

中国海洋大学  
学术学位授权点建设年度报告  
(2021 年)

授权学科代码 0817

授权学科名称 化学工程与技术

授权级别  博士  硕士

## 一、学位授权点建设总体情况

中国海洋大学化学工程与技术学科于 2003 年获得化学工程硕士学位授予权，2005 年获得化学工艺硕士学位授予权，2011 年获得化学工程与技术一级学科硕士点授予权，2017 年在教育部第四轮学科水平评估中获评 C 级。

### （一）主要研究方向及研究内容

1. **化学工程**。主要研究方向包括化工分离工程、过程系统工程和过程强化等。特色包括化工系统工程、过程模拟优化和催化反应精馏等。

2. **化学工艺**。主要研究绿色、高效、安全、性能可控的化学工艺路线和方法。特殊包括膜分离海水淡化、膜分离废水处理和海水脱硫综合利用。

3. **工业催化**。主要研究方向包括光电催化海水制氢、光电催化合成氨、光电催化废水处理与杀毒灭菌、光电催化传感器、海洋腐蚀与防护技术、长寿命高密度海水电池和功能材料化学。

4. **海洋精细化工**。主要是将化学工程、化学、生物学、精细化学品合成学等多学科组成的交叉学科，研究方向包括微生物发酵工程及生物化工工艺、海洋活性物质开发、海洋精细化学品和海洋环境修复等内容。

### （二）特色和优势

本学科在膜分离海水淡化、光电催化技术应用、过程系统工程、海水电池（国防）、光电催化海水制氢等方向上特色与优势明显，解决了一系列关键技术问题，服务了经济社会发展；利用本学科的海洋化工优势和特色，为国内多个大型涉海重点工程进行了环境影响评价。

在具体研究方向上形成了以下特色：

#### 1. 以光电催化与化学工程交叉研究带动和辐射“新工科”建设

光电催化方向拥有由李春虎和孟祥超教授领衔的以青年教师为主体的创新团队。在光电催化海水制氢与合成氨、光电催化海水脱硫、光电催化杀毒灭菌和废水处理等研究领域拥有较高知名度，团队科技成果多次获奖，在国内学术界享有较高的学术口碑。

## 2. 聚焦海水淡化领域，推动海洋特色学科建设和人才培养

膜分离海水淡化在高从堦院士的带领下，以高学理、苏保卫、徐佳和汪猛教授等为带头人，在海水淡化与膜分离技术、新型膜分离材料和耐化学溶剂膜的研究中做出了许多贡献，培养了大量高级人才。

## 3. 致力于过程系统过程优化研究和化学反应强化

过程系统工程和化学反应强化拥有胡仰栋、伍联营和安维中教授等领衔，在催化反应精馏、海水淡化过程强化与模拟、环氧乙烷等领域做了大量研究和开发应用工作，在国内有很大影响。

## 4. 海洋防腐与海水电池领域为国家大型海洋工程和国防建设作保障

海洋防腐与海水电池领域主要以杜敏教授和徐海波教授级高级工程师为学术和技术带头人。为我国大型海洋装备的电化学防腐以及高能量密度和长寿命的深海电池等方面做出了突出成果。

## 二、学位授权点培养目标与标准

### （一）培养目标

本学科培养面向国家化学工业发展的重大需求、具有高度的社会责任感和强烈的科学探索精神、系统掌握和运用化学工程坚实理论和技能并与化学、海洋、环境与材料等相关学科交叉融合，具备独立从事化学工程与技术领域理论研究，从事化工新材料、新技术和新设备的开发、工程放大、过程强化、节能减排、环境保护等方面工作的能力，并具有良好的沟通能力与团结协作精神，能承担高等院校、科研院所、企业和其他单位的教学、科研、开发以及技术管理工作、海洋特色鲜明的复合型、创新型高级专门工程技术人才。

### （二）学位标准

研究生在规定的修业年限内，完成培养计划规定的课程学习和培养环节，成绩合格，通过学位论文答辩，所取得的创新性成果达到要求的可向校学位评定委员会申请硕士学位。

其中学位论文基本要求：

1. 论文选题应是本学科前沿领域课题或对我国经济和社会发展有重要意义的课题；

2. 论文应充分掌握文献资料，须重点阐明研究领域前人已有的成果，并评述国内有关的研究动态，提出作者的新观点、新见解；

3. 论文应能体现作者研究中使用的方法和关键技术，能反映出作者独立科研工作的能力，应具有一定的创新性；

4. 论文研究成果应具有一定的学术水平和理论意义或实用价值；

5. 论文应写作规范，文字流畅，立论正确，逻辑严谨，数据可靠，篇幅一般不少于 3 万字（用英文撰写的学位论文一般不少于 1.5 万字），论文摘要 1500 字左右（英文摘要 1000 字左右）；

6. 论文至少有两个学期的实验工作量。

### 三、学位授权点基本条件

#### （一）师资队伍

本学科重视师德师风建设，坚持教育引导、制度规范、监督约束、惩防结合、标本兼治的工作理念，成立师德师风建设工作领导小组，制定了《化学化工学院关于加强师德师风建设的若干规定》、《引进人才思想政治素质和师德师风考察工作实施细则》等制度。通过教工党支部和学生党支部共建、聘任优秀教师担任学生导师等，有效发挥优秀老师的示范引领作用。定期进行师资培训、教学研究与研讨，提升教师职业素养，提高人才培养质量。建立多维师德师风评价机制，师德考核不合格者在年度考核、导师评聘、评优奖励、职称评定实行一票否决。通过规章学习、党政班子听课等加强警示教育；通过“立德树人”导师等树立教书育人的先进典型。学科教师中涌现出一批师德高尚、业务精良、无私奉献的先进典型，多人荣获山东省优秀研究生指导教师、山东省优秀硕士论文教师、校级优秀硕士论文教师、校级优秀党务工作者等荣誉称号。培育出一批潜心科研、成果丰硕的年轻教授，并获得了国家、山东省、青岛市各级学术奖项，已形成崇尚先进、比学赶超的良好氛围。

本学科现有硕士生导师 31 人，30 人具有博士学位，其中教授 17 人，副教授 11 人，11 人被聘为博士生导师。75%以上教师有海外学习或工作经历，已形成了一支学缘、年龄和职称结构合理的高水平师资队伍。研究生的生师比为 2.2:1。

为了提高研究生工程实践能力和社会服务能力，本学科聘请高丛塔院士和李阳院士及多位工程经验丰富的教授级高工担任研究生导师，柔性引进中国科学院青岛生物能源研究所、中国水产科学研究院黄海研究所、中国石化胜利油田石油工程技术研究院等科研院所的研究员，以及辽宁奥克化学集团、山东石大胜华等企业的高级工程师为兼职研究生导师。邀请国内外知名大学、科研院所的专家学者为研究生开展学科前沿讲座。固定与柔性师资队伍的整合促进了学科的持续发展。

## （二）科学研究

### 1. 国内外重要获奖情况

2021 年李春虎教授等研制的光电催化杀毒灭菌机项目获山东省化学化工学会科技进步二等奖。

2021 年别海燕副教授参与研发的小型水下自航式潜器模拟器关键技术获中国海洋工程咨询协会海洋工程科学技术二等奖（第四位）。

### 2. 专著出版与代表性论文发表情况

2021 年度本学科教师共发表论文 50 余篇，其中 SCI 与 EI 论文共 40 余篇。详见信息表。

### 3. 本年度主要在研课题情况

本年度本学科在研和完成及新立项国家级项目 8 项，其中，国家自然科学基金面上项目 7 项；在研重要国防项目 1 项；在研和完成及新立项重要企业委托项目 6 项，其它各类企业横向项目共 80 余项。本年度本学科到校科研经费 570 多万元。

## （三）支撑平台

## 1. 科研开发平台

海洋化学理论与工程技术教育部重点实验室是集实验室实验、数值模拟、工程与技术开发于一体的大型多功能平台，实验室大型仪器技术服务中心配备有扫描式电子显微镜、扫描探针显微镜、高分辨显微共聚焦拉曼成像光谱仪等总价值 2000 余万元的仪器设备，为本学科研究生培养提供了广泛的软件和硬件资源。

青岛市海洋精细化工重点实验室为本学科海水资源综合开发、精细化工产品开发、海水淡化技术、化学产品工程、材料制备过程工程、计算机模拟与优化设计等课题方向的研究生提供了良好的科研开发锻炼环境。

海洋材料与防护技术教育部工程研究中心拥有高分辨率透射式电子显微镜、光电化学测试系统等总价值 1000 多万元的先进测试仪器设备，为本学科从事催化、膜分离技术、腐蚀防护技术、功能材料等研究方向的研究生提供了有力的支撑条件。

海洋功能材料中试实验基地拥有“环境友好型海洋功能材料与防护技术”科技部重点领域创新团队和教育部创新团队，为本学科从事该方向研究的研究生提供了良好的科研开发环境，为进一步培养优秀人才和提升专业的海洋特色发挥了积极作用。

## 2. 联合培养基地及实习实训平台

截止到 2021 年底，本学科与山东海洋化工科学研究院、山东电力建设第三工程有限公司等合作建立了 5 个研究生联合培养基地。通过校企联合，由企业高级技术人员作为合作导师参与研究生培养指导，将课题选定与企业实际项目与需求相结合，在海水资源综合利用、精细化工产品开发、烟气脱硫脱硝、催化、膜分离技术等方面为本学科研究生提供科研或技术开发、创新实践及培训的机会，提升研究生的工程素养与解决实际工程问题的能力，为区域社会经济的发展培养应用型和创新型高素质人才创造了条件。

## （四）奖助体系

学校设立的奖学金包括研究生学业奖学金（覆盖面达到 100%，硕士 0.5-1.2 万元/年/人）、国家奖学金、校长奖学金、硕士研究生优秀生源奖学金、毕业研究生赴西部和基层地区就业奖学金。社会、个人捐助的奖学金包括春华、中国银行研究生学术之星等六项。从 2017 年起还针对化学化工学院研究生设立海陆空和泰美康奖学金，奖励在科研、学习、社会活动等方面表现优秀的研究生。

学校研究生资助体系包括国家助学金、三助岗位津贴、助学贷款、经济困难研究生补助。2021 年，本学科的学术型硕士研究生受资助 1740 人次，覆盖率达到 100%，资助总金额 103.4 万元，其中按月发放的常规助学金达到 85.8 万元。

#### 四、学位授权点人才培养

##### （一）招生选拔和学位授予

为了保证生源质量，学院采取了编制特色招生简章、组织教授宣讲团、举办优秀大学生夏令营等网络宣传等方式宣传我院的优势和特色，还通过接收外校推免生、选拔创新人才培养专项研究生等方式提高本学科在考生中的吸引力。本学科重视和完善复试环节，通过合理设置复试科目，设置实验操作考核环节，加强面试环节等加强对考生综合素质的考察，确保优秀生源脱颖而出。

学科招生和学位授予如表 1 和表 2 所示。

表 1 本年度化学工程与技术招生情况汇总

学科	报考人数	录取人数	录取比例%	录取外校生人数	录取本校生人数	录取外校生比例%
化学工程与技术	130	29	22.31	29	0	100

表 2 本年度化学工程与技术学位授予情况汇总

学科	授予学位类型	应授予学位人数	实际授予学位人数	授予学位比例%
化学工程与技术	硕士	20	17	85

## （二）思政教育

坚持以立德树人为根本，以学生发展为中心，紧扣时代发展需求，把思政教育贯穿人才培养全过程。

坚持用习近平新时代中国特色社会主义思想铸魂育人，深入推进研究生思想政治理论课建设。创新开展专题式教学改革，实现教学“配方”先进、“工艺”精湛、“包装”时尚。开展荣成综合实践教学基地实践教学，有效落实课程实践环节。在国之重器“东方红3”船上开设《海洋科考认知》公共选修课，融入“海洋强国与伟大复兴”等内容，思想政治理论课程的思想性、理论性和亲和力、针对性显著增强。

全面挖掘专业课程蕴含的思想政治教育元素，打造“课程思政”示范课程，将课程思政元素融入到人才培养方案和课程大纲，推进课程思政全覆盖。结合基础学科和实验学科的特点，挖掘专业理论课、实验课、出海科研实习中的育人元素，推动课程思政向科研训练和实验实践教学延伸。开展学科带头人、知名教授、优秀校友等参加的“化学科学文化季”思政讲堂，持续增强以课程教学为主渠道、以实践教学为辐射、以学科讲座活动为载体的课程育人方式，高质量推动思政与课程深度融合。

不断强化研究生辅导员队伍建设，辅导员配备齐全，学生日常思政教育和管理能力成效不断提升。制定实施《中国海洋大学化学化工学院专职辅导员绩效考核办法（试行）》，进一步完善辅导员队伍考核激励机制。系统开展党史学习教育、心理健康教育等主题培训，注重新任辅导员培训，常态化组织参加辅导员工作沙龙，主持建设心理工作站，立项开展辅导员专项课题2项，辅导员队伍专业化职业化发展持续推进。

始终坚持党建引领，充分发挥党组织的政治核心作用，以党史学习教育引领思想政治教育成效突出。落实教师党支部书记“双带头人”工程，实施党员领导联系研究生党支部制度，选聘优秀研究生党员导师参与指导研究生党支部党建工作。通过举办各项活动，加强研究生思政教育。本年度举办了“我与祖



国共奋进”党员教育活动，创新开展读书分享会、科学家精神分享等活动，组织研究生党支部整理宣传学习全国首届教学名师张正斌、化学海洋学学科带头人张经院士等科学家潜心科研、教书育人的事迹，以“实学渊泉”精神激励广大研究生接续奋斗。

### （三）培养方案

作为附件提交。

### （四）课程教学

#### 1. 开设的核心课程及主讲教师情况（表 3）

表 3 一级学科贯通培养主要课程

序号	课程名称	课程类型	主讲人	主讲人所在院系	学分	授课语言
1	高等传递过程原理	选修课	汪锰、贾玉香	化学化工学院	2	中文
2	高等反应工程	核心专业课（选修）	李春虎	化学化工学院	2	中文
3	高等化工热力学	选修课	胡仰栋、汪锰	化学化工学院	2	中文
4	高等分离工程	核心专业课（选修）	安维中	化学化工学院	2	中文
5	生物化学工程	必修课	韩力晖，包木太，高学理，梁生康	化学化工学院	2	中文
6	化工过程系统工程	专业课（选修）	胡仰栋、伍联营	化学化工学院	2	中文
7	电化学原理及应用	核心专业课（选修）	杜敏，钟莲，曹晓燕	化学化工学院	2	中文
8	高等仪器分析	基础课（必修）	张桂玲、张洪海，张大海	化学化工学院	2	双语
9	学术论文写作	必修课	张桂玲、卞俊杰、王江涛	化学化工学院	2	双语
10	数值分析	选修课	林子昕	化学化工学院	2	双语
11	精细化学品化学	专业课（选修）	赵宇	化学化工学院	2	汉语
12	膜分离科学与技术	专业课（选修）	苏保卫、高学理	化学化工学院	2	汉语
13	金属腐蚀与防护技术	专业课（选修）	钟莲，王燕华	化学化工学院	2	汉语

#### 2. 教材建设及案例库建设情况

目前研究生课程多数使用教师自编教材，学位点对于教材使用、编写有着严格的要求。学位点依托省、校研究生教育提升计划，积极推动研究生教育优质课程、研究生教育联合培养基地和案例库建设，2021 年度本学科教师承担的已完成和在建设的优质课程及案例库等校级研究生教育提升项目共 10 项。

### 3. 课程教学质量和持续改进机制以及课程建设取得的成效

本学科面向国家化学工业发展的重大需求，结合新工科和海洋特色，通过优化课程体系、进行教学改革、建立“评估—督导—支持”三位一体教学质量保障体系，全方位保障教学效果。

设置了难度和广度兼具的基础课、精度和深度兼具的核心专业课，体现学科前沿性、创新性的专业选修课，形成了理念先进的课程体系，总体上体现一级学科的内涵和发展趋势，又充分反映具有海洋特色的二级学科的专业优势。本学科根据培养方案和学科发展需要开设了一系列课程，每门课程都制定了完善的教学大纲。在任课教师选用方面要求严格，所有研究生课程，特别是专业必修课，全部由副高及以上职称教师开课。课程内容关注知识的专业性、前沿性、学科交叉性和社会适应性；课程设置突出学科特点，学以致用，理论联系实际。

学科核心课程打造老中青结合的授课团队，积极改革教学内容，科教融合，并将国际前沿研究成果和工业应用实践转化为教学案例。不断探索和推进教学方式改革，加强案例式教学、讨论式教学和研究性学习，综合运用智慧教室和 Bb 平台等教学手段，提高研究生教学质量。课程紧密融合思政教育，使研究生树立正确的人生观、家国情怀与责任意识。

本学科积极响应我校教学督导制，开展全方位的“教—学—导”服务和支撑，从“面”上着力进行教学质量的监控和保障，推动教师教学水平提升。建立教学质量保障体系，通过实施学校、学院两级教学督导定期听课等措施，全面检查和个别抽查相结合，加强对教学质量的监控。在此基础上，通过开展课

程满意度调查、学生参与任课教师评价、毕业生质量评价制度等，形成了闭环教学质量保证系统和教学质量监控的长效机制。

#### （五）导师指导

我校制定了规范化的研究生导师遴选、培训和考核制度，并在实践中不断发展和完善。本学科要求研究生导师必须作为第一或通讯作者发表学术论文，主持或承担省部级及以上科研项目，有足够科研经费用于培养学生，每年必须接受学校及学院学术委员会考核，对考核不合格的导师视情况暂停其招生直至取消其导师资格。

为全面落实研究生导师立德树人根本任务，推动研究生导师队伍建设，促进研究生导师自身素质、指导水平和研究生培养质量的提升，学校依托国家教育行政学院的中国教育干部网络学院学习平台，开展了新聘研究生导师培训工作，并要求完成了不少于 20 学时的课程学习任务。其中 2021 年度有一位新聘任研究生导师参加并完成培训。

本学科研究生与导师实行双向选择，形成了竞争机制。2021 年本学科 2 位教授先后获得山东省优秀研究生指导教师、中国海洋大学优秀硕士学位论文指导奖等。

#### （六）学术训练

本学位点对研究生的学术培养通过课程学习、科研活动和学术论文几个层面进行。通过规范研究生培养过程的制度和文档要求，保证学生在培养过程中接受严格、完整、系统的学术训练。通过合理安排课程学习、科学研究、学术交流、思想政治、学术规范等各个环节，培养研究生优良学风素养、学术探索精神、学术创新意识、独立科研能力、学术交流能力、学术鉴别能力和科研创新能力。

本学科要求研究生在学期间参加专家报告 10 次以上，参加学术报告总数 12 次以上，主讲报告 2 次以上。此外，通过科技论文写作培训、学术道德讲座及研究生课程等，提高研究生的学术论文写作能力和学术素养。

截止到 2021 年底，本学科已建设 5 个研究生教育联合培养基地，为研究生的科研实践和生产实践结合提供平台，提高科学研究的创新能力，促进科教融合。

### （七）学术交流

本学科注重研究生学术交流，坚持以导师负责的研究小组为单位，定期召开学术研讨和交流会。依托学院经费支持，每年举办各种学术论坛。本年度举办了“海川青年学术论坛”、中国海洋大学化学化工研究生学术论坛，以及不定期举办各类“邀请报告”等，邀请知名专家学者来为研究生进行学术讲座并与研究生交流，通过口头报告和墙报等形式进一步加强研究生之间的学术交流。

本年度本学科邀请国内专家来访 7 次，国外专家来访或线上交流 2 次；本学科教师参加线上国际会议并做会议报告 5 次。

### （八）论文质量

本学科注重研究生培养各阶段的监督与管理、论文写作规范教育、论文盲评制度与答辩工作的监管等。

1. 2021 年，学科对过去五年授予学位研究生的学位论文和培养环节档案等进行了规范性排查，反馈结果显示学位论文全过程规范。

2. 本学科对研究生学位论文的评审采用全盲审制度，2021 本学科共 18 位学术学位研究生论文盲审，每篇研究生论文送两个盲审专家，共回收 36 份评审意见，其中 34 份盲评结果为 A 或 B，合格率达到 94.4%。

3. 2021 年 1 篇硕士毕业论文获省级优秀论文，1 篇硕士毕业论文获校级优秀论文。

### （九）质量保证

本学科注重加强研究生培养各阶段监督与管理、论文写作规范教育、论文盲评制度与答辩工作监管等。本年度，本学科制定中国海洋大学化学化工学院学术学位实践模块、培养环节实施细则，加强过程管理，做实做细分流淘汰机制，促进研究生培养质量再上新台阶；对本学科建立了校外论文评审专家库，

学位论文全部送校外专家盲审，严格把关，确保质量。

#### （十）学风建设

注重研究生学术道德和学风建设，制定实施《中国海洋大学研究生学术道德规范（试行）》，教授讲授《学术道德与规范》课程，常态化针对性开展研究生及导师的学术道德及学术规范教育，不断强化研究生考风考纪教育，多措并举培养研究生勤奋求实、崇尚学术、实事求是、勇于创新的精神品质，以实事求是、严谨务实的态度对待科研工作和学术行为。本年度未发现研究生和导师违背科学道德和学术规范的行为。

#### （十一）管理服务

学院研究生教育管理分为研究生学业学籍管理和思政教育管理，分别有分管研究生工作副院长 1 名、党委副书记 1 名、专职辅导员 3 名、研究生教务秘书 1 名。

建立研究生奖学金和荣誉称号评选细则修订机制，每年评定后，在广泛征求师生意见基础上，按程序对各类奖学金、荣誉称号评选细则进行修订，并及时公布。建立研究生助研工作调研机制，及时了解导师助研经费发放情况，对不符合发放规定的情况进行督促整改。学院组织“院长面对面座谈会”，针对研究生提出的意见建议。建立研究生学术发展保障机制，通过开展青年学术论坛、研究生学术论坛等活动，活跃研究生学术氛围。搭建研究生权益保障平台，多措并举维护研究生各项权益。

学院注重定期跟踪调查研究生学习满意度。聚焦专业课学习、科研学风、奖助学金、毕业规划等研究生普遍关注的内容，常态化举办毕业生座谈会，并发放调查问卷，了解学生对学院导师教育、课程设置、科学研究、教育管理等方面的意见建议。从毕业生的反馈来看，绝大部分毕业生认为在学校的学习收获很大，对研究生教育满意度较高。

#### （十二）就业发展

2021 年度本学位点毕业学术硕士研究生 21 人。其中 3 名毕业生进一步升

学攻读博士，4人进入党政机关，3人进入科研或其它事业单位，11名毕业生（60%）在中国石化集团、中国重型汽车集团等单位从事设计研发等工作。

### （十三）学生培养成效

2021年度，本学科学术硕士毕业生共有1人次获山东省级优秀硕士学位论文，1人次获校级优秀硕士学位论文。

2021年度，本学科学术硕士研究生以第一作者身份共发表SCI和EI收录论文16篇。

2021年度，本学科学术硕士研究生4支队伍参加了“三下乡”社会实践活动，学生个人参加“互联网+”创新创业大赛等，并获各类奖项4项。

## 五、服务贡献

1. 自主研发了一系列兼具大通量和高选择性的复合膜材料及制备技术，对海水及苦咸水淡化膜的研发提供了理论基础与技术支持；在国内率先开展了超滤、纳滤作为海水淡化预处理工艺从小试、中试到示范工程的研究；建立了国内技术水平领先的海水淡化反渗透膜生产线，相关产品达到了国际先进水平，填补了省内空白；在国内率先采用电驱动膜技术和压力驱动膜技术耦合进行海水淡化，系统脱盐率99%以上，运行压力较目前膜法海水淡化系统降低50%，已在江苏秦山岛建成100吨/天示范工程，并在国家海洋局、海军装备部等单位得到推广，经济与社会效益显著，应用前景广阔；同时，通过校企联合推动了产学研一体化进程，加快了企业科技攻关和科研转化，服务了地方经济建设。

2. 2020年初全世界突然爆发新冠疫情后，本学科面向国家疫情防控重大需求，依托光电催化技术的多年积累，利用光催化产生的超氧自由基与羟基自由基，有效破坏病毒RNA，使其失去生物活性，成功开发“冠状病毒杀灭净化机”，经广州呼吸疾病研究所和广州中科检测技术服务有限公司的检测，对空气中的H1N1冠状病毒、白色葡萄球菌杀灭率达99.99%，水体中的病毒和细菌杀灭率达94%以上。该样机经上海工业设计院设计成工业产品后，其杀毒灭菌率、紫外线和臭氧泄漏率等一系列指标均符合国家卫健委最高标准，并批准上

市。在青岛成立了青岛能链光电设备有限公司，首批产品已批量生产。截止到2020年11月30日，共计签约来自加拿大、浙江省、四川省、江苏省的“冠状病毒杀灭净化机”订单总额超过4500万元，并已出口加拿大。

3. 本学科经过多年的研究积累，解决了海洋能源供给的核心共性难题。开发出电化学改性碳刷正极材料，可在电极表面原位生成稳定、高效的掺氮 ORR 催化剂。该正极材料的电催化性能研究国际先进，已获国际专利授权，并进入实用化阶段。为国家重大仪器专项（项目号 41427803）配套研制出了 SWB 供电系统，解决了海水电池长期应用供电能力和长效性之间的矛盾，已产品化，实现深海应用，并获 2018 年海洋工程科学技术一等奖。该海水电池的敞开结构安全性高，分布式供电可满足海下多种作业需求，如海底地质勘探、天然气水合物开采等的能量供应。立足服务社会及拓展民用，与山东省科学院仪器仪表研究所等单位开展合作，为不同用户提供定制化海水电池产品，市场前景广阔。

## 六、存在的问题和持续改进计划

### 1. 存在的问题

由于疫情原因，本学科在研究生参与国内外学术交流方面，特别是参与国际学术会议交流方面还不多。

### 2. 持续改进计划

（1）创新人才培养模式，深化科教融合，推进协同育人，不断提高研究生的培养质量，加强研究生学术训练及科教融合培养。增设 1-3 个优质实习实训基地，加强研究生联合培养基地建设，不断完善研究生的培养模式。

（2）优化课程体系，推进课程教学与信息技术深度融合，加强课程改革与建设，努力申请国家级或省级一流课程。

（3）积极探索研究生培养国际化模式，促进研究生参与国内外学术交流，提升研究生的国际化视野。

（4）争取申报化学工程与技术一级学科博士点，争取联合申报材料与化

工一级学科博士点。