(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
2019 年 6 月 27 日 (27.06.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/119933 A1

(51) 国际专利分类号:
E21B 33/138 (2006.01) *C02F 1/72* (2006.01)
E21F 16/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/109545

(22) 国际申请日: 2018 年 10 月 10 日 (10.10.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201711361327.1 2017年12月18日 (18.12.2017) 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号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

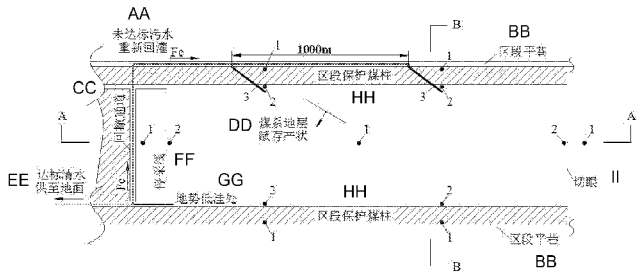
(72) 发明人: 鞠金峰 (JU, Jinfeng); 中国江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 李全生 (LI, Quansheng); 中国江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 许家林 (XU, Jialin); 中国江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京苏高专利商标事务所 (普通合伙) (NANJING SUGAO PATENT AND TRADEMARK FIRM (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市白下区中山东路198号龙台国际大厦1912室, 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, 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。

(54) **Title:** METHOD FOR PROTECTING/PURIFYING WATER BY RECHARGING IRON-CONTAINING SEWAGE INTO STRATUM DESTROYED BY COAL MINING

(54) **发明名称:** 含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法



AA Recharge sewage that does not meet the standard
BB Sub-level drift
CC Return passage
DD Occurrence of coal measure strata
EE Supply clean water that meets the standard to the ground
FF Stop line
GG Low-lying position
HH Section protection coal pillar
II Open-off cut

图 1

(57) **Abstract:** Disclosed is a method for protecting/purifying water by recharging iron-containing sewage into a stratum destroyed by coal mining. According to the method, iron-containing sewage recharging holes and oxygen-containing water/weak alkali water recharging holes are drilled in the ground surface corresponding to the boundary and middle of a mining area, respectively; mining-induced fractures are effectively blocked by means of $Fe(OH)_3$ flocculation sediments generated by the oxidation reaction between iron components in the iron-containing sewage and the oxygen-containing water/weak alkali water. The generated $Fe(OH)_3$ flocculates can gradually precipitate within a certain range near the recharging holes to form an iron active filter membrane, so that a catalyst effect is achieved on the oxidation reaction of iron or ferrous ions, thereby effectively ensuring an iron removal effect. Iron components in a water resource gushing from a low-lying position in a downhole mined-out area are tested; if the iron components still exceed the standard, the downhole gushing water is delivered to a relatively high-lying position by means of pipelines and recharged into the water-containing layer of the stratum again by means of downhole inclined construction holes to continue oxidation reaction and iron removal; and if the iron components of the downhole gushing water do not exceed the standard, the water is directly delivered to other mining areas or to the ground for reuse.

WO 2019/119933 A1

[见续页]

(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)。

根据细则4.17的声明：

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：公开了一种含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法。该方法分别在采区边界和中部对应地表施工含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔，利用含铁污水中铁质成分与含氧水/弱碱水氧化反应生成的$Fe(OH)_3$絮凝沉淀物，对采动裂隙进行有效封堵。生成的$Fe(OH)_3$絮凝物能在回灌钻孔终孔附近一定范围内逐步沉淀形成铁质活性滤膜，对铁或亚铁离子的氧化反应起到催化剂作用，有效保证除铁效果。在井下采空区地势低洼处对涌出水资源进行铁质成分测试；若铁质成分仍然超标，则将井下涌水通过管路输送至地势相对较高处，利用井下仰斜施工钻孔重新回灌至地层含水层中继续进行氧化反应和除铁；而若井下涌水铁质成分未超标，则直接输送至其它采区或地面复用。

含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法

技术领域

本发明涉及一种水资源保护与净化方法，尤其是一种适用于煤矿区地层含水层修复与水资源保护领域中的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法。

背景技术

煤炭地下开采将引起上覆岩层的移动与破坏，从而在覆岩中形成采动裂隙；覆岩采动裂隙产生既为区域水资源流失提供了通道，同时也成为矿区生态环境损伤的地质根源。因此，如何控制采动覆岩导水裂隙的发育、封闭地下含水层水资源的漏失通道，从而改善和保护煤矿区的生态环境，是目前大多数煤矿区面临的重大技术难题。

另一方面，煤矿区及其周边城镇居民的日常生活和工业生产会产生大量的污水，这些污水中通常会含有超标的铁质成分，除铁成为这些污水人工净化处理的必要工序。已有成熟的除铁做法是将含铁污水统一输送至污水处理厂，通过人工添加药剂经由曝气、氧化反应、沉淀过滤等流程，促使污水中的铁质成分因化学反应作用而形成 $Fe(OH)_3$ 并絮凝沉淀，最终完成污水的除铁。

受此启发，若能将上述含铁污水的除铁过程转移至采动破坏岩体的裂隙中，则除铁形成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝沉淀物将能对采动裂隙进行有效封堵，如此既可有效隔绝地层含水层的水漏失通道，又能对含铁污水进行有效的除铁净化，达到煤矿区保水采煤和污水自然净化的目的。因此，有必要基于采动覆岩导水裂隙的发育范围和分布特征，开展含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法的专门设计。

发明内容

发明目的：为了克服现有技术中存在的不足，本发明提供一种含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，通过地面钻孔将含铁污水和含氧水/弱碱水回灌至采煤破坏的地层含水层中，利用含铁污水中铁质成分氧化反应生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝沉淀物对采动裂隙进行封堵，从而隔绝地层含水层水漏失通道，并有效削减含铁污水的铁质成分，最终达到煤矿区地下水资源保护与含铁污水的除铁净化作用。

技术方案：为实现上述目的，本发明采用的技术方案为：

一种含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，根据采动覆岩导水裂隙的发育特征和分布范围，分别在采区边界和中部对应地表施工含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔，利用含铁污水中铁质成分与含氧水/弱碱水氧化反应生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝

沉淀物，对采动裂隙进行有效封堵。生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝物能在回灌钻孔终孔附近一定范围内逐步沉淀形成铁质活性滤膜，对铁（或亚铁）离子的氧化反应起到催化剂作用，有效保证除铁效果。同时，在井下采空区地势低洼处对涌出水资源进行铁质成分测试；若铁质成分仍然超标，则将井下涌水通过管路输送至地势相对较高处，利用井下仰斜施工钻孔重新回灌至地层含水层中继续进行氧化反应和除铁；而若井下涌水铁质成分未超标，则直接输送至其它采区或地面复用。

具体包括以下步骤：

a．根据覆岩导水裂隙带高度和地质钻孔柱状判断地层含水层受采动破坏的采煤区域。若导水裂隙带高度范围内存在含水层，则对应区域导水裂隙带已沟通含水层，需要布置相应的回灌钻孔；若导水裂隙带高度范围内不存在含水层，则无需施工回灌钻孔。

优选的：所述导水裂隙带高度可根据钻孔冲洗液漏失量法等现场实测方法进行工程探测，也可利用“基于关键层位置的导水裂隙带高度的预计方法”等理论计算方法进行判断。

b．在导水裂隙带沟通地层含水层的采区对应地表进行含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔的施工。

优选的：所述含铁污水回灌钻孔布置于采区边界外侧附近和采区中央，布置于采区边界外侧附近的钻孔应位于导水裂隙带侧向发育边界之外，其距离采区边界应达到30-40m。

优选的：所述含氧水/弱碱水回灌钻孔布置于采区边界内侧附近，距离开采边界10-20m。

优选的：当所述采区的走向和倾向尺寸超过 1000m 时，可沿走向或倾向间隔 1000m 成组布置含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔

优选的：所述地表含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔的施工方法为：钻孔施工时以 120-140mm 的直径开孔，需钻进至受导水裂隙带沟通的含水层顶界面以下一定深度，钻孔终孔与所述导水裂隙带沟通的含水层顶界面之间的距离应不低于导水裂隙带沟通的含水层厚度的 0.3-0.5 倍。地表至所述导水裂隙带沟通的含水层顶界面以下 10m 范围内采用套管护孔，导水裂隙带沟通的含水层内钻孔采用花管护孔。钻孔施工后，在孔口上覆盖封闭盖板，所述封闭盖板上连接有输水管路。

c．在井下采空区对应地势低洼处布置排水管路，并对采空区排水进行铁质成分测

试，根据采空区排水中的铁质成分含量考虑是否重新回灌或直接复用。其步骤如下：

若采空区排水中的铁质成分仍然超过国家相关标准，则利用管路将其输送至采区地势相对较高处，通过在附近巷道向上施工回灌钻孔，将其重新回灌至导水裂隙带沟通的含水层中，再次进行除铁净化。

若采空区排水中的铁质成分已低于国家相关标准，则利用管路直接输送至井下其它采区或地面复用。

优选的：所述井下施工的回灌钻孔其终孔位置应达到受导水裂隙带沟通的含水层底界面以上 5m 左右，终孔位置距离开采边界的水平距离为 10-20m，且处于开采边界内侧。钻孔在未受采动裂隙破坏段采用套管护孔，在进入导水裂隙带范围内采用花管护孔。

本发明基于采动覆岩导水裂隙的发育规律和分布特征，充分利用含铁污水中铁质成分氧化反应生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝沉淀物对导水裂隙进行封堵，既隔绝了地层含水层的水漏失通道，又有效削减了含铁污水的铁质成分，实现了煤矿区地层含水层的原位保护与含铁污水的除铁净化作用，可为矿区煤炭开采水资源保护与高效利用等提供保障，其使用方法可靠，实用性强。与现有技术相比于，本发明具有以下优点：

（1）采用含铁污水净化除铁过程中的沉淀物对覆岩导水裂隙进行封堵，不但科学可靠、工程量低，而且还能有效减小含水层水漏失程度、低成本净化含铁污水；

（2）能够适应不同开采条件下含铁污水回灌采煤破坏地层的保水与净水方法的确定，可为我国高含铁污水及水资源匮乏矿区的煤炭开采与水资源保护的协调发展提供保障，其实施方法简单，实用性强。

附图说明

图 1 是本发明的回灌钻孔布置平面图；

图 2 是本发明的回灌钻孔布置 A-A 剖面图；

图 3 是本发明的回灌钻孔布置 B-B 剖面图；

图 4 是本发明的回灌钻孔剖面图；

图 5 是本发明实际应用过程中某煤矿 22301 工作面 Z1 钻孔柱状及导水裂隙带发育高度示意图；

图 6 是本发明实际应用过程中某煤矿 22301 工作面回灌钻孔布置平面图。

其中，1 表示含铁污水回灌钻孔，2 表示含氧水/弱碱水回灌钻孔，3 表示井下施工回灌钻孔，4 表示套管，5 表示花管，6 表示 $Fe(OH)_3$ 活性滤膜。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例，进一步阐明本发明，应理解这些实例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围，在阅读了本发明之后，本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定的范围。

如图 1~图 4 所示，本发明的一种含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，根据采动覆岩导水裂隙的发育特征和分布范围，分别在采区边界和中部对应地表施工含铁污水回灌钻孔 1 和含氧水/弱碱水回灌钻孔 2，利用含铁污水中铁质成分与含氧水/弱碱水氧化反应生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝沉淀物，对采动裂隙进行有效封堵。生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝物能在回灌钻孔终孔附近一定范围内逐步沉淀形成铁质活性滤膜 6，对铁（或亚铁）离子的氧化反应起到催化剂作用，有效保证除铁效果。同时，在井下采空区地势低洼处对涌出水资源进行铁质成分测试；若铁质成分仍然超标，则将井下涌水通过管路输送至地势相对较高处，利用井下仰斜施工回灌钻孔 3 重新回灌至导水裂隙带沟通的含水层中继续进行氧化反应和除铁净化；而若井下涌水铁质成分未超标，则直接输送至其它采区或地面复用。具体包括以下步骤：

a．根据覆岩导水裂隙带高度和地质钻孔柱状判断地层含水层受采动破坏的采煤区域。若导水裂隙带高度范围内存在含水层，则对应区域导水裂隙带已沟通含水层，需要布置相应的回灌钻孔；若导水裂隙带高度范围内不存在含水层，则无需施工回灌钻孔。

所述导水裂隙带高度可根据钻孔冲洗液漏失量法等现场实测方法进行工程探测，也可利用“基于关键层位置的导水裂隙带高度的预计方法”等理论计算方法进行判断。

b．在导水裂隙带沟通含水层的采区对应地表进行含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔的施工。

所述含铁污水回灌钻孔布置于采区边界外侧附近和采区中央，布置于采区边界外侧附近的钻孔应位于导水裂隙带侧向发育边界之外，其距离采区边界应达到 30-40m。

所述含氧水/弱碱水回灌钻孔布置于采区边界内侧附近，距离开采边界 10-20m。

所述采区的走向和倾向尺寸超过 1000m 时，可沿走向或倾向间隔 1000m 成组布置含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔

所述地表含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔的施工方法为：钻孔施工时以 120-140mm 的直径开孔，需钻进至受导水裂隙带沟通的含水层顶界面以下一定深度，钻孔终孔与导水裂隙带沟通的含水层顶界面之间的距离应不低于该含水层厚度的

0.3-0.5 倍。地表至导水裂隙带沟通的含水层顶界面以下 10m 范围内采用套管 4 护孔，导水裂隙带沟通的含水层内钻孔采用花管 5 护孔。钻孔施工后，在孔口上覆盖封闭盖板，所述封闭盖板上连接有输水管路。

c．在井下采空区对应地势低洼处布置排水管路，并对采空区排水进行铁质成分测试，根据采空区排水中的铁质成分含量考虑是否重新回灌或直接复用。其步骤如下：

若采空区排水中的铁质成分仍然超过国家相关标准，则利用管路将其输送至采区地势相对较高处，通过在附近巷道向上施工回灌钻孔，将其重新回灌至导水裂隙带沟通的含水层中，再次进行除铁净化。

若采空区排水中的铁质成分已低于国家相关标准，则利用管路直接输送至井下其它采区或地面复用。

所述井下施工的回灌钻孔其终孔位置应达到受导水裂隙带沟通的含水层底界面以上 5m 左右，终孔位置距离开采边界的水平距离为 10-20m，且处于开采边界内侧。钻孔在未受采动裂隙破坏段采用套管护孔，在进入导水裂隙带范围内采用花管护孔。

如图 5 所示，图中为某煤矿 22301 工作面实际应用过程中开采区域的 Z1 钻孔柱状和导水裂隙带发育高度示意图，从图中可以看出，22301 工作面开采引起的覆岩导水裂隙带已沟通地层含水层。因此，需要在该工作面开采区域实施地面钻孔回灌含铁污水和含氧水/弱碱水。

如图 6 所示，考虑到 22301 工作面走向推进长度较长（已达 4000m 左右），因此，在工作面两侧开采边界附近沿走向推进方向间隔 1000m 进行了回灌钻孔的布置，同时在两组回灌钻孔之间对应工作面倾向中部也分别布置了含铁污水回灌钻孔。根据 Z1 钻孔揭露的岩层赋存情况，回灌钻孔终孔深度 60m，已进入含水层 41.54m（达到了含水层厚度的 0.3-0.5 倍）。

本发明基于采动覆岩导水裂隙的发育规律和分布特征，充分利用含铁污水中铁质成分氧化反应生成的 $Fe(OH)_3$ 絮凝沉淀物对导水裂隙进行封堵，既隔绝了地层含水层的水漏失通道，又有效削减了含铁污水的铁质成分，实现了煤矿区地层含水层的原位保护与含铁污水的除铁净化作用，可为矿区煤炭开采水资源保护与高效利用等提供保障。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出：对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、 一种含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：具体包括以下步骤：

a．根据覆岩导水裂隙带高度和地质钻孔柱状判断地层含水层受采动破坏的采煤区域；

b．在导水裂隙带沟通地层含水层的开采区域对应地表进行含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔的施工，将含铁污水和含氧水/弱碱水回灌至导水裂隙带沟通地层含水层中，含铁污水中的铁质成分与含氧水/弱碱水氧化反应生成 $Fe(OH)_3$ 絮凝沉淀物，封堵采动裂隙，阻隔含水层的水漏失通道，削减含铁污水的铁质成分；

c．在井下采空区对应地势低洼处布置排水管路，并对采空区排水进行铁质成分测试，根据采空区排水中的铁质成分含量考虑是否重新回灌或直接复用。

2、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：步骤 a 中，若导水裂隙带高度范围内存在含水层，则对应区域导水裂隙带已沟通含水层，需要布置相应的含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔；若导水裂隙带高度范围内不存在含水层，则无需施工回灌钻孔；

所述导水裂隙带高度通过包括钻孔冲洗液漏失量法在内的现场实测方法进行工程探测，或利用包括基于关键层位置的导水裂隙带高度的预计方法在内的理论计算方法进行判断。

3、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：步骤 b 中，所述含铁污水回灌钻孔布置于采区边界外侧位置和采区中央，其中布置于采区边界外侧的钻孔位于导水裂隙带侧向发育边界之外，距离采区边界 30-40m。

4、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：步骤 b 中，所述含氧水/弱碱水回灌钻孔布置于采区边界内侧位置，距离开采边界 10-20m，分别沿走向或倾向上设置。

5、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：所述含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔沿采区走向和倾向方向的中轴面对称设置。

6、根据权利要求 1 或 5 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：所述导水裂隙带沟通地层含水层的开采区域的走向或倾向尺寸大于 1000m 时，沿走向或倾向间隔 1000m 布置所述含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔。

7、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：步骤 b 中，所述地表含铁污水回灌钻孔和含氧水/弱碱水回灌钻孔的施工方法为：钻孔施工时以 120-140mm 的直径开孔，钻进至受采动破坏的所述导水裂隙带沟通的含水层的顶界面以下，钻孔终孔与所述导水裂隙带沟通的含水层的顶界面之间的距离不低于所述导水裂隙带沟通的含水层的厚度的 0.3-0.5 倍。

8、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：地表至所述导水裂隙带沟通的含水层的顶界面以下 10m 范围内采用套管护孔，所述导水裂隙带沟通的含水层内的钻孔采用花管护孔；钻孔施工后，在孔口上覆盖封闭盖板，所述封闭盖板上连接有输水管路。

9、根据权利要求 1 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：步骤 c 中，在井下采空区地势低洼处对涌出水资源进行铁质成分测试，

若铁质成分超标，则将井下涌水通过管路输送至地势相对较高处，利用井下仰斜施工回灌钻孔重新回灌至导水裂隙带沟通的含水层中继续进行氧化反应和除铁净化；

若井下涌水铁质成分未超标，则直接输送至其它采区或地面复用。

10、根据权利要求 9 所述的含铁污水回灌采煤破坏地层的保/净水方法，其特征在于：所述井下仰斜施工回灌钻孔的终孔位置达到所述导水裂隙带沟通的含水层底界面以上 5-10m，终孔位置距离开采边界的水平距离为 10-20m，且处于开采边界内侧；所述回灌钻孔在未受采动裂隙破坏段采用套管护孔，在进入导水裂隙带范围内采用花管护孔。

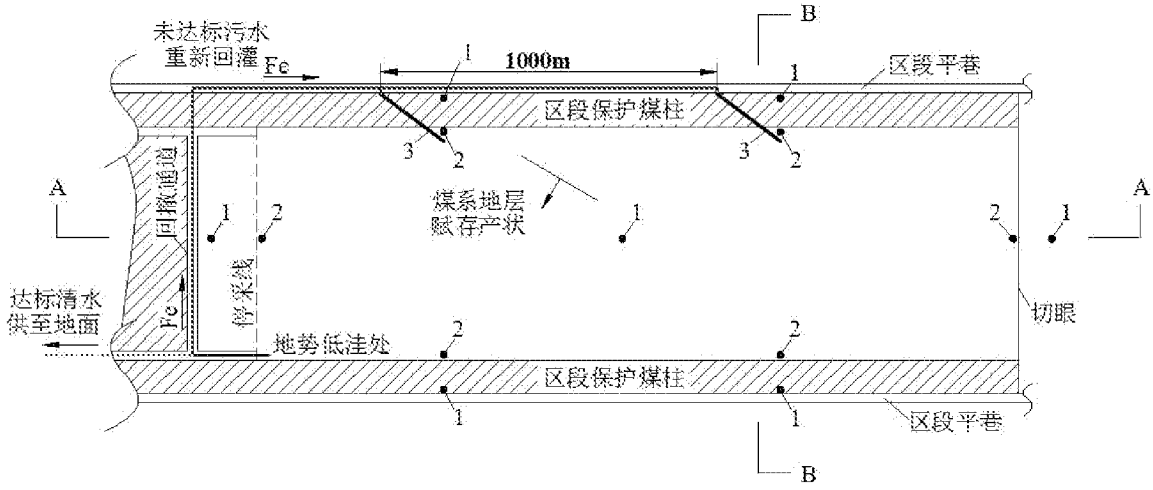

未达标污水
重新回灌
Fe
1000m
B
区段平巷
区段保护煤柱
回撤通道
停采线
煤系地层
赋存产状
A
达标清水
供至地面
地势低洼处
切眼

图 1

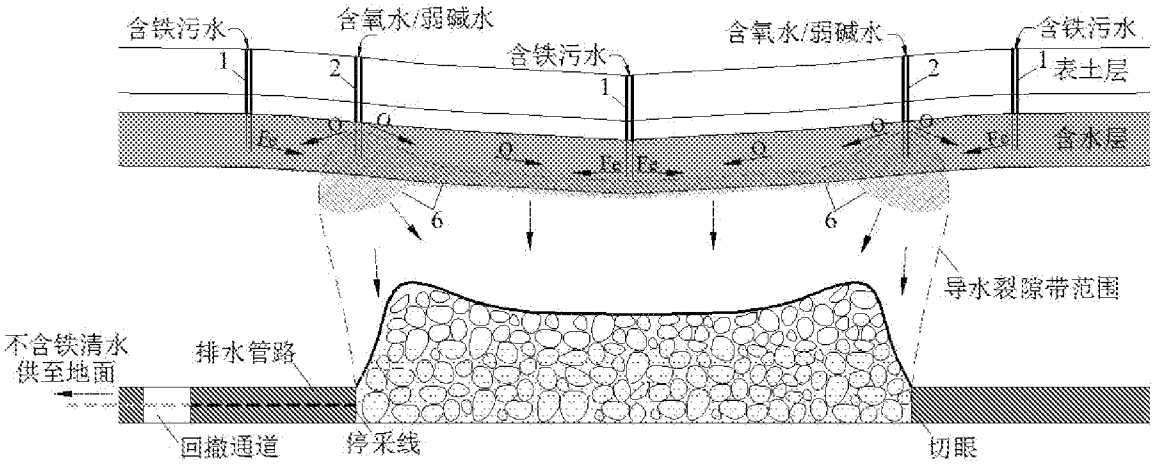

含铁污水
含氧水/弱碱水
表土层
含水层
导水裂隙带范围
不含铁清水
供至地面
排水管路
回撤通道
停采线
切眼

图 2

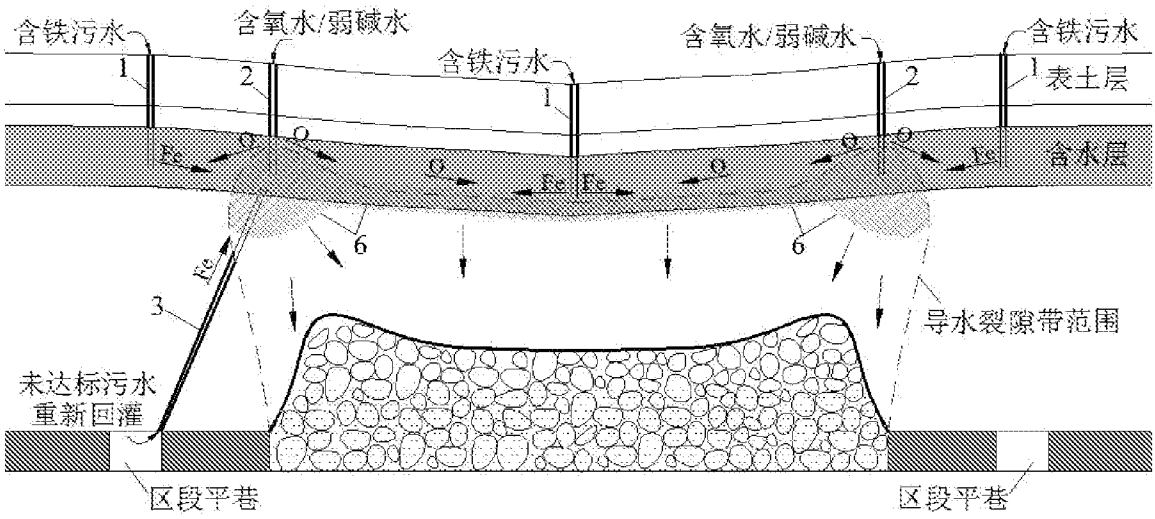

含铁污水
含氧水/弱碱水
表土层
含水层
导水裂隙带范围
未达标污水
重新回灌
区段平巷

图 3

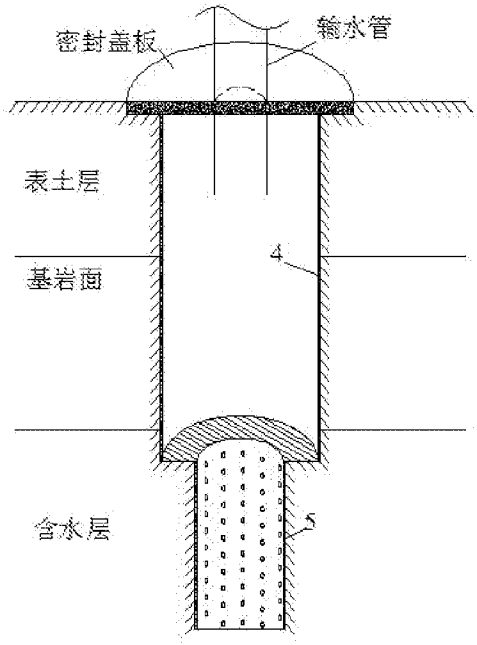


图 4

层号	厚度/m	埋深/m	岩 性	备 注
	17.06	17.06	黄土	
1	1.40	18.46	粗粒砂岩	
2	80.9	99.36	砾岩	含水层
3	3.87	103.23	细粒砂岩	
4	10.62	113.85	粉砂岩	
5	8.88	122.73	泥质砂岩	
6	3.86	126.59	细粒砂岩	
7	5.90	132.49	砂质泥岩	
8	12.92	145.41	粉砂岩	
9	3.30	148.71	砂质泥岩	
10	32.70	181.41	中粒砂岩	
11	1.18	182.59	1^{-1}煤	
12	0.87	183.46	砂质泥岩	
13	0.12	183.58	炭质泥岩	
14	1.25	184.83	砂质泥岩	
15	0.10	184.93	炭质泥岩	
16	4.30	189.23	粉砂岩	
17	2.20	191.43	砂质泥岩	
18	0.11	191.54	细粒砂岩	
19	2.69	194.23	砂质泥岩	
20	0.30	194.53	1^{-2}上煤	
21	9.78	204.31	粉砂岩	
22	9.60	213.91	泥岩	
23	1.32	215.23	砂质泥岩	
24	5.92	221.15	1^{-2}煤	

导水裂隙带高度H_d

基岩

图 5

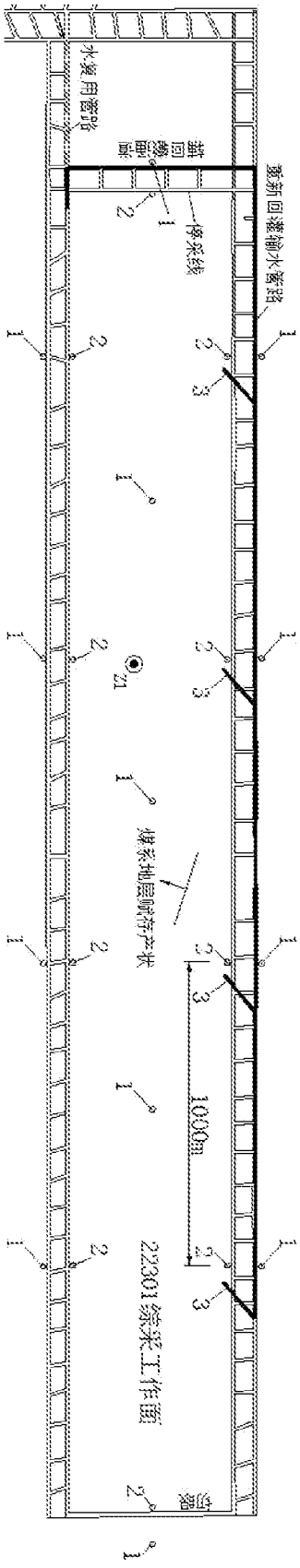


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/109545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21B 33/138(2006.01)i; E21F 16/00(2006.01)i; C02F 1/72(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)

E21B, E21F,C02F

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)

CNABS, DWPI, VEN, CNTXT, CNKI: 污水, 铁, 采空区, 沉淀, 煤, 回注, 回灌, sewage, waste, water, iron, goaf, cav+, precipitat +, sediment+, coal, mine, recycl+, reinject+, recharg+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107044289 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 15 August 2017 (2017-08-15) description, particular embodiments, and figures 1-3	1-10
Y	CN 106673250 A (HARBIN YONGHENGXIN TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 17 May 2017 (2017-05-17) description, particular embodiments	1-10
PX	CN 108104814 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document	1-10
PX	CN 108104766 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document	1-10
A	CN 102606205 A (ENN COAL GASIFICATION MINING CO., LTD.) 25 July 2012 (2012-07-25) entire document	1-10

☑ 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	Date of mailing of the international search report
20 December 2018	**11 January 2019**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
State Intellectual Property Office of the P. R. China **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203890158 U (SHANXI QINGZE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 October 2014 (2014-10-22) entire document	1-10
A	US 2008205995 A1 (CANTERI, C. ET AL.) 28 August 2008 (2008-08-28) entire document	1-10
A	US 3864208 A (WATASE, K.) 04 February 1975 (1975-02-04) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/109545

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 107044289 A	15 August 2017	None	
CN 106673250 A	17 May 2017	None	
CN 108104814 A	01 June 2018	None	
CN 108104766 A	01 June 2018	None	
CN 102606205 A	25 July 2012	None	
CN 203890158 U	22 October 2014	None	
US 2008205995 A1	28 August 2008	WO 2006050807 A1	18 May 2006
		EP 1809817 A1	25 July 2007
		HR P20100665 T1	31 January 2011
		IT MI20042149 A1	09 February 2005
		AT 480668 T	15 September 2010
		ME 01862 B	30 April 2011
		DE 602005023508 D1	21 October 2010
		RS 51475 B	30 April 2011
		ES 2350318 T3	21 January 2011
US 3864208 A	04 February 1975	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2018/109545

A. 主题的分类

E21B 33/138(2006.01)i；E21F 16/00(2006.01)i；C02F 1/72(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)

E21B，E21F,C02F

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））

CNABS,DWPI,VEN,CNTXT,CNKI:污水，铁，采空区，沉淀，煤，回注，回灌，sewage, waste, water,iron,goaf,cav+, precipitat+,sediment+,coal,mine,recycl+,reinject+, recharg+

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
Y	CN 107044289 A (中国矿业大学) 2017年 8月 15日 (2017-08-15) 说明书具体实施方式，附图1-3	1-10
Y	CN 106673250 A (哈尔滨市永恒鑫科技开发有限公司) 2017年 5月 17日 (2017-05-17) 说明书具体实施方式	1-10
PX	CN 108104814 A (中国矿业大学) 2018年 6月 1日 (2018-06-01) 全文	1-10
PX	CN 108104766 A (中国矿业大学) 2018年 6月 1日 (2018-06-01) 全文	1-10
A	CN 102606205 A (新奥气化采煤有限公司) 2012年 7月 25日 (2012-07-25) 全文	1-10
A	CN 203890158 U (山西清泽环境科技有限公司) 2014年 10月 22日 (2014-10-22) 全文	1-10
A	US 2008205995 A1 (CANTERI CARLO等) 2008年 8月 28日 (2008-08-28) 全文	1-10

☑ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 12月 20日	2019年 1月 11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 隋子玉 电话号码 62085145

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/109545

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
A	US 3864208 A (WATASE KINICHI) 1975年 2月 4日 (1975 - 02 - 04) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/109545

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	107044289	A	2017年 8月 15日	无			
CN	106673250	A	2017年 5月 17日	无			
CN	108104814	A	2018年 6月 1日	无			
CN	108104766	A	2018年 6月 1日	无			
CN	102606205	A	2012年 7月 25日	无			
CN	203890158	U	2014年 10月 22日	无			
US	2008205995	A1	2008年 8月 28日	WO	2006050807	A1	2006年 5月 18日
				EP	1809817	A1	2007年 7月 25日
				HR	P20100665	T1	2011年 1月 31日
				IT	MI20042149	A1	2005年 2月 9日
				AT	480668	T	2010年 9月 15日
				ME	01862	B	2011年 4月 30日
				DE	602005023508	D1	2010年 10月 21日
				RS	51475	B	2011年 4月 30日
				ES	2350318	T3	2011年 1月 21日
US	3864208	A	1975年 2月 4日	无			