

说明书

发明名称: 一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子及罗茨泵

[0001] 本公开要求于2023年03月31日提交中国国家知识产权局、申请号为202310338837.6、发明名称为“一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子及罗茨泵”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

[0002] 本公开涉及真空泵技术领域，尤其涉及一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子及罗茨泵。

背景技术

[0003] 真空泵的用途是从真空室中抽除气体分子，降低真空室内的气体压力，使之达到要求的真空度。主要应用在制药和化工、真空镀膜、真空干燥、表面处理、真空冶炼、陶瓷制造、食品包装、挤奶、饮料等行业。

[0004] 随着科学技术和经济软实力的蓬勃发展和不断创新，真空技术的应用也愈加广泛，半导体、石油化工、医疗设施、食品制药、冶金等国民经济领域，对真空泵的需求也越来越大。真空泵包括罗茨真空泵、螺杆式泵、涡轮式无油泵等。其中，罗茨真空泵因为其具有较大的抽速、启动快、震动小、没有内压缩过程、摩擦损失小等特点，被半导体产业所青睐。

[0005] 罗茨真空泵的转子两轴线互相平行，转子由叶轮与轴组合而成，叶轮之间、叶轮与机壳及轴承板之间具有微小间隙，以避免相互接触。随着罗茨泵技术的不断发展和完善，罗茨泵转子与壳体之间的间隙发生的泄露逐渐成为了制约罗茨泵性能的瓶颈问题。现有技术中，中国专利申请CN110741165A公开了一种双轴泵和泵送方法，其技术方案将转子构造成具有与定子孔协作的尺寸，使得当在外部部分的至少一部分中旋转时，每个转子的远离另一转子的外边缘与定子孔密封。这种方法的问题在于对转子叶顶间隙泄露没有明显的改善作用，针对性不足。另外，中国专利申请CN105649980A公开了一种便于测量端面间隙及调整转子间间隙的罗茨真空泵，其技术方案是将密封滑块安装在机壳端面上，并且

开设径向测量槽方便测量转子与端面之间的间隙。这种方法的问题在于采用接触式密封，对加工工艺要求较高，且可能增加能耗的不足。

- [0006] 现有技术受限于加工精度及转子运行过程中的热变形所导致转子与泵壳发生接触，仍无法进一步减小泄露量，提高罗茨真空泵的抽速。
- [0007] 因此，如何克服上述现有技术方案和不足，减小间隙泄露气流的压力差，从而减小泄露流量，本技术领域亟待解决的技术问题。

发明内容

- [0008] 为克服上述现有技术的不足，本公开提供一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子及罗茨泵。本公开具体采用如下技术方案。
- [0009] 一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，所述气动封严凹槽包括位于所述罗茨泵转子边缘区域且平行于所述罗茨泵转子轮廓的外层凹槽；
- [0010] 在罗茨泵转子旋转时，气流沿罗茨泵壳体和转子侧壁流入气动封严凹槽后形成流向涡；所述罗茨泵转子高速旋转形成切向涡，所述流向涡与所述切向涡形成气动封严结构。
- [0011] 进一步，所述罗茨泵转子垂直于其旋转轴线的剖面呈8字叶形轮廓。
- [0012] 进一步，所述外层凹槽包括两道相邻且彼此平行的第一凹槽。
- [0013] 进一步，所述气动封严凹槽还包括位于所述罗茨泵转子侧壁面上且与转子轴孔平行的内层凹槽。
- [0014] 进一步，所述内层凹槽包括两道相邻且彼此平行的第二凹槽。
- [0015] 进一步，所述第一凹槽与所述第二凹槽的深度为5mm，工作时所述转子与罗茨泵壳体内壁无接触。
- [0016] 进一步，所述两道相邻且彼此平行的第一凹槽之间的间距为0.3mm；和/或，
- [0017] 所述两道相邻且彼此平行的第二凹槽之间的间距为0.3mm。
- [0018] 本公开还涉及一种包括如上所述的带有气动封严凹槽的罗茨泵转子的罗茨泵，所述罗茨泵包括：罗茨泵壳体、以及容置于所述罗茨泵壳体中的左转子、右转子；其中，所述左转子与所述右转子为前文记载的带有气动封严凹槽的罗茨泵转子

- [0019] 所述左转子、右转子分别绕各自的旋转轴沿相反方向旋转；所述左转子、右转子的旋转轴的轴线互相平行设置；
- [0020] 当其中一个转子竖直设置时，另一个转子为水平设置；
- [0021] 在转子旋转时，气流从左转子、右转子侧壁与罗茨泵壳体内壁形成的通道流过时形成气动封严结构。
- [0022] 进一步，所述罗茨泵壳体的上方侧壁开设有进气口，所述进气口靠近所述罗茨泵壳体的前侧；所述罗茨泵壳体的下方侧壁开设有排气口，所述排气口靠近所述罗茨泵壳体的后侧，所述进气口的开口面积大于或等于所述排气口的开口面积。
- [0023] 进一步，所述罗茨泵壳体、左转子、右转子的材质为高镍合金材料。
- [0024] 本公开的技术方案获得了下列有益效果：通过在罗茨泵转子侧壁面设置一系列气动封严凹槽，利用流动涡结构减小气体沿着罗茨泵壳体与转子侧壁面之间的间隙从高压侧流向低压侧的流道面积；并利用气动封严凹槽内部的空腔结构减小了漏气截面两端的压力差；改善罗茨泵壳体与转子侧壁面间隙内的倒流损失和漏气损失，有效抑制泵内罗茨泵壳体与转子侧壁面的间隙泄漏流动，提高整体抽速。另外有效减少了转子质量，降低能耗。

附图说明

- [0025] 图1为本公开一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子的结构示意图。
- [0026] 图2为本公开一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子的正视图。
- [0027] 图3为图2中沿A-A面的剖视图。
- [0028] 图4为图2中沿B-B面的剖视图。
- [0029] 图5为图2中沿C-C面的剖视图。
- [0030] 图6为本公开一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子气动凹槽内涡结构的示意图。
- [0031] 图7为本公开一种罗茨泵的结构示意图。
- [0032] 图8为本公开一种罗茨泵的俯视图。
- [0033] 图9为图8中沿A-A面的剖视图。
- [0034] 图10为图8中沿B-B面的剖视图。

具体实施方式

- [0035] 下面结合附图对本公开作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本公开的技术方案，而不能以此来限制本公开的保护范围。应该指出，以下详细说明都是示例性的，旨在对本公开提供进一步的说明。
- [0036] 除非另有指明，本公开使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本公开的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本公开中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”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，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，因此不能理解为本公开的限制。
- [0037] 如图1、图2所示，本公开具体实施例1涉及一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，该带有气动封严凹槽的罗茨泵转子垂直于其旋转轴线的剖面呈8字叶形轮廓。气动封严凹槽6包括位于罗茨泵转子的侧壁面边缘区域且平行于8字叶形轮廓的外层凹槽61，也就是说，在罗茨泵转子侧壁面的边缘区域设置有外层凹槽61，该外层凹槽61的剖面也呈8字叶形轮廓。基于该气动封严凹槽，在转子旋转时，气流从转子侧壁与壳体内壁形成的通道流过时形成气动封严结构。
- [0038] 需要说明的是，基于气动封严凹槽，气流沿罗茨泵壳体和转子侧壁流入气动封严凹槽后形成流向涡；罗茨泵转子高速旋转形成切向涡，所述流向涡与所述切向涡形成气动封严结构，即，流向涡与切向涡共同作用减小转子侧壁泄露。
- [0039] 应当理解的是，气动封严凹槽其内部为空腔结构，这样，基于该空腔结构可减小漏气截面两端的压力差；改善罗茨泵壳体与转子侧壁面间隙内的倒流损失和漏气损失，有效抑制泵内罗茨泵壳体与转子侧壁面的间隙泄漏流动，提高整体抽速。

- [0040] 进一步需要说明的是，罗茨泵转子具有相对设置的两个侧壁面，气动封严凹槽可以分别设置于上述两个侧壁面上，即，在罗茨泵转子的两个侧壁面上均设置有气动封严凹槽6，如图3至图5所示。
- [0041] 如图3、图4、图5所示，罗茨泵转子侧壁面上设置的气动封严凹槽6为多层嵌套形式，包括平行于8字叶形的外层凹槽61，该外层凹槽61包括两道相邻且彼此平行的第一凹槽，也就是说，该外层凹槽61所包括的两个第一凹槽为8字环形结构，两个8字环形结构的第一凹槽嵌套设置于罗茨泵转子的边缘区域。
- [0042] 进一步地，如图1至图5所示，本公开的气动封严凹槽6还包括位于罗茨泵转子侧壁面上且与转子轴孔平行的内层凹槽62。需要说明的是，此处的与转子轴孔平行应做广义理解，该内层凹槽可以为与转子轴孔相套设的平行设置关系，也可以为与转子轴孔间隔设置的平行设置关系。
- [0043] 在一些优选实施例中，该内层凹槽62套设于转子轴孔的外侧，即，该内层凹槽可以为包括两道相邻且彼此平行的第二凹槽，还可以为设置于罗茨泵转子轴孔外侧的一个第二凹槽，或三个彼此平行的第二凹槽等，对此不做具体限定。该内层凹槽所包括的第二凹槽为圆环形结构，在包括两个或三个第二凹槽时，多个圆环形结构的第二凹槽嵌套设置于罗茨泵转子的转子轴孔外侧。
- [0044] 在另一些优选实施例中，内层凹槽62还包括位于8字叶形通孔外侧的第二凹槽，也就是说，该内层凹槽可以位于与转子轴孔相邻设置的其中一侧或两侧8字叶形结构上，当然，该第二凹槽同样可以为圆环形结构，这样，圆环形结构的第二凹槽与转子轴孔形成相间隔的平行关系。
- [0045] 应当理解的是，上述外层凹槽与内层凹槽所包括的凹槽数量需要根据转子尺寸大小进行调整，转子尺寸较大时需要增加凹槽层数以提高封严效果。
- [0046] 气动封严凹槽所包括的第一凹槽以及第二凹槽的深度为5mm，工作时罗茨泵转子与壳体内壁无接触，外层凹槽与内层凹槽所包括的两道相邻且彼此平行的凹槽之间的间距为0.3mm，即两道相邻且彼此平行的第一凹槽之间的间距可以为0.3mm，两道相邻且彼此平行的第二凹槽之间的间距也可以为0.3mm。

- [0047] 如图6所示,本公开通过在罗茨泵转子上设置气动封严凹槽,可使气流沿罗茨泵壳体和转子侧壁流入气动封严凹槽后形成流向涡;转子高速旋转形成切向涡;所述流向涡和切向涡共同作用减小转子侧壁泄露。
- [0048] 如图7所示,本公开具体实施例2涉及一种包括带有环形气动封严凹槽的罗茨泵转子的罗茨泵,该罗茨泵包括罗茨泵壳体1、左转子2、右转子3,其中,左转子2与右转子3为前文所记载的罗茨泵转子,具体结构请参考前文记载。左转子2、右转子3容置于罗茨泵壳体1中,且在左转子2中穿设有对应的左旋转轴7,右转子3中穿设有对应的右旋转轴8,左旋转轴7与右旋转轴8的轴线互相平行设置,左转子2、右转子3分别绕各自的旋转轴沿相反方向旋转,例如,左转子2沿顺时针旋转,相应地,右转子3沿逆时针旋转;或者,左转子2沿逆时针旋转,相应地,右转子3则沿顺时针旋转。
- [0049] 需要说明的是,此处互相平行设置应作广义理解,考虑到制造和安装误差,左旋转轴的轴线和右旋转轴的轴线在误差范围内允许呈现出一定角度的倾斜,而这种倾斜也是被允许的。
- [0050] 如图8、图9所示,左转子2、右转子3垂直于旋转轴线的剖面均呈8字叶形轮廓,当其中一个转子竖直设置时,另一个转子为水平设置,例如,在左转子2竖直设置时,右转子3为水平设置,在右转子3竖直设置时,左转子2为水平设置,并且在转子旋转时,气流从转子侧壁与壳体内壁形成的通道流过时形成气动封严结构。
- [0051] 如图7至图10所示,罗茨泵壳体1的上方侧壁开设有进气口5,进气口5靠近罗茨泵壳体1的前侧,罗茨泵壳体1的下方侧壁开设有排气口4,排气口4靠近罗茨泵壳体1的后侧,进气口5的开口面积大于或等于排气口4的开口面积。
- [0052] 应当理解的是,罗茨泵壳体的上方侧壁、下方侧壁以及前侧、后侧不做具体限定,可以将罗茨泵壳体沿旋转轴长度方向的两侧为前侧和后侧,罗茨泵壳体沿与两个旋转轴连线的垂直方向的两侧为上方侧壁和下方侧壁。
- [0053] 在本公开中,罗茨泵壳体1、左转子2、右转子3的材质为高镍合金材料。
- [0054] 本公开增设气动封严凹槽后,利用流动涡结构减小气体沿着罗茨泵壳体与转子侧壁面之间的间隙从高压侧流向低压侧的流道面积;并利用气动封严凹槽内部

的空腔结构减小了漏气截面两端的压力差；改善罗茨泵壳体与转子侧壁面间隙内的倒流损失和漏气损失，有效抑制泵内罗茨泵壳体与转子侧壁面的间隙泄漏流动，在不改变转子厚度尺寸的前提下，提高整体抽速，减轻了转子质量，降低了能耗。

[0055] 如上所述仅是本公开的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本公开技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变形，这些改进和变形也应视为本公开的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1]

一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述气动封严凹槽包括位于所述罗茨泵转子的侧壁面边缘区域且平行于所述罗茨泵转子轮廓的外层凹槽；
在罗茨泵转子旋转时，气流沿罗茨泵壳体和转子侧壁流入气动封严凹槽后形成流向涡；所述罗茨泵转子高速旋转形成切向涡，所述流向涡与所述切向涡形成气动封严结构。
- [权利要求 2]

根据权利要求1所述的一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述罗茨泵转子垂直于其旋转轴线的剖面呈8字叶形轮廓。
- [权利要求 3]

根据权利要求1所述的一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述外层凹槽包括两道相邻且彼此平行的第一凹槽。
- [权利要求 4]

根据权利要求3所述的一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述气动封严凹槽还包括位于所述罗茨泵转子侧壁面上且与转子轴孔平行的内层凹槽。
- [权利要求 5]

根据权利要求4所述的一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述内层凹槽包括两道相邻且彼此平行的第二凹槽。
- [权利要求 6]

根据权利要求5所述的一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述第一凹槽与所述第二凹槽的深度为5mm，工作时所述转子与罗茨泵壳体内壁无接触。
- [权利要求 7]

根据权利要求5所述的一种带有气动封严凹槽的罗茨泵转子，其特征在于，所述两道相邻且彼此平行的第一凹槽之间的间距为0.3mm；和/或，
所述两道相邻且彼此平行的第二凹槽之间的间距为0.3mm。
- [权利要求 8]

一种罗茨泵，其特征在于，所述罗茨泵包括：罗茨泵壳体、以及容置于所述罗茨泵壳体中的左转子、右转子；其中，所述左转子与所述右转子为权利要求1-7任一项所述的带有气动封严凹槽的罗茨泵转子；

所述左转子、右转子分别绕各自的旋转轴沿相反方向旋转；所述左转子、右转子的旋转轴的轴线互相平行设置；
当其中一个转子竖直设置时，另一个转子为水平设置；
在转子旋转时，气流从所述左转子、所述右转子侧壁与所述罗茨泵壳体内壁形成的通道流过时形成气动封严结构。

[权利要求 9] 根据权利要求8所述的罗茨泵，其特征在于，所述罗茨泵壳体的上方侧壁开设有进气口，所述进气口靠近所述罗茨泵壳体的前侧；所述罗茨泵壳体的下方侧壁开设有排气口，所述排气口靠近所述罗茨泵壳体的后侧；
所述进气口的开口面积大于或等于所述排气口的开口面积。

[权利要求 10] 根据权利要求8所述的罗茨泵，其特征在于，所述罗茨泵壳体、所述左转子、所述右转子的材质为高镍合金材料。