

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1534—2022

开普封层施工技术规范

Technical specifications for construction of cape seal

2022 - 04 - 19 发布

2022 - 05 - 19 实施

陕西省市场监督管理局 发 布

目 次

前言..... II

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 适用条件..... 2

6 结构类型..... 2

7 材料..... 3

8 配合比设计..... 6

9 施工..... 7

10 质量控制..... 9

附录 A（规范性） 碎石撒布量计算方法..... 11

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。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：西安公路研究院有限公司、达刚控股集团股份有限公司、陕西国琳建设工程有限公司、西安正源道路养护工程有限公司、中交二公局东萌工程有限公司。

本文件主要起草人：李艳、迟韵博、陈梁、马庆伟、邱业绩、胡江南、黄省伟、杨晨光、李朝昌、何辉、李喆、郭平、邓保辉、张娟、李德文。

本文件由西安公路研究院有限公司负责解释。

本文件为首次发布。

联系信息如下：

单位：西安公路研究院有限公司

电话：029-87823212

地址：陕西省西安市高新六路60号

邮编：710065

开普封层施工技术规范

1 范围

本文件规定了开普封层的术语和定义、符号、适用条件、结构类型、材料、配合比设计、施工、质量控制的要求。

本文件适用于各等级公路沥青路面预防养护工程以及水泥混凝土路面养护工程施工，其他道路可参照使用。

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 175 通用硅酸盐水泥
GB 5749 生活饮用水卫生标准
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 H30 公路养护安全作业规程
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 公路状况技术评定标准
JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
DB 61/T 1021-2016 橡胶沥青路面施工技术规范
DB 61/T 1302-2019 SBS- 胶粉复合改性沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

开普封层 **cape seal**

在碎石封层上加铺微表处或稀浆封层组合而成的表面功能层。

3.2

稀浆混合料 **slurry mixture**

由乳化沥青或改性乳化沥青、粗细集料、填料、水等材料按设计配合比拌和形成的混合物。

4 符号

本文件使用的符号见表1。

表 1 符号

符 号	名 称
PCI	路面损坏状况指数
PSSI	路面结构强度指数
RDI	路面车辙深度指数
RQI	路面行驶质量指数
SRI	路面抗滑性能指数
SBR	苯乙烯-丁二烯橡胶
MS	微表处
ES	稀浆封层

5 适用条件

5.1 开普封层宜用于路基稳定且路面尚未出现严重病害，需要改善抗滑等使用性能的各等级公路沥青及水泥混凝土路面。

5.2 应通过原路面建养历史、技术状况、交通量及路面病害等调查分析，进行路况评定，开普封层适用的各等级公路技术状况应符合表 2 的规定。

表 2 开普封层适用的各等级公路技术状况

评价指标	高速公路及一级公路		其他等级公路	
	沥青混凝土路面	水泥混凝土路面	沥青混凝土路面	水泥混凝土路面
PSSI	85~100		80~100	
PCI	85~95	80~90	75~95	70~90
RQI	90~100		80~100	
RDI	80~100		75~100	
SRI	75~100		65~100	
注1：表中指标按单车道评定，每200 m~1000 m为一个评定单元。				
注2：PSSI、PCI、RQI、RDI和SRI等五项指标的计算和评定方法见JTG 5210。				

6 结构类型

开普封层类型的选择应由原路面技术状况、公路等级、交通量等因素综合确定。开普封层结构类型的选择见表3。

表 3 开普封层结构类型

公路等级	碎石封层+MS-3 型 微表处	碎石封层+MS-2 型 微表处	碎石封层+ES-3 型 稀浆封层	碎石封层+ES-2 型 稀浆封层
高速、一级	√	×	×	×
二级	√	√	√	×
三、四级	Δ	Δ	Δ	√
注3: √——推荐, Δ——可选, ×——不推荐 注4: 原路面状况水平为表2的中上限范围时, 碎石封层宜采用单层; 原路面状况水平为表2的中下限范围时, 碎石封层宜采用双层。				

7 材料

7.1 一般规定

- 7.1.1 材料进场时应附有出厂检验、使用说明等质量保证资料, 进场后取样检测合格后方可使用。
- 7.1.2 材料存储场地应硬化, 且做好防雨排水措施; 不同料源、品种、规格集料不应混杂堆放。

7.2 沥青

7.2.1 道路石油沥青

技术要求应符合JTG F40规定。

7.2.2 改性沥青

用作碎石封层胶结料, 技术要求应符合JTG F40规定。

7.2.3 橡胶沥青

用作碎石封层胶结料, 技术要求应符合DB 61/T 1021-2016中表3的规定。

7.2.4 SBS-胶粉复合改性沥青

用作碎石封层胶结料, 技术要求应符合DB 61/T 1302-2019中表3的规定。

7.2.5 乳化沥青

技术要求应符合表4的规定。

表4 乳化沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求		试验方法
			稀浆封层	碎石封层	
破乳速度		—	慢裂	中裂、快裂	JTG E20 T0658
粒子电荷		—	阳离子(+)		JTG E20 T0653
筛上剩余量（1.18 mm 筛）		%	≤0.1		JTG E20 T0652
黏度	恩格拉黏度 E ₂₅	-	2～30	2~10	JTG E20 T0622
	道路标准黏度 C _{25.3}	s	10～60	10~25	JTG E20 T0621
蒸发残留物性质	含量	%	≥60	≥55	JTG E20 T0651
	针入度（25 ℃,100g,5 s）	0.1 mm	50～150	50～200	JTG E20 T0607
	延度（15 ℃）	cm	≥40		JTG E20 T0604
	溶解度	%	≥97.5		JTG E20 T0605
与粗集料的黏附性，裹覆面积		—	/	≥2/3	JTG E20 T0654
储存稳定性	1d	%	≤1		JTG E20 T0655
	5d	%	≤5		

7.2.6 改性乳化沥青

7.2.6.1 SBR 改性乳化沥青采用的胶乳固含量不宜小于 60%，胶乳用量宜为乳化沥青质量的 3%~5%。

7.2.6.2 SBS 改性乳化沥青宜采用 SBS 改性沥青直接乳化，SBS 改性剂掺量宜为道路石油沥青质量的 3%~5%。

7.2.6.3 改性乳化沥青的技术要求应符合表 5 的规定。

表5 改性乳化沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求		试验方法
			微表处	碎石封层	
破乳速度		—	慢裂	中裂、快裂	JTG E20 T0658
粒子电荷		—	阳离子(+)		JTG E20 T0653
筛上剩余量 (1.18 mm 筛)		%	≤0.1		JTG E20 T0652
黏度	恩格拉黏度 E ₂₅	—	3~30	1~10	JTG E20 T0622
	道路标准黏度 C _{25.3}	s	30~60	12~30	JTG E20 T0621
蒸发残留物性质	含量	%	≥60		JTG E20 T0651
	针入度 (25 °C, 100 g, 5 s)	0.1 mm	40~100	40~120	JTG E20 T0604
	软化点	°C	≥55	≥50	JTG E20 T0606
	延度 (5 °C)	cm	≥50	≥20	JTG E20 T0605
	溶解度	%	≥97.5		JTG E20 T0607
与粗集料的黏附性, 裹覆面积		—	/	≥2/3	JTG E20 T0654
储存稳定性	1 d	%	≤1		JTG E20 T0655
	5 d	%	≤5		JTG E20 T0655

7.3 集料

7.3.1 粗集料

7.3.1.1 碎石封层用粗集料技术指标应符合 JTG F40 规定。

7.3.1.2 微表处、稀浆封层用粗集料质量要求应分别符合表 6、表 7 的规定。

表 6 微表处用粗集料质量要求

项目		单位	质量要求		试验方法
			高速公路、 一级公路	二级及以下 等级公路	
表观相对密度		—	≥ 2.6		JTG E42 T0304
压碎值		%	≤ 20	≤ 22	JTG E42 T0316
坚固性		%	≤ 12		JTG E42 T0314
洛杉矶磨耗损失		%	≤ 22		JTG E42 T0317
集料吸水率		%	≤ 2.0		JTG E42 T0304
针片状含量	混合料	%	≤ 12	≤ 15	JTG E42 T0312
	其中粒径大于 9.5 mm	%	≤ 10	≤ 12	
	其中粒径小于 9.5 mm	%	≤ 15	≤ 18	
磨光值		—	≥ 42	≥ 40	JTG E42 T0321
水洗法 < 0.075 mm 颗粒含量		%	≤ 1.0		JTG E42 T0310
软石含量		%	≤ 2	≤ 3	JTG E42 T0320

表 7 稀浆封层用粗集料质量要求

项目		单位	质量要求	试验方法
表观相对密度		—	≥ 2.5	JTG E42 T0304
压碎值		%	≤ 28	JTG E42 T0316
坚固性		%	≤ 12	JTG E42 T0314
洛杉矶磨耗损失		%	≤ 22	JTG E42 T0317
集料吸水率		%	≤ 2.0	JTG E42 T0304
针片状含量	混合料	%	≤ 15	JTG E42 T0312
	其中粒径大于 9.5 mm	%	≤ 12	
	其中粒径小于 9.5 mm	%	≤ 18	
水洗法 < 0.075 mm 颗粒含量		%	≤ 1.0	JTG E42 T0310
软石含量		%	≤ 3	JTG E42 T0320

7.3.2 细集料

微表处、稀浆封层用细集料质量要求应分别符合表 8、表 9 的规定。

表 8 微表处用细集料质量要求

项目	单位	质量要求		试验方法
		高速公路、一级公路	二级及以下等级公路	
表观相对密度	—	≥2.50	≥2.45	JTG E42 T0328
坚固性 (>0.3 mm部分)	%	≤12	—	JTG E42 T0340
砂当量	%	≥65		JTG E42 T0334
亚甲蓝值	g/kg	≤2.5		JTG E42 T0346
棱角性 (流动时间)	s	≥30	—	JTG E42 T0345

表 9 稀浆封层用细集料质量要求

项目	单位	质量要求	试验方法
表观相对密度	—	≥2.45	JTG E42 T0328
砂当量	%	≥50	JTG E42 T0334
亚甲蓝值	g/kg	≤2.5	JTG E42 T0346

7.4 填料

7.4.1 可选用矿粉、石灰和水泥等材料作为填料。

7.4.2 矿粉质量要求应符合 JTG F40 规定。

7.4.3 石灰应采用消石灰，质量要求应符合 JTG/T F20 规定。

7.4.4 水泥宜采用普通硅酸盐水泥，质量要求应符合 GB 175 规定。

7.5 水

质量要求应符合GB 5749规定。

8 配合比设计

8.1 碎石封层

8.1.1 单层碎石封层材料规格和用量应符合表 10 的规定，双层碎石封层材料规格和用量应符合表 11 的规定。

表 10 单层碎石封层材料规格和用量

碎石规格 (mm)	道路石油沥青用量 (kg/m ²)	改性沥青/SBS-胶粉复合改性沥 青用量 (kg/m ²)	橡胶沥青用量 (kg/m ²)	乳化沥青/改性乳化沥青用量 (kg/m ²)
5~8	0.8~1.2	1.0~1.4	1.5~2.0	1.2~1.6
7~10	1.2~1.5	1.4~1.8	2.0~2.5	1.6~1.8
注：具体用量应经现场试铺确定。				

表 11 双层碎石封层材料规格和用量

碎石规格 (mm)		道路石油沥青用量 (kg/m ²)		改性沥青/SBS-胶粉复合改性 沥青用量 (kg/m ²)		橡胶沥青用量 (kg/m ²)		乳化沥青/改性乳化沥 青用量 (kg/m ²)	
第一层	第二层	第一层	第二层	第一层	第二层	第一层	第二层	第一层	第二层
9~12	5~8	0.8~1.0	0.5~0.8	1.2~1.4	0.6~1.0	1.2~1.6	0.8~1.0	1.2~1.6	1.0~1.4
12~15	7~10	1.2~1.6	0.8~1.0	1.2~1.6	1.0~1.2	1.4~1.8	1.0~1.2	2.0~2.4	1.2~1.6
注：具体用量应经现场试铺确定。									

8.1.2 碎石封层按附录 A 确定适宜的撒布量。单层碎石封层碎石撒布量宜为满铺撒布量 80 %~90 %；双层碎石封层，下层碎石覆盖率宜为 70 %~80 %，上层碎石覆盖率撒布量宜为满铺撒布量 80 %~90 %。

8.1.3 碎石封层用碎石宜通过沥青拌和楼进行沥青预裹覆或烘干除尘处理。

8.2 稀浆混合料

8.2.1 微表处混合料宜采用 MS-2 型、MS-3 型，矿料级配范围应符合表 12 的规定。

表 12 微表处混合料矿料级配范围

级配类型	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
MS-2型	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
MS-3型	100	70~85	45~65	28~45	19~34	12~25	7~18	5~12

8.2.2 稀浆封层混合料宜采用 ES-2 型、ES-3 型，矿料级配范围应符合 JTG 5142 的规定。

8.2.3 稀浆混合料配合比设计应符合 JTG F40 规定。稀浆混合料的技术性能应符合 JTG 5142 规定。

9 施工

9.1 一般规定

9.1.1 施工气温应高于 10℃，路面潮湿、滞水、或可能出现降雨时不应施工。

9.1.2 施工前应彻底处治原路面病害。

9.1.3 施工现场交通管制应按照 JTG H30 的要求进行。

9.1.4 乳化沥青碎石封层及稀浆混合料破乳、水分蒸发并基本成型后方可开放交通。

9.1.5 通车初期应严格管控交通，车辆不得掉头、急刹车，速度不应超过 20 km/h。

9.2 施工准备

主要施工设备及要求应符合表13的规定。

表 13 主要施工设备及要求

设备名称	单位	数量	要求
同步碎石封层车	台	1	≥8t
轮胎压路机	台	1	≥26t
沥青拌和楼	套	1	——
稀浆封层车	台	≥2	动力系统功率≥100KW，集料仓容量≥10 m ³ ，乳化沥青罐容量≥2 m ³ ，水罐容量≥2 m ³ ，配有外加剂罐。
摊铺箱	个	1	具有 2.5 m~4.5 m 的伸缩功能
注：表中施工设备为一个作业面的要求。			

9.3 碎石封层施工

9.3.1 碎石封层施工前宜在原路面上洒布黏结材料。原路面为水泥混凝土路面时，应先进行拉毛处理再洒布黏结材料。黏结材料洒布量应符合表 14 的规定。

表 14 黏结材料洒布量

原路面类型	乳化沥青用量 (kg/m ²)	改性乳化沥青用量 (kg/m ²)
沥青路面	0.4~0.6	0.5~0.8
水泥混凝土路面	0.3~0.5	0.4~0.7
注：粘结材料中的蒸发残留物以50%为基准。		

9.3.2 碎石封层的沥青洒布温度应符合表 15 的规定。

表 15 碎石封层的沥青洒布温度

沥青类型	道路石油沥青	改性沥青/SBS-胶粉复合 改性沥青	橡胶沥青	乳化沥青/ 改性乳化沥青
洒布温度 (°C)	150~160	170~185	180~190	50~70

9.3.3 碎石撒布后应立即采用轮胎压路机碾压，宜为2遍~3遍，碾压应先慢后快，速度宜为33 m/min~50 m/min。

9.3.4 施工过程中出现漏洒（撒）现象应及时补洒（撒），胶结料聚团应刮除。

9.3.5 横向接缝处铺设油毛毡或隔离布。纵向接缝采用搭接处理，应在先做封层一侧暂留10cm宽度不撒布碎石，待另一侧封层施工时撒布碎石。

9.3.6 做好碎石封层的初期养护，过多的浮料应及时回收。

9.4 微表处、稀浆封层施工

9.4.1 微表处、稀浆封层宜在碎石封层成型后施工。

9.4.2 微表处、稀浆封层施工前，应对碎石封层表面浮石、泥土或杂物等进行清扫，保持路面干燥清洁。

9.4.3 拌和、摊铺应符合以下要求：

- 在起点处放置油毛毡或铁皮。将装好料的稀浆封层车开至施工起点，对准控制线，将摊铺槽放在铁皮上，调整摊铺槽使其周边与原路面贴紧；
- 根据配合比设计结果和现场集料含水率，按比例输出集料、填料、水、添加剂和（改性）乳化沥青，进行拌和；

- c) 当拌和好的混合料注满摊铺槽容积的 1/2 以上时,启动稀浆封层车匀速前进;
- d) 摊铺速度宜为 15 m/min ~30m/min,保持混合料摊铺量与搅拌量基本一致。摊铺槽中混合料的体积宜为摊铺槽容积的 1/2~2/3;
- e) 当稀浆封层车内任意一种材料即将用完时,应关闭所有输送材料的阀门,使搅拌器中的混合料搅拌完,并送入摊铺槽摊铺完后,稀浆封层车停止前进,将稀浆封层机移出施工点,清洗搅拌器、摊铺槽和刮板。

9.4.4 对路肩、临时停车带和停车场等处,宜在微表处或稀浆封层混合料破乳后,采用轮胎压路机进行碾压。

9.4.5 混合料摊铺后,应立即修补每车起终点、纵横向接缝、桥梁伸缩缝、摊铺厚度不均和纵向刮痕等部位的施工缺陷。

9.4.6 接缝采用平接缝,纵向接缝宜设在标线位置,不应在轮迹带上。

10 质量控制

10.1 施工前材料质量检查项目与频率应符合表 16 的规定。

表 16 施工前材料质量检查项目与频率

材 料	检查项目	质量要求或允许偏差	检测频率
道路石油沥青	JTG F40规定的项目	满足JTG F40要求	1次/批
改性沥青	JTG F40规定的项目	满足JTG F40要求	1次/批
橡胶沥青	DB 61/T 1021-2016中表3规定的项目	满足DB 61/T 1021-2016中表3要求	1次/批
SBS-胶粉复合改性沥青	DB 61/T 1302-2019中表3规定的项目	满足DB 61/T 1302-2019中表3要求	1次/批
乳化沥青/改性乳化沥青	表4~表5规定项目	满足表4~表5要求	随时
集料	表6~表9规定项目	满足表6~表9要求	1次/批

10.2 施工过程材料质量检查项目与频率应符合表 17 的规定。

表 17 施工过程材料质量检查项目与频率

材料	检查项目	质量要求或允许偏差	检测频率
道路石油沥青	JTG F40规定的项目	满足JTG F40要求	1次/日
改性沥青	JTG F40规定的项目	满足JTG F40要求	1次/日
橡胶沥青	DB 61/T 1021-2016中表3规定的项目	满足DB 61/T 1021-2016中表3要求	1次/日
SBS-胶粉复合改性沥青	DB 61/T 1302-2019中表3规定的项目	满足DB 61/T 1302-2019中表3要求	1次/日
乳化沥青/改性乳化沥青	蒸发残留物含量、针入度、软化点、 延度	满足表4~表5要求	1次/日
集料	表6~表9规定项目	满足表6~表9要求	1次/批
稀浆混合料	可拌和时间	满足JTG F40要求	1次/批
	破乳时间 ^a		
注： ^a 稀浆封层混合料对破乳时间不作要求。			

10.3 施工质量检查项目与频率应符合表 18 的规定。

表 18 施工质量检查项目与频率

检查项目			质量要求或允许偏差	检验频率	检验方法
碎石封层	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		试验段确定量±0.15 kg/m ²	1 次/工作日	JTG 3450 T0982、总量检测法
	胶结料洒布温度		试验段确定温度±5 ℃	随时	温度计测量法
	胶结料洒布均匀性		洒布均匀，无花白	全断面	目测
	碎石撒布量		试验段确定量±0.5 kg/m ²	1 次/工作日	JTG 3450 T0982、总量检测法
	碎石撒布均匀性		覆盖率 80 %~90 %， 黑白相间，无明显松散料	全断面	目测
	宽度		不小于设计宽度	1 次/50 m	尺量
微表处/稀浆封层	矿料级配	0.075 mm	±2 %	每日上午、下午各 1 次	JTG E20 T0725、总量检验法
		2.36 mm	±5 %		
		4.75 mm	±5 %		
	乳化沥青/改性乳化沥青用量		试验段确定量±0.2 kg/m ²	1 次/工作日	JTG E20 T0722、总量检验法
	摊铺厚度		设计厚度-10 %	随时，不少于 5 个断面/km	钢尺测量，每幅中间及两侧各 1 点
	浸水 1 h 湿轮磨耗	≤540 g/m ² （微表处）		1 次/7 个工作日	JTG E20 T0752
		≤800 g/m ² （稀浆封层）			
	外观		表面平整、均匀、无离析，无划痕	全线连续	目测
	横向接缝		对接，平顺	每条	目测
	边线		任一 30 m 长度范围内的水平波动 不应超过±50 mm	全线连续	目测或用尺量法

附 录 A
(规范性附录)
碎石撒布量计算方法

A.1 仪器和材料技术要求

本试验的仪器和材料应符合以下规定：

- a) 受样盘：搪瓷盘或油毛毡，面积不小于 1000 cm²；
- b) 天平：分度值不大于 0.1 g；
- c) 钢卷尺或皮尺。

A.2 方法与步骤

本试验应按照以下步骤执行：

- a) 将拟撒布的洁净碎石（单一粒径）加热到 120 ℃～140 ℃；
- b) 用钢卷尺测量受样盘开口面积 S，计算准确至 0.1 cm²。并用天平称取受样盘的质量，准确至 0.1 g；
- c) 在已知面积 S 的受样盘上均匀洒布一层 1 mm～2 mm 厚的胶结料，称取受样盘和胶结料质量 m₁；
- d) 将加热的碎石满铺在受样盘上；
- e) 待碎石和胶结料凉至室温，称取受样盘、胶结料和碎石总质量 m₂。

A.3 数据处理

A.3.1 碎石满铺撒布量和碎石设计撒布量计算方法如下。

$$P_{gs} = (m_2 - m_1) / S \dots\dots\dots (A.1)$$

$$P_{gd} = P_{ds} \times P_{gs} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

P_{gs}——碎石满铺撒布量的数值，单位为千克每平方米（kg/m²）；

P_{gd}——碎石设计撒布量的数值，单位为千克每平方米（kg/m²）；

m₁——受样盘和胶结料质量的数值，单位为千克（kg）；

m₂——受样盘、胶结料和碎石总质量的数值，单位为千克（kg）；

P_{ds}——碎石设计覆盖率的数值，单位为百分数（%），推荐范围为80%~90%；

S——受样盘面积的数值，单位为平方米（m²）

A.3.2 取3次平行试验平均值作为碎石设计撒布量。