

公路工程施工技术管理研究

段灿培

云南云交建工程试验检测有限公司 云南 昆明 650000

摘要：公路工程施工技术管理研究聚焦于通过系统化手段提升工程质量、安全与效率。研究涵盖技术方案编制、施工过程监控、资源配置等核心环节，强调以技术规范为基准，结合工程实际制定科学施工方案，并通过信息化手段实现动态管理。重点解决技术方案与现场脱节、管理人员专业能力不足、信息化应用水平低等问题，推动施工工艺创新与绿色技术应用，最终实现工程全生命周期的标准化、规范化管控。

关键词：公路工程；施工技术管理；优化策略

引言：公路工程作为国家基础设施建设的核心领域，其施工技术管理水平直接影响工程质量、安全与经济效益。当前，随着公路建设规模扩大、地质环境复杂化及技术标准提升，传统管理模式面临技术方案落地难、资源协调效率低、信息化整合不足等挑战。本研究基于全生命周期管理理念，系统探讨技术管理优化路径，旨在通过标准化流程构建、智能化技术应用及人才能力建设，推动公路施工管理向精细化、科学化方向转型。

1 公路工程施工技术管理理论基础

1.1 技术管理核心概念

以实现工程质量、进度、安全、成本目标为导向，对施工全过程的技术活动进行系统性规划、组织、协调与控制的管理行为。其核心内涵贯穿技术方案制定、实施、监控与优化全链条：技术方案制定需结合工程地质条件、设计要求及施工资源，形成科学可行的施工组织设计与专项技术方案；实施阶段需严格落实方案要求，确保技术标准落地；监控环节通过现场巡查、数据监测等方式跟踪技术执行效果，及时发现偏差；优化则基于监控结果，结合实际施工情况动态调整技术参数与工艺流程，提升施工效率与工程质量。

1.2 技术管理的主要内容

(1) 施工准备阶段：图纸会审是核心环节，需组织技术、施工、监理等多方对设计图纸进行全面审查，核对尺寸、工艺要求及与现场实际的适配性，解决设计疑问与矛盾；技术交底需分层开展，从项目总工到施工班组，明确施工技术标准、质量控制点及安全注意事项，确保施工人员精准掌握技术要求；材料试验需对进场原材料、构配件进行性能检测，包括砂石料级配、水泥强度、钢筋力学性能等，合格后方可投入使用，从源头把控工程质量。(2) 施工过程阶段：工艺控制需严格遵循技术方案与规范要求，对路基填筑、路面摊铺、桥梁浇

筑等关键工艺进行标准化操作，避免施工偏差；质量检验实行“三检制”，即自检、互检、专检，重点检测工程实体质量与技术指标，确保符合设计标准；进度管理需结合技术方案制定合理施工进度计划，通过技术优化解决施工瓶颈，保障工程按期推进。(3) 竣工验收阶段：技术资料归档需整理施工图纸、技术交底记录、试验报告、质量检验资料等，按规范分类归档，为工程后续维护提供依据；缺陷修复需针对验收中发现的技术问题，制定专项修复方案，限期整改，确保工程最终达到合格标准^[1]。

1.3 技术管理原则

(1) 科学性原则：严格依据国家现行公路工程施工技术规范、质量标准及设计文件开展技术管理工作，摒弃经验主义，以科学理论、试验数据为决策依据，确保技术方案与管理行为的合理性、可行性。(2) 经济性原则：在技术方案制定与实施过程中，统筹考虑成本控制与资源优化，在满足质量、安全要求的前提下，优选低成本、高效率的施工技术与工艺，减少资源浪费，实现工程经济效益最大化。(3) 安全性原则：将风险防控贯穿技术管理全过程，在技术方案中充分考虑施工安全隐患，制定专项安全技术措施；建立应急管理机制，针对地质灾害、设备故障等突发情况制定应急预案，确保施工人员安全与工程结构安全。

2 公路工程施工技术管理现状分析

2.1 我国公路工程技术管理特点

(1) 规模大：我国公路建设覆盖全国，从高速公路主干网到乡村公路，单个项目常涉及数十甚至数百公里路线，涵盖路基、路面、桥梁、隧道等多类工程结构，需协调大量施工队伍、设备与材料资源，技术管理需统筹的范围广、要素多。(2) 周期长：受前期审批、征地拆迁、施工工艺复杂性等影响，公路工程建设周期普遍

较长，短则1-2年，长则3-5年，期间需应对季节变化、政策调整等变量，技术管理需具备长期动态调整能力。

(3) 环境复杂：公路工程常穿越平原、山区、水域等不同地貌，面临复杂地质条件，如软土地基、断层带与恶劣自然环境，如暴雨、高温、冻土，技术方案需针对性适配不同环境，管理难度显著提升^[2]。

2.2 存在的问题

(1) 技术方案与现场脱节：部分技术方案制定阶段未充分调研现场地质、水文条件，仅依据理论数据设计，导致施工中出现方案无法落地的情况。例如某平原公路项目，设计阶段未探明地下暗浜分布，施工时频繁出现路基塌陷，被迫多次变更设计，不仅延误工期，还增加了建设成本。(2) 管理人员专业能力不足：部分技术管理人员缺乏系统专业培训，对新型施工工艺、规范标准掌握不扎实，在技术交底时仅简单传达文字内容，未结合现场实操演示。如某公路桥梁施工中，交底未明确预应力张拉的具体参数与操作流程，导致施工班组张拉顺序错误，引发梁体裂缝。(3) 信息化应用水平低：多数项目仍依赖人工记录数据，施工、监理、设计等多方使用的信息化系统不兼容，形成“数据孤岛”。例如某高速公路项目，施工方的进度数据、监理方的质量检测数据无法实时共享，导致业主无法及时掌握项目动态，多方协同决策效率低下。(4) 质量控制与验收标准模糊：部分项目对关键工序的质量控制点界定不清晰，验收时未严格依据国家标准执行，存在“弹性标准”。如某乡村公路路面施工，未明确沥青摊铺厚度的允许偏差范围，验收时仅通过视觉判断，导致部分路段厚度不足，通车后短期内出现破损。

2.3 典型案例分析

(1) 某高速公路坍塌事故的技术管理漏洞：该项目施工中，技术方案未充分考虑山体边坡稳定性，未设置有效的防护措施；施工过程中未按要求进行边坡位移监测，未能及时发现风险；管理人员未严格执行技术交底，施工班组违规开挖坡脚，最终引发边坡坍塌，造成人员伤亡与重大经济损失。(2) 某山区公路施工中的技术优化实践：该项目初期因山区地形复杂，施工效率低下。技术团队通过现场调研，优化施工方案，采用小型化、模块化施工设备替代大型设备，适配狭窄施工空间；引入BIM技术进行路线规划与施工模拟，减少设计变更；建立信息化协同平台，实现多方数据共享，最终缩短工期20%，降低成本15%，同时保证了工程质量。

3 公路工程施工技术管理优化策略

3.1 完善技术管理体系

(1) 建立标准化技术流程：以“全生命周期”理念构建技术管理流程，设计阶段需联合勘察、施工、监理单位开展现场调研，明确地质条件、环境限制等关键参数，避免方案脱离实际；施工前制定标准化技术交底模板，细化工艺步骤、质量标准与安全要求，确保信息传递无偏差；施工中建立“技术巡查-问题反馈-整改复核”闭环机制，定期核查技术方案执行情况；验收阶段制定统一验收清单，明确路基压实度、路面平整度等关键指标的检测方法与合格标准，实现从设计到验收的全流程标准化管控，减少设计变更频率，提升管理效率^[3]。

(2) 强化责任制度：设立项目总工程师为核心的技术管理架构，明确总工程师对技术方案审批、重大技术问题决策的总责；下设设计对接岗、工艺管控岗、质量检测岗等专项岗位，细化各岗位职责，如设计对接岗负责与设计单位沟通变更事宜，工艺管控岗监督施工现场工艺执行；建立“责任追溯制”，将技术管理责任与个人绩效挂钩，若因方案审核疏漏、现场管控不到位导致质量安全问题，直接追究对应岗位人员责任，确保技术管理工作层层落实。

3.2 提升人员技术能力

(1) 定期培训与考核机制：制定年度培训计划，分层次开展技术培训，针对基层施工人员，聚焦实操技能，如路基填筑压实技巧、沥青摊铺温度控制等；针对技术人员，重点培训新型规范标准、信息化工具使用，如BIM软件操作；培训后通过理论考试与实操考核相结合的方式检验效果，考核不合格者需补考或暂停上岗，同时将考核结果纳入个人晋升评价体系，激发人员学习积极性；此外，定期组织技术交流会，邀请行业专家分享典型案例与先进技术，拓宽人员专业视野。(2) 引入专业技术人才：结合公路工程技术升级需求，针对性引进专业人才，BIM工程师负责项目三维建模、施工模拟与管线冲突检测，提前发现设计中的空间矛盾，减少施工阶段变更；质量检测师主导建立精细化检测体系，运用无损检测技术，如探地雷达、超声波检测，评估工程质量，确保检测数据精准可靠；同时建立人才激励机制，提供专项薪酬补贴与职业发展通道，吸引并留住核心技术人才，弥补传统技术管理团队的能力短板。

3.3 推动信息化技术应用

(1) BIM技术在施工模拟与冲突检测中的应用：在施工前利用BIM技术搭建全专业三维模型，模拟路基开挖、桥梁浇筑等关键工序的施工流程，优化施工顺序与资源配置；通过模型碰撞检测功能，排查管线、结构构件之间的空间冲突，如桥梁支座与预埋钢筋的位置矛盾，提

前协调设计单位调整方案，避免施工中返工；施工过程中将实际进度与BIM模型进度对比，实时预警工期偏差，提升施工管控精度。（2）物联网（IoT）实时监控施工数据：在施工设备、结构构件上安装传感器，实时采集数据，如在压路机上安装定位与振动传感器，监测压实轨迹、频率与遍数，确保路基压实度达标；在桥梁支架上安装应力传感器，实时监测荷载变化，预防支架坍塌风险；数据通过物联网平台传输至云端，管理人员可通过手机APP或电脑端实时查看，及时发现异常数据并下达调整指令，实现施工过程的动态管控。（3）大数据分析优化资源配置：收集项目施工中的人员、设备、材料数据，如人员出勤效率、设备利用率、材料消耗速率等，通过大数据分析识别资源浪费环节，如某路段挖掘机闲置率过高，可调整设备调度计划，将闲置设备调配至需求紧张区域；同时结合历史项目数据与当前工程进度，预测后续资源需求，提前制定材料采购计划与人员排班方案，避免资源短缺或过剩，实现资源最优配置^[4]。

3.4 加强质量与安全管理

（1）动态质量检测系统：构建“实时检测+定期复核”的动态质量体系，在施工关键节点采用无损检测技术，如使用探地雷达检测路基内部空洞，用超声波检测桥梁混凝土强度，无需破坏工程实体即可获取质量数据；建立检测数据共享平台，检测结果实时同步至监理、业主单位，若发现质量问题，立即启动整改流程，由技术团队制定修复方案，整改后再次检测，直至达标；同时留存检测数据档案，为工程验收与后期维护提供依据。（2）安全风险评估与应急预案：施工前开展全面安全风险评估，结合项目地质环境、施工工艺识别风险点，如山区公路的边坡滑坡风险、跨河桥梁的水上作业风险，针对高风险点制定专项防控措施；编制详细应急预案，明确突发事故，如坍塌、触电的应急响应流程、责任分工与救援物资储备，如为边坡施工项目配备边坡监测仪、应急加固材料与医疗急救设备；定期组织应急演练，模拟事故场景检验预案可行性，提升团队应急处置能力，降低事故损失。

3.5 优化技术经济性

（1）成本-效益分析模型：建立多维度成本-效益分析模型，对不同技术方案进行量化评估，从直接成本，材料、设备、人工费用、间接成本，工期延误损失、质量返工成本与长期效益，工程使用寿命、维护成本，三个维度对比，如在路面施工中，对比沥青路面与水泥路面的初期建设成本、后期养护费用及使用寿命，选择性价比最优的方案；模型计算结果作为技术方案审批的核心依据，避免因单纯追求技术先进而忽视经济性，实现技术与成本的平衡。（2）绿色施工技术的推广：推广节能型施工技术，如采用太阳能路灯为施工现场供电，使用节能型压路机降低燃油消耗；实施减排措施，在混凝土搅拌站安装粉尘收集装置，减少大气污染，对施工废水进行沉淀处理后循环用于洒水降尘；推动资源循环利用，将路基开挖产生的弃土加工成再生骨料，用于路基回填或小型构件制作，将废旧模板、钢筋回收再利用；同时建立绿色施工评价体系，对项目节能、减排、资源循环指标进行考核，推动公路工程向低碳环保方向发展。

结束语

公路工程施工技术管理是保障工程质量、安全与效益的核心抓手。本研究通过系统分析管理现状，提出标准化流程构建、智能化技术应用、人才梯队培养及绿色施工创新等优化策略，为破解技术脱节、资源浪费等难题提供理论支撑。未来需持续深化BIM、物联网等技术融合应用，强化全生命周期动态管控，推动管理向精细化、智能化升级，助力公路工程高质量发展，更好服务国家交通强国战略。

参考文献

- [1]刘秦亮.公路工程施工技术管理及养护方法研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(04):192-193.
- [2]陈翔.公路工程施工技术管理策略及养护措施分析[J].运输经理世界,2021(06):158-160.
- [3]杜晓玲.强化农村公路工程施工技术管理研究[J].运输经理世界,2024,(04):31-33.
- [4]孙吕红.公路工程施工技术管理与质量控制[J].工程建设与设计,2023,(15):232-234.