

黔西北地区沉积型稀土资源回收稀土 研究现状及选矿实验探讨

王晓慧, 颜世强, 梁友伟, 龚大兴, 惠博, 徐璐

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 中国地质调查局稀土
资源应用技术创新中心, 四川 成都 610041)

摘要: 黔西北地区赋存于高岭石质黏土岩中的稀土矿资源是一种新类型稀土矿资源, 该稀土矿属于全新的“沉积型稀土矿”。该稀土矿床含矿层平均厚度 5.07 m, 连续性好; 稀土氧化物平均品位为 0.26%, 最高达 1.6%, 且关键稀土元素镨、钕、铽、镝含量较高, 且其中伴生铈、镓、锆、铀等有价值元素, 具有极大的开发利用价值。目前针对这种新型稀土矿资源选矿实验研究程度并不高。本文针对该类型稀土矿开展了工艺矿物学研究发现该稀土矿暂无独立的载体矿物, 且矿石粒度极细。选矿探索实验未能通过物理选矿方式实现该稀土矿物的有效富集, 印证了工艺矿物学研究结论。

关键词: 沉积型稀土; 新类型; 工艺矿物学研究; 物理选矿

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.02.025

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2022)02-0135-07

1 沉积型稀土资源回收稀土研究现状

目前, 稀土矿的主要矿床类型有以下几类:

(1) 白云鄂博式稀土-铁-铈矿床^[1]。产于中国白云鄂博, 是世界上规模最大、质量最好的稀土金属矿床, 与磁铁矿共生。呈层状和似层状。稀土矿物种类繁多。主要有氟碳铈矿、独居石、氟碳钙铈矿、烧绿石、易解石、铈铁矿、黄河矿、包头矿、褐钨铈矿等。该类矿床属于多种矿物共生类型, 以铁、铈、稀土为主, 可综合利用的矿物和共生元素有磷灰石、萤石、重晶石和铀。矿体产于白云岩内, 大而富的矿体多赋存在碳酸盐和碱性辉长岩的接触带。(2) 风化壳型稀土矿床^[2]。矿物主要赋存于中酸性花岗岩的风化壳下部, 稀土元素来源于花岗岩。一般母岩体稀土元素含量为 0.02%~0.03%, 岩体中的氟碳钙铈矿、铈铈矿、独居石、磷铈矿等副矿经风化作用分解后, 稀土元素呈离子状态被多水高岭石、水云母和高岭石等黏土吸附, 并富集在完全风化带中, 稀土

元素总量(TR_2O_3)可达 0.43%。(3) 稀土碳酸盐矿床^[2]。大多分布于地台区, 常与超基性岩和碱性岩构成杂岩体。岩体具有圆形或椭圆形的环状构造, 含稀土的碳酸岩位于岩体上部的中央带里。矿石类型以铈组稀土为主, 主要矿石矿物是氟碳铈矿和氟碳钙铈矿等。矿床可综合利用的共生元素有铈、锆、铁、磷和钛。(4) 伟晶岩型稀土矿床^[3]。此类矿床主要富含锂、铍、钽等稀有元素, 富含稀土元素并不多见, 仅在江西发现有稀土-钽铈-锂伟晶岩型矿床, 这类矿床稀土品位较高, 矿物粒度较大, 易采易选, 但是规模有限。(5) 含稀土磷块岩矿床^[4]。这类矿床中稀土元素只是作为伴生组分富集在某些磷矿床、铝土矿和铁矿床中, 具有综合回收利用价值。其中在磷块岩中的稀土元素主要呈类质同象形式赋存于胶磷矿或微晶磷灰石中, 稀土含量与元素磷的含量密切相关, 最高含量可达 0.3%。且钕族稀土往往含量较高。

收稿日期: 2021-11-20

基金项目: 地质调查项目(稀土铍钨战略性矿产综合利用技术研究与应用 DD20221697)

作者简介: 王晓慧(1985-), 女, 高级工程师, 主要从事选矿工艺技术研究。

贵州毕节地区赋存于高岭石质黏土岩中的稀土矿资源是一种新类型稀土矿资源，该稀土矿有别于上文所述的传统稀土矿床类型，属于全新的“沉积型稀土矿”。该稀土矿床含矿层厚度 1.8~11.5 m 不等^[5-6]，连续性好，平均 5.07 m；稀土氧化物平均品位为 0.26%，最高达 1.6%，且关键稀土元素镨、钕、铽、镝含量较高，且其中伴生铌、镓、锆、铀等有价元素，具有极大的开发利用价值。但目前暂未发现该稀土矿床中有独立的稀土矿物，且前针对这种新型稀土矿资源开发利用的研究程度并不高。

对于沉积型稀土的赋存状态，周灵洁等^[7]认为稀土元素主要由离子吸附相和富含稀土元素的残余独立矿物相组成，与高岭石等黏土矿物含量密切相关；徐莺等^[8]经过大量的工艺矿物学研究认为稀土以类质同象为主，含离子吸附相（约 20%）两种形式赋存于高岭石质黏土岩中；黄训华等^[9]认为高岭石硬质黏土岩中包含离子吸附态、胶体吸附态等的混合态稀土。

针对沉积型稀土矿的矿石选别，国内仅少量科研工作者对此开展研究。陈蕤等人^[10]选取贵州西部威宁地区 REO 含量 1086.6×10^{-6} 的沉积型稀土开展了浸出实验研究，浸出实验的稀土浸出率仅为 7.14%。自 2018 年以来，中国地质科学院矿产综合利用研究所科研人员人员针对滇东-黔西地区沉积

型稀土矿开展了沉积型稀土矿石选别技术攻关，目前徐璐等人研发了“选择性浸出”工艺，可使稀土回收率到 90% 以上^[11]。

通过区内沉积型稀土矿研究现状可知，2018 年前地质工作者针对区内沉积型稀土矿资源开发利用技术研究并不深入，选别研究工作程度低，未能取得开发利用技术突破，沉积型稀土矿选别工作处于初级阶段。2018 年后中国地质科学院矿产综合利用研究科员工作者所针对贵州威宁地区的沉积型稀土矿开展了详细的地质工作、工艺矿物学研究及选冶技术攻关，并取得了突破性进展。本文针对沉积型稀土矿的矿石性质开展了详细研究并主要探讨了沉积型稀土矿物理选矿研究进展。

2 沉积型稀土矿原矿性质

2.1 原矿化学分析

原矿化学分析及原矿稀土元素配分分析结果见表 1、2，矿物组成见表 3。

表 1 原矿多元素分析结果/%
Table 1 Multi-element analysis results of the ore

| | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|------|--------|------------------|
| Zr | K ₂ O | Na ₂ O | MgO | Mn | TiO ₂ |
| 0.11 | 0.066 | 0.070 | 0.13 | 0.086 | 8.46 |
| P ₂ O ₅ | Al ₂ O ₃ | CaO | Fe | Nb | SiO ₂ |
| 0.14 | 30.60 | 0.62 | 4.11 | 0.0185 | 37.17 |

表 2 原矿稀土元素配分结果/(g·t⁻¹)
Table 2 REE distribution results of the ore

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|---------|
| Y | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | TREO |
| 441 | 873 | 1121 | 236 | 849 | 96.8 | 12.7 | 97.1 | 15.2 | 80.2 | 16.5 | 52.6 | 6.93 | 44 | 6.61 | 3948.64 |

从表 1 可知，样品中稀土含量 3948.64 g/t，稀土元素为样品的有价利用组分，达到稀土矿最低工业品位；从表 2 可知，样品以轻稀土为主，轻稀土占稀土总量的 80.75%。

从表 3 可知，矿石中主要由高岭石，锐钛矿及金红石等矿物组成；其中高岭石占矿物总量的 83.38%，锐钛矿及金红石占矿物总量的 8.35%，其他矿物含量较低。

2.2 主要矿物的工艺粒度特征

矿石的物质组成结果表明矿石中的主要矿物为黏土矿物（高岭石含量 83.38%），一般认为黏土矿物的粒度极其微细，小于 0.01 mm。

此外，沉积型稀土矿石中主要金属氧化物为

钛的氧化物和铁的氧化物，其粒度分布情况见表 4、5。

从表 4 可知，钛的氧化物主要为锐钛矿，其粒度分布主要集中在 -0.03 mm，-0.03+0.015 mm 和 -0.015 mm 占有率分别为 66% 和 26%，粒度整体微细；表 5 中显示：铁的氧化物和氢氧化物以褐铁矿为主，主要呈微细粒分散状广泛分布于黏土矿物之间，局部可见团块状、细脉状以及网状状。其与黏土矿物紧密镶嵌，-0.075+0.03 mm，-0.03+0.015 mm 和 -0.015 mm 粒级中分别占有 23%，55% 和 14%，铁钛氧化物嵌布粒度整体微细，嵌布粒度特征决定其很难通过物理方法进行充分解离。

表3 矿石矿物组成
Table 3 Mineral composition of the ore

| 矿物分类 | 名称 | 矿物含量/% |
|-------|------|--------|
| 金属氧化物 | 褐铁矿 | 0.50 |
| | 赤铁矿 | 0.25 |
| | 磁铁矿 | 0.25 |
| | 铝土矿 | 0.25 |
| | 金红石 | 8.35 |
| 金属硫化物 | 锐钛矿 | |
| | 黄铁矿 | 0.25 |
| | 白铁矿 | |
| | 石英 | 2.20 |
| 硅酸盐矿物 | 火山玻璃 | 1.60 |
| | 蛋白石 | 0.50 |
| | 锆石 | 0.22 |
| | 高岭石 | 83.38 |
| | 伊利石 | 0.50 |
| | 蒙脱石 | 0.50 |
| 其他矿物 | 水云母 | 0.50 |
| | 绿泥石 | 0.25 |
| | 方解石 | 0.25 |
| | 菱铁矿 | 0.25 |
| 总量合计 | | 100.00 |

3 沉积型稀土资源物理选矿实验

沉积型稀土矿属新型稀土矿资源，国内外针对该类型稀土矿的选别技术研究非常有限，本文在矿石工艺矿物学的基础上，开展了沉积型稀土矿物理选矿实验探索。

3.1 摇床重选实验

摇床重选实验在磨矿细度为-0.074 mm 82%，考察摇床重选抛尾的可能性。实验结果见表6。

从表6中的实验结果可知，在磨矿细度为-0.074 mm 85%的情况下，摇床精矿产品和尾矿产品中稀土并未富集，因此，摇床重选实验不能实现沉积型稀土矿预先抛尾。

表4 钛的氧化物工艺粒度特征
Table 4 Iron process particle size of Titanium oxide

| 粒度/mm | +2 | -2 +1 | -1 +0.5 | -0.5 +0.075 | -0.075 +0.03 | -0.03 +0.015 | -0.015 |
|--------|----|----------|------------|----------------|-----------------|-----------------|--------|
| 含量/% | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 66 | 26 |
| 累计含量/% | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 74 | 100 |

表5 铁的氧化物和氢氧化物工艺粒度
Table 5 Iron process particle size of oxide and hydroxide

| 粒度/mm | +2 | -2 +1 | -1 +0.5 | -0.5 +0.075 | -0.075 +0.03 | -0.03 +0.015 | -0.015 |
|--------|----|----------|------------|----------------|-----------------|-----------------|--------|
| 含量/% | 0 | 0 | 1 | 7 | 23 | 55 | 14 |
| 累计含量/% | 0 | 0 | 1 | 8 | 31 | 86 | 100 |

3.2 浮选实验研究

浮选法是物理选矿重要的实验方法，本次“螯合-浮选”探索实验选用对稀土元素有较强螯合能力的EDTA作为螯合剂，通过超细磨矿，以期能使矿物充分解离，进而添加螯合剂，以期使其螯和于矿物表面裸露的稀土，进而达到稀土富集的目的。实验条件：磨矿细度-0.037 mm 96%，调整剂EDTA用量为300 g/t，捕收剂EB508用量为1000 g/t，采用“一次磨矿-一次粗选”的浮选工艺实验结果见表7。

表6 摇床重选探索实验结果
Table 6 Results of gravity exploration separation by shaking table

| 产品名称 | 产率/% | 稀土品位/% | 稀土回收率/% |
|------|--------|--------|---------|
| 摇床精矿 | 2.67 | 0.41 | 2.92 |
| 摇床中矿 | 43.07 | 0.38 | 43.60 |
| 摇床尾矿 | 54.26 | 0.37 | 53.48 |
| 原矿 | 100.00 | 0.38 | 100.00 |

表7 螯合浮选实验结果
Table 7 Results of chelation flotation test

| 捕收剂/(g·t ⁻¹) | 产品名称 | 产率/% | 稀土品位/% | 稀土回收率/% |
|--------------------------|------|--------|--------|---------|
| 煤油: 400 松醇油: 100 | 粗精矿 | 16.70 | 0.37 | 16.70 |
| | 尾矿 | 83.30 | 0.37 | 83.30 |
| | 原矿 | 100.00 | 0.37 | 100.00 |
| EB508: 400 | 粗精矿 | 9.32 | 0.42 | 10.42 |
| | 尾矿 | 90.68 | 0.37 | 89.58 |
| | 原矿 | 100.00 | 0.38 | 100.00 |

从表7实验结果看出，当螯合剂与捕收能力较强的EB508捕收剂配合使用时，精矿稀土品位稍有富集趋势，稀土品位为0.42%。但是，综合来看，各产品中的稀土占有率仍然与其产率相当，呈正相关关系，螯和浮选难以实现稀土矿物的富集。

3.3 磁选实验

稀土元素具有弱磁性，通常可采用强磁选回收。实验针对该沉积型稀土矿资源开展了“浮选粗

精矿-强化磁选实验”、及“浮选粗精矿-团聚-磁选实验”探索实验研究。实验工艺流程见图 1，实验结果见表 8。

该矿石中的稀土元素呈类质同象和离子吸附形式存在，为了达到较好富集稀土元素的目的，磨矿时尽可能采取细磨。而磨矿产品粒度过细，又不利于磁选。因此，实验首先开展了浮选粗精矿强化磁选实验研究对细磨样品采取先添加适量铁屑充分搅拌，然后再添加强力捕收剂进行浮选，最后，对浮选粗精矿再进行强磁选的措施，其目的是以铁屑为载体，强化对细磨产品中弱磁性稀土的磁选回收。

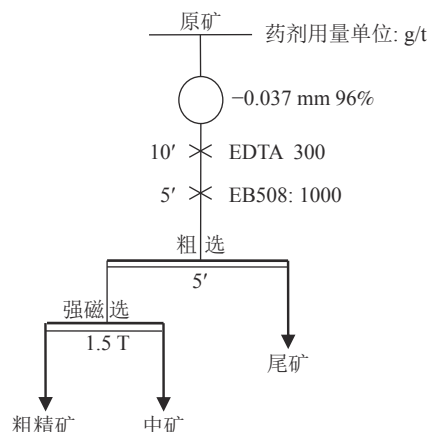


图 1 磁选探索实验工艺流程
Fig.1 Test flow of magnetic separation exploration

表 8 浮选粗精矿-团聚-磁选实验结果/%
Table 8 Test results of flotation coarse concentrate-agglomeration-magnetic separation

| 探索实验 | 产品名称/% | 产率/% | 稀土品位/% | 稀土回收率/% |
|---------------|--------|--------|--------|---------|
| 浮选粗精矿-强化磁选实验 | 精矿 | 10.72 | 0.31 | 9.09 |
| | 中矿 | 55.60 | 0.38 | 57.76 |
| | 尾矿 | 33.68 | 0.36 | 33.15 |
| 浮选粗精矿-团聚-磁选实验 | 原矿 | 100.00 | 0.37 | 100.00 |
| | 精矿 | 10.54 | 0.35 | 9.75 |
| | 中矿 | 48.46 | 0.40 | 51.24 |
| | 尾矿 | 41.00 | 0.36 | 39.01 |
| | 原矿 | 100.00 | 0.38 | 100.00 |

从表 8 看出，浮选作业尾矿的稀土含量较原矿有所降低，为 0.36%，从某种程度讲采用浮选有抛尾的作用；而对浮选粗精矿采用强磁选（磁场强度 1.5T）并不能有效回收稀土，反而磁选精矿的稀土含量有所降低。分析认为：或者矿石中铁磁性较强矿物中赋存的稀土元素含量本身较低，或者添加的铁屑进入磁选精矿降低了稀土含量，或者该磁场强度条件不足以回收矿石中的稀土元素。

“浮选粗精矿-团聚-磁选实验”首先采用选择性螯合剂螯合矿物表面裸露的稀土元素，然后采用强力捕收剂捕收，最后对浮选泡沫产品强化团聚后再采用不同的磁场强度强磁选分离稀土矿物分析。

从表 8 看出,与原矿比较，浮选泡沫产品中的稀土含量得到小幅富集。但是，采用不同场强的强磁选，并不能对浮选泡沫产品中的稀土实现再富集，反而，强磁选精矿中的稀土含量降低。综

合分析看出，各产品稀土占有率与其产率基本呈正相关关系，其根本是矿石中的稀土元素呈均匀分散分布的缘故。

3.4 电选实验

稀土具有特殊的导电性能，据此进行不同磨矿细度产品的电选实验，以考察电选该矿石稀土的可行性。实验针对不同磨矿稀土的矿样，采用 XDF-250 矿稀土的高压鼓筒式电选机，开展了一次粗选实验研究。实验条件：电选机电压 36 V，辊筒转速 150 r/min，实验结果见表 9。

从表 9 看出，不同细度产品的电选指标变化不明显，精、中、尾矿各产品中的稀土含量差异较小，采用电选方法不能富集该矿石中的稀土。

3.5 物理选矿结果

针对该沉积型稀土矿石，通过开展摇床重选实验、磁选实验、螯合-浮选实验、电选实验等物理选矿探索实验发现，沉积型稀土矿资源开发很难通过物理选矿的方式实现稀土矿物回收。

表9 电选实验结果
Table 9 Test results of electrical separation

| 磨矿细度-0.106 mm/% | 产品名称 | 产率/% | 稀土品位/% | 稀土回收率/% |
|-----------------|------|--------|--------|---------|
| 79 | 精矿 | 65.63 | 0.37 | 67.14 |
| | 中矿 | 9.84 | 0.36 | 9.79 |
| | 尾矿 | 24.53 | 0.34 | 23.07 |
| | 原矿 | 100.00 | 0.36 | 100.00 |
| 83 | 精矿 | 63.59 | 0.37 | 64.69 |
| | 中矿 | 9.98 | 0.36 | 9.88 |
| | 尾矿 | 26.43 | 0.35 | 25.43 |
| | 原矿 | 100.00 | 0.36 | 100.00 |
| 87 | 精矿 | 66.24 | 0.36 | 66.53 |
| | 中矿 | 9.22 | 0.37 | 9.51 |
| | 尾矿 | 24.54 | 0.35 | 23.96 |
| | 原矿 | 100.00 | 0.36 | 100.00 |

结合工艺矿物学光学显微镜及不同尺度的扫描电子显微镜研究发现：在一千倍左右电子显微镜下进行观察光片和自然断面（图2a, b），原矿样品的显微结构为致密的隐晶质结构，高岭石含

量最多，在5000倍电子显微镜下针对自然断面进行观察（图2c），未发现稀土矿物，高岭石成层性非常良好，广泛发育层状结构。

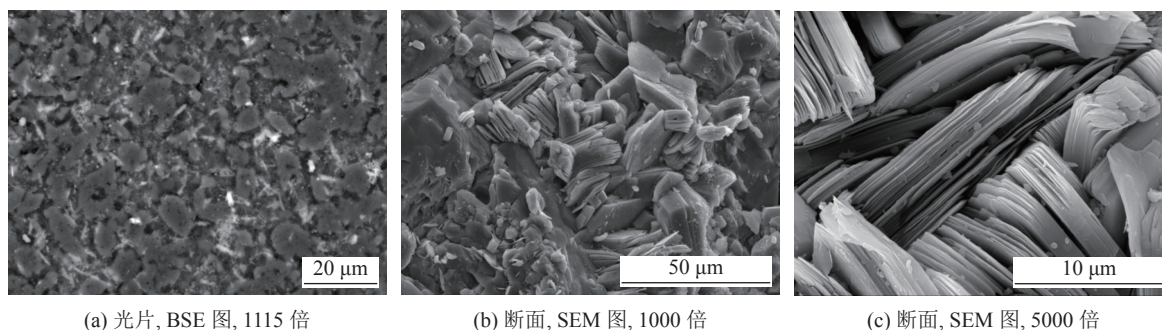


图2 矿石的显微结构和形貌特征
Fig.2 Microstructure and morphology of ore

因此，由于矿石中矿物粒度嵌布极细，物理选矿中要到达矿物单体解离极其困难；矿泥含量超过83%以上，浮选环境极其恶劣，且由于该矿石中暂无发现独立稀土矿物，稀土元素呈分散状态分布于高岭石矿物中，所以，无论采取哪种物理选矿方法，都无法富集该矿石中的稀土元素，实验结果表现为：各选矿产品中的稀土含量基本相当，稀土占有率与其产率基本相当，呈正相关关系。实验证明，该沉积型稀土矿石中的稀土无法通过传统物理选矿手段富集，实验结论也印证了矿石工艺矿物学特性。

4 结论

(1) 贵州毕节地区赋存于高岭石质黏土岩中的稀土资源是一种新类型稀土矿，该稀土矿有别于传统稀土矿床，属于全新的“沉积型稀土矿”。该稀土矿床含矿层厚度1.8~11.5 m不等，连续性好，平均5.07 m；稀土氧化物平均品位为0.26%，最高达1.6%，且关键稀土元素镨、钆、铽、镱含量较高，且其中伴生铌、钽、钼、钨等有价元素，具有极大的开发利用价值。目前国内科研工作者针对该稀土矿开展的相关物理选矿实验研究较少。

(2) 工艺矿物学研究研究表明: 该沉积型稀土矿石主要为隐晶质结构或者凝胶结构, 矿石主要组成矿物为高岭石、石英、蒙脱石等硅酸盐矿物, 占矿物总量的 89% 以上; 矿石中主要金属矿物为金红石及锐钛矿, 占矿物含量 8% 左右, 目前, 矿石中暂未发现独立的稀土矿物, 且矿石中主要矿物嵌布粒度极细, 传统物理选矿难度极大。

(3) 沉积型稀土矿物物理选矿探索实验研究表明: 本文开展了摇床重选实验、螯合-浮选实验、磁选实验、电选实验等物理选别探索实验研究, 实验证明: 该沉积型稀土矿石中的稀土无法通过传统物理选矿手段富集, 由于矿石中无独立的稀土矿物, 且主要矿物嵌布粒度极细, 造成其可选性极差, 因此, 通过传统物理选矿方法很难回收该沉积型稀土矿中的稀土元素。

参考文献:

[1] 李潇雨, 惠博, 熊文良, 等. 白云鄂博稀土资源综合利用现状概述 [J]. 矿产综合利用, 2021(5): 17-24.

LI X Y, HUI B, XIONG W L, et al. Overview of comprehensive utilization of rare earth resources in Bayunobo[J] Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(5): 17-24.

[2] 《矿产资源工业要求手册》编委会. 矿产资源工业要求手册 [M]. 北京: 地质出版社, 2014.

Editorial Board of 《Handbook of Mineral Resource Industry Requirements》. Mineral resources industry requirements manual [M]. Beijing: Geological Publishing Press, 2014.

[3] 洪秋阳, 梁冬云, 李波, 等. 某复杂铌稀土矿石工艺矿物性质及可选性分析 [J]. 矿产综合利用, 2021(1): 171-178.

HONG Q Y, LIANG D Y, LI B, et al. Process mineralogy characteristics of complex niobium-rare earth ore and implications for mineral processing[J] Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(1): 171-178.

[4] 谢志豪, 何东升, 刘爽, 等. 贵州织金某含稀土磷矿工艺矿物学研究 [J]. 矿产综合利用, 2020(6): 135-141.

XIE Z H, HE D S, LIU S, et al. Study on process mineralogy of a rare earth-bearing phosphate ore in Zhijin Guizhou[J] Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2020(6): 135-141.

[5] 田恩源, 龚大兴, 赖杨, 等. 贵州威宁地区沉积型稀土含矿岩系成因与富集规律 [J]. 地球科学, 2020:1-33[2021-03-23]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1874.p.20201105.1401.016.html>.

TIAN E Y, GONG D X, LAI Y, et al. Origin and enrichment of sedimentary rare earth ore-bearing rock series in Weining area, Guizhou Province [J]. Earth Science, 2020:1-33[2021-03-23]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1874.p.20201105.1401.016.html>.

[6] 赖杨, 龚大兴, 秦建华, 等. 滇东-黔西沉积型稀土: 一种新型稀土资源及其开发利用潜力 [J]. 中国地质, 2021(4): 1-16.

LAI Y, GONG D X, QIN J H, et al. Sedimentary rare earth from eastern Yunnan-Western Guizhou: A new rare earth resource and its development and utilization potential[J]. Geology in China, 2021(4): 1-16

[7] 周灵洁. 贵州西部沉积型高岭石质黏土岩稀土矿床的地质和地球化学特征 [D]. 北京: 中国科学院大学, 2012.

ZHOU L J. Geological and Geochemical characteristics of sedimentary kaolinite clay rock rare earth deposit in western Guizhou Province [D]. Beijing: University of Chinese Academy of Sciences, 2012.

[8] 徐莺, 戴宗明, 龚大兴, 等. 贵州某地二叠系宣威组富稀土岩系稀土元素赋存状态研究 [J]. 矿产综合利用, 2018(6):90-94

XU Y, DAI Z M, GONG D X, et al. Occurrence of rare earth elements in Permian Xuanwei formation rare earth rich rock series, Guizhou Province[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2018(6):90-94

[9] 黄训华. 威宁鹿房稀土矿地质特征及成矿作用初步分析 [J]. 贵州地质, 1997(4):328-333.

HUANG X H. Extreme enrichment of rare earth elements in hard clay rocks and its potential as a resource[J]. Guizhou Geology, 1997(4):328-333.

[10] 陈蕤, 周剑飞, 葛枝华, 等. 贵州某地二叠系宣威组富稀土岩系稀土元素赋存状态研究 [J]. 矿物学报, 2019, 39(4):308-338.

CHEN R, ZHOU J F, GE Z H, et al. Occurrence and leaching experiments of rare earth elements in basalt weathering crust of Weining Area, Western Guizhou Province[J]. Acta

Mineralogical Sinica, 2019,39(4):308-338.

[11] 徐璐, 龚大兴, 胡久刚, 等. 低品位沉积型稀土矿硫酸浸出液的水解除杂研究[J]. 金属材料与冶金工程, 2021, 49(2):35-40.

XU L, GONG D X, HU J G, et al. Study on water removal of impurity from sulfuric acid leaching solution of low grade deposit rare earth ore[J]. Metal Materials and Metallurgy Engineering, 2021,49(2):35-40.

Research Status of Rare Earth Recovery from Sedimentary Rare Earth Ore and Discussion on Beneficiation Test in Northwest Guizhou

Wang Xiaohui, Yan Shiqiang, Liang Youwei, Gong Daxing, Hui Bo, Xu Lu
(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resource, CAGS, Applied Technology Innovation Center of Rare Earth Resources of Chinese Geological Survey, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The rare earth mineral resource occurring in kaolinite clay rocks in northwest Guizhou is a new type of rare earth mineral resources, which belongs to the brand-new "sedimentary rare earth ore". The average thickness of the rare earth deposit is 5.07 m with good continuity. The average grade of rare earth oxides is 0.26%, the highest is 1.6%, and the content of key rare earth elements such as praseodymium, neodymium, terbium and dysprosium is high, and the associated valuable elements such as niobium, gallium, zirconium and scandium are high, which has great development and utilization value. At present, the research on beneficiation of this new rare earth mineral resource is not much. This paper carried out process mineralogical research on this type of rare earth ore and found that the rare earth ore has no independent carrier minerals and the particle size of the ore is very fine. Beneficiation exploration experiment failed to achieve effective enrichment of the rare earth minerals through physical beneficiation, which confirmed the conclusion of process mineralogy research.

Keywords: Sedimentary rare earth; New type; Process mineralogy; Physical beneficiation