

# 探究公路工程施工管理的优化措施

牟存玉

重庆高速建设管理有限公司 重庆 401120

**摘要：**公路工程施工管理是融合技术统筹与动态调控的系统工程，当前依托BIM技术、模块化管理等实现创新，但仍存在管理体系不完善、资源配置不合理、安全管理不到位等问题。针对这些问题，可通过构建工序数字孪生系统、模块化责任矩阵，开发资源弹性调度模型、材料数字库存系统，部署智能安全防护系统等措施优化，同时应用数字孪生、智能装备集群等先进技术，推动工程高效、安全、绿色推进。

**关键词：**公路工程；施工管理；优化措施

## 引言

公路工程施工管理对工程效能、质量、安全等至关重要，现代管理已从传统模式向技术驱动转变，BIM技术、模块化管理等广泛应用。然而，实际中管理体系不完善、资源配置不合理及安全管理不到位等问题凸显，制约工程推进。本文旨在探究公路工程施工管理的优化措施，通过分析现存问题，结合先进技术与创新理念，提出针对性策略，为提升施工管理水平提供参考。

## 1 公路工程施工管理概述

公路工程施工管理是一项融合技术统筹与动态调控的系统工程，其核心在于通过科学的流程设计实现施工全周期的效能最大化，既要应对地质条件、气候因素等自然变量的干扰，又要协调材料供应、设备调度与人力配置之间的协同关系。现代施工管理已突破传统经验型模式，转而依托BIM技术构建三维可视化模型，将设计图纸转化为可模拟的施工场景，通过虚拟建造提前预判管线冲突、结构受力隐患等问题，使技术交底从抽象文字转化为具象化的工序推演，为施工方案优化提供数据支撑。施工组织设计的创新体现在时空维度的精细化拆分，将整体工程按作业面特性划分为若干个模块化施工单元，每个单元匹配专属的资源包与进度基准线，通过物联网设备实时采集各单元的混凝土养护温湿度、钢筋绑扎间距等关键参数，形成动态更新的施工信息看板，使管理人员能精准掌握各工序的衔接节点与资源余缺状态。这种模块化管理模式不仅缩短了工序转换的等待时间，还能根据实时数据调整人机配比，在隧道开挖与桥梁浇筑等交叉作业中实现空间资源的高效复用。风险管控体系正朝着主动预警方向升级，通过整合历史施工数据库与实时监测数据，建立基于机器学习的风险评估模型，对软基处理中的沉降速率、高边坡开挖的稳定性等指标进行趋势预测，当监测值接近预警阈值时自动触发

应急响应机制，联动调配备用支护材料与抢险设备，将传统的事后处置转变为事前干预。绿色施工理念深度融入管理细节，通过优化混凝土配合比减少水泥用量，采用太阳能临时照明系统降低能耗，将施工扬尘、噪声等环境影响因子纳入量化考核体系，实现工程进度与生态保护的协同推进。

## 2 公路工程施工管理存在的问题

### 2.1 管理体系不完善

公路工程施工管理体系的不完善，犹如大厦缺乏稳固基石，严重影响工程的有序推进。在实际作业中，施工流程规划常呈现出模糊与混乱的状态。各工序间的先后顺序缺乏精准界定，致使施工中频繁出现等待或停工待料的情况。例如，在一些道路基层施工项目里，未充分考量材料运输时长与现场摊铺作业的衔接，材料供应滞后，导致摊铺机长时间闲置，不仅延误工期，还增加了设备的闲置成本。各施工环节的质量标准未能细化与明确，使得施工人员对质量把控尺度不一，部分环节质量达标困难，后续返工现象频发，既浪费资源又损害工程整体品质。管理职责划分同样存在诸多漏洞。不同部门与岗位间职责边界模糊不清，遇到问题时相互推诿责任的现象屡见不鲜。工程进度管控本应是多个部门协同的工作，但在实际操作中，工程部门认为进度延误是物资供应部门材料未及时到位所致，而物资部门则归咎于工程部门施工计划变更频繁，致使进度管理陷入混乱僵局，无人真正承担起进度推进的主导责任。信息传递渠道不畅通，施工一线的实际困难难以及时准确地反馈至管理层，管理层的决策指令也无法高效传达至基层，导致管理决策与现场实际脱节，施工管理的及时性与有效性大打折扣<sup>[1]</sup>。

### 2.2 资源配置不合理

资源配置不合理是公路工程施工中的一大顽疾，极大地制约了工程效率与效益。人力资源分配失衡问题突

出,部分施工区域或关键工序人员扎堆,工作任务不饱满,造成人力浪费;而部分偏远或复杂作业区域却人手短缺,施工进度缓慢。在桥梁建设项目中,主体墩柱施工阶段集中大量劳动力,而引桥附属结构施工时却因人员不足进展迟缓,整个项目工期被拉长。施工人员技能结构与工程需求不匹配,一些新兴工艺、复杂技术缺乏专业技能人员操作,只能依靠外聘专家临时指导,不仅增加成本,还难以保证施工的连贯性与稳定性。物力资源方面,材料管理混乱无序。材料采购缺乏精准计划,采购量要么远超实际需求,造成大量材料积压浪费,占用资金;要么采购量不足,频繁补货影响施工进度。材料存放也不规范,随意堆放,缺乏有效的防潮、防锈、防火措施,导致材料性能受损,如钢筋露天堆放生锈,水泥受潮结块,降低了材料质量,增加了工程质量隐患。机械设备配置同样不合理,设备型号与工程规模、施工工艺不契合,大型设备在小型工程中施展不开,小型设备在大型工程中又无法满足强度要求,设备的使用效率低下,频繁出现故障,维修成本居高不下。

### 2.3 安全管理不到位

安全管理不到位给公路工程施工笼罩上了一层阴霾,严重威胁施工人员生命安全与工程建设顺利进行。施工现场安全防护设施存在诸多缺失与缺陷。在一些深基坑作业区域,未按要求设置牢固的防护栏杆,周边警示标识模糊不清或数量不足,施工人员稍有不慎便可能坠入基坑,造成严重伤亡事故。高处作业平台脚手板铺设不严密、不牢固,安全网张挂不规范,一旦发生人员坠落,难以起到应有的防护作用。在临时用电方面,配电箱未按规定接地,电线私拉乱接现象严重,容易引发触电事故,威胁施工人员生命安全。施工人员安全意识淡薄也是一大突出问题。部分施工人员对安全操作规程熟视无睹,心存侥幸心理,违规冒险作业。在进行爆破作业时,未严格按照爆破流程操作,提前进入爆破区域;在高处作业时,不系安全带,随意攀爬脚手架。安全教育培训工作流于形式,培训内容枯燥乏味,缺乏针对性与实用性,未能真正让施工人员认识到安全施工的重要性,导致施工人员在实际操作中难以将安全要求转化为自觉行动。安全监督检查机制同样不够健全,监督检查人员专业素养参差不齐,检查工作走马观花,未能及时发现深层次的安全隐患。对于发现的安全问题,整改落实不到位,缺乏有效的跟踪复查机制,安全隐患屡禁不止,给公路工程施工带来极大的安全风险<sup>[2]</sup>。

## 3 公路工程施工管理优化措施

### 3.1 完善管理体系

(1) 构建工序数字孪生系统,将施工全流程拆解为可量化的工序节点,每个节点匹配三维模型中的空间坐标与时间参数,通过BIM技术关联材料进场、设备就位、人员配置等要素,形成动态工序网络。在路基碾压与路面摊铺的衔接中,系统可自动校验下承层平整度检测数据与摊铺设备参数的匹配度,当数据偏差超过阈值时自动推送调整方案,使工序转换从经验判断转变为数据驱动的精准对接。(2) 建立模块化责任矩阵,按施工单元划分责任区块,每个区块设置技术负责人、资源协调员、质量监督员等角色,通过区块链记录各角色的操作轨迹与数据提交记录,形成不可篡改的责任链。在桥梁预制梁施工中,从钢筋绑扎到混凝土浇筑的每个环节,责任矩阵都会实时更新质量检测数据与人员操作记录,实现问题追溯时的精准定位,避免责任推诿导致的管理内耗。(3) 搭建施工信息交互中台,整合物联网设备采集的实时数据与各工序提交的验收资料,采用自然语言处理技术将纸质单据转化为结构化数据,通过智能算法识别信息孤岛并自动建立关联。隧道施工中,中台可将掌子面掘进进度、初期支护强度、通风系统运行数据等跨系统信息进行融合分析,生成包含工序衔接建议的动态报告,确保管理层决策与现场实际的实时同步。

### 3.2 优化资源配置

(1) 开发资源弹性调度模型,基于施工单元的实时工作量与资源消耗速率,通过强化学习算法预测未来48小时的资源需求波动,自动生成人力、设备的动态调配方案。在路基土方作业中,模型可根据土壤含水率变化导致的压实效率差异,实时调整挖掘机与压路机的配比,当某作业面出现设备闲置时,自动匹配至需求缺口区域,实现设备利用率的动态平衡。(2) 构建材料数字库存系统,利用RFID标签记录每批材料的进场时间、性能参数、存放位置等信息,结合施工进度预测自动生成补货预警,通过智能算法优化材料堆放布局,使高频使用材料处于最近存取位置。对于沥青等时效性材料,系统可根据摊铺计划与材料保质期,精准计算最佳进场批次与数量,避免积压导致的性能衰减,同时减少库存占用的资金成本。(3) 建立技能人员动态数据库,记录施工人员的技能等级、过往施工表现、设备操作资质、培训经历及安全记录等全方位信息。运用聚类算法深度分析数据,科学划分技能模块,明确各模块技能关联与差异。当桥梁挂篮施工等特殊工序启动时,系统自动匹配具备相应经验的人员组合,并根据工序难度系数调整人力配置密度,实现技能与任务的精准匹配,减少外聘专家的依赖成本<sup>[3]</sup>。

### 3.3 加强安全管理

(1) 部署智能安全防护系统,在深基坑、高边坡等危险区域安装毫米波雷达与红外摄像头,通过图像识别技术实时监测人员违规行为与设备安全距离,当检测到风险时自动触发声光报警与区域封锁指令。高处作业中,系统可通过穿戴设备采集施工人员的动作姿态,识别未系安全带、违规攀爬等危险行为,同步推送预警信息至安全管理人员的移动终端,实现风险干预的即时响应。(2) 构建施工环境数字孪生体,融合地质勘察数据与实时监测信息,模拟不同工况下的安全风险演化过程,对隧道突水、边坡滑塌等潜在危险进行提前预判。在软基处理施工中,孪生体可根据沉降监测数据模拟未来15天的变形趋势,自动生成包含支护加固建议的风险应对方案,将被动防护转化为主动预防。(3) 开发安全行为分析模型,借助视频监控全方位捕捉施工人员的操作习惯,从动作幅度、操作顺序到操作时长等细节均详细记录,再结合历史事故数据,运用大数据分析精准识别不安全行为模式。据此针对性设计个性化风险提示方案。对于频繁违规用电操作的人员,推送含VR场景的培训,以沉浸体验强化意识,使安全规范从被动遵守转化为主动行为。

### 3.4 应用先进技术

(1) 推行施工全过程数字孪生技术,在工程开工前构建与实体工程1:1的虚拟模型,将设计参数、材料性能、施工工艺等数据集成到模型中,通过虚拟施工模拟不同方案的资源消耗与进度曲线,为施工组织设计提供多维度优化依据。在互通立交施工中,数字孪生可模拟不同匝道施工顺序对整体进度的影响,自动计算最优施工路径,减少交叉作业导致的工期延误。(2) 采用无人智能施工装备集群,整合自动驾驶摊铺机、无人机压实

度检测、智能张拉设备等自动化装备,通过5G技术实现设备间的实时协同,在路面施工中形成“摊铺-碾压-检测”的闭环作业链。智能装备可自动采集施工参数并上传至管理平台,当检测到沥青温度低于标准值时,自动调整摊铺机速度与压路机频次,确保施工质量的一致性与稳定性。(3) 建立施工碳足迹监测系统,通过传感器实时采集工程机械油耗、材料运输里程、电力消耗等数据,结合碳排放因子计算各工序的碳排放量,生成动态碳足迹图谱。系统可根据碳排放数据优化施工方案,如调整混凝土运输路线减少空驶里程,采用低能耗设备替代高耗能机械,在保证工程进度的同时实现低碳施工目标,为绿色工程评价提供量化依据<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述,公路工程施工管理需紧跟技术发展与创新,针对现存的管理体系、资源配置、安全管理等问题,借助数字孪生、物联网、人工智能等技术,实施工序数字孪生、资源弹性调度、智能安全防护等优化措施。这些措施能实现管理精准化、资源高效化、安全主动化,未来还需持续深化技术应用与体系完善,推动公路工程施工管理向更智能、绿色、高效的方向发展,保障工程建设质量与效益。

### 参考文献

- [1]张智慧.探究公路工程施工管理的优化措施[J].工程建设与设计,2025(8):244-246.
- [2]闫喜浩.探究公路工程建设施工现场的管理与优化[J].建筑工程技术与设计,2020(29):1133.
- [3]李鹏飞.探究公路工程建设施工现场的管理与优化[J].善天下,2020(12):745.
- [4]汤雅萌.公路工程施工安全管理措施[J].大武汉,2022(13):281-283.