

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018 年 6 月 7 日 (07.06.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/098845 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**C22B 59/00** (2006.01) **C22B 3/26** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/109294

(22) 国际申请日: 2016 年 12 月 9 日 (09.12.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201611069486.X 2016 年 11 月 29 日 (29.11.2016) CN

(71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。

(72) 发明人: 许兴亮(XU, Xingliang); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。 李俊生(LI, Junsheng); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 孙大增(SUN, Dazeng); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 田素川(TIAN, Suchuan); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 刘忠堂(LIU, Zhongtang); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 王东杰(WANG, Dongjie); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 刘青鑫(LIU, Qingxin); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 宋志坚(SONG, Zhijian); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。 俞庆彬(YU, Qingbin); 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221118 (CN)。

(54) Title: ROTARY JET-GROUTING MODULAR RARE-EARTH MINING PROCESS

(54) 发明名称: 一种旋喷模块式稀土采矿方法

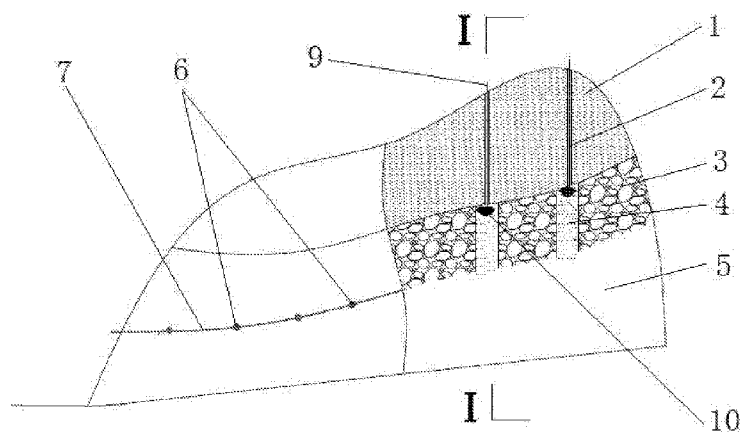


图 1

(57) Abstract: A rotary jet-grouting modular rare-earth mining process. First, the distribution of rare-earth mineral deposits and the thickness of the mineral deposits in a mountain are ascertained, and a liquor collecting pipe network is arranged at the junction of the bottom of a rich deposit and a poor deposit to collect a leaching mother liquor; a mining unit module deploys a jet flow drill hole (2) in the mountain extending to the bottom of the rich deposit (3), and starts crushing and pulpifying the mineral from the bottom of the rich deposit (3) using a high-pressure liquor-extracting jet flow, and gradually lifting a drill bit (9) to the top of the rich deposit (3) to form a cylindrical slurry rare-earth mineral (4); then, by performing agitation and leaching on the slurry mineral by up-and-down movements of a disk-shaped high-pressure jet flow ring (10), the mother liquor aggregates into a liquor collecting manifold (7) via the lower liquor



WO 2018/098845 A1

(CN)。马晓健(MA, Xiaojian); 中国江苏省徐州市泉山区大学路1号, Jiangsu 221118 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

collecting pipe network, to complete the collection of the mother liquor. The rotary jet-grouting modular rare-earth mining process can realize modular mining of minerals, increase the recycling concentration of a mother liquor and reduce the amount of extract liquor used, and effectively ensure the efficient recycling of resources.

(57) 摘要: 一种旋喷模块式稀土采矿方法, 先探明山体稀土矿层的分布及矿层的厚度, 在富矿底层与贫矿的交界处布置集液管网收集浸析母液; 开采单元模块山体上布置射流钻孔(2)到富矿层(3)底部, 利用高压萃取液射流从富矿层(3)底部开始破碎、浆化矿体, 逐渐提升钻头(9)直到富矿层(3)顶部, 形成圆柱状泥浆质稀土矿体(4); 再通过圆盘状高压射流环(10)上下移动对泥浆态的矿体搅拌、浸析, 母液经下部集液管网汇入集液总管(7), 完成母液收集。旋喷模块式稀土采矿方法能做到矿体模块化开采, 提高了母液的回收浓度并减少萃取液的使用量, 有效保障了资源高效回收。

## 一种旋喷模块式稀土采矿方法

### 技术领域

本发明涉及一种离子吸附型稀土矿的开采方法，尤其是一种旋喷模块式稀土采矿方法。

### 背景技术

中国是世界上稀土资源最丰富的国家，素有“稀土王国”之称，南方以重稀土为主，北方以轻稀土为主。我国稀土矿产不仅储量大，而且品种多、质量好，矿床类型独特。

离子吸附型稀土矿，又称风化壳淋积型稀土矿，它是以“离子相”矿物形态存在，被吸附于“载体”矿物表面上的稀土矿物，稀土矿物中的稀土绝大部分以阳离子状态存在，而被吸附在某矿物载体上，如吸附在高岭石、白云母等铝硅酸盐矿物或氟碳酸盐矿物上。离子吸附型稀土矿是由“离子吸附型稀土矿物”构成的矿体，而南方稀土矿基本属离子吸附型稀土矿。

目前，离子吸附型稀土矿的开采方法基本都采用传统的原地浸析采矿法，是在不破坏矿体地表植被、不剥离表土、不开挖与搬运矿石的情况下，在矿体上直接布置井网，利用一系列的浅井（槽）将能交换稀土离子的电解质溶液注入矿体中，使其与稀土离子发生交解作用，然后等待收集母液，其采场收液系统基本采用山脚收液沟进行收集，母液在矿体内部的扩散情况难以控制。

现有的原地浸析采矿法，存在以下不足：

a、因山体结构的原因，山体内各部分的渗透系数的不均匀性，在同一时间内同一方法注液，渗透系数小的地方溶液渗入较少，大部分溶液都沿着

山体渗透系数大的土层渗透。为了达到浸出渗透系数小的土层的稀土就必须注入大量的溶液及处理后的废水，这样渗透系数大的地方造成溶液及处理后的废水过剩。

b、在一定时间内，正离子的吸附量与时间成正比，时间越长，吸附正离子越多，当矿层厚度的超过一定的厚度，或土层的渗透系数很小时，从注液孔注入溶液渗入到矿层的底部的坑道，需要很长的时间，这样造成坑道上面的土层离子大量吸附，要完全浸析底层矿层，就需要大量注入溶液，这样导致水的用量增加，而水的用量增加又导致流入坑道中的稀土溶液中稀土品位就较低，以致生产成本较大。

c、由于溶液扩散的优势取向，从注液孔注入的大量溶液沿着裂隙较大阻力较少的途径从山顶到达山脚的集液系统，浸析后期容易在矿体内部形成固有的大裂隙溶液流动通道，浸析效果大大降低，这也是某些稀土矿在通过浸出母液浓度判断该稀土矿开采结束，但在一段时间后重新浸析仍然会得到较高品味的母液的原因，即初次开采结束后矿体内部的裂隙结构发生变化，溶液重新扩散过程中浸析了上次开采过程中的裂隙盲区导致的。

因此，现有的原地浸析采矿法对矿体是否浸析完全的标准难以界定，对资源的难以形成系统性回收，生产过程比较粗放，对资源的回收率较低，形成的低母液浓度给提取过程造成了较大的难度。

## 发明内容

为了克服现有技术中萃取液在矿体中渗流方向不受控制，局部矿体难以浸析的不足，本发明提供一种旋喷模块式稀土采矿方法，该采矿方法为系统模块化稀土浸出开采技术，能够提高母液的回收浓度和减少萃取液的使用

量，对稀土资源模块化系统性高效回收。

本发明解决其技术问题采用的技术方案是：

包括以下步骤：1) 探明矿层：探明山体稀土矿层的分布及矿层的厚度；2) 在矿山顶部对矿体进行网格单元模块划分，形成若干个开采单元模块；3) 在每个开采单元模块的山体上面布置射流钻孔，射流钻孔的深度由表土层直至富矿层底部；4) 在富矿层底部与贫矿层的交界处，按照矿脉的走向布置钻孔，形成多个母液收集通道，每个母液收集通道在若干个开采单元模块下方与其射流钻孔连通；5) 在山体外布置集液总管：集液总管位于母液收集通道的端口下方沿山体倾斜布置，集液总管连接所有集液管的端口并流向山脚；6) 在母液收集通道内设置集液管，集液管每间隔一段距离在周向上设有一圈小孔，小孔处用麻布包 3-4 层，集液管的一端密封并深入母液收集通道底部，集液管的另一端连接集液总管，并将母液收集通道与集液管之间在朝向集液总管的一端用粘土填实封口；7) 将水力破岩钻头送入射流钻孔距离孔底 0.4m 处，输入高压萃取液，水力破岩钻头高速转动切割周围稀土矿体，逐渐提升水力破岩钻头直到富矿层顶部，在射流钻孔内形成圆柱状泥浆质稀土矿体，再上下移动水力破岩钻头对泥浆质稀土矿体搅拌、浸析后成为待收集的母液，母液经下部的母液收集通道及集液管汇入集液总管完成收集。

相比现有的原地浸析采矿法，本发明的一种旋喷模块式稀土采矿方法，利用开采单元模块来划分稀土矿体，对稀土矿体进行网格模块划分，能够防止萃取液在稀土矿体中沿大裂隙无效流动，大大提高矿体中稀土离子的回收率；进而，在开采单元模块内钻取射流钻孔，射流钻孔深入富矿层底部，将

萃取液以高压射流的方式作用到射流钻孔内部的稀土矿体，从富矿层底部开始破碎、浆化矿体，通过逐渐提升钻头直到富矿层顶部，形成圆柱状泥浆质稀土矿体，再通过上下移动钻头后通过萃取液形成的圆盘状高压射流环对泥浆态的矿体搅拌、浸析，得到最终的母液，此母液为泥浆质稀土矿体和高压萃取液的混合，矿物颗粒小，矿物萃取表面积大，因此比现有的电解质溶液离子置换得到的液态的母液萃取效率高，能够系统性高效逐步地回收资源；泥浆质矿体浸析提高了母液浓度，可大幅度提高稀土产量，母液中含的稀土品位也较高；并且由于上述母液形成的过程是直接采用萃取液形成高压水射流切割矿体，同时通过射流钻头的上下移动搅拌、浆化、萃取稀土矿物，浸析速度快，减少了萃取溶液的使用量，加快了开采速度；母液经下部集液管汇入集液总管，完成母液收集，实施过程中可以根据集液管的出液浓度调整萃取液的注液量，界定开采单元矿体是否萃取充分，从而控制了萃取液的无效流动和盲目的注液，做到了萃取液用量能根据设计要求及时控制；综上所述本发明能大幅降低每吨稀土产品所需用电量、人工费用及原材料用量，经济效益显著。

## 附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

图 1 是本发明一实施例萃取母液过程的示意图；

图 2 是图 1 中 I 处的剖视图，为单个开采单元模块的结构示意；

图中，1、表土层，2、射流钻孔，3、富矿层，4、泥浆质稀土矿体，5、贫矿层，6、集液管，7、集液总管，8、注液总管，9、水力破岩钻头，10、圆盘状高压射流环，11、萃取液支管，12、小孔，13、母液收集通道，14、

粘土，15、麻布。

## 具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明的保护范围。

图 1 和图 2 示出了本发明一个较佳的实施例的结构示意图，图中的一种旋喷模块式稀土采矿方法，包括以下步骤：

- 1) 探明矿层：探明山体稀土矿层的分布及矿层的厚度；
- 2) 为防止萃取液在稀土矿体中沿大裂隙无效流动，提高矿体中稀土离子的回收率，在矿山顶部对矿体进行网格单元模块划分，形成若干个开采单元模块；
- 3) 在每个开采单元模块的山体上面布置射流钻孔 2，射流钻孔 2 的深度由表土层 1 直至富矿层 3 底部；
- 4) 在富矿层 3 底部与贫矿层 5 的交界处，按照矿脉的走向布置钻孔，形成多个母液收集通道 13，每个母液收集通道 13 在若干个开采单元模块下方与其射流钻孔 2 连通；
- 5) 在山体外布置集液总管 7：集液总管 7 位于母液收集通道 13 的端口下方沿山体倾斜布置，集液总管 7 连接所有集液管 6 的端口并流向山脚；
- 6) 在母液收集通道 13 内设置集液管 6，集液管 6 每间隔一段距离在周向上设有一圈小孔 12，小孔 12 处用麻布 15 包 3-4 层，起到初步过滤母液的

作用，集液管 6 的一端密封并深入母液收集通道 13 底部，集液管 6 一端密封的目的是防止大量泥浆涌入集液管 6 中，集液管 6 的另一端连接集液总管 7，并将母液收集通道 13 与集液管 6 之间在朝向集液总管 7 的一端用粘土 14 填实封口；这样母液从开采单元模块的射流钻孔 2 进入母液收集通道 13 后，再透过集液管 6 上的小孔 12 进入集液管 6，之后集液管 6 中的母液流入集液总管 7；

7) 将水力破岩钻头 9 送入射流钻孔 2 距离孔底 0.4m 处，调整水力破岩钻头 9 方向，使其产生的切割平面为水平方向，确认钻头和钻杆密闭后，输入高压萃取液，水力破岩钻头 9 高速转动，由其喷射出的圆盘状高压射流环 10 切割周围稀土矿体，逐渐提升水力破岩钻头 9 直到富矿层 3 顶部，在射流钻孔 2 内形成半径可达 1.0~1.5m 的圆柱状泥浆质稀土矿体 4，圆柱状泥浆质稀土矿体 4 的半径可通过射流压力调整，再上下移动水力破岩钻头 9，在圆盘状高压射流环 10 作用下重复搅拌、萃取泥浆质稀土矿体 4 完成矿体水力破碎、搅拌浆化稀土的工序，对泥浆质稀土矿体 4 搅拌、浸析后成为待收集的母液，母液经下部的母液收集通道 13 及集液管 6 汇入集液总管 7 完成收集。

本发明上述实施例中的射流钻孔 2 和母液收集通道 13 的钻取顺序可以互换，只要满足其相对位置关系即可。

本发明萃取过程（即母液形成的过程）可以通过监测开采单元模块矿体下部集液管 6 的母液收集浓度，判定开采单元否浸析完全，浸析结束后撤除对应的萃取液支管 11、钻杆、钻头等设备。

步骤 2) 中所述开采单元模块的面积为  $10\text{ m}^2$ ~ $20\text{ m}^2$ ，具体根据矿体的裂



隙和渗流特性、射流压力和矿体的强度灵活设定。

步骤3)中所述射流钻孔2设置在开采单元模块的山体中央,射流钻孔2直径不少于32mm,具体可按照射流钻杆参数灵活调整,钻取射流钻孔2的深度具体地可以依据钻孔所出矿物颗粒的稀土富集程度界定,钻孔可以采用便携式背包钻机或地质钻机。

步骤6)中母液收集通道13是设计在富矿层3底部与贫矿层5的交界处,具体为:按照矿脉的走向用地质钻机在山体内钻孔形成母液收集通道13,钻孔方向应带有一定的上倾角,方便母液的自流,孔深根据实际情况灵活调整,母液收集通道13的直径为75mm,相邻母液收集通道13的间隔为4m;所述集液管6的直径为40mm,在集液管6上每间隔0.1m设置一圈小孔12;其中,母液收集通道13与集液管6之间在朝向集液总管7一端所填实的粘土14的长度通常设为1m。

通常,实施例中步骤7)中所述高压萃取液可以通过萃取液支管11输入水力破岩钻头9的射流钻杆,萃取液支管11位于射流钻孔2的上方外部,萃取液支管11连通至注液总管8,用来补充萃取液。

本实施例,还可以在所述集液管6的下方还设置有防渗层。防渗层的作用:主要是防止母液继续向下渗透,不利于母液的收集,如果集液管6下面2m左右范围内有不透水岩层可以不设置防渗层;如果没有邻近不透水岩层可以采用水泥注浆形成防渗壳、注高压水提高地下水位等作为防渗层。

本发明能使每吨稀土产品所需用电量、人工费用及原材料用量大幅下降,优点表现如下:

(1) 利用开采单元模块划分稀土矿体,开采单元模块内用高压射流将

稀土矿体形成圆柱状泥浆质，系统性高效逐步回收资源；

(2) 母液浓度的提高将大幅度提高稀土产量，泥浆质矿体浸析提高了母液浓度，集液总管 7 流出的稀土溶液含稀土品位较高；浸析速度快，减少了溶液的使用量加快了开采速度；

(3) 直接采用萃取液形成高压水射流切割矿体，同时可以通过射流钻头的上下移动搅拌、浆化、萃取稀土矿物；

(4) 实施过程中可以根据集液管 6 的出液浓度调整萃取液的注液量，界定开采单元模块的矿体是否萃取充分，控制了萃取液的无效流动和盲目的注液，用量能根据设计要求及时控制；

(5) 开采结束后可适当对矿体内部进行充填或者胶结，实现了矿山生态环境和地下水资源的恢复，防止山体塌陷滑坡，保护了生态环境。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明做任何形式上的限制，凡是依据本发明的技术实质，对以上实施例所作出任何简单修改和同等变化，均落入本发明的保护范围之内。

1. 一种旋喷模块式稀土采矿方法，包括以下步骤：

1) 探明矿层：探明山体稀土矿层的分布及矿层的厚度；

2) 在矿山顶部对矿体进行网格单元模块划分，形成若干个开采单元模块；

3) 在每个开采单元模块的山体上面布置射流钻孔（2），射流钻孔（2）的深度由表土层（1）直至富矿层（3）底部；

4) 在富矿层（3）底部与贫矿层（5）的交界处，按照矿脉的走向布置钻孔，形成多个母液收集通道（13），每个母液收集通道（13）在若干个开采单元模块下方与其射流钻孔（2）连通；

5) 在山体外布置集液总管（7）：集液总管（7）位于母液收集通道（13）的端口下方沿山体倾斜布置，集液总管（7）连接所有集液管（6）的端口并流向山脚；

6) 在母液收集通道（13）内设置集液管（6），集液管（6）每间隔一段距离在周向上设有一圈小孔（12），小孔（12）处用麻布（15）包 3-4 层，集液管（6）的一端密封并深入母液收集通道（13）底部，集液管（6）的另一端连接集液总管（7），并将母液收集通道（13）与集液管（6）之间在朝向集液总管（7）的一端用粘土（14）填实封口；

7) 将水力破岩钻头（9）送入射流钻孔（2）距离孔底 0.4m 处，输入高压萃取液，水力破岩钻头（9）高速转动切割周围稀土矿体，逐渐提升水力破岩钻头（9）直到富矿层（3）顶部，在射流钻孔（2）内形成圆柱状泥浆质稀土矿体（4），再上下移动水力破岩钻头（9）对泥浆质稀土矿体（4）搅拌、浸析后成为待收集的母液，母液经下部的母液收集通道（13）及集液管

(6) 汇入集液总管 (7) 完成收集。

2. 根据权利要求 1 所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 所述开采单元模块的面积为  $10\text{ m}^2$ - $20\text{ m}^2$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 所述射流钻孔 (2) 设置在开采单元模块的山体中央, 射流钻孔 (2) 的直径不少于 32mm。

4. 根据权利要求 1 所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 所述母液收集通道 (13) 的直径为 75mm, 相邻母液收集通道 (13) 的间隔为 4m。

5. 根据权利要求 4 所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 所述集液管 (6) 的直径为 40mm, 在集液管 (6) 上每间隔 0.1m 设置一圈小孔 (12)。

6. 根据权利要求 1 所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 所述母液收集通道 (13) 与集液管 (6) 之间在朝向集液总管 (7) 一端所填实的粘土 (14) 的长度为 1m。

7. 根据权利要求 1 至 6 任一项所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 所述高压萃取液通过萃取液支管 (11) 输入水力破岩钻头 (9) 的射流钻杆, 萃取液支管 (11) 位于射流钻孔 (2) 的上方外部, 萃取液支管 (11) 连通至注液总管 (8)。

8. 根据权利要求 1 至 6 任一项所述的一种旋喷模块式稀土采矿方法, 其特征是: 在所述集液管 (6) 的下方还设置有防渗层。

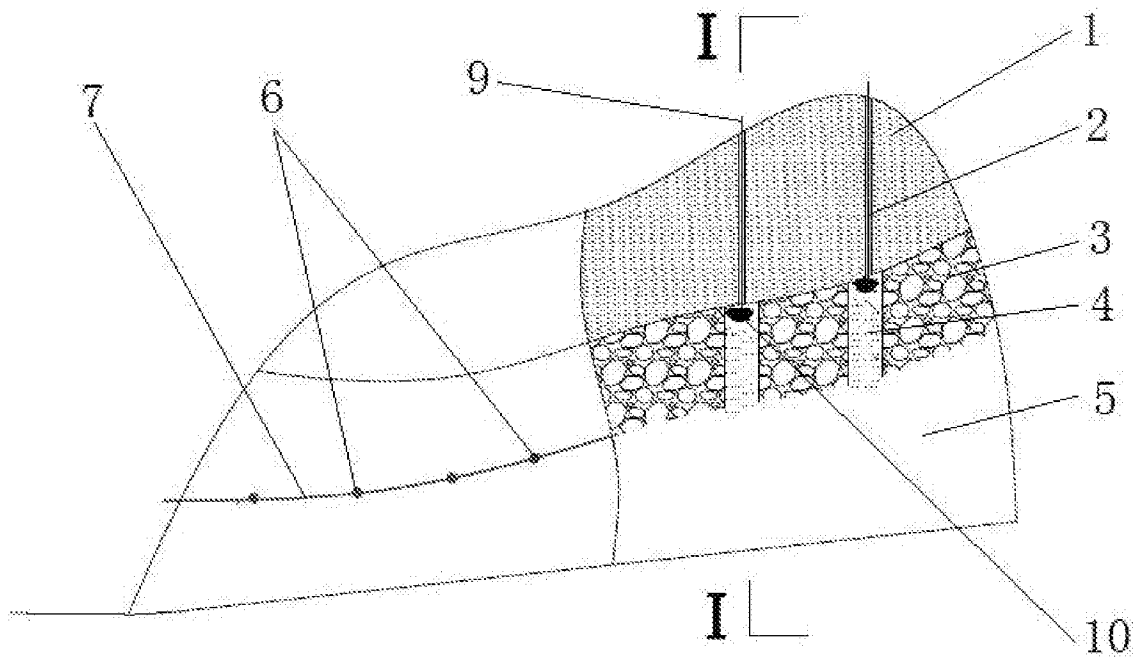


图 1

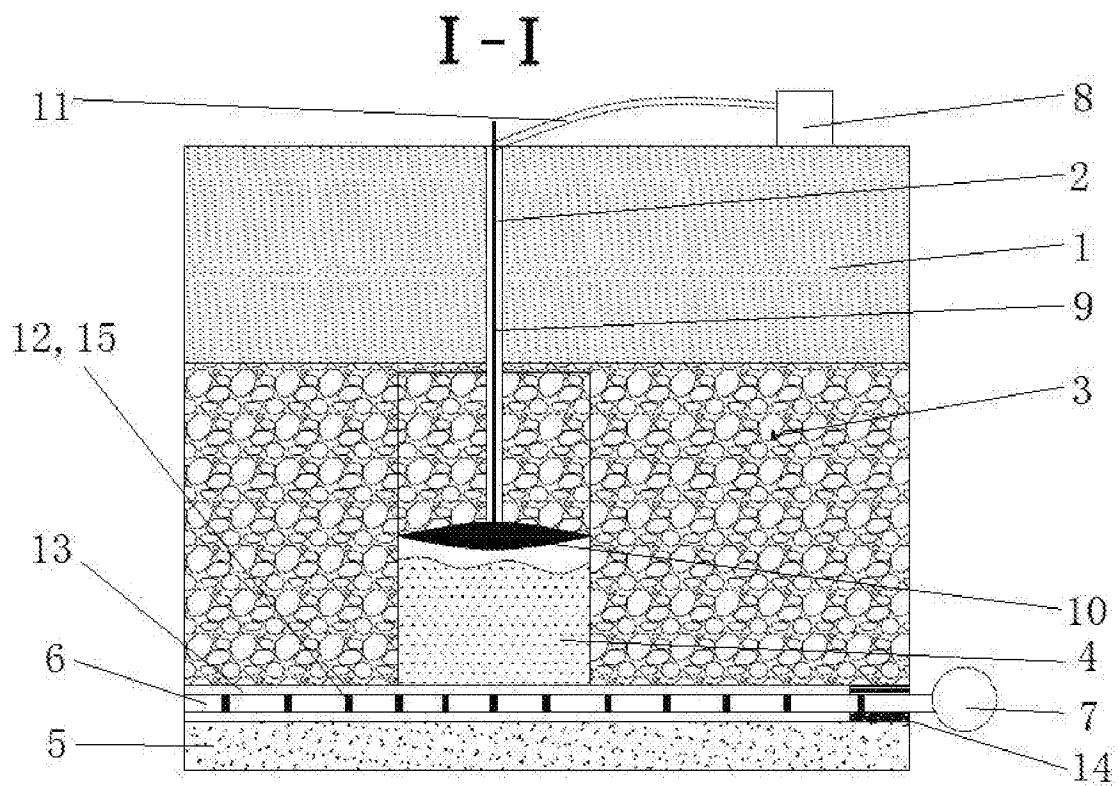


图 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2016/109294

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B 59/00 (2006.01) i; C22B 3/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22B; E21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 稀土, 采矿, 模块, 网格, 钻孔, 通道, 层, 母液, 溶液, 收集; rare-earth, mine, module, grid, drill, bore, channel, layer, liquid, fluid, collect

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 1847615 A (LIN, Jiangying), 18 October 2006 (18.10.2006), description, pages 2-5, figures 1-3                                  | 1-8                   |
| A         | CN 105132681 A (SICHUAN GOTONE GEOTECHNICAL TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 09 December 2015 (09.12.2015), the whole document       | 1-8                   |
| A         | CN 104711420 A (WUHAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 17 June 2015 (17.06.2015), the whole document                                     | 1-8                   |
| A         | US 6086289 A (MUELLER INDUSTRIES INC.), 11 July 2000 (11.07.2000), the whole document                                             | 1-8                   |
| A         | CN 102787236 A (JIANGXI RARE EARTH AND RARE METALS TUNGSTEN GROUP CORPORATION), 21 November 2012 (21.11.2012), the whole document | 1-8                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            | “&” document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>11 July 2017                                                                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br>24 July 2017 |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br>LIU, Qihui<br>Telephone No. (86-10) 62413016 |

International application No.  
PCT/CN2016/109294

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/109294

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            |                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>A. 主题的分类</b><br>C22B 59/00(2006.01)i; C22B 3/26(2006.01)i<br><br>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                            |                                             |
| <b>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)<br>C22B; E21C<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))<br>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 稀土, 采矿, 模块, 网格, 钻孔, 通道, 层, 母液, 溶液, 收集; rare-earth, mine, module, grid, drill, bore, channel, layer, liquid, fluid, collect                                                                                                         |                                                                            |                                             |
| <b>C. 相关文件</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |                                             |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                          | 相关的权利要求                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 1847615 A (林江颖) 2006年 10月 18日 (2006 - 10 - 18)<br>说明书第2-5页, 图1-3        | 1-8                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 105132681 A (四川共拓岩土科技股份有限公司等) 2015年 12月 9日 (2015 - 12 - 09)<br>全文       | 1-8                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 104711420 A (武汉大学) 2015年 6月 17日 (2015 - 06 - 17)<br>全文                  | 1-8                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | US 6086289 A (MUELLER INDUSTRIES INC.) 2000年 7月 11日 (2000 - 07 - 11)<br>全文 | 1-8                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CN 102787236 A (江西稀有金属钨业控股集团有限公司) 2012年 11月 21日 (2012 - 11 - 21)<br>全文     | 1-8                                         |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                            |                                             |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件<br>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件<br>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性<br>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性<br>“&” 同族专利的文件 |                                                                            |                                             |
| 国际检索实际完成的日期<br><br>2017年 7月 11日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2017年 7月 24日              |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br><br>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br><br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                            | 受权官员<br><br>刘秋会<br><br>电话号码 (86-10)62413016 |



国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/109294

| 检索报告引用的专利文件 |           |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|---|----------------|------|----------------|
| CN          | 1847615   | A | 2006年 10月 18日  | 无    |                |
| CN          | 105132681 | A | 2015年 12月 9日   | 无    |                |
| CN          | 104711420 | A | 2015年 6月 17日   | 无    |                |
| US          | 6086289   | A | 2000年 7月 11日   | 无    |                |
| CN          | 102787236 | A | 2012年 11月 21日  | 无    |                |