

公路工程材料检测与质量控制技术研究

姚冬冬

新疆生产建设兵团建设工程质量检测中心有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着交通基础设施建设的大规模推进，公路工程作为国家经济发展的重要脉络，其建设质量备受关注。本文围绕公路工程材料检测与质量控制技术展开研究，阐述了材料检测对保障工程质量、合理控制成本及促进新技术应用的重要意义，分析了水泥、钢材、沥青、集料等常见材料的检测方法，探讨了原材料采购、进场检验、储存保管及施工过程中的质量控制技术，并提出建立完善质量控制体系、加强人员培训、强化设备管理、严格执行标准规范等控制措施，旨在为提升公路工程材料质量、保障工程安全耐久性提供理论与实践参考。

关键词：公路工程；材料检测；质量控制；技术研究

引言：公路工程作为基础设施建设的重要组成部分，其质量直接关系到交通运行安全与社会经济发展。材料作为公路工程施工的物质基础，其质量是决定工程整体质量的核心要素。近年来，随着公路建设规模的扩大与技术的革新，对材料检测精度与质量控制水平提出了更高要求。从材料检测的重要意义出发，系统梳理常见材料的检测方法，深入研究质量控制技术与具体措施，以期为规范公路工程材料管理、减少质量隐患、推动行业高质量发展提供有力支撑。

1 公路工程材料检测的重要意义

1.1 保障工程质量

材料质量是公路工程质量的核心基础，直接决定工程的结构稳定性与使用寿命。通过科学检测，可及时发现材料性能是否符合设计标准，如水泥的强度等级、钢材的力学性能、沥青的黏结性等指标是否达标，避免不合格材料用于施工。若材料存在质量缺陷，可能导致路面开裂、路基沉降、结构坍塌等严重问题，威胁交通运行安全。严格的材料检测能从源头阻断不合格材料流入工程环节，确保每一批次材料的性能参数满足工程要求，为公路工程的整体质量提供坚实保障，减少后期维修返工概率，维护道路使用者的生命财产安全。

1.2 合理控制成本

材料费用在公路工程总造价中占比高达60%~70%，有效的材料检测可避免因材料质量问题造成的成本浪费。一方面，通过检测筛选性价比更高的材料，防止采购高价低质材料；另一方面，提前发现材料潜在缺陷，减少因材料不合格导致的工程返工、维修等额外支出。例如，对集料级配的精准检测可优化配合比设计，降低材料消耗；对钢材耐腐蚀性的检测能避免后期因锈蚀引发的大规模修复成本，从而实现工程成本的精细化控

制，提升项目经济效益。

1.3 促进新技术应用

材料检测技术的进步为公路工程新技术、新材料的推广提供了重要支撑。随着工程建设对环保、耐久、高强度材料的需求增加，新型复合材料、改性沥青、再生集料等不断涌现，而检测技术可精准验证其性能是否满足工程要求。通过科学检测数据，能客观评估新技术材料的适用性与可靠性，消除应用顾虑。同时，检测过程中积累的技术参数可为新材料的改进与标准化提供依据，推动行业技术创新，加速传统材料向高性能、绿色环保材料的转型，助力公路工程建设技术升级^[1]。

2 公路工程常见材料检测的方法

2.1 水泥检测

水泥检测需围绕物理性能与化学指标展开，以确保其适配公路工程需求。物理性能检测中，细度检测采用负压筛析法，通过80μm方孔筛的筛余物质量占比判断颗粒粗细，影响水化速度与强度发展；凝结时间测定利用凝结时间测定仪，初凝时间需 ≥ 45 分钟以防施工中过早凝固，终凝时间 ≤ 600 分钟保障工程进度；胶砂强度试验按标准配合比制成试件，经28天标准养护后用压力机测试抗折与抗压强度，验证是否达标。化学指标检测重点为三氧化硫含量（ $\leq 3.5\%$ ）、氧化镁含量（ $\leq 5.0\%$ ）及氯离子含量（ $\leq 0.06\%$ ），采用化学分析法测定，避免因成分超标导致结构开裂或腐蚀。检测时需严格控制环境温度（ $20\pm 2^\circ\text{C}$ ）和湿度（ $\geq 90\%$ ），确保试样制备与养护条件符合规范，保证数据准确性。

2.2 钢材检测

钢材检测聚焦力学性能与外观质量，保障其在公路结构中的承载能力。力学性能检测中，拉伸试验通过万能材料试验机测定屈服强度、抗拉强度和伸长率，取

样制成标准试件,在规定速率下拉伸至断裂,记录关键数据,屈服强度需满足设计值,伸长率反映塑性变形能力;弯曲试验将试件绕规定直径弯心弯曲至180°,观察弯曲部位有无裂纹或断裂,评估冷弯性能。外观质量检测采用目测与量具测量结合,检查表面是否有裂纹、结疤、折叠等缺陷,用卡尺测量直径偏差,确保误差在允许范围内。对于焊接钢材,还需进行焊缝强度检测,通过拉伸或冲击试验验证焊接质量。检测过程中,试件取样需避开钢材端部一定距离,保证代表性,试验机需定期校准,确保力值测量精度,为钢材在桥梁、路面基层等结构中的安全应用提供数据支撑。

2.3 沥青检测

沥青检测涵盖针入度、延度、软化点等关键指标,以评估其路用性能。针入度检测在25°C恒温下,将标准针垂直刺入沥青试样5秒,测量刺入深度,反映沥青硬度与黏度,数值越小则沥青越硬;延度检测将沥青试样制成8字形试件,在25°C水浴中以5cm/min速率拉伸,记录断裂时的长度,体现低温抗裂性,延度越大低温性能越优;软化点检测采用环球法,将沥青试样装入铜环,在加热介质中升温,记录试样下垂至与底板接触时的温度,反映高温稳定性。此外,还需检测沥青的黏附性,通过水煮法或水浸法判断与集料的黏结能力,避免路面出现剥落现象。检测时需严格控制温度、拉伸速率等参数,试样需充分拌匀并去除气泡,确保检测结果能真实反映沥青的路用性能。

2.4 集料检测

集料检测需兼顾物理性质与级配组成,保障其在混合料中的骨架支撑作用。物理性质检测中,表观密度采用静水天平法,通过测定集料在空气中质量与水中质量,计算单位体积质量,影响混合料密实度;堆积密度通过量筒法测量单位堆积体积的质量,用于配合比设计中的体积计算;含泥量检测用筛洗法,将集料过2.36mm筛后,称量小于0.075mm颗粒的质量占比,控制在规定的限值内以防降低强度。级配检测采用筛分法,将集料通过一系列不同孔径的标准筛,称量各筛余物质量,计算分计筛余与累计筛余,绘制级配曲线,确保符合设计要求的连续级配或间断级配。对于粗集料,还需检测压碎值,通过压力机对集料施加荷载,测定破碎后小于2.36mm颗粒的含量,评估抗破碎能力。检测时需对集料进行清洗烘干处理,筛分过程需反复摇动至各筛筛余物质量稳定,保证级配数据的准确性,为混合料配合比设计提供可靠依据^[2]。

3 公路工程材料质量控制技术

3.1 原材料采购控制

原材料采购作为材料质量控制的源头环节,需构建系统化的管控流程。采购前,应组织技术、采购、质检等部门联合开展市场调研,对供应商的生产规模、技术实力、质量管理体系进行实地考察,优先选择通过ISO9001认证且有大型公路项目供货经验的厂家。同时,建立供应商准入名录,明确准入标准,如水泥供应商需提供3天和28天强度检测报告,钢材供应商需出具材质证明书等。采购合同中除明确材料规格、数量、价格外,还应细化质量验收条款,约定如检测不合格的退换货流程及违约金比例。采购过程中推行信息化管理,利用采购管理系统记录供应商信息、材料参数及历史交易数据,实行季度评估制度,对连续3次供货合格的供应商给予优先合作权,对出现质量问题的供应商暂停合作并限期整改,从采购环节筑牢质量防线。

3.2 材料进场检验控制

材料进场检验需执行“双检制”,即施工单位自检与监理单位平行检验相结合。材料运抵现场后,首先核查送货单、出厂合格证、质保单等资料的完整性与一致性,核对材料外观是否存在破损、变形、锈蚀等问题,如沥青桶是否有泄漏,钢材表面是否有裂纹等。随后按规范进行抽样,抽样数量需满足标准要求,例如水泥每200吨为一检验批,每批随机抽取不少于12kg试样;集料每400m³为一检验批,抽样量不少于100kg。检验项目需覆盖关键指标,水泥检测细度、凝结时间、抗压强度等,钢材检测屈服强度、抗拉强度、伸长率等。检验完成后,及时出具检验报告,合格材料张贴“合格”标识并登记入库,不合格材料悬挂“禁用”标牌并安排专车退回,同时记录退场时间、原因及处理结果,形成闭环管理。

3.3 材料储存与保管控制

材料储存与保管需根据材料物理化学特性制定专项方案,确保储存环境符合要求。水泥仓库应采用混凝土硬化地面,设置30cm以上的防潮垫层,仓库顶部加装防雨棚,墙面开设通风窗,保持相对湿度不超过60%,并按进场日期分区堆放,距墙不少于30cm,堆高不超过10袋,同时悬挂标牌注明生产日期,确保在保质期内使用。钢材储存区需搭建防雨棚,采用型钢支架架空离地20cm以上,不同规格、型号的钢材分开堆放,用彩条布覆盖防锈,定期涂刷防锈漆,特别是雨季需每周检查一次锈蚀情况。沥青储存罐需配备温度控制系统,保持温度在130-150°C,罐顶安装呼吸阀防止挥发,罐底设置排水阀定期排放水分。

3.4 施工过程材料质量控制

施工过程材料质量控制需贯穿搅拌、运输、摊铺、

碾压等全流程。搅拌环节采用全自动计量搅拌设备,设备需经计量部门校准并张贴合格证,每月进行一次自校,确保水泥、外加剂等粉料计量误差不超过 $\pm 1\%$,集料计量误差不超过 $\pm 2\%$ 。搅拌时严格控制时间,混凝土搅拌不少于90秒,沥青混合料搅拌不少于45秒,确保材料混合均匀。运输过程中,混凝土罐车需保持3-5转/分钟的转速防止离析,夏季运输时覆盖篷布防晒;沥青混合料运输车需包裹保温棉被,确保到场温度不低于 160°C 。摊铺环节,沥青混合料摊铺温度需控制在 $140-160^{\circ}\text{C}$,摊铺速度保持2-6m/min,避免停顿造成温度下降;水泥稳定碎石摊铺时需连续作业,间隔时间不超过2小时。碾压环节配备智能化碾压设备,实时监测碾压温度、遍数和速度,沥青路面初压温度不低于 130°C ,终压温度不低于 70°C ,确保压实度达到96%以上^[3]。

4 公路工程材料质量控制措施

4.1 建立完善的质量控制体系

公路工程材料质量关乎整个工程的安全与耐久性,建立完善的质量控制体系至关重要。首先,要制定全面且细致的质量控制计划,明确各阶段材料质量控制的目标、任务与责任人。从材料的采购源头抓起,对供应商进行严格筛选与评估,确保其具备良好信誉与质量保障能力。在材料进场环节,设置多道检验关卡,依据相关标准进行严格检验,不合格材料坚决拒收。同时,建立材料质量追溯机制,详细记录材料从采购到使用的全过程信息,一旦出现问题能迅速追溯源头,及时采取措施,保障公路工程材料质量始终处于可控状态。

4.2 加强人员培训与管理

公路工程材料质量控制离不开专业的人员队伍,加强人员培训与管理是关键举措。定期组织材料管理人员、质检人员参加专业培训,内容涵盖材料性能、质量标准、检验方法等方面,提升其专业素养与业务能力。同时,强化质量意识教育,让每一位员工深刻认识到材料质量对公路工程的重要性,树立严谨负责的工作态度。建立科学合理的绩效考核制度,将材料质量控制工作成效与员工薪酬、晋升挂钩,激励员工积极主动做好质量管控。

4.3 强化检测设备管理

检测设备是公路工程材料质量检测的重要工具,其准确性直接影响检测结果,因此强化检测设备管理必不可少。建立完善的设备管理制度,明确设备采购、验收、使用、维护、校准等各环节的管理要求。定期对检测设备进行维护保养,确保设备处于良好的运行状态。按照规定的时间间隔对设备进行校准,保证检测数据的准确性与可靠性。同时,为每台设备建立详细的管理档案,记录设备的基本信息、使用情况、维护校准记录等,方便追踪与管理。

4.4 严格执行质量标准与规范

严格执行质量标准与规范是公路工程材料质量控制的核心要求。在材料采购前,依据公路工程的设计要求与相关行业标准,明确所需材料的质量标准与规格参数。在材料进场检验、加工制作、使用等各个环节,严格按照既定标准与规范进行操作。对于每一批次的材料,都要依据标准进行全面检验,确保各项指标符合要求。对于不符合标准的材料,坚决禁止使用,并及时进行妥善处理^[4]。

结束语

综上所述,公路工程材料检测与质量控制是保障工程安全耐久的核心环节。从材料检测的多重意义到具体方法,从全流程质量控制技术到系统性保障措施,构建了一套科学完整的管理体系。通过严格执行这些技术与措施,能有效规避质量风险,提升工程建设水平。未来,需持续创新检测技术与控制模式,适应行业发展新需求,为公路工程高质量发展筑牢材料质量防线,助力交通基础设施建设迈向更高水平。

参考文献

- [1]杨迎春.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制[J].工程技术研究,2020,5(22):107-108.
- [2]盛国鹏.公路桥梁工程材料检测质量控制分析[J].工程技术研究,2020,5(8):155-156.
- [3]李贺.高速公路沥青混凝土路面试验检测技术与质量控制措施[J].交通世界,2020(20):162-163.
- [4]杜昀泽.高速公路沥青混凝土路面检测技术研究[J].交通世界,2020(18):272-273.