

# 道路桥梁与桥梁施工质量现状分析探讨

文 / 汪 杰 深圳市飞扬工程检测有限公司

**摘要：**道路桥梁工程作为交通基础设施的重要组成部分，其施工质量直接影响结构安全性与服役寿命。当前部分工程在材料管理、工艺控制与质量监管等环节仍存在薄弱点，导致耐久性下降与安全隐患增加。施工材料标准化管理、施工工艺的规范化执行以及全过程质量控制成为提升水平的关键。智能检测技术、新型材料与信息化平台的应用，为施工质量改进提供了新思路。通过多维度协同管控，能够有效推动道路桥梁建设高质量发展。

**关键词：**道路桥梁；施工质量；质量控制；施工技术；工程管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.060

## 引言

道路桥梁的建设水平直接反映交通体系的发展质量，同时也对区域经济运行产生深远影响。近年来，交通基础设施建设规模不断扩大，但在施工过程中仍存在诸多质量隐忧。材料进场检测不到位、工艺执行标准不足以及监管体系滞后，使部分结构在服役中出现早期病害与耐久性下降问题。施工质量问题不仅增加养护成本，还可能带来潜在的运行风险。面对复杂的建设环境与高标准的使用要求，需要从施工材料、技术手段、管理体系和创新应用等方面多维度分析，推动道路桥梁施工质量向着精细化与系统化方向发展。

### 一、道路桥梁施工质量现状中存在的主要问题表现

#### （一）施工材料管理不规范导致结构质量隐患增多

施工材料管理不规范导致结构质量隐患。材料进场验收多流于形式，水泥、钢筋等关键材料实测核验不足；骨料质量波动未动态监控，拌和站计量校准不及时，外加剂掺量控制不精准。沥青结合料指标控制宽松，影响拌合质量。库房管理混乱，材料标识与溯源缺失易致混用<sup>[1]</sup>。这些问题导致混凝土强度离散、渗漏风险增加，桥面铺装易损坏，钢筋保护层不足及氯离子渗透加剧，严重影响结构耐久性。

#### （二）施工技术水平参差不齐影响结构整体稳定性

施工技术水平参差不齐影响结构整体稳定。模板支撑刚度不足导致混凝土出现缺陷；预应力张拉与压浆控制不严，易产生孔道空洞。节段拼装线形和索力调整依赖经验，内力分布不均。桥面铺装温度与压实控制不严，接缝密实性差。支座与伸缩装置安装偏差较大，导致行车噪声和冲击增大，长期稳定性下降。

#### （三）质量监管体系不完善造成隐患排查难度加大

质量监管体系不完善增加隐患排查难度。监理与自检重资料轻现场，关键工序旁站不足，抽检频次与风险不匹配。第三方检测数据滞后，纠偏不及时。隐蔽工程数据缺乏统一关联，问题定位效率低。分包责任模糊，整改闭环管理滞后。信息系统孤立，数据难以联动，导致早期异常难发现，隐患多被动应对。

### 二、道路桥梁施工中常见质量问题的成因深度解析

#### （一）设计与施工脱节造成施工环节执行力不足

设计阶段可施工性检视不充分，复杂节点构造做法与施工容差缺少明确化指引，图纸变更与设计澄清下达节奏与现场计划错位，致使工序衔接出现等待与临时调整。材料与设备选型未充分考虑区域供应稳定性与施工环境边界，造成替代方案频繁触发。BIM模型与现场测量基准未实现统一坐标体系，放样数据转换存在偏差传播风险。专项方案中的加载顺序、张拉流程与监测点位未同设计假定一致，实操环节难以严格对标，执行力受到制约，质量管控点由预防转为事后修正<sup>[2]</sup>。

#### （二）施工人员专业素养与技能培训不足带来风险

专业技术人才缺乏常常会引发一连串的施工质量监管难题。由于缺少工程师和技术人员等关键人才，工地作业可能缺失必要的技术支持和品质监控。在进行道路桥梁建设时，若缺少结构工程师的参与，可能导致在施工过程中遇到的结构设计与施工技术难题无法得到有效处理，进而影响施工质量的稳固性和可信用度。关键岗位持证虽齐全，但针对项目特性的工艺训练与样板引路覆盖不足，工班对技术交底的理解多停留在流程表述层面，对质量控制参数的敏感度不高。夜间和交叉作业条件下，作业面频繁切换，工序容易被简化，拌和、运输、入模与振捣等环节缺乏统一的节拍管理。专业工序操作依赖个人经验，数据记录不规范，可追溯性差。验收重进度轻标准，质量意识不足，在赶工或干扰下易引发缺陷。

#### （三）管理制度落实不力导致质量责任难以追溯

质量目标分解未落实至可量化指标与班组层级，考核偏重进度与成本，质量绩效权重较低。材料与分包准入制度停留在一次性审查，动态评价与黑名单机制执行弹性大。试验检测外委后沟通链路加长，见证取样随机性与代表性难以保障。问题整改未实施“定人定责定时限”的闭环策略，复验标准与触发条件不清，形成“整改—复发—再整改”的循环。信息化台账与现场签证存在并行维护与滞后更新，造成证据链断点，出现质量事件时难以快速定位责任主体与过程节点。

### 三、道路桥梁施工质量提升所需的技术改进措施

#### （一）引入智能化检测技术提高施工过程实时控制

在混凝土施工中布置温度与成熟度传感器，结合无线采集实现绝热温升、降温梯度与拆模时机的在线判定；

预应力压浆采用压力—流量—体积三参量联动监测与声波透射复核，识别未充盈区段；路面碾压引入压实度智能监控与轨迹热图，形成“遍数—速度—覆压率”闭环；结构线形控制结合全站仪自动跟踪与激光扫描点云比对，及时校核标高与顺直度；桥面铺装采用红外成像监测温度均匀性，接缝密实度以钻芯与电阻率联合评价。通过看板化仪表盘呈现关键过程能力指数，实现异常阈值报警与工序内即时纠偏。

**(二) 优化施工工艺流程保障结构耐久性与安全性**

拌和站建立含水率在线修正与配合比二次验证机制，

拌和系统升级为高精度电子计量与自动补水装置，外加剂采用质量流量计与闭环控制；张拉设备配置数字化油压与位移双通道记录仪，实现数据自动留痕；压浆系统选用胶体式搅拌与连续式注浆泵，配套在线密度与温度监测；摊铺机与找平系统引入自动平整控制，配套高频振捣梁，提升平整度与密实感；碾压设备配置智能压实系统与轮边温度监测，减少离析与冷接缝风险。设备维保建立周期性校准与状态监测计划，故障预警与备件管理纳入信息平台，保证关键工序设备处于受控状态。见图 1 所示。

入模前实施坍落度、扩展度与温度双检；入模—振捣—抹面—养护设定统一节拍与工序保护时间，潮湿养护配合覆膜与养护剂分阶段执行。节段拼装推行基准节段与临时固结策略，索力—线形—闭合误差同步校核。预应力张拉采用分级加载与反拉校核，压浆工艺设置二次补浆窗口。路面铺装严格执行气象窗口与料温控制，接缝预热、粘层油喷洒定量化，碾压工艺以“高一中一低”振级序列控制。伸缩装置与支座安装实施工装定位与复测复核，确保缝宽与标高满足运行状态要求。

**(三) 加强施工设备更新换代提升工程整体质量**

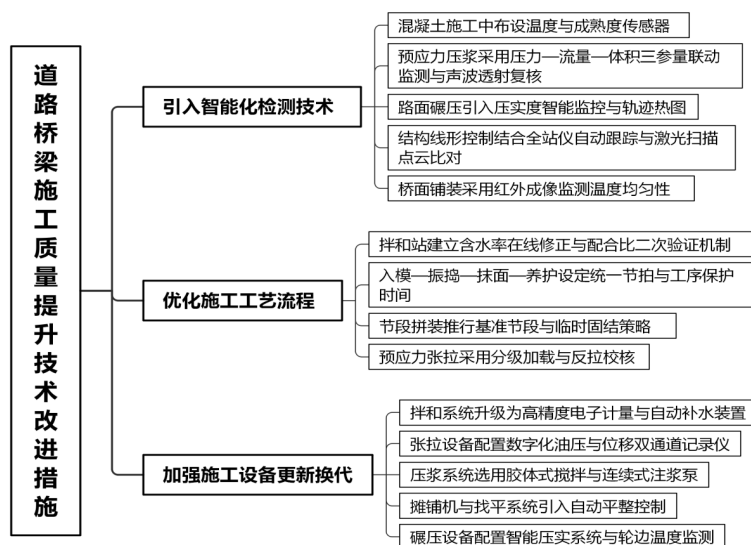


图 1 道路桥梁施工质量提升技术改进措施图

**四、道路桥梁施工质量管理的制度化与精细化路径**

**(一) 完善施工质量标准体系推动规范化执行**

施工质量标准若缺乏可量化依据，往往停留在文字层面，难以在现场形成有效约束。应将结构安全与耐久性目标分解为过程与结果双重指标，建立单位工程、分部、分项到工序的分级检验清单，实现标准与现场的一一对应。原材料管控需严格执行，除型式检验外，还应增加批次抽检比例，关键材料必须留样复验，防止不合格批次流入施工环节。工艺控制方面，首件认可与样板引路不可缺少，并需明确容差范围与纠偏限值，以减少经验化操作带来的偏差。测量、试验、见证与旁站等环节应统一编号并与空间坐标挂钩，便于数据追溯与比对。质量验收不能仅依赖资料齐全性，而应结合过程监测数据和实体验证，并通过平行检验和飞行检查常态化开展，推动施工规范化落地。

**(二) 健全责任追溯机制强化施工质量管控**

施工项目质量管理中，责任落实不到位往往成为问

题积压的根源。建立全链条的二维码溯源系统，能够实现材料、工序、构件与区域的全生命周期追踪。每一环节包括进场、投料、浇筑及验收，都应当留下电子签名与时间戳，从而形成可追溯的责任链条。对于出现的质量问题，应当启动不合格品控制流程，明确隔离、评审、处置与复验环节，确保问题解决有据可依。整改过程必须以影像、检测数据等证据固化，防止“纸面整改”现象。供应商与分包的动态评价机制同样重要，所有质量事件与交付绩效纳入数据库，作为后续准入与合作考核的依据。奖惩制度应与实际执行挂钩，将关键质量指标与计量支付、节点考核相绑定，强化激励与约束效果。监理、检测与施工单位的责任边界要通过清单协议固化，出现偏差时能够快速定位问题源头，提高管控的精确性。

**(三) 建立动态监督机制实现全过程质量监管**

传统质量监督往往以事后检查为主，容易造成问题滞后暴露。建立动态监督机制，首先要基于风险评估配置监督资源，对高风险工序如预应力张拉、混凝土浇筑、

桥面铺装等环节实施增强旁站和加密抽检。移动终端应作为主要工具,推行缺陷清单化管理,问题的指派、整改、复核与关闭均需ในระบบ内完成,确保全流程可视化与闭环<sup>[3]</sup>。第三方检测要实行轮换制度和盲抽机制,避免因长期固定合作而降低独立性,并提升样本代表性。关键工序应当运用统计过程控制方法,对拌和均匀性、压实

度、张拉力及压浆饱满度等参数进行动态监测,一旦发现异常点,立即触发停检与复核程序,避免缺陷扩散。所有监测与检测数据应汇聚到统一的数据平台,并与进度、成本、设备状态相联动,形成“实时监测—数据预警—问题处置”的完整链条,实现全过程质量监管由静态走向动态、由被动转为主动。见表1:

表1:我国道路桥梁建设与养护资金投入情况(2020—2023年)

年份	新建桥梁数量(座)	新增桥梁总长度(万米)	桥梁养护资金投入(亿元)	公路桥梁完好率(%)	数据来源
2020	12,365	421.8	835	93.4	《中国交通年鉴2021》
2021	13,072	448.6	910	94.1	《中国交通年鉴2022》
2022	13,587	463.2	968	94.7	《中国交通年鉴2023》
2023	14,215	489.3	1,052	95.3	《中国交通运输统计公报2023》

### 五、道路桥梁施工质量改进中科技创新的实际应用价值

#### (一)大数据与物联网技术在桥梁施工质量监测中的应用

在桥梁施工过程中,温度、应变、挠度与沉降等传感器构成多源感知网络,依托物联网实现高频采集与边缘计算,使结构状态能够被实时掌握。施工阶段,智能压实系统可输出碾压轨迹与模量分布图,结合大数据分析,建立工后性能与施工参数的耦合关系,从而对后期病害趋势进行预测。激光点云与BIM模型的对比,可快速识别几何偏差,系统自动标注异常区域,减少人工检测的疏漏。数据湖的建设将材料批次、试验结果与传感器数据统一整合,通过算法进行趋势分析与异常检测,为潜在隐患提供提前预警,并推动施工参数自适应调整与资源优化配置,提升整体质量管控的智能化水平。

#### (二)新型材料与绿色施工技术对桥梁耐久性的提升作用

为降低桥梁结构的早期裂缝与渗透风险,采用低热水化与抗渗型水泥,并与矿物掺合料复配,提高混凝土密实度和耐久性。高性能外加剂能够在低水胶比条件下兼顾和易性,显著增强抗氯离子渗透能力。桥面铺装中广泛应用改性沥青和纤维增强技术,不仅提升抗车辙与抗疲劳性能,还增强铺装层与基层的整体结合力;高粘结防水层的使用有效阻断水害传播路径<sup>[4]</sup>。钢筋耐久性提升方面,通过防腐涂层与不锈钢分区配置,结合高致密度保护层,可显著延缓碳化进程。绿色施工理念下,RAP再生料、再生骨料与温拌工艺逐渐推广,施工中粉尘与噪声控制措施同步实施,在实现节能减排的同时保证结构寿命。

#### (三)信息化管理平台在施工过程协同与质量控制中的作用

桥梁施工管理正逐步向信息化与数字化转型,BIM与GIS的融合为项目提供了三维空间载体,使进度、质量、测量与试验数据均能在模型中精确定位。CDE协同平台打通了设计、施工与监理环节,实现图纸变更、技术交底、

检验批与验收证书的电子化流转,过程透明且具备完整的权限和审计记录。质量指标、资源消耗、设备运行状态可通过可视化仪表盘实时展现,关键阈值触发预警机制,相关任务即时分配。移动端技术的应用使得现场拍照取证、二维码扫码和即时签认成为可能,减少了信息传递延迟。工程竣工阶段,所有资料与模型结合形成数字资产,实现对后期养护与性能评估的连续支撑,全面提升协同与质量控制水平。

#### 结语

道路桥梁施工质量直接关系到结构的安全与耐久,其控制水平不仅体现建设管理能力,更关乎交通体系的稳定运行。从施工材料的规范管理到施工工艺的优化,从制度化的责任追溯到科技创新的引入,每一环节都决定着工程的最终成效。当前质量问题虽仍存在,但随着智能检测、新型材料与信息化平台的不断应用,施工过程正逐步走向精细化与可控化。未来应继续强化全过程管理与技术创新的结合,以实现道路桥梁工程的长效安全与高效服务。

#### 参考文献

[1] 丁成兵. 混凝土施工技术在道路桥梁工程施工中的应用[J]. 居业, 2025, (07): 4-6.  
 [2] 孙小明. 道路桥梁项目中施工质量管理措施研究[J]. 现代工程科技, 2025, 4(13): 57-60.  
 [3] 汪灵风, 陶钢. 市政工程道路与桥梁施工质量管理探析[C]// 广西大学广西县域经济发展研究院. 2025年第二届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流论文集. 杭州恒鼎建设集团有限公司; 浙江瑞辉环境科技有限公司; , 2025: 217-218.  
 [4] 叶小平, 邱江斌. 市政道路桥梁工程施工技术应用及质量控制策略[C]// 广西大学广西县域经济发展研究院. 2025年第二届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流论文集. 浙江禁山环境建设工程有限公司; 衢州市天郡建设工程有限公司; , 2025: 284-286.  
 作者简介: 汪杰(1985.02-), 男, 汉族, 湖北黄冈, 工程师, 研究方向: 道路桥梁。