



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101403314 B

(45) 授权公告日 2011.03.23

(21) 申请号 200810230940.4

(22) 申请日 2008.11.18

(73) 专利权人 河南理工大学

地址 454000 河南省焦作市高新区世纪大道  
2001 号

(72) 发明人 苏现波 刘晓 倪小明 郭红玉

林晓英 宋金星

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通  
合伙) 41104

代理人 王聚才

(51) Int. Cl.

E21F 7/00 (2006.01)

E21B 43/26 (2006.01)

审查员 王跃庭

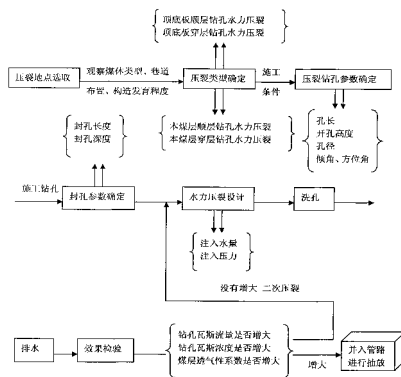
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺

(57) 摘要

煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,依次包括以下步骤:(1)选取压裂地点;(2)根据观察媒体类型、巷道布置和构造发育程度来确定压力类型,采用顶底板顺层钻孔水力压裂、顶底板穿层钻孔水力压裂、本煤层顺层钻孔水力压裂或本煤层穿层钻孔水力压裂;(3)确定钻孔参数施工钻孔,钻孔参数包括孔长、开孔高度、孔径、倾角、方位角;(4)设计水力压裂,包括注入水量和注入压力;(5)洗孔;(6)排水;(7)检验压裂效果,如符合要求向下进行,如不符合要求转向步骤(4);(8)进入管路进行抽放。本发明增强煤层透气性、减少采掘工作面瓦斯涌出量,显著提升单孔抽采能力和抽采效果。提高抽放效率、缩短抽放时间、最大限度消除瓦斯灾害。



1. 煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:依次包括以下步骤:(1) 选取压裂地点;(2) 根据观察煤体类型、巷道布置和构造发育程度来确定压力类型,采用顶底板顺层钻孔水力压裂、顶底板穿层钻孔水力压裂、本煤层顺层钻孔水力压裂或本煤层穿层钻孔水力压裂;(3) 确定钻孔参数施工钻孔,钻孔参数包括孔长、开孔高度、孔径、倾角、方位角;(4) 设计水力压裂,包括注入水量和注入压力,进行注水;根据煤层所受垂直应力、水平应力、煤层上覆基岩的容重、煤层埋深、侧向应力系数、煤的泊松比、注水系统管路损失压力确定注入压力;根据钻孔水力压裂预测压裂半径、煤层厚度、煤层钻孔水力压裂段长度、煤体孔隙率确定注入水量;(5) 洗孔;(6) 排水;(7) 检验压裂效果,如符合要求向下进行,如不符合要求转向步骤(4);(8) 进入管路进行抽放。

2. 根据权利要求1所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:所述的步骤(2)针对I类、II类煤采用本煤层顺层钻孔水力压裂或本煤层穿层钻孔水力压裂;针对III类、IV类、V类煤采用顶底板顺层钻孔水力压裂或顶底板穿层钻孔水力压裂。

3. 根据权利要求2所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:所述的本煤层顺层钻孔水力压裂可以采用在工作面进风顺槽和/或回风顺槽在煤层中施工平行于切眼的水力钻裂钻孔;也可采用在掘进迎头或在挂耳钻场内施工超前抽放钻孔。

4. 根据权利要求2所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:所述的本煤层穿层钻孔水力压裂为在煤层顶板或底板向煤层施工压裂钻孔;当由煤层底板向煤层施工穿层的仰角水力压裂钻孔时,煤层厚度若大于等于2m,仰角水力压裂钻孔打至穿煤层1m,当煤层厚度小于2m时,仰角水力压裂钻孔施工至接触煤层;当由煤层顶板向煤层施工穿层的俯角水力压裂钻孔,俯角水力压裂钻孔穿过煤层并距煤层5m~10m。

5. 根据权利要求2所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:所述的顶、底板穿层钻孔水力压裂为在煤层顶、底板巷中向煤层所在平面方向施工放射状钻孔至距离煤层30mm~50mm。

6. 根据权利要求2所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:所述的顶底板顺层钻孔水力压裂为在距煤层30mm~50mm的顶底板中与煤层平行施工顺层钻孔。

7. 根据权利要求4所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:所述的本煤层顺层水力压裂钻孔封孔深度应超过煤体应力集中带所在位置3m~5m,确保封孔器与钻孔紧密接触。

8. 根据权利要求1-7任一条所述的煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,其特征在於:开始注水时,在前3~5min内必须缓慢增高水压至设计注水压力,注水泵设置卸压阀,调整该阀可保证压力平缓上升和下降;注水时,高压管路的水压大于确定注水压力的70%时,结束注水;停泵时,注水泵缓慢卸压。

## 煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺。

### 背景技术

[0002] 煤层瓦斯是一种洁净能源,但对煤矿生产而言更是一种灾害源。如何实现采煤之前瓦斯的预抽,实现资源开发利用和煤矿减灾的双重目的,一直是人们关注的焦点。特别是随着开采深度的增加、资源需求的日益强烈、国家一系列关于煤矿瓦斯灾害治理强制措施和煤层气开发利用鼓励政策的出台,都迫切要求有一套系统的、完整的、地面与井下相结合的抽采工艺技术。

[0003] 瓦斯治理方法众多,如区域治理措施中的保护层开采、地面采动区抽采等,但局限性大,效果差异悬殊。瓦斯治理主要手段为抽采,最常用的是把煤层作为抽采对象。但是,对于原生结构和碎裂煤而言,自身裂隙的连通性较差,且钻进过程中井田附近存在污染,如果不采取增透措施,抽采效果有限。突出煤层往往为渗透性极差、强度极低的碎粒煤和糜棱煤,直接从其中抽采瓦斯不仅钻进困难,而且抽采效果差,钻孔抽采半径非常小、封孔困难致使抽采瓦斯浓度难以长期稳定。往往以密集布孔、高工程投入为代价进行抽采。各种水力化措施,特别是水力挤出在煤巷掘进消突中起到了一定作用,但也存在不尽人意的方面。

[0004] 以往井下瓦斯抽采从原理上可区分为两类:其一是在原始应力状态下的抽采,抽采效率完全取决于煤层原始渗透率,效果差、工程量大。目前的本煤层抽放多属此类;二是通过采矿卸压增透进行抽采,抽采效果较好,但受条件的限制,难以解决快速掘进问题。高位钻孔抽放、地面采动区抽放属此类工艺。

### 发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,提高抽放效率、缩短抽放时间、最大限度消除瓦斯灾害。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺,依次包括以下步骤:(1) 选取压裂地点;(2) 根据观察煤体类型、巷道布置和构造发育程度来确定压力类型,采用顶底板顺层钻孔水力压裂、顶底板穿层钻孔水力压裂、本煤层顺层钻孔水力压裂或本煤层穿层钻孔水力压裂;(3) 确定钻孔参数施工钻孔,钻孔参数包括孔长、开孔高度、孔径、倾角、方位角;(4) 设计水力压裂,包括注入水量和注入压力;根据煤层所受垂直应力、水平应力、煤层上覆基岩的容重、煤层埋深、侧向应力系数、煤的泊松比、注水系统管路损失压力确定注入压力;根据钻孔水力压裂预测压裂半径、煤层厚度、煤层钻孔水力压裂段长度、煤体孔隙率确定注入水量;(5) 洗孔;(6) 排水;(7) 检验压裂效果,如符合要求向下进行,如不符合要求转向步骤(4);(8) 进入管路进行抽放。

[0007] 所述的步骤(2)针对I类、II类煤采用本煤层顺层钻孔水力压裂或本煤层穿层钻孔水力压裂;针对III类、IV类、V类煤采用顶底板顺层钻孔水力压裂或顶底板穿层钻孔水力压裂。

[0008] 所述的本煤层顺层钻孔水力压裂可以采用在工作面进风顺槽和 / 或回风顺槽在煤层中施工平行于切眼的水力钻裂钻孔 ;也可采用在掘进迎头或在挂耳钻场内施工超前抽放钻孔。

[0009] 所述的本煤层穿层钻孔水力压裂为在煤层顶板或底板向煤层施工压裂钻孔 ;当由煤层底板向煤层施工穿层的仰角水力压裂钻孔时,煤层厚度若大于等于 2m,仰角水力压裂钻孔打至穿煤层 1m,当煤层厚度小于 2m 时,仰角水力压裂钻孔施工至接触煤层 ;当由煤层顶板向煤层施工穿层的俯角水力压裂钻孔,俯角水力压裂钻孔穿过煤层并距煤层 5m ~ 10m。

[0010] 所述的顶、底板穿层钻孔水力压裂为在煤层顶、底板巷中向煤层所在平面方向施工放射状钻孔至距离煤层 30mm ~ 50mm。

[0011] 所述的顶底板顺层钻孔水力压裂为在距煤层 30mm ~ 50mm 的顶底板中与煤层平行施工顺层钻孔。

[0012] 所述的本煤层顺层水力压裂钻孔封孔深度应超过煤体应力集中带所在位置 3m ~ 5m,确保封孔器与钻孔紧密接触。

[0013] 开始注水时,在前 3 ~ 5min 内必须缓慢增高水压至设计注水压力,注水泵设置卸压阀,调整该阀可保证压力平缓上升和下降 ;注水时,高压管路的水压大于确定注水压力的 70% 时,结束注水 ;停泵时,注水泵缓慢卸压。

[0014] 本发明在不改变原有地应力状态下,通过高压水力作用,使得煤储层裂缝进一步扩张、延伸、相互联通,达到增透提高抽采效率的目的,增强煤层透气性、减少采掘工作面瓦斯涌出量,显著提升单孔抽采能力和抽采效果。提高抽放效率、缩短抽放时间、最大限度消除瓦斯灾害。

[0015] 井下煤层钻孔水力压裂可以增大煤层透气性,经试验表明,采用钻孔水力压裂后,煤层透气性系数增大 8 ~ 10 倍。

[0016] 井下煤层钻孔水力压裂后,钻孔瓦斯涌出量成倍增加,减少了掘进及回采期间的瓦斯涌出量,使掘进及回采期间的突出危险性几率减少。

[0017] 实施井下水力压裂后,煤层百米钻孔瓦斯流量成十倍级增长,减少了瓦斯抽放时间,为煤矿安全高效回采、掘进提供了宝贵时间及安全保障。

[0018] 附图说明

[0019] 图 1 为煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺流程图 ;

[0020] 图 2 为本煤层顺层钻孔水力压裂示意图 ;

[0021] 图 3 为图 2 的 A-A 剖视图 ;

[0022] 图 4 为掘进迎头钻孔水力压裂示意图 ;

[0023] 图 5 为本煤层穿层钻孔水力压裂示意图 ;

[0024] 图 6 为图 5 的 B-B 剖视图 ;

[0025] 图 7 为顶底板穿层钻孔水力压裂示意图 ;

[0026] 图 8 为顶底板顺层钻孔水力压裂示意图 ;

[0027] 图 9 为图 8 的 C-C 剖视图 ;

[0028] 图 10 为水力压裂系统图 ;

[0029] 图 11 为封孔器示意图 .

[0030] 具体实施方式

[0031] 实施例：煤矿井下钻孔水力压裂增透抽采瓦斯工艺，依次包括以下步骤：(1) 选取压裂地点；(2) 根据观察煤体类型、巷道布置和构造发育程度来确定压力类型，采用顶底板顺层钻孔水力压裂、顶底板穿层钻孔水力压裂、本煤层顺层钻孔水力压裂或本煤层穿层钻孔水力压裂；(3) 确定钻孔参数施工钻孔，钻孔参数包括孔长、开孔高度、孔径、倾角、方位角；(4) 设计水力压裂，包括注入水量和注入压力；(5) 洗孔；(6) 排水；(7) 检验压裂效果，如符合要求向下进行，如不符合要求转向步骤 (4)；(8) 进入管路进行抽放。

[0032] 1、压裂选型及钻孔、封孔参数确定。

[0033] 防治煤与瓦斯突出细则第 29 条规定了煤的破坏类型及分类，见表 1。

[0034] 表 1 煤的破坏类型及分类表

[0035]

破坏类型	光泽	构造与构造特征	节理性质	节理面性质	断口性质	强度
I 类煤 (非破坏煤)	亮与半亮	层状构造，块状构造，条带清晰明显。	一组或二、三组节理，节理系统发达，有次序	有充填物（方解石）次生面少，节理、劈理面平整	参差阶状，贝状，波浪状	坚硬，用手难以掰开
II 类煤 (破坏煤)	亮与半亮	尚未失左层状，较有次序 2、条带明显，有时扭曲，有错动 3、不规则块状，多棱角 4、有挤压特征	次生节理面多，且不规则，与原生节理呈网状节理	节理面有擦纹、滑皮，节理平整，易掰开	参差多角	用手易剥成小块，中等硬度
III 类煤 (强烈破坏煤)	半亮半暗	1、弯曲呈透镜体构造 2、小片状构造 3、细小碎块，层理较紊无次序	节理不清，系统不发达，次生节理密度大	有大量擦痕	参差粒状	用手捻成粉末，硬度低
IV 类煤 (粉末状)	暗淡	粒状或小颗粒胶结而成，形似大然煤团	节理失去意义，成粘块状		粒状	用手捻成粉末，偶尔较硬
V 类煤 (全粉状)	暗淡	1、土状构造，似土质煤 2、如断层泥状			土状	可捻成粉末，酥松

[0036] 基于不同的煤体破坏类型，须布置不同的水力压裂钻孔类型。

[0037] 1.1 基于 I、II 类煤本煤层水力压裂钻孔布置方式

[0038] (1) 本煤层顺层钻孔水力压裂

[0039] 这种钻孔布置方式是在工作面进风顺槽 1 或回风顺槽 2 根据煤体、构造发育程度，在煤层 6 中施工平行于切眼 4 的水力压裂钻孔 3，见图 2、图 3，图中 5 为采空区。钻孔长度可根据回采工作面的倾斜长及煤体、构造发育程度、钻机设备能力进行确定，原则上以在进

风顺槽 1 和回风顺槽 2 分别施工平行钻孔交叉为宜；

[0040] 钻孔也可以布置在掘进迎头或在挂耳钻场内施工超前抽放钻孔进行水力压裂,解决掘进工作面掘进难问题,见图 4。在掘进工作面 10 可施工长度为 20m 左右的钻孔进行压裂;在掘进巷道 9 两帮的钻场 8 施工水力压裂钻孔 7,长度要根据钻场间距及所要求的保护距离进行确定;

[0041] 本煤层顺层钻孔水力压裂钻孔倾角及方位可根据煤层倾角、巷道开拓情况、煤厚、孔长等具体情况进行确定。钻孔孔径可选用  $\phi 42\text{mm}$ 、 $\phi 60\text{mm}$ 、 $\phi 75\text{mm}$ 、 $\phi 91\text{mm}$  等进行施工,根据生产实践在煤层中最好施工  $\phi 75\text{mm}$  的钻孔。

[0042] (2) 本煤层穿层钻孔水力压裂

[0043] 对于在煤层的顶底板施工的穿层钻孔,孔长要根据顶底板巷距煤层的距离及煤层厚度进行确定。在煤层底板施工仰角水力压裂钻孔,以穿煤层 1m 为宜(煤层厚度  $\geq 2\text{m}$ )对于厚度小于 2m 的煤层,以刚揭露煤层为宜;在煤层顶板施工俯角孔进行水力压裂时,钻孔要贯穿煤层至煤层底板 5m ~ 10m 处。钻孔倾角及方位可根据煤层倾角、巷道开拓情况、煤厚、孔长等具体情况进行确定。钻孔孔径可选用  $\phi 42\text{mm}$ 、 $\phi 60\text{mm}$ 、 $\phi 75\text{mm}$ 、 $\phi 91\text{mm}$  等进行施工,根据生产实践在岩层中施工  $\phi 42\text{mm}$  钻孔为宜,如图 5、图 6 所示,图中包括进风顺槽 1、回风顺槽 2、高抽巷 12、内错尾巷 13、压裂钻孔 11。

[0044] 本煤层钻孔水力压裂封孔深度根据钻孔长度及煤体前方应力集中带长度确定,应在煤体应力集中带以里 3 ~ 5 米处进行封孔,确保封孔器与钻孔紧密接触,使水不外流;封孔长度由封孔器长度确定,目前煤炭系统所用的井下封孔器长度一般为 1.1m。

[0045] 1.2 基于 III、IV、V 类虚拟储层水力压裂钻孔布置方式

[0046] 对于 III、IV、V 类煤,在煤层中施工钻孔,会出现难以钻进、塌孔等现象,针对这种情况,可采用“虚拟储层”进行增透,即在煤层的顶底板施工钻孔进行压裂,具体钻孔布置方式如下:

[0047] (1) 煤层顶底板穿层钻孔水力压裂

[0048] 对于 III、IV、V 类煤,在煤层的顶底板巷中施工穿层钻孔至接近煤层 30mm ~ 50mm 为宜,如图 7 所示,图中包括煤层顶板巷 18、煤层顶板 20、煤层 6、煤层底板 21、煤层底板巷 19、顶板压裂钻孔 16、底板压裂钻孔 17、顶板钻场 14、底板钻场 15。

[0049] (2) 煤层顶底板顺层水力压裂

[0050] 对于 III、IV、V 类煤,也可以在煤层的顶底板施工顺层钻孔进行压裂,如图 8、图 9 所示,图中包括煤层顶板 20、煤层 6、煤层底板 21、压裂钻孔 22。

[0051] 对于 III、IV、V 类煤,钻孔倾角及方位可根据煤层倾角、巷道开拓情况、煤厚、孔长等具体情况进行确定。钻孔孔径可选用  $\phi 42\text{mm}$ 、 $\phi 60\text{mm}$ 、 $\phi 75\text{mm}$ 、 $\phi 91\text{mm}$  等进行施工,根据生产实践在岩层中施工  $\phi 42\text{mm}$  钻孔为宜;封孔深度根据钻孔长度进行确定,尽量接近于煤层。封孔长度为 1.1 米。

[0052] 1.3 封隔器的选取

[0053] 可采用煤炭系统井下常用的囊带式自动膨胀封隔器,但由于目前的囊带式自动膨胀封隔器抗压能力较小、建议采用由河南理工大学自主研制开发的井下煤层钻孔水力压裂专用封隔器,型号为:KZ-01

[0054] 1.4 泵的选取

[0055] 注水泵可以选择高压大排量泵,如 BRW200/31.5、BRW400/31.5 等矿用乳化液泵。对于钻孔长度大、裂隙发育煤体,建议采用由河南理工大学自主研发的煤矿井下钻孔水力压裂专用泵,型号为 :UHF-1。

[0056] 1.5 设备清单及连接

[0057] 表 2 井下压裂设备一览表

[0058]

设备名称	型号	单位	数量	备注
注水泵	BRW200/31.5	台	1	
注水箱	RX200/12.5	台	1	与乳化液泵配套
自动封孔器	ZF- $\phi$ 60	套	2	
连接用高压胶管	1 寸, 抗压 32MPa	米	根据实际情况确定	每 20 米一根, 带有高压接头
高压球阀	1 寸	个	根据实际情况确定	
高压快速接头	1 寸	个	根据实际情况确定	
变径快速接头	$\phi$ 25- $\phi$ 16	个	根据实际情况确定	自制
压力表	量程 0~30MPa	台	1	测水压、防爆
水表	流量 200L/min	台	1	测水流量、防爆
钻机	重庆 150	台	1	
光面钻杆	$\phi$ 42mm	米	根据实际情况确定	螺纹连接
钻头	$\phi$ 75	个	2	与光面钻杆相连
无缝钢管	25*3、2m/根	根	根据实际情况确定	带 $\phi$ 16 快速接头
4 分钢管	薄壁	米	4 米	两端带螺纹
窗纱		平方厘米	300	
生料带		卷	2	
煤气表	JBD1.6-SB	台	1	防爆
秒表	上海星钻 504	台	1	防爆
瓦斯便携仪		台	1	
光学瓦检仪		台	1	测量范围: 0~100%
瓦斯探头		台	2	与地面监控设备连接

[0059] 注水设备之间的连接如图 10 所示,包括供水设备、注设备和水力压裂头,其中

供水设备包括设置在推车平台上的水箱 25 和输水管 23, 输水管 23 上设有水阀 24; 注水设备包括设置在推车平台上的水泵 26, 水泵 26 与水箱 25 连接, 水泵 26 上设有压力表 27, 水泵 26 输出管道上设有流量表 28 和卸压阀 29; 水力压裂头包括多节无缝钢管 33 通过高压快速接头 34 连接在一起, 前端通过快速封接头 35 连接设置有封孔器 36, 后端通过高压水管 30 与注水设备相连。

[0060] 封孔器的连接如图 11 所示, 以钻孔孔径为 75mm 为例。

[0061] 2、压裂设计

[0062] 压裂设计包括注入水量、注水压力及注水阶段。

[0063] 注水压力是煤层注水的主要参数。注水压力过低, 不能压裂煤体, 煤层结构不会发生明显的变化, 相当于低压注水湿润措施, 起不到快速卸压防突的作用。合理的注水压力应该能够快速、有效破裂松动煤体, 从而改变煤体孔隙和裂隙的容积及煤体结构, 削弱煤体应力集中程度, 排放煤体瓦斯。

[0064] 瑞土地质学家海姆 (Heim) 提出了在岩层中存在初始应力的概念和初始地应力静水压力场的假设, 他认为埋深较大的地层中初始应力场接近于静水应力场, 离地表距离为 H 的地层深处, 岩层各个方向上存在初始地应力的量值都等于  $\gamma h$  ( $\gamma$  为地层容重)。1925 ~ 1926 年, 金尼克提出了初始地应力场分布的理论计算法, 地层中的初始垂直应力可取为  $\gamma h$ , 初始水平应力则为  $(\mu / (1 - \mu)) \gamma H$ 。根据这两种理论, 试验工作面巷道前方煤体上覆岩层重量产生的垂直应力为:

[0065]  $\sigma_y = \gamma H$

[0066] 由垂直应力引起的水平应力是煤体所受的最小应力, 其值为:

[0067] 
$$\sigma_x = \lambda \sigma_y = \lambda \gamma H = \frac{\mu}{1 - \mu} \gamma H$$

[0068] 式中:  $\sigma_y$  垂直应力, MPa;  $\sigma_x$  水平应力, MPa;  $\gamma$  煤层上覆岩层的容重: t/m<sup>3</sup>; H 煤层埋深, m;  $\lambda$  侧向应力系数;  $\mu$  煤的泊松比。

[0069] 根据试验工作面钻孔柱状图的统计资料, 用加权平均法计算出煤体上覆岩层的平均容重  $\gamma$ , 计算方法如下式:

[0070] 
$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i h_i}{H}$$

[0071] 式中:  $\gamma$  上覆岩层的容重, t/m<sup>3</sup>; H 煤层埋深, m;  $\gamma_i$  上覆岩层分层容重, t/m<sup>3</sup>;  $h_i$  上覆岩层分层厚度, m。

[0072] 由于不同地区煤体的坚固性系数不同, 其单项抗压强度存在着差异, 因而注水压力不能按式  $\sigma_y = \gamma H$  进行简单确定, 应综合考虑不同地区煤层埋深、单向抗压强度等因素, 以及注水系统中的一定管路损失, 即按下式进行确定:

[0073]  $P = a \gamma H + 100bf + P_0$

[0074] 式中: a、b 影响系数;  $\gamma$  上覆岩层平均容重, 取平均值 2.65t/m<sup>3</sup>; H 煤层埋深, m; 100f 煤体单项抗压强度, MPa;  $P_0$  注水系统管路损失, MPa。

[0075] 注水系统管路损失按注水压力的 10% 计算

[0076] 注入水量受煤体孔隙及压裂半径确定。可按下式初步计算:

[0077]  $Q = abh \gamma$



[0078] a 钻孔水力压裂预测压裂半径, m; b 煤层厚度, m; h 煤层钻孔水力压裂段长度, m;  $\gamma$  煤体孔隙率, %。

[0079] 钻孔水力压裂阶段可参考表 3。

[0080] 表 3 井下压裂泵注程序

[0081]

压裂	施工压力 (Mpa)	排量 (m <sup>3</sup> /min)	阶段时间 (min)	累计时间 (min)	阶段液量 (m <sup>3</sup> )	累计液量 (m <sup>3</sup> )
阶段						
煤体 破裂前 阶段	1	0.1	2	2	0.2	0.2
	1.5	0.1	6	8	0.6	0.8
	2	0.1	6	14	0.6	1.4
	3	0.1	10	24	1	2.4
	5	0.1	20	44	2	4.4
	6	0.15	24	68	3.6	8.0
	8	0.15	30	98	4.5	12.5
	10	0.15	50	148	7.5	20
裂缝延 伸阶段	12	0.2	30	178	6.0	26
	10	0.2	30	208	6.0	32
	12	0.2	18	226	3.6	35.6
	14	0.2	10	236	2	37.6
	16	0.2	5	241	1	38.6
	20	0.2	5	246	1	39.6
25	0.2	2	248	0.4	40	
停泵阶段	缓慢停泵	0.1	3	251	0.3	40.3

[0082] 3、洗孔

[0083] 注水结束后,用 2 ~ 5Mpa 的高压水对钻孔从里到外进行冲洗,使受污染的钻孔得到沟通。

[0084] 4、排水

[0085] 洗孔结束后,要对钻孔进行排水。对于俯角钻孔可使钻孔内水自由流干,对于仰角孔,可采用高压风吹出或用水泵抽出。

[0086] 5、效果检验

[0087] 对比分析水力压裂前后钻孔瓦斯涌出量、流量、煤层透气性系数、百米钻孔瓦斯流量衰减系数,从而判断压裂效果,如果没有得到满意的压裂效果,可进行二次压裂、洗孔。

[0088] 6、安全防护

- [0089] 1) 注水试验期间,要加强施工地点两侧各 30 米的瓦斯、地质管理工作,确保施工地点位于构造发育简单、煤层赋存稳定、顶底板完整、无瓦斯异常涌出地段。
- [0090] 2) 采取水力压裂措施时,注水泵的操作地点应在距注水地点不少于 120m 并位于反向风门外的新鲜风流中,设直通矿调度室的电话。
- [0091] 3) 封孔器与液压管的连接,必须使用专用的 U 型卡。严禁用铁丝或其它不合格材料代替。注水破煤后,不卸液不准进行其他作业。
- [0092] 4) 破煤达到支护控顶距时,必须立即进行支护,严禁裸巷施工和空顶作业。
- [0093] 5) 注水孔打够深度后,要来回抽动钻杆,排尽煤粉;注水器封孔深度不得小于 10m。
- [0094] 6) 高压水力裂煤使用的乳化液泵,安装在新鲜风流巷道中,高压管路接到水力压裂施工地点。
- [0095] 7) 注水前,要检查注水系统和注水管线的密封性,在高压管路密封性不好或破损时,禁止注水。当高压管路处于承压状态时,禁止连接、拆卸和修理高压管件。
- [0096] 8) 开泵注水前,施工地点所在巷道及其它可能影响到的巷道电器设备必须逐级停电闭锁、人员必须全部撤至反向风门以外;瓦检员必须检测施工巷道中的瓦斯浓度,当瓦斯浓度不超限时,方可通知开泵注水。
- [0097] 9) 注水开始时,瓦检员必须及时通知瓦斯监控中心密切关注施工地点所在巷道及回风流中的瓦斯变化情况,当瓦斯浓度超过 1%时要及时通知注水人员,以便对注水程序进行调整。
- [0098] 10) 注水泵必须由专人负责操作,开始注水时,在前 3~5min 内必须缓慢增高水压至设计注水压力;注水泵设置卸压阀,调整该阀可保证压力平缓上升和下降,距水力封孔器不少于 100m。
- [0099] 11) 注水时,高压管路的水压大于确定注水压力的 70%时,结束注水;停泵时,注水泵司机缓慢卸压,以防突然卸压造成封孔器喷出。
- [0100] 12) 注水结束后 30 分钟,由试验人员、安检员和当班班组长共同进入施工地点所在巷道检查工作面瓦斯、支护和注水情况;确认瓦斯不超限、支护完好、注水现场无异常时,才能恢复供电,其它人员方可进入注水施工地点所在巷道;人员进入水力压裂施工地点严禁正对注水器行走。
- [0101] 13) 验期间,所有施工人员必须严格遵守、执行本试验方案及安全措施。
- [0102] 14) 注水器必须由专人负责回收、管理和维护,以保证正常使用。
- [0103] 15) 避灾路线按施工地点所在巷道或工作面相应的作业规程执行。
- [0104] 16) 其他安全技术措施参照《煤矿安全规程》、《防突细则》等。

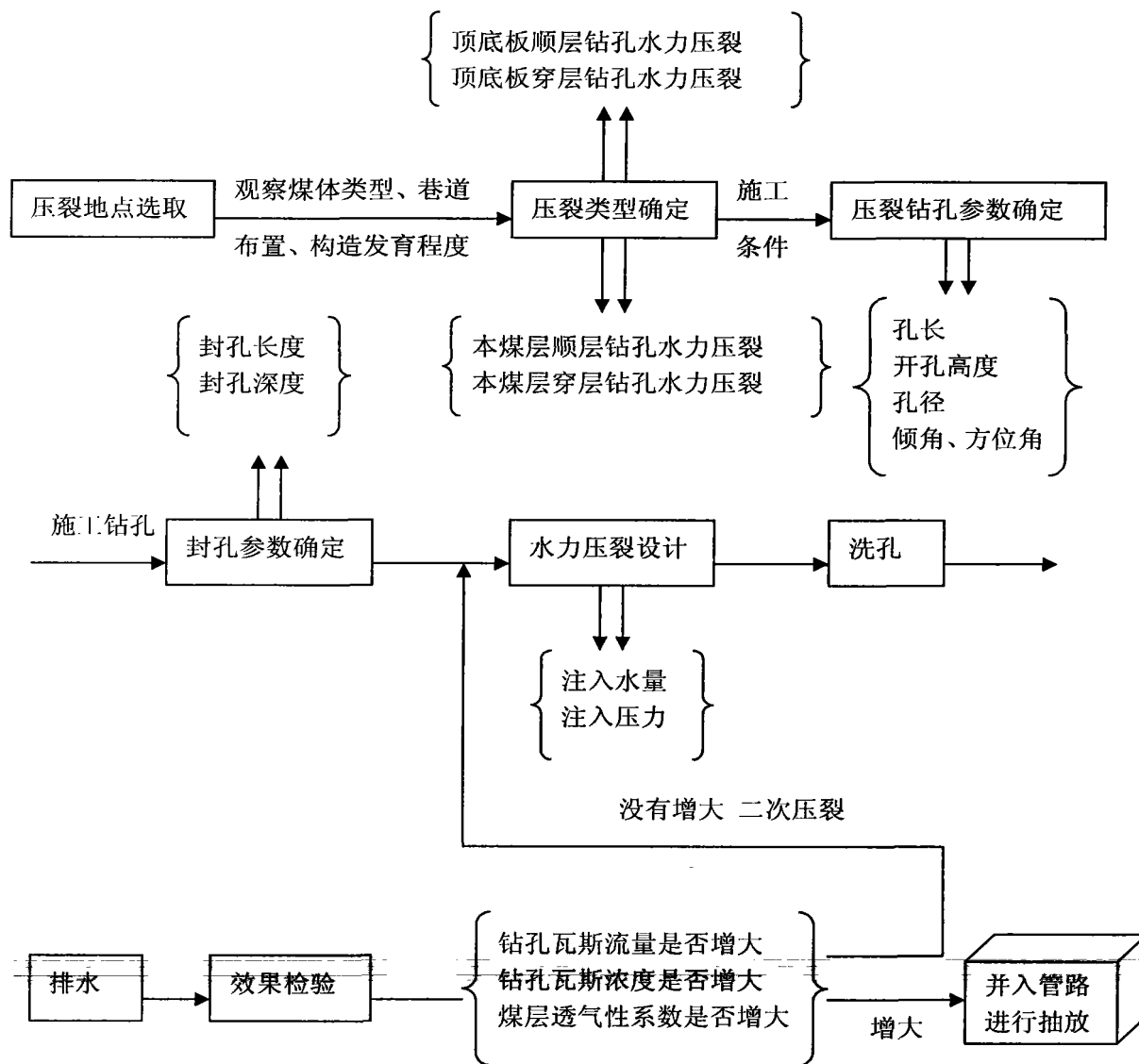


图 1

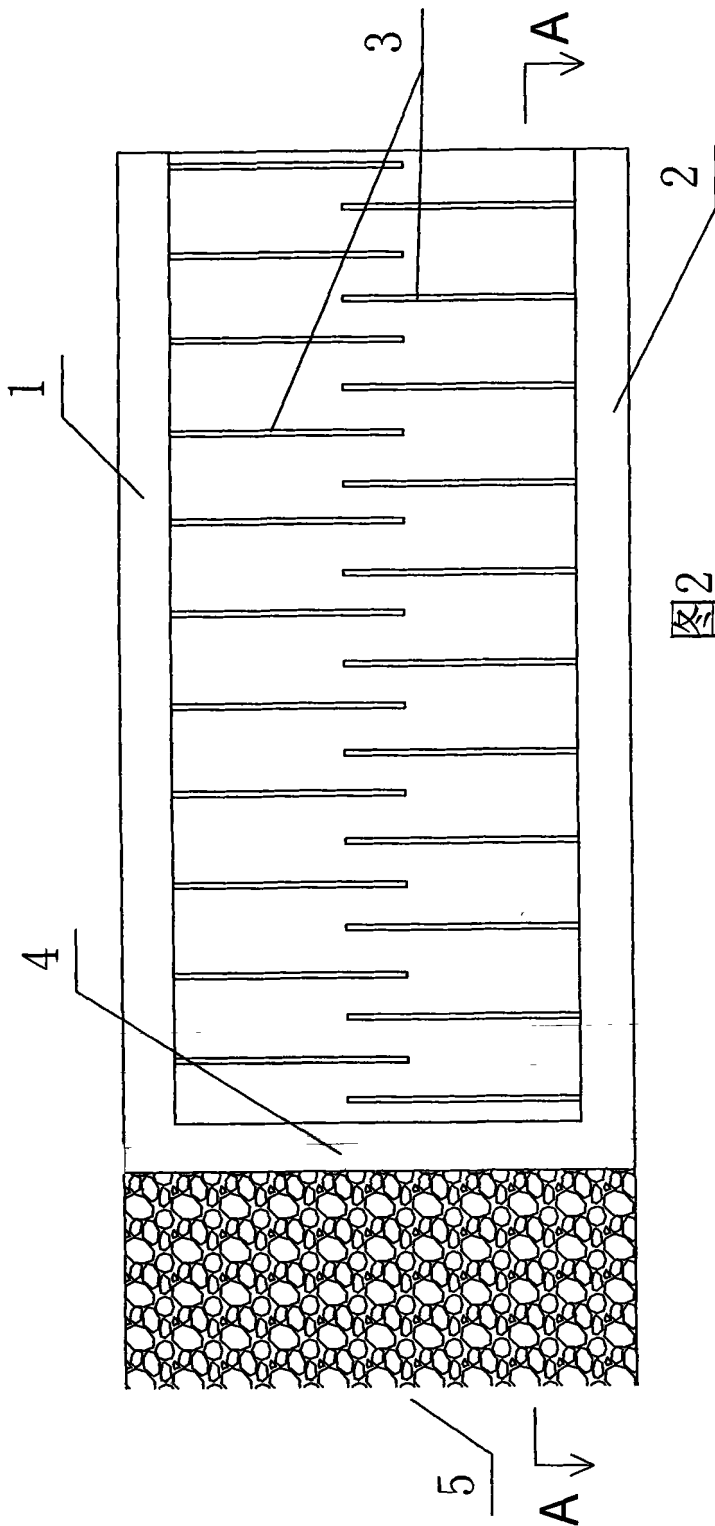


图2

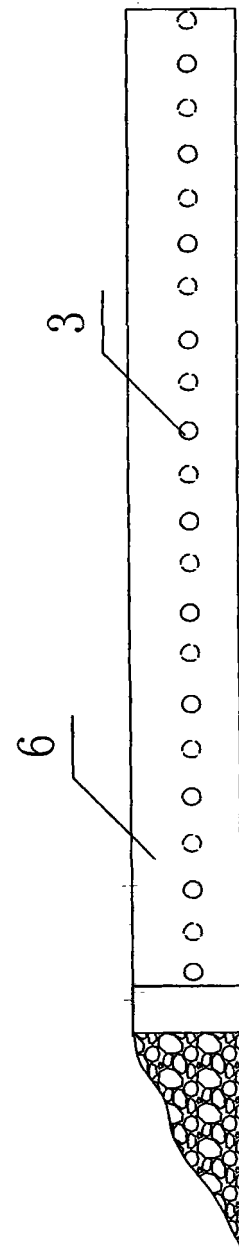


图3

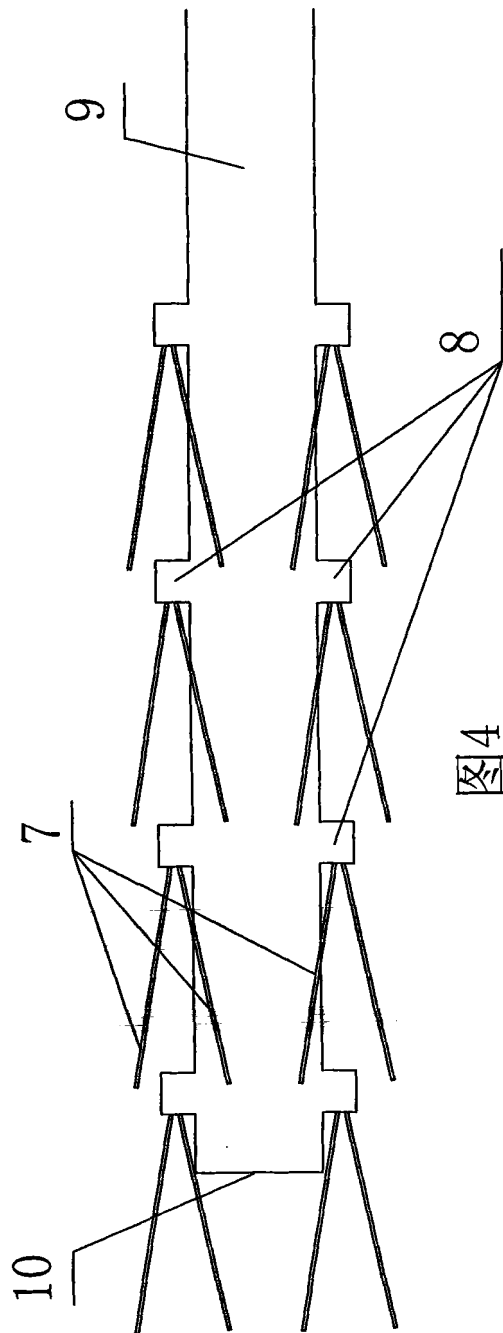
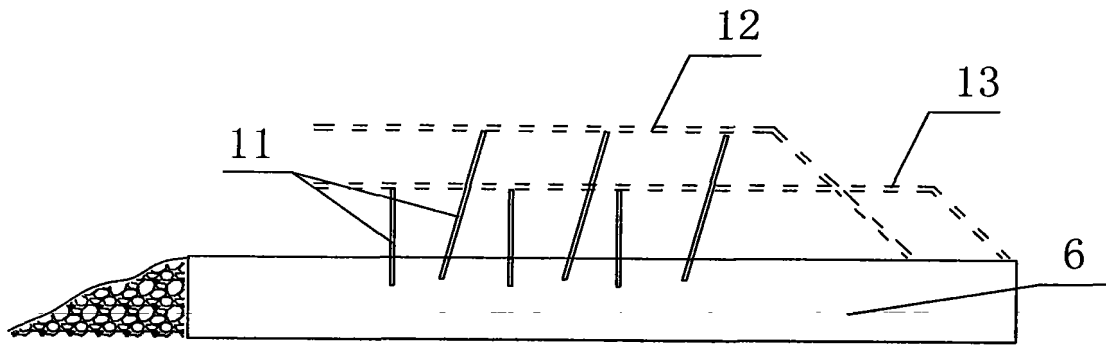
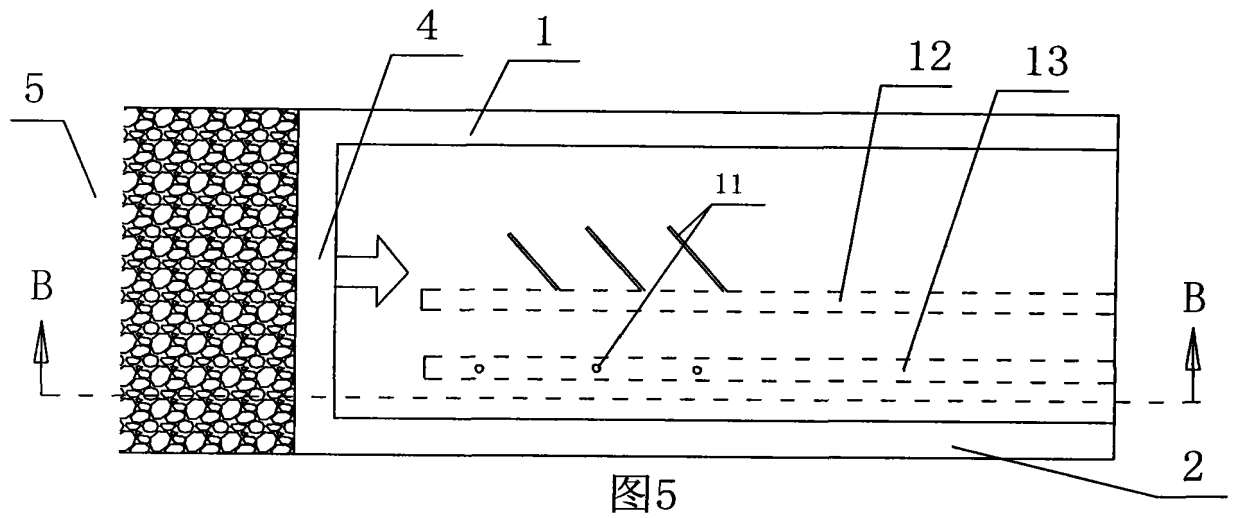


图4



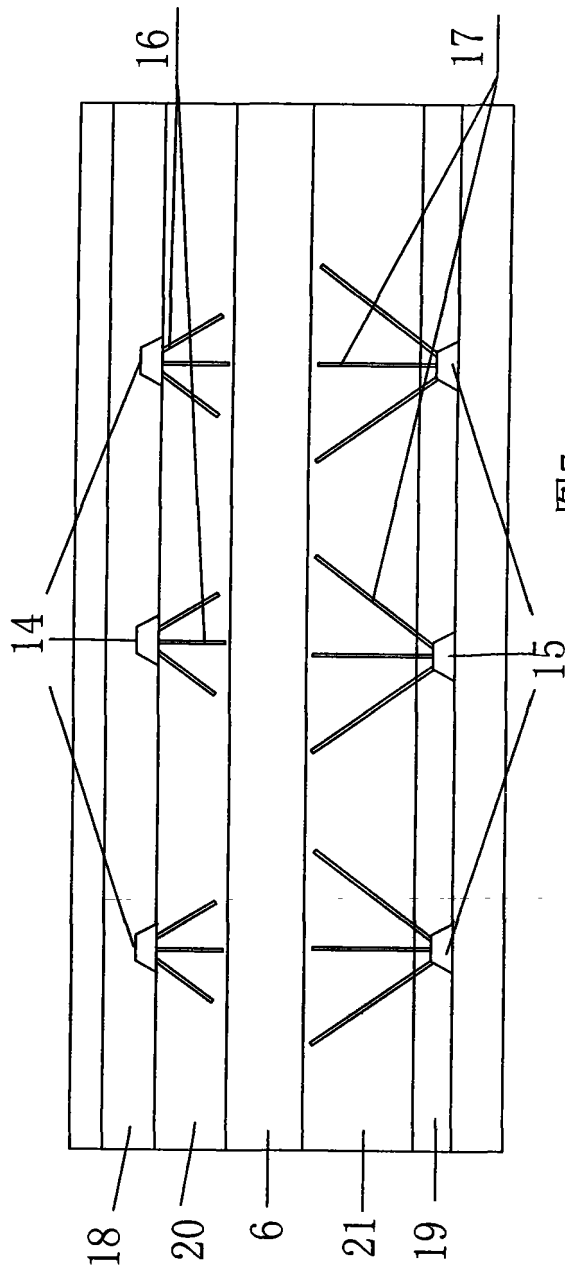


图7

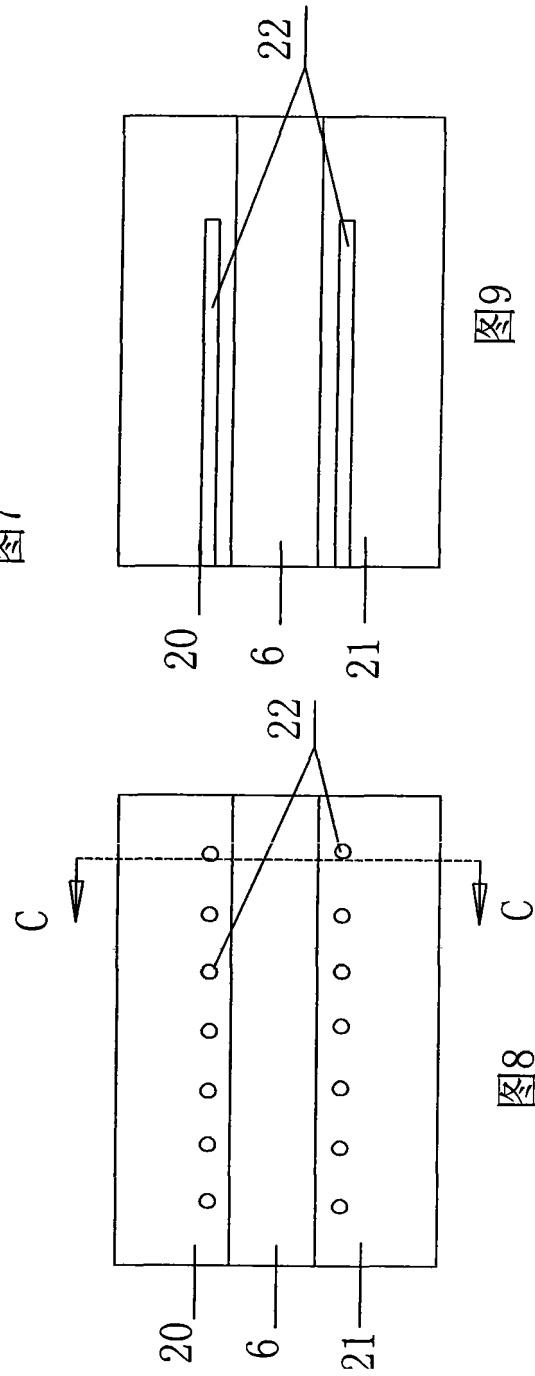


图9

图8

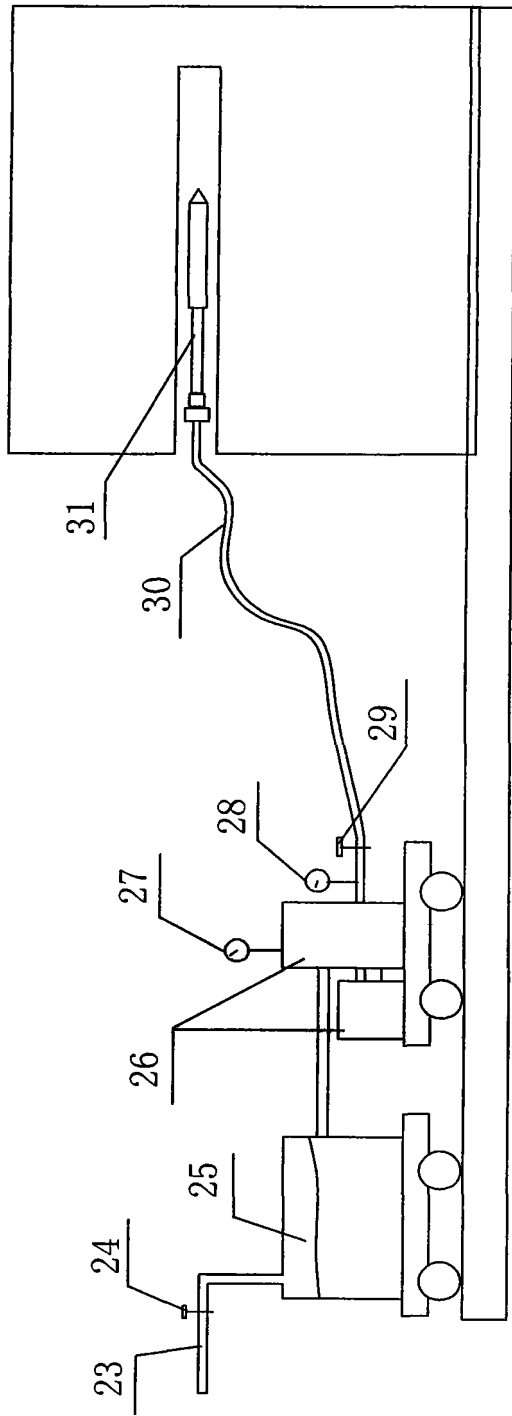


图10

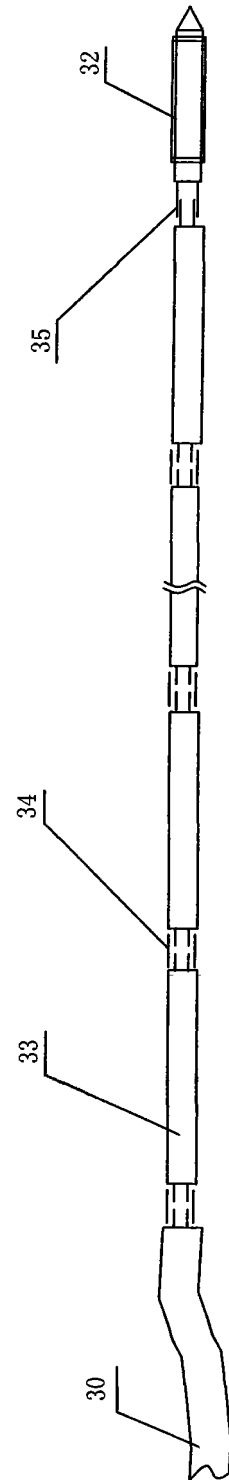


图11