

水泥混凝土路面试验检测技术分析

张洪锐

(四川正通工程试验检测有限公司, 四川 遂宁 629000)

摘要 水泥混凝土路面试验检测技术对于确保路面质量、延长使用寿命、提高行车安全具有重要意义。该技术通过对混凝土的各项性能指标进行科学检测, 为施工过程提供实时监控, 及时发现潜在问题, 指导施工方采取相应措施, 从而保障工程质量的稳定。同时, 试验检测有助于优化混凝土配合比, 降低成本, 提高材料利用率。通过对路面性能的长期监测, 可以为养护维修提供数据支持, 实现预防性养护, 减少后期维护费用。本文指出试验检测技术的应用可促进施工管理的规范化、标准化, 提升我国水泥混凝土路面建设水平, 对推动交通运输行业的发展具有积极作用。

关键词 水泥混凝土路面试验检测技术; 智能化检测; 标准化操作; 现场管理

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.10.037

0 引言

水泥混凝土路面试验检测技术的重要性在于它能够确保路面结构的稳定性和耐久性, 通过科学的检测方法, 可以及时发现潜在的质量问题, 防止因质量问题导致的路面早期损坏, 从而延长路面使用寿命, 降低维护成本。该技术对于提高施工管理水平, 优化材料配比, 保障施工质量具有显著效果, 它是质量控制的关键环节, 对于提升整个道路工程项目的整体质量具有不可替代的作用。此外, 试验检测技术的应用有助于规范施工流程, 提高工程验收的准确性, 为工程质量的持续改进提供数据支持, 是实现道路工程可持续发展的重要手段。

1 水泥混凝土路面材料特性分析

1.1 材料组成与结构

水泥作为胶凝材料, 其种类、强度等级和水化热特性是影响混凝土强度和耐久性的关键因素。粗骨料通常占混凝土体积的 70% ~ 80%, 其粒径、形状、级配和坚固性等特性直接影响混凝土的抗压强度和耐久性。尤其是骨料的级配对混凝土的强度和耐久性有显著影响, 良好的级配可以减少水泥的用量, 提高混凝土的密实性。细骨料则填充粗骨料间的空隙, 提高混凝土的密实性和工作性。拌和水不仅是混凝土的组成部分, 还参与水泥的水化反应, 其质量应符合相关标准。外加剂则用于改善混凝土的性能, 如减水剂可提高混凝土的工作性, 防冻剂可增强混凝土的抗冻性。配合比设计是确保混凝土性能的关键, 合理的配合比能使混凝土具有良好的工作性、强度和耐久性。

1.2 物理力学特性

水泥面层混凝土工作性是指混凝土在施工过程中的流动性、粘聚性和可塑性, 良好的工作性有助于混凝土的均匀浇筑和密实成型。强度是衡量混凝土物理力学特性的重要指标, 通常通过立方体抗压强度和棱柱体抗折强度来表征, 抗压强度反映了混凝土的承载能力, 而抗折强度则反映了混凝土在受到弯曲时的抗裂能力。耐磨性是指混凝土表面抵抗磨损的能力, 良好的耐磨性可以保证路面在使用过程中不易磨损, 延长使用寿命。试验检测技术包括现场取样和实验室测试, 常用的测试方法有立方体抗压强度试验、棱柱体抗折强度试验等。通过这些试验, 可以准确评估混凝土的各项物理特性, 确保路面混凝土质量。

1.3 耐久性能

水泥混凝土路面的耐久性能是其长期稳定使用的关键, 包括耐磨性、抗冻性、抗碳化性、抗碱骨料反应能力和抗化学侵蚀能力。耐磨性好的混凝土能更好地承受车辆、行人等外部载荷和气候等自然因素的影响, 提高路面的使用寿命。抗冻性是指混凝土在冻融循环作用下保持结构完整性的能力, 对于寒冷地区尤为重要^[1]。抗碳化性是指混凝土抵抗环境中二氧化碳侵入的能力, 碳化会降低混凝土的碱性和强度, 影响钢筋的保护。抗碱骨料反应能力是指混凝土防止碱骨料反应引起膨胀和开裂的能力, 这种反应会导致混凝土结构破坏。抗化学侵蚀能力是指混凝土抵抗酸、碱、盐等化学物质侵蚀的能力, 对于处于工业区和沿海地区的路面尤为重要。以上耐久性能通常采用抗氯离子

渗透试验、抗硫酸盐侵蚀试验、抗盐冻试验、耐磨性试验、碳化试验、碱骨料反应试验等方法来评估混凝土的耐久性能。

2 水泥混凝土路面试验检测技术的核心要素

2.1 检测试验方法

水泥混凝土路面试验检测技术的核心要素检测试验方法包括材料性能测试、结构完整性检测、施工质量检测和耐久性评估。材料性能测试涉及混凝土的抗压强度、抗折强度、弹性模量等,通过制作标准试件,按照规范要求的养护条件进行养护,使用万能试验机进行加载试验,记录荷载与变形数据,计算得出各项力学指标。结构完整性检测通过钻芯取样或雷达扫描等技术,检测路面内部的裂缝、空洞等缺陷,评估路面结构的整体质量。施工质量方面检测主要是通过钻芯取样方法,检测路面厚度、通过3米直尺或平整度仪测路面平整度、通过摆式摩擦系数仪或铺砂法、横向力系数仪等测得路面的抗滑系数及横向力系数,可以评估水泥混凝土路面的行驶质量及行车安全质量。耐久性评估则通过测定混凝土的氯离子迁移系数或电通量、碳化深度、耐磨性、抗冻性等指标,预测路面的使用寿命。

2.2 检测人员素质

检测人员需具备专业的理论知识,熟悉检测标准和方法,能够准确操作试验设备,保证试验数据的准确性和可靠性。检测人员应具备良好的职业道德,客观公正地对待每一次检测,不受外界因素干扰,确保检测结果的公正性^[2]。同时,检测人员还需不断更新知识,通过参加培训、研讨会等方式,提高自身专业技能,以适应新技术、新方法的发展。检测人员的沟通协调能力和解决问题的能力同样重要,他们需与项目各方有效沟通,确保检测工作顺利进行。此外,检测人员应具备一定的分析和解决问题的能力,能够对试验过程中出现的问题及时作出判断并采取措施,确保检测工作的高效完成。

2.3 检测结果的反馈

检测结果反馈需遵循时效性原则,确保在规定时间内将信息传递至决策层,以便于及时调整施工参数或采取补救措施。反馈内容应详尽,包括试验数据、试验条件、试验过程中遇到的问题及可能的原因分析,为后续工作提供全面的信息支持。同时,检测结果反馈应具有针对性,针对不同管理层级和职责部门提供相应的信息,避免信息过载,提高信息利用效率。反馈机制应确保信息的闭环管理,即检测结果接收方需对反馈信息做出回应,形成有效的沟通闭环。此外,

检测结果反馈还需注重形式多样性,可以通过书面报告、会议、现场指导等多种方式进行,以适应不同场景和需求。为了提高反馈效果,可以采用信息化手段,如建立检测数据管理系统,实现检测结果的快速传递。

3 影响水泥混凝土路面试验检测技术的重要因素

3.1 试验检测的频次

合理的检测频次能够确保及时发现潜在的质量问题,防止不合格材料或施工工艺流入下一道工序,从而保障工程整体质量。检测频次过高虽然能够更加严格地控制质量,但可能导致资源浪费,增加工程成本,降低施工效率;而检测频次过低则可能遗漏质量问题,造成后期更大的经济损失和安全隐患。因此,确定适宜的检测频次对于水泥混凝土路面工程至关重要。在实际操作中,检测频次应根据工程规模、施工难度、材料特性、环境条件等因素综合考虑,按照相关规范和标准执行^[3]。同时,对于关键工序和重要部位应适当增加检测频次,以确保质量控制无死角。此外,检测频次的制定还应结合施工进度和实际情况动态调整,以适应工程变化。通过科学合理地制定检测频次,可以有效提升试验检测的针对性和实效性,为水泥混凝土路面工程提供有力保障。

3.2 外部因素的影响

外部环境因素对水泥混凝土路面试验检测技术的影响不容忽视,其中温度和湿度是两个关键因素,它们直接影响混凝土的性能和试验结果的准确性。高温会加速混凝土的凝结硬化,可能导致早期强度增长过快,但后期强度发展不足;低温则延缓凝结硬化过程,影响混凝土强度增长。湿度变化会影响混凝土的水化反应,湿度过低可能导致混凝土失水过快,影响强度和耐久性;湿度过高则可能引起混凝土内部结构松散。此外,试验场地的平整度和清洁度也是重要外部因素,不平整的场地可能导致试件制作偏差,而清洁度不足则可能引入杂质,影响试验结果的可靠性。运输和存储条件也是影响试验检测技术的外部因素,不当的运输和存储可能导致试件损坏或性能变化,从而影响检测结果。

3.3 检测方法的选择

检测方法的标准化程度也是影响检测技术的重要因素,未按标准操作可能会导致检测结果失真。例如,抗压强度试验中,试件的尺寸、加载速率、试验温度和湿度等都必须严格遵守标准,任何偏差都可能影响最终结果的准确性。此外,检测设备的精度和维护状况也是选择检测方法时必须考虑的因素。设备精度不高或维护不当,会导致检测数据波动,影响对混凝土

路面质量的正确判断。同时,检测方法的复杂性和可操作性也是选择时需考虑的,简单易操作的方法更易于推广,但可能精度较低;复杂方法虽精度高,但可能难以大规模应用。

4 水泥混凝土路面试验检测技术的应用策略

4.1 多方法结合

在水泥混凝土路面试验检测技术的应用中,多方法结合的策略至关重要,它能够提高检测的全面性和准确性。无损检测技术如超声波、雷达、回弹仪等,与传统的有损检测方法如钻芯取样、抗压强度试验相结合,能够从不同角度获取路面结构的详细信息。与此同时,钻芯取样可以提供了解混凝土的实际强度和密实度,抗压强度试验则是验证混凝土设计强度的重要手段^[4]。通过这种结合,不仅能够及时发现路面早期病害,还能对路面进行长期健康监测。例如,在新建路面时,可以先利用无损检测技术进行初步筛查,再通过有损检测进行验证,确保工程质量。在路面使用过程中,定期进行无损检测,可以及时发现潜在的危害,必要时再进行有损检测以确定维修方案。

4.2 智能化检测

通过集成传感器技术、数据采集系统、云计算和人工智能算法,智能化检测系统能够实现对路面状况的实时监测和自动分析,大大提升了检测的自动化水平。传感器网络能够覆盖整个检测区域,实时收集路面应力、应变、温度等数据,数据采集系统则将这些数据传输至云端进行存储,人工智能算法的应用,使得检测结果的分析更加快速和准确,能够自动识别路面病害,如裂缝、剥落、变形等,并预测其发展趋势。这种智能化检测不仅减少了人工干预,降低了人为误差,还能在病害初期就及时发现并预警,为维修决策提供科学依据。同时,智能检测系统可以根据历史数据和当前检测情况,不断学习和优化检测模型,提高检测的准确性。

4.3 标准化操作

水泥混凝土路面试验检测技术的标准化操作是确保工程质量的关键环节,涉及检测流程、方法、设备、人员、环境控制和记录报告等多个方面。检测流程标准化要求严格按照预定的步骤进行,从样品的采集到试验的执行,每一步都需遵循统一的标准。检测方法标准化确保了不同试验室之间结果的统一性和可比性,采用国家或行业标准进行试验。设备标准化要求所有检测设备必须经过认证和校准,保证测量精度。人员培训标准化则通过专业培训,提升检测人员的操作技

能和理论知识。环境控制标准化关注试验环境的温湿度等条件,以减少环境因素对结果的影响。记录报告标准化要求所有数据记录和报告格式统一,内容完整,便于追溯和审核。通过这些标准化操作,不仅提高了检测效率,还保证了检测结果的可靠性,为水泥混凝土路面的质量控制提供了有力保障。

4.4 现场管理控制

水泥混凝土路面试验检测技术的应用策略在现场管理控制方面至关重要,包括现场检测流程的规范化、检测设备的维护与校准、人员职责的明确、环境条件的监控以及数据记录的准确性。现场检测流程规范化要求检测人员严格遵循操作规程,确保采样、制样、试验等环节的标准化。检测设备的维护与校准是保证检测结果准确性的基础,定期检查设备性能,及时维修故障,确保设备始终处于最佳状态。人员职责明确要求每个检测人员了解自己的工作范围和责任,避免职责交叉导致的混乱。环境条件监控则是对试验现场的温度、湿度等环境因素进行实时监测,确保试验条件符合标准要求^[5]。数据记录的准确性要求检测人员详细记录试验过程中的所有数据和观察结果,确保数据的真实性和可追溯性。

5 结束语

通过对水泥混凝土路面试验检测技术进行了全面分析,揭示了其在路面工程质量控制中的关键作用。通过探讨各项试验检测技术的原理、方法及应用,我们认识到提高检测技术水平对于确保路面性能至关重要。展望未来,随着检测技术的不断发展,水泥混凝土路面试验检测将更加智能化、精确化,为我国道路工程建设质量的提升贡献力量。在此基础上,还需进一步加大研究力度,完善相关标准,培养专业人才,以推动水泥混凝土路面试验检测技术的持续进步。

参考文献:

- [1] 岳婷. 水泥混凝土路面加铺沥青混凝土面层的技术研究[J]. 中国水泥, 2025(01):79-81.
- [2] 蔡宇鹏,赵辉龙,余焜明. 旧水泥路面碎石化层当量动态模量分析与现场检测方法[J]. 湖南交通科技, 2024,50(04):37-42,49.
- [3] 焦廷斌. 水泥混凝土路面试验检测要点分析[J]. 新疆有色金属, 2024,47(04):56-57.
- [4] 郝晨先. 公路工程水泥混凝土原材料试验检测[J]. 交通世界, 2023(36):61-63.
- [5] 吴正波. 水泥混凝土路面试验检测要点分析[J]. 黑龙江交通科技, 2021,44(10):33,35.