

造高新船舶 拼“巨型积木”

上海交大打通船舶航天装配难关

□ 徐瑞哲

万吨级体量、百米级尺寸、毫米级精度——谈及超大高新船舶智能建造,可谓“牵一发而动全身”。建造一艘大型船舶,需将上百米船体分段拼装成型;研制一枚运载火箭,也要对接数十米长的贮箱部件。这类构件单件重量动辄近万吨,拼接精度却要求控制在毫米级。

这项工作难度有多高?相当于将整座上海大剧院整体起吊,落位偏差不能超过一枚硬币的厚度。7月2日,2025年度上海市科学技术奖名单在上海公布。由上海交通大学(简称“上海交大”)机械与动力工程学院教授王皓牵头的“大型部件高效对接装配技术及船舶航天应用”项目摘得技术发明奖特等奖。

该项目以上海交大为牵头单位,联合江南造船(集团)有限责任公司、上海航天设备制造总厂等7家单位,历经十余年联合攻关,破解了长期制约船舶、航天制造领域发展的系列“难题”。

告别工人经验式反复试错

当前我国造船产业手握全球近七成船舶订单,新型、高附加值船舶批量交付。与此同时,载人航天、卫星组网等重大工程稳步推进,航天领域运载火箭年度发射需求逼近百发。

船坞施工排期饱和,发射场任务紧凑。如何提速大型部件拼装、压缩整体建造周期,已成为船舶、航天两大行业亟待解决的核心痛点。

现阶段船舶、航天行业普遍采用模块化“分体建造”模式:如同搭建积木,各构件先行并行制造,最后统一对接拼装。该模式充分释放国内制造业产能优势,大幅提升生产效率,但末端拼装工序成为制约建造提速的核心瓶颈。

尤其随着高新船舶、运载火箭持续向大型化发展,待装配巨型“积木块”尺寸达百米、重量近万吨,对接公差却需控制在毫米级别。

以往大型部件对接装配完全依靠资深技工人工试错,仅凭借肉眼观测、手动调整,不仅作业效率低下,装配精度也难以稳定保障。长期依赖单点测量、单机操作、经验判断的人工作业模式,极易产生装配偏差,直接拖慢船舶交付、航天发射任务进度。

针对这一长期制约行业发展的卡脖子难题,上海交大联合相关单位组建跨领域攻关团队,突

为重载调姿装备建立“精确基准”

船舶总段、火箭舱段对接装配均采用多定位机构协同作业的群组调姿模式。此类并联式调姿装备核心痛点在于——各支链运动误差在末端高度耦合、相互放大,对总段整体精度形成“差之毫厘,谬以千里”的级联放大效应。

通俗来说,单一支链仅存在数毫米偏差,传递至其余对接端口便会放大至数厘米。即便单条支链轴线基准仅有微小偏移,经级联耦合、误差累积后,会在构件

让巨型构件实现“无缝对接”

船舶总段对接端面体量巨大,部分端面面积相当于两个篮球场,表面密布上千个指甲盖大小的微型对接特征,依靠这些结构实现船段高强度连接。“单个对接特征投影面积不足整个端面的百万分之一,装配匹配堪称‘针尖对麦芒’。”王皓说。

在超大端面之上精准识别、定位海量微型对接特征,兼顾整体轮廓与局部细节,求解最优对接装配位形,是巨型总段高精度

为万吨级构件化解“变形困扰”

万吨级船舶巨型总段整体刚性偏弱、局部刚度集中,受力不均时易发生扭曲、外翻等形变,一旦产生变形,对接特征位置偏移,装配工作便无法正常开展。如何实时感知构件

对接的另一重技术难关。

研究团队自主研发大场景点云小尺寸特征分割技术,可有效区分微型对接特征与环境噪声,快速识别并精确定位海量小型对接结构,识别效率显著提升。在这套大型构件结构变形实时主动

开创船舶航天智能建造全新范式

智能对接模式,有力推动国内船舶、航天行业大型构件建造模式迭代升级。

该特等奖项目紧扣国家重大战略需求,构建拥有完整自主知识产权的大型部件高效对接装配

项目成果推动总段建造新模

大连中远海运川崎落地应用空气辅助喷涂技术

本报讯(全媒记者 杨瑾 通讯员 夏红凤)近日,大连中远海运川崎船舶工程有限公司(简称“大连中远海运川崎”)在首制24000标箱甲醇双燃料集装箱船外板涂装作业中应用空气辅助喷涂技术,顺利通过船东验收。

船舶下水前外板统喷是造船生产关键工序。传统喷涂工艺受露天大风作业环境限制,长期存在漆雾飞散严重、挥发性有机物(VOCs)排放偏高、涂料损耗量大等行业共性痛点,难以同步兼顾施工质量、环保标准与生产成本。

针对这一行业难题,大连中远海运川崎成立专项攻坚小组,经过多轮市场调研、工艺论证与现场反复试验,引入空气辅助喷涂技术,并率先将该工艺应用于这艘首制超大型甲醇双燃料集装箱船。

大连中远海运川崎相关工作人员介绍,空气辅助喷涂技术通过优化喷枪结构,在枪嘴端部增设辅助出气口,既能有效抑制漆雾逸散,又可大幅提升漆膜雾化细腻度。

据悉,本次实船涂装工艺升级实现品质、效益、环保三重价值提升。

在涂装质量上,船舶外板漆膜光泽度与涂层均匀度均得到明显优化,施工成品效果获得船东充分肯定。

在降本增效方面,新工艺将油漆综合消耗系数降低12.4%,单船外板整体喷涂工序可节省油漆成本约16.5万元。同时防污漆表面粗糙度下降18.4%,有效降低船舶航行阻力,长期运营阶段可持续节约燃油消耗。

在绿色环保维度,VOCs、漆雾排放大幅减少,有力推动企业全生产流程绿色低碳转型。

空气辅助喷涂技术本次成功落地,是大连中远海运川崎依托科技创新驱动绿色低碳生产的重要实践。下一步,企业将持续拓

全国首艘数智化改造 海事公务船艇投入试用

本报讯(全媒记者 龙巍 通讯员 杨宝莹 廖友承 龚振)7月3日,全国首艘完成数智化改造的海事公务船艇“海巡14102”(见下图)在深圳投入试用。

“海巡14102”为12米级高速艇,最高航速36节,抗倾覆性能优异,可快速抵近水上目标,日常承担复杂水域快速处置、应急救援等高强度作业任务。该船体型小巧、航速快、操纵灵活,适配各类水上执法场景,深圳海事部门遂选定其作为首个数智化改造试点船艇。改造完成后,该船可在复杂水域实现自主巡航、远程操控、智能避障、水面目标精准识别等多项功能,无需人员实时值守操控即可安全航行。

据悉,深圳海事部门遵循“不换船、不改结构、不降性能”改造原则,为“海巡14102”加装智能航行模块、多源感知设备与岸艇联动平台。实测数据显示,改造后的“海巡14102”可在无人工干预状态下自主巡航,单次14.2海里自主航行航迹偏差控制在1米以内。应急救援测试中,系统能在3分钟内完成落水目标自动识别、锁定、抵近,相较传统人工瞭望模式作业效率大幅提升。依托船岸一体化平台实时回传的高清视频与感知数据,指挥中心拥有全域“千里眼”,可精准掌握现场态势、科学开展调度决策,“后端指挥+前端自主”的智能化水上执法体系已初步成型。



600吨级高速渔政执法船 入列服役

本报讯(全媒记者 杨柳 通讯员 周稳)近日,由江龙船艇承建的600吨级高速渔政执法船“中国渔政33069”在温州入列服役。

该船采用钢铝复合结构,兼顾船体结构强度、耐腐蚀性能与航行效能,可适应复杂近海海域作业环境。“中国渔政33069”总长65.8米,型宽9米,型深4.8米,配备四机四桨直线推进系统与全航速减摇鳍,快速性、操纵性、耐波性能表现优异,实测航速25节,为当前国内航速领先的600吨级渔政执法船。

同时,该船智能化、实战化配套设施齐全,海上执法作业能力突出。船上搭载2艘航速40节的铝合金高速工作艇,配套双尾滑道快速收放装置,可快速开展海上搜救、登临登检、违规船舶追击等应急处置工作。船舶集成船岸通信、机舱自动化、综合监控、智能执法取证等全套系统,打通船岸联动执法链路,可充当海上联合执法指挥中枢,一站式开展海域巡航、排污取证、渔业秩序管控、海上应急处置等各项业务。

完成“向阳红01”特检坞修 连云港港以“造船级修船”护航深蓝重器

□ 全媒记者 陆民敏 通讯员 胡唯豪

近日,“向阳红01”特检坞修完工暨入列十周年系列活动在江苏连云港举办。

作为国家海洋调查船队旗舰船舶,“向阳红01”是集多学科、多功能、多技术手段于一体的全球无限航区综合科考船,堪称标杆级海上移动实验室。本次特检坞修恰逢该船交付入列十周年,施工涵盖动力定位系统精调、压载水舱功能性改造等上百项核心工程;船舶作业空间狭小,整体施工安全与技术风险系数极高。

本次特检工程历时25天,共完成100余项检修改造,同步实施燃油舱扩容升级,新增149立方米舱容。改造后,船舶续航力由1.5万海里提升至1.8万海里,自持力由60天延长至70天。

该工程由连云港鸿云实业有限公司(简称“鸿云公司”)承接,这也是连云港港与自然资源部第一海洋研究所船舶管理中心开展的第三次深度合作。

面对这项高难度精细检修工程,鸿云公司摒弃传统修船“补丁模式”,创新引入“造船级修船”全流程质量管控体系:从钢板预处理、设备精细防护,到无损探伤检测、全系统联动调试,全部检修工序均严格按照新造船舶标准执行,既全面恢复船舶原有性能,还完成多项关键系统深度升级。

近一个月施工期间,鸿云公司项目团队与船东科研人员紧密协同,逐一攻克特种钢材焊接、狭小舱室改造等多项技术瓶颈,如期完成全部检修任务。

连云港港集团副总裁王新文对此表示:“本次特检坞修,是连云港港以‘造船级’标准布局高技术船舶服务赛道的关键里程碑,标志着港口在国家深远海科考装备保障能力建设上实现质的飞跃。自然资源部第一海洋研究所将连云港港选定为‘向阳红01’十年特检母港,是对港口综合服务能力的高度认可。这项工作不只是单一修船业务,更彰显连云港港主动融入国家海洋战略、服务海洋科研前沿的责任担当。”

王新文介绍,连云港港将以本次坞修为全新契机,依托鸿云公司专业技术平台,持续深化与国内顶尖海洋科研院所的长期协作,针对各类高端科考船舶打造覆盖全生命周期的定制化、高品质维保服务方案。

如今“向阳红01”检修完毕、即将再度启航,鸿云公司也将本次科考船检修业务作为全新发展起点。该公司相关负责人表示,未来企业将持续深耕高技术船舶维修细分领域,把“造船级工艺”固化为标准化服务体系,护航更多海洋科考大国重器奔赴深蓝。