

高粘高弹改性沥青复合封层施工技术规范

Technical specification for construction of high viscosity and high elasticity modified
asphalt composite seal coat

2022 - 04 - 20 发布

2022 - 07 - 20 实施

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号 2

5 基本规定 2

 5.1 原路面的技术要求 2

 5.2 厚度 3

6 原材料 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 道路石油沥青 4

 6.3 高粘高弹改性沥青 4

 6.4 改性乳化沥青 5

 6.5 粗集料 6

 6.6 细集料 6

 6.7 填料 7

 6.8 添加剂 8

 6.9 水 8

7 配合比设计 8

 7.1 一般规定 8

 7.2 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层配合比设计 8

 7.3 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处配合比设计 8

8 施工控制 10

 8.1 一般规定 10

 8.2 碎石封层施工 10

 8.3 微表处施工 11

9 质量控制与检查验收 11

 9.1 原材料质量控制 11

 9.2 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层施工质量控制 12

 9.3 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处施工质量控制 13

 9.4 高粘高弹改性沥青复合封层施工验收标准 13

附录 A（规范性） 单位面积石料用量试验方法 15

 A.1 目的与适用范围 15

 A.2 仪器与材料技术要求 15

 A.3 方法与步骤 15

 A.4 数据处理 15

A.5	报告	15
附录 B (规范性)	同步碎石封层施工中洒 (撒) 布量测试方法	16
B.1	目的与适用范围	16
B.2	仪具与材料技术要求	16
B.3	方法与步骤	16
B.4	数据处理	17
B.5	报告	17
附录 C (规范性)	碎石覆盖率检测方法	18
C.1	目的与适用范围	18
C.2	仪具与材料技术要求	18
C.3	方法与步骤	18
C.4	计算碎石覆盖率	18
C.5	报告	18

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宁夏回族自治区交通运输厅提出归口并实施。

本文件起草单位：宁夏交通建设股份有限公司、宁夏嘉惠道路资源再生利用有限公司、宁夏公路桥梁建设有限公司、宁夏公路管理中心、宁夏道路养护工程技术研究中心、中交公路规划设计院有限公司、宁夏交投高速公路管理有限公司、宁夏公路管理中心中卫分中心、河南省高远公路养护技术有限公司。

本文件主要起草人：窦占双、杨宗林、马小军、陈俊夺、王晓东、丁小平、缙永涛、惠迎新、郭瑾、贾小龙、丁玉录、高宏广、张宏伟、董炜、李强、高举怀、李杨梅、任斌、虎占辉、赵丽红、赵学新、马铁飞、李宁、姚志杰、龚睿、陈飞、刘金雷。

高粘高弹改性沥青复合封层施工技术规范

1 范围

本文件规定了高粘高弹改性沥青复合封层的设计、施工、质量控制及验收标准，以保证工程质量。

本文件适用于各等级公路需要改善抗滑等使用性能的沥青路面预防性养护罩面以及水泥混凝土路面、水泥混凝土桥面、隧道水泥混凝土路面预防性养护罩面；二级及二级以下公路沥青路面的磨耗层。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 30516 高粘高弹道路沥青
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范
JTG 5210 公路技术状况评定标准
JTG 5421 公路沥青路面养护设计规范
JTG D50 公路沥青路面设计规范
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42 公路工程集料试验规程
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG F80/1（土建工程）公路工程质量检验评定标准
DB 64/T 1057 公路工程路面面层碎石技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高粘高弹改性沥青 bitumen with high viscosity and elastic recovery

掺加高分子聚合物、增粘剂或其他材料等外掺剂制成的具有粘度高、弹性恢复率高的沥青结合料。

3.2

复合封层 composite seal

碎石封层上面加铺一层微表处组合而成的封层。

3.3

碎石封层 macadam seal

用专用设备将沥青胶结料、单一粒径的碎石同步或异步洒（撒）布在路面结构层上，在轮胎压路机碾压下，使沥青胶结料与石料之间、封层与下承层之间充分粘结，形成的沥青碎石层。

3.4

微表处 micro surfacing

采用专用机械设备将聚合物改性乳化沥青、粗细集料、填料、水和添加剂等按设计配比拌和成稀浆混合料摊铺到原路面上，并按设计要求时间开放交通的具有高抗滑和耐久性能的薄层。

3.5

高粘高弹改性沥青复合封层 high viscosity and high elasticity modified asphalt composite seal coat

高粘高弹改性沥青碎石封层上面加铺一层微表处组合而成的封层。

4 符号

本文件有关符号或代号及意义见下表1。

表1 符号或代号及意义

编号	符号或代号	意义
4.1.1	A	道路石油沥青
4.1.2	BCR	拌和型阳离子改性乳化沥青
4.1.3	AVE	高粘高弹改性沥青
4.1.4	PSV	粗集料磨光值，polished stone value之略语
4.1.5	WSV	粗集料磨耗值，weared stone value之略语
4.1.6	AIV	粗集料冲击值，aggregate impact value之略语
4.1.7	Qa	粗集料的压碎值
4.1.8	Qe	粗集料的针片状含量
4.1.9	Qn	集料的含泥量
4.1.10	FB (BPN)	用摆式仪测定的路面摩擦系数摆值，其单位BPN是British Pendulum(Tester) Number之略语
4.1.11	DV	沥青的动力粘度
4.1.12	MS-2	公称最大粒径为4.75mm微表处
4.1.13	MS-3	公称最大粒径为9.5mm微表处
4.1.14	SCS-2	MS-2型微表处+（10~15mm）碎石封层
4.1.15	DCS-2	MS-2型微表处+（10~15mm）碎石封层+（5~10mm）碎石封层
4.1.16	SCS-3	MS-3型微表处+（10~15mm）碎石封层
4.1.17	DCS-3	MS-3型微表处+（10~15mm）碎石封层+（5~10mm）碎石封层
4.1.18	PCI	路面损坏状况指数，Pavement Surface Condition Index之略语
4.1.19	RQI	路面行驶质量指数，Pavement Riding Quality Index之略语
4.1.20	RDI	路面车辙深度指数，Pavement Rutting Depth Index之略语

5 基本规定

5.1 原路面的技术要求

5.1.1 当原路面出现裂缝时应根据裂缝类型特点、严重程度及原因确定，并采取适宜的处置措施，及时进行裂缝封闭处理。

5.1.2 当原路面局部存在坑槽、泛油、油渍污染、车辙病害，路基出现失稳、沉陷等病害时应进行处理。

5.1.3 当原路面为水泥混凝土路面时，出现面板断板、碎裂、沉陷、错台等局部病害时，应进行处理。

注：当原路面路基为软弱路基、存在不均匀沉降；基层松散、网裂严重，失去承载力；面层唧浆、推移拥包严重时须对病害进行铣刨或补强处理后，方可采用复合封层施工。原路面为水泥混凝土路面施工时面板之间纵横向接缝需用沥青胶砂填充，铺设抗裂贴。高粘高弹改性沥青复合封层在水泥混凝土路面上施工前应喷洒黏层。

5.2 厚度

5.2.1 高粘高弹改性沥青复合封层可采用单层碎石封层与微表处的组合结构，也可采用双层碎石封层与微表处的组合结构。结构类型可分为四类，分别为 SCS-2 型、DCS-2 型、SCS-3 型、DCS-3 型。

5.2.2 SCS-2 型、DCS-2 型复合封层适用于中等交通量公路的预防性养护；SCS-3 型、DCS-3 型复合封层适用于重载交通量公路的预防性养护。

5.2.3 高粘高弹改性沥青复合封层厚度参考表 2 控制。

表 2 高粘高弹改性沥青复合封层厚度参考范围

项目	MS-2	MS-3
单层微表处的厚度（mm）	4~6	8~10
SCS-2 型复合封层总厚度（mm）	12~14	-
DCS-2 型复合封层总厚度（mm）	14~16	-
SCS-3 型复合封层总厚度（mm）	-	15~17
DCS-3 型复合封层总厚度（mm）	-	17~19
注：复合封层结构层厚度主要由碎石封层与微表处两层厚度的叠加、嵌挤，主要影响因素为碎石粒径规格、针片状含量、碎石撒布覆盖率、开放交通碾压嵌挤等，因此对厚度的影响较大。施工过程中要重点控制碎石粒径规格、针片状含量、碎石撒布覆盖率等指标，避免通过调整微表处的铺筑厚度来满足设计总厚度要求。		

5.2.4 高粘高弹改性沥青复合封层适用的各等级公路路况水平应符合表 3 的规定。

表 3 高粘高弹改性沥青复合封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI、RDI	≥80	≥75	≥70

6 原材料

6.1 一般规定

复合封层的施工材料包括高粘高弹改性沥青、改性乳化沥青、集料、填料、添加剂和水等，其质量应满足要求。

6.2 道路石油沥青

6.2.1 用于生产高粘高弹改性沥青、改性乳化沥青的道路石油沥青宜采用 90 号 A 级沥青加工生产。其质量应符合表 4 的规定。

表 4 道路石油沥青技术要求

项目		单位	90号A级沥青技术指标	试验方法
针入度（25℃，5s，100g）		0.1mm	80~100	T 0604
针入度指数PI		-	-1.5~+1.0	T 0604
软化点，不小于		℃	44	T 0606
动力粘度（60℃），不小于		Pa·s	140	T 0620
延度（10℃），不小于		cm	30	T 0605
延度（15℃），不小于		cm	100	
蜡含量（蒸馏法），不大于		%	2.2	T 0615
闪点，不小于		℃	245	T 0611
溶解度，不小于		%	99.5	T 0607
密度（15℃）		g/cm ³	实测记录	T 0603
TFOT（或 RTFOT） 薄膜老化后	质量变化	%	-0.8~+0.8	T 0610或T 0609
	残留针入度比（25℃），不小于	%	57	T 0604
	残留延度（10℃），不小于	cm	8	T 0605
注1：试验方法按照JTG E20规定的方法执行。 注2：表中PI值、延度（15℃）可作为选择性指标。 注3：老化试验以TFOT为准，也可以RTFOT代替。				

6.2.2 沥青应按品种、标号分开存放。沥青在储存罐中贮存温度不宜低于 130℃，以适宜搅拌为好，并不得高于 170℃。

6.3 高粘高弹改性沥青

6.3.1 高粘高弹改性沥青质量应符合表 5 的技术要求。

表 5 高粘高弹改性沥青技术要求

试验项目	单位	技术指标	试验方法
针入度（25℃，5s，100g），不小于	0.1mm	40	T 0604
延度（5℃，5cm/min），不小于	cm	30	T 0605
软化点，不小于	℃	80	T 0606
闪点，不小于	℃	250	T 0611
弹性恢复（25℃），不小于	%	90	T 0662
贮存稳定性离析（48h软化点差），不大于	℃	5	T 0661
旋转粘度（180℃），不大于	Pa·s	3	T 0625
动力粘度（60℃），不小于	Pa·s	100000	T 0620

表 5 高粘高弹改性沥青技术要求（续）

试验项目		单位	技术指标	试验方法
动态剪切流变DSR 70℃，不小于		kPa	1.0	T 0628
TFOT（或 RTFOT）薄膜 老化后	质量变化	%	-1.0~+1.0	T 0610或T 0609
	残留针入度比（25℃），不小于	%	75	T 0604
	残留延度（5℃），不小于	cm	20	T 0605
	动态剪切流变DSR 70℃，不小于	kPa	2.2	T 0628
注1：试验方法按照JTG E20规定的方法执行。 注2：动力粘度（60℃）表征的是材料在夏季高温最不利时节的一种工作粘度，粘度越大则耐高温稳定性能越好。粘度大的沥青在荷载作用下产生较小的剪切变形，弹性恢复性能好，残留的永久塑性变形小，反映到路面上是抵抗车辙的能力增强。沥青粘度的增加对提高集料与沥青的粘附性是非常有益的，一方面粘度大意味着沥青的分子量大，沥青质、胶质的含量高，从而沥青酸、沥青酸酐的含量多，可以与集料产生较好的吸附作用，另一方面，粘度大的沥青与集料作用后形成的沥青膜较厚，沥青膜的强度也较大，抗水损坏和交通荷载的能力也强，因此沥青的粘度大，表现出粘附性也好。本规范将动力粘度（60℃）、弹性恢复（25℃）等指标进行调整，同时增加动态剪切流变DSR指标来测量沥青胶结料的流变性能，从而提高高粘高弹沥青的路用性能。				

6.3.2 生产高粘高弹改性沥青的基质沥青、改性剂、添加剂等材料应有良好的配伍性。

6.3.3 工厂制作的成品高粘高弹改性沥青到达施工现场后存储在沥青罐中，贮存温度不宜低于 130℃，并不高于 195℃。沥青罐中应加设搅拌设备并进行搅拌，使用前应搅拌均匀。施工过程中应定期取样检验产品质量，发现贮存稳定性离析等质量不符合要求的高粘高弹改性沥青不应使用。

6.4 改性乳化沥青

6.4.1 微表处应选用慢裂快凝阳离子型聚合物改性的乳化沥青，改性剂剂量（改性剂有效成分占纯沥青的质量百分比）不宜小于 3%。

6.4.2 微表处用改性乳化沥青质量应符合表 6 的技术要求。

表 6 改性乳化沥青技术要求

试验项目		单位	BCR改性乳化沥青	试验方法
破乳速度		—	慢裂	T 0658
粒子电荷		—	阳离子(+)	T 0653
筛上剩余量（1.18mm），不大于		%	0.1	T 0652
粘度	恩格拉黏度E ₂₅	—	3~30	T 0622
	沥青标准黏度C _{25,3}	s	12~60	T 0621
蒸发残留物	含量，不小于	%	60	T 0651
	针入度（100g，25℃，5s）	0.1mm	40~100	T 0604
	软化点，不小于	℃	57	T 0606
	延度（5℃），不小于	cm	20	T 0605
	溶解度（三氯乙烯），不小于	%	97.5	T 0607
贮存稳定性	1d，不大于	%	1	T 0655

表 6 改性乳化沥青技术要求（续）

试验项目		单位	BCR改性乳化沥青	试验方法
贮存稳定性	5d，不大于	%	5	T 0655
注1：试验方法按照JTG E20规定的方法执行。 注2：贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数，通常采用5天，乳液生产后能在第二天使用完时也可选用1天。个别情况下改性乳化沥青5天的贮存稳定性难以满足要求，如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用，此时要求改性乳化沥青运至工地后存放在附有搅拌装置的贮存罐内，并不断地进行搅拌，方可使用。 注3：改性乳化沥青以恩格拉黏度为准，条件不具备时也可采用沥青标准黏度。				

6.5 粗集料

6.5.1 高粘高弹改性沥青复合封层中用于碎石封层的集料应采用单一粒径的碎石，集料应洁净、干燥、耐磨、表面粗糙，具有良好的强度与颗粒形状。其质量应符合表 7 的技术要求。

表 7 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层用粗集料质量技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
压碎值，不大于	%	22	T 0316
洛杉矶磨耗损失，不大于	%	25	T 0317
表观相对密度，不小于	—	2.60	T 0304
吸水率，不大于	%	2.0	T 0304
坚固性，不大于	%	8	T 0314
针片状颗粒含量，不大于	%	10	T 0312
水洗法<0.075mm颗粒含量，不大于	%	1	T 0310
软石含量，不大于	%	3	T 0320
注：坚固性试验可根据需要进行。			

6.5.2 高粘高弹改性沥青复合封层中用于微表处的粗集料应坚硬、粗糙、耐磨、洁净。其质量应符合表 8 的技术要求。

表 8 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处用粗集料质量技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
压碎值，不大于	%	26	T 0316
洛杉矶磨耗损失，不大于	%	28	T 0317
石料磨光值PSV，不小于	—	40	T 0321
坚固性，不大于	%	12	T 0314
针片状颗粒含量，不大于	%	15	T 0310

6.6 细集料

6.6.1 微表处用细集料应采用碱性石料生产的机制砂。通过 4.75mm 筛的合成矿料的砂当量不应低于 65%，其技术要求应符合表 9 的规定。

表 9 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处用细集料质量技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
坚固性（>0.3mm 部分），不大于	%	12	T 0340
砂当量，不小于	%	65	T 0334
棱角性（流动时间），不小于	s	30	T 0345
注：坚固性试验可根据试验需要进行。			

6.6.2 机制砂宜采用专用的制砂机制造，并选用优质石灰岩或岩浆岩中强基性岩石等憎水性石料且粒径规格宜为 9.5mm 以上颗粒的优质石料生产，其级配应符合表 10 的要求。

表 10 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处用机制砂规格

规格	公称粒径 (mm)	水洗法通过各筛孔的质量百分率(%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~10
S16	0~3	—	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

6.7 填料

6.7.1 微表处混合料中可掺加矿粉、水泥等填料。填料应干燥、疏松，无结团，其质量应符合要求。

6.7.2 微表处混合料中掺加的矿粉生产时应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，原石料中的泥土杂质应除净。其质量应符合表 11 的技术要求。

表 11 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处用矿粉技术要求

项目	单位	技术要求	试验方法
表观密度，不小于	t/m ³	2.50	T 0352
含水量，不大于	%	1	T 0103
粒度范围	<0.6mm	%	100
	<0.15mm	%	90~100
	<0.075mm	%	75~100
外观	—	无团粒结块	目测
亲水系数，小于	—	1	T 0353
塑性指数，小于	%	4	T 0354

6.7.3 微表处混合料中掺加的水泥等具有化学活性的填料主要作用为调整稀浆混合料的可拌和时间、成浆状态和成型速度等。其掺加量应通过混合料设计试验确定。

6.8 添加剂

6.8.1 微表处用添加剂的主要作用是调节稀浆混合料可拌和时间、破乳速度、开放交通时间等施工性能，并在一定程度上改变混合料的路用性能。常用的添加剂包括无机盐类添加剂、有机类添加剂等。

6.8.2 添加剂的掺加不应应对混合料路用性能产生不利影响，添加剂种类和剂量应通过混合料配合比设计确定。未经试验验证的添加剂不得在施工中采用。

6.8.3 掺入微表处的纤维类型可选用玻璃纤维、聚酯纤维、矿物纤维或玄武岩纤维，状态为卷轴式纤维盘，长度为 6mm、8mm 或 12mm。

6.9 水

6.9.1 微表处用水不得含有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其它污染物，一般采用饮用水。

7 配合比设计

7.1 一般规定

7.1.1 复合封层配合比设计应由具备相关经验的人员进行设计。碎石封层用高粘高弹改性沥青指标应满足要求；微表处配合比设计应考虑集料、填料、添加剂与改性乳化沥青之间的配伍性。

7.1.2 当施工材料发生变化时应重新进行设计。

7.2 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层配合比设计

7.2.1 碎石封层配合比设计主要包括材料生产、检测与试验路段洒（撒）布两个方面。

7.2.2 碎石封层石料宜采用单一粒径的 10~15mm 碎石、5~10mm 碎石，其按施工层数的不同可分为单层式和双层式两种，其中双层式碎石封层应采用嵌挤式结构。

7.2.3 碎石封层石料粒径规格确定后参考表 12 选择几种不同碎石撒布量，并根据碎石覆盖情况以及裹覆情况确定适宜的碎石撒布量与沥青洒布量。

表 12 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层撒布量及沥青用量

项 目	高粘高弹改性沥青用量 (kg/m ²)	碎石撒布量 (m ³ /1000m ²)	碎石覆盖率 (%)
10~15mm碎石封层	1.8~2.4	9~12	≥80
5~10mm碎石封层	0.8~1.2	6~8	≥85
注：高粘高弹改性沥青用量根据原路面状况及试验路段洒布情况进行调整，通常宜采用上限值控制；碎石撒布量可依据进场材料规格通过室内试验测定碎石封层的最大石料撒布用量，按室内试验撒布用量进行试验路段撒布并调整。			

7.3 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处配合比设计

7.3.1 微表处用矿料级配按表 13 确定。

表 13 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处用矿料级配

规格	通过各筛孔的质量百分率(%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
MS-2	100	95~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
MS-3	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15
波动范围	—	±5	±5	±5	±5	±4	±3	±2

7.3.2 微表处混合料中改性乳化沥青的用量应通过配合比设计确定。混合料质量应符合表 14 的技术要求。

表 14 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处混合料技术要求

项 目	单位	微表处	试验方法
可拌和时间	s	>120	T 0757
稠度	cm	—	T 0751
粘聚力试验			
30min(初凝时间)	N·m	≥1.2	T 0754
60min(开放交通时间)	N·m	≥2.0	
负荷轮碾压试验(LWT)			
粘附砂量	g/m ²	<450	T 0755
湿轮磨耗试验的磨耗值(WTAT)			
浸水1h	g/m ²	<540	T 0752
浸水6d	g/m ²	<800	
配伍性等级值	—	≥11	T 0758

7.3.3 拟定改性乳化沥青、填料、水和外加剂用量，进行拌和试验和粘聚力试验。可拌和时间的试验温度应考虑最高施工温度，粘聚力试验的温度应考虑施工中可能遇到的最低温度。

7.3.4 根据上述试验结果和稀浆混合料的外观状态，选择 1~3 个认为合理的混合料配方，按表 14 中的技术要求检测稀浆混合料的性能，如不符合要求，适当调整各种材料的配合比例再试验，直至符合要求为止。

7.3.5 当配合比设计人员经验不足时，可将初选的 1~3 个混合料配方分别变化不同的沥青用量（沥青用量一般在 6.0%~8.5%之间），按要求重复试验，并分别将不同沥青用量的 1h 湿轮磨耗值及粘附砂量绘制成图 1 的关系曲线，以磨耗值接近表 14 中要求的沥青用量作为最小沥青用量 Pb_{min} ，粘附砂量接近表 14 中要求的沥青用量为最大沥青用量 Pb_{max} ，得出沥青用量的可选择范围 $Pb_{min} \sim Pb_{max}$ 。

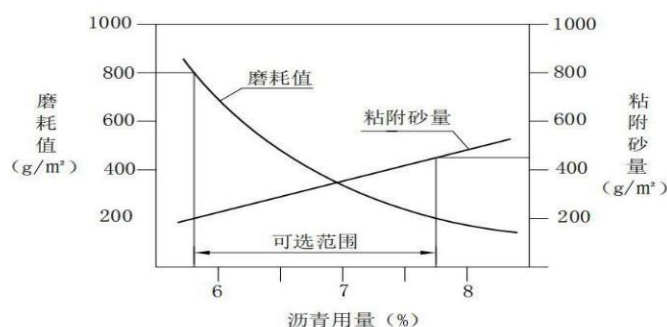


图1 确定微表处稀浆混合料沥青用量曲线

7.3.6 在沥青用量的可选范围内选择适宜的沥青用量。对微表处混合料，以所选沥青用量检验混合料的浸水 6d 湿轮磨耗指标，不符合要求时调整沥青用量重新试验，直至符合要求。

7.3.7 根据配合比设计试验结果，在充分考虑气候及交通特点的基础上综合确定混合料配方。

7.3.8 微表处混合料可掺入其质量 0.1%~0.3% 的纤维，经配合比试验确定纤维掺量。

7.3.9 微表处配合比确定后宜铺筑复合封层试验段，并根据铺筑效果验证施工配合比，结合相关工程经验，对施工配合比进行调整。

8 施工控制

8.1 一般规定

8.1.1 高粘高弹改性沥青复合封层的施工气温不得低于 10℃；施工后 24h 内可能产生冻结时不得施工。

8.1.2 须在路面干燥、无积水的情况下施工作业，严禁在雨天施工。路表潮湿导致封层脱落或未成型的微表处混合料施工遇雨时，应在雨后及时进行检查，损坏较严重的路段进行返工处理，待路表彻底干燥后再进行摊铺。

8.1.3 施工前应做好交通导改工作，合理安排施工段落，保障作业安全与施工质量。

8.2 碎石封层施工

8.2.1 碎石封层所用碎石宜采用沥青拌和站进行沥青预裹覆或烘干除尘处理。预裹覆的沥青可采用基质沥青或改性沥青，预裹覆碎石的沥青用量宜为 0.2%~0.35%。

8.2.2 碎石封层宜采用同步碎石封层车施工，并同步完成胶结料和碎石洒（撒）布；条件不具备时，也可采用沥青洒布车和碎石撒布车的异步施工方法，异步施工应确保工序的紧密衔接，每个作业段的长度应根据施工能力确定。

8.2.3 施工前应检查施工设备并对设备进行调试与标定。

8.2.4 针对原路面状况，选用合适的沥青用量进行洒布，高粘高弹改性沥青洒布温度宜为 185~195℃。

8.2.5 施工过程中如发现洒（撒）布异常时及时停机处理，对局部漏洒（撒）等缺陷及时人工补洒（撒）胶结料或碎石，胶结料聚集应予以刮除。

8.2.6 接缝采用对接方式。接缝应平顺，无沥青外露、碎石堆积。纵向接缝宽度宜小于 100mm，横向接缝可在每次开始位置铺设油毡、铁皮等，防止接缝处重叠洒（撒）布，确保接缝平顺。

8.2.7 碎石撒布过程中，应及时使用 25T~30T 胶轮压路机紧跟碾压，碾压效果以碎石稳固粘接在沥青上为度。压路机的行驶速度不宜超过 3km/h。

8.2.8 单层碎石封层碾压结束后即可开放交通，通过行车碾压促使碎石封层颗粒粘附稳定。在通车初期应设置限速设施控制行车速度，限制行车速度不宜超过 20km/h。

注：单层碎石封层碾压结束后即可开放交通，主要是考虑通过行车碾压促使碎石封层的碎石与沥青更好的粘接，碎石材料以最稳定的方式粘附在路面上。通车碾压须限制车速，早期碎石封层颗粒还不太稳定，部分颗粒容易被速度过快的车辆搓掉，造成碎石剥落。开放交通的时间依据交通量大小调节，以碎石稳固粘接在路面上为宜。具体开放交通时间不做限制。当不具备开放交通条件时可采用胶轮压路机加强碾压。

8.3 微表处施工

8.3.1 微表处施工前对碎石封层表面浮石等进行清扫或用高压水枪清洗，采用专用设备作业，且宜在早、晚气温较低时进行。

8.3.2 在施工现场合适位置选择硬化场地堆放施工用原材料。粗集料中超粒径颗粒必须筛除，干混合料宜采用拌和设备预拌均匀。

8.3.3 微表处应采用专用摊铺机摊铺，摊铺机的拌和箱应为大功率双轴强制式搅拌，摊铺箱应带有两排布料器，摊铺机应具有精确计量系统并可记录或显示矿料、改性乳化沥青等的用量。

8.3.4 施工前应对摊铺设备进行检查与标定。新设备初次使用、工程开工前、原材料变化或配合比变化时均需要标定设备。

8.3.5 检测干混合料不同含水率情况下的紧装密度，并计算单位体积干混合料重量，得出“含水率-单位体积干混合料重量”关系曲线，便于材料含水率变化时摊铺车参数的设定。

8.3.6 微表处混合料的拌和应均匀，乳化沥青与集料裹覆较好，拌和用水添加量不宜过大。摊铺机械不能到达的地方，应用人工刮板找平，且应确保表面平整，保持与摊铺效果相同。

8.3.7 根据施工路段的路幅宽度，调整摊铺槽宽度，应尽量减少纵向接缝数量，纵缝宜设置在车道线处。微表处两幅的纵缝搭接宽度不宜大于 80mm，横向接缝宜做成对接缝，用 3m 直尺测量接缝处的最大间隙不应大于 6mm。

8.3.8 微表处铺筑后不得有超粒径料拖拉的严重划痕，横向接缝和纵向接缝处不得出现余料堆积或缺料现象。摊铺时安排专人及时对局部缺陷、划痕、鼓包等处理。

8.3.9 微表处混合料铺筑后，禁止一切车辆和行人通行。待混合料破乳成型，能够满足开放交通的粘聚力试验要求后再开放交通。

9 质量控制与检查验收

9.1 原材料质量控制

9.1.1 施工前必须提供原材料的检测报告、复合封层配合比设计报告，并确认符合要求；各种材料都必须在施工前以“批”为单位进行检查，不符合要求的材料不得进场。对各种矿料是以同一料源、同一批次购入并运至生产现场的相同规格品种的材料为一“批”进行检查。对沥青是指从同一来源、同一次购入且储存入同一沥青罐的同一规格的沥青为一“批”。按批次检测时，每一批次不宜超过 100 吨。检查项目与频度应符合表 15 的规定。

9.1.2 使用成品高粘高弹改性沥青、改性乳化沥青时，应要求供应商提供产品出厂质量检测报告单或出厂合格证。进场后按规定检测频率进行抽检检测，质量不合格的不得使用。

表 15 施工过程中材料质量检查的项目与频度

材料	检查项目	检查频度	
		高速公路、一级公路	其他等级公路
粗集料	外观(石料品种、<0.075mm含量等)	每200m ³	每200m ³
	针片状颗粒含量	每200m ³	每200m ³
	颗粒组成(筛分)	每200m ³	每200m ³
	压碎值	每200m ³	每200m ³
	磨光值	必要时	必要时
	洛杉矶磨耗值	必要时	必要时
	含水率	必要时	必要时
细集料	颗粒组成(筛分)	每300t	每300t
	砂当量	每300t	每300t
	含水率	必要时	必要时
	松方单位重	必要时	必要时
矿粉	外观	每车一次	每车一次
	<0.075mm含量	每200t	每500t
	含水率	每200t	每500t
石油沥青	针入度	每车1次	每批1次
	软化点	每车1次	每批1次
	延度	每车1次	每批1次
	含蜡量	必要时	必要时
高粘高弹改性沥青	针入度	每车1次	每批1次
	软化点	每车1次	每批1次
	离析试验	必要时	必要时
	低温延度	每车1次	每批1次
	动力粘度	每车1次	每批1次
	弹性恢复	每车1次	每批1次
	老化后残留延度	每车1次	每批1次
改性乳化沥青	破乳速度	每车1次	每批1次
	筛上剩余量	每车1次	每批1次
	蒸发残留物含量	每车1次	每批1次
	蒸发残留物针入度	每车1次	每批1次
	蒸发残留物软化点	每车1次	每批1次
	蒸发残留物延度	每车1次	每批1次
	储存稳定性	必要时	必要时

9.2 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层施工质量控制

9.2.1 碎石封层施工中应对其现场质量进行抽样检测，检测项目、检测频率、质量要求及检测方法应符合表 16 的规定。

表 16 高粘高弹改性沥青复合封层中碎石封层施工过程控制要求

检测项目	质量要求	检测频率	检测方法
外观	胶结料无明显囤积、流淌或漏洒， 碎石无明显囤积、漏撒	全线连续	目测
胶结料洒布量 (kg/m ²)	设计值±0.2	1次/工作日	附录B、总量检验法
胶结料洒布温度 (°C)	符合设计要求	1次/工作日	温度计量测法
碎石撒布量 (kg/m ²)	设计值±0.5	1次/工作日	附录B、总量检验法
碎石撒布覆盖率 (%)	符合设计要求	5点/km	附录C

9.3 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处施工质量控制

9.3.1 微表处施工中应对微表处混合料和现场质量进行抽样检测，检测项目、检测频率、质量要求及检测方法应符合表 17 的规定。

表 17 高粘高弹改性沥青复合封层中微表处施工过程控制要求

检测项目	质量要求	检测频率	检测方法
外观	表面平整、均匀、无离析、无划痕	全线连续	目测
稠度	适中	1次/100m	经验法
沥青用量	±0.2%	1次/工作日	T 0722或T 0735、总量 检验法
矿料级配	满足施工配合比的矿料级配要求	1次/工作日	T 0302
厚度	不小于设计值	随时	钢尺测量
湿轮磨耗值	浸水1h	1次/7个工作日	T 0752
	浸水6d		
接缝高差	横向接缝	每条1处	3m直尺法或T 0911
	纵向接缝	每100m测1处	
边线	任一30m长度范围内的水平波动不得超过 ±50mm	全线连续	目测或用尺量法

9.4 高粘高弹改性沥青复合封层施工验收标准

9.4.1 高粘高弹改性沥青复合封层施工质量检查和验收应符合表 18 的规定。

表 18 高粘高弹改性沥青复合封层施工的工程验收标准

检测项目	检测频率	质量要求或允许偏差	检测方法
厚度 (mm)	平均值	不小于设计值	T 0912, 挖坑法或钻芯取样 法
	合格值	-10%h	

表 18 高粘高弹改性沥青复合封层施工的工程验收标准（续）

检测项目		检测频率	质量要求或允许偏差	检测方法
渗水系数（mL/min）		每1500m ² 测一处	≤10	T 0971
接缝高差（mm）	纵向接缝	10处/km	≤6	3m直尺法或T 0911
	横向接缝	1处/每条横缝		
抗滑性能	摩擦系数（BPN）	每1500m ² 测一处	符合设计要求	T 0964或T 0969
	构造深度（mm）			T 0961或T 0962或T 0966
宽度（mm）		10处/km	不小于设计值	T 0911
注：表中h为高粘高弹改性沥青复合封层的设计厚度。				

附 录 A
(规范性)
单位面积石料用量试验方法

A.1 目的与适用范围

通过室内试验测定碎石封层的最大石料撒布用量;适用于不同规格碎石封层材料的最大石料撒布用量确定。

A.2 仪器与材料技术要求

试验所需仪器与材料如下:
——烘箱;
——浅盘,面积不小于 1000cm²;
——电子天平,分度值不大于 1g;
——钢卷尺;
——其他辅助工具。

A.3 方法与步骤

- A.3.1 测量浅盘的面积A,准确至0.1cm²。
- A.3.2 称取浅盘的质量 (m₁),准确至1g。
- A.3.3 将用于碎石封层的石料烘干后取出冷却,然后平铺装入浅盘,并使石料之间尽可能无间隙且碎石无重叠。
- A.3.4 称取浅盘与石料的总重量 (m₂),准确至1g。

A.4 数据处理

- A.4.1 根据下列公式计算单位面积石料用量 (kg/m²)。

$$m = \frac{m_2 - m_1}{1000A} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:
m ——单位面积石料用量 (kg/m²) ;
m₁ ——浅盘质量 (g) ;
m₂ ——浅盘与石料总质量 (g) ;
A ——浅盘的面积 (m²) 。

A.5 报告

- A.5.1 给出石料产地、品种、规格、单位面积用量。

附录 B

(规范性)

同步碎石封层施工中洒（撒）布量测试方法

B.1 目的与适用范围

本方法适用于测试沥青表面处治、沥青贯入式、透层、粘层、同步碎石封层中的碎石、沥青等材料的洒（撒）布量，供施工质量检验和控制。

B.2 仪器与材料技术要求

试验所需仪器与材料如下：

- 受样盘，为金属浅盘，面积不小于 2000cm^2 ，深度不大于 1cm ；
- 受样筛，由筛框及底板筛网组成，底板筛网为金属丝编织网，网孔尺寸小于检测碎石级配中最小粒径，通常宜为 $3\times 3\text{mm}$ 筛孔；受样筛大小尺寸须与受样盘相同。受样筛与受样盘配套适用于碎石粒径 5mm 以上且洁净的同步碎石封层情况，异步碎石封层及其它层次无需使用；

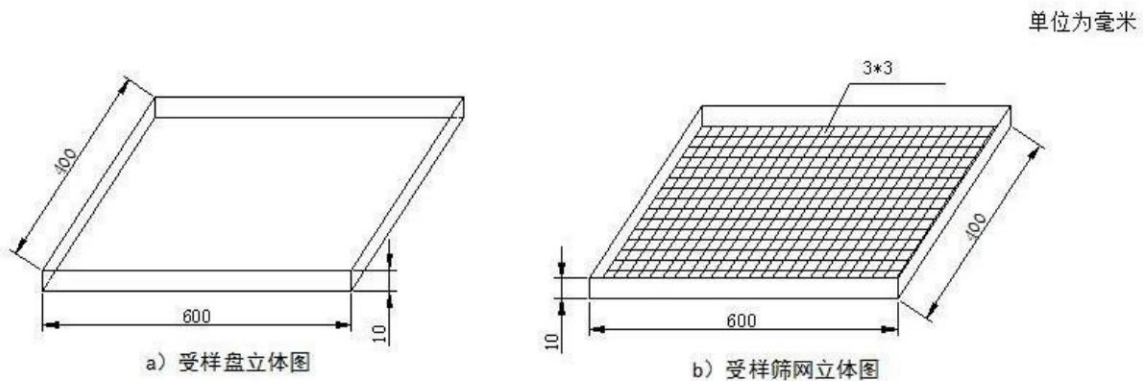


图 B.1 受样盘与受样筛尺寸参考图

- 电子天平，分度值不大于 1g ；
- 锡纸、布等阻溅包裹物；
- 钢卷尺；
- 燃烧炉或三氯乙烯溶剂、毛刷。

B.3 方法与步骤

B.3.1 用钢卷尺准确测量受样盘与受样网开口面积，计算准确至 0.1cm^2 ，在受样盘内表面裹覆锡纸、布等阻溅包裹物并称取受样盘、受样筛、阻溅包裹物总质量 (m_1)，准确至 1g 。

B.3.2 根据同步碎石封层车预计撒布的路段长度，在距两端 $1/3$ 长度处，沿宽度方向避开撒（洒）布车轮迹的任意位置上，放置2个受样盘，在受样盘上面放置受样筛。

B.3.3 同步碎石封层车按正常施工速度和撒布方法施工。注意观察沥青、碎石材料下落至受样盘时是否有飞溅出现现象，如果有则采取措施重新试验。

B. 3. 4 当沥青、碎石材料没有飞溅损失时将已接受沥青、碎石的受样盘和受样筛仔细取走后称取总质量 (m_2)，准确至1g；称取受样筛上的碎石质量 (m_3)，准确至1g。

B. 3. 5 用三氯乙烯溶剂将受样筛上附着的沥青等杂物清洗干净或用燃烧法将受样筛上附着的沥青燃烧干净。

B. 3. 6 受样盘取走后的空白处，应用适当方式补洒沥青、碎石材料。

B. 4 数据处理

B. 4. 1 洒布的沥青用量按式 (B. 1) 计算。

$$Q1 = \frac{m_2 - m_1 - m_3}{1000A} \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中：
 $Q1$ ——洒布的沥青用量 (kg/m²) ；
 m_1 ——受样盘、受样筛、锡纸包裹物的总质量 (g) ；
 m_2 ——受样盘、受样筛、锡纸包裹物、碎石、沥青的总质量 (g) ；
 m_3 ——撒布的碎石质量 (g) ；
 A ——受样盘或受样网面积 (m²) 。

B. 4. 2 撒布的碎石用量按式 (B. 2) 计算。

$$Q2 = \frac{m_3}{1000A} \dots\dots\dots (B. 2)$$

式中：
 $Q2$ ——撒布的碎石用量 (kg/m²) ；
 m_3 ——撒布的碎石质量 (g) ；
 A ——受样盘或受样网面积 (m²) 。

B. 4. 3 平行测试两次，取两次测试值的算术平均值作为试验结果。当两个测试值之差超过平均值的10%时，需重新试验。

B. 5 报告

B. 5. 1 给出施工材料信息、测试方法、施工材料用量。

附 录 C

（规范性）

碎石覆盖率检测方法

C.1 目的与适用范围

利用数字图像处理技术快速检测碎石覆盖率，评价碎石撒布质量。该方法不适用于预裹覆沥青的碎石封层。

C.2 仪器与材料技术要求

数码照相机或手机。

C.3 方法与步骤

C.3.1 碎石撒布后12h内用数码照相机按规定频率拍摄碎石封层照片，每一断面拍摄三张照片并编号记录。拍摄照片时应垂直于路面拍摄，力求高度、角度、光线情况尽量保持一致。

C.3.2 将拍摄好的照片存储于电脑上，根据数码照片灰度直方图，进行图像分割操作。或用可靠的软件进行图像灰度处理并分析计算。像素50以下的图像一般不是碎石图像，图像处理时滤除此类图像。如采用米格纸法计算碎石覆盖率，本步骤由人工用透明米格纸计算。

注：使用数字图像处理技术对碎石覆盖率进行检测，需要在施工现场采集合适的照片进行分析处理。采用matlab 编程软件对采集的高清图像首先进行降噪处理，然后进行二值化灰度处理，初步提取粗骨料图像，通过粗骨料的粒径（不小于2.36mm）阈值控制，最终精准提取图像中的粗骨料，并计算粗骨料面积和面积占比。

C.4 计算碎石覆盖率

C.4.1 碎石覆盖率按下式（C.1）进行计算。

$$Si = \frac{A_1}{A_2} \times 100\% \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

Si ——碎石覆盖率（%）；

A_1 ——撒布碎石的图像面积（像素）；

A_2 ——整幅图片的面积（像素）。

C.4.2 平行试验三次，取三次测试值的算术平均值作为试验结果。当两个测试值之差超过平均值的10%时，需重新试验。

C.5 报告

C.5.1 给出每个检测路段内各测点的碎石覆盖率、图像处理方式、拍摄时间。