

基于BIM技术的水利水电工程施工管理研究

李松林 王 博 孙倩倩

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 三门峡 472000

摘 要：文章聚焦基于BIM技术的水利水电工程施工管理。首先阐述BIM技术基本概念，强调其以三维模型为载体实现信息共享与协同工作，且具可扩展性。接着分析水电工程施工管理特殊性，包括规模大、环境多变、协同困难等。随后探讨BIM技术在施工管理中的应用优势，如三维可视化、信息集成等。最后从施工准备、过程、竣工验收阶段阐述其具体应用，为提升水电工程施工管理水平提供参考。

关键词：BIM技术；水电工程；施工管理

1 BIM 技术的基本概念

BIM (Building Information Modeling) 即建筑信息模型技术，是一种基于三维数字技术的工程数据模型，它整合了工程项目在全生命周期内不同阶段、不同参与方的各种信息，包括几何信息、物理信息、功能信息以及管理信息等。与传统的二维图纸相比，BIM模型具有更直观、更全面的特点。它不仅展示了建筑物的外观和空间关系，还能提供详细的构件信息，如材质、尺寸、性能等。通过BIM技术，工程师可以在虚拟环境中对工程项目进行设计、分析和模拟，提前发现潜在的问题和冲突，从而优化设计方案，提高工程质量和效率。BIM技术的核心是信息，它强调信息的创建、管理和共享。在工程项目的各个阶段，不同参与方可以根据自身的需求和权限，对BIM模型中的信息进行添加、修改和更新，确保信息的准确性和及时性。同时，BIM技术还支持多专业之间的协同工作，打破了传统工程管理中各专业之间的信息壁垒，提高了沟通效率和协作效果^[1]。BIM技术还具有可扩展性和开放性，它可以与其他相关技术和软件进行集成，如地理信息系统 (GIS)、物联网 (IoT)、大数据分析等，进一步拓展了其应用范围和功能。例如，通过与GIS技术集成，BIM模型可以获取更丰富的地理信息，为工程项目的规划和选址提供更科学的依据；通过与物联网技术集成，BIM模型可以实时获取建筑物的运行数据，实现对建筑物的智能化管理和维护。

2 水电工程施工管理的特殊性

2.1 工程规模大、周期长、技术复杂

水电工程通常具有巨大的规模，涉及大量的土石方开挖、混凝土浇筑、金属结构安装等工程内容。例如，三峡水电站是世界最大的水利枢纽工程，其大坝全长2309米，坝顶高程185米，混凝土浇筑总量达2800万立方米。如此庞大的工程规模，使得施工过程中的组

织协调和管理工作变得异常复杂。同时，水电工程的施工周期往往较长，从项目规划、设计到施工、竣工验收，可能需要数年甚至数十年的时间。在漫长的施工周期内，会受到多种因素的影响，如政策变化、市场波动、自然灾害等，这些因素都可能对工程进度、质量和成本产生重大影响。另外，水电工程施工技术复杂，涉及到多个专业领域的知识和技术，如水力学、岩土力学、结构力学等。在施工过程中，需要采用先进的施工技术和设备，如大型起重机、盾构机、高压喷射灌浆设备等，以确保工程的质量和安。同时，还需要不断进行技术创新和研发，以解决施工过程中遇到的技术难题。

2.2 施工环境多变，受自然条件影响大

水电工程通常建设在江河湖泊等水域附近，施工环境复杂多变。施工现场可能面临洪水、暴雨、台风、地震等自然灾害的威胁，这些灾害不仅会影响工程的正常施工，还可能对施工人员的生命安全造成严重威胁。例如，在洪水期间，施工现场可能会被洪水淹没，导致施工设备和材料受损，工程进度延误。自然条件的变化还会对工程质量产生重要影响。例如，地质条件的好坏直接影响着基础处理的难度和效果。如果施工现场的地质条件复杂，存在软弱土层、断层、溶洞等不良地质现象，就需要采取特殊的基础处理措施，如桩基础、地下连续墙等，以确保建筑物的稳定性。同时，气候条件也会对混凝土的浇筑和养护产生影响，在高温或低温环境下，需要采取相应的措施来保证混凝土的质量。

2.3 涉及专业多，协同管理难度大

水电工程施工涉及到多个专业领域，包括水利、水电、建筑、结构、机械、电气等。各个专业之间相互关联、相互影响，需要密切配合才能确保工程的顺利进行。例如，在水轮发电机组的安装过程中，需要机

械专业人员负责设备的吊装和就位,电气专业人员负责电气设备的安装和调试,建筑专业人员负责机组基础的建设等。然而,由于各专业之间的信息沟通不畅、工作协调不到位等原因,往往会导致施工过程中出现各种问题和冲突。例如,在设计阶段,各专业设计人员可能只考虑本专业的需求,而忽视了与其他专业的衔接和配合,从而导致施工过程中出现设计变更和返工现象^[2]。在施工阶段,各专业施工队伍之间可能存在施工顺序不协调、施工界面不清晰等问题,影响工程的进度和质量。因此,如何实现各专业之间的有效协同管理,是水利水电工程施工管理面临的一个重要挑战。

3 BIM技术在水利水电工程施工管理中的应用优势

3.1 三维可视化与模拟化

BIM技术的三维可视化功能可以将水利水电工程的各个构件和系统以三维模型的形式直观地展示出来,使施工人员能够更加清晰地了解工程的结构和布局。通过三维模型,施工人员可以在施工前对工程进行全面的观察和分析,提前发现设计中存在的问题和冲突,如管道碰撞、空间布局不合理等,并及时进行调整和优化,避免施工过程中的返工和浪费。BIM技术还可以实现施工过程的模拟化,通过建立施工进度模型,结合时间维度,对施工过程进行动态模拟,施工人员可以直观地了解各个施工阶段的进度安排和资源需求,提前发现施工过程中可能出现的进度延误和资源短缺问题,并采取相应的措施进行调整和优化。例如,在模拟混凝土浇筑过程中,可以模拟混凝土的运输、浇筑和养护等环节,优化浇筑顺序和浇筑时间,提高施工效率和质量。

3.2 信息集成与共享

BIM技术可以将水利水电工程施工过程中的各种信息进行集成,包括设计信息、施工信息、质量信息、安全信息等,形成一个统一的数据库。通过这个数据库,不同参与方可以根据自身的需求和权限,实时获取所需的信息,实现信息的共享和协同工作。例如,设计人员可以将设计图纸和模型上传到BIM平台,施工人员可以根据模型进行施工放线和构件安装,监理人员可以通过模型对施工质量进行检查和验收,业主可以通过模型了解工程的进展情况和质量状况。信息集成与共享还可以提高工程管理的效率和透明度。通过BIM平台,各参与方之间可以及时沟通和交流,减少信息传递的环节和时间,避免信息失真和误解。同时,BIM平台还可以对信息进行分类和整理,生成各种报表和图表,为工程管理决策提供科学依据。

3.3 施工进度计划优化

BIM技术可以与施工进度管理软件相结合,实现施工进度计划的优化。通过建立施工进度模型,将施工任务与三维模型进行关联,施工人员可以直观地了解各个施工任务的开始时间、结束时间和持续时间,以及它们之间的逻辑关系。同时,BIM技术还可以考虑施工过程中的各种约束条件,如资源限制、空间限制等,对施工进度计划进行优化调整,生成最优的施工进度方案^[3]。在施工过程中,BIM技术还可以实时监控施工进度,将实际进度与计划进度进行对比分析,及时发现进度偏差,并采取相应的措施进行调整。

3.4 资源配置与协调管理

水利水电工程施工规模宏大、工序繁杂,对资源的需求极为庞大,涵盖人力资源、物力资源以及财力资源等诸多方面。合理配置与协调管理这些资源,是保障工程顺利推进、控制成本并提升效益的关键所在,而BIM技术在这一过程中发挥着不可替代的作用。借助BIM技术建立资源模型,能把各类资源与具体施工任务紧密关联起来。施工管理人员通过该模型,可实时掌握各个施工阶段对资源的需求状况。依据资源的可用性、成本等关键因素,对资源进行科学优化配置,让每一份资源都能得到充分利用,避免闲置与浪费,显著提高资源利用效率。BIM技术能有效协调各专业间的资源使用,在水利水电工程施工中,不同专业施工队伍常需共用某些施工设备。利用BIM平台,可提前规划设备使用时间与顺序,防止出现资源冲突,确保设备合理流转。BIM技术还能对资源消耗情况进行实时监控与深入分析,一旦发现资源浪费现象,能迅速定位问题根源,并及时采取针对性措施加以改进,为水利水电工程资源的高效管理提供有力支撑,推动工程高质量建设。

4 基于BIM技术的水利水电工程施工管理应用

4.1 施工准备阶段的应用

在施工准备阶段,BIM技术犹如一位得力的“规划师”,发挥着至关重要的作用,场地规划和布置便是其重要应用场景之一。借助BIM技术,施工管理人员能够建立施工现场逼真的三维模型,这个模型不仅精准呈现了现场的地形地貌,还融入了周边环境的各类要素。基于此,管理人员可以综合考虑多方面因素,对施工场地的布局进行科学合理的规划。无论是施工道路的走向与宽度,临时设施的位置与规模,还是材料堆放场地的划分与容量,都能实现优化配置,从而极大提高场地的利用效率,有效减少施工过程中的二次搬运和不必要的场地占用,降低施工成本。BIM技术还是施工组织设计编制的强大辅助工具,它可以通过模拟施工过程,让施工管理

人员提前“预演”整个施工流程，从中分析不同施工方案和顺序的优劣，进而确定最佳方案与顺序。在此基础上，合理安排施工进度和资源需求，制定出详细且具有可操作性的施工组织计划，为施工的顺利开展提供坚实保障。BIM技术在施工图纸的审核和优化方面也独具优势，将设计图纸转化为三维模型后，施工管理人员能以直观的方式检查其中存在的问题和错误，及时与设计单位沟通协调，进行精准的设计变更和优化，确保施工图纸的准确性和可行性，为后续施工奠定良好基础。

4.2 施工过程中的应用

在施工过程中，BIM技术可以用于施工质量控制。通过在三维模型中标注质量标准和验收要求，施工人员可以按照模型进行施工，确保施工质量符合设计要求。监理人员可以通过BIM平台对施工质量进行实时监控和检查，及时发现质量问题并下达整改通知，跟踪整改情况，确保质量问题得到及时解决。BIM技术还可以用于施工安全管理。通过建立安全风险模型，对施工现场的安全隐患进行识别和评估，施工管理人员可以制定相应的安全防范措施，提前进行安全培训和交底，提高施工人员的安全意识和应急处理能力。在施工过程中，BIM技术还可以实时监控施工现场的安全状况，如人员位置、设备运行状态等，及时发现安全隐患并发出预警，确保施工安全。另外，BIM技术还可以用于施工进度管理。通过实时更新施工进度模型，将实际进度与计划进度进行对比分析，施工管理人员可以及时掌握工程进展情况，发现进度偏差并采取相应的措施进行调整。同时，BIM技术还可以协调各专业之间的施工进度，避免施工冲突和延误，确保工程能够按照计划顺利推进。

4.3 竣工验收阶段的应用

在竣工验收阶段，BIM技术展现出强大的应用价值，其中生成竣工模型是关键应用之一。施工过程充满变数，会有诸多变更信息产生，BIM技术能将这些变更信息以及实际施工情况精准更新到原始模型当中，从而生成与实际工程完全一致的竣工模型。这个竣工模型就像工

程的“数字孪生体”，以直观的三维形式清晰展示工程的最终成果，让业主和相关部门无需亲临现场，就能全面了解工程的详细信息，为工程结算提供了准确依据，也方便对资产进行高效管理。同时，BIM技术可有力辅助竣工验收工作^[4]。验收人员借助竣工模型，能对照质量标准和验收要求，对各个构件和系统的质量情况进行细致入微的检查，不放过任何一个细节，大大提高验收效率和准确性，确保工程质量达标。BIM技术还为工程的维护和管理筑牢根基。维护管理人员通过竣工模型，能深入了解工程的结构和设备信息，依据这些信息制定科学合理的维护计划，提前预判可能出现的问题，在工程运行过程中及时发现并处理问题，有效延长工程的使用寿命，保障工程长期稳定运行。

结束语

BIM技术为水利水电工程施工管理带来了新的思路与方法。其凭借三维可视化、信息集成等优势，有效应对了水利水电工程规模大、环境复杂、协同管理难等问题。在施工各阶段，BIM技术均发挥着重要作用，从前期规划到过程质量控制、安全管理，再到竣工验收与后期维护。随着技术发展，应进一步探索BIM技术在水利水电工程中的深度应用，推动行业施工管理向智能化、精细化迈进。

参考文献

- [1]尹建部,李振卿,赵香玲等.浅析BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的实践应用[J].中国设备工程,2022,(05):88-90.
- [2]张琳琳.BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的实践应用研究[J].工程建设与设计,2022,(03):229-231+237.
- [3]梁宇航,赵诗涵.BIM技术在大型水利工程施工管理中的应用研究[J].水利科技与经济,2024,30(1):45-49.
- [4]杜思源,许梓楠.基于BIM的水利水电工程施工管理优化路径分析[J].水利水电工程学报,2024,55(3):67-72.