智能船舶及智能航运发展的初步思考

**高惠君 研究员**

(交通运输部水运科学研究院)

[ghj@wti.ac.cn](mailto:ghj@wti.ac.cn)

**摘要：**本文阐述了智能船舶和智能航运的概念及其相关影响，介绍了国内外有关技术研发情况，分析并提出随着人工智能技术和无人船的发展，传统航运模式将发生巨大变化，智能航运将发展成为新业态，最后简要提出了发展建议。

## 一、智能船舶技术与发展分析

1、智能船舶关键技术

智能船舶是指利用传感器、通信、物联网、互联网等技术手段，自动感知和获得船舶自身、航运环境、物流、港口等方面的信息和数据，并基于人工智能技术、计算机技术、自动控制技术和大数据处理和分析技术，在船舶航行、管理、维护保养、货物运输等方面实现智能化运行的船舶。智能船舶将更加安全、环保、经济和可靠。

智能船舶主要包含四方面的关键技术：

（1）船舶智能感知技术

包括船舶外部信息与船舶内部信息的智能感知和获取。其中，外部信息主要包括航行水域风浪流基本参数、碍航物情况、其他船只等；内部信息主要指船舶在设计、建造、航行过程中的船体状态、机舱状态、货物状态、能效状态、以及船上设备的参数、振动、噪声、腐蚀、疲劳等。

（2）船舶智能决策技术

利用计算机技术、控制技术等对获取的外部信息和内部信息进行分析和处理，做出智能决策，以实现船舶的航线优化、风险预警、智能避碰、能效管理、自主气象导航、航海信息的智能处理等。

（3）船舶智能执行技术

船舶上各种设施设备、仪器仪表等对于智能决策过程中所发出指令的充分理解和执行，并可将智能执行结果反馈给智能决策中心。

（4）船岸协同支持技术

智能船舶将智能感知、智能决策、智能执行过程中的全部信息、数据通过船岸协同支持系统实时传输至岸上，使岸端人员可以进行实时在线监控以了解船舶的航行状态并做出合理的必要反应。

2、智能船舶发展阶段

（1）关键技术逐渐成熟

从目前来看，国内外对于无人船的概念认识和发展方向都日趋成熟和统一，欧美发达国家以及中日韩等国都在积极研发无人船的各项关键技术，以抢占市场先机及技术制高点。因此现阶段属于无人船发展的初级阶段，预期将要历经3-5年或更长。

在这段时期内，无人船的发展将主要集中在技术的突破、法律法规的逐步建立、船岸智能一体化的建立以及相关操作人员的技能培训上。通过一系列的研究、模拟、试验，使有人船逐渐具备智能化功能，并研发出技术成熟的无人船。

（2）有人船与无人船共存

当研究进行到一定阶段，实现了无人船的各项关键技术逐步成熟、相关法律法规标准规范逐步建立、船岸智能一体化逐步建立、相关操作人员技能培训逐步到位的基础上，国外和国内在智能航运领域的领头企业将率先建造一批无人船，在沿海和国际航线上进行货物运输的商业营运，形成有人船和无人船的共存。

这个阶段我们可称之为“过渡阶段”，无人船的数量占比可能会很小，它的主要作用是在智能航运领域形成示范引领，在实际的运营过程中进一步优化船舶、港口、航道的智能性技术，完善相关法规标准，使无人船的发展环境逐步成熟和专业。过渡阶段的时间预期为20-30年或更长。

（3）货船无人化为主

经过了初级阶段的技术研发以及过渡阶段的调整优化，无人船将真正进入大发展阶段，我们称之为“高级阶段”。在这个阶段，智能航运体系已基本实现，船岸智能一体化已在全球大多数港口及其航运企业得到应用，无人船的发展理念、技术成熟度和法规标准体系的建立已经允许其得到大范围的推广应用。多数有人货船将被无人货船所取代，无人货船将成为承担海上货物运输的主体。

## 二、智能航运概念及构成

随着人工智能技术和无人船的发展，传统航运模式将发生巨大变化，现存的船东、航运经营人、货代等商业模式和航行保障、引航、海上人命救助、码头靠离泊管理、边检卫检等航运服务和监管模式及法规标准都将变革和调整，并发展成为智能航运的新业态。

智能航运就是利用现代信息、通信、导航、感知、控制、人工智能等技术手段，解决船舶智能化、港口智能化、航行保障智能化、监管智能化和服务智能化过程中存在的技术和政策法律法规问题，形成具有智能特征的现代航运服务业。

智能航运的基本组成包括智能船舶、智能航保、智能港口、智能监管和智能服务等五大要素。

## 1、智能船舶

智能船舶从技术等级上来看可以分为三个阶段：

初级智能船舶。仅实现船舶的辅助决策功能，即通过对全船各舱室、设备、仪表等的数据化、信息化和系统集成，使机器可以对感知的信息自行分析并给出有效和最优选择，为人类提供辅助决策。

中级智能船舶。实现船舶的部分自主操作及远程遥控，即机器不仅可以感知信息作出辅助决策，还可以进行部分行为的自主执行。执行范围可由人类事先输入，机器仅执行人类允许的行为或在自动执行前通知人类。

高级智能船舶。实现船舶的完全自主操作，机器实现自主执行并自主判断是否告知人类。

## 2、智能航保

智能航行保障体系的核心要素包括岸基系统、船岸通信、导航定位、信息服务以及数据标准。

船岸通信是提供所有信息交换和共享的通道。智能船舶航行需要大量船岸、船船间的数据交换，要求更快的数据通信带宽以及更高效方便的数据通信技术。导航定位为所有其他技术要素和系统核心提供基本位置信息、动态变化信息和统一的参考时间尺度。数据模型包括数据交换标准协议和数据结构模型，它集成所有海上相关信息，按照统一的业务模型和数据进行传输，搭建完整的信息服务体系，满足用户需要的服务和应用业务。

3、智能港口

智能港口是以智能化基础设施设备为基础，以云计算、大数据、物联网、移动互联网等新一代信息技术与港口运输业务深度融合为核心，实现资源要素在船舶和港口的无缝衔接和各功能模块的协同联动，具有港口设施与装备智能化、港口生产运营智能化、港口管理客观智慧化、港口服务敏捷柔性化等主要特征的现代化港口形态。

根据技术先进性和与智能航运关联程度，智能港口可分为初级智能化港口和高级智能化港口。

初级智能港口：针对集装箱、大宗散杂货等工艺流程规范的码头，实现的港口自动化和信息化，港口装备根据预先人为设定的控制流程完成作业的层面并实现辅助决策优化。

高级智能港口：将云计算、大数据、物联网、移动互联网、智能化等新一代信息技术与港口装卸运输业务深度融合，实现港口生产的全面智能化，实现港口的自主生产。

4、智能监管

随着船舶和港口的智能化发展，航运监管必须进行变革和进步，在船舶检验、安全监管、卫生防疫、边检商检等各环节实现智能监管，促进信息的整合和共享，实现单一窗口，用信息化、智能化手段全面打造航运监管的新格局，开发利用监管资源，提高质量和效能。

5、智能服务

通过开放的、标准统一的、基于多维信息资源的航运综合信息服务系统，实现智能化的航运调度和航运服务。通过交换共享数据资源，实现航道、港口、船舶、物流、引航、救助、航运管理、航运市场、公共服务等各种智能信息服务；实现航运各参与方信息的发布、交换与共享；集成各类航运业务应用系统，处理和交换相关数据、信息，为航运各参与方提供政务服务、商务服务和公共信息服务等。

## 三、国内外发展情况

### 1、国际海事组织相关动态

美国、挪威、丹麦等9个IMO成员国向海上安全委员会提交在无人船领域确定立法范围的提案后，国际海事组织在2017年6月召开的海上安全委员会第98届会议上将自动驾驶船舶(Autonomous Ships)问题列入议程。会议呼吁航运界、相关科研院所和机构，尽早投入海上自主航行船舶(MASS)的相关研究中，研发不同级别智能化或自动化船舶，首先在港区作业的短程干货运输、小型特种作业船舶实现半自动化甚至全自动化操作，然后考虑远程货物运输的自动化。会议还确定未来两届海安会议程中将重点研究海上自主航行船舶对现行海事公约标准规范和相关法律的影响，号召各国及时提交相关预案。同时，国际海事组织表示预计在2020年前，法规不会允许无人驾驶船舶被投放下水航行，也不会出台无人船立法。

智能航运的发展依赖于技术和产业资源的聚集，标准化起到粘合和润滑的关键作用。2016年9月，国际标准化组织船舶与海洋技术委员会（ISO/TC8）决议成立“智能航运”工作组（WG10）,工作范畴为：与造船、船舶和海洋技术装备运营有关的计算机应用（包括大数据处理、物联网、传感器等）方面的国际标准化。并且在工作组第一次会议上明确了主要的工作任务：梳理利益相关方需求；梳理已有智能航运相关标准和潜在标准需求；跟踪技术发展动态；跟踪IMO立法动态，适时考虑编写提案。

## 2、国外主要国家发展情况

英国政府部门发布了无人船入级指导文件，企业在该文件的指导和规范下发布开发计划并与相关部门结成战略合作伙伴关系，共同开展无人船研究。

芬兰和瑞典政府在智能航运无人船领域态度都很积极，除了开展政策法规层面的论证之外，均积极支持研发机构开展工程实践。芬兰国家技术创新局于2016年推出“新商业生态系统”，汇聚自主技术领先者以及信息与通信技术(ICT)行业中的新创公司，研发自主航运解决方案。具体项目有芬兰的ONE SEA和瑞典的STM专项。今年8月，全球首个与无人驾驶航运项目相关的测试区域在芬兰正式运营，对于任何希望测试无人驾驶海上运输船舶或者相关技术都可提供服务。测试区位于芬兰西部海岸埃乌拉约基市，由DIMECC公司控制和管理。

欧盟启动了为期3年的海上智能无人导航网络（MUNIN）项目，从技术、经济和法律三个方面，对在公海上运行一艘无人驾驶商用船舶的可行性进行评估。目前欧洲至少有两个海事机构在研究修改相关法规。今年6月，罗尔斯罗伊斯公司与马士基集团旗下拖轮公司Svitzer共同宣布在丹麦哥本哈根港成功完成了全球首次商船远程操作，由该船船长在Svitzer公司总部的远程操作基地进行了靠泊、离泊、360°旋转、驾驶等一系列的操纵。

韩国政府非常重视智能船舶的发展，将其作为韩国造船业走出困境，提高自身竞争力的战略手段。以现代重工、大宇造船海洋和三星重工为首3大船厂在船舶智能化和建造技术智能化方面都有一些具体的实施方案和规划。韩国无人船研发项目由韩国电子通信研究院（ETRI）主导，采用产学研合作的方式。将开发一个“通用联合平台”技术项目，发展对于无人机、无人驾驶汽车和无人驾驶船舶至关重要的通用技术。韩国的智能船舶主要是由造船厂主导，研究重点在于利用岸基资源，对船上的数据进行采集、分析和评估。

日本国土交通部发布名为“i-Shipping” 的相关政策，将物联网、大数据技术运用到船舶运营和维修中。2014年日本启动“智能船舶应用平台项目”(SSAP)，旨在建立船舶及岸上获取船舶设备数据的标准化方法。在开展项目研究的同时，不断推进智能船舶关键技术或设备的国际标准化。日本邮轮公司和商船三井航运公司（MOL）两家公司宣布研究无人船的相关技术。

澳大利亚必和必拓公司欲打造“无人”散货船船队，将用于运输铁矿石和煤炭等各类矿产。挪威Yara International和Kongsberg Maritime公司正在共同创建世界上第一台无人驾驶全电动零排放的货船——“Yara Birkeland”号。

3、我国发展情况

（1）政府支持

国务院于2015年5月发布了《中国制造2025》，海洋工程装备与高技术船舶制造是十大重点领域之一，船舶智能化成为重要内容。

科技部和交通运输部于2017年5月联合印发了《“十三五”交通领域科技创新专项规划》，提出重点发展智能船舶关键技术、船舶智能化管理技术等。

CCS于2015年发布了全球第一份《智能船舶规范》，由智能航行，智能船体，智能机舱，智能能效管理，智能货物管理和智能集成平台六大功能组成，对智能船舶应具备的各项功能提出了具体要求。

工信部于2016年组织开展了“智能船舶顶层设计及部分智能系统示范应用”和“智能船舶1.0”科研项目。示范船涵盖超大型集装箱船、超大型矿砂船、超大型原油船三大主力船型，目前项目已进入设计建造阶段。

（2）业界行动

目前国内多家科研机构、航运企业和高校都在进行智能船舶研发，包括深入研究智能船相关技术体系，明确智能船设计方案，进行相关智能功能的研究开发，并实现实船应用。

今年3月，海航科技集团与CCS联合国内外六家单位发起成立“无人货物运输船开发联盟”，力争在2021年交付首艘无人货物运输船。

今年6月，青岛智慧航海科技有限公司与交通运输部水运科学研究院联合建立了智慧航海研发中心和研发基地，正在组织可以无人驾驶的300箱集装箱船建造设计，也拟建设无人船远程控制中心。

今年7月，中国船舶工业集团、大连海事大学、中国船级社（CCS）、交通运输部水运科学研究院四家单位成立“无人船技术与系统联合重点实验室”，将开展无人船舶研发、建造、运营关键技术、系统和装备研究，力争“十三五”期间建设成为国内领先的协同创新平台。

[中国船舶](http://stockpage.10jqka.com.cn/600150/)工业集团黎明项目38800DWT智能示范船“i—DOLPHIN”计划在今年年底交付，该船为国内首艘智能示范船，能实现机舱辅助决策、船舶健康管理等功能。

中国远洋海运承担工信部“智能船舶顶层设计及部分智能系统示范应用”项目，示范船为13500TEU集装箱船；招商轮船承担工信部 “智能船舶1.0专项”项目，示范船为30万吨VLCC和40万吨VLOC。

今年4月，大连因泰集团发起智能船舶军民融合项目，拟在京杭运河建造一艘无人概念货船。

（3）发展评价

总体来看我国对于智能船舶的研究尚处于初级阶段，政府持积极支持肯定的态度，但是目前仅限于宏观支持层面，还没有形成体系化的发展思路和模式。企业和科研机构参与的积极性也很高，都在积极进行技术研发，力求抢占技术和市场的先机，但是目前市场上还没有出现相关的技术成果。相关管理部门还没有开展有关无人船和智能航运的法规标准体系研究。

## 四、发展建议

1、建议政府发布鼓励和支持智能船舶和智能航运发展的政策意见，制定我国发展智能航运中长期发展行动计划，明确发展目标、主要任务和保障措施。

2、组织智能船舶、智能航保、智能港口、智能监管、智能服务等智能航运关键技术研发，加强智能航运网络信息安全技术研发，在国家重点研发计划的“人工智能”、“智能机器人”、“综合交通与智慧交通”、“海洋环境安全保障”、“高新技术船舶”等科技专项中予以支持。

3、持续提升船舶及其重大装备设计与建（制）造、港口、航道及相关装备设施设计与建（制）造、智能航运仪器设备设计与制造能力。

4、编制智能航运法规标准体系，研究制定与无人船相关的法律法规，研究制定智能航运技术标准规范，加强国际公约标准规范制定。

5、研究设立智能航运实验航区，支持智能航运项目在特定区域得到快速发展。

6、加强智能航运人才培养。