

基于 BIM 技术的水利水电混凝土施工优化应用研究

贾丽清

山东省水利水电建筑工程承包有限公司，山东 济南 250100

[摘要]水利水电工程在混凝土施工方面，其工序颇为复杂，且工程量颇为可观。施工质量以及管理水平，对于工程的安全状况与运行成效而言，有着不容小觑的影响作用。传统的施工管理方式，已经很难契合现代水利水电工程在精细化建设方面的种种需求了。BIM 技术把三维数字模型当作核心要素，可达成工程信息的集成处理以及可视化管理，进而为混凝土施工的优化事宜给予了有效的技术助力。文中结合山东地区水利水电工程在冬季那种高寒环境之下混凝土防冻施工的实际需求，对其展开研究，探讨了 BIM 技术的本地化应用模式。通过研究发现，若能合理地运用 BIM 技术，那么便有利于提升混凝土施工的科学性与可控性，同时也给提高水利水电工程建设的质量以及管理水平提供了相应的参考依据。

[关键词]BIM 技术；水利水电；混凝土施工；优化；技术应用

DOI: 10.33142/hst.v8i11.18308 中图分类号: TV5 文献标识码: A

Research on Optimization Application of Water Conservancy and Hydropower Concrete Construction Based on BIM Technology

JIA Liqing

Shandong Water Conservancy and Hydropower Construction Engineering Contractor Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250100, China

Abstract: In terms of concrete construction, the process of water conservancy and hydropower engineering is quite complex, and the amount of work is considerable. The construction quality and management level have a significant impact on the safety and operational effectiveness of the project. The traditional construction management methods are no longer suitable for the various needs of modern water conservancy and hydropower projects in terms of refined construction. BIM technology regards 3D digital models as core elements, which can achieve integrated processing and visual management of engineering information, thereby providing effective technical assistance for optimizing concrete construction. Based on the actual needs of concrete antifreeze construction in the cold and high-altitude environment of water conservancy and hydropower projects in Shandong Province during winter, this article conducts research and explores the localized application mode of BIM technology. Through research, it has been found that if BIM technology can be used reasonably, it will be beneficial to improve the scientificity and controllability of concrete construction, and also provide corresponding reference for improving the quality and management level of water conservancy and hydropower engineering construction.

Keywords: BIM technology; water conservancy and hydropower; concrete construction; optimization; technology application

引言

随着我国水利水电基础设施建设规模持续扩大，工程结构变得愈发复杂，施工质量、安全以及进度控制的要求也在不断提升，其中混凝土施工作为水利水电工程的关键环节，其施工水平直接关系到整个工程的质量以及长期运行的安全。传统的混凝土施工管理方式主要依靠二维图纸以及经验来开展管理工作，在工程信息的表达、施工协同以及动态控制等方面存在着比较明显的不足，很难满足现代水利水电工程精细化、信息化管理的发展需求。建筑信

息模型（BIM）技术是以三维数字模型作为载体，可以将设计、施工以及管理等多个维度的信息进行集成，为工程全过程管理提供了全新的技术手段。近些年，BIM 技术在房建以及市政工程领域的应用已经比较成熟了，然而在水利水电混凝土施工当中的应用还处于探索以及深化的阶段，在应对复杂施工条件以及特殊环境方面，其潜力还没有得到充分的发挥。以山东地区的水利水电工程为例，由于受到冬季气温较低、昼夜温差较大的因素影响，混凝土施工面临着防冻要求较高、施工组织难度较大的实际问

题,这就对施工技术和管理水平提出了更高的标准。在此种背景之下,去研究BIM技术在水利水电混凝土施工优化当中的应用路径,结合区域工程的特点去探讨其在进度控制、质量保障、安全管理以及成本资源优化等方面的实际作用,对于提升水利水电工程建设水平以及推动施工管理模式的转型有着重要的现实意义以及工程应用价值。

1 BIM技术的特点

BIM(建筑信息模型)技术是一种基于数字信息的建模方法,贯穿建筑项目的全生命周期管理。它通过三维可视化直观展示设计意图,集成丰富的数据属性,实现信息数字化存储与实时查询,便于多专业协调和协同工作。同时,BIM支持施工过程、结构性能及能耗的仿真分析,帮助提前识别风险并优化方案;通过参数化设计和资源调配,实现成本、时间和质量的优化;模型可自动生成施工图纸,提升设计与施工的效率。其一体化的信息管理贯穿设计、施工与运营阶段,确保信息无缝传递,覆盖项目全生命周期,为建筑行业提供高效、低风险的管理手段。

2 水利水电混凝土施工BIM应用现状分析

2.1 数据集成与信息共享不足

在当下的水利水电混凝土施工实际操作当中,数据集成以及信息共享方面存在的问题依旧是比较显著的。在施工进程里涉及到的设计图纸、施工方案、材料信息、进度计划、质量检测数据还有现场监测数据等,常常是零散地存储于不同的系统或者文档之中的,并且缺少一个统一的平台来对这些数据加以集中化的管理。这样的一种分散式的管理模式,致使各个专业之间信息的流通出现不顺畅的情况,相关人员没办法及时地获取到最新的工程数据,进而让施工决策多出了不少的不确定性以及潜在的风险^[1]。并且,施工现场针对实时数据的采集、传输以及更新的相关机制还不是很完备,这使得工程管理者很难对施工过程展开全面且动态的监控与分析,进一步强化了信息孤岛的状况。在大型的水利水电项目当中,这种信息没有实现集成、也没有达成共享的实际情况,不但对施工效率产生了影响,而且对于工程质量、施工进度以及资源利用率也都带来了负面的作用。

2.2 施工优化方案难以直观呈现

在水利水电混凝土施工期间,施工优化方案直观呈现方面存在着较为突出的欠缺之处。传统的施工方案大多是以二维图纸或者文字说明作为主要呈现形式,缺少空间感以及可视化的实际效果,很难精准地反映出施工构件所处的三维位置、彼此间的结构关系还有施工工序的逻辑排列顺序。这样的一种表现形式,致使施工人员在对施工方案

进行理解的时候,很容易出现理解上的偏差情况,没办法直观且清晰地掌握复杂工程节点具体的施工要求。并且,就大型混凝土结构来讲,比如坝体、溢洪道又或者是高墩混凝土构件等,在其施工过程当中涉及到多个工序以及多个专业之间的协同配合作业,而二维图纸是无法有效地展示出施工的先后顺序、资源的配置状况以及潜在存在的冲突点的,这也就使得施工优化方案的实际效果没有办法得到充分且合理的评估。

2.3 工程进度、成本与质量管理协同难度大

在水利水电混凝土施工领域,工程进度、成本以及质量管理方面的协同工作着实存在不少困难。施工进程之中,进度计划制定、材料采购事宜、人工安排情况、设备调度安排等诸多环节彼此间紧密关联着。不过,各个环节所涉及的数据常常是处于分散管理的状态,并且还缺少实时共亨以及联动的相关机制,这就致使信息出现滞后的状况或者呈现出不一致的情况,进而使得施工调度以及决策的复杂性有所增加。与此成本控制以及质量管理务必要和施工进度密切配合起来。比如说材料出现浪费现象、施工存在偏差情况或者出现返工情形,这些都会直接对成本产生影响,而且还有可能对结构质量造成影响^[2]。因为缺少统一的管理平台并且缺乏实时数据作为支撑,所以不同部门以及不同专业之间很难达成高效的协作,这也就让在控制成本、确保施工质量的同时按照计划去推进工程进度这件事变得更加艰难了。

3 BIM在混凝土施工优化中的应用

3.1 BIM建模与信息集成

在水利水电工程开展混凝土施工期间,BIM建模以及信息集成构成了达成施工精细化、科学化管理的重要根基。借助BIM技术,于施工开始之前便能够构建起一个三维数字模型,这个模型把结构尺寸、构造形式、材料性能还有施工工序都囊括其中,并且能把设计数据、施工方案、质量标准以及现场管理信息整合到同一个平台之上,进而达成对工程信息的系统化管理。考虑到山东地区冬季气温比较低、昼夜温差也大的这些高寒施工方面的特点,混凝土在浇筑以及养护的阶段特别容易受到低温的影响,进而出现早期强度不够、表面产生冻裂之类质量问题。在BIM建模的过程当中,可以把当地的历史气象数据以及实时气温的变化当作环境参数引入到模型里面来,与此同时还要把不同的混凝土配合比、防冻外加剂性能指标以及保温养护措施的要求关联起来,以此对冬期混凝土施工的整个过程展开动态的模拟与分析。通过这个模型可以很直观地呈现出不同浇筑时间、施工顺序以及保温

方案给混凝土温度场以及强度发展所带来的影响，从而为施工组织给予可靠的数据方面的依据。除此之外，BIM信息集成还能够把混凝土温控监测数据、施工进度信息和模型相互关联起来，实现对混凝土浇筑、养护以及质量状态的持续跟踪与动态管理，让施工管理人员能够及时知晓关键工序的实际状况，防止因为低温环境而引发的施工风险。

3.2 施工进度优化

在水利水电工程开展混凝土施工期间，施工进度的优化属于确保工程得以顺利推进的关键环节，而冬季那种低温且高寒的施工环境，更是给进度控制提出了相当严格的约束要求。BIM技术可将施工进度计划同三维模型加以深度融合，进而达成对施工过程实现可视化以及动态化管理的效果，使得各个施工阶段的时间安排变得更为直观且清晰明了。在高寒地区，混凝土的浇筑以及养护周期会受到气温的明显影响，要是进度安排不够合理，就很容易出现因为养护时间不够充足或者频繁出现停工状况而引发的工期延误问题。凭借BIM模型，能够结合山东地区冬季气温变化的具体特点，针对混凝土施工的关键节点展开模拟分析，合理地安排浇筑的顺序以及施工的时间，以此来确保混凝土能够在满足防冻要求并且强度能够正常增长的前提之下有序地向前推进^[3]。与此BIM技术还能够把进度计划和施工资源配置相互关联起来，直观地反映出不同施工阶段对于人力、材料、机械等方面的需求情况，从而防止因资源调配不妥当而致使进度出现滞后的状况发生。

3.3 施工质量优化

在水利水电工程开展混凝土施工期间，对施工质量予以优化乃是保障工程安全以及耐久性的重要环节，尤其在高寒地区，冬季低温环境给混凝土质量控制带来了更高的要求。BIM技术把质量控制的相关标准、材料性能的各项参数以及施工工序的具体要求整合进三维模型当中，促使混凝土施工质量管理从以往的事后检查逐步转变为过程控制。在具体的应用过程当中，可以在BIM模型里清晰地明确不同结构部位所对应的混凝土强度等级、防渗等级、抗冻等级以及养护方面的要求，并且把这些要求和施工工序节点相互关联起来，达成质量要求的可视化呈现。在高寒的条件之下，模型能够着重标识出容易受到低温影响的关键部位，像大体积混凝土、迎水面结构以及薄壁构件等，方便施工人员予以重点关注并加以控制。就山东某中型水库除险加固工程来讲，该工程在冬季实施溢洪道混凝土施工，借助BIM模型提前对低温环境下混凝土浇筑与养护的过程进行模拟，把防冻外加剂的掺量、保温覆盖

的厚度以及养护时间等质量控制参数纳入到模型管理之中，在施工过程当中结合现场温度监测的数据展开对比分析，从而及时察觉并纠正养护不足的问题，有效地防止了混凝土出现表面冻裂以及强度不足等一系列的质量缺陷。

3.4 安全管理优化

在水利水电工程混凝土施工期间，其安全管理会受到施工环境较为复杂、工序交叉频发以及冬季处于高寒状况等多种因素的影响，使得安全风险呈现出比较显著的季节性以及阶段性特点。BIM技术凭借三维可视化以及信息集成的方式，把施工现场的空间布局情况、作业流程以及安全风险要素都直观地展现出来，对于提升安全管理的针对性以及预控能力是有帮助的。在高寒地区展开混凝土施工的时候，低温一方面会影响混凝土的性能，另一方面还很容易引发作业人员出现滑跌的情况，机械设备也容易出现低温故障，并且临时用电以及保温设施还存在发生火灾等安全隐患的可能性。借助BIM模型，在施工开始之前就可以对冬期混凝土施工场景进行模拟操作，清晰地呈现出模板支撑体系、脚手架布置、临时保温棚以及加热设备之间在空间上的位置关系，提前对高风险区域以及不合理布置的问题加以识别^[4]。以山东某引水工程冬季渠道衬砌施工作为例子来讲，该工程项目在混凝土浇筑阶段运用BIM技术针对施工区域展开安全模拟，把那些容易发生人员滑倒、设备交叉作业以及临时用电集中的区域在模型当中予以重点标识，并且结合冬期施工方案来对防滑措施、保温加热设备布置做出优化处理。在施工的过程当中，安全管理人员依靠BIM模型来开展现场安全交底以及动态检查工作，从而有效地降低了冬季施工环境下安全事故的发生率。

3.5 施工成本与资源优化

在水利水电工程开展混凝土施工期间，施工成本以及资源优化情况属于项目管理方面极为重要的目标内容。在高寒地区进行冬季施工时，其施工条件往往会使材料消耗出现增多状况，施工周期也会相应延长，并且资源利用效率还会有所降低。BIM技术能够把工程量、材料消耗、施工进度以及资源配置等相关信息整合到同一个统一的模型当中，进而达成对施工成本以及资源的精细化管理效果。在冬季进行混凝土施工的时候，防冻外加剂、保温材料、加热设备以及人工投入的量都会明显增多，要是缺少有效的统筹安排，就很容易引发材料浪费以及成本失去控制的局面出现。借助BIM模型，可以在施工开始之前针对不同施工方案下混凝土的具体用量、防冻材料的需求量以及设备投入的情况展开量化方面的分析，从而直观地对

各个方案的资源消耗情况以及成本变化状况加以比较,以此给施工组织工作给予较为可靠的依据参考。与此 BIM 技术还能够将资源计划和施工进度相互关联起来,动态地反映出各个阶段材料、机械以及劳动力的实际使用状况,以此来减少因为低温导致停工或者工序衔接不够顺畅而造成的资源闲置情况发生。

4 结语

BIM 技术于水利水电混凝土施工方面的运用,给工程管理带来了可视化、信息化以及协同化的方式。把施工进度、质量、安全还有成本资源等相关信息整合进模型里,可更妥善地去处理施工进程中所存在的复杂性与不确定性。就山东地区冬季那种高寒环境而言,针对混凝土防冻施工的实际需求,BIM 技术一方面提升了施工管理的科学性以及精细化程度,另一方面也切实有效地确保了施工的质量与安全。能够预估到,伴随 BIM 技术持续不断地

得到推广并且应用程度逐步加深,它在水利水电工程施工优化当中的作用将会变得更加突出,进而为工程实现高效且优质的建设给予稳固有力的支撑。

[参考文献]

- [1]张友军.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].中国水泥,2025(8):109-111.
- [2]匡雄伟.水利水电工程中混凝土施工技术的应用[J].清洗世界,2021,37(7):155-156.
- [3]李占春.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].吉林农业,2019(14):62.
- [4]丛洁,靳伟,弓振铭.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].价值工程,2025,44(8):128-131.

作者简介: 贾丽清 (1984.3—), 毕业院校: 吉林大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 山东省水利水电建筑工程承包有限公司, 职称级别: 工程师。