

ICS 13.030.40
CCS Q 20



团 体 标 准

T/CSES 194—2025
T/CHTS 10230—2025

公路工程用钢渣集料生产技术指南

Guideline for production of steel slag aggregate used in highway engineering

2025-06-23 发布

2025-06-23 实施

中国环境科学学会
中国公路学会
中国标准出版社

发 布
出 版

目 次

| | |
|------------------|---|
| 前言 | Ⅲ |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 规格 | 1 |
| 5 原料的稳定化处理 | 3 |
| 6 生产加工 | 3 |
| 7 技术要求 | 4 |
| 8 试验方法 | 6 |
| 9 质量管理 | 8 |

前 言

本文件参照 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。

本文件由中国环境科学学会和中国公路学会归口。

本文件起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、中冶节能环保有限责任公司、江西省宏发路桥建筑工程有限公司。

本文件主要起草人：张亮亮、闫文、孙健、郝以党、杜洪涛、吴跃东、彭森、安登飞、吴智、黄会芳、高本恒、杨晴、程暘、黎芳。

公路工程用钢渣集料生产技术指南

1 范围

本文件规定了公路工程用钢渣集料的规格、原料的稳定化处理、生产加工、技术要求、试验方法、质量管理、储存与环境保护。

本文件适用于公路工程中的沥青路面面层和基层混合料用转炉钢渣和电弧炉钢渣集料的生产。

2 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 18599—2020 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

JTG 3430 公路土工试验规程

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

YB/T 804 钢铁渣及处理利用术语

3 术语和定义

YB/T 804界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

稳定化处理 **stabilization treatment**

采取自然或蒸汽养护的方式消解钢渣中游离氧化钙、方镁石,使其膨胀粉化趋于稳定。

4 规格

4.1 沥青混合料用钢渣粗集料规格

沥青混合料用钢渣粗集料的规格应符合表1的规定。

表1 沥青混合料用钢渣粗集料规格

| 规格 | 公称粒径/ mm | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率/% | | | | | | | |
|-----|-------------|--------------------|--------|--------|--------|-------|------|------|-----|
| | | 31.5 | 26.5 | 19.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 0.6 |
| S8 | 10~25 | 100 | 90~100 | — | 0~15 | — | 0~5 | — | — |
| S9 | 10~20 | — | 100 | 90~100 | — | 0~15 | 0~5 | — | — |
| S10 | 10~15 | — | — | 100 | 90~100 | 0~15 | 0~5 | — | — |
| S11 | 5~15 | — | — | 100 | 90~100 | 40~70 | 0~15 | 0~5 | — |

表 1 沥青混合料用钢渣粗集料规格 (续)

| 规格 | 公称粒径/ mm | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率/% | | | | | | | |
|-----|-------------|--------------------|------|------|------|--------|--------|------|-----|
| | | 31.5 | 26.5 | 19.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 0.6 |
| S12 | 5~10 | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~15 | 0~5 | — |
| S13 | 3~10 | — | — | — | 100 | 90~100 | 40~70 | 0~20 | 0~5 |
| S14 | 3~5 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~15 | 0~3 |

4.2 基层混合料用钢渣粗集料规格

基层混合料用钢渣粗集料的规格应符合表2的规定。

表 2 基层混合料用钢渣粗集料规格

| 规格 | 工程粒径/ mm | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率/% | | | | | | | | |
|-----|-------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| | | 53 | 37.5 | 31.5 | 26.5 | 19.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 |
| G1 | 20~40 | 100 | 90~100 | — | — | 0~10 | 0~5 | — | — | — |
| G2 | 20~30 | — | 100 | 90~100 | — | 0~10 | 0~5 | — | — | — |
| G3 | 20~25 | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | — | — | — |
| G4 | 15~25 | — | — | 100 | 90~100 | — | 0~10 | 0~5 | — | — |
| G5 | 15~20 | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | — | — |
| G6 | 10~30 | — | 100 | 90~100 | — | — | — | 0~10 | 0~5 | — |
| G7 | 10~25 | — | — | 100 | 90~100 | — | — | 0~10 | 0~5 | — |
| G8 | 10~20 | — | — | — | 100 | 90~100 | — | 0~15 | 0~5 | — |
| G9 | 10~15 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 | — |
| G10 | 5~15 | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 40~70 | 0~15 | 0~5 |
| G11 | 5~10 | — | — | — | — | — | 100 | 90~100 | 0~10 | 0~5 |

4.3 沥青混合料用钢渣细集料规格

沥青混合料用钢渣细集料的规格应符合表3的规定。

表 3 沥青混合料用钢渣细集料规格

| 规格 | 公称粒径/ mm | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率/% | | | | | | | |
|-----|-------------|--------------------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|
| | | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| S15 | 0~5 | 100 | 90~100 | 60~90 | 40~75 | 20~55 | 7~40 | 2~20 | 0~10 |
| S16 | 0~3 | — | 100 | 80~100 | 50~80 | 25~60 | 8~45 | 0~25 | 0~15 |

4.4 基层混合料用钢渣细集料规格

基层混合料用钢渣细集料的规格应符合表4的规定。

表4 基层混合料用钢渣细集料规格

| 规格 | 工程粒径/ mm | 通过下列筛孔(mm)的质量百分数/% | | | | | | | |
|-----|-------------|--------------------|--------|--------|------|-----|-----|------|-------|
| | | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| XG1 | 3~5 | 100 | 90~100 | 0~15 | 0~5 | — | — | — | — |
| XG2 | 0~3 | — | 100 | 90~100 | — | — | — | — | 0~15 |
| XG3 | 0~5 | 100 | 90~100 | — | — | — | — | — | 0~20 |

5 原料的稳定化处理

5.1 稳定化处理场地和装备要求

5.1.1 稳定化处理的钢渣原料应具备足够堆存的场地或厂房。堆存场地应符合GB 18599—2020中Ⅱ类场的要求。

5.1.2 自然稳定化处理钢渣原料时应有淋雨或洒水措施。

5.1.3 常压蒸汽稳定化处理应具备能通入常压蒸汽的封闭厂房或封闭容器,处理装置在处理周期内应保持常压饱和水蒸汽。

5.1.4 有压蒸汽稳定化处理应具备能通入有压蒸汽的压力容器,处理装置在处理周期内应保持不低于0.2 MPa的饱和水蒸汽。

5.2 稳定化处理周期

5.2.1 电弧炉钢渣选择自然稳定化处理时间宜不少于3个月,选择常压蒸汽稳定化处理时间宜不少于8 h,选择有压蒸汽稳定化处理时间宜不少于4 h。

5.2.2 转炉钢渣选择自然稳定化处理时间宜不少于6个月,选择常压蒸汽稳定化处理时间宜不少于24 h,选择有压蒸汽稳定化处理时间宜不少于8 h。

5.2.3 企业可根据钢渣浸水膨胀率指标调整稳定化处理时间。

5.3 稳定化处理技术指标

经稳定化处理后的钢渣浸水膨胀率应不高于1.8%,游离氧化钙含量应不超过3.0%。

6 生产加工

6.1 加工系统组成

6.1.1 钢渣集料加工系统应由给料设备、破碎设备、筛分设备、除尘设备和输送设备组成。

6.1.2 加工系统应考虑钢渣集料的物理性质、破碎产品规格、设计处理量、维护和使用成本等因素。

6.2 给料

6.2.1 给料口应设置筛网,确保大尺寸物料不进入给料口。

6.2.2 不宜在雨天进行钢渣集料露天加工生产。

6.3 破碎

6.3.1 钢渣集料加工宜采用粗碎、中碎和细碎(或整形)的三级破碎工艺,可根据级配和粒形的要求设置

整形工艺和设备。

- 6.3.2 颚式破碎机和旋回式破碎机宜作为粗破碎机型。
- 6.3.3 反击式破碎机宜作为粗、中、细碎机型。
- 6.3.4 圆锥式破碎机宜作为中、细碎机型。
- 6.3.5 立式冲击破碎机宜用于钢渣集料的整形和生产。
- 6.3.6 在粗碎、中碎和细碎过程中应设置渣铁回收磁选装置,磁选破碎钢渣集料中的金属铁,钢渣集料中的金属铁含量应不大于2%。

6.4 筛分

- 6.4.1 钢渣集料筛分过程中,应统一振动筛型号和筛孔尺寸。定期对筛网进行检测,必要时应立即更换筛网。
- 6.4.2 钢渣集料生产线振动筛尺寸,可参照表5尺寸。

表5 钢渣集料生产线用振动筛的等效筛孔(方孔筛/mm)

| | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|-----|------|----|----|------|------|------|----|
| 标准筛筛孔/mm | 2.36 | 4.75 | 9.5 | 13.2 | 16 | 19 | 26.5 | 31.5 | 37.5 | 53 |
| 振动筛筛孔/mm | 3~4 | 6 | 11 | 15 | 19 | 22 | 30 | 35 | 41 | 60 |

6.5 除尘

- 6.5.1 钢渣集料加工应对破碎系统进行封闭,破碎过程采用定向集尘和收尘装置,宜在破碎机进出料口和筛分机械上安装集尘装置,并利用风机以负压方式将含尘气体输送到除尘装置中进行除尘;破碎机下料口可增加喷淋设备进行降尘。
- 6.5.2 钢渣集料装卸和运输应采取措施避免粉尘排放。
- 6.5.3 钢渣集料成品装车后宜采取加盖篷布密闭措施。

6.6 储存

- 6.6.1 钢渣集料成品堆场应根据钢渣种类、生产方式、产品规格等进行布置。
- 6.6.2 钢渣集料不同堆场应隔离,防止堆存成品混级和混入杂质。
- 6.6.3 长期储存的钢渣集料若粉化颗粒过多,宜再筛分后使用。

7 技术要求

7.1 外观要求

- 7.1.1 钢渣用作沥青混合料集料应颗粒洁净、干燥、无杂质;形状规则,接近正方体,有棱角,表面纹理粗糙。
- 7.1.2 钢渣用作基层混合料集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,并有适当的颗粒级配。

7.2 沥青混合料用钢渣粗集料技术要求

沥青混合料用钢渣粗集料技术要求按表6进行。

表6 沥青混合料用钢渣粗集料技术要求

| 项目 | 单位 | 高速公路及一级公路 | | 其他等级公路 |
|-----|----|-----------|------|--------|
| | | 表面层 | 其他层次 | |
| 压碎值 | % | ≤22 | ≤26 | ≤28 |

表6 沥青混合料用钢渣粗集料技术要求(续)

| 项目 | 单位 | 高速公路及一级公路 | | 其他等级公路 |
|--------------|----|-----------|------|--------|
| | | 表面层 | 其他层次 | |
| 洛杉矶磨耗损失 | % | ≤22 | ≤28 | ≤30 |
| 表观相对密度 | — | ≥2.9 | ≥2.9 | ≥2.9 |
| 吸水率 | % | ≤3.0 | ≤3.0 | ≤3.0 |
| 针片状颗粒含量(混合料) | | ≤15 | ≤18 | — |
| 其中粒径大于9.5 mm | % | ≤12 | ≤15 | — |
| 其中粒径小于9.5 mm | | ≤18 | ≤20 | — |
| 与沥青的粘附性 | 级 | ≥5 | ≥5 | ≥5 |
| 坚固性 | % | ≤10 | ≤10 | — |
| 磨光值(PSV) | — | ≥42 | ≥42 | ≥42 |
| 含泥量 | % | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 |
| 金属铁含量 | % | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |

7.3 基层混合料用钢渣粗集料技术要求

基层混合料用钢渣粗集料技术要求按表7进行。

表7 基层混合料用钢渣粗集料技术要求

| 项目 | 单位 | 层级 | 高速公路及一级公路 | | | | 其他等级公路 | |
|---------|----|-----|-----------|------|---------|------|--------|------|
| | | | 极重、特重交通 | | 重、中、轻交通 | | I类 | II类 |
| | | | I类 | II类 | I类 | II类 | | |
| 压碎值 | % | 基层 | ≤22 | ≤22 | ≤26 | ≤26 | ≤35 | ≤30 |
| | | 底基层 | ≤30 | ≤26 | ≤30 | ≤26 | ≤40 | ≤35 |
| 针片状颗粒含量 | % | 基层 | ≤18 | ≤18 | ≤22 | ≤18 | — | ≤20 |
| | | 底基层 | — | ≤20 | — | ≤20 | — | ≤20 |
| 含泥量 | % | 基层 | ≤1.2 | ≤1.2 | ≤2 | ≤2 | — | — |
| | | 底基层 | — | — | — | — | — | — |
| 软石含量 | % | 基层 | ≤3 | ≤3 | ≤5 | ≤5 | — | — |
| | | 底基层 | — | — | — | — | — | — |
| 金属铁含量 | % | 基层 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |
| | | 底基层 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |

7.4 沥青混合料用钢渣细集料技术要求

沥青混合料用钢渣细集料技术要求按表8进行。

表8 沥青混合料用钢渣细集料技术要求

| 项目 | 单位 | 高速公路及一级公路 | 其他等级公路 |
|--------|----|-----------|--------|
| 表观相对密度 | — | ≥2.9 | ≥2.9 |

表8 沥青混合料用钢渣细集料技术要求(续)

| 项目 | 单位 | 高速公路及一级公路 | 其他等级公路 |
|---------------------|------|-----------|--------|
| 坚固性(>0.3 mm 部分) | % | ≥12 | — |
| 含泥量(<0.075 mm 颗粒含量) | % | ≤3.0 | ≤5.0 |
| 砂当量 | % | ≥60 | ≥50 |
| 亚甲蓝值 | g/kg | ≤25 | — |
| 棱角性(流动时间) | s | ≥30 | — |
| 金属铁含量 | % | ≤2.0 | ≤2.0 |

7.5 基层混合料用钢渣细集料技术要求

基层混合料用钢渣细集料技术要求按表9进行。

表9 基层混合料用钢渣细集料技术要求

| 项目 | 单位 | 水泥稳定 | 石灰稳定 | 石灰粉煤灰综合稳定 | 水泥粉煤灰综合稳定 |
|-------|----|-------|-----------|-----------|-----------|
| 塑性指数 | — | ≤17 | 适宜范围15~20 | 适宜范围12~20 | — |
| 有机质含量 | % | <2 | ≤10 | ≤10 | <2 |
| 硫酸盐含量 | % | ≤0.25 | ≤0.8 | — | ≤0.25 |
| 金属铁含量 | % | ≤2.0 | | | |

8 试验方法

8.1 筛分

钢渣粗集料筛分按JTG 3432中T0302进行,钢渣细集料筛分按JTG 3432中T0327进行。

8.2 压碎值

钢渣粗集料压碎值按JTG 3432中T0316进行,钢渣细集料压碎值按JTG 3432中T0350进行。

8.3 洛杉矶磨耗损失

钢渣粗集料洛杉矶磨耗损失按JTG 3432中T0317进行。

8.4 表观相对密度

钢渣粗集料表观相对密度按JTG 3432中T0304、T308进行。细集料表观相对密度按JTG 3432中T0328进行。

8.5 吸水率

钢渣粗集料吸水率按JTG 3432中T0304进行。

8.6 针片状含量

钢渣粗集料针片状含量按 JTG 3432 中 T0311 进行。

8.7 粘附性

钢渣粗集料粘附性按 JTG E20 中 T0616 进行。

8.8 坚固性

钢渣粗集料坚固性按 JTG 3432 中 T0314 进行。钢渣细集料坚固性按 JTG 3432 中 T0340 进行。

8.9 磨光值

钢渣粗集料磨光值按 JTG 3432 中 T0321 进行。

8.10 含泥量

钢渣粗集料含泥量按 JTG 3432 中 T0310 进行。钢渣细集料含泥量按 JTG 3432 中 T0333 进行。

8.11 软石含量

钢渣粗集料软石含量按 JTG 3432 中 T0320 进行。

8.12 浸水膨胀率

钢渣集料浸水膨胀率按 JTG 3432 中 T0348 进行。

8.13 砂当量

钢渣细集料砂当量按 JTG 3432 中 T0334 进行。

8.14 亚甲蓝值

钢渣集料亚甲蓝值按 JTG 3432 中 T0349 进行。

8.15 棱角性

钢渣集料棱角性按 JTG 3432 中 T0345 进行。

8.16 游离氧化钙含量

钢渣集料游离氧化钙含量按 JTG 3432 中 T0375 进行。

8.17 塑性指数

钢渣细集料塑性指数按 JTG 3430 中 T0118 进行。

8.18 有机质含量

钢渣细集料有机质含量按 JTG3432 中 T0336 进行。

8.19 硫酸盐含量

钢渣细集料硫酸盐含量按 JTG3432 中 T0341 进行。

8.20 金属铁含量

钢渣集料金属铁含量按 JTG 3432 中 T0374 进行。

9 质量管理

9.1 试验室

应建立质量检验试验室,设置专职质检人员,配备相应的检测仪器设备。

9.2 组批与抽样

9.2.1 稳定化处理后的钢渣原料应以同一品种钢渣、同一处理工艺的 2 000 t 为一批,不足 2 000 t 的为一批。

9.2.2 基层混合料用钢渣集料应以同一品种钢渣、同一处理工艺、同一规格的 2 000 t 为一批,不足 2 000 t 的为一批。

9.2.3 沥青路面面层用钢渣集料应以同一品种钢渣、同一处理工艺、同一规格的 1 000 t 为一批,不足 1 000 t 的为一批。

9.2.4 产品检验以批为单位,检验从每批产品中随机抽取,取样应符合 JTG 3432 中的 T0301 相关规定。

9.3 检验项目

9.3.1 稳定化处理后的钢渣原料应进行浸水膨胀率、游离氧化钙含量指标检验。

9.3.2 钢渣集料的规格、压碎值指标按 9.2 取样批次进行检验,其他技术指标每半年检测一次。

9.4 质量评定

9.4.1 稳定化处理后的钢渣原料检验结果应符合 5.3 的要求。

9.4.2 钢渣集料的规格应符合第 4 章的要求,其他技术指标应符合第 7 章的要求。

9.4.3 检验结果中若有一项性能指标不符合本文件要求时,则应从同一批产品中增加一倍取样,对不符合要求的项目进行复检。复检后,该项指标符合本文件要求时,可判该类产品合格,仍然不符合本文件要求时,则该批产品判为不合格。

9.4.4 应提供钢渣集料出厂质量证明文件。