

道路工程沥青混凝土路面施工技术

郭鑫

天水陆桥交通工程有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i11.17524

[摘要]道路工程沥青混凝土路面施工技术涵盖材料选择、配合比设计、施工准备、拌和运输、摊铺碾压及接缝处理等环节。材料需根据气候、交通条件优选沥青与集料,配合比设计需通过目标、生产及验证三阶段确定最佳参数。施工时需严格把控基层处理、拌和温度、摊铺速度及碾压工艺,采用“初压轻、复压重、终压光”原则,并注重接缝处理与质量检测,确保路面平整、密实、耐久,满足交通需求。

[关键词]道路工程;沥青混凝土路面;施工技术

中图分类号:U146.217 文献标识码:A

Asphalt Concrete Pavement Construction Technology in Road Engineering

Xin Guo

Tianshui Luqiao Transportation Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Asphalt concrete pavement construction technology in road engineering encompasses material selection, mix design, construction preparation, mixing and transportation, paving and compaction, and joint treatment. Materials must be optimized based on climate and traffic conditions, involving the selection of asphalt and aggregates, while mix design requires determining optimal parameters through three stages: target mix design, production mix design, and verification. During construction, strict control is essential for subgrade treatment, mixing temperature, paving speed, and compaction processes. The principle of "initial compaction for shaping, intermediate compaction for density, and final compaction for surface finish" should be followed, with emphasis on joint treatment and quality inspection. These measures ensure the pavement is smooth, dense, durable, and meets traffic demands.

[Key words] Road Engineering; Asphalt Concrete Pavement; Construction Technology

引言

在交通基础设施建设中,沥青混凝土路面凭借其平整耐久、行车舒适、维护便捷等优势,成为城市道路及高速公路的主流结构形式。然而,其施工质量受材料性能、配合比设计、施工工艺及环境条件等多因素影响,任何环节的偏差均可能导致裂缝、车辙、泛油等病害,缩短路面使用寿命。本文系统阐述沥青混凝土路面施工的关键技术,从材料选择、配合比优化、施工准备、拌和运输到摊铺碾压等全流程进行深入分析,为提升路面施工质量提供技术参考。

1 道路工程沥青混凝土路面材料特性与配合比设计

1.1 原材料选择与性能要求

(1)沥青类型需结合工程环境与性能需求选择:基质沥青适用于普通公路,需满足针入度、软化点、延度等基础指标,保证低温抗裂与高温稳定性;改性沥青通过添加聚合物等改性剂提升性能,如SBS改性沥青可显著增强抗车辙能力与耐久性,适用于重载交通或恶劣气候路段,需额外检测弹性恢复率、低温弯曲

应变等指标。(2)集料级配决定路面结构强度,粗集料需具备高抗压强度(压碎值≤26%)、良好棱角性(洛杉矶磨耗损失≤28%),确保骨架支撑作用;细集料应控制砂当量≥60%,减少泥质含量影响黏结性;矿粉需采用石灰岩磨制,比表面积宜为300~450m²/kg,保证与沥青的吸附性,同时严格限制含水率≤1%。

1.2 配合比设计方法

(1)马歇尔设计法以马歇尔稳定度、流值为核心指标,操作简便但未充分考虑高温车辙问题,适用于中轻交通路段;Superpave设计法基于体积设计理念,通过旋转压实仪模拟现场压实,引入动态稳定度、体积指标(空隙率、矿料间隙率)等参数,更贴合重载交通需求,但试验设备要求高、周期长。(2)级配优化需遵循“骨架密实型”原则,通过调整粗细集料比例,使级配曲线贴合设计规范中值,避免出现驼峰或断级配;体积指标控制方面,空隙率宜为3%~6%(密级配),矿料间隙率≥17%,确保沥青膜厚度与混合料密实性平衡^[1]。

1.3 配合比验证与调整

(1) 实验室试验需开展高温车辙试验(动稳定度 ≥ 3000 次/mm)、低温弯曲试验(破坏应变 $\geq 2500 \mu\epsilon$)、水稳定性试验(残留稳定度 $\geq 85\%$),验证混合料力学性能是否达标,若指标不合格,需调整沥青用量或集料级配(如增加粗集料比例提升稳定性)。(2) 现场适应性分析需对比室内与现场压实度(现场压实度 $\geq 96\%$)、空隙率差异,观察摊铺后路面是否出现离析、推移等问题,结合气候条件(如多雨地区需强化水稳定性)与交通量,最终确定最优配合比参数。

2 道路工程沥青混凝土路面施工关键技术

2.1 施工前准备

(1) 基层处理需先清除表面浮尘、杂物及松散颗粒,对裂缝采用灌缝胶填充,坑洼处用同级配碎石修补;验收需满足平整度(3m直尺测量偏差 $\leq 5\text{mm}$)、压实度($\geq 97\%$)、强度(7d无侧限抗压强度 $\geq 3\text{MPa}$)标准,同时检测基层含水率($\leq 3\%$),避免含水率过高导致沥青面层起鼓。(2) 施工机械选型需匹配工程规模,摊铺机优先选用履带式(如ABG8820),确保摊铺稳定性,其熨平板宽度需根据路面宽度拼接(单幅宽度 $\leq 6\text{m}$ 时宜用单机);压路机配置遵循“初压轻、复压重、终压光”原则,初压选用双钢轮压路机(吨位8-10t),复压用胶轮压路机(吨位20-25t),终压用双钢轮压路机(吨位10-12t);调试时需校准摊铺机螺旋布料器转速(与摊铺速度匹配,通常10-15r/min)、压路机碾压速度(初压2-3km/h)及振动频率(复压30-50Hz)。

2.2 沥青混合料拌和与运输

(1) 拌和工艺参数需严格把控,基质沥青加热温度150-170°C,改性沥青160-180°C,集料加热温度比沥青高10-20°C;干拌时间5-10s,湿拌时间30-50s,确保混合料均匀无花白料;出厂温度需监控,基质沥青混合料140-160°C,改性沥青混合料160-180°C,超温(超过上限20°C)或低温(低于下限10°C)料严禁使用^[2]。(2) 运输需选用15-25t自卸车,车厢需提前涂刷薄层隔离剂(严禁使用柴油),并覆盖保温棉被;装料时采用“前-后-中”三次装料法,减少离析;运输时间需控制,常温下 $\leq 30\text{min}$,高温或远距离运输时需缩短至20min内;到场后需检测温度,基质沥青混合料 $\geq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$,改性沥青混合料 $\geq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$,温度不足需退回重新加热。

2.3 摊铺与碾压工艺

(1) 摊铺速度控制在2-4m/min,保持匀速连续摊铺,避免停机待料;摊铺温度与出厂温度匹配,基质沥青混合料 $\geq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$,改性沥青混合料 $\geq 140\text{ }^{\circ}\text{C}$;摊铺厚度需根据压实系数(通常1.15-1.30)计算,采用非接触式平衡梁控制平整度,偏差 $\leq 3\text{mm}$ 。(2) 碾压组合需分阶段进行,初压紧跟摊铺机,双钢轮压路机静压1-2遍,温度基质沥青混合料 $\geq 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、改性沥青混合料 $\geq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$;复压采用胶轮压路机碾压4-6遍,或双钢轮压路机振动碾压3-4遍,温度基质沥青混合料 $\geq 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、改性沥青混合料 $\geq 110\text{ }^{\circ}\text{C}$;终压用双钢轮压路机静压2遍,消除轮迹,温度基质沥青混合料 $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、改性沥青混合料 $\geq 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。(3) 特殊路段施工中,弯道处需调整摊铺机速度(内侧慢、外侧快),压路机碾压时从弯道内侧向

外侧推进,避免推移;交叉口采用“扇形摊铺”,接缝处需切割成垂直面,涂刷沥青黏层油;纵向接缝需错开车道中心线,横向接缝需与路面中心线垂直,碾压时先跨缝碾压再向新铺层推进^[3]。

2.4 施工环境控制

(1) 温度低于10°C时严禁施工,高于35°C需调整施工时间(避开正午),并对集料洒水降温;湿度大于85%或风速超过5m/s时,需采取防风棚、喷雾降尘(湿度适中时)措施,避免混合料表面快速失水;高温大风天气易导致摊铺温度下降过快,需缩短运输时间,增加保温措施。(2) 雨季施工需提前关注天气预报,储备防雨棚、彩条布等物资;施工中遇降雨,需立即停止摊铺,已摊铺未碾压的混合料需覆盖防雨,雨后检测基层含水率,超标需晾晒;若混合料被雨水浸泡,需全部铲除重新摊铺,避免影响路面强度与耐久性。

3 道路工程沥青混凝土路面施工质量控制与检测

3.1 施工过程质量控制要点

(1) 原材料质量抽检需常态化,沥青每批次($\leq 100\text{t}$)检测针入度、软化点等指标,集料每500t检测压碎值、砂当量,矿粉每200t检测比表面积,不合格材料立即清场;抽检频率随工程进度递增,高峰期需增加抽检次数,确保原材料稳定。(2) 混合料性能检测需同步跟进,每台班(8h)至少做1组马歇尔试验,检测稳定度($\geq 8\text{kN}$)、流值(20-40(0.1mm))、空隙率(3%-6%),指标超标时需调整配合比;同时检测马歇尔残留稳定度($\geq 85\%$),保障水稳定性。(3) 现场压实度采用连续监测,每1000m²至少测3点,用灌砂法或核子密度仪检测,要求 $\geq 96\%$;平整度用3m直尺或连续式平整度仪监测,每车道每100m测3处,最大间隙 $\leq 5\text{mm}$,发现异常立即调整摊铺或碾压参数^[4]。

3.2 质量检测方法与标准

(1) 无损检测技术高效便捷,核子密度仪用于快速测压实度,检测前需用灌砂法校准,误差 $\leq 1\%$;落锤式弯沉仪(FWD)测路面结构强度,每200m测1个断面,计算弯沉值($\leq 20(0.01\text{mm})$),评估承载能力,数据异常需排查基层或面层问题。(2) 钻芯取样是权威验证手段,每2000m²取1个芯样,检测厚度(偏差 $\pm 5\text{mm}$)、压实度($\geq 96\%$)、空隙率(3%-6%);芯样需送实验室复验马歇尔指标,与施工过程数据对比,偏差超10%需追溯原因并整改。

3.3 常见质量问题与防治措施

(1) 病害分析与防治:裂缝(低温收缩或反射裂缝)需在基层设应力吸收层,面层掺抗裂纤维;车辙(高温变形)需用改性沥青,优化级配提高骨架性;泛油(沥青过多)需控制沥青用量,增加矿粉;离析(级配不均)需改进拌和与运输工艺,严控装料和摊铺速度。(2) 预防性养护与修复:日常需定期清扫、灌缝,发现微小裂缝及时用密封胶处理;轻度车辙用微表处修复,深度超10mm需铣刨重铺;泛油路段可撒布石屑吸附excess沥青;修复后需检测压实度和平整度,确保与原路面衔接平顺。

4 道路工程沥青混凝土路面施工技术创新与优化

4.1 新型材料应用

(1)温拌沥青技术通过添加降黏剂(如有机酯类、表面活性剂),使沥青混合料拌和温度降低30~50℃,相比热拌沥青,每立方米可减少燃油消耗15%~20%,碳排放降低25%以上;施工中无需高温加热,减少沥青老化,延长路面使用寿命,同时降低作业环境温度,减少有害气体排放,适配环保型工程需求,尤其适合人口密集区或对碳排放要求高的项目。(2)橡胶沥青以废旧轮胎磨制的橡胶粉为改性剂,掺量通常为沥青质量的15%~20%,可提升路面抗裂性(低温弯曲应变提高30%)和抗老化性,且实现“变废为宝”;再生沥青混合料将铣刨旧沥青路面材料(RAP)破碎筛分后掺入,掺量可达30%~50%,减少天然集料消耗,降低资源开采量,其马歇尔稳定度、流值等指标需满足规范要求,适用于中轻交通路段基层或下面层。

4.2 智能化施工技术

(1)3D摊铺技术基于BIM模型与激光扫描定位,实时采集基层高程数据,自动调整摊铺机熨平板高度,使松铺厚度偏差控制在±2mm内,平整度提升20%以上;无人驾驶压路机搭载激光雷达、毫米波雷达,可按预设路径精准碾压,自动控制碾压速度(2~3km/h)、频率(30~50Hz),避免漏压或过压,压实度合格率达98%以上,减少人工操作误差。(2)物联网监控系统通过在拌和楼、运输车辆、摊铺机、压路机上安装传感器,实时传输混合料温度(拌和、出厂、到场、摊铺温度)、拌和时间、摊铺速度、碾压遍数等数据;后台系统自动分析数据,超限时触发预警(如温度低于标准值时提醒退回),实现施工全流程可视化管控,减少质量隐患,同时留存数据便于后期追溯^[5]。

4.3 绿色施工与可持续发展

(1)废旧沥青路面材料再生利用需建立“铣刨-破碎-筛分-再生”闭环流程,RAP破碎后需去除杂质(如石块、金属),筛分后

按级配要求掺入新集料、沥青,再生混合料需经马歇尔试验验证性能;该技术每公里可减少废旧材料填埋量约500吨,节约集料开采量30%,降低工程成本15%~20%,符合“碳达峰、碳中和”目标。(2)施工噪音控制采用低噪音设备(如电动压路机,噪音降低10~15dB),在居民区设置声屏障(降噪量≥20dB),且避开夜间(22:00~6:00)施工;粉尘控制通过拌和楼安装布袋除尘器(除尘效率≥99%)、运输车辆密闭覆盖、现场洒水(湿度保持60%~70%)或设置雾炮机,减少TSP排放,改善作业环境与周边空气质量。

5 结束语

道路工程沥青混凝土路面施工技术是保障路面质量与使用寿命的核心环节。从材料优选到配合比精准设计,从施工机械合理配置到摊铺碾压工艺严格把控,每一步均需以科学规范为准则。未来,随着新型材料、智能化设备及绿色施工理念的深度应用,施工技术将向更高效、环保、可持续方向迈进。施工人员需持续精进技术,强化全流程质量管控,方能打造出经得起时间考验的优质工程,为交通基础设施高质量发展筑牢根基。

【参考文献】

- [1]杨军卫.刍议市政工程沥青混凝土路面施工技术[J].城市建设理论研究,2025,(01):106~108.
- [2]李雯献.市政道路工程沥青混凝土路面施工技术研究[J].交通世界,2024,(35):79~81.
- [3]黄赫.道路工程沥青混凝土路面施工技术研究[J].运输经理世界,2024,(33):19~21.
- [4]王旭.公路工程沥青混凝土路面施工技术应用研究[J].运输经理世界,2024,(33):31~33.
- [5]董靖宇,朱尚斌.公路工程沥青混凝土路面施工技术研究[J].运输经理世界,2025,(02):26~28.