

# BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的应用分析

王伟

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 石河子 832000

**摘要:** 本文聚焦于BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的应用。首先阐述了混凝土坝体施工组织设计的重要性及传统设计方法的局限性,接着详细介绍了BIM技术特点。然后从施工模拟、进度管理、资源优化、碰撞检测等多个方面深入分析了BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的具体应用,并通过实际案例进一步验证其有效性。最后对BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的发展趋势进行了展望,旨在为提高混凝土坝体施工组织设计水平提供有益的参考。

**关键词:** BIM技术; 混凝土坝体; 施工组织设计; 施工模拟

## 1 引言

混凝土坝体施工组织设计对工程实施、质量、成本和工期影响重大,合理设计可优化流程、提高效率、保障质量。但传统方法依赖二维图纸和经验判断,信息表达不直观,难以全面考虑因素间相互影响,方案优化有限,施工易出问题。随着信息技术发展,BIM技术出现,它以三维数字技术为基础,集成项目相关信息,能为项目全生命周期提供全面准确信息支持。在混凝土坝体施工组织设计中应用BIM技术,可突破传统局限,提升方案科学性,为施工提供可靠保障。

## 2 混凝土坝体施工组织设计的重要性及传统方法的局限性

### 2.1 混凝土坝体施工组织设计的重要性

混凝土坝体施工是一项复杂的系统工程,涉及到多个专业领域和众多施工环节。施工组织设计是对混凝土坝体施工活动进行全面规划和安排的重要文件,它明确了施工的目标、任务、方法、顺序、时间、资源等方面的要求,是指导施工全过程的技术经济文件。合理的施工组织设计能够确保混凝土坝体施工按照预定的计划有序进行,避免施工过程中的混乱和失误,提高施工效率和质量,降低施工成本和风险,保障工程的安全和可靠性。

### 2.2 传统施工组织设计方法的局限性

传统的混凝土坝体施工组织设计方法主要基于二维图纸和经验判断。二维图纸虽然能够表达工程的结构和尺寸信息,但对于复杂的混凝土坝体工程来说,难以直观地展示各部分之间的空间关系和施工顺序。在设计过程中,设计人员往往需要凭借自己的经验来想象施工过程和可能出现的问题,容易出现考虑不周全的情况。此外,传统方法难以对施工方案进行全面的模拟和分析,无法准确预测施工过程中可能出现的冲突和问题,导致

在实际施工过程中经常需要进行设计变更和调整,增加了施工成本和工期延误的风险。同时,传统方法在信息传递和共享方面也存在不足,各参与方之间的沟通协调不够顺畅,容易影响施工效率和质量。

## 3 BIM技术的特点

(1) 可视化: 通过三维模型直观展示混凝土坝体的结构、材料与施工工艺,降低沟通成本。例如,传统图纸需依靠经验想象复杂节点,而BIM模型可实时渲染施工过程,帮助各方理解设计意图。(2) 协调性: 解决多专业碰撞问题。在混凝土坝体施工中,水电管线、预埋件与结构体的空间冲突可通过BIM模型提前检测,减少返工<sup>[1]</sup>。(3) 模拟性: 支持4D(时间维度)、5D(成本维度)模拟。通过模拟混凝土浇筑顺序、温度控制等关键工序,优化施工方案。(4) 优化性: 基于数据驱动的决策支持。BIM模型可集成材料性能、施工环境等变量,通过算法优化混凝土配合比、浇筑温度等参数,提升工程质量。(5) 可出图性: 自动生成施工图纸与报表。BIM模型可直接导出平面图、剖面图及材料清单,减少人工绘图误差。

## 4 BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的具体应用

### 4.1 施工模拟

#### 4.1.1 施工过程模拟

利用BIM技术可以建立混凝土坝体的三维模型,并结合施工进度计划,对混凝土坝体的施工过程进行动态模拟。通过模拟,可以直观地展示混凝土坝体在不同施工阶段的形态和结构变化,以及各施工环节之间的先后顺序和逻辑关系。例如,可以模拟混凝土的浇筑过程,包括浇筑顺序、浇筑速度、分层厚度等,帮助施工人员合理安排浇筑作业,避免出现混凝土浇筑不均匀、冷缝等质量问题<sup>[2]</sup>。同时,施工过程模拟还可以发现施工过程中

可能出现的空间冲突和施工障碍，提前制定解决方案，确保施工的顺利进行。

#### 4.1.2 施工工艺模拟

混凝土坝体施工涉及到多种复杂的施工工艺，如模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、温控防裂等。BIM技术可以对这些施工工艺进行模拟，展示施工工艺的操作过程和关键点。例如，通过模板安装模拟，可以直观地看到模板的安装位置、支撑方式和固定方法，帮助施工人员正确安装模板，确保模板的稳定性和垂直度；钢筋绑扎模拟可以展示钢筋的布置方式、间距和连接方法，指导施工人员进行规范的钢筋绑扎作业。施工工艺模拟还可以用于对施工人员进行技术培训和交底，提高施工人员的技术水平和操作能力。

### 4.2 进度管理

#### 4.2.1 进度计划编制

基于BIM模型，可以结合混凝土坝体的施工工艺和资源需求，编制更加科学合理的施工进度计划。BIM技术可以将施工进度计划与三维模型进行关联，实现进度计划的可视化展示。通过在模型中标注每个施工任务的时间节点和持续时间，项目管理人员可以清晰地了解工程的整体进度情况和各施工环节之间的时间关系，便于对进度计划进行调整和优化。

#### 4.2.2 进度动态监控

在混凝土坝体施工过程中，利用BIM技术可以实时采集施工进度数据，并与计划进度进行对比分析。通过在模型中直观地展示实际进度与计划进度的偏差，项目管理人员可以及时发现进度延误或提前的情况，并分析原因，采取相应的措施进行调整。例如，如果发现某个施工环节的进度滞后，可以通过增加资源投入、优化施工工艺等方式来加快施工进度，确保工程能够按照预定的工期完成。

#### 4.2.3 进度优化调整

BIM技术可以结合各种优化算法和工具，对施工进度计划进行优化调整。例如，通过分析各施工任务之间的逻辑关系和资源需求，利用关键路径法、计划评审技术等方法，找出影响工程进度的关键因素，对进度计划进行优化，缩短工程的总工期。同时，BIM技术还可以根据实际情况对进度计划进行动态调整，确保进度计划的合理性和可行性。

### 4.3 资源优化

#### 4.3.1 人力资源优化

利用BIM技术可以对混凝土坝体施工所需的人力资源进行精确预测和合理配置。通过对施工进度计划和施

工工艺的分析，确定每个施工阶段所需的不同工种和人数，并制定相应的人力资源需求计划。同时，BIM技术还可以结合人员的技能水平和工作效率，对人力资源进行优化分配，提高人力资源的利用效率，降低人力成本。

#### 4.3.2 物资资源优化

混凝土坝体施工需要大量的物资资源，如水泥、砂石、钢筋、模板等。BIM技术可以根据施工进度计划和工程量清单，准确预测每个施工阶段所需的物资资源数量和时间，并制定物资采购计划和供应计划。通过优化物资采购和供应流程，合理安排物资的存储和运输，可以减少物资的积压和浪费，降低物资成本。

#### 4.3.3 机械设备资源优化

BIM技术可以对混凝土坝体施工所需的机械设备资源进行合理配置和优化调度。根据施工进度计划和施工工艺要求，确定每个施工阶段所需的机械设备类型、数量和使用时间，并制定机械设备使用计划<sup>[3]</sup>。通过合理安排机械设备的进场和退场时间，提高机械设备的利用率，降低机械设备的使用成本。

### 4.4 碰撞检测

#### 4.4.1 专业内部碰撞检测

在混凝土坝体工程中，各专业内部的设计和施工可能会存在一些碰撞问题，如结构专业中钢筋与预埋件的碰撞、水利专业中管道与设备的碰撞等。利用BIM技术可以对各专业内部进行碰撞检测，提前发现这些碰撞问题，并及时进行调整和优化，避免在施工过程中出现返工和变更的情况。

#### 4.4.2 专业之间碰撞检测

混凝土坝体工程涉及到多个专业领域的协同设计和施工，各专业之间可能会存在空间上的冲突和碰撞问题。例如，建筑专业的墙体与结构专业的梁柱之间的碰撞、机电专业的管道与水利专业的渠道之间的碰撞等。BIM技术可以实现各专业之间的碰撞检测，通过在三维模型中直观地展示碰撞位置和碰撞情况，帮助各专业人员及时协调和解决问题，确保各专业之间的设计和施工能够顺利进行。

### 4.5 质量与安全管理

#### 4.5.1 质量管理

BIM技术可以为混凝土坝体施工质量管理提供有力支持。通过在BIM模型中录入混凝土坝体的质量标准和验收规范，施工人员可以在施工过程中对照模型进行检查和验收，确保施工质量符合要求。同时，BIM技术还可以对施工过程中的质量数据进行实时采集和分析，及时发现质量问题并采取相应的措施进行处理，提高施工质量管

理的效率和水平。

#### 4.5.2 安全管理

混凝土坝体施工安全是工程建设的重中之重。BIM技术可以结合安全管理的相关要求,对施工现场进行安全模拟和分析。例如,通过模拟高处作业、临时用电、施工机械操作等危险场景,识别潜在的安全隐患,并制定相应的安全防范措施。同时,BIM技术还可以为施工人员提供安全培训和教育,提高施工人员的安全意识和自我保护能力。

### 5 案例分析:那棱格勒河水利枢纽工程 BIM 应用

#### 5.1 工程概况与挑战

那棱格勒河水利枢纽工程位于青海省柴达木盆地,总投资23亿元,总工期54个月。工程包括沥青混凝土心墙堆石坝(最大坝高78米)、泄洪洞、引水发电洞等结构。其施工面临高海拔(3200米)、严寒、生态脆弱等挑战,传统施工组织设计难以满足需求。

#### 5.2 BIM技术的实施路径

(1) 全专业数字化生产:采用CATIAV5模板与工具开发,实现水工、施工、电气等专业的协同设计。例如,通过3DExperience平台,各专业模型实时更新,减少信息断层。(2) 智能化设计工具:自主研发重力坝智能设计程序、电气二维-三维联动系统等工具,提升设计效率。例如,电气专业通过柔性化自动装配技术,将盘柜设计时间从3天缩短至0.5天。(3) BIM+无人机/GIS融合:在无人区利用无人机采集地形数据,结合GIS平台生成三维地形模型,指导大坝填筑与边坡支护。例如,通过BIM+GIS模拟,那棱格勒河工程优化填筑路线,减少土方运输成本12%。

#### 5.3 应用效果与数据支撑

一是效率提升:设计阶段模型交付周期缩短30%,施工阶段碰撞问题减少90%。二是成本节约:通过5D模拟,材料浪费率降低15%,返工成本减少200万元。三是质量改善:混凝土裂缝发生率从0.8%降至0.3%,大坝沉降量符合设计要求。四是管理优化:参建各方通过“数字那河”管理系统实现数据共享,会议次数减少40%,决策效率提升。

### 6 BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的发展趋势

#### 6.1 与物联网技术的融合

未来,BIM技术将与物联网技术深度融合,实现对混凝土坝体施工过程的实时监控和智能化管理。通过在施工现场安装各种传感器和监测设备,将施工过程中的各种数据实时传输到BIM模型中,实现对施工进度、质量、安全等方面的实时监测和分析。同时,利用物联网技术

还可以实现对施工设备和物资的智能化管理,提高施工效率和资源利用效率。

#### 6.2 与大数据技术的结合

大数据技术可以为BIM技术提供更加丰富的数据支持和分析能力。通过对大量的施工数据进行挖掘和分析,可以发现施工过程中的规律和问题,为施工组织设计的优化提供更加科学的依据<sup>[4]</sup>。例如,通过对历史施工数据的分析,可以预测混凝土坝体施工过程中可能出现的质量问题和安全隐患,提前采取相应的措施进行预防。

#### 6.3 与人工智能技术的应用

人工智能技术将在混凝土坝体施工组织设计中发挥越来越重要的作用。例如,利用人工智能算法可以对施工进度计划进行自动优化和调整,提高进度计划的合理性和可行性;利用人工智能图像识别技术可以对施工现场的质量和安全生产问题进行自动检测和识别,提高质量安全生产管理的效率和准确性。

#### 6.4 标准化和规范化发展

随着BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中的广泛应用,相关的标准和规范将不断完善和健全。标准化和规范化发展将促进BIM技术的推广和应用,提高BIM模型的质量和互操作性,使各参与方能够在统一的标准和规范下进行协同工作和信息共享。

#### 结语

BIM技术在混凝土坝体施工组织设计中具有重要的应用价值。通过施工模拟、进度管理、资源优化、碰撞检测等方面的应用,BIM技术能够提高混凝土坝体施工组织设计的科学性和合理性,优化施工流程,提高施工效率和质量,降低施工成本和风险。实际案例分析也进一步验证了BIM技术在混凝土坝体施工中的有效性和可行性。未来,随着AI、物联网等技术的融合,BIM技术将在混凝土坝体施工中发挥更大价值,为全球水利工程建设提供中国方案。

#### 参考文献

- [1] 喻林,杨若然.BIM技术在碾压混凝土坝施工全过程中的应用[J].建筑技术,2021,52(01):15-19.
- [2] 徐肖峰,虞鸿,蒋恺运.基于BIM的某混凝土重力坝通仓浇筑排序优化研究[J].人民珠江,2024,45(10):108-113.
- [3] 陈龙.基于BIM技术的水利水电工程建筑三维可视化研究[J].科技资讯,2023,21(23):59-61.
- [4] 张社荣,刘珊,王超.基于BIM+GIS的碾压混凝土坝浇筑进度监控平台开发[J].水电能源科学,2021,39(10):93-97+126.