

# 德克迈特德式封 径向轴密封

 DICHTOMATIK

 **FREUDENBERG**  
INNOVATING TOGETHER

本文提供的信息均真实可靠，但不对任何目的的正确性或适用性提供任何形式的担保或保证。

转载在此处的信息基于实验室测试，并不一定表示最终产品的性能。完整的测试和最终产品的性能应由用户自己负责。

# 目录

<b>公司</b>	<b>4</b>
行业特定和定制的服务理念	6
德克迈特德式封 (Dichtomatik) 品牌的产品组合	7
<b>径向轴密封结构</b>	<b>8</b>
<b>径向轴密封概述</b>	<b>10</b>
<b>材料</b>	<b>12</b>
标准材料	14
特殊材料	15
卡紧弹簧材料	15
骨架材料	15
<b>密封功能</b>	<b>16</b>
座孔的密封	17
动态密封机理	21
<b>工作条件</b>	<b>24</b>
温度和压力	25
待密封介质	27
<b>安装空间和设计建议</b>	<b>28</b>
关于轴	29
座孔	32
<b>安装</b>	<b>34</b>
<b>质量保证</b>	<b>36</b>
<b>轴修理套</b>	<b>38</b>



公司

科德宝集团成立于1849年，至今仍归公司创始人的约300名后裔所有。由此获得的财务稳定性和社会意识成为了建立信任的决定性成功因素。如今，科德宝集团已发展成为一个全球性、多元化公司，划分为涉猎各个不同领域的业务部门。从Vileda®品牌的家用产品到技术复杂的密封解决方案，科德宝一直以来都是公认的创新和技术领导者。

科德宝密封技术有限公司（FST）是科德宝集团中最大的业务单元，隶属于密封和振动控制技术部门。它是汽车，民航、机械工程和造船、食品和制药以及农业和工程机械行业等广泛市场领域的供应商，同时也是这些客户的发展和战略合作伙伴。

从1929年科德宝（Freudenberg）开发的Simmerring®开始，至今，FST已拥有广泛的、持续面向客户的优质密封技术产品组合，适用于众多高要求的应用——从量身定制的个性化解决方案到完整的密封包组件。公司获益于170多年来对创新产品和工艺方案的研究、开发和引进等方面的工程和材料经验。

科德宝密封技术（FST）通过德克迈特德氏封（Dichtomatik）品牌的工业标准质量产品完善了其产品组合。这两个品牌的战略是FST的综合服务组合中的一部分，得以保证从单一来源提供全方位的密封件产品以及相关服务。

德克迈特德氏封（Dichtomatik）产品是由集团认证的供应商制造，并有多款密封件样式和材料可供选择。它们适用于静态和动态应用中的工作条件，以及其他多种领域的流体密封应用，其中包括液压行业、风力发电厂行业、农业机械以及通用机械工程行业中的系统和组件。更具体的应用，例如食品工业中，德克迈特德氏封（Dichtomatik）品牌产品也可以采用认证的材料制造。

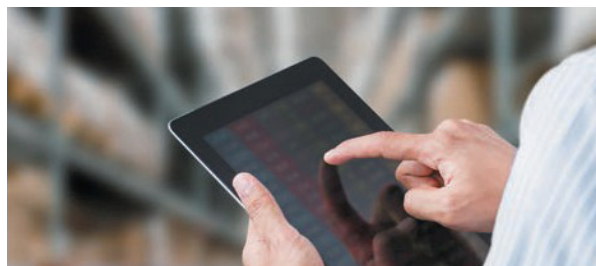
科德宝工业服务提供一系列技术服务，例如图纸准备、径向力测量、综合的质量和材料建档以及材料修改和测试，以确保所有应用中的密封件都能够可靠地发挥作用。此外，本地服务为短距离和快速响应提供了条件，从而更好地满足客户需求。

**FST向整个密封市场提供服务，并且能够满足几乎所有的市场需求——通过依靠两个品牌策略实现从单一来源提供全面、快速、可靠的密封解决方案。**

# 行业特定和定制服务概念

## 轻松在线订购平台

EASY在线订购平台可实现轻松处理订单，以及全天候查询价格，交货时间和库存。除了详细的产品信息，还可以下载安装空间和横截面图。EASY Business Connector用于将订单直接传送到SAP系统，这样可以确保您始终了解订单状态。如果您还没有EASY帐户，请立即注册。



## 专业技术运用

德克迈特德氏封 (Dichtomatik) 产品还通过了特殊应用的认证，例如在食品行业，这使我们能为每个应用找到合适的解决方案。在特殊应用中，为确保密封件也能可靠运行，我们的专家团队提供一系列技术服务，例如图纸准备、径向力测量、全面的质量和材料性能表以及材料修改和测试。客户特定的密封解决方案，工具包和单独包装仅是部分我们可提供的服务 (特定服务需取决于不同国家/地区)。



## 物流服务和质量标准

汉堡占地6,500平方米的仓库是欧洲的物流枢纽，其目标只有一个：将德克迈特德氏封 (Dichtomatik) 数量众多的仓库物品尽快运送到需要的地点。除了大约60,000个标准尺寸外，还有大约15,000个客户特定的密封件库存。世界各地的其它仓库位置都支持供应链，以确保为我们的客户快速供货。



特殊的物流解决方案可简化订单处理 (例如看板或供应商管理的库存、质量测试以及通过认证而简化的海关流程)。汉堡 (包括仓库) 已通过了DIN ISO 9001和DIN ISO 14001认证，从而保证了质量和环境管理体系中的标准化流程。此外，定期的Kaizen研讨会能够分析和改进当前的流程。而且，新技术支持仓库流程。例如，叉车已通过采用平板电脑和便携式打印机转换为移动工作站，并且创新的手套式扫描仪用于扫描流程。我们的其他仓库也满足最高质量要求，并且是常规认证的一部分。

# 德克迈特德氏封(DICHTOMATIK)品牌的产品组合

## 静态应用



德克迈特德氏封(DICHTOMATIK)的静密封可提供包括: O形圈、O形条、X型圈、盖密封、螺栓密封、法兰密封和型材密封等在内的多种材料制造、多种尺寸的密封件(无论是公制、英制或其他国际标准)。而且还有针对特定应用的认证材料, 简直是应有尽有, 无可挑剔。

## 直线运动



仓库还可提供大量标准尺寸的、由NBR、PTFE、TPU、硬质织物和NBR纤维增强材料制造的活塞和杆密封件、防尘圈、导向带和液压环。也可以满足适合特定用途的设计或材料修改需求。

## 旋转运动



旋转轴密封件有带防尘唇和不带防尘唇的标准型号, 橡胶材料有NBR和FKM两种材料。除标准设计外, 还包括特殊设计的应用于旋转运动的旋转轴密封、轴向密封、轴套筒和径向密封等产品。

## 重要提示

德克迈特德氏封(Dichtomatik)品牌产品符合工业标准。因此, 不建议将它们用于汽车行业, 尤其是在安全相关的应用中。有关更多优质密封解决方案的介绍, 请访问[www.fst.com](http://www.fst.com)。

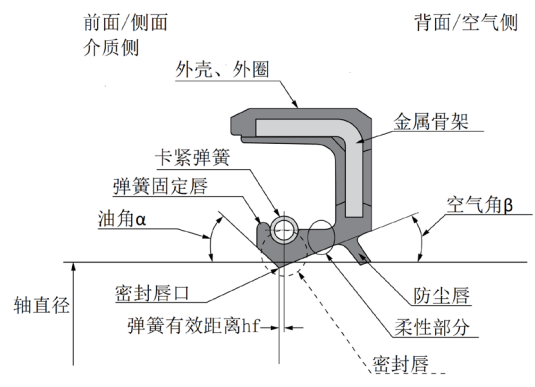




## 径向轴密封结构

径向轴密封用于密封旋转机械元件，防止内部介质泄漏或避免外部污染物入侵。选择正确的密封件取决于各种操作参数，如轴的圆周速度、工作温度、工作介质、压力和背向介质一侧的环境条件。

标准设计的径向轴密封件符合DIN3760的要求，由弹性体部件、金属骨架和弹簧组成。标准设计可提供在底部有一个附加保护唇。



通用标准设计\*

密封截面	产品型号	密封截面	产品型号	说明
	WA		WAS	W-轴封 A-内包骨架 S-保护唇
	WB		WBS	B-外露金属骨架
	WC		WCS	C-外露骨架带侧面加强环

\*其他密封条截面可在电子目录或第11页上找到



电子目录

<https://ecatalog.fst.com/seals/dichtomatik/>

应用领域

在众多行业中径向轴密封用于密封旋转机械元件，如轴、轮毂和轮轴：

您可以在我们的电子目录或在线订购平台EASY上找到我们产品的详细信息以及拥有的认证和符合性测试的信息。



驱动技术，例如齿轮结构



农业和工程机械工业



电动机，内燃



家用和工业洗衣机（“白色家电”）



机泵



风力发电工业、造船和轧钢厂



## 径向轴密封概述

密封截面	型号	材质	硬度 [邵氏 A]	温度 [°C]	圆周速度 [m/s]	压力 [MPa (bar)]	应用
	WA	NBR	70	-40 ~ +80	≤ 10	≤ 0.05 (0.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对于低粘度或气体介质有良好的静态密封</li> <li>对多种矿物油和润滑脂有良好的耐受性</li> <li>FKM: 广泛耐受化学品和溶剂</li> </ul>
		KM	80	-25 ~ +150	≤ 34		
	WAO	NBR	70	-40 ~ +80	≤ 6	0 (0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>适合与润滑脂密封一起使用</li> <li>对于低粘度或气体介质有良好的静态密封</li> </ul>
	WAY	NBR	80	-40 ~ +80	≤ 10	≤ 1 (10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>在有压缩载荷下使用</li> <li>对矿物油和油脂有良好的耐受性</li> <li>FKM: 广泛耐受化学品和溶剂</li> </ul>
		FKM	80	-25 ~ +150	≤ 10		
	WB	NBR	70	-40 ~ +80	≤ 10	≤ 0.05 (0.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对矿物油和油脂有良好的耐受性</li> <li>紧密而精确的配合</li> </ul>
	WBO	NBR	70	-40 ~ +80	≤ 6	0 (0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对于低粘度或气体介质有良好的静态密封</li> <li>适合与润滑脂密封一起使用</li> </ul>
	WC	NBR	70	-40 ~ +80	≤ 12	≤ 0.05 (0.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对矿物油和油脂有良好的耐受性</li> <li>由于增加了加强环, 因此具有更高的刚度、更紧密和更精确的配合</li> </ul>
	WCP 20	PTFE + 碳纤维 FKM		-90 ~ +250	≤ 40	≤ 1 (10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>低摩擦系数</li> <li>适用于干运行以及缺少润滑的情况</li> <li>广泛的耐化学性</li> </ul>
	WE 5/6/7	NBR	80	-40 ~ +100	≤ 20	≤ 0.05 (0.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对矿物油和油脂有良好的耐受性</li> <li>FKM: 广泛耐受化学品和溶剂</li> </ul>
		FKM	80	-20 ~ +180	≤ 25		
	WEPO	PTFE- 碳/石墨		-50 ~ +205*	≤ 15	≤ 1 (10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>对几乎所有腐蚀性介质具有广泛的化学耐受性</li> </ul>

\*取决于选择的O形圈材料

我们还提供许多带有额外保护唇的密封条。所有数据均指理想条件下的最大值, 可能不能同时适用。数据取决于圆周速度, 以及轴径、材料、温度、压力、介质和其他因素。建议在应用中单独进行测试运行。



## 材料

德克迈特德式封 ( Dichtomatik ) 径向轴密封根据型号和应用领域的不同, 可提供各种标准和特殊材料。弹性体材料的起始是橡胶, 橡胶可以从天然橡胶获得, 但目前化学工业中主要是以合成橡胶的形式生产。弹性体通过下面的基础聚合物区分。最终材料是将基础聚合物与适当的填料、增塑剂、加工助剂、硫化剂、促进剂和其他添加剂混合而成。

该工艺可实现所需的材料性能, 从而提供具有广泛用途的标准材料以及用于特殊应用的特殊化合物。弹性体材料的标签是基于 DIN ISO 1629 和 ASTM D 1418 的缩写命名。

#### 径向轴封密封件密封材料的缩写

化学名	缩写
	<b>DIN ISO 1629 / ASTM D 1418</b>
丁腈橡胶	NBR
氢化丁腈橡胶	HNBR
氟橡胶	FKM
三元乙丙橡胶	EPDM
硅橡胶	VMQ
丙烯酸橡胶	ACM
	<b>DIN EN ISO 1043-1 / ASTM D 1600</b>
聚四氟乙烯	PTFE

# 标准材料

径向轴密封有两种弹性体和两种PTFE 材料可供选择:

## 径向轴密封用标准弹性体材料

基础弹性体	DIN ISO 1629	硬度 [邵氏 A]	颜色	温度 [°C]
丁腈橡胶	NBR	70	黑色	-40 ~ +80, 瞬时+100
氟橡胶	FKM	80	棕色	-25 ~ +150

\* 温度数据适用于密封唇区域。介质、新油供应、散热和摩擦等操作条件都会影响密封唇处的温度。

## WEPO 和 WCP20型径向轴密封的标准PTFE材料

基础聚合物	DIN EN ISO 1043-1	填料	硬度 [邵氏 D]	温度 [°C]*	设计
聚四氟乙烯	PTFE	炭/石墨	62	-30* ~ +205	WEPO*
聚四氟乙烯	PTFE	碳纤维	61	-90 ~ +250	WCP20

\* 温度范围由WEPO型号中使用的FKM O形圈确定。

### NBR-丁腈橡胶

由NBR制成的径向轴密封件以其高耐磨性和对普通矿物油基润滑油和润滑脂的良好耐受性而闻名。另一方面，其耐臭氧性、耐候性和耐老化性较低。

### PTFE-聚四氟乙烯

PTFE几乎具有普遍的耐化学品性，具有广泛的热应用范围（-90°C ~ +250°C），极低的摩擦系数，以及极高的耐臭氧性、耐候性和耐老化性。

### FKM-氟橡胶

FKM材料因其耐高温和耐化学性而闻名。其老化良好，耐臭氧，透气性极低，非常适合真空应用。相比之下，FKM不耐热水、蒸汽、极性溶剂、乙二醇基制动液和低分子有机酸。

## 特殊材料

除了所述的标准材料外，各种特殊材料也可用于特殊应用。其中包括因石墨或二硫化钼（MoS2）等滑动强化填料而具有较低摩擦性能的材料变体，以及更好耐受介质

和温度的优化材料。也可根据要求提供其他硬度和颜色的材料变体。

基础弹性体	DIN ISO 1629	硬度 [邵氏 A]	颜色	温度 [°C]
氢化丁腈橡胶	(HNBR)*	70	黑色	-40 ~ +150
NBR 高腈	NBR	70	黑色	-30 ~ +100
NBR 高温	NBR	70	黑色	-30 ~ +120
NBR 低温	NBR	70	黑色	-50 ~ +90
NBR 石墨	NBR	70	黑色	-40 ~ +100
NBR MoS22	NBR	70	黑色	-40 ~ +100

\*() = 标准中不含

## 卡紧弹簧材料

### 标准材料

集成在径向轴密封件中的标准卡紧弹簧由符合DIN EN 10270-1的非合金弹簧钢制成。

### 特殊材料

根据需求，我们也提供材料为不锈钢和耐酸钢1.4301 (AISI 304)的弹簧。

## 金属骨架材料

### 标准材料

我们提供符合DIN EN 10139标准的非合金钢制加强圈。

### 特殊材料

根据需求，我们也提供材料为不锈钢和耐酸钢1.4301 (AISI 304)的弹簧。



# 密封功能

径向轴密封基本上有两个任务要完成：

1. 外圈和座孔之间的密封，要考虑各种影响变量，如温度、压力、振动、座孔材料、轴封外圈材料等。
2. 对轴的密封，必须考虑许多影响变量，如速度/轴的圆周速度、温度、应用、被密封的介质、压力、安装情况等。

为了完成这些任务，必须注意座孔和轴的各种规格。

## 座孔的密封

为了确保在安装时对各种介质的可靠密封，必须在所有操作条件下保证轴密封圈与座孔重叠(过盈配合)。必须考虑座孔的制造公差及其膨胀(例如，由于操作过程中的温度升高引起的膨胀)。

此外，必须注意座孔的粗糙度不要太大，以避免介质通过粗糙结构发生“蠕变”。

如果粗糙度太低，则会极大地增加装配力(尤其是在带有弹性体外缘的轴密封中)，这可能会损坏外径。

这种预先确定的结构还保证了完全封闭的轴封的牢固紧密配合，以便它们在操作过程中不会移出孔。

为了满足这两个要求(密封和紧密配合)，DIN 3670和ISO 6194中对相应的值进行了规定。

该表仅适用于根据公差等级IT H8制造的座孔直径

公称外径 [mm]	不同轴封设计的压配合余量	
	WA 设计 (内包骨架) 符合DIN 3760 和 ISO 6194的数	WB, WC型 (外露骨架的数值)
≤ 50	+ 0.30 + 0.15	+ 0.20 + 0.08
> 50 – 80	+ 0.35 + 0.20	+ 0.23 + 0.09
> 80 – 120	+ 0.35 + 0.20	+ 0.25 + 0.10
> 120 – 180	+ 0.45 + 0.25	+ 0.28 + 0.12
> 180 – 300	+ 0.45 + 0.25	+ 0.35 + 0.15
> 300– 500*	+ 0.55 + 0.30	+ 0.45 + 0.20

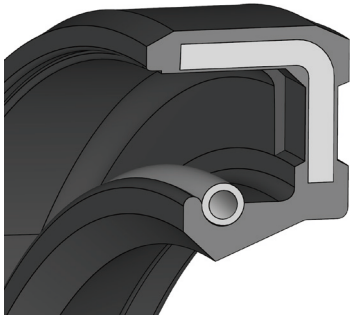
\*ISO 6194中的值为530

## 外表面设计-对不同型号的影响

径向轴密封通常分为内包骨架和外露骨架，也可提供额外的保护唇。

### 光滑的弹性体涂层内包骨架: WA型, WAS型

---

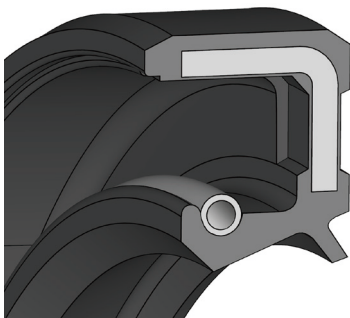


#### 优点:

- 优良的静态密封
- 可用于分体式座孔，但可能出现边缘断裂和/或对接偏移
- 与热膨胀高的轻金属座孔或膨胀系数大于钢的座孔一起使用
- 适用于低粘度介质或气体介质
- 在压力应用中使用（在使用范围内）
- 可密封较大的表面粗糙度（在标准值范围内）
- 若发生腐蚀，无需担忧
- 如果安装和拆卸正确，将不会损坏壳体孔

### 波状外缘、弹性体涂层内包骨架: WAG型（带保护唇）

---



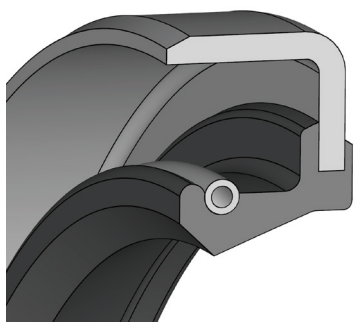
弹性外壳在圆周方向上开有凹槽。

#### 优点:

- 由于需要较低的压入力，因此装配更容易
- 可靠的静态密封，特别是对于热膨胀增加的座孔，因为沟槽式、橡胶覆盖的外表面设计有更高的过盈配合余量

## 外露骨架: WB型, WBS 型

---



采用WB型径向轴封，光滑的金属骨架外表面经过打磨、拉伸或车削。

### 优点:

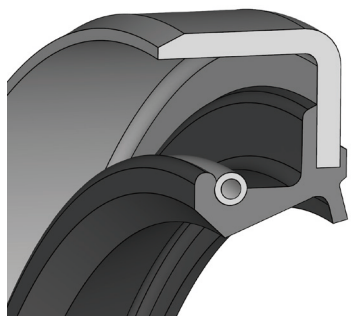
- 确保在孔中特别精确（中心）和紧密配合
- 只有接受可能出现边缘断裂和/或对接偏移，才可用于分体式座孔。

### 缺点:

- 外表面必须设计更紧的过盈配合余量
- 需要更好的座孔表面质量
- 不能在分体式座孔中使用
- 当外壳的热膨胀量大，孔表面粗糙，压力应用或介质粘度低时可能有问题

## 外露骨架带侧面加强环: WC型, WCS型

---

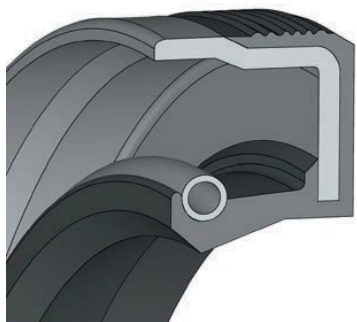


WC型径向轴密封具有光滑的金属外表面，跟WB/WBS型相似，另外还有金属加强环。它可以成功的应用在特别困难的安装环境、恶劣的操作条件和更大尺寸的情况下。WC型径向轴密封比WB型径向轴密封具有更高的刚度。由于增加了加强环，WC设计对安装容错率很高。

优点和缺点, 见WB/WBS型

### 部分内包骨架: WAB型

---



所谓的“半肩设计”是一种特殊的设计，不包括在标准设计中。它结合了WA型（内包骨架→密封效果好）和WB型（外露骨架→配合紧密）的优点。

### 轴的静密封

轴密封的原理是由于密封唇的直径小于轴。由此产生的重叠导致密封唇以一定的力（即所谓的径向力）封闭轴。此外，安装了具有一定预载的螺旋卡紧弹簧，这在很大程度上补偿了弹性体材料老化或磨损导致的径向力减小。因此，总径向力（FR）由弹性体组件（FE）和弹簧组件（FF）组成。

这样就实现了静态密封。轴的表面不能太粗糙，防止介质通过轴的粗糙表面结构渗入密封唇。

最大粗糙度Rz值为 $4\ \mu\text{m}$ 。

### 轴的动态密封

在操作过程中，即当轴旋转时，密封必须考虑几个因素。为了防止密封唇在操作过程中磨损，必须确保轴和密封唇（接触区域）之间始终形成一层薄薄的润滑膜。为此要对轴进行机加工，使最小粗糙度达到 $1\ \mu\text{m}$ 。这种结构允许一些油进入轴和密封唇之间的接触区域（毛细管效应），从而防止由于永久性干运转而产生的极端磨损。但要阻止机油也会通过此路径到达空气侧。所谓的变形假说描述了这一过程。

# 动态密封机理

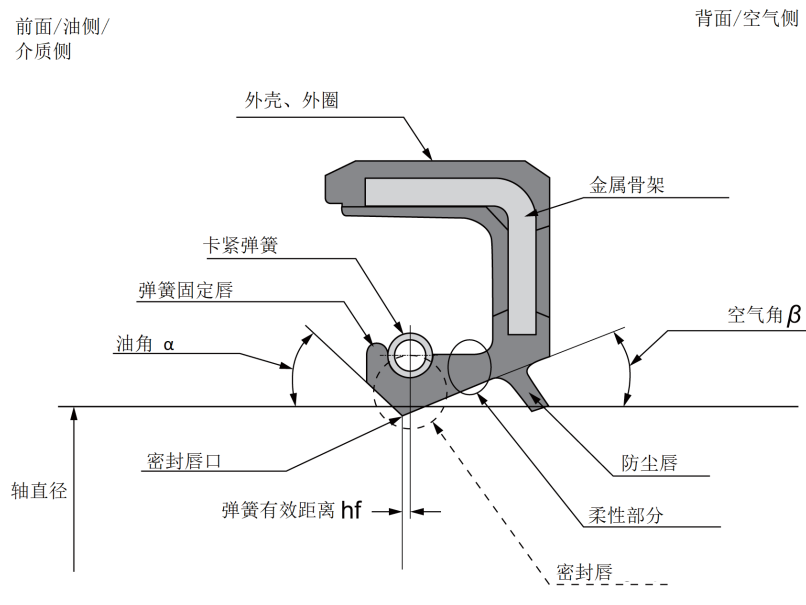
## 旋转轴的密封效果

必须满足几个条件，以确保在操作过程中接触区域进行润滑，但不会有油泄漏到外部。

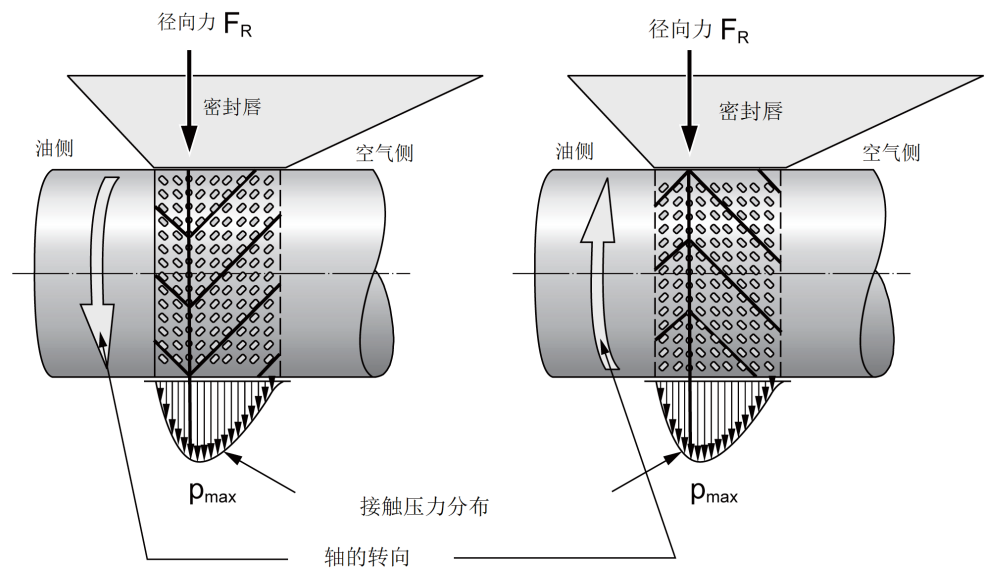
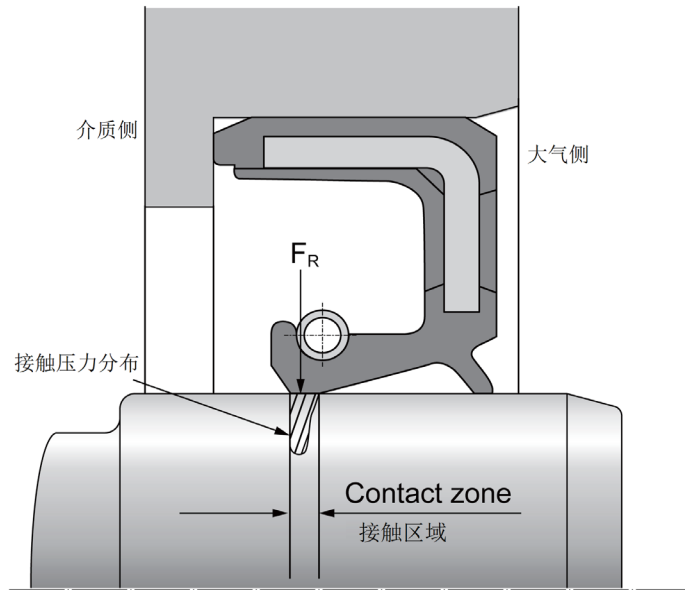
安装时密封唇的几何形状必须满足一定的几何标准：

- 密封唇的油角“ $\beta$ ”应近似于 $45^\circ - 60^\circ$
- 形成的空气角“ $\alpha$ ”要小得多

## 轴密封圈上的说明



这种特殊的几何设计导致接触区压力分布不均匀。



每个轴密封制造商都开发了自己的密封唇设计，但它们都是基于通用规则的。

除了特殊的几何形状外，重要的是密封唇和轴在接触区域相互“磨合”。将密封唇的接触区域稍微进行粗糙化，可产生特殊的表面结构。密封唇接触区域中的这种结构一方面确保有足够的新油在密封唇下流动，另一方面确保油回流。理想情况下，密封唇下的新油一直交换，有助于保持较长的使用寿命。

### 特殊应用

实际上，存在许多与理想操作条件的偏差的情况，例如：

- 负压或真空密封
- 两种介质的分离
- 在灰尘较多的工况下进行密封（例如农业）
- 润滑不足

我们可以为这些和其他特殊应用开发合适的解决方案。



## 操作条件

# 温度和压力

由于轴的旋转和密封边缘产生的摩擦，密封唇的实际温度高于油浴中的温度。

$$t_D = t_{Oil} + t_O$$

$t_D$  = 密封唇的温度 [°C]  
 $t_{Oil}$  = 油浴中的温度 [°C]  
 $t_O$  = 超温 [°C]

油浴和密封唇之间的温差称为超温。超温水平取决于以下参数：

- 圆周速度/速度
- 润滑条件/油位
- 散热
- 压力负荷
- 径向轴密封的设计
- 轴的表面状况
- 径向轴密封的材料
- 介质

随着圆周速度增加，密封边缘处的超温也随之增加了。根据圆周速度，超温可高达+40°C。如果超出所使用的弹性体材料的最大允许工作温度，这将导致弹性体材料过早硬化和严重磨损。关于我们弹性体材料的允许工作温度，请参阅材料章节中的表格或我们的网站。表中列出的高温是指密封唇处的温度。

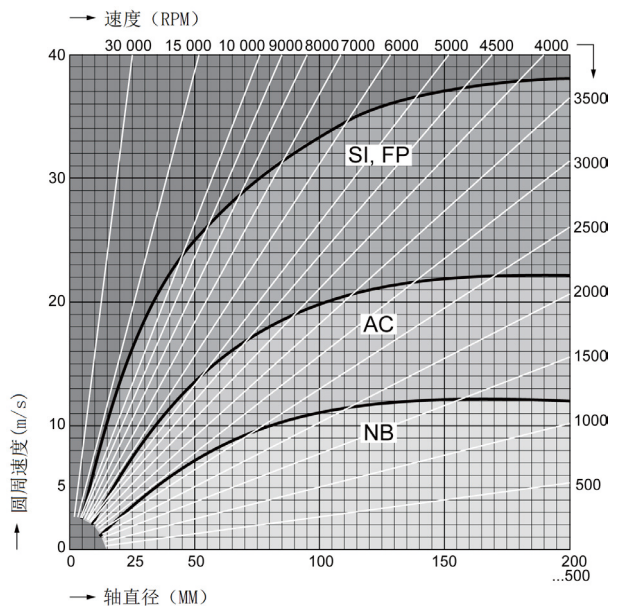
## 无压操作

径向轴密封通常设计为无压力操作，根据各自的操作条件（温度、速度、被密封的介质），可密封压力高达0.5 bar。

下表列出了无压的工况下，在最大允许圆周速度内，弹性橡胶材料选取的推荐值。

为防止超温危及密封唇的功能，从而导致弹性体硬化或碳化，不得超过最大允许圆周速度。

所列参考值为符合DIN3760的经验值。径向轴密封没有考虑制造商特定的特性，如密封唇的几何形状或径向力。这些参考值仅适用于无压力操作、矿物油润滑充足和密封点散热良好的情况。在润滑不足或纯润滑脂润滑的情况下，极限值应减少一半。在加压、运行区域表面质量差和跳动偏差大的情况下，也会降低参考值。



圆周速度 / 速度限制取决于轴直径和材料。

## 标准型号的压力要求

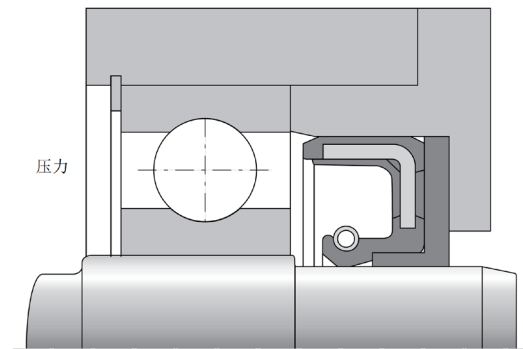
标准径向轴密封可设计用于非常低的压力0.5bar。它们以较小的压差密封空间，防止液体、油脂甚至空气进入。

## 加压操作

现有操作条件、压力和圆周速度是选择合适径向轴密封的决定性因素。对于加压的径向轴密封，密封唇被强力压在轴上，这会随着压力的增加而使径向力增加。然而，这一过程也会增加密封边缘的热负荷和摩擦功率，从而导致密封过早磨损和硬化。

## 支承环

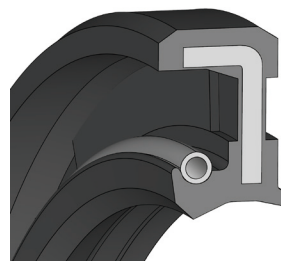
超过0.5bar的压差也可使用标准径向轴密封件和附加支承环（最好由POM制成）进行密封。最大允许压力取决于转速和轴直径。与支承环结合使用时，只能使用不带保护唇的设计，因为支承环要对密封唇的弯曲部位进行支持。因此，支承环必须精确地配合在各自的密封唇上。对于每个标准型号（无保护唇），可要求提供相应的支承环图纸。如果压力超过WAY/WASY型承受范围，则可以采用这种类型的密封。



带有附加支承环的轴封(WA)

## WAY/WASY 型

对于压力差超过0.5bar、脉动压力和真空应用的工况，推荐使用WAY/WASY型密封。与标准版(WA/WAS)相比，WAY/WASY型密封唇更加紧凑。因其短且加强的密封唇，这种设计对压力负荷不太敏感。



# 待密封介质

选择合适的径向轴密封，特别是选择合适的材料，不仅取决于轴的周向速度、压力载荷和与摩擦有关的温升，而且还决定性地取决于要密封的介质及其温度。特别是径向轴密封对所使用的介质的耐化学性对密封的使用寿命有重大影响。

## 介质的化学侵蚀会导致

- 材料膨胀或变软
- 高温造成密封硬化和过早老化

根据几十年的经验，单个材料组对各种介质的耐受性可通过使用科德宝密封技术有限公司开发的耐腐蚀性查询工具轻松获取。当使用新介质时，如果存在歧义或同时出现最大应用参数（例如温度、压力、圆周速度），我们建议提前进行测试（存储测试）。基于对介质耐受性的更高要求，WCP20型（WEPO型）中提供了带有PTFE密封唇或完全由PTFE制成的设计。

## 常用介质

### 矿物油和润滑脂

NBR和FKM标准材料通常具有良好的耐腐蚀性。建议仅在没有经验值的高添加介质的情况下进行测试。

### 合成油和润滑脂

合成润滑油的结构主要由基础油和许多不同的添加剂组成。根据基础油和添加剂的类型，标准NBR材料可用于低添加剂润滑剂。对于添加剂含量较高的油，尤其是在+80°C以上的温度时，FKM更适合用作密封材料。然而，由于在合成润滑油中添加了大量的组合的添加剂，可能会出现耐腐蚀性问题。因此，我们建议进行测试来提前验证材料的适用性。

有关径向轴密封的应用领域和耐受性以及所用材料的更多信息，请参阅我们的耐腐蚀性指南。



耐腐蚀性查询工具

<https://resistanceguide.fst.com/en/>



## **安装空间和设计建议**

# 关于轴

## 轴

轴与径向轴密封，是径向密封系统中重要的机械元件，因此必须满足多项技术要求，以确保良好的密封效果。径向轴密封的密封唇的运行表面区域内的轴的正确设计，对于径向密封系统的使用寿命和密封功能非常重要。

## 公差

对于径向轴密封密封边缘的运行表面的轴直径 $d_1$ ，必须符合DIN ISO 286的H11公差，以确保密封唇所需的过盈。轴的圆度公差为IT8。

## 轴的表面光洁度

纵向测量的表面粗糙度应在以下范围内：

- $R_z = 1.0 \sim 4.0 \mu\text{m}$
- $R_{\text{max}} \leq 6.3 \mu\text{m}$

过于光滑的轴表面加上很高的周向速度会造成故障。密封区域的润滑剂供应中断，密封区域的流体动力润滑油膜破裂，并对密封唇造成热损坏。

轴表面过于粗糙会导致密封区域过早磨损。这两种类型都会导致严重泄漏。

## 轴的表面硬度

密封点的使用寿命还取决于轴上的踏面硬度。表面硬度应至少为45HRC。如果从外部接触到被污染的介质或污垢，以及在周向速度 $\geq 4\text{m/s}$ 时，表面硬度应至少为55 HRC ~ 60 HRC。表面硬化要求硬化深度至少为0.3 mm。轴表面采用镀铬、镀镉、氮化、磷化等特殊处理工艺。它们的适用性必须根据具体情况来决定。

## 轴面加工

必须对轴进行机加工，使密封边缘的运转表面区域无螺旋线，避免产生输送或泵送效应，从而在密封点处不会发生泄漏。运转表面的正确加工对于密封功能至关重要。

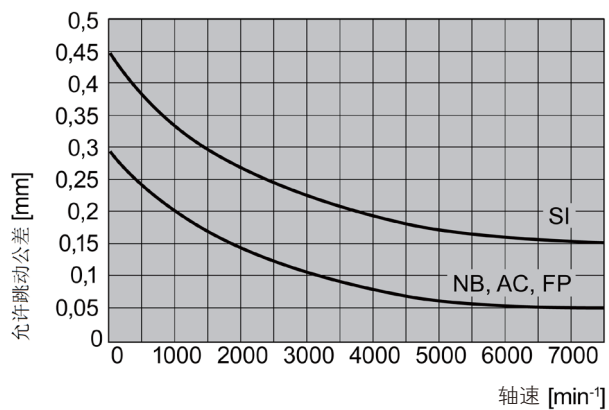
最常用的方法是切入磨削（砂轮不轴向进给的磨削），这可得到完全无螺旋线的配合面。无火花磨削时间必须为30秒，以达到高度的安全性。砂轮采用多粒修整器，防止出现螺旋线。在磨削过程中，必须避免轴速度（例如50/min）和砂轮速度（例如1500/min）之间的整数传动比。

其他加工工艺，如硬车削和平滑轧制，是仅在少数应用中使用的特殊工艺。

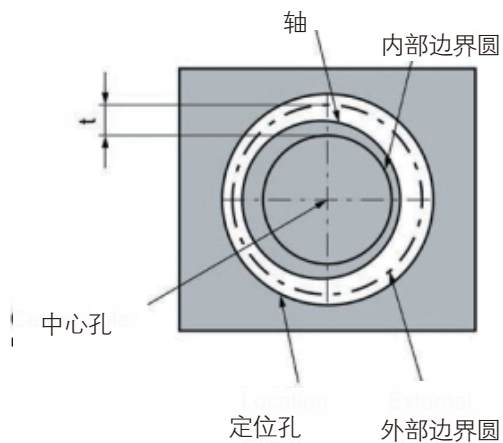
## 不圆度公差

应尽可能避免轴的不圆度公差（跳动）或动态偏心，或根据速度不超过一定限度。在高速运行时，由于其惯性，存在密封唇无法密封轴的风险。如果这导致密封边与一侧轴之间的间隙过大，则要密封的介质就会溢出，发生泄漏。

因此，建议将径向轴封布置在紧邻轴承的位置，并保持轴承间隙尽可能窄。作为速度函数的同心度偏差允许值如下图所示。由于耐压油封WAY/WASY的密封唇口较硬该数值应该更小。



容许的轴跳动公差



不圆度公差的说明

## 轴上倒角

为了在安装时不损坏密封唇，防止密封唇倾斜，提出了以下两种建议的轴肩设计：

### 轴安装方向 Z：

将轴肩磨圆  $r1 = 0.6 \sim 1 \text{ mm}$ 。

### 轴的安装方向 Y：

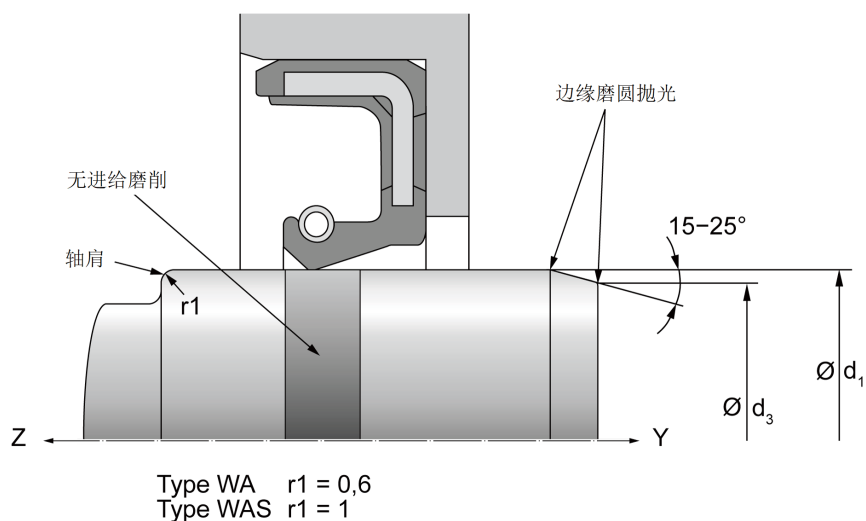
轴肩倒角，建议角度  $15^\circ \sim 25^\circ$ 。倒角直径  $d_3$  列在相邻的表格中。

## 安装倒角

$d_1$ [mm]	$d_3$ [mm]
< 10	$d_1 - 1.5$
10 < 20	$d_1 - 2$
20 < 30	$d_1 - 2.5$
30 < 40	$d_1 - 3$
40 < 50	$d_1 - 3.5$
50 < 70	$d_1 - 4$
70 < 95	$d_1 - 4.5$
95 < 130	$d_1 - 5.5$
130 < 240	$d_1 - 7$
240 < 500	$d_1 - 11$

## 旋转轴的损坏

必须不惜一切代价避免轴运行表面的各种类型的损坏，如划痕、划伤、磕碰、缩孔、气孔和腐蚀。它们可能导致过早失效和泄漏。30%的泄漏是由不正确的轴加工或损坏造成的。因此，从生产到最终组装，应小心保护轴。可使用运输装置或特殊模制或滑动式保护塑料盖来保护轴。



# 座孔

为了在座孔中实现牢固紧密的配合，座孔的设计非常重要。必须关注以下技术要求：

## 公差

为了达到良好的静态密封效果并符合标准的径向轴密封设计，必须确保外径 $d_2$ 符合ISO公差H8。

## 座孔的表面光洁度

### WA型的允许值

$R_z = 10 \sim 20 \mu\text{m}$   
 $R_{\text{max}} \leq 25 \mu\text{m}$

### WB, WC型的允许值

$R_z = 6.3 \sim 16 \mu\text{m}$   
 $R_{\text{max}} \leq 16 \mu\text{m}$

如果外露骨架的径向轴密封件和/或与低粘度介质或气体一起使用，则必须具有良好的表面质量，即座孔中的表面应无任何损坏和加工痕迹，例如划痕、刻痕、空穴和冲击点。

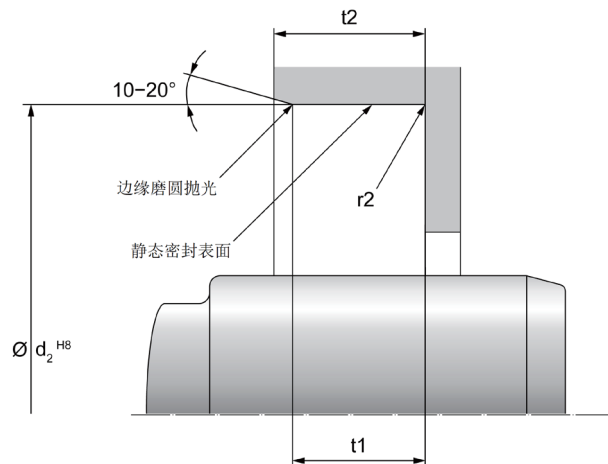
## 座孔尺寸

表中列出的座孔尺寸是径向轴密封高度 $b$ 的函数：

$b$ [mm]	$t_1$ min. [mm]	$t_2$ min. [mm]	$r_2$ [mm]
7	5.95	7.3	0.5
8	6.8	8.3	0.5
10	8.5	10.3	0.5
15	12.75	15.3	0.7
12	10.3	12.3	0.7
20	17	20.3	0.7

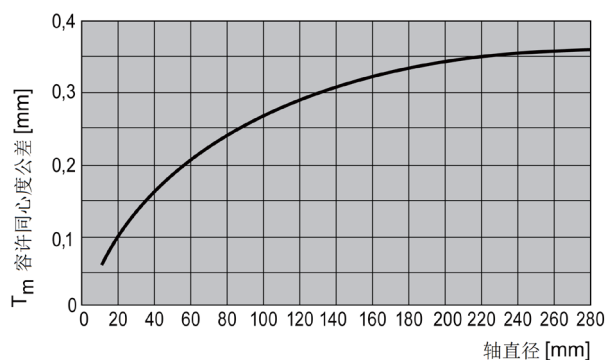
## 座孔上的倒角

座孔应具有 $10\sim 20^\circ$ 的倒角，过渡段应无毛刺，以保证径向轴密封的顺利安装。

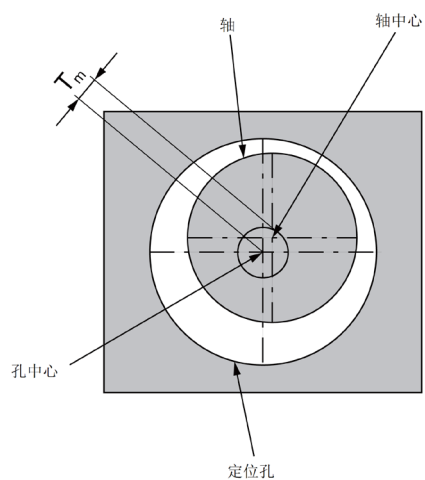


## 座孔的同心度公差

座孔和轴之间允许的同心度公差 $T_m$ （同心度偏差）如下表所示。同心度会导致密封唇上的应力不均匀，一方面会在该区域造成更大的磨损。另一方面，由于密封唇和轴之间的接触压力不足，可能会发生泄漏。



轴与座孔的容许同心度公差



同心度公差图示

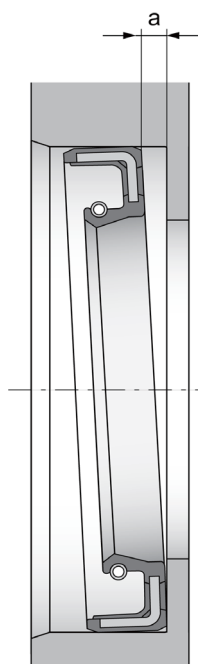
## 允许公差

安装的径向轴封必须尽可能居中安装，并与轴垂直。符合DIN3761的直线度公差不应超过相邻表中的值。较大的偏差（不对中）会导致密封唇磨损不均匀，对密封效果有负面影响。

## 座孔设计

当径向轴密封安装在金属座孔中时，存在严重变形和/或膨胀的风险。这可能导致油封移动或泄漏。建议使用内包骨架（如WA型）的径向轴密封。我们还需提供带波浪外缘的内包骨架油封（如WAK型）。

对于分体式座孔，必须注意座孔边缘的设计，避免损坏轴封或泄漏。对于分体式座孔，我们建议采用内包骨架的设计。



轴直径 [mm]	直线度公差 a [mm]
达到25	0.1
超 25 ~ 80	0.2
超80	0.3

斜度的说明

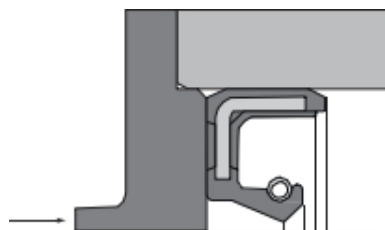


## 安装

大约30%的径向轴密封故障和损坏可归因于错误的安装或不合适的安装辅助设备。因此，我们建议按照DIN 3760安装径向轴密封件。

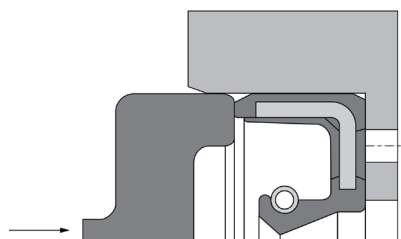
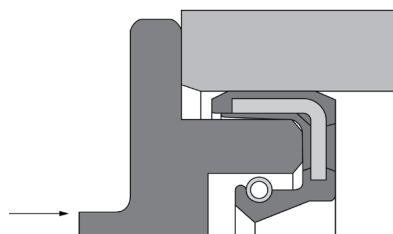
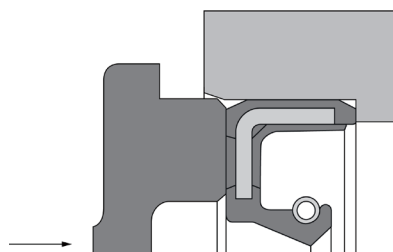
安装前应仔细清洁安装空间和径向轴密封。否则，污垢颗粒粘附在密封或安装空间上，可能在运转后不久造成泄漏。最好使用液压或机械压入工具将径向轴封压入座孔中。座孔与径向轴密封件外圈的大面积接合，使得压装力尽可能承受在外圈，并且可以把径向轴密封件的任何偏斜减小到最小。压入工具应在密封压入到末端位置后保持一段时间。这将径向轴密封的回弹或偏斜降到最低。如果径向轴密封必须通过边缘锋利的表面（例如沟槽、螺纹或轴端），则必须提供适当的安装套筒。务必确保套筒没有任何损坏，如划痕或粗糙表面。为了紧密配合，请确保将外圈完全压入座孔中。否则，径向轴密封有从座孔“移出”的风险。

### 径向轴密封的各种安装辅助工具



如果保护唇和密封唇之间的间隙充满润滑脂，则应遵守以下规定：

- 间隙最大润滑脂填充量为30 – 40%
- 使用木或金属刮板涂抹油脂（不要用刷子）
- 保持密封唇无油脂
- 推荐润滑脂: Klüber Petamo GHY 133 N





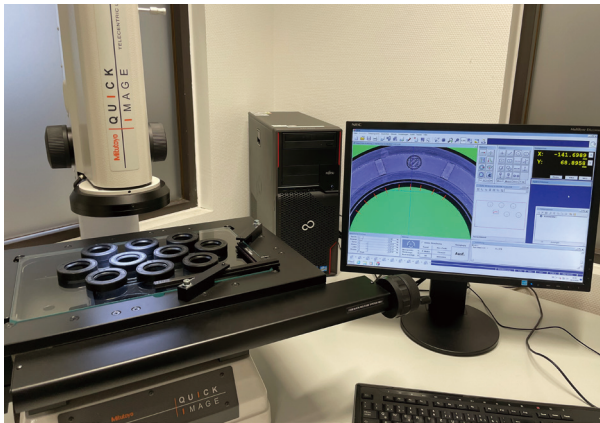
## 质量保证

对于Dichtomatik品牌产品，我们通过与客户和生产的密切合作，积极争取“零缺陷目标”产品质量。我们的

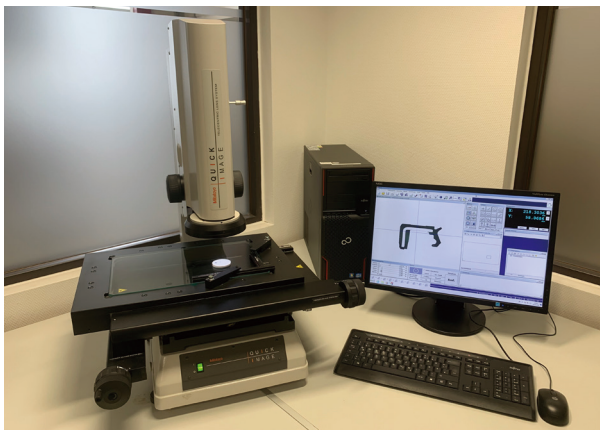
批量打印跟踪可让我们跟踪供应链中的每一个环节和步骤，并提供有关产品特性和成分的信息。产品标签和相应的发货单上都有批次信息。

## 尺寸测试

有多种测量设备和仪器可用于径向轴密封的尺寸检查，通常测量内径和外径以及高度。其中包括光学测量仪和测量显微镜、卡尺、深度规、圆周测量尺等。密封唇和/或保护唇内径的测量最好在非接触式光学测量仪和测量显微镜的帮助下进行。对于较大尺寸，根据材料和设计，也可使用卡尺或内圆周测量尺。密封条横截面（制图视角）可以进行破坏性测试。为此，RWDR的截面用树脂浇铸，切割成一定尺寸，并将待测表面整平。通常使用非接触式光学测量机和测量显微镜进行测试和测量。



用测量显微镜检查径向轴密封的尺寸



径向轴密封的剖面检查

## 径向力测量

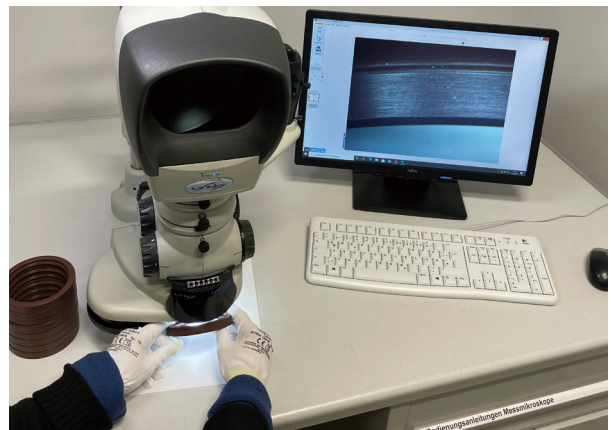
根据DIN3761-9，使用双钳口测量方法测量径向力。径向力是垂直于测量钳口的分离平面上作用于所选轴直径的径向轴密封的密封唇的力分量之和。通常的标准尺寸也有相应的测量钳。

## 形状和表面试验

径向轴密封件的质量规范基于DIN3761。在下订单时，可商定其他要求作为交货依据。通过使用放大灯和数字显微镜监测产品是否符合质量规范。



径向轴密封径向力的测量



电子显微镜检查径向轴密封的表面



## 轴修理套

## WSH-R

轴修理套WSH-R是我们标准轴承计划的一部分。

### 描述

产品组:	WSH轴修理套
设计:	R 维修
材料:	不锈钢耐酸钢 1.4301 (AISI 304)

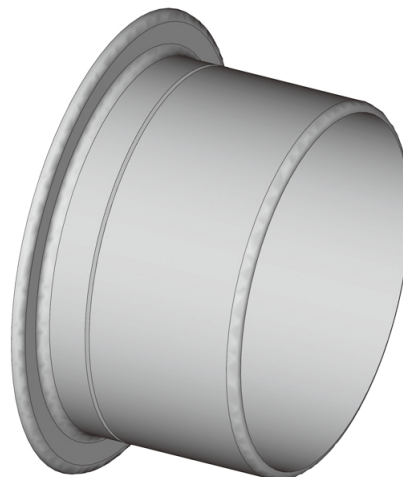
### 操作限制

工作极限（如温度、圆周速度和压力）由所选径向轴密封决定。WSH-R通常涵盖所有常见径向轴密封的工作条件。

### 技术数据

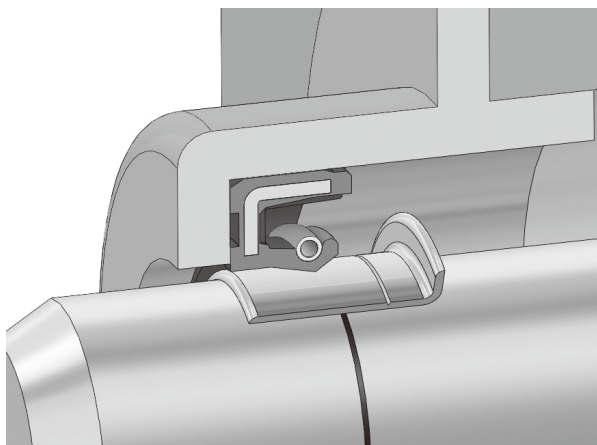
轴修理套筒须满足以下技术要求:

表面光洁度/ 粗糙度值:	$R_z = 1 \sim 5 \mu\text{m}$ $R_{\text{max}} \leq 6.3 \mu\text{m}$
表面加工:	无进给磨削
表面硬度:	HV 220 (95 HRB) 耐磨加工
壁厚:	0.28 mm 薄壁款



### 应用:

与旋转油封接触的表面，容易磨损或者被混进密封面的异物磨出沟痕，WSHR轴套用于修复此类损坏，例如在传动领域。这种经济高效的替代方案，可替代磨损轴的更换或昂贵的重新加工，并且易于安装。对损坏的轴进行返工可能会导致原始直径的决定性减少，使得先前的WDR不再适合内径。这个问题很容易地通过使用WSH-R来解决，不需要拆卸轴及进行昂贵的返工



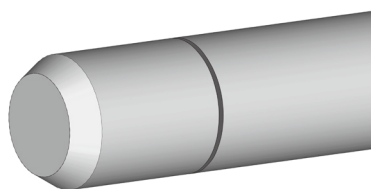
轴修理套在径向轴密封和轴之间工作

## 功能和优点

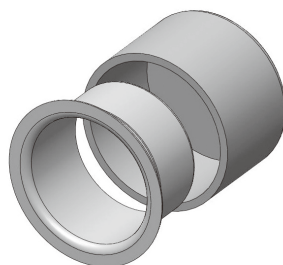
使用WSH-R能使磨损部位的性能参数迅速恢复到磨损前的水平，并且拥有很长的使用寿命。

WSH-R 轴修理套的优点如下:

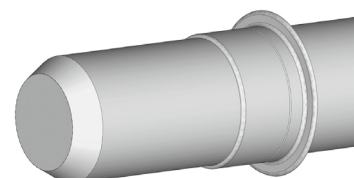
- 简单快速的维修，安装套筒包含在交付产品内
- 轴无需拆卸和返工，修复成本低
- 维修减少到最低限度，减少了昂贵的停机时间。径向轴密封的运行表面被永久且完全恢复功能
- 过盈配合，保证了轴上的配合紧固
- 保留原始密封尺寸



带入口轨道的轴



带轴修理套的安装套



轴上的轴修理套

## 安装说明

1. 清洁磨损轴的表面，去掉所有毛刺。磨合痕迹、缺口、沟槽或明显的表面粗糙部分必须用适当的环氧填充剂来平整。
2. 轴套应根据轴直径d1选择。
3. 安装前应在轴表面轻轻涂上润滑脂(便于安装)。
4. 将法兰侧的WSH-R置于轴上。
5. 将安装套滑到 WSH-R上。安装尺寸Z可以使用提供的安装套筒实现。安装套管太短，也可以使用直径相似的管子。
6. 用轻锤击打安装套筒(或使用压紧装置)，将WSH推到磨损区域。
7. 如果安装法兰与RWDR或装置的功能相干扰，则可在预定的断裂点处轻易拆除。
  - a) 安装WSH-R后，用侧切割器将法兰切割至预定断裂点，并在预翻转线(预定的断裂点)将其撕下。
  - b) 在困难的情况下，例如当安装空间很小时，可能需要在组装前切割法兰。
8. 组装后再次检查轴表面是否有毛刺。
9. 安装密封件前，将除去WSH-R上的润滑脂。
10. 安装径向轴密封。

轴修理套备有库存，直径范围在12到200mm之间。我们还可以提供最大直径370mm以及壁厚更厚的轴修理套，其交货时间相应延长。

所有种类的商品，其库存和价格信息都可在我们的在线订购平台EASY上直接查询。也可制造其他尺寸，欢迎垂询。

本目录中的技术数据基于标准规定的测试和经验，并作为质量保证的一部分重复。这些信息被视为一般的和非约束性的指导值，实际上很可能会超过或低于这些值。因此，我们建议与我们的技术部门讨论达到极限值的特定应用案例。

目录详细信息的更改将不会公布。当目录的新版本发布时，以前的版本就失去了效力。

任何形式的复制都需要获得Freudenberg FST GmbH的明确许可。



## 密封应用的综合产品系列

科德宝密封技术有限公司拥有广泛的，持续以客户为导向的优质密封技术产品组合，可满足高要求的密封应用——从定制的个性化解决方案到完整的密封包装。

科德宝密封技术通过德克迈特德氏封（Dichtomatik）品牌的工业标准质量产品完善了其产品组合。两个品牌的战略是科德宝工业服务集团综合服务组合中的一部分，得以保证从单一来源提供全方位的密封件以及与产品相关服务。

德克迈特德氏封（Dichtomatik）品牌产品由认证供应商制造，可提供多种密封形状和材料，适合于静态、动态和旋转应用中的中等工作条件。

凭借这种互补的产品组合，FST可为整个密封市场提供服务，从而可快速、可靠且一站式满足所有市场需求。

[www.fst.com](http://www.fst.com) | [dichtomatikfst.com](http://dichtomatikfst.com)

## 说明

## 编辑信息

科德宝 FST GmbH  
霍纳威格 2 – 4  
德国，魏因海姆 69469

Published by  
由Dichtungen工业技术有限公司出版

科德宝工业服务  
阿尔伯特-史威哲-密封圈 1  
22045德国汉堡  
电话 +49 40 669 89 0  
fis.hamburg@fst.com  
www.fst.com | dichtomatik.fst.com

发布日期  
2020年十月

图片积分6页底部  
Workaround GmbH  
街道44号  
81379慕尼黑

您的本地联系方式  
科德宝密封技术集团  
– 科德宝工业服务 – 德克迈特德氏封密封（上海）有限公司  
地址：上海市嘉定区申霞路314号 201818  
电话：+86 21 6082 2178  
网址：dichtomatik.fst.com  
邮箱：mail@dichtomatik.cn