(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118049874 A
(43)申请公布日 2024.05.17

(21)申请号 202410080070.6

(22)申请日 2024.01.19

(71)申请人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路37号
申请人 新乡航空工业(集团)有限公司

(72)发明人 秦海洋 柏立战 崔小峰 张云飞 付静伟

(51)Int.Cl.
F28D 15/02(2006.01)
F02C 7/10(2006.01)
F01N 5/02(2006.01)

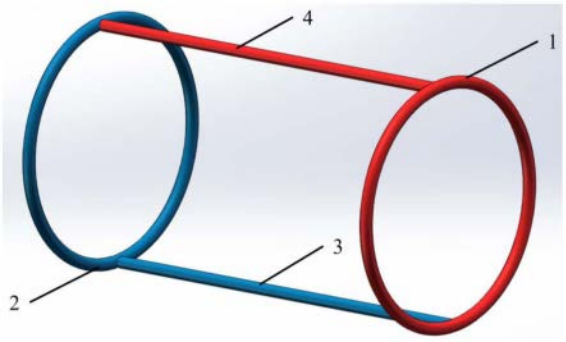
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管

(57)摘要

本发明涉及一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,属于燃气轮机热管理技术领域。其基本特征在于,包括蒸发端、冷凝端、液体管线和蒸汽管线。本发明克服现有技术的不足,提供了一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,针对如何提高燃气轮机燃气初温以提高燃气轮机效率提供了一种切实可行的解决方案。利用回路型重力热管技术,通过在尾喷口处设置蒸发端,在压气机出口处设置冷凝端,并将其分别与蒸汽管线和液体管线连接构成闭合回路,该回路型重力热管可有效利用燃气轮机工作时产生的高温排气,将大量热量转移用以加热压气机出口的气流,显著提高燃气初温,进而提高燃气轮机的工作效率。



CN 118049874 A

1.一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其基本特征在于,包括蒸发端(1)、冷凝端(2)、液体管线(3)和蒸汽管线(4)。

2.根据权利要求1所述的一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于:蒸发端(1)和冷凝端(2)均为一个或多个中空圆环,蒸发端(1)的各中空圆环最小直径不小于所使用的燃气轮机尾喷管外壁面直径,冷凝端(2)的各中空圆环最小直径不小于所使用的燃气轮机压气机出口处燃气轮机外壁面直径,蒸发端(1)和冷凝端(2)同轴。

3.根据权利要求1所述的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于:蒸发端(1)内侧壁面与燃气轮机尾喷管外壁面通过真空电子束或其他方式连接,冷凝端(2)内侧壁面与压气机出口处的燃气轮机外壁面通过真空电子束或其他方式连接。

4.根据权利要求1所述的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于:蒸发端(1)和冷凝端(2)通过真空电子束或其它焊接方式制造。

5.根据权利要求1所述的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于:蒸发端(1)的气态工质出口与蒸汽管线(4)通过氩弧焊连接到一起,蒸汽管线(4)的出口与冷凝端(2)入口通过氩弧焊连接到一起。

6.根据权利要求1所述的一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于,冷凝端(2)的液体出口与液体管线(3)通过氩弧焊连接到一起,液体管线(3)与蒸发端(1)入口通过氩弧焊连接到一起。

7.根据权利要求1所述的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于,蒸发端(1)、冷凝端(2)、液体管线(3)、蒸汽管线(4)相互连接形成一个闭合回路。

8.根据权利要求1所述的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,其特征在于,液体管线(3)和蒸汽管线(4)的长度根据所需要的传输距离确定。

一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管

技术领域

[0001] 本发明涉及一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,属于燃气轮机热管理技术领域。

背景技术

[0002] 燃气轮机(Gas Turbine)是以连续流动的气体为工质带动叶轮高速旋转,将燃料的能量转变为有用功的内燃式动力机械,是一种旋转叶轮式热力燃气轮机。工作时,压气机首先从外界大气环境吸入空气,并将空气增压升温,压缩空气随后被压送到燃烧室与喷入的燃料混合燃烧生成高温高压的气体,最终分流进入到尾部的涡轮和发电机中膨胀做功,一方面推动涡轮带动压气机转子一起高速旋转,另一方面带动发电机叶轮高速旋转,使得发电机对外发电,实现了气体或液体燃料的化学能向机械能或电能的转化。由于燃气轮机具有动力强劲,支持多种燃料,环境适应性好等特点,被广泛应用于舰船、航空、电力、工业制造等领域。

[0003] 燃气初温,是影响燃气轮机效率的主要因素。通过各种方式提高燃气初温,可使燃气轮机效率显著提高。因此,如何提高燃气轮机工作时的燃气初温就成为了燃气轮机领域的重要研究课题。

[0004] 提高燃气轮机的燃气初温有多种方式,例如增加燃烧室内的氧气含量和燃料供给。此外,一种可行的途径是对进入燃气轮机的空气进行加热,使其在燃烧前具有更高的初始温度。但是对吸入空气加热目前存在困难。其原因主要包含以下两个方面:第一,燃气轮机结构紧凑,空气流向十分复杂,加热设备可以与来流空气进行热交换的空间很小;第二,由于燃气轮机内部空气流速较大,加热设备可以与来流空气进行热交换的时间也较短。在二者的共同作用下,要想实现对来流空气进行加热,需要加热设备在工作时具有较强的换热系数,同时需要加热设备具有较大的加热功率,而使用传统加热技术的设备结构复杂,增大燃气轮机设备体积和重量,同时加热设备的运行将增加燃气轮机的额外能耗,影响燃气轮机的整体设计工作和性能。因此,必须发展新型紧凑高效,加热效果强的新型技术。

[0005] 重力热管是一种两相传热器件,它利用工质的蒸发/冷凝相变来传递热量,并利用重力驱动工质循环,无需外加动力。工作时,液体工质在热源处吸热蒸发,产生的过热蒸汽受浮升力作用向冷源流动,在冷源处放热并冷凝为过冷液体,后者依靠重力回流至热源处,全过程无需外加动力。重力热管可以根据冷源和热源的相对位置和距离进行灵活设计,同时还具有传热量大、传输距离远以及体积小、重量轻、安装简易方便等诸多特点。经过多年发展,重力热管技术目前已经在航空航天、电子设备热管理等领域获得广泛应用。

[0006] 为解决前述所提到的提高燃气轮机燃气初温的问题,考虑到燃气轮机尾喷口处喷出的喷气具有很高的温度,通常高达450~600℃,本发明提出了一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管,通过应用重力热管技术利用燃气轮机高温排气余热加热压气机出口的空气使其温度进一步升高,达到提高燃气轮机燃气初温,改善燃气轮机综合性能的目的。

发明内容

[0007] 本发明解决的技术问题是：

[0008] 针对现有加热技术无法有效提升燃气轮机进入燃烧室的空气温度进而提升燃气初温的问题，本发明提供了一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管。本发明通过使用重力热管技术，将热管蒸发段布置于燃气轮机尾喷口处，将热管冷凝段置于压气机出口处的燃气轮机外侧部分空间，并构建回路将蒸发端和冷凝端连接在一起，实现了在燃气轮机工作时将尾喷口高温排气余热有效回收利用，加热压气机出口处的空气，实现在无外加动力消耗的前提下提高燃气轮机燃气初温和综合性能的目的。

[0009] 本发明的技术方案是：

[0010] 一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管，其基本特征包括蒸发端、冷凝端、液体管线和蒸汽管线。

[0011] 本发明中所使用的工质需要先根据燃气轮机结构，来流空气加热需求确定重力热管的温度要求、压力要求、材料相容性、传热能力，选取不同的化学物质，常见的工质如水、氨、丙酮、甲醇。

[0012] 蒸发端、冷凝端均可通过轧制金属板制作，并通过氩弧焊或其他焊接方式制作成型。蒸发端与燃气轮机尾喷管外壁面通过真空电子束或其他方式连接，冷凝端与压气机出口处的燃气轮机外壁面通过真空电子束或其他方式连接。

[0013] 蒸发端的气态工质出口与蒸汽管线通过氩弧焊连接到一起，蒸汽管线的出口与冷凝端入口通过氩弧焊连接到一起。

[0014] 冷凝端的液体出口与液体管线通过氩弧焊连接到一起，液体管线与蒸发端入口通过氩弧焊连接到一起。

[0015] 整个系统连接安装完成后，对系统进行抽真空处理，保证内部的洁净度，减少不凝气体的影响；然后充装一定量的工质，保证系统能够满足不同工况的散热需求。

[0016] 本发明与现有技术相比的有益效果是：

[0017] 本发明技术方案中，使用了回路型重力热管技术通过工质相变实现高效传热，燃气轮机工作时，尾喷口处喷出高温排气，排气余热使得热管蒸发端内的液体工质吸热汽化，变为过热蒸汽后从蒸发端出口沿蒸汽管线流入冷凝端，在冷凝端放热冷凝为过冷液体后依靠重力作用沿液体管线回流至蒸发端，如此构成循环回路。本发明可以充分利用燃气轮机排气余热，将大量热量高效传递至燃气轮机压气机出口，对空气进行加热，进而提高燃气轮机燃气初温，提高燃气轮机效率的目的。而传统的加热技术或者传热技术，无法实现上述功能，因而无法满足燃气轮机热管理领域的相关需求。

附图说明

[0018] 图1实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管基本结构示意图；

[0019] 图2实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管基本结构安装示意图；

[0020] 图3蒸发端/冷凝端截面示意图。

[0021] 图4实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管强化结构示意图；

[0022] 图5实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管强化结构安装示意图；

具体实施方式

[0023] 本发明涉及用于提高燃气轮机工作时如何提高燃气初温以提高燃气轮机效率的问题,根据图1,该型实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管包括蒸发端(1)、冷凝端(2)、液体管线(3)和蒸汽管线(4)。其在燃气轮机上的安装效果如图2所示。

[0024] 由于燃气轮机中对进入燃烧室的空气进行加热以提高燃气初温存在加热空间小、加热设备复杂且质量/体积大的问题,本发明技术方案提供了一种实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管。利用重力热管技术,通过在尾喷口处设置蒸发端,在压气机出口处设置冷凝端,并将其出入口分别与液体引管和液体管线出口连接构成回路,该型实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管可有效利用燃气轮机工作时产生的高温排气,将大量热量转移用以加热压气机出口的空气,实现提高燃气轮机燃气初温,进而提高燃气轮机效率的效果。

[0025] 具体实施步骤如下:首先根据使用温度要求、压力要求、材料相容性、传热能力,选取不同的工质,常见工质如水、氨、丙酮、氟利昂等。

[0026] 加工出蒸发端(1)、冷凝端(2)、液体管线(3)和蒸汽管线(4)。

[0027] 将蒸发端(1)与燃气轮机尾喷管外壁面通过真空电子束或其他方式连接,冷凝端(2)与压气机出口处的燃气轮机外壁面通过真空电子束或其他方式连接。

[0028] 蒸发端(1)的气态工质出口与蒸汽管线(4)通过氩弧焊连接到一起,蒸汽管线(4)的出口与冷凝端(2)入口通过氩弧焊连接到一起。

[0029] 冷凝端(2)的液体出口与液体管线(3)通过氩弧焊连接到一起,液体管线(3)与蒸发端(1)入口通过氩弧焊连接到一起。

[0030] 整个系统连接安装完成后、投入运行前,需要对系统抽真空($<1\times10^{-2}$Pa),保证内部的洁净度,减少不凝气体的影响;然后充装适量的工质,保证系统在不同工况下的传热需求。

[0031] 以上所述为本发明的基本结构,对于本领域的技术人员,可以将多个蒸发端和冷凝端进行串联操作后强化系统传热效果。以蒸发端和冷凝端各3个为例,强化后的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管结构示意图如图4所示,强化后的实现燃气轮机排气余热利用的回路型重力热管安装示意图如图5所示,这些改动均不脱离本发明的构思,也应视为本发明的保护范围内。

[0032] 同时,以上所述只是本发明的通常实施方式,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干改进和润饰,包括:在蒸发端增加各类型翅片、在冷凝端增加各类型翅片、在蒸发端内部增加强化结构、在冷凝端内部增加强化结构,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围内。

[0033] 本发明技术方案中,通过使用回路型重力热管技术,让工质在蒸发端内依靠高温排气余热发生相变,并在冷凝端通过与压气机出口空气换热冷凝为过冷液体,并构建回路使得工质可以仅依靠重力运行。实现了充分利用燃气轮机排气余热,提高进入燃烧室的空气温度,进而提高燃气轮机燃气初温,提高燃气轮机效率的目的。而传统的加热技术或者传热技术,无法实现上述功能,因而无法满足燃气轮机热管理领域的相关需求。

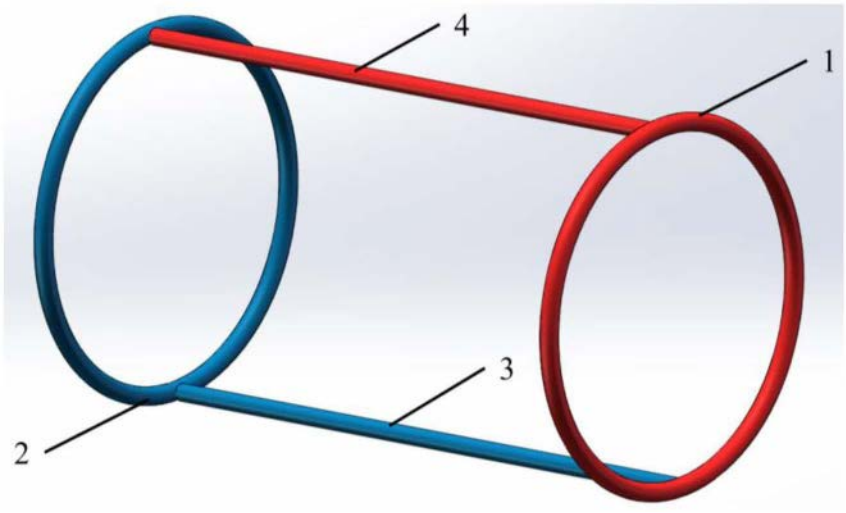


图1

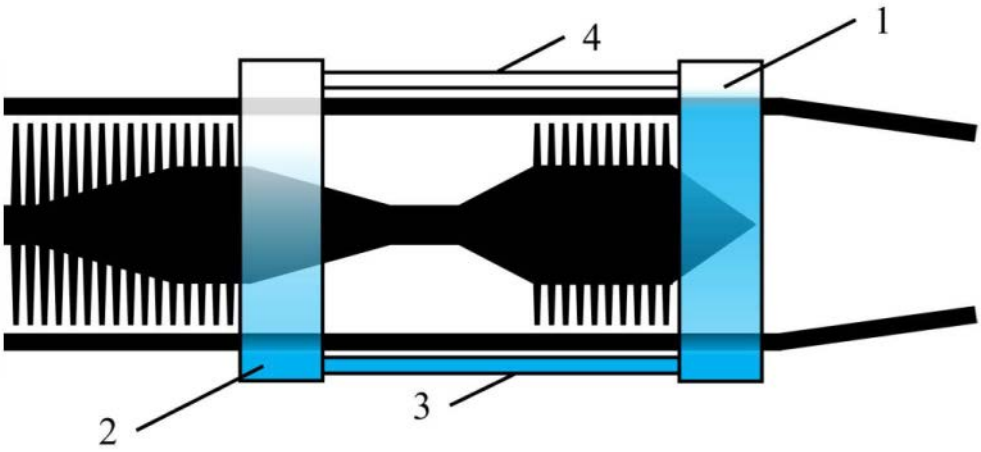


图2

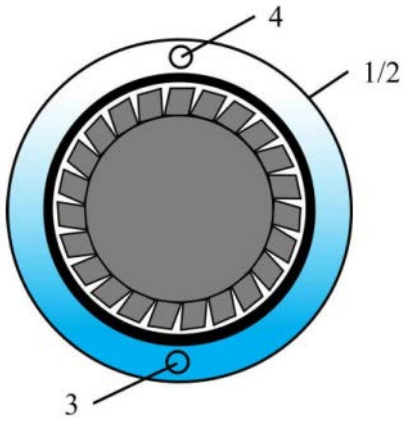


图3

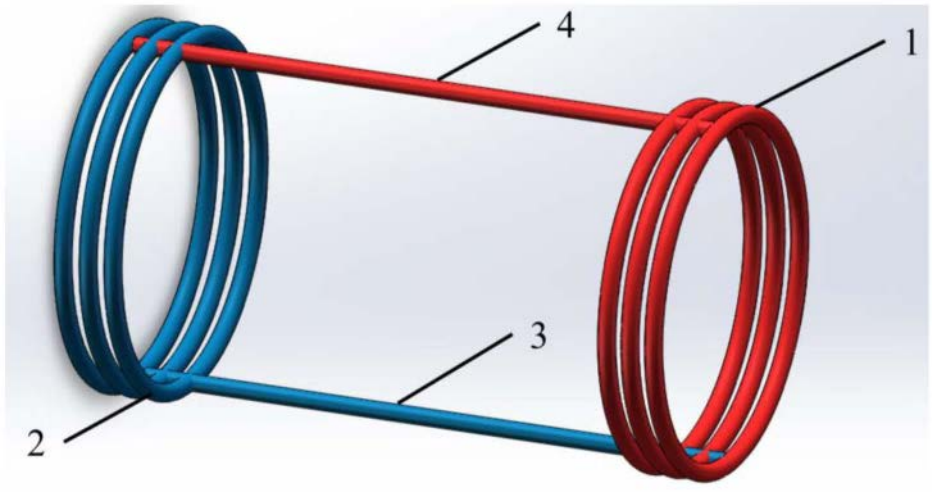


图4

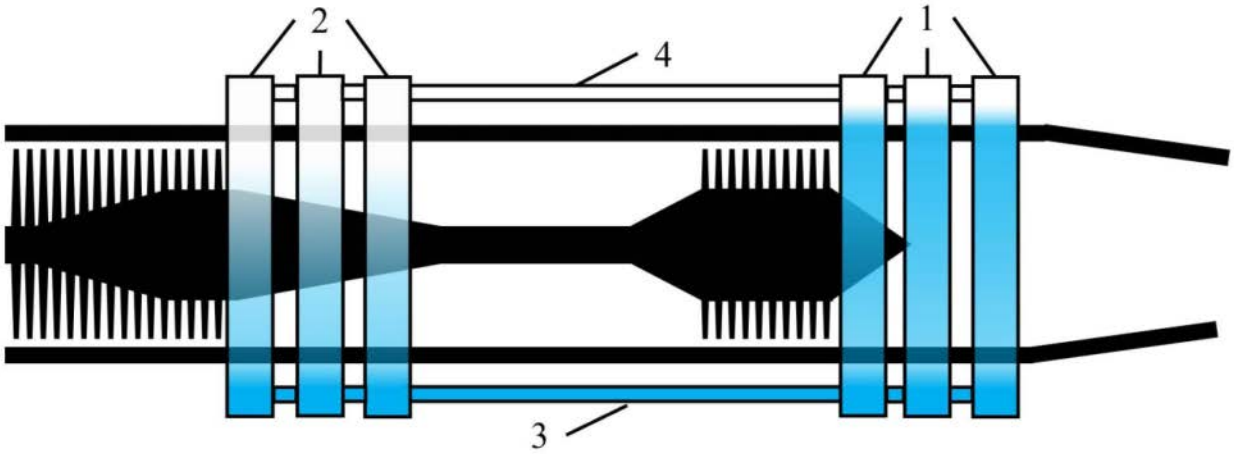


图5