

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01M 8/04

H01M 8/14 F02C 1/00

F22B 1/16

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02111385.8

[43] 公开日 2002 年 10 月 30 日

[11] 公开号 CN 1377097A

[22] 申请日 2002.4.16 [21] 申请号 02111385.8

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200030 上海市华山路 1954 号

[72] 发明人 于立军

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

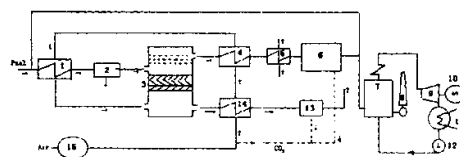
代理人 毛翠莹

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 熔融碳酸盐燃料电池蒸汽轮机联合发电系统

[57] 摘要

一种熔融碳酸盐燃料电池蒸汽轮机联合发电系统,在燃料电池阳极进口端加装换热器,燃料电池的阳极出口依次经换热器、热水器,脱碳器连接到蒸汽锅炉,燃料电池阴极排气经换热器、脱碳器排出,燃料电池阳极出口的换热器分别与阴极排气口换热器和燃料进口端换热器相连接,空气压缩机出口连接燃料电池阴极排气口换热器。本发明可直接利用高温煤气或化工厂排放的高温废气,未被燃料电池利用的部分燃料和部分原始燃料混合,提高发热量后,送到蒸汽锅炉燃烧,通过辅助发电设备,进一步提高能源转化效率。本发明能有效提高能源利用率,减少温室气体的排放,因发电效率的提高而使燃料使用量可以减少 10% 以上。



知识产权出版社出版

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1、一种熔融碳酸盐燃料电池蒸汽轮机联合发电系统，其特征在于接在燃料进口端的换热器（1）出口经脱硫装置（2）连接燃料电池（3）的阳极入口端，燃料电池（3）的阳极出口依次连接换热器（4）和热水器（5），热水器（5）的出口经脱碳器（6）连到蒸汽锅炉（7），与发电机（10）同轴连接的蒸汽轮机（9）一端连接蒸汽锅炉（7），另一端经凝汽器（11）、凝结水泵（12）连接到蒸汽锅炉（7），燃料电池（3）的阴极排气口连接换热器（14），换热器（14）的出口经阴极脱碳器（13）连接到排空管，燃料电池阳极出口的换热器（4）两端分别与阴极排气口换热器（14）和燃料进口端换热器（1）相连接，空气压缩机（15）的出口连接燃料电池阴极排气口换热器（14）。

说明书

熔融碳酸盐燃料电池蒸汽轮机联合发电系统

技术领域：

本发明涉及一种发电系统，尤其涉及一种以煤气为燃料的熔融碳酸盐燃料电池蒸汽轮机联合发电系统，属于能源利用技术领域。

背景技术：

为了保护环境和提高能源利用效率，世界各国急需发展新型的发电技术。燃料电池技术最有希望以集中和分散电源的形式进入电力市场。它是将燃料的化学能直接转化为电能，而不受卡诺循环的限制。其中，熔融碳酸盐燃料电池（Molten Carbonate Fuel Cell；MCFC）具有高效、低污染等优点，极大地受到人们关注。

目前中国的煤炭主要用于发电，火力发电的效率只有 40%，而且污染环境。大规模的火力发电还存在资源运输和战争破坏等问题。随着新能源的大量应用，分布式发电方式将得到迅速发展，MW 级的发电系统会得到广泛的应用。它一方面可以满足小型企业的用电需求，另一方面可以降低地震、战争等灾害对社会造成的冲击。

国外已经公布了一些燃料电池发电系统，大多数是以天然气为燃料，采用燃料电池和燃气轮机组成联合循环方式发电（Wei He. Numerical analysis of molten carbonate fuel cell systems. International Journal of Energy Research, 1997, 21: 69-76.）。但一方面由于燃气轮机的造价昂贵，且发展中国家没有这方面的技术，很难推广；另一方面，由于该种循环发电方式要求系统要达到一定的压力，因此对燃料电池性能的要求较高；还有上述系统不能直接利用高温煤气或化工厂排放的高温废气。

发明内容：

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种熔融碳酸盐燃料电池蒸汽轮机联合发电系统，进一步提高燃料电池联合循环发电技术的可行性，降低系统的技术难度，可以和煤气化技术结合，作为小型电站或帮助化工厂、

地下煤气气化厂提高能源使用效率。

为实现这样的目的，本发明的技术方案中，联合发电系统采用以煤气为燃料，系统由 MCFC、蒸汽锅炉、蒸汽轮机、发电机、换热器等设备构成，电能由燃料电池和发电机联合提供，系统除发电外，还可以为外界提供一定量的热水。

本发明的发电系统主要分为熔融碳酸盐燃料电池和辅助发电系统两部分，燃料电池利用氢、一氧化碳和空气发生电化学反应，产生电能，辅助发电系统利用蒸汽锅炉和蒸汽轮机产生电能。

本发明系统采用的燃料为煤气化炉产生的高温煤气或化工厂排放的高温废气。在燃料进口端连接一个换热器，换热器的出口经脱硫装置连接燃料电池的阳极入口端，燃料电池的阳极出口依次连接一个换热器和用来加热水的热水器，热水器的出口端经脱碳器连到蒸汽锅炉的炉膛。与发电机同轴连接的蒸汽轮机一端连接炉膛的蒸汽加热管，另一端连到凝汽器，再经凝结水泵连接到蒸汽锅炉内的蒸汽加热管。

燃料电池阴极出口连接一个换热器，其出口经阴极脱碳器连接到排空管。燃料电池阳极出口的换热器两端分别与阴极排气出口和燃料进口两个换热器相连接，空气压缩机的出口连接燃料电池阴极排气口的换热器。

系统工作时，首先将煤气化装置产生的大部分燃料气体，送入换热器降温，然后到脱硫装置脱硫，脱硫后的燃料送到燃料电池的阳极进行发电，阳极排气经过一个换热器降温，再经过一个热水器制取热水，冷却后的燃料电池排气经脱 CO_2 后，剩余的阳极排气和部分煤气化装置产生的燃料气一同送入蒸汽锅炉燃烧，燃烧的热量用来加热水产生高温高压蒸汽，锅炉产生的蒸汽推动蒸汽轮机运转，带动发电机产生电能。

另外，一定量的空气和 CO_2 经空气压缩机先后送入燃料电池阴、阳极出口的换热器被加热，然后送到系统进口与煤气化装置相连的换热器加热，将加热后的阴极混合气体送到燃料电池阴极，阴极排气首先经出口的换热器降温后，再送到脱碳器，脱 CO_2 后的阴极排气直接排到大气中。

最后，将燃料电池和发电机产生的电能送到用户。

本发明与现有技术相比，具有明显的进步和有益效果。本发明采用了燃料电池阳极进口端加装换热器，这样可以通过空气的预热温度，节约能源；未被燃料电池利用的部分燃料和部分原始燃料混合，提高发热量后，送到蒸汽锅炉燃烧，通过辅助发电设备，进一步提高能源转化效率。

本发明采用熔融碳酸盐燃料电池和蒸汽轮机联合循环发电的方式，可以直接利用高温煤气或化工厂排放的高温废气，有效提高了能源利用率，减少了温室气体的排放。与目前的火力发电效率在 40% 左右相比，本发明的系统发电效率要超过 50%，最高达到 58%。发电效率的提高，使燃料使用量可以减少 10% 以上。

附图说明及具体实施方式：

为更好地理解本发明的技术方案，以下结合附图及具体的实施例作进一步描述。

图 1 为本发明的系统结构示意图。

如图所示，在燃料进口端接有一个换热器 1，换热器 1 的出口经脱硫装置 2 连接燃料电池 3 的阳极入口端，燃料电池 3 的阳极出口依次连接一个换热器 4 和热水器 5，热水器 5 的出口端经脱碳器 6 连到蒸汽锅炉 7 的炉膛。与发电机 10 同轴连接的蒸汽轮机 9 一头连接蒸汽锅炉 7 的蒸汽加热管，另一头连到凝汽器 11，再经凝结水泵 12 连接到蒸汽锅炉 7 内的蒸汽加热管。

燃料电池 3 的阴极排气口连接一个换热器 14，换热器 14 的出口经阴极脱碳器 13 连接到排空管。燃料电池 3 阳极出口的换热器 4 两端分别与阴极排气出口换热器 14 和燃料进口换热器 1 相连接，空气压缩机 15 的出口连接燃料电池 3 阴极排气口的换热器 14。

工作时，煤气化装置产生的大部分燃料气体进入换热器 1 降温，然后到脱硫装置 2 脱硫，脱硫后的燃料送到燃料电池 3 的阳极进行发电，阳极排气经换热器 4 降温，再经热水器 5 制取热水，冷却后的燃料电池排气经过一个脱碳器 6 脱 CO_2 ，剩余的阳极排气和部分煤气化装置产生的燃料气一同送入

蒸汽锅炉 7 燃烧，燃烧的热量用来加热水产生高温高压蒸汽，锅炉产生的蒸汽推动蒸汽轮机 9 运转，带动发电机 10 产生电能。

另外，一定量的空气和 CO_2 经空气压缩机 15 先后送入燃料电池阴、阳极出口的换热器（14、4）被加热，然后到换热器 1 加热，将加热后的阴极混合气体送到燃料电池阴极，燃料电池输出电能的同时，还有热量生成，阴极排气经换热器 14 降温，脱碳器 13 脱 CO_2 后排到大气中。

在本发明的一个实施例中，燃料来源为循环床水煤气炉，燃料流量为 1377.82 和 1800 Nm^3/h 两种情况，煤气化炉煤气出口温度 850°C ，煤气成分为 CO_2 9.4%、 CO 19.4%、 H_2 58.81%、 CH_4 6.92%、 O_2 0.14%、 N_2 5.63%、 H_2S 120 mg/m^3 ，燃料电池的额定负荷是 2MW，设定燃料电池的工作电压为 0.8V，换热器的换热效率为 99%，蒸汽发电机的发电效率为 25%。燃料流量与系统发电效率有如下对应关系：

气化炉输出 (Nm^3/h)	燃料电池输出 功率(kW)	蒸汽轮机输出 功率 (kW)	系统发电效率 η % (LHV)
1377.82	2000	480.46	57.60
1800.0	2000	841.40	50.50

由此可见，当燃料电池的发电份额占到 80%，系统的发电效率接近 58%。并且，随着燃料电池所占发电份额的降低，系统总发电效率也将降低。所以，燃料电池在本系统中的发电份额应该控制在 80%左右。

说明书附图

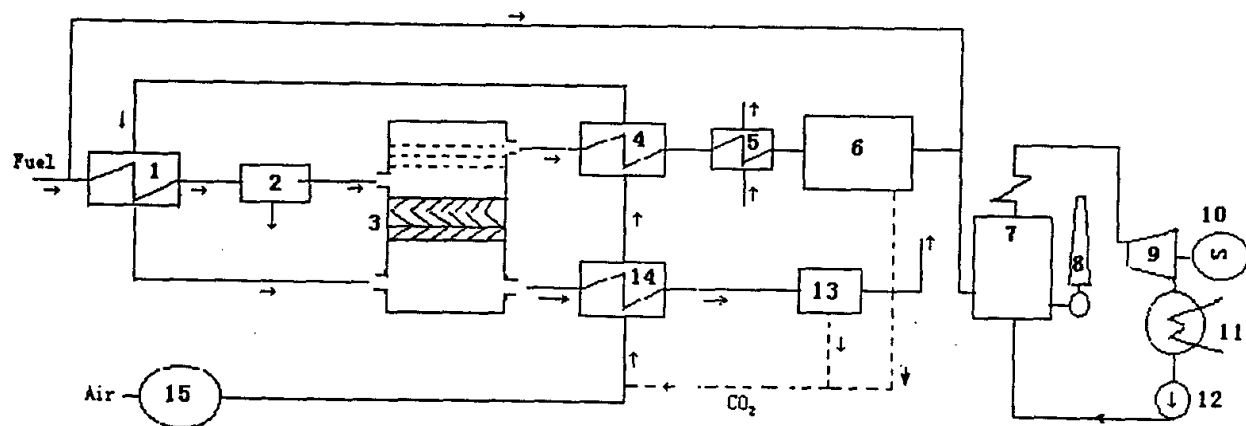


图 1