



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02813871.6

[43] 公开日 2004年9月1日

[11] 公开号 CN 1526050A

[22] 申请日 2002.7.8 [21] 申请号 02813871.6

[30] 优先权

[32] 2001.7.19 [33] EP [31] 01117470.3

[86] 国际申请 PCT/EP2002/007589 2002.7.8

[87] 国际公布 WO2003/008768 德 2003.1.30

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.9

[71] 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 弗兰克·汉尼曼

安德烈亚斯·海洛斯 迈克尔·胡思

伯索尔德·科斯特林

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

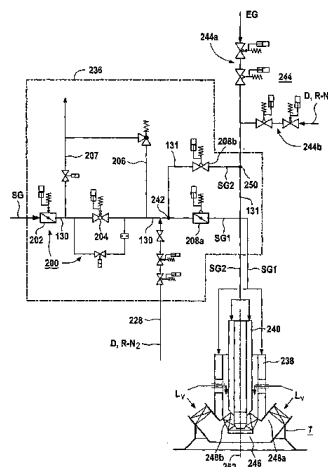
代理人 侯宇 陶凤波

权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 3 页

[54] 发明名称 运行燃气轮机的燃烧器的方法和发电厂设备

[57] 摘要

本发明涉及一种运行燃气轮机(2)燃烧器(7)的方法,在此方法中,一种矿物燃料(B)被气化以及该气化的矿物燃料(B)作为合成气(SG)供给为燃气轮机(2)配设的燃烧器(7)用于燃烧。在这里该合成气(SG)分成第一分流(SG1)和第二分流(SG2),这些分流(SG1、SG2)分别供给燃烧器(7)燃烧。本发明还涉及一种发电厂设备(3),尤其是燃气和蒸汽轮机设备(1),它包括矿物燃料(B)的气化装置(132)。



1. 一种运行燃气轮机(2)燃烧器(7)的方法, 其中, 矿物燃料(B)被气化以及该气化的矿物燃料(B)作为合成气(SG)供给为燃气轮机(2)配设的燃烧器  
5 (7)用于燃烧, 其特征在于: 该合成气(SG)分成第一分流(SG1)和第二分流(SG2), 以及这些分流(SG1、SG2)分别独立地供给该燃烧器(7)用于燃烧。
2. 按照权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 所述第一分流(SG1)和第二分流(SG2)经分别调整后输入所述燃烧器(7)。
3. 按照权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于: 在至少分流(SG1、  
10 SG2)之一中掺入天然气(EG)或蒸汽(D)用于改变热值。
4. 按照权利要求 1、2 或 3 所述的方法, 其特征在于: 所述分流(SG1、SG2)根据燃气轮机(2)要产生的功率调整。
5. 按照权利要求 1 至 4 之一所述的方法, 其特征在于: 在燃气轮机(2)最小负荷或无负荷运行时, 所述分流(SG1、SG2)之一为零。
- 15 6. 一种尤其用于实施按照权利要求 1 至 5 之一所述方法的发电厂设备(3), 其包括一个燃气轮机(2), 为它配设一个带有至少一个燃烧器(7)的燃烧室(6), 以及一个连接在燃烧室(6)上游的燃料系统(129), 该燃料系统包括一个矿物燃料(B)的气化装置(132)和一条从该气化装置(132)分出并通入燃烧室(6)的气体管(130), 其特征在于: 在该燃烧室(6)上游从该气体管(130)分出  
20 另一条气体管(131), 其中, 所述气体管(130)连接在燃烧器(7)的第一燃料通道(238)上, 以及另一气体管(131)连接在燃烧器(7)的一个在流动技术上与第一燃料通道(238)分开的第二燃料通道(240)上。
7. 按照权利要求 6 所述的发电厂设备(3), 其特征在于: 在所述气体管(130)和另一气体管(131)内分别设一调节附件(208a、208b), 通过它们可分别  
25 调整在所属燃料通道(238、240)内的燃料流量。
8. 按照权利要求 6 或 7 所述的发电厂设备(3), 其特征在于: 在所述气体管(130)内连接一气体锁(200), 它设在另一气体管(131)从该气体管(130)分叉点(242)的上游。
9. 按照权利要求 6、7 或 8 所述的发电厂设备(3), 其特征在于: 可通  
30 过一个输入装置(244)向另一气体管(131)供入天然气(EG)或蒸汽(D)。
10. 按照权利要求 6 至 9 之一所述的发电厂设备(3), 其特征在于: 可

向另一气体管(131)输入在所述气化装置(32)中产生的合成气(SG)。

11. 按照权利要求 6 至 10 之一所述的发电厂设备(3)，其特征在于，该发电厂设备被设计为燃气和蒸汽轮机设备(1)，其包括一个连接在燃气轮机(2)烟气侧下游的废热蒸汽发生器(30)，该废热蒸汽发生器的加热面连接在一个汽轮机(20)的水汽循环(24)内。

运行燃气轮机的燃烧器的  
方法和发电厂设备

5

本发明涉及一种运行燃气轮机燃烧器的方法，其中，矿物燃料在气化装置内被气化以及该气化的矿物燃料作为合成气供给为燃气轮机配设的燃烧器用于燃烧。本发明还涉及一种尤其用于实施该方法的发电厂设备，它包括一个燃气轮机，为它配设一个带有至少一个燃烧器的燃烧室。在该燃烧室上游连接有一个燃料系统，它包括一个矿物燃料气化装置和一条从该  
10 气化装置分出并通入燃烧室的气体管。

一个组合有矿物燃料气化装置的燃气和蒸汽轮机设备通常包括一个燃料的气化器，它在出口侧通过一些规定用于气体净化的部件与燃气轮机燃烧室连接。在该燃气轮机的烟气侧下游连接有一废热蒸汽发生器，其加热  
15 面连接在一个汽轮机的水汽循环内。例如由 GB-A2234984 或由 US 4697415 已知此类装置。

为了在燃烧气化的矿物燃料或合成气时降低有害物排放量，可在气体管内连接一饱和器，在所述设备运行时合成气在该饱和器内被加入水蒸气。为此，气化的燃料相对于一股水流逆流地流过该饱和器，这股水流在一个  
20 称为饱和器回路的水循环内导引。为了达到特别高的效率，在这里规定在饱和器回路内耦合入来自燃气和蒸汽轮机设备水汽循环的热量。

通过在饱和器内与在饱和器回路内导引的加热的水流接触，气化的燃料中水蒸气饱和并在有限的范围内被加热。在这里出自于热技术以及运行方面的原因，要求燃料在其输入燃气轮机的燃烧室内之前进一步被加热。

25 在 DE 19 832 293 A1 中介绍了一种燃气和蒸汽轮机设备，它有一台连接在燃气轮机烟气侧下游的废热蒸汽发生器。该废热蒸汽发生器的加热面连接在汽轮机的水汽循环中。为了组合用于燃气轮机燃烧室的矿物燃料的气化装置，在燃烧室上游通过燃料管连接一个燃料的气化装置。为了达到特别高的效率，在该气化装置与饱和器之间的燃料管内，除了一个用于掺  
30 合氮气的混合器外，还连接一个换热器的一次侧，该换热器的二次侧在饱和器与燃烧室之间同样连接在燃料管内。

由 WO 00/20728 可知一种与在 DE 19832293 A1 中所介绍的类似的燃气和蒸气轮机设备。在那里说明的燃气和蒸汽轮机设备应在使用油作为矿物燃料时也能有特别高的设备效率地运行。

为此，在 WO/20728 中，在燃料管内沿气化燃料的流动方向看，在一个将氮气掺入气化燃料的混合器上游，连接一个换热器的一次侧，该换热器的二次侧设计为流动介质的汽化器。该换热器的蒸汽侧与燃气轮机的燃烧室连接。

为了保证所述燃气和蒸汽轮机设备特别可靠地运行，应随时停止合成气向燃气轮机燃烧室的输入。为此，通常在燃烧室前的气体管内连接一快速锁闭附件。该快速锁闭附件在需要时在非常短的时间内阻断气体管，从而没有任何合成气能进入配属于该燃气轮机的燃烧室内。

基于有关的安全技术方面的规程，所述燃料系统通常包括一气体锁。该气体锁有两个附件，例如球形开关，它们可打开或关闭气体流路。在这两个附件之间连接一中间卸载装置或压力管。该中间卸载装置可以连接在一火焰上，通过它可以将多余的气体放出烧掉。作为中间卸载的替换方案可以连接压力管，它保证没有任何气体能经由该气体锁闭附件流入。因此，该气体锁将燃料系统气密地分隔为第一区或在该气体锁上游的气化系统以及第二区或在该气体锁下游的所谓燃气轮机燃料系统。

一个具有气化装置的燃气和蒸汽轮机设备不仅可以用例如由煤、工业残渣或垃圾生产的合成气运行，而且可以用二次燃料，例如天然气或油运行。在从合成气变换为二次燃料或相反时，出自于安全技术方面的原因，要求用一种惰性介质如氮或蒸汽冲洗气体锁和燃烧室之间的区域，亦即冲洗燃气轮机燃料系统。

为了按选择用来自气化装置的合成气或一种二次燃料或替代燃料运行一个燃气和蒸汽轮机设备，在配属于燃气轮机的燃烧室内的燃烧器必须设计为双燃料或多燃料式燃料器，它可以按需要加入合成气或二次燃料，例如天然气或燃油。在这里各种燃料经一个燃料通道供入燃烧区的燃烧器内。

本发明的目的是提供一种运行燃气轮机燃烧器的方法，用这种方法可达到更好的合成气运行。本发明的另一个目的是提供一种尤其用于实施此方法的发电厂设备。

本发明的第一个目的通过一种运行燃气轮机燃烧器的方法来实现，按

此方法，一种矿物燃料被气化以及该气化的矿物燃料作为合成气供给为燃气轮机配设的燃烧器用于燃烧，其中，该合成气分成第一分流和第二分流，以及这些分流分别独立地供给燃料器用于燃烧。

按本发明也完全可以采用多于两个的分流，它们分别独立地供入燃烧器燃烧。

本发明以下列认识为出发点：在加入燃料以用于燃烧的燃烧器内的燃料侧的压力损失越大，所述发电厂设备、例如具有组合在内的矿物燃料气化装置的燃气和蒸汽轮机设备的总效率就会越低。在这里，压力损失取决于燃烧器对于相应燃料气体的流动阻力或导流值。

当燃料气体流过一根管道时，在此过程中形成的压差与气体流量，例如与气体质量流量成比例。该比例系数称为流阻。该流阻的倒数称为导流值。由上述有关发电厂设备效率的考虑，存在必要性将这种燃烧器压力损失在设计状态，亦即例如在额定负荷，保持得尽可能低。但由此造成在燃气轮机功率很低时或在燃气轮机空载时会产生一个过低的燃烧器燃料侧的压力损失，以及面对火焰振荡所形成的燃烧不再具有足够的稳定性。因此对于这样设计的设备来说，其按合成气模式的负载运行，只允许在燃气轮机的基本负荷与取决于具体情况的最小部分负荷之间进行。

现在，采用本发明意味着按一条完全新的途径用合成气运行燃气轮机的燃烧器，其中，由矿物燃料气化形成的、与天然气相比含热量低的燃烧气体，分成至少两个分流分别单独地供给燃烧器用于燃烧。由此，显著扩大了燃料质量流量在燃料侧燃烧器压力损失允许范围内可调整的带宽，尤其与传统的燃烧器运行相比因而允许较低的燃料质量流量。通过将合成气分成第一分流和第二单独的分流或按选择分出更多的分流，燃料可在相应地不同的空间位置输入燃烧器燃烧。因此构成两个或多个燃烧区，它们配属于各自的合成气分流。

因此比较有利地避免了在合成气运行时基于过低的燃烧器燃料侧压力损失造成的燃烧不稳定性。此外，以后为了与合成气运行适配，尤其为了避免燃烧器或燃烧室轰响而采取的可能的复杂结构改造便可以省去。与只用一个合成气通道运行相比，分成至少两个分流向燃烧器加入合成气，通过调整和优化燃烧器运行方式，可以达到更好的可能性。在这里业已证实突出的优点是，在燃烧器内合成气的燃烧，通过调整这些分流，可以非常

有效和目标准确地调整和优化为燃烧器期望的运行模式，例如基本负荷或部分负荷或空载运行模式。由于扩大了运行调整的可能性，所以系统易于与变化的燃料边界条件相匹配。

5 通过这种新的运行方式，可以实施一种分级的合成气运行。这一方面可以在所有分流尤其是第一和第二分流的质量流量均相当大时，在全负荷情况下使通过燃烧器只有足够低的压力损失产生，以及另一方面也允许在只有一个流量较可观的合成气分流时使配设该燃烧器的燃烧室实施最小负荷或空负荷运行。在这里有利地第一分流或必要时另一些分流和第二分流，在分别流过燃烧器和流入各自的燃烧区时，有不同的导流值，因此在燃料  
10 质量流量预定的变化范围内，在燃烧器内达到一种与只有一个合成气流相比小得多的压力损失变化范围。因此，在燃烧器有相同设计时，由此设计的燃气轮机在基本负荷下的压力损失与其在最小负荷下（例如空转运行时）的压力损失的比值，要小于只有单个燃料气体流道情况下的压力损失比值。

按一项优选的设计，第一分流和第二分流经分别调整后输入燃烧器。  
15 采用这种设计，分流可以彼此独立调整，由此扩大燃烧器运行带宽。例如可以选择一种运行方式，其中，合成气的总气体质量流量保持常数，并且第一分流和第二分流鉴于要达到的燃烧功率和运行稳定性而彼此协调。

比较有利地是，往至少分流之一中掺入天然气或蒸气用于改变热值。根据需要，一个分流的热值可通过掺合天然气或蒸汽提高或降低。有利地，  
20 两个分流可彼此独立地通过加入蒸汽或另一种惰性介质，例如氮气惰性化。因此可针对合成气的两个分流调整热值，尤其可将分流的热值调整为不同的，由此可在各自的燃烧区通过燃烧实现相应地不同的热量转换。因此有利地提供了另一个自由度，亦即热值，它对于合成气的每一个分流可分别根据需要单独进行调整。

25 优选地，这些分流根据燃气轮机要产生的功率调整。在此用于用合成气运行燃气轮机燃烧器的方法中，业已证明特别有利的是，根据燃气轮机要产生的功率来调整分流，亦即尤其是调整它们各自的气体质量流量的大小或它们各自的单位热值。在这里，例如燃气轮机的功率可以在对于所有燃料通道设有一个共同的额定流量值的基础上预先予以确定，然后对于每个  
30 通道的燃料气体流量独立地在一个连接在下游的调整回路内根据上面早已说明的要求，例如在一闭合的调整回路内，相应于该额定值再调整。

优选地，在燃气轮机最小负荷或无负荷运行时，分流之一为零。因此这种运行模式可以通过阻断该合成气的一个分流供给燃烧器来实现。为此，有利地为燃气轮机的最小负荷或无负荷运行选出其中一个分流，这一分流可在考虑到一个为此所需的最小压力损失的情况下达到一个在流过燃烧器去燃烧区时相应的流动阻力。在流动阻力大时，即使选出的分流质量流量小，也能避免例如由于通过燃烧器的压力梯度过低造成燃烧的不稳定。

本发明针对发电厂设备的目的通过一种尤其用于实施上述方法的发电厂设备达到，此设备包括一个燃气轮机，为它配设一个具有至少一个燃烧器的燃烧室，该设备还包括一个连接在燃烧室上游的燃料系统，该燃料系统包括一个矿物燃料的气化装置和一条从气化装置分出并通入燃烧室的气体管，其中，在燃烧室上游从该气体管分出另一条气体管，以及，前述第一条气体管连接在燃烧室的第一燃料通道上，而另一条气体管连接在燃烧器的一个在流动技术与第一燃料通道分开的第二燃料通道上。

现在，可有利地利用一个在燃烧器上已存在的通常设计为具有典型地40000kJ/kg的高热值天然气的通道的第二燃料通道，附加地作为第二个在流动技术与第一燃料通道分开设置的合成气通道。因此，发电厂设备的燃烧器有两个合成气的燃料通道，该合成气在气化装置中通过气化矿物燃料制备，以及可通过这条气体管和另一条气体管分别供入各与之连接的燃料通道。第一燃料通道和第二燃料通道的合成气导流值可以是不同的，因此通过有目的地将合成气各个分流加入燃料通道，实现一种分级的，尤其是两级的燃料供给。此发电厂设备以特殊的方式设计用于燃烧含热量低的，例如来自作为矿物燃料的煤的气化装置的燃烧气体。通过分级的合成气供给，有利地扩大了在合成气运行时燃料质量流量在燃料侧燃烧器压力损失允许范围内可调整的带宽，并因而可以使燃烧器压力损失在全负荷运行时最小化或至少大大减少。

按一项优选的设计，在该第一气体管和另一气体管内分别设一调节附件，通过它们可分别调整在所属燃料通道内的燃料流量。在这里，这些具有合成气调节附件的气体管相互并行，所以每个附件分别调整各个去往与之配属的燃料通道的燃料气体分流。

优选地，在该第一气体管内连接一气体锁，它设在另一气体管从第一气体管分叉点的上游。

由此，一方面保证气体锁的功能，另一方面减少阻断和调节附件的数量。在另一气体管从该第一气体管分叉点的上游，在第一气体管内有利地设一快速锁闭附件或密封地关闭的附件。

所述具有气化装置的发电厂设备，不仅可以用例如由煤或残油制成的合成气运行，而且可以用二次燃料，例如天然气运行。在从合成气转换成二次燃料或相反时，出自于安全技术方面的原因，要求用惰性介质如氮气或蒸汽冲洗气体锁与燃烧室之间的区域，亦即冲洗燃气轮机燃料系统。这一要求在发电厂设备中例如可采取这样的措施达到，即，所述设在燃烧室上游连接在气体管内的气体锁包括一个快速锁闭附件、一个卸压或过压系统、以及一个气体锁附件。由此，在要供入燃烧室燃烧器的气体转换时，以特别可靠的方式保证将合成气或二次燃料以及必要时烟气从燃料系统中排挤出，因为有待冲洗的体积比较小。此外，在有待冲洗小的体积时，业已证明仅沿一个方向通过两个燃料通道冲洗便足够了，由此可取消冲洗过程复杂的调整机构。在转换为二次燃料，例如天然气时，另一气体管和附属的燃料通道的冲洗取消。只有在燃气轮机快速锁闭时才冲洗两个燃料通道，也许冲洗多个燃料通道。

有利地，冲洗只沿前进方向，亦即朝燃烧室或燃气轮机燃烧器的方向进行。冲洗过程可选择用蒸汽或氮气，例如纯氮实施。用氮气冲洗由于要冲洗的体积小所以特别经济。此外不必为了冲洗过程从设在发电厂设备中的汽轮机装置抽取任何蒸汽，由此可以大大提高发电厂设备的总效率。附加地可以取消使用高合金钢，因为不会产生腐蚀现象或只出现轻度的腐蚀现象。在发电厂设备中使要冲洗体积小可通过部件的紧凑布置达到。若气体锁和快速锁闭附件例如彼此并列，则快速锁闭附件可以承担设在气体锁内的附件之一的功能，从而可以取消此附件，以及燃气轮机燃料系统要冲洗的体积特别小。此外，由于燃料系统比较小的体积，可以使在超速时的减负荷大大简化，这尤其是基于在导引气体的部件内较小的惯性效果。

作为尤其设在另一气体管从原始气体管分叉点的上游并连接在该原始气体管内的气体锁的附件，通常使用球形开关或球阀。快速锁闭附件可例如设计为快速锁闭活门。但在这里取决于附件的结构尺寸可以使用任何一种快速关闭的附件，如适用的快速锁闭阀。由此，具有气化装置的发电厂设备在合成气运行时或在燃料转换为二次燃料时能特别可靠地工作。

按发电厂设备的一种优选的设计，可向另一气体管通过一个输送装置供入天然气或蒸汽。此另一条连接在燃烧器第二燃料通道上的气体管，可通过向该合成气内掺入天然气或蒸汽，调整用于第二燃料通道工作的热值。通过向合成气掺入天然气可提高热值。与之相反，通过向合成气掺入蒸汽则会降低热值。借助该输入装置，通过有目的地掺入天然气或蒸汽，可以使热值非常准确地与燃烧器期望的运行模式相匹配。

优选地，可向另一气体管输入合成气，该合成气尤其在气化装置内通过矿物燃料的气化形成。因此，另一气体管按需要可有目的地供入合成气、天然气、蒸汽或由不同燃料组成的混合气。

10 优选地，发电厂设备设计为燃气和蒸汽轮机设备，它包括一个连接在燃气轮机烟气侧下游的废热蒸汽发生器，它的加热面连接在一个汽轮机的水汽循环中。

发电厂设备的其他优点以与上述用于运行燃气轮机燃烧器的方法的优点类似的方式得出。

15 下面借助附图进一步说明本发明的实施方式。附图局部示意和未按尺寸比例地表示：

图 1 表示发电厂设备，其中在燃气轮机上游连接有一个具有气化装置的燃料系统；以及

图 2 表示图 1 的局部，它包括所属的燃气轮机燃烧器。

20 按图 1 的发电厂设备 3 设计为燃气和蒸汽轮机设备 1，其包括一个燃气轮机装置 1a 和一个蒸汽轮机装置 1b。该燃气轮机装置 1a 包括一个燃气涡轮 2 和连接的压气机 4 以及连接在燃气涡轮 2 上游的燃烧室 6，燃烧室与压气机 4 的压缩空气管 8 相连。燃烧室 6 有一燃烧器 7。燃气涡轮 2 和压气机 4 以及发电机 10 装在一公共的轴 12 上。

25 汽轮机装置 1b 包括汽轮机 20 和与之连接的发电机 22，以及在水汽循环 24 内包括连接在汽轮 20 下游的凝汽器 26 和废热蒸汽发生器 30。汽轮机 20 由第一压力级或高压部分 20a 和第二压力级或中压部分 20b 组成。此外设第三压力级或汽轮机 20 的低压部分 20c，这些压力级 20a、20b、20c 通过一公共的轴 32 驱动发电机 22。

30 为了将在燃气涡轮 2 内膨胀后的工质 AM 或烟气输入废热蒸汽发生器 30，在废热蒸汽发生器 30 的进口 30a 连接废气管 34。来自燃气涡轮 2 经膨

胀的工质 AM，经由废热蒸汽发生器 30 的出口 30b，朝图中未进一步表示的烟囱的方向离开废热蒸汽发生器 30。

废热蒸汽发生器 30 包括一个冷凝水预热器 40，它的进口侧通过冷凝水管 42 连接在一个冷凝水泵装置 44 内，可供来自凝汽器 26 的冷凝水 K。

- 5 冷凝水预热器 40 在出口侧通过一管道 45 与给水箱 46 连接。此外，为了按需要迂回绕过冷凝水预热器 40，冷凝水管 42 可经一条图中未表示的旁路管直接与给水箱 46 连接。该给水箱 46 通过一管道 47 连接在一台有中压抽汽点的高压给水泵 48 上。

- 10 高压给水泵 48 将从给水箱 46 流出的给水 S 置于一个适用于水汽循环 24 内为汽轮机 20 高压部分 20a 配设的高压级 50 的压力水平。处于高压下的给水 S 可通过给水预热器 52 供给高压级 50，给水预热器 52 出口侧通过一条可用阀 54 截止的给水管 56 连接在高压汽包 58 上。高压汽包 58 与设在废热蒸汽发生器 30 内的高压汽化器 60 连接以构成水汽循环 62。为了排出新蒸汽 F，高压汽包 58 连接在一个设在废热蒸汽发生器 30 中的高压过热器 64 上，后者的出口侧与汽轮机 20 高压部分 20a 的蒸汽进口 66 连接。

- 15 汽轮机 20 高压部分 20a 的蒸汽出口 68，通过一个中间过热器 70 连接在汽轮机 20 中压部分 20b 的蒸汽进口 72 上。中压部分 20b 的蒸汽出口 74，通过一联通管 76 与汽轮机 20 低压部分 20c 的蒸汽进口 78 连接。汽轮机 20 低压部分 20c 的蒸汽出口 80，通过一根蒸汽管 82 与凝汽器 26 连接，由此  
20 形成一个闭合的水汽循环 24。

- 此外，从高压给水泵 48 在一个冷凝水 K 已达到中间压力的抽汽点分出一条支管 84。此支管通过另一个给水预热器 86 或中压省煤器与水汽循环中为汽轮机 20 中压部分 20b 配设的中压级 90 连接。为此，第二给水预热器 86 在出口侧通过一条可用阀 92 截止的给水管 94 连接在中压级 90 的中压汽包 96 上。中压汽包 96 与一个设在废热蒸汽发生器 30 内设计为中压汽化器的加热面 98 连接以形成水汽循环 100。为了排出中压新蒸汽 F'，中压汽包 96 通过蒸汽管 102 连接在中间过热器 70 上，并因而与汽轮机 20 中压部分 20b 的蒸汽进口 72 连接。

- 30 从管道 47 分出另一条设有低压给水泵 107 和可用阀 108 截止的管道 110，它连接在水汽循环 24 中为汽轮机 20 低压部分 20c 配设的低压级 120 上。该低压级 120 包括一低压汽包 122，它与一个设在废热蒸汽发生器 30

内设计为低压汽化器的加热面 124 连接以构成水汽循环 126。为了排出低压新蒸汽 F<sup>n</sup>，低压汽包 122 通过其中连接一低压过热器 128 的蒸汽管 127 连接在联通管 76 上。因此燃气和蒸汽轮机设备 1 的水汽循环 24 在本实施例中包括三个压力级 50、90、120。但作为替换方案也可以设较少的尤其两个压力级。

燃气轮机装置 1a 针对用原煤气或通过气化矿物燃料产生的气化的合成气 SG 运行设计。作为合成气 SG 可例如采用气化的煤或气化的油。为此，燃气轮机装置 1a 包括一个燃料系统 129，通过它可向在为燃气涡轮 2 配设的燃烧室 6 内的燃烧器 7 供入合成气 SG。燃料系统 129 包括一气体管 130，它将气化装置 132 与燃气轮机的燃烧室 6 连接起来。该气化装置 132 可通过一个加料系统 134 供入煤、天然气或油作为矿物燃料 B。此外，汽化系统 129 还包括一些部件，它们在气化装置 132 与燃气轮机 2 的燃烧室 6 之间连接在气体管 130 内。

在燃烧室 6 的上游，从气体管 130 分出另一气体管 131，此气体管 130 与另一气体管 131 分别连接在燃烧室 6 的燃烧器 7 上。合成气 SG 可通过气体管 130 和另一气体管 131 分成第一分流 SG1 和第二分流 SG2。合成气 SG 的分流 SG1、SG2 因而可分别供给燃烧器 7 用于燃烧。其中第一分流 SG1 可通过气体管 130 供入，而第二分流 SG2 通过另一气体管 131 供入。在这里，另一气体管 131 在一个图 2 中详细表示的区域 236 内从气体管 130 分出。在此区域 236 的下游，气体管 130 和另一气体管 131 按流动技术基本上并联并连接在燃烧器 7 上不同的连接位置上，所以分流 SG1、SG2 在流动技术上彼此分开以及可彼此独立地供入燃烧器 7。

为了制备矿物燃料 B 气化所需的氧 O<sub>2</sub>，在气化装置 132 上游通过氧气管 136 连接一个属于燃料系统 129 的空气分解装置 138。该空气分解装置 138 在进口侧可加入空气流 L，它由第一空气分流 L1 和第二空气分流 L2 组成。第一空气分流 L1 可以从压气机 4 内经压缩的空气中抽取。为此，空气分解装置 138 在进口侧连接在抽气管 140 上，抽气管 140 在分叉点 142 从压缩空气管 8 分出。此外在抽气管 140 中汇入另一空气管 143，其中连接一附加的空气压缩机 144 以及通过空气管 143 可将第二空气分流 L2 供入空气分解装置 138。因此在本实施例中，流入空气分解装置 138 的总空气流 L 由从压缩空气管 A 分出的空气分流 L2 和由附加的空气压缩机 144 输送的空气

分流 L2 组成。这样一种线路方案也称为部分组合式设备结构方案 (teilintegriertes Anlagenkonzept)。按一种作为其替换形式的设计, 亦即所谓的全组合式设备结构方案(vollintegrierten Anlagenkonzept), 可以取消另一空气管 143 连同附加的空气压缩机 144, 所以空气分解装置 138 的供气完全通过从压缩空气管 8 抽取的空气分流 L1 进行。

在空气分解装置 138 内, 在空气流 L 分解时除氧气  $O_2$  外获得的氮气  $N_2$ , 通过连接在空气分解装置 138 上的氮输送管 230 输入混合器 146, 以及在那里与合成气 SG 掺合。在这里, 混合器 146 设计用于氮  $N_2$  与合成气特别均匀并因此无缕束地混合。混合器 146 按选择和和氮内有较低氧含量时的其他设计方案中, 必要时也可以取消。

从气化装置 132 流出的合成气 SG 通过气体管 130 首先进入合成气废热蒸汽发生器 147, 在那里通过与一种流动介质热交换进行合成气 SG 的冷却。在此热交换时产生的高压蒸汽以图中未进一步表示的方式供入水汽循环 24 的高压级 50 内。

沿合成气 SG 的流动方向看, 在合成气废热蒸汽发生器 147 下游和混合器 146 上游, 气体管 130 连接一合成气 SG 除尘装置 148 和一除硫装置 149。在另一种设计中, 尤其在气化的油作为燃料的情况下, 也可设一煤烟清洗装置取代除尘装置 148。

为了在设在燃烧室 6 内的燃烧器 7 中燃烧气化的燃料 B 时有害物排放量特别小, 规定在进入燃烧室之前在气化的燃料 B 中加入水蒸汽。这可按热技术方面特别有利的方式在一饱和器系统中进行。为此, 在气体管 130 内连接一饱和器 150, 要气化合成气 SG 的燃料 B 在其中与要加热的饱和器水 W 逆流导引。饱和器水 W 在一个连接在饱和器 150 上的饱和器循环 152 内循环, 在此饱和器循环 152 内连接一循环泵 154 以及一个换热器 156 用于预热给水 W。换热器 156 在一次侧加入在水汽循环 24 中压级 90 经预热的给水。为了补偿在气化的燃料饱和时产生的饱和器水 W 的损失, 在饱和器循环 152 上连接一输入管 158。

沿合成气 SG 流动方向看在饱和器 150 下游, 在气体管 130 内连接一个起合成气-混合气换热器作用的换热器 159 二次侧。换热器 159 一次侧在除尘装置 148 前的一个地点同样连接在气体管 130 内, 所以流入除尘装置 148 的合成气 SG 将其一部分热量传递给从饱和器 150 流出的合成气 SG。

合成气 SG 在进入除硫装置 149 前通过换热器 159 的这种导引,即使另一些部件在线路设计方面改变时也能采用。尤其在接入一个煤烟清洗装置时,换热器 159 优选地可在合成气侧设在煤烟清洗装置的下游。

在饱和器 150 与换热器 159 之间,在气体管 130 内连接另一换热器 160 的二次侧,它的一次侧可给水加热或蒸汽加热。通过设计为合成气-纯燃气换热器的换热器 159 和换热器 160,即使在燃气和蒸汽轮机设备 1 不同的运行状态下,也能保证流入燃气轮机 2 燃烧室 6 燃烧器 7 内的合成气特别可靠地预热。为了冷却压缩空气供入空气分解装置 138 内也称为抽气的分流 L1,在抽气管 140 内连接换热器 162 一次侧,它的二次侧设计为流动介质 S'的中压汽化器。换热器 162 为构成汽化器循环 163 与设计为中压汽包的水汽汽包 146 连接。此水汽汽包 164 通过管道 166、168 与配属于水汽循环 100 的中压汽包 96 连接。作为替换方式,换热器 162 二次侧也可以直接连接在中压汽包 96 上。也就是说,在本实施例中,水汽汽包 164 间接地与设计为中压汽化器的加热面 98 连接。为了补给已汽化的流动介质 S',在水汽汽包 164 上还连接一给水管 170。

沿压缩空气分流 L1 流动方向看在换热器 162 下游在抽气管 140 内连接另一个换热器 172,它的二次侧设计为流动介质 S''的低压汽化器。在这里为构成汽化器循环 174,换热器 172 连接在设计为低压汽包的水汽汽包 176 上。在本实施例中,水汽汽包 176 通过管道 178、180 连接在为水汽循环 126 配设的低压汽包 122 上,并因而间接地与设计为低压汽化器的加热面 124 连接。作为替换方式,水汽汽包 176 也可以按其他恰当的方式连接,此时,从水汽汽包 176 提取的蒸汽可作为工业用汽和/或作为加热用蒸汽供给辅助消耗器。按再一种作为替换方式的设计,换热器 172 也可以在二次侧直接连接在低压汽包 122 上。此外,水汽汽包 176 连接一给水管 182。

汽化器循环 163、174 可分别设计为强制循环,其中,流动介质 S'或 S''的循环通过循环泵保证,以及流动介质 S'、S''在设计为汽化器的换热器 162 或 172 中至少部分汽化。但在本实施例中不仅汽化器循环 163 而且汽化器循环 174 均分别设计为自然循环,在这种情况下流动介质 S'或 S''的循环通过在气化过程中形成的压差和/或通过各自换热器 162 或 172 及各自水汽汽包 164 或 176 的地理学配置保证。在此设计中,在汽化器循环 163 或在汽化器循环 174 内,分别仅连接一台未在图中进一步表示的尺寸比较小的循

环泵用于系统的起动。

为了在饱和器循环 152 内耦合入热量,除了可加入在给水预热器 86 下游分出的已加热的给水 S 的换热器 156 外还设一饱和器水换热器 184,它的一次侧可加入来自给水箱 46 的给水 S。为此,饱和器水换热器 184 一次侧在进口端通过管道 186 与支管 84 连接,以及在出口端通过管道 88 与给水箱 46 连接。为了重新加热从给水换热器 184 流出的已冷却的给水 S,在管道 188 内连接一附加的换热器 190,它的一次侧在抽气管 140 内连接在换热器 172 下游。通过这样的布局,可达到从抽气中回收特别大的热量并因而可达到燃气和蒸汽轮机设备 1 特别高的效率。沿空气分流 L1 的流动方向看,在换热器 172 与换热器 190 之间从抽气管 140 分出一条冷却空气管 192,通过它可向燃气轮机 2 供入经冷却的分流 L 的一个分量 L',作为冷却空气用于叶片冷却。这一实施形式偶然见到使用。

在燃气和蒸汽轮机设备 1 运行时向燃气轮机 2 的燃烧器 7 供入合成气 SG,它通过在气化装置 132 内气化矿物燃料 B 获得。在这里,合成气 SG 在区域 236 内分成第一分流 SG1 和第二分流 SG2,以及分流 SG1、SG2 分别供入燃烧器 7 用于燃烧。第一分流 SG 和第二分流 SG2 可分别经调整供给燃烧器 7。

在图 2 中详细表示了以燃气轮机 2 燃烧器 7 的合成气运行为基础的线路方案。图 2 主要表示按图 1 的区域 236 的放大图和与放大表示的燃烧器 7 相应的连接。燃烧器 7 设在燃烧室 6 内,燃烧室 6 配属于燃气轮机 2(见图 1)。在区域 236 内,在分叉点 242 从气体管 130 分出另一气体管 131。燃烧器 7 有一燃烧器轴线 252,沿此轴线延伸第一燃料通道 238 和在流动技术与第一燃料通道 238 分开的第二燃料通道 240。此外,燃烧器有一燃烧腔 246,在其中形成第一燃烧区 248a 和第二燃烧区 248b。第一燃烧区 248a 配属于第一燃料通道 238,以及第二燃烧区 248b 配属于第二燃料通道 240。在这里,这些燃烧区 248a、248b 在空间上可以至少部分重叠。燃料通道 238、240 沿径向彼此隔开间距地绕燃烧器 7 的燃烧器轴线 252 布置,其中,燃烧通道 238、240 分别构成一圆柱形环腔。在燃烧器 7 运行时给它加入燃烧空气  $L_v$ ,它通过压缩空气管 8 从压气机 4 提取(见图 1)。此外,气体管 130 与第一燃料通道 238 连接,以及另一气体管 131 连接在第二燃料通道 240 上,所以合成气 SG 的第一分流 SG1 供入第一燃料通道 238,而合成气 SG 的第

二分流 SG2 供入第二燃料通道 240 用于燃烧。其中，在第一燃烧区 248a 内的第一分流 SG1 和在第二燃烧区 248b 内的第二分流 SG2 中加入燃烧用空气 L 并燃烧，在此过程中形成热燃气，将热燃气输入燃气涡轮 2。

在按图 1A 的燃料系统 129 起动时需要冲洗。这按下列方式进行：在一个或多个步骤中，燃料-气化系统 129 的第一和第二区分别用氮气  $N_2$  冲洗。气化系统或第一区及燃气轮机燃料系统或第二区，在这里通过图 2 中表示的在区域 236 中的气体锁 200 彼此分开。气体锁 200 连接在气体管 130 中，其中此气体锁 200 设在另一气体管 131 从气体管 130 分叉点 242 的上游。气化系统本身包括气化装置 132 直至气体锁 200，以及燃气轮机燃料系统包括气体锁 200 和连接在下游的部件直至燃气轮机 2 具有燃烧器 7 的燃烧室 6。

气体锁 200 包括一个设在气体管 130 内的快速锁闭附件 202，在它下游直接连接设计为球形开关的气体锁闭附件 204。通过废气管 207 将关闭气化装置 132 后冲洗时的余气或在冲洗饱和器 150 和连接在下游的换热器时的余气向一个火焰排出。有附属的附件的废气管 207 起气体锁 200 的卸压系统 206 的作用。气体管 130 可借助气体锁 200 气密地截止，并在需要时可借助快速锁闭附件 202 在特别短的时间内关闭。

在气体锁 200 下游直接连接一个连接在气体管 130 内的调节附件 208a，通过它可调整合成气 SG 去燃烧器 7 的第一分流 SG1。另一个调节附件 208b 连接在从气体管 130 分出的另一气体管 131 内。通过调节附件 208b 可调整合成气 SG 去燃烧器 7 的第二分流 SG2。

为了用氮气  $N_2$  冲洗气化系统或燃料系统第一区，亦即从气化装置 132 至气体锁 200，采用来自空气分解装置 138 的纯氮气  $R-N_2$ 。为此，在空气分解装置 138 内在分解空气流 L 时除了氧  $O_2$  以外产生的氮，作为纯氮气  $R-N_2$  通过输入管 210 从空气分解装置 138 排出。从第一输入管 210 分出一条可用阀 212 截止的支管 214，它为了冲洗燃料系统 129 的第一区汇入矿物燃料的气化装置 132。

为了用氮气  $N_2$  作为冲洗剂冲洗燃气轮机燃料系统第二区，同样采用纯氮气  $R-N_2$ 。为此，输入管 210 汇入氮贮罐 220。除此之外还在输入管 210 内汇入一条可用阀 222 截止的备用管 224，它的进口端与一个纯氮气  $R-N_2$  的应急充填系统 226 连接。通过使氮贮罐 220 不仅与空气分解装置 138 而且与应急充填系统 226 连接，使它既可装填来自空气分解装置的纯氮  $R-N_2$ ，

也可装填来自应急充填系统 226 的纯氮  $R-N_2$ 。因此，即使在空气分解装置 138 故障时，仍能特别可靠地保证冲洗气化系统 129。在这里应如此确定氮贮罐 226 的尺寸：它能满足冲洗过程对纯氮  $R-N_2$  的要求和包括足够大的备用容积。氮贮罐 226 出口侧通过冲洗管 228 与气体管 130 连接。冲洗管 228 在气体管 130 内的入口设在合成气 SG 下游直接在气体锁 200 后面，亦即在气体锁附件 204 后面的区域内。

为了输入在空气分解装置 138 内产生的不纯的氮气  $U-N_2$ ，从空气分解装置 138(图 1)分出第二输入管 230，它汇入混合器 146 内。为了降低燃气轮机  $NO_x$  排放，在混合器 146 中在合成气 SG 内掺入不纯的氮气  $U-N_2$ 。在这里，混合器 146 设计用于氮气  $N_2$  与合成气 SG 特别均匀和无缠束地混合。

在燃气轮机 2 每一次从合成气 SG 转换为二次燃料时，这相应于输入燃烧室 6 燃烧器 7 的燃烧气体的一次转换，规定用氮气冲洗燃气轮机燃料系统 129。通过此冲洗过程，出自于安全技术方面的原因，必须将处于燃气轮机燃料系统 129 内的合成气 SG 基本上完全排挤掉。

在合成气运行时，亦即在燃烧合成气 SG 时，合成气按分流 SG1 和 SG2 输入图 2 中表示的配属的燃料通道 240、238 用于燃烧，此时可在第二分流 SG2 中掺入天然气 EG 或蒸汽 D。由此可按照要求提高或降低用于运行第二燃料通道 240 的第一分流 SG1 的热值。为此设一输入装置 244，它包括天然气输入系统 244a 和另一个用于蒸汽 D 或纯氮  $R-N_2$  的输入系统 244b。输入装置 244 在区域 236 内的连接点 250 处连接在另一气体管 131 上，所以可以按需要通过输入装置 244 在另一气体管 131 内并向第二燃料通道 240 加入一种相应的流体。在这里有利的是第二燃料通道 240 独立于第一燃料通道 238 供给合成气 SG。此外，分流 SG1、SG2 可通过冲洗管 228 或输入装置 244 的另一个输入系统 244b 彼此独立地加入纯氮  $R-N_2$  或蒸汽 D 并因而可冲洗。因此两个合成气分流 SG1、SG2 可以具有可调整的不同的热值地运行。为第二燃料通道 240 配设的输入系统 244 在这里完成两个任务，亦即，在天然气运行时降低  $NO_x$  以及在合成气运行时有目的地调整热值并在工作中控制燃烧。

采用这种用于运行燃烧器 7 的新方法和所说明的结构设计方案，可以实施用合成气 SG 分级式运行一个发电厂设备 3。这种合成气运行的特点一方面在于在满负荷情况下，当两个燃料通道 238、240 各自流过分流 SG1、

SG2 时足够低的压力损失。另一方面在于，即使燃气轮机 2 用合成气 SG 在最小负荷或空负荷下运行，所要求的最低压力损失仍能通过在需要时仅仅利用例如第二燃料通道 240 保证。为此，通过第二燃料通道 240 相应的结构设计和确定尺寸，第二燃料通道 240 有比第一燃料通道 238 更大的流动阻力。可以有不同流阻的两个燃料通道 238、240 的同时利用，可以在输入燃烧器 7 的整个燃料质量流量预定的变化范围内，使压力损失有一个与迄今已知的系统相比小得多的变化范围。因此，与单燃料通道设计方案的情况相比，燃气轮机 2 在其基本负荷时的压力损失与其最小负荷例如空负荷时的压力损失的比值更小，在单通道方案中只有一个合成气流输入燃烧器 7 用于燃烧。

通过借助为第二燃料通道 240 配设的输入装置 244 调整合成气 SG 的稀释比，可以使第一燃料通道 238 稳定化，第一燃料通道可以起合成气 SG 主通道的作用。在合成气 SG 的第二分流 SG2 通过第二燃料通道 240 较少稀释时，第二燃烧通道 240 可起必要时大大稀释的第一燃料通道 238 的先导火焰的作用。此外，通过有目的地对稀释比施加影响存在着这样的可能性：在不复杂地改变燃烧器 7 几何结构的情况仅通过分流 SG1、SG2 的轮流调整非常有效地影响火焰振荡。采用按本发明的方法运行的燃烧器 7 的双流道设计方案，可以特别有利的方式调整燃烧特性。因此在燃烧振荡和燃烧器温度方面优化燃烧特性的可能性，可通过适应相关的运行调整显著改善。

本发明的特点尤其在于，燃烧器 7 的至少一个燃料通道，例如第二燃料通道 240，可按双重功能利用，亦即在合成气运行时作为合成气通道或在以另一种气态燃料 B 例如天然气运行时作为该另一种气态燃料，例如天然气的燃料通道。也可以向燃料通道输入由合成气和天然气以及必要时添加蒸汽组成的混合气，以实现一种新型的混合运行。





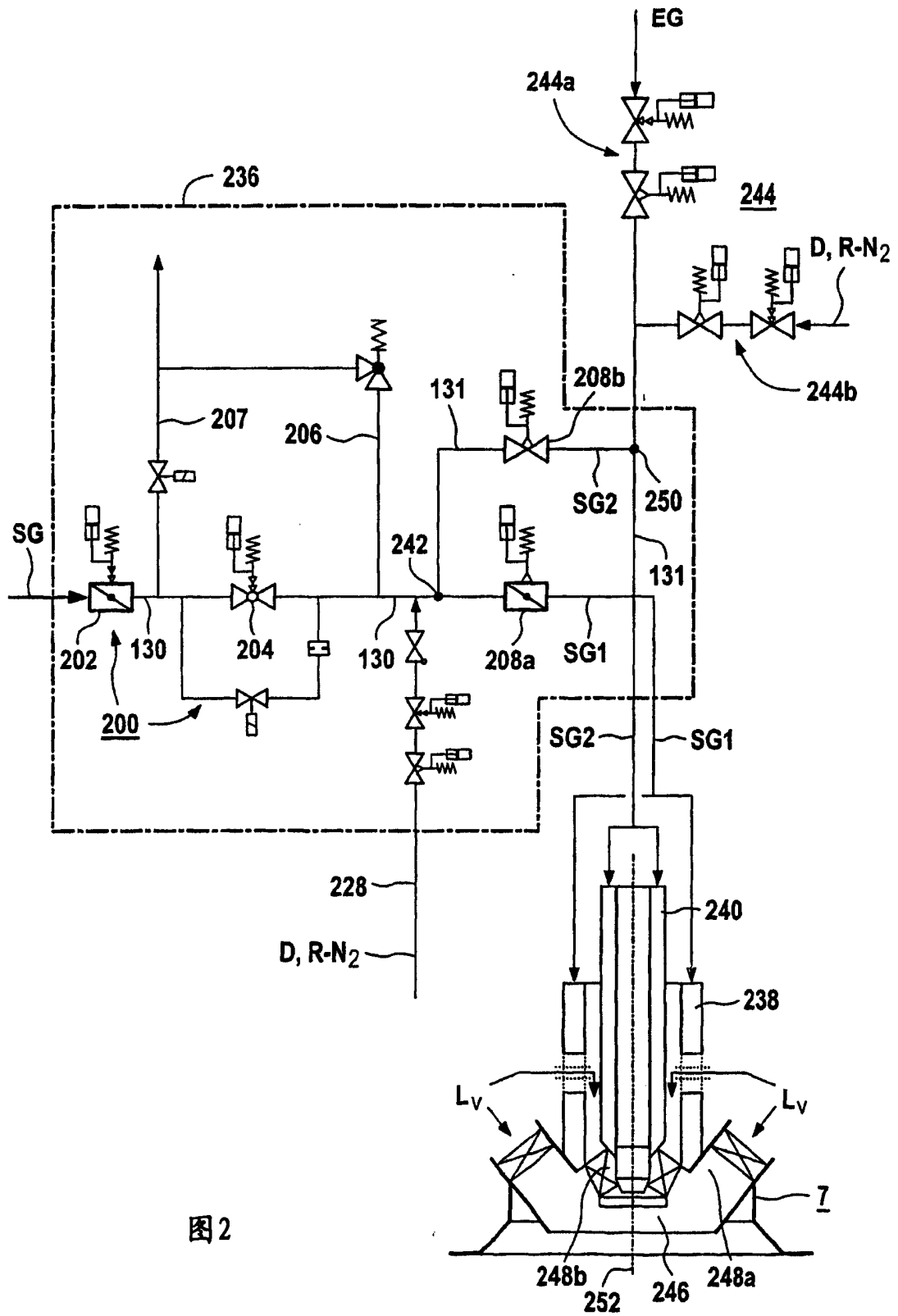


图 2