



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110611457 A

(43)申请公布日 2019.12.24

(21)申请号 201911068587.9

(22)申请日 2019.11.05

(71)申请人 河北工业大学

地址 300401 天津市北辰区西平道5340号

(72)发明人 赵玉龙 葛明慧 范玉聪 王晓纬
刘联胜

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务
所(普通合伙) 12210

代理人 付长杰

(51) Int. Cl.

H02N 11/00(2006.01)

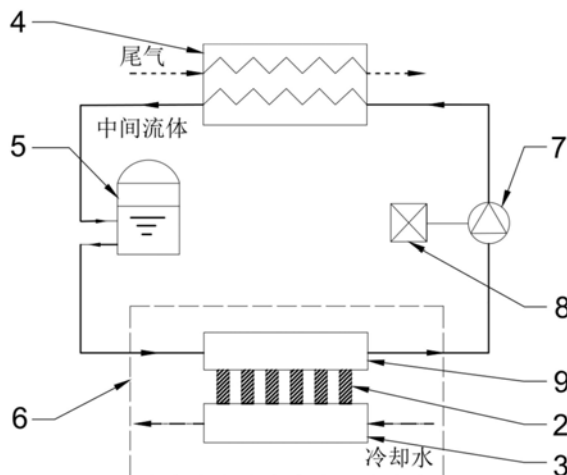
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种采用中间流体循环的尾气温差发电系统

(57)摘要

本发明为一种采用中间流体循环的尾气温差发电系统,包括尾气-中间流体换热器、储液罐、中间流体-冷却水温差发电机、变频泵、变频控制器。其中中间流体-冷却水温差发电机包括中间流体通道、热电模块与冷却水通道。尾气-中间流体换热器一端与尾气管道相连,另一端与中间流体管路连接。尾气-中间流体换热器的中间流体侧、储液罐、中间流体-冷却水温差发电器的中间流体通道、变频泵顺次相连。本发明可根据需要调节中间流体的流量,实现输出功率的可控性,避免了尾气参数变化引起输出功率的波动,具有较高输出功率,并且热电模块用量能够减少,提高了尾气温差发电器的经济性。



1. 一种采用中间流体循环的尾气温差发电系统,其特征在于,该发电系统包括尾气-中间流体换热器、储液罐、中间流体-冷却水温差发电机、变频泵、变频控制器;其中,中间流体-冷却水温差发电机包括中间流体通道、热电模块与冷却水通道;尾气-中间流体换热器一方面与尾气管道相连,另一方面与中间流体管路连接,实现尾气与中间流体的换热;尾气-中间流体换热器的中间流体侧、储液罐、中间流体-冷却水温差发电器的中间流体通道、变频泵顺次相连,实现中间流体的循环;所述中间流体的对流换热系数大于尾气的对流换热系数。

2. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,在尾气-中间流体换热器、中间流体-冷却水温差发电机中,两种换热流体均采用逆流模式。

3. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,所述中间流体为水或导热油等具有高导热系数的液体,或者导热系数高于尾气的气体。

4. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,所述冷却水通道也可以用其他高效冷却方式代替,如风冷、喷雾冷却、热管冷却等。

5. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,在中间流体通道与热电模块、热电模块与冷却水通道之间均涂有导热硅脂。

6. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,该发电系统的运行流程为:来自内燃机的高温尾气进入尾气-中间流体换热器,与中间流体换热后,尾气温度降低由尾气-中间流体换热器出口排出;

中间流体吸收来自尾气的热量后,温度升高并进入储液罐,储液罐中的高温中间流体将进入中间流体-冷却水温差发电机中,高温中间流体将热量传递给热电模块后同时温度降低,热量一部分在热电模块中转换为电能,剩余热能由冷却水通道中的冷却水带离;

自中间流体-冷却水温差发电机流出的中间流体经变频泵重新进入尾气-中间流体换热器与尾气进行换热,实现中间流体的循环。

一种采用中间流体循环的尾气温差发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机尾气余热回收利用相结合的温差发电领域,尤其是一种采用中间流体循环的尾气温差发电系统。

背景技术

[0002] 内燃机已广泛应用于各类交通工具中,近年来得到快速发展,但内燃机热效率一般只有30-40%,大约有40%的能量随着高温尾气排放到环境中,造成了极大的能量浪费。在各种尾气余热利用模式中,温差发电机由于结构简单、无传动部件、安装和维护简单方便,被认为是一种有效的尾气余热利用模式。

[0003] 内燃机尾气温差发电机往往是三明治结构,在尾气通道与冷却装置之间加装热电模块,从而在热电模块两端构建温差,产生电能。对于温差发电机来说,热电模块冷热两端温差越大,发电机热电转换效率越高。但在尾气温差发电机中,由于尾气传热系数较低,造成热电模块热端温度远低于尾气温度,因此发电器的转换效率远低于理想效率。此外,内燃机工作中,随着运行工况的改变,尾气的温度、流量也在实时变化,这亦会造成发电器的输出性能会有大幅度的波动,不利于用电设备的稳定运行。授权公号CN206023618U的中国专利将固定在尾气通道上的导热体作为热电模块热端,并在导热体内添加相变材料,使发电器的热端温度维持在一个稳定范围内,提高了尾气温差发电器的输出性能与输出电压的稳定性。这种方法虽然一定程度缓解了发电机输出不稳定的问题,但相变材料的加入,一方面会增加额外的传热热阻不利于热电模块热端温度的提升,进而影响热电转化效率;另一方面相变材料储能有限,一旦全部融化,发电器的输出性能将会再次出现波动。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明拟解决的技术问题是,提供一种采用中间流体循环的尾气温差发电系统。该发电系统能够解决尾气温差发电机输出性能不稳定的问题,避免发电机输出性能随尾气参数的变化而剧烈波动,并实现输出性能的可控;同时提高尾气温差发电器的输出功率,降低热电模块使用数量,从而降低温差发电器的成本,提高其经济性。

[0005] 本发明为解决公知技术中存在的技术问题所采取的技术方案是:

[0006] 本发明提供了一种结构简单、输出功率可控、成本低廉的内燃机尾气温差发电系统。

[0007] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统,其特征在于,该发电系统包括尾气-中间流体换热器、储液罐、中间流体-冷却水温差发电机、变频泵、变频控制器;其中,中间流体-冷却水温差发电机包括中间流体通道、热电模块与冷却水通道;尾气-中间流体换热器一方面与尾气管道相连,另一方面与中间流体管路连接,实现尾气与中间流体的换热;尾气-中间流体换热器的中间流体侧、储液罐、中间流体-冷却水温差发电器的中间流体通道、变频泵顺次相连,实现中间流体的循环;所述中间流体的对流换热系数大于尾气

的对流换热系数。

[0008] 在尾气-中间流体换热器、中间流体-冷却水温差发电机中,两种换热流体均采用逆流模式。

[0009] 所述中间流体为水或导热油等具有高导热系数的液体,或者导热系数高于尾气的气体。

[0010] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统的运行流程为:来自内燃机的高温尾气进入尾气-中间流体换热器,与中间流体换热后,尾气温度降低由尾气-中间流体换热器出口排出;

[0011] 中间流体吸收来自尾气的热量后,温度升高并进入储液罐,储液罐中的高温中间流体将进入中间流体-冷却水温差发电机中,高温中间流体将热量传递给热电模块后同时温度降低,热量一部分在热电模块中转换为电能,剩余热能由冷却水通道中的冷却水带离;

[0012] 自中间流体-冷却水温差发电机流出的中间流体经变频泵重新进入尾气-中间流体换热器与尾气进行换热,实现中间流体的循环。

[0013] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统所选用的中间流体可以是水、导热油或其他导热系数较高的液体,也可以是具有较高导热系数的气体,相同条件下该气体的对流换热系数远高于尾气的对流换热系数,如氦气。具体可根据尾气温度进行选择,只要保证中间流体在尾气温度变化范围内物理、化学性质稳定即可。

[0014] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统中冷却水通道亦可用其他高效冷却方式代替,如风冷、喷雾冷却、热管冷却等技术。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0016] 1) 与现有的尾气温差发电机相比,本发明中尾气不直接参与发电过程,避免了尾气参数变化引起输出功率的波动。本发明由于存在储液罐,具有一定的蓄热能力,同时设置变频泵及变频控制器,能够用变频泵让中间流体流动起来,通过控制中间流体的流速来控制发电器的输出,使其可根据需要调节中间流体的流量,从而改变温差发电器的输出功率,实现输出功率的可控性,克服了现有技术中由于运行工况的改变,带来尾气的温度、流量也的实时变化而造成发电器的输出性能会有大幅度波动的问题。

[0017] 2) 本发明选择用对流换热系数更高的中间流体代替尾气作为热端,能够提高热电模块热端温度,从而提高模块的输出功率,在输出功率相同的情况下,可显著减少了热电模块用量,由于目前发电机成本主要集中在热电模块上,通过本申请方式能减少热电模块的数量,进而实现成本的大幅度下降,提高了尾气温差发电器的经济性及可行性。

[0018] 3) 本发明采用中间流体代替尾气作为热源,由于中间流体的热容量更大,在发电机中温度变化较小,可以使热电模块的温度分布更加均匀,减少了热电模块的热应力,延长热电模块的使用寿命。

附图说明

[0019] 图1为传统尾气温差发电器的示意图。

[0020] 图2为本发明提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统的示意图。

具体实施方式

[0021] 为了进一步了解本发明的内容、特点及功效,兹列举以下实施方案,并配合附图详细说明。

[0022] 如图1所示,传统尾气温差发电机往往是三明治结构,尾气通道1与冷却水通道3构成了热电模块2的热端与冷端。尾气流量、温度的变化直接引起热电模块2热端温度的改变,从而引起温差发电机输出性能的波动。此外,由于尾气侧对流换热系数较低,使得热电模块2热端温度远低于尾气温度,因此发电机转换效率较低。

[0023] 如图2所示,本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统包括尾气-中间流体换热器4、储液罐5、中间流体-冷却水温差发电机6、变频泵7、变频控制器8。其中,中间流体-冷却水温差发电机6包括中间流体通道9、热电模块2以及冷却水通道3。尾气-中间流体换热器4一端与尾气管道相连,另一端与中间流体管道连接,实现尾气与中间流体的换热。尾气-中间流体换热器4的中间流体侧、储液罐5、中间流体-冷却水温差发电机6的中间流体通道9、变频泵7顺次相连,实现中间流体的循环。变频泵7由变频控制器8进行控制。中间流体通道9与冷却水通道3构成热电模块2的热端与冷端,三者可依靠夹紧装置紧固。在中间流体通道9与热电模块2、热电模块2与冷却水通道3之间涂有导热硅脂以减少传热热阻。

[0024] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统的运行流程为:来自内燃机的高温尾气进入尾气-中间流体换热器4,通过尾气-中间流体换热器4与中间流体换热后温度降低并由尾气-中间流体换热器4出口排出,中间流体吸收来自尾气的热量后,温度升高并进入储液罐5。储液罐5中的高温中间流体将进入中间流体-冷却水温差发电机6中,高温中间流体将热量传递给热电模块2后温度降低,热量一部分在热电模块中转换为电能,剩余热量由冷却水通道3中的冷却水带离。自中间流体-冷却水温差发电机6流出的中间流体经变频泵7重新进入尾气-中间流体换热器4与尾气进行换热,实现中间流体的循环。在尾气-中间流体换热器4、中间流体-冷却水温差发电机6中,两种换热流体均采用逆流模式。

[0025] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统中,尾气不直接与热电模块2接触,而是与中间流体进行换热。储液罐5能够储存中间流体,具有一定的蓄热能力;变频泵7可以调节中间流体的流量从而改变热电模块热端的温度,实现发电机输出性能的稳定与可控,因此尾气的波动不会直接影响热电模块的输出性能。

[0026] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统中,由于中间流体的对流换热系数高于尾气对流换热系数(液体的对流换热系数往往远高于气体的对流换热系数,可以选用水、导热油等具有高导热系数的液体作为中间流体;导热系数高于尾气的液体也可实现相同条件下对流换热系数更高,也可选用氦气等具有高导热系数的气体作为中间流体),因此可以提高热电模块2的热端温度,增大系统的输出功率,并且由于换热系数提高,使单位面积的换热量增大,可减少热电模块的使用数量,发电器的经济性得到提高。

[0027] 本发明所提供的采用中间流体循环的尾气温差发电系统中,由于中间流体的质量流量以及比热可以远高于尾气,使得中间流体在发电机6中的温度变化较小,在冷却水温度变化亦不大的情况下,热电模块2的冷热端温度分布以及输出功率的分布更加均匀,避免了尾气温度大幅度降低所带来的模块性能的不均匀问题。

[0028] 本发明利用中间流体传递热量,可通过控制中间流体的流速改变热电模块的热端温度,从而调控发电器的输出功率,在实际使用中可利用变频控制器调节变频泵,根据需要

调节中间流体的流量,实现输出功率的可控性,避免了尾气参数变化引起输出功率的波动。

[0029] 本发明不仅适用于大型、重型车辆以及船舶等使用内燃机的交通工具,还可应用于工业废热的回收发电。

[0030] 本发明中涉及的换热器可以为板式换热器、套管式换热器等常规换热器,热电模块也是本领域常用热电模块。

[0031] 尽管上面结合附图对本发明的优选实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以制造很多形式,这些均属于本发明的保护范围之内。

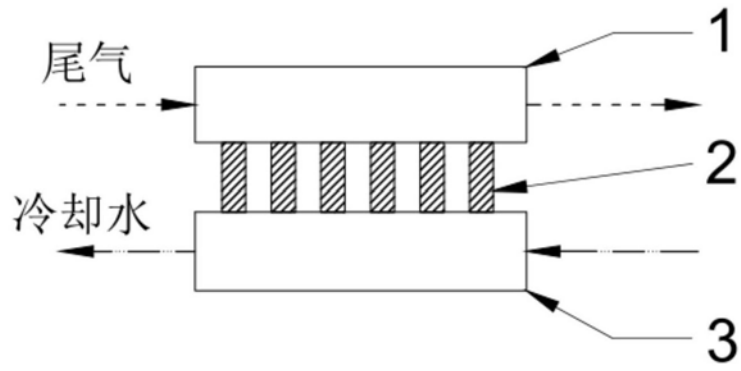


图1

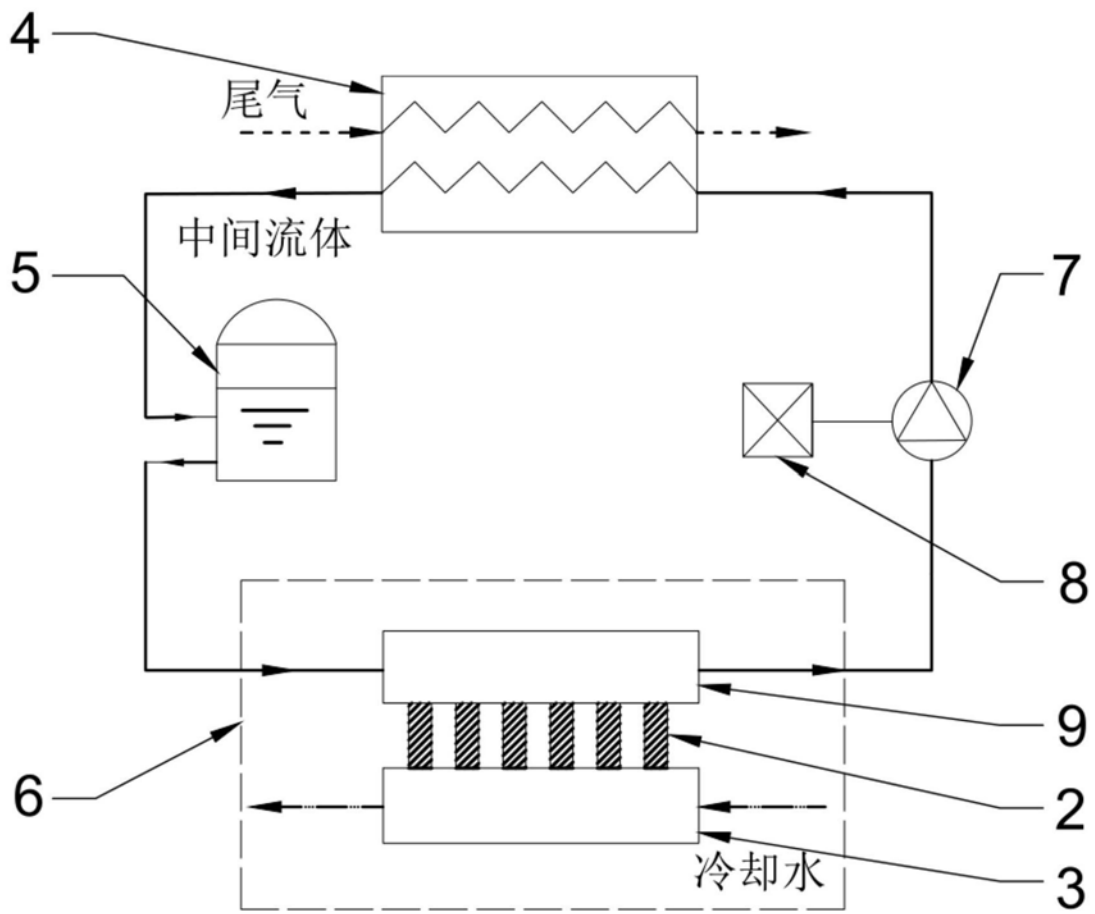


图2