书, 冯青琴, 万德慧, 马静雅	28	28	否
2	One-pot and highly regio-selective 1,3-dipole cycloaddition of azomethine ylide generated in situ to/New Journal of Chemistry/Guozhu Li, Mingshu Wu, Dulin Kong, Rendie Liu, Xueming Zhou and Fengjiao Liu	3.08	2014 年 38 卷 3350-33 53	2014-08-01	Mingshu Wu	Guozhu Li	李国柱, 吴明书, 孔杜林, 刘仁蝶, 周学明, 刘风娇	11	10	否
3	Potassium tert-Butoxide Promoted Cycloaddition Reaction for the Synthesis of 1,5-Disubstituted 1,2,3/Synlett/Luyong Wu,* Yuxue Chen, Mi Tang, Xinming Song, Guangying Chen, Xiaoping Song, Qiang Lin	2.47	2012 年 23 卷	2012-06-01	Luyong Wu	Luyong Wu	吴禄勇, 陈昱学, 唐密, 宋 鑫明, 陈 光英, 宋 小平, 林 强	16	11	否
4	Base-mediated reaction of vinyl bromides with aryl azides: one-pot/Tetrahedron Letters/Luyong Wu, Yuxue Chen, Jianheng Luo, Qi Sun, Mingsheng Peng, Qiang Lin	2.35	2014 年 55 卷 3847-38 50 页	2014-06-16	Qiang Lin	Luyong Wu	吴禄勇, 陈昱学, 罗建恒, 孙琦, 彭 明生, 林 强	15	11	否
5	Convenient One-Pot Synthesis of α -Amino Phosphonates in Water Using/Heteroatom Chemistry/Mingshu Wu, Rendie Liu, and Dehui Wan	1.56	2013 年 24 卷 110-115 页	2013-04-01	Mingshu Wu	Mingshu Wu	吴明书, 刘仁蝶, 万德慧	4	4	否
6	Efficient One-Pot Synthesis of Novel Spirooxindole-Fused Phosphorous Heterocycle Derivatives by a Th/Heteroatom Heteroatom Chemistry/Rendie Liu, Mingshu Wu, and Guozhu Li	1.26	2014 年 25 卷 140-146 页	2014-05-01	Mingshu Wu	Rendie Liu	刘仁蝶, 吴明书, 李国柱	4	4	否

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (××年 ××卷-×× 页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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
7	BINOLs modified at the 3,3'-positions: chemists' preferred choice in asymmetric catalysis/ARKIVOC/Guozhu Li, Fengjiao Liu, and Mingshu Wu	1.17	2015 年 2015 卷 140-174 页	2015-04-08	Mingshu Wu	Guozhu Li	李国柱, 刘风娇, 吴明书	5	4	否
8	不对称 Kabachnik-Fields 反应合成研究进展 /Chinese Journal of Organic Chemistry/万德慧, 吴明书, 马静雅	0.99	2012 年 32 卷 13-18 页	2012-09-05	吴明书	万德慧	万德慧, 吴明书, 马静雅	4	4	否

主要完成人对项目的创造性贡献:

1、吴明书: 项目第一完成人, 对项目的立项、开展、实施和成果起到主导作用。

2、吴禄勇: 参与项目的立项、实施等, 作为项目的第二完成人, 与负责人科研上合作, 成果共享。在含氮的 1,2,3-三唑芳杂环化合物的合成研究中, 首先对 1,5-二取代 1,2,3-三唑的选择性合成进行了研究。通过 TMS-炔烃与芳香基叠氮化合物在脱硅基试剂作用下, 实现了 1,5-二取代 1,2,3-三唑的选择性合成, 反应的区域选择性为 1,5-二取代三唑。反应中, 完全避免了其异构体 (1,4-二取代三唑) 的生成。(Synlett 23, 1529-1533 (2012))。并作为实施人, 对卤代烯烃参与的 1,2,3-三唑合成方法实施了具体研究。

3、林强: 参与项目的立项、实施等, 与负责人科研上合作, 成果共享。对卤代烯烃参与的 1,2,3-三唑合成方法进行了研究。研究发现, 在强碱作用下, 卤代烯烃可以顺利发生消除

反应-脱质子化反应-环加成反应的串联反应，从而选择性合成了 1,5-二取代 1,2,3-三唑。该串联反应建立在特殊烯烃结构的反应基础上，从而将 1,2,3-三唑合成方法视角从炔烃结构转向到烯烃结构。还阐明了 α -卤代烯烃、 β -卤代烯烃的反应活性问题，并实现了易挥发性炔烃（如丙炔）所不能实现的三唑合成反应。研究中发现了苄基叠氮化合物在强碱作用下的新型脱氮反应。（*Tetrahedron Letters*, 2014, 55, 3847-3850.）

4、李国柱：在本项目中具体负责和实施醛类、氨基酸、和烯基双膦酸酯在催化剂的作用下进行一锅偶极环加成。成功利用醛类底物和氨基酸类底物直接原位生成偶极子，并原位和烯基双膦酸酯在催化剂的作用下进行一锅偶极环加成，以非常高的区域选择性获得了含氮杂环双膦酸酯类化合物 (*New Journal of Chemistry* 38, 3350-3353 (2014).)

5、万德慧：在吴明书教授指导下，直接参与本项目的研究工作，在含磷化合物的合成中研究了 Kabachnik-Fields 反应。研究了水做溶剂下合成 α -氨基膦酸酯的 Kabachnik-Fields 反应，为 α -氨基膦酸酯的合成提供了环保、温和、高效的新方法 (*Heteroatom Chemistry* 24, 110-115 (2013).)。并对该领域的研究工作进展进行了综述报道 (*有化学*, 32, 13-18 (2012))。

6、刘仁蝶：在吴明书教授的指导下，读 Kabachnik - Fields 反应及螺环化合物的合成进行了研究。研究了水做溶剂下合

成 α -氨基磷酸脂的 Kabachnik-Fields 反应，为 α -氨基磷酸脂的合成提供了环保、温和、高效的新方法 (Heteroatom Chemistry 24, 110-115 (2013).), (Heteroatom Chemistry 25, 140-146 (2014))。

主要完成单位对项目的创造性贡献：

海南师范大学：为本项目的实施提供了多方面的支持。本项目依托于我校化学化工学院和热带药用植物化学教育部重点实验室完成，并受到学院和重点实验室的热情关怀和大力支持。热带药用植物化学教育部重点实验室以有机化学学科为基础，运用化学、生物学、药物化学和现代波谱分析和仪器分析等手段，开展药用植物化学成分的结构测定、生物活性与功能、结构修饰与合成、提取和分离工艺的研究。在学校和科技厅的大力支持下，本实验室购置了核磁共振仪、X-单晶衍射仪、液相-质谱联用仪、气-质联用仪、元素分析仪、高效液相色谱等仪器设备。目前已建成天然产物室、有机合成室、药理室、仪器室、标本室、药品库房等。学院和重点实验室提供了实验工作用房、核磁共振仪、气质联用仪等大型实验仪器设备和实施，为项目的顺利开展打下坚实的基础。

项目五

项目名称：算子代数上若干映射的研究

主要完成人：余维燕

主要完成单位：海南师范大学

拟提名奖项：海南省自然科学奖

项目简介：泛函分析是数学学科的重要分支，算子代数是泛函分析的重要研究领域，在量子信息与计算、非交换概率论、小波分析等领域有广泛的应用。本项目的研究内容涉及三角代数上的非线性的 Lie 导子，因子 von Neumann 代数上的非线性的* -Lie 导子，CSL 代数上的 Lie 三重导子，三角代数上的 Jordan -导子等等问题。具体研究内容有：

1、研究了三角代数上的非线性的 Lie 导子，证明了三角代数上的每一个非线性的 Lie 导子是一个可加的导子与一个使得换位子值为零的中心值映射的和.对进一步探讨三角代数这一类代数的非线性 Lie 结构具有重要意义，特别是对块上三角矩阵与套代数这两类特殊的非自伴的三角代数的结构的研究具有重要意义。SCI 它引达 30 次。

2、研究了因子 von Neumann 代数上的非线性的* -Lie 导子，证明了因子 von Neumann 代数上的每一个非线性的* -Lie 导子都是一个可加的* -导子。对进一步探讨自伴算子代数的非线性 Lie 结构具有重要意义，特别是对由所有的有界线性算子的全体构成的这类特殊的因子 von Neumann 代数的

结构的研究具有重要意义。SCI 它引 7 次。

3、研究了复可分 Hilbert 空间上的不相关的有限宽度的可交换子空间格代数上的 Lie 三重导子，证明了可交换子空间格代数上的每一个 Lie 三重导子是一个内导子与与一个使得换位子值为零的中心值映射的和。此研究对进一步研究有限宽度的可交换子空间格代数具有重要意义。SCI 它引 2 次。

4、对三角代数上的两类 Jordan 导子进行了研究，证明了三角代数上的每一个广义 Jordan 导子是导子与广义内导子之和；同时也证明了当代数只有平凡幂等元时，三角代数上的每一个 Jordan (a,b) -导子都是(a,b) -导子。

5、对三角代数上的双导子与可交换映射进行研究。给出了双导子与可交换映射的好的刻画，对进一步研究算子代数的 Lie 结构提供了新的思路与方法。

以上研究对进一步研究自伴与非自伴算子代数的分类问题提供了新的思路与方法，受到同行专家的好评。SCI 它引有 39 次，它引总次数 51 次，SCI 单篇它引达 30 次。

代表性论文专著目录：

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码 (××年 ××卷-××页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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	nonlinear Lie derivations of triangular algebras/linear algebra and its application/余维燕, 张建华	1	2010 年 432 卷 2953-296 页	2010-10-01	余维燕	余维燕	余维燕, 张建华	30	30	否

序号	论文专著/刊名/作者	影响因子	年卷页码(××年××卷-××页)	发表时间	通讯作者	第一作者	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
2	nonlinear *-Lie derivations on factor von Neumann algebras/linear algebra and its application/余维燕, 张建华	1	2012年 437 卷 1979-1991 页	2012-08-01	余维燕	余维燕	余维燕, 张建华	7	7	否
3	Lie triple derivations of CSL algebras/international journal of theoretical/余维燕, 张建华	1.18	2013年 56 卷 2118-2127 页	2013-06-01	余维燕	余维燕	余维燕, 张建华	2	2	否
4	三角代数上的广义 Jordan 导子/数学进展/余维燕, 邢福弟	0.42	2009年 38 卷 477- 480 页	2009-08-01	余维燕	余维燕	余维燕, 邢福弟	0	7	否
5	三角代数上的 Jordan(a,b)导子/数学物理学报/余维燕, 张建华	0.52	2011年 31 卷 1521 -1525 页	2011-12-01	余维燕	余维燕	余维燕, 邢福弟	0	0	否
6	套代数上的 (a,b) 双导子/吉林大学学报(理学版)//余维燕, 张建华	0.46	2010年 48 卷 574- 578 页	2010-08-01	张建华	余维燕	余维燕, 张建华	0	1	否
7	三角代数上的一类非线性可交换映射/吉林大学学报(理学版)/余维燕, 张建华	0.46	2014年 52 卷 881- 887 页	2014-10-01	余维燕	余维燕	余维燕, 张建华	0	2	否

主要完成人对项目的创造性贡献:

余维燕: 采用“重叠分块, 以块代点”的新思想、类似于刻画环的素度这一新方法, 完成以下研究工作:

- 1、建立三角代数上非线性的 Lie 导子的结构定理。
- 2、刻画因子 von Neumann 代数上的非线性的* -Lie 导子的结构。
- 3、证明可交换子空间格代数上的 Lie 三重导子是一个内导子与一个使得换位子值为零的中心值映射的和。
- 4、证明三角代数上的每一个广义 Jordan 导子是导子与广义内导子之和; 同时也证明了当代数只有平凡幂等元时,

三角代数上的每一个 Jordan (a,b) -导子都是 (a,b) -导子。

5、给出套代数上的双导子与可交换映射的好的刻画。

主要完成单位对项目的创造性贡献：

海南师范大学： 在项目依托单位海南师范大学的组织管理下，项目完成人完成以下研究工作：

1、研究三角代数上的非线性的 Lie 导子，证明了三角代数上的每一个非线性的 Lie 导子是一个可加的导子与一个使得换位子值为零的中心值映射的和。

2、研究因子 von Neumann 代数上的非线性的* -Lie 导子，证明了因子 von Neumann 代数上的每一个非线性的* -Lie 导子都是一个可加的* -导子。

3、研究复可分 Hilbert 空间上的不相关的有限宽度的可交换子空间格代数上的 Lie 三重导子，证明了可交换子空间格代数上的每一个 Lie 三重导子是一个内导子与一个使得换位子值为零的中心值映射的和。

4、证明三角代数上的每一个广义 Jordan 导子是导子与广义内导子之和；同时也证明了当代数只有平凡幂等元时，三角代数上的每一个 Jordan (a,b) -导子都是 (a,b) -导子。

5、对三角代数上的双导子与可交换映射进行研究。给出了双导子与可交换映射的好的刻画。

采用“重叠分块，以块代点”的新思想、类似刻画环的素度的新方法。项目的研究成果对于推进算子代数及相关领域

具有一定的理论价值与应用价值，所获结果获得国内外专家的好评，其中三角代数上的非线性 Lie 导子 SCI 它引 30 次，von Neumann 代数上的非线性*-Lie 导子 SCI 它引 7 次。