

T/BSRS

北京市辐射安全研究会团体标准

T/BSRS 136—2025

离子型稀土精矿酸溶渣减量与资源化回收

The reduction and resource recovery of acid insoluble residue from ionic-type rare earth concentrate hydrometallurgy

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以北京市辐射安全研究会出版的正式标准为准。

2025-08-18 发布

2025-08-18 实施

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 试验方法	3
6 检验规则	3
7 包装、运输、贮存与产品质量证书	4
附录 A	6

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。

本文件起草单位：中国科学院赣江创新研究院、定南大华新材料资源有限公司、中稀（湖南）稀土开发有限公司、湖南中稀环保科技有限公司。

本文件主要起草人：李平、常卿卿、钟声、张善琦、罗国洲、徐毅翔、梁斌、许昆、柯灵升、刘瑶、欧阳慧、龙松柏、唐杰、刘春阳、雷迪、李恩明。

引 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性废物安全管理条例》，规范离子型稀土矿湿法冶炼产生的酸溶渣减量与资源化回收，制定本文件。

全国团体标准信息平台

离子型稀土精矿酸溶渣减量与资源化回收

1 范围

本文件规定了离子型稀土精矿冶炼过程中产生的含放射性酸溶渣的减量与资源化回收的技术要求、试验方法和检验规则。

本文件适用于利用离子型稀土精矿冶炼分离生产稀土化合物过程中酸分解稀土精矿或分离工序产生的酸溶渣的减量及资源化回收。

2 规范性引用文件

本文件内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GBZ 139 稀土生产场所放射防护要求
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 11713 高纯锆 γ 能谱分析通用方法
- GB 11806 放射性物品安全运输规程
- GB/T 18114.1 稀土精矿化学分析方法 第1部分：稀土氧化物总量的测定 重量法
- GB/T 18114.6 稀土精矿化学分析方法 第6部分：二氧化硅量的测定
- GB/T 18114.8 稀土精矿化学分析方法 第8部分：十五个稀土元素氧化物配分量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB 26451 稀土工业污染物排放标准
- HJ 603 水质钡的测定 火焰原子吸收分光光度法
- HJ 613 土壤干物质和水分的测定重量法
- JC/T 1021.7 非金属矿物和岩石化学分析方法 第7部分 重晶石矿化学分析方法
- HJ 1114 伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范（试行）
- T/BSRS 025 伴生放射性矿开发利用环境辐射防护技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

酸溶渣 acid insoluble residue

离子型稀土精矿冶炼分离生产过程中，在酸分解、除硫酸根等除杂工序产生的不溶物，主要含有 BaSO_4 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 和少量稀土，一般具有放射性。

3.2

减量化 reduction

采用选冶联合工艺，减少离子型稀土精矿酸溶渣质量和/或体积的活动。

3.3

资源化回收 resource recovery

采用选冶联合工艺，从酸溶渣中回收稀土、钡化合物的一种或多种有价金属矿产品或化合物等资源化利用的活动。

4 技术要求

4.1 物理性质

- 4.1.1 颜色呈黄色或者黄白色，泥状。
- 4.1.2 含水率不大于 60%，pH 值一般大于 4.0。

4.2 化学成分

- 4.2.1 因离子型稀土精矿源和酸溶工艺不同，酸溶渣的成分范围宽泛，但主要成分为 BaSO₄、SiO₂、Fe₂O₃、Al₂O₃、少量稀土及钍/铀/镭放射性核素。
- 4.2.2 一般酸溶渣含水率约 30%~60%，烘干后干基状态下 BaSO₄ 含量 30%~60%、SiO₂ 含量 10%~20%，稀土含量不低于 1%（以 REO 计）。

4.3 减量化回收要求

- 4.3.1 采用碳酸钠、碳酸氢钠、碳酸钾、碳酸氢钾的至少一种或两种以上组合碱性介质，通过高温强化硅钡协同将酸溶渣中硫酸钡转化为酸溶性钡盐，再用盐酸浸出、过滤和洗涤，得到酸溶残渣和含有稀土的氯化钡酸浸液，或进一步处理得到氯化钡化合物等，达到资源化利用的目的。生产工艺流程简图见附录 A。
- 4.3.2 经减量化和资源化利用后，废物酸溶残渣重量小于回收前酸溶渣的 30%。
- 4.3.3 含稀土的氯化钡酸浸液在满足企业进料标准后可循环至现行离子型稀土精矿酸溶工序用于去除硫酸根。
- 4.3.4 含稀土的氯化钡酸浸液经净化处理可制成氯化钡副产品。

4.4 质量要求

- 4.4.1 含稀土的氯化钡酸浸液主要回用于稀土企业稀土精矿酸溶除硫酸根工序，质量要求如下：钡离子浓度不低于 15 g/L，稀土及铝、铁、硅等杂质含量由供需双方协商解决。
- 4.4.2 氯化钡副产品的质量要求由供需双方协商解决。

4.5 其他要求

- 4.5.1 酸溶渣收集过程中不应刻意掺杂、不应混有垃圾以及危险物品。
- 4.5.2 酸溶渣中不应混有其他非本矿伴生的放射性物质。
- 4.5.3 氯化钡副产品出厂前应开展放射性水平检测，检测项目包括 ²³⁸U、²²⁶Ra、²³²Th 放射性活度浓度等。
- 4.5.4 资源化利用应遵循实践的正当性、防护与安全的最优化、剂量限制的辐射防护基本要求。
- 4.5.5 资源化利用过程中，工作人员应接受可能遭受的辐射危害以及拟采取的防护措施等方面有关知识的培训，以确保限制工作人员的辐射照射量符合 GBZ 139 规定。
- 4.5.6 资源化利用应进行源头控制、循环利用，做到废物最小化，并采取工程和技术措施，排放的废气、废水应符合 GB 26451 的要求。
- 4.5.7 资源化利用终止后，应开展辐射监测，对受到放射性污染的厂房、设备、场地、周围环境进行治理，治理后符合 T/BSRS 025 规定。

5 试验方法

5.1 外观质量

取适量样品，在自然光下，于白色衬底的表面皿或白色陶瓷板上用目视法判定外观。

5.2 化学成分

5.2.1 含水率的分析方法按 HJ 613 的规定进行。

5.2.2 酸溶渣中钡的分析方法按 JC/T 1021.7 的规定进行。

5.2.3 稀土总量的分析方法按 GB/T 18114.1 的规定进行。

5.2.4 稀土配分的分析方法按 GB/T 18114.8 的规定进行。

5.2.5 酸溶渣中二氧化硅的分析方法按 GB/T 18114.6 的规定进行。

5.2.6 酸溶渣 pH 值的分析方法如下：取 500 克渣样品，按 W 渣：W 水=1:1 搅拌洗涤 30 min，洗水过滤后用 pH-S 酸度计测量。

5.2.7 含稀土的酸浸液中钡的分析测试方法按 HJ 603 的规定进行。

5.3 放射性检测

^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 的放射性比活度分析方法按 GB/T 11713 的规定进行。

5.4 数值修约

数值修约按 GB/T 8170 的规定进行。

6 检验规则

6.1 检验与检查

6.1.1 酸溶渣料/氯化钡副产品应由供方质量管理部门进行检验，也可委托其他有资质的检验机构进行检验，保证其质量符合本标准的规定，并填写质量证明书。

6.1.2 需方应对收到的离子型稀土精矿酸溶渣料和氯化钡副产品按照本标准的规定进行检验，如检验结果与本标准的规定不符时，应单独封存，在收到物料之日起 1 个月内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，可委托双方认可的单位进行，并在需方共同取样。

6.2 组批

6.2.1 酸溶渣料应成批提交检验，每批应由同一矿源、同一生产工艺、连续生产的酸溶渣料组成，每批次不超过 100 吨，一般每批为 20 吨。

6.2.2 同一批原料、同一班次生产的氯化钡副产品为一批，每批次产品不超过 20 吨，一般每批为 10 吨。

6.2.3 同一批原料处理后的酸溶残渣为一批。

6.3 检验项目

6.3.1 每批离子型稀土精矿酸溶渣应进行钡、稀土总量及配分、二氧化硅含水率及 pH 值检验。

6.3.2 含稀土的氯化钡酸浸液应进行钡含量的检验，稀土及铝、铁、硅等杂质含量另有要求，由供需双方协商解决。

6.3.3 每批氯化钡副产品质量要求由供需双方协商解决。

6.3.4 每批酸溶残渣应进行含水率及放射性水平的检验。

6.4 取样与制样

6.4.1 进行化学成分与放射性水平检测时（同时可以用于外观质量判定），取样数量按表1的规定进行。

表1 取样件数

件(袋)数	1~5	6~49	50~100	>100
取样件(袋)数	件(袋)数的100%	5	件(袋)数的10% 只进不舍取整数	件(袋)数的平方根 只进不舍取整数

6.4.2 化学成分及放射性水平检测每件（袋）的取样点数按表2进行。操作方法：斜插，取样深度不小于插钎长度的三分之二，取样量不小于整批货物重量的千分之一。

表2 化学成分及放射性水平检测取样要求

物料	规格/kg	插钎规格 Φ cm \geq	每件取样点数 \geq
酸溶渣	≥ 1000	2.0 \times 80	9
氯化钡副产品	≤ 100	1.7 \times 50	1
	≥ 1000	2.0 \times 80	9
酸溶残渣	≥ 1000	2.0 \times 80	9

6.4.3 按批次将每桶(袋)所抽取到的样品倒出，混匀。将样品铺平呈长方形状，根据样品量平均划分4格~12格(棋盘法)，进行样品分装。装样时用样品勺在每格取等量样品，每份样品重量不少于500g。采用密封性好且厚度合适样品袋，确保取制样过程中样品的水分不流失。

6.5 检验结果的判定

6.5.1 外观质量初步判定检查不符时，则判该批物料/产品为不合格。

6.5.2 化学成分分析结果与本标准规定不符时，则从该批物料中取双倍试样对不合格项目进行重复检验，如仍有任一项结果不合格，则判该批物料为不合格。

7 包装、运输、贮存与产品质量证明书

7.1 包装

7.1.1 本厂区综合利用酸溶渣及酸溶残渣按各厂要求。

7.1.2 厂外综合利用的每批物料或产品外包装上应注明供方名称、分类、批号、重量。

7.1.3 氯化钡副产品为散装，如有包装需要，与客户协商确定包装方式和净含量。

7.2 运输

7.2.1 离子型稀土精矿酸溶渣及酸溶残渣在运输储存过程中应保证物料的安全性，产品运输、装卸、贮存过程中，防止物料泄漏洒落。

7.2.2 应使任何货包外表面的非固定污染保持在实际可行的尽量低的水平上，在常规运输条件下，这种污染不得超过4 Bq/cm²；可以用在货包或集合包装表面的任意部位任何300 cm²

面积上取的非固定污染平均值来判断是否符合这一要求。

7.2.3 离子型稀土精矿酸溶渣及酸溶残渣的货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2mSv/h。

7.2.4 应定期检查经常用于运输放射性物品的运输工具和设备，以确定其污染水平。该检查的频度应视其受污染的可能性和所运输的放射性物品的数量而定。

7.2.5 氯化钡副产品在运输过程中应有遮盖物，运输中应注意防潮、防雨。

7.3 贮存

7.3.1 离子型稀土精矿酸溶渣、氯化钡副产品和酸溶残渣等物料中铀、钍系单个核素活度浓度高于 1Bq/g 物料贮存设施的设计应符合 HJ 1114 相关要求。

7.3.2 放射性物料应该与非放射性物料分开存放。

7.4 质量证明书

每批离子型稀土精矿酸溶渣/氯化钡副产品应附质量证明书，应注明以下信息：

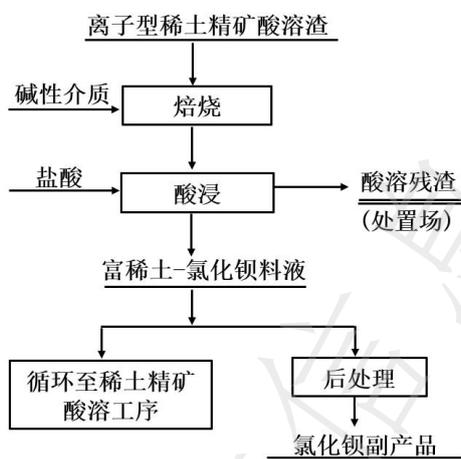
- a) 供方名称；
- b) 产品名称和分类；
- c) 批号；
- d) 净重、件数；
- e) 各项分析检验结果和供方质量检验部门印记；
- f) 本标准编号；
- g) 出厂日期。

附录 A

(资料性)

酸溶渣减量与资源化回收工艺流程图

A.1 离子型稀土精矿酸溶渣减量与资源化回收工艺流程简图如图 A.1。



图A.1 离子型稀土精矿酸溶渣减量与资源化回收工艺流程简图