



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96194697.0

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1117231C

[22] 申请日 1996.4.22 [21] 申请号 96194697.0

[30] 优先权

[32] 1995.4.20 [33] GB [31] 9508034.7

[86] 国际申请 PCT/GB96/00939 1996.4.22

[87] 国际公布 WO96/33357 英 1996.10.24

[85] 进入国家阶段日期 1997.12.10

[71] 专利权人 德雷瑟-兰德公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 P·J·奥贝尔

[56] 参考文献

US3972536 1976.08.03 F16J15/34

审查员 张永林

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

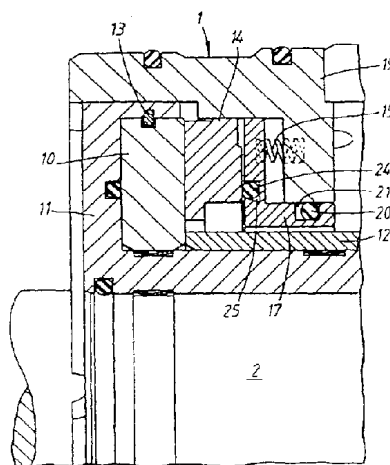
代理人 崔幼平 黄力行

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称 轴的密封装置

[57] 摘要

本发明涉及的是一种轴封(1), 它包含有一个共轴地安装在转动密封环(10)上的密封元件(14), 以便在它们相对的面之间形成主要密封, 来基本防止流体流过此主要密封。弹簧(15)沿着轴向把密封元件(14)推向转动密封环(10), 此弹簧作用在与此密封元件(14)相连的推进器轴套(15)和密封外壳(19)之间。在推进器轴套(15)和外壳(19)之间由位于推进器轴套(15)的一个槽中的密封件(20)形成了辅助密封。



1. 一个非接触式轴封, 它包含有一个与转动密封环共轴安装在密封元件, 以便在其相对的两表面之间形成主要密封, 来基本上防止流体流过主要密封件, 从高压径向一侧流向低压径向一侧, 偏压装置把此密封
- 5 元件沿轴向推向转动密封环, 此偏压装置作用在与此密封元件相连的推进器轴套和密封外壳之间, 而辅助密封是由密封件在密封外套和推进器轴套之间形成的, 其特征在于: 此密封件是处于低压径向侧的槽中, 而此推进器轴套处于低压径向侧, 密封外壳和推进器轴套的并列的面基本上在轴向上与主要密封的平衡均衡直径对齐。
- 10 2. 按照权利要求 1 所述的轴封, 其特征在于: 径向高压侧就是外部径向侧, 而该槽就是在推进器轴套上形成的。
3. 按照权利要求 1 或 2 所述的轴封, 其特征在于: 该密封件是一个 O-型环。
4. 按照权利要求 3 所述的轴封, 其特征在于: 该辅助密封还包含有
- 15 位于槽中的一个支承环, 例如, 由特福龙制成。
5. 按照前面权利要中任一项所述的轴封, 其特征在于: 还包含有一个进一步的密封件, 它是由在推进器轴套和密封元件之间的 O-型环而提供的。其特征还在于: 此进一步的密封 O-型环位于半燕尾槽内。
6. 一种装置, 它包含有许多按照前面权利要求中任一项所述的轴
- 20 封, 这些轴封沿着同一轴或在相反方向上串联地安装。
7. 汽轮机或其他加压机器, 它们包含有前面权利要求 1 至 5 中任一项所述的轴封或是按照权利要求 6 所述的装置。
8. 一种降低非接触式轴密封失败的方法, 这种轴封在转动密封环的径向延伸面和密封元件之间形成了主要密封, 来基本上防止流体流过主
- 25 要密封件, 从高压径向一侧流向低压径向一侧, 偏压装置对此密封元件沿轴向对着转动密封环施加偏压, 此偏压装置通过推进器轴套作用在外壳和密封元件之间, 在推进器轴套和外壳之间由密封元件形成了辅助密封, 该方法包含下述步骤: (a) 把密封件安置到低压径向侧的槽里, 并把推进器轴套安装在低压径向侧, 以及 (b) 把密封外壳和推进器
- 30 轴套的并排的表面安置得基本沿轴向与主要密封的平衡均衡直径对齐, 从而包含在密封元件做轴向运动并与密封件的磨擦相结合时, 改变密封平衡直径的步骤, 以便减少在主要密封中产生的开启力。

轴的密封装置

本发明涉及涡轮机中转轴的一种密封装置，具体讲，涉及但不单单
5 涉及一种非接触式的转轴密封装置。

这种形式的轴封经常是和抽运气体（氮气，氦气，氢气，天然气，空气等）的机器一起使用的，在这种机器中，必须避免气体沿着轴流出。由于一般使用的机器压力高，速度快，为了降低密封处产生的热以及减少密封件的磨损，轴封可以是非接触型的密封。

10 当轴的转速高于某一最小速度时，非接触式运行会避免这种不希望的面接触，这个最小速度通常称为脱离速度。

非接触式轴封相对于密封表面相互接触的密封来说，由于减少了磨损和降低了热的产生，因而提供了一些优点。Gabriel, Ralph P.的题目为“螺旋沟道非接触面密封的基础”一文（Journal of American Society
15 of Lubrication Engineers Volume 35, 7, pages 367-375），以及 Sedy, Joseph 的题目为“由提高流体动力学效应而改进了覆膜式(film-riding)气体轴封的性能”一文（Transactions of the American Society of Lubrication Engineers, Volume 23,1 pages 35-44）描述了非接触式的密封技术和设计标准，已被本文结合参照。

20 如使用普通的机械密封一样，非接触表面密封是由两个密封环组成的，每个环都有一个精确加工的密封面。

这些密封面成圆锥形与转轴垂直并与之同心。这两个环相互接近，在零压差和零转速时两个密封面相接触。其中一个环通常通过一个轴套而固定在转轴上。另一个则被安装在密封外壳结构中，而且可以允许沿
25 轴向移动。在环和外壳之间安装一密封件，以便能使密封环做轴向运动，同时还防止密封的流体泄露。当受到压力时，这个密封件必须允许某些滑动，因而通常选用一个优质的 O-型环来完成这个任务。这个 O-型环常被叫做辅助密封件。

如上所述，为了实现非接触式密封的运行，两个相接触密封表面中
30 有一个上加工有浅的表面凹陷，它的作用是产生压力场，来迫使两个密封表面分开。当压力场产生的力达到足够以克服推动密封面关闭的力的时

候，这两个密封表面将分开而形成一缝隙，这就产生了非接触运行。如上面参考文章所详细解释的一样，分离力的特征是其大小随着表面分离距离的增加而减少。另一方面，相反的力，也即关闭力取决于密封的压力水平，就此而论（as such）并不取决于表面的分离距离。这种力是由密封的压力和作用在轴向可移动密封环背面的弹力所产生的。由于分离力，也即开启力取决于两密封表面之间的分离距离，所以当密封件运行或施加上足够的压差时，两表面之间的平衡分离就会自动建立。当关闭力和开启力处于平衡而大小相等时，就发生这种情况。平衡分离在一些间隔的范围内会不断地改变。目的是让这个范围的低限高于零。另一个目的是使这个范围尽可能地窄，因为在它的高端上，表面之间的分离将导致密封件泄漏的增加。由于非接触密封按定义是通过密封表面之间的一个缝隙而运行的，所以与几何结构相似的接触密封相比，它们的泄漏将比较多。但是，没有接触意味着在密封表面上的磨损为零，因而意味着在它们之间产生的热量较低。正是这种产生的热量少和没有磨损才能把非接触式密封运用到高速涡轮机上，这其中密封的流体为气体。涡轮压缩机用来压缩该流体，由于气体的质量较小，所以它们通常以非常高的速度运行并有许多连续的压缩阶段。

如上面参考文章所解释的，密封效力在很大程度上依靠于所谓的密封平衡直径。这对于接触式密封来说也是正确的。

当从密封件的外径施加压力时，平衡直径的减小会导致一个较大的力把两个密封表面推到一起，因此在两表面之间的间隙就会较小。于是，从该系统的气体泄漏量就很少。

在典型的运行期间，涡轮压缩机开始工作，同时动力单元开始使轴转动。在运行中开始的加热阶段，轴的转速可能非常低。典型地是，用油把轴支持在其两个径向轴承和一个止推轴承处。油在油泵中加热，而且也接收压缩机轴承的剪切热。此油连同过程流体的涡流以及压缩过程反过来又使压缩机加热。一但达到满运行速度，压缩机会及时达到某种提高了的平衡温度。在关闭时，轴停止转动，同时压缩机开始冷却。在这种情况下，压缩机的各种元件以不同的速度冷却。重要的是随着温度降低，轴的收缩速度与压缩机机壳不同。这些先前工艺的辅助密封装置可以在如美国专利 Nos. 4,768,790； 5,058,905 或 5,071,141 中找到。对于这种现象，工业上经常使用的名词是“密封面悬挂”。下一次压缩机

重新起动，工作流体常常有很高的泄漏，常常是在这种情况下，密封件不可能再重新密封。因而必须把密封件取下来更换，既费事又使生产受损失。

US 5,370,403 和 EP-A-0,519,586 描述了通过试图阻止辅助密封件的移动来减少密封表面悬挂的方法。

本发明试图提供一种轴封，在动态的瞬间密封运行中，以及在加压/退压和停顿状态其间，这种轴封的密封特性改善了。

按照本发明，提供了一种轴封，它包含有一个共轴安装在转动密封环上的密封元件，以便在其相对的两表面之间形成主要密封，来基本上防止流体流过主要密封件，从高压径向一侧流向低压径向一侧。偏压装置把此密封元件沿轴向推向转动密封环，此偏压装置作用在与此密封件相连的推进器轴套和密封外壳之间，在它们之间由位于径向低压侧部槽中的密封元件而形成辅助轴套。

通过在径向上远离高压源部分上提供此辅助密封件，主要密封件很快产生一有效的阻碍。而且，在密封开始时，密封面悬挂问题在很大程度上得以减少甚至消除了。发明者认为，在机器开始启动的过程中，也即密封元件与推进器轴套的表面和外壳的表面进行磨擦咬合的过程中，辅助密封元件会沿轴向滑动，这时预期的改进会把轴封的平衡直径改变到磨擦咬合发生的地方。因此，由于密封元件位于低压侧，因而平衡直径朝着增加主要密封中闭合力的方向改变。通常，外壳和推进器轴套之间的磨擦将沿轴封的平衡平衡直径对齐。

这个发明尤其可以用在非接触式密封上。

最好是，推进器轴套是一个与密封元件分开的成 L 形的部件。弹簧（偏压装置）作用在外壳和 L 形轴套中平行于密封元件背面的那只脚之间运动。辅助密封在外壳的一个表面和 L 形轴套的另一条腿之间形成。最好是，此轴套的另一条腿沿径向朝向外壳的里面。

有利地是，在推进器轴套和密封元件之间的 O-型环可提供进一步的密封。其中，这个进一步密封的 O-型环位于半燕尾槽中。通常，此进一步密封的 O-型环是位于轴套上设置的方形切口或燕尾形的槽中的推进器轴套和密封元件之间。常常使用燕尾槽，因而 O-型环能可靠地安置在密封件内。但是，当密封件停止工作时，由于在燕尾槽中产生的压力，密封件常被吹离该槽，否则就不能通气。优选的半燕尾形使得 O-型环能

做有限的运动，这种运动允许压力从槽中泄除。由于与拆除密封件相联系的花费高，因而这个结构非常有利。

参考附图，现在来介绍本发明的优选实施例，附图中有：

图 1，表示了本发明非接触密封件的上半部分横截面的视图。

5 图 2，表示了本发明中主要密封的示意图，图上给出了压力分布图。

图 3a，表示了第一种可能的辅助密封装置；

图 3b，表示了第二种可能的辅助密封装置。

10 本发明提供一个围绕轴 2 的轴封 1。通常在压缩机、涡轮机或其他加压机器的轴上沿第二（下游）密封件一前一后地设有两个轴封（未画出），这里的第二密封形成对第一轴封的备份。

轴封 1 包含一个绕轴 2 安装的转动密封环 10，它沿径向安装在绕轴 2 安装的内轴套 11 的外面。

15 内轴套 11 与轴 2 转动相连并与之沿轴向锁定，密封环 10 通过一些暗销 13 与内轴套 11 转动相连，这些暗销延伸进入密封环 10 外面的径向边缘。此内轴套 11 包含有一个径向法兰，它在一个方向上防止了密封环 10 的轴向运动。这些暗销 13 装配在内轴套 11 的轴向延伸的护罩部分，而此内轴套护罩部分又是从径向铰链的径向外边缘突出来。其他通常的装置，例如插入密封环 10 的背面的销钉也可以使用。设置第二轴套 12 来防止密封环 10 在另一个轴向上移动。

20 与密封环 10 并列地安装了一个不转动的密封元件 14。在密封环 10 和密封元件 14 的径向延伸的相互对着的密封面之间，形成了主要密封。密封元件 14 的密封面具有一些切进其前方表面的浅沟，以产生两个密封面之间所需的分离。当然，这些浅沟也可以另外在转动密封环 10 中形成。

25 在我们 1994 年 11 月 16 日申请的待批申请 No PCT/TB94/00379 中，详细地介绍了这种浅沟的优选设计。这种浅沟的优选设计为本文所结合参照。密封元件 14 一般是由碳或其他适合的材料做成的。

30 利用弹簧机构 15（图中用虚线表示了一部分），在密封元件 14 上对着密封环 10 沿轴向加上偏压。此密封元件 14 可做有限的轴向移动。弹簧机构 15 通常包含一些（例如 6 个）绕轴 2 分布的弹簧。在使用中，此弹簧 15 产生的力相对于密封产生的分离力来说是相当小的，然而在没有压力的情况下，这足以使两密封面运动而相接触。弹簧 15 通过 L

形推进器轴套 17 起作用，沿轴向对着密封环 10 推压密封元件 14 的背面。

弹簧 15 顶着轴封 1 的外壳 19 的径向向内的法兰起作用。

5 高压气体由外壳 19 被送到密封环 10 和密封元件 14 的径向的外边缘。这种气体通常是适宜于通向大气的干净气体，而不是机器的工作流体，当这种气体是工作流体时，可用管子把漏气排出去燃烧（废气燃烧）。

高压越过密封元件 14 的密封面，然后环绕着其背面。为了防止环绕密封元件 14 的高压流体流通而设置了辅助密封。

10 在推进器轴套 17 和外壳 19 向里延伸的径向法兰之间由 O-型环 20 形成了一个第一辅助轴封。图 3a 和 3b 表示出第一辅助轴封的另外可能的配置情况。图 3a 表示出第一个可能的配置，其中第一辅助密封是由 O-型环 20a 和支承环 20b 所构成。支承环 20b 可以由，例如，特福龙（Teflon）制成，而且安置在槽 21 的低压侧。图 3b 表示出第二个可能的配置，其中第一辅助密封是由弹簧加力的聚合物密封件 20 所构成。

15 O-型环 20 安放于加工在 L 型推进器轴套 17 的轴向伸展的支脚上的槽 21 内。O-型环密封在外壳 19 的径向法兰的轴向延伸表面上。推进器轴套 17 和外壳 19 上径向法兰的相邻表面大致沿一条直线延伸，在运行处于平衡时，这条直线处于密封的平衡平衡直径上。由于该推进器轴套 20 支脚是从外壳 19 的径向法兰径沿向向内的，而且磨擦咬合不是在平衡平衡直径上就是在平衡平衡直径内，所以 O 型环的磨擦咬合效应将只会使平衡直径减少。减少实际的平衡直径会增加作用在主要密封上的关闭力。

例子：

25 一个轴封对受到 100 巴的气压的 115mm 的轴进行密封。平衡的平衡直径设为 150.8mm，在这种情况下，在主要密封上产生了 400 到 500N 的关闭力。第一辅助密封 O-型环 20 有一大约为 3.5 毫米（在新的时候）的径向范围。如果平衡直径随着 O-型环 20 滑动时，也就是在先前的工艺状况下，O-型环 20 之间的磨擦咬合趋向于增大实际平衡直径，则平衡直径可能增加到最大的值 157.8mm。在这种平衡直径下，作用在主要密封件上的净开启力大约为 12000N。这个例子假定的情况是 O-型环 20 30 不能在槽 21 中运动。通常，在低压下 O-型环 20 本来是会移动的，然而，

这个净开启力仍然可能比弹簧的关闭力高（典型的是在 50N 的范围内）。

在图 2 中用图解来解释了这种情况，该图表示一个加在轴封 1 的主要密封件上的压力分布图。密封环 10 和密封元件 14 之间的距离被放大 5 以便于图示。头部加大的箭头 30 指出在密封件外径上的高压源。

线 a 表示在稳定条件下轴封 1 运行产生的压力分布图。最高的压力产生于浅沟的径向向内的端部（这种情况在密封环 10 上有表示），如线 d 所示。如可以看到的一样，这种压力比在稳定运行情况下点 f 所示的高压，线 a，要高。在这种稳定情况的平衡直径用线 e 来表示，也就是平衡的平衡直径。 10

线 b 图解地表示出本发明的情况，它表示出开启机器时压力的分布图。因为密封环 10 和密封元件 14 之间的距离较小，当平衡直径减小时，由线 b 画出的封闭力比由线 a 表示的稳定运行压力高。于是，密封件被驱使进入它的稳定运行状态，而与 O-型环 20 的磨擦咬合无关。

线 c 图示出先前工艺的情况，在这种情况下，O-型环卡住（stick） 15 并增大机器开启产生的平衡直径。由于封闭力不会超过开启力（高压），所以密封件被吹开，可见不会产生充足的力来允许形成主要密封。

在尽管没有表示出来，高压力却是沿平衡的平衡直径径向向内延伸的实施例中，第一辅助密封的等效 O-型环可以放置在一槽内，该槽在平衡的平衡直径径向外侧的部分上。在这种情况下，O-型环的磨擦咬合将 20 趋于增加实际平衡直径，这又趋向于增加在主要密封处所产生的封闭力。

在密封元件 14 的背面和推进器轴套 17 的径向延伸腿之间还形成进一步的辅助密封。O-型环 24 位于加工在推进器轴套 17 内（然而可以加工在密封元件 14 的背面）的槽 25 里。槽 25 是一半燕尾槽。槽 25 的这种形状阻止了在槽内建立起压力来，而在机器迅速减压或其它短暂的情况发生时，此压力下会使 O-型环 24 被吹离槽 25。槽 25 的这种形状可以方便地应用到所有的使用同样放置辅助密封件的轴封外壳上。 25

当然，槽的标准设计（没有给出）可以用于此进一步的辅助密封件， 30 但这却并不是优选的。

图 3a 和 3b 表示了另一个可能的密封装置，它也可以使用在所有其它的实施例中 O-型环被使用的位置上。当减压时，图 4 所示弹簧加力的

特福龙“U”形密封件具有良好的行为，因此常常被使用。

如上所述，沿轴 2 使用了一前一后的密封件 1，其第二密封件 1 是第一密封件的一个备份。如果需要，也可沿此轴设置一个或多个进一步的密封件。

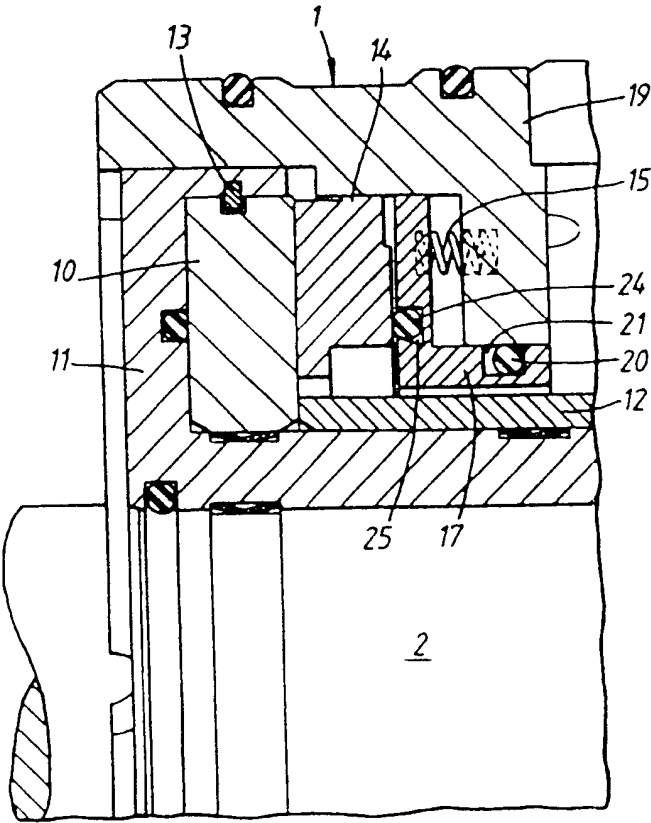


图 1

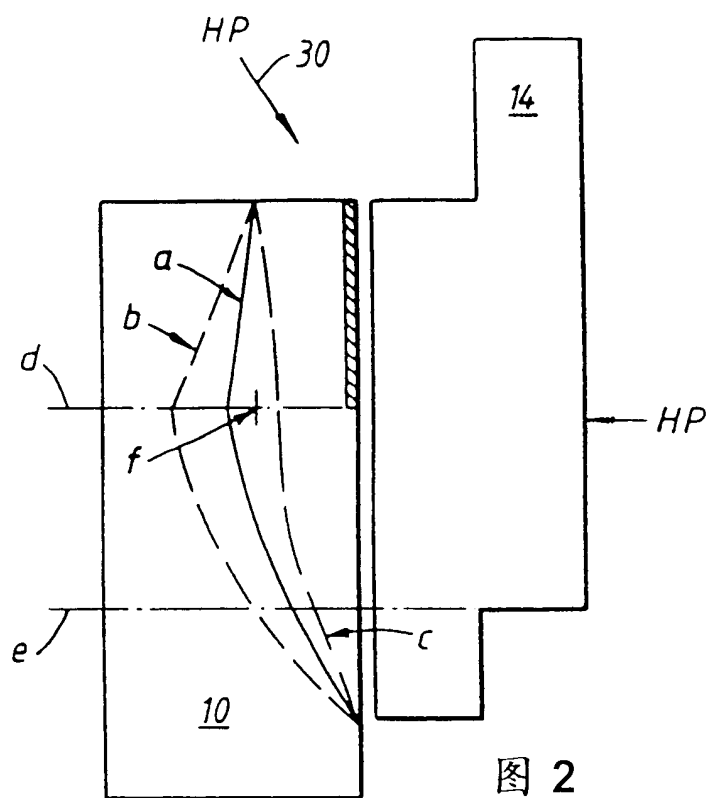


图 2

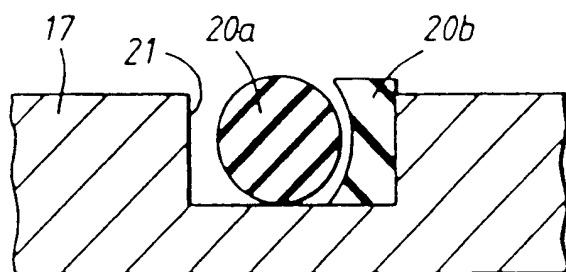


图 3 a

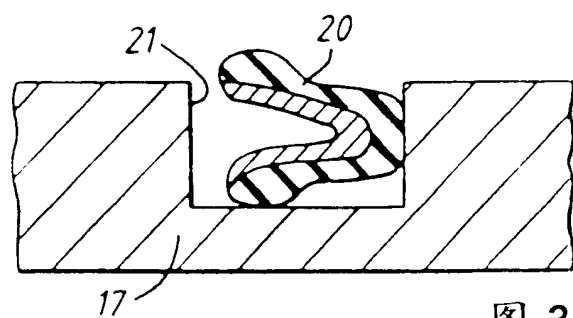


图 3 b