

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

F02C 7/052

B01D 50/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96191843.8

[43]公开日 1998年2月18日

[11] 公开号 CN 1173908A

[22]申请日 96.1.12

[30]优先权

[32]95.2.9 [33]FI[31]950576

[86]国际申请 PCT/FI96/00027 96.1.12

[87]国际公布 WO96/24760 英 96.8.15

[85]进入国家阶段日期 97.8.8

[71]申请人 伊马特兰福伊马股份公司

地址 芬兰赫尔辛基马尔明卡图16号

[72]发明人 M·拉塔仁

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

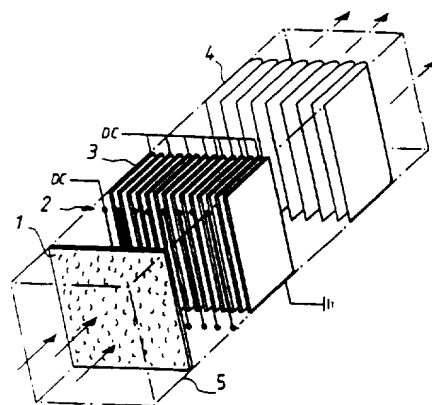
代理人 崔幼平 蔡民军

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 清洁燃气轮机吸入空气的方法和设备

[57]摘要

本发明涉及一种方法和一种设备，用于清洁发电用燃气轮机的压缩机吸入空气。通常，一些机械式滤清器用作燃气轮机的吸入空气滤清器。已知，一些织物滤清器只能从空气中分离较大尺寸的微粒，从而悬浮在空气中的一部分污染颗粒可能进入设备而造成其中的污物积累。根据本发明，使用一种方法能够以很高效率清洁吸入空气，按照这种方法，吸入空气的机械滤清阶段与至少一个静电滤清阶段和一个补充阶段相结合，在此补充阶段中，悬浮在空气中的微粒的电气特性以电气方式或化学方法予以改进。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1.一种用于清洁发电用燃气轮机的压缩机吸入空气的方法，在此方法中，空气至少在一个阶段中用机械式滤清器（1）予以清洁，特征在于，在机械滤清阶段之后处理空气，目的在调节悬浮微粒的电气特性并接着用一种电气滤清器（3）在至少一个阶段中清洁空气，此滤清器（3）适合于从气流中分离已经通过机械式滤清器（1）的微粒。

2.按照权利要求1所述的一种方法，特征在于，用电晕放电处理空气以使悬浮在空气中的微粒带电。

3.按照权利要求1所述的一种方法，特征在于，以化学方式处理空气以调节悬浮微粒的电气特性。

4.按照前述权利要求1-3中任何一项所述的一种方法，特征在于，首先用机械式滤清器（1）滤清空气，接着用静电除尘器（3）和最后用静电纤维滤清器（4）滤清空气。

5.按照前述任何一项权利要求所述的一种方法，特征在于，在机械滤清阶段之前用静电除尘器滤清空气。

6.按照前述任何一项权利要求所述的一种方法，用一种电气滤清器（3）在至少两个阶段中滤清空气，还在于，这些滤清阶段中的至少一个包括一种以静电方式工作的纤维介质滤清器。

7.按照前述任何一项权利要求所述的一种方法，其特征不在于，借助于一种电热器件加热静电滤清器的隔层，以防止由于湿气的凝结而造成的冰冻。

8.一种用于清洁发电用燃气轮机的压缩机吸入空气的设备，所述设备包括一机架（5），用于把空气传向压缩机的进气口，以及至少一部机械式滤清器（1），其特征不在于，至少一部装置用于调节悬浮在空气中的微粒的电气特性，还在于，至少一部电气滤清器（3）设置在气流流动方向上的所述机械式滤清器（1）之后，所述电气滤清器对于悬浮在空气中的微小颗粒所具有的分离能力大于机械式分离器。

9.按照权利要求8所述的一种设备，其特征不在于，电晕导线（2）用于使悬浮在空气中的微粒带电。

10.按照权利要求8所述的一种设备，特征不在于，一种以化学方式处理空气的设备，用于调节悬浮在空气中的微粒的电气特性。

11.按照前述权利要求 8 - 11 中任何一项所述的一种设备, 特征在于, 所述设备在空气流动方向上首先包括一部机械式滤清器 (1), 然后是一部静电除尘器 (3) 和最后是一部静电纤维滤清器 (4)。

12.按照前述权利要求 8 - 11 中任何一项所述的一种设备, 其特征
5 在于, 一部所述机械式滤清器 (1) 前置于静电除尘器。

13.按照前述权利要求 8 - 12 中任何一项所述的一种设备, 其特征
在于至少两部静电滤清器 (3), 其中至少一部是以电气方式工作的纤维
介质滤清器。

14.按照前述权利要求 8 - 13 中任何一项所述的一种设备, 其特征
10 在于一种电热器件, 装于所述静电滤清器的隔层, 用于加热所述隔层。

说明书

清洁燃气轮机吸入空气的方法和设备

5 本发明涉及一种按照权利要求 1 前序部分的方法，用于清洁发电设备中燃气轮机的吸入空气。

此方法还涉及一种适于实施此方法的设备。

10 一种燃气轮机的压缩机部分的吸入空气，即燃气轮机的燃烧空气是借助于一些机械式纤维滤清器予以清洁的。吸入空气滤清的目的是阻止磨蚀性和污染性颗粒进入压缩机和涡轮机，从而防止设备磨损和减少清洁与维护需求。因为用于发电的一些大型燃气轮机还要求极为大量的燃烧空气，所以浓度很小的污染微粒都会造成在运转期间设备中严重的内部污物积累，这意味着，燃烧空气的滤清应当尽可能地有效。另一方面，由于这种滤清在进气道中所造成的压力损失会降低设备的效率，所以，滤清效率的设计值将总是由各种当地的情况所决定的一种折衷结果。

15 当今，不同种类的机械式滤清器照例用作压缩机的吸入空气滤清器。在这些滤清器中，分离介质是一种编织物，以致各种杂质容易粘附在上面。滤清器的滤清效率取决于滤清介质的各种性质和介质的封装密度。对于一种给定类型的滤清介质，滤清效率可以依靠加厚滤清织物，或者另外，压缩滤清介质使之成为更为紧密的形式。这两种办法都会造成通过滤清器之后的压力损失急剧增大，其次，机械式滤清器的分离效率也只能提高到这样的程度，即事实上，常规各种织物滤清器完全滤清的颗粒尺寸界限一直局限于 2 - 5 微米。尺寸极小的颗粒因而总是能够通过当前使用的空气滤清器。

25 尽管尚未认为必需采用多部和有效的滤清装置，但关于涡轮设备效率的最新研究已经查明，包含尺寸最小的各种污染颗粒的那部分颗粒会影响设备的效率和使用寿命。事实上，由于由最小颗粒所构成的部分是燃气轮机与压缩设备中污物积累的主要原因，这一部分就应当仔细地吸入空气中分离出来。虽然微小颗粒的比例低到只不过是全部污染固态物质的大约 1%，但是它们随时积累，并且由于燃气轮机吸入空气的巨大容积，可能加起来每年达到几十公斤的总量。污物积累会降低涡轮的效率并减少其输出功率容量。这种输出功率减小现象是由许多不同的因

素造成的，包括因颗粒造成的磨损、用于设备内部清洁的方法无效而导致污物逐渐积累和因这种清洁造成的额外磨损，以及密封的余隙增大而造成较高的泄漏率。在设备使用寿命期间即使输出功率的最小降低也会造成显著的经济损失。涡轮机的效率也随内部污物积累而降低，这就使
5 压缩机和涡轮机的定期清洗成为必需之举。清洁是通过使用添加有不同种类的已粉碎材料的水来进行冲洗而实现的。这种水洗特别受到在低温情况下的冰冻的妨碍。与设备中污物积累相关的额外操作费用归因于燃油消耗增大、输出功率容量损失和压缩机清洁费用。污物积累的程度和影响自然取决于操作环境和吸入空气中的污染程度。因为，尽管设备经
10 过冲洗，粘附的污物也不能完全除掉，所以，设备中的污物的逐渐积累将仍然是各种导致输出功率在几年之内降低总共达百分之几十之多的因素之一。

滤清器中的污物积累会因滤清器堵塞而造成压力损失，使得必需定期更换滤清器。滤清器越细，就越需要经常更换滤清器，而更换滤清器
15 则把成本提高到取决于滤清器价格和停车持续时间的水平上。通常，企图通过为细和粗滤清器寻求更佳材料而不是通过把不同滤清方法加以组合来探究提高滤清效率。静电方法被认为是如此地不可靠，以致已经发现，与把它们用作仅有的滤清器相关的风险变得不可容忍。静电方法的一项缺点始终与湿度有关，尤其是由此造成的短路。

20 本发明的目的是，提供一种方法，能够在用于发电的燃气轮机吸入空气的滤清方面超过先前技术的性能和达到较高的成本效益以及引起较低的压力损失。

本发明的目标是通过为吸入空气的机械式滤清补加至少一个静电式滤清阶段而达到的，在此阶段中悬浮在空气中的颗粒的电气特性以电
25 气方式或化学方式予以改进。

更为具体地说，符合本发明的方法的特征如权利要求 1 的特征部分所述。

其次，符合本发明的设备的特征如权利要求 8 的特征部分所述。

本发明提供许多明显的优点。

30 本发明最为重要的一些优点在于，操作效率稳定和输出功率降低速度较慢。静电除尘法在先前技术中未曾用于清洁大容积气流，原因是，常规的滤清需要消耗很大的电力来使悬浮颗粒带电，以致会损失滤清的

成本效益。不过，与预过滤和通常也与细过滤相结合之后，静电除尘就可以有利地予以使用，因为，这时在这种组合之中可以采用相当低的充电电压而不会牺牲良好的分离效果。滤清的压力损失可以减小，并可以采用一种较低分离效果的滤清器从事机械式滤清，从而通过滤清器之后的压降较小，而且在使用中滤清器的污堵速度得以降低，这样允许减小滤清器的更换次数。结果，滤清器的操作停车和更换成本也降低了。滤清设备也可以设计得使此系统包括一部分或整体重复配置的并联滤清系统，从而可以脱机独立地从事滤清系统的维护，而发电系统可以连续运行。静电阶段可以从吸入空气中分离出比使用通常的滤清方法所能分离出的更小的颗粒，从而通过滤清器的污染颗粒的总量大为减少。滤清效率的这种提高确实相当之大，好比通过一机械式细滤器的颗粒总量的相对值确定为 1000 时，则依靠和机械式粗滤与两级基于静电方法的滤清相结合可使相对值达到高至 50。由于一部燃气轮机的吸入空气耗量可以很容易地高至 120 米³/秒，所以明显的是，吸入气流携带着必须予以清除的大量污染颗粒。通过采用符合本发明的方法改进吸入空气的滤清，污物积累速度从根本上得到降低而导致费用节省，从而静电值的额外能耗易于被接受，因为与收益相比，费用极少。

设备维护会较为容易，维修费用也会降低，因为负担最为严重的起初各级滤清的滤清器元件可以以低成本予以更换或冲洗。静电除尘器的短路问题可以借助于采用两种不同类型的静电除尘或者加热滤清装置中的隔层而予以克服。

以下本发明将参照附图较为详细地予以描述，附图表明符合本发明的滤清装置的一项实施例。

在下文中使用以下各种定义。静电除尘器是一种包括连接于一电压源的各平面平行板件的装置。一种类型的静电纤维滤清器是一种包括具有永久电极性的许多充电纤维的滤清器。在另一类型的静电纤维滤清器中，纤维或一种多孔滤清介质不是永久充电的，而是用一种活性电场激活滤清器。所有这些类型的装置都共同称作电气滤清器。

参看附图，其中所示滤清设备包括一机械式滤清器 1，以及一静电除尘器 3，此除尘器有在装置前部的各电晕导线 2 并后随一静电纤维滤清器 4。通常，此滤清设备还装有一框架 5，各滤清单元均装接其上。框架在此只示意性地画出。机械式滤清器 1 包括一纤维层，其中纤维可

以制成一种织物。此纤维层可透过气流，并且气流通过期间有一部分通过纤维层的悬浮颗粒会粘附在此层上。由于机械式滤清器 1 后面随着还有两级滤清，所以其滤清分离能力不必要向下扩展到最小的颗粒，从而可以使用一部具有较低分离能力和较高气体透过性的滤清器 1。因而，
5 滤清器 1 的功能是分离污染颗粒总量中的主要部分，从而保护接续的各级滤清器。

在滤清设备中机械式滤清器 1 的后面配置电晕电线 2。这些导线 2 被接上直流电压，以致围绕导线生成一电场。电晕导线 2 的用途是使经过的颗粒带电。电晕导线后随一静电除尘器 3，包括彼此以较短距离设置的各平面的平行取向的板件。这些板件也被接上一高压直流电压，从而在各板件之间生成一电场。当通过机械式滤清器 1 的固态颗粒到达电晕导线 2 时，颗粒触发一种电晕放电，将电荷赋予颗粒。带电的颗粒在向静电除尘器 3 行进的同时保持其电荷，在除尘器 3 处通过各个充过电的板件之间的间隙。在各个板件之间的电场中，悬浮在气流中的颗粒被
15 吸向板件的表面，在由电力造成的吸力作用下粘附其上。正确操作时，这样一种滤清器能够分离至少大约 80%，在顺利条件下甚至大于 90% 的尺寸在 0.1-1 微米范围内的悬浮颗粒。对于更大尺寸的颗粒，可以达到更大的分离度。这样一种除尘器的各个主要操作参数是电晕导线电流、施于各个板件的集合电流、以及特别是气流速度，这一气流速度可以不是很高，以致微粒对于各个板件的粘附不会受到妨害。
20

静电除尘器 3 后随一静电纤维滤清器 4。这样一种滤清器 4 是由许多纤维构成的，它们经过充电而保持永久电荷，以至这些纤维都是具有极性的。因而，这类纤维不需要外部电源并具有极其简单的结构。在此所述的示范实施例中，静电纤维滤清器被赋予一种皱褶形式，使各皱褶的张口取向为对着入射气流。静电纤维滤清器 4 作为沿着气流路径的最后一个滤清器件而被安置，因为，由于这样一种滤清器的较高价格，其更换费用代表相当大的一笔投资，而且另一方面，在不利的操作条件下，静电纤维滤清器的效率可能会非常急速地下降。因此，这一滤清器类型的最佳作用在于分离代表少量染污物质的最小微粒。
25

除了上述一些之外，本发明可以有另外各项实施例。在所有这些实施例中，首先使吸入气流通过一种能够从空气中分离微粒主要部分的滤清器，从而保护接续的、目的是要分离较小尺寸微粒的各级滤清，使之
30

不受超载或过早堵塞的损害。第一级滤清最好是一机械式粗滤器或一静电除尘器。用于第一级或接续一级滤清器的一种替换的滤清器是静电纤维滤清器，它依靠的是一种既可极化颗粒又能极化由纤维或多孔材料构成的滤清介质的活性电场。这样一种滤清器必须配置电晕导线或类似器件，诸如化学装置或充电板件，以便在空气中的悬浮颗粒通向实际的滤清器件之前得以充电。电晕导线充电与这样一种静电纤维滤清器相结合在最佳条件下可最终几乎完全分离 0.1-1 微米范围内的微粒。在极为必要的情况下，比如当空气中含有大量砂粒时，一旋风分离器可以与按照本发明的设备相结合。旋风分离器设置在机械式滤清阶段之前，而如果某种电气滤清装置在机械滤清之前，则旋风分离器也设置在此装置之前。滤清器单元的数量及其相互顺序可以变动，只要滤清装置包括至少一部机械式滤清器和一部安装在机械式滤清器之后、能够分离已经通过机械式滤清器的微小悬浮颗粒的电气滤清器。如果使用一部电气纤维滤清器，由于它易受损害，必须要放作最后的单元。不过，按照上述实施例的设备已经发现是实践中最为有利的组合。在所有情况下，滤清设备的尺寸必须定得致使经过滤清设备之后的压力损失不会超过通常的各种滤清设备的压力损失。在大多数情况下，甚至可能把压力损失降至通常的数值以下。其次，各种滤清器和整个滤清设备的设计可以灵活地予以改变。滤清系统中重要的辅助装置包括不同的清洗装置，其中最为重要的是静电除尘器的冲洗装置。这种装置使得有可能延长滤清装置的维修间隔。通过配置加热器件以加热静电除尘器的滤清隔层和通过部分重复设置滤清系统，可以更加提高操作可靠性。为此目标，比方一个静电阶段可以接受选定通过两部并列机械式粗滤器之一的空气，从而机械滤清器的更换会容易一些。如果此系统配有一板式静电除尘器，则滤清系统由于除尘器各板件的冲洗可易于自动化而取得高度的使用性。此系统还可以包括两部并联的机械式滤清器、两部并联的静电除尘器和一部共用的静电纤维滤清器。

说明书附图

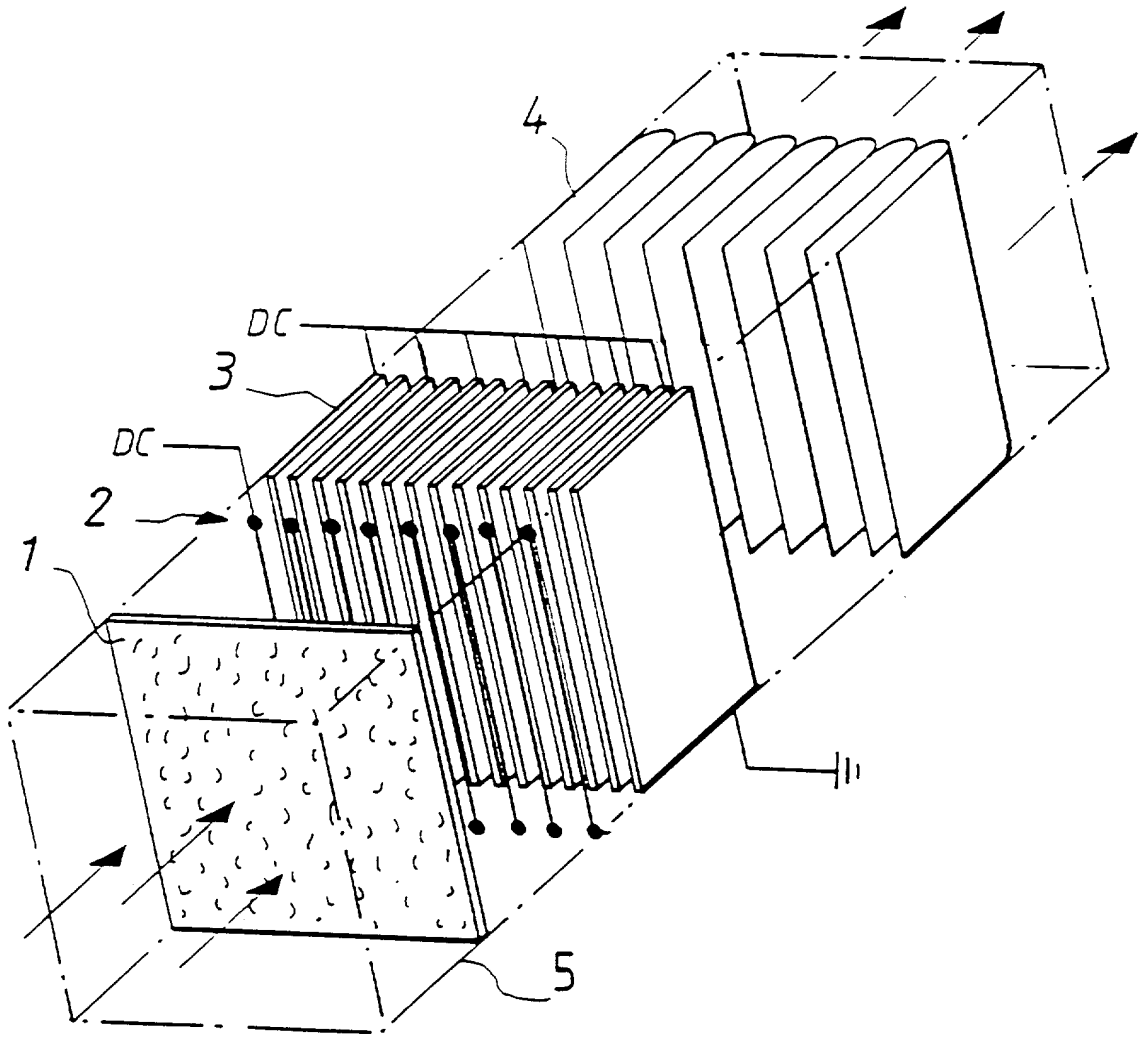


图 1