

VOITH

高性能万向轴。

产品 | 工程 | 维修



万向轴和端面齿式联轴器



福伊特是万向驱动元件和径向齿联轴器方面的专家。

福伊特为能源、石油天然气、造纸、原材料、运输和汽车市场树立了行业标准。

福伊特始创于 1867 年，员工超过 43 000 人，销售额达 57 亿欧元，在全球将近 50 个国家运营，是当今欧洲最大的家族企业之一。

目录

1	福伊特高性能万向轴 - 是什么让它们独一无二？	4	8	助选工具	50
2	范围	6	8.1	运行变量的定义	51
3	设计	8	8.2	尺寸选择	52
3.1	中心剖面	8	8.3	运行速度	55
3.2	法兰		8.4	质量	58
3.3	型号	9	8.5	连接法兰和螺栓连接	60
4	应用	10	9	服务	65
5	定义和缩写	14	9.1	安装和调试	66
5.1	长度	14	9.2	培训	67
5.2	扭矩负载	15	9.3	福伊特原装备件	68
6	技术数据	16	9.4	大修和维护	69
6.1	S 系列	16	9.5	维修和修复	70
6.2	R 系列	18	9.6	现代化和改造	71
6.3	CH 系列	24	10	服务和配件	72
6.4	E 系列	29	10.1	工程设计	72
7	工程基础	32	10.2	万向轴连接组件	73
7.1	福伊特万向轴的主要组件	32	10.3	GT 快卸联轴器	74
7.2	带花键轴的万向轴长度补偿	34	10.4	福伊特端面齿式联轴器	75
7.3	带滚柱轴承的长度补偿 - 三枢轴万向轴	36	10.5	万向轴支持系统	76
7.4	万向节运动学	40	10.6	使用碳纤维加强型复合材料 (CFRP) 的万向轴	77
7.5	双联万向节	43	10.7	用于万向轴的高性能润滑油脂	78
7.6	输入和输出轴的轴承力	45	10.8	SafeSet 扭矩限定安全联轴器	80
7.7	万向轴平衡	48	10.9	ACIDA 扭矩监测系统	81
			11	集成化管理系统	82
			11.1	质量	83
			11.2	环境	84
			11.3	职业健康和安全	85



1 福伊特高性能万向轴

– 是什么让它们独一无二？

特点

- 闭合的轴承孔
- 模锻式十字轴
- 经过 FEM 优化的几何结构
- 经过回火和表面硬化处理的高强度钢
- 负载经过优化的焊接叉头
- SAE 齿廓（矩形齿廓）长度补偿，适用于较大型的系列
- 获得专利的平衡工序
- 来自单一供应商的工程设计和产品
- 轨道车辆、船只的认证和分类，适用于可能发生爆炸的环境（ATEX 等）
- 德国制造
- Voith Engineered Reliability

好处

- 轴承孔
- 结实耐受力强的横截面，没有连接面和连接螺栓
- 最低的缺口应力
- 封闭式密封表面
- 最大扭矩承载能力
- 最优化设计，便于动力传递
- 最低的缺口应力
- 承受静态和动态高负载的能力
- 最优化设计，以便力量传递
- 法向力低并减小了位移力
- 低表面压力
- 耐磨性高
- 在两个平面进行动态平衡
- 在产生不平衡力的地方进行质量平衡
- 设计动力传动系统时专人联系
- 官方认可的产品
- 质量、效能和精度得到正式认可
- 称职和值得信赖的合作伙伴



- 1 福伊特万向轴组装间
- 2 焊接机器人
- 3 平衡设备
- 4 装运

优势

- + 提高生产率
- + 使用年限长

- + 便于移动
- + 使用年限长

- + 运行极其平稳

- + 节约时间、节约成本
- + 单一供应商负责

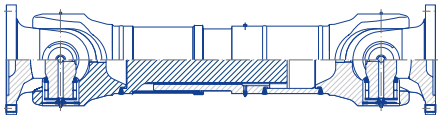
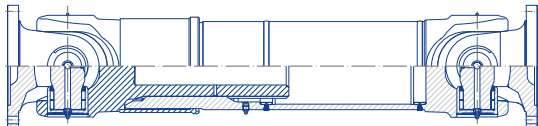
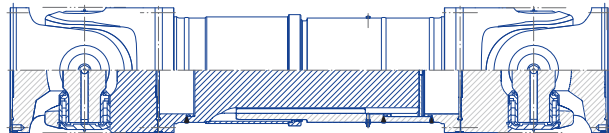
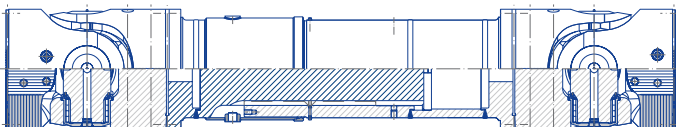
- + 节约时间、节约成本

- + 可靠性

- + 创新产品和系统解决方案

2 范围

福伊特高性能万向轴完美结合了扭矩承载能力、抗扭刚度和抗挠刚度。我们提供从标准万向轴到专为客户进行定制设计的各种产品。我们还提供各种服务，包括技术咨询、扭转振动模拟及运行参数的测量。

系列		扭矩范围 M_z [kNm]	法兰直径 a [mm]
S		0.25 至 35	58 至 225
R		32 至 1000	225 至 550
CH		260 至 19440	350 至 1460
E		1600 至 14000	590 至 1220

特点

- 基本标准型的福伊特万向轴
- 整体式锻造叉头, 非剖分式轴承孔
- 渐开线齿廓的长度补偿

应用

- 造纸机
- 泵
- 一般机械工程
- 船舶
- 轨道车辆
- 试验台
- 工程机械和起重机

- 高扭矩
- 经过优化的轴承使用寿命
- 按照摩擦和强制联锁进行设计的法兰（见第 9 页）
- 回转直径小于等于315的轴的长度补偿采用渐开线齿廓花键; 从350开始采用 SAE 齿廓（矩形齿廓, 见第 34 页）花键, 或选用三枢轴式的长度补偿（见第 36 页）
- 轻型设计, 扭转刚度和抗弯度得到了优化
- 特别适用于高速传动设备
- 可选：使用涂有塑料 (Rilsan®) 涂层的渐开线轮廓的低维护长度补偿

- 轧钢机传动
- 一般工程机械中的传动系统
- 造纸机
- 泵
- 船舶
- 轨道车辆

- 极高扭矩
- 经过优化的轴承使用寿命
- 整体式法兰叉头
- 法兰叉头(有脖颈、无脖颈)
- 带端面齿的法兰, 用于传递最大扭矩
- SAE 轮廓（直齿面轮廓）长度补偿（直齿面轮廓, 见第 34 页）

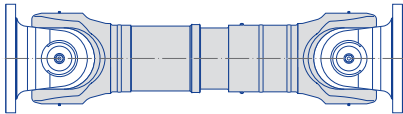
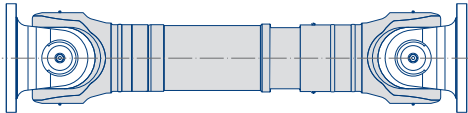
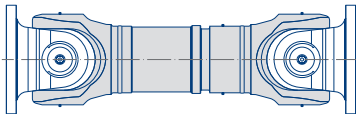
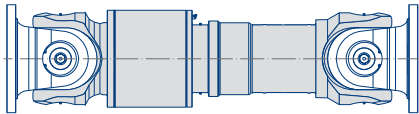
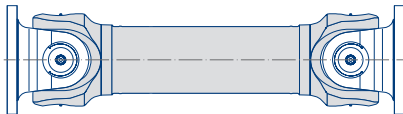
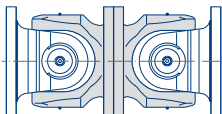
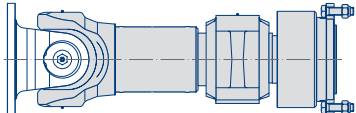
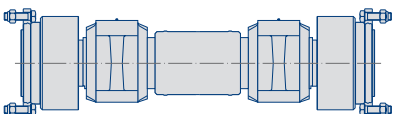
- 轧钢机传动
- 重型机械
- 造纸机

- 最大扭矩
- 根据特殊要求进行优化的轴承
- 获得专利的分体式法兰叉头
- 无脖颈的加强型法兰叉头
- 带端面齿的法兰, 用于传递最大扭矩
- SAE 轮廓（直齿面轮廓）长度补偿（直齿面轮廓, 见第 34 页）

- 重型轧钢机传动

3 设计

3.1 中心剖面

型号	描述	
...T	使用标准长度补偿的万向轴	
...TL	使用加长长度补偿的万向轴	
...TK	使用缩短长度补偿的万向轴	
...TR	使用三枢轴长度补偿的万向轴	
...F	未使用长度补偿（长度固定的轴）的万向轴	
...GK	万向节联轴器：无长度补偿可分离式短万向轴	
...FZ	带有一个万向节和支撑轴承的中间轴	
...Z	带有双支撑轴承的中间轴	

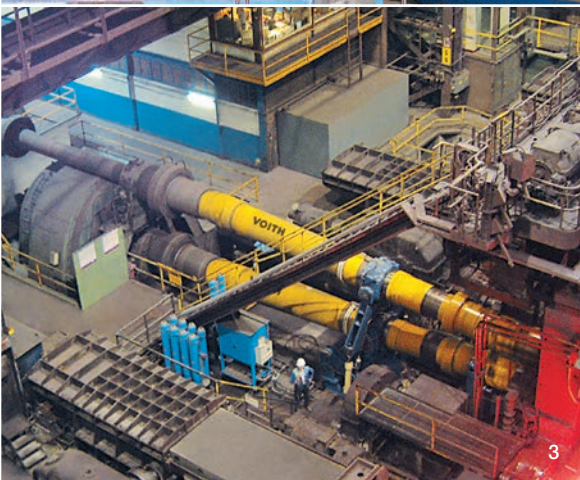
3.2 法兰

型号	描述	型号	描述
S	摩擦法兰，通过摩擦锁紧连接传递扭矩	K	带分离式套筒的法兰，以便传递扭矩 (DIN 15451)
Q	带端面键的法兰，以便传递扭矩	H	带端面齿的法兰，以便传递扭矩

3.3 型号

示例	R	T	250.8	S 285/Q 250	R	2560
系列	S、R、CH、E					
中心剖面设计	T、TL、TK1、TK2、TK3、TK4、TR、F、GK、FZ、Z					
尺寸						
法兰设计和尺寸						
输入侧/输出侧 (见第 32 页 7.1 章节)						
S...、K...、Q...、H...						
齿面涂层设计						
S: 钢面对钢面无涂层 (标准)						
R: 钢面 Rilsan® 涂层						
P: 钢面 PTFE 涂层						
-: 适用于 TR、F、GK、FZ、Z 型						
长度 l、l _z 或 l _{fix} (单位 mm)						





轧钢机

1 立棍轧机

2 立棍轧机

3 轧钢机水平机架

4 矫直机

4 应用





3



5



4



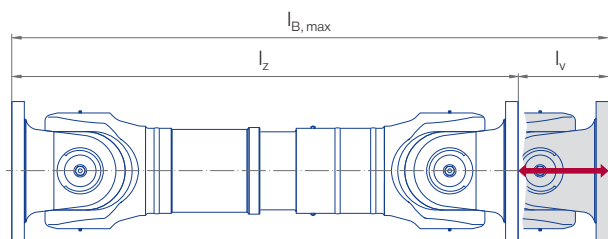
6

- 1 轨道车辆传动系统
- 2 造纸机
- 3 船舶推进系统
- 4 试验台
- 5 泵
- 6 特殊驱动（矿井吊车）

5 定义和缩写

5.1 长度

带长度补偿的万向轴



l_B : 工作长度（请与订单一起提供）

l_z : 万向轴最短长度（完全收缩）

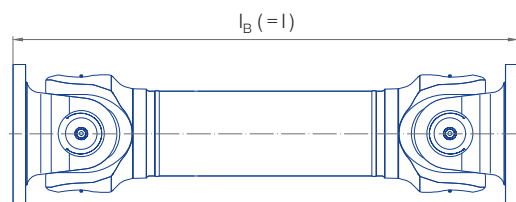
l_v : 可用的长度补偿

驱动与被驱动设备之间的距离和工作期间的长度变化决定了工作长度。

最佳工作长度：
$$l_{B, opt} \approx l_z + \frac{l_v}{3}$$

允许的最大工作长度：
$$l_{B, max} = l_z + l_v$$

不带长度补偿的万向轴

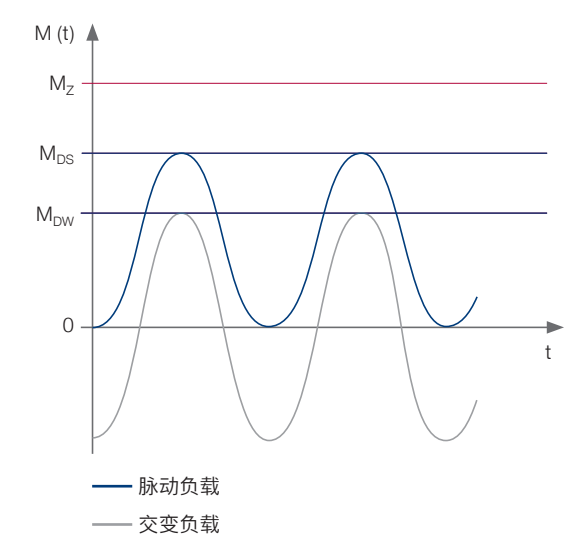


l_B : 工作长度，与万向轴长度 l 对应（请与订单一起提供）。

5.2 扭矩负载

组件	名称	解释
组件	M_{DW}	交变疲劳扭矩等级。低于该扭矩水平,轴将拥有无限疲劳寿命。
	M_{DS}	脉动单向疲劳扭矩等级。轴将拥有基于该扭矩水平的无限疲劳寿命。 其中： $M_{DS} \approx 1.5 \cdot M_{DW}$
	M_K	允许的最大扭矩 如果超出该水平，则可能会出现塑性变形。如果要求,可提供数据。
轴承	M_Z	偶发峰值负载的许用扭矩 扭矩水平超过 M_Z 时，轴承滚道可能会出现塑性变形。这会导致轴承使用寿命缩短。
	CR	轴承额定负载 - 与运行值配合使用时,可计算轴承的理论使用寿命 L_h (见第 52 页 8.2.1 章节)。
法兰连接		定制设计。

扭矩定义



注释

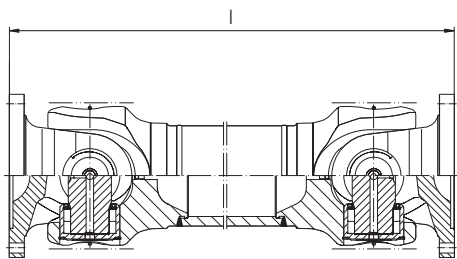
M_{DW} 、 M_{DS} 和 M_Z 是万向轴的负载极限。对于接近负载极限的扭矩值，必须检查法兰连接的传递能力，尤其是仅通过摩擦联锁连接传递扭矩的情况。

6 技术数据

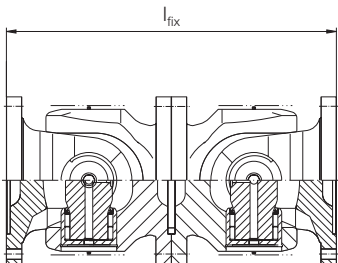
6.1 S 系列

S 系列是万向轴的基本版，是为普通传动装置设计的。连接法兰是作为摩擦法兰进行设计的。

SF

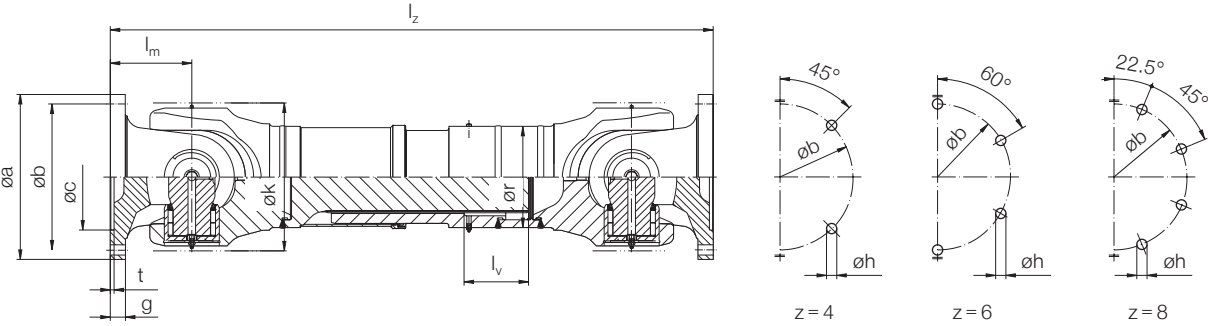


SGK

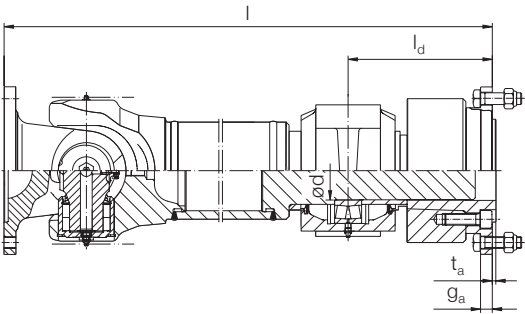


一般规格															ST ¹	
尺寸	M _z [kNm]	M _{DW} [kNm]	CR [kNm]	β _{max} [°]	a	k	b ±0.1	c H7	h B12	l _m	r	t	z	g	LA	l _v
058.1	0.25	0.08	0.09	30	58	52	47	30	5	30	28 x 1.5	1.5	4	3.5	A, B	25
065.1	0.52	0.16	0.16	30	65	60	52	35	6	32	32 x 1.5	1.7	4	4	A, B	30
075.1	1.2	0.37	0.23	30	75	70	62	42	6	36	40 x 2	2.2	6	5.5	A, B	35
090.2	2.2	0.68	0.44	20	90	86	74.5	47	8	42	50 x 2	2.5	4	6	A, B, C	40
100.2	3.0	0.92	0.62	20	100	98	84	57	8	46	50 x 3	2.5	6	7	A, B, C	40
120.2	4.4	1.3	0.88	20	120	115	101.5	75	10	60	60 x 4	2.5	8	8	A, B, C	60
120.5	5.4	1.6	1.4	20	120	125	101.5	75	10	60	70 x 4	2.5	8	8	A, B, C	60
150.2	7.1	2.2	2.0	20	150	138	130	90	12	65	80 x 4	3	8	9	C	110
150.3	11	3.3	2.6	35	150	150	130	90	12	90	90 x 4	3	8	10	C	110
150.5	13	4.3	3.3	30	150	158	130	90	12	86	100 x 5	3	8	12	C	110
180.5	22	6.7	4.6	30	180	178	155.5	110	14	96	110 x 6	3.6	8	14	C	110
225.7	35	11	6.9	30	225	204	196	140	16	110	120 x 6	5	8	15	C	140

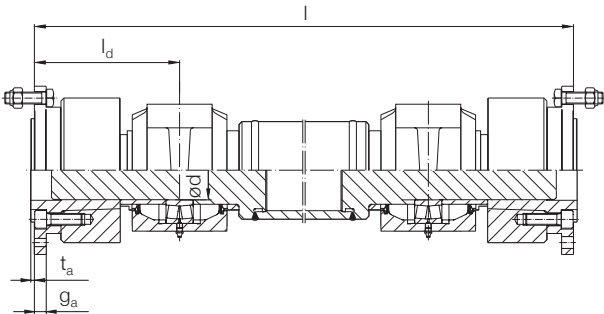
尺寸（单位：毫米）。¹有较长的 l_v 可供客户需要选择。



SFZ



SZ



- LA : 长度补偿
A : 钢表面无涂层, 无花键保护
B : 钢表面无涂层, 带花键保护
C : 钢表面有 Rilsan. 涂层, 带花键保护
D : 钢表面有 PTFE 涂层, 带花键保护

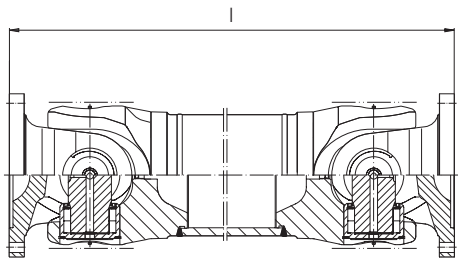
STK 1				STK 2			STK 3			STK 4 ²			SF	SGK	SFZ	SZ	SFZ、SZ			
I _{z min}	LA	I _v	I _{z fix}	LA	I _v	I _{z fix}	LA	I _v	I _{z fix}	LA	I _v	I _{z fix}	I _{min}	I _{fix}	I _{min}	I _{min}	I _d	d	g _a	t _a
240	B	25	215	B	25	195	B	25	175	B	20	165	160	120	-	-	-	-	-	-
260	B	30	235	B	30	220	B	30	200	B	20	180	165	128	-	-	-	-	-	-
300	B	35	270	B	35	250	B	35	225	B	25	200	200	144	-	-	-	-	-	-
350	B, C	40	310	B, C	40	280	B, C	40	250	B, C	25	225	216	168	-	-	-	-	-	-
375	B, C	40	340	B, C	40	310	B, C	40	280	B, C	30	255	250	184	-	-	-	-	-	-
475	B, C	60	430	B, C	60	400	B, C	50	360	B, C	35	325	301	240	-	-	-	-	-	-
495	B, C	60	450	B, C	60	420	B, C	50	375	B, C	35	345	307	240	-	-	-	-	-	-
550	C	80	490	C	80	460	C	80	400	C	40	360	345	260	-	-	-	-	-	-
745	C	110	680	C	110	640	C	80	585	C	40	545	455	360	-	-	-	-	-	-
660	C	110	600	C	80	555	C	45	495	D	40	400	430	344	-	-	-	-	-	-
740	C	110	650	C	60	600	C	45	560	C	60	500	465	384	-	-	-	-	-	-
830	C	110	720	C	80	650	C	55	600	D	40	550	520	440	533	586	171	80	25	4

²有较短的 I_z 可供客户需要选择。

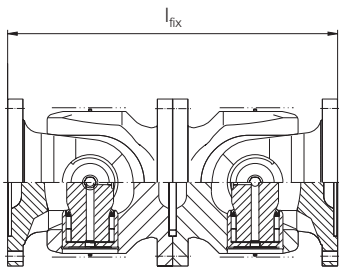
6.2 R 系列

R 系列万向轴是中型扭矩的最佳解决方案，特别适用于高速传动装置。这些万向轴经过模块化设计，可很灵活地整合到您的传动装置中。使用摩擦和强制联锁设计的法兰连接。

RF



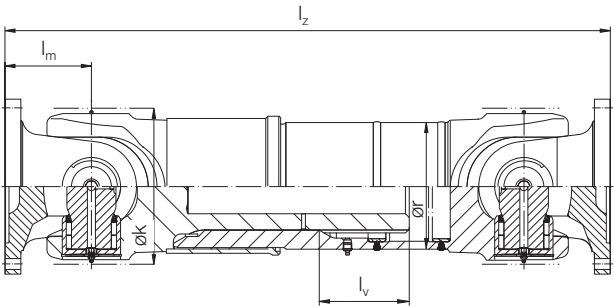
RGK



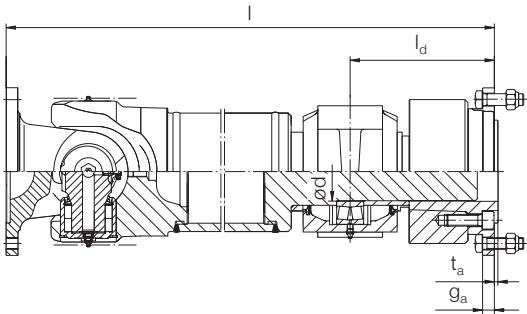
一般规格								RT			RTL ¹		
尺寸	M _z [kNm]	M _{DW} [kNm]	CR [kNm]	β _{max} [°]	k	I _m	r	LA	I _v	I _{z min}	LA	I _v	I _{z min}
198.8	32	16	8.6	25	198	110	160 x 10	C	110	780	-	-	-
208.8	55	20	11.4	15	208	120	170 x 12.5	B、C	140	815	B、C	370	1 110
250.8	80	35	19.1	15	250	140	200 x 12.5	B、C	140	895	B、C	370	1 215
285.8	115	50	26.4	15	285	160	220 x 12.5	B、C	140	1 060	B、C	370	1 350
315.8	170	71	36.6	15	315	180	240 x 16	B、C	140	1 120	B、C	370	1 450
350.8	225	100	48.3	15	350	194	292 x 22.2	B	140	1 240	B	400	1 640
390.8	325	160	67.1	15	390	215	323.9 x 25	B	170	1 410	B	400	1 730
440.8	500	250	100	15	440	260	368 x 28	B	190	1 625	B	400	1 945
490.8	730	345	130	15	490	270	406.4 x 32	B	220	1 780	B	400	2 090
550.8	1 000	500	185	15	550	305	470 x 32	B	220	1 950	B	400	2 250

尺寸（单位：毫米）。

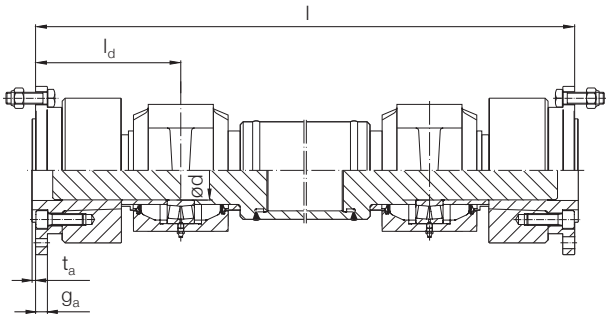
¹有较长的 I_v 可供客户需要选择。



RFZ



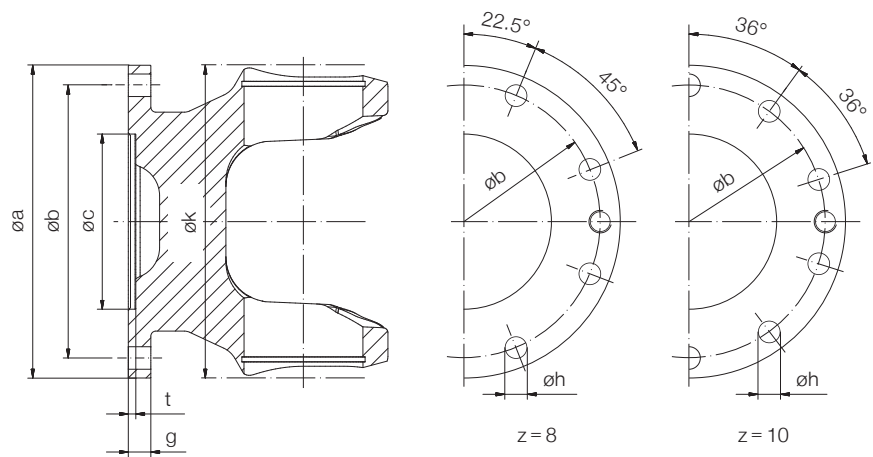
RZ



LA : 长度补偿
B : 钢表面无涂层, 带花键保护
C : 钢表面有 Rilsan® 涂层, 带花键保护

RTK 1			RTK 2 ²			RF	RGK	RFZ	RZ	RFZ、RZ			
LA	l _v	l _{z fix}	LA	l _v	l _{z fix}	l _{min}	l _{fix}	l _{min}	l _{min}	l _d	d	g _a	t _a
-	-	-	-	-	-	480	440	535	568	171	80	25	4
B、C	100	725	B、C	80	640	520	480	626	732	229	90	32	5
B、C	110	800	B、C	70	735	580	560	716	812	251	110	34	6
B、C	120	960	B、C	100	880	678	640	804	883	277	130	42	6
B、C	120	1070	B、C	100	980	755	720	912	1019	316.5	160	45	7
B	130	1160	B	110	1070	855	776	980	1087	344.5	200	48	7
B	150	1280	B	100	1200	955	860	1023	1091	346.5	200	48	9
B	150	1475	B	100	1375	1055	1040	-	-	-	-	-	-
B	200	1680	B	175	1510	1200	1080	-	-	-	-	-	-
B	160	1790	B	120	1680	1250	1220	-	-	-	-	-	-

²有较短的 l_z 可供客户需要选择。

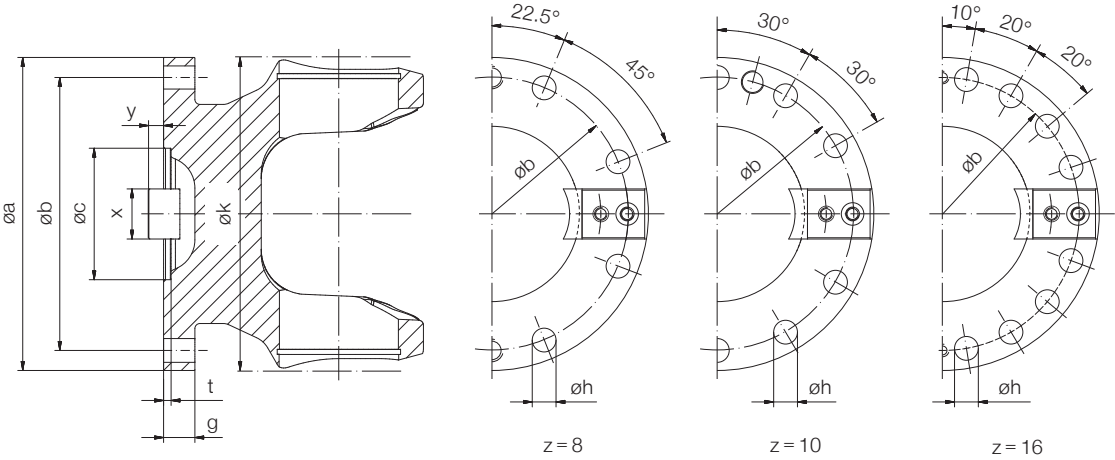


k	a	b ±0.2	c H7	g	h C12	t	z	注释
198	225	196	140	15	16	5	8	标准
	250	218	140	18	18	6	8	
	285	245	175	20	20	7	8	
208	225	196	140	15	16	5	8	扭矩 $M_{DW} = 18 \text{ kNm}$
	250	218	140	18	18	6	8	标准
	285	245	175	20	20	7	8	
250	315	280	175	22	22	7	8	
	250	218	140	18	18	6	8	扭矩 $M_{DW} = 25 \text{ kNm}$
	285	245	175	20	20	7	8	标准
285	315	280	175	22	22	7	8	
	350	310	220	25	22	8	10	
	285	245	175	20	20	7	8	扭矩 $M_{DW} = 36 \text{ kNm}$
315	315	280	175	22	22	7	8	标准
	350	310	220	25	22	8	10	
	390	345	250	32	24	8	10	
350	315	280	175	22	22	7	8	扭矩 $M_{DW} = 52 \text{ kNm}$
	350	310	220	25	22	8	10	标准
	390	345	250	32	24	8	10	
390	435	385	280	40	27	10	10	
	350	310	220	25	22	8	10	扭矩 $M_{DW} = 75 \text{ kNm}$
	390	345	250	32	24	8	10	标准
390	435	385	280	40	27	10	10	
	390	345	250	32	24	8	10	扭矩 $M_{DW} = 100 \text{ kNm}$
	435	385	280	40	27	10	10	标准

尺寸（单位：毫米）。

需要时可使用其他法兰。

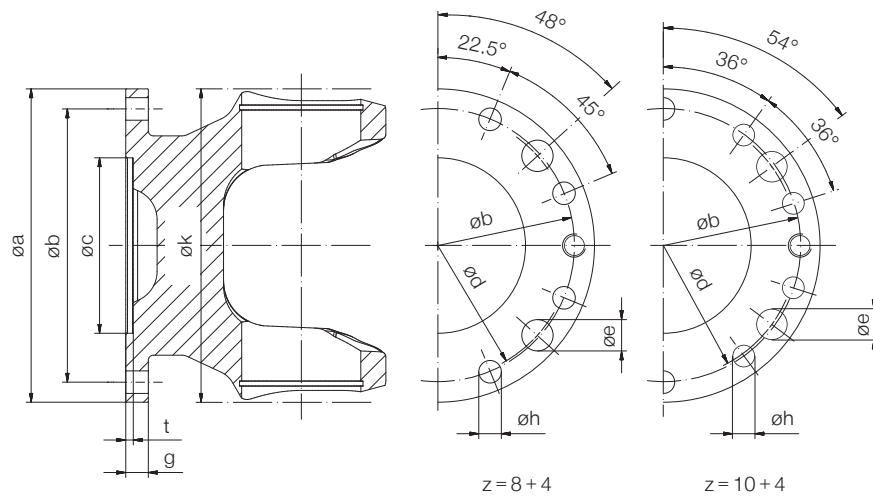
Q 型法兰：带端面键的法兰



k	a	b ±0.2	c H7	g	h	t	x h9	y	z	注释
208	225	196	105	20	17	5	32	9	8	标准
	250	218	105	25	19	6	40	12.5	8	
	285	245	125	27	21	7	40	15	8	
250	250	218	105	25	19	6	40	12.5	8	标准
	285	245	125	27	21	7	40	15	8	
	315	280	130	32	23	8	40	15	10	
285	285	245	125	27	21	7	40	15	8	标准
	315	280	130	32	23	8	40	15	10	
	350	310	155	35	23	8	50	16	10	
315	315	280	130	32	23	8	40	15	10	标准
	350	310	155	35	23	8	50	16	10	
	390	345	170	40	25	8	70	18	10	
350	350	310	155	35	23	8	50	16	10	标准
	390	345	170	40	25	8	70	18	10	
	435	385	190	42	28	10	80	20	16	
390	390	345	170	40	25	8	70	18	10	标准
	435	385	190	42	28	10	80	20	16	
	480	425	205	47	31	12	90	22.5	16	
440	435	385	190	42	28	10	80	20	16	标准
	480	425	205	47	31	12	90	22.5	16	
	550	492	250	50	31	12	100	22.5	16	
490	480	425	205	47	31	12	90	22.5	16	标准
	550	492	250	50	31	12	100	22.5	16	
550	550	492	250	50	31	12	100	22.5	16	标准

尺寸（单位：毫米）。需要时可使用其他法兰。

K 型法兰：带分离式套筒的法兰

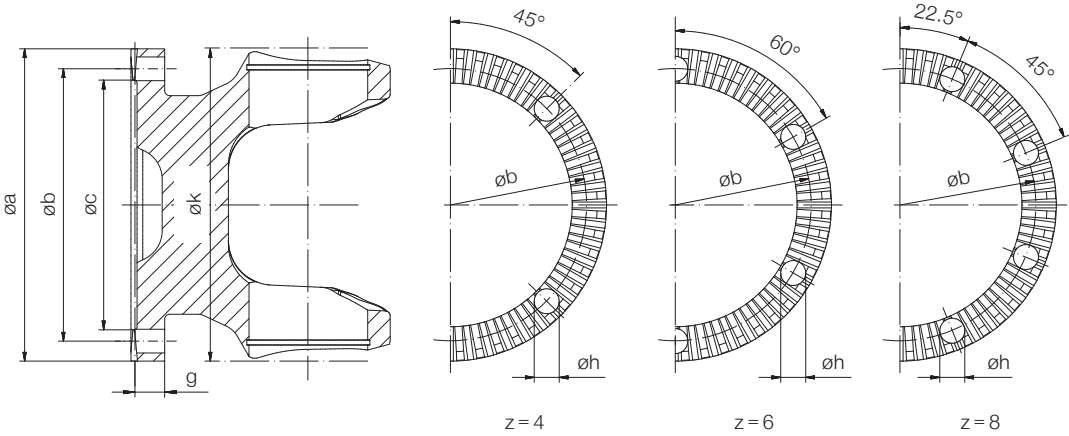


k	a	b ±0.2	c H7	g	h C12	t	z	d	e H12	注释
198	225	196	140	15	16	5	8	192	21	标准
	250	218	140	18	18	6	8	214	25	
208	250	218	140	18	18	6	8	214	25	标准
	285	245	175	20	20	7	8	240	28	
250	285	245	175	20	20	7	8	240	28	标准
	315	280	175	22	22	7	8	270	30	
285	315	280	175	22	22	7	8	270	30	标准
	350	310	220	25	22	8	10	300	32	
315	350	310	220	25	22	8	10	300	32	标准
	390	345	250	32	24	8	10	340	32	
350	390	345	250	32	24	8	10	340	32	标准
	435	385	280	40	27	10	10	378	35	
390	435	385	280	40	27	10	10	378	35	标准

尺寸（单位：毫米）。

需要时可使用其他法兰。

H 型法兰：带端面齿联轴器的法兰



k	a	b ±0.2	c	g	h	u ¹	z	注释
208	225	196	180	20	17	48	4	标准
	250	218	200	25	20	48	4	
250	250	218	200	25	20	48	4	标准
	285	245	225	27	21	60	4	
285	285	245	225	27	21	60	4	标准
	315	280	250	32	24	60	4	
315	315	280	250	32	23	60	4	标准
	350	310	280	35	24	72	6	
350	350	310	280	35	23	72	6	标准
	390	345	315	40	25	72	6	
390	390	345	315	40	25	72	6	标准
	435	385	345	42	28	96	6	
440	435	385	345	42	28	96	6	标准
	480	425	370	47	31	96	8	
490	480	425	370	47	31	96	8	标准
	550	492	440	50	31	96	8	
550	550	492	440	50	31	96	8	标准

尺寸（单位：毫米）。
钻孔位于齿隙上。
¹ 端面齿联轴器的齿数。

需要时可使用其他法兰。

6.3 CH 系列

CH 系列是高扭矩和最大扭矩应用的标准。CH 万向轴是单独设计的，即它们都是按照客户规格制作出来的。它们完全符合传动系统的要求。法兰和法兰叉头有多种材料和设计。

6.3.1 法兰叉头

我们使用各种整体式法兰叉头设计来让万向轴适合您的传动系统。对您的万向轴的尺寸进行了优化，为的是在性能、可靠性和成本之间达成完美的平衡。

设计

设计模式	无脖颈加强型	标准
	带脖颈普通型	M_{DW} 比使用标准设计时低约 5 %
	使用超大型法兰	M_{DW} 与标准设计相同
材料	锻钢	标准
	铸钢	M_{DW} 比使用标准设计时低约 20 %



6.3.2 万向节和轴承概念

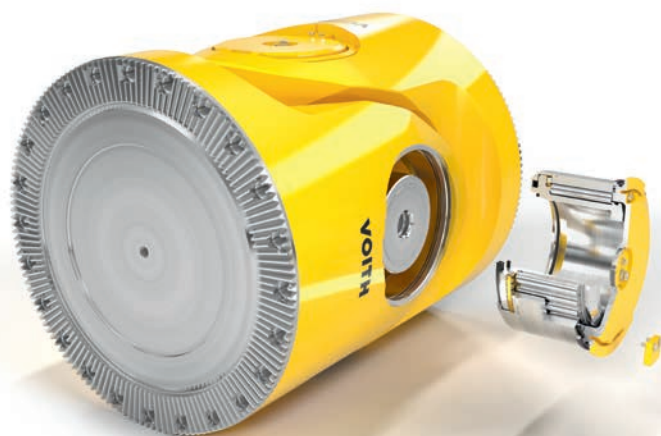
此概念诠释了 CH 系列轴承是基于数十年高性能万向轴的设计经验进行设计的。在其开发过程中，工程师将重点放在降低使用周期的成本和提高运行可靠性上。

我们该系列产品的特点

- 径向轴承和轴向轴承合并为一个组件（盒式轴承）。
- 径向轴承和轴向轴承是摩擦较低的滚柱轴承。
- 内圈和外圈是由专用轴承钢材料制成的。
- 法兰叉头的几何结构已经得到了优化，以达到最低的应力集中。
- 十字轴经过了专门的表层处理。
- 轴向轴承和十字轴可互相灵活连接。

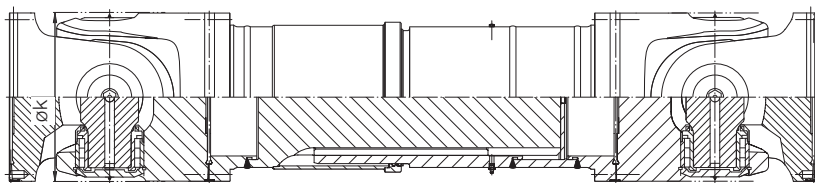
您的优势和好处

- 可单独更换滚柱轴承。可节约维护成本。
- 轴承使用寿命很长。系统的生产效率增加。
- 更换轴承部件后，十字轴可重复使用。这能让您保持低维护成本。
- 万向轴的疲劳强度很高。这会让轧制高强度钢的过程变得安全，而万向轴的高耐久性也会给生产效率带来积极影响。

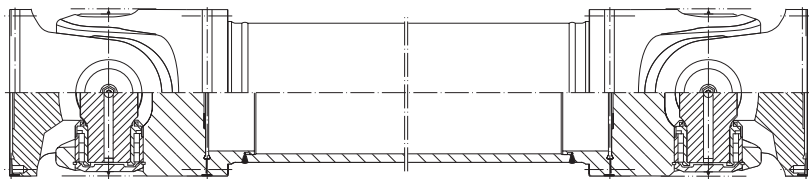


6.3.3 技术数据

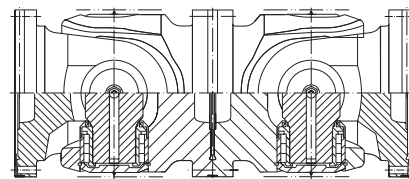
CHT



CHF



CHGK



尺寸：	350.8 至 550.8	590.40 至 1 460.40
扭矩 M_{DW} (标准设计，锻钢)	140 至 560 kNm	890 至 13 500 kNm
偏角 β_{max}	10°	10° (需要时可使用更大的偏角)
回转直径 k 的基本尺寸	350、390、440、490、550 mm	590、650、710、770、830、890、 950、1 010、1 090、1 170、1 250、 1 320、1 400 mm (需要时可使用中间尺寸)
轴承	无内圈	有内圈
设计	CHT、CHF、CHGK	CHT、CHF、CHGK

组装间中的高性能万向轴H；CH 系列





福伊特万向轴组装间

6.4 E 系列

E 系列万向轴旨在用于使用最大扭矩的高性能传动。这一系列的主要特点是提供了最高的万向节扭矩能力，提高了轴承使用寿命。

6.4.1 万向节

在各个系列的万向节中 E 系列万向节能提供最高的扭矩能力。可使用 E 型万向节安装在高性能万向轴两侧，也可通过 E 型万向节与 CH 型万向节组合的方式进行安装。

我们该系列产品的特点

- 十字轴经过了更高级别的加强。
- 法兰叉头分为两部分。其对称轴上配有已对齐的锯齿。分型线位于十字形剖面区域中，旨在相对降低应力。
- 法兰叉头的几何结构已针对力传递进行了优化设计。
- 所有万向节组件均已进行了优化，为的是获得高扭矩。

您的优势和好处

- 使用相同直径的万向节时，E 系列万向轴传送的扭矩比 CH 系列的轴高出 20 %。如果安装空间有限，那么 E 系列将是理想的选择。
- 这些万向轴拥有很高的疲劳强度。这会使运行的可靠性变得很高（特别是轧制高强度钢时）。



高性能万向轴尺寸对比；CH 型万向节（左），E 型万向节（右）

6.4.2 轴承概念

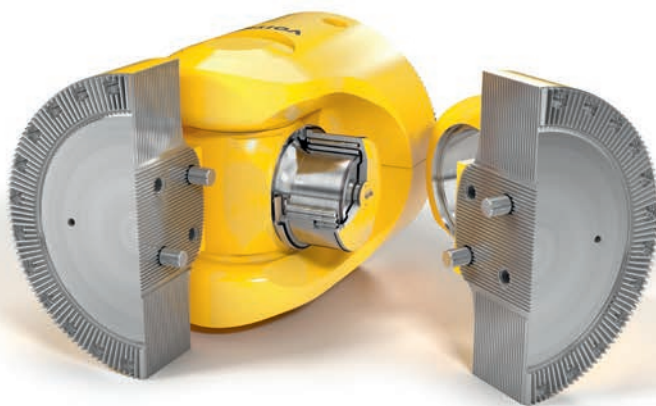
此概念诠释了 E 系列轴承的基础是通过最大的轴承和十字轴来最大程度上利用安装空间。

我们的生产方式

- 轴承是摩擦较低的滚柱轴承。
- 轴承辊道的内圈和外圈使用的是专用的轴承钢材料。
- 滚动部件以最佳方式进行了嵌入，使十字轴得以有最佳的杠杆比率。
- 滚柱轴承（包括润滑）已针对轴承的较长使用寿命进行了优化。

您的优势

- 轴承的使用寿命比 CH 系列的万向轴长 40 至 80 %。E 系列的主要特点是其超长的使用寿命。这会缩短停机时间，使生产效率最大化。
- 可单独更换滚柱轴承，而更换轴承部件后还可重复使用十字轴。这意味着为您降低了维护成本。



6.4.3 技术数据

尺寸：	580.30 至 1 220.30
扭矩 M_{DW} (标准设计，锻钢)	1 010 至 9 380 kNm
偏角 β_{max}	5、10、15° (可选)
回转直径 k 步长的基本尺寸	580、640、700、760、820、880、940、1 000、1 080、1 160 mm (需要时可使用中间尺寸)
设计	ET、EF、EGK

组装间中的高性能万向轴；E 型万向节（左）



7 工程基础

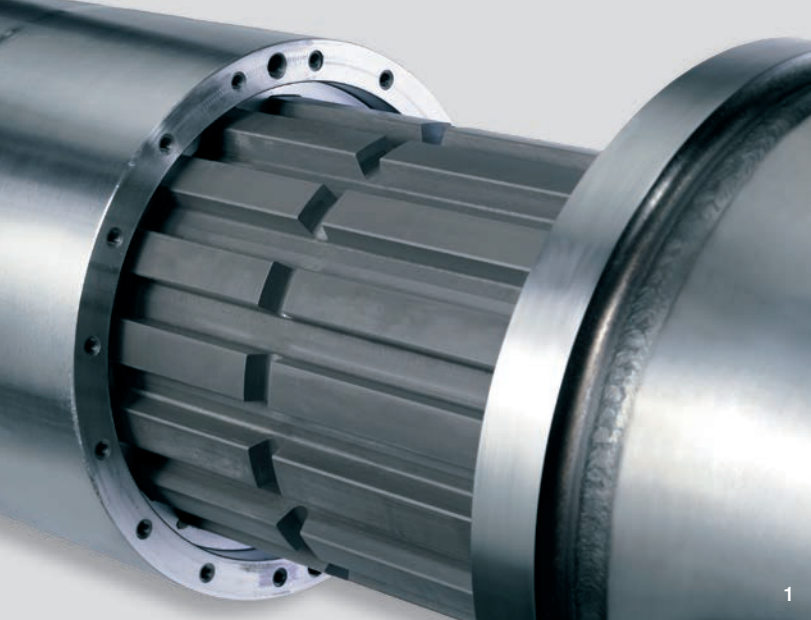
7.1 福伊特万向轴的主要组件



福伊特不同系列和大小的所有万向轴均拥有旨在保证可靠操作的相同特质，这与系列没有关系。

- 叉头和法兰叉头拥有最佳的几何结构
- 模锻式十字轴
- 易于维护的滚柱轴承拥有最大的承载能力
- 使用经过回火和表面硬化处理的高强度钢
- 顶级焊接的万向节





1 SAE 齿廓（矩形齿廓）

2 渐开线轮廓

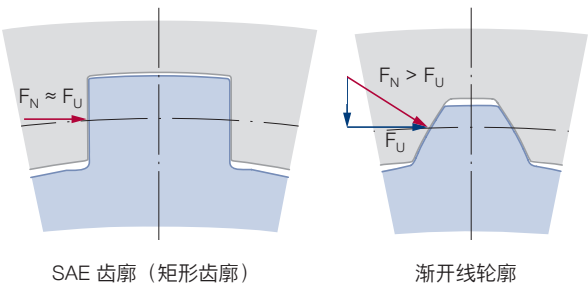
7.2 带花键轴的万向轴长度补偿

许多应用的万向轴都需要长度补偿。与其他传动装置元件对比，万向轴的长度补偿是通过中心剖面实现的，而偏移是通过万向节实现的。

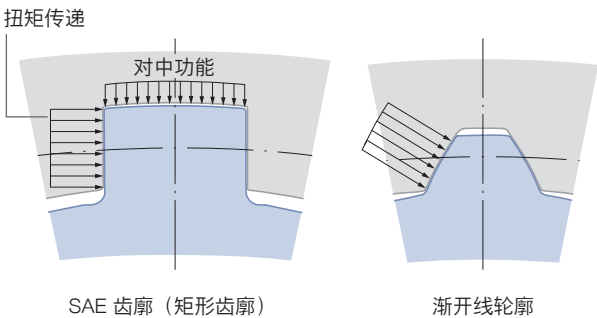
福伊特万向轴使用了两种长度补偿：SAE 齿廓（矩形齿廓）和渐开线轮廓。万向轴的系列和尺寸决定了长度补偿的类型。

对于负载较小的万向轴，渐开线轮廓是较为合适的解决方案，成本/收益率更佳。SAE 齿廓（矩形齿廓）是一种更适用于大型高性能万向轴的解决方案。

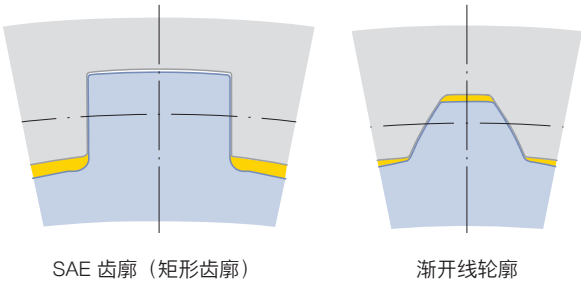
扭矩传递期间产生的力



扭矩传递和对中

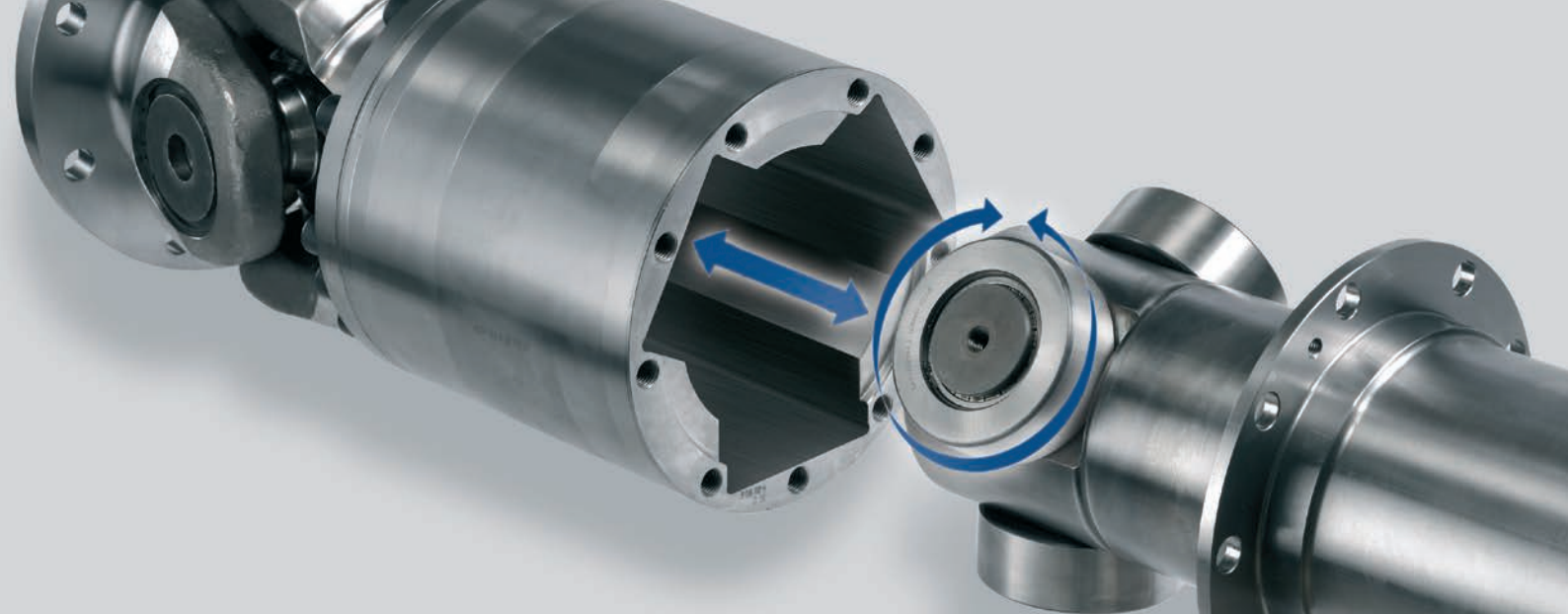


花键润滑



SAE 齿廓（矩形齿廓）长度补偿

特点	好处	优势
• 矩形齿面、以直径为中心的轮廓	• 扭矩传递与对中功能分离	+ 使用年限长
• 施力方向接近垂直	• 降低正向力和位移力	+ 便于移动
• 较大接触面	• 表面压力低	+ 使用年限长
• 花键套和花键轴的材质良好匹配	• 耐磨度高	+ 使用年限长
• 花键轴经过标准化的渗氮处理		
• 润滑脂分配槽的润滑机制已获得专利，可在整个轮廓直径上均匀分配润滑脂	• 齿形整合了润滑脂容器，以便向滑动表面可靠供应润滑油脂	+ 维护间隔延长



三枢轴万向轴

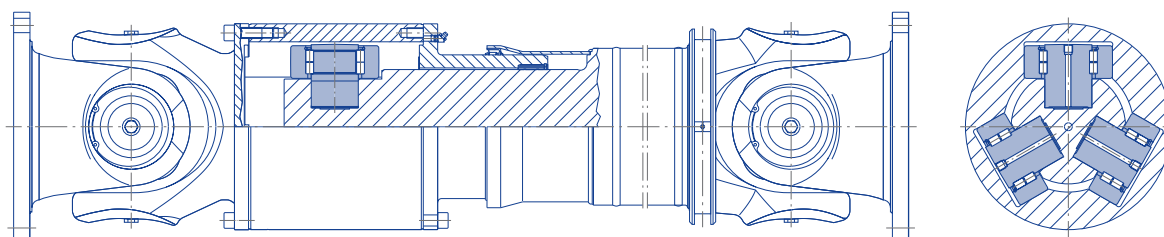
7.3 带滚柱轴承的长度补偿 – 三枢轴万向轴

三枢轴万向轴由拥有特殊中心剖面的标准万向节组成。中心剖面中的滚柱轴承用于大幅减少长度补偿中的轴向位移力。这能使整个扭矩范围内的轴向位移力处于极低水平，几乎保持不变。

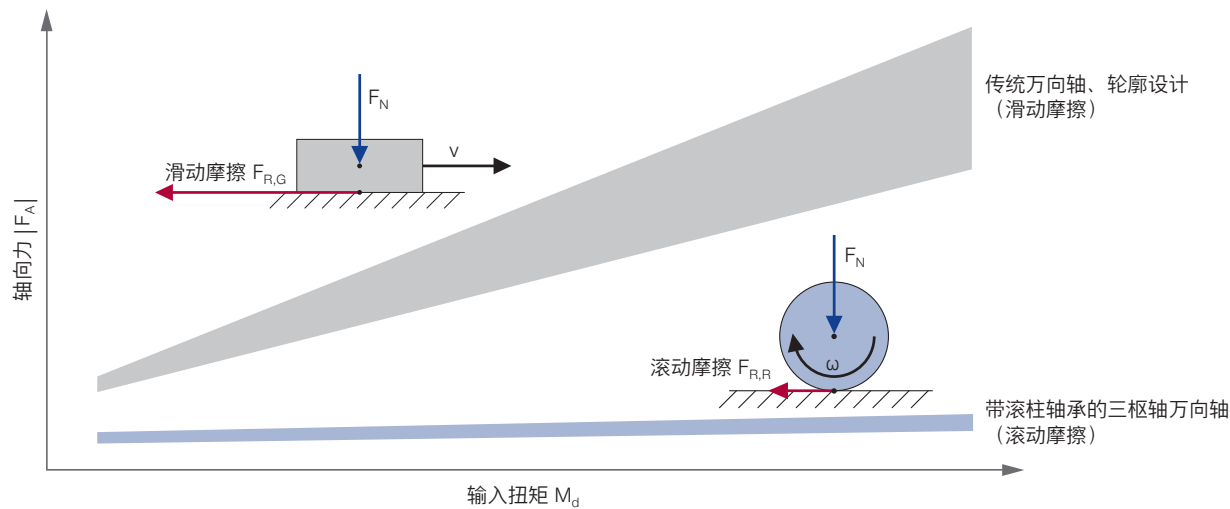
中心剖面由导向轴和导向轮毂组成。滚柱轴承和三个螺栓位于导向轴的一端。这些螺栓互相成 120° 布置。导向轮毂有三个对应的凹槽来安装滚柱轴承。

对于需要不断补偿大幅轴向移动的传动装置来说，这种万向轴是理想的选择。

三枢轴万向轴的基本设计

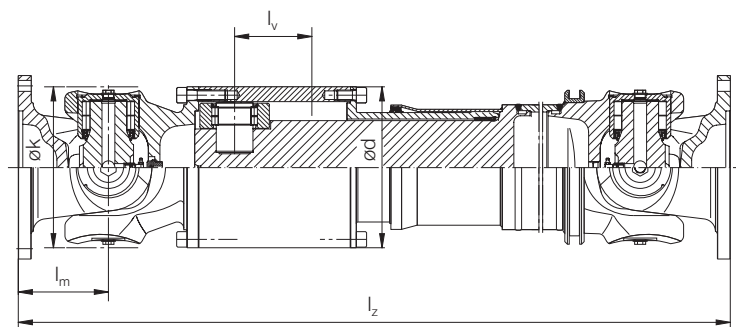


轴向位移力对比



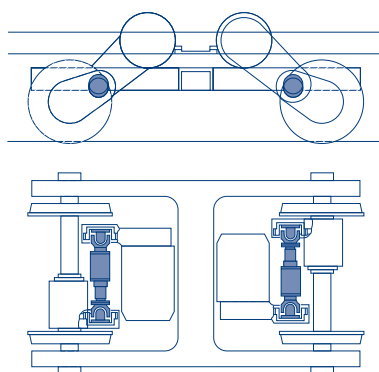
滚柱轴承的长度补偿

特点	好处	优势
• 滚柱轴承的长度补偿	• 较低和几乎不变的轴向位移力	+ 降低了所连接总成轴向轴承和悬挂系统的成本
	• 低磨损长度补偿	+ 维护成本低 + 可用性高
• 导向轮毂的凹槽侧面经过硬化处理	• 使用年限长	+ 可用性高
	• 低磨损	+ 维护成本低
	• 特定的间隙没有变化	+ 无振动
• 所有滚柱轴承上的圆周力是统一的	• 整个使用周期内稳定平衡	+ 无需任何成本即可重新平衡
• 导向轮毂已密封	• 可靠的滚柱轴承润滑	+ 维护成本低
• 在滚轴和滑动套管平面广泛支持对中功能	• 运行极其平稳	+ 噪音低

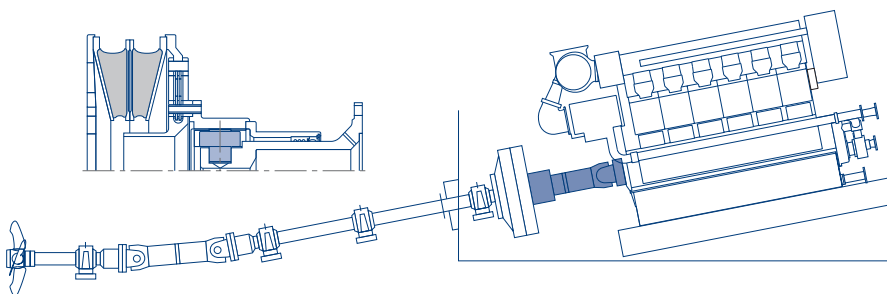


应用示例

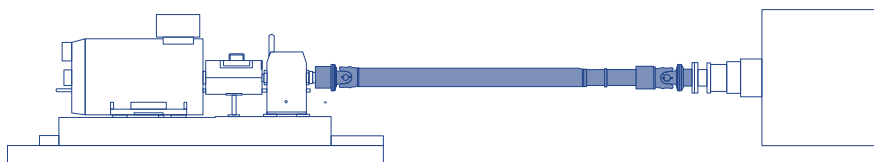
轨道车辆方面



船舶方面



造纸机方面



尺寸	M_z [kNm]	M_{DW} [kNm]	$l_{z\ min}$	l_v	l_m	k	d
198.8	16	10	750	50	110	198	180
208.8	28	16	810	60	120	208	208
250.8	45	23	940	60	140	250	250
285.8	61	35	1 140	120	160	285	285
315.8	94	50	1 260	120	180	315	315
350.8	150	71	1 400	120	194	350	350
390.8	200	100	1 550	120	215	390	390

尺寸（单位：毫米）。

法兰尺寸：第 20 至 23 页。

需要时可使用定制设计。

优势和好处

三枢轴万向轴能将扭力从驱动电机传送到传动轮。驱动电机位于有轨车车体内，而传动轮位于装有弹簧的转向架内。

- + 较小的簧下载质量降低了转向架、传动装置、轨道和铁路线上的负载
- + 积极的移动（无遮挡正弦曲线模式）将轨道与车轮间的磨损降至最低
- + 良好的动态行为增加了安全性和旅行舒适度

三枢轴万向轴和高弹联轴器配合使用可在轴线上传递扭力。

- + 耐冲击性高
- + 结构所带来的噪音被完美隔绝
- + 旅行舒适度增加

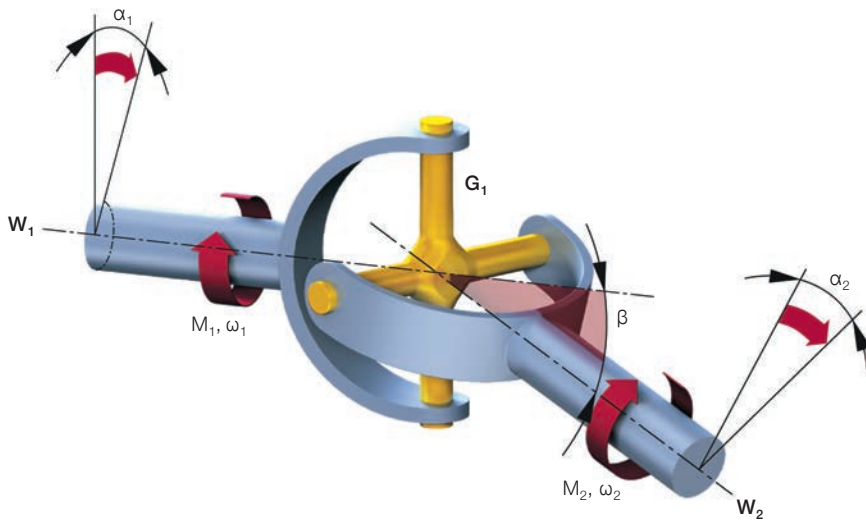
三枢轴万向轴位于 Sirius Roll-up SensoRoll 的传动装置内。

- + SensoRoll 在每个卷鼓以纸张运行方向平稳位移
- + 鼓拥有坚固的包装核心和较大的外层包装直径
- + 滚柱轴承长度补偿的较长运行时间

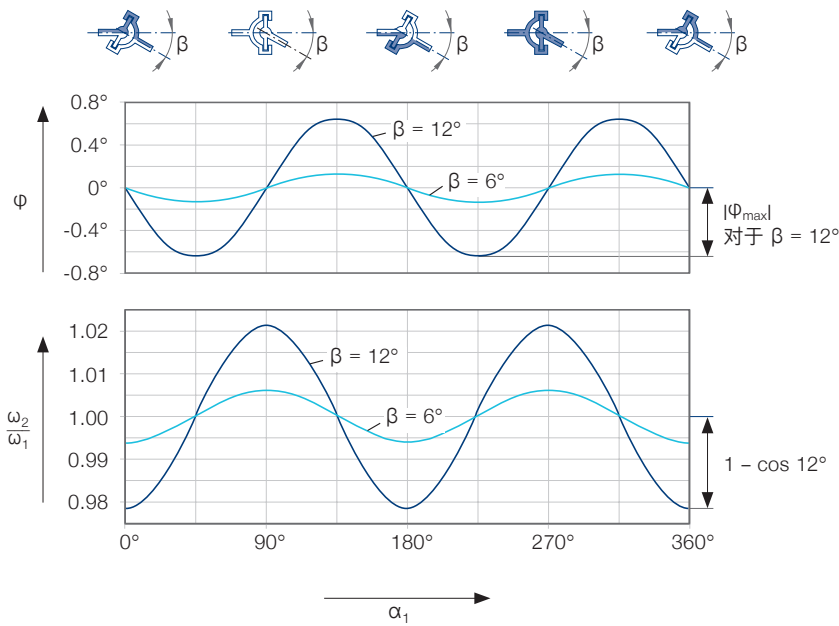
7.4 万向节运动学

- 当输入轴 W_1 以恒定的角速度转动 (ω_1 为常数.) 时, 输出轴 W_2 会按照随时间变化的角速度进行旋转 ($\omega_2 \neq$ 常数)。
- 输出轴的角速度 ω_2 和微分角 $\varphi = (\alpha_1 - \alpha_2)$ 将以正弦曲线方式变化, 其变化幅度的依据是偏转角 β 。
- 万向节的这一特性称之为环架误差, 选择万向轴时必须要考虑这一点。

万向节



G_1	标准万向节
W_1	输入轴
W_2	输出轴
α_1, α_2	旋转角度
β	偏转角度
M_1, M_2	扭力
ω_1, ω_2	角速度



- W_1 轴旋转一次时，差动角 φ 会变化四次，角速度 ω_2 也是如此。
- 在一次旋转过程中， W_2 轴会两次通过最大加速点和最大减速点。
- 偏转角 β 较大、速度较高时，会产生相当大的惯性力。

使用下列公式：

$$\varphi = \alpha_1 - \alpha_2 \quad (1)$$

$$\frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} = \cos \beta \quad (2)$$

$$\tan \varphi = \frac{\tan \alpha_1 \cdot (\cos \beta - 1)}{1 + \cos \beta \cdot \tan^2 \alpha_1} \quad (3)$$

此方程式会得出轴剖面 W_1 和 W_2 之间的角速比。

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cos \beta}{1 - \sin^2 \beta \cdot \sin^2 \alpha_1} \quad (4)$$

最大值

$$\left. \frac{\omega_2}{\omega_1} \right|_{\max} = \frac{1}{\cos \beta} \text{ 当 } \alpha_1 = 90^\circ \text{ 或 } \alpha_1 = 270^\circ \quad (4a)$$

最小值

$$\left. \frac{\omega_2}{\omega_1} \right|_{\min} = \cos \beta \text{ 当 } \alpha_1 = 0^\circ \text{ 或 } \alpha_1 = 180^\circ \quad (4b)$$

考虑扭矩比率时，请使用下列公式：

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (5)$$

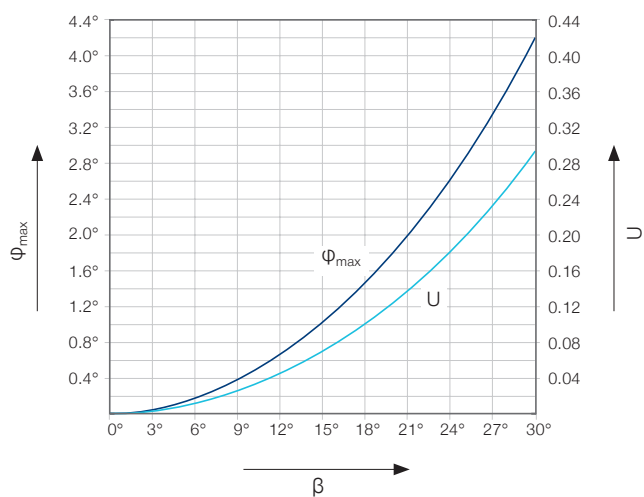
最大值

$$\left. \frac{M_2}{M_1} \right|_{\max} = \frac{1}{\cos \beta} \text{ 当 } \alpha_1 = 90^\circ \text{ 或 } \alpha_1 = 270^\circ \quad (5a)$$

最小值

$$\left. \frac{M_2}{M_1} \right|_{\min} = \cos \beta \text{ 当 } \alpha_1 = 0^\circ \text{ 或 } \alpha_1 = 180^\circ \quad (5b)$$

变化系数、差动角



其中一个变化指标为变化系数 U :

$$U = \frac{\omega_2}{\omega_1} \Big|_{\max} - \frac{\omega_2}{\omega_1} \Big|_{\min} = \frac{1}{\cos \beta} - \cos \beta = \tan \beta \cdot \sin \beta \quad (6)$$

最后, 有关最大差动角 $\varphi_{\max}$, 请使用下列公式 :

$$\tan \varphi_{\max} = \pm \frac{1 - \cos \beta}{2 \cdot \sqrt{\cos \beta}} \quad (7)$$

结论

单个万向节应只在符合下列条件时使用 :

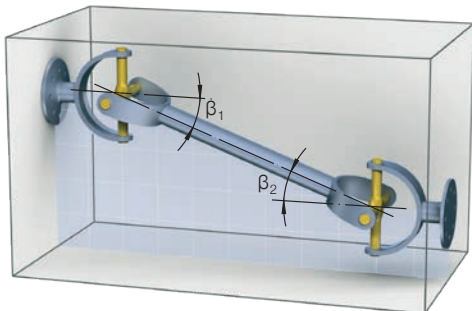
- 输出轴旋转速度的变化重要性居次。
- 偏转角度极小 ($\beta < 1^\circ$)。
- 传送的力很低。

7.5 双联万向节

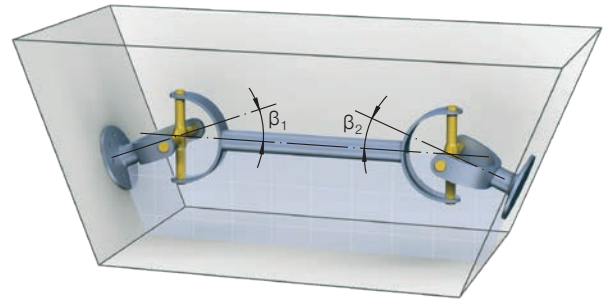
7.4 章节表明，当以一定的偏转角 β 通过一个万向节进行连接时，输出轴 W_2 会一直以不断变化的角速度 ω_2 进行旋转，其原因是受到了万向节的影响。

但是，如果两个万向节 G_1 和 G_2 以 Z 形或 W 形万向轴排列的方式正确连接到一起，输入和输出轴转速的变化完全互相抵消。

以 Z 形排列万向轴时，输入和输出轴在同一平面内互相平行



以 W 形排列万向轴时，输入和输出轴在同一平面内相交

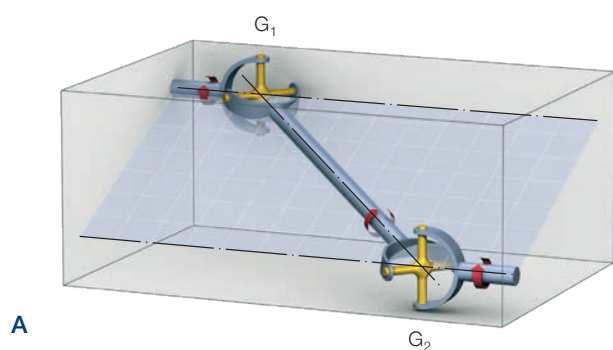


输入和输出轴同步旋转的条件：

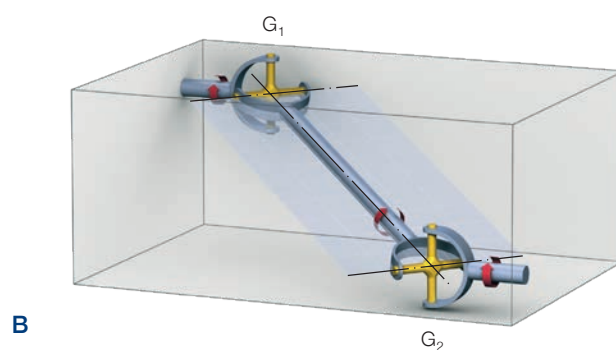
同时满足A、B 和 C 三种条件才能确保万向节 G_2 以 90° 的相位差运转，从而能完全弥补万向节 G_1 的环架误差。这种万向轴排列方式是理想的万向轴排列方式，可提供完全的运动补偿性能。

这正是设计者在实践中想要达成的目标。如果不符合上述三种状态之一，则万向轴将不再以恒定的输入和输出速度运转，即不再同步运动。出现这种情况时，请与您的福伊特代表讨论。

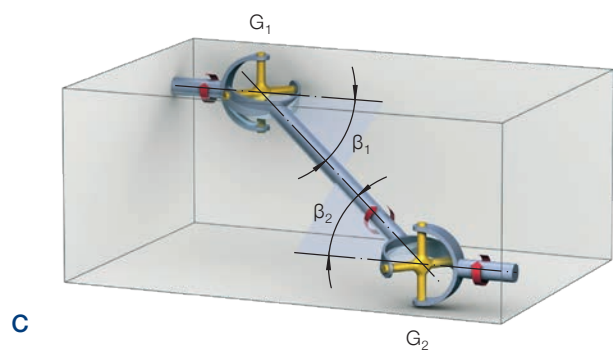
万向轴所有组件位于同一平面



轴中心剖面的两个万向节叉头位于同一平面



两个万向节的偏转角度 β_1 和 β_2 完全相同



7.6 输入和输出轴的轴承力

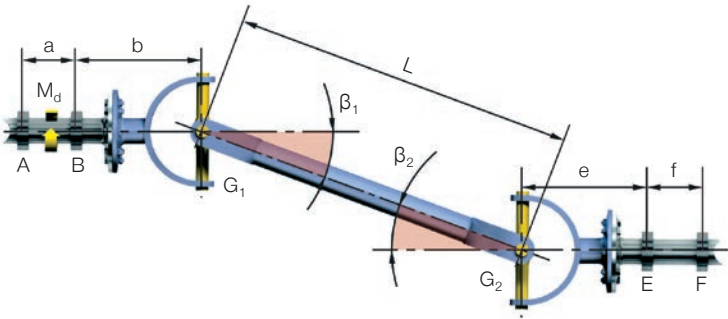
7.6.1 径向承载能力

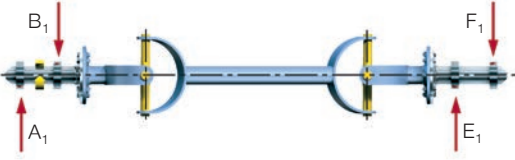
万向轴的偏转还会让连接轴承承担径向负载。轴承的径向力会从没有变为最大，每圈两次。

参数代号和公式

$G_1、G_2$	万向节
A、B、E、F	连接轴承
M_d	输入扭矩
$A_{1/2}、B_{1/2}、E_{1/2}、F_{1/2}$	承载能力
α_1	旋转角度
$\beta_1、\beta_2$	偏转角度

Z 形排列时万向轴的最大径向承载能力

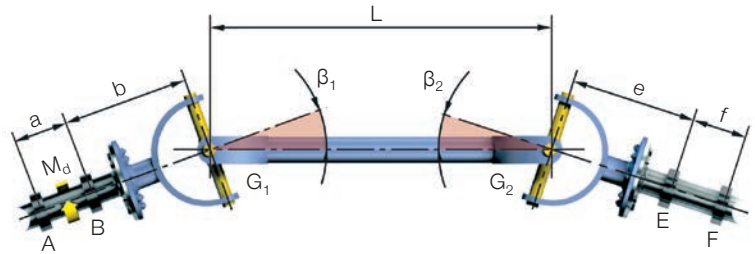


	$\beta_1 \neq \beta_2$	$\beta_1 = \beta_2$
$\alpha_1 = 0^\circ$	$A_1 = M_d \cdot \frac{b \cdot \cos \beta_1}{L \cdot a} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$B_1 = M_d \cdot \frac{(a + b) \cdot \cos \beta_1}{L \cdot a} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$E_1 = M_d \cdot \frac{(e + f) \cdot \cos \beta_1}{L \cdot f} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$F_1 = M_d \cdot \frac{e \cdot \cos \beta_1}{L \cdot f} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$	$A_1 = 0$ $B_1 = 0$ $E_1 = 0$ $F_1 = 0$
$\alpha_1 = 90^\circ$	$A_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$$B_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$$E_2 = M_d \cdot \frac{\sin \beta_2}{f \cdot \cos \beta_1}$$F_2 = M_d \cdot \frac{\sin \beta_2}{f \cdot \cos \beta_1}$	$A_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$ $B_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$ $E_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{f}$ $F_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{f}$

参数代号和公式

G_1, G_2	万向节
A、B、E、F	连接轴承
M_d	输入扭矩
$A_{1/2}, B_{1/2}, E_{1/2}, F_{1/2}$	承载能力
α_1	旋转角度
β_1, β_2	偏转角度

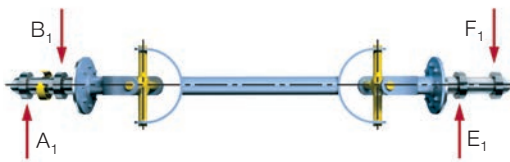
在W形布置时万向轴的最大径向承载能力



$\beta_1 \neq \beta_2$

$\beta_1 = \beta_2$

$\alpha_1 = 0^\circ$



$$A_1 = M_d \cdot \frac{b \cdot \cos \beta_1}{L \cdot a} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$

$$B_1 = M_d \cdot \frac{(a+b) \cdot \cos \beta_1}{L \cdot a} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$

$$E_1 = M_d \cdot \frac{(e+f) \cdot \cos \beta_1}{L \cdot f} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_2)$$

$$F_1 = M_d \cdot \frac{e \cdot \cos \beta_1}{L \cdot f} \cdot (\tan \beta_1 - \tan \beta_1)$$

$$A_1 = 2 \cdot M_d \cdot \frac{b \cdot \sin \beta_1}{L \cdot a}$$

$$B_1 = 2 \cdot M_d \cdot \frac{(a+b) \cdot \sin \beta_1}{L \cdot a}$$

$$E_1 = 2 \cdot M_d \cdot \frac{(e+f) \cdot \sin \beta_1}{L \cdot f}$$

$$F_1 = 2 \cdot M_d \cdot \frac{e \cdot \sin \beta_1}{L \cdot f}$$

$\alpha_1 = 90^\circ$



$$A_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$$

$$B_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$$

$$E_2 = M_d \cdot \frac{\sin \beta_2}{f \cdot \cos \beta_1}$$

$$F_2 = M_d \cdot \frac{\sin \beta_2}{f \cdot \cos \beta_1}$$

$$A_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$$

$$B_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{a}$$

$$E_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{f}$$

$$F_2 = M_d \cdot \frac{\tan \beta_1}{f}$$

7.6.2 轴向轴承力

原则上，万向轴的运动不会产生任何轴向力。然而，带有长度补偿的万向轴的确出现需要被连接轴承吸收的轴向力，原因有二：

1. 力 $F_{ax,1}$ 是因长度补偿组件中的摩擦而产生

由于扭矩传递过程中长度出现变化，长度补偿组件中的花键齿廓的侧面之间会产生摩擦力。对于作用在轴向上的摩擦力 $F_{ax,1}$ ，请使用以下公式计算：

$$F_{ax,1} = \mu \cdot M_d \cdot \frac{2}{d_m} \cdot \cos \beta$$

其中：

- μ 摩擦系数；
 - $\mu \approx 0.11 - 0.14$ 适用于钢与钢表面之间（有润滑）
 - $\mu \approx 0.07$ 适用于Rilsan® 塑料涂层与钢表面之间
 - $\mu \approx 0.04$ 适用于PTFE 涂层与钢表面之间

M_d 输入扭矩

d_m 花键齿廓的节圆直径

β 偏转角度

2. 力 $F_{ax,2}$ 因长度补偿组件在润滑过程中积累的压力产生
给长度补偿组件润滑期间，由于润滑时施加了压力，所以产生了轴向力 $F_{ax,2}$ 。请关注安装和操作说明中有关此话题的信息。

7.7 万向轴平衡

如其他实体一样，万向轴旋转轴周围的质量分布并不均匀。这会导致不平衡的运转，必须根据个例进行修正。根据运行速度和特定应用，福伊特万向轴可在两个平面内保持动态平衡。

福伊特用于万向轴的平衡程序基于 DIN ISO 1940-1 (“机械振动 – 恒定（刚性）状态下转子的平衡精度要求 – 第 1 部分：平衡公差的范围和校验”)。该标准的摘录列出了平衡精度等级的近似值：

平衡的好处：

- + 避免振动，使运行更加平稳
- + 万向轴使用寿命更长

机型 – 普通示例	平衡精度等级 G
汽车、卡车和机车的整个活塞发动机	G 100
汽车：车轮、轮辋、轮组、 万向轴 ；弹性支架上带有质量平衡装置的曲柄传动装置	G 40
农用机械；在刚性支架上带有质量平衡装置的曲柄传动装置；研磨机、碾磨机和粉碎机；传动轴（ 万向轴 、推进轴）	G 16
喷气发动机；离心机；轴高度至少为 80 mm 且最大额定转速为 950 rpm 的电动机和发电机；轴高度低于 80 mm 的电动机；风扇；变速箱；一般工业机械；机床；造纸机；工艺工程设备；泵；涡轮增压器；水力发电涡轮机	G 6.3
压缩机；计算机驱动装置；轴高度至少为 80 mm 且最大额定转速超过 950 rpm 的电动机和发电机；燃气轮机、蒸汽轮机；机床传动装置；纺织机械	G 2.5



- 1 平衡设备
- 2 万向轴平衡

根据应用和最大运行速度，万向轴的平衡精度等级在 G 40 和 G 6.3 之间。由于各种物理因素的影响，测量的重复精度有可能遇到更大的误差。这些因素包括：

- 平衡设备的设计特点
- 测量方法的精度
- 与万向轴相关的公差
- 万向节轴承的径向和轴向间隙
- 长度补偿组件的偏转间隙

8 助选工具

如何设计万向轴取决于多种因素。通过可靠的计算和测试可避免对周围环境造成危险情况。另一个要考虑的因素是整个产品使用周期内增加的成本。

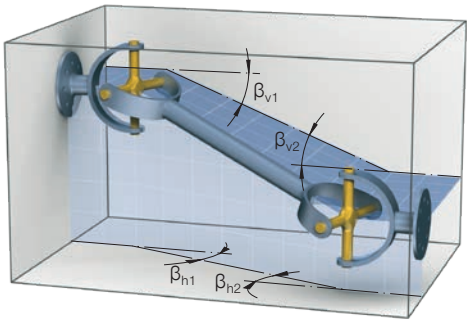
本章节中所述的设计步骤只用于给出大概的指导方针。进行万向轴选型最终决策时，您可信赖我们销售工程师的技术知识和多年的经验。我们很乐于为您提供建议。

下列因素会对万向轴的选择有大的影响：

- 运行变量
- 主要选择标准：
 - 轴承使用寿命或耐久性
- 安装空间
- 连接轴承

8.1 运行变量的定义

符号	常用单位	解释
P_N	[kW]	驱动电机的 额定功率
n_N	[rpm]	驱动电机的 额定转速
M_N	[kNm]	驱动电机的 额定扭矩，其中： $M_N = \frac{60}{2\pi \cdot n_N} \cdot P_N \approx 9,55 \cdot \frac{P_N}{n_N}$ 其中 M_N 单位为 kNm， n_N 单位为 rpm， P_N 单位为 kW
M_E	[kNm]	等效扭矩 当轴承使用寿命是选择万向轴的主要标准时，等效扭矩将会是一个很重要的运行变量。它考虑了运行工况，而且在涉及混合负载的情况下也可被计算出来（参见8.2.1 章节）。如果对于运行工况了解不够充分，额定扭矩可做初始估算值计算。
n_E	[rpm]	等效转速 当轴承使用寿命是选择万向轴的主要标准时，等效转速将会是一个很重要的运行变量。它考虑了运行工况，而且在涉及混合负载的情况下也可被计算出来（参见8.2.1 章节）。如果对于运行工况了解不够充分，额定转速可做初始估算值计算。
M_{max}	[kNm]	峰值扭矩 峰值扭矩是正常操作情况下的最大扭矩。
n_{max}	[rpm]	最大速度 最大速度是正常操作情况下的最高速度。
n_{z1}	[rpm]	最大允许速度是运行时偏转角的一个函数 以 Z 形或 W 形布置 ($\beta \neq 0^\circ$) 的万向轴中间段旋转并不一致。其受制于质量加速度扭矩，该扭矩取决于速度和偏转角度。为了确保运行平稳和避免过度磨损，将以确保不超过万向轴最大速度 n_{z1} 的方式来限制质量加速度扭矩。如要了解详细信息，请参见 8.3.1 章节。
n_{z2}	[rpm]	最大允许速度会考虑到挠曲振动因素 挠曲时，万向轴是一个弹性体。当达到临界挠曲速度（旋转速度）时，挠曲振动的频率与万向轴的固有频率相同。其结果是在万向轴所有零部件上均承受高负载。万向轴的最大速度必须明显低于该临界速度。如要了解详细信息，请参见 8.3.2 章节。
β	[°]	运行期间的偏转角度 Z 形或 W 形布置时两个万向节的偏转角度，其中： $\beta = \beta_1 = \beta_2$ 如果存在三维偏转，则由以下公式确定合成的偏转角度 β_R ： $\tan \beta_R = \sqrt{\tan^2 \beta_h + \tan^2 \beta_v}$ 其中： $\beta = \beta_R$



8.2 尺寸选择

选择万向轴尺寸的标准主要有两种：

- 1. 万向节中的滚动轴承的使用寿命
- 2. 运行耐久度，包括扭矩能力和/或负载极限

一般来说，应用决定了主要选择标准。如果驱动需要很长的使用寿命，而且标称的扭矩峰值从不发生或者仅仅是短暂发生（例如在起动时），则通常以轴承寿命为判断标准进行选择。典型示例包括造纸机、泵和风扇中的传动装置。所有其他应用都是根据操作耐久性来进行选择的。

8.2.1 根据轴承寿命进行选择

该程序用于根据 DIN ISO 281（“滚珠轴承 - 额定动载荷和额定寿命”）中的规范计算轴承寿命。

但是，将该标准应用到万向轴时，有多个因素未考虑在内；例如，轴承的支撑，即叉头内孔在负载下的变形。到目前为止，只能定性评估这些因素。

可通过下列公式计算万向轴轴承的理论寿命：

$$L_h = \frac{1,5 \cdot 10^7}{n_E \cdot \beta \cdot K_B} \cdot \left(\frac{CR}{M_E} \right)^{\frac{10}{3}}$$

其中：

L_h 是轴承的理论寿命，单位为小时 [h]

CR 万向节的额定负载，单位为 kNm

（见第 6 部分中的表格）

β 偏转角度，单位为度 [°]；出现三维偏转时，会使用得出合成偏转角度 β_R ；然而在任何情况下必须使用不小度 2° 的偏转角来计算。

K_B 运行系数

n_E 等效转速，单位为 rpm

M_E 等效扭矩，单位为 kNm

运行系数

柴油机传动装置出现的扭矩峰值可通过运行系数 K_B 进行解释：

传动设备	运行系数 K_B
电机	1
柴油发动机	1.2

等效运行值

轴承理论寿命的公式假设负载和速度为恒定。如果负载增加，则可确定等效运行值，根据实际负载生成相同的轴承疲劳度。等效运行值为等效速度 n_E 和等效扭矩 M_E 。

如果万向轴传递扭矩 M_i 的时长为 T_i ，速度为 n_i ，则首要任务就是定义时间段 q_i ，该时间段针对运行整体持续时间 T_{ges} 对 T_i 进行标准化：

$$q_i = \frac{T_i}{T_{ges}} \quad \text{其中} \quad \sum_{i=1}^u q_i = q_1 + q_2 + \dots + q_u = 1$$

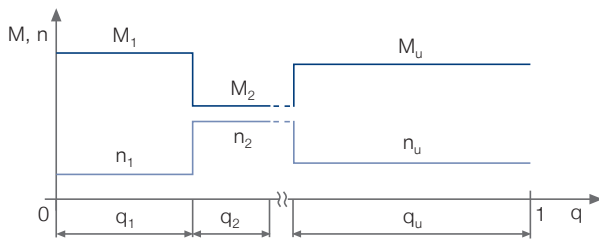
使用该方程式可确定等效运行值：

$$n_E = \sum_{i=1}^u q_i \cdot n_i = q_1 \cdot n_1 + q_2 \cdot n_2 + \dots + q_u \cdot n_u$$
$$M_E = \left(\frac{\sum_{i=1}^u q_i \cdot n_i \cdot M_i^{\frac{10}{3}}}{n_E} \right)^{\frac{3}{10}}$$
$$= \left(\frac{q_1 \cdot n_1 \cdot M_1^{\frac{10}{3}} + q_2 \cdot n_2 \cdot M_2^{\frac{10}{3}} + \dots + q_u \cdot n_u \cdot M_u^{\frac{10}{3}}}{n_E} \right)^{\frac{3}{10}}$$

结论

- 得出的轴承寿命是一个理论值，实际的寿命通常会超出很多。
- 下列其它因素会影响轴承寿命，某些情况下会造成很大影响：
 - 十字轴的质量
 - 十字轴的质量（硬度）
 - 润滑
 - 可导致塑性变形的过载
 - 密封件质量

万向轴负载增量变化



8.2.2 根据操作耐久性进行选择

可使用负载频谱计算操作耐久性。但在实际情况下，很少有足够的和准确的负载频谱。出现类似情况时，我们不得不退而求其次，使用准静态尺寸测量步骤。使用该方法时，将预期峰值扭矩 $M_{\max}$ 与扭矩 M_{DW} 、 M_{DS} 和 M_Z 进行对比（见 5.2 章节）。

下列估算值适用于峰值扭矩：

$$M_{\max} \approx K_3 \cdot M_N$$

K_3 被称之为冲击系数。这些根据经验得出的值基于数十年万向轴的设计经验。

使用这种方式确定的峰值扭矩必须符合下列要求：

- 1. $M_{\max} \leq M_{DW}$ （适用于交变负载）
- 2. $M_{\max} \leq M_{DW}$ （适用于脉动负载）
- 3. 个别和很少出现的扭矩峰值不得超过 M_Z 。这些扭矩峰值的允许持续时间和频率取决于应用；详细信息请联系福伊特。

冲击负载	冲击系数 K_3	典型的从动机
最小	1.1 – 1.3	• 发电机（恒定负载） • 离心泵 • 输送设备（恒定负载） • 机床 • 木工机械
中等	1.3 – 1.8	• 多气缸压缩机 • 多气缸活塞泵 • 小型型材轧机 • 连续式线材轧机 • 机车和其他有轨车辆的一级传动装置
重负荷	2 – 3	• 输送辊道 • 连续型轧管机 • 持续运转的主辊道 • 中型轧钢机 • 单气缸压缩机 • 单气缸活塞泵 • 风扇 • 搅拌机 • 挖掘机 • 折弯机 • 冲床 • 旋转式钻镗床 • 机车和其他有轨车辆的辅助传动装置
非常严重	3 – 5	• 可逆式主辊道 • 绕线机传动装置 • 除鳞机 • 开坯/粗加工工作台
极其严重	6 – 15	• 辊道传动装置 • 剪板机 • 绕线机压力辊

8.3 运行速度

8.3.1 基于偏转角度的最大允许速度 n_{z1}

7.4 章节显示，万向节呈现出交变的输出运动。万向轴是两个万向节串联形成的连接。在 7.5 章节所述的环境下，Z 形或 W 形布置的万向轴在输出和输入端呈现为均匀运动。然而，万向轴的中间段仍在按周期性变化的角速度 ω_2 进行旋转。

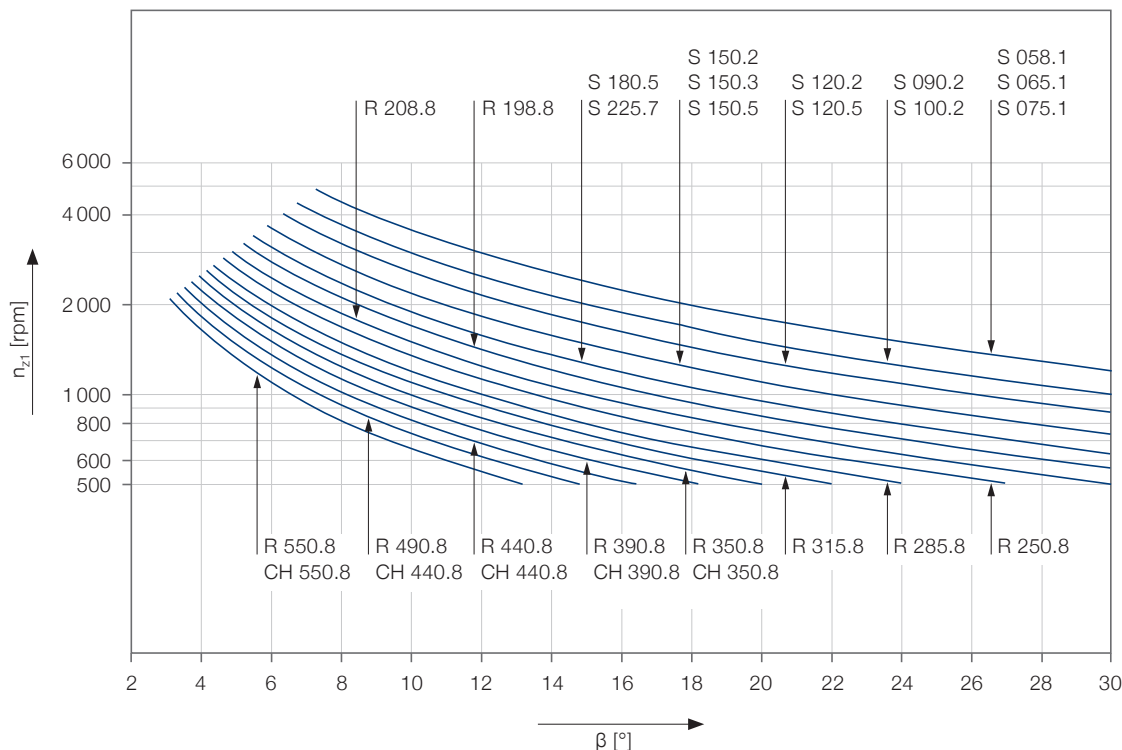
由于万向轴的中间段仍旧存在质量惯性，所以它可以产生角加速度为 $d\omega_2/dt$ 的阻力矩。在带有长度补偿装置的万向轴上，这种交变质量加速度力矩可能造成花键部分发出咔哒声。其后果包括运行平稳度下降，磨损增加。

此外，质量加速度扭矩还会影响到带长度补偿装置和不带长度补偿装置的万向轴所在的整个传动系统。其中一个示例为扭转振动。

可通过确保符合下列条件来避免上述不利影响：

$$n_{\max} \leq n_{z1}$$

n_{z1} 的近似值以 β 为依据



8.3.2 基于工作长度的最大允许速度 n_{z2}

每个万向轴均有临界挠曲速度（旋转速度）时，挠曲振动的频率与万向轴的固有频率相同。其结果是万向轴上的所有组件处于高负载状态，致使其可能会在不利环境中受到损坏或破坏。

计算传送系统中实际万向轴的该临界挠曲速度是一项很复杂的任务 - 福伊特使用数值计算程序来保证计算的精度。

从本质上说，该临界挠曲速度是由三方面因素决定的：

- 工作长度 l_B
- 万向轴的偏转阻力
- 输入和输出端的连接情况

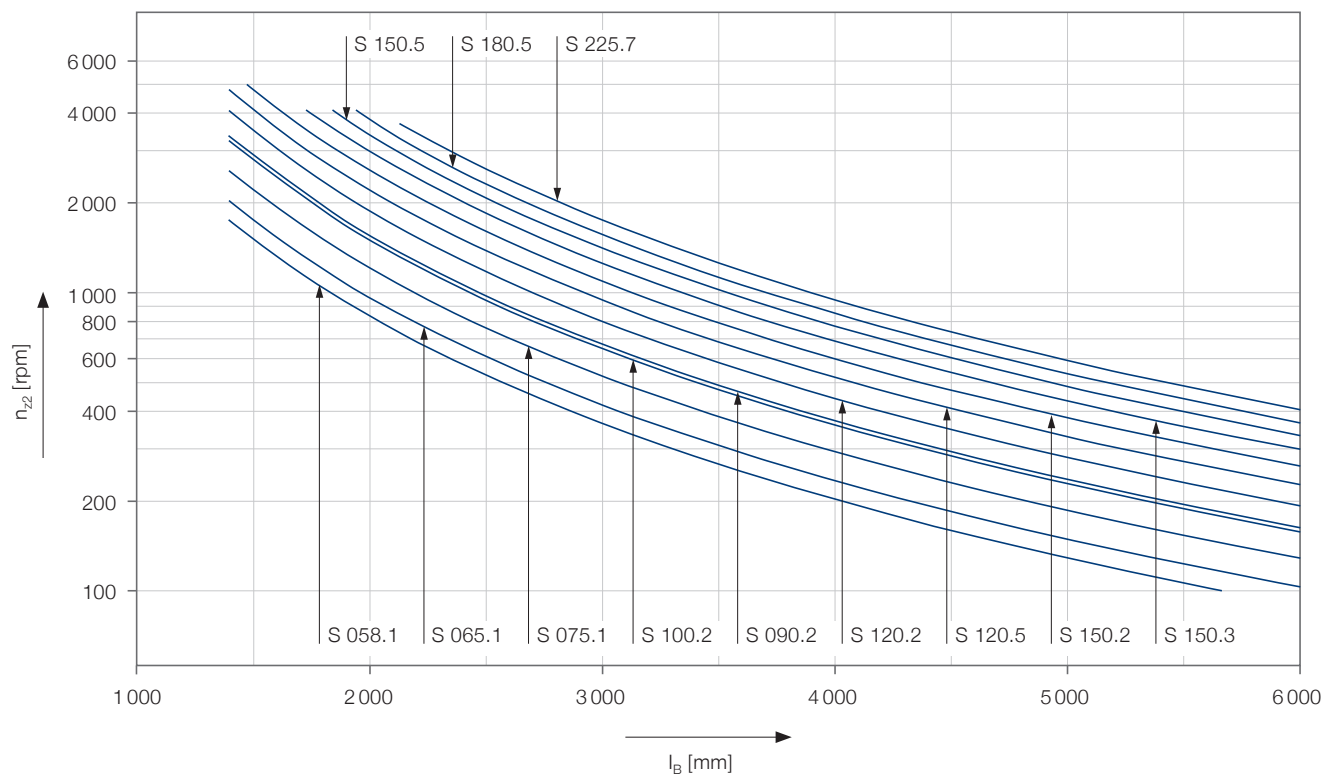
最大允许转速 n_{z2} 是通过这种方式确定的：相对于适于该特定应用的临界挠曲速度提供一个安源余量。

出于安全原因和避免万向轴故障, 请确保遵守下列条件：

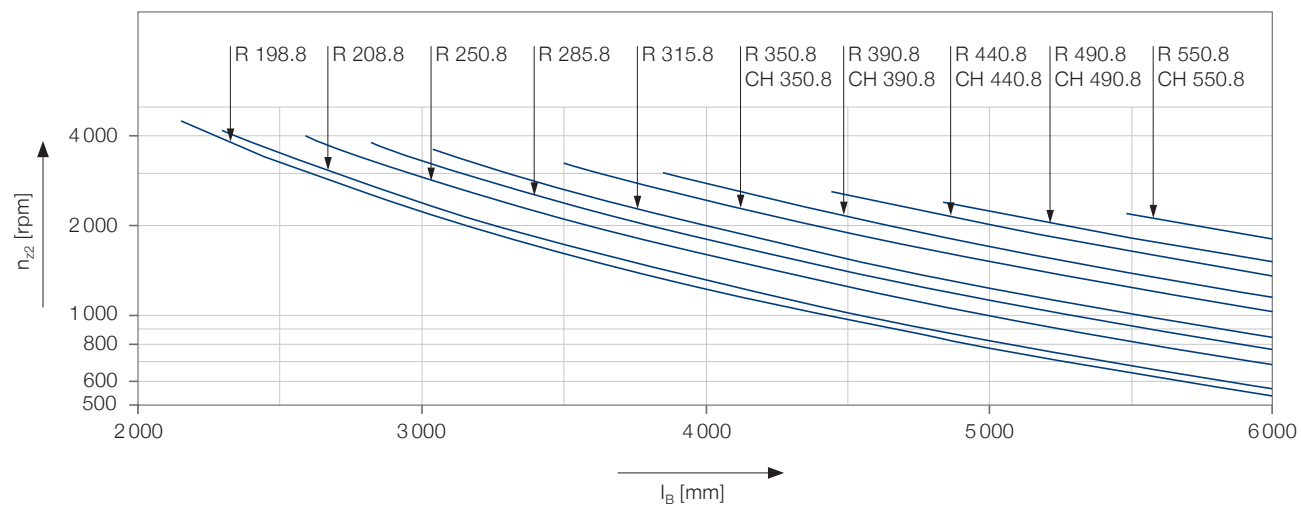
$$n_{\max} \leq n_{z2}$$

对于正常的连接和运行状况，可以工作长度 l_B 为依据指定最大允许速度 n_{z2} 的近似值。

n_{z2} 的近似值以 S 系列的 l_B 为依据



n_{z2} 的近似值以 R 系列和 CH 系列的 l_B 为依据



8.4 质量

尺寸	基于长度的中间管数值	使用长度补偿的万向轴				
	m'_R [kg/m]	$m_{L\ min}$ [kg]	$m_{L\ min}$ [kg]	$m_{L\ min}$ [kg]	$m_{L\ min}$ [kg]	$m_{L\ min}$ [kg]
	ST/STL/SF	ST	STL	STK1	STK2	STK3
058.1	1.0	1.1	根据要求可以提供数据	1.1	1.0	1.0
065.1	1.1	1.7		1.7	1.6	1.5
075.1	2.0	2.7		2.5	2.4	2.3
090.2	2.4	4.8		4.3	4.1	4.0
100.2	3.5	6.1		5.8	5.5	5.3
120.2	5.5	10.8		10.2	9.8	9.2
120.5	6.5	14.4		13.7	13.2	12.3
150.2	7.5	20.7		20.7	20.1	17.1
150.3	8.5	32.0		27.0	25.9	27.4
150.5	11.7	36.4		36.5	34.9	32.4
180.5	15.4	51.7		48.5	46.7	43.1
225.7	16.9	65		66	64	60
	RT/RTL/RF	RT	RTL	RTK1	RTK2	
198.8	37.0	92	-	-	-	
208.8	49	135	165	126	110	
250.8	58	199	222	179	165	
285.8	64	291	323	334	246	
315.8	89	400	495	387	356	
350.8	148	561	624	546	488	
390.8	185	738	817	684	655	
440.8	235	1 190	1 312	1 050	1 025	
490.8	296	1 452	1 554	1 350	1 300	
550.8	346	2 380	2 585	2 170	2 120	

为列出的系列和尺寸可根据需求而提供。

符号	解释	
m'_R	长 1 m 的管道的质量	
使用长度补偿的万向轴		
$m_{L\ min}$	长度为...的万向轴的质量	$l_{z\ min}$
计算整个万向轴：		
m_{ges}	总质量	$m_{ges} = m_{L\ min} + (l_z - l_{z\ min}) \cdot m'_R$

	不使用长度补偿 的万向轴	万向节联轴器
$m_{L\ min}$ [kg]	$m_{L\ min}$ [kg]	$m_{L\ fix}$ [kg]
STK4	SF	SGK
0.9	0.9	0.8
1.4	1.2	1.0
2.1	2.0	1.0
3.8	3.6	3.2
5.1	4.5	4.2
8.6	7.7	7.4
11.5	10.5	9.2
15.8	15.2	13.8
26.0	22.1	16.6
29.4	25.3	21.6
40.9	32.4	30.6
56	36	36
	RF	RGK
	56	59
	78	85
	115	127
	182	191
	250	270
	377	370
	506	524
	790	798
	1 014	1 055
	1 526	1 524

不使用长度补偿的万向轴
l_{min}
$m_{ges} = m_{L\ min} + (l - l_{min}) \cdot m'_R$

8.5 连接法兰和螺栓连接

在传动系统中安装福伊特万向轴时，连接法兰和螺栓连接必须要满足大量要求：

1. 设计

- 使用没有长度补偿的万向轴时，要求连接法兰（联轴器）能以纵向方向移动，以便让万向轴滑过连接处。连接法兰还会承受其他长度变化，如热膨胀或偏转角变化。

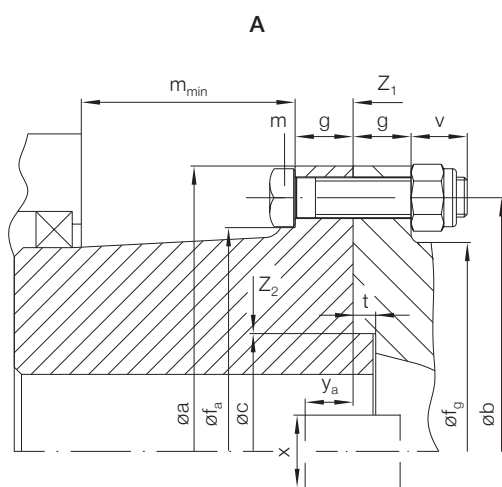
2. 材料

- 连接法兰材料是专为与强度为 10.9（根据 ISO 4014/4017 或 DIN 931 - 10.9）的螺栓配合使用而设计的。
- S 和 R 系列特殊情况：
如果连接法兰所用的材料不允许使用强度为 10.9 的螺栓，那么连接可以传递的扭矩将会减少。螺栓的指定拉紧扭矩也会相应减少。

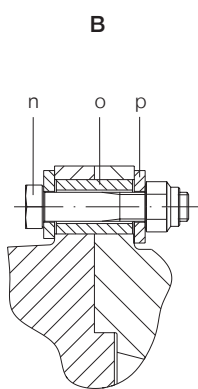
3. 尺寸，螺栓连接

- 对于 S 和 R 系列万向轴，连接法兰尺寸必须与万向轴的尺寸相匹配（管子连接处直径 c 除外）。管子连接处直径包括间隙（接头 H7/h6）。
- 对于使用 H 型法兰的万向轴，连接法兰的尺寸与其万向轴相同。直齿面联轴器是自动进行对中的。
- 对于 S 和 R 系列万向轴，万向轴法兰的减压直径 f_g 不适于锁紧六角螺栓或螺母。而连接法兰的减压直径 f_a 可实现该目的。

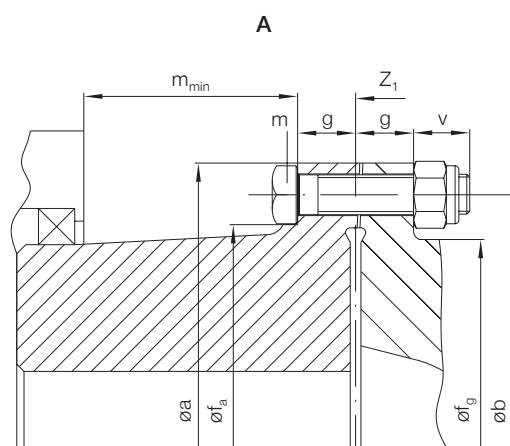
S 和 R 系列万向轴的法兰连接



S 型法兰/Q 型法兰

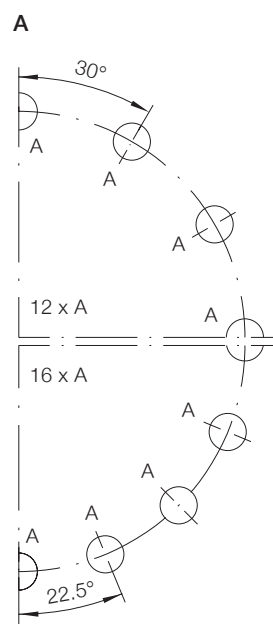
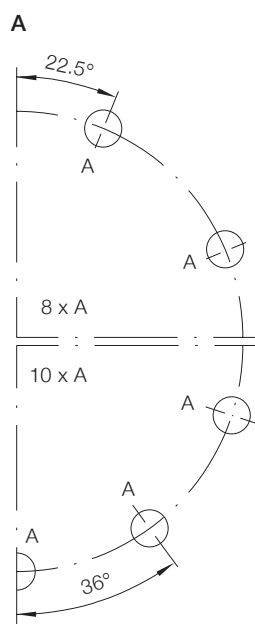
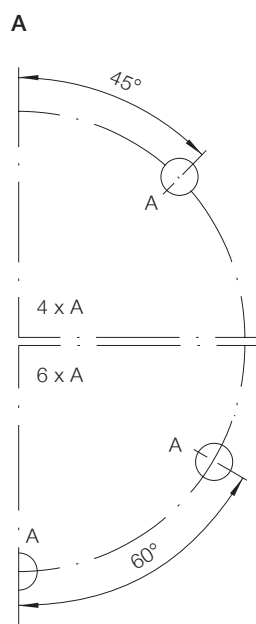
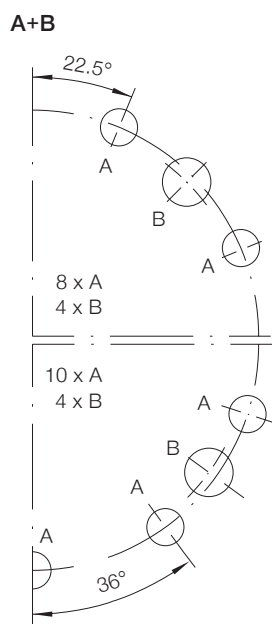


K 型法兰



H 型法兰

S 和 R 系列万向轴上法兰连接的紧固件孔型



连接法兰的尺寸												螺栓连接 (A)				
备注												1	2	3	4	5
尺寸	a	b ±0.1	c H7	f _a -0.3	f _g	g	t	v	x P9	y _a +0.5	Z ₁ , Z ₂	z	z	z	m 螺栓	
S 型法兰/K 型法兰																
058.1	58	47	30	38.5		3.5	1.2 -0.15	9			0.05	4				M5 x 16
065.1	65	52	35	41.5		4	1.5 -0.25	12			0.05	4				M6 x 20
075.1	75	62	42	51.5		5.5	2.3 -0.2	14			0.05	6				M6 x 25
090.2	90	74.5	47	61		6	2.3 -0.2	13			0.05	4				M8 x 25
100.2	100	84	57	70.5		7	2.3 -0.2	11			0.05	6				M8 x 25
120.2	120	101.5	75	84		8	2.3 -0.2	14			0.05	8				M10 x 30
120.5	120	101.5	75	84		9	2.3 -0.2	13			0.05	8				M10 x 30
150.2	150	130	90	110.3		10	2.3 -0.2	20			0.05	8				M12 x 40
150.3	150	130	90	110.3		12	2.3 -0.2	18			0.05	8				M12 x 40
150.5	150	130	90	110.3		12	2.3 -0.2	18			0.05	8				M12 x 40
180.5	180	155.5	110	132.5		14	2.3 -0.2	21			0.05	8				M14 x 45
225.7	225	196	140	171	159	15	4 -0.2	25			0.06	8				M16 x 55
198.8	225	196	140	171	159	15	4 -0.2	15			0.06	8				M16 x 55
208.8	250	218	140	190	176	18	5 -0.2	24			0.06	8				M18 x 60
250.8	285	245	175	214	199	20	6 -0.5	30			0.06	8				M20 x 70
285.8	315	280	175	247	231	22	6 -0.5	31			0.06	8				M22 x 75
315.8	350	310	220	277	261	25	7 -0.5	30			0.06	10				M22 x 80
350.8	390	345	250	308	290	32	7 -0.5	36			0.06	10				M24 x 100
390.8	435	385	280	342	320	40	8 -0.5	40			0.06	10				M27 x 120
Q 型法兰																
208.8	225	196	105	171	159	20	4 -0.2	25	32	9.5	0.06		8			M16 x 65
250.8	250	218	105	190	176	25	5 -0.2	25	40	13	0.06		8			M18 x 75
285.8	285	245	125	214	199	27	6 -0.5	26	40	15.5	0.06		8			M20 x 80
315.8	315	280	130	247	231	32	7 -0.5	31	40	15.5	0.06		10			M22 x 95
350.8	350	310	155	277	261	35	7 -0.5	30	50	16.5	0.06		10			M22 x 100
390.8	390	345	170	308	290	40	7 -0.5	40	70	18.5	0.06		10			M24 x 120
440.8	435	385	190	342	320	42	9 -0.5	38	80	20.5	0.1		10			M27 x 120
490.8	480	425	205	377	350	47	11 -0.5	46	90	23	0.1		10			M30 x 140
550.8	550	492	250	444	420	50	11 -0.5	40	100	23	0.1		10			M30 x 140
H 型法兰																
208.8	225	196	180	171	159	20		25			18			4		M16 x 65
250.8	250	218	200	190	175	25		25			20			4		M18 x 75
285.8	285	245	225	214	199	27		26			21			4		M20 x 80
315.8	315	280	250	247	230	32		31			23			4		M22 x 95
350.8	350	310	280	277	261	35		30			24			6		M22 x 100
390.8	390	345	315	308	290	40		40			25			6		M24 x 120
440.8	435	385	345	342	322	42		36			28			6		M27 x 120
490.8	480	425	370	377	350	47		36			31			8		M30 x 130
550.8	550	492	440	444	420	50		40			32			8		M30 x 140

尺寸 (单位 : 毫米) 。

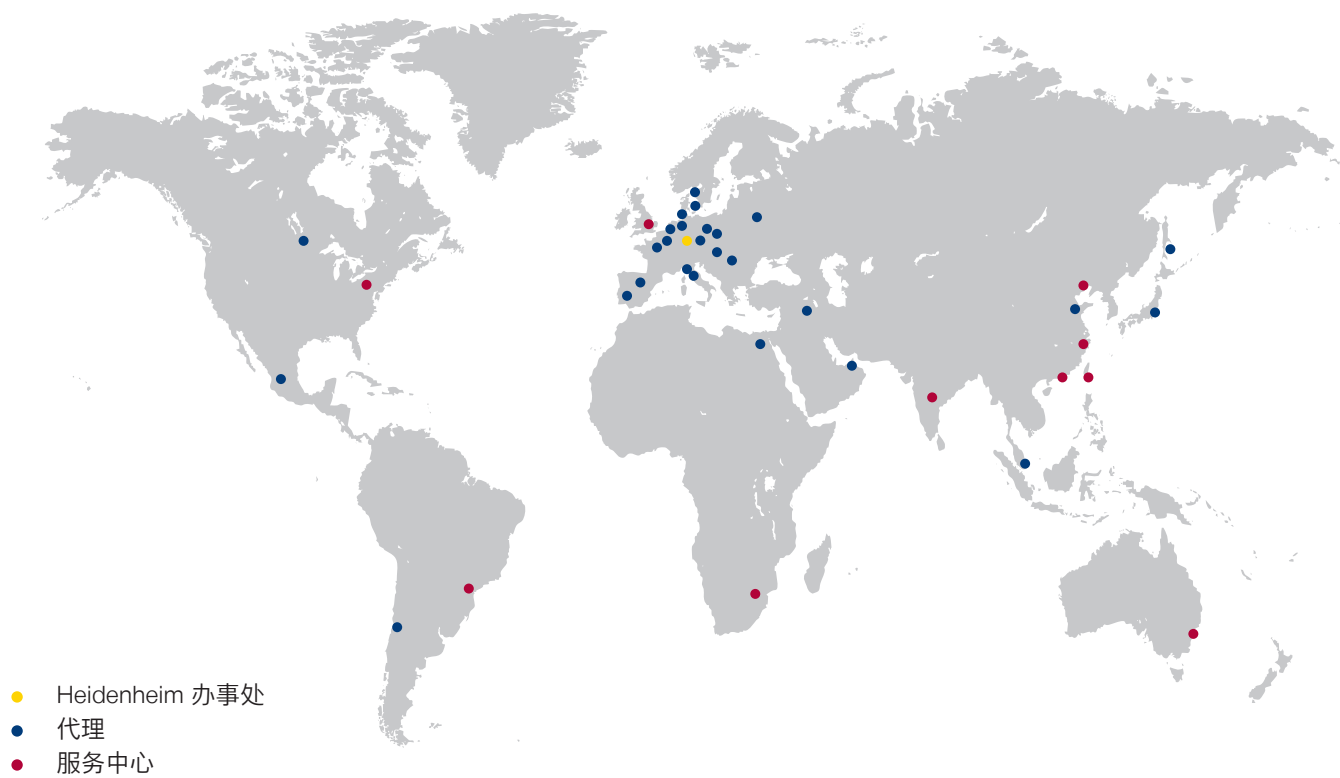
带分离式套筒的螺栓连接 (B)						
6	7	8	9	10	11	12
M_A [Nm]	EB	z	n 螺栓	o 套筒	p 垫圈	M_A [Nm]
7	否					
13	否					
13	否					
31	否					
31	否					
63	否					
63	否					
109	否					
109	否					
109	否					
175	否					
265	否	4	M12 x 60	21 x 28	13	82
265	是	4	M12 x 60	21 x 28	13	82
365	否	4	M14 x 70	25 x 32	15	130
515	否	4	M16 x 75	28 x 36	17	200
695	是	4	M16 x 80	30 x 40	17	200
695	是	4	M18 x 90	32 x 45	19	274
890	否	4	M18 x 110	32 x 60	19	274
1310	否	4	M20 x 110	35 x 60	21	386
265	否					
365	否					
515	否					
695	否					
695	否					
890	否					
1310	否					
1780	否					
1780	否					
265	否					
365	否					
515	否					
695	否					
695	否					
890	否					
1310	否					
1780	否					
1780	否					

符号	解释	备注	其他信息
a	法兰直径		
b	螺栓圆孔直径		
c	管子连接处直径		
f _a	法兰直径，螺栓一侧		
f _g	法兰直径，螺母一侧		
g	法兰厚度		
t	连接法兰连接处深度		
v	螺母接触面到六角头螺栓一端的长度		
x	端面键宽度		位于拥有端面键的万向轴连接法兰处
y _a	端面键深度		位于拥有端面键的万向轴连接法兰处
Z ₁	轴向偏摆	1	轴向偏摆 Z ₁ 和同心度 Z ₂ 的允许偏差值（运行速度低于 1500 rpm）。运行速度在 1500 rpm 至 3000 rpm 之间时，将数值减半！
Z ₂	同心度		
m	ISO 4014/4017-10.9 或 DIN 931-10.9 六角头螺栓和 DIN 985-10 六角螺母	2	z 每个标准连接法兰
		3	z 每个带端面键的连接法兰
		4	z 每个带直齿面联轴器的连接法兰
		5	无螺母的六角头螺栓尺寸
		6	摩擦系数 μ = 0.12 及螺栓屈服利用率为 90 % 螺栓屈服点的拉紧扭矩
m _{min}	螺栓安装最短长度		六角肉螺栓的长度 m 包括螺栓头的高度
EB	插入选项	7	从万向节一侧插入螺栓；如果无法从万向节一侧或连接法兰一侧插入六角头螺栓，则必须使用双头螺栓
n	ISO 4014/4017-10.9 或 DIN 931-10.9 六角头螺栓和 DIN 985-10 六角螺母	8	z 每个连接法兰
		9	无螺母的六角头螺栓尺寸
		12	摩擦系数 μ = 0.12 及螺栓屈服利用率为 90 % 螺栓屈服点的拉紧扭矩
o	分离式套筒	10	外径 x 分离式套筒 [mm x mm]
p	垫圈	11	垫圈内径 [mm]



中国地区的万向节服务中心

全球分部

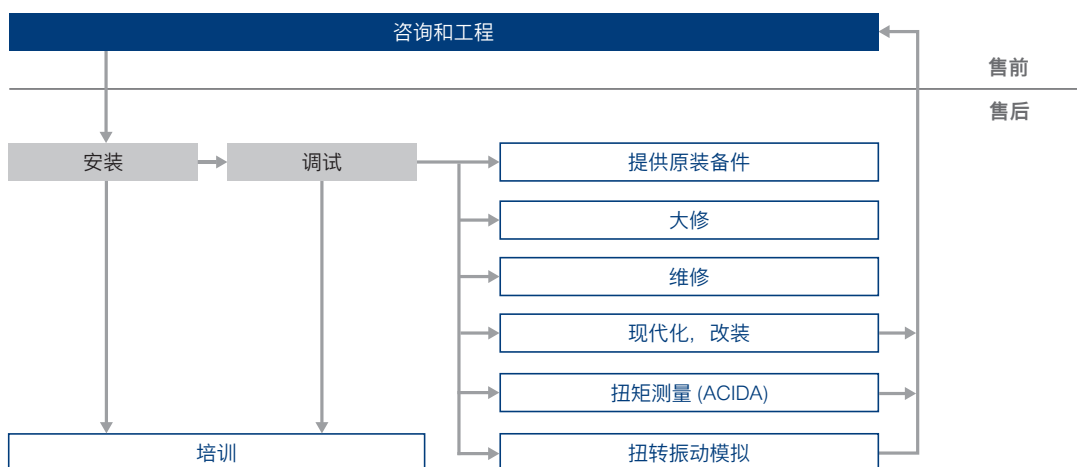


9 服务

对我们来说，服务意味着超出客户预期的质量和可靠性。

我们会在系统的整个使用周期伴随您左右，无论在任何地方。从计划和调试到维护，您可以相信我们。福伊特万向轴维护将会提高您系统的可用性和使用寿命。

福伊特万向轴服务



9.1 安装和调试

正确安装万向轴是无故障试运行的必备条件。

系统地试运行程序和大量的运行测试是让您的万向轴和系统作为整体获得最大可靠性和较长使用寿命的重要因素。

我们提供

- 由专业服务人员进行安装和调试
- 培训操作和维护人员

您的利益

- + 整个启动期间即时使用专业技术
 - + 万向轴无故障、专业试运行保证
-



9.2 培训

效率、可靠性和可用性是保证系统成功的重要因素。这需要在技术和维护方面受过良好培训的员工。最初和进行中的培训是必不可少的投资，可保证您的万向轴高效运转。

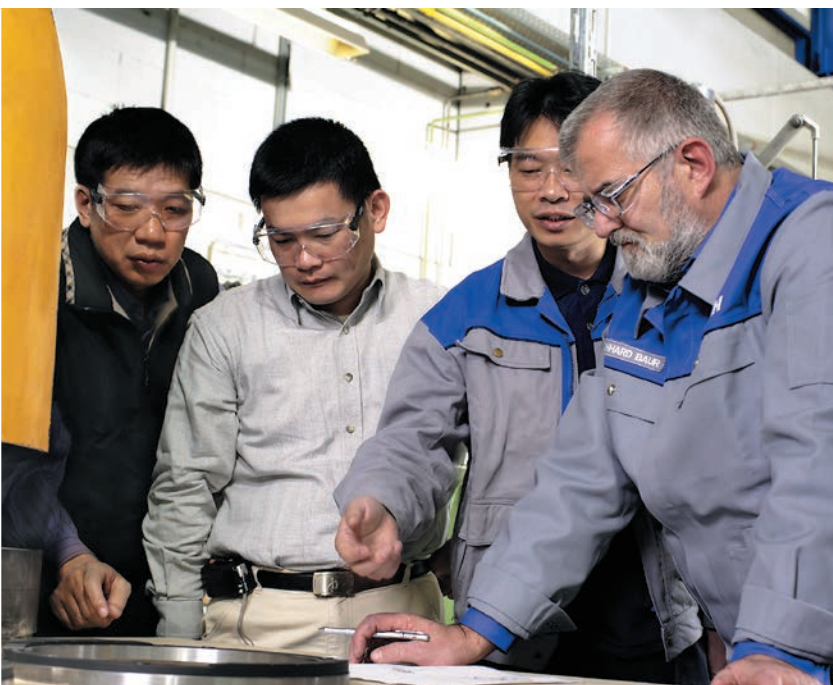
我们的培训计划会为您的员工提供有关我公司产品的专业技术知识。您的员工将从理论和实际方面了解福伊特最新技术的最新情况。

我们提供

- 在福伊特或您的公司进行现场产品培训
- 理论和实际维护及维修培训

您的优势

- + 更安全地使用福伊特产品
 - + 避免出现操作和维护错误
 - + 更好地理解传动系统中的福伊特技术
-



9.3 福伊特原装备件

使用原装配件和耐磨零件可降低运行风险。使用通过福伊特专业技术制造的原装配件才能保证福伊特产品的运行可靠、安全。

高可用性和高效的物流可确保在全球范围内快速交付零件。

我们提供

- 大多数原装配件和耐磨部件均存放于我们的服务网点
- 当日运送库存零件（上午 11 点前收到的订单）
- 咨询您的备件管理员工
- 准备特定项目的备件和耐磨部件
- 也提供福伊特万向轴旧有产品的备件

您的优势

- + 安全、可靠操作所有组件
 - + 高质量零件完全合适
 - + 传动元件使用寿命最大化
 - + 制造商保证
 - + 系统可用性高
 - + 快速交付备件
-



十字轴



法兰叉头

9.4 大修和维护

一直运行会使万向轴出现自然磨损，这还会受到环境的影响。

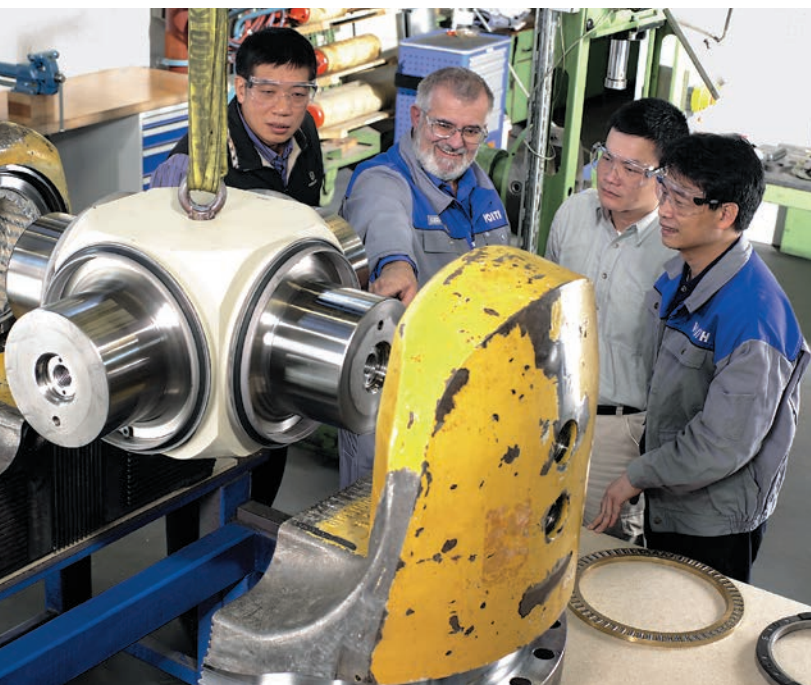
对您的万向轴进行定期专业性大修会防止损坏，降低高成本停机的风险。从长远来看，您会在省钱的同时获得使用可靠性。

我们提供

- 我们的专业人员借助所有必要的专业工具和设备进行的维护或全面大修
- 使用原装备件和耐磨部件
- 有关您的维护策略的咨询

您的优势

- + 专业维护所提供的安全性
 - + 制造商保证
 - + 增强的系统可用性
-



9.5 维修和修复

即使最好的预防性维护也无法杜绝由设备故障所导致的计划外停机。出现这种情况时，首要任务是尽快维修组件和设备。

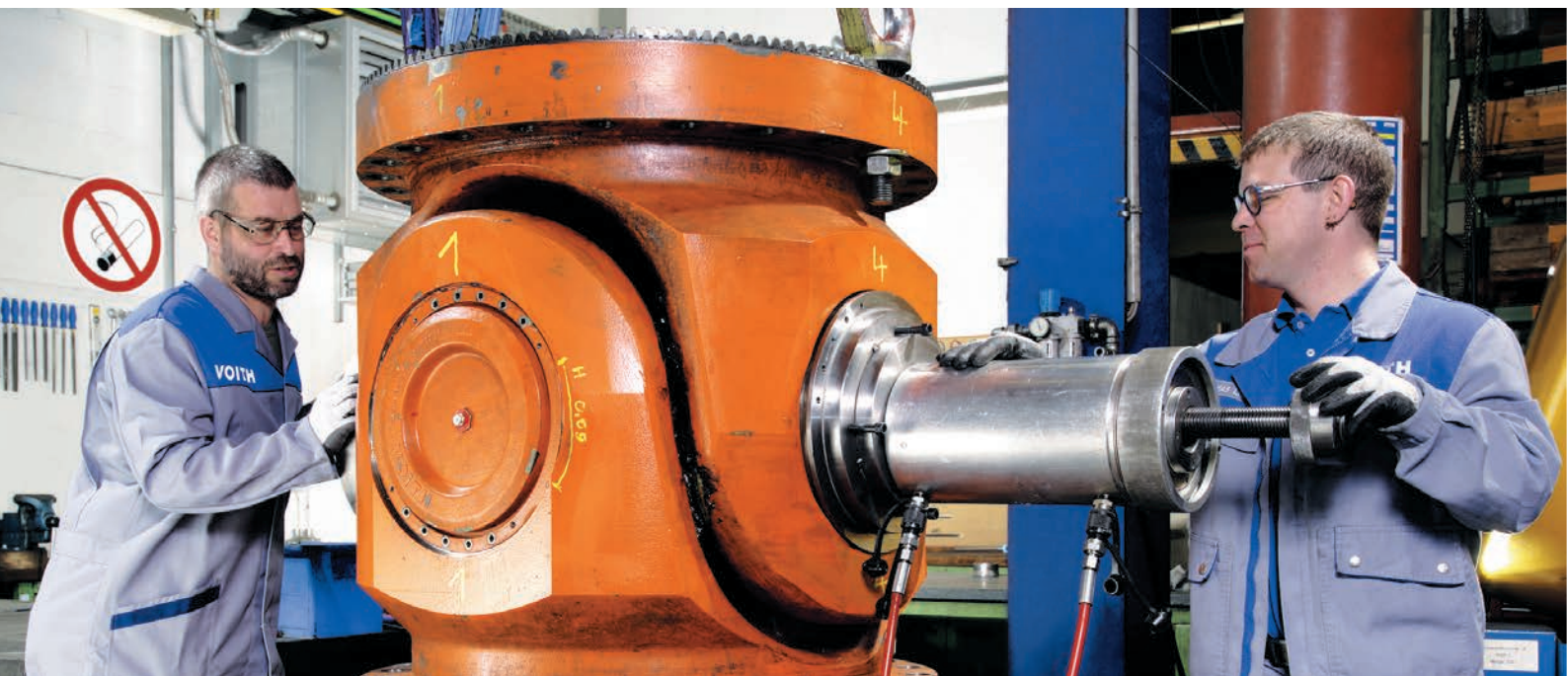
作为制造商，我们不仅拥有丰富的万向轴知识，还有必要的技术能力、经验和工具来保证专业化快速维修。我们的服务技术人员能快速评估损坏情况，并为快速修正提供建议。

我们提供

- 在您的公司、或在全球任一福伊特服务中心进行的符合我公司安全标准的专业化快速维修
- 熟练的破坏评估，包括易损性分析
- 快速提供原装备件

您的优势

- + 正常维修所提供的安全性
 - + 制造商保证
 - + 最短的断电和停机时间
 - + 避免重复性断电和故障
-



9.6 现代化和改造

技术正在不断发展，这意味着系统设计所基于的最初要求将随着时间而变化。

福伊特可通过对您旧有传动组件（如滑块轴）进行定制升级或改装来让您了解效率及可靠性方面的改进。我们分析、建议和升级万向轴（包括连接组件）是为了让您拥有最新、最经济的技术。

我们提供

- 对您的万向轴和连接组件进行改装和再设计
- 涉及现代化机遇的能力咨询，包括传动系统的设计

您的优势

- + 传动系统经过改进的可靠性、可用性及可购性
 - + 运行成本降低
 - + 使用最新技术的万向轴
-



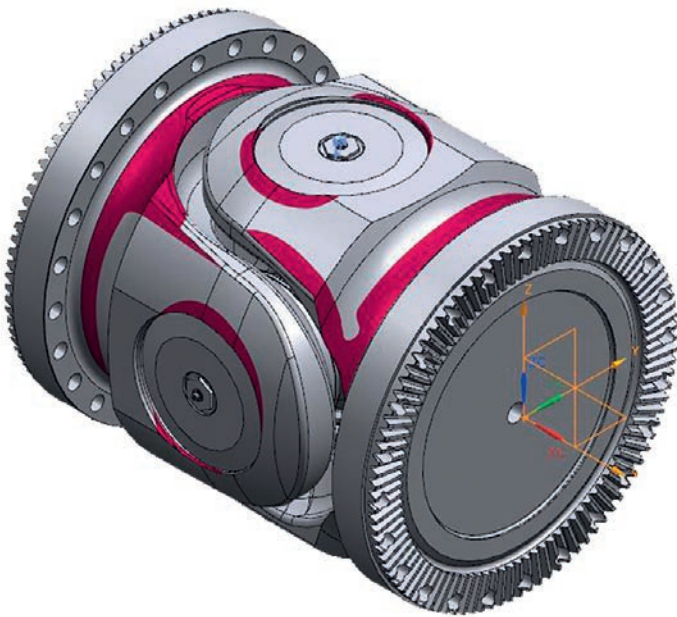
9.7 健康检查

为了尽可能准确地对您工厂或地基进行评估，应定期根据可比较的状况进行健康检查。

通过健康检查，可以增强系统的可用性，延长其使用寿命。

例如：对法兰叉头进行目视裂痕检查。

对标为红色的区域 – 高负载区域 – 进行目视裂痕检查。
必要时进行额外的渗色测试。



我们提供的服务

- 目视检查
- 中间部分：必要时对关键区域进行目视裂痕检查
- 检查万向节的状况 – 对法兰进行目视裂痕检查
 - 检查轴承的状况
 - 检查润滑脂的状况
- 检查辊端套筒的状况，尺寸测量和目视裂痕检查
- 检查法兰连接螺栓的拧紧扭矩
- 检查端面齿密封
- 重新对万向节和花键滑动区域进行润滑（如果轴使用长度补偿）
- 检查库存的备用轴的状况
- 建议

对您的好处

- + 通过上述检查即可清晰地了解您所安装的万向轴的状况，尽可能降低故障风险
- + 直接从制造商处获取专家建议
- + 根据制造商的专业知识进行目视评估
- + 获取诊断方面的能力和经验
- + 实现操作人员和制造商的紧密合作
- + 不断获取有关我公司产品最新技术现状的信息
- + 定期的健康检查能够最大程度降低代价高昂的生产停机的风险

10 服务和配件

10.1 工程设计

我们不仅提供产品，还提供想法！从我们多年设计整个传动系统的专业知识中获益，从设计计算、安装和调试，到有关成本优化操作及维护理念的问题。

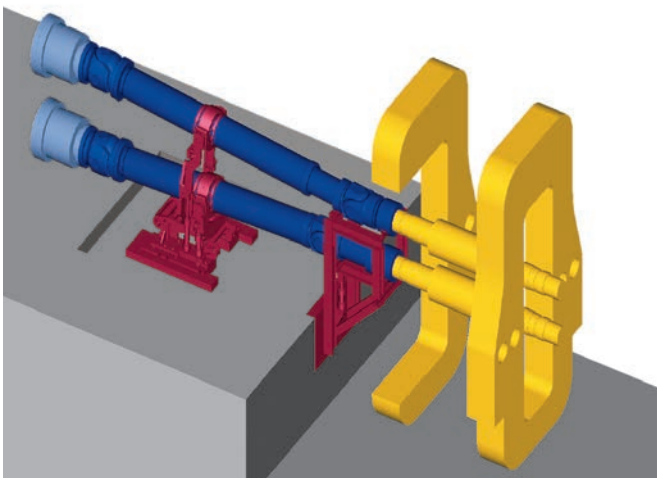
工程服务

- 规范的准备
- 准备项目专用图纸
- 计算扭动和挠曲振动
- 设计并测量万向轴和连接组件的尺寸
- 操作员的特殊要求说明
- 准备安装和维护说明
- 文档和证书
- 分类和认证机构进行的专门验收测试

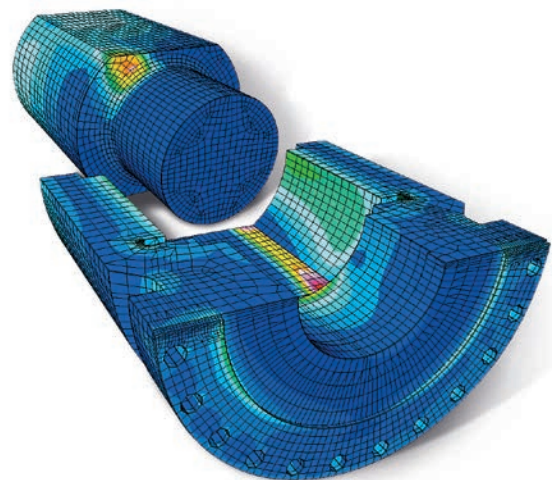
专用万向轴

设计符合您传动装置和工作条件的专用万向轴只是我们所提供的常规工程服务之一。这包括：

- 所有必要的设计工作
- 通过 FEM 分析进行强度测试和设计优化
- 动态测试以确保最大可靠性



使用 CAD 设计传动系统



工作辊的 FEM 分析，使用了分离式摆动器（图示：工作辊的 FEM 分析，使用了分离式摆动器（图示：辊颈和摆动器））

10.2 万向轴连接组件

传动系统要求万向轴上的输入和输出连接组件能可靠地传递扭力，如：

- 摆动器
- 连接法兰
- 变径法兰
- 适配器

应用

- 轧钢机
- 造纸机
- 泵
- 一般机械工程
- 试验台
- 施工机械和起重机

特点

- 个体适应所有邻近组件
- 通过顶尖的加工中心进行精密制造
- 通过使用高质量材料传递最大扭矩
- 通过对接触面进行硬化处理实现高耐磨度



用于连接万向轴和工作辊的轧机连接组件（摆动器）

10.3 GT 快卸联轴器

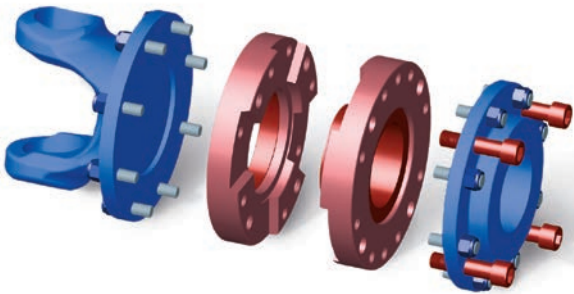
GT 快卸联轴器旨在成为很有效的连接组件。GT 快卸联轴器能让您快速组装或拆卸设备中的各种轴连接，可大幅缩短涉及维护和维修的停机时间。

应用

- 要求快速并准确对中地更换联轴器的驱动系统，如万向轴和盘式联轴器
- 辊和气缸接头，如造纸机

特点

- 通过机械爪锯齿主动传递扭矩
- 便于快速组装/拆卸
- 设计紧凑
- 只有两个主要组件
- 有不锈钢版本



GT 快卸联轴器原理图



带 GT 快卸联轴器环的万向轴

10.4 福伊特端面齿式联轴器

福伊特端面齿式联轴器以指定直径传递最大扭矩。

应用

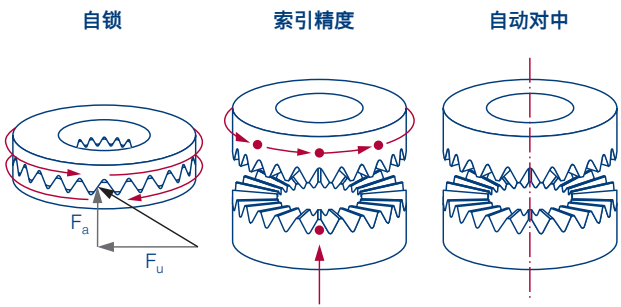
- 扭矩要求高的万向轴
- 万向轴的连接法兰（也可由客户提供）
- 机床
- 涡轮压缩机
- 度量衡学
- 自动设备
- 核技术
- 医疗设备
- 一般机械工程

特点

- 由于斜面会主动锁住大多数圆周力的传送，所以扭矩传输度高。螺栓只需承受很小的轴向力
- 通过优化的轮齿几何结构实现自动对中
- 由于轮齿轮廓的承载率高，所以有很高的耐磨度
- 由于使用了多楔设计，所以重复精度很高



法兰端面上使用端面齿联轴器的万向轴



端面齿联轴器的主要功能

10.5 万向轴支持系统

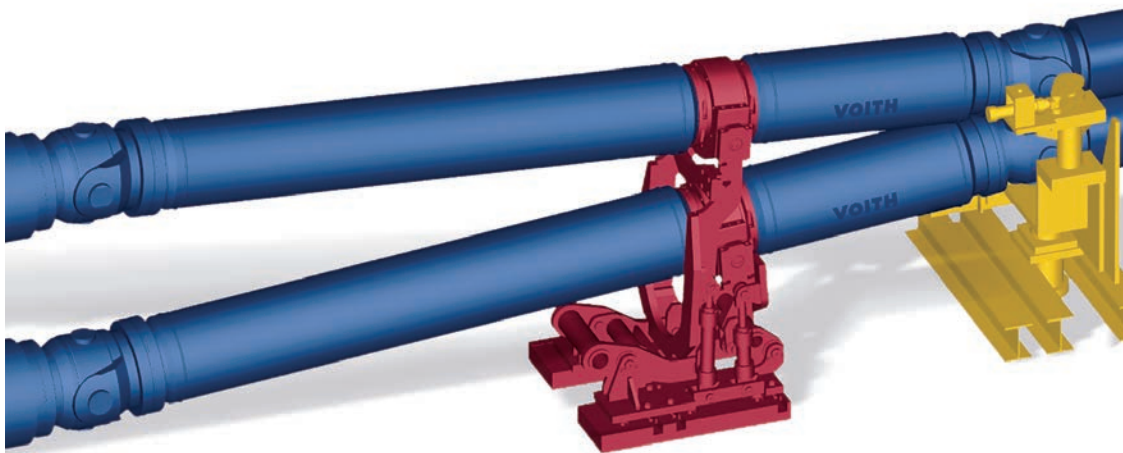
放置和支撑万向轴及其扁头套筒和连接法兰需要使用支持装置。

应用

- 轧钢机
- 客户专用的传动装置

特点

- 由于维护停机时间大幅缩短，生产率和系统可用性均有了提高
- 通过使用滚柱轴承降低了能源和润滑油脂成本，提高了传输效率
- 由于动力传输均衡，降低了磨损



万向轴支撑（红色）和联轴器支撑（黄色）

10.6 使用碳纤维加强型复合材料 (CFRP) 的万向轴

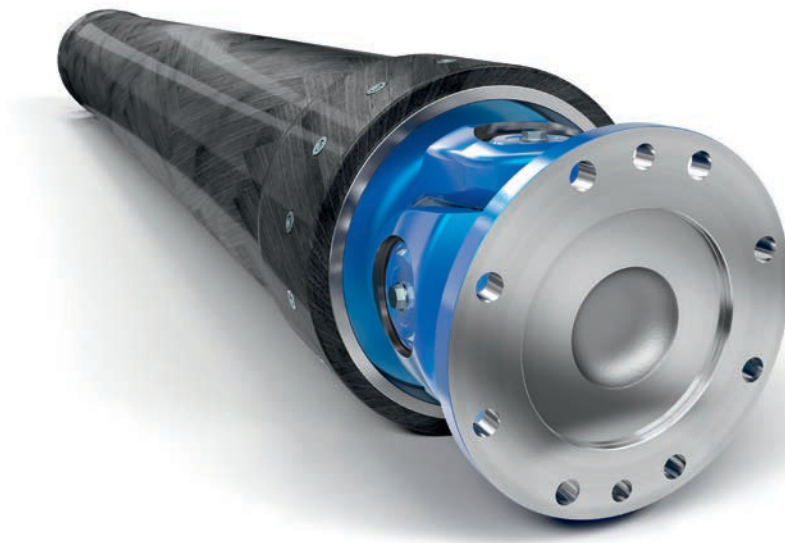
使用了 CFRP 组件的万向轴提高了机器和系统的效率和性能。在万向轴设计中使用 CFRP 可降低质量、振动、形变和能耗。我们不仅提供传动工程专业知识，还提供 CFRP 产品生产的专业知识，其来源是相同的。

应用

- 无中间轴承的较长的传动系统
- 低质量传动装置
- 振动得到优化的传动装置
- 泵
- 船舶
- 轨道车辆
- 一般机械工程

特点

- 根据不同要求，万向轴可使用碳管或实心碳质轴作为中间段
- 由于质量较低，降低了负载
- 刚度高，运行极其平稳，振动磨损很低
- 由于惯性矩很低，使加速度和减速度扭矩得以降低





45 kg 和 180 kg 桶装的福伊特 WearCare 500

10.7 用于万向轴的高性能润滑油脂

福伊特研发人员将其万向轴的专业知识，和著名轴承及润滑油脂制造商的摩擦学专业知识结合到一起。这种结合的结果就是诞生了一种独一无二的创新型润滑油脂，这种润滑油脂的性能远远超出传统润滑油脂。该润滑油脂能让万向轴中的轴承在高负载、低速的情况下运行更长时间。此外，还延长了润滑间隔，其应急的干燥运行特性也得到了明显改善。

福伊特 WearCare 500 高性能润滑油脂的特点

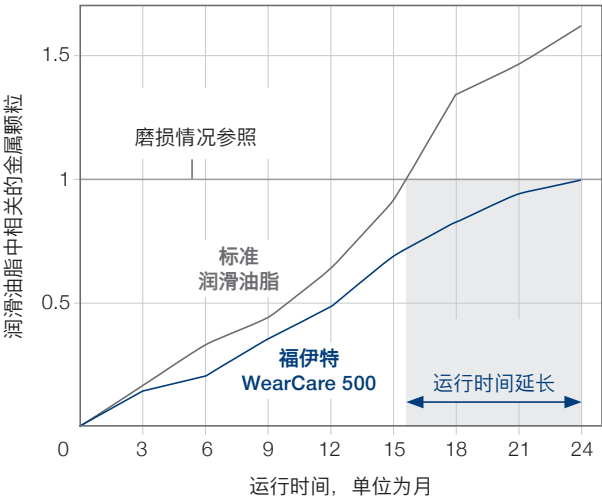
- 最佳的附着力和表面湿润度
- 卓越的耐腐蚀性
- 能最大程度上承受压力
- 持久的最佳润滑作用
- 可与锂基润滑脂混合
- 高度抗老化
- 完美兼容所有轴承组件
- 不含硅胶和铜成分

好处

- + 即使在润滑不足时也有润滑膜
- + 针对轴承振动运动进行配制
- + 轧机的理想选择
- + 即使在最大扭矩状态下也会形成液力润滑膜
- + 轴承的磨料磨损降到最低
- + 润滑间隔延长
- + 维护成本更低
- + 轻易变化为福伊特高性能润滑油脂
- + 储存期长
- + 轴承密封不会软化
- + 不会侵蚀有色金属
- + 适用于铝制轧机

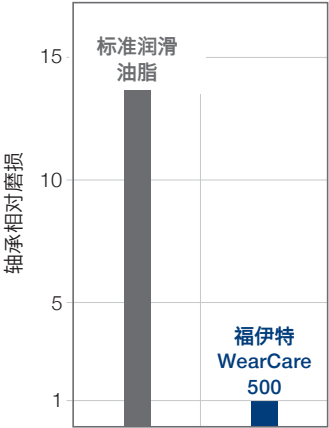
现场试验

轧机中所用的高性能万向轴轴承润滑油脂中的金属颗粒



FE8 试验台试验

轴向圆柱形滚柱轴承的轴承磨损



10.8 SafeSet 扭矩限定安全联轴器

SafeSet 联轴器是一款扭矩限定安全联轴器，其会在可能出现灾难性扭矩过载时立即中断传动系统的动力传递，从而保护整个传动系统（电机、变速箱、万向轴等）免受损坏。

将 SafeSet 安全联轴器整合到万向轴后，福伊特专有的“整合设计”会降低万向节的偏转角度，从而提高轴承使用寿命。

应用

- 使传动系统免受可能的破坏性过载扭矩的影响
- 轧钢机
- 碎纸机
- 水泥磨
- 制糖机
- 轨道车辆传动系统

特点

- 可调节的释放扭矩
- 释放扭矩不会随着时间变化
- 无后冲功率传输
- 设计紧凑、轻便
- 质量惯性矩低
- 只需基本维护



SafeSet 安全联轴器（SR-C 型）的三维视图



整合到福伊特高性能万向轴中的扭矩限定安全联轴器SafeSet

10.9 ACIDA 扭矩监测系统

ACIDA 扭矩监测系统已经证明了其在准确测量万向轴动力学方面的价值。

可直接测量实际值、机械传动负载，为过程监控和工厂优化提供重要信息。已针对极重型传动装置和极其严苛的负载状态专门开发了分析模块（如负载频谱和使用寿命监控）。其他选项还包括用于变速箱和滚柱轴承的在线振动诊断。

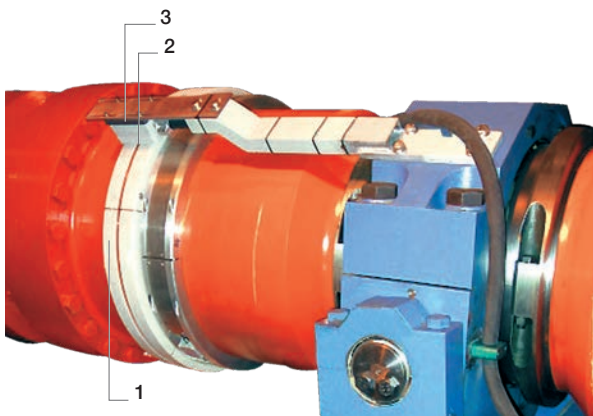
应用

- 扭矩监控
- 振动监控
- 过程优化
- 基于状态的维护
- 参考系统：轧机、水泥磨、压块工厂、搅拌机、输送设备、船舶推进系统、机车、造纸机、采矿等。

特点

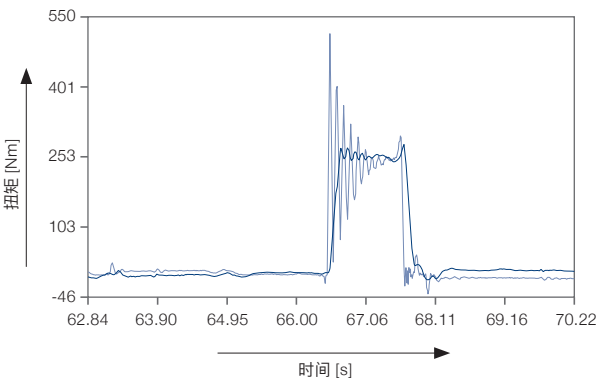
- 永久或临时性扭矩传感器
- 完整的监控系统，包括硬件和软件
- 拥有自动分析、警报发送和报告功能的报告生成器
- 专家支持远程服务

无接触扭矩监测系统



- 1 转子：应变仪和遥测技术（传动装置无需改动）
- 2 气隙：转子和定子不接触
- 3 定子：信号接收和感应式电源

ACIDA 监测系统对比



- 浅蓝色：ACIDA 监测系统使用极高的准确度和动态响应计算扭矩和动力。
- 深蓝色：传统系统测量马达电流或液压（例如，信号动力不足）。



1

11 集成化管理系统

在福伊特，保证我公司产品和服务的可购性、可靠性、环境兼容性和安全性是我们的首要任务。为了在现在和未来维持这些原则，福伊特使用了可靠的集成化管理系统，该系统重点关注质量、环境和职业健康和安全。

客户一定知道，这意味着他们所获得的高质量生产资料是在安全的工作条件和环境下生产和使用的。



- 1 ISO 9001 管理系统证书：2000（质量），ISO 14001：2000（环境）和 OHSAS 18001：1999（职业健康和安全）
- 2 三维坐标测量系统上的高性能万向轴的法兰叉头

11.1 质量

- 我们使用尖端的三维坐标测量系统进行质量保证。
- 为了保证万向节完美焊接，我们在工厂里会进行 X 光检查。
- 我们会为客户提供大量特定产品和特定应用的认证和分类。
- 会定期检查生产和组装设备。
- 与质量相关的测量和测试仪器会受到系统监控。
- 对于所采用的焊接方法，其工艺将根据 ISO 3834-2 进行评定。焊接技术工人取得了 EN 287 资格，而我们的焊接设备也会得到持续监控。
- 执行无损检测的员工取得了 ASNT-C-1A 和/或 EN 473 资格。

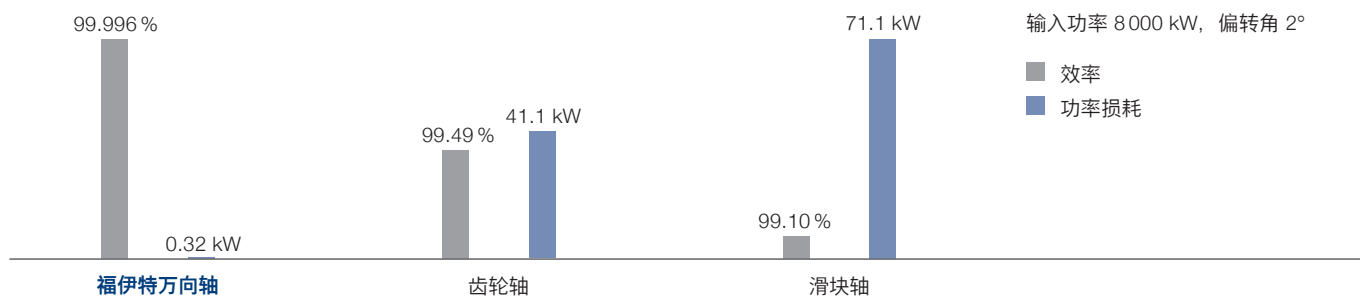


11.2 环境

- 福伊特万向轴装有密封的滚柱轴承。这会为滑块和齿轮型主轴带来两个好处：

1. 由于密封的原因，润滑油脂的消耗量非常低。
2. 由于滚动摩擦明显比滑动摩擦低，所以效率也得到了提高。进而导致 CO₂ 排放减小，从而保护了环境。

轧机主转动装置的效率和功率损耗





- 1 一名员工为万向轴的滚柱轴承涂上福伊特 WearCare 500 高性能润滑油脂
- 2 在现代化喷漆房对福伊特万向轴进行最后处理

11.3 职业健康和安全

- 为万向轴进行喷涂时，福伊特的喷漆技术员使用了现代化喷涂系统，该系统满足职业及环境保护方面所有的健康和安全要求。
- 静电喷涂减少了喷涂过量的现象。
- 排放系统会排出剩余喷雾。
- 整合了热回收功能的废气处理系统降低了对员工和环境的影响。



Voith Group
St. Poeltener Str. 43
89522 Heidenheim, Germany

Contact:
Phone +49 7321 37-8283
UJShafts@voith.com
www.voith.com/universal-joint



VOITH