



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102518491 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 27

(21) 申请号 201110372875. 0

(22) 申请日 2011. 11. 22

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 李博 魏小林 李腾

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉 王艺

(51) Int. Cl.

F01K 27/02(2006. 01)

F01K 25/00(2006. 01)

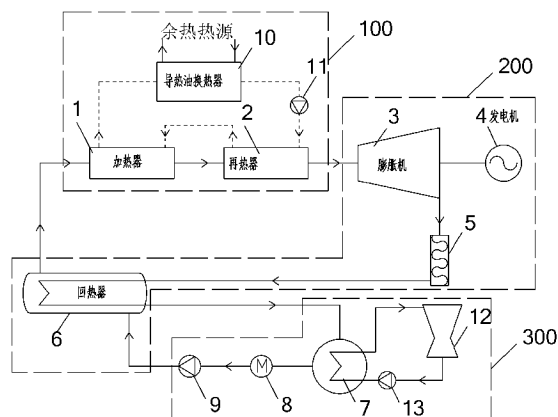
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种利用二氧化碳及作为循环工质的热力循环系统

(57) 摘要

本发明公开了一种利用二氧化碳作为循环工质的热力循环系统,包括:热量回收模块、膨胀发电模块和冷凝模块;余热热源通过该热量回收模块将 100~350℃的低温余热交换给导热介质,导热介质再通过该热量回收模块与循环工质进行热交换;受热后的循环工质驱动所述膨胀发电模块进行发电;驱动所述膨胀发电模块发电做功后的循环工质在所述冷凝模块进行冷却,再循环使用;其中,所述循环工质为 CO₂。本发明降低了余热回收利用的温度下限,大大提高了余热利用率,降低了工业产品的单位能耗,有助于节能减排。



1. 一种利用二氧化碳作为循环工质的热力循环系统,包括:热量回收模块、膨胀发电模块和冷凝模块;余热热源通过该热量回收模块将 $100 \sim 350^{\circ}\text{C}$ 的低温余热交换给导热介质,导热介质再通过该热量回收模块与循环工质进行热交换;受热后的循环工质驱动所述膨胀发电模块进行发电;驱动所述膨胀发电模块发电做功后的循环工质在所述冷凝模块进行冷却,再循环使用;其中,所述循环工质为 CO_2 。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述热量回收模块包括:导热油换热器、热油泵和加热器,所述低温余热通过导热油换热器加热导热介质,加热后的导热介质通过热油泵输送给所述加热器,并在所述加热器与所述循环工质进行热交换后返回到所述导热油换热器。

3. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述加热器为 1 组以上,并依次串联。

4. 如权利要求 2 所述的系统,其特征在于,所述膨胀发电模块包括膨胀机、发电机、润滑油分离装置和回热器,所述循环工质经过所述膨胀机后驱动所述发电机进行发电,驱动所述发电机发电做功后的循环工质再依次经过所述润滑油分离装置和回热器。

5. 如权利要求 3 所述的系统,其特征在于,所述冷凝模块包括:冷凝器、流量控制器、工质泵、冷却水塔和冷却水泵,从所述回热器出来的循环工质依次经过所述冷凝器、流量控制器和工质泵后,再通过所述回热器流回所述加热器;所述冷却水塔通过冷却水泵向所述冷凝器泵入冷却水,冷却水在所述冷凝器与所述循环工质进行换热后流回所述冷却水塔。

一种利用二氧化碳及作为循环工质的热力循环系统

技术领域

[0001] 本发明为一种工业领域低温余热热量的回收利用及其发电系统,涉及冶金、化工、煤炭、陶瓷、建材等存在低温余热资源的余热回收发电技术领域,特别涉及采用 CO_2 及其混合物作为余热回收系统的循环工质的热力循环系统。

背景技术

[0002] 工业领域的余热总量巨大,冶金、化工、煤炭等行业的余热总资源占其燃料消耗的 17%~67%,可回收利用的余热资源约为余热总资源的 60%。目前中高温余热可采用水作为工质的传统朗肯循环进行回收,但是当热源的温度低于 350°C 时,大部分热量用来加热水的潜热,余热回收率大幅降低,余热温度低于 250°C 时甚至不能采用蒸汽轮机进行发电。这部分余热热量目前基本全部浪费,但是它在余热总资源中占 30%~50%,回收利用的潜力非常大。

[0003] 回收低品位余热资源的有效办法是采用低沸点工质的朗肯循环,目前采用的低沸点工质主要是烷烃类和氟利昂类工质,烷烃类主要包括直链式烃类和芳香族烃类,如丁烷、异丁烷、戊烷、甲苯等,它们具有很好的热力学属性但是易燃,工质一旦发生泄漏,有引起爆炸的危险;氟利昂类工质一般具有较好的稳定性和安全性,但是不同种类的氟利昂工质存在热力学性质不佳、热稳定性差、有毒等特点,同时氟利昂类工质普遍对环境不友好,价格昂贵,不适合工业领域大规模使用。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的是为了了解决上述低沸点工质朗肯循环的不足而提出一种利用 CO_2 及其混合物作为循环工质的热力循环系统,用来高效回收利用工业领域广泛存在的低温余热(350°C 以下)的热量并将其转化为电能。

[0005] 本发明的一种利用 CO_2 作为循环工质的热力循环系统包括:热量回收模块、膨胀发电模块和冷凝模块;余热热源通过该热量回收模块将 $100\sim 350^\circ\text{C}$ 的低温余热交换给导热介质,导热介质再通过该热量回收模块与循环工质进行热交换;受热后的循环工质驱动所述膨胀发电模块进行发电;驱动所述膨胀发电模块发电做功后的循环工质在所述冷凝模块进行冷却,再循环使用;其中,所述循环工质为 CO_2 。

[0006] 优选地,所述热量回收模块包括:导热油换热器、热油泵和加热器,所述低温余热通过导热油换热器加热导热介质,加热后的导热介质通过热油泵输送给所述加热器,并在所述加热器与所述循环工质进行热交换后返回到所述导热油换热器。

[0007] 优选地,所述加热器为 1 组以上,并依次串联。

[0008] 优选地,所述膨胀发电模块包括膨胀机、发电机、润滑油分离装置和回热器,所述循环工质经过所述膨胀机后驱动所述发电机进行发电,驱动所述发电机发电做功后的循环工质再依次经过所述润滑油分离装置和回热器。

[0009] 优选地,所述冷凝模块包括:冷凝器、流量控制器、工质泵、冷却水塔和冷却水泵,

从所述回热器出来的循环工质依次经过所述冷凝器、流量控制器和工质泵后,再通过所述回热器流回所述加热器;所述冷却水塔通过冷却水泵向所述冷凝器泵入冷却水,冷却水在所述冷凝器与所述循环工质进行换热后流回所述冷却水塔。

[0010] 本发明方有益效果是:一方面,CO₂为自然物质,化学性能稳定,具有良好的热力学特性,对环境友好,来源广泛、成本低廉。另一方面,采用CO₂取代水做工质回收利用工业低温余热,降低了余热回收利用的温度下限,大大提高了余热利用率,降低了工业产品的单位能耗,将工业余热、废热转化为可以直接使用的电能,变废为宝,有助于节能减排。

附图说明

[0011] 图1是本发明实施例系统结构示意图。

具体实施方式

[0012] 下面通过实施例结合附图对本发明作进一步的描述。

[0013] 如图1所示,本发明是一种利用CO₂作为循环工质的热力循环系统,安装于工业领域广泛存在的低温余热环境中。加热器1、加热器2、导热油换热器10和热油泵11组成热量回收模块100,膨胀机3、发电机4、润滑油分离装置5和回热器6组成膨胀发电模块200,冷凝器7、流量控制器8、工质泵9、冷却水塔12和冷却水泵13组成冷凝模块300。

[0014] 加热器1、加热器2、膨胀机3、润滑油分离装置5经过回热器6管(壳)侧与冷凝器7相互连接,冷凝器7、流量控制器8、工质泵9经过回热器6壳(管)侧与加热器1相互连接,形成了循环工质循环回路;发电机4与膨胀机3相连,导热油换热器10、热油泵11和再热器2、加热器1之间相互连接形成导热油循环,冷却水塔12、冷却水泵13、冷凝器7之间相互连接形成冷却水循环。循环工质为CO₂。

[0015] 本发明的的工作原理如下:

[0016] 通过导热油换热器10使导热油与热烟气、热煤气、热水(水蒸汽)或冷却高温固(液)体物料的循环空气、氮气等工业余热进行热交换,余热的温度在100~350℃,产生100-300℃或更高温的导热油由热油泵11送入加热器2和加热器1加热循环工质,循环工质经过加热器1和加热器2,加热至高温、高压状态,进入膨胀机3做功,膨胀机3输出的动能经发电机4转换为电能。做功后的循环工质经过润滑油分离装置5进入回热器6,进一步降温的工质流入冷凝器7冷却降温到液态后,经过流量控制器8、工质泵9再进入回热器6,后流入加热器1再次被导热油加热,从而循环使用。冷却水经过冷却水塔12与大气换热冷却,然后由冷却水泵13送入冷凝器7。

[0017] 以一台小型冶金加热炉的余热回收发电装置为例,说明如下:

[0018] 导热油最高工作温度:200℃

[0019] 工质最高工作温度:140℃

[0020] 循环工质最高工作压力:16MPa

[0021] 导热油流量:126t/h

[0022] 冷却水流量:263t/h

[0023] 循环工质流量:30t/h

[0024] 余热电站装机容量:200kW

[0025] 发电效率 :9%

[0026] 在本发明实施例中,膨胀机可采用径向或轴向进气高速透平膨胀机,双螺杆膨胀机或活塞膨胀机,膨胀机转速可以达到 7,000-50,000 转 / 分钟 ;膨胀机输出的功可以通过轴承和齿轮箱变速直接驱动水泵或风机等动力设备 ;也可以带动发电机发电,通过齿轮变速或电力调和,产生 50Hz 的交流电。此外,膨胀机输出的功可以直接带动制冷或热泵系统的压缩机,根据用户的实际需要实现热、电、冷三联供。

[0027] 根据混合工质的具体物性和现场的具体情况,冷凝器的冷却方式可以是水冷形式,低温热源是水 ;冷却方式也可以是风冷形式,低温热源是空气。

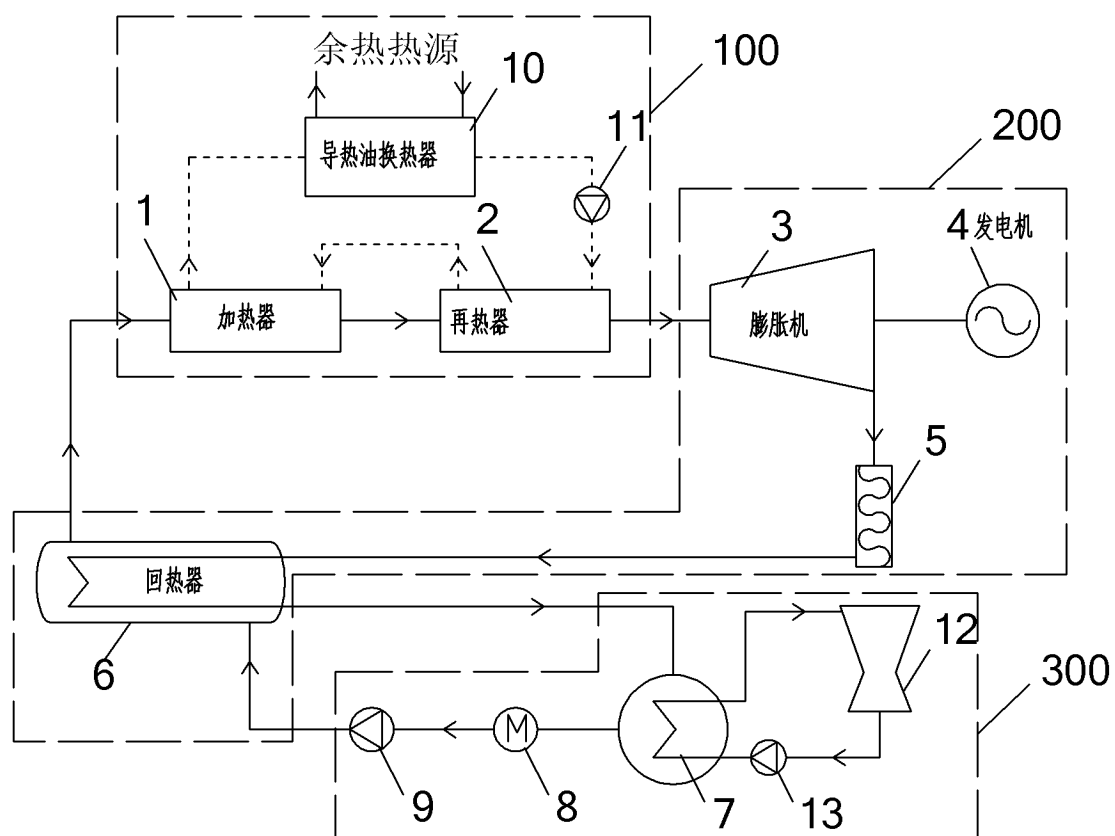


图 1