



(10) 授权公告号 CN 111237021 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 28

(21) 申请号 202010033176.2

F04B 53/16 (2006.01)

(22) 申请日 2020.01.13

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102748266 A, 2012.10.24

申请公布号 CN 111237021 A

CN 103615365 A, 2014.03.05

(43) 申请公布日 2020.06.05

CN 103195520 A, 2013.07.10

(73) 专利权人 北京工业大学

CA 2753376 A1, 2010.08.26

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

AU 2007221835 A1, 2007.10.25

EP 1522692 A1, 2005.04.13

(72) 发明人 雷标 闫庆志 王伟 吴玉庭
马重芳

沈丽丽等. 单螺杆膨胀机内有机工质泄漏特性的数值研究.《北京工业大学学报》.2018, 第44卷(第10期),

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

审查员 乔路

专利代理师 张立改

(51) Int. Cl.

F01K 25/08 (2006.01)

F04B 53/10 (2006.01)

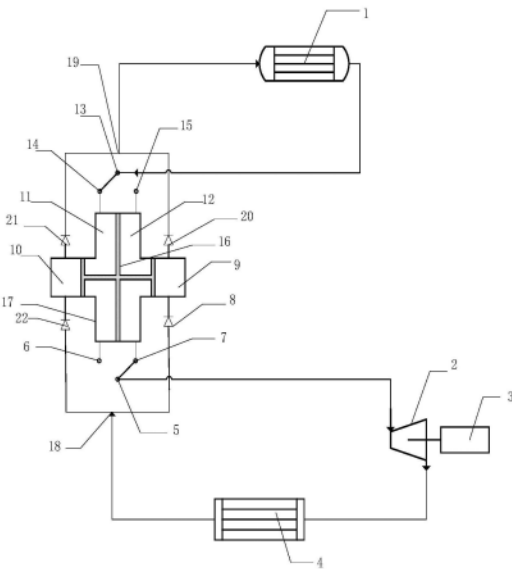
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵

(57) 摘要

一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵,属于中低品位能源利用领域。在有机朗肯循环系统中,采取牺牲一小部分蒸发器与冷凝器之间的压力差来驱动工质泵运转,该工质泵气缸活塞面积大于液缸活塞面积,在小压差驱动下也可实现对液态工质的高增压比,从而使工质泵不再消耗电能,剩下的压差驱动膨胀机做功发电,膨胀机输出功全部为有机朗肯循环净功。驱动工质泵工作的高压蒸气与被压缩液体工质为同种工质,无需考虑工质泄漏问题。在工质泵中利用了一小部分压差,膨胀机前后压差降低,膨胀比减小。



1. 一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵, 其特征在于, 主要包括液缸A(10)、液缸B(9)、气缸A(11)、气缸B(12)、缸体(17)、气缸活塞(16)、三通阀、单向阀, 所述的缸体(17)整体结构为圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体, 圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体的两端中心分别各设有一个圆柱型小缸腔体或长方体小缸腔体, 上述所述的缸体均连通且同轴, 记轴向为水平方向; 气缸活塞(16)垂直轴位于圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体内, 将圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体分为左右两部分, 左侧部分即为气缸A(11), 右侧即为气缸B(12); 与气缸A(11)左侧连通的圆柱型小缸腔体或长方体小缸腔体记为液缸A(10), 则气缸B(12)右侧连通的圆柱型小缸腔体或长方体小缸腔体记为液缸B(9), 液缸A(10)和液缸B(9)内均各设有一个液缸活塞, 两液缸活塞位于气缸活塞(16)的两侧且与气缸活塞(16)平行, 两液缸活塞之间采用连杆或固定轴固定连接, 且连杆穿过气缸活塞(16)与气缸活塞(16)固定在一起, 使得两液缸活塞与气缸活塞(16)形成一个固定的整体, 两液缸活塞面积均小于气缸活塞(16)面积;

所述三通阀分别位于气缸上、下方, 分别为三通阀A位于气缸上方, 包括接口a(13)、接口b(14)、接口c(15); 三通阀B位于气缸下方, 包括接口d(5)、接口e(6)、接口f(7); 接口a(13)接蒸发器(1)出口管道, 接口b(14)接入气缸A(11), 接口c(15)接入气缸B(12), 接口d(5)接入膨胀机(2)入口管道, 接口e(6)接入气缸A(11), 接口f(7)接入气缸B(12); 液缸B(9)的上方接第一出口单向阀(20), 下方接第一入口单向阀(8); 液缸A(10)上方接第二出口单向阀(21), 下方接第二入口单向阀(22), 第一出口单向阀(20)和第二出口单向阀(21)汇总后作为工质泵液体出口(19)与接蒸发器(1)进口管道连接; 第一入口单向阀(8)和第二入口单向阀(22)汇总后作为工质泵液体入口(18)与冷凝器(4)的出口连接, 冷凝器(4)的进口与膨胀机(2)的出口连接; 膨胀机(2)与发电机(3)连接。

2. 按照权利要求1所述的一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵, 其特征在于, 当三通阀接口a(13)与接口b(14)接通时, 接口d(5)与接口f(7)接通, 气缸B(12)中压力瞬间降低, 气缸A(11)压力大于气缸B(12), 压差推动气缸活塞(16)向右移动, 气缸B(12)中气体从接口f(7)流出, 液缸B(9)内工质被压缩升压, 到一定压力时第一出口单向阀(20)打开, 工质通过第一出口单向阀(20)流至工质泵液体出口(19); 液缸A(10)中容积扩大压力降低, 第二入口单向阀(22)打开, 第二出口单向阀(21)关闭, 工质被吸入液缸A(10); 当三通阀接口a(13)与接口c(15)接通时, 接口d(5)与接口e(6)接通, 气缸A(11)中压力瞬间降低, 气缸A(11)压力小于气缸B(12), 压差推动气缸活塞(16)左移, 气缸A(11)中气体从接口e(6)流出, 液缸A(10)工质被压缩升压, 到一定压力时第二出口单向阀(21)打开, 工质通过第二出口单向阀(21)流至工质泵液体出口(19); 液缸B(9)中容积扩大压力降低, 第一入口单向阀(8)打开, 第一出口单向阀(20)关闭, 工质被吸入液缸B(9); 三通阀接口a(13)和d(5)周期性与接口b(14)、c(15)和e(6)、f(7)连接, 压差推动活塞左右移动实现对液态工质的加压输送, 气缸内气体也分别通过接口e(6)、f(7)进入膨胀机膨胀做功, 只要气缸A(11)与气缸B(12)之间存在压力差, 工质泵就会自发工作, 直至压差不存在。

3. 按照权利要求1所述的一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵, 其特征在于, 进入气缸的蒸气与有机朗肯循环中的工质为同一种工质。

4. 按照权利要求1所述的一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵, 其特征在于, 三通阀A、B集成为一个四通阀, 为气动或电动控制。

一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵

技术领域

[0001] 本发明涉及用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵,属于中低品位能源利用领域。

背景技术

[0002] 有机朗肯循环系统在回收利用如工业废热、太阳能等各种中低品位热能方面具有显著优势,现有的研究主要是将系统产生的能量用于发电。在有机朗肯循环系统中,膨胀机是功率输出部件,而工质泵会消耗掉一部分膨胀机轴功,由于有机工质的临界温度远低于水,故和传统的蒸汽动力循环相比,有机朗肯循环的理论泵功要大得多,而实际有机朗肯循环系统中,工质泵消耗的能量比理论泵功更大,因此,有机朗肯循环的泵功不能忽略,在某些情况下还可能对有机朗肯循环造成重要影响。电动工质泵的缺点是工质泵效率太低,尤其是在小规模有机朗肯循环中,工质泵中存在很大的不可逆损失,有人研究了一种无泵有机朗肯循环,不需要工质泵的增压,但系统的输出功率小且不稳定。传统工质泵与电动机之间采用联轴器连接,大多采用机械密封进行轴封,但轴封属于易损件,有机工质在轴封处易泄漏。此外在高温差工况下,膨胀比大,膨胀机在大膨胀比工况下性能衰减严重,造成有机朗肯循环效率降低。

发明内容

[0003] 本发明目的是解决以下三个问题:1. 有机朗肯循环中电动工质泵耗功占膨胀机输出功比例较大;2. 传统工质泵需要轴封,轴封为易损件且易泄漏;3. 高温差工况下膨胀比大,膨胀机性能衰减严重。

[0004] 本发明主要设计思路为,在有机朗肯循环中,从蒸发器到冷凝器之间存在很大压力差,在高温差工况下压力差更大,采取牺牲一小部分压力差用来驱动工质泵运转,该工质泵气缸活塞面积大于液缸活塞面积,在小压差驱动下也可实现对液态工质的高增压比,剩下的压差驱动膨胀机做功发电,这样膨胀机输出功即为有机朗肯循环净功,可有效解决工质泵耗功占膨胀机输出功比例较大的问题;此外,驱动工质泵工作的高压蒸气与被压缩液体工质为同种工质,即无需考虑工质泄漏问题,解决传统工质泵需要轴封处理问题;最后,由于在工质泵中利用了一小部分压差,膨胀机前后压差降低,膨胀比减小,可有效解决大膨胀比工况下膨胀机性能衰减的问题,提高了膨胀机效率。

[0005] 本发明所述的是一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵,主要包括液缸A(9)、液缸B(10)、气缸A(11)、气缸B(12)、缸体(17)、气缸活塞(16)、三通阀、单向阀,其特征在于,所述的缸体(17)整体结构为圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体,圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体的两端中心分别各设有一个圆柱型小缸腔体或长方体小缸腔体,上述所述的缸体均连通且同轴,记轴向为水平方向;气缸活塞(16)垂直轴位于圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体内,将圆柱型大缸腔体或长方体大缸腔体分为左右两部分,左侧部分即为气缸A(11),右侧即为气缸B(12);与气缸A(11)左侧连通的圆柱型小缸腔体或长方体

小缸腔体记为液缸A(10),则气缸B(12)右侧连通的圆柱型小缸腔体或长方体小缸腔体记为液缸B(9),液缸A(10)和液缸B(9)内均各设有一个液缸活塞,两液缸活塞位于气缸活塞(16)的两侧且与气缸活塞(16)平行,两液缸活塞之间采用连杆或固定轴固定连接,且连杆穿过气缸活塞(16)与气缸活塞(16)固定在一起,使得两液缸活塞与气缸活塞(16)形成一个固定的整体,两液缸活塞面积均小于气缸活塞(16)面积。

[0006] 所述三通阀分别位于气缸上、下方,分别为三通阀A位于气缸上方,包括接口a(13)、接口b(14)、接口c(15);三通阀B位于气缸下方,包括接口d(5)、接口e(6)、接口f(7);接口a(13)接蒸发器(1)出口管道,接口b(14)接入气缸A(11),接口c(15)接入气缸B(12),接口d(5)接入膨胀机(2)入口管道,接口e(6)接入气缸A(11),接口f(7)接入气缸B(12);液缸B(9)的上方接第一出口单向阀(20),下方接第一入口单向阀(8);液缸A(10)上方接第二出口单向阀(21),下方接第二入口单向阀(22),第一出口单向阀(20)和第二出口单向阀(21)汇总后作为工质泵液体出口(19)与接蒸发器(1)进口管道连接;第一入口单向阀(8)和第二入口单向阀(22)汇总后作为工质泵液体入口(18)与冷凝器(4)的出口连接,冷凝器(4)的进口与膨胀机(2)的出口连接;膨胀机(2)与发电机(3)连接。

[0007] 当三通阀接口a(13)与接口b(14)接通时,接口d(5)与接口f(7)接通,气缸B(12)中压力瞬间降低,气缸A(11)压力大于气缸B(12),压差推动活塞(16)向右移动,气缸B(12)中气体从接口f(7)流出,液缸B(9)内工质被压缩升压,到一定压力时第一出口单向阀(20)打开,工质通过第一出口单向阀(20)流至工质泵液体出口(19);液缸A(10)中容积扩大压力降低,第二入口单向阀(22)打开,第二出口单向阀(21)关闭,工质被吸入液缸A(10)。当三通阀接口a(13)与接口c(15)接通时,接口d(5)与接口e(6)接通,气缸A(11)中压力瞬间降低,气缸A(11)压力小于气缸B(12),压差推动活塞(16)左移,气缸A(11)中气体从接口e(6)流出,液缸A(10)工质被压缩升压,到一定压力时第二出口单向阀(21)打开,工质通过第二出口单向阀(21)流至工质泵液体出口(19);液缸B(9)中容积扩大压力降低,第一入口单向阀(8)打开,第一出口单向阀(20)关闭,工质被吸入液缸B(9)。三通阀接口a(13)和d(5)周期性与接口b(14)、c(15)和e(6)、f(7)连接,压差推动活塞左右移动实现对液态工质的加压输送,气缸内气体也分别通过接口e(6)、f(7)进入膨胀机膨胀做功,只要气缸A(11)与气缸B(12)之间存在压力差,工质泵就会自发工作,直至压差不存在。

[0008] 可选地,进入气缸的蒸气与有机朗肯循环中的工质为同一种工质。

[0009] 可选地,三通阀A、B也可集成为一个四通阀,可为气动或电动控制。

附图说明

[0010] 附图1,一种用于有机朗肯循环的小压差蒸气直驱高增压比工质泵

[0011] 蒸发器1、膨胀机2、发电机3、冷凝器4、接口d 5、接口e 6、接口f 7、第一入口单向阀8、液缸B 9、液缸A10、气缸A11、气缸A12、接口a 13、接口b 14、接口c 15、活塞16、缸体17、工质泵液体入口18、工质泵液体出口19、第二出口单向阀20、第一入口单向阀21、第二入口单向阀22。

具体实施方式

[0012] 下面结合实施例对本发做进一步说明,但本发明并不限于以下实施例。

[0013] 实施例1:

[0014] 在有机朗肯循环中,蒸发器出口接工质泵进气口,工质泵出气口接膨胀机进口,膨胀机出口接冷凝器,冷凝器出口接工质泵液体入口,工质泵液体出口接蒸发器。当三通阀A接口a与接口b接通时,三通阀B接口d与接口f接通,相当于气缸A与蒸发器连通,气缸B与膨胀机连通,气缸A中的压力大于气缸B中的压力,在小压差驱动下推动活塞向右移动,此时液缸A容积扩大压力降低,第二入口单向阀打开,第二出口单向阀关闭,将工质吸入液缸A中;液缸B中工质被压缩,当压缩到一定压力时第一出口单向阀打开,高压液体从出口处流出,气缸B中气体被活塞压出工质泵进入膨胀机中做功。当三通阀A接口a与接口c接通时,三通阀B接口d与接口e接通,相当于气缸B与蒸发器接通,气缸A与膨胀机接通,气缸B中气体的压力大于气缸A中的压力,在小压差驱动下推动活塞向左移动,此时液缸A中工质被压缩,当压缩到一定压力时第二出口单向阀打开,高压液体从出口处流出;液缸B容积扩大压力降低,第一入口单向阀打开,第一出口单向阀关闭,将工质吸入液缸B中;气缸A中气体被活塞压出工质泵进入膨胀机做功。控制系统均匀控制三通阀的周期性接通,活塞以极快的速度做往复运动,完成对被压缩工质的输送。从工质泵中出来的蒸气压力降低,膨胀比减小,与膨胀机内容积比相适应,膨胀机效率提高,膨胀机输出轴功即为有机朗肯循环净功,循环效率提高。

