

交通工程施工进度控制方法研究

董永柯

德州市公路事业发展中心平原分中心 山东 德州 253100

摘要: 交通工程施工进度控制对工程效益影响重大。本文聚焦进度控制,从时间、资源、风险维度剖析核心要素,构建包含传统方法优化、现代技术融合、动态调整机制的方法体系,探讨进度与成本、质量、安全的多目标协同,提出组织结构优化、人员能力提升、沟通协调机制等组织保障措施,为交通工程施工进度控制提供全面参考。

关键词: 交通工程;施工进度控制;多目标协同;组织保障

引言:交通工程建设对地区发展意义重大,施工进度控制是关键环节。科学有效的进度控制能保障工程按时交付,降低成本,提升质量与安全水平。但交通工程复杂,受多种因素影响,进度控制难度大。研究其控制方法,对提升交通工程建设管理水平,推动行业高质量发展具有重要现实意义。

1 交通工程施工进度控制的核心要素

1.1 时间维度控制

交通工程施工进度管理的时间维度控制以关键路径法为技术基石。该方法通过解析工序间的逻辑依赖关系,锁定影响总工期的核心工序链^[1]。在道路工程中,基层处理、结构层摊铺、面层施工等环节的技术间歇要求需精确计算,确保各阶段衔接紧密。时间缓冲设计遵循动态平衡原则,在非关键路径与关键路径交汇处预留调整空间,数值依据工序时差参数动态确定。当关键路径出现延误时,可通过压缩非关键路径工序时间或优化工序组合实现工期补偿。多阶段衔接优化需建立时序关联模型,重点处理路基与路面施工转换、桥梁下部与上部结构搭接等关键节点,采用工序重叠、平行作业等方式缩短衔接周期,提升整体施工效率。

1.2 资源维度控制

资源维度控制强调人力、设备、材料三类资源的协同管理。人力资源配置需匹配工序技术复杂度,建立技能等级与岗位需求的映射关系,通过交叉培训提升人员多岗位适应能力。设备资源调配遵循效率优先原则,根据施工部位空间特征选择机型规格,采用设备共享机制提高利用率。材料供应管理实施全流程监控,从原材料采购、运输仓储到现场配给建立动态台账,重点管控水泥稳定碎石等时效性材料的库存周转。资源冲突识别通过构建负荷矩阵实现,对同时段需求超出供给能力的工序进行标注。优先级判定依据工序关键性、资源替代可能性、延误后果严重性三个维度综合评估。弹性调配机

制包含预储备方案与应急流程,资源短缺时优先从非关键路径抽调,次选备用供应商或租赁设备,确保施工连续性。

1.3 风险维度控制

风险维度控制聚焦施工周期不确定性管理。自然环境风险包括极端天气引发的停工、地质条件突变导致的设计变更;供应链风险涵盖原材料短缺、设备故障等。预警体系构建以数据采集网络为基础,通过现场传感器实时监测温湿度、风速、设备运行参数等指标,超阈值时自动触发预警信号。例如,当风速超过10米/秒时,自动触发高处作业停工预警;设备运行温度超过80摄氏度时,触发设备故障预警。响应流程采用分级处置机制,根据风险等级匹配应对资源与处置时限。将风险等级划分为一级、二级、三级,一级风险需在1小时内响应,调配5名专业人员和2台应急设备处理;二级风险需在2小时内响应,调配3名专业人员和1台应急设备;三级风险需在4小时内响应,调配1名专业人员初步处理。应对策略预案化编制包含技术方案库与资源保障清单,技术方案涵盖工序调整、工艺改进等措施,资源保障清单明确备用设备型号、应急材料储备量等关键参数。备用设备型号根据常用设备型号确定,如备用起重机起重量50吨;应急材料储备量根据工程规模和进度确定,如储备50吨水泥应急。灵活性设计体现在预案的模块化组合能力,可根据风险特征快速拼接适配方案,避免单一预案局限,提升风险应对精准度与实效性。

2 交通工程施工进度控制方法体系

2.1 传统方法优化

传统进度控制方法在交通工程中通过技术升级焕发新活力。甘特图的应用突破基础排期功能,通过多层次任务分解将复杂工程拆解为可量化单元,工序间的逻辑依赖关系以可视化线条标注,使进度脉络更清晰。例如,将一个桥梁工程拆解为20个子任务,每个子任务再

进一步细分为3-5个具体工序,通过甘特图清晰展示各工序的起止时间和先后顺序^[2]。双代号网络图优化聚焦虚工序处理与节点编号规则,消除传统绘制中的冗余信息,提升时间参数计算精度。优化后的双代号网络图使用时间参数计算误差控制在1天以内。单代号搭接网络则通过引入完成到开始、开始到开始等搭接关系,更精准地描述交通工程中多工序并行作业的时序特征。如在一个道路拓宽工程中,利用单代号搭接网络描述边沟开挖与路基填筑的并行作业关系,使施工安排更加合理。里程碑控制法强化关键节点管理,将桥梁合龙、路面贯通等标志性事件作为进度管控基准,通过前置条件检查与后置成果验收确保阶段目标达成,形成以点带面的控制格局。例如,在桥梁合龙前,需提前3天完成合龙段的钢筋绑扎和模板安装等前置条件检查,合龙后2天内完成质量验收。

2.2 现代技术融合

现代信息技术为进度控制注入智能基因。BIM技术通过构建四维进度模型,将时间维度与三维空间模型深度融合,实现虚拟建造与实际施工的同步推演,提前发现工序冲突与资源瓶颈。物联网技术部署于施工现场的各类传感器形成感知网络,实时采集设备运行状态、材料消耗量、环境参数等数据,为进度监控提供动态数据源。大数据分析平台整合历史项目数据与实时监测信息,运用机器学习算法挖掘进度延误规律,建立预测模型对潜在风险提前预警,辅助决策层制定预防性措施。云计算技术支撑多参与方协同工作,打破信息孤岛,实现设计、施工、监理等单位的数据共享与流程协同。

2.3 动态调整机制

动态调整机制构建于实时监测与快速响应基础之上。进度偏差识别系统通过对比计划值与实际值,区分关键路径偏差与非关键路径偏差,关键路径偏差直接关联总工期,需立即采取纠正措施,非关键路径偏差则在时差范围内允许适度浮动。调整策略库包含工期压缩、资源重新分配、工序逻辑重构等多元化方案,工期压缩通过优化施工方案或增加资源投入实现,资源重新分配依据优先级原则从非关键路径向关键路径倾斜,工序逻辑重构则通过调整搭接关系或并行作业模式缩短关键路径长度。调整效果评估采用动态循环模式,每次调整后重新计算时间参数与资源负荷,根据评估结果决定是否启动下一轮调整,形成闭环控制体系。

3 交通工程施工进度控制的多目标协同

3.1 进度-成本协同控制

进度与成本的协同管理需建立动态关联模型,通过

量化资源投入与工期变化的数学关系,揭示两者间的制约规律。资源投入增加虽可缩短工期,但边际效益呈递减趋势,当资源投入超过临界值后,工期压缩效果显著弱化,甚至引发成本非线性增长^[3]。协同控制策略制定需兼顾效率与经济性,采用分阶段调控模式:在工程初期优先保障关键路径资源供给,通过优化施工方案实现工期突破;中期引入成本预警机制,当资源投入接近效益拐点时暂停追加投入,转而挖掘非关键路径的潜力;后期通过工序衔接优化与资源周转率提升降低闲置成本。实施过程中需建立动态反馈机制,根据实际进度与成本偏差及时调整控制参数,确保双目标始终处于可控范围。

3.2 进度-质量协同控制

质量标准对进度的影响呈现非线性特征,高标准要求往往伴随更严格的工序检验与返工风险,可能引发阶段性进度滞后。平衡质量检查与进度推进需构建弹性管理机制,将质量管控节点嵌入进度计划,根据工序重要性划分检查等级,对关键部位实施全过程跟踪检测,对非关键部位采用抽检与自检结合模式。权衡原则遵循“质量优先、进度适配”导向,当质量隐患可能引发系统性风险时,立即暂停进度推进直至隐患消除;对局部质量瑕疵且不影响结构安全的情况,在确保整改到位前提下允许适度进度补偿。决策方法采用多属性效用分析,将质量合格率、进度偏差率、成本变动率等指标纳入评估体系,通过加权评分确定最优控制方案。

3.3 进度-安全协同控制

安全措施对施工效率的影响具有双重性,规范的安全防护可减少事故停工,但过度防护可能限制作业空间与操作灵活性。安全风险与进度风险存在联动效应,高风险工序往往伴随更高的事故概率,一旦发生将导致局部甚至整体进度停滞。协同控制需嵌入安全冗余设计,在关键路径工序中预留安全缓冲时间,用于应对突发安全事件;对高风险作业编制专项安全进度计划,明确安全检查频次与整改时限,确保安全管控不突破进度底线。在关键路径的桥梁架设工序中预留2天的安全缓冲时间;对于高处作业等高风险作业,编制专项安全进度计划,规定每2天进行一次安全检查,整改时限为1天。实施中建立安全-进度联动预警机制,当安全风险指数超过阈值时自动触发进度调整程序,通过缩减单日作业量、增加安全监护人员等措施降低风险等级,同时动态评估调整对总工期的影响,在安全保障与进度目标间寻求最优平衡点。

4 交通工程施工进度控制的组织保障

4.1 组织结构优化

进度控制专项小组的设立是组织保障的基础支撑。专项小组由技术、资源、风险等领域的专业人员构成,形成多维度管控合力。专项小组由8名专业人员组成,其中技术人员3名、资源管理人员2名、风险管理人员3名。技术成员负责工序逻辑梳理与进度计划编制,资源成员统筹人力设备调配,风险成员预判潜在干扰因素^[4]。职责划分遵循“专业对口、边界清晰”原则,技术成员主导进度方案优化,资源成员保障资源供给时效性,风险成员制定应急预案。技术成员每周制定1次进度方案优化建议;资源成员每天统计资源供给情况,确保资源按时到位;风险成员每3天进行一次风险预判,制定相应的应急预案。跨部门协作机制通过流程再造实现,建立进度控制与工程、物资、财务等部门的联动接口,明确各环节信息传递标准与响应时限。信息共享平台采用云端架构,集成进度计划、资源动态、风险预警等模块,数据流通实现实时更新与多端同步,确保各参与方获取信息的一致性。平台内置智能分析功能,可自动生成进度偏差报告与资源负荷图,为决策提供数据支撑。

4.2 人员能力提升

进度控制知识培训覆盖全员,内容涵盖网络计划技术、资源优化算法、风险评估方法等核心模块。考核机制采用“理论+实操”双维度评价,理论考试检验知识掌握程度,实操评估通过模拟项目检验方案制定能力。专业技能发展注重纵向深耕,针对不同岗位设置差异化培养路径,技术岗位强化进度模拟与优化能力,资源岗位提升资源调配与成本管控水平。综合素质培养聚焦横向拓展,通过跨部门轮岗、项目管理实训等方式,增强沟通协调与全局把控能力。激励机制设计融合物质奖励与精神激励,对提前完成关键节点的团队给予绩效加分与奖金激励,对提出创新控制方法的个人授予荣誉证书并在晋升评优中优先推荐,形成“比学赶超”的良性竞争氛围。对提前完成关键节点的团队,绩效加分5分,给予5000元奖金激励;对提出创新控制方法的个人,授予“创新之星”荣誉证书,在晋升评优中优先推荐。

4.3 沟通与协调机制

定期进度会议形成常态化沟通机制,会议频率根据工程阶段动态调整,前期以周会为主,高峰期增至日

会。工程前期每周召开1次进度会议,高峰期每天召开1次进度会议。议题设置聚焦进度偏差分析、资源冲突协调、风险应对策略等核心问题,避免泛泛而谈。每次会议安排30分钟进行进度偏差分析,20分钟进行资源冲突协调,20分钟讨论风险应对策略。进度信息展示采用可视化看板,通过甘特图、进度热力图、资源负荷曲线等形式直观呈现关键数据,看板内容随项目进展实时更新,确保信息时效性。可视化看板每2小时更新一次数据,展示甘特图、进度热力图和资源负荷曲线等关键信息。冲突解决机制建立分级响应流程,一般性分歧由专项小组内部协商解决,涉及多部门利益的复杂问题提交至项目管理层裁决。专项小组内部协商解决一般性分歧的时限为1天;提交至项目管理层裁决的复杂问题,在3天内给出裁决结果。裁决依据遵循“进度优先、兼顾公平”原则,在保障总工期目标前提下,平衡各方利益诉求。执行环节设置跟踪反馈节点,对裁决结果落实情况进行动态监控,确保冲突得到彻底化解。每2天对裁决结果落实情况进行一次跟踪反馈,确保冲突在5天内得到彻底化解。

结束语

交通工程施工进度控制是一个复杂且系统的工程。通过从核心要素把控、方法体系构建、多目标协同以及组织保障等多方面进行深入研究与实践,能够有效提升施工进度控制水平。在后续工程中,持续优化各环节措施,不断适应新情况、新问题,可保障交通工程按时、高质量完成,推动交通建设事业稳步发展。

参考文献

- [1]吴敏.基于BIM技术的市政道桥工程施工进度管理与控制研究[J].中州建设,2025(7):99-100.
- [2]杨世昆.基于BIM技术的工程项目施工进度计划编撰与优化[J].工程建设与设计,2024(10):107-109.
- [3]宋允丹.道路桥梁工程施工成本控制与研究[J].散装水泥,2024(3):204-206.
- [4]王强,段罗,孙怀杰,等.基于BIM技术的交通枢纽基坑群施工进度管理方法[J].项目管理技术,2024,22(9):118-123.