水利工程项目施工进度滞后诱因及优化调度方案

傅 轶[1] 纪开芳[2] 马 锐[3] 徐 翔[2]
1. 淮安达润水利工程有限公司 江苏 淮安 223300
2. 淮安市淮阴区水利工程建设管理服务中心 江苏 淮安 223300
3. 淮安市淮阴区河湖管理所 江苏 淮安 223300

摘 要：水利工程施工环境复杂、工序繁多、建设周期较长，进度管控难度远高于普通土建工程，现阶段多数项目普遍存在不同程度的施工进度滞后问题，不仅增加建设成本、造成资源浪费，还严重影响工程防洪、供水等社会效益落地。本文结合水利工程施工特征与滞后现状，从管理、资源、技术、资金政策四个方面系统剖析进度滞后核心诱因，制定针对性的施工优化调度策略与配套保障措施，以期有效化解工期延误风险，提升水利项目施工管控质量与建设效率。

关键词：水利工程项目；施工进度；滞后诱因；优化调度方案

引言：水利工程作为国民经济基础设施的重要组成部分，在防汛减灾、水资源调配、生态治理等方面发挥着不可替代的重要作用。水利工程施工受气象水文、地质条件、多方协同、物资供应等诸多因素制约，施工全过程极易出现进度偏差与工期滞后问题，严重干扰项目建设节奏。为有效解决施工进度管控难题，保障项目按期优质竣工，本文全面梳理施工进度滞后现状，深入挖掘各类滞后成因，构建科学完善的进度优化调度体系，为现场施工管理提供可靠参考依据。

1 水利工程施工进度管控概述与滞后现状

1.1 水利工程施工特点

（1）施工环境复杂性。水利工程多地处野外、河道、山区，施工场地分散、交通可达性差，受水文、气象、地质条件制约大，汛期、暴雨、冻土等自然因素直接干扰施工推进，有效作业天数难以保障。（2）施工工序系统性。涵盖土方开挖、混凝土浇筑、桩基施工、设备安装等多道交叉工序，各工序衔接紧密、逻辑关系强，单一工序滞后易引发连锁延误，且隐蔽工程验收、质量检测等环节进一步加大了工期管控难度。（3）施工规模与周期特性。大中型水利工程体量庞大、施工周期长，涉及参建单位多、协调范围广，征地移民、材料供应、设备制造等外部依赖度高，进度管控难度远高于普通建筑工程[1]。

1.2 施工进度管控核心内容

（1）进度计划编制。结合工程图纸、合同工期、现场条件及资源配置，制定总进度计划、月度及周度细分施工计划，明确各工序节点工期与衔接逻辑，构建进度管控基准。（2）动态进度监测。通过现场巡查、数据统计、信息化监测等方式，实时跟踪工序完成情况，采集实际进度数据，与计划工期进行对比分析，及时排查偏差问题及潜在风险点。（3）进度偏差整改。针对进度滞后问题，快速分析偏差成因，调整施工资源调配与工序衔接安排，优化施工组织方案，落实纠偏措施责任主体，实现工期动态闭环纠偏。

1.3 水利工程施工进度滞后整体现状

（1）工期偏差普遍化。多数水利工程存在不同程度进度滞后，部分项目滞后工期超总工期10%，严重削弱工程按期竣工交付能力，尤其受汛期、地质变化等不可控因素影响，偏差幅度进一步扩大。（2）滞后问题常态化。施工全过程均可能出现进度延误，前期筹备阶段受制于征迁协调，中期施工阶段受原材料供应、恶劣天气影响突出，后期安装调试阶段设备到货与联合调试不确定性高，各阶段滞后问题类型各异。（3）滞后影响多元化。进度滞后引发施工成本增加、设备闲置、人工浪费、运维延期、合同违约等多重负面影响，并可能延误工程防洪、供水等社会效益发挥，损害项目整体综合效益与各方利益。

2 水利工程项目施工进度滞后核心诱因分析

2.1 人为与管理因素诱因

（1）管理体系不完善。施工管理制度不健全，进度管控责任划分模糊，各层级权责不对等，缺乏专项进度考核与动态纠偏机制，进度管理工作流于形式，制度约束力与执行效力严重不足，难以形成有效的管控闭环。（2）人员专业能力不足。现场管理人员经验欠缺、进度管控意识薄弱，施工组织缺乏前瞻性与预判能力；施工操作人员技能水平参差不齐，岗位培训与技能考核不到

位，关键工序操作熟练度不足，直接拉低工序施工效率与质量合格率。（3）参建各方协调不畅。建设、施工、监理、设计单位沟通衔接不到位，信息传递渠道不畅通，图纸会审、设计变更、工序验收、问题整改等环节沟通滞后，信息壁垒致使问题闭环周期延长，间接延误后续施工衔接与整体推进节奏。

2.2 资源配置因素诱因

（1）人力资源配置不合理。施工人员数量缺口大、岗位分配失衡，高峰期劳动力供给不足、闲置期人员冗余并存，缺乏弹性调配机制与用工预案，施工连续性难以保障，工序衔接被迫中断或降效。（2）机械设备管控不当。施工设备选型不符工况要求、数量不足或配套不齐，日常检修维护不到位，设备故障频发导致施工中断；关键工序设备无备用替换方案，一旦故障，整条作业线被迫停滞，延误时长进一步扩大[2]。（3）物资材料供应滞后。砂石、水泥、钢材等核心建材采购、运输、储备规划不合理，供应计划与施工进度脱节，材料短缺或质量不合格造成工序停工待料，供应商履约能力不足加剧保供风险，物资到场时间不可控因素增多。

2.3 自然环境与技术因素诱因

（1）自然环境突发影响。汛期洪水、持续降雨、高温严寒、地质滑坡等突发自然工况，直接冲击施工计划执行，有效作业天数被大幅压缩，且自然因素不可预判、不可抗拒，易形成持续性工期滞后累积效应，增加后期赶工难度与安全风险。（2）施工技术方案不合理。前期施工方案论证不充分，未结合现场地质、水文条件进行多方案比选优化，施工过程中方案频繁变更调整，现场反复停工等待方案确认，返工与等待时间大量增加，工期损耗显著。（3）技术落地能力不足。新型施工技术、工艺应用不熟练，技术交底不到位、流于形式，施工人员对图纸和规范理解存在偏差，导致技术失误、工序返工问题频繁发生，质量隐患整改进一步吞噬有效施工时间。

2.4 资金与政策合规因素诱因

（1）建设资金拨付滞后。工程资金筹备不到位、拨付不及时，导致材料采购、设备租赁、人员薪酬发放延迟，资金链紧绷直接制约现场施工节奏，同时削弱分供方配合积极性与材料保供能力，形成恶性循环。（2）合规手续办理缓慢。施工审批、环评、水土保持等前期手续办理周期长，部门审批流程繁琐、协调难度大，正式开工时间被推迟，压缩有效施工窗口期，后续施工压力集中释放，工期风险显著上升。（3）政策调整影响。水利行业相关施工规范、环保政策、质量标准中途调整，导致施工工艺变更、施工范围调整或既有工序返工，形成非预期的大幅工期损耗，且政策变化带来的合规性整改往往缺乏弹性应对空间，工期被动滞后。

3 水利工程施工进度优化调度方案与保障措施

3.1 完善进度管控管理体系

（1）建立分级管控责任机制。明确项目负责人、现场管理人员、施工班组三级进度管控责任体系，逐级签订工期目标责任书，细化各岗位工期管控职责与考核指标，将进度执行情况纳入绩效考核体系，落实追责问责制度，形成权责对等、层层传导的管控链条，杜绝责任盲区与管理真空地带。（2）优化多方协同沟通机制。搭建建设、施工、监理、设计等参建各方常态化沟通平台，建立信息共享与快速响应通道，定期召开进度专项协调会议，对图纸变更、工序验收、施工冲突等问题实行限时闭环处理，压缩问题停留时长，建立问题台账跟踪销号制度，确保每项议题有人负责、有策应对、有期闭环，全面提升跨单位协作效率。（3）健全动态进度监管机制。制定日巡查、周统计、月复盘三级进度监管制度，运用横道图、S曲线等对比工具实时追踪计划与实际工期偏差，建立进度预警指标体系，设置黄、橙、红三级预警阈值，提前识别偏差风险并启动响应程序，配套编制进度周报与月度偏差分析报告，实现进度管控从被动纠偏向主动预防转变[3]。

3.2 优化施工资源调度配置

（1）人力资源精准调度。依据施工工序进度与用工需求曲线，动态调配施工人员，高峰期通过增补专业班组、延长有效作业时段保障关键线路推进，闲置期优化人员结构、组织技能培训，建立弹性用工储备机制与劳务分包资源库，确保施工连续性不受人力波动影响，关键工种实施AB岗备份，杜绝因人员流失引发的工序断档。（2）机械设备统筹管控。根据施工工况合理选型与配置机械设备，建立设备全生命周期管理台账，落实日常检修与定期保养制度，提前排查故障隐患；针对关键工序设备配置备用替换方案，建立设备故障半小时响应机制，确保突发故障时能够快速切换与修复，最大限度压缩停机延误时长，保障设备综合完好率维持在90%以上[4]。（3）物资材料闭环管理。制定涵盖采购、储备、运输全链条的材料专项供应计划，提前储备钢材、水泥、砂石等核心建材，建立材料进场质量抽检与验收机制，实时跟踪供应进度，动态预警短缺风险，严格不合格材料退场更换流程，杜绝停工待料与材料返工问题，保障工序物资供给及时到位、质优量足。

3.3 优化施工技术与工序调度

（1）科学优化施工方案。施工前结合现场地质、水文、气象条件及工程特点进行充分论证比选，针对大体积混凝土浇筑、围堰填筑、隧洞开挖等重难点工序制定专项施工方案，必要时组织专家评审与技术咨询，同步编制方案变更管理规程，严格执行变更审批流程，从源头降低方案调整频率，减少施工过程中方案无序变更对工期造成的冲击。（2）合理排布施工工序。系统梳理各工序间逻辑关系与制约因素，运用网络计划技术与关键线路法优化交叉施工与流水施工排布方式，合理规划并行作业、连续作业与间断作业区间，科学确定各工序最佳开工时差，规避工序冲突与资源争抢，消除非必要停工间歇，压缩无效施工工期，提升整体施工节奏的均衡性与连续性。（3）强化技术落地管控。构建施工前技术交底、施工中技术指导、施工后技术验收的全过程技术管理体系，推行首件验收与样板引路制度，将技术交底细化为工序级作业指导书，实行书面交底与现场演示相结合的传达方式，选用成熟可靠施工工艺，建立技术失误快速纠偏机制，降低返工率，实现一般工序一次验收合格率不低于95%，确保工序一次成优、高效推进。

3.4 建立进度保障与风险应对机制

（1）保障资金与手续落地。提前统筹工程建设各阶段资金需求计划，规范资金申请与拨付审批流程，建立专款专用保障机制与资金链风险预警制度，定期评估资金到位率与支付及时率，杜绝因资金断裂导致的施工中断；同步安排专人跟进施工许可、环评、水保等前期手续办理，协调审批部门加快流转进度，压缩前置审批耗时，为施工及时开工扫清前置障碍，确保项目按期启动。（2）制定自然风险应对预案。结合工程所在区域历史气象水文数据，分类制定汛期施工应急预案、极端天气停工复工方案及地质灾害防范措施，明确不同预警级别下的响应流程、停工标准与复工条件，提前储备应急物资与抢险力量，合理调整受自然因素影响较大工序的施工季节安排，灵活运用晴天抢工、雨天转场作业等手段，最大限度规避自然因素带来的工期损耗，增强进度计划外部环境适应弹性。（3）搭建进度滞后应急调度机制。针对突发进度滞后问题，建立分级响应与专项赶工方案编制规程，根据滞后程度快速决策资源追加、工序重排、作业时长延长等赶工措施，明确应急响应启动条件、责任分工与资源配置标准，配套建立赶工效果动态评估机制，动态追踪赶工进展并及时纠偏调整，同步做好赶工安全与质量专项管控，防止因盲目赶工引发质量安全事故，确保滞后发生后响应迅速、调度有序、工期可追、安全可控，形成进度风险识别—预警—响应—评估的全链条闭环管理。

结束语

本文全面分析了水利工程项目施工进度滞后的各类诱因，涵盖管理疏漏、资源失衡、技术短板及政策资金制约等多重因素，并结合工程实际搭建了全方位的进度优化调度与风险保障体系。通过完善管控机制、精准调配资源、优化施工技术、强化风险应急等举措，可有效改善施工滞后现状，理顺各工序施工衔接关系。希望本次研究成果能够有效提升水利工程进度管控精细化水平，为同类水利工程项目的工期管理与提质增效提供借鉴。

参考文献

[1]张磊.水利工程施工进度滞后关键影响因素及动态调度优化[J].中国农村水利水电,2023,27(08):189-193.

[2]王凯.EPC模式下水利工程项目进度管理影响因素及优化对策[J].水利科技与经济,2022,28(05):112-115.

[3]李建伟,周明.复杂工况下水工工程施工进度风险识别与调度优化[J].水利水电技术,2024,55(03):156-163.

[4]刘军,赵文超.水利工程多工序交叉施工进度滞后成因及资源调度优化[J].人民珠江,2023,44(11):102-107.