

公路路面透水性能检测与评估新方法

马颖智

内蒙古自治区通辽市科左中旗地方道路养护中心 内蒙古 通辽 029300

摘要：随着城市化进程的加快，城市内涝问题日益严重，透水路面作为一种有效的解决方案，逐渐受到广泛关注。然而，如何准确、高效地检测和评估公路路面的透水性能，成为当前研究的热点。本文旨在探讨公路路面透水性能检测与评估的新方法，为透水路面技术的推广和应用提供科学依据。

关键词：公路路面；透水性能；检测方法；评估体系；新方法

引言

透水路面因其具有良好的透水、透气性能，在缓解城市内涝、改善城市生态环境等方面具有显著优势。然而，目前透水路面透水性能的检测和评估方法仍存在诸多不足，如检测效率低、结果准确性差等问题。因此，研究新的检测与评估方法对于推动透水路面技术的发展具有重要意义。

1 公路路面现有透水性能检测方法分析

1.1 静态渗透试验

静态渗透试验，作为评估公路路面透水性能的一种传统且直观的方法，其核心原理在于通过模拟自然降水过程，对路面材料的透水能力进行量化分析。该试验通常涉及在特定尺寸的透水混凝土试件或实际路面区域上，施加一个恒定的水头压力，以此驱动水分从路面表层逐渐渗透至下层结构。通过精确测量在这一渗透过程中所需的时间以及渗透的水量，科研人员能够依据相关公式计算出渗透系数和渗透率，这两个指标直接反映了路面材料的透水性能。尽管静态渗透试验因其操作简便、设备要求相对较低而广受欢迎，但在实际应用中仍暴露出一些局限性。首先，从检测效率的角度来看，静态渗透试验往往需要较长时间来完成整个渗透过程，特别是在面对低渗透性材料时，试验周期可能进一步延长，这在一定程度上限制了其在快速检测或大规模筛查场景中的应用。其次，试验结果的准确性较大程度上依赖于操作人员的经验和技巧，如水头压力的控制、测量时间的把握以及数据记录的准确性等，这些因素都可能引入人为误差，从而影响最终结果的可靠性。此外，静态渗透试验还难以全面反映路面在实际使用中的复杂渗流情况。例如，自然降雨往往伴随着动态变化的水压和流量，而静态试验只能模拟单一水头压力下的渗透情况，难以捕捉路面在极端天气条件下的透水表现。因此，为了更准确地评估公路路面的透水性能，有必要结

合其他更为先进、动态的测试方法，以形成更为全面、准确的评价体系。

1.2 动态渗透试验

动态渗透试验，作为一种更为贴近真实使用场景的透水性能测试手段，其设计理念在于模拟自然界中降雨的动态变化过程，以更准确地评估透水混凝土路面在实际应用中的透水能力。相较于静态渗透试验，动态试验不仅关注单一水头压力下的渗透情况，而是通过在一段时间内连续或间歇地调整水头压力，模拟出降雨强度随时间变化的复杂情况。这种设计使得试验能够更全面地反映路面材料在不同降雨条件下的透水特性。在动态渗透试验中，通常采用先进的控制系统来精确调节水头压力，同时配备高精度的流量计和时间记录设备，以准确测量在不同压力阶段下的渗透水量和所需时间。通过这些数据，结合特定的数学模型，可以计算出更为精确的渗透系数和渗透率，这些参数为评估路面的透水性能提供了有力的量化依据。然而，动态渗透试验的实施也面临着一些挑战。首先，由于需要模拟复杂的降雨过程，试验设备相对复杂，包括压力控制系统、流量测量系统以及数据采集与分析系统等，这导致了较高的设备成本和维护成本。其次，试验的操作过程对技术人员的专业素养要求较高，需要他们具备扎实的专业知识和丰富的实践经验，以确保试验的准确性和可靠性。尽管如此，动态渗透试验因其能够更真实地反映路面在实际使用中的透水性能，仍然是科研和工程实践中不可或缺的重要工具。通过不断优化试验方法和设备，降低试验成本，提高操作便捷性，动态渗透试验有望在更广泛的领域内发挥其独特优势。

1.3 路面渗水系数测试

路面渗水系数测试，作为一种评估路面透水性能的直观方法，其核心理念在于通过量化路面在一定时间段内能够吸收并渗透的水量，来间接反映路面的透水能

力。这一测试方法特别适用于沥青路面等密实型路面结构,因为这类路面的渗水性能相对较弱,渗水系数的大小能够直观地揭示其排水效率和潜在的积水风险。在测试过程中,通常会在路面选定一个具有代表性的测试区域,然后利用特定的渗水仪或类似装置,向该区域施加一定量的水,并记录下在规定时间内渗透进路面的水量。通过对比不同时间点的水量变化,可以计算出路面的渗水系数,该系数越高,表明路面的透水性能越好,排水能力越强^[1]。然而,值得注意的是,路面渗水系数测试在应用于透水混凝土等多孔材料时,可能会遇到一些挑战。透水混凝土由于其独特的孔隙结构,具有极高的透水性能,传统的渗水系数测试方法可能无法准确捕捉其快速且大量的渗水过程。此外,多孔材料的渗水性能往往受到多种因素的影响,如孔隙率、孔径分布、材料组成等,这些因素都可能使得渗水系数测试的结果产生偏差。因此,在评估透水混凝土等多孔材料的透水性能时,需要综合考虑多种测试方法,并结合材料的实际使用环境和需求,选择更为合适的测试手段。同时,对于渗水系数测试本身,也应不断优化测试方法和设备,提高测试的准确性和可靠性,以更准确地反映路面的实际透水性能。

2 公路路面透水性能新检测方法研究

2.1 红外热成像技术

红外热成像技术,作为一种先进的非接触式检测手段,正逐渐在公路路面透水性能评估领域展现出其独特的优势。该技术通过红外热像仪这一高精尖设备,能够精准捕捉并记录下路面表面的温度分布情况,进而通过对这些温度数据的深入分析,间接评估路面的透水性能。其工作原理基于一个物理现象:当水渗透到路面材料时,会带走一部分热量,导致路面局部温度下降。透水性能良好的路面,其表面温度分布会呈现出更为均匀的特点,因为水分能够迅速渗透并分散开来;而透水性能较差的路面,则可能出现局部温度异常升高或降低的情况,这通常是由于水分无法有效渗透,导致热量积聚或散失不均所致。红外热成像技术的优点在于其非接触性,这避免了传统检测方法中可能因接触而产生的误差和干扰。同时,该技术具有快速、大面积检测的能力,能够在短时间内对大面积透水路面进行初步筛查,迅速识别出透水性能可能存在问题的区域。这不仅提高了检测效率,也为后续的详细检测和维修工作提供了有针对性的指导。然而,值得注意的是,红外热成像技术虽然能够提供路面温度分布的直观图像,但并不能直接给出透水性能的量化指标^[2]。因此,在实际应用中,通常需

要结合其他检测方法或技术手段,如静态渗透试验、动态渗透试验等,以形成更为全面、准确的评估体系。此外,红外热成像技术的检测效果也受到环境温度、路面材料类型、太阳辐射等多种因素的影响,因此在具体应用时需要综合考虑这些因素,以确保检测结果的准确性和可靠性。

2.2 电容传感器技术

电容传感器技术,作为公路路面透水性能监测领域的一项新兴技术,以其连续、实时监测的独特优势,正逐渐受到业界的广泛关注。该技术通过在路面下方精心埋设一系列电容传感器,实现了对路面下方水分含量变化的实时、精准监测,进而为评估路面的透水性能提供了有力的数据支持。电容传感器的工作原理基于电容效应,即当传感器周围的介质(如土壤或路面材料)中的水分含量发生变化时,会引起传感器电容值的相应变化。通过实时监测这些电容值的变化,我们可以间接推断出路面下方的水分动态,从而评估路面的透水性能。如果路面透水性能良好,水分将迅速渗透并通过路面结构,导致传感器检测到的电容值变化较为平稳;反之,如果透水性能不佳,水分将在路面下方积聚,引起电容值的显著波动。电容传感器技术的最大亮点在于其连续、实时监测的能力,这使得我们能够及时捕捉到路面透水性能的变化,为路面的维护和修复提供及时、准确的预警信息。然而,这一技术的广泛应用也面临着一些挑战,其中最为突出的是安装和维护成本较高。电容传感器的埋设需要精细的施工操作,以确保其准确性和稳定性;同时,传感器的长期维护也需要专业的技术支持和定期的检查校准。尽管如此,随着技术的不断进步和成本的逐步降低,电容传感器技术在公路路面透水性能监测领域的应用前景仍然广阔。通过与其他监测技术的有机结合,我们可以构建一个更为全面、高效的监测体系,为公路的安全运营和长期稳定性提供有力的技术保障。

2.3 雷达探测技术

雷达探测技术,凭借其强大的穿透力和深远的检测深度,在公路路面透水性能评估领域展现出了独特的优势。这一技术通过向路面下方发射电磁波,并接收由水分、土壤等不同介质反射回来的信号,实现了对路面下方水分分布的精准探测。在透水性能的评估中,雷达探测技术能够捕捉到路面下方不同深度处的水分含量和分布情况。当电磁波遇到水分时,会发生反射和散射,这些反射波信号的强度、频率和相位等特征参数,都蕴含着关于路面透水性能的重要信息。通过分析这些信号,我们可以推断出路面下方的水分渗透情况,进而评估路

面的透水性能。雷达探测技术的优点在于其非破坏性、高效且准确的检测能力。它无需破坏路面结构,就能实现对路面下方水分分布的全面探测,大大提高了检测效率和准确性^[3]。同时,雷达探测技术的检测深度较大,能够覆盖更广泛的路面结构层,为透水性能的全面评估提供了有力支持。然而,雷达探测技术的应用也面临着一些挑战。首先,雷达设备相对复杂,操作和维护需要一定的专业知识和技能。其次,雷达探测技术的成本较高,包括设备购置、安装调试以及后期维护等方面的费用,这在一定程度上限制了其广泛应用。尽管如此,随着技术的不断进步和成本的逐步降低,雷达探测技术在公路路面透水性能评估领域的应用前景仍然值得期待。通过与其他评估技术的结合,我们可以构建一个更为全面、准确的透水性能评估体系,为公路的安全运营和长期稳定性提供有力保障。

3 公路路面透水性能评估体系构建

3.1 精细化评估指标的确定

在构建公路路面透水性能评估体系时,首要任务是明确评估指标。结合透水性能的实际应用需求,我们确定了以下几个关键评估指标:渗透系数,它反映了路面材料对水分的渗透能力,是评估透水性能的基础指标;渗透率,它表示在一定时间内水分通过路面材料的比例,直接体现了路面的排水效率;抗压强度,它关乎路面材料在承受压力时的稳定性,确保透水性能的同时也要保证路面的承载能力;韧性,它反映了路面材料在受到外力作用时的抵抗能力,对于保持路面结构的完整性和长期稳定性至关重要。

3.2 差异化评估标准的制定

评估标准的制定需充分考虑地区差异性和实际使用需求。不同地区的气候条件、地质条件以及交通流量等因素都会影响透水性能的要求。例如,在降雨量充沛、易发洪水的地区,应适当提高渗透率的标准,以确保路面能够快速排水,减少积水风险;而在地质条件复杂、地基较弱的地区,则需更加关注路面的抗压强度和韧

性,以确保路面的稳定性和耐久性^[4]。通过制定差异化的评估标准,可以更加科学地指导透水路面的设计和施工,提高路面的整体性能。

3.3 评估方法的科学选择与应用

评估方法的选择应根据检测目的和实际条件进行。对于大面积透水路面的初步筛查,红外热成像技术以其非接触、快速、大面积检测的优点成为首选。该技术能够迅速识别出透水性能可能存在问题的区域,为后续详细检测提供有力支持。而对于关键路段的详细评估,则需采用更为精确的检测方法。电容传感器技术能够实时监测路面下方的水分含量变化,为透水性能的连续评估提供数据支撑;雷达探测技术则利用其强大的穿透力和检测深度,能够准确探测路面下方的水分分布和渗透情况。通过合理选择和应用评估方法,可以更加准确地了解路面的透水性能,为路面的维护和管理提供科学依据。

结语

本文通过研究,探讨了公路路面透水性能检测与评估的新方法,着重介绍了红外热成像技术、电容传感器技术以及雷达探测技术。这些先进技术的运用,不仅提高了透水性能检测的准确性和可靠性,还为路面的维护和管理提供了更为科学的依据。展望未来,将持续致力于检测设备的优化升级和评估体系的完善,以推动透水路面技术的不断创新与广泛应用。随着技术的不断进步,透水路面将在提升公路质量、保障交通安全以及促进生态环保等方面发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]刘斌.透水性沥青混凝土路面渗水试验及施工质量控制探讨[J].交通世界,2023,(29):74-76.
- [2]史鹏飞.沥青混凝土路面透水的红外检测技术[J].筑路机械与施工机械化,2015,32(02):39-41.
- [3]陈曙,龚睿,翟晓阳.红外透水检测技术在高速公路养护中的应用[J].中国公路,2021,(22):116-117.
- [4]张顺.透水混凝土路面施工质量控制与检测方法分析[J].散装水泥,2023,(01):47-49+52.