

高速公路路面养护施工技术分析

王建军

山东省高速养护集团有限公司 山东 济南 250000

摘要: 高速公路路面养护对保障行车安全与效率至关重要。本文分析常见病害类型及成因,包括裂缝、变形、表面功能衰减等。阐述养护施工前准备工作,如路面状况调查、方案制定、材料设备准备。介绍裂缝修补、路面翻修与再生、表面功能恢复、排水系统养护等技术,并说明施工过程质量控制要点,为高速公路路面养护提供技术参考。

关键词: 高速公路;路面养护;病害成因;养护技术;质量控制

引言:高速公路作为交通网络的关键部分,其路面性能直接影响行车安全与效率。随着使用时间增长和交通荷载作用,路面会出现裂缝、变形、表面功能衰减等病害。这些病害不仅降低路面使用性能,缩短使用寿命,还会增加交通事故风险。因此,开展高速公路路面养护施工技术研究,及时修复病害,恢复路面性能,具有重要的现实意义和实用价值。

1 高速公路路面常见病害类型及成因

1.1 裂缝类病害

横向裂缝多呈现与路线走向垂直的形态,裂缝宽度随温度变化出现周期性伸缩,严重时会同少量碎屑剥落。这种周期性变化不仅影响路面的平整度,还会加速裂缝周边路面的进一步破损,形成恶性循环^[1]。纵向裂缝沿路线延伸方向分布,长度从数米到数十米不等,部分会发展为贯通性裂缝。纵向裂缝一旦贯通,会破坏路面的整体结构完整性,使水分更容易渗入基层,引发更严重的病害。网状裂缝则以交错分布的细小裂缝为特征,最终形成多边形块状区域,表面易伴随轻微沉陷。网状裂缝区域的路面承载能力会大幅下降,在车辆荷载的反复作用下,沉陷情况会愈发严重。温度剧烈变化是裂缝产生的重要诱因,低温环境下路面材料收缩受基层约束产生拉应力,超过材料抗拉强度便会出现开裂。车辆长期重复荷载作用使路面结构内部产生累积应力,当应力超出设计限度时,裂缝会逐步扩展。路面材料长期暴露在自然环境中,老化现象不断加剧,抗拉性能持续下降,进一步增加裂缝出现的概率。

1.2 变形类病害

车辙表现为行车道轮迹处的带状凹陷,深度通常在10至30毫米之间,高温季节凹陷形态更为明显。车辙不仅影响行车的舒适性,还会降低车辆行驶的安全性,尤其是在高速行驶时,车辆容易因车辙而产生晃动。沉陷多呈现局部区域的竖向变形,变形区域边界清晰,严重

时会影响行车平稳性。沉陷区域的路面排水也会受到影响,容易积水,进一步加剧路面的损坏。拥包则表现为路面局部向上隆起,隆起高度从几毫米到十几毫米不等,常出现在行车道与超车道交界处。拥包会使车辆行驶时产生跳跃感,增加驾驶难度和疲劳感。交通荷载是变形类病害的核心诱因,重载车辆频繁通行使路面承受的应力远超设计标准,导致结构层逐步压缩变形。基层强度不足会降低路面整体承载能力,无法有效分散车辆荷载,进而引发上层路面变形。施工过程中若压实度不足或级配控制不合理,会使路面结构存在先天缺陷,在使用过程中极易出现各类变形问题。

1.3 表面功能衰减类病害

抗滑性能下降体现为车辆制动距离延长,雨天行车易出现侧滑现象,通过路面摩擦系数检测可直观反映。抗滑性能下降会大大增加交通事故的发生概率,尤其是在雨天等恶劣天气条件下,安全隐患更为突出。平整度变差会导致行车颠簸,车内噪音明显增加,车辆行驶舒适性大幅降低。平整度差的路面还会增加车辆的磨损和油耗,提高运输成本。轮胎长期碾压使路面表层骨料不断磨损,防滑纹理逐渐变浅,直接导致抗滑性能降低。路面材料在紫外线、雨水等自然因素作用下发生老化,表面结构松散,进一步加剧功能衰减。车辆滴漏的油污、路面堆积的粉尘等污染物附着在路面表层,不仅堵塞防滑构造,还会腐蚀路面材料,影响路面正常功能发挥。

2 高速公路路面养护施工前的准备工作

2.1 路面状况调查与评估

路面状况调查需全面覆盖各类核心内容,精准识别病害类型是后续工作的基础,需区分裂缝、变形、表面衰减等不同类别及具体细分形式。明确病害分布范围要结合路段桩号建立详细台账,标注病害集中区域与零散分布点的具体位置^[2]。判断严重程度则需依据病害尺寸、深度、对结构影响等指标,划分轻微、中等、严重三个

等级。人工检测依靠专业人员携带简易工具现场勘查,通过目测、尺量等方式获取基础数据,适用于局部重点区域的细致排查。无损检测技术借助雷达、超声波等设备,穿透路面结构层探测内部缺陷,无需破坏路面即可掌握基层承载状态。自动化检测设备通过车载系统实现连续检测,快速采集路面平整度、抗滑系数等数据,为大范围路面评估提供高效支撑。这些检测方法各有优劣,人工检测虽然灵活但效率较低,无损检测和自动化检测效率高但设备成本较高,在实际应用中可以根据具体情况选择合适的检测方法或者组合使用。

2.2 养护方案制定

养护策略的确定需紧密结合病害实际情况,轻微裂缝可采用灌缝密封处理,严重沉陷则需进行基层换填与面层重铺。交通流量是方案制定的关键考量因素,高峰时段需设计分车道施工方案,避免对通行效率造成过大影响。比如在交通流量较大的城市周边高速公路,采用分车道施工可以最大程度减少对交通的干扰。气候条件直接关系施工质量,高温季节需调整沥青混合料摊铺温度,雨季则要规划防雨措施与施工窗口期。施工工期需综合病害规模与资源配置情况制定,明确各工序起止时间,同时预留应急调整周期。方案中还需包含交通疏导预案与安全防护措施,确保施工期间道路通行安全与施工有序开展,实现养护效果与通行需求的平衡。交通疏导预案要详细规划施工路段的交通标志设置、引导车辆行驶的路线等,安全防护措施则包括设置警示标志、配备安全防护用品等,保障施工人员和过往车辆的安全。

2.3 施工材料与设备准备

养护材料选择需遵循严格标准,强度指标必须符合设计要求,确保修复后路面承载能力达标。耐久性要适应当地气候特点,在高温、低温或潮湿环境下仍能保持稳定性能。与原路面兼容性是避免后期出现界面剥离的关键,材料的收缩系数、黏结性能需与原有结构匹配。施工设备配置需满足工序需求,铣刨机应根据病害深度选择合适铣刨鼓,确保路面铣刨平整。摊铺机需具备精准控温与匀速推进功能,保证沥青混合料摊铺厚度均匀。压路机要搭配不同吨位机型,通过初压、复压、终压组合工艺实现规定压实度。设备使用前需完成全面检修调试,储备易损零部件,避免施工中因设备故障延误工期。例如,压路机的振动系统要调试到最佳状态,以确保压实效果,同时要准备好常用的易损零部件如轴承、密封件等,以便在设备出现故障时能够及时更换。

3 高速公路路面养护施工技术分类与实施要点

3.1 裂缝修补技术

裂缝修补前需做好全面预处理工作,这是确保后续修补质量的关键基础。首先,要依据裂缝的宽度和深度精确定开槽尺寸,将槽口设计成倒梯形,这种形状能够显著提升密封效果,有效防止雨水等外界物质再次渗入裂缝内部,造成二次损害。开槽过程中要注意控制刀具的切割速度和力度,避免因操作不当导致槽口边缘破损,影响密封质量^[3]。清缝环节至关重要,需彻底清除缝内杂物粉尘,采用高压空气吹扫结合人工清理的方式,多管齐下,确保缝壁洁净干燥,为后续灌缝材料与裂缝壁的良好粘结创造条件。灌缝材料选择需匹配当地气候条件,在高温地区,优先选用高温稳定性好的改性沥青,以防止在高温环境下材料流淌变形;低温地区则侧重材料的低温抗裂性,确保在寒冷天气下裂缝不会因材料脆裂而再次扩展。热灌缝施工需严格控制材料加热温度,保证灌注时材料流动性良好,能充分填充裂缝;冷灌缝则需密切注意材料固化时间,避免因固化不当影响修补效果。施工后需检测密封完整性,通过目测观察是否存在气泡脱落等现象,必要时进行荷载测试验证耐久性能。

3.2 路面翻修与再生技术

铣刨工艺需精准控制深度宽度,根据原路面结构层厚度确定铣刨深度,避免损伤基层或残留病害层,影响路面整体质量。宽度控制需结合施工路段车道划分,确保铣刨边缘顺直平整,为后续施工提供良好基础。再生材料应用中,厂拌热再生适用于大规模病害修复,骨料加热温度需与新料匹配;就地热再生可减少材料运输成本,施工时需控制加热深度避免路面碳化。新旧材料混合比例需通过试验确定,拌和过程要保证均匀性,防止出现离析现象。摊铺温度需根据沥青标号调整,摊铺速度保持稳定,压路机遵循先轻后重原则,通过控制压实遍数确保达到设计压实度。在摊铺过程中,还要安排专人负责检查摊铺的平整度,一旦发现不平整的地方,及时进行调整,保证路面的整体质量。

3.3 表面功能恢复技术

薄层罩面技术需选用高黏结性改性沥青混合料,罩面厚度通常控制在2至4厘米,既能恢复平整度又不影响路面标高。稀浆封层与微表处技术核心在于级配设计,需根据原路面状况调整骨料级配,施工时确保稀浆均匀摊铺,避免出现漏铺推移问题。抗滑性能提升可采用刻槽技术,刻槽深度宽度需符合规范,槽间距保持均匀;拉毛技术适用于沥青路面,通过机械拉毛形成粗糙表面,增强轮胎与路面的摩擦力。施工后需检测摩擦系数,确保满足行车安全要求。

3.4 排水系统养护技术

排水设施检查需覆盖边沟、排水管、集水井等全部构件,定期清理边沟内淤泥杂物,防止堵塞影响排水。在清理边沟时,不仅要清除表面的淤泥,还要对边沟底部的沉积物进行彻底清理,防止长期堆积影响排水能力。在清理过程中,要仔细检查边沟的坡度是否合理,若坡度不符合要求,应及时进行调整,以保证排水顺畅。排水管需检查是否存在破损变形,发现裂缝及时修补。集水井盖板要确保完好,井口周边需平整无沉陷。针对排水不畅问题,轻微堵塞可采用高压水流疏通,破损严重的排水管需进行更换。地势低洼路段排水能力不足时,可增设排水沟或加大排水管道管径,确保雨水能快速排出,避免路面长期受水浸泡引发病害。

4 高速公路路面养护施工过程中的质量控制

4.1 施工工艺控制

施工工艺控制核心在于各工序参数的精准把控,沥青混合料摊铺温度需根据环境温度实时调整,通常控制在150至170摄氏度之间,避免温度过高导致材料老化或过低影响黏结效果^[4]。摊铺速度保持2至4米每分钟匀速推进,防止速度波动造成面层厚度不均。压实工序需明确不同阶段压实速度,初压速度控制在1.5至2公里每小时,复压阶段提升至2.5至3.5公里每小时,确保压实效果的同时避免路面推移。施工顺序需遵循科学原则,基层强度未达标前不得进行面层施工,病害处理应优先解决沉陷拥包等严重问题,再处理裂缝类轻微病害,形成从下到上从重到轻的施工逻辑。而且,在施工过程中,施工人员要密切关注天气变化,若遇降雨等不利天气,应立即停止施工并做好防护措施,避免雨水对施工质量造成影响。此外,施工机械的定期维护保养也不容忽视,确保始终处于良好的运行状态。

4.2 材料质量控制

材料进场环节需执行严格检验流程,每批次材料必须附带生产厂家提供的质量证明文件,明确强度耐久性核心指标。抽样检测需按规范抽取代表性样本,沥青材料重点检测针入度延度软化点,骨料则关注级配含泥量与压碎值。检测不合格的材料严禁入场,需及时退回

并做好记录。材料储存需分类分区管理,沥青类材料采取保温措施防止凝固,骨料堆放需设置隔离设施避免混杂。储存场地需做好排水处理,配备防雨防晒棚架,防止材料受潮变质或受污染影响性能。要定期对储存材料进行检查,确保材料质量始终处于良好状态,对于临近保质期的材料要优先使用。

4.3 施工过程监测

施工过程需建立实时监测机制,压实度监测采用核子密度仪与钻芯法相结合的方式,每200米选取3至5个检测点,确保压实度达到96%以上标准^[5]。平整度通过连续式平整度仪检测,每100米记录一次数据,保证国际平整度指数符合设计要求。面层厚度采用超声波测厚仪实时监测,发现偏差立即调整摊铺机高度。监测数据需同步记录整理,当检测指标超出允许范围时,及时分析原因并调整施工工艺,如压实度不足可增加压实遍数或调整压路机吨位,材料配比不合理则重新优化拌和参数,确保施工质量始终处于受控状态。

结束语

高速公路路面养护施工是一项复杂且系统的工作,涉及病害分析、方案制定、技术实施与质量控制等多个环节。通过全面了解病害类型及成因,做好施工前准备,合理选择并实施养护技术,严格把控施工质量,能够有效修复路面病害,恢复路面性能,保障高速公路的安全畅通,为交通运输事业的发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]韩保岭.高速公路沥青路面微表处养护施工技术应用[J].运输经理世界,2025(11):112-114.
- [2]李建娇.高速公路路面裂缝养护施工技术应用策略分析[J].科技资讯,2025,23(1):160-162.
- [3]杨高华.高速公路路面裂缝养护施工技术应用[J].建材与装饰,2025,21(11):136-138.
- [4]韩彬.高速公路路面病害成因及养护施工技术浅谈[J].建材与装饰,2025,21(25):127-129.
- [5]任彦.高速公路路面裂缝养护施工技术应用策略分析[J].价值工程,2025,44(30):29-32.