

成本协同方面,将挣值管理(EVM)方法与BIM技术结合,在4D-BIM模型中关联各工序的计划成本与实际成本数据,通过计算挣值(EV)、计划值(PV)、实际成本(AC)等指标,实现“进度-成本”联动分析,例如当某工序出现进度延误时,可同步判断是否存在成本超支,为资源配置优化提供数据支撑,确保进度推进与成本控制的平衡。



图2 高边坡施工虚拟模拟画面

4 基于BIM的水利枢纽施工进度动态管控系统框架设计

4.1 系统架构设计

系统架构设计是管控系统高效运行的基础,通过分层架构与技术架构的协同搭建,形成“数据采集-处理-计算-应用”的完整链路。分层架构从下至上依次为感知层、数据层、平台层与应用层:感知层通过物联网设备、无人机等工具完成施工进度数据的实时采集,是数据输入的源头;数据层负责对采集到的原始数据与BIM模型数据进行整合存储,消除数据碎片化问题;平台层以BIM核心引擎为核心,搭配大数据分析模块完成数据计算与模型运算,是系统的“算力中枢”;应用层则将计算结果转化为可操作的功能模块,供管理人员使用。技术架构则围绕核心需求配置关键组件,除BIM核心引擎外,物联网数据接口保障感知层与数据层的高效数据传输,可视化展示模块则将平台层的计算结果以直观形式呈现,确保架构各环节衔接顺畅。

4.2 核心功能模块设计

核心功能模块设计聚焦水利枢纽进度管控的实际需求,通过五大模块的协同联动,实现“模型管理-计划管控-进度监测-偏差处置-多方协同”的全流程覆盖。BIM模型管理模块承担基础支撑作用,支持模型上传、更新与版本控制,同时通过权限管理保障不同参与方仅获取对应权限的模

型数据,确保数据安全;进度计划管理模块可直接编制或导入外部进度计划,并实现计划与BIM构件的自动关联,为动态管控提供基准;动态监测模块实时采集实际进度数据并与计划数据对比分析,直观呈现进度偏差;偏差预警模块基于对比结果识别偏差、判定预警等级,并通过短信或平台通知推送预警信息;协同管控模块则为多方提供沟通与决策平台,记录沟通内容与调整方案审批流程,避免协同混乱^[1]。

4.3 数据支撑体系

数据支撑体系是系统稳定运行的保障,通过明确数据来源、优化数据存储、强化数据安全,为架构与功能模块提供可靠的数据基础。数据来源涵盖四类关键数据: BIM模型数据是空间与构件信息的载体,进度计划数据是管控的基准依据,实时监测数据反映施工实际进展,质量、安全、成本关联数据则支撑多目标协同管控,四类数据共同构成系统的数据“资源池”。数据存储采用分类存储策略:关系型数据库适用于进度计划、协同记录等结构化数据,保障数据查询与调用效率; BIM模型库则专门存储模型的几何数据与参数信息,确保模型调用时的完整性与准确性。数据安全方面,通过用户权限分级限制数据访问范围,借助数据加密技术防止数据传输与存储过程中泄露,同时建立数据备份与恢复机制,避免因数据丢失影响系统运行。

5 结语

综上所述,本研究围绕水利枢纽进度管控痛点,完成了传统问题剖析至BIM管控技术与系统框架构建的研究。明确了传统管控问题的技术与管理根源,研发了BIM模型构建、4D集成、动态监测预警及多目标协同等技术,设计了管控系统框架。研究丰富了水利工程进度管控理论,拓展了BIM应用深度,为水利枢纽进度实时、精准、协同管控提供可操作方案,对推动工程高效推进意义重大。

参考文献

- [1] 张丽媛,郝有新,蒋荣清,等. BIM+GIS+倾斜摄影融合技术在双桥枢纽工程中的应用[J]. 水运工程, 2022(21): 192-197.
- [2] 周毅,李啸,华懿. “三维协同设计”在葛洲水库移民安置规划中的应用研究[J]. 水利发电, 2021, 47(9): 31-36.
- [3] 张小宁. 基于BIM的装配式冷水机房安装技术[C]// 2020年全国土木工程施工技术交流会论文集, 2021: 12-17.

The Impact of Water Conservancy Engineering Construction on Regional Soil and Water Conservation Function and Its Regulatory Mechanism

Liying Wang¹ Shengde Xu²

1. Shandong Baiyuan Engineering Consulting Co., Ltd., Weifang, Shandong, 261000, China

2. Shandong Haiming Engineering Consulting Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract

Water conservancy project construction plays a significant role in promoting regional economic development and improving water resource utilization efficiency. However, its impact on soil and water conservation functions is also receiving increasing attention. During the project implementation phase, soil disturbance occurs, surface vegetation is damaged, and hydrological processes are altered. This often leads to increased sediment deposition, intensified soil erosion, and a weakening of ecological functions, thereby posing challenges to the stability of the regional environment. Accompanied by the continuous expansion of project scale, regulating the soil and water conservation function has become an essential requirement for achieving ecological security and sustainable development. By adopting scientific design concepts, reasonable construction measures, and sound management mechanisms, it is possible to effectively mitigate soil erosion, enhance soil water retention capacity, and consequently improve the level of ecosystem services. Exploring regulatory pathways adapted to different regional characteristics and studying the interactive relationship between water conservancy project construction and regional soil and water conservation functions hold practical significance and strategic value for coordinating project construction with environmental protection.

Keywords

Water conservancy project construction; Soil and water conservation function; Soil erosion; Ecosystem; Regulatory mechanism

水利工程建设对区域水土保持功能的影响与调控机制

王丽英¹ 许圣德²

1. 山东百源工程咨询有限公司, 中国·山东 潍坊 261000

2. 山东海明工程咨询有限公司, 中国·山东 青岛 266000

摘要

在推动区域经济发展以及改善水资源利用效率方面,水利工程建设发挥着重要作用不过其对水土保持功能所产生的影响也越来越受到重视。在工程的实施阶段当中土壤扰动现象出现,地表植被遭受破坏水文过程也发生改变,这种情况常致使泥沙淤积量增多,水土流失现象加剧以及生态功能出现弱化问题,如此一来便给区域环境的稳定性带来了挑战。实现生态安全以及可持续发展的必然要求在于,伴随工程规模持续扩大对水土保持功能展开调控,借助科学设计理念合理施工举措以及完善管理机制,能够有效减轻水土流失状况增强土壤涵养能力进而提高生态系统服务水准。探索适应不同区域特征的调控路径,研究水利工程建设与区域水土保持功能间的互动关系对协调工程建设与环境保护有着现实意义与战略价值。

关键词

水利工程建设; 水土保持功能; 水土流失; 生态系统; 调控机制

1 引言

在国土资源利用与社会经济发展进程里水利工程属于基础性设施,它的建设水准对区域水资源调配,农业灌溉效益以及防洪安全有着直接影响。在工程推进当中由于大规模开展土地开挖,进行地表扰动以及实施河道整治常使得区域环境质量下降,生态系统遭受损害并且水土流失情况加剧。

在生态脆弱区水利工程致使的植被破坏,以及带来的水文格局变化极大地削弱了水土保持功能,这种情况对流域安全与社会发展产生了极为深远的影响。不仅要注重经济效益与防洪效益,随着绿色发展理念的强化,水利工程建设还必须兼顾水土保持与生态安全目标,对区域水土保持功能而言,深入探究工程建设带来的影响规律,并且提出科学合理的调控机制十分关键,这对于构建人与自然和谐发展的格局有着重要意义。

【作者简介】王丽英(1986-),女,中国山东滨州人,硕士,工程师,从事水土保持研究。

2 水利工程建设对区域水土保持功能的影响

2.1 工程建设导致的地表扰动与植被破坏

水利工程开展建设工作时需要实施大量的土石方开挖以及土地平整操作,这一过程常导致地表结构遭受破坏,原本的植被覆盖度随之降低。当植被破坏后土壤抗侵蚀能力减弱,植被根系对土壤具有固定作用可有效抵御雨水冲刷,而此时土壤裸露面积增加,机械作业引发的压实效应能够改变土壤孔隙度,致使渗透条件减少让径流量上升从而加剧水土流失。施工导致部分区域有临时弃土堆放现象,开辟了道路,新的侵蚀沟道由此形成泥沙下移过程被加速,短期内难以构建起有效的水土保持屏障,且植被恢复的周期相对较长。不仅区域整体水土保持功能会因地表扰动和植被破坏受到负面作用,局部生态格局也受影响且这对下游水环境安全构成潜在风险。

2.2 水文过程变化对侵蚀与淤积的影响

区域水文循环因水利工程建设改变地表径流路径与汇水条件,而呈现明显变化,降雨后因地表硬化程度上升,径流汇集速度加快洪峰流量提前出现且增大,致使土壤冲刷强度增强。渠道与拦河坝体的修筑让天然河道的沉积动力进程产生改变,致使一些区域泥沙淤积状况严峻而一些区域却呈现出强烈的侵蚀态势。易发生冲刷或淤塞现象,这是由于径流量与流速的异常变化促使河道断面结构变得不稳定,改变地下水补给和地表水的交换关系,不但会使土壤水分保持功能被削弱,还会降低植被的恢复能力。水利工程建设中侵蚀与淤积的叠加效应,给流域水土保持功能带来双重挑战增大了生态系统的调节压力。

3 水利工程建设引发的水土保持问题表现

3.1 水土流失强度与范围的扩大

暴雨条件下工程建设因大规模开展开挖与土地改造工作,使得土壤的裸露面积大幅扩张,径流针对裸露土层的冲刷能力明显增强。在受到扰动之后,原本稳定的坡面很容易出现浅层滑坡以及沟蚀现象,这会加快水土流失的进程,施工区周边及取土场附近常出现新的侵蚀沟道,其延伸范围不断扩大致使局地水土流失朝着流域水系蔓延开来。失去植被保护的土壤在短时间内难以抵御外力冲击,且水土保持能力下降极为显著,从长远角度而言,流域沉积的平衡遭到了打破,土壤肥力伴随着养分的流失出现衰减现象,农业生产的条件趋向恶化。区域可持续发展受工程对水土流失强度及范围的放大效应制约,此为突出问题需借助科学调控与长期治理来缓解。

3.2 泥沙淤积对河道与库区的压力

水土流失由工程建设引发,直接使得泥沙入河量增多,致使库区与河道的淤积情况愈发严重,淤积不仅会改变水流动力条件,还可能形成局部滞水和倒灌风险,并且减少河道行洪能力。库区有效库容因泥沙沉积而缩小,调蓄功能与发

电功能被削弱,水资源利用效率也受到影响,往往富含营养盐的泥沙沉积层,或许会致使水质下降以及引发水体富营养化。洪水期时河道床面一旦抬高,便更容易出现漫溢情况,这对下游防洪安全构成了威胁,长期的淤积进程改变了河流的演变规律,使治理和清淤的成本有所增加,对水利工程运行的安全产生了不利影响。工程建设后期管理中泥沙问题是无法回避的压力,控制与削减措施需在设计和运行阶段予以考虑。

4 区域水土保持功能的调控需求与目标

4.1 防治水土流失的关键指标设定

调控区域水土保持功能需明确关键指标,借助科学设定防治目标以此指导工程建设及管理,应将植被覆盖率维持在能有效抵御降雨冲刷的阈值之上,它是衡量防护能力的关键参数。在区域允许的水土流失量范围以内,土壤侵蚀模数作为监测水土流失强度的核心指标需加以控制,在设计阶段应严格限定坡度与坡长的合理控制,乃是减少径流冲刷的关键环节。使指标具备时效性与可操作性,监测数据需构建动态更新体系,在水利工程建设进程里借助关键指标的考核与设定,能够构建起可量化的评价体系。该体系用来为区域生态安全给予科学保障,指导水土保持措施在水利工程建设过程中的有效落实。

4.2 保障水资源调蓄与供给能力

不仅要保障水资源的合理利用与供给能力,水土保持调控的目标还在于减少土壤侵蚀,植被恢复助力增加降雨入渗量,提升土壤涵养能力能够延缓地表径流的汇集进程让地下水补给条件得到改善。合理调度库区与河道,能够提升蓄水及分配效率为农业灌溉和生活供水提供保障,提升水资源调蓄能力,也能够极端降雨情况下降低洪涝灾害风险。实现水资源的长效供给与均衡利用,增强区域抵御环境风险的能力可通过构建涵养林梯田以及生态坝这类工程措施达成,区域经济与社会的稳定发展直接受保障水资源的调蓄与供给影响,且这一保障还关乎工程效益。

5 水利工程建设中的水土保持调控机制

5.1 工程设计阶段的生态化与绿色理念融入

保障水土保持的重要前提在于工程设计阶段将生态化与绿色理念融入其中,合理选择工程选址防止在生态脆弱区集中布置设施能够降低对自然系统的干扰。在坝体渠道以及道路等各类构筑物的周边应当预留出生态廊道,使其形成自然缓冲带,设计方案务必重视植被的保护与恢复工作。把拦水固土以及涵养水源的功能,以生态工程和生物措施相结合的办法融入到设计结构当中,对材料的选择与布局方式方面,也体现着绿色理念的落实。低影响开发措施节能型结构,以及透水性材料能够有效降低径流汇集的速度,水利工程通过生态化设计能在促进工程建设与区域环境协调发展的,从源头降低水土流失风险并且提升功能综合性。