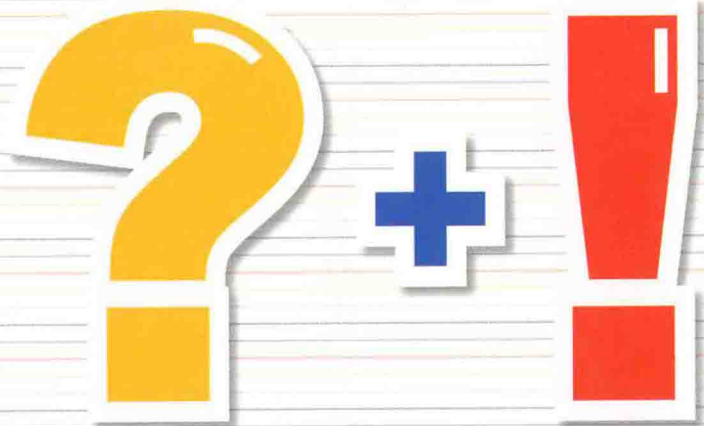


石油工人技术问答
系列丛书



机械密封技术

编著

问答

石油工业出版社

石油工人技术问答系列丛书

机械密封技术问答

赵林源 编著

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械密封技术问答 / 赵林源编著.
北京: 石油工业出版社, 2011.9
(石油工人技术问答系列丛书)
ISBN 978-7-5021-8609-8

I. 机…

II. 赵…

III. 石油机械—机械密封—问题解答

IV. ① TE9-44 ② TH136-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 169240 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523582 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/32 印张: 4.125

字数: 92 千字

定价: 10.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

出版者的话

技术问答是石油石化企业常用的培训方式——在油田，由于石油天然气作业场所分散，人员难以集中考核培训，技术问答可以克服时间和空间的限制，随时考核员工知识掌握程度；在石化企业，每个装置的操作间都设置了技术问答卡片，这已成为企业日常管理、日常培训的一部分；此外，技术问答也是基层企业岗位练兵的主要训练方式。

技术问答之所以成为企业常用的培训方式，它的优点是显而易见的。第一，技术问答把员工应知应会知识提纲挈领地提炼出来，可以有助于员工尽快掌握岗位知识；第二，技术问答形式简明扼要，便于员工自学；第三，技术问答便于管理者对基层员工进行培训和考核。但我们也注意到，目前，基层企业自己编写的技术问答还有很多的局限性，主要表现在工种覆盖不全面、内容的准确性权威性不够等方面，针对这一情况，我们经过广泛调研，精心策划，组织了一批技术水平高超、实践经验丰富的作者队伍，编写了这套《石油工人技术问答系列丛书》，目的就在于为基层企业提供一些好用、实用、管用的培训教材，为企业基层培训工作提供优质的出版服务，继而为集团公司三支人才队伍建设贡献绵薄之力。

衷心希望广大员工能够从本书中受益，并对我们提出宝贵意见和建议。

石油工业出版社

2008年9月

目 录

第一部分 机械密封的基本概念	1
1. 机械密封的工作原理是什么?	1
2. 机械密封由哪几个部分组成? 如何实现密封?	1
3. 机械密封有几个泄漏点?	2
4. 机械密封有哪些种类?	3
5. 旋转型机械密封的特点是什么?	4
6. 静止型机械密封的特点有哪些?	4
7. 多弹簧机械密封和单弹簧机械密封有什么区别?	4
8. 什么情况下采用串联密封?	5
9. 什么是双端面密封?	5
10. 波纹管密封有什么特点?	6
11. 焊接金属波纹管密封形式有几种?	7
12. 机械密封的优缺点有哪些?	7
13. 外置多点片弹簧密封的用途有哪些?	9
14. 磁力机械密封的特点有哪些?	10
15. 外装式密封的特点是什么?	10
16. 在轴套尾部加工成节流环的机械密封的作用是什么?	11
17. 在弹簧盒开孔代替叶轮的目的是什么?	11
18. 机械密封上的泵送环有几种形式?	11
19. 高速机械密封的结构特点有哪些?	12
20. 耐酸泵机械密封有几种形式?	13
21. 常用耐碱泵机械密封有几种?	14
22. 什么是非接触式机械密封?	14
23. 非接触式机械密封的工作原理是什么?	15
24. 什么是弧形循环槽密封?	15
25. 使用螺旋组合机械密封的好处是什么? 工作参数是什么? ..	16

第一部分 机械密封的基本概念

1. 机械密封的工作原理是什么？

答：机械密封是一种用来解决旋转轴与机体之间密封的装置。它是由至少一对垂直于旋转轴线的端面，在流体压力和补偿机构弹力（或磁力）的作用及辅助密封的配合下，保持贴合并相对滑动而构成防止流体泄漏的装置。

2. 机械密封由哪几个部分组成？如何实现密封？

答：机械密封形式多种多样，无论哪种密封结构，都由以下四个部分组成：

- (1) 动环和静环；
- (2) 弹性元件组成的补偿机构；
- (3) 辅助密封圈，其中包括动环密封圈和静环密封圈；
- (4) 随轴传动机构等。

单弹簧机械密封的组成见图 1。

机械密封安装在轴上，密封腔内有弹簧座、弹簧、推环。动环、动环密封圈随轴一起旋转。机械密封零件还有静环、静环密封圈等，安装在密封压盖内。动环在弹簧力和介质力的作用下，与静环的端面紧密贴合，并发生相对滑动，阻止了介质沿端面的泄漏；动环密封圈阻止了介质沿动环轴的泄漏；静环密封圈阻止了介质沿静环与压盖之间的泄漏；压盖密封圈阻止了密封腔与压盖之间的泄漏。所以，机械密

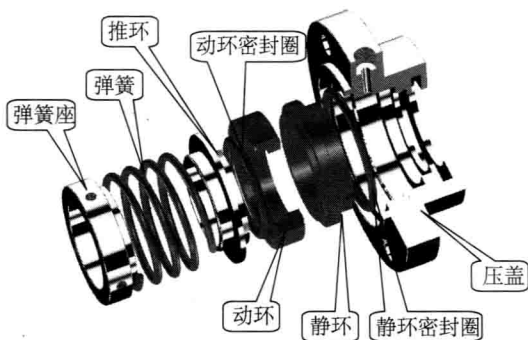


图1 单弹簧机械密封的组成

封由以上几个元件来实现密封。

3. 机械密封有几个泄漏点？

答：机械密封一般有5个泄漏点：摩擦副（动环、静环端面）、静环密封圈、动环密封圈、压盖密封圈、轴套密封圈。见图2。

在密封没有轴套的情况下，就不存在轴套密封圈这个泄漏点了，这时密封只有4个泄漏点。

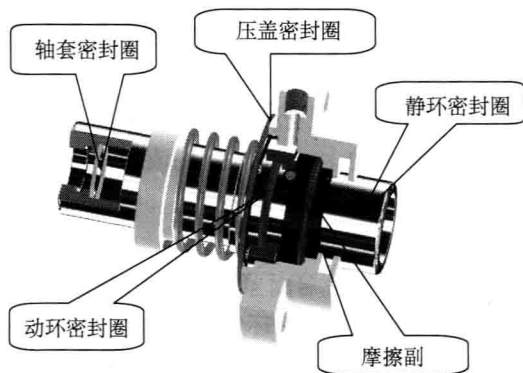


图2 机械密封泄漏点



4. 机械密封有哪些种类？

答：机械密封可按不同方法分类。

(1) 按机械密封工作主机可分为：泵用机械密封、釜用机械密封、压缩机用机械密封、风机用机械密封、潜水电动机用机械密封、冷冻机用机械密封等。

(2) 按工况使用参数和轴径分为重型机械密封、中型机械密封和轻型机械密封。

(3) 按作用原理和结构分为单端面、双端面和多端面机械密封。

(4) 按弹簧是否置于密封流体之内分类，可分为内装式和外装式机械密封。一般来讲弹簧置于流体内的机械密封为内装式机械密封，弹簧置于流体外部的机械密封为外装式机械密封。

(5) 按补偿环是否随轴旋转分类，可分为旋转型和静止型，补偿环随轴旋转的称为旋转型密封，补偿环不随轴旋转的为静止型密封。

(6) 按机械密封端面是否直接接触分类，可分为接触式和非接触式机械密封。接触式机械密封是指靠弹性元件的弹力和密封流体的压力使密封端面紧密贴合的机械密封。非接触式机械密封是指靠流体静压和动压的作用，在密封端面充满一层完整的流体膜，迫使密封面彼此分离、不存在硬性接触的机械密封。

(7) 按弹性元件分类，可分为弹簧密封和波纹管密封。波纹管密封，按不同材料可分为金属波纹管密封、聚四氟波纹管密封和橡胶波纹管密封等。按弹簧个数分类，弹簧密封分为单弹簧密封和多弹簧密封。补偿机构只有一个大弹簧的密封称为单弹簧密封或大弹簧密封，补偿机构有多个小弹簧



密封的称为小弹簧密封。

5. 旋转型机械密封的特点是什么？

答：主要有以下几个特点：

(1) 易产生质量不平衡。机械密封在旋转时，会产生抖动、摆动、跳动等，易造成质量不平衡。

(2) 消耗一定的功率。

(3) 不适用于高速机械密封。

6. 静止型机械密封的特点有哪些？

答：主要有以下几个特点：

(1) 适用于高速机械密封。

(2) 对于在高温介质中的波纹管机械密封，有很多都采用冷却水冷却，这时波谷之间水结垢不均匀（单面结垢），使用寿命不如旋转型长。

(3) 不太用于普通焊接波纹管机械密封。

7. 多弹簧机械密封和单弹簧机械密封有什么区别？

答：多弹簧机械密封的结构轴向尺寸比较小，弹力比较均匀，静止安装适用于高速机械密封。单弹簧机械密封的弹簧力不均，轴向尺寸比较大。见图3、图4。

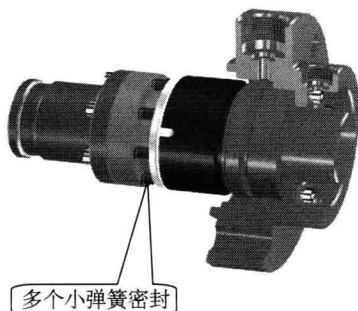


图3 多弹簧机械密封

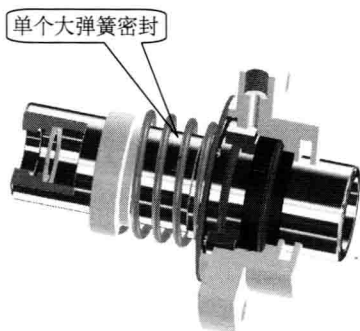


图4 单弹簧机械密封

8. 什么情况下采用串联密封?

答：两套单端面密封沿同一方向布置的密封称为串联密封（图5、图6），用于有毒介质、易挥发介质、高压场合等。

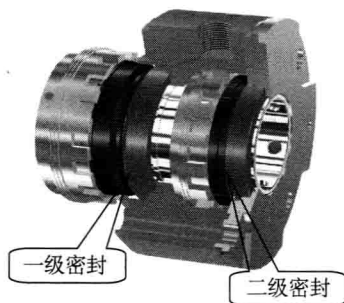


图5 两级串联密封实体图

9. 什么是双端面密封?

答：两套密封面对面或背对背安装在一起称为双端面密封（图7）。主要用于有毒、易燃、易爆、易挥发、易结晶工作介质，高温、低温及气体、高真空度等场合。

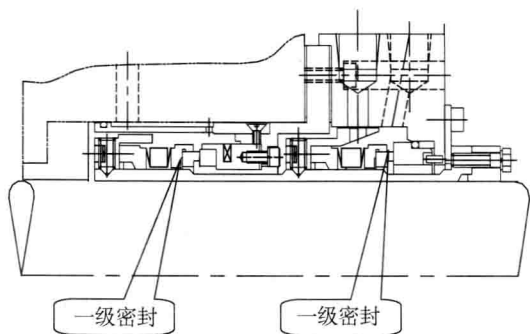


图6 两级串联密封剖面图

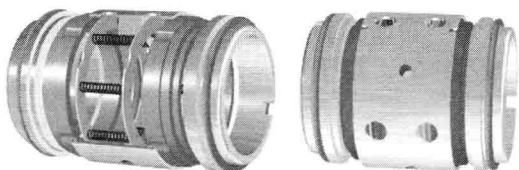


图7 双端面密封结构

10. 波纹管密封有什么特点？

答：波纹管密封的波纹管是利用微束等离子焊接制成的一种全密封结构（图8）。由于波片本身的波形及焊接波距的

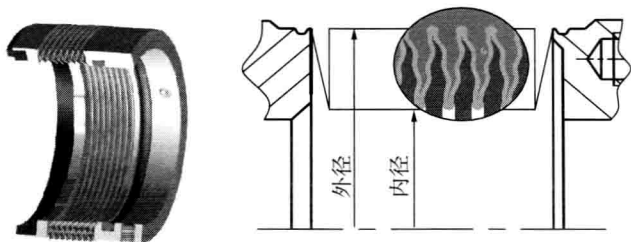


图8 波纹管波形剖分图



存在,使之在轴向被压缩一定位移度时产生弹力,使动环、静环表面处于贴合状态,并形成一定的比压,在动环、静环表面磨损后始终处于弹力补偿状态。波纹管密封以环状金属薄片组焊作为弹性元件和隔离元件,从而实现密封。

11. 焊接金属波纹管密封形式有几种?

答:焊接金属波纹管密封适用于离心泵及类似旋转轴用机械密封,使用范围:轴径 $20 \sim 120\text{mm}$;密封腔温度 $-40 \sim 400^\circ\text{C}$;密封腔压力,单层波纹管 $\leq 2.2\text{MPa}$,双层波纹管 $\leq 4.2\text{MPa}$;速度,旋转型端面平均速度 $\leq 25\text{m/s}$,静止型端面平均速度 $\leq 50\text{m/s}$ 。

焊接金属波纹管密封分为四种基本形式:

I型——内装式,波纹管组件为旋转型,密封圈为O形圈,见图9。

II型——内装式,波纹管组件为旋转型,密封圈为柔性石墨,见图10。

III型——内装式,波纹管组件为静止型,密封圈为O形圈,见图11。

IV型——内装式,波纹管组件为静止型,密封圈为柔性石墨,见图12。

12. 机械密封的优缺点有哪些?

答:(1)优点。

①泄漏量小。只要主密封面的表面粗糙度和平直度能保证达到要求、材料耐磨性好,机械密封可以达到很小的泄漏量,甚至肉眼看不见泄漏。对于有些流体,可闻到气味,属于微观泄漏。

②寿命长。在机械密封中,主要磨损部分是密封摩擦副端面。因为密封端面的磨损量在正常工作条件下不大,一般



可以连续使用 1 ~ 2 年，特殊场合下也有用到 5 ~ 10 年的。

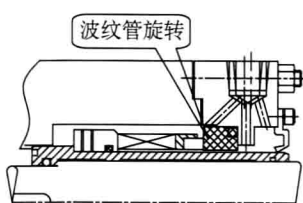


图 9 I 型波纹管密封

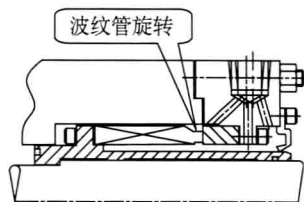


图 10 II 型波纹管密封

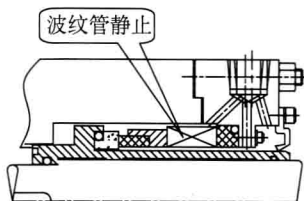


图 11 III 型波纹管密封

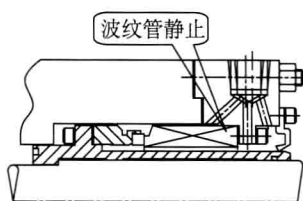


图 12 IV 型波纹管密封

③ 运转中无需调整。由于机械密封靠弹簧力和流体压力使摩擦副贴合，在运转中自动保持接触，装配后就不用像普通软填料那样需调整压紧。

④ 耐振性好。在转速 3000r/min 下最大振幅不超过 0.05mm。

⑤ 功率损失小。填料密封是靠填料压紧在轴上或轴套上起作用的，填料密封与轴直接摩擦，填料压得越紧摩擦力就越大、消耗功率也就越大。而机械密封处于半液摩擦状态，摩擦系数非常小，机械密封的功率损失是填料密封的 10% ~ 50%。

⑥ 波纹管密封轴或轴套不受磨损，对旋转轴的振摆和轴



对壳体的偏斜不敏感。

①适用范围广。当介质易燃、易爆、有毒、有害时，采用机械密封可保证安全。它还适用于高温、低温、高压、真空等环境及各种转速的设备。

(2) 缺点。

①结构复杂，加工精度要求高。与其他密封比较，机械密封的零件数目多，要求精密，结构复杂。

②拆装不便，机械密封在装配方面较困难，要求一定的安装技术，特别是干气密封的安装要求更高。拆卸时要从轴端抽出密封环，必须把机器部分或全部拆卸。这一问题目前已作了某些改进，例如采用拆装方便并可保证装配质量的剖分式和集装式机械密封等。

13. 外置多点片弹簧密封的用途有哪些？

答：外置多点片弹簧适用于密封如污水、渣浆等含有固体颗粒或纤维状杂质的介质，可以满足电力企业、石化企业、油田企业等各行业的要求，见图 13。

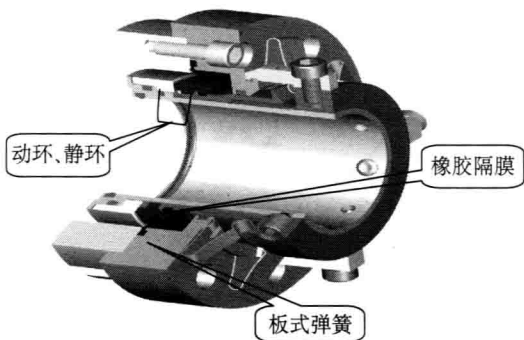


图 13 外置多点片弹簧密封



14. 磁力机械密封的特点有哪些？

答：磁力机械密封（图 14）特点：

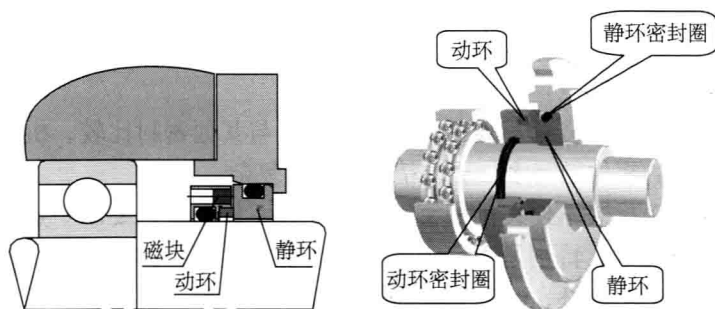


图 14 磁力机械密封

结构紧凑，轴向、径向尺寸均短小、紧凑；
使用磁力作为密封端面贴合力，新颖可靠；
转动部件一体化，方便安装和使用；
端面材料优选，密封效果好，使用寿命长。

15. 外装式密封的特点是什么？

答：(1) 外装式密封（图 15）的特点是大部分零件不与介质接触而暴露在外面，便于观察与安装维修。

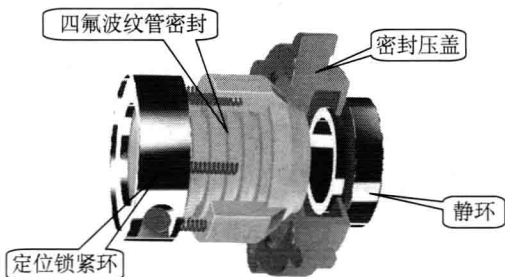


图 15 外装式四氟波纹管密封



(2) 动环安装在填料函外面，检查与调节方便，弹簧可不受介质的腐蚀。

16. 在轴套尾部加工成节流环的机械密封的作用是什么？

答：作用：减少密封腔压力的同时，采用多点冲洗，密封受热均匀，波纹管静止安装，适用于石油炼制和化工行业的高温介质输送设备的密封（图 16）。

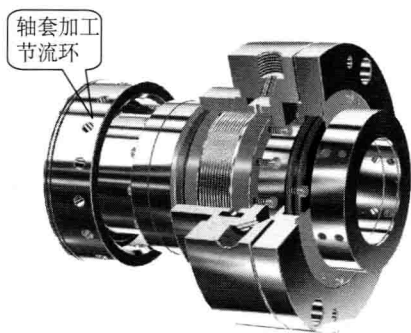


图 16 轴套尾部安装节流环的机械密封

17. 在弹簧盒开孔代替叶轮的目的是什么？

答：在弹簧盒开孔代替叶轮，可以使介质自循环，经过冷却罐冷却介质，达到改善密封工作环境的目的。适用于高温油泵，适用温度在 200 ~ 300℃。

18. 机械密封上的泵送环有几种形式？

答：机械密封泵送环多种多样，以下介绍三种：在密封弹簧座或在弹簧盒上开方形槽、开孔和加工成弧形槽，它们都是用在旋转型机械密封上，其作用基本都一样，起泵送作用。根据不同的工况条件设计成不同的结构，其结构如图 17、图 18、图 19 所示。

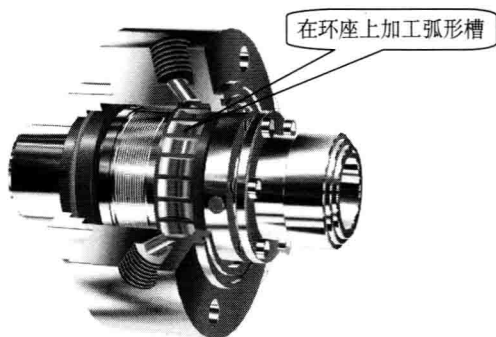


图 17 泵送环（一）

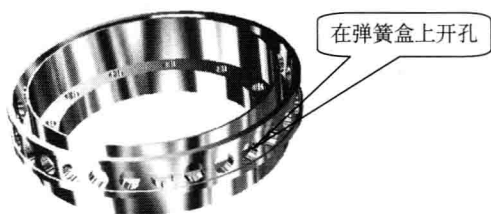


图 18 泵送环（二）

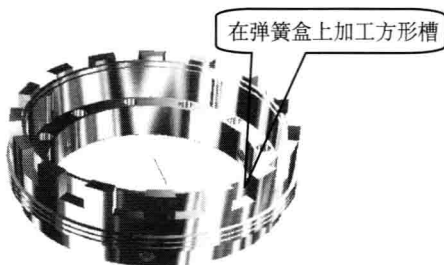


图 19 泵送环（三）

19. 高速机械密封的结构特点有哪些？

答：高速机械密封主要用于压缩机、透平机及高速离心