

(10) 国际公布号
WO 2016/110185 A1

[见续页]

WO 2016/110185 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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)。

- (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,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

公开了一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法, 首先通过高能气体压裂技术在压裂注热孔(3)中形成裂隙网络, 再通过蒸汽发生器(12)向压裂注热孔(3)压入周期性变温的高压蒸汽, 蒸汽通过自旋式振荡脉冲射流喷嘴(6)形成振荡过热蒸汽, 冲击加热煤体, 二者交替进行。该方法适用于微孔隙、低渗透、高吸附的煤层区域瓦斯治理, 克服了单一增透技术的局限性, 通过高能气体压裂煤体, 增大单孔的扰动范围, 形成的裂隙网络为过热蒸汽提供流动通道, 而振荡变化的蒸汽温度和压力又促进了煤体裂隙的扩展和贯通, 通过二者的交变协同作用, 提高了瓦斯的解吸和抽采效率。

一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法

技术领域

本发明涉及一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，适用于煤矿井下微孔隙、低渗透、高吸附的高瓦斯煤层区域瓦斯治理。

背景技术

我国煤层普遍具有瓦斯压力高、含量大、渗透率低、吸附性强的特点，瓦斯抽采难度极大。因此对煤层进行人工增透，增大煤层的透气性，提高瓦斯的预抽率是保障煤矿安全生产的重要途径。

目前，水力化措施以其高效的卸压增透作用在我国煤矿区域瓦斯治理过程中得到了广泛应用。但是，水力化措施仍存在射流冲击破碎能力有限、需水量大、造成巷道积水和钻孔密封要求高等问题，以致单个钻孔影响范围有限，钻孔施工量仍未得到显著的降低，无法满足高强度的煤炭开采要求。

高速流动的气体具有压缩系数大的特点，当瞬间释放高能气体时，气体膨胀，会产生巨大的能量。但当高能气体直接冲击煤体时，只有达到其抗压强度，煤体才能破碎，以致压裂效果不显著。

相关研究表明：温度每升高 1℃，煤体吸附瓦斯的能力将降低约8%。近年来不少学者提出了煤层注热抽采技术，通过向煤层中注入高温蒸汽提高煤体温度，进而促进瓦斯解吸，但由于煤体的热传导系数不高，加之注热形式较为单一，工程应用效果不显著。

发明内容

技术问题：本发明目的是针对现有技术中的不足之处，提供一种实用性强、工程量小、能显著提高瓦斯抽采效率的振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法。

技术方案：本发明的振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，包括先向煤层方向呈网格状布置抽采孔的孔位；然后依次施工抽采孔、封孔、联入瓦斯抽采管网进行瓦斯抽采；还包括如下步骤：

a. 在施工完成后的网格状抽采孔交叉中心布置压裂注热孔，依次用钻机在压裂注热孔的孔位处钻进，直到穿过煤层顶板后退钻；

b. 将头部装有自旋式振荡脉冲射流喷嘴的钢管送入压裂注热孔中，直至距煤层顶板 1m 处，对钢管预封孔，并通过装有抽采管道阀门的抽采管路将压裂注热孔与瓦斯抽采管网相连通；

c. 利用三通将钢管的外露端连入高压气站与蒸汽发生器，先关闭阀门和蒸汽发生器的热蒸汽输送管道阀门，然后打开高压气站的高能气体管道阀门，使高压气站中的高压气经三通经钢管进入，从自旋式振荡脉冲射流喷嘴喷出，形成高能振荡脉冲射流，对压

裂注热孔内的煤体进行冲击压裂；

d. 紧接着关闭高能气体管道阀门，打开抽采管道的阀门，对压裂注热孔进行瓦斯抽采；

e. 待压裂注热孔内的瓦斯浓度低于 30%时，关闭抽采管道阀门，打开热蒸汽输送管道阀门；启动蒸汽发生器，向压裂与注热抽采孔内注入热蒸汽，持续 1~2h 后，关闭蒸汽发生器和热蒸汽输送管道阀门，停止注热；

f. 打开抽采管道的阀门，再次对压裂注热孔进行瓦斯抽采；

g. 待压裂注热孔内的瓦斯浓度又低于 30%时，重复步骤 c、d、e 和 f，直至压裂注热孔的瓦斯浓度始终低于 30%时，抽拉钢管，使自旋式振荡脉冲射流喷嘴向孔口方向移动 2~2.5m；

h. 重复步骤 c、d、e、f 和 g，直到自旋式振荡脉冲射流喷嘴退至距煤层底板 1m 处，结束压裂注热孔的高能气体压裂与注热。

所述的自旋式振荡脉冲射流喷嘴包括喷嘴入口、振荡腔体和喷嘴出口，喷嘴入口由外向内有两级孔壁倾角变换，喷嘴出口由内向外有三级孔壁倾角变换。

所述自旋式振荡脉冲射流喷嘴通过轴承与钢管相连，之间安装有防水密封圈。

所述向压裂与注入热抽采孔内的热蒸汽温度为在 100~500℃。

所述钢管的外壁上附着有玻璃棉保温层。

有益效果：由于采用了上述技术方案，本发明采用高压气经自旋式振荡脉冲射流喷嘴，形成高能振荡脉冲射流，冲击破碎煤体，促使煤体中原生裂隙扩展，同时产生新生裂隙，裂隙贯通形成裂隙网络，提高单个钻孔的扰动范围，改善单孔瓦斯抽采效果。而过热蒸汽经过自旋式振荡脉冲喷嘴形成振荡变化的蒸汽压力促进裂隙进一步扩展和贯通，能够更充分地形成裂隙网络，注入煤体的热蒸汽通过裂隙网络加热煤体，降低瓦斯在煤体中的吸附势，提高瓦斯的解吸能力，显著改善瓦斯抽采效果。本发明克服了单一增透技术的局限性，通过高能气体压裂技术显著增大单孔的扰动范围，形成裂隙网络，为过热蒸汽提供流动通道，而振荡变化的蒸汽温度和压力又促进了煤体裂隙的扩展和贯通，通过二者的协同作用，显著提高了瓦斯的解吸效率，实现瓦斯的高效抽采。该方法成实用性强，尤其对于微孔隙、低渗透、高吸附的高瓦斯煤层区域瓦斯治理具有广泛的应用前景。

附图说明

图 1 是本发明的具体实施方法示意图；

图 2 是自旋式振荡脉冲射流喷嘴的结构示意图；

图 3 是图 2 中 A-A 方向的剖视图；

图 4 是自旋式振荡脉冲射流喷嘴的喷嘴入口的示意图；

图 5 是自旋式振荡脉冲射流喷嘴的喷嘴出口的示意图。

图中：1—煤层；2—煤层顶板；3—压裂注热孔；4—普通抽采孔；5—钢管；6—自旋式振荡脉冲射流喷嘴；6-1—喷嘴入口；6-2—振荡腔体；6-3—喷嘴出口；7—抽采管道阀门；8—高能气体管道阀门；9—热蒸汽输送管道阀门；10—高压气站；11—三通；12—蒸汽发生器；13—轴承。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的一个实施例作进一步的描述：

本发明的振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，具体步骤如下：

a. 包括先向煤层 1 方向呈网格格式布置抽采孔 4 的孔位，然后依次施工抽采孔 4、封孔、联入瓦斯抽采管网进行瓦斯抽采；

b. 在施工完成后的网格格式抽采孔 4 交叉中心布置压裂注热孔 3，依次用钻机在压裂注热孔 3 的孔位处钻进，直到穿过煤层顶板 2 后退钻；

c. 将头部装有自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 的钢管 5 送入压裂注热孔 3 中，直至距煤层顶板（2）1m 处，对钢管 5 预封孔，并通过装有抽采管道阀门 7 的抽采管路将压裂注热孔 3 与瓦斯抽采管网相连接；所述钢管 5 的外壁上附着有玻璃棉保温层。

d. 利用三通 11 将钢管 5 的外露端连入高压气站 10 与蒸汽发生器 12，先关闭抽采管道阀门 7 和蒸汽发生器 12 的热蒸汽输送管道阀门 9，然后打开高压气站 10 的高能气体管道阀门 8，使高压气站 10 中的高压气经三通 11 经钢管 5 进入，从自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 喷出，形成高能振荡脉冲射流，对压裂注热孔 3 内的煤体进行冲击压裂；其中自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 通过轴承 13 与钢管 5 相连，所述的自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 包括喷嘴入口 6-1、振荡腔体 6-2 和喷嘴出口 6-3，喷嘴入口 6-1 由外向内有两级孔壁倾角变换，喷嘴出口 6-3 由内向外出有三级孔壁倾角变换，喷嘴出口 6-3 喷出的气流对自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 有一个反作用力，该反作用力的切向分力可使自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 在喷气后自动旋转；所述自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 通过轴承 13 与钢管 5 相连，之间安装有防水密封圈。

e. 紧接着关闭高能气体管道阀门 8，打开抽采管道的阀门 7，对压裂注热孔 3 进行瓦斯抽采；

f. 待压裂注热孔 3 内的瓦斯浓度低于 30%时，关闭抽采管道阀门 7，打开热蒸汽输送管道阀门 9；启动蒸汽发生器 12，向压裂与注热抽采孔 3 内注入 100~500℃的过热蒸汽，持续 1~2h 后，关闭蒸汽发生器 12 和热蒸汽输送管道阀门 9，停止注热；

g. 打开抽采管道的阀门 7，再次对压裂注热孔 3 进行瓦斯抽采；

h. 待压裂注热孔 3 内的瓦斯浓度又低于 30%时，重复步骤 d、e、f 和 g，直至压裂注热孔 3 的瓦斯浓度始终低于 30%时，抽拉钢管 5，使自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 向孔口

方向移动 2~2.5m;

i. 重复步骤 d、e、f、g 和 h, 直到自旋式振荡脉冲射流喷嘴 6 退至距煤层底板 1m 处, 结束压裂注热孔 3 的高能气体压裂与注热。

权利要求书

1. 一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，包括先向煤层（1）方向呈网格状布置抽采孔（4）的孔位；然后依次施工抽采孔（4）、封孔、联入瓦斯抽采管网进行瓦斯抽采；其特征在于，还包括如下步骤：

a. 在施工完成后的网格状抽采孔（4）交叉中心布置压裂注热孔（3），依次用钻机在压裂注热孔（3）的孔位处钻进，直到穿过煤层顶板（2）后退钻；

b. 将头部装有自旋式振荡脉冲射流喷嘴（6）的钢管（5）送入压裂注热孔（3）中，直至距煤层顶板（2）1m处，对钢管（5）预封孔，并通过装有抽采管道阀门（7）的抽采管路将压裂注热孔（3）与瓦斯抽采管网相连通；

c. 利用三通（11）将钢管（5）的外露端连入高压气站（10）与蒸汽发生器（12），先关闭阀门（7）和蒸汽发生器（12）的热蒸汽输送管道阀门（9），然后打开高压气站（10）的高能气体管道阀门（8），使高压气站（10）中的高压气经三通（11）经钢管（5）进入，从自旋式振荡脉冲射流喷嘴（6）喷出，形成高能振荡脉冲射流，对压裂注热孔（3）内的煤体进行冲击压裂；

d. 紧接着关闭高能气体管道阀门（8），打开抽采管道的阀门（7），对压裂注热孔（3）进行瓦斯抽采；

e. 待压裂注热孔（3）内的瓦斯浓度低于30%时，关闭抽采管道阀门（7），打开热蒸汽输送管道阀门（9）；启动蒸汽发生器（12），向压裂与注热抽采孔（3）内注入热蒸汽，持续1~2h后，关闭蒸汽发生器（12）和热蒸汽输送管道阀门（9），停止注热；

f. 打开抽采管道的阀门（7），再次对压裂注热孔（3）进行瓦斯抽采；

g. 待压裂注热孔（3）内的瓦斯浓度又低于30%时，重复步骤c、d、e和f，直至压裂注热孔（3）的瓦斯浓度始终低于30%时，抽拉钢管（5），使自旋式振荡脉冲射流喷嘴（6）向孔口方向移动2~2.5m；

i. 重复步骤c、d、e、f和g，直到自旋式振荡脉冲射流喷嘴（6）退至距煤层底板1m处，结束压裂注热孔（3）的高能气体压裂与注热。

2. 根据权利要求1所述的一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，其特征在于：所述的自旋式振荡脉冲射流喷嘴（6）包括喷嘴入口（6-1）、振荡腔体（6-2）和喷嘴出口（6-3），喷嘴入口（6-1）由外向内有两级孔壁倾角变换，喷嘴出口（6-3）由内向外出有三级孔壁倾角变换。

3. 根据权利要求1所述的一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，其特征在于：所述自旋式振荡脉冲射流喷嘴（6）通过轴承（13）与钢管（5）相连，之间安装有防水密封圈。

4. 根据权利要求1所述的一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，其

特征在于：所述向压裂与注入热抽采孔（3）内的热蒸汽温度为在100~500℃。

5. 根据权利要求1所述的一种振荡脉冲式高能气体压裂与注热交变抽采瓦斯方法，其特征在于：所述钢管（5）的外壁上附着有玻璃棉保温层。

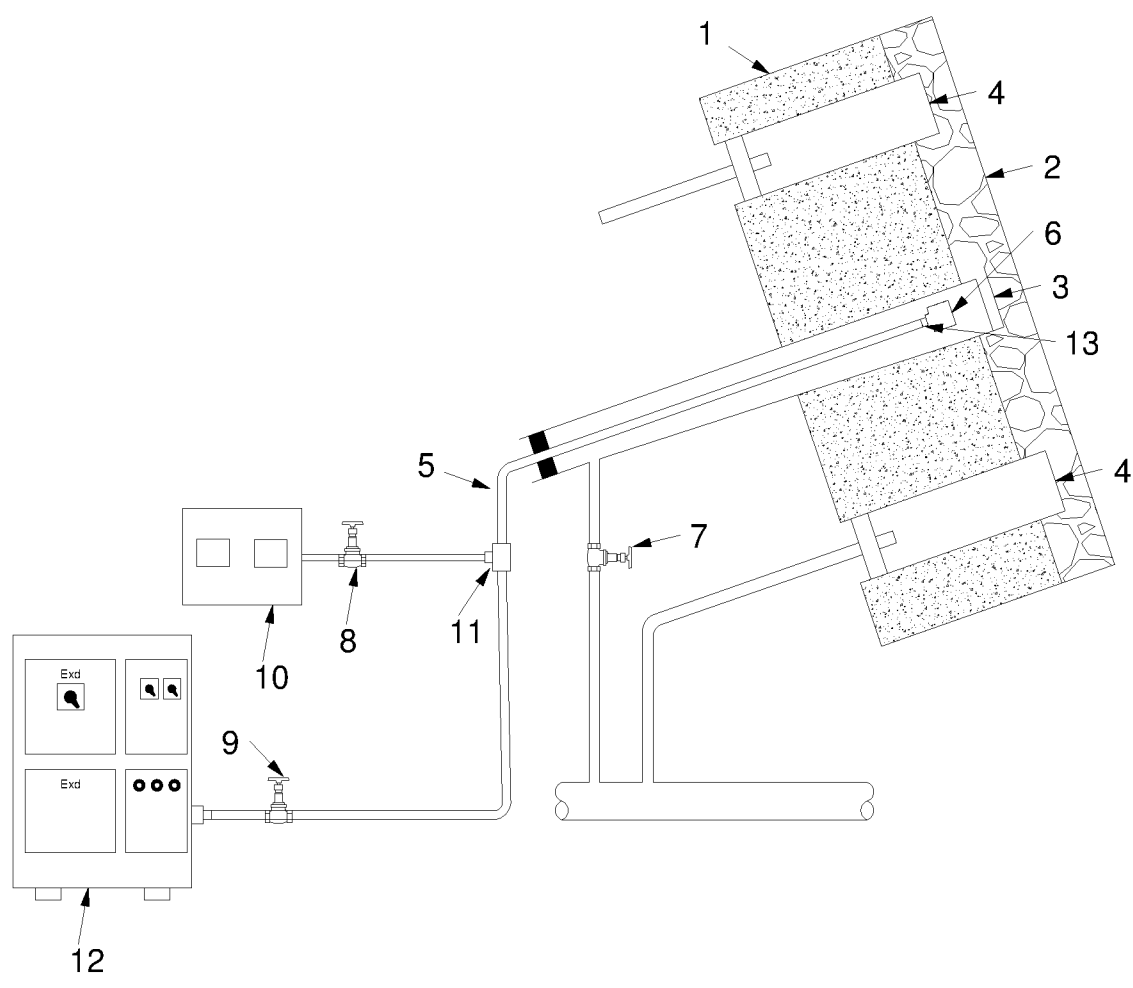


图 1

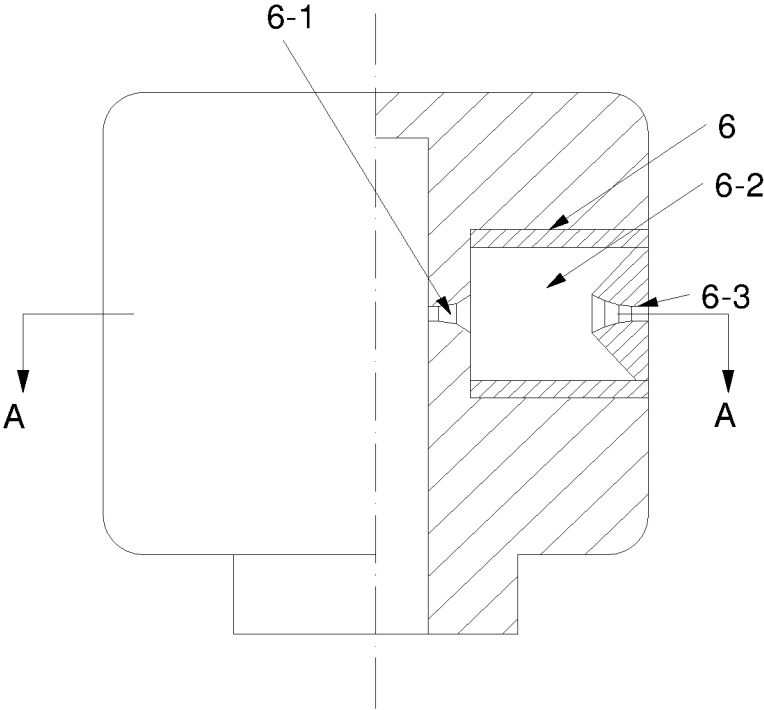


图 2

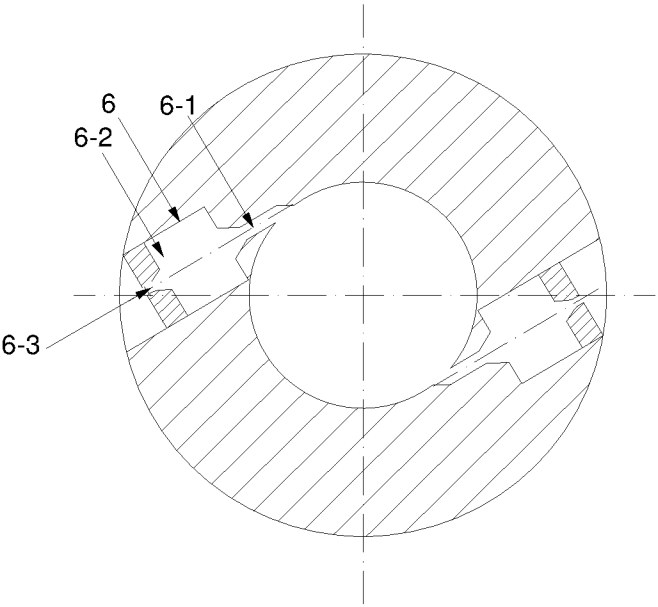


图 3

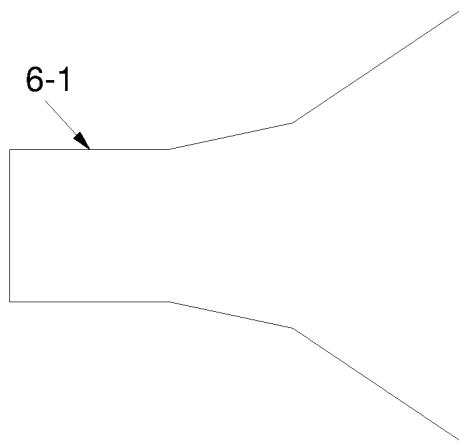


图 4

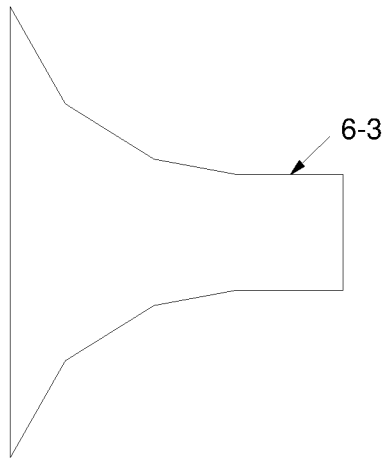


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/098153

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21F 7/00 (2006.01) i; E21B 43/26 (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)

E21F; E21B

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)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; VEN: gas, extract+, heat, hot, jet, fractur+, hole, nozzle, coal, valve

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104632270 A (CHINA MINING & TECHNOLOGY) 20 May 2015 (20.05.2015) claims1-5	1-5
A	CN 101832149 A (TAIYUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 15 September 2010 (15.09.2010) description, paragraphs[0004]-[0025], and figure1	1-5
A	CN 1676870 A TAIYUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 05 October 2005 (05.10.2005) the whole document	1-5
A	CN 103206199 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM) 17 July 2013 (17.07.2013) the whole document	1-5
A	EP 2527586 A1 (SHELL INT RESEARCH) 28 November 2012 (28.11.2012) the whole document	1-5
A	US 7445045 B2 (HALLIBURTON ENERGY SERV INC.) 04 November 2008 (04.11.2008) the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&"document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 09 March 2016	Date of mailing of the international search report 01 April 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer HOU, Hongmei Telephone No. (86-10) 62085502

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/098153

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104632270 A	20 May 2015	None	
CN 101832149 A	15 September 2010	None	
CN 1676870 A	05 October 2005	None	
CN 103206199 A	17 July 2013	None	
EP 2527586 A1	28 November 2012	None	
US 7445045 B2	04 November 2008	None	

A. 主题的分类 E21F 7/00(2006.01)i; E21B 43/26(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) E21F; E21B 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)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, VEN: 瓦斯, 抽采, 注热, 压裂, 孔, 喷嘴, 煤, 阀, gas, extract+, heat, hot, jet, fractur+, hole, nozzle, coal, valve		
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
PX	CN 104632270 A (中国矿业大学) 2015年 5月 20日 (2015 - 05 - 20) 权利要求1-5	1-5
A	CN 101832149 A (太原理工大学) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 说明书第[0004]-[0025]段, 附图1	1-5
A	CN 1676870 A (太原理工大学) 2005年 10月 5日 (2005 - 10 - 05) 全文	1-5
A	CN 103206199 A (中国石油大学华东) 2013年 7月 17日 (2013 - 07 - 17) 全文	1-5
A	EP 2527586 A1 (SHELL INT RESEARCH) 2012年 11月 28日 (2012 - 11 - 28) 全文	1-5
A	US 7445045 B2 (HALLIBURTON ENERGY SERV INC) 2008年 11月 4日 (2008 - 11 - 04) 全文	1-5
☐ 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 2016年 3月 9日		国际检索报告邮寄日期 2016年 4月 1日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(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		授权官员 侯红梅 电话号码 (86-10)62085502

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/098153

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	104632270	A	2015年 5月 20日	无	
CN	101832149	A	2010年 9月 15日	无	
CN	1676870	A	2005年 10月 5日	无	
CN	103206199	A	2013年 7月 17日	无	
EP	2527586	A1	2012年 11月 28日	无	
US	7445045	B2	2008年 11月 4日	无	