

UPAVE-10 改性沥青混合料在国内高速应用性研究资料

王民警

江苏东交智控科技集团股份有限公司, 江苏 南京 210000

[摘要] 本文围绕 SBS 改性沥青 UPAVE-10 在高速公路上面层的施工应用进行系统技术分析。结合长深高速连云港至淮安段扩建工程 LHK-HA21 标段的技术标准, 详细阐述了材料技术要求、施工设备配置、混合料生产与摊铺技术、压实控制工艺、施工缝处理方案以及面层松铺系数控制等关键施工工序。通过科学的配合比设计与规范化施工流程, 确保路面结构性能与使用寿命。研究成果可为类似工程中 UPAVE-10 改性沥青的推广应用提供技术支撑与实践经验。

[关键词] SBS 改性沥青; UPAVE-10; 高速公路; 混合料施工; 压实技术

DOI: 10.33142/ucp.v2i3.16741

中图分类号: U414

文献标识码: A

Research Data on the Application of UPAVE-10 Modified Asphalt Mixture in High Speed in China

WANG Minjing

Jiangsu Easttrans Intelligent Control Technology Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: This article conducts a systematic technical analysis on the construction application of SBS modified asphalt UPAVE-10 in the upper layer of highways. Based on the technical standards of the LHK-HA21 section of the expansion project from Lianyungang to Huai'an on the Changshen Expressway, key construction processes such as material technical requirements, construction equipment configuration, mixture production and paving technology, compaction control technology, construction joint treatment plan, and surface layer loose paving coefficient control are elaborated in detail. By scientifically designing mix proportions and standardizing construction processes, the performance and service life of pavement structures are ensured. The research results can provide technical support and practical experience for the promotion and application of UPAVE-10 modified asphalt in similar projects.

Keywords: SBS modified asphalt; UPAVE-10; expressway; mixed material construction; compaction technology

引言

随着高速公路使用性能要求的不断提高, 沥青路面材料性能也随之提升。SBS 改性沥青 UPAVE-10 因其优异的高温稳定性与抗水损能力, 逐渐成为高速公路上面层施工的重要材料。为了确保施工质量和结构耐久性, 需从材料选型、机械配置、配合比设计、施工过程控制等多个方面制定科学合理的施工方案。本文围绕 UPAVE-10 在 LHK-HA21 标段试铺过程中的技术实践, 系统总结了面层施工的关键技术节点, 为今后同类工程提供可靠借鉴。

1 SBS 改性沥青 UPAVE-10 施工材料技术要求

1.1 UPAVE-10 改性沥青混合料性能控制指标

UPAVE-10 是一种热拌型 SBS 改性沥青材料, 其主要应用于高速公路面层施工中, 对保障路面结构的高温稳定性、抗车辙性能及长期耐久性具有关键意义。其混合料性能指标要求如下表 1:

其中关键的高温性能指标为 60℃ 车辙动稳定度, 属于评估沥青混合料抗车辙能力的重要参数。UPAVE-10 经过室内轮碾试验检测, 结果显著优于技术要求 6000 次/mm 的最低标准, 其检测值分别为 13491.6、12283.9 和 15876.1 次/mm, 平均值达到 13884 次/mm, 表明材料具有极强的抗永久变形能力, 适用于重载交通环境下的路面结构设计。如图 1 所示:

表 1 SBS 改性沥青 UPAVE-10 混合料性能检验技术要求

项次	检验项目	技术要求	试验方法
1	60℃ 动稳定度	≥ 6000 次/mm	JTG E20-2011 T9719
2	残留稳定度	$\geq 85\%$	JTG E20-2011 T0709
3	冻融劈裂试验残留强度比	$\geq 80\%$	JTG E20-2011 T0729
4	小梁低温抗裂试验的弯曲破坏应变	$\geq 2500\mu\epsilon$	JTG E20-2011 T0715
5	谢伦堡沥青析漏试验的混合料损失	$\leq 0.1\%$	JTG E20-2011 T0732



图 1 UPAVE-10 沥青混合料车辙

1.2 矿料级配与性能指标要求

矿料作为沥青混合料骨架结构的核心,其粒径组成和物理性质直接影响路面的力学性能和表层密实度。UPAVE-10 适配的矿料组合一般采用连续级配设计,以实现较高的压实密度和良好的骨架嵌挤结构。粗集料粒径需控制在 13.2mm 以内,细集料和矿粉按比例分布,确保填充均匀、级配合理。性能方面,粗集料的压碎值应控制在 $\leq 20\%$,以提高抗压强度。吸水率需小于 2.0%,以减少混合料的水损害风险。针片状颗粒含量应小于 15%,以保证骨架结构的稳定性与抗剪切性能。对于细集料,石粉含量不宜超过 7%,且需满足塑性指数 < 4 的技术要求,确保黏结性能和施工性。矿料需经筛分试验严格控制级配曲线,并结合施工现场试拌情况,动态调整比例。采用人工筛分与机械称量结合的方式,提高施工过程中混合料的稳定性和一致性,确保拌合均匀、摊铺成型顺畅。

1.3 添加剂的使用与质量控制

UPAVE-10 改性沥青混合料中添加了复合增效剂作为核心组分,其掺量控制在矿料质量的 0.3%~0.45%,在提高混合料高温稳定性的同时,还具备一定的温拌效果。

该复合增效剂为白色粉末状物质,依据技术标准,其外观应为白色或黄色粉末;熔点应控制在 $125^{\circ}\text{C} \sim 145^{\circ}\text{C}$ 范围内,软化点控制在 $120^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$,密度为 $0.9 \sim 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。检测结果表明,该材料的熔点为 141.6°C ,软化点为 132.0°C ,密度为 $0.982\text{g}/\text{cm}^3$,全部指标符合要求,保障了其在热拌状态下的良好分散性与稳定性。

为进一步提升 UPAVE-10 混合料的施工性能与使用耐久性,可选用适量添加剂增强其抗水损、抗老化和流动稳定性。常见添加剂包括抗剥落剂、纤维稳定剂等。抗剥落剂的加入比例一般为混合料总质量的 0.3%~0.5%,主要改善沥青与矿料的黏结性能,有效抵抗雨水冲刷引起的剥落。纤维稳定剂常用于控制混合料在高温状态下的流动变形,其掺量控制在 0.3%以内。所有添加剂均需在施工前通过配合比验证试验确定用量范围,禁止施工现场随意更改。为防止计量误差,添加剂投料应采用自动计量系统,并设置监控装置,确保每一批次混合料均满足配比准确、分布均匀的质量控制目标。

2 施工准备与配合比设计方案

2.1 目标配合比与生产配合比设计流程

目标配合比的设计是确保 UPAVE-10 混合料性能达标的关键前提,其设计需综合考虑交通荷载、气候条件、材料特性与施工工艺。在正式配合比设计前,需完成各原材料的物理性能、沥青与集料相容性测试。设计单位根据设计等级和结构层类型,首先设定目标空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度等指标范围,再利用马歇尔试验法进行初步配比设计,通过多个试样比对分析,最终选定最优目标配合比。生产配合比则是在目标配合比基础上,根据拌合

站设备实际条件进行适配微调。调试过程中需反复验证称量系统的精度,确保油石比、矿料比例与设计值的偏差控制在允许范围内。正式生产前应进行最少 3 组以上生产验证拌合,并与目标配合比进行技术指标对比,如稳定度、流值、密度等,确保其与目标配合比的各项指标差异不超过 3%。目标配合比与生产配合比调整完成后,需报监理单位审批备案。

2.2 原材料检验与级配调整技术

原材料进场后必须开展系统检验,确保其技术参数与设计要求一致。粗细集料、水泥、矿粉、SBS 改性沥青、各类添加剂均须具备合格质保文件,并在实验室内进行复检。检验项目包括粒径组成、压碎值、针片状含量、吸水率等指标。改性沥青则需进行软化点、针入度、延度、弹性恢复等关键性能试验。

其中,UPAVE-10 改性沥青混合料配合比中矿粉用量对混合料级配及体积指标影响明显。为了进一步优化路用性能,对现级配比例作出必要调整,建议适当增加骨料和矿粉用量,以满足沥青包裹性和结构稳定性要求。具体控制建议如下:0.075mm 通过率宜大于 7%,以提升矿粉填充能力;4.75mm 通过率控制在 42%以内,防止中间级配过饱;9.5mm 通过率则宜控制在 95%左右,以确保粗集料骨架稳定。

级配调整基于试验筛分结果进行,采用“目标级配曲线+容许变动范围”的双控制方式。筛分采用机械振动筛及电子称量仪,UPAVE-10 改性沥青混合料配合比矿粉用量对混合料级配及体积指标影响明显。筛分孔径涵盖 0.075mm~13.2mm 区间,筛分数据应每日记录汇总分析。若发现实际级配偏离目标范围,及时调整储料仓投料比例,确保混合料整体结构持续稳定。施工现场设置暂存区、堆放防护层,避免原材料交叉污染及含水率波动。若矿料含水率高于 2%,则需强制烘干后再用于配合比生产,避免沥青包裹不均或质量失控。

2.3 试拌拌和工艺与数据采集方法

在正式生产前进行的试拌,是评估配合比施工适应性的重要环节。试拌应在实际拌合站设备下进行,每批次拌合时间、投料顺序、拌合温度需按标准执行。UPAVE-10 适宜的拌合温度为 $160 \sim 170^{\circ}\text{C}$,矿料加热温度应控制在 $180 \sim 185^{\circ}\text{C}$ 之间,依次将骨料+复合增效剂+矿粉投放干拌 10s,加入沥青后湿拌 40s,生产周期控制在 70s 左右。每次试拌完成后,取样进行马歇尔稳定度、流值、理论最大密度、劈裂强度等试验,现场用红外测温仪和热成像仪确认料温分布均匀性。采样过程按照“五点取样法”进行,样品数量不少于 3 组,保证数据具代表性。同时,通过数据采集仪实时记录拌合机主轴转速、出料时间、沥青泵计量、各矿料称量过程,建立完整的拌合生产数据台账。试拌合格后,由质量负责人组织审核各项技术参数与试验结

果, 签署书面确认单, 方可进入大批量拌合阶段。若数据不一致或偏差超限, 应重新调整油石比或级配参数, 直至各项指标满足规范要求。

3 混合料摊铺与压实工艺要点

3.1 摊铺设备配置与摊铺厚度控制

UPAVE-10 改性沥青混合料的摊铺作业需采用双机联铺作业模式, 配置一台主摊铺机与一台辅助摊铺机, 确保摊铺作业连续进行, 摊铺宽度一致、接缝紧密对接。主摊铺机应选用具备高精度熨平板控制系统的智能设备, 系统应支持自动找平功能与横坡自动调节, 提升施工智能化水平, 有效控制路面平整度在 $\leq 0.8\text{mm}$ 以内, 满足高速公路技术标准要求。为促进混合料初步压实并提升摊铺均匀性, 摊铺机夯锤的振捣频率设定为 60%, 以保证路面初始压实度不小于 85%。摊铺厚度根据结构层设计厚度确定, 通常控制在 30~40mm 范围内, 为确保施工厚度符合设计要求, 施工现场需每隔 10m 设置一个厚度检测点, 使用人工钻芯法进行验证检测, 防止局部过厚或过薄。摊铺速度方面, 应保持在 2.5~4.5m/min 之间, 既要保证摊铺连续性, 又需避免速度过快造成料流不均、局部高差或接缝错台。为防止低温沥青黏附熨平板导致厚度误差或施工不稳定, 摊铺作业前应将熨平板充分预热, 温度控制在 120℃以上, 确保混合料在摊铺过程中保持良好流动性和成型性。

3.2 压实温度、遍数与碾压类型选择

压实作业是决定路面结构密实性和使用寿命的核心环节, 需合理配置压路机组。建议采用“1 台双钢轮振动压路机+1 台胶轮压路机+1 台静碾机”的组合方式, 依次完成初压、复压与终压作业。碾压总体遵循由低到高、先慢后快, 先静压后振动、纵向进退、高频低幅循环碾压原则, 不得漏压超压。初压温度控制在 150~160℃, 利用钢轮震动压路机进行 2~3 遍碾压, 振幅 2mm、频率 45Hz, 主要作用是快速稳定结构。复压阶段温度控制在 130~140℃, 采用胶轮压路机碾压 2~3 遍, 其高接触压强可有效封闭表面微孔, 增加密实度。终压温度降至 110~120℃, 采用静碾碾压 1~2 遍, 以提高表面光洁度及密实性。总碾压遍数应控制在 6~8 遍之间, 确保混合料充分压实不发生横向移动或油脂上浮。胶轮压路机的胎压标准值设置为 6bar, 同一作业面胶轮压路机胎压要一致, 同一压力机胎压差不超过 0.35bar。

3.3 面层松铺系数与碾压密实度控制方法

面层松铺系数是评估混合料摊铺后压实收缩程度的重要指标, 直接影响最终压实厚度与结构一致性。UPAVE-10 混合料推荐松铺系数范围为 1.15~1.25, 具体取值应结合矿料粒径、沥青用量与摊铺温度进行微调。实际施工中, 通过实测未压实厚度与设计压实厚度的比值计算获得, 误差控制在 ± 0.02 内。压实密实度的目标值需达到 $\geq 98\%$, 检测方法以钻芯法为主, 每 200m 布设 1 个钻

芯点。芯样须具备完整结构与规整边缘, 否则需重新取样。所有芯样密实度应统一回测, 并与标准密度比对分析。若局部密实度不足, 可针对性增加碾压遍数, 或调整压实设备的碾压重叠宽度。

4 施工缝处理与质量技术指标检测

4.1 施工缝处理

施工缝是高速公路路面施工中不可避免的结构接口, 为避免结构弱化与裂缝反射, 必须采用科学的切割与热处理技术加以处置。

纵缝在摊铺机梯队摊铺时, 应在前部已摊铺混合料部分留下 10cm~20cm 宽暂不碾压作为后高程基准面, 并有 5cm~10cm 左右的摊铺层重叠, 以热接缝形式在最后一跨接缝碾压以消除缝迹。

横向施工缝多由机械停止运行或施工中断造成, 切割线必须垂直于行车方向, 采用水冷金刚石锯进行整齐切边。横向平整度检测采用 3m 直尺, 在典型段落设置 16 个断面, 每个断面连续测量 5 尺, 测得最小值为 0.5mm, 最大值为 1.5mm, 符合施工验收要求 ($\leq 0.8\text{mm}$) 和《JTG 3450-2019 T0932》标准。

为提升施工缝沥青间的黏结性能, 摊铺前应使用热风喷枪或燃气火焰喷烧设备对施工缝侧壁进行高温处理, 加热温度保持在 160~180℃之间, 确保原有沥青表面充分活化。随后, 需立即喷洒专用接缝油, 喷洒量控制在 0.3~0.5L/m² 之间, 有效防止接缝处产生空隙、冷缝或脱层等问题, 提升接缝质量和整体路面耐久性。

4.2 质量控制与评估方法

为客观评价 UPAVE-10 沥青上面层的施工质量, 需建立一套完善的技术指标达标率分析体系, 覆盖施工全流程的关键质量控制项目。各项检测数据应每日汇总、分段整理, 并据此计算每日与各施工段的达标率。通过趋势分析法识别潜在的波动风险点, 为早期质量预警提供依据。

在碾压控制方面, 应通过缩短碾压长度以保障压实过程中温度满足施工要求, 防止冷料压实效率下降。现场压实度应控制在 93%~97%之间, 低于此范围将影响结构密实性, 高于则可能导致沥青溢出或结构破坏。

构造深度方面, 依据《JTG 3450-2019 T0961》规范, 实测值应不低于 0.55mm, 以确保表面抗滑能力和构造骨架稳定性。在抗滑性能方面, 现场使用摆式摩擦系数仪检测, 摆值要求不低于 45VBPN, 验收使用横向力系数检测车检测, 横向力系数 SFC 要求不低于 54。以保障路表抗滑性能满足运营安全需求。

平整度分为横向平整度及纵向平整度双向控制, 纵向平整度使用八轮仪检测, 依据江苏省地方标准《高速公路沥青路面施工技术规范》要求上面层纵向平整度不大于 0.8mm。横向平整度采用 3m 直尺检测, 作为项目内控指标上面层横向平整度不大于 4mm。

质量评估采用“分项打分+综合评分”模式，每项关键指标设定满分10分，依据实测数据与标准值的偏离程度进行评分。综合得分90分及以上为优良，80~89分为合格，低于80分需限期整改。若连续两天某项指标达标率低于90%，判定为系统性质量隐患，需由质量管理团队组织专题分析与方案调整。

所有检测原始数据、日统计报表、问题汇总与整改建议应统一归档至施工质量数据库，形成闭环可追溯的质量管理链条。最终质量评估结果还将作为施工单位绩效考核的重要依据，提升质量控制的严谨性与责任落实。

5 结语

UPAVE-10 作为高性能 SBS 改性沥青材料，在高速公路上面层应用中展现出良好的结构适应性和施工可控性。通过系统的施工准备、精准的配合比设计、严密的摊铺压实控制以及科学的质量检测手段，能显著提升路面耐久性与服务性能。本文总结的各项关键施工技术，对推动 UPAVE-10 材料在全国高速公路建设中的推广具有重要

指导意义。未来，应进一步优化相关技术参数，形成更具系统性和适应性的技术标准体系。

[参考文献]

- [1]马乃富,陈耀辉,杜川,等.高黏韧复合改性沥青及其混合料路用性能研究[J/OL].武汉理工大学学报(交通科学与工程版):1-11[2025-04-30].
- [2]王洪伟.阻燃 SBS 改性沥青混合料阻燃及路用性能研究[J].合成材料老化与应用,2025,54(2):53-56.
- [3]吴昊,柳福修.不同改性沥青对钢渣沥青混合料性能的影响[J].合成材料老化与应用,2025,54(2):29-31.
- [4]杨朝旭,涂慧慧,张畅,等.垃圾焚烧灰改性沥青混合料性能研究[J].合成材料老化与应用,2025,54(2):35-38.
- [5]蒋定,陈鹏.聚氨酯复合改性沥青混合料路用性能评价[J].湖南交通科技,2025,51(1):114-117.

作者简介：王民警（1993.4—），单位名称：江苏东交智控科技股份有限公司，毕业学校和专业：江苏科技大学-土木工程。