

说明

轴封是旋转密封件。它们用于密封旋转或摆动的机械元件（主要是轴）。它的应用领域广泛，常见于机械和设备工程的所有领域。

典型应用

- 发动机和齿轮制造
 - 工业齿轮
 - 齿轮发动机
 - 电机
 - 内燃机
- 泵
- 驱动系统
 - 农业机械
 - 工程机械
- 家用电器
 - 洗衣机（家用和工业用）
 - 洗碗机
- 重工业机械
 - 轧机
 - 造船业
 - 风力发电机

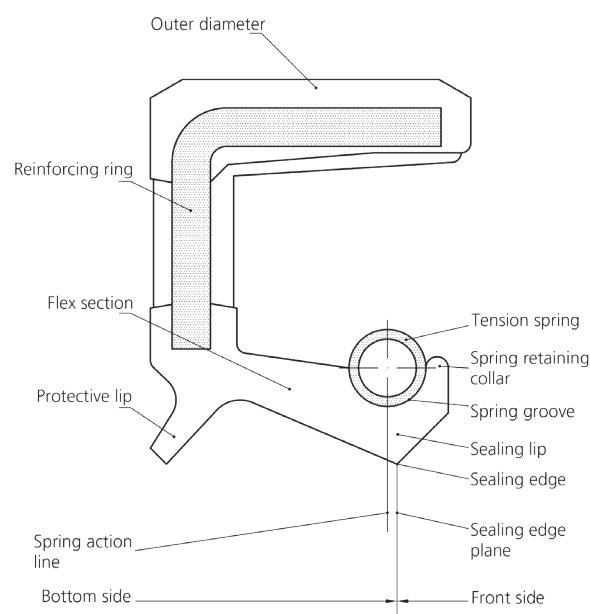
对轴封的要求

- 在所有工作条件下均能实现无泄漏密封
- 低摩擦，低功率损耗，发热量小
- 安装简单，更换方便

在大多数应用中，轴封的作用是将润滑介质保留在需要密封的空间内。同时，还需要防止污垢、灰尘等侵入需要密封的空间。轴封能够最好地完成这些任务，因此是最常用的密封元件。

轴封的结构特征如下：

- 弹性体部件，
 - 密封唇，
 - 或防护唇（如适用）
 - 外径，以及
 - 金属外壳（加强环）的涂层
- 金属外壳，
- 弹簧。



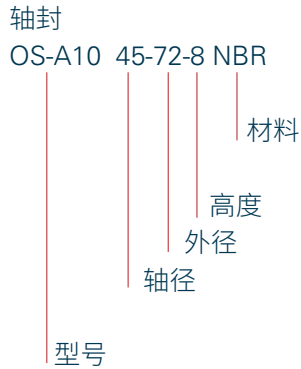
轴封术语

带弹性体外径的 OS-A11 型，
密封唇、弹簧和保护唇

标准

轴封的设计基于德国标准 DIN 3760。
国际上也采用 ISO 6194 标准。

轴封的常见代号包括类型、轴径、外径、高度和材料：



质量

我们的轴封在各个环节均按照严格的质量要求制造，
从研发、原材料采购到加工和发货。

现代化的制造方法、多年的经验、严格的测试以及对
所有步骤的持续记录，确保满足我们自身、特别是客
户的质量要求。

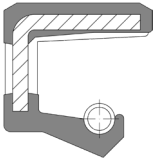
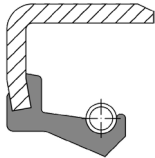
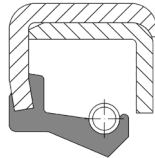
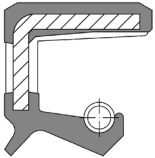
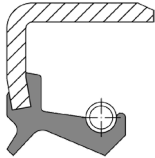
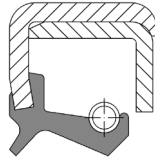
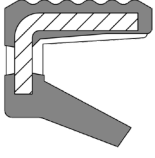
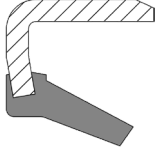
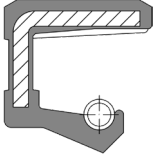
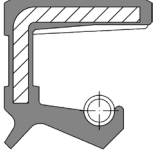
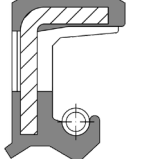
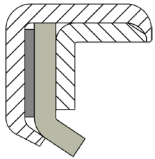
产品质量受到持续控制，以符合通用的国际规范和
标准。

以下交付质量适用于所有未另行约定的标准轴封：

符合 DIN 3760 标准的轴封
可接受质量水平 AQL 1.5，符合 DIN ISO 2859-1 标准

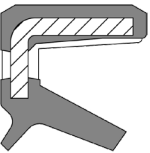
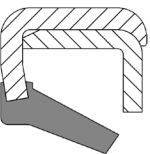
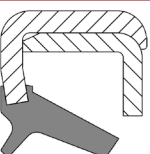
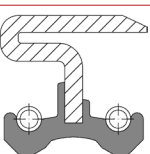
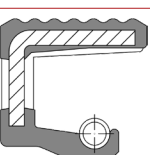
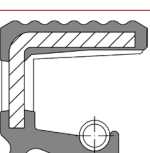
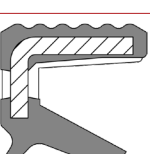
可根据采购订单单独确定客户特定的质量要求。

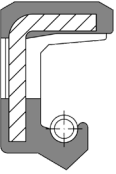
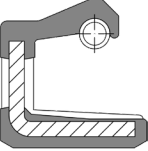
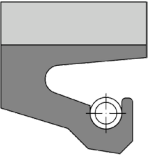
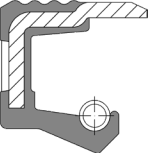
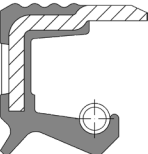
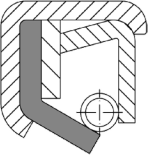
标准类型

唇口设计	外径		
	弹性体外径	金属外径	金属外径， +加强盖
密封唇，弹簧式	OS-A10 	OS-B10 	OS-C10 
密封唇，弹簧式， + 保护唇	OS-A11 	OS-B11 	OS-C11 
密封唇，无弹簧	OS-G12 	OS-B12 	
密封唇，弹簧式， 外壳完全由弹性体包覆	OS-F10 		
密封唇，弹簧式， + 保护唇 外壳完全由弹性体包覆	OS-F11 		
密封唇，弹簧式， + 保护唇， 可承压 (参见运行参数/压力)	OS-N21 		
非模压加工，金属外径， 无弹簧 PTFE 密封唇		OS-PA31 	

特殊型号

可按需提供全系列特殊型号。
下面列出了部分精选产品。

截面	型号	说明
	OS-A13	弹性体外径， 无弹簧密封唇 + 保护唇
	OS-C12	金属外径 +加强盖， 无弹簧密封唇
	OS-C13	金属外径 +加强盖， 无弹簧密封唇 + 保护唇
	OS-D10	弹性体外径， 2 个弹簧型密封唇， 用于分离两种介质
	OS-D15	金属外径， 2 个弹簧型密封唇， 用于分离两种介质
	OS-G10	弹性体外径，带波纹， 弹簧型密封唇
	OS-G11	弹性体外径，带波纹， 弹簧型密封唇 + 保护唇
	OS-G13	弹性体外径，带波纹， 无弹簧密封唇 + 保护唇

截面	型号	说明
	OS-N34	弹性体外径， 弹簧型密封唇， 可承受压力载荷 (参见运行参数/压力)
	OS-O18	外密封， 弹簧型密封唇， 内径包覆弹性体
	OS-Q10	外径织物增强， 弹簧型密封唇
	OS-BG10	外径半金属， 半弹性体，带波纹， 弹簧型密封唇
	OS-BG11	外径半金属， 半弹性体，带波纹， 弹簧型密封唇 + 保护唇
	OS-ST18	盒式密封
	OS-W10	非模压加工， 金属外径， 弹簧型密封唇
	OS-W11	非模压加工， 金属外径， 弹簧型密封唇 + 保护唇

工作原理，密封理论

密封系统周围的多种因素决定了轴封的可靠运行。整个密封系统由轴封、轴、座孔、介质、环境和运行条件组成，决定了密封件的功能和耐用性。

轴封承担 2 种密封任务：

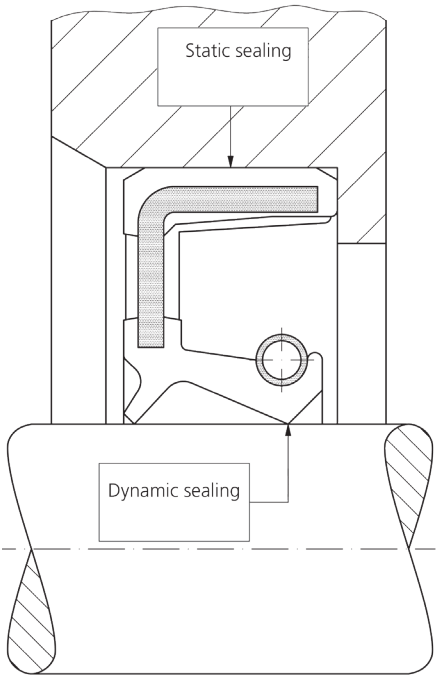
- 座孔与密封件外径之间的静态密封；这同时保证了密封件在座孔中安全、紧密地配合。
- 轴封密封刃口与轴表面之间的动态密封。（当轴停止时，密封件也是静态的。）

静态密封

外壳孔和轴封外径之间的静态密封通过密封件外径的过盈量实现。（见表格 + 特性）

规定的安装和引入倒角决定了密封件的设计和安装空间，从而在简便安装与静态密封之间实现了良好的平衡。

过盈量是指轴伸密封外径大于外壳孔标称尺寸的部分。



外径 D 允许的直径偏差

外径 D 的
(圆度偏差)

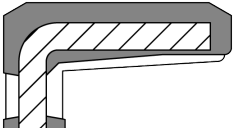
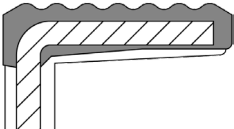
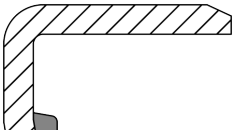
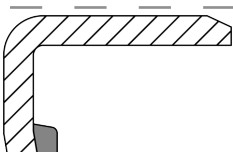
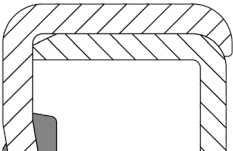
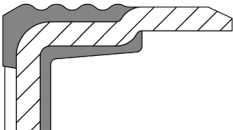
最高 50	0.25
大于 50 最高 80	0.35
大于 80 最高 120	0.5
大于 120 最高 180	0.65
大于 180 最高 300	0.8
大于 300 最高 500	1.0

直径差 ($D_{\max} - D_{\min}$) 是通过圆周上均匀分布的 3 次或多次测量获得的。

轴伸密封外径的过盈量

外径 D	符合 DIN A 型标准的型号	符合 DIN A 型标准的型号 + 波纹	符合 DIN B & C 型的型号
	弹性体外壳，光滑	弹性体外壳，波纹状	外壳金属
最高 50	+0.30 +0.15	+0.40 +0.20	+0.20 +0.10
大于 50 最高 80	+0.35 +0.20	+0.45 +0.25	+0.23 +0.13
大于 80 最高 120	+0.35 +0.20	+0.45 +0.25	+0.25 +0.15
大于 120 最高 180	+0.45 +0.25	+0.55 +0.30	+0.28 +0.18
大于 180 最高 300	+0.45 +0.25	+0.55 +0.30	+0.30 +0.20
大于 300 最高 500	+0.55 +0.30	+0.65 +0.35	+0.35 +0.23

外径版本

草图	设计	外径版本 A、B、C 的特性
	橡胶包覆外径，光滑 (如 DIN 3760 的 A 型 所述)	高静态密封安全性， 适用于高热膨胀的壳体， 例如，轻金属壳体， 适用于分离式壳体， 适用于表面粗糙度较高的壳体， 适用于压力应用， 适用于密封稀薄或气态介质， 无摩擦腐蚀风险
	橡胶包覆外径，带波纹 (如 DIN 3760 A 型 所述 + 波形轮廓)	除了光滑版本的属性外： 由于过盈量较大， 外径处的静态密封效果最佳， 这不仅便于安装， 还能避免密封件在压入后 发生回弹和偏斜
	金属外径 (如 DIN 3761 B 型 所述)	由于采用金属/金属压配合，此部件在壳体内部的配合非常紧密且精准， 因此在与轻金属壳体、表面粗糙度较高的壳体以及压力应用场合配合时，应格外小心： 如有必要，可在外径上使用密封辅助材料。
	金属外径，涂漆 (如 DIN 3761 B 型 所述)	
	金属外径 + 加强盖 (如 DIN 3761 C 型 所述)	不易受粗暴或错误安装的影响， 较大的尺寸提供更高的刚性
	部分橡胶包覆外径， (结合 A 型 和 B 型)	兼具 A 型出色的静态密封性能 与 B 型在壳体内部的紧密配合

动态密封

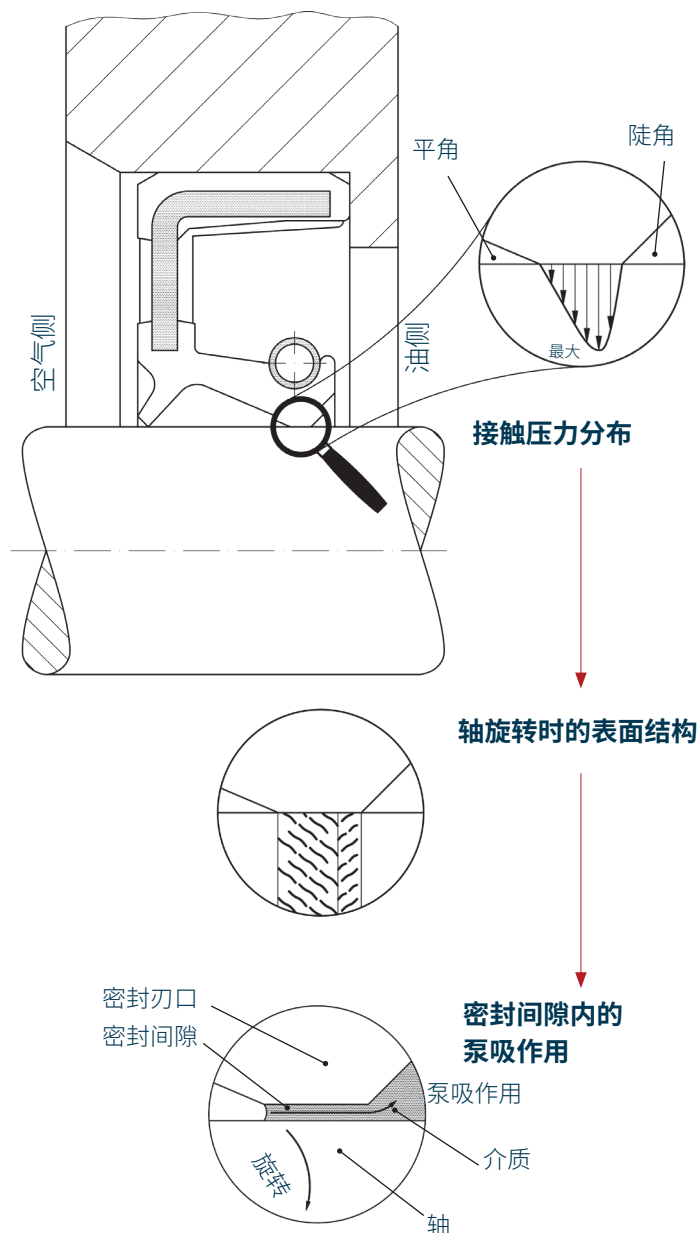
当轴旋转时，在密封刃口与轴之间的接触区域会建立起流体动力密封机制。密封唇的几何形状、密封唇材料以及轴的表面结构对密封机制至关重要。

密封唇的重要设计特征包括：

- 前侧密封唇角
介质侧的陡角
- 底侧密封唇角
空气侧的平角
- 密封唇的长度和厚度
影响密封唇的弹性，
从适合径向圆跳动和同轴度偏差（长平轮廓）到可承受高压的密封唇（短高轮廓）
- 弹簧位置
弹簧作用线相对于密封刃口平面有轻微的轴向向内位移（参见轴封的图形说明）
- 密封唇过盈量
安装前密封件的内径小于轴的外径。安装时密封唇也会相应拉伸。
- 密封唇径向力
安装期间拉伸密封唇时产生的密封唇回弹力充当轴表面上的环形压力。
这种径向力由弹性体中的拉伸应力和弯曲应力以及拉伸弹簧的膨胀共同构成。

随着轴旋转速率的增加，从静摩擦状态转变为混合摩擦，从而产生流体动力滑动状态。这会导致密封刃口浮动，并形成充满润滑剂（介质）的极薄密封间隙。密封间隙中的润滑剂承担着润滑和冷却密封区域的基本任务。填充在密封间隙中的润滑剂通过微泵作用被送回系统，而不会泄漏到密封件的空气侧。

由于不同的密封唇角和密封件的径向力，密封间隙中的接触压力呈现不对称分布，从而产生了微泵效应。



在旋转开始时，密封刃口接触区内的弹性体沿旋转方向发生变形。这会形成由许多沿旋转方向倾斜分布的微小凹坑和凸起（称为微观凸点）组成的表面结构。在与轴的密封间隙中循环的介质会被这些结构偏转。由于接触压力的非对称分布，面向介质侧的结构多于空气侧，从而在介质侧方向产生整体的泵吸效应。

流体动力密封辅助装置，螺旋线

作为一种特殊设计，轴封的密封唇底部可以配备所谓的螺旋线。当密封刃口下方的介质到达底侧时，螺旋线凭借轴的旋转协助介质回送，从而实现流体动力密封效果。

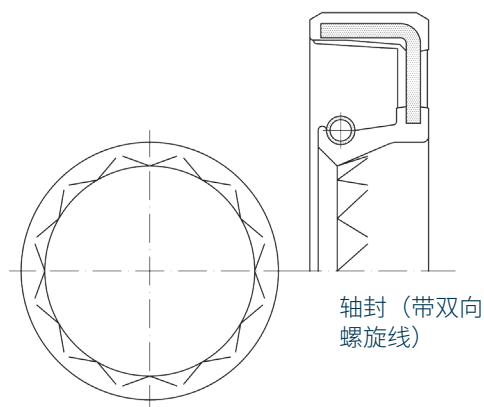
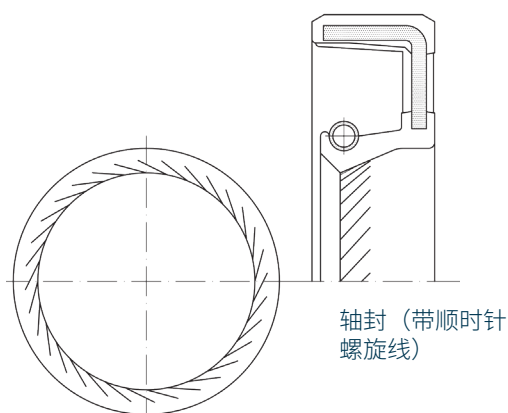
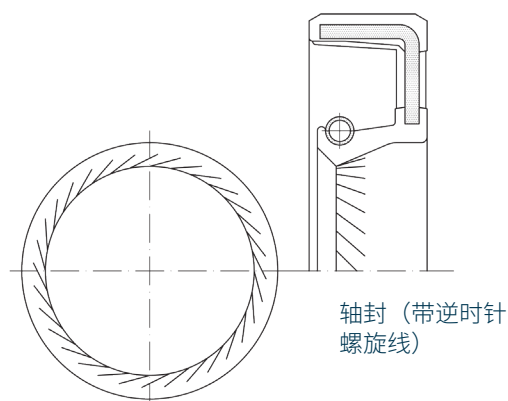
凸起的螺旋肋条沿密封唇呈对角线延伸，将任何可能到达底部的介质引导至密封刃口，并通过下方将其送回需密封的空间中。

具有这种螺旋线的轴封可产生增加的泵送效果，因此在略微损坏的轴表面或增加的偏心率等恶劣的工作条件下，仍能保证所需的密封效果。

各种不同的螺旋线类型分为单螺旋线和双向螺旋线。

具有单螺旋线的轴封仅适用于轴的一个旋转方向，通常称为顺时针或逆时针。

具有双向螺旋线的轴封适用于具有交替旋转方向的轴。



材料

丰富的材料选项

为轴密封原件选择正确的材料组合，对于确保其可靠运行和耐用性起着决定性的作用。因此，我们针对弹性体部分、弹簧以及加强环，提供各种标准材料和大量特殊材料供您选择。

标准材料的设计旨在覆盖广泛的应用范围，对于绝大多数应用，都可以直接从库存现货发货。

对于有特殊需求的应用，我们可以为您提供由于其成分组成而定制以满足您要求的特殊材料。

如果确实有任何现有材料成分都不适合的应用，我们将很乐意为您开发合适的组合（须满足最低起订量）。

生产

材料的生产按照预先设定的、严格监控的生产流程进行，并实现了从最终产品到第一个生产步骤的完全可追溯性。

轴封的关键部分是弹性体部分。“弹性体”一词源自橡胶材料的弹性，这种材料在不需要太大压力的情况下就可以变形，但在释放时立即恢复其原始形状。这些弹性体的基础原料是橡胶（生胶）。生胶可以作为天然橡胶在种植园中获得，或者像今天轴封的惯常做法一样，几乎全部从化学工业的合成橡胶中获得。

为了满足对现代密封材料的不同要求，除了各种基础橡胶材料外，还有许多不同的化合物。每种化合物都遵循特定、明确且受控的配方，除了基础生胶外，还包括填料、软化剂、硫化剂、加工助剂和其他添加剂。

在称为硫化的成型过程中，由橡胶化合物制成最终的轴用密封件。放入压机模具中并施加压力和热量的塑性橡胶会转变为弹性橡胶材料，并与加强环粘合。动态密封刃口要么直接模压成型，要么在随后的修边工艺中完成。最后一个生产步骤是将弹簧装入弹簧槽中

材料命名法概述

基础聚合物的化学名称

缩写依据标准

	DIN ISO 1629	ASTM D 1418
丁腈橡胶	NBR	NBR
氟橡胶	FKM	FKM
三元乙丙橡胶	EPDM	EPDM
硅橡胶	VMQ	VMQ
氢化丁腈橡胶	HNBR	HNBR
丙烯酸酯橡胶	ACM	ACM
	DIN EN ISO 11043-1	ASTM D 1600
聚四氟乙烯	PTFE	PTFE

材料的一般说明

丙烯腈-丁二烯橡胶 – NBR

在 O 型圈和径向轴封等标准密封中，NBR 是最广泛使用的材料。这是由于其具有良好的机械性能、高耐磨性、低透气性以及矿物基油和润滑脂的高耐受性。

NBR 是丁二烯和丙烯腈的共聚物。根据应用的不同，丙烯腈的含量可在 18% 到 50% 之间变化。较低的 ACN 含量可提高低温韧性，但会降低耐油和耐燃油性能。较高的 ACN 含量可提高耐油和耐燃油性能，但会降低低温韧性并增加压缩永久变形。为了获得平衡的性能，我们的标准 NBR 材料的平均 ACN 含量约为 30%。

NBR 对以下物质具有良好的耐受性：

- 矿物基油和润滑脂
- 脂肪烃
- 动植物油脂
- 液压油 H、H-L、H-LP
- 液压液 HFA、HFB、HFC
- 硅油和硅脂
- 水（最高 80°C）

NBR 不耐受以下物质：

- 芳香烃含量较高的燃料
- 芳香烃
- 氯化烃
- 非极性溶剂
- HFD 液压油
- 乙二醇基制动液
- 臭氧、耐候、老化

适用温度范围：

- 标准型号 -30°C 至 +100°C（短期 +120°C）
- 特殊等级最低可达 -50°C

氢化丁腈橡胶 – HNBR

HNBR 是通过对 NBR 橡胶中丁二烯分子的双键进行选择性氢化而制得的。随着氢化程度的提高，HNBR 在耐高温、耐臭氧和耐老化性能以及机械性能方面都有明显改善。

HNBR 的耐介质性能与 NBR 相同。

适用温度范围：

- -30°C 至 +150°C

氟橡胶 – FKM

FKM 材料已广泛应用于许多要求高耐热性和/或耐化学性的领域。FKM 还具有出色的耐臭氧、耐气候和耐老化性能。由于透气性极低，FKM 被推荐用于真空应用。

FKM 对以下物质具有良好的耐受性：

- 矿物基油和润滑脂
- 脂肪烃
- 芳香烃
- 氯化烃
- HFD 液压油
- 动植物油脂
- 硅油和硅脂
- 燃油
- 非极性溶剂
- 臭氧、耐候、老化

FKM 不耐受以下物质：

- 乙二醇基制动液
- 极性溶剂（例如丙酮）
- 过热蒸汽
- 热水
- 胺类、碱类
- 低分子有机酸（如乙酸）

适用温度范围：

- -15 至 +200°C（短期 +220°C）
- 采用特殊等级时，最低可达 -35°C

三元乙丙橡胶 – EPDM

EPDM 的使用温度范围大，有良好的耐臭氧、耐风化和耐老化性能，也能耐受热水和蒸汽。与硫磺硫化的 EPDM 相比，过氧化物硫化的 EPDM 材料具有更好的耐温性和耐化学性，并可获得更好的压缩永久变形值。

EPDM 对以下物质具有良好的耐受性：

- 热水和热蒸汽
- 许多极性溶剂（如醇类、酮类、酯类）
- 许多有机和无机酸碱
- 洗涤盐水
- 硅油和硅脂
- 乙二醇基制动液（需要特殊等级）
臭氧、耐候、老化

EPDM 不耐受以下物质：

- 所有种类的矿物油产品（油、润滑脂、燃料）

适用温度范围：

- -45°C 至 +130°C（硫磺硫化）
- -55°C 至 +150°C（过氧化物硫化）

硅橡胶 – VMQ

硅胶材料具有出色的抗老化性能、抗氧、抗臭氧、抗紫外线辐射和耐候性能，以及非常宽泛的应用温度范围和极佳的低温韧性。硅胶在生理上是无害的，因此非常适合用于食品和医疗产品应用。硅胶具有良好的电绝缘性能，且对气体具有极高的渗透性。由于机械性能较弱，硅橡胶 O 型圈最好用于静态环境。

硅橡胶对以下物质具有良好的耐受性：

- 动植物油脂
- 水（最高 100°C）
- 脂肪族发动机油和齿轮油
- 臭氧、耐候、老化

硅橡胶不耐受以下物质：

- 硅油和硅脂
- 芳烃矿物油
- 燃油
- 120°C 以上蒸汽
- 酸和碱

适用温度范围：

- -60°C 至 +200°C
- 特殊等级可达 +230°C

丙烯酸酯橡胶 – ACM

ACM 对较高温度下含有添加剂的矿物油具有良好的耐受性。这使 ACM 成为汽车行业的首选材料。

ACM 对以下物质具有良好的耐受性：

- 矿物油基发动机、齿轮和 ATF 油
- 臭氧、耐候、老化

ACM 不耐受以下物质：

- 乙二醇基制动液
- 芳香烃和氯代烃
- 热水、蒸汽
- 酸和碱

适用温度范围：

- -20°C 至 +150°C

聚四氟乙烯 – PTFE

PTFE 是一种含氟热塑性材料，作为密封材料具有许多非常优异的特性。这包括其极高的耐热性和几乎不受限制的耐化学性。在本文所述的所有密封材料中，PTFE 具有最低的摩擦系数，这使其非常适合动态应用。

不含填料的纯 PTFE 材料具有生理安全性，因此也常用于食品相关应用和医疗技术中。

含填料的 PTFE 材料用于轴封。

OS-PA31 配备了由 PTFE 碳/石墨制成的夹紧密封唇。

弹性体轴封可以在密封唇上配有一层薄的 PTFE 薄膜以减少摩擦（例如应用于赛车领域）。

适用温度范围：

- -90°C 至 +250°C

轴封的 标准材料

材料	型号	硬度 [邵氏 A]	硬度 [邵氏 D]	颜色	应用温度 范围 [°C]
NBR	标配 弹性体密封唇	70	-	黑色	-40 至 +100
FKM	标配 弹性体密封唇	80	-	棕色	-25 至 +200
NBR	OS-N21	80	-	蓝色	-40 至 +100
NBR	OS-G12	70	-	绿色	-40 至 +100
PTFE 碳/石墨	OS-PA31	-	-	灰色	-90 至 +250

轴封的 特殊材料

材料	型号	硬度 [邵氏 A]	颜色	应用温度 范围 [°C]
NBR 抗摩擦石墨	适用于所有带有弹性 体密封唇的型号，可 按需提供	70	黑色	-40 至 +100
NBR 抗摩擦 MoS2		70	黑色	-40 至 +100
NBR 高丁腈		70	黑色	-30 到 +100
NBR 低温度等级		70	黑色	-50 至 +90
HNBR		70	黑色	-40 至 +130
硅橡胶 VMQ		80	红色	-55 至 +200
ACM		70	黑色	-20 至 +150
EPDM		70	黑色	-40 至 +140

我们很乐意根据您的要求，为您提供硬度、颜色和成分各异的其他材料化合物。

弹簧材料

型号	材料 非合金弹簧钢丝 (根据 DIN EN 10270-1 标准)	不锈钢 1.4301 (AISI 304)
标准	X	按需提供
FKM 材质的 OS-F10 FKM 材质的 OS-F11	—	X

根据要求，标准轴封也可提供不锈钢弹簧。

外壳材料

型号	材料 非合金钢 (根据 DIN EN 10139 标准) (SAE 1008)	不锈钢 1.4301 (AISI 304)
标准	X	按需提供

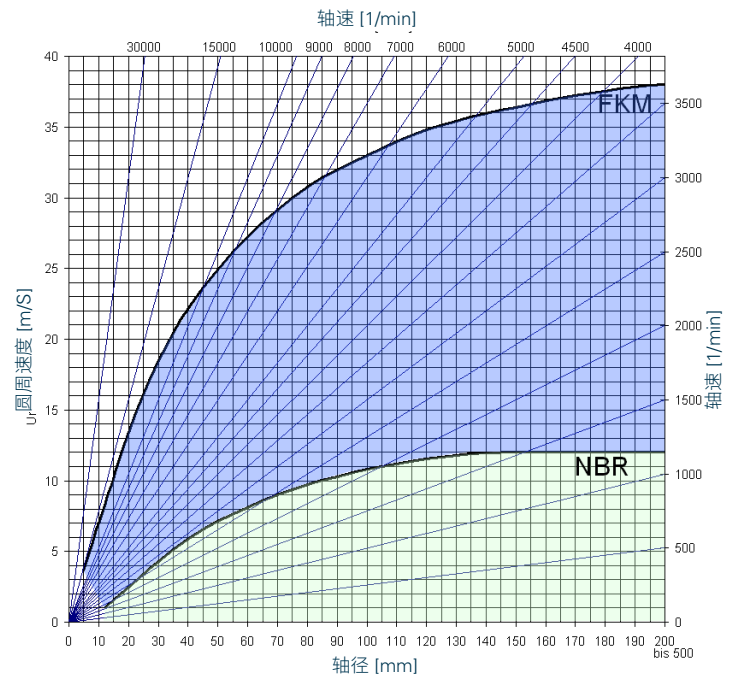
根据要求，标准型号也可提供不锈钢外壳。
此外，外壳的一侧或两侧均可由弹性体完全覆盖。

运行参数

圆周速度（转速）

右图说明了基于材料的轴封轴允许转速或圆周速度的值。此图适用于无压操作以及具有良好润滑和散热条件的有利工况。在周围条件较差的情况下，允许值也会相应降低。例如，对于脂类润滑，这些值可按 50% 的降幅来估算。

使用带保护唇的型号可能会引起摩擦而导致温度升高。在这种情况下，还必须降低最大圆周速度。



如何使用图表

已知轴径和转速：

您需要确定图表底部相应轴径 [mm] 上方的垂直线，与从图表右边或上边缘起始的相应对角转速线的交点。

已知的轴径和圆周速度：

您必须确定交点，即图表底部对应轴径 [mm] 上方的垂直线与从图表左边缘对应圆周速度 [m/s] 处开始的合适水平线的交点。

如果该交点位于 NBR 曲线下方，则可以将 NBR 材质的轴封用于此应用。

如果交点位于 NBR 曲线上方但位于 FKM 曲线下方，则可使用 FKM 材质的轴封。由于速度很高，NBR 材料在该区域会出现过高的热负荷。

在临界情况下，应仔细考虑所有应用参数，必要时应选择更高质量的材料。如果产生的交叉点也位于 FKM 线之上，则不再推荐使用标准轴封。

如需进一步的信息和建议，请随时联系我们。

示例：

轴径 100mm

转速 1500 1/min

δ 圆周速度

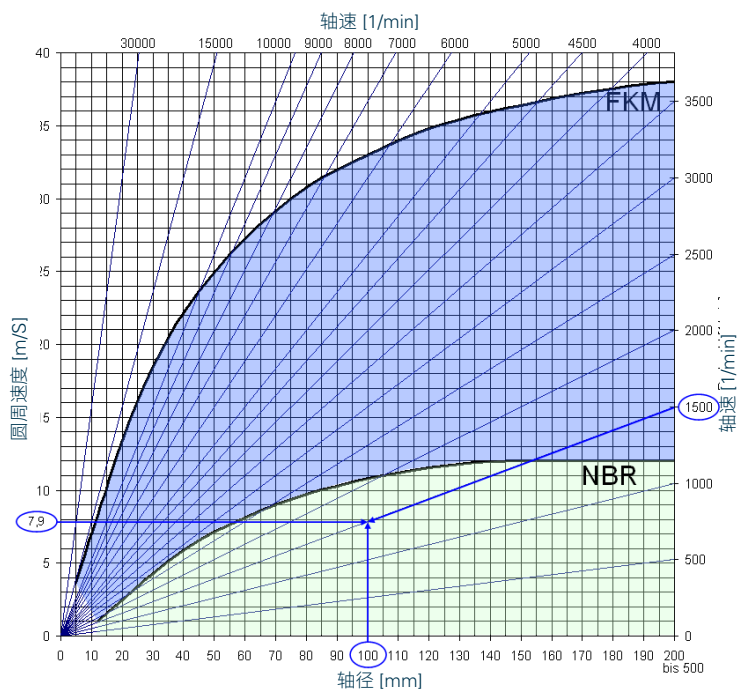
$$v [m/s] = \frac{d [mm] * n [1/min] * \pi}{60000}$$

v = 圆周速度

d = 轴径

n = 转速

$$\delta \quad v = \frac{100 * 1500 * 3,1416}{60000} \approx 7,9 \text{ m/s}$$



示例，无压运行状态下允许的圆周速度（转速）

结果：

确定的交点位于 NBR 区域内。

在良好的润滑和良好的散热条件下，可以使用由 NBR 制成的轴封。

温度

密封件承受的温度负荷由介质温度（如油温）以及密封刃口与轴之间摩擦产生的温升组成。

根据线速度、润滑条件、介质、散热条件、轴封材料、轴的表面光洁度以及压力负荷的不同，在密封间隙内产生的温度最高可超出油池温度 80°C。在标准实际工况下，甚至可能出现 30°C - 40°C 的超温。

在根据下表选择合适材料时，必须考虑超温引起的负载。

材质	硬度 [邵氏 A]	颜色	耐高温 [°C]	耐低温 [°C]
NBR	70	黑色	+100	-40
FKM	80	棕色	+150 连续 最高 +200	-25
HNBR	70	黑色	+130	-40
VMQ	80	红色	+150 连续 最高 +200	-55
ACM	70	黑色	+150	-20

如果发生热过载，可能会由于过度磨损以及密封唇的硬化和开裂而导致密封件过早失效。

压力

所有标准轴封均设计用于无压力运行状态。

如果在运行期间待密封的装置内部产生过高压力，建议对壳体进行排气。尽管如此，标准型号仍可控制高达 0.05 MPa 的过载压力。随后，需根据下表降低最高转速：

压力

轴

偏差最大值 [MPa]	最大速度 [1/min]	最大圆周速度 [m/s]
----------------	-----------------	-----------------

0.05	最高 1000	2.8
------	---------	-----

0.035	最高 2000	3.15
-------	---------	------

0.02	最高 3000	5.6
------	---------	-----

加压情况下的允许转速（根据 DIN 3760 标准）

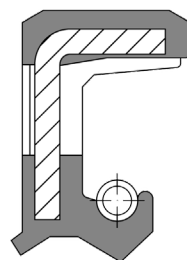
由于压力的增加，密封唇对轴的压紧力也会随之增大。密封唇变形，密封唇与轴之间的接触宽度增加。这会导致摩擦和热负荷急剧增加。在选择密封件的类型和材料时，必须考虑到这种增加的负荷。否则会导致密封件因磨损或硬化而过早失效。如果过载过高，可能会导致密封唇翻转（密封唇的一部分向外翻向空气侧）。

在承压系统中，存在轴密封被挤出安装座的危险。出于这一原因，我们建议在设计中加入轴向保护装置，例如法兰盖或挡圈。

对于超压密封，我们可提供以下特殊型号：

我们的 OS-N21 型：

OS-N21 的密封唇和加强环专为承压应用而设计。它的密封唇更短、更硬，并且不会导致接触压力过度增加。加强环在轴径上向下拉得更低，能更好地支撑密封唇。密封唇的柔韧性较低，要求动态跳动和偏移的公差更小。



OS-N21 型

应用限制取决于轴的转速和直径 - 见下表：

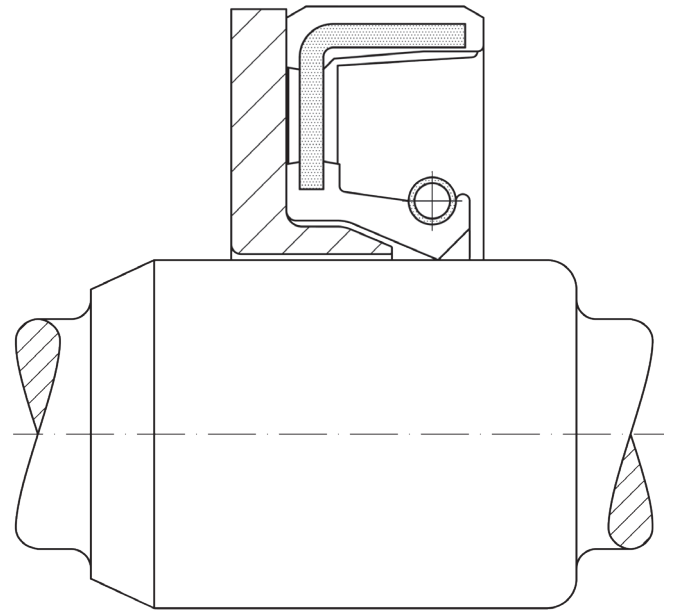
速度 [1/min]	轴径 [mm]		
	20	40	80
0	10	8.5	7
500	10	8.5	5
1000	5.5	4.5	3
2000	3	2.5	1.5
3000	2	1.5	0.3
4000	1.2	0.5	0
5000	0.7	0	-
6000	0	-	-

OS-N21 型的最大压力 [bar]。

这些数据适用于油润滑及散热条件良好的情况。

轴封 + 支撑环

作为 OS-N21 型的替代方案，可以使用标准轴封（无保护唇）加一个单独的支撑环。此选项的允许压力低于 OS-N21 的允许压力。要获得适用的支撑环图纸，请联系我们。



带支撑环的轴封

待密封介质

待密封介质以及密封区域的预期温度，对轴封及其材料的选择具有决定性影响。

轴封必须对所用介质具有“耐受性”，这意味着化学作用不应在很大程度上对密封材料的特性产生负面影响。

弹性体可以

- 老化过程中会吸收部分待密封介质，并因此硬化，或
- 而高温会加速这一过程。

耐受性评估可基于：

- 1. 在类似应用中获得的个人经验
- 2. 弹性体耐受性列表（必要时请联系我们）
- 3. 来自介质生产商的信息（通过标准弹性体的经验获得的数值）
- 4. 实验室测试：评估标准化试样在介质中存放后的硬度、体积、拉伸强度和极限伸长率特征
- 5. 在实际应用条件下进行测试台测试
- 6. 在机械设备真实条件下进行实际测试

在许多情况下，仅评估前 3 项足以获得精确的耐受性。对于敏感应用、未知介质、不同介质的混合物，以及多个参数达到其允许极限的应用，应提前测试其耐受性（第 4 至第 6 项）。

矿物基润滑剂

在低添加剂矿物油基润滑剂领域，我们由 NBR 和 FKM 制成的标准轴封通常具有良好的耐受性。对于特殊的高添加剂润滑剂，我们建议联系润滑剂生产商，并在必要时进行测试。

合成润滑剂

合成润滑剂对密封材料的影响主要取决于润滑剂中使用的添加剂比例。尽管它对润滑剂性能的改善作用十分明显，但对密封件的化学影响却可能同样严重。因此，如有疑问，我们建议进行耐受性测试。

一般而言，在兼容、低添加剂的合成润滑剂以及温度约为 60-80°C 的条件下，可以使用我们的 NBR 材质标准轴封。在更高温度或使用高添加剂合成润滑剂的情况下，事实证明 FKM 是更好的材料选择。

腐蚀性介质

腐蚀性介质需要使用具有更高抗性的相应密封材料或材料组合。请查阅相关的耐受性列表。

在此情况下，我们产品系列中最合适的产品是：

OS-F10, OS-F11

密封唇材料：	FKM
弹簧材料：	不锈钢 1.4301
加强环：	弹性体全包覆（防腐蚀）

OS-PA31

密封唇材料：	PTFE 碳/石墨
加强环：	不锈钢

各种介质的最高 允许连续温度 [°C]

材料	矿物油									阻燃液压油 VDMA 24317 DIN 24320				其他介质	
	低温	高温 (空气中)	发动机油	变速箱油	双曲线齿轮油	ATF 油	符合 DIN 51524 标准的 液压油	燃油 EL 和 L	润滑脂	HFA 水包油型乳化液	HFB	HFC	HFD	水	肥皂水
NBR	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
FKM	-25	200	150	150	140	150	130	100	150	●	●	-	150	80	80
高 ACN 含量的 NBR	-30	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
低温度等级 NBR	-50	90	90	70	70	80	80	●	80	●	●	●	-	●	●
HNBR	-40	130	110	90	90	110	100	90	100	60	60	60	-	90	90
硅橡胶 VMQ	-55	200	130	130	-	-	-	-	-	●	●	●	-	●	●
ACM	-20	150	125	120	120	120	120	●	120	-	-	-	-	-	-
PTFE	-90	250	150	150	150	150	150	150	150	+	+	+	150	150	+

+ 耐受，非常规应用

● 耐受性有限

- 不耐受

安装壳体，设计

轴的设计

为确保密封系统的可靠运行和较长使用寿命，接触面区域轴的精确设计起着决定性作用。必须严格遵循以下有关轴设计的数据，以避免密封唇与轴之间接触区域的动态密封机制失去平衡。

公差

轴径公差： ISO h11
圆度公差： IT 8

表面粗糙度

轴的接触表面积应符合以下表面参数：

$R_a = 0.2 - 0.8 \mu m$
 $R_z = 1 - 5 \mu m$
 $R_{max} \leq 6.3 \mu m$

表面粗糙度应处于规定的范围内。表面粗糙度较高的轴会增加对密封刀口的磨损，并导致使用寿命缩短。

表面粗糙度优于推荐粗糙度会产生相反的效果，并且会破坏润滑剂对轴表面的润滑作用。摩擦和温度的增加会导致密封刀口损坏，并最终导致过早失效。

硬度

轴的表面硬度对整个密封系统的使用寿命也有很大影响。

硬度

正常应用情况下，最低为 45 HRC

如果有外界污物侵入、介质受污染，以及圆周速度 $> 4m/s$ 时，最低为 55 HRC

淬硬层深度应至少为 0.3mm。
渗氮后将灰化层修平。

加工程序

轴封区域轴表面的加工程序对整个密封系统的可靠运行有很大的影响。特别地，能否达到要求的“无铅”标准，取决于加工程序的选择和质量。

无铅

轴的接触表面必须是无方向性的。

在轴表面加工中，可能会形成方向性（类似于微螺纹），这会导致导向效应。根据旋转方向，这既可能有助于轴封的密封效果，也可能产生不利影响。在不利的情况下，如果轴的导向作用强于轴封的作用，可能会导致泄漏。

在单向旋转的应用中，可以特意利用这一特性来增强密封效果。

切入式磨削

我们建议采用切入式磨削（无轴向进给）作为加工程序，以形成无铅表面。不过，为了保证表面无铅，在切入式磨削时必须注意一些参数。

- 砂轮和工件之间的旋转频率比不能为整数。
- 当砂轮进行修整时，也可以传递方向信息。因此，应使用轴向进给尽可能少的多晶粒修整工具或成型修整滚轮
- 光磨时间应设置为完成整个光磨过程所需的时长

硬车削

出于经济原因，越来越多的轴封表面不再采用切入磨削，而是采用硬车削完成。车削时，刀具进给会在轴表面产生加工纹理。这在旋转时会产生轴泵送效应。

对于只有一个旋转方向且密封件和轴的泵送效应方向一致的应用，这种作用是积极的，因此在这种情况下，轴封的应用通常并不关键。

对于交替旋转方向的轴，不可避免地会抵消密封件和轴的泵送效应。为了在这种情况下防止泄漏，轴封的泵送效应必须大于轴的泵送效应。各个泵送效应的程度及其总和是理论上的，无法准确预测。为了防止在所有操作条件下发生泄漏，我们强烈建议进行适当的试运转。

可以通过特定的加工参数最大限度减小密封件的泵送效应。如需了解更多信息，请联系我们。

轴接触表面区域

针对轴设计所描述的所有要求均指轴表面，即轴与密封件之间的接触区域。下面的表格和图中规定了带和不带保护唇的轴封的轴接触表面区域相对于密封宽度 b 的位置。

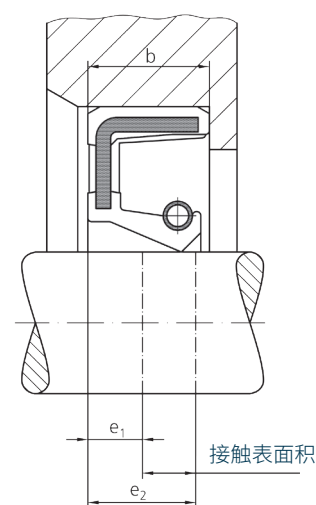
轴封的接触面积

(根据 DIN 3760 标准)

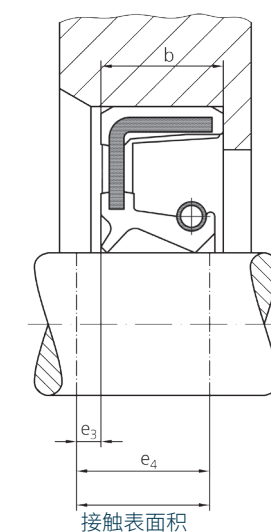
接触表面积，适用于

密封宽度 b	无保护唇的轴封		带保护唇的轴封	
	e_1	$e_{2 \text{ min.}}$	e_3	$e_{4 \text{ min.}}$
7	3.5	6.1	1.5	7.6
8	3.5	6.8	1.5	8.3
10	4.5	8.5	2	10.5
12	5	10	2	12
15	6	12	3	15
20	9	16.5	3	19.5

无保护唇时的接触面积



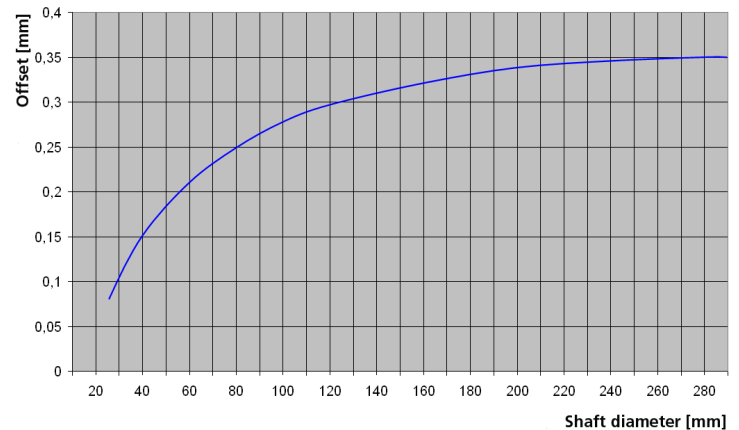
有保护唇时的接触面积



偏移

如果轴的中心轴线与腔体孔的中心轴线不完全重合，这种情况就称为偏移。偏移会导致径向力在轴的圆周上分布不均。在轴的一侧，接触压力达到最大，从而导致更大的磨损。在另一侧，接触压力最小，这可能导致密封作用降低。

右图显示了最大允许值。

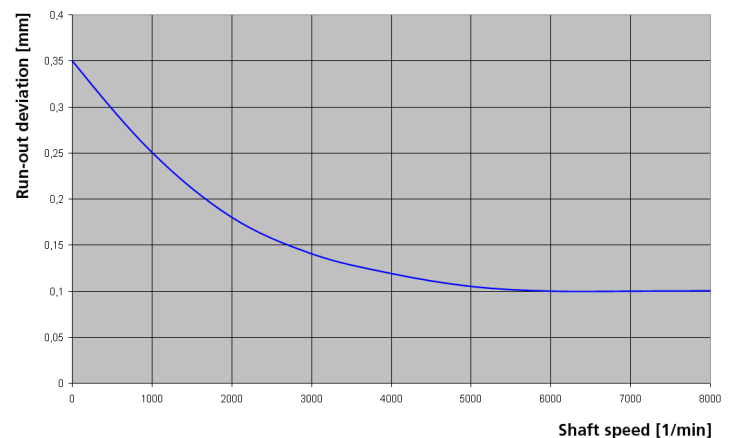


允许的偏移量

动态跳动偏差

在较高圆周速度下，轴的动态跳动偏差可能会导致泄漏。如果您观察轴封密封刃口上的某一点，会发现下方有跳动的旋转轴在做上下运动；当达到特定的圆周速度后，由于质量惯性，密封唇将无法再跟随该运动。此时就会产生一条缝隙，介质会通过该缝隙泄漏。

这张图显示了 NBR 和 FKM 的最大允许值（限制值适用于受压型）。



NBR 和 FKM 的
允许跳动量

倒角

根据安装方向，应提供倒角或圆角。这可防止在安装时损坏密封唇。

您可以在附图和表格中找到相关角度、圆角半径和直径信息。

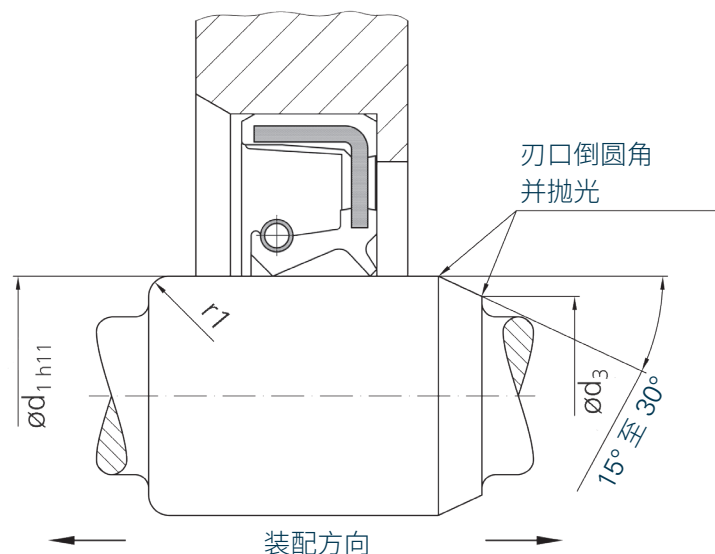
倒角直径

d₁ [mm]		d₃ [mm]
	至 10	d1 - 1.5
> 10	至 20	d1 - 2.0
> 20	至 30	d1 - 2.5
> 30	至 40	d1 - 3.0
> 40	至 50	d1 - 3.5
> 50	至 70	d1 - 4.0
> 70	至 95	d1 - 4.5
> 95	至 130	d1 - 5.5
> 130	至 240	d1 - 7.0
> 240	至 500	d1 - 11.0

轴的保护

在密封件的接触区域，轴表面必须没有任何损坏。划痕、刻痕、凹痕或腐蚀痕迹很快就会导致泄漏和密封件失效。

因此，在机加工后，从轴的运输和储存直至安装过程中，妥善保护表面至关重要。使用适当的保护罩和运输容器有助于实现这一点。



型号	r1 最小值 [mm]
无保护唇	0.6
带保护唇	1.0

轴材质	应用 / 备注
机械工程中常见的轴用钢	通用
可硬化不锈钢	水性介质 腐蚀性介质
有色金属	低圆周速度下的水性介质
铸造材料 (Fe)	无缩孔，细孔 (<0.05mm)
硬铬镀层接触面	由于不规则及磨损和润滑剂湿润的破坏，有时会出现问题，如有必要，可通过横切磨削光洁度来改进。
陶瓷涂层	耐磨性极佳，但同时也极具“侵蚀性”：需考虑表面粗糙度和孔隙大小。 如有必要，必须对表面进行密封。必须保证与基材粘合牢固。
塑料	由于导热性差而容易产生问题，因此仅适用于极慢的运动

座孔设计

除了密封唇与轴之间的动态密封外，轴封还能在其外径和座孔之间提供静态密封。

座孔的准确设计对于防止密封件外径与外壳之间发生泄漏，以及确保密封件在外壳内牢固且紧密地贴合至关重要。

公差

对于座孔直径，适用 ISO 公差区域 H8。对于薄壁壳体、由脆性材料或低强度材料制成的壳体，可能需要特别调整过盈量较小的公差。

对于轻金属或塑料壳体，我们建议应用带有橡胶包覆外径的类型，因为它们能更好地适应壳体较大的热膨胀。

表面粗糙度

型号

允许的表面粗糙度
[μm]

符合 DIN A 型，
弹性体外径

$R_a = 1.6 - 6.3$
 $R_z = 10 - 20$
 $R_{\max} < 25$

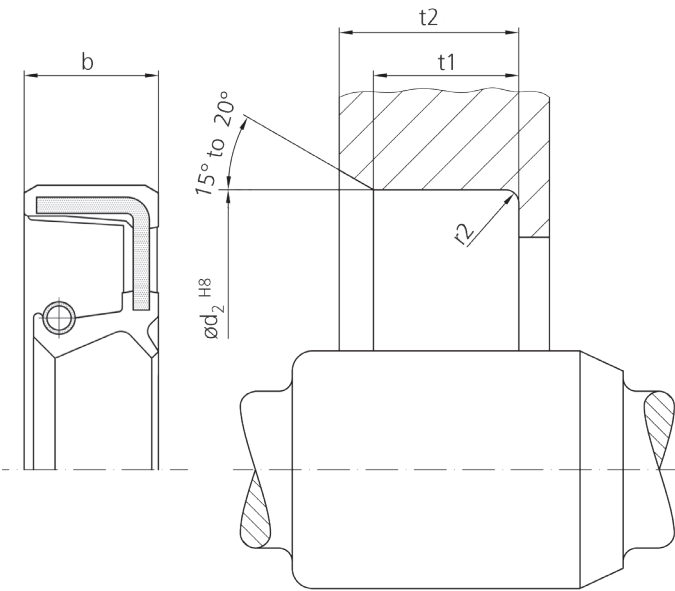
符合 DIN B 和 C 型，
金属外径

$R_a = 0.8 - 3.2$
 $R_z = 6.3 - 16$
 $R_{\max} < 16$

安装深度和倒角

孔的深度如图和表格中所示。

引入倒角的角度应为 15° 至 20° 。倒角与圆柱面之间的过渡处应无毛刺



孔的尺寸

b	t1 最小值 ($0.85 \times b$)	t2 最小值 ($b + 0.3$)	r2 最大值
7	5.95	7.3	0.5
8	6.8	8.3	
10	8.5	10.3	
12	10.3	12.3	0.7
15	12.75	15.3	
20	17	20.3	

所有尺寸均以 mm 为单位

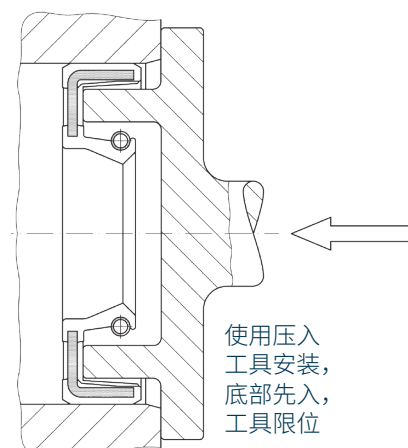
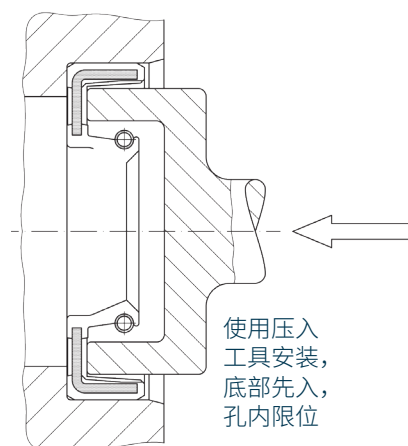
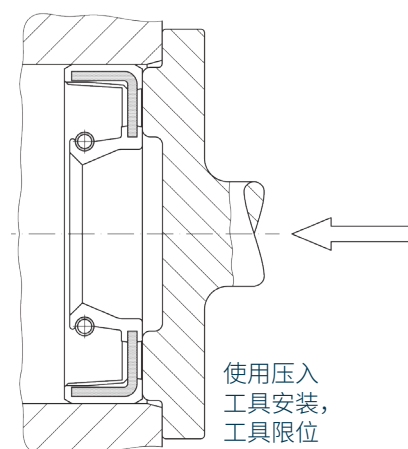
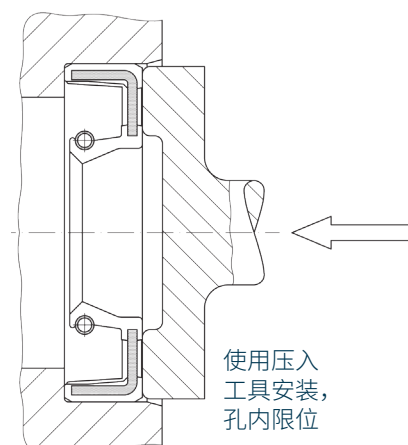
安装

轴封的可靠运行取决于正确的安装。必须无损伤地安装密封件，并正确定位。经验表明，轴封失效的原因约有 1/3 可归咎于安装不当。

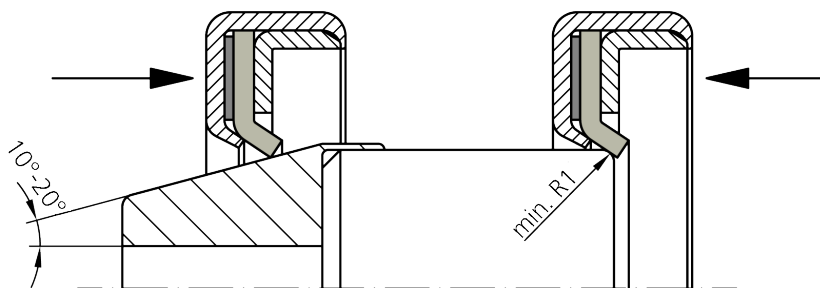
在正常情况下，安装轴封时应将其顶端（面向弹簧的开口侧）朝向要密封的介质，或者朝向承受压力的一侧。

以下说明对于轴封的安装非常重要：

- 在安装密封件之前，应清除所有部件上的加工残留物，例如切屑和污垢。
- 在安装之前，必须对密封件、轴和壳体进行润滑（使用机油，或经过测试与密封材料具有相容性的润滑脂）。除了便于安装外，还应确保从轴的第一次旋转起就得到润滑，并防止发生干运转。
- 在安装带保护唇的型号时，密封唇与保护唇之间的空间可以“填充”润滑脂。填充量不应超过可用空间的 50%。
- 轴和安装壳体必须设有倒角。倒角的详细设计可参见“安装壳体，设计”。
- 应仔细去除锐边毛刺，或者，更好的做法是由设计人员通过提供合适的倒角或圆角来避免锐边。
- 无论如何，都不应在锐边上拉伸密封件。安装过程中，应遮盖螺纹、键槽、钻孔等部位。
- 为确保安装无误，建议使用配备适当压入工具的机械或液压压入设备。
- 压入力应尽可能靠近外径施加。
- 密封件不得倾斜压入，并且必须与轴成直角放置。
- 如果安装时必须使用锤子，则必须在密封件上放置一块全表面安全垫板。不应直接用锤子敲击密封件。必须防止密封件发生变形和歪斜。

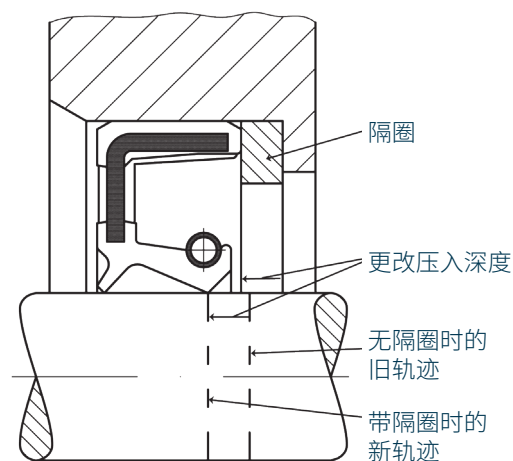


- 如果设计要求（例如）轴承和密封件的接触面具有相同的公称直径，在安装轴承时，接触面可能会因轴向刮擦而损坏。在这种情况下，接触面区域的轴径设计应小约 0.2 mm。
- 安装带 PTFE 密封唇的轴密封件（例如我们 OS-PA30 至 OS-PA32 型号）时必须格外小心。如果先安装轴密封件的正面，建议使用角度为 10° - 20° 的安装锥体。如果安装时底侧朝前，轴应提供 $R_{min} = 1\text{mm}$ 的圆角半径。



轴封的更换

在维护或修理机器时，应始终将使用过的轴封更换为新轴封。必须注意，新密封件在轴上运行的轨迹不能与旧密封件完全相同。例如，通过使用隔圈，可以将新的轴封压入座孔的不同深度（见右图）。如果使用了轴套，必要时也应将其一并更换。



弹性体储存

DIN 7716 和 ISO 2230 中说明了弹性体产品的最佳储存条件。遵守这些说明可使弹性体储存数年而质量不受影响。

造成弹性体加速老化的最有害因素包括：

- 机械应力（压缩、拉伸、弯曲...），
- 暴露于氧气、
- 臭氧、
- 光线、
- 热量、
- 湿气
- 和溶剂中。

因此，应遵循以下基本规则：

仓库

仓库应保持阴凉、干燥、无尘且适度通风。相对湿度不应超过 65%。

仓库内不应设置任何会产生臭氧的电气设备。仓库也不应同时用于存放溶剂、燃料、润滑剂、化学品或其他散发气体的物质。

储存温度

温度应保持在约 15°C，但允许在 +20°C 至 -10°C 之间波动。热源（例如散热器）应与货物保持至少 1 米的距离，以避免直接热辐射。

照明

弹性体必须避免阳光直射以及紫外线比例较高的人工照明。建议仓库使用常规灯泡照明。

包装

密封包装（例如气密容器或聚乙烯袋）可保护货物免受周围大气的影​​响，从而使其免受氧气和臭氧的侵害。包装材料不得含有软化剂或其他对弹性体有害的物质。

机械应力

弹性体产品应在无应力状态下储存。这意味着它们不应受到拉伸、压缩、弯曲或任何其他应力的作用。

组件的储存

在储存具有外部预装密封件的螺纹接头等组件时，必须特别小心。被拉伸的密封件的拉伸应力会导致老化过程严重加速。因此，在结构设计中应尽量将密封件的拉伸保持在最低限度。

即使在最佳储存条件下，这些组件也不应长时间储存，并且必须按照“先入先出”的原则及时进行后续加工。