

数字化转型背景下船海产业绿色技术创新发展 对策研究

刘惠宇¹, 汪永生²

¹江苏科技大学深蓝研究院, 江苏 镇江

²江苏科技大学人文社科学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2026年1月29日; 录用日期: 2026年2月9日; 发布日期: 2026年3月9日

摘要

本文以“双碳”目标与数字化转型深度融合为背景, 聚焦船舶与海洋工程产业中的“数绿融合”技术创新。通过采集2010~2023年全球船海产业数字化及绿色技术专利数据, 运用情报分析方法, 从多维度系统揭示了全球及我国“数绿融合”技术创新的结构特征与演进态势及存在问题。基于此, 研究提出应以数字化转型为核心驱动, 通过构建数据驱动的创新治理生态、推动“数绿融合”技术攻关、打造开放协同的数字创新网络等系统性对策, 为我国船海产业绿色高质量发展提供路径参考。

关键词

数字化转型, 船海产业, 数字化绿色技术创新分析, 对策建议

Development Strategies for Green Technology Innovation in the Ship and Marine Industry under Digital Transformation

Huiyu Liu¹, Yongsheng Wang²

¹Shenlan Research Institute, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang Jiangsu

²School of Humanities & Social Sciences, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang Jiangsu

Received: January 29, 2026; accepted: February 9, 2026; published: March 9, 2026

Abstract

Under the background of the deep integration of the dual carbon goals and digital transformation,

文章引用: 刘惠宇, 汪永生. 数字化转型背景下船海产业绿色技术创新发展对策研究[J]. 电子商务评论, 2026, 15(3): 451-459. DOI: 10.12677/ecl.2026.153294

this study focuses on “digital-green integration” technology innovation within the ship and marine industry. By collecting global patent data related to digital and green technologies in this industry from 2010 to 2023 and employing intelligence analysis methods, it systematically reveals the structural characteristics, evolutionary trends, and existing problems of digital-green integrated technology innovation both globally and in China from multiple dimensions. Based on the findings, the research proposes that digital transformation should serve as the core driver. Systematic countermeasures—such as building a data-driven innovation governance ecosystem, promoting breakthroughs in digital-green integrated technologies, and establishing an open, collaborative digital innovation network—are recommended to provide a pathway for the high-quality green development of China’s ship and marine industry.

Keywords

Digital Transformation, Ship and Marine Industry, Digital-Green Technology Innovation Analysis, Countermeasures and Suggestions

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

21 世纪是海洋的世纪, 海洋经济正成为全球经济增长与可持续发展的重要引擎。船舶与海洋工程产业(以下简称“船海产业”)作为水上交通与海洋资源开发的核心装备基础, 其绿色化、智能化转型不仅是实现“双碳”目标的关键路径, 也日益成为培育海洋新质生产力、构建现代海洋产业体系的重要支撑。当前, 以大数据、人工智能、工业互联网为代表的数字化转型浪潮, 正在深刻重塑产业创新生态与技术演进模式, 为船海产业数字化绿色技术创新提供了新的方法论工具与发展范式。

在此背景下, 系统把握全球及我国船海产业数字化及绿色技术创新的融合发展态势与竞争格局, 具有重要的战略意义。专利作为技术创新的重要载体与情报来源, 其结构化、规模化的数据特征尤其适于在数字化分析框架下开展趋势挖掘与格局研判[1]。本文依据世界知识产权组织(WIPO) 2010 年提出的专利绿色技术分类清单, 结合“数字化”、“绿色技术”等关键词, 借助 Incopat 专利数据库, 检索 2010~2023 年间全球船海产业数字化及绿色技术专利数据共计 48,728 条, 从创新主体、技术领域、技术来源国、区域布局等多维度开展量化分析与可视化呈现, 旨在揭示船海产业“数绿融合”技术创新(即数字化技术与绿色低碳技术在船海产业的交叉融合)的结构特征与发展动向。进一步地, 本研究立足于数字化转型的现实背景, 致力于为我国船海产业绿色技术创新的政策制定、生态构建与路径选择提供实证依据与策略参考。

2. 国内外研究现状

专利作为先进技术的载体, 已成为学者分析产业技术演进的重要工具, 被广泛应用于各类行业、产业技术创新分析[2] [3]。通过专利信息分析, 可以深入且全面了解产业技术领域的发展现状、产业创新主体的布局情况及关键技术发展路径[4] [5]。现有研究在船海领域专利分析方面取得了一定进展, 如 Sun 等人基于全球专利数据, 通过自然语言处理技术提取海事领域绿色燃料技术的氢能与燃料电池、甲醇与乙醇、氨燃料、LNG 与 LPG 四大子技术体系, 揭示了 2017~2022 年间绿色燃料技术的创新演进特征[6]。张春芳等通过构建专利情报分析模型, 综合市场需求、专利分布与竞争格局剖析替代燃料动力船舶产业竞争态势, 揭示中国虽在专利申请与订单量上领先, 但存在专利质量薄弱及发动机技术短板, 据此提出

产业挑战、机遇及政策建议[7]。盛永祥等运用专利计量方法揭示 FPSO 船型结构技术发展态势及演化路径, 为企业技术布局提供战略参考[8]。戚湧等通过专利数据分析开展船用推进设备关键技术全球竞争态势分析[9]。一些学者在宏观政策方面开展研究并提出对策建议。如郑洁等通过分析国际海事组织碳减排战略及主要国家绿色船舶发展实践, 总结国外政策技术协同经验, 结合我国绿色船舶发展现状提出强化政府主导、布局替代燃料技术、深化国际合作的发展建议[10]。胡神松等基于船舶自主航行关键技术研发态势专利分析对该领域产业发展提出相应对策和建议[11]。

综上所述, 现有研究为理解船海产业绿色技术创新的局部图景提供了有益支撑。然而, 在“双碳”目标与数字化转型深度融合的新背景下, 多数研究仍停留在传统技术轨迹的描述与竞争态势的静态分析, 缺乏在数字化赋能视角下, 对船海产业数字化绿色技术创新进行系统性的动态监测、结构解析与协同机制研究。具体而言, 将绿色专利大数据分析 with 产业数字化转型路径相结合, 进而探究数据驱动、平台协同如何重塑绿色创新生态的研究尚显不足。因此, 本文旨在填补这一研究缺口, 通过多维度专利情报分析, 厘清全球及我国船海“数绿融合”技术创新的发展态势, 并在此基础上, 构建服务于数字化转型目标的系统性发展对策。

3. 全球船海产业数字化绿色技术专利分析

3.1. 申请趋势

2010~2023 年, 全球船海产业数字化绿色技术专利申请累计 48,728 件, 授权累计 29,526 件, 总体呈现快速增长态势。其中, 2020 年实现突破性增长, 当年专利申请量达 5605 件, 较 2010 年增长了约 285.22 个百分点。近几年呈平稳增长态势, 并保持高位申请状态, 申请量基本在 5000 件以上(2023 年数据受专利公开滞后影响, 暂不做趋势考察), 如图 1 所示。

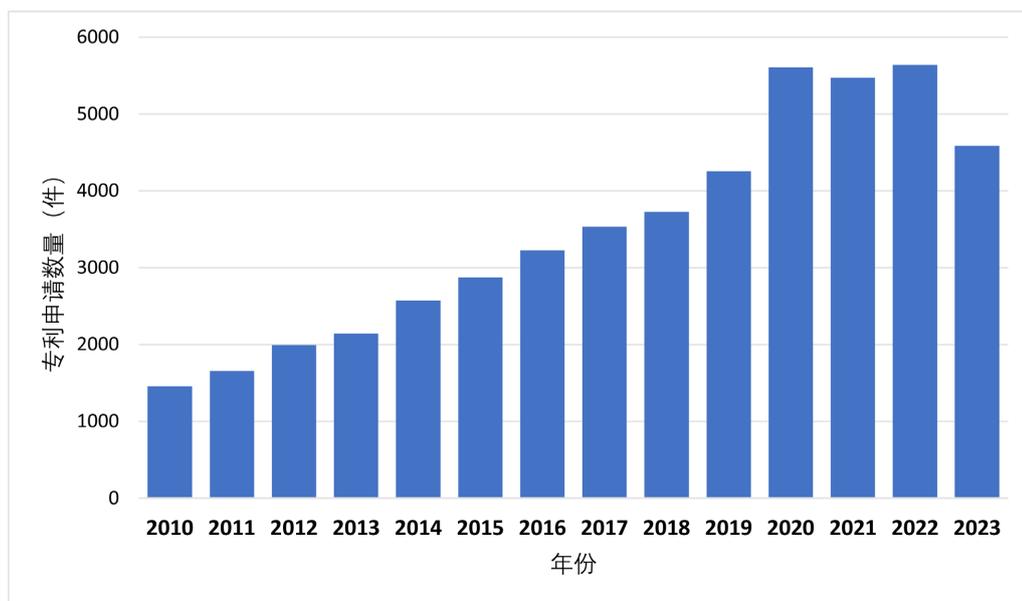


Figure 1. Filing trends of global digital-green technology patents in the ship and marine industry, 2010~2023

图 1. 2010~2023 年全球船海产业数字化绿色技术专利申请趋势

3.2. 主要申请国家

从技术来源国分布看, 2010~2023 年间, 全球船海产业数字化绿色技术专利主要来源于中国(2.4 万

件, 占 49.18%)、韩国(0.91 万件, 占 18.70%)、日本(0.37 万件, 占 7.61%)、美国(0.29 万件, 占 6.02%), 四个国家专利申请占比合计 81.51%。

从动态趋势看, 专利申请格局在 2016 年前后发生显著转变。此前, 韩国专利申请数量领先全球, 中国紧随其后; 2016 年后, 中国专利申请实现反超, 并迅速大幅度增长, 而韩国专利申请则呈现快速下降态势, 日本、美国专利申请则保持平稳增长, 中国专利申请量保持大幅领先至今, 仍在快速发展, 如图 2 所示。与美、日等国近年来较为平稳的申请趋势相比, 我国的专利申请量受政策影响明显, 每一次重大政策出台都能引发一次专利申请的高潮。

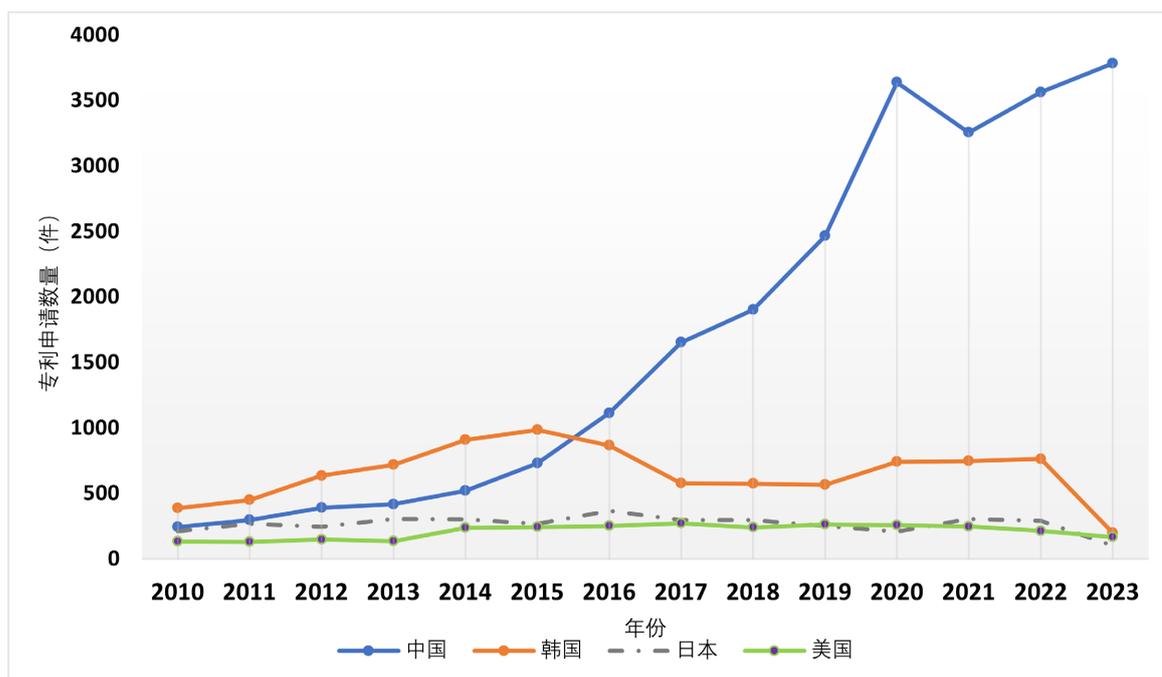


Figure 2. Patent application trends of digital-green technology in the ship and marine industry in China, South Korea, Japan, and the U.S., 2010~2023

图 2. 2010~2023 年中、韩、日、美船海产业数字化绿色技术专利申请趋势

3.3. 主要创新主体

从创新主体来看, 2010~2023 年, 全球船海产业数字化绿色技术专利申请量排名前 20 的申请人中, 其中企业 13 家, 分别来自中国(7 家)、韩国(3 家)、日本(3 家); 高等院校 7 所, 全部来自中国。从排名来看, 韩国三大造船集团韩华海洋(原大宇造船)、三星重工、HD 现代以绝对优势稳居在前三位, 中国船舶位列第四, 日本三菱重工居于第五位; 中国高等院校为浙江海洋大学(排名第七)、武汉理工大学(排名第九)、江苏科技大学、哈尔滨工程大学(并列第十一)、上海交通大学(排名第十五)、中国海洋大学(排名第十七)、河海大学(排名第十九), 如图 3 所示。

3.4. 技术领域分布

从国际专利分类(IPC)来看, 2010~2023 年间, 全球船海产业数字化绿色技术专利 IPC 技术分类号(大组)排名前 10 的技术领域分别为 B63B35、E02B15、B63H21、B63B1、B63B25、F03B13、F03D13、B63B21、C02F1、H02S20。由于专利可以拥有多个专利号, 因此一件专利可能涉及多个技术领域的交叉融合。水面清洁环保型船舶(浮式结构)及相关技术、节能减阻装置、低碳高效船用推进装置及方法、水域环境监测

装置、可再生能源存储利用的船舶装置、海上风力发电平台设备技术、与绿色低碳技术相适应的船用系泊装备技术、水污染处理装置技术、光伏发电相关装置技术领域是当前船海领域“数绿融合”技术的重要领域。

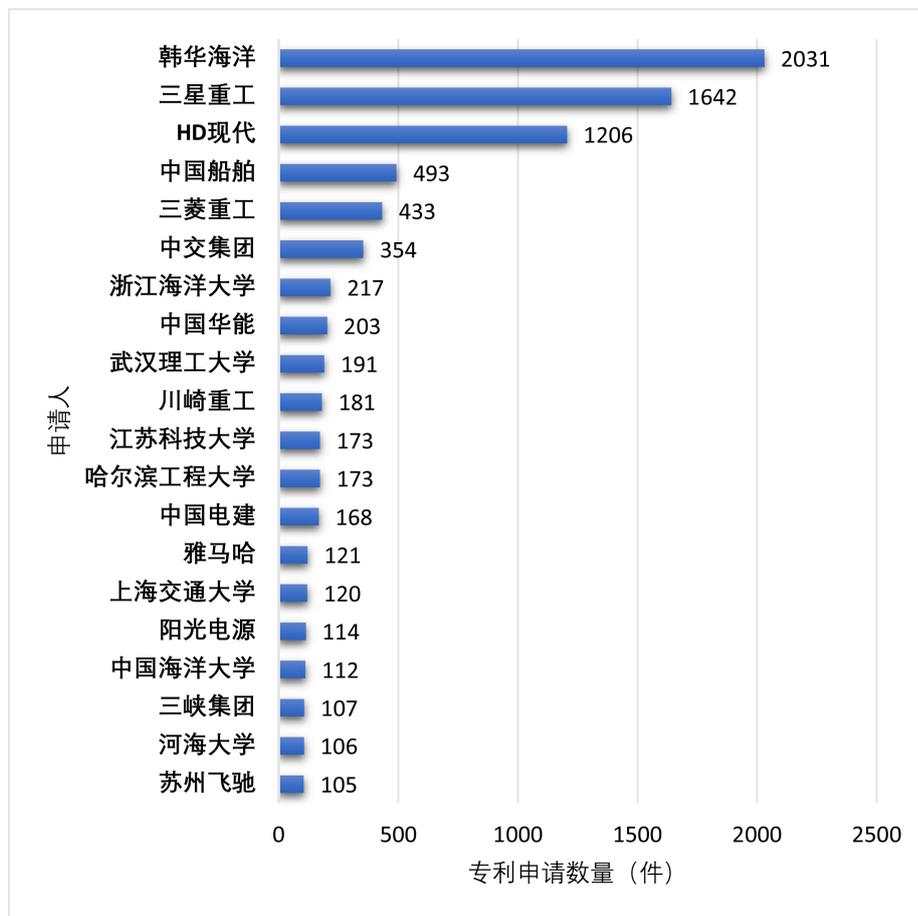


Figure 3. Top 20 applicants of global digital-green technology patents in the ship and marine industry (by number of patent applications)

图 3. 全球船海产业数字化绿色技术申请人情况(专利申请量排名前 20)

4. 我国船海产业数字化绿色技术专利分析

4.1. 申请趋势

2010~2023 年,我国船海产业数字化绿色技术专利申请总量约 2.4 万件,截至统计时,有效专利总量约 1.1 万件,总体专利有效率约为 46%。从专利申请量增长趋势来看,2010~2015 年间,我国专利申请保持缓慢增长,自 2016 年开始专利申请量呈加速增长趋势,年均申请量突破千件;2020 年申请量达到阶段峰值 3620 件,2021 年略有下降后持续增长,2023 年申请量已攀升至 3757 件,如图 4 所示。

4.2. 主要区域分布

从空间布局看,我国船海产业数字化绿色技术创新活动呈现显著的集聚特征。2010~2023 年专利申请量排名前十的省市依次为:江苏(3783 件)、广东(2556 件)、浙江(2553 件)、山东(2387 件)、上海(1664 件)、湖北(1301 件)、北京(1142 件)、安徽(1071 件)、天津(786 件)和福建(784 件)。上述省份的专利申请

量合计占总量的 77.17%，构成了我国船海“数绿融合”技术创新的核心区域。

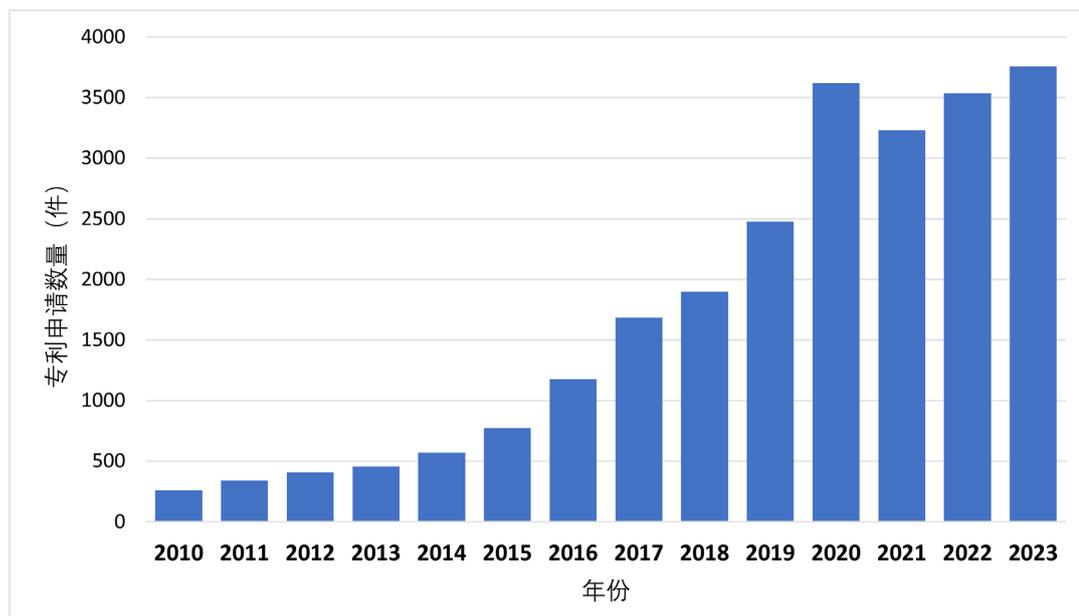


Figure 4. Filing trends of digital-green technology patents in China's ship and marine industry, 2010~2023

图 4. 2010~2023 年我国船海产业数字化绿色技术专利申请趋势

4.3. 主要创新主体

从创新主体类型分布分析，企业是专利申请的绝对主力，占比 60.31%；高校次之，占比 20.54%；个人与科研院所分别占比 14.80% 和 5.26%。这一结构凸显了以市场需求为导向的创新特征。

进一步考察头部创新主体(图 5)，在专利申请量排名前二十的机构中，高校占 14 所，研究机构占 4 家，企业仅占 2 家。浙江海洋大学、武汉理工大学、哈尔滨工程大学、江苏科技大学及中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司处于领先地位。值得注意的是，苏州飞驰环保科技股份有限公司作为企业中创新最活跃的代表，总排名第八。

在体现实质创新质量和市场控制力的专利有效量排名中，结构有所变化：前二十名中企业数量增至 7 家，高校为 11 家，研究机构为 2 家。浙江海洋大学、武汉理工大学、哈尔滨工程大学、江苏科技大学依然保持领先，苏州飞驰环保科技股份有限公司跃升至第二位，长江勘测规划设计研究有限责任公司位列第五。这反映了部分企业，尤其是专业化科技企业，在创新质量与成果转化上具有较强的竞争力。

进一步分析创新主体间的合作模式：在我国船海产业数字化绿色技术专利中，合作申请专利共计 2,305 件，占专利总量的 9.6%，表明协同创新活跃度仍有较大提升空间。其中，有高校参与的合作申请专利为 481 件，占合作申请总量的 20.9%；而在高校参与的合作申请中，校企合作专利为 286 件，占高校合作申请专利的 59.5%，占合作申请总量的 12.4%。这一结构表明，高校虽为重要的创新源泉，但其创新活动仍以独立申请为主，与企业之间的协同创新链路尚未完全打通，成果转化存在“高校强、企业接不住”的结构性断点。

5. 数字化转型驱动下船海产业绿色创新高质量发展对策

基于前述专利分析，我国船海产业“数绿融合”技术创新虽在规模上领先，但仍存在关键数字化绿色部件(如 BMS)自主化程度低、高校专利成果转化存在“结构性断点”、创新主体间协同网络松散、

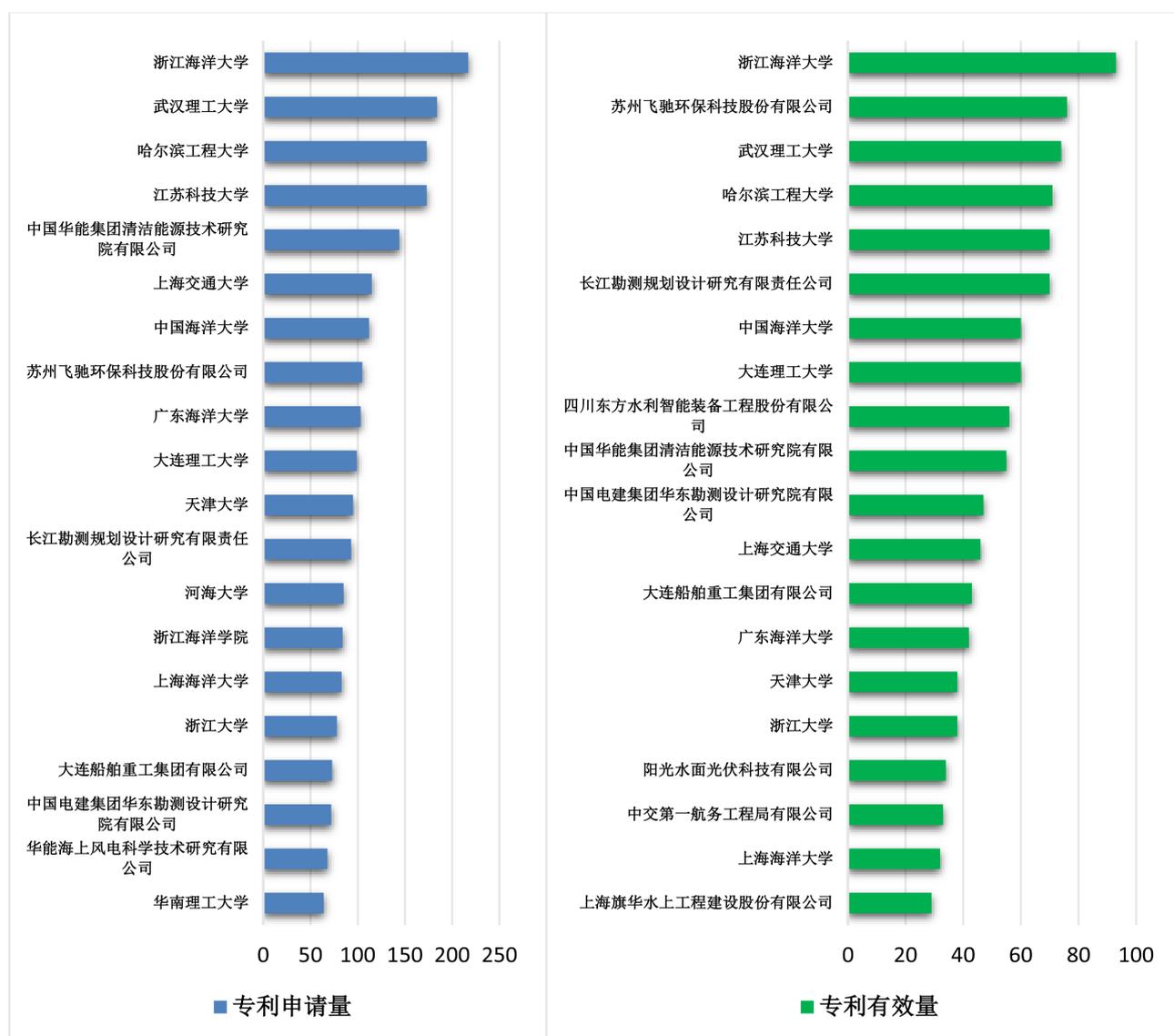


Figure 5. Application/valid patent holdings of top 20 applicants of digital-green technology patents in China's ship and marine industry
图 5. 我国船海产业数字化绿色技术专利申请人(前 20)专利申请量/有效量情况

数据驱动创新能力偏弱等深层挑战。在数字经济时代，推动产业绿色转型必须将“数字化赋能”贯穿于创新生态优化、技术链攻关、创新网络构建与成果转化的全过程。

5.1. 以数字化治理优化绿色创新生态，激活多元主体内生动力

针对创新主体分散、中小企业创新能力薄弱的问题，应利用数字化手段重塑创新治理模式，构建数据驱动、普惠高效的绿色创新环境。一是构建基于数据的跨层级政策协同与敏捷响应机制。依托产业大数据平台，实时监测绿色技术专利布局、企业创新动态与市场需求，推动产业、科技、环保、金融等政策的智能匹配与动态调整。在“长三角一体化”等区域战略中，试点建设船海绿色技术创新数字服务中心，为企业提供政策精准推送、合规性自动审查及“一站式”线上审批服务，降低制度性交易成本。二是依托平台化工具强化企业创新主体地位，构建大中小企业融通创新模式。支持链主企业牵头建设绿色工业互联网平台，开放数字孪生、仿真测试等云化工具，降低上下游配套企业，尤其是中小企业的研发门槛

与试错成本。通过平台数据共享, 建立以真实研发贡献和价值创造为导向的收益分配与协同机制, 激励中小企业深耕细分领域, 向“专精特新”方向发展。三是完善数据知识产权保护与价值化配套机制。加快探索绿色技术算法、工业数据模型等数字形态创新成果的产权界定、登记与保护制度。推广基于区块链的绿色专利存证与溯源系统, 增强交易信任。创新金融工具, 探索基于数据资产评估的绿色信贷、知识产权证券化等模式, 拓宽科技型企业融资渠道。

5.2. 聚焦“数绿融合”前沿, 打造自主可控的数字化技术链

应对关键领域技术短板, 需推动绿色技术创新与数字技术(AI、物联网、大数据)的深度融合, 并设计针对性政策工具, 加速技术攻关与产业化。一是设立“数绿融合”关键技术攻关路线图与专项计划。基于专利分析中识别出的技术热点与短板(如 B63H21/节能推进装置、B63B1/减阻设计与 BMS 等关键子系统), 制定分阶段的技术发展路线图。近期重点突破基于 AI 算法的船舶能效智能优化软件、高安全船用动力电池智能管理系统(BMS)等“卡脖子”技术。通过“揭榜挂帅”机制, 组织企业、高校组建创新联合体进行攻关。中期着力开发船舶轻量化材料与结构的数字孪生设计与验证平台、船岸协同的“风-光-氢-氨”多能互补智慧能源管控系统。长期布局全生命周期碳足迹监测与优化的智能船队管理系统、基于人工智能的新一代低碳/零碳船舶自主设计系统。二是强化以“首台套”政策为核心的市场牵引与产业化推广机制。针对自主研发的国产化 BMS、新型节能装置、智能能效管理系统等关键部件与系统, 加大首台(套)重大技术装备保险补偿和示范应用奖励力度。鼓励地方政府和大型央企、国企船东率先采购使用, 开辟“绿色通道”, 缩短产品从研发到市场的周期。三是加快构建“数绿融合”标准与认证体系。组织产学研力量, 优先制定《船用动力电池系统数字化管理(BMS)接口与安全标准》《船舶智能能效监测与数据验证指南》等行业与国家标准。建立与国际接轨的数字化绿色技术认证中心, 对符合标准的产品和解决方案进行权威认证, 降低市场信任成本, 助力国产技术走向国际。四是建设面向关键技术的公共数据平台与仿真测试环境。由政府主导或资助, 建设船海绿色技术工业数据库、典型船型与航线的数字孪生测试基阵、关键部件(如燃料电池、BMS)的数字化性能对标平台。将这些公共资源向全社会, 尤其是中小企业开放, 降低其研发门槛, 促进技术迭代和协同创新。

5.3. 构建开放协同的数字创新网络, 提升全球资源配置能力

为突破创新孤岛, 需构建线上线下结合、国内外联动的开放式数字创新网络。一是打造虚实结合的产业创新共同体。支持建设船海产业绿色技术创新联盟数字平台, 汇聚高校、科研院所、企业及金融机构, 在线发布需求、共享资源、组织“揭榜挂帅”。推动建立跨区域的“虚拟产业集群”, 通过数字孪生、AR 远程协同等技术, 实现异地设计、协同制造与运维服务。二是建设全国统一绿色技术专利数据与成果交易平台。整合全球船海绿色专利数据, 提供多维度的竞争情报分析服务。探索基于区块链的跨境绿色技术知识产权交易与许可模式, 便利我国企业引进消化吸收再创新, 同时推动自主技术“走出去”。三是深化国际数字化研发合作。积极参与国际海事组织(IMO)等框架下的数字化与绿色低碳标准制定。鼓励国内创新主体通过线上平台, 与国际顶尖团队开展联合虚拟研发, 融入全球绿色技术创新网络, 提升国际话语权。

5.4. 打通高校专利转化堵点, 构建“研-用-转”一体化的数字协同体系

针对专利分析中揭示的高校专利转化率低、校企合作深度不足等问题, 需构建以数字化平台为支撑、以机制创新为动力的成果转化体系, 推动创新链与产业链深度融合。一是构建高校专利产业化成熟度(TRL)数字化评估与撮合平台。由行业主管部门牵头, 整合产业需求数据、专利数据与企业创新数据, 开发智能评估模型, 对高校绿色技术专利进行自动化 TRL 评级、技术优势分析与潜在应用场景匹配。通过

平台向产业链企业定向推送高匹配度专利包, 并提供在线技术路演、虚拟中试仿真等配套服务, 降低企业技术搜寻与评估成本。二是推行“项目立项-知识产权-成果转化”一体化管理的校企协同机制。在省级及以上船海绿色技术科研项目指南中, 明确要求申报项目须有企业作为合作单位或成果承接方。在项目任务书中设置知识产权与成果转化专章, 约定专利归属、许可使用方式及收益分配比例。探索“企业出题、高校揭榜、联合研发、共享产权”的“悬赏制”研发模式, 提升研发活动的产业导向性。三是建设区域共享的船海绿色技术数字孪生中试平台与转化基金。在长三角、粤港澳等产业集聚区, 依托重点高校或科研院所, 建设“虚拟-实体”结合的绿色技术中试共享平台。平台集成数字孪生仿真、半实物测试与小批量试制能力, 向高校团队开放使用。配套设立“绿色技术中试转化专项基金”, 对通过平台评估的项目给予资助, 破解中试阶段的“死亡之谷”困境。四是完善面向高校科研人员的转化激励与考核评价体系。推动高校将专利转化成效纳入教师职称评定、绩效考核与团队评价体系, 提高转化收益分配至研发人员的比例。鼓励高校设立“技术转移专员”岗位, 依托数字化平台开展专业化运营, 提升转化服务能力。

基金项目

江苏高校哲学社会科学研究一般项目(2024SJYB1611); 教育部人文社会科学研究青年基金项目(24YJCZH279)。

参考文献

- [1] 绿色低碳技术专利统计分析项目组. 全球绿色低碳技术专利统计分析报告(2023) [R]. 北京: 国家知识产权局战略规划司, 2023.
- [2] 宋扬, 潘云涛, 赵筱媛. 基于专利分析的通信制造业上市公司技术竞争力评价研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(11): 85-92.
- [3] 蔡艺生, 靳文婷. 基于专利分析的中美车用锂离子电池技术创新发展比较研究[J]. 储能科学与技术, 2025, 14(10): 4043-4053.
- [4] 余丽, 盛莹婕, 许景龙, 隋秀峰. 专利分析视角下我国集成电路产业“卡脖子”问题研究[J]. 数据与计算发展前沿, 2021, 3(5): 40-54.
- [5] 宋余庆, 李艳, 陆介平, 等. 镇江船舶与海洋工程装备产业专利分析——基于生态位理论[J]. 情报杂志, 2016, 35(4): 105-111.
- [6] Sun, M., Tong, T., Jiang, M. and Zhu, J.X. (2024) Innovation Trends and Evolutionary Paths of Green Fuel Technologies in Maritime Field: A Global Patent Review. *International Journal of Hydrogen Energy*, **71**, 528-540. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.05.260>
- [7] 张春芳, 袁银池, 陆娇. 基于专利情报的替代燃料动力船舶产业全球竞争态势分析[J]. 中国发明与专利, 2024, 21(9): 34-43.
- [8] 盛永祥, 仲丽兰, 吴洁. 基于专利分析的 FPSO 船型结构技术发展态势研究[J]. 舰船科学技术, 2023, 45(3): 1-5.
- [9] 戚湧, 郭青, 李朝翠, 等. 专利视角下船用推进设备关键技术全球竞争态势研究[J]. 中国发明与专利, 2022, 19(3): 53-59.
- [10] 郑洁, 柳存根, 林忠钦. 绿色船舶低碳发展趋势与应对策略[J]. 中国工程科学, 2020, 22(6): 94-102.
- [11] 胡神松, 刘林勇. 船舶自主航行关键技术研发态势专利分析与对策研究[J]. 中国水运, 2022(1): 31-33.