

# 水利工程施工进度管理与控制策略研究

樊龙飞

张家港市水利建设工程有限公司, 江苏 苏州 215000

DOI:10.61369/ERA.2026010032

**摘要**：水利工程建设周期长、参与主体多、工序衔接复杂，施工进度管理直接关系到投资控制、工程质量与建设效益。本研究在分析水利工程施工进度影响因素的基础上，从计划编制、动态监控、风险预控与数字化手段应用等方面展开系统探讨。通过梳理典型工程案例，总结出“目标分解—过程跟踪—偏差预警—协同调整”的进度控制路径。研究认为，科学进度计划、完善的资源配置、实时数据监测以及基于 BIM、GIS 与物联网的数字化平台，是提升进度管理水平的关键。

**关键词**：水利工程；施工进度管理；进度控制；动态监测；风险预控

## Research on Management and Control Strategies for Construction Progress of Water Conservancy Projects

Fan Longfei

Zhangjiagang Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215000

**Abstract**：The construction of water conservancy projects involves long cycles, numerous participating entities, and complex procedural linkages, making construction progress management directly related to investment control, project quality, and construction efficiency. Based on an analysis of the factors influencing the construction progress of water conservancy projects, this study systematically explores aspects such as plan formulation, dynamic monitoring, risk precontrol, and the application of digital tools. By examining typical project cases, a progress control pathway of "goal decomposition—process tracking—deviation warning—collaborative adjustment" is summarized. The study posits that scientific progress planning, comprehensive resource allocation, real-time data monitoring, and digital platforms based on BIM, GIS, and the Internet of Things are key to enhancing progress management levels.

**Keywords**：water conservancy projects; construction progress management; progress control; dynamic monitoring; risk precontrol

## 引言

水利工程作为基础性与战略性工程，其建设进度不仅影响工程成本与质量，更关系区域供水安全、防洪减灾能力与经济社会发展。因此，施工进度管理成为项目管理体系中的核心环节。然而，在实际工程中，由于施工环境复杂、工期影响因素多样，常出现工期滞后、资源浪费与计划失控等问题。随着信息化与智能建造技术快速发展，传统进度管理模式面临转型升级需求。本研究旨在梳理水利工程施工进度管理的主要特征及制约因素，并提出科学、可操作的控制策略。

## 一、水利工程施工进度管理的特点与主要影响因素

### （一）水利工程建设系统性与长期性

水利工程通常规模大、结构复杂，施工内容涵盖土石方开挖、混凝土浇筑、水工建筑物安装、金属结构制作与调试等多个工序，具有明显的系统性。工程往往分区段、分阶段推进，各子项目之间存在紧密的逻辑衔接，对整体进度形成链条式影响<sup>[1]</sup>。建设周期普遍较长，少则一年，多则数年甚至十年以上，任何一

个环节出现偏差都可能对工期造成放大效应。施工季节性特征显著，多数工程依赖枯水期、非汛期的施工窗口，一旦遭遇持续降雨、洪水来临或水位异常波动，计划必须调整<sup>[2]</sup>。施工区域分散、点多面广，各作业面之间交通不便、材料运输距离长，现场管理难度大，进度控制呈现明显的复杂性和不确定性。

### （二）影响进度的外部因素

气象、水文条件对水利工程工期产生直接影响。强降雨、洪水、寒潮、高温等气候事件会限制施工作业面，甚至导致施工中

断。地质条件同样重要，软弱地基、突涌砂层、溶洞等不良地质会改变既定施工方案，延长处理时间。政策审批环节影响程序性进度，例如用地审批、环保手续、爆破许可等任何一个环节延迟，均会使施工计划推迟。材料供应链的稳定性也影响工期，特别是在偏远山区，混凝土骨料、钢材、水泥等的运输受道路条件影响明显<sup>[1]</sup>。周边协调涉及征地拆迁、地方矛盾化解、迁占处理等，如协调不畅，可能使关键施工面无法按计划展开。

### （三）影响进度的内部因素

施工组织设计是进度控制的核心，组织不合理会导致工序安排失衡、作业面布局不当，造成等待时间增加。机械设备能力决定作业效率，设备不足或故障率高会影响连续施工。劳动力配置必须与施工强度匹配，水利工种较多，熟练工短缺、人员流动频繁均会影响实际产能<sup>[2]</sup>。技术方案的成熟度与适用性关系到工序效率，方案过于保守或与当地地质水文条件不匹配，会导致返工或效率下降。合同管理影响各参建单位的协同程度，责任界面不清、合同条款不完善，会使计划执行缺乏约束力。

### （四）典型工程中的普遍性问题

许多工程中存在工序衔接不够紧密的问题，前序工作延期会导致后续作业无法及时展开，形成链式滞后。现场协调不足，施工、监理、设计之间信息沟通不畅，问题滞后反馈，影响决策效率。资源投入不均衡较为常见，部分关键线路上资源不足，而非关键线路资源闲置，导致整体进度结构失衡<sup>[3]</sup>。进度计划滞后于实际施工情况，更新不及时，使控制措施无法针对最新情况调整。以上问题在不同规模水利工程中普遍存在，是影响工期的主要管理性因素。

## 二、水利工程施工进度计划的编制方法与优化策略

### （一）进度计划编制原则

水利工程进度计划的编制必须以明确的施工目标为基础，包括总工期、关键节点、阶段性任务等内容，确保全过程有据可依。计划结构需要具备清晰的逻辑关联性，各工序之间的先后顺序、约束关系与交叉施工条件必须准确表达，避免出现冲突或脱节。资源可达性是计划可执行的前提，需充分评估机械设备、劳动力、材料供应与现场条件的匹配度，使计划建立在现实可实现的基础上。风险可预见性要求在计划中预留必要的时间弹性与调整空间，对气候、水文、地质、外部协调等可能带来影响的因素进行提前识别与预判，提高计划的稳定性与韧性<sup>[4]</sup>。

### （二）计划工具与方法

项目结构分解（WBS）是进度管理的基础，通过自上而下将工程划分为分部、分项、工序，使任务颗粒度清晰，有利于计划编制和责任落实。横道图使用直观、便于展示时间安排与工作重叠关系，适合总体计划与阶段计划展示。网络计划技术（CPM/PERT）能够识别关键线路，明确影响总工期的核心工序，使资源分配和施工组织更具针对性。PERT对于不确定持续时间的工序具有优势，适合水文变化大、地质条件复杂的工程应用。里程碑计划用于控制整体节奏，通过关键节点促进施工过程管控，使项

目组织能够及时发现偏差并采取调整措施。

### （三）资源配置与计划优化

资源配置的合理性直接决定进度计划的可行性。资源均衡通过调整施工顺序、合理调配机械与人员，使资源需求尽量平稳，减少高峰期资源紧张状况。资源平滑强调根据关键线路的限制条件，对非关键线路进行时间调整，使资源在工程各阶段的占用保持适度，提高整体使用效率。关键线路调整涉及对关键工序进行适度优化，通过技术措施、工法改进或资源投入提升，使关键线路缩短或在可控范围内保持稳定。计划优化还包括对材料供应链、施工组织方式、工作面布置进行调整，使施工活动在逻辑上更加紧凑，提高执行效率<sup>[5]</sup>。

### （四）季节性与水文条件的进度统筹

水利工程对季节和水文条件依赖性强，进度统筹必须充分考虑枯水期、汛期与极端天气的影响。枯水期是开展主体工程施工的重要窗口，需将重点工序集中在这一时期展开，保证形象进度。汛期应重点安排不受水位影响或对水敏感度低的工序，通过临时排水、围堰加固、设备防护等措施确保安全。水文条件不稳定的河谷、山区工程还需充分分析来水量预测、历史水位变幅，从时间、人员与设备等方面制定相应预案。交通与材料运输组织也是统筹内容之一，雨季道路状况变化大，应提前储备材料、合理布置转运点，避免因材料供应中断影响关键进度任务。

## 三、水利工程施工进度的动态监测与偏差控制机制

### （一）进度监测体系的构建

水利工程的动态监测依托计划层、执行层、反馈层构成的三级体系。计划层负责制定总体进度目标和阶段性节点，将各分部工程的工期要求量化并明确责任主体。执行层承担具体实施任务，通过现场记录、设备运行数据、工序完成情况等信息反映实际施工进度。反馈层对比计划与实际数据，识别不一致之处，并生成预警或调整建议，使整个监测体系形成循环闭环。三级结构能够保证信息从现场到管理层的及时传递，使进度调整具备依据。不同层级之间职责清晰，有助于提升监控效率和管理透明度。

### （二）进度偏差识别与分析方法

偏差识别是动态控制的关键环节。S曲线用于展示计划进度与实际进度之间的差异，通过曲线的上下偏移分析施工节奏是否符合预期。挣值管理（EVM）能够将成本、时间与工程量统一到同一指标体系中，通过挣值、计划值、实际成本等数据计算进度偏差指数，为管理决策提供量化依据。关键线路偏差分析法通过比较实际工期与关键线路计划工期，识别哪些工序导致总工期受影响。关键线路一旦发生偏移，需要重点关注，判断是否因技术难题、资源不足或协调问题造成。多种方法交叉使用，可以从不同维度揭示偏差原因，使分析结果更加准确。

### （三）偏差纠偏策略

偏差产生后，需要通过有效措施进行纠偏。资源优化常见于关键工序，如增加机械设备、增加班组数量或延长作业时间，提高产能水平。施工组织调整涉及优化作业面布置、调整施工顺序

或采用交叉施工模式，提高现场利用效率。工艺工法改进在地质复杂或作业条件较差区段应用较多，通过引入更高效的施工技术或设备减少施工障碍。现场协调强化包括加强设计、监理、施工等单位的沟通机制，通过会议、信息化平台、即时反馈等方式解决影响进度的问题。多项纠偏策略需要综合使用，使进度回到合理区间<sup>[7]</sup>。

#### （四）信息化与数字化监控

数字化技术为进度监控提供了实时性和可视化优势。BIM 通过三维建模展示工程形象进度，使管理人员在虚拟空间中查看施工状态。GIS 提供地理环境与施工空间关系的展示，适用于水库、渠道、堤坝等大范围工程的空间分析。无人机巡检用于拍摄现场影像、测量工程量、检查施工面情况，效率高且覆盖范围广。传感器布设在关键结构物或施工区域，通过采集振动、位移、水位等数据，实时传输到监控平台，实现工程状态与进度的同步监测。多种技术结合使用，使进度管理更加精确，为偏差分析和纠偏决策提供可靠信息支持。

### 四、水利工程施工进度的风险预控与协同管理策略

#### （一）水利工程进度风险类型

水利工程具有体量大、周期长、外界依赖性强的特点，进度风险类别多样。自然风险是影响最大的风险因素之一，气候变化、强降雨、洪水、水位异常波动、地质灾害等都可能造成关键施工面中断或作业条件恶化。技术风险包括勘察不充分、施工方案不适应地质水文条件、关键技术掌握不足、设备故障率高等情况，可能导致返工和计划延长。管理风险出现在施工组织薄弱、调度不及时、决策滞后、沟通不顺畅等情形，增加工序等待时间。安全与环保风险涵盖高边坡作业、深基坑施工、爆破作业、水体保护等内容，一旦出现事故，会对工期产生重大影响。合同风险则涉及责任界面模糊、工期约定不清晰、分包管理不规范等问题，可能引发争议和停工<sup>[8]</sup>。

#### （二）进度风险预控措施

风险预控需要形成系统化管理模式。风险清单编制是基础，通过分析工程特点，将施工期可能发生的自然、技术、管理等风险逐项列出，并设定风险等级。责任分解使每项风险都有明确的责任单位和对应负责人，避免出现无人负责的情况。预案制定对

高等级风险尤为关键，如汛期突水预案、设备故障应急预案、地质突发情况处理预案，通过措施提前确定，使工程在突发情况下能够迅速响应。监测指标体系构建用于对重点风险进行过程监控，通过水位、雨量、地表沉降、混凝土温度等指标进行动态采集，使管理人员及时发现风险变化趋势，提高预控主动性。

#### （三）多主体协同管理机制

水利工程参与单位众多，协同管理是进度控制的重要保障。建设单位承担统筹角色，需要明确整体目标和进度要求，协调资源和外部关系。监理单位负责监督各分项工程执行情况，及时向建设单位反馈风险信息，确保进度控制措施的落地。施工单位是执行主体，需按计划落实施工组织、设备投入和人员配置，并对进度偏差及时采取解决措施。设计单位参与工程变更、技术咨询和优化设计，对影响进度的技术问题及时解答。通过周例会、信息共享平台、问题联动机制等方式建立稳定协作关系，有助于减少沟通障碍，提高进度管理效率。

#### （四）数字化协同平台的构建

数字化协同平台能够实现进度管理的信息高效整合与实时共享。基于数字平台，可将建设、监理、设计、施工等单位接入统一系统，通过权限管理实现数据共享与同步更新，使各单位能够在同一界面查看进度状态、施工计划、风险预警和物料供应信息。平台可融合 BIM、GIS、无人机影像和传感器数据，为指挥调度提供可视化依据。资源调度模块能够根据任务量、设备利用率、材料库存等信息自动生成优化建议，提升资源配置效率。预警系统通过数据分析识别施工滞后、设备异常、水位变化等风险信号，及时提醒相关责任人处理。数字化协同平台的构建使进度控制实现从分散管理向一体化协同转变，显著提升施工组织效率与风险应对能力。

### 五、结语

水利工程施工进度管理是影响工程质量、安全与成本控制的重要环节。研究表明，系统化的计划编制、全过程动态监控、科学的偏差纠偏措施及完善的风险预控机制，是保障工期目标的关键。随着数字化技术的不断发展，基于 BIM、物联网与数据分析的智能化进度管理将成为未来趋势。通过多主体协同与信息共享，可显著提升水利工程施工管理的整体效率和可靠性。

### 参考文献

- [1] 孙卢喜. 农村水利工程施工管理中安全和质量控制策略研究 [J]. 水上安全, 2025, (14): 139-141.
- [2] 李惠君. 市政工程施工进度的管理与控制策略研究 [J]. 居业, 2024, (07): 190-192.
- [3] 王文婷. 水利工程施工管理影响因素与控制策略探究 [J]. 水上安全, 2024, (12): 25-27.
- [4] 苏成. 农村水利工程施工管理中的安全和质量控制策略 [J]. 水上安全, 2024, (08): 152-154.
- [5] 卜运涛. 简论水利工程施工管理特点及质量控制策略 [J]. 珠江水运, 2021, (19): 5-6. DOI: 10.14125/j.cnki.zjsy.2021.19.002.
- [6] 孙卫东. 水利工程施工管理特点及质量控制策略分析 [J]. 农业科技与信息, 2021, (05): 120-121. DOI: 10.15979/j.cnki.cn62-1057/s.2021.05.052.
- [7] 钱立斌. 水利工程施工管理特点及质量控制策略 [J]. 居舍, 2021, (07): 141-142.
- [8] 池邦川. 大型建筑工程施工现场管理及进度控制策略分析 [J]. 产品可靠性报告, 2025, (09): 140-142.