

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 53/78

C10K 1/12



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99100992.4

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1104933C

[22] 申请日 1999.1.21 [21] 申请号 99100992.4

[30] 优先权

[32] 1998. 1.29 [33] JP [31] 032029/1998

[71] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 多谷淳 洲崎诚 冲野进

本城新太郎

[56] 参考文献

JP06293888A 1994.10.21 B01D53/34

JP06293888A 1994.10.21 B01D53/34

JP63123801 A 1988.05.27 B01D53/34

US5180285A 1993.01.19 B63H1/26

审查员 张麦红

[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

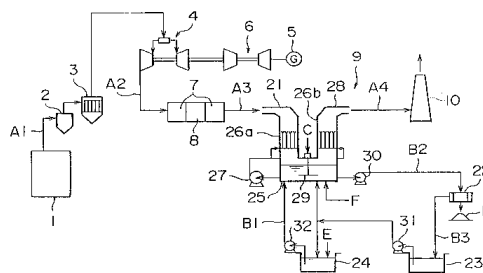
代理人 何腾云

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 气化发电工艺方法及设备

[57] 摘要

一种气化发电工艺方法，其特征是：用煤炭或石油气化制得的燃气作为燃气轮机的燃料来进行发电，其方法包括以下步骤：燃气的除尘；将燃气作为燃料直接引入燃气轮机进行发电；以及使燃气轮机排出的废气经过至少包括脱硫在内的气体净化处理。本发明的气化发电工艺，经济实用，且使排出的废气具有较高的纯净度并显著提高其热效率，而且，使得包括脱硫在内的燃气净化处理设备结构大大地得到简化。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

1. 一种气化发电工艺方法，其特征是：用煤炭或石油气化制得的燃气作为燃气轮机的燃料来进行发电，所述的工艺方法包括以下步骤：

燃气除尘；

将燃气作为燃料直接引入燃气轮机进行发电；

以及使燃气轮机排出的废气经过至少包括脱硫在内的气体净化处理，所述气体净化处理是采用基于湿石灰-石膏法的废气处理方法。

2. 一种气化发电设备，包括气化煤炭或石油的气化炉、用于将气化炉制得的燃气除尘的除尘设备、将由所述除尘设备出来的燃气作为燃料直接引入进行发电的燃气轮机、以及使所述燃气轮机排出的废气经过至少包括脱硫在内的气体净化处理的气体净化装置，与燃气和废气接触的所述燃气轮机材料表面涂有保护层，至少可以防止燃气中所含杂质的腐蚀。

气化发电工艺方法及设备

本发明涉及气化发电技术如煤炭气化发电技术，特别是涉及一种利用非常简单而经济的设备使燃气净化的技术。

近几年来，由于石油资源的消耗和石油价格的提高，提倡燃料多样化，因此煤炭和重油的利用技术迅猛发展。例如，将煤炭和重油气化来发电的技术受到重视。此外，利用煤炭和重油气化所获的燃气来发电比传统的利用煤炭和石油的火力发电效率要高得多，因此从有限资源的有效利用的观点来看，这些技术也受到关注。

但是，煤炭和重油气化所获得的燃气中包含着百万分之（ppm）几百至几千的含硫化合物（主要是硫化氢）。因此，为了防止环境污染或设备腐蚀，通常燃气中的这些有害成分在上游工艺过程中尽可能地予以去除。

在通常所知的去除这些含硫化合物的工艺方法中，例如，日本专利临时公开号63-123801和1-254226中所描述的干式燃气提纯法，从热力节约的角度来看，具有一定的优点。

根据该方法，用一种金属（例如：铁）氧化物作为吸附剂来吸附燃气中的含硫化合物，并以硫化物的形式排除，而降低了吸附力的吸附剂可通过用含氧气体焙烧的方法来还原，将含有焙烧反应过程中形成的二氧化硫的再生气体通入反应器中，与含钙化合物浆液气液接触，完成对二氧化硫的吸附，并且形成石膏沉淀物作为副产品。

另外，例如日本专利临时公开号6-293888所描述的湿式燃气提纯法，在提纯效能方面具有一定的优点。

根据该方法，可通过将燃气与一种含硫化合物吸收液气液接触，使吸收液吸收燃气中的含硫化合物，并加热吸收液而释放出含有含硫化合物的再生气体的方法来去除燃气中的含硫化合物。然后，点燃这种再生

气体使其转变为含有二氧化硫的烟气，且通过湿石灰-石膏法来吸收烟气中的二氧化硫并制得石膏。

在气化发电过程中使用上述任意一种通常的燃气提纯技术具有以下优点：可使发电设备排出的废气有较高的纯净度和产生可利用的石膏。

但是，由于燃气提纯设备结构较复杂，从而使发电厂减小占地空间和降低成本受到限制，因此，从使气化发电生产过程更为经济的目的出发，对上述技术的进一步改进显得更为迫切。

此外，干式燃气提纯法具有不能获得高纯净度（例如：高脱硫度）的缺点，湿式燃气提纯法则有在燃气提纯过程中由于燃气与吸收液相接触冷却而引起热效率降低的缺点。

本发明的一个目的是提供一种经济实用的气化发电工艺方法或气化发电设备，使排出的废气具有较高的纯净度并显著提高其热效率，而且，使得至少包括脱硫在内的燃气净化处理设备结构大大地得到简化。

根据本发明的第一个目的，为实现上述发明目的，提供一种气化发电工艺方法，其特征是：用煤炭或石油气化制得的燃气作为燃气轮机的燃料来进行发电，所述的工艺方法包括以下步骤：燃气除尘；将燃气作为燃料直接引入燃气轮机进行发电；以及使燃气轮机排出的废气经过至少包括脱硫在内的气体净化处理过程。

在这种气化发电工艺方法中，上述气体净化处理最好是采用湿石灰-石膏法的废气处理法。

根据本发明的第二个目的而提供一种气化发电设备，其包括气化煤炭或石油的气化炉，用于气化炉制得的燃气除尘的除尘设备，将由除尘设备出来的燃气作为燃料直接引入进行发电的燃气轮机，以及使燃气轮机排出的废气经过至少包括脱硫在内的气体净化处理过程的气体净化装置。

在该气化发电设备中，更可取的是，在与燃气和废气接触的燃气轮机材料表面上涂有保护层，至少可以防止燃气中所含杂质的腐蚀。

图1是本发明的一实施例气化发电设备安装流程图。

图中所给的相关标号含义如下：1. 气化炉；2. 离心式除尘器（除尘设备）；3. 多孔过滤器（除尘设备）；4. 燃气轮机；8. 脱硝器（气体净化装置）；9. 废气处理设备（气体净化装置）；A1. 燃气；A2至A4. 废气；B1. 吸收液；C. 空气；D. 石膏；E. 吸附剂（含钙化合物）。

下面将结合附图对本发明的一个实施例进行详细描述。

图1是本发明的一实施例气化发电设备安装流程图。本发明的特点在于气体净化处理和此类设备结构方面，因此，发电设备系统本身（例如，蒸汽循环系统）的详细结构未在图中示出。

首先，在气化炉1中使用空气作为气化剂把例如煤炭进行气化。这样，就制成了主要包含一氧化碳和氢气的燃气A1。

在以煤炭作为原料和空气作为气化剂制成的燃气A1中，通常含有大约1000至1500ppm的 H_2S （硫化氢）和大约100ppm的COS（硫化羰），以及大约1000至1500ppm的 NH_3 （氨）和大约100ppm的HCL（氯化氢）。

此外，虽然恰位于气化炉出口处的燃气A1的温度一般有1000至2000℃，但是，比如说，由于气化炉下游部位装有的蒸汽加热器（图中未示出）进行热量回收的结果，温度通常要降到约350℃左右。其压力大约是26大气压。

燃气A1要经过如离心式除尘器2和多孔过滤器3除尘设备进行除尘。然后，如图1所示，燃气A1作为燃料直接进入燃气轮机。

在燃气轮机4中，燃气A1被燃烧，其能量用来驱动发电机5进行发电。

该实施方式的发电设备系统是一个所谓的复合发电设备系统，它同时安装有燃气轮机4和蒸汽轮机6。如图1所示，发电机5由燃气轮机4和蒸汽轮机6驱动。而且，蒸汽轮机6由前述蒸汽加热器和后面将要描述的废热锅炉7所产生并加热的高温高压蒸汽来驱动。

燃气轮机4的叶片和其它部件涂有保护层，以增强其耐热和耐腐蚀性，以便在即使燃料中含有前述的有害物质（如硫化氢和氯化氢）的情

况下，燃气轮机4仍可正常工作。保护层材料的有效成分包括氧化锆和其它陶瓷材料。有效的涂层方法包括热喷涂陶瓷涂层法、化学汽相淀积法（CVD）和阴极真空喷镀法。另外，也可使用一种包括将涂层材料涂敷于表面作为保护层并使其干燥形成如氧化锆涂层的方法。

其次，在燃气轮机4中燃气A1燃烧形成的废气A2被引入到废热锅炉7和脱硝器8（气体净化装置）中。

脱硝器8是用来还原存在于废气A2中的氮氧化物，借助与催化氨气还原过程相应的催化剂的作用，还原氮氧化物。废热锅炉7设置于脱硝器8的前后两边，回收废气A2中的热量，且产生或加热蒸汽并供给蒸汽轮机6，以实现利用废热发电的目的。为了使脱硝器8中气体热度能发挥最大作用，废热锅炉7的热量回收部分设置在脱硝器8的前后两边。

然后，废气A2脱硝后的废气A3被引入到用湿石灰-石膏法的废气处理装置9（气体净化装置）中，主要使废气A3进行脱硫处理（即吸收二氧化硫）。废气A3经废气处理装置9净化处理后的废气A4，又被导入到烟囱中并排入大气。不用说，例如，净化后的废气A4的一部分可再回到气化炉1中作为气化剂使用。

在该实施例中，废气处理装置9与通常热电厂使用的脱硫器具有相同的结构。作为例子，下面将结合附图1详细描述废气处理装置9的结构。

所述废气处理装置9包括一个吸收塔21，含有高浓度二氧化硫的废气A3被引入该吸收塔，与包括有以含钙化合物浆液作为吸附剂的吸收液B1气液接触，并释放出净化后的废气A4，在此，富氧空气C以大量细小气泡形式吹入吸收了二氧化硫的吸收液中，以氧化存在于吸收液中的亚硫酸并制得石膏。所述废气处理装置9还包括一个可使从吸收塔21抽出的浆液B2（石膏浆）固液分离的固液分离器（例如，离心分离器）22；一个存储由固液分离器22产生的滤液B3的滤液池23；以及一个储备吸收液B1的吸收液池24。

此外，该废气处理装置9也可装有一个石膏加热器（如燃烧炉），将固液分离器22分离出的固态物质D（二水石膏饼）加热到大约120至150℃，使其转化为半水石膏。

在该实施例中，吸收塔21的底部设有一个储存吸收液B1的储罐25，两个塔身26a和26b并置于该储罐25上。储罐25中的吸收液由循环泵27抽起，通过装在每个塔身的喷嘴以液柱的形式向上喷入，并形成与废气A3的有效气液接触。

所述的两个塔身中，塔身26a是所谓的并流式气液接触塔，而塔身26b是所谓的逆流式气液接触塔。在这种情况下，待处理的废气A3由塔身26a的顶部引入，取道储罐25的上方空间进入塔身26b的下部，最终通过塔身26b的顶部排出。

当然，吸收塔21并不局限于上述的结构形式，它也可有其它的结构形式，例如，具有多个附加塔身的结构。

此外，通常在出口导管28处，为处理过的废气A4设有一个除湿器（图中未示出），以便除去废气A4中夹带的湿气，并使湿气返回到储罐25中。

储罐25装有一个旋臂空气喷射器29，以小气泡的形式吹入空气C来搅拌储罐25中的整个浆液。这样，在吸收液向下流动通过两个塔身的同时，待吸收的二氧化硫与吹入储罐25的空气有效接触，以使吸收的亚硫酸几乎全部被氧化，并接着与含钙化合物发生中和反应生成高纯度的石膏。另外，空气C的吹入装置（例如，静态空气喷射器或旋转喷射器）也可以与一个搅拌器分别单独安装于储罐25上。

在平衡状态下，泵30将含有高浓度石膏的吸收液（即浆液B2）由储罐25中抽出，并送到固液分离器22中进行固液分离，分离出的固态物质就是石膏D。另一方面，上述固液分离过程中所得到的滤液（即滤液B3）暂时储存在滤液池23中，适当的时候由泵31抽出并运到储罐25或吸收液池24中。不管怎样，滤液B3最终都要返回到储罐25中进行再利用。

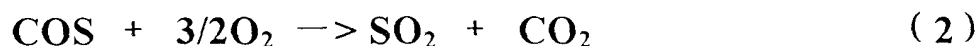
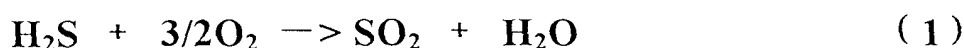
在吸收液池24中，由地坑（图中未示出）供给的含钙化合物E（例如，石灰石）与相应量的滤液B3混合并搅匀，预制出具有一定预定浓度的吸收液B1。吸收液池24中的吸收液B1可由泵32抽运到储罐25中，而其流量可根据，例如，待处理的废气A3中二氧化硫浓度的测定值来控制。

另外，由于吸收塔21中的水分蒸发，以水蒸汽的形式由废气所带走的水分，以及包含或附着在石膏内的水，造成系统水的减少，因此，需向储罐25中补充水F（如工业用水），这样，储罐25中的液位就能保持在预定的高度限之内。

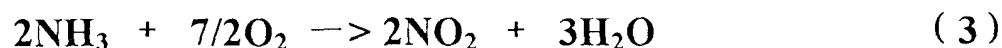
通常，对于热电厂安装的普通脱硫器以及诸如此类的设备，需要进行适当的检测，以避免吸收液吸收的杂质（如氯）与二氧化硫一起聚积在循环吸收液的液体部分中。例如，可以通过在滤液池中抽取一部分滤液，进行废水处理，然后从系统排出或进行再利用的方法来实现。在本发明的实施例中，最好也使用同样的设备结构。

下面将描述在上述气化发电设备运行中，气化发电工艺方法的性能特点。

在该实施例中，气化炉1制成的燃气A1经除尘后，作为燃料直接进入燃气轮机4中。因此，根据下述的燃烧反应方程式（1）和（2），在燃气轮机4中，燃气A1中所含的大部分硫化氢和硫化羰变成了二氧化硫。所生成的二氧化硫包含在废气A2中，并随废气A2一起被排出燃气轮机4。



此外，根据下述反应方程式（3），燃气A1中的大部分氨气变成了氮氧化物（如NO₂）。所生成的氮氧化物也包含在废气A2中，并随之一一起被排出。另外，废气A2中还包含有少量由燃气A1中所含的氯化氢反应生成的含氯化合物。



在废气A2所含的这些有害物中，氮氧化物由脱硝器8还原除去。二氧化硫和少量的含氯化合物则被废气处理装置9中的吸收液吸收。进而，所吸收的含硫化合物被用来制成副产品石膏，而所吸收的含氯化合物则留在废气处理装置所产生的废水中，并被排出系统。

这样，此实施例所描述的整个废气净化处理过程，除除尘以外，均是在燃气轮机后面的工艺过程步骤中进行的，包括脱硫在内的废气净化处理过程所用的方法都是基于湿石灰-石膏法的废气处理法。因此，从实践的角度看，该实施例具有如下优点：

(1) 由于所需的设备组件如去除硫化氢的吸收塔（或脱硫塔）和回收塔被完全省去，而燃气轮机4也具有将硫化氢和硫化羰转变成二氧化硫的燃烧炉的功能，因此，整体设备结构显著简化。

更准确地说，如果气化发电设备使用，例如，传统的湿式气体提纯法，则还需要大量的设备，例如设在燃气轮机前面用来吸收燃气中的硫化氢的脱硫塔、去除被吸收气体的回收塔、可对进出脱硫器的气体进行加热的热交换器以及可使回收塔出来的气体燃烧并将硫化氢转化为二氧化硫的燃烧炉。另外，如果还要除去硫化羰，则应在脱硫塔的前面安装一个能将硫化羰转化为硫化氢的转化器。再者，为了除去燃气中的含氯化合物和氨气，则应当在前述脱硫塔的前面安装一个燃气洗涤塔。

但在此实施例中，上述的设备均不需要，因此，整体设备结构非常简单。而且，为了进行除除尘以外的废气提纯处理（或废气净化处理），一个在前述工艺过程中所使用的普通废气处理装置9，可以根据需要，仅仅安装在前述工艺过程中也使用的脱硝器8的后面。此外，尽管设备结构如此简单，但是废气中的含硫化合物、含氮化合物以及含氯化合物仍然可被清除，最终获得高纯净的废气A4，同时作为副产品制得有用的石膏D。

(2) 由于燃气A1在进入燃气轮机4之前未与吸收液接触，因此，可以获得较高的热效率。这样，可以有效地利用宝贵的资源来发电。

(3) 由于废气提纯设备可以完全由不进行气化处理的普通现有热电厂有效运行的设备(例如,脱硝器8和废气处理装置9)组成,因此,大大提高了设备的可靠性。

当然,本发明并不局限于上述实施例,其还可有多种实施方式。

例如,脱硫和诸如此类的废气处理方法并不局限于上述基于湿石灰-石膏法的处理方法,还可有其它的处理方法,例如,所谓的用一种含镁的化合物作二氧化硫吸附剂的氢氧化镁法。

此外,废气处理装置的吸收塔也不局限于液柱式吸收塔,也可使用喷射塔、栅条填充塔和气体扩散式吸收塔等多种形式的吸收塔。

另外,气化的方法也可使用氧气作为气化剂。燃气轮机所排出的废气的脱硝处理以及为此而设置的脱硝器也不总是需要的。例如,若由于煤炭和其类似物的特性或者是气化炉或燃气轮机的结构形式而造成废气中氮氧化物浓度很低时,就不必进行前述的脱硝处理。

根据本发明,气化炉所产生的燃气经除尘后作为燃料直接进入燃气轮机进行发电,而燃气轮机所排出的废气要经过至少包括脱硫在内的一个废气净化处理过程进行处理。这样就改变了在燃气轮机前面进行燃气净化处理的传统观念,使得燃气只经除尘后,即进入燃气轮机内进行燃烧发电,而燃气轮机所排出的废气则经过废气净化处理过程进行处理。

因此,所需的设备组件如去除燃气中所含硫化氢的吸收塔(或脱硫塔)和回收塔被完全省去,而燃气轮机4也具有将燃气中所含的硫化氢和硫化碳转变成二氧化硫的燃烧炉的功能,所以,整体设备结构显著简化。

这样,如前所述,本发明的设备结构大大简化,因为,进行例如,除除尘以外的废气提纯处理(或废气净化处理)过程,只需在燃气轮机的后边安装一台与在所述工艺过程中所使用的普通脱硫器结构相似的处理装置即可。而且,尽管安装的是如此简单的设备,废气中至少包括含硫化合物在内的有害物也可被清除掉,从而获得高度纯净的废气,当使用湿石灰-石膏法时,则可制得作为副产品的有用的石膏。

另外,本发明具有如下优点:由于燃气在进入燃气轮机之前未与吸收液接触,因此,可以获得较高的热效率。这样,可以有效地利用宝贵的资源来发电。而且,由于废气提纯设备可以完全由不进行气化处理的普通现有火力发电厂有效运行的设备(例如,普通脱硫器之类的设备)组成,因此,大大提高了设备的可靠性。

再者,当燃气轮机与燃气和废气接触的材料表面涂有保护层,至少可以防止燃气中所含杂质的腐蚀,尽管在燃气轮机前面的设备中燃气未经净化处理,燃气轮机可长时间运行,设备寿命也很容易延长到一个实际足够用的范围。

