

《沥青混合料用钢渣预处理技术规程》 团体标准

编制说明

东南大学

2025 年 9 月

目录

一、背景、目的意义和作用	3
二、编制过程	5
三、与现有相关标准的关系	6
四、主要内容的创新先进	8
4.1 主要技术内容	8
4.2 创新先进性	9
五、标准主要内容的可行依据	10
六、标准宣贯和推广应用措施	17
七、编制过程发生的重大分歧意见及处理意见	17
八、标准推广应用前景和预期社会经济效益	17
8.1 应用前景	17
8.2 预期社会经济效益	18
九、其他应予说明的事项	18

一、背景、目的意义和作用

钢渣作为钢铁工业炼钢的废弃产品，其产生量可以达到粗钢生产量的10%-20%，数量巨大。资料显示，2022年我国钢铁工业固废材料总量为10.13亿t，钢渣产生量约为1.53亿t；大量的钢渣堆积不仅占用土地资源，而且其本身的物质会造成重金属、水资源、扬尘、放射性等严重污染问题。因此，如何在减少碳排放前提下实现二次循环再利用是目前亟待解决的核心问题。为了进一步促进钢渣的综合利用，2021年3月国家发改委《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》中指出“要提高赤泥和钢渣在道路中的掺用比例”；2020年10月江苏省交通运输厅《关于开展江苏省绿色交通主题性与区域性项目创建工作的通知》中所列的重点任务为“促进资源集约循环利用，推广施工材料、废旧材料再生和综合利用”。国家和省部政策为钢渣作为道路材料的应用提供了发展机遇。因此，钢渣作为具备良好力学性能且成本较低的废弃物，其有效利用一方面为道路基础设施提供优异的服役性能，另一方面对保护生态，开拓我国交通运输行业“降碳减排、资源利用”的探索之路，实现低碳绿色转型具有重要意义。

据统计，2022年中国钢渣产量约为1.53亿吨，堆存量约为14.46亿吨。其中，仅江苏苏州地区江苏永钢集团有限公司和江苏沙钢集团有限公司每年约产生300万吨废弃钢渣。长久以来，钢渣作为一种废弃材料应用到公路建设当中虽然具有很大的优势，但回收和利用率不高，导致部分钢渣被堆放而非有效利用，从而使堆放量上涨。其根本原因在于钢渣表面的f-Cao、f-Mgo在其陈化过程中或者沥青混凝土服役过程中发生了改变，钢渣遇水发生膨胀，导致沥青混合料稳定性不足，沥青路面容易出现随机开裂，表面破坏等问题。

由于钢渣自身遇水膨胀的原因，不能直接将生产的钢渣应用于公路建设，需要采用一些预处理技术对钢渣进行处理来保证其

体积安定性，国内外对钢渣预处理方法有较多的研究，每个方式都有各自的特点。目前，钢渣改性主要有陈化改性、重构改性、碳酸化改性、无机改性和有机改性5种方式。自然陈化操作简单，但处理时间长、占地大、污染环境；水热陈化处理能够一定程度加快钢渣水化，但浪费水资源、处理量小；重构和碳酸化改性虽能显著降低钢渣膨胀，但设备昂贵、维护困难、工艺复杂；有机和无机处理虽然增加额外费用，但操作简单、处理时间短。当前大多研究仅分析了钢渣粗集料预处理之后的体积膨胀性、吸水率等工程性能，对不同预处理钢渣集料的微观特性、金属铁含量、游离氧化钙含量、重金属浸出含量及沥青混合料性能研究较少，且缺乏相应的预处理钢渣及其沥青混合料的标准。

本标准致力于达到如下目的：

(1) 进行出厂钢渣集料的理化特性研究，明确钢渣不同预处理方式，并对其做了规定。

(2) 进行预处理钢渣理化特性研究，提供预处理钢渣物化特性测试方法，建立规范性钢渣性能指标，考虑到预处理钢渣的优异路用性能，确定面向预处理钢渣混合料路用性能的钢渣粗细集料指标要求。

(3) 进行钢渣及其预处理沥青混合料性能研究，明确预处理钢渣沥青混合料试验测试方法，进而明确其材料性能，为钢渣混凝土路面的推广提供技术支撑。

(4) 针对预处理钢渣沥青混凝土路面应用，以生态经济分析为基础，分析证明预处理钢渣沥青混合料在工程应用中的经济价值与环境效益，充分发挥资源再用、保护环境、提高品质的优势。

(5) 针对预处理钢渣沥青混凝土对土壤污染生态毒性效应评价问题，提出土壤污染评价终点的生态毒性效应评价方法，定量评价预处理钢渣沥青混凝土浸出元素对土壤的影响。

通过本标准构建预处理钢渣沥青混凝土行业标准体系，有利于实现预处理钢渣路面专业化生产与标准化应用，有利于完善标

准体系，为预处理钢渣混凝土材料设计施工等提供完整的参照标准，为提高钢渣混凝土产品应用质量提供重要保证。建立钢渣集料在道路工程中应用的技术规范，提高钢渣的资源化利用水平，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证工程质量。约束钢渣原材料及预处理方式的技术要求、性能指标要求、试验方法及适用范围等，形成质量检验与验收等方面标准体系。在减轻固体废弃物对环境不良影响的同时，节省铺筑道路成本，节约天然资源，促进道路行业的可持续发展。

二、编制过程

2.1 任务来源

2024年3月，经主编单位江苏永钢集团有限公司申请，江苏省综合交通运输学会根据申请材料，于2024年4月对《公路钢桁梁拖拉施工技术规范》进行了立项及编制大纲评审，同意开展编写工作。

2.2 主要起草单位本标准的主要起草单位：

江苏永钢集团有限公司、东南大学、苏州交通投资集团有限责任公司、苏州交通工程集团有限公司、苏州三创路面工程有限公司。

2.3编制组目前主要开展的阶段工作本标准的制定工作过程简述如下：

(1) 工作大纲编制(2024年3月至2024年4月)

通过收集、分析、整理基础资料等形成工作大纲，提交学会标准分委开展工作大纲评审。

(2) 补充调研(2024年5月至2024年8月)

开展补充调研，查阅文献，根据工作大纲评审意见进一步完善工作大纲和标准草案。

(3) 编制起草(2024年9月至2025年1月)

在工作大纲编制完成后;起草编制初稿,提交有关专家进行初步交流后形成征求意见稿和编制说明。

(4) 征求意见(2025年2月至2025年8月)

定向找两位专家征求意见,形成征求意见稿。

(5) 技术审查(2025年9月至2025年10月)

根据征求意见稿反馈结果,进一步完善标准文稿,提交学会标准分委开展技术审查工作。

三、与现有相关标准的关系

目前美国、日本等国家针对钢渣综合利用相继推出了适合本国的钢渣材料综合利用标准,如美国ASTM D5106-22《沥青铺路混合物用钢渣集料标准规范》,日本JIS A 5015-2018《道路用铁和钢炉渣》。在ASTM水泥和混凝土标准系列和JIS标准体系中,只对钢渣粗集料的物理特性做了规定,未对钢渣预处理方式及预处理后的钢渣及其混合料的技术指标做出要求。

尽管我国钢渣综合利用率低,但围绕钢渣综合利用的研究和应用从未间断。

国内有关钢渣在道路工程中的应用的标准有:《道路用钢渣》(GB/T 25824-2010)、《耐磨沥青路面用钢渣》(GB/T 24765-2009)、《沥青混合料用钢渣》(JT/T 1086-2016)等。

(1) 《道路用钢渣》标准钢渣技术指标分析

《道路用钢渣》标准对沥青混合料用钢渣粗集料规格、道路基层用钢渣集料规格做出了规定。《道路用钢渣》标准和《公路沥青路面施工技术规范》标准相比,增加了钢渣集料浸水膨胀率指标,并且对洛杉矶磨耗值、表观密度、吸水率、针片状含量、粘附性指标做了变化。《道路用钢渣》标准中针对钢渣集料试验是参考《公路沥青路面施工技术规范》技术要求,并且仅对钢渣粗集料技术指标做出规定,未涉及钢渣预处理方式及预处理后的钢渣及其混合料的技术指标要求。

（2）《耐磨沥青路面用钢渣》标准钢渣技术指标分析

《耐磨沥青路面用钢渣》标准要求钢渣集料为经稳定化处理的转炉或电炉钢渣，颗粒洁净、干燥、无杂质。《耐磨沥青路面用钢渣》标准比《道路用钢渣》多了金属铁含量、放射性、小于0.075mm颗粒含量技术指标要求，和《公路沥青路面施工技术规范》相比，增加了浸水膨胀率、金属铁含量、放射性、小于0.075mm颗粒含量技术指标要求。

《耐磨沥青路面用钢渣》标准和《道路用钢渣》标准中相同的钢渣集料技术指标要求值相同，针对钢渣集料试验是参考《公路沥青路面施工技术规范》技术要求，并且仅对钢渣粗集料技术指标做出规定，未涉及钢渣预处理方式及预处理后的钢渣及其混合料的技术指标要求。

（3）《沥青混合料用钢渣》标准钢渣技术指标分析

《沥青混合料用钢渣》标准要求钢渣集料为经过处理，满足路用技术要求的钢渣颗粒。《沥青混合料用钢渣》标准和两个国家标准相比，对坚固性、小于0.075mm颗粒含量、软弱颗粒含量指标未做要求，新增了游离氧化钙含量技术指标，并且对压碎值、洛杉矶磨耗值、粘附性、浸水膨胀率指标值提高了要求。《沥青混合料用钢渣》标准针对钢渣集料试验是参考《公路沥青路面施工技术规范》技术要求，并且仅对钢渣粗集料技术指标做出规定，未涉及钢渣预处理方式及预处理后的钢渣及其混合料的技术指标要求。

从上述标准可以看出，十余年来，科研人员取得了一系列重要研究成果，但目前国内钢渣标准主要针对钢渣集料性能技术要求，大部分试验依据《公路工程集料试验规程》进行设置，并且钢渣沥青混凝土路面的施工和验收仍主要参考我国JTGF40-2004《公路沥青路面施工技术规范》，适用性不强，导致很多工程项目施工后无法验收。同时，上述标准虽然均围绕钢渣沥青混合料施工技术进行展开，但只对钢渣粗集料技术指标做了规定，且所规定指标要求较为严格，也未考虑对于钢渣沥青混合料长期服役后所产生的锈蚀、膨胀开裂等问题。

因此，需要通过制定专用标准来规范预处理钢渣（包括粒径为2.36mm以下的钢渣细集料）及沥青混合料的材料、性能技术指标、检

验、验收等工作。

本标准针对预处理钢渣及其混合料，在参考国内外相关文献和进行室内试验的基础上对《道路用钢渣》、《耐磨沥青路面用钢渣》、《沥青混合料用钢渣》、《钢渣沥青路面施工技术指南》等相关标准中的相关指标进行了综合、细化和修订，提出了钢渣预处理方式、预处理钢渣及其沥青混合料的材料性能指标要求，其中，增加了钢渣细集料的技术要求，能最大限度利用不同生产工艺生产的钢渣。也提出了预处理钢渣及其混合料的性能测试方法和检验规则要求等内容，对实现预处理钢渣混凝土专业化生产与标准化应用具有重大意义。

四、主要内容的创新先进

4.1 主要技术内容

本标准对不同预处理钢渣及其沥青混合料的技术要求做了规定，适用于含有钢渣的各等级公路的新建与养护维修。

本标准分为九章，适用于钢渣集料及其沥青混合料，逐条对钢渣集料的不同预处理方式、钢渣性能指标、预处理钢渣沥青混合料试验测试方法和性能指标、预处理钢渣集料及其沥青混合料的取样方式和检验项目做了规定，其具体章节划分如下：

前言

1. 范围

2. 规范性引用文件

3. 术语和定义

4. 钢渣粗集料

规定了钢渣粗集料的粒径规格、物理指标和化学指标。

5. 钢渣粗集料预处理

5.1 一般规定

5.2 陈化处理

规定了陈化处理钢渣的技术原理和处理原则方法，并对陈化

处理钢渣粗集料的技术要求如粒度粒形、孔隙率、表观相对密度、游离氧化钙、重金属含量等进行规定。

5.3酸处理

规定了酸处理钢渣的技术原理和处理原则方法，并对陈化处理钢渣粗集料的技术要求如粒度粒形、孔隙率、表观相对密度、游离氧化钙、重金属含量等进行规定。

5.4有机硅处理

规定了有机硅处理钢渣的技术原理和处理原则方法，并对陈化处理钢渣粗集料的技术要求如粒度粒形、孔隙率、表观相对密度、游离氧化钙、重金属含量等进行规定。

6. 试验方法

规定了采用不同方式预处理后的钢渣集料的孔隙率、吸水率、浸水膨胀率等物理力学指标的试验测试方法，并规定了处理后钢渣集料的金属铁含量、游离氧化钙含量、重金属浸出含量试验测试方法。

7. 检验

规定了预处理钢渣集料及其沥青混合料的取样方式，检验项目及判定规则。

附录A 预处理钢渣沥青混合料性能指标

规定了预处理钢渣体积膨胀率、重金属浸出含量、锈蚀率的性能指标要求。

附录B 预处理钢渣沥青混合料试验方法

规定了预处理钢渣体积膨胀率、重金属浸出含量、锈蚀率的试验方法。

4.2创新先进性

(1) 耐久性：本标准在现有标准基础上，增加了预处理钢渣集料（尤其是粒径为2.36mm以下的细集料）及其沥青混合料的性

能指标要求，保证了预处理钢渣混合料在抑制膨胀性、确保耐久性方面的先进性。

(2) 协调性：本标准制定针对预处理钢渣及其混合料遵循协调性原则。做好与相关标准、规范的协调、衔接，保证本标准与现行公路沥青路面施工技术规范等相关行业标准的统一性和一致性。

(3) 可操作性：本标准制定针对预处理钢渣及其混合料遵循可操作性原则。为便于工程应用，起草的条文应明晰、规范，试验方法中仪器、关键步骤等内容应详细、明确，可操作性强。

(4) 代表性：本标准制定针对预处理钢渣遵循代表性原则。本标准能够满足工程上对钢渣集料产品的基本性能要求，同时也考虑试验验证样品的代表性，确保国内市场上大部分产品能够满足标准要求。

(5) 技术创新性：考虑到预处理后钢渣对混合料的路用性能提升及抑制体积膨胀性有较大的作用，故相比普通沥青钢渣混合料，放宽了钢渣粗集料的技术要求，并增加了钢渣细集料的技术要求，能最大限度利用不同生产工艺生产的钢渣。

五、标准主要内容的可行依据

钢渣及其预处理理化特性研究

(1) 钢渣理化特性

钢渣表面形貌特征十分丰富：凹凸不平、存在较多微裂纹、微孔隙、纹理粗糙、集料粒形棱角较大、较多。同时还可观察到许多形态不规则的孔，因此钢渣是一种多孔材料，其中一部分孔隙属于不同晶界面围成的裂缝状孔隙。钢渣所含矿物种类非常复杂，C3S和C2S是钢渣的主要矿物相且钢渣中f-CaO含量并不高。

(2) 钢渣预处理

由于钢渣含有游离氧化钙、方镁石以及含量较高的金属铁等膨胀组分，当各组分发生水化或氧化时，钢渣体积膨胀的产生不

可避免。为保证其体积稳定性满足要求，需对钢渣进行进一步处理，处理方式如下：不处理钢渣、40℃、60℃、80℃恒温水浴浸泡、5%、10%、15%浓度的醋酸浸泡、硅烷偶联剂改性和自然陈化3月、6月，并对不同预处理钢渣物化特性和工程特性进行测试。

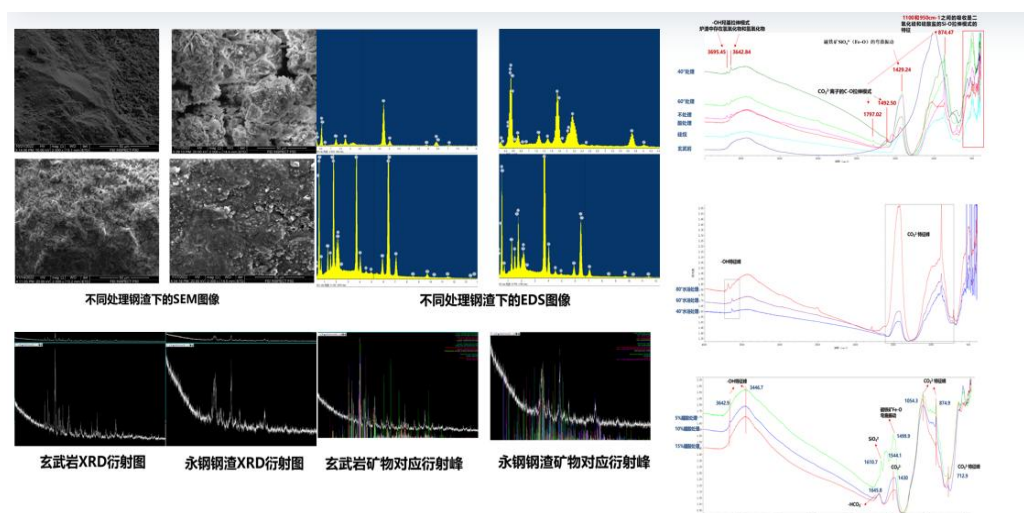


图 1 钢渣微观实验

从微观形貌来看，原渣表面形貌特征十分丰富：凹凸不平、纹理粗糙。同时还可观察到许多形态不规则的孔。水浴和陈化处理的钢渣表面可观察到立方体形态的晶体产生，晶体一方面填充钢渣表面的孔，为钙矾石、少量铝酸钙和部分石膏产生，说明钢渣碳化程度有限，没有足够的产物充分填充大孔径的孔。此外，显示产物层最外层颗粒松散堆积于钢渣表面，形成新的空隙。而玄武岩集料表面致密，基本无孔隙，矿物结晶物较小，表面纹理呈现规律性变化，存在平整面。硅烷偶联剂处理的钢渣在表面形成一层疏水膜，钢渣被包裹其中。酸与钢渣表面反应，生成条状晶体，为醋酸亚铁、醋酸铁等晶体，并随着酸浓度的提升，晶体被破坏，形成毛绒状晶体。酸处理之后，钢渣表面的Ca、Fe元素降低，并随着酸浓度的提高，降低更多。硅烷偶联剂处理，由表面的疏水膜，其检测结构会降低Ca、Fe元素，Si元素的含量也会增加。陈化处理之后Ca、Fe元素略微降低，并随着时间的增加，降低增加。

从化学元素来看，玄武岩主要元素为SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃和CaO，含有44.83%的SiO₂、8.96%的CaO、10.96%的Fe₂O₃，而钢渣主要为钙、铁、硅、镁、铝等元素的氧化物，含有CaO、Fe₂O₃较多，占38.63%和28.89%。水浴处理之后Fe₂O₃和CaO的比值会发生变化，并随着温度的提升，Fe₂O₃的含量会降低，CaO的含量会增加。酸可以明显降低CaO的含量，并且随着酸浓度的提升，降低CaO含量越多。硅烷偶联剂处理后，Fe₂O₃和CaO的含量不发生太大变化，但SiO₂的含量会增大，这与理论一致。陈化的钢渣随着陈化时间的增加会降低CaO含量。从表中可以看，采用陈化处理6个月与采用水浴处理效果相似，并且陈化处理时间较长。

从分子结构红外光谱图谱来看，玄武岩与钢渣存在很大差别，玄武岩特征峰较少，主要为Si-O官能团特征峰；钢渣的红外谱图3750~3400cm⁻¹处宽弱谱带为O-H键伸缩振动，1420cm⁻¹处吸收峰是碳酸盐中反对称伸缩振动引起的，985cm⁻¹、910 cm⁻¹、878 cm⁻¹以及517 cm⁻¹处的吸收峰较为符合含有CaO、Al₂O₃、Fe₂O₃的β-硅酸二钙或硅酸三钙的无机化合物基团图谱。从红外光谱上可以判断钢渣中含有铁氧、钙氧、铝氧、硅氧等基团的无机化合物。硅烷偶联剂处理钢渣之后，大部分特征峰无变化，主要Si-O特征峰变得复杂；自然陈化之后，明显降低CO₃²⁻的特征峰，说明随着时间的增加，降低更多。水浴处理之后，-OH、CO₃²⁻的特征峰会降低，并且随着温度的提高，降低越多，说明水浴温度的提高，能够加速CaO的反应，。酸处理钢渣之后，其-OH、CO₃²⁻的特征峰会降低，并随着酸浓度的增加，降低更明显，这也与XRF试验结果一致。

(3) 钢渣沥青混合料性能检验

对不同预处理钢渣及玄武岩进行混合料试验，主要结论如下：

冻融劈裂试验：不处理钢渣沥青混合料性能低于玄武岩沥青混合料，硅烷偶联剂处理的钢渣沥青混合料性能最佳。

浸水马歇尔试验：除硅烷偶联剂处理的外，其他处理方式的

抗水损性能都略低与玄武岩沥青混合料。

动稳定度试验：不处理钢渣沥青混合料的高温性能较差，但也满足规范要求，硅烷偶联剂处理的钢渣沥青混凝土高温性能较好。

体积膨胀性试验：体积膨胀性均满足规范要求，但是不处理的钢渣沥青混凝土浸泡72h后，表面出现锈蚀、损坏。自然陈化处理的钢渣沥青混凝土体积膨胀性最小。

低温小梁断裂试验：不处理钢渣沥青混合料低温抗裂性能最低，自然陈化处理的钢渣沥青混凝土低温抗裂性能最好，硅烷偶联剂处理的次之。这两种处理方式的沥青混凝土的低温抗裂性能均高于玄武岩，其他处理方式的钢渣沥青混凝土均低于玄武岩。



图 2 钢渣沥青混合料试验

钢渣沥青路面试验段情况

自2022年11月，标准编制团队在常台高速、桐泾路等试验段相继开展了钢渣沥青路面试验段。项目所用材料为普通钢渣沥青混合料路面，通过使用过程中钻取芯样测试，除存在少量钢渣颗粒锈蚀情况外，至今使用情况较好。

（1）常台高速（苏嘉杭）钢渣试验段

2022年11月15日至2022年11月20日期间，在G1522常台高速

（苏嘉杭高速北段）路面养护工程中采用SUP-13钢渣沥青混合料作为路面材料开展摊铺，行车道试验段为K11+000~K12+000。

钢渣沥青混合料掺加40%钢渣代替玄武岩，钢渣沥青混合料性能见表1。

苏嘉杭高速钢渣试验段通车后三个月，通过对试验段进行后期跟踪监测，发现现场存在部分因钢渣钙化而产生的小白点，对摩擦系数、构造深度、压实度等指标进行检测，各指标均满足规范要求。

表 1 钢渣沥青混合料性能

施工日期	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	残留稳定度 (%)	冻融劈裂强度比 (%)	动稳定次数 (次)	抗剪强度 (MPa)
2022.11.15	16.10	45.4	90.5	81.3	6883	0.88
2022.11.20	13.23	30.2	97.3	92.3	8873	0.86
技术要求	≥8	20-50	≥85	≥80	≥3000	≥0.7

(2) 桐泾路钢渣试验段

2023年5月19日，在桐泾路与清塘路交叉口东侧慢车道和桐泾路北路DFK0+000~DFK0+232.715西辅侧道，采用钢渣沥青混合料作为路面材料开展试验段摊铺，其中，在桐泾路与清塘路交叉口东侧慢车道采用级配OGFC-13，在OGFC-13钢渣沥青混合料中掺加40%的钢渣代替玄武岩骨料，在桐泾路北路DFK0+000~DFK0+232.715西辅侧道采用级配SMA-10，在SMA-10钢渣沥青混合料中掺加40%的钢渣代替玄武岩骨料。OGFC-13钢渣沥青混合料和SMA-10钢渣沥青混合料室内性能试验结果见表2，OGFC-13钢渣沥青混合料和SMA-10钢渣沥青混合料现场试验结果见表3。

表 2 OGFC-13 和 SMA-10 室内性能试验结果

类型	稳定度 (K N)	流值 (0.1mm)	残留稳定度 (%)	冻融劈裂强度比 (%)	动稳定度 (次/mm)	飞散 (%)	析漏 (%)
OGFC-13	8.04	28.3	87.8	89.3	6420	9.8	0.12

技术要求	≥ 5	20~40	≥ 85	≥ 85	≥ 3000	< 15	< 0.3
SMA-10	9.69	24.0	94.6	94.1	9681	3.6	0.07
技术要求	≥ 6	20~50	≥ 85	≥ 80	≥ 3000	< 15	< 0.3

表 3 OGFC-13 和 SMA-10 现场试验结果

混合料类型	压实度%	渗水 (mL/min)	摩擦系数	构造深度 (mm)
SMA-10	100.3	0	55	0.78
技术要求	≥ 98	≤ 50	≥ 50	≥ 0.7
OGFC-13	98.9	6000	53	1.98
技术要求	≥ 98	≥ 5000	≥ 50	≥ 0.55

(3) 绕城高速钢渣试验段

2023年7月31日，苏州交通投资集团有限责任公司牵头，联合江苏永钢集团有限公司、东南大学、苏州交通工程集团有限公司、苏州三创路面工程有限公司开展钢渣新型沥青路面关键技术研究及产业化应用。在苏州市绕城通安收费站外广场望亭至通安方向匝道，引进了钢渣沥青混合料作为路面材料实践运用于试验段摊铺，在上面层摊铺SUP-13钢渣沥青混合料，在SUP-13钢渣沥青混合料中掺加60%的钢渣代替玄武岩骨料，钢渣性能指标见表4，Sup-13钢渣沥青混合料性能见表5。

表 4 钢渣性能指标

钢渣	针片状/%	浸水膨胀率/%	磨耗值/%	表观相对密度	吸水率/%	游离氧化钙含量	粘附性
1#	3.1	0.9	13.8	3.520	1.30	2.71	5级
技术要求	≤ 15	≤ 1.8	≤ 26	≥ 2.9	≤ 3	≤ 3	≥ 5 级

表 5 Sup-13 钢渣沥青混合料性能

施工日期	稳定度	流值	残留稳定度/%	冻融劈裂强度比/%	动稳定次数	抗剪强度/M Pa
2023.07.31	15.99	50.2	98.0	86.0	8618	0.78

技术要求	≥ 8	$\frac{20-5}{0}$	≥ 85	≥ 80	≥ 3000	≥ 0.7
------	----------	------------------	-----------	-----------	-------------	------------

苏州市绕城通安收费站外广场望亭至通安方向匝道试验段施工工艺如下：

拌和：沥青混合料拌和时间以混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青胶结料为度，目测混合料均匀一致、无花白料、冒青烟和粗细料离析现象为合格。对于钢渣沥青混合料，为减少骨料离析，拌和时间应适当延长，在拌和过程中干拌时间不少于10S，湿拌时间不少于45S，总拌和时间控制在60S左右。

运输：对于钢渣沥青混合料而言，运输过程最重要的是做好保温，因为钢渣中含有较多的铁元素，其表现出的多为金属性质，热量的传导效率相对较快，与沥青混合料相比会产生更快的热量散失速度，运输过程需采取更好的保温措施以保证混合料施工温度满足要求。

摊铺：施工时摊铺机行进速度控制在3~6m/min，并且要做到缓慢、均匀、不间断地摊铺，施工过程中摊铺不停顿，摊铺机夯锤和熨平板振动频率控制在4级。

碾压：对碾压时必须紧跟慢压，要求双钢轮振动压路机和轮胎压路机之间必须衔接紧密，紧跟慢压，尽量缩短碾压区长度，充分利用沥青面层高温时完成碾压作业，从而提高沥青面层的密实性。

试验段检测数据见表6。

表 6 Sup-13 现场试验结果

混合料类型	压实度	渗水/(ml/min)	构造深度/mm	抗剪强度/MPa
Sup-13	98.3	0	0.93	0.63
	99.3	20	0.96	0.75
技术要求	≥ 98	≤ 50	≥ 0.7	≥ 0.7

综合上述试验段情况，采用钢渣作为玄武岩的替代物具备可行性，其室内性能与现场性能均能够满足规范要求。同时，在耐

久性方面也可满足大交通量的使用需求。同时，根据大量试验结果表明，预处理后钢渣沥青混合料在各项路用性能均提高的同时，使用过程中膨胀性显著降低，未出现钢渣颗粒膨胀到剥离现象。

六、标准宣贯和推广应用措施

通过实现预处理钢渣路面专业化生产与标准化应用，完善标准体系，为预处理钢渣混凝土材料设计施工等提供完整的参照标准，并为提高钢渣混凝土产品应用质量提供重要保证，以获得对本标准的推广和应用。并且进一步建立钢渣集料在道路工程中应用的技术规范，提高钢渣的资源化利用水平，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证工程质量。约束钢渣原材料及预处理方式的技术要求、性能指标要求、试验方法及适用范围等，形成质量检验与验收等方面标准体系。

七、编制过程发生的重大分歧意见及处理意见

无

八、标准推广应用前景和预期社会效益

8.1应用前景

钢渣是钢铁生产中不可避免产生的一种资源，钢渣的合理利用可起到保护环境、增加经济效益、资源可持续发展的作用，对社会具有重要意义。以综合利用大宗工业固体废物、发展钢渣的资源化利用和保护生态环境为目标，在钢渣现有利用途径的基础上，开发钢渣的其他利用途径，将大宗工业固体废物钢渣综合利用起来，尤其在钢渣沥青混合料中掺入环氧，可以更大程度上加大钢渣的社会及经济效益，同时发展绿色材料，保护人类生态环境，造福人类社会。

因此，随着钢铁工业绿色循环发展，钢渣应用领域也在不断

调整。今后钢渣应用将更加突出高质量和绿色环保的特性，并向大宗量、多途径、高附加值利用方向发展，具有广阔的市场和应用前景。

8.2预期社会效益

通过本标准构建预处理钢渣沥青混凝土行业标准体系，有利于实现预处理钢渣路面专业化生产与标准化应用，有利于完善标准体系，为预处理钢渣混凝土材料设计施工等提供完整的参照标准，为提高钢渣混凝土产品应用质量提供重要保证。建立钢渣集料在道路工程中应用的技术规范，提高钢渣的资源化利用水平，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证工程质量。约束钢渣原材料及预处理方式的技术要求、性能指标要求、试验方法及适用范围等，形成质量检验与验收等方面标准体系。在减轻固体废弃物对环境不良影响的同时，节省铺筑道路成本，节约天然资源，促进道路行业的可持续发展。

九、其他应予说明的事项

无