

平面刀片参数对管切割工艺过程的影响

■ 陈岩, 陈修琳

用平面刀具冲切管材原理简单、切割毛坯质量好并具有高的生产率。但该工艺过程在工业生产中并未得到广泛应用,究其原因还是对其原理研究不够。

1. 切屑形成过程

最初,为冲切将刀片下部磨得锋利,刀片在该区域完成切断管子,这将导致管坯形状畸变。为消除这一缺陷,推荐在管子上部截面预先制出切口,以摒弃必须采用有锋利部分刀片。

在切割过程中,用刀片往管内卷起废屑。在管中采用这样刀具由于沿着切削刃摩擦导致切屑增厚(见图1a)。在冲切条件下,管子截面区域下部切屑向外移动(见图1b)。

应指出,为在刀片一次运动条件下在管材中产生各种状况获得切屑形成各种状态,刀具轴线相对管材轴线稍有错移。

在刀片相对于管子位移条件下,切屑位移变化能够解释为受切屑位移力 P_c 作用(见图2)。管子上部区域时这个力向内指向截面,并相对于切削的平面刀具使切屑弯曲,甚至切屑对刀具外表面摩擦。在管材截面下部区域,力 P_c 指向外部,与切屑位移方向的变化相对应。

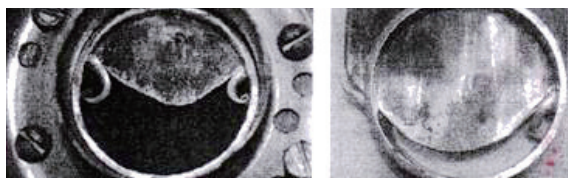
切屑随刀片位移的状况得到证实:对应分布的光亮带以及切断的毛坯和管材表面端部脆性断裂区域(见图2b)。在管子上部区域,光亮带分布在截面外缘,而在下部区域光亮带分布在内缘。内外切断截面表面光亮带过渡区间在 $\alpha \approx 10^\circ \sim 15^\circ$ 。

2. 刀片形状尺寸选择

根据目前普遍采用的预先开槽工艺,需要改变刀片形状。刀片行程应该与管径有关系,切割力应该有可能最小或增长不大,刀片形状应该保证随后切下毛坯与管子连续分离。

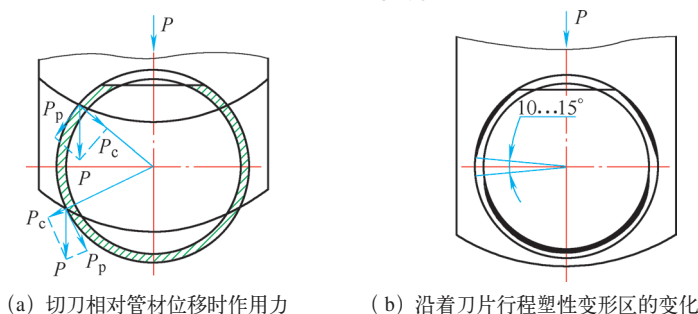
平面刀片切割力变化评定用图3所示,长 L ,确定模具外廓尺寸和宽度 W ,选择切屑从模具自由落下瞬间毛坯从管子切下。单边间隙应该 $2.5 \sim 3t$ (t ——切断管子壁厚)。这样的间隙条件为:刀片行程 $\Delta h \approx 0.7d_H$ (d_H ——管子外径)用外屑抓住内屑,来增加厚度。

刀片表面弯曲半径 R 推荐根据从管子切割下管坯固定直径,刀片行程,即 $R = (1.3 \sim 1.5)d_H$ 选取。在刀片 $R \leq d_H$,在行程终了垂直轴线区域开始切断管子会形成连皮甚至未完全切断管子。在 $R \geq 1.5d_H$ 时,极大增加了在随后



(a) 切屑变厚 (b) 切屑向管外移动

图1 管材切割中间状态



(a) 切刀相对管材位移时作用力 (b) 沿着刀片行程塑性变形区的变化

图2 在刀片相对于管子位移条件下,切屑位移变化

P_p —切割力; P_c —切屑位移力; P —合力

行程终了时分离毛坯截面与刀片表面接触线，这会影响切断力。刀片厚度选择要考虑材料牌号、管子壁厚和刀具切割装置。在试验中，按照切割管壁厚2~3mm钛合金，钢制刀片厚2mm。

3. 管材冲切力

为评定管子切割时的力的变化，选取管径 $d_H=50\text{mm}$ ，管壁厚 $t=2\text{mm}$ ，钛合金牌号TA2在配有刀片行程记录力的变化的可刻断口机器上进行（见图4）。根据刀片行程测得切割管子力恒定增长。这是由于增加管子截面与刀片表面切割接触线所致。

图5为使用刀片连续切割管材略图。为简化接触线变化评价，可认为刀片为具有线性接触刃。在刀片行程 $\Delta h \approx 0.7d_H$ 时，接触线长增加到近3倍（点1~5）。在点6接触线长相对点5实际上增加到2倍。这个记录在管坯完全完成切割瞬间切割力的曲线图中。

$d_H = 50\text{mm}$ ， $t = 2\text{mm}$ ， $H = (2 \sim 2.5)t$ ， $r_B = (0.25 \sim 0.3)d_H$ ， $R = 70\text{mm}$

研究刀片上凹口半径 r_B 在毛坯分离最终瞬间对切割力的影响（图5b）。将刀片位移点分成3个——1、2、3。位移步距2mm。在点1，切割力不很大。在点2，要切割金属面积要增加很多，切割力增长。在点3，数值最大。

4. 推荐带有凹槽冲切刀片

为了降低刀片行程接触点切割力建议在刀片上制出凹槽，凹槽尺寸示于图5b。刀片行程点1'、2'、3'对应刀片凹槽形状切割出管子。分离的管子截面（点1'、2'、

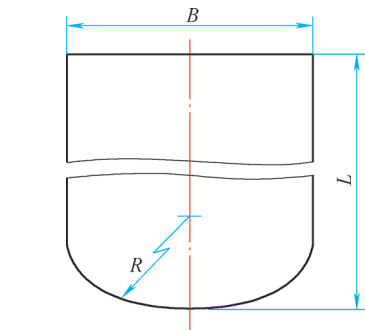


图3 刀片参数

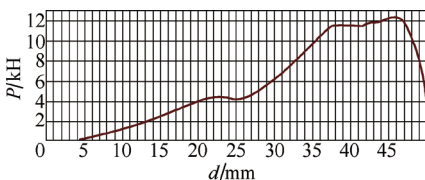
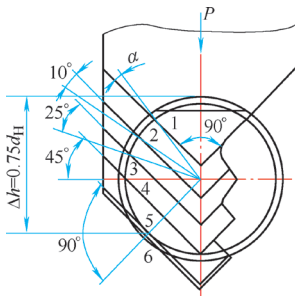
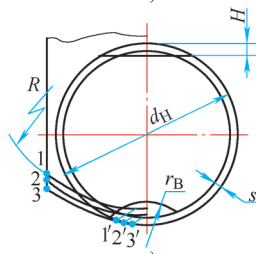


图4 冲切力图



(a) 使用刀片连续切割管坯略图 (b) 带有凹口刀片在切割毛坯与管材完全分离瞬间

图5 刀片连续切割管材略图及带有凹口刀片

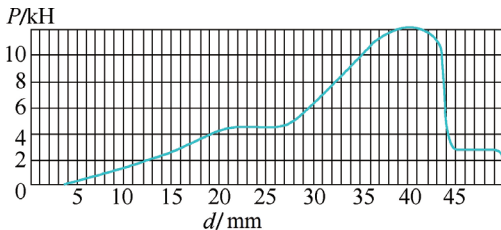
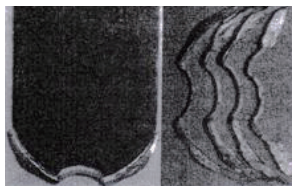
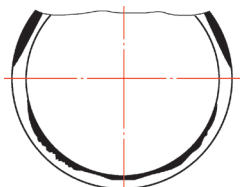


图6 使用带有凹槽刀片切割管子时行程与切割力曲线图



(a) 刀片与切屑形状



(b) 被切割后断面光亮带及分布

图7 使用带有凹槽切割刀片效果

5. 结语

用平面刀片切割管子试验研究表明，切屑形成和切下管坯与管子分离能连续进行，确定刀片形状对切割力的影响。

作者简介：陈岩、陈修琳，浙江申吉铝业股份有限公司。

MW 20161206