

公路路面材料性能检测方法及分析

徐建强 豆 娇

嘉兴市恒正工程检测有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘 要：随着交通流量的不断增大、车辆荷载的日益加重以及环境因素的复杂多变，对公路路面材料性能提出了更高的要求。因此，深入研究公路路面材料性能检测方法，准确分析检测结果，对于保障公路工程质量、提高公路运营水平具有至关重要的意义。本文系统介绍了常见路面材料（如沥青、水泥混凝土、集料等）的性能检测方法，探讨了影响路面材料性能的因素及相应的改进措施，旨在为公路工程的建设与养护提供科学依据和技术支持。

关键词：公路路面材料；性能检测方法；结果分析

1 引言

公路交通在国民经济和社会发展中扮演着举足轻重的角色，它是连接城市与乡村、促进区域经济交流与合作的重要纽带。公路路面作为直接承受车辆荷载和环境作用的部分，其材料性能的优劣直接决定了公路的整体质量和使用寿命。良好的路面材料性能能够确保公路在长期使用过程中保持平整、坚实、抗滑，为车辆提供安全、舒适的行驶环境，减少交通事故的发生；同时，还能有效降低公路的养护成本，延长公路的使用寿命，提高公路投资的经济效益和社会效益。因此，加强对公路路面材料性能的检测与分析，及时发现材料性能存在的问题，并采取相应的措施进行改进，是保障公路工程质量、提高公路运营水平的关键环节。

2 常见公路路面材料性能检测方法

2.1 沥青材料性能检测方法

2.1.1 针入度检测

针入度是衡量沥青粘度的重要指标，它反映了沥青在规定温度和荷载作用下的软硬程度。检测时，将标准针和针连杆组合件在一定条件下（通常为25℃，100g荷载，5s时间）垂直贯入沥青试样中，以贯入的深度（0.1mm为单位）表示针入度值。针入度值越大，表示沥青越软，粘度越小；反之，则表示沥青越硬，粘度越大。该方法操作相对简单，是沥青常规检测中最常用的指标之一，对于评价沥青在不同温度下的使用性能具有重要意义。

2.1.2 软化点检测

软化点是指沥青在规定条件下达到一定粘度时的温度，它反映了沥青的高温稳定性。目前常用的检测方法有环球法和环球法（改进型）。环球法是将沥青试样制成规定尺寸的试件，放入盛有规定液体的环中，以一定的升温速度加热，当钢球下落至规定距离时的温度即为

软化点。通过软化点检测，可以了解沥青在高温环境下的抗变形能力，为选择适合不同气候地区使用的沥青提供依据。

2.1.3 延度检测

延度是表征沥青在规定条件下（通常为25℃或15℃，拉伸速度为5cm/min±0.25cm/min）被拉伸至断裂时的长度，它反映了沥青的低温抗裂性。延度值越大，表示沥青在低温下具有更好的柔韧性和抗开裂能力。在寒冷地区，对沥青的延度要求较高，通过延度检测可以确保沥青在低温环境下不会因收缩而产生裂缝，保证路面的完整性。

2.1.4 老化性能检测

沥青在使用过程中会受到热、氧、光等因素的作用而发生老化，导致其性能逐渐下降。常用的沥青老化性能检测方法有薄膜烘箱试验（TFOT）和压力老化容器加速沥青老化试验（PAV）。TFOT模拟沥青在拌和、摊铺过程中的短期老化过程，将沥青试样在规定温度的薄膜烘箱中加热一定时间后，检测其针入度、软化点、延度等指标的变化情况；PAV则进一步模拟沥青在路面使用过程中的长期老化过程，通过在高温高压条件下对沥青进行加速老化，更准确地评估沥青的老化性能^[1]。通过老化性能检测，可以预测沥青路面在使用过程中的性能衰变规律，为选择耐久性好的沥青材料提供参考。

2.2 水泥混凝土材料性能检测方法

2.2.1 工作性检测

水泥混凝土的工作性是指混凝土拌合物在施工过程中易于搅拌、运输、浇筑和振捣密实，并能获得质量均匀、成型密实的性能。常用的检测方法有坍落度试验和维勃稠度试验。坍落度试验适用于塑性混凝土，将混凝土拌合物分三层装入坍落度筒内，每层用捣棒插捣25次，然后垂直提起坍落度筒，测量筒高与坍落后混凝土

试体最高点之间的高度差,即为坍落度值。坍落度值越大,表示混凝土的流动性越好。维勃稠度试验适用于干硬性混凝土,通过测量混凝土在规定振动台上从开始振动至透明圆盘底面被水泥浆布满所需的时间(维勃稠度值)来评定混凝土的稠度,维勃稠度值越大,表示混凝土越干硬。

2.2.2 力学性能检测

(1) 抗压强度是水泥混凝土最重要的力学性能指标之一,它反映了混凝土承受压力的能力。检测时,将标准尺寸(通常为 $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 150\text{mm}$)的混凝土立方体试件在标准养护条件下养护至规定龄期(如3d、7d、28d等),然后采用压力试验机对试件施加轴向压力,直至试件破坏,记录破坏时的最大荷载,通过计算得到混凝土的抗压强度。抗压强度检测结果对于评价混凝土的质量、确定混凝土的强度等级以及设计混凝土结构具有重要意义。(2) 抗折强度(也称抗弯拉强度)反映了混凝土抵抗弯曲破坏的能力,对于水泥混凝土路面尤为重要。检测时,将混凝土小梁试件(通常为 $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 550\text{mm}$)放在抗折试验机的支座上,在跨中施加集中荷载,直至试件断裂,根据试件的尺寸和破坏荷载计算抗折强度。抗折强度检测能够模拟路面在实际使用过程中受到车辆荷载作用时的受力状态,为路面结构设计提供依据。

2.2.3 耐久性检测

(1) 抗渗性是指混凝土抵抗压力水渗透的能力。常用的检测方法有渗水高度法和逐级加压法。渗水高度法是将混凝土试件在一定水压下保持一定时间后,劈开试件,测量水渗入的高度,以渗水高度来评价混凝土的抗渗性;逐级加压法则是通过逐渐增加水压,直至试件表面出现渗水现象,记录此时的渗水压力,以渗水压力表示混凝土的抗渗等级。良好的抗渗性能够防止水分和有害物质侵入混凝土内部,提高混凝土的耐久性。(2) 在寒冷地区,混凝土路面会受到冻融循环的作用,抗冻性是评价混凝土在冻融环境下耐久性的重要指标。常用的检测方法有快冻法和慢冻法。快冻法是将混凝土试件在规定温度(-18°C 至 5°C)下进行快速冻融循环试验,每隔一定次数冻融循环后测量试件的质量损失率和相对动弹性模量,当质量损失率达到规定值或相对动弹性模量下降至一定值时,停止试验,根据冻融循环次数评价混凝土的抗冻等级;慢冻法则是采用较慢的冻融速度进行试验,通过观察试件的外观变化和强度损失来评估抗冻性。抗冻性好的混凝土能够在冻融循环作用下保持较好的性能,延长路面的使用寿命。

2.3 集料性能检测方法

2.3.1 物理性能检测

(1) 颗粒级配是指集料中不同粒径颗粒的分布情况,它对混凝土或沥青混合料的密实度、工作性和力学性能有重要影响。检测时,采用标准筛对集料进行筛分试验,称取各筛上的筛余质量,计算各粒径颗粒的通过百分率,绘制颗粒级配曲线。通过与标准级配范围进行比较,判断集料的级配是否符合要求^[2]。合理的颗粒级配能够使集料在混合料中形成紧密堆积,减少空隙率,提高混合料的性能。(2) 集料的密度包括表观密度、毛体积密度和堆积密度等。表观密度是指集料在干燥状态下单位表观体积(包括实体积和闭口孔隙体积)的质量;毛体积密度是指集料在干燥状态下单位毛体积(包括实体积、闭口孔隙体积和开口孔隙体积)的质量;堆积密度是指集料在自然堆积状态下单位体积(包括颗粒之间的空隙体积)的质量。常用的检测方法有容量瓶法、网篮法和李氏比重瓶法等。密度检测结果对于计算混合料的配合比、评估集料的质量以及控制工程质量具有重要意义。(3) 含泥量是指集料中粒径小于 0.075mm 的颗粒含量,泥块含量是指集料中原粒径大于 1.18mm ,经水浸洗、手捏后小于 0.6mm 的颗粒含量。含泥量和泥块含量过高会影响集料与胶凝材料之间的粘结性能,降低混合料的强度和耐久性。检测时,将集料样品用规定的方法进行淘洗、筛分和烘干处理,然后称取泥和泥块的质量,计算含泥量和泥块含量。严格控制集料的含泥量和泥块含量是保证路面材料性能的重要措施之一。

2.3.2 力学性能检测

(1) 压碎值是衡量集料在逐渐增加的荷载作用下抵抗抗压碎能力的指标,它反映了集料的强度和坚固性。检测时,将一定质量和粒径的集料试样装入压碎值测定仪的试筒中,在压力机上施加规定的荷载,卸载后称取通过 2.36mm 筛孔的细料质量,计算压碎值。压碎值越小,表示集料的强度越高,越适合用于公路路面工程。(2) 磨耗值用于评价集料抵抗磨耗的能力,对于经常受到车辆轮胎摩擦作用的路面集料尤为重要。常用的检测方法有洛杉矶磨耗试验法,将集料试样和一定数量的钢球放入洛杉矶磨耗试验机中,以规定的转速旋转一定转数后,称取试样的质量损失,计算磨耗值。磨耗值低的集料在路面使用过程中能够保持较好的颗粒形状和级配,减少路面病害的发生。

3 影响路面材料性能的因素及改进措施

3.1 原材料因素

3.1.1 沥青质量

沥青,其化学组成和物理性能可能存在差异。如果沥青在储存过程中受到高温、氧化等作用,会导致其老化加剧,性能下降。改进措施包括选择质量稳定、符合设计要求的沥青供应商,加强沥青储存过程中的温度控制和密封措施,避免沥青与空气、水分等接触,减少老化。

3.1.2 水泥质量

水泥的品种、强度等级和细度等对水泥混凝土的性能有重要影响。不同品种的水泥具有不同的水化特性和硬化过程,如果选择的水泥与工程要求不匹配,可能会导致混凝土强度不足、收缩裂缝等问题^[3]。此外,水泥的细度也会影响混凝土的工作性和早期强度发展。改进措施是根据工程实际情况选择合适的水泥品种和强度等级,严格控制水泥的细度指标,加强对水泥质量的检验和监管。

3.1.3 集料质量

集料的岩石类型、强度、颗粒形状和洁净度等会影响路面材料的性能。例如,软质岩石集料的强度较低,在车辆荷载作用下容易破碎,导致路面出现坑槽等病害;针片状颗粒含量过高的集料会影响混凝土或沥青混合料的工作性和力学性能;集料中的泥土、有机物等杂质会降低集料与胶凝材料之间的粘结力。改进措施是选择质地坚硬、强度高的岩石作为集料来源,采用合适的破碎和筛分工艺,控制集料的颗粒形状和针片状颗粒含量,加强对集料的清洗和除杂处理,确保集料质量符合要求。

3.2 施工工艺因素

3.2.1 拌和工艺

在沥青混合料和水泥混凝土的拌和过程中,拌和温度、拌和时间、材料投放顺序等因素会影响混合料的均匀性和性能。例如,沥青混合料拌和温度过高会导致沥青老化,温度过低则会影响沥青与集料的粘结;拌和时间不足会使混合料不均匀,拌和时间过长则可能导致材料离析。改进措施是根据材料的特性和施工要求,严格控制拌和温度和时间,按照规定的材料投放顺序进行拌和,定期对拌和设备进行检查和校准,确保拌和工艺的稳定性。

3.2.2 摊铺与压实工艺

摊铺和压实是路面施工的关键环节,直接影响路面的平整度和压实度。摊铺速度不均匀、摊铺机操作不当会导致路面出现波浪、离析等缺陷;压实不足会使路面空隙率过大,降低路面的强度和耐久性,压实过度则可能导致集料破碎,影响路面性能。改进措施是选择合适的摊铺和压实设备,培训操作人员熟练掌握设备操作技

能,严格控制摊铺速度和压实工艺参数,根据路面材料类型和厚度合理选择压实机械的组合和压实遍数,确保路面摊铺和压实质量。

3.3 环境因素

3.3.1 温度

温度对路面材料性能的影响显著。在高温环境下,沥青路面容易出现车辙、拥包等病害,因为沥青的粘度降低,抗变形能力减弱;在低温环境下,沥青路面容易产生裂缝,由于沥青的收缩和变硬,导致路面抗拉强度不足。对于水泥混凝土路面,温度变化会引起混凝土的收缩和膨胀,当收缩应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。改进措施是在高温季节施工时,采取降温措施,如对沥青进行冷却处理、选择在夜间或气温较低时段施工等;在低温季节施工时,采取保温措施,如对混凝土进行覆盖保温、添加防冻剂等,以减少温度对路面材料性能的不利影响。

3.3.2 湿度

湿度对路面材料的性能也有一定影响。水分会侵入混凝土内部,导致水泥水化不完全,降低混凝土的强度和耐久性;对于沥青路面,水分会削弱沥青与集料之间的粘结力,引起路面剥落、松散等病害。改进措施是在施工过程中严格控制材料的含水量,做好施工现场的排水工作,避免雨水等对路面材料的侵蚀;对于已建成的路面,及时修复路面裂缝等病害,防止水分渗入路面结构内部。

结语

公路路面材料性能检测是公路工程建养的关键环节。全面精准检测沥青、水泥混凝土、集料等材料性能并科学分析,可掌握材料状况、排查问题,为保障质量、优化工艺、预测寿命及行车安全提供支撑。实际工程中,原材料质量、施工工艺、环境因素等均影响材料性能,需从选材质控、规范优化工艺、应对环境影响等方面改进。此外,应紧跟科技与工程发展,创新检测方法技术,提升检测精度与效率。未来需强化检测分析研究应用,完善标准规范,推动技术升级,以适应交通发展与建设需求,营造安全畅通的公路环境。

参考文献

- [1]袁梦雪.公路工程中沥青路面材料检测方法探讨[J].中国储运,2025,(03):158-159.
- [2]史向楠,张杰.公路工程路基路面材料试验检测技术[J].交通世界,2021,(17):9-11.
- [3]尉媛媛.高速公路路基与路面材料试验检测技术的比较[J].汽车画刊,2024,(08):124-126.