

BIM 技术在大型水利工程施工中的集成应用研究

马琴

昌吉市水利管理站（三屯河流域管理处），新疆维吾尔自治区昌吉市，831100；

摘要：本研究聚焦于 BIM 技术在大型水利工程施工中的集成应用。在当前水利工程建设规模不断扩大、复杂度日益提升的背景下，传统施工管理方式面临诸多挑战。研究采用文献研究、案例分析以及实际项目应用验证等方法，深入剖析 BIM 技术在大型水利工程施工各阶段的具体应用。通过对场地分析规划、施工进度模拟、三维模型建立、碰撞检测、质量安全管理等多方面的研究，明确了 BIM 技术在提高施工效率、保障工程质量、降低成本等方面的显著优势，为大型水利工程施工管理提供了新的思路和方法。

关键词：BIM 技术；大型水利工程；施工集成应用；工程管理

DOI：10.64216/3080-1508.25.08.004

随着我国经济的快速发展，大型水利工程项目不断增多。大型水利工程具有规模大、周期长、技术复杂、参与方众多等特点，传统的施工管理模式在信息传递、协同工作、资源调配等方面存在明显不足，难以满足现代水利工程建设的需求。BIM 技术作为一种基于数字化三维模型的综合管理系统，能够集成各种工程信息，实现信息的共享和协同工作，为大型水利工程施工管理带来了新的机遇。本文旨在研究 BIM 技术在大型水利工程施工各阶段的集成应用，以提高工程施工的质量和效率，推动水利工程建设现代化发展。

1 BIM 技术与大型水利工程施工概述

1.1 BIM 技术的概念与特点

BIM 技术即建筑信息模型技术，它是以三维数字技术为基础，集成了各种建筑工程信息的工程数据模型。BIM 模型不仅仅是一个三维几何模型，更是一个包含了建筑工程从规划、设计、施工到运营维护全过程信息的数据库。BIM 技术能够将抽象的设计图纸转化为直观的三维模型，使项目各参与方能够更清晰地理解设计意图，提前发现设计中存在的问题。通过 BIM 平台，不同专业的设计人员可以在同一模型上进行协同设计，及时发现和解决各专业之间的冲突和矛盾，提高设计质量和效率^[1]。

1.2 大型水利工程施工的复杂性与特殊性

大型水利工程通常具有以下复杂性和特殊性，大型水利工程涉及的区域范围广，建筑物数量多，工程量巨大。例如，三峡水利枢纽工程，其大坝全长约 2309 米，总装机容量达 2250 万千瓦，工程建设涉及到大量的土石方开挖、混凝土浇筑等工作。由于工程规模大、技术复杂，大型水利工程的施工周期往往较长。如南水北调

工程，东线一期工程于 2002 年 12 月开工，2013 年 11 月正式通水，历时 11 年之久。大型水利工程需要解决一系列复杂的技术问题，如高水头、大流量、复杂地质条件等。例如，锦屏一级水电站大坝坝高 305 米，是世界第一高拱坝，其建设过程中面临着复杂的地质条件和高应力状态等技术难题。

1.3 BIM 技术在水利工程施工应用中的重要性

BIM 技术在水利工程施工中的应用具有重要意义。通过施工进度模拟和资源分配管理，BIM 技术可以优化施工方案，合理安排施工进度和资源，减少施工过程中的浪费和延误，提高施工效率。利用 BIM 模型进行碰撞检测和协同设计，可以提前发现设计中存在的问题，避免施工过程中的返工和变更，保证工程质量。

2 BIM 技术在大型水利工程施工规划阶段的集成应用

2.1 场地分析与规划

在大型水利工程施工规划阶段，场地分析与规划是非常重要的环节。BIM 技术可以结合地理信息系统对工程场地的地形、地貌、地质等信息进行整合和分析，为施工场地的规划和布局提供依据。通过将地形数据导入 BIM 模型，可以直观地展示场地的地形起伏、坡度等信息。施工人员可以根据地形特点合理规划施工道路、材料堆放场地等，减少土方开挖和回填量，降低施工成本。结合地质勘察数据，在 BIM 模型中可以直观地展示地下岩层的分布、地质构造等信息。这有助于施工人员提前了解地质条件，制定合理的基础处理方案，避免因地质问题导致的工程事故^[2]。

2.2 施工进度规划与模拟

施工进度规划是大型水利工程施工管理的关键环节。BIM 技术可以对施工进度进行可视化模拟,帮助施工人员更好地理解施工计划,合理安排施工资源。在 BIM 模型中,施工人员可以将施工任务与时间信息进行关联,制定详细的施工进度计划。通过 BIM 软件的进度管理功能,可以直观地展示各施工任务的开始时间、结束时间和持续时间,以及任务之间的逻辑关系。利用 BIM 技术的 4D 模拟功能,可以对施工进度进行动态模拟。例如,在某水利工程大坝施工中,通过 BIM 技术进行施工进度模拟,发现原计划中混凝土浇筑与模板拆除工序存在冲突,及时调整了施工计划,避免了工期延误。

2.3 资源分配与管理

大型水利工程施工需要大量的人力、物力和财力资源,合理的资源分配与管理对于提高工程效益至关重要。BIM 技术可以对资源进行可视化管理,实现资源的合理分配和有效利用。结合施工进度计划和 BIM 模型,施工人员可以分析各施工阶段所需的人力、材料、设备等资源的数量和种类。通过对资源需求的准确预测,提前做好资源的采购和调配工作,避免资源短缺或浪费。根据资源需求分析结果,施工人员可以制定详细的资源分配计划。在 BIM 模型中,可以直观地展示各施工任务所需的资源分配情况,确保资源的合理分配。例如,在某水利工程混凝土浇筑施工中,通过 BIM 技术合理分配混凝土搅拌车、振捣设备等资源,提高了混凝土浇筑的效率。

3 BIM 技术在大型水利工程施工设计阶段的集成应用

3.1 三维模型建立与可视化设计

在大型水利工程施工设计阶段,BIM 技术可以建立三维模型,实现设计的可视化。设计人员可以利用专业的 BIM 软件建立水利工程的三维模型,包括大坝、水闸、隧洞等建筑物的几何模型和内部结构模型。通过三维模型,设计人员可以更直观地表达设计意图,方便各参与方进行沟通和交流。基于三维模型,设计人员可以进行可视化设计,对建筑物的外观、内部空间等进行优化。例如,在某水利工程水闸设计中,通过 BIM 技术进行可视化设计,对水闸的闸室布局、启闭机室的位置等进行了优化,提高了水闸的使用功能和美观性。

3.2 碰撞检测与协同设计

在多专业协同设计过程中,各专业之间的冲突和矛盾是不可避免的。BIM 技术的碰撞检测功能可以有效解决这一问题。将不同专业的 BIM 模型整合到同一平台上,

利用碰撞检测软件进行碰撞检测。可以检测出结构与机电、给排水等专业之间的碰撞问题,如管道与梁、柱的碰撞等。通过碰撞检测,设计人员可以提前发现设计中存在的问题,及时进行修改,避免施工过程中的返工和变更。BIM 平台为各专业设计人员提供了一个协同工作的环境。设计人员可以在同一模型上进行设计和修改,实时共享设计信息。通过协同设计,提高了各专业之间的沟通效率和协作能力,减少了设计错误和冲突。例如,在某水利工程设计中,通过 BIM 技术进行协同设计,各专业设计人员之间的沟通更加顺畅,设计变更次数明显减少。

3.3 设计方案优化与比选

BIM 技术可以为设计方案的优化与比选提供有力支持。利用 BIM 模型和相关分析软件,可以对设计方案进行多种性能分析,如结构力学分析、水流动力学分析、建筑能耗分析等。通过分析结果,评估设计方案的合理性和可行性,为方案优化提供依据。根据设计方案分析结果,设计人员可以对设计方案进行优化。例如,在某水利工程大坝设计中,通过结构力学分析发现原设计方案的坝体应力分布不合理,对坝体的形状和尺寸进行了优化,提高了大坝的安全性和经济性^[3]。

4 BIM 技术在大型水利工程施工过程中的集成应用

4.1 施工进度实时监控与调整

在大型水利工程施工过程中,实时监控施工进度并及时调整是确保工程按时完成的关键。BIM 技术可以实现施工进度的实时监控和动态调整。通过施工现场的传感器、监控设备等采集施工进度数据,如完成的工程量、设备运行状态等。将采集到的数据实时上传到 BIM 平台,与进度计划进行对比分析。利用 BIM 软件的进度分析功能,对实际进度与计划进度进行对比,分析进度偏差的原因。例如,通过分析发现某施工任务进度滞后是由于设备故障导致的,及时安排维修人员进行维修,确保施工进度不受影响。

4.2 质量与安全管理

质量与安全是大型水利工程施工的核心目标。BIM 技术可以在质量与安全管理方面发挥重要作用。在 BIM 模型中,可以关联质量标准和验收规范,对施工过程中的质量进行实时监控。施工人员可以通过移动终端设备查看质量要求和验收标准,确保施工质量符合要求。利用 BIM 技术可以对质量问题进行记录和跟踪,及时处理

质量缺陷。例如,在某水利工程混凝土浇筑施工中,通过BIM技术对混凝土的配合比、浇筑温度等进行监控,确保了混凝土的质量。

4.3 成本控制与动态管理

成本控制是大型水利工程施工管理的重要内容。BIM技术可以实现成本的动态管理和有效控制。在施工前期,利用BIM模型和相关成本数据,可以快速准确地估算工程成本。通过对工程量的精确计算和材料价格的分析,提高成本估算的精度。结合施工进度计划和成本估算结果,制定详细的成本计划。在BIM模型中,可以将成本信息与施工任务进行关联,直观地展示各施工阶段的成本预算。将实际成本与成本计划进行对比,分析成本偏差的原因。例如,通过分析发现某施工阶段成本超支是由于材料价格上涨导致的,及时采取措施进行调整,如寻找替代材料、优化采购方案等。根据成本偏差分析结果,对成本计划进行优化和调整。可以通过优化施工方案、降低材料消耗等方式降低成本^[4]。

5 BIM技术在大型水利工程施工验收阶段的集成应用

5.1 竣工模型交付与存档

在大型水利工程施工验收阶段,竣工模型的交付与存档是重要的工作内容。BIM技术可以生成准确的竣工模型,并实现模型的有效交付和存档。在施工过程中,随着工程的进展不断更新BIM模型,确保模型与实际工程一致。在工程竣工后,生成包含所有工程信息的竣工模型。竣工模型不仅包含建筑物的几何信息,还包括设备参数、材料信息、施工记录等详细信息。将竣工模型交付给业主、运营单位等相关方。通过BIM平台,各方可以方便地查看和使用竣工模型,为工程的运营维护提供支持。

5.2 验收数据管理与分析

验收数据的管理与分析对于评估工程质量和总结经验具有重要意义。BIM技术可以实现验收数据的有效管理和分析。在验收过程中,采集各种验收数据,如工程质量检测数据、设备调试数据等。将采集到的数据录入BIM平台,与竣工模型进行关联。利用BIM平台的数据库功能,对验收数据进行分类管理和存储。可以方便地查询和检索验收数据,为工程质量评估和问题处理提供依据。对验收数据进行分析,评估工程质量和性能。通过数据分析发现工程中存在的问题和潜在风险,为决策提供支持。例如,通过对设备运行数据的分析,发现

某设备存在故障隐患,及时安排维修和更换,确保设备的正常运行。

5.3 工程后评价与经验总结

工程后评价与经验总结是大型水利工程建设的重要环节。BIM技术可以为工程后评价和经验总结提供有力支持。基于竣工模型和验收数据,对工程的建设效果、经济效益、社会效益等进行全面评价。通过与前期规划和设计目标进行对比,评估工程的成功与否,总结经验教训。利用BIM平台总结工程建设过程中的经验和教训,形成知识库。将知识库中的知识分享给其他项目团队,为今后的工程建设提供参考。例如,在某水利工程建设中,通过总结施工过程中的技术难题和解决方案,为后续类似工程提供了宝贵的经验。

6 结束语

本研究系统地探讨了BIM技术在大型水利工程施工各阶段的集成应用。研究表明,BIM技术在大型水利工程施工中具有显著的优势,能够提高施工效率、降低施工成本、加强安全管理和促进信息共享。通过在施工规划阶段的场地分析与规划、施工进度规划与模拟、资源分配与管理,设计阶段的三维模型建立与可视化设计、碰撞检测与协同设计、设计方案优化与比选,施工过程中的进度实时监控与调整、验收数据管理与分析、工程后评价与经验总结等方面的应用,BIM技术为大型水利工程施工管理提供了全面的解决方案。未来的研究方向可以从BIM技术与新兴技术的融合,研究BIM技术与物联网、大数据、人工智能等新兴技术的融合应用,进一步提高大型水利工程施工管理的智能化水平。

参考文献

- [1] 陈文亮,王良,王成,等. BIM技术在水利工程施工中的应用[J]. 水利技术监督, 2021, (06): 43-44+70.
- [2] 朱毅,孙立鹏,孙文彬. BIM技术在水电工程机电设计中的研究与应用[J]. 大电机技术, 2022, (06): 78-85.
- [3] 郎涛. BIM技术在水利防洪堤施工质量控制中的应用[J]. 水利技术监督, 2022, (08): 4-7+77.
- [4] 孔庆阳,乔婧,丁伟,等. BIM技术在水利工程设计中的应用[J]. 中国高新科技, 2021, (01): 143-144.

作者简介: 马琴(1979.12—), 性别: 女, 民族: 回族, 籍贯: 新疆昌吉市, 学历: 大学, 职称: 高级职称。