

改性沥青材料在市政道路施工中的应用及性能分析

黄留男

(新政建设集团有限公司, 安徽 合肥 231131)

摘 要 为解决传统沥青在市政道路施工中高温易软化、低温易开裂、抗水损害能力弱等问题, 适配不同场景道路建设需求, 本文以 SBS、SBR 改性沥青及改性沥青乳液等常用类型为例, 对改性沥青材料的特性、施工应用及性能展开系统研究。明确各类改性沥青的适配场景, 梳理其在路面面层、基层底基层及特殊场景的应用方法, 分析核心性能评价指标与施工中的性能影响因素, 提出针对性性能优化策略。结果表明, 改性沥青可显著提升道路抗车辙、抗裂等核心性能, 合理选用材料、规范施工工艺能有效延长道路使用寿命。

关键词 改性沥青材料; 市政道路施工; 性能评价; 绿色低碳

中图分类号: U416.217; U414

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.19.020

0 引言

当前我国公路交通朝着“一网四化”方向高质量发展, 重大公路项目建设持续推进, 重载交通、极端气候及绿色低碳需求对道路工程质量提出更高标准。传统沥青存在高温软化、低温开裂等固有短板, 已难以适配现代道路建设的多元场景。改性沥青通过改性剂优化配方, 可显著提升道路抗车辙、抗裂等核心性能, 契合交通强国战略下道路提质增效、安全韧性提升的发展要求。本文结合行业发展趋势与工程实际, 聚焦常用改性沥青类型, 探究其施工应用路径与性能特征, 分析影响因素并提出优化策略, 为道路工程高质量建设提供技术参考, 助力绿色、高效、耐用的现代化公路网络构建。

1 改性沥青材料的核心类型及特性概述

1.1 常用改性沥青材料类型

不同类型改性沥青材料基于改性剂差异, 形成适配不同施工场景的核心特性, 各类材料的改性原理与应用场景呈现明确的对应关系, 不存在功能重叠或冲突。SBS 改性沥青以弹性体为核心改性剂, 通过改变沥青分子结构增强材料弹性与韧性, 专门适配高速公路、重载交通路段等高负荷道路场景, 能有效抵抗车辆长期碾压产生的变形。SBR 改性沥青属于橡胶类改性材料, 通过橡胶颗粒的填充与交联作用, 重点强化沥青的抗

裂性能与抗老化能力, 多用于温差适中、对耐久性有基础要求的城市道路^[1]。改性沥青乳液以水为分散介质, 无需高温加热即可施工, 施工便捷性突出, 特别适配低温环境、应急抢修等需要快速施工的场景, 能缩短施工周期并减少能源消耗。

1.2 改性沥青材料的核心共性特性

改性沥青借助改性剂掺配, 明显优化传统沥青的关键性能, 满足道路施工高标准要求, 其共性特性围绕道路使用的核心需求展开, 相互补充并形成完整的性能体系。与传统沥青相比, 改性沥青的高温稳定性大幅提升, 借助改性剂与沥青分子的协同作用, 提高材料软化点与抗变形能力, 有效减少高温环境下车辆碾压带来的车辙病害, 延长路面使用寿命。低温抗裂性的增强核心是改性剂改善沥青的低温脆性, 使材料在温差较大的区域仍能保持较好的柔韧性, 避免低温收缩生成裂缝, 适配北方严寒地区与昼夜温差显著的山区道路施工。抗水损害能力的改善则借助优化沥青与集料的界面结合, 减少水分渗透对路面结构的破坏, 降低路面渗水、集料剥落等病害的发生概率, 适配多雨、潮湿地区的道路建设。黏结性能的强化进一步强化沥青与集料的结合度, 确保路面结构整体性, 减少松散、推移等问题, 为道路整体承载力提供基础保障, 适配各类等级道路的施工需求。

作者简介: 黄留男 (1982-), 女, 专科, 工程师, 研究方向: 市政路桥。

2 改性沥青材料在道路施工中的应用策略

2.1 在市政路面面层施工中的应用

改性沥青材料要与不同面层类型搭配起来,借助合理施工工艺把它的性能优势发挥出来,让面层质量得到提升,不同等级道路和特殊场景的面层施工,对改性沥青的性能侧重和应用有着显著区别。高速公路、一级公路的上面层直接承受车辆荷载和外界环境侵蚀,选高性能改性沥青并且优化施工工艺,重点加强材料的抗车辙和抗滑能力,保证路面在长期高负荷运行下能维持平整、耐磨,保障行车安全和舒适感^[2],次干道、支路面层施工要兼顾经济性和实用性,选性价比合适的改性沥青,在满足基本抗裂、抗老化需要的基础上,控制施工成本。适配城市支路、乡镇道路等交通流量适中的路段,路面铺装面层施工面对车辆冲击、雨水侵蚀和结构振动等多重挑战,需要选抗疲劳、黏结性强的改性沥青。通过精准控制摊铺厚度和碾压参数,减少路面裂缝、脱层等病害,避免因铺装损坏影响道路结构安全,实现路面铺装的长效稳定。

2.2 在路面基层与底基层施工中的应用

改性沥青材料运用在基层和底基层中可以使结构承载力得到增强,使道路整体使用寿命延长。基层和底基层作为道路结构的承重关键部位,承担着分散车辆荷载以及支撑面层的重大职责,其决定了道路的整体稳定程度和使用寿命。改性沥青的应用需符合不同结构层的功能要求,做到性能和功能间的精确配合,改性沥青稳定碎石基层通过将改性沥青与碎石均匀混合在一起,结合改性沥青的黏结力与韧性,优化碎石集料的级配特点,增强基层的强度以及抗变形性能。这样可以有效分散车辆荷载,让荷载均匀传到路基,降低基层沉降与开裂,为面层提供坚实支撑,防止由于基层损坏造成面层产生裂缝和沉陷等病害。改性沥青掺配在底基层中的运用更加强调改善基层整体性,底基层作为基层的支撑体系,它的整体性直接作用于基层的稳定程度,需严格控制改性沥青掺配比例,填充底基层集料空隙,加强集料间的黏结强度,减少裂缝出现与传递,防止底基层病害向上扩展影响面层结构稳定性。这有助于增强底基层的抗水损害性能,避免水分侵入引起底基层软化和松散。陡坡与弯道路段的基层施工面临更大剪切力以及侧向推力,这些路段车辆行驶过程中会产生额外侧向应力,容易造成基层滑动与变形,需要加强改性沥青的应用,选择高韧性以及抗剪切性能出色的改性沥青材料,改进拌

合与碾压工艺,提升基层抗剪切性能与整体性,防止基层滑动与变形,确保特殊路段道路结构的稳定性和安全性,避免由于基层不稳定带来的道路安全隐患。

2.3 在特殊场景道路施工中的应用

为了满足极端环境和特别功能上的需要,改性沥青材料能够通过定制化使用来解决特殊路段施工中遇到的难题。不同特殊场合的环境特点和功能需求存在差别,改性沥青的配比和应用方法要做到准确对应,才可以充分发挥材料的作用,保障道路施工品质和使用寿命。在高温地带道路施工过程中,高温环境持续影响会让沥青变得柔软、黏性下降,容易产生车辙、推移等道路问题。选用添加耐高温改性剂的定制化改性沥青,通过改变材料分子结构来提升高温稳定性和黏性,抑制路面车辙产生,能够加强材料的抗老化性能,确保道路在高温环境下依旧可以保持良好状态,适应南方夏季高温区域。寒冷地区道路施工要面对低温冻融循环的挑战,低温会造成沥青脆化,冻融循环会加剧路面裂缝的产生和延伸,要优化改性沥青低温抗裂配比,降低材料脆点、提高低温延展性,增强材料在低温环境中的柔韧性,减少冻融过程中出现的裂缝,避免裂缝扩展引发路面破坏,适应北方严寒地区冬季低温、春季冻融的气候特点^[3]。重载交通道路需要承担大型车辆的长期冲击和碾压,车辆荷载大、通行次数多,容易引起路面出现沉陷、裂缝、车辙等病害,选用高韧性、高承载力的改性沥青,提升材料的抗冲击能力和抗疲劳性能,抵抗重载车辆碾压带来的变形和损坏,延长重载路段的服役时间。透水路面施工过程中,改性沥青需要符合透水结构的要求,在保证黏结性和承载力的前提下,优化材料孔隙结构,确保路面具备良好的透水性能,迅速排除路面雨水,防止积水影响行车安全。这样还能够兼顾排水功能和路面强度,解决传统路面排水不畅的问题,提高道路通行安全性,满足城市海绵道路建设需要。

3 改性沥青材料的关键性能评价与优化方向

3.1 改性沥青材料核心性能评价指标

科学的性能评价指标能够准确判断改性沥青材料的适用性,为施工应用提供依据。各种评价指标对应改性沥青的核心性能,指标设置科学、准确,可以完整反映材料实际应用中的合适程度。高温性能评价以软化点、动稳定度作为核心指标,软化点直接体现材料在高温环境中的抗软化性能,动稳定度衡量材料在长期荷载作用下的抗变形能力,两者结合能准确评估

改性沥青的抗车辙能力,判断材料是否适合高温地区与高负荷道路施工。低温性能评价集中在脆点与低温延度,脆点体现材料在低温环境中的抗脆裂能力,低温延度表现出材料在低温下的柔韧程度,依据这两项指标可以清楚判断改性沥青的抗裂性能,为严寒地区道路施工的材料选择提供支持。水稳性评价采用浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验。浸水马歇尔试验检测材料在浸水状态中的强度保持比率,冻融劈裂试验评估材料经过冻融循环以后的抗裂性能,两项试验一起检测改性沥青的抗水损害能力,确保材料适合多雨、潮湿地区施工。黏结性能评价以黏结强度作为核心指标,直接衡量改性沥青与集料的结合效果,指标合格能够保障路面结构的整体性,避免出现集料松散、脱层等状况,为各类道路施工的材料应用提供基本判断依据^[4]。

3.2 施工过程中的性能影响因素分析

施工过程中各个步骤的操作规范程度直接关系到改性沥青材料性能的发挥,需要精准把握关键的影响因素,各类影响因素之间彼此关联,任何一个环节操作出现偏差都会导致材料性能无法得到充分发挥,甚至引起路面病害现象。改性剂掺配比例是核心影响因素,不同种类改性沥青的改性剂掺配比例都有明确标准,比例偏高会带来施工成本上升并且可能让材料脆性变大,比例偏低则不能达到预期改性效果,直接干扰材料的高温稳定性、抗裂性等核心性能。拌和温度与时间的把控极为关键,拌和温度偏高会损害改性剂与沥青的分子结构,造成材料性能下降,温度偏低则不能实现改性剂与沥青的均匀融合,出现拌和不均匀的状况。拌和时间不够会导致材料混合不充分,时间偏长则会引起材料老化,干扰改性沥青的最终性能。摊铺同碾压工艺的规范操作直接决定路面成型质量,摊铺速度过快、厚度不均匀会引起路面平整度差^[5]。碾压压力不足、次数不够会造成路面密实度不够,容易引发松散、车辙等病害,碾压过度则会破坏材料结构,降低路面柔韧性。施工环境中的温度、湿度同样干扰材料性能,高温、高湿环境会干扰材料凝结速度与成型质量,低温环境则会引起材料凝结缓慢,甚至出现冻裂问题,需要依据环境条件来调整施工参数。

3.3 改性沥青材料性能优化策略

面对性能不足和施工带来的各种影响,通过有针对性的改进,可以提高改性沥青材料的应用效果。改进措施主要包括材料配方、施工办法、环境管理和技术研究等方面,建立完善的改进机制。改动改性剂的

搭配方式是其中最关键的一步,要结合不同施工场合对性能的具体要求,定制专门的方案。例如:在温度高的地方,重点增加耐高温改性剂的比例,寒冷地区就多加入一些抗开裂的改性剂,对于重型车辆多的路段,则要加大弹性体改性剂的用量,做到材料性能和施工场合的准确对应。要实现施工工艺的规范化,需对拌和、摊铺、压实全流程的关键参数进行明确界定:针对不同类型的改性沥青,精准匹配拌和温度与时长;严格管控摊铺速度及厚度;通过试验确定最优压实压力与遍数。通过以上措施,杜绝不规范操作引发的材料性能衰减,确保改性沥青的路用性能得到充分发挥。强化施工环境管理需要提前预测环境的变化,避开高温、严寒、暴雨等极端天气施工,高温天气调整施工时间并且采取降温手段,低温天气做好保温防护,潮湿天气控制好施工湿度,减少环境因素对材料凝结和成型质量的干扰。开发新的改性剂可以从根本上提高材料的整体性能,要围绕环保、高效、耐用等方向,研发出新型环保改性剂来替换传统的高污染成分,提升材料抗老化、抗水损害的性能,同时加强材料的适用性,满足各种特殊场合的施工需要。

4 结束语

改性沥青材料凭借优化后的各项性能,有效弥补了传统沥青的应用短板,成为现代道路施工中适配不同场景、提升工程质量的核心材料,在高负荷、极端环境等不同道路施工场景中发挥着不可替代的作用。规范的应用策略与性能管控的结合,能最大程度地发挥材料优势,减少路面病害,保障道路结构稳定与长效使用。未来需持续优化改性剂配比与施工工艺,研发更环保、高效的特种改性沥青,结合不同地域环境与道路需求细化应用方案,进一步推动改性沥青材料在道路工程领域的高质量应用,助力道路建设提质增效。

参考文献:

- [1] 郭浩天.聚氨酯改性沥青材料在道路养护中的研究进展[J].合成材料老化与应用,2025,54(02):63-66.
- [2] 史亚峰.城市路面沥青材料的水稳性改造的意义与方法改进[J].合成材料老化与应用,2021,50(05):153-156.
- [3] 孟瑶,韩笑薇.城市道路沥青路面裂缝施工处理技术分析[J].四川建材,2021,47(10):141,143.
- [4] 卢义琴.市政道路施工中新材料的应用分析[J].运输经理世界,2021(25):146-148.
- [5] 万君伟.市政道路桥梁沉降段路基路面施工技术要点[J].工程建设与设计,2025(19):206-208.