

公路沥青路面工程施工检测

张海燕

阿拉善盟公路工程局 内蒙古 阿拉善盟 750300

摘要: 公路沥青路面施工检测涵盖原材料、混合料、施工过程及成品路面性能检测,涉及无损检测、实验室试验、现场取样等多种方法。检测流程分施工前、中、后阶段,组织架构含施工单位自检、监理平行检验、第三方检测。设备分常规与先进,人员需具备专业资质。通过全面检测,可保障公路沥青路面施工质量,为道路安全与耐久性提供坚实支撑。

关键词: 公路沥青路面; 施工检测; 检测方法; 质量保障

引言: 公路沥青路面作为交通基础设施的关键部分,其质量直接关乎行车安全与舒适度。在公路沥青路面工程中,施工检测是把控质量的核心环节。从原材料的严格筛选,到混合料性能的精准评估,再到施工过程的实时监控以及成品路面的全面检测,每个步骤都紧密相连。全面且细致的施工检测,能够及时发现并解决问题,确保沥青路面满足设计要求与使用标准。

1 检测范围与内容

1.1 原材料检测

沥青检测需涵盖物理与化学两大性能维度。物理性能检测聚焦针入度、软化点、延度及溶解度,其中,针入度等指标能够直接反映沥青的粘稠度,软化点可体现其温度敏感性,延度则反映柔韧性^[1]。化学性能检测则包括旋转薄膜烘箱老化试验,模拟沥青在高温环境下的老化过程,评估其抗老化能力;同时开展抗剥落性能试验,确保沥青与集料粘附性满足要求。集料检测把控颗粒级配合理性,确保各粒径集料比例符合设计;压碎值与磨光值检测反映抗压强度与耐磨性;含泥量等检测优化集料形态,提升混合料性能。填料检测考察细度、亲水系数及含水量,确保纯净度及与沥青相容性。添加剂检测针对抗车辙剂等关键组分,测定有效成分含量并评估分散均匀性。

1.2 混合料性能检测

配合比验证双重校核目标与生产配合比一致性,油石比误差控制在 $\pm 0.2\%$ 以内,矿料级配各筛孔通过率误差控制在 $\pm 5\%$ 以内,通过动态监控确保性能稳定。力学性能检测以马歇尔试验为核心,采用标准击实法成型直径 $101.6\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm} \pm 1.3\text{mm}$ 的圆柱体试件,在 $60^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 下以 $50\text{mm}/\text{min} \pm 5\text{mm}/\text{min}$ 速度施加轴向荷载,测定稳定度等指标,综合评估高温稳定性与抗变形能力;车辙试验模拟车轮荷载,采用轮碾成型板式试件,

置于 $60^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 试验箱内,施加荷载记录60min内动稳定度,量化抗永久变形能力。体积指标检测含理论最大密度测定及现场压实度检测,理论最大密度用真空法测定,现场压实度用核子或无核密度仪无损检测,压实度不小于96%,确保压实质量达标。

1.3 施工过程检测

摊铺环节需实时监测摊铺厚度,采用非接触式平衡梁或激光测距仪,精度达 $\pm 1\text{mm}$,实现高精度控制;摊铺温度通过红外测温仪连续监测,温度范围控制在 165°C – 175°C ,确保温度均匀性;表面平整度检测结合3m直尺与激光平整度仪,3m直尺检测每200m测2处 $\times 10$ 尺,激光平整度仪检测每100m测定1个断面,实现局部与整体平整度双重把控,平整度标准差不大于1.2mm。碾压环节重点检测压实度,核子密度仪检测每200m检测1处,钻芯取样法每1000 m^2 检测1点,互为补充;碾压遍数与速度通过压路机自带计数系统记录,初压遍数不少于2遍,复压不少于4遍,终压不少于1遍,碾压速度控制在 $2\text{km}/\text{h}$ – $4\text{km}/\text{h}$,确保压实工艺规范;表面平整度与接缝处理质量需同步评估,接缝处高差不大于3mm,避免出现错台或渗水隐患^[2]。温度控制贯穿施工全过程,需对混合料出厂、到场、摊铺及碾压温度全程跟踪,出厂温度控制在 150°C – 165°C ,到场温度不低于 145°C ,摊铺温度不低于 135°C ,碾压温度不低于 130°C ,确保各环节温度符合要求。

1.4 成品路面性能检测

表面功能检测涵盖平整度与抗滑性能,平整度用激光断面仪或连续式平整度仪检测,激光断面仪每100m测1个断面,连续式平整度仪每100m输出1个标准差,实现高精度测量,标准差不大于1.0mm;抗滑性能结合摆式摩擦系数仪与横向力系数测试车检测,摆式仪每200m测1处,横向力系数车每20m测1个系数,全面评估抗滑能力,摆值不小于55,横向力系数不小于0.54。结构性能检测含

构造深度测定与渗水系数检测,构造深度用铺砂法,将50cm³砂铺圆测面积,计算深度不小于0.7mm;渗水系数用渗水仪,加水至100mm水位记录3min渗水量,不大于120mL/min;车辙深度用车辙仪每20m测1个值,不大于15mm。内部质量检测聚焦层间粘结与厚度均匀性,拉拔试验测粘结强度,每200m测1点,不小于0.8MPa;钻芯或探地雷达测厚度均匀性,钻芯每1000m²测1点,雷达每100m测1个断面,偏差不超过±5mm。

2 检测方法与技术

2.1 无损检测技术

核子密度仪通过发射 γ 射线穿透被测材料,采用¹³⁷Cs或²⁴¹Am作为射线源,发射能量为0.662MeV或0.059MeV的 γ 射线,利用射线衰减原理快速测定压实度与含水量,压实度检测精度达到±0.5%,含水量检测精度达到±0.5%。该技术具备非接触、高效率特点,可在不破坏路面结构的前提下实现压实质量实时监控,尤其适用于大面积连续施工场景,每分钟可检测3~5个点。激光平整度仪搭载高精度激光传感器,激光传感器精度达到±0.1mm,沿路面纵向连续采集高程数据,采样间隔不大于100mm,通过内置算法计算国际平整度指数(IRI),可精准反映路面起伏状况,为平整度控制提供量化依据,检测速度可达80km/h。探地雷达基于电磁波反射原理,采用100MHz~1000MHz的高频电磁脉冲,发射脉冲宽度不大于1ns,通过发射高频电磁脉冲并接收反射信号,分析信号时延与振幅变化,可准确识别路面结构层界面位置,进而测定各层厚度,厚度检测误差不超过±5mm;同时可探测内部空洞、裂缝等缺陷,空洞检测尺寸不小于50mm×50mm,裂缝检测宽度不小于3mm,为路面质量评估提供三维可视化数据支持。

2.2 实验室试验方法

马歇尔试验以标准击实成型试件,锤重4536g±9g,落高457mm±3mm,分两面各击75次,成型直径101.6mm±0.2mm、高63.5mm±1.3mm圆柱体,在60℃±1℃下,以50mm/min±5mm/min施轴向荷载,测稳定度与流值,结合体积参数评估混合料高温抗变形能力^[3]。该法操作规范,数据重复性好,是混合料设计及质控核心指标,稳定度变异系数不大于10%,流值不大于20%。车辙试验用轮碾成型板式试件,轮宽300mm,轮压0.7MPa±0.05MPa,碾压速度42次/min±1次/min,成型300mm×300mm×50mm板件,置于60℃±1℃试验箱,以相同频率施荷载,记录动稳定度变化,量化抗永久变形性能,为高温地区选材提供依据,动稳定度变异系数不大于15%。冻融劈裂试验针对混合料水稳定性加速破坏,将标准试件冻融循环后测劈裂

强度,循环条件为-18℃±2℃冷冻16h±1h、60℃±1℃融化24h±1h,5个循环后在25℃±0.5℃水中泡2h,测劈裂强度,以劈裂强度比评价抗剥落能力,不小于75%,对潮湿地区材料耐久性评估意义重大。

2.3 现场取样检测

钻芯取样法利用金刚石钻头垂直钻取路面芯样,钻头直径100mm±1mm,钻取速度控制在50mm/min±10mm/min,通过测量芯样厚度验证施工厚度控制精度,厚度误差不超过±5mm,采用表干法或水中重法测定密度参数,表干法测定吸水率不大于2%的混合料密度,水中重法测定吸水率大于2%的混合料密度,可通过拉拔试验评估层间粘结质量,拉拔试验加载速率控制在10MPa/min±1MPa/min,为路面结构完整性评价提供直接证据。洛杉矶磨耗试验将规定级配集料与钢球共同置于旋转筒内,旋转筒内径710mm±5mm,长510mm±5mm,内装12个钢球,总质量3900g±100g,集料质量1200g±10g,经500转后测定质量损失率,通过模拟集料在车辆荷载作用下的相互挤压与磨耗过程,客观评价集料耐磨性能,质量损失率不大于30%,为集料质量分级与选用提供技术支撑。该试验方法操作简便,结果直观,已成为集料质量控制的常规检测手段。

3 检测流程与组织

3.1 检测流程设计

施工前检测需完成原材料验收与配合比验证两项任务。原材料验收涵盖所有工程材料,每种抽样不少于3组,核实性能指标是否符合设计要求,把控源头质量。配合比验证通过室内试验优化级配,开展多项测试,每种配合比试验不少于3次,确保混合料性能,提供科学依据。施工中检测实施全过程动态监控,重点聚焦摊铺与碾压工序^[4]。摊铺过程实时监测厚度、温度及平整度,每100m测厚度、温度各1次,每200m测平整度1处,获取连续数据修正偏差;碾压环节跟踪压实度等参数,每200m测压实度1处,记录碾压情况,确保压实工艺合规。针对数据异常立即调整工艺,时间不超30min。施工后检测开展成品路面性能评估,采用多种仪器量化各项指标,通过钻芯或探地雷达检测内部质量。最终整合数据编制验收报告,提供完整档案,时间不超7天。

3.2 检测组织架构

施工单位自检体系配备专职检测人员与标准化实验室,专职检测人员不少于3人,均具有相关专业大专及以上学历,实验室面积不小于50m²,配备常规检测设备不少于10台,执行原材料进场检验、施工过程巡检及成品自查等日常质量监控任务,原材料进场检验频率为100%,

施工过程中巡检每200m不少于1次,成品自查每1000m²不少于1处,形成首道质量防线。监理单位通过平行检验机制,独立抽取关键指标进行复测,平行检验频率不低于施工单位自检频率的30%,重点核查施工自检数据的真实性与准确性,对重要工序实施旁站监督,旁站监督时间不少于施工时间的50%。第三方检测机构作为独立第三方,具备CMA资质,检测人员不少于5人,均具有中级及以上职称,运用先进检测设备与规范化的操作流程,提供具有法律效力的检测报告,检测报告出具时间不超过3天,其检测结果常作为质量争议判定的重要依据,共同构建起多层次、全方位的质量保障体系。

4 检测设备与人员要求

4.1 设备配置

常规检测设备需满足基础性能测试需求。针入度仪通过特定标准针在25℃、5s下的贯入深度,测定沥青粘稠特性,标准针直径1.02mm±0.02mm,长度50mm±1mm,检测精度±0.1mm。软化点仪利用环球法测定沥青软化温度,钢球直径9.53mm,质量3.5g±0.05g,检测精度±0.5℃。马歇尔试验机测定混合料试件稳定度与流值,荷载传感器精度±0.1kN,位移传感器精度±0.01mm。车辙试验机模拟车辆轮胎在60℃下对路面反复碾压,轮压0.7MPa±0.05MPa,碾压速度42次/min±1次/min,动稳定度检测精度±10次/mm。先进检测设备侧重施工过程动态监控与成品质量精准评估。激光平整度仪配备高精度激光传感器采集高程数据生成平整度指数。核子密度仪采用γ射线穿透技术快速测定压实度与含水量。探地雷达发射高频电磁波构建路面结构层三维图像。横向力系数测试车集成摆式摩擦系数仪功能测定抗滑性能。

4.2 人员资质

检测人员需具备道路工程、材料科学或相关领域专业背景,均具有大专及以上学历,系统掌握检测理论与

方法。入职前应通过设备操作资格考核,考核内容包括设备操作规范、数据记录与处理等,合格率达到100%,熟悉检测标准规范及数据处理流程。在职期间需定期参与技能提升培训,每2年至少参加1次省级及以上培训,重点学习新型检测设备操作技巧、标准修订内容及异常数据识别方法^[5]。职业道德建设强调数据客观性,要求检测人员严格遵循操作规程,杜绝选择性取样或数据篡改行为,通过建立检测数据追溯机制,记录检测全过程信息,确保质量责任可溯。检测机构应构建完善的人员考核体系,将检测准确率、报告规范性等指标纳入绩效评价,检测准确率不低于98%,报告规范性合格率达到100%,持续提升检测团队整体技术水平。

结束语

公路沥青路面工程施工检测工作,通过全方位、多层次的检测体系,从原材料到成品路面,对各个环节严格把控。先进检测技术与设备的应用,专业检测人员的规范操作,确保了检测数据的准确性与可靠性。严格的质量检测不仅保障了沥青路面的工程质量,也为公路的长期稳定运行奠定了坚实基础,有力推动了公路建设行业的健康发展。

参考文献

- [1]唐飞.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术分析[J].运输经理世界,2025(10):65-68.
- [2]董成.公路工程沥青路面施工现场试验检测探讨[J].建材与装饰,2025,21(14):142-144.
- [3]白祺锋.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术分析[J].运输经理世界,2025(14):22-24.
- [4]李峰.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术[J].运输经理世界,2024(25):34-36.
- [5]景宏伟.试析沥青路面厚度及弯沉检测技术[J].产品可靠性报告,2024(1):110-111.