FAG

振动机械用FAG特殊调心滚子轴承

X-life 品质

SCHAEFFLER

目录

1	**振动机械用FAG调心滚子轴承**	**2**
1.1	轴承在振动机械中的运行工况	2
1.2	FAG特殊调心滚子轴承的基本设计	2
1.2.1	X-life 223..-E1-T41A(D)系列调心滚子轴承	2
1.2.2	X-life 223..-E1-JPA-T41A系列调心滚子轴承	2
1.3	圆锥孔轴承	3
1.4	内孔带涂层的轴承	3
1.5	T41A(T41D)后缀说明	3
1.5.1	轴承内径和外径的公差	3
1.5.2	内部径向游隙组别	4
1.5.3	圆锥孔轴承内部径向游隙减少量	5
1.6	允许的径向加速度	6
1.7	热处理	6
2	**轴承尺寸选择**	**6**
2.1	双轴承圆振筛	6
2.2	双轴承直线筛	8
2.3	偏心筛	10
2.4	离心力诺模图	11
2.5	基本额定载荷诺模图	12
3	**轴承布置设计**	**13**
3.1	双轴承圆振筛（脂润滑）	13
3.2	双轴承圆振筛（油浴润滑）	14
3.3	双轴承圆振筛（循环油润滑）	15
3.4	双轴承直线筛（飞溅润滑）	16
3.5	四轴承振动筛（脂润滑）	17
4	**轴承润滑**	**18**
4.1	脂润滑	18
4.2	油润滑	20
4.2.1	油浴润滑	20
4.2.2	循环油润滑	22
4.3	润滑剂推荐	22
5	**振动筛状态监测**	**23**
6	**尺寸表（振动机械用FAG特殊调心滚子轴承）**	**24**
6.1	223..-E1-T41A(D)系列	24
6.2	223..-E1-JPA-T41A系列	25
7	**数据采集表**	**26**

振动机械用FAG调心滚子轴承

运行工况 • FAG特殊调心滚子轴承的基本设计

1 振动机械用FAG调心滚子轴承

1.1 轴承在振动机械中的运行工况

用于筛分物料（根据粒度分离固体物料）的振动筛和其它振动机械如压路机和带锯等都是承受高应力的设备。

安装在这些设备激振器单元里的滚动轴承，必须能承受重载、高速以及加速度和离心力。这些应用的工作环境大多非常恶劣，如污染和潮湿。

FAG的特殊调心滚子轴承是针对振动机械工况而开发的，在实际应用中获得巨大成功。

需要特别指出的是，滚动轴承的保持架必须能够承受由高径向加速度产生的作用力。在更恶劣的工况下，可能还要承受由轴向加速度产生的作用力。

偏心块的旋转，会造成旋转轴的挠曲以及轴承内部的相对滑动。这会增加摩擦，从而导致轴承工作温度升高。特殊调心滚子轴承的动态调心能力可达0.15°。如果需要提供更大的调心能力，请联系舍弗勒集团的工业应用工程师。

1.2 FAG特殊调心滚子轴承的基本设计

振动机械用FAG特殊调心滚子轴承，系列为223，其主要尺寸符合E DIN 616: 1995-01和ISO 15标准。

针对在振动机械中产生的特殊应力， FAG提供了带后缀T41A或T41D的特殊调心滚子轴承，其说明见1.5节。

通过对轴承横截面的最大化利用，X-life调心滚子轴承223-E1系列具有非常高的承载能力。对于振动机械，目前可提供的X-life系列调心滚子轴承内径可达220 mm。

1.2.1 X-life 223..-E1-T41A(D)系列调心滚子轴承

E1设计的FAG调心滚子轴承内圈无挡边，具有非常高的承载能力。

FAG为振动机械设计的带后缀T41A或T41D的特殊轴承223..-E1系列也有这个优点，见图1。

这是新的FAG标准设计，适用于轴承孔径从40 mm到150 mm（孔径系列08到30）的轴承。

X-life的223..-E1-T41A (D) 系列轴承在大量的实际应用中非常成功。

轴承采用两片式窗型钢保持架，通过一个整体式的引导环支撑在外圈上。所有的保持架部件都经过特殊的表面硬化处理。

1: X-life设计223..-E1-T41A(D)及223..-E1-JPA-T41A的振动机械用调心滚子轴承

1.2.2 X-life 223..-E1-JPA- T41A系列调心滚子轴承

内径尺寸为160 mm–220 mm（孔径系列32到44）的轴承目前已采用图*1*所示的设计，这些轴承也符合X-life性能标准（见1.2.1）。在较大尺寸轴承中，冲压钢保持架的后缀JPA会标注出来。

振动机械用FAG调心滚子轴承

圆锥孔轴承 · 内孔带涂层的轴承 · T41A(T41D) 后缀说明

1.3 圆锥孔轴承

在特殊情况下如带锯，也可以使用带圆锥孔的轴承（锥度1:12）。订货型号如下：223..-E1-K-T41A及223..-E1-K-JPA-T41A（内径需≥160 mm）

1.4 内孔带涂层的轴承

为了减少或防止轴承内孔和轴之间的摩擦腐蚀，FAG可提供圆柱孔并带Durotect® CK 涂层的特殊调心滚子轴承。这种涂层确保长时间的运行后，轴承仍然可以在孔和轴之间浮动（非定位轴承），以适应温度变化。

内孔带涂层的轴承尺寸和公差与FAG振动机械上用的标准轴承一致，可相互替换。

对于22317-E1-T41D至22330-E1-T41D，Durotect® CK涂层为标准配置。更多信息请参阅我们出版的PPD（内孔带Durotect® CK涂层的FAG特殊调心滚子轴承）。

内径尺寸在上述范围之外的轴承，如需Durotect® CK涂层，则需指定J24BA后缀。

订货举例：轴承内孔带Durotect® CK 涂层，尺寸在标准范围内：22320-E1-T41D。

订货举例：轴承内孔带Durotect® CK 涂层，尺寸超出标准范围：22316-E1-J24BA-T41A。

1.5 T41A(T41D)后缀说明

振动机械用FAG调心滚子轴承根据标准T41A(D) 制造，充分考虑该应用工况的特殊要求，对内圈、外圈公差及径向游隙做了特别要求。

其他的公差等级为PN，符合DIN 620标准。

1.5.1 轴承内径和外径的公差

T41A(D)限定内径公差是正常公差带的上半部分。对于外径公差，限定为正常公差带的中间一半。对于圆锥孔轴承，减小的公差带范围仅适用于外径。公差值见图2。

通过这些措施，在轴公差为g6或f6时，内圈实现可靠的间隙配合，轴承座公差为P6时，外圈实现可靠的过盈配合。内圈有涂层时推荐轴公差为f6。内圈主要承受点载荷，外圈承受圆周载荷。

轴承配合面的几何公差，见第四页。

2: 根据标准T41A(D)的限制公差

内圈

		尺寸表mm					
公称内径	大于	30	50	80	120	180	250
	包括	50	80	120	180	250	315
		公差µm					
偏差Δ_{dmp}		0	0	0	0	0	0
		−7	−9	−12	−15	−18	−21

外圈

		尺寸表mm					
公称外径	大于	80	150	180	315	400	500
	包括	150	180	315	400	500	630
		公差µm					
偏差Δ_{Dmp}		−5	−5	−10	−13	−13	−15
		−13	−18	−23	−28	−30	−35

振动机械用FAG调心滚子轴承

T41A(T41D)后缀说明

轴承配合面的几何公差

为了确保达到所需的配合，轴承和轴以及轴承座孔的配合表面必须符合一定的公差，见下表。

轴承配合面	直径公差	圆度公差	平行度公差	相邻轴肩跳动
轴	IT6 (IT5)	圆周载荷 IT4/2	IT4	IT4
		点载荷 IT5/2	IT5	
轴承座	IT7 (IT6)	圆周载荷 IT5/2	IT5	IT5
		点载荷 IT6/2	IT6	

1.5.2 内部径向游隙组别

T41A(D) 规定振动筛专用调心滚子轴承的标准内部游隙组别为C4，不需做明确的说明。这样，在受安装、变形等不利因素影响的情况下，可以避免轴承承受径向预载。尤其在启动和加速阶段，此时内外圈温差是最大的。

只有少数几种工况需要考虑特殊的内部径向游隙，例如，筛分的物料本身有热量或者轴承单元暴露在外部热源下。

在一些特殊工况如带锯，可能需要C4以外的其他内部游隙，如C3。订货时需明确指出内部径向游隙的后缀。经过双方确认，FAG可以供应更改设计的轴承。特殊调心滚子轴承的内部游隙值见图3。

3: FAG调心滚子轴承内部径向游隙

公称内径		尺寸表mm													
	大于	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280
	包括	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315
圆柱孔															
		内部游隙µm													
内部游隙组别	min.	45	55	65	80	100	120	145	170	180	200	220	240	260	280
C3	max.	60	75	90	110	135	160	190	220	240	260	290	320	350	370
内部游隙组别	min.	60	75	90	110	135	160	190	220	240	260	290	320	350	370
C4	max.	80	100	120	145	180	210	240	280	310	340	380	420	460	500
圆锥孔															
		内部游隙µm													
内部游隙组别	min.	50	60	75	95	110	135	160	180	200	220	250	270	300	330
C3	max.	65	80	95	120	140	170	200	230	260	290	320	350	390	430
内部游隙组别	min.	65	80	95	120	140	170	200	230	260	290	320	350	390	430
C4	max.	85	100	120	150	180	220	260	300	340	370	410	450	490	540

振动机械用FAG调心滚子轴承

T41A(T41D)后缀说明

1.5.3 圆锥孔轴承内部径向游隙减少量

圆锥孔轴承安装在圆锥轴上或在圆柱轴上使用锥套，在安装过程中，图4所示的内部径向游隙的减少量可以作为内圈和轴安装配合的指导。

4: FAG圆锥孔调心滚子轴承安装后径向游隙减少量（实心轴）

公称内径		内部径向游隙减少量		锥度1:12 时的位移量				安装后最小内部径向游隙控制值		
d				轴		轴套		CN	C3	C4
大于 mm	包括	min. mm	max.	min. mm	max.	min.	max.	min. mm	min.	min.
30	**40**	0.02	0.025	0.35	0.4	0.35	0.45	0.015	0.025	0.04
40	**50**	0.025	0.03	0.4	0.45	0.45	0.5	0.02	0.03	0.05
50	**65**	0.03	0.04	0.45	0.6	0.5	0.7	0.025	0.035	0.055
65	**80**	0.04	0.05	0.6	0.75	0.7	0.85	0.025	0.04	0.07
80	**100**	0.045	0.06	0.7	0.9	0.75	1	0.035	0.05	0.08
100	**120**	0.05	0.07	0.7	1.1	0.8	1.2	0.05	0.065	0.1
120	**140**	0.065	0.09	1.1	1.4	1.2	1.5	0.055	0.08	0.11
140	**160**	0.075	0.1	1.2	1.6	1.3	1.7	0.055	0.09	0.13
160	**180**	0.08	0.11	1.3	1.7	1.4	1.9	0.06	0.1	0.15
180	**200**	0.09	0.13	1.4	2	1.5	2.2	0.07	0.1	0.16
200	**225**	0.1	0.14	1.6	2.2	1.7	2.4	0.08	0.12	0.18
225	**250**	0.11	0.15	1.7	2.4	1.8	2.6	0.09	0.13	0.2
250	**280**	0.12	0.17	1.9	2.6	2	2.9	0.1	0.14	0.22
280	**315**	0.13	0.19	2	3	2.2	3.2	0.11	0.15	0.24

振动机械用FAG调心滚子轴承
轴承尺寸选择

1.6 允许的径向加速度

由于离心力由外圈承受，振动机械用调心滚子轴承需承受较高的加速度，许用加速度见下表。

特殊调心滚子轴承允许的径向加速度（尺寸系列223，233）。

a) $n \cdot d_m = 350\,000\ min^{-1} \cdot mm$，在优化的安装条件和油润滑下可能达到的最大值，例如 行星齿轮箱。

b) $n \cdot d_m = 140\,000\ min^{-1} \cdot mm$，带锯正常工作条件下，脂润滑。

c) $n \cdot d_m = 230\,000\ min^{-1} \cdot mm$ ~ $300\,000\ min^{-1} \cdot mm$，振动筛的正常工作条件下，脂或油润滑。

1.7 热处理

所有振动机械用223..-E1-T41A(D)和223..-E1-JPA-T41A系列FAG调心滚子轴承，热处理后，轴承的尺寸稳定性温度可以达到200 °C。

2 轴承尺寸选择

振动筛轴承的基本额定寿命L_h，通常设计为10 000小时到20 000小时之间。

注意:

$L_h = (C/P)^p \cdot 10^6/(n \cdot 60)$ [h]

C 基本额定动载荷 [kN] 详见轴承表，第6章

P 当量动载荷 [kN] 详见章节2.1至2.3

p = 10/3滚动轴承寿命指数

n 转速 [min^{-1}]

当计算振动机械用调心滚子轴承的当量动载荷时，采用一个安全系数f_z，f_z为1.2，把不确定的因素影响考虑在内，当量动载荷相当于1.2倍的径向载荷F_r。实践证明，这可以确保足够运行时间的轴承选型。

根据ISO 281中的扩展修正额定寿命的定义（参见滚动轴承样本HR1），可以进行更精确的计算。计算中需要的疲劳极限载荷数值，参见尺寸表。

2.1 双轴承圆振筛

*图5*是双轴承振动筛的示意图。

轴承承受的离心力，通过筛箱自重，振动半径和转速来计算：

$$F_r = \frac{1}{z} \cdot \frac{m}{10^3} \cdot r \cdot \omega^2 =$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \frac{G}{g} \cdot r \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \quad [kN] \qquad (1)$$

F_r 轴承径向载荷 [kN]

m 筛箱的质量 [kg]

r 振动半径 [m]

ω 角速度 [1/s]

G 筛箱的重量 [kN]

g 重力加速度 [9.81 m/s^2]

n 转速 [min^{-1}]

z 轴承数量

双轴承振动筛的振动半径r由筛箱和激振器的重量比值来确定。由于双轴承振动筛一般在远超过临界点的范围工作并接近达到静态振幅，所以可假定旋转过程中，筛箱和激振器的质心轴保持不变，见*图6*。

基于这个前提

$$G \cdot r = G_1 (R - r)$$

得出振动半径的计算公式：

$$r = \frac{G_1 \cdot R}{G + G_1} \quad [m] \qquad (2)$$

式中

G 筛箱的重量 [kN]

G_1 激振器的重量 [kN]

R 激振器的重心到轴承轴心的距离 [m]

r 筛箱的振动半径 [m]

$G_1 \cdot R$ 激振器的不平衡力矩 [kN m]

$G + G_1$ 弹簧支撑的总重量 [kN]

轴承尺寸选择

双轴承圆振筛

把公式（2）代入公式（1），则轴承径向载荷为

$$F_r = \frac{1}{z} \cdot \frac{G_1}{g} \cdot \frac{R}{1 + \frac{G_1}{G}} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \quad [kN] \quad (3)$$

5: 双轴承圆振筛的示意图

实例：

筛箱重量G = 35 kN
振动半径r = 0.003 m
转速n = 1 200 min^{-1}
轴承数量z = 2
根据公式（1），轴承径向载荷为

$$F_r = \frac{1}{2} \cdot \frac{35}{9.81} \cdot 0.003 \left(\frac{\pi \cdot 1\,200}{30}\right)^2 =$$

$$= 84.5 \quad [kN]$$

为了确定轴承的基本额定动载荷，需要先计算轴承的当量动载荷：

$$P = 1.2 \cdot F_r = 1.2 \cdot 84.5 = 101 \quad [kN]$$

6: 振动半径由筛箱重量与激振器重量的比值决定

轴承尺寸选择

双轴承直线筛

2.2 双轴承直线筛

从原理上讲，双轴承直线筛的激振器由两个同步运行反向旋转的圆形抛出系统组成，见*图7*。

偏心轴旋转产生的离心力可分解成两个分力，一个沿着两轴心连线的方向，另一个沿着与此线垂直的方向。可以看出，沿轴心连线方向的两个分力相互抵消，而垂直方向的分力叠加起来，产生周期性的谐波脉冲惯性力，使筛箱沿直线方向振动。

由于在振动过程中，筛箱和偏心块的质心轴以及临界运行条件没有改变，因此在振动方向上接近“静态振幅”，轴承的载荷计算如下：

沿着振动方向：

$$F_{rmin} = \frac{1}{z} \cdot \frac{m}{10^3} \cdot r \cdot \omega^2 =$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \frac{G}{g} \cdot r \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 =$$

$$= \frac{1}{z} \cdot \frac{G_1}{g} \cdot (R - r) \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \qquad [kN] \ (4)$$

式中

r　筛箱的振动半径 [m]

R　激振器的重心到轴承轴心的距离 [m]

垂直于振动方向，得到一个更大的轴承载荷：

$$F_{r\,max} = \frac{1}{z} \cdot \frac{G_1}{g} \cdot R \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \qquad [kN] \ (5)$$

圆振筛中轴承所承受的载荷是恒定的，而在直线筛中，激振轴旋转一周，轴承承受的载荷在$F_{r\,max}$与$F_{r\,min}$之间交替变化。

公式 (4) 与公式 (1) 相比，可以看出，直线筛中的轴承承受的最小载荷与圆振筛中的相当。

如果直线筛中的轴承受力呈正弦曲线变化，轴承载荷可用下面的公式计算：

$$F_r = 0.68 \cdot F_{r\,max} + 0.32 \cdot F_{r\,min} \qquad [kN]$$

尽管圆振筛的轴承载荷可以通过筛箱重量G，振动半径r及转速n等数据来确定，但这些数据只能用来计算直线筛的最小载荷。为了进行更精确的计算，还需要知道激振器的重量G_1或激振器的重心到轴承轴心的距离R。然后可以用下面的公式来确定未知量。

$$G \cdot r = G_1 \ (R - r) \qquad [kN\ m]$$

实例

筛箱重量G = 33 kN
激振器重量G_1 = 7.5 kN
振动半径r = 0.008 m
转速n = 900 min^{-1}
轴承数量z = 4

$$R = \frac{r\ (G + G_1)}{G_1}$$

$$= \frac{0.008\ (33 + 7.5)}{7.5} = 0.0432 \qquad [m]$$

根据公式 (4) 和 (5)，

$$F_{rmin} = \frac{1}{4} \cdot \frac{33}{9.81} \cdot 0.008 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 900}{30}\right)^2$$

$$= 59.8 \qquad [kN]$$

$$F_{r\,max} = \frac{1}{4} \cdot \frac{7.5}{9.81} \cdot 0.0432 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 900}{30}\right)^2$$

$$= 73.3 \qquad [kN]$$

轴承载荷：

$$F_r = 0.68 \cdot 73.3 + 0.32 \cdot 59.8 =$$
$$= 69 \qquad [kN]$$

为了确定轴承的基本额定动载荷，需要先计算轴承的当量动载荷：

$$P = 1.2 \cdot 69 = 83 \qquad [kN]$$

轴承尺寸选择

双轴承直线筛

7: 双轴承直线筛的示意图

轴承尺寸选择

偏心筛

2.3 偏心筛

与双轴承振动筛相比，偏心筛的振动半径是由轴的偏心量来确定的。

可以使用与圆振筛相同的公式来计算两个内侧轴承的径向载荷：

$$F_r = \frac{1}{z} \cdot \frac{G}{g} \cdot r \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \text{ [kN]} \qquad (1)$$

其中r是曲轴的偏心半径，z是内侧轴承数量，见*图8*。

支撑弹簧对内侧轴承的影响可忽略不计。

由于筛箱的离心力在空转时由配重（G_2）所抵消，偏心筛的外侧轴承承载较小。轴承承受的载荷不是恒定的，它随着筛箱上的支撑弹簧呈正弦变化。工作时，筛箱中的物料会影响机器的质量平衡，这会使外侧轴承承受附加载荷，但是这个附加载荷非常小。

外侧轴承一般根据轴的直径来选择，所选轴承的承载能力非常高，因此没有必要进行疲劳寿命计算。因为这些外侧轴承并不参与振动，普通调心滚子轴承即可满足要求。

8: 偏心筛的示意图

实例：

筛箱重量G = 60 kN
偏心半径r = 0.005 m
转速n = 850 min^{-1}
内侧轴承数量z = 2
根据公式（1），内侧轴承径向载荷为

$$F_r = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{9.81} \cdot 0.005 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 850}{30}\right)^2 =$$

$$= 121 \qquad \text{[kN]}$$

为了确定轴承的基本额定动载荷，需要先计算轴承的当量动载荷：

$$P = 1.2 \cdot 121 = 145 \qquad \text{[kN]}$$

轴承尺寸选择

离心力诺模图

2.4 用诺模图计算偏心块或筛箱的离心力

F_{max}, F_{min}, F离心力
n 转速 [min^{-1}]
r 振动半径 [m]
R 激振器的重心到轴承轴心的距离 [m]

b 加速度 [m/s^2]
G 筛箱的重量 [kN]
G_1 偏心块的重量 [kN]
g = 9.81重力加速度 [m/s^2]

$$F_{max} = \frac{G_1}{g} \cdot R \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \quad [kN]$$

$$F_{min} = \frac{G_1}{g} \cdot (R - r) \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \quad [kN]$$

$$F = \frac{G}{g} \cdot r \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \quad [kN]$$

轴承尺寸选择

基本额定载荷诺模图

2.5 基本额定载荷诺模图

计算基本额定动载荷C [KN]，需要采用以下数据：

n 转速 [min^{-1}]
L_h 基本额定寿命 [h]
P 当量动载荷 [kN]

双轴承圆振筛和偏心筛（内侧轴承）：

$$P = 1.2 \cdot \frac{F}{z} \quad [kN]$$

双轴承直线筛：

$$P = 1.2 \cdot \left(\frac{0.68 \cdot F_{max} + 0.32 \cdot F_{min}}{z}\right)$$

1.2安全系数
z 轴承的数量
F 根据诺模图1得出的离心力（2.4节）

轴承布置设计

双轴承圆振筛（脂润滑）

3 轴承布置设计

3.1 双轴承圆振筛（脂润滑）

*图9*给出了脂润滑双轴承圆振筛的轴承布置方式。偏心轴由两个特殊的FAG 223..E1-T41A调心滚子轴承支撑。驱动端采用定位轴承，另一端采用浮动轴承。

轴承的安装和拆卸

轴承安装到座孔前，应先检查与轴承配合的部件。小尺寸的轴承可以直接压装至座孔中。对于大尺寸的轴承，应先对轴承座均匀加热，使它的膨胀量超过轴承外圈与座孔的过盈量，这样就可以把轴承顺利装入座孔中。当轴承座冷却下来后，就可以得到我们想要的紧配合。最后轴承和轴承座一起套在轴上。

拆卸时，如果将防护法兰（*图9*所示的A）换成一个带几个推力螺栓的安装环，那么就能很容易将轴承从座孔中推出。

润滑和密封

最常用的方式是通过轴承外圈的润滑油槽和油孔加脂来进行润滑。用这种方式时，新油脂可以直接进入轴承的滚动面和滑动面之间，并可以保证两列滚子均匀润滑，还可以替换轴承内部可能被污染了的旧油脂。轴承内侧的旧油脂通过挡脂环的间隙排到防护法兰中，外侧的旧油脂排到侧面的集油腔中，并定期清除。轴承的外侧使用一个可以实现再润滑的迷宫式密封来防止外部杂质的进入，同时在迷宫的内部加了V型圈来增加密封效果。

9: 双轴承圆振筛（脂润滑）

轴承布置设计

双轴承圆振筛（油浴润滑）

3.2 双轴承圆振筛（油浴润滑）

*图10*给出了油浴润滑的双轴承圆振筛的轴承布置方式。

使用一个充满油脂的迷宫式密封可以防止外部杂质进入轴承内部，同时可以进行再润滑。带集油槽的甩油环用来防止润滑油溢出，轴承左侧用抛油环来保护密封。

为了防止迷宫密封内的油脂进入轴承润滑油腔中，在迷宫密封和甩油环之间安装了V型圈。轴承座底端的连接油孔使轴承两侧的油位持平。对于油浴润滑，油位必须达到最低滚动体的中心线。在这个位置，轴承座上设计有一个溢流油孔，注油结束以后，这个溢流油孔会被关闭。排油螺栓带有一个小的永久磁铁，它可以吸附润滑油中的部分杂质。保持尽可能多的油量，避免频繁换油。一般来说，位于轴外部的保护套可作为油池使用。

10: 双轴承圆振筛（油浴润滑）

轴承布置设计

双轴承圆振筛（循环油润滑）

3.3 双轴承圆振筛（循环油润滑）

*图11*给出了用循环油润滑的振动筛的轴承布置方式，它与油浴润滑的轴承布置方式类似（见3.2章节）。轴承座底端的连接油孔使得轴承两侧的油位持平。

密封形式与油浴润滑的相同。出油孔的位置设计可以满足即使供油中断的情况下，仍然保持足够的油位来润滑轴承。润滑油通过轴承外圈的润滑油槽和油孔进行供给，而且它必须经过过滤。（见4.2.2）

11: 双轴承圆振筛（循环油润滑）

轴承布置设计

双轴承直线筛（飞溅润滑）

3.4 双轴承直线筛（飞溅润滑）

*图12*给出了双轴承直线筛中轴承的布置方式。两个转向相反、与齿轮同步的偏心轴上安装了FAG的特殊调心滚子轴承223..E1- T41A。为了避免轴向位移（由温差引起的）影响齿轮的啮合，靠近齿轮端的轴承设计为定位轴承。

轴承由齿轮和抛油板溅起的油来润滑。在轴承座端面的下半部分装有挡油板，保证油位达到轴承最低滚动体的中心线。

驱动轴前端装有抛油板和迷宫式密封，防止外界污染物进入油腔内部。抛油板和迷宫式密封中间还可以装一个V型密封圈。腔体内的油位要保证齿轮和抛油板能够浸入油池中。它通过腔体侧面的油标来进行监控。

12: 双轴承直线筛（飞溅润滑）

轴承布置设计

四轴承振动筛（脂润滑）

3.5 四轴承振动筛（脂润滑）

*图13*给出了四轴承振动筛的偏心轴结构。与前述使用两个FAG特殊的调心滚子轴承223..-E1-T41A作支承轴承的振动筛相比，这种结构的激振力只作用在内侧的轴承上。

尽管在旋转的离心力和方向不变的弹簧压力的联合作用下，内圈没有明确承受点载荷，但是仍然选择与双轴承圆振筛相同的配合。外圈与轴承座的配合为P6，内圈与轴的配合为g6或f6。

内侧的两个轴承，一个为固定端，另一个为浮动端。另外，内侧轴承布置方式与脂润滑的双轴承圆振筛相同。

外侧轴承的工况不同，为了尽可能避免不平衡力传递到基座上，使轴承只承受较小的载荷，筛箱内的不平衡力应尽量由外侧的配重抵消。空载时，外侧轴承只承受支撑弹簧施加的力。

支撑弹簧需要进行预载，以确保外侧轴承运转时承担大小正弦变化、方向恒定的径向力。尽管振动筛工作时，这种平衡被打破，弹簧力与未抵消掉的不平衡力叠加，载荷方向会在一定角度内变化，但是，我们仍可将外圈视为仅承受点载荷。

所以，外圈与轴承座间可以采用松配合，内圈则通常采用退卸套安装在轴上（如图所示）。

驱动端采用定位轴承，另一端采用浮动轴承。

外侧轴承通常选用的配合为：

轴：　h8/h9
　　(装退卸套的位置)
轴承座：　H7

因为外侧轴承位置固定，仅承受轻载荷。选择普通圆锥孔调心滚子轴承，普通游隙组别即可。

13: 四轴承振动筛（脂润滑）

轴承润滑

脂润滑

4 轴承润滑

用于振动设备的调心滚子轴承承受的载荷非常高，工作环境极其恶劣。润滑剂类型，润滑方式以及润滑剂供给需要进行精心选择和匹配，以满足功能及振动机械轴承寿命的要求。

根据实际工况、轴承尺寸以及设备制造商的其他特殊要求，可以选用油润滑或脂润滑。

4.1 脂润滑

大多数振动设备中，振动专用轴承采用脂润滑。脂润滑适用于速度参数低于

$n \cdot d_m = 300\,000\ min^{-1} \cdot mm$

（n：转速，d_m：＝轴承平均直径）的工况。只有经过测试并证明确实有效的润滑脂才可以使用，见4.3章节。同时应尽可能避免更换润滑脂类型。

针对振动机械的一般工况，我们推荐使用含极压添加剂、抗腐蚀剂的锂基脂，锥入度为2。 符合DIN 51 825最低标准的油脂，不能完全满足振动工况的要求，必须采用实践证明有效的润滑脂，例如，FAG Arcanol MULTITOP或LOAD 400。

对于工作温度较高的应用工况，如筛分高温物料或者轴承暴露在其他外部热源下，需要使用耐高温润滑脂。

基础油粘度的选取取决于具体工况，力求粘度比$\kappa = \nu/\nu_1 \geq 2$，（$\nu$：工作粘度；$\nu_1$：参考粘度），参考HR 1 样本。

轴承安装时，内部所需填脂量参照*表14*。轴承启动阶段，油脂会进入到轴承内部，部分（约30 %）会进入到轴承座V_G内。油脂最多允许填充到轴承两侧轴承座空间的50 %。

注：
轴承座内润滑脂量：
$H_G = (0.5 \cdot V_G) \cdot \rho - 0.3 \cdot$轴承填脂量

$\rho = 0.9\ g/cm^3$密度
（大多数润滑脂）

按上述加脂量，可以避免过量的油脂引起内部过多的搅动摩擦，以及由此引起的温升。轴承座起到蓄油池的作用，从而保证在相同工况及安装条件下，能使用更长的时间。

FAG调心滚子轴承的标准设计是外圈带润滑油槽和油孔，再润滑时，建议在轴承外圈的润滑油槽和油孔的位置进行，从而保证两列滚动体都可以均匀润滑。

当从轴承的一侧进行再润滑时，轴承座腔体的宽度尽量接近轴承宽度，以保证润滑脂可以快速有效的进入轴承。排脂口必须位于轴承的另一端。

对于振动设备的轴承，建议用短周期、少量润滑脂的方式进行再润滑。

*表14*根据轴承尺寸和转速推荐再润滑量，它是由正常温度下运转50个小时的再润滑周期来确定的。

如果使用连续供给的集中润滑装置，每小时的所需油脂量m_1由下面的公式计算：

$m_1 = 0.00004 \cdot D \cdot B$

其中

m_1	＝每小时所需油脂量	[g/h]
D	＝轴承外圈直径	[mm]
B	＝轴承宽度	[mm]

迷宫式密封需要每周再润滑1次，如果工况恶劣的话（如灰尘，潮湿，高温），需要缩短再润滑周期。润滑密封的油脂须与轴承所用油脂相同。

轴承润滑

脂润滑

14: 振动设备用223系列调心滚子轴承初始加脂量和再润滑量单位g（再润滑间隔：50小时）

内径	初始加脂量	不同转速下的再润滑量min^{-1}																
		500	600	700	800	900	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 600	2 800	3 000	3 200
08	16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
09	22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10
10	27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15
11	43	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15	15	20
12	50	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15	15		
13	56	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15	15	20			
14	76	5	5	5	5	5	5	10	10	10	15	15	20	25				
15	91	5	5	5	5	5	5	10	10	10	15	20	25					
16	100	5	5	5	10	10	10	10	10	15	20	25						
17	130	5	5	10	10	10	10	10	15	20	25	35						
18	145	10	10	10	10	10	10	15	20	25	30	40						
19	180	10	10	10	10	10	15	15	25	35	45							
20	185	10	10	10	10	15	15	20	30	40								
22	270	10	10	15	15	20	20	30	50	70								
24	330	15	15	20	25	30	35	55	85									
26	420	15	20	20	25	35	40	65										
28	525	20	25	30	35	45	60	100										
30	630	25	30	40	50	65	90											
32	725	25	35	45	60	80	100											
34	870	30	40	55	80	110	140											
36	1 000	35	50	65	90	120												
38	1 200	45	65	90	130													
40	1 400	50	70	100	150													
44	1 700	70	105	160														

轴承润滑

油润滑

4.2 油润滑

如果转速超过脂润滑的正常范围（例如，速度参数 $n \cdot d_m > 300\,000\ min^{-1} \cdot mm$），则须选用油润滑。如果有外部热源或者维护的需要，也有必要选用油润滑。

我们推荐含极压添加剂及抗腐蚀剂的矿物油或合成油，参考章节4.3。也可以使用高质量的多级润滑油。

要求粘度比 $\kappa = \nu/\nu_1 \geq 2$（$\nu$，工作粘度；$\nu_1$，参考粘度）。

4.2.1 油浴润滑

油浴润滑用于速度参数到 $n \cdot d_m = 300\,000\ min^{-1} \cdot mm$ 的场合，如果润滑油更换周期比较短，速度参数允许达到 $n \cdot d_m = 500\,000\ min^{-1} \cdot mm$。

这种润滑方式，润滑油由齿轮、偏心块或滚动体传送到滚动接触区域。

油位的设计，要使齿轮或偏心块能够浸入油中，以便形成旋涡效应。当轴承不工作时，油位必须达到最低滚动体的中心线，见*图16*。

如果润滑油量充足，再润滑周期可以适当延长。如果轴承座内的空间不够，两轴承间的轴保护套也可以用作油池或者可以在两轴承间加一个油箱。

润滑油更换周期取决于油品的污染以及老化状况。

润滑油量以及润滑油更换周期根据轴承内孔尺寸的不同来进行选择，参考值见*图15*。更多细节见FAG样本WL 81 115/4 EA “滚动轴承润滑”。

我们建议定期检查润滑油，根据检查的结果可以更加准确的确定润滑油更换周期。

15: 根据轴承内径所推荐的不同润滑油量及润滑油更换周期

轴承润滑

油润滑

a 正常油位
b 最低油位

内径	223系列 a mm	b
08	31	34
09	35	38
10	39	42
11	42	46
12	46	50
13	50	54
14	54	59
15	58	62
16	62	67
17	66	71
18	69	74
19	72	78
20	78	84
22	86	94
24	93	101
26	100	109
28	107	117
30	115	125
32	122	133
34	129	140
36	137	149
38	144	156
40	152	165
44	168	182
48	182	195
52	196	211
56	212	228

16: 静止时，油位的确定

轴承润滑

循环油润滑 · 润滑剂推荐

4.2.2 循环油润滑。

如果速度参数超出油浴润滑的许用值，或者有其他特殊要求（散热要求高，油池偏小），必须采用循环油润滑。润滑油需通过轴承外圈的润滑油槽和油孔进入轴承内部。

参考流量见*图17*。

为了使循环油能顺利流回油箱，回油管路和供油管路的截面需要相匹配（一般回油管为进油管的4–5倍）。

在循环油润滑系统中，必须使用过滤器，以避免污染物或磨损的碎屑进入轴承内部，从而降低轴承运转寿命。

建议定期检查润滑油，根据检查的结果和实际工况，可以适当调整润滑油更换周期。

4.3 润滑剂推荐

振动筛轴承用润滑脂

FAG Arcanol润滑脂的质量监控非常严格，对每个批次都进行100%检验。

正常温度润滑脂：
Arcanol MULTITOP
Arcanol LOAD400
Arcanol LOAD220
Arcanol VIB3

高温润滑脂：
Arcanol TEMP120

没有经过我们进货检验放行的油脂，我们不对批次质量波动、配方改变或生产影响发表任何声明。

振动筛轴承用润滑油

所选润滑油中的添加剂需经实践证明对轴承有效，一般而言，可以使用除硅油外的矿物油以及合成油。不建议使用含粘度指数改进剂的润滑油。

17: 振动机械用调心滚子轴承223系列的润滑油最小参考流量

振动筛状态监测

5 振动筛状态监测

振动诊断是用于早期确定机器损坏的可靠方法。

舍弗勒集团提供的状态监测系统，可以用于非常恶劣的工况。

用于振动筛的状态监测系统，可以较早的探测设备损伤情况。

由于报警及时，该系统有助于避免非计划停机。监测数据可以随时在现场或远程进行调用，并由运营商或舍弗勒远程服务中心进行评估。

通过对振动筛的监测，可以识别设备状况，如：

- 轴承损坏
- 零件松动
- 弹簧断裂
- 过载
- 冲击

此外，在维修领域及质量保证方面，舍弗勒集团可提供全面的产品和服务：从轴承安装，设备的状态监测，到引进和实施预防性维护等措施。

全面的安装和校准工具，测量工具以及润滑剂，另外还有为客户提供的培训教程，这些使维护工作更容易，工作效率更高。舍弗勒拥有多年经验和卓越的专家团队，我们是以客户为导向，为保证滚动轴承寿命提供解决方案的强有力的合作伙伴。

关于舍弗勒产品和服务的更多信息，请浏览 www.schaeffler.com/services，或者有任何需要，可以发邮件至 industrial-services@schaeffler.com。

振动机械用FAG特殊调心滚子轴承

圆柱孔，223..-E1-T41A(D)系列

6.1 振动机械用FAG特殊调心滚子轴承，圆柱孔，223..-E1-T41A(D)系列

轴	尺寸							基本额定载荷		疲劳极限载荷	极限转速	参考转速	型号	质量
								动载荷	静载荷					
	d	D	B	r	n_s	D_1	d_2	C_r	C_{0r}	C_{ur}	n_G	n_B	轴承	m
				min.		≈	≈							≈
	mm							kN			min^{-1}		FAG	kg
40	40	90	33	1.5	4.8	76	52.4	156	149	13.1	7 500	5 500	**22308-E1-T41A**	1.05
45	45	100	36	1.5	6.5	84.7	58.9	187	183	16.1	6 700	5 000	**22309-E1-T41A**	1.39
50	50	110	40	2	6.5	92.6	63	229	223	20.3	6 000	4 800	**22310-E1-T41A**	1.9
55	55	120	43	2	6.5	101.4	68.9	265	260	23.9	5 600	4 500	**22311-E1-T41A**	2.27
60	60	130	46	2.1	6.5	110.1	74.8	310	310	28	5 000	4 200	**22312-E1-T41A**	2.89
65	65	140	48	2.1	9.5	119.3	83.2	350	365	32.5	4 800	3 800	**22313-E1-T41A**	3.57
70	70	150	51	2.1	9.5	128	86.7	390	390	36.5	4 500	3 700	**22314-E1-T41A**	4.21
75	75	160	55	2.1	9.5	136.3	92.4	445	450	40.5	4 300	3 550	**22315-E1-T41A**	5.18
80	80	170	58	2.1	9.5	145.1	98.3	495	510	45	4 300	3 400	**22316-E1-T41A**	6.27
85	85	180	60	3	9.5	154.2	104.4	540	560	50	4 000	3 200	**22317-E1-T41D**	7.06
90	90	190	64	3	12.2	162.5	110.2	610	630	55	3 600	3 000	**22318-E1-T41D**	8.51
95	95	200	67	3	12.2	171.2	116	670	700	60	3 000	2 800	**22319-E1-T41D**	9.69
100	100	215	73	3	12.2	184.7	130.2	810	920	75	3 000	2 380	**22320-E1-T41D**	12.8
110	110	240	80	3	15	204.9	143.1	950	1 070	91	2 600	2 130	**22322-E1-T41D**	17.7
120	120	260	86	3	15	222.4	150.8	1 080	1 170	103	2 600	2 000	**22324-E1-T41D**	22.5
130	130	280	93	4	17.7	239.5	162.2	1 250	1 370	117	2 400	1 820	**22326-E1-T41D**	28
140	140	300	102	4	17.7	255.7	173.5	1 460	1 630	132	2 200	1 660	**22328-E1-T41D**	35.1
150	150	320	108	4	17.7	273.2	185.3	1 640	1 850	148	2 000	1 520	**22330-E1-T41D**	42.2

所有223..-E1-T41A(D)的调心滚子轴承都是X-life品质，并且可以选用圆锥孔设计。
JPA保持架为标准设计，不做特殊说明。

振动机械用FAG特殊调心滚子轴承

圆柱孔，223..-E1-JPA-T41A系列

6.2 振动机械用FAG特殊调心滚子轴承，圆柱孔，223..-E1-JPA-T41A系列

轴	尺寸						基本额定载荷		疲劳极限载荷	极限转速	参考转速	型号	质量
							动载荷	静载荷					
	d	D	B	r min.	n_s	D_1 ≈	C_r	C_{0r}	C_{ur}	n_G	n_B	轴承	m ≈
	mm						kN			min^{-1}		FAG	kg
160	160	340	114	4	17.7	286.7	1 680	1 990	158	2 100	1 460	**22332-E1-JPA-T41A**	52.7
170	170	360	120	4	17.7	303.7	1 870	2 220	174	2 100	1 350	**22334-E1-JPA-T41A**	59.5
180	180	380	126	4	23.5	320.8	2 060	2 460	191	1 960	1 250	**22336-E1-JPA-T41A**	72.2
190	190	400	132	5	23.5	338	2 260	2 700	208	1 820	1 170	**22338-E1-JPA-T41A**	81
200	200	420	138	5	23.5	354.9	2 440	2 950	226	1 820	1 100	**22340-E1-JPA-T41A**	93.5
220	220	460	145	5	23.5	391.9	2 800	3 400	265	1 680	970	**22344-E1-JPA-T41A**	120

所有223..-E1-JPA-T41A的调心滚子轴承都是X-life品质，并且可以选用圆锥孔设计。
JPA保持架为标准设计，不做特殊说明。
经双方确认，也可以提供223..-A-MA-T41A系列，见滚动轴承样本HR1。

数据采集表

7 数据采集表

（是否附图：☐ 是 / ☐ 否）

振动筛类型： 圆振筛 ☐　直线筛 ☐　偏心筛 ☐

相关的工作原理介绍请参阅第7页到第10页。

载荷/设计数据：

1. 质量 [kg]　筛箱质量m _____
   激振器质量m_1 _____
2. 尺寸 [m]　筛箱的振动半径r _____
   激振器的重心到轴承轴心的距离R _____
3. 转速 [min^{-1}]　转速 n _____
4. 工作制　每天多少小时 _____
   单班制或多班制运转 _____
5. 寿命 [h]　最小期望寿命 _____

轴承位置/安装数据：

1. 安装位置　A. 浮动端轴承 ☐　B. 固定端轴承 ☐　C. 两端浮动轴承布置 ☐
2. 轴承配合面　圆柱孔 ☐　圆锥孔 ☐
3. 轴承数量z _____
4. 轴承配合面尺寸 [mm]　轴 _____ 配合 _____
   轴承座 _____ 配合 _____
5. 其他尺寸 [mm]　最大直径 _____
   最小直径 _____
   宽度 _____

环境因素：

外界温度 [°C] _____
物料温度（筛分热物料时）[°C] _____
轴承工作温度 [°C] _____
湿度 [%] _____

灰尘	严重 ☐	中等 ☐	较小/没有 ☐
化学因素影响	有 ☐	无 ☐	
设备放置	室内 ☐	室外 ☐	

润滑： 脂润滑 ☐　油浴润滑 ☐　循环油润滑 ☐　油雾润滑 ☐

密封： 带V型密封圈，并可进行再润滑的迷宫式密封 ☐
甩油环和集油槽 ☐

其他： _____

舍弗勒大中华区

舍弗勒贸易（上海）有限公司
上海嘉定区安亭镇安拓路1号
邮编：201804
电话：+86 21 3957 6500
传真：+86 21 3957 6600

北京分公司
北京市朝阳区东三环北路甲19号嘉盛中心2801室
邮编：100020
电话：+86 10 6515 0288
传真：+86 10 6512 3433

哈尔滨办事处
哈尔滨市南岗区红军街15号奥威斯大厦21层G座
邮编：150001
电话：+86 451 5300 9368
传真：+86 451 5300 9370

沈阳办事处
沈阳市沈河区青年大街219号华新国际大厦14层H/I单元
邮编：110016
电话：+86 24 2396 2633
传真：+86 24 2396 2533

大连办事处
大连市中山区中山路136号希望大厦3105室
邮编：116011
电话：+86 411 8368 1011
传真：+86 411 8368 1012

天津办事处
天津市和平区南京路189号津汇广场一座1110室
邮编：300051
电话：+86 22 8319 2388
传真：+86 22 8319 2386

济南办事处
济南市泺源大街150号中信广场1121室
邮编：250011
电话：+86 531 8518 0435/36/37
传真：+86 531 8518 0438

太原办事处
太原市府西街69号山西国际贸易中心西塔12层1003室
邮编：030002
电话：+86 351 8689 260/262/263
传真：+86 351 8689 261

西安办事处
西安市高新区科技路33号高新国际商务中心1202室
邮编：710075
电话：+86 29 8833 7696/97/98/99
传真：+86 29 8833 7707

上海办事处
上海嘉定区安亭镇墨玉南路888号1805室
邮编：201804
电话：+86 21 3957 6500
传真：+86 21 6950 3205

杭州办事处
杭州市西湖区杭大路15号嘉华国际商务中心1507室
邮编：310007
电话：+86 571 8717 4820/21/22/30
传真：+86 571 8717 4833

南京办事处
南京市白下区汉中路1号南京国际金融中心33层G,H座
邮编：210005
电话：+86 25 8312 3070
传真：+86 25 8312 3072

武汉办事处
武汉市江汉区建设大道568号新世界国贸大厦3015室
邮编：430022
电话：+86 27 8526 7335/36/37
传真：+86 27 8526 7339

郑州办事处
郑州市金水路226号楷林国际20楼2007室
邮编：450008
电话：+86 371 8611 0766
传真：+86 371 8611 0799

舍弗勒大中华区

广州办事处
广州市体育东路138号金利来数码网络大厦2906-8室
邮编：510620
电话：+86 20 3878 1001
传真：+86 20 3878 1667

长沙办事处
长沙市开福区芙蓉中路一段478号运达国际广场1602室
邮编：410005
电话：+86 731 8513 9138
传真：+86 731 8546 7042

重庆办事处
重庆市建新北路1支路6号未来国际大厦9-2
邮编：400020
电话：+86 23 6775 5514/74
传真：+86 23 6775 5524

成都办事处
成都市提督街88号四川建行大厦2815室
邮编：610016
电话：+86 28 8676 6718/38
传真：+86 28 8676 6728

舍弗勒香港有限公司
香港金钟道89号力宝中心一座34楼3404-5室
电话：+852 2371 2680
传真：+852 2371 2112

舍弗勒台湾有限公司(舍弗勒股份有限公司)台北办事处
106台北市大安区敦化南路二段76号23楼
电话：+886-2-7730-1911
传真：+886-2-2707-9964

舍弗勒台湾有限公司 (舍弗勒股份有限公司)台中办事处
407台中市西屯区台中港路三段123号18楼之3
电话：+886-4-3704-7891
传真：+886-4-2358-9308

MATNR 084356120-0000 / TPI 197 / CN-CN / 201311 / Printed in China

舍弗勒贸易（上海）有限公司

上海嘉定区安亭镇安拓路1号
邮编 201804

电话： +86 21 3957 6500
传真： +86 21 3957 6600

为保证资料的正确性，书中每部分都经过了仔细的审核。但本公司不对任何不正确或不完整的数据承担责任。我们保留做技术修改的权利。

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

版本：2013 年 11 月

没有本公司的正式授权，严禁复制本书或其部分内容。

TPI 197 CN-CN