

DB61

陕西省地方标准

DB61/T ××—2024

公路水性环氧乳化沥青抗滑封层施工技术规范

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

(编制说明)

2024—××—××发布

2024—××—××实施

陕西省市场监督管理局发布

《公路水性环氧乳化沥青抗滑封层施工技术规范》

1 工作简况

1.1 任务来源

随着道路的原材料品质提升、结构设计优化及超载车辆有效管控，沥青路面的早期病害形式逐渐从坑槽、车辙、推移等材料结构损伤转变为微裂缝、表面磨耗、抗滑衰减等表面功能损伤。沥青路表存在微裂缝，水分更易侵入内部结构，导致混合料模量衰减、结构稳定性降低；集料磨光会影响表面纹理的粗糙程度，导致路面抗滑性能降低，进而威胁行车安全。采取预防性养护措施对沥青路面早期病害进行针对性的修复，如封堵表面微裂缝、固结松散集料等，是延长道路服役寿命的重要途径。

《公路水性环氧乳化沥青抗滑封层施工技术规范》（以下简称“规范”）的制定，旨在规范施工过程，确保工程质量，提高水性环氧乳化沥青抗滑封层的路用性能。应用水性环氧抗滑封层可快速开放交通，外形美观，具有较好的封水、抗磨耗性、稳定性、降噪性、耐腐蚀性，一次性解决路面麻面、松散、裂缝等问题，延缓路面破坏，减少路面修补次数，提高路面防病害能力，显著改善路面长期使用效果，有效提高路面使用寿命。

《规范》的制定，一方面是填补了水性环氧乳化沥青封层施工规范方面的空白，能够为陕西省道路养护工程质量的运营和管理提供可靠的依据，为跨纬度公路工程健康服役提供有利的保障；另一方面有利于提升陕西省在公路养护的技术进步，促进公路养护工程的持续发展，提高陕西省在公路养护工程建设领域的地位。

水性环氧改性乳化沥青抗滑封层技术规范编制原则在实用性、科学性、协调性的前提下：坚持充分遵守现行国家和行业规范，结合本区特点，为指导水性环氧抗滑封层的材料选择、结构设计、施工工艺、质量监控与竣工验收从而保证工程质量，在深化、细化行业规范条款基础上，补充相关研究和工程实践成果，编制本规范，以使得本规范更具实用性。

近年来，环境保护要求日益迫切和严格，其中溶剂价格上涨以及环境保护法规的限制，使得水作为溶剂成为涂料发展的一个热点。水性环氧树脂涂料被称作“绿色涂料”，且具有良好的附着性和防腐性可代替目前广泛使用的溶剂型材料，具有很大的经济效益和发展前景。显示突出的道路材料绿色化、能源化、韧性化特征。

为响应陕西省公路局关于 2024 年加快推进全省普通国省干线公路预防性养护实施项目,对陕西省 5 个地市(西安、宝鸡、汉中、安康、榆林)相关道路采用嵌固抗滑封层技术进行预防性养护,现试验段已全部实施完毕。

通过对陕西省国省干线养护项目现状情况的了解,以及嵌固抗滑分层技术的介绍、优缺点分析,该技术铺筑试验段对轻型交通量等级的路面预养,修复路面早期的泛白、轻微裂缝、老化抗滑不足等路面问题有着显著的效果。

1.2 主要工作过程

本标准由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三家单位联名编制。主编单位所涉及的业务为本规范的制定提供了充足的应用环境和强有力的技术保障,参编单位长期从事多年道路工程的科研、设计、养护管理和检测等工作,承担了多项与道路工程密切相关的材料研发、试验设计等科技创新项目,积累了大量的道路养护技术经验和科研成果。主编单位科研力量雄厚,科技人员保障有力,可以充分发挥主编单位在陕西省的技术优势和参编单位的技术积累。

抗滑封层实验验证与性能优化通过材料及路用性能试验验证调研结论并优化材料性能,试验包括材料基础实验及断裂拉伸试验、附着力测试、抗滑性能测试、磨耗测试等,实验数据经统计分析后,结合实际工程需求,筛选出最佳材料配方并验证其稳定性和重复性,为技术规范提供坚实的数据支持。

2024 年 6 月起,水性环氧抗滑封层技术首次在宝鸡宝鸡市凤县段 S219、西安市临潼段 S108、汉中市略阳段 G345、安康市平利段 G346、榆林市 G210 进行试验段施工,提取相关技术参数,施工工艺等技术指标。

在调研、验证的基础上,制定规范的组织或专业委员会将进行起草工作。起草阶段是标准规范制定流程中最为重要和复杂的一环。水性环氧抗滑封层技术标准起草技术标准起草与应用推广是在调研和验证的基础上,对研究成果进行总结与规范化。结合试验数据和调研结果,起草技术标准,明确水性环氧乳化沥青材料的配方设计、性能指标及测试方法,重点涵盖附着力、抗滑值、耐磨性等关键技术要求。同时,根据不同应用场景编制施工工艺指南,规范材料的施工操作及维护流程,确保其在实际工程中的可操作性和性能稳定性起草组根据调研的结果及试验段施工相关参数,参考相关国内外标准和法律法规,制定初稿。

编写人员就标准内容反复进行了认真讨论,并邀请相关领导和知名专家提供建设性的意见和建议。而后编制组就专家提供的意见和建议,分析比对,借鉴其他地方标准经验、查阅资料,向国内工程建设

单位一线技术人员了解现状，确定标准草案，经多次修改完善于 2023 年 4 月形成了标准征求意见稿。2023 年 5 月开始通过网络、信函等方式向同行业、省内外有关方面专家征求意见。将征集到的所有意见进行归纳汇总，逐条提出处理意见。

1.3 起草组成员及其所做的主要工作

起草组组长：祁峰。主要工作：对标准编制进行全面审核；对一些关键指标进行研究；组织定期召开标准编制讨论会议，研究进展和实施深度，并根据标准编制进展情况对下阶段重点工作进行布置。

起草组成员：惠冰。主要工作：对标准编制进行全面审核并进行技术指导，参与试验段现场指导；参与编制本标准；参与试验段现场指导与室内试验，对一些关键指标进行研究。

起草组成员：李淑琪。主要工作：参与编制本标准；试验段现场指导，对一些关键指标进行研究。

起草组成员：张瑞。主要工作：参与编制本标准；参与试验段现场试验，对一些关键指标进行研究。

其他成员：略

2 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本标准的编制重点是基于现代高分子材料科学的发展，利用水性环氧树脂大幅提升传统冷拌乳化沥青材料的性能已完全可实施。由于水性环氧树脂本身可形成性能稳定的三维网状结构，能有效地分散在乳化沥青材料中，两相之间相互贯穿结构，提升体系的整体性能。同时，水性环氧树脂改性乳化沥青混合料施工方便，水性环氧树脂与乳化沥青都以水为载体，两者之间具有极好的相容性。因此，开发水性环氧树脂冷拌乳化沥青材料，将其应用在冷拌沥青路面技术中，在提升传统冷拌沥青路面性能的同时降低能耗、减少废气排放，满足我国的高等级公路乃至重载交通的应用要求，并实现道路建设中的节能减排是切实可行的。以往水性环氧抗滑封层项目的实施结果表明：应用本技术施工，可尽早开放交通，成型快、外形美观，延缓路面破坏，减少路面修补次数，提高路面防病害能力，显著改善了路面长期使用效果，有效提高了路面使用寿命，综合性能优于普通封层技术。

本标准制定前期研究基础依托多个科研项目，包含砂雾封层的材料基质优化、颗粒-浆体交互作用机理及抗滑性能表征研究、52078048、长安大学、2021.1.1-2024.12.31，相关研究共发表两篇论文、一篇专利（专利类型：☒发明专利☐实用新型专利☐外观设计专利；专利名称：一种水性环氧乳化沥青固化-破乳时间差的计算与调控方法；专利申请号：202210612233.1；专利获取时间：2023-06-23；专利证书号：6075869；其他需要补充说明的：无）。

2.2 主要技术内容

2024年6月，陕西交控科技发展集团股份有限公司、长安大学组成了《水性环氧抗滑封层技术规范》编制组；开展多次针对性调研活动并编写了标准草案。

该规范主要分为前言+8个章节+2个附录，为了使该规范易于理解，规定了4个重要术语及定义：水性环氧树脂、水性环氧树脂乳化沥青、水性环氧抗滑封层、彩色水性环氧抗滑封层。

2.3 与原标准主要差异情况

本标准为首次发布。

3 主要技术要求的说明

3.1 试验（或验证）准确度、可靠性、稳定性的分析和说明

《规范》中提出的技术要求和测试方法，均基于当前国内路面工程、路面预防性养护的先进技术和实践经验。它充分考虑了水性环氧乳化沥青抗滑封层的特殊性，如水性环氧乳化沥青反应前流动性强、固化反应时间快、反应后呈热固性等特点，确保了施工过程的安全性和可靠性。

《规范》在保证工程质量的同时，也注重施工成本的控制。通过优化施工方案、提高材料利用率、减少不必要的施工环节等措施，有助于降低工程成本，提高经济效益。

安全是路面施工的首要任务。《规范》对施工流程进行了详细规定，包括施工现场的具体施工步骤、施工后养生及开放时间等方面，有效提高施工效率，尽快开放交通，减少施工过程中的安全事故。

《规范》的制定符合国家相关法律法规的要求，如《公路沥青路面施工技术规范》、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》等，确保了施工活动的合法性。同时，它也可作为相关监管部门的执法参考文件，有助于提高行业管理水平。

3.2 主要修改内容

关于征求意见。该部分包括征求意见形式、基本要求、意见处理三个部分。征求意见时，网络征求意见和会议征求两种方式必须进行，函件征求意见为可选方式，会议征求意见除了必须正式召开的征求意见会之外，起草单位也可以组织省内外相关专家、相关单位和个人，召开分系统、区域的会议多次征求意见。关于技术审查。该部分主要从提出申请、初审、召开技术审查会、审查结论处理共4个方面提出技术审查的要求。其中，召开技术审查会中对专家组成员的选择、技术审查会议程、审查内容提出明确要求。

本标准主要变化如下：

--标准名称修改为：《公路水性环氧乳化沥青抗滑封层施工技术规范》；

--修改了前言，补充本文件内容可能涉及专利，发布机构不承担识别专利的责任；补充意见反馈联系方式；补充本标准主要起草人员等相关信息。

--修改了规范性引用文件，基于国标 GB/T 1.1-2020 中规范的要求，补充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。

--修改了术语与定义的相关格式及水性环氧抗滑封层的定义；

--增加了基本规定的通用性条款；

--修改了水性环氧树脂的技术要求；

--修改了集料技术相关要求；

--修改了水性环氧抗滑封层洒布建议方案；

--修改了验收指标名称；

3.3 条文说明

（1）5 适用条件

本标准 3.1 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。

条文说明： 水性环氧封层在沥青路面与水泥路面相应场景均可铺筑使用，鉴于封层厚度与处治后效果，对水性环氧抗滑封层的路面处治条件进行了详细的划分，在进行大量室内试验与封层铺筑后使用效果调研后发现，对于沥青路面，可处治磨损、老化、裂缝、磨光松散等病害，由于其材料结构特性，可以对路面起到隔离、提升抗滑性能的作用；对于水泥路面，主要可以处治路表的磨光、微裂缝、脱皮、露骨等病害。

（2）7 施工工艺

本标准 7.1 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。

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。

条文说明：在封层施工前，需要对路面病害进行预处理。首先，需要强调的是抗滑封层由于其结构特性，无法作为结构补强层。因此水性环氧抗滑封层对于路面的结构强度、路面平整性都有一定要求，对于可实施路面，仍存在需要铣刨的场景，经多次现场与试验测试，本规范列出了需要铣刨的场景，以使施工后的路面达到最佳效果。

本标准 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 1 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

条文说明：由于地理环境因素，我省以及国内均存在各地区气候差距大的现象，依据各地区气候分区，以及水性环氧固化特性，基于室内测试了时间-温度、固化剂比例变化对环氧固化的影响，提出了水性环氧抗滑封层、彩色抗滑封层各气候地区的材料配比，可用于指导施工地区设计和材料掺配。

(3) 附录 B

本标准 B.3 离析处治材料。离析处治材料技术要求应符合表 6 的规定。

(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 t1。

(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 5cm × 5cm 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 t2。

条文说明：对于表干状态的确定，指干法仍较为定性且存在偏差，无法精确定义“无黏连”的临界状态，易导致过早或过晚开放交通的误判，影响界面结合强度，因此修改为用测试纸代替指干法验证路面是否已干燥。结果更加准确、客观。

4 知识产权说明

本标准的最终知识产权归西安公路研究院有限公司所有。

5 采标情况

本标准为首次起草的陕西省地方标准，未采用国际标准和国外先进技术。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

无

7 标准性质的建议说明

陕西省抗滑封层建设为本规范的推广提供了社会和经济基础，主编单位所涉及的业务为本规范的制定提供了充足的应用环境和强有力的技术保障，参编单位长期从事多年道路工程的科研、设计、养护管理和检测等工作，承担了多项与道路工程密切相关的材料研发、试验设计等科技创新项目，积累了大量的道路养护技术经验和科研成果。主编单位科研力量雄厚，科技人员保障有力，可以充分发挥主编单位在陕西省的技术优势和参编单位的技术积累。同时本规范的制定，一方面是填补了水性环氧乳化沥青封层施工规范方面的空白，能够为陕西省道路养护工程质量的运营和管理提供可靠的依据，为跨纬度公路

工程健康服役提供有利的保障；另一方面有利于提升陕西省在公路养护的技术进步，促进公路养护工程的持续发展，提高陕西省在公路养护工程建设领域的地位。

8 其他应予以说明的事项

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