

公路工程沥青混凝土公路施工技术

李澳辉

中国葛洲坝集团路桥工程有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要：公路工程沥青混凝土施工技术涉及多个关键环节，包括施工准备、材料处理、混合料拌和、摊铺、碾压及接缝处理。施工前需严格审核与勘察，确保材料质量。沥青混合料需精确拌和与运输，摊铺时注重平整度与温度控制。碾压作业分初压、复压、终压，确保路面密实度。接缝处理要精准，防止裂缝产生。该技术成本低、效率高，能显著提升路面平整度和耐磨性。

关键词：公路工程；沥青混凝土公路；施工技术

引言：公路工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对路面材料的选择与施工技术有着严格的要求。沥青混凝土以其良好的路用性能、施工效率及经济效益，在高等级公路建设中占据了主导地位。本文深入探讨公路工程沥青混凝土公路施工的核心技术，分析施工准备、材料配比、摊铺碾压等关键环节，旨在为提高公路工程质量、优化施工工艺提供理论参考和实践指导，推动公路建设的持续发展。

1 沥青混凝土路面的特点与优势

1.1 沥青混凝土路面的组成与分类

(1) 沥青混凝土的成分与配比原则。沥青混凝土主要由沥青、粗集料、细集料和矿粉组成。沥青作为胶结料，需具备良好黏性与稳定性；粗集料（如碎石）起骨架支撑作用，要求强度高、耐磨性好；细集料（如砂）填充粗集料间隙，提升密实度；矿粉则增强沥青与集料的黏结力。配比需遵循“密实、稳定、耐久”原则，根据道路等级、交通量及气候条件调整各成分比例，例如重载道路需增加粗集料占比以提高承载能力。(2) 不同类型沥青混凝土路面的特点与应用场景。按集料最大粒径可分为粗粒式、中粒式、细粒式和砂粒式。粗粒式路面孔隙大、抗变形能力强，适用于高速公路基层；中粒式兼具强度与平整度，是城市主干道面层常用类型；细粒式路面表面光滑、噪音低，适合居住区道路；砂粒式则因厚度薄、柔韧性好，多用于人行道或路面修补。

1.2 沥青混凝土路面的优势

(1) 施工工艺相对简单，铺筑速度快。采用机械化摊铺、碾压作业，无需复杂模板支护，一套设备单日可铺筑数千米，能快速完成道路施工，缩短建设周期。(2) 后期养护时间短，降低对交通的影响。出现局部破损时，可采用铣刨重铺或灌缝等方式修复，小型养护作业数小时即可开放交通，减少对市民出行的干扰。(3)

强度高、透水性小、水稳性好、耐久性高。其整体结构密实，抗压强度可达3-5MPa，透水性远低于水泥混凝土路面，雨天不易出现积水；在反复冻融环境下，性能衰减缓慢，正常维护下使用寿命可达15-20年。(4) 具有较好的抗自然因素能力。能抵御高温暴晒导致的软化变形，低温环境下也不易开裂；对酸雨、紫外线等侵蚀有较强抵抗力，在不同气候区域均能保持稳定性能^[1]。

2 公路工程沥青混凝土施工前的准备工作

2.1 施工材料与机械的准备

(1) 原材料的选择与质量要求。沥青需选用符合规范的道路石油沥青，检测针入度、软化点、延度等指标，确保低温抗裂性与高温稳定性；粗集料优先选玄武岩、花岗岩等硬质岩石，压碎值 $\leq 26\%$ 、洛杉矶磨耗损失 $\leq 28\%$ ；细集料采用洁净河砂，含泥量 $\leq 3\%$ ；矿粉需为石灰岩磨制，亲水系数 ≤ 1.0 ，严禁混入杂质。所有原材料进场前需经第三方检测，合格后方可使用。(2) 机械设备的选型与调试。根据施工规模选用设备，拌和设备宜选间歇式沥青拌和站，生产能力不低于200t/h；摊铺设备采用沥青摊铺机，需配备自动找平装置；碾压设备需包含钢轮压路机（初压用，吨位8-12t）、胶轮压路机（复压用，吨位20-25t）。设备进场后需全面调试，检查拌和站计量系统精度、摊铺机振捣频率、压路机压实效果，确保设备运行正常。

2.2 施工方案的设计

(1) 施工流程的规划。明确“原材料进场→沥青混合料拌和→运输→摊铺→碾压→检测”核心流程，合理规划施工段，确定每日施工长度；规划运输路线，避免混合料运输时间超过1h；制定摊铺顺序，遵循“从低到高、从边到中”原则，确保路面平整度。(2) 配合比的设计原则与方法。遵循“满足路用性能、经济合理”原则，以马歇尔试验为核心方法，通过调整集料级配与沥

青用量,使混合料空隙率、稳定度、流值等指标符合设计要求,同时兼顾施工和易性,避免出现离析或结块现象。(3)配合比设计的三个阶段。目标配合比阶段:依据设计要求,通过室内试验确定最优集料级配与沥青用量,作为配合比设计基础;生产配合比阶段:结合拌和站冷料仓筛分结果,调整各仓供料比例,确定热料仓级配与最佳沥青用量;生产配合比验证阶段:按生产配合比拌制混合料,进行马歇尔试验与现场试铺,检测路面压实度、厚度等指标,验证配合比合理性,合格后正式用于施工。

3 公路工程沥青混凝土施工技术要点

3.1 沥青混合料的拌制

(1)拌制过程中的质量控制。需严格按生产配合比配料,确保集料、沥青、矿粉计量精度在规范允许范围内(沥青 $\pm 0.3\%$,集料 $\pm 0.5\%$)。拌制时观察混合料外观,合格料应色泽均匀、无花白料及结块现象;每班抽检混合料马歇尔指标(稳定度、流值、空隙率),同时检测矿料级配与沥青用量,及时调整偏差。(2)拌制机械的选取与操作要求。优先选用间歇式沥青拌和站,其生产能力需匹配摊铺速度(通常不低于200t/h),且需配备自动温控、计量系统及除尘装置。操作人员需经培训上岗,开机前检查设备各部件(如搅拌叶片、燃烧器),运行中实时监控拌和温度与时间,停机后清理搅拌缸内残留料,防止结块影响下次拌制^[2]。(3)拌制温度与时间的控制。根据沥青标号确定拌制温度,普通石油沥青的集料加热温度为160-180℃,沥青加热温度为150-170℃,混合料出厂温度需控制在140-165℃(不得低于130℃或高于175℃)。每锅拌制时间为30-50s,其中干拌时间不少于5-10s,湿拌时间确保混合料拌匀,避免过度搅拌导致沥青老化。

3.2 混合料的运输

(1)运输车辆的要求与数量安排。选用15t以上的自卸卡车,车厢需清洁、干燥,内壁涂刷薄层隔离剂(严禁使用柴油)。车辆数量需满足“拌和站不停机、摊铺机不断料”,通常按“摊铺速度 $\times$ 摊铺宽度 $\times$ 摊铺厚度 $\times$ 松铺系数 $\times$ 运输时间”计算,额外备用1-2辆以防突发情况,避免摊铺机停机待料。(2)运输过程中的质量控制。装车时采用“前后中”三次装料法,减少集料离析;车厢顶部覆盖保温篷布,夏季防晒、冬季保温,防止温度过快下降(运输过程中温度损失不超过10℃);运输路线尽量避开拥堵路段,缩短运输时间(一般不超过1h);卸料时缓慢开启车厢,避免猛冲导致混合料离析,若发现料温过低或结块,严禁使用。

3.3 混合料的摊铺

(1)摊铺机的选择与性能要求。选用具有自动找平、振捣和熨平功能的沥青摊铺机,摊铺宽度根据路面宽度确定(单机最大摊铺宽度不超过10m,宽幅路面采用多机梯队作业)。摊铺机需配备非接触式平衡梁或基准线找平系统,振捣频率控制在600-1800r/min,确保混合料初始压实度。(2)摊铺温度与速度的控制。混合料摊铺温度需根据沥青类型确定,普通沥青混合料不低于130℃,改性沥青混合料不低于160℃;摊铺速度保持匀速(2-6m/min),避免忽快忽慢,速度波动不超过 $\pm 0.5\text{m/min}$,确保路面平整度(摊铺后平整度标准差 $\leq 1.5\text{mm}$)。(3)摊铺过程中的平整度与厚度控制。采用“基准线法”或“平衡梁法”控制标高,基准线需拉紧(拉力 $\geq 1500\text{N}$),避免下垂影响厚度;摊铺机熨平板初始仰角按松铺系数(通常1.2-1.3)设定,摊铺过程中定期检测松铺厚度(每10m测1点),及时调整;严禁在摊铺层上随意行走或堆放杂物,若出现局部离析或凹陷,需人工补料并整平^[3]。

3.4 混合料的压实

(1)压路机的选择与组合使用。采用“钢轮压路机+胶轮压路机”组合,初压用6-10t轻型钢轮压路机,复压用12-20t重型钢轮压路机(或20-25t胶轮压路机),终压用6-8t轻型钢轮压路机。根据路面宽度确定压路机数量,通常1台初压、2台复压、1台终压,确保压实连续。(2)初压、复压、终压的工艺要求与温度控制。初压:紧跟摊铺机作业,碾压速度1.5-2km/h,碾压1-2遍,温度不低于120℃(改性沥青不低于150℃),采用静压方式,避免推移;复压:初压完成后立即进行,碾压速度2-3km/h,碾压4-6遍,温度不低于100℃(改性沥青不低于130℃),钢轮压路机可采用振动碾压(频率30-50Hz),胶轮压路机静压;终压:复压完成后进行,碾压速度2-4km/h,碾压1-2遍,温度不低于80℃(改性沥青不低于110℃),静压消除轮迹,确保路面平整^[4]。(3)压实度的检测与评定。采用钻芯法检测压实度,每200m每车道检测1点,芯样需完整、无破损。压实度评定标准为:高速公路、一级公路不低于96%,二级及以下公路不低于95%(以马歇尔试验密度为标准密度)。若检测不合格,需分析原因(如压实温度不足、碾压遍数不够),及时补压或返工,确保所有检测点合格率达到100%。

4 公路工程沥青混凝土施工中的重难点分析

4.1 沥青混凝土原料质量问题与解决方案

(1)原材料的选择与检测。原料质量易受产地、批次影响,如粗集料可能存在针片状含量超标、沥青延度

不足等问题。解决方案：优先选择固定优质供应商，沥青选用符合规范的道路石油沥青，进场前检测针入度、软化点；粗集料选用压碎值 $\leq 26\%$ 的玄武岩，细集料含泥量控制在 $\leq 3\%$ ；矿粉需为石灰岩磨制，亲水系数 ≤ 1.0 。每批次原料需经第三方检测，不合格材料严禁入场。（2）运输过程中的质量保护。运输中沥青易因温度降低结块，集料可能混入杂质或受潮。解决方案：沥青运输采用保温罐车，全程监控温度，确保到场温度不低于 150°C ；集料运输用篷布覆盖，避免淋雨受潮；运输车辆车厢需清洁干燥，卸料前检查是否有杂质残留，防止污染原料。

4.2 沥青混合料配合比的设计难点与优化

（1）配合比设计的影响因素。受集料级配波动、沥青标号差异、气候条件等影响，易出现空隙率超标、稳定度不足等问题。解决方案：设计前对集料进行筛分，根据实际级配调整比例；结合工程所在地气候，高温地区提高沥青黏度，低温地区增加沥青延度；考虑交通量，重载道路适当提高粗集料占比。（2）通过实验验证配合比的有效性。仅靠理论设计难以保证实用性。解决方案：通过马歇尔试验检测配合比指标，调整沥青用量使空隙率控制在 $3\%-5\%$ 、稳定度 $\geq 8\text{kN}$ ；进行车辙试验（高温稳定性）和低温弯曲试验（抗裂性），验证指标达标后，再通过现场试铺进一步优化。

4.3 弯道与特殊地形路面的施工难点

（1）弯道路面的施工要求与技巧。弯道易出现摊铺厚度不均、压实度不足问题。施工要求：内侧摊铺宽度略窄于外侧，确保弯道半径符合设计；技巧：摊铺机采用渐进式转向，避免急转导致混合料离析；碾压时内侧压路机行驶速度放缓，增加碾压遍数（比直线段多1-2遍），确保压实度达标。（2）特殊地形路面的处理措施。陡坡（坡度 $> 5\%$ ）、高填方路段易出现路面推移、沉降。处理措施：陡坡路段摊铺时设置临时挡板，防止混合料下滑；碾压采用“先低后高”顺序，增加胶轮压

路机碾压次数；高填方路段施工前对路基进行强夯处理（压实度 $\geq 96\%$ ），并设置排水盲沟，减少路基沉降对路面的影响。

4.4 接缝处理与路面平整度控制

（1）纵向缝与横向缝的处理方法。纵向缝：采用梯队摊铺时，相邻两幅摊铺间距控制在5-10m，后摊铺幅碾压时重叠10-15cm；冷接缝需将已铺路面边缘切齐，涂刷黏层油后再摊铺。横向缝：每天施工结束时，用切割机垂直切缝，清除松散料；下次施工前涂刷黏层油，摊铺机起步速度放缓（1-2m/min），碾压时先横向后纵向。

（2）提高路面平整度的措施。控制摊铺速度（匀速2-6m/min，波动不超过 $\pm 0.5\text{m/min}$ ）；摊铺机熨平板预热至 100°C 以上，避免混合料黏结；采用平衡梁找平系统，定期校准基准线；碾压时避免急刹、转向，压路机行驶路线保持直线；及时处理摊铺中的离析、凹陷，人工补料时采用细料找平，确保路面平整度标准差 $\leq 1.5\text{mm}$ 。

结束语

综上所述，公路工程沥青混凝土施工技术是确保公路质量的关键所在。通过精细化施工管理与技术创新，可有效提升路面平整度、耐久性及行车舒适度。未来，随着材料科学与施工技术的不断进步，沥青混凝土公路施工技术将进一步优化，为构建更加安全、高效、环保的交通网络奠定坚实基础。期待业界同仁持续探索与实践，共同推动公路工程建设迈向新高度。

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,(06):83-84.
- [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,(03):34-36.
- [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,(14):125-126.
- [4]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):111-112.