



世界级轴承技术



deva.metal[®]
免维护、自润滑轴承

deva.metal®

高性能材料 – 固体润滑颗粒均匀分布在金属结构中



现代设计中轴承的材料提出了更多的要求。即使在极端的环境下和极限承载时，也会要求零维护。

同时，由于成本的压力，又要求机械设备在不增加成本的前提下尽可能的保持高标准地长期可靠地运转。

DEVA® 产品手册给出的免维护、自润滑、高承载的摩擦材料，可以制造出确保长时间安全可行运转的自润滑轴承。

同时，不管是滑动、旋转，还是两者的组合运动，

deva.metal皆可适用。deva.metal 材料的特点可以归纳为以下几点：

- 抗磨损
- 适用于冲击载荷
- 适用恶劣工况

在环保的要求下，或是在无法提供方便的润滑的情况下，deva.metal 丰富的材料提供了设计师更多的选择。



我们的轴承技术服务

- 得益于60多年的自润滑滑动轴承制造经验。
- 充分利用我们广泛的材料和应用技艺，几乎覆盖所有的工业。
- 我们的工程应用团队随时为您提供以下帮助：
 - 选择轴承材料；
 - 按照您的要求设计构思；
 - 零件组装和工程安装；
 - 估算轴承寿命；
- 得益于最新开发的新材料，并用最先进的设备进行检验。
- 可以通过FEM. 为您进行轴承分析。
- 可以达到最高的质量标准，通过以下认证 DIN ISO 9001:2000, ISO/TS 16949:2002 和 DIN EN ISO 14001.

我司8台试验台中的一台



技术手册一目录

	页
1 材料特性	4
2 材料结构	4
3 材料	6
4 配合材料	11
5 配合与公差	12
6 设计	14
7 安装	18
8 精加工	20
9 尺寸	20
10 DEVA [®] 滑动轴承设计选型表	21

材料特性

deva.metal® 是一系列高性能自润滑轴承材料。deva.metal 材料系列以四种金属合金为基础—青铜、铁、镍和不锈钢，每种金属合金含有固体润滑剂，最通用的是石墨，

它能均匀地弥散在金属基体内。选型的标准取决于轴承的滑动速度、单位负载、温度和其他的环境因素。

deva.metal

- 一般无需润滑。
- 提供免维护运行。
- 具有高静载和动载。
- 具有良好的摩擦性能，抗打滑爬行。
- 可在粉尘环境下工作。
- 能在 -200 °C 到 +800 °C 范围内工作。
- 不同材料可在不同腐蚀环境下工作。
- 不吸水，因而尺寸稳定，适合用于海水和许多工业液体中。
- 可在放射性环境下工作。
- 良好的导电性，无静电效应。
- 可用于平面滑动、旋转、摆动，可以是其中的一个单独运动，也可以组合运动。
- 适用于不方便润滑的部位。
- 与常规轴承材料相比，具有低润滑成本的优势。
- 可作为液压润滑条件下的备用轴承。
- 可用于水润滑环境。

材料结构

2.1 合金

所有的 deva.metal 合金都具有一种共同的金相微观结构，那就是固体润滑剂均匀弥散于金属基体内。金属基体的性能决定了材料一般的物理特性、机械特

性、化学特性，也决定了用于专门用途的合金的最初选型。以下四种基体可供选择：铜基，铁基，镍基和不锈钢基体。

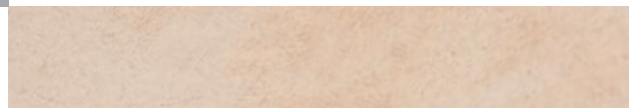
铜基



铁基



镍基



不锈钢基体



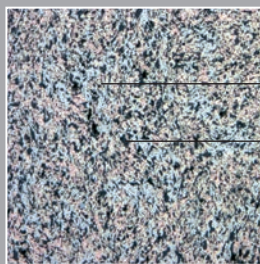
2.2 固体润滑剂

下面的微观结构图展示了特定应用要求下的 deva.metal 固体润滑剂的弥散结构。 这些不同的弥散结构皆可应用于四种金属基材。

固体润滑剂弥散结构

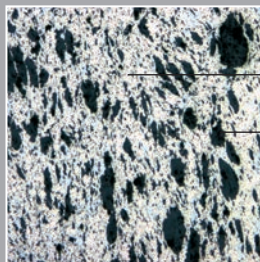
图 2.2.1

精细颗粒弥散



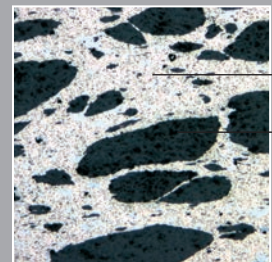
- 1 合金
- 2 固体润滑剂

中等颗粒弥散



- 1 合金
- 2 固体润滑剂

大颗粒弥散



- 1 合金
- 2 固体润滑剂

固体润滑剂 特性

表 2.2.1

特性	石墨	MoS ₂
晶体组织	六边晶体	六边晶体
比重	2,25	4,7
在空气中的摩擦系数	0,1 - 0,18	0,08 - 0,12
运行温度范围	-120 °C - +600 °C	-100 °C - +400 °C
抗化学腐蚀	非常好	好
抗腐蚀能力	好	差
抗核辐射能力	非常好	好
在空气中的性能	非常好	好
在水中的性能	非常好	差
在真空中的性能	差	好

固体润滑剂的含量和特性,在很大程度上决定了由四种金属基体制成的各种 deva.metal 合金轴承的性能。

固体润滑剂如下:

- 石墨 - C
- 二硫化钼 - MoS₂

石墨是最常用的固体润滑剂,它可根据应用需要制成细小颗粒或烧结成颗粒状弥散于金属基体内。

deva.metal 每一种金属基体和它的固体润滑剂材料的干磨机理都是相同的,这种机理可使得

deva.metal 合金在无常规润滑的环境下也能运行得令人满意。

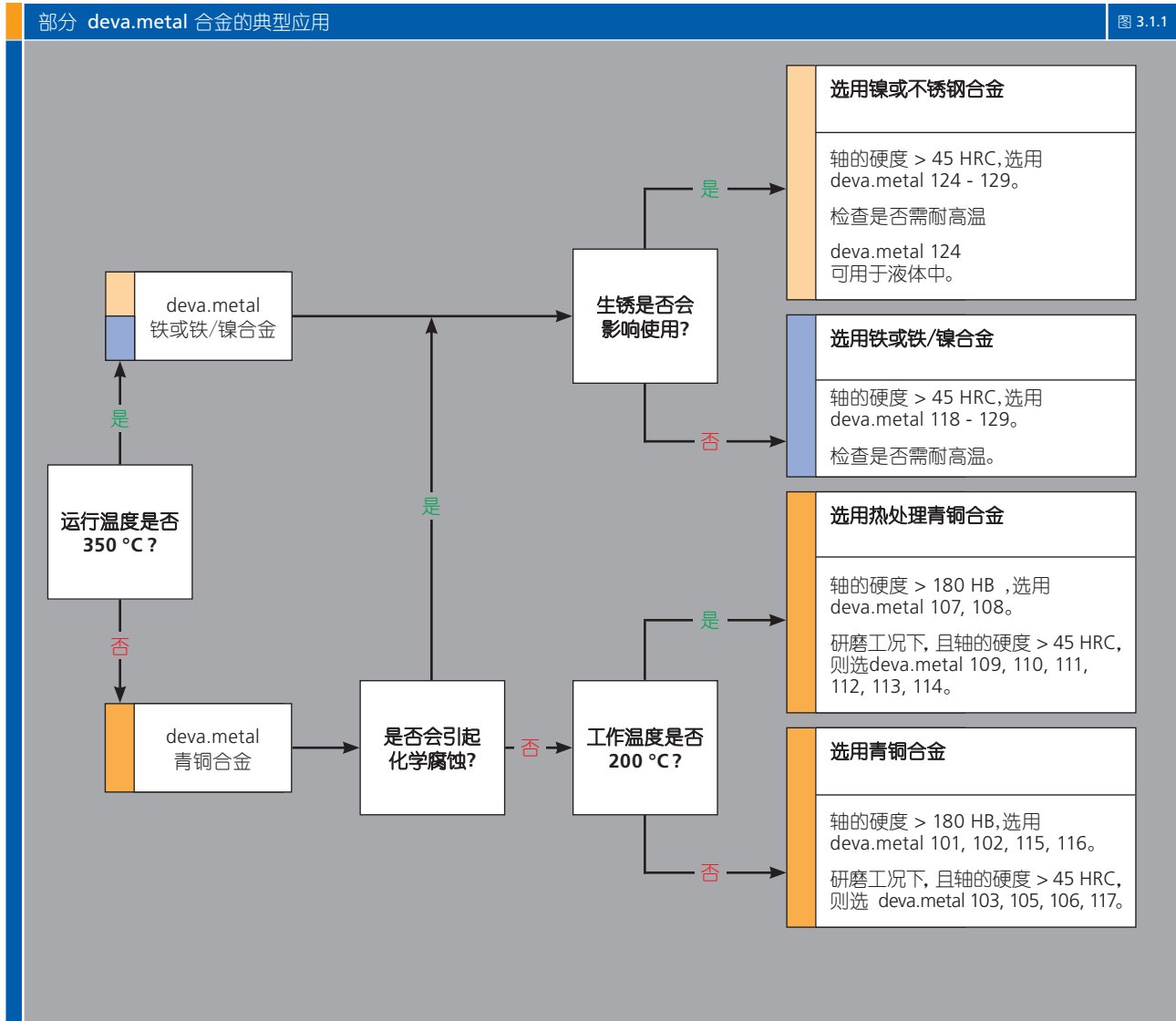
所有的固体润滑剂都有层状组织,其特点是在材料内的相邻的分子层之间有着较小的界面抗剪强度。固体润滑剂

在配合面与轴承间发生相对摩擦时,会被释放并机械地粘附在配合面上。于是一层低摩擦系数的固体润滑膜就会在这一对摩擦副之间形成。在摩擦副相对运动期间,微观磨损不断产生,新的固体润滑剂不断被释放,从而确保了此自润滑系统的稳定。这是众多免维护应用的基本原理。

材料

3.1 材料选型

下面的图表给出了不同应用环境下 deva.metal® 合金选型指导。



典型应用		表 3.1.1
deva.metal 金属合金	应用	工况特点
deva.metal 101	普通应用	用于大多数应用的普通材料
deva.metal 111/112	钢铁行业	高研磨
deva.metal 113/114	炉	高温
deva.metal 1115	水工机械应用	重载, 腐蚀/海水
deva.metal 116	瓶子清洁/灌装机械	高速
deva.metal 117	重工业	重载/高研磨
deva.metal 118	炉	高温
deva.metal 125/126	排气管道接头	高温, 腐蚀
deva.metal 128	高温阀	非常高的温度

3.2 抗化学腐蚀

下表给出 deva.metal 铜合金对于不同环境下的抗化学腐蚀能力。所有数据均为实验所得。实际表现只能依据不同的工况测得。

符号意义	
✓	抗腐蚀
○	有条件抗腐蚀, 取决于浓度, 含氧量、温度等。
✗	不推荐
-	暂无实验数据

deva.metal 抗化学腐蚀												表 3.2.1	
化学物	浓度 %	温度 °C	青铜合金 deva.metal			铁合金 deva.metal			镍合金 deva.metal			不锈钢 deva.metal	
			101-103, 105-117	118-119	120-121	122-123	124	125-126	127	128	129		
强酸													
盐酸	5	20	○	✗	○	✗	✗	✗	○	✗	✓	✗	
氢氟酸	5	20	○	○	✗	✗	✓	✓	○	✓	✓	✗	
硝酸	5	20	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
硫酸	5	20	✓	✗	○	✗	○	✓	✓	✗	✓	✗	
磷酸	5	20	✓	✗	✗	✗	✓	○	○	○	✓	○	
弱酸													
醋酸	5	20	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	
蚁酸	5	20	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	
硼酸	5	20	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
柠檬酸	5	20	✓	○	○	○	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
碱													
氨水	10	20	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
氢氧化钠	5	20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
氢氧化钾	5	20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
有机溶剂													
丙酮		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
四氯化碳		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
乙醇		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
醋酸乙酯		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
氯乙烷		20	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
甘油		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
盐													
硝酸铵			✗	○	○	○	✓	✗	✓	✓	✓	✓	
氯化钙			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
氯化镁			✓	○	○	○	✓	○	○	○	✓	✓	
硫酸镁			✓	○	○	○	✓	○	○	○	✓	✓	
氯化钠			✓	○	○	○	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
硝酸钠			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
氯化锌			✗	✗	✗	✗	✓	✗	○	○	✓	✓	
硫酸锌			✓	○	○	○	✓	✗	○	○	✓	✓	
气体													
氨			○	✓	✓	✓	✗	○	○	○	✓	✓	
氯气			✗	✗	✗	✗	-	○	✗	✗	✗	✗	
二氧化碳			✓	○	○	○	○	✗	○	○	✓	✓	
氟气			✗	○	○	○	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
二氧化硫			✓	✗	✗	✗	○	○	○	○	✓	✓	
硫化氢			○	✗	✗	✗	○	✓	○	○	✓	✓	
氮气			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
氢气			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
润滑剂和燃油													
石蜡		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
石油		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
煤油		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
柴油		20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
矿物油		70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
HFA - ISO46 水油乳状液		70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
HFC - 水-乙二醇液压液		70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
HFD - 磷酸酯		70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
其它													
水		20	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
海水		20	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
树脂			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
碳氢化合物			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

3.3 特性

青铜和铅青铜合金是 deva.metal® 材料最广泛应用的合金, 在有水润滑时尤为适用。它们也适宜用于有升温环境下的应用, 然而由于尺寸稳定性的问题, 青铜合金一般限制在约200 °C以下使用。若使用温度超过200°C, 就有必

要通过热处理工艺, 热处理过后的青铜合金可以在350° C 高温下使用。deva.metal 镍基合金通常在高耐腐的条件下使用。

deva.metal 性能参数表 ¹⁾

符号 单位	合金	物理性能			机械性能			最大载荷	
		密度 ρ g/cm ³	硬度 HBmin	线性膨胀系数 α_1 10 ⁻⁶ /K	抗拉强度 R_m MPa	耐压强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	杨氏模量 E MPa	静载 ³⁾ $\bar{p}_{stat/max}$ MPa	动载 ³⁾ $\bar{p}_{dyn/max}$ MPa
青铜合金									
	deva.metal® 101	6,8	40	18	50	300	52000	200	100
	deva.metal® 102	6,0	50	18	35	180	42000	140	70
	deva.metal® 103	6,4	50	18	55	250	53000	180	90
	deva.metal® 105	6,6	65	18	85	340	53000	230	115
	deva.metal® 106	6,1	45	18	50	240	49000	160	80
青铜合金 (热处理)									
	deva.metal® 107	6,3	35	18	57	250	43000	170	85
	deva.metal® 108	6,3	35	18	57	250	43000	170	85
	deva.metal® 109	6,4	50	18	55	250	43000	170	85
	deva.metal® 110	6,4	50	18	55	250	43000	170	85
	deva.metal® 111	6,4	40	18	65	320	46000	220	110
	deva.metal® 112	6,4	40	18	65	320	46000	220	110
	deva.metal® 113	6,3	50	18	40	220	44000	200	100
	deva.metal® 114	6,3	50	18	40	220	44000	200	100
铅青铜合金 ²⁾									
	deva.metal® 115	7,2	50	18	85	380	57000	260	130
	deva.metal® 116	5,8	50	18	30	220	26000	150	75
	deva.metal® 117	6,6	65	18	85	340	48000	230	115
铁合金									
	deva.metal® 118	6,0	80	13	80	550	-	150	60
	deva.metal® 120	6,0	120	12	100	460	73000	70	30
	deva.metal® 121	6,4	50	12	50	180	-	70	30
	deva.metal® 122	5,9	50	13	50	180	-	70	30
	deva.metal® 123	5,7	140	13	60	400	-	70	30
镍合金									
	deva.metal® 124	6,4	45	15	60	400	-	100	50
镍/铜合金									
	deva.metal® 125	6,2	40	16	70	380	-	100	50
	deva.metal® 126	6,2	65	-	30	300	-	-	-
镍/铁合金									
	deva.metal® 127	6,0	45	13	50	240	-	100	50
不锈钢									
	deva.metal® 128	5,8	55	13	120	180	-	150	70/10/1 ⁴⁾
	deva.metal® 129	5,8	75	16 - 18	130	-	-	150	10/1 ⁴⁾

¹⁾ 表中的性能参数摘自于DEVA®材料手册。DEVA也可提供相关材料手册。

²⁾ 含铅轴承请参照DEVA标准手册 DEVA DN 0.14

³⁾ 在最小允许温度下

⁴⁾ 350°C时为70, 550°C时为10, 800°C时为1。

表 3.3.1

轴承性能									合金
最大滑移速度 [干摩擦]	最大 pU 因数 [干摩擦]	温度范围		摩擦系数 ^{2) 8)}		轴的最小硬度	轴表面 粗糙度 [最适宜]	符号	
U_{max} m/s	pU_{max} MPa × m/s	T_{max} °C	T_{min} °C	f	f	HB/HRC	R_a µm	单位	
青铜合金									
0,3	1,5	150	-50	0,13 - 0,18	0,11 - 0,16	>180HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 101
0,4	1,5	150	-50	0,10 - 0,15	0,09 - 0,12	>180HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 102
0,3	1,5	150	-50	0,11 - 0,16	0,10 - 0,13	>35HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 103
0,3	1,5	150	-50	0,13 - 0,18	0,11 - 0,16	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 105
0,4	1,5	150	-50	0,10 - 0,15	0,09 - 0,12	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 106
青铜合金 (热处理)									
0,3	1,5	350	-100	0,13 - 0,18	0,11 - 0,16	>180HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 107
0,3	1,5	350	-100	0,13 - 0,18	0,11 - 0,16	>180HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 108
0,4	1,5	350	-100	0,11 - 0,16	0,10 - 0,13	>35HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 109
0,4	1,5	350	-100	0,11 - 0,16	0,10 - 0,13	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 110
0,3	1,5	350	-100	0,11 - 0,16	0,10 - 0,13	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 111
0,3	1,5	350	-100	0,11 - 0,16	0,10 - 0,13	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 112
0,4	1,5	350	-100	0,10 - 0,15	0,09 - 0,12	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 113
0,3	1,5	350	-100	0,10 - 0,15	0,09 - 0,12	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 114
铅青铜合金									
0,3	1,5	200	-50	0,15 - 0,22	0,13 - 0,18	>180HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 115
0,3	1,5	200	-50	0,13 - 0,18	0,11 - 0,16	>180HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 116
0,3	1,5	200	-50	0,13 - 0,18	0,11 - 0,16	>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 117
铁合金									
0,2	1,0	600	0	0,30 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 118
0,2	1,0	600	0	0,25 - 0,43		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 120
0,2	1,0	450	280	0,30 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 121
0,2	1,0	450	280	0,30 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 122
0,2	1,0	600	0	0,28 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 123
镍合金									
0,2	0,8	200	-200	0,30 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 124
镍/铜合金									
0,2	0,8	450	-200	0,30 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 125
0,2	0,8	450	-200	0,30 - 0,45		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 126
镍/铁合金									
0,2	0,5	650 ⁷⁾	-200	0,25 - 0,43		>45HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 127
不锈钢									
0,2	0,5	800	-100	0,35 - 0,49		>60HRC	0,2 - 0,8		deva.metal® 128
0,05	0,5	800	350	0,40 ⁶⁾		>200HB	0,2 - 0,8		deva.metal® 129

⁵⁾ 随着温升, 摩擦系数会降低。

⁶⁾ 随着温度变化而变化。

⁷⁾ 热蒸汽环境下小于450 °C

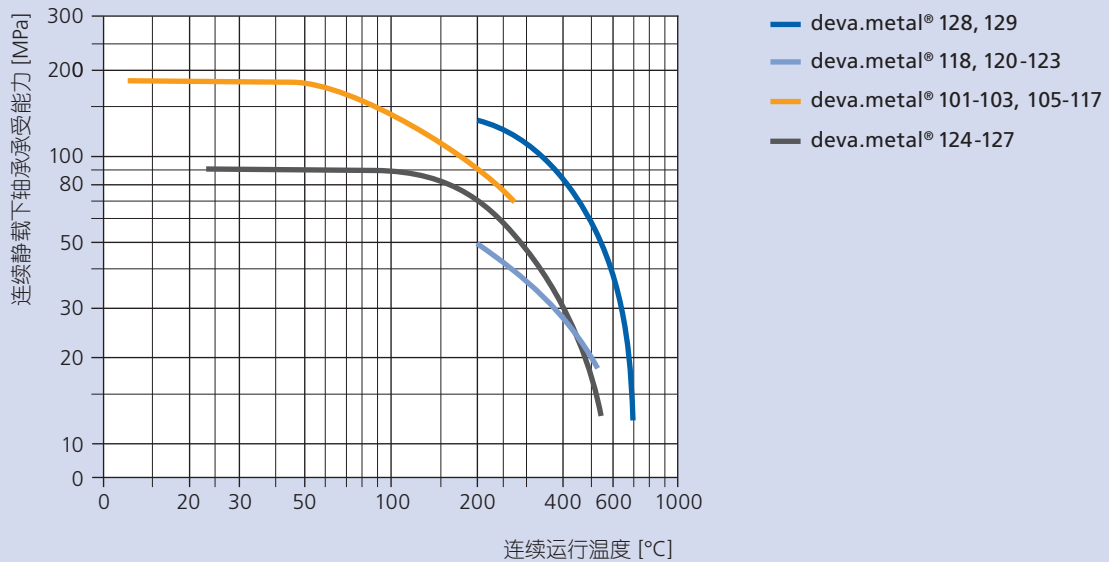
⁸⁾ 表中给出的摩擦系数是基于我们工厂的试验得出, 实际应用时, 会因不同的工况而改变。如需准确的参数, 请提供准确的工况条件, DEVA会根据客户给出的工况参数进行实验, 进而可提供准确的摩擦状况。

3.4 温度影响

deva.metal®合金能够承受的最大单位负载，随温度升高而降低。

温度对 deva.metal 所能承受的比压影响

图 3.4.1

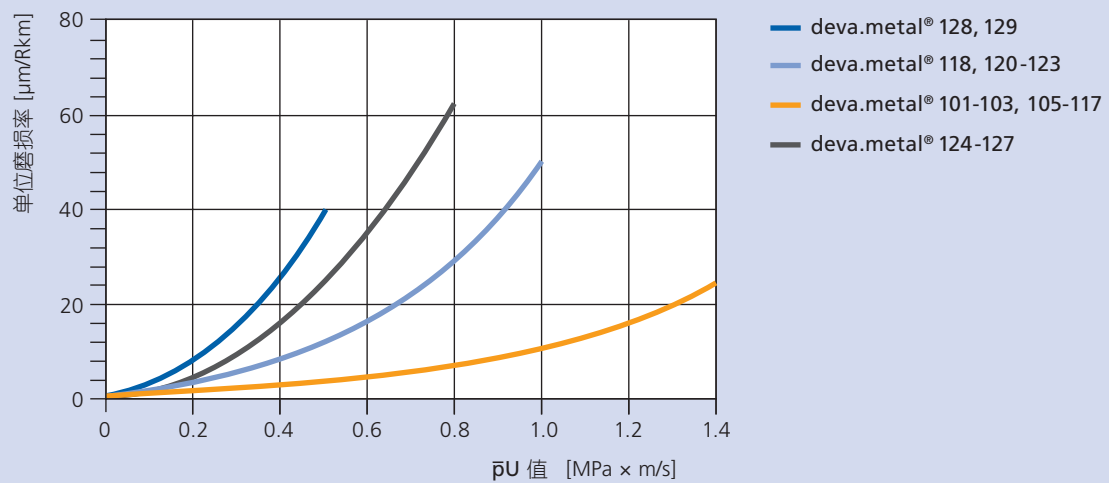


3.5 单位磨损率

$\bar{p}U$ 值对 deva.metal 合金的单位磨损率 (ΔS_v) 的影响如图 3.5.1 所示。

deva.metal 的单位磨损率

图 3.5.1



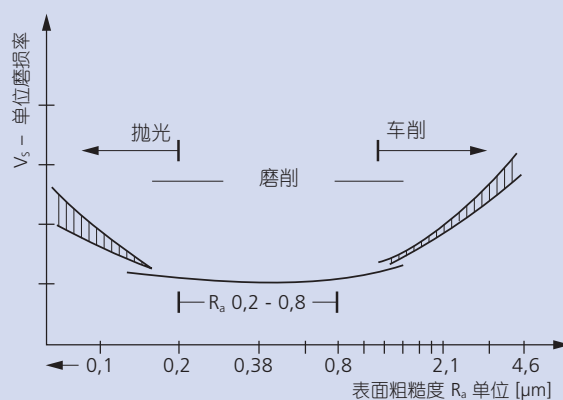
配合材料

deva.metal 轴承要求相配对的材料硬度不小于180HB。在有额外润滑的情况下，则可降至130HB。如在磨蚀工况下，则配对材料的表面硬度需介于35HRC/45HRC之间。与deva.metal配对的材料的表面粗糙度的理想值 $R_a=0.2-0.8\mu\text{m}$ 。不同工况下，粗糙度可适当放大。在腐蚀性环境下的材料选用需结合具体工况。表4.1给出一些可能的配合材料。

表面粗糙度

图 4.1.1

配合材料的表面粗糙度对磨损率的影响 (实验数据)



通常应用工况采用的配合材料

表 4.1.A

材料牌号	DIN 标准	对比标准		
		美国 - ANSI	英国 - B.S. 9 70	法国 - AFNOR
1.0543	ZSt 60-2	Grade 65	55C	A60-2
1.0503	C45	1045	080M46	CC45
1.7225	42CrMo4	4140	708M40	42CD4

腐蚀应用工况采用的配合材料

表 4.1.B

材料牌号	DIN 标准	对比标准		
		美国 - ANSI	英国 - B.S. 9 70	法国 - AFNOR
1.4021	X20Cr13	420	420S37	Z20C13
1.4057	X17CrNi-16-2	431	432S29	Z15CN16.02
1.4112	X90CrMoV18	440B	-	(Z70CV17)
1.4122	X35CrMo17-1	-	-	-

海洋工程应用工况采用的配合材料

表 4.1.C

材料牌号	DIN 标准	对比标准		
		美国 - ANSI	英国 - B.S. 9 70	法国 - AFNOR
1.4460	X3CrNiMoN27-5-3	329	-	-
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	UNS531803	318513	Z3CND24-08
2.4856	Inconel 625	-	-	-

配合与公差

为了能得到满意的性能，轴承外径、轴承内孔、轴的直径以及轴承座内孔须精加工到推荐公差。

过盈配合

deva.metal®轴承必须过盈安装在轴承座内。

轴承座座孔

座孔必须精加工到 H7 公差，并且表面粗糙度不超过 $R_a = 3,2 \mu\text{m}$ 。

轴承外径

过盈配合的程度取决于轴承的壁厚和所处的工况。

另外，如果轴承在 150 °C

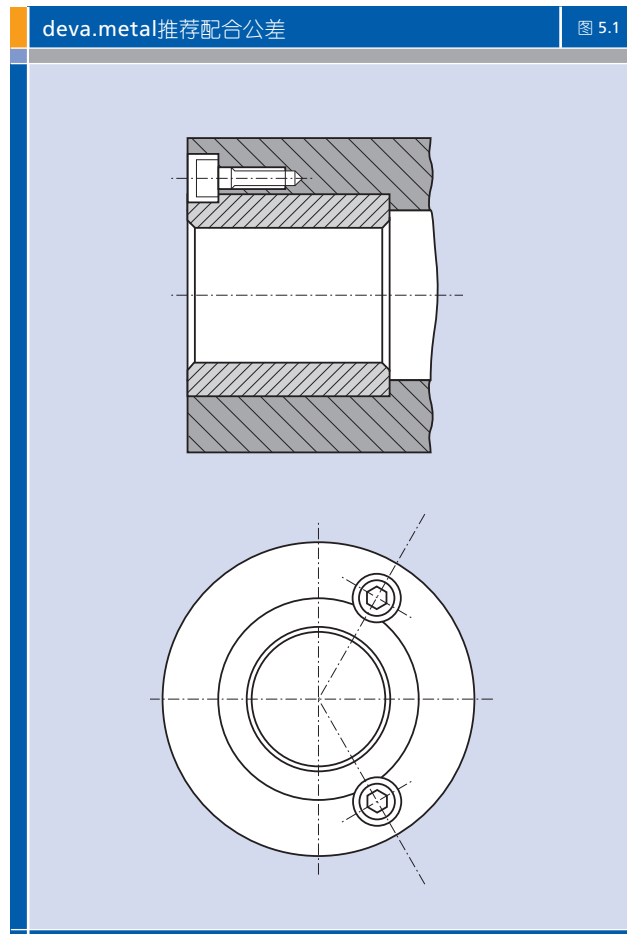
以上温度下连续工作，或是轴承在承受轴向负载的情况下，则建议采用机械固定，以防止轴承窜动或是转动。（如图 5.1 所示。）。

间隙

对于 deva.metal 轴承，在干摩擦条件下运行，需要一定的间隙，它取决于轴承负载和运行温度。为了能达到令人满意的效果，必须要有正确的间隙。在干摩擦条件下的运行，对推荐的间隙有任何增加，都会导致性能成比例降低。

由于轴承装入轴承座时，轴承的内径会减小，所以轴承内孔在预加工时须留有一定的余量。一般在安装后，轴承内径中多余的尺寸需要被减少 75-95%。而 deva.metal 成品轴承就是用上述方法生出来的，

推荐配合公差		表 5.1
		公差
轴承座座孔		H7
轴承外径		r6



推荐的配合和公差范围				表 5.2
	配合			
	标准轴承 工作温度 < 100 °C	工作温度 > 100 °C	精密轴承	
轴承内孔 (装配前)	C7	另行计算	D7	
轴承内孔 (装配前)	D8	另行计算	E8	
轴	h7	另行计算	h7	

精密轴承的机械加工余量

精密轴承的内径的配合公差为 IT7 或 IT6 此公差是轴承在装配后, 在轴承座内加工所得。推荐的加工余量为 0,15 - 0,2 mm。

轴承壁厚

轴承壁厚必须能满足生产加工和使用强度两者的要求。表 5.3给出了不同直径的deva.metal轴承在不同承载下的最小推荐厚度。

倒角

为了便于安装deva.metal轴承, 轴承座内径和衬套外径都应具有如图5.2所示的倒角。

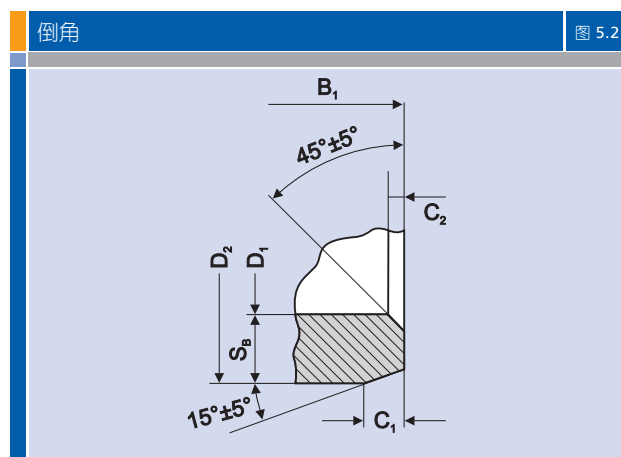
比压 MPa	推荐最小壁厚 mm
< 10	$\sqrt{0,5 D_1}$
10-25	$\sqrt{0,6 D_1}$
> 25-50	$\sqrt{0,8 D_1}$
> 50	$\sqrt{D_1}$

D_1 = 轴承内径

对于所有直径: $C_2 = S_b / 5$

轴承座内径倒角: $1 \times 15^\circ - 20^\circ$

轴承宽度 B_1 mm	倒角 C_1 mm
< 10	1,0
10-25	1,5
> 25-50	2,0
> 50-80	3,0
> 80	4,0



轴承宽度

deva.metal合金, 是用粉末冶金法制成的。

加工工艺限制与轴承宽度/直径的值 [$B_1 : D_2$] 有关。实践证明, $B_1 : D_2$ 的比值在 0,5 - 1,0 之间为宜。当比值大于 1 时, 很难承受边缘负载。比值大于 1,5, 则不推荐使用。

热膨胀余量

deva.metal在很多时候都是应用在高温条件下。此时, 在设计阶段须考虑以下因素:

- 轴承座的热膨胀
- deva.metal轴承的热膨胀
- 轴的热膨胀, 以及其对衬套与轴承座过盈配合和衬套与轴之间的间隙两方面的影响。

以下公式可供设计人员计算所需轴承加工余量, 以保证在预期的使用温度下保持正确的运行间隙。

例如:

计算轴承在高温环境下的装配间隙

这个条件是许多炉子和输送机的典型工况:

$$C_{DM} = C_D + [D_j \times \Delta T (\alpha_j + \alpha_1 + \alpha_G)]$$

式中:

C_{DM} = 加工余量

C_D = 需要的运行间隙

D_j = 轴直径

ΔT = 运行温度 - 环境温度

α_j = 轴材料的线性热膨胀系数

α_1 = deva.metal 合金的线性热膨胀系数

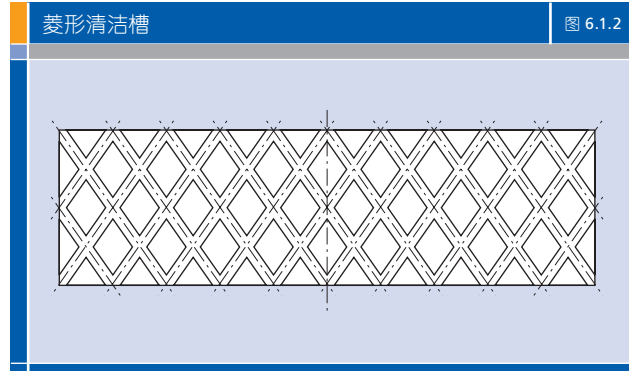
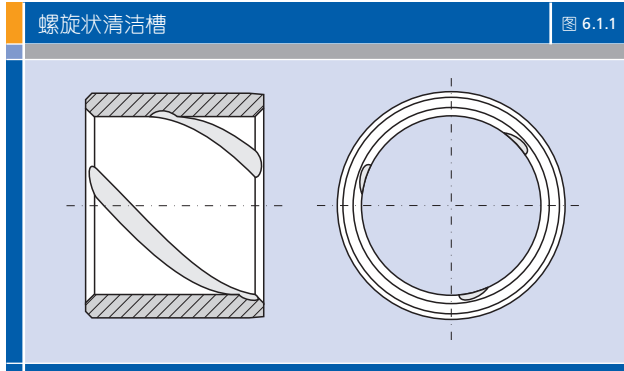
α_G = 轴承座材料的线性热膨胀系数

如果轴承工作温度是不断变化的, 请联系我们的应用工程师。

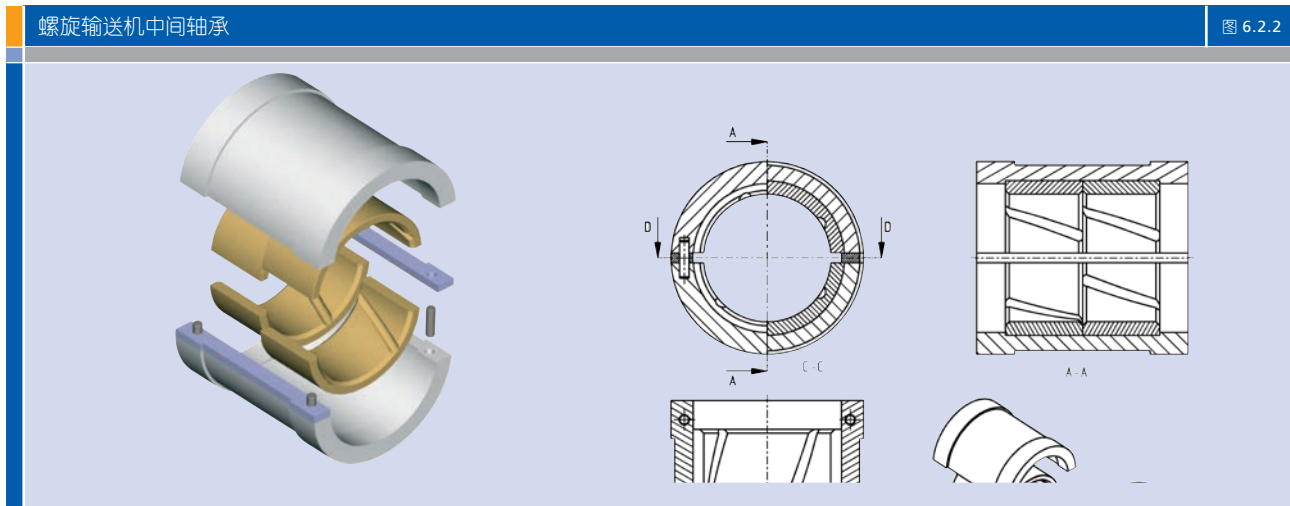
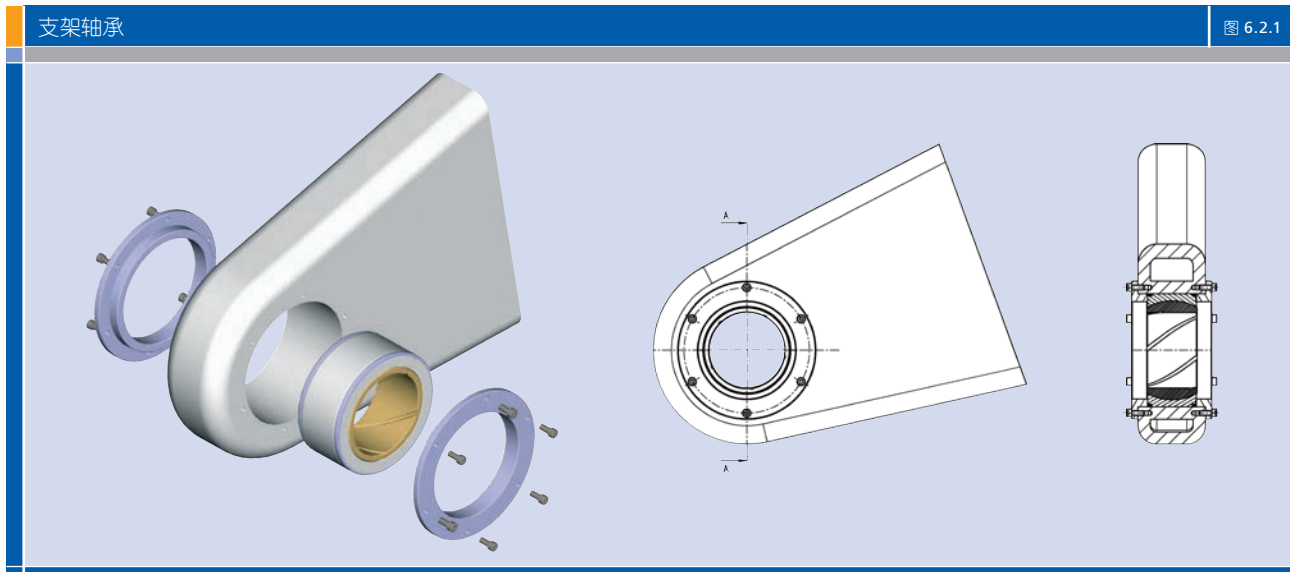
设计

6.1 滑动面设计

经验证明带清洁槽的轴承表面有助于清除摩擦所产生的碎屑和杂物，从而提高干摩擦下 deva.metal® 的耐磨性能。下面的图片给出了两种可能的设计。

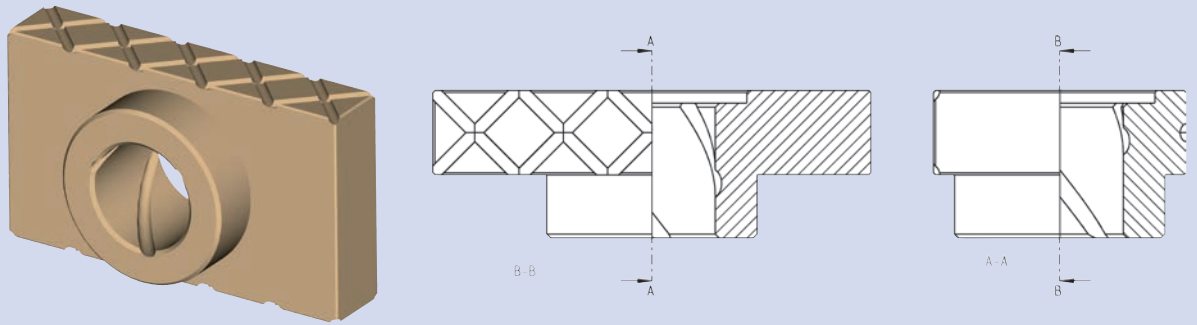


6.2 特殊设计案例



滑块

图 6.2.3



滑板

图 6.2.4

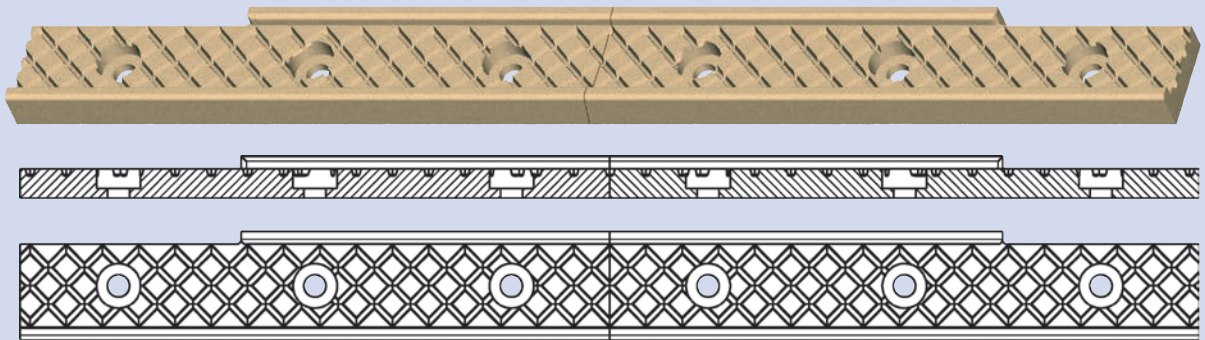
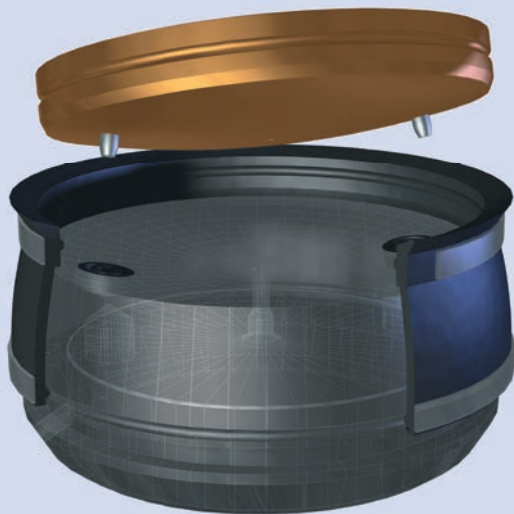
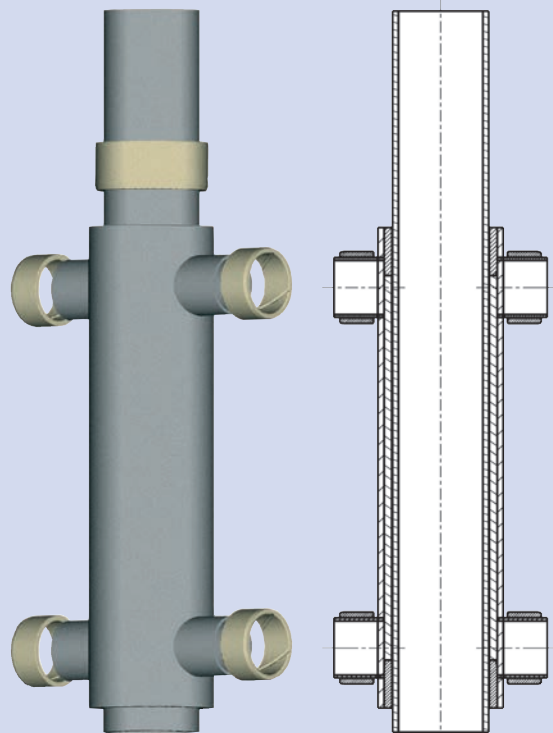

 DEVA[®] 转塔轴承

图 6.2.5



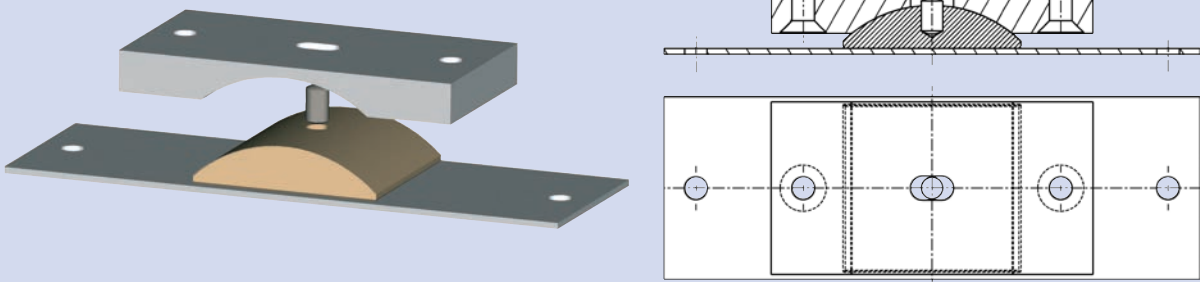
装有平衡轴承的活塞导杆

图 6.2.6



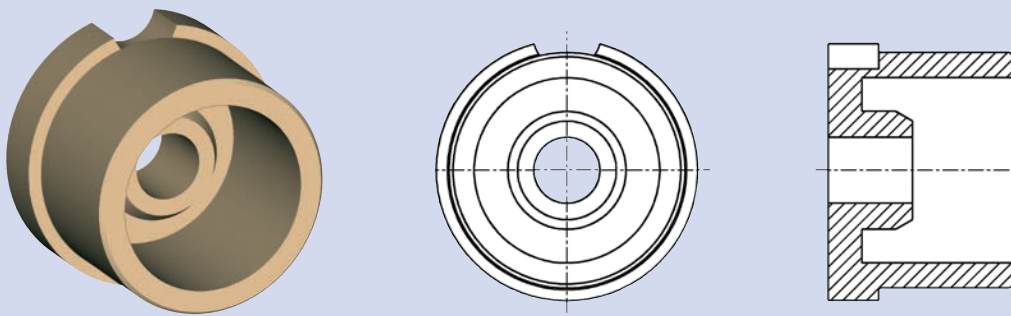
角度补偿块

图 6.2.7



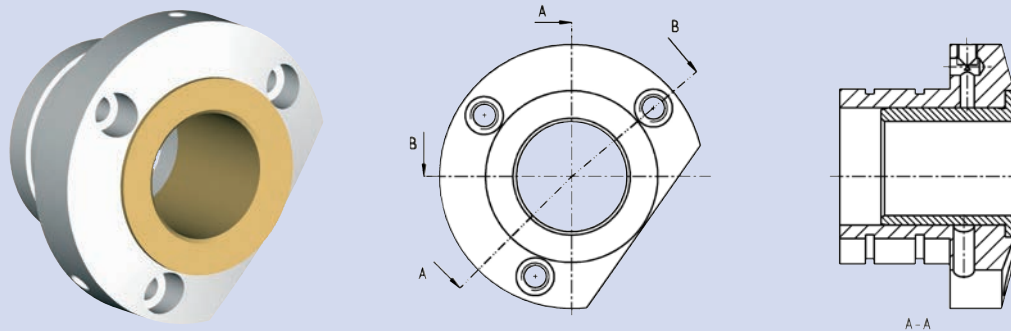
导套

图 6.2.8



法兰轴承

图 6.2.9



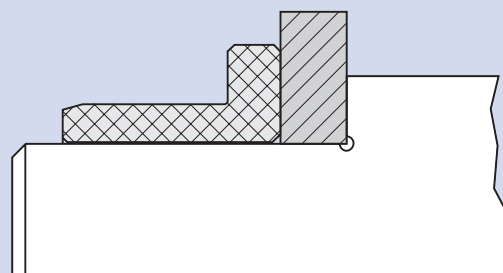
6.3 工作面的设计

与deva.metal®相配合的轴或配合面通常是钢制的。如工作环境为潮湿和易生锈环境，尤其在油和油脂皆无法提供有效保护的情形下，建议使用不锈钢或镀铬钢作为配合材料。有关配合材料的性质和硬度已在第4节讨论过，这里不再赘述。

与deva.metal相配合的轴或配合面必须覆盖并超过轴承表面，以防止嵌进轴承。轴的边缘须加工相应的倒角，并且所有可能损坏deva.metal轴承的尖角都必须被清除

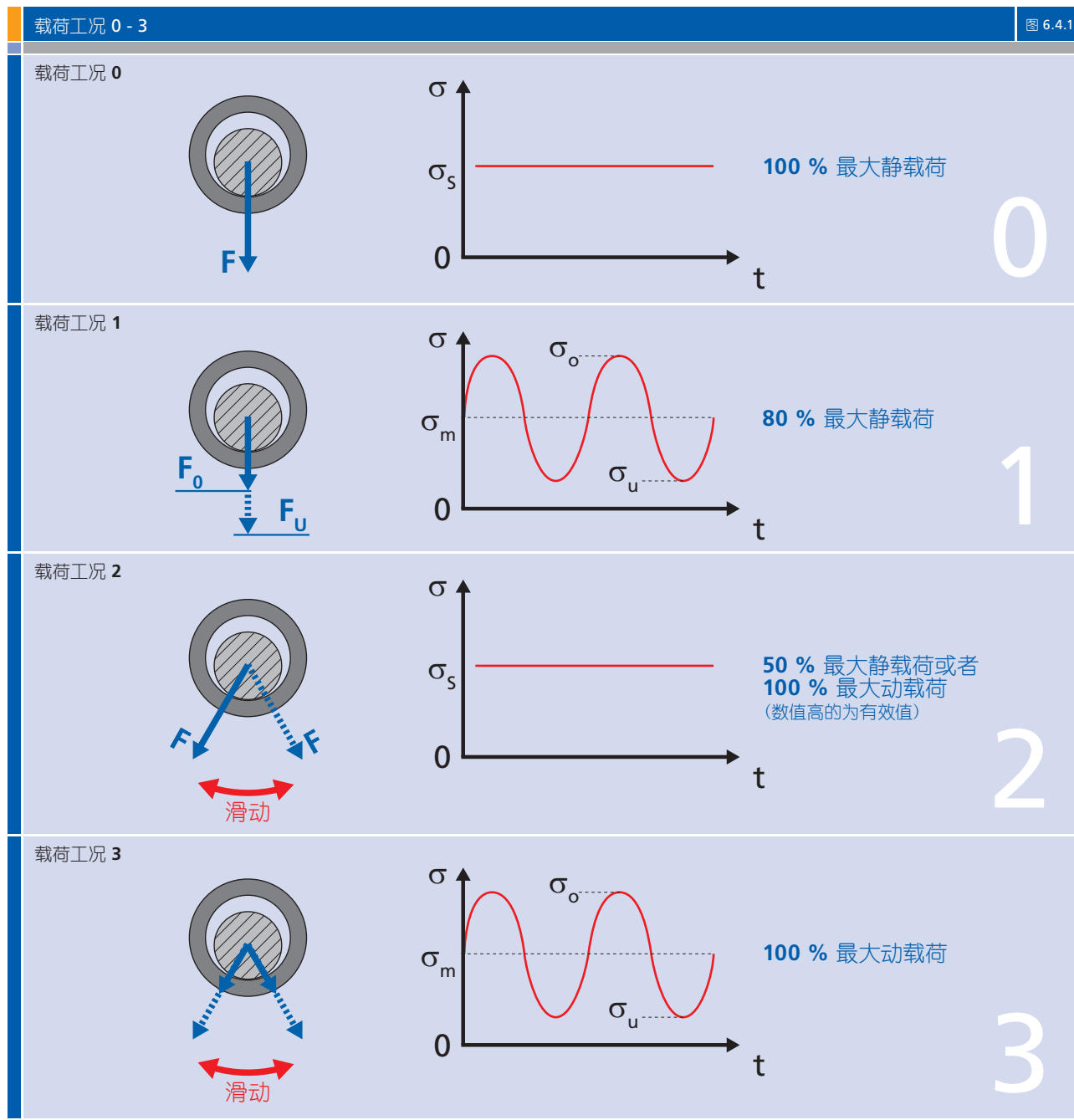
工作面的设计

图 6.3.1



6.4 设计中需要考虑的参数

DEVA[®] 根据轴承上载荷的特点, 分为 0 - 3 四种 工况。这是考虑在动载荷工况下, 疲劳的影响。百分比中提到的极限值, 可以从材料参数表中和我们 的技术手册中找到。



安装

7.1 deva.metal®衬套的安装

压力安装

压力安装适用于所有deva.metal材料。
可以使用螺旋压力机或液压压力机安装deva.metal衬套。确保压力点对中。参照压力安装图一图7.1.1。
严禁使用锤子敲打安装。
安装deva.metal法兰轴承，应在法兰和轴承外径过渡处加工相应倒角，以便于安装。

超冷安装 (只适用于青铜合金)

超冷安装只允许用于deva.metal青铜合金。
对于其他的deva.metal合金，过冷安装可能会导致其金属相组织结构发生变化，从而引起尺寸不稳定或改变材料特性。
必须通过计算收缩量以确定用过冷来安装轴承是否合适。收缩量可通过下面的公式：

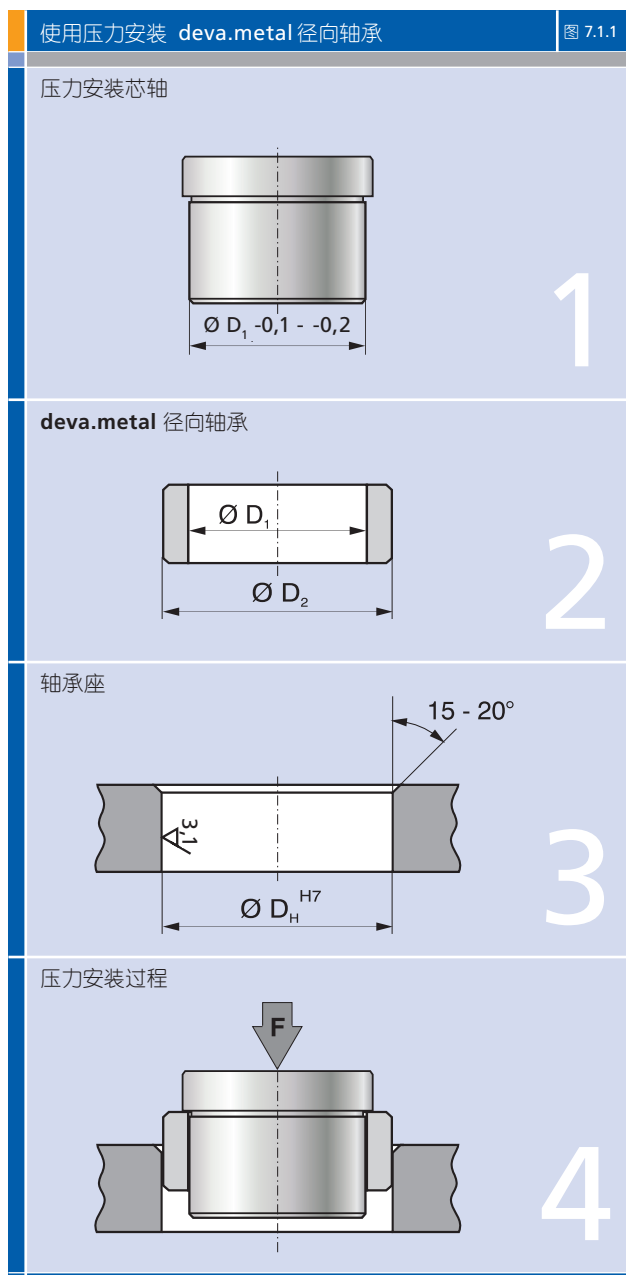


图 7.1.1

$$s = 0.8 \times \alpha_1 \times \Delta T \times D_2 \text{ mm}$$

式中：

α = 线性热膨胀系数 [1/K]
= 18×10^{-6} 1/K (青铜合金)

最常用的过冷介质为干冰和液氮。两种介质都是危险品。

我们在此特别提醒谨慎处理危险物质。您可向DEVA索取相关安装手册。

干冰应碎成胡桃大小，以保证冷却均匀。当使用液氮冷却时，滑动轴承应被全部浸入其中。完全冷却需要0.5-2小时，具体取决于需冷却的部件的数量。
过冷后的部件可以毫无困难的直接被装进轴承座。

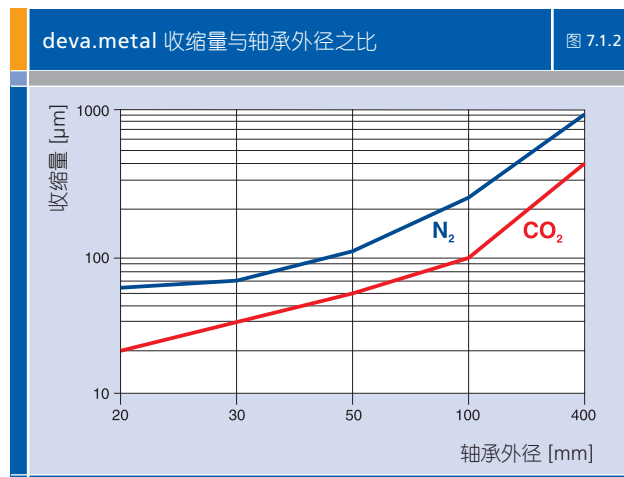


图 7.1.2

确保被安装的零件在准确的放置，尤其在安装大的零件时。

滑动轴承与轴承座间可以用粘结剂合，作为防止轴承在工作时可能的转动或窜动的额外保护。请严格按照粘结剂生产商的指导说明安装。

7.2 止推垫圈的安装

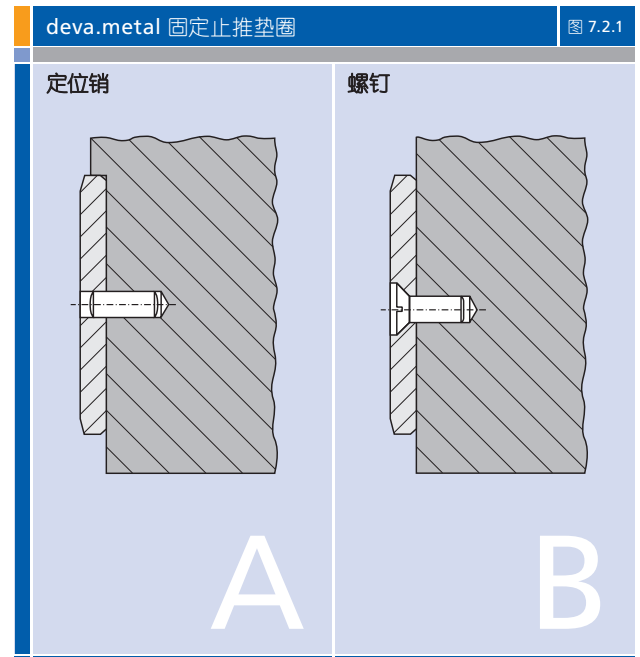
deva.metal®止推垫圈须装在外圈的凹槽内，如图7.2.1所示。

如果没有供止推垫圈安装用的凹槽，则用以下任一种方法来固定

- 两个销钉
- 两个螺钉
- 胶粘
- 焊接

重要说明：

- 销钉必须凹进轴承表面足够深，以防止配合材料在 deva.metal 止推垫圈超过预期磨损后碰到销钉。
- 螺钉必须沉头在轴承表面以下足够深，以防止配合材料在 deva.metal 止推垫圈超过预期磨损值后碰到螺钉。
- 请与粘结剂生产厂商联系，选择合适的粘结剂。
- 防止轴承表面与粘结剂直接接触。
- 确保在装配后，垫圈的内孔没有与轴相接触。



7.3 滑板的安装

deva.metal滑板可用以下方法装配：

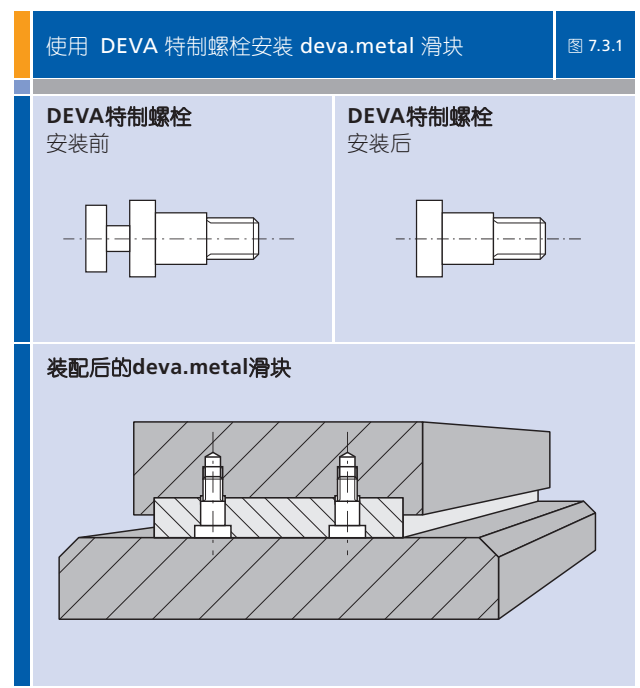
- 使用根据DEVA®工厂标准DN 0.34制造的DEVA专用螺栓（如图7.3.1所示）
- 机械固定（如图7.3.1所示）
- 胶粘

当deva.metal滑板在有温升环境下使用时，一定要考虑以下因素：deva.metal的膨胀系数大于钢。因而在设计时要选择适当的间隙。

胶粘

滑动轴承与轴承座间可以用粘结剂粘合，作为防止轴承在工作时可能的转动或窜动的额外保护。请严格按照粘剂生产商的指导说明安装。

特制螺栓



精加工

概述

一般情况下，我们提供成品的deva.metal®滑动轴承。其标准公差可适用大多数应用。如果碰到需要在装配后进行再加工来保证精度情况，deva.metal也可以被再次机加工。定位槽之类的也可通过机加工得到。

机加工deva.metal材料可依照DEVA工厂标准DN 0.37。如有需要，请向我们索取相关资料。具体请参照下面的机械加工。

机械加工

加工刀具建议采用ISO标准中K10硬质合金，切削边缘应永远保持锋利以保证最佳表面光洁度。推荐表面光洁度为 $R_a = 1,2 \mu\text{m}$ 。如果加工薄壁工件，请咨询我们的应用工程师。易于损坏的薄壁工件，在加工和处理时，切削深度和进刀量一定要小。

deva.metal的切削和机械加工可以类似加工灰口铸铁。健康和安全的守则无论何时都应遵守。建议，所有的机加工（除研磨外）都是干式的（不用冷却剂）。按照规定持续进行抽气换气（保持吸入的空气清洁）。建议抽吸点的气流速度为20m/s。

车削

当零件壁的厚度大于10mm时，用3爪或4爪卡盘进行初级加工。而加工薄壁轴承和最后加工时，则用弹簧卡盘或卡套以避免加工件变形。在最终加工前，加工件必须从夹具上取下以便变形得到恢复。

钻

建议采用高速钢钻头，切削速度15 - 26m/min，进刀量为每刀0,05 - 0,1mm，在即将穿透时，为防止损坏deva.metal，进刀量应减少。

铣

类似切削的要求同样适用于铣削。当切削快要达到材料边缘时，调整适当的刀具角度以防止deva.metal边缘破裂。

磨削

不建议对轴承的摩擦面进行磨削，因为磨料颗粒会嵌进表面，从而在运行时导致损坏。如必须要对摩擦面进行磨削，则建议使用5CG 10C 80/100JT 12 V82 (Dilumit) 或相似的磨盘。

表面粗糙度

使用以上方法进行精加工，建议使轴承表面粗糙度 R_a 平均达到约1,2 μm 。

推荐尺寸

deva.metal几乎可以被制成任何形状。当然，作为一个烧结材料，deva.metal也会有加工极限，尤其受到壁厚和宽度与直径的比值的限制。衬套（不剖分）的最大尺寸为：内径500mm，长度110mm。圆柱体的最大尺寸为：直径280mm，长度100mm。而滑板

的最大尺寸为：宽度125mm，长度220mm，厚度55mm。特殊尺寸请咨询DEVA®咨询。

deva.metal广泛的材料和特殊性能，可被用于众多领域。DEVA应用工程师可根据您的应用提供合适的解决方案。

DEVA® 轴承设计选型参数咨询表

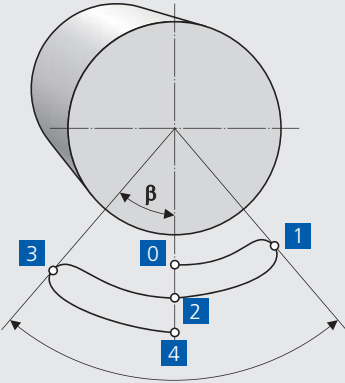
调查表 10.1.A

应用概述			
<input type="checkbox"/> 钢铁	<input type="checkbox"/> 汽轮机	<input type="checkbox"/> 铁路	<input type="checkbox"/> 新设计
<input type="checkbox"/> 风电	<input type="checkbox"/> 海洋工程与船舶	<input type="checkbox"/> 水利水电	<input type="checkbox"/> 现有设计
<input type="checkbox"/> 轮胎模具	<input type="checkbox"/> 工程机械	<input type="checkbox"/> 其他	项目编号: _____
<input type="checkbox"/> 衬套	<input type="checkbox"/> 法兰轴承	<input type="checkbox"/> 止推垫圈	<input type="checkbox"/> 球面轴承 <input type="checkbox"/> 浮动式轴承 <input type="checkbox"/> 固定式轴承
<input type="checkbox"/> 轴转动	<input type="checkbox"/> 轴承转动	<input type="checkbox"/> 角转动	<input type="checkbox"/> 轴向运动
数量	部位 1	部位 2	部位 3
尺寸 [mm]	部位 1	部位 2	部位 3
内径	D ₁ (D ₂)		
外径	D ₂ (D ₆)		
轴承宽度	B ₁		
外圈宽度	B _F		
法兰外径	D ₃		
法兰厚度	S _F		
壁厚	S _T		
滑板长度	L		
滑板宽度	W		
滑板厚度	S _S		
载荷	部位 1	部位 2	部位 3
静载荷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
动载荷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
复合载荷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
冲击载荷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
径向 [kN]			
轴向 [kN]			
表面压力			
径向表面压力 [MPa]			
轴向表面压力 [MPa]			
配合材料	部位 1	部位 2	部位 3
材料牌号			
表面硬度 [HB/HRC]			
表面粗糙度 R _s [μm]			
轴承座材料	部位 1	部位 2	部位 3
材料牌号			
润滑	部位 1	部位 2	部位 3
干运行	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
持续润滑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
间歇润滑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
介质			
润滑剂			
初始润滑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
水润滑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
动力粘度			
运动参数	部位 1	部位 2	部位 3
速度 转/分 [rpm]			
滑动速度 [m/s]			
行程长度 [mm]			
循环次数 [1/min]			
转动角度 [°]			
频率 [n/min]			
倾转角度(球面轴承) [°]			
运行方式与时间	部位 1	部位 2	部位 3
持续运行			
间歇运行			
运行时间 [%/h]			
每年运行天数			
滑动距离 [km]			
极限偏差/配合/公差	部位 1	部位 2	部位 3
轴			
轴承座			
工作环境	部位 1	部位 2	部位 3
轴承温度			
接触介质			
其他因数			
使用寿命	部位 1	部位 2	部位 3
预期使用寿命 [h]			
允许磨损量 [mm]			
公司			
公司名称			
地址			
联系人			
电话			
传真			
手机			
电子邮件			

附注

	是	否
需要证书 (e.g. 3.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
可接受的规程 (e.g. 3.2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

注解



* 角度: 根据DEVA®的定义, 一个循环即使转动4倍角度
这是我们计算预计的滑动距离的基础

例如: 轴承 $D_i = 50 \text{ mm}$ 角度 $\beta = 5^\circ \rightarrow$ 1个循环的距离即为 8.73 mm

宣传册



DEVA® 海洋岸桥设备应用



DEVA® 工程机械应用

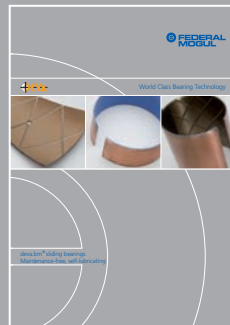


DEVA® 钢铁工业应用

工业解决方案



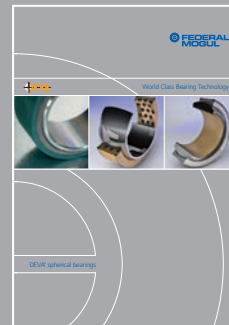
deva.tex®



deva.bm®



deva.glide®



DEVA® 球面轴承



Product range

产品信息

免责声明

当前的技术文档是我们尽了最大努力谨慎编制而成的。我们对内容的正确性、完整性和实时性不承担任何责任。对于在文档中给出的数据是用于辅助评估材料的适用性，这些数据来源于我们自己的研究以及可获取的一般性出版物。

不论是我们所声明的滑动摩擦和磨损数值或在样本及其他技术文献上出现的上述数值，不构成我们对特定性能的担保。这些数据由我们的测试设备在不一定反映出产品实际应用，服务环境，或者于此相关的综合性模拟的情况下取得。

我们仅限于对产品测试程序和参数，及所要求具有的相关性能达成书面一致的情况下进行担保。

所有以DEVA为主体的交易，原则上，我们的销售和交付条款会在我们的报价，产品样册和价格表中注明。副本可应要求提供。我们的产品是一个不断发展的过程。DEVA保留修改技术规范或改进技术数据的权利，而无需事先通知。

DEVA®, deva.bm®, deva.bm®/9P, deva.metal®, deva.glide®, deva.tex® 和 deva.eco® 都是德国 Federal-Mogul Deva GmbH, (D-35260 Stadthallendorf, Deutschland) 已注册的商标。



Federal-Mogul DEVA GmbH
Schulstraße 20
35260 Stadtallendorf / Germany

Phone +49 6428 701-0
Fax +49 6428 701-108

www.deva.de

www.federalmogul.com

费特尔莫古迪瓦上海办事处
上海市淮海中路98号12楼MN室

电话: 021-6350 1734
传真: 021-5385 8258