

ICS 19.120
D 16



中华人民共和国国家标准

GB/T 38891—2020

磁力分选试验方法

Test method of magnetic separation

2020-06-02 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验法则	3
5 试验装置及设备	3
6 样品	3
7 试验步骤	4
8 试验数据处理	4
9 试验报告编制	5
附录 A (资料性附录) 部分物质比磁化系数	7
附录 B (资料性附录) 磁力分选试验步骤示意图	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国磁力材料及设备标准化工作组(SWG 12)归口。

本标准起草单位：长沙矿冶研究院有限责任公司、国家磁力设备质量监督检验中心、攀枝花市长森磁电科技有限公司、佛山市高明星源机械有限公司、潍坊新力超导磁电科技有限公司、湖南和创磁电科技有限公司。

本标准主要起草人：陈雯、甘安平、罗浩、崔雷、王兆连、肖文长。

磁力分选试验方法

1 范围

本标准规定了磁力分选试验法则、试验装置及设备、样品、试验步骤、试验数据处理和试验报告编制。

本标准适用于黑色金属矿的磁力富集、有色和稀有金属矿的磁力分离、非金属矿磁力分选除杂以及选煤磁性重介质的磁力回收与循环使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2007.1 散装矿产品取样、制样通则 手工取样方法

GB/T 2007.2 散装矿产品取样、制样通则 手工制样方法

GB/T 2007.4 散装矿产品取样、制样通则 偏差、精密度校核试验方法

ISO 11648-2:2001 散装物料制样与统计 第2部分:粒状物料的制样(Statistical aspects of sampling from bulk materials—Part 2: Sampling of particulate materials)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

比磁化系数 specific susceptibility

单位质量的物质颗粒在单位强度的外磁场中所产生的磁矩。

3.2

磁力分选 magnetic separation

借助非均匀磁力从入选物料中分选出某种磁性物质的方法。

注:磁力分选涵盖四种功能,即磁力富集、磁力分离、磁力除杂和磁力絮凝。

3.3

磁力富集 magnetic concentration

利用非均匀磁力将存有磁性差异的入选物料中的磁性物质进行富集。

3.4

磁力分离 magnetic separation

利用非均匀磁力将存有磁性差异的入选物料中磁性物质进行分离。

3.5

磁力除杂 magnetic impurity removal

利用非均匀磁力将存有磁性差异的入选物料中的磁性物质进行清除。

3.6

磁力絮凝 magnetic flocculation

利用非均匀磁力使入选物料中的磁性物产生絮凝成团。

3.7

磁性物质 magnetic substances

能受非均匀磁力作用的物质。

3.8

铁磁性物质 ferromagnetic substances

在受外加磁场作用后,仍保存部分剩磁的物质。

注:铁磁性物质又称为强磁性物质。

3.9

顺磁性物质 paramagnetic substances

在受外加磁场作用后,可磁化但不会存有剩磁的物质。

注:顺磁性物质又称为弱磁性物质。

3.10

逆磁性物质 diamagnetic substances

在受外加磁场作用后,不能磁化的物质。

注:逆磁性物质又称为非磁性物质。

3.11

入选物料 materials to be separated

待分选的由含有磁性物和非磁性物构成的混合物料。

3.12

磁种 magnetic seeding

利用微细磁铁矿物料或铁磁性物质种植于悬浮液中的杂质絮团内,使“絮团”具有磁性的物质。

3.13

原料品位 grade of materials

入选物料中某元素或及其氧化物的百分比。

3.14

产率 yield

入选物料经过磁力分选后,磁性物或非磁性物的质量占入选物料质量的百分比。

3.15

回收率 recovery

入选物料经过磁力富集后,磁性物产品中某元素或及其氧化物占其在入选物料中质量的百分比。

3.16

除杂率 impurity removal rate

入选物料经过磁力除杂后,非磁性产品中的磁性杂质(某元素或及其氧化物)质量占其在入选物料中质量的百分比。

3.17

永磁体磁力分选装置及设备 magnetic separators of permanent magnets

由永磁体构成的、用于入选物料分选的磁力分选装置及设备。

3.18

电磁体磁力分选装置及设备 magnetic separators of electromagnets

用电磁体(含超导磁体)构成的、用于入选物料分选的磁力分选装置及设备。

3.19

弱磁场磁力分选 low-intensity magnetic separation

采用分选磁场在 300 mT 以下的磁力分选方法。

3.20

中磁场磁力分选 medium-intensity magnetic separation

采用分选磁场在 300 mT~800 mT 范围内的磁力分选方法。

3.21

强磁场磁力分选 high-intensity magnetic separation

采用分选磁场在 800 mT 以上的磁力分选方法。

4 试验法则

磁力分选试验方法包括弱磁场磁力分选、中磁场磁力分选和强磁场磁力分选。可按分选物质的磁性强弱选择下列几类磁力分选试验方法：

- 强磁性物质(金属铁杂质和磁铁矿等)类分选,可选用弱磁场磁力分选方法;
- 中等磁性物料或强磁性物连生体预选,可选用中磁场磁力分选方法;
- 弱磁性物质(氧化铁垢、赤铁矿、褐铁矿铬铁矿、钛铁矿和锰矿等)类分选,可选用强磁场磁力分选方法。

强磁性物质、中等磁性物质、弱磁性物质参见附录 A。

5 试验装置及设备

5.1 永磁体磁力分选装置及设备

永磁体磁力分选装置及设备包括磁棒、磁格栅、溜槽、磁辊、磁盘、磁筒和转环式等。

5.2 电磁体磁力分选装置及设备

电磁体磁力分选装置及设备包括戴维斯磁选管、弗朗茨等磁力分选机、夹板式电磁分选装置、电磁感应辊、电磁感应盘、电磁转环式磁选机和电磁或超导罐式磁选机等。

5.3 装置及设备操作

使用 5.1、5.2 规定的装置及设备时,应按装置及设备的安全操作规程与说明进行操作。

6 样品

6.1 样品需量

单项试验的试样最小质量,可按式(1)进行计算:

$$m_s = kd^\alpha \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- m_s ——试样最小质量,单位为千克(kg);
- k ——入选物料性质系数,不同类型物料其值不同(铁锰等黑色金属矿石的 k 值为 0.1~0.2,钨、锡、铜、铅、锌和钼等有色金属矿床的 k 值为 0.1~0.5,金、银、铂等稀少、稀有金属矿床的 k 值为 0.2~1,非金属矿床的 k 值为 1~3);
- d ——试样中最大块的粒度,单位为毫米(mm);
- α ——常数,表示 m_s 同 d 之间的函数关系特征(α 取值范围为 1~3)。

6.2 样品分析

6.2.1 物质物理性质分析

样品应进行定性与定量分析,在用“磁种”“磁载体”或“絮凝”进行磁力分选时,应确定或测定磁种或磁载体的粒度特征、磁絮团以及浓度的影响。

6.2.2 样品磁性确定

样品的磁性可参照待选物料(样品)中各组分比磁化系数进行选取,具体参见附录 A,也可对样品进行比磁化系数检测。

7 试验步骤

7.1 试验流程

试验步骤主要包括: 样品制备 → 物理性质分析 → 条件流程试验 → 工艺流程试验 → 检测分析 → 试验数据处理 → 编制试验报告,示意图参见附录 B。

7.2 样品制备

样品的制取方法按 GB/T 2007.1、GB/T 2007.2、ISO 11648-2:2001 的规定执行,制取过程中操作精度校核方法与系统误差校核方法应符合 GB/T 2007.4 的规定。

7.3 条件试验

对入选物料按 6.1 和 6.2 的规定完成准备工作后,选择不同的磁力分选试验装置及设备,对分选过程中的各影响因素进行试验。

7.4 工艺流程试验

完成 7.3 试验后,应进行多种工艺流程结构和技术方案试验。对重大和关键项目,还应进行实验室扩大试验、中间试验和工业试验。

7.5 产品检查

产品的理化指标可按 6.2 进行分析与测定。

8 试验数据处理

试验数据处理时,应按式(2)~式(6)进行计算,对试验结果进行可靠性评判:

a) 单次试验所获得的产品质量之和与入选物料质量相对误差 $E_r \leq 2\%$,按式(2)进行计算:

$$E_r = \left| \frac{m_n - m}{m} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

E_r —— 单次试验样品质量相对误差, %;

m —— 单次入选物料质量,单位为克(g);

m_n —— 单次试验所获的产品质量之和,单位为克(g)。

- b) 单次试验后根据各产品的品位计算出入选物料品位,该计算品位与入选物料的分析品位相对误差 $E_1 \leq 2\%$,按式(3)进行计算:

$$E_1 = \left| \frac{\beta_n - \beta}{\beta} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

E_1 ——试验样品品位相对误差, %;

β ——原始入选物料的分析品位;

β_n ——试验计算所得入选物料平均品位。

- c) 三次试验相同产品后,按式(4)~式(6)计算产品质量或品位的平均值的标准误差,要求试验结果可靠度为 95%,所得结果的置信区间为 $(\bar{\epsilon} - 4.30 \times S_m, \bar{\epsilon} + 4.30 \times S_m)$,当所得试验结果均在此区间内时,表明结果可信可取。

$$\bar{\epsilon} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$\bar{\epsilon}$ ——三次试验相同产品质量(或品位)平均值;

a_1, a_2, a_3 ——三次试验相同产品质量(或品位)值。

$$s = \sqrt{\frac{(a_1 - \bar{\epsilon})^2 + (a_2 - \bar{\epsilon})^2 + (a_3 - \bar{\epsilon})^2}{2}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

s ——标准误差;

$\bar{\epsilon}$ ——三次试验相同产品质量(或品位)平均值;

a_1, a_2, a_3 ——三次试验相同产品质量(或品位)值。

$$s_m = \frac{s}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

s_m ——平均值的标准误差;

s ——标准误差。

通过试验结果的整理与分析,确定该入选物料以磁力分选法的分选效果。

9 试验报告编制

9.1 规定

试验报告编制应符合下列基本原则:

- 试验目的明确;
- 试验方案周全及详尽;
- 分析数据齐全可靠;
- 文字和图表清晰;
- 问题分析周密;
- 试验结果达到目的要求。

9.2 试验报告类型

试验报告可分为下列类型:

- 探索性试验报告;

- b) 实验室小型流程试验报告；
- c) 中间试验报告；
- d) 工业试验报告。

9.3 试验报告

试验报告应包括下列信息：

- a) 试验任务的来源、目的和要求；
- b) 试验机构；
- c) 试验样品对象描述；
- d) 试验设备；
- e) 试验条件；
- f) 执行标准编号(GB/T XXXXX—XXXX)；
- g) 试验结果应包括原料品位、产品品位、产率和回收率或除杂率；
- h) 结论；
- i) 其他说明。

附 录 A
(资料性附录)
部分物质比磁化系数

表 A.1 给出了部分物质比磁化系数。

表 A.1 部分物质比磁化系数

序号	矿物名称	比磁化系数 $10^{-9} \text{ m}^3/\text{kg}$
1	磁铁矿	平均 92 000.00 铁磁性物质类(强磁性矿物)
2	含钒钛磁铁矿	73 000.00
3	磁黄铁矿	11 530.00~2 671.02
4	钛铁矿	1 173.33~224.56 顺磁性物质类(中磁性矿物)
5	赤铁矿	105 顺磁性物质类(弱磁性矿物)
6	镜铁矿	80~600
7	褐铁矿	25~32
8	铬铁矿	50~1 958
9	黑镁锰铁矿	404
10	锌铁尖晶石	6 923
11	菱铁矿	98
12	黑云母	58~78
13	铁橄榄石	100
14	硫锰矿	15.6
15	方锰矿	13.98
16	方锰铁矿	9.64
17	软锰矿	5.94
18	黝锰矿	5.32
19	水锰矿	6.93
20	硬锰矿	7.76
21	锌铁尖晶石	38.29~160.1
22	黑锰矿	12.3
23	菱锰矿	28.3~44.3
24	黑钨矿	5.74
25	钨锰矿	5.75
26	钨铁矿	5.24
27	锰橄榄石	23.8
28	锰铁橄榄石	35.4

表 A.1 (续)

序号	矿物名称	比磁化系数 $10^{-9} \text{ m}^3/\text{kg}$
29	白云母	2.93
30	独居石	18.61
31	毒砂	0.63
32	符山石	14.13
33	钙铁榴石	84.4
34	磷铁锂石	73.5
35	绿帘石	20.94
36	钠铁闪石	55.01
37	霓石	45.69~57.25
38	铌铁矿	37.38
39	硅镁石	22.86
40	硅铍钇矿	51.81
41	滑石	14.60
42	褐帘石	26.84
43	金云母	11.40
44	蓝柱石	1.41
45	蛇纹石	15.79
46	透辉石	11.52
47	透闪石	6.89
48	铁铝石榴石	77.66
49	方解石	-0.08~1.52 逆磁性物质(非磁性矿物)
50	泡铯矿	-0.28~0.00
51	辉钼矿	-0.17~0.00
52	白铅矿	-0.52~-0.23
53	重晶石	-0.44~-0.25
54	正长石	-0.61~-0.25
55	黄玉	-0.37~-0.32
56	石英	-1.03~-0.41
57	方铅矿	-0.90~-0.24
58	闪锌矿	-0.143
59	异极矿	-0.058
60	萤石	-0.285
61	铜	-1.1

表 A.1 (续)

序号	矿物名称	比磁化系数 $10^{-9} \text{ m}^3/\text{kg}$
62	锌	-1.96
63	金	-1.86
64	铅	-1.38
65	金刚石	-5.6
66	水	-9.0
67	乙醇	-9.3
68	铝	7.67
69	铬	42.0
70	钛	42.2
71	钒	73.0
72	铂	12.3
73	铈	16.7
74	五水硫酸铜	76.7
75	七水硫酸镍	201

附录 B
(资料性附录)
磁力分选试验步骤示意图

图 B.1 给出了磁力分选试验步骤示意图。



图 B.1 磁力分选试验步骤示意图

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

磁 力 分 选 试 验 方 法

GB/T 38891—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2020年6月第一版

*

书号: 155066 · 1-64995

版权专有 侵权必究



GB/T 38891-2020