



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114891536 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 12

(21) 申请号 202210382209.3

(22) 申请日 2022.04.12

(71) 申请人 国家能源集团科学技术研究院有限公司
地址 210046 江苏省南京市栖霞区仙境路10号
申请人 华北电力大学

(72) 发明人 王圣 陈衡 董月红 王玉亭 傅静雯

(74) 专利代理机构 深圳市宾亚知识产权代理有限公司 44459
专利代理师 张广富

(51) Int. Cl.
G10J 3/00 (2006.01)
G10J 3/18 (2006.01)

C10J 3/20 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
B01J 4/00 (2006.01)
B01D 3/14 (2006.01)
C25B 1/04 (2021.01)
C25B 9/00 (2021.01)
C07C 29/151 (2006.01)
C07C 31/04 (2006.01)

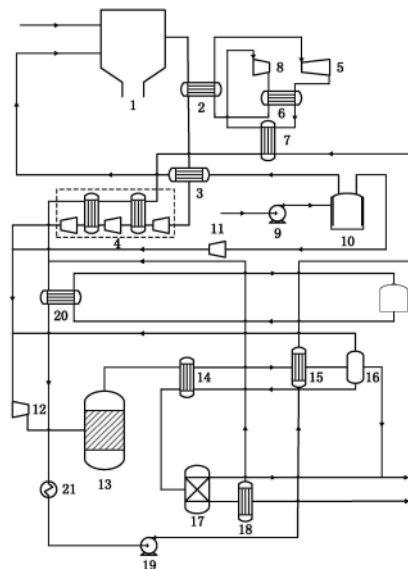
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统

(57) 摘要

本申请公开了一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,包括通过管路连接的等离子气化系统、水电解系统、超临界二氧化碳循环发电系统、甲醇制备系统和供热系统;本申请创造性地将甲醇合成技术和等离子气化技术应用于固体废物资源化利用领域,提出了一种集成电、热和甲醇多联产系统,利用水电解产生的氧气作为气化剂参与等离子气化,产生的氢气与等离子气化得到的合成气作为原料进行甲醇合成;同时利用超临界二氧化碳循环发电系统和城市供暖回收系统余热并实现余热的梯级利用,提高了固体废物利用效率,降低了二氧化碳排放率,实现节能与环保的双重效益。



1. 一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,包括通过管路连接的等离子气化系统、水电解系统、超临界二氧化碳循环发电系统、甲醇制备系统和供热系统;

其中,所述等离子气化系统包括依次相连的等离子气化炉、合成气冷却器、气化剂预热器和合成气压缩机;所述超临界二氧化碳循环发电系统包括依次相连的二氧化碳涡轮、回热器、预冷器和二氧化碳压缩机,压缩后的二氧化碳工质在所述回热器中回收余热后进入所述合成气冷却器中加热,之后进入所述二氧化碳涡轮做功;所述水电解系统包括依次相连的水泵、电解槽和氢气压缩机,水经所述水泵加压后进入所述电解槽电解为氢气和氧气,氢气经所述氢气压缩机加压后进入所述甲醇制备系统参与合成甲醇,氧气作为气化剂经所述气化剂预热器预热后进入所述等离子气化炉中参与气化反应;所述甲醇合成系统包括依次相连的物料压缩机、甲醇反应器、反应物冷却器、水冷器、甲醇分离器、甲醇分馏塔和甲醇冷却器,由所述甲醇分离器分离出的气体部分与所述等离子气化系统所制得的合成气和所述水电解系统所制得的氢气混合后重新参与反应制备甲醇;所述供热系统包括水泵、换热器和冷却器,所述水泵加压后的水由所述水冷器、所述预冷器、所述合成气压缩机中的中间冷却器和所述甲醇冷却器加热后进入所述换热器为城市热水加热,所述换热器出来的水由所述冷却器冷却至环境温度后进入所述水泵继续循环。

2. 根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述合成气冷却器的热流体为所述等离子气化炉出口的合成气,所述合成气冷却器的冷流体为所述回热器出口的二氧化碳,所述合成气冷却器的热流体合成气先经过所述合成气冷却器的冷流体二氧化碳冷却,然后进入所述气化剂预热器加热气化剂,吸热后的二氧化碳经所述二氧化碳涡轮发电后进入所述回热器与低温二氧化碳换热。

3. 根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述气化剂预热器的热流体为所述合成气冷却器出口的合成气,所述气化剂预热器的冷流体为所述电解槽出口的氧气,经预热的氧气作为气化剂进入所述等离子气化炉中参与气化反应,进一步冷却后由所述等离子气化炉排出的合成气经所述合成气压缩机压缩后进入所述甲醇合成系统参与合成甲醇。

4. 根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,经所述合成气压缩机压缩后的合成气与经所述氢气压缩机加压后的氢气作为新鲜气,与所述甲醇分离器分离出的气体混合后进入所述物料压缩机加压,然后进入所述甲醇反应器合成甲醇。

5. 根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述水泵出口水的一部分由所述甲醇冷却器加热,剩余部分依次进入所述水冷器、所述预冷器、所述合成气压缩机中的中间冷却器进行余热回收,回收余热后的两股水混合后进入所述换热器为城市热水加热。

6. 根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述合成气压缩机为多级压缩机,所述合成气压缩机出口水与所述甲醇冷却器出口水混合后进入所述换热器。

7. 根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述预冷器的热流股为所述回热器出口的二氧化碳工质,所述预冷器的冷流股为

所述水冷器出口水,换热后的所述预冷器的热流股二氧化碳工质进入所述二氧化碳压缩机进行压缩,换热后的所述预冷器的冷流股水进入所述合成气压缩机中的中间冷却器。

8.根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述换热器的热流股为所述合成气压缩机中的中间冷却器出口水和所述甲醇冷却器出口水,所述换热器的冷流股为城市供暖回水。

9.根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述甲醇冷却器的热流股为所述甲醇分馏塔出口的液体甲醇,所述甲醇冷却器的冷流股为所述水泵加压后的水。

10.根据权利要求1所述的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,其特征在于,所述水冷器的热流股为所述反应物冷却器出口的反应产物流股,所述水冷器的冷流股为所述水泵加压后的水。

集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统

技术领域

[0001] 本申请属于固体废物资源化利用技术领域,尤其涉及一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统。

背景技术

[0002] 随着我国经济的高速发展,城市化水平和人民生活水平的不断提高,生活垃圾产量与日俱增。据统计,当前我国城市垃圾年产量达1.5亿吨,且每年以8%~10%的速度增长。生活垃圾造成了空前的环境污染,严重威胁着人类健康与生态平衡。对于生活垃圾的处理,目前,我国主要采用焚烧发电技术,但垃圾在燃烧的过程中易产生二噁英等剧毒性二次污染物,不符合国家的排放标准。怎样才能有效处理并合理利用城市固体垃圾,是当今社会颇为关注且亟待解决的问题。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本申请实施例提供了一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,提高了固体废物利用效率,降低了二氧化碳排放率,实现节能与环保的双重效益,所述技术方案如下:

[0004] 本申请提供一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,包括通过管路连接的等离子气化系统、水电解系统、超临界二氧化碳循环发电系统、甲醇制备系统和供热系统;其中,所述等离子气化系统包括依次相连的等离子气化炉、合成气冷却器、气化剂预热器和合成气压缩机;所述超临界二氧化碳循环发电系统包括依次相连的二氧化碳涡轮、回热器、预冷器和二氧化碳压缩机,压缩后的二氧化碳工质在所述回热器中回收余热后进入所述合成气冷却器中加热,之后进入所述二氧化碳涡轮做功;所述水电解系统包括依次相连的水泵、电解槽和氢气压缩机,水经所述水泵加压后进入所述电解槽电解为氢气和氧气,氢气经所述氢气压缩机加压后进入所述甲醇制备系统参与合成甲醇,氧气作为气化剂经所述气化剂预热器预热后进入所述等离子气化炉中参与气化反应;所述甲醇合成系统包括依次相连的物料压缩机、甲醇反应器、反应物冷却器、水冷器、甲醇分离器、甲醇分馏塔和甲醇冷却器,由所述甲醇分离器分离出的气体部分与所述等离子气化系统所制得的合成气和所述水电解系统所制得的氢气混合后重新参与反应制备甲醇;所述供热系统包括水泵、换热器和冷却器,所述水泵加压后的水由所述水冷器、所述预冷器、所述合成气压缩机中的中间冷却器和所述甲醇冷却器加热后进入所述换热器为城市热水加热,所述换热器出来的水由所述冷却器冷却至环境温度后进入所述水泵继续循环。

[0005] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述合成气冷却器的热流体为所述等离子气化炉出口的合成气,所述合成气冷却器的冷流体为所述回热器出口的二氧化碳,所述合成气冷却器的热流体合成气先经过所述合成气冷却器的冷流体二氧化碳冷却,然后进入所述气化剂预热器加热气化剂,吸热后的二氧化碳经所述二氧化碳涡轮发电后进入所述回热器与低温二氧化碳换热。

[0006] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述气化剂预热器的热流体为所述合成气冷却器出口的合成气,所述气化剂预热器的冷流体为所述电解槽出口的氧气,经预热的氧气作为气化剂进入所述等离子气化炉中参与气化反应,进一步冷却后由所述等离子气化炉排出的合成气经所述合成气压缩机压缩后进入所述甲醇合成系统参与合成甲醇。

[0007] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,经所述合成气压缩机压缩后的合成气与经所述氢气压缩机加压后的氢气作为新鲜气,与所述甲醇分离器分离出的气体混合后进入所述物料压缩机加压,然后进入所述甲醇反应器合成甲醇。

[0008] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述水泵出口水的一部分由所述甲醇冷却器加热,剩余部分依次进入所述水冷器、所述预冷器、所述合成气压缩机中的中间冷却器进行余热回收,回收余热后的两股水混合后进入所述换热器为城市热水加热。

[0009] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述合成气压缩机为多级压缩机,所述合成气压缩机出口水与所述甲醇冷却器出口水混合后进入所述换热器。

[0010] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述预冷器的热流股为所述回热器出口的二氧化碳工质,所述预冷器的冷流股为所述水冷器出口水,换热后的所述预冷器的热流股二氧化碳工质进入所述二氧化碳压缩机进行压缩,换热后的所述预冷器的冷流股水进入所述合成气压缩机中的中间冷却器。

[0011] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述换热器的热流股为所述合成气压缩机中的中间冷却器出口水和所述甲醇冷却器出口水,所述换热器的冷流股为城市供暖回水。

[0012] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述甲醇冷却器的热流股为所述甲醇分馏塔出口的液体甲醇,所述甲醇冷却器的冷流股为所述水泵加压后的水。

[0013] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,所述水冷器的热流股为所述反应物冷却器出口的反应物流股,所述水冷器的冷流股为所述水泵加压后的水。

[0014] 本申请的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统所带来的有益效果为:本申请创造性地将甲醇合成技术和等离子气化技术应用于固体废物资源化利用领域,提出了一种集成电、热和甲醇多联产系统,利用水电解产生的氧气作为气化剂参与等离子气化,产生的氢气与等离子气化得到的合成气作为原料进行甲醇合成;同时利用超临界二氧化碳循环发电系统和城市供暖回收系统余热并实现余热的梯级利用,提高了固体废物利用效率,降低了二氧化碳排放率,实现节能与环保的双重效益。

[0015] 本申请实现了固体废物的高效资源化利用,通过等离子气化的处理方式,将固体废物转化为易于利用的合成气;降低了二氧化碳的排放并实现了氢能的安全高效利用,通过使用合成气与氢气合成甲醇,降低了合成气的碳排放量,并将难以储存和运输的氢气转化为液态甲醇,实现了氢能的安全利用;将可再生能源产生的不稳定的电力通过水电解系统转

化为了氢气化学能,从源头上可以平抑光伏发电产生的较大峰谷差,实现了可再生能源的消纳;实现了能量的梯级利用,通过超临界二氧化碳循环发电和气化剂预热和城市供暖的方式实现了对等离子气化和甲醇合成中产生的余热的梯级利用。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1是本申请的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统图。

[0018] 附图标记:1-等离子气化炉;2-合成气冷却器;3-气化剂预热器;4-合成气压缩机;5-二氧化碳涡轮;6-回热器;7-预冷器;8-二氧化碳压缩机;9-水泵;10-电解槽;11-氢气压缩机;12-物料压缩机;13-甲醇反应器;14-反应物冷却器;15-水冷器;16-甲醇分离器;17-甲醇分馏塔;18-甲醇冷却器;19-水泵;20-换热器;21-冷却器。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0020] 除非另外定义,本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0021] 在国际上,等离子气化技术被称为第三代垃圾处理技术,该技术可通过电弧放电产生高达6000℃的等离子体,能将垃圾中的有机物几乎全部转化成合气(合成气的主要成分为 H_2 、CO和 CO_2),而垃圾中的无机成分经处理后转化为玻璃态熔渣,大量的金属物质、有害成分被固定在其中,熔渣质地紧密,可作为建筑材料。等离子气化技术处理生活垃圾的过程中不会产生二噁英等二次污染物,可使城市固体垃圾真正实现减量化、无害化处理和资源化应用。此外,该项技术在实际应用中还具有基建费用相对较低,气化规模大、适应范围广等优点。但其合成其中存在大量的一氧化碳、二氧化碳,会导致较高的碳排放。2020年我国宣布将在2030年实现碳达峰,争取在2060年达到碳中和,即“双碳”目标。为了实现碳中和的远景目标,我国已经明确的指出到2030年,在能源消费结构中可再生能源的比例将达到25%,预计在2060年实现碳中和时可再生能源比例达到85%以上,因此需对等离子气化技术所产生的高碳排放问题予以处理。

[0022] 氢能是一种优质的清洁能源,氢气能量密度大,燃烧清洁,作为一种重要的化工原料,可以用于合成氨气、甲醇、甲烷等化工产品,其中甲醇不仅是多种有机产品的基本原料和重要的溶剂,也是较为容易输送的清洁能源,也可以与汽油混合作为汽车燃料,降低我国对石油的依存度。

[0023] 有鉴于此,本申请提供一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统,如图1所示,包括通过管路连接的等离子气化系统、水电解系统、超临界二氧化碳循环发电系统、甲醇制备系统和供热系统。其中,所述等离子气化系统包括依次相连的等离子气化炉1、合成气冷却器2、气化剂预热器3和合成气压缩机4;所述超临界二氧化碳循环发电系统包括依次相连的二氧化碳涡轮5、回热器6、预冷器7和二氧化碳压缩机8,压缩后的二氧化碳工质在所述回热器6中回收余热后进入所述合成气冷却器2中加热,之后进入所述二氧化碳涡轮5做功;所述水电解系统包括依次相连的水泵9、电解槽10和氢气压缩机11,水经所述水泵9加压后进入所述电解槽10电解为氢气和氧气,氢气经所述氢气压缩机11加压后进入所述甲醇制备系统参与合成甲醇,氧气作为气化剂经所述气化剂预热器3预热后进入所述等离子气化炉1中参与气化反应;所述甲醇合系统包括依次相连的物料压缩机12、甲醇反应器13、反应物冷却器14、水冷器15、甲醇分离器16、甲醇分馏塔17和甲醇冷却器18,由所述甲醇分离器16分离出的气体部分与所述等离子气化系统所制得的合成气和所述水电解系统所制得的氢气混合后重新参与反应制备甲醇;所述供热系统包括水泵19、换热器20和冷却器21,所述水泵19加压后的水由所述水冷器15、所述预冷器7、所述合成气压缩机4中的中间冷却器和所述甲醇冷却器18加热后进入所述换热器20为城市热水加热,所述换热器20出来的水由所述冷却器21冷却至环境温度后入所述水泵继续循环。

[0024] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述合成气冷却器2的热流体为所述等离子气化炉1出口的合成气,所述合成气冷却器2的冷流体为所述回热器6出口的二氧化碳,所述合成气冷却器2的热流体合成气先经过所述合成气冷却器2的冷流体二氧化碳冷却,然后进入所述气化剂预热器3加热气化剂,吸热后的二氧化碳经所述二氧化碳涡轮5发电后进入所述回热器6与低温二氧化碳换热。

[0025] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述气化剂预热器3的热流体为所述合成气冷却器2出口的合成气,所述气化剂预热器3的冷流体为所述电解槽10出口的氧气,经预热的氧气作为气化剂进入所述等离子气化炉1中参与气化反应,进一步冷却后由所述等离子气化炉1排出的合成气经所述合成气压缩机4压缩后进入所述甲醇合成系统参与合成甲醇。

[0026] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,经所述合成气压缩机4压缩后的合成气与经所述氢气压缩机11加压后的氢气作为新鲜气,与所述甲醇分离器16分离出的气体混合后进入所述物料压缩机12加压,然后进入所述甲醇反应器13合成甲醇。

[0027] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述水泵19出口水的一部分由所述甲醇冷却器18加热,剩余部分依次进入所述水冷器15、所述预冷器7、所述合成气压缩机4中的中间冷却器进行余热回收,回收余热后的两股水混合后进入所述换热器20为城市热水加热。

[0028] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述合成气压缩机4为多级压缩机,所述合成气压缩机4出口水与所述甲醇冷却器18出口水混合后进入所述换热器20。

[0029] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述预冷器7的热流股为所述回热器6出口的二氧化碳工质,所述预冷器7的冷流股为所述水冷器15出口水,换热后的所述预冷器7的热流股二氧化碳工质进入所述二氧化碳压缩机8进行压缩,换热后的所述预冷器7的冷流股水进入所述合成气压缩机4中的中间冷却器。

[0030] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述换热器20的热流股为所述合成气压缩机4中的中间冷却器出口水和所述甲醇冷却器18出口水,所述换热器20的冷流股为城市供暖回水。

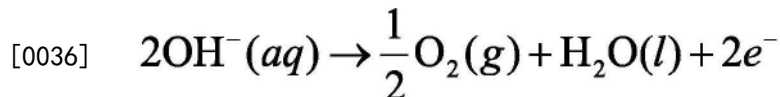
[0031] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述甲醇冷却器18的热流股为所述甲醇分馏塔17出口的液体甲醇,所述甲醇冷却器18的冷流股为所述水泵19加压后的水。

[0032] 例如,在一个实施例提供的所述集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统中,如图1所示,所述水冷器15的热流股为所述反应物冷却器14出口的反应产物流股,所述水冷器15的冷流股为所述水泵19加压后的水。

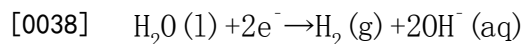
[0033] 本申请的集成固废等离子气化和电解水的零碳排放多联产系统工作流程为:

[0034] 请参阅图1,水经加压后进入电解槽10电解为氢气和氧气,电解槽电解液采用30% KOH溶液,增加了电解液的电导率。为了避免电极在碱性电解液下被腐蚀,电解槽阳极由镍(Ni),钴(Co),铁(Fe)组成,阴极由镍(Ni)和铂活性炭(C-Pt)催化剂,膜采用电阻很小的氧化镍(NiO)。水电解阳极、阴极以及总反应如下。

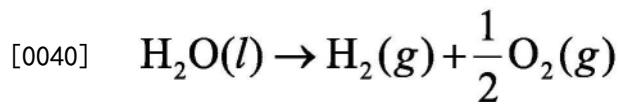
[0035] 阳极反映方程式为:



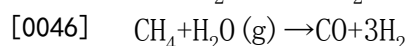
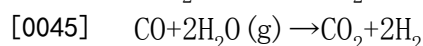
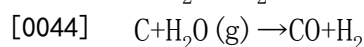
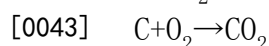
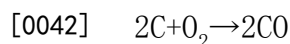
[0037] 阴极反映方程式为:

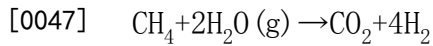


[0039] 总反应方程式为:

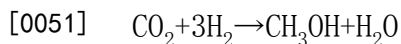
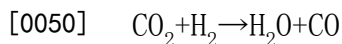
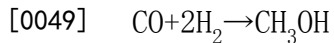


[0041] 氢气经氢气压缩机11加压至7MPa后参与合成甲醇,氧气作为气化剂经气化剂预热器3预热至300℃后进入等离子气化炉1中参与气化反应,在等离子气化炉内,垃圾气化过程中主要发生的化学反应有:





[0048] 气化得到的合成气进入合成气冷却器2中与超临界二氧化碳循环发电系统中的二氧化碳工质进行换热,换热完成后的合成气在气化剂预热器3中冷却,并进入合成气压缩机4中加压至7MPa后送入甲醇合成系统;超临界二氧化碳循环发电系统中的二氧化碳工质在合成气冷却器2中回收合成器余热,并进入二氧化碳涡轮5进行做功,做功后的二氧化碳工质在回热器6中加热低温二氧化碳,冷却后的二氧化碳进入预冷器放热后由二氧化碳压缩机8加压,在回热器6中回收排气余热后进入合成气冷却器2中加热;水电解产生的氢气与等离子气化所得合成气与甲醇分离器16分离出的气体混合后,由物料压缩机12加压至8MPa,并进入甲醇反应器13中合成甲醇,甲醇反应器中的主要反应为:



[0052] 反应后的流股进入反应物冷却器14对甲醇分离器16分离出的粗甲醇流股进行再沸,降温后的反应物流股进入水冷器15冷却,之后进入甲醇分离器16分离出粗甲醇流股和气体流股,除排放部分气体以维持系统参数,剩余气体作为循环气与新鲜气混合参与反应,粗甲醇流股进入甲醇分馏塔17分离出精甲醇产品并排放废气,精甲醇产品在甲醇冷却器18中由水进行冷却;水泵19加压后的水由水冷器15、预冷器7、合成气压缩机4中的中间冷却器和甲醇冷却器18分别加热后进入换热器20为城市热水加热,换热器20出来的水由冷却器21冷却至环境温度后进入水泵继续循环。

[0053] 本申请将甲醇合成技术和等离子气化技术应用于固体废物资源化利用领域,创造性地提出了一种集成固废等离子气化和电解水的零碳排放的电、热和甲醇多联产系统,利用水电解产生的氧气作为气化剂参与等离子气化,产生的氢气与等离子气化得到的合成气作为原料进行甲醇合成;同时利用超临界二氧化碳循环发电系统和城市供暖回收系统余热并实现余热的梯级利用,提高了固体废物利用效率,降低了二氧化碳排放率,实现节能与环保的双重效益。

[0054] 尽管已经出于说明性目的对本申请的实施例进行了公开,但是本领域技术人员将认识的是:在不偏离如所附权利要求公开的本发明的范围和精神的情况下,能够进行各种修改、添加和替换。

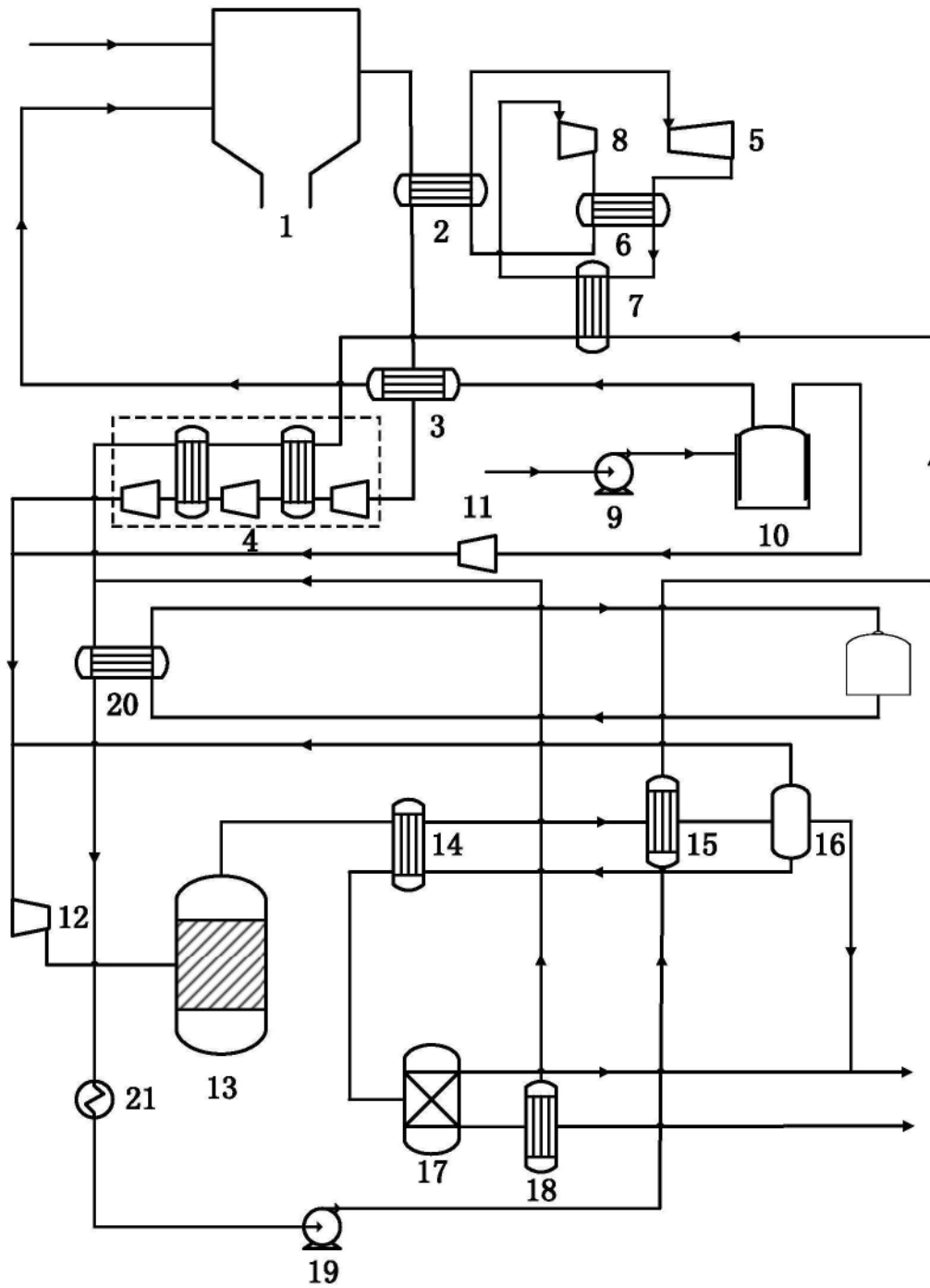


图1