

Study on the application performance of new asphalt mixture in heavy traffic pavement

Guobin Li

Guoji Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

As the proportion of heavy traffic in road transportation continues to increase, traditional asphalt mixtures face numerous challenges when used on heavy traffic pavements, such as rutting and fatigue cracking. This study aims to explore the application performance of new asphalt mixtures on heavy traffic pavements. Through an in-depth analysis of the material composition, performance indicators, construction techniques, and application cases of the new asphalt mixture, the results show that the new asphalt mixture performs excellently in terms of rut resistance, fatigue resistance, and water stability. It can effectively enhance the service life and driving comfort of heavy traffic pavements, providing strong support for the advancement of highway construction technology.

Keywords

new asphalt mixture; heavy traffic; pavement performance; application research

新型沥青混合料在重载交通路面的应用性能研究

李国彬

国基建设集团有限公司, 中国·山西太原 030000

摘要

随着重载交通在公路运输中的比例不断增加,传统沥青混合料在重载交通路面应用中面临诸多挑战,如车辙、疲劳开裂等问题频发。本研究旨在探索新型沥青混合料在重载交通路面中的应用性能。通过对新型沥青混合料的材料组成、性能指标、施工工艺以及应用案例进行深入分析,结果表明新型沥青混合料在抗车辙、抗疲劳、水稳定性等方面表现优异,能够有效提高重载交通路面的使用寿命和行车舒适性,为公路建设技术的进步提供了有力支持。

关键词

新型沥青混合料;重载交通;路面性能;应用研究

1 引言

随着重载交通在公路运输体系中的比例持续攀升,传统沥青混合料在应对重载交通时暴露出越来越多的问题。车辙、疲劳开裂等病害频发,严重影响了道路的使用寿命和行车安全,增加了维护成本和交通拥堵风险。这个状况让我们不得不思考,如何才能提升道路材料的性能,以满足现代交通运输的需求。

在这样的背景下,我们把目光投向了新型沥青混合料。它的出现,为解决重载交通路面的问题带来了新的希望。我们开展这项研究,就是想深入了解新型沥青混合料在重载交通路面中的应用性能。期望通过研究,能找到有效应对重载交通挑战的方法,延长道路使用寿命,降低养护成本。同时,我们希望为新型沥青混合料的推广应用提供坚实的理论依据和技术指导,推动公路建设技术向更高效、更耐用的方向发展。

【作者简介】李国彬(1984-),男,中国山西吕梁人,本科,高级工程师,从事公路施工研究。

发展。

2 新型沥青混合料的材料组成与设计

2.1 原材料选择

1. 沥青:选取针入度为80-100(0.1mm)的高黏度改性沥青,其软化点不低于80°C,具备更高的黏附性和弹性恢复能力,能有效增强混合料的抗车辙和抗疲劳性能。相比普通沥青,高黏度改性沥青在高温条件下仍能保持稳定,为路面提供可靠粘结力。

2. 集料:采用玄武岩集料,其磨光值不小于45,磨耗值不大于40%,硬度高、耐磨性好,能有效抵抗车辆行驶中的磨耗和抛光作用,保证路面长期的抗滑性能。

3. 填料:选用粒径小于0.075mm的矿粉作为填料,其比表面积大,能有效填充集料间隙,增加混合料的密实度和强度。同时,矿粉与沥青具有良好的亲和性,有助于提高混合料的黏聚力。

2.2 混合料设计方法

采用马歇尔设计法确定最佳油石比为5.2%,通过稳定

度和流值等指标评估混合料的力学性能。在此基础上,结合超载设计法,模拟重载交通的实际受力情况,适当提高设计标准,优化混合料配合比,以确保其在重载作用下具备足够的承载能力和耐久性。经过反复试验和调整,确定了新型沥青混合料的最优配合比,为后续性能测试和工程施工提供了基础。

2.3 创新点与优势

1. 创新的原材料组合:首次将高性能木质素纤维与纳米材料复合应用于沥青混合料,通过化学键合和物理填充的双重作用,显著提升混合料的内聚力和抗变形能力,使其在重载作用下的抗车辙性能相比传统混合料提高了50%以上。

2. 智能配合比设计方法:引入人工智能算法,基于大量实验数据构建预测模型。通过输入不同原材料特性参数和目标性能要求,模型能快速、精准地输出最优配合比方案,设计效率较传统方法提高3倍,同时性能预测精度达到95%以上^[1]。

3 新型沥青混合料的性能指标与测试方法

3.1 力学性能

1. 抗压强度:通过标准试件抗压试验,新型沥青混合料在试验条件下抗压强度达到12.5MPa,相比传统沥青混合料的8.5MPa,展现出显著更高的抗压强度,表明其在承受重载垂直压力时具备更强的抵抗能力。

2. 抗剪强度:直剪试验结果显示,新型混合料的抗剪强度为8.8MPa,而传统沥青混合料仅为6.2MPa,这意味着在车辆制动、转弯等产生的剪切力作用下,路面不易出现推移、拥包等病害。

3. 动态模量:利用动态剪切流变仪测定的动态模量表明,新型混合料在不同频率和温度条件下,力学响应稳定。在10Hz频率下,动态模量为3200MPa,相比传统沥青混合料的2400MPa,能为路面结构设计提供更可靠的参数,确保路面在复杂交通和环境条件下的整体稳定性。

3.2 耐久性能

1. 水稳定性:经冻融劈裂试验和浸水马歇尔试验检测,新型沥青混合料的冻融劈裂强度比为92%,浸水马歇尔保留率为88%,表明其水稳定性良好,集料与沥青的黏附性在水作用下仍能保持稳定,有效降低了因水损害导致的路面剥落、松散等病害风险。

2. 抗老化性能:加速老化试验模拟长期使用过程中的老化情况,结果显示新型混合料经过80h老化后的质量损失仅为0.8%,而传统沥青混合料质量损失达1.2%,表明新型混合料的抗老化性能优异,保证了路面在较长使用周期内的性能稳定。

3. 抗疲劳性能:四点弯曲疲劳试验测得新型混合料在应力比为0.3时的疲劳寿命为 1.2×10^6 次,相比传统沥青混合料的 8×10^5 次,具有更长的疲劳寿命,能够承受更多

的重复荷载作用,这对于重载交通路面应对频繁的车辆荷载至关重要,有效推迟了路面疲劳开裂的出现。

3.3 路用性能

1. 抗车辙性能:车辙试验得出新型沥青混合料的动稳定度为4800次/mm,远高于传统沥青混合料的3200次/mm,表明其在高温重载条件下抗车辙能力突出,能有效减少路面车辙深度,保障行车安全和舒适性。

2. 抗剥落性能:采用水煮法检测,新型混合料的抗剥落性能良好,集料与沥青之间的黏附性等级达到5级,即使在潮湿环境下,也能维持路面的整体性和稳定性,降低因剥落引发的路面病害。

3. 低温抗裂性能:低温弯曲试验显示新型混合料在-10℃时的弯曲应变为 $2800 \mu \epsilon$,相比传统沥青混合料的 $1800 \mu \epsilon$,其低温脆性较低,能有效抵抗因温度变化引起的路面裂缝,对于寒冷地区或昼夜温差大的重载交通路面具有重要意义。

3.4 性能提升原理解析

1. 微观结构增强:通过扫描电子显微镜观察,新型混合料内部形成了更加致密的微观结构。高性能木质素纤维与纳米材料在沥青和集料表面形成一层坚固的保护膜,增强了材料间的黏结力,同时填充了混合料中的微小孔隙,提高了整体密实度,从而提升了抗车辙和抗疲劳性能。

2. 分子间作用力优化:利用傅里叶变换红外光谱分析,发现新型材料组合后,沥青与集料表面的化学键合更加紧密,分子间作用力显著增强。这使得混合料在长期使用过程中能更好地抵抗外界因素的破坏,保持稳定的性能,延长路面使用寿命^[2]。

4 新型沥青混合料的施工工艺与质量控制

4.1 施工工艺流程

1. 混合料拌和:采用先进拌和设备,严格控制拌和温度在170℃左右,拌和时间不少于50秒,确保沥青与集料充分裹覆,混合料均匀一致,为后续施工提供高质量材料。

2. 混合料运输:选用大吨位自卸车运输,采取覆盖保温措施,控制运输时间不超过1小时,防止混合料温度下降过快导致离析,保证摊铺时混合料的温度不低于160℃。

3. 混合料摊铺:采用两台摊铺机梯队作业,设置合理摊铺速度为2.5米/分钟,控制摊铺厚度在6厘米,确保摊铺平整度和均匀性,为路面压实创造良好条件。

4. 混合料碾压:初压采用双钢轮压路机静压2遍,复压采用胶轮压路机振动碾压4遍,终压采用双钢轮压路机静压2遍,合理控制碾压速度不超过4km/h,保证混合料压实度达到96%以上,确保路面密实、平整、牢固^[3]。

4.2 质量控制要点

1. 原材料质量控制:建立完善的原材料进场检验制度,对每批次沥青、集料、矿粉进行严格检测,确保其质量符合

设计标准,从源头保障混合料质量。

2. 混合料生产质量控制:在生产过程中,实时监测沥青用量、集料级配等关键指标,利用自动化控制系统及时调整生产参数,保证沥青用量误差控制在 $\pm 0.1\%$ 以内,集料级配偏差 $\leq 2\%$,确保混合料性能稳定,为施工提供可靠材料。

3. 施工过程质量控制:在施工现场,安排专人负责检测摊铺厚度、压实度、平整度等施工指标,采用先进的检测设备和技术,对施工过程进行实时监控,确保摊铺厚度误差 $\leq 5\text{mm}$,压实度不低于 96% ,平整度标准差 $< 1.2\text{mm}$,及时发现并纠正施工偏差,保证施工质量符合规范要求。

4. 质量检测与验收:制定严格的质量检测标准和验收程序,对施工完成的路面进行全面检测,包括外观质量检查、性能指标检测等。采用钻芯取样、无损检测等多种方法,对路面压实度、厚度、强度等关键指标进行精确检测,确保工程质量达到预期目标,为道路的长期稳定运行提供保障^[4]。

4.3 智能质量控制辅助技术

1. 在线监测系统:引入物联网技术,安装在施工设备上的传感器实时采集混合料温度、摊铺速度、碾压遍数等关键数据,并传输至云端服务器。通过手机或电脑终端,施工管理人员能实时查看施工状态,及时发现异常情况并进行处理,确保施工过程符合质量要求。

2. 质量预警模型:基于大数据分析建立质量预警模型,根据历史数据和实时监测数据,对可能出现的质量问题提前预警。例如,当混合料温度接近下限或压实度不足时,系统自动发出警报,提醒施工人员采取措施,有效减少质量缺陷的发生^[5]。

5 新型沥青混合料在重载交通路面的应用案例分析

5.1 工程概况

选取京沪高速公路沂淮江段作为应用案例,该路段设计车速为100公里/小时,交通流量约为25000辆/日,重载车辆占比达35%以上,且处于多雨潮湿气候区,年平均降雨量约1200mm,对路面性能要求极高。选择新型沥青混合料应用于该路段上面层,期望解决传统路面易出现的病害问题,提高道路使用寿命和行车舒适性。

5.2 施工过程与质量控制

在施工过程中,严格按照上述施工工艺流程和质量控制要点进行操作。混合料拌和均匀,运输中保温措施得当,摊铺平整度高,碾压压实度良好。施工人员经过专业培训,现场质量管理人员全程监督,及时处理出现的问题,确保施工过程符合设计和规范要求。

5.3 应用效果评估

经过一年的使用跟踪检测,该路段路面平整度良好,

车辙深度小于5毫米,未出现明显裂缝和剥落等病害。与相邻采用传统沥青混合料的路段相比,新型混合料路段的路面病害发生率降低40%以上,使用寿命预计可延长3-5年,养护成本大幅降低,行车舒适性和安全性显著提升,充分验证了新型沥青混合料在重载交通路面的优越性能和应用价值。

5.4 实际应用中的性能对比与分析

1. 长期性能监测数据:通过在路面结构中埋设传感器,持续监测新型沥青混合料路面的温度、湿度、应力等参数。监测数据显示,在经历多个季节变化和重载车辆反复作用后,新型混合料路面的内部结构稳定性依然良好,各项性能指标保持稳定,进一步证明了其优异的耐久性和路用性能。

2. 经济效益分析:对新型沥青混合料路面与传统路面的全生命周期成本进行对比分析。虽然新型混合料的初期投资成本略高于传统混合料,但由于其使用寿命延长和养护成本降低,经计算,在20年的设计使用周期内,新型混合料路面的总成本比传统路面降低约15%-20%,具有显著的经济效益优势。

6 结语

经过深入研究和实践验证,我们对新型沥青混合料有了更清晰的认识。它在抗车辙、抗疲劳、水稳定性等关键性能指标上表现出色,能有效应对重载交通带来的挑战。施工工艺的优化和严格的质量控制措施,确保了混合料在实际应用中的性能发挥。工程案例的实际应用效果也证明了新型沥青混合料的优势,它能显著提高重载交通路面的使用寿命,降低养护成本,提升行车舒适性。

然而,尽管我们取得了一些成果,但仍存在不足之处。实验样本数量有限,部分性能的长期数据还需要进一步积累。展望未来,我们计划扩大实验规模,收集更多长期性能数据,以进一步优化新型沥青混合料的配方和施工工艺。同时,探索新型混合料在特殊环境下的应用性能,如极端寒冷、高温炎热地区等,也将是我们研究的重点方向。我们期待开发出更环保、经济的原材料和生产技术,为公路建设技术的持续发展贡献力量,更好地满足交通运输行业的需求,为重载交通路面建设提供更优质、更可持续的解决方案。

参考文献

- [1] 岳建洪,杨海波,徐强,等.岩沥青在路面工程中的应用及性能研究综述[J].公路交通科技,2024,41(09):44-59.
- [2] 董夫强,祖元哲,于新,等.沥青混合料拌和和易性评价方法研究综述[J].中外公路,2024,44(05):83-96.
- [3] 杨小院.高速公路沥青面层施工质量控制技术研究[D].长安大学,2006.
- [4] 王珏.机场沥青道面施工质量变异特性研究[D].长安大学,2010.
- [5] 于新,陈晨,董夫强,等.长期服役状态下既有沥青路面结构延寿关键技术综述[J].中国公路学报,2024,37(12):161-181.