

高速公路 SMA 沥青混凝土路面施工技术分析

王少华 尹金涛

湖北三峡职业技术学院, 湖北 宜昌 443000

[摘要]近年来随着交通流量的增加及车辆荷载的加重,传统沥青混凝土材料在耐久性方面逐渐显现出不足,容易出现车辙和裂缝等问题,SMA(Stone Mastic Asphalt)沥青混凝土应运而生。源自欧洲的SMA技术已在全球范围内得到广泛应用,核心在于通过改性沥青与优化骨料结构,显著提升了混合料的高温稳定性、抗滑性及抗老化能力。随着交通工程技术的不断发展及施工工艺的进步,SMA沥青混凝土在提升道路性能、延长使用寿命及降低维护成本方面展现出了显著的优势,这些特性使SMA沥青混凝土成为应对现代交通需求及环境挑战的关键解决方案。

[关键词]高速公路; SMA 沥青; 混凝土; 路面施工技术

DOI: 10.33142/sca.v7i11.14211

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Analysis of SMA Asphalt Concrete Pavement Construction Technology for Highways

WANG Shaohua, YIN Jintao

Hubei Three Gorges Polytechnic, Yichang, Hubei, 443000, China

Abstract: In recent years, with the increase of traffic flow and the aggravation of vehicle loads, traditional asphalt concrete materials have gradually shown shortcomings in durability, and are prone to problems such as ruts and cracks. SMA (Stone Mastic Asphalt) asphalt concrete has emerged. The SMA technology from Europe has been widely used worldwide. Its core is to significantly improve the high-temperature stability, skid resistance and aging resistance of the mixture by modifying asphalt and optimizing aggregate structure. With the continuous development of transportation engineering technology and the advancement of construction techniques, SMA asphalt concrete has shown significant advantages in improving road performance, extending service life, and reducing maintenance costs. These characteristics make SMA asphalt concrete a key solution to meet modern transportation needs and environmental challenges.

Keywords: highway; SMA asphalt; concrete; pavement construction technology

引言

随着交通运输需求的不断增加,道路基础设施的性能要求也随之提升。SMA(Stone Mastic Asphalt)沥青混凝土作为一种现代路面材料,对优化骨料级配及应用改性沥青,SMA混合料显著提高了道路的耐久性、稳定性及安全性,在道路建设中得到广泛应用。其优异的高温稳定性、良好的抗滑性以及抗老化能力,在高速公路和重负荷交通路段中表现尤为突出。

1 SMA 沥青混凝土路面的性能特点

1.1 高温稳定性

SMA(Stone Mastic Asphalt)沥青混凝土路面的高温稳定性在高温环境或交通繁忙的条件下尤为突出。SMA混合料通过精心设计的骨料级配与高品质改性沥青的结合,有效增强了路面的高温稳定性。在施工过程中控制SMA混合料的温度很重要,因为在高温下沥青混合料的流动性和粘附性显著提高,可能导致车辙和表面变形。优化的骨料结构与适量的沥青含量使SMA路面在高温条件下保持较低的变形率。改性沥青的应用显著提高了沥青的抗软化能力,减少了交通荷载引起的永久变形,对SMA路面

厚度和施工工艺的优化进一步增强了在高温下的稳定性,不仅提升了道路的服务性能还延长了路面的使用寿命,为高速公路等高负荷交通路段提供了可靠的解决方案。

1.2 抗滑性能

SMA(Stone Mastic Asphalt)沥青混凝土路面的抗滑性能是保障交通安全的重要指标。SMA路面设计采用了粗骨料及优化的骨料级配,不仅增加了路面的粗糙度也提高了与车轮的摩擦力,显著提升了抗滑性能。在施工过程中,骨料与沥青粘结剂的相互作用使路面表面形成了具有较高摩擦系数的结构,这种设计在湿滑条件下能够有效降低车轮打滑的风险,尤其在雨天或冰雪天气中更为突出。SMA路面能够有效减少水膜滑移现象归功于独特的表面粗糙度和骨料排列方式,这些因素减小了水膜对车轮和路面之间摩擦的干扰,通过优化石油剂含量和选择高质量骨料,可以进一步增强路面的抗滑性能提高行车稳定性与安全性。

1.3 抗老化性能

SMA(Stone Mastic Asphalt)沥青混凝土路面的抗老化性能主要源自SMA混合料独特的配方以及改性沥青

的应用。与传统沥青混凝土相比 SMA 路面采用的改性沥青包含较高比例的抗氧化和抗紫外线成分,这些成分能够有效减缓沥青的氧化及脆化进程。在施工过程中 SMA 混合料中的粗骨料不仅提供了稳固的结构支持还形成了坚固的骨架,减少了沥青表面受环境因素直接影响的机会,这种骨料与沥青的结合方式有效降低了由于老化引发的裂缝和表面损伤的发生, SMA 路面使用的改性添加剂具有优良的高温稳定性,这些添加剂进一步增强了沥青的耐久性和弹性,减缓了老化过程对材料性能的影响。

2 SMA 沥青混凝土路面施工技术

2.1 基层处理

在 SMA (Stone Mastic Asphalt) 沥青混凝土路面的施工过程中,基层处理是确保路面长期稳定性的基础环节,能够为 SMA 混合料提供一个稳固而平整的基础,确保良好的粘结性和承载能力。施工前必须对基层进行详细的检查和评估,确认结构强度和承载能力是否符合设计规范,对于不平整的基层需要进行必要的修整,包括填补坑洼、加固薄弱区域,并通过机械设备进行压实确保基层的均匀稳定性。在处理基层的过程中,应彻底去除基层表面的杂物、灰尘以及松散材料,提高 SMA 沥青混合料的粘结性能。对于存在的裂缝或损坏区域,需要采用适当的修补措施,如使用灌缝剂或填料进行处理,避免裂缝在新路面上扩展。根据设计要求,基层表面可能需要进行特殊处理,例如喷洒粘合剂增强基层与 SMA 混合料的粘附力。在完成基层处理后,应对处理效果进行检查,确保符合施工规范及设计标准,精细的基层处可以显著提高 SMA 沥青混凝土路面的整体性能及使用寿命,有效防止基础问题引起的路面早期损坏。

2.2 SMA 混合料拌制

SMA (Stone Mastic Asphalt) 混合料的拌制过程涉及骨料、改性沥青及添加剂的精确配比与混合,直接影响最终路面的性能。拌制的第一步是准备原材料,包括骨料、改性沥青和纤维添加剂,骨料通常由粗骨料和细骨料组成,其粒径级配需符合设计要求保证强度和耐磨性,改性沥青一般采用改性聚合物(如 SBS 或 APP)来增强高温稳定性与低温韧性。纤维添加剂,如纤维素或矿物纤维用于提升混合料的抗变形能力和稳定性。在拌制过程中首先需要对骨料进行预热,通常将其加热至 150℃至 180℃,提高与改性沥青的结合效果。预热后的骨料将投入沥青拌合机中,该设备包括加热系统和搅拌系统。加热系统将改性沥青加热至 160℃至 180℃保持流动性,搅拌系统则将加热后的沥青与骨料均匀混合形成一致的混合料,搅拌的时间与速度应根据设备类型和混合料要求进行调节确保混合料的均匀性。严格控制混合料的温度和搅拌时间,过高的温度可能导致改性沥青的挥发降低混合料的粘结性,过低的温度则会增加混合料的粘度影响均匀性及施工性能,搅拌时间的把握也很关键,过长可能导致沥青与骨料过度结合,

而过短则可能导致混合料不均匀。拌制完成后,应迅速将混合料转运至摊铺设备,防在运输过程中出现冷却或变质,适当的保温措施可以保持混合料的温度和性能,确保在摊铺和碾压过程中达到预期效果。

2.3 混合料输送

SMA (Stone Mastic Asphalt) 混合料的输送直接影响到混合料的质量及最终路面的效果,输送阶段需要严格控制混合料的温度、均匀性与稳定性,确保在摊铺过程中能够发挥最佳性能。混合料从拌合站输送到施工现场时需要使用专用的运输车辆,如沥青混合料运输车,这些运输车辆配备了加热装置以维持混合料在高温状态,防止在运输途中因温度下降而导致性能下降,运输过程中车辆的密封性和绝热性有助于减少热量损失保持混合料的温度。到达施工现场后,混合料需被卸入摊铺机的料斗中,在卸料时必须确保混合料均匀分布在料斗内,避免出现分层或不均的现象。卸料的速度和方式应与施工进度相协调,避免混合料堆积过多或不足的问题。在输送过程中,还需注意防止混合料的污染或交叉污染,避免外部物质对其质量产生不良影响。因此,运输车辆和卸料设备应保持清洁,并进行定期维护和检查。

2.4 混合料摊铺

在 SMA (Stone Mastic Asphalt) 混合料路面施工中,摊铺是关键的一环之一,对最终路面的平整度与性能具有直接影响,摊铺过程依赖于混合料的均匀铺设和充分压实,以形成坚固且光滑的路面层。根据施工现场的具体情况,需要选用合适的摊铺机,并精确调整摊铺宽度、厚度以及温度控制,摊铺机的工作温度应维持在混合料最佳施工温度范围内,保证混合料能够顺利摊铺并与基层良好粘结。在摊铺过程中,混合料的供料必须均匀且连续,防止出现料层不均匀或堆积现象。摊铺机应保持平稳前进,速度应与混合料的供料速度相匹配,以实现均匀分布和良好压实。在大面积施工区域,特别需注意控制摊铺机的倾斜度及纵向接缝保整体路面的平整度^[1]。摊铺完成后应立即进行碾压作业,提高混合料的密实度。碾压应在混合料保持适宜温度范围内进行,避免过早或过晚碾压影响路面的密实性和稳定性。在摊铺过程中,还应密切关注天气条件,如温度和湿度避免环境因素对混合料施工产生不利影响,遇到恶劣天气时需要采取相应的保护措施,确保摊铺质量。

2.5 混合料碾压

在 SMA (Stone Mastic Asphalt) 混合料的施工中,碾压环节直接影响到路面的密实度和长期稳定性,能够提高路面的抗变形能力和耐久性,同时确保其平整度和结构强度。常见的设备有轮式压路机和振动压路机,轮式压路机用于初期压实,其作用能帮助混合料达到初步的密实状态,在使用过程中需要根据混合料的特性和施工环境调整轮胎压力^[2]。振动压路机则用于后期的均匀碾压,其振动

功能有助于进一步粘结混合料达到最终的密实效果,选择设备时应综合考虑施工区域的规模及混合料的性质确保设备的适宜性。碾压的时机通常应在混合料刚摊铺完成后立即进行,保持混合料在最佳施工温度范围内。SMA混合料的最佳施工温度为150℃至180℃,温度过高会导致沥青挥发过快影响压实效果,而温度过低则使混合料变硬难以压实,为避免温度对碾压质量的负面影响,应在摊铺后立即开始碾压并避免长时间等待。合理安排碾压顺序有助于提高施工质量。通常从路面两侧向中间碾压,有助于逐步实现混合料的均匀压实,避免中间区域出现不平整。在碾压过程中应确保碾压轮均匀接触,避免产生不均匀的碾压痕迹,每次碾压应覆盖上次碾压区域,确保密实度的一致性。对于大面积施工区域建议采用分段碾压,每段之间应有适当重叠确保每个区域达到规定的密实度。控制碾压过程中应避免重复和遗漏区域,碾压速度需与混合料的温度和粘度相匹配,确保均匀压实,定期检查施工效果,使用密实度测量仪器进行检测,以验证混合料是否达到设计要求,如果发现问题应及时调整碾压参数或重新碾压以保证路面质量。

2.6 接缝处理

在SMA (Stone Mastic Asphalt) 沥青混凝土路面施工中,接缝处理是确保路面结构完整性与长期稳定性的关键环节。施工过程中接缝的出现通常是不可避免的,处理这些接缝的第一步是确保接缝区域的清洁与干燥。在施工前应彻底清除接缝处的杂物、灰尘以及松散材料,确保新旧沥青混合料之间的粘结效果,为了实现这一点,常使用专用的清扫设备或气动工具对接缝位置进行处理,确保表面光滑且无残留物。接下来的步骤是应用适当的粘合剂或封闭剂,提高新旧混合料之间的粘附力防止水分渗透,可以使用改性沥青或特殊的接缝处理剂,这些材料能提供优异的密封性能和弹性,适应路面温度变化所带来的应力,粘合剂需均匀涂布并完全覆盖接缝区域,避免出现漏涂或空洞现象。最后,应进行适当的碾压以确保粘合剂完全渗透并与周围混合料紧密结合,碾压作业需要按照接缝处理的要求进行确保碾压压力适中,免造成接缝处的局部压实不足。

3 质量控制与检测

SMA (Stone Mastic Asphalt) 沥青混凝土路面的施工质量控制不仅保证了施工过程的规范性,也至关重要于确保路面在长期使用中的稳定性与耐久性。在材料入场阶段,必须进行严格的质量检验,骨料的质量检测包括粒径分布、级配以及清洁度等指标,这些必须符合设计要求及规范标准,改性沥青的检验则集中在粘度与温度等性能指标上,确保其适用于SMA混合料,所有材料都需通过实验室测试和现场抽样检查确保性能稳定并满足施工需求^[3]。在拌制阶段应严格控制混合料的温度与搅拌时间确保其

均匀性及粘结性,必须将混合料保持在适宜的温度范围内,并根据实际情况调整搅拌时间保证混合料在施工过程中达到最佳状态。输送阶段中需保持混合料的温度和均匀性,避免因温度波动影响性能,确保混合料在到达施工现场时仍能保持预期的施工特性。摊铺阶段要求混合料均匀铺设,并需要及时调整摊铺机的设置以适应施工条件,以避免混合料堆积或不足现象,从而保证路面的平整度和均匀性。在碾压阶段需对碾压的顺序、压力与速度进行精确控制,碾压应从路面两侧向中间进行,每次碾压都需覆盖前一轮的区域以确保密实度的均匀性^[4]。完工后的路面检测项目包括路面平整度、厚度、密实度以及接缝处理情况,使用如平整度仪、密实度测试仪、核子密度计等专业设备进行测量。检测结果需符合设计规范及质量标准。若发现问题应立即采取修复措施,通过系统的质量控制与检测,能够确保SMA沥青混凝土路面的高质量施工,显著提升其长期服务性能与使用寿命。

4 结语

对SMA (Stone Mastic Asphalt) 沥青混凝土路面的深入分析表明,从材料选择、施工技术到质量控制与检测,每一个环节都在确保路面的稳定性、安全性以及长期使用效果中发挥着至关重要的作用。SMA沥青混凝土凭借其优越的高温稳定性、卓越的抗滑性及持久的抗老化性能,已成为高速公路及重负荷交通路段的理想选择。展望未来,随着技术的不断进步与施工工艺的不断优化,SMA沥青混凝土有望在道路建设中进一步提升应用效果,为交通基础设施的可持续发展作出更大的贡献。同时随着新技术的出现和材料性能的不断提升,SMA沥青混凝土将在满足未来交通需求和环境挑战方面发挥更为关键的作用。

基金项目:“2021年度湖北三峡职业技术学院湖北省教育厅双百项目《五峰柴埠溪谷底道路综合建设项目》(BXLBX1329)研究成果之一”。

[参考文献]

- [1]代文翠. SMA 沥青混凝土路面的配合比设计及摊铺施工技术分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(32):105-107.
 - [2]印龙. 高速公路工程 SMA 沥青混凝土路面配合比设计与施工技术分析[J]. 四川建材, 2023, 49(1):172-173.
 - [3]苏云飞. 公路工程 SMA 改性沥青混凝土施工技术分析探讨[J]. 科技资讯, 2022, 20(4):44-46.
 - [4]王瑞涛. 高速公路工程项目 SBS 改性沥青混凝土路面施工技术分析[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(7):73-74.
- 作者简介: 王少华(1983—), 女, 硕士研究生, 讲师, 主要从事路桥工程专业教学; 尹金涛, 男, 讲师, 主要从事路桥工程专业教学。