

我国亚热带地区沥青路面防水抗裂层开发及路用性能研究

李 敏

(杭州市交通工程集团有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘 要 沥青路面作为城市交通的主要承载面, 其性能和质量直接关系到行车安全、交通效率以及城市形象。在亚热带地区, 由于气候多变、降雨充沛, 沥青路面常常面临着水损害和开裂等病害的威胁, 这些病害不仅缩短了路面的使用寿命, 增加了维护成本, 还会对行车安全造成潜在威胁。因此, 本文认为针对亚热带地区的气候特点, 开展沥青路面防水抗裂层的研究与应用具有重要意义。

关键词 亚热带地区; 沥青路面; 防水抗裂层; 路用性能

中图分类号: U416

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0061-03

亚热带地区, 以其湿润且多变的气候条件著称, 特别是雨季期间长时间的雨水天气, 给该地区的交通基础设施, 尤其是道路建设与维护带来了诸多挑战。在该地区, 沥青路面的路用性能直接关系到道路的使用寿命和行车安全。为了评估所开发的防水抗裂层的实际效果, 对其抗渗水性能、抗裂性能以及耐久性进行了深入的研究。沥青作为当今世界最为普遍的道路铺设材料之一, 其性能与稳定性直接关系到道路的使用寿命、行车安全以及整个交通网络的流畅性。

1 背景介绍

1.1 亚热带地区气候特点

亚热带地区的气候特征主要表现为四季分明, 但冬季相对温暖, 夏季炎热湿润。特别是雨季, 不仅降雨量大, 而且降雨持续时间长, 这对沥青路面的稳定性构成了严重威胁。长时间的雨水浸泡会导致沥青材料软化, 降低其黏结力, 进而影响到路面的承载能力和耐久性。此外, 亚热带地区的气温变化幅度较大, 昼夜温差和季节性温差都会引起沥青路面的热胀冷缩, 从而诱发路面开裂、变形等病害。

1.2 雨季期间长时间雨水天气对沥青路面的影响

在亚热带地区的雨季期间, 长时间的雨水天气对沥青路面的影响尤为显著。首先, 雨水会通过路面的微小裂缝和孔隙渗入路面结构内部, 破坏沥青与集料之间的黏结, 导致路面出现松散、剥落等现象。其次, 随着雨水的不断渗入, 路面基层的含水量会逐渐增加, 从而降低其承载能力和稳定性^[1]。在车辆荷载的作用下, 路面会发生沉陷、车辙等永久性变形。最后, 雨水的冲刷作用还会加速沥青路面的老化过程, 缩短其

使用寿命。因此, 在亚热带地区进行沥青路面设计和施工时, 必须充分考虑雨季期间长时间雨水天气的影响, 采取有效措施提高路面的防水抗裂性能。

2 沥青路面防水抗裂层开发

2.1 防水抗裂层材料选择

在材料选择方面, 重点考虑了材料的黏度、抗老化性、抗紫外线性能以及与沥青路面的相容性。经过对比分析, 选择了高黏度改性沥青作为主要防水材料, 其黏度达到 5000 Pa·s 以上, 显著提高了路面的抗渗水性能。同时, 添加了抗老化剂和抗紫外线剂, 确保材料在长期使用过程中能够保持良好的性能。此外, 还引入了纤维增强材料, 如聚酯纤维、玻璃纤维等, 以提升防水抗裂层的抗拉强度和韧性。为了验证所选材料的性能, 进行了一系列实验测试。结果表明, 高黏度改性沥青与纤维增强材料的组合使用, 可以显著降低路面的渗水系数, 提高路面的抗裂性能和耐久性。具体数据如表 1 所示。

表 1 防水材料性能对比

材料类型	黏度 (Pa·s)	抗老化 性能	抗紫外线 性能	渗水系数 (mL/min)
普通沥青	1000-2000	一般	一般	12.5
高黏度改性沥青	5000+	优良	优良	2.5
纤维增强高黏度改性沥青	5000+	优良	优良	0.5

(注: 渗水系数越小, 表示材料的抗渗水性能越好。)

2.2 防水抗裂层设计

在设计方面,充分考虑了防水抗裂层的厚度、结构以及与上下层之间的黏结强度。通过优化厚度设计,确保防水抗裂层既能有效阻止水分渗入路面结构内部,又能承受车辆荷载和温度变化引起的应力。同时,采用了特殊的结构设计,如网状结构、多孔结构等,以提高防水抗裂层的排水性能和防滑性能。此外,还注重加强防水抗裂层与上下层之间的黏结强度,确保层面间能够形成良好的整体性能。为了验证设计的有效性,进行了模拟实验和实际工程应用测试。结果表明,优化后的防水抗裂层设计可以显著降低路面的开裂率和渗水率,提高路面的使用寿命和安全性。具体数据如表2所示。

表2 防水抗裂层设计效果对比

设计类型	开裂率(%)	渗水率(%)	使用寿命(年)
传统设计	15.0	8.0	8
优化设计1	5.0	2.5	12
优化设计2	2.5	1.0	15

(注:开裂率和渗水率越低,表示设计效果越好;使用寿命越长,表示设计越耐久。)

综上所述,通过合理的材料选择和设计优化,可以开发出具有优异防水抗裂性能的沥青路面防水抗裂层,这不仅可以延长道路的使用寿命、提高行车安全性,还可以为亚热带地区的交通基础设施建设提供有力的技术支持。

3 路用性能研究

3.1 抗渗水性能研究

抗渗水性能是评价沥青路面防水抗裂层效果的重要指标之一。采用了模拟实验和实际工程监测相结合的方法进行研究。在模拟实验中,通过模拟不同降雨强度和条件时间下的渗水情况,测试了防水抗裂层的渗水系数和阻水效果。实际工程监测则是在实际道路上进行长期观测,记录降雨后的路面渗水情况。实验结果表明,所开发的防水抗裂层在模拟实验和实际工程监测中均表现出良好的抗渗水性能。具体数据如表3所示。

在抗渗水性能的研究中,通过精心设计的模拟实验和实地工程监测,对防水抗裂层的性能进行了全面评估^[2]。实验数据清晰地显示,无论是在模拟的小雨、中雨还是大雨条件下,防水抗裂层都展现出了出色的阻水能力。其实测的渗水系数极低,阻水效果接近完美,这一结果表明,该防水抗裂层在应对不同强度的降雨

时均能保持高效的防水功能,有效阻隔水分渗透,从而确保道路内部的干燥与稳定,这样的性能优势对于提升道路的使用寿命、增强行车安全性具有显著意义。

表3 抗渗水性能数据对比

实验条件	渗水系数 (mL/min/m ²)	阻水效果(%)
模拟实验(小雨)	0.25	98
模拟实验(中雨)	0.45	96
模拟实验(大雨)	0.70	94
实际工程监测	0.35	97

(注:渗水系数越小,阻水效果越高,表示抗渗水性能越好。)

3.2 抗裂性能研究

沥青路面的开裂是常见的病害之一,严重影响道路的使用性能和安全性。为了评估防水抗裂层的抗裂性能,进行了温度循环实验和荷载实验。温度循环实验模拟了亚热带地区昼夜温差和季节性温差的变化情况,通过观测路面在不同温度条件下的开裂情况来评估抗裂性能。荷载实验则是模拟车辆荷载对路面的作用,检测路面在荷载作用下的变形和开裂情况^[3]。实验结果表明,所开发的防水抗裂层在温度循环和荷载作用下均表现出良好的抗裂性能。具体数据如表4所示。

表4 抗裂性能数据对比

实验条件	开裂情况 (裂缝数量/m)	抗裂效果(%)
温度循环 (-10~+40℃)	0.1	99
荷载实验(标准轴载)	0.05	99.5

(注:开裂情况越轻微,抗裂效果越高,表示抗裂性能越好。)

抗裂性能是评估防水抗裂层质量的重要指标之一。通过严谨的温度循环实验和荷载实验,对该材料的抗裂能力进行了深入探究。实验结果显示,在模拟的极端温度变化以及车辆荷载作用下,防水抗裂层展现出了卓越的抗裂性能。其表面几乎未出现裂缝,保持了良好的完整性和稳定性,这一成果表明,该防水抗裂层能够有效抵御自然环境和交通负荷的双重挑战,显著减少路面开裂等病害的发生,为提升道路的整体使用性能和行车安全提供了坚实保障^[4]。

3.3 耐久性研究

耐久性评价是评价沥青路面防水抗裂层长期性能的重要指标之一。为了评估其耐久性,进行了长期跟踪监

测和加速老化实验。长期跟踪监测是在实际道路上进行的,通过定期观测路面的使用状况、开裂情况、渗水情况等指标来评估防水抗裂层的耐久性。加速老化实验则是通过模拟自然环境下的老化过程,加速路面的老化速度,以更短的时间内评估防水抗裂层的耐久性。监测和实验结果表明,所开发的防水抗裂层在长期使用过程中表现出良好的耐久性。具体数据如表 5 所示。

表 5 耐久性数据对比

监测时间	开裂情况 (裂缝数量 /m)	渗水情况 (渗水系数 mL/min/m ²)	耐久性评估
1 年	0.02	0.20	优良
3 年	0.05	0.25	优良
5 年	0.08	0.30	良好

(注:开裂情况和渗水情况越轻微,耐久性评估越高,表示耐久性越好。)

耐久性是衡量防水抗裂层长期性能的关键因素。通过长期跟踪监测和加速老化实验,对该材料的耐久性进行了全面考察。监测数据显示,在长达数年的使用过程中,防水抗裂层始终保持着良好的抗裂和抗渗水性能,未出现明显的性能衰退,这一发现有力证明了该防水抗裂层具有卓越的耐久性,能够长期保持其优异的路用性能。

4 研究展望

4.1 材料与技术的持续优化

当前,已经开发出了一系列高效的防水抗裂层材料和设计方案,但仍有进一步优化的空间。例如,可以研究新型的防水材料,如纳米改性沥青、高分子复合材料等,以提高路面的防水性能和耐久性。同时,可以探索先进的施工工艺和技术,如智能化施工设备、无损检测技术等,以提高施工效率和质量。通过持续的材料与技术创新,可以预期未来的防水抗裂层将具有更高的性能指标和更长的使用寿命。例如,新型防水材料的渗水系数有望降低到 0.1 mL/min/m² 以下,阻水效果提高到 99% 以上^[5];新型施工工艺的应用可以使得施工效率提高 30% 以上,同时降低施工成本。

4.2 多功能集成与智能化发展

未来的防水抗裂层研究将不仅仅局限于防水和抗裂性能的提升,还将致力于实现多功能的集成和智能化发展。例如,可以研究具有自修复功能的防水抗裂层,当路面出现微小裂缝时,材料能够自动愈合,从而延长路面的使用寿命。同时,可以探索将传感器技术与防水抗裂层相结合,实时监测路面的使用状况和性能

变化,为路面的维护和管理提供数据支持。通过多功能集成和智能化发展,可以预期未来的防水抗裂层将具有更高的附加值和更广泛的应用前景。例如,自修复功能的应用可以使得路面的维护成本降低 20% 以上;传感器技术的应用可以实时监测路面的温度和应力变化,提前预警可能的病害,从而避免重大交通事故的发生。

4.3 环境友好与可持续发展

在环境保护日益受到重视的背景下,未来的防水抗裂层研究还将注重环境友好和可持续发展。例如,可以研究使用可再生材料或生物降解材料来制备防水抗裂层,以降低对环境的负担。同时,可以探索将防水抗裂层与绿色基础设施相结合,如雨水收集系统、生态草沟等,以实现道路的生态化和景观化。通过环境友好和可持续发展的研究与实践,可以预期未来的防水抗裂层将具有更低的碳排放和更高的环保性能。例如,使用可再生材料制备的防水抗裂层可以减少对石油资源的依赖和碳排放量;与绿色基础设施相结合的防水抗裂层可以使得道路在发挥交通功能的同时,成为城市生态景观的重要组成部分。

5 结束语

研究针对亚热带地区沥青路面的防水抗裂层进行了深入的开发与研究,通过合理的材料选择和设计优化,成功开发出具有优异防水抗裂性能的沥青路面防水抗裂层。实验结果表明,该防水抗裂层在不同降雨条件下均能有效阻止水分渗入路面结构内部,同时在温度变化和荷载作用下也能保持路面的完整性和稳定性。通过这些努力,可以预期未来的防水抗裂层将具有更高的性能指标、更广泛的应用前景以及更低的碳排放和更高的环保性能,为亚热带地区的交通基础设施建设提供有力的技术支持和推动其可持续发展。

参考文献:

- [1] 邓睦信. 施工温度对 SMA-13 沥青路面抗滑性能的影响[J]. 交通世界, 2023(07):63-65.
- [2] 袁梦. 沥青混凝土吸声降噪性能影响因素试验研究[J]. 山东交通学院学报, 2023(04):104-108.
- [3] 孙勇超. 贵州多雨地区沥青路面防水抗裂层配合比研究[J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2022, 22(01):20-23, 29.
- [4] 王树照, 季正军, 牛生锋, 等. 基于低温抗裂性的沥青路面路用性能研究[J]. 山东交通科技, 2023(02):67-70.
- [5] 杨皓丹, 莫荣江, 肖贺旭, 等. 基于粗集料形态特征的 AC 沥青路面路用性能研究[J]. 青岛理工大学学报, 2023(06):24-30.