



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113250737 A

(43) 申请公布日 2021.08.13

(21) 申请号 202110579187.5

E21B 49/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.05.26

E21B 43/16 (2006.01)

(71) 申请人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼A楼

(72) 发明人 张健 赵文韬 尹玉龙 刘练波 张国祥 李朝

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 姚咏华

(51) Int.Cl.

E21F 7/00 (2006.01)

E21B 43/26 (2006.01)

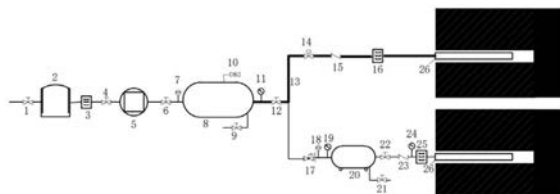
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统及方法,包括依次连接的气源罐、高压泵和高压储气罐;气源罐的气体为二氧化碳、氮气,空气及其他气体中的单一种类气体,或者多种气体的混合;高压储气罐输出端分为两路,第一路采用致裂管依次连接有高压控制阀和其中一个注气管;第二路依次连接有减压阀、低压储气罐和另一个注气管;两个注气管固定设置在煤层的孔眼内,注气管周围设置有抽气管。可以灵活选择成本更低,安全性更高的气体进行致裂及驱替瓦斯,且致裂和驱替设备集成在一起,节省成本和占用空间。



1. 一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,包括依次连接的气源罐(2)、高压泵(5)和高压储气罐(8);

气源罐(2)的气体为二氧化碳、氮气,空气及其他气体中的单一类型气体,或者多种气体的混合;

高压储气罐(8)输出端分为两路,第一路采用致裂管(13)依次连接有高压控制阀(14)和其中一个注气管(26);第二路依次连接有减压阀(17)、低压储气罐(20)和另一个注气管(26);

两个注气管(26)固定设置在煤层的孔眼内,注气管(26)周围设置有抽气管(27)。

2. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,气源罐(2)输入端连接有第一阀(1),气源罐(2)和高压泵(5)之间连接有第一过滤器(3)和第二阀(4),高压泵(5)和高压储气罐(8)之间连接有第三阀(6)和第一温度计(7)。

3. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,高压储气罐(8)侧面设置有安全阀(10)和第四阀(9)。

4. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,高压储气罐(8)通过致裂管(13)依次连接有第一压力计(11)、第五阀(12),第五阀(12)输出端分为两路,第一路通过致裂管(13)依次连接有高压控制阀(14)、第一止回阀(15)、第二过滤器(16)和其中一个注气管(26);

第二路依次连接有减压阀(17)、第二温度计(18)、第二压力计(19)、低压储气罐(20)、第七阀(22)、第二止回阀(23)、第三压力计(24)、第三过滤器(25)和另一个注气管(26);

低压储气罐(20)侧面设置有第六阀(21)。

5. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,致裂管(13)内径为0.5-20cm,最大可承受30MPa以上。

6. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,注气管(26)和抽气管(27)的管外壁位于煤层孔口的部位,和煤层采用孔口密封的方式固定,注气管(26)和抽气管(27)位于煤层孔内部的管外壁与煤层密封接触面采用内部封孔的方式固定。

7. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,注气管(26)周面设置有0个或多个孔,多个孔以螺旋式进行排列、单向等间隔形式进行排列或双向等间隔对称排列。

8. 根据权利要求1所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,其特征在於,注气管(26)和抽气管(27)采用多点法排布,注气管(26)位于多个抽气管(27)中间位置。

9. 一种基于权利要求1-8任意一项所述系统的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采方法,其特征在於,包括以下步骤:

步骤一,在煤层中钻孔,放置注气管(26)与抽气管(27);

步骤二,向气源罐(2)注入气体,将气体注入高压泵(5),再将加压气体注入高压储气罐(8)中;

步骤三,若进行致裂,则关闭减压阀(17),打开高压控制阀(14),高压气体进入注气管(26),进行气体致裂;若进行驱替,则关闭高压控制阀(14),打开减压阀(17),气体气压减小到驱替压力,气体注入低压储气罐(20)后,气体再进入注气管(26),进行气体驱替。

## 一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于瓦斯治理领域,涉及一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统及方法。

### 背景技术

[0002] 我国大部分煤矿煤层渗透系数较低,且瓦斯含量较高,瓦斯治理难度大,严重影响煤矿生产安全。瓦斯抽采技术是煤矿日常生产中治理瓦斯灾害的常用方法,强化抽采瓦斯技术及配套装备对低透气性的高瓦斯矿井和突出危险煤层矿井尤为重要。

[0003] 随着人们对瓦斯治理技术深入研究,许多新的煤矿开采方法被提出来,其主要原理为破坏地层裂隙结构、提高透气性,从而实现瓦斯气体的高效抽采,提高抽采率。目前较为成熟的开采技术有:水力冲孔、水力压裂、水力割缝法、深孔预裂爆破等增透工艺技术。但是上述技术同时也存在一些问题,如水力压裂法在顶底板条件较差的条件下,容易造成地层严重失稳破坏,不但消耗水量巨大,压裂液还污染地下水源;水力割缝法效果显著,适用于水平孔及上向孔作业,但消耗水量巨大,对未开采储层影响很大;深孔爆破法的炸药爆破的危险性大,易引起瓦斯爆炸。

[0004] 现有的气体致裂及驱替瓦斯的开采实验系统具有以下几个方面缺点:(1)研究对象主要针对二氧化碳,很少有针对空气和氮气的,空气和氮气比二氧化碳施工安全性更高、成本更低。(2)致裂和驱替设备是单独分离的,造成了设备成本的增加,且巷道空间狭小,不利于过多大型设备存放。(3)有的设备操作不方便,不能对实验过程进行更好地控制,甚至存在安全隐患,给试验研究的开展带来极大不便。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统及方法,可以灵活选择成本更低,安全性更高的气体进行致裂及驱替瓦斯,且致裂和驱替设备集成在一起,节省成本和占用空间。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0007] 一种气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统,包括依次连接的气源罐、高压泵和高压储气罐;

[0008] 气源罐的气体为二氧化碳、氮气,空气及其他气体中的单一种类气体,或者多种气体的混合;

[0009] 高压储气罐输出端分为两路,第一路采用致裂管依次连接有高压控制阀和其中一个注气管;第二路依次连接有减压阀、低压储气罐和另一个注气管;

[0010] 两个注气管固定设置在煤层的孔眼内,注气管周围设置有抽气管。

[0011] 优选的,气源罐输入端连接有第一阀,气源罐和高压泵之间连接有第一过滤器和第二阀,高压泵和高压储气罐之间连接有第三阀和第一温度计。

[0012] 优选的,高压储气罐侧面设置有安全阀和第四阀。

[0013] 优选的,高压储罐通过致裂管依次连接有第一压力计、第五阀,第五阀输出端分为两路,第一路通过致裂管依次连接有高压控制阀、第一止回阀、第二过滤器和其中一个注气管;

[0014] 第二路依次连接有减压阀、第二温度计、第二压力计、低压储气罐、第七阀、第二止回阀、第三压力计、第三过滤器和另一个注气管;

[0015] 低压储气罐侧面设置有第六阀。

[0016] 优选的,致裂管内径为0.5-20cm,最大可承受30MPa以上。

[0017] 优选的,注气管和抽气管的管外壁位于煤层孔口的部位,和煤层采用孔口密封的方式固定,注气管和抽气管位于煤层孔内部的管外壁与煤层密封接触面采用内部封孔的方式固定。

[0018] 优选的,注气管或抽气管周面设置有0个或多个孔,多个孔以螺旋式进行排列、单向等间隔形式进行排列或双向等间隔对称排列。

[0019] 优选的,注气管和抽气管采用多点法排布,注气管位于多个抽气管中间位置。

[0020] 一种基于上述任意一项所述系统的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采方法,包括以下步骤:

[0021] 步骤一,在煤层中钻孔,放置注气管与抽气管;

[0022] 步骤二,向气源罐注入气体,将气体注入高压泵,再将加压气体注入高压储气罐中;

[0023] 步骤三,若进行致裂,则关闭减压阀,打开高压控制阀,高压气体进入注气管,进行气体致裂;若进行驱替,则关闭高压控制阀,打开减压阀,气体气压减小到驱替压力,气体注入低压储气罐后,气体再进入注气管,进行气体驱替。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0025] 本发明将致裂和驱替设备集成在一起,作为两个支路连接高压储气罐,节省设备使用成本,减少了系统的占用空间,并且致裂和驱替设备集成在一起,方便进行操作控制;通过气源罐输送到系统内部进行致裂或者驱替的气体种类,可以是二氧化碳、氮气,空气及其他气体中的单一一种类气体,或者多种气体的混合,可以灵活选择成本更低,安全性更高的气体。

[0026] 进一步,注气管和抽气管管外壁与煤层密封接触面,采用内部封孔与孔口封口相结合的方式固定。内部封孔是将强裂隙带封到封孔段外侧,以此防止注入的气体泄漏,改善致裂、驱替生产效果,提高抽采效率;孔口密封是对封孔管起到固定作用,防止封孔管受高压而产生晃动或断裂,从而影响致裂或抽采效果。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明的系统结构示意图;

[0028] 图2为本发明的注气管或抽气管与煤层的封孔方式示意图;

[0029] 图3为本发明的注气管或抽气管侧面第一种布孔方式示意图;

[0030] 图4为本发明的注气管侧面第二种布孔方式示意图;

[0031] 图5为本发明的注气管侧面第三种布孔方式示意图;

[0032] 图6为本发明的注气管侧面第四种布孔方式示意图;

[0033] 图7为本发明的注气管和抽气管的俯视图；

[0034] 图8为本发明的三点法排布示意图；

[0035] 图9为本发明的四点法排布示意图；

[0036] 图10为本发明的五点法排布示意图。

[0037] 其中：1-第一阀；2-气源罐；3-第一过滤器；4-第二阀；5-高压泵；6-第三阀；7-第一温度计；8-高压储气罐；9-第四阀；10-安全阀；11-第一压力计；12-第五阀；13-致裂管；14-高压控制阀；15-第一止回阀；16-第二过滤器；17-减压阀；18-第二温度计；19-第二压力计；20-低压储气罐；21-第六阀；22-第七阀；23-第二止回阀；24-第三压力计；25-第三过滤器；26-注气管；27-抽气管。

### 具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

[0039] 如图1所示，为本发明所述的气体致裂及驱替瓦斯的煤矿开采系统，包括：第一阀1、气源罐2、第一过滤器3、第二阀4、高压泵5、第三阀6、第一温度计7、高压储气罐8、第四阀9、安全阀10、第一压力计11、第五阀12、致裂管13、高压控制阀14、第一止回阀15、第二过滤器16、减压阀17、第二温度计18、第二压力计19、低压储气罐20、第六阀21、第七阀22、第二止回阀23、第三压力计24、第三过滤器25、注气管26和抽气管27。

[0040] 所述系统中，第一阀1依次与气源罐2、第一过滤器3、第二阀4、高压泵5、第三阀6、第一温度计7、高压储气罐8相连接。

[0041] 第一阀1与空气或者氮气输送管线相连接，当致裂或驱替气体为空气时可直接连接大气或通风井，当致裂或驱替气体为氮气时，可与氮气输送管线或氮气储气罐连接。

[0042] 气源罐2用于储存足量气体，为高压泵增压提供充足的气源。第一过滤器3用于过滤气体中的杂质。高压泵5用于将气源罐2中的气体加压到高压存储于高压储气罐8中，建议设计高压储气罐8承压一般大于30MPa。

[0043] 第一温度计7用于监测高压储气罐8的温度。所述第一压力计11用于监测高压储气罐8的气体压力。高压储气罐8侧面设置有安全阀10和第四阀9，所述第四阀9用于排空高压储气罐8内气体。所述安全阀10用于防止高压储气罐8超过额定压力，保护设备系统安全。

[0044] 高压储气罐8通过致裂管13依次与第一压力计11、第五阀12、高压控制阀14、第一止回阀15、第二过滤器16、注气管26相连接。

[0045] 高压控制阀14可承受高压，建议一般可以达到100MPa的压力。当进行致裂时，保证高压气体的输送安全。第一止回阀15防止气体回流入系统。所述第二过滤器16防止煤尘、气体杂质等进入系统。

[0046] 第五阀12出口还设有一个支路，该支路依次通过减压阀17、第二温度计18、第二压力计19、低压储气罐20、第六阀21、第七阀22、第二止回阀23、第三压力计24、第三过滤器25、注气管26相连接。

[0047] 由于驱替瓦斯所用压力比致裂所需压力低，所述减压阀17用于将高压储气罐8中的高压气体减小到驱替所需压力，调压后输出存储在低压储气罐20内。低压储气罐20用于储存低压气体。所述第二温度计18用于监测低压储气罐20的温度。所述第二压力计19用于监测低压储气罐20的压力。所述第六阀21用于排空低压储气罐20内气体。第二止回阀23防

止气体回流入系统。所述低三压力计24用于监测驱替时的气体压力。所述第三过滤器25防止煤尘进入系统。所述注气管26用于致裂或驱替时向岩体中注入气体。

[0048] 所述高压储气罐8侧面设计有安全阀10和第四阀9；低压储气罐20侧面设计有第六阀21。

[0049] 致裂管13选用耐压、粗管径，可以承受高压气体的压力，推荐最大可承受30MPa以上，致裂管13内径为0.5-20cm，从而保证高压气体的输送安全，保证生产效果。

[0050] 通过气源罐2输送到系统内部进行致裂或者驱替的气体种类，可以是二氧化碳、氮气，空气及其他气体中的单一类型气体，或者多种气体的混合。

[0051] 如图2所示，注气管26和抽气管27管外壁与煤层密封接触面采用内部封孔与孔口密封相结合的方式固定。注气管和抽气管的管外壁位于煤层孔口的部位，和煤层采用孔口密封的方式固定，注气管和抽气管位于煤层孔内部的管外壁与煤层密封接触面采用内部封孔的方式固定。内部封孔是将强裂隙带封到封孔段外侧，以此防止注入的气体泄漏，改善致裂、驱替生产效果，提高抽采效率；孔口密封是对封孔管起到固定作用，防止封孔管受高压而产生晃动或断裂，从而影响致裂或抽采效果。

[0052] 所述注气管26侧壁根据生产需要，灵活选择不同孔眼分布方式。如图3所示，注气管26侧面不设置孔，注入气体从注气管26末端直接输出进行爆破；如图4所示，注气管26侧面设置孔眼以螺旋式进行排列，布孔相位差，布孔密度可以根据生产需要进行设定；如图5所示，注气管26侧面布孔以单向等间隔形式进行排列，间隔可以根据生产需要灵活设计；如图6所示，注气管26侧面布孔以双向等间隔对称排列，间隔依生产需要进行设定。此外，每种类型的注气管的长短、管径粗细、孔径、孔数量、密度、相位角等技术参数可依据具体需求设计。

[0053] 如图7所示，为注气管26和抽气管27的俯视图。26为注气管，用于气体致裂或驱替时，向煤层注入气体；27为抽气管，用于抽采瓦斯气体。

[0054] 注气管26和抽气管27的排布可以采用多点法排布，所谓多点法排布即注气管26分布于多个抽气管27中间，注气管26与抽气管27二者的数量比例，间距可以根据需要灵活设计，二者排布方式除了包围式，也可以为交错式，三点法排布，四点法排布，五点法排布均为多点法排布的情形之一。

[0055] 如图8所示，为三点法排布，注气管26位于2个抽气管中点处；图9为四点法排布，注气管26位于3个抽气管27所成的等边三角形的中点处；图10为五点法排布，注气管26位于4个抽气管27所成的正方形的中点处。

[0056] 本发明所述系统的具体实施方式介绍如下：

[0057] (1) 首先进行钻孔，对于注气管26与抽气管27的排布方式的选择上可按照图8-10提供方案，根据生产需要灵活进行选择。图8为三孔排布，注气管26位于2个抽气管中点处；图9为四孔排布，注气管26位于3个抽气管27所成的等边三角形的中点处；图10为五孔排布，注气管26位于4个抽气管27所成的正方形的中点处。此外所述注气管26与抽气管27二者的具体布孔数量、布孔方式以及注气管与抽气管的相隔间距、排列方式等可依据生产需要自行设定。

[0058] (2) 在对于注气管26与抽气管27中孔眼分布方式的选择上按照图3-6提供方案进行选择。图3设有一个管头，在末端进行爆破或注气；如图5所示，设置孔眼以螺旋式进行排

列,布孔相位差,布孔密度依生产需要进行设定;图5以单向等间隔形式进行排列,间隔可以根据生产需要灵活设计;图6以双向等间隔对称排列,间隔依生产需要进行设定。每种类型的注气管其长短、孔径、孔数量、密度、相位角,孔大小等技术参数可依据具体需求自行调整。

[0059] (3) 然后进行封孔,如图2所示,采用内封孔和孔口密封相结合的方式,采用内封孔是将强裂隙带封到封孔段外侧,以此防止气体泄漏,提高抽采效率;采用孔口密封是对封孔管起到固定作用,防止封孔管受高压而产生晃动或断裂,以此提高抽采效果。

[0060] (4) 后续进入设备运行阶段,如图1,连接好设备,检查系统气密性,为实验做好准备。打开第一阀1注入气体向气源罐2注入气体,经过第一过滤器3过滤。打开第二阀4将气体注入高压泵5。关闭第四阀9,打开第三阀6将加压气体注入高压储气罐8中,调节压力,观测气体温度。

[0061] (5) 若进行致裂,则关闭减压阀17,打开第五阀12,打开高压控制阀14,高压气体进入注气管26,进行气体致裂。

[0062] (6) 若进行驱替,则关闭第六阀21,打开第五阀12,打开减压阀17,打开第七阀22,气体气压减小到驱替压力,气体注入低压储气罐20,气体进入注气管26,进行气体驱替。

[0063] (7) 同理,改变生产方案,继续后续生产方案。

[0064] 研究表明本申请所述气体致裂和驱替技术有着明显的增透效果它还具有以下特点:①缩短抽采时间、减少抽采成本;②高压气体爆破所用介质为空气或者氮气,可以重复利用,基本无耗材成本;③作为爆破所使用的空气或氮气,不会增加空气污染源,不会增加有毒气体及二氧化碳排放量,不会产生火花,杜绝了因火花引燃瓦斯的可能,同时大量高压气体膨胀会稀释因爆破增透而逸散出来的瓦斯,避免局部瓦斯超限;④钻孔后送入注气管和抽气管,降低工人劳动强度,可以根据需要布置爆破钻孔,不受钻孔倾角限制。

[0065] 以上内容仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

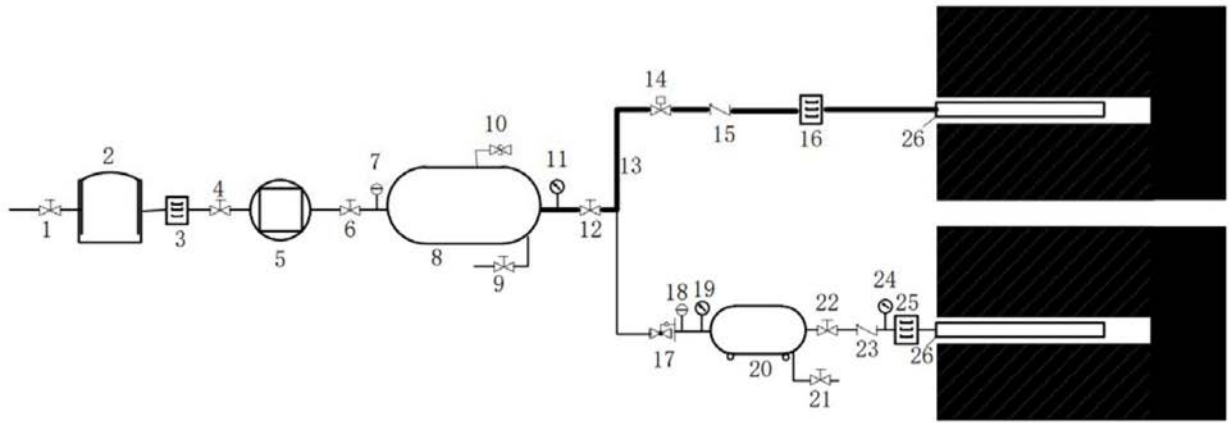


图1

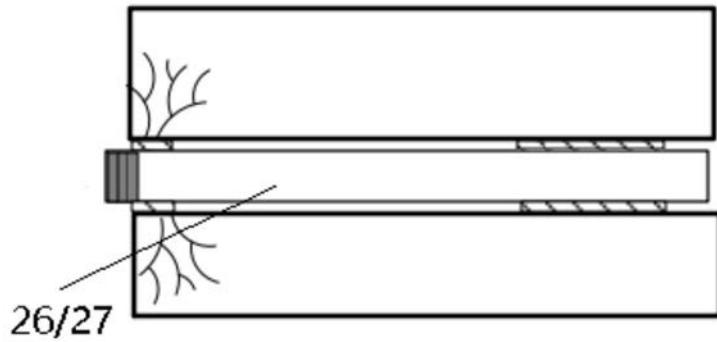


图2

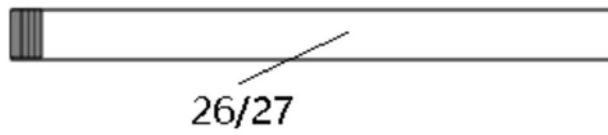


图3

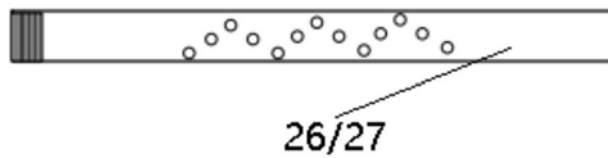


图4

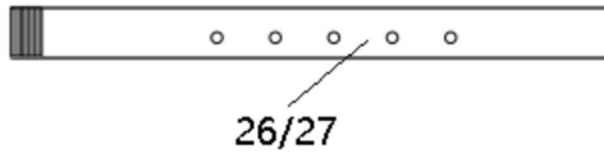


图5

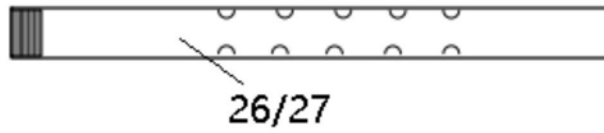


图6

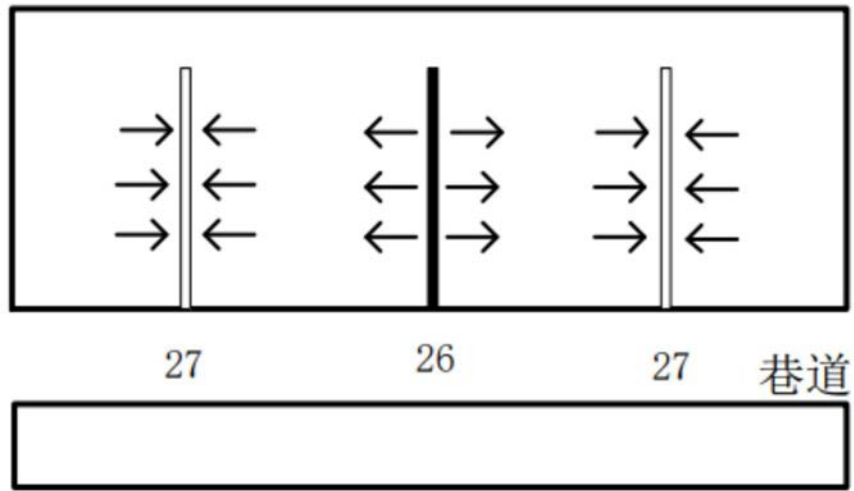


图7

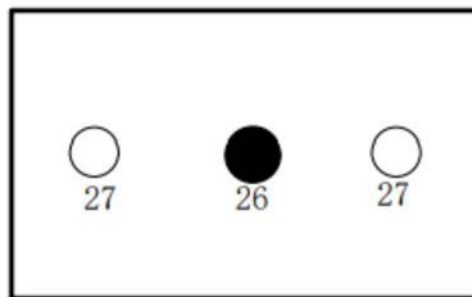


图8

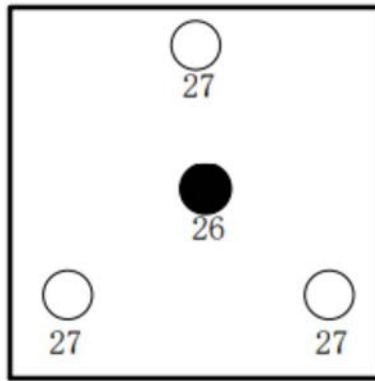


图9

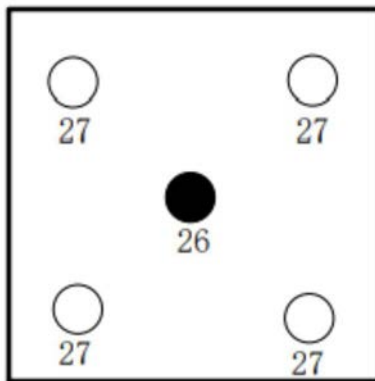


图10