

水利工程施工进度控制方法及其优化对策

文 / 尹兴国 安徽省宏远建设项目管理有限公司

摘要：为有效控制水利工程施工进度，保障项目顺利实施，文章分析了水利工程施工进度控制相关内容。阐述了水利工程施工的复杂性以及施工进度对项目在多维度上的影响，表明施工进度控制的重要性。介绍了传统进度控制方法、现代进度控制方法和基于风险管理的进度控制方法。提出通过提高施工过程精细化管理、加强信息化技术应用、实施多方协同工作机制、强化风险应对与预警机制等优化对策。分析认为这些措施能提升水利工程施工进度控制水平，确保项目按计划推进。

关键词：水利工程；施工进度；进度控制方法；优化对策；施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.14.083

引言

水利工程作为国家基础设施建设的关键组成部分，对保障水资源合理利用、防洪减灾以及促进经济社会可持续发展起着举足轻重的作用。然而，水利工程施工具有显著的复杂性，其涉及众多专业领域的交叉作业，施工环境常面临地形、地质、水文等诸多复杂因素的影响。在实际施工过程中，施工进度的有效控制成为一大挑战。若施工进度失控，不仅会导致工程成本大幅增加，如设备闲置费用、人工窝工费用等，还可能错过最佳施工时段，影响工程质量，甚至威胁到周边居民的生命财产安全。此外，施工进度延误还会对整个水利工程的社会效益产生负面影响，无法及时发挥工程预期的灌溉、发电、供水等功能。因此，深入研究水利工程施工进度控制方法及其优化对策，具有极为重要的现实意义。

一、水利工程施工进度控制的重要性

（一）水利工程施工的复杂性

水利工程施工的复杂性体现在多个层面。从专业领域来看，它融合了岩土工程、结构工程、水力学、机械工程等众多专业知识。例如在大坝建设中，岩土工程专业负责基础处理，确保大坝基础稳固，能承受巨大压力；结构工程专业则致力于设计合理的坝体结构，保障其在各种工况下的安全性；水力学专业需精确计算水流对大坝的作用力，以此优化坝体形态和泄洪设施设计；机械工程专业则为施工提供各类先进机械设备，并保障其稳定运行。这些专业相互交织，任何一个环节出现偏差，都可能影响整体工程进度。施工环境同样复杂多变。地形上，水利工程可能建于山区、平原或峡谷等不同地形区域。在山区施工，道路修筑难度大，材料运输不便，且易受山体滑坡等地质灾害威胁；平原地区则可能面临软土地基问题，需进行特殊地基处理。地质条件方面，不同的地层结构和岩石特性，对基础施工工艺和难度有着决定性影响。而水文因素更是关键，河流的水位变化、流量大小、水质情况等，不仅影响施工方案的制定，还对施工时间窗口有着严格限制，如在洪水期某些作业必须暂停，这无疑增加了施工进度控制的难度。

（二）施工进度对项目的多维度影响

施工进度对水利工程项目有着广泛而深刻的多维度影响。在成本维度，进度失控将导致成本大幅攀升。设备闲置会产生额外的租赁或折旧费用，例如大型挖掘机、起重机等，每日的闲置成本高昂。人工窝工现象也会造成人力成本浪费，工人虽未有效工作，但仍需支付工资。而且，进度延误可能致使工程变更增加，如为追赶进度可能需要采用更昂贵的施工工艺或增加资源投入，这些都直接加重了项目成本负担。在质量维度，施工进度与质量紧密相关。若盲目追赶进度，很可能忽视施工质量标准^[1]。例如在混凝土浇筑过程中，若缩短振捣时间，虽能加快施工速度，但会导致混凝土内部不密实，降低结构强度，影响工程耐久性。错过最佳施工时段同样会对质量产生不良影响，如在低温季节进行混凝土施工，若未采取恰当的保温措施，混凝土的凝结和硬化过程会受到干扰，容易出现裂缝等质量缺陷。从社会效益维度而言，施工进度延误将使水利工程无法及时发挥其应有的功能。灌溉功能无法按时实现，会影响农作物生长，进而影响农业生产和农民收入；发电功能延迟投入使用，将减少电力供应，对周边地区的工业生产和居民生活用电造成不利影响；供水功能受阻，则可能导致居民用水紧张，影响社会稳定。

二、水利工程施工进度控制方法

（一）传统进度控制方法

传统进度控制方法中，横道图应用广泛。它以时间为横轴，施工活动为纵轴，通过条状图形直观展示各施工任务的开始时间、结束时间及持续时长。在水利工程中，像河道整治工程，利用横道图能清晰呈现河道清淤、护岸修筑等各项工作的时间安排，施工人员可一目了然地知晓工程进度计划。但横道图也存在明显局限性，它难以体现各项施工活动之间的逻辑关系，当某一环节出现延误时，很难快速判断对整体进度的影响程度。还有关键路径法，通过确定工程网络计划中的关键路径，明确哪些工作是影响工程总工期的关键工作。例如在大坝建设中，基础施工、混凝土浇筑等工作往往构成关键路径。

一旦关键路径上的工作延误,就会直接导致总工期延长。利用关键路径法,管理者可以集中资源优先保障关键工作的顺利进行,合理调配资源,提高施工效率。不过,关键路径法在实际应用中,对数据准确性要求较高,若工作时间估算不准确,可能导致关键路径判断失误。

(二) 现代进度控制方法

现代进度控制方法里,项目管理软件得到大量应用。这类软件功能强大,能整合项目信息,如 Primavera P6 软件,可对水利工程的各项任务、资源分配、进度计划等进行全面管理。它能根据输入的任务逻辑关系和时间参数,自动生成详细的进度计划,并实时更新进度数据。通过软件的可视化界面,管理者能直观看到工程进度的动态变化,及时发现进度偏差并采取调整措施^[2]。同时,它还能进行资源平衡分析,优化资源分配,避免资源过度集中或闲置。基于 BIM (建筑信息模型) 技术的进度控制也是一大亮点。BIM 技术将水利工程的三维模型与施工进度信息相结合,形成 4D 模型。在施工过程中,利用 BIM 模型可以模拟施工进度,提前发现不同施工阶段可能出现的碰撞、冲突等问题。例如在水利枢纽工程中,通过 BIM 模型能清晰展示各建筑物的施工顺序及设备安装的时间节点(见图一),便于施工团队提前规划,优化施工流程,提高施工进度控制的精准度和协同性。



图一: 水利工程 BIM 模型

(三) 基于风险管理的进度控制

在风险管理的基础上进行进度控制,首先要识别水利工程建设全过程的风险。常见的风险有地质条件变更的风险,如施工过程中发现地质条件与勘察报告不一致,可能引起地基施工方案的变更,从而影响工程进度;天气方面,暴雨、洪水等恶劣天气可能导致施工延误,如水库建设,长期降雨将造成基坑积水(见图二)影响施工进度。风险识别之后,需要评价其发生的可能性和影响程度^[3]。针对不同的风险,应采取相应的对策。对于地质条件发生变化的风险,可以事先编制备用的施工计划,一旦出现问题,可以快速切换;针对天气方面的风险,要加强和气象部门的合作,提前得到准确的天气预报,在恶劣天气到来之前,做好施工设施的加固、施工材料的搬运等保护工作。在此基础上,构建风险预警机制,当风险指标到达预警阈值时,及时预警,提醒管理

人员采取相应措施,如加大资源投入、调整施工次序等,减少风险对施工进度的影响,保证项目顺利进行。



图二: 基坑积水

三、水利工程施工进度控制优化对策

(一) 提高施工过程的精细化管理

提高施工过程的精细化管理,需全方位、多环节协同推进。在施工计划制定阶段,对每个施工任务的拆解务必精细入微。以渠道衬砌工程为例,基槽开挖环节,要依据设计图纸精确计算开挖深度、宽度以及边坡坡度,结合地质条件确定合理的开挖方式,是采用机械开挖还是人工配合机械开挖,并为该子任务设定合理工期,明确由专业的土方施工班组负责。垫层铺设时,针对不同的垫层材料,如砂石垫层、灰土垫层,详细规定材料的配合比、铺设厚度以及压实度标准,安排经验丰富的施工人员进行操作,明确施工时间节点。混凝土浇筑工序更为关键,要严格控制浇筑温度,一般将温度控制在 5℃ -32℃ 之间,振捣时间根据混凝土坍落度和浇筑部位不同,控制在 10-30 秒,确保混凝土内部密实,无蜂窝、麻面等缺陷,明确浇筑的起止时间以及混凝土施工队伍的职责。伸缩缝处理则要对缝宽、止水材料的安装工艺等做出细致规定,指定专人负责。施工过程中的现场监督是精细化管理的重要保障^[4]。安排专业的质量检查员,对每一道工序进行旁站监督,对混凝土浇筑的各项参数进行实时监测记录,一旦发现参数偏离标准,立即责令施工人员整改。同时,依据施工进度计划,动态调整资源配置。在混凝土浇筑高峰期,提前一周与设备租赁公司沟通,调配足够数量的搅拌机,确保搅拌机的生产能力满足浇筑强度需求,提前安排运输车辆的行驶路线,避免交通拥堵影响混凝土运输,同时合理调配施工人员,确保各岗位人员充足且分工明确,避免因资源短缺造成施工停滞。

(二) 加强信息化技术的应用

信息化技术在水利工程施工进度控制中扮演着不可或缺的角色。以 Primavera P6 项目管理软件为例,在项目启动初期,将工程的各项任务、逻辑关系、时间参数以及资源分配等信息详细录入软件系统,构建全面的项目进度模型。随着施工的推进,现场施工人员通过手持

终端设备实时采集施工数据,如每日完成的工程量、实际施工时间等,上传至软件系统。管理者无论身处办公室还是施工现场,都能通过电脑或移动终端随时随地登录系统,查看工程进展的实时动态。当系统监测到某一施工任务的实际进度与计划进度出现偏差时,能自动生成偏差分析报告,从资源投入、施工工艺、外部环境等多个维度分析原因,为管理者决策提供依据。借助物联网技术,在施工设备如挖掘机、装载机以及材料存储仓库中安装传感器。传感器能实时监测设备的运行状态,包括设备的工作时长、油温、油压、转速等关键参数,一旦设备出现异常,如油温过高、油压过低等情况,系统立即发出警报,提醒设备维修人员及时进行检修,避免设备突发故障导致施工中断。对于材料库存,传感器能实时反馈材料的库存数量,当某种材料库存低于设定的安全库存时,系统自动向物资采购部门发出补货提醒,确保材料供应及时,避免因材料短缺影响施工进度。此外,基于BIM技术的可视化管理优势明显^[5]。通过构建水利工程的三维BIM模型,并将施工进度信息与之关联形成4D模型,各参与方,无论是建设单位、设计单位还是施工单位,都能直观地看到工程在不同时间节点的建设状态。

(三) 实施多方协同工作机制

水利工程参与主体众多,实施多方协同工作机制是保障施工进度的必然要求。建设单位作为项目的发起者和推动者,要充分发挥主导作用。每周定期组织设计单位、施工单位、监理单位召开工程协调会议,在会议上,各方汇报上周工作进展以及遇到的问题。例如,施工单位提出在基础施工过程中发现地下存在不明障碍物,影响施工进度,建设单位应立即组织设计单位和相关专家到现场勘查,共同商讨解决方案,设计单位根据实际情况调整基础设计方案,确保施工顺利进行。设计单位与施工单位的密切沟通尤为关键。在施工过程中,施工现场的实际情况可能与设计图纸存在差异,施工单位一旦发现问题,应及时反馈给设计单位。比如在河道整治工程中,施工单位发现实际河道地形与设计图纸不符,水流情况也与预期有偏差,设计单位接到反馈后,迅速组织设计人员到现场重新测量、调研,根据实际情况及时对河道护岸设计、水流疏导方案等进行优化调整,避免因设计与实际脱节导致施工延误。施工单位内部各部门同样需要协同配合,工程技术部门负责制定详细的施工技术方案,为施工提供技术支持;物资采购部门根据施工进度计划,提前采购所需材料和设备,保障物资供应;质量安全部门则全程监督施工质量和安全,确保施工符合规范要求。监理单位要严格履行监督职责,依据工程质量验收标准和施工进度计划,对施工进度、质量进行全面把控。在日常巡查中,若发现施工单位存在施工质量问题,如混凝土强度不达标,或施工进度滞后,要及时下达整改通知,督促施工单位限期整改。

(四) 强化风险应对与预警机制

强化风险应对与预警机制,首先要构建完善的风险评估体系。除了传统的地质、天气风险外,要充分关注政策法规变化、市场价格波动等风险因素。对于地质风险,在项目前期详细勘察地质情况,根据不同的地质类型,如软土地基、岩石地基,评估施工难度和可能出现的问题,制定相应的应对预案。对于天气风险,通过收集多年的气象数据,结合施工地区的气候特点,分析不同等级暴雨、洪水、台风等恶劣天气出现的概率以及对施工进度的影响天数。例如,经分析得出在每年的雨季,该地区可能出现3-5次暴雨天气,每次暴雨会导致室外施工停滞2-3天。对于政策法规变化风险,密切关注国家和地方有关水利工程建设政策法规调整,评估政策变化对工程审批流程、施工规范等方面的影响。市场价格波动风险方面,重点关注钢材、水泥、砂石等主要建筑材料的价格走势,通过分析历史价格数据和市场供需关系,预测价格波动趋势。建立风险预警模型是关键环节。利用大数据和人工智能技术,整合施工过程中的各类数据,包括施工进度数据、设备运行数据、材料价格数据、气象数据等,对风险指标进行实时分析。当风险指标接近预警阈值时,系统通过短信、邮件等多种方式及时向管理者发出预警信息。例如,当监测到连续降雨天数接近可能引发洪水的预警天数时,系统自动向项目负责人、施工人员以及相关部门发送预警短信,提醒做好防洪准备。

结语

综上所述,水利工程施工进度控制至关重要。其施工复杂性高,施工进度影响项目多维度成效。当前,传统与现代进度控制方法以及基于风险管理的进度控制方法并存。通过提高施工精细化管理、加强信息化应用、实施多方协同及强化风险应对等优化对策,能有效提升进度控制水平。未来,随着科技发展,应进一步探索更高效精准的进度控制手段,深度融合新技术,加强各方协作,不断完善风险防控体系,为水利工程建设的高效推进提供坚实保障。

参考文献

- [1] 吴佳辉. 试论水利工程施工监理质量和进度控制要点[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (32): 214-216.
- [2] 韩子昌. 水利水电工程施工管理存在的问题与对策研究[J]. 水上安全, 2024, (14): 160-162.
- [3] 鲁智国. 水利工程施工中的进度控制与成本管理研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(03): 155-157.
- [4] 王烁然. 水利工程施工监理质量和进度控制对策研究[J]. 工程建设与设计, 2023, (04): 235-237.
- [5] 王喆. 浅谈水利工程质量安全管理与施工进度控制[J]. 农业科技与信息, 2021, (03): 111-112.

作者简介:尹兴国(1969.01-),男,汉族,安徽滁州人,工程师,专科学历,研究方向:水利水电工程。