

公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨

郭祎博

三门峡路桥建设集团有限责任公司 河南 三门峡 472000

摘要：本文围绕公路工程施工技术创新与管理策略展开探讨。在技术创新方面，聚焦路基、路面、桥梁涵洞及绿色施工等关键环节，分析了新材料、新工艺与智能化技术的应用路径。在管理优化方面，从施工组织、质量安全、成本进度等维度提出系统化管控策略。进一步阐述了技术创新与施工管理的融合机制，提出以技术赋能管理精细化，以管理保障技术有效落地，推动公路工程实现质量、效率与可持续性的协同提升。

关键词：公路工程；施工技术创新；施工管理策略；融合路径

引言：当前公路工程建设规模持续扩大，建设环境更趋复杂，新型建材与智能化设备广泛应用，对施工技术与管理提出更高要求。传统技术与管理模式已难以适配行业发展需求，技术滞后易导致施工效率低，管理不当可能引发质量安全问题。在此背景下，深入探讨施工技术创新方向与管理策略优化方法，以及二者融合路径，对解决公路工程施工实际难题、推动行业进步具有重要意义。

1 公路工程施工技术创新方向

1.1 路基施工技术创新

新型路基材料应用聚焦轻质高强材料研发，泡沫混凝土凭借密度低、强度高的特性适配填方路段，新型土工合成材料可增强路基整体抗裂性与稳定性。研发过程中需优化填料级配比例，结合现场施工条件调整压实工艺参数，通过多次试验确定最佳压实次数与压力值，进一步提升路基承载能力，减少长期使用中的变形风险。特殊地质处理技术针对不同地质条件优化方案，软土地基区域改进真空预压改良工艺，延长预压时间并精准控制真空度，增强地基固结效果；高填方路基采用分层填筑与沉降监测结合的方式，创新复合地基处理技术，通过添加加固材料改善地基土性质，有效控制路基沉降量，保障路基长期稳定。智能化施工技术助力过程管控，路基压实度实时监测设备可同步采集压实数据，生成压实度曲线，便于施工人员及时调整压实操作；路基沉降自动化监测系统通过布设传感器实现数据连续采集，数据传输至管理平台后可快速分析沉降趋势，避免人工监测的滞后性，实现施工过程参数精准把控。

1.2 路面施工技术创新

高性能路面材料研发注重环保与性能兼顾，温拌沥青通过添加改性剂降低拌和与施工温度，减少热能消耗与有害气体排放，橡胶沥青将废旧橡胶粉融入沥青，提

升路面抗老化与抗车辙能力^[1]。新型改性水泥混凝土中添加纤维材料，可增强路面抗裂性与抗疲劳性能，延长路面使用寿命。路面施工工艺优化围绕精度与效率提升，智能摊铺厚度控制技术通过传感器实时监测摊铺厚度，自动调整摊铺机参数，确保路面厚度均匀；多机组协同碾压方案明确各压路机行驶路线与碾压顺序，避免漏压与过压现象。层间粘结工艺优化需选用适配粘结材料，施工前清理下层路面杂物，保证层间粘结牢固，减少路面早期出现的推移、开裂等损坏问题。再生利用技术推动资源循环，沥青路面厂拌热再生需筛选废旧沥青料，控制再生剂添加量，确保再生沥青混合料性能达标；水泥混凝土路面破碎再生时需控制破碎颗粒粒径，合理搭配新骨料与水泥用量，提升废旧路面材料利用率，降低对天然资源的依赖。

1.3 桥梁与涵洞施工技术创新

预制装配技术推广工厂化生产模式，桥梁构件在工厂内按标准化流程预制，预制梁与预制墩柱生产过程中严格控制钢筋绑扎精度与混凝土浇筑质量，减少现场施工受环境因素的影响。现场拼装阶段优化灌浆套筒连接工艺，确保套筒内灌浆饱满，预应力张拉技术需精准控制张拉应力与伸长量，保障构件连接强度，大幅缩短现场施工周期。新型支护与浇筑技术保障结构安全，桥梁基坑支护中新型钢板桩采用更优截面设计，提升抗拔与抗剪能力，地下连续墙优化成槽工艺与混凝土浇筑顺序，减少墙体渗漏风险。大体积混凝土浇筑时应用智能温控系统实时监测内部温度，预埋冷却水管按合理间距布置，通过循环水降低混凝土内部温差，避免温度裂缝产生。智能化监测技术实现可视化管控，BIM技术构建桥梁三维模型，物联网设备采集构件安装数据，与模型比对可及时发现安装偏差；混凝土强度发展监测通过预埋传感器获取强度数据，为后续施工工序开展提供准确依

据,确保施工过程符合质量要求。

1.4 绿色施工技术创新

节能减排技术推动低碳施工,新能源施工设备逐步替代传统燃油设备,电动压路机运行过程无尾气排放,太阳能供电临时设施利用可再生能源满足现场用电需求。施工流程优化需合理规划设备使用顺序,减少机械怠速时间,通过科学调度提升设备使用效率,降低整体能源消耗与碳排放。生态保护技术注重施工与环境协调,施工期水土流失防治中新型生态护坡采用植物与工程材料结合的方式,既控制水土流失又提升生态景观效果,临时排水系统优化设计排水坡度与管道布置,避免雨水冲刷造成土壤流失^[2]。噪声与扬尘控制技术通过雾炮降尘智能化控制设备根据粉尘浓度自动调节喷雾量,低噪声施工设备选用静音型发动机与减震装置,减少对周边居民生活与生态环境的干扰。水资源循环利用构建完善回收系统,施工废水经沉淀、过滤等处理工艺后,可用于路基洒水保湿、设备清洗等环节,减少新鲜水资源使用量,提升水资源利用率。

2 公路工程施工管理策略优化

2.1 施工组织管理优化

计划编制精细化需结合项目规模与工期要求,将施工进度计划拆解至各分项工程,明确各分项工程施工顺序与资源配置节点,借助网络计划技术梳理关键线路,通过调整工序衔接缩短总工期,避免计划与实际施工脱节。现场组织高效化要合理划分施工分区,根据各分区施工需求规划材料运输路径,减少材料二次搬运,同时优化施工机械调度方案,根据施工节奏调配机械进场与退场时间,减少各工序交叉干扰,提升现场作业整体效率。协同管理机制需搭建施工、设计、监理等多方共同参与的沟通平台,明确各方在施工各阶段的职责与沟通流程,遇到技术争议或协调问题时可通过平台快速对接,及时达成共识并推进问题解决,保障施工顺利开展。

2.2 质量管控策略

全流程质量管控需构建“事前预防-事中控制-事后验收”的完整体系,事前需结合工程要求明确各工序质量标准,向施工人员开展详细技术交底,确保人员掌握质量要点;事中加强施工工序抽检,对进场原材料进行性能检验,工序交接时开展质量复核,避免不合格工序进入下一环节;事后严格按规范开展验收,对验收不合格部分制定整改方案并跟踪落实。质量责任体系要细化各岗位质量责任,明确从管理人员到施工人员的质量职责范围,建立质量追溯机制,通过记录施工过程数据实现质量问题可追溯,将质量表现与绩效考核直接关联,强

化施工人员质量意识,减少质量问题发生。技术保障措施需配备专业质量技术人员常驻现场,为施工人员提供技术指导,针对桥梁浇筑、高边坡防护等复杂工序编制专项施工方案,方案需经过多轮审核确保可行性,施工过程中严格按方案执行,避免因技术方案不当导致质量问题。

2.3 安全管理策略

风险防控体系需全面开展施工安全风险辨识,覆盖高空作业、临时用电、特种设备操作等所有高风险环节,对辨识出的风险建立台账,根据风险严重程度制定针对性防控措施,定期检查防控措施落实情况^[3]。安全防护优化要完善施工现场安全防护设施,在临边区域设置防护栏杆,高空作业区域搭建安全平台,规范安全警示标识设置位置与数量,确保标识清晰醒目,同时强化施工人员个人防护装备配备,监督人员按要求佩戴使用,减少安全事故隐患。安全培训与演练需定期组织开展,培训内容涵盖安全操作规程、应急处置知识等,采用案例讲解、实操演示等方式提升培训效果,针对火灾、坍塌等突发事件制定演练计划,定期开展实战化演练,让施工人员熟悉应急流程,提升安全应急能力。

2.4 成本管理策略

成本预算精细化需基于确定的施工方案编制详细成本预算,拆分人工、材料、机械等各项费用,明确每类费用的控制指标,将指标进一步分解至各分项工程与施工阶段,为成本管控提供明确依据。动态成本监控需建立成本动态监测系统,实时采集材料消耗数量、机械使用时长、人工考勤等数据,计算实际成本支出,与预算指标进行对比分析,发现偏差后及时查找原因,调整管控措施,避免成本超支。资源利用优化要优化材料采购与库存管理,通过集中采购降低材料采购单价,根据施工进度按需制定库存计划,减少材料积压;合理安排施工机械排班,避免机械闲置,定期对机械开展维护保养,延长机械使用寿命,减少资源浪费,降低工程成本。

2.5 进度管理策略

进度监测实时化可采用专业进度管理软件或BIM技术,将施工计划录入系统,通过现场数据采集实时跟踪各工序实际进度,对比计划进度识别偏差,及时发现进度滞后风险,为后续调整提供数据支持。纠偏措施及时化要求针对进度滞后问题深入分析原因,若因资源不足导致滞后则增加人力或设备投入,若因技术难题阻碍进度则组织技术人员攻关优化施工工艺,制定具体纠偏措施并明确执行时限,确保进度快速回归计划轨道。工期风险预案需提前识别可能影响工期的因素,包括恶劣天

气、材料供应延迟、政策调整等，针对各类因素制定专项应急预案，如储备应急材料应对供应延迟，制定雨天施工方案应对恶劣天气，降低工期延误风险，保障工期目标实现。

3 施工技术创新与施工管理的融合路径

3.1 技术创新支撑管理优化

借助智能化施工技术提升管理效率，BIM技术可构建公路工程全生命周期三维模型，整合设计图纸、施工方案、进度计划等信息，实现施工全过程可视化呈现；物联网技术通过在施工现场部署传感器，实时采集质量检测数据、安全监测数据、进度跟踪数据，并将数据上传至管理平台^[4]。这些数据经平台分析处理后，能打破信息孤岛，实现质量、安全、进度数据实时共享，帮助管理人员精准掌握施工动态，及时发现管理漏洞，质量参数异常时快速定位问题工序，安全隐患出现时立即下达整改指令，进度滞后时精准识别延误环节。此外，数据还可与成本管理模块联动，通过分析施工参数变化预判成本波动，为成本管控提供数据支撑，积累的历史数据还能为同类工程管理优化提供参考，从而提升管理决策的及时性与精准度，推动管理模式从“经验驱动”向“数据驱动”转变。

3.2 管理机制保障技术落地

建立技术创新推广机制为创新技术应用提供制度支撑，专项技术培训需针对不同岗位人员设计差异化课程，对技术人员开展创新技术原理与操作流程培训，对管理人员开展技术应用管理要点培训，确保各岗位人员能熟练掌握技术应用方法；技术创新激励制度可设置专项奖励，对成功应用创新技术并取得效益提升的团队或个人给予表彰，对推动技术改良与优化的人员给予物质奖励，激发全员参与技术创新的积极性。同时完善技术应用过程中的管理流程，明确创新技术从引入评估、试点应用到全面推广的各环节责任主体与时间节点，引入前组织技术专家评估技术适配性，试点应用时跟踪记录技术效果，全面推广时制定标准化应用手册，避免技术应用过程中出现流程混乱或责任缺位，确保创新技术能有序落地，并有效转化为实际施工效益，提升施工效率、降低成本消耗、改善工程质量。

3.3 协同发展体系构建

搭建技术与管理协同平台整合多方面资源，平台需涵盖技术研发、施工管理、质量管控等核心模块，技术研发模块对接科研机构与设备厂家，及时获取最新技术成果与设备信息；施工管理模块整合进度、成本、安全等管理数据；质量管控模块接入质量检测设备与验收标准，实现资源跨模块流通与共享^[5]。通过平台将技术研发团队、施工管理团队、质量管控团队紧密联结，技术研发团队根据管理需求优化技术方案，针对管理中发现的进度瓶颈研发高效施工技术；施工管理团队依据技术参数调整管理策略，根据新型材料特性优化施工组织计划；质量管控团队结合技术标准完善检测流程，针对预制装配技术制定专项质量验收规范。各团队协同配合形成“技术创新-管理优化-效益提升”的良性循环，技术创新为管理优化提供工具与方法，管理优化为技术创新创造应用场景与保障，最终实现工程施工效益的持续提升，推动公路工程建设高质量发展。

结束语

公路工程施工技术与管理的协同创新是行业发展的必然趋势。技术创新为工程提质增效提供核心支撑，管理优化则为技术落地与工程实施提供制度保障。未来需持续推动技术与管理深度融合，构建系统化、标准化、智能化的工程建设体系。通过双向赋能，进一步提升公路工程的建设质量、资源利用效率与可持续发展水平，为交通强国建设注入持续动力。

参考文献

- [1]苑斌.公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨[J].工程建设与设计,2023(1):151-153.
- [2]苏晓磊.公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨[J].大众标准化,2024(4):64-66.
- [3]赵忠.公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨[J].建筑与装饰,2024(10):187-189.
- [4]单江波.公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨[J].工程技术研究,2024,6(8):129-131.
- [5]马君峰.公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨[J].汽车周刊,2024(07):158-160.