

# 水利工程施工进度优化与资源配置管理分析

宋建华

鄄城县引黄灌溉工程管理服务中心 山东菏泽 274600

**摘要：**水利工程建设具有周期长、涉及面广、受环境约束强及资源消耗密集等特征，施工进度科学控制与资源合理配置会关联到工程建设的质量、成本及整体效益。本文深入分析水利工程施工进度与资源配置现存痛点，并探讨网络计划技术、甘特图法及数字化手段在进度优化中的应用，从多个维度提出资源配置策略，并构建进度与资源协同管理机制，希望以此为同类水利工程提供管理参考，并助力水利工程高质量发展。

**关键词：**水利工程；进度优化；资源配置；协同管理；数字化管控

水利工程作为国家基础设施建设的关键领域，在防洪减灾、水资源配置、农业灌溉及生态保护等方面发挥着不可替代的作用。以引黄灌溉类工程为例，其建设内容涵盖渠道开挖、泵站施工、水闸安装等多个环节，工序交叉多、技术要求高、施工周期长，且极易受到外部环境的影响。随着国家对水利事业高质量发展的推进，对工程建设的效率、成本控制与管理水平提出了更高要求。在传统施工管理模式中，进度计划多为静态制定，缺乏弹性；资源配置往往依赖经验，易出现资源闲置或短缺的失衡状态。在数字化技术快速发展的背景下，水利工程施工管理可以从经验驱动向数据驱动转型。

## 一、水利工程施工进度与资源配置痛点

当前水利工程施工管理中，进度与资源配置存在诸多痛点。其一，进度计划缺乏弹性，多基于固定工期制定，未充分考虑雨季、农忙季节、地质条件突变等不确定因素，计划的抗风险能力不足，一旦出现偏差，难以快速调整。其二，资源配置失衡现象普遍，人力资源存在施工高峰缺人、低谷闲置的情况；材料进场计划与进度脱节，常导致待料停工或材料积压浪费；设备利用率低，故障停机现象频发，造成工期延误。其三，协同机制缺失，设计、施工、监理及材料供应商之间信息沟通不畅，设计变更滞后、材料供应不及时、设备维护不到位，严重影响施工进度<sup>[1]</sup>。其四，数字化管理水平不足，进度与资源数据多依赖人工统计，反馈滞后，无法实现实时监控与精准调控，错失了最佳调整时机。

## 二、水利工程施工进度优化方法

### （一）经典方法应用

在水利工程施工进度管控实践中，经典进度优化方

法凭借自身优势已成为各类水利项目进度规划的核心手段，这类方法立足工程工序逻辑与资源约束，通过科学规划施工时序，可实现工期管控与资源利用的双重优化，在实际应用中可根据工程规模、地质条件灵活调整，适用性极强。

网络计划技术是水利工程施工进度优化中应用最成熟的手段，其核心价值在于通过系统化梳理施工工序的先后关联与逻辑依存关系，搭建双代号或单代号网络图，精准计算出各工序的总时差、自由时差，进而锁定影响总工期的关键线路与关键工序。相较于普通进度规划方法，该技术打破了粗放式的工期排布模式，明确区分关键工序与非关键工序，在施工过程中，将人力、材料、设备等核心资源优先向关键线路倾斜，全力保障关键工序按节点推进，杜绝关键线路延误导致总工期滞后；而对于非关键线路工序，充分利用其具备的时差弹性，灵活调整施工启动时间与资源投入量，避免资源过度集中在单一工序，实现全周期资源的均衡分配，有效缓解资源供需矛盾，尤其适用于渠道衬砌、泵站建设等多工序交叉的水利工程。

甘特图法具有直观易懂、便于实操的特点，该方法以时间轴为横向标尺，以各分项工程、施工工序为纵向类目，清晰标注每道工序的启动时间、结束时间、施工周期与进度完成占比，同时可同步关联各工序对应的资源需求计划，让管理人员直观掌握进度与资源的匹配状态。在传统甘特图应用基础上，结合水利工程施工空间布局复杂、工序衔接紧密的特点，融入三维可视化技术开展进度模拟，提前推演渠道开挖、混凝土浇筑、设备安装等工序的施工顺序，预判工序之间的时间冲突、空

间交叉干扰，提前优化施工流程，减少现场返工、工序拥堵等问题，既降低了资源浪费，又避免了因工序衔接不当导致的工期延误，适配水利工程现场可视化管控的实际需求<sup>[2]</sup>。

关键链法是针对水利工程施工不确定性强、资源约束突出的特点优化而来的进度管控方法，区别于传统网络计划技术仅关注工序逻辑的局限，该方法充分考量地质突变、雨季施工、材料供应延迟等不可控因素，以及人力资源、机械设备的资源约束条件，在关键线路基础上确定关键链，同时在项目关键节点、工序衔接处设置项目缓冲与接驳缓冲，预留合理的工期弹性空间。水利工程多处于野外露天环境，受水文、气候、地质影响极大，关键链法通过缓冲机制抵消施工中的各类风险扰动，避免小延误累积为大工期滞后，大幅提升进度计划的抗风险能力，对于地质条件复杂、资源调配难度大的大中型水利灌溉工程、堤坝工程，管控效果尤为显著。

### （二）数字化优化技术

随着信息化技术与水利工程建设深度融合，数字化进度优化技术逐步打破传统管理模式的局限，依托智能化工具实现进度的动态管控、精准调控，这类技术通过数据采集、模型搭建、智能分析，解决传统管理中数据滞后、管控粗放、风险预判不足的问题，推动水利工程进度管理从被动应对向主动预判、从静态管控向动态调整转型，成为现代化水利工程进度优化的核心发展方向。针对于BIM技术来讲，将其与进度管理进行融合应用，可实现4D进度模拟与全周期可视化管控，其能够突破传统二维进度规划的限制性。通过搭建水利工程三维BIM模型，将渠道、泵站、水闸等构件与施工进度计划精准关联，把时间维度融入三维模型，形成3D模型+时间的4D施工模拟体系<sup>[3]</sup>。在工程施工前，通过4D模拟完整推演全施工流程，直观呈现各工序的施工顺序、空间位置、衔接节点，提前识别设计与施工、工序与工序之间的冲突，优化施工组织方案；施工过程中，实时将实际进度数据录入BIM模型，对比计划进度与实际进度的偏差，同步关联资源消耗数据，实现进度与资源的一体化管控，有效减少施工返工、资源错配等问题，大幅提升进度管控的精准度，尤其适用于结构复杂、工序繁多的水利枢纽、大型灌溉工程。

## 三、水利工程资源配置优化策略

### （一）人力资源优化

人力资源优化关键在于精准测算与动态调配，在

过程中相关工作人员可根据各工序施工定额与工效测算人员需求量，然后按技能层次进行分层配置（如表1所示），确保技术工负责核心工序，普工承担辅助工作<sup>[4]</sup>。而在施工高峰期应提前储备足够人员，低谷期则通过内部调剂或外派等方式避免人力资源闲置。在这一基础上还可以构建高效的管理与激励体系，如实行“项目经理-专业工程师-班组”三级管理体制，关键岗位实行AB角制度，保障管理连续性，同时推行劳务实名制管理，利用信息化平台实时监控人员出勤率与工效。也可以设立进度奖励基金，对高效完成节点任务的团队和个人进行奖励，激发人员的工作积极性。根据以上内容定期开展技能与安全培训，储备复合型人才，以更好应对人员流动与技能需求变化。

表1 水利工程人力资源优化配置策略表

序号	优化维度	核心实施内容
1	人员测算配置	按工序定额、工效算需求量，技术工负责核心工序，普工做辅助工作
2	动态调配管理	高峰期储备人员，低谷期内部调剂，杜绝人员闲置
3	组织管控	实行“项目经理-专业工程师-班组”三级管理，关键岗位设AB角
4	信息化监管	推行劳务实名制，用信息化平台监控出勤与工效
5	激励与人才建设	设进度奖励基金，定期开展技能安全培训，储备复合型人才

### （二）材料资源优化

材料资源优化是实现精准供应与库存可控的重要方式，水利工程资源配制优化可建立“总需用计划-月度计划-周计划”三级采购计划体系，严格按照进度节点提前组织采购。对于水泥、钢材等大宗材料，采用集中采购模式，通过批量采购降低成本，并实行限价管理，有效控制材料价格风险。在这一基础上还应优化施工现场库存与堆场管理，合理规划材料堆放区域，减少二次搬运成本<sup>[5]</sup>。推行限额领料制度，严格控制材料损耗率，如水泥损耗率应控制在1.5%以内。利用物联网技术实现材料库存的实时监控，避免材料积压或缺货。加强与供应商的协同，建立长期战略合作关系，明确供货周期与质量标准，并制定应急供应预案，以应对突发的材料需求。

### （三）设备资源优化

在水利工程项目发展中，设备资源优化需从选型、管理与调度三方面入手，根据施工工艺、工程量及工期

要求,科学选择设备型号与数量,优先选用高效、节能、环保的设备。对关键设备,如混凝土搅拌机、大型起重机等,必须配置冗余,确保连续作业;非关键设备则可根据任务量灵活调配。加强设备的全生命周期管理,建立完善的设备台账,制定并严格执行日检、周检、月检制度,落实预防性维护计划,有效提高设备完好率与利用率,目标是自有设备利用率达到85%以上。对于租赁设备,应合理规划台班,严格控制租赁成本。建立跨标段、跨班组的设备共享调度机制,避免设备闲置,实现资源共享,提升整体设备利用率。

#### (四) 资金资源优化

水利工程资金资源优化建议根据施工进度计划,编制详细的资金流计划,确保资金投入与进度需求精准匹配。利用大数据技术对成本进行动态监控,实时跟踪人工、材料、设备等各项费用支出,及时分析成本偏差。当出现成本超支风险时,及时采取措施进行纠偏,有效控制“三超”现象。优化资金支付流程,严格按照进度节点支付工程款,建立奖惩机制,对提前完成节点的单位给予资金奖励,对延误者进行扣罚,既保障了资金周转,也有效推动了施工进度<sup>[6]</sup>。

### 四、进度与资源协同管理机制

#### (一) 建立协同管理体系

构建统一的进度与资源协同管理组织体系,成立由项目负责人牵头,设计、施工、监理、供应商等多方参与的进度-资源管理专班。明确各方职责分工,建立常态化的沟通协调机制,实行周例会、月调度会制度,及时通报进度情况,协调解决资源供应、设计变更、工序衔接等问题。搭建数字化协同管理平台,实现进度、资源、质量、安全等信息的集中共享与实时传递。通过平台,各参与方可随时查询最新的进度计划、资源需求、材料库存及设备状态,确保信息传递及时、准确,消除信息壁垒。

#### (二) 动态调整与偏差控制

针对于水利工程项目发展来讲,确保进度与资源协同管理需要建立实时进度监测与预警机制,可通过甘特图、BIM模型等多种手段,实时监控各工序的进度完成情况。当进度偏差超过预设阈值,如5%时,系统自动发出预警,提醒管理人员及时介入。根据进度偏差情况,

迅速启动资源动态调整方案<sup>[7]</sup>。对于关键线路上的工序延误,应优先调配人力、材料、设备等资源,全力保障其赶工进度,以确保总工期不受影响。对于非关键线路工序,可适当减少资源投入,将其转移至关键线路,实现资源的优化再分配。提前识别雨季、地质突变、材料价格上涨等潜在风险,制定针对性的应急预案。例如,在雨季来临前,提前完善排水设施,储备防雨材料;在地质条件复杂区域,提前做好勘探与应对方案,最大限度降低风险对进度与资源配置的影响。

#### 结束语

综上所述,水利工程施工进度优化与资源配置管理工作开展较为复杂,综合运用经典方法和数字化技术可以全面优化施工进度计划。在这一基础上,从多个维度开展精细化配置,并构建协同管理机制,既可以实现水利工程进度与资源动态平衡,还有利于缩短工期、提升管理水平。

#### 参考文献

- [1] 杨高丰,蔡优伦,陈力士.抽水蓄能电站供配电工程施工进度优化及资源配置研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(32):23-25.
- [2] 朱凤杰.“互联网+”背景下农田水利施工管理信息化建设研究——以引黄灌溉工程为例[J].水上安全,2025,(16):22-24.
- [3] 李辉.水利工程施工进度管理的优化策略研究[J].中国科技纵横,2025,(16):145-147.
- [4] 张庆萍.基于BIM技术的水利工程施工进度管理优化研究[J].中国科技纵横,2025,(13):152-154.
- [5] 李军,廖宁.建筑工程施工中的进度控制与资源优化配置研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(11):170-171+186.
- [6] 陈云.基于物联网+BIM的水利基建工程施工进度实时监测方法[J].黑龙江水利科技,2025,53(02):147-150.
- [7] 高振梅.基于量子布谷鸟算法的冻土区水利工程施工进度优化方法研究[J].陕西水利,2025,(02):19-21+25.