

热闷法钢渣沥青面层施工技术指南
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2025年7月

目 录

一、 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人	- 1 -
二、 制定标准的必要性和意义	- 2 -
三、 主要工作过程	- 4 -
四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	- 6 -
五、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	- 6 -
六、 重大意见分歧的处理依据和结果	- 16 -
七、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	- 16 -
八、 贯彻标准的措施建议	- 16 -
九、 其他应说明的事项	- 18 -

一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人

（一）任务来源

2024年1月，苏交科集团股份有限公司参加了中国交通运输协会2024年度第1批第四次团体标准立项会议，提出《钢渣沥青路面施工技术指南》立项申请并汇报，经质询、讨论，通过立项申请。会议纪要号：(2024)第38期(立审)。根据2024年3月中国交通运输协会《关于2024年度第一批团体标准项目立项的公告》（中交协秘字〔2024〕19号）要求进行后续标准编制工作。

（二）起草单位

本标准由苏交科集团股份有限公司牵头，联合交科绿通新材料科技（南京）有限公司、江苏高速新材料科技有限公司、山东省交通科学研究院、中交第三航务工程局有限公司、连云港市交通工程建设处、南京交通工程有限公司等单位共同编制。

本文件主要起草人：徐金玉、陈志林、胡兴国、韦金城、高飞、杨彪、刘洋、韩超、卢超、郭永佳、王栋、闫翔鹏、李硕、韦武举、丁彬、陈宁、袁梦、夏永、陈壮壮。

序号	单位名称	任务分工
1	苏交科集团股份有限公司	总体负责标准的编制和审查工作，负责1范围、5配合比设计章节的编写
2	交科绿通新材料科技（南京）有限公司	负责2规范性引用文件章节的编写，参与4原材料的编写
3	江苏高速新材料科技有限公司	负责3术语和定义章节的编写，参与5配合比设计的编写
4	山东省交通科学研究院	负责4原材料章节的编写
5	中交第三航务工程局有限公司	参与4原材料、5配合比设计的编写
6	连云港市交通工程建设处	负责7质量控制章节的编写
7	南京交通工程有限公司	负责6施工章节的编写

（三）主要起草人

序号	工作内容	参与人员
1	标准审核	韦武举、陈志林、韦金城
2	技术方案编制与实施	徐金玉、高飞、杨彪

3	标准正文内容编制与验证（1~5 章）	刘洋、韩超、卢超、郭永佳、王栋
4	标准正文内容编制与验证（6~7 章）	闫翔鹏、李硕、丁彬、陈壮壮
5	试验比对与标准验证	陈宁、袁梦、夏永

二、制定标准的必要性和意义

（一）背景和意义

在当前道路建设养护并举的发展形势下，繁重的建养任务需要消耗大量的天然集料。然而近年来，各种限制砂石开采条例陆续颁布，如《中华人民共和国矿产资源法》、《长江河道采砂管理条例》和《湖北省矿产资源开采管理条例》等。这导致天然集料的价格愈发昂贵且难以购得，因此道路工程行业对于寻找天然集料替代品的需求日益迫切。

钢渣是炼钢过程中的副产品，它是炼钢炉内的残余熔剂与金属氧化物经冷却、除铁、破碎后结合形成的块状物质，产生率为粗钢的 8%~15%。而我国作为工业大国，每年要产生数以亿吨计的钢渣，但钢渣综合应用途径较少、平均资源综合利用率较低，造成了严重的资源浪费及环境污染问题。

钢渣具有耐磨、抗滑、与沥青粘附性能良好等特点，是潜在的优质沥青路面用集料资源，近年来国内外越来越重视钢渣沥青混合料的研究和应用。研究表明，钢渣沥青路面可有效提升路面抗车辙性能、抗滑性能，延长路面使用寿命。目前世界主要工业国家都将钢渣的再利用列为绿色发展战略之一。特别是在我国提出“碳中和”、“碳达峰”的战略目标背景下，将其作为路面铺筑材料加以利用，提高钢渣的资源化率，既可以缓解道路行业天然资源短缺的困境，又能实现钢渣的资源化再利用，减少其对自然环境的危害，降低钢铁行业总能耗、减少总排放量，具有经济而长远的影响。

现有钢渣处理工艺主要包括热泼、水淬、风淬、滚筒、热闷等工艺技术。热泼法、水淬法、风淬法存在处理方式粗放、敞开，大量的含尘蒸汽无组织排放，对环境造成严重污染。尽管滚筒法钢渣处理实现了处理过程的装备化和洁净化，但是滚筒法只能处理液态钢渣，同时出渣粒度小，大大限制了该技术在钢渣处理过程和道路中的应用。由于热闷技术对钢渣的流动性没有要求，适用于固态、半固态、液态钢渣；处理后的钢渣中 f-CaO 小于 3%，浸水膨胀率低于 2%；处理后的钢渣中粒级小于 20mm 的含量

可达 60%以上；热闷过程对环境污染小等优点被广泛应用。如包钢、昆钢、鞍钢、本钢、首钢、日照钢厂、新余钢厂、九江钢厂、珠海粤裕丰、济源钢厂、沧州中铁、江苏镇鑫、鞍钢鲅鱼圈等。

表 1 不同钢渣处理方式对比

钢渣处理方法	盘泼法	热泼法	热焖法	风淬法	水淬法	滚筒法
处理周期	较长	长(>24 h)	长(10 ~ 12 h)	短(约 6 t/min)	短(约 2 t/min)	短(约 35 min)
处理渣状态	液态	均可	均可	液态	液态	液态
渣粒度/mm	>5	0 ~ 500	<20	≤5	≤5	5 ~ 10
渣均匀性	差	差	较差	好	好	好
钢渣稳定性	差	差	好	好	好	好
钢渣分离	差	差	好	好	好	好
可靠性	好	好	好	较好	差	差
占地面积	较大	大	较大	小	较大	小
环境污染	较大	大	小	较大	较大	小
投资	高	低	较低	较低	高	高
运行费用	高	低	低	低	低	较高
渣处理率/%	100	100	100	40 ~ 60	≤50	30

因此，为了更好地促进和拓宽钢渣在交通基础设施中的应用，实现钢渣大宗固废资源化、减物质化或减量化，为其在不同路面工程中的设计、施工提供规范性指导，“热闷法钢渣沥青面层施工技术指南”的建立显得尤为重要。

“热闷法钢渣沥青面层施工技术指南”将从原材料、配合比设计、施工、质量检查与验收等方面建立标准，本标准的编制为提高钢渣沥青混合料施工技术水平，保证路面建设。

(二) 必要性

1. 新颖性

1) 填补行业空白

本标准首次构建了热闷法钢渣在道路路面中应用指南，填补了国内该领域的空白，为行业提供了可落地的技术规范。

2) 创新测试方法

在遵循相关行业标准的基础上，结合热闷法钢渣的实际性能，新增了沥青浸渍法钢渣沥青混合料浸水膨胀试验等项目，创新性地制定了适合热闷法钢渣的可靠性测试方法。

2.适用性

1) 覆盖广泛应用场景

本标准适用于各等级公路新建、改扩建及养护工程中沥青面层的施工，确保了不同应用场景下的适用性和有效性。

2) 全生命周期管理质量，提高施工质量，提高投资效益有着积极的作用。

3.实用性

1) 提升钢渣附加值

本标准的制定有助于提升钢渣在道路中应用，提升钢渣附加值。

2) 降低建设成本

采用热闷钢渣可以有效降低路面建设成本，节约资金，提升路面性能。

3) 促进技术交流和进步

标准的实施将促进研发、应用、评估等各环节人员的技术交流和研讨，共同推进标准在行业内的实施开展，推动技术进步和创新。

4.紧迫性

随着国家双碳建设的快速发展，路面工程对降低碳排放的需求日益提高。本标准的制定是满足行业发展需求的紧迫任务。

三、主要工作过程

本标准编制起止时间为 2024 年 3 月~2025 年 12 月。

■ 标准起草工作组成立：牵头单位于2023年下半年开始着手成立标准编制工作起草小组，组织标准编制的相关工作。作为主要起草单位，苏交科集团股份有限公司积极收集有关本标准的各类信息，并组织相关的调研和试验验证工作，联络合作单位，最终明确了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。

■ 项目立项：标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关资料，并结合设计、材料、施工工艺和应用技术发展趋势，在充分总结国内外技术研究与应用基础上，于2023年10月编写完成了团体标准《热闷法钢渣沥青面层施工技术指南》的立项申请材料。2024年1月，协会组织行业专家在北京召开立项审查会议，对标准立项

审查。建议将《钢渣沥青路面施工技术指南》名称修改为《热闷法钢渣沥青路面施工技术指南》。

■ 工作大纲：2024年3月立项申请获批后，起草小组加快标准编制工作节奏，着手编制标准工作大纲和编制意见草稿的相关工作。编制工作大纲草案稿通过微信、邮件等方式提交给参编单位和协会专家分别审核，综合了多方意见，确定了标准起草编制的总体计划内容，形成了正式的标准工作大纲文件，11月通过工作大纲审查。建议：

- 1) 标准名称改为《热闷法钢渣沥青面层施工技术指南》；
- 2) 进一步合理调整进度安排；
- 3) 进一步扩大工程应用情况调研；
- 4) 进一步明确热闷法钢渣的定义及技术要求。

■ 征求意见稿（草案）：标准起草工作组按照大纲审查会议内容，结合工作大纲进行认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见稿的编制以及试验项目的实施工作，于2025年1月完成了国内外调研和试验验证工作，于2025年3月形成征求意见稿（草案），并于5月进行了征求意见稿（草案）审查。相关意见：

- 1) 建议进一步明确适用范围中城市道路是否包含？
- 2) 规范性引用文件进一步梳理，参考文献不是引用文件。
- 3) 钢渣粗集料的定义进一步优化，若定义来源其他规范要给出来源说明。
- 4) 标准中“应”建议改为“宜”。钢渣预处理应进一步的说明，破碎、筛分等可不明确。
- 5) 表面层和其他层位建议改为上面层、中下面层，其他等级公路建议改为二、三、四级公路。
- 6) 配合比设计的相关内容应进一步细化，增加典型设计示例作为资料性附录。
- 7) 施工过程中钢渣沥青混合料保温措施应进一步细化，增补试验路段内容。
- 8) “7 质量检查与验收”修改为“7 质量控制”，验收的内容不宜在团体标准中体现。

■ 征求意见稿：经工作组内部讨论修改和相关试验项目的实施工作，于7月形成了征求意见稿。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）制定标准的原则

（1）清晰明确

标准的内容应该清晰明确，避免使用模糊、歧义的语言。标准应该用简洁明了的语言描述，让标准使用者都能够理解。

（2）科学合理

标准的内容应该基于热闷法钢渣的实践经验，确保标准的科学性和合理性。标准应该根据实际情况进行制定，既要考虑生产实际，也要考虑市场需求。

（3）统一规范

标准内容符合国家法律、法规的有关规定，与现行有效文件相协调。标准内部保持一致性，规范用语，避免使用可能产生歧义的表述方式。对不同业主单位，设计单位，施工和生产企业，监理及检测结构等具有较高的普适性。

（4）实用可行

标准适合我国的国情，考虑一定的适度超前，既要考虑企业的生产实际，也要考虑成本效益。标准具有可操作性和可实施性，让相关行业管理部门以及企业能够根据标准进行管理和生产，对热闷钢渣沥青路面具有指导作用。

（二）制定标准的依据

在编制标准过程中，结合我国关于沥青路面施工，沥青路面以及钢渣处置技术等相关的法律法规、政策文件、技术指导、标准规范等。根据标准引用情况，以规范性文件引用文件形式列出。

同时，严格按照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》进行起草。

（三）与现行法律、法规、标准的关系

本标准与相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

5.1 主要内容

标准的主要框架和内容如下所述，详细内容参见标准征求意见稿。

1 范围

介绍本指南的技术要点以及适用范围等。

2 规范性引用文件

介绍本规程规范性引用而构成本文件必不可少的条款。

3 术语和定义

3.1 热闷钢渣 disintegrated steel slag by steam

3.2 钢渣陈化 steel slag aging treatment

3.3 钢渣粗集料 coarse aggregate from steel slag

3.4 浸水膨胀率 immersion expansion ratio

3.5 游离氧化钙 free calcium oxide

3.6 钢渣沥青混合料 steel slag asphalt mixture

4 原材料

4.1 钢渣

4.2 沥青

4.3 其他粗、细集料

4.4 填料

4.5 纤维稳定剂

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.2 目标配合比设计

5.3 生产配合比设计

5.4 生产配合比验证

6 施工

6.1 一般规定

6.2 拌合

6.3 运输

6.4 摊铺与碾压

6.5 开放交通

7 质量控制

7.1 原材料质量控制

7.2 施工过程质量控制

附录 A（资料性） SUP 类钢渣沥青混合料配合比设计方法

附录 B（资料性） 沥青浸渍法

附录 C（资料性） 钢渣沥青混合料浸水膨胀试验

附录 D（资料性） 沥青混合料冻融劈裂试验方法（旋转压实仪试件）

5.2 主要内容的解释和说明

■ 标准名称

标准名称为“热闷法钢渣沥青面层施工技术指南”。

■ 范围

本文件提供了热闷法钢渣沥青路面的原材料、配合比设计、施工及质量控制等技术指导。

本文件适用于各等级公路新建、改扩建及养护工程中沥青面层的施工。

■ 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/T 24765-2009 耐磨沥青路面用钢渣

GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

JTG 3432 公路工程集料试验规程

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

JT/T 533 沥青路面用纤维

YB/T 804-2009 钢铁渣及处理利用术语

■ 术语和定义

对“热闷钢渣”、“钢渣陈化”、“钢渣粗集料”、“浸水膨胀率”、“游离氧化钙”、“钢渣沥青混合料”等进行定义。

■ 原材料

对钢渣沥青路面用原材料，包括钢渣、沥青、其他粗、细集料填料和纤维稳定剂的要求进行规定。对钢渣的要求包括一般规定、规格要求、性能指标等。

■ 配合比设计

对钢渣沥青混合料配合比设计的一般规定、目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证等进行规定。其中目标配合比设计中对钢渣沥青混合料的级配设计、最佳油石比确定、体积安定性验证、配合比设计检验等进行了说明和规定。

■ 施工

规定钢渣沥青路面施工的一般要求、拌合、运输、摊铺与碾压、养生及开放交通、其他要求等。

■ 质量控制

规定钢渣沥青路面的原材料质量控制质量检查与施工过程质量控制等

■ 附录 A（资料性） SUP 类钢渣沥青混合料配合比设计方法

■ 附录 B（资料性） 沥青浸渍法

■ 附录 C（资料性） 钢渣沥青混合料浸水膨胀试验

■ 附录 D（资料性） 沥青混合料冻融劈裂试验方法（旋转压实仪试件）

5.3 主要试验（或验证）综述

按照条款要求，组织实施相关重要的试验项目进行验证，实施的试验项目有：1）钢渣粗集料常规性能指标；2）钢渣体积安定性；3）钢渣磁性金属铁含量；4）钢渣沥青混合料的体积安定性；5）配合比设计；6）施工；7）质量控制。

主要试验验证结论如下：

1) 钢渣粗集料常规性能指标

表 2 三种集料性能对比

指标	钢渣 ¹	钢渣 ²	钢渣 ³	钢渣 ⁴	钢渣 ⁵	钢渣 ⁶	石灰石	玄武岩	技术要求
压碎值 (%)	18.8	15.3	4.3	10.5	15.6	17.2	19.2	18.1	≤20.0
洛杉矶磨耗损失 (%)	15.6	16.0	8.1	14.4	15.1	14.3	13.8	17.1	≤26.0
坚固性 (%)	2.0	2.1	1.9	3.0	1.0	/	3.6	4.4	≤12.0
水洗法 0.075mm 以下粉尘含量 (%)	1.2	1.0	/	/	0.8	/	1.6	1.4	≤2
粗集料针片状颗粒含量 (%)	1.5	3.8	4.7	5.3	1.5	9.8	16	16	≤18
黏附性等级	5	5	/	/	5		4	5	≥4
吸水率 (%)	1.52	1.38	/	/	2.13	2.20	0.87	0.6	≤2
磨光值 (PSV) (BPN)	48	45	/	/	52	54	/	42	≥42

研究表明, 不同类型钢渣集料吸水率随着粒径减小而增大, 原因在于越来越多的闭口孔隙变成开口孔隙, 使得钢渣吸水率增大, 导致混合料设计中最佳油石比增大, 经济性较差。同时, 采用石灰岩细集料替代钢渣细集料可以提高混合料的水稳定性、低温性能和疲劳寿命。因此, 在钢渣沥青混合料中应采用粒径大于 2.36mm 的钢渣作为沥青混合料的粗集料。

钢渣的密度在 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 左右, 具有较强的耐磨性和坚硬性。通常情况下, 钢渣呈现灰黑色, 内部孔隙较少, 密实坚硬。

从表 2 中可以看出, 钢渣的大部分指标都和石灰岩和玄武岩相似, 但是钢渣的压碎值、洛杉矶磨耗损失、磨光值远远小于石灰岩和玄武岩, 说明此钢渣强度高、耐磨耗、抗滑性能好, 这有利于提升路面结构层的模量和抗滑性能。钢渣 0.075mm 以下粉尘含量相对较大, 宜在生产时通过在振动筛上方布置高压水管网进行水洗处理。

同时, 由于钢渣表面孔隙多于石灰岩和玄武岩, 所以其吸水率一般较大, 钢渣的吸水率一般要比玄武岩和石灰岩高 0.5% 以上。在《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 中提出用于 SMA 和高速公路、一级公路的粗集料吸水率不大于 2%。因为集料的比重、吸水率对沥青混合料的力学强度、水稳性、高温稳定性有显著的影响。集料比重大、吸水率小的集料, 材质比较致密坚硬, 力学性能好。钢渣不同于常

规碎石集料，其表面往往呈现囊泡状的多孔结构，导致其吸水率大于常规碎石集料，但是其力学性能仍较好。同时目前吸水率大于 2% 的钢渣粗集料已应用于多条高等级道路的上层且经过时间的验证，均表现出良好的路面性能，因此，本指南将吸水率限定为不大于 3%。

2) 钢渣体积安定性

钢渣形成的温度高、时间短，其成分包括 f-CaO 和 f-MgO，上述两种物质遇水发生水化反应，造成体积膨胀。钢渣吸水后使得 f-CaO、f-MgO 等氧化物消解，f-CaO 消解为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，体积膨胀 1~3 倍；f-MgO 消解成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，体积膨胀达 77%。若不对其进行处治，直接将其应用于道路、建材等行业，可能会出现开裂现象。

参照《公路工程集料试验规程》（JTG 3432-2024）中 T0375-2024 对钢渣 f-CaO 含量进行测试。其原理为：采用乙二醇-EDTA 化学滴定法测出钢渣中游离总钙，根据氢氧化钙在高温条件下受热分解成氧化钙和水，采用热重分析法通过测量脱水的质量计算出钢渣中氢氧化钙的含量，二者之差即为钢渣中游离氧化钙的含量。不同钢渣的 f-CaO 如下表 3 所示。



图 1 f-CaO 含量测试

表 3 不同钢渣 f-CaO 含量

钢渣	1# 钢渣	2# 钢渣	3# 钢渣	4# 钢渣	5# 钢渣	6# 钢渣	7# 钢渣	8# 钢渣	9# 钢渣	10# 钢渣	技术 要求
未经陈化	1.80	1.10	2.87	2.16	1.01	1.41	2.10	2.73	2.35	1.23	≤2.0
陈化 6 个月	1.26	0.92	1.94	1.67	0.66	1.01	1.75	1.52	1.45	0.84	≤2.0

从表 3 中可以看到，当前热闷法钢渣处理工艺，已显著提升 f-CaO 消解效率，所有未经陈化处理的钢渣样品均满足《道路用钢渣》（GB/T 25824-2010）规定值 3% 的技术要求，为降低限值提供了技术支撑。考虑游离氧化钙是钢渣体积膨胀的主要诱因，降低限值可进一步减少钢渣制品因 f-CaO 后期水化导致的开裂风险，为此本指南将高速及一级公路上面层 f-CaO 技术要求提高至 $\leq 2\%$ 。

参照《公路工程集料试验规程》（JTG 3432-2024）中 T0348-2024 钢渣浸水膨胀试验，以 90℃ 水浴养生条件下，钢渣中 f-CaO 水化消解所产生的体积膨胀来评价其体积安定性。不同钢渣的浸水膨胀率如下表 4 所示。

表 4 不同钢渣浸水膨胀率

指标 (%)	1# 钢渣	2# 钢渣	3# 钢渣	4# 钢渣	5# 钢渣	6# 钢渣	7# 钢渣	8# 钢渣	9# 钢渣	10# 钢渣	技术要求
浸水膨胀率	1.29	0.60	1.46	2.52	1.07	1.10	1.13	1.32	1.51	0.97	≤ 1.8



图 2 钢渣浸水膨胀率试验

根据表 4 中的结果，可以看出，在现有工艺的条件下，热闷法钢渣样品的浸水膨胀率大部分可满足《沥青混合料用钢渣》（JT/T 1086-2016）规定值 1.8%，因此，本指南规定钢渣浸水膨胀率技术要求 $\leq 1.8\%$ 。

3) 钢渣磁性金属铁含量

未经处理的矿渣中含有一定的金属铁，在钢渣中呈现不均匀分布。钢渣中的金属铁若不经处理直接用于工程不仅会造成浪费，同时也不利于矿渣的破碎，且应用到工

程上易在长期自然环境下生成铁锈，带来体积安定性不良等问题。为此矿渣应用之前均应进行磁选除铁，以降低金属铁含量满足工程控制要求。参照《公路工程集料试验规程》（JTG 3432—2024）中 T0374-2024 对钢渣金属铁含量进行测试。不同钢渣的金属铁含量如表 5 所示。

表 5 不同钢渣金属铁含量

指标（%）	1# 钢渣	2# 钢渣	3# 钢渣	4# 钢渣	5# 钢渣	6# 钢渣	7# 钢渣	8# 钢渣	9# 钢渣	10# 钢渣	技术要求
金属铁含量	0.75	0.58	0.54	1.90	2.2	2.85	1.47	0.85	0.62	1.43	≤2.0

根据表 5 中的结果，可以看出，在现有工艺的条件下，热闷法钢渣样品的金属铁含量均大部分可满足《耐磨沥青路面用钢渣》（GB/T 24765-2009）规定值 2.0%，因此，本指南规定钢渣金属铁含量技术要求≤2.0%。

4）钢渣沥青混合料的体积安定性

根据规范《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011），将试件放入 60℃ 恒温水箱中，一部分试件保温 0.5h，测试马歇尔稳定度；另一部分保温 72h，测试沥青混合料的膨胀性；将完成测试的所有试件放入 50℃ 烘箱保温到质量不再变化，测试试件的体积。

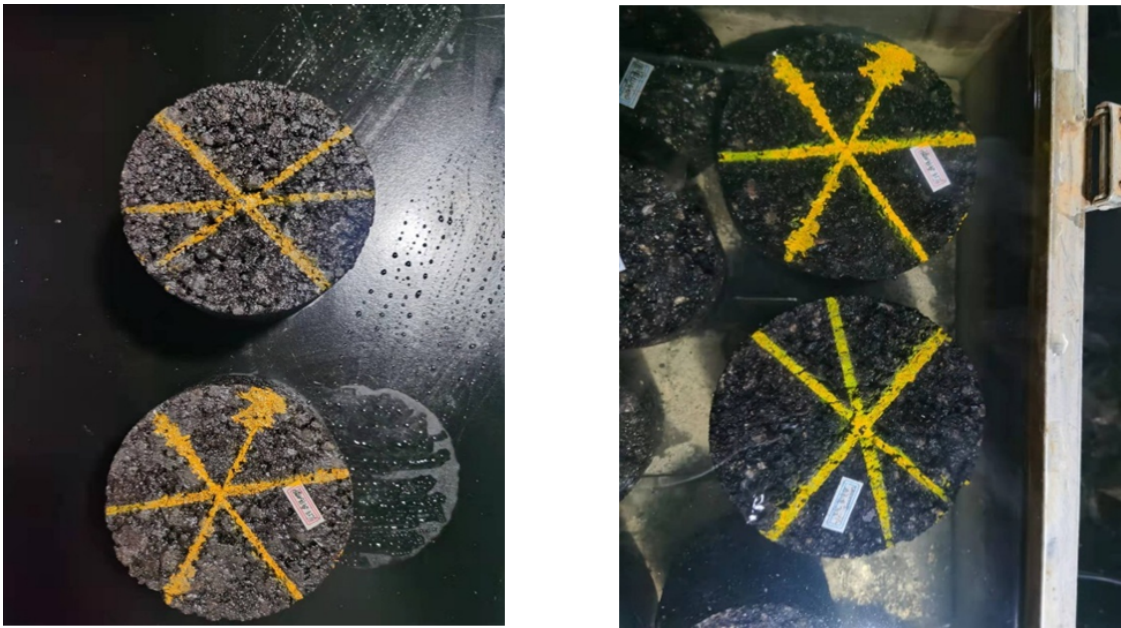


图 3 钢渣沥青混合料的体积膨胀率测试

表 6 钢渣沥青混合料的体积膨胀率

指标	混合料类型	钢渣掺量 (%)	膨胀率 (%)	技术要求 (%)
体积膨胀率 (%)	SMA-13	31	0.33	<1.5
		32	0.05	
		70	0.10	
		70	0.55	
	SUP-13	33	0.31	
		65	0.48	

5) 配合比设计

沥青混合料的级配设计理论为体积设计理论，而在实际工程中，则采用质量称量的方法控制级配，如果在沥青混合料包含两种或两种以上集料（例如石灰岩和玄武岩），通常忽略两种集料的密度差异。考虑到石灰岩和玄武岩的密度相差不大，采用质量称量对级配的影响不大。但由于钢渣和天然集料的密度相差较大，钢渣沥青混合料配合比设计时粗、细集料分别采用钢渣和石灰岩，因此需调整其设计方法。

按公式（1）将钢渣沥青混合料体积配比转化为钢渣沥青混合料质量配比。后续试验及生产均应以钢渣沥青混合料质量配比为淮。

$$P'_i = \frac{P_i \times \gamma_i}{\sum P_i \times \gamma_i} \times 100 \quad (1)$$

式中：

P'_i ——第 i 种规格矿料的质量占比，%；

P_i ——第 i 种规格矿料的体积占比，%；

γ_i ——第 i 种规格矿料的毛体积相对密度，无量纲。

6) 施工

钢渣是多孔隙材料，在自然状况下，其天然含水量一般高于天然集料。因此，钢渣在烘干筒烘干时往往需消耗更多能耗，以确保钢渣进入拌和机的温度。为了保证钢

渣沥青混合料的路用性能，宜将集料湿拌时间延长 5 s~10 s。延长湿拌时间使得沥青充分填充钢渣表面的开口孔隙，提高沥青-钢渣的裹附面积及黏结强度，进而可以有效防止水分进入沥青-钢渣界面，提高混合料的抗水损害能力及耐久性。

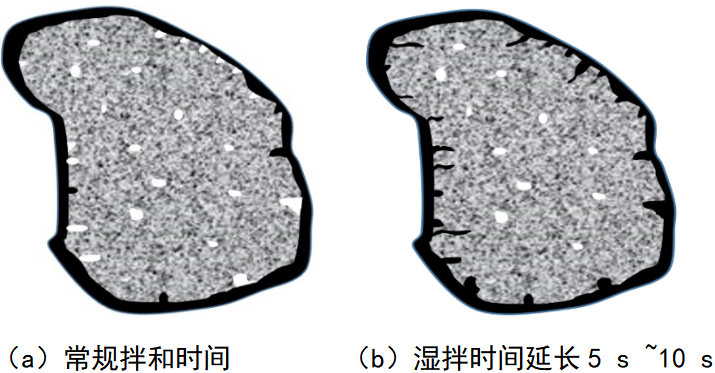


图 4 不同拌和时间沥青-钢渣裹附效果

同时，由于钢渣成分比较复杂，且成分波动比较大，尤其当其含铁量较高时，导热系数相对较高，宏观上表现为更容易发生热传导。因此，在钢渣集料生产阶段应剔除铁含量较高的钢渣集料，以及对钢渣中的金属铁含量提出了控制指标。同时，需注意运输过程中的保温措施以及压实速率，运输车辆在整个运输过程采用篷布覆盖，起到对钢渣沥青混合料的保温作用。在碾压环节，应配备足够数量的压路机，组织好碾压工序的衔接，初压、复压、终压要紧凑进行，以防止因混合料温度下降过快，而导致压实度不足的现象产生。

7) 质量控制

在生产过程中，在 JTG F40-2004 中 11.4.3 中粗集料的基础上，必须按照表 7 规定的检查项目和频度对钢渣集料进行抽样检查，其质量应符合本文件规定的技术要求。

表 7 钢渣集料试验项目和要求

项目	目的	检查频度	试验方法
浸水膨胀率	评定钢渣集料的体积膨胀性是否符合要求	钢渣集料应以每种规格 1000 t 为一批，不足 1000 t 亦为一批。每批钢渣集料检查 2 个样品	JTG 3432 T0348
游离氧化钙含量	评定钢渣集料的体积膨胀性是否符合要求	钢渣集料应以每种规格 1000t 为批，不足 1000 t 亦为一批。每批钢渣检查 2 个样品	JTG 3432 T0375
金属铁含量	评定钢渣集料的金属铁含量是否符合要求	钢渣集料应以每种规格 1000 t 为批，不足 1000 t 亦为一批。每批钢渣检查 2 个样品	JTG 3432 T0374

六、重大意见分歧的处理依据和结果

无。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准没有涉及到相关国际标准。

本标准在符合国家和行业现行有关标准规定的前提下，结合钢渣及钢渣沥青混合料的具体特点编制而成，与《公路工程集料试验规程》（JTG 3432-2024）、《公路工程集料试验规程》（JTG E42-2005）、《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）、《沥青路面用纤维》（JT/T 533-2020）、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）、《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTGF80/1-2017），共同形成了钢渣沥青路面施工及验收标准体系。充分吸纳、总结了已有的类似地方标准的特色，对现有标准中关于钢渣原材料、配合比设计、施工、质量检查和验收进行充分补充和细化，使标准更加全面完整。

八、贯彻标准的措施建议

（一）组织措施、技术措施、过渡办法

1.组织措施

由中国交通运输协会标准化技术委员会牵头，联合科研、设计、施工、检测等单位成立标准贯彻领导小组，负责标准实施的统筹协调和监督指导。领导小组下设专家组，负责解读标准技术条款，解决实施争议。

2.技术措施

建立标准实施技术支撑平台，为相关企业提供技术咨询、检测服务和技术培训。

3.过渡办法

为减轻企业负担，确保平稳过渡，可设立 3 个月过渡期，允许企业在过渡期内逐

步达到标准要求。在过渡期内，加强对企业的指导与支持，提供必要的技术支持，帮助企业尽快达到标准要求。

（二）标准培训工作的要求和建议

1.培训要求

培训内容全面，应涵盖标准的背景、意义、主要内容、实施要点及注意事项等。培训对象广泛，应包括科研、设计、施工、检测等相关企业的人员。

2.培训建议

针对不同层次的人员，开展分层次培训，确保培训内容的针对性和实效性。定期组织复训，巩固培训成果，及时传达标准实施过程中的新问题和解决方案。

（三）关于推广应用标准的手段和方式建议

1.宣传推广

通过行业媒体、官方网站等渠道，广泛宣传标准的重要性和实施效果，提高行业内外对标准的认知度。树立典型示范企业，展示标准实施带来的实际成效，增强其他企业采用标准的信心和动力。

2.技术交流与合作

定期组织技术研讨会，邀请行业专家、企业代表等共同探讨标准实施过程中的问题和解决方案。

（四）关于标准贯彻效果检查和评估的建议

1.建立检查评估机制

定期对采用标准的企业进行检查，评估标准实施情况，发现问题及时督促整改。引入第三方评估机构，对标准实施效果进行客观公正的评估，提高评估结果的权威性和公信力。

2.评估内容与指标

评估标准实施后对企业产品质量、生产效率、市场竞争力等方面的影响。总结标准实施过程中遇到的问题和困难，提出改进建议和措施，为标准的持续优化提供依据。

3.评估结果应用

将评估结果及时反馈给相关企业和标准编制单位，作为标准修订和完善的重要依据。

据。对在标准实施过程中表现突出的企业和个人给予表彰和激励，营造良好的标准实施氛围。

九、其他应说明的事项

无。