



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115749977 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 29

(21) 申请号 202211484920.6

F01D 25/08 (2006.01)

(22) 申请日 2022.11.24

F01K 25/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F04D 25/04 (2006.01)

申请公布号 CN 115749977 A

F04D 17/10 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

(43) 申请公布日 2023.03.07

H02K 1/32 (2006.01)

(73) 专利权人 国科中子能(青岛)研究院有限公司

(56) 对比文件

US 2005089392 A1, 2005.04.28

地址 266199 山东省青岛市李沧区金水路  
168号8号楼305室

US 2019284992 A1, 2019.09.19

CN 112555171 A, 2021.03.26

(72) 发明人 请求不公布姓名

US 2010237619 A1, 2010.09.23

EP 3018353 A1, 2016.05.11

(74) 专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

DE 102016109274 A1, 2017.11.23

KR 20190130936 A, 2019.11.25

专利代理师 沈尚林

CN 113606006 A, 2021.11.05

审查员 黄越

(51) Int. Cl.

F01D 15/08 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

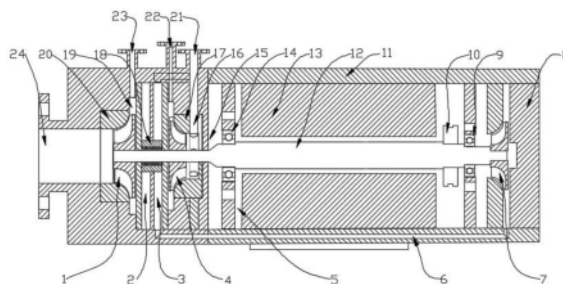
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54) 发明名称

一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组

## (57) 摘要

本发明涉及一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,属于热力发电设备领域。自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,包括:发电机以及设置在发电机一端的透平机、压缩机,发电机具有电机外壳、转子和定子,透平机具有透平叶轮和透平蜗壳,压缩机具有压缩机叶轮和压缩机蜗壳,透平叶轮和压缩机叶轮固定安装在转子的一端上,透平机与压缩机之间设有真空隔离腔和冷却隔离腔。有益效果:真空隔离腔降低通过阻隔透平与压缩机之间的热传递来减小热量与效率损失,由壳体传递的热量通过冷却隔离腔内介质回收实现冷热屏蔽目的,真空隔离腔与冷却隔离腔的配合实现高温透平与低温压缩机之间的温度屏蔽。



1. 一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,其特征在于,包括:

发电机以及设置在发电机一端的透平机、压缩机,所述发电机具有电机外壳(11)、转子(12)和定子(13),所述透平机具有透平叶轮(1)和透平蜗壳(20),所述压缩机具有压缩机叶轮(4)和压缩机蜗壳(17),所述透平叶轮(1)和所述压缩机叶轮(4)固定安装在所述转子(12)的一端上,所述压缩机蜗壳(17)和所述透平蜗壳(20)分别与所述电机外壳(11)固定连接,所述透平机上设有透平入口(23)和透平出口(24),所述压缩机上设有压缩机入口(21)和压缩机出口(22),所述透平出口(24)连通所述压缩机入口(21),所述压缩机出口(22)连通所述透平入口(23),所述透平机与所述压缩机之间设有真空隔离腔(2)和冷却隔离腔(3),所述发电机内设有发电机腔室(15),所述发电机腔室(15)内设有冷却流道(5),所述电机外壳(11)设有与所述冷却流道(5)连通的回流流道(6),所述发电机腔室(15)的末端设有用于将所述冷却流道(5)的二氧化碳回收到所述回流流道(6)的末端叶轮(7),所述末端叶轮(7)固定在所述转子(12)的另一端上,所述回流流道(6)与所述冷却隔离腔(3)连通,所述冷却隔离腔(3)与所述压缩机入口(21)连通;高温高压的超临界二氧化碳对所述透平机做功,驱动所述压缩机对超临界二氧化碳做功,当所述透平机输出功率大于所述压缩机消耗功率时,所述发电机对外输出功率。

2. 根据权利要求1所述的自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,其特征在于,所述转子(12)通过轴承组件支撑于所述电机外壳(11)。

3. 根据权利要求2所述的自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,其特征在于,所述轴承组件包括末端径向轴承(9)、推力轴承(10)和前端径向轴承(14),所述前端径向轴承(14)位于所述转子(12)的一端,所述末端径向轴承(9)和所述推力轴承(10)位于所述转子(12)的另一端,所述推力轴承(10)位于所述末端径向轴承(9)的内侧。

4. 根据权利要求1所述的自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,其特征在于,所述压缩机蜗壳(17)和所述透平蜗壳(20)之间设有梳齿密封(18)。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,其特征在于,所述透平叶轮(1)和所述压缩机叶轮(4)通过双头螺纹固定在所述转子(12)上。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,其特征在于,所述电机外壳(11)远离所述压缩机一端设有开口,所述开口处设有端盖(8)。

## 一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组

### 技术领域

[0001] 本发明属于热力发电设备技术领域,具体涉及一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组。

### 背景技术

[0002] 在热力发电行业中,超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统由于系统效率高、结构紧凑、高温热源匹配性好等优势有望成为下一代热力发电技术。同时,超临界二氧化碳存在着压力高、密封难度大、转速高等问题。

[0003] 为了解决上述问题,常规手段采用全封闭一体式的压缩机透平发电机组。将压缩机与透平共轴设置在发电机两端,压缩机、透平、发电机全封闭在一体机腔室内,实现二氧化碳无外漏、残余轴向力很小。方案将透平发电机、压缩机合并,但需要一套额外设备来降低发电机腔内压力以及配置一套水冷系统对发电机进行降温冷却。

### 发明内容

[0004] 本发明为了解决上述技术问题提供一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,将压缩机内低温低压的二氧化碳引入冷却流道实现对发电机转子的进行冷却,末端设置末端离心叶轮用以回收冷却流道中的二氧化碳维持发电机腔内的低压,并对CO<sub>2</sub>重新增压,将增压后的CO<sub>2</sub>泵入回流流道。

[0005] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组包括:发电机以及设置在发电机一端的透平机、压缩机,所述发电机具有电机外壳、转子和定子,所述透平机具有透平叶轮和透平蜗壳,所述压缩机具有压缩机叶轮和压缩机蜗壳,所述透平叶轮和所述压缩机叶轮固定安装在所述转子的一端上,所述压缩机蜗壳和所述透平蜗壳分别与所述电机外壳固定连接,所述透平机上设有透平入口和透平出口,所述压缩机上设有压缩机入口和压缩机出口,所述透平出口连通所述压缩机入口,所述压缩机出口连通所述透平入口,所述透平机与所述压缩机之间设有真空隔离腔和冷却隔离腔,所述发电机内设有发电机腔室,所述发电机腔室内设有冷却流道,所述电机外壳设有与所述冷却流道连通的回流流道,所述发电机腔室的末端设有用于将所述冷却流道的二氧化碳回收到所述回流流道的末端叶轮,所述末端叶轮固定在所述转子的另一端上,所述回流流道与所述冷却隔离腔连通,所述冷却隔离腔与所述压缩机入口连通;高温高压的超临界二氧化碳对所述透平机做功,驱动所述压缩机对超临界二氧化碳做功,当所述透平机输出功率大于所述压缩机消耗功率时,所述发电机对外输出功率。

[0006] 有益效果:

[0007] 1. 真空隔离腔降低通过阻隔透平与压缩机之间的热传递来减小热量与效率损失,由壳体传递的热量通过冷却隔离腔内介质回收实现冷热屏蔽目的,真空隔离腔与冷却隔离腔的配合实现高温透平与低温压缩机之间的温度屏蔽;

[0008] 2. 将压缩机内低温低压的二氧化碳引入冷却流道实现对发电机转子的进行冷却;

[0009] 3.将透平、压缩机偏置在主轴前端,末端设置末端离心叶轮用以回收冷却流道中的二氧化碳维持发电机腔内的低压,并对CO<sub>2</sub>重新增压,将增压后的CO<sub>2</sub>泵入回流流道;

[0010] 4.腔内的介质为末端离心叶轮回收的二氧化碳,二氧化碳通过回流流道进入冷却隔离腔,与腔壁充分热量交换后流入压缩机入口。

[0011] 优选的,所述转子通过轴承组件支撑于所述电机外壳。

[0012] 优选的,所述轴承组件包括末端径向轴承、推力轴承和前端径向轴承,所述前端径向轴承位于所述转子的一端,所述末端径向轴承和所述推力轴承位于所述转子的另一端,所述推力轴承位于所述末端径向轴承的内侧。

[0013] 优选的,所述压缩机蜗壳和所述透平蜗壳之间设有梳齿密封。

[0014] 优选的,所述透平叶轮和所述压缩机叶轮通过双头螺纹固定在所述转子上。

[0015] 优选的,所述电机外壳远离所述压缩机一端设有开口,所述开口处设有端盖。

## 附图说明

[0016] 图1为本发明的结构示意图。

[0017] 附图中,各标号所代表的部件列表如下:

[0018] 1、透平叶轮;2、真空隔离腔;3、冷却隔离腔;4、压缩机叶轮;5、冷却流道;6、回流流道;7、末端叶轮;8、端盖;9、末端径向轴承;10、推力轴承;11、电机外壳;12、转子;13、定子;14、前端径向轴承;15、发电机腔室;16、压缩机腔室;17、压缩机蜗壳;18、梳齿密封;19、透平腔室;20、透平蜗壳;21、压缩机入口;22、压缩机出口;23、透平入口;24、透平出口。

## 具体实施方式

[0019] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0020] 实施例

[0021] 如图1所示,本实施例提供一种自屏蔽超临界二氧化碳透平压缩发电机组,包括:发电机以及设置在发电机一端的透平机、压缩机,所述发电机具有电机外壳11、转子12和定子13,所述透平机具有透平叶轮1和透平蜗壳20,所述压缩机具有压缩机叶轮4和压缩机蜗壳17,所述透平叶轮1和所述压缩机叶轮4固定安装在所述转子12的一端上,所述压缩机蜗壳17和所述透平蜗壳20分别与所述电机外壳11固定连接,所述压缩机蜗壳17和所述透平蜗壳20之间设有梳齿密封18,使整个系统与外界隔绝,保证系统内二氧化碳的纯净,同时避免系统的泄露损失所述透平机上设有透平入口23和透平出口24,所述压缩机上设有压缩机入口21和压缩机出口22,所述透平出口24连通所述压缩机入口21,所述压缩机出口22连通所述透平入口23,所述透平机与所述压缩机之间设有真空隔离腔2和冷却隔离腔3,所述发电机内设有发电机腔室15,所述发电机腔室15内设有冷却流道5,所述电机外壳11设有与所述冷却流道5连通的回流流道6,所述发电机腔室15的末端设有用于将所述冷却流道5的二氧化碳回收至所述回流流道6的末端叶轮7,所述末端叶轮7固定在所述转子12的另一端上,所述回流流道6与所述冷却隔离腔3连通,所述冷却隔离腔3与所述压缩机入口21连通;高温高压的超临界二氧化碳对所述透平机做功,驱动所述压缩机对超临界二氧化碳做功,当所述透平机输出功率大于所述压缩机消耗功率时,所述发电机对外输出功率。

[0022] 本发明提出透平机、压缩机和发电机与梳齿密封同轴设置,取消传统的压缩机与透平分体布置,整机结构紧凑,且透平机、压缩机设置在发电机一端,减少密封件的数量,节约成本,持续将高温高压的超临界二氧化碳通过透平入口23进入,带动透平叶轮1转动,驱动压缩机叶轮4转动,超临界二氧化碳从透平出口24出来经过冷却器冷却后进入压缩机入口21,超临界二氧化碳从压缩机出口22加压出来后通过外置的加热器加热后再进入透平入口23内,在工作过程中,在压缩机腔室16与发电机腔室15之间及发电机转子12周围设置了冷却流道5,将压缩机腔,16内低温低压的二氧化碳引入冷却流道5实现对发电机转子12的进行冷却,解决传统低功率等级全封闭发电机组超高转速所带来的发电机冷却问题及发电机腔室高压问题而造成的系统热量流失、效率损失;将透平、压缩机偏置在主轴前端,主轴末端设置末端叶轮7用以回收冷却流道5中的二氧化碳维持发电机腔室15内的低压,并对CO<sub>2</sub>重新增压,将增压后的CO<sub>2</sub>泵入回流流道;真空隔离腔2降低通过阻隔透平腔室19与压缩机腔室15之间的热传递来减小热量与效率损失,由壳体传递的热量通过冷却隔离腔3内介质回收实现冷热屏蔽目的,真空隔离腔2与冷却隔离腔3的配合实现高温透平机与低温压缩机之间的温度屏蔽;腔内的介质为末端叶轮7回收的二氧化碳,二氧化碳通过回流流道6进入冷却隔离腔3,与腔壁充分热量交换后流入压缩机入口21,不用设置专门的水冷结构。

[0023] 优选的,所述转子12通过轴承组件支撑于所述电机外壳11,所述轴承组件包括末端径向轴承9、推力轴承10和前端径向轴承14,所述前端径向轴承14位于所述转子12的一端,所述末端径向轴承9和所述推力轴承10位于所述转子12的另一端,所述推力轴承10位于所述末端径向轴承9的内侧,支撑稳定。

[0024] 优选的,所述透平叶轮1和所述压缩机叶轮4通过双头螺纹固定在所述转子12上,固定效果好,便于组装和拆卸。

[0025] 优选的,所述电机外壳11远离所述压缩机一端设有开口,所述开口处设有端盖8,具体可采用螺纹连接的方式进行连接。

[0026] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“长度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“内”、“外”、“周侧”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0027] 在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0028] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0029] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任

一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0030] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

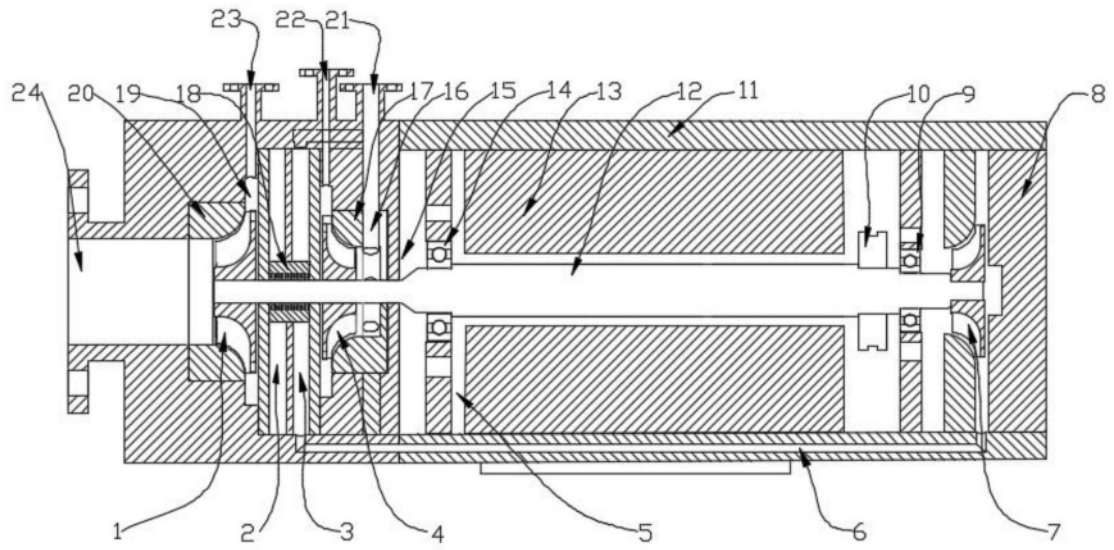


图1