

铸铝件螺纹车削

四川省水利电力工程局地基工程处 (都江堰 611830) 李文怡

在对铸铝件的螺纹车削加工过程中,经常会遇到因螺纹表面被划伤或出现“崩牙”等情况,造成废品或次品。以下对铸铝件的切削加工性作一分析。

1. 铸铝合金的切削加工性

(1) 铸铝合金的硬度、强度都很低,其硬度大多数都小于80HBW;强度一般为150~246MPa。由于硬度、强度低,所以切削力小,消耗的功率小,切削温度较低,所允许的切削用量及切削速度就相对较高。但是硬度、强度低,材料抵抗塑性变形和划痕的能力也就差,工件容易碰伤,以至于排屑不畅也会划伤已加工表面。而加工螺纹时的排屑空间有限,因此,刀具应选用较大的前角及较宽的排屑槽。

(2) 铸铝合金不但抗拉强度低,而且延伸率小,在车削螺纹时容易“崩牙”。铸铝合金的组织不够致密,车削后不易获得小的表面粗糙度值。这就要求要尽量减小切削力,切削刃要锋利,刀面的表面粗糙度值要小。

(3) 铸铝合金的弹性模数为70~80GPa,还不到碳钢的一半,容易产生较大的弹性变形,不易获得较高的加工精度,特别是在加工螺纹时,会引起刀具后刀面与工件已加工表面的剧烈摩擦,所以刀具的后角应当加大。

(4) 铸铝合金的导热系数在碳钢的两倍以上,为117~204W/(m·K),因此切削过程中切屑带走的热量

目的。⑤在钻头悬伸很长的情况下,应采用双重引导的钻套。这时上面的一个钻套是用来确定刀具对钻具的位置,而下面的另一个钻套是用来防止刀具的引偏。这样的设计可以有效地保证所加工孔的位置精度,但是必须按所加工的工件的形状和钻夹具的结构来确定孔的加工方法,保证钻头与钻套的轴线重合,达到所加工工件对孔的加工精度的要求。MW (收稿日期:20101121)

大,车刀的磨损较小,有利于选用硬度较小且容易磨削的刀具材料(如W18Cr4V高速钢),这有利于提高切削刃的锋利性,以保证获得较高的加工精度。

(5) 铸铝合金的线膨胀系数为碳钢的2~2.4倍。因此它的热胀冷缩情况比一般钢材严重的多,这对加工精度带来不利影响。所以,虽然切屑带走的热量较大,也有必要使用切削液。为了提高刀具寿命,最好选用极压乳化液。

(6) 铸铝合金还具有熔点低、温度升高后塑性很大的特点。切屑流出时,在高温高压作用下,切屑的底层与刀具前刀面的摩擦很大,粘滞现象严重,易产生积屑瘤。加工螺纹时,不仅会划伤螺纹表面,甚至有可能因为积屑瘤的挤压而产生“崩牙”现象。所以,除刀具应选用较大的前角及较宽的排屑槽外,还应选用较大的切削速度(80~120m/min),使切屑的流速加快,以利于减少积屑瘤的生成。

综上所述,虽说铸铝合金的车削难度不大,但在车削螺纹时不易解决“崩牙”、牙面划伤、排屑不畅、易生成积屑瘤、加工表面粗糙度值大及精度低等问题,针对这些问题,主要应选用锋利且光洁的刀具,较大的前角及后角,较宽的排屑槽,较快的切削速度及合适的切削液。而这其中的主要问题是选择合理的前、后角。

2. 刀具前角的选择

前角是车刀前刀面与基面的夹角(此处是指在车刀切深平面内的前角,如图1中的角 γ_p),是刀具上最重要的一个角度。加大前角,可使切削刃锐利,切削作用增强,前刀面的推挤作用减小,切削层金属变形小,从而降低切削热,减少积屑瘤的生成,提高加工精度和降低已加工表面的粗糙度值。虽然,当前角加大后,切削刃部分的强度会降低,但由于铸铝合金的硬度和强度都较低,不会将它制作成传递动力的螺纹,即使需加工的

螺纹也都是小螺距的三角形螺纹。因此,加工的余量不大,再加上铸铝合金的强度、硬度都较低,所需切削力小,对刀具的强度基本上没有要求(而W18Cr4V高速钢的强度本来就足够大),所以加大前角不会产生切削刃强度方面的后顾之忧。

虽然加大刀具前角对于铸铝合金螺纹的切削的利大于弊,但螺纹切削时,由于前角不为 0° ,则螺纹的牙形角 α 与刀具的廓形角 α_1 不一致。如图1所示, $\triangle ADD'$ 中, $\angle ADD' > \angle AD'D$, 即 $AD > AD'$ 。又如图2所示, $C'D' < CD$, 在 $\triangle ADC$ 和 $\triangle AD'C'$ 中 $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{CD}{AD}$, $\tan \frac{\alpha_1}{2} = \frac{C'D'}{AD'}$, 即 $\alpha_1 < \alpha$ 。所以,当前角 γ_p 较大时,需对刀具的廓形角 α_1 进行修正。由于螺纹的切削深度远小于工件的直径,所以 $\angle ADD' \approx 90^\circ$, 因此廓形角的修正值可按下式近似计算

$$\tan \frac{\alpha_1}{2} = \tan \frac{\alpha}{2} \cos \gamma_p$$

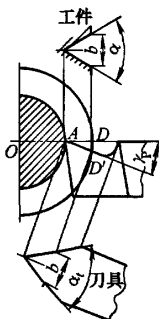


图 1

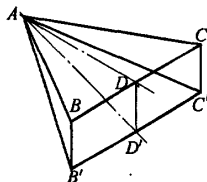


图 2

另外,前角不为 0° 时,切削刃不在工件的轴向平面内而又磨成直线形,则刀具切削时先后次序不一致,刀尖A处最先切削,D'处则要延迟一个夹角 $\angle AOD'$ 。由于纵向走刀的缘故,被切螺纹在轴向平面内的牙形将产生畸变而不再是一条直线,如图3所示。因此,前角也不可太大。考虑到三角形螺纹深度不大,上述情况对牙形



图 3

影响有限,所以,一般选取前角为 $20^\circ \sim 25^\circ$ 较为适中。

3. 刀具后角的选择

前面已经分析过,刀具的强度是足够的。而铸铝合金的弹性模数小,容易产生较大的弹性变形,会引起刀具后面与工件已加工表面的剧烈摩擦,所以,刀具的后角应当选大值,通常取后角 $\alpha_0 = 10^\circ \sim 12^\circ$ 。

由于刀具的前、后角都较大,车削三角形螺纹时散热条件差,车刀的磨损主要是刀尖磨损。为了提高刀具寿命,可用油石将刀尖修磨成 $r_s = 0.14P$ (外螺纹的牙根的倒角半径为 $r = 0.14P$)的圆弧形,以增加刀尖强度,改善散热条件,避免烧伤刀尖。

刀具寿命还与刀具的磨削质量有关。用普通砂轮磨削的螺纹车刀应当再用油石研磨或用金刚石砂轮精磨,使其切削刃平直,表面粗糙度值小,刃口锋利,这样有利于提高刀具寿命及加工精度。

4. 结论及应用举例

综上所述,铸铝件的螺纹的车削,首先应当选择大的前角,以使切削轻快,排屑顺畅,减少切屑的变形量;其次选择较大的后角,减少摩擦,降低切削热;还须选择有利于磨削的刀具材料;最后,还要注意用油石将刀具仔细研磨,降低刀具的表面粗糙度值,并磨出刀尖圆角。

在上述结论指导下,对其进行实践。有一批零件,材质是铸铝合金(ZL101A),要求在上面车削M80×2的螺纹。我们选用了 25° 的大前角及很宽的排屑槽。刀具的廓形角由公式

$$\tan \frac{\alpha_1}{2} = \tan \frac{\alpha}{2} \cos \gamma_p$$

$$\text{解得 } \frac{\alpha_1}{2} = \arctan(\tan 30^\circ \times \cos 25^\circ) \approx 27.621^\circ$$

得到刀具的廓形角应当为 $\alpha_1 = 27.621 \times 2 = 55.242^\circ$,考虑到螺纹根部的金属多,其弹性变形量比牙尖大,切削后的回弹量也就较大,所以选取刀具的廓形角为 $\alpha_1 = 55^\circ$ (这个角度也有利于选用标准样板规来检验刀具的磨削角度以及安装刀具)。刀具的左后角选择的 14° ,右后角选择的 11° ;并用油石将刀尖研磨出 $r \approx 0.25 \text{ mm}$ 的圆弧。为了提高刀具寿命,选用了极压切削液对其冷却。本次共车削工件127件,没有一件“崩牙”,也没有因为螺纹表面被划伤而报废的,获得了良好的效果。MW (收稿日期:20101114)