



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107829786 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 29

(21) 申请号 201711235325.8

(22) 申请日 2017.11.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107829786 A

(43) 申请公布日 2018.03.23

(73) 专利权人 中国华能集团清洁能源技术研
究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来
科技城华能创新基地实验楼A楼

(72) 发明人 许世森 王鹏杰 刘刚 任永强
李小宇 陶继业 罗丽珍

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

专利代理师 段俊涛

(51) Int.Cl.

F01D 15/10 (2006.01)

H01M 8/0668 (2016.01)

H01M 8/0662 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 107165688 A, 2017.09.15

CN 106025313 A, 2016.10.12

CN 103756741 A, 2014.04.30

CN 207538871 U, 2018.06.26

CN 105050945 A, 2015.11.11

CN 106401749 A, 2017.02.15

CN 107221695 A, 2017.09.29

JP H07169497 A, 1995.07.04

审查员 李静

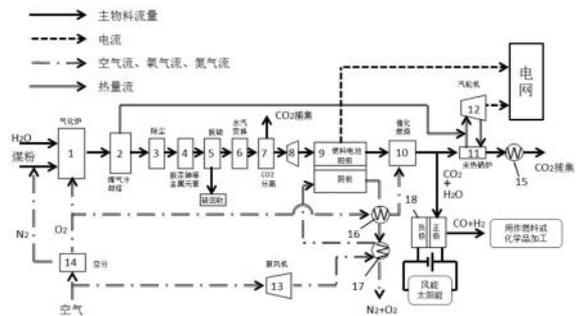
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种带污染物控制的近零排放煤气化发电
系统及发电方法

(57) 摘要

一种带污染物控制的近零排放煤气化发电
系统及发电方法,该系统包括:气化炉,煤气冷却
塔,除尘装置,易挥发碱金属脱除装置,脱硫装
置,水汽变换装置,CO₂分离装置,膨胀机,燃料电
池,催化燃烧器,余热锅炉,汽轮机,固体氧化物
电解池,空分装置以及换热器;本发明还公开了
该系统的发电方法;通过各单元的合理安排,实
现了化学能、电能、热能的综合利用;本发明不
仅可以实现煤气化发电系统中主要污染物的控
制,达到CO₂的近零排放的目的,还实现了多能
互补,系统能量综合利用效率达到65%以上。



1. 一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统,其特征在於:包括气化炉(1),气化炉(1)入口连通反应原料煤粉、 H_2O 和 O_2 出口,气化炉(1)的高温煤气出口连通煤气冷却塔(2)入口,煤气冷却塔(2)的高温蒸汽出口连通汽轮机(12)入口,煤气冷却塔(2)的冷却煤气出口连通除尘装置(3)入口,除尘装置(3)的干净煤气出口依次连通易挥发碱金属脱除装置(4)、脱硫装置(5)、水汽变换装置(6)、 CO_2 分离装置(7)、膨胀机(8)和燃料电池(9)的阳极侧,燃料电池(9)的阴极侧通入来自鼓风机(13)经过第三换热器(17)的热空气,燃料电池(9)的阳极侧高温尾气出口连通催化燃烧器(10)入口,催化燃烧器(10)的出口分两路,一路连通余热锅炉(11)入口,另一路连通固体氧化物电解池(18)入口,余热锅炉(11)的气体出口连通第一换热器(15);

进入气化炉(1)入口的反应原料煤粉采用来自于空分装置(14)的高压 N_2 输送;

进入气化炉(1)入口的 O_2 来源于空分装置(14)。

2. 权利要求1所述一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统的发电方法,其特征在於:气化炉(1)入口通入反应原料煤粉、 H_2O 和 O_2 ,反应产生的高温煤气由气化炉(1)出口进入煤气冷却塔(2),在煤气冷却塔(2)顶部出口产生高温蒸汽进入汽轮机(12)发电,冷却后的煤气进入除尘装置(3),由除尘装置(3)出口出来的干净煤气进入易挥发碱金属脱除装置(4),脱除Hg、Pb、As和Se污染物,脱除易挥发碱金属后的煤气进入脱硫装置(5)完成脱硫并进行硫回收,从脱硫装置(5)出来的煤气进入水汽变换装置(6),经过变换后煤气中的CO含量小于1%,变换后的富氢气体进入 CO_2 分离装置(7),将分离后的 CO_2 进行捕集,从 CO_2 分离装置(7)出来的富氢气体经过膨胀机(8)后送入燃料电池装置(9)的阳极侧进行发电,燃料电池阴极侧通入来自鼓风机(13)经过第三换热器(17)的热空气,电能输送至电网,从燃料电池(9)阳极侧出来的高温尾气进入催化燃烧器(10),未完全反应的氢气与来自于空分装置(14)的 O_2 进行反应,从催化燃烧器(10)出来的 CO_2 和水蒸气混合气一部分进入余热锅炉(11),带动蒸汽轮机(12)产生电能并输送至电网,另一部分进入固体氧化物电解池(18)产生CO和 H_2 ,可以用作燃料或加工其他化学品,电解池电能来源于太阳能或风能;从余热锅炉(11)出来的气体经过第一换热器(15)后将 CO_2 捕集。

一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统及发电方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤气化发电技术领域,特别涉及一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统及发电方法。

背景技术

[0002] 随着现代社会化石能源的使用,能源和环境问题日益突出,化石能源的清洁利用迫在眉睫。我国的能源结构为富煤、贫气、少油,煤炭的清洁利用技术开发在缓解甚至解决环境问题起着至关重要的作用。煤气化技术可以有效控制煤炭中的各种污染物排放,是煤炭清洁高效利用的核心技术,对解决能源环境问题具有重要意义。

[0003] 在中国的能源消费结构中,煤所占比例超过70%,煤炭利用过程中产生的主要污染物包括含硫、氮、氯等以及痕量挥发性金属元素(如Hg,Pb,As,Se等)。此外,温室气体CO₂的排放控制也是世界关注的主要问题之一。目前,我国已成功开发了大规模煤气化技术,中国专利CN201610562104.0公布了一种“可实现燃烧前CO₂捕集的整体煤气化燃料电池发电系统”,该系统实现了大部分CO₂的捕集,使得CO₂排放量降低了75%,但是仍然有废气排出,而且没有痕量挥发性金属元素(如Hg,Pb,As,Se等)等污染物的控制。中国专利CN201610888933.8公布了一种“一种基于IGCC的近零排放燃煤发电系统及方法”可以实现减排系统中90%的CO₂,但是系统尾气中存在NO_x的排放,不利于环境保护。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术缺点,本发明的目的在于提供一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统及发电方法,不仅可以实现煤气化发电系统中主要污染物的控制,实现了CO₂的近零排放,还实现了多能互补,系统能量综合利用效率达到65%以上。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统,包括气化炉1,气化炉1入口连通反应原料煤粉、H₂O和O₂出口,气化炉1的高温煤气出口连通煤气冷却塔2入口,煤气冷却塔2的高温蒸汽出口连通汽轮机12入口,煤气冷却塔2的冷却煤气出口连通除尘装置3入口,除尘装置3的干净煤气出口依次连通易挥发碱金属脱除装置4、脱硫装置5、水汽变换装置6、CO₂分离装置7、膨胀机8和燃料电池9的阳极侧,燃料电池9的阴极侧通入来至鼓风机13经过第三换热器17的热空气,燃料电池9的阳极侧高温尾气出口连通催化燃烧器10入口,催化燃烧器10的出口分两路,一路连通余热锅炉11入口,另一路连通固体氧化物电解池18入口,余热锅炉11的气体出口连通第一换热器15。

[0007] 进入气化炉1入口的反应原料煤粉采用来自于空分装置14的高压N₂输送。

[0008] 进入气化炉1入口的O₂来源于空分装置14。

[0009] 所述一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统的发电方法,气化炉1入口通入反应原料煤粉、H₂O和O₂,反应原料煤粉采用来自于空分装置14的高压N₂输送,O₂来源于空分装置14,反应产生的高温煤气由气化炉1出口进入煤气冷却塔2,在煤气冷区塔3顶部出口

产生高温蒸汽进入汽轮机12发电,冷却后的煤气进入除尘装置3,由除尘装置3出口出来的干净煤气进入易挥发碱金属脱除装置4,脱除Hg、Pb、As和Se污染物,脱除易挥发碱金属后的煤气进入脱硫装置5完成脱硫并进行硫回收,从脱硫装置5出来的煤气进入水汽变换装置6,经过变换后煤气中的CO含量小于1%,变换后的富氢气体进入CO₂分离装置7,将分离后的CO₂进行捕集,从CO₂分离装置7出来的富氢气体经过膨胀机8后送入燃料电池装置9的阳极侧进行发电,燃料电池阴极侧通入来至鼓风机13经过第三换热器17的热空气,电能输送至电网,从燃料电池9阳极出来的高温尾气进入催化燃烧器10,未完全反应的氢气与来自于空分装置14的O₂进行反应,从催化燃烧器10出来的CO₂和水蒸气混合气一部分进入余热锅炉11,带动蒸汽轮机12产生电能并输送至电网,另一部分进入固体氧化物电解池18产生CO和H₂,可以用作燃料或加工其他化学品,电解池电能来源于太阳能或风能;从余热锅炉11出来的气体经过第一换热器15后将CO₂捕集。

[0010] 本发明不仅可以实现煤气化发电系统中主要污染物的控制,达到CO₂的近零排放的目的,还实现了多能互补,系统能量综合利用效率达到65%以上。

附图说明

[0011] 图1是本发明带污染物控制的近零排放煤气化发电系统示意图。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0013] 如图1所示,本发明提供了一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统。

[0014] 实施例1:在本实施例中,一种带污染物控制的近零排放煤气化发电系统包括气化炉1,气化炉1入口连通反应原料煤粉、H₂O和O₂出口,气化炉1的高温煤气出口连通煤气冷却塔2入口,煤气冷却塔2的高温蒸汽出口连通汽轮机12入口,煤气冷却塔2的冷却煤气出口连通除尘装置3入口,除尘装置3的干净煤气出口依次连通易挥发碱金属脱除装置4、脱硫装置5、水汽变换装置6、CO₂分离装置7、膨胀机8和燃料电池9的阳极侧,燃料电池9的阴极侧通入来至鼓风机13经过第三换热器17的热空气,燃料电池9的阳极侧高温尾气出口连通催化燃烧器10入口,催化燃烧器10的出口分两路,一路连通余热锅炉11入口,另一路连通固体氧化物电解池18入口,余热锅炉11的气体出口连通第一换热器15。。

[0015] 气化炉1入口通入反应原料煤粉、H₂O和O₂,反应原料煤粉采用来自于空分装置14的高压N₂输送,O₂来源于空分装置14,反应产生的高温煤气由气化炉1出口进入煤气冷却塔2,在煤气冷区塔顶部出口产生高温蒸汽进入汽轮机12发电,冷却后的煤气进入除尘装置3,由除尘装置3出口出来的干净煤气进入易挥发碱金属脱除装置4,脱除Hg、Pb、As、Se等污染物,脱除易挥发碱金属后的煤气进入脱硫装置5完成脱硫并进行硫回收,从脱硫装置5出来的煤气进入水汽变换装置6,经过变换后煤气中的CO含量小于1%,变换后的富氢气体进入CO₂分离装置7,将分离后的CO₂进行捕集,从CO₂分离装置7出来的富氢气体经过膨胀机8后送入燃料电池装置9的阳极侧进行发电,燃料电池阴极侧通入来至鼓风机13经过第三换热器17的热空气,电能输送至电网,从燃料电池9阳极出来的高温尾气进入催化燃烧器10,未完全反应的氢气与来至于空分装置14的O₂进行反应,从催化燃烧器10出来的CO₂和水蒸气混合气一部分进入余热锅炉11,带动蒸汽轮机12产生电能并输送至电网,另一部分进入固体氧化物

电解池18产生CO和H₂,可以用作燃料或加工其他化学品,电解池电能来源于太阳能或风能。从余热锅炉11出来的气体经过第一换热器15后将CO₂捕集。

[0016] 系统的主物料流能量主要有贮存在煤中的化学能转化为电能,电能的转化来源于两部分,一部分来至于高温燃料电池发电,一部分来至于汽轮机发电。高温燃料电池发电效率达到51%,汽轮机的热源一方面来至于煤气冷却塔2的换热,另一方面来至于催化燃烧器10后的余热锅炉11,发电效率为31%,扣除设备消耗17%,综合发电效率为65%。另外,系统还采用可再生能源太阳能作为固体氧化物电解池的输入能源,利用主物料流中尾部废气(CO₂+H₂O)生产高附加值化学品,实现多能互补,能源的综合利用效率达到65%以上。

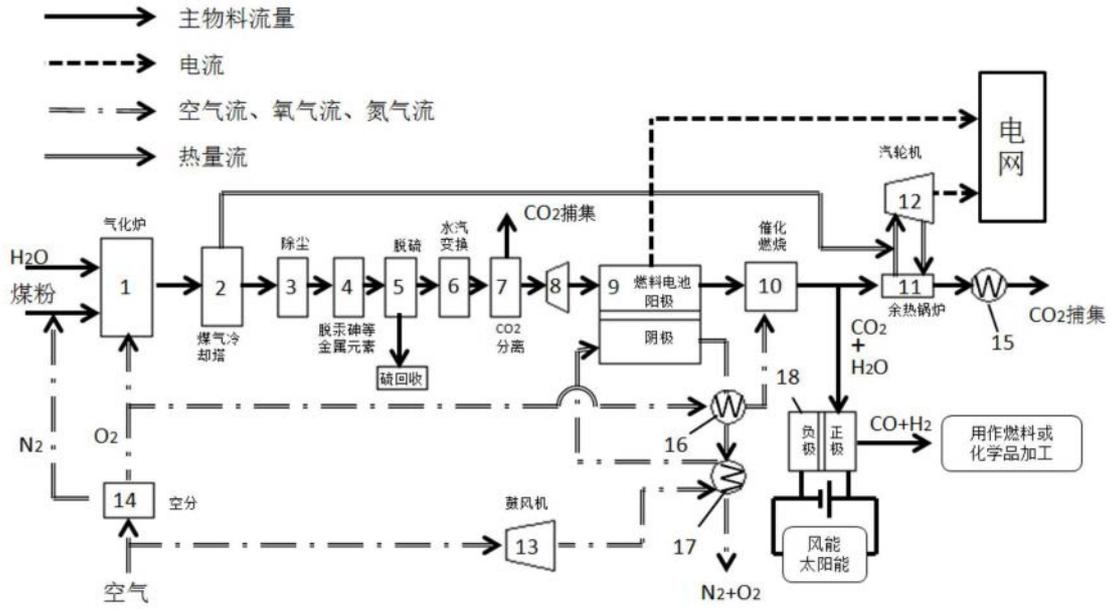


图1