

# 工程压覆型稀土资源的开采技术探究

张新光\*

(中铝广西梧州稀土开发有限公司, 广西 梧州 543000)

**摘要:**结合广西贺州境内被2条高速线路(永贺高速公路和贵广高速铁路)压覆的稀土资源的抢救性回收工程实例,探讨了原地浸矿技术对压覆型离子稀土资源开采的实用性和有效性,分析了影响“原地浸矿”和“堆浸”2种稀土资源开采工艺回收率的主要因素,并对其回收工艺进行了优化,探索出了一种绿色的、高效的压覆型稀土资源的开采工艺。

**关键词:**压覆;稀土;回收

**中图分类号:**TD865

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-5876(2016)03-0036-04

## On mining technology of engineering pressure - type rare earth resources

ZHANG Xinguang

(Chinalco Guangxi Wuzhou Tombarthite Exploitation Co. Ltd., Wuzhou 543000, China)

**Abstract:** This paper, combining with rare earth resources overlaid by salvaging recycling projects in two highways of Hezhou Guangxi, that is the Yongzhou - Hezhou Highway and the Guiyang - Guangzhou Highway, discusses the practicability and effectiveness of in - situ leaching technology for exploiting ion - type rare earth resources overlaid by projects. In addition, it also analyzes main factors of impacting mining teaching recovery of two rare earth resources, including “in - situ leaching” and “heap leaching”, optimizes its recovery process, and explores a green and efficient mining technology of rare earth resources overlaid by projects.

**Key words:** compression; rare earth; recycling

鉴于工程压覆稀土资源的普遍性,许多国内外的专家和学者针对工程压覆型稀土资源的回收利用问题开展了大量的研究,并提出了一系列卓有成效的解决方案.计策<sup>[1]</sup>等针对南方地区工程压覆型离子稀土资源进行了研究,提出了“集中堆浸提取”的抢救性回收工艺,探讨了该工艺带来的边坡稳定性和地下水污染等问题及其相关的安全技术措施.方一平<sup>[2]</sup>等针对近年来工程项目中被剥离的稀土资源的回收利用问题、环境问题、矿地关系问题、监管问题和资源浪费等问题进行了探讨,提出了加强稀土资源的开采规划、优化开采工艺、重视环保措施、规范回收利用、加强区域联动、实施大集团战略、完善审批机制和简政放权等建议。

本文结合广西贺州境内的“两高”工程压覆型稀土资源的回收工程实例,试图探索一种切合该区域稀土资源特点的绿色的、高效的抢救性回收工艺。

### 1 “两高”工程压覆的稀土资源概况

永贺高速公路(湖南永州-广西贺州的高速公路)和贵广高速铁路(贵阳-广州的高速铁路)2条线路(以下简称“两高”工程)在广西贺州境内分别穿越了贺州市富川县周家段和钟山县两安段稀土矿区。

收稿日期:2015-11-24

\*通信作者, E-mail: 157225718@qq.com

204 地质队对“两高”工程经过的区域开展了全面的野外地质勘探,其勘探结果表明“两高”工程共压覆了8个稀土矿区(矿块),且这8个矿区(矿块)均为高价值的离子型稀土矿。

经查明,征地范围内被“两高”工程压覆的稀土资源量共3 533 679 t,平均品位0.051 06%,金属(氧化物)量(333)1 804.26 t。矿体的赋存特征:(1)矿体属花岗岩风化壳离子吸附型稀土矿,矿层厚度1.0~16.0 m,平均厚度达5.67 m,矿石结构松散,湿度较大,渗透性强,容易开采;(2)矿体埋藏浅,覆盖层厚度0.30~4.00 m,且部分裸露地表,呈缓倾斜似层状产出,底部为微风化中粗粒角闪花岗岩,岩石的完整性较好,属硬质-半硬质岩石,裂隙发育程度较低,稳定性较好;(3)矿区属低山地貌,海拔标高一般为200~1 100 m,最高峰塘肚山海拔1 361.70 m,区内地形较陡,沟谷深切,植被茂盛,发育羽状水系,易于构建打孔灌药浸取离子型稀土收液系统;(4)所有预查的稀土矿体均保存完整,未进行过任何开采作业。

8个矿区(矿块)的具体分布如图1所示,I,V,VI号矿块位于贵广高铁两安段沿线,被覆盖的稀土资源(333)达249 874 t(稀土金属氧化物总量140.24 t)。被覆盖区域的稀土资源呈缓倾斜似层状产出,地势较陡,地表无水体,地下无富水层,矿石为风化矿石,矿石结构松散、湿度较大、渗透性强,开采技术条件比较简单。

VII, VIII, IX, X, XI号矿块位于永贺高速周家段沿线,被覆盖区域的稀土资源呈缓倾斜似层状产出,地势较陡,地表无水体,地下无富水层,矿石为风化矿石,矿石结构松散、湿度较大、渗透性强,开采技术条件比较简单,且目前这几个矿区(矿块)尚未被开采。



图1 “两高”工程压覆稀土资源的矿块分布

## 2 研究意义

随着国家经济建设的高速发展和城镇化建设的进一步推进,我国南方地区已经或即将大力开展基础设施建设(如高速公路、高速铁路等),而这些区域(如广西、江西、广东、福建等地)广泛赋存着离子型稀土这一宝贵资源,在工程项目的建设过程中,将会不可避免的压覆矿产资源,造成高价值稀土资源大量损失。

稀土资源在国家经济发展的过程中占有重要地位,特别是我国所独有的离子型稀土,它既是发展高新技术的关键元素,也是国防工业中不可替代的稀有原料,在国民经济发展和国家安全战略等方面起到了至关重要的作用。

虽然我国具有丰富的离子型稀土资源的开发利用经验,但是目前国内外仍没有成熟的技术来回收利用工程压覆型离子稀土资源,因此,开展针对工程压覆型离子稀土资源的回收利用问题的研究具有重大理论意义和实践价值。经研究,探索出的适用于工程压覆型离子稀土资源的回收利用工艺将会推广应用到其他地区,甚至还可以解决其他资源的压覆性问题。同时,该项研究还可以最大限度的发挥压覆性资源的价值,发展地方经济;并且在开采总量不变的情况下,可以减少其他离子型稀土资源的开采,从而节约了宝贵的离子型稀土资源,也相对延长了该类资源的可服务年限<sup>[3]</sup>。

若不能合理地回收利用这些被压覆或被剥离的稀土资源,不但会造成宝贵资源的浪费,而且还有可能导致不法分子在工程项目的施工建设过程中非法、非正常地开采、买卖国家的稀土资源,这将会破坏稀土资源的正常开发秩序,也可能埋下严重的安全隐患。

## 3 拟解决的关键问题

为了合理利用宝贵的离子型稀土资源,也为了避免在“两高”项目实施过程中造成稀土资源的无端浪费,同时也为了防止在工程施工过程中出现非法开采和买卖稀土矿等违法行为;2012年初,广西壮族自治区决定对贺州“两高”项目压覆的离子型稀土资源进行抢救性回收。

广西贺州“两高”工程压覆的离子型稀土资源具有自身的特点:一是工程分布的范围广,2路共压覆8个稀土矿区(矿块);二是资源的压覆量大,被压覆的稀土资源量共3 533 679 t,折合金属(氧化物)量

1 804.26 t,价值很高;三是矿物的品位高,平均品位达0.051 06%。在对“两高”工程压覆型稀土资源抢救性回收的过程中,应尽快探索出一种适用于该区域稀土资源回收利用的工艺路线,且该回收工艺必须资源回收率高、回收速度快、适应性强,对环境的破坏性小,同时又不影响工程本身的质量和未来运行的安全,这是本项研究的重点和关键部分。

## 4 开采工艺的优化

### 4.1 开采工艺

根据矿体的赋存条件和产状等因素,结合矿区的地形、地貌等特征,在不破坏矿区自然生态环境,不影响“两高”工程建设和运行的前提下,经研究确定其开采工艺:(1)赋存于地势较陡的山体的矿体采用“原地打孔灌药原地浸提工艺”;(2)赋存于平地或极为平缓的山体的矿体则采用“集中浸提工艺”<sup>[4,5]</sup>。其具体的开采工艺流程图分别如图2和图3所示<sup>[3]</sup>。

根据8个矿区(矿块)的具体情况,其采用的开采工艺:(1)Ⅶ,Ⅷ,Ⅸ,X和Ⅺ号矿体宜采用“原地打孔灌药原地浸提工艺”;(2)Ⅰ,Ⅴ和Ⅵ号矿体宜采用“原地打孔灌药原地浸提”与“集中浸提”相结合的工艺;(3)对于“两高”工程中必须剥离的稀土资源,宜采用“集中浸提工艺”。

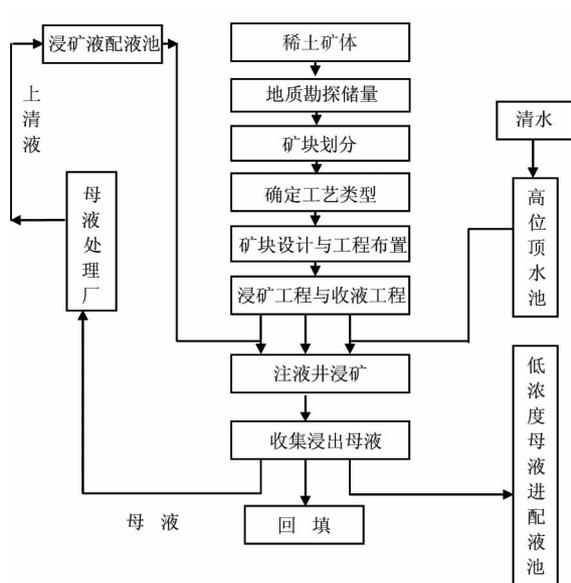


图2 原地浸矿开采工艺流程图

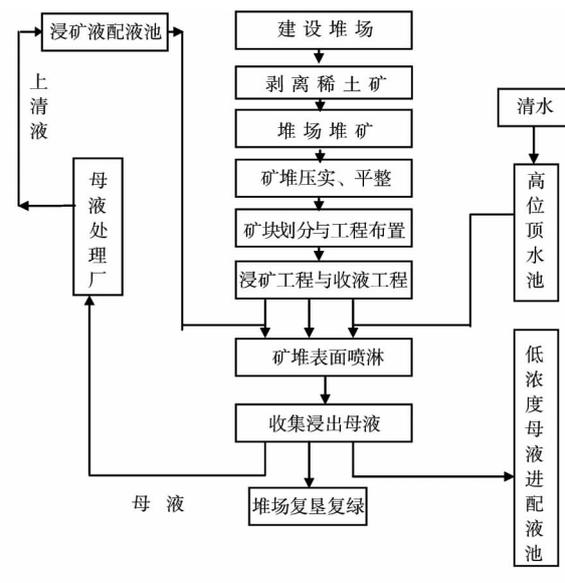


图3 集中堆浸开采工艺流程图

### 4.2 台阶布置和开拓方式

采用台阶开挖的方式开采采用“集中浸提工艺”的稀土矿体。从运输公路旁开始,按10 m台阶高度(分层高度为5 m)分台阶自上而下进行开采,直至露天开采的最低开采标高。

开拓方式为公路开拓+汽车运输的方式,主干公路和分支公路连接采场中的各台阶。

### 4.3 排土场

由于矿区为丘陵、低山地形,所以排土场一般设置在采场附近的山谷或露天采空区;稀土金属的浸提场也设置在矿区附近,并且修筑有矿山公路与其相连,以便于原材料的运输。

### 4.4 浸出母液的处理

首先,向浸出的母液中加入除杂剂“碳酸氢铵”以除去其中的杂质;然后,加入沉淀剂“碳酸氢铵或草酸”,使水相转变为有机相沉淀。混合稀土“碳酸盐稀土或草酸盐稀土”池中的上清液(废水)添加硫酸铵或氯化钠调整PH值后可作为“浸矿剂”循环使用;碳酸盐稀土或草酸盐稀土经压滤机压干、烘干机烘干后可获得混合稀土氧化物<sup>[2,6-10]</sup>。

### 4.5 回收的资源量

根据“两高”工程压覆稀土资源的储量估计,本项研究可抢救性回收“两高”沿线稀土资源2 120 207.4 t(稀土金属氧化物总量1 082.58 t),平均品位( $\Sigma$ REO)为0.051 06%。

设计回收该区域稀土资源的年限为2年,设计年采出稀土矿1 060 103.7 t. 因为被压覆的稀土资源为分散的8个矿区(矿块),所以可以根据开采技术条件和实际工程进度统筹安排,在保证安全和不影响“两高”工程建设及运行的前提下,尽可能实现多个矿体同步开采,提高资源开采效率,提前完成该区域内压覆型离子稀土的抢救性回收.

## 5 结论

1) 工程压覆稀土资源具有普遍性和独特性. 为避免在工程项目的建设过程中造成高价值稀土资源大量损失,所采取的稀土开采工艺必须满足资源回收率高、回收速度快、适应性强、对环境的破坏性小,同时又不影响工程本身的质量和未来运行的安全等要求.

2) 根据广西贺州境内“两高”工程压覆型稀土资源抢救性回收的工程特点,确定其开采工艺为“原地浸矿”和“堆浸”2种工艺相结合的方式,具体为(1)赋存于地势较陡的山体的矿体采用“原地打孔灌药原地浸提工艺”;(2)赋存于平地或极为平缓的山体的矿体则采用“集中浸提工艺”. 该开采工艺流程经过优化后具有很强的操作性,在项目实施的过程中取得了良好的效果.

3) “两高”工程压覆型稀土资源绿色高效回收项目的实施,可抢救性回收稀土资源2 120 207.4 t,具有非常好的社会和经济价值. 该项目探索出了一种高效可靠的压覆型离子稀土资源的回收工艺,形成了“两高”工程压覆型稀土矿体抢救性回收的经典模式,可为国内外类似的工程项目提供宝贵的参考依据和工程经验.

## 参考文献:

- [1] 计策,秦东. 关于广西工程建设项目压覆稀土矿资源抢救性保护开采的探讨[J]. 大众科技,2015,17(6):39-40.
- [2] 方一平,张福良,陶银龙,等. 工程建设项目剥离的稀土综合回收利用问题探究[J]. 中国矿业,2013,22(12):60-63.
- [3] 黄礼煌. 稀土提取技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2013.
- [4] 杜雯. 对赣南离子型稀土开发环境保护问题的几点思考[J]. 江西省有色金属,2002,16(4):3-5.
- [5] 吴爱祥,尹升华,李建锋. 离子型稀土矿原地溶浸溶浸液渗流规律的影响因素[J]. 中南大学学报(自然科学版),2005,36(3):506-510.
- [6] 池汝安. 风化壳淋积型稀土矿化工冶金[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [7] 邵亿生. 离子型稀土地浸矿新工艺研究[M]. 北京:冶金工业出版社,2000.
- [8] 赖兆添,姚渝州. 浅谈加强离子型稀土资源的保护与合理开发[J]. 稀土信息,2003(12):15-17.
- [9] 余永富. 我国稀土矿选矿技术及其发展[J]. 中国矿业大学学报,2001,30(6):537-542.
- [10] 肖智政,汤沟忠,王新民. 底板深潜式离子型稀土矿原地浸析采矿试验研究(一)[J]. 化工矿物与加工,2003,32(11):16-18.