

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98800918.8

[45] 授权公告日 2002 年 8 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1089796C

[22] 申请日 1998.6.16

[21] 申请号 98800918.8

[30] 优先权

[32] 1997.7.1 [33] US [31] 08/886,352

[86] 国际申请 PCT/US98/12485 1998.6.16

[87] 国际公布 WO99/01526 英 1999.1.14

[85] 进入国家阶段日期 1999.3.1

[73] 专利权人 BP 北美公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 阿鲁纳哈·巴苏 西奥·H·弗莱施

卡尔·A·乌多维希

阿拉卡南达·巴塔查里亚

迈克尔·J·格拉达西

[56] 参考文献

EP0166096A 1986.1.2 C10L1/02

WO9100721A 1981.3.19 C10L1/02

审查员 黄志洪

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 王维玉 王达佐

权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 二甲醚燃料和在干式低 NO_x 燃烧系统中产生动力的方法

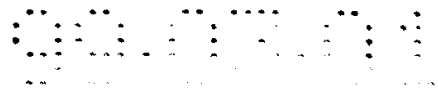
[57] 摘要

一种按下述方式经能量的方法,即,通过把含二甲醚的燃料通入燃气轮机的干式低 NO_x 燃烧器中,在含氧气体存在下,在燃烧器中燃烧,产生烟气,然后把烟气通入汽轮机产生动力,其中燃料包括二甲醚、至少一种醇和供选择的选自由水和 C₁ - C₆ 烷烃组成组的一种组分的混合物。在本发明方法中使用的燃料组合物可在干式低 NO_x 燃烧系统安全而高效地操作,与此同时,产生的 NO_x 和 CO 的排放物减至最少。

ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种燃料组合物，包括(a)、(b)和(c)的混合物，
(a) 15wt%-93wt%二甲醚；
5 (b) 7wt%-85wt%的至少一种醇，和
(c) 0wt%-50wt%的选自由水和 C_1-C_6 烷烃组成组的至少一种组
分。
2. 按权利要求 1 的燃料组合物，其中上述的醇选自由甲醇、乙醇
10 和丙醇组成的组，上述的组分(c)选自由水、甲烷、丙烷和液化石油气
组成的组。
3. 按权利要求 1 的燃料组合物，包括 80wt%-93wt%的所述二甲
醚、7wt%-20wt%甲醇和 0wt%-10wt%选自由水、甲烷、丙烷和液化石
15 油气组成的组。



说明书

二甲醚燃料和在干式低 NO_x 燃烧系统中产生动力的方法

5 发明领域

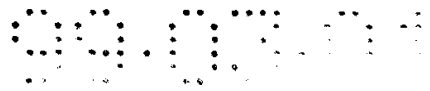
本发明涉及产生动力的方法。更具体地说，本发明涉及在涡轮机的干式低 NO_x 燃烧系统中，使用二甲醚燃料组合物产生动力的方法。

相关技术简述

10 众所周知，在燃气轮机—燃烧器的燃烧器中使用烃类燃料。空气和燃料一般加入燃烧室，在燃烧室中，在空气存在下，燃料燃烧产生热烟气。然后热烟气加入涡轮机，在涡轮机中冷却和膨胀产生动力。燃料燃烧产生的副产物一般包括在环境方面有害的毒物，例如氧化氮和二氧化氮(总称为 NO_x)、CO、未燃烧的烃类(例如甲烷和促进大气臭氧形成的挥发性的有机物)和包括硫的氧化物(例如 SO₂ 和 SO₃)的其它的氧化物。

影响方法的总效率的许多可变因素是特定的燃料组成、空气量、燃烧系统的具体类型和工艺条件。除了使方法的总效率最高外，能够使作为燃料燃烧的副产物所产生的在环境方面有害的毒物的量减至最小是非常重要的。

20 在燃料燃烧中，有两个 NO_x 排放源。在燃烧器的火焰中大气氮的固定(称为热 NO_x)是 NO_x 排放的第一个源。燃料中氮(称为燃料结合的氮)的转化是 NO_x 排放的第二个源。通过适当的选择燃料的组成和燃烧后烟气的处理，可以控制燃料结合的氮产生的 NO_x 量。产生的热 NO_x 的量是燃烧器的火焰温度和燃料混合物在火焰温度下所处的时间数量的指数函数。每一种空气—燃料混合物都有一特征的火焰温度，该特征温度是燃烧器中燃烧的空气—燃料混合物的空气与燃料的比率的函数(以当量比表示， Φ)。因此，产生的热 NO_x 的量是取决于具体空气—燃料混合物的停留时间和当量比。当量比(Φ)按下式比率定义：



$$\Phi = (m_f/m_o)_{\text{实际}} / (m_f/m_o)_{\text{化学计量}}$$

式中 m_o 是氧化剂的质量， m_f 是燃料的质量。

5

当火焰温度是等于化学计量的绝热的火焰温度时，在当量比为 1.0 下产生 NO_x 的速率是最高的。在化学计量的情况下，燃料和氧气完全消耗。通常， NO_x 产生的速率随当量比的减少而减少(即当量比小于 1.0 和空气—燃料混合物是贫燃料)。在当量比小于 1.0 下空气多，因此有比化学计量燃烧所要求多的氧可利用，这就产生了低火焰温度，减少了产生的 NO_x 量。但是，由于当量比的降低，空气—燃料混合物变成很贫的燃料，火焰将燃烧不好，或变成不稳定和吹灭。当当量比大于 1.0 时，燃料相对于可用于燃烧的氧过剩(富燃料混合物)。这也产生低于绝热火焰温度的火焰温度，又导致 NO_x 形成的显著降低。

10

15

为了适应贫燃料混合物和避免不稳定火焰的存在和火焰吹灭的可能性，已经开发出了一些燃烧器，在这些燃烧器中，在低负荷时仅允许一部分火焰区空气与燃料混合。这些燃烧系统在本技术领域内被称为“干式低 NO_x 燃烧器”(下文缩写为“DLN”)系统，例如是由 General Electric Company 和 Westinghouse 制造的燃烧器系统。除了给用户提

20 上述的可操作性效益外，DLN 系统也使产生的 NO_x 、CO 和其它的污染物减至最少。

20

25

DLN 燃烧器一般称为分段型燃烧器，在开始运行期间，或在低负荷时，在燃烧器的火焰区的一部分中，空气与燃料混合。有两种分段型的燃烧器：燃料分段型和空气分段型。在它们的最简单构型中，燃料分段型燃烧器有两个火焰区，每一区都接收燃烧器空气流的一不变的部分。在两区之间，燃料流按这样的方式划分，即在各操作模式下，加入一个段的燃料量与该段可利用的空气量相匹配。反之，空气分段式燃烧器使用一驱动机构，在低负荷时，把燃烧器的一部分空气流从火焰区推

30



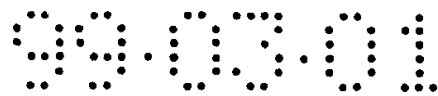
到扩散区，以提高负荷。这两种分段类型的燃烧器可以组合成一单一的系统。

DLN 系统一般以四种不同的方式操作：第一种方式、贫—贫方式、
5 第二种方式和预混合方式。在“第一种”操作方式中，燃料加入系统第
一段的第一喷咀。火焰(在第一种模式中称为“扩散火焰”)只在第一段
中存在。在这种模式中，火焰趋向于定位在局部空气—燃料混合物基本
10 上是 1: 1 的位置，因此在反应中，氧完全消耗(如上所述，化学计量混
合物)。甚至在火焰区中总空气—燃料比是贫燃料($\Phi < 1.0$)的情况下也是
如此。这种操作模式通常用于点火、促进燃烧和在低—中等负荷(例如
使用天然气时，0 %—20 %负荷)操作机器，直达预定燃烧的参考温
度。在这种模式中产生的 NO_x 和 CO 排放物相当高。 NO_x 的排放量是由
15 火焰中的峰值温度推动，而化学计量混合物将在一定的燃烧条件下可能
产生最热的火焰。

15 在“贫—贫”模式中，燃料加入第一和第二喷咀。火焰在第一和第
二段都存在。这种操作模式，在两个预定的燃烧温度之间，通常使用中
等负荷(例如，使用天然气时，20 %—50 %负荷)，因此 NO_x 排放量也
相当高。

20 在“第二”模式中，燃料只加入第二喷咀，火焰只在第二段中存在，
这种模式是“贫—贫”和“预混合”模式之间的典型的过渡模式。第二
模式要求在任何燃料加入变成第一预混合区前，熄灭第一段中的火焰。

25 第四种操作模式称为(预混合)模式。燃料加入第一和第二喷咀，但
是火焰只在第二段中存在。只有 20 %左右的燃料加入第二喷咀，而平
衡量的燃料和“预混合”的空气在燃烧前加入第一喷咀。第一段用作燃
料与空气完全混合，并把均匀贫的未燃烧的空气—燃料混合物输送到第
二段。如果适当地设计和操作，就不应当有化学计量或近化学计量的空
30 气—燃料混合物进入火焰区，因此，火焰的温度将比绝热火焰的温度



低，比在空气—燃料混合物以相同比率存在时燃烧的扩散火焰产生的 NO_x 要少得多。预混合模式通常认为是最有效的操作模式，因为在这种模式中， NO_x 的排放减至最少，而产生的能量最多(例如使用天然气时，50 — 100 % 负荷)。

5

为使用燃气轮机产生动力，特别设计使用天然气(大部分是甲烷，和不同数量的非甲烷化合物)的 DLN 燃烧器系统。为使用液体石油基的馏分燃料，这些燃烧系统就要求附加的蒸汽喷入以降低 NO_x 和 CO 的排放。为使用燃气轮机产生动力，还建议使用其它类型的燃料，例如使用
10 从天然气、煤或生物物质制备的甲醇或二甲醚，这些燃料便于海洋运输和以液体燃料贮存用于峰值功率。例如，Bell 等人的美国专利 4,341,069 号(1982年7月27日授权)公开了使用二甲醚与少量甲醇(1.8wt%-6.1wt%)和水(0.6wt%-2.8wt%)混合的混合燃料。配制的这种燃料是在 NO_x 的排放不是严格要求的时期，在燃烧系统中使用。在传统的燃气轮机燃烧器
15 (专门设计使用天然气燃料)中使用这些燃料，在扩散火模式焰上操作，对过去的不严格的 NO_x 排放标准可能是满足的，但是，在预混合模式的 DLN 系统操作中使用这些燃料可能产生火焰回火和爆炸的严重危险。在燃料回火期间，火焰在火焰区通过空气—燃料混合物的传播速度高于在第一混合区中一定位置处的空气—燃料混合物的速度。其结果
20 是，设计燃烧传统天然气燃料的 DLN 系统将不能按它们最有效的模式操作，即预混合模式来使用二甲醚燃料例如 Bell 等的专利公开的那些燃料。

所以仍要求提供可以提高 DLN 燃烧系统效率(例如在负荷低于 50
25 % 的预混合模式操作)的二甲醚基燃料。还要求提供可以在专门设计燃烧传统天然气燃料的 DLN 燃烧器中安全地使用的燃料。

发明概述

本发明的目的是克服上述的一个或几个问题。

30



因此,本发明提供了含二甲醚的燃料组合物和使用这种组合物产生动力的方法。

5 本发明的燃料组合物是二甲醚、至少一种醇和供选择地一种或几种选自 $C_1 - C_6$ 的烷烃和水的掺合物。

按照本发明的方法,本发明的燃料在燃气轮机的干式低 NO_x 燃烧器与用于燃烧的含氧气体混合,产生一烟气,这种烟气通过汽轮机产生动力。

10 本发明的其它目的和优点,本领域的技术人员从下述的详细说明,结合附图和附属的权利要求书会更清从楚。

附图说明

15 图 1 是按照现有技术的有代表性的 DLN 燃烧器的操作模式和相应的燃烧天然气燃料的燃气轮机负荷的图解说明。

图 2 是按照现有技术的有代表性的 DLN 燃烧器中,通过天然气燃料燃烧产生的 NO_x 和 CO 的排放物的图解说明。

20 图 3 是用于天然气燃料和用于按照本发明的燃料在燃烧器不同的出口温度时,有代表性的 DLN 燃烧器中峰值压力变化的图解说明。

图 4 有代表性的 DLN 燃烧器操作模式和本发明的燃料燃烧的相应负荷的图解说明。

图 5 是在有代表性的 DLN 燃烧器中本发明燃料的燃烧所产生的 NO_x 和 CO 排放物的图解说明。

25 图 6 是说明包括按照本发明产生动力所使用的 DLN 燃烧器的燃气轮机—燃烧器方法的示意图。

发明详述

30 按照本发明的方法,按下述方式来产生动力,即通过把二甲醚燃料通入一燃气轮机的干式低 NO_x 燃烧器,在用于燃烧的含氧气体存在下

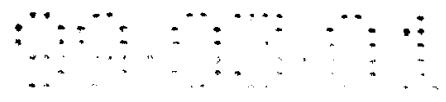
燃烧生成烟气，然后把该烟气通入燃气轮机—燃烧器的汽轮机来产生动力。燃料包括二甲醚、一种醇和供选择地水和 C₁—C₆ 烷烃的一种或几种的混合物。

5 本发明的燃料组合物可以在设计用于传统的天然气燃料的 DLN 燃烧系统的预混合操作模式中安全地使用。当 DLN 燃烧器在预混合模式中使用这种燃料时，火焰回火和爆炸的危险大大减少，与此同时，产生了最少量的 NO_x 排放物。而且，在 DLN 燃烧器中使用本发明的燃料，在燃气轮机的负荷低至 35 % 时，能够以低的 NO_x/CO 排放物安全地进行预混合操作。

10 本发明的燃料包括，并优选含或主要由 15wt%-93wt%二甲醚、7wt%-85wt%至少一种醇和 0wt%-50wt%至少一种选至由水和 C₁—C₆ 烷烃组成组的组分组成。燃料优选包括 50wt%-93wt%二甲醚、7wt%-15 50wt%的至少一种醇和 0wt%-30wt%的选至由水和 C₁—C₆ 烷烃组成的组的至少一种组分。该燃料更优选包括 70wt%-93wt%的二甲醚、7wt%-30wt%的至少一种醇和 0wt%-20wt%的选自由水和 C₁—C₆ 烷烃组成组的至少一种组分。该燃料最优选包括在 80wt%-93wt%的二甲醚、20 7wt%-20wt%的甲醇、和 0wt%-10wt%选自由水、甲烷、丙烷和液化石油气组成组的一种组分。

 在本发明的燃料中存在水和一种或几种醇可有助于原料合成气转化成 DME 基燃料。水和醇例如甲醇、乙醇和丙醇可以在转化中生成，并构成 DME 基燃料的一部分。但是并不需要昂贵的单元操作来制备本25 发明燃料，因为前容易地调整在 DME 基燃料中醇类和水的浓度得到本发明的燃料组合物。也可以添加 C₁—C₆ 烃类以制得的本发明的燃料组合物。

 在本发明的方法中，来自压缩机的压缩空气在干式低 NO_x 燃烧器30 中与气化的燃料混合，在燃烧器中，在空气存在下，燃料燃烧，产生热



烟气。然后热烟气在汽轮机中膨胀产生动力。

5 人们已经发现，以预混合模式在操作的 DLN 燃烧器中火焰回火的发生与点火的延迟时间和在燃烧器的预混合区中空气—燃料混合的停留时间有关。空气—燃料混合物的点火延迟时间是火花或类似物的应用和该混合物实际点火之间的时间。这是一个很短的时间，已经发现单独的本发明燃料组合物各个成分和/或相互的组合，对给定的燃烧器的操作条件增加了这个时间长度，即，使得空气—燃料混合物的点火持续时间将超过停留时间。停留时间与燃烧器中的空气—燃料比、燃烧器的几何形状、以及燃烧器操作温度和压力有关。

10 而且，已经发现，点火的延迟时间是加入燃烧器的燃料的特殊组成和燃烧器的操作条件(例如温度、压力、动压力等)的函数。对一定的当量比和燃烧器的几何形状，在燃料燃烧期间，有短的点火持续时间的燃料比有长的点火持续时间的其它燃料更可能发生火焰回火。如果在燃烧器的操作条件下，空气—燃料混合物的点火延迟时间超过它的预混合段的停留时间，那么火焰的回火就可减至最少。因此，本发明另一优选的实施例提供了在有干式低 NO_x 燃烧器的燃气轮机—燃烧器中产生动力的改进方法，在该方法中，燃料和含氧气体混合物在燃烧器中燃烧，在燃烧器中混合物有停留时间和点火延迟时间，其特征是燃料包括(a)二甲醚、(b)一种醇和供选择地(c)选自由水和 $\text{C}_1 - \text{C}_6$ 烷烃组成组的至少一种组分的混合物，且混合物中(a)、(b)和(c)(如果存在)各自的比率是这样选择，使在燃烧器的操作条件下，燃料—空气混合物的点火延迟时间超过它的停留时间。

25 在 DLN 燃烧器的操作期间，某些工艺条件促进火焰回火整体减至最少。一种特殊的工艺条件是动压力活性。动压力活性指的是整个燃烧室的压力梯度。高的动压力值增加了空气—燃料预混合区火焰回火的几率。通常，在预混合区动压力值超过约 4psi-5psi 时，预混合模式操作不安全，且是不希望的。

与每一种操作模式相联系的负荷范围表明，预混合模式一般使用 50 % - 100 % 的负荷。如图 1 所示，对天然气燃料的燃烧来说，从预混合模式到第二模式到贫一贫模式到第一模式，参考燃烧温度随汽轮机负荷的逐渐地降低而降低。如图 2 所示，预混合操作模式与在负荷小于 50 % 操作的其它操作模式相比，天然气燃料燃烧的 NO_x 排放物，显著地降低。

对特殊的 DLN 燃烧器来说，图 3 示出了天然气燃料(NG FUEL)和本发明的燃料(INV. FUEL)的燃烧器出口温度(下文称“CET”)与动压力值的关系图。在 CET 低于 2150°F 时，天然气燃料燃烧产生的动压力值(按峰压力的变化测量)远远超过本发明燃料燃烧过程中所经历的动压力值。具体地说，天然气燃料在 CET 为 2065°F 燃烧的动压力值约是 4.3psi, 而本发明的燃料燃烧的动压力值仅为约 1psi。

甚至在 CET 为 2020°F 时，在本发明的燃料燃烧过程中所经历的“预混合模式”动压力值仍保持明显低于据认为是不安全的 4psi-5psi。因此，本发明的燃料提供了对现有技术显著的改进，现在能够在 2020°F 附近的温度按预混合模式操作 DLN 燃烧器， 2020°F 附近的温度远低于对天然气设定 50 % 汽轮机负荷的限制。这是一个超过现有技术燃料的重要的优点，因为使用本发明的燃料允许 DLN 燃烧器在负荷低于 40 % 时进行预混合模式操作，在低负荷得到更有效的燃烧器操作。能够在这样低的负荷操作燃烧器就可实现宽负荷操作范围下降低 NO_x 排放物。

在 DLN 燃烧器中本发明燃料燃烧实现的改进通过图 4 和 5 曲线分别与图 1 和 2 的比较就会看得更清楚。图 4 是燃料分解与负荷关系的图，当本发明的燃料燃烧时，进一步说明特殊的 DLN 燃烧器的操作模式。如图 4 所示，并当与图 1 所示的天然气燃料的图比较时，十分清楚，燃烧本发明燃料的 DLN 燃烧器可以以明显低于燃烧天然气的汽轮机的负荷在预混合模式中操作。



图 5 图示地说明，在预混合模式中，通过本发明燃料的燃烧实现降低排放物，图 5 是在不同的负荷和 DLN 燃烧器操作模式时，本发明的燃料燃烧所产生的 CO 和 NO_x 的图。因此，在预混合模式操作条件下，
5 本发明燃料的燃烧产生的烟气在烟气中含 15vol% 氧气时，含 20ppmvd(干体积计，百万分之一)或小于 20ppmvd 的 NO_x 和/或在汽轮机负荷高于 40 % 时，含 20ppmvd 的 CO。所以，本发明的另一优选的实施例提供了在干式低 NO_x 燃烧器的燃气轮机—燃烧器中产生动力的改进方法，燃料和含氧的气体混合物通过燃料燃烧的燃烧器，产生烟气，
10 并且燃料包括(a)二甲醚、(b)一种醇)和供选择地(c)选自由水和 C₁—C₆ 烷烃组成组的一或几种组分的混合物，其中(a)、(b)和(c)(如果存在)的各自的比率是这样选择，使在燃烧器的操作条件下产生的烟气含 20ppmvd 或 20ppmvd 以下的 NO_x 和/或 20ppmvd 或 20ppmvd 以下的 CO。

15 图 6 是图解地说明总体标注为 10 的干式低 NO_x 燃烧系统，用于产生动力。空气通过管 12 加入压缩机 14，在压缩机 14 中空气被压缩。压缩空气经管线 16 自压缩机 14 中排出。然后，空气通过阀 18 加入总体标注为 20 的燃烧器。液体燃料通过泵 22 从燃料源(未示出)泵入气化器 24，在气化器中液体燃料被气化。然后气化的燃料通过加料管 26 加入
20 燃烧器 20。加入燃烧器 20 的气化燃料的量通过阀 28、30 和 32 控制。阀 28 控制到燃烧器 20 的燃料总流量，而阀 30 控制通过第一个喷咀 34 加入燃烧器 20 的第一区 36 的燃料量，和阀 32 控制通过第二喷咀 38 加入燃烧器 20 的第二区 40 的燃料的量。气化的燃料在燃烧器 20 中与压缩空气混合，在燃烧器中燃烧产生热烟气。在 DLN 燃烧系统 10 的
25 预混合模式操作过程中，加入燃烧器 20 的约 20 % 的燃料通过燃料第二喷咀 38 加入燃烧器 20，而余量是通过第一燃料喷咀 34 加入。在预混合模式中，一部分的压缩空气在燃烧前在第一区 36 与气化的燃料预混合。在预混合模式中，如图 6 所示，火焰 42 仅在第二区 40 存在。

30 热烟气通过燃烧器排放区 44 排出燃烧器 20，然后通过排放管 46。



这种烟气可以在混合器 48 中与来自从压缩机 14 通过管 16 和阀 52 导入空气旁通管 50 的压缩空气混合。烟气然后通过管 54 加入汽轮机 56，在汽轮机 56 中膨胀接近大气压力，由此产生机械能。经膨胀和冷却的烟气通过管 58 排出汽轮机 56，然后通过排气烟囱 60 排放。如图 6 所示，汽轮机 56 产生的机械能可用于通过轴 62 驱动压缩机 14。

燃料的组成和点火延迟时间之间的关系

下面更详细描述测定 DLN 燃烧器安全操作的有适宜点火延迟时间的燃料组合物的方法和由此而得到的结果。一般来说，已经发现，本发明的燃料的延迟点火时间，允许 DLN 燃烧系统安全而有效的操作。

测定不同燃料组合物的点火延迟时间的实验是在不变体积的燃烧设备中进行的(下文称“CVCA”)，这是用来模拟柴油机的自动点火。这些实验的测量结果用来测定适于在预混合模式中操作工业规模 DLN 燃烧器所用的燃料的组成。

CVCA 是设置燃料喷射器、压力转换器和温度传感器的不锈钢容器。使用的具体 CVCA 燃烧室直径为 5.4cm 和长度为 16.2cm。使燃烧室的几何形状、尺寸和喷射系统相匹配，以保证适当的空一燃比。

在任何液体燃料喷入前，空气和甲烷之类的气体在 CVCA 的燃烧室混合。进入燃烧室的气体与室壁成切线方向进入，以保证均匀地混合。燃料通过活塞鼓形泵的高压喷射管输送到喷射器，气动地驱动一个短射程。在输送至喷射装置的期间，DME-甲醇、DME-水，和 DME-丙烷混合物之类的燃料是在压力(例如 210psi)阻止沸腾和气蚀的条件下输送。每一种液体燃料喷入燃烧室，由于空气-燃料混合物的温度低于初始空气的温度，所以燃料气化并快速地与空气混合生成空气-燃料混合物。

用设置 Keithley Metrabyte 1801HC 高性能卡的 90Mhz Pentium®-计

计算机测量喷射和燃烧数据以及温度和压力。该卡在信号增益为 50 : 1 那样高时,允许样速率高达 330KHz。5mm 直径的磁性邻近传感器设置在喷射采器的头部,检测针的升高。

5 第一组点火试验是使用四个燃料样品进行的,一个样品是纯净的 DME(即 100 % DME),其它的样品包括 DME 与水和甲醇的掺合物。第二组点火延迟试验是使用四个燃料样品进行的,即分别是 DME 与水的掺合物、DME 与甲醇的掺合物、DME 与丙烷的掺合物和纯净的戊烷。全部测量是在空-燃比接近 0.4 或接近 1.0 时进行。从燃料样品的
10 第一组试验得到的测量数据列于下表 1

表 I 点火延迟时间(毫秒)

温度 (°F)	压力 (psig)	当量 比	100 % DME 0%甲醇 0 %水	82 % DME 15 %甲醇 3 %水	87 % DME 10 %甲醇 3 %水
740	100	1.0	---	113	72
740	200	1.0	24	103	50
680	200	1.0	72	99	---
740	100	0.4	---	95	52
740	200	0.4	26	85	66
680	200	0.4	134	165	---

从燃料样品的第二组试验得到的测量数据列于下表 II。

15

表 II 点火延迟时间(毫秒)

温度 (°F)	压力 (psig)	91.84%DME 8.16%水	91.84 % DME 8.16%甲醇	91.84%DME 8.16 % C ₃ H ₈	0 % DME 100 % C ₅ H ₁₂
740	208.3	35.9			
740	206.3		41.4		



740	205.8			38.4	
740	212.4				79.4

★全部测量数据都是在当量比为 0.4 时进行。

点火延迟时间的测量也在纯净的 DME 喷入充满预混合的空气—甲烷气体混合物的燃烧室中进行。

5

下表 III 提供了这些试验的测量结果。

表 III 持续点火时间

温度(°F)	压力(psig)	空气中甲烷 %	点火持续时间(毫秒)
802	205	0	30.2
797	204	0	32.1
804	199	0	36.0
802	211	12	52.1
806	211	12	52.5
809	213	12	53.5
799	209	20	67.9
804	210	29	91.9
797	209	29	106.6
795	209	29	108.9
804	209	29	115.9
790	207	29	125.3

10

表 I 的点火持续时间的测量结果表明，DME—甲醇—水掺合物的点火延迟时间明显地长于纯净 DME 的点火延迟时间。测量结果还表明，提高 DME 掺合燃料中的甲醇含量增加点火延迟时间。表 II 中的测量结果表明，水和丙烷在增加 DME 的点火延迟时间方面，效果相同。如表 III 所示，提高 DME 掺合燃料的甲烷含量，点火延迟时间也增加。

实施例

下述的实施例说明，在 DLN 燃烧系统中，纯净 DME 燃料的燃烧将产生火焰回火，而在本发明的燃料的燃烧中将不产生火焰回火。下述第一个实施例的试运转是工业规模的 DLN 燃烧器中使用本发明的 DME 掺合燃料进行。第二个实施例的试运转是在实验室规模的 DLN 燃烧系统中使用纯净 DME 燃料和 DME 掺合燃料进行。

实施例 1

由 2.9wt%水、14.2wt%甲醇和 82.9wt%二甲醚组成的液体燃料混合物，用串联操作的增面室涡轮泵泵送到蒸发器/过热器装置。第一台泵(称为转运泵)把燃料从约 40 — 60psig 加压到约 300psig。第二台泵(称为增压泵)把压力提高到 550psig，并把液体燃料泵送到在约 450psig 压力下操作的蒸发器，在蒸发器中，液体燃料气化。

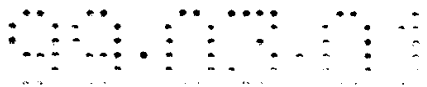
压缩空气以约 44 磅/秒 — 54 磅/秒的速率加入 DLN 燃烧器。压缩空气的温度在约 565°F — 710°F 变化。在 DLN 燃烧器中的压力是在约 120psia-约 180psia 变化。温度在 350°F 以上的气化的燃料以空气流的速率约 1.0wt%-4.6wt%喷入 DLN 燃烧器。

燃烧试验的结果证明，在预混合模式中，设计用于天然气和传统馏分燃料的 DLN 燃烧器加入的燃料成功地燃烧，而没有回火问题，且满足了作为天然气燃料目标的低排放物要求(例如在汽轮机排气中含 15 % 氧时，15ppmvd NO_x)。

如上所述，在商业燃烧器的操作条件下，燃料的回火特征和总的汽轮机系统的可操作性都通过燃烧器的动压力活性反应出来。因此，甚至在较低负荷时，动压力活性保持明显的低于 4psi,所以没有回火发生。

实施例 2

在 DLN 系统中，按“预混合”模式操作，进行实验室规模的燃烧



器试验，以比较两种液体燃料的回火问题：一种燃料是纯净的二甲醚，另一种是由 15wt% 甲醇、3wt% 水和 82wt% 二甲醚组成的二甲醚掺合燃料。主要的操作条件示于表 IV 中。对相似的燃烧条件来说，用纯净二甲醚的试验结果表明，回火问题严重(由燃料/空气预混合室中存在火焰表明)，而二甲醚掺合燃料没有表明任何这样的回火问题。

5

表 IV 实验室规模 DLN 燃烧器试验(预混合模式)

燃料	纯净 DME	DME 掺合燃料
压力(大气压)	5.2	5.2
DME 流量(加仑/分)	1.7-1.8	1.7-1.8
空气流量(磅/秒)	3.1	3.1
空气温度($^{\circ}$ F)	740 - 750	740 - 750
DME 蒸气温度($^{\circ}$ F)	300 - 310	300 - 310
是否发生回火	发生	没有发生

前面的描述只是清楚地理解本发明，并应当理解为不是对本发明的限制，本领域的技术人员清楚，在本发明的范围内可以做出一些改进。

10

图 1

现有技术

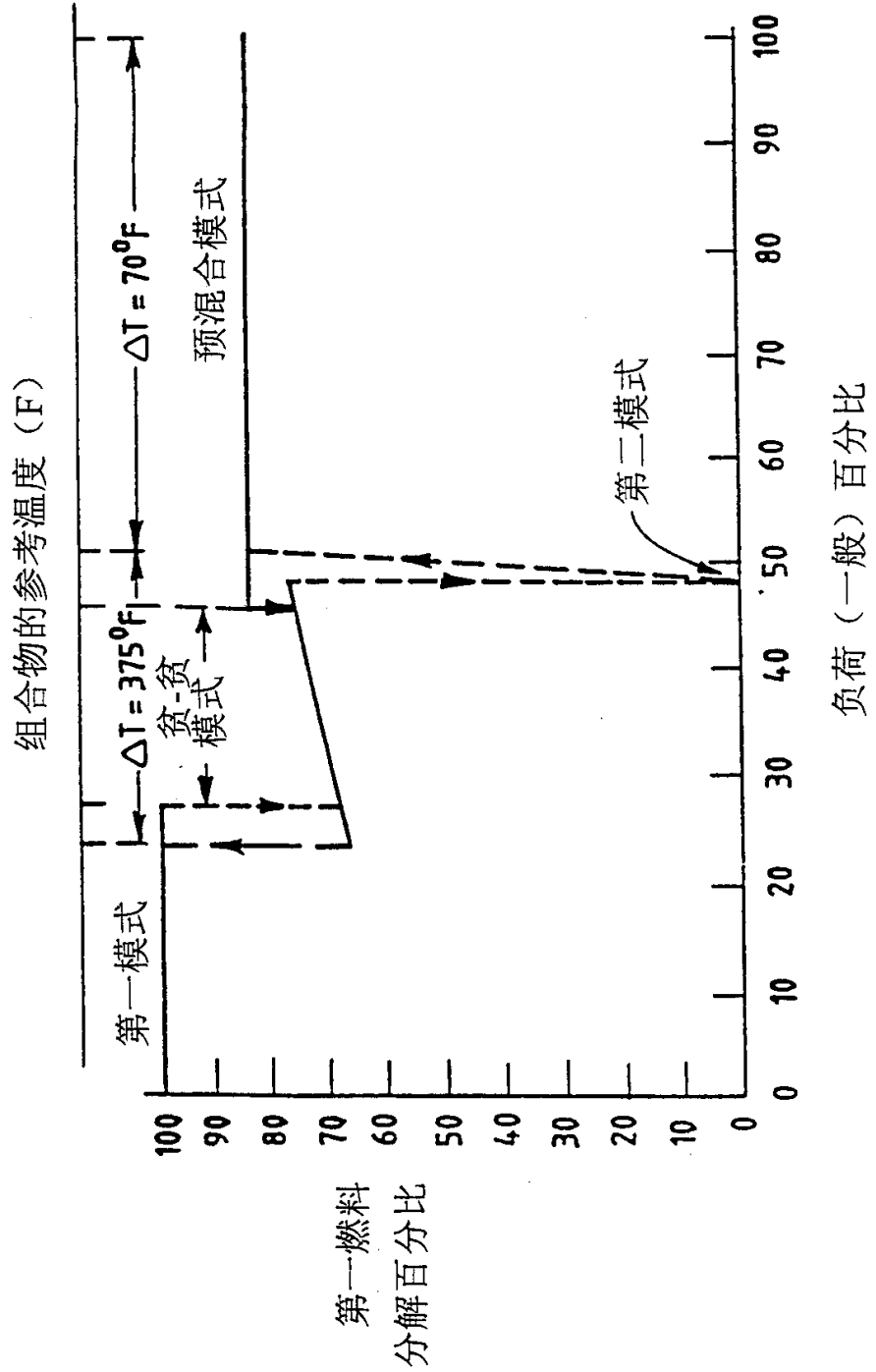
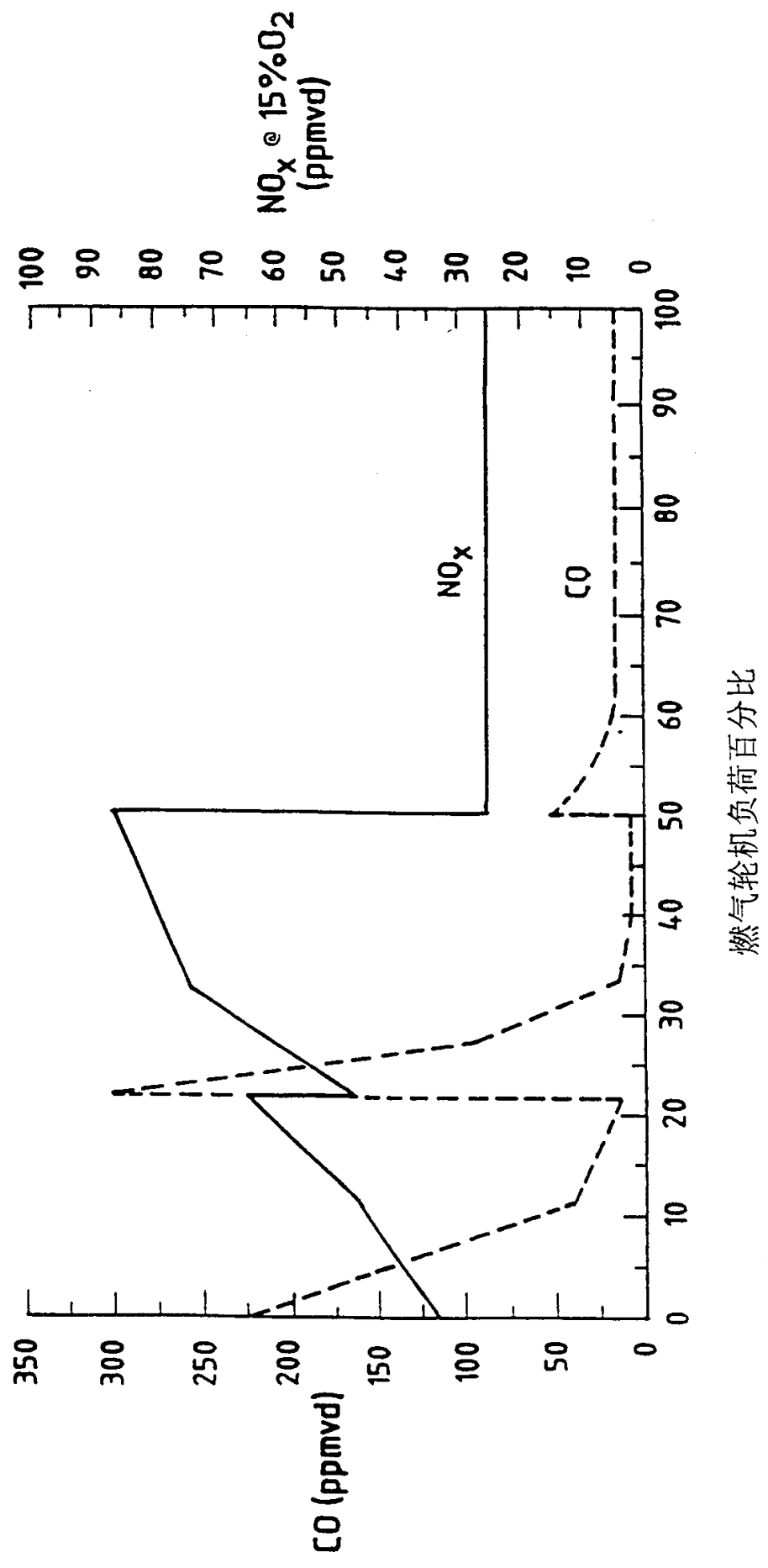


图2
现有技术



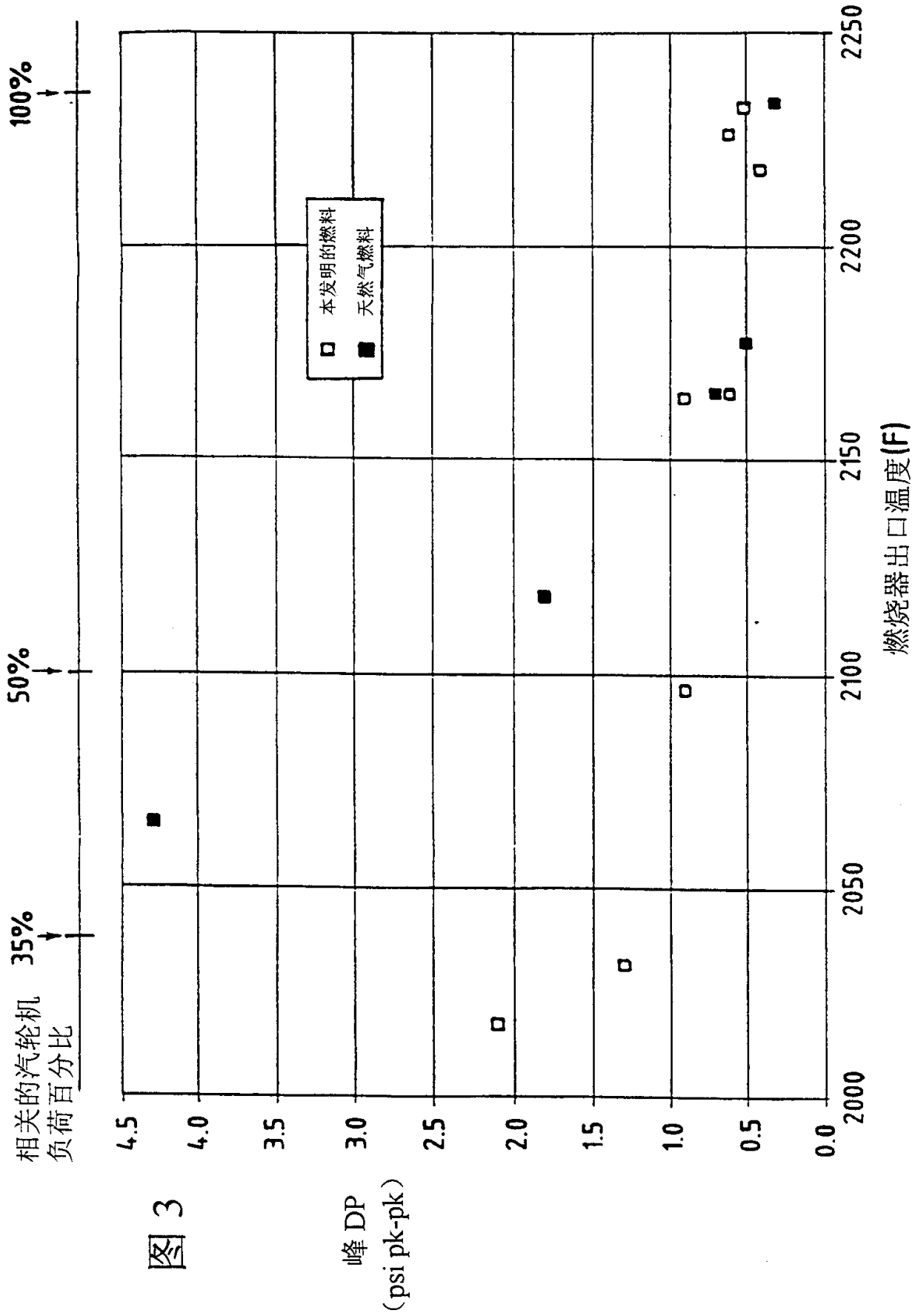


图 3

图 5

