

抗车辙灌浆复合路面技术指南

编制说明

南京兴佑交通科技有限公司

2023 年 7 月

《抗车辙灌浆复合路面技术指南》 团体标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准的制定源于中国交通运输协会关于 2021 年度第二批拟立项团体标准项目的公示。

本标准由南京兴佑交通科技有限公司提出并组织实施，由中国交通运输协会归口。

（二）起草单位、主要起草人及任务分工

1.主要起草单位

南京兴佑交通科技有限公司、中南大学、广西交科集团有限公司、山东省交通科学研究院、山东省滨州市公路事业发展中心、武汉市政工程设计研究院有限责任公司等。

2.主要起草人

魏唐中、杜银飞、张洪刚、蔡广楠、韦金城、邓海斌、吴辉本、许银行、柳颖臣、吴立强、孙强、陈杰、周俊、刘芳等。

3.任务分工

魏唐中、杜银飞：标准文本及编制说明的起草负责人，共同组织标准编写，统筹标准起草工作，确定标准制定技术方向。

张洪刚、蔡广楠：标准框架制定负责人，在起草标准的基础上，明确编写思路，制定标准框架。

韦金城、邓海斌：标准制定推进负责人，协调标准制定所需资源，组织讨论标准化对象需要规范的技术要素，共同推进标准制定进度。

吴辉本、许银行、柳颖臣、吴立强、孙强、陈杰、周俊、刘芳：参与标准调研、标准讨论与标准制定，共同协助标准编写，整理相关技术文档，并整合办理意见，办理标准研讨会、标准专家审查会等具体事务。

（三）起草过程

1.前期工作准备

标准计划下达后，南京兴佑交通科技有限公司确定项目负责主要起草人、主要组成人员及人员分工，制定了标准研制的总体思路和框架，对标准的起草及现场调研工作做了详细部署。小组调研了国内外关于灌浆抗车辙路面的最新研究成果，对该形式路面的结构设计、材料组成与要求有了初步认识，吸纳其中可行做法，进行室内验证，从而梳理有助于提高灌浆路面成品质量的先进成果。

2.拟展开的工作

主要分为资料收集与验证、相关标准指南的搜集分析、专题研究与现场工程实践这四个部分。编制组在已有经验的基础上，吸取国内目前已有的灌浆抗车辙路面的标准和指南中的可行做法，对成品灌浆料的改进设计、基体沥青混合料的空隙率的限定与制浆/灌浆设备的优化展开专题研究，利用参编单位的优势，加大灌浆路面的工程应用范围（如路段特征、结构特点、材料性能），由此掌握该灌浆路面在我省的需求状况、应用场景、结构形式、材料特点和存在不足等，发现问题，总结经验。

3.起草标准

2021年10月起，基于前期准备工作的稳步执行，编制组根据研究成果和验证数据，着手编写《抗车辙灌浆复合路面技术指南》标准初稿。结合《标准化工作导则》（GB/T 1.1—2020）的要求规范编制，细化条款，确定了本标准中的感官要求及理化指标，经过内部多次讨论、相关方调研及专家意见征集等形式，形成适用于我国道路的抗车辙灌浆复合路面应用技术指南。

二、标准制定的目的和意义

截至2022年年底，我国公路总里程接近535万公里，高速公路里程超过17.7万公里。其中，90%以上公路是沥青路面。沥青路面的黑色固有属性造成其大量吸热，夏季沥青路面的最高温度可达到60-70℃，车辆荷载作用下高温沥青路面极易发生车辙病害。工程实践表明，车辙是造成沥青路面大中修最为主要的原因。

抗车辙灌浆复合路面是在柔性的大空隙沥青混合料中灌注刚性的复合材料，形成刚柔并济的复合型路面，可用于交通荷载等级为特重以上的改扩建或养护公路（特别是交叉口、长大纵坡）、疏港道路、矿区道路、收费广场、

服务区，以及交通荷载等级为特重的市政道路（特别是交叉口、公交车站）等车辙路段。

室内试验结果表明，灌浆复合材料的 60℃动稳定度可达到 20000 次/min 以上，能够有效解决沥青路面的车辙病害。现场应用工程实例表明，灌浆复合路面施工后 5 年基本无车辙发生，大大节约了日常养护费用，并减少了养护对交通出行的干扰。

目前，灌浆路面在攻克车辙重症顽疾方面逐步得到业主认可，已经在全国多数省份得以推广应用。为规范抗车辙灌浆复合路面的设计、施工与质量验收，特制定本指南。本指南的编制可进一步推动灌浆路面技术的推广应用和社会价值的实现。

三、标准编制原则、主要技术内容和依据

（一）标准编制原则

（1）本标准对抗车辙灌浆复合路面的设计、施工与质量评定等进行规定，保证工程质量，起草的条文应明晰、规范，便于工程应用，试验方法内容应详细、明确，可操作性强。

（2）制定本标准时充分考虑到我国道路工程材料特点和经济技术水平，充分体现技术进步和发展趋势，推动行业技术水平提高。

（3）充分做好资料调研工作，做好与相关标准、规范的协调、衔接，保证本标准与《水泥胶砂流动度测定方法》(GB/T 2419-2005)、《城镇道路路面设计规范》(CJJ 169)、《沥青路面用纤维》(JT/T 533)、《混凝土用水标准》(JGJ 63)、《砌筑砂浆配合比设计规程》(JGJ/T98-2010)、《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG 3420)、《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450)、《公路沥青路面设计规范》(JTG D50)、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)等相关行业标准统一性。

（4）标准须进行充分技术论证或试验验证，并在实际工程中加以验证，确保标准制订内容依据充分，理论正确，验证可信，确保确保技术的成熟可靠,以及确保标准指标应具有明确的针对性、实用性和现实性。

（5）标准制定时应充分考虑生产企业以及专家的意见和建议，在落实标

准可行性与操作性的同时，兼顾标准的先进性和科学性。

（二）标准编写的技术内容和主要依据

本规范的名称表述为《抗车辙灌浆复合路面技术指南》。标准内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、符号及代号、路面结构组合、原材料、灌浆复合混合料设计、施工工艺和施工质量控制与验收。

1.范围

本章说明标准的主要内容和适用范围。本文件规定了抗车辙灌浆复合路面的结构组合、原材料、混合料设计、施工与质量验收要求等内容。

本文件适用于重交通荷载下各等级公路、城市道路及专用道路的新建、改扩建或养护工程。

2.规范性引用文件

主要用来说明标准制订过程中引用和参照的现有国家标准、行业标准等名称。

3.术语和定义

本章主要对指南中所涉及的专业术语从本标准角度赋予其定义。标准对抗车辙灌浆复合路面技术指南中涉及的“抗车辙灌浆复合路面”、“灌浆料”、“灌浆料浆体”、“基体沥青混合料”、“灌浆复合混合料”、“水固比”、“灌浆饱满度”等相关概念进行了明确的界定。

4. 符号及代号

本章介绍了标准使用的符号及代号的含义，包括“SMA”“GCM”以及“MAM”。

5. 路面结构组合

（1）主要技术内容

本章说明抗车辙灌浆复合路面的结构组合，可采用一层、两层或三层灌浆复合混合料，并提出了每层的厚度要求。

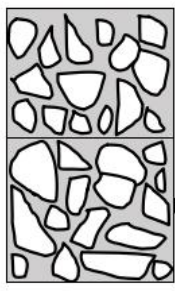
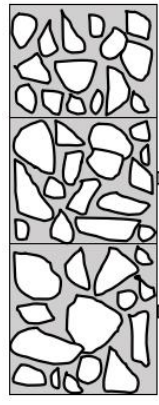
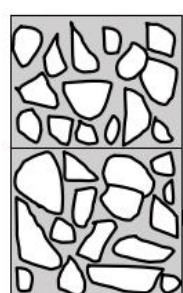
（2）关键技术指标依据

5.1.3 条款依据《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的技术指标要求，抗车辙灌浆复合路面层间应设置黏层，其技术指标需满足相应的技术指标要求。

5.2 条款是参照《公路沥青路面设计规范》JTG D50 和《城镇道路路面设

计规范》CJJ 169 要求，根据交通量、和路段特征等进行抗车辙灌浆复合路面结构设计。路面结构设计时应首先确定灌浆复合混合料的应用层位、厚度和种类等。本规范推荐典型的抗车辙灌浆复合路面，见下表。

灌浆路面结构组合

路况条件	上面层	双层面层的下面层	三层面层的中面层及下面层
有急转弯的公路和城市道路的交叉口	 SMA-13 等抗车辙沥青混合料	 GCM-13、GCM-16 或 GCM-20	 GCM-13、GCM-16 或 GCM-20 GCM-20 或密级配沥青混合料
其他路段	 GCM-13 或 GCM-16	 GCM-16 或密级配沥青混合料	 GCM-16 或密级配沥青混合料 GCM-20 或密级配沥青混合料
注1 三层面层的中面层使用密级配沥青混合料后，下面层不应使用GCM-20。 注2 当在上面层采用灌浆复合路面时，在货车轮胎转弯产生的揉搓力作用下路表极易产生掉料现象。 注3 抗车辙沥青混合料包括但不限于使用SBS改性沥青、橡胶沥青或添加抗车辙剂的沥青混合料。			

6.原材料

（1）技术内容

本章节规定了抗车辙灌浆复合路面技术指南中基体沥青混合料所用原材料及灌浆料的性能指标及技术要求。

（2）关键技术指标依据

6.2 条款是对基体沥青混合料中的粗集料进行了规定，其技术指标要求依据来源于 JTG F40 的相关规定。

6.3 条款是对基体沥青混合料中的细集料进行了规定，其技术指标要求依据来源于 JTGF40 的相关规定。

6.4 条款是对基体沥青混合料中的填料进行了规定，其技术指标要求依据来源于 JTGF40 的相关规定。

6.5 条款依据灌浆复合混合料的应用面层，基体沥青混合料宜使用 SBS 改性沥青、道路石油沥青、橡胶改性沥青和高黏改性沥青。道路石油沥青及 SBS 改性沥青技术指标要求依据来源于《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40 的相关规定。橡胶改性沥青和高黏改性沥青的技术指标的确定，一方面是参考《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTGE20 的实验方法，另一方面结合了半柔性路面材料特性及工程实践经验。

6.6 条款规定了木质素纤维、玄武岩纤维或聚合物纤维的技术指标要求符合《沥青路面用纤维》JT/T 533 的相关规定。

6.7 条款规定了抗车辙灌浆复合路面技术指南中灌浆料的材料配比和物理力学性能要求。灌浆料分为普通型和早强型两类，根据路段对开放交通的要求采用不同的灌浆料类型。

7. 灌浆复合混合料设计

(1) 技术内容

本章节规定了基体沥青混合料设计原则和灌浆复合混合料的技术要求。

(2) 关键技术指标依据

基体沥青混合料采用马歇尔设计方法确定矿料级配及最佳沥青用量。7.2.2 条款在此基础上介绍了在进行基体沥青混合料级配设计时，MAM-13、MAM-16 和 MAM-20 这三种类型的基体沥青混合料在不同筛孔尺寸情况下的通过质量百分率。设计依据来源于国内有关文献，并结合多条道路工程实践经验。所以，在实际使用过程中，级配的设计必须考虑当地的物质特征和基质沥青混合料的空隙率，并根据规范中所述的设计方法确定所需的综合级配。

7.2.3 条款是设计基体沥青混合料的技术要求，包括空隙率、马歇尔稳定性和流值。因为空隙率是保证灌浆饱满度的一个重要指标，且灌浆复合混合料的力学性能在很大程度上取决于灌浆料，所以在这里主要根据空隙率来对基体沥青混合料进行配合比设计，同时对析漏和飞散值的验证不可或缺。表

10 所示的马歇尔击实次数符合 JTGE20 的数值规定。由多年的实际工程应用得知，低于 80%的灌浆饱满度使灌浆复合沥青混合料达到主要设计指标要求存在不确定性。为确保能够满足设计指标，使灌浆复合沥青混合料达到 80%以上的灌浆饱满度尤为重要。通过室内评价结果，得出空隙率高于 20%时，灌浆复合沥青混合料可达到 80%以上的灌浆饱满度，故而以 20%的空隙率作为基质沥青混合料的下限。

尽管空隙率较大可保证其良好的抗车辙能力，但出于工程经济、防开裂等因素，空隙率较大并不妥当。因此，最终认定 20-28%的空隙率较为适宜。在重载交通路段和易发生车辙的道路上，基体沥青混合料可选用较大的目标空隙率。

灌浆复合沥青混合料体积参数

混合料类型	基体沥青混合料空隙率 VV (%)	灌浆饱满度 V_g (%)	剩余空隙率 VV_r (%)
13-20%	20.3	80.5	3.96
13-24%	23.8	88.6	2.71
13-27%	27.1	93.1	1.87
13-30%	29.7	96.5	1.04

7.3 条款是对灌浆复合沥青混合料提出的技术要求，其中灌浆饱满度是确保灌浆复合混合料性能极为重要的因素。表 11 中提出的灌浆复合路面混合料的性能指标中，马歇尔稳定度、动稳定度、残留稳定度比、冻融劈裂强度比和低温小梁破坏应变指标是根据室内外试验得出来的数值。

8.施工工艺

(1) 技术内容

本章节规定了抗车辙灌浆复合路面应用技术的施工工艺和要求，包括基体沥青混合料施工和灌浆料浆体灌注施工。

(2) 关键技术指标依据

8.2.1-8.2.3 条款规定了基体沥青混合料的拌和、运输、摊铺及碾压碾压要求。由于基体沥青混合料的空隙率较高，施工期间温度散失较快，因此必须按照规定选择适宜的气候条件施工，并确保摊铺和碾压温度在要求范围内。

大量的工程实践表明，达到表 12、13 所列的工艺条件是可行的。8.2.3.2 条款对基体沥青混合料的碾压速度做了规定。碾压速度参考表 14 的相关要求。

8.3 条款包含灌浆料浆体的制作与灌浆、抗车辙灌浆复合路面表面处理和养生要求。考虑到现场施工的离散性和现场养生条件的不同，本指南认为当使用普通硅酸盐水泥制备灌浆料浆体时，养生时间宜不少于 2d，当使用早强型灌浆料时，养生时间宜不少于 3h。

9. 施工质量管理与检查验收

(1) 技术内容

本章节规定了抗车辙灌浆复合路面应用技术的施工质量管理与检查验收，主要包括施工前的材料与设备检查、施工过程质量控制和抗车辙灌浆复合路面验收质量标准。

(2) 关键技术指标依据

9.2 条款规定了施工过程中针对基体沥青混合料施工阶段的质量检查标准。包括基体沥青混合料施工温度、基体沥青混合料矿料级配与生产设计标准级配的差、基体沥青含量（油石比）与生产配合比设计的差、基体沥青混合料马歇尔试验以及基体沥青现场空隙率。

9.2.1 条款提出了灌浆料浆体质量控制要求，包含外观和流动速。

9.3 条款和表 17 提出了抗车辙灌浆复合路面施工完成后，对路面质量控制和验收标准。为保证路面质量，在交叉口等较短路段，构造深度、灌浆饱满度等指标的检查频率由正常路段的 1 次/200m/车道提高到 1 次/50m/车道。

四、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

本标准编制符合现行法律、法规。与国家、行业标准是相协调一致的。标准的规范性引用文件，所设定指标值与以下标准没有矛盾。

本规程引用了下述条款：

GB/T 2419-2005 水泥胶砂流动度测定方法

CJJ 169 城镇道路路面设计规范

JT/T 533 沥青路面用纤维

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ/T98-2010 砌筑砂浆配合比设计规程

JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JTG D50 公路沥青路面设计规范

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

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

无。

六、对团体标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称“过渡期”）的建议及理由

建议过渡期是 1 个月。

各工程单位是标准实施的主体，为确保其准确理解、掌握和执行标准，规范抗车辙灌浆复合路面应用技术的实施，标准发布后将向标准实施主体进行推广和宣贯，推动标准的落地实施。预计此项工作需要 1 个月的时间。

七、实施效益分析

抗车辙灌浆复合路面是在柔性的大空隙沥青混合料中灌注刚性的复合材料，形成刚柔并济的复合型路面，主要从改善沥青混凝土内部结构组成及自身堆聚结构出发，注重沥青混凝土路面结构和综合性能的改善。与传统沥青混凝土或水泥混凝土路面相比，抗车辙灌浆复合路面具有良好的抗磨耗性、较高承载力及抗车辙性、服务寿命长、水温性好、抗油侵蚀性能好，行车平稳舒适；施工工艺较简单、施工快捷；维修成本低等一系列优点，可用于交通荷载等级为特重以上的改扩建或养护公路（特别是交叉口、长大纵坡）、疏港道路、矿区道路、收费广场、服务区，以及交通荷载等级为特重的市政道路（特别是交叉口、公交车站）等车辙路段。

室内实验研究与工程应用表明，抗车辙灌浆复合路面比普通沥青混凝土路面寿命提高 50%以上，在小半径、公共汽车停靠站、收费口等特殊路段，寿命可提高 2 倍以上。本指南的实施必将促进抗车辙灌浆复合路面技术的发展进程，提高抗车辙灌浆复合路面工程质量，为抗车辙灌浆复合路面设计、施工、质量检测等提供技术指导。

提出部门：南京兴佑交通科技有限公司

（盖 章）

2023 年 06 月