

# Research on dynamic management and optimization strategy of large-scale water conservancy project construction progress

Miao Wang Qingzhu Geng

Zhongshui North Survey and Design Research Co., Ltd., Tianjin, 300202, China

## Abstract

As an essential component of national infrastructure, large-scale water conservancy projects have long construction periods, complex procedures, and variable external environments, making construction progress management a critical factor in the success or failure of these projects. In the context where traditional progress control models struggle to adapt to complex dynamic factors, it is particularly important to establish a scientific and efficient dynamic management system. By analyzing the causes of progress fluctuations in large-scale water conservancy projects, this study clarifies the roles of construction organization structure, resource allocation, and critical path adjustments in dynamic management. It proposes a progress monitoring and feedback mechanism based on information technology, aiming to build a multi-level dynamic optimization strategy system throughout the entire process. Research shows that tools such as BIM and construction planning software can achieve integrated operation for progress simulation, adjustment, and early warning, significantly enhancing project execution and adaptability.

## Keywords

water conservancy project; construction progress; dynamic management; critical path; information means

# 大型水利工程施工进度动态管理与优化策略研究

王淼 耿庆柱

中水北方勘测设计研究有限责任公司, 中国·天津 300202

## 摘要

大型水利工程作为国家基础设施的重要组成,其施工周期长、工序复杂、外部环境多变,施工进度管理成为工程成败的关键环节。在传统进度控制模式难以适应复杂动态因素的背景下,构建科学高效的动态管理体系显得尤为重要。通过分析大型水利工程施工中进度波动的成因,明确施工组织结构、资源配置、关键路径调整等要素在动态管理中的作用,提出基于信息化技术的进度监测与反馈机制,构建全过程多层次的动态优化策略体系。研究显示,借助BIM、施工计划软件等工具可实现进度模拟、调整与预警一体化运行,显著提升项目执行力与应变能力。

## 关键词

水利工程; 施工进度; 动态管理; 关键路径; 信息化手段

## 1 引言

随着我国水利基础设施建设规模的不断扩大,大型水利工程在防洪、灌溉、水资源调配等方面发挥着愈加重要的作用。然而,其工程体量大、施工周期长、专业交叉程度高,进度管理难度远高于一般建设项目。施工过程中不仅面临资源组织协调问题,还常因气候、水文、地质等环境因素引发计划偏差,传统静态进度控制方法已难以应对实际需求。有效的动态管理体系成为提高工程管理效率与执行质量的必由之路。本文聚焦大型水利工程施工进度控制的难点,围绕动态监控、实时反馈、进度优化等关键环节展开系统研究,探索以技术为支撑、以机制为核心的全过程动态管理路

径,旨在为相关工程提供可推广的理论基础与实施范式。

## 2 大型水利工程施工进度管理的基本特征

### 2.1 工程规模与系统复杂性对进度管理的影响

大型水利工程通常涉及水坝、引水隧洞、水电站、泄洪设施等多种结构体系,不仅体量庞大,且系统之间相互依存,彼此牵制。进度控制不仅要考虑单体结构的完工时间,更需协调各系统之间的逻辑顺序与物理衔接。技术路线繁杂、施工环节高度专业化导致组织管理难度陡增,各类工序安排稍有延误便会引发连锁反应。施工技术标准高、质量验收环节繁多,进一步压缩了可操作的时间空间。在缺乏统一动态管理平台的条件下,传统计划方式难以灵活响应现场进度变化,极易导致工期超期,资源浪费和施工冲突频发。

### 2.2 多工种交叉施工对进度衔接的挑战

水利工程项目建设周期长、施工单位众多,土建、电气、

【作者简介】王淼(1984-),男,中国山东德州人,本科,工程师,从事大型水利工程管理研究。

金结、安装等工种密集穿插施工。不同专业分包队伍在空间与时间上的重叠导致工作面干扰严重，局部施工资源竞争频繁，协调难度显著提高。作业进度受限于前道工序释放条件，导致部分专业施工队伍进场时间被动延后，效率难以保障。作业顺序不当或沟通不畅将引发返工、窝工问题，阻碍整体进度推进。工程管理方必须具备系统统筹与实时动态调整能力，精准掌握各工种进展，合理分配作业时间与场地，保障交叉作业间的无缝衔接，确保施工有序推进。

### 2.3 施工环境不确定性带来的进度波动风险

水利工程建设区域多处于山地、河谷或季节性气候明显地区，雨季水位骤升、地质变动、强风暴雨等自然条件频繁扰动现场施工。不同季节作业效率差异大，尤其在雨雪天气频发地区，机械设备运行效率与人员作业安全均受显著影响。施工期内突发水文事件如洪水、滑坡等亦会造成场地封闭、工序中断，影响不可预估。外部材料供应路径受道路通行、运输调度等条件制约，一旦物资不能按时到场，关键节点便可能延期，整体计划被迫调整。在此背景下，进度管理应构建动态评估机制，结合气象预测、水文预报与风险模拟手段，提升施工组织的柔性应对能力。

## 3 进度动态管理体系的构建原则

### 3.1 施工节点计划的精细化编排方式

进度计划应围绕关键路径逻辑构建，以日历工作制为基础，实施逐日、逐工序控制。通过细化工序、量化工作内容、定义完成条件，实现目标任务分解到最小工作单元。计划编制需结合资源能力、作业面条件及气候窗口期，设定合理浮动时间，便于应对现场突发状况。施工节点划分不仅服务于进度控制，更应形成任务驱动机制，促使施工组织形成基于节点倒排与责任挂钩的执行体系。精细化计划应与现场工况同步更新，推动计划与实际动态联动，在调整中保持目标刚性、路径弹性、资源可调性三者平衡。

### 3.2 动态数据采集与实时监控机制设计

施工过程中应构建多层次、多维度的数据采集通道，涵盖人员、机械、材料、进度等核心要素。通过施工日志、设备运行记录、考勤系统与现场图像监控等多源数据采集方式，实现全时段作业状态监控。将各类数据实时上传至统一管理平台，结合分析模型生成进度偏离预警与可视化展示。管理系统需具备高效的数据处理能力，对偏离计划的关键路径节点及时生成分析报告与干预建议。基于现场实时数据支撑，项目管理人员可在最短时间内做出调整决策，强化计划执行的刚性与适应性。

### 3.3 多源信息融合下的进度调整反馈体系

大型水利工程中，进度信息往往分布于设计、采购、施工与监理等多个系统，若缺乏统一信息平台，极易形成信息孤岛。建设高集成度的信息融合平台是推进动态管理的关键环节。各参与方上传的节点数据应自动归集、比对与关联，构建多维数据逻辑模型，实现对进度变动的即时识别与成因

分析。反馈机制应设有标准化调整流程，当关键节点延迟或提前达到设定阈值时，系统自动推送调整方案与责任单位。反馈不止于数据回流，更应成为推动现场管理动作的闭环驱动力量，构建起数据—分析—决策—执行的高效链条。

## 4 进度偏差识别与应对机制分析

### 4.1 关键路径动态调整与资源再分配方法

在大型水利工程中，关键路径控制是进度管理的核心。随着施工现场条件变化及工序实际进展，原定关键路径可能出现时间错位或逻辑断点，若不及时调整，将引发整体计划紊乱。关键路径动态管理要求持续跟踪实际进展与计划对比，通过施工计划软件生成滚动调整方案，重新识别新的关键工作线。针对出现延误的节点任务，需在资源不变前提下优先调配高效机械、熟练工人，压缩非关键工序浮动时间以弥补工期缺口。合理利用夜间施工、交叉作业与材料预制等手段，提高关键路径工序施工效率，实现工期刚性目标的稳控。

### 4.2 施工延误成因的快速诊断技术路径

施工延误可能源自设计变更、地质条件异常、材料供应中断或管理层级响应滞后等多方面因素。准确识别延误成因需依托现场数据与模型分析的结合。建立事件数据库与延误分类模型，对偏差事件进行归因建模与影响分析。结合项目日志、传感器监测数据与计划执行记录，通过对关键节点施工实际起止时间、资源使用效率等指标进行比对评估，快速定位问题发生区段及影响范围。借助偏差分析软件对延误路径进行可视化呈现，形成以数据驱动的诊断报告，为后续管理决策与调整计划提供明确依据。

### 4.3 高风险工序的进度预警与协同控制策略

高风险工序往往集中在基础开挖、水体导流、大体积混凝土浇筑等阶段，这些工序一旦进展异常将影响整个项目周期。建立以关键工序为核心的进度预警体系，通过实时监控其执行状态，设置时间、资源与环境指标预警阈值，一旦出现异常指标立即触发管理干预。施工总控平台应具备横向协调能力，将涉及该工序的设计、采购、施工等环节统一纳入动态管理，实现跨部门信息共享与决策协同。同步构建工序缓冲机制与资源应急池，对进度波动进行削峰填谷操作，增强系统对不确定因素的抵御能力。图1为某水利工程施工进度与质量控制的流程布局图。

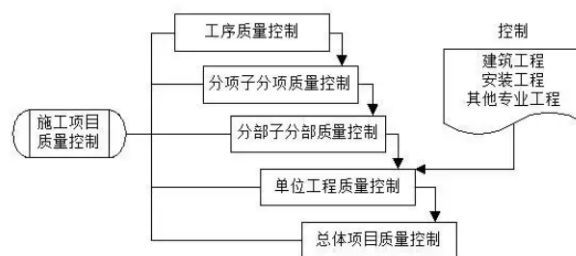


图1 某水利工程施工进度与质量控制的流程布局图

## 5 施工进度优化的策略体系

### 5.1 施工组织结构优化与流程再造

传统水利工程组织模式存在信息层级多、响应滞后、协同效能低等问题,影响进度执行力。优化组织结构应着眼于精简管理链条,构建任务导向、横向贯通的扁平化管理模式,将项目管理部与各专业施工单元间的沟通接口前移,压缩决策响应时间。在此基础上推进流程再造,将施工计划制定、资源调配、进度监测、信息传递等环节纳入统一工作流程,打破工序割裂与部门壁垒。引入责任制与考核机制,强化节点控制与执行力,构建从目标设定到过程控制再到结果评估的闭环流程系统,实现高效、协同、稳定的进度优化运行模式。

### 5.2 设备与劳动力资源动态配置模型

大型水利工程设备种类繁多,资源调度时效性对进度推进影响显著。构建动态资源配置模型需以实际施工进度为基础,结合工程区域施工密集度、设备利用率与人员工效指标进行综合评估。通过进度计划与资源库实时联动,形成动态资源池,根据关键工序施工节奏灵活调配混凝土泵车、挖掘机、塔吊等核心设备,实现资源最大化利用。劳动力方面应建立基于工种分布与任务强度的排班系统,动态生成人员调配表,提高人力投入的匹配度与工作强度的均衡性,减少闲置、等待与重叠现象,提升整体组织效率与施工进度稳定性。

### 5.3 信息化手段在进度优化中的集成应用

信息化技术已成为水利工程进度优化不可或缺的重要工具。以 BIM、GIS、施工计划软件和物联网设备为核心构建的信息集成平台,能够实现多维度进度模拟与精细化管控。通过三维建模动态展示施工状态,辅助决策者判断计划合理性与作业空间是否冲突。施工计划软件实时更新任务执行情况并输出偏差警报,提升计划响应的精准度与灵活性。物联网采集设备自动记录现场数据,通过数据接口同步到中央平台,驱动分析引擎对关键路径、风险工序与资源配置进行综合运算,输出最优调整方案,形成计划、执行与反馈的闭环机制,实现施工进度的科学高效优化,图2为某大坝施工的信息化管理集成应用流程。

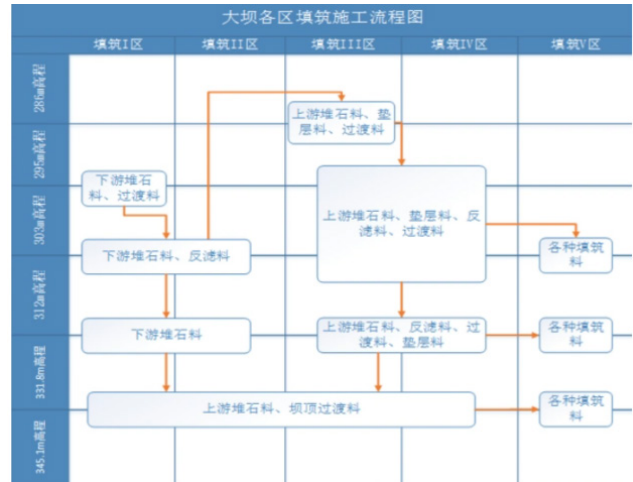


图2 某大坝施工的信息化管理集成应用流程

## 6 结语

大型水利工程施工进度管理贯穿项目建设全过程,其复杂性与动态性决定了传统静态控制方法已难以满足现实需求。通过构建以关键路径控制、数据驱动反馈、多源信息集成为核心的动态管理体系,可有效提升进度控制的科学性与执行力。进度偏差的识别与应对机制需要建立在实时监测与多维诊断基础之上,确保关键工序能够在风险可控范围内运行。组织结构优化、资源动态配置及信息化集成应用的有机融合,为施工进度优化提供了强有力支撑。实现从计划制定到动态执行的全过程闭环控制,是大型水利工程进度管理发展的必然方向。

### 参考文献

- [1] 鲁晓东.大型水利工程施工进度风险评估研究[J].水利技术监督,2024(05):57-59+93.
- [2] 李卫华.大型水利工程施工现场质量管理及进度控制研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2018(10):30-31.
- [3] 贾战朝.大型水利工程施工现场质量管理及进度控制研究[J].四川水泥,2018,(03):221.
- [4] 李万军.大型水利工程施工现场质量管理与进度控制的探析[J].低碳世界,2016(04):76-77.
- [5] 于忠飞.略论大型水利工程建设进度控制的风险[J].才智,2012(07):45.