KLÜBER
LUBRICATION
克鲁勃润滑剂

your global specialist

高性能特种润滑剂
助力风电设备可靠运行

特种润滑剂可实现设备可靠运行和延长其使用寿命，
并在全球范围内提供可靠供应





特种润滑剂——一次投资，长期受益	3
更高性能，更低成本	4
更换润滑油：更换方式	10
适用于风机所有轴承的创新润滑脂	12
偏航开齿和变桨开齿的清洁解决方案	16
用我们的特种润滑剂进行优化配置	18
齿轮箱润滑剂	20
轴承润滑剂	22
开齿和滑环润滑剂	24

特种润滑剂——一次投资，长期受益

风力发电机及其部件需要在高负荷状态下运行。面对不断变化的高负荷、振动和多变的运行条件，设备必须足够可靠和坚固。再加上湿度和极端温度变化等外部因素，设备部件会受到严重影响。鉴于风力发电机的维护工作繁重，维护间隔较长，设备的无故障运行更加难以保障。

因此，无论是部件的初始润滑，还是运行过程中的再润滑，选择正确的润滑剂都至关重要。

毕竟，每个设备部件要想可靠运行都离不开润滑剂。风力发电厂主要使用润滑油和润滑脂。主要润滑点是主齿轮箱、机舱偏航齿箱、主轴承和发电机轴承、变桨和偏航系统。

润滑剂必须能够在宽泛的温度范围内长期提供可靠性能，而且还要具有抗压能力。对于操作人员而言，这些特性意味着润滑脂的再润滑周期更长，润滑油的使用寿命更长。

怎样才能确保风力发电机中的部件和设备可以承受较高的应力？

克鲁勃润滑剂始终致力于帮助您实现您的长期运营目标。我们与各个主要部件制造商和初始设备制造商紧密合作，不断寻求技术创新，力求实现更长的服务周期、更长的部件寿命和更可靠的运行。

您是否考虑过润滑剂对您的运营成本会产生怎样的影响？润滑剂本身的投资很小，但却会带来巨大的影响。

更高性能，更低成本

适用于在极端负荷条件下运行的高性能齿轮油

目前，风力发电机的尺寸不断增大，其齿轮箱的功率密度随之增加，齿轮承受的应力也在增大。经验表明，目前市面上的传统齿轮油通常不能满足齿轮箱运行中所需要的滚动轴承磨损保护、抗微点蚀性能、抗泡沫性能和低残留物以及粘度稳定性方面的苛刻要求。

为什么使用克鲁勃润滑剂的高性能齿轮油?

为了弥补现有产品缺陷，克鲁勃润滑剂研发了一种全新的齿轮油——Klübersynth GEM 4-320 N。

与传统润滑油相比，Klübersynth GEM 4-320 N具有良好的抗负荷性、抗老化性和低摩擦系数，可承受风力发电机齿轮箱承载的高负荷。它可以延长换油周期，降低功率损耗，并提高风力发电厂的能效。它提供出色的消泡特性和抗微点蚀保护，并且不含可能导致残留物形成的添加剂。此外，得益于其高剪切稳定性，Klübersynth GEM 4-320 N的粘度可保持在稳定水平。

Klübersynth GEM 4-320 N不仅能满足齿轮、滚动轴承和风力发电机制造商的要求，还能满足风力发电厂运营商的要求。

除了润滑油的粘度之外，其中的添加剂还可以可靠地保护部件免受微点蚀和刮擦损坏，从而延长齿轮的使用寿命。

微点蚀是一种常见于高负荷齿轮的磨损形式，一旦各部件的接触区域处于混合摩擦和不良的的特定滑动摩擦状态，则更容易产生微点蚀。表面附近的材料受到应力的影响，会形成微小裂纹。肉眼看上去，受损的齿面区域呈灰色。放大足够的倍数后，我们便能看到微小的层裂和孔隙。导致微点蚀产生的主要原因:

- 高负荷
- 齿轮转速低，导致润滑膜厚度减薄
- 不利的轮齿形状，导致齿面局部承受较高负荷
- 齿面粗糙
- 润滑剂选择不当

众多测试结果表明，我们的高性能齿轮油可满足齿轮制造商的要求

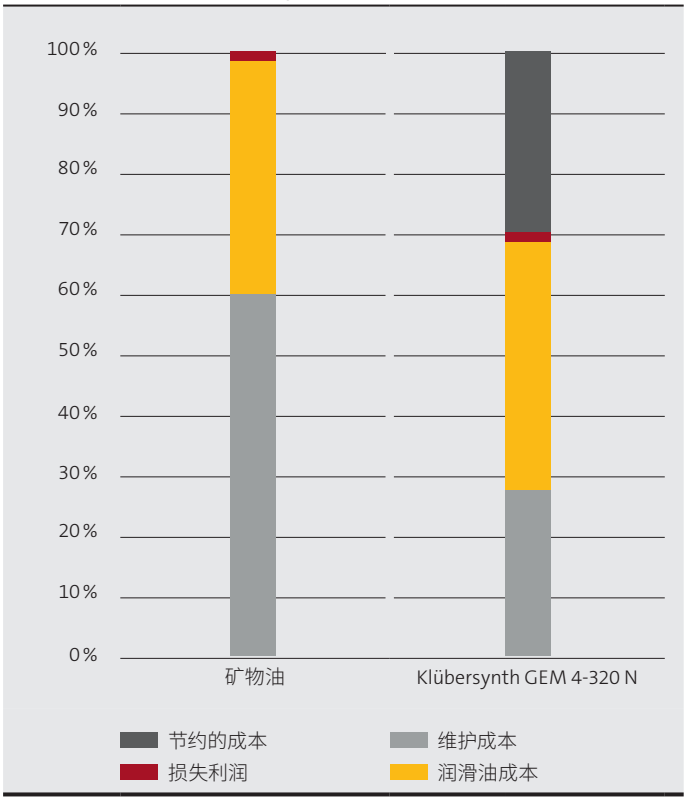
要求	Klübersynth GEM 4-320 N
润滑油，根据DIN DIN 51517-3标准	CLP HC
弹性体密封件兼容性，根据72 NBR 902标准	通过
弹性体密封件兼容性，根据75 FKM 585标准	通过
抗泡性，根据ASTM D 892标准	通过
Flender起泡测试	< 15 %
精细过滤	可能
抗微点蚀，60°C，根据FVA 54 IV标准	高
抗微点蚀，90°C，根据FVA 54 IV标准	高
FZG刮擦负荷测试，根据DIN ISO 14635-1、A/8、3/90标准	≥ 14
FZG刮擦负荷测试中的失效负荷阶段，根据DIN ISO 14635-1、A/16、6/90标准	≥ 14
FZG磨损测试，根据DGMK 377-01标准	低
FAG FE8磨损测试中的滚动体磨损，根据DIN 51819-3标准	< 2mg
FAG四步测试，适用于风力发电机齿轮箱	通过



挖掘节约潜能

下图列出了合成高性能齿轮油潜在的成本节约空间。考虑到润滑油成本、齿轮维护和齿轮效率，风力发电机的主齿轮在使用寿命内产生的平均成本如下:

成本对比: 矿物油，Klübersynth GEM 4-320 N



提高可靠性

抗微点蚀性能强，可帮助防止设备过早疲劳失效

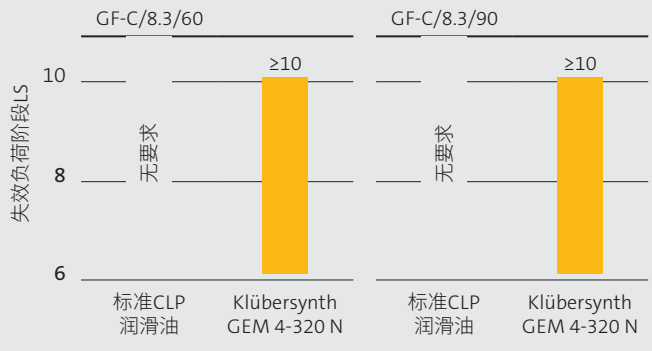
高负荷齿轮容易受到刮擦和微点蚀的影响。啮合区域内的高压和高温会导致轮齿受损，进而造成齿轮过早失效。如果齿面加工精度欠佳，或者齿轮承受冲击负荷、振动、高表面压力或高滑动摩擦，则更容易产生刮擦或微点蚀损坏。

微点蚀会改变齿面形状，这可能会影响啮合动力学并导致齿轮噪音变大。微点蚀引起的裂纹可能会进一步扩大，最终在齿面上形成点蚀。

Klübersynth GEM 4-320 N采用先进的添加剂配方，在按照FVA 54/7标准进行的分段测试中，负荷阶段≥LS 10（GFT-高），表明其具有良好的抗微点蚀性能。在相关的耐久性测试中，微点蚀现象的扩张得到抑制，表明该产品可长期提供出色的抗微点蚀保护。

Klübersynth GEM 4-320 N在90°C和60°C（通常情况下，风力发电机齿轮箱油的运行温度）下均表现出优异的抗微点蚀性能。

FZG微点蚀测试（结果）



更高性能，更低成本

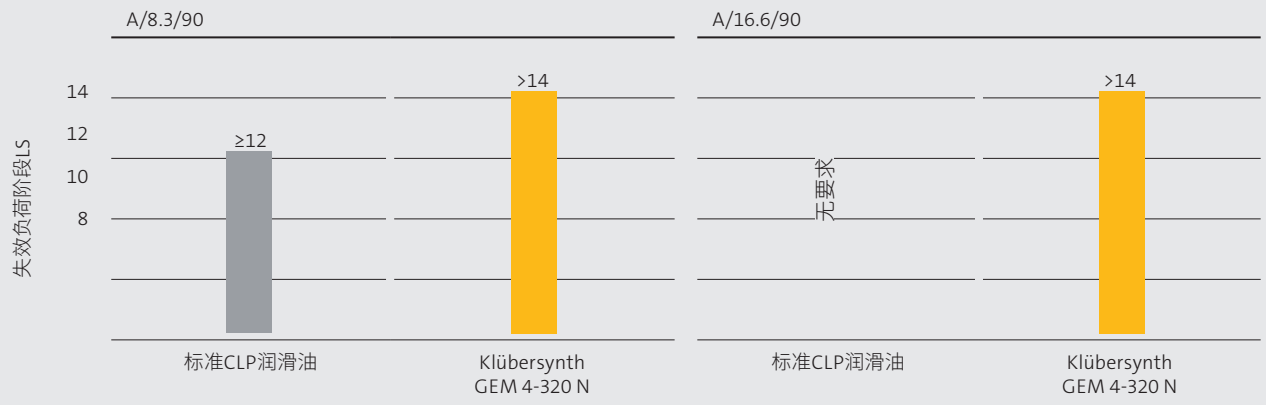
在实际应用中，即使使用具有高微点蚀承载能力的工业齿轮油，齿轮上也会经常出现微点蚀。这些润滑油只是在负载台架测试中呈现出良好的抗微点蚀性。

事实证明，含有性能更优添加剂的Klübersynth GEM 4-320 N可以在已受微点蚀影响的齿面发生反应，以防止微点蚀进一步扩大。

防止刮擦损坏

根据ISO 14635-1标准进行的FZG刮擦测试通常用于测试齿轮油防止刮擦损坏的能力。根据DIN 51517-3标准（适用于CLP油）和AGMA 9005/F16标准（适用于EP油），在FZG刮擦测试中达到≥LS 12负荷阶段是齿轮油的最低要求。克鲁勃润滑剂的齿轮油不仅满足该要求，并且在极端的冲击负荷条件下，也能在更高的刮擦负荷阶段和速度下提供保护。

成本对比：矿物油，Klübersynth GEM 4-320 N





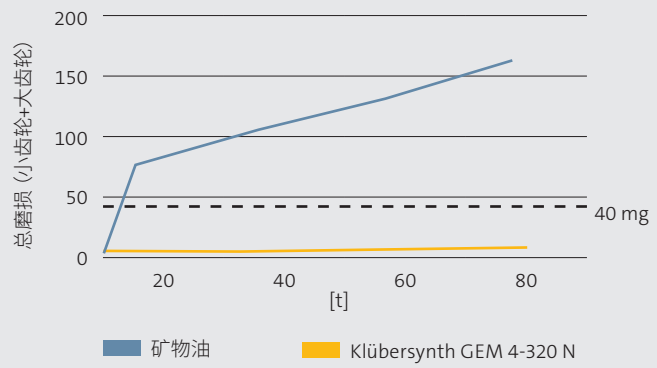
低速运动磨损

根据DGMK 377-01标准进行的低速磨损测试C/0,05/60/12可确定润滑油在混合摩擦和边界摩擦条件下的抗磨损性能。

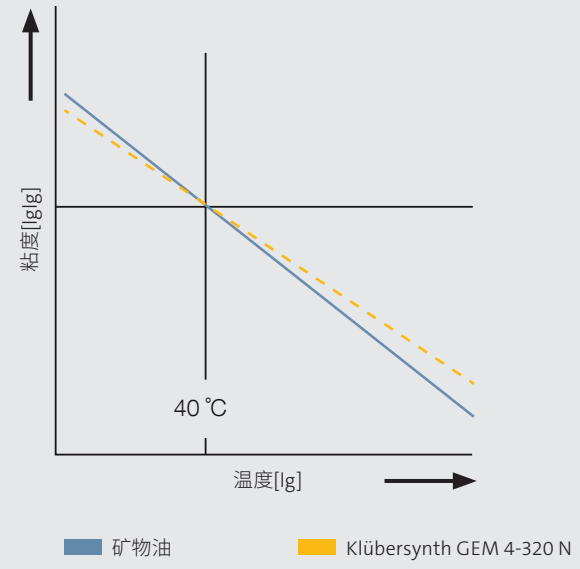
克鲁勃润滑剂生产的齿轮油通过了运行测试，磨损造成的材料损失小于40mg，属于“低”磨损类别，达到测试标准的最高等级。

在选择齿轮油时，粘度是至关重要的因素，因为它在很大程度上决定了润滑膜的形成。润滑油粘度越大，形成的润滑膜越厚，抗磨损、减震和抗刮擦性能也越强。粘度随着温度的升高而降低，但随着负荷的增大而升高。如果粘度过高，内摩擦会增大并产生大量热量，特别是在圆周速度较高的情况下。如果粘度过低，则会出现混合摩擦并导致磨损增加。

FZG磨损测试



润滑油的粘温特性



经过精心设计的基础油粘度能够长期保持在稳定范围，有助于延长齿轮箱的使用寿命

润滑油的性能很大程度上受其添加剂包及其粘度的影响。使用粘温特性更优异的合成齿轮油，可延长齿轮箱的使用寿命。

在不同的运行条件下，Klübersynth GEM 4-320 N的粘度均比主流的同类润滑油更稳定。

注意：
高粘温指数的润滑油可降低风力发电机在较低的外部温度条件下的启动难度，能够降低功率损失，并确保在高温下也能形成具有出色承载能力的润滑膜。

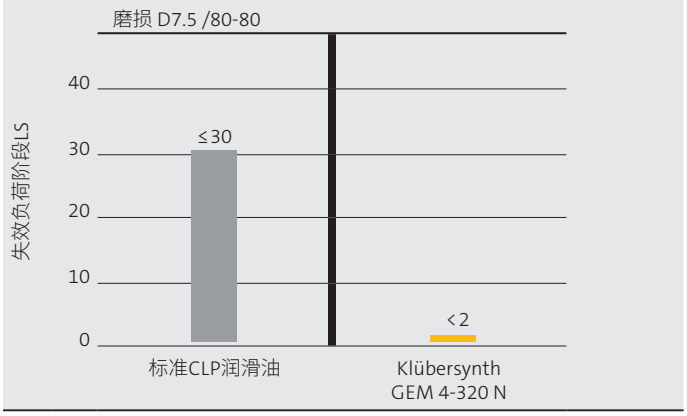
更高性能，更低成本

齿轮油也必须适用于滚动轴承

齿轮损坏通常与滚动轴承损坏有关。这解释了为什么润滑油制造商要证明自己的产品不仅适用于齿轮润滑，也同样适用于齿轮箱中的轴承。因此，DIN 51517-3标准包含了由轴承制造商FAG设计的FE8滚动轴承测试。这项测试旨在确定齿轮油的磨损保护性能，其结果是估算齿轮油对滚动轴承寿命影响的依据。Klübersynth GEM 4-320 N以优异成绩通过了FAG FE8磨损测试，证实了其抗磨损性能。

这些特性可以提高设备可用性并有望节省大量成本，让风力发电机的制造商和运营商同时受益。

成本对比：矿物油，Klübersynth GEM 4-320 N



与径向轴弹性体密封件的兼容性

漏油问题是齿轮箱面临的主要难题。传统的齿轮油经常无法完全兼容密封件的弹性体，这可能会影响密封性并造成泄漏。在科德宝集团的专项实验室中，克鲁勃润滑剂在动态条件下测试了其高性能润滑剂与多种材料的兼容性，最终的测试结果非常优异。

更长的齿轮油使用寿命

克鲁勃润滑剂的高性能齿轮油具有更长的使用寿命，使用这种润滑油后，OEM厂商可以采用维护要求更低的齿轮设计。风电厂可以减少更换润滑油和过滤器的频率，从而降低废油处理成本。因此，使用寿命较长的齿轮油是更为理想的选择。风力发电机润滑油的预期使用寿命超过20,000等效小时*，相当于大约6至8年的运行时间。目前，符合各项标准的常规润滑油并不能达到风能行业的要求。大量测试表明，我们的齿轮油不易发泡，因此可以进行精细过滤处理。

*等效小时数为输出功率除以标称功率。
例如：一台功率为1.5MW的风力发电机，每年供电4,200MWh，等效小时数则为2,800小时。



保障运行安全，更有效地防止白蚀裂纹（WECs）

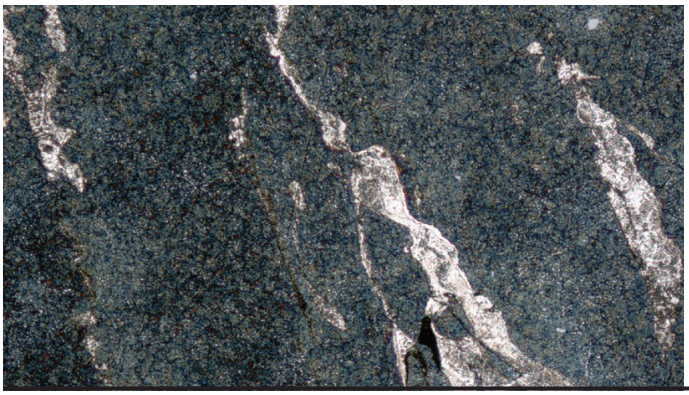
对于风力发电机所有者和运营商、轴承制造商和润滑剂配方设计师来说，白蚀裂纹是一种缩短设备寿命的失效形式。众所周知，白蚀裂纹现象由多种因素引起，包括负荷、滑移、电流、水、氢、材料杂质和润滑剂添加剂。

为了评估润滑剂在风力发电机部件中的安全性，克鲁勃润滑剂进行了深入研究和测试。这项大型研究结果表明，Klübersynth GEM 4-320 N中的添加剂可有效防止白蚀裂纹的形成。通过表面分析可知，这是因为Klübersynth GEM 4-320 N可在润滑表面形成一层牢固保护膜。

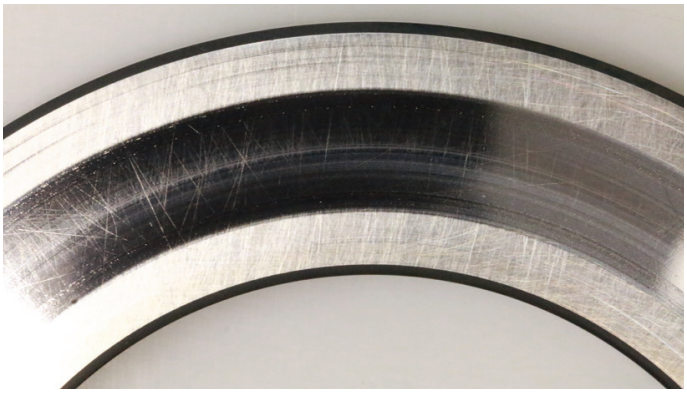
白蚀裂纹轴承测试：表面和次表面分析

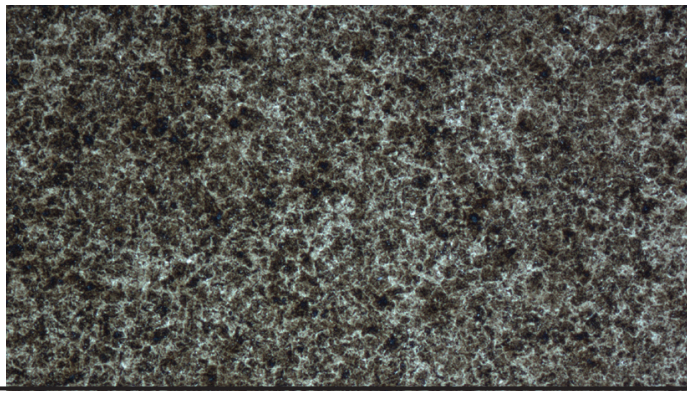
易形成白蚀裂纹的润滑油





Klübersynth GEM 4 N





更换润滑油: 更换方式

更换润滑油

由于润滑油的特性在某些操作和环境条件（例如老化、磨损和污染）下会发生变化，油润滑的齿轮箱需要不时更换润滑油。换油的目的是确保持续、可靠的润滑。如润滑油尚可使用，但不能满足当下的操作条件，则同样要更换。

在换油后，齿轮箱中总会残留一些润滑油。在很多情况下，齿轮箱中的残留润滑油必须被清除。简单的方法是冲洗齿轮箱。尽可能在油温较高时的情况下将其排放，即在齿轮停止转动后立即排放。通过后续的冲洗，可清除残留的润滑油。同时可使用没有毛边的布（不要使用羊毛产品）和橡胶刀来清洁贮油器和齿轮箱内壁。

更大的问题是，高度老化的润滑油会造成更难清理的沉积油污。这种情况下，必须使用清洁油，而且必须手动清洁所有可接触到的部件。Klüber Summit Varnasolv HV可用于清洁齿轮箱，将它添加到矿物油或PAO中，可快速溶解油污。排放约10%的齿轮油后，在注油口加注相同量的Klüber Summit Varnasolv HV。运行24到48小时后，可排出润滑油。剩余的残留润滑油可通过机械方式清除。

Klüber Summit Varnasolv HV清漆清洁剂

Klüber Summit Varnasolv HV（高粘度）是一种液体浓缩清洗剂，可用于溶解设备运行过程中产生的粘性残留物、清漆和积碳，并使它们悬浮在油中。

由于其足够高的粘度与风电机组齿轮油相近，Klüber Summit Varnasolv HV可以直接添加到润滑油中，以便在设备运行期间同步清洁齿轮。完成清洁后，排出废油，冲洗掉多余残留物，然后加注新鲜干净的润滑油即可。Klüber Summit Varnasolv HV与市场上大多数风力发电机使用的矿物油和PAO齿轮油兼容。



换油检查表——齿轮检查

清洁齿轮

- 在润滑油仍然温热时，排放润滑油
- 检查轮齿
- 更换滤油器
- 加注新润滑油
- 再次运行并停止齿轮
- 检查油位
- 如有必要，可采集油样检测

受污齿轮

- 排放大约10%的润滑油
- 加注Klüber Summit Varnasolv HV
- 正常运行齿轮40到60小时
- 在润滑油仍然温热时排放润滑油，包括装有油冷却器的设备
- 检查轮齿
- 更换滤油器
- 加注新鲜干净的润滑油
- 再次运行并停止齿轮
- 检查油位
- 如有必要，可采集油样检测

严重受污的齿轮

- 排放大约10%的润滑油
- 加注Klüber Summit Varnasolv HV
- 正常运行齿轮40到60小时
- 在润滑油仍然温热时排放润滑油，包括装有油冷却器的设备
- 加注冲洗油
- 在无负载的情况下运行齿轮约40到60分钟
- 排放冲洗油
- 检查轮齿
- 更换滤油器
- 加注新鲜干净的润滑油
- 再次运行并停止齿轮
- 检查油位
- 如有必要，可采集油样检测

适用于风机所有轴承的创新润滑脂

主轴承、发电机轴承、变桨轴承和偏航轴承的润滑脂

目前，风电厂运营商必须根据各种轴承的不同速度、负荷、尺寸和功能，频繁采购不同类型的润滑脂。风电厂的设备通常由不同制造商制造的不同型号的风力发电机组组成，因此运营商必须根据各制造商的建议选择相应的润滑剂。

这意味着运营商需要承担额外的物流、仓储和废脂处理成本，并长期面临着润滑剂混淆风险。由于大多数风力发电机均采用手动再润滑的方式，维修技术人员在维护发电机时必须随身携带各种润滑剂。而且在某些地区，也不一定能买到所有需要的润滑剂。

克鲁勃润滑剂公司的创新解决方案:
一个型号润滑脂适用于风力发电机中的所有轴承

如今，克鲁勃润滑剂提供由特殊基础油混合物和甄选添加剂包组成的单个润滑脂解决方案，可满足各种风力发电机轴承的不同要求：Klüberplex BEM 41-141是一种适用于在高负荷条件下运行的滚动轴承和滑动轴承的特种润滑剂。它专为以下润滑应用而设计：

- 风力发电机的主轴承，其转速慢，需承受高负荷和高振动。
- 高速运行且温度较高的发电机轴承的再润滑。由制造商完成的初始润滑，例如使用Klüberplex BEM 41-132/ Klüberplex BEM 41-141进行初始润滑。
- 变桨轴承和偏航轴承，它们同样在高负荷、高振动和高振荡运动下运行。

Klüberplex BEM 41-141满足当今轴承及风力发电机OEM厂商和运营商的要求。这款润滑脂的工作温度范围广，在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性，结合良好的油脂分布和析油特性，可确保风力发电厂无故障运行。

即使是在振动条件下仍具有良好的磨损保护性能，因此可延长轴承的使用寿命。Klüberplex BEM 41-141还有助于避免停机期间常见的设备故障，节省高昂的维修成本。这不仅能减少风力发电机停机次数，提高生产效率，还能帮助运营商降低维修成本、备件成本和废脂处理成本。Klüberplex BEM 41-141这一种润滑脂，能满足风力发电厂运营商的大多数润滑需求。这种适用性不仅可以消除润滑剂混淆风险，还可以简化存储和物流。

为什么Klüberplex BEM 41-141适用于所有轴承?

在研发阶段，我们便考虑到了各类轴承运行时的所有关键条件，所以Klüberplex BEM 41-141适用于风力发电机中所有轴承的润滑。我们还高度重视润滑剂在设备制动后处于静止和摇摆状态下的性能。这些运行条件极为苛刻，因为摩擦会在很长一段时间内集中在同一点上。Klüberplex BEM 41-141的稠度和基础油粘度经过精心设计，具有高效的析油特性，能够可靠地形成保护性润滑膜并均匀分布润滑脂。

Klüberplex BEM 41-141测试

为了满足轴承制造商和风力发电厂运营商的诸多要求，克鲁勃润滑剂在推出特定应用的润滑脂之前，都会对其进行各项测试。除了大量的静态测试外，我们还对Klüberplex BEM 41-141进行了特殊的动态滚动轴承测试，例如FAG　FE8滚动轴承磨损测试和SKF ROF润滑脂使用寿命测试。各项测试结果均表明，Klüberplex BEM 41-141可以满足风力发电机的润滑要求。

SNR-FEB 2滚动轴承润滑脂测试结果

克鲁勃润滑剂采用SNR FEB 2滚动轴承润滑脂测试仪，测定了微动磨损工况下的滚动轴承中润滑脂的抗磨损性能。由于该测试中的磨损模式类似于布氏硬度测试中产生的压痕，SNR FEB 2测试也被称为“伪布氏测试”。在这项测试中，测试人员对滚动轴承施加了8,000N的轴向负荷，相当于2,100N/mm²的赫兹压力，频率为24Hz，振荡角度为±3°。根据测试温度选择测试持续时间：-20°C低温下5小时，+20°C温度下50小时。为了更好地了解润滑脂在更广的温度范围内的性能，我们分别在-20°C和+20°C下进行了测试。

在+20°C下，Klüberplex BEM 41-141的磨损小于5mg；在-20°C低温下，其磨损小于10mg。两个结果均表明，Klüberplex BEM 41-141在风力发电机应用中具有出色的抗伪布氏压痕性能。



其他润滑产品1：超过磨损极限，因此必须在13.5小时后停止测试。



其他润滑产品2：超过磨损极限，因此必须在39.6小时后停止测试。



Klüberplex BEM 41-141完成50小时测试后的轴承样本。

克鲁勃润滑剂还为各种应用提供量身定制的产品解决方案：

- Klüberbio LG 39-701 N，一种润滑脂适用于两种应用：偏航开齿和滑动轴承
- 所有产品均可与市场上大多数风电行业产品混溶

适用于风机所有轴承的创新润滑脂

润滑脂的低温特性

风力发电厂在运行过程中经常会遭受巨大温差的影响。极低的温度条件对于风力发电机的运行尤为不利。电气元件、塑料和其他部件并非按照低于-10或-15°C的工作温度来设计的，一旦温度低于上述值，缺少寒冷气候套件保护的风力发电机通常会停止运转。即使发电机静止不动，滚动轴承润滑脂也必须能够承受如此大的温度变化。等到室外温度上升到适宜的工作温度范围内，风力发电机就会重新启动。加热系统通常有助于风力发电厂在低温下启动。启动时，滚动轴承润滑脂仍必须发挥其全部性能。为满足上述要求，润滑脂在获批上市之前需要经过大量测试。

润滑剂厂商通常采用标准化流动压力测试或低温扭矩测试（IP 186）来确定润滑脂的工作温度下限，并通过FE9滚动轴承测试仪（DIN 51821）或SKF-ROF测试来确定其工作温度上限。Klüberplex BEM 41-141的工作温度范围是由低温扭矩测试和SKF-ROF测试确定的，其上限和下限分别为150°C和-40°C。

工作温度下限是产品通过流动压力测试或低温扭矩测试的最低温度。然而，在该温度下，产品可能无法提供足够的润滑效果和磨损保护。为此，克鲁勃润滑剂增加了SNR FEB 2测试，以确定产品在-20°C下的磨损保护性能。

测试结果表明，Klüberplex BEM 41-132和Klüberplex BEM 41-141在较低温度下仍能提供优异的润滑性能和抗磨损特性。在此温度下，两种润滑剂取得了优异的轴承磨损测试结果，两者的磨损均小于20mg。

测试表明，Klüberplex BEM 41-132和Klüberplex BEM 41-141润滑脂均能轻松满足风能行业的温度要求，它们的工作温度下限低于润滑脂的标称值。即使在低于零度的温度下，润滑剂也不会发生任何变化，这意味着当风力发电机再次启动时，润滑脂依然可以正常使用。

此外，即便在低温下，Klüberplex BEM 41-132和Klüberplex BEM 41-141也具有较为优异的附着力，在寒冷环境中依然可以提供良好的润滑效果。克鲁勃润滑剂专门设计了一种弯条测试，这种测试是在低于润滑剂工作温度下限的温度条件下进行的，旨在验证润滑剂在低温下的附着力。

实际操作提示

更换不同的轴承润滑脂时的注意事项

全面的混合性测试表明，Klüberplex BEM 41-141可以与目前风电领域常用的轴承润滑脂混用，包括其他制造商的润滑脂。更换润滑脂前无需清洗轴承。但值得注意的是，Klüberplex BEM 41-141只有在不与其他润滑剂混合使用时才能发挥其全部性能优势。因此，在更换润滑脂时，我们建议使用Klüberplex BEM 41-141进行再润滑，一直加注，直到新鲜润滑脂从轴承排脂口中排出。

Klüberplex BEM 41-141是否与其接触的密封件兼容？

Klüberplex BEM 41-141与常用的弹性体密封件有着良好的兼容性。科德宝实验室的各项测试表明，与这种特种润滑脂接触后，弹性体的性能变化在可接受的范围内。测试持续时间为28天，温度为60°C。

Klüberplex BEM 41-141与各种密封材料的兼容性：

80 NBR B241	75 HNBR U467	85 NBR B248
良好	优异	优异

再润滑用量和再润滑周期

再润滑用量和周期由轴承制造商或风力发电机的OEM厂商确定。但性能优异的Klüberplex BEM 41-141可延长再润滑间隔，如果在发电机轴承上使用，可将再润滑间隔从三个月或四个月延长到六个月以上。这意味着运营商可以灵活安排再润滑时间，无需等到风向适宜时关停风力发电机，然后再进行维护。

用于风力发电机的清洁润滑脂，能可靠清除滚动轴承中的残留物

滚动轴承中的润滑脂硬化残留物是导致轴承温度升高的常见原因。针对风力发电机的发电机轴承和主轴承，克鲁勃润滑剂开发了Klübersynth BZ 68-400 S，这是一种适合此类应用的解决方案。这种清洁润滑脂专用于清除这类残留物，优化轴承润滑脂的更换工作。

以前，滚动轴承中的残留物必须由人工清理，额外增加了许多工作量。现在，Klübersynth BZ 68-400 S能在轴承运行时进行清洁。

我们希望Klübersynth BZ 68-400 S是一款通用型产品，所以在开发该产品时，我们非常关心它与其他基础油的兼容性。除了良好的清洁效果，Klübersynth BZ 68-400 S还能有效预防磨损和腐蚀。这样在清洁过程中，也能保护好滚动轴承。Klübersynth BZ 68-400 S能延长滚动轴承的使用寿命，大大缩短维护和停机时间。

Klübersynth BZ 68-400 S主要为风力发电机的应用而开发，也可用于清洗其他行业的多种滚动轴承。

偏航开齿和变桨开齿的清洁解决方案

偏航开齿和变桨开齿面临的主要问题是润滑剂可能会从齿面脱落。一旦脱落就会导致齿面润滑效果不足，并最终造成更严重的磨损。

克鲁勃润滑剂为偏航开齿和变桨开齿提供Klüberplex AG 11-462（NLGI 2级）和Klübersynth AG 14-61白色润滑剂。即使在-40°C的温度条件下，它们也能保持良好的润滑性能和高粘附性，因此可以可靠地保护轮齿免受磨损。润滑剂良好的附着力还可降低润滑脂用量并延长维护周期。

Klüberplex AG 11-462 和Klübersynth AG 14-61测试

盐水环境下的抗腐蚀性

在SKF Emcor测试中，克鲁勃润滑剂测试了Klüberplex AG 11-462和Klübersynth AG 14-61在合成盐水中的防腐性能。腐蚀程度≤2，证明防腐效果好。

承载能力

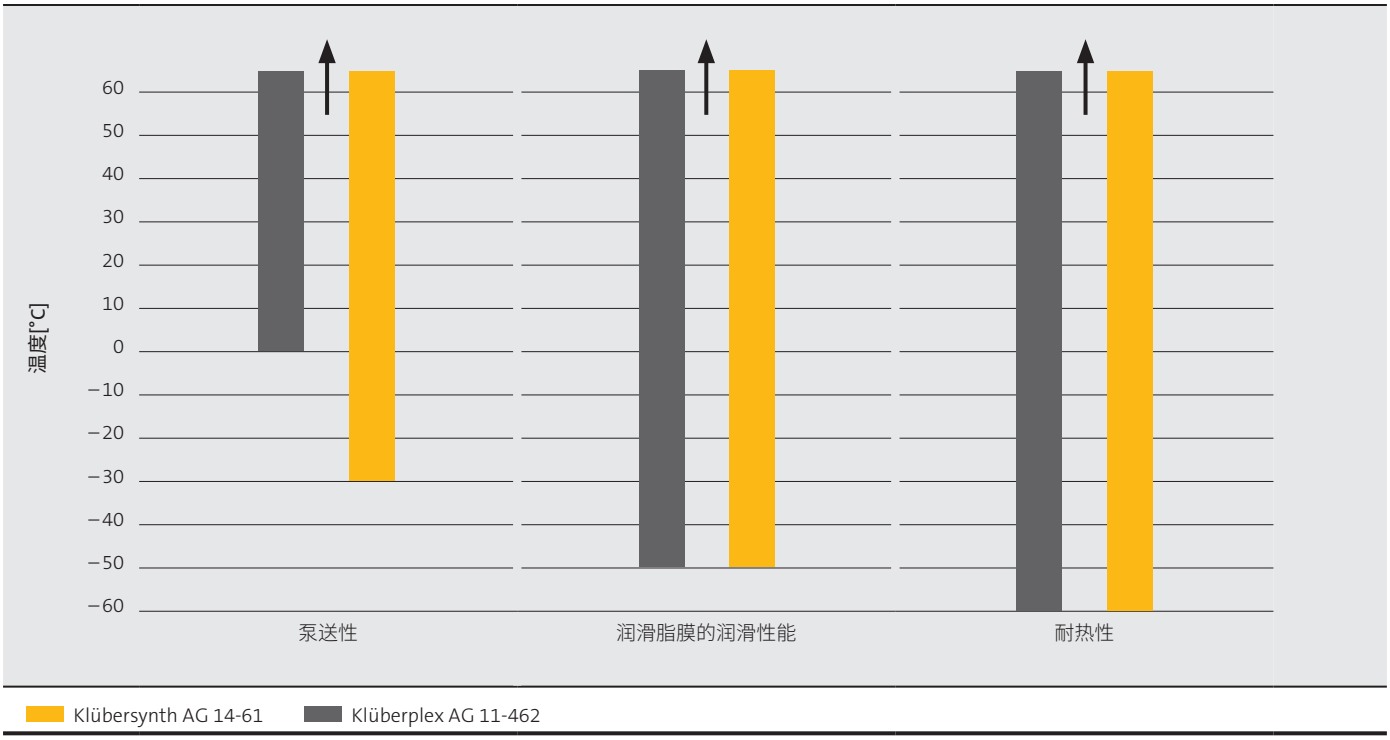
在FZG测试中，Klüberplex AG 11-462和Klübersynth AG 14-61均达到12级负荷阶段，表明这两种产品都完全满足齿轮润滑脂的要求。

低温性能

Klüberplex AG 11-462可以使用普通喷洒系统进行泵送，无需加热，可在低至约0°C的温度下使用，而Klübersynth AG 14-61的工作温度下限甚至更低，达到-30°C。

在克鲁勃润滑剂试验台架上进行的测试表明，两种产品在低温（-40°C）和高温下都具有良好的附着力。克鲁勃润滑剂在70°C的温度条件下测试了两种产品在垂直表面上的附着力，即便在48小时后，两款润滑脂都没有从表面上脱落。

良好的温度特性



实际操作小贴士

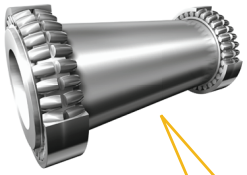
替换为Klüberplex AG 11-462或
Klübersynth AG 14-61时的注意事项

如果采用手动再润滑，即使之前使用了黑色润滑剂，也不必清洁驱动部件。如果采用集中润滑系统再润滑，则应在加注Klübersynth AG 14-61之前排空贮油器。请注意，这种特种的润滑脂只有在不与其他润滑剂混合使用时才能发挥其全部性能优势，任何润滑剂皆是如此。



用我们的特种润滑剂进行优化配置

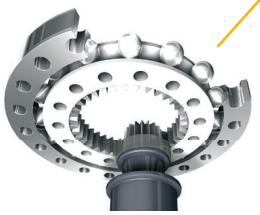
主轴承:
Klüberplex BEM 41-141

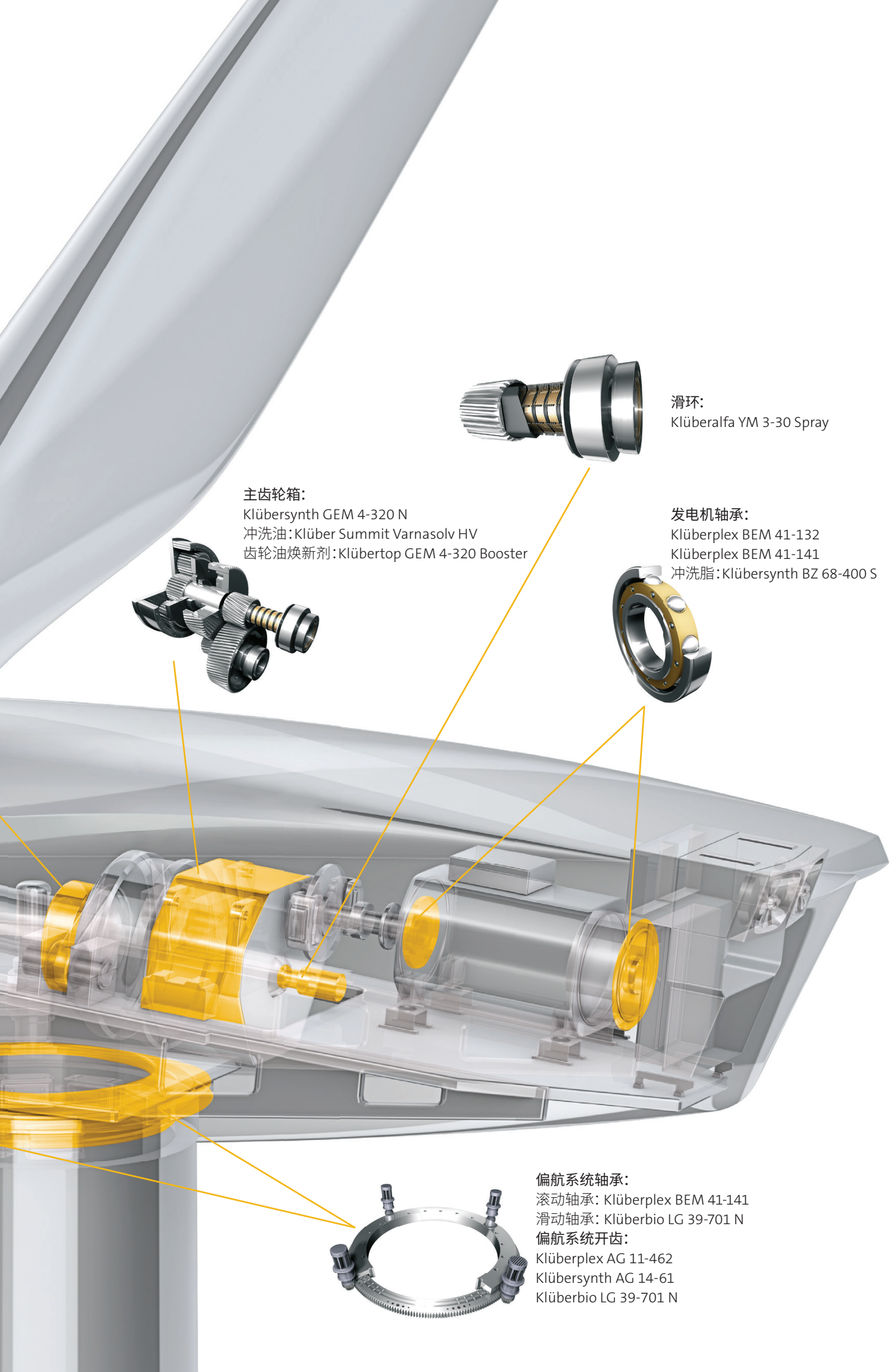


齿轮马达:
Klübersynth GEM 4 N



变桨轴承:
Klüberplex BEM 41-141
变桨开齿:
Klüberplex AG 11-462
Klübersynth AG 14-61





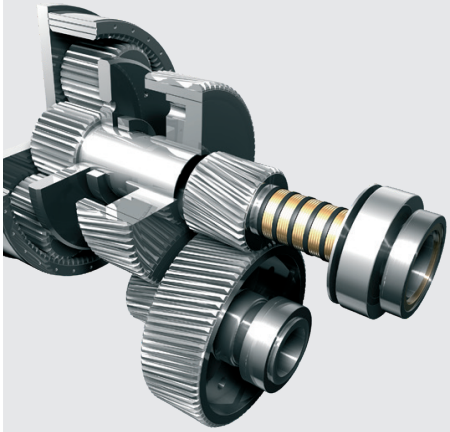
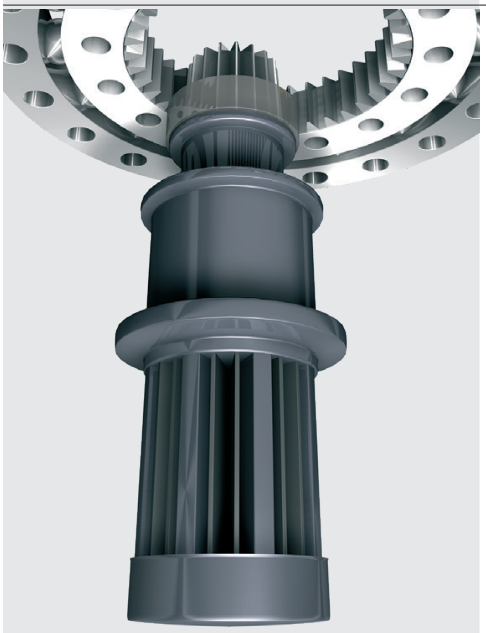
滑环:
Klüberalfa YM 3-30 Spray

主齿轮箱:
Klübersynth GEM 4-320 N
冲洗油:Klüber Summit Varnasolv HV
齿轮油焕新剂:Klübertop GEM 4-320 Booster

发电机轴承:
Klüberplex BEM 41-132
Klüberplex BEM 41-141
冲洗脂:Klübersynth BZ 68-400 S

偏航系统轴承:
滚动轴承: Klüberplex BEM 41-141
滑动轴承: Klüberbio LG 39-701 N
偏航系统开齿:
Klüberplex AG 11-462
Klübersynth AG 14-61
Klüberbio LG 39-701 N

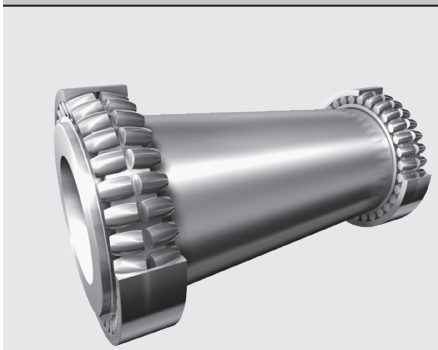
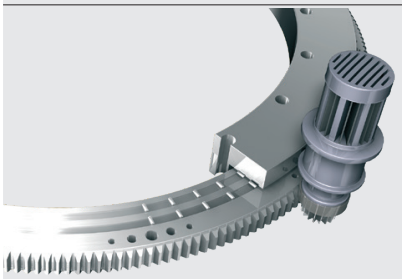
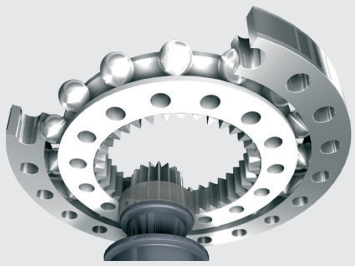
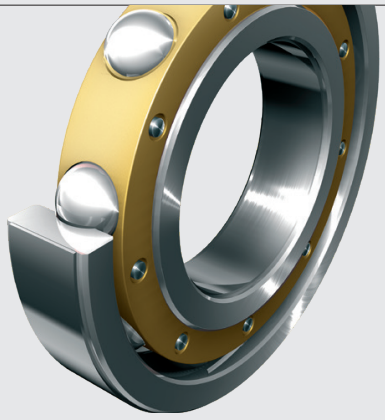
齿轮箱润滑剂

零部件		要求
	主齿轮箱	– 高抗刮擦性能和优异的抗微点蚀性能 – 良好的油漆和弹性体密封件兼容性 – 齿轮能否正常运转还取决于滚动轴承的可靠性。因此，润滑油必须满足滚动轴承制造商的要求
	驱动齿轮箱	– 高抗刮擦性能和优异的抗微点蚀性能 – 良好的油漆和弹性体密封件兼容性 – 齿轮能否正常运转还取决于滚动轴承的可靠性。因此，润滑油必须满足滚动轴承制造商的要求



	特种润滑油	功能特点	优点
	Klübersynth GEM 4-320 N	– 合成高性能齿轮油，适用于低温、高温和高负荷的工作环境 – 油品寿命比矿物油基础润滑剂更长	– FZG抗刮擦测试中的抗刮擦负荷等级≥14级 – 可在正常负荷和高负荷下提供保护 – 在90°C和60°C下均具有高抗微点蚀性，可防止设备过早疲劳失效 – 良好的磨损保护，可防止滚动轴承过早失效 – 通过动态密封兼容性测试，兼容NBR和FKM材料，可防止润滑油引起的泄漏 – 凭借优秀的抗老化和抗氧化性能，延长维护间隔时间 – 由于优异的粘温特性，即使在高温下也能形成充足的润滑油膜 – 有效保护所有润滑部件免受磨损和刮擦 – 不堵塞过滤系统，为润滑部件提供充足、纯净的润滑油，较大限度延长其使用寿命
	冲洗油： Klüber Summit Varnasolv HV	– 兼容市场上大多数风力发电机使用的矿物油基齿轮油和PAO齿轮油 – 在更换齿轮油前，可直接在原有齿轮油中添加清洁剂	
	Klübersynth GEM 4 N	– 合成高性能齿轮油，适用于低温、高温和高负荷的工作环境 – 油品寿命比矿物油基础润滑剂更长	
	齿轮油焕新剂 Klübertop GEM 4-320 Booster	– 延长旧油使用寿命 – 长久提升承载能力 – 减少齿轮箱停机时间 – 节约换油成本	

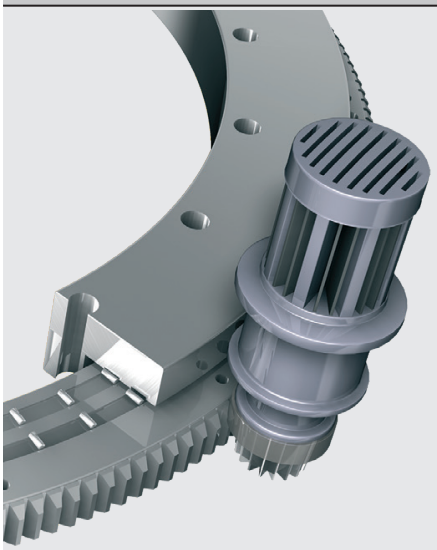
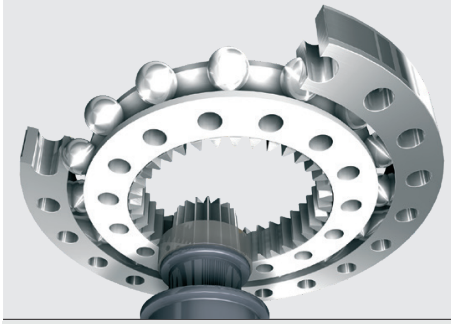
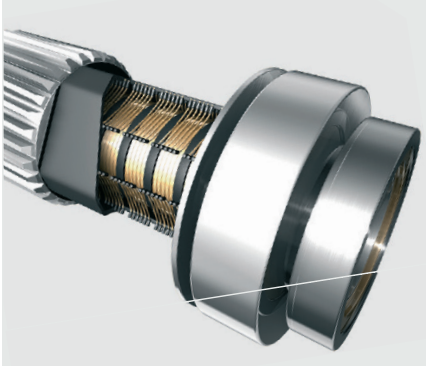
轴承润滑剂

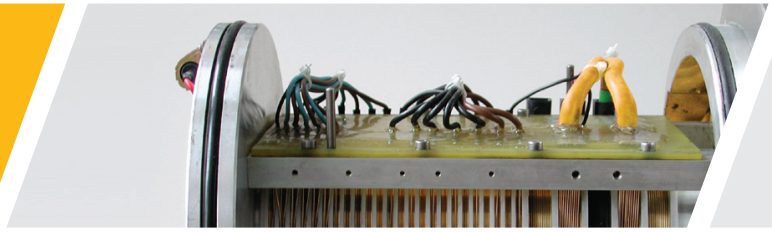
零部件		要求
	主轴承	– 低速 – 偶发的微振动 – 高负荷 – 振动
	偏航轴承	– 微振动 – 高负荷 – 振动
	变桨轴承	– 微振动 – 低温 – 高负荷 – 振动
	发电机轴承	– 高速和低速 – 偶发的微振动 – 高温 – 高负荷 – 振动



	特种润滑油	功能特点
	Klüberplex BEM 41-141	– 工作温度范围广，在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性 – 即使在振动的工作条件下也能提供良好的磨损保护性能 – 良好的润滑脂分布和润滑油分离度 – 油膜厚度高
	Klübersynth BEM 48-1501	– 适用于严重破损轴承，延长轴承使用寿命至下一维护周期便于更换新轴承，减少停机损失
	Klübersynth BZ 44-4000	– 在轴承运输途中提供较好的抗微动磨损保护 – 良好的抗腐蚀性能确保为运输途中的轴承保驾护航
	冲洗脂： Klübersynth BZ 68-400 S	– 可清除残留物，延长滚动轴承使用寿命 – 易于涂抹，维护要求低 – 可有效清洁滚动轴承，提高部件可靠性 – 可帮助缩减停机时长，节省成本
	Klüberplex BEM 41-141	– 工作温度范围广，在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性 – 即使在振动的工作条件下也能提供良好的磨损保护性能 – 良好的润滑脂分布和润滑油分离度 – 油膜厚度高
	Klüberbio LG 39-701 N	– 生物可降解 – 适用于润滑偏航系统开齿和偏航滑动轴承 – 在低温下具有良好的泵送性
	Klüberplex BEM 41-141	– 工作温度范围广，在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性 – 即使在振动的工作条件下也能提供良好的磨损保护性能 – 良好的润滑脂分布和润滑油分离度 – 油膜厚度高
	Klüberplex BEM 41-132 Klüberplex BEM 41-141	– 工作温度范围广，在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性 – 即使在振动的工作条件下也能提供良好的磨损保护性能 – 良好的润滑脂分布和润滑油分离度 – 油膜厚度高
	Klübersynth BEM 48-1501	– 适用于严重破损轴承，延长轴承使用寿命至下一维护周期便于更换新轴承，减少停机损失
	冲洗脂： Klübersynth BZ 68-400 S	– 可清除残留物，延长滚动轴承使用寿命 – 易于涂抹，维护要求低 – 可有效清洁滚动轴承，提高部件可靠性 – 可帮助缩减停机时长，节省成本

开齿和滑环润滑剂

零部件		要求
	偏航开齿	– 低运动幅度 – 高负荷 – 垂直齿面 – 易腐蚀
	变桨开齿	– 低运动幅度 – 高负荷 – 垂直齿面 – 易腐蚀
	滑环	– 磨损和腐蚀会增加过渡电阻



	特种润滑油	特点和好处
	Klüberplex AG 11-462 Klübersynth AG 14-61	– 与其他润滑剂不同的是，该产品具有良好的附着力，即使是垂直方向的齿轮，它也不会从齿面脱落，从而减少润滑剂消耗、处理和机舱清洁成本。 – 润滑剂颜色浅，可防止机舱和塔架被染色。在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性，确保风力发电机无故障运行并提高其可用性。 – 此外，它还能为非运行期间的风力发电机以及机舱暴露于含盐的潮湿空气中的海上风力发电机提供防腐效果。 – Klüberplex AG 11-462适用于大型和小型开齿。
	对于偏航开齿和偏航滑动轴承： Klüberbio LG 39-701 N	– 生物可降解 – 在低温（低至-30°C）条件下具有出色的泵送能力 – 在开齿应用上有较好的粘附性，并为偏航滑动轴承提供润滑
	Klüberplex AG 11-462 Klübersynth AG 14-61	– 与其他润滑剂不同的是，该产品具有良好的附着力，即使是垂直方向的齿轮，它也不会从齿面脱落，从而减少润滑剂消耗、处理和机舱清洁成本。 – 润滑剂颜色浅，可防止机舱和塔架被染色。在集中润滑系统中呈现出良好的泵送性，确保风力发电机无故障运行并提高其可用性。 – 此外，它还能为非运行期间的风力发电机以及机舱暴露于含盐的潮湿空气中的海上风力发电机提供防腐效果。 – Klüberplex AG 11-462适用于大型和小型开齿。
	Klüberalfa YM 3-30 Spray	– Klüberalfa YM 3-30可保护触点免受有害影响，从而延长触点的使用寿命并提高设备可用性。 – Klüberalfa YM 3-30 Spray是一种滑环润滑油，具有长期的耐受性和较低的基础油粘度。喷涂非常均匀、简单干净，减少维护工作量。





出版者和版权：
克鲁勃润滑剂（上海）有限公司

部分或者全部翻印，应事先和克鲁勃润滑剂公司磋商并征得许可方可。在翻印时，应须标明其来源并提供样本。

本产品手册内所有的数据均来自于我们现有的知识和经验，旨在给具有一定相关专业技术背景和经验的读者提供信息帮助。它既不能一定保证所提到的产品性能完全符合您的要求，也不意味着您没有必要去做一些相关的基本实验。关于实际的应用，我们建议您和我们的技术人员进行咨询。若有需要，我们会尽可能给您提供样品进行测试。

克鲁勃润滑剂公司会持续提高其产品的质量。因此，在未发布修改通知的任何时候，我们保留有修改本宣传手册内所有数据的权利。

克鲁勃润滑剂（上海）有限公司
上海市青浦工业园区拓青路88号
邮编：201700
电话：021-6922 5666
传真：021-6922 5818
info.cn@klueber.com
www.klueber.com.cn

图片版权：
标题：　© Majeczka, www.shutterstock.com;
第2页：　© Uwe Bumann, www.fotolia.com;
第26页：　© JJS, www.fotolia.com

克鲁勃润滑剂——your global specialist

我们持续探索摩擦学解决方案的创新与应用。通过与客户面对面的接触并提供咨询，我们为全球多个行业客户提供支持。系统化的技术方案、经验丰富的员工团队，使我们90多年来得以为客户提供具有良好性能表现的特种润滑剂，以满足客户日益提高的要求。



FREUDENBERG 旗下品牌
科德宝集团