

BIM 技术在水电站厂房施工阶段碰撞检测与进度协同优化研究

王 千

中国能建葛洲坝集团三峡建设工程有限公司 湖北 宜昌 443000

【摘要】：水电站厂房施工阶段涉及复杂的建筑结构和设备安装，传统施工管理方式往往面临进度滞后、资源冲突等问题。基于 BIM 技术的碰撞检测与进度协同优化方法能有效提升施工管理效率。该研究提出了一种基于 BIM 技术的水电站厂房施工阶段碰撞检测与进度协同优化框架，通过建立三维 BIM 模型进行碰撞检测，及时发现设计与施工中的潜在冲突问题；结合进度计划优化，合理安排资源调配，提高施工进度的可控性与施工质量。通过具体案例的应用，验证了该方法在水电站厂房施工中的可行性与优势，为同类项目的施工管理提供了新的思路和技术支持。

【关键词】：BIM 技术；碰撞检测；进度优化；水电站施工；施工管理

DOI:10.12417/2811-0722.25.10.049

引言

水电站厂房的施工过程中，不仅要确保施工质量，还要保障进度的可控性和资源的高效利用。随着建筑行业信息化的不断发展，BIM 技术已逐渐成为施工管理的核心工具之一。特别是在水电站等大型基础设施项目中，BIM 技术的应用能够有效解决设计与施工过程中频繁出现的碰撞问题，并通过对进度和资源的协同管理，确保施工的顺利推进。在实际应用中，如何高效地将 BIM 技术与施工进度、资源调度等管理要素有机结合，仍然是施工管理领域亟待解决的难题。针对这一问题，本文提出了一种基于 BIM 技术的水电站厂房施工阶段碰撞检测与进度协同优化的方法，旨在通过精准的碰撞检测与优化的进度控制，提高施工效率和质量，减少资源浪费，提升项目整体管理水平。

1 BIM 技术在水电站厂房施工中的应用背景与现状

（1）水电站厂房施工的特点与挑战

水电站厂房施工涉及到复杂的结构设计、设备安装及严苛的施工环境，且建设周期长、投资大，工程量庞大。厂房内的各类设备、设施高度集成，施工任务复杂且层次多，涉及的技术要求也较高。施工过程中通常会面临设备协调问题、工期滞后以及资源分配不均等挑战。由于水电站厂房建筑的特殊性，施工现场往往存在空间受限的问题，施工难度较大，安全风险较高。在这些情况下，传统的施工管理模式往往难以满足高效施工的要求，因此需要引入现代化技术，如 BIM 技术，以帮助项目管理人员更加精确地控制施工进度和资源，减少人为失误和风险，提高施工效率和质量。

（2）BIM 技术在水电站施工中的应用现状

BIM 技术在水电站施工中的应用逐渐从三维建模向多维信息集成转变，包括碰撞检测、进度控制和资源优化等方面。通过将项目各类信息数字化、可视化，BIM 技术在设计、施工及运营全过程中发挥了重要作用，极大提升了施工协同效率。在水电站项目中，BIM 帮助有效协调设备安装和施工图纸，及

时发现潜在的设计冲突，减少了后期的返工和误工。然而，BIM 技术在应用过程中仍面临一定挑战，如技术人员短缺、模型精度不足以及现场与虚拟模型的协调问题。BIM 技术的推广与应用需要进一步优化，提升实施效果。

（3）BIM 技术在施工管理中的潜力分析

BIM 技术作为一种创新的施工管理工具，在水电站厂房施工中展现出了巨大的潜力。BIM 能够提供一个高度集成的信息平台，使得项目的各方能够共享和协调工作信息，减少了沟通成本，提高了整体项目的透明度。BIM 的三维建模和虚拟仿真技术可以有效解决施工过程中存在的碰撞问题，提前发现并解决设计冲突，减少了施工阶段的改动和返工。再者，BIM 技术的引入能帮助管理者进行施工进度的优化和调整，确保项目能够按计划推进，避免因资源协调不当导致的工期延误。在水电站厂房施工中，BIM 技术还能够提高资源的利用效率，尤其是在设备采购、材料管理等环节，通过信息的集成与共享，能够更精确地掌握物资的库存情况，优化物料的配送和使用，从而降低了成本。综合来看，BIM 技术在水电站厂房施工中的潜力主要体现在协同设计、进度优化、成本控制和施工质量等多个方面。

2 基于 BIM 的施工碰撞检测方法与技术实现

（1）BIM 模型的创建与数据获取

BIM 模型的创建是碰撞检测技术实现的基础。在水电站厂房施工中，BIM 模型不仅包括建筑结构的三维模型，还涉及各类设备、管道、电气系统等多个专业的集成。创建高精度的 BIM 模型首先要求各专业设计人员根据实际施工要求和技术标准进行数据收集，并将这些数据整合到统一的平台上，形成完整的数字化模型。为了确保 BIM 模型的准确性和可用性，设计人员需要采集施工现场的实际数据，包括土建结构、机电设备以及其他建筑设施的详细尺寸和位置，同时与项目各阶段的进度、预算等信息进行关联。数据获取的准确性直接决定了后续碰撞检测结果的有效性，项目团队需借助先进的测量技术

(如激光扫描、无人机航拍等) 确保数据的真实与精确。

(2) 碰撞检测技术原理及实现过程

碰撞检测技术是 BIM 应用中的核心内容, 旨在自动检测设计模型中不同构件之间的物理冲突或干涉问题。通过 BIM 软件的碰撞检测算法, 模型会进行实时扫描, 识别出潜在的冲突部分。碰撞检测不仅涵盖建筑结构、设备管线、机电系统等多个专业模型, 还能够确保各部分在施工过程中不会发生空间干涉。该技术通过联合分析各专业模型, 基于几何形状、尺寸和位置关系, 精确识别出如管道与结构梁、设备与建筑物等的碰撞问题。提前发现设计阶段的冲突问题, 能够有效减少返工并提高施工图纸的准确性, 避免施工中的重大失误。对于水电站厂房而言, 施工环境复杂, 涉及多个专业, 碰撞检测技术能够提供详细的空间协调方案, 显著降低施工过程中的时间和成本浪费。此技术的运用大大提升了施工效率, 确保了项目的顺利推进。

(3) 碰撞检测在施工阶段中的应用案例分析

在实际的水电站厂房施工中, 碰撞检测技术的应用已取得显著成效。某水电站项目在施工前期采用了 BIM 技术进行碰撞检测, 通过对多个专业模型的集成, 成功识别出多处设计中的冲突。在某一施工阶段, 电气管线与土建结构的交叉设计出现了碰撞, 若不加以解决, 将导致现场施工时需进行大量返工和调整。通过 BIM 模型中的碰撞检测, 这一问题得以提前发现, 并通过调整设计方案予以解决, 避免了施工过程中的时间延误和资源浪费。该项目还利用 BIM 模型与碰撞检测技术, 优化了设备的安装顺序, 减少了安装过程中设备搬运和调整的次数, 进一步提高了施工效率。这些实践案例证明了 BIM 技术在水电站厂房施工中的实际应用价值, 为类似项目的顺利推进提供了宝贵经验。

3 施工进度协同优化方法的设计与实现

(1) 施工进度协同优化的理论基础

施工进度协同优化理论源于多目标优化和协同管理的概念, 它旨在通过整合多方面的信息和资源, 提高项目的整体效率。该理论强调各施工环节的相互依赖与协调, 要求项目团队在施工过程中实时共享信息, 并共同作出决策。在 BIM 技术的支持下, 施工进度协同优化能够依靠数字化工具进行数据分析, 确保项目进度、质量与成本的平衡。施工进度优化不仅仅是对时间进度的管理, 更是对施工资源的有效配置与调度。协同优化的目标是通过信息共享、资源整合和动态调整, 使得施工进度能够在不影响质量的前提下, 实现最优的资源利用和最短的完成周期。

(2) 进度计划与资源调度的协同管理

在水电站厂房施工过程中, 进度计划和资源调度是影响施工效率的关键因素。传统的施工管理往往存在进度安排与资源

分配不匹配的问题, 导致施工过程中的延误和资源浪费。而基于 BIM 技术的进度计划和资源调度的协同管理, 则能够通过数字化平台实现进度与资源的同步更新与协调管理。施工团队可以根据 BIM 模型中提供的信息, 对每个施工阶段所需的资源(如材料、设备、人工等)进行精确计算与调配, 避免资源的过度堆积或不足现象。在实际操作中, 进度计划与资源调度的协同管理要求所有相关人员实时关注项目进展情况, 通过共享信息平台, 确保每个环节的顺利进行。当某一设备的到场时间出现延迟时, 管理人员可以及时调整进度安排, 避免后续工作受到影响。

(3) 进度优化技术在水电站施工中的应用分析

在水电站厂房施工中, 进度优化技术能够有效提高施工过程的可控性与顺畅性。BIM 技术的引入使得项目管理人员能够通过可视化进度模型对整个施工过程进行动态跟踪与调整。以某水电站项目为例, 施工团队利用 BIM 技术对进度进行了详细分解和优化, 实施了动态进度跟踪。施工过程中, 项目进度与资源状况实时同步更新, 任何潜在的进度延误和资源短缺都会被及时预警, 从而促使管理人员做出迅速调整。通过进度优化, 不仅能确保施工按期完成, 还能提高资源的利用效率, 避免因时间不合理调度而造成的成本超支。实践表明, 进度优化技术的应用不仅提升了水电站施工的管理效率, 还为项目节约了大量的时间和资金成本。

4 BIM 技术在水电站施工中的问题与挑战

(1) BIM 技术实施中的技术障碍

BIM 技术的实施在水电站施工中虽取得一定的成果, 但仍面临一些技术障碍。BIM 技术的应用依赖于高精度的三维建模与数据集成, 但在水电站这样的大型项目中, 涉及的专业种类繁多, 模型的复杂性较高, 如何确保各专业模型的协调与准确性是一个技术难题。施工现场的实际情况与 BIM 模型的精度差异也会影响技术的实施效果。现场的地形、环境因素可能导致实际施工过程中的与模型不符的情况, 影响施工的顺利进行。技术人员的能力也是一大障碍, BIM 技术需要熟练的操作人员来维护和更新模型, 但目前仍存在一定的技术人才缺口, 这也制约了 BIM 技术在施工中的深入应用。

(2) 施工现场与 BIM 模型的协调问题

在施工过程中, 现场实际情况与 BIM 模型之间的差距往往导致项目进展不顺利。由于水电站厂房施工场地环境复杂, 很多建筑要素与设计图纸存在偏差, 施工人员难以直接按照 BIM 模型进行施工。在此背景下, 如何协调现场实际情况与 BIM 模型之间的关系成为了重要问题。对于施工现场的复杂环境, BIM 技术应进行及时的更新和调整, 以确保施工能够按照设计图纸及进度计划执行。

(3) 解决 BIM 应用瓶颈的策略与对策

为了解决 BIM 技术在水电站施工中的瓶颈问题，首先需要在项目初期就进行精细化的规划与设计，确保 BIM 模型的准确性与可操作性。加强现场数据的采集和模型的实时更新也是解决模型与现场实际偏差问题的重要措施。在技术人员培训方面，可以通过不断提升技术团队的专业能力，推动 BIM 技术的普及与应用。最重要的是，水电站施工项目应当在实际操作中注重信息共享和跨专业协作，利用 BIM 平台进行全方位的项目管理和协同优化，最大化发挥 BIM 技术的优势。

5 基于 BIM 的水电站厂房施工管理优化策略

(1) 提高施工质量与精度的 BIM 策略

BIM 技术的应用能够在水电站厂房施工中有效提高施工质量和精度。利用 BIM 技术，项目团队能够进行详细的三维建模，提前发现设计阶段的问题，并优化施工方案。通过虚拟仿真技术，能够更直观地展示施工过程中的各类设计与施工冲突，从而减少实际施工过程中的误差和返工。BIM 技术能够进行精确的质量检测与控制，通过建立详细的质量控制标准和施工细节要求，使得每个环节的施工更加精确，从而确保项目的整体质量。

(2) 进度与资源的动态协同管理模型

在水电站厂房施工中，进度与资源的动态协同管理是确保项目顺利完成的关键。基于 BIM 技术的动态协同管理模型能

够实时调整施工进度和资源分配，以适应现场的变化。通过 BIM 平台，各专业人员可以实时查看进度信息和资源情况，及时调整施工计划，避免由于进度滞后或资源紧张导致的项目延误。进度与资源的协同管理不仅仅局限于物资调配，还涉及到施工人员的合理配置和设备的高效利用，通过综合管理提高施工效率和资源利用率。

(3) 优化施工管理的未来发展方向与展望

未来，BIM 技术将更加智能化，并与其他信息化技术如大数据、人工智能等相结合，为水电站施工管理提供更加全面和高效的解决方案。随着技术的发展，BIM 将不仅局限于设计与施工阶段，而是能够贯穿整个项目生命周期，包括运维阶段。通过智能化、自动化手段，未来的水电站施工管理将更加精准高效，从而为行业的可持续发展提供坚实的技术支持。

6 结语

本文探讨了 BIM 技术在水电站厂房施工阶段的应用，尤其是在碰撞检测与进度协同优化方面的实践。通过对 BIM 技术的深入分析，能够看出其在提升施工效率、减少设计冲突和优化资源调配方面的显著作用。在实际应用中，仍需解决技术人员短缺、模型精度不足等问题，进一步提升 BIM 技术的应用效果。未来，随着技术的不断发展，BIM 将在水电站施工管理中发挥越来越重要的作用，为项目的顺利推进提供强有力的支持。

参考文献:

- [1] 王刚,刘磊.BIM 技术在水电站施工中的应用研究[J].水利与建筑工程学报,2024,37(6):112-119.
- [2] 张宏伟,赵勇.基于 BIM 的水电站厂房施工管理优化方法[J].建筑技术开发,2025,47(8):143-150.
- [3] 陈文博,王海峰.BIM 技术在水电站项目中的实施路径分析[J].水电工程,2024,43(3):48-55.
- [4] 李明,吴涛.水电站项目施工进度管理中的 BIM 技术应用探讨[J].工程管理学报,2024,38(4):23-30.
- [5] 赵丽娜,胡晓波.BIM 技术在水电项目中的碰撞检测与进度协同优化应用[J].建筑工程技术与设计,2025,41(2):87-92.