



主轴轴承迎接延寿型风力涡轮机 润滑产品的未来

KLÜBER
LUBRICATION
your global specialist

主轴轴承润滑的创新解决方案

近年来，风能行业在技术、规模和负荷量方面都有了显著发展。而这些都意味着更加严苛的润滑要求，包括在恶劣条件下工作的能力、高载荷下的良好润滑性能、避免磨损及微点蚀损害等，在此不逐一赘述。我

们的主轴承润滑剂在过去二十多年中拥有出色的现场表现记录。本文将简要介绍一下克鲁勃创新润滑脂及其特点，以及克鲁勃润滑剂2024年的最新产品。

克鲁勃主轴轴承润滑脂

Klüberplex BEM 41-141 与 Klüberplex BEM 41-301

传统来说，人们都认为保持较高的Kappa系数（工作温度下润滑剂粘度与所需粘度的比率， $K=1$ ）便足以保障轴承的无故障运行。不过，在实际应用中，仍有案例表明即使Kappa值较高，轴承故障依然发生，这表明Kappa值或润滑剂粘度并不一定是出现故障的唯一原因。重要的是确保形成良好的润滑膜，具有良好的回流性能，采用正确的添加剂，从而造就持久的摩擦膜，保护表面免于受到损害。克鲁勃主轴轴承润滑脂设计采用特种添加剂和增稠剂，能够带来以下优越性能。

- 即便在极高负荷下也具有卓越的耐磨保护能力
- 卓越的润滑膜形成和回流行为
- 优异的抗微点蚀性能

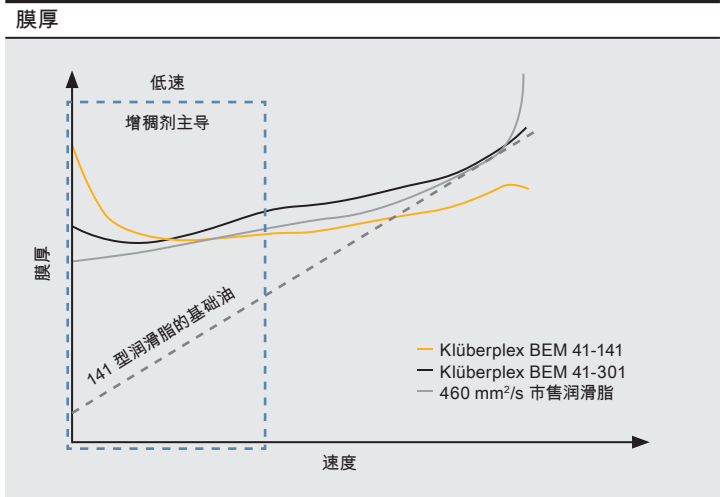


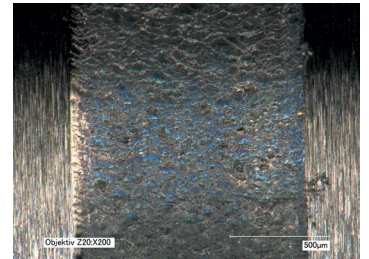
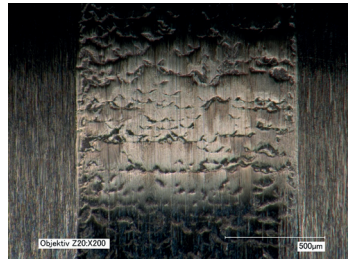
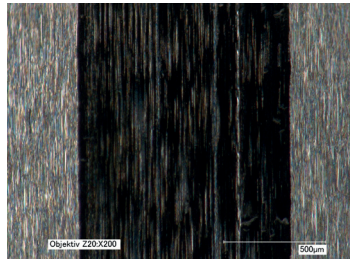
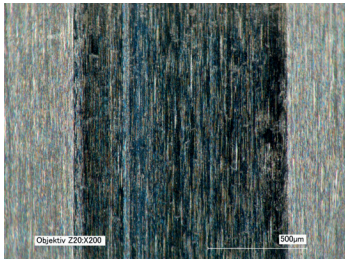
图1. 克鲁勃润滑脂在低速条件下形成更厚的润滑膜，优于代表性的市售460mm²/s润滑脂

无微点蚀

无微点蚀

有明显微点蚀

微点蚀升级至宏观点蚀



Klüberplex BEM 41-141



Klüberplex BEM 41-301



市售460 mm²/s 润滑脂 1
(非 克鲁勃品牌)

市售460 mm²/s 润滑脂 2
(非 克鲁勃品牌)

图2. 克鲁勃润滑脂与其他市售润滑脂的抗微点蚀性能。克鲁勃润滑脂显示无微点蚀形成，其他市售润滑脂显示有明显微点蚀或宏观点蚀

2024年新型救援润滑脂——一次全新且必要的范式转变

Klübersynth BEM 48-1501

- 为主轴承受损的风力涡轮机提供一站式解决方案
- 允许运营商在不产生电力和经济损失的情况下运行风力涡轮机

这款润滑脂专为已受损的轴承而设计，令运营商拥有充足时间更换受损轴承，延长其使用寿命直至进行计划性维护。多家运营商和维修公司对该产品的现场试用均证明了非常积极的效果。

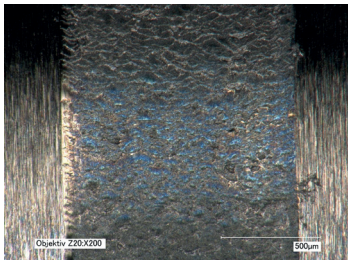


图4. 使用市售460 mm²/s 润滑脂在运行400万次循环后的可见受损。如果不采取纠正措施，受损将如图中所示进一步扩大，导致灾难性故障。



图5. 市售460 mm²/s 润滑脂经200万次循环后早期检测到的轻微损伤

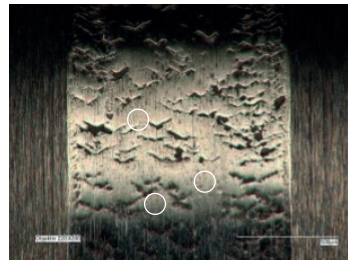


图6. 将市售460 mm²/s 润滑脂替换为50%克鲁勃救援润滑脂。600万次循环之后该部件同一位置拍摄的图像

图5和图6中白色圆圈标示了在200万次循环后无裂痕产生的区域。即使在600万次循环后，依然没有出现裂纹。救援润滑脂阻止了新裂纹的形成。

有一家运营商最初决定使用救援润滑脂让受损轴承继续运备两个月，将至在计划维护期间进行轴承更换。不过，目前他们决定继续使用原轴承运行约一年时间，这是因为这款救援润滑脂性能出色，阻止了磨损的进一步加重，帮助运营商在不造成财务损失的情况下继续运营涡轮机。

如果您希望进一步了解我们的创新润滑剂解决方案，请随时联系我们。

Victor Sun
victor.sun@klueber.com