



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105605827 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201510845896. 8

(22) 申请日 2015. 11. 26

(71) 申请人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路 11 号

(72) 发明人 刘启斌 金红光 白章 许达

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

F25B 27/02(2006. 01)

F25B 29/00(2006. 01)

G01B 3/22(2006. 01)

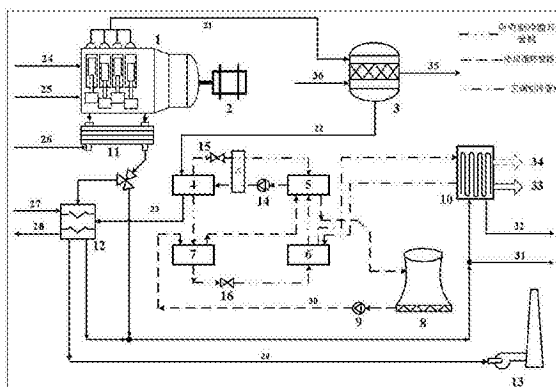
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统

(57) 摘要

本发明提供了利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,该系统包括内燃机发电子系统、热化学余热利用子系统、吸收式制冷子系统和低温烟气余热利用子系统,本发明基于“温度对口,梯级利用”的能源利用原理,依次通过热化学反应、吸收式制冷和采暖供热等方式进行烟气余热回收,科学合理地梯级利用高温烟气余热,实现了热、电、冷多元化能源产品输出,大幅提升烟气余热的能源利用效率和烟气余热的品位。



1. 利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,其特征在于,该系统包括:内燃机发电子系统、热化学余热利用子系统、吸收式制冷子系统和低温烟气余热利用子系统,其中,

内燃机发电子系统;

所述热化学余热利用子系统,其连接至所述内燃机发电子系统,所述热化学余热利用子系统接收所述内燃机发电子系统产生的高温烟气,利用所述高温烟气的余热,通过吸热型热化学反应生成气体燃料;

所述吸收式制冷子系统,其连接至所述热化学余热利用子系统,该吸收式制冷子系统接收所述热化学余热利用子系统产生的中温烟气,利用所述中温烟气的余热产生低温冷能;

所述低温烟气余热利用子系统,其连接至所述吸收式制冷子系统,该低温烟气余热利用子系统接收所述吸收式制冷子系统产生的低温烟气,利用所述低温烟气的余热生产采暖热水、生活热水和工业用蒸汽,最后将低温废气排空。

2. 根据权利要求1所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,

所述内燃机发电子系统,其包括内燃机(1)和发电机(2),所述内燃机(1)具有进料口、进气口和烟气出口,所述内燃机(1)的功率输出轴与所述发电机(2)的功率输入轴连接,组成内燃发电机组,内燃机(1)的烟气出口连接至热化学余热利用子系统。

3. 根据权利要求1所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,所述热化学余热利用子系统包括:热化学反应器(3);

所述热化学反应器(3)具有烟气入口、进料口、烟气出口和气体燃料出口,所述热化学反应器(3)的烟气入口连接至内燃机发电子系统,该热化学反应器(3)的烟气出口连接至所述吸收式制冷子系统。

4. 根据权利要求1所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,

所述吸收式制冷子系统,其包括发生器(4)、吸收器(5)、蒸发器(6)、冷凝器(7)、第二循环泵(14)、第一节流阀(15)、第二节流阀(16)、换热器(17)、循环水冷却塔(8)和第一循环泵(9);

其中,所述发生器(4)的烟气入口通入热化学余热利用子系统产生的中温烟气,烟气出口连接至低温烟气余热利用子系统,所述发生器(4)的水溶液出口连接所述第一节流阀(15),所述第一节流阀(15)的出口连接所述吸收器(5)的水溶液入口,所述吸收器(5)的水溶液出口连接所述第二循环泵(14),所述第二循环泵(14)的出口连接所述发生器(4)的水溶液入口,所述第一节流阀(15)的出口和所述第二循环泵(14)的出口之间连接有换热器(17);

所述发生器(4)的水蒸汽出口连接所述冷凝器(7)的水蒸汽入口,所述冷凝器(7)的中温水出口连接所述第二节流阀(16),所述第二节流阀(16)的出口连接所述蒸发器(6)的中温水入口,所述蒸发器(6)的水蒸汽出口连接所述吸收器(5)的水蒸汽入口;

所述循环水冷却塔(8)的出水口连接所述第一循环泵(9),所述第一循环泵(9)的出口连接所述冷凝器(7)的冷却水入口,所述冷凝器(7)的冷却水出口连接所述吸收器(5)的冷却水入口,所述吸收器(5)的冷却水出口连接所述循环水冷却塔(8)的入水口;

所述蒸发器(6)的冷媒水出口与风机盘管(10)的冷媒水入口连接,所述风机盘管(10)

的冷媒水出口连接所述蒸发器(6)的冷媒水入口。

5. 根据权利要求1所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,所述低温烟气余热利用子系统包括:低温烟气热回收器(12);

所述低温烟气热回收器(12)的烟气入口通入所述吸收式制冷子系统产生的低温烟气,其热水出口与所述风机盘管(10)的热水入口连接,其缸套水入口连接三通分流阀的第一出口,其烟气出口连接烟囱(13)。

6. 根据权利要求2所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,

所述内燃机(1)的进料口和进气口分别通入燃料(24)和空气(25),燃料(24)和空气(25)在所述内燃机(1)内经燃烧后推动功率输出轴旋转做功,功率输出轴带动所述发电机(2)的功率输入轴旋转,将旋转机械功传递至所述发电机(2),所述发电机(2)将旋转机械功转换为电能输出。

7. 根据权利要求3所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,

所述热化学反应器(3)接收所述内燃机发电系统的内燃机(1)排出的高温烟气(21),其进料口通入原料(36),所述高温烟气(21)驱动所述热化学反应器(3)内发生吸热型热化学反应,在所述高温烟气(21)的余热作用下反应产生气体燃料,所述高温烟气(21)经过吸热型热化学反应后温度降低,成为中温烟气(22),并从所述热化学反应器(3)的烟气出口排出。

8. 根据权利要求4所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,

所述发生器(4)接收所述热化学余热利用子系统的热化学反应器(3)排出的中温烟气(22),所述发生器(4)中的工作介质水溶液被中温烟气(22)加热,其中的水被汽化为水蒸气,工作介质水溶液浓度升高,并进入所述吸收器(5)中;

上述汽化后水蒸气由所述发生器(4)进入所述冷凝器(7)中,凝结为中温水,而后进入所述蒸发器(6),在所述蒸发器(6)中急速膨胀被汽化为水蒸气,水蒸气进入所述吸收器(5),被所述吸收器(5)中的工作介质水溶液吸收,工作介质水溶液的浓度降低,并送回所述发生器(4),完成吸收式制冷循环过程;

所述循环水冷却塔(8)中的冷却水(30)进入所述冷凝器(7),经过与来自所述发生器(4)的水蒸气热交换后温度升高,进入所述吸收器(5)后返回所述循环水冷却塔(8)中冷却并循环利用;

所述风机盘管(10)的冷媒水进入所述蒸发器(6)中,所述蒸发器(6)中的中温水在急速膨胀被汽化为水蒸气时,大量吸收冷媒水的热量,使冷媒水的温度降低,冷能(34)以温度降低后的冷媒水为载体,由所述蒸发器(6)返回至所述风机盘管(10)中,在所述风机盘管(10)与室内空气进行热交换,降低建筑物室内温度;

所述中温烟气(22)经过所述吸收式制冷子系统后温度降低,成为低温烟气(23),由所述发生器(4)的烟气出口排出;

经所述第一节流阀(15)流出的工作介质水溶液与所述第二循环泵(14)泵出的工作介质水溶液通过所述换热器(17)进行热交换,提高送回所述发生器(4)的工作介质水溶液的温度。

9. 根据权利要求5所述的互补型分布式能源系统,其特征在于,

所述低温烟气热回收器(12)分别由其烟气入口和冷水入口通入低温烟气(23)和冷水

(27),并利用所述低温烟气(23)的余热将输入的冷水(27)加热,作为采暖热水送至所述风机盘管(10)中,为建筑物提供采暖热能(33),并分离一部分采暖热水作为生活热水(31);

缸套水换热器(11)排出的一部分缸套水进入所述低温烟气热回收器(12)中,所述低温烟气热回收器(12)利用所述低温烟气(23)的余热对缸套水进行二次加热,产生工业用蒸汽(28),另一部分缸套水送至所述风机盘管(10)中,与所述低温烟气热回收器(12)排出的采暖热水一起为建筑物提供采暖热能(33),并分离一部分采暖热水作为生活热水(31);

所述低温烟气(23)经过所述低温烟气热回收器(12)后温度降低,成为低温废气(29),所述低温烟气热回收器(12)将低温废气(29)送至所述烟囱(13)排空。

利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能源利用技术领域,尤其涉及利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统。

背景技术

[0002] 我国的社会经济持续快速发展,能源需求量也随之逐年增大,在煤炭、石油和天然气等化石燃料被大量消耗,同时也造成了严重的环境污染,这将阻碍未来经济社会的可持续发展。另外由于我国人口众多,人均资源相对匮乏,能源、资源及环境问题尤为突出。

[0003] 中国的一次能源生产总量从2000年的13.5亿吨标准煤增长至2013年的34亿吨标准煤,年一次能源消耗量也由2000年的14.6亿吨标准煤增长至2013年的37.5亿吨标准煤。其中水电、核电和风电等清洁能源的生产量和消耗量为3.71亿吨标准煤和3.68亿吨标准煤,仅占总量的10.91%和9.81%。中国经济自进入新一轮快速增长周期以来,煤、电、油等能源出现短缺,经济社会发展受到能源瓶颈的严重制约,未来中国石油对海外资源过度依赖和国际能源市场不可预测性所产生的能源安全问题,也给中国经济社会的可持续发展敲响了警钟。

[0004] 为应对未来高速增长的能量需求和亟待解决的环境污染问题,需采用先进和完善的能源应用理论对现有的能源利用技术加以改进,以提高能源利用效率并实现能源的清洁利用。相对化石能源而言,生物质和太阳能等可再生能源虽然资源量巨大,且利用过程清洁环保无CO₂等污染物排放,但存在资源密度较低、随机性较强等特性,这对于可再生能源的高效利用提出了更高挑战。对于此类问题,与化石能源的互补利用方式将作为重要的技术手段,利用化石能源利用过程的稳定性来提高可再生能源的利用性能,同时利用可再生能源替代部分化石能源,也达到了节能减排的目的。通过逐步提升可再生能源所占的份额,最终达到对化石能源的完全替代,这种技术路线在当前具有较高的可操作性,也得到了各界的认可。

[0005] 在日常生活和工业生产中,所需要的能量利用形式通常不只局限于电力,还包括不同温度的热能和冷能,如各种工业用蒸汽、供暖用热、生活热水和空调用冷等。传统能源系统一般采取集中分产的生产方式,对于发电系统而言,通常直接利用化石燃料燃烧后所释放的热量来生产高温工质,用以驱动动力循环做功,但其中很大一部分热量直接传递给低温热源并未得到高效合理利用。对于传统供热系统而言,虽然锅炉将大部分化石燃料的化学能转化为有用的热能,并提供给热用户,但燃烧产生的高温烟气直接用来加热较低温度的蒸汽或热水,做功能力损失很大。而在制冷方面,电厂为满足夏季电驱动空调的正常运转,需加大电力生产量,由此也造成了极大的热能损失。

[0006] 依据能的梯级利用原理,按照逐级地转化能量和尽量缩小两级之间的差异等思路,以内燃机发电机组做功过程和核心,构建了利用高温烟气驱动余热驱动吸收式制冷过程的分布式供能系统,改变了传统集中式单产的能源生产方式,能源的利用效率也得到了大幅提升。另一方面,高温烟气余热虽然被制冷循环加以回收,也基本实现了能量品位的对

口利用,但如何进一步提高烟气余热的利用效率和拓展烟气余热的应用领域,也将成为能源应用领域的重要研究课题。

发明内容

[0007] (一)要解决的技术问题

[0008] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,在实现热电冷多产品输出的同时,通过热化学反应等手段实现烟气余热的高效回收利用。

[0009] (二)技术方案

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,该系统包括:内燃机发电子系统、热化学余热利用子系统、吸收式制冷子系统和低温烟气余热利用子系统,其中,内燃机发电子系统;所述热化学余热利用子系统,其连接至所述内燃机发电子系统,所述热化学余热利用子系统接收所述内燃机发电子系统产生的高温烟气,利用所述高温烟气的余热,通过吸热型热化学反应生成气体燃料;所述吸收式制冷子系统,其连接至所述热化学余热利用子系统,该吸收式制冷子系统接收所述热化学余热利用子系统产生的中温烟气,利用所述中温烟气的余热产生低温冷能;所述低温烟气余热利用子系统,其连接至所述吸收式制冷子系统,该低温烟气余热利用子系统接收所述吸收式制冷子系统产生的低温烟气,利用所述低温烟气的余热生产采暖热水、生活热水和工业用蒸汽,最后将低温废气排空。

[0011] 所述内燃机发电子系统,其包括内燃机1和发电机2,所述内燃机1具有进料口、进气口和烟气出口,所述内燃机1的功率输出轴与所述发电机2的功率输入轴连接,组成内燃发电机组,内燃机1的烟气出口连接至热化学余热利用子系统。

[0012] 所述热化学余热利用子系统包括:热化学反应器3;所述热化学反应器3具有烟气入口、进料口、烟气出口和气体燃料出口,所述热化学反应器3的烟气入口连接至内燃机发电子系统,该热化学反应器3的烟气出口连接至所述吸收式制冷子系统。

[0013] 所述吸收式制冷子系统,其包括发生器4、吸收器5、蒸发器6、冷凝器7、第二循环泵14、第一节流阀15、第二节流阀16和换热器17、循环水冷却塔8和第一循环泵9;其中,所述发生器4的烟气入口通入热化学余热利用子系统产生的中温烟气,烟气出口连接至低温烟气余热利用子系统,所述发生器4的水溶液出口连接所述第一节流阀15,所述第一节流阀15的出口连接所述吸收器5的水溶液入口,所述吸收器5的水溶液出口连接所述第二循环泵14,所述第二循环泵14的出口连接所述发生器4的水溶液入口,所述第一节流阀15的出口和所述第二循环泵14的出口之间连接有所述换热器17;所述发生器4的水蒸汽出口连接所述冷凝器7的水蒸汽入口,所述冷凝器7的中温水出口连接所述第二节流阀16,所述第二节流阀16的出口连接所述蒸发器6的中温水入口,所述蒸发器6的水蒸汽出口连接所述吸收器5的水蒸汽入口;所述循环水冷却塔8的出水口连接所述第一循环泵9,所述第一循环泵9的出口连接所述冷凝器7的冷却水入口,所述冷凝器7的冷却水出口连接所述吸收器5的冷却水入口,所述吸收器5的冷却水出口连接所述循环水冷却塔8的入水口;所述蒸发器6的冷媒水出口与风机盘管10的冷媒水入口连接,所述风机盘管10的冷媒水出口连接所述蒸发器6的冷媒水入口。

[0014] 所述低温烟气余热利用子系统包括：低温烟气热回收器12；所述低温烟气热回收器12的烟气入口通入所述吸收式制冷子系统产生的低温烟气，其热水出口与所述风机盘管10的热水入口连接，其缸套水入口连接三通分流阀的第一出口，其烟气出口连接烟囱13。

[0015] 所述内燃机1的进料口和进气口分别通入燃料24和空气25，燃料24和空气25在所述内燃机1内经燃烧后推动功率输出轴旋转做功，功率输出轴带动所述发电机2的功率输入轴旋转，将旋转机械功传递至所述发电机2，所述发电机2将旋转机械功转换为电能输出。

[0016] 所述热化学反应器3接收所述内燃机发电系统的内燃机1排出的高温烟气21，其进料口通入原料36，所述高温烟气21驱动所述热化学反应器3内发生吸热型热化学反应，在所述高温烟气21的余热作用下反应产生气体燃料，所述高温烟气21经过吸热型热化学反应后温度降低，成为中温烟气22，并从所述热化学反应器3的烟气出口排出。

[0017] 所述发生器4接收所述热化学余热利用子系统的热化学反应器3排出的中温烟气22，所述发生器4中的工作介质水溶液被中温烟气22加热，其中的水被汽化为水蒸气，而工作介质水溶液浓度升高，并进入所述吸收器5中；上述汽化后水蒸气由所述发生器4进入所述冷凝器7中，凝结为中温水，而后进入所述蒸发器6，在所述蒸发器6中急速膨胀被汽化为水蒸气，水蒸气进入所述吸收器5，被所述吸收器5中的工作介质水溶液吸收，工作介质水溶液的浓度降低，并送回所述发生器4，完成吸收式制冷循环过程；所述循环水冷却塔8中的冷却水30进入所述冷凝器7，经过与来自所述发生器4的水蒸气热交换后温度升高，进入所述吸收器5后返回所述循环水冷却塔8中冷却并循环利用；所述风机盘管10的冷媒水进入所述蒸发器6中，所述蒸发器6中的中温水在急速膨胀被汽化为水蒸气时，大量吸收冷媒水的热量，使冷媒水的温度降低，冷能34以温度降低后的冷媒水为载体，由所述蒸发器6返回至所述风机盘管10中，在所述风机盘管10与室内空气进行热交换，从而降低建筑物室内温度；所述中温烟气22经过所述吸收式制冷子系统后温度降低，成为低温烟气23，由所述发生器4的烟气出口排出；经所述第一节流阀15流出的工作介质水溶液与所述第二循环泵14泵出的工作介质水溶液通过所述换热器17进行热交换，提高送回所述发生器4的工作介质水溶液的温度。

[0018] 所述低温烟气热回收器12分别由其烟气入口和冷水入口通入低温烟气23和冷水27，并利用所述低温烟气23的余热将输入的冷水27加热，作为采暖热水送至所述风机盘管10中，为建筑物提供采暖热能33，同时分离一部分采暖热水作为生活热水31；缸套水换热器11排出的一部分缸套水进入所述低温烟气热回收器12中，所述低温烟气热回收器12利用所述低温烟气23的余热对缸套水进行二次加热，产生工业用蒸汽28，另一部分缸套水送至所述风机盘管10中，与所述低温烟气热回收器12排出的采暖热水一起为建筑物提供采暖热能33，同时分离一部分采暖热水作为生活热水31；所述低温烟气23经过所述低温烟气热回收器12后温度降低，成为低温废气29，所述低温烟气热回收器12将低温废气29送至所述烟囱13排空。

[0019] (三)有益效果

[0020] 从上述技术方案可以看出，本发明具有以下有益效果：

[0021] (1)充分利用内燃发电机组排放的较低品位烟气余热，通过驱动甲醇、乙醇或二甲醚裂解等吸热型热化学反应，产生 H_2 和CO等高品质合成气燃料，能大幅提升烟气余热的能源利用效率和烟气余热的品位；

[0022] (2)参与热化学反应的甲醇、乙醇或二甲醚等燃料可作为生物质能和太阳能等可再生清洁能源的载体,最终实现化石能源与清洁可再生能源的互补利用,达到降低化石能源利用份额的目的;

[0023] (3)基于“温度对口,梯级利用”的能源利用原理,依次通过热化学反应、吸收式制冷和采暖供热等方式进行烟气余热回收,科学合理地梯级利用高温烟气余热,实现了热、电、冷多元化能源产品输出;

[0024] (4)充分利用现有成熟的内燃机发电技术,与先进的热化学利用技术进行耦合,能够降低系统的技术风险,同时能够加速推进该项技术的产业化应用。

附图说明

[0025] 图1为依据本发明实施例的利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统结构示意图。

[0026] 内燃机发电子系统:

[0027] 1-内燃机;2-发电机

[0028] 热化学余热利用子系统:

[0029] 3-热化学反应器

[0030] 吸收式制冷子系统:

[0031] 4-发生器;5-吸收器;6-蒸发器;7-冷凝器;8-循环水冷却塔;9-第一循环泵;13-烟囱;14-第二循环泵;15-第一节流阀;16-第二节流阀;17-换热器

[0032] 低温烟气余热利用子系统:

[0033] 12-低温烟气热回收器

[0034] 10-风机盘管;11-缸套水换热器;21-高温烟气;22-中温烟气;23-低温烟气;24-燃料;25-空气;26-缸套冷却水;27-冷水;28-工业用蒸气;29-低温废气;30-冷却水;31-生活热水;32-采暖回水;33-采暖热能;34-冷能;35-气体燃料;36-原料。

具体实施方式

[0035] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0036] 本发明提供的利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,利用内燃发电机组排放的高温烟气余热来驱动吸热型化学反应过程,利用吸热型化学反应过程排出的中温烟气余热驱动吸收式制冷循环,并利用吸收式制冷循环生成的低温烟气余热生成采暖热能、生活热水和工业用蒸汽,实现烟气余热的高效回收利用。

[0037] 图1为依据本发明实施例的利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,该系统包括内燃机发电子系统、热化学余热利用子系统、吸收式制冷子系统和低温烟气余热利用子系统。其中,虚线代表冷却循环管路,单点划线代表空调制冷管路,双点划线代表吸收制冷循环管路。

[0038] 热化学余热利用子系统,其连接至所述内燃机发电子系统,该热化学余热利用子系统接收所述内燃机发电子系统产生的高温烟气,利用上述高温烟气的余热,通过吸热型热化学反应生成气体燃料;

[0039] 吸收式制冷子系统,其连接至所述热化学余热利用子系统,该吸收式制冷子系统接收所述热化学余热利用子系统产生的中温烟气,利用上述中温烟气的余热产生低温冷能;

[0040] 低温烟气余热利用子系统,其连接至所述吸收式制冷子系统,该低温烟气余热利用子系统接收所述吸收式制冷子系统产生的低温烟气,利用上述低温烟气的余热生产采暖热水、生活热水和工业用蒸汽,将低温废气排空。

[0041] 以下对本实施例的利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统的各个组成部分进行详细说明,本实施例的利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统所涉及的主要设备包括内燃机1、发电机2、热化学反应器3、发生器4、吸收器5、蒸发器6、冷凝器7、循环水冷却塔8、第一循环泵9、风机盘管10、缸套水换热器11、低温烟气热回收器12、烟囱13、第二循环泵14、第一节流阀15、第二节流阀16和换热器17。

[0042] 内燃机发电子系统包括内燃机1和发电机2,内燃机1具有进料口、进气口和烟气出口,内燃机1的功率输出轴与发电机2的功率输入轴连接,组成内燃发电机组。

[0043] 热化学余热利用子系统包括热化学反应器3,热化学反应器3具有烟气入口、进料口、烟气出口和气体燃料出口,热化学反应器3的烟气入口与内燃机1的烟气出口连接。

[0044] 吸收式制冷子系统包括发生器4、吸收器5、蒸发器6、冷凝器7、第二循环泵14、第一节流阀15、第二节流阀16和换热器17、循环水冷却塔8和第一循环泵9。

[0045] 其中,发生器4的烟气入口与热化学反应器3的烟气出口连接,发生器4的水溶液出口连接第一节流阀15,第一节流阀15的出口连接吸收器5的水溶液入口,吸收器5的水溶液出口连接第二循环泵14,第二循环泵14的出口连接发生器4的水溶液入口,第一节流阀15的出口和第二循环泵14的出口之间连接有换热器17。

[0046] 发生器4的水蒸汽出口连接冷凝器7的水蒸汽入口,冷凝器7的中温水出口连接第二节流阀16,第二节流阀16的出口连接蒸发器6的中温水入口,蒸发器6的水蒸汽出口连接吸收器5的水蒸汽入口。

[0047] 循环水冷却塔8的出水口连接第一循环泵9,第一循环泵9的出口连接冷凝器7的冷却水入口,冷凝器7的冷却水出口连接吸收器5的冷却水入口,吸收器5的冷却水出口连接循环水冷却塔8的入水口。

[0048] 蒸发器6的冷媒水出口与风机盘管10的冷媒水入口连接,风机盘管10的冷媒水出口连接蒸发器6的冷媒水入口。

[0049] 低温烟气余热利用子系统包括低温烟气热回收器12。低温烟气热回收器12的烟气入口与发生器4的烟气出口连接,其热水出口与风机盘管10的热水入口连接,其缸套水入口连接三通分流阀的第一出口,其烟气出口连接烟囱13。

[0050] 内燃机1的进料口和进气口分别通入燃料24和空气25,燃料24和空气25在内燃机1的汽缸中混合、燃烧,释放出的热能使汽缸内产生高温高压燃气,推动功率输出轴旋转做功,功率输出轴带动发电机2的功率输入轴旋转,将旋转机械功传递至发电机2,发电机2将旋转机械功转换为电能输出。在燃料24和空气25燃烧的过程中会产生高温烟气21,内燃机1将高温烟气21通过烟气出口排出。

[0051] 其中,高温烟气21的温度为400-500℃。

[0052] 热化学反应器3接收内燃机1排出的高温烟气21,高温烟气21驱动热化学反应器3

内发生吸热型热化学反应,吸热型热化学反应例如是甲醇、乙醇或二甲醚等裂解反应。甲醇、乙醇或二甲醚等原料36通过进料口进入热化学反应器3,在上述高温烟气余热的作用下产生气体燃料35,如合成气 H_2 和CO,并通过气体燃料出口输出。上述高温烟气21经过吸热型热化学反应后温度降低,成为中温烟气22,并从热化学反应器3的烟气出口排出。

[0053] 其中,中温烟气22的温度为250-400℃。

[0054] 该系统通过热化学余热利用子系统回收烟气余热并产生 H_2 和CO等高品质合成气燃料,能借助布雷顿循环或燃料电池等先进循环系统加以高效利用,能大幅提升烟气余热的能源利用效率。

[0055] 发生器4接收热化学反应器3排出的中温烟气22,其中的工作介质水溶液被中温烟气22加热,工作介质水溶液中的水不断被汽化为水蒸气,随着水的不断汽化,发生器4内工作介质水溶液的浓度不断升高,由发生器4的水溶液出口排出,经由第一节流阀15,由吸收器5的水溶液入口进入吸收器5中;

[0056] 上述汽化后水蒸气由发生器4的水蒸汽出口排出,由冷凝器7的水蒸汽入口进入冷凝器7中,与冷凝器7中的冷却水进行热交换,被冷凝器7中的冷却水降温,凝结为中温水,冷凝器7中的中温水由中温水出口排出,经第二节流阀16,由蒸发器6的中温水入口进入蒸发器6,在蒸发器6中急速膨胀而再次被汽化为水蒸气,水蒸气由蒸发器6的水蒸汽出口排出,由吸收器5的水蒸汽入口进入吸收器5,被吸收器5中的工作介质水溶液吸收,工作介质水溶液的浓度逐步降低,由吸收器5的水溶液出口排出,经由第二循环泵14,由发生器4的水溶液入口送回发生器4,完成整个吸收式制冷循环过程。

[0057] 由于工作介质水溶液在吸收器5中已经过一定程度的冷却,温度较低,为了节省加热工作介质水溶液的热量,提高整个循环的效率,在发生器4-吸收器5循环回路的第一节流阀15的出口和第二循环泵14的出口之间加装一个换热器17,使经第一节流阀15流出的工作介质水溶液与第二循环泵14泵出的工作介质水溶液通过换热器17进行热交换,从而提高送回发生器4的工作介质水溶液的温度。

[0058] 循环水冷却塔8中的冷却水30由出水口排出,经第一循环泵9,由冷凝器7的冷却水入口进入冷凝器7,作为吸收式制冷循环过程中冷凝器7所需的冷凝水,经过与来自发生器4的水蒸气热交换后温度升高,由冷凝器7的冷却水出口排出,由吸收器5的冷却水入口进入吸收器5,吸收器5的冷却水出口将冷却水排出后返回循环水冷却塔8中冷却并循环利用。

[0059] 风机盘管10的冷媒水由其冷媒水出口排出进入蒸发器6,由蒸发器6的冷媒水入口进入蒸发器6中,蒸发器6中的中温水在急速膨胀而再次被汽化为水蒸气时,会大量吸收冷媒水的热量,使冷媒水的温度降低,冷能34以温度降低后的冷媒水为载体,由蒸发器6的冷媒水出口排出,由风机盘管10的冷媒水入口返回至风机盘管10中,在风机盘管10与室内空气进行热交换,从而降低建筑物室内温度。

[0060] 中温烟气22经过吸收式制冷子系统后温度降低,成为低温烟气,发生器4的烟气出口将低温烟气排出。

[0061] 其中,低温烟气的温度为200℃以下,工作介质可以采用溴化锂或氨水。

[0062] 低温烟气热回收器12分别由其烟气入口和冷水入口通入低温烟气23和冷水27,低温烟气热回收器12利用低温烟气余热将输入的冷水27加热,作为采暖热水送至风机盘管10中,为建筑物提供采暖热能33,同时也可分离一部分采暖热水作为生活热水31。

[0063] 缸套水换热器11将缸套冷却水26送入内燃机1,缸套冷却水26经内燃机1内部管道对内燃机1的各个部件进行冷却后温度升高,温度升高后的缸套水由缸套水换热器11排出后进入三通分流阀的入口,一部分缸套水由三通分流阀的第一出口进入低温烟气热回收器12中,低温烟气热回收器12利用低温烟气余热对缸套水进行二次加热,产生工业用蒸汽28。另一部分缸套水由三通分流阀的第二出口排出并送至风机盘管10中,与低温烟气热回收器12排出的采暖热水一起为建筑物提供采暖热能33,同时也可分离一部分采暖热水作为生活热水31。

[0064] 低温烟气经过低温烟气热回收器12后温度降低,成为低温废气29,低温烟气热回收器12将低温废气29排出,并送至烟囱13,烟囱13将低温废气29排空。

[0065] 其中,低温废气29的温度为90℃以下。

[0066] 上述方案中,充分利用内燃发电机组排放的较低品位烟气余热驱动甲醇、乙醇或二甲醚裂解等吸热型热化学反应,完成烟气余热的回收再利用,并借助热化学反应实现热能能量形式的转化和烟气余热的品位提升。该系统根据热能品位不同,依次采用吸热型热化学反应、吸收式制冷热力循环和生成采暖热水、工业用蒸气的方式进行烟气余热回收,通过科学合理地梯级利用高温烟气余热实现多元化能源产品输出,

[0067] 需要说明的是,本实施例系统为适应不同内燃机的排烟温度和吸热型热化学反应所需的热能温度,可灵活调整流程中热化学余热利用子系统和吸收式制冷子系统对烟气余热利用的先后顺序。

[0068] 此外,该系统作为多能源互补型系统,参与吸热型热化学反应的甲醇、乙醇或二甲醚等燃料可作为生物质能和太阳能等可再生清洁能源的载体,最终实现化石能源与清洁能源的互补利用,达到降低化石能源利用份额的目的。

[0069] 需要说明的是,在附图或说明书正文中,未绘示或描述的实现方式,均为所属技术领域普通技术人员所知的形式,并未进行详细说明。此外,上述对各元件的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状,本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换,例如:

[0070] (1)为适应不同内燃机的排烟温度和吸热型热化学反应所需的热能温度,可将热化学余热利用子系统和吸收式制冷子系统对烟气余热利用的先后顺序互换;

[0071] (2)工作介质可以采用溴化锂或氨水;

[0072] (3)本文可提供包含特定值的参数的示范,但这些参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应值;

[0073] (4)实施例中提到的方向用语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等,仅是参考附图的方向,并非用来限制本发明的保护范围;

[0074] (5)上述实施例可基于设计及可靠度的考虑,彼此混合搭配使用或与其他实施例混合搭配使用,即不同实施例中的技术特征可以自由组合形成更多的实施例。

[0075] 综上所述,本发明提供的利用内燃机尾气集成热化学过程的互补型分布式能源系统,能大幅提升烟气余热的能源利用效率和烟气余热的品位,科学合理地梯级利用高温烟气余热,实现了热、电、冷多元化能源产品输出。

[0076] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡

在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

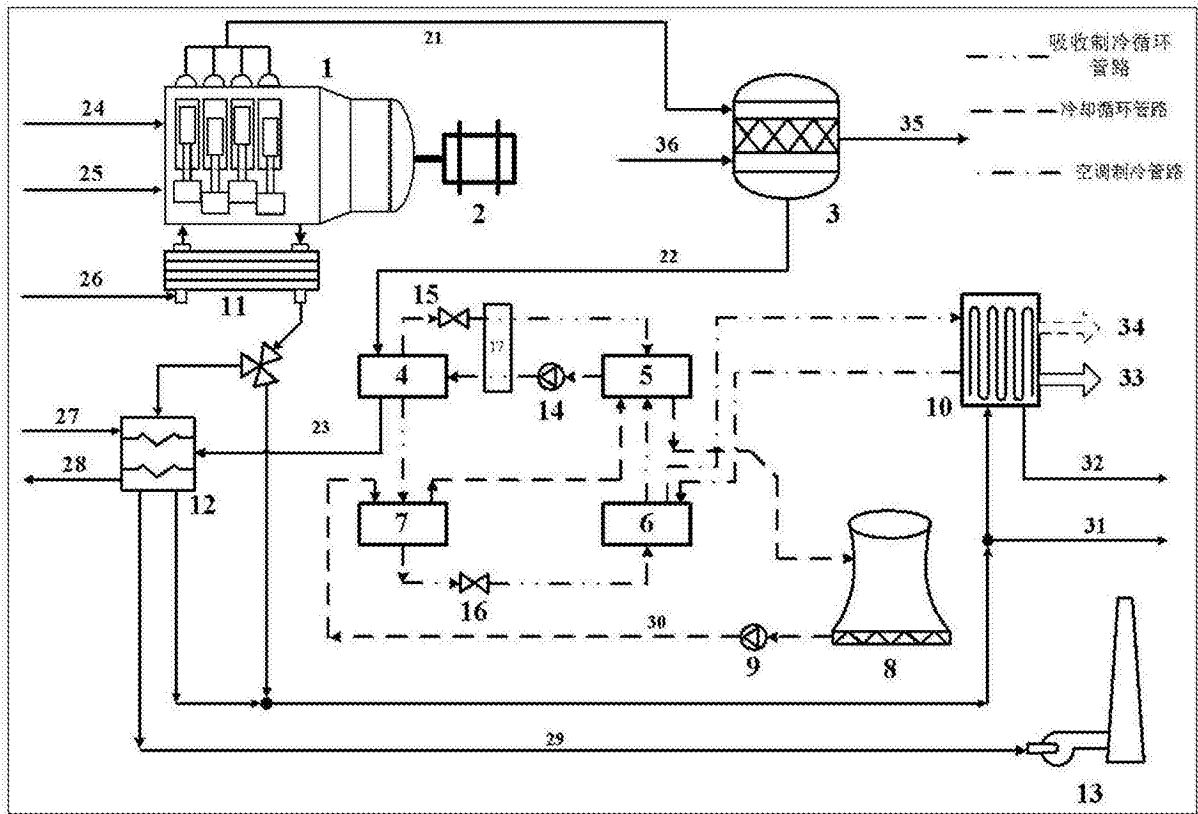


图1