

浅谈公路沥青路面试验检测

许 强

宁夏路嘉公路工程试验检测有限公司 宁夏 吴忠 751100

摘 要：公路沥青路面试验检测是保障路面质量的关键。本文先阐述其基础理论，涵盖沥青路面结构性能特点与试验检测概念原则；接着介绍材料检测，包括沥青、集料及混合料相关指标测定；随后讲述施工过程检测，涉及基层与面层施工各环节；最后说明竣工验收检测，涉及平整度、抗滑性、结构强度及外观质量检测。通过全面检测，能及时发现并解决质量问题，确保公路沥青路面质量达标。

关键词：公路沥青路面；施工过程；试验检测

引言：公路作为现代交通的重要基础设施，其质量直接影响着行车安全与运输效率。在众多公路路面类型中，沥青路面凭借行驶舒适、噪音小、维修便捷等优势，被广泛应用于各级公路。然而，从原材料的选择、施工过程的把控到竣工后的验收，每一个环节都关乎着沥青路面的最终质量。公路沥青路面试验检测作为质量控制的核心手段，能够科学、精准地评估路面状况。本文将围绕其基础理论、材料检测、施工过程检测及竣工验收检测展开探讨。

1 公路沥青路面试验检测的基础理论

1.1 沥青路面的结构与性能特点

（1）沥青路面为分层结构，自上而下主要包括面层、基层、底基层，部分路段还设垫层。面层直接承受行车荷载与环境作用；基层位于面层下方，传递荷载至底基层；底基层承接基层荷载，扩散至路基；垫层用于改善路基水文条件，多在潮湿路段设置。（2）各结构层性能要求不同：面层需具备高抗滑性、耐久性与平整度；基层需有足够强度、刚度与稳定性；底基层侧重承载能力与抗变形能力；垫层需具备隔水、排水与防冻性能，各层协同保障路面整体功能。（3）沥青路面整体性能特征显著：强度方面，依靠材料黏结力与内摩阻力抵抗荷载；耐久性可抵御温度变化、雨水侵蚀与老化；抗滑性通过路面纹理与集料特性实现，此外还需满足平整度以保障行车舒适。

1.2 试验检测的基本概念与原则

（1）试验检测是借助专业设备与方法，对沥青路面材料、施工过程及使用性能进行参数测定与质量评估的活动，核心是通过数据反映路面质量状态，为设计、施工与养护提供依据。（2）试验检测需遵循三大原则：准确性要求设备校准、操作规范以确保数据可靠；客观性需避免人为干预，如实记录结果；及时性强调在规定阶

段完成检测，及时发现并解决质量问题，保障工程进度与质量。

1.3 试验检测项目分类及依据

（1）按检测对象可分为材料检测（如沥青、集料、混合料检测）与路面性能检测（如平整度、抗滑性、强度检测），分别针对路面组成材料与建成后路面功能。（2）按检测目的可分为质量控制检测（施工中把控压实度、温度等）与验收检测（竣工验收时评估平整度、强度等），前者保障施工过程质量，后者验证工程是否达标。（3）检测依据主要为国家与行业规范，如《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40-2004）、《公路工程质量检验评定标准》（JTGF80/1-2017），确保检测流程与结果判定符合统一标准。

2 公路沥青路面材料试验检测

2.1 沥青材料检测

（1）针入度采用针入度仪测定，以标准针在规定温度、荷载下刺入沥青的深度衡量沥青稠度，反映沥青软硬程度；软化点用环球法检测，是沥青受热软化下垂至规定距离的温度，体现沥青耐高温性能；延度通过延度仪测定，指沥青在规定温度下被拉断时的长度，表征沥青塑性。三者共同决定沥青基本路用性能。（2）沥青老化性能通过薄膜烘箱加热试验或旋转薄膜烘箱试验模拟老化过程，检测老化后沥青的针入度、延度等指标变化。老化会使沥青变硬、变脆，降低路面抗裂性与耐久性，导致路面过早出现裂缝、松散等病害^[1]。（3）基质沥青侧重检测针入度、软化点、延度等基础指标；改性沥青需额外检测弹性恢复率、贮存稳定性等指标，弹性恢复率反映改性沥青的弹性性能，贮存稳定性确保改性沥青在储存期间不发生离析。

2.2 集料检测

（1）粗集料压碎值通过压力机施压测定被压碎颗粒

的质量占比,反映粗集料抗破碎能力;磨耗值用洛杉矶磨耗机检测,体现粗集料抗磨耗性能;针片状颗粒含量通过规准仪筛选测定,过高会影响混合料密实度与强度。(2)细集料含泥量采用水洗法检测,指小于0.075mm颗粒的含量,过高会削弱沥青与集料的黏结力;砂当量通过砂当量仪测定,反映细集料中洁净颗粒的比例;棱角性用流动时间法检测,影响沥青混合料的内摩阻力。(3)集料级配通过筛分试验检测,合理级配能使沥青混合料具有良好的密实度、强度与抗渗性,级配偏粗易导致混合料空隙率过大,抗渗性差;级配偏细则易使混合料高温稳定性不足,产生车辙。

2.3 沥青混合料检测

(1)马歇尔稳定度与流值通过马歇尔试验测定,稳定度是混合料在规定温度、加载速度下所能承受的最大荷载,流值是达到最大荷载时的变形量,二者共同评价混合料的高温稳定性与抗变形能力。(2)离心分离法利用离心机分离沥青与集料,称量沥青质量计算沥青含量;燃烧法通过燃烧炉燃烧混合料中的沥青,根据质量损失计算沥青含量,两种方法均能准确测定沥青含量,确保混合料性能达标。(3)混合料空隙率是混合料内部空隙体积占总体积的比例,影响路面抗渗性与耐久性;矿料间隙率是矿料颗粒间空隙体积占总体积的比例,反映混合料的密实程度,二者需通过体积参数计算,严格把控以保障路面质量。

3 公路沥青路面施工过程试验检测

3.1 基层施工检测

(1)基层压实度检测常用灌砂法与核子仪法。灌砂法通过标准砂置换基层材料体积,计算实测干密度与最大干密度的比值得到压实度,适用于各类基层,结果精准但操作较繁琐;核子仪法利用核射线检测密度,可快速获取数据,多用于大面积施工检测,需定期校准确保精度,压实度达标能增强基层承载能力,避免后期沉降。(2)基层平整度检测采用3m直尺法与连续式平整度仪法。3m直尺法将直尺靠在基层表面,用塞尺测量最大间隙,适用于局部平整度检查;连续式平整度仪法通过仪器沿路面连续移动,自动记录平整度数据,适用于长距离检测,良好的平整度为面层施工奠定基础,减少面层应力集中。(3)基层强度检测通过无侧限抗压强度试验实现。选取基层代表性试件,在压力机上施加轴向荷载至破坏,测定抗压强度,该指标直接反映基层抵抗荷载的能力,强度不足会导致基层开裂,进而影响面层使用寿命^[2]。

3.2 沥青面层施工检测

(1)摊铺温度、碾压温度检测需使用红外测温仪或热电偶温度计。摊铺温度通常控制在140-160℃(改性沥青更高),过低会导致摊铺困难、压实度不足;碾压温度分初压(130-150℃)、复压(120-140℃)、终压(不低于70℃),温度把控不当会影响路面密实度与平整度,需实时监测并调整施工节奏。(2)摊铺厚度检测可用插入法与雷达探测法。插入法通过钢钎插入摊铺层测量厚度,操作简便但易破坏路面,适用于局部抽查;雷达探测法利用电磁波无损检测,可连续获取厚度数据,覆盖范围广,能及时发现摊铺厚度不足或超厚问题,确保面层结构厚度符合设计要求。(3)压实度检测常用钻芯法,钻取路面芯样测定密度,与马歇尔标准密度对比计算压实度,施工中需结合碾压工艺控制,初压稳压、复压密实、终压收光,确保压实度达到96%以上(高速公路),避免因压实不足导致路面空隙率过大,引发水损害。(4)施工过程中离析现象检测通过观察路面颜色、纹理差异,或采用取芯法检测芯样密度变异情况。离析会导致路面局部性能不均,易出现车辙、裂缝,预防需优化拌和工艺(控制拌和时间、温度)、改进摊铺设备(调整螺旋布料器转速)、合理安排碾压顺序^[3]。

3.3 施工质量控制与检测频率

(1)各施工环节质量控制指标及允许偏差:基层压实度允许偏差 $\pm 1.5\%$,平整度允许偏差5mm/3m;沥青面层摊铺厚度允许偏差-5mm(高速公路),压实度允许偏差-1%,渗水系数允许偏差 $\leq 120\text{mL/min}$ (普通沥青路面)。(2)不同施工阶段检测频率:基层施工中,压实度每200m测1点,平整度每100m测3处,强度每2000m²测1组;沥青面层施工中,摊铺温度每5车测1次,厚度每100m测1点,压实度每200m测1点,渗水系数每500m测1点。(3)检测数据需及时记录在专用表格中,注明检测时间、地点、人员及设备信息。分析时采用统计方法,计算平均值、标准差,判断数据是否在允许范围内,若出现异常,需追溯施工环节,查找原因并采取整改措施,确保施工质量稳定。

4 公路沥青路面竣工验收试验检测

4.1 路面平整度检测

(1)国际平整度指数(IRI)检测常用激光平整度仪,设备沿路面连续行驶,通过激光传感器采集路面高程数据,计算IRI值(单位:m/km)。我国规范要求高速公路 $\text{IRI} \leq 2.0\text{m/km}$,一级公路 $\text{IRI} \leq 2.5\text{m/km}$,该指标能客观反映路面纵向起伏程度。(2)平整度直接影响行车舒适性,IRI值越大,车辆颠簸越明显,易导致乘客疲劳;同时,平整度差会增加车辆冲击荷载,加剧路面磨

损,还可能因视线抖动影响驾驶员判断,增加交通事故风险。(3)激光平整度仪检测速度快(可达80km/h)、数据精度高、自动化程度高,但设备成本高;3m直尺法操作简便、成本低,适用于局部点位检测,但效率低、数据代表性有限;连续式平整度仪介于两者之间,能获得连续数据,但检测速度较慢($\leq 10\text{km/h}$)。

4.2 路面抗滑性能检测

(1)摆式摩擦系数测定仪通过摆锤下摆时橡胶片与路面的摩擦力,计算摩擦系数(BPN),检测时需在路面干燥、清洁状态下进行,适用于局部点位检测,能直观反映路面表层抗滑能力。(2)横向力系数检测车通过测试轮与路面的横向摩擦力,计算横向力系数(SFC),可连续检测(速度 $\leq 50\text{km/h}$),覆盖范围广,能反映路面整体抗滑性能,我国规范要求高速公路竣工验收时 $\text{SFC} \geq 54$ (60km/h测试速度)。(3)抗滑性能不足多因集料磨光、沥青老化泛油、路面磨损严重或施工时集料级配不合理。改善措施包括选用高磨光值集料、优化沥青混合料级配、定期进行微表处养护,恢复路面抗滑纹理^[4]。

4.3 路面结构强度检测

(1)弯沉检测常用贝克曼梁法与落锤式弯沉仪法(FWD)。贝克曼梁法通过百分表测量加载后路面回弹弯沉,操作简单、成本低,但检测速度慢,适用于少量点位检测;FWD通过重锤冲击加载,自动采集弯沉盆数据,检测速度快、精度高,能分析路面各结构层刚度,适用于大面积检测。(2)弯沉值是路面在荷载作用下产生的竖向变形,弯沉值越小,说明路面结构刚度越大、承载能力越强;反之,弯沉值过大,表明路面强度不足,易出现车辙、裂缝等病害。(3)评估时需结合设计弯沉值与实测弯沉值,若实测弯沉值小于等于设计弯沉值,说明路面承载能力达标;若大于设计弯沉值,需分析原因(如基层强度不足、压实度不够),采取补强措施(如加铺基层、注浆加固)。

4.4 路面外观质量检测

(1)裂缝检测需区分纵向裂缝、横向裂缝、网状裂缝,记录裂缝长度、宽度(如宽度 $\leq 5\text{mm}$ 为轻微裂缝, $> 5\text{mm}$ 为严重裂缝);车辙检测用激光车辙仪测量车辙深度,高速公路车辙深度 $\leq 10\text{mm}$;坑槽检测记录坑槽面积、深度,单个坑槽面积 $\leq 0.1\text{m}^2$ 为轻微缺陷。(2)路面接缝质量检测需检查纵向接缝、横向接缝的平顺性,用3m直尺测量接缝处平整度,最大间隙 $\leq 5\text{mm}$;同时检查接缝处是否存在松散、渗水现象,避免因接缝处理不当导致雨水渗入基层。(3)外观质量缺陷会降低路面使用性能,如裂缝易导致雨水渗入,引发基层冲刷、路面松散;车辙会影响行车平稳性,增加制动距离;坑槽会产生冲击荷载,加剧路面破损,缩短路面使用寿命。

结束语

公路沥青路面试验检测贯穿于公路建设与使用的全生命周期,是保障路面质量与性能不可或缺的环节。通过科学规范的试验检测,我们得以精准把控材料质量、严格监督施工过程、全面评估竣工效果。这不仅提升了公路的耐久性与安全性,更为人们的便捷出行和交通运输业的蓬勃发展筑牢根基。未来,随着检测技术的持续创新,我们将能更高效、精准地开展检测工作,推动公路建设迈向更高质量的发展阶段。

参考文献

- [1]周雪亚.公路沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].砖瓦,2021,(07):88-89.
- [2]郭旭.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术要点[J].四川建材,2024,(08):89-91.
- [3]张亮.高速公路沥青路面试验检测技术要点探究[J].汽车周刊,2024,(05):57-59.
- [4]刘敬.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].运输经理世界,2024,(11):123-124.