**项目名称：茉莉酸调控橡胶树冷胁迫应答及产排胶分子机理研究**

**项目简介：**

橡胶树起源于亚马逊热带雨林地区，橡胶树原产区具有高温、高湿的气候环境。但橡胶种植区位于热带北缘和南亚热带，属于非传统植胶区。虽然上世纪50年代，橡胶树在中国大规模北移种植获得成功（北纬18-24度），在国际上取得了突出成就，但橡胶种植北移面临的最大障碍是低温，低温是影响橡胶产量主要环境因素之一。因此，巴西橡胶树抗寒机制研究对在非传统植胶区拓展橡胶树种植面积具有非常重要的理论和应用价值。本项目主要针对橡胶的抗寒机制以及环境因子影响橡胶产排胶的分子机理进行研究，取得以下主要成果：

1. **茉莉酸调控橡胶树冷胁迫应答机制研究：**通过橡胶树转录组测序，获得橡胶树的转录本及拼接基因。在此基础上，克隆橡胶树耐寒关键基因*HbICEs*/*HbCBFs*基因家族，通过遗传转化研究发现HbJAZs蛋白能与HbICE1互作调控橡胶冷胁迫应答，茉莉酸处理能显著提高橡胶的耐寒性，证明茉莉酸是调控橡胶抗寒的关键植物激素。主要研究成果发表于《Plant molecular biology》和《Frontiers in plant science》。
2. **橡胶冷胁迫表观遗传学相关分子机理研究：**由于橡胶主要栽培种都来源于魏克汉种质，缺少遗传多样性，橡胶树的生长周期长，短时间内选育出耐寒橡胶品种非常困难，因此，我们推测橡胶树可能通过表观遗传学修饰适应冷胁迫。研究结果证实了我们的推测，实验表明橡胶树*HbICEs*基因启动子无论在室内还是自然界都受冷胁迫诱导发生去甲基化现象，其表达水平与启动子去甲基化水平呈正相关，本项目首次系统证明了橡胶树耐寒性能受表观遗传学修饰调控。研究成果发表于《BMC Plant biology》。
3. **茉莉酸调控橡胶树产排胶分子机理研究：**茉莉酸不仅影响橡胶树的耐寒性，而且是橡胶创伤反应和乳管诱导的关键信号，但其分子机理却不清楚。为此，我们首先克隆橡胶茉莉酸信号关键基因家族，通过酵母双杂筛选HbJAZ1蛋白互作的三个茉莉酸相关HbMYCs转录因子，再通过酵母单杂交筛选HbMYCs转录因子的互作顺式作用元件。通过启动子顺式作用元件成功鉴定HbMYCs转录因子调控的产排胶相关靶基因，并验证HbMYCs与橡胶排胶相关水通道蛋白HbPIP2;1启动子互作并调控其表达，首次鉴定了橡胶茉莉酸信号途径HbMYCs转录因子参与橡胶产排胶调控的分子机制，研究结果发表于《Plant Biology》和《Scientific reports》。
4. **橡胶乳管分化及产排胶调控机理研究：**为了克隆乳管分化相关基因，通过构建差减文库和基因芯片技术筛选到乳管分化相关基因*HbNAC1*转录因子和脱水素基因HbDHNs，通过研究发现橡胶创伤暴露后伤口的组织脱水是诱导橡胶乳管分化的关键信号，脱水素基因*HbDHNs*基因过表达能够提高植物对非生物胁迫的耐受性；脱水信号诱导HbNAC1转录因子表达，HbNAC1能结合橡胶产胶关键基因*SRPP*启动子，并调控起表达。研究结果发表于《Planta》和《Frontiers in plant science》。

本项目受到4项国家自然科学基金,2项教育部博士点基金,1项海南省自然科学基金和1项海南省教育厅项目资助，共发表文章16篇，其中SCI论文9篇，总SCI影响因子32.612，总引用次数 167次，其中两篇SCI论文被ESI数据库评列为高被引论文。研究成果成功解析了巴西橡胶树耐寒机理研究多年来存在的一个关键理论问题，明确揭示了橡胶树产排胶调控的信号通路和调控机制，受到国内外同行的广泛关注和引用。

**代表性成果：**

1. Zhihui Xia. Huimin Xu, Jinling Zhai, Dejun li, Hongli Luo, Chaozu He, **Xi Huang\***,（2011）RNA-Seq analysis and *de novo* transcriptome assembly of *Hevea brasiliensis,* **Plant Molecular Biology**, 77:299–308.
2. 刘伟，翟金玲，许慧敏，**黄惜\***，橡胶HbJAZ1基因的原核表达与纯化分析,热带生物学报， 2011，2（2 ）117-122。
3. 訾亮，洪灏，翟金玲，马穗，**黄惜\***, 拟南芥NiNJA 基因酵母双杂诱饵载体构建及互作蛋白的筛选,热带生物学报,2013, 4 (1 ) 32-35。
4. 徐静文,廉文君,曹玉鑫,夏志辉，黄惜\*,巴西橡胶树树皮环氧树脂组织切片及染色技术研究, 热带生物学报,2014, 5 (2) 161-165。
5. 肖华，林云蒸,姚笛，欧阳沫，黄惜\*，巴西橡胶树锌指蛋白基因的克隆及功能鉴定, 2015, 热带生物学报, 6 (2) 161-165.
6. 洪灏，刘小婷，肖华，黄 惜，袁红梅\*, HbCoi1基因启动子酵母单杂pHIS载体的构建及互作蛋白筛选, 热带生物学报,2015 , 6 (3) :256-260。
7. 郝 慧，曹玉鑫，翟金玲，黄 惜\*，巴西橡胶树HbNAC1转录因子互作顺式作用元件筛选，热带生物学报, 2015,8（2）61-66。
8. Hao Hong, Hua Xiao, Hongmei Yuan, Jinling Zhai, **Xi Huang\***, (2015) Cloning and characterization of JAZ gene family in *Hevea brasiliensis,* **Plant Biology**, 17(3), 618–624. （SCI 影响因子2.216）
9. 袁红梅,洪灏,黄惜\*，巴西橡胶树产排胶机理的研究进展, 分子植物育种，2015，13(5)，1151-1156。
10. Sui Ma, Fei Wang, Suhua Li, **Xi Huang\***, (2016) Enhancing heterogenous expression and purification of bioactive Arabidopsis COI1 protein in tobacco, **Brazilian Journal of Botany**, 39(2), 651-657.（SCI 影响因子0.734）
11. Hongmei Yuan, **Xi Huang\***, (2016) Inhibition of root meristem growth by cadmium involves nitric oxide-mediated repression of auxin accumulation and signaling in Arabidopsis, **Plant Cell & Environment**, 39(1), 120–135. **（1区）**
12. 姚笛； 王启超； 曹玉鑫； 洪灏； 黄惜\*, 巴西橡胶树JAZ家族基因的克隆和表达分析, 分子植物育种，2016，14(5)，1115-1122。
13. Hong-Mei Yuan, Ying Sheng, Mo Ou-Yang, Yu-Qin Lu, Wei-Jie Chen and **Xi Huang\***, (2017) Overexpression of *Havea brasilliensis* HbICE1 enhances cold tolerance in Arabidopsis, **Frontiers in Plant Science**, 8:1462(DOI: 10.3389/fpls.2017.01462).
14. Yuxin Cao, Xian Xiang, Mengting Geng, Qin You, **Xi Huang\***. (2017) Effect of *HbDHN1* and *HbDHN2* genes on abiotic stress responses in Arabidopsis，**Frontiers in Plant Science，** 8：470 (DOI: 10.3389/fpls.2017.00470).
15. Yuxin Cao, Jinling Zhai, Hongmei Yuan, **Xi Huang\***, (2017) Function of *Hevea brasiliensis*NAC1 in dehydration-induced laticifer differentiation and latex biosynthesis, **Planta**, 245(1), 31-44.
16. Xiao Tang, Qichao Wang, Hongmei Yuan, **Xi Huang\***, (2018) Chilling induced demethylation associated with cold tolerance of *Hevea brasiliensis*, **BMC Plant Biology**, 18:70 (DOI: 10.1186/s12870-018-1276-7).
17. Jinling Zhai, Hui Hao, Hua Xiao, Yuxin Cao, **Xi Huang\***, (2018) Identification of JA related MYC transcription factors involved in latex drainage in *Hevea brasiliensis*, **Scientific Reports**, 17;8(1):909. doi: 10.1038/s41598-018-19206-3.
18. 林贤桂，翟金玲，黄 惜\*，巴西橡胶树HbMYBs转录因子的克隆及表达分析，热带生物学报,2018,9(01)12-20。

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

海南大学是本成果相关所有课题，包括4项国家自然科学基金,2项教育部博士点基金,1项海南省自然科学基金和1项海南省教育厅项目的唯一承担单位，也是本成果包含的所有16篇论文，其中9篇SCI论文的第一完成单位，因此海南大学是创造性贡献最大的单位。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

**黄惜：**是本成果相关项目中3项国家自然科学基金,2项教育部博士点基金的主持人，是发表的16篇论文的通讯作者。

**袁红梅：**是本成果相关项目中1项国家自然科学基金，1项海南省自然科学基金和1项海南省教育厅项目的主持人。是克隆鉴定了橡胶冷胁迫关键基因HbICE1和 HbCBFs工作的主要负责人。是发表的2篇SCI论文（Frontiers in Plant Science， 2017和Plant Cell & Environment, 2016）和一篇核心期刊的第一作者。

**翟金玲：**是本成果相关项目中3项国家自然科学基金的主要参与者，主要参与克隆鉴定橡胶茉莉酸信号途径关键转录因子HbMYCs，是2篇SCI论文（Scientific Reports， 2018和Planta， 2017）第一作者和共同第一作者。

**夏志辉：** 主要参与橡胶转录组测序和功能基因注释工作，以第一作者发表论文1篇（Plant Molecular Biology， 2011），该论文引用率达到130次以上。

**曹玉鑫：**是实施本成果过程中的博士研究生，主要参与乳管分化相关基因HbNAC1和HbDHNs的克隆鉴定，是两篇SCI论文的第一作者（Frontiers in Plant Science， 2017和Planta， 2017）。

**唐潇：**是实施本成果过程中的博士研究生，主要参与冷胁迫诱导橡胶冷胁迫应答基因的甲基化修饰及表观遗传学分子机理工作，是1篇SCI论文的第一作者（BMC Plant Biology， 2018）。

**王启超：**是实施本成果过程中的博士研究生，主要参与乙烯相关转录因子及表观遗传学分子机理工作，是1篇SCI论文的共同第一作者（BMC Plant Biology， 2018）。

**郝慧**和**肖华**是实施本成果过程中的博士研究生，主要参与克隆鉴定橡胶茉莉酸信号途径关键转录因子HbMYCs的部分工作，是一篇SCI论文（Scientific Reports， 2018）的主要作者。

**项目名称：中国地毯草种质资源遗传多样性与优良品种选育研究**

**项目简介：**种质（品种）资源是植物育种、栽培应用和有关科学研究的物质基础，因此对种质资源基本生物学特性的研究具有重要意义。中国是地毯草的原产地，拥有丰富的地毯草种质资源，但有关应用基础研究比较薄弱。“海南地毯草种质资源遗传多样性及其评价研究（310031）”，在国家和省级自然科学基金项目支持下，历经20年时间，对地毯草种质资源开展了较为系统的应用基础科学问题研究，主要包括中国野生地毯草资源、地毯草的抗旱性、耐铝、耐低磷、形态学、分子标记开发与利用、环境因子与地毯草农艺性状的关系，以及特异（抗旱、高产、优质）资源挖掘与利用等，以此为基础，培育国审品种1个（华南地毯草）。

本项项目发表SCI期刊论文2篇，ISTP期刊1篇，中文期刊论文7篇（文章被引次数为63，他引次数为18），培育硕士研究生1名，在地毯草种质资源的应用基础研究方面产生了较广泛的学术影响。10篇代表性论著中（2篇SCI论文）和1个育成品种--“华南地毯草”。

**代表性成果：**

1、Xiao-Li Wang, Yong Li, **Li Liao**, Xin-Yi Zhang, Chang-Jun Bai and Zhi-Yong Wang\*, Isolation and characterization of microsatellite markers for *Axonopus compressus* (Sw.) Beauv. (Poaceae) using 454 sequencing technology, [Genetics and Molecular Research](http://www.geneticsmr.com/), 2015, 14 (2) : 4696-4702.（注：被引次数为2，他引次数为0）

2、Xiaoli Wang, **Li Liao**, Xinyi Zhang, Changjun Bai,Zhiyong Wang\*. Genetic diversity of *Axonopus Compressus* (Sw.) Beauv. germplasm based on simple sequence repeat markers, HortScience, 2015, 50: 797-800.（注：被引次数为3，他引次数为0）

3、Wang X L, Mo D Q, Li L F, Liao L, Hu H G, Mo D Q, Li L F, Bai C J, **Wang Z Y**\*. Genetic variation of asexual reproduction characteristics of *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. [J]. Acta Horticulturae ISHS, 2014，Beijing, P.R. China, 2014, 189-194.（注：被引次数为1，他引次数为1）

4、李洁英，解安霞，白昌军，廖丽，黄小辉，王志勇\*．周期性去叶对地毯草克隆生长的影响[J]．草业学报，2011，20（3）：115-121．（注：被引次数为12，他引次数为6）

5、廖丽，黄小辉，白昌军，王志勇\*．地毯草对铝胁迫响应及临界浓度的研究[J]．热带作物学报，2011，32（7）：1235-1239．（注：被引次数为8，他引次数为1）

6、廖丽，黄小辉，胡化广，白昌军，王志勇\*．地毯草种质资源耐盐性初步评价[J]．草业科学，2012，29（5）：704-709．（注：被引次数为11，他引次数为1）

7、黄小辉，廖丽，白昌军，王志勇\*．地毯草耐盐浓度梯度筛选与临界盐浓度研究[J]．草业科学，2012，29（4）：599-604．（注：被引次数为10，他引次数为2）

8、张静，廖丽，白昌军，王志勇\*．地毯草耐铝性初步研究[J]．草业科学，2012，29（11）：1671-1677．（注：被引次数为7，他引次数为1）

9、[廖丽](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=au&skey=%e5%bb%96%e4%b8%bd&code=24400047;29159494;29159495;07027122;09640760;24400046;)，[张若依云](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=au&skey=%e5%bc%a0%e8%8b%a5%e4%be%9d%e4%ba%91&code=24400047;29159494;29159495;07027122;09640760;24400046;)，[姚亚运](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=au&skey=%e5%a7%9a%e4%ba%9a%e8%bf%90&code=24400047;29159494;29159495;07027122;09640760;24400046;)，[刘苗苗](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=au&skey=%e5%88%98%e8%8b%97%e8%8b%97&code=24400047;29159494;29159495;07027122;09640760;24400046;)，[白昌军](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=au&skey=%e7%99%bd%e6%98%8c%e5%86%9b&code=24400047;29159494;29159495;07027122;09640760;24400046;)，[王志勇](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=au&skey=%e7%8e%8b%e5%bf%97%e5%8b%87&code=24400047;29159494;29159495;07027122;09640760;24400046;)\*．[贮藏温度对竹节草和地毯草离体匍匐茎再生活力分析](http://epub.cnki.net/kns/detail/detail.aspx?QueryID=7&CurRec=19&recid=&FileName=RDNK201305006&DbName=CJFDLAST2013&DbCode=CJFQ&pr=) [J]．热带农业科学，2013，33（5）：17-21．（注：被引次数为0，他引次数为0）

10、[廖丽](http://kns.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CJFQ&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e5%bb%96%e4%b8%bd&scode=24400047;32542694;32542695;32026219;09640760;24400046;" \t "http://kns.cnki.net/kns/brief/knet)，[陈玉华](http://kns.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CJFQ&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e9%99%88%e7%8e%89%e5%8d%8e&scode=24400047;32542694;32542695;32026219;09640760;24400046;" \t "http://kns.cnki.net/kns/brief/knet)，[赵亚荣](http://kns.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CJFQ&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e8%b5%b5%e4%ba%9a%e8%8d%a3&scode=24400047;32542694;32542695;32026219;09640760;24400046;" \t "http://kns.cnki.net/kns/brief/knet)，[王晓丽](http://kns.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CJFQ&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e7%8e%8b%e6%99%93%e4%b8%bd&scode=24400047;32542694;32542695;32026219;09640760;24400046;" \t "http://kns.cnki.net/kns/brief/knet)，[白昌军](http://kns.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CJFQ&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e7%99%bd%e6%98%8c%e5%86%9b&scode=24400047;32542694;32542695;32026219;09640760;24400046;" \t "http://kns.cnki.net/kns/brief/knet)，[王志勇](http://kns.cnki.net/kns/popup/knetsearchNew.aspx?sdb=CJFQ&sfield=%e4%bd%9c%e8%80%85&skey=%e7%8e%8b%e5%bf%97%e5%8b%87&scode=24400047;32542694;32542695;32026219;09640760;24400046;" \t "http://kns.cnki.net/kns/brief/knet)\*．地毯草种质资源形态多样性[J]．草业科学，2015，32（2）：248-257. （注：被引次数为5，他引次数为2）

11、王晓丽. 地毯草种质资源的遗传多样性分析[D]．海口：海南大学，2015.（注：被引次数为0，他引次数为0）

12、《地毯草营养器官生长特性的研究》获2010年度中国热带作物学会优秀论文.

13、白昌军，易克贤，刘国道，韦家少，李开绵.**华南地毯草**.全国牧草品种审定委员会，2000年12月.

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

**第1单位：海南大学**

国家自然科学基金《中国地毯草种质资源遗传多样性与优良种质筛选》和海南省自然科学基金《海南省地毯草遗传多样性及其评价研究》课题主持单位，具体负责中国地毯草种质资源遗传多样性研究以及参与资源收集和鉴定工作，培养研究生1名，以第一单位或通讯单位发表论文10篇，其中SCI收录2篇，在项目实施中给予了大量人力物力支持。

**第二单位：中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所**

国家自然科学基金《中国地毯草种质资源遗传多样性与优良种质筛选》和海南省自然科学基金《海南省地毯草遗传多样性及其评价研究》课题成果参与单位，在项目中具体负责中国地毯草种质资源收集、鉴定，参与中国地毯草种质资源遗传多样性研究，是国审品种“华南地毯草”育成单位，同时在项目实施过程中给予了一定的人力物力支持。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

第1候选人. 王志勇

本成果中作为国家和省级自然科学基金项目主持人，全面主持、设计和组织实施完成全部研究工作，是所有代表性论著和核心论著的通讯作者。

第2候选人. 白昌军

是本成果中国家和省级自然科学基金项目研究工作的主要指导人，2篇代表性论文和8篇核心论文的主要作者之一和国审品种“华南地毯草”第一育成人。

第3候选人. 刘国道

参与本成果中地毯草资源收集与鉴定研究工作，是“华南地毯草”国审品种育成者之一。

第4候选人. 廖丽

是本成果中国家和省级自然科学基金项目研究工作的主要执行人，2篇代表性论文和8篇核心论文的第二作。

第5候选人. 丁西朋

参与本成果中地毯草资源研究工作，是本成果中野生地毯草资源研究的主要完成人。

**项目名称：**海南热带优质花卉资源的挖掘、创新利用与推广示范

**项目简介：**

本项目是海南大学、海南省农科院热带园艺研究所、三亚新大兴园林生态有限公司、海南大湖桥园林股份有限公司等4家单位，在6年间实施“热带花卉优质种子种苗规模化繁殖与推广示范”等12个科研项目所取得的创造性成果。

1、优质花卉种质资源的挖掘、保存与评价：构建海南热带优质花卉种质资源库和离体保存技术体系，共收集保存种质资源105份，离体保存优质花卉种质资源12份；建立完善的评价技术体系，对海南野生和栽培种质资源品种资源进行有目的地系统地挖掘、保护和应用，对种质资源的药用价值、生态适应性和遗传结构等进行综合的科学评价。

2、新品种选育：建立引种、杂交为主体的育种体系，筛选出优良品种1个。

3、建立规模化繁殖生产技术体系：筛选商品价值高的花卉品种，在种苗繁育、生产栽培、病虫害防治、采后处理等环节中的关键技术和技术难点展开研究，制定技术规程，集成配套生产技术体系，解决了生产配套技术落后的问题。

4、创新成果应用：建立生产示范基地、开展技术培训进行示范推广。

**代表性成果：**

1、专利：

（1）“一种可共用于阔叶薰衣草愈伤组织和不定芽诱导的培养基 ”（专利号：CN 105340748A）

（2）一种培育兰科植物的方法及专用菌株（专利号：ZL 2010 1 0594631.2）.

（3）一种培育附生兰的方法（申请号:201010594687.8；公开号:102132672A）.

2、论文：

[1]郝江珊,王健.Delphi法在筛选芳香植物园林综合价值评价指标中的应用研究[J].中国园艺文摘,2015,05:80-82+106.

[2]郝江珊,邢剑锋,符桂娴,雷金睿,郭祎妮,胡冬妮,王健.海口市公园芳香植物种类及应用调查[J].热带生物学报,2015,02:180-188.

[3]张珂,陈华姑,龚胜,孙海燕,王健.MonoTrap法捕集白木香愈伤组织挥发性成分及其GC-MS分析[J].热带作物学报,2015,08:1505-1510.

[4]郭祎妮,王健,郝江珊.保健功能植物在私家庭院设计中的应用[J].热带生物学报,2016,02:190-198.

[5] 郑云柯,胡翔宇,宋希强,王健. 石斛属植物基因组DNA提取方法的对比. 热带生 物学报.2015,6(2):168-172

[6] 王榜琴,余文刚,孟千万,杨泽秀,豆梁晨,宋希强,于旭东.植物生长调节剂对星油藤扦插生根的影响. 热带生物学报.2016,7(1):48-52

[7] 罗冠勇,钟云芳,宋希强,戴好富,杨冬华.海南龙血树基于愈伤组织诱导途径的组培快繁技术体系优化[J]. 热带作物学报，2012，33(10)：1824-1828.

[8] 杨冬华,陈福,宋希强,罗冠勇,徐庆. 海南岛降香黄檀区系组成与群落特征分析[J]. 热带农业科学，2012，32(12)：110-115.

[9] 钟云芳,武华周,宋希强,周兆德. 海南凤仙花生境地物种多样性及其与环境关系研究[J]. 热带作物学报，2014，35(2)：355-361.

[10] 罗冠勇,宋希强,杨冬华,张哲. 海南10种园林乔木生物学特性与抗风性关联性分析[J].热带作物学报2013，34（2）：263-267.

[11] 钟云芳,胡翔宇,宋希强,周兆德.基于ISSR分子标记的海南凤仙花种群遗传多样性[J].热带作物学报,2014,35(06):1041-1046.

3、著作

（1）宋希强. 观赏植物种质资源学[M].中国建筑工业出版社，2012.

（2）朱国鹏. 热带兰栽培生理[M].海南出版社，2012.

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **单位名称** | **创新推广贡献** |
| 1 | 海南大学 | 项目主持单位，负责优质花卉种质资源，如兰科植物、凤仙花属、降香黄檀和海南龙血树等植物的挖掘、保存与评价，进行新品种选育及栽培技术示范与推广 |
| 2 | 海南省农科院热带园艺研究所 | 负责优质花卉种质资源，如苦苣苔科、野牡丹属、金钱海棠等植物的挖掘、保存与评价，进行新品种选育及栽培技术示范与推广 |
| 3 | 三亚新大兴园林生态有限公司 | 负责市场推广应用优质花卉品种、栽培技术及人员培训 |
| 4 | 海南大湖桥园林股份有限公司 | 负责市场推广应用优质花卉品种、栽培技术及人员培训 |

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **职务/职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 宋希强 | 1 | 教授 | 海南大学 | 主要项目负责人，主持项目总体方案制定与实施，主持开展了大量具体内容的研究工作。 |
| 云勇 | 2 | 所长/副研究员 | 海南省农业科学院热带园艺研究所 | 负责统筹优质花卉种质资源挖掘及利用事宜，与企业对接花卉品种示范与市场推广。 |
| 张海林 | 3 | 董事长 | 三亚新大兴园林生态有限公司 | 负责市场推广应用优质花卉品种、栽培技术及人员培训 |
| 符瑞侃 | 4 |  | 海南省农业科学院热带园艺研究所 | 负责优质花卉种质资源，如苦苣苔科等植物的挖掘、保存与评价，进行新品种选育及栽培技术示范与推广。 |
| 陈宣 | 5 |  | 海南省农业科学院热带园艺研究所 | 负责优质花卉种质资源，如野牡丹属等植物的挖掘、保存与评价，进行新品种选育及栽培技术示范与推广。 |
| 王健 | 6 | 教授 | 海南大学 | 负责优质花卉种质资源，如兰科植物、凤仙花属、降香黄檀和海南龙血树等植物的挖掘、保存与评价，进行新品种选育及栽培技术示范与推广。 |
| 姜殿强 | 7 |  | 海南省农业科学院热带园艺研究所 | 负责优质花卉种质资源，如金钱海棠等植物的挖掘、保存与评价，进行新品种选育及栽培技术示范与推广。 |
| 吴林桥 | 8 | 董事长 | 海南大湖桥园林股份有限公司 | 负责市场推广应用优质花卉品种、栽培技术及人员培训 |
| 郭志铭 | 9 |  | 三亚新大兴园林生态有限公司 | 负责市场推广应用优质花卉品种、栽培技术及人员培训 |
| 吴向崇 | 10 |  | 三亚新大兴园林生态有限公司 | 负责市场推广应用优质花卉品种、栽培技术及人员培训 |

“抗白粉病苦瓜新品种“热研3号”选育及增效技术示范推广”项目简介

**一、项目名称**

抗白粉病苦瓜新品种“热研3号”选育及增效技术示范推广

**二、项目简介**

苦瓜是海南省重要冬季瓜菜之一。海南省苦瓜种植面积达14397公顷，总产量达388141吨（2015年海南省统计年鉴）。但在我省高温高湿气候条件下，白粉病田间发病率极高，造成大量减产甚至绝收。该项目针对苦瓜白粉病抗性遗传规律研究较少、育种进程缓慢、抗白粉病品种严重缺乏及与品种配套的增效技术滞后等问题，由中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所牵头，联合海南大学和三亚市南繁科学技术研究院2家单位协作攻关，取得一批创新性科技成果：

1. 探明了苦瓜白粉病抗性的理化基础，筛选出了10个白粉病抗性鉴定辅助指标，鉴定出抗病材料6份。揭示了白粉病抗性的数量性状遗传规律，苦瓜对白粉病的抗性遗传符合2对加性-显性-上位性主基因+加性-显性多基因模型（E-1），构建了1张苦瓜遗传连锁图谱，定位到6个白粉病抗性QTL位点。
2. 以来源于斯里兰卡的苦瓜高抗白粉病自交系04-17-3为父本、来源于福建的地方品种06-18-1为母本杂交、多代回交后选育抗病的强雌性系新种质07-20，以其为母本，再以高代自交系07-11为父本杂交产生的F1代杂交品种，命名为热研3号苦瓜并通过海南省品种认定，比对照品种丰绿苦瓜增产11.65~13.79%。
3. 研发轻简化基质，实现集约化育苗。采用嫁接换根，降低土传病害影响，实现“减药”。改良水肥一体化装备，优化营养元素配比，实现“减肥”。推广蜜蜂授粉，实现“提质”与节本增效。集成高效综合防控技术，实现生态健康栽培。
4. 与其它主推苦瓜品种相比，热研3号能够显著降低土壤中真菌多样性，显著降低白粉病的发病率。

5、2010年以来，在海南省建立示范基地15个，累计示范推广面积达103000余亩。其中2015~2017年，累计示范推广38890亩，新增销售额46648.4万元，新增利润22310.4万元。

6、发表论文11篇，授权专利6项，出版专著3部。

**三、主要知识产权证明目录**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 专利  或软件著作权名称 | 单位 | 专利号 | 发明人  （前3） |
| 1 | 一种农学试验培养设备 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | ZL201621111177.X | 刘子记，杨衍，党选民 |
| 2 | 一种蔬菜种子晾晒装置 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | ZL201621060875.1 | 刘子记，杨衍，曹振木 |
| 3 | 一种植物病害保湿装置 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | ZL201720438695.0 | 刘子记，杜公福，戚志强 |
| 4 | 一种种子除虫熏蒸装置 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | ZL201720386717.3 | 刘子记，申龙斌，曹振木 |
| 5 | 一种农业育种装置的自动加湿器 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | ZL201720697719.4 | 刘子记，詹园凤，党选民 |
| 6 | 一种可用于害虫物理防控的丝网诱捕器 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | ZL201520679375.5 | 李专，杨衍，刘昭华 |

**四、论文与论著情况**

1、Niu Yu, Qi Zhiqiang, Liu Zhaohua, Du Gongfu, Yang Yan\*. Improving Bitter Gourd Seedling Characteristics by Some Alternative Compound Substrates [J]. International Journal of Agriculture and Biology, 2017, 16(532): 152-156.

2、刘昭华, 牛玉, 刘子记, 杨衍. 热研3号油绿苦瓜的选育[J]. 热带作物学报, 2014, 35(1)：024-027.

3、田丽波, 杨衍, 商桑, 司龙亭. 不同品系苦瓜的抗白粉病能力及其与防御酶活性的相关性[J]. 沈阳农业大学学报, 2015, 46(3)：284-291.

4、田丽波, 商桑, 李丹丹, 司龙亭, 杨衍. 苦瓜白粉病抗性的主基因+多基因混合遗传模型分析[J]. 热带作物学报, 2015, 36(9)：1640-1645.

5、田丽波, 商桑, 杨衍, 司龙亭. 苦瓜对白粉病的抗性与相关生理生化指标的关系[J]. 西北农业学报, 2015, 24(9)：166-173.

6、田丽波, 商桑, 杨衍, 司龙亭, 李丹丹. 苦瓜叶片结构与白粉病抗性的关系[J]. 西北植物学报, 2013, 33(10)：2010-2015.

7、田丽波, 张燕, 商桑, 杨衍. 基于生理生化性状和病情指数评价苦瓜种质资源的白粉病抗性[J]. 分子植物育种, 2015,(12)：2824-2832.

8、刘子记, 刘昭华, 牛玉, 杨衍. 不同苦瓜材料农艺性状调查及白粉病抗性分析[J]. 北方园艺, 2013（19）：117-119.

9、杜公福, 刘昭华, 牛玉, 戚志强, 韩旭, 杨衍. 5种杀菌剂对海南枫木苦瓜白粉病防效试验[J]. 长江蔬菜, 2015（10）：98-100.

10、贺滉, 彭智翠, 杜公福, 牛玉, 戚志强, 杨衍. 苦瓜嫁接新品种比较试验[J]. 长江蔬菜, 2017(24): 50-52.

11、韩晓燕, 黄庆文, 肖日升, 任红, 罗丰, 孔祥义. 三亚地区不同类型砧木嫁接对苦瓜的影响[J]. 热带农业科学, 2014, 34(1):19-21.

12、田丽波, 商桑. 苦瓜白粉病抗性的生理基础、遗传机制及分子定位[M]. 北京：中国农业科学技术出版社, 2017.

13、刘昭华, 牛玉, 刘子记, 杨衍, 刘维侠, 韩旭, 申龙斌. 苦瓜高效栽培（南方本）[M]. 北京：机械工业出版社, 2016.

14、刘昭华, 牛玉, 杨衍. 苦瓜栽培技术[M]. 北京：中国农业出版社, 2016.

**五、主要完成单位及创造性贡献**

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 创新推广贡献 |
| 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 项目主持单位，负责苦瓜种质资源收集、评价与创新利用，选育出抗白粉病苦瓜品种“热研3号”，集成优化嫁接育苗、基质栽培、水肥一体化栽培、蜜蜂授粉和病虫害综合防治等提质增效栽培技术，并开展示范推广。 |
| 海南大学 | 负责苦瓜白粉病的抗性评价方法、白粉病抗性遗传规律、苦瓜遗传谱图构建与白粉病抗性QTL定位。 |
| 三亚市南繁科学技术研究院 | 负责抗白粉病苦瓜品种“热研3号”及提质增效技术示范推广。 |

**六、主要完成人情况及对本项目技术创造性贡献**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 职务/职称 | 工作单位/完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 |
| 杨衍 | 1 | 研究员 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 项目负责人，主持项目总体方案制定与实施，主持开展了大量具体内容的研究工作。 |
| 田丽波 | 2 | 副教授 | 海南大学 | 负责苦瓜白粉病的抗性评价方法、白粉病抗性遗传规律、苦瓜遗传谱图构建与白粉病QTL定位。 |
| 牛玉 | 3 | 助理研究员 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 负责抗白粉病苦瓜品种“热研3号”选育及提质增效栽培技术集成。 |
| 刘子记 | 4 | 副研究员 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 负责苦瓜种质资源收集、评价与创新利用及提质增效技术集成。 |
| 韩晓燕 | 5 | 副研究员 | 三亚市南繁科学技术研究院 | 负责抗白粉病苦瓜品种“热研3号”及提质增效技术示范推广。 |
| 刘昭华 | 6 | 研究员 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 负责抗白粉病苦瓜品种“热研3号”选育及提质增效技术推广应用。 |
| 商桑 | 7 | 副教授 | 海南大学 | 负责苦瓜白粉病的抗性评价方法及白粉病抗性遗传规律。 |
| 肖春雷 | 8 | 高级农艺师 | 三亚市南繁科学技术研究院 | 负责抗白粉病苦瓜品种“热研3号”及提质增效技术示范推广。 |
| 戚志强 | 9 | 副研究员 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 负责提质增效技术集成与示范推广。 |
| 杜公福 | 10 | 助理研究员 | 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所 | 负责提质增效技术集成与示范推广。 |

**项目名称：**以三色堇为模式植物的花色花斑形成分子机理研究

**项目简介：**

植物的花色是大自然中最绚丽的色彩之一，而各种各样的花斑是花色中最为奇特和神秘的组成部分，它们不仅为人类提供了丰富多彩的观赏花卉，还对植物吸引授粉昆虫、减少阳光伤害等起着十分重要的作用。花斑的形成一直是花色研究中的热点问题。花色的形成和分布主要受两大类基因的控制，一类是花色素合成途径中的酶基因，另一类则是与合成基因相关的转录因子。

本项目是以观赏植物中具备典型花斑的三色堇（*Viola wittrockiana*）为研究材料，通过研究三色堇花斑色素的组成，克隆与花色素合成相关的基因，并对这些基因在花瓣色斑区和非色斑区的表达进行对比研究，确定其表达差异与色斑形成的关系，进而判断决定花色色斑形成的主要基因。然后通过转录组数据及同源序列克隆其花瓣中的MYB转录因子，分析其在花瓣中色斑区与非色斑区的表达差异，进而筛选出可能影响花斑形成的MYB基因。而后在克隆花瓣花色素苷合成酶基因的基础上，通过粒子轰击瞬时表达，将MYB基因导入非花斑区，研究色素形成和花瓣花色素苷合成酶基因对MYB基因的响应，从而推测MYB影响的花色素苷合成酶基因。在此基础上，克隆花瓣中可能存在的bHLH和WD40型基因，研究MYB基因与bHLH和WD40型基因可能存在的互作关系。

项目已经完成主要研究内容并取得以下研究成果：1.用RAPD技术分析了18个三色堇自交系的遗传多样性，为花色研究提供了良好的基础材料。2.建立了通过叶柄诱导的三色堇再生体系，为基因验证提供了基础。3.建立了三色堇花色素分离、纯化和HPLC-MS检测的技术流程。4.成功建立了三色堇的RNA提取技术体系、cDNA转录体系、PCR反应体系、RACE技术体系。5.在国内外首次成功克隆并登录了三色堇花色素合成的六个关键基因：*VwCHS、VwCHI、VwF3H*、*VwF3'H*、*VwDFR*和*VwANS*，得到了3个MYB类转录因子的全长，1个*bHLH*基因的大部分序列。6.明确了*F3’5’H、DFR和ANS*基因均可能是影响三色堇花斑形成的关键花色素合成酶基因，而*VwMYB8、VwMYB27、VwMYB29*具有促进花色素合成的功能。7. 建立了三色堇基因组DNA提取体系与与热不对称PCR反应体系，进行了启动子的克隆，已克隆到约500bp的*VwDFR*基因的上游序列。8.系统总结归纳了植物色斑形成的可能机理，揭示了三色堇花斑形成的主要花色素合成酶基因及调控基因，为植物花斑形成机理研究提供了新的佐证，研究的成果将来可以为植物花色育种提供技术支持。

本成果发表学术论文10篇，其中SCI论文3篇，总他引次数101次，包括被《Frontiers in Plant Science》等杂志引用；成果曾获得第四届梁希青年论文奖三等奖、海南省第五届海南省高校科技成果奖二等奖、第一届全国农林院校研究生学术科技作品竞赛一等奖等奖项；申报专利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 | Flower color patterning in pansy (Viola wittrockiana Gams.) is caused by the differential expression/Plant Physiology and Biochemistry/Qin Li, Jian Wang, Hai-Yan Sun, Xiao Shang | 2.72 | 2014年8  4卷134-  141页 | 2014-09-24 | Jian Wang | Qin Li | 李琴  ，王健， 孙海燕， 尚啸 | 13 |  | 否 |
| 2 | Plant regeneration of pansy(Viola wittrockiana) 'Caidie' via petiole-derived callus/SCIENTIA HORTICULTURAE/Jian  Wang, Man Zhu Bao | 1.76 | 2007年1  11卷266  -270页 | 2007-05-05 | Man Zhu Bao | Jian Wang | 王健  ，包满珠 | 18 |  | 否 |
| 3 | Characterisation of genetic relationships in pansy(Viola wittrockiana) inbred lines using morpholog/Journal of Horticultural Science & Biotechnology/J.WANG  , M.Z.BAO | 0.72 | 2005年8  0卷537-  542页 | 2005-09-01 | M.Z.BA O | J.WAN G | 王健  ，包满珠 | 16 |  | 否 |
| 4 | 植物花斑形成分子机理研究进展/园艺学报/尚啸， 王健，李琴，龚胜，孙海燕，张玄兵 | 0.95 | 2014年4  1卷1485  -1494页 | 2014-07-15 | 王健 | 尚啸 | 尚啸  ，王健， 李琴  ，龚胜， 孙海燕， 张玄兵 |  | 3 | 否 |
| 5 | 三色堇花色素合成途径中部分结构基因的克隆及生物信息学分析/西北农林科技大学学报（自然科学版）/龚胜，孙海燕，张珂，曾媛，李婧，王健， 李新国 | 0.67 | 2015年4  3卷133-  142页 | 2015-06-10 | 王健 | 龚胜 | 龚胜  ，孙海燕  ，张珂， 曾媛  ，李婧， 王健  ，李新国 |  | 2 | 否 |
| 6 | 三色堇主要观赏数量性状的遗传效应研究/园艺学报/王健，包满珠 | 0.95 | 2007年3  4卷449-  454页 | 2007-04-25 | 包满珠 | 王健 | 王健  ，包满珠 |  | 33 | 否 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 三色堇花斑总RNA3种提取方法的比较/江苏农业科学/李琴，王健，赵忠鑫  ，尚啸 | 0.33 | 2013年4  1卷24-2  6页 | 2013-05-25 | 王健 | 李琴 | 李琴  ，王健， 赵忠鑫， 尚啸 |  | 13 | 否 |
| 8 | 三色堇叶片DNA不同提取方法比较/湖北农业科学/ 尚啸，王健，龚胜，张珂  ，孙海燕 | 0.32 | 2014年5  3卷4999  -5002 | 2014-10-20 | 王健 | 尚啸 | 尚啸  ，王健， 龚胜  ，张珂， 孙海燕 |  | 3 | 否 |
| 合计 | | | | | | | | 47 | 54 |  |

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

1. 海南大学 第一完成单位

提出项目整体研究思路，主持项目的全面研究工作，率先提出以三色堇作为花斑研究模式植物，利用花瓣上色斑区与非色斑区几乎完全相同的遗传背景，开展了一系列花斑形成机理的研究，最终提出了植物花斑形成的主要模式和机理，取得了一系列成果。

1. 华中农业大学 第二完成单位

参与项目的前期工作，提供了三色堇遗传机理研究的基本素材和研究思路，发展了三色堇遗传规律、再生体系等的研究方法，为后续花色花斑的持续研究打下了良好基础。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

1. 王健 第一完成人 海南大学 教授

项目的总体规划及主要负责人和实施人，主持项目的总体研究工作，是代表性论文1,4,5,7,8的通讯作者，代表性论文2,3,6的第一作者，是第四届梁希青年论文奖三等奖、海南省第五届海南省高校科技成果奖二等奖第一完成人，第一届全国农林院校研究生学术科技作品竞赛一等奖指导老师。

1. 包满珠 第二完成人 华中农业大学 教授

参与项目前期方案研究和实施思路的制定，在本项目的科研及实施过程中，进行前期组织、协调及关键技术的决策，为本项目的顺利实施打下了扎实基础，是代表性论文2,3,6的通讯作者。

1. 李琴 第三完成人 海南大学 2013届研究生（已毕业）

负责关键理论论证、针对技术难点和创新点进行攻关，是整个项目的主要研究者，是代表性论文1和7的第一作者，代表性论文4的第三作者。

1. 龚胜 第四完成人 海南大学 2015届研究生（已毕业）

负责关键理论论证、针对技术难点和创新点进行攻关，拓展研究，是整个项目的主要研究者，是代表性论文5的第一作者，是代表性论文4的第四作者和代表性论文8的第三作者。

1. 李霆格 第五完成人 海南大学 2017级植物学博士（在读）

参与本项目技术的实施验证，拓展研究，整理研究结果。

**项目名称：**抗病激活蛋白Harpin的作用机理研究

**项目简介：**植物与病原菌即存在敌人的关系，又存在朋友的关系，harpin是最早报道的来自病原菌但能激发植物抗病性的抗病激活蛋白。我们从芒果，木薯，棉花的黄单胞病菌中首次发现了三个新的harpin蛋白，即hpaXam，hpaXcm和hpaXm，都具有激发植物抗病性的功能，特别是hpaxm是不同于已报道的harpin蛋白。本项目组通过对来自水稻黄单胞harpinxoo和棉花hpaxm的研究，首次确定了harpin转入棉花或烟草植物中特异性表达于植物细胞壁，并且N端类似信号肽的序列决定着harpin这种特异表达。首次利用基因芯片等技术，从组织水平，细胞水平，分子水平解析了harpin抗病虫作用机理，并确认了hpaxm等harpin蛋白能够激发棉花，烟草等植物对棉花黄萎病，枯萎病，烟草病毒病等病害的诱导抗病性，首次选育出了表达harpin蛋白的转基因抗病虫并具有多种优良性状的棉花材料，为植物病害生物药剂研发，植物抗病育种及植物病害防控提供了坚实的科学依据和抗病性材料。本项目在Journal of Experimental Botany等top杂志上发表各类学术文章45篇，其中SCI 15篇，在国际及国内重要学术会议上做大会报告等7次，发表专利5件，编撰英文著作1部，培养博士生7名，培养硕士生15名。

**代表性成果：**

本项目在Journal of Experimental Botany等top杂志上发表各类学术文章46篇，其中SCI 15篇，在国际及国内重要学术会议上做大会报告等7次，发表专利5件，编撰英文著作1部。

具体如下：

**论文：**

1、Miao W, Wang X, Li M, Song C, Wang Y, Hu D, Wang JS. Genetic transformation of cotton with a harpin-encoding gene HpaXoo confers an enhanced defense response against different pathogens through a priming mechanism. BMC Plant Biology 2010;10(1):67. IF：4.03

2、Zhang J, Wang X, Zhang Y, Zhang G, Wang J. A conserved Hpa2 protein has lytic activity against the bacterial cell wall in phytopathogenic Xanthomonas oryzae. Applied Microbiology and Biotechnology 2008; 79(4):605-616.

3、Ji Z, Song C, Lu X, Wang J. Two coiled-coil regions of Xanthomonas oryzae pv. oryzae harpin differ in oligomerization and hypersensitive response induction. Amino Acids 2010;40(2): 381-392.

4、 Li M, Shao M, Lu XZ, Wang JS. Biological Activities of Purified HarpinXoo and HarpinXoo Detection in Transgenic Plants Using Its Polyclonal Antibody. Acta Biochimica et Biophysica Sinica 2005;37(10):713-718.

5、Miao W, Wang X, Song C, Wang Y, Ren Y, Wang JS. Transcriptome analysis of Hpa1Xoo transformed cotton revealed constitutive expression of genes in multiple signalling pathways related to disease resistance. Journal of Experimental Botany 2010;61(15):4263-4275.IF：6.2

6、Ji ZL, Song CF, Lu XZ, Wang JS. Two coiled-coil regions of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* harpin differ in oligomerization and hypersensitive response induction. Amino Acids 2011;40(2):381-392.

7、Miao WG1, Song CF, Wang Y, Wang JS. HpaXm from Xanthomonas citri subsp. malvacearum is a novel harpin with two heptads for hypersensitive response. J Microbiol Biotechnol 2010;20(1):54-62.

8、Wang XY, Song CF, Miao WG, Ji ZL, Wang XB, Zhang Y, Zhang JH, John SH, Borth WY, Wang JS. Mutations in the N-terminal coding region of the harpin protein Hpa1 from *Xanthomonas oryzae* cause loss of hypersensitive reaction induction in tobacco. Applied Microbiology and Biotechnology 2008; 81(2):359-369.

9 **Weiguo Miao**, Jinsheng Wang **(2009)** HpaXm from *Xanthomonas smithii* pv. *smithii* is a novel harpin protein with signal peptide (Abstract). **AMINO ACIDS The forum for Amino Acid and Protein Research 37(sl):S120-S121. DOI 10.1007/s00726-009-0320-1 (SCI源文章，IF：4.132 (2008))**. (ISSN 1438-2199)（2区）

10 **Weiguo Miao**, Shuwen Wu, Yihua Yang, Xiaochong Gong, Congfeng Song, Yu Wang, Xiaohong Chen, Jinsheng Wang*.* **(2010**) Transcriptome profiling of cotton-bollworm larvae fed on transgenic *hpa1Xoo* cotton leaves by the application of silkworm 23K oligo microarray，**Annals of Applied Biology 157: 149-158** (doi:10.1111/j.1744-7348.2010.00415.x) **(SCI源文章，IF：1.681 (2010)，1.959(5-Yr))** （ISSN 0003-4746）（2区）

11 Lin Li, Wenbo Liu, Tingya Yang, Xiaoxi Lan, Xiang Li, Liang Sun, XiaoYan Wu, **Weiguo Miao**\*, and Fucong Zheng\* （2011） Function comparisons between harpinXoo and hpaXm in the elicited ROS in tobacco against TMV. Amino Acids Vol.41 (Suppl 1): 10-11, DOI: 10.1007/s00726-011-0955-6. （\***通讯作者**）(ISSN 1438-2199) **IF: 4.106 (2010)**

12 **Weiguo Miao**1\*, Congfeng Song2, Fucong Zheng1 , and Jinsheng Wang2\* （2011）The defense function and secondary structure analysis of HpaXm from Xanthomonas citri subsp. malvacearum. Amino Acids Vol.41 (S1): 69-70, DOI: 10.1007/s00726-011-0955-6. （\***通讯作者**） (ISSN 1438-2199) **IF: 4.106 (2010)**

13 Jie Song, Xiao-chong Gong, **Wei-guo Miao\***, Fu-cong Zheng, Cong-feng Song, Ming-hua Wang **（2014）** Indole-3-acetic acid reverses the harpin-induced hypersensitive response and alters the expression of hypersensitive-response-related genes in tobacco. **Biotechnology Letters** 36(5):1043-1048. (DOI:10.1007/s10529-013-1436-7)（\***通讯作者**） **IF: 1.853 (2013) （3区）**

14 Xie Linlin,  Liu Yue, Wang Hui , Liu Wenbo , Di Rong , Miao Weiguo\*, Zheng Fucong. (2017) Characteristics of harpinXoo induced hypersensitive responses in non host plant, tobacco. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology (SCI Impact Factor:1.094 (2014)) ISSN: 0971-7811 (Print) 0974-1275 (Online) DOI: 10.1007/s13562-016-0363-9 26（1）:73-79 （4区）

15 Le Li, Weiguo Miao\*, Wenbo Liu, Shujian Zhang The signal peptide-like segment of hpaXm is required for its association to the cell wall in transgenic tobacco plants PLOS ONE (SCI IF: 3.057 (2015))  2017 Jan 31;12(1):e0170931. doi: 10.1371/journal.pone.0170931. eCollection 2017. （3区）ISSN：1932-6203

16、柴一秋, 陈官菊,李 明,潘小玫, 邵 敏,王金生. 编码 harpinXoo蛋白的基因 *hpa1* *Xoo*转化菊花增强对蚜虫的抗性[J]. 中国生物防治,2010, 26( 3) 280- 286.

17、孟凡宏,宋从凤,纪兆林,王金生. 表达全长与截短 HarpinXoo对转基因烟草抗病性的影响[J]. 南京农业大学学报 2007, 30 ( 3 ): 47-52

18、乔子辰,缪卫国 ,宋从凤,王金生. 棉花黄萎病菌对转 *hpa1Xoo*基因棉花幼苗相对电导率的影响[J]. 西北农业学报 2009 , 18(5) : 83-87.

19、倪 萌,缪卫国,刘海洋,邵家丽,努尔孜亚,乔子辰,尚衍强,王金生. 棉花黄萎病菌诱导转 *hpa 1xoo* 基因棉花产生微过敏防御反应[J]. 新疆农业科学 2009, 46( 1) : 46-49.

20、缪卫国,武淑文,宋从凤,汪瑜,龚晓崇,张亮,王金生. 转 *hpa1Xoo*基因棉花对棉铃虫全基因组转录谱的影响[J]. 中国农业科学 2010,43(2):313-321.

21、缪卫国,宋从凤,乔子辰,王金生. 转*hpa1Xoo* 基因棉花活性氧产生及防卫相关基因的表达[J]. 南京农业大学学报,2011,34(2) : 61 – 66.

22、缪卫国,倪萌,宋从凤,王金生. 转 hpa1Xoo基因棉花悬浮细胞培养及其对黄、枯萎病菌的抗性[J]. 西北农业学报 ,2010 , 1 9(1) : 44-48.

23 **缪卫国**,王灵燕,张升,努尔孜亚,盛明东,金伟,谭志环. 含*hrp*基因生物诱抗剂对棉花黄萎病调控作用研究[J]. **新疆农业科学**,2004,(5)299-302.

24龚晓崇, 宋从凤, 王鸣华, 郑服丛, **缪卫国\***, 王金生\* (2012) 高效液相色谱法测定烟草和棉花中生长素含量. 江苏农业学报. 28(1):225-227（\***通讯作者**） (ISSN 1000-4440)

25李 琳, 万三连, 刘文波, 张 宇, **缪卫国**\*, 郑服丛\* (2012) Harpin类蛋白纳米粒的制备及促生作用. 热带生物学报. 3(2): 147-154 （\***通讯作者**）

26 王慕瑾，刘悦，孙超，缪卫国，郑服丛 （2014）棉花角斑病菌hpaXm基因突变体与互补载体构建，广东农业科学，41（12）：75-81.

27刘悦，金中时，王凤良，宋从凤，王金生，龚伟荣，周翔，缪卫国. 表达hpa1xoo基因棉花对黄萎病抗性与其农艺性状[J].江苏农业科学.2015,43(11):170-174 ISSN 1002-1302

28谢琳琳，宋洁，刘文波，林春花，缪卫国，郑服丛. 生长素IAA抑制植物过敏和致病蛋白诱发的超敏反应[J]. 热带生物学报.2015 6(4):408-419 （发表时间2015-12-25）

29汪惠，谢琳琳，刘文波，林春花，缪卫国，郑服丛. 2种Harpins内源表达对短短芽胞杆菌Brevibacillus brevs HAB-5菌株抑菌和促生能力的影响[J].江苏农业科学.2015，43(11):161-166

30李乐，缪卫国，郑服丛，刘文波，谢琳琳. 转hpaXm烟草及其对TMV抗病性分析[J].热带生物学报.2015 6(4):449-459 （发表时间2015-12-25）ISSN 1674-7054

31李乐，缪卫国，王慕瑾，谢琳琳，郑服丛.全长和缺失信号肽类似序列的HpaXm转基因烟草及其抗病性比较[J].中国科技论文在线.2015(1)

32 王　清，梁　鹏，李　响，刘文波，林春花，郑服丛，缪卫国\* （2016）棉花角斑病菌遗传驯化体系的建立，江苏农业科学，44（3）：153－157

33 [刘晓](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e5%88%98%e6%99%93%5d&from=zk_search" \o "刘晓)，[金洋](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e9%87%91%e6%b4%8b%5d&from=zk_search" \o "金洋)，[冯霞](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e5%86%af%e9%9c%9e%5d&from=zk_search" \o "冯霞)，[康迅](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e5%ba%b7%e8%bf%85%5d&from=zk_search" \o "康迅)，[刘文波](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e5%88%98%e6%96%87%e6%b3%a2%5d&from=zk_search" \o "刘文波)，[林春花](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e6%9e%97%e6%98%a5%e8%8a%b1%5d&from=zk_search" \o "林春花)，[缪卫国](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e7%bc%aa%e5%8d%ab%e5%9b%bd%5d&from=zk_search" \o "缪卫国)，[郑服丛](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=A%3d%5b%e9%83%91%e6%9c%8d%e4%b8%9b%5d&from=zk_search" \o "郑服丛) （2017）转hpa1Xm基因烟草后代的分子检测及苗期生理生化指标测定 [分子植物育种](http://qikan.cqvip.com/zk/search.aspx?key=J%3d%5b%e5%88%86%e5%ad%90%e6%a4%8d%e7%89%a9%e8%82%b2%e7%a7%8d%5d&from=article_detail" \o "分子植物育种) 15（5），1732-1737

34 **Weiguo Miao**, Fucong Zheng (2011) Harpin, a hypersensitive response elicitor, was applied in transgenic plant against phytopathogen. 1st Annual World Congress of Agricultural Biotechnology, Changchun, CHINA

**35 Miao Weiguo** et al, Genome-wide microarray analysis of transgenic cotton expressing harpinxoo from Xanthomonas oryzae pv.,2007,10, The 2nd International Conference on Bacterial Blight of Rice（第二届国际水稻白叶枯病大会论文集）

36 **缪卫国** 郑服丛 （2011） 抗病激活蛋白Harpin在抗病转基因植物中的应用. 中国植物病理学会，宜昌。

**37 缪卫国**等，编码Harpin蛋白的hrfA基因转入棉花抗黄、枯萎病研究，2007，9，全国微生物农药基础研究学术研讨会论文集（**973项目大会汇报**）

**38** 缪卫国, 宋从凤, 王金生 （2010） 稻黄单胞菌harpinXoo激发了棉花体中活性氧产生及防卫相关基因的表达. 植物细菌病害与植物病害生物防治研究进展, 何晨阳, 王琦, 郭坚华主编, 中国农业科学技术出版社, 2010. 5: 343-355.

39 宋洁[邐潎浲污退慆x0邐1生长素对harpin蛋白激发HR的调控机制初探](http://210.37.32.25/kns55/detail/detail.aspx?recid=&FileName=ZGVS201207001301&DbName=CPFD0914&DbCode=CPFD" \t "_blank) 中国植物病理学会2012年学术年会论文集2012-07-20

40谢琳琳[邐潎浲污退慆x0邐1HarpinXoo-induced hypersensitive response shares the characteristics of programmed cell death and alters the expression of programmed cell death-related genes in tobacco](http://210.37.32.25/kns55/detail/detail.aspx?recid=&FileName=ZGVS201507001292&DbName=CPFDLAST2015&DbCode=CPFD" \t "_blank) 中国植物病理学会2015年学术年会论文集2015-07-21

41 刘悦 [邐潎浲污退慆x0邐1转hpa1Xoo基因棉花农艺性状及其对黄萎病抗性测定](http://210.37.32.25/kns55/detail/detail.aspx?recid=&FileName=ZGVS201507001297&DbName=CPFDLAST2015&DbCode=CPFD" \t "_blank) 中国植物病理学会2015年学术年会论文集2015-07-21

42 刘悦[邐潎浲污退慆x0邐1HpaXm蛋白功能域片段激发HR与PGP功能初步探究](http://210.37.32.25/kns55/detail/detail.aspx?recid=&FileName=ZGVS201507001298&DbName=CPFDLAST2015&DbCode=CPFD" \t "_blank) 中国植物病理学会2015年学术年会论文集2015-07-21

43 李乐 [转hpa5Xm烟草的获得及其对TMV抗病性分析](http://210.37.32.25/kns55/detail/detail.aspx?recid=&FileName=ZGRZ201510001043&DbName=CPFDLAST2016&DbCode=CPFD" \t "http://210.37.32.25/kns55/brief/_blank) 中国热带作物学会第九次全国会员代表大会暨2015年学术年会论文摘要集 2015-10-21

44 刘悦 [HpaXm蛋白功能域片段激发HR与PGP功能初步探究](http://210.37.32.25/kns55/detail/detail.aspx?recid=&FileName=ZGRZ201510001045&DbName=CPFDLAST2016&DbCode=CPFD" \t "http://210.37.32.25/kns55/brief/_blank) 中国热带作物学会第九次全国会员代表大会暨2015年学术年会论文摘要集 2015-10-21

45 刘悦 棉花角斑病菌hrp基因诱导表达系统的初步探索，中国植物病理学会2018年学术年会论文集，2018，P318

46 周晓韵 芒果细菌性黑斑病菌hpaXcm基因克隆及其编码蛋白的功能研究，中国植物病理学会2018年学术年会论文集，2018，P321

**著作**：

1 **Weiguo Miao** and Jinsheng Wang, Genetic Transformation of Cotton with a Harpin-Encoding Gene hpaXoo Confers an Enhanced Defense Response Against Verticillium dahliae Kleb, 223-246. in Transgenic Cotton: Methods and Protocols (Methods in Molecular Biology, Vol 958), edited by Baolong Zhang, Humana Press; 2013 edition (November 10, 2012) , New York （ISBN 978-1-62703-211-7）

**专利：**

1 一种诱导植物过敏反应的激发子、制备方法及应用，发明，2003,7；中国 ZL99114366。

2 一种编码植物植物生长调节剂的基因、表达产物及用法，发明，2003,11；中国 ZL00135403.5 。

3 水稻黄单胞hrf1基因重组载体及转基因植物育种方法，发明，2003.10；中国 申请号:0257213.5。

4 水稻黄单胞hrf2基因、重组载体及用于植物转基因育种的方法，发明 2003.10，中国 申请号:021572151。

5 水稻黄单胞hrf3基因、重组载体及用于植物转基因育种方法，发明 2003.10，中国 申请号:02157214.3。

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

本项目内容涉及两个国家自然科学基金项目（31160359，31360029），两个教育部博士点基金项目（20124601110004，20104601110004）和一个科技支撑项目（2004BA901A36）。

**海南大学**是两个国家自然科学基金项目（31160359，31360029），两个教育部博士点基金项目（20124601110004，20104601110004）的主持单位，重点完成了两个新的harpin的发现，及三个新harpin抗病机理和植物细胞定位的研究。

**南京农业大学**是科技支撑项目（2004BA901A36）主持单位，重点完成一个新harpinXm的发现，以及harpinXoo在棉花组织中的表达及转基因选育。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

**缪卫国教授**，海南大学，是所有项目的主持人或共同主持人，负责所有项目的整体设计和执行，是主要完成人之一。

**王金生教授**，南京农业大学，是科技支撑项目（2004BA901A36）的第一主持人，负责该项目的整体设计。

**宋从凤教授**，南京农业大学，是科技支撑项目（2004BA901A36）的主要执行人之一。

**刘文波高级实验师**，海南大学，是两个国家自然科学基金项目（31160359，31360029），两个教育部博士点基金项目（20124601110004，20104601110004）的主要执行人之一。

**林春花副教授，**海南大学，是两个国家自然科学基金项目（31160359，31360029），两个教育部博士点基金项目（20124601110004，20104601110004）的主要执行人之一。

**靳鹏飞副教授**，海南大学，是两个国家自然科学基金项目（31160359，31360029）的主要执行人之一。

**李潇副教授**，海南大学，是一个国家自然科学基金项目（31360029）的主要执行人之一。

**刘悦博士生**，海南大学，是两个国家自然科学基金项目（31160359，31360029）的主要执行人之一。

**龚伟荣研究员**，江苏省农委，是科技支撑项目（2004BA901A36）的主要执行人之一。

**王凤良高级农艺师**，江苏大丰植保站，是科技支撑项目（2004BA901A36）的主要执行人之一。

**金中时高级农艺师**，江苏大丰植保站，是科技支撑项目（2004BA901A36）的主要执行人之一。

**李卫平研究员，**新疆巴州农科院，是科技支撑项目（2004BA901A36）的主要执行人之一。

**海南省自然科学奖**

**公示内容**

**一、项目名称：**典型持久性有机污染物对海南重要港湾的污染特征分析及生态毒理效应机制

**二、项目简介：**

本项目属于自然科学类的基础研究，研究内容为典型多环芳香烃（PAHs）在热区重要港湾的分布规律、来源解析及其生态毒理效应机制。综合利用GC-MS、转录组学、蛋白组学、代谢组学及生态毒理学原理等技术和方法，对热区重要港湾海水和沉积物中典型PAHs 的时空分布特征、来源解析及其生态毒理效应进行了系统和深入研究，填补了我国南海海域相关研究的空白。主要内容包括：（1）利用GC-MS方法解析了热区重要港湾典型PAHs的分布特征，发现表层海水中PAHs分布具有明显的季节性差异，冬季PAHs的浓度高于夏季；从PAHs的成份构成来看，主要以低环为主，其主要来源于石油污染，少数PAHs已存在潜在的生态风险，需要引起高度重视；（2），通过半静态双箱动力学模型研究了底栖贝类对典型PAHs的生物富集效应，揭示了苯并芘（Benzo [a] pyrene, BaP）在贝类体内的富集规律，不同种类其富集规律不同，对评价其对海洋动物潜在的生态风险具有重要意义；（3）**，**通过形态学、酶学及免疫学方法系统研究了芘对马氏珠母早期胚胎的发育、不同组织的抗氧化酶活力及免疫系统的毒性作用，证实了芘对海洋动物马氏珠母贝早期胚胎发育具有明显的致畸作用，对其胚胎细胞具有显著的DNA损伤效应；阐释了芘对马氏珠母贝的免疫系统具有显著的免疫毒理效应，存在潜在的生态风险，为芘的生态风险评估和管控提供了重要的基础数据；（4）**，**通过分子系统学方法对典型PAHs的毒理通道相关基因在水生动物中的进化行为开展了系统研究，提出芳香烃通道基因在典型PAHs毒理机制中主要经过四个关键的生物学过程发挥作用，证实了芳香烃受体（Aryl hydro -carbon receptor, AhR）通道基因在水生动物中的进化模式主要通过基因重复及可变拼接来完成，除了细胞色素P4501a（Cytochrome P4501A, cyp1a）基因外，其它AhR通道基因在水生动物中都非常保守，为揭示其毒理通机制道打下了基础；（5）通过cDNA末端快速克隆的技术（Rapid-Amplification Of cDNA Ends，RACE）和半定量反转录-聚合酶链反应(Reverse Transcription and Polymerase Chain Reaction, RT-PCR)方法，探究了芘对马氏珠母贝AhR通道相关基因的毒理效应分子机制，克隆了马氏珠母贝的芳香烃受体通道基因：AhR、cyp4、热休克蛋白基因90（Heat shock protein 90, hsp90），研究了这三个基因在马氏珠母贝外套膜、鳃、肝胰腺、闭壳肌、性腺、腹足等组织中的表达规律，揭示了马氏珠母贝鳃组织中AhR受体通道基因（AhR、cyp4、hsp90）应答芘胁迫的响应机制；（6）通过组学技术及生物信息学分析方法系统分析了BaP对翡翠贻贝的毒理效应机制，发现应激响应、传染病和先天免疫相关基因在BaP的胚胎毒理机制中发挥重要功能，同时，利用蛋白组和代谢组学技术发现与能量代谢、细胞损伤、氧化应激和细胞传导相关蛋白质参与了毒理效应机制的调控，干扰了消化腺的能量代谢和渗透压调节等生理过程，为揭示其毒理效应机制奠定了坚实的基础，且为其毒理效应的干预具有重要指导价值。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称/刊名/作者 | 影响因子 | 年卷 页码 | 发表时间年月日 | 通讯作者 | 第一作者 | SCI他引次数 | 论文署名单位是否包含国外单位 |  |
| 1 | Hao Chen, Qinqin Song, Xiaoping Diao and Hailong Zhou. Proteomic and metabolomic analysis on the toxicological effects of Benzo a pyrene in pearl oyster *Pinctada martensii*. **Aquatic Toxicology** | 3.884 | 2016, 175: 81-89 | 2016.3.9 | 刁晓平 | 陈好 | 12 | 否 |  |
| 2 | Xiu Jiang, Liguo Qiu, Hongwei Zhao, Qinqin Song, Hailong Zhou, Qian Han and Xiaoping Diao. Transcriptomic responses of *Perna viridis* embryo to Benzo(a)pyrene exposure elucidated by RNA sequencing. **Chemosphere** | 4.427 | 2016, 163: 125-132 | 2016.8.11 | 周海龙  刁晓平 | 江秀 | 8 | 否 |  |
| 3 | Liguo Qiu, Qinqin Song, Xiu Jiang, Hongwei Zhao, Hao Chen, Hailong Zhou, Qian Han and Xiaoping Diao. Comparative gonad protein and metabolite responses to a binary mixture of 2,4 '-DDT and benzo(a)pyrene in the female green mussel *Perna viridis*. **Metabolomics** | 3.511 | 2016, 12(8): 140. | 2016.8.2 | 周海龙  刁晓平 | 邱立国 | 2 | 否 |  |
| 4 | Qinqin Song, Hao Chen, Yuhu Li, Hailong Zhou, Qian Han and Xiaoping Diao. Toxicological effects of benzo(a)pyrene, DDT and their mixture on the green mussel *Perna viridis* revealed by proteomic and metabolomic approaches. **Chemosphere** | 4.427 | 2016, 144: 214-224. | 2016.8.11 | 周海龙  刁晓平 | 宋芹芹 | 25 | 否 |  |
| 5 | Qinqin Song, Pengfei Zheng, Liguo Qiu, Xiu Jiang, Hongwei Zhao, Hailong Zhou, Qian Han and Xiaoping Diao. Toxic effects of male *Perna viridis* gonad exposed to BaP, DDT and their mixture: A metabolomic and proteomic study of the underlying mechanism. **Toxicology Letters** | 3.166 | 2016, 240(1): 185-195 | 2016.1.5 | 周海龙  刁晓平 | 宋芹芹 | 20 | 否 |  |
| 6 | Junqiao Du, Chenghong Liao, Hailong Zhou, Xiaoping Diao, Yuhu Li, Pengfei Zheng and Fuqiang Wang. Gene cloning and expression analysis of AhR and CYP4 from *Pinctada martensii* after exposed to pyrene. **Ecotoxicology** | 1.987 | 2015, 24(7-8): 1574-1582 | 2015.2.11 | 刁晓平 | 杜俊俏 | 5 | 否 |  |
| 7 | Ping Li, Jia Cao, Xiaoping Diao, Baihua Wang, Hailong Zhou, Qian Han, Pengfei Zheng and Yuhu Li. Spatial distribution, sources and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater from Yangpu Bay, China. **Marine Pollution Bulletin** | 3.241 | 2015, 93(1-2): 53-60. | 2015.4.15 | 刁晓平  周海龙 | 黎平 | 26 | 否 |  |
| 8 | Ping Li, Xiaoping Diao, Yu Zhang, Yanli Xie, Fei Yang, Hailong Zhou, Qian Han, Fuqiang Wang, Huamin Cheng and Haihua Wang. Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediment from Yangpu Bay, China: Distribution, sources and risk assessment. **Marine Pollution Bulletin** | 3.241 | 2015, 99(1-2): 312-319 | 2015.10.15 | 刁晓平  周海龙 | 黎平 | 5 | 否 |  |
| 9 | Yuhu Li, Ping Li, Wandong Ma, Qingqing Song, Hailong Zhou, Qian Han and Xiaoping Diao. Spatial and temporal distribution and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater from the Haikou Bay, China. **Marine Pollution Bulletin** | 3.241 | 2015, 92(1-2): 244-251 | 2016.8.11 | 周海龙  刁晓平 | 李玉虎 | 19 | 否 |  |

**三、代表性成果：**

**代表性论文专著目录**

**四、主要完成单位对项目的创造性贡献：**

作为项目主持单位，海南大学负责项目总体设计及组织、实施，贡献如下： 1、解析了典型PAHs 在海南重要港湾的时空分布特征，及其来源；2、阐明了翡翠贻贝(Perna Viridis)对典型PAHs (BaP)的生物富集规律；3、阐释了芘和BaP 对马氏珠母的免疫毒理效应；4、探究了芳香烃受体通道基因的PAHs 毒理调控机制；5、系统揭示了典型PAHs对底栖贝类的毒理学效应机制；6、发表学术论文50余篇，培养了博士3名，硕士10余名。

**五、主要完成人对项目的创造性贡献：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 刁晓平 | 排名 | 1 | 行政职务 | 副书记/纪委书记 | 技术职称 | 教授 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  全面负责项目的实施和研究，创造性贡献为：①解析了典型PAHs 在海南重要港湾的时空分布特征，及其来源；②阐明了翡翠贻贝(Perna Viridis)对典型PAHs (BaP)的生物富集规律；③阐释了芘和BaP 对马氏珠母的免疫毒理效应；④系统揭示了典型PAHs对底栖贝类的毒理学效应机制。 | | | | | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 周海龙 | 排名 | 2 | 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  作为成果主要完成人，全面参与了项目的研究及实施工作，创造性贡献为：①解析了典型PAHs 在海南重要港湾的时空分布特征，及其来源；②探究了芳香烃受体通道基因的PAHs 毒理调控机制；③揭示了典型PAHs对底栖贝类的毒理学效应机制。 | | | | | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 谢艳丽 | 排名 | 3 | 行政职务 | 无 | 技术职称 | 副教授 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  作为成果的主要完成人，参与了项目的部分研究及实施工作，创造性贡献为：①解析了典型PAHs 在海南重要港湾海水的时空分布特征；②研发了海水中PAHs的测试技术。 | | | | | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 冯玉红 | 排名 | 4 | 行政职务 | 处长 | 技术职称 | 教授 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  作为成果的主要完成人，负责项目的部分研究工作，创造性贡献为：①解析了典型PAHs 在海南重要港湾沉积物中的时空分布特征；②研发了沉积物中PAHs的测试技术。 | | | | | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 谢嘉 | 排名 | 5 | 行政职务 |  | 技术职称 | 讲师 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  作为成果的主要完成人，负责项目的部分研究工作，创造性贡献主要工作包括：①阐释了芘和BaP 对马氏珠母的免疫毒理效应；②研发了免疫毒理效应技术。 | | | | | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 黎平 | 排名 | 6 | 行政职务 |  | 技术职称 | 博士研究生 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  作为成果的主要完成人，负责项目的部分研究工作，创造性贡献主要工作包括：①解析了典型PAHs 在海南重要港湾水体和沉积物中的来源；②对典型PAHs在海南重要港湾沉积物中的风险进行了评价。 | | | | | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 赵洪伟 | 排名 | 7 | 行政职务 |  | 技术职称 | 副教授 | |  | |
| 工作单位 | 海南大学 | | | 完成单位 | 海南大学 | | | |  | |
| 对本项目技术创造性贡献：  作为成果的主要完成人，负责项目的部分研究工作，创造性贡献主要工作包括：①解析了典型PAHs 在海南重要港湾水体中的分布特征；②对典型PAHs在海南重要港湾水体中的风险进行了评价。 | | | | | | | |  | |

**项目名称：超宽带实时精准定位系统及其行业应用**

**项目简介：**

相对于其他定位方式，电气和电子工程师协会(IEEE) 802.15.4-2011超宽带(Ultra-wideband, UWB)基带用于定位，理论上其在精确度、实时性能和数据带宽等方面具有绝对的优势。UWB实时响应频率可达到10-40Hz，而其他定位技术普遍在1Hz以下;脉冲无线电超宽带的脉冲宽度仅为纳秒级或亚纳秒级，响应频率和脉冲宽度决定了UWB的定位精度在理论上可以达到厘米级。UWB技术抗多径能力优秀，且时间分辨率很高，具有一定的穿透能力，这些特点有利于在室内复杂多径环境中进行实时定位和动态数据收集需求。

IEEE 802.15.4-2011超宽带起始用于实时精准定位开始于2010年左右，由爱尔兰发起（沈重、郑理强等）。项目组主要成员2010年回国以后，在国家自然科学基金、科技支撑项目、教育部项目、军委装备发展部预先研究课题、海南省重点研发计划、海南省创新团队、海南省创业创新人才基金、海口市中小企业创业创新基金、各类政府企业横向委托课题等，以及社会资本、企业自主投入的支持下，对超宽带室内精准定位系统进行了全方位设计、制造、功能提升与优化等工作，包括Hainan EVK （Real Time Location Systems, RTLS）系列超宽带实时定位平台的嵌入式硬件设计、定位算法设计、脉冲信号处理算法、软件功能实现、平台配套设备、功能材料设计等。具体贡献集中在以定位与跟随为导向的超宽带IEEE 802.15.4-2011通信协议各层次的算法研发、信号处理与分析、超宽带Hainan EVK RTLS系统功能集成、产学研推广和应用等工作，在国内外率先扎根和拓展超宽带实时精准定位领域。自2014年起，产学研密切合作，在公共安防、监控、体育、医疗等行业进行了广泛的应用推广，相关研究成果已经在国内外迅速铺开并取得一定影响力，例如司法部燕城监狱、深圳监狱、梅州监狱、武汉市公安局预审中心、斯伯丁智能篮球训练场、中国兵器集团相关室内定位项目、混合定位项目、中船重工相关室内定位项目等。项目取得了良好的社会效益，企业获得良好的经济效益，实际解决了室内精准定位和室内外联合精准定位的多项工程问题。

**本项目及系统，应用于全军总装备部兵器装备预先研究项目，中国人民解放军装备预先研究基金、国家重点研发计划项目“深海关键技术与装备”重点专项等，实现了重要的国防科研及经济效益；另外，近三年累计实现社会经济效益1.6亿元（详见应用成果转化证明。）**

**代表性成果：**

知识产权、论文专著目录等

申报国家专利23项，授权17项，获得软件著作权20项。

**授权发明专利申请与授权情况**：

1. 王伟 ;王咸鹏 ;支红红等，双基地共址多输入多输出雷达多目标定位方法，CN102213761B，2013年2月.
2. 沈重，朱雨豪，张永辉，一种商业中心内部移动节点用户信号的定位方法，申请号：201410524350.8；
3. 王伟 ;熊晔 ;李欣 ;王咸鹏等，基于宽带多天线系统的伪码迭代捕获装置及捕获方法，CN102647215B，2014年06月.
4. 王伟 ;赵俊杰 ;王慧 ;闫金山 ;王咸鹏等，基于遗传禁忌混合算法的多输入多输出雷达正交多相码信号产生方法，CN102999783B，2015年6月.
5. 徐定杰 ;李沫璇 ;王伟 ;王咸鹏 等，色噪声环境下的多输入多输出雷达收发角度快速估计方法，CN103217671B，2014年9月.
6. 沈重，洪惠鹏，朱雨豪， 一种基于uwb的室内信道模型，申请号：201510169052.6；
7. 东方，沈重，周思女，任佳， 一种自适应短波跳频通信系统信道估计方法，申请号：201510162309.5；
8. 王伟 ;李强 ;徐定杰 ;沈锋 ;王咸鹏等，一种基于阵列天线和GPS/SINS的联合抗干扰方法，CN103792550B，2015年12月.
9. 钟裕山,殷忠军，基于超宽频无线定位技术的停车场引导系统及引导方法，ZL201510175421.2
10. 钟裕山,殷忠军，一种路边泊车管理方法和系统，ZL201510175462.1
11. 钟裕山,殷忠军，基于超宽频无线定位技术的交通灯优化系统及优化方法，ZL201510175546.5
12. 钟裕山，基于超宽频无线定位技术的可疑车辆定位系统及定位方法，ZL201510175681.X
13. 钟裕山，一种在押人员考勤系统及其考勤方法，ZL201510341256.3
14. 钟裕山，一种监管场所医疗监控系统及医疗监护方法，ZL201510342103.0
15. 徐定杰 ;李强 ;李伟东 ;王伟 ;王咸鹏等，一种基于卫星信号到达角约束的稳健波束形成方法，CN104199053B，2016年06月.
16. 徐定杰 ;李强 ;王伟 ;迟晓彤 ;王咸鹏一种基于矢量跟踪环路的波束形成抗干扰方法， CN104049262B，2017年01月.
17. 王伟 ;王晓萌 ;李欣 ;王咸鹏等，L型阵列MIMO雷达低复杂度空间目标二维角度估计方法，CN103901417B，2017年02月.
18. 周卫东 ;刘婧 ;王咸鹏 等，基于压缩空间谱的单基地MIMO雷达目标波达方向估计方法，CN104251989B，2017年06月
19. 周卫东，刘婧，王咸鹏 等，基于稀疏表示的单基地多输入多输出雷达目标波达方向估计方法，CN105093185A， 2017年01月.
20. 周卫东，刘婧，王咸鹏 等，互耦条件下基于张量实值子空间的双基地MIMO雷达角度估计方法，CN104931931A，2017年11月.
21. 张鲲，沈重，王海丰，高倩. 一种事故船舶的定位技术方法，中国发明申请号：201711363729.5，2017.12.18。
22. 沈重，张鲲，王海丰，高倩. 一种船舶室内精准定位的方法及其系统，中国发明申请号：201711364678.8，2017.12.18.
23. 石春, 何书前, 邓正杰, 李春雨, 张仙锋, 沈重. 一种无线信道状态信息测量方法 [P]. 中国发明专利: 201710155408.X, 2017.4.18.

**软件著作权：**

1. 深圳润安科技有限公司、润安土地执法案件管理系统V1.0 2013SR108085
2. 深圳润安科技有限公司、润安土地执法管理大屏展示系统V1.0 2013SR108082
3. 深圳润安科技有限公司、润安在押人员定位管控系统V1.0、2014SR192850
4. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安2D定位系统更新服务软件V1.0，2016SR110671；
5. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内精准2D定位系统标签显示软件V1.0，2016SR110667；
6. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内单点定位服务端系统MacOS版软件V1.0，2016SR100277；
7. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内单点定位移动端系统iPad版软件V1.0，2016SR112462；
8. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内多线程单点定位服务端系统Windows版软件V1.0，2016SR112437；
9. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安节点网关系统软件V1.0，2016SR112444；
10. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内精准定位系统服务端软件V1.0，2016SR143497；
11. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内精准2D定位系统基站配置软件V1.0，2016SR087865；
12. 沈重、郑理强、朱宇鹏，康倍利安室内无线定位配置软件V1.0，2016SR100591；
13. 深圳润安科技有限公司，一种社区定位腕带、2017/10/24，201720036553.1，实用新型
14. 深圳润安科技有限公司，一种智能终端，2017/10/24、201720046197.1，实用新型
15. 深圳润安科技有限公司，护士手腕带，201730012450.7、2017/1/12，外观设计
16. 深圳润安科技有限公司，监狱腕带，201730012613.1 2017/1/12，外观设计
17. 深圳润安科技有限公司，婴儿脚腕带，201730012262.4 2017/1/12，外观设计
18. 深圳润安科技有限公司，润安路边停车管理收费系统V1.0，2017SR011124
19. 深圳润安科技有限公司，润安婴儿防盗定位监控管理系统V1.0，2017SR018220

**实用新型专利权：**

1. 钟裕山，一种社区定位腕带，ZL201720036553.1
2. 钟裕山，一种腕带，ZL201720038138.X
3. 钟裕山，一种智能终端，ZL201720046179.1

**著作：**

1. 刘琪，陈诗军，王慧强，邓中亮，邱佳慧，沈重等. 运营高级精度室内定位标准、系统与技术（英文版）［M］. 电子工业出版社，2017.08. 注：超宽带定位技术联合发起

**论文（SCI索引26篇，EI/ISTP/中文核心23篇）：**

1. Chong Shen, S. Harte, E. Popovici, B. OFlynn, R. Atkinson ,and A.Ruzzelli,Automated Protocol Selection for Energy Efficient WSN Applications［J］． IET Electronics Letters, Vol.45, Issue 21, pp.1098-1099, October 2009.（SCI/EI）
2. L. Zheng#, A. Mathewson, B. O’Flynn, M. Hayes, and C. O’Mathuna. Miniaturization of Wireless Sensor Network Nodes. In International Symposium on Embedded Systems Design and Applications, 2010. ESDA 2010. Proceedings of 4th, pages 71–75, 2010.
3. Wei Wang#, Xianpeng Wang, Hongru Song, Yuehua Ma. Conjugate ESPRIT for DOA Estimation in Monostatic MIMO Radar[J]. Signal Processing, 2013, 93(07): 2070-2075. (SCI, IF: 3.110)
4. Xianpeng Wang#, Wei Wang\*, Xin Li, et.el. A Tensor-Based Subspace Approach for Bistatic MIMO Radar in Spatial Colored Noise[J]. Sensors, 2014, 14(03): 3897-3907. (SCI, IF: 2.677)
5. Xianpeng Wang#, Wei Wang\*, Xin Li, Jing Liu. Real-Valued Covariance Vector Sparsity-Inducing DOA Estimation for Monostatic MIMO Radar[J]. Sensors, 2015, 15(11): 28271-28286. (SCI, IF: 2.677)
6. Xianpeng Wang#, Wei Wang\*, Jing Liu, Xin Li, Junxian Wang. A Sparse Representation Scheme for Angle Estimation in Monostatic MIMO Radar[J]. Signal Processing, 2015, 104(06): 258-263. (SCI, IF: 3.110)
7. Xianpeng Wang#, Wei Wang\*, Jing Liu, Qi Liu, Ben Wang. Tensor-Based Real-Valued Subspace Approach for Angle Estimation in Bistatic MIMO Radar with Unknown Mutual Coupling[J]. Signal Processing, 2015, 116(C): 152-158. (SCI, IF:3.110)
8. Jie Zhang, Fang Dong and Chong Shen\* “Analysis of the NLOS Channel Environment of TDOA Multiple Algorithms” IEEE Sensors, Busan, South Korea, 2015. （SCI/EI）
9. GaoangFeng, Chunhua Long and Chong Shen\* “GDOP Index in UWB Indoor Location System Experiment” IEEE Sensors, Busan, South Korea, 2015. （SCI/EI）
10. Zhihao Wang, Chong Shen\*, GaoangFeng, and ChunhuaLong,“A TOA cooperate with AOA location algorithm based on IR-UWB”2015 The 4th International Conference on Network, Communication and Computing,Tokyo, Japan,2015.(EI)
11. Chunhua Long, Chong Shen\*, GaoangFeng, Yuhao Zhu, ZhihaoWang,“Research on Network Scalability Based on UWB Indoor Localization System”,2015 3rd International Conference on control, Mechatronics and Automation (ICCMA 2015),Barcelona, Spain, December 21-22, 2015.（EI）
12. Xianpeng Wang#, Wei Wang\*, Xin Li, Qi Liu, Jing Liu. Sparsity-Aware DOA Estimation Scheme for Noncircular Source in MIMO Radar[J].Sensors, 2016, 16(4): 539. (SCI, IF: 2.677)
13. Qi Liu#, Xianpeng Wang. Direction of Arrival Estimation Via Reweighted Norm Penalty Algorithm for Monostatic MIMO Radar[J]. Multidimensional Systems and Signal Processing, 2016,1-12. (SCI, IF: 1.365)
14. Jing Liu#, Xianpeng Wang\*, Weidong Zhou. Covariance Vector Sparsity-aware DOA Estimation for Monostatic MIMO Radar with Unknown Mutual Coupling[J]. Signal Processing, 2016, 119: 21-27. (SCI, IF: 3.110)
15. 张桀，沈重\*,联合TDOA改进算法和卡尔曼滤波的UWB室内定位研究，现代电子技术，2016.(中文核心)
16. Fang Dong, Chong Shen\*, Jie Zhang, Sinv Zhou A ToF and Kalman Filtering Joint Algorithm for IEEE 802.15.4a UWB Locating IEEE ITNEC, Chongqing, May, 2016(EI)
17. Fang Dong, Chong Shen\*, QianGao, Research on Multipoint Positioning Based on TOA cooperate with AOA location algorithm , ITMS 2016, Prague, Czech republic, May, 2016.(EI)
18. 罗勃，沈重\*，朱雨豪，无线时钟同步在UWB技术中的应用与研究，现代电子设计期刊，2016.（中文核心）
19. 冯高昂，沈重\*，朱雨豪，周思女，陈小斯，超宽带室内定位的圆概率误差算法分析与应用，现代电子设计期刊，2016.（中文核心）注
20. Xiaosi Chen, Chong Shen\*, QianGao, Qun Zhou, GaoangFeng Network Scalability with Weight Analysis Based on UWB Indoor Positioning System IEEE Conference on Wireless Sensors, Langkawi, Malaysia, 2016 (EI)
21. Qun Zhou, Chong Shen\*, Xiaosi Chen, GaoangFeng UWB Wireless Positioning Technology in the Application  IEEE Conference on Wireless Sensors, Langkawi, Malaysia(EI)
22. Hailong Jiao, Chong Shen\*, GaoangFeng ,Peng Ling  Research on Multi-tag Anti-collision Algorithm Based on UWB Real-time Positioning System IEEE Conference on Wireless Sensors, Langkawi, Malaysia, 2016(EI)
23. QianGao, Chong Shen\*, Fang Dong, Xiaosi Chen, XingangXie, Wensi Wang, and Liqiang Zhen, TIME-DRIVEN Opportunistic Routing Protocol for UWB Indoor Positioning, International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016. (SCI)
24. Kun ZHANG, Chong SHEN\*, Qian GAO, Hai-feng WANG, Yu-fei WANG. Research on UWB Precise Indoor Positioning in Ship Based on Intuitionistic Fuzzy[C]. 2017 3rd Annual International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Information Science (EEEIS2017), Guangzhou, Guangdong, China, September 8-10, 2017. (EI&ISTP)
25. Chun Shi, Shu-Qian He\*, Xian-FengZhang, Chong Shen. Adaptive access mechanism with delta estimation algorithm of traffic loads for supporting weighted priority in IEEE 802.11e WLANs[J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Vol.8, No.5, pp 1–10, 2017. (SCI)
26. Kun ZHANG, Chong SHEN\*, Qian GAO, Hai-feng WANG. Research on Similarity Metric Distance Algorithm for Indoor and Outdoor Firefighting Personnel Precision Wireless Location System Based on Vague Set on UWB[C]. 2017 17th IEEE International Conference on Communication Technology (ICCT2017), Chengdu, Sichuan, China, October 27-30, 2017. (EI)
27. Qi Wang, Chong Shen\*, Kun Zhang, LiqiangZheng. Super-capacitor and Li-polymer Battery Hybrid Energy Storage for Kinetic Energy Harvesting Applications[C]. IEEE Conference on Energy Conversion, Kuala Lumpur, Malaysia, October 30-31, 2017. (EI)
28. Peng ling, Chong Shen\*, Kun Zhang, Hailong Jiao, LiqiangZheng, Xi Deng. An improved NLOS error elimination algorithm for indoor Ultra-Wideband localization[C]. IEEE Sensors, Glasgow, Scotland, UK, October 30 - November 01 , 2017. (EI)
29. Kun Zhang, Chong Shen\*, QianGao, LiqiangZheng, Haifeng Wang, Zhuang Li. Research on Precise Positioning System of Ship Interior based on UWB Ultra Wideband Technology [J]. Journal of Marine Science and Technology, Vol.22, No.\*, 2018. (SCI).(已录用)
30. Kun Zhang, Chong Shen\*, QianGao, LiqiangZheng, Haifeng Wang, Zhuang Li. Research on Ultra Wideband Positioning Technology for Accident Ships under Adverse Sea Condition [J]. Journal of Marine Science and Technology, Vol.22, No.\*, 2018. (SCI).(已录用)
31. Kun Zhang, Chong Shen\*, Qun Zhou, Haifeng Wang, Qian Gao, Yushan Chen. A Combined GPS UWB and MARG Locationing Algorithm for Indoor and Outdoor Mixed Scenario [J]. Cluster Computing - The Journal of Networks Software Tools and Applications, Vol.21, No.1, 2018. SCI.(SCI 3区IF2.040)
32. 周群，沈重\*，张鲲，陈小斯，郑理强. 基于融合算法的GPS/UWB/MARG协同定位系统研究[J]. 现代电子技术，2018, 41（8）. (中文核心)
33. 陈小斯，沈重\*，周群，张鲲，郑理强. 基于TDOA算法的差分UWB室内定位系统研究[J]. 现代电子技术，2018, 41（8）. (中文核心)
34. 张鲲，沈重\*，王海丰，李壮，高倩，李涵雯. 海上侦察船的纯方位无源定位技术研究[J]. 舰船科学技术，2018, 40（1A）：19-21. (中文核心)
35. Kun Zhang, Chong Shen\*, Haifeng Wang, Zhuang Li, Qian Gao, Xiaoyan Chen. Cluster Computing Data Mining Based on Massive Intrusion Interference Constraints in Hybrid Networks [J]. Cluster Computing - The Journal of Networks Software Tools and Applications, 2018. DOI:10.1007/s10586-018-1780-4. SCI. (SCI 3区IF2.040)
36. Kun Zhang, Chong Shen\*, Mengxing Huang, Haifeng Wang, Hanwen Li, Qian Gao. Interrupt Protection Control of Anti-Interference Nodes in Network Based on Band Sampling Decision Filter Modulation [J]. Cluster Computing - The Journal of Networks Software Tools and Applications, 2018. DOI:10.1007/s10586-018-2131-1. SCI. (SCI 3区IF2.040)
37. Yushan Chen, Chong Shen \*, Kun Zhang, Haifeng Wang, Qian Gao. LEACH Algorithm based on Energy Consumption Equilibrium[C]. IEEE CPS, 2017 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data&Smart City (ICITBS 2017), pp:677-680. (EI)
38. Kun Zhang, Chong Shen\*, Haifeng Wang, Qian Gao, Hanwen Li, Nan Li. An Improved Three-dimensional Location Algorithm and Simulation of AOA and TDOA based on Wave Interference Sensors [J]. Boletin Tecnico/Technical Bulletin, Vol.55, No.19, 2017, pp.211-219. (EI(JA))
39. Qian Gao, Chong Shen, Kun Zhang. Network Scalability for Ultra-Wideband Real-Time Location Systems Based on vMISO [J]. Wireless Communications and Mobile Computing, Volume 2018, Article ID 1563704, 11 pages. https://doi.org/10.1155/2018/1563704.(SCI 4区IF0.869)
40. Shen, C (Shen, Chong); Zhang, K (Zhang, Kun) \*; Wang, HF (Wang, Haifeng); Li, HW (Li, Hanwen); Zhu, ZH (Zhu, Zhenhai); Li, N (Li, Nan). SYSTEM DESIGN OF SPECIAL DRUG DELIVERY ROBOT BASED ON SENSOR NODE LOCALIZATION [J]. INDIAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, Vol.80, No.S1, 2018, pp:24-25. (SCI 4区IF0.738)
41. Zhang, K (Zhang, Kun); Shen, C (Shen, Chong) \*; Wang, HF (Wang, Haifeng); Gao, Q (Gao, Qian); Wang, CX (Wang, Chengxiao); Feng, XM (Feng, Xiaomin). DESIGN OF SHIP MEDICAL RESCUE COMMUNICATION SYSTEM BASED ON MIMO PRECISE POSITIONING [J]. INDIAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, Vol.80, No.S1, 2018, pp:42-43. (SCI 4区IF0.738)
42. Xiaomin Feng, Chong Shen\*, Kun Zhang , Hanwen Li, Qian Gao, Chengxiao Wang. Optimization of T-MAC Protocol in WSN Based on Minimum Contention Window[C]. International Conference on Communication, Network and Artificial Intelligence (CNAI2018), Beijing, China, April 22-23, 2018, pp:125-128. (EI)
43. Chengxiao Wang, Chong Shen\*, Kun Zhang, Hanwen Li, Qian Gao, Xiaomin Feng. Research on TDOA/AOA Fusion Algorithm Based on UWB Technology[C]. International Conference on Communication, Network and Artificial Intelligence (CNAI2018), Beijing, China, April 22-23, 2018, pp:125-128. (EI)
44. Fang Dong, Chong Shen, Kun Zhang. Real-Valued DOA Estimation for MIMO Array System under Unknown Nonuniform Noise [J]. IEEE Access, Vol.6, No.\*, 2018. SCI.(已录用) ( SCI 1区IF3.557)
45. Xiaomin Fenga, Chong Shen\*, Kun Zhang. An off-grid DOA estimation method via variational sparse Bayesian learning[J]. Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering, Vol.11, No.\*\*, 2019. (EI(JA))（已录用）
46. ZhuhuaHu, YongBai, Yaochi Zhao, ChongShen and MingshanXie, “Adaptive and Blind Wideband Spectrum Sensing Scheme Using Singular ValueDecomposition”,Wireless Communications and Mobile Computing,Volume 2017 (2017), Article ID 3279452（SCI）
47. MingshanXie, YongBai, ZhuhuaHu andChongShen, “Weight-Aware Sensor Deployment in Wireless Sensor Networks for Smart Cities”，Wireless Communications and MobileComputing Volume 2018 (2018), Article ID 5913836（SCI）
48. Xianpeng Wang#, Mengxing Huang\*, Xiaoqin Wu, Guoan Bi. Direction of Arrival Estimation for MIMO Radar Via Unitary Nuclear Norm Minimization[J]. Sensors- Basel, 2017, 17(4): 939. (SCI, IF: 2.677)
49. Xianpeng Wang#, Luyun Wang, Xiumei Li\*, Guoan Bi. Nuclear Norm Minimization Framework for DOA Estimation in MIMO Radar[J]. Signal Processing, 2017, 135(C): 147-152. (SCI, IF: 3.110)

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

**海南大学：**

本项目的第一完成单位，海南大学UWB定位团队在团队负责人沈重的带领下，自2010年起与爱尔兰前沿科研院所全面合作，开始了UWB RTLS系统和技术的基础研究。从室内UWB RTLS厘米级高精度定位需求出发，充分挖掘UWB技术在测距、定位方面的优势，并通过实际硬件平台测试验证其定位性能。创立了Hainan EVK硬件平台，实现UWB RTLS协议栈修改、无线时钟同步算法、多标签容量模型、网络可扩展机制，Hainan EVK （Real Time Location Systems, RTLS）系列超宽带实时定位平台的嵌入式硬件设计、定位算法设计、脉冲信号处理算法、软件功能实现、平台配套设备、功能材料设计等提供了基础硬件条件。近年来在国内承担国家级、省级项目20余项，获得一系列的科研成果，联合企业取得可观的社会经济效益。

**深圳市润安科技发展有限公司：**

公司成立于1994年，从事互联网+物联网+大数据人工智能整体方案解决方案技术与产品研究、开发、生产与销售，专注于公共安全与社区矫正，为政法、监狱等领域提供全国领先的智慧监狱管理系统等解决方案，是国家划重点高新技术和规划布局重点软件企业；自成立以来已申请和取得100余项国际国内发明专利等知识产权。是本项目的重要市场应用开发合作伙伴，公司应用本项目的超宽带精准定位技术所研发的产品，近三年来创造新增产值6433.68万元，实现利税1364.29万元。

**海南热带海洋学院：**

海南热带海洋学院，一直重视海洋信息学科的发展和建设，以张鲲教授为团队带头人的热海院UWB定位与跟随技术应用研究团队自2013年期开始研究物体的跟随及协同移动场景。在团队前期已参与海南大学沈重团队的标签定位系统Hainan EVK系列平台 (包括硬件、通信协议)的设计与实现，近年来致力于定位与跟随的协同研究。热海院团队近年来承担国家级、省市级科研项目二十余项，发表相关论文30余篇，发明专利、软件著作权等知识产权多项。

**上海钛米机器人科技有限公司：**

上海钛米机器人科技有限公司是一家主营机器人产品的科技公司，其公司在机器人的开发过程中与海南大学沈重团队形成了良好的长期合作关系。联合开研发机器人的定位系统主要采用超宽带实时精准定位系统技术，在此基础上还增加了可以选择性携带红外、超声、激光雷达、语音模块和Kinect、realsense、摄像头和平板显示等多种传感器和其他附件等功能，可方便地实现自主导航、自主避障、 SLAM、人机交互和无线视频图像传输等功能。其综合竞争优势在国际上处于领先水平，中国制造500强企业。公司是本项目的重要市场应用推广单位，近年来应用本项目技术开发的机器人产品，实现了巨大的产值利益，并将产品应用于包括武汉协和、上海仁济、郑州大学第一附属医院等医疗机构,2018年公司B轮融资2亿。

**蜂巢创新工场（海南）科技有限公司：**

蜂巢创新工场（海南）科技有限公司，地处海口演丰镇，是本项目的重要合作单位，作为海南大学的产学研应用实践单位，担负着硕士研究生与博士研究生的实践基地任务，公司研发人员作为企业导师协助海南大学培养应用型专业人才，共同完成科研项目，实现校企共赢，公司注重于定位硬件产品的研发与产业化，近年来已经实现项目的应用成果转化。

**海南康倍利安电子科技有限公司：**

海南康倍利安电子科技有限公司，是本项目的重要合作单位，作为海南大学的产学研应用实践单位，担负着硕士研究生与博士研究生的实践基地任务，公司研发人员作为企业导师协助海南大学培养应用型专业人才，共同完成科研项目，实现校企共赢，公司作为承担单位完了海南省重点研发计划 项目“基于超宽带的室内外消防员无缝精准定位系统”，项目编号：ZDYF2016002，使得项目研究成果得到了进一步的应用验证，开发了超宽带大容量消防人员定位系统，完成并实现无缝对接精准定位关键技术研究，实现了室内室外的精准无缝对接定位。

**海南师范大学：**

海南师范大学是本项目的合作院校之一，对项目的技术交流，平台建设提供了一定的技术支持和学科资源共享，是本项目的共同完成单位之一。近年来，围绕本项目的开发与技术升级，石春教授团队发表SCI/EI论文多篇，申请本项目突破性技术发明专利一项。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

**沈重：**

本项目第一完成人，是IEEE 802.15.4-2011超宽带起始用于实时精准定位的发起人之一，团队带头人， 2，在国家自然科学基金、科技支撑项目、教育部项目、军委装备发展部预先研究课题、海南省重点研发计划、海南省创新团队、海南省创业创新人才基金、海口市中小企业创业创新基金、各类政府企业横向委托课题等，以及社会资本、企业自主投入的支持下，对超宽带室内精准定位系统进行了全方位设计、制造、功能提升与优化等工作，包括Hainan EVK （Real Time Location Systems, RTLS）系列超宽带实时定位平台的嵌入式硬件设计、定位算法设计、脉冲信号处理算法、软件功能实现、平台配套设备、功能材料设计等。具体贡献集中在以定位与跟随为导向的超宽带IEEE 802.15.4-2011通信协议各层次的算法研发、信号处理与分析、超宽带Hainan EVK RTLS系统功能集成、产学研推广和应用等工作，在国内外率先扎根和拓展超宽带实时精准定位领域。自2014年起，产学研密切合作，在公共安防、监控、体育、医疗等行业进行了广泛的应用推广，相关研究成果已经在国内外迅速铺开并取得一定影响力。

**张鲲：**

超宽带实时精准定位系统的设计、完成、应用全过程，对技术算法设计及更新、定位信号处理、超宽带Hainan EVK RTLS系统功能集成等方面具有突破性的研究成果和贡献。近年来围绕本项目的研究发表SCI/EI/核心期刊等论文30余篇，2018年，所研究的“MIMO超宽带精准实时PDOA跟随及协同算法研究”项目获得国家自然科学基金支持。

**王咸鹏 ：**

参与本项目的技术开发与系统设计，在信号传输与处理等工作上取得了突破性的进展，对超宽带实时精准定位系统的进一步升级，结合大规模多输入输出即UWB+MIMO的结构实现上具有突出贡献。近年来围绕本项目的研究发表SCI/EI索引论文40余篇，获得国家自然科学基金青年基金支持，海南省“百人计划”人才人选。

**钟裕山：**

参与本项目的技术开发与应用推广，对超宽带实时精准定位系统技术开发提供了重要支持，申请国内外发明专利近百项，已取得6项国内发明专利，其运营的深圳市润安科技发展有限公司是本项目的重要市场应用推广合作伙伴。

**高倩：**

主要进行超宽带精准定位算法研究，自主研发了基于机会路由的超宽带网络扩展算法，并在实际测试中对大规模网络定位精准度提高10%左右。在基于超宽带的无人机集群机间定位与导航应用研究者中，对系统结构和框架及相关算法进行设计与优化。

**郑理强：**

IEEE 802.15.4-2011超宽带起始用于实时精准定位的发起人之一，团队技术核心成员， 2011年归国创办蜂巢创新工场（海南）科技有限公司，联合海南大学在产学研一体化上作出重要贡献，作为企业导师指导和培养硕士研究生完成项目与课题。作为技术合作人，对超宽带实时精准定位系统的设计与实现提供了重要的技术支持，在行业的应用推广上更是做出了重要贡献。

**潘晶：**

参与UWB定位系统初期开发与应用，是本项目的市场应用与技术合作的重要合作人，其运营的上海钛米机器人科技有限公司是一家主营机器人产品的科技公司，其公司在机器人的开发过程中与海南大学沈重团队形成了良好的长期合作关系。对超宽带室内精准定位技术的实践与改进上做了大量的应用性研究工作。

**闻鹏：**

参与UWB定位系统初期开发与研究，在主从基站间时钟同步相关研究领域做了大量的工作，在人员定位实现的算法研究上做了大量的基础工作，是本系统的重要开发合作人，作为项目负责人完了海南省重点研发计划 项目“基于超宽带的室内外消防员无缝精准定位系统”，项目编号：ZDYF2016002。

**石春：**

针对无线接入协议进行性能分析，提出信道状态信息测量方法和基于最优参数的信道接入方案。通过分析同一节点多次传输对于信道状态信息测量的影响，提出支持多种优先等级业务的信道状态测量方法，相关成果申请国家发明专利一项。结合信道状态测量信息，分析提出了支持多种优先等级的无线接入方案，相关成果申请国家发明专利1项，发表SCI检索论文一项。

**项目名称：**基于能源环境应用的界面增效复合材料

**项目简介：**

一、主要研究内容：

1、设计并实现了高效率光电/热电复合界面新能源器件。

2、设计并制备了改善太阳能电池空穴传输层和电子传输层载流子传递能力的界面复合材料。

3、开发了对于PH值、离子强度非常敏感的环境监测界面增效水凝胶材料。

4、基于三氯化铁界面催化的氧化偶联反应方法开发了一系列用于气体吸附分离的有机多孔材料。

二、科学发现点及科学价值：

1、国际上首次设计并实现了光电/热电复合界面新能源器件，并通过优化提升效率40%，为低成本太阳能综合利用提供了新的研究思路。

2、设计并制备了改善光化学太阳能电池空穴传输层和光阳极电子传输层载流子传递能力的界面复合材料，实现电子空穴的有效分离，提高了光伏器件的光电转换效率。

3、开发了对于PH值、离子强度非常敏感的环境监测界面增效水凝胶材料，对于应用于水体环境检测具有巨大潜力。

4、发明了在常温常压只使用廉价催化剂三氯化铁制备有机多孔材料的方法，开发了一系列用于气体吸附分离的有机多孔材料，在不使用任何昂贵的贵金属催化剂的情况下高效快速制备有机多孔材料。

三、同行引用及评价：

1. 代表论文Energ. Environ. Sci.,被SCI引用118次，国际钙钛矿太阳电池权威、牛津大学教授H. Snaith将该论文选为Energ. Environ. Sci. 期刊光电领域优秀论文之一。美国佐治亚理工大学终身教授Z.L.Wang认为该新型器件能明显提高光电转换效率。

2、代表论文J. Mater. Chem. A等被SCI引用112次，顶级期刊J. Am. Chem. Soc.积极认可，认为石墨烯复合方法可有效提升稳定性。牛津大学H.J. Snaith积极认可了“钙钛矿薄膜的结晶条件对平板钙钛矿电池的开路电压、电荷传递寿命等有直接影响”的结论。

3、代表性论文Adv. Mater.被SCI引用68次。美国哈佛大学Ali Khademhosseini在Science论文中认为模块组装方法相较3D打印、梯度分布等现有方法具有独特优势，是构筑各向异性复杂结构和多重刺激响应3D复杂形变的良好新途径。

4、代表性论文J. Am. Chem. Soc.等被SCI引用503次。实现了在常温常压廉价催化剂三氯化铁制备有机多孔材料的有效方法，该方法得到了美国橡树岭国家实验室等国际多个课题组高度认可并采用

**代表性成果：**

1. Ning Wang, Li Han, Hongcai He, Nam-Hee Park, Kunihito Koumoto, A novel high-performance photovoltaic-thermoelectric hybrid device, *Energy & Environmental Science*, 2011, 4(9): 3676-3679.
2. Qi Chen, Min Luo, Peter Hammershøj, Ying Han, Bo Wegge Laursen, Chao-Guo Yan, Bao-Hang Han. Microporous Polycarbazole with High Specific Surface Area for Gas Storage and Separation. *J. Am. Chem. Soc.* 2012, *134* (14), 6084–6087.
3. Chunxin Ma, Tiefeng Li, Qian Zhao, Xuxu Yang, Jingjun Wu, Yingwu Luo, Tao Xie. Supramolecular lego assembly towards three-dimensional multi-responsive hydrogels, *Advanced Materials*, 2014, 26(32), 5665-5669.
4. Qiang Luo, Ye Zhang, Chengyang Liu, Jianbao Li, Ning Wang, Hong Lin, Iodide-reduced graphene oxide with dopant-free spiro-OMeTAD for ambient stable and high-efficiency perovskite solar cells, *Journal of Materials Chemistry A*, 2015, 3(1): 15996-16004.
5. Qi Chen, De-Peng Liu, Min Luo, Li-Juan Feng, Yan-Chao Zhao, Bao-Hang Han. Nitrogen-Containing Microporous Conjugated Polymers via Carbazole-Based Oxidative Coupling Polymerization: Preparation, Porosity, and Gas Uptake. *Small*, 2014, *10* (2), 308–315.
6. Tian Du, Ning Wang, Haijun Chen, Hong Lin, Hongcai He, Comparative Study of Vapor- and Solution-Crystallized Perovskite for Planar Heterojunction Solar Cells, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2015, 7(5): 3382-3388.
7. Tian Du, Ning Wang, Haijun Chen, Hongcai He, Hong Lin, Kai Liu, TiO2-based solar cells sensitized by chemical-bath-deposited few-layer MoS2, *Journal of Power Sources*, 2015, 275: 943-949.
8. Jian-Hua Zhu, Qi Chen, Zhu-Yin Sui, Long Pan, Jiaguo Yu, Bao-Hang Han. Preparation and Adsorption Performance of Cross-Linked Porous Polycarbazoles. *J. Mater. Chem. A*,2014, *2*(38), 16181–16189.

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

**海南大学：**国际上首次设计并实现了光电/热电复合界面新能源器件，并通过优化提升效率40%，为低成本太阳能综合利用提供了新的研究思路；设计并制备了改善光化学太阳能电池空穴传输层和光阳极电子传输层载流子传递能力的界面复合材料，显著提高了空穴传输能力和电子传输能力，实现电子空穴的有效分离，提高了光伏器件的光电转换效率；开发了对于PH值、离子强度非常敏感的环境监测界面增效水凝胶材料，对于应用于水体环境检测具有巨大潜力；发明了在常温常压只使用廉价催化剂三氯化铁制备有机多孔材料的方法，开发了一系列用于气体吸附分离的有机多孔材料，使在室温常压下并且不使用任何昂贵的贵金属催化剂的情况下高效快速制备有机多孔材料成为可能。

**国家纳米科学中心：**基于含咔唑共轭聚合物和功能化单体的特殊性质，探索了所制备多孔材料对甲醛、甲醇或甲苯等毒性易挥发有机物的吸附与转化功能。相关研究实现了在常温常压下仅仅使用廉价的三氯化铁催化剂制备化学和热力学稳定的有机多孔材料，极大的推动了有机多孔材料在能源、环境及异相催化领域中的应用。

**浙江大学：**从事多功能高分子的基础及应用研究，已在形状记忆高分子，仿生智能高分子材料，及智能水凝胶等方面形成鲜明的特色。在坚持原有特色的基础上，积极拓展更为广面的多功能高分子材料的科学研究，重点在于新机理，新性能，及新应用。在以全新性能为目标的材料设计上，尤其重视材料多尺度（分子级，纳米级，及微米级）的全方位的协同效应。在坚持科学研究的同时，致力于与企业的合作，以期在较短期内实现科学对社会发展重大问题的积极贡献（能源，环境，及健康）。

**清华大学**：设计并制备了改善光化学太阳能电池空穴传输层载流子传递能力的界面复合材料，实现电子空穴的有效分离，提高了光电转换效率。

**电子科技大学：**设计并制备了改善光化学太阳能电池光阳极电子传输层载流子传递能力的界面复合材料，实现电子空穴

的有效分离，提高了光电转换效率。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

**王宁：**设计并实现了光电/热电复合界面新能源器件，并通过优化提升效率40%，为低成本太阳能综合利用提供了新的研究思路。设计并制备了改善光化学太阳能电池空穴传输层和光阳极电子传输层载流子传递能力的界面复合材料，显著提高了空穴传输能力和电子传输能力，实现电子空穴的有效分离，提高了光伏器件的光电转换效率。

**陈琦：**发明了在常温常压只使用廉价催化剂三氯化铁制备有机多孔材料的方法，开发了一系列用于气体吸附分离的有机多孔材料，使在室温常压下并且不使用任何昂贵的贵金属催化剂的情况下高效快速制备有机多孔材料成为可能。

**马春新：**开发了对于PH值、离子强度非常敏感的环境监测界面增效水凝胶材料，对于应用于水体环境检测具有巨大潜力。

**林红：**设计并制备了改善光化学太阳能电池空穴传输层载流子传递能力的界面复合材料，提升了空穴传递能力，实现电子空穴的有效分离，提高了光电转换效率。

**何泓材：**设计并制备了改善光化学太阳能电池光阳极电子传输层载流子传递能力的界面复合材料，实现电子空穴的有效分离，提高了光电转换效率。

**韩宝航：**研究了在常温常压并且不使用任何贵金属催化剂的条件下相对快速大量制备有机多孔材料的方法和原理，使在室温常压下并且不使用任何昂贵的贵金属催化剂的情况下高效快速制备有机多孔材料成为可能。

**赵骞：**开发了对于PH值、离子强度非常敏感的环境监测界面增效水凝胶材料，对于应用于水体环境检测具有巨

大潜力。

**项目名称：多孔炭材料的制备以及在储能中的应用**

**项目简介：**

化石能源逐渐枯竭及其所造成的全球环境恶化等问题，促使全世界高度重视来源广泛、廉价、可再生的生物质资源的开发利用。生物质不仅可以直接作为一种可再生能源材料，而且可以加工制备多孔碳材料应用于储能、污水处理、CO2吸附和催化剂载体等诸多领域。尽管在生物质碳材料利用方面已经取得了巨大的进步，但是同时也面临着许多的挑战，陈永等人利用生物质丰富的天然结构，通过活化技术得到高比表面积活性炭，通过低温碳化技术得到高质量的石墨烯并阐明了其内在机制，这些材料成功应用于能源存储等领域。

**1)生物质的微观结构和成分研究方面，**海南椰子资源丰富，但其组分和结构的相关报道非常少，该项目详细研究了海南椰壳的微观结构及其半纤维素等组分的提取。

**2)高比表面积活性炭及其孔结构的调节方面，**通过活化温度、活化保温时间、碱炭比等对活性炭的孔结构进行调节，这是首次专门针对椰壳炭材料的系统研究，并揭示了其孔结构调控对电化学性能的影响。

**3)石墨烯的制备及其机理研究方面，**采用的低温石墨化法，首次将椰壳炭转化成电导性能优越的多孔石墨烯，在能源与催化领域有着重要意义。

**4)多孔碳在储能中的应用及机理研究，**将多孔活性炭、石墨烯、炭微球等电极材料，应用于超级电容器和锂硫电池等，不仅利用了生物质微结构，还仿造其微结构，开发高性能炭电极材料。

项目成果申请专利15项，其中授权专利5项，授权发明专利1项。发表学术论文50篇，其中JCR一区论文6篇，二区论文11篇，三区论文5篇，四区论文7篇，SCI收录29篇，总影响因子达到160，此外EI收录论文6篇。出版著作2部。参加学术会议38人次，其中国际会议4人次，邀请报告5人次，组织学术会议2次。

**代表性成果：**

1. Xiaoqin Zhao, Min Liu, **Yong Chen**\*, Bo Hou, Na Zhang, Binbin Chen, Ning Yang, Ke Chen, Jianlin Li, Linan An. Fabrication of layered Ti3C2 with an accordion-like structure as a potential cathode material for high performance lithium-sulfur batteries. Journal of Materials Chemistry A, 2015, **3**, 7870-7876. (JCR一区，SCI, IF 9.931)
2. Min Liu, **Yong Chen**\*, Ke Chen, Na Zhang, Xiaoqin Zhao, Fenghui Zhao, Zhifeng Dou, Xiangming He, Li Wang, Biomass-derived activated carbon for rechargeable lithium-sulfur batteries, BioResources, 2015, 10(1): 155-168. (JCR二区，SCI, IF 1.202)
3. Fujun Li, **Yong Chen**\*, Dai-Ming Tang, Zelang Jian, Chang Liu, Dmitri Golberg, Atsuo Yamada, Haoshen Zhou\*. Performance-improved Li-O2 battery with Ru nanoparticles supported on binder-free multi-walled carbon nanotube paper as cathode. Energy & Environmental Science, **2014, 7(5), 1648-1652.** **(**JCR一区, SCI, IF 30.067**)**
4. **Yong Chen (#)**, Fujun Li (#), Dai-Ming Tang, Zelang Jian, Chang Liu, Dmitri Golberg, Atsuo Yamada, Haoshen Zhou\*, Multi-walled Carbon Nanotube Papers as Binder-free Cathodes for Large Capacity and Reversible Non-aqueous Li-O2 Batteries, Journal of Materials Chemistry A, 2013, 1 (42), 13076-13081. (JCR一区, SCI, IF 9.931)
5. **Yong Chen**, Cheng Li, Junchun Tu, Linan An\*, Synthesis of short multi-walled carbon nanotubes by molecular self-assembly, New carbon materials, 2012, 27(6): 416-420. (JCR四区, SCI, IF1.171)
6. **Yong Chen**(#), Cheng Li(#), Yiguang Wang, Qing Zhang, Chengying Xu, Bingqing Wei, Linan An\*, Self-assembled carbon-silicon carbonitride nanocomposites: high-performance anode materials for lithium-ion batteries, Journal of Materials Chemistry, 2011, 21, 18186-18190. (JCR二区，SCI, IF 6.62)
7. **CHEN Yong**, ZHOU Liu-jiang, HONG Yu-zhen, CAO Feng, LI Ling. Preparation of high-surface-area activated carbon from the coconut fibers, New Carbon Materials, 2010, 25(2):151-155. (JCR四区，SCI, IF1.171)
8. **陈永**编著：多孔材料制备与表征，36万字，ISBN 978-7-312-02646-1, 中国科学技术大学出版社。2010年1月出版，中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第200868号。

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

第一完成单位 海南大学：

* 1. 生物质的微观结构和成分研究方面，要利用丰富的海南椰子资源，首先必须要了解它的组分和结构，我们详细研究了海南椰壳的微观结构及其半纤维素等组分的提取。
  2. 高比表面积活性炭及其孔结构的调节方面，我们通过活化温度、活化保温时间、碱炭比等对活性炭的孔结构进行调节，并进一步研究了孔结构调控对电化学性能的影响。
  3. 石墨烯的制备及其机理研究方面，我们所采用的低温石墨化法制备生物质基石墨烯，首次将椰壳炭转化成电导性能优越的多孔石墨烯，在能源与催化领域有着重要意义。
  4. 多孔碳在储能中的应用及机理研究，采用椰壳、油棕管胞、葡萄糖为原材料，通过炭化和活化工序制备高比表面积三维分级多孔活性炭、石墨烯、炭微球等电极材料，应用于超级电容器和锂硫电池等。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

第一完成人 陈永：

1. 总体构思与指导。为本研究的发展方向作出了总体设计构思，提出的技术方案具有先进性、创造性、实用性，组织与指导课题组各成员积极有效地开展本项目工作。

2. 组织了多家单位进行项目攻关，定期检查研究成果。使得实验室研究顺利进行，并将实验室研究成果在工业生产中进行放大。

3. 资金和条件。提供实验检测和分析必要的资金支持。

4. 建立了完备的炭材料制备和分析实验平台、电化学储能测试实验室。

第二完成人 李德：

1. 申请科研经费，为实验平台的搭建和运行提供技术支持。

2. 指导研究生和本科生，研究生物质炭材料在电化学储能中的应用。

3. 将生物质碳化并活化，得到多孔活性炭，应用于锂硫电池，得到了很好的性能。

4. 利用葡萄糖碳化，制备多孔炭微球，应用于锂硫电池，通过物理和化学吸附抑制了多硫离子的穿梭效应。

第三完成人 陈大明：

1. 申请科研经费，管理和维护实验室。

2. 指导研究生和本科生，研究全固态型储能器件。

3. 将金属氧化物按比例混合并烧结得到固态电解质隔膜，应用于锂离子电池等。

4. 研究也椰壳活性炭在超级电容器中的应用，并取得了很好的结果。

第四完成人 杜杰：

1. 申请科研经费，完善实验平台。

2. 指导研究生和本科生，研究有机高分子材料在储能器件中的应用。

3. 将有机小分子原位聚合得到固态电解质隔膜，应用于锂离子电池等。

4. 操控DNA高分子链，实现药物缓释等功能。

第五完成人 余凤：

1. 申请科研经费，指导研究生和本科生，研究纤维素基的复合材料在能源电池领域的应用。

2. 基于纤维素这种生物质材料，首次构建纤维素凝胶电解质膜用于锂离子电池的应用研究，该凝胶电解质膜不仅具有良好的柔性和力学特性；

3. 将纤维素与其他导电高分子复合得到的生物质复合材料，可以作为电池的正负极材料或者粘结剂材料。

第六完成人 窦智峰：

1. 申请科研经费，研究无机纳米结构材料构筑及应用。

2. 负责分析测试仪器的管理和使用，并对测量结果进行分析研究。

3. 通过拉曼光谱仪研究生物质炭材料的炭化和活化过程，及其在储能材料中的应用。

第七完成人 洪玉珍：

1. 制备椰壳纤维基高比表面积中孔活性炭。

**项目名称：椰子固态胚乳发育以及油脂合成的生物学基础研究**

**项目简介：**

椰子(*Cocos nucifera*, 2n=32)属棕榈科棕榈属，是一种重要的热带木本油料作物以及水果作物，椰子是海南省的省树，也是海南省的支柱产业之一，海南省椰子加工企业约有400余家，约100余万人直接和间接参与到椰子的产业中，目前，海南省椰子的种植面积约70万亩，因此，椰子在海南省人民的经济和生活中起着非常重要的作用。

尽管椰子在海南热区以及世界热区都起着非常重要的作用，然而目前对椰子的研究工作非常少，基础非常薄弱，也限制了椰子产业的发展，本项目从四个方面对椰子开展研究工作，（1）椰子生物学研究所需的平台构建；（2）椰子资源收集和分子评价；（2）椰子肉脂肪酸合成的分子机制研究；（4）椰子肉发育的分子基础研究（5）椰油中链脂肪酸形成的分子基础。

详述如下：（1）我们摸索了一套适合椰子（多糖、多酚）的DNA提取方法和RNA提取方法；首次完成了椰子的转录组测序，获得57,304个Unigenes；基于椰子的转录组序列信息，共挖掘6608个SSR位点，并开发了191个SSR标记；同时，我们也筛选了椰子qPCR稳定的内参基因*Eef1-a*和*UBC10*；（2）应用开发的SSR标记，对海南的椰子资源的多样性以及群体结构进行了全面的评价，为这些资源的创新利用奠定了基础，此外，也筛选到9个SSR标记与高、矮性状紧密连锁；（3）从椰子的转录组序列中，我们挖掘出806个脂肪酸合成相关基因，并构建了这些基因在椰子果肉以及不同组织中的表达谱，这些工作为椰子脂肪酸和含油量改良提供了全面的信息，同时，对脂肪酸从头合成的关键基因进行了全长cDNA的克隆以及功能的分析，譬如：克隆了lyso-phosphatidic acid acyltransferase (LPAAT)的全场序列，并发现该基因在椰子的成熟叶中以及叶肉不同发育时期都展现高的表达水平，将该基因转化酵母，发现能显著提高其月桂酸和肉豆蒄酸的含量；同时，我们也克隆了β-Ketoacyl-acyl-ACP synthase I(KAS I)，stearoyl-ACP Δ9-desaturase (SAD)，ACP thioesterase gene (CocoFatB1)等基因的全长序列，被分别转化烟草、酵母和花生中，验证其基因功能。（4）我们构建了椰子果肉发育不同时期的cDNA文库，并对cDNA文库的质量进行了评估，并基于这些cDNA文库，采用差减杂交，筛选到737个候选基因，在它们中，103个基因被注释为脂肪酸合成以及碳水化合物合成相关基因。同时，我们对椰子果肉发育过程中的关键候选基因oleosin进行了功能分析，定量分析展现该基因只在椰子的果肉中表达。同时，我们也对椰子果肉发育不同阶段的microRNA的表达变化进行了分析，发现了一些果肉发育相关的候选microRNA。通过本项目的实施，共发表SCI论文14篇，中文期刊论文9篇，这些论文的总引用率225次，其中，论文“RNA-seq analysis of *Cocos nucifera*: transcriptome sequencing and de novo assembly for subsequent functional genomics approaches”的引用率为51次。

**代表性成果：**

1. Yuan YJ, Liang YX, Gao LC, Sun RH, Zheng YS, **Li DD**\*. Functional heterologous expression of a lysophosphatidic acid acyltransferase from coconut (*Cocos nucifera* L.) endosperm in*Saccharomyces cerevisiae* and *Nicotianatabacum*. ***Scientia Horticulturae***192 (2015) 224–230.(IF=1.538) （学术百度引用率4次）
2. Yuan YJ, Liang YX, Li BZ, Zheng YS, Luo XQ and **Li DD\***. Cloning and Function characterization of a β-Ketoacyl-acyl-ACP synthase I from coconut (*Cocos nucifera* L.) endosperm. ***Plant Mol Biol Rep***, 2015(33): 1131–1140. (IF=1.656) （学术百度引用率1次）
3. Liang YX, Yuan YJ, Liu T, Mao W, Zheng YS and **Li DD\*.** Identification and computational annotation of genes differentially expressed in pulp development of *Cocos nucifera* L. by suppression subtractive hybridization. ***BMC Plant Biology,*** 2014, 14:205 doi:10.1186/s12870-014-0205-7 (IF=3.942) （学术百度引用率4次）
4. Gao LC, Sun RH, Liang YX, Zhang MD, Zheng YS and **Li DD\***. Cloning and functional expression of a cDNA encoding stearoyl-ACP Δ9-desaturase from the endosperm of coconut (*Cocos nucifera* L.). ***Gene***, 2014, 549 (1): 70–76. (IF=2.082) （学术百度引用率6次）
5. Yuan YJ, Chen YH, Yan S, Liang YX, Zheng YS, **Li DD\***. Molecular cloning and characterization of an ACP thioesterase gene (CocoFatB1) expressed in the endosperm of coconut (Cocos nucifera L.) and its heterologous expression in *Nicotianatobaccum* to engineer the accumulation of different fatty acids. ***Functional Plant Biology*,** 2014, 41, 80-86.(IF=2.569) （学术百度引用率7次）
6. Xu L, Ye RJ, Zheng YS, Wang ZK, Zhou P,Lin YJ, **Li DD\***. Isolation of the endosperm-specific LPAAT gene promoter from coconut (*Cocos nucifera L.*) and its functional analysis in transgenic rice plants, ***Plant Cell Report***, 2010, 29: 1061–1068. (IF=1.656) （学术百度引用率37次）
7. **Li DD,** Zheng YS, Wan L, Zhu XM, Wang ZK. Differentially expressed microRNAs during solid endosperm development in coconut (*Cocos nucifera* L.). ***Scientia Horticulturae***, 2009, 122: 666-669 (IF=1.538) （学术百度引用率14次）
8. **Li DD，**Fan YM. Cloning, characterisation, and expression analysis of an oleosin gene in coconut (*Cocos nucifera* L.) pulp. ***Journal of Horticultural Science & Biotechnology***. 2009, 84 (5) 483–488 (IF=0.458) （学术百度引用率3次）
9. **Li DD**, Fan YM. Construction and Characterization of a cDNA Library from the Pulp of Coconut (*Cocos nucifera* L.). ***Agricultural Sciences in China.*** 2008, 7(9): 101-105（学术百度引用率16次）
10. **Xiao Y**, Yang Y, Cao H, Fan H, Ma Z, Lei X, Mason Z, Lei X, Mason AS, Xia Z, Huang X (2012) Efficient isolation of high quality RNA from tropical palms for RNA-seq analysis. Plant Omics. 5: 584-589. （学术百度引用率20次）
11. Fan H(共同第一), Xiao Y(共同第一), Yang Y, Mason AS, Xia Z, Qiao F, Zhao S, Tang H (2013) RNA-seq analysis of *Cocos nucifera*: transcriptome sequencing and de novo assembly for subsequent functional genomics approaches. PLOS ONE. 8: e59997. (学术百度引用率51次)
12. **Xiao Y**, Luo Y, Yang Y, Fan K, Xia W, Mason AS, Zhao S, Sager R, Qiao F (2013) Development of microsatellite markers in *Cocos nucifera* and their application in evaluating the level of genetic diversity of *Cocos nucifera*. Plant Omics. 6: 193-200. (学术百度引用率11次)
13. Xia W, **Xiao Y** (责任作者), Liu Z, Luo Y, Mason AS, Fan H, Yang Y, Zhao S, Peng M (2014) Development of gene-based simple sequence repeat markers for association analysis in *Cocos nucifera.* Molecular Breeding. 34: 525-535. (学术百度引用率0次)
14. Xia W, Liu Z, Yang Y, Xiao Y, Mason AS, Zhao S, Ma Z (2014) Selection of reference genes for quantitative real-time PCR in Cocos nucifera during abiotic stress. Botany. 92: 179-186. (学术百度引用率4次)
15. 柳晓磊，汤华，李东栋\*。海南省椰子栽培品种的SSR标记分析。园艺学报，2008，35（8）：1199－1204 (学术百度引用率9次)
16. 柳晓磊，汤华，李东栋\*。椰子SSR反应体系的建立和优化。华中农业大学学报，2007，26（5）：676-679 (学术百度引用率13次)
17. 李东栋，范永梅。椰子果肉组织中总RNA的提取及质量分析。分子植物育种，2007，5(6): 883-886. (学术百度引用率7次)
18. 郑育声，李东栋\*，王哲魁。椰子不同组织基因组DNA的提取及质量分析。海南大学学报，2007，25（1）：51-53 (学术百度引用率6次)
19. 肖勇，杨耀东，夏薇，范海阔，赵松林，马子龙。椰子Acyl-ACP硫脂酶相关基因的克隆与分析。广东农业科学院，2013,12:149-152。(学术百度引用率2次)
20. 夏薇，李静，周丽霞，杨耀东，肖勇。椰子保守microRNA预测和特征分析。广东农业科学，2014,41：130-135。(学术百度引用率2次)
21. 肖勇，杨耀东，曹红星，雷新涛，范海阔，赵松林，马子龙。椰子CBF基因的克隆研究。江西农业学报，2014,24:1-3. (学术百度引用率3次)
22. 罗意，黄绵佳，范海阔，肖勇。椰子SSR标记的开发。广东农业科学:2012，23,139-142。(学术百度引用率1次)
23. 罗意，范海阔，黄绵佳，肖勇。3种椰子基因组DNA提取方法的比较。中国农业通报。2013,29:154-158。(学术百度引用率4次)

国家发明专利

1. 甘油磷酸脂酰转移酶基因启动子序列在作物遗传改良中的应用。（授权号：200910193929.X）

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

1. **海南大学：**构建了椰子果肉发育不同时期的cDNA文库，并对cDNA文库的质量进行了评估，并基于这些cDNA文库，采用差减杂交，筛选到737个候选基因，在它们中，103个基因被注释为脂肪酸合成以及碳水化合物合成相关基因。同时，对脂肪酸从头合成的关键基因进行了全长cDNA的克隆以及功能的分析。此外，对椰子果肉发育不同阶段的microRNA的表达变化进行了分析，发现了一些果肉发育相关的候选microRNA
2. **中国热带农业科学院椰子研究所:** 椰子基因组DNA提取方法和RNA提取方法；首次完成了椰子的转录组测序，获得57,304个Unigenes；基于椰子的转录组序列信息，共挖掘6608个SSR位点，并开发了191个SSR标记；同时，筛选了椰子qPCR稳定的内参基因*Eef1-a*和*UBC10*；从椰子的转录组序列中，挖掘出806个脂肪酸合成相关基因，并构建了这些基因在椰子果肉以及不同组织中的表达谱，这些工作为椰子脂肪酸和含油量改良提供了全面的信息。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

1. 李东栋：椰肉cDNA文库及不同发育时期SSH文库的构建，椰油脂肪酸代谢基因的筛选、克隆和功能分析。
2. 肖勇：椰子转录组测序，SSR标记开发。
3. 郑育声：椰肉MicroRNA表达谱的建立和功能性miRNA的筛选
4. 夏薇：SSR标记与状紧密连锁分析
5. 袁怡君：基因的功能鉴定。

**项目名称：**低质量X射线双星中X射线时变特征及X射线双星演化的研究

**项目简介：**一、 项目所属科学领域

项目成果属于基础理论研究范畴，涉及天体物理和理论物理前沿，隶属于自然科学-天文学-天体物理学-高能天体物理学领域。是在完成了国家自然科学基金“强引力场下低质量X射线双星中时变特征的研究”（11203009）的基础上形成的。

二、主要研究内容

（1）通过计算磁场被吸积物质压缩情况下的磁流体动力学扰动方程，建立了低质量 X 射线双星中双峰千赫兹准周期振荡的新理论模型,解释了其中的平行轨迹现象。

（2）通过力矩模型及平衡条件估计了大、小麦哲伦云及银河系内部分 Be X 射线双星中中子星的表面磁场。

（3）通过数值模拟（星族合成和恒星演化计算），对 Be X 射线双星， 极亮 X 射线源，银河系中的中、低质量 X 射线双星、双中子星系统PSR J1930-1852 的形成和演化进行了分析计算，得到了诞生率，演化轨迹和分布等特征。

（4）考虑了回落盘与中子星的相互作用，考虑了磁场演化对中子星自旋演化的影响，采用蒙特卡洛模拟的方法对年轻孤立中子星进行了星族合成的计算。利用费米大天区望远镜

最新的Pass8 的数据，重新搜索了来自本星系团最大的星系之一M33 的伽马射线信号。

三、成果的主要特点

（1）原创性。该项目成果首次考虑压缩磁场对吸积X射线双星中中子星自转周期、kHz 准周期振荡的影响；通过数值模拟对大量中、低质量X射线双星的形成和演化进行了分析计算。

（2）研究手段的多样性。项目几乎囊括了天体物理的所有重要研究方法（理论分析、数值计算与数值模拟、观测数据分析）。

（3）多学科交叉性。此项基础理论研究的基础知识涉及广义相对论、狭义相对论、等离子体物理、量子力学、普通天文、计算物理、等多学科，必须有较好的天文背景、理论物理和计算机基础。

四、此项研究的科学意义和应用前景

已经发表的论文共计11 篇，全部发表在天文学TOP期刊上，全部被SCI 收录。标注基金号论文9篇，总影响因子50以上。 此成果可以为X射线双星的观测提供理论依据，为中子星物理、X射线双星演化、吸积盘理论起着非常好的推动作用。可将这些研究成果应用到国内、外天文学和物理学的教学和科研工作中。

**代表性成果：**

[1] C. S. Shi, S.N. Zhang, and X.D. Li", The Magnetohydrodynamical Model of Kilohertz Quasi-periodic

Oscillations in Neutron Star Low-mass X-Ray Binaries (II)",The Astrophysical Journal, 791, 16 (2014).

[2] C. S. Shi, S.N. Zhang, and X.D. Li, " Super Strong Magnetic Fields of Neutron Stars in Be X-Ray Binaries Estimated with New Torque and Magnetosphere Models", The Astrophysical Journal, 813, 91 (2015).

[3] C. S. Shi, S.N. Zhang, and X.D. Li, "A possible explanation of the parallel tracks in kilohertz quasi-periodic oscillations from low-mass X-ray binaries", MNRAS, 2018.

[4] Y. Shao and X.D. Li, " On the Formation of Be Stars through Binary Interaction", The Astrophysical Journal,796, 37 (2014).

[5] Y. Shao and X.D. Li, "A Population of Ultraluminous X-Ray Sources with an Accreting Neutron Star", The Astrophysical Journal, 802, 131 (2015).

[6] Y. Shao and X.D. Li, "Formation and Evolution of Galactic Intermediate/Low-Mass X-ray Binaries", The Astrophysical Journal, 809, 99 (2015).

[7] Y. Shao and X.D. Li, " Formation of the Double Neutron Star System PSR J1930-1852, 816, 45 (2016).

[8] L. Fu and X.D. Li, " Population Synthesis of Young Isolated Neutron Stars: The Effect of Fallback Disk Accretion and Magnetic Field Evolution ", The Astrophysical Journal, 775, 124 (2013).

[9] L. Fu and X.D. Li, " Search for the γ -ray emission from M33 with the Fermi Large Area Telescope ",MNRAS 471, 1737–1742 (2017)

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

1、海南大学是本项目的第一完成单位，是项目的第一立项单位和主研单位，主要辅助项目组开展项目的研究工作。提供工作条件，提供机会让项目高效开展。对项目实施管理和成果的申报工作，对整个项目的研究负责。

对本项目科技创新和应用推广如下。（1）将压缩磁场引入通过计算磁场被吸积物质压缩情况下的磁流体动力学扰动方程，首先建立了准周期振荡的磁流体力学模型。（2）通过磁流体动力学模型成功解释了低质量X射线双星中准周期振荡的平行轨迹的出现，通过离散分析得到了中子星低质量X射线双星中波数的确定方法，确立了准周期振荡频率和吸积率与磁场的一一对应关系，并提供了可限制中子星状态方程的可能途径。（3）通过双峰kHz准周期振荡的磁流体动力学模型，限制中子星的重要参数（质量等），为探索中子星内部的物理提供了重要的依据。（4）建立了吸积物质压缩磁场时估计中子星表面磁场的方法，得到了压缩磁场情况下的无量纲化的力矩，并计算得到大、小麦哲伦云及银河系内部分BeXBs中的中子星具有的超强磁场的数值，发现Be X射线双星中中子星为吸积磁星。主要完成人积极参加国、内外学术交流，推广学术成果。

2. 南京大学是本项目的第二完成单位，主要是和项目第一完成单位共同开展项目的研究工作。让项目成果更加丰富和完善。对本项目科技创新和应用推广如下。（1）通过星族合成和恒星演化计算，对 Be X 射线双星， 极亮 X 射线源，银河系中的中、低质量 X 射线双星、双中子星系统PSR J1930-1852 的形成和演化进行了分析计算，得到了X射线双星的诞生率，演化轨迹和分布等特征。（2）考虑了回落盘与中子星的相互作用，磁场演化对中子星自旋演化的影响，采用蒙特卡洛模拟的方法对年轻孤立中子星进行了星族合成的计算。得到的中子星制动指数随年龄的分布与观测符合较好。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

史常圣，项目的主要完成者及负责人。负责调研课题的相关内容，凝练研究的基本方向，申请立项并拟定研究方案，主持项目全面工作。主要贡献对应“四、主要科技创新”（A）主要发现1,2,3和（B）创新点1,2,3,4。其主要贡献为（1）通过无量纲化力矩估算了大、小麦哲伦云、银河系内部分 Be X 射线双星中中子星的表面磁场（2）在磁流体理学的框架下，通过离散分析得到了中子星低质量X射线双星中波数的确定方法，确立了准周期振荡频率和吸积率与磁场的组合参数的一一对应关系（3）通过变化的有效磁场解释了低质量X射线双星中准周期振荡的平行轨迹（4）通过磁流体动力学波解释了中子星低质量X射线双星中的双峰千赫兹准周期振荡现象。

邵勇，主要从事数值模拟，数值计算的工作。主要贡献对应 “四、主要科技创新”所列 （A）主要发现5,6,7和(B) 创新点 6。通过星族合成和恒星演化计算，对 Be X 射线双星， 极亮 X 射线源，银河系中的中、低质量 X 射线双星、双中子星系统PSR J1930-1852 的形成和演化进行了模拟（1）研究Be X射线双星双星中的物质转移对恒星自转的影响，得到了Be星双星的预计数目和性质。（2） 模拟了M82和银河系中的中子星-极亮X射线源，中、低质量X射线双星，双中子星系统的形成与演化，给出了极亮X射线源伴星质量-轨道周期分布，得到了中、低质量X射线双星的诞生率，演化轨迹和分布特征。

符磊，主要从事数值模拟，数值计算，观测分析的工作。主要贡献对应“四、主要科技创新”所列（A）8,9 和创新点（B）6,7。主要贡献有：（1）考虑了回落盘与中子星的相互作用，考虑了磁场演化对中子星自旋演化的影响，采用蒙特卡洛模拟的方法进行了星族合成的计算。 根据数值计算结果拟合了一个唯象的公式，近似的表示吸积停止后磁场的扩散过程。得到只有在吸积相和螺旋桨相回落盘和中子星之间才有相互作用，只有在射电抛射相中子星才能被我们观测到。（2）通过使用费米大天区望远镜Pass8的新数据，搜索了来自本星系团最大的星系之一M33的伽马射线信号。得到了M33高能光子(大于100 MeV)新的流量上限。

**项目名称：**热带特色木本植物油脂精深加工技术与装备开发

**项目简介：**海南具有丰富的三大木本油料：棕榈、椰子、山柚，本项目是由海南大学食品学院白新鹏教授所带领的粮食、油脂与蛋白质团队为主体、联合中国热带科学院椰子研究、海南大白康健医药股份有限公司、海口植之素生物资源研究所有限公司、经过十多年对三大木本油料（棕榈、椰子、山柚）加工关键技术及装备研究形成的系列成果的结晶，经过我年研究已经完成这国家自然基金、海南省自然基金、海南省教育厅科技项目、海南省重点研究开发计划、正在执行海南省重大科技计划。经过多年的研究，主持完成了省部级课题多项，其中国家自然科学基金1项，省重点项目1项，海南省自然科学基金2项，地方企业服务项目多项，科研经费500多万元，发表论文40多篇，其它SCI等三大索引收录20多篇，省级科技成果2项（国内领先）， 授权专利成果13项，获奖成果4项,主编教材与专著8部。

经过多年对海南特色油料的研究形成多个产品工业化产品，形成了多项专利， 通过自有专利技术转化，制备高端旅游产品，并利用专利提取椰子精华物质，开发系列椰乳化妆品、特殊医学用途食品，产品主要特征：低温保持预处理，低温制备，保持椰子果肉中的天然成分，及生物活性物质，中碳链脂肪酸含量高达50%以上，且富含维生素VE、VA。具有抗菌、消炎、减肥功效，是防治各种流感以及治疗各种炎症的天然保健品，被誉为“瓶子里的药店”，“天然抗生素”。

产主要产品已经在“海南大白康健医药股份有限公司”制备生产运行，成功融资1.4亿，在海口国家高新区购地50亩，正在建设医药保健食品产业基地，预计年产值达3000万元。以“三桶油引领大健康！”为目标，配合国家“一带一路”战略，打造医疗、健康、养老、生态、文化与旅游相结合的产业互联网，构建海上丝绸之路“大健康产业互联网+智慧旅游”生态平台。

以椰子油系列产品为入口，配合国家“一带一路”战略，将加强中国与丝路沿途国家分享优质产能、建立命运共同体；供给侧改革产业端“去产能、去库存、去杠杆、降成本、补短板”已正式拉开序幕。植之素椰油产业化项目积极顺应这一趋势，加强与东南亚椰油生产国的技术交流，将以往的外贸拉动经济增长转换为内需促进经济增长，以满足消费者逐渐增长的高品质物质需求。

利用课题组多项专利技术，以木本油料为原料，通过温度梯度场分提、微胶囊技术制备熔点低、分子量小、渗透性强、水溶性椰油、及特殊性能的功能材料及在特医材料及食品中进行应用示范。

**代表性成果：**

近年来主要负责或主持的专业技术项目及转化项目20多项。主持省部级课题多项，其中863计划1项，国家自然科学基金1项，省重大、重点项目2项，海南省自然科学基金2项，地方企业服务项目多项，科研经费500多万元，发表论文50多篇，其它SCI等三大索引收录20多篇，省级科技成果2项（国内领先）， 授权专利成果13项，获奖成果4项，主编教材与专著8部。

专利成果:

1、香精等弱极性化合物的水提取设备，ZL：201120073145.6

2、连续式亚临界水管式反应设备，ZL：201120096090.0

3、“美容美体祛斑胶囊剂”，ZL ：CN200510040752.1

4、“一种可控温的油脂脱臭塔”，ZL ：201020592177.2.

5、 “高酸价油脂物理精炼脱酸塔”，ZL ：201020588298. X.

6、一种油脂结晶分提设备：ZL：201120547967.3

7、一种甘油酯分子表面结晶分提设备：ZL：201220024199.8

8、一种非等温的油脂结晶分提设备：ZL：201220023909.5

9、一种椰子油的提取方法 201510621238.0 （2015.9.28）发明专利

10、一种椰子油的提取方法, CN201510723891.8(2015.10.30)

11、一种超声温度梯度场油脂结晶分提设备， CN201520756746.5

12、一种快速测定油脂氧化率的仪器，CN 201520871429.8（2016.01.27）

13、一种椰子剥壳设备 CN 201520936607.0（2015.12.23）

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

海南大学：专利技术

热科院椰子研究所 技术工艺研究

海南大白康健医药股份公司，生产应用

海口植之素生物资源研究所，专利技术及应用

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

白新鹏 负责整个项目的技术及装备开发

张伟敏 技术开发

夏秋雨 技术开发

李瑞 技术开发

孙广有 项目的转化及应用

张森 项目的转化及应用

**项目名称：香蕉机械化耕作关键技术与装备的研究与应用**

**主要完成人：** 李粤、李明、王文、张喜瑞、韦丽娇、董学虎、

张培、欧忠庆、朱现忠、李少龙

**主要完成单位：**海南大学、中国热带农业科学院农业机械研究所、

海南省农业机械研究所、山东大华机械有限公司、

徐闻县曲界友好农具厂

**项目简介：**

我省香蕉种植长期连作和过量施用化肥等，导致土壤“酸、瘦、黏、板”，同时受季节性干旱、风害影响，严重制约香蕉生长。基于仿生学、信息化和优化设计等理论，创新设计关键部件，研发香蕉深耕、深开沟、秸秆还田等关键设备，结合仿生减阻、病虫害防控、“互联网+”等技术，构建了“深耕+深开沟+秸秆还田”香蕉机械化耕作技术体系。

1.发明仿生弧线减黏技术，研发了香蕉深耕系列机具，适应了土壤黏性大、比阻大等条件。创新设计可调式整体深耕机架，大大减少秸秆、杂草等堵塞；创新设计弧线仿生犁面，有效解决土壤黏附问题；集成“互联网+”技术，实现智能化、信息化作业。与传统作业机具相比，利于香蕉根系深扎，抗倒伏、促生长，提高工效15%，作业能耗降低8%，作业成本降低10%。

2.发明双曲面开沟技术，研发了系列开沟机具，适应香蕉种植前深施底肥的需要。创新设计双曲面犁壁采用凹凸仿生结构，优化犁尖结构参数，快速入土，开沟深度40-60cm，比传统开沟深10-20cm，大大减少黏土，提高化肥利用率8%。

3.发明异向喂入防缠绕和线切预断式秸秆粉碎还田技术，创新设计粉碎刀辊、可调式转向地轮等关键部件，研发了系列香蕉秸秆粉碎还田机，解决了香蕉秸秆粗大、韧性强等制约粉碎还田技术问题。发明波浪线形双刃甩刀及异向双辊粉碎刀辊，适应秸秆粗壮量大条件；发明线切甩刀技术，较好解决了香蕉秸秆对刀辊的缠绕。与同类机具相比，秸秆粉碎率提高8.1%。

4.集成创新深耕、深开沟、香蕉秸秆粉碎还田综合调控等持续增产技术，结合“互联网+”信息监控，构建了“深耕+深开沟+秸秆还田”香蕉机械化耕作技术体系，并大面积推广应用。研发了具有自主知识产权的3大系列8种设备，结合微生态调控、养分协调肥水减控、病虫草害综合防控等协同增产技术，实现持续增产。技术成果已在海南、广东、广西等省区大面积推广应用。

授权国家专利15件，其中发明专利9件，发表论文18篇，其中SCI/EI论文5篇，通过成果评价或鉴定2项，技术达国际先进水平，构建的“深耕+深开沟+秸秆还田”香蕉机械化耕作技术体系，对我国香蕉耕作技术进步起到引领与推动作用，为全国香蕉亩产从10年前不足1.72吨提高到目前2.53吨提供有力支撑。

**代表性成果：**

1. 发明专利：一种香蕉地铲式深松机，ZL201510162310.8 ，张喜瑞、甘声豹、李粤等。

2. 发明专利：卧轴啮切式香蕉茎秆粉碎还田机 ，ZL201610149238.X，张喜瑞、王超、李粤等。

3. 发明专利：立轴对切式香蕉茎秆粉碎还田机， ZL201610278021.9，张喜瑞、王文、李粤等。

4. 发明专利：异向双辊防缠式香蕉秸秆粉碎还田机，ZL201510223308.7 ，张喜瑞、王文、李粤等。

5、发明专利：共轴对剪式香蕉秸秆粉碎还田机 ，ZL201510457877.8 ，张喜瑞、王超、李粤等。

6、发明专利：夹持式香蕉茎秆切断装置，ZL2013 1 0485435.5 ，张喜瑞、梁栋、郑侃等。

7、发明专利：滾轧切碎组合式香蕉秸秆粉碎还田机，ZL2013 1 0164538.1， 张喜瑞、王娟、陈实等。

8、实用新型：一种香蕉地深松铲，ZL201520664977.3，张喜瑞、梁栋、李粤等

9、实用新型：一种振动式深松机，ZL201420826713.9，张喜瑞、甘声豹、屈彦伯等。

10、实用新型：一种香蕉地深松机 ，ZL201120311655.2 ，梁栋、张喜瑞、李粤等。

11、实用新型：一种降阻节能的凿式深松机，ZL201620161856.7，韦丽娇、李明、董学虎等。

12、论文：Soil disturbance and cutting forces of four different sweeps for mechanical weeding，Soil & Tillage Research，Xirui Zhang, Ying Chen，2017，SCI

13、论文：Design and experiment of a bionic vibratory subsoiler for banana fields in southern China，Int J Agric & Biol Eng，Zhang Xirui、Wang Chao ，2016，SCI

14、论文：香蕉免耕地深松铲的设计与有限元分析，农机化研究，仇倩倩、张喜瑞等，中文核心

15、论文：热带香蕉地振动深松机的设计与研究，农机化研究，甘声豹、张喜瑞、李粤等，2015，中文核心

16、论文：滑切防缠式香蕉秸秆还田机设计与试验，农业工程学报，张喜瑞、王自强、李粤等，2018，EI

17、论文：滚割喂入式卧轴甩刀香蕉假茎粉碎还田机设计与试验，农业工程学报，张喜瑞、甘声豹等，2015 EI

18、论文：喂入式立轴甩刀香蕉秸秆粉碎还田机设计与试验，农业工程学报，甘声豹、李粤、张喜瑞等，2014，EI

19、论文：基于降阻节能凿式技术凿式深松机的研究与试验分析，现代农业装备，韦丽娇、李明、董学虎等，2015，省级期刊。

**主要完成单位对项目的创造性贡献：**

1、完成单位1：海南大学，主要负责完成了香蕉秸秆还田机、深松机的设计优化以及相关技术论文和专利的编写。

2、完成单位2：中国热带农业科学院农业机械研究所，主要负责深松机和深松旋耕机设计优化、改进，鉴定成果1项，论文和专利各1项，并主要负责广东、广西相关机具的推广应用。

3、完成单位3：海南省农业机械研究所，主要负责项目相关机具在海南省的推广应用。

4、完成单位4：山东大华机械有限公司，主要负责深耕犁、深松机的试制以及秸秆粉碎还田机的制造、推广。

5、完成单位5：徐闻县曲界友好农具厂，主要负责深耕犁、开沟机的设计与制造。

**主要完成人对项目的创造性贡献：**

1、李粤：负责技术体系总体方案。

2、李明：负责机具总体设计、研制。

3、王文：负责技术体系推广方案设计。

4、张喜瑞：负责深松机、粉碎还田机设计、优化。

5、韦丽娇：负责深松机、铧式犁设计、优化、试验与推广。

6、董学虎：深开沟、机、深松旋耕机设计、优化、研制推广

7、张培：负责海南省机具试验与推广。

8、欧忠庆：负责粉碎还田机试验、推广。

9、朱现忠：深松机、深松旋耕机、粉碎还田机制造与推广。

10、李少龙：开沟机设计、制造、试验与推广。

**附件：**

**2018年度海南省科学技术奖提名项目公示内容**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目**  **名称** | | 荔枝采后果皮褐变的生理与分子机理研究 | | | | |
| **主要**  **完成人** | | 王家保，高兆银，李焕苓，刘菊华，王树军，赵超，孙进华，张新春 | | | | |
| **主要**  **完成**  **单位** | | 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所  中国热带农业科学院热带生物技术研究所  海南大学 | | | | |
| **项**  **目**  **简**  **介** | | 三、项目简介  海南荔枝在国内上市最早、单位面积产值最高，是支撑乡村振兴战略实施的重要产业之一。采后荔枝果皮极易褐变，降低商品价值，是限制产业发展的主要瓶颈。本项目实施之前，关于褐变机理的研究聚焦在从单一品种入手，在生理水平上对酶活性变化与褐变的关系等方面进行研究，对基因表达与果皮褐变之间关系的研究仍是空白。本项目主要科学发现如下：  1.揭示了耐贮品种和易褐变品种的褐变生理差异，为进一步研究采后褐变机理提供了基础。  比较了海南主栽品种褐变进程差异。耐贮品种‘紫娘喜’果皮失水慢，主要通过APX/GR循环清除活性氧，褐变相关酶活性弱；易褐变品种‘南岛无核’果皮失水快，主要通过CAT途径清除活性氧，褐变相关酶活性强。  2.发现了多个调节基因和代谢途径参与褐变进程的调节，为采后保鲜技术研发及耐贮新品种培育提供了理论依据。  cDNA微阵列与生物信息学分析相结合，获得褐变进程中差异表达基因709个，涉及多个代谢与调节途径。在褐变过程中果皮的分解代谢受到促进，合成代谢受到抑制。细胞壁代谢、能量代谢等途径及防御相关基因等参与了果皮褐变进程的调节。  3.率先分离鉴定了一批果皮褐变相关基因，阐明了水分代谢、能量代谢、膜脂过氧化和酶促褐变相关基因的表达调节果皮褐变，为耐褐变分子育种提供可靠靶标。  失水促进果皮褐变。贮藏前期果皮主要散失自由水，对褐变影响小；后期自由水与束缚水均散失，褐变加速。失水受PIP活性调控，*LcPIP2-3*和*LcPIP2-4*基因表达受失水诱导。*LcAsr*调节果皮水分变化，超表达*LcAsr*增强拟南芥抗水分胁迫能力；ATP合成途径中COX活性下降，*LcAOX*基因表达上升，电子传递通过AOX和UCP消耗增加，使ATP生成效率下降，能荷水平降低；*LcLOX*等基因表达上升，*LcAPX*等基因表达下降，使活性氧积累；贮藏前期果皮*LcPPO*，*LcPOD*和*LcLac*基因的上调表达提高这些酶的活性。上述变化促进果皮褐变。依据这些结果，研发的控制褐变技术取得了良好效果。  综上，本项目从多个层次综合解析了荔枝采后果皮褐变的生理与分子机理。首次在分子水平上对荔枝果皮褐变机理进行了研究，发现了一批褐变相关基因，解析了其表达与褐变的关系，为开展荔枝果实生物学研究、培育耐贮品种和研发保鲜技术提供了依据与基础。获授权国家发明专利1项，实用新型专利1项，发表论文34篇，8篇代表性论文他引累计69次。 | | | | |
| **代表性成果** | | | | | | |
| **编号** | **名称** | | **期刊** | **发表日期** | **时间** | **他用次数** |
| 1 | Juhua Liu, Caihong Jia, Fengying Dong, Jiabao Wang, Jianbin Zhang, Yi Xu, Biyu Xu, Zhiqiang Jin | | Isolation of an Abscisic Acid Senescence and Ripening Inducible Gene from Litchi and Functional Characterization under Water Stress | Planta | 2012/  12/06 | 16 |
| 2 | Jiabao Wang, Baohua Liu, Qian Xiao, Huanling Li, Jinhua Sun | | Cloning and Expression Analysis of Litchi (*Litchi Chinensis* Sonn.) Polyphenol Oxidase Gene and Relationship with Postharvest Percarp Browning | PLOS one | 2014/  04/01 | 6 |
| 3 | Jiabao Wang, Xiangshe Wang, Biyu Xu, Zhiqiang Jin | | Physiological Changes during the Process of Pericarp Browning in the Postharvest Litchi | Agricultural Science & Technology | 2010/  05/13 | 10 |
| 4 | 肖茜, 冯超, 刘保华, 李焕苓, 张新春, 杜中军, 王家保 | | 荔枝果皮褐变过程中膜脂过氧化及相关酶活性变化的比较研究 | 热带作物  学报 | 2011/  09/25 | 14 |
| 5 | 王家保 | | 采后荔枝果皮衰老过程中  生理变化与基因差异表达分析 | 华南热带  农业大学 | 2007/  05/01 | 11 |
| 6 | 冯超, 刘保华, 肖茜, 张新春, 李焕苓, 陈瑞琴, 王家保 | | 不同海南荔枝品种果实采后生理及品质变化的比较研究 | 热带作物  学报 | 2011/  06/25 | 7 |
| 7 | 赵超，王家保，胡美姣，李敏，杨凤珍，高兆银，张新春 | | 食品添加剂对荔枝采后病原菌的抑菌活性剂其保鲜效果 | 热带作物  学报 | 2011/  02/25 | 4 |
| 8 | 王树军, 冯超, 王凌云, 李焕苓, 刘保华, 王家保 | | 荔枝类甜蛋白基因的克隆与  表达分析 | 园艺  学报 | 2015/  07/21 | 1 |
| **知 识**  **产权** | | 发明专利：来源于荔枝的启动子及其应用（ZL 2012 1 0533536.0） | | | | |
| 实用新型专利：一种荔枝气调复用保鲜箱（ZL 2012 0024638.5） | | | | |
| **主要完成人对项目的创造性贡献** | | | | | | |
| 王家保 | | 项目主持人，负责项目的总体设计和协同攻关。主要开展采后荔枝果皮衰老过程中生理变化与基因差异表达分析工作，褐变相关酶及基因表达的分析，果皮水分代谢对褐变的影响。授权发明专利1项，发表论文27篇，培养研究生6名。证明材料：代表性论文10.1(1-8)，其他证明材料10.7(2-17)，10.7(19-21)，10.8(1)。 | | | | |
| 高兆银 | | 开展果皮水分变化对荔枝褐变影响的研究，相关酶活性变化与褐变的关系等研究工作。  授权实用新型发明专利1项，发表论文2篇。证明材料：代表性论文10.1(7)，其他证明材料10.7(17)，10.8(2)。 | | | | |
| 李焕苓 | | 开展荔枝采后褐变相关酶和酶基因的研究；开展荔枝类甜蛋白基因的克隆工作。授权发明专利1项，发表论文7篇。证明材料：代表性论文10.1(2)，10.1(4)，10.1(6)，10.1(8)，其它证明材料：10.7(13)，10.7(17)，10.7(21)，10.8(1)。 | | | | |
| 刘菊华 | | 从水分角度解析褐变机理，主要负责*LcAsr*基因的功能分析。发表论文1篇。证明材料：代表性论文10.1(1)。 | | | | |
| 王树军 | | 负责LcPPO基因启动子克隆与功能分析，以及*LcTLP*基因的表达。发表论文2篇。证明材料：代表性论文10.1(8)，其它证明材料10.7(21)。 | | | | |
| 赵超 | | 开展膜脂过氧化等相关酶酶活性与褐变关系的研究。发表论文1篇。证明材料：代表性论文10.1(7)。 | | | | |
| 孙进华 | | 主要参与荔枝LcPPO，LcPOD和LcLac基因和启动子的生物信息学分析；参与荔枝LcPIP基因的生物信息学分析。授权发明专利1项，发表论文6篇。证明材料：代表性论文10.1(2)，其它证明材料：10.1(14)，10.7(16)，10.7(17)，10.7(19)，10.7(21)，10.8(1)。 | | | | |
| 张新春 | | 参与不同海南品种采后生理变化的研究；参与荔枝采后果皮褐变过程中差异表达基因的SSH分析；参与研究荔枝采后褐变相关酶活性工作；参与荔枝*LcLec*基因的表达分析工作。授权发明专利1项，发表论文7篇。证明材料10.1(4)，10.1(6)，10.1(7)，其他证明材料10.7(7)，10.7(13)，10.7(15)，10.7(17)，10.8(1)。 | | | | |
| **主要完成单位对项目的创造性贡献** | | | | | | |
| **单位**  **名称** | | 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所 | | | | |
| **对本项目主要学术贡献：** | | 作为项目主持单位，在国家荔枝龙眼产业技术体系、国家自然科学基金等项目的支持下，负责项目总体设计与组织实施，开展荔枝褐变机理研究，对项目理论创新做出重要贡献。主要内容如下：  开展不同海南品种采后耐贮性差异机理的研究；采后荔枝果皮褐变过程中生理变化与基因差异表达分析工作，水分代谢、能量代谢、膜脂过氧化和酶促褐变相关基因的表达对果皮褐变的影响。  授权发明专利1项，实用新型专利1项，发表论文20篇，培养研究生6名。主要证明材料：代表性论文10.1(1-4), 10.1(6-8)，其它证明材料：10.7(5-7)，10.7(10)，10.7(12-17），10.7(19-21)，10.8(1-2)。 | | | | |
| **单位**  **名称** | | 中国热带农业科学院热带生物技术研究所 | | | | |
| **对本项目主要学术贡献：** | | 参与荔枝采后生理变化的研究；参与研究荔枝采后褐变分子机理研究，开展了LcAPX, LcAsr, LcGST和LcRALF基因的表达和功能分析工作。  发表论文15篇。主要证明材料：10.1(1)，10.1(3)，其他证明材料10.7(2-12)，10.7(14)，10.7(20)。 | | | | |
| **单位**  **名称** | | 海南大学 | | | | |
| **对本项目主要学术贡献：** | | 参与海南荔枝采后生理变化的研究；参与果皮水分代谢、能量代谢、膜脂过氧化和酶促褐变相关基因的表达对果皮褐变的影响。  培养研究生5名，发表论文15篇，证明材料10.1(4)，10.1(6-8)。其他证明材料10.7(1)，10.7(11)，10.7(12)，10.7(15)，10.7(16)，10.7(19)，10.7(21)，10.7(22)，10.7(24-26)。 | | | | |