



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109578059 A

(43)申请公布日 2019.04.05

(21)申请号 201910049449.X

(22)申请日 2019.01.18

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学南湖校区

(72)发明人 张磊 卢硕 翟成 唐俊 胡国忠 黄梦牵 陈帅 李菁华

(74)专利代理机构 北京汇信合知识产权代理有限公司 11335

代理人 戴凤仪

(51)Int.Cl.

E21F 7/00(2006.01)

E21B 43/00(2006.01)

E21B 43/26(2006.01)

E21B 43/16(2006.01)

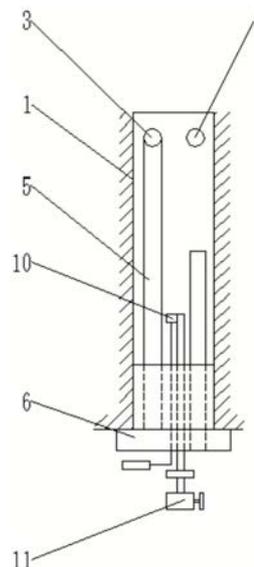
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种井下煤层气抽采方法及其使用的液氮流动冻裂装置

(57)摘要

本发明公开一种井下煤层气抽采方法及其使用的液氮流动冻裂装置,包括:步骤1、在煤层上交替布置液氮注入钻孔和强化抽采钻孔;步骤2、在液氮注入钻孔内插入固定液氮流动冻裂装置;步骤3、通过所述液氮入口液氮注入钻孔内部持续注入液氮,同时接收从液氮出口回流出的液氮,形成液氮流动回路;步骤4、通过所述电缆加热提升液氮注入钻孔内部温度,使液氮迅速气化;步骤5、通过强化抽采钻孔抽取煤层气与氮气的混合气体。本发明的结构和方法对煤层气进行抽采成本较低并且抽采率高。



1. 一种液氮流动冻裂装置,其特征在于:包括插入到液氮注入钻孔(2)内的隔板(1),隔板(1)上插入连接有电缆(5),液氮注入钻孔(2)开口端部设置有密封盖(6),电缆(5)的端头伸出密封盖(6),所述密封盖(6)上设有液氮入口(8)和液氮出口(9),通过液氮入口(8)向液氮注入钻孔(2)内部持续注入液氮,液氮入口(8)同时接收从液氮出口(9)回流出的液氮,形成液氮流动回路,通过加热电缆(5)对液氮注入钻孔(2)进行加热。

2. 根据权利要求1所述的液氮流动冻裂装置,其特征在于:所述隔板(1)将液氮注入钻孔(2)分为进气腔和出气腔,所述液氮入口(8)设置在进气腔对应的一侧,所述液氮出口(9)设置在出气腔对应的一侧,所述隔板(1)上设置有第一孔洞(3)和第二孔洞(4),所述第一孔洞(3)用于电缆(5)的插入。

3. 根据权利要求1所述的液氮流动冻裂装置,其特征在于:所述密封盖(6)上设置有第三孔洞(7),所述第三孔洞(7)为两个,两个所述第三孔洞(7)分别与进气腔和出气腔对应设置,所述第三孔洞(7)用于电缆(5)端头的插入。

4. 根据权利要求1所述的液氮流动冻裂装置,其特征在于:所述液氮注入钻孔(2)内设置有温度传感器(10),所述密封盖(6)上固定有安全阀(11),所述安全阀(11)连接有用于回收氮气的气体收集装置。

5. 根据权利要求1所述的液氮流动冻裂装置,其特征在于:所述液氮入口(8)连接液氮注入装置,所述液氮出口(9)连接液氮回收装置,液氮注入装置与回收装置上安装有流量计。

6. 一种井下煤层气抽采方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤1、在煤层上交替布置液氮注入钻孔(2)和强化抽采钻孔(13);

步骤2、在液氮注入钻孔(2)内插入固定权利要求1-5任一项所述的液氮流动冻裂装置;

步骤3、通过所述液氮入口(8)向液氮注入钻孔(2)内部持续注入液氮,同时接收从液氮出口(9)回流出的液氮,形成液氮流动回路,当液氮注入钻孔(2)内部残留 $1/10$ - $3/10$ 的液氮时,停止注入和接收,将液氮入口(8)和液氮出口(9)封死。

步骤4、通过所述电缆(5)加热提升液氮注入钻孔(2)内部温度,使液氮迅速气化;

步骤5、通过强化抽采钻孔(13)抽取煤层气与氮气的混合气体。

7. 根据权利要求6所述的井下煤层气抽采方法,其特征在于:步骤1所述的液氮注入钻孔(2)半径为 $80\sim 150\text{mm}$,孔深为 $40\sim 130\text{m}$,相邻所述液氮注入钻孔(2)的间距为 $1.5\text{m}\sim 2.5\text{m}$ 。

8. 根据权利要求6所述的井下煤层气抽采方法,其特征在于:步骤1中每个所述强化抽采钻孔(13)周围布置有四个液氮注入钻孔(2),并且液氮注入钻孔(2)间距为 $1.5\text{m}\sim 2.5\text{m}$,四个所述液氮注入钻孔(2)分布在强化气抽采钻孔(13)上、下、左和右四个方向。

9. 根据权利要求6所述的井下煤层气抽采方法,其特征在于:步骤3中注入液氮的温度为 $-210^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$,注入时间为 $5\sim 10\text{min}$ 。

10. 根据权利要求6所述的井下煤层气抽采方法,其特征在于:步骤4中加热温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$,加热时间为 $5\sim 10\text{min}$ 。

一种井下煤层气抽采方法及其使用的液氮流动冻裂装置

技术领域

[0001] 本发明涉及煤层气抽采技术领域,特别是涉及一种井下煤层气抽采方法及其使用的液氮流动冻裂装置。

背景技术

[0002] 众所周知,我国普遍存在低透气性的高瓦斯煤层群,给煤层气的预抽工作造成阻碍,现在为了保证煤矿安全生产与煤层气的高效抽采,国内外通常采用物理、化学等手段对煤层进行增透,现有的使用较为广泛的煤层增透技术主要有:水力压裂法、盐酸化学法、水力割缝法、深孔预裂爆破法、水力冲孔等方法,这些方法皆明显提高了煤层气的抽采率,但是也有缺点和不足。水力压裂法虽然增透效果好,但此项技术使用大量掺入化学物质的水会严重污染水源,威胁生态环境和当地居民身体健康;水力割裂法要求把钻孔之间割通,有着较高的操作难度;深孔爆破操作较为复杂且容易发生意外事故威胁煤矿安全生产。

[0003] 正在研究开发的煤层增透新技术,如超声激励增透开采技术、交变电磁场激励增透等技术,但是这些技术尚未成熟且操作复杂、成本较高。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种井下煤层气抽采方法及其使用的液氮流动冻裂装置,以解决上述现有技术存在的问题,使煤层气抽采操作简单,增透效果显著,采集效果好。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 本发明提供一种液氮流动冻裂装置,其特征在于:包括插入到液氮注入钻孔内的隔板,隔板上插入连接有电缆,液氮注入钻孔开口端部设置有密封盖,电缆的端头伸出密封盖,所述密封盖上设有液氮入口和液氮出口,通过液氮入口向液氮注入钻孔内部持续注入液氮,液氮入口同时接收从液氮出口回流出的液氮,形成液氮流动回路,通过加热电缆对液氮注入钻孔进行加热。

[0007] 优选的,所述隔板将液氮注入钻孔分为进气腔和出气腔,所述液氮入口设置在进气腔对应的一侧,所述液氮出口设置在出气腔对应的一侧,所述隔板上设置有第一孔洞和第二孔洞,所述第一孔洞用于电缆的插入。

[0008] 优选的,所述密封盖上设置有第三孔洞,所述第三孔洞为两个,两个所述第三孔洞分别与进气腔和出气腔对应设置,所述第三孔洞用于电缆端头的插入。

[0009] 优选的,所述液氮注入钻孔内设置有温度传感器,所述密封盖上固定有安全阀,所述安全阀连接有用于回收氮气的气体收集装置。

[0010] 优选的,所述液氮入口连接液氮注入装置,所述液氮出口连接液氮回收装置,液氮注入装置与回收装置上安装有流量计。

[0011] 一种井下煤层气抽采方法,包括如下步骤:

[0012] 步骤1、在煤层上交替布置液氮注入钻孔和强化抽采钻孔;

[0013] 步骤2、在液氮注入钻孔内插入固定所述的液氮流动冻裂装置;

[0014] 步骤3、通过所述液氮入口向液氮注入钻孔内部持续注入液氮,同时接收从液氮出口回流出的液氮,形成液氮流动回路,当液氮注入钻孔内部残留 1/10-3/10的液氮时,停止注入和接收,将液氮入口和液氮出口封死;

[0015] 步骤4、通过所述电缆加热提升液氮注入钻孔内部温度,使液氮迅速气化;

[0016] 步骤5、通过强化抽采钻孔抽取煤层气与氮气的混合气体。

[0017] 优选的,步骤1所述的液氮注入钻孔半径为80~150mm,孔深为40~130m,相邻所述液氮注入钻孔的间距为1.5m~2.5m。

[0018] 优选的,步骤1中每个所述强化抽采钻孔周围布置有四个液氮注入钻孔,并且液氮注入钻孔间距为1.5m~2.5m,四个所述液氮注入钻孔分布在强化气抽采钻孔上、下、左和右四个方向。

[0019] 优选的,步骤3中注入液氮的温度为-210℃~-180℃,注入时间为5~10min。

[0020] 优选的,步骤4中加热温度为50℃~70℃,加热时间为5~10min;

[0021] 本发明公开了以下技术效果:

[0022] 本发明通过向液氮注入钻孔持续注入低温液氮使其在钻孔内流动使液氮注入钻孔温度逐渐降低,煤层内部裂隙中的水分低温凝结成冰,体积膨胀使裂隙得到冲击扩张,低温还会使煤体骨架产生收缩应力,使得煤岩结构产生细微拉伸破坏,通过电缆加热使钻孔内部的液氮迅速气化成氮气,体积急剧膨胀进一步冲击煤层裂隙,这一系列的作用会使煤层的透气性得到显著提高;氮气在 60℃的温度下会对煤层吸附瓦斯进行有效的驱替作用,使煤层气抽采更彻底。

[0023] 此结构和方法对煤层气进行抽采成本较低并且抽采率高。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本发明液氮流动冻裂装置结构示意图;

[0026] 图2为本发明密封盖结构示意图;

[0027] 图3为本发明液氮注入钻孔与强化抽采钻孔分布结构示意图;

[0028] 图4为本发明隔板结构示意图

[0029] 其中,隔板1,板块1.1,液氮注入钻孔2,第一孔洞3,第二孔洞4,电缆5,密封盖6,第三孔洞7,液氮入口8,液氮出口9,温度传感器10,安全阀11,螺栓12,强化抽采钻孔13。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实

施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0032] 参考图1-4本发明提供一种液氮流动冻裂装置,包括插入到液氮注入钻孔 2内的隔板1,隔板1将液氮注入钻孔2分为进气腔和出气腔,隔板1上设置有第一孔洞3和第二孔洞4,第一孔洞3固定连接有电缆5,液氮注入钻孔2 口的开口端部设置有密封盖6,密封盖6上设置有第三孔洞7、液氮入口8和液氮出口9,液氮入口8设置在进气腔对应的一侧,液氮出口9设置在出气腔对应的一侧,第三孔洞7为两个,两个第三孔洞7分别与进气腔和出气腔对应设置,第三孔洞7用于电缆5端头的插入,通过液氮入口8向液氮注入钻孔2 内部持续注入液氮,液氮入口8同时接收从液氮出口9回流出的液氮,形成液氮流动回路,通过加热电缆5对液氮注入钻孔2进行加热。

[0033] 进一步优化方案,液氮注入钻孔2内设置有温度传感器10,密封盖6上固定有安全阀11,安全阀11连接有用于回收氮气的气体收集装置,气体收集装置由VCA5038型大流量真空抽气泵和储气罐组成。

[0034] 进一步优化方案,隔板1包括若干个板块1.1,若干个板块1.1通过螺栓 12连接,每个板块1.1长度为3~5m。

[0035] 进一步优化方案,隔板1长度与液氮注入钻孔2的深度相匹配,隔板1 宽度与液氮注入钻孔2内径相匹配。

[0036] 进一步优化方案,电缆5的长度与液氮注入钻孔2深度相适应。

[0037] 进一步优化方案,液氮入口8连接液氮注入装置,接液氮注入装置由注液氮泵和液氮罐组成,液氮出口9连接液氮回收装置,液氮回收装置由负压低温液体泵和储液罐组成,液氮注入装置与回收装置上安装有流量计。

[0038] 一种井下煤层气抽采方法,包括如下步骤:

[0039] 步骤1、参考图1所示,在煤层上交替布置液氮注入钻孔2和强化抽采钻孔13;布置方法为了使煤层增透效果更好,煤层气抽采更加彻底,在每个强化抽采钻孔周围布置有四个液氮注入钻孔2,且液氮注入钻孔2间距为1.5m~ 2.5m,优选为2m,四个液氮注入钻孔2分布在煤层气强化抽采钻孔13上、下、左和右四个方向。钻孔布置完毕后,对液氮注入钻孔2使用洗孔机进行反复冲洗,直至将液氮注入钻孔2内部的钻屑、钻粉完全去除,以保证隔板1安装的顺利进行。

[0040] 步骤2、在液氮注入钻孔2内插入固定液氮流动冻裂装置;具体的是在液氮注入钻孔2内布置隔板1与加热电缆5;将加热电缆5穿过第一孔洞3,将第一块板块1.1垂直推入液氮注入钻孔2内,使用螺栓12将第二块板块1.1 与第一块相连接、固定(连接部分如图4所示),循环进行推入和连接步骤直至最后一块板块1.1连接推入完毕,将加热电缆5两端固定在密封盖6上的第三孔洞7中,使用液压千斤顶将密封盖6压入液氮注入钻孔2并将其固定好。

[0041] 步骤3、通过液氮入口8向液氮注入钻孔2内部持续注入液氮,同时接收从液氮出口9回流出的液氮,形成液氮流动回路,液氮输入温度为 $-210^{\circ}\text{C} \sim -180^{\circ}\text{C}$,优选为 -196°C ,超低温液氮会使钻孔及周围区域煤层温度骤降,当降到 0°C 及以下时,煤层缝隙所含水分会凝结成冰,体积膨胀产生应力使缝隙得到扩张,低温还会使煤体骨架产生收缩应力,使得煤岩结构产生细微拉伸破坏,液氮持续在钻孔内流动,裂隙会不断扩张、贯通从而形成裂隙贯通网络,钻孔周围区域煤层的透气性会得到大幅度提高,持续5~10min,优选为7min 后停

止注入和接收(钻孔经过7min的液氮流动制冷温度会到达最低点,冻裂效果最好),使用封孔器对液氮注入钻孔2进行封孔,将液氮入口8、液氮出口9封死,钻孔内部残留 $1/10\sim 3/10$ 体积的液氮,优选为 $1/5$ (保证钻孔内氮气气压峰值在 $10\text{Mpa}\sim 20\text{Mpa}$ 之间,既保证对孔壁撑裂效果显著又防止因气压过高造成安全事故);

[0042] 步骤4、通过电缆5加热提升液氮注入钻孔2内部温度,使液氮迅速气化,通过温度传感器10将其温度控制在 $50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$,优选为 60°C 并保持温度持续加热 $5\sim 10\text{min}$;优选为7min。

[0043] 步骤5、使用封孔器对液氮注入钻孔进行封孔,通过强化抽采钻孔抽取煤层气与氮气的混合气体。

[0044] 进一步优化方案,步骤1的液氮注入钻孔2半径为 $80\sim 150\text{mm}$,孔深为 $40\sim 130\text{m}$,相邻液氮注入钻孔2的间距为 $1.5\text{m}\sim 2.5\text{m}$ 。

[0045] 更进一步的说明确定液氮注入钻孔2部残留液氮体积的方法为:

[0046] 根据液氮注入钻孔2的半径与深度数据大致估算出液氮注入钻孔2的体积。

[0047] b、停止液氮的注入和接收后分别读取注入和回收装置上的流量计数值,其差值即为液氮注入钻孔2内部残留液氮的体积,通过继续注入或回收液氮将其大致控制在液氮注入钻孔2体积的 $1/5$ 左右。

[0048] 进一步优化方案,通过电缆5加热提升钻孔内部温度;将加热电缆5两端接入电源,缓慢提高液氮注入钻孔2内部温度,通过与外温度传感器10通过导线连接的外部显示器将其温度控制在 60°C 左右,液氮注入钻孔2升温会使液氮迅速气化成为氮气,体积急剧膨胀冲击煤层内部裂隙使其进一步扩张,增透效果显著,同时氮气会对煤层内部的吸附瓦斯进行有效驱替,使抽采更加彻底,为了防止迅速气化产生的氮气压力过高,在密封盖6上装有设定压力为 6MPa 的安全阀11保护装置,且把安全阀11接入气体收集装置,防止氮气喷出降低工作面氧气浓度,通过温度传感器10将其温度控制在 $50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 左右并保持温度持续加热 $5\sim 10\text{min}$;关闭电源。

[0049] 本发明的工作原理如下:

[0050] 合理在煤层上交替布置液氮注入钻孔2和强化抽采钻孔13,统一向液氮注入钻孔2持续注入低温液氮使其在孔内循环流动冻裂煤层,同时低温使煤层缝隙所含水分凝结成冰,体积膨胀撑裂煤层,液氮经电缆5加热后迅速气化,体积急剧膨胀冲击煤层裂隙促使其进一步扩张,从而形成一整张裂隙贯通网络,煤层的透气性会得到显著提高。气化形成的大量氮气会对煤层吸附瓦斯进行有效驱替,使煤层气抽采更加彻底。

[0051] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0052] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

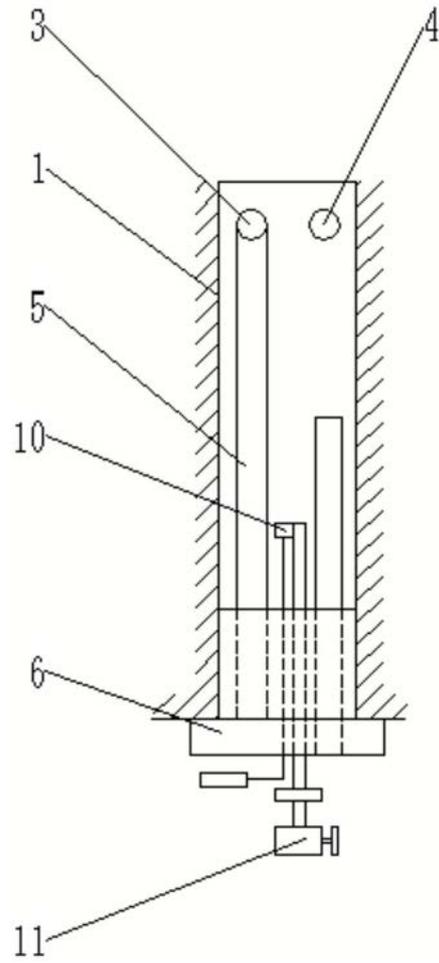


图1

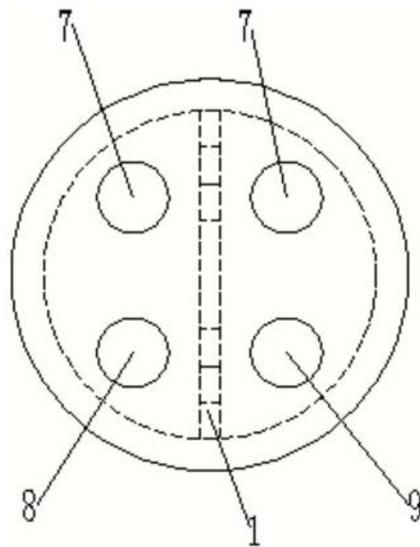


图2

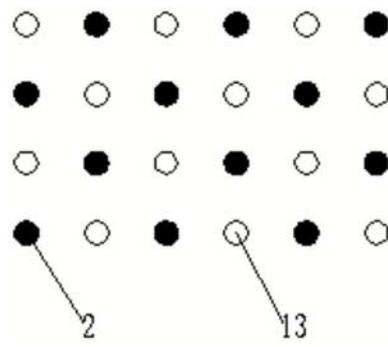


图3

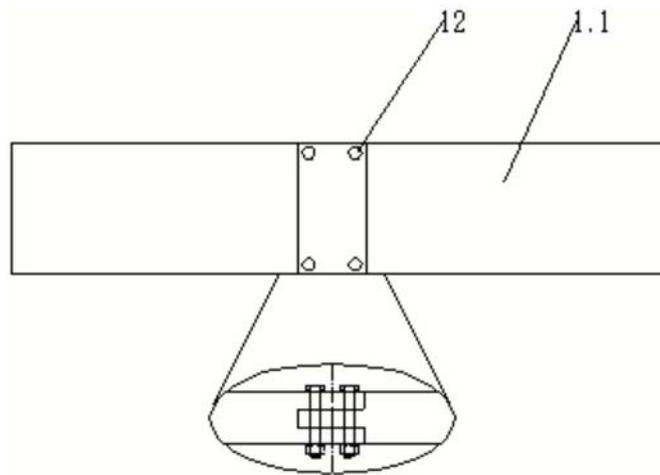


图4