

# BIM 技术在水利工程安全管理中的应用研究

张耕野 王晓君

徐州市水利工程运行管理中心, 江苏 徐州 221000

[摘要] 水利水电工程是中国的重要民生工程, 此类工程建设施工环境复杂、施工难度大, 各个施工环节都有着严格的质量与安全标准。传统的水利水电施工模式下, 安全管理缺位, 施工阶段的安全事故频发, 在当前新的工程模式下, 加强安全管理对施工作业的顺利开展非常重要, 工程企业要彻底突破传统的安全管理模式, 将 BIM 技术应用于其中, 发挥 BIM 技术的优势。基于此, 重点探讨了在水利水电工程施工安全管理中 BIM 技术的具体应用, 对提升施工作业的安全性具有重要的意义。

[关键词] BIM 技术; 水利工程; 安全管理; 应用研究

DOI: 10.33142/ect.v2i2.11343

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

## Research on Application of BIM Technology in Safety Management of Water Conservancy Projects

ZHANG Gengye, WANG Xiaojun

Xuzhou Water Conservancy Engineering Operation Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

**Abstract:** Water conservancy and hydropower engineering is an important livelihood project in China. The construction environment of such projects is complex, and the construction difficulty is high. Each construction link has strict quality and safety standards. Under the traditional construction mode of water conservancy and hydropower, safety management is lacking, and safety accidents occur frequently during the construction phase. In the current new engineering mode, strengthening safety management is very important for the smooth progress of construction operations. Engineering enterprises need to completely break through the traditional safety management mode, apply BIM technology to it, and leverage the advantages of BIM technology. Based on this, the specific application of BIM technology in the construction safety management of water conservancy and hydropower projects is mainly explored, which is of great significance for improving the safety of construction operations.

**Keywords:** BIM technology; water conservancy engineering; security management; application research

### 引言

随着建筑信息模型 (BIM) 技术的迅猛发展, 水利工程领域也开始逐渐应用这一数字化工具, 为工程安全管理带来了新的可能性。水利工程在复杂的自然和人为环境中运作, 因此安全管理尤为重要。我们将深入研究 BIM 技术在水利工程安全管理中的实际应用, 特别关注水利运行、翻水、防汛、排涝等方面。通过对具体应用的剖析, 我们希望揭示 BIM 技术如何提升水利工程安全管理的效率和准确性, 为未来工程决策提供更好的支持。这一研究不仅对水利工程专业人士具有指导意义, 同时也推动了数字化技术在基础设施管理中的应用, 为工程领域的进步做出贡献。

### 1 BIM 技术特点

建筑信息模型 (BIM) 技术以其独特的特点在建筑和工程领域引起了广泛关注。首先, BIM 技术具备全过程性, 它不仅关注项目的设计阶段, 还覆盖了建设、运营和维护等整个生命周期。这使得项目各个阶段的参与者都能在一个平台上共享和获取相关信息, 促进了跨阶段的协同合作。其次, BIM 技术是全要素的, 它将建筑或工程的各个组成部分以及相关的信息都整合到一个三维模型中, 实现了对建筑物或基础设施的全方位管理。这有助于识别潜在

问题、减少错误, 并提高整体效率。最重要的是, BIM 技术具备全方位性, 通过三维建模、动态模拟和信息集成, 提供了更为全面和直观的数据支持。这不仅有助于项目的可视化展示, 也为决策提供了更为科学的基础, 从而提高了项目管理的水平。

### 2 水利工程施工特点

水利工程施工具有其独特的特点, 涉及到复杂的水文地质环境和各种工程形式, 使其在施工过程中具有显著的特殊性。首先, 水利工程往往包括大型水坝、水库、引水渠等, 这些结构的建造需要处理大量的水文地质信息, 包括水流、地质构造、土壤特性等。这对施工人员提出了更高的技术要求, 需要充分了解并应对复杂的地质水文条件。其次, 水利工程的施工通常涉及到水域或潜在的水域, 这增加了工程的难度和风险。在水中施工需要采取特殊的工法和设备, 以确保施工的安全性和有效性。此外, 水利工程的施工过程往往与自然环境更为紧密地相互作用, 需要更加灵活的施工计划和应对措施。最后, 水利工程的施工周期通常较长, 需要面对多样化的施工任务, 包括大型土石方工程、混凝土浇筑、设备安装等多个环节<sup>[1]</sup>。因此, 水利工程施工的特点在于其复杂性、水文地质的不确

定性、水域施工的特殊性以及施工周期的长期性,这些特点需要施工方在规划和实施过程中充分考虑,采用科学的管理和技术手段以确保工程的质量、安全和进度。

### 3 水利施工安全管理存在的问题

水利施工安全管理面临着一系列复杂而严峻的问题。首先,水利工程的施工通常涉及到大规模的基础设施,包括水坝、水库、引水渠等,其施工环境相对较为复杂。这复杂性主要源于水文地质条件的多样性,包括水流、地质构造、土壤特性等,给施工带来了较高的技术难度。因此,传统的安全管理方法难以全面考虑这些复杂条件,容易导致对潜在风险的忽视。其次,水利施工往往发生在水域或潜在的水域区域,如河流、湖泊等,这增加了工程的危险性。水域施工可能涉及到水中作业、船只操作等,其安全风险相较陆地施工更为突出。对水利施工的监管和安全控制要求更高,但现实中管理难度较大,容易导致监管不到位和事故难以及时发现。另外,水利施工往往需要处理大量的土石方工程、混凝土浇筑等大型工程,这涉及到大型机械设备、高空作业等,增加了事故发生的概率。同时,现场人员众多,涉及到不同工种,其工作协同和沟通也成为安全管理的挑战之一。传统的纸质计划和沟通方式往往显得效率较低。最后,水利工程的施工周期较长,同时可能受到气象因素、洪水等自然灾害的影响。长周期的施工容易导致管理疏漏,而自然灾害的突发性更加增加了工程的不确定性,使得安全管理更为复杂。

### 4 水利运行中的 BIM 应用

在水利工程的运行阶段,BIM 技术的应用为水利运行提供了更加精细化、智能化的管理手段。通过将 BIM 技术与水利工程设备监测与维护相结合,工程管理者能够实现对水利系统各个关键部件的实时监测和维护。传感器网络与 BIM 模型的融合使得运行人员能够迅速了解设备的运行状态、性能指标以及潜在的故障风险,从而及时制定维护计划,提高水利设施的可靠性和稳定性。BIM 技术在水利运行中的另一个关键应用领域是实时数据采集与分析。通过在水利工程中嵌入传感器和监测设备,实时获取水文、水质、水位等多维度数据,然后结合 BIM 平台,使得运行人员能够实现对这些数据的集成、分析和可视化展示。这不仅有助于快速响应突发事件,还能够为决策提供科学依据,优化水利系统的运行效率。

此外,BIM 技术在水利运行中还能够进行运行模拟与优化。通过建立水利工程的数字孪生模型,模拟各种运行场景和条件,评估系统对不同因素的响应,为优化运行策略提供依据。运行人员可以通过模拟测试,预测可能出现的问题,从而采取相应的措施,确保水利系统的安全稳定运行。

### 5 翻水过程中的 BIM 应用

在水利工程的翻水过程中,BIM 技术的应用为整个过

程的规划、实施和监测提供了前所未有的精确性和综合性。翻水作为水利工程的关键环节,其安全和有效的实施对于水资源的管理至关重要。BIM 技术通过在翻水阶段的应用,极大地提升了工程的可视化、协同和智能化水平<sup>[2]</sup>。首先,BIM 技术在翻水过程中进行了三维模拟与风险评估。通过建立水利工程的三维数字模型,工程管理者可以在虚拟环境中模拟翻水过程,全面了解各种可能的情景和潜在的风险。这有助于在实际操作前进行全面的风险评估,预测可能出现的问题,并制定相应的预防和应对策略,提高翻水过程的安全性和可控性。其次,BIM 技术为翻水过程提供了三维可视化的翻水计划。工程团队可以利用 BIM 平台,将翻水计划以三维形式呈现,包括施工序列、资源配置、设备运动轨迹等信息。这种可视化方案不仅有助于提高工程团队的整体协同能力,还能够为决策者和现场操作人员提供清晰而直观的指导,确保翻水工程的顺利实施。最后,BIM 技术在翻水过程中的应用还包括其在资源调配中的优势。通过 BIM 平台,可以对工程所需资源进行全面的管理和调配,包括人力、设备、材料等。这不仅有助于提高资源的利用效率,还能够减少资源浪费,从而降低工程成本。

## 6 防汛工作中的 BIM 应用

### 6.1 防汛预警系统的建立

在水利工程的防汛工作中,BIM 技术的应用主要体现在防汛预警系统的建立。防汛预警系统作为水利工程安全管理的重要组成部分,旨在提前发现、及时响应并有效遏制潜在的洪涝灾害,而 BIM 技术的运用为该系统的建设提供了创新性的解决方案。首先,BIM 技术通过数字建模的方式,实现了对水利工程各要素的精确建模和空间关系的准确表达。这包括河道、水库、泵站、堤坝等关键设施的三维建模,以及相关气象、水文数据的整合。通过综合分析这些数据,BIM 预警系统能够更准确地模拟水位上涨、流量变化等情况,实现对洪水发生概率的实时评估。其次,BIM 技术在防汛预警系统中实现了多源数据的融合。通过整合卫星遥感、气象雷达、水文监测等多种数据源,BIM 系统能够全面、多角度地获取实时的水文气象信息。这种数据的融合使得防汛系统更为全面准确地获取洪水信息,提高了对潜在灾害的识别和判断能力。

### 6.2 风险评估与应急预案制定

首先,BIM 技术通过数字建模的手段,对水利工程的各项要素进行综合建模。这包括河道、堤坝、水库等关键设施的三维建模,以及与防汛有关的气象、水文等数据的集成。这样的数字建模为工程管理者提供了全面的空间信息,使其能够更好地了解工程的整体情况,从而为风险评估提供更为可靠的基础。其次,BIM 技术在风险评估中实现了多源数据的融合。通过整合来自卫星遥感、气象雷达、水文监测等多渠道的数据,BIM 系统能够实时获取关键信

息,快速准确地分析当前的洪涝风险。这种多源数据融合的手段使得工程管理者能够更及时地发现潜在危险,为制定应急预案提供了更为可靠的数据基础。此外,BIM技术在风险评估与应急预案制定中还包括了灵活的场景模拟。通过BIM平台,工程管理者可以模拟不同的洪涝场景,评估不同防控策略的效果,并制定相应的应急预案。

### 6.3 BIM在防汛工程监管中的应用

首先,BIM技术通过数字建模实现了对防汛工程的全面监管。通过三维建模,监管人员可以直观地查看整个防汛工程的结构、组成和布局,从而全面了解工程的实际状况。这为监管部门提供了一个高度可视化的平台,使其能够更迅速地发现问题,及时采取措施加以解决。其次,BIM技术在防汛工程监管中实现了多源数据的集成与共享。不同来源的数据,包括监测设备的实时数据、卫星遥感数据等,可以通过BIM平台进行整合。这样的数据共享机制,使得监管人员能够在一个平台上获取全面、准确的信息,快速做出决策。同时,BIM技术还支持实时更新,保证监管人员始终掌握最新的工程信息。此外,BIM技术在防汛工程监管中还具备智能化的功能<sup>[3]</sup>。通过BIM系统的分析模块,可以实现对监测数据的实时分析,发现潜在的问题和风险。智能化分析工具还可以辅助监管人员预测可能发生的情况,提前做好防范措施,增强了监管的主动性和前瞻性。

## 7 排涝操作中的BIM应用

### 7.1 排涝系统的三维设计

在排涝操作中,BIM技术的应用焦点之一是通过三维设计来提升排涝系统的设计效率和精度。传统的排涝系统设计常常依赖于二维图纸,但BIM技术的引入使得设计过程更加直观、全面,为排涝工程的规划和执行提供了更多的信息和工具。首先,BIM技术通过建立排涝系统的三维数字模型,完整而精准地呈现了所有涉及的构件、管线和设备。这样的三维设计能够提供更为直观的空间认知,设计师和工程师能够在数字环境中以立体的方式查看整个系统,更好地理解各个组成部分之间的关系,从而更准确地评估设计方案的可行性。其次,BIM技术在三维设计中实现了多维信息的嵌入。除了基本的几何形状,排涝系统的数字模型还包含了各种属性信息,如管道直径、水流速度、涝水位等。这些信息的嵌入使得设计人员能够在设计过程中更全面地考虑各种因素,提高了设计的准确性和可操作性。

### 7.2 实时监测与故障诊断

首先,BIM技术通过传感器和监测设备实现了排涝系统的实时监测。各种感知设备嵌入到排涝系统中,实时采集涉及到的各类数据,包括水流速度、水位、泵站工作状态等。这些数据通过BIM平台进行整合和分析,使得监管

人员能够随时随地获取排涝系统的实时状态,更全面地了解系统的运行情况。其次,BIM技术在实时监测中融入了智能故障诊断系统。通过对实时数据的分析,BIM系统能够识别异常情况,并迅速定位可能的故障点。这种智能故障诊断系统能够大大缩短故障排查的时间,提高排涝系统的可靠性和稳定性。例如,当系统检测到某泵站异常时,BIM技术可以通过模型迅速定位到具体故障组件,为维修提供有针对性的指导。另外,实时监测与故障诊断的BIM应用还具备预测性的特点。通过历史数据和模型分析,系统可以预测可能的未来故障,提前采取措施进行维修和维护,避免潜在问题演变成严重故障。

### 7.3 BIM在排涝工程维护中的应用

首先,BIM技术通过建立排涝系统的数字孪生模型,实现了对整个系统的全面监控和管理。这一数字模型涵盖了排涝系统中的所有关键组件、管线、设备以及其运行状态等信息。维护人员可以通过BIM平台随时获取这些信息,全面了解系统的实时状态,从而及时发现潜在问题,提高维护的及时性和准确性。其次,BIM技术在排涝工程维护中实现了预防性的维护策略。通过对历史数据的分析和模型预测,系统可以提前识别设备的潜在故障迹象,并预测可能的维护时机。这种预测性的维护策略有助于防止设备因长时间运行而出现严重故障,提高了排涝系统的稳定性和可靠性<sup>[4]</sup>。另外,BIM技术在排涝工程维护中还支持定制化的维护计划。通过分析数字模型中的各组件的使用寿命、性能指标等信息,系统可以为每个组件制定个性化的维护计划,确保维护资源的最优利用,减少不必要的维护成本。最重要的是,BIM技术在排涝工程维护中为维护人员提供了智能化的维护工具。通过与传感器和监测设备的联动,BIM系统能够实现实时监测和智能诊断,使得维护人员能够更迅速、准确地定位故障,提高了排涝系统的可维护性。

## 8 结语

BIM技术在水利工程安全管理领域的研究为水利工程管理注入了新的活力,为实现更安全、高效、可持续的水利工程目标提供了关键的支持。通过深入研究水利运行、翻水、防汛、排涝等关键领域,我们发现BIM技术以其独特的数字化、可视化特性,为水利工程管理带来了显著的改进。BIM技术的应用使得水利工程的设计、施工、运维全过程数字化管理成为可能。三维建模、实时监测与故障诊断等功能为工程管理者提供了更直观、高效的工具,加强了对工程全生命周期的监管。然而,我们也应认识到在BIM技术应用中,数据整合、人才培养等方面仍需面对挑战。在未来,我们期待着BIM技术能够进一步发展,克服存在的问题,为水利工程管理提供更多创新解决方案。这项研究为水利工程领域的数字化进程贡献了实质性的见

解,为推动水利工程管理向着更智能、更可持续的方向发展提供了有益的经验。在数字化时代,BIM技术必将持续推动水利工程安全管理领域的创新与进步。

#### [参考文献]

- [1]戴蓉,叶婷,顾杰.BIM技术在水利工程安全管理中的应用研究[J].水上安全,2023,11(12):58-60.
- [2]康进军.BIM技术在水利工程建设与管理中的应用探讨[J].农业开发与装备,2023,11(21):146-148.
- [3]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,2022,12(25):88-90.
- [4]周泽军,黄玉红.BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的应用[J].河南水利与南水北调,2021,50(2):85-86.

作者简介:张耕野(1976.2—),毕业院校:中国地质大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:徐州市水利工程运行管理中心,职务:办公室主任,职称级别:水利工程师。