

# 沥青路面车辙深度检测与养护决策关联性分析

王欢 金开明 张威

湖北交投智能检测股份有限公司 湖北 武汉 430500

**【摘要】**：沥青路面车辙深度检测是评估路面损坏程度的重要手段，直接影响到养护决策的制定。车辙深度反映了路面在长期使用过程中所受到的压实和磨损情况，具有显著的损害特征，通常是道路养护的重要依据。结合车辙深度数据与路面性能参数，可以更加精确地预测路面未来的损坏趋势，为道路养护提供科学依据。通过建立车辙深度与养护决策之间的关联模型，可以提高养护决策的科学性和效率，有效延长路面的使用寿命，减少养护成本。

**【关键词】**：沥青路面；车辙深度；检测；养护决策；关联性分析

DOI:10.12417/2811-0722.25.09.036

## 引言

沥青路面是现代交通建设中最常见的路面类型之一，广泛应用于高速公路、城市道路及农村公路等领域。随着交通量的增加，沥青路面面临着严重的车辙问题，车辙深度的变化不仅反映了路面的损坏情况，还与车辆行驶舒适性、安全性等因素密切相关。车辙深度的检测为评估路面状况提供了关键数据，但如何将这些数据转化为有效的养护决策，仍然是一个亟待解决的挑战。准确分析车辙深度与养护决策之间的关联性，能够为道路养护部门提供更加科学、合理的决策支持。通过深入研究车辙深度对路面性能的影响，能够提升道路养护的精准度和效率，优化资源配置，进而延长道路使用寿命，确保交通运输的安全与畅通。

## 1 沥青路面车辙深度检测的基本原理与技术方法

### (1) 车辙深度的定义与影响因素

车辙深度是指车辆反复碾压路面时，由于车辆荷载作用和交通流的影响，造成路面表面出现的局部沉降或凹陷。车辙的形成通常伴随有路面变形与裂缝扩展，深度是衡量路面损伤程度的重要指标之一。车辙深度的大小不仅与车辆荷载的大小、交通流量的密度、道路设计等因素相关，还受到温度、湿度、土壤状况及沥青混合料特性等环境因素的影响。通常，交通流量大、车辆荷载重的道路容易出现较深的车辙。而道路的原始设计缺陷，如排水系统不完善，也可能加速车辙的形成。随着使用年限的增加和交通负荷的累积，车辙深度逐渐增大，最终可能影响道路的平整度和行车安全，进而影响道路的使用寿命。对车辙深度的准确测量和分析，对于科学制定养护计划、提高道路管理水平具有重要的实际意义。

### (2) 常见的车辙深度检测技术

车辙深度的检测方法多种多样，包括接触式测量、非接触式测量和图像处理技术。接触式测量通常通过手动或自动方式，使用车辙深度尺直接测量车辙的最大深度，精度较高且操作简便，但容易受到天气和路面状况的影响，并且适用于小范围检测。非接触式测量技术，如激光扫描和红外成像，能够在

不接触路面的情况下，快速、准确地测量车辙深度，且不受路面状况的限制，适合大范围、高效率的检测。激光扫描系统通过激光反射原理，提供精确的车辙深度和形态数据，能够实时获取路面信息。图像处理技术则通过采集路面图像，结合算法分析车辙的形态与深度，适用于长期监控与数据积累。不同检测技术的选择需考虑实际需求、路况和预算等多方面因素。

### (3) 检测精度与技术挑战

车辙深度的精度对于道路养护决策至关重要，任何测量误差都可能影响到后续的养护决策。影响车辙深度检测精度的因素多种多样，包括路面不平度、环境因素、设备精度等。尤其是在采用接触式测量时，测量工具的放置方式和操作人员的经验可能造成一定的误差。激光扫描等非接触式测量方法虽然精度较高，但仍然可能受到路面表面反射率和气象条件等因素的影响。如何确保检测设备在不同环境条件下保持高精度，是当前技术研究的重点之一。由于车辙的形状和深度在不同地点呈现出较大的变化，如何实现对大范围道路连续、稳定检测，也是技术难题之一。在检测数据处理方面，如何高效准确地从海量数据中提取出车辙深度信息，消除噪音干扰，提高数据处理效率，也是一个技术挑战。随着测量技术的不断发展，未来将更多应用智能化设备与算法，提升车辙深度检测的精度与效率。

## 2 车辙深度与沥青路面性能之间的关系

### (1) 车辙深度对路面结构的影响

车辙深度的增加会显著影响沥青路面结构的稳定性。随着车辙深度的逐渐加深，沥青路面的耐久性与使用性能逐渐降低。车辙本质上是由于反复荷载作用使得沥青混合料中的集料排列发生改变，造成路面压实度降低和结构受损。车辙深度过深时，沥青路面的结构可能变得松散，导致集料的脱落、裂缝的扩展以及整体强度的下降，严重影响路面的行驶性能与舒适性。当车辙深度达到一定程度时，可能需要对路面进行加固或更换，否则将影响行车的平稳性与安全性。车辙的出现还可能引发水分渗透，导致路面材料的水损伤，进一步加剧路面的劣

化速度。车辙深度是评估沥青路面结构性能的重要指标,深入分析车辙深度对路面结构的影响,有助于制定针对性的养护策略。

### (2) 车辙深度与路面抗压能力的关联

沥青路面的抗压能力是评价其承载能力和耐久性的关键指标之一。车辙深度的增加通常意味着路面在重复荷载作用下的塑性变形加剧,抗压能力逐渐下降。随着车辙的持续发展,路面的荷载分布不均,局部区域的应力集中增加,导致路面材料的疲劳损伤累积。特别是在车辙深度较大的情况下,路面下层材料和基底材料可能遭受过度压实,导致路面的弹性恢复能力降低,进而导致路面抗压强度降低。对于高交通量、高荷载的路段,车辙深度的增加不仅影响到路面的平整性,还可能导致其在长期使用中的承载能力下降,因此密切关注车辙深度的变化趋势,对于及时调整养护方案、延缓路面退化速度至关重要。

### (3) 车辙深度与交通流量的关系

车辙深度与交通流量之间存在密切关系。一般来说,交通流量越大,路面的车辙深度就越深,特别是重型车辆频繁通行的路段,其车辙深度更为显著。这是因为大流量的交通以及高荷载车辆会对路面产生较大的压力,导致路面出现明显的变形。尤其是在沥青混合料的温度较高时,路面更容易发生车辙现象。随着交通流量的不断增加,车辙的深度也将呈现增长趋势,尤其是对于超负荷或长时间通行的道路,车辙深度加剧的现象尤为明显。通过对交通流量与车辙深度之间关系的分析,可以为制定合理的养护计划提供依据,并提前预测哪些路段可能发生严重的车辙现象,及时采取加固或修复措施,以提高道路的使用性能和安全性。

## 3 车辙深度与养护决策的关联性分析

### (1) 车辙深度在路面养护中的作用

车辙深度作为反映沥青路面损坏程度的重要指标,在路面养护过程中起着至关重要的作用。车辙深度不仅影响到路面的使用安全性与舒适性,还直接关系到路面寿命与养护成本。通过定期检测车辙深度,可以实时监控路面的损坏情况,评估其养护需求。尤其是在车辙深度较大时,表明路面已经发生了显著的塑性变形,这时的养护工作应及时进行,避免路面进一步恶化。通过建立车辙深度与养护决策之间的关联模型,能够有效预测路面损坏趋势,从而实现更加精准的养护计划,延长路面使用年限,节约养护资源。车辙深度越大,路面可能需要更频繁的养护措施,甚至部分区域需要重铺。车辙深度为养护决策提供了可靠的量化依据。

### (2) 车辙深度与养护时机的选择

车辙深度的变化直接影响养护时机的选择。养护时机过晚,车辙深度过深,可能导致修复成本大幅增加,甚至需要进

行道路结构的重修,造成资源浪费。而养护时机过早,过于频繁的养护会增加不必要的成本。合理选择养护时机至关重要。通过对车辙深度的长期监测与数据积累,可以建立车辙深度与养护时机之间的关联模型,科学预测何时对路面进行养护最为合适,最大化地节约资源,降低养护成本。定期的车辙深度检测能够帮助养护部门实时掌握路面的损坏程度,根据车辙的变化趋势,及时进行养护决策。

### (3) 车辙深度与养护成本的关系

车辙深度与养护成本密切相关。随着车辙深度的增加,路面损坏程度逐渐加重,修复的难度与费用也会随之提高。轻微车辙的修复相对简单,通常只需局部的修补即可。而当车辙深度达到一定程度时,可能需要对路面进行全面加固或重铺,这将导致养护成本的显著上升。通过实时监控车辙深度的变化,可以预测路面未来的养护需求,提前做好资金准备,并根据不同车辙深度的路段采取相应的养护措施,做到精准施策,从而有效控制养护成本。

## 4 基于车辙深度的养护决策模型构建与应用

### (1) 养护决策模型的基本框架

养护决策模型的基本框架主要包括数据收集、分析处理和决策制定三个核心步骤。采集路面车辙深度、交通流量、温度等环境数据,结合路面结构和材料特性,为模型提供输入数据。然后,通过对数据的统计分析与回归建模,预测车辙深度的变化趋势,并结合路面的实际情况,分析其影响因素。最后,依据预测结果,模型会根据设定的决策规则,为养护策略提供指导,决定何时进行维修或加固工作。模型框架需根据不同道路条件和需求进行调整,以确保高效、精准的养护决策。

### (2) 车辙深度与养护策略的匹配

车辙深度与养护策略的匹配是确保养护工作有效性的关键。车辙深度较浅时,常采用局部修复或者表层处理方式,如裂缝封闭或沥青表面处理。对于车辙深度较深的路段,可能需要进行更大规模的养护,如加铺路面、重铺或加固基层。模型在匹配策略时,除了考虑车辙深度外,还需结合交通量、气候条件和路面老化程度等因素。养护策略的选择不仅要保证路面的使用寿命,还要控制养护成本,确保资源的合理分配,实现道路管理的优化。

### (3) 模型应用中的数据采集与处理

在养护决策模型应用过程中,数据采集与处理是关键步骤。数据来源包括车辙深度检测设备、交通监测系统、环境监测设备等。有效的数据采集能够确保模型输入的准确性,进而提高养护决策的准确度。数据处理则包括数据清洗、特征提取及分析等,确保数据的质量和有效性。处理后的数据可以用于模型的训练和预测,为决策提供科学依据。随着信息技术的发展,实时数据的采集与处理也变得更加高效,能够支持动态调

整养护策略,提升路面管理水平。

## 5 车辙深度检测与养护决策优化的前景与挑战

### (1) 智能化车辙深度检测技术的发展

智能化车辙深度检测技术的不断发展,正在为未来的道路管理带来革命性的改变。集成激光雷达、传感器、无人机和机器学习等技术,可以实现全自动化、无人化的车辙深度检测,不仅提高了检测效率,减少了人工干预,还能够进行全天候、全时段的动态监控。这些智能设备可以在高速公路、城市道路等多种复杂环境中进行精确测量,实时获取路面数据,迅速分析车辙深度的变化趋势。借助先进的算法,检测结果能够即时反馈,提供实时养护建议,为决策者提供科学依据,推动道路养护的精准化和自动化。随着技术的不断进步,智能化车辙检测将更为高效、广泛应用,为路面管理提供更全面的支持。

### (2) 养护决策智能化与自动化的趋势

养护决策智能化与自动化的实施,将显著提升道路管理效率。随着人工智能、大数据分析和自动化技术的不断发展,养护决策不再依赖传统的人工评估,而是通过实时数据分析,动态调整和优化。智能化系统能够根据不同路段的车辙深度、交通流量、天气条件等多维度数据,自动识别路面损伤的严重程度,并根据数据模型推荐最佳养护措施。通过这一系统,养护方案能够及时调整,确保路面维护的精准性和及时性。自动化技术大大降低了人为误差,减少了工作强度,提高了养护决策

的科学性和可操作性,为道路管理提供了更加可靠、高效的解决方案。

### (3) 面临的挑战与解决方向

尽管车辙深度检测与养护决策优化前景广阔,但也面临着不少挑战。技术设备的高成本、数据处理的复杂性、以及各类环境因素的影响等,都可能限制其广泛应用。如何保证数据的准确性、确保模型的适应性和灵活性,也是当前亟待解决的问题。未来,随着传感器技术、数据处理技术和人工智能的不断发展,这些挑战有望通过技术创新得到解决。尤其是集成多种检测技术和优化数据处理算法,将为车辙深度检测与养护决策提供更加有效的支持。

## 6 结语

本文通过分析沥青路面车辙深度的检测技术及其与养护决策之间的关系,探讨了车辙深度在道路管理中的重要作用。车辙深度的准确检测对道路养护具有重要意义,它不仅能够评估路面的损伤程度,还能为养护决策提供科学依据。通过采用接触式、非接触式以及图像处理等多种检测技术,能够精确掌握车辙深度变化,为及时、有效的养护提供支持。智能化与自动化技术的应用,也为养护决策优化提供了更为高效的解决方案。未来,随着技术的不断发展,车辙深度检测和养护决策将更加精准和高效,有助于提升道路管理水平,确保交通安全和路面长期稳定运行。

## 参考文献:

- [1] 陈凯,刘志鹏.沥青路面车辙深度检测方法的研究与应用[J].路面工程,2022,28(3):45-52.
- [2] 李建华,王力行.激光扫描技术在车辙深度测量中的应用[J].公路交通科技,2021,37(5):78-84.
- [3] 赵明,陈斌.基于大数据的道路养护决策模型优化[J].道路与交通,2023,25(2):102-110.
- [4] 高伟,陈伟.智能化车辙深度检测技术发展趋势[J].交通管理与工程,2021,32(6):115-121.
- [5] 张雨晨,郑国强.非接触式车辙深度检测技术的研究进展[J].土木工程,2020,36(4):143-150.