**附件**

船舶总装建造智能化标准体系

建设指南

（送审稿）

2019年12月

目 录

[一、总体要求 1](#_Toc12880258)

[（一）指导思想 1](#_Toc12880259)

[（二）基本原则 1](#_Toc12880260)

[（三）建设目标 2](#_Toc12880261)

[二、建设思想 3](#_Toc12880262)

[（一）体系结构图 3](#_Toc12880263)

[（二）体系框架 4](#_Toc12880264)

[三、建设内容 6](#_Toc12880265)

[（一）基础共性标准 6](#_Toc12880266)

[（二）关键技术标准 9](#_Toc12880271)

[（三）船厂应用标准 18](#_Toc12880276)

[四、组织实施 21](#_Toc12880288)

一、总体要求

**（一）指导思想**

为贯彻落实《推进船舶总装建造智能化转型行动计划（2019-2021年）》，充分发挥标准在推进船舶总装建造智能化转型过程中的指导、规范、引领和保障作用，针对船舶智能制造跨领域、跨行业以及高度集成、系统融合等特点，对接船舶智能制造基础、关键共性技术与智能装备、全三维数字化设计、智能车间建设以及集成与服务等发展重点，构建涵盖基础共性、关键技术和船厂应用三个层面船舶智能制造标准体系，制（修）订满足船舶工业发展需求、先进适用的智能制造标准，提升船舶总装建造质量和效益，推动船舶工业高质量发展。

**（二）基本原则**

按照“科学统筹，有序推进，强化引导，突出重点，先进适用，兼顾发展，上下结合，内外协同”的原则，针对船舶制造业多品种小批量离散制造的特点，以船舶制造业数字化、网络化、智能化为核心，有序推进船舶总装智能制造标准体系研究；建立通用性强、可操作性强的船舶总装建造智能化标准体系，引导船舶工业加快船舶智能制造标准建设，推动船舶建造企业提升研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等重点业务流程的智能设计、制造技术和管理水平；组织开展船舶总装建造智能化基础共性标准、关键技术标准和船厂应用标准研究，标准既要围绕解决船舶制造企业智能化转型升级所面临的迫切问题又须兼顾长远的发展；顶层指导与具体时间上下结合、相互促进，使标准体系不断完善和优化落实，同时，加强国内外合作和产学研的合作，积极参与相关技术标准的交流，扎实推进船舶总装建造智能化标准制（修）订工作。

**（三）建设目标**

以《国家智能制造标准体系建设指南（2018版）》为指导，以《推进船舶总装建造智能化转型行动计划（2019-2021年）》为行动纲领，基于我国船舶工业仍处于数字化制造起步阶段的发展现状，以全面推进数字化造船、实现关键环节和流程的智能化改造为重点，研究构建结构合理、界面清晰、重点突出、协调配套的船舶智能制造标准体系，全面开展船舶智能制造基础共性标准、关键技术标准、行业应用标准研究，加快实施船舶智能制造基础共性、船舶智能设计制造及管理、工业网络互联以及制造单元、车间及生产线等标准的制（修）订工作，切实推进船舶总装建造智能化转型升级与创新发展。

到2020年，船舶总装建造智能化标准体系初步建立，累计制修订30项以上船舶智能制造急需标准，基本覆盖基础共性标准、关键技术标准和船厂应用标准。

到2025年，船舶总装建造智能化标准体系基本建成，全面覆盖基础共性标准、关键技术标准和船厂应用标准，逐步建立起较为完善的船舶总装建造智能化标准体系。

二、建设思想

**（一）体系结构图**

依据《推进船舶总装建造智能化转型行动计划（2019—2021年）》中建立船舶智能制造标准体系的相关要求，基于船舶总装建造的特点，对接国家智能制造标准体系，按照“基础共性”、“关键技术”和“船厂应用”三项大类条目，在“关键技术”条目下，细分为：“互联互通与系统集成”、“新一代信息技术应用”、“智能服务”、“智能船厂”等中类条目，构成船舶总装建造和柔性建造智能化标准体系结构，如图1所示。

图1 船舶智能制造标准体系结构

**（二）体系框架**

船舶智能制造标准体系框架由体系结构向下映射而成，是形成智能制造标准体系的基本组成单元。船舶智能制造标准体系框架包括“基础共性”、“关键技术”和“船厂应用”三个部分，形成四层架构框架，如图2所示。

图2 船舶智能制造标准体系框架

三、建设内容

**（一）基础共性标准**

基础共性标准用于统一船舶智能制造相关概念，解决船舶智能制造基础共性问题，包括“通用标准”、“检测标准”、“评价标准”与“安全标准”，如图3所示。



图3 基础共性标准子体系

1、通用标准

主要包括船舶智能制造术语、参考模型、标识与编码、元数据与数据字典标准等四个部分。术语标准用于对船舶智能制造相关术语、定义（或解释性说明）及所对应的英文名称等进行规定，说明其内涵或外延，统一相关概念。参考模型标准用于对船舶智能制造标准化实体或虚拟对象的形态结构、边界范围、层级关系和内在联系等属性进行规定。标识与编码标准用于对船舶智能制造中各类对象进行唯一标识与解析，建立既与船舶制造企业已有标识编码体系兼容，又能满足船舶智能制造发展要求的标识编码体系。元数据与数据字典标准用于对船舶智能制造产品设计、生产、流通等各环节所涉及的元数据命名、数据项、数据结构、数据类型、数据流、数据处理、数据储存、计算机应用等进行定义和描述，为船舶智能制造资源、信息和数据的系统集成、交互共享奠定基础。

2、检测标准

主要包括船舶智能制造检测项目、检测方法标准等两个部分。检测项目标准主要对船舶智能制造不同类型装备和系统的一致性、互联互通互操作、系统集成、综合能效等测试项目进行规定，用于指导装备和系统的科学检测与检测管理。检测方法标准主要对船舶智能制造装备和系统检测的准备、环境、内容、方式、程序、计算分析等进行规定，用于指导和规范装备及系统的检测流程与方法。

3、评价标准

主要包括船舶智能制造指标体系、能力要求、评估评价、实施指南等四个部分。指标体系标准主要对表征船舶智能制造各方面、各领域特性及其相互关联的多个指标所构成的有机整体进行规定，可为船舶智能制造各方面、各领域指标的设立、考核与评估提供依据。能力要求标准主要对船舶制造企业、车间或生产线等数字化、网络化、智能化制造能力等级以及各等级对应核心要素在制造资源感知与识别、互联互通、系统集成、综合管控等方面的能力要求进行规定，为企业识别技术与管理差距、确立改进目标、加快升级改造提供参考。评估评价标准主要对船舶智能制造指标、能力、水平的评价方法、评价过程、综合判定等进行规定，可为有关各方评估评价工作的开展提供指导依据。实施指南主要给出船舶智能制造相关一般性、原则性、方向性指导和建议，可为企业开展船舶智能制造相关活动提供方向性指导。

4、安全标准

主要包括船舶智能制造功能安全、信息安全、人因安全等三个部分。功能安全标准主要对功能安全要求、功能安全系统设计、功能安全测试与评估、功能安全管理等进行规定，用于保障控制系统在危险发生时能正确执行其安全功能，避免因设备故障或系统功能失效而导致生产事故。信息安全标准主要对船舶智能制造设备信息、网络信息、软件及数据的安全要求以及安全防护与评估方法等进行规定，用于保障船舶智能制造领域相关信息系统及其数据不被破坏、篡改和泄露，确保系统安全可靠运行。人因安全标准主要对船舶智能制造人员的工作任务、工作环境、人员能力、管理支持等要求进行规定，用于避免因人为因素造成安全隐患或威胁，保障人身安全，预防误操作。

**（二）关键技术标准**

关键技术标准主要包括“互联互通与系统集成”、“智能船厂”、“智能服务”、“新一代信息技术应用”等四个部分。

1、互联互通与系统集成标准

主要包括全厂通信网络架构、各系统间的接口规范、知识管理、工业APP等四个部分，如图4所示。



图4 互联互通与系统集成子体系

（1）全厂通信网络架构标准

主要包括船厂内部各层级网络互联、船厂外部网络互联、生产车间网络互联、生产设备网络互联等标准，主要用于规范和指导构建贯穿全厂各层级的厂内网络和厂外网络，实现建造全过程信息追踪和管理，满足全厂内部智能化、网络化以及与外部交换需求。

（2）各系统间的接口规范

主要包括船厂信息系统间交互、生产车间信息交互、生产设备间信息等模型标准，主要用于实现设计信息系统、企业管理信息系统、物流系统、制造执行系统等信息系统之间的信息流交互；零部件制造车间、中小组立车间、分段制造车间、涂装车间、管加工车间、舾装件车间等数字化车间信息交互；切割、焊接、打磨、涂装等船舶制造过程中智能装备信息模型统一。

（3）知识管理标准

主要包括船厂知识的产生、储存、调用过程标准，主要用于规范船厂知识管理，实现各生产系统产生知识信息的完整、有序储存和快速、准确调用等功能。

（4）工业APP标准

主要包括工业APP的功能、权限以及与工厂设备的信息交互方式、与内外网的信息交互安全等标准，主要用于规范工业APP的开发过程和质量要求，确保数据通讯的及时性、功能多样性、网络信息的安全性，以及APP本身的可靠性。

2、智能船厂标准

主要包括智能船厂总体规划、设计、工艺、装备、物流、管理等六部分，如图5所示。



图5 智能船厂标准子体系

（1）总体规划标准

主要包括智能船厂的基本功能、工艺设计、系统架构等实体工厂规划设计标准；三维工厂信息模型、虚拟工厂仿真设计、虚实结合系统平台、虚拟工厂规划设计等工厂布局建模与仿真标准。主要用于规定智能船厂规划设计、工厂布局建模与仿真，确保智能船厂的数字化、网络化和智能化水平。

（2）设计标准

主要包括模型命名、模型定义与分类、模型构建、模型输出等船舶三维模型设计标准；船舶产品数据的组织、集成、管理等船舶产品数据标准；船舶产品并行设计、厂所协同设计、数据协同共享等船舶并行协同设计标准；船舶产品设计相关项目管理、计划管理、质量管理、文件管理等船舶设计管理标准。主要用于规范和指导船舶三维模型设计技术要求，并行协调设计数据共享，实现数字模型对设计全周期的管理。

（3）工艺标准

主要包括建造过程工艺仿真、面向现场作业的三维作业指导书编制等数字化工艺设计完整性标准；面向智能制造的钢材预处理工艺、船体构件切割和成形工艺、中小组立焊接工艺、船体分段涂装工艺、船舶分段搭载工艺、船舶总段合拢工艺、船体结构件装配工艺、管子装配焊接工艺、舾装件安装工艺、数字化精度控制、数字化检测工艺等数字化建造工艺标准；工艺知识建模、工艺知识数据库设计、工艺知识信息管理、工艺知识信息集成、工艺知识系统决策评价等工艺设计全过程管理标准。主要用于规范和指导船舶建造过程中数字化工艺设计、数字化建造工艺，实现工艺知识建模、收集、集成和应用全过程管理。

（4）装备标准

主要包括控制方法、数据采集及存储、人机界面的可视化、通信、柔性化、智能化等通用技术以及控制设备集成、时钟同步、系统互联等集成技术的装备控制系统标准；船舶制造智能装备的数据格式、通信协议、通信接口、通信架构、控制语义等通信技术，编程和用户接口、编程系统和机器人控制间的接口等装备接口标准；切割、焊接、打磨、涂装等船舶制造过程中智能装备与人、智能装备与智能装备、智能装备与生产环境间的协同应用标准。主要用于指导和规范船舶智能制造装备设计、研制和应用，解决船舶智能制造过程中智能装备之间、智能装备与其他系统接口、集成和互联互通，以及与人、装备之间、与生产环境协同应用的问题。

（5）物流标准

主要包括船舶总装建造重要设施设备全生命周期身份识别与信息追踪的船舶制造全过程标识系统标准；船舶制造过程中适应大件物料多、钢板屏蔽、环境多变等特点的物料定位技术标准；物料存储输送过程中建模仿真、信息识别、状态监控、作业管理、优化调度等智能仓储与配送标准。主要用于规范智能制造环境下船厂物流各环节准确定位及跟踪，指导智能物流系统的设计与开发，保证物料仓储与配送准确高效。

（6）管理标准

主要包括制造资源、生产场地、关键装备、生产工艺建模与仿真等管理模型与仿真标准；生产资源可视化、生产工艺可视化、关键装备状态可视化的数字化运行和可视化标准。主要用于分析建造工艺的可行性、制造资源的合理性，校验生产物流的效率和关键制造装备的效能，对生产资源与生产过程进行数字化展现，以信息数字化及数据流动为主要特征，对生产资源、生产设备、生产设施以及生产过程进行精细、精准、敏捷、高效地管理。

3、智能服务标准

主要包括供应链协同标准、远程运维标准等两部分，如图6所示。



图6 智能服务标准子体系

（1）供应链协同标准

主要包括平台通用要求、业务流程、资源优化与配置、交互流程等供应链协同标准。主要用于指导和规范船舶制造型企业建立并持续改进供应链协同管理平台，通过整合供应链各阶段资源、生产能力、服务能力等相关技术能力，实现供应链资源不断优化，为船舶制造供应链各企业提供供应链全程服务，进一步满足船舶行业供应链上下游物流管理、船舶分段制造等相关需求。

（2）远程运维标准

主要包括船厂远程运维通用体系架构、接口要求、业务需求、知识库、状态监测、故障诊断等远程运维标准。主要用于指导船舶企业开展远程运维系统建设和管理，通过对船厂运行状态的远程监测和健康诊断，实现对船舶建造装备/系统快速、及时、正确诊断和维护。

4、新一代信息技术应用标准

主要包括人工智能在船舶制造中的应用、AR/VR在船舶制造中的应用、边缘计算在船舶制造中的应用、5G应用等四部分，如图7所示。



图7 新一代信息技术应用标准子体系

（1）人工智能应用标准

主要包括船舶总装建造场景的数字化描述与定义标准、知识库构建的标准、数据驱动性能评估等通用要求标准；船舶总装建造过程中现场数据采集，数据分析与挖掘，智能决策和协同控制等人工智能关键技术要求标准。

（2）AR/VR应用标准

主要包括面向船舶总装建造的AR/VR通用要求、互联互通、系统集成、人机交互、性能测试、虚拟现实软件及数据处理的应用标准等。主要用于规范基于AR/VR的船舶总装建造相关人员与信息系统多通道、多模式和多维度的交互途径、模式、方法和技术要求，解决包括AR/VR高可靠性和安全性交互模式，及与现有设备的融合协调和高效集成的问题。

（3）边缘计算应用标准

主要包括船舶制造边缘计算应用所涉及的架构、计算及存储、安全等标准。主要用于指导船舶制造行业中边缘计算技术、设备或产品的研发和应用，规范边缘计算技术在船舶制造过程中的技术要求。

（4）5G应用标准

主要包括面向船舶总装建造的5G环境构建标准(船厂的网络节点布置，数据传输速度和稳定性)；新一代支持5G的设备终端与技术要求标准。

**（三）船厂应用标准**

主要包括材料堆场标准、零件制造标准、中小组立车间标准、分段制造标准、喷涂车间标准、管加工车间标准、舾装件制造车间标准、智能仓库标准、总装区域标准、船坞区域标准和码头区域标准等十一个部分，如图8所示。



图8 船厂应用标准子体系

1、材料堆场标准

主要包括材料堆场总体规划、材料堆场工艺流程分析、材料堆场智能装备、材料堆场物资智能定位、材料堆场智能调度、材料堆场智能转运、材料堆场智能安全辅助、材料堆场物资异动智能提醒、材料堆场管理等标准。

2、零件制造车间标准

主要包括零件制造车间总体规划、零部件分类、产品流向编码、钢材预处理工艺流程、加工工艺流程、钢材预处理装备、智能切割装备、智能加工装备、智能打码划线装备、智能零件分拣装备、设备数字化联网、质量在线检测、零件托盘数字化物流管理系统、零部件制造管理等标准。

3、中小组立车间标准

主要包括中小组立车间总体规划、中小组立分类、组立流向编码、中小组立工艺流程、通用件机器人制作装备、先行小组立机器人装备、小组立机器人生产线、中组立移动式机器人装备、中组立固定工位式机器人装备、智能组立背烧装备、工件识别定位技术、焊机联网管理系统、质量在线检测、部件托盘数字化物流管理系统、中小组立制造管理等标准。

4、分段制造标准

主要包括分段车间总体规划、分段分类、分段制作工艺流程、平面分段流水线、曲面分段焊接工作站、分段精度在线检测装备、分段制作装备联网管控、质量在线检测、分段智能化物流、分段制造管理等标准。

5、喷涂车间标准

主要包括喷涂车间总体规划、喷涂工艺流程、带结构面分段机器人喷砂装备、带结构面分段机器人喷涂装备、涂装在线检测装备、喷涂装备联网管控、喷涂智能化物流、喷涂管理等标准。

6、管加工车间标准

主要包括管加工车间总体规划、管件分类、管加工工艺流程、材料仓储、自动切料设备、管法兰智能焊接设备、后弯机设备、成品管自动打码设备、合拢管测量及再现装备、管加工质量检测装备、管加工设备联网管控、成品管托盘物流管理标准、管加工管理等标准。

7、舾装件制造车间标准

主要包括舾装件车间总体规划、舾装件分类、舾装件制作工艺流程、舾装件编码、通用件机器人制作装备、智能编码打码装备、舾装件加工设备数字化联网、质量在线检测、舾装件托盘物流、舾装件智能管理等标准。

8、智能仓库标准

主要包括智能仓库总体规划、智能仓库建造、智能仓库交付、智能仓库作业流程、智能仓库装备、智能仓库识别及传感、智能仓库物资信息协同、智能仓库人工智能应用、智能仓库有线及无线通信、智能仓库物流集配、智能仓库集成优化、智能仓库管理等标准。

9、总装区域标准

主要包括总装区域总体规划、总装工艺流程、总装自动化装备、智能胎位管理系统、智能分段/总段物流管理、总装区域管理等标准。

10、船坞区域标准

主要包括船坞区域总体规划、船坞区域作业流程、船坞区域装备、智能精度控制系统、质量管理自动化系统、起重设备管控、搭载网络自动化管理、登船人员智能管理等标准。

11、码头区域标准

主要包括码头区域总体规划、码头区域作业流程、码头区域装备、质量管理自动化系统、起重设备管理系统、关重设备智能管控、登船人员智能定位管理等标准。

四、组织实施

**加强统筹协调**。鼓励和支持地方行业主管部门、造船企业（集团）、科研院所等建立统一的协调机制。推动加强船舶总装建造标准化技术支撑力量，整体统筹协调推进船舶智能制造标准制定与实施。

**加快标准研制。**加快基础共性、关键技术、船厂应用方面共性和急需标准的研究制定，实现标准与船舶智能制造技术发展的同步推进，积极推动标准试验验证平台和公共服务平台建设，开展标准全过程试验验证，形成有力标准支撑。

**加强宣贯培训**。充分发挥地方主管部门、行业协会/学会、产业发展联盟等的引导作用，组织召开标准体系宣贯会，进行标准试点应用，总结并宣传船舶总装智能化研究成果和应用案例，加强对重点标准的应用咨询和服务工作。

**加强交流与合作**。鼓励造船企业、科研院所、高等院校加强与国内外相关标准化组织机构开展多层面、全方位、跨行业的技术交流与合作。同时，积极参与相关国际规则规范标准制定工作。

**加大人才引进与培养。**建立健全船舶智能制造人才引进、培养、使用、激励等专项政策和机制，培养和造就一批既具备智能制造理念、技术和思维，又熟悉船舶总装建造流程的复合型、实用型、现代型的智能制造高级管理人才、科技领军人才和专业技能人才。