(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203261150 U
(45)授权公告日 2013.10.30

(21)申请号 201320306411.4

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2013.05.29

(73)专利权人 东南大学
地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学路 2 号

(72)发明人 黄允凯 董剑宁 金龙

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所（普通合伙） 32249
代理人 杨晓玲

(51)Int.Cl.
H02K 1/20(2006.01)
H02K 1/32(2006.01)
H02K 5/20(2006.01)

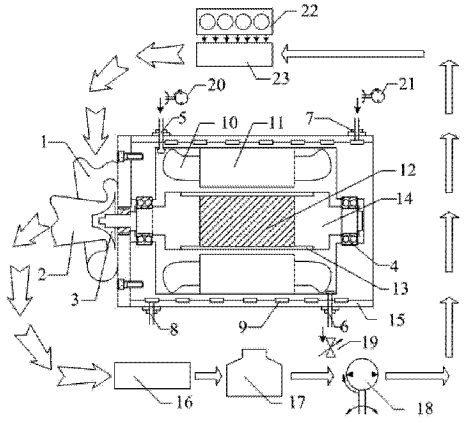
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统，冷却系统包括内冷却通道和外冷却通道，内冷却通道包括设置在发电机机壳上的喷口和泄压孔，喷口外侧设置内冷却通道液泵，外冷却通道包括设置在发电机机壳内的冷却流道，以及设置发电机机壳上的且分别与所述冷却流道的两端相连的流道入口和流道出口，流道入口外侧设置外冷却通道液泵，冷却系统利用透平膨胀机永磁发电机的有机朗肯循环，将一小部分工质用作冷却介质，分别通入内冷却通道和外冷却通道内，对电机定子进行液冷，对转子进行蒸发冷却，既实现了电机的转子冷却，又保证了机壳的加压密封。



CN 203261150 U

1. 一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统，该透平膨胀机永磁发电机包括一个有机朗肯循环回路，所述有机朗肯循环回路包括集液器（17），所述集液器（17）出口依次通过循环泵（18）和蒸发器（23）与膨胀机进口（1）相连，膨胀机出口（2）通过冷凝器（16）与集液器（17）进口相连，所述蒸发器（23）与热源（22）相连，其特征在于：所述冷却系统包括内冷却通道和外冷却通道，所述内冷却通道包括设置在发电机机壳（15）上的喷口（5）和泄压孔（6），所述喷口（5）外侧设置内冷却通道液泵（20），所述外冷却通道包括设置在发电机机壳（15）内的冷却流道（9），以及设置发电机机壳（15）上的且分别与所述冷却流道（9）的两端相连的流道入口（7）和流道出口（8），所述流道入口（7）外侧设置外冷却通道液泵（21）；所述内冷却通道液泵（20）和外冷却通道液泵（21）均与集液器（17）相连，所述泄压孔（6）与蒸发器（23）相连，所述流道出口（8）与循环泵（18）相连。

2. 根据权利要求 1 所述的一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统，其特征在于：所述冷却流道（9）设置在发电机机壳（15）内壁上。

一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统

技术领域

[0001] 本实用新型是一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统，属永磁电机和电机传热领域。

背景技术

[0002] 透平膨胀机具有尺寸小、质量轻、寿命长维护方便等优点，20 世纪 50 年代开始就在制冷场合大量应用。20 世纪 70 年代的能源危机促进了透平膨胀机发电机在能量回收方面的应用。传统上，低速的发电机与高速的膨胀机通过减速机构传动，导致系统体积大，故障率高、维护成本高。近年来，随着高速永磁电机技术的发展，直接驱动的透平膨胀机发电机凭借其体积小、成本低的优点，日益引起广大科研人员的重视，并获得了小范围的应用。

[0003] 目前用于能量回收的膨胀机发电机多采用 R123（三氟二氯乙烷）等高温工质，入口温度多在 110 摄氏度以上，给直驱式的电机散热带来了很大的挑战。同时，永磁高速电机功率密度大，体积小，这也意味着散热面积小。此外，为防止轮背处的工质泄露，机壳需要加压密封，这就加大了转子风摩损耗。高速电机的温升，尤其是转子永磁体温升对电机性能的影响很大，广泛使用的钕铁硼永磁体最高工作温度仅为 220 摄氏度，且温度每升高一度，永磁体矫顽力就要下降 0.5%。钐钴永磁体虽然温度系数小，工作温度高，但价格昂贵。

[0004] 高速永磁电机广泛采用定子水套 / 油套冷却和转子风冷相结合的方法。但在直驱式的透平膨胀机永磁发电机系统中，发电机机壳内充满了加压的气态工质，且循环系统为闭式系统，不能引入空气等杂质，因此不能采用通风的办法对转子进行风冷。如果仅采用定子水套 / 油套冷却，由于气隙的存在，很难有效地降低转子温升。

[0005] 综上所述，为有效改善直驱式透平膨胀机永磁发电机的冷却，必须对冷却系统进行特殊的设计。

发明内容

[0006] 发明目的：本实用新型的目的是为提出一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统。该种冷却系统采用膨胀机的工质作为冷却介质，可对电机定转子进行有效的冷却而不将杂质引入膨胀机工质中。

[0007] 为了解决上述技术问题，本实用新型采用了如下的技术方案：

[0008] 一种透平膨胀机永磁发电机的冷却系统，该透平膨胀机永磁发电机包括一个有机朗肯循环回路，所述有机朗肯循环回路包括集液器，所述集液器出口依次通过循环泵和蒸发器与膨胀机进口相连，膨胀机出口通过冷凝器与集液器进口相连，所述蒸发器与热源相连，所述冷却系统包括内冷却通道和外冷却通道，所述内冷却通道包括设置在发电机机壳上的喷口和泄压孔，所述喷口外侧设置内冷却通道液泵，所述外冷却通道包括设置在发电机机壳内的冷却流道，以及设置发电机机壳上的且分别与所述冷却流道的两端相连的流道入口和流道出口，所述流道入口外侧设置外冷却通道液泵；所述内冷却通道液泵和外冷却通道液泵均与集液器相连，所述泄压孔与蒸发器相连，所述流道出口与循环泵相连。

[0009] 在本实用新型中，进一步的，所述冷却流道设置在发电机机壳内壁上。

[0010] 有益效果：本实用新型中的冷却系统是利用透平膨胀机永磁发电机的有机朗肯循环，将一小部分工质用作冷却介质，分别通入内冷却通道和外冷却通道内，对电机定子进行液冷，对转子进行蒸发冷却，既实现了电机的转子冷却，又保证了机壳的加压密封。另外，发电机产生的废热也通过冷却系统收集起来，加入了做功循环中，提高了系统的整体效率，降低了电机温升，收到了关键的有益效果。

附图说明

[0011] 图 1 是本实用新型实施例的示意图。

[0012] 图中各标号的名称为：1、膨胀机进口，2、膨胀机出口，3、膨胀机叶轮，4、轴承，5、喷口，6、泄压孔，7、流道入口，8、流道出口，9、冷却流道，10、绕组端部，11、电机定子铁心，12、永磁体，13、转子护套，14、轴，15、发电机机壳，16、冷凝器，17、集液器，18、循环泵，19、泄压阀，20、内冷却通道液泵，21、外冷却通道液泵，22、热源，23、蒸发器。

具体实施方式：

[0013] 下面结合附图对本实用新型做更进一步的解释。

[0014] 如图 1 所示，本实施例中，透平膨胀机永磁发电机的电机转子由轴 14、转子护套 13、沿直径方向平行充磁的永磁体 12 组成，护套 13 和永磁体 12 之间，以及转子护套 13 和轴 14 之间采用过盈配合。电机定子铁心 11 采用 0.2mm 厚的硅钢片叠压而成，槽数为 24，采用三相同心式绕组。透平膨胀机永磁发电机包括一个有机朗肯循环回路，该机朗肯循环回路包括集液器 17，所述集液器 17 出口依次通过循环泵 18 和蒸发器 23 与膨胀机进口 1 相连，膨胀机出口 2 通过冷凝器 16 与集液器 17 进口相连，蒸发器 23 与热源 22 相连。集液器 17 中的液态工质，如 R123（三氟二氯乙烷）、R245（五氟丙烷）等，经循环泵 18 通入与热源 22（如发动机）相连的蒸发器 23，吸热产生相变，变为高温高压的蒸汽，进入膨胀机进口 1，经过膨胀机叶轮 3，推动发电机发电，之后经过膨胀机出口 2，排气扩压后进入冷凝器 16 重新变为液态，最后回到集液器 17 中，完成循环。

[0015] 本实用新型的透平膨胀机永磁发电机的冷却系统包括内冷却通道和外冷却通道。内冷却通道包括设置在发电机机壳 15 上的喷口 5 和泄压孔 6，喷口 5 外侧设置内冷却通道液泵 20。外冷却通道包括设置在发电机机壳 15 内壁上的螺旋形的冷却流道 9，以及设置发电机机壳 15 上的且分别与冷却流道 9 的两端相连的流道入口 7 和流道出口 8，流道入口 7 外侧设置外冷却通道液泵 21。内冷却通道液泵 20 和外冷却通道液泵 21 均与集液器 17 相连，泄压孔 6 与蒸发器 23 相连，流道出口 8 与循环泵 18 相连。

[0016] 本实用新型的透平膨胀机永磁发电机的冷却系统的工作方法：

[0017] 内冷却通道液泵 20 将集液器 17 中的一小部分液态工质的泵入喷口 5，喷至发电机机壳 15 内腔，液态工质在吸收发电机转子损耗产生的热量后气化，气体经泄压孔 6、泄压阀 19 通入与热源 22 相连的蒸发器 23 中，然后与有机朗肯循环回路中的气态工质一起进入膨胀机进口 1 推动叶轮 3 做功，之后由膨胀机出口 2 进入冷凝器 16 重新变为液态工质，最后回到集液器 17 中。另外，通过调节喷口 5 的流量和阀门 19，即可将机壳 15 内的气压维持在一定水平，实现膨胀机轮背的密封。

[0018] 外冷却通道液泵 21 将集液器 17 中的一小部分液态工质的通过流道入口 7 泵入冷却流道 9，液态工质在泵入流道 9 内通过对流换热带走发电机定子 11 上的热量，然后经流道出口 8 通入循环泵 18 中，与有机朗肯循环回路中的液态工质一起进入蒸发器 23 进行气化，气体进入膨胀机进口 1 推动叶轮 3 做功，之后由膨胀机出口 2 进入冷凝器 16 重新变为液态，最后回到集液器 17 中。

[0019] 其中，进入至发电机机壳 15 内腔和冷却流道 9 内的液态工质之和占集液器 17 中液态工质总量的 5% 以下，其他大部分液态工质仍通过循环泵 18 吸收热源 22 的热量，膨胀做功。

[0020] 内冷却通道带走的主要是绕组端部 10 的铜耗、转子护套 13 和永磁体 12 内的涡流损耗、轴承 4 上的部分机械损耗以及电机转子表面的风摩损耗所产生的热量。外冷却通道带走的主要是电机定子铁心 11 内的损耗以及轴承 4 上的部分机械损耗所产生的热量。

[0021] 上述过程为本实用新型实现过程中的一种，本领域技术人员在本实用新型基础上进行的变化和替换，诸如改变转子形式、更改轴承为磁悬浮轴承、采用 U 形流道代替螺旋形流道等，也包含在本实用新型的保护范围之内。

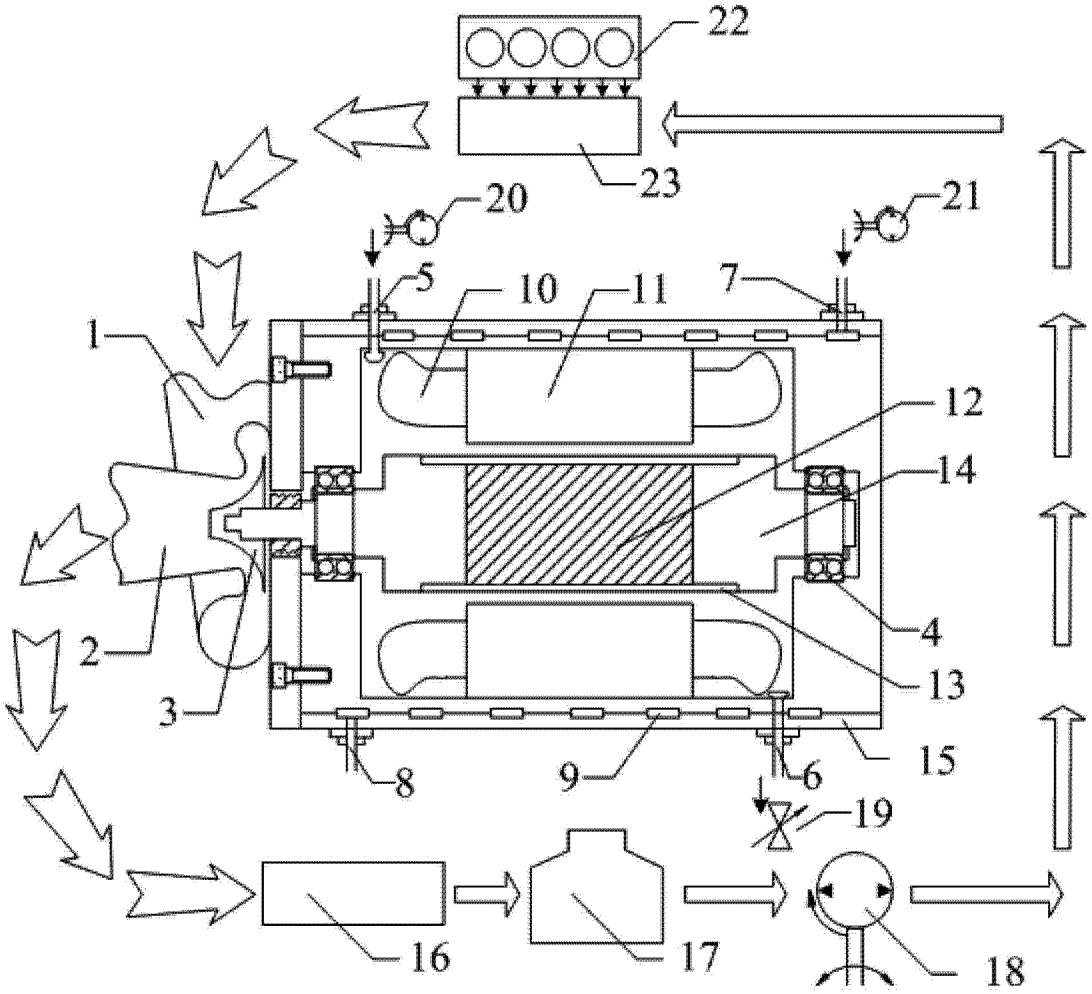


图 1