BIM工具在水电监理质量动态管控中的基础应用

温 泉
中国水利水电建设工程咨询西北有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：本文针对水电工程质量管控中存在的传统手段滞后、信息割裂等痛点，探讨了BIM工具在监理质量动态管控中的基础应用。文章分析了BIM技术核心内涵与监理需求，阐述了其在质量信息集成、施工过程可视化、验收资料管理、问题闭环跟踪及移动巡检等场景的具体应用。研究表明，BIM技术能有效解决传统管控盲区，实现从被动核查向主动动态管控的转型，为提升水电工程精细化监管水平提供数字化支撑。

关键词：BIM；水电工程；工程监理；质量管控

引言：水电工程具有结构复杂、隐蔽工程多及施工周期长等特点，其质量控制难度极大。传统监理模式依赖二维图纸与人工经验，存在信息割裂、事后被动管控及协同效率低等局限，难以满足现代化工程精细化需求。随着数字化转型的推进，BIM技术凭借其可视化、参数化及协同化优势，为监理工作提供了新路径。本文旨在探讨BIM工具在水电监理质量动态管控中的应用，分析其在信息集成、过程管控及闭环管理中的价值，以期提升工程质量监管的精准度与实效性。

1 BIM 工具概述与水电监理应用基础

1.1 BIM技术的核心内涵与工具类型

BIM技术即建筑信息模型技术，是以三维数字化模型为核心，集成工程全生命周期物理信息、几何参数、施工工艺及运维数据的数字化技术体系，突破了传统二维图纸信息割裂、表达片面的局限。其核心内涵在于信息化、可视化、协同化与参数化，可实现工程数据的实时关联、动态更新与精准追溯，为工程管控提供数字化载体。当前适配水电工程的BIM工具类型丰富，主要包含建模类、协同管理类、进度质量管控类及移动端巡检类工具[1]。建模类工具负责构建水电厂房、隧洞、机电设备等精细化模型；构成水电工程BIM数字化应用的基础体系，适配水电工程复杂工况的建设管控需求。

1.2 BIM在水电工程中的应用现状

当前BIM技术已广泛渗透于水电工程规划设计、施工建设、竣工验收及后期运维全流程，成为水电工程数字化转型的核心支撑。在设计阶段，多数大中型水电工程已采用BIM技术完成管线综合排布、结构碰撞检测、方案优化对比，有效规避了传统设计中的错漏碰缺问题。在施工阶段，BIM技术主要应用于施工模拟、进度管控、现场可视化交底等场景，大幅提升施工方案的可行性与落地性。但整体应用仍存在不均衡问题，设计阶段应用成熟度较高，监理环节的深度应用相对滞后，多数项目仅停留在模型展示基础层面。同时存在数据标准不统一、多方协同机制不完善、基层监理人员数字化操作能力不足等问题，未能充分发挥BIM技术在质量动态管控中的核心价值，应用深度与广度仍有较大提升空间。

1.3 水电监理对BIM工具的核心需求

水电工程具有结构复杂、施工周期长、工况环境恶劣、质量控制点多、隐蔽工程占比高的特点，传统监理模式已无法适配精细化、动态化管控需求，对BIM数字化工具产生明确核心需求。首先是可视化管控需求，依托三维模型直观掌握工程结构细节，精准识别隐蔽工程质量隐患，弥补二维图纸监管盲区。其次是数据集成与协同需求，需要BIM工具整合施工、设计、质检等多维度数据，打通建设、施工、监理多方信息壁垒，实现信息实时共享。同时具备质量问题闭环管控需求，可全程记录问题发现、整改、复核全过程，实现溯源管理。另外，现场移动巡检、质量资料智能化归档、施工全过程动态监测等需求尤为突出，核心是依托BIM工具实现监理工作从被动事后核查，向主动事前预防、事中动态管控的数字化转型。

2 水电监理质量动态管控的内容与特点

2.1 水电监理质量管控的法律职责与工作内容

依据建设工程相关法律法规及水电行业规范，水电监理承担着工程质量监督、核查、把控的法定职责，是保障水电工程建设质量合规、安全可控的核心主体。其核心法律职责包括监督施工单位严格按照设计图纸、施工规范及专项方案施工，核查进场原材料、设备、构配件的质量资质，杜绝不合格材料投入施工现场。同时需对施工工序、隐蔽工程、关键部位进行全过程旁站、巡视与平行检验，及时发现并督促整改质量缺陷[2]。日常工作内容涵盖施工前期方案审核、技术交底核查，施工过

程工序质量管控、隐患排查整改，施工后期质量验收、资料审核归档等全流程工作。全程需做好质量记录，出具监理报告，对工程质量承担监督责任，确保水电工程施工质量符合行业标准与设计要求，保障工程长期安全稳定运行。

2.2 水电监理质量管控的核心特点

水电监理质量动态管控区别于普通建筑工程，具备专业性强、动态性高、管控范围广、风险隐蔽性突出的核心特点。水电工程涵盖土建、机电、水工隧洞、大坝浇筑等多个专业，各专业施工工艺复杂、技术标准严苛，对监理的专业素养与管控精度要求极高。管控过程具备全程动态性，施工周期内地质条件、施工工艺、现场环境持续变化，质量隐患随机产生，需实时跟进调整管控重点。同时管控覆盖面广，从原材料进场到工序施工、从主体结构到附属设施、从露天施工到地下隐蔽工程，均需全面覆盖。水电工程多为露天、地下作业，隐蔽工程数量多，质量问题不易及时发现，后期整改难度大、成本高，决定了质量管控必须坚持全过程、常态化、精细化的动态监管模式，严控各类质量风险。

2.3 传统质量管控方式的局限性

传统水电监理质量管控以二维图纸为依据、人工现场巡查为核心手段，存在诸多难以规避的局限性，无法适配现代化水电工程建设需求。传统管控依赖人工经验判断，巡查、质检、验收均依靠纸质记录，数据记录零散、规范性差，易出现记录遗漏、数据失真、资料丢失等问题，质量追溯难度极大。二维图纸信息表达直观性不足，复杂水工结构、管线排布难以精准核查，隐蔽工程质量管控存在大量盲区，极易埋下质量隐患。同时传统管控为事后被动管控，多在质量问题出现后开展整改，无法实现事前预防与事中动态预警。多方信息沟通依赖线下对接、纸质文件传递，信息传递滞后、协同效率低下。整体管控模式碎片化严重，数据无法集成共享，管控精度、效率、系统性不足，难以满足水电工程精细化动态质量管控的发展要求。

3 BIM 工具在水电监理质量动态管控中的基础应用场景

3.1 质量信息的集成化管理应用

BIM工具可实现水电工程全维度质量信息的集成化、系统化管理，彻底解决传统管控信息碎片化的问题。依托精细化BIM三维模型，可将工程设计参数、施工工艺标准、原材料检测数据、工序质检记录、整改记录、验收资料等所有质量相关数据，统一集成至对应模型构件中，构建一体化质量信息数据库。所有数据与模型构件实时关联，实现一物一码、一构件一档案的数字化管理。监理人员可通过模型快速调取任意部位的全部质量信息，无需翻阅大量纸质资料，大幅提升信息查询效率。同时数据库支持数据实时更新、动态同步，施工全过程的质量数据可实时录入留存，保证质量信息的完整性、时效性与可追溯性，为质量分析、工序管控、工程验收及后期运维提供全面、精准的数据支撑。

3.2 施工过程质量可视化管控应用

基于BIM工具的三维可视化特性，可实现水电工程施工全过程的质量可视化动态管控，突破传统二维图纸的管控局限。监理人员可依托高精度BIM模型，直观查看大坝、隧洞、机电管线、厂房结构等复杂部位的空间形态与施工标准，精准对比现场施工实况与模型设计参数的偏差[3]。针对复杂工序、隐蔽工程，可提前通过模型模拟施工流程，预判施工难点与质量风险，提前制定管控方案。施工过程中，将现场施工画面与BIM模型实时比对，直观核查工序施工精度、结构尺寸、管线排布是否符合规范要求，快速识别质量偏差问题。可视化管控模式降低了专业技术门槛，让质量核查更直观、精准、高效，有效减少人为判断误差，全方位提升施工过程质量管控的精准度与规范性。

3.3 质量验收与资料管理应用

BIM工具为水电工程质量验收与资料管理提供数字化解决方案，推动验收工作标准化、资料管理智能化。在质量验收环节，监理人员可依托BIM模型对照验收规范与设计标准，开展分部分项工程、隐蔽工程、竣工验收工作，将验收结果、合格证明、检测报告直接关联至对应模型构件，实现验收工作有据可依、全程留痕。相较于传统人工验收、纸质登记模式，BIM数字化验收可有效规避漏验、错验问题，提升验收结果的准确性与公正性。在资料管理方面，系统可自动分类归档施工质检资料、验收资料、整改资料、技术资料等，替代传统人工整理、纸质存档模式。同时支持资料快速检索、在线查阅、一键导出，避免资料丢失、整理混乱等问题，大幅提升资料管理效率，保障工程质量资料的完整性与规范性。

3.4 质量问题闭环跟踪应用

BIM工具构建了完整的质量问题闭环跟踪管理体系，实现水电工程质量问题从发现、登记、派单、整改到复核销项的全流程管控。监理人员在现场发现质量缺陷、施工偏差等问题后，可直接在BIM模型对应构件位置标注问题详情、缺陷类型、整改标准与整改时限，同步推送整改任务至施工责任人员。施工单位完成整改后，上传整改照片、整改记录等佐证资料，提交监理复核。监

理人员通过BIM平台在线核查整改效果，核验合格后完成销项，不合格则退回重新整改。整个流程全程数字化留痕，所有问题数据、整改记录、复核信息实时留存关联模型，杜绝传统整改中推诿扯皮、整改不到位、问题遗留等乱象，实现质量问题闭环管控，彻底提升工程质量隐患整改的实效性与彻底性。

3.5 移动终端现场质量检查应用

BIM移动端工具适配水电工程野外、露天、地下的复杂施工场景，实现现场质量检查的移动化、高效化、实时化。监理人员无需携带厚重图纸与纸质台账，通过手机、平板等移动终端，即可随时调取施工现场对应BIM模型、施工规范、质检标准与历史检查记录。现场巡检过程中，可实时拍摄现场施工画面、记录质量问题、填报巡检数据，一键上传至BIM管理平台，同步更新至云端模型，实现现场检查数据实时同步。针对关键工序、隐蔽工程，可随时对照模型核查施工质量，及时发现并处置现场质量隐患。移动终端的应用打破了室内办公与现场管控的空间限制，实现质量检查随时随地开展，大幅提升现场巡检效率与管控及时性，有效解决传统现场检查记录滞后、数据无法实时汇总的管控难题。

4 发展展望

4.1 物联网监测与BIM深度融合，实现质量全自动动态预警

未来水电监理质量管控将实现物联网技术与BIM技术的深度融合，构建全自动、智能化的质量动态预警管控体系。通过在大坝、隧洞、边坡、机电设备等关键部位布设物联网传感器，可实时采集结构沉降、位移、应力、温度、施工工艺参数等海量实时数据，数据将自动同步接入BIM数字化模型，实现物理工程与数字模型的实时联动映射[4]。依托大数据分析技术，系统可智能比对实时监测数据与规范标准、设计阈值的偏差，自动识别异常质量隐患，无需人工排查即可主动发出动态预警提示。该模式将彻底改变传统人工被动管控模式，实现工程质量事前精准预警、事中实时监控、事后智能分析，全面提升水电工程质量管控的自动化、智能化、精准化水平，从源头规避重大质量风险。

4.2 AI缺陷识别结合BIM移动端巡检的发展方向

人工智能缺陷识别技术与BIM移动端巡检的结合，将成为未来水电监理质量智能化管控的核心发展方向。依托AI图像识别、深度学习算法，可对施工现场拍摄的影像、图片进行智能分析，自动识别混凝土蜂窝麻面、裂缝、管线安装偏差、工序施工不规范等各类质量缺陷，识别精度与效率远超人工巡检。将AI缺陷识别系统与BIM移动端深度对接后，监理人员现场巡检拍摄的画面可实时AI智能筛查，识别出的缺陷会自动定位至BIM模型对应构件，同步生成问题台账与整改清单。同时系统可积累海量缺陷数据，智能分析质量问题高发部位与频发原因，为施工优化与质量管控优化提供数据支撑。该发展模式将大幅降低人工巡检工作量，提升缺陷识别精准度，推动水电监理质量管控向智能化、高效化、精准化全面升级。

结束语

综上所述，BIM工具在水电监理质量动态管控中的应用，有效突破传统模式的局限，实现质量信息的集成共享与施工过程的可视化闭环管理。通过移动端巡检与数字化归档，监理工作由被动转向主动，大幅提升管控效率与精准度。展望未来，随着物联网监测与AI缺陷识别技术的深度融合，BIM应用将向全自动预警与智能化分析升级。这不仅推动了监理行业的数字化转型，更为保障水电工程全生命周期的质量安全奠定了坚实基础。

参考文献

[1]刘开鑫.基于信息化手段的水利水电工程施工监理效率提升研究[J].数码设计,2025(20):120-122.

[2]许小斌,杨有宏,杨康,等."BIM+"在水利工程监理中的应用方案研究[J].价值工程,2024,43(27):102-105.

[3]徐瑜.水利水电工程监理工作动态控制措施研究[J].水上安全，2026(2)：70-72.

[4]王翔宇,周云,高朝兵,等.新形势下对藏区水电工程环境监理工作的探讨[J].生态与资源,2026(1):48-50.