

# 道路原材料及道路路基试验检测方法

王 利 谢灵静 郭玉龙 王 东

浙江有色地勘集团有限公司 浙江 绍兴 312000

**摘要:** 道路原材料涵盖沥青、水泥、砂石、钢材等,其质量直接影响道路性能。试验检测需遵循国家标准,对原材料进行物理、力学、化学性能测试,如水泥安定性、沥青针入度等。路基检测则聚焦压实度、弯沉、平整度等指标,常用方法包括灌砂法测压实度、弯沉仪测弯沉值、连续式平整度仪测平整度。通过科学检测,可确保原材料符合标准,路基稳定可靠,为道路建设质量提供保障。

**关键词:** 道路原材料;道路路基;试验检测方法

引言:道路建设作为国家基础设施建设的核心环节,其质量直接关系到交通运行的顺畅与安全。道路原材料,如沥青、水泥、集料等,是构成道路的基础物质,其性能优劣直接影响道路的使用寿命。而道路路基作为支撑路面的结构层,其稳定性与强度更是道路安全的关键。因此,对道路原材料及路基进行科学、精准的试验检测,是确保道路建设质量、提升工程效益的重要举措,也是当前道路工程领域的研究热点。

## 1 道路主要原材料性能及检测方法

### 1.1 集料

(1) 物理性能检测:集料的物理性能直接决定道路结构的承载能力与稳定性,核心检测指标包括粒径分布、压碎值、磨耗值及含泥量。粒径分布需符合级配设计要求,确保混合料密实度;压碎值反映集料抵抗压碎的能力,直接关联系路承重性能;磨耗值评估集料在行车摩擦下的耐久性;含泥量过高会降低集料与结合料的黏结力,需严格控制。(2) 化学性能检测:重点检测硫化物与硫酸盐含量、有机质含量。硫化物与硫酸盐易引发体积膨胀,破坏道路结构完整性;有机质会削弱集料与结合料的黏结效果,二者含量均需符合规范限值。(3) 检测标准与方法:粒径分布采用筛分法,通过标准筛组分离不同粒径颗粒并称重统计;压碎值通过压碎试验仪测定;磨耗值采用洛杉矶磨耗试验,模拟行车磨损环境评估耐久性,检测过程均需遵循现行公路工程集料试验规程。

### 1.2 无机结合料

(1) 细度、活性指数、凝结时间检测:细度直接影响无机结合料的水化速率与强度发展,细度不足会导致水化不充分,降低胶结能力;活性指数是评估粉煤灰等工业废渣利用价值的核心指标,决定其替代水泥的比例;凝结时间需适配施工节奏,初凝时间过短易导致施工中断,终凝时间过长则影响后续工序推进,需严格把控。

(2) 化学成分分析与胶砂强度试验:采用XRF(X射线荧光光谱)、XRD(X射线衍射)技术进行化学成分分析,快速精准识别结合料中的矿物组成与有害杂质含量;胶砂强度试验通过制备标准胶砂试件,测定不同龄期的抗压、抗折强度,验证结合料的胶结性能与结构承载潜力,为配合比设计提供依据。

### 1.3 沥青及改性沥青

(1) 针入度、软化点、延度、黏度检测:这四项指标共同构成沥青性能评价体系。针入度反映沥青的软硬程度与黏性,适配不同气候区域的道路需求;软化点评估沥青高温稳定性,避免夏季高温时出现路面车辙;延度表征沥青低温抗裂性能,防止冬季低温产生收缩裂缝;黏度决定沥青施工和易性,保障混合料拌和、摊铺质量。(2) 老化性能试验:采用薄膜加热试验、旋转薄膜烘箱试验模拟沥青在施工加热和长期服役过程中的老化状态。通过检测老化后沥青的针入度比、延度等指标变化,评估其抗老化能力,确保沥青混合料在长期使用中性能稳定,减少因老化导致的路面病害<sup>[1]</sup>。

### 1.4 混合料配合比设计验证

(1) 沥青混合料:马歇尔稳定度试验评估混合料的高温抗变形能力与水稳定性,保障路面在行车荷载下不发生过大变形;车辙试验模拟长期行车作用,验证混合料的高温耐久性;冻融劈裂试验检测混合料在冻融循环后的抗裂性能,适配寒冷地区道路使用需求。(2) 水泥稳定碎石:无侧限抗压强度试验是核心验证指标,测定试件在无侧向约束条件下的抗压能力,确保基层具备足够承载强度;间接抗拉强度试验评估混合料的抗裂性能,减少基层因温度变化或荷载作用产生的横向裂缝,保障道路结构整体稳定性。

## 2 道路路基试验检测技术

### 2.1 路基压实度检测

(1) 传统方法：灌砂法、环刀法、核子密度仪法是路基压实度检测的经典手段，应用广泛且技术成熟。灌砂法通过标准砂置换路基压实层体积，结合试样质量计算密实度，适用于各类土质地基，检测精度高，是行业内的基准方法；环刀法通过切割获取标准体积的路基土样，称量后计算干密度与压实度，操作简便、成本较低，多用于黏性土路基检测；核子密度仪法利用核辐射穿透原理快速测定路基密度与含水量，检测效率高，可实现无损快速筛查，但需定期校准以保障精度，常用于大面积施工质量抽检。(2) 新兴技术：激光扫描法与连续压实控制技术（CCC）推动路基压实检测向智能化、连续化升级。激光扫描法通过三维激光扫描获取路基表面地貌数据，结合算法分析压实均匀性，可快速识别局部压实不足区域；连续压实控制技术借助安装在压路机上的传感器，实时采集压实过程中的振动参数，动态评估压实质量，实现“边压实、边检测、边调整”，大幅提升施工效率与质量管控精度，尤其适用于高等级公路大规模路基施工<sup>[2]</sup>。

## 2.2 路基强度与模量检测

(1) 承载板试验、动态圆锥贯入仪（DCP）试验是直接评估路基强度的核心方法。承载板试验通过在路基表面放置刚性承载板，分级施加荷载并测量沉降量，计算路基回弹模量，直观反映路基承载能力，是路基设计与验收的关键依据；动态圆锥贯入仪试验利用标准质量的落锤冲击圆锥探头，通过贯入深度评估路基土的密实度与强度，操作轻便、检测速度快，适合施工现场快速排查强度薄弱区域。(2) 落锤式弯沉仪（FWD）反演模量分析是间接获取路基模量的先进技术。该技术通过重锤自由落下产生瞬时冲击荷载，测量路基表面不同距离处的弯沉值，结合层状弹性体系理论反演计算路基各结构层的回弹模量。其优势在于检测速度快、对路基扰动小，可实现连续检测，能全面反映路基强度的空间分布特征，为路基施工质量评估与后期养护提供精准数据支撑。

## 2.3 路基含水量与密度检测

(1) 烘干法、酒精燃烧法、时域反射仪（TDR）法是含水量与密度检测的常用技术。烘干法通过烘箱烘干土样，计算湿干质量差获取含水量，检测精度高，是含水量检测的标准方法；酒精燃烧法利用酒精燃烧释放的热量蒸发土样水分，操作简便、耗时短，适合施工现场快速测定；时域反射仪（TDR）法通过电磁波在土体中的传播特性测定含水量，实现无损快速检测，可实时监测路基含水量变化，但受土体含盐量、有机质含量影响较大，需针对性校准<sup>[3]</sup>。(2) 核磁共振（NMR）技术在

路基含水量分布检测中展现出独特优势。该技术利用水分子中氢原子核的核磁共振信号，不仅能精准测定路基含水量，还可分析含水量的空间分布特征，识别路基内部的含水富集区域。这一特性对于评估路基干湿循环稳定性、预防冻胀融沉病害具有重要意义，尤其适用于复杂地质条件下的路基质量检测。

## 2.4 路基内部缺陷无损检测

(1) 地质雷达（GPR）是探测路基内部缺陷的主流技术，其通过发射高频电磁波穿透路基结构，利用不同介质界面的电磁波反射信号生成剖面图像，可精准识别路基内部的空洞、脱空、软弱夹层、含水量异常区等病害。该技术检测速度快、分辨率高，可实现连续无损探测，广泛应用于路基施工质量验收与运营期病害排查。(2) 超声波检测技术通过发射超声波并接收传播后的信号，分析超声波在路基中的传播速度、衰减系数等参数，评估路基土体的均匀性与密实度。当路基存在松散、空洞等缺陷时，超声波传播特性会发生明显变化，据此可定位缺陷位置与范围。该技术适用于局部区域的精细化检测，常与地质雷达检测配合使用，提升缺陷识别的准确性<sup>[4]</sup>。

## 2.5 特殊路基检测

(1) 软土地基检测需重点评估土体承载力与固结特性，核心方法包括静力触探（CPT）与十字板剪切试验。静力触探通过匀速推送探头进入软土，测量锥尖阻力与侧壁摩阻力，快速判定软土分层、承载力及压缩性；十字板剪切试验通过旋转十字板探头测量软土的抗剪强度，直接反映软土地基的稳定性，为软基处理方案设计与施工质量评估提供关键参数。(2) 膨胀土路基检测聚焦其胀缩特性，核心检测指标与方法包括自由膨胀率、收缩试验、无荷膨胀量检测。自由膨胀率通过测定膨胀土在无约束条件下的膨胀体积变化，评估其膨胀潜势；收缩试验检测土体失水后的收缩量与收缩速率，反映收缩裂缝产生的可能性；无荷膨胀量检测则模拟无荷载作用下膨胀土的膨胀变形规律，为路基边坡防护、填料改良方案设计提供依据，保障膨胀土路基的长期稳定性。

## 3 道路原材料与路基检测标准化及发展趋势

### 3.1 国内外检测标准对比

(1) 我国《公路工程试验检测规程》（JTG34xx系列）是道路工程检测的核心技术依据，涵盖原材料性能、路基施工质量等全流程检测要求。该标准体系立足国内气候特点与集料资源分布现状，在技术框架兼容国际先进理念的基础上进行本土化优化，如针对南方高温多雨地区水损害问题，细化了沥青与集料黏附性试验的环境

参数,增强了标准的工程针对性与实用性,为我国公路建设质量管控提供了统一、科学的技术支撑。(2)美国AASHTO标准、欧洲EN标准与我国JTG34xx系列标准存在技术共性与差异。共性在于核心技术路线一致,如沥青与集料黏附性检测均采用“裹覆-环境模拟-剥落评估”逻辑,等级划分体系互通,保障了检测结果的可比性;差异主要体现在环境参数与适配范围,AASHTO标准细化了集料粒径与沥青用量推荐值,EN标准对试验温度和时长要求相对宽松,而我国标准更侧重极端气候模拟与多元集料适配性,形成了“国际技术内核+本土需求优化”的差异化特征。

### 3.2 智能化检测技术应用前景

(1)机器学习在检测数据解析中展现出巨大潜力,尤其在病害自动识别领域优势显著。通过构建YOLOM等轻量化算法模型,可快速提取路面裂缝、坑洞等病害的图像特征,实现高精度、高效率的自动识别与分类,其检测精度和推理速度优于传统方法,且能降低设备硬件需求,为大规模道路巡检提供技术支撑,推动检测数据解析从人工依赖向智能自动化转型。(2)物联网技术推动道路检测向实时监测与预警系统升级。通过在道路沿线部署多维度传感器,可实时采集路面状况、温度、交通流量等数据,经无线传输至管控平台进行联动分析;当检测指标超出阈值时,系统能自动触发预警并生成运维工单,形成“监测-预警-处置-核查”的闭环管理,大幅提升隐患处置效率,实现从“被动维修”到“主动防控”的转变<sup>[5]</sup>。

### 3.3 绿色检测技术发展方向

(1)低能耗检测设备研发成为绿色检测的重要抓手。针对传统检测设备能耗高、便携性差的问题,行业正聚焦轻量化、低功耗技术研发,通过优化设备结构、采用

高效节能组件,在保障检测精度的前提下降低能源消耗,同时提升设备移动性,适配不同场景下的检测需求,契合绿色交通发展理念。(2)无损检测技术的创新应用有效减少对道路结构的破坏。相较于传统钻芯取样等破坏性检测方法,地质雷达、超声波、时域反射仪等无损检测技术可在不损伤道路结构的前提下,精准获取路基密实度、内部缺陷、含水量等关键参数,既保障了检测数据的真实性,又降低了对道路服役性能的影响,减少了后期修复成本,是绿色检测的核心发展路径。

### 结束语

道路原材料及路基的试验检测是保障道路工程质量的关键环节。通过科学严谨的检测方法,我们能够精准掌握原材料性能与路基质量状况,为道路建设提供可靠的数据支撑。这不仅有助于及时发现并解决潜在质量问题,还能有效延长道路使用寿命,提升行车安全性与舒适性。未来,随着检测技术的不断创新与完善,我们应持续优化检测流程,提高检测精度与效率,为推动我国道路工程事业的高质量发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]王建国,李鹏.公路工程材料检测技术发展现状与应用[J].公路工程,2023,41(2):55-59.
- [2]张明,陈俊.道路路基试验检测技术优化路径[J].土木工程,2022,50(4):98-103.
- [3]王子静.公路原材料及道路路基试验检测方法分析[J].四川建材,2022,48(10):34-35.
- [4]冯英涛.道路原材料及道路路基试验检测对工程质量的重要价值[J].企业科技与发展,2021,15(04):100-101.
- [5]许爱霞.高速公路原材料及道路路基试验检测方法[J].居业,2022,22(05):31-33.