



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117432524 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 23

(21) 申请号 202311347898.5

(22) 申请日 2023.10.18

(71) 申请人 上海发电设备成套设计研究院有限公司

地址 200240 上海市闵行区剑川路1115号

申请人 国家电投集团北京重燃能源科技发展有限公司

国家电投集团湖北电力有限公司

(72) 发明人 刘思 张洪涛 陶晔 静大亮
曾过房 彭晓中

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

专利代理师 刘锴

(51) Int. Cl.

F02C 6/00 (2006.01)

F23R 3/28 (2006.01)

H01M 8/0612 (2016.01)

H01M 8/04089 (2016.01)

H01M 8/04701 (2016.01)

H01M 8/0662 (2016.01)

F02C 6/18 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

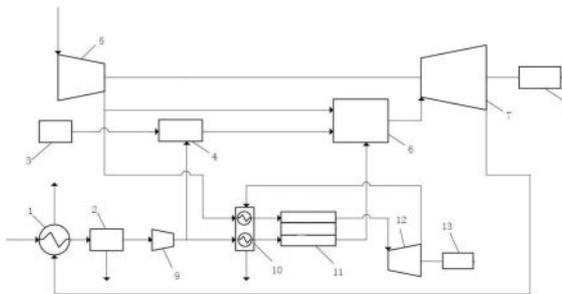
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统及方法

(57) 摘要

本发明提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统及方法,所述装置系统包括丙烷脱氢制丙烯单元、燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元;所述丙烷脱氢制丙烯单元包括依次连接的丙烷预热装置、丙烷脱氢装置和氢气压缩装置;所述燃气轮机发电单元包括依次连接的空气压缩装置、燃烧室、燃气透平和第一发电机;所述燃料电池发电单元包括依次连接的电池燃料预热装置、固体氧化物燃料电池、蒸汽轮机和第二发电机。本发明中的氢气来源于丙烷脱氢制丙烯的副产物,成本较低、技术成熟;而且将燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元联合使用,提高了整个装置系统的联合发电效率,减少了二氧化碳的排放,应用前景广阔。



1. 一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统,其特征在于,所述装置系统包括丙烷脱氢制丙烯单元、燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元;

所述丙烷脱氢制丙烯单元包括依次连接的丙烷预热装置、丙烷脱氢装置和氢气压缩装置;

所述燃气轮机发电单元包括依次连接的空气压缩装置、燃烧室、燃气透平和第一发电机;

所述燃料电池发电单元包括依次连接的电池燃料预热装置、固体氧化物燃料电池、蒸汽轮机和第二发电机;

所述丙烷脱氢制丙烯单元经氢气压缩装置分别与燃气轮机发电单元的燃烧室和燃料电池发电单元的电池燃料预热装置相连;

所述燃气轮机发电单元经燃气透平与丙烷脱氢制丙烯单元的丙烷预热装置相连;

所述燃料电池发电单元经固体氧化物燃料电池与燃气轮机发电单元的燃烧室相连。

2. 根据权利要求1所述的装置系统,其特征在于,所述丙烷预热装置上设置有丙烷输送管道和排气管道;

优选地,所述丙烷脱氢装置上设置有丙烯输送管道。

3. 根据权利要求1或2所述的装置系统,其特征在于,所述空气压缩装置、燃气透平和第一发电机同轴连接;

优选地,所述空气压缩装置上设置有空气输送管道。

4. 根据权利要求1~3任一项所述的装置系统,其特征在于,所述燃气轮机发电单元还包括依次连接的燃气轮机燃料供给装置和燃气轮机燃料混合装置;

优选地,所述燃气轮机燃料混合装置与燃烧室连接;

优选地,所述燃气轮机燃料混合装置与氢气压缩装置相连;

优选地,所述空气压缩装置与电池燃料预热装置相连。

5. 根据权利要求1~4任一项所述的装置系统,其特征在于,所述固体氧化物燃料电池包括阳极和阴极;

优选地,所述电池燃料预热装置经氢气输送管道与阳极连接;

优选地,所述电池燃料预热装置经空气输送管道与阴极连接。

6. 根据权利要求1~5任一项所述的装置系统,其特征在于,所述蒸汽轮机经第一排汽管道与电池燃料预热装置相连。

7. 根据权利要求1~6任一项所述的装置系统,其特征在于,所述电池燃料预热装置上设置有第二排汽管道。

8. 根据权利要求1~7任一项所述的装置系统,其特征在于,所述第二发电机与蒸汽轮机同轴连接。

9. 一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的方法,其特征在于,所述方法采用权利要求1~8任一项所述的一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统进行;所述方法包括如下步骤:

丙烷经丙烷预热装置加热后进入丙烷脱氢装置,产生丙烯和氢气;其中,氢气经氢气压缩装置压缩后,一部分进入电池燃料预热装置,变为预热后氢气;另一部分进入燃烧室燃烧;

空气经空气压缩装置压缩后,一部分进入燃烧室燃烧,推动燃气透平旋转,燃气透平的排气进入丙烷预热装置中,对丙烷进行加热;另一部分进入电池燃料预热装置,变为预热后空气;

所述预热后氢气和预热后空气分别进入固体氧化物燃料电池的阳极和阴极发生电化学反应,产生电能;阳极未反应完全的预热后氢气进入燃烧室继续燃烧,固体氧化物燃料电池阴极产生的排汽进入蒸汽轮机做功。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述方法具体包括如下步骤:

丙烷经丙烷预热装置加热后进入丙烷脱氢装置,产生丙烯和氢气;丙烯加工为工业产品,氢气经氢气压缩装置压缩后,一部分氢气进入电池燃料预热装置,变为预热后氢气;另一部分氢气与来自燃气轮机燃料供给装置的燃气在燃气轮机燃料混合装置中混合后,进入燃烧室燃烧,推动燃气透平旋转,带动同轴布置的第一发电机旋转发电;

空气经空气压缩装置压缩后,一部分空气进入燃烧室燃烧,推动燃气透平旋转,燃气透平的排气进入丙烷预热装置中,对丙烷进行加热;另一部分空气进入电池燃料预热装置,变为预热后空气;

所述预热后氢气进入固体氧化物燃料电池的阳极,所述预热后空气进入固体氧化物燃料电池的阴极发生电化学反应,产生电能;阳极未反应完全的预热后氢气进入燃烧室继续燃烧,固体氧化物燃料电池阴极产生的排汽进入蒸汽轮机做功,推动同轴布置的第二发电机旋转发电;

所述蒸汽轮机的排汽经第一排汽管道进入电池燃料预热装置中进行余热利用,产生的废汽经第二排汽管道排出。

丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机技术领域,尤其涉及丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统及方法。

背景技术

[0002] 氢能的来源广泛,制氢方式多样。工业副产制氢具有生产成本较低、技术成熟、效率高等优点。氢能作为重要的工业原料和能源燃料受到广泛关注并进入快速发展时期。

[0003] CN113756955A公开了一种燃气轮机发电系统和发电方法,所述燃气轮机发电系统包括可再生能源发电装置、制氢装置、氢气储能装置和燃气轮机,所述可再生能源发电装置用于给所述制氢装置供电以使所述制氢装置制备氢气和氧气,所述氢气储能装置与所述制氢装置相连,所述燃气轮机分别与所述制氢装置和所述氢气储能装置相连,所述制氢装置制备的氢气可进入所述氢气储能装置和所述燃气轮机内,所述燃气轮机可使用空气、所述制氢装置制备的氢气和/或所述氢气储能装置内的氢气进行发电。

[0004] CN102966389A公开了一种燃气轮机排烟余热的回收利用方法。该方法为从燃气轮机的燃气透平出来的排烟进入重整反应器,向重整反应器中加入摩尔比为1~2:1的水和甲醇,在催化剂的作用下水与甲醇吸收燃气轮机的排烟余热进行化学反应,反应后的合成气通过纯化设备分离后即得纯度为85%~95%的氢气。利用燃气轮机的排烟余热进行甲醇重整制取氢气,并将所得氢气用于燃料电池发电系统,利用热化学反应将燃气轮机的排烟余热进行品位提升并转化到反应合成气中,为甲醇制氢提供了新的思路,有效降低了甲醇制氢的能量消耗。同时提高了燃料电池系统的燃料利用率和发电效率,达到了明显的节能目的。

[0005] CN107143403A公开了一种氢燃气轮机尾气余热利用系统,包括:压气机、燃烧室、第一涡轮、第二涡轮、有机工质蒸发器、有机工质膨胀机、三相发电机、有机工质冷凝器、工质循环泵和阀。将氢燃气轮机尾气中的余热转化为高品位电能,提高氢燃气轮机的输出功率,显著提高氢燃气轮机系统的效率、降低系统成本,同时可降低烟气的排放温度,减少热污染,达到节能环保生产的目的,进而可以提高企业的经济效益和社会效益。

[0006] 但上述燃气轮机的发电效率相对燃料电池仍较低,而且采用氢气作为原料,还存在发电成本较高的问题。

发明内容

[0007] 鉴于现有技术中存在的问题,本发明提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统及方法,采用丙烷脱氢制丙烯来副产高纯度、低成本氢气作为燃气轮机的原料,并且将燃气轮机和固体氧化物燃料电池联合使用,使两者的优缺点进行互补,提高整个装置系统的发电效率的同时减少二氧化碳排放,应用前景广阔。

[0008] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 第一方面,本发明提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统,

所述装置系统包括丙烷脱氢制丙烯单元、燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元；

[0010] 所述丙烷脱氢制丙烯单元包括依次连接的丙烷预热装置、丙烷脱氢装置和氢气压缩装置；

[0011] 所述燃气轮机发电单元包括依次连接的空气压缩装置、燃烧室、燃气透平和第一发电机；

[0012] 所述燃料电池发电单元包括依次连接的电池燃料预热装置、固体氧化物燃料电池、蒸汽轮机和第二发电机；

[0013] 所述丙烷脱氢制丙烯单元经氢气压缩装置分别与燃气轮机发电单元的燃烧室和燃料电池发电单元的电池燃料预热装置相连；

[0014] 所述燃气轮机发电单元经燃气透平与丙烷脱氢制丙烯单元的丙烷预热装置相连；

[0015] 所述燃料电池发电单元经固体氧化物燃料电池与燃气轮机发电单元的燃烧室相连。

[0016] 本发明所述的丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统中用来作为燃料的氢气来源于丙烷，而丙烷脱氢制丙烯工艺过程能耗小、碳排放少，副产氢气纯度高、成本低，减少了燃气轮机联合循环的二氧化碳排放。同时，通过对燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元进行余热回收，为丙烷脱氢制丙烯单元和燃料电池发电单元提供反应所需的热量，提高了整个装置系统的能量转换效率，降低了丙烷脱氢制丙烯单元的成本。本发明将燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元联合使用，提高了整个装置系统的联合发电效率，减少了二氧化碳的排放。

[0017] 优选地，所述丙烷预热装置为表面式气气换热器。

[0018] 优选地，所述丙烷预热装置上设置有丙烷输送管道和排气管道。

[0019] 本发明所述排气管道排出的废气与电池燃料预热装置排出的废汽汇合，进入冷凝装置。

[0020] 优选地，所述丙烷脱氢装置上设置有丙烯输送管道。

[0021] 本发明所述丙烷脱氢装置中产生的丙烯可用于生产聚丙烯、丙烯腈、环氧丙烷、乙丙橡胶、尼龙66和ABS树脂等高附加值产品。

[0022] 优选地，所述空气压缩装置、燃气透平和第一发电机同轴连接。

[0023] 优选地，所述空气压缩装置上设置有空气输送管道。

[0024] 优选地，所述燃气轮机发电单元还包括依次连接的燃气轮机燃料供给装置和燃气轮机燃料混合装置。

[0025] 当本发明采用掺氢燃气轮机，燃气轮机燃料供给装置可以提供天然气或其他可燃气体。此时，丙烷脱氢装置产生的一部分氢气与燃气轮机燃料供给装置提供的燃料在进入燃烧室之前先在燃料预混装置中混合。

[0026] 当本发明采用纯氢燃气轮机时，氢气全部来自于丙烷脱氢装置产生的氢气。此时，可不必设置燃气轮机燃料供给装置和燃料预混装置。

[0027] 优选地，所述燃气轮机燃料混合装置与燃烧室连接。

[0028] 优选地，所述燃气轮机燃料混合装置与氢气压缩装置相连。

[0029] 优选地，所述空气压缩装置与电池燃料预热装置相连。

[0030] 优选地，所述固体氧化物燃料电池包括阳极和阴极。

- [0031] 优选地,所述电池燃料预热装置经氢气输送管道与阳极连接。
- [0032] 优选地,所述电池燃料预热装置经空气输送管道与阴极连接。
- [0033] 优选地,所述蒸汽轮机经第一排汽管道与电池燃料预热装置相连,可实现余热利用,提高整个装置系统的综合效率。
- [0034] 优选地,所述电池燃料预热装置上设置有第二排汽管道。
- [0035] 本发明中蒸汽轮机的排汽对电池燃料预热装置内的空气和氢气进行预热,预热后的排汽从第二排汽管道排出。
- [0036] 优选地,所述第二发电机与蒸汽轮机同轴连接。
- [0037] 第二方面,本发明还提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的方法,所述方法采用第一方面所述的一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统进行;所述方法包括如下步骤:
- [0038] 丙烷经丙烷预热装置加热后进入丙烷脱氢装置,产生丙烯和氢气;其中,氢气经氢气压缩装置压缩后,一部分进入电池燃料预热装置,变为预热后氢气;另一部分进入燃烧室燃烧;
- [0039] 空气经空气压缩装置压缩后,一部分进入燃烧室燃烧,推动燃气透平旋转,燃气透平的排气进入丙烷预热装置中,对丙烷进行加热;另一部分进入电池燃料预热装置,变为预热后空气;
- [0040] 所述预热后氢气和预热后空气分别进入固体氧化物燃料电池的阳极和阴极发生电化学反应,产生电能;阳极未反应完全的预热后氢气进入燃烧室继续燃烧,固体氧化物燃料电池阴极产生的排汽进入蒸汽轮机做功。
- [0041] 本发明所述的方法通过将丙烷脱氢制丙烯单元的副产物氢气作为燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元的氢气来源,降低了发电成本;将燃气透平的排气送入丙烷加热装置进行余热回收,而且将蒸汽轮机的排汽送入电池燃料预热装置进行余热回收,提高了装置系统的联合循环效率。本发明中先将燃气轮机发电单元启动,第一发电机开始发电,燃气透平的排气进入丙烷预热装置,丙烷脱氢制丙烯单元启动,丙烷脱氢装置产生氢气,进入电池燃料预热装置,燃料电池发电单元启动,整个系统开始运行。
- [0042] 作为本发明优选的技术方案,所述方法具体包括如下步骤:
- [0043] 丙烷经丙烷预热装置加热后进入丙烷脱氢装置,产生丙烯和氢气;丙烯加工为工业产品,氢气经氢气压缩装置压缩后,一部分氢气进入电池燃料预热装置,变为预热后氢气;另一部分氢气与来自燃气轮机燃料供给装置的燃气在燃气轮机燃料混合装置中混合后,进入燃烧室燃烧,推动燃气透平旋转,带动同轴布置的第一发电机旋转发电;
- [0044] 空气经空气压缩装置压缩后,一部分空气进入燃烧室燃烧,推动燃气透平旋转,燃气透平的排气进入丙烷预热装置中,对丙烷进行加热;另一部分空气进入电池燃料预热装置,变为预热后空气;
- [0045] 所述预热后氢气进入固体氧化物燃料电池的阳极,所述预热后空气进入固体氧化物燃料电池的阴极发生电化学反应,产生电能;阳极未反应完全的预热后氢气进入燃烧室继续燃烧,固体氧化物燃料电池阴极产生的排汽进入蒸汽轮机做功,推动同轴布置的第二发电机旋转发电;
- [0046] 所述蒸汽轮机的排汽经第一排汽管道进入电池燃料预热装置中进行余热利用,产

生的废汽经第二排汽管道排出。

[0047] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益效果:

[0048] (1) 本发明提供的丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统的氢气来源于丙烷脱氢制丙烯的副产物,成本较低、技术成熟;

[0049] (2) 本发明提供的丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统的联合循环效率高,且二氧化碳排放量低;

[0050] (3) 本发明提供的丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统运行灵活,启动速度快,可掺氢、纯氢运行,满足多种工业需要。

附图说明

[0051] 图1是本发明实施例1中丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统的示意图。

[0052] 图2是本发明实施例2中丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统的示意图。

[0053] 图中:1-丙烷预热装置;2-丙烷脱氢装置;3-燃气轮机燃料供给装置;4-燃气轮机燃料混合装置;5-空气压缩装置;6-燃烧室;7-燃气透平;8-第一发电机;9-氢气压缩装置;10-电池燃料预热装置;11-固体氧化物燃料电池;12-蒸汽轮机;13-第二发电机。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0055] 下面对本发明进一步详细说明。但下述的实例仅仅是本发明的简易例子,并不代表或限制本发明的权利保护范围,本发明的保护范围以权利要求书为准。

[0056] 需要理解的是,在本发明的描述中,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0057] 需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0058] 本领域技术人员理应了解的是,本发明中必然包括用于实现工艺完整的必要管线、常规阀门和通用泵设备,但以上内容不属于本发明的主要发明点,本领域技术人员可以基于工艺流程和设备结构选型自行增设布局,本发明对此不做特殊要求和具体限定。

[0059] 实施例1

[0060] 本实施例提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统,其示意图如图1所示。本实施例采用掺氢燃气轮机。

[0061] 所述装置系统包括丙烷脱氢制丙烯单元、燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元;

[0062] 所述丙烷脱氢制丙烯单元包括依次连接的丙烷预热装置1、丙烷脱氢装置2和氢气压缩装置9;

[0063] 所述燃气轮机发电单元包括依次连接的空气压缩装置5、燃烧室6、燃气透平7和第一发电机8;

[0064] 所述燃料电池发电单元包括依次连接的电池燃料预热装置10、固体氧化物燃料电池11、蒸汽轮机12和第二发电机13;

[0065] 所述丙烷脱氢制丙烯单元经氢气压缩装置9分别与燃气轮机发电单元的燃烧室6和燃料电池发电单元的电池燃料预热装置10相连;

[0066] 所述燃气轮机发电单元经燃气透平7与丙烷脱氢制丙烯单元的丙烷预热装置1相连;

[0067] 所述燃料电池发电单元经固体氧化物燃料电池11与燃气轮机发电单元的燃烧室6相连。

[0068] 所述丙烷预热装置1上设置有丙烷输送管道和排气管道;

[0069] 所述丙烷脱氢装置2上设置有丙烯输送管道。

[0070] 所述空气压缩装置5、燃气透平7和第一发电机8同轴连接。

[0071] 所述燃气轮机发电单元还包括依次连接的燃气轮机燃料供给装置3和燃气轮机燃料混合装置4;

[0072] 所述燃气轮机燃料混合装置4与燃烧室6连接;

[0073] 所述燃气轮机燃料混合装置4与氢气压缩装置9相连;

[0074] 所述空气压缩装置5与电池燃料预热装置10相连。

[0075] 所述固体氧化物燃料电池包括阳极和阴极;

[0076] 所述电池燃料预热装置10经氢气输送管道与阳极连接;

[0077] 所述电池燃料预热装置10经空气输送管道与阴极连接。

[0078] 所述蒸汽轮机12经第一排汽管道与电池燃料预热装置10相连。

[0079] 所述电池燃料预热装置10上设置有第二排汽管道。

[0080] 所述第二发电机13与蒸汽轮机12同轴连接。

[0081] 本实施例还提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的方法,所述方法采用上述的一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统进行;所述方法包括如下步骤:

[0082] 丙烷经丙烷预热装置1加热后进入丙烷脱氢装置2,产生丙烯和氢气;丙烯加工为工业产品,氢气经氢气压缩装置9压缩后,一部分氢气进入电池燃料预热装置10,变为预热后氢气;另一部分氢气与来自燃气轮机燃料供给装置3的天然气在燃气轮机燃料混合装置4中混合后,进入燃烧室6燃烧,推动燃气透平7旋转,带动同轴布置的第一发电机8旋转发电;

[0083] 空气经空气压缩装置5压缩后,一部分空气进入燃烧室6燃烧,推动燃气透平7旋转,燃气透平7的排气进入丙烷预热装置1中,对丙烷进行加热;另一部分空气进入电池燃料

预热装置10,变为预热后空气;

[0084] 所述预热后氢气进入固体氧化物燃料电池11的阳极,所述预热后空气进入固体氧化物燃料电池11的阴极发生电化学反应,产生电能;阳极未反应完全的预热后氢气进入燃烧室6继续燃烧,固体氧化物燃料电池11阴极产生的排汽进入蒸汽轮机12做功,推动同轴布置的第二发电机13旋转发电;

[0085] 所述蒸汽轮机12的排汽经第一排汽管道进入电池燃料预热装置10中进行余热利用,产生的废汽经第二排汽管道排出。

[0086] 实施例2

[0087] 本实施例提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统,其示意图如图2所示。本实施例采用纯氢燃气轮机。

[0088] 所述装置系统包括丙烷脱氢制丙烯单元、燃气轮机发电单元和燃料电池发电单元;

[0089] 所述丙烷脱氢制丙烯单元包括依次连接的丙烷预热装置1、丙烷脱氢装置2和氢气压缩装置9;

[0090] 所述燃气轮机发电单元包括依次连接的空气压缩装置5、燃烧室6、燃气透平7和第一发电机8;

[0091] 所述燃料电池发电单元包括依次连接的电池燃料预热装置10、固体氧化物燃料电池11、蒸汽轮机12和第二发电机13;

[0092] 所述丙烷脱氢制丙烯单元经氢气压缩装置9分别与燃气轮机发电单元的燃烧室6和燃料电池发电单元的电池燃料预热装置10相连;

[0093] 所述燃气轮机发电单元经燃气透平7与丙烷脱氢制丙烯单元的丙烷预热装置1相连;

[0094] 所述燃料电池发电单元经固体氧化物燃料电池11与燃气轮机发电单元的燃烧室6相连。

[0095] 所述丙烷预热装置1上设置有丙烷输送管道和排气管道;

[0096] 所述丙烷脱氢装置2上设置有丙烯输送管道。

[0097] 所述空气压缩装置5、燃气透平7和第一发电机8同轴连接。

[0098] 所述空气压缩装置5与电池燃料预热装置10相连。

[0099] 所述固体氧化物燃料电池包括阳极和阴极;

[0100] 所述电池燃料预热装置10经氢气输送管道与阳极连接;

[0101] 所述电池燃料预热装置10经空气输送管道与阴极连接。

[0102] 所述蒸汽轮机12经第一排汽管道与电池燃料预热装置10相连。

[0103] 所述电池燃料预热装置10上设置有第二排汽管道。

[0104] 所述第二发电机13与蒸汽轮机12同轴连接。

[0105] 本实施例还提供一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的方法,所述方法采用上述的一种丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统进行;

[0106] 所述方法包括如下步骤:

[0107] 丙烷经丙烷预热装置1加热后进入丙烷脱氢装置2,产生丙烯和氢气;丙烯加工为工业产品,氢气经氢气压缩装置9压缩后,一部分氢气进入电池燃料预热装置10,变为预热

后氢气;另一部分氢气进入燃烧室6燃烧,推动燃气透平7旋转,带动同轴布置的第一发电机8旋转发电;

[0108] 空气经空气压缩装置5压缩后,一部分空气进入燃烧室6燃烧,推动燃气透平7旋转,燃气透平7的排气进入丙烷预热装置1中,对丙烷进行加热;另一部分空气进入电池燃料预热装置10,变为预热后空气;

[0109] 所述预热后氢气进入固体氧化物燃料电池11的阳极,所述预热后空气进入固体氧化物燃料电池11的阴极发生电化学反应,产生电能;阳极未反应完全的预热后氢气进入燃烧室6继续燃烧,固体氧化物燃料电池11阴极产生的排汽进入蒸汽轮机12做功,推动同轴布置的第二发电机13旋转发电;

[0110] 所述蒸汽轮机12的排汽经第一排汽管道进入电池燃料预热装置10中进行余热利用,产生的废汽经第二排汽管道排出。

[0111] 在本实施例中,2215Nm³/h、20℃、0.1MPa的丙烷经丙烷预热装置1加热至420℃后进入丙烷脱氢装置2,产生丙烯和氢气;因丙烷脱氢为吸热反应,因此出口氢气温度降低至60℃。

[0112] 丙烯加工为工业产品,20%流量的氢气443Nm³/h,经氢气压缩装置9压缩至1.6MPa后,进入电池燃料预热装置10被蒸汽轮机12的排汽预热至100℃;80%流量的氢气1772Nm³/h与固体氧化物燃料电池11阳极乏气13Nm³/h混合后在燃烧室6内燃烧,进而推动燃气透平7做功,输出电功率0.986MW,排汽0.3MPa、540℃、1785Nm³/h,进入丙烷预热装置1中将丙烷进行预热,降温至65℃;

[0113] 空气经空气压缩装置5压缩后,一部分空气进入燃烧室6燃烧,推动燃气透平7旋转,另一部分空气进入电池燃料预热装置10,变为预热后空气;

[0114] 所述预热后氢气进入固体氧化物燃料电池11的阳极,所述预热后空气进入固体氧化物燃料电池11的阴极发生电化学反应,产生电能;固体氧化物燃料电池11的发电效率按60%,0.585Nm³/h~1kW,发出电功率0.757MW;固体氧化物燃料电池11阴极产生的高温高压水蒸气1.5MPa、650℃、430Nm³/h进入蒸汽轮机12做功,推动同轴布置的第二发电机13旋转发电,发出电功率0.032MW;

[0115] 所述蒸汽轮机12的排汽8kPa、150℃、430Nm³/h经第一排汽管道进入电池燃料预热装置10中进行余热利用,产生的65℃废汽经第二排汽管道排出,与燃气轮机排汽汇合进入冷凝装置。

[0116] 本实施例提供的丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统采用纯氢燃气轮机,消耗氢气2215Nm³/h,输出电总功率1.775MW,发电效率达到52.7%。

[0117] 而现有技术中采用某进口品牌纯氢燃机,消耗氢气2215Nm³/h,输出功率1.516MW,配合余热锅炉后,发电效率45%。本实施例提供的丙烷脱氢燃气轮机与燃料电池联合发电的装置系统高于该燃机与余热锅炉联合循环系统的效率约7.7%。此外,本实施例所述装置系统采用燃机联合燃料电池的方法,加快了丙烷脱氢和燃料电池的启动时间,提高了整体系统的运行灵活性。

[0118] 申请人声明,本发明通过上述实施例来说明本发明的详细结构特征,但本发明并不局限于上述详细结构特征,即不意味着本发明必须依赖上述详细结构特征才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了,对本发明的任何改进,对本发明所选用部件的等效替换

以及辅助部件的增加、具体方式的选择等,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

[0119] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

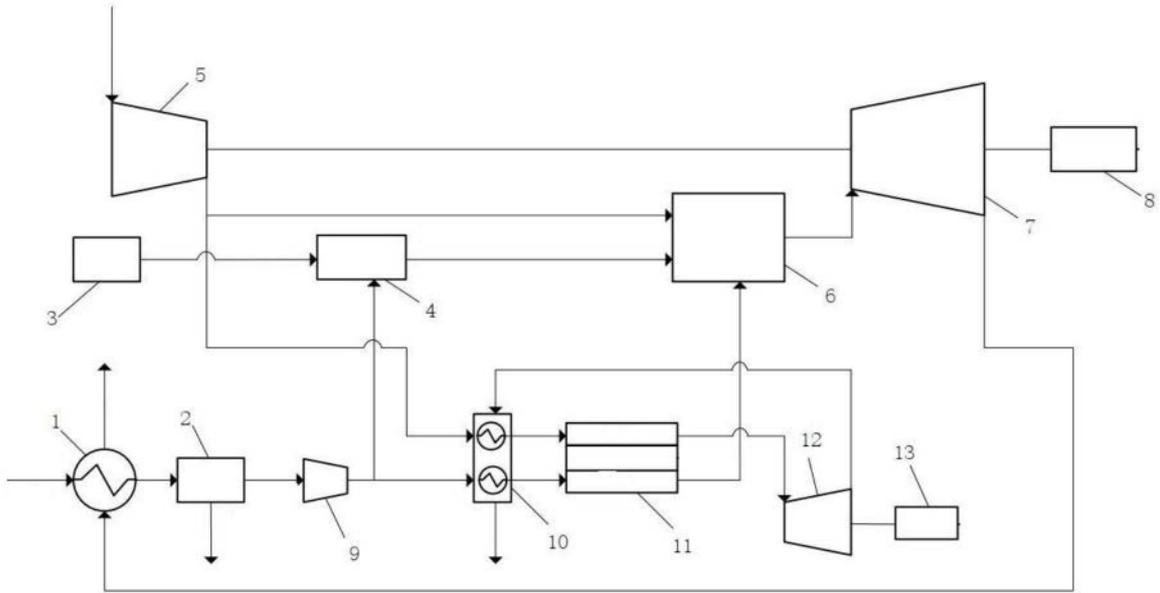


图1

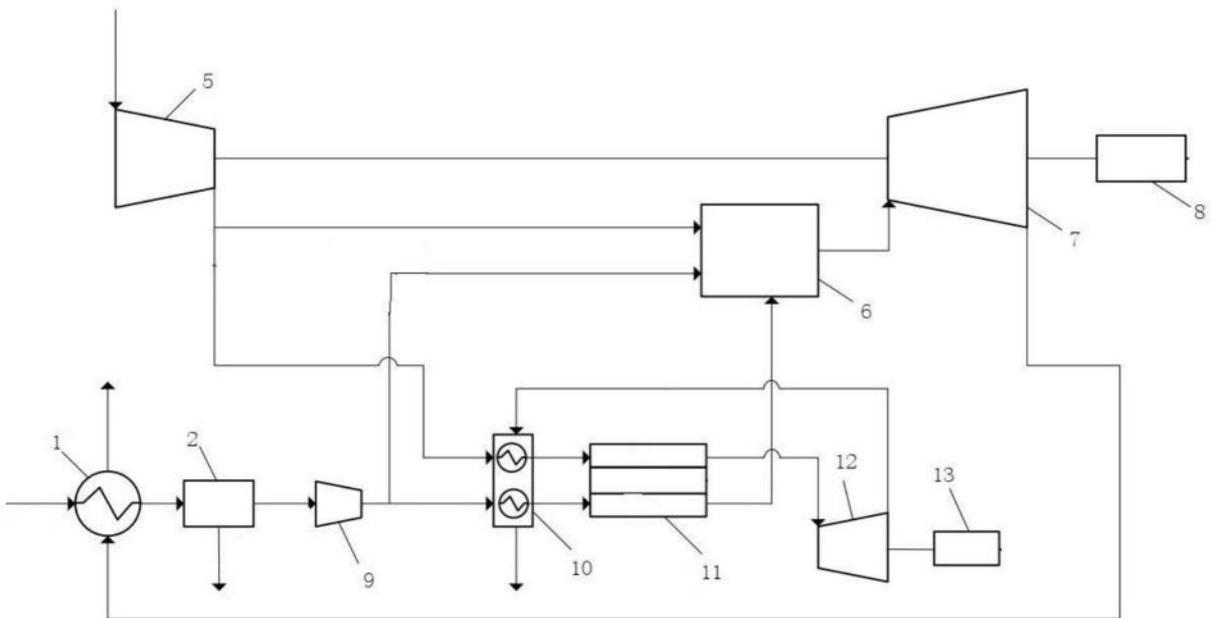


图2