

水利工程施工现场管理技术要点分析

董 强

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘 要：水利工程作为国家基础设施建设的关键组成部分，其施工过程具有规模宏大、技术复杂、环境多变、安全风险高等显著特征。施工现场管理是确保水利工程高质量、高效率、安全、经济完成的核心环节。本文旨在系统性地剖析水利工程施工现场管理的关键技术要点。文章首先阐述了水利工程施工现场管理的内涵与重要性，随后从施工组织设计优化、进度精细化管理、质量全过程控制、安全生产风险防控、成本动态化管理以及绿色文明施工等六大维度，深入探讨了各项管理技术的具体应用与实施策略。最后，文章结合现代信息技术的发展趋势，对智慧工地在提升现场管理水平中的作用进行了展望，并提出了相应的结论与建议，以期提升我国水利工程建设管理水平提供理论参考和实践指导。

关键词：水利工程；施工现场管理；技术要点；质量控制；安全管理；智慧工地

引言

随着我国经济社会的快速发展和生态文明建设的深入推进，对水利工程建设质量和综合效益提出了更高、更全面的要求。然而，水利工程通常地处偏远、地质条件复杂、受自然气候影响巨大，加之施工工序繁多、交叉作业频繁、参建单位众多，使得其施工现场管理面临前所未有的挑战。传统的粗放式管理模式已难以适应现代水利工程高标准、严要求的建设需求。科学、系统、高效的施工现场管理不仅是保障工程顺利推进的“润滑剂”，更是实现项目预期目标的“压舱石”。因此，深入研究并精准把握水利工程施工现场管理的各项技术要点，对于提升工程整体建设水平、保障人民生命财产安全、促进水资源可持续利用具有重大的现实意义和深远的战略价值。

1 施工组织设计的优化与动态调整

施工组织设计是指导整个工程施工全过程的技术经济文件，是现场管理的“总纲领”和“作战蓝图”。一份科学、合理、前瞻性强的施工组织设计，能够有效整合资源、优化工序、规避风险，为后续各项管理工作奠定坚实基础。

1.1 前期勘察与方案比选的精细化

水利工程施工前的勘察工作至关重要。必须对工程区域的地形地貌、水文地质、气象条件、既有构筑物及地下管线等进行详尽、准确的勘察。在此基础上，针对主体工程（如大坝、隧洞、渠道、泵站等）的施工，应进行多方案的技术经济比选。例如，在土石坝施工中，需比较不同的料场开采方案、运输路线规划、碾压工艺参数组合等；在隧洞开挖中，需根据围岩等级选择钻爆

法、TBM（全断面隧道掘进机）法或盾构法，并详细论证其可行性与经济性。通过BIM（建筑信息模型）技术进行三维模拟，可以直观地展示不同施工方案的空间布局、机械作业范围及潜在冲突点，从而选出最优解。

1.2 资源配置的科学化与集约化

施工组织设计的核心在于资源的有效配置。这包括人力资源、施工机械设备、工程材料、资金等四大要素。（1）人力资源：根据工程进度计划，精确计算各阶段所需的技术工种、普工数量及技能等级要求，制定详细的劳动力进场与退场计划，避免窝工或人力短缺。

（2）施工机械设备：针对水利工程特点，合理选型和配套大型专用设备（如混凝土拌合楼、塔吊、缆机、挖掘机、自卸车等），并考虑设备的完好率、利用率和维护保养周期，确保关键线路施工的连续性^[1]。（3）工程材料：建立大宗材料（如水泥、钢材、砂石骨料）的供应链管理体系，明确采购、运输、仓储、检验等环节的责任主体和时间节点，尤其要重视材料的源头质量控制。

（4）资金流匹配：将工程进度与资金支付计划紧密挂钩，确保现金流能够支撑现场施工的正常运转，避免因资金链断裂导致工程停滞。

1.3 动态调整机制的建立

水利工程受汛期、极端天气等不可抗力因素影响极大，原定的施工组织设计不可能一成不变。因此，必须建立一套灵敏、高效的动态调整机制。项目部应定期（如每周、每月）召开生产协调会，对照实际进度与计划进度的偏差，分析原因（是资源不足、技术难题还是外部干扰），并迅速启动预案，对施工方案、资源配置或进度计划进行微调或重大修订，确保总体目标不受根

本性影响。

2 施工进度的精细化管控

2.1 基于关键路径法(CPM)的进度计划编制

采用网络计划技术,特别是关键路径法(CPM),是进行科学进度管理的前提。通过对所有施工活动进行逻辑关系梳理,识别出决定总工期的关键线路。管理者可以将主要精力集中在对关键线路上工作的监控上,任何关键工作的延误都将直接导致总工期的延长。同时,非关键工作则存在一定的时差(浮动时间),可以在资源紧张时进行灵活调度。

2.2 进度监控与预警体系的构建

仅仅有计划是不够的,必须建立强有力的监控体系。(1)数据采集:利用现场日志、监理日志、影像资料、物联网传感器(如GPS定位、RFID标签)等多种手段,实时、准确地采集每日完成的工程量、投入的资源、遇到的问题等原始数据。(2)偏差分析:定期(如每周)将实际进度与计划进度进行对比,计算进度偏差(SV)和进度绩效指数(SPI)。当 $SPI < 1$ 时,表明进度滞后,需要立即介入^[2]。(3)预警与纠偏:建立分级预警机制(如黄色、橙色、红色预警)。一旦发现进度严重偏离,应迅速组织专题会议,分析根本原因,并采取有效的纠偏措施,如增加作业班次、优化施工工艺、调整工序逻辑关系或申请工期索赔等。

2.3 BIM4D/5D技术的应用

将BIM模型与进度计划(4D)乃至成本信息(5D)相结合,是实现进度可视化、智能化管理的重要手段。通过4D模拟,管理者可以直观地看到未来任意时间点的施工现场状态,提前发现工序冲突、空间不足等问题,实现“事前预控”。5D技术则能将进度与成本联动,实时掌握“花了多少钱,干了多少活”,为决策提供更全面的数据支持。

3 工程质量的全过程控制

3.1 建立健全的质量保证体系(QAS)

施工单位必须建立由项目经理负总责,项目总工程师、质检部门、专业工程师、班组质检员层层负责的质量保证体系。该体系应覆盖从原材料进场、施工过程到成品保护的每一个环节,并与监理单位的质量控制体系有效衔接,形成“自检、互检、交接检、专检”相结合的“三检制”和监理验收制度。

3.2 关键工序与隐蔽工程的质量控制

水利工程中存在大量对整体质量起决定性作用的关键工序和隐蔽工程,必须作为质量控制的重中之重。(1)地基处理:如大坝基础的清基、固结灌浆、帷幕灌

浆等,其质量直接影响到大坝的稳定性和防渗性能。必须严格控制钻孔深度、灌浆压力、浆液配比和灌浆量,并通过压水试验等手段进行效果检验。(2)混凝土工程:从原材料(水泥、骨料、外加剂)的检验,到配合比的设计与验证,再到拌合、运输、浇筑、振捣、养护的全过程,都必须严格执行规范。特别是大体积混凝土的温控防裂措施,需要通过埋设温度传感器进行实时监测,并采取通水冷却、保温覆盖等综合手段。(3)金属结构与机电设备安装:闸门、启闭机、水轮发电机组等设备的安装精度要求极高。必须严格按照厂家技术文件和安装规范进行,做好测量放线、基础处理、焊接损伤、无负荷/负荷试运行等各项工作。

3.3 信息化质量追溯系统的应用

建立基于二维码或RFID技术的质量追溯系统。为每一批原材料、每一个构件、每一道关键工序生成唯一的身份标识。通过扫码,即可快速查询其来源、检验报告、施工记录、责任人等信息,实现了质量问题的精准定位和责任倒查,极大地提升了质量管理的效率和透明度。

4 安全生产的风险防控体系

4.1 危险源辨识与风险评估(JSA/JHA)

在施工前及施工过程中,必须系统性地开展危险源辨识与风险评估工作。采用工作安全分析(JSA)或作业危害分析(JHA)等方法,对每一项作业活动进行分解,识别出潜在的物理、化学、生物、心理等各类危险源,并评估其可能导致的事故类型和严重程度,据此制定针对性的预防和控制措施。

4.2 专项安全方案与技术交底

对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程(如深基坑支护、高边坡开挖、围堰施工、大型模板支撑体系等),必须编制专项施工方案,并组织专家论证。方案获批后,必须向所有参与施工的管理人员和作业人员进行详细、透彻的安全技术交底,确保每个人都清楚作业风险、防范措施和应急处置方法^[3]。交底必须履行签字手续,做到“不交底不上岗”。

4.3 常态化安全检查与应急管理

(1)安全检查:建立日巡查、周检查、月度综合大检查及季节性、节假日专项检查相结合的常态化检查机制。重点检查安全防护设施(如临边洞口防护、脚手架、安全网)、特种设备(如塔吊、施工电梯)的运行状况、个人防护用品(PPE)的佩戴情况以及作业人员的违章行为。(2)应急管理:针对水利工程可能面临的洪水、滑坡、坍塌、火灾、触电等突发事件,必须制定切实可行的综合应急预案和专项应急预案。配备充足的应

急物资和装备,并定期组织应急演练,检验预案的有效性和队伍的响应能力,确保在事故发生时能够迅速、有序、高效地开展救援,最大限度减少损失。

5 施工成本的动态化管理

5.1 目标成本的分解与责任落实

在项目启动阶段,根据合同价款和企业内部定额,科学测算并确定项目的目标成本。随后,将目标成本按照WBS(工作分解结构)逐级分解到各个分部分项工程、职能部门乃至具体的岗位和个人,签订成本责任书,做到“人人肩上有指标”。

5.2 “量、价、费”三大要素的精细化管理

(1) 工程量控制:严格按图施工,加强现场签证管理,杜绝无谓的工程变更和返工浪费。利用无人机航测、三维激光扫描等技术,对土石方开挖、回填等难以计量的工程量进行精准复核。(2) 材料价格控制:通过集中采购、战略合作、期货套保等方式,锁定大宗材料价格,规避市场波动风险。同时,加强现场材料管理,实行限额领料,减少损耗和浪费。(3) 间接费用控制:优化项目部组织架构,精简管理人员;推行标准化、装配式临建设施,降低临时设施费用;加强机械设备的统筹调度,提高利用率,降低租赁和维修成本。

5.3 成本核算与动态分析

建立以月度为周期的成本核算机制,及时归集人、材、机等各项实际成本。将实际成本与目标成本、预算成本进行对比分析,找出成本偏差的原因(是价格因素还是消耗量因素),并采取相应的纠偏措施。通过持续的动态分析,不断优化成本控制策略。

6 绿色文明施工与环境保护

6.1 水土保持与生态修复

在施工过程中,必须严格落实水土保持方案。采取设置拦挡、排水沟、沉沙池等工程措施,以及覆盖、绿化等植物措施,有效控制施工扰动区域的水土流失^[4]。施工结束后,应及时对临时占地进行土地复垦和植被恢复,最大限度减少对生态环境的负面影响。

6.2 “四节一环保”的全面落实

大力推行节能、节地、节水、节材和环境保护的

“四节一环保”措施。(1) 节能:使用节能型施工设备和照明灯具,推广太阳能等可再生能源应用。(2) 节地:优化施工总平面布置,减少临时用地。(3) 节水:建立雨水收集、施工废水处理回用系统,用于洒水降尘、车辆冲洗等。(4) 节材:推广使用高强钢筋、高性能混凝土等新材料,优化模板、脚手架等周转材料的配置。(5) 环保:严格控制施工噪声、扬尘、废气、废水和固体废弃物的排放,确保达标。

6.3 智慧化工地助力绿色施工

通过部署环境监测传感器(PM2.5、噪声、水质等),实时监控施工现场的环境指标。一旦超标,系统自动报警并联动喷淋降尘等设备,实现环境问题的智能感知与自动处置,打造真正的绿色、智慧、文明工地。

7 结语

本文从施工组织、进度、质量、安全、成本、环保六大核心维度,系统分析了各项管理技术的关键要点。实践证明,只有将这些技术要点融会贯通,并辅以科学的管理理念和先进的技术手段,才能真正实现水利工程的优质、高效、安全、绿色建造。展望未来,以BIM、物联网(IoT)、大数据、人工智能(AI)为代表的现代信息技术,正在深刻变革传统的施工现场管理模式。

“智慧工地”将成为提升水利工程施工现场管理水平的必然趋势。通过构建一个集人员、设备、物料、环境、质量、安全等全要素于一体的数字化管理平台,可以实现对施工现场的全面感知、实时互联、智能分析和科学决策,从而将现场管理从“被动应对”推向“主动预控”,从“经验驱动”迈向“数据驱动”。

参考文献

- [1]张继永,刘霞.水利工程施工现场管理技术要点分析[J].水上安全,2023,(15):133-135.
- [2]刘勋.水利工程施工现场管理技术要点分析[J].水利水电快报,2021,42(S1):58-59.
- [3]宋朝峰.水利工程施工现场管理技术要点研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(07):195-196.
- [4]冯朗天.刍议水利工程施工现场管理技术要点[J].建材与装饰,2020,(20):282+284.