



宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T XXXX—XXXX

钢渣微表处应用技术规范

Technical specification for application of Steel Slag Micro-surfacing



XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义、符号及代号.....	1
3.1 术语和定义.....	1
3.2 符号及代号.....	2
4 材料.....	2
4.1 一般规定.....	2
4.2 钢渣预处理.....	2
4.3 钢渣集料.....	3
4.4 碎石集料.....	4
4.5 合成矿料.....	4
4.6 改性乳化沥青.....	4
4.7 填料.....	5
4.8 水.....	5
4.9 纤维.....	5
4.10 添加剂.....	5
5 钢渣微表处混合料设计.....	5
5.1 一般规定.....	5
5.2 矿料级配.....	5
5.3 混合料技术要求.....	6
5.4 配合比设计方法.....	6
6 钢渣微表处施工.....	7
6.1 一般规定.....	7
6.2 原路面的要求.....	7
6.3 施工准备.....	7
6.4 试验段铺筑.....	8
6.5 施工工艺.....	8
7 施工质量控制.....	8
7.1 施工前质量控制.....	8
7.2 施工过程质量控制.....	9
8 验收与评定.....	9

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并归口。

本文件起草单位：宁夏交通建设股份有限公司、宁夏交建交通科技研究院有限公司、宁夏公路管理中心、宁夏交投高速公路管理有限公司、宁夏大学、宁夏公路管理中心石嘴山分中心。

本文件主要起草人：惠迎新、门光誉、高宏广、徐新强、罗秉义、丁小平、倪静哲、董炜、张鑫、杨武、陈维斌、张晓星、韩方元、杨昊、聂静、杨宗林、胡晓亮、张宏伟、李文涛、马铁飞、冀鹏举、李正武、岳通、吕慧杰。

钢渣微表处应用技术规范

1 范围

本标准规定了钢渣微表处应用技术的适用范围、术语和定义、原材料、配合比设计、施工工艺、质量检验与验收。

本文件适用于各等级公路沥青路面钢渣微表处施工。

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 3838	地表水环境质量标准
GB 6566	建筑材料放射性核素限量
GB 8978	污水综合排放标准
GB/T 14848	地下水质量标准
GB/T 24175	钢渣稳定性试验方法
JTG 3432	公路工程集料试验规程
JTG 5142	公路沥青路面养护技术规范
JTG 5220	公路养护工程质量检验评定标准
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/T 5142-01	公路沥青路面预防养护技术规范
YB/T 4328	钢渣中游离氧化钙含量测定方法

3 术语和定义、符号及代号

下列术语和定义、符号及代号适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

钢渣集料 steel slag aggregate

钢渣原料经过破碎加工和筛分分级处理，形成的满足路用技术要求的钢渣颗粒。

3.1.2

钢渣微表处 steel slag micro-surfacing

采用专用机械设备将聚合物改性乳化沥青、钢渣集料、碎石集料、填料、水和添加剂按照设计的配合比拌和成稀浆混合料摊铺到原路面上，形成的具备快速开放交通、耐磨、抗滑和耐久性能的薄层。

3.1.3

钢渣微表处混合料 steel slag micro-surfacing mixture

钢渣集料替代部分或全部碎石集料，与改性乳化沥青、填料、水和添加剂拌合而成的稀浆混合料。

3.1.4

浸水膨胀率 immersion expansion ratio

钢渣或钢渣微表处混合料在规定试验条件下，浸水后的体积变化率。

[来源：GB/T 24175-2009，3.1]

3.1.5

内照射指数 internal exposure index

材料中天然放射性核素镭-226 的放射性比活度与 GB 6566 规定的限量值之比。

[来源：GB 6566-2010，2.4]

3.1.6

外照射指数 external exposure index

材料中天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 的放射性比活度分别与其各单独存在时 GB 6566 规定的限量值之比值的和。

[来源：GB 6566-2010，2.5]

3.1.7

钢渣微表处混合料体积配比 volume ratio of steel slag micro-surfacing mixture

钢渣微表处混合料中钢渣集料、碎石集料、填料等材料所占的体积比例。

3.1.8

钢渣微表处混合料质量配比 mass ratio of steel slag micro-surfacing mixture

钢渣微表处混合料中钢渣集料、碎石集料、填料等材料所占的质量比例。

3.2 符号及代号

SSMS——钢渣微表处

4 材料

4.1 一般规定

钢渣微表处混合料原材料包括矿料、改性乳化沥青、填料、水、添加剂等，还可添加纤维对钢渣微表处混合料性能进行改善。其中矿料包括钢渣集料、碎石集料。

4.2 钢渣预处理

4.2.1 钢渣陈化处理

4.2.1.1 钢渣原材料应进行充分陈化，体积稳定性技术指标应满足表 1 规定。

表 1 钢渣体积稳定性要求

序号	指标	技术要求	试验方法
1	浸水膨胀率（%）	≤2	GB/T 24175
2	游离氧化钙含量（%）	≤2	YB/T 4328
3	压蒸粉化率（%）	≤3	GB/T 24175

4.2.1.2 若为加速钢渣陈化速度，可采用洒水陈化方式进行处理，但应做好场地防渗措施，避免污染环境，同时做好浸淋水的收集和监测，浸淋水应在浓度符合 GB 8978 的标准要求后排放。

4.2.2 钢渣破碎、筛分、水洗

4.2.2.1 钢渣破碎、筛分、水洗设备的类型、规格、数量应满足钢渣的质量和生产规模的要求。

4.2.2.2 钢渣筛分时，应根据筛网放置的倾斜角度和工程经验，选择合适的筛孔尺寸。

4.2.2.3 钢渣集料在使用前宜通过在振动筛上方布置高压水管网进行水洗处理。振动筛应倾斜放置，筛面倾斜角 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。振动筛下应设置大容量贮泥池，定期进行清理，减少污水含泥量。

4.3 钢渣集料

4.3.1 集料规格

钢渣集料以标准筛（方孔筛）2.36mm为界限分为钢渣粗集料和钢渣细集料，不同规格钢渣集料的粒径应符合表2的规定。

表2 钢渣集料规格要求

序号	规格名称		工程粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)								
				13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1	钢渣粗集料	S12	5~10	100	90~100	40~70	0~20	0~5	/	/	/	/
2		S14	3~5	/	100	90~100	0~15	0~3	/	/	/	/
3	钢渣细集料	S16	0~3	/	/	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

4.3.2 放射性

钢渣放射性用内照射指数和外照射指数来表征，应符合GB 6566-2010中3.1的相关规定。

4.3.3 重金属离子浸出浓度

对钢渣原材料重金属离子浸出浓度进行检测，其浸出浓度应符合GB 8978允许排放浓度最小值、GB/T 14848中III-1类和GB 3838中III类的相关要求。

4.3.4 体积稳定性

钢渣在使用前应进行活性检测，其体积稳定性应符合本文件中表1的要求。

4.3.5 集料技术指标

钢渣微表处用钢渣粗集料应颗粒棱角丰富，表面纹理粗糙，钢渣细集料应洁净、干燥、无杂质，钢渣集料技术指标应符合表3的规定，且钢渣粗、细集料均应满足表1中的钢渣体积稳定性要求。其他技术指标按照JTG 3432方法测定，且应符合JTG F40的要求。

表3 钢渣粗、细集料技术指标

序号	材料名称	指标	技术要求	试验方法
1	钢渣粗集料	压碎值 (%)	≤ 22	T 0316
2		洛杉矶磨耗损失 (%)	≤ 25	T 0317
3		磨光值	≥ 42	T 0321

表3 钢渣粗、细集料技术指标（续）

序号	材料名称	指标	技术要求	试验方法
4	钢渣粗集料	坚固性（%）	≤12	T 0314
5		吸水率（%）	≤3.0	T 0304
6		针片状颗粒含量（%）	≤12	T 0312
7	钢渣细集料	坚固性（%）	≤12	T 0340
8		砂当量（%）	≥65	T 0334
9		棱角性（s）	≥30	T 0345

4.4 碎石集料

钢渣集料与碎石集料掺配使用时，碎石粗、细集料技术指标按照JTG 3432方法测定，应满足JTG F40及JTG 5142的相关规定。

4.5 合成矿料

钢渣微表处混合料中各档集料均使用钢渣集料，或钢渣集料与碎石集料同时使用时，混合而成的合成矿料应复合表4的规定。

表 4 合成矿料技术指标

序号	指标	技术要求	试验方法
1	砂当量（<4.75mm部分）（%）	≥65	T 0334
2	亚甲蓝值（<2.36mm部分）（g/kg）	≤2.5	T 0349

4.6 改性乳化沥青

改性乳化沥青的技术指标应符合表5的规定。

表 5 改性乳化沥青技术指标

序号	指标	技术要求	试验方法
1	筛上剩余量（1.18mm筛）（%）	≤0.1	T 0652
2	破乳速度	慢裂	T 0658
3	电荷	阳离子（+）	T 0653
4	恩格拉黏度E ₂₅	3~30	T 0622
5	沥青标准黏度C _{25,3} （s）	12~60	T 0621
6	蒸发残留物含量（%）	≥62	T 0651
7	蒸发残留物性质	针入度（100g，25℃，5s）（0.1mm）	40~100
8		软化点（℃）	≥57
9		5℃延度（cm）	≥30
10		溶解度（三氯乙烯）（%）	≥97.5
11	储存稳定性（%）	1d	≤1
12		5d	≤5

4.7 填料

填料可采用矿粉、水泥和消石灰等，应干燥、疏松、无结团，并应符合JTG F40的相关规定。

4.8 水

水不得含有有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其他污染物，一般可采用饮用水。

4.9 纤维

可使用玻璃纤维、聚酯纤维、矿物纤维、玄武岩纤维等，长度宜选用6 mm、8 mm、12 mm。

4.10 添加剂

添加剂不得对钢渣微表处混合料的性能产生不利影响，未经试验验证的添加剂不得在施工中应用。

5 钢渣微表处混合料设计

5.1 一般规定

5.1.1 钢渣微表处混合料应根据使用要求、原路面状况、交通量、气候条件等因素选择类型，并进行混合料配合比设计、路用性能验证和设计参数的测试，根据试验结果确定混合料配合比。

5.1.2 根据矿料公称最大粒径的不同，钢渣微表处可分为 SSMS-2 型、SSMS-3 型和 SSMS-4 型。

- SSMS-2 型钢渣微表处，公称最大粒径为 4.75 mm，摊铺养生后单层厚度为 4 mm～6 mm，适用于中等交通量的各等级公路的预防性养护；
- SSMS-3 型钢渣微表处，公称最大粒径为 9.5 mm，摊铺养生后单层厚度为 8 mm～12 mm，适用于各等级公路的预防性养护和修复性养护；
- SSMS-4 型钢渣微表处，公称最大粒径为 13.2 mm，摊铺养生后单层厚度为 10 mm～20 mm，适用于各等级公路的车辙填充。

5.2 矿料级配

5.2.1 对钢渣集料和碎石集料进行筛分，进行钢渣微表处混合料的级配设计，确定各档集料的体积配比，钢渣微表处混合料的体积配比应满足表 6 的规定。

表 6 钢渣微表处级配范围

序号	级配类型	通过下列筛孔的体积百分率（%）									
		13.2	9.5	7.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1	SSMS-2	—	—	100	90~100	65~90	45~70	30~50	18~30	10~21	5~15
2	SSMS-3	—	100	80~95	70~85	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	6~12
3	SSMS-4	100	88~100	70~88	60~80	40~60	28~45	19~34	14~25	8~17	4~8
4	波动范围	—	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%	±4%	±3%	±2%

注1：当采用钢渣与碎石进行合成级配时，同一粒径规格应全部采用钢渣或全部采用碎石。

注2：填料应计入矿料级配。

5.2.2 按式（1）将钢渣微表处混合料体积配比转化为钢渣微表处混合料质量配比。后续试验及生产均应以钢渣微表处混合料质量配比为准确。

..... (1)

式中：——第*i*种规格矿料的质量占比，%；
——第*i*种规格矿料的体积占比，%；
——第*i*种规格矿料的毛体积相对密度，无量纲；

5.3 混合料技术要求

钢渣微表处混合料的室内试验技术指标应满足表7的要求。

表 7 钢渣微表处混合料技术指标

序号	指标		技术要求	试验方法
1	可拌和时间（25℃）（s）		≥120	T 0757
2	破乳时间（min）		≤20	T 0753
3	黏聚力（N·m）	30min（初凝时间）	≥1.2	T 0754
4		60min（开放交通时间）	≥2.0，且初级成型	
5	负荷车轮粘附砂量（g/m ² ）		≤450	T 0755
6	浸水湿轮磨耗（g/m ² ）	1h	≤480	T 0752
7		6d	≤680	
8	轮辙变形试验宽度变化率 ^a （%）		≤5	T 0756
9	配伍性等级值		≥11	T 0758

注：a. 不用于车辙填充的微表处混合料，不作轮辙变形试验的要求。

5.4 配合比设计方法

- 5.4.1 根据选择的级配类型，按表 6 的级配范围确定各档矿料的体积配比，初选 3 个配比，所选配比下集料通过不同尺寸筛孔的体积百分率应在要求的级配范围内。
- 5.4.2 根据经验选择不同的改性乳化沥青、水和添加剂用量，在施工中可能遇到的最高温度条件下进行拌和试验及黏聚力试验。
- 5.4.3 根据上述试验结果和微表处混合料的外观状态，选择合理的混合料初试配合比，按表 7 要求检验初试配合比下钢渣微表处混合料的技术指标。如不符合要求，重复 5.4.2。
- 5.4.4 根据所选择的混合料初试配合比，以初试油石比为中值，按一定间隔（一般间隔为 0.3 %）取 5 个油石比分别制备试样进行试验，将不同油石比的 1 h 湿轮磨耗值及粘附砂量绘制成图 1 所示的关系曲线。以磨耗值接近表 7 中要求的油石比作为最小油石比 P_{bmin} ，粘附砂量接近表 7 中要求的油石比为最大油石比 P_{bmax} ，得出油石比的可选择范围 $P_{bmin} \sim P_{bmax}$ ，选择适宜的油石比。

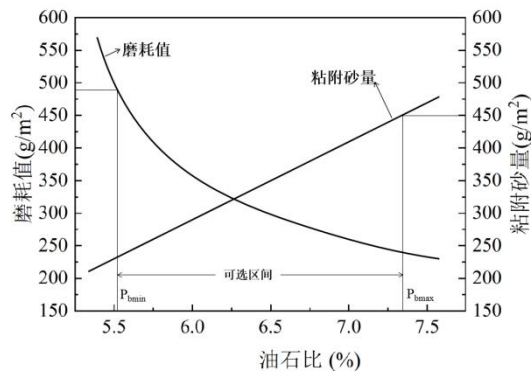


图 1 确定钢渣微表处混合料沥青用量的曲线图

5.4.5 对确定的配合比，按表 7 要求检验钢渣微表处混合料的技术性能，如不符合要求，调整各种材料的配合比例重新试验，直到符合要求为止。

5.4.6 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合比。

6 钢渣微表处施工

6.1 一般规定

6.1.1 钢渣微表处施工现场的交通控制应严格按照 JTG H30 的要求进行，保障养护作业安全。

6.1.2 钢渣微表处施工前，施工单位必须提供详实的混合料设计报告。设计报告应由具有丰富设计经验的试验室进行验证性复核，符合技术要求后方可施工。

6.1.3 钢渣微表处必须采用专用机械施工。微表处摊铺机的拌和箱应具有大功率双轴强制式搅拌能力，摊铺槽应带有两排布料器，计量系统应足够精确且可显示并记录矿料、改性乳化沥青、填料和水等材料的用量。当采用钢渣微表处进行车辙处置时还必须配有专用的 V 字形车辙摊铺槽。

6.1.4 钢渣微表处施工时温度应不低于 10℃，且不得在雨天或风力大于 5 级的天气施工。

6.1.5 不得在过湿或积水的路面上进行钢渣微表处施工。

6.2 原路面的要求

6.2.1 原路面技术状况应满足表 8 及 JTG 5142 的规定。

表 8 原路面技术状况指标要求

序号	指标	高速公路	一级及二级公路
1	PSSI	≥80	≥80
2	PCI、RQI、RDI	≥85	≥80

6.2.2 钢渣微表处施工前应对原路面进行下列处理：

- 原路面宽度大于 5mm 的裂缝应进行灌缝处理；
- 原路面坑槽、松散等局部破损应彻底挖除并填补；
- 原路面拥包等隆起性病害应事先进行处理；
- 路面热熔类标线应预先清除。

6.3 施工准备

6.3.1 材料准备

6.3.1.1 检测钢渣微表处施工所用的改性乳化沥青、钢渣集料、碎石集料、填料及水等的技术性能，符合本标准要求方可使用。

6.3.1.2 对钢渣集料和碎石集料进行筛分，确保筛除超粒径颗粒。

6.3.2 机具准备

6.3.2.1 应对施工机具进行施工前的检查和标定。各种施工机械和辅助工具均应备齐并保持良好工作状态。

6.3.2.2 摊铺机在以下情况下必须进行计量标定：

- 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；
- 原材料改变或配比发生较大变化时。

6.4 试验段铺筑

- 6.4.1 钢渣微表处正式施工前，应选择合适路段铺筑试验段确定施工工艺。试验段长度不小于 200 m。
- 6.4.2 在试验段的铺筑过程中应检查钢渣微表处摊铺情况。当混合料表面出现松散、花白料或者划痕等现象时，在施工配合比基础上可以对改性乳化沥青用量、用水量等比例进行微调，直至表面平整、密实、均匀、无松散、无花白料、无划痕时确定施工配合比，矿料合成体积级配应符合表 6 的规定，油石比不应超出设计油石比-0.3 %~0.3 %的范围。

6.5 施工工艺

- 6.5.1 钢渣微表处应按下列程序施工：
- 1) 彻底清除原路面的泥土、杂物等；
 - 2) 施划导线，有路缘石、车道线等作为参照物的也可不施划导线；
 - 3) 如有喷洒粘层油要求的，启动喷洒车进行粘层油喷洒，并进行养生；
 - 4) 开启摊铺车，摊铺钢渣微表处混合料；
 - 5) 手工修复局部施工缺陷；
 - 6) 初期养生；
 - 7) 开放交通。
- 6.5.2 宜根据设计要求的整幅施工宽度，结合减少纵向接缝数量、将纵向接缝放在车道线附近等目的，合理确定单幅摊铺宽度。
- 6.5.3 摊铺机应保持匀速摊铺，摊铺速度应使摊铺槽中混合料体积保持在摊铺槽容积的 1/2 左右。
- 6.5.4 当摊铺机内任何一种材料即将用完时，应立即关闭所有材料的输送控制开关，待混合料全部送入摊铺槽后继续摊铺。
- 6.5.5 完成摊铺后，摊铺机应停止前进，提起摊铺槽，移至路侧进行清理。施工废弃物应收集装入废料车，按照废物种类综合处置，不得随意抛掷。
- 6.5.6 钢渣微表处摊铺后可使用 6 t~10 t 轮胎压路机进行碾压。碾压时机应选择在微表处混合料已破乳并初步成型之后。
- 6.5.7 钢渣微表处混合料铺筑后，在开放交通前应严禁车辆和行人通行。当钢渣微表处混合料满足开放交通的要求后，应尽快开放交通。
- 6.5.8 钢渣微表处用于车辙填充时，应调整摊铺厚度，使填充层横断面的中部隆起 3 mm~5 mm。

7 施工质量控制

7.1 施工前质量控制

- 7.1.1 施工前材料的质量检查频率与要求应符合表 9 的规定。

表 9 钢渣微表处施工前的材料质量检查频率与要求

序号	材料	检查项目	要求值	检验频率
1	改性乳化沥青	表 5 要求的检测项目	符合表 5 要求	每批来料 1 次

表9 钢渣微表处施工前的材料质量检查频率与要求（续）

序号	材料	检查项目	要求值	检验频率
2	钢渣集料	表 3 要求的检测项目	符合表 3 要求	每批来料 1 次
3	合成矿料	砂当量（%）	≥65	
4		级配	符合设计要求，且不得超出表 6 允许波动范围	
5		含水率（%）	实测	每工作日 1 次

7.1.2 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。

7.1.3 当改性乳化沥青蒸发残留物含量和矿料含水率发生变化时，必须调整摊铺机的设定，确认材料配比符合设计配比后才可施工。

7.2 施工过程质量控制

钢渣微表处施工过程质量控制应符合表10的规定。

表 10 钢渣微表处施工过程质量控制要求

序号	指标	检测频率	质量要求	检测方法
1	稠度	1次/100m	适中	经验法
2	沥青用量	1次/工作日	施工配合比的沥青用量±0.2%	T 0722、总量检验法
3	矿料级配	1次/工作日	满足施工配合比的矿料级配要求	T 0725、总量检验法
4	浸水1h湿轮磨耗	1次/7个工作日	≤480g/m ²	T 0752
5	外观	全线连续	表面平整、均匀，无离析，无划痕	目测
6	横向接缝	每条	对接，平顺	目测
7	边线	全线连续	任一30m长度范围内的水平波动不得超过±50mm	目测或尺量法

8 验收与评定

钢渣微表处工程验收与评定应符合JTG 5142和JTG 5220的规定。