

水闸工程施工监理中BIM技术应用与质量控制研究

李连清 吴刚 杜艾群

苏州市水利建设监理有限公司 江苏 苏州 215100

摘要：随着建筑信息模型（BIM）技术的快速发展，其在水利工程领域的应用日益广泛。本研究聚焦于水闸工程施工监理中的BIM技术应用与质量控制。通过构建三维可视化模型，BIM技术实现了工程信息的集成管理与协同作业，优化了施工流程，提升了质量控制效率。研究表明，BIM技术有助于提前识别潜在风险，强化监理效能，为保障水闸工程的施工质量与安全提供了有力支持。

关键词：水闸工程施工监理；BIM技术应用；质量控制

引言：水闸工程作为重要的水利工程设施，其施工质量直接关系到工程的安全性和耐久性。随着建筑信息模型（BIM）技术的兴起，其在提升工程施工效率与质量控制水平方面展现出巨大潜力。本研究旨在探讨BIM技术在水闸工程施工监理中的应用，通过分析BIM技术的优势与挑战，提出有效的质量控制策略，以期水闸工程的施工管理提供科学依据和技术支持。

1 BIM技术基础及在水闸工程中的应用现状

1.1 BIM技术概述

1.1.1 BIM的定义及核心特征

BIM技术是一种基于三维数字化的建筑信息集成管理技术。它通过构建可视化的参数模型，实现全生命周期的数据共享。BIM的核心特征包括信息集成、模型可视化、参数化设计和协同工作。信息集成使得项目各阶段的数据得以整合，模型可视化则使项目参与者能够直观地理解项目状态，参数化设计提高了设计的灵活性和准确性，而协同工作则促进了项目团队之间的沟通与合作。

1.1.2 BIM技术的主要功能与应用领域

BIM技术的主要功能包括可视化应用、建筑分析、碰撞检查、施工阶段应用以及设施运维管理。这些功能使得BIM在建筑工程、土木工程、运维管理及城市规划等多个领域得到广泛应用。在建筑工程中，BIM可用于方案设计、施工模拟；在土木工程中，它支持交通枢纽、市政规划等项目；在运维管理阶段，BIM则用于设备监测、能耗分析等。

1.2 BIM技术在水闸工程中的应用现状

1.2.1 BIM技术在水闸工程设计、施工及运维阶段的应用案例分析

国内外已有多个水闸工程项目成功应用了BIM技术。例如，在凉水河马驹桥水闸工程中，BIM技术被用于复核工程量、优化施工图、进行成本管理及进度管理等。在

国外，如美国、韩国等国家，BIM技术在水闸工程中的应用也十分普及，显著提高了项目的效率和质量。

1.2.2 BIM技术在提升水闸工程施工效率、质量控制及安全管理方面的作用

BIM技术通过精确建模和参数化设计，减少了施工过程中的错误和返工，从而提升了施工效率。同时，BIM技术还能够对工程项目进行全面的建筑分析，帮助发现潜在的质量问题，并进行及时纠正。此外，BIM技术还能够模拟施工过程，预测潜在的安全隐患，为制定有效的安全管理措施提供了有力支持。

2 水闸工程施工监理中的BIM技术应用

2.1 BIM技术在施工前的准备阶段的应用

(1) 基于BIM的选址分析与地质模拟。在水闸工程的选址过程中，BIM技术提供了强大的支持。通过构建地形地貌的三维模型，结合地质勘查数据，可以进行详细的地质模拟分析。这有助于识别潜在的地质风险，如断层、软弱土层或地下水位过高等，从而避免在不利地质条件下建设，减少因地质问题导致的施工延误和成本增加。同时，BIM技术还能模拟不同选址方案对周边环境的影响，如水流变化、生态破坏等，为科学选址提供决策依据。(2) 施工方案的优化与比选。BIM技术允许设计团队和施工团队在虚拟环境中进行多方案的模拟与比较。通过构建不同施工方案的BIM模型，可以直观地展示各种方案在工期、成本、资源配置等方面的差异。这不仅有助于发现潜在的设计缺陷，还能促进团队间的沟通与协作，共同寻找最优施工方案。此外，BIM技术还能进行施工模拟，预测施工过程中可能遇到的问题，并提前制定应对策略，从而提高施工方案的可行性和效率^[1]。(3) 成本估算与投资控制。利用BIM技术，可以基于三维模型自动生成工程量清单，为成本估算提供准确的数据基础。与传统的二维图纸相比，BIM模型中的构件信息更加详尽，包

括尺寸、材质、数量等，这使得成本估算更加精确。同时，BIM技术还能实现成本的动态管理。随着施工进度的推进，BIM模型能够实时更新工程量信息，从而准确反映项目的实际成本状况，为投资控制提供有力支持。

2.2 BIM技术在施工过程中的监理应用

(1) 可视化建设方案的应用与现场协调。BIM技术提供了可视化的建设方案，使得施工人员能够直观地理解设计意图和施工流程。这有助于减少因理解偏差导致的施工错误，提高施工效率。同时，BIM模型还可以作为现场协调的工具。当施工过程中遇到问题时，监理人员可以通过BIM模型进行虚拟会议，与设计团队、施工团队共同讨论解决方案，避免了现场沟通的障碍和误解。(2) 施工进度的实时跟踪与调整。BIM技术允许监理人员实时监控施工进度。通过将实际施工进度与BIM模型中的计划进度进行对比，可以及时发现进度偏差，并采取相应的调整措施。这有助于确保项目按计划顺利推进，避免因进度延误导致的成本增加和质量问题。(3) 施工质量问题的即时发现与整改。BIM技术在施工质量监控方面也发挥着重要作用。通过将现场检查的数据与BIM模型进行对比，监理人员可以迅速识别施工质量问题，如构件尺寸不符、材料使用不当等。同时，BIM模型还能提供整改建议，指导施工人员进行针对性的修复工作。这大大提高了施工质量监控的效率和准确性^[2]。

2.3 BIM技术在施工后的质量控制与评估

(1) 竣工模型的构建与验收。基于施工过程中的BIM模型，可以构建竣工模型。竣工模型不仅包含了建筑物的几何信息，还集成了施工过程中的所有变更记录和质量控制数据。这为项目验收提供了详尽的依据。监理人员可以通过BIM模型进行虚拟验收，检查建筑物的结构安全性、功能完整性以及是否符合设计要求。(2) 运维阶段的信息集成与管理。BIM技术在运维阶段的应用同样重要。通过将竣工模型与运维管理系统集成，可以实现设备信息的实时更新和管理。这有助于运维人员快速定位设备位置、了解设备状态并预测维护需求。同时，BIM模型还能提供设备的操作手册和维护指南，为运维人员提供便利。(3) 长期性能监测与持续改进。BIM技术还支持长期性能监测与持续改进。通过对建筑物使用过程中的数据进行收集和分析，可以评估建筑物的性能表现并识别潜在的改进点。这有助于延长建筑物的使用寿命、提高使用效率和安全性。同时，BIM模型还可以作为持续改进的基础，指导未来的维修、改造或扩建工作。

3 基于 BIM 技术的水闸工程施工质量控制策略

3.1 BIM辅助的质量管理体系构建

(1) 质量控制流程的优化与标准化。BIM技术通过数字化手段，将质量控制流程从传统的纸质文档转向电子化管理，实现了流程的自动化和标准化。在BIM平台中，可以定义一套标准化的质量控制流程，包括质量计划的制定、质量检查的实施、质量问题的记录与分析等。这些流程被嵌入到BIM模型中，与施工进度紧密关联，确保了质量控制工作能够随着施工进度有序进行。同时，BIM平台还支持流程的可视化和追溯，使得质量控制过程更加透明和可控。(2) 质量责任的明确与追溯。在BIM辅助的质量管理体系中，每个质量控制环节都被明确分配到具体的责任人。通过BIM模型中的信息关联，可以迅速定位到任何质量问题或缺陷的源头，追溯到具体的施工环节和责任人。这有助于强化施工人员的质量意识，确保他们按照既定的标准和流程进行操作。同时，也为质量问题的整改和责任追究提供了有力的依据^[3]。

3.2 BIM模型在施工质量控制中的应用实例

(1) 如通过BIM模型进行结构分析、材料检测等。在结构设计阶段，BIM模型可以辅助进行结构分析，包括应力分析、变形分析等，以确保结构的安全性。同时，BIM模型还可以与材料数据库集成，实现材料属性的快速查询和比对。在施工过程中，可以利用BIM模型对进场材料进行检验和测试，确保其符合设计要求。例如，通过BIM模型中的材料清单，可以快速定位到需要检测的材料批次和位置，大大提高了材料检测的效率和准确性。(2) 利用BIM模型进行施工质量的可视化监控与评估。BIM模型的可视化特性使得施工质量的监控与评估工作变得更加直观和高效。通过BIM模型，监理人员可以实时监控施工进度和质量状况，及时发现并纠正施工中的问题。同时，BIM模型还可以用于施工质量的定量评估。通过将现场检查的数据与BIM模型中的标准数据进行比对，可以生成质量评估报告，为施工质量的持续改进提供依据。

3.3 质量控制中BIM技术与其他技术的融合应用

(1) 如结合有限元分析进行结构强度评估。在结构质量控制方面，BIM技术可以与有限元分析（FEA）技术相结合，进行结构强度的精确评估。通过BIM模型提取结构几何信息和材料属性，输入到有限元分析软件中，可以模拟结构在不同荷载条件下的受力情况，从而评估其强度是否满足设计要求。这种结合应用不仅提高了结构评估的精度，还缩短了评估周期，为施工决策提供了及时的支持^[4]。(2) 与物联网、大数据等技术结合实现智能监控与预警。在智能监控方面，BIM技术可以与物联网（IoT）技术相结合，实现施工现场的实时监测和数据采集。通过在BIM模型中嵌入传感器信息，可以实时监测结

构的变形、应力等关键参数。同时,利用大数据技术对这些监测数据进行分析 and 挖掘,可以发现潜在的施工质量和风险。当监测数据超出预设范围时,BIM平台可以自动触发预警机制,提醒监理人员和施工人员采取相应的措施进行整改和预防。这种智能监控与预警系统大大提高了施工质量的控制水平和应对突发事件的能力。

4 BIM 技术在水闸工程施工监理中的挑战与对策

4.1 技术挑战与限制

(1) BIM软件的选择与兼容性。目前市场上BIM软件种类繁多,但并非所有软件都适合水闸工程施工监理的需求。此外,不同软件之间的数据兼容性问题也限制了BIM技术的广泛应用。在选择BIM软件时,需要充分考虑软件的功能性、易用性以及与其他系统的兼容性。(2) 数据安全和隐私保护。BIM技术涉及大量的工程数据和敏感信息,如何确保数据的安全性和隐私性成为了一个亟待解决的问题。数据泄露或被恶意篡改都可能给项目的顺利进行带来极大风险。(3) 人员培训与技能提升。BIM技术的应用需要具备一定的专业知识和操作技能。然而,目前水利行业具备BIM技能的人才相对匮乏,这在一定程度上制约了BIM技术的推广和应用。

4.2 对策与建议

(1) 加强BIM技术培训与人才队伍建设。通过组织定期培训、邀请专家讲座、开展实操演练等方式,提升行业人员对BIM技术的认知和应用能力。同时,鼓励企业引进具有BIM技术背景的专业人才,加强人才队伍建设,为BIM技术的广泛应用提供有力保障。(2) 建立完善的数据管理与共享机制。建立健全的数据管理制度,明确数

据责任人,加强数据备份与恢复措施,确保数据安全。同时,建立数据共享机制,实现BIM数据在不同部门、不同层级之间的无缝传递和高效利用,提高工程管理的协同性和效率。(3) 促进BIM技术与现有施工管理体系的融合。深入研究BIM技术与现有施工管理体系的融合路径,将BIM技术融入施工监理的各个环节,如进度管理、质量管理、安全管理等。通过BIM技术的可视化、参数化、协同化等优势,优化施工流程,提高管理精度和效率。同时,加强与开发商的沟通合作,推动BIM软件的不断升级和完善,以适应水闸工程施工监理的特殊需求。

结束语

综上所述,BIM技术在水闸工程施工监理中的应用显著提升了项目管理的效率与质量。通过信息集成、模型可视化与协同工作,BIM技术为施工监理提供了强有力的支持。未来,随着技术的不断进步与应用的深入,BIM将在水闸工程领域发挥更加重要的作用。我们期待更多创新与实践,共同推动水闸工程施工管理向更高水平迈进。

参考文献

- [1] 龚云.水闸工程施工的质量管理与控制研究[J].建筑理论,2022,(03):32-33.
- [2] 谈叶飞,马福恒.水闸工程标准化管理难点分析与对策建议[J].中国水利,2023,(06):49-50.
- [3] 金国磊,吴华欢.水利工程中水闸施工技术及管理措施分析[J].水电站机电技术,2023,(10):97-98.
- [4] 张鹏,郑科.水闸维护项目安全生产管理评价体系及风险控制研究[J].中华建设,2023,(05):51-52.