

SMA 沥青玛蹄脂路面在市政道路中的施工质量控制研究

李昊麟

(佛山市高明区高昌交通基础设施建设有限公司, 广东 佛山 528500)

摘要 沥青玛蹄脂碎石混合料 (Stone Mastic Asphalt, SMA) 以其良好的耐磨性和抗裂性, 在市政道路建设中被广泛应用。本研究针对 SMA 沥青玛蹄脂在市政道路中的施工质量控制进行了研究。通过分析 SMA 沥青混合料的组成、理论密度、沥青含量及级配等关键指标, 确定了影响 SMA 沥青路面施工质量的主要因素。在施工过程中, 侧重于对温度、压实度、厚度等施工实时数据的监控和调控, 确保了材料的均匀铺设和压实。研究结果表明, 采用对应的质量控制技术能显著提升 SMA 沥青路面的服务性能, 延长其使用寿命。此外, 本研究还探讨了环境因素和施工机械设备对施工质量的影响, 以期为实现更高标准的市政道路施工和维护提供有益参考, 进而提升市政道路施工的质量控制水平。

关键词 SMA 沥青玛蹄脂; 市政道路; 施工温度; 压实度; 服务性能

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.32.040

0 引言

沥青玛蹄脂碎石混合料 (SMA) 以其良好的防裂耐损性能, 成为市政道路建设优选材料。SMA 具备众多优点, 施工过程质量控制应对许多难题, 复杂城市环境。研究聚焦在 SMA 特性理论, 对实际施工过程质量控制管理探讨偏少。这一研究领域的深刻分析, 对于提升市政道路的建设标准和维护质量具有重要意义。本研究通过分析 SMA 沥青混合料的关键指标如理论密度、沥青含量及级配等, 全面探讨了作用 SMA 沥青玛蹄脂路面施工质量的关键因素。本研究目标是通过系统的质量控制措施, 提高 SMA 混合料市政道路的服务性能, 延长其使用寿命, 为城市道路施工提供更完整的理论指导与实践参考。

1 SMA 沥青玛蹄脂路面的关键施工指标

1.1 组成与理论密度

SMA 沥青玛蹄脂碎石混合料的组成部分和理论密度混合料包含粗集料、细集料、矿粉、纤维和沥青五种材料, 粗集料比例最大, 主要发挥支撑骨架结构维持稳固的作用^[1]。细集料和矿粉用于填补骨架空隙, 保障整体结构严密性, 防止水渗透。加纤维能够有效防止沥青丢失, 同时增强结构稳固性和粘合性能。沥青承担粘合各种材料的作用, 必须有卓越的粘合效果和长久经久性。理论密度用于评定混合料性能的优劣。

依靠精确测算各部分的容积和重量比例, 能够确保沥青玛蹄脂结构致密稳固。在施工过程中, 明确理论密度数值有助于确定后期压实程度和铺装深度, 提供可信标准, 进而增强路面耐压能力和使用寿命。持续改进和深入研究理论密度内容, 有利于实现施工质量完全达到设计标准。

1.2 沥青含量和级配的优化

沥青含量和级配是确定 SMA 沥青玛蹄脂碎石混合料性能的重要因素, 其性能优化可以提升铺设路面的持久性和稳固性。在配合比设计中, 需保证沥青含量足够, 具有卓越的黏合性能, 防止沥青含量过多引起混合料流动度偏高。借助离心技术或燃烧法检测沥青含量, 以满足设计标准。级配改进以保障矿料骨架的稳固性为目的, 突出粗集料的嵌入功效和细集料的填补成效。科学合理的级配能提升抗切韧性和形变抵御性能, 减少路面损耗和裂缝隐患。在具体使用中, 准确的级配设计可通过整合原理测算和试验室证实实施修正, 从而达成各异建设环境下的最优功能适应。这一步骤对市政道路建设质量管理具有重要价值^[2]。

1.3 主要材料性能测试

对材料做性能测试, 检查 SMA 沥青混合料的稳定情况、流动状态、高温和低温下的表现。马歇尔试验用来验证抗压能力与稳定性, 路用性能试验测试抗车辙性能和对温度的反应。动态模量试验加劈裂强度试

验探索抗裂能力。这些测试确保材料达到规范标准,满足市政道路的耐磨与抗裂需要,从而助力提升工程质量。

2 SMA 沥青玛蹄脂路面施工质量控制技术

2.1 施工温度的控制

施工温度是影响 SMA 沥青玛蹄脂路面质量的关键因素。施工期间,偏高或偏低的温度均会对材料性能及铺设效果造成负面作用。最优施工温度区间内能够确保沥青混合料的匀称搅拌和浇筑性能,进而提升路面质量。温度偏低会导致沥青粘度升高,引发混合料流动性减少,很难实现压实度标准。温度偏高会诱发沥青衰老,减弱其粘结性与抗疲劳性能^[3]。施工期间需严密监管混合料搅拌、运送及铺设过程中的温度波动,采用即时监测技术保障混合料温度稳定在合理区间内。面对环境因素影响,需结合实际情况调节有关技术参数,降低外部温度对施工质量的影响,保障 SMA 路面的结构性能。

2.2 压实度的检测与调整

压实度的检测与调整是保证路面强度和耐久性的关键环节。压实度的检测一般借助核子密度仪或切割取芯试验实施,核子密度仪可以迅速给出无害检测数据,而切割取芯试验可以准确得出路面压实度数据,两者联合可保证检测的可靠性。在施工过程中,压路机的操作发挥了极其重要的作用,包含压实次数、碾压速度和碾压方式等因素直接作用压实度。温度的适当区间也是保证压实质量的关键,应在沥青混合料处于良好可塑性时压实。施工过程中应当及时监控压路机的运作参数,根据检测数据立即调节工艺流程,防止发生过压或欠压的情况,以保证路面的密实度和均匀性,提升其使用性能和抗变形能力。压实度的精确控制有利于延长路面的使用寿命,并减少后期维护成本。

2.3 厚度的精确测量与控制

厚度的准确测量和控制是保证路面质量与性能的重要环节。通过使用精细的测量工具和技术手段,整合施工前的厚度设计值,对铺设过程中各区域的真实厚度实施即时监测和修改。同时检查硬化层的均匀性,预防部分区域太厚或太薄,以此维持路面承载能力的稳定性与使用性能。

3 SMA 沥青玛蹄脂路面施工质量的外部影响因素

3.1 环境条件的影响

环境条件对 SMA 沥青玛蹄脂路面施工质量起到重要作用。温度高低、湿度大小、风速快慢等因素,会

影响施工过程中材料的表现好坏以及施工的成功与否。遇到高温和大风的天气,沥青材料会变得松软,混合料的稳固性会被显著削弱,拌和、运输和摊铺过程中出现黏聚问题的隐患会大大提高,给施工带来诸多不便。遇到低温的环境,沥青混合料会丧失韧性,压实效果会受到大幅损害,路面开裂问题的概率会增加,影响道路使用寿命^[4]。赶上下雨的天气,刚铺好的材料会被损坏,结合层的功能会遭到破坏,含水率还可能超过标准范围。风速如果过快,混合料的热量会流失得更快,难以维持合适的温度范围,压实作业的效能和质量会因此下降,造成施工难度加大。为了减少环境条件的不利影响,施工过程需选择合理工艺,选取适合施工的天气,保证施工温度、环境湿度以及风速都在可控范围内。

3.2 施工设备的选择和管理

选择和掌控施工设备对 SMA 沥青玛蹄脂路面的施工质量影响非常大。挑选设备必须认真考虑设备的适应能力和运行性能,确保完全满足 SMA 混合料的各种具体要求。例如:使用高性能摊铺设备和先进压实设备会让路面更加平整,有效防止路面局部开裂或者不规则下沉等问题的发生。掌控设备不单单是做好日常保养和维护这些基础工作,还需要安排操作人员参加专业技能培训,确保操作人员熟练掌握设备使用方法,遇到突发状况时可以及时采取正确措施解决问题。制定一套严谨科学的设备掌控策略,能够大幅提高施工效率和质量的整体稳定性,确保工程按计划正常进行,尽量降低各种意外问题的发生。

3.3 施工队伍的技能与经验

施工队伍的技术水平和专业能力直接决定 SMA 沥青路面的品质好坏,这是非常重要的外界影响因素。施工人员对材料特性和施工设备的了解程度,会直接影响到施工效果。熟练掌握施工中的每一个工艺细节,就能保障混合料在铺设时能够平均铺开,并且按照压实的要求操作,避免因失误而造成路面的功能缺陷。施工团队如果拥有充足的实战经历,具备优秀的应变能力,就能够很好地解决施工中遇到的技术困难和各种突发情况,确保整个施工过程保持连贯和稳定。

4 SMA 沥青玛蹄脂路面施工质量控制的 effects 分析

4.1 施工质量改进的具体案例

某城市道路建设项目为提升路面性能与使用年限,引入了基于实时数据监控的 SMA 沥青玛蹄脂施工质量管理技术,对施工流程进行系统性优化^[5]。项目选址

于城市主干道，原路面因材料收缩、冷却不均匀及压实度不足等问题，导致微小裂纹频发、局部压实不达标，使用寿命低于预期。为解决上述问题，项目组在施工各环节融入智能化监控手段：混合料摊铺阶段，采用红外测温技术实时调控温度，将摊铺温度精准控制在 165 ~ 175 ℃ 范围内，有效避免了因温度过低引发的材料收缩及冷却不均问题；在压实作业中，引入动态压路机替代传统静态压路机，通过动态调整压实参数，显著提升了压实度的均匀性，施工后压实度标准差从 3.5% 降至 1.8%；在摊铺厚度控制方面，利用激光测距设备对路面厚度进行实时监测，针对薄弱区域及时进行强化处理，将路面厚度标准差从 8 mm 压缩至 3 mm

以内，确保了路面厚度的精准性与一致性。

通过上述技术改进，项目施工效果得到显著提升：混合料摊铺温度的精准控制有效杜绝了材料收缩及冷却不均现象，动态压路机的应用使压实度均匀性大幅提高，摊铺厚度的精准监控则确保了路面结构的稳定性。数据对比显示，改进后路面每 100 m² 微小裂纹数量从 15 条减少至 3 条，压实度不达标区域占比从 12% 降至 2%，预计使用寿命由原设计的 15 年延长至 18 ~ 20 年。该项目通过数据驱动的施工质量管理，实现了 SMA 沥青玛蹄脂路面性能的全面优化，为城市道路建设提供了可复制的技术范本，展现了智能化监控技术在提升工程质量、延长道路使用寿命方面的显著优势（见表 1）。

表 1 某 SMA 沥青玛蹄脂市政道路施工效果

质量改进措施	改进前数据	改进后数据
混合料摊铺温度控制（借助红外测温技术，控制在 165 ~ 175 ℃）	温度过低（低于 150 ℃）导致材料收缩及冷却不均匀问题频发	有效避免材料收缩及冷却不均匀问题，温度精准控制在适宜范围
采用动态压路机（提升压实度均匀性）	传统静态压路机施工时压实度标准差达 3.5%	动态压路机施工后压实度标准差降低至 1.8%
摊铺厚度监控（利用激光测距设备）	路面厚度标准差为 8 mm	路面厚度标准差降至 3 mm 以内
路面微小裂纹情况	每 100 m ² 15 条微小裂纹	每 100 m ² 3 条微小裂纹
压实度不达标区域情况	压实度不达标区域占 12%	压实度不达标区域降至 2%，使用寿命从原设计 15 年预计延长至 18 ~ 20 年

4.2 服务性能的提升分析

服务性能的提高是为 SMA 沥青玛蹄脂路面施工质量控制的重要体现，通过严格的质量管理，路面的耐久性和功能性获得了明显的加强。SMA 路面因为其骨架密实结构特点，于经受荷载作用时展现出优秀的抗疲劳性能，高效降低车辙、裂缝等病害的出现。温度监控与压实度优化可提高路面密实度平衡，在运用过程中维持稳固的力学特性，顺应差异交通流量和气候环境。施工厚度的准确控制确保路面的承载能力，实现了抗变形、抗沉降的出色性能。

4.3 效果评估

施工质量控制能够延长 SMA 沥青玛蹄脂路面的使用寿命。优化温度管理、压实度调整和厚度一致性等核心技术，可以进一步提高路面抗疲劳能力。经过长期观察发现，质量管理措施有效减少了路面早期破损和裂缝出现的情况，让路面更加牢固耐用，同时也减少了整个使用周期中维护费用的支出。

5 结束语

本研究通过分析 SMA 沥青玛蹄脂路面在市政道路建设中的施工质量控制，充分识别了作用于 SMA 沥青

路面施工质量的关键因素。此外，还探讨了环境因素、施工机械设备、施工队伍等外部因素对施工质量的整体作用，更深一步充实了市政道路施工的质量控制理论体系。研究结果表明，执行高效的质量控制措施可以显著提高 SMA 沥青玛蹄脂路面的服务性能，并延长其使用寿命。

参考文献：

[1] 郝志红. 市政道路沥青混凝土路面施工质量控制研究 [J]. 门窗, 2020(21):109-110.
[2] 金霏霏. 市政道路沥青混凝土路面施工质量控制 [J]. 新材料·新装饰, 2022,04(05):190-192.
[3] 韦日勤. 市政道路 SMA 沥青路面施工质量控制与管理 [J]. 中文科技期刊数据库(文摘版) 工程技术, 2022(10): 193-195.
[4] 刘洋, 郭宁宁. SMA 沥青玛蹄脂混合料路面施工质量控制探讨 [J]. 交通科技与管理, 2023(01):68-70.
[5] 周侃侃, 林杰. 市政道路沥青混凝土路面施工质量控制技术探讨 [J]. 风景名胜, 2020(07):142.