

正确使用润滑油有助于提升风电产量

风能是世界上最丰富的可再生能源之一。风机的叶片在风能的推动下高速旋转，源源不断地输出电能。这种可再生能源利用模式过去几年在全球都得到了迅猛地发展。

事实上，中国在风能利用方面潜力巨大。根据中国可再生能源行业协会的预测，中国的风电装机容量到2020年将达到2亿3000万千瓦。不久的将来，中国有望成为全球最大的风力发电生产国。

中国的风电厂在不断提高电力产量的同时，也确保原有的和新装的风机长期稳定地运转，而润滑油在其中扮演着重要的角色。风电设备对于润滑油品要求十分严苛，而润滑油参数指标十分复杂，要从市场上众多的产品中选择一款可以兼顾生产效率和设备保护的、性能均衡的润滑油产品对于负责风机维护保养的人员来说是极大的挑战。

美孚工业润滑油的工程师们在长期的实践中积累了丰富的经验。根据风机的特点和润滑油的产品属性，他们总结出了极具操作性的指导意见。风机的维护保养人员们参考这些指导意见后在挑选润滑油时将更加有针对性，也能更容易做出正确的选择。

一、润滑部位

风机有几个主要的润滑部位，包括主变速箱(main gearbox)、变桨和偏航变速箱(ancillary pitch and yaw gearboxes)，制动液压控制和变桨控制(hydraulic controls for braking and pitch control)，变桨(pitch)、偏航和主轴承(yaw and main bearings)以及发电机轴承(generator bearings)等，在这些润滑部位当中，最最关键的要属主变速箱。

带动发电机运转的主变速箱可以说是齿轮传动型风机的“心脏”。由于对整个系统的正常运作至关重要，主变速箱的设计和制造通常都非常先进，也因此往往造价不菲；而一旦发生故障，更换主变速箱要付出更高昂的代价。

举例来说，如果要为一个功率为1.5兆瓦涡轮机更换主变速箱，把购买新变速箱的费用、起重设备租用、停工造成的收入损失以及人工费等各项成本都合算进去，总花费将超过25万美元。

一般来说，变速箱原厂灌装的都是设计使用寿命为三年左右的合成润滑油。但现在大多数变速箱的标准保修期只有一年。这意味着当变速箱的保修期结束后风机维护人员将担负起选择替换润滑油(通常称为二次注油或服务注油)的责任。

考虑到风机变速箱维护中可能遇到的困难以及费用问题，美孚建议设备维护人员采用性能均衡的变速箱润滑油，这种润滑油可以在长时间为变速箱提供很好保护的同时保证变速箱拥有极佳的生产效率。

二、润滑油的性能指标

微点蚀保护

为最大限度的减少塔身上部(up-tower)重量，变速箱一般采用紧凑型设计，其中包括齿轮的表面硬化设计。经过表面硬化处理(渗碳、氮化、感应和火焰淬火)的齿轮在复杂的气候条件和运行负荷下极易受到微点蚀(Micropitting)的影响。

因此选用的齿轮润滑油必须拥有防止此类磨损的功能。

微点蚀是一种表面磨损现象，主要发生在齿轮和滚动轴承上。运转开始后几个小时内，微点蚀作用就能引起表面开裂。这些细微的裂痕以与表面成浅斜角(通常小于30度)的状态不断扩大，继而形成直径在10微米以下的微点。在这些微点的共同作用下，表面的裂痕又会被继续扩大。一个微点大小在5微米到20微米之间，深度最高达10微米，这样大小是什么概念呢？做个比较，人类一根头发大概40微米粗，所以人们无法用肉眼看到它们。不过这些微点虽然看起来很小，但它们能降低轮齿的吻合度，严重的可导致齿轮断裂故障。

为了尽量避免意外停机和更换齿轮造成的损失，维护人员可以使用专门用来防止微点蚀的润滑油。齿轮润滑油对微点蚀的保护功效的高低是一般通过FVA54微点蚀测试(FVA54 Micropitting Test)来测量的。

该测试包括两部分，分别是：六次递增负荷，每次运转16小时；以及80小时的高负荷耐久实验。这两个测试都在每分钟1500转的转速下进行，并且使用专门用于微点蚀测试的C型齿轮(C-faced gears)。

根据齿形的吻合程度、微点蚀区域所占的比例以及重量损耗情况，润滑油被分为不同的等级，用数字和高/中/低耐久性来表示。各大齿轮生产商都会建议维护人员使用至少是“=10高”(=10high)等级的润滑油。

需要注意的是，二次注油无法修复之前已经发生微点蚀的齿轮。但一旦更换齿轮后，注入的润滑油可以帮助提高生产效率并延长新齿轮使用寿命。

抗磨损和轴承保护

磨损主要由滑行齿面间的材料移动造成。当齿轮油的油膜厚度不够时就会造成齿轮间金属部件的接触。如果磨损一直持续下去，就不得不过早地更换齿轮。

FZG磨损测试(DIN51354-2mod)利用标准的齿轮机组在不同的温度和速度下测试抗擦伤和抗磨损性能。润滑油的等级根据其失效级数(FLS)而定。美孚建议维护人员应该使用失效级数(FLS)大于14的润滑油。

由于润滑油质量差而损坏轴承也是导致变速箱停机最为常见的原因之一。风机齿轮油的FAGFE8四级测试可在不同的负荷、速度和温度条件下对轴承上润滑油的性能进行测试。该测试的四级分别是磨损测试、混合摩擦、使用期限测试和油泥测试。润滑油的等级由这四级测试的总体结果从1到5不等。1级表示该润滑油可为轴承提供极佳的保护。

粘度

粘度指的是润滑油在各种高温和低温环境下保持其粘稠性的能力。风机的运行环境非常恶劣。昼夜轮换、寒暑交替，风机的工作环境有时低至零下45摄氏度，有时又会高达80摄氏度。为了确定润滑油是否能经得住温度的剧烈变化，维护人员可以对产品的粘度指数进行评估。粘度指数可根据ASTMD2270标准进行测量，它反映了润滑油的粘度对温度变化的抵抗能力。美孚建议维护人员应该选择粘度指数在160或160以上的产品。

合成润滑油与矿物油基润滑油相比，具有更为突出的粘温性，并且在很多温度环境下都有卓越的润滑能力。

因此，合成润滑油在变速箱油中使用得更为普遍。

例如，美孚SHC XMP320齿轮油的粘度系数为164，这款高性能的聚烯烃基齿轮油，得到了全世界大部分风机、变速箱和轴承生产商的认可。

过滤性能

美国齿轮制造商协会(AGMA)指南对主变速箱中的齿轮油清洁度有严格的要求，原因是保持齿轮油清洁可大大延长零部件的使用寿命。

齿轮油的过滤性能指的是齿轮油在实际的运行条件下通过过滤器，同时不会堵住过滤器的能力，这种过滤性能经常被忽视。标准的过滤性能测试一般都只对表明或不表明运行条件的新的不含水的油进行评估。大型的风力发电厂已经证明，即使按照原始设备制造商建议更换频率的两倍来更换过滤器，一年的总体拥有成本也要超过27.5万美元。

了解齿轮油里的添加剂对过滤性能的影响也很重要。过滤性能一般是以微米等级来界定的。在很多情况下，会使用2到3微米的肾形回路(Kidney Loop)过滤器和5微米主过滤器来清洁齿轮油和保护风机变速箱的部件。正确了解和对待微米等级的过滤材料也十分重要。有时候，添加剂可以从齿轮油里过滤出来或有可能从齿轮油里分离出来，特别是当齿轮油与水混在一起时。另外，湿性和干性的齿轮油的过滤性能是不同的。

为了弄明白影响过滤性能的复杂因素，美孚建议在需要的时候一定咨询润滑油生产商和过滤器供应商，在他们的指导下能正确有效地找到最适合的润滑油。

耐水性

变速箱里的油不能混入水分。但是，由于风机本身运行时特点，要使风机里的油和水完全分离几乎是不可能的。当叶片在旋转时，变速箱运行的温度高达80摄氏度，而当叶片停止旋转时，变速箱就会冷却下来并从空气中吸取水分或湿气。因此，水分难免会进入变速箱。

这个时候，如果使用耐水性差的齿轮油就会导致油泥和水解。为了防止由于水的缘故造成故障，必须找到一种不易吸

水但在少量水存在的情况下也能给设备提供充足润滑保护的齿轮油。

齿轮油的耐水性特征通过ASTMD1401标准测试进行衡量，该测试可测量油的油水分离能力，测试标准以时间(分钟)表示。美孚建议维护人员应选择15分钟或更低的齿轮油。

风机变速箱润滑油是现代工业世界中最具挑战性的工业润滑应用领域之一，需要通过尖端的技术来确保品质。美孚工业润滑油部门投入了大量的资金研发各种润滑油并确保其适用于严苛的工作环境。除了产品的研发，美孚的工程师们认为帮助风场作出正确的选择同样重要，他们不断分享在工作中的实践经验，旨在帮助风力发电厂掌握在挑选风机润滑油时所需的宝贵经验，从而帮助风电厂提高生产效率，最大限度减少停机时间，并降低维护和零部件更换成本。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/14498.html>