

公路路面病害检测与养护技术研究

樊金鹏

宁夏昕远通交通科技有限公司 宁夏银川 750004

摘要: 随着我国高速公路的快速发展,公路网络规模不断扩大,路面病害问题日益凸显,严重影响了公路的通行安全和使用寿命。本文围绕公路路面病害检测与养护技术展开研究,首先分析了公路路面常见的病害类型及其成因,然后探讨了先进的检测技术与方法,最后提出了有效的养护策略和措施。通过本文的研究,旨在为公路管理部门提供科学的病害检测和养护理论依据,提高公路养护水平,保障公路的安全畅通。

关键词: 公路路面;病害检测;养护技术

引言:

自1988年我国第一条高速公路建成通车以来,高速公路建设取得了举世瞩目的成就。截至2020年,我国高速公路总里程已达到7万公里,形成了规模庞大、高效便捷的公路网络。然而,随着使用年限的增加和交通量的不断增大,公路路面病害问题日益严重,如裂缝、车辙、坑槽、沉陷等,这些病害不仅影响了公路的通行能力,还增加了养护成本,甚至危及行车安全。因此,开展公路路面病害检测与养护技术研究具有重要的现实意义。

1. 公路路面常见病害类型及成因分析

1.1 公路路面常见病害类型

1.1.1 裂缝类病害

裂缝类病害是公路路面最常见的病害之一,主要包括龟裂、块状裂缝、纵向裂缝和横向裂缝。

龟裂: 在路面局部区域内,出现龟纹状的相互交错的疲劳裂缝,常伴有沉陷和唧浆现象。龟裂的初始状态是出现单条或多条平行的纵向裂缝,随后在行车荷载的反复作用下,裂缝间出现横向和斜向连接缝,最终形成裂缝网。

块状裂缝: 一种纵横交错的裂缝形式,以沥青路面块状开裂为典型特征。当纵向裂缝和横向裂缝不断发展时,容易形成块状裂缝。温度疲劳、反射裂缝以及沥青老化也会引发块状裂缝。

纵向裂缝: 基本与道路中心线平行的裂缝,通常是由路面的不均匀沉陷导致,不良的施工方法和过大的行车荷载也会引起纵向裂缝。

横向裂缝: 方向基本垂直于道路中心线的裂缝,沿路面

横向出现。其成因主要是温度变化、施工质量以及荷载作用。

1.1.2 松散类病害

松散类病害主要包含松散和坑槽两类,这类病害在雨季尤为频发。

松散: 由于沥青路面水稳定性不足,路面会逐渐出现麻面、松散等现象。沥青混合料不均匀或粘结力不足,以及路面压实效果差和施工温度不当,都容易导致松散的产生。

坑槽: 主要由沥青路面的面层集料局部脱落或者基层和面层的集料局部脱落导致。在雨季,雨水容易渗透到路面裂缝和空隙中,导致集料与沥青间粘结力不足,进而形成坑槽。

1.1.3 变形类病害

变形类病害主要包括沉陷、车辙和波浪拥包三类。

沉陷: 路面严重下陷变形现象,主要由路基顶面垂直变形过大引发。在行车荷载作用下,由于沥青路面基层局部强度不足,导致路面大的垂直变形,从而引起沥青面层开裂。

车辙: 沥青路面特有的病害类型,主要受气候因素和荷载因素影响,路面结构层强度不足或材料失稳而产生的变形。长期荷载作用下,当沥青面层与基层粘结力降低时,会产生推移,严重时会产生波浪拥包。

波浪拥包: 在大量重荷载的反复作用下,特别是在车辆启动或刹车频繁的交叉路口处,沥青路面容易产生波浪拥包。

1.1.4 其他病害

除了上述主要病害外,公路路面还可能出现泛油、修补等病害。

泛油：由于沥青面层中的自由沥青受热膨胀，导致沥青混凝土空隙无法容纳，从而溢到路表形成病害。泛油会降低路面抗滑性能，影响行车安全。

修补：对其他路面病害进行养护而产生的特殊病害。修补容易影响道路美观，且往往由于实际操作不当，导致许多补丁修补不良。

1.2 公路路面病害成因分析

1.2.1 环境因素

湿度变化：湿度变化会影响沥青路面的水稳定性，导致路面出现松散、坑槽等病害。

温度变化：温度变化会引起沥青材料的热胀冷缩，导致路面出现裂缝等病害。

霜冻作用：霜冻会加剧路面的冻融循环，降低路面材料的耐久性，从而引发裂缝等病害。

1.2.2 行车荷载因素

交通量增长：随着交通量的增长，路面承受的荷载增大，加速了路面的磨损和老化。

超载车辆增多：超载车辆对路面的破坏尤为严重，它们会加速路面的沉陷、车辙和波浪拥包等病害的产生。

1.2.3 设计、施工、材料组成和养护条件

设计不合理：设计过程中未充分考虑道路的使用条件和环境因素，导致路面结构层厚度不足或材料选择不当。

施工质量差：施工过程中存在压实度不足、接缝处理不当等问题，降低了路面的整体质量。

材料组成不佳：沥青混合料的质量直接影响路面的使用寿命和性能。若沥青含量过高或过低、集料级配不合理等，都会导致路面出现病害。

养护不及时：养护是延长路面使用寿命的重要手段。若养护不及时或养护方法不当，会加速路面的老化和损坏。

公路路面病害的类型和成因具有多样性和复杂性。为了有效防治公路路面病害，需要从设计、施工、材料选择和养护等方面入手，采取综合措施提高路面的耐久性和使用性能。同时，加强日常巡查和检测工作，及时发现并处理病害隐患，确保公路交通的安全和顺畅。

2. 公路路面病害检测技术

2.1 传统检测技术

2.1.1 人工巡视与摸底调查

传统的公路路面病害检测主要依赖于人工巡视和摸底

调查。人工巡视通过专业人员的实地观察，记录路面的破损情况，如裂缝、坑槽等。这种方法虽然直观，但需要大量的人力、物力和时间，且存在主观性和不准确性。摸底调查则需要对道路进行全面的拆卸和检查，以获取更详细的路面结构信息。然而，这种方法不仅工作量大，对交通影响也大，且成本高昂。

2.1.2 贝克曼梁与FWD检测

贝克曼梁（Beckman Beam）和落锤式弯沉仪（Falling Weight Deflectometer, FWD）是传统路面结构性能检测的重要工具。贝克曼梁通过静载作用下的弯沉测量来评估路面结构的承载能力，但存在检测速度慢、连续性差的问题。FWD则通过模拟行车荷载的瞬时冲击作用，测量路面的动态弯沉，以评估路面结构的整体性能。然而，这些设备在识别基层底部潜在病害方面仍存在一定的局限性。

2.2 现代智能化检测技术

2.2.1 激光雷达技术

激光雷达技术是一种高精度、高可靠性的道路病害检测技术。它通过发射激光束对道路进行扫描，获取路面的三维信息，并对扫描结果进行分析，以识别道路病害。激光雷达技术能够实现道路病害的自动化检测，准确率高达90%以上，大大提高了检测效率和准确性。同时，该技术还具有非接触性、实时性等优点，适用于各种复杂路况的检测。

2.2.2 图像处理技术

图像处理技术通过对道路病害图像进行分析，实现病害的自动化识别和分类。该技术利用先进的图像处理算法，对采集到的路面图像进行预处理、特征提取和分类识别等步骤，以识别出裂缝、坑槽等病害。图像处理技术具有检测速度快、准确率高、可重复性好等优点，是道路病害检测领域的重要发展方向。

2.2.3 机器学习技术

机器学习技术是一种基于数据驱动的智能道路病害检测技术。它通过对大量的道路病害数据进行分析 and 训练，建立高效、准确的病害检测模型。在实际应用中，只需将待检测的路面图像输入到模型中，即可快速识别出病害类型和位置。机器学习技术具有自动化程度高、适应性强等优点，能够处理各种复杂路况下的病害检测问题。

2.2.4 探地雷达技术

探地雷达（Ground Penetrating Radar, GPR）技术是一种

利用高频电磁波进行地下结构探测的技术。在公路路面病害检测中，探地雷达可以穿透路面层，获取基层和路基的结构信息，以识别隐藏在路面下的病害。探地雷达提供 A 扫描和 B 扫描两种图像，通过分析反射信号的特征，可以快速、准确地确定基层脱空、裂缝等病害的位置和范围。探地雷达技术具有无损检测、检测深度大、分辨率高等优点，在公路路面病害检测中得到了广泛应用。

2.3 检测技术的选择原则

在选择公路路面病害检测技术时，应遵循以下原则：

2.3.1 准确性原则

检测技术应能够准确反映路面病害的类型、位置和严重程度，为后续的养护和维修工作提供可靠依据。

2.3.2 效率性原则

检测技术应尽可能快速、高效，以减少对交通的影响并提高工作效率。在高速公路等交通繁忙的路段，更应注重检测效率的提升。

2.3.3 经济性原则

检测技术应力求以较少的成本达到检测目的。在选择检测设备和方法时，应综合考虑设备成本、维护费用以及检测效率等因素。

2.3.4 适用性原则

不同的检测技术具有不同的适用范围和优缺点。在选择检测技术时，应根据具体路况和检测需求进行综合考虑，选择最适合的检测技术。

公路路面病害检测技术正朝着智能化、自动化的方向发展。传统检测技术虽然具有一定的应用价值，但在效率和准确性方面存在不足。现代智能化检测技术如激光雷达技术、图像处理技术、机器学习技术和探地雷达技术等则具有更高的检测效率和准确性，是未来公路路面病害检测的重要发展方向。在实际应用中，应根据具体情况选择合适的检测技术，以确保道路的安全和顺畅。

3. 公路路面养护技术

3.1 预防性养护技术

预防性养护是指在路面结构性能尚未显著下降之前，采取一系列技术措施，以延缓路面病害的发生和发展，保持路面的良好使用状态。预防性养护技术主要包括以下几种：

3.1.1 封层技术

封层技术是通过在路面表面铺设一层或多层材料，形

成一层保护层，以隔绝空气、水分等环境因素对路面的侵蚀，同时提高路面的抗滑性和耐磨性。常见的封层技术包括稀浆封层、微表处封层、碎石封层等。这些技术具有施工简便、成本低廉、效果显著等优点，是预防性养护的重要手段。

3.1.2 灌缝技术

灌缝技术是针对路面裂缝进行的一种预防性养护措施。通过向裂缝中注入专用的灌缝材料，如聚氨酯、改性沥青等，以封闭裂缝，防止水分和杂物进入裂缝内部，从而延缓裂缝的扩展和路面的进一步损坏。灌缝技术具有操作简便、效果显著、成本较低等优点，是预防路面裂缝病害的有效手段。

3.2 修复性养护技术

修复性养护是指在路面已经发生病害且影响正常使用时，采取技术措施对病害进行修复，以恢复路面的使用功能。修复性养护技术主要包括以下几种：

3.2.1 坑槽修补技术

坑槽是路面常见的病害之一，严重影响行车的安全性和舒适性。坑槽修补技术是通过挖掘坑槽并填充新的路面材料，以恢复路面的平整度和强度。在修补过程中，需要注意材料的选择和施工工艺的控制，以确保修补后的路面与周围路面具有良好的衔接性和耐久性。

3.2.2 裂缝修补技术

裂缝修补技术是针对路面裂缝进行的一种修复性养护措施。与灌缝技术不同，裂缝修补技术更注重对裂缝的彻底修复和加固。常见的裂缝修补技术包括开槽灌缝、贴缝带等。这些技术能够有效地封闭裂缝并防止其进一步扩展，同时提高路面的整体性能。

3.3 强化性养护技术

强化性养护是指在路面结构性能已经显著下降时，采取一系列技术措施对路面进行加固和改造，以提高路面的承载能力和使用寿命。强化性养护技术主要包括以下几种：

3.3.1 加铺技术

加铺技术是在原有路面基础上加铺一层或多层新材料，以提高路面的承载能力和平整度。常见的加铺技术包括沥青加铺层、水泥混凝土加铺层等。这些技术能够显著改善路面的使用性能，但需要注意加铺层与原有路面的衔接和过渡问题。

3.3.2 再生技术

再生技术是一种环保型的养护技术，它通过对废旧路

面材料进行回收、破碎、筛分等处理，再与新材料混合后重新用于路面铺设。再生技术不仅能够减少建筑垃圾的产生和土地资源的占用，还能够降低养护成本并提高路面的使用寿命。常见的再生技术包括热再生、冷再生等。

4. 结论与展望

公路路面病害检测与养护技术是保障公路安全畅通的重要手段。本文分析了公路路面常见的病害类型及其成因，探讨了先进的检测技术与方法，提出了有效的养护策略和措施。然而，随着公路建设的不断发展和交通量的不断增加，公路路面病害问题将更加复杂和多样化。因此，未来需要进一步加强公路路面病害检测与养护技术的研究和应用，提高养护工作的科学性和有效性，为公路的可持续发展提供有力保障。

参考文献：

- [1] 王杨杨. 公路路基路面病害检测及治理措施分析 [J]. 交通科技与管理, 2024,5(13):124-126.
- [2] 何丽娜. 基于物联网技术的公路路面病害智能检测方法 [J]. 物联网技术, 2024,14(06):18-20. DOI:10.16667/j.issn.2095-1302.2024.06.005.
- [3] 冯树川. 公路路基路面病害的科学检测及预防养护方法 [J]. 新疆有色金属, 2024,47(03):94-95. DOI:10.16206/j.cnki.65-1136/tg.2024.03.041.
- [4] 李明珊. 高速公路路面病害无损检测与养护技术探析 [J]. 交通世界, 2024,(Z2):73-75+79. DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2024.z2.005.
- [5] 崔士伟. 高速公路路面病害无损检测诊断及预防性养护技术研究. 河北省, 河北省京沪高速公路管理处, 2005-09-24.