

公路工程施工试验检测分析

高 磊

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：公路工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其施工质量直接关系到交通运输的安全、顺畅以及社会经济的发展。公路工程施工试验检测作为把控质量的关键环节，贯穿于工程建设的全过程。本文深入探讨了公路工程施工试验检测的重要性，详细阐述了原材料试验检测、路基路面试验检测、桥梁工程试验检测等主要内容，分析了当前试验检测面临的问题，并针对性地提出解决对策，结合实际案例展示了试验检测在保障公路工程质量方面的显著成效，旨在强调其核心地位，为推动公路工程高质量发展提供坚实的理论支撑与实践指导。

关键词：公路工程；施工试验检测；质量控制；技术应用

引言：在经济飞速发展的当下，公路工程建设规模持续扩大，其质量备受瞩目。公路工程施工试验检测宛如工程质量的“守门人”，通过科学、精准的检测手段，对工程建设所涉及的原材料、构配件、中间产品以及实体结构进行全面“体检”，依据检测数据评估工程质量是否达标，为施工工艺优化、质量问题整改提供关键依据。从项目规划、施工建设到竣工验收，试验检测贯穿始终，是确保公路工程耐久性、安全性、舒适性的核心要素，对提升公路工程整体品质、降低后期运维成本、促进交通事业蓬勃发展意义深远。

1 公路工程施工试验检测的重要性

1.1 保障工程质量

公路工程建设材料种类繁多，如水泥、钢材、沥青、集料等，其质量优劣直接决定了工程实体的性能。通过试验检测，能在材料进场前严格把关，杜绝不合格材料进入施工现场。例如，对水泥的安定性、强度进行检测，若安定性不合格，水泥在硬化过程中会产生不均匀体积变化，导致混凝土开裂，破坏路面或结构物整体性；对钢材的屈服强度、抗拉强度检测，可确保其在承受车辆荷载时不发生脆性断裂。在路基、路面、桥梁等分项工程施工过程中，试验检测实时监控施工质量，如路基压实度检测，保证路基足够密实，承载路面传来的荷载，防止路基沉陷，为公路长期稳定运行奠定基础。

1.2 优化施工工艺

试验检测数据为施工工艺调整提供了方向。以沥青混凝土路面摊铺为例，通过对沥青和集料的马歇尔试验，测定混合料的最佳沥青用量、稳定度、流值等指标，施工人员可依据这些数据精准控制沥青和集料的配合比，优化摊铺温度、摊铺速度、碾压工艺等参数。若马歇尔稳定度偏低，可适当增加沥青用量或调整集料级

配，提高路面高温稳定性；若流值过大，说明沥青用量偏多，需减少沥青用量，避免路面出现车辙、拥包等病害，确保路面平整度、压实度等指标符合要求，提升路面施工质量^[1]。

1.3 降低工程成本

一方面，早期对原材料严格检测，避免使用不合格材料，减少返工损失。如一批不合格钢材用于桥梁结构，施工后发现强度不足，返工拆除重建将耗费大量人力、物力、财力；另一方面，施工过程中的试验检测可及时发现质量问题，将隐患消除在萌芽阶段，避免问题积累导致后期大规模维修甚至重建。例如，通过定期对路基压实度检测，及时发现局部压实不足区域，进行补压处理，防止因路基不均匀沉降引发路面破损，延长公路使用寿命，从源头节约工程成本。

2 公路工程施工试验检测的主要内容

2.1 原材料试验检测

（1）水泥。检测水泥的标准稠度用水量，确保水泥浆具有适宜的稠度，便于施工操作；凝结时间测定，初凝时间不宜过短，保证有足够时间进行混凝土搅拌、运输、浇筑，终凝时间不宜过长，利于混凝土早期强度发展；安定性检测采用雷氏夹法或试饼法，防止水泥硬化后体积膨胀导致混凝土结构开裂；强度试验测定3天、7天、28天抗压、抗折强度，判断水泥是否满足设计等级要求，为混凝土配合比设计提供依据。（2）钢材。对钢筋原材，检测屈服强度、抗拉强度、伸长率、冷弯性能等指标。屈服强度反映钢筋开始产生塑性变形时的应力，抗拉强度体现钢筋抵抗拉断的能力，伸长率衡量钢筋的塑性变形能力，冷弯性能检验钢筋在常温下承受弯曲变形的能力，确保钢筋在加工、使用过程中不出现脆断现象。对于预应力钢材，如钢绞线，还需检测弹性模

量、松弛率等特殊指标,满足预应力混凝土结构受力要求。(3)沥青。针入度反映沥青软硬程度,是划分沥青标号的主要依据;软化点测定沥青由固态转变为液态时的温度,表征其耐热性;延度衡量沥青在低温下的延展能力,低温延度小的沥青,在寒冷地区易出现裂缝。此外,通过沥青与集料的粘附性试验,选择合适的沥青品种与集料组合,防止沥青路面在水的作用下出现剥落现象,确保路面结构的水稳定性。(4)集料。粗集料检测其颗粒级配,保证组成合理,形成紧密骨架结构,提高混合料强度;压碎值反映粗集料抵抗压碎的能力,压碎值高的集料制成的混凝土或沥青混合料承载能力低;针片状颗粒含量测定,针片状颗粒过多会影响集料堆积密度,降低混合料工作性能。细集料检测细度模数,控制砂的粗细程度,影响混凝土和易性;含泥量、泥块含量过高会降低集料与水泥或沥青的粘结力,影响结构强度,需严格控制在规定限值内^[2]。

2.2 路基路面试验检测

(1)路基压实度。路基压实度是路基质量控制的关键指标,采用灌砂法、环刀法、核子密度仪法等检测方法。灌砂法精度高,是路基压实度检测的标准方法,通过测定填满试坑的砂质量,推算试坑体积,结合试样湿密度计算干密度,与最大干密度相比得到压实度;环刀法适用于细粒土路基,操作简便;核子密度仪法检测速度快,但需经常校准,受土质、含水量等因素影响。压实度不足,路基在行车荷载与自重作用下易产生沉降,引发路面病害。(2)路面平整度。平整度检测仪器有3m直尺、连续式平整度仪、激光平整度仪等。3m直尺法简单直观,测量直尺与路面间隙值反映局部平整度;连续式平整度仪可连续测量较长路段,通过测量轮位移传感器采集数据,计算国际平整度指数(IRI);激光平整度仪利用激光测距原理,高速、高精度检测路面平整度。平整度差的路面不仅影响行车舒适性,还会加速车辆磨损,降低轮胎使用寿命,增加车辆油耗。(3)路面弯沉。

贝克曼梁法、自动弯沉仪法、落锤式弯沉仪(FWD)法是常见的路面弯沉检测方法。贝克曼梁法原理基于弹性半无限体理论,测量车辆加载卸载过程中梁端点竖向位移;自动弯沉仪实现连续动态测量,提高检测效率;FWD法模拟车辆冲击荷载,获取路面弯沉盆信息,全面反映路面结构承载能力。路面弯沉值过大,表明路面结构强度不足,在长期行车荷载作用下易出现裂缝、坑槽等病害。

2.3 桥梁工程试验检测

(1)桥梁桩基检测。低应变反射波法通过在桩顶施

加竖向激振力,检测桩身完整性,根据反射波信号特征判断桩身是否存在缩颈、扩径、断桩等缺陷;声波透射法适用于大直径灌注桩,在桩内预埋声测管,发射换能器发出声波,接收换能器接收信号,通过分析声波传播时间、波幅、频率等参数,判断桩身混凝土质量;高应变动力检测法采用重锤冲击桩顶,测量桩顶力与速度时程曲线,推算桩身完整性、承载力,用于确定单桩竖向抗压极限承载力。(2)桥梁混凝土强度。

回弹法利用回弹仪测定混凝土表面硬度,结合碳化深度,推算混凝土抗压强度,操作简便、检测速度快,但受混凝土表面状态、碳化深度影响较大;超声回弹综合法结合超声声速和回弹值,综合评定混凝土强度,提高检测精度;钻芯法从混凝土结构中钻取芯样,直接测定芯样抗压强度,结果最准确,但对结构有一定损伤,一般作为仲裁检测方法。确保桥梁混凝土强度满足设计要求,是保障桥梁结构安全的基础。(3)桥梁预应力张拉。通过千斤顶对预应力筋施加拉力,采用油压表或压力传感器测量张拉应力,伸长值测量仪测定预应力筋伸长值,依据设计要求的张拉控制应力、理论伸长值,对比实测伸长值,误差控制在 $\pm 6\%$ 以内,确保预应力施加准确。预应力张拉不足,桥梁结构承载能力降低,易出现裂缝;张拉过度,可能导致预应力筋断裂,危及桥梁安全。

3 公路工程施工试验检测面临的问题

3.1 检测标准执行不严格

部分施工单位为赶工期、降成本,在试验检测过程中,对检测标准打折扣。如水泥安定性检测,未严格按照标准规定的试验方法、养护条件进行操作,导致检测结果不准确,不合格水泥蒙混过关;在路基压实度检测时,未达到规定的检测点数,仅凭少量数据判断压实质量,使压实度未达标的路基进入下一道工序,给公路工程留下质量隐患。

3.2 检测设备落后

一些小型施工企业或偏远地区项目,试验检测设备陈旧、老化,更新不及时。如沥青针入度仪精度达不到现行标准要求,测量误差大,影响沥青标号判断;部分路基压实度检测设备操作复杂,自动化程度低,检测效率低下,且易受人为主观因素干扰,难以满足大规模、快速施工检测需求,导致检测数据及时性、准确性受限。

3.3 检测人员专业素质参差不齐

公路工程试验检测涉及多学科知识,要求检测人员具备材料、力学、土工等专业背景。但现实中,部分检测人员专业知识不足,对新规范、新技术掌握不及时,如在桥梁桩基高应变动力检测中,不熟悉检测原理、数

据分析方法,无法准确判断桩身质量;还有些检测人员责任心不强,在试验过程中随意更改数据、编造报告,严重扰乱试验检测秩序,损害工程质量管控根基。

4 解决公路工程施工试验检测问题的对策

4.1 加强监管力度

建立健全公路工程试验检测监管体系,政府主管部门加大对工程项目的监督检查频次,不定期抽查试验检测报告、原始记录,核对检测数据真实性;对违规操作的施工单位、检测机构依法严惩,纳入不良信用记录,限制市场准入;推行检测数据实时上传制度,利用信息化手段,如建立试验检测管理平台,实现检测数据远程监控、动态管理,确保检测过程规范、透明,让试验检测真正成为公路工程质量的坚实保障。

4.2 更新设备

施工企业应加大对试验检测设备的投入,根据工程规模、检测需求,选用先进、高精度、自动化程度高的设备。如引进智能型沥青混合料拌和楼,能实时监测沥青和集料用量、拌和温度等参数,自动调整配合比,确保混合料质量稳定;配备高精度、便携式的路基路面检测设备,如激光平整度仪、落锤式弯沉仪等,提高现场检测效率与精度,为工程质量快速评估提供有力支撑^[3]。

4.3 强化人才培养

鼓励高校开设公路工程试验检测相关专业课程,培养专业对口人才;检测机构、施工企业定期组织内部培训,邀请专家授课,内容涵盖新规范解读、新检测技术应用、案例分析等,提升检测人员业务水平;建立人才考核机制,对检测人员进行理论知识与实操技能考核,颁发相应资质证书,实行持证上岗,激发检测人员学习积极性,打造一支高素质、专业化的试验检测队伍。

5 公路工程施工试验检测实际案例分析

某新建高速公路全长300公里,在施工过程中高度重视试验检测工作。原材料进场时,对每批次水泥、钢

材、沥青等严格按照标准检测,发现多批次水泥安定性不合格、部分钢材伸长率不达标,坚决退回供应商,从源头保障材料质量。路基施工阶段,采用灌砂法结合核子密度仪法,增加检测频率,实时监控路基压实度,对压实不足路段及时返工,确保路基压实均匀、密实。路面摊铺时,依据马歇尔试验优化沥青混合料配合比,利用激光平整度仪、落锤式弯沉仪全程跟踪检测,路面平整度IRI平均值控制在1.8m/km以内,弯沉值满足设计要求。桥梁工程中,桩基采用低应变反射波法、声波透射法联合检测,混凝土强度回弹法结合钻芯法复核,预应力张拉严格控制应力与伸长值误差,全桥桩身完整性良好,混凝土强度达标,预应力施加准确。通过严格的试验检测,高速公路顺利通过竣工验收,通车后路面状况良好,未出现早期病害,行车安全、舒适。

结论:公路工程施工试验检测在公路工程建设中占据着无可替代的核心地位,通过对原材料、路基路面、桥梁工程等全方位检测,保障工程质量、优化施工工艺、降低成本。尽管当前面临检测标准执行不严、设备落后、人员素质不均等问题,但通过加强监管、更新设备、强化人才培养等有力措施,结合实际案例验证了这些举措的有效性,能切实提升试验检测水平,为公路工程铸就坚固质量防线。展望未来,随着科技进步与行业发展,公路工程施工试验检测将朝着智能化、精准化、高效化方向大步迈进,持续为公路交通事业的繁荣昌盛保驾护航。

参考文献

- [1]李明,张华.基于大数据的公路工程试验检测数据分析方法研究[J].公路交通科技,2024,31(6):72-77.
- [2]王悦,陈刚.新型无损检测技术在公路桥梁工程试验检测中的应用探索桥梁建设,2024,44(5):65-69.
- [3]刘辉,周峰.智能化试验检测设备在公路工程中的推广与实践[J].交通标准化,2024,42(4):50-53.