

高速公路路面施工技术与监理要点分析

文 / 颜紫依 四川公路工程咨询监理有限公司

摘要：依托某高速公路某标段的施工实践，深入探讨了高速公路路面施工的关键技术环节，包括水泥稳定碎石基层施工、透层/封层/粘层施工以及沥青混凝土路面施工，并着重分析了施工监理的要点，如材料监理、路面摊铺监理、路面压实监理及路面接缝监理。通过引入具体施工案例，旨在提供一套科学、系统的施工与监理指导方案，以确保高速公路路面施工的高效、高质量完成。

关键词：高速公路；水泥稳定碎石；沥青混凝土；施工监理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.062

引言

高质量的路面不仅能提升行车舒适度，还能有效延长道路使用寿命，减少维护成本。因此，深入研究高速公路路面施工技术与监理要点，对于提升我国高速公路建设水平具有重要意义。本文聚焦于某高速公路特定标段的施工实践，通过理论与实践相结合的方式，全面剖析路面施工的关键技术和监理要点，旨在通过精细化管理提升工程品质。

一、工程概况

本文以某高速公路某标段施工为例，该高速公路全长46.8km，本标段长度为22.35km，地处平原，沿线无隧道，但需跨越9座桥梁。本路段设计时速高达100km/h，采用双向四车道布局，整体式路基设计，全幅宽度达25.5m，由路肩、行车道、中间分隔带及路缘带组成。

路面结构作为此次施工的核心内容，其设计层次分明，具体包括：4cm厚的SMA-13改性沥青上面层，提供优异的抗滑与耐久性能；6cm厚的AC-20C沥青混凝土中面层，增强路面的承载能力与稳定性；8cm厚的AC-25C沥青混凝土下面层，作为基层与面层的过渡层，具备良好的排水性能；36cm厚的水泥稳定碎石基层（分两层施工），确保路面的整体强度与刚度；以及20cm厚的低剂量水泥稳定碎石底基层，为路面结构提供坚实的基础支撑。以下将围绕这些关键层面，详细探讨施工技术与监理要点。

二、路面施工技术

（一）水泥稳定碎石基层施工

水泥稳定碎石基层作为高速公路路面的关键承重层，其施工质量直接关系到整个路面的稳定性和耐久性。

1. 材料选择与准备

在本工程中，水泥稳定碎石基层采用集中厂拌法生产，以确保混合料的均匀性和稳定性。选用的水泥类型为32.5级普通硅酸盐水泥，其各项性能指标均需满足施工规范的要求，特别是初凝和终凝时间，应分别不低于3小时和6小时，以保证施工过程中的可操作性及强度发展。

集料的粒径控制是水泥稳定碎石基层质量的关键。根据表1所示，不同筛孔规格下的集料通过率需严格控制在指定范围内，以确保级配的合理性和骨架密实型结构的形成。在本工程中，通过振动拌合，确保4.75mm筛孔的通过率不低于35%，以提高混合料的密实度和强度。

表1 集料筛孔质量百分比

孔筛规格/mm	集料通过率/%
0.6	8-15
2.36	16-27
4.75	22-33
9.5	38-56
19.0	68-87
31.5	100

2. 施工前试验与准备

在正式施工前，需选择不少于300m的路段作为试验路段，进行施工前的试验工作。通过试验路段的施工，验证混合料的配合比是否合理，并根据试验数据调整混合料的拌和时间、摊铺厚度及松铺系数等关键参数。同时，还需测定集料的含水率，根据当日施工量计算出准确的配合比，确保混合料的强度满足设计要求。本工程确定的最佳含水率为5.2%，施工中需动态调整至±0.5%范围内。

3. 混合料配制与运输

在混合料配制过程中，应随时进行配合比的检查，确保其符合施工要求。配制前，需根据集料的含水率调整配合比，以保证混合料的强度。混合料的运输采用大吨位的自卸车，并采取有效的保护措施，如覆盖篷布等，以防止混合料离析和水分流失。运输过程中，应尽量避免急刹车和急转弯等操作，以减少混合料的离析现象。

4. 摊铺与碾压

摊铺过程中，应控制摊铺机的速度，保持匀速、持续的摊铺状态，行进速度控制在1~2m/min之间。摊铺时，应确保摊铺层的厚度均匀、平整，无离析和粗细料集中现象。

本工程采用单钢轮压路机进行初压（静压2遍）+振动压实（4遍）+胶轮终压（2遍）的碾压方式，确保终压后的密度不低于98%。碾压过程中，需按照试验段确定的工艺进行，一次性碾压的长度不得超过30米，以保证碾压的质量。碾压顺序应遵循“先慢后快、先静后振、先边后中”的原则，具体如图1所示。



图1 水泥稳定碎石基层碾压顺序

压实度的检测可采用灌砂法等方法进行，确保每一层的压实度均符合设计要求。碾压速度的控制也至关重要，前两次的碾压速度需控制在1.5~1.7km/h之间，之后再逐渐提升至2.0km/h。需要注意的是，在稳压过程中，压路机应倒车从原路返回，避免在已完成碾压路

段逗留或掉头，以免造成压实度不均匀或破坏已压实路面。

5. 养护

水泥稳定碎石层养护采用透水性能良好的无纺土工布铺设在基层表面，待静置 2 小时后便可洒水浸湿。养护期间，应保持基层表面湿润，避免干燥开裂。养护时间一般不少于 7 天，具体可根据当地的气候条件和施工要求进行调整。通过养护，可以提高水泥稳定碎石基层的强度和耐久性，为后续的面层施工打下坚实的基础。

(二) 透层、封层及粘层施工

在高速公路路面施工中，透层、封层及粘层的施工对于增强路面结构的整体性能、提高路面的耐久性和行车舒适度具有重要意义。

1. 透层施工技术

透层施工是路面结构层间粘结的重要一环，其主要目的是增强基层与面层之间的粘结力，防止水分渗入基层，提高路面的整体稳定性。在本次工程中，透层施工采用高渗透乳化沥青（PC-2）作为透层油，洒布量为 1.2L/m²，要求渗透深度不小于 5mm。具体的施工工艺流程可见下图 2。

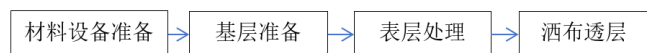


图 2 透层施工工艺流程

施工前，需确保水泥稳定碎石基层已养护完成并符合验收标准。基层表面应进行处理，使集料外露，并清除杂料和浮灰，以保证透层油能均匀渗透。为避免透层施工对已完成构筑物造成污染，应对构筑物进行覆盖保护。透层油喷洒采用沥青洒布车进行，喷洒应均匀，无遗漏。对于喷洒不到的部位，可采用人工方式补洒，确保喷洒的全面性。喷洒完成后，需临时封闭路段，防止车辆通行造成二次污染。透层油的渗透深度和质量应通过现场检测和试验进行验证，以确保满足设计要求。

2. 封层施工技术

封层施工旨在增强路面的防水性能和耐磨性能，提高路面的使用寿命。本次项目采用粒径 5-10mm 的玄武岩作为封层集料，沥青洒布温度不低于 160℃，覆盖率不小于 90%。

封层施工应在完全干透的透层上进行。首先，利用撒布车匀速缓慢地喷洒热沥青，同时均匀撒布集料。对于无法均匀撒布的部位，可采用人工修补方式进行处理。撒布完成后，使用轮胎压路机对撒布路段进行静压，建议碾压 2~3 遍，以确保集料与沥青的紧密粘结。碾压作业完成后，可开放交通，但需控制行车速度在 40km/h 以内，避免对封层造成破坏。封层施工的质量应通过现场观察和检测进行验证，确保封层平整、无脱落、无裂缝等缺陷。

3. 粘层施工技术

粘层施工是连接上下层沥青面层的重要环节，其主要目的是增强层间粘结力，防止面层之间发生滑移和分离。本次粘层施工采用 SBS 改性乳化沥青作为粘层油，用量为 0.4L/m²。粘层施工前，需确保下层沥青面层已完全干燥并符合验收标准。粘层油的喷洒方法参照透层施工方法进行，应均匀、无遗漏。破乳后应立即摊铺上层沥青，以确保层间粘结的紧密性。粘层施工的质量同样应通过现场检测和试验进行验证，确保粘层均匀分

布、无脱落、无裂缝等缺陷。同时，还需注意控制施工温度和湿度等环境因素对粘层质量的影响。

(三) 沥青混凝土路面施工

沥青混凝土路面作为高速公路的重要组成部分，其施工质量直接关系到道路的通行能力和使用寿命。

1. 沥青混合料拌制

在沥青混凝土路面施工中，沥青混合料的拌制是关键环节之一。本次工程采用现场拌制的方式，根据实验室通过的配合比进行精确拌制。在拌制过程中，需随时检查混合料的均匀性，避免出现离析等问题。同时，严格控制沥青混合料出仓的温度，确保 SMA-13 改性沥青的出厂温度在 165-175℃ 之间，摊铺温度不低于 160℃，初压温度不低于 150℃。这些温度控制指标是确保沥青混合料施工质量和性能的关键。

2. 沥青混合料运输

沥青混合料的运输也是施工中的重要环节。本次工程采用大吨位自卸汽车进行运输，以便卸料时能够均匀分布，避免局部堆积或缺失。在装车时，需在车厢底板和侧板均匀涂抹隔离层，以防止混合料与车厢粘连。运输途中，需对混合料进行覆盖保护，避免阳光直射或雨水淋湿，从而影响其质量。

3. 沥青混合料摊铺

沥青混合料的摊铺是施工中的核心环节。本次工程使用了两台相同型号的摊铺机进行梯队摊铺，以保证路面施工的连续性和均匀性。在摊铺前，需对沥青混凝土下面层进行平整处理，确保摊铺层的平整度。同时，放出摊铺路段两侧的支撑杆，以便控制摊铺宽度和厚度。摊铺机进场就位后，先进行预热，待熨平板稳定到达 100℃ 后，根据试验段确定的厚度及松铺系数进行摊铺。在摊铺过程中，需严格控制温度，确保混合料在适宜的温度范围内进行摊铺和压实。

4. 沥青混合料碾压

沥青混合料的碾压是施工中的最后一道工序，也是确保路面质量的关键环节。本次工程将碾压分为初压、复压和终压三个阶段。初压阶段采用振动压路机进行，温度不低于 145℃，以消除混合料中的空隙和气泡，提高路面的密实度。复压阶段采用钢轮压路机和轮胎压路机进行，进一步提高路面的平整度和密实度。终压阶段则采用轮胎压路机进行，以消除轮迹和细小裂缝，提高路面的光洁度和美观度，具体工艺参数见表 2 所示。在碾压过程中，需严格控制压路机的碾压速度，确保与拌合站产能匹配，恒定速度在 2.5m/min 左右，螺旋布料器料位高度不低于 2/3，以保证碾压的均匀性和密实度。

表 2 压实工艺参数

阶段	设备类型	速度 (km/h)	遍数	要求
初压	双钢轮压路机	2-3	2	消除轮迹，温度 ≥ 150℃
复压	胶轮压路机	3-4	4-6	压实度 ≥ 96%
终压	双钢轮压路机	3-4	2	消除轮痕

三、监理要点

在高速公路路面施工过程中，监理工作起着至关重要的作用，它确保了施工质量的符合设计要求和安全标准。

(一) 施工材料监理

施工材料的质量直接关系到路面结构的整体性能和耐久性。因此，对施工材料进行严格监理是确保施工质量的基础。

1. 粗集料检测

粗集料是沥青混凝土路面的重要组成部分，其质量对路面的抗滑性、耐久性和承载能力具有重要影响。在监理过程中，应重点检测玄武岩的压碎值和针片状含量。压碎值反映了集料的抗压碎能力，其值应 $\leq 20\%$ ，以确保集料在受力时不易破碎。针片状含量则反映了集料的形状规整性，其值应 $\leq 15\%$ ，以减少集料间的空隙，提高路面的密实度。

2. 沥青三大指标

沥青是沥青混凝土路面的粘结材料，其性能直接影响路面的耐久性和抗裂性。在监理过程中，应重点检测沥青的针入度、软化点和延度三大指标。针入度反映了沥青的粘稠度，其值应在 $60\sim 80$ 0.1mm 范围内，以确保沥青在摊铺和压实过程中具有良好的流动性。软化点则反映了沥青的高温稳定性，其值应 $\geq 60^\circ\text{C}$ ，以防止路面在高温下发生变形。延度则反映了沥青的低温韧性，其值应 $\geq 30\text{cm}$ ，以提高路面的抗裂性。

(二) 路面摊铺监理

路面摊铺是施工过程中的关键环节，其质量直接影响路面的平整度和耐久性。

1. 离析防控

离析是路面摊铺过程中常见的问题，它会导致路面材料分布不均，影响路面的整体性能。为防控离析，应采用双机联铺的方式，使两台摊铺机在摊铺过程中保持一定的重叠宽度（ $15\sim 20\text{cm}$ ），以减少接缝处的离析现象。同时，使用红外温度仪监控横向温差，确保温差 $\leq 10^\circ\text{C}$ ，以减少因温度差异引起的离析。

2. 平整度控制

平整度是路面质量的重要指标之一，它直接影响行车舒适性和安全性。在监理过程中，应每 50m 用 3m 直尺检测一次，确保间隙 $\leq 3\text{mm}$ 。对于不符合要求的部位，应及时进行调整和处理，以确保路面的平整度满足设计要求。

(三) 路面压实监理

路面压实是提高路面密实度和耐久性的关键步骤。在压实过程中，应根据不同的碾压阶段选择合适的压路机和碾压速度。

表3 不同压路机碾压速度要求 (km/h)

压路机类型	初压	复压	终压
振动压路机	2.0 ~ 3.0	2.0 ~ 3.0	2.0 ~ 3.0
钢轮压路机	3.0 ~ 4.5	3.0 ~ 5.0	3.0 ~ 5.0
轮胎压路机	3.0 ~ 6.0	4.0 ~ 6.0	4.0 ~ 6.0

1. 初压

初压阶段的主要目的是稳定混合料，减少推移和裂

缝。在监理过程中，应确保振动压路机的碾压速度在 $2.0\sim 3.0\text{km/h}$ 范围内，以提供足够的压实能量，同时避免过快导致混合料推移。初压温度应控制在适宜范围内，以确保混合料具有良好的可塑性。

2. 复压

复压阶段的主要目的是进一步提高路面的密实度和稳定性。在监理过程中，应选择钢轮压路机或轮胎压路机进行碾压，碾压速度在 $3.0\sim 5.0\text{km/h}$ （钢轮）或 $4.0\sim 6.0\text{km/h}$ （轮胎）范围内。复压应紧跟初压进行，以减少温度损失，并确保混合料在最佳压实温度下得到充分压实。

3. 终压

终压阶段的主要目的是消除轮迹，提高路面的光洁度和美观度。在监理过程中，应继续采用轮胎压路机进行碾压，碾压速度在 $4.0\sim 6.0\text{km/h}$ 范围内。终压温度应控制在适宜范围内，以避免混合料过冷导致压实不足。同时，应注意观察路面的变化情况，及时调整碾压速度和遍数，以确保路面的最终质量。

(四) 路面接缝监理

1. 横向接缝

横向接缝通常出现在因施工中断而形成的部位。在监理过程中，应采用平接缝的方式进行处理，切割深度为层厚的 $1/3$ 左右。在涂刷粘层油后，应及时进行碾压，以确保接缝处的密实度和平整度满足设计要求。同时，应注意控制接缝处的温度差异，以减少因温度应力引起的裂缝。

2. 纵向接缝

纵向接缝通常出现在两台摊铺机并列摊铺时形成的部位。在监理过程中，应采用热接缝的方式进行处理，预留 20cm 左右的宽度暂不碾压。在后续摊铺时，应搭接 10cm 左右的热料进行碾压，以确保接缝处的连续性和密实度。同时，应注意控制接缝处的材料温度和压实度，以确保接缝处的质量符合设计要求。

结语

从材料选择、配合比设计到摊铺、压实、接缝处理等各个环节的精细管理和严格控制，该项目成功实现了路面施工质量的高标准、严要求。未来，随着高速公路建设的不断推进，应继续加强技术创新和施工管理，进一步提升路面施工质量和耐久性，为我国交通事业的发展贡献力量。同时，监理工作也应与时俱进，不断提升专业素养和监管能力，确保每一项高速公路建设项目都能成为经得起时间考验的优质工程。

参考文献

[1] 王涛. 高速公路沥青路面施工技术与管理[J]. 四川建材, 2024, 50(12): 167-169.
 [2] 徐磊. 改性中温沥青在高速公路路面施工中的应用[J]. 交通世界, 2024, (17): 98-100.
 [3] 杨杰. 高速公路沥青路面施工技术研究[J]. 交通建设与管理, 2024, (01): 107-109.

作者简介：颜紫依（1994-10）女，汉族，巴中市平昌县，本科学历，目前职称：助理工程师，研究方向：公路工程监理。