

# 机械密封 的安装、使用及维护

苏州希兰克流体工业有限公司  
二〇一二年五月

评定机械密封性能优劣的主要指标为泄露量和使用寿命。这两项指标贯穿在机械密封的选型、制造、安装、使用及维护各个环节中，任一环节出问题，都对密封性能产生不良影响。

一般来讲，泵或搅拌器所用机械密封的选型和制造这两个环节由制造厂完成。对定型产品无论是泵（搅拌器）还是密封基本上是没问题的，而安装、使用及维护这三个环节是由用户自己来完成的。在实际中，常常遇到这样的情况，同一个制造厂的产品在不同的用户密封出来的性能不同，安装、使用及维护技术水平高的用户密封效果好。同一个用户在不同使用时期密封效果差别很大，同一个生产装置不同的生产时间密封效果也不相同，开始时密封效果不好，生产正常后泄露量下降，故障大大减少。这是因为装置开工不正常时需经常调整操作，生产不正常，泵（搅拌器）和机械密封的运转也就不正常。根据对机械密封失效的原因分析，排在第一位的不是密封本身的问题，而在很大程度上取决于密封安装、使用及维护方面的原因。为充分发挥机械密封的作用，必须充分认识安装、使用及维护的重要性。

# 一、机械密封的安装

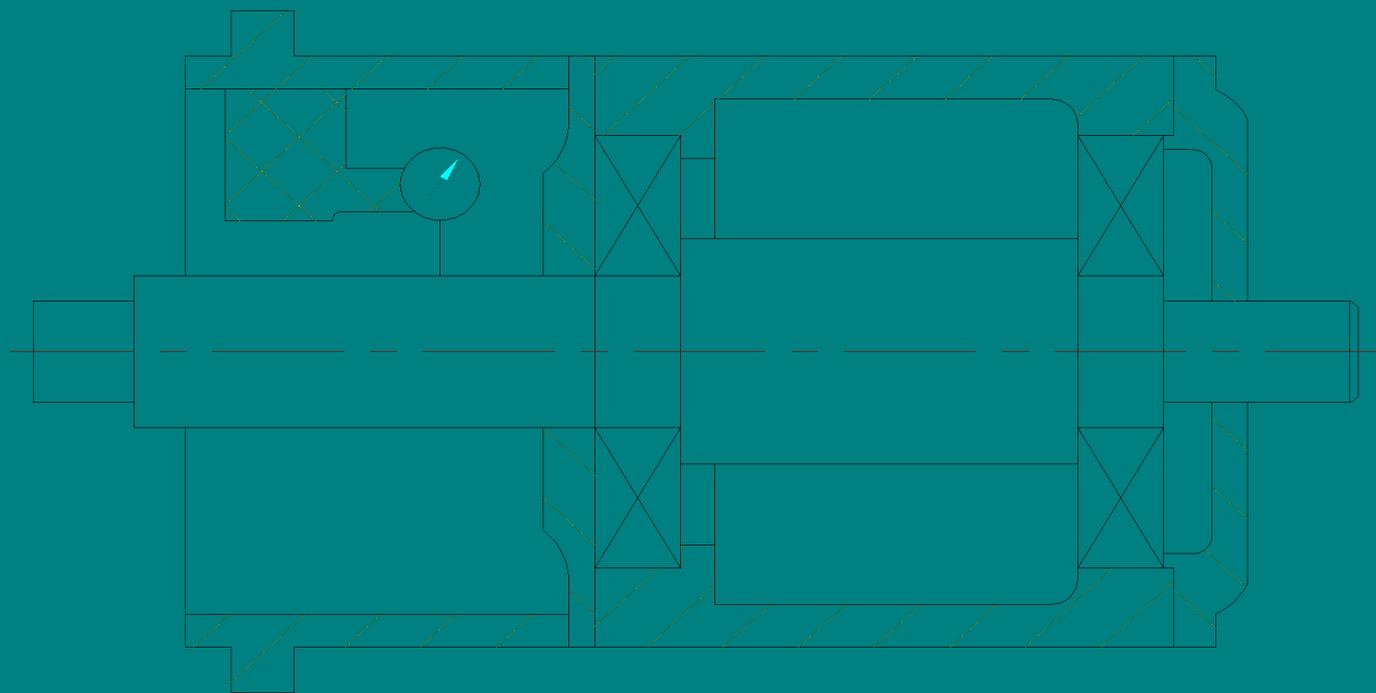
如今，机械密封在炼油化工、油气集输、冶金、制药等行业得到广泛的应用。机械密封作为过程装备中的精密部件，为了达到良好的密封效果，必须保证其正确安装

任何一种机器和设备，在设计时都需考虑到安装中可能出现的问题。对于机械密封，主要应考虑安装密封的要求、安装前的准备工作、安装顺序及安装检查。

## 1、机械密封安装的要求

机械密封安装时，对安装部位的轴或轴套的径向跳动、表面粗糙度、外径尺寸公差、运转时轴（或轴套）的轴向窜动量都有一定的要求。对于安装普通工况泵用机械密封轴（或轴套）和端盖的精度要求如下：

希兰克热线：0512-58728158



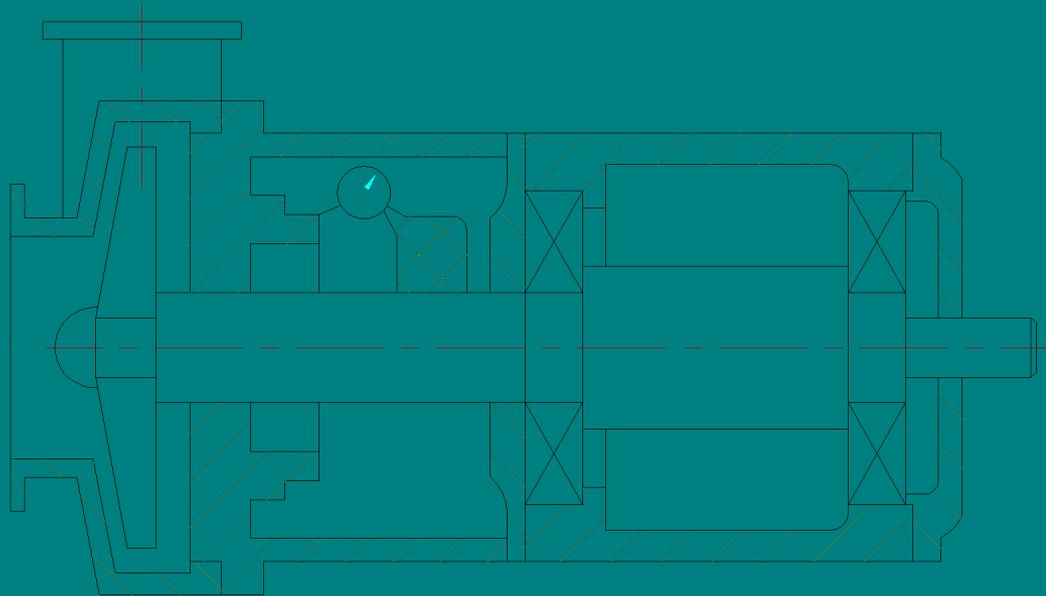
对密封部位轴或轴套的要求:

外径: 10~50mm  
径向跳动:  $\leq 0.04\text{mm}$

表面粗糙度:  $\leq \text{Ra}1.6\mu\text{m}$

外径: 50~120mm  
径向跳动:  $\leq 0.06\text{mm}$

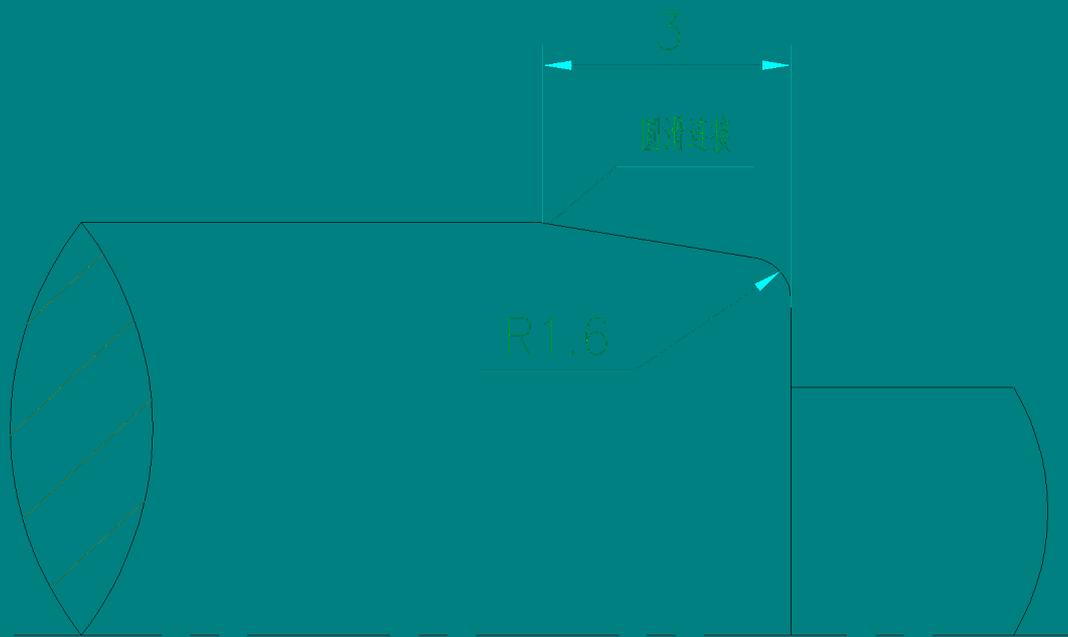
外径尺寸公差h6



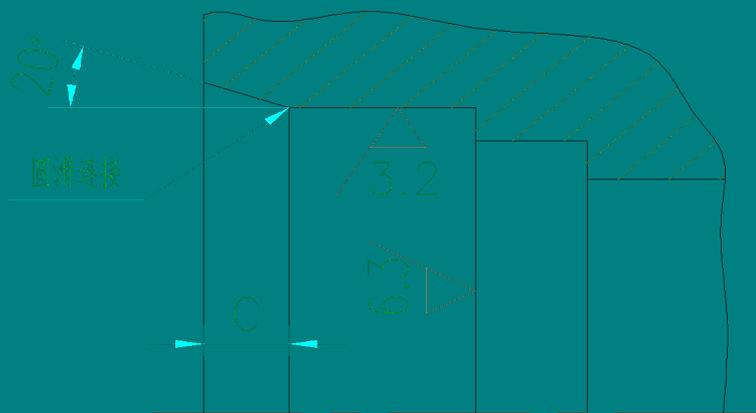
对密封腔体定位端面的要求:

轴或轴套外径: 10~50mm  
径向跳动:  $\leq 0.04\text{mm}$

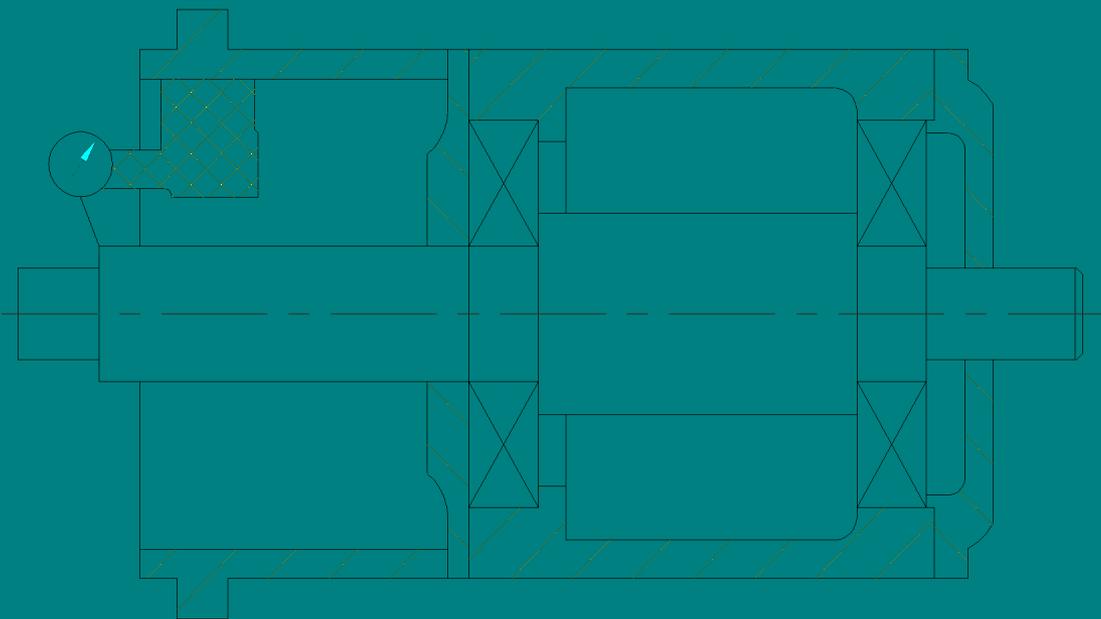
轴或轴套外径: 50~120mm  
径向跳动:  $\leq 0.06\text{mm}$



对安装辅助密封圈处的要求



轴或轴套外径/mm	C/mm
10~16	1.5
16~48	2
48~75	2.5
75~120	3



对于反应釜用机械密封，由于反应釜转轴速度较低，机械密封对设备的精度要求可以适当降低。当轴或轴套的外径为20~80mm时，径向跳动 $\leq 0.4\text{mm}$ ；当轴或轴套的外径为80~130mm时，径向跳动 $\leq 0.6\text{mm}$ 。而两种情况下的表面粗糙度 $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$ 、外径尺寸公差为h9及转轴轴向跳动为 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

对旋转轴的要求：

轴向窜动量： $\leq 0.1\text{mm}$

## 2、机械密封安装前的准备工作

安装前的准备工作主要有：

- (1)、检查机械密封的型号、规格是否符合设计图纸的要求，所以零件（特别是密封面、辅助密封圈）有无损伤、变形、裂纹等现象，若有缺陷，必须更换或修复；
- (2)、检查机械密封个零件的配合尺寸、粗糙度、平面度是否符合设计要求；
- (3)、使用小弹簧机械密封时，应检查小弹簧的长短和刚性是否相同；
- (4)、检查主机轴的窜动量、摆动量和挠度是否符合技术要求，密封腔是否符合安装尺寸，密封端盖与轴是否垂直。一般要求是：

轴的窜动量不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ；

轴摆动量（动环密封处）不大于 $0.06\text{mm}$ ；

轴最大挠度不大于 $0.05\text{mm}$ ；

密封端盖与垫片接触平面对中心线的不垂直度允许误差为 $0.03\sim 0.05\text{mm}$

希兰克热线：0512-58728158

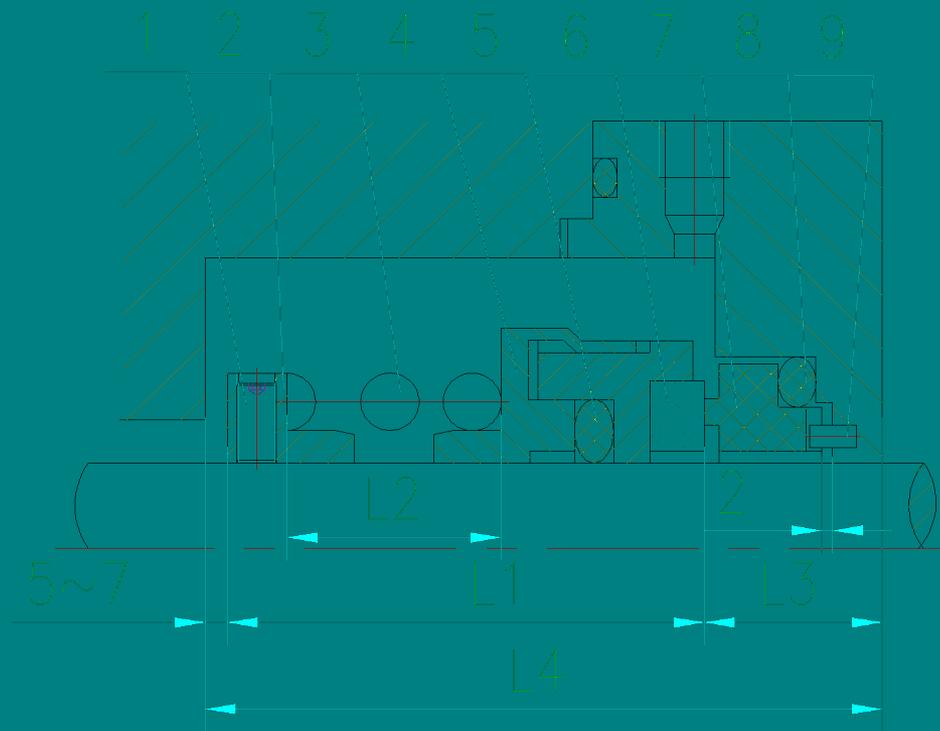
(5)、安装过程中应保持清洁，特别是动环和静环密封面及辅助密封圈表面硬无杂质、灰尘。不允许用不清洁的布擦拭密封面；

(6)、安装中不允许工具敲打密封元件，以防止密封件损坏；

(7)、在动静环表面涂上一层清洁的机油或透平油。

### 3、机械密封的安装顺序

以离心泵用的单端面内装非平衡型机械密封（右图）为例，说明密封安装的顺序如下：



单端面内装非平衡型机械密封安装实例  
1-紧定螺钉；2-弹簧座；3-弹簧；4-推环  
5-动环密封圈；6-动环；7-静环；8-静环  
密封圈；9-防转销

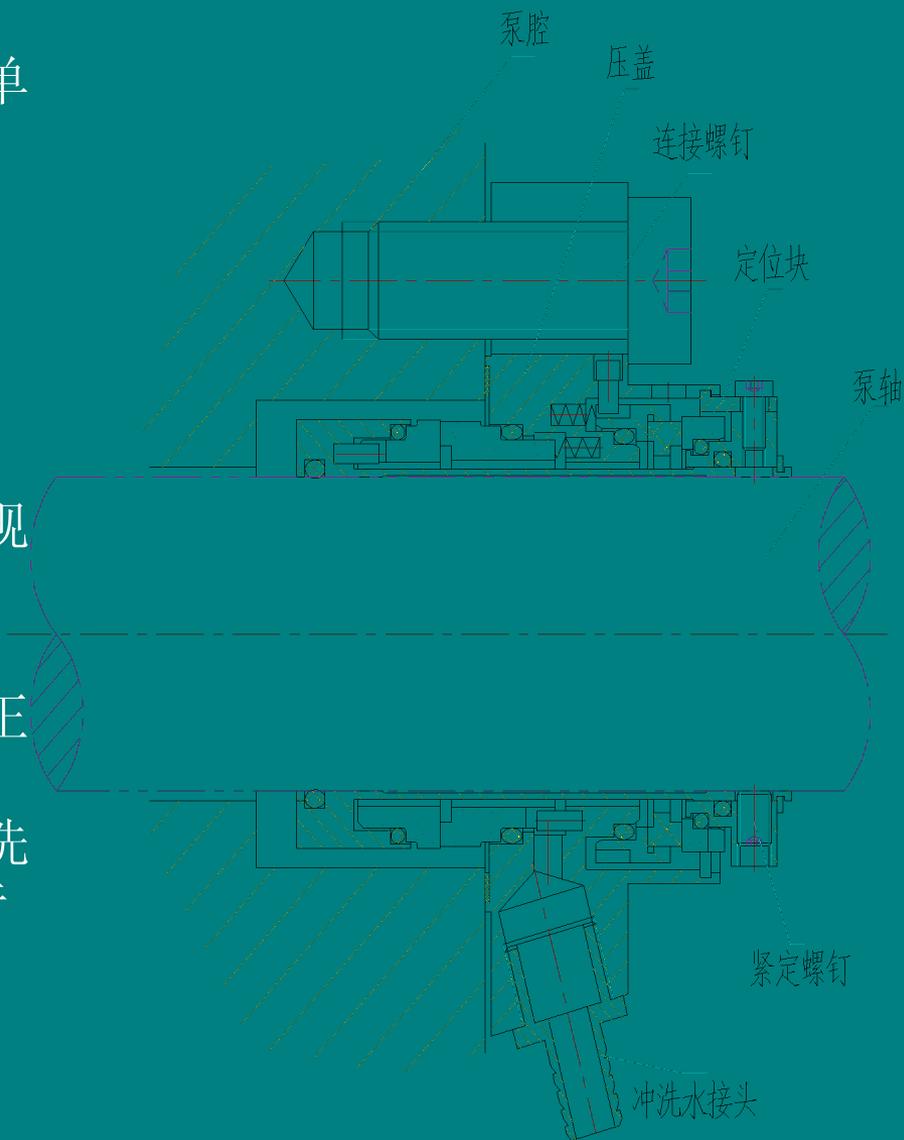
# 希兰克机械密封安装顺序

安装顺序	说明
安装位置的确定	确定机械密封的安装位置，应在调整固定好转轴与密封腔体的相对位置达到基础上进行。根据上图标记的密封工作长度，由弹簧座的定位尺寸调整压缩量至设计规定值。弹簧座的定位尺寸可按公式 $L4=L1+L3$ 得出
静止部件的安装	现将防转销9插入密封端盖相应的孔内，再将静环密封圈8套在静环上，然后使静环背面的凹槽对准密封端盖上的防转销装入密封端盖内
旋转部件的安装	将弹簧3两端分别套在弹簧座2和推环4上，并使磨平的弹簧两断部和推环上的平面靠紧。再依次将动环密封圈5装入动环6中，并与推环组合成一体，然后将组装好的旋转部件套在轴或轴套上，使弹簧座背端面对准规定的位置，分几次均匀地拧紧紧定螺钉1，用手向后压迫动环，看是否能轴向浮动。
辅助部件的安装	常见的辅助设备有冷却和冲洗密封面的循环管道、旋转分离器、热交换器或蒸汽加热管路、过滤网或碳性过滤器、内装强制循环系统及外装强制循环系统等。

# 希兰克集装式机械密封的安装步骤

由于此机封为集装式机封，不需要单独安装机封各部件，故安装步骤如下：

- 一：将整套集装式机封穿在泵轴上
- 二：将机封在泵轴上移动至压盖接触到泵腔位置时，用连接螺钉将整套机封连接固定在泵腔上。实现机封静止部分静止。
- 三：将紧定螺钉锁紧在泵轴上，实现机封旋转部份随泵轴的旋转而旋转。
- 四：取下定位块。
- 五：有冲洗水管的机封将冲洗水管正确的接在冲洗水接头上。
- 六：对双端面集装式机封：放入冲洗水—盘动泵轴调试检查有无泄漏—运行。



## 4、安装检查

机械密封安装完毕后，用手盘动动环，应保证转动灵活，并有一定的浮动性。对于重要设备的机械密封，必须进行静压实验和动压实验，实验合格后才可投入正式使用。

### \* 不同结构离心泵安装机械密封需注意问题

在用到泵的场所中，离心泵使用比较广泛。不同结构的离心泵在安装时有所不同，需要主要的问题如下：

悬臂式离心泵的特点是轴已在轴承箱中安装好，而泵体、叶轮和密封箱周没有安装。在拆卸时就要把压缩量和传动座的位置确定并在轴上做出标记。安装时首先把带静环的压盖套入轴上，然后安装带传动座和动环的轴套，再安装叶轮并旋紧叶轮背帽，于泵体安装后才能安装压盖。

而双支撑离心泵，安装密封时叶轮已经装在泵体内。将轴套及动环组建带静环的压盖等零件套在轴上，两端轴承安装就位，此时转子已处于工作位置，方可安装两端的机械密封，旋紧压盖螺纹前要核对密封的压缩量是否合适。

对于带平衡盘的多级离心泵，即使是两端轴承固定，转子仍不能定位，必须将转子向入口端窜动，使平衡盘工作面接触，才能校核密封压缩量是否合适。

对于带平衡盘的多级高温离心泵，确定密封压缩量时，入口端的密封压缩量不可过大，要考虑升温期间转子和泵体的温差，转子向入口端的热伸长量。

**希兰克热线：0512-58728158**

## 二、机械密封的正确使用

机械密封的正确使用有机械密封的起动、运转及停车。

### 1、机械密封起动前的准备工作

(1)、起动前，应先检查机械密封的辅助密封、冷却系统及润滑系统是否安装无误，堵塞；

(2)、应清洗物料管线，以防铁锈、杂质进入密封腔内。

(3)、进行静压实验，实验压力等于工作压力；检查机械密封的端面和密封圈处有无泄露及密封端盖处是否泄露；

(4)、最后；用手盘动联轴节，检查轴是否轻松旋转，如果盘动很重，应检查有关配合尺寸是否正确，设法找出原因并排除故障。

### 2、机械密封的运转

机械密封的运转包括试运转和正常运转。

#### (1)、密封试运转

首先将封液（封气）系统启动，冷却系统启动，密封腔内保证充满介质，就可以启动密封进行试运转。在试运转过程中，若一开始就出现有轻微的泄露现象，但经过1~3h后逐渐减小，这是密封端面磨合过程。如果泄露始终不减少，则需停车检查。如果机械密封发热重甚至出现冒烟现象，一般为端面比压过大，应检查机械密封安装尺寸是否正确以及联系机械密封生产厂家核定机械密封压力等级是否符合运行要求。

## （2）、密封的正常运转

密封经试运转检验合格后，即可转入操作条件下的正常运转。升温升压可分别进行，过程应缓慢。注意升压（或升温）过程中可能发生的变化，如机件有无碰撞，端面是否脱开，摩擦发热是否过快，静环槽与防转销是否脱开以及检查密封圈和端面处的泄露等。如果一切正常，即可正式投入生产运行。

## 3、机械密封的停车

机械密封停车时，也应遵循一定的顺序操作。应先停主机，后停密封辅助系统及冷却系统。如果停车时间较长，应将主机内的介质排放干净。

希兰克热线：0512-58728158

## 三、机械密封的合理维护

机械密封在运转一段时间后，密封性能会降低，因此，需要对机械密封进行合理的维护。

### 1、机械密封维修中的几个误区

#### (1)、弹簧压缩量越大密封效果越好

其实不然，弹簧压缩量过大，可导致摩擦副急剧磨损。过度的压缩使弹簧失去调节动环端面的能力，导致密封失效。

#### (2)、动环密封圈越紧越好

其实动环密封圈过紧有害无益。一是加剧密封圈与轴套间的磨损，过早泄露；二是增大了动环轴向调整、移动的阻力，在工况变化频繁时无法适时进行调整；三是弹簧过度疲劳，易损坏；四是使动环密封圈变形，影响密封效果。

#### (3)、静环密封圈越紧越好

静环密封圈基本处于静止状态，相对较紧密封效果会好些，但过紧也是有害的。一是引起静环密封因过度变形，影响密封效果；二是静环材质

以石墨居多，一般较脆，过度受力极引起碎裂；三是安装、拆卸困难，极易损坏静环。

#### （4）、叶轮锁母越紧越好

机械密封泄露中，轴套与轴之间的泄露（轴间泄露）是比较常见的。一般认为，轴间泄露就是叶轮锁母没锁紧，其实导致轴间泄露的因素较多，如轴间垫失效、偏移，轴间内有杂质，轴与轴套配合处有较大的形位误差，接触面破坏，轴上各部件间有间隙，轴头螺纹过长等都会导致轴间泄露。锁母锁紧过度只会导致轴间垫过早失效，相反适度锁紧锁母，使轴间垫始终保持一定的压缩弹性，在运转中锁母会自动适时锁紧，使轴间始终处于良好的密封状态。

#### （5）、新的比旧的好

相对而言，使用新机械密封的效果好于旧的，但新机械密封的质量或材质选择不当时，配合尺寸误差较大会影响密封效果；在聚合性和渗透性介质中，静环如无过度磨损，还是不更换为好。因为静环在静环座中长时间处于静止状态，使聚合物和杂质沉积为一体，起到了较好的密封作用。

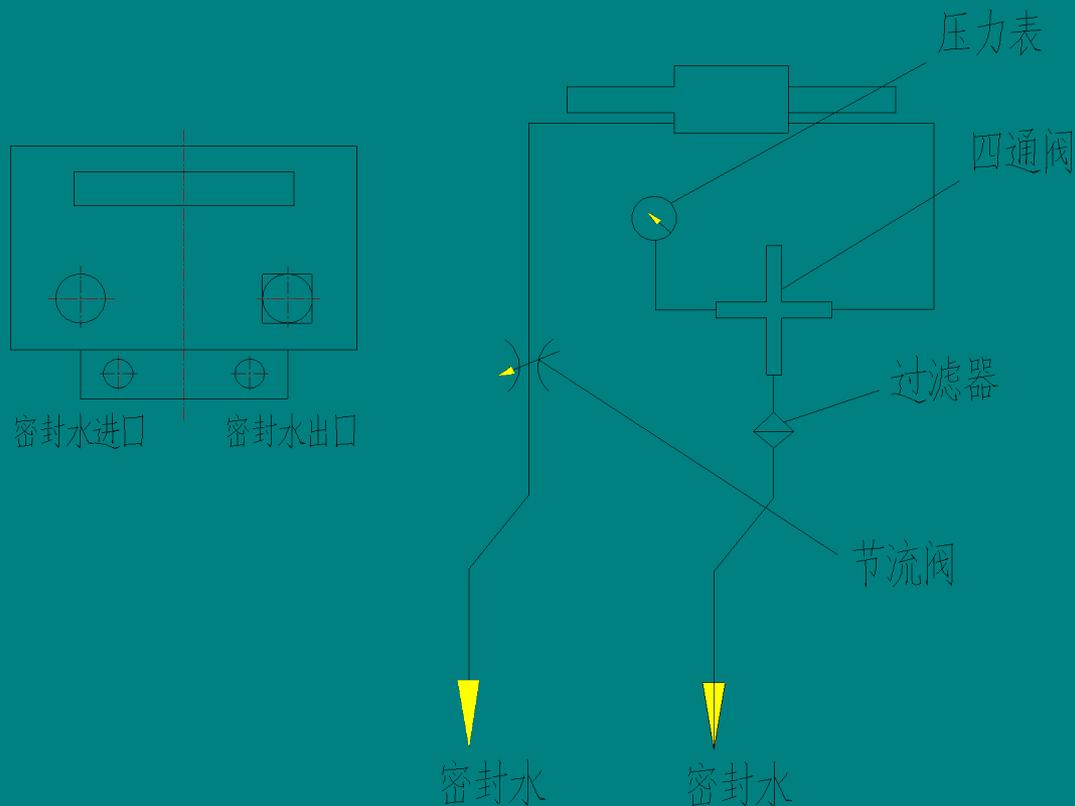
## (6)、拆修总比不拆好

一旦出现机械密封泄露便急于拆修，其实，有时密封并没有损坏，只需调整工况或适当调整密封就可消除泄露。这样既避免浪费又可以验证自己的故障判断能力，积累维修经验，提高检修质量。

### 2、机械密封维修中的注意事项

机械密封主要是依靠介质压力和弹簧力使动、静环之间的密封端面紧密贴合，从而阻止介质的泄露。在工作中，动、静环不断摩擦产生热量，导致密封端面温度升高、磨损加剧、泄露量增大，从而造成机械密封的直接损坏。因此温度升高是机械密封的大敌，只有通过辅助设施才能减少不希望发生的温升问题，从而保持密封端面间良好的润滑，使机械密封正常工作，提高其使用寿命。

例: 下图是某公司外流压力筛的机械密封辅助设施密封水的供给系统图. 一定压力和流量的密封水通过过滤器进入机械密封, 进行密封和冷却. 安装压力筛后, 安装压力筛后, 有一时期密封水管经常发生堵塞现象. 拆卸中发现是过滤网密封水中的杂质堵塞, 造成密封水不能流通, 经常堵塞会造成机械密封的直接损坏. 可见, 机械密封在使用过程中, 必须要经常检查辅助设施是否顺畅, 否则将很容易损坏.



## 机械密封辅助设施密封水供给系统

如果机械密封在使用过程中没有冲洗，短时间内看不出弊端，长时间使用就会发现以下一些问题：

- (1)、机械杂质积存在密封腔中，易进入密封端面，出现裂纹失效。

(2)、摩擦热不能及时导走,密封端面间易汽化,工作不稳定,导致失效.

(3)、由于没有冲洗,传动座内在弹簧周围淤积杂质,堵塞弹簧,使弹簧不能起到缓冲,补偿作用。

(4)、如果是泵类机械密封,密封腔内的少量汽化现象很容易发展成汽蚀,使密封遭受严重损失,如果有外冲洗或注入式冲洗则可避免密封的损坏。

由此可见,机械密封在使用过程中,对于含有颗粒性杂质的介质大都离不开辅助设施(主要是冲洗)。辅助设施的作用就是降低温升,保持密封端面间良好的润滑状态,使机械密封各零件良好、正常地工作。正常,合理地选用辅助设施,不仅对密封的稳定性而且对延长使用寿命都有重要意义;对安全生产及对减少漏损,减少维修工作量和降低生产成本有一定的作用,必须给予高度重视。

### 3、机械密封的维护

主要体现在以下几个方面:

(1)、维持液膜的稳定性

在机械密封的整个运行过程中，要尽可能提高动、静环两端面的液膜形成的稳定性；尽量减小泵腔体内的压力变化、泵自身振动等影响机械密封受用寿命的情况出现。对于双端面机械密封，如出现上述情况，可通过适当提高循环水的压力来尽量维持动静环之间液膜的稳定性，从而提高防泄露效果，延长机械密封的使用寿命。

## （2）、维持冷却系统的效能

机械密封依靠动、静环端面形成液膜实现长时间运转密封，切忌密封端面干磨，否则两端面间的液膜就会汽化，使摩擦产生的热量无法散失，造成密封副发生热裂甚至破裂。因此，对于双端面机械密封在使用中，应绝对保证循环水的供应及畅通，同时应保证循环水为除盐水，避免高温结垢及循环水堵塞，从而延长机械密封的使用寿命。

## （3）、合理使用机械密封

机械密封运转一段时间后，净泄露量增大。为减少净泄露量，操作人员有时会违反机械密封使用规程，人为排空泵内液体，造成短时间内动、静环干磨，大大降低密封的使用寿命。

## （4）、适当更换机械密封

机械密封泄露，有时候是由于泵体内部的间隙、工况发生变化，而密封本身并没有损坏，因此在实际中需要分析，是机械密封损坏，还是泵的工况发生变化。

例如，当泵平衡盘严重磨损时，会造成多级离心泵一端机械密封急剧泄露输送的介质；密封完好时，只需要对密封件进行清洗，重新安装即可。当机械密封损坏时，新选用的材质、端面表面粗糙度不达标时，使用效果会比旧密封还差。

**希兰克热线：0512-58728158**

## 故障判断及处

机械密封的故障<sup>理</sup>大体上都是由异常的泄漏，异常的磨损，异常的扭矩等现象出现后才被人们所知道。

造成故障的原因大致有以下四个方面：

- 一：机械密封的设计选定不对。
- 二：机械密封质量不好。
- 三：使用或安装机械密封的机械本身精度达不到要求。
- 四：机械运行操作错误。

其中第一点引起的故障多数是由于使用说明不明确而造成的。另一方面，由于流体性质不明确，因而有时也会引起腐蚀或引起摩擦副密封面的异常磨损。为此，应力求使使用说明十分明确，从而排除因选定方面的错误引起的故障。

对由其他因素造成故障的原因及其措施如下表1。

对机械进行检查的项目如下表2。

此外，拆除发生故障的机械密封时，还可以从拆下的部件上出现的现象判定故障发生的原因。

泄漏时间	原因	处置措施	
安装后就开始泄漏	安装位置不好	检查尺寸并按图纸要求调整	安装及机器的问题
	异物进入密封摩擦副密封面间	研磨摩擦副的密封面或换用备品	
	静密封环倾斜	装入静密封环后，检查与法兰面平行度，更换备品	
	填料密封圈的伤痕，伤损	修整接触部分的毛刺，棱边等倒角，更换备品	
	机器的精度不够；轴的振动，法兰的垂直度，密封箱的同轴度，轴的轴向间歇，振动	调整发现不合适的地方	
	冲洗液流量不足或过多	检查过滤网，节流孔，冷却器	
	泵的断流运行	断流是作为运动开始，停止时的短时间运行的流量	
	冷却水量不足	检查冷却系统个阀门及水压	
	防锈剂的影响（石墨的异常磨损）	控制加入量，在机械密封操作使用说明书中没有载明防锈剂的说明时，从材料方面研究	
	泥浆，污垢等异物的进入（石墨的异常磨损，弹簧工作高度不好）	参加过滤网时要改变机械密封的结构	
运行三个月开始泄漏	压力，温度条件等与机械密封设计条件不同	对操作条件进行调查研究，向研究单位或制造厂家询问	机械密封本身的问题
	密封摩擦副密封面的变形（用红丹粉进行检查摩擦痕迹是否在全圆周上）	有异常时研密封面或更换备品	
	弹簧，组装件的工作不好（装在轴是的状态下工作是否平稳）	连在O圈上涂润滑油也工作不好时换备品	
	机械密封的设计，制作不好	在上述的调查结构均无异常时相设计制造单位发出联系	

表1

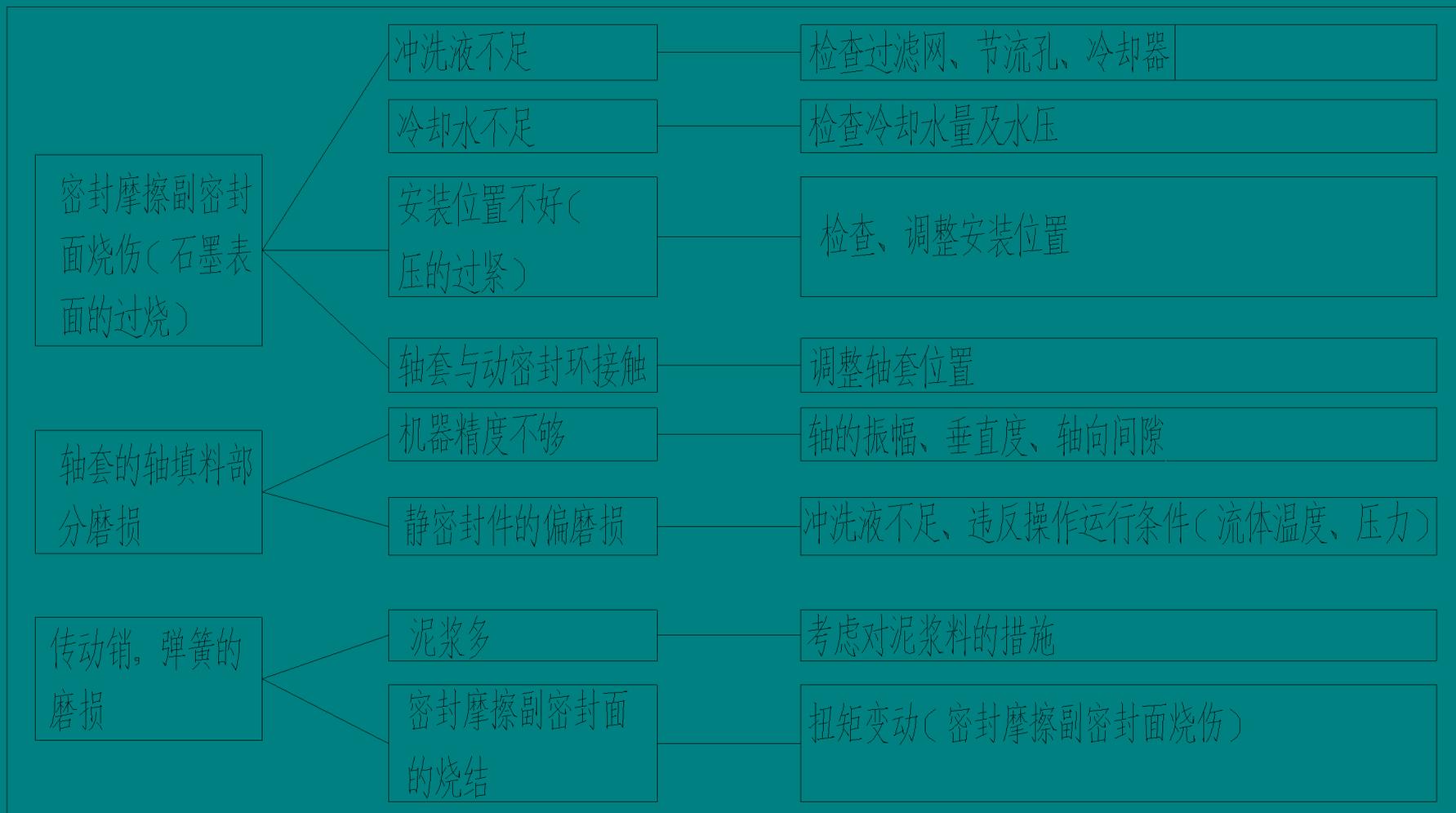


表2

# 谢谢大家！

苏州希兰克流体工业有限公司  
热线：0512-58728158