

# 现代密封技术

青 岛 密 封 件 厂

# 现代密封技术

殷福元 李妍译

一九八四·十·



数据加载失败，请稍后重试！

## 内 容 提 要

本书是由机械工业部派出密封技术考察代表团去日本。由日本“NOK”公司社长赠送《SEALS》译成的。这是他们公司专门学校的教科书，内容包括：油封、外部密封、非接触式密封、密封环、机械密封、压盖填料、成型填料、隔膜密封、非金属垫片、金属垫片、密封剂等一般知识、设计、应用、治漏。

本书可供大中专院校的教育参考书、工程技术人员、工人等设计、应用、治漏等参考。

# 目 录

## 第一章 油 封

- 一、种 类·····(1)
- 二、作 用·····(2)
- 三、油封的选择·····(2)
- 四、材 料·····(6)
- 五、油封破损的原因·····(7)
- 六、装 配·····(10)

## 第二章 外部密封

- 一、接触密封·····(12)
- 二、刮板密封·····(14)
- 三、轴向密封·····(15)
- 四、波纹管 and 橡皮套·····(16)
- 五、选 择·····(17)

## 第三章 非接触式密封

- 一、迷宫环·····(18)
- 二、轴衬密封、密封环·····(19)

## 第四章 密封环

- 一、开口密封环·····(24)
  - (一)种 类·····(24)
  - (二)压力及摩擦·····(26)
  - (三)设计时的主要因素·····(29)
  - (四)设计时的注意事项·····(31)
  - (五)应 用·····(32)
- 二、环形密封·····(35)
  - (一)基本特征·····(35)
  - (二)压力均衡及负荷·····(37)
  - (三)回转轴的设计·····(38)
  - (四)材 料·····(39)

## 第五章 端面密封

- 一、一般形状的端面密封·····(40)
  - (一)固定及回转密封·····(41)
  - (二)轴的密封·····(42)
  - (三)密封面的压力·····(43)
  - (四)制动装置·····(44)

(五)密封件的选择·····(45)

(六)密封压盖·····(53)

## 二、金属波纹式端面密封·····(53)

- (一)波纹管的构造·····(54)
- (二)选 择·····(54)
- (三)设 计·····(55)
- (四)材 料·····(55)

## 第六章 压盖填料(盘根)密封

- 一、设 计·····(58)
- 二、作 用·····(62)
- 三、选 择·····(63)
- 四、材 料·····(64)

## 第七章 成型密封件

- 一、唇缘式密封件·····(69)
  - (一)材 料·····(69)
  - (二)设 计·····(71)
  - (三)V形密封件·····(72)
  - (四)碗形密封件·····(79)
  - (五)U形圈密封件·····(81)
  - (六)U形密封件·····(82)
  - (七)凸缘式密封件·····(83)
- 二、挤压式密封件·····(84)
  - (一)作 用·····(85)
  - (二)应 用·····(86)
  - (三)摩 擦·····(93)
  - (四)材 料·····(94)
  - (五)尺寸代号·····(97)
- 三、毛毡密封件·····(97)
  - (一)选 择·····(98)
  - (二)种 类·····(99)
  - (三)设 计·····(99)

## 第八章 隔膜密封件

- 一、平形及折叠式隔膜·····(102)
- 二、转动式隔膜·····(104)

三、材 料 .....	(110)	(一)沟槽的设计 .....	(139)
<b>第九章 非金属垫片</b>		(二)材 料 .....	(143)
一、联接机构和垫片的设计 .....	(113)	<b>第十章 金属垫片</b>	
(一)垫片的设计 .....	(115)	一、一般形状的金属垫片 .....	(144)
(二)联接机构的设计 .....	(116)	(一)选 择 .....	(145)
(三)平形联接机构的螺栓和应力 .....	(118)	(二)压紧力 .....	(146)
(四)槽形联接机构的应力 .....	(119)	(三)法兰盘表面 .....	(146)
(五)联接机构的变形 .....	(120)	(四)垫片的种类 .....	(150)
(六)扭矩的减少 .....	(123)	(五)美国机械工程师学会的标准 .....	(155)
(七)温度的影响 .....	(124)	(六)垫片的选择 .....	(155)
二、垫片材料及形状 .....	(126)	二、金属O形圈垫片 .....	(157)
(一)石 棉 .....	(127)	(一)作 用 .....	(159)
(二)软木橡胶 .....	(130)	(二)用 途 .....	(159)
(三)软木混合物 .....	(131)	(三)泄 漏 .....	(161)
(四)胶 橡 .....	(132)	<b>第十一章 密封胶</b>	
(五)氟化乙烯聚合体 .....	(136)	一、选 择 .....	(162)
(六)纸 .....	(136)	二、种 类 .....	(166)
(七)组合式垫片及其它垫片 .....	(138)	三、设 计 .....	(167)
(八)涂料和其它处理 .....	(139)	四、用 途 .....	(175)
三、固定用O形圈 .....	(139)		

# 第一章 油 封

径向唇口型密封件用来密封回转、往复、摇摆轴的润滑油，一般称之为油封或轴封。常用在回转轴上，也可用来防止异物侵入机体。油封的种类很多，具有代表性的油封及其标准术语如图1所示。

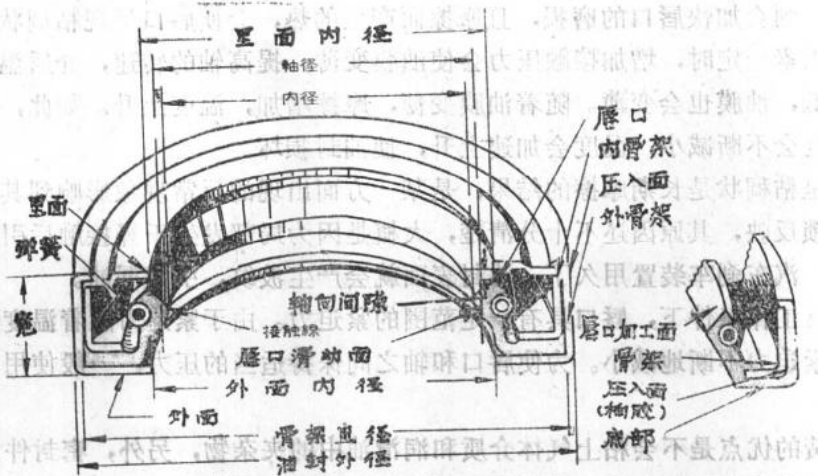


图1 骨架橡胶油封的术语

油封的主要特点是所需要的间隙小，效果好、价格低、安装简便、使用范围广泛。适合于较大的温度范围，各种油类，中等介质压力，设备的装配误差、轴的动偏心、轴速度的变化等。

## 一、种 类

油封的种类一般分为单体型(图2)和组装型(图3)两种，单体型由橡胶和骨架一次压制成型，组装型油封是分别把各部分做好后，装入外骨架(经冲压或滚压加工后装配而成)。组装型油封的优点是骨架与唇口材料可以自由组合，一般用于特殊油封和试制油封。

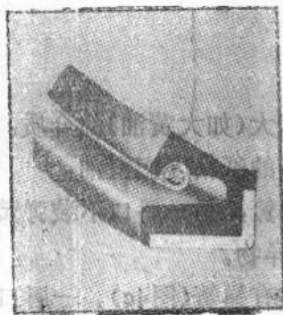


图2 单体型油封

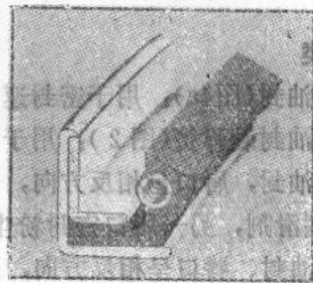


图3 组装型油封

## 二、作 用

油封在弹簧力的作用下，使有挠性的唇口与轴之间产生过盈，密封介质时唇口处有适当的接触压力。由于多唇口油封接触面大，轴与唇口之间的接触压力就大。

正确地设计与装配油封，才能使介于唇口与轴之间的润滑油薄膜，保持适当的厚度（通常约 $2.5\mu$ ）。为此必须考虑唇口机械压力及轴加工精度。油膜过厚，介质就会渗漏，油膜过薄，则会加快唇口的磨损，且摩擦而产生的热，会使唇口呈现粘稠状。

其它因素一定时，增加接触压力会使油膜变薄；提高轴的转速，介质温度上升使油的粘度降低，油膜也会变薄。随着油膜变薄，摩擦增加，温度上升。如此，反复循环，油膜的厚度会不断减小，温度会加速上升，使油封损坏。

唇口呈粘稠状是长期摩擦的结果，是某一方面出现的反常现象影响到其它方面时所产生的连锁反映，其原因还不十分清楚，大概是因为局部发生干燥接触后引起断裂现象。例如，汽车刹车装置用久了，油封表面就会产生波纹，引起漏油。

在正常工作条件下，唇口具有一定范围的紧迫力。由于紧迫力随着温度而变化，时间一长，紧迫力不断地减小。为使唇口和轴之间保持适当的压力，一般使用板弹簧或螺旋弹簧。

板弹簧的优点是不会粘上气体介质和润滑油中的夹杂物，另外，密封件与弹簧是一体，所以使用后也不会松弛。板弹簧一般装在冷装型密封件上。

螺旋弹簧既可用于热装型，也可用于冷装型。其优点是与密封件不是一体，可简单地更换，可以改变唇口的紧迫力。但螺旋弹簧间容易积累异物，影响弹簧的性能。

在没有润滑油的情况下一般不能使用唇口油封。即使在特殊情况下，也应该将时间控制在最小范围内。发动机的曲柄轴油封，油到密封处需要一段时间，为防止油封磨损、扯裂，必须使油封具有耐干燥运转的性能。

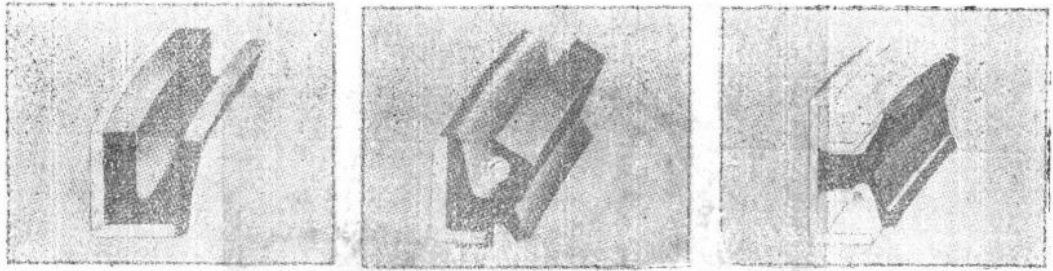
对用户的调查证明，油封几乎没有渗漏现象，大部分合成橡胶油封的漏油量为0.02克/小时，也就是说11小时漏一滴。大约有15%的油封漏油量是0.002~0.1克/小时。如果不是因为误用、使用不当或其它缺陷等原因，合成橡胶油封的漏油量不会高于0.1克/小时。

## 三、油封的选择

### (一) 种 类

1. 单唇口油封(图4a)：用于密封速度低、粘度大(如大黄油)的介质。
2. 单唇口油封装弹簧(图2)：用于密封速度高的低粘度润滑油。
3. 双唇口油封，唇口呈相反方向，一唇口装弹簧，另一唇口不装弹簧(图4b)。装弹簧唇口密封润滑剂，另一唇口密封粉尘、灰尘等异物。
4. 双唇口油封、唇口呈相反方向，两唇口均装有弹簧(图4c)。一唇口密封润滑剂，另一唇口密封流体。这种油封在工作时，即使基本形状发生一点变化，也可使用。





(a)无弹簧单唇口油封

(b)一唇口加弹簧的双唇口油封

(c)二唇口加弹簧的双唇口油封

图 4

如果油封不断开就无法安装或更换时，则要用开口油封(图 5)，这种油封一般装板弹簧，与橡胶一起压制成型。为使它能卷绕在轴上，安装时将油封切断，安装完毕后，再装上带螺钉的盖板。

开口油封主要用在飞溅润滑处，润滑油的油位超过中心位置时，就会发生泄漏。

外向油封(图 6)用于轴静止而孔回转的地方。油封装在轴上，孔壁作为密封面。由于受离心力的影响，这种油封的唇口向外扩张，即使在速度较低的情况下，密封性能也不很好。

流体动力密封(图 7)用在凹槽、凸缘等处，它将油挤到密封内侧。

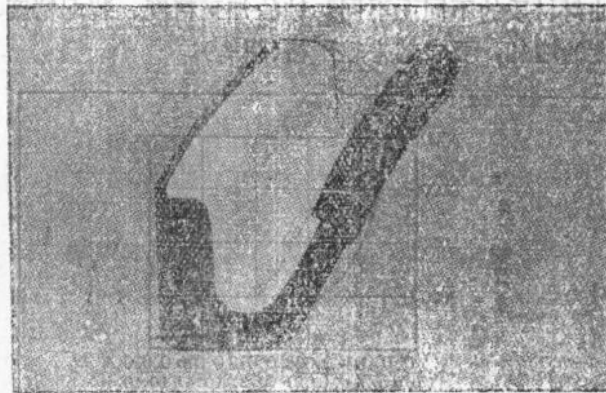


图 5 开口油封

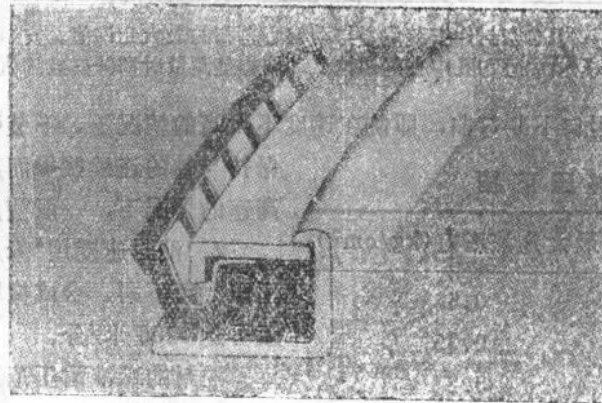


图 6 外向油封

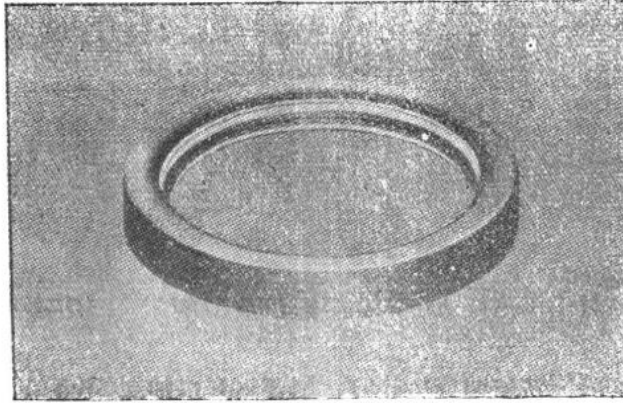


图7 流体动力密封件

单向运转和双向运转的轴，要使用不同的油封。

### (二) 寿命

使用条件决定油封的密封效果和寿命。这些条件最重要的是：轴的转速、装配精度和动偏心；作用于油封的介质压力；密封介质的温度；轴的技术条件；密封介质的性质。

1. 轴转速、装配精度、动偏心对油封的寿命有很大的影响。油封唇口的变位界限根据温度、压力、油封材质的不同而不同。轴的加工精度、装配精度、动偏心、端面跳动公差等，随着速度的增加，要求越来越严格(图8)。

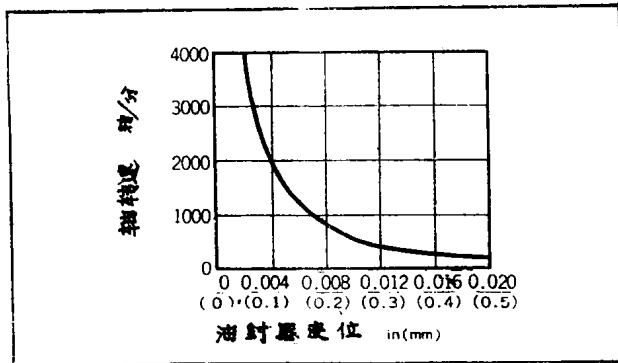


图8 标准密封件安装偏心与动偏心总和的最大允许值。安装偏心是轴中心和孔中心的偏位。动偏心是测量时指针读数的值

轴偏心会引起唇口不断弯曲，即使在速度不太高的情况下，不装弹簧的油封也不能

保持与轴的连续接触而产生渗漏。因此在高速的情况下，一般使用装弹簧的油封。

表1 耐压范围	
轴转速(米/分)	最大允许压力(kg/cm <sup>2</sup> )
0~300	0.5
301~600	0.35
>601	0.2

2. 油封速度用“米/分”表示，根据使用压力而不同。合成橡胶油封的线速度一般可达1200米/分。

油封的标准耐压范围如表1，若要超过表中所允许的压力，则需要特别加以

考虑。

排除孔内大气后，可防止热膨胀而引起的压力上升。在润滑剂与油封之间加上一层隔板，就可以避免润滑流体动压力引起其它零件的排列变化。

3. 由于滑动摩擦、轴摩擦、油流动而产生的热量，以及其它部分传来的热量使油封唇口温度上升，一般合成橡胶在连续使用条件下，温度范围为 $-59\sim+177^{\circ}\text{C}$ ，超过 $177^{\circ}\text{C}$ 时，最好使用氟炭树脂或弹性元件。但是在这种温度下，氟炭局部会出现热塑性现象，造成紧迫力降低。高温状态下使用的密封件，还必须考虑一些其它因素：介质的粘度降低，蒸发量增加，化学反应加快(油封橡胶的分子构造发生变化)等。弹簧的弹力也会因高温退火而减小。

4. 轴的技术条件包括硬度(应在HRC30度以上)。如果不含细砂等杂质，光滑的冷轧钢材也可以做轴；如果轴是用黄铜或铝等软材料制成，则可将钢套压在轴上，油封装在钢套上；此外，非多孔质的硬质镀铬钢材也可制轴，但镀铬层易脱落，露出的尖端会割破唇口。

轴的加工精度在 $0.25\sim 0.5\mu$ (半径平均值)时，油封的密封性能最好，寿命最长。精加工后的刀痕及其纹路方向是很重要的。最好采用没有纹路的抛光和磨削精加工，有花纹时，花纹的方向必须是向密封内侧的，否则即使加工精度在 $0.25\mu\text{Rrms}$ 以上，油封寿命也不会增加。实际上，根据实验结果，过于光滑(约 $0.005\mu\text{Rrms}$ )，不利于保护轴的油膜，会发生早期油封破损。

在有振动和不稳定状态下进行磨削加工，使轴产生的几何缺陷会使轴偏摆和运转不均匀。装配时圆度失常，是因为套筒压在轴的键上而引起的。圆度可用圆度测定仪画一张圆度图(图9)来测量。

轴的公差与唇口设计、轴转速、介质粘度、轴的圆度偏差数值以及形状有关系，作硬性规定是非常困难的。一般说来要注意以下几项：

- (1) 转速很高时，轴的形状、圆度非常重要；
- (2) 不平度要限制在最小范围内；
- (3) 轴的圆度偏差在 $5\mu\text{Rrms}$ 以下；

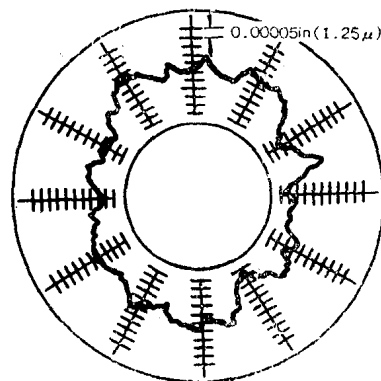


图9 轴的形状、圆度图

表2 轴的尺寸公差

轴径(mm)	公差(mm)
~100	$\pm 0.076$
100~150	$\pm 0.101$
150~250	$\pm 0.127$
>250	$\pm 0.254$

(4) 如果圆度偏差(或轴的振动)大，就需要加大紧迫力，但这样又会增加油封与轴的摩擦，使油封的寿命缩短。

油封尺寸一定时，如果轴的尺寸过大，紧迫力就过大，油封很快就会磨损；相反，轴的尺寸过小，紧迫力就过低，就会漏油。表2是轴的标准尺寸公差。

5. 介质与油封材料的相互作用如下所述。

## 四、材 料

1. 唇口：带唇口油封使用表 3 所示的 5 种橡胶，这些橡胶里应加上各种配料，使其性能适应特殊的工作条件。

**表 3 密 封 材 料 性 能**

特 性	丙 烯 橡 胶	丁 腈 橡 胶	氟 橡 胶	硅 橡 胶	特 氟 隆
硬 度	70—80—90	70—80—90	80	80	—
压 变 形	良	优	良	优	—
干 运 转	劣	良	劣	劣	优
膨 胀	低	低	低	中	无
耐 磨 性	良	优	良	不可	良
最低温度	-17.8℃	-54℃	-40℃	-59℃	-84℃
最高温度	149℃	107℃	204℃	177℃	204℃
引 擎 油	优	优	优	优	优
飞机涡轮发动机油(A)	优	良	优	优	优
润 滑 脂	良	优	优	良	优
耐高压润滑油	优	良	优	劣	优
清 水	劣	优	优	优	优
盐 水	劣	优	优	优	优
美国军用-L-7808油	劣	良	优	优	优
美国军用-L-6082-A油	优	优	优	优	优
美国军用-L-5606油	优	优	优	劣	优
美国军用-L-2105油	优	良	良	劣	优
美国军用-G-10924油	优	优	优	劣	优
苏联空军用—90油	优	优	优	优	优
氟里昂—12	良	优	良	劣	优
磷 酸 酯	劣	劣	优	优	优
四氯乙烯	劣	良	优	劣	优
燃 油	良	优	优	劣	优
煤油、汽油	良	优	优	劣	优
石油系工作油	优	优	优	优	优
制 动 油	劣	劣	良	劣	优
锭子油500	劣	劣	劣	优	优
氨气(冷)	劣	优	劣	良	优
丁 烷	优	优	优	良	优
酮	劣	劣	劣	劣	优

特 性	丙烯橡胶	丁腈橡胶	氟橡胶	硅橡胶	特氟隆
优 点	中温性能良好。 膨胀小	价格低。 低温性能良好。 膨胀小。 生产性良好	膨胀小	低温性能良好	低温性能良好
缺 点	低温性能差。 干摩擦性能差	高温下发生硬化	价格高。 需要特殊的模子	用某些油时膨胀大。 干摩擦性能差。 使用期间易损伤	受特殊形状的限制。 专门定货。 偏心、装配误差不能大。 价格高

(1) 丁腈橡胶是最广泛使用的一种材料，使用温度范围是 $-54\sim 107^{\circ}\text{C}$ 。间歇作业时，温度再高一点也可使用；相反，如果润滑剂中有足量空气时，那么温度在 $82^{\circ}\text{C}$ 以上时，短时间就会硬化、弯曲、裂缝，一般在 $-40^{\circ}\text{C}$ 的低温下，丁腈橡胶还能充分发挥其性能。

特殊的丁腈橡胶在 $-54^{\circ}\text{C}$ 温度下也很柔软，但耐油性不佳。羧基丁腈橡胶耐磨性能好。

(2) 丙烯橡胶耐高温达 $149^{\circ}\text{C}$ ，低温脆化点是 $-18^{\circ}\text{C}$ 。丙烯橡胶对添加在润滑油中的耐高压、高速化学添加剂液体，具有优良的耐性。现在正在开发研究 $-18^{\circ}\text{C}$ 以下可以使用的丙烯橡胶。

(3) 硅橡胶在 $-56\sim 177^{\circ}\text{C}$ 温度范围内具有优良的性能。气体中的氧能增加硅橡胶的耐高温性。某些油会使硅橡胶膨胀，而且对耐高温、高速润滑油添加剂的化学抵抗性能差。如果要提高硅橡胶油封的拉伸强度及耐油性能，需要特定的配方。

(4) 氟橡胶的使用温度是 $-40\sim 204^{\circ}\text{C}$ 。具有耐多种添加剂与流体的性能，但成形时需要特殊的模具。

(5) TFE(特氟隆)的使用温度在 $149^{\circ}\text{C}$ 以上，用来密封特殊的润滑剂，耐飞机燃料及润滑剂、氯化溶剂及其它腐蚀性化学物质的性能优秀。通常在用户订购后制造。

**2. 其它零件：**制做板弹簧，一般使用不锈钢材料，因为它对腐蚀性很强的油类有很强的抗腐蚀性。螺旋弹簧原材料一般用碳钢，特殊情况下也使用不锈钢。组装型油封和单体型油封一般使用碳钢骨架。安装在铝孔内的油封最好使用铝骨架，也可使用黄铜或不锈钢骨架。

油封的安装取决于孔的加工精度。加工精度低以及轻合金孔最好使用单体型油封。

## 五、油封破损的原因

正确地预测油封的实际使用寿命是一件困难的事情。但很多情况下，必须知道油封初期与早期破损的原因。假如密封件生产厂给我们提供了高质量、高性能的油封，使用

时必须要注意以下问题:

1. 发挥油封性能的最重要因素是油封唇口与轴之间保持一定的接触压力。不保持一定的接触压力就会缩短油封使用寿命, 或降低密封效果。高温和润滑油中的添加剂是造成橡胶硬化或软化的原因, 也是造成接触压力变化而引起密封效果不好和使用寿命缩短的主要原因。

油封主要依靠唇口与轴的线接触, 如果唇口急剧磨损, 接触面积就会增加, 使接触压力减小。产生油封磨损的主要原因是轴表面不平、润滑不良、高温、唇口硬度低等。油封磨损与工作时间也有关系。

表 4 是油封寿命缩短的原因及应采取的措施。

**表 4 油封寿命缩短的原因及措施**

症 状	原 因	措 施
1. 漏 油	唇口损伤、裂缝、扯裂	更换优质新油封
	轴表面有条痕、损伤	加工精度小于 $0.5\mu$ (平均半径), 加工完后保护好表面
	轴材料有缺陷	把有缺陷的地方切削掉
	轴振摆、偏心	正确加工轴套、使用适当的轴承、轴承旁边要安装油封
	油封变形	严格装配工艺, 使用适当的装配工具
	过盈量小	检查油封、轴的尺寸
	装配时涂油过多	装配前在唇口或轴上涂少量的油
	弹簧破损	参照症状 7
	骨架破损	参照症状 8
	轴、唇口外周涂敷了密封剂	轴、孔腔内径加工精度高, 就不需要使用密封剂, 若使用外向橡胶油封, 需要涂敷密封剂时要多加注意
	唇口卷曲	参照症状 8
	轴、唇口附着涂料	将油封和轴蒙好后再涂涂料
	油封受腐蚀	参照症状 3
2. 唇口损伤、裂缝、扯裂	轴表面粗糙	除掉和唇口接触的轴表面毛刺、锐角
	花键轴、键槽、凸台肩	使用安装工具, 不损伤唇口
	贮存、搬运等不好	贮存和搬运油封时, 要包装好, 要像对轴承那样, 使用时多加注意

症 状	原 因	措 施
3. 严重磨损、唇口硬化	压 力	在轴套上钻孔，不要施加压力
	过盈量大	检查油封、轴的尺寸和公差
	无 润 滑	进行润滑油封
	轴表面粗糙	提高加工精度，平均半径误差小于 $0.5\mu$
4. 轴磨损	油封受腐蚀	更换油封材料
	有 异 物	装配前要清洗零件，然后涂敷少量的油，在灰尘多的环境下，要使用带防尘唇口的油封，轴硬度在HRC30以上
	机械加工粗糙	提高加工精度，孔径平均半径误差小于 $0.5\mu$
	孔表面有锐角	倒角、去除锐角
5. 油封外圆面损伤	孔 小	检查尺寸
	安装不当	压入力要均匀，严格按工艺装配，使用适当的安装工具
	贮存、搬运不当	贮存和搬运时要轻拿轻放，保护好油封
6. 骨架损伤	安装不当	严格按照装配工艺安装、使用适当的安装工具
	贮存、搬运不当	贮存和搬运时要保护好油封，就是保护好弹簧
7. 弹簧破损	安装不当	严格按照装配工艺进行安装，使用适当的安装工具
	贮存、搬运不当	贮存和搬运时要保护好油封，就是保护好弹簧
	倒角粗糙	倒角平均半径误差要小于 $0.8\mu$ ，能和轴径光滑地接触
8. 唇口卷曲	倒角角度过大	倒角要小于 $30^\circ$
	安装不当	严格按照装配工艺进行安装，使用适当的安装工具

(1) 长寿命是指油封使用寿命超过1000小时者。除突然破损情况外，油封的老化是从油封材料慢慢地变化开始的，润滑油的氧化副产品，常常降低唇口的弹力，所以轴有一点变位，就会发生渗漏。

(2) 中寿命是指油封工作400~600小时后便发生漏油者。中寿命油封，漏油量是由小逐渐增大的，但仍能保持其功能。使用坏了的油封，会变硬或变软。使用条件恶劣时，工作500小时就算是长寿命了。

(3) 短寿命是指使用寿命在100小时之内者，这往往是由于油封的设计、材料、轴加工等方面的原因所造成。

(4) 即时破损是指安装后几小时内就破损。这主要是因为轴或油封有缺陷或伤痕。初期润滑不好，会产生很大的摩擦，其结果会产生很大的摩擦热，导致油封破损。

2. 为延长油封寿命，必须注意以下几点：
- (1) 不要因轴端面振动、轴偏心而使油封受损伤；
  - (2) 润滑适当；
  - (3) 轴表面加工精度高；
  - (4) 轴与油封之间不可有灰尘和砂粒；
  - (5) 选用不会与唇口材料起反应的润滑油；
  - (6) 避免工作条件达到油封材料的临界条件；
  - (7) 装配情况、高速运转时要特别注意。

## 六、装 配

装配方法不正确是油封破损的主要原因之一，正确的装配顺序如下：

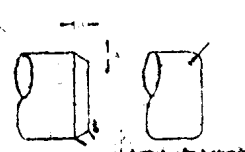
**1. 油封的准备：**唇口涂油后，很容易套到轴上，机器起动后就可进行唇口润滑，一般情况下，油封外圆部分不涂油。

**2. 轴的准备：**轴上不可有毛刺、缺口、划痕。为防止装配时轴端面刮伤唇口，便于安装，轴的端面部分应该有倒角或圆角(图10)。没有过渡圆弧倒角的情况下，或必须越过一个槽安装油封时，必须使用薄壁轴衬。

**3. 装配孔的准备：**孔必须具有耐油封压入的强度和刚性。为便于油封装入孔内，必须进行机械加工和倒角，如果孔的加工精度低，就会损伤油封外圆，发生渗漏。

如果孔内壁没有受损伤，加工精度等于或小于  $2.5\mu$  时，在规定油位的范围内是不会漏油的。如果加工精度低，孔内必须使用密封填料(润滑脂密封除外)。

因为油封固定在孔内，所以必须严格控制孔的内径公差。如果内径过大，油封与孔之间就会有间隙，造成漏油；相反，如果内径过小，油封就会弯曲、变形，无法使用。表5是孔内径的标准公差。另外还必须考虑孔的热膨胀系数。



轴径 mm	A mm	B mm
6~22	1.6	6.4
23~75	4.8	6.4
76~150	3.2	9.5
150以上	4.0	12.7

图10 轴的倒角尺寸

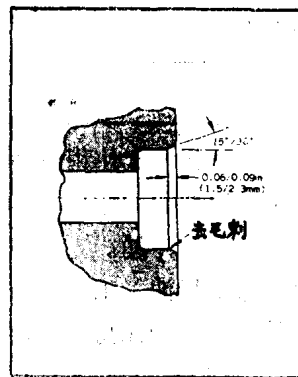


图11 孔的倒角尺寸

**4. 装配油封：**将油封装入孔内，最好使用机械压力机。压力机的压头或安装油封工具不能比孔小  $0.25\text{mm}$  以上，接触油封的部分必须平坦。装配油封时，只准压油封的骨架外圆部分，不准压骨架内部和其它部位。



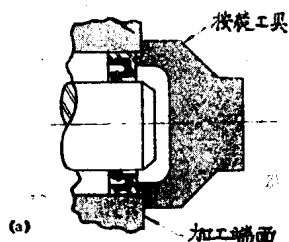
表 5 孔 公 差

孔 内 径 mm	公 差 mm	孔 内 径 mm	公 差 mm
~75	$\pm 0.025$	250.1~500	+0.05 -0.10
75.1~150	$\pm 0.038$	500.1~1000	+0.05 -0.15
150.1~250	$\pm 0.050$	1000.1~	+0.05 -0.25

如果不能使用压力机或不易装配时，可垫上衬套用木锤轻轻敲打。直径大的油封或紧急安装时，可用木棒呈直角贴在唇口处来代替安装工具。装配直径500mm的油封，最好在圆周对称的点同时敲打，但不论在什么情况下，决不可用木锤直接敲打油封。

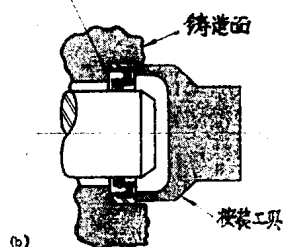
为充分发挥密封性能，必须将油封正确地装在轴上。安装良好是指半径方向偏位不超过0.25mm。油封压入孔内时，油封与孔的中心线必须相垂直(图12)。

加工端面要求和孔相垂直

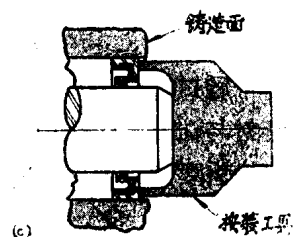


(a) 在直孔而且端面经过加工的情况下，安装工具压油封要压到碰着加工面为止。

端面要求和孔相垂直



(b) 在带台肩的情况下，安装工具把油封压到台肩端面为止。



(c) 在直孔而端面不加工的情况下，安装工具把油封压到碰着轴端面为止。

图12 油封的安装方法

油封也可安装在盖板或轴承支承环上使用。将油封装入盖板后，再装在轴上，油封要承受盖板的重量，唇口易变形。在离轴很近的地方加工一个密封用孔，就可以减轻油封承受的重量。