

# 水利水电建筑工程的进度控制

张 亿

中科华水工程管理有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**水利水电建筑工程进度控制关乎项目成败。其以合同工期为目标，构建“计划-监控-调整”闭环体系，涉及多种方法与复杂影响因素。通过分阶段、多级计划编制，结合数字化监控与预警，动态调整资源、工序并制定应急预案。实践中，合理规划可提前完工、节约成本并保障质量。不过，也面临计划脱节、协调困难、不可抗力等挑战，需采取强化勘察、数字化管理、完善合同等对策应对。

**关键词：**水利水电；建筑工程；进度控制

引言：水利水电建筑工程作为国家基础设施建设的关键部分，在防洪减灾、能源供应等方面意义重大。其工程规模庞大、施工环境复杂，涉及众多工序与参建方，且受自然、技术、管理等多因素交织影响，进度控制难度颇高。科学合理的进度控制，是确保工程按期完工、实现预期效益的核心保障。故而，深入探究其进度控制方法与策略，对推动水利水电工程高质量发展十分必要。

## 1 水利水电工程进度控制的理论基础

### 1.1 进度控制的核心概念

(1) 定义与内涵：水利水电工程进度控制是基于项目全生命周期的闭环管理体系，以合同工期为目标，通过编制科学进度计划（如分阶段施工计划）、实时监控实际进度与计划偏差（如每日工程量核查）、动态调整资源配置或施工工序（如优化导流方案），形成“计划-监控-调整”的循环机制，确保工程按节点推进。(2) 与成本、质量、安全的关联性分析：进度与成本呈联动关系，如工期延误可能增加设备租赁、人工成本；进度过快易引发质量隐患，如混凝土浇筑养护时间不足影响强度；安全是进度前提，如地质灾害预警需暂停施工，三者需协同平衡，避免单一追求进度导致风险。

### 1.2 进度控制的主要方法

(1) 传统方法：横道图直观展示各工序时间节点，适用于小型工程；网络计划技术中，CPM（关键路径法）通过确定关键工序（如大坝浇筑）控制总工期，PERT（计划评审技术）结合概率分析，应对水文、地质等不确定因素。(2) 现代方法：BIM技术实现三维可视化进度模拟，可提前发现施工冲突；挣值分析（EVM）通过成本绩效指数、进度绩效指数量化进度偏差；关键链法（CCM）聚焦资源约束，优化工序优先级，减少资源闲置。(3) 智能算法应用：遗传算法通过模拟生物进

化筛选最优进度方案，粒子群优化算法基于群体协作快速寻优，二者在复杂工程（如跨流域调水）的多目标进度优化中潜力显著，可提升计划科学性<sup>[1]</sup>。

### 1.3 影响因素分析

(1) 自然因素：水文（如汛期水位上涨影响围堰施工）、地质（如断层发育增加隧道开挖难度）、气候（如暴雨、低温延误露天作业）是首要风险源，具有不可控性。(2) 技术因素：施工工艺落后（如传统灌浆效率低）、设备选型不当（如挖掘机功率不足）易导致工序延误，技术方案缺陷可能引发返工。(3) 管理因素：组织协调不畅（如设计、施工单位沟通滞后）、资源分配失衡（如钢筋供应短缺）、合同管理疏漏（如变更签证流程繁琐），会直接影响进度推进效率。(4) 政策与外部风险：审批流程冗长（如环评、水土保持审批延误开工）、移民安置纠纷（如征地补偿争议）、生态保护要求提高（如鱼类洄游期限限制施工），需通过前期规划降低影响。

## 2 水利水电建筑工程进度控制体系构建

### 2.1 进度计划编制

(1) 分阶段计划：需覆盖工程全生命周期，各阶段计划侧重不同。可行性研究阶段，结合水文地质勘察数据制定项目总体工期框架，明确关键决策节点（如立项审批时间）；设计阶段，按初步设计、技术设计、施工图设计分阶段设定交付时限，避免因设计滞后影响施工；施工阶段，细化分部分项工程进度，如大坝浇筑按“基础处理→坝体浇筑→防渗施工”分阶段排期；验收阶段，明确单位工程验收、竣工验收等节点，预留整改缓冲期，确保各阶段无缝衔接。(2) 多级计划体系：构建“总-分-细”三级计划架构。总进度计划以合同工期为基准，明确工程开工、完工及重要节点（如截流、蓄水）时间；单位工程计划针对大坝、厂房、溢洪道等独

立单元,分解总计划目标,确定各单元施工起止时间;分部工程计划进一步细化至具体工序,如厂房建设中的“地基开挖→混凝土浇筑→钢结构安装”,形成层层递进、相互支撑的计划体系,确保各层级计划目标一致<sup>[2]</sup>。

(3) 动态调整机制:依托实时施工数据建立滚动更新机制。每周收集工程量完成情况、资源使用数据,对比计划与实际进度偏差;每月结合气象预测、材料供应信息,对下月计划进行微调;当遇到重大变更(如设计修改、地质条件突变)时,启动计划重编流程,通过BIM技术模拟调整方案对总工期的影响,确保计划始终贴合工程实际。

## 2.2 进度监控与预警机制

(1) 关键节点控制:聚焦工程核心环节设定管控节点。大坝截流节点需监控导流建筑物施工进度、截流设备准备情况,确保按期实现河道截流;基坑开挖节点重点管控开挖进度、降水效果及边坡稳定性,避免延误基础施工;机组安装节点跟踪设备到货、安装精度及调试进度,保障机组按期并网发电。对关键节点实行“周调度、月考核”,确保进度可控。(2) 数字化监控工具:整合多维度技术手段提升监控效率。在大坝浇筑区布置温度、应变传感器,实时监测浇筑进度与质量;利用无人机对露天作业面(如渠道开挖、堤坝护坡)进行每周2-3次巡检,快速获取施工进度影像数据;引入Project、Primavera等项目管理软件,将施工数据录入系统,自动生成进度对比图表,实现进度可视化监控,减少人工统计误差。(3) 偏差分析与预警阈值设定:建立科学的偏差分析模型与预警标准。采用挣值分析法计算进度偏差(SV)、进度绩效指数(SPI),当 $SPI < 0.95$ 或 $SV > -5%$ 计划工程量时,触发黄色预警;当 $SPI < 0.9$ 或 $SV > -10%$ 计划工程量时,触发红色预警。针对不同预警等级制定响应流程,黄色预警由项目部组织专题会议分析原因,红色预警上报业主及监理单位,启动联合整改机制<sup>[3]</sup>。

## 2.3 进度调整与优化策略

(1) 资源优化:根据进度偏差动态调配资源。人力方面,当混凝土浇筑进度滞后时,增派熟练浇筑工人,实行“两班倒”作业;机械方面,若土方开挖效率低,调配更大功率挖掘机或增加机械数量,同时加强设备维保,减少故障停机时间;材料方面,建立供应商动态评估机制,对延期供货的供应商启动备选渠道,确保钢筋、水泥等关键材料按计划供应,避免资源短缺导致工期延误。(2) 工序优化:通过工艺改进压缩工期。对可并行的工序采用并行施工模式,如大坝浇筑与溢洪道开挖同步进行,减少总工期;对线性工程(如输水管道

铺设)采用流水作业,划分施工段循环推进,提升作业效率;针对复杂工序(如地下厂房开挖),优化施工顺序,先完成关键通道开挖,为后续工序创造条件,避免工序交叉冲突<sup>[4]</sup>。(3) 应急预案:针对极端风险制定应对方案。极端天气方面,提前储备防雨、防寒物资,暴雨来临时暂停露天作业,启用排水系统防止基坑积水;地质灾害方面,对高边坡区域设置位移监测点,若出现滑坡预警,立即组织人员设备撤离,待隐患排除后恢复施工;疫情、供应链中断等突发情况,建立远程办公机制,与供应商签订应急供货协议,确保工程在风险可控前提下有序推进。

## 3 案例分析

### 3.1 工程概况

该工程为西南地区大型水电站项目,总库容超20亿立方米,装机容量120万千瓦,地处金沙江中游峡谷地带,主要功能为防洪、发电、水资源调配。项目涵盖大坝(混凝土重力坝,最大坝高150米)、发电厂房(4台机组)、泄洪设施等核心构筑物,总投资约180亿元,计划工期68个月。

### 3.2 进度控制实践

(1) 计划编制:采用BIM+网络计划技术集成应用。通过BIM搭建三维模型,模拟大坝浇筑、机组安装等关键工序空间逻辑,结合CPM关键路径法梳理“导流洞施工→大坝截流→坝体浇筑→机组调试”关键线路,将总进度计划分解为12个单位工程计划、58个分部工程计划,实现计划可视化与精细化管理。(2) 监控手段:依托物联网平台实时采集施工数据。在大坝浇筑仓面布置温度、振捣传感器,无人机每周3次巡检边坡开挖进度,Project软件同步录入人员、机械、材料使用数据,平台自动生成进度对比曲线,偏差数据实时推送至管理人员终端。(3) 调整案例:施工中发现坝基存在3条大型断层(原勘察未探明),导致基坑开挖工期延误1.5个月。项目部立即启动应急预案,增派2台大型盾构机,优化开挖顺序(先处理断层破碎带再开挖),协调供应商加急供应锚固材料,同时调整后续坝体浇筑工序,采用“分层浇筑+同步养护”工艺,最终追回延误工期1个月。

### 3.3 效果评估

(1) 实际工期与计划工期对比:项目实际完工时间67.5个月,较计划提前0.5个月,其中大坝截流、机组并网等关键节点均按期或提前完成,仅基坑开挖因地质问题产生小幅延误,整体进度可控。(2) 成本节约与质量保障协同效应:通过进度优化减少机械闲置费用约800万元,避免工期延误违约金1200万元;同时,全过程进度

管控未引发质量问题,大坝混凝土强度合格率100%,机组试运行一次成功,实现“进度、成本、质量”协同达标。

#### 4 水利水电工程进度控制中的挑战与对策

##### 4.1 常见问题

(1) 计划与实际脱节:前期设计阶段因勘察数据不充分,导致设计方案频繁变更,如某水库工程因未探明地下溶洞,施工中多次调整坝基处理方案,使原进度计划失效;部分项目编制计划时未充分考虑资源约束(如材料供应周期、机械租赁情况),仅依据理论工期排期,导致计划与现场施工脱节,出现“纸上谈兵”现象。(2) 多参建方协调困难:工程涉及业主、设计、施工、监理等多主体,各方目标与利益存在差异,易引发沟通壁垒。例如,设计单位交付图纸滞后,施工单位未及时反馈现场问题,监理单位验收标准与施工方认知不一致,导致工序衔接中断,如某水电站厂房建设因设计与施工衔接不畅,延误设备安装工期2个月。(3) 不可抗力影响:水利水电工程多位于偏远地区,易受洪水、地震等自然灾害冲击,如2023年某流域水电站因汛期提前,围堰被冲毁,导致基坑施工停滞3周;疫情期间人员流动受限、材料运输受阻,某输水工程因混凝土供应中断,被迫停工1个月,不可抗力对进度的冲击具有突发性与破坏性。

##### 4.2 改进建议

(1) 强化前期勘察与设计深度:投入专项经费开展详细地质勘察,采用钻探、物探结合技术,全面掌握水文地质条件;推行设计方案专家评审制,邀请施工、监理单位提前参与设计研讨,减少后期变更;对复杂工程(如跨河大桥)开展设计模拟验证,确保方案可行性,从源头降低计划与实际脱节风险。(2) 推行全生命周期数字化管理:整合BIM+GIS+IoT技术,搭建统一管理平台,设计图纸、施工进度、监理报告实时共享;通过GIS实现工程区域地理信息可视化,IoT传感器采集施工

数据,BIM模拟工序冲突,如某大坝工程借助该平台,将参建方协调效率提升40%,减少沟通延误<sup>[5]</sup>。(3) 完善合同条款与激励机制:在合同中明确各参建方权责与进度节点责任,约定设计变更流程及时限;设立工期奖惩制度,对提前完工的施工单位给予合同金额2%-5%的奖励,延误则按比例扣除工程款,如某水电站通过该机制,推动施工单位将关键节点工期提前15天。(4) 培养复合型进度管理人才:开展“技术+管理”双轨培训,组织人员学习网络计划技术、数字化工具应用;鼓励员工参与跨项目交流,借鉴先进进度控制经验;引进具备水利工程背景与项目管理资质的人才,提升团队整体管控能力,为进度控制提供人才支撑。

##### 结束语

水利水电建筑工程进度控制是一项系统且复杂的工作,贯穿项目全生命周期。通过科学编制进度计划、构建有效监控预警机制、灵活调整优化策略,能在很大程度上保障工程按计划推进。尽管面临诸多挑战,但只要强化前期勘察设计、推行数字化管理、完善合同激励、培养专业人才,就能提升进度控制水平。未来,还需不断探索创新,以适应行业发展需求,实现进度、成本与质量的多赢。

##### 参考文献

- [1]许贺然.水利水电建筑工程的进度控制[J].建筑理论,2023,(04):57-59.
- [2]韩存平.水利水电工程施工进度控制相关思考[J].山西水土保持科技,2021(04):43-44.
- [3]谢立军.水利水电施工安全质量和进度控制对策[J].中国高新技术企业,2021(35):167-168.
- [4]严天骄.浅谈水利水电建筑工程的进度控制及优化[J].文化科学,2022,(08):92-93.
- [5]刘双凤.水利水电建筑工程的进度控制[J].建筑理论,2023,(12):135-136.