

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2024.259

引用格式: 陈斌, 邹亮, 徐刚, 等. 中国海洋自然资源调查现状与展望[J]. 中国地质调查, 2024, 11(4): 1-16. (Chen B, Zou L, Xu G, et al. Current status and prospects of marine natural resource survey in China[J]. Geological Survey of China, 2024, 11(4): 1-16.)

中国海洋自然资源调查现状与展望

陈斌^{1,2}, 邹亮^{1,2}, 徐刚^{1,2}, 薛碧颖^{1,2}, 王蜜蕾^{1,2}, 岳保静^{1,2},
仇建东^{1,2}, 许帅^{1,2}, 胡睿^{1,2}, 张艺严^{1,2}

(1. 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 山东 青岛 266237; 2. 中国地质调查局海岸带和大陆架地质研究中心, 山东 青岛 266237)

摘要: 海洋自然资源是国民经济和社会发展的重要保障, 也是海洋强国建设和生态文明建设的必要基础。为全力支持自然资源部履行“两统一”职责(统一行使全民所有自然资源资产所有者职责和统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责), 中国地质调查局组织实施海洋自然资源综合调查评价, 开展我国重点海域海洋自然资源综合调查与评价试点示范。基于我国已开展的海洋自然资源相关的综合性调查评价数据资料, 结合我国重点海域海洋地质、海洋生物、物理海洋等补充调查评价结果, 基本查明了我国海洋矿产、海洋能、海洋生物、海洋空间等海洋自然资源的主要特征; 通过梳理总结国内外自然资源体系研究进展, 基于我国基本国情, 以自然资源科学和地球系统科学理论为指导, 面向自然资源综合管理为基本原则, 结合资源自然属性和国家相关法律法规, 初步提出了涉及多学科、多门类的海洋自然资源三级分类体系, 从分类体系、空间分层、工作流程等不同角度, 提出了3种构建海洋自然资源调查标准体系的方法。下一步, 将大力加强地质科技创新能力, 加快构建动态海洋自然资源数据库, 快速提升海洋自然资源公益服务水平, 进一步完善海洋自然资源综合监测体系, 推动海洋自然资源工作高质量发展。

关键词: 海洋自然资源; 分类体系; 调查标准体系; 工作展望; 科技创新

中图分类号: P968; P67; TV211.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2024)04-0001-16

0 引言

我国是海洋大国, 利用好、保护好海洋自然资源是推进人与自然和谐共生的重要任务。我国海域辽阔, 拥有丰富的海洋自然资源, 涵盖海洋矿产、海洋能、海洋空间、海洋生物等, 资源开发利用潜力巨大^[1-2]。海洋自然资源作为自然资源的重要组成部分, 是国民经济和社会发展的必要保障, 也是海洋强国建设和生态文明建设的必要基础^[2]。2018年4月, 党中央决定组建自然资源部, 统一行使全民所有自然资源资产所有者职责, 统一行使所

有国土空间用途管制和生态保护修复职责(简称“两统一”), 着力解决自然资源所有者不到位、空间规划重叠等问题, 实现山水林田湖草整体保护、系统修复、综合治理。为摸清我国自然资源家底, 健全自然资源监管体制, 切实履行自然资源统一调查监测职责, 2020年1月, 自然资源部印发《自然资源调查监测体系构建总体方案》^[3]。为全力支持自然资源部履行职责, 中国地质调查局印发《地质调查支撑服务新时代经济社会发展和生态文明建设的实施意见》, 要求落实《自然资源调查监测体系构建总体方案》部署要求, 加快提升地质调查支撑服务自然资源管理的广度、深度、精准性和有效性,

收稿日期: 2024-07-15; 修订日期: 2024-08-06。

基金项目: 中国地质调查局“我国重点海域海洋自然资源综合调查与评价(编号: DD20230071)”“重点海域海洋自然资源调查成果集成及示范区调查评价(编号: DD20230410)”“杭州湾海洋自然资源综合调查评价(编号: DD20230409)”项目联合资助。

第一作者简介: 陈斌(1979—), 男, 正高级工程师, 主要从事海洋自然资源调查与研究工作。Email: chenbin1007@hotmail.com。

通信作者简介: 邹亮(1981—), 男, 高级工程师, 主要从事海洋地质调查与研究工作。Email: zouliang04@163.com。

构建海洋地质工作支撑海洋自然资源综合管理全过程的技术业务体系,部署实施海洋自然资源综合调查评价工作。新征程上,我们须大力加强地质科技创新能力,加快构建动态海洋自然资源数据库,快速提升海洋自然资源公益服务水平,进一步完善海洋自然资源综合监测体系,推动海洋自然资源工作高质量发展。

长期以来,海洋自然资源调查研究工作是世界各国海洋和地质调查机构的重点任务,随着经济社会的高速发展,海洋自然资源可持续开发、环境保护、灾害风险评估和预警成为各国海洋自然资源调查工作的热点^[1,4-8]。美国的工作重点是开展海洋自然资源、海洋生态系统调查评价,监测海洋自然灾害、气候变化和海岸线变化、海平面上升、极端风暴事件影响,调查评价海上石油和天然气泄漏风险等,强调长期监测海洋自然资源动态变化,评估其脆弱性和环境灾害风险,分析研究海洋生态系统结构、功能和环境响应机制,为生态系统修复和管理提供决策参考^[4-5,7]。日本以地形地貌等地质数据为基础,主要调查海岸线、滩涂、海域、海洋生物、珊瑚礁、赤潮、海岸开发利用情况等,分区分类实施不同自然资源要素调查,对重点海域的海岸线与海岸带空间利用、人类扰动明显的生物与生态环境、海洋环境与生态灾害等动态要素开展多轮调查,定期更新数据和成果图件,服务自然资源管理、国土空间开发利用动态监测、自然保护区规划、国土规划、环境基本规划、环境影响评价以及各种地域规划和环境调查及普查工作^[6]。英国 2021 年将海洋自然资源纳入资本管理,主要围绕化石燃料、海底矿产、碳汇碳储、海水浴场、渔业资源、可再生能源、环境修复能力、旅游业及景观价值等开展调查评价,依据各类资源的社会意义和经济价值,用于海洋空间规划和海洋生态系统保护修复。

我国对海洋自然资源的调查和开发十分重视,多次组织开展海洋自然资源相关的综合性调查评价工作,如 1958—1960 年开展首次“中国近海海域综合调查”;1980—1987 年,开展首次“全国海岸带和海涂资源综合调查”^[9-11];1988—1996 年和 2013—2016 年,开展了两次“全国海岛资源综合调

查”^[12];2003—2010 年开展“我国近海海洋综合调查与评价”,对海洋水文气象、海洋化学、海洋生物、海洋地质、海洋灾害、海洋可再生能源、海域使用现状、海岸带土地利用、海水资源利用等进行了综合调查,建立了我国海洋自然资源信息宏观基础框架^[13-14]。为了更好的掌握海洋自然资源的本底状况,也组织开展了多次专项调查工作,如 1997—2000 年,原国家海洋局组织实施“海洋生物资源补充调查及资源评价”专项^[15];2010 年,原国家海洋局开展“潮汐能和潮流能重点开发利用区资源勘查与选划”“波浪能重点开发利用区资源勘查与选划”;2000 年以来,中国地质调查局组织实施“中国近海海砂及相关资源潜力调查”“海域油气资源调查”“海域水合物资源勘查评价”等专项^[16]。一系列调查评价工作为全面掌握我国海洋自然资源的数量、质量、空间分布、开发利用等奠定了坚实的基础,也为我国的海洋综合管理、海洋生态保护、海洋工程建设、海洋灾害防治以及海洋权益维护等提供了有力保障。

我国海洋自然资源基础调查取得了阶段性成效,基本查明了我国管辖海域多种自然资源类型、潜力及分布,但重点海域中大比例尺海洋基础地质调查尚未全面开展,海洋自然资源调查精度不高,空间布局缺乏系统性,无法有效体现海洋自然资源现状,不足以支撑海洋自然资源的综合管理。目前海洋自然资源数据碎片化严重,现有成果与海洋功能区划和用途管制需求方面存在一定差距,无法支撑国家和地方对海洋自然资源的统一有效管理,因此亟需对现有各类自然资源要素进行成果集成,对数据资料不足的资源种类开展补充调查,全方位掌握海洋自然资源现状,形成在统一调查评价体系下的全要素海洋自然资源数据,支撑地方对海洋自然资源的管理工作,为国家自然资源资产委托代理机制试点工作提供地方经验。此外,海洋自然资源调查评价技术体系尚不完善,海洋自然资源工作全流程信息化水平亟需提高。

为更好的支撑服务生态文明建设和海洋自然资源综合管理核心需求,需系统集成海洋自然资源多要素数据成果,形成一套系统、规范的海洋自然

资源基础本底数据,查明海洋矿产、海洋能、海洋生物、海水、海洋基质、海洋空间等海洋自然资源的详细特征。探索构建海洋自然资源调查关键指标体系,支撑建立海洋自然资源空间信息服务系统,根据海洋开发利用状况和发展趋势,科学评价海洋空间基本功能,形成海洋自然资源标准化产品,支撑海洋资源开发利用边界和底线划定,为海洋自然资源委托代理、生态保护修复、空间规划及用途管制提供重要支撑。通过山东荣成、杭州湾等不同类型海域试点调查,形成海洋自然资源调查评价的技术标准体系,建立构建1图、1库、1平台、1体系、3试点、N项服务产品的“1113+N”工作模式,切实推进海洋地质调查工作精准服务,为科学构建海洋自然资源业务支撑体系提供实践依据,加快提升海洋自然资源调查、监测、评价、区划的工作能力。

1 我国海洋自然资源主要特征

1.1 海洋矿产资源

我国海域含油盆地共35个,根据2015年全国油气资源评价结果,我国近海含油气盆地石油地质资源量为 239×10^8 t,可采资源量为 71×10^8 t,天然气地质资源量为 20.9×10^{12} m³,可采资源量为 12.2×10^{12} m³^[17]。截至2023年,我国共有海上油气田160余个,生产设施超360座,已建成渤海 3×10^7 t级、南海东部 2×10^7 t级两个大型油气生产基地,海洋油气产量不断攀升,为保障国家能源安全提供了有力支撑。据国家统计局发布数据显示,2023年国内原油产量达 2.08×10^8 t,其中海洋原油产量突破 6.2×10^7 t,同比增产超 3.4×10^6 t,占全国原油总增量的70%左右,是我国油气增产的主阵地。近年来,我国海域探明了蓬莱9-1、陵水17-2、宁波17-1、宁波22-1、秦皇岛29-2这5个储量达亿吨油当量的油气田。深水油气勘探取得重要成果,目前已探明至少26个储量丰富的深水油气田,其中南海中南部海域油气资源量与中国近海大致相当(图1)。

我国海域天然气水合物资源潜力巨大。1999

年以来,中国地质调查局已在南海北部的东沙、神狐、西沙和琼东南等海域开展了一系列天然气水合物调查工作,基于天然气水合物富集成藏的地球物理、地球化学、地质和生物等信息,证实南海北部陆坡具有良好的天然气水合物成矿远景,包括东沙群岛东部、神狐隆起、西沙海槽、中建南盆地、笔架盆地及南沙海域等区域^[17-18]。2017年,我国在神狐海域成功实施了水合物试开采,平均日产气量为 0.52×10^4 m³,最大日产气量为 3.50×10^4 m³,60 d产气总量达 30.90×10^4 m³^[19]。2020年,在神狐海域实施第二轮水合物试开采,平均日产气量为 2.87×10^4 m³,30 d产气总量达 86.14×10^4 m³,充分证实了神狐海域具有巨大的水合物资源潜力,拥有广阔的水合物勘探开发前景。根据天然气水合物资源类型及赋存状态,结合地质条件,《中国矿产资源报告2018》初步预测我国海域天然气水合物资源量达到 800×10^8 t油当量。

近海海砂资源是海洋矿产资源的重要组成部分,仅次于陆架石油和天然气,是居于第二位的海洋矿产资源。我国海砂资源量大,海岸带、近岸浅海、陆架都有广泛分布,面积约 2.0×10^5 km²,其中辽东浅滩、北黄海东部、苏北浅滩、扬子浅滩、东海南部陆架、台湾浅滩等陆架区海砂资源潜力最大,但大部分陆架区海砂以细砂为主。近岸浅海海域水深较浅,波浪、潮流等水动力条件对底质沉积物的影响显著,海砂资源以中粗砂成分为主,是目前调查和开发利用的主要对象。据不完全统计,目前已探明建筑用砂矿床35个,资源量约 1×10^{10} m³^[20]。2005—2016年,我国首次系统开展近海海砂及相关资源潜力专项调查,初步查明渤海辽东湾、黄海成山头、东海舟山、台湾海峡西岸、南海珠江口等区块的潜在海砂资源总量约 7.8×10^{11} t^[16]。2019年,自然资源部印发了《自然资源部关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知》^[21],目前已经挂牌19个区块,完成15个区块出让,出让资源量超 2.5×10^8 m³,成交价超200亿元(图2),标志着中国海砂资源勘查与开发相关产业的又一个重要机遇期。

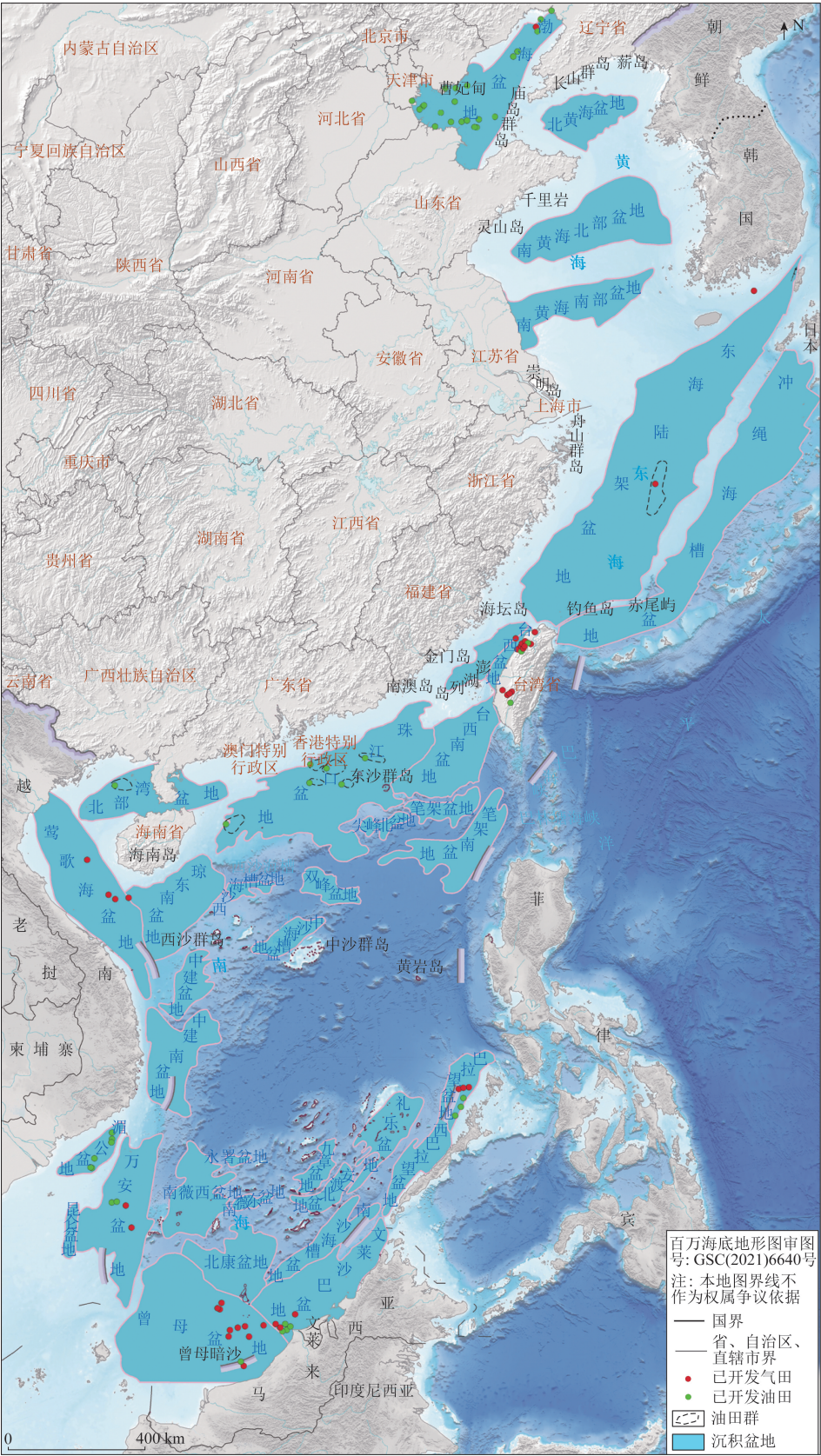


图 1 中国海域油气资源分布(数据来源于文献[17])

Fig. 1 Distribution of oil and gas resources in China seas (data source from reference[17])

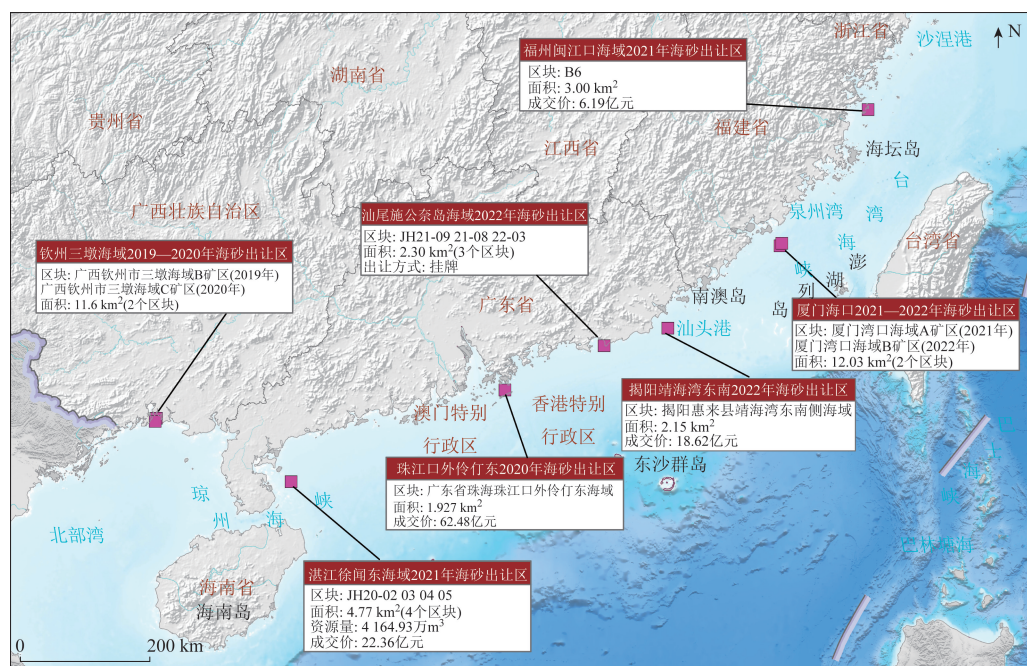


图2 中国沿海省市海砂资源“两权合一”出让概览(数据截止到2022年)

Fig.2 Overview of the “Two Rights in One” transfer of sea sand resources in coastal provinces and cities of China (the data is up to the end of 2022)

1.2 海洋能资源

我国海洋能资源潜力巨大,潮流能、波浪能、温差能开发前景广阔。海洋能总蕴藏量 15.8×10^8 kW,理论年发电量 13.8×10^8 kW·h,总技术可开发装机容量 6.47×10^8 kW,年发电量 3.94×10^{12} kW·h^[22]。潮汐能蕴藏量约 2.57×10^7 kW,技术可开发量约 2.28×10^7 kW,其中福建和浙江海岸线潮汐能量密度和库容条件最优,辽东半岛南岸、山东半岛南岸和广西东部岸段条件较好,具有很好的潮汐电站建站条件。其次,辽东半岛南岸、山东半岛南岸和广西东部岸段条件也较好^[23]。我国潮汐能技术可开发装机容量大于500 kW的坝址共171个,主要集中在浙江和福建,浙闽两省潮汐能技术可开发装机容量约 2.067×10^7 kW,年发电量约为 5.67×10^{10} kW·h,约占全国技术可开发量的90.5%^[24]。

我国近海主要水道的潮流能蕴藏量约 8.33×10^6 kW,技术可开发量约 1.67×10^6 kW,潮流能资源空间分布不均匀,以浙江省沿岸资源最为丰富,约为 5.17×10^6 kW,占潮流能蕴藏量的50%以上,主要集中在杭州湾口和舟山群岛海域^[25],该区潮流流速大、建站条件好,发电易于入网,其次为山东、江苏、福建、广东、海南和辽宁,合

计约占潮流能蕴藏量的38%,其他地区沿岸海域潮流能资源较少。我国沿岸波浪能资源理论蕴藏量约 1.6×10^7 kW,技术可开发量约 1.47×10^7 kW,总体上,年平均波功率密度由北到南、由近岸至远海逐渐增大,东海南部和南海的波浪能资源最为丰富^[26],其中福建省、台湾省周边海域波浪能年平均波功率密度为6~8 kW/m,南海北部、南海南部大部分海域波浪能年平均波功率密度超过3 kW/m(图3)。温差能是海洋能中最稳定、可持续提供基荷电力供应的能种,但目前还处于发展初期阶段,我国海洋温差能极为丰富,主要储藏于南海,其次是东海,理论蕴藏量可达 5.06×10^8 kW^[22,27],南海表层与深层海水温差大于18℃,水体蕴藏的温差能为 3.87×10^8 kW,南海中部和南部深水海域温差能资源和开发条件优越,具有广阔的开发前景,尤其是西沙和中沙群岛,其边坡陡峻,是良好的陆基式或陆架式温差电站站址,可作为温差能开发试验的场地。盐差能总蕴藏量丰富但地理分布不均,我国主要入海河流的盐差能资源蕴藏量约为 1.13×10^8 kW,受河流入海水量和海水盐度影响,盐差能季节变化和年际变化显著,一般汛期盐差能资源量可占到全年的60%以上^[28]。

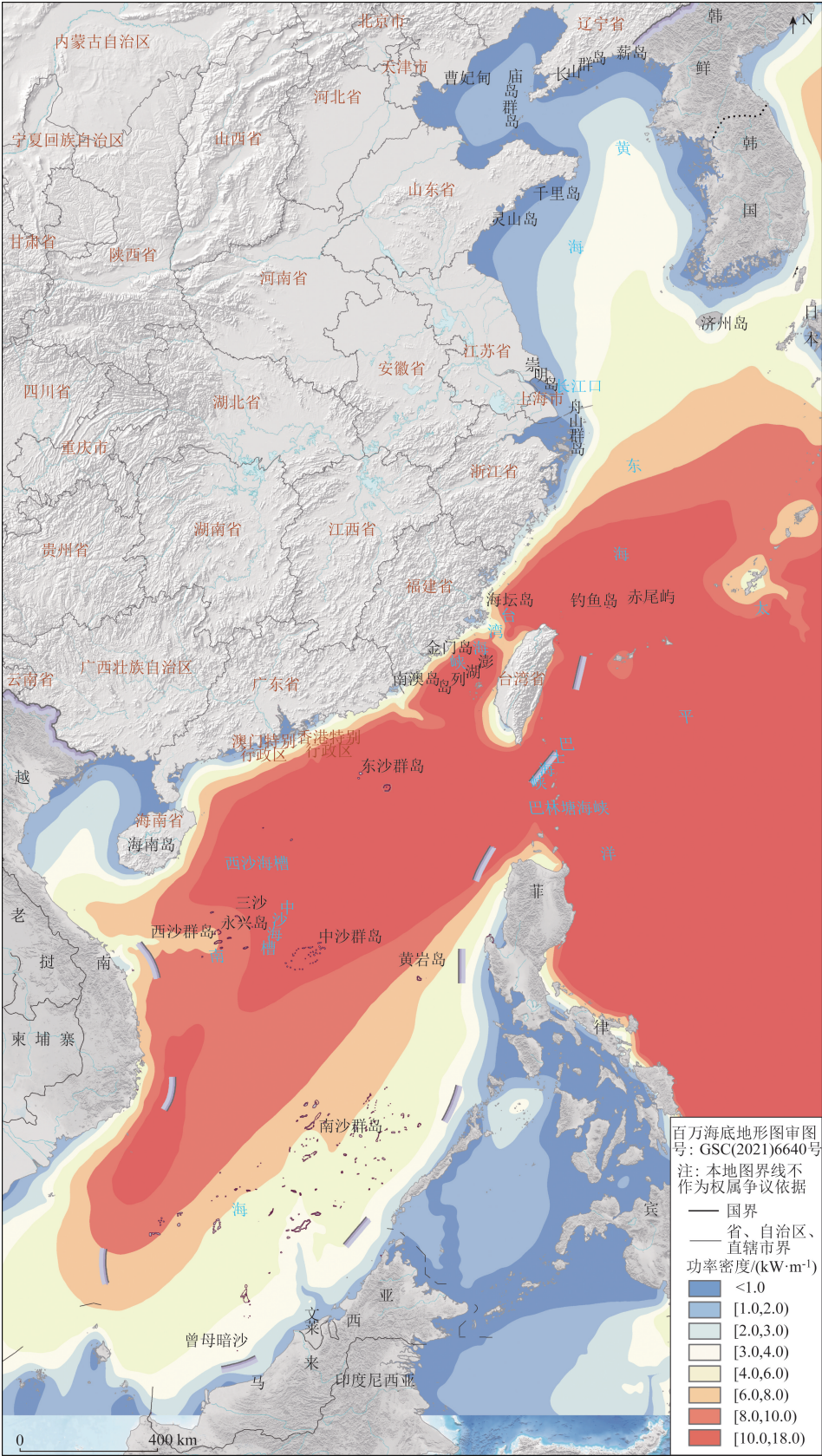


图3 中国海域波浪能资源分布

Fig.3 Distribution of wave energy resources in China seas

1.3 海洋生物资源

我国是世界上海洋生物资源较丰富的国家之一,兼有温带、亚热带和热带这三大类型的生物种类,海洋生物资源种类繁多,现已发现海洋生物物种 20 278 种,隶属 44 门,约占世界已发现海洋生物总种数的 10%,其中海洋动物约 16 200 种,海洋植物约 3 000 种,海洋真菌约 190 种,海洋细菌约 100 种^[29]。海洋物种数量从北向南递增,黄渤海约有 4 200 种,东海约有 11 300 种,南海约有 12 900 种。2022 年我国海洋捕捞产量达 1 067.47 万 t,海洋捕捞总产值高达 2 488.91 亿元。其中,鱼类是海洋生物资源的主体,是人类直接食用的动物蛋白质的重要来源之一,我国海域仅鱼类就有 3 048 种,其中有经济价值的鱼类达 200 余种,2022 年我国海洋鱼类捕捞产量达 641.87 万 t。2022 年我国其他经济海洋生物资源,如甲壳类、贝类、头足类等的捕捞产量为 20 ~ 200 万 t,同样具有较高的经济价值和营养价值^[30]。

海洋植物资源在海洋中扮演着重要角色。红树林和海草床等典型生态系统在提供栖息地和食物来源、稳定海岸、净化水质、维持生物多样性、固碳储碳等方面发挥着极为重要的作用^[31-32]。我国

近海海域分布有约 292 km² 的红树林^[33] 和 265 km² 的海草床^[34],其生态系统单位面积生态服务价值约 1 000 万元/km²^[35]。藻类植物如海带、裙带菜等有近百种可以食用,是人们绿色食品的重要来源,2022 年国内捕捞产量达 1.94 万 t,同时也是开发海洋药物的重要原料、富含碘等多种矿物质和多种维生素的海洋生物^[36]。

根据以往调查实测数据,综合浮游动植物、大型底栖生物、鱼卵仔鱼等海洋生物的分布特征^[37-38],参照《HY/T 215—2017 近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》^[39],对我国海域海洋生物多样性开展综合评价(图 4),结果显示:我国海域海洋生物多样性等级整体以中、一般为主,渤海、黄海北部、东海及南海近岸地区生物多样性较高。春季鸭绿江口海域存在海洋生物多样性高等级区,各海区近岸海域大面积分布生物多样性中等级区;夏季渤黄海、东海长江口海域以及南海近岸海域分布生物多样性中等级区;秋季生物多样性中等级区主要分布在黄海中北部及近岸、东海中部,在九龙江及珠江入海口区域零星分布;冬季生物多样性中等级区大面积分布在渤黄海、东海和南海近岸海域,鸭绿江口附近存在小范围高等级区。

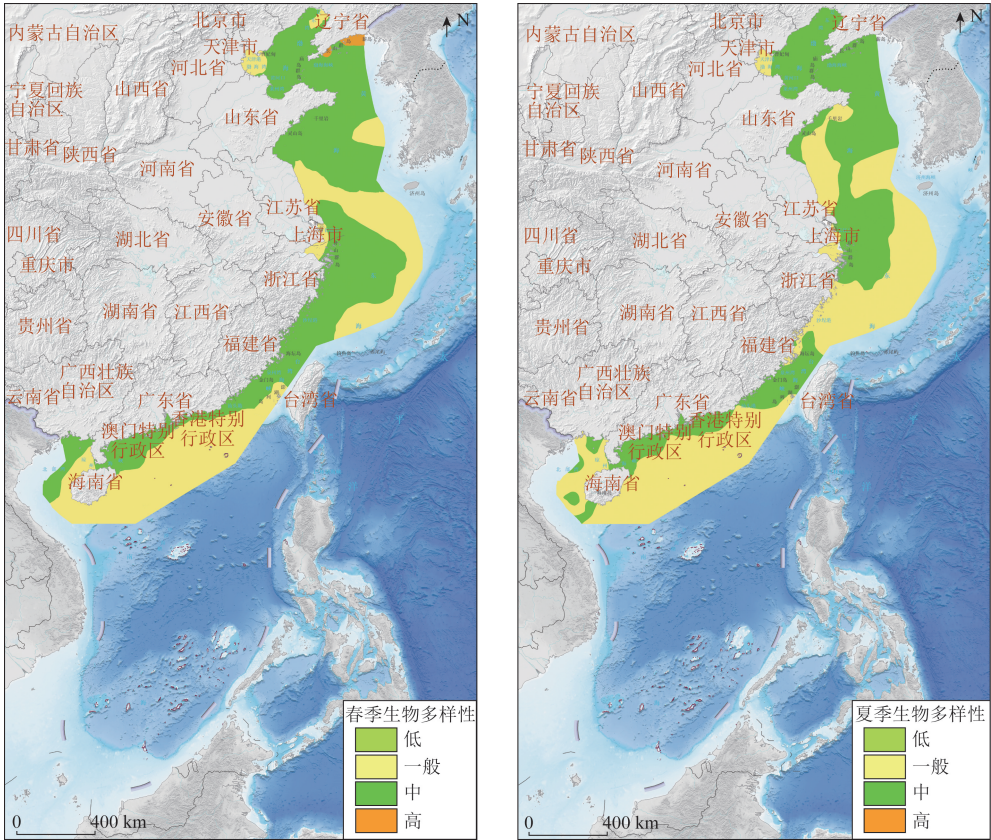
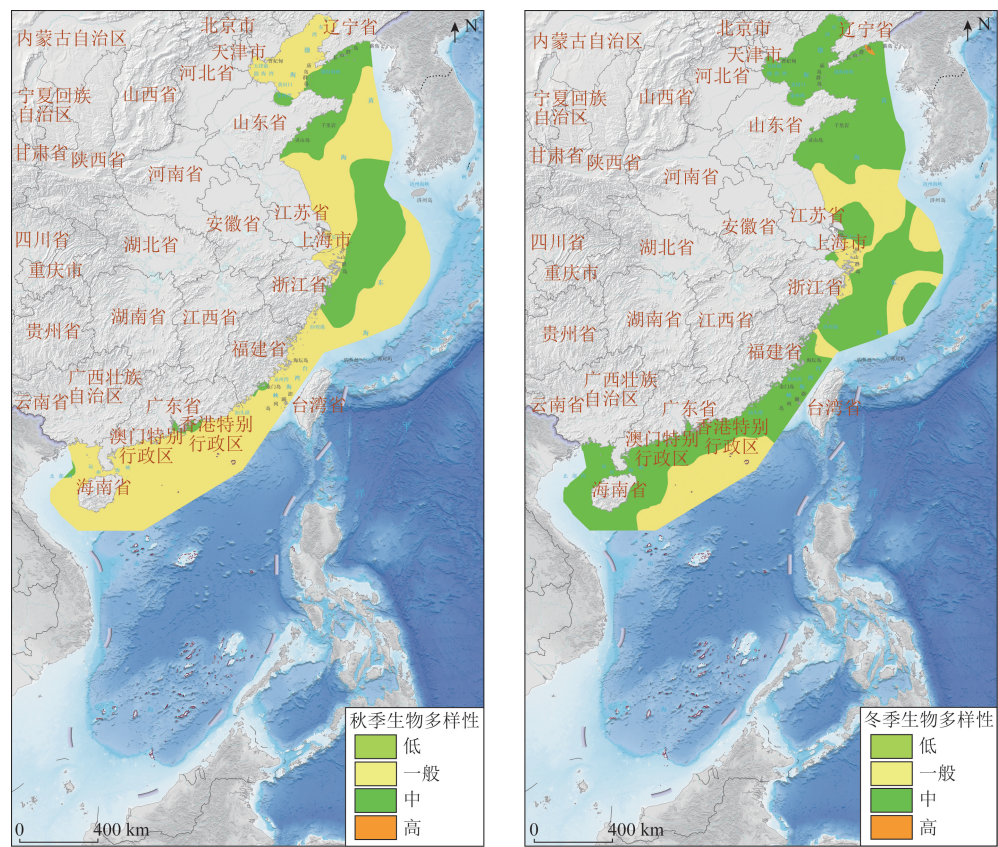


图 4-1 中国海域海洋生物多样性季节性综合评价

Fig. 4-1 Seasonal comprehensive evaluation of marine biodiversity in China seas



注：百万海底地形图审图号：GSC(2021)6640 号；本地图界线不作为权属争议依据。

图 4-2 中国海域海洋生物多样性季节性综合评价

Fig. 4-2 Seasonal comprehensive evaluation of marine biodiversity in China seas

大部分海洋生物资源虽不具备经济价值或还未被开发利用,但它们是海洋生态系统生物多样性的重要组成部分。然而,目前我国海洋生物资源面临着过度开发、渔业资源被极大破坏、环境污染严重、生存条件恶化、滩涂围垦和填海造陆占据海洋生态环境以及海岸工程与水利工程造成不良影响等重大问题。为实现我国海洋生物资源的可持续开发利用,需进一步加强完善相关法律法规,严格控制污染排放,制止过度捕捞,实施有效的繁殖保护措施;健全海洋生物多样性调查、监测、评估和保护体系,维护和修复重要海洋生态廊道,防止对海洋生物多样性的破坏;科学开展水生生物增殖放流,因地制宜、科学地采取投放人工鱼礁或者种植海藻场、海草床、珊瑚等措施,恢复海洋生物多样性,修复改善海洋生态^[40]。

1.4 海洋空间资源

海洋空间资源指与海洋开发利用有关的地理空间,包括海域上空、海面及水体、海底和海岸带 4 个部分,涵盖了潮间带资源、海岸线资源、海域空间资源和海岛资源等^[41]。我国拥有丰富的海洋空间资源,海洋主要产业用海以海洋渔业用海、交通运

输业用海、海洋工程建筑业用海等产业为主。我国主张管辖的海域面积约为 $3 \times 10^6 \text{ km}^2$,海岸线长度约 $3.2 \times 10^4 \text{ km}$,其中,大陆海岸线约 $1.8 \times 10^4 \text{ km}$,岛屿岸线约 $1.4 \times 10^4 \text{ km}$ 。海岸线可划分为自然岸线和人工岸线两大类。1975 年以来,随着沿海经济社会的快速发展,港口建设、围海养殖、农业围垦等大量占用自然岸线,造成人工岸线大幅增加,自然岸线保有率由 88% 下降到 38%。根据塑造海岸的主导因素和海岸物质组成,自然岸线又可划分为基岩、砂质、淤泥质、生物等岸线类型;人工岸线根据利用方式可划分为港口、养殖、建设、盐田、农垦和其他等岸线类型,中国岸线资源分布见图 5。我国共有海岛 11 000 多个,其中,无居民海岛约占 90%。截至 2017 年底,我国海洋用海确权面积共计 $24\,532.92 \text{ km}^2$ ^[42]。随着产业用海结构不断优化,我国海洋保护区数量和面积逐年增加,截至 2019 年底,我国已建立 271 个不同级别的海洋保护区^[43],总面积约 $1.24 \times 10^5 \text{ km}^2$,占我国管辖海域的 4.1%。截至 2021 年底,我国已创建 153 个国家级海洋牧场示范区^[44],涉及海洋面积 $2\,506.952\,4 \text{ km}^2$ 。



图 5 中国岸线资源分布
Fig.5 Distribution of coastal resources in China

1.5 海洋底质

我国海域海底地形总体表现为北西向南东倾斜,根据地理位置不同将其分为东部海域、南部海域和台湾以东海域三大海底地形区。东部海域地势自西向东南缓慢倾斜至东海陆架外缘后,迅速下降;南部海域地势从周边向中央倾斜;台湾省以东海域地势以岛架为中心分别向东南、西南侧倾斜下降^[45]。我国海域海底沉积物以不含砾沉积物为主,主要有砂、粉砂、泥质砂、粉砂质砂、砂质泥、砂质粉砂,其中砂质粉砂和粉砂分布最多,广泛分布于陆架和陆坡区域;砂主要分布于100 m 等深线以东的东海外陆架区;泥大面积集中分布于南海西南陆坡。含砾沉积物主要有砂质砾、砾质砂、泥质砂质砾、砾质泥、含砾泥质砂、含砾泥、含砾砂、砾质泥质砂、含砾砂质泥,集中分布在台湾海峡、南海北部陆架以及巽他陆架区,此外在渤海老铁山水道附近以及海洲湾近岸也有一定分布;硅质软泥、钙质黏土、硅质黏土等深海沉积物类型主要分布在南海海盆^[46-51]。我国海域海底沉积物单一重金属元素含量总体处于较低水平,多种重金属含量综合评价较高的海域集中分布在人口最密集、工业和港口航运业最发达的东部城市沿海和主要的河口海湾地区,在环渤海、长三角、珠三角等海域分布尤为明显。近岸海底沉积物重金属含量高值区集中分布范围相对较小,主要分布在辽宁葫芦岛、山东日照以及珠江口近岸海域;重金属含量中等—较低区集中分布在经济比较发达的渤海西部及北部、山东半岛沿岸、长江三角洲、浙闽沿岸区、珠江三角洲南部、北部湾及南海东北部海域。

2 海洋自然资源分类及标准规范体系探索

2.1 海洋自然资源分类

系统科学的海洋自然资源分类是海洋自然资源管理和综合调查的基本要求,是完善我国自然资源分类体系的重要工作手段,是自然资源部统筹管理全国范围内自然资源的理论基础。《<中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定>辅导读本》^[52]中对自然资源的定义为天然存在、有使用价值、可提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总和^[53]。海洋下覆岩石圈,上接大气圈,中间夹生物圈、水圈,是各个圈层之间作用形成的交互空间,具有独立性和特殊性。海洋占据地球表面的71%,其自然资源类型与陆地自然资源类型具有相似性,是一个相对独立的生态系统。按照《GB/T 19834—2005 海洋学术语 海洋资源学》^[54]定义,海洋资源指海洋中一切能供人类利用的天然物质、能量和空间的总和。为了强调资源的“自然”属性,通常把海洋资源又称为海洋自然资源^[55]。

为满足新时代管理实践的需求,通过梳理总结国内外自然资源体系研究进展,基于我国基本国情,以自然资源科学和地球系统科学理论为指导,面向自然资源综合管理为基本原则,结合资源自然属性和国家相关法律法规,初步提出了涉及多学科、多门类的海洋自然资源三级分类体系。对应《自然资源调查监测体系构建总体方案》中提出的自然资源分层分类模式^[55],即管理层、地表基质层、地表覆盖层、地下资源层,本体系在垂向空间上将海洋自然资源分为管理层、海水覆盖层、海洋基质层、海底资源层(图6),在此基础上划分海洋矿

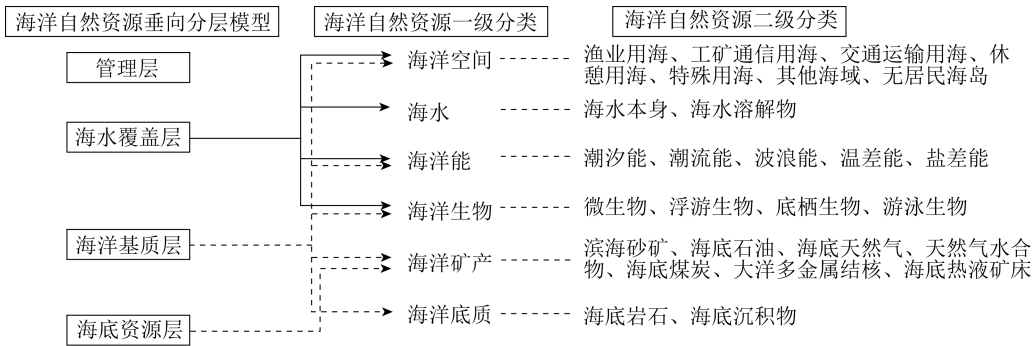


图6 海洋自然资源分层分类示意图

Fig.6 Schematic diagram of hierarchical classification of marine natural resources

产、海洋能、海洋空间、海洋生物、海水和海洋底质 6 个一级类,并详分为 27 个二级类、27 个三级类^[56] (表 1)。海洋自然资源分类体系的建立,在满足海洋自然资源综合管理需求以及自然资源部“两统一”职责的基础上,也为海洋自然资源基础调查和专项调查的内容与基本要求提供了理论指导。

表 1 海洋自然资源分类体系
Tab.1 Classification system of marine natural resources

一级	二级	三级
海洋矿产	滨海砂矿	—
	海底石油	—
	天然气水合物	—
	海底天然气	—
	海底煤炭	—
	大洋多金属结核	—
	海底热液矿床	—
海洋能	潮汐能	—
	潮流能	—
	波浪能	—
	温差能	—
	盐差能	—
海洋空间	渔业用海	渔业基础设施用海
		增养殖用海
		捕捞海域
	工矿通信用海	工业用海
		盐田用海
		固体矿产用海
		油气用海
		可再生能源用海
		海底电缆管道用海
	交通运输用海	港口用海
		航运用海
		路桥隧道用海
	游憩用海	风景旅游用海
		文体休闲娱乐用海
	特殊用海	军事用海
	其他海域	其他特殊用海
海洋生物	微生物	需要限制开发或予以保留的海域
		一般无居民海岛
		特殊用途海岛
	浮游生物	原核微生物
		真核微生物
		无细胞生物
	底栖生物	微微型、微型和小型浮游生物
		大、中型浮游生物
		鱼类浮游生物
	游泳动物	小型底栖生物
		大型底栖生物
海水	海水本身	—
	海水溶解物	—
海洋底质	海底岩石	—
	海底沉积物	—

2.2 海洋自然资源调查标准体系

目前,我国已经构建了海域油气、天然气水合物、海砂、海洋能、岸线、滨海湿地、珊瑚礁、海草床等多门类资源调查技术方法,为海洋自然资源综合调查整体推进奠定了技术基础。但长期以来,不同涉海部门在各自的工作领域和框架下开展的相关调查工作技术方法不统一,缺乏系统性^[57]。为促进海洋自然资源调查监测体系健康有序发展,服务海洋自然资源综合管理,对我国海洋自然资源调查标准体系的构建开展了探索性研究。从分类体系、空间分层、工作流程等不同角度,提出了 3 种构建海洋自然资源调查标准体系的方法。其中,按自然资源调查工作流程(调查→监测→评价→区划)构建的海洋自然资源调查标准体系,相对更加符合当前自然资源综合调查业务工作要求,在横向上,将标准体系划分为调查监测、评价区划、信息化 3 类;在纵向上,将调查监测类进一步划分为基础调查、海水调查、海洋基质调查、海底矿产资源调查、海洋能资源调查、海洋生物资源调查、海洋空间资源调查 7 小类,评价区划类划分为单要素评价和多要素评价 2 小类,信息化类划分为数据管理和应用服务 2 小类^[58] (图 7)。

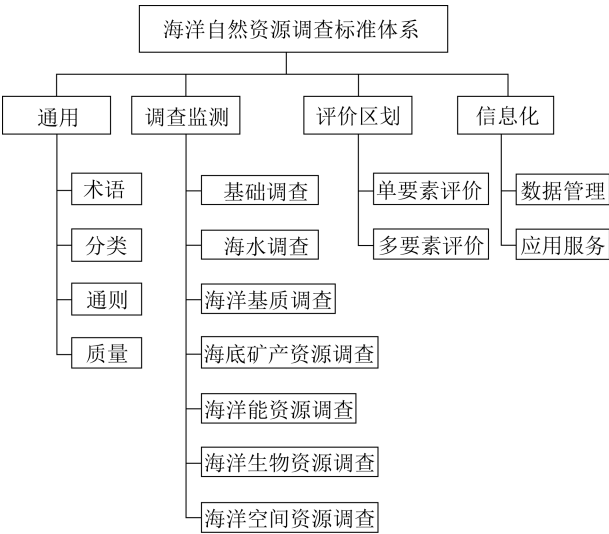


图 7 按调查工作流程构建的标准体系框架(引自文献[59])
Fig.7 Standard system framework construction according to the investigation workflow (quoted from reference[59])

3 海洋自然资源综合调查评价工作展望

海洋自然资源调查工作开展以来,在数据成果

集成、技术方法创新、信息平台建设、试点调查服务等方面取得了较好的成果成效,但目前仍处于起步阶段,调查、监测、评价、区划体系尚未完全建立,服务海洋资源综合管理能力仍然不足,下一步要紧密围绕自然资源部“两统一”职责和经济社会高质量发展需求,加强顶层设计、统筹部署、分步推进,加快提升对海洋综合管理的支撑服务能力。

(1)加强海洋自然资源动态数据库建设。海洋自然资源相关数据来源众多,参差不齐,必须系统开展标准化集成,才能为综合评价研究提供数据基础。海洋自然资源调查覆盖程度总体不足,各类资源的调查覆盖程度不一,加上海洋生物、空间、水文、环境等海洋自然资源要素容易受自然和人为因素而发生改变,需要不断更新和完善海洋自然资源数据库。

(2)加快提升调查监测科技创新水平和能力。加强科技融合创新,面向陆海连接的潮间带、浅水区等复杂海域,聚焦以应用为主的新兴技术方法和核心设备研发,同时加强对海洋关键资源环境条件长期监测和系统评估,向数据实时探测观测监测、演化过程建模预测、场景智能化应用等方向发展。

(3)建立完善的海洋自然资源评价体系。对海洋自然资源的评价,不能局限于单一资源量要素的评价,应以综合保护和开发利用为目的,形成海洋资源环境评价指标体系,开展海洋资源环境多要素综合评价,开发多场景评价功能模块,推进海洋自然资源信息系统建设。

(4)加快建设海洋自然资源调查监测与应用示范区。加快推进典型海域自然资源工作试点,形成可借鉴可复制的工作流程和经验模式,围绕海洋空间布局优化、海洋资源科学配置、海洋生态保护修复、海洋减灾防灾等领域,形成专项产品和解决方案,精准支撑服务海洋自然资源综合管理。

参考文献(References):

[1] 楼东,谷树忠,钟赛香.中国海洋资源现状及海洋产业发展趋势分析[J].资源科学,2015,27(5):20-26.
Lou D, Gu S Z, Zhong S X. Current situation and development trend of marine industry in China[J]. Resources Science, 2015, 27(5): 20-26.

[2] 刘大海,董通,李彦平,等.关于海洋自然资源调查监测体系构建的思考[J].测绘科学,2022,47(8):36-44,78.
Liu D H, Dong T, Li Y P, et al. Reflections on the construction of marine natural resources survey and monitoring system[J]. Sci-

ence of Surveying and Mapping, 2022, 47(8): 36-44, 78.

[3] 自然资源部.自然资源部关于印发《自然资源调查监测体系构建总体方案》的通知[R].北京:自然资源部,2020.
Ministry of Natural Resources. Notice of the Ministry of Natural Resources on Issuing 《The Overall Plan for the Construction of the Natural Resources Survey and Monitoring System》[R]. Beijing: Ministry of Natural Resources, 2020.

[4] Clark J C, Brabb E E. Geology of Point Reyes National Seashore and Vicinity, California; A Digital Database[R]. USGS Open - File Report, 1997: 97-456.

[5] Hapke C J, Reid D, Richmond B M, et al. National Assessment of Shoreline Change part 3: Historical Shoreline Change and Associated Coastal Land Loss Along Sandy Shorelines of the California Coast[R]. USGS Open - File Report 2006 - 1219, U. S. Geological Survey, 2006: 2006-1219.

[6] Matsumoto D. 1:200 000 Marine Geological Map Along the Coastal Zone Around Fukuoka with Explanatory Notes [M]//Digital Geological Map, Seamless Geoinformation of Coastal Zone, “Coastal Zone Around Fukuoka”. Geological Survey of Japan, 2013.

[7] Johnson S Y, Dartnell P, Golden N E, et al. California State Waters Map Series - Offshore of Tomales Point, California [R]. USGS Open - File Report 2015 - 1088, Reston: U. S. Geological Survey, 2015.

[8] 唐玲,姚琴,徐天.广东省海洋资源调查监测体系构建对策建议[J].海洋信息,2021,36(1):53-58.
Tang L, Yao Q, Xu T. Suggestions on the establishment of marine resources survey and monitoring system in Guangdong Province [J]. Marine Information, 2021, 36(1): 53-58.

[9] 姜海平.中国的海岸带调查和管理现状[J].海洋地质与第四纪地质,1990,10(1):79-80.
Jiang H P. Status of coastal zone investigation and management in China [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 1990, 10(1): 79-80.

[10] 全国海岸带和海涂资源综合调查成果编委会.中国海岸带和海涂资源综合调查报告[M].北京:海洋出版社,1991.
Editorial Committee for the Comprehensive Survey Results of Coastal Zones and Beach Resources in China. A Comprehensive Survey Report on China's Coastal Zone and Tidal Flat Resources [M]. Beijing: Ocean Publishing House, 1991.

[11] 徐渡. 1958—1960 年:全国海洋综合调查[J].海洋科学,2010,34(4):109-110.
Xu D. 1958 ~ 1960: National marine comprehensive survey [J]. Marine Sciences, 2010, 34(4): 109-110.

[12] 林宁,赵超剑,丰爱平.海岛资源调查与监测体系研究[J].海洋开发与管理,2013,30(3):36-40.
Lin N, Zhao P J, Feng A P. Research on the survey and monitoring system of island resources [J]. Ocean Development and Management, 2013, 30(3): 36-40.

[13] 国家海洋局.我国近海海洋综合调查与评价[R].北京:海洋出版社,2012.
State Oceanic Administration. A comprehensive survey report on China's coastal zone and tidal flat resources [R]. Beijing: Ocean

- Publishing House, 2012.
- [14] 综合调查海洋资源环境推动中国海洋事业发展——“我国近海海洋综合调查与评价”成果简介[J]. 科技成果管理与研究, 2012(2): 83–88.
- Comprehensive investigation of marine resources and environment to promote the development of China's marine industry – introduction to the achievements of comprehensive survey and evaluation of China's offshore oceans[J]. Management and Research on Scientific & Technological Achievements, 2012(2): 83–88.
- [15] 类彦立, 徐奎栋. 海洋微型底栖生物调查方法与操作规程[J]. 海洋与湖沼, 2011, 42(1): 157–164.
- Lei Y L, Xu K D. Techniques and operating procedures for the investigation of marine microbenthos[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2011, 42(1): 157–164.
- [16] 赵京涛, 阙靖, 胡邦琦, 等. 中国重点海域海砂资源调查和潜力评价进展[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2024, 44(3): 90–97.
- Zhao J T, Kan J, Hu B Q, et al. Progress in investigation and potential evaluation of sea sand resources in key seas of China[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2024, 44(3): 90–97.
- [17] 吴自银, 温珍河. 中国海海洋地质系列图[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- Wu Z Y, Wen Z H. Marine Geology Series Map of China Seas[M]. Beijing: Science Press, 2019.
- [18] 宁伏龙, 梁金强, 吴能友, 等. 中国天然气水合物赋存特征[J]. 天然气工业, 2020, 40(8): 1–24.
- Ning F L, Liang J Q, Wu N Y, et al. Reservoir characteristics of natural gas hydrates in China[J]. Natural Gas Industry, 2020, 40(8): 1–24.
- [19] 苏丕波, 梁金强, 张伟, 等. 南海北部神狐海域天然气水合物成藏系统[J]. 天然气工业, 2020, 40(8): 77–89.
- Su P B, Liang J Q, Zhang W, et al. Natural gas hydrate accumulation system in the Shenhu sea area of the northern South China Sea[J]. Natural Gas Industry, 2020, 40(8): 77–89.
- [20] 王圣洁, 刘锡清, 戴勤奋, 等. 中国海砂资源分布特征及找矿方向[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(3): 83–89.
- Wang S J, Liu X Q, Dai Q F, et al. Distribution characteristics of marine aggregate resources and potential prospect in China[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2003, 23(3): 83–89.
- [21] 自然资源部. 自然资源部关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知[R]. 北京: 自然资源部, 2019.
- Ministry of Natural Resources. Ministry of Natural Resources Notice of the Ministry of Natural Resources on Implementing the “Two In One” Tendering, Auction, and Listing of Sea Sand Mining Rights and Sea Area Use Rights[R]. Beijing: Ministry of Natural Resources, 2019.
- [22] 韩家新. 中国近海海洋——海洋可再生能源[M]. 北京: 海洋出版社, 2014.
- Han J X. China's Offshore Ocean – Marine Renewable Energy[M]. Beijing: China Ocean Press, 2014.
- [23] 武贺, 王鑫, 李守宏. 中国潮汐能资源评估与开发利用研究进展[J]. 海洋通报, 2015, 34(4): 370–376.
- Wu H, Wang X, Li S H. Advance in the study of assessment and utilization of tidal energy resource in China[J]. Marine Science Bulletin, 2015, 34(4): 370–376.
- [24] 李晓超, 乔超亚, 王晓丽, 等. 中国潮汐能概述[J]. 河南水利与南水北调, 2021, 50(10): 81–83.
- Li X C, Qiao C Y, Wang X L, et al. An overview of tidal power in China[J]. Henan Water Resources & South – to – North Water Diversion, 2021, 50(10): 81–83.
- [25] 施伟勇, 王传崑, 沈家法. 中国的海洋能资源及其开发前景展望[J]. 太阳能学报, 2011, 32(6): 913–923.
- Shi W Y, Wang C K, Shen J F. Utilization and prospect of ocean energy resource in China[J]. Acta Energiæ Solaris Sinica, 2011, 32(6): 913–923.
- [26] 薛碧颖, 陈斌, 邹亮. 我国海洋无碳能源调查与开发利用主要进展[J]. 中国地质调查, 2021, 8(4): 53–65.
- Xue B Y, Chen B, Zou L. Main progress in investigation, development and utilization of marine carbon – free energy in China[J]. Geological Survey of China, 2021, 8(4): 53–65.
- [27] 王传崑, 芦苇. 海洋能资源分析方法及储量评估[M]. 北京: 海洋出版社, 2009.
- Wang C K, Lu W. Analysis Methods and Reserve Evaluation of Marine Energy Resources[M]. Beijing: China Ocean Press, 2009.
- [28] 周庆伟, 白杨, 张松, 等. 海洋盐差能资源调查与评估方法探讨[J]. 海洋开发与管理, 2016, 33(1): 82–85.
- Zhou Q W, Bai Y, Zhang S, et al. On the investigation and evaluation method of marine salinity gradient energy[J]. Ocean Development and Management, 2016, 33(1): 82–85.
- [29] 中国科学院海洋生物标本馆. 中国海域主要海洋生物资源[EB/OL]. (2020–05–11) [2023–01–25]. http://www.qdio.ac.cn/mbm/kpyd_51811/202005/t20200512_559099.html.
- Marine Biological Museum, Chinese Academy of Sciences. Major marine biological resources in Chinese waters[EB/OL]. (2020–05–11) [2023–01–25]. http://www.qdio.ac.cn/mbm/kpyd_51811/202005/t20200512_559099.html.
- [30] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2023.
- Fishery Administration Bureau of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, National Aquaculture Technology Promotion Station, Chinese Fisheries Society. China Fisheries Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2023.
- [31] 李文涛, 张秀梅. 海草场的生态功能[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(5): 933–939.
- Li W T, Zhang X M. The ecological functions of seagrass meadows[J]. Periodical of Ocean University of China, 2009, 39(5): 933–939.
- [32] 王法明, 唐剑武, 叶思源, 等. 中国滨海湿地的蓝色碳汇功能及碳中和对策[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(3): 241–251.
- Wang F M, Tang J W, Ye S Y, et al. Blue carbon sink function of Chinese coastal wetlands and carbon neutrality strategy[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(3): 241–251.

- [33] 廖宝文,张乔民. 中国红树林的分布、面积和树种组成[J]. 湿地科学,2014,12(4):435-440.
Liao B W,Zhang Q M. Area,distribution and species composition of mangroves in China[J]. Wetland Science,2014,12(4):435-440.
- [34] 央广网. 我国红树林面积已达 43.8 万亩,比本世纪初增加了约 10.8 万亩[EB/OL]. https://news.cnr.cn/dj/20230711/t20230711_526325067.shtml.
Exclusive Report from China National Radio. The area of mangrove forests in China has reached 438000 mu, an increase of about 108000 mu compared to the beginning of this century[EB/OL]. https://news.cnr.cn/dj/20230711/t20230711_526325067.shtml.
- [35] 黄盛,胡慧娜,石荣贵,等. 广东流沙湾海草床生态系统服务价值评估[J]. 湿地科学与管理,2023,19(3):33-37.
Huang S,Hu H N,Shi R G,et al. Valuation of ecosystem services of seagrass bed in Liusha Bay of Guangdong Province[J]. Wetland Science & Management,2023,19(3):33-37.
- [36] 李鹏程. 海洋生物资源高值利用研究进展[J]. 海洋与湖沼,2020,51(4):750-758.
Li P C. Research progress in high-value utilization of marine biological resources[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica,2020,51(4):750-758.
- [37] 国家海洋局. 中国近海海洋图集——海洋生物与生态[M]. 北京:海洋出版社,2016.
State Oceanic Administration. China Coastal Marine Atlas: Marine Biology and Ecology[M]. Beijing: China Ocean Press,2016.
- [38] 唐启升. 中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境图集[M]. 北京:气象出版社,2004.
Tang Q S. Atlas of Marine Living Resources and Habitat Environment in China's Exclusive Economic Zone (Volume 1)[M]. Beijing: China Meteorological Press,2004.
- [39] 国家海洋局. HY/T 215—2017 近岸海域海洋生物多样性评价技术指南[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
State Oceanic Administration. HY/T 215-2017 Guideline for Marine Biodiversity Assessment in Nearshore Area[S]. Beijing: China Standard Press,2017.
- [40] 庄思哲,白福臣. 中国海洋生物资源现状及可持续利用对策[J]. 产业与科技论坛,2012,11(19):21-23.
Zhuang S Z,Bai F C. Current situation and sustainable utilization strategies of marine biological resources in China[J]. Industrial & Science Tribune,2012,11(19):21-23.
- [41] 孟雪,滕欣,张盼盼. 国土空间规划体系下海洋空间资源管理问题研究[J]. 浙江海洋大学学报:人文科学版,2023,40(4):7-16.
Meng X,Teng X,Zhang P P. Research on the management of marine spatial resources under the planning system of national land space[J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Humane Science),2023,40(4):7-16.
- [42] 张建丽,宋德瑞,周超,等. 我国海洋产业用海空间资源使用现状研究[J]. 海洋环境科学,2020,39(5):703-708.
Zhang J L,Song D R,Zhou C,et al. Study on the Current Status of Marine Space Resource Utilization for Marine Industries in China[J]. Marine Environmental Science,2020,39(5):703-708.
- [43] 段克,韩立民. 国际海洋保护区发展趋势与中国应对策略[J]. 中国海洋大学学报:社会科学版,2022(4):12.
Duan K,Han L M. Trends in the Development of International Marine Protected Areas and China's Response Strategies[J]. Journal of Ocean University of China: Social Sciences Edition,2022(4):12.
- [44] 杨红生,丁德文. 海洋牧场 3.0: 历程,现状与展望[J]. 中国科学院院刊,2022,37(6):832-839.
Yang H S,Ding D W. Marine ranching version 3.0: History, status and prospects[J]. Bulletin of Chinese Academy of sciences,2022,37(6):832-839.
- [45] 刘忠臣,刘保华,黄振宗,等. 中国近海及邻近海域地形地貌[M]. 北京:海洋出版社,2005.
Liu Z C,Liu B H,Huang Z Z,et al. Topography and Landforms of China's Coastal and Adjacent Waters[M]. Beijing: China Ocean Press,2005.
- [46] 王伟,李安春,徐方建,等. 北黄海表层沉积物粒度分布特征及其沉积环境分析[J]. 海洋与湖沼,2009,40(5):525-531.
Wang W,Li A C,Xu F J,et al. Distribution of surface sediments and sedimentary environment in the North Yellow Sea[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica,2009,40(5):525-531.
- [47] 杨旭辉,冯秀丽,褚忠信,等. 中国东部陆架表层沉积物粒度特征及其沉积环境浅析[J]. 中国海洋大学学报,2012,42(7/8):126-134.
Yang X H,Feng X L,Chu Z X,et al. Surface sediment distribution and sedimentary environment on the East China Continental Shelf[J]. Periodical of Ocean University of China,2012,42(7/8):126-134.
- [48] 钟和贤,黄磊,崔兆国. 南海西北部海域表层沉积物粒度分布特征及其影响因素[J]. 海洋地质前沿,2013,29(11):22-31.
Zhong H X,Huang L,Cui Z G. Grain-size distribution of surface sediments in the northwestern South China Sea and influence factors[J]. Marine Geology Frontiers,2013,29(11):22-31.
- [49] 张剑,李日辉,王中波,等. 渤海东部与黄海北部表层沉积物的粒度特征及其沉积环境[J]. 海洋地质与第四纪地质,2016,36(5):1-12.
Zhang J,Li R H,Wang Z B,et al. Grain size characteristics of surface sediments in the east Bohai Sea and the northern Yellow Sea and their implications for environments[J]. Marine Geology & Quaternary Geology,2016,36(5):1-12.
- [50] 张晋,李安春,万世明,等. 南海南部表层沉积物粒度分布特征及其影响因素[J]. 海洋地质与第四纪地质,2016,36(2):1-10.
Zhang J,Li A C,Wan S M,et al. Grain size distribution of surface sediments in the southern South China Sea and influencing factors[J]. Marine Geology & Quaternary Geology,2016,36(2):1-10.
- [51] 王中波,陆凯,温珍河,等. 中国东部海域表层沉积物粒度组成及影响因素[J]. 地球科学,2020,45(7):2709-2721.

- Wang Z B, Lu K, Wen Z H, et al. Grain size compositions and their influencing factors of the surface sediments in eastern China Seas[J]. *Earth Science*, 2020, 45(7): 2709–2721.
- [52] 《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》辅导读本编写组.《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》辅导读本[M]. 北京:人民出版社,2013.
- 《Decision of the Central Committee of the Communist Party of China on Several Major Issues Concerning Comprehensively Deepening Reform》The editorial team for the guidance reading.《Decision of the Central Committee of the Communist Party of China on Several Major Issues Concerning Comprehensively Deepening Reform》Tutoring Reader[M]. Beijing: People's Publishing House, 2013.
- [53] 闫士忠,田甜,张博,等.国土空间规划下的长春市自然资源管护研究[J]. *规划师*, 2020, 36(S2): 23–29.
- Yan T Z, Tian T, Zhang B, et al. A study on natural resource governance based on national land use and spatial plan, Changchun[J]. *Planners*, 2020, 36(S2): 23–29.
- [54] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 19834—2005 海洋学术语 海洋资源学[S]. 北京:中国标准出版社,2005.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, China National Standardization Administration. GB/T 19834 – 2005 Oceanographic Terminology – Science of Marine Resources[S]. Beijing: China Standard Press, 2005.
- [55] 自然资源部.自然资源部关于印发《自然资源调查监测体系构建总体方案》的通知[EB/OL]. 中华人民共和国自然资源部门户网站, (2020–01–17). http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200117_2498071.html.
- Ministry of National Resources of the People's Republic of China. Notice of the ministry of national resources of the people's republic of China on printing and distributing the《Overall Plan for the Construction of the Survey and Monitoring System of Natural Resources》[EB/OL]. Ministry of National Resources of the People's Republic of China, (2020–01–17). http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200117_2498071.html.
- [56] 陈斌,王蜜蕾,邹亮,等.海洋自然资源分类体系探究[J]. *中国地质调查*, 2023, 10(3): 84–94.
- Chen B, Wang M L, Zou L, et al. Classification system investigation of marine natural resources[J]. *Geological Survey of China*, 2023, 10(3): 84–94.
- [57] 孙悦民,宁凌.海洋资源分类体系研究[J]. *海洋开发与管理*, 2009, 26(5): 42–45.
- Sun Y M, Ning L. On the classification system of marine resources [J]. *Ocean Development and Management*, 2009, 26(5): 42–45.
- [58] 邹亮,陈斌,仇建东,等.海洋自然资源调查标准体系构建研究[J]. *标准科学*, 2023(7): 43–47.
- Zou L, Chen B, Qiu J D, et al. Research on the construction of standards system on ocean natural resources investigation [J]. *Standard Science*, 2023(7): 43–47.

Current status and prospects of marine natural resource survey in China

CHEN Bin^{1,2}, ZOU Liang^{1,2}, XU Gang^{1,2}, XUE Biying^{1,2}, WANG Milei^{1,2}, YUE Baojing^{1,2},
QIU Jiandong^{1,2}, XU Shuai^{1,2}, HU Rui^{1,2}, ZHANG Yiyan^{1,2}

(1. Qingdao Institute of Marine Geology, China Geological Survey, Shandong Qingdao, 266237, China; 2. Coastal Zone and Continental Shelf Geological Research Center, China Geological Survey, Shandong Qingdao, 266237, China)

Abstract: Marine natural resources are an important guarantee for the national economy and social development, as well as a necessary foundation for the construction of maritime power and ecological civilization. In order to fully support the Ministry of Natural Resources in fulfilling its “two unifications” responsibilities, China Geological Survey has organized and implemented comprehensive surveys and evaluations of marine natural resources. And pilot demonstrations have been conducted for the comprehensive survey and evaluation of marine natural resources in key marine areas of China. Based on the marine natural resources comprehensive survey and evaluation data, and the additional investigation and evaluation results of marine geology, marine biology, physical oceanography, the authors identified the main characteristics of marine mineral resources, marine energy, marine biology, marine space, and other marine natural resources in China. By reviewing and summarizing the research progress of domestic and international natural resource systems, and based on the basic national conditions of China, the authors proposed a preliminary three-level classification system for marine natural resources involving multiple disciplines and categories. This classification system was guided by the theories of natural resource science and earth system science, in conjunction with the basic principle of comprehensive natural resource management, and with the natural attributes of resources and relevant national laws and regulations. Three methods for constructing standard systems for marine

natural resource surveys have been proposed, from different perspectives such as classification systems, spatial stratification, and workflow. In the next step, efforts will be made to strengthen geological scientific and technological innovation capabilities, and accelerate the construction of a dynamic marine natural resource database. The public service level for marine natural resources will be rapidly improved, and the comprehensive monitoring system for marine natural resources will be further enhanced, promoting the high – quality development of marine natural resource work.

Keywords: marine natural resources; classification system; standard system of investigation; future work; technical innovation

(责任编辑: 常艳)