

PA-13 排水路面施工质量控制关键技术研究

刘又诚

(四川省交通建设集团有限责任公司, 四川 成都 610000)

摘要 PA-13(排水沥青混合料)排水路面为骨架—空隙结构,大空隙结构具有高排水性能,能有效解决雨天路面水膜问题,提升行车安全,在多雨的四川地区具有重要的工程应用价值。本文依托四川地区某高速公路工程,从原材料优选、摊铺压实工艺控制、接缝处理多个维度分析总结PA-13排水路面施工关键技术,针对性提出材料全流程管控、施工过程动态监测、作业人员专项培训、第三方检测核验等多项质量控制措施,并通过排水性能、结构性能及使用效果验证了技术的可靠性,旨在为四川地区类似PA-13排水路面工程提供实践参考。

关键词 PA-13排水路面;施工质量控制;材料管控;混合料拌和;排水性能

中图分类号:U416

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.32.038

0 引言

四川地区属于亚热带季风气候,年降雨量充沛且集中在夏季,普通密实型路面无法将雨水通过路拱横坡在短时间内排出路面,雨天路面极易形成水膜,导致车轮抗滑性能下降,增加行车安全隐患^[1]。PA-13排水路面作为典型的开级配沥青路面,通过特殊集料级配形成18%~25%的连通空隙,能快速排出路面表层雨水,从根本上解决水膜问题,同时具备降噪、抗车辙、防眩光等优势,成为四川地区公路工程建设的优选方案。然而,PA-13排水路面施工对材料性能、工艺参数要求远高于传统密级配沥青路面,四川地区多雨的施工环境、复杂的运输条件进一步增加质量控制难度^[2]。基于此,本文依托四川地区某高速公路工程,聚焦PA-13排水路面施工质量控制关键技术,通过分析总结技术要点与管控措施,为同类工程提供可参考的实践经验,推动PA-13排水路面在多雨山区公路中的高质量应用。

1 工程概况

案例工程为四川地区某高速公路项目,路段全长35.381 km,设计为双向八车道,路基宽度42 m,全线上面层采用PA-13排水路面,设计使用寿命15年。该路段包含约33.5 km连续高架桥,为川内首个连续高架桥超宽幅排水沥青路面,日均交通量约50 000 pcu,主要承担区域客运与货运任务。

PA-13排水路面结构自上而下设计为:4 cm厚PA-13排水沥青上面层、6 cm厚AC-20C密级配改性沥青中面层、8 cm厚AC-20C密级配普通沥青下面层、20 cm厚水泥稳定碎石基层、18 cm厚水泥稳定碎石上底基层、18 cm厚水泥稳定碎石下底基层、15 cm厚级配碎石

路基改善层。其中PA-13排水沥青上面层设计空隙率18%~25%,渗水系数不低于5 000 mL/min,马歇尔稳定度不低于5.0 kN,车辙高温动稳定度不低于5 000次/min,适配四川多雨及重载交通需求。

2 PA-13 排水路面施工关键技术

2.1 材料优选与预处理技术

PA-13排水路面的材料性能直接决定路面排水与耐久性能,需重点控制沥青、集料与填料的选型及预处理。沥青选用高黏度改性沥青,其是由SBS改性沥青与PAT-1高黏度改性剂按照质量比92:8的比例改性而成,技术指标满足:

一是60℃动力黏度不低于200 000 Pa·s,170℃运动黏度不低于3.0 Pa·s,软化点不低于90℃,低温延度5℃不低于30 cm,确保在四川多雨高温环境下具备抗水损害、抗车辙与抗老化能力。

二是粗集料选用新鲜、坚硬、耐磨、洁净的玄武岩,压碎值不超过18%,洛杉矶磨耗损失不超过20%,针片状含量不超过10%,水洗法小于0.075 mm的粉尘含量不超过1%,避免粉尘堵塞空隙影响排水。

三是细集料采用颗粒饱满、粉尘含量低的机制砂,满足0.075 mm的通过率不得超过10%,热仓细料中0.075 mm不得大于3%。

四是填料选用石灰岩矿粉,矿粉必须保持干燥,能从填料仓自由流出,表观密度不低于2.50 g/cm³,亲水系数不超过1,塑性指数不超过4%。

材料预处理阶段,集料需在加热滚筒中烘干,含水率不超过0.5%,并预热至185~210℃;改性沥青加热温度控制在160~170℃,避免高温老化;矿粉

需干燥储存,使用前过 0.075 mm 筛网去除结块,确保混合料拌和均匀。

2.2 混合料拌和与运输控制技术

PA-13 排水路面混合料拌和时应严格监控温度和时间,防止出现集料分离和沥青老化现象。采用阶段式沥青混合炉,搅拌程序包括首先加入砾石与纤维干拌 15 s,接着实施“沥青+粘合剂”的添加,之后投入矿粉,当矿粉全部加入后,搅拌不少于 35 s,每批次生产周期不少于 60 s,以确保沥青均匀覆盖在砾石表面,避免出现未包裹的砾石或聚集成团的现象;混合物的出厂温度需维持在 170~185℃之间,温度超出 195℃或低于 165℃的混合物应予以废弃,以防温度过高导致沥青老化,以及温度过低影响摊铺压实效果。

采用车况优良的大吨位自卸运输车辆进行运输,车辆数量需与拌和楼生产能力和现场摊铺能力相协调,并保持适度富余,确保施工过程中摊铺机前始终有 3 至 5 辆待卸料车辆,以实现连续摊铺作业。

运输车的底盘和侧面需保持干净,在装载物料前应均匀涂抹一层薄薄的脱模剂,禁止使用柴油作为脱模剂,并确保底盘无积水情况。

排水沥青混合料拥有较高的孔隙度,热能释放迅速,为了防止混合料受到污染、雨水侵蚀和热能过度损耗,运输车辆均配备有篷布和棉絮;提前规划运输路径和时间,避开交通拥堵路段和时间,确保混合料运输的时效性,每辆车都配备有温度监测器,到达现场后由专人检测温度,混合料到场温度不得低于 165℃,不合格的混合料不允许卸料;卸料时,运输车需要缓慢而均匀地卸料,避免紧急刹车导致混合料分离,同时摊铺机的料斗应保持 2/3 以上的装载量,以减少因摊铺机频繁收斗引起的混合料分离^[3]。

2.3 精准摊铺与分层压实技术

该项目设计为双向八车道,为确保纵向接缝施工品质,采用两部履带式直线摊铺机以行列方式协同操作,两台机器之间的作业距离控制在 5~10 m 之间。为保证铺设表面平整,配备自动找平系统的摊铺机在直线路段的施工速度控制在 2.0~2.5 m/min,在弯道或特殊路段则降至 1~2 m/min,以确保摊铺机持续前进,避免出现等待物料的情况。铺展前需对加热平板进行预热,确保其温度不低于 110℃;摊铺时的温度应维持在 160~170℃之间。必须保证加热平板拼接紧密,不允许有空隙,以防颗粒物进入形成条痕。同时,应指派专人检查摊铺层表面,及时清除出现的离析物料,并用符合标准的物料补充。

排水路面拥有 18%~25% 的高孔隙率,其粗集料

多为点对点接触,这种构造便于压实,但碾压过度或过重可能导致粗集料嵌挤界面破损及骨架结构不稳定;反之,碾压不足或过轻则可能造成压实度不够、孔隙过大、耐久性降低等问题。因此,需严格掌控混合物的均匀压实,通过多轮碾压确保颗粒稳定,以提升路面品质与耐用性。本项目结合同类工程实践经验并通过试验段实施,确立“初步压实—重复压实—最终压实”的三阶段碾压工艺:

1. 初步压实环节,采用 13 t 级双钢轮压路机实施静态压实,压实速度为 2~3 km/h,压实 5 次,温度维持在 150~165℃,主要目的是稳定混合料、防止位移。

2. 重复压实阶段,选用 20 t 级胶轮压路机,压实速度调整为 3~5 km/h,完成 1 次压实,温度控制在 80~100℃,通过胶轮轮胎的柔韧性加强沥青与集料的粘结力,促进表面粗集料在上层进一步紧密排列与稳固连接,降低集料散失风险。

3. 最终压实阶段,继续使用 13 t 级双钢轮压路机,压实速度设定为 4~6 km/h,完成 1 次压实,确保路面平整无痕迹。压实过程中,严禁压路机在摊铺面上转向、调头、停车;对于大型压路机难以覆盖的边缘和角落部位,采用 1~2 t 的小型振动压路机辅助压实。

2.4 接缝与边缘防水处理技术

确保接缝处不发生雨水渗透至底层是关键步骤。纵向接缝采取热连接方法,施工时,摊铺机在梯队作业前会在纵缝处留下 10~20 cm 宽的混合料暂不压实,以此作为后续摊铺部分的高度参考面,最后通过跨越缝进行碾压,以达到消除痕迹的效果,碾压温度需保持在 130℃以上。横向接缝则采用平滑对接的方式,切割位置应垂直于道路中心线,并清除松散的材料。接着涂抹乳化沥青黏合剂,用量控制在 0.3~0.5 kg/m²。在进行新混合料摊铺前,预热接缝区域,温度不得低于 100℃。碾压时,先沿横向从已压实的混合料开始向新铺的部分进行,首次碾压深度为 15 cm,随后每次推进 15~20 cm,直至碾压轮完全覆盖新铺层。最后,转为纵向碾压,以确保接缝处的压实度和平整度符合标准。

由于四川地区多雨环境,因此必须做好路面边缘防水。根据本工程连续高架桥特点,通过在桥面超高侧护栏边部铺设 L 型立面贴并洒布 1 m 宽改性热沥青,阻止雨水渗入,形成防水屏障;同时防水黏结层分 2 次洒布,洒布后进行渗水检测,防水黏结层材料完全破乳后方可进行上面层施工。

3 PA-13 排水路面施工质量控制措施

3.1 材料全流程管控措施

建立“进场检验—过程抽检—出厂验收”三级材料管控体系。沥青进场时每批次 50 t 为一批检测黏度、软化点、低温延度等指标,并引进红外光谱设备检测改性沥青中改性剂含量;集料每批次 200 t 为一批检测压碎值、粒径级配、粉尘含量等指标;矿粉每批次 50 t 为一批检测表观密度、亲水系数等指标,所有检测需由第三方检测机构见证取样。拌和时要按照规范要求,定时检测混合料的级配参数以及马歇尔试验有关指标,还要把各个筛孔的通过率详细记录下来:13.2 mm 筛孔大概 95%,9.5 mm 筛孔是 59%,4.75 mm 筛孔通过率约 19%,2.36 mm 筛孔通过率约 16%,1.18 mm 筛孔通过率约 13%,0.6 mm 筛孔通过率约 9%,0.3 mm 筛孔通过率约 7%,0.15 mm 筛孔通过率约 6%,至于 0.075 mm 筛孔通过率 5%;稳定度、流值、空隙率需达标。混合料出厂前每车检测温度与外观,不合格混合料严禁出场,同时建立材料追溯台账,记录每批次材料的进场时间、使用路段、检测结果,实现质量可追溯。

3.2 施工过程动态监测措施

依托信息化设备实现施工过程实时监测,摊铺阶段采用红外测温仪每 50 m 检测 1 个点监测摊铺温度,使用平整度仪每 100 m 检测 1 次监测摊铺平整度;压实阶段采用压实度检测仪每 200 m 检测 1 个点监测压实度,使用渗水仪每 200 m 检测 1 个点监测渗水系数,同时在路段关键位置弯道、坡道设置固定监测点,每小时记录温度、压实度数据;高湿度天气时,增加监测频次为每 20 m 检测 1 次温度,每 100 m 检测 1 次压实度,并根据监测数据调整施工参数,如降雨时暂停摊铺,雨后检测基层含水率不超过 3% 后方可复工,确保施工质量不受天气影响^[4]。

3.3 第三方检测与验收核验措施

引入第三方检测机构开展全过程质量核验,施工前核验料场材料沥青、集料、矿粉的检测报告,确保材料符合设计要求;施工中随机抽检混合料级配、压实度、渗水系数,检测点需覆盖全路段弯道、坡道等关键路段增加抽检比例;完工后开展竣工验收检测,检测项目包括:路面平整度标准差 σ 值不超过 1.2 mm、压实度不低于 98%、渗水系数不低于 5 000 mL/min 等指标,所有检测项目合格后方可通车;同时建立质量缺陷整改机制,对检测发现的问题如局部渗水系数不足,由施工单位制定整改方案如局部铣刨重铺,整改后由第三方复检,确保验收质量达标^[5]。

4 效果分析

四川地区某高速公路工程通车以来,通过交通流量监测与路面状况调查,实际使用效果显著:

一是雨天行车安全提升,雨天路表面无明显水膜和水雾,驾驶视线良好,无因路面水膜导致的追尾、侧滑事故。

二是路面耐久性良好,通车近 1 年路面无明显沥青剥落、集料松动现象。

三是维护成本降低,传统密级配路面通车 1 年需开展 2 次大规模清扫与裂缝修补,该工程 PA-13 排水路面仅需每月 1 次常规清扫,维护成本较传统路面降低 40%,验证了 PA-13 排水路面在四川地区的适用性与经济性。

5 结束语

PA-13 排水路面在四川地区公路工程中的应用,需结合当地多雨气候、山区地形特点,从原材料管理、施工工艺控制、施工过程管理三个方面加强管控,突破质量控制难点。本文依托四川地区某高速公路工程,提出的优选原材料技术控制要求、拌和及运输控制方法、精准摊铺压实工艺参数、接缝及边缘防水措施等排水路面施工关键技术,以及材料全流程管控、施工动态监测等过程管理措施,有效解决了 PA-13 排水路面施工中的混合料离析、渗水及压实度不足等问题。工程实践表明,通过采取上述关键技术与管理措施,PA-13 排水路面可实现渗水系数不低于 5 000 mL/min、压实度不低于 98% 的质量目标,通车后雨天行车安全与路面耐久性显著提升。未来,在四川地区类似排水路面工程中,可结合不同雨量区域进一步优化混合料级配,同时引入智能化监测设备如无人机巡检,推动 PA-13 排水路面施工质量控制向更精准、更高效的方向发展,为山区多雨地区公路工程建设提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 谢房军.公路路面施工中的沥青混合料摊铺技术优化[J].汽车周刊,2025(04):89-90.
- [2] 朱乘,张廷睿.沥青混合料面层施工技术在公路路面修复养护施工中的应用要点[J].运输经理世界,2023(15):121-123.
- [3] 常晋妹.公路排水性沥青混凝土路面施工技术研究[J].交通世界,2023(11):47-49.
- [4] 沈安琪.PAC-13排水路面在南方多雨地区高速公路“零坡段”的应用[J].广东公路交通,2021,47(05):5-10.
- [5] 吴方生,朱浩然,段少婵,等.排水沥青路面施工全面质量管理控制[J].交通世界,2021(19):23-25,35.