

密封

小密封大作用

轴用轴承的径向密封不严可能导致机床或设备停工，严重时会导致整条生产线的停产。而避免这种风险的方法就是：针对不同工业领域的需求，使用合适的径向密封圈。一个小小的密封圈体现了滚动轴承技术专家、密封技术专家和材料专家们的智慧和知识。

文 | Jürgen Kurth

原则上，密封元件（图 1）由增强环、橡胶外圈、弹性体密封内圈、弹性密封唇、密封刃口以及环形的螺旋弹簧组成。看似简单的结构设计中，蕴含着复杂的科学知识。因为在旋转环境中，密封件的密封唇内外两侧的接触角是不对称的，设备要求在进行不同圆周运动的同时保证严格的密封。

优质弹簧保证密封唇压紧力

为了保证严格的密封，SKF 公司把螺旋弹簧和弹性体密封内圈之间的性能匹配进行了优化，使密封圈可以补偿或平衡相对较大的同心度和同轴度误差。在这一优化了的结构设计中，螺旋弹簧同时还要保证密封唇具有合适的接触力。此外，SKF 公司还在其研发设计的 HMSA10 系列径向密封圈中加入了防护唇的设计，阻止外部污垢侵入对密封唇和密封刃口的功能造成不良影响。其与旋转运动表面构成了一种非接触式的密封缝隙。由于防护唇没有摩擦，也不会因摩擦而提高温度，因此用户可以获得更高的可靠性。

在密封唇处，由于弹性体内圈的预紧力和螺旋弹簧的作用会在轴上产生一定的接触力。预紧力是在装配过程中产生的：密封圈要安装到轴上，因此其内径尺寸需有所扩张。由密封唇的弹力和螺旋弹簧弹力合成的接触力是作用在轴上的径向力。这样就把“尖锐”的密封刃口“压扁”了，形成一个几百微米的接触面。此接触面的面积虽小，但却是完全环绕密封刃口的环形面

积，该接触面和相对较小的径向接触力对于 SKF 密封圈的长寿命有着决定性意义。

在保证不影响密封件使用寿命和安全可靠性的前提下，SKF 公司设计的密封唇和密封刃口能够在螺旋弹簧的帮助下将接触力分布施加在密封圈内侧。经过很短的磨合期后，与旋转轴接触的密封唇和密封刃口弹性体会出现粗糙的微观结构。这是由于接触力的非对称分布

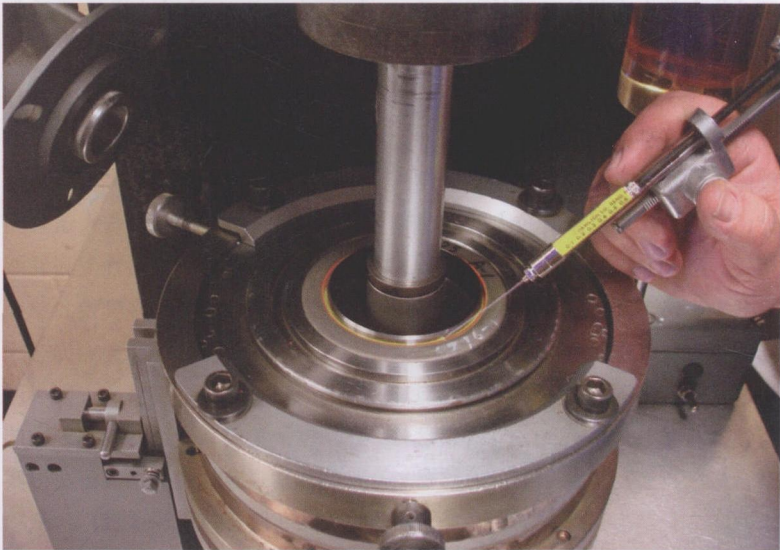


图 1 在不同的应用情况下轴用密封圈应阻止轴的泄漏。图示正在对密封圈的弹性性能进行测试

图2 密封唇和密封刃口结合内外两侧不对称的接触角（例如有同轴度误差时）仍能保证很好的密封效果

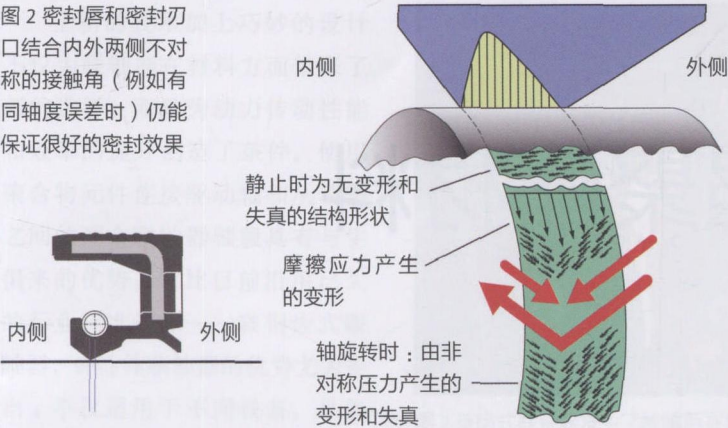
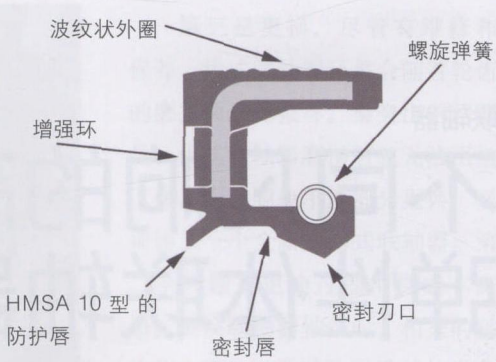


图3 HMS 5 和 HMSA 10 型轴用密封圈的结构

和相对运动引起的。经过这一变化后，大气压力会通过密封圈将密封介质压向设备内侧，这样就保证了更有效的密封（图2）。

总之，所有的改进措施只有一个目的，那就是保证被密封的介质不会溢出到密封区域以外，并且能够顺利地被输送到有润滑油脂的内侧。这样，密封唇就能保证旋转轴有充足的润滑介质且不会泄漏。SKF 密封件很好的完成了工业应用领域中的密封任务，同时也使自己在这一市场中占据了几乎无法撼动的地位。

材料耐受性取决于使用环境

为了使密封唇的密封刃口保证机床的轴在工作时能够进行有效的旋转运动，密封唇应在密封圈的整个使用寿命周期内保证足够的弹性。只有这样才能保证密封唇的密封刃口处有足够大的接触力。如何长久保障密封唇的弹性？这取决于密封圈材料对实际接触的介质的耐受性和工作条件，如被密封介质的性能参数、工作温度、轴的圆周速度、表面质量以及密封系统所能承受的压力。

为了满足上述要求，SKF 公司在其研发的 HMS5 和 HMSA10 系列密封件的设计中重新启用了合成橡胶材料（图3）。合成橡胶的物理

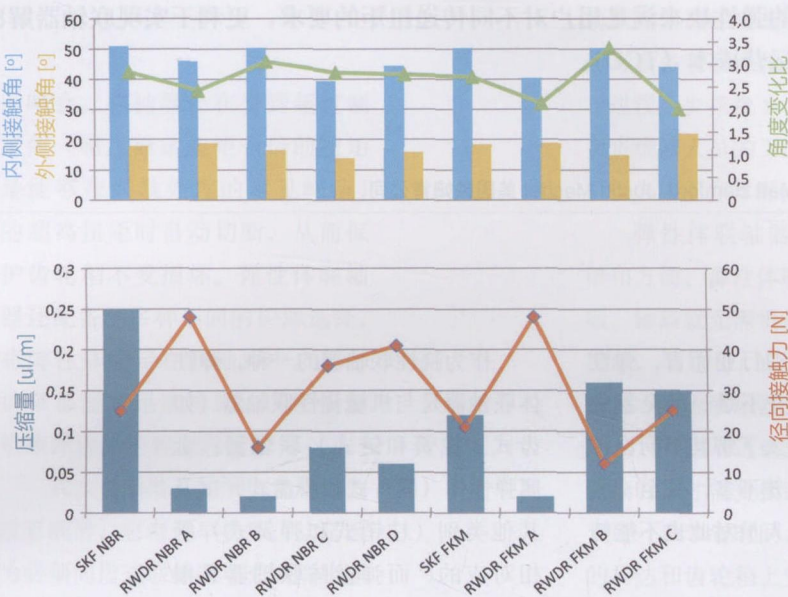


图4 不同密封材料的接触角、压缩量和径向接触力的比较

性能可以通过不同功能的添加剂进行调节，以满足用户对密封件的不同需求。

基于对合成橡胶材料多年研究的结果，SKF 公司开发了丙烯腈 - 丁二烯橡胶（NBR）材料。该材料不仅拥有很好的耐油性，而且拥有更好的弹性和耐磨性，被广泛应用于工业领域中。已经完成的比较试验证明：这种合成橡胶材料有着很好的检测数据，例如在径向接触力、密封刃口的压缩量及压缩比等参数的检测对比中都有良好表现（图4）。

氟橡胶可在高温环境中使用

除了 NBR 类的合成橡胶，SKF 公司还研发生产了适合于制造轴用密封圈的氟橡胶（FKM）。这种氟

橡胶的最大特点是耐高温，有着比 NBR 合成橡胶更好的耐矿物油和合成油、润滑脂、碳水化合物、燃料、防火液压油、有机稀释剂和化学品的性能。但氟橡胶 FKM 不能抵抗热水、蒸汽、极化溶剂、乙二醇基的制动液以及低分子的有机酸。

在选择密封件时，需考虑多种变量因素，才能获得最理想的解决方案。因此，SKF 公司也为用户提供正确使用轴用密封系统的应用技术咨询服务。这一技术咨询的基础是跨专业的工程技术知识、几十年积累的工业实践经验和最新研发成果的有效信息。用户可以从 SKF 公司得到所需要的一切——关于体积小但作用大的密封圈的一切。MM