

沥青路面公路工程施工探讨

宋季婴 李倩倩

内乡县宛西公路工程有限公司 河南 南阳 474350

摘要: 沥青路面公路工程施工中,需精准把控材料特性、结构类型及施工关键技术。材料需严格筛选沥青、集料与添加剂,确保粘弹性、高温稳定性及低温抗裂性。施工涵盖拌合、运输、摊铺、压实等环节,需控制温度、速度及碾压遍数,保障平整度与压实度。同时,加强施工安全管理,预防高温烫伤、机械伤害等风险,确保工程质量与施工安全双达标。

关键词: 沥青路面;公路工程施工;关键技术

引言:沥青路面以其行车舒适、维修便捷等显著优势,在公路工程领域广泛应用。随着交通流量增大、重载车辆增多,对沥青路面施工质量要求日益严苛。然而,在实际施工中,材料质量参差、施工工艺把控不当、环境因素干扰等问题频现,影响路面性能与使用寿命。深入探讨沥青路面公路工程施工要点,对于提升工程质量、保障交通安全与促进公路事业可持续发展意义重大。

1 沥青路面施工理论基础

1.1 沥青路面材料特性

(1) 沥青结合料的性能要求。沥青结合料是沥青路面的核心胶结材料,需具备优良的粘弹性,在常温下能提供足够粘性以粘结集料,高温时展现一定弹性避免永久变形;高温稳定性是关键,需通过软化点、动态剪切流变等指标控制,防止夏季路面车辙;低温抗裂性同样重要,需通过低温延度、弯曲梁流变等测试,减少冬季温度骤降引发的裂缝。(2) 集料选择与级配设计。集料需选用强度高、耐磨性好的岩石,如玄武岩、石灰岩等。级配设计决定路面密实度与稳定性,骨架密实型级配通过粗集料形成骨架,细集料填充空隙,兼具高强度与高密实度,适用于重交通路段;悬浮密实型级配细集料含量高,粗集料悬浮其中,密实性好但高温稳定性较弱,多用于轻交通道路。(3) 添加剂的作用。抗剥落剂可改善沥青与酸性集料的粘附性,避免水损害导致的集料剥离;纤维稳定剂能增强沥青混合料的抗拉强度,减少低温开裂与高温车辙,常用木质素纤维、聚酯纤维等,还可提升混合料的施工和易性。

1.2 沥青路面结构类型

(1) 典型结构形式。半刚性基层沥青路面以水泥稳定碎石、石灰粉煤灰稳定土为基层,强度高、承载力大;柔性基层以沥青稳定碎石、级配碎石为基层,柔韧

性好、抗裂性强;复合式基层结合半刚性与柔性基层优势,形成多层受力结构。(2) 不同结构形式的适用场景与优缺点分析。半刚性基层适用于高速公路、一级公路等重交通路段,优点是承载能力强、使用寿命长,缺点是抗裂性较差、施工周期长;柔性基层适用于山区公路、低交通量道路,优点是抗裂性好、施工便捷,缺点是承载能力较低、易出现车辙;复合式基层适用于重载交通且对路面抗裂性要求高的路段,优点是兼顾承载能力与抗裂性,缺点是施工工艺复杂、成本较高。

2 沥青路面公路工程施工关键技术

2.1 施工准备阶段

(1) 原材料质量控制。沥青需符合针入度、延度、软化点等指标要求,如70#道路石油沥青针入度应在60-80(0.1mm);集料需检测压碎值、磨耗值,玄武岩压碎值不大于26%,石灰岩不大于28%;矿粉需控制细度(0.075mm通过率75%-100%)与亲水系数(不大于1),严禁使用风化岩矿粉。(2) 基层处理与验收标准。平整度需用3m直尺检测,最大间隙不超过5mm;压实度采用灌砂法或核子密度仪检测,半刚性基层压实度不低于98%;弯沉值用贝克曼梁检测,高速公路基层弯沉值需满足设计要求,如不大于20(0.01mm),超标的需进行补强处理,基层表面松散、裂缝需切割清理并采用沥青砂填补。(3) 施工机械选型与调试。摊铺机选用履带式,摊铺宽度3-12m,调整振捣频率至2000-3000r/min;压路机需匹配吨位,初压用6-8t双钢轮压路机,复压用18-22t胶轮压路机;拌合楼需调试冷料仓转速、热料仓筛分精度,确保拌合能力与摊铺速度匹配,拌合楼计量误差控制在 $\pm 1\%$ 以内。

2.2 混合料拌合与运输

(1) 配合比设计方法。马歇尔试验通过击实成型(双面各75次),检测稳定度(不小于8kN)、流值(2-

4mm)、空隙率(3%-5%); Superpave设计法采用旋转压实仪,控制压实次数($N_{\text{design}} = 100$ 次),检测体积指标与力学性能,确保高温抗车辙、低温抗裂性达标。

(2)拌合工艺控制。沥青加热温度150-170℃,集料加热温度160-180℃,拌合时间每锅30-50s(干拌5-10s,湿拌25-40s);需保证混合料均匀,无花白料、结团现象,出厂温度控制在140-165℃,超过195℃的混合料需废弃。

(3)运输过程中的保温与防离析措施。采用15t以上自卸车,车厢底部涂刷隔离剂(严禁使用柴油),顶部覆盖阻燃保温篷布;运输时间不超过30min,卸料时车辆需前后移动,避免局部集料堆积,到场温度不低于130℃,温度低于120℃的混合料不得摊铺。

2.3 摊铺与压实工艺

(1)摊铺机操作要点。摊铺速度控制在2-6m/min,保持匀速;松铺系数根据混合料类型确定,AC型沥青混合料松铺系数1.2-1.3, SMA型1.15-1.25;螺旋布料器高度调整至与松铺厚度平齐,布料器转速与摊铺速度匹配,避免出现缺料或集料离析。(2)压实工艺组合。初压采用双钢轮压路机静压1-2遍,温度控制在130-150℃;复压用胶轮压路机碾压4-6遍或双钢轮压路机振动碾压3-4遍,温度不低于110℃;终压用双钢轮压路机静压2遍,温度不低于70℃,压实度需达到96%以上(高速公路)。

(3)特殊路段施工。弯道施工需调整摊铺机行走速度,内侧摊铺速度略慢于外侧,压路机碾压时从内侧向外侧推进;陡坡(坡度>5%)施工需选用大吨位压路机,上坡时减缓速度,下坡时防止压路机滑移;桥面铺装需采用低粘度沥青,摊铺厚度控制在4-6cm,压实度不低于97%,避免破坏桥面防水层。

2.4 接缝处理与养生

(1)纵向接缝与横向接缝的施工技术。纵向接缝采用热接缝,相邻两幅摊铺间隔不超过15min,碾压时用钢轮压路机跨缝碾压,重叠宽度10-15cm;冷接缝需将已摊铺路面切齐,涂刷粘层油,新铺混合料搭接宽度5-10cm,碾压时先压新铺层,再跨缝压向已铺层。横向接缝采用平接缝,切割面垂直于路面中心线,清理碎料后涂刷粘层油,摊铺时松铺系数提高10%,碾压时从已铺路面向新铺路面推进。(2)养生期管理。养生期温度需保持在5℃以上,低于5℃时需覆盖保温;湿度控制通过洒水实现,保持路面湿润但无积水;养生期内封闭交通,严禁车辆通行,高速公路养生期不少于7d,普通公路不少于3d,养生结束后检测路面平整度、压实度,达标后方可开放交通。

3 沥青路面公路工程施工质量控制与检测

3.1 质量影响因素分析

(1)材料因素。沥青在储存或加热过程中易发生老化,导致针入度降低、延度减小,影响路面柔韧性,需控制沥青加热次数(不超过3次),储存温度不超过150℃;集料含泥量超标会削弱沥青与集料的粘附性,导致路面剥落,需严格控制含泥量(小于1%),进场前通过水洗法检测,含泥量超标的集料需冲洗或废弃。

(2)工艺因素。压实不足会使路面空隙率增大,易引发渗水、坑槽,需确保压实度达到设计标准(高速公路 $\geq 96\%$),压实过程中避免漏压、少压;温度失控危害显著,拌合温度过高会加速沥青老化,过低则导致混合料不易压实,摊铺温度低于120℃时需停止作业,全程用红外测温仪监控温度。(3)环境因素。雨季施工若未做好防雨措施,雨水渗入基层会降低承载力,需提前关注天气预报,降雨时停止摊铺,已摊铺路段及时覆盖防雨布;低温作业(低于5℃)会使沥青混合料粘度增大,压实难度提升,易出现松散、裂缝,需采取加热集料、覆盖保温等措施,或暂停施工。

3.2 质量检测方法

(1)现场检测技术。核子密度仪可快速检测路面压实度,检测时需与灌砂法对比较准,确保误差在 $\pm 1\%$ 以内;无损检测设备如落锤式弯沉仪(FWD),能高效检测路面结构承载力,每200m检测1个断面,每个断面测3-5点,数据异常时需进一步钻芯验证。(2)实验室检测项目。马歇尔稳定度检测需制作标准试件(直径101.6mm,高度63.5mm),要求稳定度 $\geq 8\text{kN}$ 、流值2-4mm;动稳定度检测通过车辙试验进行,高温(60℃)下加载42kN,动稳定度需 ≥ 3000 次/mm(高速公路);渗水系数检测用渗水仪,每1000m²测3点,要求渗水系数 $\leq 120\text{mL/min}$ (密级配沥青路面)。

3.3 常见病害与防治措施

(1)车辙、裂缝、坑槽的成因与修复技术。车辙多因高温稳定性不足,修复采用铣刨重铺法,铣刨深度3-5cm,新铺混合料动稳定度需达标;裂缝分温度裂缝与反射裂缝,轻微裂缝用灌缝胶灌注,宽度大于5mm时需切割清理后填充;坑槽由雨水渗入、集料脱落引发,修复时需切割成矩形(边长 $\geq 30\text{cm}$),清理松散料后涂刷粘层油,再铺筑沥青混合料压实。(2)预防性养护策略。稀浆封层适用于路面轻微裂缝、渗水的养护,厚度3-5mm,选用慢裂快凝型乳化沥青,施工后封闭交通4-6h;微表处用于防治车辙、提升抗滑性能,厚度5-10mm,采用改性乳化沥青,可在常温下施工,养护后1-2h开放交通,能延长路面使用寿命3-5年。

4 沥青路面公路工程施工安全管理

4.1 风险识别与评估

(1) 高温作业风险。沥青路面施工中, 沥青加热、混合料摊铺阶段环境温度常超 35°C , 沥青加热温度达 $150\text{--}180^{\circ}\text{C}$, 易引发作业人员烫伤; 同时高温环境下人体水分流失快, 若通风散热不足, 易导致中暑, 严重时可能引发热射病。需评估作业时段(避开 $11:00\text{--}15:00$ 高温期)、人员体质(避免老弱人员长时间高温作业), 划分风险等级, 高温红色预警时暂停室外作业。(2) 机械操作风险。摊铺机、压路机等大型机械作业时, 存在视野盲区, 若操作人员违规操作(如未观察周边人员)、机械制动故障, 易发生碾压事故; 拌合楼运转时, 集料输送皮带若防护不当, 可能导致人员肢体卷入。需评估机械老化程度(使用超8年的机械增加检测频次)、操作人员资质(必须持特种作业证上岗), 对高风险机械(如压路机)设置专人监护。(3) 交通组织风险。道路施工常需临时占道, 若交通导行标志设置不规范(如距离施工区过近)、未安排交通协管员, 易导致社会车辆与施工车辆冲突, 引发追尾、刮擦事故; 夜间施工若照明不足, 会进一步增加通行风险。需评估路段交通流量(高峰时段减少占道范围)、通行速度(设置限速 30km/h 标识), 复杂路段(如交叉口)需制定专项交通组织方案。

4.2 安全防护措施

(1) 个人防护装备。作业人员必须穿戴全套防护装备: 高可视性反光服(符合GB20653标准, 夜间可见距离 $\geq 500\text{m}$)、安全帽(抗冲击性能达标, 定期检查帽衬、帽带); 接触高温沥青时, 需佩戴防烫手套(耐温 $\geq 200^{\circ}\text{C}$)、防护面罩; 高空作业(如桥面铺装)时, 需系安全带(双钩挂点, 检查安全带磨损情况)。严禁穿戴宽松衣物、赤脚或穿拖鞋作业。(2) 现场警示标识与隔离设施。施工区设置三级警示: 远端(500m 处)

设“前方施工”预告标志, 近端(100m 处)设“减速慢行”“车道缩减”标志, 施工区周边用彩钢围挡(高度 $\geq 1.8\text{m}$)或水马隔离, 围挡外侧贴反光条; 夜间施工需安装爆闪灯(每 50m 1个)、轮廓灯(沿隔离设施布置); 机械作业区设置“机械运转中, 禁止入内”警示标识, 皮带输送机加装防护网(网孔 $\leq 50\text{mm}$)。

(3) 应急预案制定。针对火灾(沥青、柴油起火), 配备干粉灭火器(每 500m^2 不少于2具)、消防沙(储量 $\geq 2\text{m}^3$), 明确灭火流程(先切断火源, 再用灭火器扑救, 禁止用水浇灭沥青火); 针对坍塌事故(如基层基坑坍塌), 准备液压救援顶杆、担架, 制定人员搜救方案(先判断坍塌范围, 再有序挖掘); 所有预案需每季度组织演练, 明确应急小组职责(如通讯联络组负责拨打120、119), 确保30分钟内启动应急响应。

结束语

沥青路面公路工程施工是一项系统且复杂的工程, 涉及材料选择、工艺把控、质量检测及安全管理等诸多环节。本文围绕这些方面展开探讨, 旨在为实际施工提供理论支撑与实践指导。未来, 随着新材料、新工艺的不断涌现, 沥青路面施工将面临更多机遇与挑战。我们应持续探索创新, 严格把控施工质量, 强化安全管理, 以推动沥青路面公路工程迈向更高水平。

参考文献

- [1] 许琦. 公路工程沥青路面施工技术 & 质量控制要点[J]. 运输经理世界, 2025, (04): 55-57.
- [2] 牛爱国, 宋良友. 公路工程沥青路面施工技术的应用[J]. 运输经理世界, 2025, (02): 30-32.
- [3] 贾学民. 公路工程沥青混凝土路面施工技术研究[J]. 汽车周刊, 2025, (13): 165-167.
- [4] 李东. 公路工程施工中沥青路面的施工技术研究[J]. 汽车周刊, 2025, (16): 147-149.