



剃齿刀切削刃断裂原因与排除

江动集团有限公司 (江苏盐城 224001) 吴春祥 杭 森

剃齿是一种高效的齿轮加工方法,主要用于滚齿后未经淬硬的直、斜齿圆柱齿轮和不宜进行磨齿加工台肩齿轮的精密加工。倘若操作不当或不能熟练掌握一定的技能及关键要领,在切削过程中就会产生剃齿刀难以预测的损坏。为此,我们就剃齿刀损坏的原因做些分析和探讨。

1. 剃前精度低易造成剃齿刀的损坏

(1) 齿形误差 (ΔF_f) 过大,使剃齿刀在齿高方向上承受负荷不均匀,特别是齿根部分凸出,压力角偏大时,易造成剃齿刀齿顶部分因不堪负荷而断裂。其特征是断刃的工件齿轮齿顶部分尚未剃削,而齿根部分却有比较深的剃痕。

(2) 齿向误差 (ΔF_p) 过大 使剃齿刀在齿宽方向上承受负荷不均匀,易造成剃齿刀切削刃的两端或一端断裂,观察断齿的工作齿轮,可能齿面是对角处尚未剃削,而相对部分却剃痕较深。剃齿时修正误差的能力见附表。

剃齿修正误差的能力 (单位: mm)

齿轮误差	剃齿前误差值	剃齿后误差值
齿 形	0.02 ~ 0.07	0.008 ~ 0.02
齿向 (25mm 长度上)	0.02 ~ 0.03	0.007 ~ 0.015
齿圈径向圆跳动	0.05 ~ 0.07	0.02 ~ 0.03
齿 距	0.02 ~ 0.04	0.008 ~ 0.015

(3) 齿圈径向圆跳动 (ΔF_r) 过大 导致在工作运转到某一个方向时,剃齿刀将承受突然增大负荷,当超过刀齿的承载强度时,便会造成断齿或裂痕,观察剃齿刀断裂的齿轮,发现在圆周某个方向双侧齿面均未切削,而在对面却有较深的剃痕。另外在剃削过程中,可以听出剃齿机与往常不同的是剃齿机主轴运转发出“嘣、嘣”的声音,使人感到一种不平稳的感觉。

(4) 齿距超差 剃前工件齿距过大,由于齿厚余量尺寸大小不一,使剃齿刀刀齿在剃削过多的余量时,所承受的负荷超过刀齿强度,引起剃齿刀切削刃断裂,观察断刃的齿轮,所有齿面均有较深的剃痕。另外在剃削时,可以听到剃齿机主轴在剃削过程中发出“喳、喳”不清脆的声音。

2. 剃齿前要有合理的齿形

为剃齿刀创造良好的切削条件:剃前齿形的齿

高要大于标准齿高,避免剃齿刀工作时外圆触及齿轮齿根圆,从而破坏剃齿刀和齿轮的正常啮合。剃前齿轮的根部作出适当沉割,沉切削度 $K_1 = 0.01 \sim 0.03 \text{ mm}$,可以避免剃齿刀齿棱参加切削,增加剃齿的平稳性。为使工件

齿棱上不挤出毛刺和改善被剃齿轮的工作平稳性,在剃前齿形的齿顶应修缘,如图1所示,AEK为剃前齿形,在齿面应有厚度为 $\Delta/2$ 的留剃余量,DBK为剃后齿形。A点为剃前刀具沉割起始点,C点为齿轮使用时齿形起始啮合点。剃削时,剃齿刀齿顶强度较弱,齿角磨损加剧与产生啮合于涉面折断刀刃。

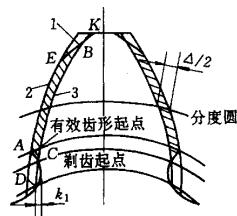


图1 剃齿齿形

1. 齿顶修缘 2. 剃前齿形
3. 剃后齿形

3. 合理使用剃齿刀

(1) 剃齿刀的选用

原则 剃齿刀的法向模数和压力角应与被剃工件齿轮的法向模数和压力角大小相等。剃齿刀的螺旋角及旋向应能使剃齿时的安装轴交角为

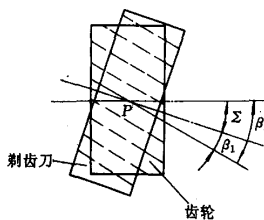


图2 剃齿刀的选用

$10^\circ \sim 20^\circ$, 常用 15° 。加工台肩齿轮时要考虑剃齿刀和大齿轮可能产生干涉,可减小轴交角,但应不小于 5° , 轴交角如图2所示。

$$\Sigma = \beta_1 \pm \beta_2$$

式中 $\beta_1 \pm \beta_2$ ——剃齿刀和工件的螺旋角,当 β_1 、 β_2 旋向相同时取“+”,相反时取“-”

剃齿轴交角太小,剃削性能差,剃齿刀承受挤压力大,轴交角太大,剃齿刀下工件接触面小,切削不平稳,它们均造成剃齿刀切削刃断裂。

(2) 剃齿刀应及时刃磨,保持刀刃锋利,剃齿刀用钝时,工件齿面出现挤痕,齿形误差增大,接触精度下降,剃齿时噪声增大,使刀齿承受过大的



废旧中心钻改制专用铰刀

淮南煤矿机械厂 (安徽 232058) 陶永芹

我厂生产掘进机产品中,有一个零件接砂体(图1),材料45钢。零件中圆锥角 $24^\circ \pm 30'$,表面粗糙度值很小为 $R_a 1.6\mu m$,且中心线与外圆的同轴度要求也相当高,加工难度很大。

要达到同轴主要求,就应在同一工序中加工出来,也就是应该在车床上完工,但在车床上达到表面粗糙度 $R_a 1.6\mu m$ 比较困难,为此,我设计了专用成形铰刀。

成形铰刀是利用废旧的A4中心钻改制而成。

改制的方法很简单,把中心钻的头部切去,刃部加以修磨即可。为便于修磨

并且使铰刀的性能达到最好,刃磨时切削刃后角取

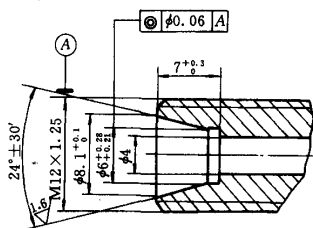


图 1

6° ,圆柱形棱边弦宽取 $0.2mm$,容屑槽、前角等不变(如图2所示)且可两头刃磨,这样既增加了废旧中心钻的可利用性,又便于刃磨。

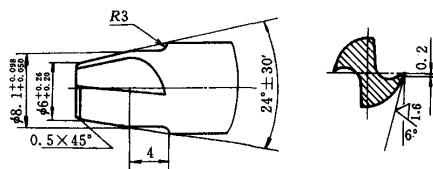


图 2

利用这一设计的专用铰刀不但解决了圆锥孔难加工的困难,而且使生产率及产品的质量都得到提高,既节约了工时又减少了辅助时间。加工这样的一个孔由原来的60min缩短到现在的20min,产品的合格率几乎达到百分之百,并且废物利用,降低了成本。实践证明这种改制的铰刀使用效果好。(收稿日期:20030708)

挤压力造成切削刃断裂。

(3) 剃齿刀刃磨按要求压顶 由于刃磨使剃齿刀齿厚减薄,为保证顶高,必须减小齿顶圆直径,即压顶。压顶量 C (单边径向磨量)按下式计算。

$$C = (W_1 - W_2) / 2 \sin \alpha_n$$

式中 W_1 、 W_2 ——刃磨前后剃齿刀公法线长度

α_n ——剃齿刀分度圆压力角

不压顶或压顶不到位将使剃齿时剃齿刀齿顶“顶住”工件齿根,易造成剃齿刀在圆周方向刀齿齿顶折断,观察齿轮时可发现剃痕分布在工件齿根圆弧处,而齿面可能尚未剃削。

4. 剃齿切削用量的选择

正确使用剃齿刀应合理地选择切削用量,根据齿轮的材料、硬度,选择剃齿刀的切削速度,合理地选择纵向进给量,单行程径向进给量,剃齿余量。刀具在工作时,要承受很大的压力和冲击力。同时,由于切削时产生的金属塑性变形以及在刀具、切屑、工件相互接触表面产生的强烈摩擦,使刀具切削刃上产生很高的温度和受到很大的应力,选择不当,

尤其过大时易造成剃齿刀切削刃的断裂。

剃齿余量不能过小,否则不能保证将剃齿前齿轮上的各项误差修整到所要求的数值,过分大了,引起剃齿刀磨损,甚至切削刃断裂。

5. 注意事项

(1) 为保证切削液充分发挥其作用,切削液流量要尽量大些,而且要定期更换,保持洁净。为防止切削液中的切屑夹在剃齿刀和工件齿面间,机床上应安装切削液过滤器。

(2) 工作行程调整恰当 轴向剃齿时,工作行程长度应略大于工件宽度,一般取 $L = b + 2m$ 。行程太长时,剃齿刀与工件接触面太小,运行不平稳,易造成剃齿刀断齿。

(3) 剃齿刀的安装 安装剃齿刀时,应将剃齿刀内孔,机床主轴和垫圈配合面上的污物擦干净,装刀时如果配合很紧不易推入,这时不能强行推入,应取下剃齿刀,检查是否装偏,配合表面是否有毛刺和污物。装刀过程中,应注意不使剃齿刀与任何硬物碰撞,以免将刀刃磕伤。(收稿日期:20030618)