



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1932237 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 24

(21) 申请号 200610008167. 8

(22) 申请日 2006. 02. 23

(30) 优先权数据

2, 505, 449 2005. 04. 27 CA

(73) 专利权人 钻石 QC 技术公司

地址 加拿大亚伯达省

专利权人 柯尔特工程公司

派拉蒙资源公司

(72) 发明人 史蒂夫·克雷丝乃克 加里·布尼欧

(74) 专利代理机构 北京中安信知识产权代理事

务所(普通合伙) 11248

代理人 张小娟 徐林

(51) Int. Cl.

E21B 43/24(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1451844 A, 2003. 10. 29, 全文.

WO 9964719 A2, 1999. 12. 16, 第 1 页第 27-30 行, 第 2 页第 1-6 行, 第 9-29 行, 第 3 页第 18-32 行、图 1.

US 5217076 A, 1993. 06. 08,

US 6530965 B2, 2003. 03. 11, 全文.

US 20020170714 A1, 2002. 11. 21, 全文.

US 6357526 B1, 2002. 02. 19, 全文.

审查员 朱振宇

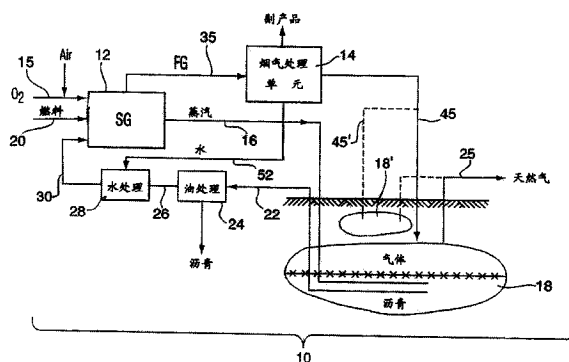
权利要求书 3 页 说明书 4 页 附图 9 页

(54) 发明名称

一种开采重油、气体或沥青的方法

(57) 摘要

从含有天然气和沥青的岩层中热开采天然气和沥青的方法。这些方法结合一系列已有的但以前未曾结合过的技术。来自通常用于 SAGD 开采操作的蒸汽发生器的改性烟气被注入岩层以改进开采, 其中所产生的液体、天然气、沥青被进一步处理。烟气的注入方便地解决并进一步用于对岩层增压, 否则岩层在天然气耗尽之后会降压。由此, 这些方法具有环境和经济方面的优点。



1. 一种从含有重油和沥青的地下岩层中开采重油和沥青的方法,包括:
提供一种燃料;
提供一个蒸汽发生装置以产生蒸汽并将所述蒸汽注入所述地下岩层;
提供一个烟气循环回路;
在所述烟气循环回路中燃烧燃料以产生用于注入岩层的改性烟气;和
将所述烟气和所述蒸汽注入岩层以置换所述重油和沥青。
2. 根据权利要求 1 的方法,其中所述燃料是一种矿物燃料。
3. 根据权利要求 2 的方法,其中所述燃料选自天然气、燃油、沥青、乳化燃料、沥青烯、石油焦、煤炭及其组合,其中燃油选自重油或渣油。
4. 根据权利要求 1 的方法,其中所述燃料在蒸汽发生器内与氧气和空气一起燃烧。
5. 根据权利要求 1 的方法,还包括在注入所述岩层之前预处理所述烟气的步骤。
6. 根据权利要求 5 的方法,包括除去在所述预处理步骤中产生的副产品气体。
7. 根据权利要求 6 的方法,其中所述副产品气体包括氧气、一氧化碳、氮气、氮的氧化物、硫的氧化物和二氧化碳中的至少一种。
8. 根据权利要求 7 的方法,其中所述预处理所述烟气的步骤包括脱微粒、急冷、压缩和脱水这些单元操作。
9. 根据权利要求 8 的方法,其中所述预处理的烟气被注入所述岩层以对所述岩层增压并释放出所述岩层内的天然气。
10. 根据权利要求 9 的方法,其中在增压过程中重油被从所述岩层中置换出来。
11. 根据权利要求 10 的方法,进一步包括用改质单元操作处理所述置换出的重油的步骤。
12. 根据权利要求 11 的方法,其中所述改质单元操作包括从由所述岩层中置换出来的油中除去水。
13. 根据权利要求 12 的方法,其中至少一部分被除去的水被再循环进入所述蒸汽发生装置。
14. 根据权利要求 13 中任何一项的方法,其中至少一部分来自改质重油的渣油被转化用作燃烧燃料。
15. 一种从蒸汽辅助重力驱油岩层和地理位置接近岩层中的至少一种岩层中开采气体和沥青的方法,其中在所述蒸汽辅助重力驱油岩层内包含位于沥青之上的气体,此方法的步骤包括:
提供烟气循环回路以产生改性的烟气;
将所述改性的烟气以足以置换位于所述沥青之上的所述气体的压力注入所述岩层以从所述岩层之内置换出所述沥青;
采出置换的气体和沥青;
用所述改性的烟气增加或保持所述容积的压力到一个基本与先前注入所述改性烟气的压力相等的压力。
16. 根据权利要求 15 的方法,其中所述置换的气体包括不与沥青直接地理位置接触的天然气。
17. 根据权利要求 15 的方法,进一步包括形成一种所述改性烟气的组成以使置换气体

的容积最大化的步骤。

18. 根据权利要求 15 的方法,其中在置换的气体开采之后,继续输入改性烟气到与原始地质压力基本相同以隔离温室气体 GHG。

19. 根据权利要求 18 的方法,其中所述形成一种所述改性烟气的组成的步骤包括保持所述烟气内的氧气浓度在过量、化学计量或低于化学计量。

20. 根据权利要求 19 的方法,其中所述烟气的所述组成包括按体积计 0% -79% 的氮气。

21. 根据权利要求 20 的方法,进一步包括从所述改性烟气中产生副产品气体的步骤。

22. 根据权利要求 21 的方法,其中所述副产品气体包括氢气、一氧化碳、氮气、氮的氧化物、硫的氧化物和二氧化碳中的至少一种。

23. 根据权利要求 22 的方法,其中所述烟气循环回路使用选自天然气、燃油、沥青、乳化燃料、沥青烯、石油焦、煤炭及其组合的碳氢燃料作为燃料,所述其中燃油选自重油或渣油。

24. 一种从蒸汽辅助重力驱油岩层和地理位置接近岩层中的至少一种岩层中开采气体和沥青的方法,其中在所述蒸汽辅助重力驱油岩层内包含位于沥青之上的气体,此方法的步骤包括:

蒸汽产生阶段,用于产生注入所述岩层的蒸汽;

烟气循环阶段,用于改性用于注入所述岩层的烟气;

注入阶段,将改性的烟气注入所述岩层以置换位于所述沥青之上的气体和保持所述岩层的压力或对所述岩层增压;

处理阶段,处理采出的置换气体和从所述注入阶段中释放出的液体。

25. 一种从含有重油和沥青的地下岩层中开采重油和沥青的方法,包括:

提供一种燃料;

在烟气循环回路中燃烧所述燃料以产生用于注入所述岩层的改性的烟气;

将改性的烟气注入所述岩层来在从所述岩层中释放天然气和重油时对所述岩层增压;

改质回收的重油;和

转化至少一部分渣油用作燃料。

26. 一种从蒸汽辅助重力驱油岩层和地理位置接近岩层中的至少一种岩层中开采气体和沥青的方法,其中在所述蒸汽辅助重力驱油岩层内包含位于沥青之上的气体,此方法的步骤包括:

提供烟气循环回路以产生改性的烟气;

从所述改性烟气中产生副产品气体;

将所述改性的烟气以足以置换位于所述沥青之上的所述气体的压力注入所述岩层以从所述岩层之内置换出所述沥青;

采出置换的气体 and 沥青;和

用所述改性的烟气增加或保持所述容积的压力到一个基本与先前注入所述改性烟气的压力相等的压力。

27. 根据权利要求 26 的方法,其中所述副产品气体包括氢气、一氧化碳、氮气、氮的氧

化物、硫的氧化物和二氧化碳中的至少一种。

一种开采重油、气体或沥青的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及利用向地下岩层中注入烟气从岩层中热开采价值。

[0002] 背景技术

[0003] 在重油工业中,对于重油有很宽的分类。这些分类基本上是基于物质的粘度和密度,并通常分为以下几类:

[0004] i) 中重油

[0005] $25^{\circ} >^{\circ} \text{API} > 18^{\circ}$

[0006] $100\text{cP} > \mu > 10\text{cP}$, 储藏条件下可流动

[0007] ii) 超重油

[0008] $20^{\circ} >^{\circ} \text{API} > 12^{\circ}$

[0009] $10000\text{cP} > \mu > 100\text{cP}$, 需要包括储藏驱动如热或水 / 溶剂注入在内的生产增强技术

[0010] iii) 油砂和沥青

[0011] $12^{\circ} >^{\circ} \text{API} > 6^{\circ}$, 需要挖掘或热驱

[0012] $\mu > 10000\text{cP}$, 需要包括储藏驱动如热或热 / 溶剂注入在内的开采增强技术。

[0013] 鉴于可能在加拿大、中美洲、俄罗斯、中国和世界其它地区存在的巨大重油和沥青储量的公知价值,出现了各种各样的成套提取和处理技术。

[0014] 目前,现有的沥青和超重油储藏是使用改进的热采技术开采的,导致采收率在 20-25% 之间。最普通的热采技术是蒸汽注入,其中来自蒸汽的热焓通过冷凝被传给油。当然,这会降低油的粘度从而使得可以进行重力驱油和收集。注入可以通过公知的循环蒸汽驱 (CSS)、吞吐和蒸汽辅助重力驱油 (SAGD)。

[0015] 尽管 SAGD 正越来越广泛地被采用,但它仍存在有关效率方面的几处不足。一个造成巨大花费的方面就是用于驱动产生注入蒸汽的蒸汽发生器的燃料。最理想的燃料是天然气,但其费用会显著降低整体效率,且此问题还混带了在使用任何碳氢燃料的蒸汽发生器运行过程中都会释放不同量的温室气体 (GHG) 的事实。例如,为获得注入蒸汽和获得 100000BOPD 的沥青大约每天会产生 8000-15000 公吨的二氧化碳。

[0016] SAGD 法的另一个问题是为提高所获得的产品的价值所需的改质。

[0017] 如上面所简要提到的,影响 SAGD 的另一个因素是采收率有限。

[0018] 为改进所述的某些限制,有人提出了使用天然气之外的代用燃料,以至少降低天然气不断增大的影响。在 2003 年 3 月 11 日颁发给 Warchol 的 US6, 530, 965 中公开了一种供 SAGD 操作使用的适合燃料。该文献教导了配制一种水性基质中的预分散渣油,它可燃烧用作代用燃料。

[0019] 考虑到现有技术存在的问题,仍期望获得一种方法来提高 SAGD 操作的效率、减少过量的 GHG 的形成和通过提供一种具有天然气的热性能的代用燃料来降低成本。

发明内容

[0020] 本发明具有以能量效率高、高产绿色对环境无害工艺所著称的所有最期望的特性和优点。

[0021] 本发明的一个方面在于提供一种改进的具有更高效的热采工艺。

[0022] 一个实施方案的另一方面在于提供一种从含有重油和沥青的地下岩层中开采重油和沥青的方法,包括:提供一种燃料;在烟气循环回路中燃烧燃料以产生用于注入岩层的注入烟气;和将烟气注入岩层以置换重油和沥青。

[0023] 本发明的一个实施方案的又一个方面在于提供一种从含有重油和沥青的地下岩层中开采重油和沥青的方法,包括:提供一种燃料;在烟气再循环回路中燃烧燃料以产生用于注入岩层的烟气;和将烟气注入岩层以置换重油、沥青和天然气。

附图说明

[0024] 在如此大概描述了本发明之后,下面将参照说明优选实施方案的附图对本发明进行描述,其中:

[0025] 图 1 是根据一个实施方案的一般工艺的示意图;

[0026] 图 2 是图 1 的更详细示意图;

[0027] 图 3 是在干基上对烟气二氧化碳富集的需氧量的图解说明;

[0028] 图 4 是在湿基上对烟气二氧化碳富集的需氧量的图解说明;

[0029] 图 5 是 SAGD 环境中的天然气蒸汽发生示意图;

[0030] 图 6 是 SAGD 环境中的沥青或乳化燃料蒸汽产生示意图;

[0031] 图 7 是 SAGD 环境中的渣油乳化燃料蒸汽产生示意图;

[0032] 图 8 是热电联合烟气压缩操作的示意图;

[0033] 图 9 是热电联合发电操作的示意图。

[0034] 在说明书中相同的数字标注代表相同的要素。

具体实施方式

[0035] 如同本领域中所知,除非另有陈述,SAGD 指蒸汽辅助重力驱油,SYNGAS 指合成气体,OTSG 指单流蒸汽发生,GHG 指温室气体,BOPD 指日产油桶数,COGEN 指发电或压缩服务与热回收和蒸汽发生的联合产生,HRSR 指余热回收蒸汽发生器,"重油"包括重油、超重油和沥青。

[0036] 在图 1 中,显示了本发明的一个实施方案的示意图。数字 10 概括地表示整个工艺。一种混合了烟气循环(FGR)流的空气、燃料和氧气的混合物被供应给蒸汽发生系统 12 以产生蒸汽 16 和烟气 35。选择所述空气、燃料、氧气和 FGR 的混合物产生富集的烟气 35 以最优化气体和重油从含有它们的岩层中的开采,下面有更详细的说明。

[0037] 含于任何空气或氧气混合物中的燃料 20 可以选自任何适合的碳氢燃料,其非限制性例子包括天然气、沥青、燃油、重油、残余物、乳化燃料、多相超细雾化渣油(MSAR、Quadris Canada Fuel Systems 的一个商标)、沥青烯、焦炭(petcoke)、煤炭及其组合。

[0038] 将来自系统 12 的烟气 35 在注入岩层以前在一个处理操作 14 中进行处理或改性。由处理单元 14 产生的副产品可以任选地被回收。此烟气可以含有大量的气态化合物,包括二氧化碳、一氧化碳、氮气、氮的氧化物、氢气、二氧化硫、合成气等。在氧量过剩的燃烧条

件下,其中含氧量存在于烟气 35 中,烟气 35 将主要含有二氧化碳、氮气和蒸汽。经处理过的注入气 45 被注入到一般由数字 18 表示的气体和重油岩层中,在实施例 1 中显示为一种 SAGD(蒸汽辅助重力驱油)岩层。此方法涉及使用蒸汽来帮助降低粘稠碳氢化合物的粘度以促进流动性。这些岩层还含有天然气、沥青和各种具有价值但以前或多或少不能经济地进行开采的其它碳氢化合物。来自系统 12 的蒸汽 16 如图所示被引入岩层 18 中。

[0039] 现在,由于烟气回路 35 与改性的注入气 45 的结合,岩层 18 中的气体被变得可以有效地开采了。这些操作的结合导致了本发明的成功。优点在于在此所述的工艺不仅可以应用于气体在沥青之上的岩层,还可以应用于含有气体、沥青或其组合的位置附近的岩层。作为一种非限制性实施例,也可以开采横向或纵向置换的岩层。这被概括地显示在图 1 中,以数字 18' 表示。改性的注入气在 45' 被注入 18'。此工艺的优点还可用于废弃的 SAGD 室或泄料,其中烟气可以被注入以不仅维持重油开采,而且置换重油。

[0040] 从岩层 18 置换出来的天然气 25 被收集起来并可以采用额外的单元操作或者其中一部分可以再循环进行系统中作为蒸汽发生的燃料。此后一步未在图 1 中显示,但在本领域技术人员的能力范围之内。

[0041] 然后,对由数字 22 表示的含有沥青的可流动采出液进行油处理操作 24,其中沥青 26 被处理除去夹带水以得到适于销售的产品。采出水 26 被进一步在一个适合的水处理单元 28 中处理以除去沥青、硬化合物、硅石和任何其它不需要的化合物以获得适用作锅炉进水 30 的水。为实现需要的结果可以采用任何适合的水处理操作。锅炉进水 30 然后可以再循环进入系统 12 用于蒸汽 16 的制造。此外,来自烟气处理操作的水,即用数字 52 表示的水可以在 28 处再循环,同样以增加效率。

[0042] 在概括描述了整个工艺之后,可以明显看出此工艺具有许多优点。这些优点包括:

[0043] i) 有害烟气的高效和环境安全性处理;

[0044] ii) 提高的从岩层的采气率;

[0045] iii) 提高的热采操作以使每单位蒸汽产生更多的沥青;

[0046] iv) 二氧化碳隔离以减少 GHG 排放;

[0047] v) 岩层内的容积置换;和

[0048] vi) 这些特性的任何组合。

[0049] 现在参照图 2,显示的是根据一个实施方案的方法的更详细的图解。在所实施方案中,提供了一个空气分离器单元 40 用于在向蒸汽发生系统 12 内注入燃料和氧气之前进行气体分离。任意的为系统 12 提供了烟气循环 (FGR) 回路。烟气循环用于降低系统 12 内的燃烧区温度以使蒸汽发生器的性能在用于蒸汽发生过程的输氧量对于燃烧空气的整个范围都保持一致。对于较高的含氧量,如果没有烟气循环 (FGR),热发生器温度将会超过蒸汽发生器的设计极限。离开回路的烟气被在处理单元 14 内处理,在这里它经受悬浮微粒的去除,如静电沉降或集尘室 44,并在 46 处排灰。如此处理过的气体被在 48 处压缩之前被进一步急冷并被在 50 进一步脱水。来自所述操作的水 52 可以被循环到水处理单元 28 或将在下文讨论的 MSAR 形成阶段 70。来自 14 的副产品气体,如果产生了的话,可以被从烟气中分离和回收并被用于进一步的操作,例如用于加热炉或锅炉的 CO 燃料,用于商业销售的 SO₂ 或用于沥青性质的 H₂ 氧供应。

[0050] 在此实施例中,离开油处理单元 24 的沥青可以在部分或完全改质装置 56 中处理,在 58 输出部分改质的沥青或合成原油,且由沥青、渣油、沥青烯或焦炭等组成的烃类混合物可以被进一步处理成 MSAR,一种在美国专利 US6,530,965 中有详细讨论的高效燃料,主要包括在水性基质中的预分散渣油,它能大大降低蒸汽发生系统运转的燃料成本。传统上,后者是使用天然气的,其成本远远超过使用 MSAR 的成本。任选地,所述燃料可以用早先教导的那些燃料代替或增补。

[0051] 图 3 和 4 分别用图表显示了在干基和湿基上烟气二氧化碳富集的需氧量。当向蒸汽发生器操作中引入纯氧时,对于一定量的二氧化碳烟气 35 将包含更少的氮气。因此不仅烟气的量减少了,而且在处理过的气体 45 中的二氧化碳浓度提高了。例如,在干基上参考图 3,当所用含氧量趋近 100% (0% 的燃烧空气) 时,处理过的烟气的组成接近 100% CO_2 ,包括少量的一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮等化合物。图 3 表示处理过的注入气 45 的主要组成。参照图 4,用图表说明了烟气流 35 在于 14 内进行烟气处理之前的主要组成。

[0052] 图 5 是天然气蒸汽生产回路的示意图。在此实施例中,至少一部分被置换的天然气 20 可以再循环作为驱动蒸汽发生系统 12 的燃料。这用数字 60 表示。富集的注入烟气被注入以置换产品流体,其中所述注入烟气可以自定义包含 30% -50% 的氮气和 70% -50% 的二氧化碳,沥青、天然气、水等在 62 改质。在 62 处所进行的操作的选择将取决于期望的产品。

[0053] 从烟气处理单元 14 回收的水 52 可以再循环到 62。

[0054] 在图 6 中,蒸汽发生是通过使用一种液体代用燃料来实现的,实施例中所示的是一种沥青或重油燃料,或者,所述沥青或重油被转变成乳化燃料。离开中央处理装备 62 的位于管路 66 的被处理过的沥青可以转向使得一部分物质只在管路 68 直接作为重燃料油或者,直接进入乳化单元用于制造一种代用燃料。乳化单元阶段用 70 表示。在 52 回收和循环的附加量的水可以通过管路 72 被转向和引入单元 70。在乳化燃料单元中,适合的化学试剂被加入沥青物质(表面活性剂等等)以制造代用燃料。代用燃料一旦配制好,就离开乳化单元并可以作为燃料被引入以驱动蒸汽发生系统 12。来自在岩层 18 中被置换的气体的天然气停止用作燃料且此过程不再消耗任何进一步量的天然气。如此,一旦乳化单元可供使用和稳定之后,此过程只依赖于其自身产生的代用燃料。

[0055] 在图 7 中,显示了图 6 的一种变体,其中向中央处理装置的单元操作添加了沥青质量改善装置 76。离开中央处理装置的物质 66 在质量改善装置 76 中被改质,形成重渣油离开 80 然后可以被制成乳化的代用燃料并如图 6 被引入蒸汽系统 12。随之而来的好处在于石油沥青质量被上升到脱沥青油或合成原油。

[0056] 在图 8 中,本发明的一个实施方案被与常规的气体热电联合(COGEN)装备 600 结合使用以提高整个热重油开采操作。特别地,当结合了本实施方案时,如前面所述的蒸汽发生器 12 可以适合地装有 COGEN 余热回收蒸汽发生器(HRSG)以制造所需的全部注入蒸汽和提供驱动处理过的注入烟气压缩机所需的能量。

[0057] 图 9 说明了另一个实施方案,借此蒸汽发生器 12 与 COGEN 装备 600 结合在一起以产生电能。所产生的电能可被用于驱动处理过的烟气压缩机和为整套设备 10 提供动力以使其能够自给自足。

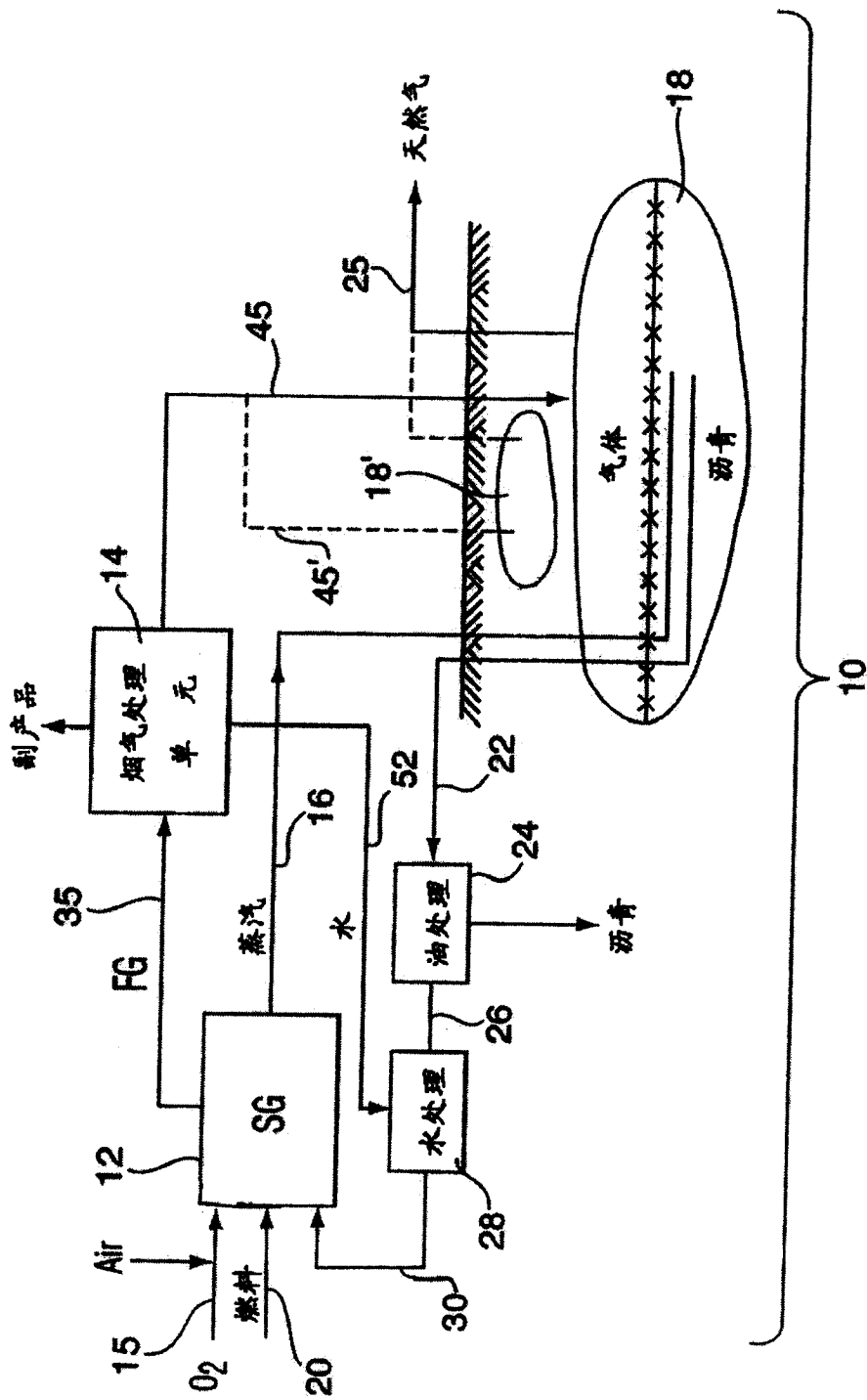


图 1

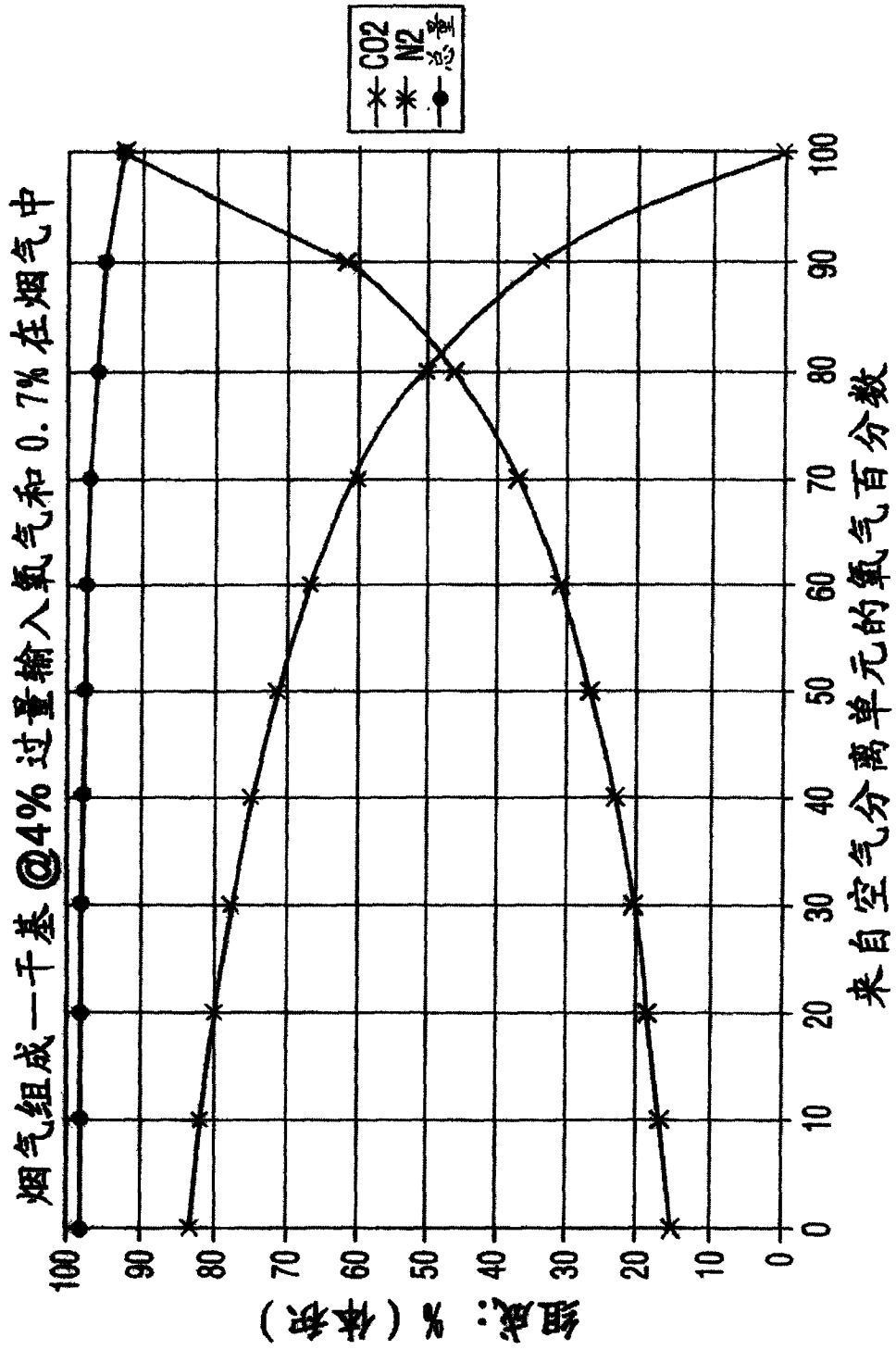


图 3

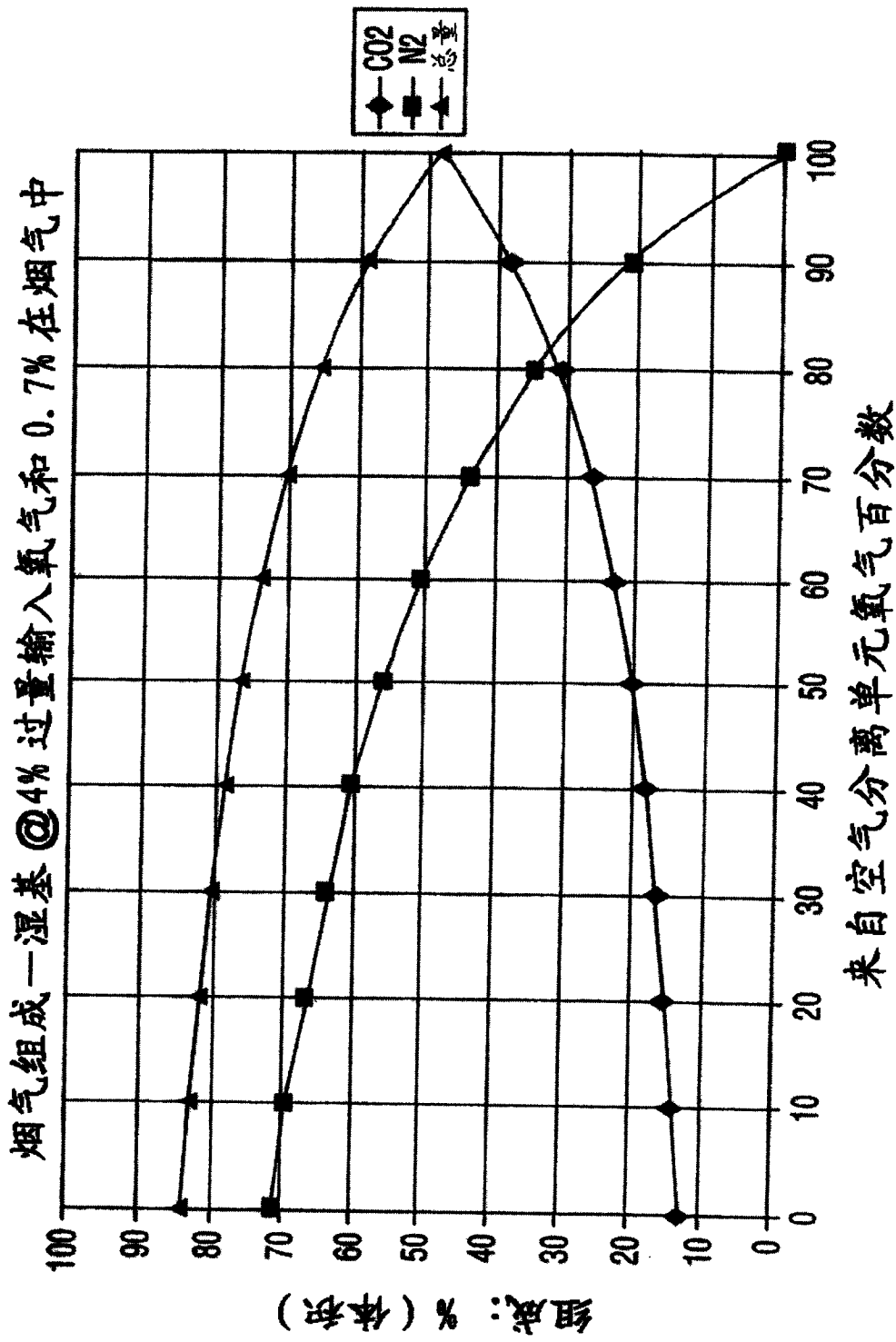


图 4

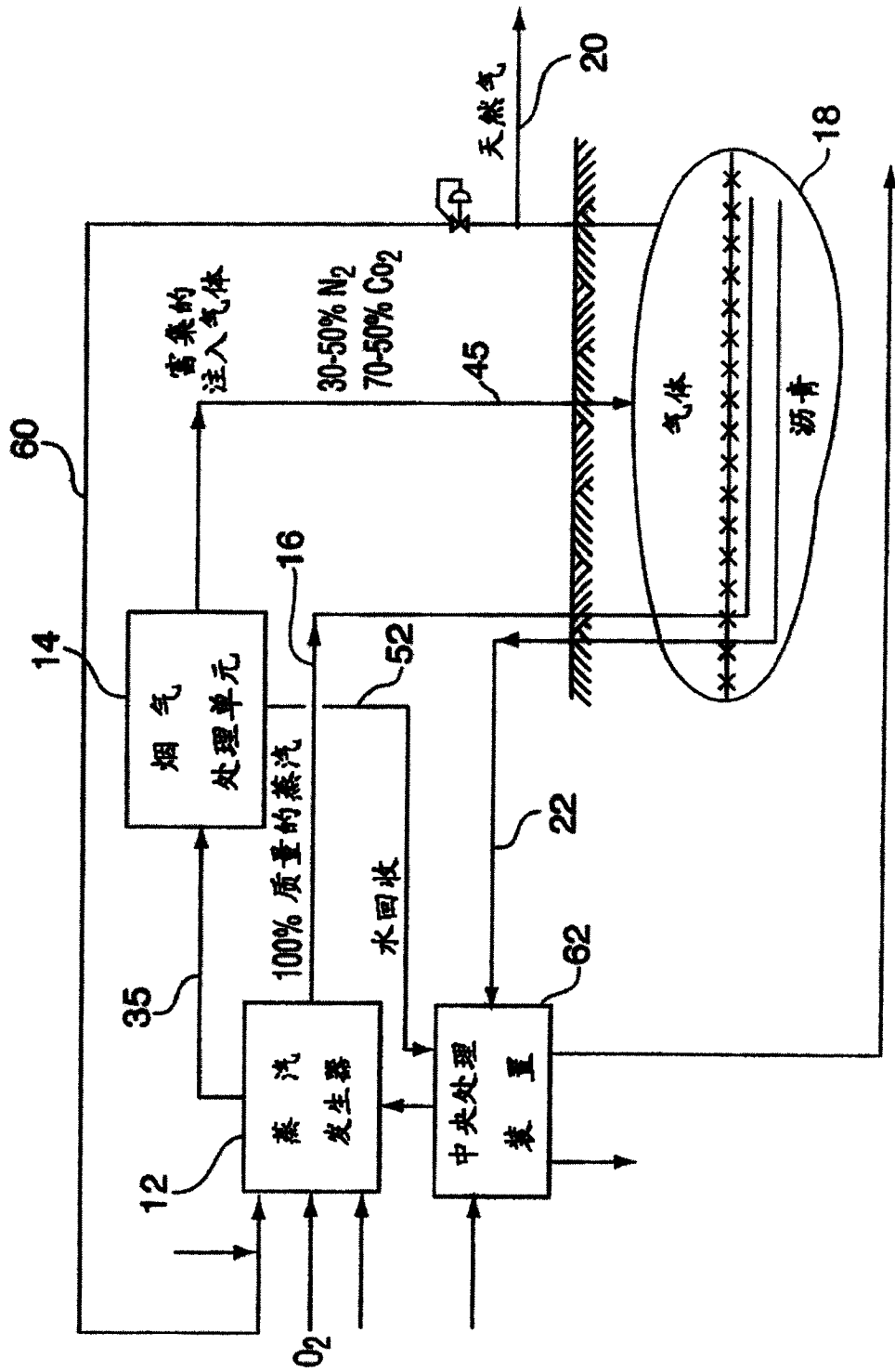


图 5

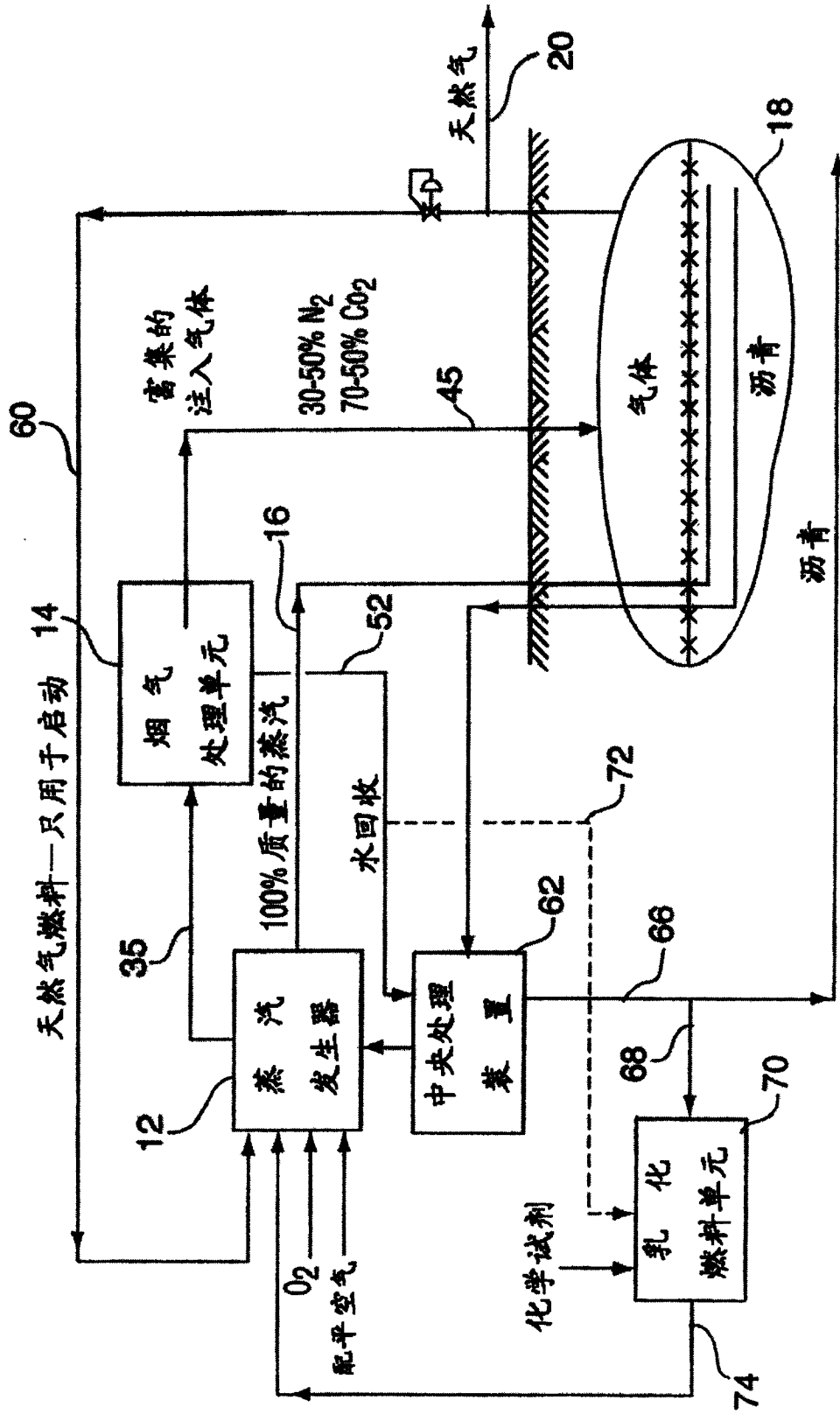


图 6

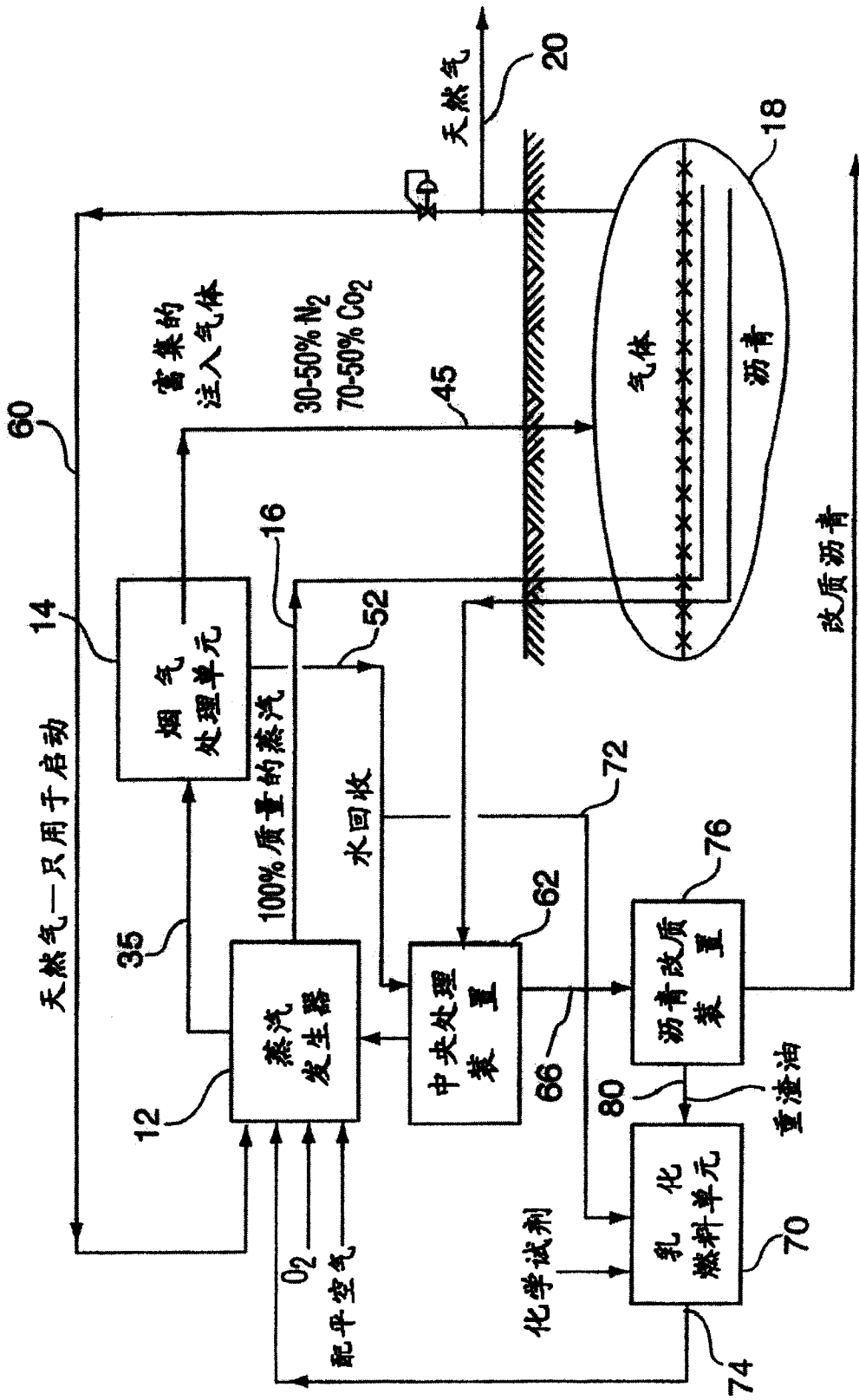


图 7

