

道桥工程中原材料检测的重要性探讨

王 潜

交科院检测技术（北京）有限公司 北京 101318

摘 要：道桥工程中，原材料检测是保障工程质量与安全的基础环节。通过系统检测原材料的物理、化学性能，可确保所用材料符合设计要求，预防结构开裂、沉降等质量问题，提升施工安全性，有效控制工程成本。本文深入探讨了原材料检测在确保道桥工程质量中的核心作用，分析了当前检测面临的挑战，并提出了相应的改进策略，旨在为道桥工程建设提供科学依据和技术支撑。

关键词：道桥工程；原材料检测；重要性

引言：道桥工程作为国家基础设施建设的重点，其质量直接关系到公共安全与经济发展。在道桥工程的实施过程中，原材料的性能与质量是决定工程整体品质的关键因素。因此，对原材料进行科学、严格的检测，不仅是确保工程质量的基础，也是保障施工安全与延长工程使用寿命的重要手段。本文将从原材料检测的角度出发，深入探讨其在道桥工程建设中的重要性，以期为工程实践提供有益的参考和指导。

1 道桥工程中原材料检测的重要性

1.1 确保工程质量的基础

（1）道桥工程作为基础设施的核心组成部分，其质量与原材料性能紧密相连。钢材的抗拉强度、混凝土的抗压性能、沥青的黏结度等指标，直接决定着桥梁的承重能力和道路的抗变形能力。若原材料质量不达标，可能导致结构开裂、沉降等问题，严重影响工程的稳定性和耐久性，缩短使用寿命。（2）通过严格的检测流程，可对进入施工现场的砂石、水泥、钢筋等原材料进行全面筛查。依据国家及行业标准，剔除强度不足、成分超标等不合格材料，从源头保障工程质量，为道桥结构的长期安全奠定基础。

1.2 提高施工安全性

（1）不合格材料是引发施工安全事故的重要隐患。例如，强度不达标的脚手架钢管可能在施工中突然断裂，劣质防水材料可能导致基坑渗水坍塌。原材料检测能提前识别此类风险，避免因材料问题造成人员伤亡和设备损坏。（2）检测过程中获取的材料性能数据，如混凝土的初凝时间、钢材的焊接参数等，可为施工方案优化提供依据。施工团队可根据数据调整浇筑顺序、焊接工艺等，减少施工中的不确定性，提升作业安全性^[1]。

1.3 控制工程成本

（1）精准的原材料检测能帮助施工单位掌握材料的

实际性能，实现合理配比与用量控制。例如，通过检测确定混凝土中砂石的级配，避免因过度使用水泥造成的成本浪费，同时保证结构强度。（2）若在施工前发现不合格材料，及时替换可避免后期因质量问题导致的大规模返工，显著降低拆除重建、工期延误等带来的额外成本，实现工程成本的有效管控。

1.4 推动技术创新与发展

（1）随着检测技术的进步，如无损检测、智能化监测系统的应用，对新材料的性能评估更加精准，促进了高性能混凝土、复合材料等在道桥工程中的推广应用，推动行业材料技术升级。（2）检测所积累的大量数据为工程质量控制提供了科学支撑，助力建立更完善的质量标准体系，引导施工技术向精细化、标准化方向发展，推动道桥工程行业整体技术水平的提升。

2 道桥工程常用原材料及其检测技术

2.1 水泥材料及其检测技术

（1）水泥的物理性能检测涵盖多项关键指标：凝结时间检测需在标准温度（ $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ）、湿度（ $\geq 90\%$ ）环境中，用维卡仪测定初凝（不早于45分钟）和终凝（不迟于600分钟）时间，确保施工操作窗口合理；强度检测采用 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 160\text{mm}$ 试块，经标准养护后，通过压力试验机测定3天、28天抗折与抗压强度，如42.5级水泥28天抗压强度需 $\geq 42.5\text{MPa}$ 。此外，细度（ $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余 $\leq 10\%$ ）和安定性（雷氏夹法膨胀值 $\leq 5\text{mm}$ ）检测也不可或缺，避免水泥体积安定性不良导致结构开裂。（2）化学组分分析聚焦有害成分控制：采用X射线荧光光谱仪快速测定氧化镁（ $\leq 5.0\%$ ）、三氧化硫（ $\leq 3.5\%$ ）含量，原子吸收分光光度法检测氯离子（ $\leq 0.06\%$ ），防止因成分超标引发耐久性问题。同时，通过灼烧法分析烧失量，评估水泥煅烧充分性，确保活性成分比例达标^[2]。（3）实际应用中，某跨海大桥项目采用

全自动水泥抗折抗压一体机,实现试块加载、数据记录自动化,检测效率提升40%,数据偏差控制在2%以内;某预制梁场通过凝结时间检测,发现水泥初凝时间偏短,及时调整外加剂掺量,避免了浇筑过程中出现早凝现象。

2.2 钢筋材料及其检测技术

(1)力学性能检测严格遵循GB/T228.1标准:抗拉强度检测采用万能试验机,对HRB400E钢筋加载至断裂,要求抗拉强度 $\geq 540\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$,断后伸长率 $\geq 16\%$;弯曲变形检测将钢筋绕规定直径弯心弯曲180度,弯曲部位不得出现裂纹或断裂,确保施工中弯折加工性能达标。(2)化学组分检测通过直读光谱仪分析碳($\leq 0.25\%$)、锰(1.20%-1.60%)、硫($\leq 0.045\%$)等元素含量,控制碳当量以保障焊接性能;腐蚀性能检测采用中性盐雾试验,经500小时测试后,钢筋锈蚀面积需 $\leq 5\%$,结合电化学阻抗谱法评估钝化膜耐蚀性^[3]。

(3)检测技术标准化持续推进,GB/T1499.2-2018明确了取样频率与试验方法,高精度引伸计(精度 $\pm 0.5\%$)的应用使屈服强度测量误差 $\leq 1\text{MPa}$;全自动钢筋弯曲试验机通过程序控制弯曲速率($30^\circ/\text{min}$),确保试验条件一致性,精确性较传统方法提升30%。

2.3 沥青混合料及其检测技术

(1)压实非均匀性检测采用三维探地雷达,以1GHz天线扫描路面,通过电磁波反射信号分析密度差异,识别压实度低于96%的区域;结合红外热成像技术监测碾压过程温度场,确保沥青在165-180℃区间完成压实,避免温度过低导致的密实度不足。(2)耐久性检测通过冻融劈裂试验,经25次冻融循环后,劈裂强度比需 $\geq 80\%$;车辙试验(60℃)中动稳定度需 $\geq 3000\text{次}/\text{mm}$,评估高温抗变形能力;抗滑性检测用摆式仪测定摩擦系数($\geq 55\text{BPN}$),激光构造深度仪测量表面纹理($\geq 0.5\text{mm}$),保障雨天行车安全。(3)检测技术不断优化,数字图像相关法通过高速相机记录试件变形,精确分析混合料内部受力状态;微波加热辅助取样技术实现路面芯样快速取出,检测效率提升50%,同时减少对路面结构的损伤。

2.4 其他材料及其检测技术

(1)砂石的孔隙率检测采用李氏瓶法测定表观密度,计算孔隙率(碎石 $\leq 45\%$);颗粒级配检测通过标准筛(4.75mm-90mm)筛分,绘制级配曲线,确保连续级配中累计筛余符合设计范围,某高铁项目采用自动筛分机,10分钟内完成5组样品分析,级配偏差控制在2%以内。(2)土料的含水量检测用烘干法($105\pm 5^\circ\text{C}$ 烘干8小

时)或酒精燃烧法(精度 $\pm 1\%$)测定;干密度检测通过重型击实试验确定最大干密度(粉质黏土 $\geq 1.75\text{g}/\text{cm}^3$),结合环刀法检测路基压实度(需 $\geq 96\%$),确保地基承载力满足设计要求。(3)外加剂检测重点进行兼容性试验,将减水剂与水泥按比例混合,测定净浆流动度(初始 $\geq 200\text{mm}$,1h损失 $\leq 50\text{mm}$);引气剂需检测含气量(混凝土3%-5%)和气泡间距系数($\leq 200\mu\text{m}$),某隧道工程通过兼容性检测发现聚羧酸减水剂与粉煤灰不适应,调整掺量后解决了混凝土泌水问题。

3 道桥工程中原材料检测存在的问题与挑战

3.1 检测设备与技术限制

(1)部分检测设备精度不足,如老旧的水泥抗压强度试验机误差可达 $\pm 3\%$,远超标准允许的 $\pm 1\%$ 范围,导致强度判定出现偏差。设备稳定性受环境影响显著,温度波动超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 时,沥青针入度仪读数偏差增加15%,湿度控制不当则会使钢筋锈蚀检测结果失真,严重影响数据可靠性。(2)现有技术存在明显局限,传统筛分法分析砂石级配耗时长达3小时,且无法精准识别颗粒形状对混凝土性能的影响;无损检测技术对深埋钢筋的锈蚀程度判断准确率仅为60%。同时,技术更新滞后于材料发展,新型复合建材的专用检测方法研发缓慢,难以满足工程需求。

3.2 检测人员的专业素质与操作规范性

(1)检测人员专业水平参差不齐,约25%的基层人员未系统掌握《公路工程试验检测规程》,对水泥安定性、钢筋屈服强度等指标的检测原理解模糊,在新材料检测中常出现方法选择错误。(2)操作规范性不足问题突出,混凝土试块养护时,18%的实验室未严格控制湿度(要求 $\geq 95\%$);钢筋弯曲试验中,12%的操作人员未按标准控制弯曲速率,导致测试结果偏差10%以上。部分人员为赶进度简化流程,进一步降低了检测数据的可信度。

3.3 材料供应与检测流程的协调

(1)材料供应与检测衔接不畅,供应商为赶工期常提前送货,约15%的项目存在检测未完成即进场使用的情况。检测周期与施工进度矛盾突出,沥青混合料检测需24小时,而路面摊铺常压缩至10小时,迫使检测过程简化。(2)检测结果反馈机制低效,30%的项目存在异常数据传递延迟,某桥梁工程中水泥初凝时间超标报告滞后2天,已浇筑的40m³混凝土出现早凝。应对措施单一,多数仅作退货处理,未建立供应商质量追溯体系,相同问题重复出现概率达50%。

4 提升道桥工程中原材料检测质量的策略与建议

4.1 加强检测设备与技术的更新与研发

(1) 优先引进具备数字传感与自动校准功能的高精度设备,如0.5级万能材料试验机(测力误差 $\leq 0.5\%$)、智能型水泥抗折抗压一体机,淘汰使用超6年的机械式设备。为沥青延度仪、混凝土动弹模量测定仪配置恒温实验室(温度波动 $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$),通过环境参数实时监控系统保障设备稳定性。建立设备台账管理制度,每季度由第三方机构进行精度校验,确保检测数据偏差控制在标准允许范围。(2) 推动检测技术创新,开发激光粒度分析系统,实现砂石颗粒级配10分钟快速测定,分辨率达 $0.1\mu\text{m}$;研发基于电磁感应的钢筋锈蚀检测仪,将深埋钢筋锈蚀深度识别准确率提升至88%。联合科研单位攻关新型复合材料检测技术,建立“力学性能+微观结构”双维度评估方法,解决现有技术对纤维增强材料检测的局限性。

4.2 提高检测人员的专业素质与操作技能

(1) 构建分层培训体系:新入职人员需完成32学时的《公路工程试验检测规程》理论培训及40小时实操训练,考核合格方可上岗;在岗人员每半年参加20学时专项培训,内容涵盖新型材料检测标准与智能设备操作。每年组织技能竞赛,重点考核水泥安定性检测、钢筋拉伸试验等核心项目,将成绩与薪酬晋升直接挂钩。(2) 制定覆盖24项检测项目的标准化操作手册,明确水泥凝结时间测定中试针下沉速度(1mm/s)、钢筋弯曲试验弯心直径选择等细节。在关键操作环节安装视频监控,对混凝土试块养护湿度($\geq 95\%$)、沥青加热温度等参数进行实时记录。每月开展操作合规性检查,对违规人员进行针对性辅导,确保检测过程规范统一。

4.3 完善检测流程与管理体系

(1) 优化检测流程,实行“材料进场扫码-随机抽样-平行试验”模式,通过二维码实现材料批次与检测数据的全程追溯。对沥青混合料等时效性材料,采用“同步检测+结果预判”机制,将检测周期压缩至16小时;设立紧急通道,对桥梁支座等关键材料承诺6小时内出具报告,平衡检测效率与施工进度。(2) 建立符合ISO/IEC17025标准的质量管理体系,实行检测结果三级审

核:检测员自检原始数据、技术负责人复核检测方法、实验室主任终审报告结论。对水泥强度离散系数 $> 12\%$ 等异常数据强制复检,每季度开展内部审核,每年通过第三方能力验证,确保检测结果可靠。

4.4 利用信息技术提升检测水平

(1) 搭建云端检测数据库,整合12类原材料的36项检测指标,实现数据实时上传与共享。运用大数据算法分析材料质量波动趋势,当某批次砂石含泥量连续超标时,自动向采购部门推送预警。建立供应商质量信用档案,将检测结果与合作资格挂钩,形成良性竞争机制。

(2) 推广智能检测设备,如试块制作机器人、物联网压力试验机,减少人为误差。试点AI视觉检测系统,通过图像识别技术评估钢筋锈蚀程度,检测效率提升35%。在大型项目部署检测数据自动分析平台,通过算法修正环境因素影响,使检测精度提高12%,为工程质量控制提供数据支撑。

结束语

综上所述,原材料检测在道桥工程中扮演着至关重要的角色,它不仅是确保工程质量、提升施工安全性、优化成本控制的基石,更是推动技术创新与行业发展的重要驱动力。面对检测技术与流程中的挑战,我们应持续加强设备与技术更新,提升检测人员素质,完善管理体系,并积极利用信息技术提升检测效率与精度。未来,随着检测技术的不断进步,道桥工程原材料检测将更加智能化、精细化,为构建高质量交通网络奠定坚实基础。

参考文献

- [1]王笑.道桥工程中原材料检测的重要性探讨[J].工程建设与设计,2023,(02):26-28.
- [2]罗聃.加强道桥工程建设原材料检测保障工程质量[J].现代物业(中旬刊),2020,(07):66-67.
- [3]江恺阳.桥梁工程原材料试验检测技术解析[J].运输经理世界,2020,(12):130-131.