

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等级),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 ≥ 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0.075mm筛孔通过率 $\geq 75\%$,亲水系数 ≤ 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^[1]。

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,严禁投入施工。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^[2]。(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 $\leq 5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。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 $\pm 2\text{mm}$,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°C 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^[3]。

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 $\geq 135^{\circ}\text{C}$,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 $\geq 110^{\circ}\text{C}$,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 $\geq 90^{\circ}\text{C}$,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^[4]。(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°C 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 $0.3-0.5\text{kg}/\text{m}^2$),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 $0.2-0.3\text{kg}/\text{m}^2$),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 $\leq 3\text{mm}$)。接缝处理完成后,需及时检测接缝处的压实度,压实度需 $\geq 96\%$ (上面层)、 $\geq 95\%$ (中下面层),不合格区域需立即返工处理^[5]。

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

$\geq 3\text{MPa}$ 、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 $1.8\text{--}2.2\text{kg/m}^2$ ，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 $\leq 30\text{cm}$ ，压实度 $\geq 96\%$ (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），并参加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 $\geq 95\%$ ，上面层 $\geq 96\%$ ，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 $< 10^\circ\text{C}$ ），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 $< 4\text{cm}$ 时直接填入冷补料，分层压实（压实度 $\geq 93\%$ ）；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 $\geq 4\text{cm}$ 或永久性修补，采用红外线加热板（加热温度 $160\text{--}180^\circ\text{C}$ ）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^2 ），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 $\geq 96\%$ ，修补后表面平整度偏差 $\leq 3\text{mm}$ ，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其质控措施分析[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.