

团 体 标 准

T/ZGZS 0105-2025

多金属共伴生尾矿中稀土与铌
回收技术规范

Technical specification for recovery of rare earth and niobium from Co associated
polymetallic tailings

2025-4-30 发布

2025-4-30 实施

中国再生资源回收利用协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 主要技术内容	2
5 环境保护与安全要求	4



前 言

本文件按照 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》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。

本文件由北京中再联盟技术服务有限公司、包头钢铁（集团）有限责任公司联合提出。

本文件由中国再生资源回收利用协会归口。

本文件起草单位：北京中再联盟技术服务有限公司、内蒙古科技大学、包头钢铁（集团）有限责任公司、东北大学、再生资源产业技术创新战略联盟、内蒙古工业大学、中国再生资源回收利用协会。

本文件主要起草人：赵增武、马帅、金永丽、尚辉良、贺宇龙、贾艳、王介良、李永治、赵瑞超、郭文涛、文明、杨育圣、白庆伟、朱炳龙、曹阳。

多金属共伴生尾矿中稀土与铈回收技术规范

1 范围

本文件规定了多金属共伴生尾矿中稀土与铈等元素的回收要求、环境保护与安全要求。

本文件适用于白云鄂博尾矿中稀土与铈的回收，从白云鄂博原矿石中提取稀土与铈可参照执行。

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 8978 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB 26451 稀土工业污染物排放标准

YS/T 5028 有色金属选矿术语标准

3 术语和定义

YS/T 5028界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

尾矿 tailings

指从矿山中提取金属和非金属矿石所产生的废弃物。

3.2

精矿品位 concentrate grade

选矿后的精矿产品中有用组分的质量百分比。

3.3

矿浆 pulp

细颗粒矿石与液相介质混合成的浆体。

3.4

矿浆浓度 pulp density

矿浆中固体物料占矿浆质量或容积的百分比。

3.5

粗选 roughing

选别流程中最初的选别作业。

3.6

精选 cleaning

对粗选作业的精矿进行的选别作业。

3.7

回收率 recovery

在选矿流程中，各产物的金属或有用成分占原矿中该金属或有用成分的质量百分比。

3.8

浮选 flotation

根据矿物颗粒表面物理化学性质的不同，利用矿物自身具有的或经药剂处理后获得的疏水、亲气或亲油特性，使之在水-气或水-油界面聚集，并附着于气泡实现分离、富集的方法。

3.9

浮选时间 flotation

矿浆在每一作业的浮选槽内停留的时间。

3.10

捕收剂 collector

能改善目的矿物表面疏水性，增加可浮性，使其易于向气泡附着的药剂。

3.11

抑制剂 depressant

能提高矿物表面亲水性，抑制矿物可浮性的药剂。

3.12

起泡剂 frother

能降低水的表面张力，促使形成气泡，并使其稳定的表面活性剂。

4 技术工艺要求

4.1 工艺流程

白云鄂博尾矿采用超导磁选-分步浮选技术，主要包括“永磁-电磁-超导”梯级磁选、稀土浮选、铈浮选技术，总体技术工艺流程如图1所示：

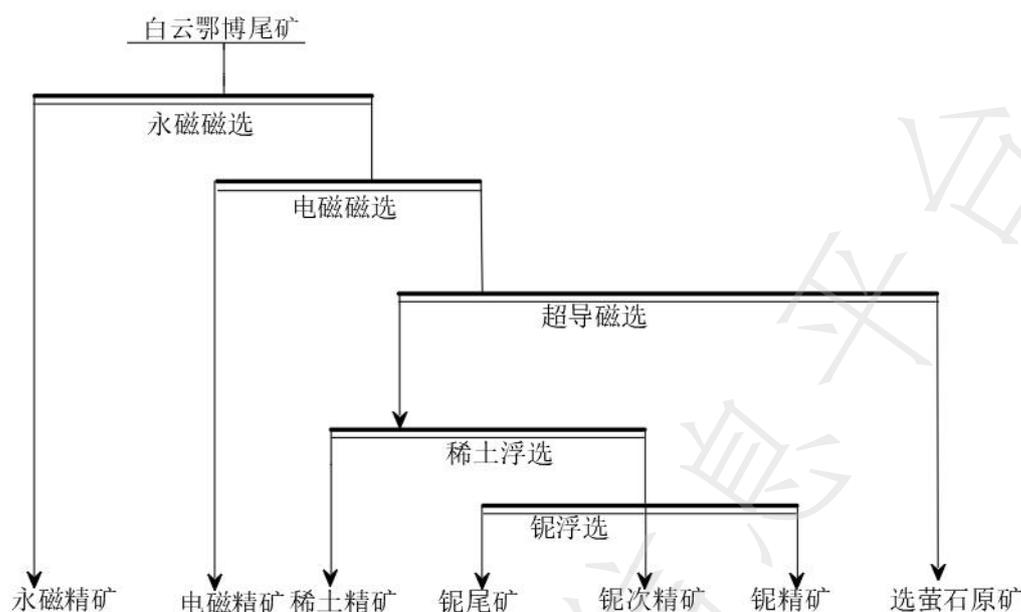


图1.“梯级磁选—分步浮选”技术工艺流程

4.2 “永磁-电磁-超导”梯级磁选工艺

4.2.1 采用永磁设备进行弱磁磁选，将白云鄂博尾矿中的磁黄铁矿、假象赤铁矿等强磁性铁矿物与稀土和萤石等无磁性矿物进行磁选分离。宜控制磁选机磁场强度 $0.7\text{T}\sim 0.9\text{T}$ ，磁极为 $20\sim 21$ 个，磁包角 230° ，精矿接板与筒体间距 $20\text{mm}\sim 25\text{mm}$ ，永磁作业给矿粒度 -200 目 $\geq 95\%$ 。

4.2.2 采用电磁浆料高梯度磁选设备分选弱磁尾矿中的褐铁矿、钠闪石、钠辉石等磁性相对较弱的矿物。宜控制电磁浆料高梯度磁选机磁场强度 $0.2\text{T}\sim 1.0\text{T}$ ，导磁介质为直径 2mm 钢棒，给矿频率 30Hz ，矿浆浓度 $8\%\sim 12\%$ 。

4.2.3 采用低温超导磁选机分选电磁浆料高梯度磁选尾矿，使稀土、钕等极弱磁性的矿物与萤石、石英等无磁性矿物的得到有效分离。宜控制超导磁选机磁场强度 $3\text{T}\sim 5.0\text{T}$ ，导磁介质为直径 0.10mm 、 0.12mm 、 0.14mm 钢毛，充填率 $5.5\%\sim 5.8\%$ ，给矿频率 30Hz ，给矿浓度 $8\%\sim 12\%$ 。

4.2.4 梯级磁选流程得到的超导精矿中，稀土品位应 $\geq 10\%$ ，稀土作业回收率应 $\geq 95\%$ ，稀土总回收率应 $\geq 80\%$ ，钕品位应 $\geq 0.2\%$ ，作业回收率应 $\geq 93\%$ ，总回收率应 $\geq 65\%$ 。

4.3 “一次粗选二次精选”稀土浮选工艺

4.3.1 控制矿浆浓度 $45\%\sim 65\%$ ，矿浆温度 $50^\circ\text{C}\sim 65^\circ\text{C}$ ，浮选时间 $(4\sim 6)\text{min}$ ，矿浆 pH 值 $7\sim 9$ 。

4.3.2 捕收剂宜采用羟肟酸类捕收剂，粗选用量 $(1.1\sim 1.5)\text{kg/t}$ ，一段精选用量 $(0.4\sim 0.6)\text{kg/t}$ ，二段精选用量 0 kg/t 。

4.3.3 抑制剂宜采用水玻璃，粗选用量 $(1.2\sim 1.5)\text{kg/t}$ ，一段精选用量 $(0.5\sim 0.8)\text{kg/t}$ ，二段精选用量 0 kg/t 。

4.3.4 起泡剂宜采用醇类药剂，粗选用量(0.02~0.06)kg/t，一段精选用量(0.01~0.04)kg/t，二段精选用量0kg/t。

4.3.5 得到的稀土品位应 $\geq 60\%$ ，作业回收率应 $\geq 80\%$ 的稀土精矿。

4.4 “一次粗选—三次精选”铈浮选工艺

4.4.1 应控制矿浆浓度45%~65%，矿浆温度50°C~65°C，浮选时间(3~5)min，矿浆pH值7~9。

4.4.3 捕收剂宜采用一种或几种羟肟酸类捕收剂（辛基羟肟酸、苯基羟肟酸、水杨羟肟酸、C5-9羟肟酸、辛基异羟肟酸）。粗选用量（1~1.5）kg/t，一段精选用量(0.5~1) kg/t，二段精选用量（0.1~0.5）kg/t，三段精选用量（0.3~0.4）kg/t。

4.4.4 抑制剂1宜采用碳酸盐类抑制剂，粗选用量（0.1~0.4）kg/t，一段精选：（0.05~0.3）kg/t，二段精选用量(0.05~0.1)kg/t，三段精选用量（0.01~0.03）kg/t。

4.4.5 抑制剂2宜采用六偏磷酸钠，粗选用量(0.02~0.06)kg/t，一段精选用量(0.01~0.04)kg/t，二段精选用量0 kg/t，三段精选用量（0.01~0.03）kg/t。

4.4.6 抑制剂3宜采用氟硅酸铵，粗选用量(0.05~0.15)kg/t，一段精选用量(0.1~0.6)kg/t，二段精选用量(0.01-0.04)kg/t，三段精选：（0.02~0.05）kg/t。

4.4.7 起泡剂宜采用醇类药剂，粗选用量(0.02~0.06)kg/t，一段精选用量(0.01~0.04)kg/t，二段精选用量(0.01~0.04)kg/t，三段精选用量0kg/t。

4.4.8 得到铈精矿品位应 $\geq 4\%$ ，作业回收率应 $\geq 28\%$ 。铈次精矿品位应 $\geq 1\%$ ，作业回收率应 $\geq 40\%$ 。

5 环境保护与安全要求

5.1 回收稀土与铈过程中，废水应满足GB 26451和GB 8978要求。

5.2 废气排放应满足GB 26451和GB 16297要求。

5.3 产生的固体废物应按相应的环境属性进行管理，一般工业固体废物的贮存和填埋应按GB 18599要求执行，属于危险废物的应按照危险废物的相关要求进行处理处置。

5.4 生产过程中噪声应符合GB 12348的要求。