

# 信息化海洋测绘未来发展构想

乔 佟<sup>1</sup> 赵明月<sup>1</sup> 陈志勇<sup>1</sup> 王 征<sup>2</sup>

1. 航天规划设计集团有限公司 北京 100000

2. 外交部服务中心 北京 100000

**摘要:** 信息化海洋测绘未来将构建空天地海一体化感知网络, 升级数据处理能力, 推动AI、数字孪生等技术深度融合。服务体系向智慧决策转型, 搭建跨领域协同架构。拓展至资源保护、经济建设、防灾减灾等领域。通过自主研发、人才培养、平台建设及安全体系构建等保障支撑, 推动海洋测绘向智能化、实时化、一体化发展, 为海洋强国战略提供坚实支撑。

**关键词:** 信息化海洋测绘; 空天地海一体化; AI技术; 数字孪生; 安全体系

引言: 海洋测绘是开发利用海洋、保护海洋生态的重要基础。在信息化浪潮下, 传统海洋测绘模式受限于感知范围窄、数据处理效率低等问题, 难以满足当前海洋事业高质量发展需求。信息化海洋测绘作为转型方向, 正通过构建空天地海一体化感知网络、推动多源数据融合与实时处理、实现AI技术全流程赋能, 为海洋资源开发、生态保护、防灾减灾提供更精准、高效的服务, 助力开启海洋测绘发展新篇章。

## 1 信息化海洋测绘技术体系的未来革新方向

### 1.1 空天地海一体化信息化感知网络构建

多维度感知终端协同需打破设备壁垒, 整合卫星遥感、无人机航测、智能无人船、水下传感器, 通过统一协议实现信息互通, 形成覆盖空中、海面、水下的全域感知矩阵<sup>[1]</sup>。卫星遥感负责百公里级海域宏观地形监测, 无人机航测聚焦近岸千米级区域精细测绘, 智能无人船完成海面百米级中尺度数据采集, 水下传感器深入海底获取米级微观环境信息, 各类设备按范围与精度分工, 协同实现海洋测绘无死角覆盖。感知设备智能化升级需强化自主处理能力, 搭载人工智能算法与边缘计算模块, 采集时实时筛选分析数据、标记异常, 比如智能无人船可当场识别海底礁石等障碍物数据, 减少无效传输, 提升感知效率。复杂海洋环境感知突破需针对性研发设备, 优化深海高压环境下传感器的耐压密封性能, 为极地低温场景设计抗冻续航的供电系统, 对浅滩多泥沙区域改进设备的防堵塞避障功能, 解决信号衰减、传输中断等难题, 确保复杂环境下稳定获取高质量数据。

### 1.2 海洋测绘数据信息化处理能力升级

多源异构数据智能融合需依托大数据与人工智能, 构建多特征匹配的融合模型, 自动匹配卫星影像的光学纹理、声学探测的地形起伏、水文数据的流速流向, 挖

掘数据间如地形与水流相互作用的关联, 提升综合利用价值。实时化数据处理架构搭建需依托云边协同, 在无人船、传感器等设备端部署边缘节点, 初步过滤冗余数据后, 再通过5G或卫星通信传至云端平台深度建模, 形成“采集—传输—处理—更新”实时链路, 消除时空延迟, 满足海洋灾害应急监测等时效性需求。数据质量信息化管控需建立动态评估机制, 通过机器学习分析历史数据中设备误差、环境干扰的规律, 构建自适应修正模型, 自动修正数据偏差, 并全程跟踪数据采集、传输、处理各环节, 一旦出现精度问题即可快速追溯原因, 切实保障测绘成果精度。

### 1.3 核心信息化技术与海洋测绘深度融合

AI技术全流程赋能需渗透各环节, 在地形建模中自动提取海底地形特征点生成三维模型, 底质分类时通过深度学习区分泥沙、岩石、珊瑚礁等类型, 障碍物识别中从复杂背景里定位沉船、管线, 实现测绘自主化与智能化, 减少人工干预。海洋数字孪生底座构建需整合三维建模与实时监测数据, 按1:1比例打造数字系统, 动态复刻海洋地形、水温盐度等环境要素, 以及港口码头、海上风电场等设施, 可模拟台风过境时的海浪变化, 为工程规划、灾害预警提供可视化支撑。数值模拟信息化升级需改进陆海交互区域算法, 纳入潮汐、波浪、径流等多因素影响, 提升模拟准确性, 通过数值模拟延伸测绘数据时空维度, 还原过去十年海岸侵蚀过程, 预测未来五年河口淤积趋势, 为海洋资源开发、生态保护提供科学依据。

## 2 信息化海洋测绘服务体系的未来升级路径

### 2.1 从“数据供给”到“智慧决策”的服务转型

信息化决策支撑能力建设需深化数据价值挖掘, 基于海量测绘数据与多场景模拟分析, 构建具备自主学习

能力的智能决策引擎。该引擎整合海底地形、水动力、生态分布等信息,针对海洋保护区规划、航道优化等需求生成精准化、前瞻性建议,帮助管理方高效制定策略,摆脱传统仅依赖数据罗列的服务模式。全生命周期信息化服务覆盖需贴合场景需求,围绕海洋工程、资源开发、生态保护等核心场景,打造前期勘测、中期监测、后期评估的闭环服务。前期通过高精度信息化测绘提供工程选址数据基础,中期依托实时监测网络跟踪工程对周边海洋环境的影响,后期结合长期数据评估工程效益与生态恢复情况,形成贯穿项目全流程的信息化服务链条。应急场景信息化响应机制需强化快速联动能力,依托空地海一体化感知网络的实时数据采集与边缘计算的快速处理能力,搭建突发事件下的应急测绘服务平台。遭遇风暴潮、沉船等紧急情况时,平台迅速调取事发区域实时地形、水流数据,生成应急专题图与救援路线建议并推送至指挥部门,大幅缩短信息获取到决策部署的时间,提升应急响应效率。

## 2.2 跨领域协同的信息化服务架构搭建

政产学研用信息化协同需打破主体壁垒,构建技术研发、成果转化、应用落地一体化的协同平台。平台整合科研机构的技术优势、企业的产业资源、政府的政策引导,推动信息化测绘技术与实际产业需求精准对接,形成良性互动的协同生态,加速技术落地与产业升级。跨部门数据信息化共享需建立统一标准,打破海洋、交通、环保等部门的数据壁垒,构建标准化的海洋测绘数据共享平台<sup>[2]</sup>。平台按数据类型与使用权限分类管理,确保各部门可便捷获取所需的测绘信息,实现信息高效流转与复用,避免数据重复采集造成的资源浪费。陆海统筹信息化服务需整合资源优势,打通陆地与海洋测绘的信息化数据链路,整合海岸带地形、近海水文、陆地高程等资源,构建陆海一体化的测绘服务体系。该体系解决传统陆海分离测绘中数据衔接不畅的难题,为河口综合整治等场景提供全面的数据支撑,提升服务的整体性与科学性。

## 3 信息化海洋测绘未来应用领域的拓展方向

### 3.1 海洋资源与生态保护的信息化应用

资源全要素数字化管控需依托高精度测绘成果与地理信息系统,将海域海岛的位置、面积、地形,以及生物资源的分布、数量、习性等信息转化为数字化数据,纳入动态管理平台。平台可实时更新资源变化情况,比如跟踪海岛岸线侵蚀进度、记录渔业资源洄游路径,实现资源从发现、开发到保护的全生命周期管控,避免资源过度利用。生态环境信息化监测需建立长期监测网

络,通过传感器、卫星等设备持续采集海洋水质、沉积物、生物多样性数据,结合趋势模拟技术分析环境变化规律。当出现海洋污染或生态退化时,可快速定位污染源头、评估退化程度,为污染治理方案制定、红树林修复等生态工程实施提供精准数据支撑,推动生态保护科学化。气候变化信息化应对需整合多源数据,将信息化测绘获取的海底地形、海平面数据与气象数据结合,通过数值模拟分析气候变化对海洋生态的影响,比如预判海水升温对珊瑚礁生存的威胁;同时模拟海平面上升趋势,为沿海城市防护工程规划提供应对策略,提升抵御气候变化风险的能力。

### 3.2 海洋经济与工程建设的信息化支撑

远海工程精准化测绘需针对不同工程需求提供定制服务,为海上风电场选址提供海底地质、风速风向的信息化数据,为跨海桥梁建设监测桥墩周边海床稳定性,为海底管道铺设跟踪路由地形变化,通过高精度测绘与动态监测,保障工程建设安全与运营稳定。海洋产业布局信息化赋能需深度挖掘数据价值,基于地形数据规划渔业养殖区域,避免养殖区选址在航道或生态敏感区;结合水文数据优化航运路线,提升船舶航行效率;依据滨海地形与生态数据设计旅游景区,平衡旅游开发与生态保护,为各类海洋产业布局提供科学依据。海域管理信息化升级需依托精细化测绘信息,将海域确权的边界、面积等信息数字化,纳入管理系统实现快速查询与核验;通过卫星遥感与现场测绘结合,实时监管海域使用情况,及时发现违法用海行为,推动海域管理从传统人工巡查向信息化高效监管转变。

### 3.3 海洋防灾减灾的信息化应用深化

灾害风险信息化预警需构建多技术融合的预警模型,整合实时监测获取的海浪、水位、水质数据,利用数字孪生系统模拟风暴潮、海啸、赤潮等灾害的发生过程与影响范围,提前预测灾害等级与可能波及的区域。预警模型可根据不同区域的人口密度、产业分布自动调整预警优先级,通过短信、广播、政务平台等多渠道将预警信息精准推送至沿海居民、海上作业单位,为沿海居民疏散、海上作业暂停提供及时预警支持。灾后应急信息化响应需快速联动资源,依托应急测绘服务平台调度无人机、无人船等设备,无人机优先勘察沿海岸线受损情况,无人船深入近海水域获取海底地形变化数据,迅速整合形成灾害区域的地形变化、基础设施损坏情况等信息化数据,生成灾后专题地图。这些数据可实时传输至救灾指挥部门,辅助制定救援路线、评估灾害损失,同时为灾后重建的选址、规划提供数据支撑,比如

避开地质不稳定区域规划安置点, 加快灾后恢复进程。

#### 4 信息化海洋测绘未来发展的保障支撑体系

##### 4.1 信息化技术与装备保障

核心技术自主研发需聚焦关键领域突破, 加大人工智能、大数据、数字孪生等信息化核心技术研发投入。针对海洋测绘场景优化AI算法, 提升复杂环境下数据识别与处理精度; 完善大数据分析模型, 增强多源异构数据整合与挖掘能力; 深化数字孪生技术在海洋场景的应用, 实现地形、环境精准复刻与模拟, 逐步突破数据处理、场景建模等技术瓶颈<sup>[3]</sup>。信息化装备自主化需推动产学研协同, 推进智能无人船、深海探测设备、高精度传感器的自主研发与产业化。优化无人船续航与自主避障性能, 适配远海长时间作业; 改进深海探测设备耐压与信号传输技术, 提升深海数据获取能力; 研发高精度传感器, 提高地形、水文数据采集精度, 同时降低成本, 推动自主装备在海洋测绘领域广泛应用。技术标准信息化完善需适配行业发展需求, 建立覆盖数据采集、处理、分析、应用全流程的海洋测绘技术标准。明确智能化设备数据输出格式、数字化成果精度要求, 规范信息化成果共享与应用流程, 避免标准不统一导致的数据兼容问题, 为信息化海洋测绘规范化发展提供依据。

##### 4.2 人才与平台支撑

复合型信息化人才培养需构建多元培养体系, 通过高校专业设置调整、企业在职培训等方式, 培育兼具海洋测绘、人工智能、大数据等知识的专业人才队伍。高校可开设海洋测绘与信息化交叉学科专业, 强化实践教学; 企业可定期组织技术培训, 提升现有人员的信息化技能, 满足技术发展对复合型人才的需求。信息化创新平台建设需整合优质资源, 搭建海洋测绘技术创新中心、重点实验室等平台。创新中心可集聚科研机构、企业的技术力量, 开展关键技术联合攻关; 重点实验室可围绕深海探测、数据智能处理等方向开展基础研究, 为技术突破提供理论支撑, 推动信息化海洋测绘技术的持续创新。基础设施信息化升级需强化硬件支撑, 建设高性能云计算中心、海量数据存储平台。云计算中心需具备强大的数据处理能力, 满足大规模海洋测绘数据的实

时分析需求; 海量数据存储平台需采用安全可靠的存储技术, 确保测绘数据的长期保存与高效调取, 为信息化海洋测绘数据的处理与应用提供稳定保障。

##### 4.3 信息化安全体系构建

需建立全生命周期数据安全管理机制, 数据采集阶段加密传输链路, 防止海上无线信号被截获; 存储环节采用分布式加密技术, 对近岸地形、航道信息等敏感数据设置多级访问权限, 避免泄露; 应用阶段通过数字水印、访问日志追溯技术, 监控数据使用流向, 确保仅用于授权场景, 防范滥用风险。针对海洋测绘场景网络特殊性, 需优化无线通信加密协议, 抵御远海复杂电磁环境下的干扰与攻击; 为智能无人船、水下传感器加装安全防护模块, 防止设备被非法控制或植入恶意程序; 定期对信息化装备开展安全检测与系统升级, 修复漏洞, 保障设备独立或协同运行时的安全稳定, 避免因入侵导致测绘任务中断或数据篡改。构建信息化安全应急响应平台, 实时监测数据传输、设备运行中的安全异常, 发现数据篡改、设备失联等情况自动触发应急预案; 建立跨区域安全协同响应机制, 远海测绘设备遭遇安全风险时, 联动就近岸基站点或救援平台, 快速调配资源排查问题, 恢复设备与数据安全, 确保测绘作业不受影响。

##### 结束语

信息化海洋测绘作为海洋资源开发与生态保护的重要支撑, 正步入技术革新与服务升级的关键阶段。通过构建一体化感知网络、升级数据处理能力、推动技术与测绘深度融合, 以及拓展新应用领域, 海洋测绘将实现质的提升。未来, 需持续强化技术研发、人才培养与安全保障, 推动海洋测绘向更高水平迈进, 为海洋资源可持续利用与生态保护贡献力量。

##### 参考文献

- [1]丁兵兵,宋来勇,秦朋波,等.海洋测绘中的信息化运用分析[J].百科论坛电子杂志,2024(14):343-345.
- [2]袁晓彬.地理信息系统在海洋领域中的应用[J].智库时代,2024(18):248-250.
- [3]边志刚.海洋水文信息服务平台的设计与实现[J].海洋信息技术与应用,2025,40(1):48-54.