

# 公路养护中路基路面病害检测技术与防治措施研究

张康阳

河南中州路桥建设有限公司 河南周口 466000

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17637

**[摘要]** 作为交通工程的重要组成部分,公路项目使用期间所出现的病害问题如果无法得到及时地处理,将直接影响结构的稳定性、车辆的通行安全和公路项目的使用年限等。因此在进行公路养护的过程中,就需要做好路基路面病害的检测工作,制定科学的防治措施。下文首先进行了公路路基路面病害治理重要性的概述,随后分析了常用的路基路面病害检测技术,最后讨论了公路病害的防治措施,仅供参考。

**[关键词]** 公路养护; 路基路面; 病害检测; 防治措施

## 引言

公路项目由于长期暴露于自然环境当中,受到恶劣天气、车辆荷载等多种因素的影响,路基路面就会出现不同程度的病害问题,影响到交通运输的高效性和顺畅性。为了最大化发挥公路项目的作用与价值,科学的检测和预防养护至关重要,有助于提升路基路面结构的稳定性水平,保证运营效率,将病害问题的不良影响降到最低,为公众的日常出行提供便利。

### 1 公路路基路面病害治理的重要性

#### 1.1 确保结构安全

公路路面开裂、路基沉降等结构性破坏会直接影响行车的平顺性与操控稳定性,削弱公路的承载能力,缩短公路使用寿命。尤其在雨雪天气条件下,路面抗滑性能下降,裂缝和沉陷区域易积存水分或形成薄冰,显著增加车辆侧滑、追尾等事故的发生概率。此外,由病害产生的碎屑、剥离物还会形成公路障碍,威胁行车安全,不仅可能引发车辆爆胎,还会干扰驾驶员对路况的判断,增加车辆失控的风险。通过定期检测并采取有效的公路路基路面病害治理措施,如裂缝填充、基层加固、局部铣刨重铺等,可及时恢复路面结构的完整性与功能性,有效规避上述安全风险,从而提高整体交通安全性,保障公路使用者的生命安全。

#### 1.2 确保项目的经济效益

及时治理公路路基路面病害是一种经济高效的养护策略,可显著降低公路全生命周期的养护成本。小范围的局部病害若得不到及时处理,往往会在交通荷载与环境因素的共同作用下扩展为大规模结构性损坏,届时不仅修复技术更复杂、工期更长,还需投入数倍乃至数十倍的巨额资金进行处治。相反,在病害初期进行干预,能够以较小成本维持公路

良好状态,延长大修周期。同时,平整的路面减少了车辆行驶中的颠簸,有助于降低因振动造成的机械部件磨损、轮胎损耗,以及因阻力增大而导致的燃油浪费,从而整体提升运输经济性,为公路运营者与用户节约长期费用。

#### 1.3 为社会发展提供便利

公路路基路面病害的治理不仅关乎公路自身状况,更是畅通区域路网、支持经济社会协调发展的重要保障。持续良好的路况能够支撑区域间生产要素的高效流动,促进物流畅通,加强市场连接,从而推动产业协同与经济活力的提升。此外,健全的路况监测体系与快速处治机制能够增强公众对公路出行安全性与可靠性的信心,减少因交通中断或限行引发的行程延误、物流阻塞等社会矛盾,有利于维护社会生产生活秩序,促进城乡统筹与区域一体化发展,为社会的可持续发展提供基础支撑。

## 2 公路路基路面病害主要检测技术分析

### 2.1 探测检测技术

在公路工程领域,为精确获取路基内部结构与状态信息,勘察技术构成关键的技术支撑体系。依托地质雷达、超声波探测仪等多元探测手段,可实现对路基路面的非破坏性或微损检测,进而解析路基内部构造细节。地质雷达作为常用探测技术,其核心原理基于电磁波在路面介质中的传播与反射特性。通过分析电磁波在具有不同介电常数材料中的传播行为,该技术可准确测定路面结构层厚度、密实度,并识别裂缝、松散等病害特征。对回波信号的波形形态、频谱特征及振幅衰减等参数进行解析,可实现对病害类型、严重程度及空间分布模式的精准判别。超声波探测技术同样广泛应用于路基检测领域,其物理基础在于超声波在固态介质中的传播、反射及散射特性。通过量化分析超声波在路面材料中的传播

速度、波形畸变特征、频率响应及能量衰减等参数，可有效评估路面材料的密实度、均匀性，并定位内部缺陷。上述探测方法因具备非破坏性/微损性、检测精度高、作业效率显著等技术优势，能够实现对路基路面状态的全面评估，为后续病害防治决策提供精准可靠的科学依据。

## 2.2 荷载试验检测技术

荷载试验法是评估路面承载性能的核心检测方法，可获取沥青混凝土在不同应力水平下的弹塑性变形特征与损伤演化规律，据此建立材料本构模型并评估其长期服役性能。该技术同时为路面修复方案制定与预防性养护决策提供关键参数支持。荷载试验主要通过平板载荷试验或轮胎压入试验实施。平板载荷试验主要是将标准荷载通过刚性承压板作用于路面结构层，通过传感器定量记录荷载-沉降关系曲线及表面损伤形貌，进而推算地基反应模量和承载力等参数；轮胎压入试验则主要是采用标准轮胎以规定压强对路面进行静态或低速滚压压入，通过高精度测量设备获取压痕深度、宽度及回弹量等形变参数，以评估路面抗变形能力和服役状态。两种方法各有适用场景，可独立或配合使用，共同为路面结构性能的诊断与预测提供数据支持。

## 2.3 红外成像检测技术

红外热成像技术作为先进的公路检测手段，具备非接触、无损、快速成像等技术优势，可高效识别裂缝、松散、渗水等病害的空间分布，并对病害严重程度进行量化分级。通过红外传感器阵列对公路表面进行连续扫描，实时采集温度数据，并以此构建高分辨率的公路温度场分布图谱，进而依据图像中的热异常特征智能诊断路面潜在病害。该方法的物理机制在于，当路面材料出现裂缝、松散或内部存在含水区域等损伤时，这些区域的局部热传导率、热容及热辐射特性会发生显著变化，在热激励条件下表现出与完好路面不同的温度响应，从而使表面温度场呈现明显异常分布，如局部高温或低温区域。结合时序监测与数据融合分析，红外成像技术不仅能够实现对公路状态的长期动态监测，还可建立病害演化模型，实现对路面早期损坏的精准预警，从而显著提升公路设施的运维效率与安全管控水平。

## 2.4 目测检测技术

目测检测技术主要通过对面路面表观形态特征的系统性观测实现病害识别。该方法虽操作简便、无需复杂设备，但对检测人员的专业经验与判别能力要求较高，其准确度在很大程度上依赖于检测者的技术水平和工程背景。实施过程中需

详细记录路面色泽变化、裂缝形态与分布密度、坑槽尺寸与位置、车辙深度及变形情况等表观特征，并参照现行规范标准或历史检测数据进行病害分类与严重度判定，从而为后续养护决策提供依据。该方法的局限性在于主观性强，且易受环境光线、天气条件等因素干扰。但由于目测检测结果易受主观因素影响，其数据可靠性存在局限。为提升检测精度，建议采用多技术融合策略，将目测观测结果与地质雷达数据、荷载试验数据进行空间关联分析，并辅以红外热成像、三维激光扫描等高精度检测技术进行交叉验证，从而实现检测效率与数据质量的协同优化。

## 3 公路路基路面病害的主要防治措施

### 3.1 路面状况实时监测

公路路基路面病害的有效预防依赖于对路面状况的实时监测。为确保公路通行安全性与服务连续性，需要灵活应用检测技术，将对路面结构状态的影响降到最低，为科学化养护决策提供依据。

探地雷达技术通过向路面结构层发射高频电磁波，并精确解析其反射信号的时频特征与振幅强度，实现对路面各结构层厚度、分层状况以及内部孔洞、疏松等缺陷的精准空间定位与损伤程度的量化评估。红外热成像技术则依据材料热容与导热特性的差异，通过捕捉路面温度场的分布特征与动态变化，识别因沥青老化、层间脱空或渗水引起的热异常区域，从而补充了对近表面病害的无损检测能力。上述无损检测技术的综合应用显著提升了路面状态评估的精度、效率与数据覆盖度。

尽管自动化检测技术具有高效率与高分辨的优势，定期人工巡检仍为不可或缺的补充手段。经验丰富的养护专业人员需依据规范对裂缝、车辙、坑槽、剥落等典型病害进行系统分类、精确定位与影像记录，并依据长度、宽度、深度等指标评估其严重等级。人工巡检不仅可有效识别无损检测设备可能遗漏的微细裂缝或局部剥落，还可对交叉口、收费站、桥梁接缝及边坡排水区域等关键部位实施有针对性的重点核查，兼顾了检测的全面性与细节可靠性。

全面、精准与多维的路面状态数据是制定科学养护决策与处治方案的重要基础。基于结构性与功能性损坏的精确诊断，养护人员可采取针对性的处治措施：例如对早期裂缝进行及时密封处理，可有效阻止水分下渗进而导致基层软化与承载力下降；对深度车辙路段进行铣刨与重铺，则能够迅速恢复路面平整度与抗滑性能，提升行车安全性与舒适性。此

类基于精准诊断的预防性和修复性养护措施，不仅显著延缓路面性能衰减，延长其服务寿命，也优化了全寿命周期内的综合养护成本与资源分配效率。

### 3.2 及时进行路基路面轻微病害保养处理

路基路面的小修保养是预防病害的关键环节。需依据损伤类型及严重程度差异，选用适宜的修复材料与工艺。例如，对于表面细纹或轻度裂缝，可采用沥青灌缝技术，注入专用密封胶材料以防止水分下渗并延缓裂缝扩展；而对于因重载交通或材料疲劳导致的深度车辙、局部坑槽等严重损坏，则可能需要实施铣刨清除受损层面后重新进行摊铺作业，甚至采用局部冷再生或热再生技术以提升修复效率和材料利用率。这就要求修复作业需基于实际状况的详细勘察与科学评估，综合考虑交通量、环境条件及经济效益，选择最优的修复方案。

同时，路基的定期养护亦是预防路基病害的有效手段。具体措施包括定期清理边沟、排水管和涵洞，确保排水系统畅通无阻，从而有效防止水分积聚和侵入路基内部，避免软化土基和引发结构强度下降；还需及时整平路肩和路基表面，修复冲蚀区域，维持横坡平整和排水功能，防止进一步水损害发生。此类维护工作虽具有重复性和日常性，但对公路整体服役寿命和使用性能具有显著影响，是不可忽视的基础性养护环节。

此外，对桥梁、涵洞等结构物的系统性检查与针对性养护，同样是保障公路整体结构稳定性与安全性的重要环节。桥梁支座、伸缩缝、桥面铺装及涵洞洞身等关键部位需定期巡检，记录裂缝、变形、锈蚀等状况，评估其技术状态和使用安全性。桥梁与涵洞作为公路系统的关键组成部分，其技术状况直接影响公路的运营性能与承载能力。故需定期对其进行专业检测与技术状况评定，及时发现并处置潜在问题，如修复破损的防水层、加固桥台护坡、疏通堵塞涵洞等，这些均是保障公路安全、畅通运营的必要措施。

### 3.3 落实局部修整和预防性维护

局部性修整与预防性维护是公路路基路面病害管理体系中至关重要的环节。针对路基路面的局部性修整，核心在于依据病害类型实施针对性处治措施。例如，对于裂缝病害，需依据裂缝宽度、长度及深度进行分级，如细微裂缝、中等裂缝和宽大裂缝分别采用裂缝封闭胶、改性沥青或开槽填补等适配材料与方法进行填充封闭，以阻断水分渗入，延缓裂

缝扩展，并避免引发基层水损害等次生病害。对于坑槽病害，则需彻底清除槽内松散碎屑与积水，对坑槽边缘进行切壁处理形成稳定边界，随后采用冷拌沥青混合料或热拌沥青混凝土等适宜材料分层回填并充分压实，确保修补区域与原有路面衔接紧密，恢复路面平整度和结构强度。此外，针对路面出现的车辙、拥包等病害，亦需根据其成因和程度采取铣刨、填补或重构面层等相应技术措施予以修整，确保路面性能达标并提高行车舒适性。

预防性维护则侧重于路面尚未出现显著病害时，实施一系列主动防护措施。主要包括：定期清扫路面，清除泥沙、落叶等杂物，防止硬质颗粒物累积加速路面磨损和衰变；系统清理与优化排水系统，疏通雨水口、排水沟及管道，修复破损排水设施，确保路表面积水有效排除，预防水损病害发生；适时实施路面加固处理，如涂布沥青封层材料以密封细小裂缝和防止氧化，加铺抗滑磨耗层以提高防滑性能和抗变形能力，延缓路面老化进程，从而显著提升路面的耐久性与服务功能。

### 结束语

总之，在进行公路项目施工建设的过程中，病害问题的存在不仅影响车辆的通行安全，同时还与结构稳定性息息相关。因此就需要开展科学的公路病害检测，加强预防养护，将病害问题的不良影响降到最低，以延长公路工程的使用寿命，节约后续维护成本投入，建设出高品质的公路项目，为社会经济的健康发展提供重要支撑。

### [参考文献]

- [1] 岳茂. 公路养护中路基路面病害的处治途径分析[J]. 越野世界, 2023(24): 80-82.
- [2] 程亚楠. 公路养护中路基路面病害的处治措施[J]. 电脑爱好者, 2022(9): 1263-1264.
- [3] 刘拓, 邱文瑞. 公路路基路面病害检测问题与措施探讨[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(6): 62-64.
- [4] 白涛涛. 公路路基路面病害常用检测技术探研[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(1): 173-176.
- [5] 王振飞, 艾明辉. 公路路基路面病害检测问题和措施探讨[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2021(10): 356-357, 360.