

齿轮润滑故障模式

齿轮润滑的基本作用是尽可能地保持啮合的齿表面分离，由于这个目的从未完全达到，则润滑剂不能达到这个理想状态的程度将由齿损坏的类型和程度反映出来。

工作中的齿轮齿总会磨损，可期望的最好状态是“**正常**”磨损。这个术语是不准确的，它通常会随齿轮类型和应用的不同而变化很大。但是可以将其理解为一个足够低磨损率，导致可接受的寿命、不太可能发生灾难性磨损。

研磨磨损这个术语用于描述齿表面以比正常磨损高的多的速率的连续磨损。油液中坚硬的固体颗粒污染通过刮划齿表面产生这种类型的磨损。细微颗粒的研磨可导致明显的表面磨光。

研磨磨损齿表面接触的程度一般不足以引起**熔着磨损**，即焊接然后撕下剥片。熔着导致非常粗糙的表面，产生高速率的齿表面金属剥离。这是润滑失效的一个指示，唯一可用的补救方法是更换损坏的齿轮。如前所述，油中使用 **EP** 添加剂可防止熔着；齿轮硬化，整体硬化或表面硬化，有助于承受高的齿间载荷。

熔着总是开始于齿的端部（即在顶部和根部）并向节线方向发展。在这些点滑动速度最大，因此接触温度最高。在节线点齿的相对运动是纯滚动，因此很少熔着，即使有很大过载荷存在。

当齿载荷过载时，常见**表面点蚀**发生。由于节线上的齿接触为纯滚动，点蚀更容易在齿的这个区域突发，并且通常是在过载引起齿顶和齿根区域熔着之前发生。如果齿是硬化的，并且使用 **EP** 润滑油减少熔着倾向，在比熔着发生较低的载荷下，点蚀可能在齿顶和齿根发生。

点蚀是一种**疲劳现象**，发生于承受重复周期应力的材料表面。事件的顺序以表面出现**裂纹开始**，当在负荷下齿表面相互滚过，润滑剂在裂纹中产生压力而放大这些裂纹。初始裂纹由于齿表面在滚动作用下变形而发生，因此，表面的局部应力在咬入期间较高，如果该过程延长，可能突然发生节线处点蚀。以这种方式发生后，点蚀或者依靠型锻或研磨过程被“治愈”，或者如果表面应力足够高，它将扩展到齿顶和齿根。后一种情形点蚀称为“**进展性点蚀**”，但是通常不可能从初始点蚀预测它是否为进展性。可能的情况下，减小负荷将延迟点蚀的发作，一定程度增加油的粘度也起到同样作用，前者的作用将较大。

蜗轮的点蚀是一个相当常见的现象，通常钢材料蜗杆和青铜蜗轮组合，一般不影响运行。