

水利工程 EPC 项目进度管控与优化策略研究

李刚

513426*****0513

摘要: 随着我国水利基础设施建设的快速发展,工程总承包(EPC)模式以其集成化管理、责任主体单一、利于投资控制等优势,在大型复杂水利工程中得到广泛应用。进度管理作为EPC项目的核心主线之一,直接关系到项目的经济效益、资源效能与整体成功。然而,水利工程具有规模宏大、技术复杂、环境敏感、地质条件多变、参与方众多等特点,其EPC项目进度管控面临传统管理模式与新技术的融合挑战,以及内外部多重风险的冲击。本文旨在探讨水利工程EPC项目进度管控的核心意义,系统分析当前进度管控实践中存在的突出问题,如BIM应用深度不足、地质数据时效性滞后、供应链衔接不畅及作业面协调低效等。在此基础上,针对性提出以信息技术为驱动的优化策略,包括构建动态BIM进度模拟系统、建立地质数据实时更新机制、优化设备采购全流程管控,以及完善交叉作业面数字化协调平台。本研究旨在为提升水利工程EPC项目进度管理的科学性、精准性与抗风险能力,实现项目高效、顺利交付提供理论参考与实践路径。

关键词: 水利工程; EPC模式; 进度管控; BIM技术; 优化策略; 协同管理

DOI: 10.64216/3080-1508.26.03.034

引言

水利工程作为关乎国计民生的重大基础设施,具有防洪排涝、水资源配置、生态修复等多重战略功能。为应对传统设计-招标-建造模式带来的设计与施工脱节、变更频繁、责任不清等弊端,EPC总承包模式因其整合设计、采购、施工全过程,强调总承包商单一责任与集成化管理优势,在水利工程建设领域日益受到青睐。在EPC模式下,总承包商对项目成本、质量、安全、进度负总责,其中进度管控不仅是合同履约的关键,更是实现成本控制、资源优化配置和风险管理的基础。有效的进度管理能确保项目在预定工期内完成,避免工期延误导致的成本超支、合同纠纷及社会效益延迟。因此,深入剖析水利工程EPC项目进度管控的内在要求与现实困境,探索适应其特点的优化策略,对提升项目管理水平、保障工程顺利实施具有重要的现实意义。

1 水利工程 EPC 项目进度管控意义

水利工程EPC项目进度管控并非简单的工期安排与跟踪,它是一个涉及多方协同、资源动态配置与风险前瞻应对的系统工程。其核心意义主要体现在三个方面。首先,进度管控是保障项目各类资源配置得以高效利用的根本前提。水利工程EPC项目投入资金巨大,涉及大量的人力、机械设备、建筑材料以及资金流。科学严谨的进度计划是资源采购、调拨、投入的基础依据。通

过精细化的进度安排,可以实现土方开挖、混凝土浇筑、金属结构安装等关键工序所需资源的准时化供应,避免设备闲置、人员窝工或材料堆积,从而最大限度地降低资源浪费,控制工程成本。缺乏有效的进度控制,极易导致资源调配混乱,或为追赶工期而盲目增加资源投入,造成经济效益的损失。

其次,有效的进度管控对于维护项目各参与方,包括业主、EPC总承包商、分包商、设计单位、供应商、监理单位等之间的协同合作关系至关重要。EPC模式虽由总承包商统筹,但项目成功依赖于所有参与方的紧密配合。一个清晰、稳定且得到各方共识的进度计划,是协同工作的“共同语言”和时间基准。它明确了各方的接口时间、交付物节点与协作要求。当进度管控有力,信息沟通顺畅时,各方能基于共同目标有序推进工作,减少推诿和冲突^[1]。反之,进度失控常引发连锁反应,如设计图纸延误影响采购和施工,设备交付延迟导致安装作业停滞,进而引发各方之间的责任纠纷与索赔,破坏合作氛围,最终损害项目整体利益。

最后,强有力的进度管控体系是提升项目整体抗风险能力的关键环节。水利工程施工环境开放,受不可预见的地质条件变化、极端气候、复杂水文情况以及政策市场波动等风险因素影响极大。一个健全的进度管控系统不仅包含基准计划,更应具备动态监控、偏差分析与预警纠偏功能。通过对进度执行情况的实时跟踪,管理

者能够尽早识别潜在延误风险,评估其对关键路径的影响,从而有机会提前采取应对措施,如调整施工顺序、优化工艺或启动应急预案。这种主动的风险管理能力,能将不确定性因素的负面影响降至最低,确保项目在面对干扰时仍能保持总体进度的稳定,或能以最小代价恢复正轨。

2 水利工程 EPC 项目进度管控中存在的问题

尽管进度管理的重要性已被广泛认知,但在水利工程 EPC 项目实践中,仍存在诸多制约进度管控效能发挥的突出问题。

其一,BIM 模型与施工进度计划匹配度不足,未能实现真正的 4D 动态管控。当前,许多项目虽已引入建筑信息模型(BIM)技术,但其应用多停留在三维可视化展示、碰撞检查等设计阶段,与进度管理的融合深度不够。BIM 模型构件与进度计划中的工作任务项(WBS)关联薄弱或缺失,导致模型无法随实际进度动态更新和可视化反映。这造成“两张皮”现象:进度计划是一套文字图表系统,BIM 模型是静态的几何模型,两者脱节。项目管理者难以直观、快速地理解复杂结构的施工逻辑和当前进展,也无法通过模拟提前发现进度计划中存在的空间冲突、逻辑矛盾,使得 BIM 技术在进度预控和过程模拟方面的巨大潜力未能充分发挥。

其二,地质勘察数据的时效性对施工进度影响显著,且风险常被低估。水利工程,尤其是坝基、隧洞、边坡等工程,其施工进度严重依赖准确的地质信息。然而,传统地质勘察通常在详细设计阶段完成,提供的是离散点的“静态”数据。实际开挖过程中揭示的地质条件,如断层、软弱夹层、涌水等,常与勘察报告存在差异。由于缺乏实时地质信息更新与反馈机制,这些未预见的地质情况往往导致施工方案被迫临时调整,如变更支护方式、修改开挖断面,甚至停工进行补充勘察,造成关键线路工作停滞,工期延误难以预估。地质不确定性成为水利工程进度管理中最大的“黑箱”风险之一^[2]。

其三,大型专用设备采购与施工关键节点衔接存在偏差。水利工程涉及大量定制化、非标的大型设备,如水轮机、发电机、大型闸门、启闭机等,其采购周期长、制造工艺复杂、运输要求高。在实际管理中,设备采购计划与详细施工进度计划的联动往往不够紧密。设计参数确认延迟、制造商排产计划变化、国际运输清关受阻等因素,都可能导致设备无法按需到场。设备交付的延

迟,会直接导致后续安装、调试工序的整体推迟,且难以通过增加普通劳动力来弥补,对总工期的影响是致命性的。同时,设备到场后的仓储、保管与现场安装条件的协调也常出现问题,进一步影响进度。

其四,多专业、多标段交叉作业面协调机制运行低效。水利工程现场往往是多工作面、多工种、多分包单位平行与交叉作业。例如,在电站厂房施工中,土建、机电安装、金属结构安装、装修等专业深度交叉。传统的协调方式主要依赖定期例会、图纸会审和现场调度,信息传递滞后,沟通效率低下。当某个作业面的进度发生偏差或进行设计变更时,其影响往往不能迅速、准确地传递到相关作业方,容易导致后续工序等待、返工甚至安全事故。这种协调低效不仅造成局部工期损失,还可能引发连锁反应,打乱整体施工节奏,增加现场管理的复杂度与冲突^[3]。

3 水利工程 EPC 项目进度管控优化策略

针对上述问题,需结合水利工程 EPC 项目特点,以数字化、集成化、精细化为导向,实施以下优化策略。

3.1 构建动态 BIM 进度模拟系统,推动 4D/5D 深度应用

打破 BIM 与进度计划间的壁垒,是提升管控可视化与前瞻性的关键。应着力构建集成化的项目管理平台,实现 BIM 模型构件与项目 WBS 及进度计划任务的强关联。在计划阶段,利用 4D-BIM 技术进行施工过程的可视化模拟,直观检验施工逻辑的合理性,提前识别空间与时间冲突,优化施工方案和总平面布置。在实施阶段,将进度计划与 BIM 平台集成,通过移动端或物联网设备采集现场实际进度数据,自动或半自动更新模型构件的完成状态,生成与计划对比的“色块图”或进度模拟动画。这使得项目管理者能“一眼看清”全局进展与偏差,决策支持从“基于报表”转向“基于可视化模型”。进一步,可探索向 5D(成本)拓展,实现进度与资源的联动分析。

3.2 建立地质勘察数据实时更新与协同机制

为应对地质不确定性风险,必须建立从勘察到施工的闭环数据流。首先,在勘察阶段,应采用数字化勘察技术,建立初始三维地质模型。其次,也是更关键的一步,是在施工过程中实施“信息化施工”或“动态设计”策略。利用随钻测量、地质雷达、无人机摄影测量、传感

器监测等技术手段,对开挖揭露的地质界面、岩体参数、地下水情况进行实时采集与数字化记录。这些数据应即时反馈至统一的项目信息平台,并用于动态更新三维地质模型^[4]。更新后的模型同步共享给设计、施工和监理团队。设计方可根据新地质条件快速评估并调整支护参数或局部结构设计;施工方可据此优化开挖方法与施工工艺。通过构建“施工-监测-地质模型更新-设计反馈-施工调整”的实时循环,将地质风险从被动应对转为主动管理,减少因地质突变造成的进度停滞。

3.3 优化设备采购全流程协同管控体系

将设备采购纳入项目整体进度网络进行一体化管理。在项目初期,即制定详尽的《设备采购与供应专项计划》,明确从技术规格书确定、招标采购、合同签订、工厂制造、监造、出厂检验、运输、清关到现场仓储、安装调试的全过程关键节点,并将其作为子网络与主体施工进度计划紧密关联,设置合理的浮动时间。关键在于建立采购与施工管理的协同平台,实现信息透明共享。设计进度直接影响设备技术参数冻结时间,需加强设计与采购的早期互动。利用供应商门户或物联网技术,对关键设备在制造厂的生产进度、重要试验节点进行远程监控,提前预警潜在延误。同时,将大型设备运输物流信息集成到项目看板中,并与现场土建接口条件的准备情况进行联动核查,确保设备“到场即可安装”,实现供应链与施工链的无缝衔接。

3.4 完善基于数字化平台的交叉作业面协调管理

搭建统一的数字化项目协同管理平台,作为所有作业面协调的核心工具。该平台应集成共享的 BIM 模型、最新图纸、进度计划、技术交底、施工指令、质量安全记录等信息。各分包单位通过平台终端接收任务、上报每日工作完成情况、提交工序报验申请及提出协作需求^[5]。当某一作业面进度变更或发生设计变更时,相关影响信息可通过平台任务关联和通知功能,自动推送至受影响的其他作业方负责人,并要求确认。利用平台的“任务看板”功能,可以直观展示各交叉作业面的当前状态、依赖关系和瓶颈。通过这种透明化、即时化的信息传递

与任务驱动模式,取代大量低效的口头协调和会议,大幅提升现场决策和响应速度,确保交叉作业有序、高效推进。

同时,平台可引入智能冲突检测算法,基于各作业面提交的周/日施工计划和 BIM 模型空间信息,自动识别潜在的空间占用冲突、工序逻辑矛盾或资源竞争问题,并提前发出预警。对于协调过程中形成的决议和调整方案,自动记录并生成协调纪要,形成可追溯的协调闭环。

4 结论

水利工程 EPC 项目的成功实施,离不开高效、精准的进度管控。本文分析了进度管控在保障资源高效利用、维护多方协同、提升抗风险能力方面的重要意义。同时,指出当前实践中面临的核心挑战: BIM 应用与进度管理脱节、地质数据时效性不足制约施工、设备采购与施工衔接偏差以及交叉作业协调低效。这些问题反映了传统管理方式与复杂工程需求之间的鸿沟。为应对这些挑战,优化策略的核心在于拥抱数字化转型,推动管理创新。通过构建动态 BIM 进度模拟系统,实现进度管理的可视化与可模拟;通过建立地质数据实时更新机制,将地质风险纳入动态受控范围;通过优化设备采购全流程协同,强化供应链与施工链的整合;通过完善数字化协调平台,提升多作业面协同效率。这些策略相互关联、相辅相成,共同构成一个以数据驱动、信息共享、协同作业为特征的现代水利工程 EPC 项目进度管控体系。

参考文献

- [1] 申芳,郭卫坤. 水利工程 EPC 项目进度管控与优化策略研究[J]. 新疆钢铁, 2025, (04): 78-80.
- [2] 商丽楠. 水利 EPC 总承包项目施工降本创效研究[J]. 企业改革与管理, 2025, (20): 136-138.
- [3] 刘松. 水利工程项目施工成本管控体系研究[J]. 黑龙江水利科技, 2025, 53(10): 168-171.
- [4] 冯守正. 水利工程 EPC 项目成本管控与风险管理的应用研究[J]. 水上安全, 2025, (19): 25-27.
- [5] 王晔,谷黎明,张艳锋. 限额设计在 EPC 水利工程中的管控应用[J]. 红水河, 2025, 44(05): 44-48.