

# 公路工程沥青混凝土公路施工技术

姜永胜

威海舜盛建设工程有限公司 山东 威海 264400

**摘要：**公路工程沥青混凝土施工技术是道路建设的关键，其涵盖原材料选择、配合比设计、拌和、运输、摊铺及碾压等环节。施工中需严格把控沥青、集料等原材料质量，采用科学配合比，确保拌和温度与时间精准。运输时防离析、保温度，摊铺注重均匀连续，碾压分初压、复压、终压三阶段，严格遵循温度与速度标准。接缝处理精细，以保障路面平整、密实、耐久，提升公路使用性能与安全性。

**关键词：**公路工程；沥青混凝土公路；施工技术

引言：在公路工程建设领域，沥青混凝土路面凭借行车舒适、噪音低、修复便捷等优势，成为广泛应用的路面形式。其施工质量直接关乎公路的使用寿命、行车安全性与舒适性。然而，沥青混凝土公路施工涉及多环节、多因素，从原材料选择到各施工工序的精准控制，任何一处疏忽都可能引发路面病害。深入研究其施工技术，对提升公路建设质量、降低后期维护成本、推动交通基础设施高质量发展意义重大。

## 1 公路工程沥青混凝土施工核心要素分析

### 1.1 原材料质量控制

(1) 沥青：作为胶结料核心，需严格把控黏度、软化点、针入度三大关键指标，其中针入度反映沥青硬度与流动性，软化点决定高温稳定性，黏度直接影响混合料和易性。改性沥青需额外满足PG分级标准，根据工程所在地区气候分区（如高温重载区域选用PG76-22等級），确保高低温性能适配，避免夏季车辙、冬季开裂问题。

(2) 集料：粒径级配需符合规范连续级配要求，通过筛分试验控制各筛孔通过率偏差在允许范围；压碎值应 $\leq 26\%$ （上面层）、 $\leq 28\%$ （中下面层），磨光值 $\geq 42$ （上面层），保障集料力学性能。选材需针对性匹配，玄武岩因高强度、高耐磨特性适用于上面层抗滑构造，石灰岩质地坚硬且与沥青黏附性好，多用于中下面层提升结构稳定性。

(3) 矿粉：需采用石灰岩磨细而成，细度要求 $0.075\text{mm}$ 筛孔通过率 $\geq 75\%$ ，亲水系数 $\leq 1.0$ ，确保其与沥青形成牢固吸附膜。严禁使用粉煤灰等酸性矿粉，避免因黏附性不足导致混合料离析，影响路面整体强度。

### 1.2 配合比设计

(1) 级配优化：Superpave设计法以体积指标为核心，通过旋转压实模拟现场压实效果，适配大粒径集料和改性沥青，抗车辙性能更优；马歇尔设计法操作简

便，以稳定度和流值为控制指标，适用于普通沥青混合料。工程中需结合路面层位、交通量选择，上面层优先采用Superpave设计法，中下面层可选用马歇尔设计法。

(2) 油石比控制：采用旋转压实仪（SGC）确定最佳沥青用量，通过不同油石比混合料的压实曲线，结合空隙率目标值（3%-5%）调整，确保混合料既有足够黏结力又不出现泛油。施工中需每批次检测拌合料油石比，偏差控制在 $\pm 0.3\%$ 以内，避免因油石比过大导致车辙，过小引发路面松散。

(3) 体积指标验证：空隙率直接影响路面耐久性，需控制在3%-6%；矿料间隙率（VMA） $\geq 13\%$ （上面层）、 $\geq 12\%$ （中下面层），保障沥青膜厚度；沥青饱和度（VFA）处于65%-75%区间，确保混合料结构密实稳定。三项指标需同时满足规范要求，通过马歇尔试验或Superpave体积分析验证，不合格配合比严禁投入使用<sup>[1]</sup>。

## 2 公路工程沥青混凝土施工关键技术

### 2.1 拌和工艺控制

(1) 温度管理：需建立全过程温度监控体系，沥青加热温度严格控制在160-175℃，避免因温度过高导致沥青老化，过低影响流动性；集料加热温度根据沥青类型调整，普通沥青混合料集料加热温度为170-190℃，改性沥青混合料需提高5-10℃，确保与沥青混合后达到最佳黏结效果。混合料出厂温度需实时检测，正常范围为145-165℃，当温度超过200℃时，沥青会出现严重老化，混合料需直接废弃，严禁投入使用。同时，运输过程中需通过温度监测仪追踪料温，到场温度不得低于130℃，否则需重新加热或废弃，防止因温度不足影响压实度。

(2) 拌和时间：遵循“干拌充分、湿拌均匀”原则，干拌阶段需持续5-10s，确保集料与矿粉混合均匀，避免出现局部矿粉堆积；湿拌阶段延长至40-50s，通过观察混合料外观判断拌和效果，合格标准为集料表面均匀裹覆

沥青膜，无花白料、离析现象。拌和时间需根据混合料类型调整，改性沥青混合料因黏度较高，湿拌时间可适当增加5-10s，确保沥青与集料充分融合，提升混合料整体稳定性。若拌和时间过短，易导致沥青裹覆不充分，影响路面强度；过长则会造成沥青老化，降低路面耐久性<sup>[2]</sup>。（3）除尘系统：采用二级布袋除尘工艺，一级除尘去除大颗粒粉尘，二级除尘过滤细粉尘，确保混合料中0.075mm颗粒占比控制在规范允许范围（通常为3%-6%）。除尘系统需每小时清理一次滤袋，防止粉尘堵塞影响除尘效率，若粉尘含量过高，会导致混合料黏结性下降，路面易出现松散、剥落等病害；粉尘含量过低则会减少矿粉与沥青的吸附面积，降低混合料密实度。同时，需定期检测除尘后混合料的级配，确保粉尘控制精度，避免因级配偏差影响路面结构性能。

## 2.2 运输与摊铺技术

（1）运输车辆：运输前需彻底清理车厢，内壁涂刷植物油隔离剂（严禁使用柴油），防止混合料黏附车厢导致残留，影响后续批次混合料质量。装车时采用“三次卸料法”（前、中、后各卸一次），减少粗细料分离；运输过程中必须覆盖双层篷布，外层防风、内层保温，确保料温下降速度≤5℃/h。运力需根据摊铺速度、运距精准匹配，例如摊铺速度3m/min、运距5km时，需配置10-12辆运输车辆，避免摊铺机停机待料，防止因间隔时间过长导致纵向冷接缝。每辆车到场后需检测料温，合格后方可卸料，卸料时需缓慢开启车厢，避免混合料冲击摊铺机料斗引发离析。（2）摊铺设备：采用非接触式平衡梁控制平整度，相较于传统雪橇式摊铺法，平衡梁通过多组传感器实时检测路面高程，精度可达±2mm，尤其适用于高速公路上面层施工；摊铺速度需稳定控制在2-4m/min，根据拌和站产量调整，严禁忽快忽慢，避免因速度波动导致摊铺厚度不均。螺旋布料器转速需与摊铺速度、厚度匹配，通常转速为10-15r/min，确保料斗内混合料高度始终保持在螺旋叶片2/3处，防止因料位过低导致粗细料分离。摊铺机熨平板需提前预热至100℃以上，接缝处采用电加热棒补温，避免因熨平板温度不足导致混合料黏结不牢，影响路面平整度<sup>[3]</sup>。

## 2.3 碾压工艺优化

（1）三阶段碾压：初压采用双钢轮压路机静压2遍，碾压温度需≥135℃，此时混合料流动性较好，通过静压初步压实，奠定密实度基础，碾压速度控制在1.5-2km/h，避免速度过快导致推移；复压为核心压实阶段，采用轮胎压路机揉压4-6遍，碾压温度≥110℃，轮胎压路机的揉搓作用可进一步密实混合料，提升抗车辙性能，碾

压速度2-3km/h，相邻碾压带重叠1/3轮胎宽度；终压采用双钢轮压路机静压1-2遍，碾压温度≥90℃，主要消除复压留下的轮迹，确保路面平整度，碾压速度2.5-3.5km/h，避免因温度过低无法消除轮迹。碾压过程中需实时检测温度，低于规定温度时立即停止碾压，防止路面出现裂纹<sup>[4]</sup>。（2）碾压路线：纵向碾压遵循“由低向高”原则，即从路面边缘向中心线碾压，相邻碾压带重叠20-30cm，确保无漏压区域；压路机驱动轮始终朝向摊铺机方向，避免因倒车导致混合料推移。横向接缝碾压需先进行横向碾压，压路机跨缝20cm（一半在已压实路面，一半在新铺混合料），碾压3-4遍后再转为纵向碾压，防止接缝处出现高低差。碾压过程中严禁在已压实路面上转向、掉头，如需调整位置，需在未压实混合料区域缓慢操作，避免破坏路面结构。

## 2.4 接缝处理技术

（1）纵向接缝：热接缝适用于两台摊铺机梯队作业，前后摊铺机间距控制在5-10m，后摊铺机摊铺时与前摊铺机已铺混合料搭接10-15cm，搭接处温度需保持在120℃以上，碾压时重点压实搭接区域，确保接缝密实；冷接缝用于无法连续摊铺的情况，先将已铺路面边缘切割成垂直面（切割深度与摊铺厚度一致），清除切割废料后涂刷黏层油（用量0.3-0.5kg/m<sup>2</sup>），待黏层油破乳后再进行新料摊铺，新料与切割面搭接5-10cm，碾压时先压实新铺混合料，再逐步向已压实路面过渡，避免接缝处出现松散。（2）横向接缝：端部处理需在摊铺结束后，立即用切割机将端部不平整部分切割齐平（切割面垂直于路面中心线），清除切割下来的废料，在切割面上涂刷乳化沥青软化剂（用量0.2-0.3kg/m<sup>2</sup>），软化剂需均匀覆盖整个切割面，确保新老混合料黏结牢固。摊铺新料前，在接缝处铺垫2-3m长的塑料薄膜，防止新料黏附已压实路面；碾压时先采用双钢轮压路机进行横向碾压，压路机轮宽一半在已压实路面，一半在新铺混合料，碾压速度1.5km/h，碾压5-6遍后转为纵向碾压，纵向碾压时需跨缝30cm，逐步向新铺混合料区域推进，确保接缝处平整度符合规范要求（3m直尺检测偏差≤3mm）。接缝处理完成后，需及时检测接缝处的压实度，压实度需≥96%（上面层）、≥95%（中下面层），不合格区域需立即返工处理<sup>[5]</sup>。

## 3 公路工程沥青混凝土路面常见病害与防治措施

### 3.1 裂缝防治

（1）横向裂缝：多因温度变化导致沥青混合料收缩、基层反射应力引发，防治需从材料与结构双管齐下。基层材料优先选用水泥稳定级配碎石，其抗压强度

≥ 3MPa、弯沉值 ≤ 100 (0.01mm)，通过优化级配减少收缩变形；在基层与面层间设置应力吸收层，采用SBS改性沥青同步碎石封层，碎石粒径5-10mm，沥青用量1.8-2.2kg/m<sup>2</sup>，可有效吸收基层反射应力，阻断裂缝向上延伸。施工中需控制面层施工温度，避免低温摊铺导致混合料收缩开裂，冬季低温时可在路面喷洒抗凝冰剂，减少温度骤变对路面的影响。（2）纵向裂缝：主要由路基不均匀沉降、摊铺宽度过大导致离析引发，核心防治措施为加强路基压实度控制。路基施工需分层碾压，每层厚度 ≤ 30cm，压实度 ≥ 96%（高速公路），采用重型击实试验确定最佳含水量，避免因含水量超标导致后期沉降；摊铺时若单幅宽度超过8m，需采用两台摊铺机梯队作业，减少纵向离析。发现早期纵向裂缝时，需及时灌注沥青密封胶，防止雨水渗入加剧病害。

### 3.2 车辙防治

（1）材料改进：重点提升沥青混合料高温稳定性，选用SBS改性沥青（针入度50-70mm），并掺加0.3%-0.5%抗车辙剂（如PE类、木质素纤维类），抗车辙剂需在拌和过程中与集料充分混合，确保均匀分散。通过动态稳定度试验验证，改性沥青混合料动态稳定度 ≥ 3000次/mm，普通沥青混合料 ≥ 1500次/mm，保障路面抗车辙能力。（2）结构优化：中面层厚度需从传统6cm增至8cm，选用骨架密实型级配（如AC-20C），通过调整集料级配使粗集料形成骨架结构，细集料填充空隙，提升混合料整体抗变形能力。施工中需严格控制压实度，中下面层压实度 ≥ 95%，上面层 ≥ 96%，采用重型压路机多遍碾压，确保混合料密实稳定，减少车辙产生。

### 3.3 坑槽修补

（1）冷补材料：适用于应急修补或低温季节（气温 < 10℃），采用乳化沥青冷补混合料，其骨料级配为AC-13，乳化沥青用量5.5%-6.5%，具有施工便捷、无需加

热的优势。修补时需清理坑槽内松散料和积水，深度 < 4cm时直接填入冷补料，分层压实（压实度 ≥ 93%）；低温时可掺入1%-2%早强剂，加快强度形成，临时恢复交通能力。（2）热补工艺：适用于坑槽深度 ≥ 4cm或永久性修补，采用红外线加热板（加热温度160-180℃）对坑槽周边沥青路面加热软化，软化范围超出坑槽边缘15-20cm，避免新老料结合处出现冷缝。清理加热后松散料，喷洒黏层油（用量0.3kg/m<sup>2</sup>），填入热拌沥青混合料（与原路面级配一致），采用小型压路机分层压实，压实度 ≥ 96%，修补后表面平整度偏差 ≤ 3mm，确保与原路面平顺衔接，延长使用寿命。

### 结束语

公路工程中沥青混凝土公路施工技术是一项系统且精细的工作，贯穿从原材料把控到施工工艺执行的全流程。严格落实各项技术要求，能有效提升路面质量，延长公路使用寿命，为行车安全与舒适提供坚实保障。未来，随着材料科学与施工技术的不断进步，我们需持续探索创新，优化施工工艺，解决现存问题，推动沥青混凝土公路施工技术迈向更高水平，助力我国公路交通事业蓬勃发展。

### 参考文献

- [1]陈迎.高速公路沥青混凝土路面施工技术及质控措施分析[J].交通世界,2023,(36):82-84.
- [2]万星.公路沥青混凝土路面施工技术研究[J].运输经理世界,2023,(36):14-16.
- [3]纪玮楠.公路工程水泥混凝土路面改造施工技术分析[J].交通世界,2023,(34):124-126.
- [4]张丽君.沥青混凝土施工技术在公路路面施工中的应用[J].交通世界,2023,(17):70-72.
- [5]罗晓生.公路工程施工中沥青混凝土路面施工技术研讨[J].工程建设与设计,2023,(11):161-163.