



Vacrodur

性能绝佳、运行可靠的材料 (X-life)

采用 Vacrodur 制成的 X-life 主轴



采用 Vacrodur 制成的 X-life 高速主轴轴承

在最恶劣的工作条件下，也能确保极佳的轴承使用寿命

在机床领域，创新的主轴驱动必定会为实现生产率的持续提高做出重要贡献。此外，它们还会在维持最低运营和维护成本的同时，满足不断增长的性能需求。

主轴轴承的要求

在主轴损坏导致故障的所有情况中，很大一部分要归因于主轴轴承，而这主要是由磨损或碰撞造成的。造成损坏的其他原因包括润滑不足和污染。

为了提高生产率并减少停机时间，主轴轴承必须在以下方面满足不断提高的要求：

- 速度水平
- 热稳定性
- 承载能力
- 润滑条件。

解决方案 — Vacrodur

舍弗勒开发了采用创新材料 Vacrodur 制成的主轴轴承。经证明，Vacrodur 能够在最恶劣的条件下大幅延长主轴轴承的使用寿命，并且显著降低运营和维护成本。

因此，与现有解决方案相比，它可以实现极为稳健的主轴驱动，从而有助于大幅降低成本（如 图 1 所示）。

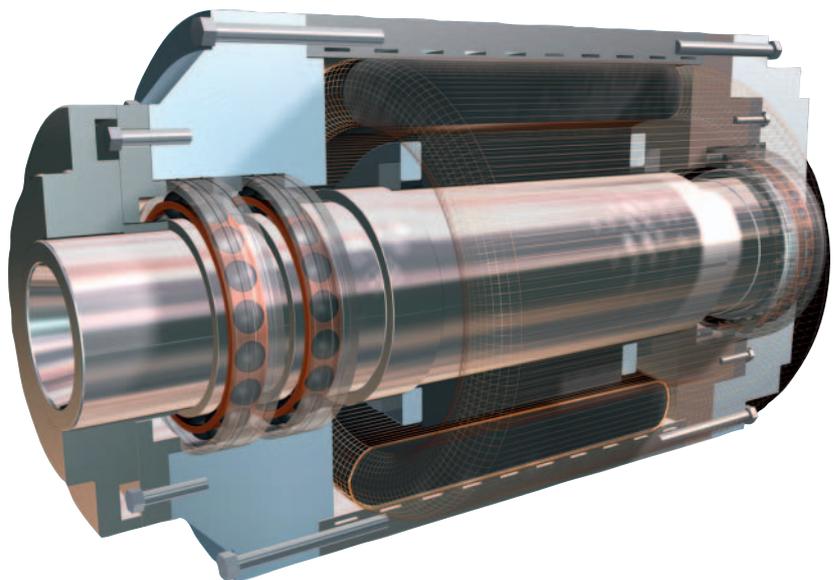


图 1：电主轴

Vacrodur 的特性与优势

Vacrodur 材料采用的合金概念以及相关的特定生产工艺，确保其在主轴轴承领域拥有出色的应用特性。

- 这种材料基于粉末冶金生产工艺，具有优异的均质特性，所以造就出高品质部件（如 图 2 和 图 3 所示）。
- 通过多级热处理，该材料获得了超过 65 HRC 的极高硬度。在润滑油污染情况下，这可以减少外来颗粒物碾压造成的初始损坏。
- 高硬度源于均匀的材料结构，这种结构不但具有坚韧的材料基质，还包含大量均匀分布的精细碳化物。这些碳化物还赋予 Vacrodur 出众的耐磨性。

- 热处理工艺的另一个优势是为 Vacrodur 带来热稳定性。与传统的轧制轴承钢不同，Vacrodur 热稳定性的提高不以牺牲硬度为代价。它可承受高达 +400 °C 的极高应用温度而保持稳定。特别是在润滑不足或润滑完全失效的情况下，Vacrodur 轴承的稳健性尤为突出。这种不良工况通常与滚动接触温度显著升高有关，并可能对结构和尺寸的变化产生热影响而 Vacrodur 轴承截然不同，其热稳定性增添了一层安全裕度，防止主轴出现故障。



图 2 : 100Cr6



图 3 : Vacrodur

Vacrodur 性能比较 – 试验证明，在混合摩擦条件下，使用寿命大幅延长

之所以能够延长使用寿命，源自 Vacrodur 优异的滚动接触强度。借助 Germanischer Lloyd 认证的程序，舍弗勒可以证明 Vacrodur 具有比标准轴承钢更高的承载能力。如图 4 所示，在混合摩擦条件下的额定寿命测试中，Vacrodur 的额定寿命至少增加了 25 倍。

Vacrodur 性能比较 – 试验证明动态承载能力大幅增加

额定寿命测试表明，在弹流（EHD）润滑条件下，Vacrodur 的额定寿命至少延长了 13 倍。因此，与 100Cr6 相比，其动态承载能力提高了 2.4 倍。

Vacrodur 性能比较 – 抗撞击压痕能力显著增加

碰撞失效是最常见的失效原因之一。由于 Vacrodur 的硬度很高，因此其稳健性远胜于 100Cr6。在测试中，极限接触压力显示高出 15%，如图 5 所示。因此，Vacrodur 主轴轴承的静态承载能力（ C_0 ）则要高 40%。

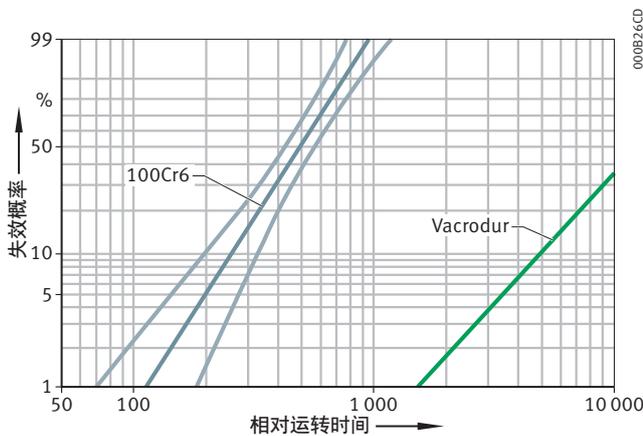


图 4：混合摩擦条件下的额定寿命

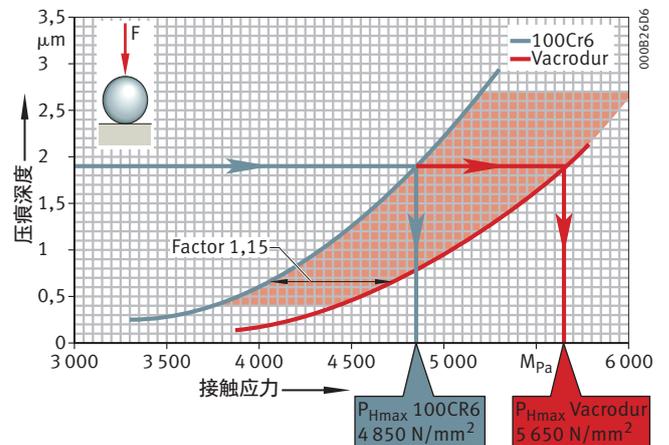


图 5：压痕深度与压力的关系

Vacrodur 性能比较 – 试验证明受污染时使用寿命大幅增加

润滑污染或污染物侵入是影响使用寿命的主要因素之一。即使在这些边界条件下，Vacrodur 也能显著延长使用寿命。如图 6 所示，在污染受控的状况下（即润滑油受到矿物颗粒限定程度的污染），测试表明 Vacrodur 的运行寿命几乎是之前的基准材料 Cronidur 的 25 倍。

Vacrodur 性能比较 – 试验证明，在边界摩擦条件下，抵抗粘着磨损 / 磨粒磨损的能力大幅提高

在主轴轴承应用中，十分不利的润滑状况可能伴随着轴承打滑及固体污染，这会对使用寿命产生负面影响。在这种情况下，粘着磨损和磨粒磨损机理有时明显缩短使用寿命。

Vacrodur 具有优异的特性，特别是兼具极高的硬度和良好的韧性，同时出色的合金成分和近乎完美的均质结构带来低附着倾向，这些特性在耐受粘着磨损和磨粒磨损方面起着决定性作用。

采用 Vacrodur 制成的 X-life 高速主轴轴承 – 在电主轴领域取得重大进展

在舍弗勒摩擦测试台架 FE8 的专用测试装置中，Vacrodur 材料展现出优于 100Cr6 标准滚动轴承钢的耐磨性。在边界摩擦条件以及极易磨损的高压工况下，舍弗勒对容易打滑的滚动轴承的钢材类型进行了比较。该测试方案专门采用容易打滑和磨损的典型工况，例如，电主轴承载周期中可能出现的工况。通过直接比较发现，Vacrodur 的耐磨性效果是完全令人信服的，在下面的图 7 中可以看到效果显著。

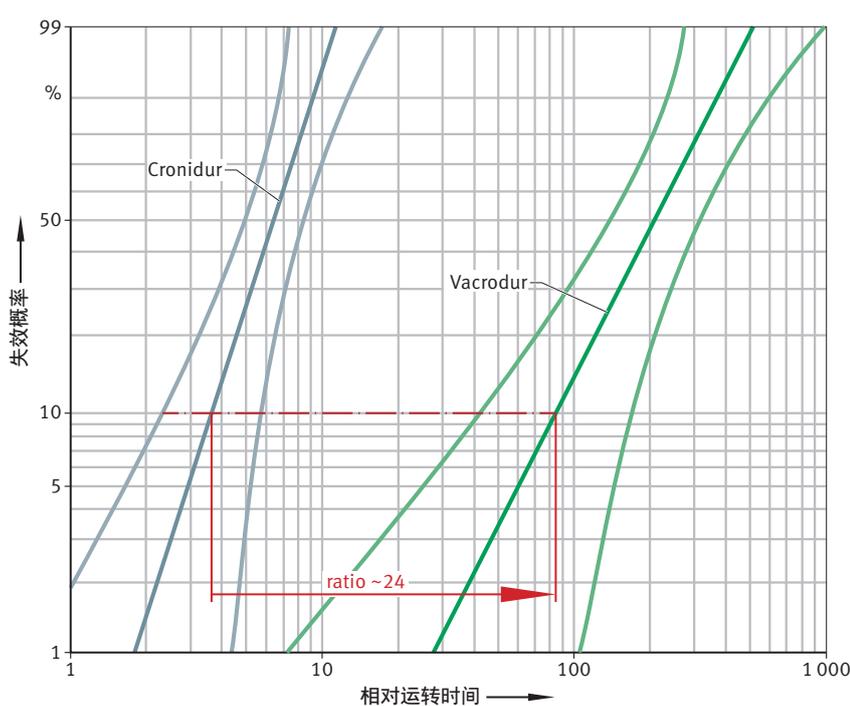


图 6: 受污染影响时的额定寿命

结果证明 Vacrodur 拥有优异的耐磨性，尤其是在易打滑和受污染的边界条件下，它是主轴轴承的首选。

由于性能优异，Vacrodur 制成的主轴轴承能够满足客户对使用寿命不断提高的需求，或者实现以前无法实现的加工量。

舍弗勒在新的 X-life 高速主轴轴承系列（VCM 系列）中采用了 Vacrodur 材料。

VCM 系列高速主轴轴承凭借优化的 X-life 内部结构，具有超高速性能，并且极耐温度快速变化工况。

同时，它们具有以前只能使用大尺寸滚珠的轴承才能实现的承载特性。

与传统主轴轴承相比，Vacrodur 材质的 X-life 高速主轴轴承在电主轴设计方面明显具有更大灵活性，能为客户提供大幅削减成本的机会。

与所有现有解决方案相比，使用 Vacrodur 主轴轴承可能会显著节约潜在成本，如 图 8 所示。

有关 Vacrodur 主轴轴承的更多信息，请参阅全新 X-life 高速主轴轴承系列的相应出版物。

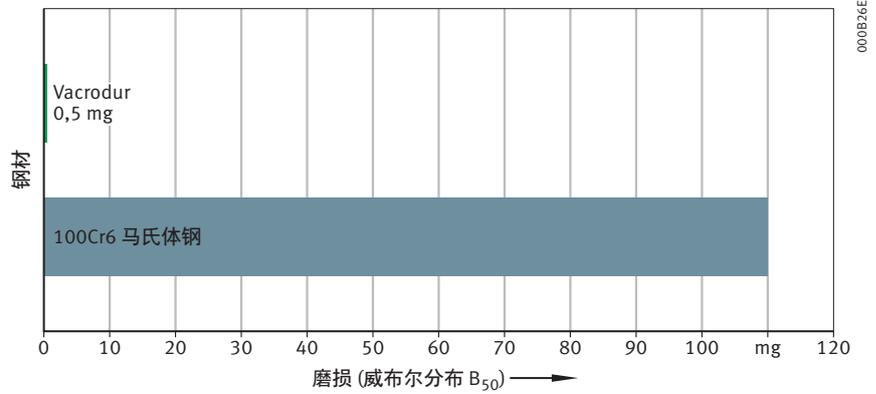


图 7：耐磨性比较

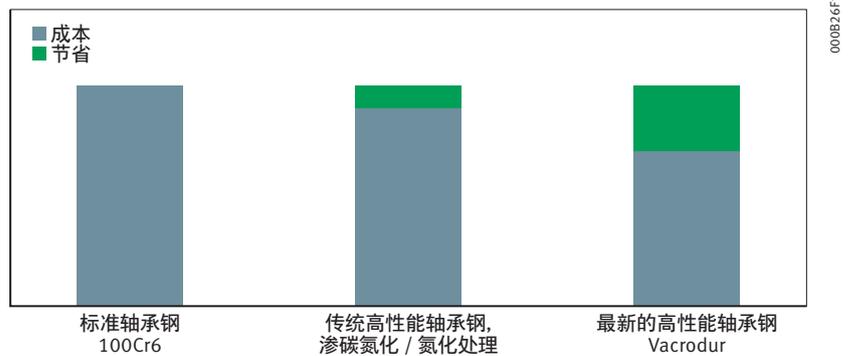


图 8：潜在成本节约比较

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

中国

www.schaeffler.cn

info_china@schaeffler.com

电话： +86 21 3957 6666

我们认真编制、检查了所有信息，但仍然不能保证 100% 无措。保留修改权利。因此请您始终检查是否有较新的信息或者变更提示可用。本出版物替代旧出版物中所有不同的信息。唯有征得我方同意，方可进行再版，也包括摘录。

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

SSD 41 / zh-CN / CN / 2021-03