

# 高速公路路面病害识别与预防性养护策略

周浩林

陕西高速公路工程试验检测有限公司 陕西 西安 710000

**摘要：**本文探讨了高速公路路面病害的类型、成因及预防性养护策略。分析了裂缝、变形、表面损坏等病害的成因，介绍了人工检测、传感技术、图像识别、无损检测等病害识别技术。提出了预防性养护的概念、原则、时机确定、措施选择及计划制定与实施等策略。旨在通过科学合理的养护计划，延长路面使用寿命，提高道路通行能力和服务水平。

**关键词：**高速公路；路面病害识别；预防性养护策略

## 引言

高速公路作为现代交通的重要组成部分，其路面的使用性能直接影响着行车安全和舒适度。然而，随着使用时间的增长，路面难免会出现各种病害，如裂缝、车辙、坑槽等。这些病害不仅影响了路面的美观性，更对行车安全构成了威胁。因此，对高速公路路面病害进行及时有效的识别和预防性养护显得尤为重要。

### 1 高速公路路面病害类型及成因分析

#### 1.1 裂缝类病害

（1）纵向裂缝通常沿着道路中心线方向延伸，多因地基不均匀沉降或施工接缝处理不当所致；这类裂缝在重载车辆频繁通行的路段尤为明显，其发展规律往往与地基稳定性和车辆荷载作用密切相关。（2）横向裂缝则垂直于道路中心线，多由温度变化引起的热胀冷缩效应所致。在温差较大的地区，沥青材料因温度变化而发生收缩，当收缩应力超过材料抗拉强度时，即会产生横向裂缝。此外，地基沉降和施工质量问题也可能导致横向裂缝的产生。（3）网状裂缝是路面出现多处相交裂缝的现象，其成因复杂，包括荷载作用、温度变化、材料老化等多种因素。随着路面使用年限的增长，沥青材料性能逐渐下降，加之车辆荷载的反复作用，路面易出现疲劳破坏，从而形成网状裂缝。

#### 1.2 变形类病害

（1）车辙是路面在车辆荷载反复作用下产生的永久性变形，其表现形式为轮迹处下陷，严重影响路面平整度和行车安全。车辙的成因主要与路面结构设计不合理、沥青混合料热稳定性差、施工质量不佳等因素有关。（2）拥包则是路面局部隆起的现象，多因沥青混合料在高温下软化、流动性增强所致。拥包不仅影响路面美观，还可能引发车辆跳跃，增加行车风险。（3）沉陷则是路面局部下沉，多由路基稳定性不足或地基沉降引

起。沉陷病害的发展往往较为缓慢，但一旦形成，将严重影响路面的使用性能<sup>[1]</sup>。

#### 1.3 表面损坏类病害

表面损坏类病害包括坑槽、松散和剥落等。坑槽是路面局部破损形成的凹陷，多因集料质量差、沥青与集料粘附性不足或施工工艺不当所致；松散和剥落则是路面材料逐渐脱落的现象，其成因与沥青老化、自然环境侵蚀等因素有关。

### 2 高速公路路面病害识别技术

#### 2.1 人工检测方法

在高速公路路面病害识别技术中，人工检测方法作为一种基础且直观的手段，仍然占据着不可替代的地位。（1）检测人员通常会沿着路面缓慢行走，仔细观察路面的每一个细节。他们通过目测来判断路面的平整度、裂缝的宽度和长度、坑槽的深度和范围等病害情况；手触也是人工检测中不可或缺的一环，通过触摸路面，检测人员可以感受路面的质地、强度以及是否存在起皮、剥落等现象。（2）在必要时，检测人员还会使用专业的测量工具，如尺子、测厚仪等，对病害的尺寸进行精确测量，确保数据的准确性。此外，他们还会记录病害的位置、类型、严重程度等信息，为后续的路面维修和养护提供详实的数据支持。（3）人工检测方法的优点在于其灵活性和准确性。检测人员可以根据实际情况随时调整检测路线和重点，对疑似病害进行仔细观察和评估；同时他们的专业知识和丰富经验也能够确保检测结果的准确性。因此，在高速公路路面病害识别技术中，人工检测方法仍然是一种不可或缺的重要手段<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 基于传感技术的检测方法

（1）激光传感器通过发射激光束并精确接收其反射信号，能够实时测量路面的平整度、裂缝宽度以及车辙深度等关键参数。红外传感器则利用物体辐射的红外线

能量差异,检测路面温度分布,从而识别出因温度变化而引起的病害,如热胀冷缩裂缝;加速度传感器则安装在检测车上,通过测量车辆在行驶过程中的振动情况,间接反映路面的刚度和平整度。(2)这些传感器获取的数据经过专业的数据处理系统分析,可以生成详细的路面病害报告。与传统的人工检测方法相比,基于传感技术的检测方法大大提高了检测的准确性和效率,能够实时、客观地反映路面状况。(3)这一方法也存在设备成本较高、数据处理复杂等挑战。同时,传感器的安装和校准也需要专业技术人员进行操作;尽管如此,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,基于传感技术的检测方法在高速公路路面病害识别领域的应用前景仍然十分广阔,将为路面的养护和管理提供更加科学、高效的手段。

### 2.3 图像识别技术

(1)图像识别技术的核心在于特征提取和分类识别。1)通过图像预处理技术,如去噪、增强对比度等,提高图像质量。2)利用特征提取算法,如边缘检测、纹理分析等,提取出路面图像中的关键特征,如裂缝、坑槽、剥落等病害的形状、大小和位置信息。3)通过分类识别算法,如神经网络、支持向量机等,对提取的特征进行分类和识别,准确判断路面病害的类型和程度。(2)与传统的人工检测方法相比,图像识别技术具有检测速度快、准确率高、可重复性好等优势。它能够实现对大面积路面的快速巡检,及时发现并准确定位路面病害,为路面的养护和维修提供有力支持。(3)图像识别技术还能够结合其他传感器数据,如激光传感器、红外传感器等,实现多源信息的融合和分析,进一步提高路面病害识别的准确性和可靠性;因而,图像识别技术在高速公路路面病害识别领域具有广泛的应用前景和发展潜力。

### 2.4 无损检测技术

(1)探地雷达(GPR)是无损检测技术中的佼佼者。它利用电磁波在路面结构中的传播和反射特性,来探测路面下层的分层情况、厚度以及是否存在空洞、裂缝等病害。探地雷达具有高分辨率、大探测深度以及实时成像等优点,能够准确地定位病害位置,为路面维修提供精确的数据支持。(2)落锤式弯沉仪(FWD)也是无损检测技术中的一种重要工具。它通过模拟车辆荷载作用,测量路面在受到冲击时的弯沉量,从而评估路面的承载能力和结构性能;落锤式弯沉仪能够提供路面的刚度、模量等力学参数,为路面病害的识别和养护决策提供科学依据。(3)无损检测技术的优势在于其非破坏性,能够在不影响路面正常使用进行检测,大

大节省了维修成本和时间。同时无损检测技术还具有高精度、高效率的特点,能够快速准确地识别路面病害,为路面的养护和管理提供有力保障;于是,无损检测技术在高速公路路面病害识别领域具有广泛的应用前景和发展潜力<sup>[3]</sup>。

## 3 高速公路路面预防性养护策略

### 3.1 预防性养护的概念与原则

(1)高速公路路面预防性养护,是一种基于路面性能衰减规律和潜在病害发展趋势,提前采取养护措施以延缓路面损坏、保持路面良好使用状态的管理策略。其核心目标在于通过科学合理的养护计划,延长路面使用寿命,提高道路通行能力和服务水平,减少因路面损坏而引发的交通拥堵和安全事故。预防性养护的意义在于,它能够从源头上控制路面病害的发展,避免病害的恶化和扩散,从而降低路面维修成本,提高道路运营的经济效益和社会效益。(2)在实施预防性养护时,应遵循一系列基本原则。首先是及时性原则,即要根据路面性能监测数据和病害发展趋势,及时采取养护措施,防止病害的进一步恶化。其次是针对性原则,要针对不同路面类型、不同病害类型和不同程度,采取相应的养护方法和材料,确保养护效果的最大化。同时,经济性原则也是预防性养护不可忽视的一方面。在制定养护计划时,要充分考虑养护成本的经济效益,选择性价比高的养护方案。最后是系统性原则,要将预防性养护纳入路面养护管理的整体系统中,与日常养护、专项养护等相结合,形成完整的养护体系,确保路面长期保持良好的使用状态。这些原则的共同遵循,将为高速公路路面的预防性养护提供有力的保障<sup>[4]</sup>。

### 3.2 预防性养护时机的确定

确定高速公路路面预防性养护的时机,是确保养护效果、优化养护资源分配的关键。(1)路面使用性能指标,如平整度、抗滑性能、破损率等,是评估路面状况的重要依据。当这些指标下降到一定阈值时,即表明路面性能开始显著衰减,此时应启动预防性养护;交通量也是影响养护时机的重要因素,高交通量路段的路面磨损更快,因此需要更早地进行养护。(2)路面年龄则是另一个不可忽视的因素,随着路面使用时间的增长,其性能会逐渐下降,即使表面看似完好,也可能存在潜在病害。因而,根据路面年龄预测其性能衰减趋势,也是确定养护时机的重要依据。(3)在实践中,常用的预防性养护时机决策模型包括基于性能的养护决策模型和生命周期成本分析模型。基于性能的养护决策模型通过监测路面性能指标,结合交通量和路面年龄等因素,预测

路面未来的性能变化,从而确定最佳养护时机。生命周期成本分析模型则综合考虑养护措施在整个路面生命周期内的成本效益,选择经济性最优的养护时机。

### 3.3 预防性养护措施的选择

高速公路路面预防性养护措施多种多样,旨在针对路面的不同病害类型和程度,采取有效的养护手段以延长路面使用寿命。(1)雾封层是一种将乳化沥青或特制封层剂均匀喷洒在路面上的养护方法,适用于路面轻微裂缝、松散等病害,能有效封闭路面孔隙,提高路面的防水性能和抗滑性能。其施工工艺简单,养护效果快速显著。(2)微表处是一种采用专用设备将聚合物改性乳化沥青、集料、填料、水和添加剂等按合理配合比拌和后,均匀摊铺到路面上的薄层养护技术。它适用于路面车辙、裂缝、磨光等病害的修复,具有施工速度快、强度高、耐久性好等特点。(3)稀浆封层则是将适当级配的集料、填料、乳化沥青、水和添加剂等拌和后,均匀摊铺在路面上的养护方法。它适用于路面轻微破损、裂缝等病害的修复,能改善路面的平整度和抗滑性能。

(4)灌缝则是针对路面裂缝进行的专项养护措施,通过向裂缝内灌注密封材料,防止水分和杂物侵入,延缓裂缝的扩展。(5)在选择预防性养护措施时,需综合考虑路面病害类型、严重程度、交通量等因素。例如,对于轻微裂缝和松散病害,可选择雾封层;对于车辙和磨光病害,则微表处更为适宜。合理选择养护措施,能有效提升路面的使用性能和耐久性<sup>[5]</sup>。

### 3.4 预防性养护计划的制定与实施

制定高速公路路面预防性养护计划是一个系统而细致的过程。(1)需进行全面的养护需求分析,通过路面性能检测、病害调查等手段,准确掌握路面状况,明确养护的重点和难点。在此基础上,结合路面使用性能指标、交通量、路面年龄等因素,科学合理地制定养护方案,明确养护措施、养护范围、养护标准等具体内容。

(2)进行资源配置和进度安排。根据养护方案,确定所需的人力、物力、财力等资源,并确保资源的充足和有效配置。同时制定详细的进度计划,明确各项养护工作的开始时间、完成时间和关键节点,确保养护工作有序进行。(3)在预防性养护计划的实施过程中,质量控制和监督管理至关重要。要建立健全的质量管理体系,对养护过程进行全程监控,确保养护质量符合标准要求;同时加强监督管理,对养护工作的进度、质量、安全等方面进行全面检查,及时发现并解决问题。(4)还要注重养护工作的协调与配合,加强与相关部门和单位的沟通协作,确保养护工作顺利进行。要根据实际情况灵活调整养护计划,确保养护工作能够适应路面状况的变化和需求;通过科学制定和有效实施预防性养护计划,可以显著提高路面的使用性能和耐久性,延长路面使用寿命。

### 结语

通过对高速公路路面病害的深入分析和预防性养护策略的探讨,我们认识到,科学合理的养护计划对于延长路面使用寿命、提高道路通行能力和服务水平具有重要意义。未来,我们将继续加强病害识别技术的研究和应用,不断完善预防性养护策略,为高速公路的养护和管理提供更有力的支持。

### 参考文献

- [1]杨成虎.高速公路沥青路面病害分析及养护方法[J].建筑技术开发,2019,046(003):133-134.
- [2]杨伟华.探讨在高速公路中沥青路面病害的预防方法与解决措施[J].智能城市,2020,006(001):162-163.
- [3]景彪.高速公路路面病害成因及养护措施[J].建筑技术开发,2020(17):103-104.
- [4]汪银付.对高速公路路面病害成因及养护技术措施的探讨[J].大科技,2019(20):105-106.
- [5]周丽博.浅谈高速公路路面病害成因及养护技术措施[J].建筑工程技术与设计,2019(31):1968.