

沥青路面病害检测与评估技术研究

赵文贤

中交基础设施养护集团宁夏工程有限公司 宁夏 银川 750004

摘要:近年来,随着科技的进步和检测技术的不断发展,沥青路面病害检测与评估技术也取得了长足的进步。从传统的人工检测到现代化的自动化检测,从单一的病害识别到全面的性能评估,技术的不断创新为道路养护管理提供了更加科学、高效的手段。然而,面对日益复杂的道路病害问题和不断提高的养护管理要求,我们仍需不断探索和完善沥青路面病害检测与评估技术。本文旨在综述沥青路面病害检测与评估技术的现状与发展,探讨其在保障道路安全、提升交通效率等方面的重要作用,以期为道路养护管理提供有益的参考和借鉴。

关键词: 沥青路面; 病害检测; 评估技术

引言:随着城市化进程的加速和交通流量的不断增长,沥青路面作为道路建设的主要形式,其安全性和使用寿命日益受到关注。沥青路面在长期使用过程中,会受到多种环境因素的影响,逐渐出现裂缝、坑槽、车辙等病害,这些病害不仅影响行车舒适度和交通效率,还可能对道路使用者的生命安全构成威胁。因此,对沥青路面病害进行及时、准确的检测与评估显得尤为重要。

1 沥青路面病害检测与评估技术的必要性

1.1 保障道路安全与延长使用寿命

沥青路面在长期使用过程中,会受到车辆荷载、气候变化、降水侵蚀等多种环境因素的影响,逐渐出现裂缝、坑槽、车辙等病害。这些病害如果不及时检测并修复,会进一步恶化,严重影响道路的安全性和使用寿命。而定期的病害检测,可以及早发现潜在问题,采取相应的修复措施,有效防止病害的扩散和道路结构的进一步损坏,从而保障行车安全,延长道路使用寿命。

1.2 提升行车舒适度与交通效率

路面平整度是影响行车舒适性和安全性的重要因素。凹凸不平的路面会导致车辆颠簸,不仅降低行车舒适度,还可能对车辆造成损害^[1]。更严重的是,病害严重的路面还会影响交通流畅性,增加行车时间成本。精确的病害检测与评估,能够及时发现并修复路面不平整、裂缝等问题,提升行车舒适度,最大程度上保障交通效率。

1.3 科学制定养护计划,节约维护成本

沥青路面病害检测与评估技术能够提供准确的路面状况数据,为养护计划的制定提供科学依据。根据检测结果,相关部门可以针对不同病害类型、严重程度以及路面结构特点,制定合理的养护和维修方案。这样一来,不仅可避免不必要的养护费用浪费,还能确保养护工作的针对性和有效性,从而节约维护成本。

1.4 推动检测技术发展,提升检测效率与精度

科技的进步促使沥青路面检测技术也在不断发展。现代检测设备如激光平整度测量仪、落锤式弯沉仪、无人机等的广泛应用,使得检测更加高效、精准。这些先进的技术手段提高了检测效率的同时,也缩短了检测周期,还能提供更为详细、准确的路面状况数据,进一步为病害评估与养护决策提供了有力支持。

2 沥青路面常见病害类型

2.1 裂缝类病害

裂缝是沥青路面最为常见的病害之一,主要包括横向裂缝、纵向裂缝、网状裂缝等。横向裂缝通常与道路中心线垂直,多由沥青路面的温缩特性引发,在寒冷地区或昼夜温差大的季节频繁出现;纵向裂缝一般沿道路行车方向延展,成因较为复杂,可能源于路基不均匀沉降、路面结构层压实度不足或旧路拓宽接缝处理不当;网状裂缝则呈现相互交错的网格状,常是路面长期疲劳、老化,在多重荷载与环境因素协同作用下的结果,其一旦出现,预示着路面结构整体性已遭受较大破坏。

2.2 变形类病害

变形类病害主要表现为车辙、拥包和沉陷。车辙是在车辆反复碾压下,路面沿车轮迹产生的纵向凹槽,按成因可细分为结构性车辙,即路面结构层在重载作用下产生永久变形;流动性车辙,由于沥青高温稳定性欠佳,在高温时段沥青混合料发生流动变形;磨耗性车辙,由轮胎与路面的磨耗作用所致。而拥包多因沥青混合料局部稳定性失控,在行车推挤或高温软化作用下,路面材料隆起形成。沉陷指路面局部或大面积低于周边路面的现象,主要由路基土压实不足、地下水位变化引发路基湿软,或局部承载能力不足导致路面下陷。

2.3 松散类病害

松散类病害涵盖麻面、掉粒、松散等。首先，麻面是指路面表面呈现出细小、密集的凹坑，犹如麻子脸，多因沥青与集料粘附性不良，在雨水冲刷、车辆磨损下，集料外露形成；其次，掉粒表现为集料颗粒从路面表面脱落，常伴随车辆行驶飞溅现象，成因与麻面相似且程度更重；最后，松散则是路面集料大面积散失，结构松散，严重破坏路面完整性，不仅降低行车舒适性，还极易引发其他病害连锁反应，危及行车安全。

2.4 其他特殊病害

除上述常见病害外，沥青路面还可能出现泛油、修补损坏等特殊情况。泛油是沥青混合料中沥青含量偏高，在高温或行车挤压下，沥青渗出路面表面，使路面呈现油腻光亮状，降低路面抗滑性能；而修补损坏指路面经修补后，修补部位与原路面结合不佳，再次出现开裂、剥落等现象，反映出修补工艺或材料选用存在问题，影响整体路面外观与使用性能。

3 沥青路面病害检测技术

3.1 贝克曼梁法

贝克曼梁法是我国进行道路路面弯沉检测最常用的方法之一。该方法操作简便，通过人工操作弯沉仪来测量路面的回弹弯沉值，以此评估路面的整体承载力^[2]。因此，适用于各种路基、路面的整体承载力评定，为路面结构设计提供依据。而事实上，由于检测过程全是人工操作，人为因素对检测结果的影响相对较大，且测试过程较为缓慢。尽管如此，贝克曼梁法仍然是许多地区进行路面弯沉检测的首选方法。

3.2 自动弯沉测定仪法

自动弯沉测定仪法利用牵引车带动测定仪在检测路段上行驶，通过位移传感器等装置自动记录弯沉值。这种方法比较适用路面高密集点的强度检测，测试速度快，数据准确。自动弯沉测定仪法能够连续测定多个测点的弯沉值，并利用计算机输出路段弯沉检测统计结果，大大提高了检测效率。

3.3 重锤式弯沉仪(FWD)法

重锤式弯沉仪(FWD)法通过计算机控制的液压系统控制重锤从设定的高度自由下落，产生冲击力作用于承载板上，从而测量路面的弯沉值。这种方法能够准确模拟行车作用下的路面弯沉情况，所测得的弯沉为路面结构的动态总弯沉。因弯沉数据是通过计算机自动采集运算得出，因此测试结果准确性高。

3.4 车载式颠簸累积仪测定法

车载式颠簸累积仪测定法通过测试车以一定速度行驶在路面上，利用机械传感器测量路面的平整程度。路

面的凹凸不平会导致汽车激烈振动，传感器将这些振动转化为电信号进行记录和分析。这种方法测量速度快，价格相对低廉，比较适用于大面积路面的平整度检测。

3.5 路面抗滑性能检测技术

路面抗滑性能检测技术主要包括摆式仪法、构造深度测试法以及横向抗滑系数测试法。摆式仪法通过测量摆的位能损失来评估路面的抗滑值；构造深度测试法通过测量路面表面的构造深度来评估抗滑性能；横向抗滑系数测试法则通过测量轮胎与路面之间的摩擦力来评估抗滑性能。这些技术能够全面评估路面的抗滑性能，确保行车安全。

4 沥青路面病害评估技术

4.1 路面状况指数(PCI)评估法

路面状况指数(PCI)作为衡量路面整体破损状况的关键指标，其评估过程融合了多项细致入微的考量。该指数不仅仅是一个简单的数值，它背后蕴含的是对路面病害类型、严重程度及分布范围的深入分析与量化。在PCI的计算中，每种病害都被赋予了特定的扣分值，这些分值依据病害对路面结构和使用性能的影响程度精心设定。

为了获取准确的PCI值，人工调查与自动化检测手段相辅相成。人工调查依赖于经验丰富的专业人员，他们能够凭借直观判断和专业识别人类病害类型及程度。而自动化检测设备，如路面检测车，则以其高效、精准的特点，在数据采集方面发挥着不可替代的作用。这些设备搭载高精度传感器和图像处理技术，能够实时捕捉路面病害信息，并通过内置算法自动计算PCI值。结合人工与自动化的评估方式，其结果提高了评估效率，也确保了评估结果的准确性和可靠性。

PCI评估法的标准化特性使其在不同路段之间的比较成为可能，这为养护计划的制定提供了科学依据。通过对比不同路段的PCI值，养护管理部门可以清晰地了解各路段的路面状况差异，从而有针对性地制定养护策略，优化资源配置。

4.2 行驶质量指数(RQI)评估法

行驶质量指数(RQI)是衡量路面行驶舒适性的重要标尺，它直接决定着道路使用者的行车体验和满意度。RQI的测定基于路面平整度数据，该数据应用高精度传感器采集，能够真实反映路面微小的起伏和不平整情况^[3]。在计算RQI时，通常采用国际平整度指数(IRI)作为中间变量，通过特定的数学模型将其转换为RQI值。这一过程不只是考虑了路面的实际不平整程度，还融入了车辆动态响应和乘客舒适性要求等因素，使得RQI值更加贴近实际行车体验。

RQI评估法的应用范围广泛,不仅适用于高速公路、城市道路等高等级路面,也适用于乡村道路、厂区道路等低等级路面。通过定期检测并计算RQI值,养护管理部门可以及时发现行驶舒适性较差的路段,并采取相应措施进行修复。这些措施可能包括路面重铺、微表处、稀浆封层等,旨在改善路面平整度,提升行车舒适度。

4.3 抗滑性能评估技术扩写

抗滑性能作为路面安全性的核心要素,直接关系到车辆的制动距离、行驶稳定性和交通事故的发生率。因此,对抗滑性能的准确评估显得尤为重要。当前,抗滑性能的评估技术主要包括路面表面摩阻系数和构造深度的测定。这两项指标分别从宏观和微观两个层面反映了路面的抗滑能力。

摩阻系数的测定方法多样,其中摆式仪测定路表面抗滑值(SRV)是一种经典且广泛采用的方法。该方法通过模拟车轮在路面上的滑动过程,测量车轮与路面之间的摩擦力,从而得出摩阻系数。偏转轮拖车和锁轮拖车则分别通过测定侧向力系数(SFC)和滑移指数(SN),从更全面的角度评估路面的抗滑性能。这些方法不仅考虑了路面材料本身的摩擦特性,还融入了车辆行驶过程中的动态因素,使得评估结果更加贴近实际行车情况。

而构造深度的测定则通常采用砂容量法。该方法通过在路面上均匀撒布一定量的标准砂,然后测量被路面纹理嵌入的砂量,从而得出构造深度值。构造深度反映了路面表面的微观纹理特征,是评估路面在高速行驶时抗滑能力的重要指标。通过定期检测构造深度,可以及时发现路面纹理磨损、老化等问题,并采取相应的修复措施,如微表处、稀浆封层等,以恢复或提升路面的抗滑性能。

抗滑性能评估技术的应用不仅有助于预防交通事故的发生,保障道路使用者的生命安全,还为道路养护管理部门提供了科学的决策依据。通过定期评估并对比不同路段的抗滑性能数据,可以制定出更加精准、有效的养护计划,确保道路始终保持良好的抗滑性能。

4.4 弯沉检测与评估技术

弯沉作为路面在荷载作用下的垂直变形量,是评估路面结构承载能力、诊断潜在病害的“晴雨表”。贝克曼梁法作为传统的弯沉检测方法,虽然操作相对繁琐,需要人工施加荷载并测量变形,但其精度较高,尤其适用于对局部路段或特定位置的详细检测^[4]。而这种方法能够直观地反映出路面在静态荷载下的变形特性,为路面结构的精细分析提供可靠数据。

相比之下,落锤弯沉仪法则以其高效、快捷的特点,在大面积路面检测中展现出独特优势。该方法通过模拟车辆行驶过程中的动态荷载,利用重锤的自由落体冲击力加载路面,并通过高精度传感器实时测量弯沉值。这一过程模拟了实际交通荷载对路面的作用效果的同时,还大大提高了检测效率,降低了人力成本。利用对弯沉数据的深入分析,可以揭示出路面结构存在的潜在问题,如基层强度不足、路面材料老化等,为养护管理部门提供科学决策的依据。

结语:综上所述,沥青路面病害检测与评估技术对于保障道路安全、延长使用寿命、提升行车舒适度与交通效率、科学制定养护计划节约维护成本、推动检测技术发展提升检测效率与精度以及促进公路建设与养护管理的标准化信息化等方面都具有重要意义。因此,我们应加大对沥青路面病害检测与评估技术的研发与应用力度,不断提升道路养护管理水平,为人民群众提供更加安全、舒适、高效的交通环境。

参考文献

- [1]王兆昌.公路沥青路面病害检测与养护[J].交通世界,2023(21):72-74.
- [2]张孝胜.沥青路面病害检测与养护对策分析[J].运输经理世界,2022(23):135-137.
- [3]刘兴隆,吴世东.公路沥青路面病害及检测技术研究[J].科技创新与应用,2022,12(30):169-172.
- [4]曹正东,鄂盛中.不同沥青路面结构组合长期性能的综合评估[J].中国公路,2019(21):224-225.