

# 水利工程智慧工地的标准化评价体系研究

## ——以青岛官路水库为样本

方超 李杰

中国水利水电第九工程局有限公司 贵州 贵阳 550081

**摘要:** 随着信息技术的飞速发展,智慧工地已成为提升水利工程管理水平、保障工程质量与安全的重要手段。本文以青岛官路水库工程为样本,深入探讨了水利工程智慧工地的标准化评价体系构建。通过分析BIM(建筑信息模型)、IoT(物联网)等技术的应用,以及协同指挥平台在管理效能提升中的作用,结合绿色施工理念,构建了智慧工地成熟度评价模型,并提出了行业推广标准,以期为水利工程智慧工地的规范化、标准化建设提供参考。

**关键词:** 水利工程;智慧工地;标准化评价体系;BIM;IoT;协同指挥平台;绿色施工

### 1 引言

近年来,随着国家对水利基础设施建设的持续投入,水利工程建设规模不断扩大,技术难度日益增加。传统的管理模式已难以满足现代水利工程建设需要,智慧工地作为一种新型的管理模式,通过集成物联网、大数据、云计算、BIM等先进技术,实现了对施工过程的全面感知、智能分析和精准控制,成为提升水利工程建设管理水平的重要途径。本研究以青岛官路水库工程为样本,通过深入分析智慧工地在水利工程中的应用实践,构建智慧工地成熟度评价模型,提出行业推广标准,旨在促进水利工程智慧工地的规范化、标准化建设,提高工程建设效率、质量和安全水平,推动水利行业的数字化转型和可持续发展。

### 2 智慧技术在青岛官路水库工程中的应用概述

#### 2.1 BIM技术的应用

在青岛官路水库工程中,BIM技术被广泛应用于设计优化、施工模拟和进度控制等方面。通过BIM模型,设计团队可以直观地展示工程结构,提前发现设计中的潜在问题,并进行优化调整。在施工过程中,BIM技术还用于施工模拟,预测施工难点和风险点,制定应对措施。同时,BIM模型与施工进度计划相结合,实现了对施工进度实时监控和精准控制。

#### 2.2 IoT技术的应用

IoT技术在青岛官路水库工程中发挥了重要作用。通过在施工现场布置传感器、RFID等设备,实现了对土料含水率、机械设备运行状态、环境参数等要素的实时监

控和数据采集。这些数据通过智慧建造监管平台进行实时传输和分析,为施工管理提供了有力支持。例如,土料含水率的实时监控确保了上坝土料的含水率保持在最优范围内,提高了施工效率和质量。

#### 2.3 协同指挥平台的建设

青岛官路水库工程还建设了协同指挥平台,通过整合BIM、IoT等技术,实现了对施工现场的全面监控和精准指挥。平台集成了人员管理、进度管理、质量管理、安全管理等功能模块,为施工管理提供了全方位的支持。通过协同指挥平台,管理人员可以实时掌握施工现场的动态情况,及时发现问题并进行处理,确保了施工的安全和质量。

### 3 水利工程智慧工地成熟度评价模型构建

#### 3.1 评价指标体系的建立

根据水利工程智慧工地的特点和建设目标,从技术应用(BIM/IoT)、管理效能(协同指挥平台)与可持续性(绿色施工)三个方面建立了智慧工地成熟度评价指标体系,具体如下表1:

#### 3.2 评价方法的选择

采用层次分析法(AHP)和模糊综合评价法相结合的方法对水利工程智慧工地的成熟度进行评价。具体步骤如下:

**3.2.1 确定评价指标权重:** 运用层次分析法确定各评价指标的权重。首先,构建层次结构模型,将水利工程智慧工地成熟度评价目标作为最高层,技术应用、管理效能和可持续性作为中间层,各具体评价指标作为最低层<sup>[1]</sup>。然后,邀请水利工程领域的专家对各层次指标进行两两比较打分,构建判断矩阵。通过矩阵运算,计算出各指标的相对重要性权重,并进行一致性检验,确保权重

**作者简介:** 方超(1992-3),男,汉族,陕西省商洛市,工程师,本科学历,中国水利水电第九工程局有限公司,研究方向:水利工程绿色施工、创新技术。

分配的合理性和准确性。

表1 水利工程智慧工地评价指标体系表

一级指标	二级指标	三级指标	评估内容
技术应用 (BIM/IoT)	BIM技术应用水平	模型建立质量	完整性、准确性、一致性(专家评审、模型对比分析)
		应用深度	设计、施工、运营阶段应用功能实现数量和质量
		应用广度	不同专业和部门的应用范围(数量)
	IoT设备覆盖率	设备数量	传感器和设备数量与项目规模比例
		设备种类	监测、管理、安全需求覆盖(种类)
		数据采集与传输质量	准确性、及时性、稳定性、可靠性(抽样检查、成功率、延迟时间)
	数据整合与分析能力	数据整合	BIM模型与IoT传感器数据整合程度(成功案例、整合效果)
数据分析		深度分析能力(准确性、实用性)	
管理效能 (协同指挥平台)	平台功能完整性	基本功能	施工进度、质量、安全、设备管理(实现情况)
		实用性和易用性	满足实际管理需求,操作界面简洁(用户调查、操作测试)
	信息共享与协同程度	信息共享	各部门、专业间信息共享情况(类型、数量、及时性)
		协同工作	任务分配、跟踪、反馈,问题解决(完成率、及时性、满意度)
	决策支持能力	数据支持	实时数据和分析结果为管理决策提供依据(报告)
决策准确性和有效性		基于平台信息的决策效果(实施前后对比)	
可持续性 (绿色施工)	节能效果	能源消耗指标	电力、燃油、燃气消耗量(与同类型项目对比)
		节能措施实施效果	节能型设备、工艺优化、可再生能源利用(实施前后对比)
	节地效果	土地利用指标	实际使用土地面积与项目总占地面积比例(与规划对比)
		节地措施实施效果	合理规划、预制构件、装配式施工(实施前后对比)
	节水效果	水资源消耗指标	生活用水、施工用水消耗量(与同类型项目对比)
		节水措施实施效果	节水型器具、雨水收集、中水回用(实施前后对比)
	节材效果	施工材料使用效率和浪费率指标	实际使用与计划使用材料比例(与同类型项目对比)
		节材措施实施效果	优化材料使用、新型环保材料、库存管理(实施前后对比)
	环境保护效果	污染物排放指标	扬尘、噪声、废水、废渣排放量(与标准对比)
环境保护措施实施效果		围挡、喷淋降尘、废水处理(实施前后对比)	

3.2.2 建立评价集:将水利工程智慧工地的成熟度分为不同的等级,如初级、中级、高级等,建立评价集。例如,评价集可以表示为{初级,中级,高级},并对每个等级赋予相应的分值范围,如初级(0-40分),中级(41-80分),高级(81-100分)。

3.2.3 确定隶属度函数:根据评价指标的特点和实际数据情况,确定各评价指标对不同评价等级的隶属度函数。对于定量指标,可以根据指标的实际值与评价等级分值范围的对应关系,采用线性或非线性函数来确定隶属度。例如,对于能源消耗指标,如果实际能源消耗值低于初级等级的分值下限,则对初级等级的隶属度为1,对其他等级的隶属度为0;如果实际能源消耗值在初级和中级等级之间,则可以根据线性插值的方法计算对初级和中级等级的隶属度。对于定性指标,可以采用专家打分法或模糊统计法来确定隶属度。

3.2.4 进行模糊综合评价:根据评价指标的权重和隶属度函数,运用模糊综合评价法计算出水利工程智慧工

地成熟度的综合评价结果。首先,将各评价指标的隶属度向量组成模糊评价矩阵。然后,将模糊评价矩阵与评价指标的权重向量进行模糊合成运算,得到综合评价向量。最后,根据最大隶属度原则或加权平均原则,确定水利工程智慧工地的成熟度等级和综合评价得分。

#### 4 水利工程智慧工地行业推广标准提出

##### 4.1 技术应用标准

4.1.1 BIM技术标准:水利工程中BIM模型的建立应统一坐标系、单位和命名规则,包含几何、属性和关联信息,分别反映工程形状、材料参数及元素间逻辑与空间关系。明确各阶段模型详细程度:设计阶段含主要结构与设备,施工阶段增加工艺与临时设施,并规定IFC等数据格式以实现互操作。交付内容包括模型文件、设计说明等文档及元数据,明确交付时间与方式<sup>[2]</sup>。同时规范BIM在各阶段的应用流程:设计阶段进行碰撞检测与方案优化;施工阶段开展4D进度模拟与资源管理;运营阶段用于设备维护、安全监测等,并制定相应周期与指标要

求, 确保BIM技术全流程标准化应用。

4.1.2 IoT技术标准: 针对水利工程需求, 制定IoT设备选型标准, 要求设备具备高可靠性、强抗干扰能力, 适应复杂环境, 并明确传感器精度、量程、通信协议等性能指标, 确保互联互通。规范设备安装、调试与维护: 安装位置准确、固定牢固; 调试需进行性能测试与数据校准; 维护应定期开展清洁、检查、维修, 建立维护档案。同时, 统一数据采集频率、传输方式(如有线或无线网络)、加密协议及存储格式, 建立数据备份与恢复机制, 保障数据安全、完整与可用。

#### 4.2 管理效能(协同指挥平台)建设标准

4.2.1 功能要求: 明确协同指挥平台应具备的功能模块, 包括施工进度管理、质量管理、安全管理、设备管理、人员管理、文档管理、视频监控等。各功能模块应具有明确的操作流程和功能描述, 例如施工进度管理模块应能够实现施工计划的制定、调整和跟踪, 质量管理模块应能够进行质量检验计划的制定、质量问题的记录和处理等。

4.2.2 性能指标: 规定协同指挥平台的性能指标, 如系统的响应时间、并发用户数、数据存储容量等<sup>[3]</sup>。响应时间应满足实时监控和快速决策的需求, 并发用户数应能够满足水利工程多部门、多专业人员同时使用的需求, 数据存储容量应能够存储项目全生命周期的数据。

4.2.3 安全标准: 制定协同指挥平台的安全标准, 包括数据安全、网络安全和系统安全等方面。数据安全应采取数据加密、访问控制、备份恢复等措施, 确保数据的保密性、完整性和可用性。网络安全应建立防火墙、入侵检测系统等安全防护设施, 防止网络攻击和数据泄露。系统安全应定期进行系统漏洞扫描和修复, 确保系统的稳定运行。

4.2.4 开发、部署和维护流程: 规范协同指挥平台的开发、部署和维护流程。开发过程中应遵循软件工程的相关标准和规范, 进行需求分析、设计、编码、测试等工作。部署时应制定详细的部署方案, 确保平台能够顺利上线运行<sup>[4]</sup>。维护工作应定期进行, 包括系统的升级、优化、故障处理等, 同时建立维护档案, 记录维护情况和问题处理信息。

#### 4.3 可持续性标准

4.3.1 绿色施工评价标准: 建立水利工程绿色施工的评价指标体系, 包括节能、节地、节水、节材 and 环境保护等方面的指标。评价指标应具有可量化、可获取的特点, 如能源消耗指标、土地利用指标、水资源消耗指标、施工材料使用效率和浪费率指标、污染物排放指

标等。制定水利工程绿色施工的评价方法, 明确评价的流程和标准。可以采用层次分析法、模糊综合评价等方法对绿色施工水平进行评价。评价过程中应根据项目的实际情况和评价指标的权重, 计算出绿色施工的综合评价得分, 并划分相应的评价等级, 如优秀、良好、合格、不合格等。根据绿色施工的综合评价得分, 划分不同的评价等级, 并制定相应的认证标准。对于达到优秀等级的项目, 可以给予绿色施工示范工程的称号, 并进行表彰和奖励; 对于不合格的项目, 应要求其进行整改, 直至达到合格标准。

4.3.2 环境保护标准: 定水利工程施工过程中的污染物排放标准, 包括扬尘、噪声、废水、废渣等的排放限值。扬尘排放应符合国家和地方的相关标准, 采取有效的降尘措施, 如设置围挡、喷淋降尘等。噪声排放应控制在规定的范围内, 合理安排施工时间, 采用低噪声的施工设备和工艺。废水排放应经过处理后达标排放, 建立废水处理设施, 对施工废水进行处理。废渣排放应进行分类收集和处理, 可回收利用的废渣应进行回收, 不可回收利用的废渣应按照规定进行处置。明确水利工程施工过程中采取的环境保护控制措施, 包括施工场地的环境管理、生态保护、资源保护等方面。施工场地应进行合理的规划和布局, 设置垃圾收集点和污水处理设施。生态保护应采取保护措施保护施工现场周边的生态环境, 如植被保护、水土保持等。资源保护应加强对水资源、土地资源等的保护, 合理利用资源, 减少资源浪费。

#### 结语

本文以青岛官路水库为例, 构建了水利工程智慧工地的标准化评价体系, 结合BIM、IoT等技术与绿色施工理念, 提出智慧工地成熟度模型及推广标准。研究表明, 智慧工地能显著提升工程管理水平、保障质量安全, 推动行业可持续发展。展望未来, 应深化信息技术应用, 完善评价体系与标准建设, 并加强人才培养与技术交流, 促进水利工程智慧工地向规范化、标准化方向持续发展。

#### 参考文献

- [1]刘磊.智慧工地的应用评价研究[D].山东建筑大学,2024.
- [2]高逸群.智慧工地综合建设水平评价研究[D].扬州大学,2024.
- [3]王在强.建筑工程项目智慧工地管理平台构建与评价研究[J].砖瓦,2025,(03):115-117+121.
- [4]刘晓东.建筑工程智慧工地安全管理评价研究[D].长春工程学院,2023.