

水利工程施工中施工组织与资源调配优化

朱美云

汉滨区茨沟镇农业综合服务站, 陕西省安康市, 725004;

摘要: 水利工程施工规模体量大、建设周期长、作业环境复杂等特点给施工组织和资源调配带来了较大的挑战, 施工组织与资源调配的科学性对工程进度、质量、成本等目标实现起着直接的影响。目前很多水利工程项目施工组织方案缺乏针对性, 资源利用效率低, 缺少动态调整的机制。本文以水利工程施工施工组织、资源调配优化为研究对象, 分析了施工组织设计的理论基础及现实问题, 从人力、材料、机械三个方面提出施工组织设计优化措施, 从信息化平台搭建、动态管理机制、综合效益评价三个方面提出协同优化实施方案。研究表明, 采用科学的方法论和先进的信息技术对施工组织及资源分配实施系统的改善之后, 可以明显缩减工期、削减成本并且提升资源的运用水平, 这为推进水利工程施工管理迈向现代化给予了重要的理论意义与现实意义。

关键词: 施工组织; 资源调配; 水利工程; 优化管理

DOI: 10.69979/3060-8767.26.05.065

水利工程属于国民经济的基础性支撑系统, 在防洪排涝、灌溉供水、水力发电、生态修复等方面起着不可替代的作用。伴随着工程规模越来越大、施工条件越来越复杂, 怎样在有限的工期和预算内实现人力、材料、机械设备等各种资源的有效配置, 成了工程管理者遇到的突出难题。施工组织设计直接影响工程进度、质量、成本三者之间的关系; 资源调配贯穿于施工准备、实施和收尾的全过程, 其是否合理会对项目的整体绩效产生深远的影响。本文立足水利工程施工的实际, 对施工组织编制和资源调配过程中存在的主要问题进行分析, 并从方法论和技术手段两方面提出优化策略, 以提高水利工程施工管理水平。

1 水利工程施工组织设计的理论基础与现状分析

1.1 施工组织设计的基本框架与编制原则

施工组织设计是指导工程项目从开工到竣工全过程施工活动的技术经济文件, 编制质量的好坏直接影响项目管理的科学化程度^[1]。施工组织设计一般包括工程概况分析、施工总体部署、主要分部分项工程施工方案、施工进度计划、施工总平面布置和质量安全保障措施等主要内容。编制过程中必须坚持的原则是合同工期为刚性约束统筹安排各个施工阶段之间的衔接关系, 充分考虑施工现场的地质条件、水文情况、气候状况等自然环境限制, 技术上要先进合理地利用资源, 把安全防护设施和环保举措融入到施工组织结构里。水利工程的施工

对象大多是大坝、溢洪道、隧洞、渠道等结构复杂的大型水工建筑物, 包含土石方开挖填筑、混凝土浇筑、金属结构安装等诸多专业工种的配合工作, 其施工组织设计编制难度比一般建设工程项目要大得多。

1.2 当前水利工程施工组织中的突出问题

施工组织设计的编制、执行过程在实际工程管理中存在缺陷。部分项目的施工组织设计存在着照搬模板、脱离实际的现象, 对于施工现场的特殊地质条件以及水文变化规律缺乏详细的分析, 致使方案的针对性不够。施工进度计划编排过于理想化, 没有留出足够的应对不利天气、设计变更、材料供应延迟等不确定因素的缓冲时间, 造成实际施工中经常出现工序脱节、进度滞后的情况。施工组织设计的动态调整机制往往被忽略, 在施工条件发生改变的时候没有及时做出相应的修改, 造成资源浪费以及效率下降。多专业交叉施工的协调问题更加严重, 土建施工、机电安装、金属结构吊装等各种专业队伍之间的工作界面不明晰、信息传递不畅通, 容易造成施工冲突。施工总平面布置中临时设施选址、施工道路规划和材料堆放区设置没有系统的考虑, 就会造成场内运输距离增大、施工场地利用率低等问题出现。

1.3 施工组织设计优化的方法论体系

对于进度计划优化可以采用关键路径法和关键链项目管理技术对施工网络计划进行深入分析, 找出决定工程总工期的关键工序链条, 把管理资源集中到关键工

序的进度保证上。在传统关键路径法的基础上加入缓冲区管理的思想,在非关键工序的自由时差里加上时间缓冲,既保证了关键路径不受延误的影响,又给突发事件留有余地。施工方案优化用层次分析法、模糊综合评价等多准则决策方法来建立包含工期、成本、质量、安全、环保等各方面评价指标的方案比选模型。施工总平面布置优化,采用系统布置规划法,用物流运输成本最小化或者施工场地利用率最大化为目标函数,对临时设施、材料堆场和施工道路的空间位置做全局优化。BIM技术可以完成施工方案三维可视化模拟、四维动态推演,使管理者在施工之前就发现施工方案中存在的空间冲突和工序矛盾,大大提高方案优化效率和精度。

2 水利工程施工资源调配的核心要素与优化策略

2.1 人力资源配置与劳动力均衡化管理

人力资源属于水利工程施工过程中最具有灵活性的生产要素,其配置是否合理会直接影响到施工效率和工程质量。水利工程施工所涉及的工种种类繁多,各工种的技能要求以及劳动强度存在着较大的差别^[2]。在人力资源配置过程中常见的问题就是劳动力需求的时间分布非常不均匀,施工高峰期出现人员严重不足的现象,而低谷期又大量出现窝工现象,这使得用工成本提高,并且也影响到了施工质量的稳定性。实现劳动力均衡化管理的基本思路是根据工期约束,在保证劳动力需求分布的基础上,通过对非关键工序施工时间的调整来使劳动力需求曲线趋于稳定,用时差的空间去移动施工起始时间,降低工作日劳动力需求曲线的峰谷差异。劳动力技能培训、多技能工人的培养也是优化人力资源配置的有效途径,具有多工种操作能力的复合型技术工人可以按照施工阶段的需要自由转岗,从而提高劳动力的综合利用水平。

2.2 材料供应链管理与库存优化控制

施工材料是水利工程建设中用量最多、资金占总造价比例最高的资源类别,主要材料的采购成本一般占工程总造价的60%以上^[3]。材料供应链管理要创建起从需求预测、采购计划安排、供应商选定、现场验收入库的全部流程体系。材料需求预测要以施工进度计划为依据,逐月分解各个分部分项工程的材料消耗量,得到准确的材料需求时间序列。对关键材料实行双源供应战略,并

且保留至少两家以上的合格供应商提供供货能力,防止由于单个供应商的供应中断而导致的风险。库存控制可以参考经济订货批量模型以及准时制供应的思想,从材料单价、订货成本、储存成本、缺货损失等各个方面综合考虑,确定各种材料的最佳订货批量和安全库存水平。水利工程施工现场材料管理还要注意储存条件是否适宜,水泥要防潮防雨,钢材要分类堆放防止锈蚀。实行信息化的材料管理系统,采用条形码或者射频识别技术来完成对材料的全过程跟踪记录工作,可以大大提高管理的精细化程度。

2.3 施工机械设备的合理选配与调度优化

施工机械设备属于影响水利工程施工速度的主要因素,选配机械要考虑到工程量多少,施工强度高,工期受限制情况以及设备技术性能参数等要素^[4]。选型的基本原则就是,在满足施工工艺的基础上,求得设备组合整体效率最高、运行成本最低的方案。以土石方施工为例,挖掘机斗容量、自卸汽车载重量、数量之间的匹配关系必须是合理的,任何一个环节的能力如果存在失衡,都会影响到机械化施工的整体效率。机械设备调度优化就是设备在各个施工工区之间的合理分配,可以利用线性规划的方法建立以设备总运行成本最小化为目标的数学优化模型,在满足各个工区施工强度需求的前提下求解最优分配方案。施工机械要实行预防性维修制度,依照设备运转台时及工况记载制订周期保养计划,把故障隐患消除于萌芽之中。设备管理信息化上可以利用物联网传感器技术,对施工机械运行状况、油耗数据、位置信息等实行实时采集并远程监控,给精细化管理和科学调度赋予数据支撑。

3 施工组织与资源调配协同优化的实施路径

3.1 基于信息技术的集成化管理平台构建

施工组织与资源调配的协同优化要依靠信息技术做纽带,创建起覆盖项目管理全过程的集成化管理平台,达成各个业务模块的数据互相连接、信息实时分享。BIM技术在平台建立中起到核心作用,根据工程三维信息模型可以自动获取工程量数据,并且可以将这些数据与施工进度计划相结合来形成四维施工模拟,叠加资源需求信息之后就可以得到各种资源的时间分布曲线。物联网技术让施工现场实时数据采集成为可能,在重要的施工部位部署传感器,对混凝土浇筑温度、碾压参数以

及基坑水位的变化实施监测并获取信息,再将实际采集到的数据同计划的数值做对比,一旦发现问题立刻发出报警信号。移动终端给现场管理人员赋予了快捷的数据录入、查询途径,冲破了传统纸质管理模式下信息滞后、传递失真的难题。平台积累下来的施工数据还可以用大数据分析技术做进一步的挖掘,给以后类似工程的施工组织优化提供经验数据支撑。在平台架构设计过程中要注意系统的开放性、可扩展性,留有与业主方项目管理系统、监理信息平台、政府监管系统之间数据接口的设计余地,形成多方信息共享的生态,使施工过程中的重要决策建立在完备、迅速且正确的数据之上^[5]。

3.2 动态调整机制与风险应对策略

水利工程施工中存在诸多不确定性因素,包括天气突然变化、地质异常、设计修改等,这些都会改变已经制定的施工部署及资源配置方案。动态调整的核心就是施工计划滚动修编制度,按照近细远粗的原则,把一周以后施工计划编制到工序级上,每周根据实际情况对施工计划进行调整和补充。资源调配的动态调整要与进度计划滚动修编同时进行,某工区进度超前可以抽调富余资源支援滞后工区,设计变更引起工程量增减时要及时调整配置方案。风险应对策略的制订应当在项目策划阶段对各种风险因素做全面梳理并进行等级评定,对于高风险事项要事先制定出应对方案及资源储备计划。汛期施工属于水利工程的典型高风险状态,应提前做好防汛物资和应急设备的储备工作,制定出人员撤离路线、设备转移方案,在进度计划中留有充足的汛期停工时间。项目管理团队还要创建起定时的风险复盘机制,在每一个施工阶段结束之后,就应当对已经发生过的各类风险事件展开回顾总结,并评定出这些应对措施是否有效,接着依照这些评定结果来重新调整接下来阶段的风险管理策略,从而构成一个不断改善的闭环管理模式。

3.3 协同优化的综合效益评价

施工组织和资源调配协同优化效果要用科学的综合效益评价体系来量度,指标体系应该包含工期绩效、成本绩效、质量绩效和安全环保绩效等各方面。工期绩效维度主要是衡量实际工期同计划工期的差别以及关键节点按时完成的情况。成本绩效度即实际成本和预算

成本的差异,劳动生产率、机械利用率、材料损耗率等经济指标也属于其内容。质量绩效方面用工程合格率、优良率和质量缺陷发生率等指标。安全环保绩效维度主要考查安全事故发生率、水土保持措施落实情况。从工程实践角度而言,开展系统性改进之后的水利工程项目工期节约幅度多处于8%-15%之间,施工成本削减大约5%-12%,工程质量以及安全水准也出现改善。评价结果可以给项目管理的改进提供反馈,并且也可以成为同类工程投标报价、施工策划的量化参考依据。

4 结束语

施工组织和资源调配的优化是提高水利工程施工管理水平的主要手段。本文从施工组织设计理论基础出发,分析了当前水利工程施工组织编制及执行存在的主要问题,在人力、材料、机械这三个资源要素上提出优化策略,并从信息化平台建设、动态调整机制、综合效益评价三个方面论述了协同优化的实施路径。随着水利工程建设规模不断扩大、施工技术不断革新,施工管理理论和方法也要不断地吸收智能建造、数字孪生、人工智能等新技术成果,使水利工程施工管理更精细化、智能化。

参考文献

- [1] 张伟,王建国. 水利水电工程施工组织设计优化方法研究[J]. 水利规划与设计,2020(4):72-76.
- [2] 李明华,赵志强. 大型水利工程施工资源优化配置模型与应用[J]. 人民长江,2019,50(8):186-191.
- [3] 陈建平,刘文斌. 基于BIM技术的水利工程施工进度与资源协同管理研究[J]. 水利水电技术,2021,52(5):142-149.
- [4] 王志刚,孙丽萍. 水利工程施工机械设备配置优化与调度策略[J]. 水利技术监督,2020(6):104-107.
- [5] 周建华,马红军. 水利工程施工组织设计评价指标体系构建[J]. 中国水利,2021(22):48-52.

作者简介:朱美云,出生年月:1982.8.10,性别:男,民族:汉,籍贯:安康市汉滨区,学历:大专,职称:中级水利水电工程师,研究方向:水利。