NSK

NEW BEARING DOCTOR

轴承故障诊断手册

MOTION & CONTROL™
NSK



CAT.No. CH7002b 2017 A-11 Printed in China © 日本精工株式会社 1994

《轴承故障诊断手册》发行前言

感谢您对NSK产品一如继往的厚爱。

此次，本公司在《如何正确使用滚动轴承》中增加了轴承损伤案例，配发了彩色照片。相应的，标题也改为《轴承故障诊断手册》，作为预防轴承早期损伤，指导轴承选型、正确安装使用、选择适当的润滑方法等轴承使用及维护的指南。

另外，有关使用、维护的详细内容请参照本公司《滚动轴承 综合样本》（CAT.No.1101a）。

除了因滚动疲劳而达到疲劳寿命，导致轴承不能使用外，使用以及维护保养不当引起的早期损伤，也会导致轴承无法长久使用。

参考本手册可预防轴承早期损伤或寻找损伤原因及相应对策。



《轴承故障诊断手册》目录

1. 前　言 …… 3

2. 轴承的使用 …… 4
- 2.1 使用注意事项 …… 4
- 2.2 安装 …… 4
- 2.3 运转检查 …… 4

3. 轴承的维护 …… 5

4. 运转检查与故障处理 …… 5
- 4.1 轴承的转动音 …… 5
- 4.2 轴承的振动 …… 5
- 4.3 轴承的温度 …… 5
- 4.4 润滑的效果 …… 6
- 4.5 润滑剂的选择 …… 6
- 4.6 润滑剂的补充与更换 …… 7

5. 轴承的检查 …… 7

6. 滚动痕迹与承载方式 …… 8

7. 轴承的损伤与对策 …… 9
- 7.1 剥落 …… 10
- 7.2 剥皮 …… 12
- 7.3 擦伤 …… 13
- 7.4 轻微擦伤 …… 15
- 7.5 破裂 …… 17
- 7.6 裂纹、裂缝 …… 18
- 7.7 保持架的损伤 …… 20
- 7.8 压痕 …… 22
- 7.9 点蚀 …… 23
- 7.10 磨损 …… 24
- 7.11 微动磨损 …… 25
- 7.12 伪布氏压痕 …… 26
- 7.13 蠕变 …… 27
- 7.14 咬粘 …… 28
- 7.15 电蚀 …… 29
- 7.16 锈蚀、腐蚀 …… 30
- 7.17 安装伤痕 …… 31
- 7.18 变色 …… 32

附表：损伤诊断一览表 …… 33

1. 前　言

滚动轴承在运转过程中出现意外损伤的情况时有发生，而轴承出现损伤后，会导致设备性能下降或是停机。因此必须尽快找到原因，并采取相应的对策。

通过仔细观察损伤的轴承，研究轴承的周边结构及润滑条件，深入调查发生故障的经过，可以推断损伤主要是由轴承选型、安装、润滑等考虑不周引起的，还是对轴及轴承座的研究不足而引起的。

上述原因可导致轴承出现意外的早期损伤而无法长久使用。早期损伤与达到滚动疲劳剥落的寿命不同，称为故障，注意将其与轴承寿命相区别。

2. 轴承的使用

2.1 使用注意事项

滚动轴承是用于精密机械的重要零件之一，因此使用时应十分谨慎。即使使用高质量的轴承，如果使用不当，也不能达到预期的效果。所以，使用轴承时应注意如下几点：

(1) 保持轴承及其周围环境的清洁（轴承内不得进入灰尘）。
(2) 谨慎操作（避免撞击）。
(3) 使用轴承专用工具（避免使用代用工具）。
(4) 避免轴承生锈（带手套，避免与手上的汗渍接触，留意腐蚀性气体）。

2.2 安装

轴承的安装质量，将直接影响轴承使用时的精度、寿命和性能。因此，安装时要特别注意。请按照如下的操作步骤安装轴承。

(1) 清洗轴承及相关零部件。
(2) 检查相关零件的尺寸及精度。
(3) 遵循正确的安装方法
(4) 轴承安装后进行检查。
(5) 填充润滑剂。

一般的情况下，轴承内圈随轴旋转。因此，内圈与轴采用过盈配合，外圈与轴承座采用间隙配合。

2.3 运转检查

轴承安装后，应立即进行运转检查，以确认安装是否正确。表2.1给出了运转检查的方法。

若在运转检查中发现异常，应立即停机，对机器进行检查，常见问题的产生原因及对策请参见表2.2。

表2.1　运转检查方法

机械分类	运转方法	检查项目
小型机械	手动运转 检查结果如无异常，则转换到动力运转	●旋转不畅（异物、伤痕、压痕造成的） ●转矩不稳定（安装不当造成的） ●转矩过大（游隙过小或安装误差造成的）
	动力运转 无负载低速启动，逐步加载提速，直至额定工况下运转	确认有无异音、轴承温度的变化 润滑剂的泄漏、变色
大型机械	动力空转 无负载状态下启动后立即切断动力，机械空转。检查结果如无异常，则转入动力运转。	振动、声音等
	动力运转 按照小型机械动力运转时的相关方法。	按照小型机械动力运转的检查项目。

表2.2　异常运转状态及其原因与对策

运转状态		推测原因	对策
噪音	较强的金属音	异常载荷	修正配合及轴承游隙、调整预紧、调整轴承座挡肩位置等
		安装不良	改善轴、轴承座的加工精度、改善安装方法，提高安装精度
		润滑剂不足、牌号不合适	补充润滑剂，选择合适的润滑剂
		旋转件间相互接触	修正迷宫式密封等的接触部分
	规则的异音	由于异物侵入，在滚道上形成压痕，锈蚀或伤痕	更换轴承、清洗相关零件、改善密封装置、使用清洁的润滑剂
		布氏压痕	更换轴承，使用正确的安装方法
		滚道面的剥落	更换轴承
	不规则的异音	游隙过大	修正配合及轴承游隙、调整预紧
		异物侵入	更换轴承、清洗相关零件、改善密封装置、使用清洁润滑剂
		球的损伤、剥落	更换轴承
异常温升		润滑剂过多	适当减少润滑剂
		润滑剂不足、牌号不合适	补充润滑剂，选择合适的润滑剂
		异常载荷	修正配合及轴承游隙、调整预紧、调整轴承座台阶位置等
		安装不当	改善轴、轴承座的加工精度、改善安装方法，提高安装精度
		配合面发生蠕变 密封装置摩擦过大	更换轴承，修正配合、调整预紧、修正轴与轴承座、改善密封形式
振动大（轴的摇摆）		布氏压痕	更换轴承，使用正确的安装方法
		剥落	更换轴承
		安装不当	修正轴和轴承座挡肩的垂直度、隔圈端面的垂直度
		异物侵入	更换轴承，清洗各零部件，改进密封装置
润滑剂严重泄漏变色		润滑剂过多，异物侵入、磨损粉末侵入等	润滑剂要适量，考虑更换轴承或重新选择润滑剂，清洗轴承座

3. 轴承的维护

为维持滚动轴承的原有性能，尽可能在良好的条件下长期使用，必须定期对轴承进行检查和维护，这种检查与维护，对预防故障非常重要。根据机械运转条件和操作规范，进行定期检查和维护，一般采用如下方法。

(1) 运转状态下的检查

检查轴承的转动音、振动、温度和润滑剂的状态，并判断出润滑剂的补充或更换时间。详细情况见第4项。

(2) 轴承检查

机器定期检查时，仔细检查更换下来的轴承，包括滚道面状况、有无损伤，及判断可否继续使用。详细情况见第5项。

4. 运转检查与故障处理

运转中的检查项目包括轴承的转动音、振动、温度、润滑剂的状态等。

在运转中发现异常状况时，请参照表2.2。

4.1 轴承的转动音

使用听诊器等检查运转中轴承的转动音大小及音质。轴承即使有轻微的剥落等损伤，也会发出异音和不规则音，可用听诊器分辨出。

4.2 轴承的振动

通过测量机械运转中的振动可判断轴承是否异常。使用特殊的振动测量仪器（频谱分析仪等）可测出振动的大小，频谱，借此推断出异常的具体情况。测得的数据因轴承的使用条件或安装位置等的不同而不同。因此，预先对每台机器的测量值进行分析比较，确定判断标准是非常重要的。

另外，从维持机器正常运转的角度考虑，通过测量运转中的轴承振动，判断轴承是否出现异常是非常重要的。关于此项用途的装置的相关说明，请参照NSK产品宣传册No.410（轴承监测器）。

4.3 轴承的温度

一般来说，轴承的温度可由轴承座外面的温度推测得出。如果利用油孔能直接测量轴承外圈温度，则更为准确。

通常，轴承的温度在开始运转后缓慢上升，1～2小时后达到稳定状态。轴承的热平衡温度因机械的热容量、散热量、转速及载荷不同而存在差异。

如果润滑不良、安装不当，则轴承温度会急剧上升，出现异常高温。这时必须停机并采取相应的对策。

4.4 润滑的效果

轴承润滑的目的是在轴承的套圈、滚动体及保持架相互接触的部位（即滚道面，滚动面和滑动面）上形成油膜，以防止各工作面直接接触，此外，还有以下作用:

1.减少摩擦及磨损

2.延长疲劳寿命

3.排出摩擦热，冷却

4.防止异物侵入

5.防止锈蚀与腐蚀

4.5 润滑剂的选择

轴承的润滑方法，大致可分为脂润滑和油润滑。为了充分发挥轴承的性能，根据使用条件和使用目的，选择适当的润滑方法十分重要。表4.1列出了脂润滑和油润滑的优缺点。

表4.1 脂润滑和油润滑的优缺点

项目	脂润滑	油润滑
轴承座结构 密封装置	简单	略微复杂，要注意日常维护
转速	极限转速为油润滑的65%～80%	与脂润滑相比，高速下也可使用
冷却作用 冷却效果	无	散热效果好 （采用循环供油法等）
润滑剂的流动性	差	很 好
润滑剂的更换	略显繁琐	简 单
异物的过滤	困 难	容 易
润滑剂的 泄漏污染	泄漏造成的污染少	不适合于怕漏油 污染的部位

(1) 脂润滑

润滑脂是由基础油、增稠剂及添加剂组成的。使用时，应选择适合于轴承使用条件的润滑脂。即使是同类润滑脂，由于生产厂家及商标不同，性能上也可能会有较大的差别。在选择的时候要特别注意。润滑脂的稠度与用途的例子参见表4.2。

(2) 油润滑

油润滑方法有油浴、滴油润滑、飞溅润滑、循环供油、喷射润滑、油雾润滑以及油气润滑。与脂润滑相比，油润滑适合于高速高温环境下使用。特别是需要向外部散热时，采用油润滑更为合适。

对油润滑来说，由于要考虑轴承的运转温度，因此选择适当粘度的的润滑油十分重要。一般情况下，转速越高，使用的润滑油粘度越低，载荷越大，使用的润滑油粘度越高。

在普通使用条件对应的运转温度下，润滑油的粘度基准参见表4.3。

作为选择时的参考，图4.1给出了润滑油的粘度与温度的关系。表4.4给出了按轴承使用条件选择润滑油的例子。

表4.3 轴承类型与必要的润滑油粘度

轴承类型	运转时的动粘度
球轴承，圆柱滚子轴承	13mm²/s以上
圆锥滚子轴承，调心滚子轴承	20mm²/s以上
推力调心滚子轴承	32mm²/s以上

备注 1 mm²/s=1 cSt

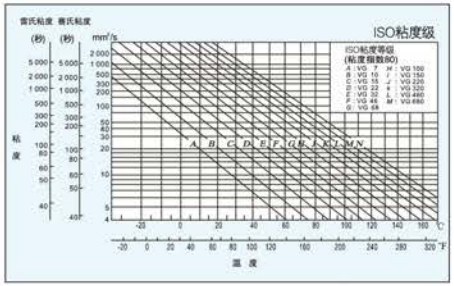


图4.1 润滑油粘度与温度的关系

表4.4 轴承的使用条件与润滑油的选择

运转温度	转 速	轻载荷或普通载荷	重载荷或冲击载荷
−30～0℃	极限转速以下	ISO VG 15,22,32 （冷冻机油）	–
0～50℃	极限转速的50%以下	ISO VG 32,46,68 （轴承油、涡轮机油）	ISO VG 46,68,100 （轴承油、涡轮机油）
	极限转速的50%～100%	ISO VG 15,22,32 （轴承油、涡轮机油）	ISO VG 22,32,46 （轴承油、涡轮机油）
	极限转速以上	ISO VG 10,15,22 （轴承油）	–
50～80℃	极限转速的50%以下	ISO VG 100,150,220 （轴承油）	ISO VG 150,220,320 （轴承油）
	极限转速的50%～100%	ISO VG 46,68,100 （轴承油、涡轮机油）	ISO VG 68,100,150 （轴承油、涡轮机油）
	极限转速以上	ISO VG 32,46,68 （轴承油、涡轮机油）	–
80～110℃	极限转速的50%以下	ISO VG 320,460 （轴承油）	ISO VG 460,680 （轴承油、齿轮油）
	极限转速的50%～100%	ISO VG 150,220 （轴承油）	ISO VG 220,320 （轴承油）
	极限转速以上	ISO VG 68,100 （轴承油、涡轮机油）	–

备注: 1.极限转速采用《NSK滚动轴承综合样本》轴承尺寸表中所记载的油润滑数值。

2.参照冷冻机油（JISK2211）、轴承油（JISK2239）、涡轮机油（JISK2213）、齿轮油（JISK2219）相应标准。

3.上表左栏所示的温度范围中，运转温度在高温侧时，使用高粘度油。

表4.2 润滑脂的稠度与用途例

稠度编号 稠度(1/10mm)	0号	1号	2号	3号	4号
	355–385	310–340	265–295	220–250	175–205
用途举例	集中供脂用 易产生微动磨损时	集中供脂用 易产生微动磨损时 低温用	一般用 密封球轴承用	一般用 密封球轴承用 高温用	高温用 用润滑脂作密封时

4.6 润滑剂的补充与更换

(1) 润滑脂的补充间隔时间

润滑脂使用一段时间后，性能劣化，润滑性能下降，因此要适时地补充润滑脂，润滑脂的补充间隔时间因轴承的类型、尺寸和转速的不同而存在差异。图4.2给出了与轴承转速对应的润滑脂补充间隔时间基准。

另外，在图4.2中，当轴承温度超过70℃时，轴承温度每上升15℃，则润滑脂的补充间隔时间减半

(2) 润滑油的更换周期

润滑油的更换周期因使用条件和油量的不同而存在差异。一般情况下，运转温度在50℃以下，且在灰尘较少的良好环境中使用时，一年更换一次。当油温达到100℃以上时，每3个月或更短时间更换一次。

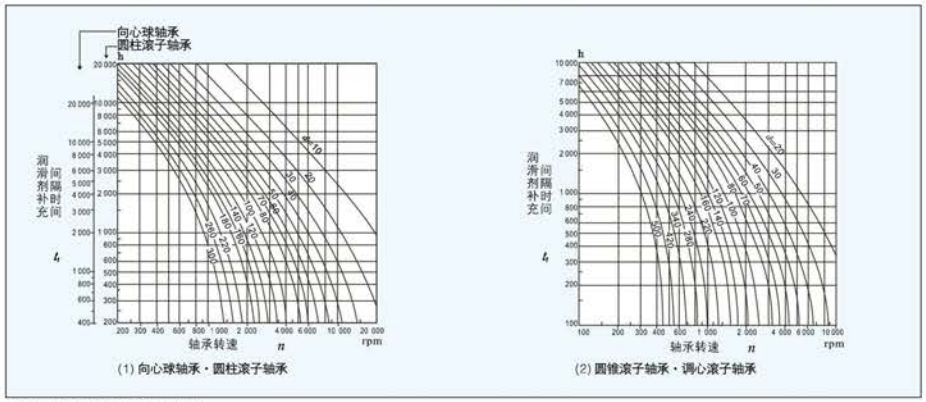


图4.2 润滑脂的补充间隔时间

5. 轴承的检查

在设备定期检修、运转检查、更换周边零件时，需对拆卸下来的轴承进行检查，来判断使用情况的好坏，以及轴承能否继续使用。

检修拆卸下的轴承时，首先，详细记录轴承的外观。确认润滑剂的剩余量，对润滑剂进行取样用于后续调查，然后仔细地清洗轴承。其次检查滚道面、滚动面和配合面的状况以及保持架的磨损情况，确定有无损伤和异常情况。特别要参照第6项来观察滚道面的滚动痕迹。

判断轴承可否再次使用时，要根据轴承损伤的程度、机器的性能、重要性、运转条件、检查周期等相关因素来决定。

检查时，如发现轴承有损伤和异常情况时，请对照第7项轴承损伤一节的内容查明原因，制定对策。

另外，检查时如发现有如下缺陷，则轴承不能继续使用，需要更换新的轴承。

(1) 内外圈、滚动体、保持架其中任意一件上有裂纹或缺口。
(2) 内外圈、滚动体其中任意一件上有剥落。
(3) 滚道面、挡边、滚动体有明显卡伤。
(4) 保持架明显磨损或铆钉明显松动。
(5) 滚道面、滚动体锈蚀或有伤痕。
(6) 滚动面、滚动体上有严重的压痕或碰伤
(7) 内圈内径面或外圈外径面上有明显的蠕变。
(8) 因过热而明显变色。
(9) 密封轴承的密封圈或防尘盖破损严重。

6. 滚动痕迹与承载方式

由于内、外圈的滚道面与滚动体是滚动接触，当轴承旋转时，滚动痕迹呈灰暗色，没有光泽。在滚道面上产生滚动痕迹并非异常现象。通过滚动痕迹可以了解承载情况，所以在拆下轴承后，应特别注意观察滚道面上滚动痕迹的特征。

仔细观察滚动痕迹，便可了解轴承的承载情况，如只承受径向载荷、较大的轴向载荷、力矩载荷或轴承座刚度极端不均等。并且还可以检查出轴承是否承受了额外载荷或存在安装误差过大等问题，以此作为寻找轴承损伤原因的突破口。

图6.1给出深沟球轴承在不同承载条件下产生的滚动痕迹。

(a)是内圈旋转，只承受径向载荷时形成的最常见的滚动痕迹。（e）~（h）所示的滚动痕迹表示轴承承受了异常载荷，会缩短使用寿命。

图6.2给出的滚子轴承的滚动痕迹也一样，（i）是圆柱滚子轴承，在正常情况下，内圈旋转，承受径向载荷时，外圈上产生的滚动痕迹。（j）是内圈与外圈相对倾斜，轴的挠度较大时的滚动痕迹。此时滚动痕迹在其宽度方向上明暗不同，在承载区出入口处，滚动痕迹是倾斜的。对双列圆锥滚子轴承来说，内圈旋转时，（k）表示只承受径向载荷时外圈的滚动痕迹。（l）表示只受轴向载荷时的滚动痕迹。当内圈与外圈相对倾斜较大且承受径向载荷时，其滚动痕迹偏离在两列滚道面180° 的对称位置（m）。

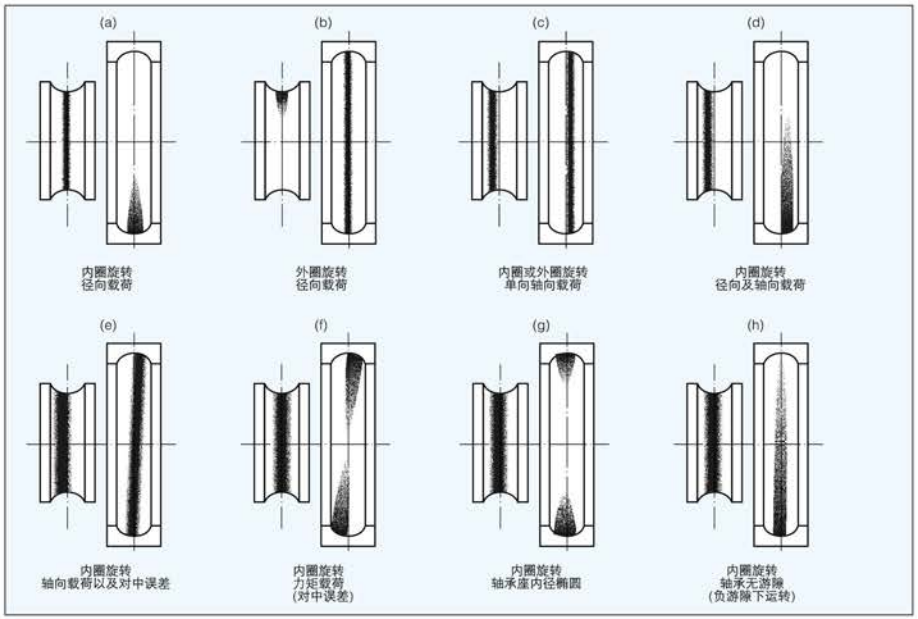


图6.1 深沟球轴承代表性的滚动痕迹

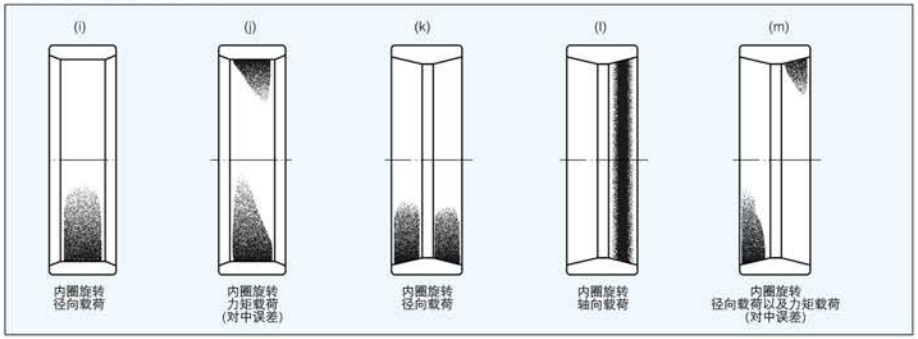


图6.2 滚子轴承代表性的滚动痕迹

7. 轴承的损伤与对策

如果选型无误且能够正确使用，滚动轴承可使用相当长时间才达到轴承的寿命。这种情况下的损伤称为疲劳剥落。

另一方面，轴承还容易出现意外地早期损伤，导致使用寿命大为降低。早期损伤的原因，可能是轴承使用不当、润滑不良、异物侵入、轴承安装误差或轴的挠度大、对轴和轴承座的研究不足等。一般来说，上述原因中数个同时发生的情况较为常见。

所以，在充分了解使用轴承的机器，使用条件以及轴承外围结构的基础上，弄清故障发生前后的状况，再结合轴承的损伤情况及多种相关原因进行分析，就可防止同类故障再次发生。

7.1～7.18 项给出了轴承损伤的例子及其产生原因和对策，可用作推断轴承损伤原因的参考。

另外，当判断损伤情况时，请参考附表的"损伤诊断一览表"。

7.1 剥落

损伤状态	原　　因	对　　策
轴承承受载荷旋转时，内、外圈滚道面或滚动体的滚动面由于滚动疲劳而呈现鱼鳞状剥离的现象。	载荷过大。 安装不当（对中误差）。 力矩载荷。 异物、水分侵入。 润滑不良、润滑剂不合适。 轴承游隙不合适。 轴、轴承座精度不好，轴承座的刚度不均。 轴的挠度大。 锈蚀、腐蚀、擦伤和压痕（布氏压痕）的进一步发展。	● 检查载荷的大小及再次研究所使用的轴承。 ● 改善安装方法。 ● 改善密封形式，停机时防锈。 ● 使用适当粘度的润滑剂，改善润滑方法。 ● 检查轴和轴承座的精度。 ● 检查游隙。



照片1-1
- 角接触球轴承的内圈。
- 沟道面半周产生剥落。
- 原因是由于切削液侵入造成的润滑不良。



照片1-2
- 角接触球轴承的内圈。
- 沟道面上的剥落呈倾斜状态。
- 安装时对中误差造成的。



照片1-3
- 深沟球轴承的内圈。
- 沟道面上产生呈等球距分布的剥落。
- 由安装时冲击载荷造成的压痕发展而成



照片 1-4
- 角接触球轴承的内圈。
- 沟道面上产生呈等球距分布的剥落。
- 由停机时冲击载荷造成的压痕发展而成。



照片1-5
●照片1-4的外圈。
●沟道面上产生呈等球距分布的剥落。
●停机时冲击载荷造成的压痕发展而成。



照片1-6
●照片1-4的钢球。
●钢球表面的剥落。
●停机时冲击载荷造成的压痕发展而成。



照片1-7
●调心滚子轴承的内圈。
● 1 列滚道面整周产生剥落。
●过大轴向载荷造成的损伤。



照片 1-8
●照片1-7 的外圈。
●1 列滚道面整周产生剥落。
●过大轴向载荷造成的损伤。



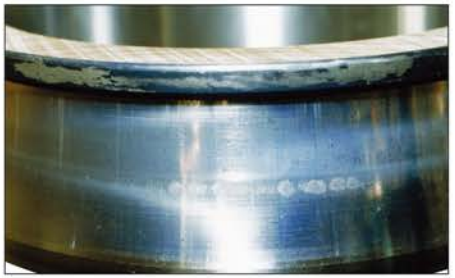
照片1-9
●调心滚子轴承的内圈。
●1 列滚道面产生剥落。
●润滑不良造成的损伤。



照片1-10
●圆柱滚子轴承的滚子。
●滚动面沿轴向产生的早期剥落。
●安装不当造成的安装伤痕进一步发展而成。

7.2 剥皮

损伤状态	原　因	措　施
表面发暗并伴有轻微磨损。在发暗的表面上有很多微小裂纹，裂纹从表面扩展至5～10μm的深度，在大范围内产生轻微剥落。	润滑剂不合适。 润滑剂中侵入异物。 润滑不良导致表面粗糙。 滚动接触副表面粗糙。	●选择润滑剂。 ●改善密封装置。 ●改善滚动接触副表面粗糙度。



照片2-1
●调心滚子轴承内圈。
●滚道面中央的圆形花纹状剥皮。
●润滑不良造成的损伤。



照片2-2
●照片2-1中花纹的放大照片。



照片2-3
●照片2-1的球面滚子。
●滚动面中央的圆形花纹状剥皮。
●润滑不良造成的损伤。



照片2-4
●调心滚子轴承的内圈。
●滚道面上下整圈产生的剥皮。
●润滑不良造成的损伤。

7.3 擦伤

损伤状态	原　　因	对　　策
滑动面局部产生的微小咬粘汇集而成的表面损伤。 滚道面、滚动面圆周方向的线状伤痕。 滚子端面螺旋线状伤痕。 与滚子端面接触的挡边面的擦伤。	载荷过大、预紧力过大。 润滑不良。 异物侵入。 内外圈的倾斜、轴的挠度大。 轴、轴承座的精度不良。	●检查载荷的大小。 ●调整预紧力。 ●改善润滑剂和润滑方法。 ●检查轴、轴承座的精度。



照片3-1
- 调心滚子轴承的内圈。
- 内圈大挡边上的擦伤。
- 原因是急加、减速造成的滚子打滑。



照片3-2
- 照片3-1的球面滚子。
- 滚子端面上的擦伤。
- 原因是急加、减速造成的滚子打滑。



照片3-3
- 推力圆锥滚子轴承的内圈。
- 内圈挡边上的擦伤
- 原因是磨损粉末混入，载荷过大造成油膜破裂。



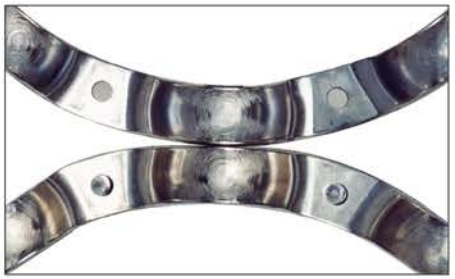
照片3-4
- 双列圆柱滚子轴承的滚子。
- 滚子端面上的擦伤。
- 润滑不良，轴向载荷过大造成的损伤。



照片3-5
- 推力调心滚子轴承的内圈。
- 内圈挡边上的擦伤。
- 异物侵入，轴向载荷过大造成的损伤。



照片3-6
- 照片3-5的球面滚子。
- 滚子端面上的擦伤。
- 异物侵入，轴向载荷过大造成的损伤。



照片3-7
- 深沟球轴承的保持架。
- 钢板冲压保持架兜孔处的擦伤。
- 异物侵入造成的损伤。

7.4 轻微擦伤

损伤状态	原　　因	措　　施
所谓轻微擦伤，是指滚道面或滚动面上既有滚动又有滑动时，因油膜破裂产生的微小烧伤汇集而成的表面损伤。 因金属粘着而使表面变得粗糙。	高速轻载。 急加、减速。 润滑剂不合适。 水的侵入。	●调整预紧力。 ●变更轴承游隙。 ●使用易于形成油膜的润滑剂。 ●改善润滑方法。 ●改善密封装置。



照片4-1
- 圆柱滚子轴承的内圈。
- 滚道面圆周方向上的轻微擦伤
- 原因是润滑脂填充过多造成滚子打滑。



照片4-2
- 照片4-1的外圈。
- 滚道面圆周方向上的轻微擦伤。
- 原因是润滑脂填充过多造成滚子打滑。



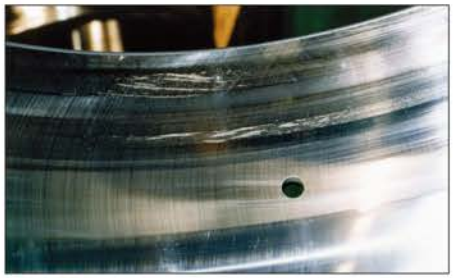
照片4-3
- 调心滚子轴承的内圈。
- 滚道面圆周方向上的轻微擦伤。
- 因润滑不良造成的。



照片4-4
- 照片4-3的外圈。
- 滚道面周围方向上的轻微擦伤。
- 因润滑不良造成的。



照片4-5
- 调心滚子轴承的内圈。
- 滚道面圆周方向上局部轻微擦伤。
- 因润滑不良造成的。



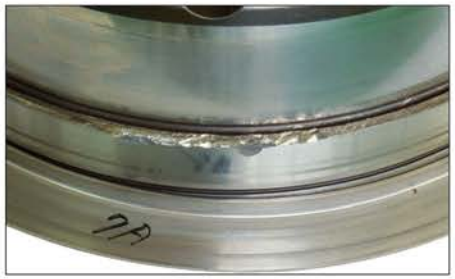
照片4-6
- 照片4-5的外圈。
- 滚道面圆周方向上局部轻微擦伤。
- 因润滑不良造成的。



照片4-7
- 照片4-5的球面滚子。
- 滚动面中央的轻微擦伤。
- 因润滑不良造成的。

7.5 破裂

损伤状态	原　　因	措　　施
所谓破裂，是由于对套圈的挡边或滚子圆角的局部施加了过大载荷或冲击，而使其中的一小部分发生断裂。	安装时的敲击。 载荷过大。 使用方法不当(掉落等)。	●改善安装方法（采用热装，使用适当的工装）。 ●检查载荷条件。 ●使挡边有可靠的支承。



照片5-1
- 双列圆柱滚子轴承的内圈。
- 中挡边上的破裂。
- 由安装时的过大载荷造成。



照片5-2
- 圆锥滚子轴承的内圈。
- 大挡边上的破裂。
- 由安装时受到的过大冲击造成。



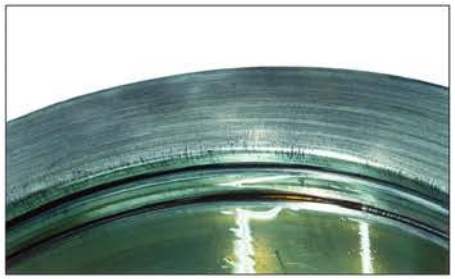
照片5-3
- 推力调心滚子轴承的内圈。
- 大挡边上的破裂。
- 由循环载荷造成。



照片5-4
- 实体滚针轴承的外圈。
- 外圈挡边上的破裂。
- 原因是承受过大载荷导致滚子歪斜。

7.6 裂纹、裂缝

损伤状态	原　　因	措　　施
是指套圈或滚动体上产生的裂纹。 如果继续使用，裂纹将会发展为裂缝。	过盈量过大。 载荷过大，冲击载荷。 剥落的进一步发展。 套圈与周边零件的接触造成发热和微动磨损。 蠕变造成的发热。 锥形轴的锥度不良。 轴的圆柱度不良。 轴肩的圆角半径比轴承倒角大，与轴承倒角干涉。	●修正过盈量。 ●检查载荷条件。 ●改善安装方法。 ●修正轴的形状。



照片6-1
- 双列圆柱滚子轴承的外圈。
- 外圈端面上的热裂纹。
- 原因是外圈面与相配零件的接触打滑造成的异常发热。



照片6-2
- 推力圆锥滚子轴承的滚子。
- 滚子大端面上的热裂纹。
- 原因是润滑不良使滚子端面与内圈挡边打滑造成的异常发热。



照片6-3
- 双列圆柱滚子轴承的外圈。
- 以滚道面上的剥落为起点，沿轴向与圆周方向产生的裂缝。
- 由冲击压痕造成的剥落发展所致。



照片6-4
- 外圈作为轧辊使用的双列圆柱滚子轴承的外圈（外圈旋转）。
- 外径面上的裂缝。
- 原因是外圈旋转不畅造成的平面磨损与发热。



照片6-5
- 照片6-4外圈的滚道面。
- 外径面的裂缝扩展至滚道面。



照片6-6
- 调心滚子轴承的内圈。
- 滚道面上的轴向裂纹。
- 原因是轴与内圈的温差造成配合应力过大。



照片6-7
- 照片6-6内圈裂纹处的截面。
- 在滚道面正下方可看到起点



照片6-8
- 调心滚子轴承的滚子。
- 滚动面上的轴向裂缝。

7.7 保持架的损伤

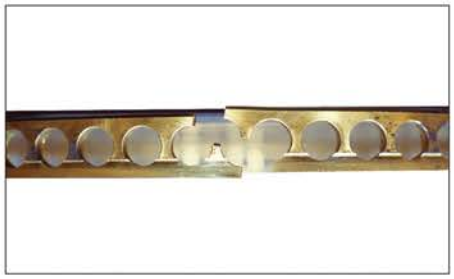
损伤状态	原　　因	措　　施
保持架的损伤有保持架的变形、折断、磨损等。 梁折断。 端面变形。 兜孔磨损。 引导面磨损。	安装不当（对中误差）。 使用不当。 力矩载荷大。 冲击、振动大。 转速过高，急加、减速。 润滑不良。 温升。	● 检查安装方法。 ● 检查载荷、转速及温度条件。 ● 减小振动。 ● 选择合适的保持架。 ● 选择合适的润滑剂和润滑方法。



照片7-1
- 深沟球轴承的保持架。
- 钢板冲压保持架的兜孔折断。



照片7-2
- 角接触球轴承的保持架。
- 铸铁车制保持架梁折断。
- 原因是内外圈的安装倾斜。
- 使保持架承受异常载荷。



照片7-3
- 角接触球轴承的保持架。
- 高强度黄铜车制保持架兜孔折断。



照片7-4
- 圆锥滚子轴承的保持架。
- 钢板冲压保持架梁折断。



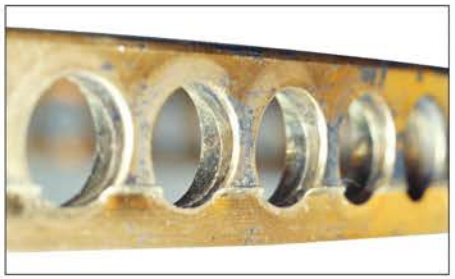
照片7-5
- 角接触球轴承的保持架。
- 钢板冲压保持架的变形。
- 原因是使用不当产生的冲击载荷。



照片7-6
- 圆柱滚子轴承的保持架。
- 高强度黄铜车制保持架端面的变形。
- 安装时由过大的冲击载荷造成的。



照片7-7
- 圆柱滚子轴承的保持架。
- 高强度黄铜车制保持架梁的磨损与变形。



照片7-8
- 角接触球轴承的保持架。
- 高强度黄铜车制保持架兜孔及外径面上的阶梯状磨损。

7.8 压痕

损伤状态	原　　因	措　　施
微小金属粉末、异物等侵入后，在滚道面或滚动面上产生的凹坑。 由于安装时受到冲击，形成了呈滚动体间距分布的凹坑（布氏压痕）。	金属粉末等异物侵入。 安装或运输过程中受到冲击。 载荷过大。	● 清洗轴承座。 ● 改善密封装置。 ● 过滤润滑油。 ● 改善安装及使用方法。



照片8-1
- 双列圆锥滚子轴承的内圈。
- 滚道面上产生了无数微小压痕。
- 由于异物侵入造成的。



照片8-2
- 双列圆锥滚子轴承的外圈。
- 滚道面上产生了无数微小压痕。
- 由于异物侵入造成的。



照片8-3
- 圆锥滚子轴承的内圈。
- 整个滚道面上产生了无数大小不等的压痕。
- 由于异物侵入造成的。



照片8-4
- 照片8-3的圆锥滚子。
- 整个滚动面上产生了无数大小不等的压痕。
- 由于异物侵入造成的。

7.9 点蚀

损伤状态	原　　因	措　　施
滚道面或滚动面呈现带有微弱光泽的梨皮状。	润滑剂中侵入异物。 空气中的水分凝结。 润滑不良。	●改善密封装置。 ●充分过滤润滑油。 ●使用合适的润滑剂。



照片9-1
- 回转支撑轴承的外圈。
- 滚道面呈现梨皮状，凹坑底部已被腐蚀。



照片9-2
- 照片9-1的钢球。
- 滚动面呈现梨皮状

7.10 磨损

损伤状态	原　　因	措　　施
所谓磨损，是滚道面或滚动面、滚子端面、挡边及保持架兜孔等由于摩擦造成的损耗。	异物侵入。 锈蚀，电蚀的发展。 润滑不良。 因滚动体不规则运动造成的打滑。	●改善密封装置。 ●清洗轴承座。 ●充分过滤润滑油。 ●检查润滑剂及润滑方法。 ●避免对中误差。



照片10-1
- 圆柱滚子轴承的内圈。
- 因波状磨损和由电蚀使滚道面上产生许多凹坑。
- 由电蚀进一步发展而成。



照片10-2
- 调心滚子轴承外圈。
- 承载区滚道面上凹凸不平的波纹状磨损。
- 静止状态下反复振动，由异物侵入而造成的损伤。



照片10-3
- 双列圆锥滚子轴承的内圈。
- 挡边面上的阶梯状磨损与滚道面上的微动磨损。
- 静止状态下承受过大载荷，由微动磨损发展而成的损伤。



照片10-4
- 照片10-3的圆锥滚子。
- 滚子大端面上的阶梯状磨损。
- 静止状态下承受过大载荷，由微动磨损发展而成的损伤。

7.11 微动磨损

损伤状态	原　　因	措　　施
由于两个接触面间存在反复的相对微小滑动而产生的磨损。 在滚道面和滚动体的接触部位或配合面产生。 由于产生的磨损粉末为红褐色或黑色，因而也被称作腐蚀磨损。	润滑不良。 微幅的摆动。 过盈量不足。	● 使用合适的润滑剂。 ● 施加预紧力。 ● 检查过盈量。 ● 在配合面涂润滑剂。



照片11-1
- 深沟球轴承的内圈。
- 内径面上的微动磨损。
- 由于振动造成的损伤。



照片11-2
- 角接触球轴承的内圈。
- 整个内径面上显著的微动磨损。
- 过盈量不足造成的损伤。



照片11-3
- 双列圆柱滚子轴承的外圈。
- 滚道面上按滚子间距分布的微动磨损。

7.12 伪布氏压痕

损伤状态	原　　因	措　　施
套圈和滚动体接触部位产生的微动磨损，由于受到振动和摆动的影响，磨损进一步发展，产生的类似布氏压痕的损伤。	运输途中，轴承静止状态下的振动或摆动。 微幅的摆动。 润滑不良。	●运输途中将轴和轴承座固定。 ●运输时将内圈和外圈分开包装。 ●施加适当预紧以减轻振动。 ●使用合适的润滑剂。



照片12-1
- 深沟球轴承的内圈。
- 滚道面上的伪布氏压痕。
- 停机时由外部振动造成的损伤。



照片12-2
- 照片12-1的外圈。
- 滚道面上的伪布氏压痕。
- 停机时由外部振动造成的损伤。



照片12-3
- 推力球轴承的套圈。
- 滚道面上等球距分布的伪布氏压痕。
- 小角度反复摆动造成的损伤。



照片12-4
- 圆柱滚子轴承的滚子。
- 滚动面上的伪布氏压痕。
- 停机时由外部振动造成的损伤。

7.13 蠕变

损伤状态	原　　因	措　　施
所谓蠕变，是指轴承的配合面产生间隙时，配合面间的相对滑动现象。 发生蠕变的配合面呈镜面状或暗面状，有时会伴有擦伤或磨损。	过盈量不足或间隙配合。 紧定套锁紧不足。	● 检查过盈量，采用防滑措施。 ● 修正紧定套锁紧量。 ● 检查轴和轴承座的精度。 ● 施加轴向预紧。 ● 套圈端面的紧固。 ● 粘接配合面。 ● 在配合面涂润滑剂。



照片13-1
- 调心滚子轴承的内圈。
- 内径面上的蠕变，伴随有擦伤。
- 因过盈量不足而造成的。



照片13-2
- 调心滚子轴承的外圈。
- 外径面上整周的蠕变。
- 由外圈和轴承座的间隙配合造成的。

7.14 咬粘

损伤状态	原　　因	措　　施
轴承运转时急剧发热，套圈、滚动体及保持架发生变色、软化、熔敷和破损。	润滑不良。 载荷过大（预紧过大）。 转速过高。 游隙过小。 水、异物侵入。 轴、轴承座的精度不良、轴的挠度大。	● 选择合适的润滑剂及润滑方法。 ● 选择更合适的轴承。 ● 检查配合、轴承游隙和预紧。 ● 改善密封装置。 ● 检查轴和轴承座的精度。 ● 改善安装方法。



照片14-1
- 调心滚子轴承的内圈。
- 滚道面变色，保持架磨损粉末熔融后被碾轧，附着。
- 润滑不良造成的损伤。



照片14-2
- 照片14-1的球面滚子。
- 滚子滚动面变色，保持架磨损粉末熔融后被碾轧，附着。
- 润滑不良造成的损伤。



照片14-3
- 角接触球轴承的内圈。
- 滚道面变色，出现呈等球距分布的熔融痕迹。
- 预紧过大造成的损伤。



照片14-4
- 照片14-3的外圈。
- 滚道面变色，出现呈等球距分布的熔融痕迹。
- 预紧过大造成的损伤。



照片14-5
- 照片14-3的保持架、球。
- 保持架熔融，破损，钢球变色，熔融。
- 预紧过大造成的损伤

7.15 电蚀

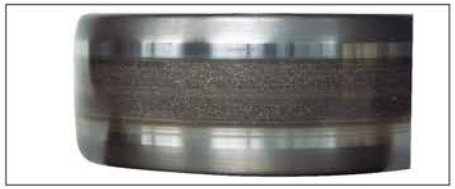
损伤状态	原　　因	措　　施
所谓电蚀，是指运转中的轴承套圈和滚动体的接触部位有电流通过，润滑油膜被电火花击穿，局部表面熔融后呈现凹凸不平的现象。 明显的时候，呈现梨皮状点蚀、条纹状的凹凸。	外圈与内圈间的电位差。 可产生高频信号的设备中，或印刷线路板周边，会产生高频电位差。	●设置电路，避免电流通过轴承。 ●将轴承绝缘。



照片15-1
● 圆锥滚子轴承的内圈。
● 滚道面上的条纹状电蚀。



照片15-2
● 照片15-1的圆锥滚子。
● 滚动面上的条纹状电蚀。



照片15-3
● 圆柱滚子轴承的内圈。
● 滚道面上的带状点蚀，表面伴有凹坑。



照片15-4
● 深沟球轴承的钢球。
● 深色的电蚀遍布整个滚动面。



照片15-5
● 深沟球轴承的内圈。
● 滚道面上的条纹状电蚀（高频）。



照片15-6
● 深沟球轴承的外圈。
● 滚道面上的条纹状电蚀（高频）。

7.16 锈蚀、腐蚀

损伤状态	原　　因	措　　施
轴承的锈蚀和腐蚀包括套圈、滚动体表面的凹坑状锈蚀、梨皮状锈蚀、滚动体间距分布的凹坑状锈蚀、大面积锈蚀及腐蚀。	水、腐蚀性物质（清漆气体等）侵入。 润滑剂不合适。 由于水蒸汽凝聚而附着。 高温潮湿环境下停机。 运输时防锈处理不当。 保管不当。 使用不当。	● 改善密封装置。 ● 研究润滑方法。 ● 停机时防锈。 ● 改善保管方法。 ● 使用时加以注意。



照片16-1
● 圆柱滚子轴承的外圈。
● 滚道面及挡边上生锈。
● 原因是由于进水造成润滑不良。



照片16-2
● 回转支承轴承的外圈。
● 滚道面上的锈蚀呈等球距分布。
● 停机时水分凝结造成的。



照片16-3
● 调心滚子轴承的内圈。
● 滚道面上的锈蚀呈滚子间距分布。
● 水分侵入润滑剂中造成的。



照片16-4
● 调心滚子轴承的滚子。
● 滚道面上产生的凹坑状锈蚀。
● 保管过程中水分凝结造成的。

7.17 安装伤痕

损伤状态	原　因	措　施
在轴承安装和拆卸时，滚道面及滚动面上形成的轴向线状伤痕。	安装、拆卸时内外圈发生倾斜。 安装、拆卸时的冲击载荷。	● 使用恰当的工具。 ● 使用压力机时,应避免冲击载荷。 ● 安装时注意保证同心。



照片17-1
- 圆柱滚子轴承的内圈。
- 滚道面上的轴向伤痕。
- 安装时内、外圈倾斜造成的。



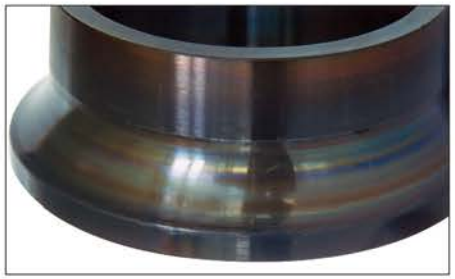
照片17-2
- 双列圆柱滚子轴承的外圈。
- 整个滚道面上均有呈滚动体间距分布的线状伤痕。
- 安装时内、外圈倾斜造成的。



照片17-3
- 圆柱滚子轴承的滚子。
- 滚动面上产生的轴向伤痕。
- 安装时内、外圈倾斜造成的。

7.18 变色

损伤状态	原　因	措　施
由于温升或与润滑剂的反应等，套圈、滚动体及保持架变色。	润滑不良。 润滑油在高温下分解使滚道面着色。 温升过高。	● 改善润滑方法。



照片18-1
- 角接触球轴承的内圈。
- 滚道面呈青紫色。
- 原因是润滑不良造成的发热。



照片18-2
- 4点接触球轴承的内圈。
- 滚道面呈青紫色。
- 原因是润滑不良造成的发热。

附表　损伤诊断一览表

损伤名称	损伤部位（现象）	原因													备注
		使用		轴承周边			润滑		载荷			速度		轴承选择	
		保管·运输	安装	轴承座	密封装置·水·异物	温度	润滑剂	润滑方法	过大·冲击	力矩	过小	高速·急加、减速	摆动·振动·静止		
1.剥落	滚道面·滚动面		○	○	○		○	○	○	○				○	
2.剥皮	滚道面·滚动面				○		○	○			○	○			
	轴承外径面（滚动接触时）			○*	○		○	○							*滚动接触剧
3.擦伤	滚子端面·挡边		○	○	○		○	○	○	○		○			
	保持架引导面·兜孔		○		○		○	○							
4.轻微擦伤	滚道面·滚动面				○		○	○			○	○			
5.破裂	套圈挡边·滚子	○	○	○					○	○					
6.裂纹·裂缝	滚道面·滚动体		○	○		○			○	○					
	挡边·滚子端面 保持架引导面（热裂纹）			○				○	○	○					
7.保持架的损伤	（变形·折断）		○	○					○	○					
	（磨损）		○		○		○	○	○	○		○			
8.压痕	滚道面·滚动面（无数个微小压痕）				○			○							
	滚道面（滚动体间距分布的凹坑）	○	○						○				○		
9.点蚀	滚道面·滚动体				○		○	○							
10.磨损	滚道面·滚动面·挡边·滚子端面		○		○		○	○							
11.微动磨损	滚道面·滚动面	○	○	○			○	○	○			○	○		
	轴承内、外径·端面 （与轴承箱·轴的接触部分）		○	○					○						
12.伪布氏压痕	滚道面·滚动面	○					○	○					○		
13.蠕变	配合面		○	○		○	○*	○*	○			○			*间隙配合时
14.咬粘	套圈·滚动体·保持架		○	○	○		○	○	○	○		○		○	
15.电蚀	滚道面·滚动面		○*	○*											*借助滚动体通电
16.锈蚀·腐蚀	套圈·滚动体·保持架	○	○		○	○	○	○							
17.安装伤痕	滚道面·滚动面		○	○											
18.变色	套圈·滚动体·保持架					○	○	○							

本一览表汇总的是可能性较高的原因。

日本精工株式会社及在中国的分支机构

日本精工株式会社
地址：日本东京都品川区大崎1-6-3日精大厦　〒 141-8560
www.nsk.com
电话：0081-3-37797111
传真：0081-3-37797431

恩斯克投资有限公司
恩斯克（中国）研究开发有限公司
恩斯克（上海）国际贸易有限公司
www.cn.nsk.com
电话：0512-57963000
传真：0512-57963300

恩斯克（中国）销售有限公司
地址：江苏省昆山市花桥经济开发区恩斯克路8号　〒 215332

恩斯克投资有限公司北京分公司
地址：北京市朝阳区东三环北路5号北京发展大厦1906室　〒 100004
电话：010-65908161
传真：010-65908166

恩斯克投资有限公司天津分公司
地址：天津市和平区南京路183号世纪都会商厦办公楼46层4604室　〒 300051
电话：022-83195030
传真：022-83195033

恩斯克投资有限公司沈阳分公司
地址：辽宁省沈阳市青年大街286号华润大厦1101室　〒 110004
电话：024-23342868
传真：024-23342058

恩斯克投资有限公司长春分公司
地址：吉林省长春市人民大街3299号长春宏汇国际广场902室　〒 130061
电话：0431-88988682
传真：0431-88988670

恩斯克投资有限公司大连分公司
地址：辽宁省大连市中山区中山路136号希望大厦1805号　〒 116001
电话：0411-88008168
传真：0411-88008160

恩斯克投资有限公司南京分公司
地址：江苏省南京市汉中路89号金鹰国际商城22层A1座　〒 210029
电话：025-84726671
传真：025-84726687

恩斯克投资有限公司青岛分公司
地址：山东省青岛市市南区香港中路26号远雄国际广场802室　〒 266071
电话：0532-55683877
传真：0532-55683876

恩斯克投资有限公司广州分公司
地址：广东省广州市天河区珠江新城珠江东路28号越秀金融大厦1011-16室　〒 510620
电话：020-38177800
传真：020-37864501

恩斯克投资有限公司长沙分公司
地址：湖南省长沙市芙蓉区五一大道766号中天广场写字楼第10层第048室　〒 410005
电话：0731-85713100
传真：0731-85713255

恩斯克投资有限公司洛阳分公司
地址：河南省洛阳市涧西区西苑路副6号芳达商务酒店1108室　〒 471003
电话：0379-60696188
传真：0379-60696180

恩斯克投资有限公司福州分公司
地址：福建省福州市台江区鳌江路万达广场5A写字楼18层1810室　〒 471000
电话：0591-83801030
传真：0591-83801225

恩斯克投资有限公司武汉分公司
地址：湖北省武汉市江汉区云彩路198号泛海城市广场一期写字楼15层1512室　〒 430035
电话：027-85569630
传真：027-85569615

恩斯克投资有限公司成都分公司
地址：四川省成都市科华北路62号力宝大厦11栋11楼17号　〒 610041
电话：028-85283680
传真：028-85283690

恩斯克投资有限公司重庆分公司
地址：重庆市九龙坡科园四路288号申基索菲特商务楼612室　〒 400039
电话：023-68065310
传真：023-68065292

恩斯克投资有限公司西安分公司
地址：陕西省西安市南关正街88号长安国际中心B座1007室　〒 710068
电话：029-87651896
传真：029-87651895

日本精工（香港）有限公司
地址：香港尖沙咀广东道17-19号环球金融中心南座7楼705室
电话：00852-27399933
传真：00852-27399323

日本精工（香港）有限公司深圳代表处
地址：广东省深圳市罗湖区人民南路嘉里中心624-626室　〒 518001
电话：0755-25904886
传真：0755-25904883

昆山恩斯克有限公司
地址：江苏省昆山市经济技术开发区黄浦江南路258号　〒 215335
电话：0512-57715654
传真：0512-57715689

苏州恩斯克轴承有限公司
地址：江苏省苏州市苏州新区泰山路22号　〒 215129
电话：0512-66655666
传真：0512-66659138

东莞恩斯克转向器有限公司
地址：广东省东莞市城区莞龙路段狮龙路莞城科技园　〒 523119
电话：0769-22620960
传真：0769-23162867

张家港恩斯克精密机械有限公司
地址：江苏省张家港市省经济开发区振兴路34号　〒 215600
电话：0512-58676496
传真：0512-58180970

恩斯克八木精密锻造（张家港）有限公司
地址：江苏省张家港市省经济开发区振兴路34号　〒 215600
电话：0512-58676496
传真：0512-58180970

常熟恩斯克轴承有限公司
地址：江苏省常熟市东南开发区东南大道66号　〒 215500
电话：0512-52301111
传真：0512-52306011

恩斯克华纳变速器零部件（上海）有限公司
地址：上海市奉贤区环城西路2518号　〒 201401
电话：021-33655757
传真：021-33655252

爱克斯精密钢球（杭州）有限公司
地址：浙江省杭州市萧山经济技术开发区桥南区鸿达路189号　〒 311231
电话：0571-22801288
传真：0571-22801268

杭州恩斯克万达电动转向系统有限公司
地址：浙江省杭州市萧山区闻堰镇亚太路1833号　〒 311258
电话：0571-82314818
传真：0571-82486656

沈阳恩斯克精密机器有限公司
地址：辽宁省沈阳市沈阳经济技术开发区十五号街7号　〒 110141
电话：024-25505017
传真：024-25326082

沈阳恩斯克有限公司
地址：辽宁省沈阳市沈阳经济技术开发区十五号街5号　〒 110141
电话：024-25505017
传真：024-25505017+5200

合肥恩斯克有限公司
地址：安徽省合肥市高新区柏堰科技园创新大道89号　〒 230088
电话：0551-68562811
传真：0551-68562928

未经许可不得翻印

随着技术进步和产品改良，本样本中所登载的内容，包括产品外光、规格型号等可能有所改变。样本在制作过程中为确保内容的正确，经过认真的校对。但如果由于疏漏、误刊给您带来损失，我们不负责任。