

公路工程路基路面病害及防治措施简述

彭 川

中国葛洲坝集团路桥工程有限公司 湖北 宜昌 443000

摘 要: 公路工程中, 路基路面病害影响公路正常使用与安全。本文分析了路基沉降变形、稳定性、水损害及路面结构性、功能性、表面损坏等病害类型与成因, 介绍了传统与现代检测技术、状况评估体系, 从预防性、修复性措施及新材料新技术应用方面提出防治措施, 为公路病害防治提供参考。

关键词: 公路工程; 路基病害; 路面病害; 检测技术; 防治措施

引言: 公路作为交通重要基础设施, 其路基路面质量关乎交通运行效率与安全。但受地质、气候、荷载等多种因素影响, 路基路面易出现各类病害。准确识别病害类型、分析成因并采取有效防治措施, 对保障公路正常使用、延长使用寿命、降低养护成本具有重要意义。

1 路基常见病害类型及成因分析

1.1 沉降变形类病害

沉降变形类病害在公路路基中频繁出现, 对公路的正常使用与安全构成威胁。不均匀沉降有着独特特征与明显表现。在公路横向, 不同位置的下沉量差异显著, 一侧可能下沉幅度大, 另一侧则相对较小, 致使路面形成横向倾斜。车辆行驶在这样的路面上, 会受到侧向力干扰, 影响行车平稳性, 增加驾驶难度, 甚至可能引发侧滑等危险状况。纵向方面, 相邻路段沉降量不同, 会在路面形成波浪状起伏^[1]。车辆经过时, 会产生剧烈颠簸, 不仅让乘客感到不适, 还会加速车辆零部件的磨损, 降低车辆使用寿命。整体沉降遵循一定规律且影响广泛。在软土地基路段, 软土具有压缩性高、强度低的特点。公路建成后, 在自身重量与车辆荷载长期作用下, 软土层持续被压缩, 路基整体下沉。这种沉降在公路运营初期较为突出, 随着时间推移, 沉降速度逐渐放缓。若不加以处理, 沉降量会不断累积, 导致路面标高降低。这会破坏公路原有的排水系统, 使路面积水难以排出, 长期积水又会进一步侵蚀路面结构, 加速路面损坏。

1.2 稳定性病害

稳定性病害主要涉及路基边坡和整体结构的稳定性。边坡滑塌形成机制较为复杂, 与多种因素有关。边坡坡度设计不合理, 坡度过陡会增大土体的下滑力, 当下滑力超过土体的抗剪强度时, 就会引发滑塌。土质条件也是重要因素, 若边坡土质松散、粘聚力小、内摩擦角小, 其抗剪强度较低, 在降雨、地震等外力作用下, 容易发生滑塌。此外, 地下水的作用也不容忽视, 地下水

渗入边坡土体后, 会增加土体的含水量, 降低土体的抗剪强度, 同时产生孔隙水压力, 进一步削弱边坡的稳定性。路基坍塌破坏模式多样, 常见的是由于填筑材料质量不佳或压实度不足引起的。填筑材料如果含水量过大、级配不合理, 在车辆荷载作用下, 填筑体内部会产生较大的应力, 导致填筑体变形破坏。压实度不足会使填筑体内部存在较多孔隙, 降低填筑体的整体强度和稳定性, 在外力作用下容易发生坍塌。

1.3 水损害病害

水损害病害对路基的破坏作用不容小觑。渗透破坏表现形式主要有管涌和流土。在地下水水位较高或降雨较大时, 水流会渗入路基内部。若路基土体中存在细颗粒, 水流会带走这些细颗粒, 形成管涌通道, 随着细颗粒的不断流失, 路基内部结构逐渐被破坏, 最终导致路基失稳。管涌通道直径可能达到2-10厘米。流土则是在渗流作用下, 土体中的颗粒群发生整体移动, 使路基表面出现隆起、开裂等现象, 严重影响路基的稳定性, 隆起高度可能达到5-20厘米。冻胀翻浆发生条件与气候、土质和水分状况密切相关。在寒冷地区, 冬季气温较低, 路基土体中的水分会冻结成冰, 体积膨胀, 导致路基向上隆起, 产生冻胀现象, 冻胀量可能达到10-30厘米。春季气温回升, 冻土融化, 水分无法及时排出, 使路基土体处于饱和状态, 强度降低。在车辆荷载的反复作用下, 路面会出现弹簧、冒泥等现象, 即翻浆, 翻浆深度可能达到15-40厘米。

2 路面常见病害类型及成因分析

2.1 结构性病害

裂缝是路面结构性病害的常见形式, 产生机理复杂且发展有一定规律。温度变化是重要因素之一, 在寒冷地区, 路面材料会因低温收缩, 当收缩应力超过材料抗拉强度时, 就会产生横向裂缝。而在昼夜温差大的地区, 反复的温度胀缩会使裂缝不断扩展。另外, 基层反射裂

缝也不容忽视,若基层存在裂缝或接缝,在车辆荷载和温度应力共同作用下,裂缝会向上反射至路面面层。随着时间推移和交通荷载的反复作用,裂缝会逐渐加宽、加深,从最初的微小裂缝发展成贯穿路面的大裂缝,严重影响路面结构完整性^[2]。坑槽形成是一个渐进过程,受多种因素影响。裂缝是坑槽形成的前奏,当路面出现裂缝后,水分会通过裂缝渗入基层和底基层。在车辆荷载的反复作用下,基层材料会被水浸泡软化,强度降低。随着车辆碾压,软化部分逐渐被挤出,形成坑洞。此外,沥青老化也会加速坑槽形成。沥青在紫外线、氧气和高温等作用下,会逐渐变硬、变脆,粘结力下降,导致集料剥落,进而形成坑槽。

2.2 功能性病害

车辙形成机制与交通荷载、路面材料及环境条件密切相关。在车辆荷载反复作用下,路面结构层会产生塑性变形累积。特别是沥青混合料,在高温季节,沥青粘度降低,抗变形能力减弱,在重载车辆反复碾压下,容易产生永久变形,形成车辙。车辙深度标准因道路等级和使用要求而异,一般城市道路车辙深度超过一定限度会影响行车舒适性和安全性。波浪拥包产生条件与路面材料不均匀、基层强度不足以及施工工艺不当有关。当路面材料级配不合理、沥青用量过多或过少时,在车辆荷载作用下,路面会出现不均匀变形,形成波浪。基层强度不足,无法承受车辆荷载产生的应力,会导致基层变形向上传递至面层,引发拥包。施工工艺方面,若摊铺不均匀、压实度不足,也会使路面出现起伏不平,形成波浪拥包。

2.3 表面损坏病害

松散剥落发生原因多样。沥青与集料粘结力不足是常见原因,若沥青质量不佳、集料表面不洁净或沥青用量过少,都会导致粘结力下降,在车辆荷载和自然因素作用下,集料容易从路面表面剥落。另外,施工时压实度不够,路面内部存在空隙,水分容易渗入,在冻融循环作用下,也会使集料剥落,形成松散现象。抗滑性能衰减规律与路面使用时间、交通量和环境因素有关。随着路面使用时间增长,沥青老化、集料磨损,路面表面纹理深度减小,抗滑性能逐渐降低。交通量越大,车辆轮胎对路面的磨损作用越强,抗滑性能衰减越快。环境因素中,降雨会使路面表面形成水膜,降低轮胎与路面的摩擦力,加速抗滑性能衰减。

3 病害检测与评估方法

3.1 传统检测技术

人工巡查是传统检测技术的基础环节,有着特定要

点与方法。巡查人员需具备丰富经验,对路面及路基常见病害特征有清晰认知。巡查时,要仔细观察路面是否出现裂缝、坑槽、车辙等病害,留意裂缝走向、宽度变化,坑槽大小、深度情况,车辙深度与形态。对于路基,要查看边坡是否稳定,有无滑塌迹象,路基表面有无沉降、隆起等异常。巡查频率依据道路等级和使用状况确定,交通繁忙路段需增加巡查次数。巡查过程中做好详细记录,为后续维修养护提供依据。简单仪器测量技术能获取更精确的病害数据。对于裂缝,可使用裂缝测宽仪测量裂缝宽度,通过多次测量取平均值提高准确性。对于坑槽,用钢尺测量坑槽的长、宽、深,确定坑槽尺寸。测量车辙深度时,可采用直尺与塞尺配合的方法,将直尺沿车辙纵向放置,用塞尺测量直尺与车辙底部间隙,得到车辙深度。这些简单仪器操作方便,能快速获取病害关键数据,辅助判断病害严重程度。

3.2 现代检测技术

无损检测技术在病害检测中应用广泛。落锤式弯沉仪通过落锤对路面施加冲击荷载,测量路面动态弯沉,分析路面结构强度,判断是否存在潜在病害。落锤重量一般控制在200-500千克,落锤高度在30-60厘米。地质雷达利用电磁波在地下介质中的传播特性,探测路面结构层厚度、内部缺陷,如裂缝、脱空等,能快速、准确地获取路面内部信息。地质雷达发射电磁波频率一般在100-1000兆赫。这些无损检测技术不会对路面造成破坏,可重复检测,为病害诊断提供可靠数据。自动化快速检测系统集多种检测技术于一体,实现高效检测^[3]。检测车搭载高精度传感器、摄像头等设备,在行驶过程中自动采集路面平整度、车辙深度、裂缝信息等数据。检测车行驶速度一般控制在30-80公里/小时。通过计算机软件对采集数据实时处理分析,生成检测报告,能快速掌握道路整体状况,提高检测效率,降低人工劳动强度。

3.3 状况评估体系

病害分级标准是状况评估体系的重要依据。根据病害类型、严重程度制定详细分级标准,如裂缝按宽度分为轻微、中等、严重三个等级,轻微裂缝宽度在1-3毫米,中等裂缝宽度在3-10毫米,严重裂缝宽度大于10毫米。坑槽按面积和深度划分等级,小型坑槽面积在0.1-0.5平方米,深度在5-10厘米;中型坑槽面积在0.5-2平方米,深度在10-20厘米;大型坑槽面积大于2平方米,深度大于20厘米。不同等级对应不同维修养护措施,为道路养护决策提供科学指导。使用性能评价指标从多个方面反映道路使用性能。路面平整度指标反映车辆行驶舒适性,平整度越好,车辆行驶越平稳,一般平整度标准差控制

在1.5~3毫米以内。抗滑性能指标衡量路面抗滑能力,确保行车安全。结构强度指标体现路面结构承载能力,保证道路能承受交通荷载。综合这些指标,全面评估道路状况,为制定合理养护计划提供支撑。

4 防治措施与技术方案

4.1 预防性措施

设计阶段防控要点关乎道路后续使用状况。在路基设计时,要充分调查沿线地质条件,针对不同地质情况制定合理设计方案。对于软土地基,需采取换填、排水固结等处理措施,提高地基承载力,减少后期沉降风险^[4]。路面设计方面,要根据交通量、车辆类型等因素,合理选择路面结构类型与材料。例如,重交通路段宜采用强度高、耐久性好的沥青混合料或水泥混凝土路面,确保路面能承受车辆荷载反复作用。同时设计合理的排水系统,避免积水对路基路面造成损害。施工过程质量控制是预防病害的关键环节。路基施工时,要严格控制填筑材料质量,确保填筑材料符合规范要求。分层填筑、分层压实,保证压实度达到设计标准,避免因压实不足导致路基沉降。路面施工时,控制好沥青混合料拌和温度、摊铺温度与压实温度,保证沥青与集料充分粘结,提高路面密实度。加强施工过程监测,及时发现并纠正施工偏差,确保施工质量符合设计要求。

4.2 修复性措施

日常养护维修技术能及时处理路面轻微病害,防止病害扩大。对于路面裂缝,可采用灌缝技术,将专用灌缝材料灌入裂缝中,防止水分渗入,延缓裂缝发展。坑槽修补时,先清除坑槽内杂物与松散集料,涂刷粘层油,再填充与原路面相同或相近的沥青混合料,分层压实,恢复路面平整度。专项处治方案选择依据病害严重程度与类型确定。对于严重裂缝病害,可采用开槽灌缝结合贴缝带处理,增强裂缝修复效果。大面积车辙病害,若基层强度不足,需先对基层进行补强处理,再重新铺筑路面

面层。边坡滑塌病害,根据滑塌规模与地质条件,采取锚杆加固、挡土墙支护等措施,提高边坡稳定性。

4.3 新材料新技术应用

新型修补材料性能优越,为病害修复提供更好选择。例如,高性能沥青混合料具有良好高温稳定性、低温抗裂性与水稳定性,能有效修复车辙、裂缝等病害,延长路面使用寿命。新型水泥基修补材料强度高、粘结性好,适用于混凝土路面坑槽、破碎板等病害修复^[5]。先进施工工艺特点突出,提高施工效率与质量。例如,热再生施工工艺可对旧沥青路面进行现场加热、翻松、添加新料、拌和与压实,实现旧路面再生利用,节约资源,减少环境污染。冷补施工工艺无需对病害部位加热,在低温环境下也能快速修补路面坑槽,施工方便,能及时恢复路面通行能力。

结束语

公路工程路基路面病害防治是长期且系统的工作。通过全面了解病害类型与成因,运用科学检测评估方法,采取针对性预防与修复措施,并积极应用新材料新技术,能有效提升公路质量,保障公路安全畅通,推动公路事业持续健康发展。

参考文献

- [1]刘良付.公路工程路基路面病害及防治措施[J].浙江工艺美术,2023(3):139-141.
- [2]张德兵.公路工程路基路面病害及防治措施探究[J].模型世界,2024(22):69-71.
- [3]廉建辉.公路工程路基路面常见病害及防治对策[J].大众标准化,2023(23):88-90.
- [4]徐亨杰.公路路基路面病害的科学检测及预防养护策略研究[J].运输经理世界,2025(15):111-113.
- [5]任礼姝.公路混凝土路基路面病害分析及防治措施[J].运输经理世界,2023(12):138-140.