



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105283632 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201480015989. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 01. 15

E21B 43/24(2006. 01)

(30) 优先权数据

F17C 9/02(2006. 01)

61/752885 2013. 01. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/011725 2014. 01. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/113498 EN 2014. 07. 24

(71) 申请人 氟石科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 C.N. 普雷斯科特 J. (J.) 张

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李晨 谭祐祥

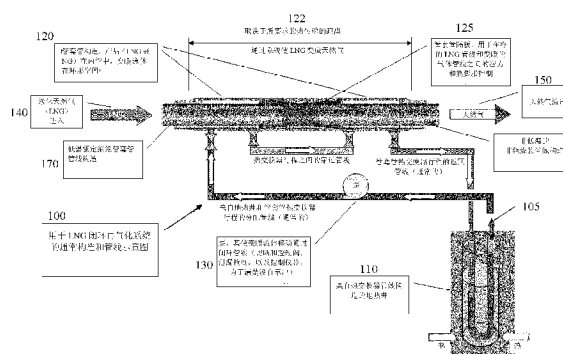
权利要求书1页 说明书4页 附图9页

(54) 发明名称

处理地热液化天然气(LNG)的系统和方法

(57) 摘要

描述了用于将液化天然气(LNG)从液体转换为气体状态的再气化系统和过程。所述过程包括将地热井用作热源的闭环系统。变暖流体循环通过与地热井和 LNG 热交换器联接的所述闭环系统。变暖流体在变暖流体通过地热井时被加热并且在变暖流体通过 LNG 热交换器时被冷却,因此加热和气化 LNG。冷却的变暖流体然后回到地热井。通过消除排放变暖流体的需要,闭环系统将对环境的影响最小化。



1. 一种用于再气化系统的热交换器,包括:

第一管区段,其包括低温材料;

第二管区段;

第一联接件,其将所述第一管区段的端部与所述第二管区段的端部联接,且包括(i)管,其具有内径和v形截面区域,所述内径的大小和尺寸确定成接纳所述第一管区段的外径和所述第二管区段的外径,以及(ii)第一套筒,其包围所述v形截面区域的一部分;

第二套筒,其包围所述第一管区段、所述第二管区段以及所述联接件;

第一内腔体,其由所述套筒的内表面和所述第一管区段的外表面之间的径向空间限定;

第二内腔体,其由所述套筒的内表面和所述第二管区段的外表面之间的径向空间限定;

其中所述第一和第二内腔体经由第二联接件流体联接;

入口,其与所述第一内腔体流体联接,以接纳循环流体;以及

出口,其与所述第二内腔体流体联接,以处理所述循环流体。

2. 根据权利要求1所述的热交换器,其中所述第二管区段包括非低温材料。

3. 根据权利要求1的所述热交换器,其中所述第二联接件包括第三管区段,所述第三管区段相对于所述套筒设置在外部,且与所述第一和第二内腔体流体联接。

4. 根据权利要求1的所述热交换器,其中所述第二联接件相对于所述套管设置在内部,且包括位于所述第一联接件的壁内的多个孔。

5. 一种再气化系统,包括:

闭环管线,其具有第一流体;

地热井;

如权利要求1所述且具有从其通过的第二流体的热交换器;且

其中闭环管线与所述地热井和所述热交换器联接。

6. 根据权利要求5所述的系统,还包括布置在所述地热井中的浆液。

7. 根据权利要求5所述的系统,其中所述闭环管线的一部分被绝缘并且被布置所述井中。

8. 根据权利要求5所述的系统,其中所述第一流体包括液态天然气。

9. 根据权利要求5所述的系统,其中所述第二流体包括Duratherm™。

10. 一种使液体脱气的方法,包括:

将第一流体从地热井泵送至如权利要求1所述的热交换器;

通过使所述流体通过所述热交换器来加热所述流体;以及

将所述第一流体泵送回所述地热井以用于加热。

处理地热液化天然气(LNG)的系统和方法

[0001] 此申请要求 2013 年 1 月 15 日提交的美国临时申请序列号 61/752885 的优先权权益。

技术领域

[0002] 本发明的领域是液化天然气(LNG)的再气化。

背景技术

[0003] 以下的描述包括在理解本发明时可能有用的信息。它并不是承认本文所提供的任何信息都是现有技术或与目前要求保护的发明相关,或明确或隐含引用的任何公开物都是现有技术。

[0004] 天然气是具有许多重要应用的普通燃料源。天然气通常以它的液体形式被运输,在本文中被称为液化天然气(LNG),因为它占用少得多的体积。一旦到达它的邻近使用源(例如,电厂)的目的地,LNG 可经由再气化过程转换回气体状态。

[0005] 许多再气化设备、系统和过程是已知的。例如,Conversion Gas Imports, L. P. (“CGI”)是与再气化相关的以下美国专利的拥有者:5,511,905、6,739,140、6,813,893、6,880,348、6,848,502、6,945,055、7,036,325。这些和所有其他引用的外在材料都通过引用其全文并入本文。当通过引用并入的参考文献中的术语的定义或使用与本文提供的术语的定义不一致或相反时,本文中提供的该术语的定义被视为是支配性的。

[0006] 一些以上列出的专利描述了使用盐穴储存库(salt cavern storage)的 LNG 接纳终端的设计。LNG 可直接来自船舶或来自常规的储存箱。LNG 接纳终端可位于陆上或海上。

[0007] 这些专利中的一些还描述了用于使补偿或未补偿盐穴中的 LNG 和储存库变暖的方法,该方法被称为毕晓普过程™(Bishop Process™)。

[0008] 一些以上列出的专利中还描述了管套管热交换器设计。LNG 接纳终端的一个实施例使用多个盐穴以用于混合来自不同源的气体,以实现管线标准 BTU(即,英热单位)的内容。

[0009] 遗憾的是,目前的再气化技术受到许多缺点的影响。例如,一些以上列出的专利中描述了其中变暖流体(例如,海水)在使用后被排放到海中的系统。排放的流体可能对环境造成负面影响(例如,排放的海水通常太冷,并能杀死鱼卵,从而降低了海洋生物的种群)。

[0010] 公司 GTherm 最近已经构思用于发电的新方法,该方法依赖于地热井(参见图 1)。该 GTherm 方法利用闭环系统和循环流体。当循环流体在其通过地热井时被加热,且当它通过蒸发器时被冷却。GTherm 还构思将类似的原理应用到提高石油采收率的系统。然而,尽到申请人的最佳知晓,本领域的普通技术人员都未能提供具有循环流体的闭环系统,循环流体为 LNG 再气化系统而利用来自地热井的热量。

[0011] US20070079617 描述了用于液化天然气的地热蒸发的方法和系统。然而,在 US20070079617 中描述的系统似乎不提供管套管热交换器,以有效地利用来自地热井的热量。

[0012] 因此,仍然需要用于 LNG 再气化的改进系统和方法。

发明内容

[0013] 本发明主题提供了一种用于利用来自地热能热源(例如,地热井)的热量使冷流体(如液化天然气(LNG))变暖的装置、系统和方法。在一些实施例的一方面,变暖流体(例如,水、油、盐水等)在闭环系统中循环,所述闭环系统通过地热能热源或在地热能热源附近,然后通过热交换器。当变暖流体经过地热能热源附近时,热量被传递到变暖流体。然后变暖流体通过热交换器,在热交换器处变暖流体将热量传递至液化天然气流。当 LNG 流通过热交换器时,从变暖流体传递至 LNG 流的热量可帮助将 LNG 流从液体状态转换为气体状态。然后变暖流体循环回到地热能热源,以重复所述过程。

[0014] 在一些实施例的一方面,热交换器包括管套管构造,其中 LNG 流通过内管,并且变暖流体通过在管套管的外部周围的环形空间。内管的长度的一部分具有隔板,以用于控制在冷的 LNG(上游)和变暖气体(下游)之间的应力和热膨胀。变暖流体经由旁路导管(例如,穿过管线)穿过内管的隔板部分。

[0015] 从以下对优选实施例的详细描述、以及附图中,本发明的主题的各种目的、特征、方面和优点将变得更加明显,附图中相似的附图标记表示相似的部件。

附图说明

[0016] 图 1 是利用地热能的发电过程的示意图。

[0017] 图 2 是利用地热能的管套管 LNG 再气化系统的示意图。

[0018] 图 3 是图 2 中所示的管套管热交换器的透视截面图。

[0019] 图 4 是图 2 中所示的管套管热交换器的侧面截面图。

[0020] 图 5 是图 2 中所示的管套管隔板构造的分解图。

[0021] 图 6a、6b 分别是在再气化系统中使用的地热井的一个实施例的透视图和截面图。

[0022] 图 7 是图 6a 的地热井的透视图,其具有可选的真空绝缘管。

[0023] 图 8a 和 8b 分别是地热井的透视图和截面图,其具有用于安装热浆液的浆液管。

[0024] 图 9a 和 9b 分别是在再气化系统中使用的地热井的另一个实施例的透视图和截面图。

[0025] 图 10a-10f 是在再气化系统中使用的地热井的另一个实施例的各种视图。

具体实施方式

[0026] 以下的讨论提供了本发明主题的许多示例性实施例。虽然每个实施例表示发明元件的单一组合,本发明主题被认为包括所公开的元素的所有可能组合。因此,如果一个实施例包括要素 A、B 和 C,以及第二实施例包括要素 B 和 D,则本发明主题也被认为包括 A、B、C 或 D 的其他剩余的组合,即使没有明确地公开。

[0027] 本发明的主题提供了一种使用地热能使液化天然气(LNG)再气化的装置、系统和方法。

[0028] 图 2 示出了再气化系统 100 系统。系统 100 具有闭环导管(例如,流体路径),变暖流体 105 在其中循环。泵 130 产生闭环导管中的负压,使得循环流体 105 循环通过地热井

110 和热交换器 120。当通过地热井 110 时,循环流体 105 被加热。热量被传递到流动通过管套管热交换器 130 的 LNG 140,使得 LNG 140 从液体状态转换为气体状态(例如天然气 150)。距离 122 是

变暖流体(也被称为循环流体)可以是水、油、盐水、Duratherm™,或适合在所需规格下传递热的任何其它流体。在一些实施例中,循环流体具有高的热容量,使得它在较长的距离和/或时间保留热量。

[0029] 管 170 将 LNG 从 LNG 源 140 载运至热交换器 120。图 3 示出了管 170 的截面图 170。管 170 包括由绝缘材料 172 (例如,气凝胶绝缘 Cabot Nanogel™ Expansion Pact™) 包围的低温额定内管(cryogenic rated inner pipe)171。包围的绝缘材料 172 是外部碳钢套管 173,然而,如果要求,可以使用另一种低温额定管。如果要求,围绕管 173 的是混凝土配重涂层 174。用于输送 LNG 的各种管构造是已知的,并且可以与本文中所呈现的发明原理一起使用,除非在权利要求书中另有说明。

[0030] 图 4 示出了管套管热交换器 120 的侧面截面图。变暖流体 105 在点 401 处以较高的温度进入热交换器 120。当流体 105 沿着距离 122 流动时,流体 105 将热量传递到 LNG 140,流体 105 在点 402 处以比它在点 401 处更低的温度退出热交换器 120。热交换器 130 具有隔板 125,当 LNG 140 转换为天然气 150 时,隔板 125 提供了对应力和热膨胀的控制。流体 105 经由穿过管线 125 穿过隔板 125。

[0031] 图 5 示出了管隔板 125 的分解图。隔板 125 帮助提供完整性,以处理进入热交换器 120 的冷的 LNG 和离开热交换器 120 的变暖天然气(即,气体状态)之间的应力和热膨胀。在一些实施例中,隔板 125 的构造在原理上可以与在 W02005119150 中描述的管套管隔板类似,W02005119150 通过引用并入本文。

[0032] 图 6a 和 6b 分别是地热井的一个实施例的透视图和截面图。井包括地热区域内的开孔。井还包括用于使流体循环流入和流出井的 U 形导管(例如,管)。U 形管是闭环系统(未示出)的一部分,例如在图 2 中示出的。导管的确切构造(例如,大小、尺寸、形状、材料、温度)将根据应用而变化。图 6b 和附录中的滑块 22 提供了直径、重量、材料和规格的示例,其并不旨在限制在本文描述的发明构思的应用。

[0033] 图 7 示出图 6a 的地热井的透视图,其具有靠近井的顶端的可选的真空绝缘管。

[0034] 图 8A 和 8B 分别是图 6 的地热井的透视图和截面图,其具有位于井的中心的可移除的浆液管,用于在井的底端安装热浆液。

[0035] 图 9a 和 9b 分别是用于在再气化系统中使用的地热井的另一个实施例的透视图和截面图。井包括在灌浆就位的套管井(cased hole)以及位于中心的真空绝缘管。循环流体通过套管井流入地热井并流出中心真空管。

[0036] 图 10a-10f 示出了在再气化系统中使用的地热井的另一个实施例的各种视图。井包括中心真空绝缘管,其具有靠近井的底部的开口端部。井还包括被热浆液包围的外壳。循环流体经由中心管流入井内,并经由壳体流出井。

[0037] 图 10c 示出了井的顶端处的热交换器歧管。歧管使壳体外径空间形成一个更小直径的管。颗粒状的绝缘物可以用来围绕歧管的外部表面且位于壳体内。

[0038] 图 10D 和 10F 分别示出了靠近井的顶端和底端的截面图。

[0039] 浆液 111,由 Brookhaven 国家实验室专门为地热应用而开发,是可以与地热井一

起使用的浆液的一个示例。不像其他的灌浆材料,浆液 111 几乎不透水,抗收缩,抗裂,并拥有现存的其他任何已知的泥浆中已知最高的热传导性。

[0040] 一种较新的浆液,称为混合物(Mix) 111,也可以被使用。混合物 111 由水泥、水、硅砂和少量的超增塑剂和膨润土组成。混合物 111 的配方已经由 Brookhaven 国家实验室公开提供。

[0041] 通过使用这种材料,并从下向上灌浆,围绕井的总密封被设置。这保护了管,且提供了安全的密封剂,以防止交叉污染不同深度处的地下含水层。

[0042] 本文描述的系统和方法对于 LNG 进口情况是有用的,LNG 进口情况需要来自停泊处的 LNG 油轮的再气化系统,其中 LNG 可以被转换在从车间运行到岸上的管线内以及陆上天然气系统网络内。本文描述的系统和方法也可用于按需加热(heat-upon-demand)的应用。

[0043] 此外,本文所描述的系统和方法还可以用于 LNG 厂的再气化系统,其中 LNG 被存储一定时间,且天然气需要进入管线系统网络(例如,调峰厂)。该系统和方法也可以用于 LPG(液化石油气)系统,虽然温度更低。

[0044] 本文公开的本发明的实施例或替代性要素的组合不应被解释为限制性的。每个组成员可被单独地涉及和要求保护、或者与组内的其他构件或本文发现的其它要素的任意组合地被涉及和要求保护。组的一个或多个构件可包括在因便利和/或可专利性的原因的组内或者从中删除。当任何这样的包括或删除发生时,本文的说明书被认为包括作为修改从而实现在所附权利要求书中使用的所有马库什组的书面描述的组。

[0045] 如在本文的描述中以及贯穿随后的权利要求书所使用的,“一(a)”,“一(an)”和“该(the)”的含义包括复数引用,除非上下文另外明确指示。并且,如本文的描述中使用的,“在……中”的含义包括“在……中”和“在……上”,除非上下文另外明确指示。

[0046] 如本文所使用的,除非上下文另外指示,术语“联接到”旨在包括直接联接(其中彼此联接的两个要素彼此接触)和间接联接(其中至少一个附加的要素位于两个要素之间)。因此,术语“联接到”和“与……联接”被同义地使用。

[0047] 除非上下文相反地指示,本文所阐明的所有范围应被解释为包括它们的端点,并且端点开放的范围应被解释为包括商业实用值。类似地,除非上下文相反地指示,值的所有列表都应该被认为是包括中间值。

[0048] 对本领域的技术人员来说明显的,除了已经描述的那些,更多的修改是可能的,而不脱离本文的发明构思。因此,除了在所附权利要求书的范围内,本发明主题不被限制。此外,在对说明书和权利要求书的解释中,所有术语应解释为与上下文一致的最宽的可能方式。特别地,术语“包括(comprises)”和“包括(comprising)”应被解释为以非排他的方式涉及要素、部件或步骤,表明所引用的要素、部件或步骤可以存在、或者利用、或与未明确引用的其他要素、部件或步骤组合。在说明书的权利要求书涉及从由 A、B、C……和 N 构成的组中选择的至少一个某物的情况下,文本应当被解释要求组中的仅一个要素,而不是 A 加 N、或 B 加 N 等。

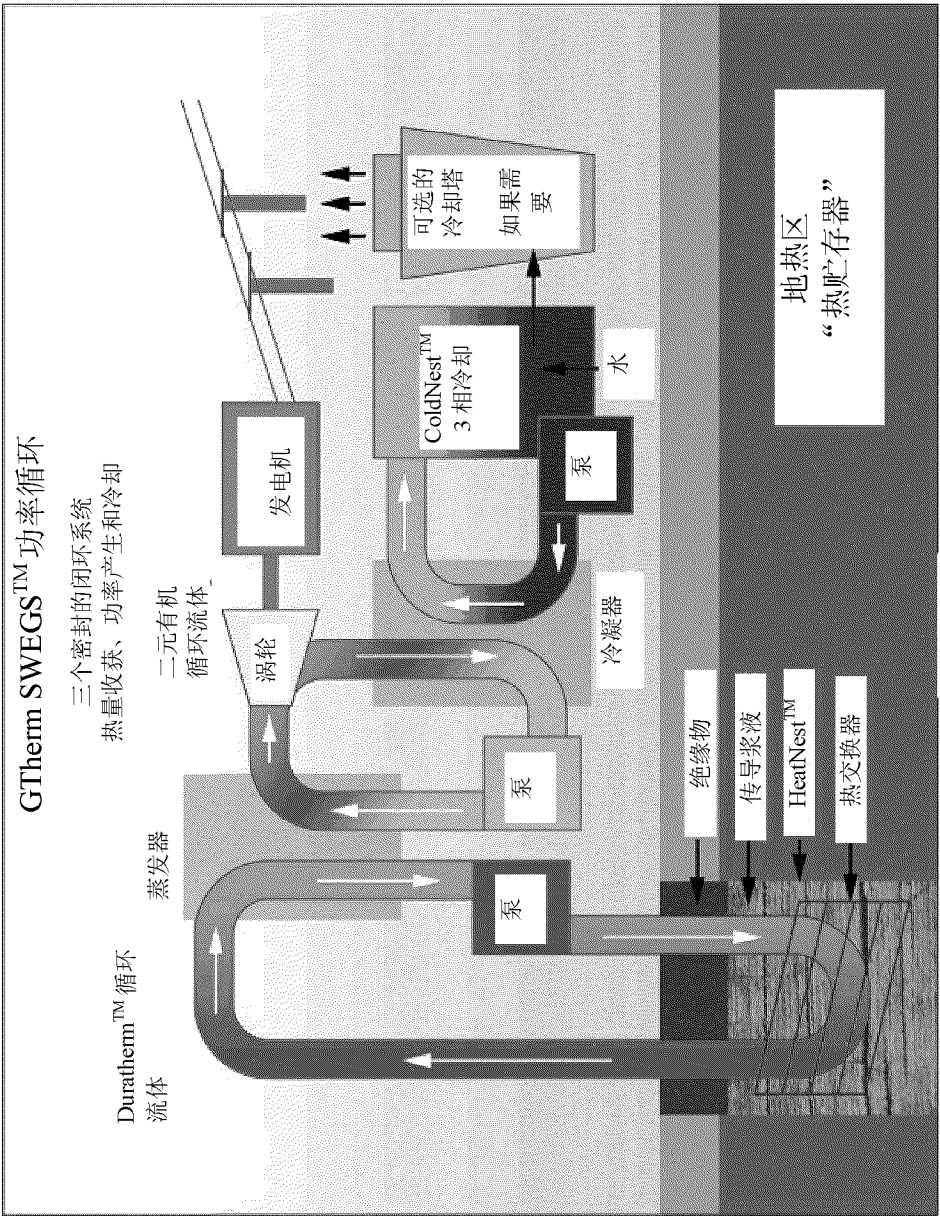


图 1

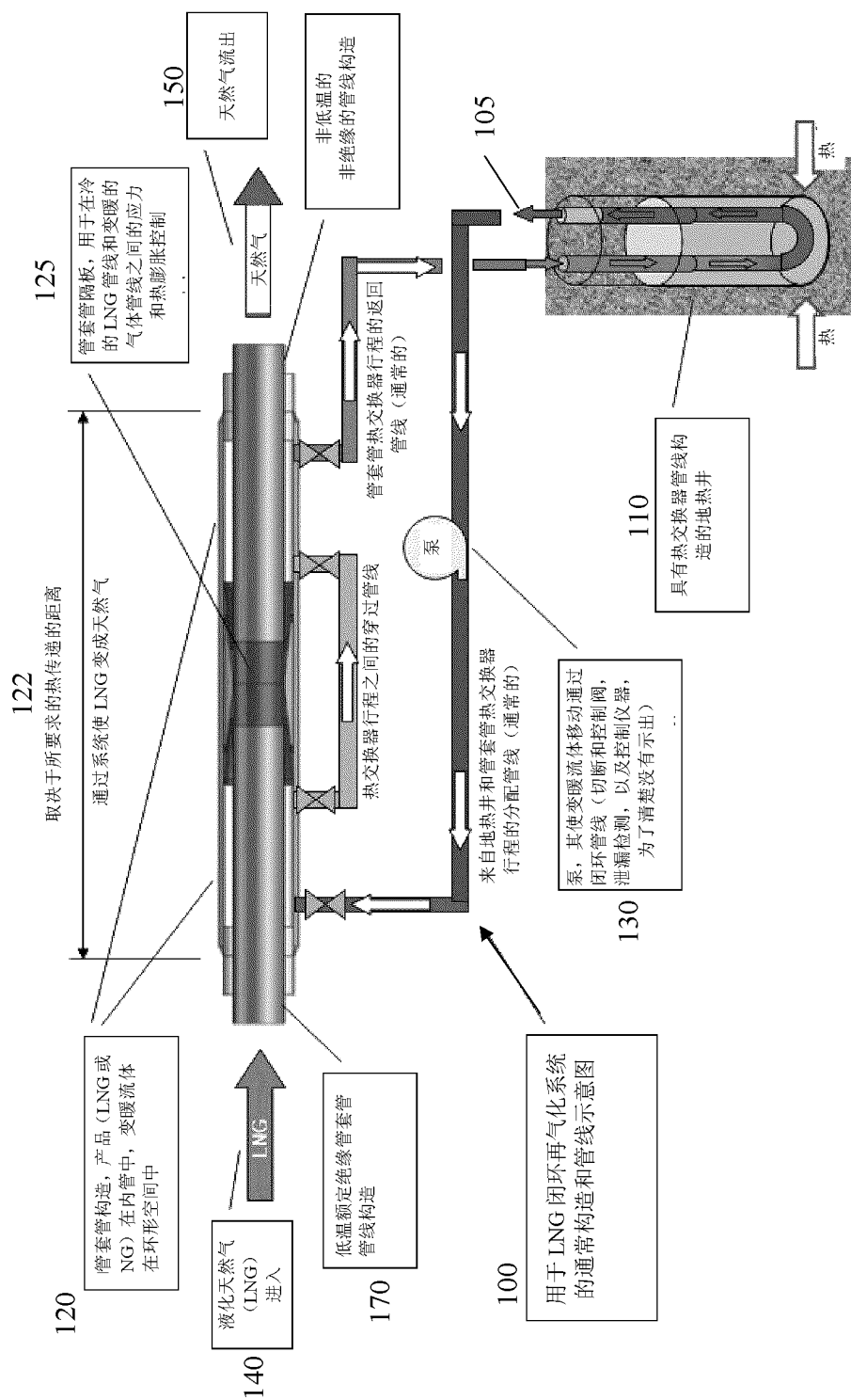


图 2

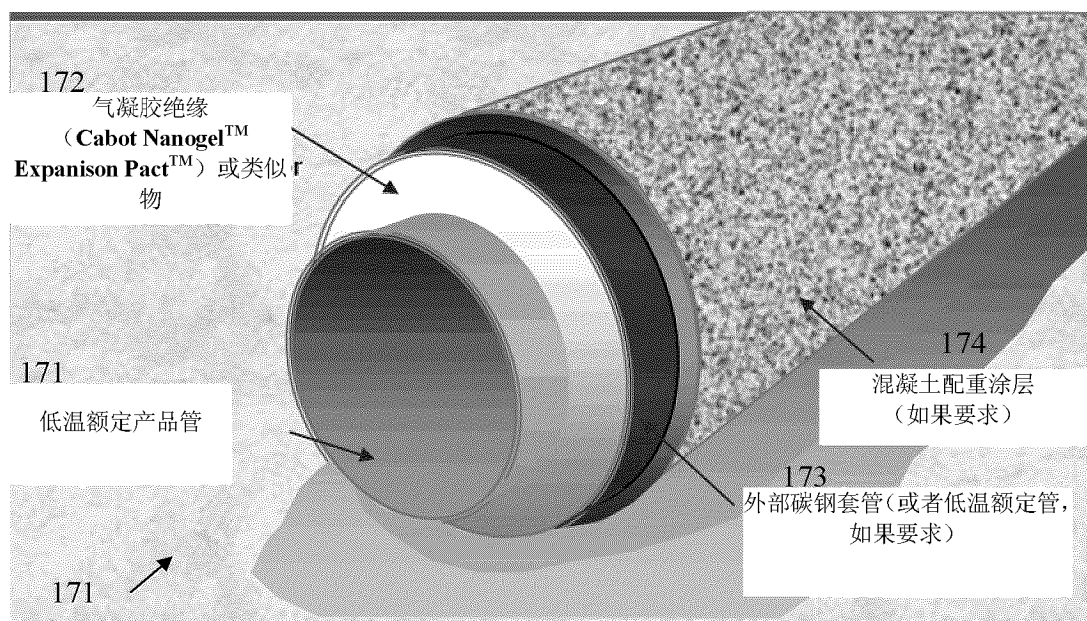


图 3

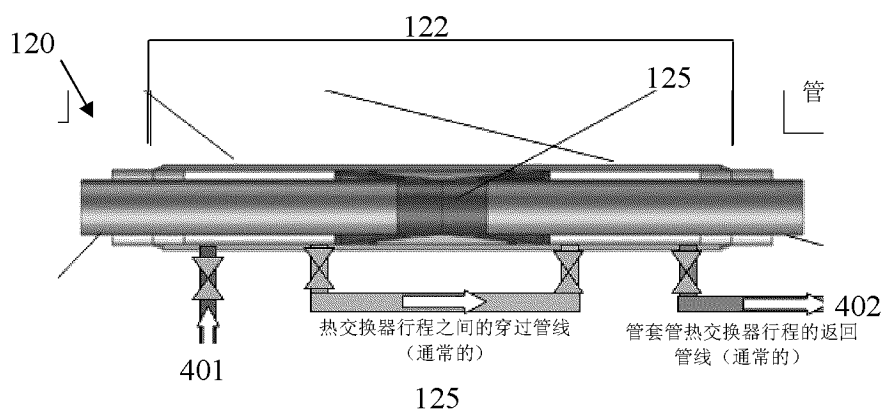


图 4

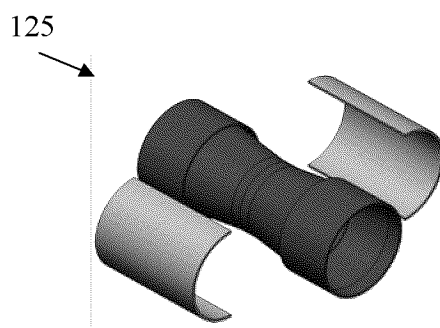


图 5

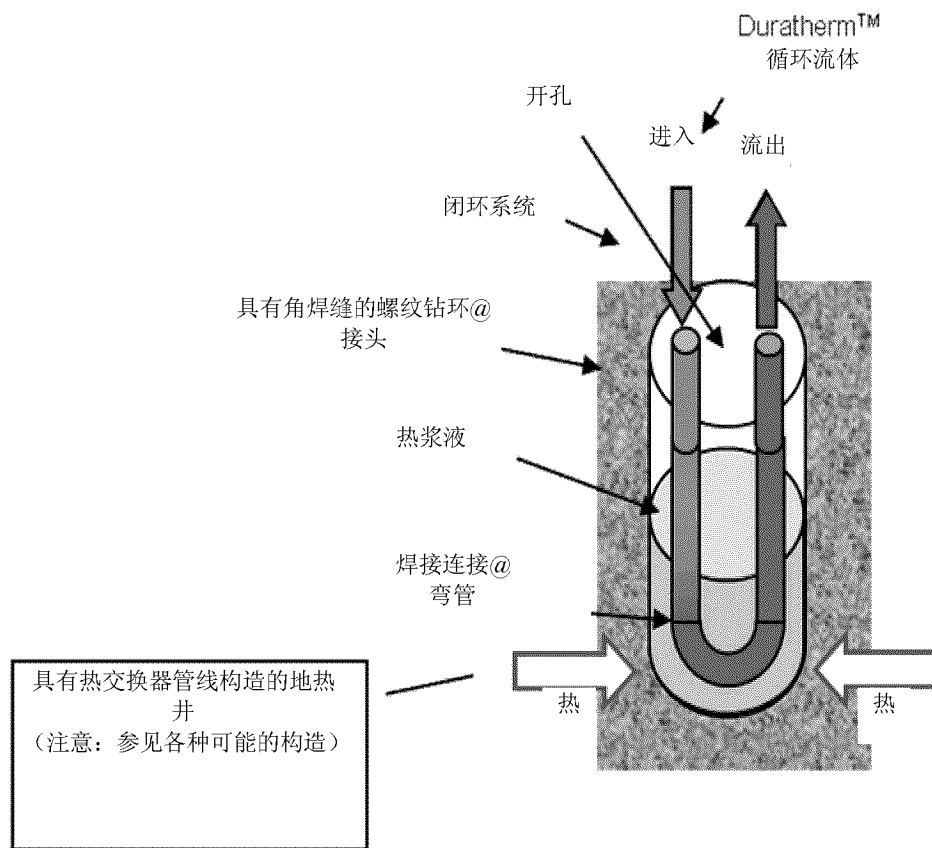


图 6a

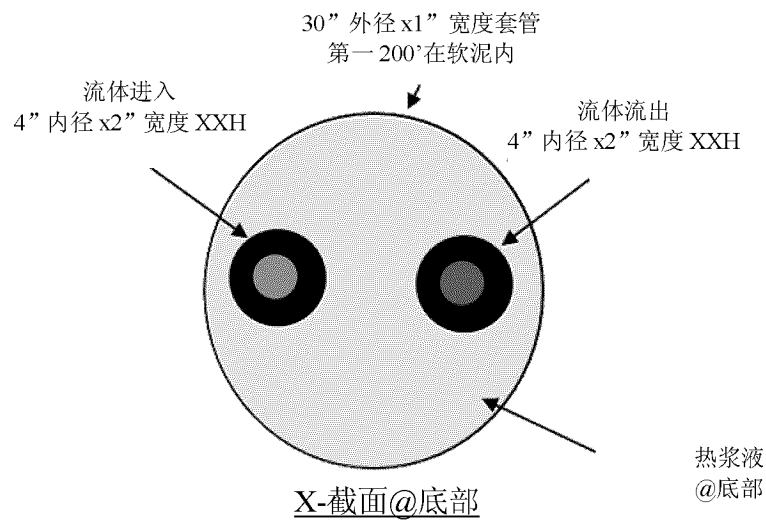


图 6b

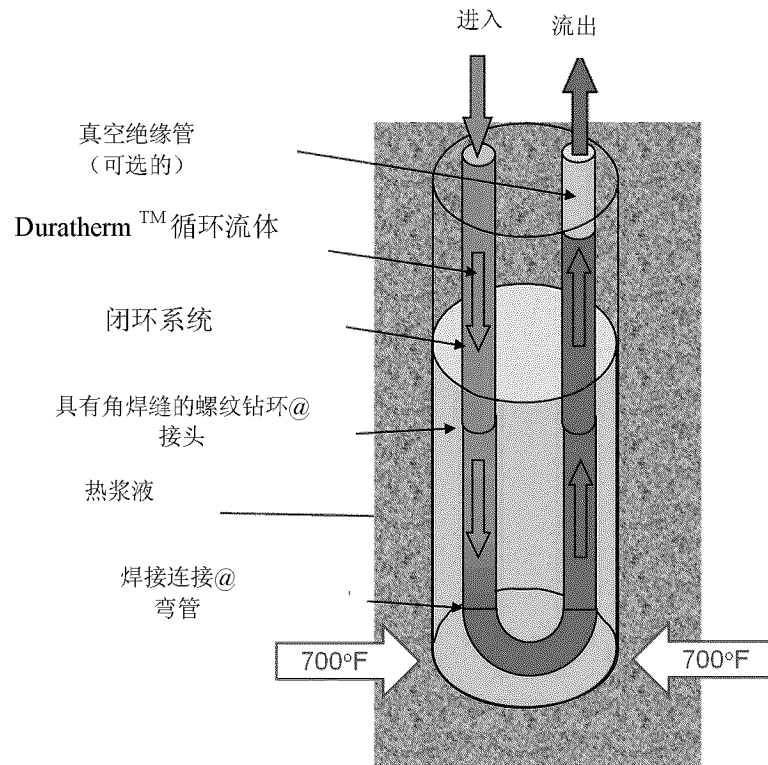


图 7

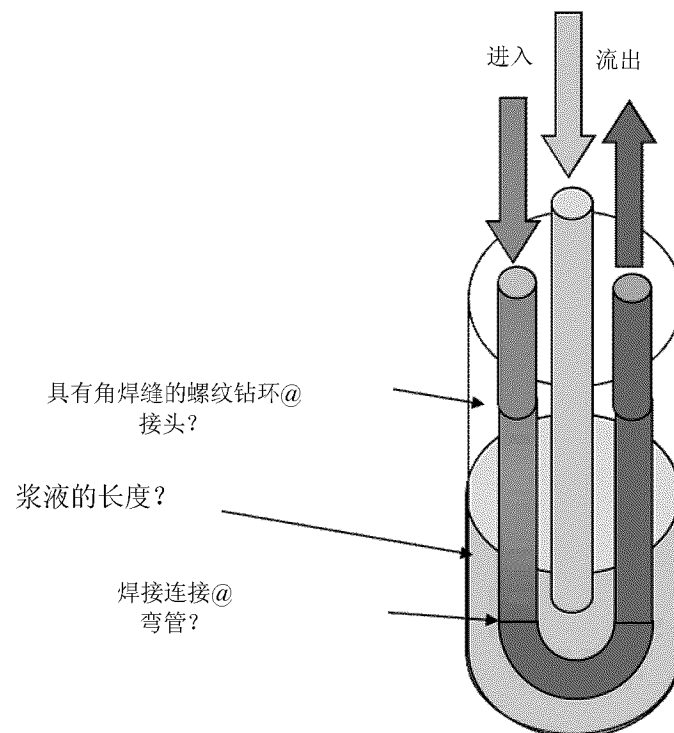


图 8a

用于安装热浆液的可移除导管

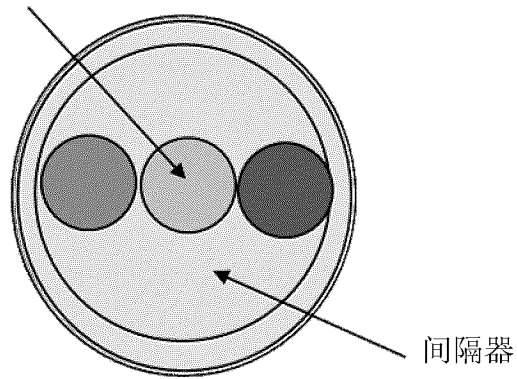


图 8b

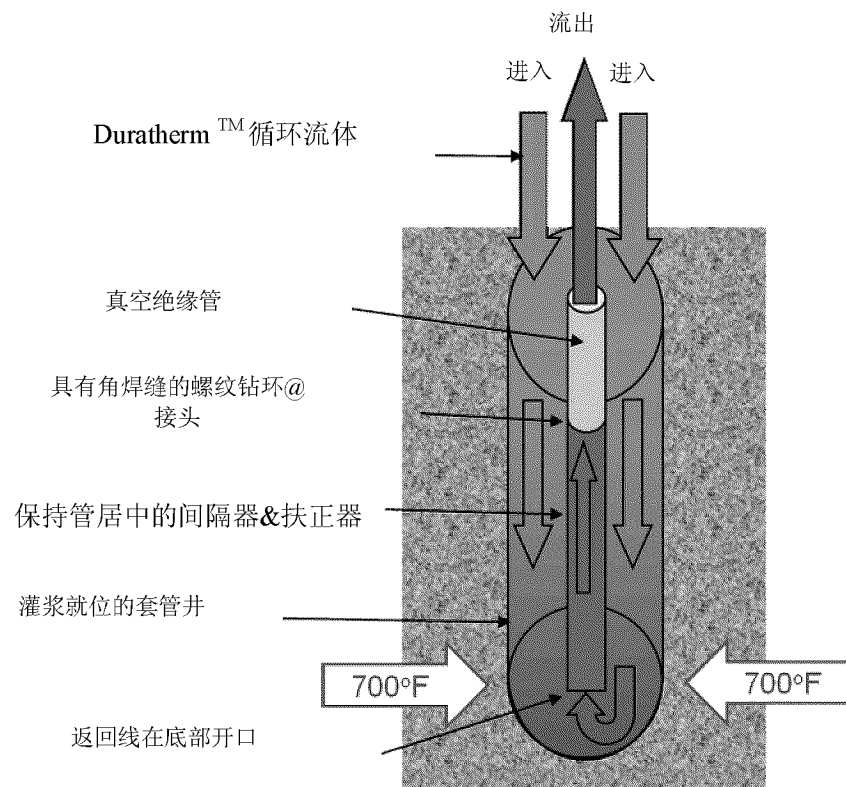


图 9a

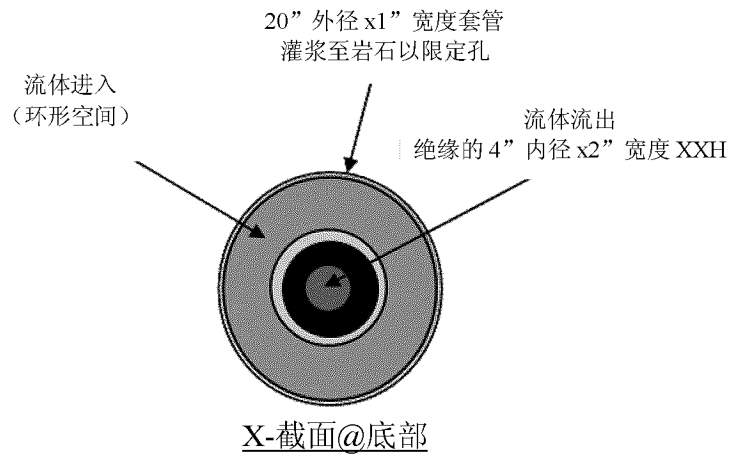


图 9b

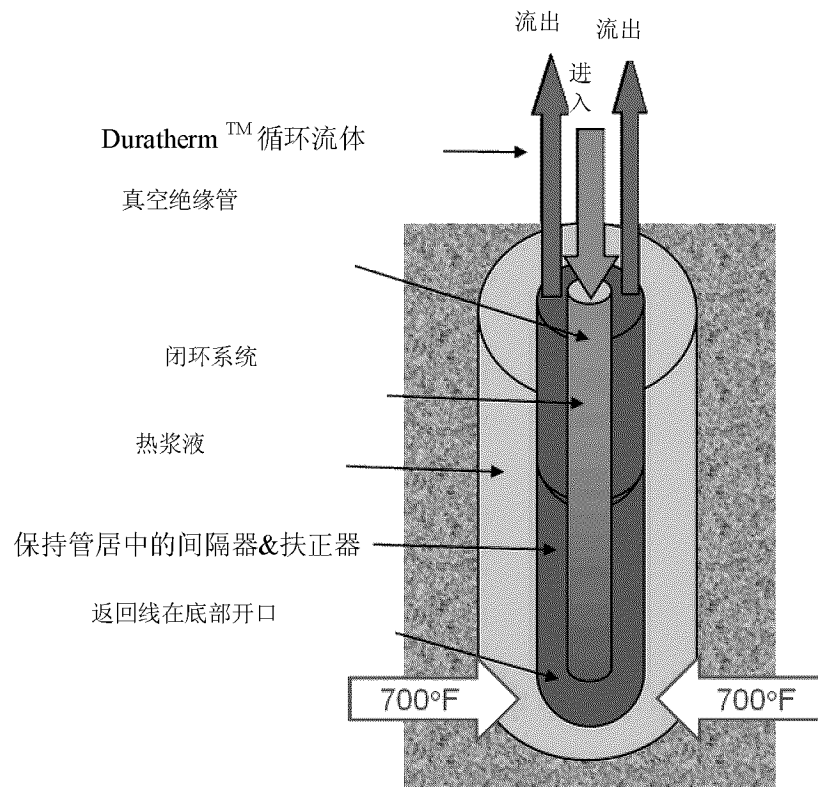


图 10a

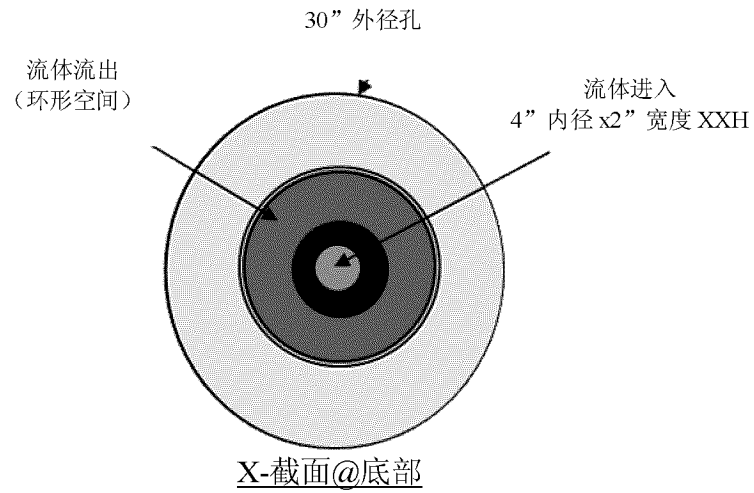


图 10b

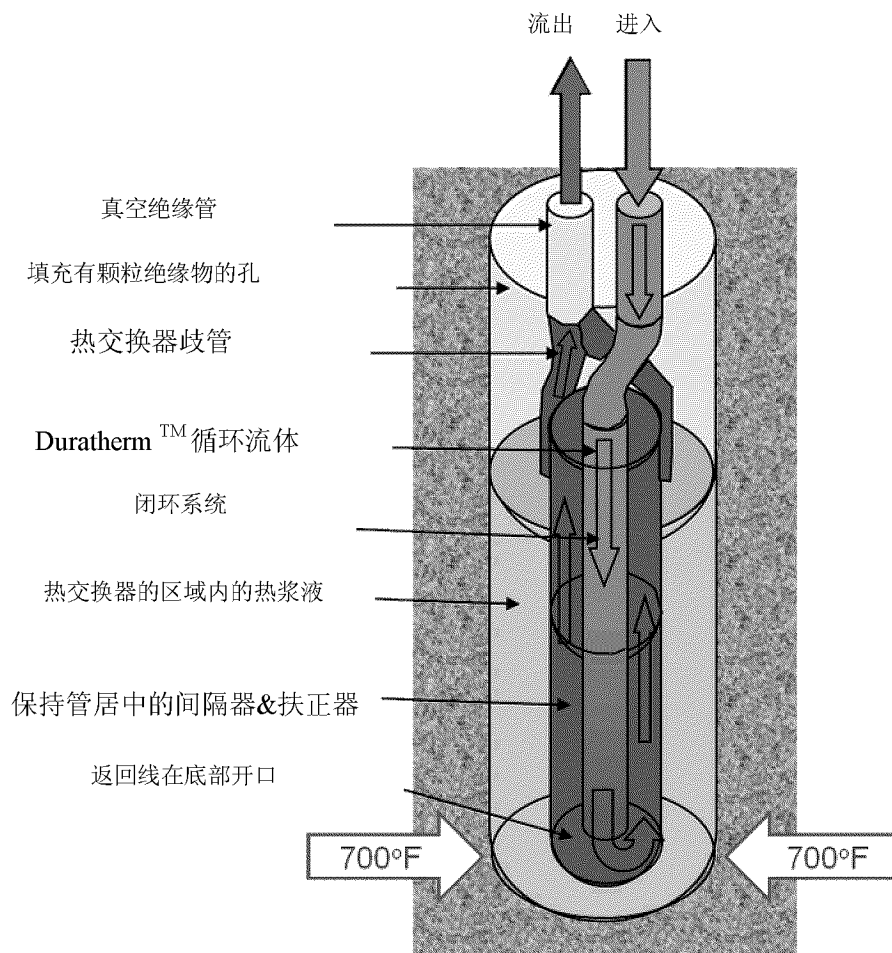


图 10c

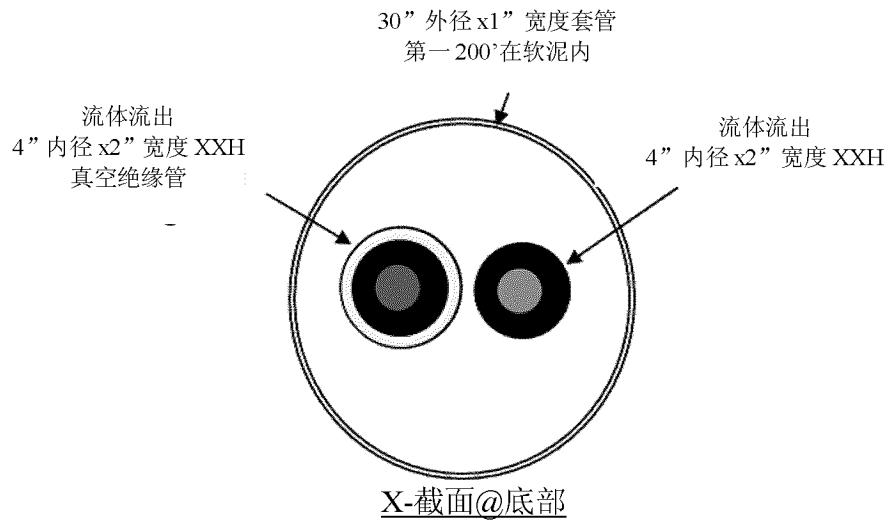


图 10d

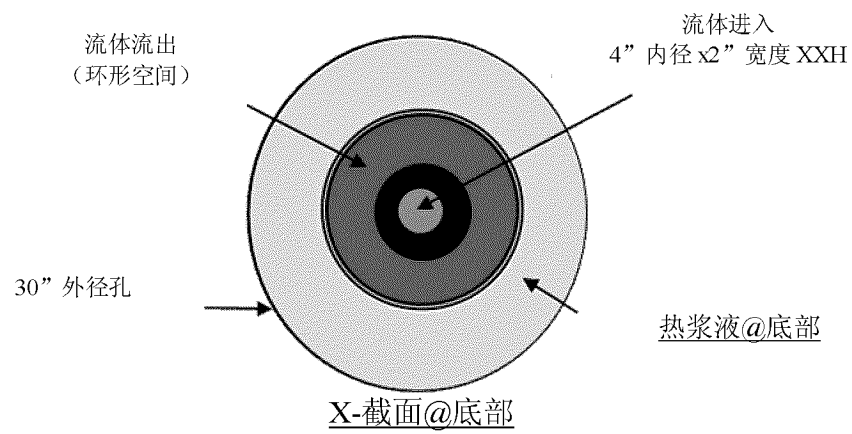


图 10f

对于图 10e 的任何参考应当被认为是不存在的。