ICS 93.080
CCS P 66

T/CUPC

中 国 城 镇 化 促 进 会 团 体 标 准

T/CUPC XXXX—2026

复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层应用技术指南

Technical Guide for the Application of High-Viscosity Modified Emulsified Asphalt Anti-Slip Wearing Course

（工作组讨论稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026－XX－XX 发布　　2026－XX－XX 实施

中国城镇化促进会　　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
3.3　抗滑磨耗层 anti-skid friction course 1
4　符号和缩略语 2
5　总体要求 2
6　材料要求 2
6.1　复配高黏改性乳化沥青 2
6.2　集料 3
6.3　填料 3
6.4　水 4
7　混合料技术要求 4
8　混合料配合比设计 4
8.1　一般规定 4
8.2　级配设计 4
8.3　配合比设计步骤 4
9　施工技术要求 5
9.1　施工条件 5
9.2　施工准备 6
9.3　铺筑试验段 6
9.4　施工流程 7
9.5　混合料摊铺 7
9.6　初期养护与开放交通 7
10　施工质量控制与验收 7
10.1　施工前材料与设备检查 8
10.2　施工过程的质量控制 8
10.3　交工验收阶段的质量检查与验收 8

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××××提出。
本文件由××××归口。
本文件起草单位：
本文件主要起草人：

复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层应用技术指南

1 范围

本文件规定了复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层的材料要求、混合料技术要求、配合比设计、施工技术要求、施工质量控制与验收等内容。

本文件适用于各等级公路沥青路面预防性养护工程以及城镇道路中复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层的设计、施工及质量检验。

本文件适用于以下应用场景：

a) 沥青路面抗滑性能不足、沥青膜散失、细集料剥落等路段；

b) 路面轻微裂缝（宽度不超过 5mm）、轻微车辙（深度不超过 15mm）等路段；

c) 路面超高弯道路段、交通事故频发路段等；

d) 水泥路面抗滑性能不足、集料剥落及“白改黑”等路段。

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。

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG 3432 公路工程集料试验规程

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/T 5142-01 公路沥青路面预防养护技术规范

JTG 5210 公路技术状况评定标准

JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准

DB41/T 2820 沥青路面改性乳化沥青超薄抗滑磨耗层技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复配型高黏改性乳化沥青 compound high-viscosity modified emulsified asphalt

由SBS改性乳化沥青与非离子型水性聚氨酯（WPU）乳液复合改性制备的具有较高黏度和优良路用性能的改性乳化沥青，简称复配高黏改性乳化沥青。

3.2

SBS 改性乳化沥青 SBS modified emulsified asphalt

以石油沥青为基料，添加SBS（苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物）作为改性剂，在乳化剂及助剂作用下，经乳化加工制成的水包油型乳液。

3.3 抗滑磨耗层 anti-skid friction course

采用专用机械设备将改性乳化沥青、粗细集料、填料、水和添加剂等按照设计配比拌和成稀浆混合料，摊铺到原路面上，形成具有高抗滑性能和一定耐磨耗能力的薄层结构。

3.4

复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层 compound high-viscosity modified emulsified asphalt anti-skid friction course

采用复配型高黏改性乳化沥青作为胶结料的抗滑磨耗层技术，具有高耐磨性、高黏附性、高防水性、高抗裂性、高稳定性和高抗滑性能的表面功能层。

3.5

GMS-2 级配 GMS-2 gradation

在MS-2型级配基础上优化改良的级配类型，增设7.2mm筛孔，同时通过提高粗集料（2.36 mm～4.75 mm）比例，形成骨架结构的间断级配。

3.6

可拌和时间 workable time

抗滑磨耗层混合料从加入乳化沥青开始拌和至失去和易性、开始破乳所经历的时间。

3.7

低温蒸发法 low-temperature evaporative technique

在25℃（24h）和60℃（24h）条件下依次蒸发复配型高黏改性乳化沥青中水分，获取残留物试样的方法，用于避免高温对聚合物改性剂的降解，再对其进行性能试验。

3.8

复配比 mixing ratio

SBS改性乳化沥青与非离子型水性聚氨酯（WPU）乳液的混合质量比例，以A:B表示。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BPN：摆式仪摆值（British Pendulum Number）

PSV：粗集料磨光值（Polished Stone Value）

SBS：苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物

SFC：横向力系数（Side Force Coefficient）

WPU：水性聚氨酯（Waterborne Polyurethane）

5 总体要求

5.1 复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层适用于各等级公路沥青路面预防性养护工程以及城镇道路的表面功能层修复。

5.2 应用本技术前，应对原路面进行全面的调查与评估，确认原路面具有充足的结构强度，无结构性破坏。

5.3 施工过程中应采取措施减少粉尘、噪声和废水排放，废弃材料应按规定处置，不得随意丢弃。

5.4 施工现场应设置安全警示标志，施工人员应配备必要的劳动防护用品。

5.5 施工过程中应避免对周边环境造成污染，清洗摊铺设备的废水应集中收集处理。

6 材料要求

6.1 复配高黏改性乳化沥青

6.1.1 组成

复配高黏改性乳化沥青应由以下组分构成。

a) 组分 A—SBS 改性乳化沥青：基质沥青应采用 70 号或 90 号道路石油沥青，SBS 掺量宜为 4%～6%，采用阳离子乳化剂在胶体磨中完成生产。

b) 组分 B—非离子型水性聚氨酯（WPU）乳液：固含量宜为 35%±1%，pH 值宜为 6～8，黏度（25℃）宜为 800 mPa·s～1200 mPa·s。

6.1.2 制备

6.1.2.1 WPU 的掺量范围为 10%～20%（占 SBS 改性乳化沥青质量百分比），使用前通过机械搅拌将两组分混合均匀，可在 SBS 改性乳化沥青储存罐中加搅拌装置。

6.1.2.2 复配型高黏改性乳化沥青应在使用前现场复配，混合均匀后尽快使用，存放时间不宜超过4小时，且应持续缓慢搅拌，避免离析破乳。

6.1.3 技术要求

复配混合后，复配型高黏改性乳化沥青的基本性能应符合表 1的规定。

表 1 复配高黏改性乳化沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求	试验方法
筛上剩余量（1.18 mm筛）		%	≤0.1	T 0652
破乳速度		-	慢裂	T 0658
电荷		-	阳离子（+）	T 0653
恩格拉黏度（25℃）		-	5～15	T 0622
蒸发残留物含量		%	≥65	T 0651
储存稳定性（1d）		%	≤1	T 0655
储存稳定性（5d）		%	≤5	T 0655
蒸发残留物	针入度（25℃）	0.1mm	60～90	T 0604
	软化点（环球法）	℃	≥85	T 0606
	延度（5℃）	cm	≥50	T 0605
	弹性恢复（25℃）	%	≥90	T 0662
	动力粘度（60℃）	Pa·s	≥20000	T 0620

6.2 集料

6.2.1 粗集料

粗集料应采用辉绿岩或玄武岩等硬质石料，其技术要求应符合表 2的规定。

表 2 粗集料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
石料压碎值	%	≤26	T 0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤28	T 0317
表观相对密度	-	≥2.60	T 0304
吸水率	%	≤2.0	T 0304
坚固性	%	≤12	T 0314
水洗法＜0.075 mm颗粒含量	%	≤1	T 0310
软石含量	%	≤3	T 0320
粗集料磨光值PSV	-	≥42	T 0321

6.2.2 细集料

细集料应采用与粗集料同材质的机制砂或石屑，其技术要求应符合表 3的规定。

表 3 细集料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	-	≥2.5	T 0328
坚固性（＞0.3 mm部分）	%	≥12	T 0340
含泥量（＜0.075 mm含量）	-	≤3	T 0333
砂当量	%	≥65	T 0334
亚甲蓝值	g/kg	≤2.5	T 0349
棱角性（流动时间）	s	≥30	T 0345

6.3 填料

填料应采用普通硅酸盐水泥，水泥强度等级宜为32.5或42.5，其技术要求应符合表 4的规定。

表 4　填料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观密度	t/m³	≥2.50	T 0352
含水量	%	≤1	T 0103
＜0.6 mm粒度范围	%	100	T 0351
＜0.15 mm	%	90～100	T 0351
＜0.075 mm	%	80～100	T 0351
亲水系数	—	＜1	T 0353
塑性指数	%	＜4	T 0354

6.4　水

拌和用水应采用可饮用水，不得使用含有油污、泥砂或有害化学物质的水源。

7　混合料技术要求

复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层混合料技术要求应符合表 5的规定。

表 5　抗滑磨耗层混合料技术要求

试验项目		单位	技术要求	试验方法
可拌合时间（25℃）		s	≥160	T 0757
粘聚力试验	30min（初凝时间）	N·m	≥1.2	T 0754
	60min（开放交通时间）		≥2.0	
负荷车轮粘附砂量		g/m²	≤450	T 0755
湿轮磨耗损失	浸水 1h	g/m²	≤540	T 0725
	浸水 6d		≤800	
轮辙变形试验的宽度变化率		%	≤5.0	T 0756
配伍性等级值		-	≥11	T 0758

8　混合料配合比设计

8.1　一般规定

8.1.1　复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层混合料的配合比设计应采用试验路法与经验法相结合，并综合考虑原路面状况、气候条件、交通荷载等因素。

8.1.2　配合比设计应包括原材料检验、矿料级配设计、最佳沥青用量确定等步骤。

8.2　级配设计

复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层混合料宜采用GMS-2型级配，其级配范围应符合表 6的规定。级配设计时2.36mm～4.75mm粒径集料比例应适当提高，形成骨架结构，养生后的厚度宜为5mm～8mm。

表 6　GMS-2 型级配范围

筛孔尺寸（mm）	9.5	7.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率（%）	100	85～100	85～100	25～45	15～35	10～20	5～15	4～12	2～8

8.3　配合比设计步骤

8.3.1　原材料检验

配合比设计前应对原材料进行检验，确认其符合第6章的技术要求。

8.3.2　最佳改性乳化沥青用量的确定

8.3.2.1　矿料级配调整

根据选定的级配类型，计算各种集料的配合比例，使合成级配符合表 6的规定。

8.3.2.2 初选配比

根据经验或规范推荐范围，初选复配型高黏改性乳化沥青、填料和水的用量，进行拌和试验和黏聚力试验。可拌和时间试验温度应考虑最高施工温度，黏聚力试验的试验温度应考虑施工中可能遇到的最低温度。

8.3.2.3 性能验证

根据上述试验结果和混合料的外观状态，选择3个左右合理的混合料配方，按表 5试验混合料的性能。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。

8.3.2.4 油石比确定

当设计人员经验不足时，可将初选的配方（沥青占矿料的质量百分比在6.5%～9.5%之间），分别变化不同的油石比进行重复试验，将不同沥青用量的1h湿轮磨耗值及砂黏附量绘制成图，得出油石比的可选择范围。

在油石比的可选范围内选择适宜的油石比，使得在该油石比情况下混合料的各项技术指标均可以满足要求。对抗滑磨耗层混合料，以所选择的油石比检验混合料的浸水6d湿轮磨耗指标，用于车辙填充的增加检验负荷车轮试验的宽度变化率指标，不符要求时调整油石比重新试验，直至符合要求为止。

8.3.2.5 综合确定

根据以往经验及配合比设计试验结果，在充分考虑原路面状况、气候及交通因素等的基础上综合确定混合料配方。

9 施工技术要求

9.1 施工条件

9.1.1 气候条件

施工、养生期内的气温应高于10℃，严禁在雨天施工。施工中遇雨或施工后混合料尚未成型就遇雨时，应在雨后将无法正常成型的材料铲除。严禁在过湿或积水的路面上进行抗滑磨耗层施工。

9.1.2 原路面调查与评估

9.1.2.1 复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层施工前，应对原路面进行全面调查与评估。调查路段长度应根据工程规模确定，每段调查长度不宜小于 200 m。

9.1.2.2 应收集并整理原路面的以下历史资料，初步判断原路面的结构承载能力和使用状况：

a) 原路面结构形式、材料组成及厚度；
b) 原路面设计文件、竣工资料及养护维修记录；
c) 原路面的交通量数据及交通组成；
d) 原路面历年技术状况评定资料。

9.1.2.3 路面使用状况调查应包括以下内容：

a) 路面病害类型、程度及分布范围；
b) 路面抗滑性能（摆值 BPN 或横向力系数 SFC）；
c) 路面平整度；
d) 路面渗水系数；
e) 路面结构承载能力。

9.1.2.4 路面病害调查应按 JTG 5210 的规定执行，重点调查以下病害：

a) 裂缝（类型、宽度、密度）；
b) 车辙（深度、宽度）；
c) 坑槽（面积、深度）；
d) 松散、剥落（范围、程度）；

e） 泛油（范围、程度）；
f） 修补状况（位置、面积、质量）。

9.1.2.5 在完成历史资料调查和路面使用状况调查的基础上，应进行适用性评估，判断原路面是否适合采用复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层技术。

9.1.2.6 符合以下条件的原路面宜采用本技术：
a） 具有充足的结构强度，无结构性破损，承载坚实、稳定、均匀；
b） 有轻微裂缝，裂缝宽度不超过 5mm；
c） 有轻微车辙，车辙深度不超过 15mm；
d） 路面抗滑性能不足；
e） 路面沥青膜散失、细集料剥落。

9.1.2.7 符合以下情况的路面不宜直接采用本技术，应进行预处理或选择其他技术方案：
a） 存在结构性破坏，如严重龟裂、沉陷、拥包等；
b） 裂缝宽度大于 5mm 或车辙深度大于 15mm；
c） 麻面、路表剥落严重时应预先处理；
d） 平整度不足、路面渗水严重时应预先处理；
e） 路表泛油、骨料磨光导致路表抗滑性能不足时应预先处理；
f） 沥青损失、老化严重时应预先处理。

9.1.2.8 对存在轻微病害但不满足直接施工条件的路段，应制定预处理方案，预处理完成并检验合格后方可进行抗滑磨耗层施工。

9.1.2.9 适用性评估应形成书面报告，作为施工方案设计的依据。

9.2 施工准备

9.2.1 施工前应对原路面进行检查，确认原路面满足第 9.1.2 条的要求。

9.2.2 在有监理在场的情况下，应对材料进行以下施工前的检查：
a） 施工用的复配高黏改性乳化沥青、矿料、水、填料等应进行质量检查，符合设计要求后方可使用；
b） 粗集料中的超粒径颗粒必须筛除；
c） 以 1%的含水量间隔，参照 T 0331 中细集料紧装密度的测试方法，检测矿料在含水量 0～7%情况下的单位体积干矿料重量，得出矿料的“含水量-单位体积干矿料重量”的关系曲线，用于摊铺车设定；
d） 测定矿料含水量。

9.2.3 在有监理在场的情况下，应对施工机具进行施工前检查和标定，应满足以下要求：
a） 各种施工机械和辅助工具均应备齐，并保持良好工作状态；
b） 摊铺车在新机器第一次使用时、机器每年的第一次使用时、新工程开工前、原材料改变和配比发生较大变化时，必须进行标定，标定方法按该车的使用说明书进行；
c） 通过摊铺车的标定，得出摊铺车各料门开度或泵的设定等与各材料出料量的关系曲线，出具标定报告；
d） 矿料掺配不宜采用装载机进行，而应选用具有储料、计量和掺配功能的配料设备完成。

9.3 铺筑试验段

9.3.1 正式施工前，应选择合适路段作为摊铺试验段，试验段长度应不小于 200m。通过试验段的摊铺，确定施工工艺。

9.3.2 应根据试验段的摊铺情况，在设计配合比的基础上做小范围调整，确定以下施工配合比：
a） 施工配合比的油石比应控制在设计油石比－0.3%～＋0.2%范围内；
b） 施工配合比的矿料级配不应超出表 6 规定的相应级配类型的各筛孔通过率上下限，且以矿料设计级配为基准；
c） 施工配合比的油石比或者矿料级配的调整幅度超出上述规定时，必须重新进行混合料设计。

9.3.3 通过试验段得出的施工配合比和确定的施工工艺经监理或者业主认可后，可作为正式施工依据。施工过程中不能随意更改；必须更改时，应得到监理或者业主认可。

9.4 施工流程

复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层施工工艺流程如图 1所示。

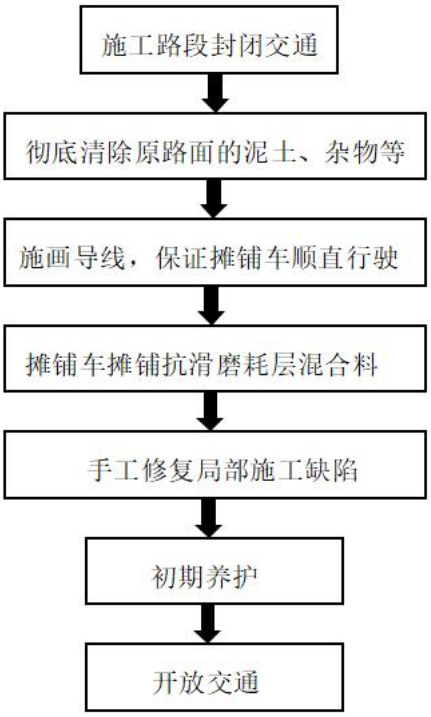


图 1 复配型高黏改性乳化沥青抗滑磨耗层施工工艺流程图

9.5 混合料摊铺

9.5.1 应将符合要求的各种材料装入摊铺车内，将装好料的摊铺车开至施工起点，对准控制线，放下摊铺槽，调整摊铺槽使其周边与原路面贴紧。

9.5.2 按生产配合比和现场矿料含水量情况，依次或同时按配比输出矿料、填料、水、添加剂和乳液，进行拌和。当复配型高黏改性乳化沥青蒸发残留物含量和矿料含水量发生变化时，必须调整摊铺车的设定，确认材料配比符合设计配比后才可继续施工。

9.5.3 拌好的混合料流入摊铺槽并分布于摊铺槽适量时，开动摊铺车匀速前进，需要时可打开摊铺车下边的喷水管，喷水湿润路面。摊铺速度以保持混合料摊铺量与搅拌量基本一致为准，施工时应保持摊铺槽中混合料的体积为摊铺槽容积的 1/2 左右。

9.5.4 抗滑磨耗层混合料摊铺后的局部缺陷，应及时使用橡胶耙等工具进行人工找平，找平的重点是个别超粒径粗集料产生的纵向刮痕以及横、纵向接缝等。

9.5.5 当摊铺车内任何一种材料快用完时，应立即关闭所有输送材料的控制开关，让搅拌器中的混合料搅拌完并送入摊铺槽摊铺完后，摊铺车停止前进，提起摊铺槽，将摊铺车移出摊铺点，清洗摊铺槽，施工中不能随意抛掷废弃物。

9.6 初期养护与开放交通

9.6.1 抗滑磨耗层铺筑后，在开放交通前禁止一切车辆和行人通行，确保混合料能够正常破乳成型，不受外界干扰。

9.6.2 一般情况下，摊铺后的路面不需要压路机碾压。但在用于硬路肩、停车场等缺少或没有行车碾压的场合时，或者为了满足某些特殊需要，可使用 6t 至 10t 轮胎压路机对已破乳并初步成型的抗滑磨耗层混合料进行碾压。

9.6.3 混合料能够满足开放交通的要求后应尽快开放交通，以缩短封路时间，减少对交通的影响。

10 施工质量控制与验收

10.1 施工前材料与设备检查

10.1.1 施工前必须提供原材料的检测报告、抗滑磨耗层混合料设计报告和复核报告，并确认其符合要求。

10.1.2 施工前必须提供摊铺车标定报告。

10.1.3 在确认材料、设备等没有发生变化和符合要求后，方可施工。

10.1.4 施工前材料的质量检查应以同一料源、同一批次并运至生产现场的相同规格品种的集料、复配型高黏改性乳化沥青等为 “一批”进行检查，检查过程应符合以下要求：

a) 复配型高黏改性乳化沥青应按表 1 要求的检测项目检验；

b) 矿料的砂当量、级配应符合设计要求，每批来料检验一次；

c) 矿料含水量应实测，每天检验一次；

d) 矿料级配和砂当量指标不能满足设计要求的，必须重新进行混合料设计或者重新选择矿料。

10.1.5 施工前应对摊铺机的性能、标定和设定以及辅助施工车辆配套情况、性能等进行检查。当复配高黏改性乳化沥青蒸发残留物含量和矿料含水量发生变化时，必须调整摊铺机的设定，确认材料配比符合设计配比后方可施工。

10.2 施工过程的质量控制

施工期间，应对施工质量进行抽样检测，抽样项目、频率、要求及方法见表 7。

表 7 施工过程的检验要求

试验项目	质量要求	检验频率	试验方法
稠度	适中	1次/100m	经验法
油石比	满足施工配合比的矿料级配要求	1次/日	三控检验法
矿料级配	满足施工配合比的矿料级配要求	1次/日	筛分法
外观	表面平整、均匀、无离析、无划痕	全线连续	目测
摊铺厚度	-10%	5个断面/km	钢尺测量
浸水1h湿轮磨耗	不大于540g/m^2	1次/7个工作日	T 0752

10.3 交工验收阶段的质量检查与验收

施工完成后60天内，应将施工全线以1～3km作为一个评定路段，对路面的外观、摩擦摆值或横向力系数、渗水系数等进行检查，具体检测项目、频率、要求及方法见表 8。

表 8 交工验收检验标准

试验项目	质量要求	检验频率	试验方法	试验项目
表观质量	外观	表面平整、密实、均匀、无松散、无花白料、无轮迹、无划痕	全线连续	目测
	横向接缝	对接，平顺	每条	目测
	纵向接缝	宽度≤80mm，不平整≤6mm	全线连续	3m直尺
	边线	不超过±50mm	全线连续	直尺
抗滑性能	横向力系数	≥54	全线连续	T 0965或T 0967
	摆值F_b(BPN)	≥45	5个点/km	摆式仪：T 0964
	构造深度	≥0.6	5个点/km	T 0961
渗水系数		≤10ml/min	3个点/km	T 0971
厚度		-10%	3个点/km	钻孔
宽度		不小于设计值	5个点/km	钢卷尺法
注：抗滑性能仅针对高速公路及一级公路要求，横向力系数由建设单位确定是否检测。				