

ICS 93.080

CCS P 66

DB61

陕西省地方标准

DB 61/ XXXXX—2024

公路水性环氧乳环沥青抗滑封层施工技术规范

Technical Specification for Construction of Waterborne Epoxy Resin Anti-Skid
Sealing

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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 2

4 基本规定 2

5 适用条件 2

6 材料 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 水性环氧树脂 3

 6.3 乳化沥青 3

 6.4 集料 3

 6.5 彩色颜料 4

7 施工工艺 5

 7.1 原路面处理 5

 7.2 施工准备 5

 7.3 试验段施工 5

 7.4 施工方法 5

 7.5 养护与开放交通 6

8 质量管理及验收 6

 8.1 施工质量控制 7

 8.2 验收标准 7

附录 A（规范性） 水性环氧抗滑封层同步洒布车的标定方法 8

附录 B（规范性） 水性环氧抗滑封层路面表面干燥时间试验方法 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。

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。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西交控科技发展集团股份有限公司、长安大学、陕西交通控股集团有限公司运营管理分公司。

本标准主要起草人员：祁峰，惠冰，成高力，王旭，宁伟，刘琳，郝培文，李淑琪，张瑞，李建波，朱晓霞，郭庆利，秦军，邓波，李寒松，卢晓琪，权永林。

本文件首次发布。

本文件由陕西交控科技发展集团股份有限公司负责解释。

联系信息：

单位：陕西交控科技发展集团股份有限公司

电话：029-88869322

地址：陕西省西安市雁塔区电子正街与双桥一巷十字西南角二楼233室

邮编：710064

公路水性环氧乳化沥青抗滑封层施工技术规范

1 范围

本文件规定了道路用水性环氧抗滑封层的材料，施工工艺和质量管理及检验验收。

本文件适用于陕西省各等级公路新建、改扩建及养护工程路面封层铺设，市政道路可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件的内容通过文本中的规范性引用而构成文本必不可少的的条款。其中注日期的引用文件，仅该日期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 1725 色漆、清漆和塑料--不挥发物的测定

GB/T 1728 漆膜腻子膜干燥时间测定法

GB/T 1720 漆膜附着力测定法

GB/T6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度

GB/T1040.3 塑料拉伸性能的测定第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件

GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法

GB/T22374 地坪涂装材料

GB/T9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验

GB/T 1735 色漆和清漆 耐热性的测定

HG/T 3829 地坪涂料

JC 408 水乳型沥青防水涂料

JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范

JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E 42 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水性环氧树脂 waterborne epoxy resin

以水为连续相，环氧树脂微粒、液滴或胶体为分散相的分散体系。

3.2

水性环氧树脂乳化沥青 waterborne epoxy resin emulsified asphalt

由水性环氧树脂，固化剂和乳化沥青按一定比例混合加工而成的结合料。

3.3

水性环氧抗滑封层 waterborne epoxy resin anti-skid sealing

采用水性环氧胶结料和硬质集料同步喷洒在路面上形成的一种路面表层抗滑封层。

3.4

彩色水性环氧抗滑封层 colored waterborne epoxy resin anti-skid sealing

一种由彩色水性环氧胶结料和集料构成，具有鲜明色彩和较高摩擦系数的封层。

4 基本规定

4.1 抗滑封层主要应用目的是提升公路路面抗滑性能，保障行车安全。

4.2 彩色水性环氧抗滑封层主要用于特殊路段路面的色彩警示和抗滑性能的提升。

4.3 公路路面抗滑封层铺设，应在沥青路面或水泥混凝土路面的表面，按预定位置和形式在未固化的胶结层上撒布具有合适粒度的、耐磨耗性能优良的硬质骨料，使之粘结、固定，形成抗滑薄层。

4.4 公路路面抗滑封层的施工，应符合《公路养护安全作业规程》JTG H30 的相关规定。

4.5 水性环氧抗滑封层施工前，应按照现行 JTG 5210 对原路面进行检测，确保原路面技术指标满足要求。对于未满足要求的原路面，应按照 JTG5142 的要求进行处治。

5 适用条件

5.1 水性环氧抗滑封层适用于沥青路面的新建功能补强阶段和养护阶段。通过合理使用水性环氧抗滑封

层技术，可以使旧沥青路面的磨损、老化、裂缝、磨光松散等病害快速得到修复，起到防水、抗滑、抑制老化、防腐、耐磨等作用；适用于旧水泥混凝土路面的磨光、微裂缝、脱皮、露骨等病害的处治。

5.2 水性环氧抗滑封层适用条件的判断标准采用路面结构强度指数（PSSI）、路面行驶质量指数（RQI）和路面损坏状况指数（PCI）三项指标。其中，PSSI 和 RQI 为检验指标，PCI 为判断指标。即在 PSSI 和 RQI 满足要求的前提下，以 PCI 为判断路面是否需要进行预防性养护的标准。水性环氧抗滑封层的适用于以下路面技术条件，见下表 1 所示。

表 1 适用于水性环氧抗滑封层的路面技术条件

评价指标	高速公路、一级公路、 城市快速路、城市主干路	二级公路、城市次干路	三级及以下公路、城市支路
PSSI	≥85		
RQI	≥85	≥80	
PCI	≥85	≥80	

6 材料

6.1 一般规定

- 6.1.1 所有入场材料应附有检测报告。
- 6.1.2 所有材料应按要求存放，环氧树脂、乳化沥青等材料还应有防火、防泄漏措施。

6.2 水性环氧树脂

水性环氧树脂由环氧树脂和固化剂按一定比例混合而成，水性环氧树脂的技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 水性环氧树脂技术要求

项目	单位	技术要求	检测方法
固含量（%）	%	≥50	GB/T 1725
表干时间（20℃）	min	≤120	GB/T 1728
涂层硬度（H）	H	≥3	GB/T6739
附着力	级	1	GB/T 1720
剥离强度	级	4~5	JTJ 052
拉伸强度（MPa）	MPa	≥20	GB/T1040.3

耐冲击性	—	无裂纹	GB/T 1732
柔韧性（断裂伸长率）	%	≥40	GB/T22374
耐水性（7 d）	—	不起泡，不脱落	GB/T9286
耐盐性（3%氯化钠，7d）	—	不起泡，不脱落	GB/1732
耐热性（100±5℃）	—	无流淌，无滑动	GB/T 1735
抗冻性（-25±5℃）	—	不开裂	JC 408

6.3 乳化沥青

乳化沥青宜选用阳离子型，技术要求应符合 JTG F40 的规定。

6.4 集料

6.4.1 集料应洁净、干燥、耐磨耗、耐污染。

6.4.2 宜采用电熔氧化铝、金刚砂、棕刚玉等。

6.4.3 集料的公称粒径范围为 0.3mm～0.6mm。的集料其技术要求应符合表 3 的规定。

表 3 集料技术要求

项目	单位	技术要求	检测方法
表观相对密度	g/cm ³	≥2.50	T0328
含水率	%	≤1	T0332
含泥量	%	≤0.5	T0333
磨耗值	%	≤15	T0317
莫氏硬度	-	≥7.0	划痕法
砂当量	%	≥70	T0334
坚固性	%	≤5	T0314

6.5 彩色颜料

6.5.1 如需要更加鲜明、持久的色彩，可在水性环氧胶结料中添加颜料着色。

6.5.2 所用颜料应环保、不溶于水、易于分散；在长期日光照射下不分解、不易褪色；在施工温度范围内不与封层材料发生反应。

6.5.3 宜采用无机颜料。可在水性环氧生产时加入，也可在现场以色浆的形式加入并搅拌。

6.5.4 彩色颜料的技术要求应符合表 4 的规定。

表 4 彩色颜料的技术要求

技术指标		单位	技术要求	试验方法
外观形态		-	均匀无硬块	GB/T 21473
旋转黏度(6r/min, 12r/min)		Pa·s	≤10	GB/T 7193
细度		μm	≤25	GB/T 6753.1
相容性		-	无浮色、发花	GB/T 21473 (目视法)
批次重现性		-	近似	GB/T 21473 (目视法)
相对着色力		%	100±5	GB/T 21473
挥发性有机化合物 VOC		g/L	≤450	GB/T 18581
重金属质量 分数	可溶性铅(Pb)	mg/kg	≤90	GB/T 18582
	可溶性铜(Cd)	mg/kg	≤75	GB/T 18582
	可溶性铬(Cr)	mg/kg	≤60	GB/T 18582
	可溶性汞(Hg)	mg/kg	≤60	GB/T 18582

7 施工工艺

7.1 原路面处理

7.1.1 水性环氧抗滑封层不能作为结构补强层，在应用前需对下承层状况进行评估，同时对原路面的局部病害进行预处理。当局部路面存在下列一种和多种状况时，应在水性环氧抗滑封层实施前对病害进行预处理。

7.1.2 对于沥青路面，以下情况需进行铣刨处理：

- a) 沥青老化导致表面松散，集料脱落，形成坑槽或麻面；
- b) 局部泛油严重，影响路面抗滑性；
- c) 表面平整度差。

对于水泥路面，以下情况需进行铣刨处理：

- a) 水泥板块出现轻微断裂或破碎（裂缝宽度≤5mm，未贯穿整个板厚）；
- b) 接缝处混凝土剥落或破损；
- c) 表面磨光，抗滑性能不足。

7.2 施工准备

- 7.2.1 施工所用的水性环氧胶结料、集料和水等应进行质量检查，符合设计要求后方可使用。
- 7.2.2 水性环氧抗滑封层宜采用同步摊铺工艺，各种施工机械和辅助工具均应备齐，并保持良好工作状态。
- 7.2.3 通过水性环氧抗滑同步封层车的标定（标定方法参照附录 B 进行），确定水性环氧抗滑封层车各输料管路泵的设定等与各材料出料量的关系。

7.3 试验段施工

- 7.3.1 水性环氧抗滑封层正式施工前，应选择合适的路段，按照初步拟定的施工方案进行试验段施工。
- 7.3.2 通过试验段的试铺，确定工程施工工艺、工序和喷洒量（水性环氧胶结料、集料洒布量的测定方式参见附录 B）。

7.4 施工方法

- 7.4.1 路面轻微病害处治：对路表裂缝和坑槽进行处治或修补。
- 7.4.2 路面清扫：对路表残余石屑及灰尘进行再次人工清扫，确保路面干净无杂物。
- 7.4.3 胶结料混合：按照地区气候，胶结料分为抗滑 I、抗滑 II、抗滑 III、彩色 I、彩色 II 五种类型。混合料配比参照表 5。

表 5 胶结料配比方案

水性环氧抗滑封层类型		适用范围	水性环氧、固化剂、乳化沥青质量比例
水性环氧抗滑封层	抗滑 I 型	沥青路面 湿润地区	1: 3: 2
	抗滑 II 型	水泥混凝土路面 全国范围	2: 3: 0

	抗滑Ⅲ型	沥青路面 干燥地区	2: 3: 1
彩色抗滑封层	彩色Ⅰ型	水泥混凝土路面	2: 3: 0
	彩色Ⅱ型	沥青路面	2: 3: 0

7.4.4 同步洒布作业：按照所需宽度调整液料喷洒梁和集料布料器的宽度。单层洒布时应至材料完全固化；多层洒布时，应待前一层材料表干（表面干燥无浮粒）后方可进行下一层材料洒布。同步封层车的施工速度一般在 6-8km/h。水性环氧抗滑封层洒布方案建议参照表 6。

表 6 水性环氧抗滑封层洒布建议方案

洒布层数		胶结料洒布量（kg/m ² ）	集料洒布量（kg/m ² ）
单层	第一遍	0.4~0.6	0.4~0.5
两层	第一遍	0.4~0.5	0.3~0.4
	第二遍	0.4~0.5	0.3~0.4

7.4.5 水性环氧抗滑封层施工过程中，横向接缝应作成对接接缝，用油毡将前一段工段末端 1~3m 覆盖，封层车后退，由油毡处开始洒布，将油毡连同上面的水性环氧抗滑封层材料取走，清洗油毡，以备下次使用；纵向衔接位置应保证无积料、无漏喷。

7.4.6 水性环氧抗滑封层施工应保证洒布面洒布均匀，表观效果均匀，有花白遗漏应人工补洒。

7.4.7 水性环氧抗滑封层车车内任一种材料临近用完时，应立即关闭所有输送材料的控制开关，让混合罐中的胶结料混合完，并送入喷洒装置洒布完，封层车停止前进，并移出洒布点，清洗洒布装置。施工中不得随意抛掷废弃物。

7.5 养护与开放交通

7.5.1 水性环氧抗滑封层洒布完成后，在开放交通前禁止一切车辆和行人通过。

7.5.2 水性环氧抗滑封层的固化时间须以实际固化状况为准。一般条件下，环境湿度、气温条件与交通开放时间参照表 7。

7.5.3 当封层固化后，撤去保护交通附属设施的覆盖物，方可开放交通。

表 7 环境湿度、气温条件与交通开放时间

环境湿度（%）	气温（℃）	养护时间（h）
20~50	15~30	2~4
	≥30	1~2
50~70	15~30	3~6
	≥30	2~4
≥70	15~30	≥6
	≥30	3~6

8 质量管理及验收

8.1 施工质量控制

- 8.1.1 水性环氧抗滑封层施工前，施工单位必须提供原材料的出厂合格证，且材料的质量检测数据应与所在批次相对应。
- 8.1.2 水性环氧抗滑封层施工前各材料应分“批”次进行质量检查，同一料源、同一批并运至施工现场的相同规格品种的水性环氧胶结料、集料和颜料为一批，检测结果不合格，不得用于工程施工。
- 8.1.3 水性环氧抗滑封层施工前对相关配套设备进行检查和标定，确认符合要求。
- 8.1.4 施工时应注意天气变化，施工气温不宜低于 10℃，并确保施工前 24h 内无降水，路面干燥清洁。水性环氧抗滑混合料在拌合、使用过程中不得受水浸泡或雨淋。
- 8.1.5 水性环氧抗滑封层施工中应对施工质量进行抽样检测，抽样项目、频率、允许误差及方法参照表 8。

表 8 施工过程检测要求

项目		要求	检测频率	检测方法
洒布量	胶结料	设计值±5%	1 次/车	附录 B
	细集料	设计值±5%	1 次/车	附录 B
外观质量		均匀	全线连续	目测

- 8.1.6 水性环氧抗滑封层施工质量达不到表 7 的要求，应进行补喷或重喷直至满足要求。

8.2 验收指标

水性环氧抗滑封层工程完工通车后，根据施工前确定的路段、检测频率及测点位置对施工后路面的摩擦摆值、构造深度、渗水系数和表观质量进行测试及检验。具体检测项目、频率、要求见参照表 9。

表 9 验收检验指标与要求

项目	要求	检测频率	检测方法
外观质量	颜色均匀, 无骨料颗粒脱落等现象	全线连续	目测
摆值 F_B (BPN)	高速公路、一级公路 ≥ 60 其他等级公路 ≥ 50	10 处/km	T0964
构造深度 TD(mm)	高速公路、一级公路 ≥ 0.6 其他等级公路 ≥ 0.5	10 处/km	T0961
渗水系数 C_w (mL/min)	≤ 20	10 处/km	T0971

附 录 A
(规范性附录)
水性环氧抗滑封层同步洒布车的标定方法

A.1 水性环氧抗滑封层液体胶结料洒布量测试方法

A.1.1 目的与适用范围

本方法适用于确定水性环氧抗滑封层液体胶结料的实际施工洒布量。

A.1.2 仪器与材料

本试验需用下列仪器：

(1) 三合板：尺寸约为 50cm×50cm。

(2) 天平：感量 0.1g。

A.1.3 方法与步骤

(1) 干燥的三合板用电子天平称重，此时重量记为 m_1 ，精确至 0.1g。

(2) 将已称重的三合板置于待施工路面的行车道中央。

(3) 水性环氧抗滑封层液体胶结料正常洒布，而暂停集料的洒布；水性环氧抗滑封层车经过三合板后，在三合板表面留下均匀一层水性环氧抗滑封层液体胶结料，立即取走三合板，用电子天平称重，此时重量记为 m_2 ，精确至 0.1g。

A.1.4 计算

水性环氧抗滑封层液体胶结料的实际施工洒布量按式 (A.1) 计算：

$$Q_1 = (m_2 - m_1) / S \quad (A.1)$$

式中： Q_1 —水性环氧抗滑封层液体胶结料的实际施工洒布量 (kg/m^2)；

m_1 —喷洒前三合板的质量 (kg)；

m_2 —喷洒后液体胶结料与三合板的总质量 (kg)；

S—三合板的面积（m²）。

A. 1. 5 报告

水性环氧抗滑封层液体胶结料的实际施工洒布量的报告应准确记录试验过程中的Q₁值，取三次测定的平均值作为水性环氧抗滑封层液体胶结料的实际施工洒布量。

A. 2 水性环氧抗滑封层集料洒布量测试方法

A. 2. 1 目的与适用范围

本方法适用于确定水性环氧抗滑封层集料的实际施工洒布量。

A. 2. 2 仪器与材料

本试验需用下列仪器：

（1）三合板：尺寸约为 50cm×50cm。

（2）天平：感量 0.1g。

A. 2. 3 方法与步骤

（1）干燥的三合板用电子天平称重，此时重量记为 m₁，精确至 0.1g。

（2）将已称重的三合板置于待施工路面的行车道中央。

（3）水性环氧抗滑封层集料正常洒布，而暂停液体胶结料的洒布；水性环氧抗滑封层喷洒车经过三合板后，在三合板表面留下均匀一层水性环氧抗滑封层集料，立即取走三合板，用电子天平称重，此时重量记为 m₂，精确至 0.1g。

A. 2. 4 计算

水性环氧抗滑封层集料的实际施工洒布量按式（A.2）计算：

$$Q_2=(m_2-m_1)/S \quad (A.2)$$

式中：Q₂—水性环氧抗滑封层集料的实际施工洒布量（kg/m²）；

m₁—喷洒前三合板的质量（kg）；

m₂—洒布后集料与三合板的总质量（kg）；

S—三合板的面积（m²）。

A.2.5 报告

水性环氧抗滑封层集料的实际施工洒布量的报告应准确记录试验过程中的Q2值，取三次测定的平均值作为水性环氧抗滑封层集料的实际施工洒布量。

附 录 B
(规范性附录)
水性环氧抗滑封层路面表面干燥时间试验方法

B.1 目的与适用范围

本方法适用于确定水性环氧抗滑封层路面的表面干燥时间。

B.2 仪器与材料

本试验需用下列仪器：计时器，分度至少 1min。

B.3 方法与步骤

(1) 记录施工地点的气温、湿度、风速和海拔。

(2) 水性环氧抗滑封层正常施工结束后，封闭交通。记录时间 t_1 。

(3) 一段时间后，选择吸水性强、质地均匀的定性滤纸，确保纸张干净、无破损，并裁剪成 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 大小。测试时将测试纸张轻轻放置在路面表面上，确保纸张与路面充分接触，等待 10 秒后，轻轻抬起纸张。观察纸张上是否有明显的湿润痕迹或材料黏附，如果纸张保持干燥完整且无材料黏附，且路面呈现出略有发黏但非湿润的外观，则可以认为路面表面已干燥。记录时间 t_2 。

B.4 计算

水性环氧抗滑封层路面干燥时间按式 (B.1) 计算：

$$T=t_2-t_1 \tag{B.1}$$

式中：T—水性环氧抗滑封层路面干燥时间；

t_1 —施工结束时间；

t_2 —表面干燥时间。

B.5 报告

水性环氧抗滑封层路面的干燥时间应如实记录试验过程中气温、湿度、风速、海拔、 t_1 和 t_2 值。
