

基于BIM技术的船舶修理工程管理应用研究

黄生宁

上海中远海运重工有限公司 上海 201913

摘要：本文聚焦基于BIM技术的船舶修理工程管理应用研究。先阐述BIM技术内涵及船舶修理工程管理难点，接着分析其在模型构建、进度、成本、质量与安全管理等方面的应用现状。然后提出基于BIM的船舶修理工程管理应用路径，涵盖信息模型构建及在各管理环节的具体应用。最后通过两个案例分析，验证BIM技术能提高管理效率与质量、降低成本与风险，展现其广阔应用前景。

关键词：船舶修理工程；BIM技术；应用研究

1 BIM技术与船舶修理工程管理概述

1.1 BIM技术的内涵

BIM (BuildingInformationModeling) 即建筑信息模型，是应用于工程设计、建造、管理的数据化工具。它整合建筑物数据化、信息化模型，在项目全生命周期共享传递，助工程技术人员理解应对建筑信息，为各方建设主体协同工作打基础，能提高生产效率、节约成本、缩短工期。在船舶领域，BIM技术价值重大。船舶是复杂系统工程，BIM可集成其几何、物理、功能及运维等信息，形成三维动态模型。该模型涵盖船舶外观、结构，还能体现部件材料、性能、安装位置及运行状态参数。借助BIM模型，船舶各阶段人员可在同一平台交流共享信息，打破信息孤岛，提升工作效率与决策科学性。如设计阶段可虚拟设计与仿真分析，提前发现并优化问题；建造阶段能精确施工指导与进度管理；修理阶段可快速了解情况，制定合理修理方案。

1.2 船舶修理工程管理的难点

船舶修理工程涉及多专业领域与众多参与方，如船东、修理厂家等。传统管理模式下，各参与方主要靠二维图纸、文字报告传递信息，易出现理解偏差与传递不及时。二维图纸难清晰表达复杂结构与设备安装细节，施工人员理解易出错，影响修理质量与进度。且不同参与方软件和系统不同，数据格式不兼容，加剧信息沟通困难^[1]。船舶修理工程时间要求严格，但受天气、设备供应、人员技能等因素影响，进度控制难。传统管理模式下，进度计划凭经验制定，缺乏动态监控调整。突发情况如设备损坏、人员短缺时，难及时修改优化计划，导致工程延期。船舶修理成本含材料、人工、设备租赁等多方面，构成复杂。修理中信息不透明、缺乏有效成本控制手段，易成本超支。材料采购困难掌握使用和库存信息，易浪费或采购不足；人工成本因难监控工作效率

和时间，可能过高。船舶修理质量关乎安全运行与使用寿命，但因结构和设备复杂，修理质量难保证，如焊接工艺不当或检测不严，会有安全隐患。同时船舶修理属高危行业，危险作业多，安全管理难度大，安全事故影响大。

2 BIM技术在船舶修理工程管理中的应用现状分析

2.1 模型构建与信息集成应用

目前，一些先进的船舶修理企业已经开始尝试应用BIM技术进行模型构建和信息集成。通过三维建模软件，将船舶的各个部分进行精确建模，包括船体结构、机电设备、管道系统等。这些模型不仅具有直观的视觉效果，还能包含丰富的信息，如部件的名称、规格、材质、安装位置等。在信息集成方面，将船舶的设计信息、施工信息、运维信息等进行整合，形成一个完整的船舶信息数据库。通过这个数据库，各参与方可以方便地查询和共享所需的信息，提高了信息传递的效率和准确性。然而，目前模型构建和信息集成还存在一些问题，如模型精度不够高、信息集成度不够完善等，需要进一步改进和完善。

2.2 进度管理中的应用现状

在进度管理方面，BIM技术可以与进度计划软件相结合，实现进度计划的可视化编制和动态监控。通过将进度计划与BIM模型关联，可以直观地展示各个施工阶段的任务和时间节点，以及各任务之间的逻辑关系。施工人员可以根据BIM模型和进度计划进行施工安排和资源调配，提高施工效率。利用BIM技术的实时监控功能，可以及时掌握施工进度情况，对比实际进度与计划进度的偏差，并分析偏差产生的原因，及时采取措施进行调整。但目前BIM技术在进度管理中的应用还存在一些局限性，如与实际施工情况的结合不够紧密、对突发情况的应对能力不足等^[2]。

2.3 成本管理中的应用现状

BIM技术在成本管理中的应用主要体现在成本估算、成本预算和成本控制等方面。通过BIM模型，可以准确计算船舶修理所需的材料数量和人工工时，为成本估算提供准确的数据支持。在成本预算阶段，可以根据成本估算结果和进度计划，制定详细的成本预算方案。在成本控制方面，利用BIM技术的实时监控功能，可以及时掌握成本支出情况，对比实际成本与预算成本的偏差，并分析偏差产生的原因，采取相应的措施进行成本控制。目前BIM技术在成本管理中的应用还面临着一些挑战，如成本数据的准确性和完整性难以保证、成本模型的建立和维护成本较高等。

2.4 质量管理与安全管理中的应用现状

在质量管理方面，BIM技术可以为质量检测提供直观的参考依据。通过将质量标准和规范与BIM模型关联，可以在模型中标注出各个部件的质量要求和检测点。质量检测人员可以根据BIM模型进行质量检测，及时发现质量问题并进行记录和处理。同时利用BIM技术的仿真分析功能，可以对修理工艺进行模拟和优化，提高修理质量。在安全管理方面，BIM技术可以用于安全风险评估和安全培训。通过对船舶修理工程的三维模型进行安全风险分析，识别出潜在的安全隐患，并制定相应的安全措施。利用BIM模型进行安全培训，可以让施工人员更加直观地了解施工现场的危险区域和安全操作规程，提高安全意识和应急处理能力。但目前BIM技术在质量和安全管理中的应用还不够深入，需要进一步加强研究和推广。

3 基于BIM技术的船舶修理工程管理应用路径

3.1 基于BIM的船舶修理工程信息模型构建

构建基于BIM的船舶修理工程信息模型，首先需要收集船舶的相关数据，包括设计图纸、施工记录、运维信息等。对这些数据进行整理和分类，确保数据的准确性和完整性。利用专业的三维建模软件，根据收集到的数据创建船舶的三维模型。在创建模型的过程中，要注重模型的精度和细节，确保模型能够准确反映船舶的实际结构和设备情况。同时对模型进行优化，减少模型的复杂度和文件大小，提高模型的运行效率。例如，采用合适的建模方法和技巧，对模型进行简化处理，去除不必要的细节。将船舶的各种信息，如设计信息、施工信息、运维信息等，与三维模型进行集成和关联。通过建立信息数据库，实现信息的存储、查询和共享。例如，将部件的名称、规格、材质等信息与模型中的相应部件进行关联，方便用户查询和了解部件的详细信息。

3.2 BIM技术在进度管理中的具体应用

将进度计划与BIM模型相结合，利用BIM软件的可视化功能，直观地展示各个施工阶段的任务和时间节点。通过拖拽和调整模型中的任务，可以方便地编制和修改进度计划。同时考虑各任务之间的逻辑关系和资源约束条件，确保进度计划的合理性和可行性^[3]。例如，在编制船舶修理进度计划时，根据船体结构修理、机电设备修理等任务的先后顺序和依赖关系，合理安排施工时间和资源。利用BIM技术的实时监控功能，将实际施工进度与计划进度进行对比分析。通过在施工现场安装传感器和监控设备，实时采集施工数据，并将其反馈到BIM模型中。在模型中直观地显示实际进度与计划进度的偏差，及时发现问题并采取措施进行调整。例如，如果发现某个施工任务的进度滞后，可以分析原因并采取增加施工人员、调整施工顺序等措施来加快进度。根据进度监控的结果，对进度计划进行优化和调整。利用BIM技术的仿真分析功能，对不同的调整方案进行模拟和评估，选择最优的调整方案。

3.3 BIM技术在成本管理中的具体应用

利用BIM模型，准确计算船舶修理所需的材料数量和人工工时。通过将材料清单和人工工时与市场价格信息进行关联，自动生成成本估算报告。例如，根据BIM模型中的船体结构尺寸和材料规格，计算出所需的钢材数量，并结合钢材的市场价格，估算出钢材成本。根据成本估算结果和进度计划，制定详细的成本预算方案。将成本预算分解到各个施工阶段和任务中，明确每个阶段和任务的成本控制目标。例如，将船舶修理工程分为船体修理、机电设备修理、管道系统修理等阶段，分别制定每个阶段的成本预算。利用BIM技术的实时监控功能，及时掌握成本支出情况。将实际成本与预算成本进行对比分析，找出成本偏差产生的原因，并采取相应的措施进行成本控制。例如，如果发现某个阶段的材料成本超支，可以分析是由于材料价格上涨还是材料浪费导致的，并采取相应的措施进行调整，如与供应商协商降低材料价格、加强材料管理等。

3.4 BIM技术在质量管理与安全管理中的具体应用

将质量标准和规范与BIM模型关联，在模型中标注出各个部件的质量要求和检测点。质量检测人员根据BIM模型进行质量检测，及时发现质量问题并进行记录和处理。利用BIM技术的仿真分析功能，对修理工艺进行模拟和优化，提高修理质量。利用BIM模型进行安全风险评估，识别出船舶修理工程中的潜在安全隐患，如高空作业坠落风险、电气作业触电风险等。针对识别出的安全隐患，制定相应的安全措施，并在BIM模型中进行标注和

提示。利用BIM模型进行安全培训，让施工人员更加直观地了解施工现场的危险区域和安全操作规程，提高安全意识和应急处理能力。例如，通过虚拟现实技术，让施工人员身临其境地体验施工现场的安全事故场景，增强安全培训的效果。

4 基于BIM技术的船舶修理工程管理案例分析

4.1 案例一：某散货船修理工程BIM应用

工程概况：某散货船因船体结构损坏和机电设备故障需要进行修理。该船船长200米，型宽32米，载重吨5万吨。修理工程包括船体钢板更换、甲板机械修理、主机大修等多个项目。BIM应用过程：在修理工程开始前，修理厂家利用BIM技术构建了该散货船的三维模型，并集成船舶的设计信息、施工记录和运维信息。在进度管理方面，根据修理任务和工期要求，编制详细的进度计划，并将进度计划与BIM模型关联。通过实时监控施工进度，及时发现进度偏差并采取措施进行调整，确保工程按时完成。在成本管理方面，利用BIM模型准确计算修理所需的材料数量和人工工时，制定合理的成本预算。通过实时监控成本支出情况，有效控制成本，避免成本超支。在质量管理和安全管理方面，将质量标准和安全规范与BIM模型关联，对施工过程进行严格的质量检测和安全监控，确保修理质量和施工安全。应用效果：通过应用BIM技术，该散货船修理工程取得显著的效果。进度方面，工程提前3天完成，提高了船舶的运营效率；成本方面，节约了约10%的修理成本；质量方面，修理质量符合相关标准和规范，未出现质量问题；安全方面，未发生安全事故，保障施工人员的生命安全。

4.2 案例二：某集装箱船机电设备修理工程BIM应用

工程概况：某集装箱船的机电设备出现故障，需要进行修理。该船装备了先进的主机、发电机、舵机等机电设备。修理工程主要包括主机曲轴修理、发电机定子绕组更换、舵机液压系统检修等项目。BIM应用过程：在修理工程中，采用了BIM技术进行全过程管理。首先，构建集装箱船机电设备的三维模型，并集成设备的设计图

纸、维修手册和运行记录等信息。在进度管理方面，利用BIM模型制定详细的施工进度计划，并通过实时监控和调整，确保各修理任务的按时完成。在成本管理方面，通过BIM模型准确估算修理成本，并制定成本控制措施。在施工过程中，严格控制材料采购和人工成本，避免不必要的浪费^[4]。在质量管理与安全管理方面，利用BIM模型进行质量检测和安全风险评估。对修理工艺进行模拟和优化，提高修理质量；对施工现场的危险区域进行了标识和提示，加强安全管理。应用效果：该集装箱船机电设备修理工程应用BIM技术后，取得良好的效果。进度上，缩短修理周期，使船舶能够尽快恢复运营；成本上，降低了修理成本，提高经济效益；质量上，保证机电设备的修理质量，延长设备的使用寿命；安全上，保障施工人员的安全，减少安全事故的发生。通过这两个案例可以看出，BIM技术在船舶修理工程管理中具有广阔的应用前景和显著的优势，能够提高工程管理的效率和质量，降低成本和风险。

结束语

BIM技术为船舶修理工程管理带来了新的思路与方法。通过构建信息模型，在进度、成本、质量与安全管理等多方面实现创新应用，有效解决了传统管理模式下的诸多难题。案例分析充分证明其显著优势与巨大潜力。未来，应进一步深化研究，完善技术应用，推动船舶修理工程管理向智能化、精细化方向发展，提升行业整体竞争力，为船舶修理行业的可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 卢凌锋.关于造船企业投资项目进度优化管理研究[J].工程技术,2023(6):49-51.
- [2] 林青云.浅谈修期管控措施在船舶修理项目管理中的应用[J].船舶工程,2024(2):72-75.
- [3] 王帆.船舶修理工程施工延期的原因及对策分析[J].江苏船舶,2023,40(02):50-52.
- [4] 梅金芬.船舶修理工程管理优化研究[J].船舶物资与市场,2021,29(06):81-82.