高速公路路面施工技术质量控制要点

任启超

（四川蜀道城建集团有限公司，四川 西昌 615000）

摘 要 针对高速公路沥青路面早期病害与质量离散问题，本文从原材料、拌和运输到摊铺碾压、检测验收梳理全过程控制要点。以半刚性基层和沥青面层为对象，明确原材料检验、配合比、拌和温度与级配、连续摊铺、压实温度与碾压组合要求，并引入拌和站动态监控、智能摊铺碾压、无核密度与红外测温手段。按工序设控制点、数据驱动纠偏，旨在减少离析、压实不足、开裂和水损害，提高平整度与耐久性，为标准化施工提供参考。

关键词 高速公路；沥青路面；半刚性基层；下承层处理；沥青混合料摊铺

中图分类号：U416.2 **文献标志码**：A DOI：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.30.029

0 引言

高速公路路面结构直接承受行车荷载的反复作用，同时长期暴露于各类自然环境因素影响下，其服役质量直接决定道路服务水平与使用寿命。路面材料用量大、工序紧、受温度天气影响显著，原材料波动、离析、压实不足或接缝不当，通车后易演变为车辙、裂缝、坑槽等早期病害。以往质量控制多依赖人工经验和事后检测，难以及时纠正过程偏差；信息化施工把动态监控与工序验收结合，成为提升质量稳定性的方向。因此，系统梳理高速公路路面施工技术质量控制要点，对预防早期病害、延长路面寿命、降低养护成本具有现实意义。

1 高速公路路面施工特点与质量控制总体要求

1.1 路面结构形式与常见质量病害

我国高速公路路面普遍采用半刚性基层加沥青混凝土面层结构：下部为水泥稳定碎石等无机结合料稳定基层，提供强度和承载能力；上部为多层沥青混合料面层，承担行车荷载并提供平整、抗滑的行驶表面。两类材料在刚度、模量和收缩特性上差异明显，基层以强度和收缩裂缝控制为主，面层以高温稳定、低温抗裂、抗水损害和平整度控制为主，任一层级质量缺陷都会向上反射并逐步放大[1]。

从工程实践看，路面早期病害主要集中在以下几类：一是半刚性基层因水泥剂量偏高、含水量控制不当或养生不到位产生干缩、温缩裂缝，进而反射到面层；二是混合料级配、油石比波动和温度不均，造成油斑、花白料和性能离散；三是运输摊铺中集料离析、温度离析，导致局部空隙率过大、压实不均；四是碾压温度偏低、遍数不足或组合不当造成压实度不够，通车后出现车辙、松散和水损害；五是纵横向接缝处理粗糙，形成跳车和渗水通道。这些病害大多不是材料本身不合格，而是过程控制不到位所致，决定了质量控制必须前移到每道工序。

1.2 质量控制总体思路与技术创新手段

路面质量控制应坚持“预防为主、过程控制、数据说话”的思路，建立原材料、拌和、运输、摊铺、碾压到检测验收的全过程控制链条，把合格标准分解为可量测的工序参数，逐环节设控制点、明确偏差、频次和责任人，实行上道工序不合格不得转序管理。对基层强度、面层压实度、厚度、平整度、渗水系数等关键指标，实行首件工程认可制，先铺试验段确定松铺系数、碾压组合和遍数，再以首件参数指导全线。

在控制手段上，信息化、智能化是提升质量稳定性的创新方向。一方面，在拌和站安装生产数据动态监控系统，对每盘料的级配、油石比、拌和温度和产量实时采集、超限报警，杜绝随意改配；另一方面，在摊铺机、压路机上配置定位、温度和压实监测设备，实时显示摊铺温度、碾压轨迹、遍数和速度，借助无核密度仪、红外温度成像快速检测压实均匀性和温度离析，把以往靠人工跟测、事后取芯的“点”控制升级为全过程、可追溯的“面”控制[2]。

2 高速公路路面施工原材料与混合料质量控制

2.1 原材料进场质量控制

原材料是路面质量的基础，必须按批检验、合格使用。沥青应按品种、标号分别储存，进场查验出厂

作者简介：任启超（1994-），男，专科，研究方向：道路与桥梁。

合格证并检测针入度、软化点、延度、动力黏度和老化性能。改性沥青还应检验改性剂掺量和储存稳定性，储存温度和时间按规定控制，防止反复加热老化。粗集料重点控制压碎值、磨耗值、针片状含量、含泥量和与沥青黏附性，酸性石料用于面层时应采取抗剥落措施；细集料控制砂当量、棱角性和含泥量；矿粉必须干燥、不结块，不得用回收粉尘替代。

半刚性基层原材料方面，水泥宜选用初凝时间较长、安定性合格的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，不得使用快硬、早强水泥，以减少收缩开裂；碎石控制级配、压碎值和含泥量，拌和用水不得含有害杂质。所有材料按来源、规格分仓堆放、设置标识，细集料和矿粉防雨防潮，不同料源不得混仓。材料进场实行报验制度，监理见证取样、平行检验，检测不合格的材料限期清场，从源头消除质量隐患。

2.2 配合比设计控制

沥青混合料配合比设计按目标配合比、生产配合比和生产配合比验证三个阶段进行。目标配合比通过矿料级配合成和马歇尔试验确定最佳油石比，校核空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度和稳定度、流值，并检验车辙、低温弯曲和水稳定性；生产配合比阶段从拌和站热料仓取样筛分，确定各热料仓比例并重新确定油石比；试拌试铺阶段用生产配合比拌料、铺筑试验段，通过取芯和性能检验验证级配、油石比与碾压工艺的匹配，三者一致后方可批量生产。

配合比设计应针对工程气候和交通条件，使混合料在高温抗车辙、低温抗裂和抗水损害之间取得平衡，避免片面追求某一指标。油石比过高易泛油、抗车辙能力下降，过低则易松散、耐久不足；级配偏细、空隙率过小易车辙，偏粗、空隙率过大易渗水。半刚性基层配合比应在满足7 d无侧限抗压强度的前提下控制水泥剂量，采用较低剂量和合理级配减少收缩裂缝。生产过程中配合比不得随意变更，原材料料源或规格变化时应重新进行配合比设计。

2.3 混合料拌和生产控制

拌和生产是把配合比转化为合格混合料的关键环节，应严格控制配料计量、温度和时间。拌和站计量系统应定期标定，集料、沥青、矿粉和外加剂按质量准确计量，逐盘记录实际用量并与设计值比对，级配和油石比超限时及时查找原因、调整冷料仓供料比例。沥青、集料加热和混合料出厂温度按沥青品种和黏温曲线确定，改性料高于普通料但不得超上限，防止过热老化，严禁使用超限或烤焦混合料。

拌和时间以混合料均匀、所有集料颗粒充分裹覆沥青、无花白料、无结团、无离析为准，干拌、湿拌时间通过试拌确定并保持稳定。储料仓暂存时应保温、限时，避免长时间储存造成温度下降、沥青滴漏和级配离析。拌和站应建立动态监控与逐盘记录制度，对油石比、级配、温度、产量自动采集并超限报警，数据可追溯到具体车辆和铺筑部位，发现异常批次及时拦截，使混合料质量在出厂前处于受控状态。

2.4 混合料运输控制

运输能力应与拌和、摊铺能力匹配，按运距和摊铺速度确定车辆数量，保证摊铺机前持续有料、不等料。运料车车厢应清扫干净并涂刷防黏剂，不得使用柴油类隔离剂污染混合料；装料时按前后中分三次移动车位，减少粗集料向一侧集中造成离析，并加盖双层保温篷布，减少运输途中的温度损失和雨淋。干热、大风或低温天气运输时尤其要加强保温，雨雾天气原则上不得摊铺[3]。

混合料到场后逐车检测温度，凭运料单核对出厂时间、车号和重量，温度低于规定下限、已结块或遭雨淋的混合料应予废弃，不得摊铺。卸料时运料车挂空挡、由摊铺机推动前进，避免撞击摊铺机造成摊铺波动；车厢升斗应平稳，防止大料滚落。通过合理调度缩短混合料从出厂到摊铺、碾压的时间，把温度损失和离析控制在最小范围，为现场成型质量创造条件。

3 高速公路路面现场施工关键工序质量控制

3.1 半刚性基层施工控制

半刚性基层应采用集中厂拌、摊铺机摊铺工艺，控制混合料含水量、摊铺均匀性和碾压成型。拌和含水量宜略大于最佳含水量并结合气温、运距调整，以补偿运输和摊铺中的水分蒸发；摊铺保持连续、均匀，按试验段确定的松铺厚度和系数控制标高，采用挂线或非接触平衡梁控制高程和平整度，严禁薄层贴补找平。碾压在混合料处于最佳含水量时及时进行，按先轻后重、先静后振、先边后中组织，压实厚度、遍数以达到规定压实度和平整度为准。

基层成型后应及时养生，采用土工布、麻袋覆盖洒水或喷洒养生剂等方式保持表面湿润，养生期一般不少于7 d，此期间封闭交通、严禁车辆通行；养生结束后及时铺筑面层或洒布透层、封层，防止暴晒开裂。施工中通过控制水泥剂量和含水量、加强养生、预设缩缝等措施减少干缩温缩裂缝，并对已出现的裂缝及时处理，避免反射到沥青面层。基层完工按批检测压

实度、厚度、强度、平整度和高程，合格后方可转序。

3.2 下承层处理与透层粘层施工

沥青面层摊铺前必须对下承层进行检查处理：基层或下面层表面应清扫干净、无浮浆、无松散、无污染，破损、坑槽和裂缝先行修补，高程和平整度超标部位处理合格。对半刚性基层表面按要求洒布透层油，保证一定渗透深度并与基层结合，表面不形成富油油膜；在沥青层之间、沥青层与水泥混凝土桥面等部位洒布粘层油，用量按基面类型通过试洒确定，洒布均匀、不破乳上车。

透层、粘层洒布应采用智能洒布车，控制洒布温度、用量和均匀性，做到不流淌、不堆积、不留白条，构造物和路缘石做好遮盖防污染；粘层油完全破乳、水分蒸发且不粘轮后方可摊铺上层。虽然功能层厚度很薄，但其黏结和封水作用直接影响层间结合，施工中应与面层同等管理，洒布后封闭交通、防止污染和破坏[4]。

3.3 沥青混合料摊铺控制

摊铺前摊铺机熨平板按规定预热，防止黏料、拉毛；采用非接触平衡梁或导梁控制厚度和平整度，下面层可挂线控制高程，上面层以平衡梁保证平整度。摊铺速度应与拌和、运输能力匹配，保持连续、均匀、不间断，一般控制在 2 m/min ～ 6 m/min 并相对恒定，避免时快时慢和中途停顿；螺旋分料器保持稳定料位（不少于送料器高度的三分之二），使混合料均匀分布，减少粗细离析。

摊铺过程中设专人检查厚度、温度和平整度，对局部离析、拖痕、油斑及时人工处理，离析部位挖除换料，不得在表面撒料掩盖。两台摊铺机梯队作业时，纵向热接缝应保持合理间距、搭接宽度并紧跟碾压，使接缝处结合密实；摊铺温度、环境温度和风速纳入现场记录，气温过低、雨天或路面潮湿时停止摊铺。通过连续、稳定、匀速摊铺，为后续碾压提供均匀、温度适宜的作业面。

3.4 碾压成型、接缝与检测验收

碾压是保证压实度和平整度的最后关口，应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则，在混合料温度较高的有效压实窗口内完成。按试验段确定的温度区间、机具组合和遍数组织初压、复压、终压。初压及时稳压、整平，复压是达到规定密实度的主要阶段，优先采用轮胎压路机或振动压路机，终压消除轮迹。

碾压时压路机驱动轮朝向摊铺机，起步、转向缓慢，沿纵向由低到高、轮迹合理重叠，严禁在未成型路段掉头、急刹和停放；相邻碾压带重叠一定宽度，做到不漏压、不超压。横向接缝采用平接缝，切齐刨净、涂刷粘层油后摊铺，压实先横向后纵向；纵向接缝尽量采用热接缝，冷接缝应切割整齐、涂刷粘层并保证搭接结合。施工完成后待面层冷却到规定温度再开放交通，并做好成品保护，防止漏油、机械碾压和交叉施工污染[5]。

检测验收实行过程检测与成型后检验相结合：过程中用无核密度仪、红外成像和智能碾压系统监控压实均匀性与温度离析，成型后钻芯检测压实度、厚度，检测构造深度、渗水系数、平整度、弯沉和摩擦系数，各项指标满足规范方可验收[6]。对压实度不足、渗水超标、平整度差的区段分析原因、返工处理，并将检测数据反馈到拌和、摊铺和碾压参数调整中，形成“检测—分析—纠偏”闭环，推动路面质量由结果验收向过程保障转变[7]。

4 结束语

本文围绕高速公路路面施工全过程，梳理基层和面层质量控制要点，指出早期病害多源于材料波动、离析、压实不足和接缝不当，控制须前移到工序。明确三阶段配合比、逐盘计量、连续摊铺、碾压组合、接缝及成品保护要求，以试验段首件参数和温度、碾压控制表统一现场标准。拌和站动态监控、智能碾压、无核密度与红外测温，使质量控制由人工抽检转向数据驱动、全程可追溯。未来应推广信息化管控平台和压实实时评价，提升施工标准化与耐久性。

参考文献：

[1] 武毅男.高速公路沉降段路基路面施工技术与质量控制[J].工程技术研究,2026,11(10):156-158.
[2] 中华人民共和国交通运输部.公路路基路面现场测试规程:JTG 3450-2019[S].北京:人民交通出版社,2019.
[3] 陈涛.高速公路沥青路面施工质量控制技术要点[J].城市建设理论研究(电子版),2025(33):89-91.
[4] 张同新.高速公路沥青混凝土路面施工技术及质量控制措施研究[J].工程技术研究,2025,10(18):139-141.
[5] 齐银涛.高速公路施工技术及道路路面施工的质量控制对策分析[J].上海建材,2025(03):133-136.
[6] 李海龙.高速公路路面施工质量影响因素与对策[J].西部交通科技,2022(02):89-91.
[7] 何宗孺.高速公路桥隧施工质量控制分析[J].北方建筑,2025,10(03):52-55.