

船体建造过程中精度控制思路探究

祁 军

南通远洋船舶配套有限公司 江苏 南通 226000

摘要：本文旨在探讨船体建造过程中的精度控制思路，通过分析精度控制的重要性、概述精度控制的基本概念和方法，提出一套完善的船体建造精度管理体系。通过引入先进的测量技术、优化工艺流程、建立严格的质量控制体系等措施，旨在提高船体建造的精度和质量，缩短建造周期，降低建造成本，为船舶制造业的可持续发展提供有力支持。

关键词：船体建造；精度控制；管理体系；测量技术；质量控制

引言：随着全球船舶制造业的蓬勃兴起，船体建造精度控制成为核心竞争力。它不仅关乎船舶建造质量与安全，更是降低后期维护成本、提升运营效率的关键。本文深入剖析精度控制的基本概念，探讨实施策略与管理体系，旨在构建一套科学有效的控制框架，为船舶制造业提供理论支撑与实践蓝图，助力行业向更高精度、更高效率迈进。

1 船体建造过程中精度控制的重要性

1.1 确保船舶整体质量，提升航行性能

船体作为船舶的骨架，其建造精度直接决定了船舶的整体质量。精确的船体建造意味着各个部件的尺寸、形状、位置均达到设计要求，减少了因误差累积而导致的结构变形或应力集中问题。这不仅提升了船舶的结构强度与稳定性，还确保了船舶在复杂海况下的航行性能。例如，精确的船体线形设计能有效减少航行阻力，提高航速与燃油效率；而精确的船体平衡则能减少航行中的振动与摇晃，提升乘客与货物的舒适度。

1.2 保障航行安全，减少事故风险

航行安全是船舶制造业的首要任务。船体建造过程中的精度控制直接关系到船舶的航行安全。若船体存在严重的精度问题，如焊缝开裂、结构变形等，将严重威胁船舶的航行安全，甚至引发海难事故^[1]。因此通过严格的精度控制，确保船体结构的完整性与可靠性，是保障航行安全、减少事故风险的重要措施。

1.3 降低建造成本，提高经济效益

船体建造是一项复杂而庞大的工程，涉及众多环节与资源投入。精度控制的缺失往往导致返工、修复等额外成本的增加，从而推高了船舶的建造成本。相反，通过加强精度控制，减少误差与缺陷的产生，可以显著降低建造成本，提高经济效益。此外，精确的船体建造还能减少船舶在运营过程中的维护与保养成本，延长船舶

的使用寿命，进一步提升经济效益。

1.4 缩短建造周期，提高生产效率

在竞争激烈的船舶制造业中，建造周期是衡量企业竞争力的重要指标之一。精度控制的加强有助于优化船体建造流程，减少因精度问题导致的停工与延误。通过引入先进的测量技术、优化工艺流程、加强人员培训等措施，可以显著提高船体建造的精度与效率，从而缩短建造周期，提高生产效率。这不仅有助于企业快速响应市场需求，还能在激烈的市场竞争中占据有利地位。

2 船体建造精度控制概述

2.1 精度控制定义

船体建造精度控制，简而言之，是指通过一系列科学、严谨且高效的工艺手段与管理措施，对船体建造过程中的每一个环节进行精细化的监控与调整，以确保船体结构的各项精度指标能够严格符合设计要求及行业规范^[2]。这一过程不仅涉及对材料尺寸、形状、位置的精确控制，还涵盖了焊接质量、装配精度、变形预防等多个方面，是船舶建造质量保障体系中的关键环节。精度控制的实施依赖于先进的技术手段，如高精度测量设备、自动化加工设备、数字化建模与仿真技术等，这些工具的应用极大地提高了精度控制的准确性和效率。并且严格的管理制度、专业的技术人员以及良好的团队协作也是实现高精度建造的重要保障。

2.2 精度控制目标

(1) 提高船体结构的整体质量和稳定性：通过精确控制船体各部件的尺寸、形状和位置关系，减少误差累积，确保船体结构在复杂海况下仍能保持稳定性和强度，提高船舶的安全性和可靠性。(2) 降低运行过程中的磨损和变形：精确的船体建造能够减少因结构不合理或装配误差导致的磨损和变形问题，延长船舶的使用寿命，降低运营成本。(3) 减少维修和保养成本：高质量

的船体结构意味着更低的故障率和更长的无故障运行时间,从而减少维修和保养的次数及成本。(4)提升建造效率 and 经济效益:精度控制有助于优化建造流程,减少返工和修复工作,缩短建造周期,提高生产效率。同时高质量的船舶产品也更具市场竞争力,有助于提升企业的经济效益。

2.3 精度控制范围

(1) 板材与型材的精度控制:对船体所用板材和型材的尺寸、形状、平整度等进行严格检查和控制,确保材料质量符合设计要求。同时,在切割、弯曲等加工过程中也需保持高精度,以减少后续装配误差。(2) 焊接精度控制:焊接是船体建造中的关键环节之一,其质量直接影响船体的整体强度和密封性。因此,需对焊接工艺进行严格控制,包括焊接参数的选择、焊接顺序的安排、焊接变形的预防等,以确保焊接质量达到设计要求。(3) 装配精度控制:在船体各部件的装配过程中,需严格按照设计图纸和装配工艺要求进行操作,确保各部件之间的相对位置和角度准确无误。还需对装配过程中的变形进行实时监测和调整,以保证船体结构的整体精度。(4) 变形预防与控制:船体建造过程中,由于材料性质、焊接热应力等因素的作用,易产生变形问题。因此,需采取有效的变形预防与控制措施,如设置合理的焊接顺序、采用反变形法、加强支撑与固定等,以减少变形对船体精度的影响。

3 船体建造精度控制思路方法

在船舶制造业的广阔天地里,船体建造精度控制不仅是技术实力的体现,更是企业竞争力的核心要素。随着科技的进步和行业的发展,传统的建造方式已难以满足现代船舶对精度、效率及质量的高标准要求。因此,探索并实践一套科学、高效的船体建造精度控制思路与方法显得尤为重要。

3.1 引入先进测量技术

在船体建造过程中,测量技术的先进性与否直接关系到精度控制的成败。传统的手工测量方式不仅效率低下,且易受人为因素影响,难以保证测量的准确性和一致性。因此,引入激光跟踪仪、全站仪等高精度测量设备成为提升精度控制的必然选择。激光跟踪仪以其高精度、高速度、高灵活性的特点,在船体建造中发挥着重要作用。它能够实时跟踪并测量船体各部位的三维坐标,快速准确地捕捉建造过程中的微小变化,为精度调整提供可靠依据。全站仪则以其多功能、高精度、易操作的优势,在船体建造现场得到广泛应用。通过这两种设备的结合使用,可以实现对船体结构全方位的实时监

测和调整,确保各项精度指标符合设计要求。

3.2 优化工艺流程

工艺流程的优化是提升船体建造精度的关键所在。传统的整体建造方式由于工序复杂、周期长、误差累积严重,已难以满足现代船舶建造的需求。因此,采用分段建造、总组与搭载等先进工艺方法成为行业趋势^[3]。分段建造将庞大的船体结构划分为若干个相对独立的单元进行建造,不仅降低了建造难度和复杂度,还有助于减少误差和变形的产生。在分段建造过程中,通过精确控制各分段的尺寸、形状和位置关系,可以确保分段之间的顺利对接和整体精度的提升。总组与搭载则是在分段建造的基础上,将各分段进行组装和搭载,形成完整的船体结构。这一过程中,通过采用先进的定位技术和调整方法,可以进一步确保船体结构的整体精度和稳定性。

3.3 建立严格的质量控制体系

质量控制体系是船体建造精度控制的制度保障。一个完善的质量控制体系应包括详细的质量控制标准、检验流程、质量检测和数据分析等多个方面。(1) 制定详细的质量控制标准是前提。这些标准应涵盖船体建造的各个环节和部位,明确各项精度指标的具体要求和允许偏差范围。(2) 建立严格的检验流程是关键。通过设立多个检验关卡和节点,对船体建造的各个阶段进行全面检查和评估,确保各项精度指标符合设计要求。(3) 加强质量检测和数据分析工作也是必不可少的。通过采用先进的检测设备和数据分析方法,可以及时发现和纠正建造过程中的问题,为精度控制提供有力支持。

3.4 加强人员培训和管理

人员是船体建造精度控制的主体。提高船体建造工人的技术水平和质量意识、加强团队协作和沟通、建立健全的管理制度和责任体系是确保各项精度控制措施得到有效执行的重要保障。(1) 加强人员培训是提高技术水平和质量意识的有效途径。通过定期组织技术培训和交流活动,可以不断提升工人的专业技能和综合素质,使他们能够更好地适应高精度建造的需求。(2) 加强团队协作和沟通也是至关重要的。船体建造是一个复杂的系统工程,需要多个部门和工种之间的紧密配合和协作。通过加强沟通和协调,可以确保各项精度控制措施在各个环节中得到有效落实。(3) 建立健全的管理制度和责任体系是确保精度控制工作有序进行的重要保障。通过明确各级人员的职责和权限、建立奖惩机制等措施,可以激发工人的积极性和责任心,推动精度控制工作的深入开展。

4 船体建造精度管理体系

4.1 组织体系

(1) 企业应成立专门的精度管理团队或部门,负责统筹协调整个船体建造过程中的精度管理工作。该团队应由具有丰富经验和专业知识的技术人员组成,能够全面把握船体建造的精度要求和技术难点。(2) 明确各级人员的职责和权限是组织体系的核心。从高层管理者到基层员工,每个人都应清楚自己在精度管理中的角色和责任。通过制定详细的岗位说明书和 workflows,确保各项精度控制措施能够层层落实,责任到人。(3) 加强团队协作和沟通也是组织体系的重要组成部分。船体建造是一个复杂的系统工程,需要多个部门和工种之间的紧密配合和协作。通过定期组织会议、开展培训活动等方式,加强团队成员之间的沟通和交流,促进信息共享和资源整合,提高整个团队的协作能力和执行力。

4.2 标准体系

(1) 企业应制定详细的精度控制标准。这些标准应涵盖船体建造的各个环节和部位,明确各项精度指标的具体要求和允许偏差范围。同时还应根据船舶类型、建造工艺和客户需求等因素,制定差异化的精度控制标准,以满足不同船舶的精度要求。(2) 建立科学的检验流程是标准体系的重要组成部分^[4]。通过设立多个检验关卡和节点,对船体建造的各个阶段进行全面检查和评估。每个阶段完成后,都需要按照既定的检验流程进行严格的检验和测试,确保各项精度指标符合设计要求。(3) 标准体系还应包括标准的制定、修订和发布等管理程序。随着技术的不断进步和行业的发展,精度控制标准也需要不断更新和完善。企业应建立有效的管理机制,确保标准的及时修订和发布,以适应新的技术和市场需求。

4.3 监测体系

(1) 企业应引入先进的测量设备和技术手段。激光跟踪仪、全站仪等高精度测量设备的应用,能够实现对船体结构的三维坐标和形状的精确测量。并且还可以利用数字化仿真技术和虚拟现实技术等先进手段,对船体建造过程进行模拟和优化,提前发现和解决潜在的问题(2),建立科学的监测方法和流程是监测体系的关键。通过制定详细的监测计划和方案,明确监测的目标、内容、方法和周期等要素。在监测过程中,应严格按照计

划执行,确保监测数据的准确性和可靠性。还应加强对监测数据的分析和处理,及时发现和纠正偏差和问题。

4.4 反馈与改进机制

(1) 建立有效的反馈机制是前提。通过设立反馈渠道和平台,鼓励员工积极参与反馈工作。当发现精度问题时,员工可以及时向上级或相关部门反馈情况,并提出改进意见和建议。企业还应建立快速响应机制,对反馈的问题进行及时处理和回复。(2) 加强数据分析是反馈与改进机制的核心。通过对监测数据的深入分析和挖掘,可以揭示船体建造过程中的潜在问题和规律性特征。企业可以运用统计学、数据挖掘等方法和技术手段,对监测数据进行全面分析和评估,为后续的改进工作提供科学依据。(3) 持续改进是反馈与改进机制的目标。企业应建立持续改进的文化和氛围,鼓励员工积极参与改进工作。通过不断优化精度管理流程、引入新的技术和方法、提高员工素质和能力等措施,不断提高船体建造的精度和效率。还应建立持续改进的评估机制,对改进效果进行定期评估和总结,确保持续改进工作的有效性和可持续性。

结语

船体建造过程中的精度控制是船舶制造业的重要组成部分。通过引入先进测量技术、优化工艺流程、建立严格的质量控制体系等措施,可以显著提高船体建造的精度和质量。未来,随着船舶制造业的不断发展和技术进步,精度控制将成为提升船舶竞争力的关键因素之一。因此,加强船体建造过程中的精度控制研究和实践具有重要意义。

参考文献

- [1]程远龙,彭茂清.船舶精度建造质量标准研究[J].船舶物资与市场,2020(03):21-22.
- [2]程阳,宋艳媛,李军,孙楠,林洪山,王建勋.船体零部件制造车间数字化物流现状及标准研究[J].中国标准化,2019(05):70-73+84.
- [3]李思远,杨雪莲,周琳琳.基于装配序列分析的船体结构焊接位置仿真算法[J].船海工程,2022,51(01): 98-102.
- [4]黎铎.精度管理及过程控制技术在船舶制造中的应用研究[J].冶金管理,2020(07):2-4.