



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680011948.0

[43] 公开日 2008年6月4日

[11] 公开号 CN 101194090A

[22] 申请日 2006.2.9

[21] 申请号 200680011948.0

[30] 优先权

[32] 2005.2.18 [33] US [31] 11/061,875

[86] 国际申请 PCT/US2006/004447 2006.2.9

[87] 国际公布 WO2006/091379 英 2006.8.31

[85] 进入国家阶段日期 2007.10.12

[71] 申请人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 R·F·德尔内维奇

V·帕帕瓦西利欧

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 段晓玲 范 赤

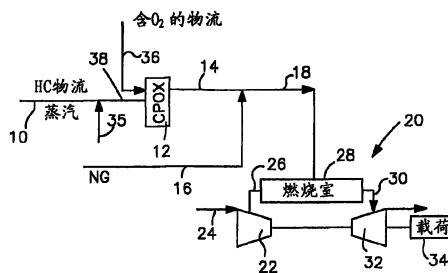
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称

燃气涡轮燃料的制备和引入方法

[57] 摘要

制备燃料并将其引入燃气涡轮(20)的燃烧室(28)中的方法,其中将含烃进料(10)、氧气(36)和蒸汽(35)以约0.08~约0.25的氧碳比和约0.05~约0.5的水碳比引入催化部分氧化反应器(12)。该含烃进料包含以干基计不小于约15体积%的含至少两个碳原子的烃和/或至少约3体积%的烯烃。在不高于约600℃的温度下,将该进料(10)、氧气(36)和蒸汽(35)引入反应器(12)中,以在约600℃~约860℃的温度下制备产物流(14),其包含以干基计小于约0.5%的烯烃和小于约10%的含2个或多个碳原子的烃。产物流(14)可以用作燃气涡轮(20)的全部或部分燃料。



1. 一种制备燃料并将其引入燃气涡轮的燃烧室中的方法,所述方法包括:

将包含以干基计不小于约 15 体积%的具有至少两个碳原子的烃和/或至少约 3 体积%的烯烃的含烃进料物流、与含氧物流和蒸汽物流一起引入催化部分氧化反应器中,以在该催化部分氧化反应器中在与催化剂接触之前得到反应物混合物,其中氧碳比为约 0.08 ~ 约 0.25,水碳比为约 0.05 ~ 约 0.5;

将该含烃进料物流单独或与蒸汽物流一起在不高于约 600°C 的温度下引入催化反应器中;

使所述反应物混合物在催化部分氧化反应器中反应,以在约 600°C ~ 约 860°C 的温度下制备产物流,该产物流含有由甲烷、以干基计小于约 0.5 体积%的烯烃、以干基计小于约 10 体积%的具有 2 个或多个碳原子的烷烃、和以干基计小于约 1 体积%的除甲烷、烷烃和烯烃以外的烃组成的烃部分和包含氢气、一氧化碳、二氧化碳和水蒸气的剩余部分;

冷却该产物流; 以及

将该产物流引入燃烧室中,使该产物流构成支持燃烧室内燃烧所需的燃料中的至少一部分。

2. 权利要求 1 的方法,其中所述含烃进料物流为 FCC 废气、焦化器废气、脱硫炼厂气体或焦炉气体。

3. 权利要求 1 的方法,其中该燃料物流是通过将作为第一燃料物流的该产物流和第二燃料物流相结合形成的,由此通过直接热交换至少部分冷却该产物流。

4. 权利要求 3 的方法,进一步包括:

将含烃进料物流与蒸汽物流相结合,形成结合物流;

将该结合物流引入催化部分氧化反应器中; 以及

将热量从产物流间接传到该结合物流中,由此对该结合物流预加热,并至少部分冷却该产物流。

5. 权利要求 3 的方法,进一步包括:

压缩空气物流以形成含氧物流;

泵送补充水流以形成加压的水流; 以及

用该加压的水流使该产物流骤冷。

6. 权利要求 3 的方法, 进一步包括产生蒸汽物流, 其通过泵送补充水流以形成加压的水流, 以及在热交换器中将热量从产物流间接传递到该加压的水流, 由此冷却该产物流并形成蒸汽物流。

7. 权利要求 6 的方法, 进一步包括形成含氧物流, 其通过压缩空气物流形成压缩空气物流, 以及将热量从产物流间接传递到该压缩空气物流, 由此对该压缩空气物流预加热并冷却产物流。

8. 权利要求 6 的方法, 其中该空气物流是来自燃气涡轮的压缩机部分的排出空气物流。

9. 权利要求 3 的方法, 其中该第二燃料物流是天然气。

10. 权利要求 1 或 2 的方法, 其中所述燃烧室是贫预混燃烧室。

11. 权利要求 10 的方法, 其中各所述燃烧室具有用于将燃料和压缩机空气混合得到可燃烧混合物的初级混合区、用于燃烧该可燃烧混合物的下游次级燃烧区、用于将构成燃料的一部分的初级燃料物流加入初级混合区的初级燃料喷嘴、和用于将构成燃料的剩余部分的次级燃料喷嘴引入次级燃烧区和初级燃料喷嘴下游以稳定燃烧的次级燃料喷嘴。

12. 权利要求 11 的方法, 其中:

该产物流包含至少约 10 体积%的氢气; 和
通过次级燃料喷嘴的次级燃料物流构成了产物流。

13. 权利要求 12 的方法, 其中该产物流通过以下冷却:

泵送补充水流以形成加压的水流;
用该加压的水流使产物流骤冷; 以及
将热量从产物流间接传递到第二燃料物流中。

14. 权利要求 13 的方法, 其中该初级燃料物流是天然气。

燃气涡轮燃料的制备和引入方法

技术领域

本发明涉及一种制备燃料并将其引入燃气涡轮的燃烧室中的方法。更特别地，本发明涉及其中将含烃进料物流与蒸汽和氧气在催化部分氧化反应器中进行反应以在引入燃气涡轮的燃烧室之前将该物流中的重质烃含量降低到可接受的水平的方法。

背景技术

燃气涡轮用于多种工业装置中为载荷(通常为发电机)提供能量。燃气涡轮包括用于压缩空气的压缩机和用于在加热之后从压缩空气中回收能量的膨胀器。在位于压缩机和膨胀器之间的一组燃烧室内加热该压缩空气。

设计燃气涡轮以燃烧多种燃料，例如天然气、液化石油气和包含氢气和一氧化碳的合成气，以及液态燃料，例如#2燃料油。此外，也使用由炼钢制成的气体，例如鼓风机煤气和焦炉气。通常将鼓风机煤气与其它气体相混合，因为其没有单独使用足够的热值。焦炉气包含过多的氢气，以致于不能与贫预混燃烧系统结合使用。

焦炉气可以制备为具有高含量的含两个或多个碳原子的烃或高含量的烯烃，其会在燃气涡轮燃烧组件中进行热裂化并产生碳沉积。尽管这种气体的混合会降低与热裂化相关的问题，但这种气体的混合程度也会对这种气体的使用产生限制。在精炼厂会产生其它废气，例如脱硫炼厂气和流体催化裂化器废气，其同样包含高含量的含两个或多个碳原子的烃，以及具有热裂化的潜力。在使用其它化学生产设备得到的其它类型的废气和副产品时会存在相同的问题。此外的问题是这种气体的组成会随时间改变，因此其作为燃气涡轮燃料的应用会是非常有问题的。

如下面将讨论的，本发明提供一种方法，其中将燃料在催化部分氧化反应器中进行预处理，以将这些气体中的重质烃含量，例如具有两个或多个碳原子的烃，和/或不能接受的高烯烃含量降低到可接受的水平，以使其用作燃气涡轮燃料的来源。而且，这种处理也削弱了这

些气体的烃类组成的一致性的变化的影响。

发明内容

本发明提供了一种制备燃料并将其引入燃气涡轮的燃烧室中的方法。依照该方法，将包含烃的进料物流与含氧物流和蒸汽物流一起引入催化部分氧化反应器中。含烃的进料物流包含以干基计不小于约 15 体积%的具有至少两个碳原子的烃和/或至少约 3 体积%的烯烃。将该烃进料物流、含氧物流和蒸汽物流引入催化部分氧化反应器中，以在与催化剂接触之前得到反应物混合物，其中氧碳比为约 0.08 ~ 约 0.25，水碳比为约 0.05 ~ 约 0.5。

将该含烃的进料物流单独或与蒸汽物流一起在不高于约 600°C 的温度下引入催化反应器中。使所述反应物混合物在催化部分氧化反应器中反应，以在约 600°C ~ 约 860°C 的温度下制备产物流。该产物流含有由甲烷、以干基计小于约 0.5 体积%的烯烃、以干基计小于约 10 体积%的含 2 个或多个碳原子的烷烃、以干基计小于约 1.0 体积%的除甲烷、烷烃和烯烃的烃的其余烃含量。产物流的剩余含量包含氢气、一氧化碳、二氧化碳和水蒸气。然后将该产物流冷却，并引入燃气涡轮的燃烧室中，使该产物流构成支持燃烧室内燃烧所需的燃料中的至少一部分。

该燃料物流可以通过将作为第一燃料物流的该产物流和第二燃料物流结合以形成结合的燃料物流且由此至少部分冷却该产物流。第二燃料物流可以是天然气。

该含烃进料物流可以与蒸汽物流相结合，形成结合物流。将该结合物流引入催化部分氧化反应器中，以形成反应物混合物。可以将热量从产物流间接传到该结合物流中，由此对该结合物流预加热，并至少部分冷却该产物流。

可以将空气物流压缩形成含氧物流。可泵送补充(makeup)水流以形成加压的水流。然后用该加压的水流使该产物流骤冷(quench)。

该蒸汽物流可以通过泵送补充水流以形成加压的水流来制备。在热交换器中将热量从产物流间接传递到该加压的水流中。这样冷却该产物流并由此形成蒸汽物流。此外，可以通过使空气物流压缩来形成含氧物流，由此形成压缩空气物流。将热量从产物流间接传递到该压

缩空气物流中。这样对该压缩空气物流进行预加热并冷却产物流。该空气物流可以为来自燃气涡轮的压缩机部分的排出空气物流。

在任何实施方式中，燃烧室都可以是贫预混燃烧室，各贫预混燃烧室可以具有用于将燃料和压缩空气混合得到可燃烧混合物的初级混合区、用于燃烧该可燃烧混合物的下游次级燃烧区。各贫预混燃烧室可以具有用于将构成燃料的一部分的初级燃料物流加入初级混合区的初级燃料喷嘴、和用于将构成燃料的剩余部分的次级燃料物流引入次级燃烧区和初级燃料喷嘴下游以保证燃烧稳定的次级燃料喷嘴。其中在产物流中存在的氢气的量为至少约 10 体积%，通过次级燃料喷嘴被引入的次级燃料物流可以构成产物流。可以通过将补充的水流泵送以形成加压的水流并用该加压的水流使产物流骤冷来冷却产物流。热量可以从产物流间接传递到次级燃料物流中。初级燃料物流可以是天然气。

在任何实施方式中，该含烃进料物流可以是 FCC 废气、焦化器废气、焦炉废气或脱硫炼厂气。

附图简述

尽管本说明书以直接表明申请人认为是其发明的主题的权利要求书为结尾，但认为在参照下述附图时本发明会得到更好地理解：

图 1 为一种执行依照本发明的方法的装置的示意图；

图 2 为一种执行依照本发明的方法的装置的替代实施方式；

图 3 为一种执行依照本发明的方法的装置的另一实施方式的示意图；

图 4 为一种执行依照本发明的方法的装置的更另一实施方式的示意图；

图 5 为一种执行依照本发明的方法的与贫预混燃烧器的使用相结合的装置的一种实施方式的示意图；

图 6 为一种在图 6 中所示类型的贫预混燃烧器的示意图。

具体实施方式

参照图 1，在催化部分氧化反应器 12（“CPOX”）中预处理含烃进料物流 10（“HC 物流”），以制备产物流 14，其与具有足够热

值的天然气物流 16 (“NG”) 或其它燃料物流结合形成作为燃料被引入燃气涡轮 20 的燃料物流 18。

燃气涡轮 20 具有可以为一系列阶段的压缩段 22。压缩段 22 将空气物流 24 压缩形成压缩空气物流 26，由燃料物流 18 在燃烧器 28 中燃烧将其加热制成废气流 30。将废气流 30 引入与可以为发电机的载荷 35 相连的涡轮段 32。压缩段 22 和膨胀段 32 机械连接在一起。燃烧器 28 可以由以本领域公知方式形成在压缩段 22 周围的燃烧器构成。膨胀器 32 可以分成两个独立段。第一段位于与压缩机 22 相同的轴上，第二段位于与载荷 34 相连接的第二轴上。

含烃进料物流 10 的烃含量为至少 15 体积%，以具有两种或多种烃的烃干基计，和/或至少约 3 体积%的烯烃。例如，这种物流可以是炼厂废气，例如流体催化裂化器废气、炼焦废气或脱硫炼厂气。具有高烃含量的焦炉气是另一种可能。如上所述，这种进料不适用作燃气涡轮 20 的燃料，因为烃含量很有可能导致碳裂化。为了将所述烃含量降低到可接受的水平，将含烃进料物流 10 与蒸汽物流 35 和含氧物流 36 一起引入催化部分氧化反应器 12 中，在催化部分氧化反应器 12 中形成反应物混合物，其进一步与催化剂相接触。应当注意含烃进料物流 10、蒸汽物流 35 和含氧物流都有足够的压力，用于在足以与天然气物流 16 相结合或单独引入燃烧器 28 的压力下制备产物流 14。

蒸汽物流 35 以以下比例添加：在反应物混合物中的水与碳之比为约 0.05 ~ 约 0.5。蒸汽的添加比例是重要的，因为其帮助烯烃和其它多于两个碳原子的其它烃的重整。过多的蒸汽是不适宜的，因为过量的蒸汽也会降低催化部分氧化反应器 12 中的温度，因此会防止高级烃分解为甲烷、一氧化碳、氢气等。此外，过量的蒸汽会稀释产物流中燃料的体积含量。

含氧物流 36 可以为空气、富含氧气的空气或其它含氧气体，将其以以下比例添加：在反应物混合物中的氧与碳之比为约 0.08 ~ 约 0.25。这可以通过喷雾器或静态混合器或网状金属或陶瓷泡沫整料制备。该泡沫整料提供曲折通道，其能够以相对较低的压降提供氧气的可靠和完全的混合。可以通过例如阀门（未示出）控制上述物流的流速，来控制烃、蒸汽和氧气的比例。

优选将含烃进料物流 10 和蒸汽物流 35 相结合，形成结合物流 38，

将其在不高于 600℃ 的温度下引入催化部分氧化反应器 12，以防止高级烃的裂化。可以理解，前述物流可以单独引入。尽管并不需要，但可以将含烃物流 10 预加热以节约氧气。催化部分氧化反应器 12 的出口温度保持在约 600℃ ~ 约 860℃，以优选将含两个或多个碳原子的烃中烯烃的含量降低到可接受的水平。在低于约 600℃ 的出口温度下，没有足够的反应活性以将烯烃和重质烃含量降低到可接受的水平。在高于约 860℃ 的出口温度下，有过多的氧气，或者换言之，比所需要的要多，而且会进一步将甲烷和其它烃氧化为碳的氧化物、氢气和水，以降低产物流 14 的热值，并且由此降低其作为燃料的实用性。

如果在上述讨论的温度限定和反应物混合物的进料条件的范围内发生反应，氧气被完全消耗，而且在部分氧化反应器 12 的出口处，将水的含量降低到小于 15 体积%。在这种条件下，进料中的饱和烃会发生反应，但反应速率低于烯烃。较高分子量的具有多于两个碳原子的烃也会转变为氢气、一氧化碳、二氧化碳和甲烷。在指定的反应条件下，产物流 14 将包含以干基计小于约 0.5 体积% 的烯烃和以干基计小于约 10 体积% 的具有两个或多个碳原子的烷烃。在该温度下，也可存在其它烃，但为痕量，无论如何以干基计都小于约 1 体积%。剩余含量包括甲烷、氢气、一氧化碳、二氧化碳和水蒸气。这种经处理的产物流 14 适用于部分或单独作为燃气涡轮 20 的燃料。

催化部分氧化反应器 12 包括部分氧化催化剂，其优选为涂覆有包含铂、铑、钯、镍或钨的催化层的金属整料。该整料的结构可以为网状泡沫、蜂窝状或螺旋结构的波纹箔卷。催化剂涂覆的陶瓷珠或网状泡沫或蜂窝状结构形式的陶瓷整料是另外的可能性。

认为金属负载的催化剂比其它负载型催化剂的性能更好，因为其比其它催化剂形式具有更好的导热性和更均匀的温度曲线和更低的工作温度。所有这些因素允许烯烃更有选择性的破坏，而不会把过多的链烷烃（例如乙烷）转化为烯烃。

一种有用的催化剂可以从 Sud Chemie, Louisville, USA 得到，其以整料形式在 FECRALY 作为 PC-POX 1 有售。实验数据证明约 46000 小时⁻¹ 的空速对反应物混合物是有效的，这种催化剂能制备具有烯烃和多于 2 个碳原子含量的其它烃的适用于燃气涡轮中的产物。为了这一目的，空速的定义为在标准温度和压力下气体的体积流速除以空反

应器值的比例。在实践中，可以记录较长的滞留时间，因此对于某些待处理的进料，可以需要至少 10000 小时^{-1} 的空速。

为了实现本发明的任何实施方式，可以通过已知的模拟技术确定给定进料的最初的水碳比和氧碳比以及所需的出口温度。通过气相色谱法确定进料的组成。通过产物流 14 的分析可以在野外进行对这种比例、进料速率等更精确调节。这种更精确的调节可以包括使用气相色谱法取样并分析产物流 14。优选地，可以获得足够的数量，使得可以在不使用气相色谱法就预测其性能。本发明有这样的可能应用，其中产物流 14 用作燃气涡轮 20 的唯一燃料。这当然依赖于其热值和与燃气涡轮燃烧器 28 的相容性。在大多数情况下，产物流 14 用作添加物，以及与其它燃料物流（例如天然气物流 16）混合。然而，由于将可能的焦化烃控制到与天然气中发现的那些相似的水平，因此这种作为产物流 14 的经处理的物流的用量可以比现有技术中预期的更大。

如上所述，可以设计燃气涡轮来运行工艺气体，例如焦炉气，条件是通过洗涤除去重质烃。高含量的高分子量烃（特别是烯烃）可以构成燃气涡轮燃烧室中的碳，导致燃气涡轮组件的腐蚀和结垢以及燃气涡轮排气中“烟”的排放。

然而，对于给定的燃料系统设计，其热值变化量是有限的。燃料喷嘴设计用于在特定体积流量范围内操作。可以通过增大或减小燃料喷嘴面积或气体温度来适应热值范围。对于已有的设计用于燃料（例如天然气）的燃烧器，燃料喷嘴面积是固定的。可以调节燃料的温度将燃料物流 18 保持在为了涡轮控制目的的所需能量密度内。给定系统设计的气体燃料的可互换性的测量是 Wobbe Index。Wobbe Index 等于燃料的较低热值和燃料相对于空气的比重和燃料温度乘积的平方根的比值。通常，该燃料以不超过 Wobbe Index 的正负 5% 的温度添加。

因此，在改进情况或未改变燃气涡轮的情况中，产物流 14 或包括产物流 14 的混合物（例如燃料物流 18）是以满足特定燃气涡轮燃烧器的设计 Wobbe Index 的方式使用的。控制产物流 14 使用的自由度是其组成和温度，以及如果是混合的，是混合物（或者例如燃料物流 18）的组成和温度。在单独使用产物流 14 的情况中，可以通过与用于催化部分氧化反应器 12 的反应物流的热交换调节其温度，以及如

果需要，通过进一步冷却调节其温度。在混合的情况中，可以通过控制产物流 14 和其它燃料物流（例如天然气物流 16）的流量得到对温度的进一步或单独控制。通过控制流量也可以控制混合物的低热值。

在实践中，含烃进料物流 10 的组成会发生变化，进一步会改变产物流 14 的组成和温度，因此改变任何计算的 Wobbe Index。如上所述，如果产物流 14 的组成和温度得到控制，那么对物流混合的控制是一种用于控制两种物流的流量的简单和直接的方式。在大多数工艺条件下，催化部分氧化的使用会削弱进料变化，因为这种反应优选会除去在进料中最经常变化的重质烃。因此，通常地，一旦通过使用涡轮燃料预加热控制来选择混合比，所需的一切就是控制混合物的温度。

如果由于含烃进料物流 10 的组成变化需要其它控制方法，将与天然气物流 16 相混合的产物流 14 的量控制到小于约 10% 可以实现更精确程度的控制。这样当然可以是最少所需的作用过程。更理想的控制是通过用比将烯烃保持在小于 0.5% 和其它多于两个碳原子的烃保持在小于 10% 所需的最小值略高的氧和碳之比来操作催化部分氧化反应器 12，削弱进料变化。为此目的过量的氧气可以比所需的最小量高约 10% ~ 约 15%。这样足以控制进料气体中单一组分（例如乙烯）组成 20 ~ 30% 的提高。

此外，控制输送到燃气涡轮的燃料量以适应给定燃气涡轮操作条件的燃料需求是重要的。这可以通过再次通过气相色谱法监测含烃物流 10 的组成，并使用这种监测的结果来设定符合该燃气涡轮需求的流量来实现。催化部分氧化反应器 12 的这种操作将会从实质上削弱进料变化，使其不会产生 Wobbe Index 实质上的不同，可以始终满足燃气涡轮进料需求。

另一种用于根据进料变化来控制催化部分氧化反应器 12 中的反应的策略是调节氧和碳的比例以及蒸汽和碳的比例，使催化部分氧化反应器 12 的出口温度保持在非常窄的范围内。将温度保持在较窄的范围内会导致产物流 14 中组成的变化性较低。进料变化会导致在含烃进料 10 中存在较多或较少的碳。如果含烃进料 10 中的碳含量增大，如果例如进料中乙烯浓度增大，以及不采取任何校正行动，那么产物流 14 的温度会降低。如果含烃进料物流 10 中的碳含量降低，会发生

相反的情况。温度变化会导致组成波动，其会影响此后与涡轮天然气物流相混合的产物流 14 的温度和热值。

在实际上，为了将蒸汽和碳与氧和碳的比例保持为定值，可以控制含烃进料物流 10 的流量。例如，如果进料中的碳浓度增大，可以通过例如控制阀门降低含烃进料物流 10 的流动，以保持碳与氧的比例和蒸汽和碳的比例相同，并最终将产物流 14 的温度保持在所需的范围内。这种作用会抵销较高的碳进料浓度导致的温度降低，使温度保持在较窄的范围内。将温度保持在设定值的 5~15 度之内就足够了。以多个实例为基础确定保持的温度设定值，因为其将取决于含烃进料物流 10 的平均组成，以及如上所述将为约 600℃~约 860℃。

本领域的技术人员可以认识到，可以使用不同控制方案的结合。此外，这种组合或任何一种如上所述控制方案都可以手动实现，因为在实践中，在足够长期的时间范围内会发生进料变化。自动控制当然也是可以的。

参照图 2，示出了图 1 的一种替代性实施方式，其具有以下优点：预加热结合物流 38，同时将产物流 14 的温度降低到可接受的水平并帮助满足燃烧器 28 的 Wobbe Index 并由此提高可以将产物流 14 用作燃料物流 18 的补充的程度。如上所述，热交换器 46 使结合物流 38 预加热，同时冷却产物流 14。该预加热的结合物流 38 具有如下另外的优点：降低用于保持反应器出口温度并保持适当的烃含量所需的氧使用量。

参照图 3，通过用泵 50 泵送由去离子水（“DI”）构成的补充水流 48，以制备有足够的压力与产物流 14 一起引入骤冷塔 54（“骤冷”）的加压物流 52，来提供替代性的温度控制。因此，在与天然气物流 16 结合之后的产物流 14 将具有较低的温度，并将包含水蒸气，其容易降低燃气涡轮 20 的 NO_x 排放并提供用于在涡轮段 32 中膨胀的略微更多的物质。在该实施方式以及其它实施方式中的含氧物流可以是空气物流 56，通过压缩机 58 将该空气物流压缩，制成用作含氧物流 36 的压缩空气物流。含氧物流 36 与含烃进料物流 10 和蒸汽物流 34 一起被引入催化部分氧化反应器 12 中。

对空气物流 56 的压缩是必需的，因为如上所述，蒸汽物流 34 和含烃进料物流 10 是在压力下得到的。由于并不从构成含氧物流 36 的

压缩空气物流中除去压缩热，因此其可以帮助将热量输送到用于在催化部分氧化反应器 12 中消耗的反应物混合物中，以帮助降低耗氧量。

图 4 示出了本发明的一种实施方式，其中用泵 64 泵送补充水流 62，制成加压的物流 66，其具有足够的压力，使得当引入锅炉 68 或其它热交换器中时，蒸汽物流 34 将具有足以与含烃物流 10 相结合的足够的压力。将所得到的结合物流 38 引入到催化部分氧化反应器 12 中。产物流 14 与加压物流 66 在锅炉 68 中间接热交换，以提升蒸汽，并因此冷却以形成部分冷却的产物流 14a。然后将该部分冷却的产物流 14a 进一步在热交换器 72 中冷却，以制备冷却的产物流 14b，其与天然气物流 16 相结合。同时，通过压缩机 76 压缩空气物流 74，以制备压缩空气物流 78，其在热交换器 80 中加热(相对于部分冷却的产物流 14a 的冷却)，以制备含氧物流 36，将其加热并由此可以用作对用于催化部分氧化反应器 12 中进行反应的反应物混合物进行加热。

图 5 示出了图 3 的一种替代性实施方式，其中从压缩机物流 26 中提取排出空气物流 26a。然后用压缩机 82 将排出空气物流 26a 进一步压缩，并直接引入催化部分氧化反应器 12 中。该实施方式帮助降低由压缩机 58 提供的单独压缩的压缩任务。

应当注意燃烧器 28 可以为扩散燃烧器或贫预混燃烧器，其也被称为干低 Nox 燃烧器。在扩散燃烧器中，在初级燃烧区中同时发生燃料/空气混合和燃烧。在贫预混燃烧器中，在最初或初级混合段，将燃料和空气混合。然后将所形成的混合物注入在其中发生燃烧的次级燃烧段。有多种已知的用于这种燃烧器中的空气和燃料分级技术。贫预混燃烧器对氢含量和燃料的组成变化是特别敏感的，氢含量等于或高于约 10 体积%的燃料在这种燃烧器中的使用是有问题的。

参照图 6，描述了另一种替代性的实施方式，其特别适合与贫预混燃烧器 28' 一起使用，其中产物流 14 中的氢含量为百分之十及更大。该示例性实施方式与图 3 中所示有些相似，只是天然气物流 16 并流通过用于冷却产物流 14 并同时为天然气物流 16 加温的热交换器 84。如同下面将进一步讨论的，将天然气物流 16 和产物流 14 分别加入到贫预混燃烧器 28' 中。

参照图 7，贫预混燃烧器 28' 具有初级混合区 86，在其中空气和燃料的成比例混合稀释燃料。燃料在次级燃烧区 88 中燃烧，并在冷

却区 90 中冷却。贫预混燃烧器 28' 具有燃烧室内衬 92, 其具有用于按照箭头方向引入空气的沟槽 94。部分压缩空气物流 26 作为物流 "A" 进入贫预混燃烧器 28' 中, 通常, 另一部分 "B" 用于冷却目的。将天然气物流 16 引入初级燃料喷嘴 92。产物流 14 引入次级燃料喷嘴 94, 其中物流中的氢含量并不特别敏感。

如上所述, 燃烧器 28 可以为贫预混燃烧器, 例如具有同时将部分燃料物流 18 引入初级燃料喷嘴 92 和次级燃料喷嘴 94 的贫预混燃烧器 28'。此外甚至在具有不适合的高氢含量 (等于并高于约百分之十) 的产物流 14 的情况下, 用天然气物流 16 混合产物流 14 会降低燃料物流 18 中以体积计的氢含量, 以将这种混合物流分别同时注入到初级和次级燃料喷嘴 92 和 94。

对于常用的设计以用约 204°C 的气体温度的天然气燃料进行操作的贫预混燃烧室, 进行了一个计算实施例。下面参照图 2 中所述本发明的实施方式讨论该计算实施例。

给出下表中列出的天然气组合物。催化部分氧化反应器 12 模拟为 Gibbs 反应器。由常规方法计算, 天然气在 100°C 的 Wobbe Index 为约 45.625。如上所示, 假设为前述温度的天然气情况, 燃气涡轮可以接受 Wobbe Index 在设计值的 5% 范围内或在约 43.343 ~ 约 47.907 范围内的气体。

在该实施例中, 含烃进料物流 10 是由流体催化裂化器产生的典型炼厂废气构成的。含烃进料物流 10 具有下表中给出的组成, 其流量为天然气物流 16 的体流量的约 25%。将流量为含烃进料物流 10 的体流量的约 10% 且温度为约 250°C 的蒸汽物流 34 与该含烃进料物流 10 相混合, 制成结合物流 38, 然后将其输送到在约 300 psig 的压力下操作的催化部分氧化反应器 12 中。也将流量为含烃物流 10 的体流量的约 7% 且温度为约 21°C 的基本为纯氧的含氧物流 36 引入催化部分氧化反应器 12 中。

在 720°C 计算产物流 14 的温度, 表 1 中也给出了其组成。在热交换器 46 中冷却产物流 14, 并将其与温度为约 20°C 的天然气物流 16 混合, 制成用于作为燃料输入燃烧室 28 中的燃料物流 18。在表 1 的远栏中列出了燃料物流 18 的组成。将燃料物流 18 控制到约 80°C 的温度, 其将在该物流中水的凝结点之上, 其计算的 Wobbe Index 为

43.557, 其在上述设定的天然气 Wobbe Index 限定范围内。可以看到, 这种计算可以用作测定对上述的蒸汽和氧气与碳的比值的初步调节。

表

		天然气 物流16	含烃进料 物流10	产物流14	燃料物流18
氢	摩尔%	0	10.833	4.245	1.117
甲烷	摩尔%	91.78	37.705	67.974	85.517
乙烯	摩尔%	0	15.907	0.073	0.019
乙烷	摩尔%	3.42	15.509	0.203	2.574
丙烯	摩尔%	0	2.835	0.006	0.001
丙烷	摩尔%	0.61	1.647	0.002	0.450
异丁烷	摩尔%	0.07	0.678	0	0.052
正丁烷	摩尔%	0.1	0.197	0	0.074
1-丁烯	摩尔%	0	0.15	0	0
1,3-丁二烯	摩尔%	0	0.007	0	0
异戊烷	摩尔%	0	0.277	0	0
戊烷	摩尔%	0.05	0.836	0	0.037
1-戊烯	摩尔%	0	0	0	0
己烷+	摩尔%	0.03	0	0	0.022
N2	摩尔%	3.23	9	6.302	4.038
O2	摩尔%	0	0.017	0	0
CO	摩尔%	0	2.146	20.852	5.486
CO2	摩尔%	0.71	2.256	0.3	0.602
H2O	摩尔%	0	0	0.043	0.011
总计		100.000	100.000	100.000	100.000
分子量		17.4	22.83	18.82	17.78
较低热值 BTU/ft ³		916.36	1046.5	703.41	860.29

尽管参照优选实施方式对本发明进行了描述。但对于本领域的技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以对其进行许多变化和增减。

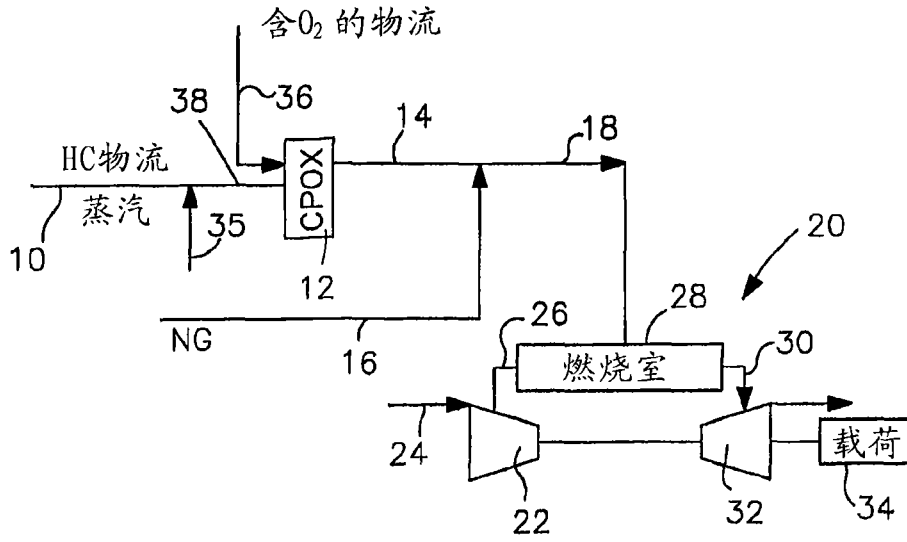


图 1

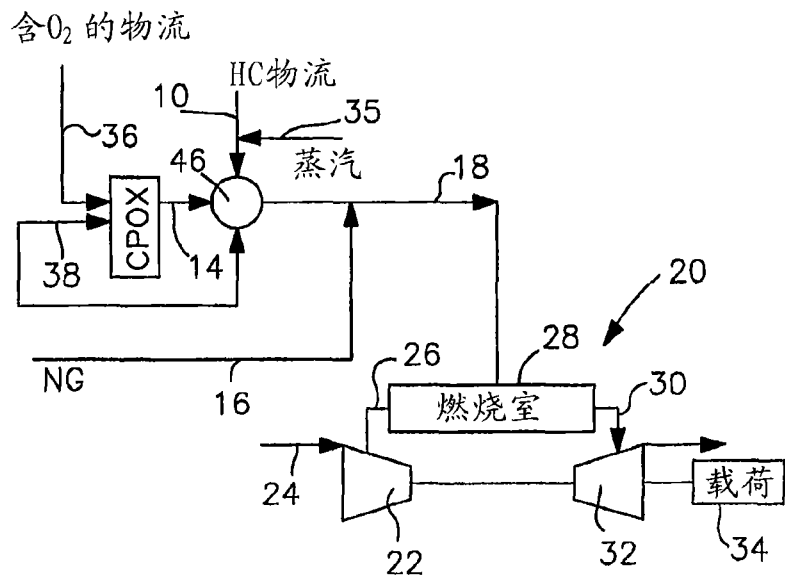


图 2

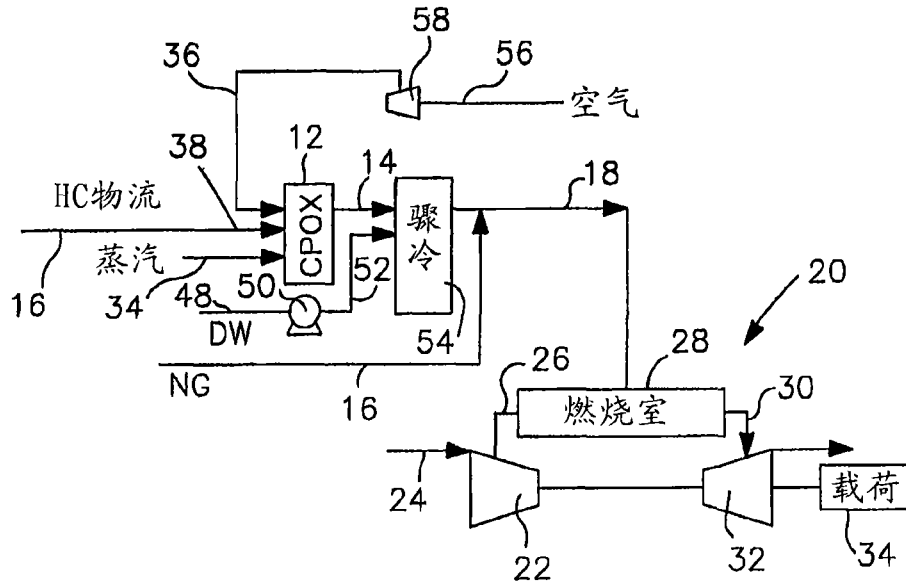


图 3

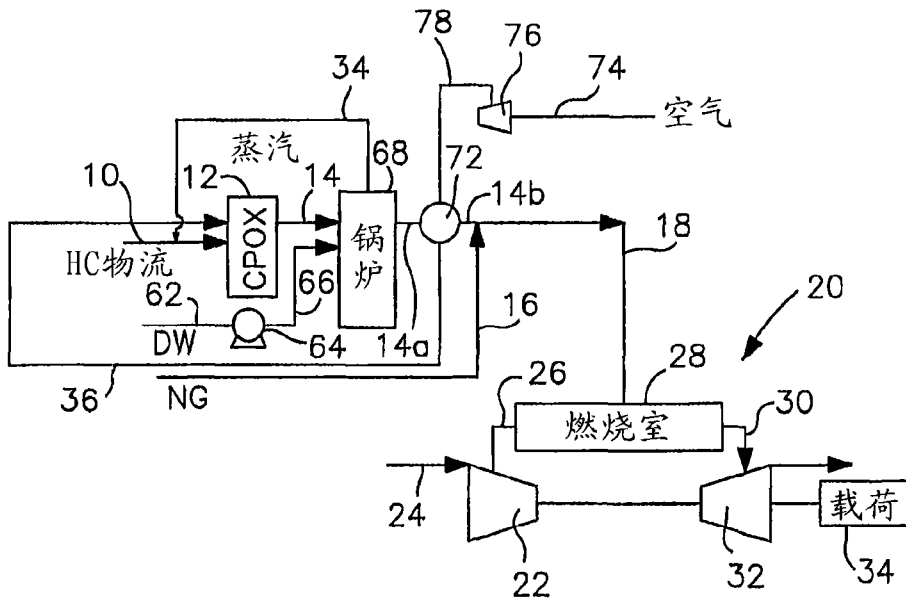


图 4

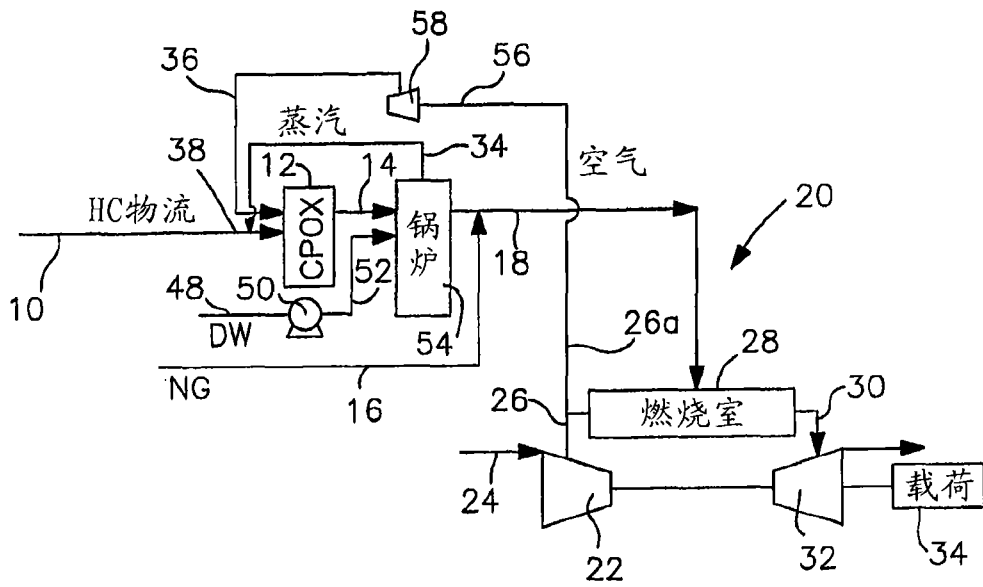


图 5

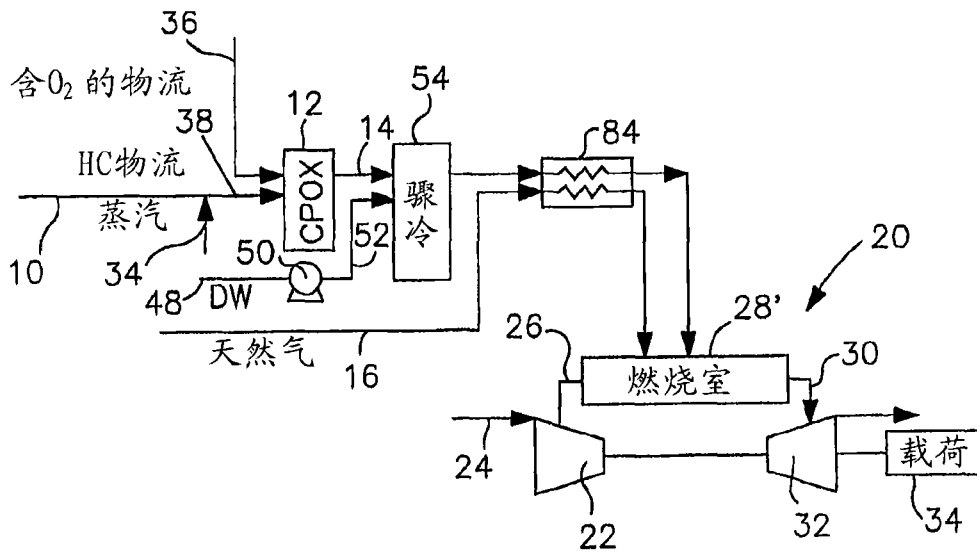


图 6

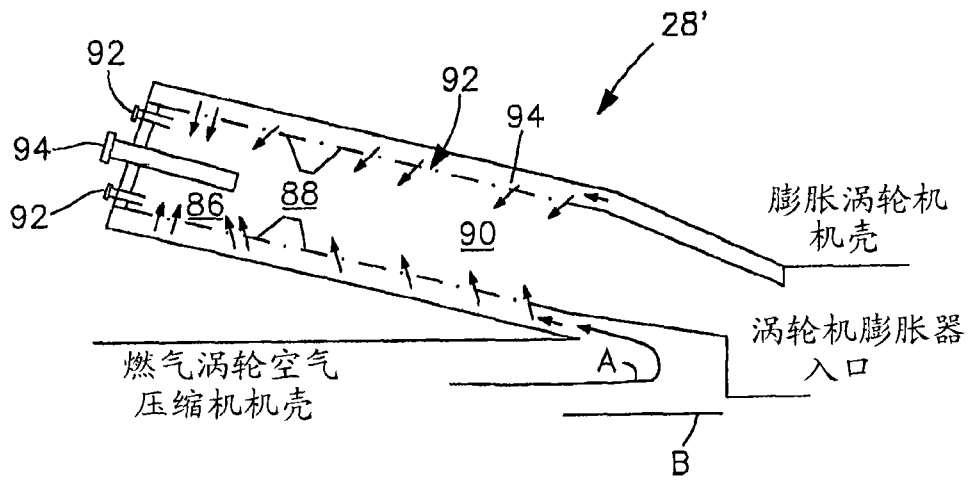


图 7