

公路试验检测与现场施工质量分析

艾 维

浙江路建工程检测股份有限公司 浙江 台州 317000

摘 要：本文聚焦公路试验检测与现场施工质量的内在联系，深入剖析试验检测在原材料管控、施工过程监测及成品验收等环节的关键作用。通过阐述检测技术要点与应用实例，揭示其发现质量隐患、优化施工工艺的路径，为公路工程质量控制提供科学依据，旨在推动公路建设质量提升，增强工程耐久性，助力交通基础设施高质量发展。

关键词：公路；试验检测；现场施工；质量分析

引言

在交通强国战略驱动下，公路建设进入高速发展期，成为经济社会发展的重要支撑。然而，公路工程投资大、周期长、技术复杂，质量问题一旦出现，不仅危及交通安全，更会造成巨大经济损失。试验检测作为贯穿工程全周期的质量管控核心手段，以数据为依据，精准把控各环节质量。深入探究其与施工质量的关系，对提升工程品质、推动行业高质量发展具有重要意义。

1 公路试验检测在工程质量控制中的定位

公路试验检测是公路工程质量控制体系的核心环节，它以科学的检测方法和先进的检测设备为依托，对公路工程建设的各个阶段进行全面监测。从工程前期的原材料选择，到施工过程中的每一道工序，再到工程竣工后的整体质量评估，试验检测都能提供客观、准确的数据依据。其作用类似于工程建设的“体检医生”，通过对各项指标的检测，判断工程质量是否达标，及时发现潜在问题并采取相应措施加以解决。这种全方位、全过程的质量控制模式，为公路工程的顺利建设和长期稳定运行奠定了坚实基础。

2 公路试验检测对现场施工质量的关键作用

2.1 原材料质量把控

（1）原材料作为公路工程的物质基础，其质量直接决定工程的使用寿命与性能表现。公路试验检测通过系统化、标准化的检测流程，对原材料实施全链条质量管控。在水泥检测中，需严格遵循《通用硅酸盐水泥》（GB 175）标准，采用维卡仪测定初凝与终凝时间，通过抗折抗压强度试验机评估其力学性能，利用沸煮法检验安定性。以某高速公路项目为例，施工初期因未严格检测水泥安定性，导致部分混凝土结构出现膨胀开裂，返工成本超百万，凸显检测指标的重要性。（2）沥青检测则需综合考量针入度、延度、软化点三大核心指标。针入度反映沥青的粘稠度，直接影响路面抗变形能力；

延度表征沥青的塑性，关乎低温环境下路面的抗裂性能；软化点则衡量沥青的耐热性，防止高温车辙。现代检测技术中，动态剪切流变仪（DSR）与弯曲梁流变仪（BBR）可精准测定沥青的粘弹性参数，为不同气候分区选择适配的沥青标号提供科学依据。（3）砂石材料的检测同样不容忽视。砂的细度模数与含泥量直接影响混凝土和易性，采用筛析法测定颗粒级配，亚甲蓝试验检测石粉含量；石料的压碎值、磨耗值关乎基层与面层的强度，需通过集料坚固性试验与洛杉矶磨耗试验进行量化评估。只有建立严格的原材料进场检验制度，配合留样复检机制，才能从源头上杜绝不合格材料流入施工现场^[1]。

2.2 施工过程质量监测

（1）公路施工涵盖路基、路面、桥涵等多专业协同作业，试验检测需针对不同工序实施动态质量控制。在路基填筑环节，压实度是核心控制指标，其检测方法包括灌砂法、环刀法与核子密度仪法。灌砂法作为传统标准方法，适用于各类土基，通过量砂置换原理精确计算干密度；核子密度仪虽效率高，但需严格遵循辐射安全规范。施工中需同步监测土的含水量，依据击实试验确定的最佳含水量控制碾压时机，避免出现“弹簧土”现象。（2）路面施工的质量监测更为复杂。沥青混合料摊铺温度直接影响压实效果，现场需采用红外测温仪实时监测，确保摊铺温度高于沥青混合料的粘温曲线临界值。在压实环节，采用双钢轮压路机与胶轮压路机组合碾压，通过无核密度仪检测压实度，激光平整度仪测量路面平整度，其检测频率需满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）要求。以某城市快速路施工为例，通过每2000m²检测1处渗水系数，及时发现局部摊铺离析问题，避免水损害的发生。（3）桥涵工程的施工监测重点在于混凝土强度与结构尺寸。混凝土强度检测采用标准试块留置与同条件养护相结合的方式，辅以回弹法、超声回弹综合法进行非破损检测。对于大体积混凝土，

需实时监测内部温度场,通过埋设测温传感器控制温差,防止温度裂缝。预应力构件的张拉施工,要求对张拉力、伸长量进行双控,采用压力传感器与位移计进行精确计量,误差控制在 $\pm 6\%$ 以内。

2.3 工程成品质量验收

(1)竣工阶段的试验检测是工程质量的最终验证环节,需依据《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)进行全面检测。路面工程验收时,承载能力检测采用落锤式弯沉仪(FWD),通过模拟行车荷载获取路面弯沉盆数据,反算路面结构层模量;抗滑性能检测采用横向力系数测定车,在潮湿条件下模拟实际行车状态,确保摩擦系数满足安全要求。(2)桥梁结构的验收需借助专业检测设备。采用声波透射法检测灌注桩完整性,通过预埋声测管接收超声波信号,判断桩身混凝土密实度;利用全站仪与水准仪进行桥梁变形观测,监测墩台沉降与梁体位移;采用静载试验与动载试验相结合的方式,评估桥梁实际承载能力与动力性能。某跨海大桥在竣工验收时,通过实桥荷载试验验证了理论计算模型,确保桥梁在设计荷载下的安全储备。(3)隧道工程验收需重点检测衬砌厚度与背后空洞。采用地质雷达进行无损检测,通过电磁波反射原理识别衬砌缺陷;对隧道净空断面进行三维激光扫描,确保断面尺寸符合设计要求。此外,还需对隧道防水性能进行检测,通过钻孔取芯检查防水层完整性,确保运营期结构安全。

2.4 优化施工工艺

(1)试验检测数据不仅用于质量判定,更是工艺优化的重要依据。在混凝土配合比设计中,通过正交试验法系统研究水胶比、砂率、外加剂掺量等因素对强度、耐久性的影响。某山区公路项目通过优化混凝土配合比,将粉煤灰掺量从20%提升至35%,在降低成本的同时提高了混凝土抗硫酸盐侵蚀能力。(2)沥青混合料的施工工艺优化同样依赖检测数据。通过车辙试验、冻融劈裂试验评估不同级配与油石比下的混合料性能,确定最佳施工参数。在热拌沥青混合料向温拌、冷拌技术转型过程中,试验检测起到关键支撑作用,通过粘温曲线测定、疲劳性能试验验证新技术的可行性。(3)路基施工工艺优化需结合现场试验段。通过不同碾压遍数、压实机械组合的试验,建立压实度与碾压参数的关系曲线,指导后续大面积施工。在软土地基处理中,通过真空预压试验段监测孔隙水压力消散规律,确定卸载时间,确保地基处理效果。这种基于试验检测的工艺优化,实现了从经验施工向科学施工的转变,有效提升工程质量与施工效率^[2]。

3 公路试验检测与现场施工质量提升策略

3.1 完善试验检测体系

(1)构建完善的试验检测体系是保障公路工程质量的基石。施工单位需依据工程规模、地质条件及设计要求,制定覆盖全周期的试验检测计划。计划应明确原材料进场检测批次、施工过程抽检频率、关键工序必检项目等内容,例如对水泥的检测需按批次进行强度、安定性、凝结时间测试,路基压实度检测每1000m²不少于2处。同时,建立标准化操作规程,细化检测流程,以沥青针入度试验为例,需严格控制试验温度、荷重及贯入时间,确保数据可追溯性。(2)人员管理方面,建立分级培训制度。针对新入职检测人员,开展为期3个月的基础理论与实操培训,考核合格后持证上岗;对资深检测人员,定期组织参与行业技术交流会,更新知识体系。通过ISO/IEC 17025实验室管理体系认证,规范人员岗位职责,实行检测报告三级审核制度(检测员初检、技术负责人复核、项目总工审批),杜绝数据造假与误判。设备管理需建立全生命周期档案,记录校准、维修、使用情况,对核子密度仪等强检设备,严格按国家计量标准每年送检,确保检测精度。

3.2 加强试验检测技术创新

(1)在数字化转型背景下,试验检测技术创新成为质量控制的核心驱动力。施工单位应积极引入无损检测技术,如采用超声波透射法检测灌注桩完整性,通过预埋声测管接收波形数据,可精准识别混凝土离析、夹泥等缺陷;探地雷达技术则适用于路基空洞探测,通过电磁波反射原理,在不破坏路面结构的前提下,定位隐蔽病害。智能检测技术的应用更实现了质量监测的革命性突破,例如在桥梁施工中部署光纤光栅传感器,可实时监测结构应力应变,通过5G网络将数据传输至云平台,利用AI算法预测结构安全风险。(2)研发与应用新型检测设备同样关键。如移动式沥青路面性能检测车集成了激光平整度仪、横向力系数测定仪等设备,可在行驶状态下完成多项指标检测,效率较传统方法提升3倍以上。施工单位还应与科研机构合作,开发适用于复杂工况的检测技术,例如针对冻土地区公路,研发基于红外热成像的路基冻融监测系统,通过温度场分析预判冻胀融沉风险,为工程质量提供前瞻性保障。

3.3 强化施工过程中的质量意识

(1)施工人员的质量意识直接决定工程实体品质。企业需构建“培训-考核-实践”一体化教育体系,将试验检测知识纳入岗前培训必修课。例如在路基填筑培训中,通过沙盘模拟展示不同含水量、压实遍数对压实度

的影响,结合灌砂法实操,使施工人员直观理解检测指标与施工工艺的关联。建立班组质量责任制,推行“自检-互检-专检”三检制度,对关键工序实行挂牌验收,明确质量责任人。(2)激励机制方面,设立质量专项奖励基金,对连续三个月施工质量达标率100%的班组,给予工程造价0.3%的奖金;对提出有效质量改进建议的个人,颁发“质量创新奖”并纳入晋升考核。惩罚措施则实行“质量问题一票否决制”,对未按规范留置混凝土试块、擅自调整配合比等行为,立即停工整改,并处以违规成本3倍的罚款。通过文化宣贯与制度约束,将“质量即生命”的理念融入施工全过程。

3.4 注重试验检测数据的分析与应用

(1)数据驱动是现代工程质量管理核心。施工单位需建立基于BIM的试验检测数据管理平台,实现从原材料检测、工序验收至竣工检测的全流程数据数字化。利用大数据分析技术,对不同标段、不同时段检测数据进行横向与纵向对比,例如通过分析多标段沥青路面弯沉值,建立区域地质条件-施工工艺-质量指标的关联模型,预测质量风险。(2)引入机器学习算法对数据进行深度挖掘,在混凝土强度检测中,通过分析水胶比、养护温度、龄期等12项参数与强度的关系,建立预测模型,提前优化配合比。数据应用需贯穿工程全生命周期:施工准备阶段,通过历史数据优化施工组织设计;过程控制阶段,利用实时数据动态调整施工参数,如根据路基压实度检测结果,自动调整压路机碾压参数;竣工阶段,生成可视化质量评估报告,为工程验收与后期养护提供依据^[3]。

3.5 加强试验检测机构的管理

(1)试验检测机构的规范运营是质量保障的关键环

节。行业主管部门应完善资质动态管理机制,除常规的人员、设备、场地审查外,增加检测能力验证考核,要求机构每两年参与一次省级以上能力验证活动。推行检测机构信用评价制度,将报告真实性、客户投诉率、整改落实情况等12项指标纳入评分体系,对信用等级低于B级的机构,限制其参与政府投资项目投标。(2)建立检测机构质量追溯制度,要求每份检测报告均附带二维码,扫码可查询检测原始记录、设备校准证书、人员资质等信息。鼓励机构开展技术升级,对采用三维激光扫描、无人机巡检等先进技术的机构,给予政策扶持。通过建立“双随机一公开”检查机制,每年对机构进行不少于2次的飞行检查,对出具虚假报告、篡改数据等行为,依法吊销资质并追究刑事责任,维护检测市场的公正性与权威性。

结语

公路试验检测与现场施工质量紧密相连,是公路工程建设的质量基石。从原材料到成品的全流程检测,为工程质量把控提供关键支撑;而完善体系、创新技术等提升策略,则为质量提升注入持续动力。未来,唯有持续深化试验检测工作,不断创新技术与管理模式,方能推动公路建设高质量发展,筑牢交通强国的坚实基础。

参考文献

- [1]邵锋锋.试验检测在公路工程质量现场管理中的作用[J].品牌与标准化,2022(02):57-59.
- [2]任世刚.加强工程试验检测在公路工程质量现场管理中的意义分析[J].黑龙江交通科技,2021,44(06):248+250.
- [3]王华琴.公路试验检测与现场施工质量管控策略研究[J].四川建材,2021,47(5):37-38.