

公路工程中沥青路面施工工艺研究

冯茹华

阿鲁科尔沁旗交通运输综合行政执法大队 内蒙古 赤峰 024000

摘要：公路工程沥青路面施工工艺需结合地质、交通及气候条件，通过材料严格检测、配合比精准设计、规范拌合运输及科学摊铺碾压保障质量。研究从施工概述、流程、质量控制及工艺优化入手，分析原材料选择、设备升级与管理优化的关键作用，强调动态调整施工参数、强化工序衔接及全流程追溯的重要性，旨在为提升沥青路面结构稳定性与使用寿命提供技术参考。

关键词：公路工程；沥青路面；施工工艺

引言

沥青路面因良好的使用性能在公路工程中广泛应用，但其施工质量直接影响道路使用寿命与行车安全。当前，受材料特性、施工工艺及环境因素影响，路面易出现车辙、裂缝等病害。本文聚焦公路工程沥青路面施工工艺，从施工准备、混合料处理、摊铺碾压等环节展开研究，探讨质量控制要点与工艺优化路径，为解决施工难题、提高路面工程质量提供实践指导。

1 沥青路面施工概述

沥青路面施工需基于详细的现场勘察数据，结合路段地质条件、交通荷载特征及气候环境参数，制定针对性施工方案，方案中需明确材料技术指标、施工机械配置及工序衔接参数，为后续施工提供技术指引。原材料进场前需通过严格检测，沥青应符合针入度、延度、软化点等指标要求，集料需控制压碎值、洛杉矶磨耗损失及棱角性，矿粉需保证细度与亲水系数达标，各项指标合格后方可进入拌合环节。沥青混合料配合比设计需经过目标配合比、生产配合比及生产配合比验证三个阶段，通过马歇尔试验确定最佳油石比，确保混合料具备适宜的空隙率、稳定度及流值，满足高温稳定性、低温抗裂性及水稳定性要求，配合比确定后需严格控制拌合温度与时间，保证沥青充分裹覆集料且无花白料、离析现象。摊铺作业前需对下承层进行清理与检测，确保表面平整、洁净且压实度达标，必要时进行洒布透层或粘层油处理，摊铺机应保持连续、均匀、不间断作业，控制摊铺速度与厚度，根据摊铺宽度合理设置梯队作业间距，避免纵向接缝产生。碾压过程需遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则，初压采用钢轮压路机控制温度在150℃以上，复压选用胶轮压路机增强密实度，终压消除轮迹确保平整度，碾压过程中需避免急停、急转，防止混合料推移或拥包。施工期间需实时监测摊铺温度、

碾压温度及厚度偏差，通过钻芯取样检测压实度与厚度，对路面平整度、渗水系数等指标进行随机抽检，发现问题及时调整施工参数，确保各工序质量符合设计标准，最终形成结构稳定、性能优良的沥青路面结构。

2 公路工程中沥青路面施工工艺流程

2.1 施工准备阶段

在沥青路面施工开展前，要针对基层开展全面且细致的质量检查工作。需要彻底清理基层表面的杂物、尘土以及油污等，保证基层表面处于干净整洁的状态。对于基层存在的缺陷，像裂缝、坑槽等，要及时进行修补，同时对基层实施必要的找平操作，让基层平整度满足后续施工要求。为增强摊铺层与基层之间的粘结牢固程度，需要在基层表面均匀涂刷底油。在此过程中，要严格检查基层的平整度、强度以及密实度等各项指标，只有当基层完全符合摊铺要求，才能进入到下一施工环节。对摊铺机的加热系统、输料系统以及控制系统等也要进行全方位调试。检查加热系统能否正常运行，保证摊铺时沥青能维持适宜温度；确认输料系统畅通无阻，确保沥青料供应具备连续性；调试控制系统，使其达到灵敏可靠的状态，让摊铺过程中的各项参数均处于可控范围^[1]。

2.2 沥青混合料拌合与运输

沥青混合料的拌合质量对沥青路面质量起着决定性作用，所以必须严格依照配合比进行精准拌合。在拌合之前，要对拌合设备开展全面检查，保证设备各部件均能正常运行。拌合过程中，沥青加热温度、骨料加热温度以及拌合温度都要依据混合料类型、气候条件等因素合理设定。例如普通沥青的加热温度通常控制在155-165℃，改性沥青则在165-175℃。拌合时间方面，需保证集料被沥青充分裹覆，一般干拌时长为5秒，湿拌时长在40秒以上。每天都要对拌合好的混合料进行抽提试验

以及马歇尔试验,以此验证油石比以及体积指标是否达标。在运输环节,运输车辆需提前涂刷隔离剂,装料时按照车头到车尾先装前端、再装后端、最后装中部的顺序分堆装载,以此减少混合料离析现象。运输全程要用保温篷布对混合料进行覆盖,保证到达摊铺现场时,普通沥青混合料温度不低于145℃,改性沥青混合料温度不低于160℃。

2.3 摊铺与碾压施工

摊铺作业开始前,必须对下承层进行深度清洁处理,将下承层表面的灰尘、杂物等清理干净,并均匀喷洒粘层油,粘层油的用量一般控制在0.3-0.6L/m²。摊铺机作业时,要始终保持连续匀速状态,摊铺速度通常设定在2-4m/min。螺旋布料器的转速需与摊铺速度相互匹配,从而确保混合料在摊铺过程中分布均匀。摊铺厚度依靠平衡梁或者滑靴实现自动控制,松铺系数一般取值范围在1.15-1.35。碾压作业遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则,具体分为初压、复压、终压三个阶段。初压阶段,采用双钢轮压路机静压1-2遍,此时温度不得低于135℃;复压阶段,选用轮胎压路机或者振动压路机进行4-6遍碾压,让压实度达到设计要求的97%及以上;终压阶段,使用双钢轮压路机消除轮迹,温度不得低于80℃。碾压过程中,采用梯形错轮法进行操作,严禁出现急停或者调头情况,以免影响路面压实效果。

3 公路工程中沥青路面施工质量控制

3.1 原材料质量控制

沥青材料进场前需按批次进行指标检测,重点核查针入度、延度、软化点及黏度等关键参数,确保其符合设计文件中对道路等级及气候分区的要求,改性沥青还需额外检测弹性恢复率与贮存稳定性,避免因材料性能不足影响路面高温抗车辙及低温抗裂能力。集料需分规格堆放并做好防雨防尘处理,进场时逐一检测压碎值、洛杉矶磨耗损失、表观相对密度及棱角性,粗集料应保证粒径均匀且级配连续,细集料需控制含泥量与砂当量,防止杂质过多导致混合料强度下降。矿粉需采用石灰岩磨制,进场后检测细度、亲水系数及塑性指数,严禁使用回收粉尘或未经磨细的石粉,确保其能有效填充集料间隙并增强沥青胶结力。所有原材料需建立进场台账,经检测合格后方可投入使用,对不合格材料应立即清场并做好记录,从源头保障沥青混合料的基础质量^[2]。

3.2 施工过程质量控制

沥青混合料拌合时需实时监控油石比与拌合温度,通过在线监测系统确保沥青用量偏差控制在±0.3%以内,拌合时间根据集料粒径动态调整,保证混合料色泽均匀

无花白料,每台班至少进行2次抽提试验验证配合比稳定性。运输过程中需检查车辆篷布覆盖情况,到达现场后测量混合料温度,普通沥青混合料不低于140℃,改性沥青混合料不低于160℃,卸料时严禁撞击摊铺机以减少离析。摊铺前需检测下承层平整度与粘层油洒布量,摊铺机应保持匀速行驶,速度控制在2-6m/min,螺旋布料器料位高度不低于叶片直径的2/3,确保摊铺层厚度均匀且初始密度一致。碾压阶段需按初压、复压、终压顺序进行,初压温度不低于130℃,复压采用轮胎压路机与振动压路机组合方式,碾压遍数根据试验段确定的参数执行,终压需消除所有轮迹且温度不低于80℃,碾压过程中禁止在新铺路面上转向或停车,避免产生推移与拥包。

3.3 成品质量检测

路面成型后24小时内进行平整度检测,采用连续式平整度仪每100米检测1个断面,确保国际平整度指数(IRI)符合设计标准,对超过允许偏差的路段标记并分析成因。压实度检测采用钻芯法,每200米每车道钻取1个芯样,测量其密度与马歇尔标准密度的比值,要求达到96%以上,同时检查芯样完整性与厚度偏差,保证路面结构层厚度满足设计要求。渗水系数检测采用渗水仪,每500米随机选取3个测点,普通沥青路面渗水系数不得大于300ml/min,改性沥青路面不得大于100ml/min,对渗水超标的区域需检查压实度并评估防水性能。抗滑性能检测采用摆式摩擦系数测定仪与构造深度仪,分别检测路面横向力系数与构造深度,确保车辆行驶过程中的附着性能达标,所有检测数据需及时整理归档,对不合格项制定整改方案并跟踪复检,直至各项指标均符合规范要求^[1]。

4 公路工程中沥青路面施工工艺优化

4.1 原材料选择与配合比优化

(1)针对不同路段交通荷载与气候特征,筛选适配性更强的沥青类型。高温重载路段优先选用高黏度改性沥青,将针入度指数控制在-1.0至1.0之间,提升抗车辙性能;低温严寒区域采用低温延度大于200cm的沥青,增强抗裂能力。结合集料岩性,若为酸性集料,需掺加抗剥落剂,确保与沥青黏附性达5级以上。(2)优化集料级配设计,采用骨架密实型结构提高混合料内摩擦角,粗集料骨架间隙率(VCA)应小于压实混合料的矿料间隙率(VMA),细集料通过0.075mm筛孔的含量控制在3%-6%,平衡混合料的嵌挤能力与施工和易性,矿粉采用石灰岩磨制且亲水系数小于1,与沥青形成稳定胶浆,降低水损害风险。(3)通过多目标配合比设计方法确定最佳油石比,在马歇尔试验基础上增加动态稳定度、冻融劈

裂强度比等指标验证,动态稳定度对于高速公路应不小于3000次/mm,冻融劈裂强度比不低于80%,同时采用旋转压实仪模拟现场碾压过程,确保配合比在不同压实功下均能满足体积指标要求,减少施工过程中的质量波动。

4.2 施工设备与技术升级

(1) 升级拌合站智能控制系统,配备在线红外温度监测与级配分析模块,实时调控冷热料仓供料比例,把拌合料级配偏差控制在规范允许范围的80%以内。加装精度 $\pm 0.1\%$ 的沥青称重系统并配自动补油装置,确保油石比波动不超 $\pm 0.2\%$ 。拌合锅采用变频调速,依集料粒径自动调转速,提升混合料均匀性。(2) 采用摊铺机智能摊铺系统,通过毫米波雷达与激光找平装置组合控制摊铺厚度,精度可达 $\pm 1\text{mm}$,螺旋布料器采用无级变速设计,料位高度自动维持在叶片直径的 $2/3$ 处,减少离析现象,熨平板配备独立加热模块,温差控制在 $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内,避免因局部温度不均导致碾压后出现蜂窝或拥包。(3) 引入智能化碾压监控技术,在压路机上安装GNSS定位与温度传感设备,实时记录碾压轨迹、速度和温度场分布,确保初、复、终压温度符合规范,碾压速度稳定在 $2\text{-}4\text{km/h}$ 。采用振动压路机变频振动技术,依混合料类型自动调振幅频率,钢轮压路机配自动洒水装置,水量随温而调^[4]。

4.3 施工管理与过程控制优化

(1) 建立施工参数动态调整机制,在试验段施工中采集不同温度、速度下的摊铺与碾压数据,绘制压实度-温度-遍数关系曲线,据此制定针对性施工参数表,施工期间根据实时监测的环境温度与混合料到场温度,对摊铺速度、碾压起始温度进行微调,确保在最佳温度区间完成压实作业,减少温度波动对质量的影响。(2) 强化工序衔接质量管控,下承层验收合格后48小时内完

成透层或粘层油洒布,采用智能洒布车控制用量精度达 $\pm 0.05\text{L/m}^2$,待破乳后及时摊铺,间隔时间不超过24小时,运输车辆采用排队叫号系统,保持摊铺机前始终有3-5辆料车等候,避免因缺料导致摊铺中断,卸料时采用液压顶推装置,减少对摊铺机的冲击。(3) 实施全流程质量追溯管理,对每批次原材料、拌合料及现场检测数据做区块链存证,以二维码关联原材料产地、拌合参数、施工班组等信息,便于质量问题快速溯源。采用无人机巡检结合地面人工抽检,每日全覆盖检测摊铺厚度与平整度,实时标记超标点并返工,确保每道工序验收合格率达到100%。

结语

综上所述,公路工程沥青路面施工工艺的科学性与严谨性是保障路面质量的核心。通过严格把控原材料质量、优化配合比设计、升级施工设备与技术,以及强化全过程管理,可有效提升路面的高温稳定性、低温抗裂性及水稳定性。后续需结合工程实际持续完善工艺参数,推动智能化施工技术应用,为构建耐久、安全的公路交通网络提供有力支撑。

参考文献

- [1]周龙飞.公路工程中沥青路面摊铺施工工艺分析[J].城镇建设,2025(5):131-133.
- [2]易成才.公路工程沥青路面施工工艺及管理对策[J].建筑·建材·装饰,2022(2):43-45,57.
- [3]王楠楠.公路工程施工中沥青路面的施工工艺分析[J].数码-移动生活,2020(12):529.
- [4]张联磊.公路施工中沥青路面施工工艺的实践探究[J].建筑·建材·装饰,2020(6):85-86.