

中华人民共和国建材行业标准  
《混凝土及砂浆用镍渣砂》

# 编制说明

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2022 年 6 月 29 日）

标准编制组

二〇二二年 六月



# 目 录

1 工作概况 .....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 任务背景 .....	1
1.3 工作过程 .....	2
1.4 标准起草单位 .....	2
2 标准制定原则和主要内容 .....	3
2.1 标准制定原则 .....	3
2.2 标准主要内容 .....	3
3 主要实验验证情况分析 .....	9
3.1 样品征集情况 .....	9
3.2 验证试验结果分析 .....	9
4 标准中涉及的专利 .....	12
5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况 .....	12
6 采用国际标准和国外先进标准情况 .....	14
7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性 .....	14
8 重大分歧意见的处理经过和依据 .....	15
9 标准性质的建议说明 .....	15
10 贯彻标准的要求和措施建议 .....	15
11 废止现行相关标准的建议 .....	15
12 其它应予说明的事项 .....	15



# 《混凝土及砂浆用镍渣砂》

## 编制说明

### 1 工作概况

#### 1.1 任务来源

工业和信息化部办公厅发布《工业和信息化部办公厅关于印发 2018 年第四批行业标准制修订计划的通知》【工信厅科〔2018〕73 号】，《混凝土及砂浆用镍渣砂》国家建材行业标准被批准立项，计划号为《2018-1954T-JC 混凝土及砂浆用镍渣砂》，由福建省建筑科学研究院有限责任公司负责该标准的编制工作。

#### 1.2 任务背景

混凝土是世界上最大宗的建筑材料，主要由胶凝材料、粗细骨料与水拌和而成，其中骨料占据了混凝土绝大部分体积，而细骨料又占据了骨料将近一半的质量。天然砂是使用最广泛的细集料，但是随着国家近二三十年的发展，建设工程量不断增长，河砂等资源消耗几近枯竭，过度开采使河道被破坏，海水倒灌，环境恶化，因此，近些年国家和多个地方政府在推广人工砂的使用，其中包含矿山和工业尾矿作为人工砂的使用。镍渣是冶炼镍铁合金产生的固体废渣，因此镍渣也被称镍铁渣，作为一种工业废物，成为我国继铁渣、钢渣和赤泥之后第四大冶炼工业废渣。我国山东、江苏、福建、甘肃等地有多家镍合金生产企业，据不完全统计，截止 2017 年，我国镍渣堆积量达到上亿吨，并且现在还在以每年几百万吨的速度增长。我国对于镍渣的利用率不到 30%，多数用于回填材料，如何更好的更有效的利用镍渣成为一个亟待解决的问题。镍渣作为混凝土和砂浆的细骨料使用，是提高镍渣利用率的一个有效途径。目前国内关于镍渣作为细骨料在混凝土和砂浆中的应用研究较多，包括福建省建筑科学研究院、中国建筑科学研究院、同济大学、福州大学、西安建筑科技大学等科研院所，相关的研究表明镍渣在经过一定处理后可以替代河砂用于配制混凝土和砂浆，目前国内没有专门针对用于混凝土和砂浆中的镍渣砂的标准规范，现行的镍渣相关标准只有《用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉》，但该标准主要针对用作掺合料的磨细镍渣粉，与镍渣砂无关。为了镍渣砂的进一步推广和应用，本项目提出制订用于混凝土和砂浆中镍渣砂的规范，规定统一的技术指标、试验方法及验收标准，这对于保障镍渣砂



的质量和推广应用具有重要的意义。

### 1.3 工作过程

(1) 2018 年 11 月至 2021 年 11 月，任务下达后，标准负责起草单位——福建省建筑科学研究院有限责任公司首先着手对标准的国内外情况进行调研，前往广东、福建、山东等地调研相关企业的产品情况。与此同时，标准编制组着手进行样品的征集工作，广泛收集国内镍渣砂样品，共收到 5 家单位的 27 个样品进行前期试验验证。期间，发函征集参加标准制定的单位，提出标准制定工作计划。

(2) 2021 年 11 月，建材行业标准《混凝土及砂浆用镍渣砂》标准编制启动会在福建省福州市召开，会议成立了标准编制组，并召开了标准编制组第一次工作会议。来自全国不同地区的有关领导、科研院所、设计单位、生产企业和施工企业等代表参加了标准启动会。

会议期间，标准编制组成员进行了四个方面的工作：①负责起草单位提出并介绍标准的编制计划；②讨论标准初稿主要内容；③讨论标准编制的任务分工，确定各单位的工作内容；④制定标准编制的进度计划。

(3) 2022 年 3 月 20 日，标准编制组第二次工作会议在福建省福州市召开，标准编制组总结了第二次会议以来的各项工作进展，然后对标准讨论稿逐章逐节展开讨论，形成了《混凝土及砂浆用镍渣砂》编制说明和征求意见稿（草案）。

(4) 2022 年 5 月 30 日，在福建省福州市召开标准编制组第三次工作会议，各参编单位参加了本次会议，对内部征求的反馈意见逐条进行阅读和讨论。综合各成员的意见和建议，经标准编制组充分讨论，形成了《混凝土及砂浆用镍渣砂》（征求意见稿）。

### 1.4 标准起草单位

本标准起草单位：福建省建筑科学研究院有限责任公司、中交一公局厦门工程有限公司、福安市青拓环保建材有限公司、华南理工大学、阳江市大地环保建材有限公司、江西建材工业设计研究院、福建宏盛建设集团有限公司、灏启（厦门）建筑科技有限公司、广东广青金属科技有限公司。



## 2 标准制定原则和主要内容

### 2.1 标准制定原则

本标准依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》规则和有关标准进行编制。标准《混凝土及砂浆用镍渣砂》的编制过程，采用积极吸纳国内外先进标准的原则，做到技术创新原则、与其他标准协调性原则、标准文本规范性适用性原则、突出产品技术性原则。编制小组查阅了大量的国内外相关标准，在现有标准的基础上，针对镍渣砂特有的性能，制定出体现该类产品的技术指标。基于大量验证试验结果和调研，设定合理的技术指标参数，确定可行的试验方法。

### 2.2 标准主要内容

#### 2.2.1 标准的适用范围

本标准规定了混凝土及砂浆用镍渣砂的范围、术语和定义、分类、技术要求、取样与试验方法、检验规则。

本标准适用于用于配制混凝土及砂浆中的镍渣砂。

#### 2.2.2 引用文件

本标准在制定过程中主要引用和参考了以下标准：

GB/T 750-1992	水泥压蒸安定性试验方法
GB/T 1346	水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
GB/T 2419	水泥胶砂流动度测定方法
GB 5086.3	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
GB/T 8170	数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 14684	建设用砂
GB/T 50082	普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

在标准制定过程中，还参考借鉴了 JGJ 52-2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》、DBJ/T 13-206-2014《福建省混凝土用机制砂质量及检验规程》、GB/T 24764-2009《外墙外保温抹面砂浆和粘结砂浆用钢渣砂》、GB/T 24175-2009《钢渣稳定性检测方法》、JG/T 586-2019《高性能混凝土用骨料》等标准的内容。

#### 2.2.3 术语和定义



术语和定义是对标准中有关名词的释义。本标准涉及的主要术语标准 GB/T 14684-2022 中已有详细的说明和解释，本标准直接采用 GB/T 14684-2022 界定的术语，例如亚甲蓝值、坚固性、碱骨料反应等相关术语。

由于镍渣砂是新名词，在相关术语标准中没有专门的定义和解释，本标准对其进行了定义和说明。

镍渣砂（nickel slag sand）：采用电炉工艺生产镍合金过程中产生的废渣，经机械破碎、筛分制成的粒径小于4.75mm的颗粒。

#### 2.2.4 规格及分类

镍渣砂按细度模数分为粗、中、细三种规格，其细度模数分别为：

——粗砂：3.7~3.1；

——中砂：3.0~2.3；

——细砂：2.2~1.6；

镍渣砂按用途分为两类。

——混凝土用镍渣砂；

——砂浆用镍渣砂。

#### 2.2.5 技术要求

编制组调研、查阅了相关国内外的标准，同时根据几年来镍渣砂的性能测试、分析，决定以 GB/T 14684、GB/T 24764、JG/T 586、GB/T 24175 等标准为依据制定本规范并验证。标准制定过程中通过召开工作会议、组群讨论、赴生产企业实地调研、验证试验结果分析等多种形式，最终确定了本标准的各项技术指标要求，具体内容包括：

##### （1）颗粒级配

对镍渣砂的颗粒级配的规定与《建设用砂》GB/T 14684-2022 的保持一致，。通过收集广东、罗源、宁德等地区的 5 个钢铁企业生产不同批次生产的镍渣砂 27 份样品进行试验，发现镍渣砂主要为中砂和粗砂，其分计筛余主要集中在 0.3mm~1.18mm 方孔筛上，4.75 累计筛余基本为 0%，150  $\mu$ m 累计筛余在 92%~98%之间，满足标准要求。



表1 颗粒级配

方孔筛	累计筛余/%		
	1区	2区	3区
4.75mm	5~0	5~0	5~0
2.36mm	35~5	25~0	15~0
1.18mm	65~35	50~10	25~0
600 μm	85~71	70~41	40~16
300 μm	95~80	92~70	85~55
150 μm	97~85	94~80	94~75
a 对于砂浆用镍渣砂, 4.75mm 筛孔的累计筛余量应为 0。镍渣砂的实际颗粒级配除 4.75mm 和 600 μm 筛档外, 可以略有超出, 但各级累计筛余超出值总和应不大于 5%。			

## (2) 粒型系数

本方法通过利用数字图像分析软件对颗粒正面投影的颗粒轮廓图像进行分析, 得出颗粒的最长尺寸  $L$  和正面投影轮廓面积  $S$ , 利用“体积不变法”计算颗粒的等效厚度  $H=V/S=M/(\rho \cdot S)$ , 最终得出颗粒的长径比“ $L/H$ ”来表征颗粒的粒型特征。镍渣砂的针片状含量越大, 粒型系数越大。镍渣砂做为混凝土和砂浆中的细骨料, 在相同水胶比下, 配置相同稠度的混凝土和砂浆时, 其针片状含量越大, 配置混凝土和砂浆所需的水泥浆越多。通过对不同批次的镍渣砂进行粒型系数分析, 大部分镍渣砂的粒型系数集中在 2.8~3.5 间, 与河砂较接近, 所配置的混凝土和砂浆的拌合物性能及物理性能均能满足标准要求。最终确定镍渣砂的粒型系数指标为 $\leq 3.5$ 。

## (3) 压蒸安定性和压蒸粉化率

镍渣砂中氧化镁的含量普遍高于 15%, 主要以顽辉石和镁铁橄榄石两种晶体矿物形式存在。若  $MgO$  是以方镁石的形式存在, 则可能由于方镁石转化成水化硅酸镁的速度较慢, 水化后体积增长大, 造成安定性不良, 严重危害混凝土和砂浆质量。为保证工程质量, 本标准采用压蒸安定性和压蒸粉化率来评定镍渣砂的安定性。压蒸安定性法是通过在饱和水蒸汽条件下提高温度和压力使方镁石在较短时间内绝大部分水化, 用试件的形变来判断体积安定性。压蒸粉化率通过压蒸使镍渣砂中的  $f-CaO$  和  $f-MgO$  消解粉化, 通过测定粉化率来评定镍渣砂的稳定



性。参照 GB/T 24764-2009《外墙外保温抹面砂浆和粘结砂浆用钢渣砂》、GB/T 24175-2009《钢渣稳定性检测方法》，结合试验验证数据分析，所测试的镍渣砂安定性均满足上述标准要求，所配置的混凝土及砂浆试件均未产生安定性不良的影响。为保证镍渣砂在混凝土和砂浆中的安定性，最终确定采用上述标准的指标，压蒸安定性指标为：试件表面无鼓包，无裂痕，无脱落、无粉化且膨胀率 $\leq 0.50\%$ ，压蒸粉化率： $\leq 5.90\%$ ；

#### （4）需水量比

为了综合评定镍渣砂级配、粒型、吸水率和微粉吸附性能对混凝土和砂浆拌合物工作性能的影响引入需水量比的指标。参照 JG/T 568-2019《高性能混凝土用骨料》，最终确定镍渣砂的需水量指标设定为 $\geq 105\%$ 。

#### （5）MB 值、微粉含量、泥块含量

MB 值表征镍渣砂吸附能力大小。与机制砂相比，镍渣砂本身表面比较光滑，吸附能力较弱，同时镍渣砂中的微粉和泥块主要为磨细的镍渣粉末，其对混凝土和砂浆性能有一定的改善作用。镍渣砂本身是一种洁净材料，在生产过程中不产生泥土、泥块等有害物，泥土、泥块等有害物主要是在运输和存储过程中混入的，含量较少，结合试验验证数据分析，参照 GB/T 14684-2022《建设用砂》和 GB/T 31288-2014《铁尾矿砂》，最终确定当 MB 值 $\leq 1.0$ ，镍渣砂的微粉含量 $\leq 10.0\%$ ；当  $1.0 < \text{MB 值} \leq 1.4$  或合格 镍渣砂的微粉含量 $\leq 5.0\%$ ；镍渣砂的泥块含量 $\leq 1.0\%$ 。

#### （6）坚固性和压碎指标

镍渣砂的坚固性和压碎指标会影响混凝土和砂浆的耐久性和强度，结合试验验证数据分析，镍渣砂的坚固性和压碎指标与普通的机制砂相比较优，最终确定镍渣砂的坚固性为 $\leq 8\%$ 和压碎指标为 $\leq 20\%$ ，符合 GB/T 14684-2022《建设用砂》中 I 类砂的要求。

#### （7）碱集料反应

受生产工艺和原材料影响，镍渣砂有可能存在碱集料反应危害。碱活性集料在混凝土和砂浆后期所产生的碱集料反应会严重影响到建筑后期的使用性能和服役期限。但考虑到现代混凝土广泛使用掺合料、降低水胶比的情况，当骨料存在碱集料反应时可以通过技术手段进行抑制，因此碱集料反应发生的几率已经大



大降低，为提高资源利用率，参照 GB/T 14684-2022《建设用砂》和 JGJ 52-2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》，综合分析，最终确定镍渣砂是否具有碱活性本标准不作为合格与否的评定指标，但提出了“对于长期处于潮湿环境中的重要混凝土结构用机制砂或对碱骨料反应有设计要求的混凝土用机制砂，应进行骨料的碱活性检验。经上述检验判断为有潜在危害时，不宜用作混凝土骨料；否则，应控制混凝土中的碱含量不超过 3.0kg/m<sup>3</sup>，或按照 GB/T 50733 的规定进行抑制骨料碱活性有效性检验”。

(8) 浸出毒性、放射性

为保证镍渣砂在使用过程中不会对人体和环境造成危害，本标准规定镍渣砂的浸出毒性应满足 GB 5085.3-2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》中无机元素及化合物的浓度限值要求，放射性应满足 GB 6566-2010《建筑材料放射性核素限量》中建筑主体材料的技术要求。

(9) 硫化物及硫酸盐含量、轻物质含量、表观密度、堆积密度、空隙率  
上述指标本标准直接采用 GB/T 14684-2022《建设用砂》的要求。

(10) 氯化物含量

氯化物含量本标准直接采用国家强制性标准 GB55008-2021《混凝土结构通用规范》的要求。

2.2.6 取样与试验方法

(1) 镍渣砂的取样方法

镍渣砂的取样方法依据 GB/T 14684-2022《建设用砂》进行。

(2) 镍渣砂相关项目的试验方法按表 2 的规定进行。

表2 镍渣砂试验方法

序号	项目	测定方法
1	颗粒级配	GB/T 14684
2	粒型系数	附录 A
3	压蒸安定性	GB/T 24764
4	压蒸粉化率	GB/T 24175



5	需水量比	附录 B
6	<i>MB</i> 值	GB/T 14684
7	微粉含量	GB/T 14684
8	泥块含量	GB/T 14684
9	坚固性	GB/T 14684
10	压碎指标	GB/T 14684
11	碱集料反应	GB/T 14684
12	浸出毒性	GB 5085.3
13	放射性指标	GB 6566
14	硫化物及硫酸盐含量	GB/T 14684
15	氯化物含量	GB/T 14684
16	轻物质含量	GB/T 14684
17	表观密度	GB/T 14684
18	堆积密度	GB/T 14684
19	空隙率	GB/T 14684
20	含水率	GB/T 14684
21	饱和面干吸水率	GB/T 14684

其中，粒型系数为采用颗粒图像分析软件自动识别图像中的颗粒轮廓。该方法在福建省已有大量应用，国内有许多制造商生产相关的设备都具备该设备的研制技术。本标准在撰写该方法时主要参考福建省工程建设地方标准 DBJ/T 13-206-2014《福建省混凝土用机制砂质量及检验规程》。

本标准在撰写需水量比时主要参考 JG/T 586-2019《高性能混凝土用骨料》和 DBJ/T 13-206-2014《福建省混凝土用机制砂质量及检验规程》，并对部分试验条件和试验过程进行了修改，以满足镍渣砂的检测要求。其他项目的试验方法均采用目前国内通用的混凝土和砂浆用砂的相关试验方法。

### 2.2.7 检验规则



### （1）检测结果的处理与修约

本标准中质量指标合格判断，采用 GB/T 8170-2008 中“修约值比较法”。

### （2）判定规则

试验结果均符合本标准的相应类别规定时，可判该批产品合格。

若有一项目不符合本标准表 1 和表 2 的规定时，则应在同一批产品中对不符合项目进行双倍取样复检。当全部复检项目均符合本标准规定时，判该批产品合格；当复检项目中的任一项目不符合本标准规定时，判该批产品不合格。若有两项以上试验结果不符合标准规定时，则判定该批产品不合格。

## 3 主要实验验证情况分析

### 3.1 样品征集情况

为保证标准项目要求的合理性，标准编制组通过向厂家征集样品、由参编企业提供产品、试验室调试配方等多种途径，共收集了 27 组样品，并进行了大量的验证试验。在试验方案设立上，标准编制组本着实事求是、精益求精的精神，在样品选取与处理、试样配置与试件制备、试验方法与处理条件等诸多方面加以论证、补充、细化、完善。

### 3.2 验证试验结果分析

#### 3.2.1 颗粒级配

镍渣砂颗粒级配验证试验结果见表 3。

表 3 镍渣砂

样本	方孔筛边长/mm						细度模数	级配区
	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15		
	累计筛余							
1 区	5~0	35~5	65~35	85~71	95~80	97~85	/	/
2 区	5~0	25~0	50~10	70~41	92~70	94~80	/	/
3 区	5~0	15~0	25~0	40~16	85~55	94~75	/	/
Q1	0	4	48	83	94	96	3.2	1 区粗砂
Q2	0	6	52	84	94	98	3.3	1 区粗砂
Q3	0	4	50	85	93	95	3.3	1 区粗砂
D1	0	4	28	68	87	95	2.8	2 区中砂
D2	0	5	32	71	90	95	2.9	1 区中砂
D3	0	5	35	75	91	94	3.0	2 区中砂
D4	0	4	34	71	85	92	2.9	1 区中砂
G1	0	9	46	82	93	96	3.3	1 区粗砂



G2	0	9	44	80	92	95	3.2	1 区粗砂
D5	0	6	38	76	89	95	3.0	1 区中砂
D6	0	22	46	65	80	90	3.0	2 区中砂
D7	0	2	15	63	90	99	2.7	2 区中砂
D8	0	4	19	56	81	94	2.5	2 区中砂
D9	0	2	20	59	84	95	2.6	2 区中砂
D10	0	2	20	59	84	95	2.6	2 区中砂
D11	0	4	20	55	83	94	2.6	2 区中砂
D12	0	4	24	68	86	96	2.8	2 区中砂
D13	0	2	23	63	85	94	2.7	2 区中砂
D14	0	3	29	42	76	94	2.4	2 区中砂
D15	0	4	25	55	76	94	2.5	2 区中砂
D16	0	5	21	58	79	94	2.6	2 区中砂
D17	1	6	40	72	89	95	3.0	1 区中砂
D18	0	8	25	57	76	94	2.6	2 区中砂
D19	0	3	20	55	78	90	2.5	2 区中砂
D20	0	5	40	71	88	94	3.0	1 区中砂
L1	0	3	22	58	81	91	2.6	2 区中砂
B1	0	4	30	70	88	95	2.9	2 区中砂

所检测样品镍渣砂主要为中砂和粗砂，其分计筛余主要集中在 0.3mm～1.18mm 方孔筛上，4.75 累计筛余基本为 0%，150 μm 累计筛余在 92%～98%之间，除 4.75mm 和 600 μm 筛档外，部分筛档累计筛余略有超出，但各级累计筛余超出值总和不大 于 5%，筛分结果满足标准要求。

### 3.2.2 镍渣砂物理性能和放射性试验结果见表 4

表 4 镍渣砂物理性能和放射性检测结果

样本	MB 值	微粉含量 /%	需水量比 /%	压蒸安定 性/%	压蒸粉化 率/%	碱活性 /%	坚固性 /%	压碎指标 /%	粒型系 数	放射性
	MB 值≤1.0，微粉含量 ≤10.0%； 1.0<MB 值≤1.4 或合 格，微粉含量≤5.0%		≤105	≤0.50	≤5.90	≤0.10	≤8	≤20	≤3.5	合格
Q1	0.5	1.2	99	0.04	0.3	-0.01	2	2	2.8	合格
Q2	0.5	1.4	100	0.06	0.5	0.00	2	3	3.2	合格
Q3	0.5	1.0	98	0.05	0.6	-0.01	2	3	2.9	合格
D1	0.4	0.8	98	0.03	0.7	0.02	6	7	3.0	合格
D2	0.5	0.9	100	0.05	0.4	0.02	5	7	3.1	合格
D3	0.5	0.8	98	0.07	0.7	-0.01	6	8	2.9	合格
D4	0.4	0.7	98	0.08	0.8	0.01	6	7	2.9	合格



G1	0.5	1.2	103	0.05	0.7	0.71	1	2	3.2	合格
G2	0.5	1.3	104	0.05	0.5	0.74	2	3	3.1	合格
D5	0.4	1.0	102	0.04	0.5	0.07	2	8	3.2	合格
D6	0.8	4.6	105	0.05	0.6	0.01	5	11	3.5	合格
D7	0.5	0.5	101	0.07	0.5	0.01	3	29	2.8	合格
D8	0.4	2.2	98	0.06	0.5	0.01	4	12	3.2	合格
D9	0.4	2.4	97	0.05	0.6	0.01	4	14	3.1	合格
D10	0.4	2.4	99	0.06	0.5	0.01	4	14	2.9	合格
D11	0.4	2.4	99	0.08	0.3	0.03	3	14	3.0	合格
D12	0.5	2.0	98	0.03	0.7	0.08	2	8	3.2	合格
D13	0.5	3.4	100	0.04	0.4	0.01	1	10	3.2	合格
D14	0.5	4.0	101	0.05	0.3	0.02	1	9	3.3	合格
D15	0.5	4.0	100	0.04	0.5	0.02	1	8	3.1	合格
D16	0.5	3.8	101	0.06	0.6	0.02	1	10	3.2	合格
D17	0.5	2.4	101	0.06	0.6	0.05	2	11	3.1	合格
D18	0.5	4.0	102	0.06	0.5	0.03	1	11	3.0	合格
D19	0.5	3.7	100	0.07	0.4	0.03	2	8	3.2	合格
D20	0.4	2.6	102	0.04	0.5	0.04	2	10	2.9	合格
L1	0.8	4.3	103	0.05	0.3	-0.01	2	11	3.3	合格
B1	0.5	1.8	97	0.06	0.4	0.00	3	9	2.9	合格

镍渣砂经过高温煅烧，材料密实度高，强度高，吸附性能差，吸水率低，且微粉含量较少，故  $MB$  值较小，故参考国家标准 GB/T 14684-2022 中 I 类砂的技术要求，规定当  $MB$  值  $\leq 1.0$  时，微粉含量  $\leq 10.0\%$ ，当  $1.0 < MB$  值  $\leq 1.4$  或合格，微粉含量  $\leq 5.0\%$ ，压碎指标  $\leq 20\%$ ，坚固性  $\leq 8\%$ ；镍渣砂的吸水率小，本身粒型与天然砂较接近，故需水量比较低，参考行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T568-2019 中规定的特级砂需水量比  $\leq 115\%$ ，综合考虑镍渣砂的需水量比的测定结果，规定镍渣砂的需水量比  $\leq 105\%$ ；建筑材料的放射性指标为国家强制规定，本标准规定镍渣砂需满足《建筑材料放射性核素限量》GB6566-2010 中建筑主体材料的要求。

### 3.2.3 镍渣砂浸出毒性检测结果见表 5

表 5 镍渣砂浸出毒性检测结果

检测项目	浸出液中 危害成分 浓度限值， mg/L	浸出液中危害成分浓度检测结果，mg/L					
		D6(mg/L)	L1(mg/L)	D7(mg/L)	Q1(mg/L)	B1(mg/L)	G1(mg/L)



铜（以总铜计）	≤100	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
锌（以总锌计）	≤100	<0.05	<0.05	<0.05	0.3798	0.1953	0.2975
镉（以总镉计）	≤1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
铅（以总铅计）	≤5	<1	<1	<1	<1	<1	<1
总铬	≤15	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
六价铬	≤5	<0.10	<0.10	0.016	<0.10	<0.10	<0.10
汞（以总汞计）， mg/L	≤0.1	/	/	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
铍（以总铍计）	≤0.02	<0.001	/	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
钡（以总钡计）	≤100	<1	2.17	<1	<1	<1	<1
镍（以总镍计）	≤5	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
总银	≤5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
砷（以总砷计）	≤5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
硒（以总硒计）	≤1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
无机氟化物(不包括氟化钙)，mg/L	≤1	/	/	<0.1	/	/	/
氰化物（以CN计），mg/L	≤100	/	/	<0.01	/	/	/
烷基汞	≤5	/	/	未检出	/	/	/

所检镍渣砂的浸出毒性应满足 GB 5085.3-2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》中无机元素及化合物的浓度限值要求。

## 4 标准中涉及的专利

本标准未涉及专利或知识产权。

## 5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况

（一）经济效益、社会效益、产业规模、推广应用、工程应用情况、预期达到的经济、社会效益

镍渣是冶炼镍铁合金产生的固体废渣，作为一种工业废物，成为我国继铁渣、钢渣和赤泥之后第四大冶炼工业废渣。我国山东、江苏、福建、甘肃等地有多家镍合金生产企业，包括金川镍合金有限责任公司、山东鑫海科技股份有限公司、



江苏德龙镍业有限公司、福建德盛镍业有限公司、福建鼎信实业有限公司等多家大型镍合金生产企业，其中截止 2017 年，仅福建省地区的镍合金企业累积产生镍渣量 1000 多万吨，且每年仍以约 200 万吨增长，据不完全统计，我国镍渣堆积量截止 2017 年达到上亿吨，并且现在还在以每年一千万吨的速度增长。我国对于镍渣的利用率不到 30%，多数用于回填材料，如何更好的更有效的利用镍渣成为一个亟待解决的问题。

同时，天然砂是使用最广泛的细集料，随着建设工程量不断增长，河砂资源消耗几近枯竭，过度开采使河道被破坏，海水倒灌，环境恶化。随着国家对生态环境保护的日益重视，各地不断出台限采禁采政策，以及关停矿山进行生态修复等工作，导致砂石价格不断飙升，如湖南地区砂价格达到 130 元/吨，福建省砂价格接近 200 元/吨，而广东地区砂价格更是接近 300 元/方。如能利用工业废弃物作为砂源的补充，不仅能实现资源的废弃物再生利用的目的，也能够极大降低企业生产的成本，具有很好的社会效益和经济效益。

电炉镍渣是镍合金加工生产过程中产生的一种固体废渣，是腐殖土型的红土矿在电炉还原熔炼镍铁的过程中得到的，其原料和生产工艺基本相同，所以不同厂家产生电炉镍渣的组成基本相同，其主要成分以  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}$  为主，呈墨绿色、深灰色等，其矿物组成主要有铁镁橄榄石等，由于镁高钙低，从而导致其活性低、易磨性差，如果磨细后作为掺合料，则制备成本高，利用价值低，消纳量少，因此处理效果并不明显。由于其玻璃体多，硬度高，因此，替代部分天然砂用作细集料是一个较好的途径，并能大幅度提供其利用效率。电炉镍渣具有坚固性能好、压碎指标值低、吸水率高、有害物质含量少、表面硬度高、耐磨性能好、具有火山灰活性等特点，用其作为细骨料，其各项性能均满足 GB/T 14684《建设用砂》标准要求，目前将电炉镍渣作为混凝土和砂浆中的细骨料使用，已经有了较为广泛的应用，如金川集团有限公司、青拓集团有限公司、福建联德企业有限公司、阳江市大地环保建材有限公司等都有了成熟的镍渣砂生产线。

（二）本标准指标的技术先进性以及本标准的发布对行业及社会发展的促进作用，即与“宜业尚品造福人类”的相关性

《混凝土及砂浆用镍渣砂》在制定过程中根据镍渣砂的实际状况确定技术指标，不仅要求镍渣砂土要有一定颗粒级配，较好的外观形貌和强度等，保证其对混凝土和砂浆的工作性、力学性能和耐久性无不良影响，还必须保证其对环境及



人员的安全性。因此制定标准时兼具考虑镍渣砂的物理性质、化学性质和环境指标。物理性质包括颗粒配、微粉含量、吸水率、需水量比、粒型系数、压碎指标、压蒸安定性、压蒸粉化率等。化学指标包括硫化物及硫酸盐含量和氯化物含量。通过控制镍渣砂的颗粒级配、需水量比、粒型系数可以保证混凝土和砂浆有良好的工作性；通过控制压水指标和坚固性可以保证混凝土和砂浆的力学性能；通过控制微粉含量、泥块含量、压蒸安定性、压蒸粉化率、硫化物及硫酸盐含量和氯化物含量等可以保证混凝土和砂浆有良好的耐久性能。环境属性主要考虑镍渣砂的“浸出毒性和放射性”，当今社会重点关注和热议的问题就是材料的环境问题，为保障人们的生命健康，因此必须严格控制。本标准制定过程引入“浸出毒性和放射性”的指标，对镍渣砂的环境属性进行控制，该指标的确定可以提升镍渣砂的环境质量要求，避免环境污染，危害人身健康，从而能够促进该行业良好健康发展。

本标准的发布将统一镍渣砂的技术要求、试验方法和检验规则，提升镍渣砂的质量水平，在实际应用工程中，避免出现混凝土及砂浆工作性不良、耐久性能劣化等问题。这对于保障镍渣砂的质量，进一步推广和应用镍渣砂具有重要的意义，同时能够促进市场健康发展与产业进步。

6 采用国际标准和国外先进标准情况

经过标准编制组查阅国内外标准库，还未发现相关方面的国际标准、国外先进标准、国家标准的制定和实施。

7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

经广泛调研和多方面征求意见，本标准符合现行法律、法规、规章及相关标准和有关推荐性标准要求，并协调一致。目前，现行的与镍渣相关的标准只有JC/T 2503-2018《用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉》，本标准与它的主要区别见表6。

表6 与 JC/T 2503-2018《用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉》的主要区别

标准名称	用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉	混凝土及砂浆用镍渣砂
原材料种类	电炉镍铁渣、高炉镍铁渣	电炉镍铁渣
产品类型	掺合料	集料
用途	用于水泥和混凝土中作为胶凝材料	用于混凝土和砂浆中的集料



## **8 重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准在制定过程中，尚未出现不能解决的重大分歧意见。

## **9 标准性质的建议说明**

本标准为您推荐性行业标准。

## **10 贯彻标准的要求和措施建议**

本标准发布实施后，建议由归口单位、监管部门组织进行宣贯，并加强对标准执行情况的监管。

## **11 废止现行相关标准的建议**

无。

## **12 其它应予说明的事项**

在标准制定期间，我们进行了广泛的调研和试验验证，征求了生产施工企业、专家等的意见，尽可能使本标准实施后有较好的实用性、适应性和方向引导性。但由于我们的能力水平有限，难免在标准制定中存在着了解不够全面、研究验证不够深入的情况，如有不当之处，恳请指正。