

水利工程施工进度控制与成本管理研究

范业领

中国电建集团港航建设有限公司, 天津 300467

[摘要]水利工程具有投资规模大、建设周期长、施工条件复杂等特点,其施工进度控制与成本管理直接关系到工程效益。文中系统分析了当前水利工程施工进度与成本管理中存在的施工组织计划编制不足、资源配置与施工协调效率偏低、材料设备成本控制难度较大、施工变更与信息化管理问题突出四方面,并针对性地提出了构建进度与成本一体化管理体系、加强施工组织与资源统筹协调、推进 BIM 与智慧工地技术应用、建立全过程风险预警与信息化管控机制等协同优化策略。研究表明,将进度与成本有机统一,通过信息化手段和精细化管理实现协同优化,是保障工程按期竣工、投资效益最大化的有效路径。

[关键词]水利工程;施工进度控制;成本管理;协同优化;BIM 技术

DOI: 10.33142/hst.v9i6.20079

中图分类号: TV511

文献标识码: A

Research on Progress Control and Cost Management of Water Conservancy Engineering Construction

FAN Yeling

PowerChina Harbour Co., Ltd., Tianjin, 300467, China

Abstract: Water conservancy engineering has the characteristics of large investment scale, long construction period, and complex construction conditions. Its construction schedule control and cost management are directly related to the engineering efficiency. The article systematically analyzes four problems in the current construction progress and cost management of water conservancy projects: insufficient preparation of construction organization plans, low efficiency of resource allocation and construction coordination, difficulty in controlling material and equipment costs, and prominent issues in construction changes and information management. Targeted optimization strategies are proposed, including building an integrated management system for progress and cost, strengthening the coordination of construction organization and resources, promoting the application of BIM and smart construction site technology, and establishing a mechanism for risk warning and information control throughout the entire process. Research has shown that organically integrating schedule and cost, and achieving collaborative optimization through information technology and refined management, which is an effective path to ensure timely completion of projects and maximize investment benefits.

Keywords: water conservancy engineering; construction progress control; cost management; collaborative optimization; BIM technology

引言

水利工程属于国家基础设施建设的重要组成部分,对防洪减灾、水资源调配和生态保护等方面起着不可替代的作用。伴随着我国水利基础设施建设力度的不断增大,工程建设规模越来越大,施工难度、管理复杂度也不断提高。水利工程施工工序繁杂、资源调配复杂,进度控制是保证工程按期、高质量完成的重要环节。做好水利工程施工进度管理与成本控制,是保证工程按期竣工、高效运维的重要工作。但是实际工程中受地质条件、气候环境、资源调配、政策变化、突发事件等诸多不确定性因素的影响,静态进

度计划不能适应复杂的多变施工环境,进而造成工期延误、成本超支等现象的发生。传统的管理模式把进度和成本割裂开来,没有系统的协同控制思想。本文在对水利工程施工特点进行梳理的基础上,从当前进度控制和成本管理存在的主要问题入手,提出相应的协同优化措施。

1 水利工程施工特点分析

水利工程施工过程中具有不同于一般建筑工程的明显特点。第一,施工条件比较复杂。水利工程规模大、施工周期长,且施工过程中会遇到各种情况的水文条件、地质条件,其不可控性比较突出;并且水利工程建筑物施工

过程中还要承受冲刷力、推力、浮力等因素。工程所处的地质环境特殊,地下水类型、水位、岩层渗透性等都会对现场施工产生直接的影响。第二,工程建设周期长、投资大。水利水电工程建设一般规模大、投资多、建设期长、消耗各种资源多。第三,受外界环境的影响比较大。水利工程项目一般受气候、地质、地形、水文、环境保护、政策变化和经济变化等因素的影响大,使建设工期、生产方法等发生变化。降雨、气温变化等对水利工程的影响十分显著,水利工程施工对混凝土抗裂性及抗冻性有着极高的要求,恶劣气候势必加大处理难度、拖慢施工进度。第四,施工中存在专业较多、工序衔接繁杂。水利工程一般会涉及土建、机电、金属结构等各个专业的交叉作业,各个环节之间很容易产生冲突。这些特点决定了水利工程施工管理要将进度控制和成本管理看作一个有机的整体来考虑。

2 水利工程施工进度控制与成本管理现状分析

2.1 施工组织计划编制存在不足

施工组织设计是指导水利工程施工的纲领性文件,施工组织设计编制的好坏直接影响到后续进度控制、成本管理的效果。但是,在实际工程中施工组织计划编制存在不规范、不全面的情况。水利工程施工中计划制定不明确、流程没有统一标准、资源供应链响应不及时、应急体系不健全等现象比较普遍。部分水利施工企业对于施组编制重视不够,水利工程施工组编制不规范、不全面,质量标准要求、工艺技术要求、现场规划布置等没有具体规定。编制者在编制进度计划时往往凭以往经验,很少深入一线实地考察,致使所编制的进度计划与实际存在差异,进度控制措施考虑不全面,使得施工进度计划缺乏合理性,周计划得不到落实,月计划完成情况较差^[1]。另外,施组编制同实际施工技术、方案相脱离,缺少技术可行性论证,造成进度控制措施无从下手。水利工程受传统粗放式管理方式的影响,“重施工、轻管理,重质量、轻进度”现象较为严重。计划编制的粗放直接导致后续施工过程中资源调配缺乏依据、成本控制缺少基准,进度与成本之间的内在联系在计划阶段就被割裂。

2.2 资源配置与施工协调效率偏低

资源配置不合理、施工协调效率低是造成水利工程进度、成本失控的两个主要因素。水利工程一般体量大、环节多,各个工序之间相互交叉作业很多,资源重叠使用情况非常普遍。围堰清淤、土方开挖及运输、基础放样、导流围堰、竣工验收等各个环节交叉施工,资源重叠使用,在此过程中,如果技术人员协调不到位、调度不周全,就

会使各环节极易出现冲突,影响正常施工进度。但是由于缺少统一的资源调度平台以及协同工作机制,人员、设备、材料等资源在不同的作业面之间调配大多依靠经验来判断,不能达到动态优化的目的。资源闲置和短缺并存的现象比较普遍,由于某些作业面因为资源缺乏而停工待料,另一些作业面由于资源富余而造成浪费,不均衡的状态会直接导致施工成本上升、工期拖延。水利工程所面临的环境通常较为复杂,对技术人员及技能水平要求较高,如果遇到突发状况而处理不善时,就会影响质量,耽误工期。施工协调低效表现在现场作业上,也表现在各个责任主体之间信息传递、决策反应上,管理链条太长、信息传递失真问题又加大了进度、成本失控的风险。

2.3 材料设备成本控制难度较大

材料和设备成本在水利工程总成本中所占比例大,材料和设备成本控制的好坏直接影响到项目的总体成本管理。水利工程材料费约占项目总成本的 70%左右,是决定工程造价的主要因素。但是水利工程建设周期较长,建筑材料的价格受到市场波动的影响较大,而且施工场地大多分布在偏僻的地方,运输条件较差,给材料采购和供应带来了较大的困难和成本。主要建筑材料价格频繁上下波动,材料采购过程中涉及的信息非常多,掌握各类材料的最新动态比较困难,对项目成本影响较大。设备管理上,传统的水利水电工程设备物资粗放式管理存在着管理体系不健全、信息化程度低、成本和安全控制薄弱等共同的行业问题。部分施工现场机械设备老化、技术工艺落后,又没有足够的资金进行维修更新,造成施工进度不能顺利推进。材料采购计划同施工进度相脱离、设备选型配套不匹配、设备使用效率低等问题互相叠加,致使材料设备成本控制陷入困境。另外,缺少完善的成本管理制度和体系,不能在项目的生命周期内及时掌握动态的成本情况。

2.4 施工变更与信息化管理问题突出

施工变更在水利工程建设中是不可避免的,但是它对工期和成本的影响常常被忽略。设计变更在水利水电和建筑工程中非常重要,它会影响到工程造价、工期以及质量。设计变更包含工程量、材料和设备选型、施工方法及工艺的变动,给工程造价造成直接或者间接的影响。水利水电工程地质水文条件的变化会引发进度工期的改变,施工方案的调整以及施工成本的上升。但是很多项目没有建立有效的变更预警与响应机制,变更发生之后只能被动应对、事后补救,变更造成的工期延误和成本增加很难得到控制。信息化管理方面,传统管理方式存在着信息化程度低、效率不高这些弊端^[2]。水利行业各个系统是由不同的厂家开

发出来的，接口协议封闭，没有通用的 API 标准或者中间件支持，造成数据在平台之间不能相互识别。由于数据孤岛、管理方式落后等原因，造成进度数据和成本数据不能很好地结合起来。目前水利工程数据元数据的定义不明确，没有系统的描述规范，数据来源、采集方式、更新频率、质量控制等信息不能完全体现出来，造成数据在多次转移和加工之后出现版本不清、出处不明的问题。管理者不能从数据分析中看出进度和成本的耦合关系，决策没有数据支持，管理效率很难提高。

表 1 水利工程施工进度与成本管理主要问题归纳

问题类型	典型表现	主要后果
施工组织计划编制不足	计划制定不明确、工序排列混乱、流程缺乏统一标准	进度控制缺乏依据、成本控制缺少基准
资源配置与施工协调效率低	资源闲置与短缺并存、交叉作业冲突频繁	工期拖延、资源浪费、成本增加
材料设备成本控制难度大	材料价格波动大、设备管理粗放、成本管理体系不健全	成本超支、进度受阻
施工变更与信息化管理滞后	变更响应慢、数据孤岛严重、决策缺乏数据支撑	工期与成本双重失控

3 水利工程施工进度与成本协同优化策略

3.1 构建进度与成本一体化管理体系

解决进度和成本相互割裂的问题，关键在于创建起一体化的协同管理体系。一体化管理体系的核心就是把进度控制和成本管理放到同一个框架内，创建起进度与成本之间动态联动的机制。TGPMS 系统将每个项目的所有相关单位联系起来，用严格的管理方法来控制项目的工程进度、成本等各方面的情况，使项目管理者各项工程进度、质量、成本等各方面情况处于受控状态。在执行过程中要创建进度同成本的联合监控体系，进度出现偏差的时候可以自动评判它对成本的影响，成本超出预算的时候可以立刻寻找它对于进度的限制，从而达成二者的联动预警和协同调整。创建工程量、价格、质量三者联动控制体系是数智化监督的主要任务。制定详细的施工计划、实行进度控制、推行里程碑制、创建有效的沟通渠道等手段要处在一体化框架之下加以推进，保证进度和成本在同一个管理语言和管控准则之下运转。

3.2 加强施工组织与资源统筹协调

提高施工组织和资源统筹协调能力，可以改善进度和成本管理水平。施工组织上编制科学合理的施工设计，是保证水利工程各个工序、各个环节有条不紊地进行，按质按期完工的重要保障。施工组织设计应充分考虑水利工程所处地质环境、项目施工要求等方面的差异，做到因地制宜。从资源统筹角度来讲，要创建起统一的资源调度平台，就人员、材料、设备等各类资源展开动态调配和优化配置。

标准化管理通过规范的施工流程、资源调配、应急响应来提升施工效率、管理水平。实行标准化施工流程、改善资源管理供应链反应速度等手段可以提高施工组织的协调水平以及抵御风险的能力^[3]。针对水利工程各个阶段交叉施工、资源重叠使用的特性，要提升现场调度能力，明晰各个作业面的资源需求优先次序，创建起资源冲突快速协调体系。进度控制要考虑到气候环境的影响，按照施工所在地的气候特点以及未来气候变化的趋势，预估施工周期内可能出现的降雨、极端气候等状况，制订出完备的应急计划和应对办法。依靠施工组织以及资源调度的精细把控，达成各个工序之间的无间隙对接以及各种资源的高效流通。

3.3 推进 BIM 与智慧工地技术应用

BIM 与智慧工地技术的引入为水利工程施工进度与成本的协同管理提供了强大的技术支撑。BIM 技术依靠 4D 建模和数据整合来达成施工过程的可视化模拟及进度动态比较，改善管理精确程度。将进度计划同 BIM 模型联系起来，创建出 4D 施工模型之后，管理者便可清楚地了解到每一个施工阶段的作业面状况以及所需资源，从而提前察觉到工序之间的冲突情况以及资源的不足之处。通过应用可知，BIM 技术提高了计划的准确性，减少了错误和遗漏，协同性好，工期比原来缩短了 15%，成本降低了 10%。在智慧工地建设方面，应用 BIM、GIS、视频监控、无人机摄影等技术实现事前预可视、事中实时可视、事后回溯可视。BIM 与智慧工地技术相结合的方式可以实现进度和成本数据的实时汇集、对比以及智能分析，有效地克服了传统管理模式中存在的“数据隔离”现象，极大地提高了工程项目建设的管理效率以及精细化管理水平。

3.4 建立全过程风险预警与信息化管控机制

创建全过程风险预警体系并健全信息化管理控制体系，才是提高水利水电工程施工进度和成本协同管理质量的根基。对可能发生事故的领域、部位、环节进行全面分析，从水利工程施工、工程运行、设施设备、人员行为、管理体系、作业环境等各方面全面识别出危险源。对施工变更这一主要风险源，应该建立变更的快速识别、评估和响应机制，在变更发生之前做好充分的工期和成本影响评估工作，做到“先算账、后变更”^[4]。在信息化管控上要打破部门壁垒，消除信息孤岛，创建起横向到边、纵向到底、覆盖水利运行管理全领域的一个系统性管理体系，促使水利管理由“经验驱动”转变为“数据驱动”，由“被动应对”转向“主动防范”。以前期管理、项目实施、合同执行、变更管理、验收管理、预警管理这六个核心业务

为框架,建立一个完整的进度数据和成本数据的实时采集、自动对比、智能预警体系。依靠风险预警同信息化管控相融合的方式,可以提前发现进度以及成本风险,加以主动干预并完成动态控制。

4 结语

水利工程施工进度控制和成本管理属于一个牵涉到诸多要素,许多环节以及诸多参与方的综合性工程。本文从水利工程施工特点入手,对目前施工进度控制和成本管理存在的四个方面主要问题进行分析,并提出相应的协同优化策略。研究表明,进度与成本不是相互独立的管理维度,而是互相联系、互相制约的有机整体,只有从系统集成的角度出发,利用信息化手段和精细化管理的方法来实现二者的协同优化,才能保证水利工程按时竣工、投资效益最大化。伴随着 BIM、物联网、大数据等新一代信息技术被广泛应用到水利工程当中,施工进度与成本的协同

管理水平也得到了不断提升,从而给水利基础设施建设的高质量发展赋予了更为有力的支持。

[参考文献]

- [1]鲁智国.水利工程施工中的进度控制与成本管理研究[J].工程技术研究,2024,9(3):155-157.
- [2]余茂坦.水利工程施工管理的重要性和对策分析[J].住宅与房地产,2019(19):125.
- [3]聿书贞,李树慧.水利工程施工组织与管理[M].北京:中国水利水电出版社,2025.
- [4]邓新琴.水利工程施工项目成本控制研究:以 P 项目为例[D].江苏:南昌大学,2022.

作者简介:范业领(1991—),男,汉族,山东菏泽人,中级工程师,大学本科,毕业于国家开放大学水利水电工程专业,目前从事中国电建集团港航建设有限公司丹东港口岸大台子作业区口岸扩大开放建设项目。