

沥青路面热再生施工质量控制方法研究

刘行尚

河北建设集团装饰工程有限公司 河北 保定 071000

摘要: 沥青路面热再生技术在道路养护中广泛应用,其施工质量受原材料、温度、工艺、设备等多因素制约。原材料的性能优劣直接影响再生混合料质量,施工温度偏差易导致压实度不足,工艺参数不合理会降低再生效果,设备性能不稳定则影响施工连续性。通过严格把控原材料质量、实施温度场动态监控、优化工艺参数及保障设备性能,可有效提升沥青路面热再生施工质量,延长路面使用寿命,降低养护成本。

关键词: 沥青路面;热再生;施工质量控制;方法

引言

随着公路交通量持续增长,沥青路面早期病害频发,热再生技术凭借高效环保优势成为路面养护主流手段。然而,在实际施工中,原材料质量波动、温度控制失准、工艺参数不当及设备运行故障等问题,严重影响热再生路面质量与服役性能。本文基于工程实践,深入剖析沥青路面热再生施工质量的影响因素,针对性提出质量控制方法,旨在为提升热再生施工水平、保障道路养护效果提供理论与技术支撑。

1 沥青路面热再生技术概述

沥青路面热再生技术,作为一种能有效处理旧沥青路面的工艺,在道路养护领域意义重大。其核心是将旧沥青路面经特定设备进行翻挖、回收、加热、破碎、筛分等操作后,按一定比例与再生剂、新沥青、新集料重新拌和成混合料,使其满足路用性能并重新铺筑于路面。该技术按具体实施方式,可细分为就地热再生与厂拌热再生。就地热再生利用专用设备,在现场对沥青路面进行加热、翻松,适时掺入新集料、新沥青、再生剂等,经混拌、摊铺、碾压等工序,一次性完成对表面一定深度(一般不超6cm)旧沥青混凝土路面的再生。此过程中,旧路面混合料能就地再生利用,无需搬运废料及设废弃物堆放场地,且100%再利用旧料,显著节省新混合料用量,经济效益突出。对交通及沿途居民影响小,施工产生的振动和噪音也较低,甚至可在市区夜间作业。厂拌热再生则是把铣刨的旧沥青混凝土路面运至沥青混合料拌和场,经破碎、筛分(按需),依据旧料中沥青含量、老化程度、集料级配等情况,加入适量新集料、新沥青、再生剂(必要时)进行热态拌和,使混合料各项指标达标,随后按热拌沥青混合料施工工艺重铺路面。这种方式可对旧料进行更精细处理,确保再生混合料质量稳定,能较好恢复路面承载能力,其施工质量

标准不低于新沥青混合料路面。沥青路面热再生技术能有效解决旧沥青路面病害,实现资源回收利用,降低工程成本,减少对环境的不良影响,无论是就地热再生还是厂拌热再生,都在现代道路维护中发挥着关键作用,应用前景广阔。

2 沥青路面热再生施工质量影响因素分析

2.1 原材料质量因素

旧沥青路面材料(RAP)的质量状况对热再生施工质量影响显著。RAP的级配若发生较大偏差,会改变再生混合料的整体级配组成,进而影响其路用性能。例如,当RAP中细集料含量过多,会导致再生混合料的空隙率减小,可能引发路面泛油现象;若粗集料含量过高,则可能使混合料的和易性变差,难以压实,降低路面的平整度和抗滑性能。RAP中旧沥青的老化程度至关重要。老化严重的沥青,其性能劣化,针入度降低、软化点升高、延度减小,粘结力大幅下降。若不对旧沥青的老化程度进行准确评估并采取相应措施,如合理添加再生剂等,再生后的沥青混合料在耐久性、抗疲劳性能等方面将大打折扣。新添加的集料和沥青同样不容忽视。新集料的物理力学性质,包括颗粒形状、硬度、压碎值等,应满足相关规范要求,否则会影响再生混合料的强度和稳定性。新沥青的标号和性能需与旧沥青及再生混合料的设计要求相匹配,若新沥青与旧沥青不相容,在拌和过程中易出现离析现象,严重影响再生路面的质量^[1]。

2.2 施工温度因素

施工温度贯穿沥青路面热再生施工的全过程,对各个环节的质量均有决定性影响。在加热环节,若加热温度过高,旧路面沥青会发生二次老化,其化学结构改变,性能恶化,导致再生路面的使用寿命缩短;加热温度不足,则无法使旧沥青达到合适的软化状态,铣刨困

难,且旧料与新料难以充分融合,影响再生混合料的均匀性和整体性。铣刨温度也极为关键,适宜的铣刨温度能保证铣刨机顺利作业,减少集料的破碎,维持级配的稳定。若铣刨温度过低,集料易被过度破碎,使细集料增多,改变级配组成;过高的铣刨温度则可能加速沥青老化。摊铺和碾压温度同样不可忽视。摊铺温度过低,混合料的流动性差,不易摊铺均匀,易出现离析现象;碾压温度若不符合要求,在初压阶段无法有效压实,在终压阶段难以消除轮迹,导致路面压实度不足,影响路面的承载能力和抗变形能力。施工过程中的环境温度也会对整体施工温度产生影响,例如在低温环境下,热量散失快,更需严格控制各环节温度,以确保施工质量。

2.3 施工工艺因素

施工工艺的合理性直接关系到沥青路面热再生的施工质量。拌和工艺方面,拌和时间过短,新料、旧料以及再生剂无法充分均匀混合,导致再生混合料性质不稳定,路用性能差异大;而拌和时间过长,不仅会增加能耗,还可能使沥青进一步老化,降低混合料质量。拌和顺序也至关重要,合理的添加顺序能促进各材料更好地融合,提升混合料的均匀性。摊铺工艺中,摊铺机的行驶速度应稳定且与拌和机的产量相匹配,若行驶速度过快,会导致摊铺厚度不均匀,影响路面平整度;速度过慢则会降低施工效率,且可能使混合料在摊铺机内停留时间过长,温度降低,影响压实效果。摊铺机的振捣和熨平装置参数设置要合理,以保证摊铺后的路面具有良好的初始平整度和压实度。碾压工艺对路面最终质量起关键作用。碾压遍数不足,路面压实度达不到设计要求,容易出现车辙、沉陷等病害;碾压遍数过多,可能会使集料破碎,破坏路面结构。碾压过程中的碾压速度、碾压方式(如静压、振压的组合及顺序)等都需严格按照规范执行,才能确保路面压实质量均匀、稳定,满足设计的力学性能要求。

2.4 设备性能因素

先进且性能良好的设备是保证沥青路面热再生施工质量的重要前提。加热设备的加热效率和均匀性对施工质量影响巨大。高效的加热设备能在短时间内将旧路面加热到合适温度,提高施工效率,同时均匀的加热能避免局部过热或过冷现象,保证旧沥青的性能均匀恢复,有利于后续的铣刨、拌和等工序。若加热设备性能不佳,加热不均匀,会导致旧料质量差异大,影响再生混合料的质量稳定性。铣刨设备的铣刨深度控制精度和刀具的耐磨性至关重要。精确的铣刨深度控制能保证旧路面铣刨厚度均匀一致,使再生层厚度符合设计要求,避

免因厚度不均导致路面强度不一致。刀具的耐磨性好,可减少刀具更换频率,保证铣刨作业的连续性,同时能减少因刀具磨损对集料的过度破碎,维持级配稳定。拌和设备的搅拌能力和搅拌均匀性直接关系到再生混合料的质量。强大的搅拌能力能满足大规模施工的产量需求,均匀的搅拌能确保新料、旧料和再生剂充分混合,使再生混合料的各项性能指标稳定、一致。运输设备的保温性能也不容忽视,良好的保温能减少混合料在运输过程中的温度损失,保证摊铺和碾压温度符合要求,从而保障施工质量^[2]。

3 沥青路面热再生施工质量控制方法

3.1 原材料质量控制

(1) 旧料性能评估是原材料质量把控的核心环节。需采用专业检测设备对回收沥青路面材料(RAP)进行全面分析,通过筛分试验获取集料粒径分布数据,精确掌握不同粒径集料占比,同时利用化学分析法测定旧沥青的针入度、延度和软化点等关键指标,判断其老化程度和性能状态,确保旧料在再生混合料中合理利用。

(2) 新添加材料质量直接影响再生混合料性能。新集料应具备足够的强度和耐磨性,严格控制其压碎值、洛杉矶磨耗损失等指标,确保符合热再生施工要求;新沥青需根据旧沥青性能和工程需求选择合适的标号,采用旋转薄膜烘箱试验评估其抗老化性能,通过动态剪切流变试验确定高温性能等级,保障新旧材料融合后的整体性能。(3) 外掺剂的合理使用与质量管控不可或缺。纤维稳定剂可增强混合料的柔韧性和抗疲劳性能,需检测其长度、直径和抗拉强度等参数,保证均匀分散于混合料中;再生剂的选择应基于旧沥青的老化程度,通过实验室试验确定最佳掺量,采用粘度计测定再生剂与旧沥青的融合效果,确保再生沥青性能达到规范标准,提升再生路面的耐久性。

3.2 温度场动态监控

(1) 施工过程中温度场的精确监测依赖于先进的传感技术。在热再生机组作业区域,沿路面纵向和横向合理布设红外温度传感器和热电偶,实时采集路面表面及内部温度数据。红外温度传感器可快速获取路面表面温度分布,热电偶则能深入测量不同深度处的温度,通过无线传输技术将数据实时反馈至监控系统,形成动态温度场分布图。(2) 温度控制策略需根据施工工艺动态调整。加热环节,应确保旧路面均匀升温,避免局部过热或加热不足,通过控制加热设备的功率和行进速度,使路面温度达到预定的软化区间;拌和过程中,精确控制再生混合料的出料温度,保证新旧材料充分融合且沥青

不发生二次老化；摊铺和压实阶段，严格监控混合料温度，确保在适宜的温度范围内完成作业，避免因温度下降过快影响压实效果和路面平整度。（3）温度场数据分析与反馈机制是质量控制的关键。利用大数据分析技术对采集的温度数据进行处理，建立温度变化模型，预测不同施工条件下的温度演变趋势。一旦发现温度异常，系统立即发出预警，并自动调整施工设备参数，如加热功率、摊铺速度等，实现温度场的闭环控制，确保热再生施工在理想的温度条件下进行，提升路面施工质量^[3]。

3.3 工艺参数优化

（1）加热工艺参数直接影响旧路面的软化效果和再生质量。加热设备的类型和组合方式需根据路面状况和施工环境进行选择，如采用红外线加热与热风加热相结合的方式，可提高加热效率和均匀性。通过试验路段确定最佳加热时间和温度梯度，避免过度加热导致沥青老化加剧，同时保证旧路面达到适宜的软化程度，便于后续的铣刨和拌和作业。（2）铣刨和拌和工艺参数的优化对再生混合料质量至关重要。铣刨深度应根据旧路面病害程度和再生设计要求精确控制，确保去除病害层的同时保留足够的可用旧料。拌和过程中，合理调整搅拌时间和转速，保证新旧集料、沥青及外掺剂充分均匀混合。通过实验室试验和现场试拌，确定最佳的拌和配比和工艺参数，使再生混合料的级配、油石比等指标符合设计要求。（3）摊铺和压实工艺参数的合理设置是保障路面平整度和压实度的关键。摊铺速度应与拌和能力和压实设备相匹配，保持匀速连续作业，避免出现摊铺中断或速度波动导致的路面不平整。压实过程中，根据混合料的温度和性能选择合适的压路机类型、压实遍数和压实速度，采用初压、复压和终压相结合的方式，逐步提高路面压实度，确保达到规定的质量标准，提升路面的承载能力和使用寿命。

3.4 设备性能保障

（1）设备的日常维护与保养是保障性能稳定的基础。制定详细的设备维护计划，定期对热再生机组的加热设备、铣刨机、拌和设备、摊铺机和压路机等进行全

面检查和保养。清洁设备内部的积料和灰尘，检查零部件的磨损情况，及时更换磨损严重的部件，如加热管、铣刨刀具、搅拌叶片等，确保设备各部件正常运行，减少故障发生概率。（2）设备的校准与调试是保证施工精度的关键步骤。在施工前，对温度传感器、计量装置、压实度检测仪等关键设备进行校准，确保测量数据的准确性。调试加热设备的功率输出、拌和设备的搅拌速度、摊铺机的摊铺厚度和宽度等参数，使其符合施工工艺要求。通过试机运行，检查设备的运行状态和协同工作能力，及时调整参数，保证设备在最佳性能状态下作业。（3）设备的性能监测与优化贯穿施工全过程。利用设备自带的监测系统和外部检测设备，实时监测设备的运行参数，如加热温度、拌和时间、摊铺速度、压实度等。通过数据分析评估设备性能，当发现设备性能下降或出现异常时，及时进行故障诊断和修复。根据施工经验和技术发展，对设备进行技术改造和升级，优化设备性能，提高施工效率和质量，满足沥青路面热再生施工的高标准要求^[4]。

结语

综上所述，沥青路面热再生施工质量控制需从原材料、温度、工艺、设备等多维度协同发力。通过精准把控各环节要点，有效解决施工中的质量隐患，显著提升再生路面质量。随着新材料、新工艺不断涌现，热再生施工质量控制仍面临新挑战。未来需进一步深化研究，持续完善质量控制体系，以适应道路建设与养护行业的高质量发展需求。

参考文献

- [1]赵雪辉.沥青路面热再生施工技术与质量控制措施分析[J].工程技术研究,2024,9(5):157-160.
- [2]雷邱哲敏.沥青路面热再生施工工艺中的质量控制与管理策略探讨[J].建筑与施工,2024,3(4):161-163.
- [3]李华君.沥青路面就地热再生施工质量研究[J].工程建设与设计,2022(2):139-141.
- [4]张玉鹏.沥青路面就地热再生施工工艺及质量评价研究[J].工程技术研究,2023,8(13):23-25.