



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109931135 A

(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201910228235.9

(22)申请日 2019.03.25

(71)申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南
通大街145号哈尔滨工程大学科技处
知识产权办公室

(72)发明人 杨立平 赵旭东 贾克玉 冀帅壮
马松松 朱俊豪

(51)Int.Cl.

F01N 5/02(2006.01)

F01K 11/02(2006.01)

F01K 23/02(2006.01)

F01K 23/10(2006.01)

F01D 15/10(2006.01)

F28D 20/00(2006.01)

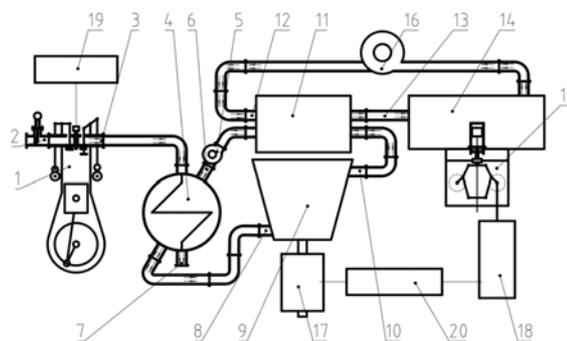
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种内燃机排气余热梯级利用系统

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种内燃机排气余热梯级利用系统,包括内燃机、相变换热器、冷凝器、汽轮机,内燃机的进口设置流量计,内燃机连通排气管,排气管连接相变换热器,排气管内的尾气经相变换热器里的废气通道通过相变换热器的废气管排出,换热增压泵安装在换热水管上,换热水管的两端分别连接相变换热器的冷凝入口和冷凝器的冷凝出口,相变换热器的冷凝入口里的冷凝介质经相变换热器排入至蒸汽管,蒸汽管连接汽轮机入口,汽轮机出口连通冷凝器的冷凝进口,汽轮机的输出轴连接第一发电机。本发明两级余热回收回路共同实现了余热的回收和再利用,具有热回收效率高、可靠性强、适用范围广等优点。



1. 一种内燃机排气余热梯级利用系统,其特征是:包括内燃机、相变换热器、冷凝器、汽轮机,内燃机的进口设置流量计,内燃机连通排气管,排气管连接相变换热器,排气管内的尾气经相变换热器里的废气通道通过相变换热器的废气管排出,换热增压泵安装在换热水管上,换热水管的两端分别连接相变换热器的冷凝入口和冷凝器的冷凝出口,相变换热器的冷凝入口里的冷凝介质经相变换热器排入至蒸汽管,蒸汽管连接汽轮机入口,汽轮机出口连通冷凝器的冷凝进口,汽轮机的输出轴连接第一发电机。

2. 根据权利要求1所述的一种内燃机排气余热梯级利用系统,其特征是:还包括能量储存池、低温差斯特林发动机,冷凝器出口管分别连通冷凝器和能量储存池,冷凝器入口管分别连通冷凝器和冷凝增压器,冷凝增压器和能量储存池通过能量储存池出口管相连,能量储存池内部设置隔板,隔板将能量储存池内部隔成蛇形换热结构,低温差斯特林发动机热缸从能量储存池的两块隔板中间位置插入,且直接接触能量储存池内的冷却介质,低温差斯特林发动机连接第二发电机。

3. 根据权利要求1或2所述的一种内燃机排气余热梯级利用系统,其特征是:能量储存池里的介质为石蜡油。

一种内燃机排气余热梯级利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种内燃机尾气利用装置。

背景技术

[0002] 能源是人类生存和发展不可或缺的物质基础,随着社会的进步和经济的发展,各个国家能源消耗量日益增加,其中石化能源的消耗在能源总消耗量中占有很大的比重。随着我国经济的迅速发展,石油对外依存度逐年增加,1993年我国成为石油净进口国,自2003年以来便成为了仅次于美国的世界第二大石油消费国家,到2012年石油对外依存度已经高达61.5%。

[0003] 内燃机是目前效率最高的动力机械,但其尾气中的能量占燃料燃烧总能量的30%左右。排气能量品质较高,具有很强的做功能力,回收利用潜力大。目前,大量科研工作者投身余热回收领域的技术研究之中,已有一些形式的余热回收技术。

[0004] 在申请号为CN201320481064的专利“内燃机余热回收装置”中,系统装置包括利用内燃机的尾气进行温差发电的第一温差发电机;利用冷却系统输出的冷却液体进行温差发电的第二温差发电机;利用冷却系统输出的冷却液体对有机工质进行预热的预热器;利用内燃机的尾气将有机工质加热为饱和蒸汽的蒸发器;将饱和蒸汽转换成机械能输出的膨胀机;在内燃机以低功率运行时,控制第一电磁阀和第三电磁阀关闭,控制第二电磁阀和第四电磁阀开启,在内燃机以高功率运行时,控制第二电磁阀和第四电磁阀关闭,控制第一电磁阀和第三电磁阀开启。该专利结构复杂,在运行时存在能量的大量耗散,导致整体装置能量回收效率降低,不能实现尾气能量的充分回收。

[0005] 目前已知的发动机尾气余热回收技术尚未成型,依旧处于研究阶段,存在热回收效率低,可靠性差,系统结构复杂等诸多缺点,严重制约了尾气余热回收能力。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供实现排气余热梯级利用目的的一种内燃机排气余热梯级利用系统。

[0007] 本发明的目的是这样实现的:

[0008] 本发明一种内燃机排气余热梯级利用系统,其特征是:包括内燃机、相变换热器、冷凝器、汽轮机,内燃机的进口设置流量计,内燃机连通排气管,排气管连接相变换热器,排气管内的尾气经相变换热器里的废气通道通过相变换热器的废气管排出,换热增压泵安装在换热水管上,换热水管的两端分别连接相变换热器的冷凝入口和冷凝器的冷凝出口,相变换热器的冷凝入口里的冷凝介质经相变换热器排入至蒸汽管,蒸汽管连接汽轮机入口,汽轮机出口连通冷凝器的冷凝进口,汽轮机的输出轴连接第一发电机。

[0009] 本发明还可以包括:

[0010] 1、还包括能量储存池、低温差斯特林发动机,冷凝器出口管分别连通冷凝器和能量储存池,冷凝器入口管分别连通冷凝器和冷凝增压器,冷凝增压器和能量储存池通过能

量储存池出口管相连,能量储存池内部设置隔板,隔板将能量储存池内部隔成蛇形换热结构,低温差斯特林发动机热缸从能量储存池的两块隔板中间位置插入,且直接接触能量储存池内的冷却介质,低温差斯特林发动机连接第二发电机。

[0011] 2、能量储存池里的介质为石蜡油。

[0012] 本发明的优势在于:

[0013] 1、相变换热器4实现对内燃机排气热量的回收和转化,通过蒸馏水相变和做功来对能量进行转化和利用。

[0014] 2、本发明提出了能量梯级利用系统,对能量实现了两级回收利用。冷凝器 11将两级回路结合起来,通过汽轮机9和低温差斯特林发动机15实现能量的梯级回收利用,高效回收排气余热。

[0015] 3、本发明选用能量储存池14来作为低温差斯特林发动机15的热源,具有稳定性好、受热均匀等诸多优点,为低温差斯特林发动机15提供了稳定的高温热源,使设计的排气能量回收系统可行性高、稳定性强、适用范围广。

附图说明

[0016] 图1为本发明的结构示意图;

[0017] 图2为汽轮机局部示意图;

[0018] 图3为能量储存池与低温差斯特林发动机局部设计图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述:

[0020] 结合图1-3,本发明一种内燃机排气余热梯级利用系统,包括内燃机1、两级余热利用回路、控制模块19、能量管理模块20等;其中,所述两级余热利用回路:一级回路包括相变换热器4、换热增压泵5、汽轮机9、发电机I17;所述相变换热器4通过法兰与排气管3、换热水管6、废气管7和蒸汽管8相连接,经蒸汽管8与汽轮机9相连接;所述汽轮机9同发电机I17相连;所述换热增压泵5同相变换热器4相连接;燃料在内燃机1中进行放热做功,高温排气从排气管3排出并进入相变换热器4中,加热水产生高温水蒸气,水蒸气通过蒸汽管8进入汽轮机9,推动其旋转做功带动发电机I17发电;二级回路包括冷凝器11、能量储存池14、低温差斯特林发动机15、冷凝增压泵16、发电机II18;所述冷凝器11通过汽轮机乏汽管10与汽轮机9相连接,通过冷凝器出口管13与能量储存池14连接;所述低温差斯特林发动机15安装于能量储存池14上;由汽轮机9排出的乏汽进入冷凝器11中与冷却介质换热,冷凝水回到相变换热器4中重新参与循环,冷却介质通过冷凝器出口管13进入能量储存池14,低温差斯特林发动机热缸26与能量储存池14中的冷却介质直接接触,从中吸热,将热能转化为机械能带动发电机II18运转;本发明的特征在于,汽轮机9由静子21、转子22及输出轴23组成,采用三级汽轮机形式,更好的利用高温蒸汽的能量;能量储存池14包括隔板24,保温材料25,具有蛇形换热结构,其内部足够大的空间可以保证不同品质排气能量的连续储存,外壁包围的保温材料25可以减少能量损失;所述低温差斯特林发动机15具有 β 型菱形传动结构,气缸壁薄以提高换热效果,保证不同品质热源能量条件下的运行稳定;整套系统通过控制模块19控制运行过程,调节运行状态;所述能量管理模块20采集两级发电机的运行状态数据,可以对

排气能量实际回收量进行实时计算,实现能量回收效率的评估。

[0021] 相变换热器4中的两种换热介质分别为蒸馏水和发动机排气,两者在换热器内部进行充分换热,使蒸馏水变为蒸汽。

[0022] 冷凝器11中的二级回路介质为石蜡油,具有高沸点、高闪点、高比热容的优点,能够迅速吸热;通过冷凝器实现了乏蒸汽能量的回收。

[0023] 低温差斯特林发动机热缸26在能量储存池14中两块隔板24中间位置中插入,隔板24增加了介质流动、换热的时间,使容器内的温度更加均匀,为低温差斯特林发动机15提供稳定的热源;同时采用密封装置来增加装置整体的气密性。

[0024] 汽轮机9和低温差斯特林发动机15分别与发电机I17、发电机II18相连接,由能量管理模块20对电能进行合理利用。

[0025] 整套系统的全部管路和能量储存池等换热区域外壁均包围保温绝热的石棉材料。

[0026] 工作时内燃机1的排气通过排气管3进入相变换热器4中,蒸馏水吸收排气能量转变为蒸汽,实现能量的传递。蒸汽通过蒸汽管8进入汽轮机9膨胀做功,之后通过汽轮机乏汽管10进入到冷凝器11中与石蜡油进行冷却换热;换热后的石蜡油通过冷凝器出口管13进入能量储存池14,能量储存池14为低温差斯特林发动机15提供了热源,使斯特林发动机运转对外做功。两级回路共同实现了排气余热的两级能量梯级利用。其中,冷凝增压泵16、换热增压泵5为整套系统提供运行动力,保证循环工质稳定的循环流动。

[0027] 为了实现能量梯级回收利用的目标,本发明采用汽轮机9和低温差斯特林发动机15协同工作发电的技术形式。蒸汽在汽轮机9中膨胀做功,带动其旋转,与之相连的发电机I17随之运转发电,实现一次发电。从汽轮机9流出的乏汽中剩余的能量最终被低温差斯特林发动机15吸收,带动发电机II18运转发电,实现二次发电。能量梯级回收发电提高了系统的能量回收效率。

[0028] 本发明提出的能量储存池14是二级回路介质石蜡油的储存空间,实现对排气能量的二次有效利用。在能量储存池14中,石蜡油在隔板24的折流作用下,保持低温差斯特林发动机热缸26附近温度均匀,有充分的接触和换热。此外,在能量储存池外侧通过石棉层保温,防止热量的散失。同样,相变换热器4的外层壁面和所有管路外层壁面处,均设置有石棉层,降低循环介质在流动过程中的热量损失,提高能量回收效率。

[0029] 本发明采用低温差斯特林发动机热缸26直接插入能量储存池14中进行加热的形式,使循环介质直接与低温差斯特林发动机热缸26接触,换热更加充分。

[0030] 本发明利用控制模块19控制整套系统的运行过程,根据需求调节工况;通过能量管理模块20收集工作数据,实时计算能量转换量,实现能量回收效率的评估。

[0031] 如图1所示,排气能量梯级利用系统包括内燃机1、流量计2、一级能量回收回路、二级能量回收回路、控制模块19和能量管理模块20。一级能量回收回路包括排气管3、相变换热器4、换热增压泵5、换热水管6、废气管7、蒸汽管8、汽轮机9、发电机I17;二级能量回收回路包括汽轮机乏汽管10、冷凝器11、冷凝器入口管12、冷凝器出口管13、能量储存池14、低温差斯特林发动机15、冷凝增压泵16、发电机II18。

[0032] 系统工作时,内燃机1排气,通过排气管路进入相变换热器4中,蒸馏水通过循环管路进入相变换热器4。在相变换热器4中两股流体进行换热,实现了排气能量向蒸馏水的传递,产生水蒸气,具备了做功能力。

[0033] 如图2,气态介质在汽轮机9中膨胀做功,推动汽轮机工作,实现能量的第一级利用。汽轮机乏汽进入冷凝器11与二级回路介质石蜡油进行换热,使其内能升高,随后进入能量储存池14。能量储存池14实现了对二级回路介质能量的储存和释放。如图3所示,在能量储存池14中,由于隔板24的折流作用,使石蜡油在能量储存池中蛇形流动,向低温差斯特林发动机15提供热能,斯特林做功发电,实现能量的第二级利用。

[0034] 通过冷凝增压泵16、换热增压泵5的增压作用,推动了介质的循环流动,保证相变换热器4、冷凝器11稳定高效的工作,使装置工作更顺畅。

[0035] 本发明设计在内燃机1中,添加流量计2等附加测试设备,用以进行排气余热能量回收效率的计算,提高测试系统的可行性。

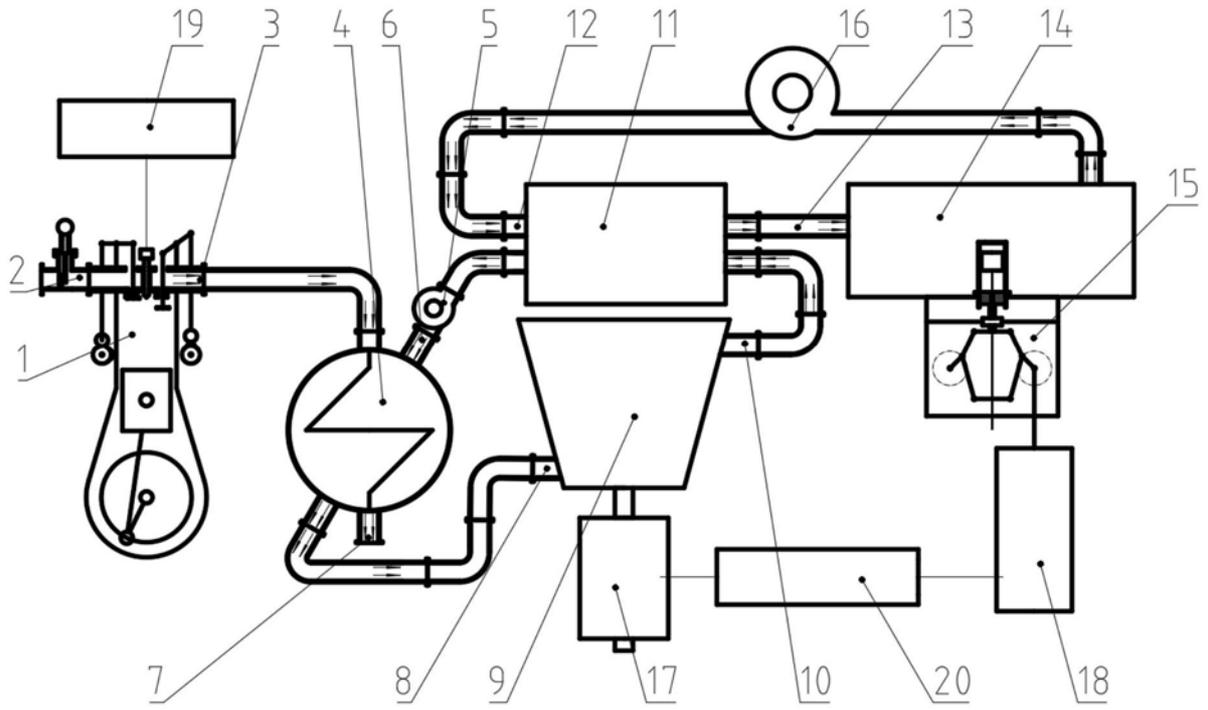


图1

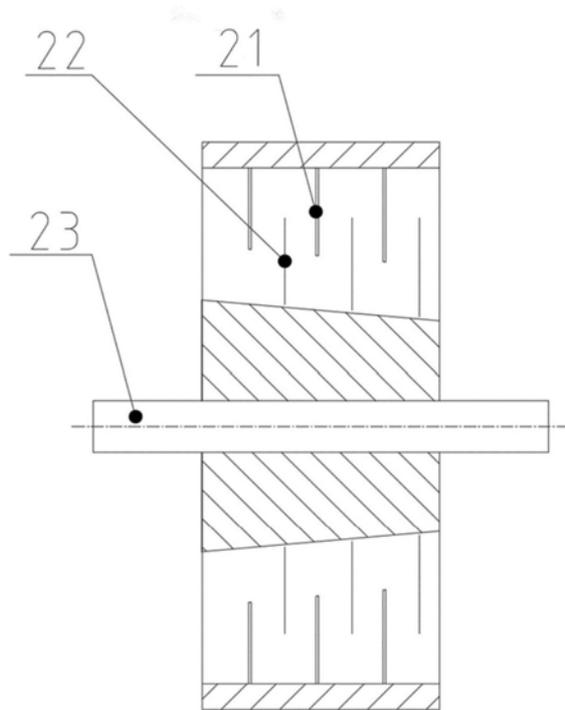


图2

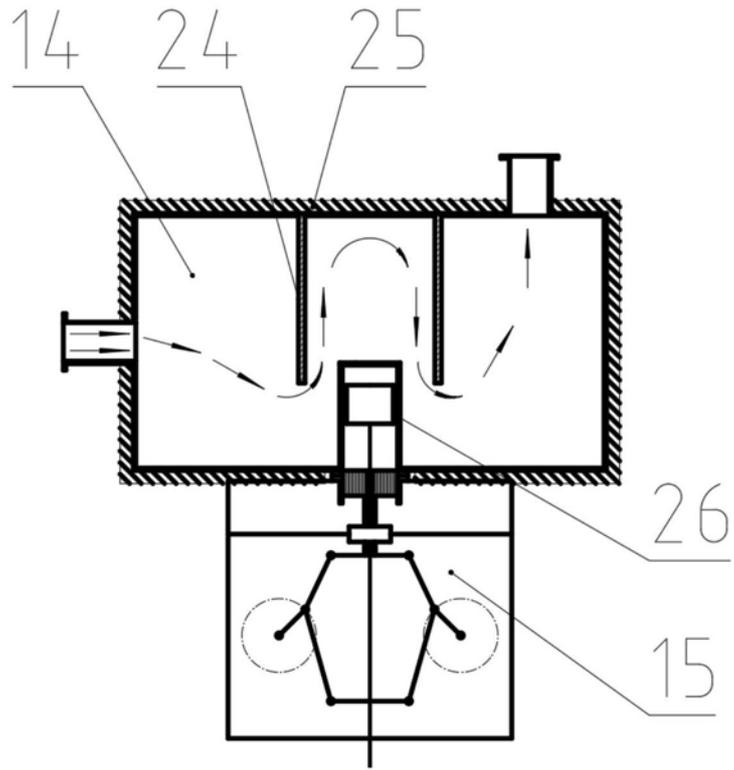


图3