

基于 BIM 技术在水利工程施工管理过程中的应用研究

●刘 颖 高爱强 董伟峰 薛子璞



[摘要] 在当今建筑行业技术创新的浪潮下,《建筑行业十项新技术》以及相关政策大力倡导各领域积极引入先进的数字化技术手段。本研究聚焦于 BIM 技术在水利工程施工管理中的应用。在水利工程施工阶段,其应用涵盖多方面。研究表明,BIM 技术有效解决传统施工管理难题,虽已获成果,但未来仍需在技术融合、标准规范制定与人才培养等方面持续推进,以促水利行业智能化、数字化、绿色化高质量发展。

[关键词] BIM 技术;水利工程;施工管理

水利工程作为基础设施建设的关键领域,其施工管理的高效性与精准性对于项目的成功交付起着决定性作用。在传统水利工程施工管理模式,常面临信息传递不畅、各参与方协同困难、进度与成本把控不够精准等诸多挑战。随着信息技术的飞速发展,BIM(建筑信息模型)技术应运而生并在建筑行业取得了显著成效,其在水利工程领域的应用探索也逐渐深入。BIM 技术以其强大的信息整合、可视化、协同作业等功能特性,为水利工程施工管理提供了全新的思路与方法。本研究将深入探讨 BIM 技术在水利工程施工管理过程中的具体应用策略与实践价值。

Q BIM 技术概述

BIM 是建筑信息模型(Building Information Modeling)的简称,它是三维数字技术为基础,集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型,是对该工程项目相关信息的详尽表达。BIM 技术的使用可提升项目生产效率、提高建筑质量、缩短工期、降低建造成本。

BIM 技术的基本原理包括:

一体化模型: 将建筑物的各个组成部分整合到一个综合的模型中,为各方提供全面的信息,便于各方协同工作和冲突检测。

可视化呈现: 立体呈现建筑物的各个方面,还可以模拟日照、风景、人流等环境因素。使用者能够更直观地了解建筑物的形态和功能,帮助设计师进行室内外环境分析和优化设计。

数据集成: 将各种数据整合到统一的平台中,便于相关

人员的共享和更新,减少信息传递的误差和延迟。同时,BIM 技术还可以生成各种报告和图表,为决策提供参考依据。

协同工作: 提供了一个协同工作平台,使得各方人员能够实时地分享和更新各自的信息。这种协同工作的方式能够提高沟通和合作的效率,减少误解和冲突,促进项目的顺利进行。

Q BIM 技术在水利工程施工阶段的应用

(一)现场布置方案的精细化调整

利用 BIM 技术创建建筑模型以及施工场地模型,将项目相关各项信息以数据的形式精准衔接到 BIM 模型中。基于这些丰富的数据,创建出的三维立体的施工现场场地平面布置图具有极高的实用性与精准性。

按照工程总进度计划,通过 BIM 模型能够形象直观地模拟出各个过程和阶段的现场情况。如在项目筹备期,可以模拟不同施工阶段的场地需求;在施工高峰期,模拟人员流动、材料运输路线以及大型机械设备的作业范围等。通过这种模拟,可以灵活地布置现场施工平面图,实现现场平面布置经济合理、生产便捷、高效运转的目标。

针对施工现场中的生产加工区域、设备安装等关键环节,通过 BIM 模型,以动态的方式进行可视化布局。针对生产加工区域,考虑原材料的进场路线、加工设备的摆放位置以及成品的存放与运输路径等,优化生产流程,提高生产效率;对于设备安装部分,特别是大型水利设备如水泵机组、发电机组等,通过 BIM 模型提前模拟设备的安装位置、

安装顺序以及与周边结构的空间关系，避免在实际安装过程中出现因空间不足或安装顺序不当而导致的施工延误或安全事故。优化后的施工场地布置方案，不仅能充分发挥施工现场设施的能力，提高施工效率，还能在节约用地方面取得显著成效，减少因场地不合理规划而导致的土地资源浪费，还能降低施工过程中的能源消耗与环境污染，实现绿色施工与经济效益的双赢。

（二）施工模拟：多维度方案优选与工艺提升

施工过程中，创建各项施工措施 BIM 技术模型成为提升施工质量与效率的关键环节。这些模型能够以更加形象直观的方式模拟各个阶段的施工过程和施工工艺，为施工决策提供了丰富的可视化信息。

1. 高支模施工模拟

高支模施工在水利工程中常用于大坝、桥梁等大型结构的混凝土浇筑支撑体系。利用 BIM 模型多维度可视化的特性，对高支模施工方案进行全面模拟。在模型中，可以详细设定模板的规格、支撑结构的布局、材料的强度参数等信息。项目各部门，包括施工技术团队、安全管理部门、质量监督小组等可利用 BIM 模型进行协同讨论。施工技术人员可以根据工程结构特点提出不同的模板支设方案，安全管理人员则从结构稳定性与人员安全防护角度进行评估，质量监督小组关注模板的平整度、垂直度等质量指标在不同方案下的表现。通过多轮的模拟与讨论，调整方案，最终确定最优的施工方案。而且，这一精准的模型还可以作为模板支设样板，在实际施工过程中为施工人员提供直观的指导。施工人员可以依据模型中的参数与布局，准确地进行模板安装、支撑搭建等工作，确保高支模施工的质量与安全，有效避免因施工方案不合理而导致的模板坍塌、变形等质量事故，提升施工效率与工程质量。

2. 复杂钢筋节点施工模拟

水利工程中的一些大型建筑物或构筑物，如水电站厂房、水闸等，往往存在复杂的钢筋节点。对这些复杂钢筋节点进行精确翻样是确保钢筋施工质量的关键。通过 BIM 技术，可以对复杂钢筋节点进行三维建模，详细展示钢筋的形状、尺寸、数量以及相互之间的连接方式。根据项目的结构受力要求、混凝土浇筑工艺等需要，对复杂节点进行综合优化。例如，调整钢筋的弯曲角度、增加或减少钢筋的数量、优化钢筋的锚固长度等，在保证结构强度与稳定性的前提下，提升钢筋绑扎的可操作性与施工效率。通过这种模拟优化，不仅能够保证施工的可行性，避免在实际施工过程中因钢筋布置不合理而导致的钢筋碰撞、无法安装等问题，还能提升钢筋绑扎质量，确保钢筋骨架的整体性与牢固性，提高混凝土结构的承载能力与耐久性。

3. 放线方案的优化

在大型水利设备的安装过程中，放线的准确性直接关系到设备的安装精度与后续运行效果。通过 BIM 模型创建，可以对设备安装现场进行可视化的布局模拟。在模型中，依据设备的安装图纸与技术要求，准确设定设备的安装位置、基础螺栓的位置以及相关的轴线、标高控制点等信息。基于此，编制设备安装放线方案，进一步准确确定安装的放线位置。在实际放线过程中，施工人员可以依据 BIM 模型提供的精确数据，使用测量仪器进行放线作业，有效避免因放线误差而导致的设备安装偏差，提高设备安装的一次性成功率，减少因设备安装精度不足而引发的设备故障、运行噪声增大以及能源消耗增加等问题，保障水利设备的安全稳定运行。

（三）虚拟建造预制加工：推动装配式水利施工革新

随着装配式建筑的广泛应用以及绿色施工理念的深入人心，水利工程领域也积极探索装配式施工的新模式，而 BIM 技术成为这一变革进程中的关键驱动力。

在虚拟建造预制加工环节，BIM 技术发挥着核心的研讨及把控作用。在施工前期，通过 BIM 技术进行虚拟建造，能够全面模拟预制构件在工厂生产、运输以及现场组装拼装的全过程。在虚拟环境中，对预制构件的尺寸、形状、连接方式等进行精确设计与优化，确保其符合水利工程的结构要求与施工工艺标准。例如，对于预制混凝土梁、板等构件，根据水利工程的跨度、荷载要求以及施工场地的运输条件等因素，在 BIM 模型中确定其最佳的尺寸规格与配筋方案；对于金属预制构件，如闸门、管道等，考虑其防腐要求、密封性能以及与周边结构的连接方式等进行优化设计。

在施工的过程中，当完成优化施工方案、深化设计之后，将 BIM 模型中的构件按照厂家产品库要求进行分段处理。这一过程需要充分考虑厂家的生产设备、加工工艺以及运输限制等因素。通过 BIM 模型的精确分割，可以生成详细的装配式图纸，这些图纸不仅包含构件的尺寸、形状、材料信息，还包括构件的编号、安装顺序以及连接节点的详细构造等内容。将生成的装配式图纸后交付厂家进行生产，厂家可以依据这些精确的图纸进行原材料采购、生产加工以及质量检验等工作，确保生产出的预制构件符合设计要求，提高预制构件的生产质量与生产效率，减少因设计与生产脱节而导致的构件返工或报废现象，推动水利工程装配式施工的标准化与规范化发展。

（四）扫描技术应用：提升施工精准度与决策科学性

三维扫描技术在水利工程施工中的应用为项目的精准实施提供了强大的数据支持。利用高精度的三维扫描设备，对施工现场进行全面的数字测绘，能够快速获取整个现场的三维模型。这一模型真实地反映了施工现场的地形地貌、建筑物现状以及施工设施的位置与状态等信息。

同时,基于工程图纸建立初步 BIM 模型,并将其与三维扫描模型进行对比分析。在对比过程中,能够迅速发现图纸偏差,无论是因设计变更未及时更新图纸,还是因施工过程中的误差积累导致的实际情况与图纸不符,都能被精准识别。一旦发现偏差,可以及时更正预算数据,确保工程预算的准确性与合理性。例如,在土方开挖工程中,如果实际开挖的地形与图纸设计存在差异,通过扫描模型与 BIM 模型的对比,可以及时调整土方工程量的计算,避免因工程量计算错误而导致的工程成本失控。

精确的数字模型和信息为制定施工方案提供更为精准的各项数据。施工技术人员可以依据这些数据对施工工艺、施工顺序以及资源配置等进行优化调整。例如,根据现场地形的实际起伏情况,合理规划施工道路的走向与坡度;根据建筑物的实际位置与偏差情况,调整施工测量放线的基准点与控制线。可视化的模型也便于决策计划,项目管理人员可以通过直观的模式展示,快速了解施工现场的现状与问题,从而做出更加科学合理的决策。例如,在决定施工设备的调配与材料的采购计划时,依据模型中的信息可以更加准确地确定设备的型号与数量、材料的种类与用量,大大减少了施工中的不确定因素,提高了施工管理的精细化水平与决策效率。

Q 结束语

BIM 技术在水利工程施工管理中的应用,为解决传统施工管理模式下的信息传递不畅、协同困难、进度与成本把控不精准等问题提供了有效途径,显著提升了水利工程施工管理的整体水平与效益,对水利工程行业的现代化发展具有极为重要的推动作用。

尽管 BIM 技术在水利工程施工管理中已取得了一定的成果,但随着技术的不断发展和水利工程建设要求的日益提高,仍有广阔的发展空间和诸多挑战需要面对。在技术融合方面,未来应进一步加强 BIM 与其他先进技术的深度融合,如物联网(IoT)、大数据分析、人工智能(AI)以及地理信息系统(GIS)等。在标准规范制定方面,应加快制定统一的 BIM 数据标准、模型交付标准、施工管理流程规范等,确保不同软件平台之间的数据交互共享顺畅,促进 BIM 技术

在水利工程行业的广泛推广与普及。在人才培养方面,BIM 技术的深入应用对水利工程专业人员提出了更高的要求。未来应进一步加强各参与方之间的协同合作,建立基于 BIM 技术的协同工作平台与沟通机制,实现信息实时共享、协同工作高效开展,打破传统的“信息孤岛”现象,共同推动水利工程建设项目的顺利实施与全生命周期管理水平的提升。

总之,BIM 技术在水利工程施工管理领域的发展前景十分广阔。随着技术的不断创新与完善、标准规范的逐步建立、人才队伍的不断壮大以及行业协同合作的持续加强,BIM 技术必将在水利工程建设中发挥更加重要的作用,助力水利工程行业迈向智能化、数字化、绿色化的高质量发展新时代。

参考文献

- [1]陈桂军.BIM 技术的水利工程施工进度控制方法研究[J].商品与质量,2021(25):393.
- [2]周杰.BIM 技术在小型水利工程全周期管理中的应用探讨[J].建筑·建材·装饰,2019(07):192.
- [3]曾志强.基于 BIM 技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):31-33.
- [4]张社荣,徐彤,张宗亮,姜佩奇,严磊.基于 BIM+GIS 的水电工程施工期协同管理系统研究[J].水电能源科学,2019,37(08):132-135.
- [5]蒯鹏程,赵二峰,李培聪等.基于 BIM 的水利水电工程全生命周期管理研究[J].水电能源科学,2018,36(12):133-136.

作者简介:

刘颖(1988—),女,汉族,河北保定人,本科,工程师,河北九华勘查测绘有限责任公司,研究方向:测绘地理信息系统、智慧城市。

高爱强(1983—),男,汉族,山东潍坊人,本科,高级工程师,河北九华勘查测绘有限责任公司,研究方向:测绘地理信息、智慧城市。

董伟峰(1979—),男,汉族,河北保定人,本科,高级工程师,河北九华勘查测绘有限责任公司,研究方向:GIS 应用、物联网应用、信息系统集成。

薛子璞(1974—),女,汉族,河北保定人,本科,高级工程师,河北九华勘查测绘有限责任公司,研究方向:电子仪器仪表自动化。