



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108798516 A

(43)申请公布日 2018. 11. 13

(21)申请号 201810404470.2

E21B 10/32(2006.01)

(22)申请日 2018.04.28

E21B 43/12(2006.01)

(71)申请人 中国矿业大学

E21C 41/18(2006.01)

地址 221000 江苏省徐州市大学路1号

E21F 17/18(2006.01)

(72)发明人 桑树勋 刘世奇 曹丽文 周效志

王海文 刘会虎 李自成 黄华州

刘长江 徐宏杰 王冉 贾金龙

朱术云

(74)专利代理机构 徐州市淮海专利事务所

32205

代理人 尹清静

(51)Int. Cl.

E21B 7/04(2006.01)

E21B 7/18(2006.01)

E21B 7/28(2006.01)

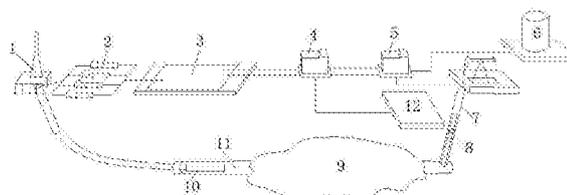
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法

## (57)摘要

本发明公开了一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,属于煤层气开采领域,由水平井钻井扩孔子系统施工水平井-直井对接U型井,并对水平井水平段进行扩孔以增大孔径;由水平井塌孔造洞穴卸压激励子系统实现构造煤煤层气水平井压力脉动激励和应力释放,并水力驱替煤-液-气混合物沿卸压空间向直井段运移;由产出物举升子系统实现进一步破碎煤粉及混合物向直井井口举升,由气液固分离系统进行煤、液、气的分离,由监测控制子系统实时检测、控制技术装备运转情况和实施过程。本发明能够实现松软构造煤储层水平井大口径成井、水平井造洞穴应力释放、混合流体有效举升及产出物的高效分离,实现构造煤原位煤层气的高效开发。



1. 一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,其特征在于,由水平井钻井扩孔子系统施工水平井-直井对接U型井,并对水平井水平段进行扩孔;由水平井塌孔造洞穴卸压激励子系统进行水平井压力脉动激励和应力释放,并水力驱替煤-液-气混合物沿卸压空间向直井段运移;由产出物举升子系统对煤粉进行进一步破碎及产出混合物向直井井口举升;由气液固分离系统进行煤、液、气分离,由监测控制子系统实时检测、控制技术装备运转情况和实施过程,实现工程数据的采集、显示和处理分析;具体步骤如下:

1) 布置好地面上各个设备的位置并将相应的设备连接,采用现有钻井设备及工艺技术施工直井(7)和水平井(11)的直井段和造斜段至目标煤层;

2) 将常规钻井工具更换成钻具(10)并下到井下水平井造斜段处,对松软构造煤层进行三级扩孔和大孔径成井,形成与直井(7)贯通的水平井段,完成造洞穴裸眼完井;

3) 起出井下所有钻井工具,向水平井(11)水平段起点处下入井下喷射装置(16),向直井(7)下入气-液-煤混合物举升与产出装备,即破碎扰动装置和水力喷射泵(8),将直井(7)井口与煤液气分离装置(5)连通;

4) 启动地面动力装置(15),以设定的频率向水平井(11)水平段注入高压高速流体,切割、破碎煤岩,形成卸压洞穴(9);再将水的速度加速成高速射流,进一步破碎并冲刷煤粉,并将形成的气-液-煤混合物向直井(7)井底运移;

5) 启动井下的破碎扰动装置及水力喷射泵(8),对流入直井(7)井底的煤粉进一步破碎后,将其举升至地面进入煤液气分离装置(5)内;

6) 对进入煤液气分离装置(5)内的混合物进行预处理,使分离出的煤液混合物和煤层气分别进入煤液分离装置(4)和储气罐(6)内,对进入煤液分离装置(4)内的煤液混合物进一步处理,使分离出的煤粉和液体分别存入煤粉收集池(12)和储液池(3)内。

2. 根据权利要求1所述的一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,其特征是:步骤2)中三级扩孔率分别为150%、200%、300%,扩孔后井径增幅为200%-300%。

3. 根据权利要求1或2所述的一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,其特征是:步骤4)中水平井压力脉动激励和应力释放后的卸压激励范围 $\geq 15$ 。

4. 根据权利要求3所述的一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,其特征是:步骤5)中破碎后煤粉浓度 $\leq 50\%$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,其特征是:步骤4)中的高压高速流体中混有一定比例的磨料。

## 一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤层气开采方法,特别是涉及一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,属于煤层气开采领域。

### 背景技术

[0002] 构造煤是指煤层受构造应力作用,原生结构、构造受到强裂破坏而产生碎裂、揉皱、擦光面等构造变动特征的煤。构造煤广泛发育和构造煤煤层气资源丰富是中国煤与煤层气资源的显著特征,构造煤资源量占我国已发现煤炭资源的比例很高,构造煤煤层气资源量占我国煤层气资源总量的比例更大。构造煤具有富气、低渗、松软等突出特征,多为煤与瓦斯突出煤层,因危害大且抽采利用困难,煤矿生产中多将其风排到大气中,构造煤煤层气的高效开发对能源、安全、生态具有十分突出的意义。

[0003] 基于疏水降压解吸采气理论的方法是当前原位煤层气地面井开发的主要方法,由于构造煤储层渗透率极低且水力压裂等改造方式效果很差,疏水降压解吸采气理论不应用于构造煤储层,勘探开发实践结果也表明,基于疏水降压解吸采气理论基础的煤层气勘探开发技术,包括SVR技术系列(直井压裂、U型井、多分枝水平井、水平井压裂等)、ECBM技术系列(CO<sub>2</sub>-ECBM、N<sub>2</sub>-ECBM等)及其复合技术,均无法实现构造煤煤层气的高效开发。因而,构造煤煤层气高效勘探开发技术与装备成为制约中国煤层气产业快速规模化发展的重要技术瓶颈之一。

[0004] 随着对煤层气开采技术的深入研究,煤矿区被保护层构造煤煤层气采动卸压增透开发理论为构造煤原位煤层气的开采提供了新的思路,但在实际开采应用中,由于构造煤本身的特性,存在覆岩变形造成井孔破断、煤与煤层气生产衔接困难等问题。因此,研创一种适用于构造煤原位煤层气开采的技术理论及技术方法,对于打破我国构造煤煤层气地面井高效开发技术瓶颈,实现我国煤层气勘探开发具有重要的理论和实际生产指导意义。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,能够实现松软构造煤储层水平井大口径成井、水平井造洞穴应力释放、混合流体有效举升及产出混合物的高效分离,实现构造煤原位煤层气的高效连续开发。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,由水平井钻井扩孔子系统施工水平井-直井对接U型井,并对水平井水平段进行扩孔;由水平井塌孔造洞穴卸压激励子系统进行水平井压力脉动激励和应力释放,并水力驱替煤-液-气混合物沿卸压空间向直井段运移;由产出物举升子系统对煤粉进行进一步破碎及产出混合物向直井井口举升;由气液固分离系统进行煤、液、气分离,由监测控制子系统实时检测、控制技术装备运转情况和实施过程,实现工程数据的采集、显示和处理分析;具体步骤如下:

[0007] 1) 布置好地面上各个设备的位置并将相应的设备连接,采用现有钻井设备及工艺

技术施工直井和水平井的直井段和造斜段至目标煤层；

[0008] 2) 将常规钻井工具更换成钻具并下到井下水平井造斜段处,对松软构造煤层进行三级扩孔和大孔径成井,形成与直井贯通的水平井段,完成造洞穴裸眼完井；

[0009] 3) 起出井下所有钻井工具,向水平井水平段起点处下入井下喷射装置,向直井下入气-液-煤混合物举升与产出装备,即破碎扰动装置和水力喷射泵,将直井井口与煤液气分离装置连通；

[0010] 4) 启动地面动力装置,以设定的频率向水平井水平段注入高压高速流体,切割、破碎煤岩,形成卸压洞穴；再将水的速度加速成高速射流,进一步破碎并冲刷煤粉,并将形成的气-液-煤混合物向直井井底运移；

[0011] 5) 启动井下的破碎扰动装置及水力喷射泵,对流入直井井底的煤粉进一步破碎后,将其举升至地面进入煤液气分离装置内；

[0012] 6) 对进入煤液气分离装置内的混合物进行预处理,使分离出的煤液混合物和煤层气分别进入煤液分离装置和储气罐内,对进入煤液分离装置内的煤液混合物进一步处理,使分离出的煤粉和液体分别存入煤粉收集池和储液池内。

[0013] 进一步的,步骤2)中三级扩孔率分别为150%、200%、300%,扩孔后井径增幅为200%-300%。

[0014] 进一步的,步骤4)中水平井压力脉动激励和应力释放后的卸压激励范围 $\geq 15$ 。

[0015] 进一步的,步骤5)中破碎后煤粉浓度 $\leq 50\%$ 。

[0016] 进一步的,步骤4)中的高压高速流体中混有一定比例的磨料。

[0017] 本发明通过将水平井钻孔扩孔系统中的钻具设计成三级钻孔及扩孔式的钻具,通过双向复式钻井施工,实现了水平井水平段的钻孔后进一步扩孔,极大地增幅了水平段井径,避免了构造煤松软所造成的的覆岩变形致井孔坍塌的问题,为构造煤层原位煤层气的连续开采提供了保证；

[0018] 通过在水平井扩孔造洞穴裸眼完井后,以一定脉冲频率向水平井洞穴注入高压高速流体,进一步切割、破碎媒体,实现了构造煤层气水平井压力脉动激励和应力释放,并实现了水力驱替煤-液-气混合物沿卸压空间向直井段运移,为后续的举升提供了保证；

[0019] 通过井底的破碎扰动装置和水力喷射泵配合,实现了煤粉的进一步破碎及混合物向直井井口的举升；通过煤液气分离装置和煤液分离装置,实现了产出混合物的煤、液、气的高效分离及激励液的循环利用；

[0020] 通过现场工作站、监测仪表及传感器和中央服务器控制系统三层网络架构和软件,实现了实时检测、控制技术装备运转情况和实施过程,实现了工程数据的采集、显示和处理分析,整个开采系统中各个子系统的配合运行实现了造煤原位煤层气的高效连续开发。

## 附图说明

[0021] 图1是本发明所使用的开采系统的示意图。

[0022] 图2是本发明所使用的开采系统中的钻具结构示意图。

[0023] 图2(a)是钻具钻孔状态示意图。

[0024] 图2(b)是钻具扩孔状态示意图。

[0025] 图3是本发明所使用的开采系统的卸压激励子系统示意图。

[0026] 图中:1、钻塔,2、泵组,3、储液池,4、煤液分离装置,5、煤液气分离装置,6、储气罐,7、直井,8、水力喷射泵,9、卸压洞穴,10、钻具,10-1、领眼总成,10-2、一级和二级扩孔与收回总成,10-3、三级扩孔与收回总成,10-4、柱塞钻头,10-5、刀翼,10-6、锁定机构二,10-7、锁定机构一,10-8、钻井液出口,11、水平井,12、煤粉收集池,13、磨料罐,14、磨料混合装置,15、地面动力装置,16、井下喷射装置。

### 具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明作进一步说明(以下描述中的左右方向与图1中的左右方向相同)。

[0028] 如图1至图3所示,本发明所使用的一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采系统,包括水平井钻井扩孔子系统、水平井塌孔造洞穴卸压激励子系统、产出物举升子系统、气液固分离子和监测控制子系统,所述的水平井钻井扩孔子系统包括钻塔1、钻机(图中未画出)、钻柱管串(图中未画出)、钻具10及钻井液循环系统,钻塔1、钻机、钻柱管串之间的连接与现有技术相同,钻塔1用于安放和悬挂提升系统、承受钻井工具重量、存放钻杆和钻铤等,钻机用于为钻具10提供动力,钻柱管串为由方钻杆、钻杆、钻铤及其他井下工具组成的管串,用于安装钻具10;钻具10自与钻柱管串连接端至钻进端分别为三级扩孔与收回总成10-3、一级和二级扩孔与收回总成10-2和领眼总成10-1,三级扩孔与收回总成10-3上包含若干周向设置可张开和闭合的刀翼10-5,刀翼10-5由锁定机构二10-6锁紧定位,一级和二级扩孔与收回总成10-2上包含若干周向设置的可伸出和缩回的柱塞钻头10-4,柱塞钻头10-4由锁定机构一10-7锁紧定位,钻井液正循环系统与其他部件的连接与现有技术相同;在进行水平井11处钻井施工时,向直井7方向钻进贯通时,柱塞钻头10-4伸出,开始钻孔,向钻塔1方向返回时,刀翼10-5张开,由于其张开后的直径大于柱塞钻头10-4伸出时的直径,故实现了水平井的扩孔,实现了可钻性等级I、II、III、IV和V岩体中的三级扩孔,三级扩孔率分别达到150%、200%、300%,扩孔后井径增幅200%-300%;

[0029] 所述的水平井塌孔造洞穴卸压激励子系统包括地面动力装置15和井下喷射装置16,地面动力装置15的入口与储液池3连通,出口与井下喷射装置16连通,井下喷射装置16置于水平井11内卸压洞穴9靠近钻塔1的一侧;水平井11扩孔造洞穴裸眼完井后,地面动力装置15内的加压泵以一定的脉冲频率向水平井洞穴注入高压高速流体,由井下喷射装置16喷射向卸压洞穴9,实现构造煤煤层气水平井压力脉动激励和应力释放;并通过注入的高压高速流体,驱替气-液-煤混合物沿卸压空间向直井7运移,从而被产出。通过水平井压力脉动激励和应力释放实现卸压激励范围(应力释放区宽度/煤厚) $\geq 15$ ;

[0030] 所述的产出物举升子系统包括破碎扰动装置和水力喷射泵8,水力喷射泵8为宽流道射流泵、设在直井7内靠近井底处,用于将气-液-煤混合物举升至井口;破碎扰动装置设在卸压洞穴9和直井7之间,破碎井底煤粉,使之更容易被水力喷射泵8举升至直井7井口,实现煤粉浓度 $\leq 50\%$ 的流体高效产出;

[0031] 所述的气液固分离子系统包括煤液气分离装置5和煤液分离装置4,煤液气分离装置5入口与直井7井口管路连通、两个出口分别与储气罐6和煤液分离装置4连通,煤液分离装置4的两个出口分别与煤粉收集池12和储液池3连通;该子系统可实现气液煤混合物预处

理、瓦斯分离、液煤分离、煤-气收集、激励液(或水)净化与再循环使用,瓦斯分离效率90%-95%以上,激励液分离与收集效率80%-90%以上,煤粉收集能力98%以上。主要作用是通过煤液气分离装置5和煤液分离装置4实现气、液、煤粉的初步分离;分离后的煤和气分别进入煤粉收集池12和储气罐6被保存,而激励液经过处理后则进入储液池3以循环使用,保证连续开采;

[0032] 所述的监测控制子系统包括现场工作站、监测仪表及传感器和中央服务器控制系统三层网络架构和软件,以高精传感器技术为基础,通过建立传感器、现场工作站、中央服务器控制系统三层网络架构,应用组态分析软件与物联网感知技术,形成“精确化、可视化、交互化、快速化、智能化”的数据采集与监控系统,实时检测、控制技术装备运转情况和实施过程,实现工程数据的采集、显示和处理分析。

[0033] 所述的水平井塌孔造洞穴卸压激励子系统还包括磨料混合装置14、磨料混合装置14入口与储液池3和磨料罐13连通、出口与地面动力装置15入口连通;在激励液中加入一定比例的磨料,可以增大激励液切割煤岩的能力,提高开采效率。

[0034] 所述的钻具10上刀翼10-5向钻塔1方向旋转张开,钻井液出口10-8设在刀翼10-5右方,自钻具10内腔向钻具10外圆延伸时逐渐向刀翼10-5方向倾斜;钻井时,钻井液既可以像常规钻井液起到冷却及辅助切割的作用,还可以为刀翼10-5扩张提供足够的支撑力,以减少与刀翼10-5连接部件的刚性变形,延长设备的使用寿命。

[0035] 所述的开采系统内的泵除水力喷射泵8外,全部集成在泵组2内,便于和储液池3及井下设备管路连通,减小开采系统内各设备之间的连接的复杂度。

[0036] 一种构造煤原位煤层气水平井洞穴卸压开采方法,包括如下步骤:

[0037] 1) 布置好地面上各个设备的位置并将相应的设备连接,采用现有钻井设备及工艺技术施工直井7和水平井11的直井段和造斜段至目标煤层;施工期间,泵组2内的钻井液循环泵为井下提供钻井液;

[0038] 2) 将钻井工具更换成钻具10并下到井下水平井造斜段处,对松软构造煤层进行三级扩孔和大孔径成井,形成与直井7贯通的水平井段(形成水平井-直井对接的U型井),完成造洞穴裸眼完井;施工期间,泵组2内的钻井液循环泵为井下提供钻井液;

[0039] 3) 起出井下所有钻井工具,向水平井11水平段起点处下入井下喷射装置16,向直井7下入气-液-煤混合物举升与产出装备,即破碎扰动装置和水力喷射泵8,直井7井口与煤液气分离装置5连通;

[0040] 4) 启动地面动力装置15,即泵组2内的高压脉动泵,以设定的频率向水平井11水平段注入高压高速流体,切割、破碎煤岩,实现水平井11水平段的压力脉动激励和应力释放,形成卸压洞穴9;再将水的速度加速成高速射流,进一步破碎并冲刷煤粉,并将形成的气-液-煤混合物向直井7井底运移;在对水平井11水平段进行压力脉动激励和应力释放过程中,可以在储液池3和井下喷射系统16之间接入磨料混合装置14,在泵组2内的高压泥浆泵及高压脉动泵的共同作用下,向井下喷射含有磨料的激励液,增大激励液切割煤岩的能力,提高开采效率;

[0041] 5) 启动井下的破碎扰动装置及水力喷射泵8,对流入直井7井底的煤粉进一步破碎后,将其举升至地面进入煤液气分离装置5;

[0042] 6) 对进入煤液气分离装置5内的混合物进行预处理,使分离出的煤液混合物和煤

层气分别进入煤液分离装置4和储气罐6内,对进入煤液分离装置4内的煤液混合物进一步处理,使分离出的煤粉和液体分别存入煤粉收集池12和储液池3内。

[0043] 步骤6)中,分离出的液体在进入储液池3之前,对其进行净化处理,以保证生产的循环高效进行。

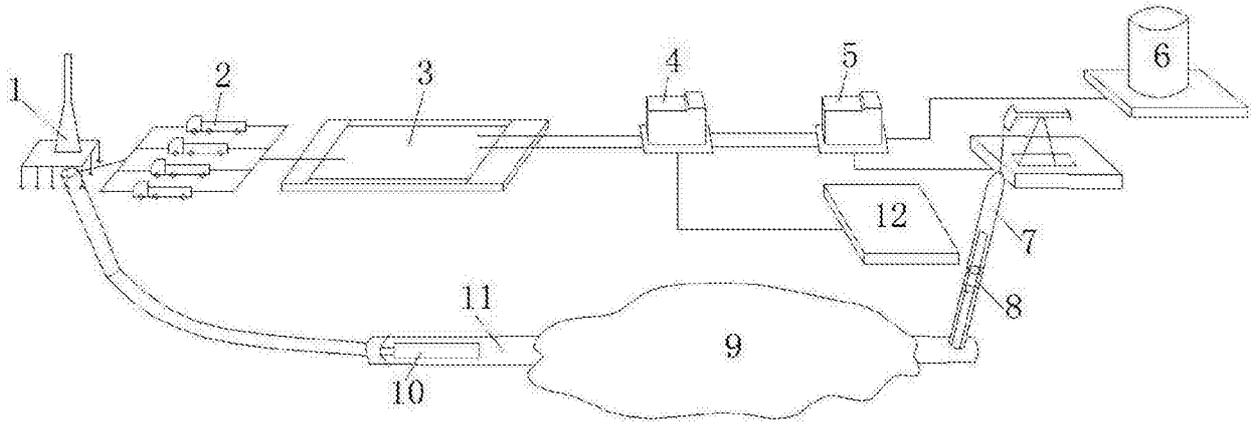
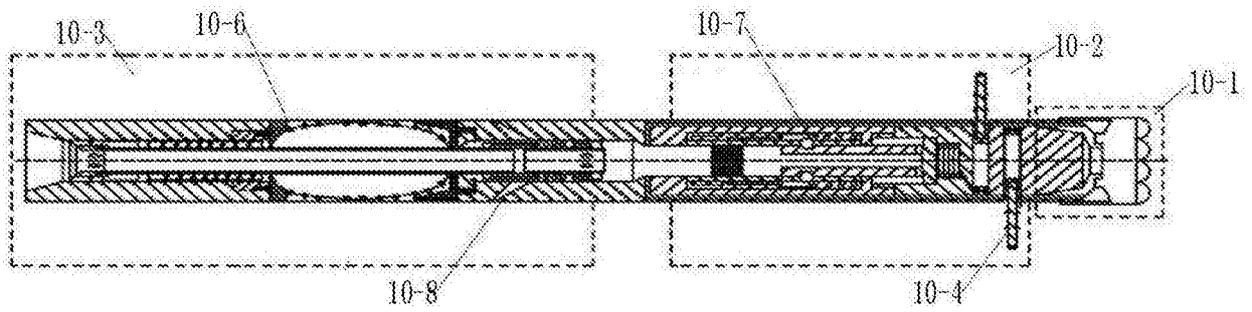
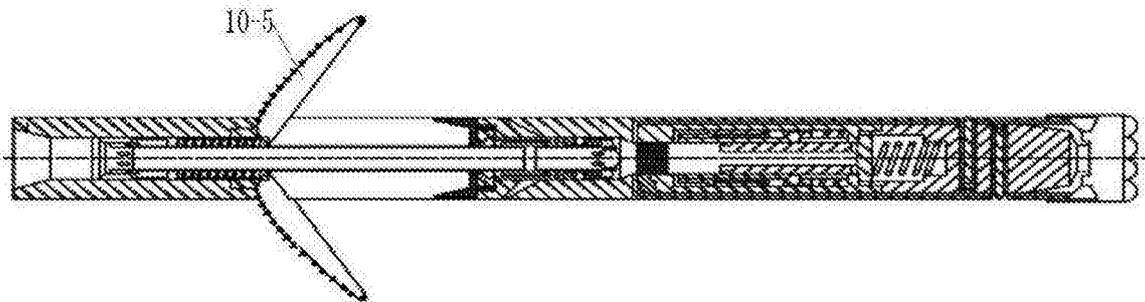


图1



(a)



(b)

图2

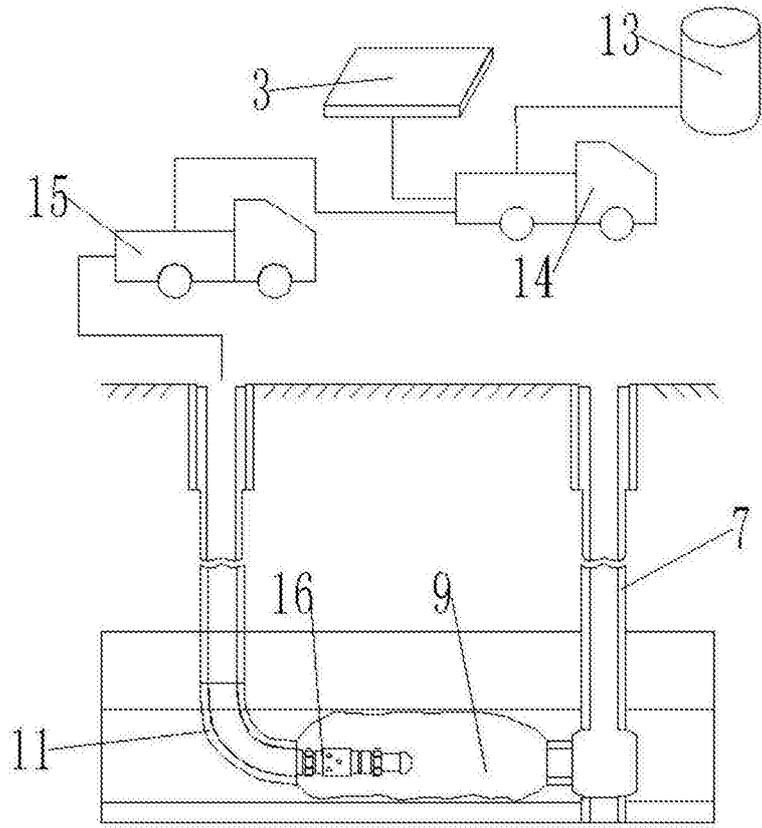


图3