

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

C01B 3/34  
C01B 3/36

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99123402.2

[43]公开日 2000年5月17日

[11]公开号 CN 1253114A

[22]申请日 1999.11.3 [21]申请号 99123402.2

[30]优先权

[32]1998.11.3 [33]EP [31]98203695.6

[71]申请人 阿莫尼·卡萨尔公司

地址 瑞士卢加诺-贝苏

[72]发明人 马尔科·巴达诺

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

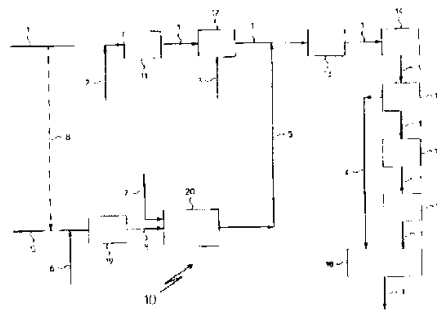
代理人 郑修哲

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 1 页

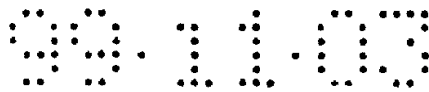
[54]发明名称 合成气体的制造方法

[57]摘要

用于获得氨水或甲醇一类化合物的合成气体的制造方法,按此方法,首先使碳氢化合物和水蒸汽在初次转化段(11)反应,随后与氧一起在二次转化段(12)反应,从而得到 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>和可能包括 N<sub>2</sub>,它们随后被供给至一氧化碳转化段(13,14),此方法的特点是在相对于其他转化段(11,12)平行设置的自热转化段(20)内,碳氢化合物,水蒸汽与氧反应以及将由此产生的 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>和可能包括 N<sub>2</sub>供给至一氧化碳转化段(13,14)。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

1. 一种用于获得氨水或甲醇一类化合物的合成气体的制造方法，它包括以下步骤：

供给含有碳氢化合物的第一气流以及含有水蒸汽的第一气流至初次转化段；

供给含有氧和可能包含氮的第一气流至二次转化段；

首先在初次转化段使上述碳氢化合物与上述水蒸汽反应以及随后在二次转化段与上述氧一起反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相；

供给含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相至一氧化碳转化段；

它还包括以下步骤：

供给含有碳氢化合物的第二气流，含有水蒸汽的第二气流，以及含有氧和可能氮的第二气流至相对于上述初次和二次转化段平行设置的自热转化段；

使上述碳氢化合物和上述氧在上述自热转化段反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相；

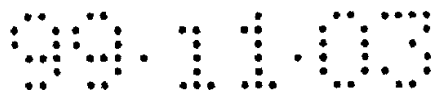
供给含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的上述第二气体相至上述一氧化碳转化段。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于含有氧的上述第二气体相还含有富氧的空气。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于它还包括一个在供给至上述自热转化段之前至少将一部分含有碳氢化合物的上述第二气流和含有水蒸汽的上述第二气流进行预先的转化处理步骤。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于它还包括一个供给一部分含有碳氢化合物的上述第一气流至上述自热转化段的步骤。

5. 用于获得氨水或甲醇一类化合物的合成气体的制造设备，它具有：



初次转化段(11)和顺序设置的二次转化段(12)以获得含有 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 及可能含有 N<sub>2</sub> 的第一气体相;

供给含有碳氢化合物的第一气流和含有水蒸汽的第一气流至上述初次转化段(11)的相应装置(1, 2);

供给含有氧和可能氮的第一气流至上述二次转化段(12)的装置;

供给含有 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 及可能含有 N<sub>2</sub> 的上述第一气体相至一氧化碳转化段(13, 14)的装置;

其特征在于它还具有:

用于获得含有 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 和可能含有 N<sub>2</sub> 的第二气体相的自热转化段(20);

供给含有碳氢化合物的第二气流和含有水蒸汽的第二气流以及含有氧和可能含有氮的第二气流至上述自热转化段(20)的相应装置(5-7);

供给含有 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 及可能含有 N<sub>2</sub> 的上述第二气体相至上述一氧化碳转化段(13, 14)的装置(5)。

6. 根据权利要求 5 所述的设备, 其特征在於它还具有:

预先转化段(19);

供给至少一部分含有碳氢化合物的上述第二气流和含有水蒸汽的上述第二气流至上述预先转化段(19)的装置(5);

上述预先转化段(19)与上述自热转化段(20)的连接装置(5)。

7. 根据权利要求 5 所述的设备, 其特征在於它还具有供给一部分含有碳氢化合物的上述第一气流至上述自热转化段(20)的装置(8)。

8. 一种用于获得氨水或甲醇一类化合物的合成气体生产设备的改造方法, 该种类型的设备具有初次转化段(11)和顺序设置的二次转化段(12)以获得含有 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 及可能含有 N<sub>2</sub> 的第一气体相, 供给含有碳氢化合物的第一气流和含有水蒸汽的第一气流至上述初次转化段(11)的相应装置(1, 2), 供给含有氧和可能含有氮的第一气流至上述二次转化段(12)的装置(3), 供应含有 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 及可能含有 N<sub>2</sub> 的上述第一气体相至一氧化碳转化段(13, 14)的装置

(1), 上述方法包括下列步骤:

提供用于获得含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相的自热转化段 (20);

提供用于供给含有碳氢化合物的第二气流, 含有水蒸汽的第二气流和含有氧和可能含有氮的第二气流至上述自热转化段 (20) 的相应装置 (5-7);

提供用于供给含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的上述第二气体相至上述一氧化碳转化段 (13, 14) 的装置 (5)。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于它还具有以下步骤:

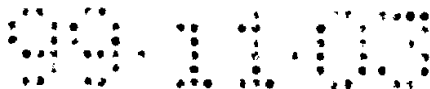
提供预先转化段 (19);

提供用于供给至少一部分含有碳氢化合物的上述第二气流和含有水蒸汽的上述第二气流至上述预先转化段 (19) 的装置 (5);

提供上述预先转化段 (19) 与上述自热转化段 (20) 的连接装置 (5)。

10. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于它还具有以下步骤:

提供用于供给一部分含有碳氢化合物的上述第一气流以及可能一部分含有水蒸汽的上述第一气流至上述自热转化段 (20) 的装置 (8)。



说明书

## 合成气体的制造方法

本发明涉及合成气体用以获得氨水和甲醇一类化合物的制造方法。更具体地说，本发明涉及具有以下步骤的合成气体的制造方法：

供给含有碳氢化合物的第一气流以及含有水蒸汽的第一气流至初次转化段；

供给含有氧和可能含有氮的第一气流至二次转化段；

首先在初次转化段使碳氢化合物与水蒸汽反应以及随后在二次转化段与氧一起反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相；

供给含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  和可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相至一氧化碳转化段。

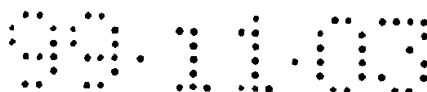
在本说明书和权利要求书中术语“碳氢化合物”通常用于指含氧及碳的原材料，例如甲烷、天然气、挥发油、液化石油气（GPL）或精炼气体及其混合物。

本发明还涉及到实现上述方法的制造合成气体的设备，以及改造现有生产合成气体设备的方法。

如同在合成气体生产领域所知，越来越多地感到需要一些简单易行的过程，以达到高的生产率和低的使用及投资费用，以及低的能源消耗。

为了满足这些要求，广泛地使用了合成气体制造方法，其中首先供给含有碳氢化合物的气流和含有水蒸汽的气体至初次转化段，以及随后用与含有氧和可能含有氮的气流一起至二次转化段。从而获得富  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  和可能含有  $\text{N}_2$  的气体相，它又被供给至处理段，例如高温和低温一氧化碳转化段。该处理段可以根据所生产的合成气体的类型而改变。

为了改进碳氢化合物的转化获取率以及降低能源消耗，在此领域使用的合成气体制造方法在其二次转化段内的转化反应在催化剂的参与下进行。用于进行这些方法的二次转化装置通常称为自热的，因为它们工



作时不需要外加热源。

上述过程虽然在某些方面具有优点，但也显示出一系列缺点。首先是灵活性极小的事实，以及其本身不能在工作条件下适应有效的变化，特别是要求大大增加合成气体的产量时。

事实上，担负碳氢化合物转化任务的初次和二次转化段不能方便地脱离其设计能力来工作。因此，为了使按上述过程工作的合成气体生产设备适应在此领域迫切需要的提高产量，必须进行大量的改造，以及最后甚至需要更换转化段为更大能力的转化段而引起极高的投资费用。

此外还须指出，存在初次转化段要求由外部源供给大量的热，这也为实现这些过程所需总能源消耗产生不利影响。

由于这些缺点，按现有技术实现合成气体的制造方法，今天会要求高的投资和能耗，这样就显著地提高了基本化学产品如氢和一氧化碳的成本，尽管对这些产品的需求一直增加。

本发明的目的是提供一种合成气体的制造方法，它简单易行和可获得高的生产率和低的使用及投资费用以及低的能源消耗。

按照本发明上述类型合成气体制造方法的使用实现了本发明的目的，该方法包括以下步骤：

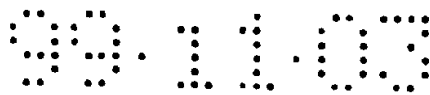
供给含有碳氢化合物的第二气流，含有水蒸汽的第二气流和含有氧及可能含有氮的第二气流至相对于初次和二次转化段平行设置的自热转化段；

使碳氢化合物，水蒸汽和氧在自然重整段内反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相；

供给含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相至一氧化碳转化段。

在本说明书和权利要求书中术语“自热转化段”用于指示在其内碳氢化合物，水蒸汽和氧起反应的转化段，最好有催化剂参与，而不需要外部热源。在生产氨水或甲醇时，这些段通常称为二次转化段。

有利的是，由于在自热转化段中碳氢化合物的第二气流参与反应的步骤，使在按照本发明实现过程时可以更容易和有效地甚至实质上改变设备的能力。



事实上，按照本发明，碳氢化合物的转化反应是在两个平行的阶段进行，前者包括初次转化段和二次转化段，而后者包括自热转化段。

这种方式可以在两个转化段内分配希望的合成气体的总产量，因而也可以时常改变其能力，以及根据特殊的意图单独改变而不影响其余的过程。

尤其是在平行设置的转化段中加料的分配使有可能在其之间优化能耗，提高自热转化段中合成气体的产量以及同时减少向初次转化装置供料。

换句话说，合成气体的生产能力是相等的；本过程适合于在两个平行设置的两个转化段之间分配碳氢化合物和水蒸汽。因此总能耗比现有技术低。

有利的是，在二次转化段和在自热转化段分别获得的含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的气流被送往同一个一氧化碳转化段，以这种方式仅使用一种设备生产线来进行合成气体随后的制备阶段。

按照本发明导致的另一优点是，它能够供给独立的碳氢化合物气流至互不相关的各转化段，这样有利于在合成气体的生产中在不同的转化阶段使用不同性质的碳氢化合物，从而使该方法适合于现有的自然资源和产生的任何要求。

为了获得制造带有高的  $\text{CO}_2/\text{H}_2$  分子比的氨水，含有氧的第二气流被供给至最好含有富氧空气的自热转化段。

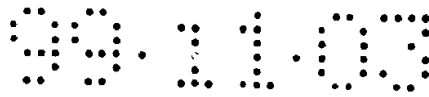
在本说明书和权利要求书中术语“富氧空气”用于指示分子氧含量大于 21% 的空气，例如含量在 22% 和 80% 之间。

这种性能特别有利于随后尿素的合成，因为它可使有效和廉价地达到  $\text{CO}_2/\text{NH}_3$  化学计量比以及提高供给碳转化为  $\text{CO}_2$  及随后转化为尿素的转化获取率。

为了实施上述方法，本发明优选地提供一种制造合成气体的设备，它具有：

初次转化段和顺序设置的二次转化段以获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相；

供给含有碳氢化合物的第一气流和含有水蒸汽的第一气流至初次转



化段的相应装置;

供给含有氧和可能含有氮的第一气体流至第二转化段的装置;

供给含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相至一氧化碳转化段的装置;

其特征是还具有:

用于获得含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的自热转化段;

供给含有碳氢化合物的二次气流以及含有水蒸汽的二次气流及含有氧和可能含有氮的二次气流至自热转化段的相应装置;

供给含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相至一氧化碳转化段的装置。

按照本发明的另一实施例, 提供了一种改造这种合成气体制造设备的方法, 它具有初次转化段和顺序设置的二次转化段, 以获取含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相, 供给含有碳氢化合物的第一气流及含有水蒸汽的第一气流至初次转化段的相应装置, 供给含有氧和可能含有氮的第一气流至二次转化段的装置, 以及供给含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相至一氧化碳转化段的装置, 该方法包括以下步骤:

提供获得含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相用的自热转化段;

提供供给含有碳氢化合物的第二气流, 含有水蒸汽的第二气流及含有氧和可能含有氮的第二气流至自热转化段的相应装置;

提供含有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相至一氧化碳转化段的装置。

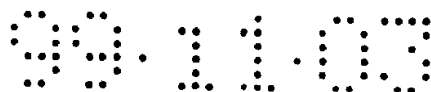
由于上述改造方法, 可以容易地显著增加现有合成气体制造设备的生产能力, 仅需低的使用和投资费用及低的能耗。

通过下面参照附图, 对作为非限制性实例的实施例的说明, 会对本发明的特点及优点有进一步的了解, 附图中:

图 1 为按照本发明合成气体制造方法的方框图, 在这种情况下氨水和尿素是希望的产品。

图 1 的方框图示出按照本发明制造气体反应物方法的步骤, 这些气





体反应物如  $H_2$ ,  $N_2$  和  $CO_2$  等, 其中  $H_2$  和  $N_2$  用于氨水的合成, 而  $CO_2$  与如此制造的氨水一起用于尿素的合成。

然而特别应指出, 制造气体反应物的本方法不仅可用于氨水的合成, 也可用于甲醇的合成, 以及用于要求含有  $CO$  和可能还含有  $N_2$  及  $CO_2$  的有机反应物。

具有 10 个方框的方框图用于说明制造氨水和尿素的方法步骤, 其中包括按照本发明合成气体的制造过程。

图中方框 11~18 相应指示: 初级转化段 (方框 11), 二次转化段 (方框 12),  $CO$  转化段,  $CO_2$  分离段 (方框 15), 合成气体净化段 (方框 16), 氨水合成段 (方框 17), 以及尿素合成段 (方框 18)。

根据所制造的合成气体种类的不同,  $CO$  转化段可分成一部分或数部分。在图 1 实例中,  $CO$  转化段具有  $CO$  高温转化段 (方框 13) 和  $CO$  低温转化段 (方框 14)。

方框 19 和 20 优选地表示预先转化段 (方框 19) 和自热转化段 (方框 20)。方框 19 和 20 相对于方框 11 和 12 平行设置。

自热转化段 (方框 20) 以低能耗工作, 它可以包括催化剂床以促进碳氢化合物的转化反应。

方框 11-18 被一条流动线 1 贯穿, 它表示在通过不同反应段的通道内具有可变成分的气流。

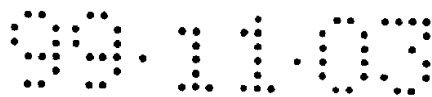
特别的是, 在初次转化段 (方框 11) 的入口处流动线 1 具有含有碳氢化合物的第一气流和含有水蒸汽的第一气流, 水蒸汽是借助流动线 2 供入流动线 1。

进入初次转化段 (方框 11) 的碳氧化合物最好为气体, 例如天然气。

流动线 3 指示含有氧的第一气流, 供给至第二转化段 (方框 12)。

通过初次转化段和顺序设置的二次转化段 (方框 11 和 12) 后碳氢化合物与供给气流 1 中所含水蒸汽与气流 3 中所含的氧一起反应, 从而获得含有  $CO$ ,  $CO_2$  和  $H_2$  的第一气体相。

离开二次转化段通过流动线 1 的气体相会再含有适宜量的氮 ( $N_2$ ), 为随后在方框 17 内氨水的合成所需要。



为此，含有由流动线 3 供给至方框 12 的氧的气流也含有氮。最好流动线 3 代表空气流。

根据希望的最终合成种类的不同，流动线 3 可用于供给不同性质的物质，例如在甲醇合成情况下，流动线 3 仅供给适宜量的氧至二次转化段。

气体相中所含一氧化碳离开方框 12 后通过高温和低温转化段（方框 13 和 14）转化为二氧化碳，随后在  $\text{CO}_2$  分离段（方框 15）分离，以及最后作为尿素合成用的反应物通过流动线 4 供给至方框 18。

离开方框 15，气体相实质上无  $\text{CO}$ ，以及  $\text{CO}_2$  通过合成气体净化段（方框 16）和随后以实际含有氢和氮气流的形式供给至氨水合成段（方框 17）。

生产的氨水离开方框 17，随后常常通过流动线 1 供给至尿素合成段（方框 18），在那里与来自  $\text{CO}_2$  分离段（方框 15）的二氧化碳反应。

因此，离开方框 18（流动线 1）的气流主要含有尿素。

有利的是，图 1 中的第二流动线 5 贯穿了方框 19 和 20。在预先转化段（方框 19）的入口处含有碳氢化合物的第二气流和含有水蒸汽的第二气流借助流动线 6 供给至流动线 5。

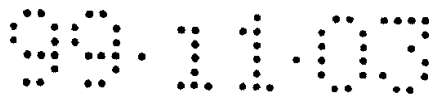
供给至此段的碳氢化合物可以是供给至转化段（方框 11 和 12）的同一种或者不同种，例如挥发油。

特别是由于存在预先转化段（方框 19），有可能方便地使用任何种类的碳氢化合物进行转化反应，同时达到降低能耗和供给水蒸汽消耗的效果。

这样一来，有可能在任何条件下和使用任何混合的碳氢化合物都可使该方法适合于制造合成气体。

方框 19 应作为任选方案考虑，特别是气体碳氢化合物，如天然气用于转化反应时，它是不需要的。

在此实施例中应该明确，完全没有必要供给全部含有碳氢化合物的第二气流和全部含有水蒸汽的第二气流至预先转化段（方框 19）。事实上，在某些情况下根据可用的工作条件和使用的碳氢化合物，更有利的是仅供给部分此种气流（例如 20% 和 80% 之间）至方框 19，而其余部



分直接供给至自热转化段（方框 20）。

此外，含有氧和此种情况下也含有氮，例如第二气流的空气被通过流动线 7 传送至自热转化段（方框 20），这与上述流动线 3 的情况类似。

通过预先转化段和自热转化段（方框 19 和 20）后碳氢化合物和流动线 5 中的水蒸汽反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  及可能含有  $\text{N}_2$  的第二气体相，它在  $\text{CO}$  转化段的上游与第一气体相（流动线 1）直接结合和一起通过图中其余的方框。

在图 1 所示的实施例中，流动线 5 进入高温转化段（方框 13）上游的流动线 1 内。无论如何，如果不是代表性的，也不排除可能把至少一部分来自自热转化段（方框 20）的第二气体相供至方框 13 和 14 之间低温  $\text{CO}$  转化段的上游位置。

通过流动线 7 把富氧空气供至方框 20 获得特别满意的结果。

这样做的结果是第二气体相中  $\text{CO}_2$  的含量及可供给至尿素合成段（方框 18）的  $\text{CO}_2$  的含量有利地增加了，从而改进了转化获得率。控制供给至自热转化段含有富氧空气的气流的浓度和供给速率，就有可能获得足够量的  $\text{CO}_2$  以便把全部制出的氨水转化为尿素，以及这个过程是与供给至方框 1 和 5 碳氢化合物的种类无关的。

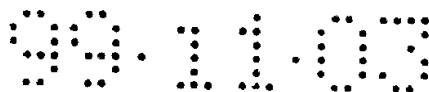
此外，在本方法中使用富氧空气可以减少供给至氨水合成段（方框 17）的惰性气体量，有利地提高此段的转化获得率。

根据本发明的另一实施例，可以预见，正如图中虚线 8 所示，使含有碳氢化合物的部分气流从流动线 1 转至流动线 5 供送至自热转化段（方框 20）。

以这种方式，当不要求实施本方法的设备有最大工作能力时，有可能进一步降低总能量消耗，因为自热转化段（方框 20）的加料可以调节至最大和供给至初次转化段（方框 11）的外部能量可以降低。

最好，分配给流动线 5 的碳氢化合物的第一气流占总量的 5% 和 60% 之间。

可代替的方案是，按照本发明一个非典型的实施例，流动线 8 在流动线 2 入口处下游的位置离开流动线 1。在这一情形下，除含有碳氢化合物的第一气流的一部分外，还有含有水蒸汽的第一气流的一部分供给



至流动线 5。

通常来说，按照本发明方法非常高的灵活性可使根据流动速率和生产的合成气体量来降低至初次转化段的加料，同时得到降低能耗的相应优点。

在此实施例中，获得特别满意的结果，降低了供给至初次转化段的碳氢化合物量，而同时又提高了供给至自热转化段的碳氢化合物量。

方框 11-20 指示的各段的工作条件以及其中发生化学反应的性质是通常的，本专业技术人员对此已熟悉，因此不用叙述。

按照本发明的合成气体的制造方法，含有碳氢化合物的第一气流和含有水蒸汽的第一气流被供给至（按流动线 1 和 2）初次转化段（方框 11），而含有氧和可能含有氮的第一气流被供给至（按流动线 3）二次转化段（方框 12）。碳氢化合物和水蒸汽在初次转化段内反应以及随后在二次转化段内与氧一起反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  和可能含有  $\text{N}_2$  的第一气体相。获得的气体相随后供给至一氧化碳转化段。

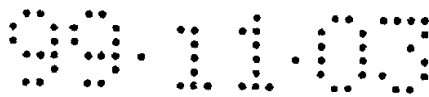
有利的是，根据本过程的以下步骤，含有碳氢化合物的第二气流，含有水蒸汽的第二气流以及含有氧和可能氮的第二气流（按流动线 5-7）被供给至自热转化段（方框 20），它相对于初次和二次转化段平行设置。碳氢化合物，水蒸汽和氧在自热转化段内反应，获得含有  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2$  和可能  $\text{N}_2$  的第二气体相，它又被供给至（按流动线 5）一氧化碳转化段。

根据本发明方法的另一实施例，它还具有一个步骤是将含有碳氢化合物的第二气流以及含有水蒸汽的第二气流在供给至自热转化段之前至少一部分供给至预先转化段（方框 19）。

根据本发明方法的另一实施例，它还具有一个步骤是将含有碳氢化合物的第一气流的一部分供给至（按流动线 8）自热转化段。

按照本发明制造合成气体的工厂具有图 1 所示方框 11-20 指示的各段。

在构成上述设备的入口处和单独段之间设置了适当的供给和连接装置。这些装置为已知的种类，例如导管，管道等。在图 1 中用流动线 1-8 表示。普通的热交换器在图 1 中未示出，在设备中也需要设置。



本发明一个特别重要的实施例是改造现有合成气体制造设备。

在这方面，本发明提供了一种此类合成气体制造设备的改造方法，它具有顺序连接的初次转化段，二次转化段和一氧化碳转化段（方框 11-14），方法最好具有以下步骤：提供与现有转化段平行设置的自热转化段（方框 20），以及适当的装置用以供给含有碳氢化合物的第二气流，含有水蒸汽的第二气流以及含有氧和可能含有氮的第二气流供至自热转化段，以及自热转化段和一氧化碳转化段之间的连接装置（流动线 5-7）。

由于采用本改造方法，有可能显著地提高现有设备的生产能力，例如由 20% 至 70%，而又不会使转化段过载以及如果不是降低最终也可保持低的能量消耗和工作费用。

此外，一旦改造完成，设备获得更高的灵活性，适合于以任何种类的碳氢化合物在任何条件下工作。

特别是有可能在平行设置的各转化段之间分配装料，以这样一种方式减少初次转化和从而优化能耗。

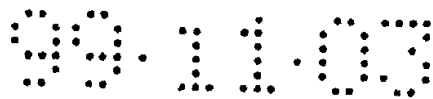
很重要的是指出，按照本发明的改造方法的优点是不需要增强或更换现有的转化段。

要补充说明的是，用于处理已产出的合成气体的各下游段不会遭受特殊的过载，在这种情况下如果要求，也仅是极少的和不昂贵的加入。应该指出，这些段可能的更换或实质的改进所需费用比改进一个甚至两个转化段低得多。

根据本改造方法的一个最佳实施例，供给至自热转化段（方框 20）的含有氧的第二气流（流动线 7）还含有富氧的空气，这样做的优点是有可能提高制造的  $\text{CO}_2$  的量，例如达到用于尿素合成的  $\text{CO}_2/\text{NH}_3$  化学计量比，而与供给的碳氢化合物的种类无关。

为了进一步降低能耗，按照本发明的改造方法有利地包括一个步骤，提供将含有碳氢化合物的第一气流的一部分供给至自热转化段（流动线 8）的装置。

代替的方案是与含有碳氢化合物气流的一部分一起，还将含有水蒸汽气流的一部分供给至流动线 5。在这种情况下供给至自热转化段的碳



氢化合物和水蒸汽最好取自流动线 1 已适当混合和预加热的气流。这样做的结果是有可能减少（如果不是消除）供给至自热转化段的反应剂用的混合和预加热的相应设备，同时保证节约能源和投资费用。

最后，按照本发明的改造方法的另一实施例还规定了一些步骤：提供预先转化段（方框 19），以及提供供给装置，将至少一部分含有碳氢化合物的第二气流以及含有水蒸汽的第二气流供给至该预先转化段，以及在预先转化段和自热转化段之间设置连接装置（流动线 5）。

采用这种方式有可能使用任何一种碳氢化合物作为碳和氢源来供给至自热转化段，而不影响其工作，相反，还会降低传送至该段的水蒸汽的量，从而节约能耗和使用费用。

### 实例

从下面实例可显示出按照本发明的改造方法的优点。

特别，对相对于制氨水的现有合成气体生产厂能力提高等于 50% 时的能量消耗进行了讨论。

该实例的结果是采用普通商用计算系统获得的。

现有的设备属于图 1 中方框 11-17 所示的那种，设计氨水平均日生产能力 1000 丈量吨。总能量消耗正常为 8300 卡丈量吨氨水。

使用天然气作为碳氢化合物源和供给至二次转化段的含有氧的气流还含有空气。

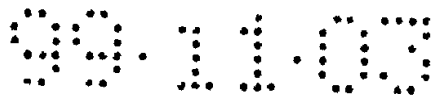
现有设备的初次和二次转化段的设计并未考虑提高能力 50%，但最多可以承受超过平均产量 10-15% 的非过载生产峰值。

按照本发明的改造方法，该设备的生产能力提高 50%，达到氨水日产量 1500 丈量吨，它增加了平行设置的适当尺寸的自热转化段，供以空气，水蒸汽，挥发油和一部分来自现有工厂的天然气气流（见图 1 方框 5-8, 20）。

装料最好以这种方式分配，60% 生产在现有转化步骤进行（日产 900 丈量吨）和其余 40% 在自热转化段进行（日产 600 丈量吨）。

由于本改造方法，惊人地发现不仅生产能力提高 50%，总能耗也相对于现有工厂降低了 2-3%，降至 8100 千卡/丈量吨氨水。

与旧技术进行的改造比较，它需要用具有增加 50% 生产能力的新



转化段来更换现有的初次和二次转化段，按照本发明的改造方法显得在降低能耗以及特别是降低投资费用两个方面均极为有利。

最后，值得强调的是，为了实现本方法，并不需要现有设备长期停工，因为自热转化段是与现有段平行设置的。以这种方式改造时，现有工厂可以一直工作到增加的段和一氧化碳转化段之间实现连接之前。

与此相反，按照原有技术，设备必须长期停工，以便进行转化段的改造或更换，从而带来相关的生产损失。

由上述公开的内容可以清晰地显现本发明达到的各种优点，特别是它能提供极为灵活的合成气体的制造方法，既易于实现，又可提高生产能力和降低使用及投资费用以及能耗。

说明书附图

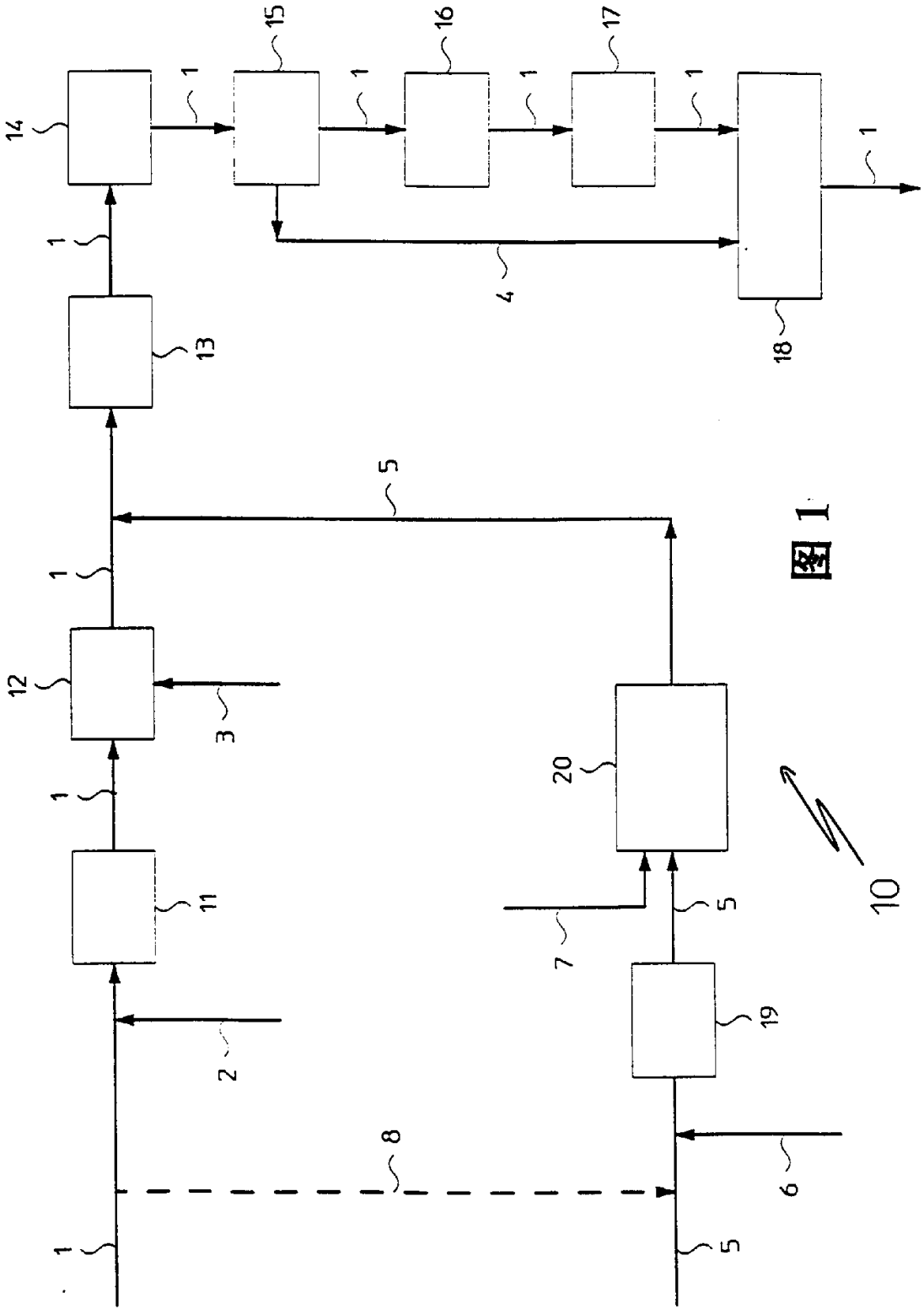


图 1



10