

(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
2020 年 11 月 5 日 (05.11.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/220586 A1

- (51) 国际专利分类号:
B03D 1/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/109885
- (22) 国际申请日: 2019 年 10 月 8 日 (08.10.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910354542.1 2019 年 4 月 29 日 (29.04.2019) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 张海军 (ZHANG, Haijun); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu

221116 (CN)。刘炯天 (LIU, Jiongtian); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。闫小康 (YAN, Xiaokang); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。王利军 (WANG, Lijun); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。刘清侠 (LIU, Qingxia); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。李小兵 (LI, Xiaobing); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。李丹龙 (LI, Danlong); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。李鑫 (LI, Xin); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京正联知识产权代理有限公司 (NANJING ZHENGLIAN INTELLECTUAL

(54) Title: MIXTURE SEPARATION SYSTEM AND METHOD EMPLOYING FLUID ENHANCEMENT

(54) 发明名称: 一种基于流体强化的混合分离系统及方法

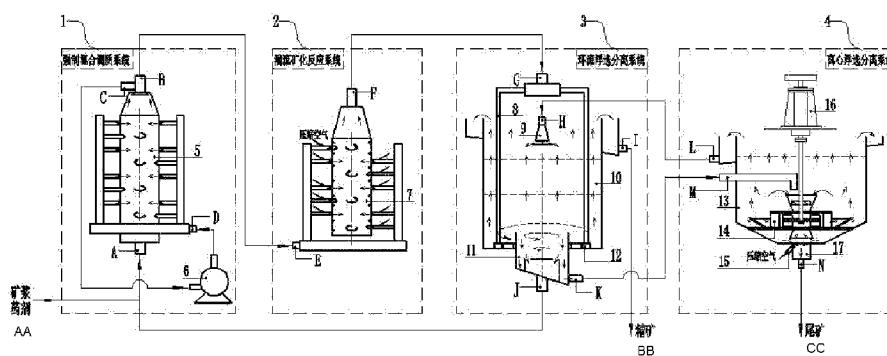


图 1

- 1 Forced mixture conditioning system
- 2 Turbulence mineralization system
- 3 Cyclone flotation separation system
- 4 Centrifugal flotation separation system
- AA Ore pulp reagent
- BB Concentrate
- CC Tailing

(57) Abstract: A mixture separation system and method employing fluid enhancement, applicable to mineral separation. The system comprises a forced mixture conditioning system (1), a turbulence mineralization system (2), a cyclone flotation separation system (3), and a centrifugal flotation separation system (4). A circulating ore pulp outlet (C) of the forced mixture conditioning system (1) is connected to a forced mixture conditioning distribution tank inlet (D) by means of a circulating pump (6) and a pipeline, and is also connected to the turbulence mineralization system (2) by means of a pipeline. The turbulence mineralization system (2) is connected to the cyclone flotation separation system (3) by means of a pipeline. The bottom of the cyclone flotation separation system (3) is connected to a forced mixture conditioner (5) by means of a pipeline. The cyclone flotation separation system (3) is connected to the centrifugal flotation separation system (4) by means of a pipeline. The centrifugal flotation separation system (4) is connected to the

PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省
南京市汉中门大街一号金鹰汉中新城
27层, Jiangsu 210029 (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, JO, 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))。
- s1

cyclone flotation separation system (3) by means of a pipeline. The invention has simple steps and is effective. The structure of a mixture separation apparatus and a fluid flowing process for mixture separation are reasonably designed, and local ore pulp circulation and system ore pulp circulation are also reasonably designed, thereby improving the efficiency and effectiveness of mixture separation of mineral particles having poor flotation.

(57) 摘要: 一种基于流体强化的混合分离系统及方法, 适用于矿物质分离使用。它包括强制混合调质系统(1)、湍流矿化反应系统(2)、环流浮选分离系统(3)和离心浮选分离系统(4); 其中强制混合调质系统(1)的循环矿浆出口(C)通过循环泵(6)与强制混合调质器分配槽入口(D)管路连接, 还通过管路与湍流矿化反应系统(2)相连接, 湍流矿化反应系统(2)通过管路与环流浮选分离系统(3)相连接, 环流浮选分离系统(3)底部通过管路与强制混合调质器(5)相连接, 环流浮选分离系统(3)通过管路与离心浮选分离系统(4)相连接, 离心浮选分离系统(4)通过管路与环流浮选分离系统(3)相连接。其步骤简单, 使用效果好, 通过混合分离装置结构和混合分离流体流动过程的合理设计, 以及局部矿浆循环和系统矿浆循环的合理设计, 提高了对难浮矿物颗粒的混合分离效率和能力。

一种基于流体强化的混合分离系统及方法

技术领域

本发明涉及一种基于流体强化的混合分离系统及方法，尤其适用于煤矿加工中对矿物颗粒或煤泥分离使用的基于流体强化的混合分离系统及方法。

背景技术

矿物浮选过程是一个典型的流程性工艺，涉及颗粒与药剂的吸附、颗粒与气泡的矿化以及矿化气泡的分离等过程，其本质是一个混合分离过程，流体的作用始终贯穿其中。随着矿石贫化及其分选尺度细化，除工艺与药剂外，选矿过程（或流体动力学过程）的影响日益显现。浮选需要加药的同时，还需要能量输入。矿石越难选，粒度越细，需要的能量就越大，这就要求随着分选过程持续能量注入得到不断加强，但目前尚缺乏从流体流动角度系统强化矿物混合分离过程的研究及相关技术，如颗粒、药剂、气泡对流体环境的响应机制，不同流体环境下颗粒、气泡、药剂之间的相互作用等，具体涉及传统的浮选前调浆过程、浮选矿化过程、浮选分离过程等。因此，亟需从流体流动角度，系统构建基于流体适配的混合分离过程，以强化对矿物颗粒（或煤泥）的分选效率与能力。

发明内容

技术问题：针对上述技术问题，提供一种结构简单，分选效果好的基于流体强化的混合分离系统及方法。

技术方案：为实现上述技术目的，本发明的基于流体强化的混合分离系统，包括强制混合调质系统、湍流矿化反应系统、环流浮选分离系统和离心浮选分离系统，所述强制混合调质系统包括强制混合调质器和循环泵，强制混合调质器为筒形结构，筒体周边设置有多个喷射撞击管和多个喷射错流管，筒体上部循环矿浆出口经循环泵用管路接入分配槽入口，分配槽与喷射撞击管和喷射错流管之间用管路连接，筒体上部调质矿浆出口通过管道接入湍流矿化反应器；所述湍流矿化反应系统包括筒形结构的湍流矿化反应器，筒周边设置有多个错流预矿化管、多个撞击流预矿化管、多个第一微泡发生器，筒内部设置有涡流发生器，湍流矿化反应器通过管道与环流浮选分离器相连；所述环流浮选分离系统包括筒形结构的环流浮选分离器，设置有喷射分流器、给料器、矿浆分配器和环流发生器，环流浮选分离器的中矿出口通过管路接入强制混合调质器的给料口，环流浮选分离器的泡沫槽出口通过管路接入离心浮选分离器；所述离心浮选分离系统包括筒形结构的离心浮选分离器，设置有搅拌传动机构、强制循环离心矿化发生器、气体分散箱，气体分散箱上设置有第二微泡发生器，离心浮选分离器的泡沫出口与环流浮选分离器的给料器通过管道相连。

本发明基于流体强化的混合分离系统，其特征在于：它包括通过管路连接的强制混合调质系统设有、湍流矿化反应系统设有、环流浮选分离系统设有和离心浮选分离系统设有，其中强制混合调质系统设有的循环矿浆出口通过循环泵设有与强制混合调质器分配槽入口管路连接，调质矿浆出口通过管路与湍流

矿化反应系统设有的湍流矿化反应器进料口相连接，湍流矿化反应系统设有的湍流矿化反应器出料口通过管路与环流浮选分离系统设有的喷射分流器进料口相连接，环流浮选分离系统设有底部的中矿出口通过管路与强制混合调质器给料口相连接，环流浮选分离系统设有的环流浮选分离器尾矿出口通过管路与离心浮选分离系统设有的离心浮选分离器进料口相连接，离心浮选分离系统设有的离心浮选分离器泡沫出口通过管路与环流浮选分离系统设有的湍流矿化反应器进料口相连接；

所述强制混合调质系统设有包括圆柱状的强制混合调质器设有，调质矿浆出口和循环矿浆出口分别设置在强制混合调质器设有顶部，强制混合调质器设有外侧设有矿浆分散器，矿浆分散器上围绕强制混合调质器设有多根分散管路，分散管路与强制混合调质器设有之间设有多支喷射管用以将矿浆喷射入强制混合调质器设有，并使矿浆在强制混合调质器设有内产生剪切力从而加强矿浆的矿化效果；

所述湍流矿化反应系统设有包括圆柱状的湍流矿化反应器设有，湍流矿化反应器出料口设置在湍流矿化反应器设有顶部，湍流矿化反应器设有底部设有矿浆分散器，矿浆分散器上围绕湍流矿化反应器设有多根分散管路，分散管路与湍流矿化反应器设有之间分别设有多支矿化管；

所述环流浮选分离系统设有包括环流浮选分离器设有，环流浮选分离器设有顶部设有环流浮选分离器泡沫槽，环流浮选分离器泡沫槽的最低处设有环流浮选分离器泡沫槽，环流浮选分离器泡沫槽顶部的圆形出设有给料器设有，湍流矿化反应器进料口设置在给料器设有上，环流浮选分离器设有底部设有环状的环流发生器喷射分流器，环流发生器喷射分流器（8）中设中矿尾款分选器，中矿出口和环流浮选分离器尾矿出口设置在中矿尾款分选器上，环流浮选分离器设有上方设有喷射分流器，喷射分流器进料口设置在喷射分流器上，喷射分流器通过多支管路与环流发生器喷射分流器相互连接，环流发生器喷射分流器上设有多个环流喷射孔；

所述离心浮选分离系统包括离心浮选分离器，离心浮选分离器顶部设有离心浮选分离器泡沫槽，离心浮选分离器泡沫出口设置在离心浮选分离器泡沫槽的最低处，离心浮选分离器泡沫槽顶部设有搅拌传动机构，离心浮选分离器进料口设置在离心浮选分离器一侧，并通过管路延伸至离心浮选分离器内，所述离心浮选分离器底部设有气体分散箱，气体分散箱上设有离心浮选分离器尾矿出口和第二微泡发生器，在离心浮选分离器内靠近底部处设有强制循环离心矿化发生器，强制循环离心矿化发生器包括上导流筒、推进轮、分散定子、离心矿化轮和设置在离心矿化轮下方固定在槽体底部的下导流装置组成，下导流装置包括导流倒锥、出料底板和设置在出料底板中部的下导流筒组成；分散定子包括矿化盖板和矿浆分散板，矿浆分散板为矩形结构，设置在矿化盖板的下方；具体的出料底板设置在离心浮选分离器内靠近底部处，出料底板的中心处开孔设有下导流筒，出料底板围绕中心设有多个通孔，且出料底板与离心浮选分离器外壁之间留有间隙，料底板上设有导流倒锥，导流倒锥内设有矩形结构指向圆心竖向排列的多个矿浆分散板，个矿浆分散板啥回国了设有矿化盖板，矿化盖板的中心处设有上导流筒，上导流筒中设有推进轮，其中搅拌传动机构通过传动轴通过上导流筒和矿化盖板的中心伸入矿化盖板和出料底板之间的

空间，传动轴端头在矿化盖板和出料底板之间的空间内设有离心矿化轮，矿化盖板和出料底板上设有出料孔。

所述强制混合调质器设有与强制混合调质器设有之间设有的多支喷射管分别为交替设置的喷射撞击管和喷射错流管。

所述分散管路与湍流矿化反应器设有之间设置的多支矿化管包括交替设置的错流预矿化管和撞击流预矿化管，其中错流预矿化管和撞击流预矿化管上均设有第一微泡发生器，湍流矿化反应器设有内壁上设有多个凸起结构的涡流发生器。

所述环流发生器喷射分流器外侧设有环板，环板与外壁之间在底板上留有空隙，环流发生器喷射分流器（8）上设有多个环流喷射腔，并通过环流喷射腔上的喷孔产生环流，环流发生器喷射分流器内圈与中矿尾款分选器之间设有外筒壁，喷射腔出口方向沿着环板内壁；环流喷射腔上方设有进料孔，与喷射分流器出口管相连；底板中间设置有矿浆分配器喷射分流器，矿浆分配器喷射分流器为筒形结构，外筒壁高出底板 0.5-1.0m。

一种基于流体强化的混合分离方法，其步骤如下：

a. 首先矿浆和药剂由管道通过强制混合调质器給料口给入强制混合调质器设有后从循环矿浆出口流出并通过循环泵设有从强制混合调质器分配槽入口给入，矿浆和药剂固液两相体系通过喷射撞击和喷射错流高速喷射入强制混合调质器设有，矿浆和药剂在喷入过程中高速撞击流和强制剪切错流的作用下，强化药剂在矿浆的矿物颗粒表面的吸附，循环矿浆经循环泵设有实现系统内部多次循环混合调质，调质后的矿浆通过调质矿浆出口排出并通过管路给入湍流矿化反应器设有；

b. 调质后的矿浆从湍流矿化反应器进料口进入矿浆分散器，并通过分散管路上交替设置的错流预矿化管和撞击流预矿化管给入湍流矿化反应设有，给入湍流矿化反应设有的同时通过第一微泡发生器给矿浆混入空气，湍流矿化反应器设有内的空气、矿浆和矿浆中的煤炭颗粒三相体系在以高速撞击流和强制剪切流为主的强制湍流环境下，实现微细颗粒与气泡高效碰撞，强化浮选矿化反应效率和能力后从湍流矿化反应器出料口排出并通过管路给入喷射分流器进料口；

c. 矿浆通过喷射分流器进料口给入喷射分流器，并通过喷射分流器从多支管路给入环流发生器喷射分流器，矿浆从环流发生器喷射分流器的环流喷射腔中喷出在外筒壁与环板之间形成环流，进一步强化对难浮颗粒的浮选回收效果，离心浮选分离器喷射分流器分离出的底流产品作为最终尾矿从环流浮选分离器尾矿出口排出，分选出的中矿从中矿出口排出并通过管路给入强制混合调质器給料口，排出的尾矿矿浆通过管路给入离心浮选分离器进料口，环流浮选分离器设有顶部的环流浮选分离器泡沫槽收集溢出的泡沫，并从环流浮选分离器泡沫槽出口作为精矿产品排出；

d. 尾矿矿浆从离心浮选分离器进料口给入离心浮选分离器喷射分流器进入上导流筒，并推动推进轮进入矿化盖板与出料底板之间的空间，此时空间内的离心矿化轮在搅拌传动机构通过传动轴的带动下旋

转，使尾矿矿浆在离心矿化轮的作用下顺着矩形矿浆分散板和导流倒锥在尾矿矿浆中不停产生上升的浮力，上升的尾矿矿浆顶部生成泡沫层，最终从离心浮选分离器泡沫槽的离心浮选分离器泡沫出口排出，并通过管路给入环流浮选分离器的给料器进料口重复分选，离心浮选分离器喷射分流器在出料底板附件的尾矿矿浆为难选颗粒，经出料底板上的出料孔流出，一部分难选颗粒由气体分散箱的离心浮选分离器尾矿出口排出，另一部分难选颗粒在离心矿化轮离心吸啞力作用下经出料底板中部的下导流筒被吸入离心矿化轮的空間内，经离心矿化轮旋转时产生的离心力继续给尾矿矿浆产生浮力，并将难选颗粒分散在矿浆中继续循环。

有益效果：

本发明以多重湍流场强化混合分离过程为切入点，通过混合分离装置结构和混合分离过程的合理设计，以及局部矿浆循环和系统矿浆循环的合理设计，来提高对难浮矿物颗粒的混合分离效率和能力，提供了一种从流体流动角度系统强化矿物混合分离的技术。固液两相体系在强制混合调质器内高速撞击流和强制剪切错流的作用下，强化了药剂在矿物颗粒表面的吸附，调质器内部矿浆的多次循环混合调质，进一步改善了颗粒表面疏水性；调质后的气液固三相体系在湍流矿化反应器内高速撞击流和强制剪切流为主的强制湍流环境下，实现了微细颗粒与气泡高效碰撞，提高了矿化效果；高效矿化后的三相体系依次经环流浮选分离器和离心浮选分离器分选，环流浮选分离器的中矿产品返回强制混合调质器，重复混合分离过程，离心浮选分离器的强制循环系统进一步强化对难浮颗粒的浮选回收，离心浮选分离器分离出的泡沫产品返回环流浮选分离器重复分选。通过混合分离装置结构和混合分离流体流动过程的合理设计，以及局部矿浆循环和系统矿浆循环的合理设计，提高了对难浮矿物颗粒的混合分离效率和能力。

附图说明

图 1 是本发明的基于流体强化的混合分离系统示意图。

图 2 是本发明的强制混合调质器结构示意图。

图 3 是本发明的湍流矿化反应器结构示意图。

图 4 是本发明的环流发生器结构示意图。

图 5 是本发明的强制循环离心矿化发生器结构示意图。

图中：1—强制混合调质系统，2—湍流矿化反应系统，3—环流浮选分离系统，4—离心浮选分离系统，5—强制混合调质器，6—循环泵，7—湍流矿化反应器，8—喷射分流器，9—给料器，10—环流浮选分离器，11—矿浆分配器，12—环流发生器，13—离心浮选分离器，14—强制循环离心矿化发生器，15—第二微泡发生器，16—搅拌传动机构，17—气体分散箱，18—喷射撞击管，19—喷射错流管，20—错流预矿化管，21—撞击流预矿化管，22—第一微泡发生器，23—涡流发生器，24—底板，25—外筒壁，26—环板，27—环流喷射腔，28—导流倒锥，29—下导流筒，30—推进轮，31—矿浆分散板，32—上导流筒，33—矿化盖板，34—离心矿化轮，35—出料底板，A—强制混合调质器给料口，B—调质矿浆出口，

C—循环矿浆出口，D—强制混合调质器分配槽入口，E—湍流矿化反应器进料口，F—湍流矿化反应器出料口，G—喷射分流器进料口，H—给料器进料口，I—环流浮选分离器泡沫槽出口，J—中矿出口，K—环流浮选分离器尾矿出口，L—离心浮选分离器泡沫出口，M—离心浮选分离器进料口，N—离心浮选分离器尾矿出口。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细描述：

如图1所示，本发明的基于流体强化的混合分离系统，包括通过管路连接的强制混合调质系统1、湍流矿化反应系统2、环流浮选分离系统3和离心浮选分离系统4，其中强制混合调质系统1的循环矿浆出口C通过循环泵6与强制混合调质器分配槽入口D管路连接，调质矿浆出口B通过管路与湍流矿化反应系统2的湍流矿化反应器进料口E相连接，湍流矿化反应系统2的湍流矿化反应器出料口F通过管路与环流浮选分离系统3的喷射分流器进料口G相连接，环流浮选分离系统3底部的中矿出口J通过管路与强制混合调质器给料口A相连接，环流浮选分离系统3的环流浮选分离器尾矿出口K通过管路与离心浮选分离系统4的离心浮选分离器进料口M相连接，离心浮选分离系统4的离心浮选分离器泡沫出口L通过管路与环流浮选分离系统3的湍流矿化反应器进料口H相连接；

所述强制混合调质系统1包括圆柱状的强制混合调质器5，调质矿浆出口B和循环矿浆出口C分别设置在强制混合调质器5顶部，强制混合调质器5外侧设有矿浆分散器，矿浆分散器上围绕强制混合调质器5设有多根分散管路，分散管路与强制混合调质器5之间设有多支喷射管用以待将矿浆喷射入强制混合调质器5，并使矿浆在强制混合调质器5内产生剪切力从而加强矿浆的矿化效果；如图2所示，所述强制混合调质器5与多根分散管路之间设有的多支喷射管分别为交替设置的喷射撞击管18和喷射错流管19；

所述湍流矿化反应系统2包括圆柱状的湍流矿化反应器7，湍流矿化反应器出料口F设置在湍流矿化反应器7顶部，湍流矿化反应器7底部设有矿浆分散器，矿浆分散器上围绕湍流矿化反应器7设有多根分散管路，分散管路与湍流矿化反应器7之间分别设有多支矿化管，如图3所示，多支矿化管包括交替设置的错流预矿化管20和撞击流预矿化管21，其中错流预矿化管20和撞击流预矿化管21上均设有第一微泡发生器22，湍流矿化反应器7内壁上设有多个凸起结构的涡流发生器23；

所述环流浮选分离系统3包括环流浮选分离器10，环流浮选分离器10顶部设有环流浮选分离器泡沫槽，环流浮选分离器泡沫槽的最低处设有环流浮选分离器泡沫槽I，环流浮选分离器泡沫槽顶部的圆形出设有给料器9，湍流矿化反应器进料口H设置在给料器9上，环流浮选分离器10底部设有环状的环流发生器12，环流发生器12中设中矿尾款分选器，中矿出口J和环流浮选分离器尾矿出口K设置在中矿尾款分选器上，环流浮选分离器10上方设有喷射分流器8，喷射分流器进料口G设置在喷射分流器8上，喷射分流器8通过多支管路与环流发生器12相互连接，环流发生器12上设有多个环流喷射孔；如

图 4 所示, 环流发生器 12 外侧设有环板 26, 环板 26 与外壁之间在底板 24 上留有空隙, 环流发生器 12 上设有多个环流喷射腔 27, 并通过环流喷射腔 27 上的喷孔产生环流, 环流发生器 12 内圈与中矿尾款分选器之间设有外筒壁 25, 喷射腔出口方向沿着环板内壁; 环流喷射腔 27 上方设有进料孔, 与喷射分流器 8 出口管相连; 底板 24 中间设置有矿浆分配器 11, 矿浆分配器 11 为筒形结构, 外筒壁 25 高出底板 240.5-1.0m;

如图 5 所示, 所述离心浮选分离系统 4 包括离心浮选分离器 13, 离心浮选分离器 13 顶部设有离心浮选分离器泡沫槽, 离心浮选分离器泡沫出口 L 设置在离心浮选分离器泡沫槽的最低处, 离心浮选分离器泡沫槽顶部设有搅拌传动机构 16, 离心浮选分离器进料口 M 设置在离心浮选分离器 13 一侧, 并通过管路延伸至离心浮选分离器 13 内, 所述离心浮选分离器 13 底部设有气体分散箱 17, 气体分散箱 17 上设有离心浮选分离器尾矿出口 N 和第二微泡发生器 15, 在离心浮选分离器 13 内靠近底部处设有强制循环离心矿化发生器 14, 强制循环离心矿化发生器 14 包括上导流筒 32、推进轮 30、分散定子、离心矿化轮 34 和设置在离心矿化轮 34 下方固定在槽体底部的下导流装置组成, 下导流装置包括导流倒锥 28、出料底板 35 和设置在出料底板 35 中部的下导流筒 29 组成; 分散定子包括矿化盖板 33 和矿浆分散板 31, 矿浆分散板 31 为矩形结构, 设置在矿化盖板 33 的下方; 具体的出料底板 35 设置在离心浮选分离器 13 内靠近底部处, 出料底板 35 的中心处开孔设有下导流筒 29, 出料底板 35 围绕中心设有多个通孔, 且出料底板 35 与离心浮选分离器 13 外壁之间留有间隙, 料底板 35 上设有导流倒锥 29, 导流倒锥 29 内设有矩形结构指向圆心竖向排列的多个矿浆分散板 31, 个矿浆分散板 31 啥回国了设有矿化盖板 33, 矿化盖板 33 的中心处设有上导流筒 32, 上导流筒 32 中设有推进轮 30, 其中搅拌传动机构 16 通过传动轴通过上导流筒 32 和矿化盖板 33 的中心伸入矿化盖板 33 和出料底板 35 之间的空间, 传动轴端头在矿化盖板 33 和出料底板 35 之间的空间内设有离心矿化轮 34, 矿化盖板 33 和出料底板 35 上设有出料孔。

一种基于流体强化的混合分离方法, 其步骤如下:

a. 首先矿浆和药剂由管道通过强制混合调质器给料口 A 给入强制混合调质器 5 后从循环矿浆出口 C 流出并通过循环泵 6 从强制混合调质器分配槽入口 D 给入, 矿浆和药剂固液两相体系通过喷射撞击 18 和喷射错流 19 高速喷射入强制混合调质器 5, 矿浆和药剂在喷入过程中高速撞击流和强制剪切错流的作用下, 强化药剂在矿浆的矿物颗粒表面的吸附, 循环矿浆经循环泵 6 实现系统内部多次循环混合调质, 调质后的矿浆通过调质矿浆出口 B 排出并通过管路给入湍流矿化反应器 7;

b. 调质后的矿浆从湍流矿化反应器进料口 E 进入矿浆分散器, 并通过分散管路上交替设置的错流预矿化管 20 和撞击流预矿化管 21 给入湍流矿化反应 7, 给入湍流矿化反应 7 的同时通过第一微泡发生器 22 给矿浆混入空气, 湍流矿化反应器 7 内的空气、矿浆和矿浆中的煤炭颗粒三相体系在以高速撞击流和强制剪切流为主的强制湍流环境下, 实现微细颗粒与气泡高效碰撞, 强化浮选矿化反应效率和能力后从湍流矿化反应器出料口 F 排出并通过管路给入喷射分流器进料口 G;

c. 矿浆通过喷射分流器进料口 G 给入喷射分流器 8，并通过喷射分流器 8 从多支管路给入环流发生器 12，矿浆从环流发生器 12 的环流喷射腔 27 中喷出在外筒壁 25 与环板 26 之间形成环流，进一步强化对难浮颗粒的浮选回收效果，离心浮选分离器 13 分离出的底流产品作为最终尾矿从环流浮选分离器尾矿出口 K 排出，分选出的中矿从中矿出口 J 排出并通过管路给入强制混合调质器给料口 A，排出的尾矿矿浆通过管路给入离心浮选分离器进料口 M，环流浮选分离器 10 顶部的环流浮选分离器泡沫槽收集溢出的泡沫，并从环流浮选分离器泡沫槽出口 I 作为精矿产品排出；

d. 尾矿矿浆从离心浮选分离器进料口 M 给入离心浮选分离器 13 进入上导流筒 32，并推动推进轮 30 进入矿化盖板 33 与出料底板 35 之间的空间，此时空间内的离心矿化轮 34 在搅拌传动机构 16 通过传动轴的带动下旋转，使尾矿矿浆在离心矿化轮 34 的作用下顺着矩形矿浆分散板 31 和导流倒锥 28 在尾矿矿浆中不停产生上升的浮力，上升的尾矿矿浆顶部生成泡沫层，最终从离心浮选分离器泡沫槽的离心浮选分离器泡沫出口 L 排出，并通过管路给入环流浮选分离器的给料器进料口 H 重复分选，离心浮选分离器 13 在出料底板 35 附件的尾矿矿浆为难选颗粒，经出料底板 35 上的出料孔流出，一部分难选颗粒由气体分散箱 17 的离心浮选分离器尾矿出口 N 排出，另一部分难选颗粒在离心矿化轮 34 离心吸啞力作用下经出料底板 35 中部的下导流筒 29 被吸入离心矿化轮 35 的空间内，经离心矿化轮 19 旋转时产生的离心力继续给尾矿矿浆产生浮力，并将难选颗粒分散在矿浆中继续循环。

权 利 要 求 书

1. 一种基于流体强化的混合分离系统，其特征在于：它包括通过管路连接的强制混合调质系统（1）、湍流矿化反应系统（2）、环流浮选分离系统（3）和离心浮选分离系统（4），其中强制混合调质系统（1）的循环矿浆出口（C）通过循环泵（6）与强制混合调质器分配槽入口（D）管路连接，调质矿浆出口（B）通过管路与湍流矿化反应系统（2）的湍流矿化反应器进料口（E）相连接，湍流矿化反应系统（2）的湍流矿化反应器出料口（F）通过管路与环流浮选分离系统（3）的喷射分流器进料口（G）相连接，环流浮选分离系统（3）底部的中矿出口（J）通过管路与强制混合调质器给料口（A）相连接，环流浮选分离系统（3）的环流浮选分离器尾矿出口（K）通过管路与离心浮选分离系统（4）的离心浮选分离器进料口（M）相连接，离心浮选分离系统（4）的离心浮选分离器泡沫出口（L）通过管路与环流浮选分离系统（3）的湍流矿化反应器进料口（H）相连接；

所述强制混合调质系统（1）包括圆柱状的强制混合调质器（5），调质矿浆出口（B）和循环矿浆出口（C）分别设置在强制混合调质器（5）顶部，强制混合调质器（5）外侧设有矿浆分散器，矿浆分散器上围绕强制混合调质器（5）设有多根分散管路，分散管路与强制混合调质器（5）之间设有多支喷射管用以将矿浆喷射入强制混合调质器（5），并使矿浆在强制混合调质器（5）内产生剪切力从而加强矿浆的矿化效果；

所述湍流矿化反应系统（2）包括圆柱状的湍流矿化反应器（7），湍流矿化反应器出料口（F）设置在湍流矿化反应器（7）顶部，湍流矿化反应器（7）底部设有矿浆分散器，矿浆分散器上围绕湍流矿化反应器（7）设有多根分散管路，分散管路与湍流矿化反应器（7）之间分别设有多支矿化管；

所述环流浮选分离系统（3）包括环流浮选分离器（10），环流浮选分离器（10）顶部设有环流浮选分离器泡沫槽，环流浮选分离器泡沫槽的最低处设有环流浮选分离器泡沫槽（I），环流浮选分离器泡沫槽顶部的圆形出设有给料器（9），湍流矿化反应器进料口（H）设置在给料器（9）上，环流浮选分离器（10）底部设有环状的环流发生器（12），环流发生器（12）中设中矿尾款分选器，中矿出口（J）和环流浮选分离器尾矿出口（K）设置在中矿尾款分选器上，环流浮选分离器（10）上方设有喷射分流器（8），喷射分流器进料口（G）设置在喷射分流器（8）上，喷射分流器（8）通过多支管路与环流发生器（12）相互连接，环流发生器（12）上设有多个环流喷射孔；

所述离心浮选分离系统（4）包括离心浮选分离器（13），离心浮选分离器（13）顶部设有离心浮选分离器泡沫槽，离心浮选分离器泡沫出口（L）设置在离心浮选分离器泡沫槽的最低处，离心浮选分离器泡沫槽顶部设有搅拌传动机构（16），离心浮选分离器进料口（M）设置在离心浮选分离器（13）一侧，并通过管路延伸至离心浮选分离器（13）内，所述离心浮选分离器（13）底部设有气体分散箱（17），气体分散箱（17）上设有离心浮选分离器尾矿出口（N）和第二微泡发生器（15），在离心浮选分离器（13）内靠近底部处设有强制循环离心矿化发生器（14），强制循环离心矿化发生器（14）包括上导流筒（32）、推进轮（30）、分散定子、离心矿化轮（34）和设置在离心矿化轮（34）下方固定在槽体底部的下导流

装置组成，下导流装置包括导流倒锥（28）、出料底板（35）和设置在出料底板（35）中部的下导流筒（29）组成；分散定子包括矿化盖板（33）和矿浆分散板（31），矿浆分散板（31）为矩形结构，设置在矿化盖板（33）的下方；具体的出料底板（35）设置在离心浮选分离器（13）内靠近底部处，出料底板（35）的中心处开孔设有下导流筒（29），出料底板（35）围绕中心设有多个通孔，且出料底板（35）与离心浮选分离器（13）外壁之间留有间隙，料底板（35）上设有导流倒锥（29），导流倒锥（29）内设有矩形结构指向圆心竖向排列的多个矿浆分散板（31），个矿浆分散板（31）啥回国了设有矿化盖板（33），矿化盖板（33）的中心处设有上导流筒（32），上导流筒（32）中设有推进轮（30），其中搅拌传动机构（16）通过传动轴通过上导流筒（32）和矿化盖板（33）的中心伸入矿化盖板（33）和出料底板（35）之间的空间，传动轴端头在矿化盖板（33）和出料底板（35）之间的空间内设有离心矿化轮（34），矿化盖板（33）和出料底板（35）上设有出料孔。

2. 根据权利要求1所述基于流体强化的混合分离系统，其特征在于：所述强制混合调质器（5）与多根分散管路之间设有的多支喷射管分别为交替设置的喷射撞击管（18）和喷射错流管（19）。

3. 根据权利要求1所述基于流体强化的混合分离系统，其特征在于：所述分散管路与湍流矿化反应器（7）之间设置的多支矿化管包括交替设置的错流预矿化管（20）和撞击流预矿化管（21），其中错流预矿化管（20）和撞击流预矿化管（21）上均设有第一微泡发生器（22），湍流矿化反应器（7）内壁上设有多个凸起结构的涡流发生器（23）。

4. 根据权利要求1所述基于流体强化的混合分离系统，其特征在于：所述环流发生器（12）外侧设有环板（26），环板（26）与外壁之间在底板（24）上留有空隙，环流发生器（12）上设有多个环流喷射腔（27），并通过环流喷射腔（27）上的喷孔产生环流，环流发生器（12）内圈与中矿尾款分选器之间设有外筒壁（25），喷射腔出口方向沿着环板内壁；环流喷射腔（27）上方设有进料孔，与喷射分流器（8）出口管相连；底板（24）中间设置有矿浆分配器（11），矿浆分配器（11）为筒形结构，外筒壁（25）高出底板（24）0.5-1.0m。

5. 一种使用权利要求1所述基于流体强化的混合分离系统的分离方法，其特征在于步骤如下：

a. 首先矿浆和药剂由管道通过强制混合调质器给料口（A）给入强制混合调质器（5）后从循环矿浆出口（C）流出并通过循环泵（6）从强制混合调质器分配槽入口（D）给入，矿浆和药剂固液两相体系通过喷射撞击（18）和喷射错流（19）高速喷射入强制混合调质器（5），矿浆和药剂在喷入过程中高速撞击流和强制剪切错流的作用下，强化药剂在矿浆的矿物颗粒表面的吸附，循环矿浆经循环泵（6）实现系统内部多次循环混合调质，调质后的矿浆通过调质矿浆出口（B）排出并通过管路给入湍流矿化反应器（7）；

b. 调质后的矿浆从湍流矿化反应器进料口（E）进入矿浆分散器，并通过分散管路上交替设置的错流预矿化管（20）和撞击流预矿化管（21）给入湍流矿化反应（7），给入湍流矿化反应（7）的同时通过第一微泡发生器（22）给矿浆混入空气，湍流矿化反应器（7）内的空气、矿浆和矿浆中的煤炭颗粒三

相体系在以高速撞击流和强制剪切流为主的强制湍流环境下，实现微细颗粒与气泡高效碰撞，强化浮选矿化反应效率和能力后从湍流矿化反应器出料口（F）排出并通过管路给入喷射分流器进料口（G）；

c. 矿浆通过喷射分流器进料口（G）给入喷射分流器（8），并通过喷射分流器（8）从多支管路给入环流发生器（12），矿浆从环流发生器（12）的环流喷射腔（27）中喷出在外筒壁（25）与环板（26）之间形成环流，进一步强化对难浮颗粒的浮选回收效果，离心浮选分离器（13）分离出的底流产品作为最终尾矿从环流浮选分离器尾矿出口（K）排出，分选出的中矿从中矿出口（J）排出并通过管路给入强制混合调质器给料口（A），排出的尾矿矿浆通过管路给入离心浮选分离器进料口（M），环流浮选分离器（10）顶部的环流浮选分离器泡沫槽收集溢出的泡沫，并从环流浮选分离器泡沫槽出口（I）作为精矿产品排出；

d. 尾矿矿浆从离心浮选分离器进料口（M）给入离心浮选分离器（13）进入上导流筒（32），并推动推进轮（30）进入矿化盖板（33）与出料底板（35）之间的空间，此时空间内的离心矿化轮（34）在搅拌传动机构（16）通过传动轴的带动下旋转，使尾矿矿浆在离心矿化轮（34）的作用下顺着矩形矿浆分散板（31）和导流倒锥（28）在尾矿矿浆中不停产生上升的浮力，上升的尾矿矿浆顶部生成泡沫层，最终从离心浮选分离器泡沫槽的离心浮选分离器泡沫出口（L）排出，并通过管路给入环流浮选分离器的给料器进料口（H）重复分选，离心浮选分离器（13）在出料底板（35）附件的尾矿矿浆为难选颗粒，经出料底板（35）上的出料孔流出，一部分难选颗粒由气体分散箱（17）的离心浮选分离器尾矿出口（N）排出，另一部分难选颗粒在离心矿化轮（34）离心吸啞力作用下经出料底板（35）中部的下导流筒（29）被吸入离心矿化轮（35）的空间内，经离心矿化轮（19）旋转时产生的离心力继续给尾矿矿浆产生浮力，并将难选颗粒分散在矿浆中继续循环。

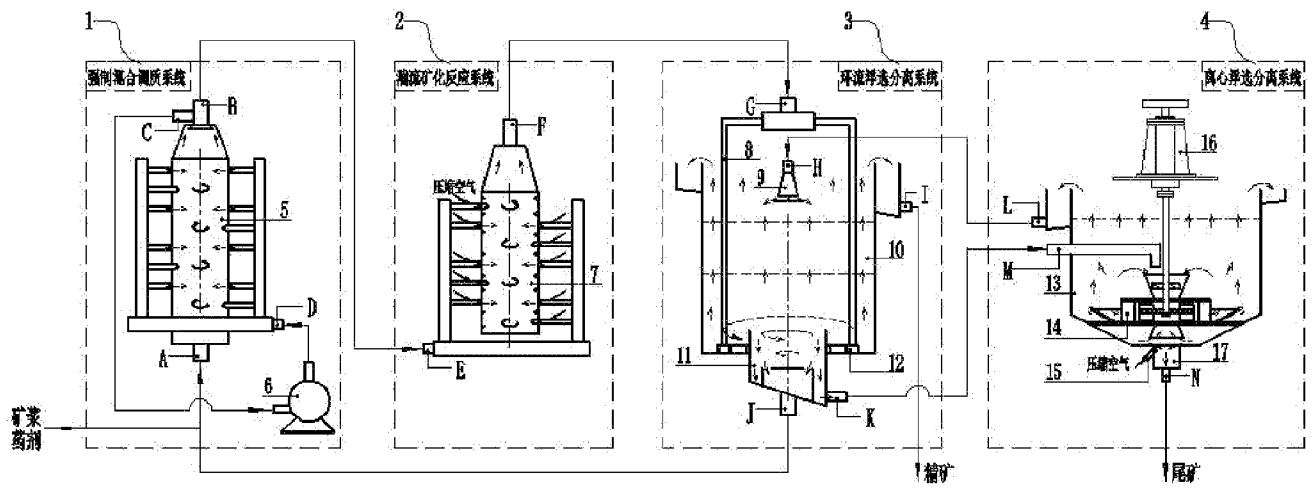


图 1

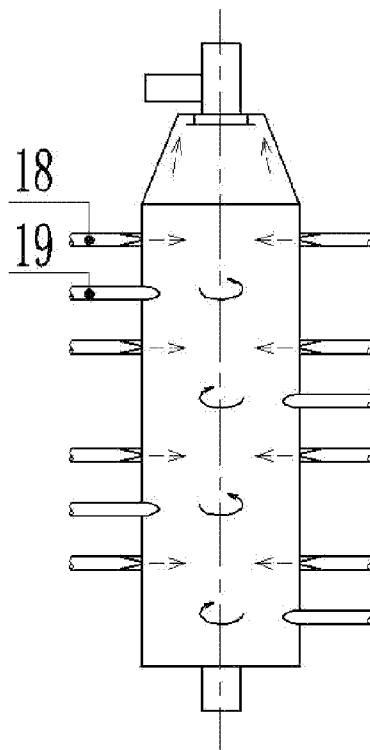


图 2

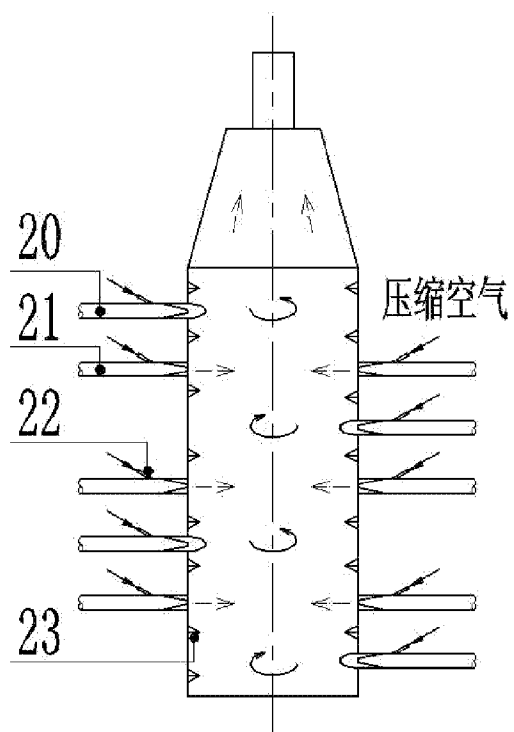


图 3

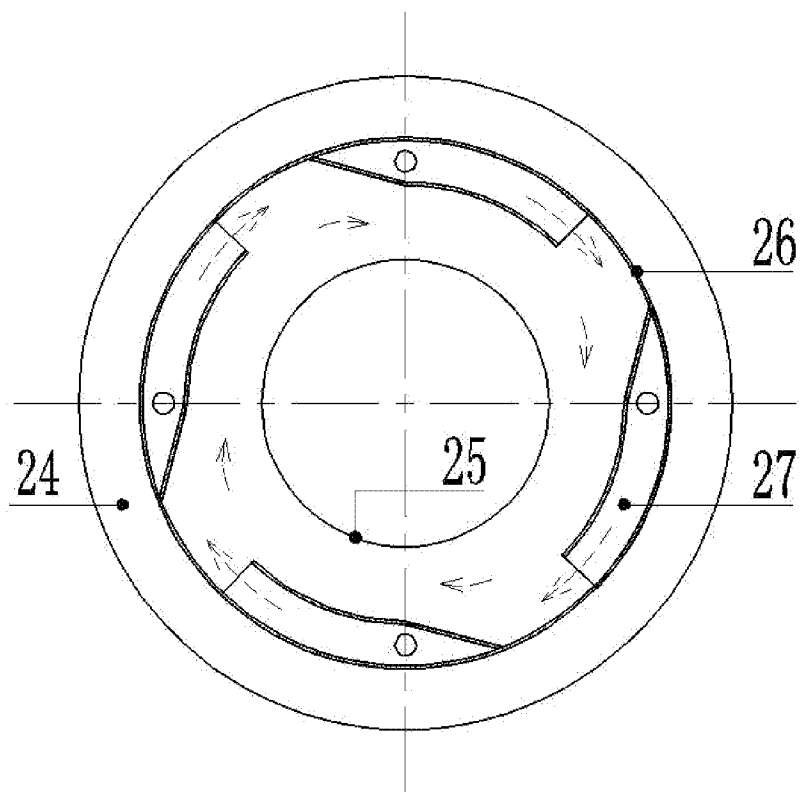


图 4

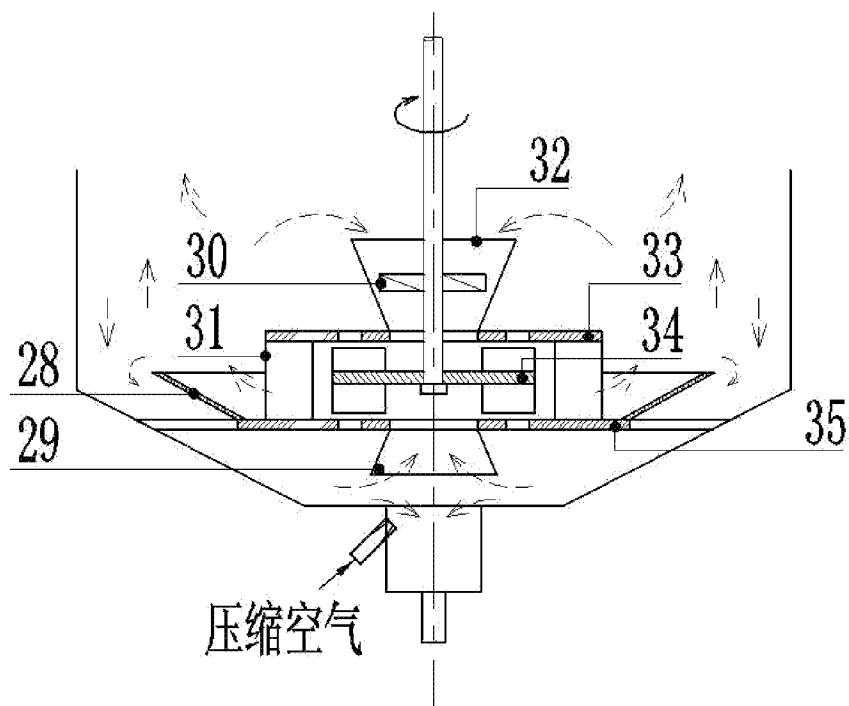


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/109885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B03D 1/02(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)

B03D

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: 浮选, 系统, 混合, 调质, 反应, 环流, 离心, 矿化, 药, float+, flotat+, mix+, system, react+, centrifug+, mineraliz+, medic+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109967264 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 05 July 2019 (2019-07-05) claims 1-5	1-5
A	CN 108246515 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 06 July 2018 (2018-07-06) description, paragraphs 10-12, and figures 1 and 2	1-5
A	CN 104259014 A (JISHOU UNIVERSITY) 07 January 2015 (2015-01-07) entire document	1-5
A	CN 203664023 U (HUNAN ZHONG GONG MINING ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 June 2014 (2014-06-25) entire document	1-5
A	CN 202151595 U (FUJIAN LONGYAN LONGNENG FLYASH COMPOSITE UTILIZATION CO., LTD.) 29 February 2012 (2012-02-29) entire document	1-5
A	US 2004031742 A1 (HYDROTREAT INC.) 19 February 2004 (2004-02-19) entire document	1-5



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

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 January 2020

Date of mailing of the international search report

01 February 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/109885

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109967264	A	05 July 2019	None			
CN	108246515	A	06 July 2018	None			
CN	104259014	A	07 January 2015	CN	104259014	B	13 November 2018
CN	203664023	U	25 June 2014	None			
CN	202151595	U	29 February 2012	None			
US	2004031742	A1	19 February 2004	US	6875351	B2	05 April 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/109885

A. 主题的分类

B03D 1/02 (2006.01) i

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. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

B03D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EP0D0C: 浮选, 系统, 混合, 调质, 反应, 环流, 离心, 矿化, 药, float+, flotat+, mix+, system, react+, centrifu+, mineraliz+, medic+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109967264 A (中国矿业大学) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 权利要求1-5	1-5
A	CN 108246515 A (中国矿业大学) 2018年 7月 6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第10至12段, 图1至图2	1-5
A	CN 104259014 A (吉首大学) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 全文	1-5
A	CN 203664023 U (湖南中工矿业工程技术有限公司) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-5
A	CN 202151595 U (福建省龙岩龙能粉煤灰综合利用有限公司) 2012年 2月 29日 (2012 - 02 - 29) 全文	1-5
A	US 2004031742 A1 (HYDROTREAT INC.) 2004年 2月 19日 (2004 - 02 - 19) 全文	1-5

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 1月 13日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

王宏钧

电话号码 86-10-53961019

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/109885

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109967264	A	2019年 7月 5日	无	
CN	108246515	A	2018年 7月 6日	无	
CN	104259014	A	2015年 1月 7日	CN 104259014 B	2018年 11月 13日
CN	203664023	U	2014年 6月 25日	无	
CN	202151595	U	2012年 2月 29日	无	
US	2004031742	A1	2004年 2月 19日	US 6875351 B2	2005年 4月 5日