

中国海洋能技术进展

2018

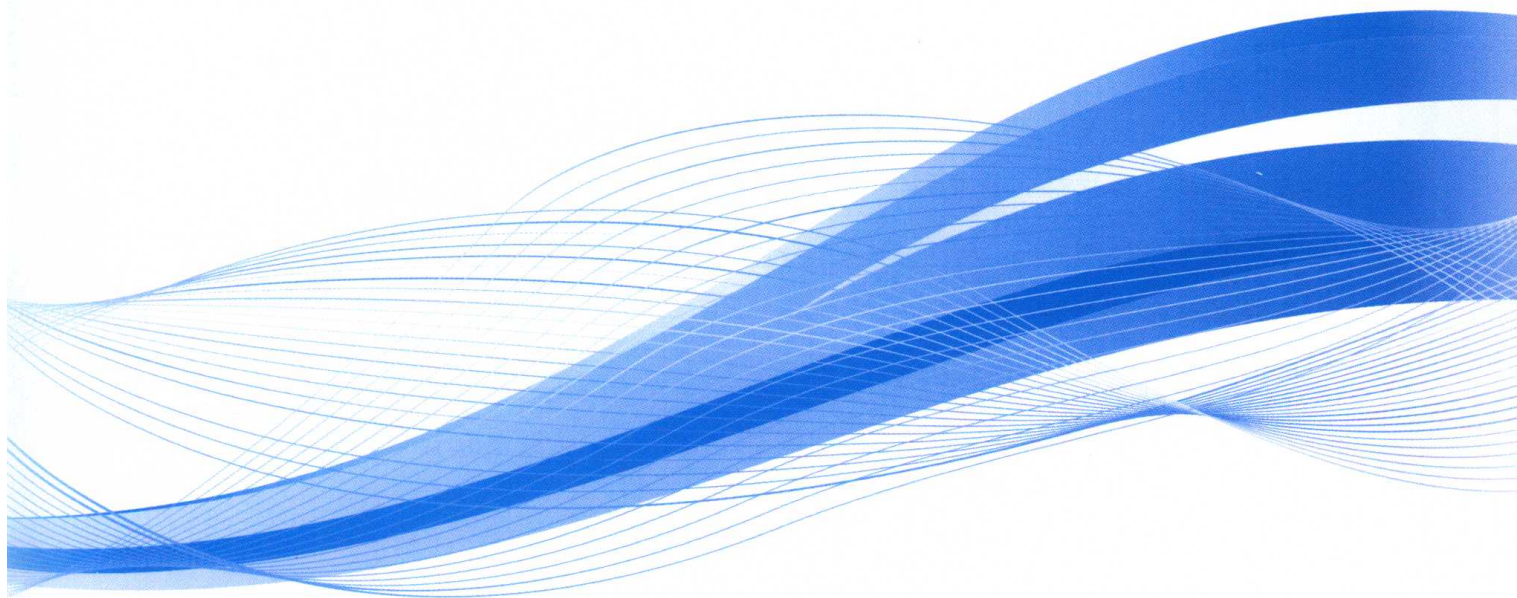
国家海洋技术中心 编著

 海洋出版社

中国海洋能技术进展

2018

国家海洋技术中心 编著



海洋出版社

2018年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国海洋能技术进展. 2018 / 国家海洋技术中心编著. —北京 : 海洋出版社, 2018. 11

ISBN 978-7-5210-0233-1

I. ①中… II. ①国… III. ①海洋动力资源-研究进展-中国-2018 IV. ①P743

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 254235 号

责任编辑: 郑跟娣 钱晓彬

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店经销

2018 年 11 月第 1 版 2018 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 7.75

字数: 150 千字 定价: 68.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

B 编者说明

Bianzhe Shuoming

随着“建设海洋强国”和“21世纪海上丝绸之路”等战略的深入推进，我国海洋可再生能源发展迎来新的战略机遇期。近年来，我国着力推进海洋能工程化应用，部分海洋能装备已初步实现“稳定发电”，有力地助推了我国海洋能产业化进程。

为及时总结我国海洋能技术进展，分析国际海洋能发展趋势，为海洋能技术管理提供支撑，国家海洋技术中心在海洋能专项资金项目——海洋能综合支撑服务平台建设（2018年）的支持下，组织人员跟踪研究国内外海洋能发展现状和趋势，对最近一年以来我国海洋能技术的进展和成果进行了较为系统的梳理和总结，将有关研究成果编辑成《中国海洋能技术进展2018》。本书所引用的资料和数据时间截至2018年7月底。

本书共分为发展政策、技术进展、公共支撑服务体系建设和国际合作、重大海洋能活动、OES 2017年进展综述6章。

本书主要编写人员包括：麻常雷、王海峰、王萌、张多、李志、倪娜、王冀、刘玉新、陈利博、赵媛。

在本书的编写过程中，海洋能专项资金项目承担单位提供了重要的资料，在此一并表示感谢。书中难免有不足之处，热忱欢迎读者提出批评和指正。

国家海洋技术中心

编写组

2018年7月



M 目 录 u Lu

第一章 发展政策	1
第一节 战略规划	1
一、关于促进首台（套）重大技术装备示范应用的意见	1
二、国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见	2
三、促进新能源发展白皮书 2018	3
第二节 管理规定	4
一、国家能源局关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见 ...	4
二、《可再生能源电力配额及考核办法（征求意见稿）》	4
三、国家海洋局、中国进出口银行促进海洋经济发展战略合作协议	6
第三节 资金支持计划	6
一、海洋可再生能源专项资金	7
二、国家自然科学基金	9
第二章 技术进展	10
第一节 潮汐能	10
一、江夏潮汐试验电站	10
二、海山潮汐电站	11
第二节 潮流能	11
一、半直驱水平轴潮流能发电工程样机	12
二、LHD 模块化海洋潮流能发电机组	13
第三节 波浪能	13
一、鹰式“万山号”波浪能发电装置	13
二、海洋能独立电力系统示范	14
三、南海抗风浪波浪能深水养殖平台示范	14
四、80 千瓦波浪能液压转换与控制装置关键技术	15

五、柔性直驱式浪轮发电装置研究与试验	16
六、大万山岛波浪能独立电力系统示范工程	16
第四节 温差能、盐差能及其他海洋能	16
一、10 千瓦海洋温差能发电系统	16
二、海洋观测平台温差能供电关键技术	17
三、盐差能发电技术	17
第三章 公共支撑服务体系建设	18
第一节 海洋能标准体系建设	18
一、全国海洋标准化技术委员会海洋观测及海洋能源开发利用分技术委员会	18
二、海洋能资源数据服务系统	19
第二节 海洋能装置测试技术	19
一、海洋能装置现场测试技术	19
二、海洋能装置室内测试技术	20
第三节 海洋能测试场建设	21
一、山东威海国家浅海海上综合试验场	21
二、浙江舟山潮流能测试及示范基地	22
三、广东万山波浪能测试及示范基地	22
第四章 国际合作	23
第一节 国际能源署海洋能系统技术合作项目	23
一、IEA OES-TCP 进展	23
二、IEA OES-TCP 执委会会议	23
三、中国与国际能源署科技合作工作研讨会	25
第二节 国际电工委员会	26
一、IEC/TC 114 简介	26
二、IEC/TC 114 进展	26
第三节 海洋能双边合作	28
一、英国工程与自然科学研究理事会	28
二、英国亚特兰蒂斯资源公司	29
第五章 重大海洋能活动	31
第一节 国内重大海洋能活动	31
一、中国海洋可再生能源发展年会	31

二、中国海洋工程咨询协会海洋可再生能源分会	32
第二节 国际重大海洋能活动	32
一、温差能资源调查与评价国际研讨会	32
二、国际能源署发布《海上能源展望 2017》	33
三、REN21 发布《2017 年全球可再生能源现状报告》	34
第六章 OES 2017 年进展综述	37
第一节 OES 2017 年合作项目进展	37
一、合作项目 1: (第一工作组) 信息收集与宣传	37
二、合作项目 4: (第四工作组) 环境影响评价与监测	38
三、合作项目 6: 全球海洋能 Web GIS 数据库	39
四、合作项目 7: 海洋能成本评估	39
五、合作项目 8: 海洋能审批过程	40
六、合作项目 9: 国际海洋能技术路线图	41
七、合作项目 10: 波浪能发电模拟验证	41
八、合作项目 11: 温差能资源调查与评价	42
九、合作项目 12: 海洋能评估决策支持系统研究	42
十、合作项目 13: 潮流能转换模型验证	42
第二节 海洋能环境影响问题专访	43
第三节 国际海洋能电站统计	46
第四节 国际海洋能试验场	47
第五节 OES 成员 2017 年海洋能进展	50
一、比利时海洋能年度进展	50
二、加拿大海洋能年度进展	51
三、丹麦海洋能年度进展	58
四、欧盟海洋能年度进展	63
五、法国海洋能年度进展	70
六、德国海洋能年度进展	74
七、爱尔兰海洋能年度进展	76
八、意大利海洋能年度进展	83
九、日本海洋能年度进展	87
十、韩国海洋能年度进展	88
十一、荷兰海洋能年度进展	94

十二、葡萄牙海洋能年度进展	95
十三、西班牙海洋能年度进展	97
十四、瑞典海洋能年度进展	103
十五、英国海洋能年度进展	106
十六、美国海洋能年度进展	110

第一章 发展政策

2017年下半年以来，党中央、国务院及国家相关部委发布了一系列重要的战略规划，为推动海洋能的持续发展营造了积极的政策环境。随着海洋能技术的日渐成熟，海洋能在我国能源结构调整、应对及减缓气候变化、培育战略性新兴产业中的作用逐步明晰，《国家能源局关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》《关于促进首台(套)重大技术装备示范应用的意见》《可再生能源电力配额及考核办法(征求意见稿)》等一系列规划、法规的出台，将有力地促进我国海洋能技术的产业化发展。

第一节 战略规划

2017年，国务院及国家海洋局、国家发展改革委、国家能源局等相关部门制定并发布了多个涉及海洋能发展的战略规划。

一、关于促进首台(套)重大技术装备示范应用的意见

为贯彻落实党中央、国务院关于推进供给侧结构性改革、实施创新驱动发展战略、建设制造强国的决策部署，2018年4月，国家发展改革委牵头发布了《关于促进首台(套)重大技术装备示范应用的意见》(以下简称《首台套意见》)，以首台套示范应用为突破口，推动重大技术装备水平整体提升。

《首台套意见》提出，到2020年，重大技术装备研发创新体系、首台套检测评定体系、示范应用体系、政策支撑体系全面形成，保障机制基本建立。到2025年，重大技术装备综合实力基本达到国际先进水平，有效满足经济发展和国家安全的需要。

在第四条“确定重大技术装备创新重点领域”中，《首台套意见》提出，根据国家战略需要和应用需求，编制重大技术装备创新目录，确定研发重点和时序。抓好国家科技重大专项和重点研发计划涉及重大技术装备现有专项的实施，在科

技术创新 2030—重大项目和重点研发计划待启动专项中，进一步加强重大技术装备研发。

在第十一条“建立首台套示范应用基地”中，《首台套意见》提出，依托重大工程建设和有条件的行业骨干企业等，建立首台套示范应用基地，作为长期承担相关行业首台套示范应用任务的平台。

在第二十条“加强重大技术装备研发创新支持”中，《首台套意见》提出，通过中央财政科技计划(专项、基金等)，统筹支持符合条件的重大技术装备及相关共性技术研发。对于符合重大技术装备众创研发指引，经过评定并达到世界先进水平、填补国内空白的众创成果，鼓励其加快成果转化和应用。

在第二十一条“重点支持公共平台建设运行”中，《首台套意见》提出，充分利用现有资金渠道，加大对首台套相关公共平台的支持，重点推动重大技术装备创新研究院、关键共性技术研究开发和检测评定机构等平台的建设和运行。

在第二十二条“积极支持示范应用基地和项目”中，《首台套意见》提出，利用产业投资基金等渠道，支持首台套示范应用基地和示范应用项目建设。

在第二十三条“落实现行税收优惠政策”中，《首台套意见》提出，对从事重大技术装备研发制造的企业，按现行税收政策规定享受企业所得税税前加计扣除优惠，经认定为高新技术企业的，减按 15% 税率征收企业所得税。企业购置首台套产品，符合现行税收政策条件的，按规定享受税收抵免、固定资产加速折旧等税收优惠政策。

在第二十四条“调整相关进口税收政策”中，《首台套意见》提出，根据首台套研发、制造和示范应用情况，兼顾国内产业需求，动态调整《国务院关于调整进口设备税收政策的通知》(国发[1997]37号)项下《国内投资项目不予免税的进口商品目录》和《外商投资项目不予免税的进口商品目录》。

在第二十八条“继续实施首台套保险补偿政策”中，《首台套意见》提出，总结首台套保险补偿试点工作经验，根据国家发展战略和市场需求，细化并动态调整首台套推广应用指导目录。密切跟踪试点进展，做好政策解释和舆论宣传，积极营造良好的政策环境和社会氛围，吸引更多企业参与。

二、国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见

2018年1月，为加强基础科学研究，提升原始创新能力，夯实建设创新型国家和世界科技强国的基础，国务院发布了《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》(以下简称《基础研究意见》)。

《基础研究意见》提出，到2020年，我国基础科学研究整体水平和国际影响力显著提升，在若干重要领域跻身世界先进行列，在科学前沿重要方向取得一批重大原创性科学成果，解决一批面向国家战略需求的前瞻性重大科学问题，支撑引领创新驱动发展的源头供给能力显著增强，为全面建成小康社会、进入创新型国家行列提供有力支撑。

到2035年，我国基础科学研究整体水平和国际影响力大幅跃升，在更多重要领域引领全球发展，产出一批对世界科技发展和人类文明进步有重要影响的原创性科学成果，为基本实现社会主义现代化、跻身创新型国家前列奠定坚实基础。

到本世纪中叶，把我国建设成为世界主要科学中心和创新高地，涌现出一批重大原创性科学成果和国际顶尖水平的科学大师，为建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国和世界科技强国提供强大的科学支撑。

在第四条“强化基础研究系统部署”中，《基础研究意见》提出，加强应用基础研究，围绕经济社会发展和国家安全的重大需求，突出关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，在农业、材料、能源、网络信息、制造与工程等领域和行业集中力量攻克一批重大科学问题。

在第十九条“推动基础研究与应用研究融通”中，《基础研究意见》提出，大力推进智能制造、信息技术、现代农业、资源环境等重点领域应用技术创新，通过应用研究衔接原始创新与产业化。创新体制机制，推动基础研究、应用研究与产业化对接融通，促进科研院所、高校、企业、创客等各类创新主体协作融通，把国家重大科技项目等打造成为融通创新的重要载体。

三、促进新能源发展白皮书 2018

2018年4月，国家电网有限公司发布了《促进新能源发展白皮书 2018》（以下简称《白皮书》）。《白皮书》显示，2017年我国新能源装机规模不断扩大，并网容量达到2.93亿千瓦，占全国电源装机容量的17%；新能源消纳明显改善，弃风弃光增长势头得到遏制，国家电网经营区全年弃电量和弃电率实现“双降”。

《白皮书》指出，截至2017年年底，国家电网调度范围海上风电装机容量202万千瓦，较上年同期增长53万千瓦。海上风电全部位于江苏省、上海市、福建省，装机容量分别为163万千瓦、31万千瓦、9万千瓦。

第二节 管理规定

一、国家能源局关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见

为做好《可再生能源发展“十三五”规划》实施工作，深入贯彻能源生产和消费革命战略，有效解决可再生能源发展中出现的弃水弃风弃光和补贴资金不足等问题，实现可再生能源产业持续健康有序发展，2017年7月，国家能源局实施了《国家能源局关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》（以下简称《指导意见》）。

《指导意见》提出了8条意见：加强可再生能源目标引导和监测考核；加强可再生能源发展规划的引领作用；加强电网接入和市场消纳条件落实；创新发展方式促进技术进步和成本降低；健全风电、光伏发电建设规模管理机制；加强和规范生物质发电管理；多措并举扩大补贴资金来源；加强政策保障。

在第七条“多措并举扩大补贴资金来源”中，《指导意见》提出，鼓励各级地方政府多渠道筹措资金支持可再生能源发展，已制定本省级区域支持可再生能源建设和利用补贴政策的地区可相应扩大建设规模。

在第八条“加强政策保障”中，《指导意见》提出，电网企业要遵照《可再生能源法》的规定，与依法取得行政许可或报送备案的可再生能源发电企业做好衔接，及时投资建设配套电网，签订并网调度协议和购售电合同，履行对可再生能源发电的全额保障性收购责任。各级地方政府能源主管部门与电网企业要贯彻《可再生能源法》的要求，按照电力体制改革工作部署，以可再生能源发电全额保障性收购要求作为依据，落实可再生能源发电项目合同的签订和执行。

二、《可再生能源电力配额及考核办法（征求意见稿）》

2018年3月，为推动能源生产和消费革命，促进生态文明建设，依据《中华人民共和国可再生能源法》，国家能源局起草了《可再生能源电力配额及考核办法（征求意见稿）》（以下简称《配额制办法》）。

可再生能源电力配额是指根据国家可再生能源发展目标和能源发展规划，对各省级行政区域全社会用电量规定最低的可再生能源电力消费比重指标。可再生

能源电力配额包括“可再生能源电力总量配额”和“非水电可再生能源电力配额”。

计入可再生能源电力配额的可再生能源电力消费量包括：从可再生能源发电企业直接购入并在本主体经营区覆盖范围内消纳的可再生能源电量；可计量的自发自用(全部或部分)可再生能源电量；从其他售电主体购入并消纳的可再生能源电量。向其他各类市场主体售出的可再生能源电量计入购入企业，不再计入售出企业。

《配额制办法》提出，各省级人民政府制定保障完成本行政区域内可再生能源电力配额指标的政策和措施。在国民经济和社会发展规划和能源发展规划中将可再生能源电力占比作为约束性指标，在电力市场改革方案中鼓励和支持保障可再生能源电力优先消纳利用，按照可再生能源优先发展和充分消纳的原则开展电力建设和运行管理。

《配额制办法》实施可再生能源电力证书(简称“证书”)制度。证书作为记录计量可再生能源电力的生产、实际消纳和交易的载体，用于监测考核可再生能源电力配额指标完成情况。对可再生能源电力的生产者(含个人)按照1兆瓦时交易结算的电量一个证书的标准核发，自发自用电量按照发电量核发。证书有效期暂定为一年考核年，过期自动注销。

目前，各省级行政区域2018、2020年非水电配额指标见表1-1。

表1-1 各省级行政区域2018年非水电可再生能源电力配额指标和2020年预期指标

省(区、市)	2018年配额指标(%)	2020年预期指标(%)
北京	10.5	13
天津	10.5	13
河北	10.5	13
山西	13	15
内蒙古	13	13
辽宁	9	9
吉林	16.5	20
黑龙江	15.5	22
上海	2.5	3.5
江苏	5.5	6.5
浙江	5	6
安徽	11.5	14.5
福建	5	7
江西	6.5	14.5
山东	8	10.5

续表 1-1

省(区、市)	2018年配额指标(%)	2020年预期指标(%)
河南	8	13.5
湖北	7.5	11
湖南	9	19
广东	3	3.8
广西	3	5
海南	4	5
重庆	3	3.5
四川	4.5	4.5
贵州	4	4.8
云南	10	10
西藏	13.5	17.5
陕西	8.5	11.5
甘肃	15	15
青海	21	25.5
宁夏	21	21.5
新疆	14.5	14.5

三、国家海洋局、中国进出口银行促进海洋经济发展战略合作协议

2017年12月,国家海洋局、中国进出口银行在北京召开促进海洋经济发展战略合作座谈会(图1-1),并签署了《国家海洋局、中国进出口银行促进海洋经济发展战略合作协议》。

根据协议,双方将本着“战略导向、优势互补、资源共享、分业指导”的原则,在海上互联互通、海洋先进制造业、境外海洋产业园区、海洋重大科技创新等重点领域,共同推进重大涉海项目建设、开展多元化政策性涉海金融服务、推动海洋经济示范区发展、建设海洋投融资公共服务平台、加强监测评估等重点工作,增强海洋领域实体经济发展的金融服务能力,推进“21世纪海上丝绸之路”建设,加快建设海洋强国。

第三节 资金支持计划

在海洋可再生能源专项资金、国家自然科学基金等持续支持下,我国海洋能



图 1-1 促进海洋经济发展战略合作座谈会

技术在基础科学研究、关键技术研发、工程示范、标准体系建设等方面取得了较大进展。

一、海洋可再生能源专项资金

自 2010 年 5 月设立海洋可再生能源专项资金(以下简称“专项资金”)以来,有力地推动了我国海洋能工作整体水平的快速提升,取得了较为显著的成效,充分发挥了中央财政资金在支持国家产业结构调整、培育战略性新兴产业、探索能源结构调整等方面的引导作用。

2017 年 8 月,2017 年“专项资金”确定支持“南海兆瓦级波浪能示范工程建设”“百千瓦级海洋能装备技术优化及海岛应用示范”“海上仪器设备海洋能供电系统示范”“南海抗风浪波浪能深水养殖平台示范”“海洋能综合支撑服务平台建设(2017 年)”。

2018 年 5 月,2018 年“专项资金”确定立项 6 个项目,包括:“海洋能综合支撑服务平台建设(2018 年)”“海洋可再生能源团体标准体系建设”“南海温差能工程化应用研究”“海上试验场海洋仪器设备检验的论证及检验”4 个定向委托项目;“兆瓦级舟山潮流能并网示范工程建设”“模块组合式波浪能发电装备技术优化及海岛应用示范”2 个招投标项目。

截至 2018 年 6 月底,“专项资金”共支持了 114 个项目,国拨经费近 13 亿元。

为推进“专项资金”项目进展，海洋可再生能源开发利用管理中心通过现场检查、会议检查、项目约谈、组织项目自查等多种形式，对2010—2017年在研项目进行了监督检查。2017年5月至2018年6月底，共有13个项目通过了验收（表1-2）。

表 1-2 2017 年 5 月至 2018 年 6 月底“专项资金”项目验收统计表

序号	项目名称	承担单位	立项时间	验收时间
1	海洋观测平台温差能供电关键技术研究与试验	国家海洋技术中心	2011 年	2017 年 5 月
2	盐差能发电技术研究与试验	中国海洋大学	2013 年	2017 年 5 月
3	海洋温差能开发利用技术研究与试验	国家海洋局第一海洋研究所	2013 年	2017 年 5 月
4	海洋能开发利用技术标准与规范成果整合与集成	国家海洋标准计量中心	2012 年	2017 年 5 月
5	海洋能综合支撑服务平台建设	国家海洋技术中心	2013 年	2017 年 5 月
6	大万山岛波浪能示范工程总体设计	南方电网综合能源有限公司	2013 年	2017 年 6 月
7	80 千瓦波浪能液压转换与控制装置模块及千伏级动力逆变器关键技术	中国电子科技集团公司第三十八研究所	2013 年	2017 年 6 月
8	柔性直驱式浪轮发电装置研究与试验	上海海洋大学	2013 年	2017 年 11 月
9	海洋能室内测试评价与发展规划研究	国家海洋技术中心	2016 年	2017 年 12 月
10	南海海岛海洋能独立电力系统示范工程	中国科学院广州能源研究所	2010 年	2017 年 12 月
11	波浪差动能提取技术及发电装备研究	中国科学院南海海洋研究所	2013 年	2017 年 12 月
12	海洋能综合支撑服务平台建设 (2014 年)	国家海洋技术中心	2014 年	2017 年 12 月
13	大万山岛波浪能独立电力系统示范工程	中国船舶重工集团公司第七一〇研究所	2012 年	2018 年 1 月

截至2018年6月底，在“专项资金”支持的114个项目中，共有75个专项项目完成验收，6个项目终止。

二、国家自然科学基金

近年来,国家自然科学基金通过重点项目、面上项目、青年科学基金项目、国际(地区)合作与交流项目等持续加大对新兴海洋能领域相关科学问题研究的资助力度,有力地推动了我国海洋能领域基础科学研究的发展,为我国海洋能基础科学研究整体水平提升做出了积极贡献。

根据国家自然科学基金官方网站发布的数据统计,2017年,国家自然科学基金支持了8个海洋能相关的基础研究类项目,总经费374万元。按子领域划分,经费占比如图1-2所示。2014—2017年,海洋能项目年度资助经费及资助数量统计如图1-3所示。

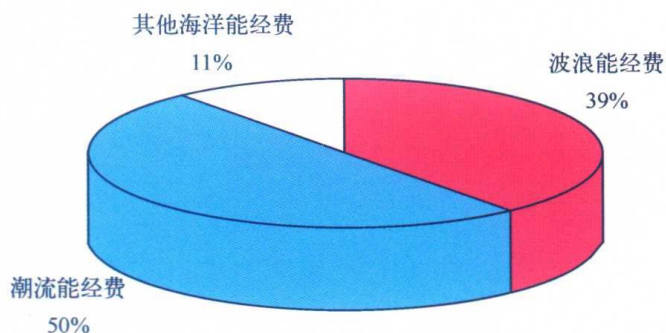


图 1-2 2017 年国家自然科学基金海洋能项目及经费统计

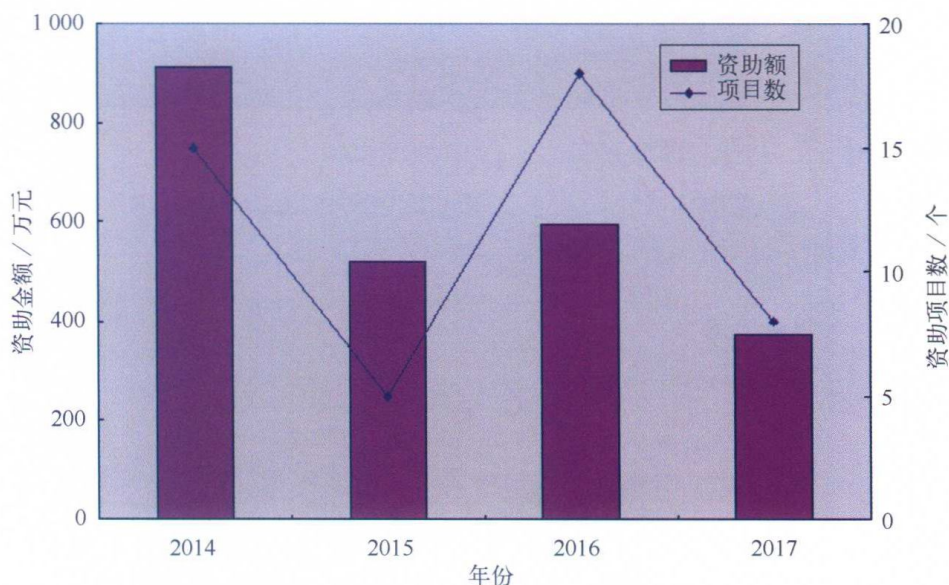


图 1-3 2014—2017 年国家自然科学基金海洋能项目年度资助经费及资助数量统计