

Research on the Enhancement of Pavement Durability by Modified Asphalts (such as SBS and TLA)

Jianjun Zhang

Jiande Highway Service Center, Jiande, Zhejiang, 311600, China

Abstract

The durability of asphalt pavements is a crucial factor affecting their service life. This study primarily focuses on the improvement of pavement durability through the use of modified asphalts, specifically SBS-modified asphalt and TLA-modified asphalt. By conducting experiments on high-temperature stability, low-temperature toughness, fatigue resistance, and aging resistance, the role of these modified asphalts in extending pavement life is investigated. The research findings indicate that compared to unmodified asphalt, modified asphalts significantly enhance both the fatigue resistance and aging resistance of pavements. Notably, SBS-modified asphalt stands out in particular, as it strengthens the pavement's stability at high temperatures, thereby reducing the severity of fatigue cracks and alligatoring. On the other hand, TLA-modified asphalt exhibits excellent low-temperature toughness and aging resistance, effectively delaying the aging process of the pavement. This study underscores the substantial enhancement in pavement durability achieved through the use of modified asphalts, providing valuable insights for future road construction and maintenance.

Keywords

modified asphalt; pavement durability; SBS-modified asphalt; TLA-modified asphalt; fatigue resistance

改性沥青（如 SBS、TLA）对路面耐久性的提升研究

张建军

建德市公路服务中心，中国·浙江 建德 311600

摘要

沥青路面的耐久性是影响道路使用寿命的重要因素，本研究主要对改性沥青（如SBS、TLA）对路面耐久性的提升进行探讨。研究方法以SBS改性沥青和TLA改性沥青为研究对象，通过高温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能等实验研究其在路面寿命延长中的作用。研究结果表明，相较于未改性的沥青，改性沥青使得路面的抗疲劳性能和抗老化性能均得到了显著提升，其中，SBS改性沥青尤其突出，它使得路面在高温下的稳定性增强，降低了路面的疲劳裂纹和龟裂程度；TLA改性沥青则在低温韧性和耐老化性方面表现优异，延缓了路面的老化过程。研究意味着改性沥青能够明显提升路面的耐久性，这对于未来道路建设和维护有重要的参考价值。

关键词

改性沥青；路面耐久性；SBS改性沥青；TLA改性沥青；抗疲劳性能

1 引言

由于中国广大的地理环境和极为丰富的气候条件，路面使用状态受到不少挑战，尤其是沥青路面的耐久性，这是影响道路使用寿命的重要因素。本研究着重探讨了改性沥青（如SBS、TLA）在提高路面耐久性上的重要作用。针对这一课题，我们选择了SBS和TLA两种改性沥青作为研究对象，通过高温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能等多角度的实验研究，解析其在提升道路使用寿命中的积极作用。本次研究结果震撼发现，与未改性的沥青相比，这两种改性沥青都获得了显著的性能提升，如SBS改性沥青在

高温环境下提供了更高的稳定性，TLA改性沥青则在低温环境及抗老化能力上表现优异。这些成果充实了我们对于路面耐久性的理解，并为未来道路建设和维护提供了极具价值的参考。

2 沥青路面的耐久性影响

2.1 道路材料中沥青的定义和作用

沥青是一种通过天然原油或炼油过程获得的黏性、黑色且高度粘弹性的材料，主要成分是重质石油馏分和自然沥青质^[1]。作为道路建设中的关键材料，沥青在铺路过程中发挥着至关重要的作用。其主要功能之一是充当黏合剂，将集料（如碎石、砂子等）牢固结合在一起，形成具有高度承载能力和良好表面摩擦力的路面结构。

沥青在道路材料中起到的主要作用包括分布交通荷载，

【作者简介】张建军（1983-），男，中国浙江建德人，本科，工程师，从事公路工程建设施工管理研究。

减震降噪,和提供抗水害性能等。具体来讲,沥青混凝土能够分散车辆荷载,减小局部应力集中,避免路面结构由于荷载过大而出现变形和破坏。沥青作为一种弹塑性材料,能够吸收和减缓交通行驶过程中产生的震动和噪音,从而提高行车舒适度和安全性。其良好的黏弹性使得路面能够在高频的交通荷载下保持稳定,避免产生严重的裂缝和变形。

沥青还具有一定的水稳定性,能够有效抵抗水的侵蚀,减慢路面结构的水损坏进程。在湿度条件复杂的环境中,沥青的抗水害能力显得尤为重要,因为水的渗入会导致集料与黏结材料的分离,引发路面松散和坑洼。高质量的沥青铺装可以提高道路的整体耐久性,减少维护频率和成本。

简言之,沥青在道路材料中的定义和作用不仅仅限于提供粘结性,更是通过其优异的物理和化学性质,全面提升了路面的整体性能和使用寿命,对于现代道路工程和维护具有不可替代的重要性。

2.2 路面的耐久性及其影响因素

路面的耐久性是指路面在使用过程中抵抗各种机械、物理和化学作用力的能力,是影响道路整体寿命的重要指标。耐久性主要受多种因素影响,包括材料选择、环境条件、交通荷载及施工工艺等。材料方面,沥青的化学组成和物理特性对其耐久性起决定性作用,优质的沥青材料能够显著提高路面的抗疲劳性能和抗老化性能。环境条件如气候变化、温度极端、高湿度等会儿加速沥青老化和损坏。交通荷载尤其是重型车辆的频繁通行对路面的机械应力作用显著,可能导致裂纹、车辙等病害。施工工艺的精度和质量也直接影响路面耐久性,包括铺设厚度、压实度及养护管理等。缺乏科学合理的施工和维护,路面的寿命会大打折扣。提升路面耐久性需要在材料改性、环境适应性、荷载管理及施工技术等多个方面进行综合考量和优化。

2.3 改性和未改性沥青对道路寿命的影响

改性沥青和未改性沥青在道路寿命上的表现有显著差异。未改性沥青由于其材质特性,在面对高温、低温以及疲劳荷载等环境应力时,容易发生老化、开裂、龟裂等现象,导致路面较早失效。改性沥青通过添加聚合物或天然沥青改性剂,如 SBS 和 TLA,提高了材料的力学性能和抵抗破坏的能力。SBS 改性沥青在高温环境中具有良好的稳定性,减少了高温流动和塑性变形问题,从而降低了疲劳裂纹和龟裂的发生率。TLA 改性沥青则展示出优异的低温韧性,能够有效抵抗低温引起的脆裂,并显著提升了抗老化性能^[2]。改性沥青的这些改进措施显著增加了道路的使用寿命,延长了维护周期,降低了整体维护成本,提升了道路的服务质量和安全性。

3 改性沥青提升路面耐久性的研究方法

3.1 使用 SBS 改性沥青和 TLA 改性沥青作为研究对象

在改性沥青提升路面耐久性的研究中,选择 SBS 改性

沥青和 TLA 改性沥青作为研究对象。这两种改性沥青是目前应用较为广泛且性能优越的材料,具有显著提升路面性能潜力。SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物)改性沥青通过化学方法将 SBS 聚合物掺入基质沥青中,增强了沥青的弹性和粘附性,使其在高温条件下表现出更好的稳定性,减少了车辙和龟裂的产生。TLA(天然沥青湖沥青,又称特定湖沥青)改性沥青则是通过在基质沥青中添加天然湖沥青,使其具有更好的抗老化性能和低温性能,能有效延长路面的使用寿命。

研究中通过在实际道路环境下采集不同类型的沥青样本,将 SBS 和 TLA 改性沥青分别制备成试件,进行标准实验室测试。高温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能是评价改性沥青的关键指标,综合反映其在不同环境和荷载条件下的耐久性。

实验中,高温稳定性测试通过车辙试验进行,模拟在高温环境下路面的变形情况;低温韧性测试则通过弯曲梁流度实验,评价低温条件下沥青的抗裂性能;抗疲劳性能测试通过疲劳寿命实验评估在重复荷载作用下的持久性能;抗老化性能测试则以紫外老化箱和红外光谱分析方法,评估沥青在长时间暴露于紫外线灯条件下的老化程度。

通过实验数据对比分析,SBS 和 TLA 改性沥青在不同性能指标上的表现,将为改性沥青在道路工程中的应用提供科学依据和技术支持。这些研究不仅有助于优化沥青配方,提高路面耐久性,还为未来道路建设和维护提供重要的参考资料。

3.2 高温稳定性低温韧性抗疲劳性能和抗老化性能测试

在高温稳定性测试中,通过车辙试验对不同改性沥青的高温性能进行评估。试验在高温环境下施加循环负荷,记录车辙深度和变形率,以确定改性沥青的抗变形能力。为评估低温韧性,通过低温弯曲试验测量材料在低温环境下的断裂伸长率和断裂应力,分析其在低温条件下的脆性和抗裂性能。

抗疲劳性能通过四点弯曲疲劳试验进行评估,在重复荷载作用下记录沥青试件的疲劳寿命,分析改性沥青在长期荷载下的耐疲劳性。抗老化性能利用紫外加速老化试验和热老化试验进行评估,观测改性沥青在一定时间内的性能变化,测量其黏度、断裂能等指标,分析改性沥青在长期暴露环境中的耐老化性。通过上述测试方法,综合评估了改性沥青在不同条件下提升路面耐久性的效果。

3.3 对比分析和改性沥青路面寿命延长的效果

通过对比分析 SBS 改性沥青和 TLA 改性沥青在高温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能方面的实验结果,显现出改性沥青在延长路面寿命中的显著效果^[1]。SBS 改性沥青在高温稳定性方面表现卓越,有效减少了路面的疲劳裂纹和龟裂问题。TLA 改性沥青则在低温韧性和抗老化性能

上具有明显优势,其应用可延缓路面老化,增强路面韧性。综合分析表明,改性沥青在不同环境条件下均能显著提升路面的耐久性,从而延长其使用寿命。

4 改性沥青与路面耐久性的实验结果和分析

4.1 SBS 改性沥青的实验结果和分析

实验结果表明,SBS 改性沥青在高温稳定性方面显著优于未改性沥青。通过车辙试验进行高温稳定性测试,发现 SBS 改性沥青在 60℃环境下的车辙深度比未改性沥青平均减少了约 30%。这一结果显示,SBS 改性沥青的采用能够显著降低高温环境下路面出现永久变形的风险,增强路面的高温稳定性。SBS 改性沥青在低温韧性测试中,通过低温弯曲试验测得其裂缝产生的临界温度约低 10℃,表明 SBS 改性沥青在较低温度环境下有更好的韧性。

疲劳性能测试结果显示,SBS 改性沥青在疲劳加载实验中表现出更长的疲劳寿命。采用四点弯曲疲劳试验,测试显示 SBS 改性沥青的疲劳寿命在同等条件下比未改性沥青提升约 50%。这一结果说明,SBS 改性沥青能够有效延缓疲劳裂纹的形成与扩展,提高路面的抗疲劳性能。

抗老化性能测试结果也表明,SBS 改性沥青表现出优异的抗老化性能。在紫外老化试验和热氧老化试验中,SBS 改性沥青样品的物理性能变化显著小于未改性沥青,表现出较低的硬化程度和更好的延展性,表明其能够有效抵抗老化作用。

SBS 改性沥青在高温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能方面均表现出显著优势,能够显著提升路面的耐久性,延长道路使用寿命。

4.2 TLA 改性沥青的实验结果和分析

TLA 改性沥青在多项性能测试中均表现出优异的性能。在高温稳定性测试中,TLA 改性沥青的动态稳定度较未改性沥青显著提升,表现出更强的抗车辙变形能力,延长了高温环境下路面的稳定寿命。低温韧性试验显示,TLA 改性沥青的抗裂性能显著提高,在低温条件下的韧性增强,减少了因温度变化引起的路面裂缝,降低了冬季施工和后期维护的难度。抗疲劳性能测试结果表明,TLA 改性沥青可有效缓解路面在频繁交通荷载下的疲劳损伤,提高了路面抗疲劳寿命。抗老化性能试验显示,TLA 改性沥青的氧化和光降解速度明显减缓,老化程度较未改性沥青大幅降低,有效延长了沥青路面的整体寿命。总体来看,TLA 改性沥青在高

温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能方面具有显著的优势,为改善路面耐久性提供了科学依据。

4.3 改性沥青提升路面耐久性的分析总结

实验数据表明,SBS 改性沥青和 TLA 改性沥青在不同环境条件下均显著提升了路面的耐久性。SBS 改性沥青在高温稳定性上表现出色,有效减少了高温下的变形和疲劳裂纹,显著提高了路面的抗疲劳性能。这个改性使得路面在高温环境中更加稳定,延长了使用寿命。TLA 改性沥青在低温韧性和抗老化性能方面表现优异,能够有效延缓低温条件下的脆裂现象和材料老化进程,这对于寒冷气候条件下的道路建设起到了关键作用。整体分析显示,改性沥青的应用显著改善了路面的机械性能,减少了裂缝和其他形式的道路损坏,提高了道路的整体使用寿命。这为后续道路建设和维护提供了重要的材料选择依据,也为未来进一步优化改性沥青配方提供了有力的实验支持。

5 结语

本研究围绕改性沥青(如 SBS、TLA)对路面耐久性提升的主题进行了深入研究。经过高温稳定性、低温韧性、抗疲劳性能和抗老化性能等实验测试后,发现改性沥青确实可以显著提升路面的耐疲劳性能和抗老化性能,可视为未来道路建设和维护中的重要参考。当然,虽然改性沥青能显著提升路面的耐久性,但每种改性沥青的特性和效果也存在一定差异,如研究中发现 SBS 改性沥青在提升路面的高温稳定性等方面效果更好,而 TLA 改性沥青则在低温韧性和耐老化性方面表现优异。因此,未来应根据不同的道路环境和使用需求,选择适当的改性沥青种类,实现对道路耐久性的最大化提升。总的来说,改性沥青的添加进一步完善了沥青路面技术,对于推进道路建设的进一步优化具有重大的推动作用。这提出了一个新的问题:在实际应用中如何结合当地环境和道路使用情况,有效选择和使用这些改性沥青。未来的研究者可以在这个问题上展开更具挑战性的工作。

参考文献

- [1] 葛洋洋,林宏伟,林涛,等.SBS改性沥青防水卷材耐久性实验研究[J].新型建筑材料,2020,47(12):126-129.
- [2] 陈智,樊叔哈.浅谈SBS和TLA改性沥青对比选取[J].公路交通科技:应用技术版,2019,15(4):28-29.
- [3] 陈兴元,屈建,王博,等.SBS改性沥青防水卷材老化耐久性研究进展[J].化工新型材料,2021,49(S1):268-272.