

ICS 03.220.40;13.200

R 22

团 体 标 准

T/CIN 016—2023

船岸协同智能航行系统构建指南

Guidelines on construction for autonomous navigation system
based on ship-shore coordination

2023-08-30 发布

2023 -11-30 实施

中国航海学会 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、缩略语.....	1
4 船岸协同智能航行系统构建原则.....	2
5 船岸协同智能航行系统构建框架.....	2
6 船岸协同智能航行系统组成.....	3

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部水运科学研究所、中国船舶工业系统工程研究院、青岛海事局、青岛航运发展研究院、智慧航海（青岛）科技有限公司。

本文件主要起草人：张宝晨、耿雄飞、文捷、李亚斌、洛佳男、于巧婵、周丹、龚龔、李春旭、张可、何晓、姜海鹰、刘东航、刘波、隋立本、王磊、朱慎超。

船岸协同智能航行系统构建指南

1 范围

本文件规定了船岸协同智能航行系统构建原则、系统总体组成和系统功能。
本文件适用于船岸协同智能航行系统的规划、设计、建设、运行和管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/CIN003-2021 船舶智能航行系统等级划分与技术水平评定

T/CIN004-2021 船舶智能航行交通安全风险评估指南 通则

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

T/CIN003-2021 和 T/CIN004-2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

船岸协同 ship-shore coordination

船舶和岸上机构、设施之间通过信息交互、行为匹配、结构互补、能力互济，使其智能航行系统整体功能、效率、安全性和经济性达到或接近最优的技术实现方式。

3.1.2

智能航行船舶 autonomous navigation ship

加载了智能航行系统的船舶，具有智能船的部分或者全部功能。

3.1.3

智能航行支持保障系统 autonomous navigation support system

利用各类技术为船舶航行提供技术支撑、服务和保障，具有为船舶智能航行提交决策支撑的智能航行服务保障机构、设施和服务保障内容与流程的系统。

3.1.4

智能航行治理系统 autonomous navigation management system

以法律法规、规范标准和政策为依据，通过治理手段和措施对智能航行船舶、船员、船东等治

理对象进行治理的系统。

3.2 缩略语

AIS——船舶自动识别系统 (Automatic Identification System)

VTS——船舶交通服务/系统 (Vessel Traffic Service)

VDES——甚高频数据交换系统(VHF Data Exchange System)

4 船岸协同智能航行系统构建原则

智能航行系统构建应坚持安全可信、经济高效、方便便捷和引领发展四原则，具体为：

4.1 安全可信

安全可信原则主要包括：

- a) 船岸协同智能航行船舶应具有较高的鲁棒性及抗干扰性，具有足够的容错能力。
- b) 智能航行行为应可信赖、可追溯、可审核、可监督。
- c) 智能航行治理系统应适应智能航行技术特点并充分保障人工驾驶船舶的优先权。

4.2 经济高效

经济高效原则主要包括：

a) 船岸协同智能航行系统应在确保船舶航行安全和系统运行安全的前提下，统筹协调智能航行船舶、智能航行支持保障系统和智能航行治理系统的功能定位、作用发挥和相互之间的相容互补，尽量避免船端智能航行设备过度配置。

b) 船岸协同智能航行系统在系统配置方面应宜船则船、宜岸则岸，追求系统总体投入最低、功能最强、效率最高和船岸协同效果最佳。

4.3 方便便捷

方便便捷原则主要包括：

a) 船岸协同智能航行系统构建应采用标准化的设计，使得各种设备、组件和数据格式能够相互兼容，从而降低系统成本和维护难度。

b) 船岸协同智能航行系统应具备易于维护和升级的特点，方便用户进行系统的维护和升级，从而降低系统的运营成本。

c) 船岸协同智能航行系统应支持灵活的部署方式，可以在不同的硬件和网络环境下运行，从而满足不同的用户需求。

4.4 引领发展

引领发展原则主要包括：

a) 船岸协同智能航行系统构建应着眼于推动航运业转型升级和业态再造，具有引领性和创造性。

b) 船岸协同智能航行系统构建应使用前瞻性、先进性的理论、方法、技术和工具，逐步提升群体感知、知识发现和智能决策等关键环节的技术能力。

c) 船岸协同智能航行系统构建应加强对关键领域和核心技术的知识产权保护，促进行业生态良性发展。

5 船岸协同智能航行系统构建框架

船岸协同智能航行系统由智能航行船舶、智能航行支持保障系统和智能航行治理系统三大部分构成，覆盖“人、机、管、环、信”五要素，“物理、规则、信息”三空间，“内河、沿海、远洋”三区域，“港外航行、进出港、靠离泊”三场景和“辅助、遥控、自主”三驾驶模式。该系统架构仅作参考和建议。

系统总体架构如图1所示。

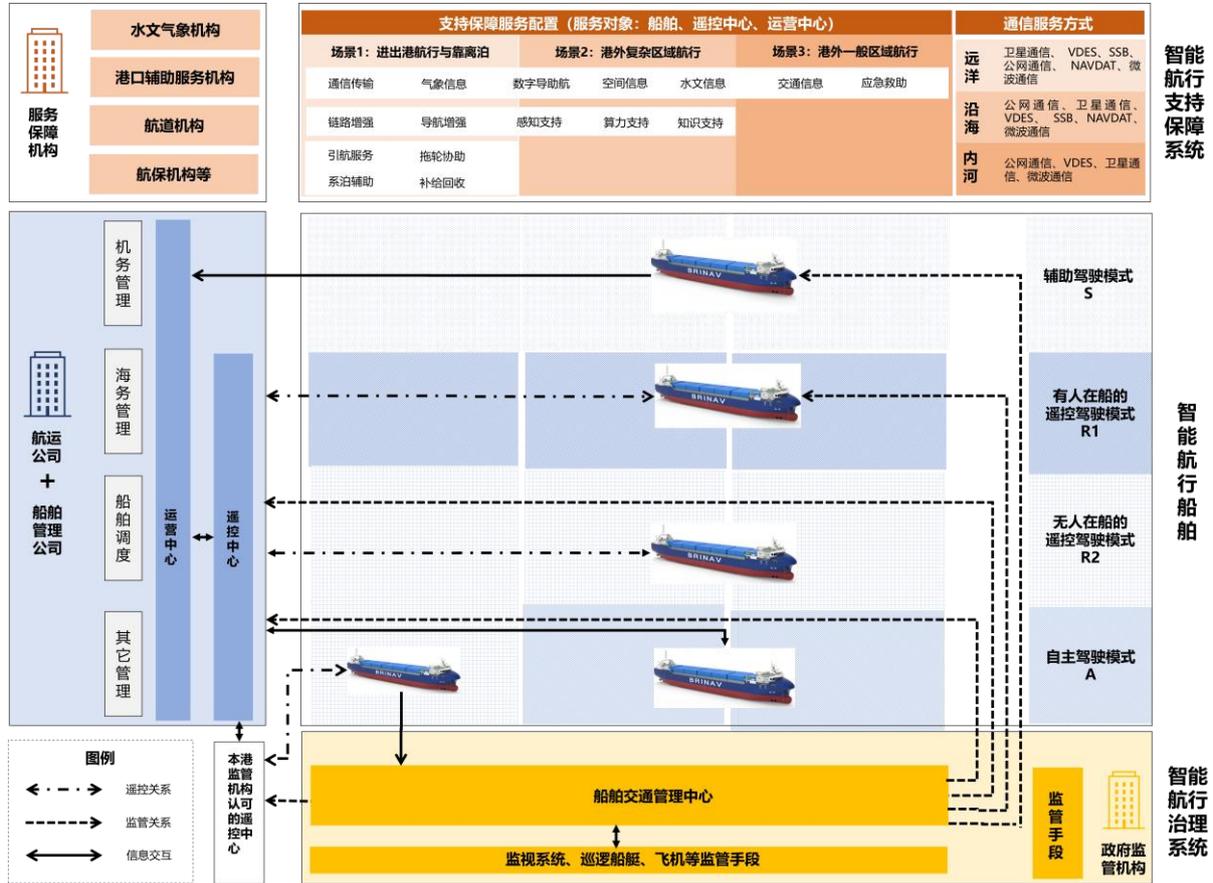


图 1 船岸协同智能航行系统架构

6 船岸协同智能航行系统组成

6.1 智能航行船舶

6.1.1 船舶智能航行系统具有辅助驾驶、遥控驾驶（含岸基遥控中心）、自动驾驶（包含自动靠离泊）等一种或多种功能的集合。

6.1.2 智能航行系统通过船舶与遥控中心协同，信息交互的方式使其达到或接近最优状态。遥控中心是船岸协同智能航行系统的重要构成要素，是系统正常运行的重要支撑和保障。

6.1.3 船舶智能航行系统一般包括信息通信、航行环境和态势感知、综合认知、航行决策、航行控制等子系统，如图 2 所示。

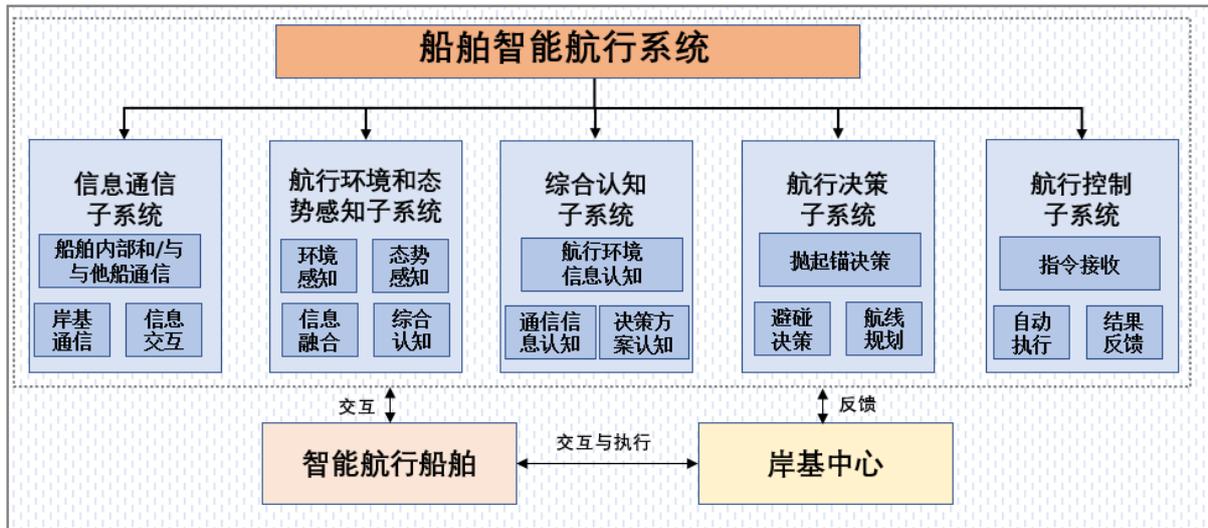


图 2 智能航行系统构成

智能航行系统各子系统具体为：

a) 信息通信子系统：依托通信、计算机、电信以及必要的软件、存储和视听系统的技术集成与整合，通过有线通信、无线通信、卫星通信以及其他通信网络，实现信息采集、访问、检索、存储、传输、共享或交换的信息平台。

b) 航行环境和态势感知子系统：通过各类雷达、全景视觉及三维重构数字场景等新技术的高度融合及多媒体技术的应用，提高船舶航行环境态势的智能感知能力，用于解决船舶航行环境探测、感知乃至认知问题。

c) 综合认知子系统：通过对航行环境、航行决策、航行控制等的反映和理解并有机聚合在一起的功能，服务于智能航行的子系统。

d) 航行决策子系统：对航行中船舶，根据其感知航行环境、航行会遇态势等做出反应，形成决策方案并传达相应信息的子系统。旨在避免发生船舶碰撞、搁浅等事故，保障船舶航行安全。

e) 航行控制子系统：对感知设备采集分析的数据以及给出的决策方案，通过输出端口进行相应的设备控制，实现对航行船舶的运动方向、速度及姿态等的控制。

6.1.4 信息通信子系统应具有船舶内部和/与他船舶（包括其他智能船）、岸基通信及信息交互的功能。通信手段可包括有线通信、4G/5G、AIS、VDES、微波、卫星通信等方式中的部分或全部。

6.1.5 航行环境与态势感知子系统应具有环境感知、态势感知、信息融合、综合认知等功能。对外感知手段宜包括声光电等。各项功能宜满足系列要求：

a) 环境感知：通过摄像头、雷达以及各类传感器等设备获取航行环境信息，并对获取数据进行分析处理，以便用于做出相应的反应和决策。

b) 态势感知：旨在通过在智能航行环境中对能够引起航行态势发生变化的安全要素进行获取、理解、显现以及趋势预测，用于进一步的决策与行动。

c) 信息融合：对多源数据进行检测、结合、相关、估计和组合以达到精确的状态估计和身份估计，以及对态势和威胁及其重要程度进行全面及时评估的信息处理过程。

6.1.6 综合认知子系统应具备对内部感知和外部感知获取的船舶信息、环境信息等综合处理的功能。

6.1.7 航行决策子系统宜具有航线规划、避碰决策和抛起锚决策等功能，具体如下：

a) 航线规划：充分考虑通航环境、航行任务、吃水情况、货物特点和船期信息等因素，在保证人、船、货和环境安全的条件下，智能设计和实时选择或推荐合理航线，使航行路径相应指标（如航程、资源消耗量、时间等）或综合指标实现最优化。

b) 避碰决策：依据感知信息和避碰规则，通过各类算法对周边环境中的动静态物标所做出的航行行为决策。

c) 抛起锚决策：在船舶作业、锚泊等场景通过人工或智能决策实现抛起锚过程。在智能航行系统中其实现方式可以通过人工现场操作、遥控操作和自主操作的一种或多种。

6.1.8 航行控制子系统应具有决策指令接收、自动执行、结果反馈等功能。各项功能宜满足系列要求：

a) 决策指令接收：智能航行系统具有接收船舶或者岸端等生成决策指令信息的过程。

b) 自动执行：对于智能航行系统生成的改向、变速及调整姿态等决策方案自主执行和完成。

c) 结果反馈：将航行控制子系统在执行决策方案后的效果反馈给智能航行船舶，用于决策控制方案优化调整。

6.2 智能航行支持保障系统

6.2.1 智能航行支持保障系统宜包括无线通信、信息网络、数字导航、交通信息、水文气象、空间信息、感知增强等公共服务功能，如图 3 所示。

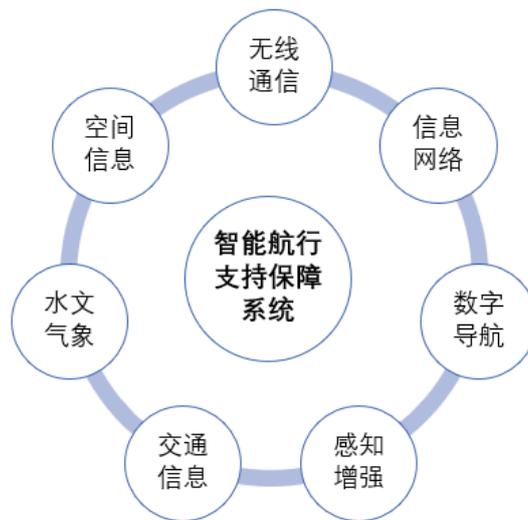


图 1 智能航行支持保障系统功能组成

6.2.2 智能航行支持保障系统宜提供包括导航辅助服务、VTS 信息服务、海事援助服务、海上安全信息服务和本地港口服务等公共服务的能力。

6.2.3 港区、进出港航道、复杂水道及港外交通繁忙区域，宜提供以下增强服务：

a) 岸基感知：针对船舶智能航行环境感知需求，基于分布式感知原理将岸基感知或它船感知的交通环境信息推送给船舶，以增强智能航行船舶感知信息的准确性和全面性。

b) 链路增强：优化通信信道与传输速率，实现安全、高效、经济、可靠的船舶智能航行信息交互。

c) 导航增强：利用卫星差分定位技术，显著提高卫星定位导航精度，满足船舶智能航行的高精度导航服务需求。

6.2.4 自动驾驶模式 A 宜提供以下增强服务：

a) 空间信息：构建高精度空间信息数据库，为智能航行船舶提供航道、水深、障碍物等信息服务；提供高精度空间信息服务，确保数据的正确性和安全性。

b) 数字导航：构建数字化导助航设施，为船舶智能航行提供数字化助航信息服务。

6.3 智能航行治理系统

智能航行治理系统包括治理目的、治理依据、治理机构、治理手段和治理对象等要素。

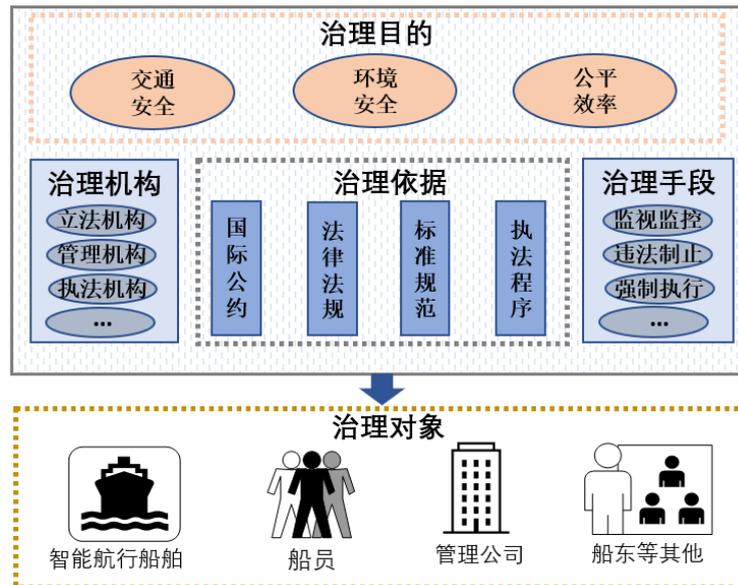


图 4 智能航行治理系统

6.3.1 治理目的

智能航行治理目的应包括：交通安全、环境安全、公平效率等。

6.3.2 治理依据

智能航行治理依据应包括：国际公约、法律法规、标准规范和执法程序等。

6.3.3 治理机构

智能航行治理机构应包括：立法机构、管理机构、执法机构和依法参与治理的指定机构等。

6.3.4 治理手段

智能航行治理手段宜包括：实现监视监控、违法制止、强制执行等目的的设施、设备和技术方法。

6.3.5 治理对象

智能航行治理对象应包括：智能航行船舶、船员（不适用于自主航行模式A）、船舶所有人、岸基远程操作人员和维护人员、管理公司及行为，也包括智能航行环境和支撑智能航行的网络信息及提供者。