

齿轮损坏原因图解分析

□ 约翰·迪尔佳联收获机械有限公司 肖圣春 刘丹

齿轮损坏的主要形式大致有以下几种：磨损；起麻点、剥落、渗碳层碎裂；疲劳损坏；撞击损坏；波纹、起棱和冷变形。大多数齿轮损坏的原因是齿轮载荷过大以及不正确操作引起的撞击或震动。

磨损

磨损即表面材料从齿轮上损失。它可能是缓慢的，也可能是迅速的。磨损有3种形式。

(1)粘附磨损。由金属与金属接触，表面粘接到一起而后撕离所造成。原因可能是润滑油不足，或齿轮没有正确啮合。

(2)磨料磨损。由外界颗粒，如灰尘和砂粒造成。

(3)腐蚀磨损。由污染的润滑油或添加剂所产生的对齿轮表面的化学侵蚀。

图1所示是一种粘附型磨损，可能的起因是润滑油不足，或是齿轮啮合不正确。

图2中齿轮齿面中等程度的磨损使工作的节线变得清晰可见(箭头所指)。这种磨损是由润滑油中磨料引起的。

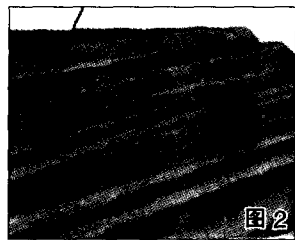
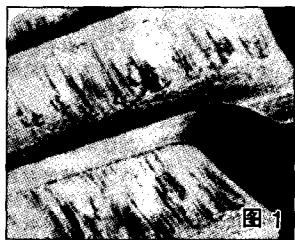


图3中的齿轮因为润滑油不足在重压力下造成金属与金属直接接触而产生刻伤。磨损表面上的水平线是节线(箭头所示)。

图4所示为齿面刻伤的早期阶段，在齿轮上部显示出斑点状镀霜似的样式。损伤在这个阶段是轻微的。

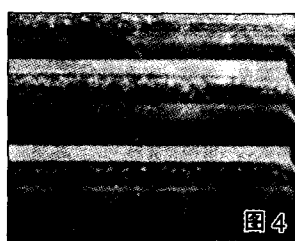
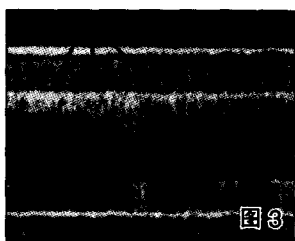


图5为重的刻伤，发生在节线以上和以下，通常损伤会迅速发展至齿轮不能再用。

图6所示是一种磨料磨损。

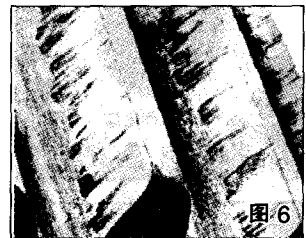
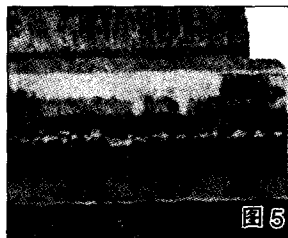


图7所示是一个特别严重的磨损，轮齿齿面的大部分已经由于润滑油中磨料颗粒的积聚而磨掉。

图8所示为腐蚀磨损，是由润滑油中的污染物或添加剂引起的。

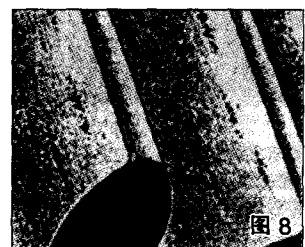
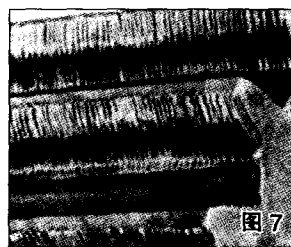


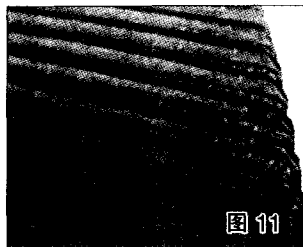
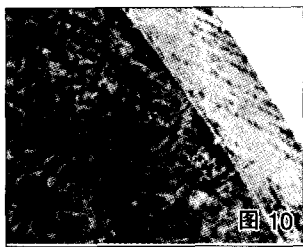
图9所示的齿轮表面是因受化学作用而损伤的。这种磨损将继续下去，直到齿轮不能使用为止。化学磨损是由污染的润滑油、润滑油中的混合物或添加剂造成的。



起麻点、剥落和渗碳层碎裂

起麻点是一种疲劳缺陷，有小颗粒从齿面脱落时出现。当啮合轮齿的表面进入接触状态时，表面上的反复应力能造成麻点。它们沿接触线开始，这里是啮合齿面上压力最大的地方，一般是由于载荷过大造成的。疲劳裂纹常常在麻点区开始。剥落是麻点进一步发展的严重形式，轮齿的一部分可能剥落。渗碳层碎裂通常表现为沿齿面裂开，常常是由过大的工作载荷造成的。

图10所示偏轴小齿轮中的“修正”麻点是由很小的



坑穴组成的,这些坑穴不会发展到超过起初阶段的样子,并且常常会“痊愈”,即常常会变好。

图 11 所示麻点在螺旋面的外端(图中齿轮的右边)开始,原因是中心线稍有失调,麻点慢慢地向轮齿的中部进展,最后停止,表面开始抛光,表示载荷沿齿面分配变得更均匀了,这种麻点是无害的。

图 12 所示麻点是有害的,一般因载荷过大而造成。

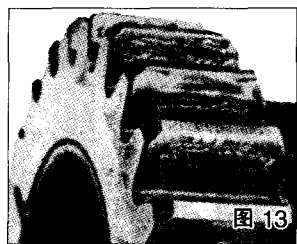


图 13 所示的麻点毁坏了齿轮的齿面。

图 14 所示麻点发生在齿根接触处,沉重的接触发生在麻点位置,是因为超载的轮齿没有正确地啮合所致。

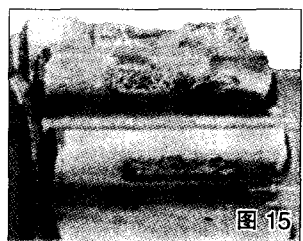
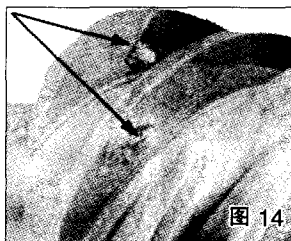
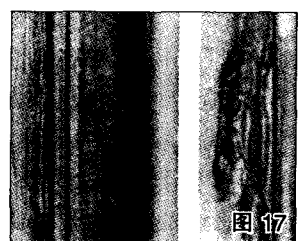
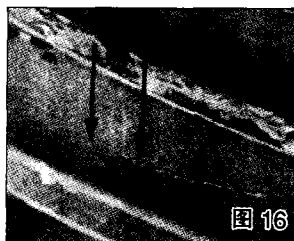


图 15 中的驱动小齿轮出现了严重的麻点和剥落,轮齿彻底毁坏。

图 16 所示为渗碳层(硬化的表面)被压碎,表现在该锥形齿轮接触表面上是纵长的裂纹。主要的裂纹从渗碳层心部结构的深处开始,慢慢向表面延伸。



渗碳齿轮(用加热表面,转变成高碳钢而后淬火硬化的齿轮)渗碳层压碎的初始形式见图 17 左侧,最后的阶段见图 17 的右侧。这个齿轮的失效是由于超载荷造成

的,需要做金相分析断定失效的可能原因。

疲劳损坏

疲劳一般是由于重复的、过大的载荷而造成的,常常是在轮齿根部或靠近根部处断裂。疲劳缺陷可能是从特别高的负荷造成的小裂纹开始,并且在正常使用状态下继续发展,直到齿轮失效。

图 18 所示为齿轮的典型疲劳缺陷,其特点是有光滑的地方。它是由重的载荷或撞击载荷(不正确的换挡和操纵离合器)造成的。

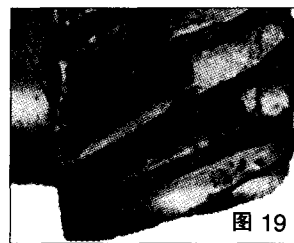
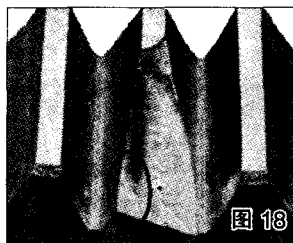


图 19 所示的齿轮有轮齿发生根部疲劳破坏处。

图 20 所示是一个从齿根圆角伸展到齿轮中心孔的疲劳裂纹,需要金相检查以确定造成缺陷的起因。

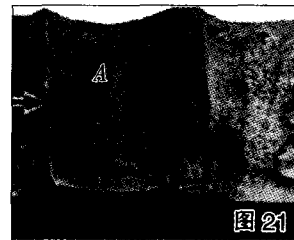
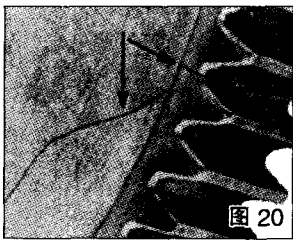


图 21 所示为若干轮齿由于重复重载引起的疲劳折断情况。标有“A”字的齿看来是由于疲劳裂纹首先折断的(注意光滑、似天鹅绒般的地带)。

图 22 所示是另一疲劳折断的情况。箭头指明裂纹在折断处左边缘开始,那里有一个小坑,靠近轮齿受压侧啮合区的底部。紧靠裂源(箭头指处)旁的地区受到充分的摩擦,说明裂纹起初发展缓慢。

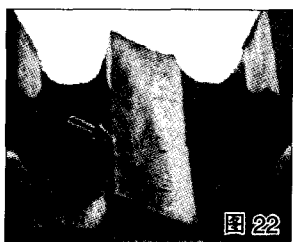


图 23 所示为表面硬化齿轮的疲劳断裂,开始于齿根处,出现在轮齿的两侧(箭头所指),并向齿的中部发展。可能需要进行冶金试验来断定缺陷的起因。

图 24 所示的行星齿轮,大部分齿顶已碎掉。应是作

业载荷产生的应力在这个点引起裂纹。最后,可能是由于疲劳,这些裂纹继续发展,直到齿的表面。如果这是在短期使用之后发生的,可能表面硬化深度过大,需要进行金相检查来做出判断。

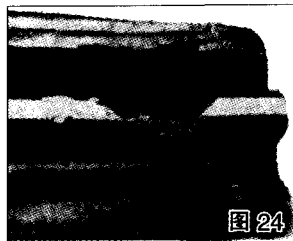


图 24

撞击损坏

撞击损坏一般是由粗暴操纵产生沉重载荷而引起的。通常发生在齿根或近齿根处,折断的表面呈灰色粒状,没有缺陷发展过程的痕迹。

图 25 所示为渗碳齿轮齿角被敲坏和碎落的情况,齿角在破断之前受到重复的撞击,潜留下许多表面折断的特性。多半是由于不恰当的换挡引起了这种缺陷。

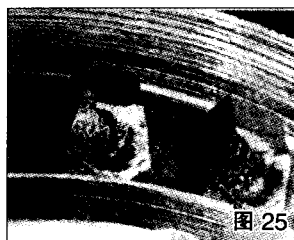


图 25

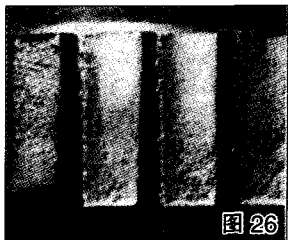


图 26

图 26 所示为典型的撞击缺陷,硬化齿轮的折断面上呈现灰色颗粒状外观。它没有疲劳折断的光滑外观特征。这种缺陷多半是由于不正确的操纵离合器或不正确的换挡造成的。

波纹、起棱和冷变形

波纹、起棱和冷变形较少发生,并且破坏性似乎也较

小。它们显示的是材料发生变化和表面变形的一种表面状态。

图 27 所示出的齿轮,表面上有波纹,是在硬化的偏轴圆锥齿轮上产生波纹的典型状态。波纹一般出现在高载荷的齿轮上。



图 27

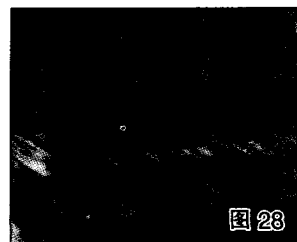


图 28

图 28 所示出的硬化齿轮,起棱可能是由于超载荷造成的。

图 29 所示为中等硬度齿轮冷变形推进阶段的情况。这种齿轮比表面硬化的齿轮更易于产生冷变形。材料已经翻卷到轮齿顶边之上,结果齿轮的齿型损坏,这种金属的移动多半是由于重载荷引起的。

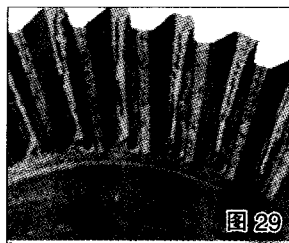


图 29

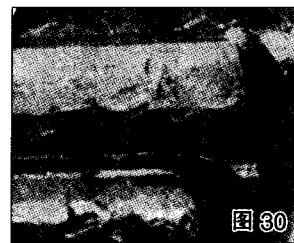


图 30

图 30 所示为中等硬度齿轮由于碾压和敲击作用而造成的表面变形。这个齿轮很可能是受到过大载荷的作用而受损,并且在有了初步损伤之后长期使用,造成了表面敲坏。●

农用水泵节能 10 法

□ 王 涛 孟宪平 吴 诺

(1) 将水泵斜装(或将水泵蜗壳转向)。这样可以减少进、出水管上的弯头。

(2) 缩短管路。据一次试验,去掉 1 m 钢管,运转 10 h 便节约了柴油 0.21 kg。

(3) 扩大出水管径。据同一次试验,把 4 m 长的 10 cm 出水胶管换成 15 cm 胶管,10 h 节约了柴油 0.5 kg。

(4) 在进水能够保持清洁的情况下,可去掉滤网。

(5) 换口环,调整轴向间隙。要防止叶轮口环和轴向间隙不恰当,使用时应根据水泵的出厂说明调整。

(6) 及时消除管道堵塞物。异物留在进水管、叶轮或导流壳流道内,都将使出水量减少。

(7) 防止水泵进气。水泵进了空气,出水量会明显减少,应对各

密封部位检查维护。

(8) 注意传动带的松紧度。传动带如果装得不好,就会振动、打滑,降低传动效率。

(9) 避免“高射炮”式出水法。出水管高于出水池的水面时,扬程损失大,管口流出的水会在侧壁上产生反射波,增加出水口的压力,影响出水。

(10) 进水管要有足够的淹没深度,一般应大于 0.5 m。当淹没深度不够时,水会产生旋涡,将空气带入水泵,降低泵的效率。