DOI 10.15302/J-SSCAE-2022.02.005

国产首制大型邮轮总装能力建设与产业发展研究

易国伟[1]，陈刚[1]，刘佩[1]，冯妮[2]，李华军[3]

（1. 上海外高桥集团股份有限公司，上海 200137；2. 上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院，上海 200240；
3. 中国海洋大学，山东青岛 266100）

摘要：邮轮产业是我国“十四五”时期经济供给侧结构性改革的重要支点和推动力，而大型邮轮建造是典型的复合型、定制型、巨系统工程，也是我国迄今唯一有待攻克的高技术船舶产品。本文着眼国产邮轮总装建造与产业发展问题，在研判欧洲大型邮轮建造模式、注重结合我国船舶建造特点的基础上，系统总结了国产首制大型邮轮总装实践；论述了邮轮整体布局、技术能力、供应链能力、关键建造技术方面的前沿进展与工程经验，梳理了邮轮项目组织及流程、工程指挥、技术及建造方面的管理能力建设成效，从营运能力、制造能力、服务能力、“产学研”结合等要素构成的角度展望我国邮轮建造产业发展方向。构建中国特色邮轮总装建造体系，确保国产首制邮轮的优质建造与成功交付。

关键词：大型邮轮；总装建造；技术能力；供应链；系统工程

中图分类号：U674.11　　**文献标识码：**A

Capacity Construction and Industrial Breakthrough of China’s First Domestic Cruise Ship

Yi Guowei[1], Chen Gang[1], Liu Pei[1], Feng Ni[2], Li Huajun[3]

(1. Shanghai Waigaoqiao Free Trade Zone Group Co., Ltd., Shanghai 200137, China; 2. School of Naval Architecture, Ocean & Civil Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China;
3. Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China)

Abstract: The cruise industry is an important driving force for China’s economic supply-side reforms during the 14th Five-Year Plan period. The construction of a large cruise ship is a complex, customized, and giant project, and it is the only high-tech ship product that remains to be conquered in China. This study focuses on the final assembly construction and industrial development of domestic cruise ships and summarizes the final assembly practice of China’s first large cruise ship on the basis of studying the construction modes of European large cruise ships and considering the characteristics of Chinese ship construction. We summarize the frontier progress and engineering experiences of cruise construction from the aspects of overall layout, technical ability, supply chain capability, and key technologies; analyze the effects of management ability construction from the aspects of cruise project organization, project command, and technological and constructing features; and prospect the industry development directions for cruise ship building in terms of operating ability, production ability, service ability, and production–education–research integration. This study aims to establish a final assembly construction system of cruise ships with Chinese characteristics to ensure the high-quality construction and successful delivery of China’s first domestic cruise ship.

Keywords: large cruise ship; assembly construction; technical capacity; supply chain; system engineering

收稿日期：2022-01-18；**修回日期：**2022-03-01

通讯作者：易国伟，上海外高桥造船有限公司研究员级高工，研究方向为大型邮轮建造；E-mail: yigw@chinasws.com

资助项目：中国工程院咨询项目“全球疫情对我国邮轮产业发展的影响和对策研究”(2021-HY-02)

本刊网址：www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

一、前言

现代邮轮产业是以大型豪华邮轮为依托、以跨国旅游为核心的新兴产业，具有经济效益好、产业链长、带动力强等特点，被誉为“漂浮在海上的黄金产业”。发展邮轮产业是我国“十四五”时期经济供给侧结构性改革的重要支点和推动力 [1]。

大型邮轮是船舶工业设计建造难度最高的船型之一，其设计及建造是现代工业和现代化城市建设综合化、集约化的巨系统工程，直接反映了一个国家的综合科技水平与制造实力。当前，世界邮轮行业呈高度垄断局面，产业布局集中在传统发达国家，相应的邮轮建造市场也为欧洲船厂（如意大利芬坎蒂尼集团（FC）、德国迈尔船厂、法国大西洋船厂）所主导。这些船厂具有近百年的造船经验，工艺技术精湛，尤其在旅客船建造方面积累深厚；均构建了以总装厂为核心，以供应商、工程总包商、设计方、服务方为中枢的邮轮建造生态圈。

我国已是世界造船大国，但大型邮轮建造是目前唯一没有设计建造业绩的高技术船舶产品。自主建造国产大型邮轮，一方面有利于缓解国际、国内邮轮市场的供求矛盾，拉动我国邮轮相关产业链的发展 [2]，另一方面有助于我国快速突破邮轮设计与建造技术，提升船舶工业技术和管理水平。深入研究我国邮轮建造产业发展，将促进我国由造船大国向造船强国迈进，推动船舶工业转型升级并实现高质量发展。

二、大型邮轮建造背景与实施产业化的价值分析

（一）国产大型邮轮总装能力建设背景

大型邮轮具有“船 + 酒店 + 娱乐”的交叉化、定制化产品属性，设计建造周期长、变更多，总体布置要求高，关键技术攻关难，制造难度及复杂度甚至高于航空母舰、大型液化天然气船 [3]。例如，日本三菱造船公司曾于 2001 年、2013 年两次独立设计建造大型邮轮，但项目均告失败并蒙受重大损失，2016 年正式退出国际邮轮建造市场。究其过程可以发现，三菱造船公司尽管具有中小型邮轮的建造经历，但在国际邮轮市场相关的商务条款、设计方案变更、规范变化、质量安全要求等方面缺失风险识别及管控能力；在大型邮轮建造过程中出现了众多技术变化、规范变更、物流及安全问题，直接导致严重拖期和商务损失 [4]。这表明，在缺乏庞大的国内市场、订单支持，成熟可控的国内供应链的基础条件下，仅依托欧洲供应链、国际订单的总装建造模式，很难实现持续盈利并保持邮轮建造业务的连续性发展。

大型邮轮与高速铁路动车组、大型客机类似，属于复杂技术领域的高难度建造产品。横向参照我国高速铁路车辆研制的快速发展经验可以发现：① 以市场换技术，通过引进国外成熟技术快速形成自有的核心技术能力，在转化应用过程中进行迭代升级；② 形成先进合作模式，通过引进主流产品、建造设计方案和产业链，在总装产品建造过程中展开寻源及国内合作，实现总装技术、部件标准体系、技术方案的消化吸收；③ 多措并举以追求同步发展，通过逆向研发形成开发与验证能力，建立技术标准、设计标准、作业标准，实现功能性、性能性核心技术的全面突破，同步转化形成涵盖国内总装、供应链、设计、检验验证在内的成套技术体系 [5,6]。因此，“引进 – 消化 – 吸收 – 再创新”的发展路径，可促成重大民用装备的产业化及成功应用，也将为复杂技术领域突破提供有益借鉴。

经过长期的调研与探索，结合船舶行业的良好基础，我国邮轮产业确定了“邮轮本土制造、健全邮轮产业”的发展目标；采取“引进 – 消化 – 吸收 – 再创新”的路径模式，力求逐步形成大型邮轮的自主建造能力，进而以产品总装为基础，带动形成国产供应链生态圈，匹配我国高水准邮轮品牌运营的产品需求。上海外高桥集团股份有限公司作为我国唯一的大型邮轮建造企业，肩负着建设邮轮总装能力、带动邮轮建造产业发展的重任 [7]。本文以上海外高桥集团股份有限公司承担的国产首制大型邮轮建造工程为案例，梳理并总结发展策略及经验成效：一方面，与欧洲先进船厂、品牌方合作，学习欧洲先进建造模式与技术，稳步形成国内产业模式并积极寻求产业突破；另一方面，通过总装牵引邮轮建造产业布局，带动国内供应链成长，形成经营、制造、服务三大核心能力，以“产学研”结合提升综合技术水平并显现人才集聚效应，支撑行业高质

量与可持续发展。

（二）邮轮建造产业化的意义

大型邮轮建造是现代工业和现代化城市建设综合化、集约化的巨系统工程，价值量大、附加值高，充分体现了先进造船生产工艺与管理技术。大型邮轮总装建造和产业化能力代表着国家船舶工业的先进水平，对经济社会发展、船舶科技创新具有重要价值。

发展大型邮轮产业是我国制造业实施供给侧结构性改革的重大举措。国家“十四五”规划要求，推动船舶与海洋工程装备产业创新发展，推进大型邮轮研发应用。发展大型邮轮产品，符合未来产业变革方向，利于巩固提升船舶领域的全产业链竞争力，支撑国家战略性、全局性产业链建设。发展大型邮轮装备制造业，将带动关键核心技术的体系突破与创新应用，促进我国船舶工业由大到强、高端化发展，改善船舶产品结构、增强国际竞争力，提升我国船舶与海洋工程装备的综合性水平。大型邮轮建造涉及船厂、舱室单元制造厂商、分段配套厂等诸多细分行业，预计可提供十万人规模的就业岗位，为国民经济发展提供了重要推动力。

按照欧洲邮轮建造行业发展经验，邮轮建造可对船舶修造、配套产业、母港、零售等相关产业链带来 1∶14 的推动作用，从而带动酒店、娱乐等相关行业的转型升级。在我国，大型邮轮装备作为海上旅游的新兴产品，是海洋经济的重要补充、邮轮应用的主流形式，2035 年前后邮轮旅客年运输量将达 1.4×10^7 人次；大型邮轮作为旅游装备的核心构成，在进行本土化建造和商业化运营之后，将满足旅游市场发展需求，推动旅游经济快速增长。

三、国产首制大型邮轮总装能力建设

（一）整体布局

大型邮轮建造是一类壁垒极高的特殊制造业，投入大、成本高，需要较强的产品综合设计研发、供应链分包管理、多界面工程作业协调等能力以及大量、长期的资金支持 [8]。2012 年，中国船舶集团有限公司将邮轮产业列入发展规划。在整体布局方面，考虑邮轮产业所具有的生态特色（邮轮营运品牌方、总装厂、内装服务商、船用供方、金融机构存在产业联盟关系），相关服务配套供应链所具有的独特性（减少产业演进提升的时间及学习成本），还要满足市场对先进邮轮产品、高级邮轮品牌的需求，国内邮轮建造方和营运方不宜采用“纯自主研发 + 逐步进化”的发展方式，而可采用“引进 – 消化 – 吸收 – 再创新”的商业模式，通过直接与成熟的邮轮建造方、营运方合作，在相对高的起点上快速构建产业链能力。

经过数年的技术与市场探索，中国船舶集团有限公司明确了采用国际合作方式进入豪华邮轮建造领域的发展策略，联合全球市场占有率领先的邮轮运营公司嘉年华邮轮集团（CCL）、邮轮建造公司 FC，建立全产业链能力。其中，上海外高桥造船有限公司（SWS）是国产首制大型邮轮的建造总承包，参与详细设计，独立进行全三维建模生产设计及数字化，对接国际、国内供应链，负责全过程总体建造及工程项目管理。引进了成熟的 VISTA 邮轮平台，据此开展建造方案设计和供应链遴选，确保大型邮轮产品的技术、质量达到国际标准；在控制建造及营运风险的同时，一次形成大型邮轮总装建造能力，支持实现我国邮轮装备的跨代发展。

2018 年，SWS 启动了国产首制大型邮轮的建造工作。目标邮轮总吨位为 1.355×10^5 t，全长 323.6 m，型宽 37.2 m，设计吃水深度为 8.25 m，最高航速 22.6 kn；作为我国自行设计建造的最大客船，总客房量为 2125 间，最大乘客量为 5246 人，共有 14 层甲板（见图 1）。为确保国产首制大型邮轮的顺利建造以及按期完成各建造节点，SWS 在引进欧洲技术的基础上进行积极探索，全面提升国产首制大型邮轮总装能力，主要包括技术方案深化、供应链管理、关键建造技术突破等方面。

（二）技术能力建设

首制国产大型邮轮全船物量庞大，建造数据需求众多，涉及详细设计图纸 3000 余份、消化转换的生产设计图纸 5×10^4 余份，系统 101 个、子系统 878 个；电缆总长约为 4200 km、管系长度约为 400 km，公共区域面积约为 4×10^4 m^2，门窗数量约为 6000 扇；船东供应品数量为 2×10^4 余项。设计建造阶段漫长，交互界面多，变更和改单多，作业信息存在很大的不确定性；基本设计 – 详细设计 – 生产设计的全流程需进行众多的设计消化与协同（以

图 2 所示的内装设计施工流程为典型）。大型邮轮涉及的技术难点众多，如总体布置设计、主被动防火设计及材料技术、疏散仿真分析、轻质材料开发及应用等；其中，质量 / 质心控制、振动噪声、安全返港是贯穿邮轮全生命周期的三大核心技术，也是我国亟待突破的技术空白。SWS 在与 FC 深度学习交流的基础上，结合首制邮轮的工程实践，通过全三维数字化建模形成了面向供应链、建造过程的总装厂数据驱动中心，探索建立了巨量复杂舾装、内装工程及调试、快速并行建造相关的技术标准体系，逆向构建并全面突破了邮轮详细设计与船型开发能力，形成了自主可控的全流程技术能力。

1. 建立首套国内邮轮编码体系

标准是基础，编码是规则；标准选定后才能建设软件的基础数据库并为设计建模创造环境，编码确定后才能建立大型邮轮“设计 – 完工交付 – 售后服务”全流程体系。对标 FC 的工艺标准、编码手册、全套母型船图纸及规格书，重构生产设计代码，建立了适应 SWS 基础能力的邮轮标准体系；定制了本土化的邮轮系统规则库、材料部件库，为实船设计确立关键基础。

2. 形成全过程协同设计模式

通过“FC + 船厂 + 分包商”，形成了“基本设计 – 详细设计 – 生产设计”全过程协作模式及具体的设计能力；践行跨组织、跨专业、跨平台的设计协同分包模式，通过设计平台管控来实现详细设计 / 生产设计协同、设计材料 / 过程管理协同、三维模型下现场等。

3. 完成三大核心技术攻关

成立专门技术攻关小组，注重理论联系实船建造，规划了质量 / 质心控制、振动噪声、安全返港等方面的落实举措；编制了成套的详细操作文件，制定了数据管理与监控标准，按策划节点实施具体管控。通过技术攻关，截止邮轮起浮节点，空船质

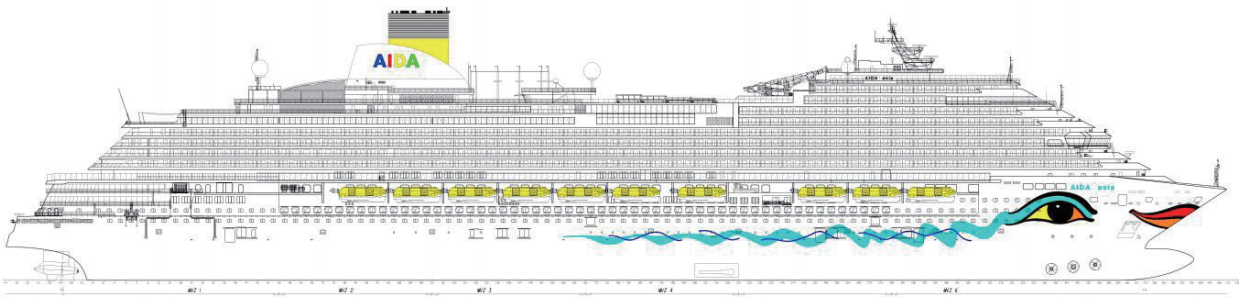

图 1　国产首制大型邮轮船型概况
注：船型以 FC 为 CCL 建造的 VISTA 邮轮为母型船。

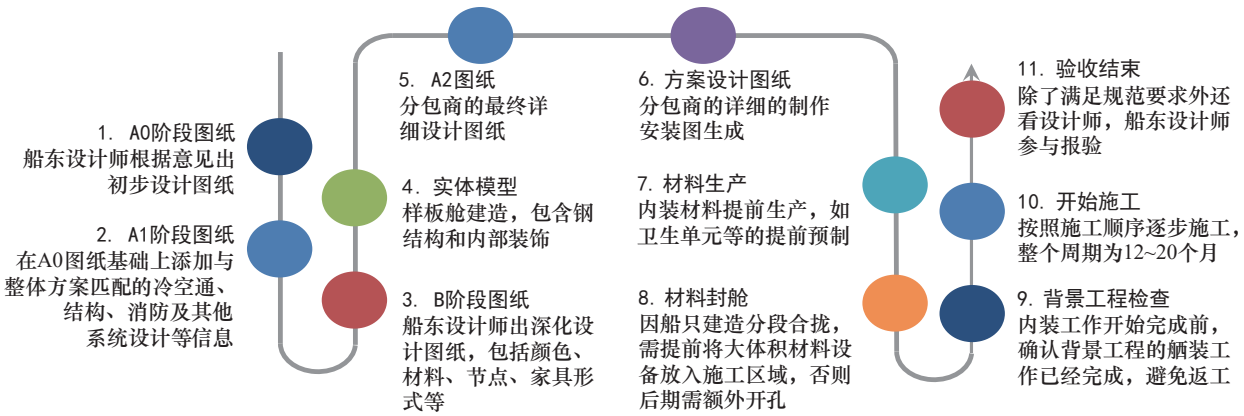

图 2　内装设计施工流程

量等数据反馈吻合性良好，质量 / 质心指标可控；完成了减振降噪、吸隔声材料应用、装置性能测试研究，振动噪声处于目标范围内；安全返港方面的系统设计方案获得得船东认可，转入施工阶段。

4. 构建邮轮数字化设计平台

引进海克斯康 PPM 集团的 Smart 3D 设计软件，开展全专业三维生产设计，同时组织力量开展 Smart 3D 二次开发，高效进行完整建模并理清全船物量，顺利完成预定的出图任务目标。注重设计数据的精细化管理，自主研发了邮轮设计数据服务平台，为“设计 – 采购 – 集配 – 生产”提供了全面的数据服务能力（见图 3）。

（三）供应链能力建设

单型大型邮轮通常涉及约 100 个战略供方，500~600 个普通供方，总零件数可达 2.5×10^7 个，相应的供应链管理难度极大。欧洲邮轮建造行业经验表明，一国的邮轮制造商应追求与当地配套产业形成长期稳固的合作伙伴关系，共生共荣、和谐发展。例如，意大利 FC、德国迈尔船厂、法国大西洋船厂的邮轮本土配套率均超过 80%；在船厂周围集聚了众多设计及产品配套企业。另外，大型邮轮建造涉及娱乐、洗衣、餐饮等陆上施工专业方向，在这些专业性较强的细分方向多采取工程总包管理模式，有利于控制风险。

国产首制大型邮轮细分为船装、电装、舾装、冷空通、绝缘、油漆、钢材、邮轮特种材料及设备等物资采购包 550 项。面对我国邮轮配套产业几乎处于零基础能力的现状，SWS 从寻源、降本、拓展三方面着手，挖掘国内配套供应商并培育有潜质的供方，系统建设国产大型邮轮的供应链能力。

1. 组织国内外供应商寻源

寻找国内外重要合作方，注重应用国产可替代产品以提高国产化比例。目前，SWS 已寻源在册邮轮供应商 300~500 家，国内供方占比约为 30%；针对邮轮 100 多个工程总包，国内总包商占比约为 40%。尽管相关比例仍有待提升，但是对于零基础邮轮配套能力的首制船而言，已是难得的突破。

2. 制定采购成本控制策略

根据 550 项物资采购包的性质，按照成本优先、作业协同方式，制定专项的“自制或外购”采购策略（类似航空工业的造买决策 [9]），确定各采购包的设计、物资供应、安装模式。对部分采购包进行

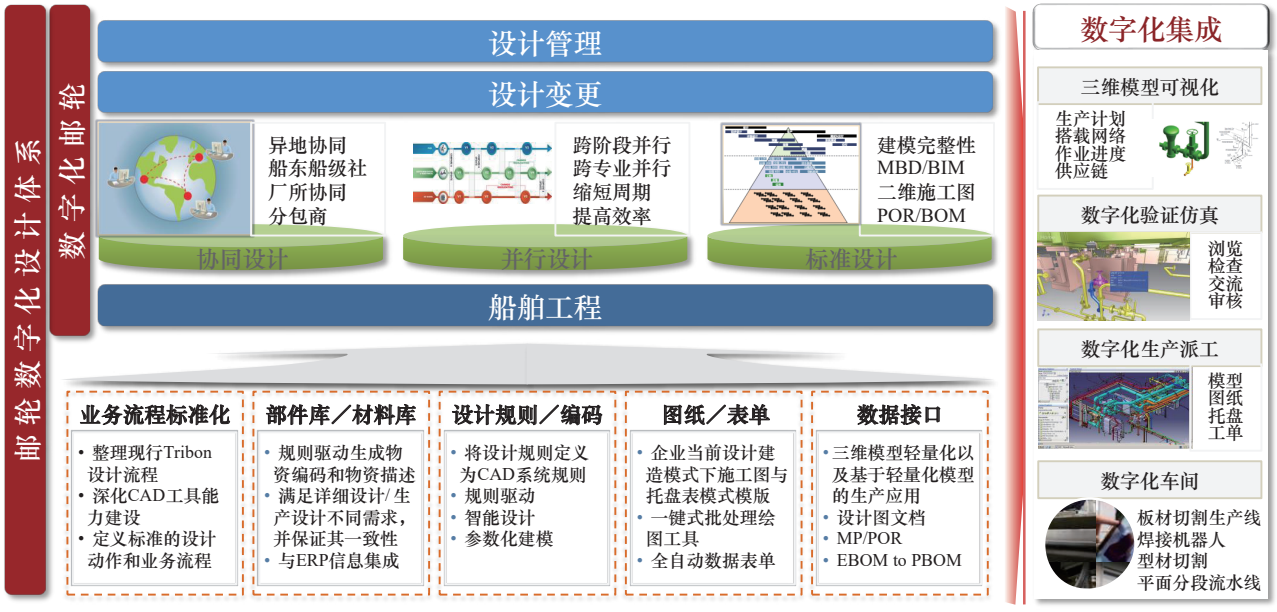

图 3　邮轮数字化设计体系

注：Tribon 表示辅助船舶设计和建造的计算机软件集成系统；CAD 表示计算机辅助设计；MD/BIM 表示基于模型定义的建筑信息模型；POR/BOM 表示三维建模软件中的物料清单；MP/POR 表示多学科三维建模软件；EBOM to PBOM 表示设计物料清单向工艺物料清单转化。

合理拆分与整合，积极培育国内总包商和二级分包商的邮轮配套能力，如成功引进苏州兆和通风设备制造有限公司、上海建工集团股份有限公司等国内分包商，分别负责邮轮冷空通、餐饮电气及管线等项目。

3. 与国内企业签订合作协议

为加快供应链拓展步伐、增强供应链对国产大型邮轮建造及邮轮营运的支撑作用，SWS 采取技术扶持、战略合作等方式，与中国船舶集团有限公司下属各大院所、民营企业等签订了邮轮项目合作协议。以灵活方式集中相关优势资源，培育并形成邮轮相关专业的自主开发、设计、供货、安装调试、维修保养等系列化的供应链配套能力。

（四）关键建造技术突破

大型邮轮建造技术涉及先行薄板焊接精度控制工艺、后行密集空间安装顺序管理、调试策划、内装生产过程等方面的难点。国产首制大型邮轮全船有 503 个薄板结构分段（占全船分段数量的 75%，板厚为 4~12 mm），在加工和运输过程中极易出现变形，型面精度控制难度大。舾装作业空间狭小密集，对施工顺序、建造阶段、检验、返修、维护报验的技术要求高。邮轮居住舱室及公共区域占到整船面积的 50% 以上，包含数千个功能不同、风格各异的舱室空间，致使内装复杂、设备 / 装饰材料种类繁多且变更频繁，成为设计建造大型邮轮的突出难点。为此，SWS 组织工艺调研，研究海洋工程、民船产品与邮轮产品在工艺工法上的差异，同时利用好外部资源（与 FC 及其他外部专家交流），形成了邮轮结构、舾装、内装三方面的建造技术能力。

1. 制定邮轮工艺体系和建造策略

学习并消化了引进至 FC 的 49 份工艺文件，形成了国产邮轮总体工艺建造方案 57 份、大工艺图纸 47 份，覆盖船体精度、舾装、涂装、内装、船坞码头、临时系统、临时保护等方面，系统性策划并推进计划及资源、作业培训、工艺工装等生产准备工作。

2. 建立邮轮建造配套的基础设施及技术方案

对于薄板结构分段建造，建立了全数字化的智能制造车间，在建造过程中按照生产节奏，全面升级了预处理、板材切割、型材切割、拼板对接、纵骨焊接、T 形梁制作、结构焊接的工艺装备及技术；通过设备物联、智能设备升级、在线检测模块，推动建设车间生产过程执行系统，打通了设计、生产、管理之间的壁垒，实现了薄板分段的高质量建造。对于内装舱室安装，建立了预制舱室车间并开展流水线集成化的预制舱室制造，减少了安装工时并降低施工难度。

3. 理顺邮轮建造工艺装备

针对大型邮轮建造设施和工艺要求，梳理了适应分段、总段、船坞、码头阶段建造的专用工装 34 种（143 项）以及保障各阶段建造需求的通用工装。专用工装具体包括薄板分段翻身装置、420 t 平衡吊排等邮轮专用工装 51 项，常规焊接工艺（如 CO_2 焊、埋弧焊、两面成型自动焊、氩弧焊等）评定试验 64 项，薄板线焊接工艺评定试验 28 项；均已通过无损检测与理化试验，获得英国劳氏船级社、中国船级社签字授权。

四、首制国产大型邮轮项目管理能力建设

应客观看待我国大型邮轮工程项目管理水平、信息化水平与欧洲邮轮建造行业所存在的明显差距。为了规避国产首制大型邮轮工程项目可能面临的管理过程失控、工期滞后于计划、综合效率不高等问题，SWS 组织专业力量系统研究了现代大型邮轮工程项目的管理模式、知识体系，构建了大型邮轮工程项目的“三大类九大转模”系统工程体系（见图 4），涵盖项目组织及流程（项目治理、成本管理、供应链管理）、工程指挥（计划体系、完工管理、物流管理）、邮轮技术及建造特色（变更管理、重量控制、工程总包管理）；通过集技术、生产、保障、质量安全为一体的项目精细化治理体系，提升国产大型邮轮项目管理的核心竞争力。

（一）项目组织及流程类

通过货船和海洋工程项目实施，SWS 形成了代表亚洲船舶工业水平的精细化设计、标准化通用式施工模式；而 FC 采用的是多专业、大区域整体设计，再由分包商进行二级设计与工艺设计、现场放样与施工作业模式。因此，SWS 既要学习 FC 的邮轮建造与项目管理精髓，又要适应自身的生产资源及施工模式；需要详尽开展组织及流程策划（分

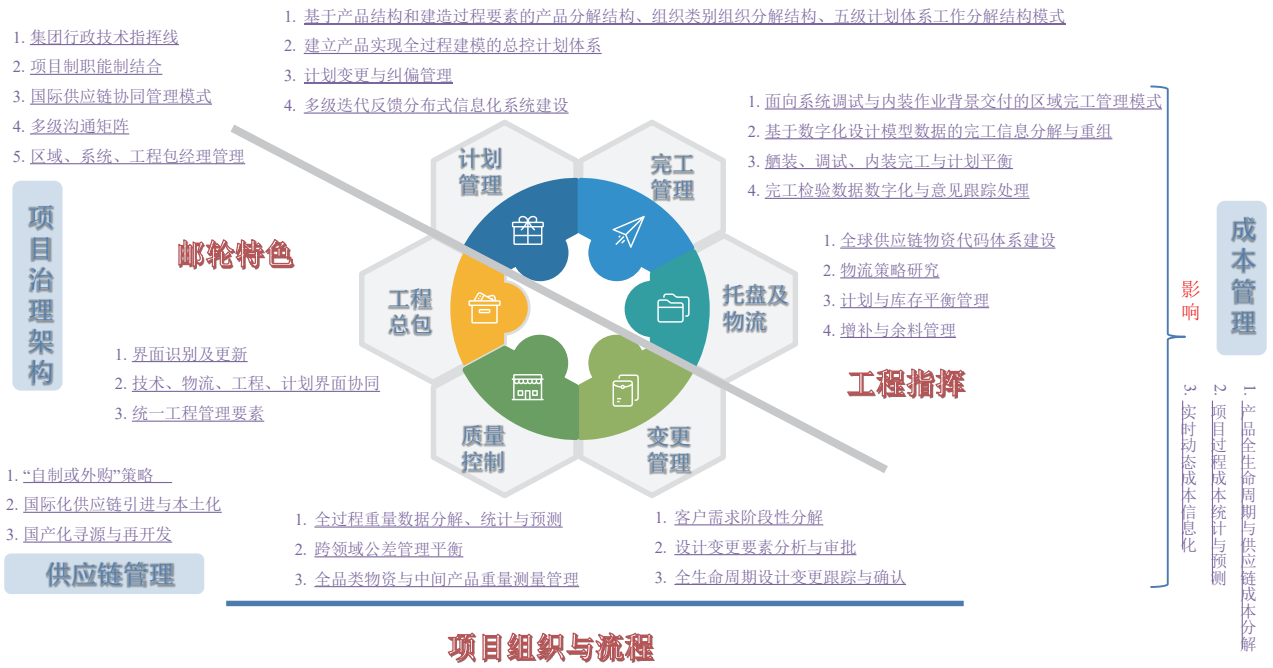

图 4　国产大型邮轮工程项目“三大类九大转模”系统工程体系

为项目架构治理、成本管理、供应链管理三方面），从而明确并细化国产大型邮轮项目的管理架构及流程，筑牢管理效率与生产效率提升的基础。

国产大型邮轮工程项目组由项目经理、各专业分经理组成，作为项目的总牵头组织，负责整体策划以及进度、成本、质量管控，协调项目管理与建造工作。设立了邮轮项目专项小组，具体负责设计、工艺、采购物流、界面、完工管理等方面。成立了邮轮专管部门，履行项目综合协调和对外管理职能，负责邮轮项目生产建造的监控与管理，统筹协调内装工程承包商的“设计、采购、安装、施工承包”。针对大型邮轮工程的工程总包特色，邮轮专管部门下设了子项目包经理、区域经理管理模式，建立了项目组与职能制相结合的邮轮建造矩阵式管理队伍，更好落实邮轮项目的严格管控要求；制定供应商协作与采购策略，达到了控制项目整体成本的目标。

（二）工程指挥类

国产大型邮轮项目的计划体系具有产品分解结构与组织分解结构相综合、多层级迭代、分布式、全流程网络等特点，旨在针对邮轮的详细设计（分包商协同设计）、生产设计、采购合同签订、物资集配、船体艏装 / 内装 / 涂装 / 调试等总装全建造过程，分解、排序并逻辑连接相关活动，指导邮轮总装所有建造相关方的业务计划。

在大型邮轮艏装 / 内装工程的生产组织方面，安装量大、周期短，空间狭小、参与的相关方众多且界面复杂，是巨系统工程的核心难点。大量采用成组技术、并行工程等工程理念，基于数字化设计和参数模型，以区域为单位对零件级的产品安装顺序进行管理，按区域、系统进行完整性交付和调试，是大型邮轮建造的国际先进做法。充分学习并深入消化相关经验，全面运用三维数字化软件，建立产品零件数据库、区域 / 系统分解结构，区域完工 / 系统调试工作流与数据流，从而关联多级计划体系，实现庞大工程组织的系统优化。

适度的必要库存、及时的人员组织，是大型邮轮建造的重要保障。国产首制大型邮轮的国际合作总包商超过 100 家，战略供方超过 1000 家，零件数超过 2×10^7 个，此类规模的有序组织依赖良好的计划体系和强大的物流能力。全面运用仓储管理软件，同步建设自动化智能化立体仓库，依据工程生产进度需求来有序组织各类物资到货并托盘化配送至现场；物资来货周期、托盘数据、生产计划在多个层级逐步匹配，实现了数据源、数据流程的统一及规范。

（三）邮轮技术及建造特色类

大型邮轮是典型的定制化产品，品牌、航线、客户群体的不同都会显著影响载员、空间布置、装饰风格、娱乐与服务设施等方面的设计方案。鉴于大型邮轮建造周期长的特点，业主方通常逐步确认设计需求，导致品牌装修风格细节、船东供应品等设计输入都有明显延后；如部分公区包的深化设计进度拖延，导致某总包商的 A2 详细设计出图因缺乏设计输入而拖期，直接影响了公区背景工程分包商的施工进度。此外，大量工程总包商参与详细设计，存在着不同的节奏影响，导致整体技术状态固化进度缓慢，较多的船东变更及详细设计修改、生产设计修改也是大型邮轮设计的明显特征。因此，全流程变更跟踪与处理系统至关重要，自主研发的新一代造船管理平台（SWS TIME）实现了“船东变更 – 详细设计‘结构设计验证模型’– 详细设计改单 – 生产设计改单 – 派工 – 报验”的全流程数据流功能。

作为邮轮专项系统工程以及三大关键技术之一的质量 / 质心控制，是大型邮轮项目的重大风险点。将质量控制作为重点技术验证内容，采取系列举措推动并保证邮轮质量工作的体系化开展。① 成立了专门的邮轮项目质量控制小组及各专业小组，日常工作机制覆盖专题讨论 / 评审、阶段性总结；② 编制并发布《邮轮质量控制程序》，建立自上而下的全过程工作及监控流程，覆盖数据准备、原材料 / 设备到货、施工全过程；③ 围绕实船质量 / 质心控制目标，依托 SWS TIME 策划并搭建相应数据管理平台，逐步打通数据流，根据详细设计质量分解表、生产设计模型数据、实际到货数据、过程监控数据，结合中间产品验证，形成质量控制月报，逐步预估全船质量 / 质心情况。所建立的整套质量控制流程及方法在国产首制大型邮轮的建造实践中获得全面应用，截至实船起浮节点的结果表明：空船质量各方面数据反馈吻合性良好，质量 / 质心指标可控。

针对 100 余家国际总包商（全面负责设计方案、施工、调试、交付）的界面、责任、工作流、计划、安全、质量、物流等，开展协同管理是大型邮轮生产组织的难点之一。深入分析总包商的界面、职责、工作流，结合船舶建造总包管理经验，编制了《邮轮项目工程总包管理规定》；明确了“技术协议下发 – 供应商谈判 – 审价 – 合同签订 – 物资到货 – 安装 – 报验 – 结算”全过程管理，定义了管理要素序列，包括采购方面的定标、二级供方选择、合同签订，生产准备方面的计划、质量控制程序、安全策划、人力资源计划、工具工装，生产协调方面的项目工时投入、船东验收等；开发了工程总包管理系统，集成了总包商任务包派发、设计协同、质量安全体系覆盖、计划协同、物流支持等管理要素。此外，组建了工程总包实施团队，实施各专业的项目制管理模式。

五、国产大型邮轮总装建造与产业发展展望

（一）营运能力方面，以国产邮轮开发为依托，构建邮轮供应链生态

积极参与区域性开发创新中心建设及邮轮产业园规划，利用政策、金融支持吸引社会资本和民营企业进入。推进 2 艘国产首制大型邮轮与欧洲邮轮总装建造公司的深化合作，加强船型开发、基本设计、大型工艺工法、协同设计等基础技术能力建设，面向我国船舶行业发挥大型邮轮工程的溢出效应。全面掌握引进的邮轮建造关键技术及设备，突破大型邮轮总装与总体设计瓶颈，形成国产邮轮设计的关键核心技术体系，尽快实现国产大型邮轮自主研发设计、工程化开发、系统集成设计能力。努力拓展邮轮项目工程总包，具备国产大型邮轮的接单条件与能力，构建国产邮轮供应链生态，形成国内国际双循环的市场经营模式（国内 4 艘、国际 2 艘）。

（二）制造能力方面，构建以三维模型为核心的数据中心并集成工艺仿真资源，提升工程体系生产力

结合国产大型邮轮的实船建造，成功应用 Smart 3D 系统构成了邮轮生产设计建造 1.0 基础；未来依托国产供应链生态圈，通过深化和创新形成以数据为核心的邮轮数字化设计 2.0 体系：结构化处理邮轮产品数据（模型、物料清单、图纸），与各类信息化系统进行业务协同和数据集成，实现设计 – 订货 – 采购 – 集配 – 生产的快速响应。持续建设工程指挥体系和生产力，以计划协同为核心，增强薄板加工质量与精度控制能力，完善舾

装 / 内装生产体系，与供方协同建立基于工作分解结构的邮轮生产组织模式。以效率提升为核心目标，增强资源管理和班组管理能力；以工时和作业标准为对象，提升班组能力；以人力、场地、设备设施为对象，提升资源控制力。通过数字化船厂建造，2025 年形成大型邮轮的批量化建造能力，2050 年大型邮轮建造达到 100 艘，接近发达国家的行业渗透率。

（三）服务能力方面，围绕邮轮总装建造，构建邮轮客户服务中心和知识中心

在实现接单和总装建造能力的同时，邮轮生态圈的健康发展需要维护客户关系、提升服务能力，形成船东与船厂的战略同盟。以市场需求为牵引，加快供应链拓展步伐，积极实施技术扶持、战略合作，协同国际供应链，壮大国内供应链，有效增强国内供应链对大型邮轮建造、邮轮营运的支撑作用。完善总包商管理模式，推进对分包商的穿透式延伸管控，基本建成本土邮轮供应链体系。提升邮轮售后服务水平，高质量进行邮轮产品的维护保养、更新换代。此外，关注邮轮经营接单 – 供方寻源 – 设计建造 – 完工交付的全过程，构建邮轮知识库，针对邮轮市场研报信息、技术文件、标准规范、项目资料、培训材料等进行专业汇总与细分提炼；为邮轮建造能力的演进提升提供知识工程服务，形成国产大型邮轮建造产业的经验与知识积累。

（四）以“产学研”结合模式增强专精人才培养与集聚能力

邮轮创新工程是“产学研”结合的国家级科技工程，以 1.355×10^5 t 大型邮轮实船工程项目为牵引，集聚我国工业领域研发设计、建造、配套的优势力量，通过“引进 – 消化 – 吸收 – 再创新”和自主创新相结合的模式，突破了大型邮轮设计制造关键技术，填补了我国高端船舶品类空白，支持我国进入大型邮轮建造国家行列；由中国船舶集团有限公司牵头组织实施，参研单位超过 40 家、高校约 10 所。SWS 作为项目总体单位，与相关高校积极合作，以研究生工作站、实习研究基地、“产学研”合作人才联合培养基地等形式开展校企共建；与船东、船舶设计院所、基础技术研究单位等保持紧密合作，为我国大型船舶的“产学研”合作提供了发展经验。这些合作将提升领域技术潜力，促进邮轮建造在高校人才培养、社会人才输送体系中的影响力，也为邮轮经营、制造、技术、服务等方面的人才培养提供了必要条件。此外，SWS 根据大型邮轮技术路线图提出任务需求，与相关高校学科特长结合建立长效的协同创新机制，提升了大型邮轮建造相关的人才培养集聚能力，支持建立我国大型邮轮建造体系、检测验证体系、标准与知识产权框架体系。

六、结语

大型邮轮建造涉及高端旅游业、高端制造业、高端服务业，产业链长且影响力大，是邮轮产业发展的核心。全面提升国产大型邮轮的自主研发设计、零部件配套及总装制造能力，有助于培育国产邮轮总装建造产业集群，实现国产邮轮产品及服务的跨越式发展。通过首批国产大型邮轮项目国际合作建造，由总装企业牵头技术体系创新，同步提升经营能力、制造能力、服务能力，打造我国大型邮轮核心生产能力；形成我国邮轮产业“源头营运 – 总装制造 – 末端供应链”配套体系，建立中国制造品牌、标准、产业链。

本文结合国产首制大型邮轮的建造实践，系统总结了建造经验并探究了邮轮建造知识盲区，以总装建造能力建设研究体现了我国船舶工业的新进展；针对作为邮轮建造产业发展基础构成与关键支撑的邮轮项目管理，提出了国产大型邮轮工程项目“三大类九大转模”系统工程体系，以国内首创内容为船舶工业高质量发展提供了坚实支撑。也要清醒认识到，国产化邮轮产业仍处于起步发展阶段，还有很多研究方向积累薄弱甚至空白，其他船舶类型的发展经验也不宜直接采用。为此，国产大型邮轮的批量化建造以及全产业链发展课题，仍需工业界、学术界共同开展持续性的深化研究，通过政策引导形成能力，力求进一步提升国产邮轮信息化、数字化发展格局以及巨系统工程理论应用水平。

参考文献

[1] 蔡雅男, 闫国东, 梅俊青, 等. 我国国产邮轮建造相关政策研究 [J]. 中国水运, 2018, 18(1): 35–37.
Cai Y N, Yan G D, Mei J Q, et al. Research on policies of domestic cruise ship construction in China [J]. China Water Transportation, 2018, 18(1): 35–37.

[2] 汪泓. 中国邮轮产业发展报告（2020）[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2020.
Wang H. China cruise ship industry development report (2020) [M]. Beijing: Social Sciences Academic Press(China), 2020.

[3] 张圣坤. 邮轮中国 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2020.
Zhang S K. Cruise ship in China [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2020.

[4] 刘萧. 三菱重工转身 [J]. 中国船检, 2016 (12): 40–43.
Liu X. Transformation development of Mitsubishi Heavy Industries [J]. China Ship Survey, 2016 (12): 40–43.

[5] 李显君, 熊昱, 冯堃. 中国高铁产业核心技术突破路径与机制 [J]. 科研管理, 2020, 41(10): 1–10.
Li X J, Xiong Y, Feng K. Core technology breakthrough path and mechanism of China's high-speed rail industry [J]. Science Research Management, 2020, 41(10): 1–10.

[6] 贺承明. 高铁的“国产化”演绎 [J]. 装备制造, 2013 (7): 50–53.
He C M. The localization of high-speed rail [J]. China Equipment, 2013 (7): 50–53.

[7] European Cruise Council. Contribution of cruise tourism to the economies of Europe 2017 [EB/OL]. (2018-01-15)[2022-02-15]. https://cruising.org/-/media/research-updates/research/economic-impact-studies/contribution-of-cruise-tourism-to-the-economies-of-europe-2017.pdf.

[8] 李兰美, 黄斐, 陈明铭. 豪华邮轮建造特点初步分析 [J]. 造船技术, 2014 (2): 10–13.
Li L M, Huang F, chen M M. Initial analysis of building characteristic on cruise ship [J]. Marine Technology, 2014 (2): 10–13.

[9] 宁振波. 智能制造的本质 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
Ning Z B. Understading intelligent manufacturing [M]. Beijing: China Machine Press, 2021.