



## 可持续性和性能的完美融合

高性能润滑剂——从现在开始，给予大自然更多尊重

**KLÜBER**  
**LUBRICATION**  
your global specialist

陆地风力发电站的空间和选择较为有限，所以在海洋深水区建设大型海上风力发电站的趋势也就不足为奇了。然而，像海洋这样的生态敏感地区需要我们格外关注，因为泄露风险始终难以消弭。因此，将对环境的负面影响降至最低就显得尤为重要。

克鲁勃润滑剂正好派上用场。凭借我们的润滑技术和在其他敏感行业的从业经验，我们开发了生物可降解的特种润滑剂，助力提高整个风力涡轮机运行的可持续性，且不影响性能。

我们的润滑剂不仅有助于更好地保护海洋环境，而且对公司来说更具成本效益，事实证明，它们可以延长机器的运行时间，同时减少因维护流程而造成的停工。我们的生物润滑剂轻松通过了各项测试，有效验证了我们的解决方案具有出色性能。

### 生物可降解性——海上行业的新趋势

可持续发展是这十年的首要主题，在不久的将来也将成为风能市场发展的主导因素。各企业的目标是建设零排工厂（零废弃物和零二氧化碳排放），而实现这一目标需要价值链的各个环节共同努力。这也就涉及到所用润滑剂的生态兼容性。

在一些国家和地区，润滑剂如果在生态敏感地区使用，除了生物可降解性外，还需要满足其他要求。

正因如此，经济合作与发展组织（OECD）对生物可降解性的标准进行了统一，这也合情合理。这些标准还成为了法定要求和生态标签（如欧洲生态标签）的关键要素。全面的毒理学和水生毒理学分析对这些标签的要求加以补充，确保脆弱的生态环境得到最大程度的保护。

而这些要求迟早也会覆盖到海上风力发电站。一方面，如今二氧化碳排放税等法规已然出台，未来碳税可能还会提高，市场和行业需要为可持续性较差的润滑剂的额外加价做好准备。另一方面，各国可能会出台新的条例，对非生物可降解的润滑剂在海洋环境中的用量做出规定。



产品	在风力涡轮机中的应用	是否符合船舶通用许可 (VGP) 的环保润滑剂 (EAL)	其他环境注册认证	生物可降解性符合OECD 301 F标准 (28天内)	可再生原材料比例
Klüberbio LG 39-701 N	偏航驱动 (齿轮) 和偏航轴承 (仅滑动轴承)	是	OSPAR委员会	≥ 60%	≥ 90%
Klüberbio BM 32-142	变桨轴承	是	 自2023年起	≥ 60%	≥ 80%
Klüberbio LM 2-22, 2-32, 2-46	液压系统	是	-	≥ 60%	无数据

表1: 我们现有生物可降解润滑剂产品系列概览 (用于风力发电领域)

为了顺应未来要求,使用可持续润滑剂将成为涡轮机制造商和风力发电站运营商的必然选择。生物可降解润滑剂主要由可再生原材料组成,有助于在风力涡轮机的制造过程中实现资源节约型生产。而且风力发电站运营商可使用生态兼容的润滑剂有效彰显企业责任感,一旦发生泄漏,这些润滑剂也能减少有害的潜在排放。

我们不得不设想,符合OECD 301的润滑剂生物可降解性测试方法将来也将适用于风力发电行业,即便是非强制性的。

## 十年深耕船舶工业润滑剂

迄今为止,尚未出台要求在风力发电领域使用环境可持续的润滑剂的具有约束力的相关法规。不过,预计此类法规迟早会推行。在这方面,我们受益于自身在船舶工业的长期经验,我们拥有严格的规章和检查规程,与风力发电行业有许多相似之处。

克鲁勃润滑剂利用这一经验开发了用于偏航轴承、偏航齿轮和变桨轴承的生物可降解产品,这些产品将高性能和环保特性完美结合。

克鲁勃润滑剂公司凭借其产品系列,为海上市场提供独特的、生态兼容的润滑解决方案,这些解决方案已用实力在同类行业中证明了自身价值,可提供出色的性能参数。

## 海上风力发电站——当前大型风力发电站存在的问题

海上风力发电站的运营商正面临以下具体挑战:

- ▶ **高磨损:**公海上的风力涡轮机暴露在特殊的作用力和极端天气条件下,所承受的一些高负荷是由海上强风导致的,进而会产生严重的磨损。
- ▶ **维护需求:**海上风力发电站的维护和维修成本高达总成本的25%,这很大程度上源于海上变幻莫测的天气和条件。
- ▶ **海洋环境的污染:**海水和微生物会腐蚀海上风力发电站的结构元件,引发损坏,导致泄漏。泄漏的油和油脂会污染海洋环境。

为了帮助客户应对这些挑战,克鲁勃润滑剂公司提供生物可降解且获得生态标签认证的特种润滑剂,这是打造可持续、经济高效且环保的海上风力发电站的一体化解决方案。

## 克鲁勃润滑剂公司为风力涡轮机开发生物可降解润滑剂

克鲁勃润滑剂为海上应用提供三种生物可降解的特种润滑剂 (见表1)。

凭借这些产品,我们提供三种高性能的生物润滑剂,将为环境和您的公司带来回报:

- ▶ **延长运行时间:**高性能Klüberbio润滑剂显著减少磨损,帮助海上风力发电站更快收回成本并不间断发电,从而提高效益。

► **运行过程中再润滑:** Klüberbio 润滑剂可在运行过程中再润滑。发电不间断, 避免因维修停工而造成的经济损失。

► **对海洋环境提供可持续保护:** Klüberbio 润滑剂具有与标准润滑剂相同的性能, 但更环保。它们由生物可降解原料制成, 如葵花籽油或特殊酯类。

我们将在下文中详细展示上述两种产品和一些选定的测试结果。我们的总体目标是让一种润滑剂兼顾生物可降解性和高性能。

## Klüberbio LG 39-701 N 的测试结果

### a) 应用: 偏航齿轮

我们的新型 Klüberbio LG 39-701 完美结合可持续性和高性能, 经过了大量测试的验证。FZG 的多次测试结果表明, 生物可降解产品实际上可以与传统润滑剂的性能相媲美。如果在 40 小时的测试运行后, 磨损仍然低于 40 mg, 则认为产品可提供极好的磨损保护 (见►图1)。



图2: 振荡摩擦磨损测试仪 (SRV) 分别使用 Klüberbio LG 39-701 N 和生物可降解竞品后的运行情况。

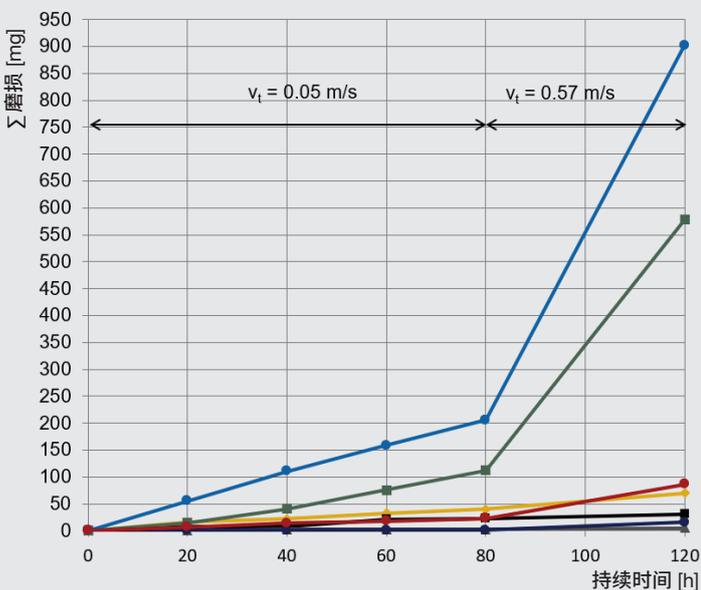
### b) 应用: 偏航轴承 (滑动轴承)

开始时无峰值负荷 (0-500 m 距离之间), 因此启动阻力更小: 与竞品相比, Klüberbio LG 39-701 N 能够显著降低能耗, 减少负荷, 从而降低部件的机械应力, 减少滑动轴承的磨损, 尤其是在偏航运动的第一阶段 (见►图2)。

磨损程度	每个测试部件的磨损总量 (40 h)	磨损程度	每个测试部件的磨损总量 (40 h)
低	< 40 mg	High	< 400 mg
中	< 170 mg	Very high	> 400 mg

- ◆ Klüberbio LG 39-701 N
- Klüber GRAFLOSCON C-SG 0 ULTRA
- ▲ Klüberfluid C-F 3 ULTRA
- Klüberplex AG 11-461
- 竞品 NLGI 1, 生物可降解
- 竞品 NLGI 2, 生物可降解
- Klüberbio AG 39-602

图1: 磨损更少: 该图显示了 FZG 多次测试运行的结果。克鲁勃润滑剂公司的各种润滑剂的运行时间和磨损情况与克鲁勃旗下的传统产品和其他制造商的产品进行对比。



## Klüberbio LM 2的测试结果

### 应用: 液压系统

风力涡轮机的液压系统是具有一定风险的应用, 其中泄漏风险尤为突出, 一旦发生泄露, 润滑剂也会随之排放到环境中。液压系统中的泄漏风险较高, 因为它们含有大量的高压液体。使用我们的产品可减少相应的污染风险。

Klüberbio LM 2符合EPA 2013 VGP附录A中规定的EAL要求。这款产品为完全生物可降解且无毒, 即便发生泄漏也能减少对环境的影响。它具有优异的粘温特性且倾点低, 有助于在极低温环境下启动液压系统, 因此可用于温度波动较大的液压系统。

ASMT D 2272-11的旋转氧弹法 (RPVOT) 试验结果显示, Klüberbio LM 2的氧化安定性明显高于基于不饱和酯的产品。因此, Klüberbio LM 2在应用中的使用寿命更长, 进而延长换油时间间隔。

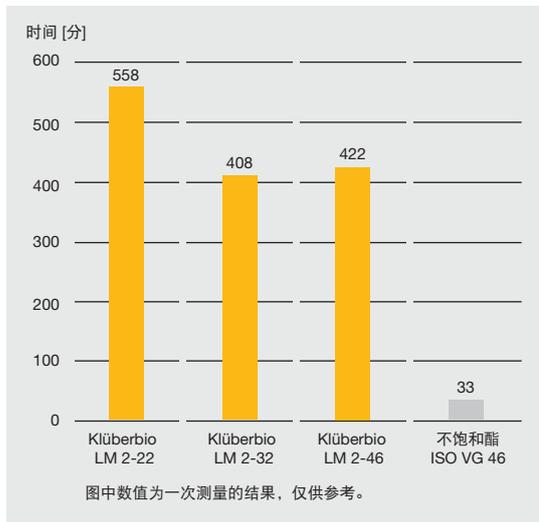


图3:  
根据ASMT D  
2272-11标准进行  
旋转氧弹试验。

### 图源:

封面图片 © FilippoBacci, www.istockphoto.com  
从第2页到 © Klüber Lubrication  
第4页 © luza studios, www.istockphoto.com

发布日期: 12月22日

出版商和版权

Klüber Lubrication München GmbH und Co. KG  
Geisenhausenerstraße 7, 81379 Munich, Germany, HRA 46624  
www.klueber.com



## 您值得信赖的合作伙伴, 为海上应用提供面向未来的润滑解决方案

克鲁勃润滑剂公司始终致力于自身的持续改进, 从2022年3月起达到EcoVadis“金奖”评级要求, 在这份根据环境标准合规情况、可持续采购和其他要求评定的榜单中名列前6%。

您是否希望彰显对环境保护的责任心, 同时又不想在海上风力发电站的效率和性能上做出妥协? 不妨选择我们的生物可降解且获得生态标签认证的特种润滑剂, 为未来的要求提前做好准备。我们的专家很乐意为您介绍我们润滑剂的各项优势。



克鲁勃润滑剂致力于为海上行业提供可持续的、高性能的解决方案。



▶ 别再犹豫, 快来联系我们吧。

Daniel Narnhammer  
全球业务团队风能主管

daniel.narnhammer@klueber.com

Klüber Lubrication München GmbH & Co. KG  
Geisenhausenerstraße 7  
81379 München  
德国