

薄壁聚四氟乙烯制品的车削工艺

平顶山天鹰机械动力有限公司 (河南 467001) 王红庆 郭英杰 李春明

聚四氟乙烯在高压电器中,常用作垫片、导向环、套和密封组件。因为其分子结构的特殊性,氟原子电负性较强,C-F键键能大,其熔融态的粘度高达 $10^{11} \sim 10^{12}$ 泊(Pa·s),基本不流动,所以既不能用熔融加工法,也不能用溶解加工法。因此我们就采用冷压烧结的办法,先将聚四氟乙烯制成简单的毛坯,然后通过机加工的手段保证其复杂的形状和高精度的尺寸,以满足各行业需要。

在机械加工过程中,壁厚在5mm以下且尺寸公差范围为0.05mm左右的薄壁聚四氟乙烯制品,其尺寸精度不能很好保证。现以我公司产品LW35-126中的导向环(如图1)为例,对薄壁聚四氟乙烯制品的车削加工工艺进行初步的研究。

1. 薄壁聚四氟乙烯制品的加工

此件以 $\phi 109\text{mm} \times \phi 85\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的聚四氟乙烯管为原料。基本机加工工艺过程为:里孔和壁厚尺寸得到一次性保证,然后按单件的轴向尺寸依次切断。

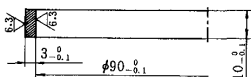


图 1

但由于此件壁较薄,轴向长度为100mm,强度和刚度差。在装夹力、径向切削力以及切削热等因素的作用下,制件容易变形并产生振动,从而大大影响制件的尺寸精度和形状精度。我们从各种因素入手,逐个分析实践,力求达到解决类似制品加工工艺问题的目的。

(1) 装夹 制件材质的弹性模量为1.14~1.42GPa,是普通碳素结构钢的1/150(206GPa)。可见聚四氟乙烯的刚性较差,在同等力的作用下,产生的变形量较大,从而影响尺寸精度和形状精度。所以在装夹过程中为了减少和防止在夹紧力的作用下产生变形,我们就采用增加工艺肋的方法。工艺肋的材质可选用金属,或刚性较好的非金属,如尼龙、环氧玻璃布等。轴向尺寸由装夹量而定,保证其等于或稍大于装夹量,一般为15~20mm。径向尺寸由其与毛坯内径的配合间隙而定。间隙过小,装卸困难;间隙过大,起不到支撑作用,工件会受压变形。实践证明,间隙控制在0.05mm之内效果较好。在有工艺肋的情况下,夹紧力也必须适

当。过小,在加工过程中工件的位置易发生变化;但夹紧力也不能过大,过大仍会造成工件变形。

(2) 刀具材料及参数的选定 因为聚四氟乙烯的切削性能优良,刀具材料一般选用刃磨性较好的高速钢或硬质合金。下面主要介绍前角、后角、主偏角、副偏角、刃倾角的选择。

①前角 γ_o 的选择 增大或减少前角各有利弊。加大前角能使车刀锋利,减少对工件施加的力,减少切削变形,减轻切屑与前刀面的摩擦,从而降低切削力和减少切削热。但前角过大会削弱切削刃强度和散热体积。减小前角可改善散热条件和提高切削刃强度,但会使切削力和切削热增加。在综合参考各种因素的前提下,尽量选用大的前角,这样可以有效地减少切削力,而切削力是造成制件变形的主要因素。实践证明,前角 $\gamma_o \approx 15^\circ \sim 25^\circ$ 效果较好。

②后角 $\alpha_o \approx 20^\circ \sim 30^\circ$ 效果较好。

③主偏角、副偏角的选择 对于刚性较差的聚四氟乙烯制件,切削力的分力切深抗力 F_y 是造成制件振动和加工变形的主要因素。如图2。

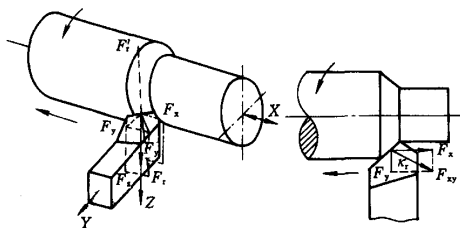


图 2 切削力的分解

由图2可知,切深抗力 $F_y = F_{xy} \cos \kappa_r$ 。当 $\kappa_r = 90^\circ$ 时, $F_y = F_{xy} \cos 90^\circ = 0$ 。此时切深抗力达到最小值,所以主偏角 κ_r 应选择 90° 。

副偏角的存在可减少副切削刃和工件已加工面之间的摩擦,并且可以改善工件的表面质量,减少副偏角,使刀尖角 ϵ_r 增大,刀尖强度提高,散热好。实践证明,副偏角选 $10^\circ \sim 15^\circ$ 效果较好。

④刃倾角的选择 刃倾角 λ_o 的大小和正负,确定了流屑的方向,刃倾角为正值,切削时切屑排向工件待加工表面方向,切屑不易擦伤已加工表面,车出的表面粗糙度值小,但刀尖强度较差。刃



倾角为负值时,切屑排向工件已加工面。容易擦伤已加工表面,刃倾角为 0° 时,切屑基本上垂直于切削刃方向排出。

当 $\lambda_s = 0^\circ$ 时,主切削刃同时切入切出,冲击力大。当 $\lambda_s \neq 0^\circ$ 时,主切削刃逐渐切入工件,冲击小,且刃倾角的绝对值越大,参加切削的主切削刃越长,切削过程越稳定。

增大刃倾角,可使实际切削前角增大,实际切削刃刃口圆弧半径 r_β 减少。如图3,使切削刃锋利,便于实现微量切削。实践证明 λ_s 取 $10^\circ \sim 15^\circ$ 效果较好。

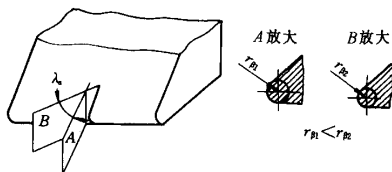


图3 刃倾角减少刃口实际圆弧半径

2. 切削用量的选择

(1) 切削深度 a_p 切削深度主要由加工工艺过程来确定。针对薄壁聚四氟乙烯制件,为了减少工件的变形对尺寸精度的影响,我们可采用粗车、精车分步车削的步骤来削弱因切削力过大而引起的变形,具体工艺为:

粗车内孔,留余量3mm, $a_p \approx 1\text{mm}$ 。粗车外圆,留余量1~2mm, $a_p \approx 5\text{mm}$ 。精车内孔,保证 $\phi 90_{-0.1}^0\text{mm}$, $a_p \approx 1.5\text{mm}$ 。精车外圆,保证 $\phi 3_{-0.10}^{+0.03}\text{mm}$, $a_p \approx 0.5\text{mm}$ 。

(2) 进给量 f 在机床转速、工件直径、刀具几何角度、切削深度都确定的条件下,经实践证明,进给量增加,工件表面粗糙度增加。但是进给量过小,加工效率低,为此我们选择进给量为 0.3mm/r 。

(3) 切削速度 v 在低速范围内,切削速度高,材料变形小,可以获得较低的表面粗糙度。但切削速度过高,产生的切削热大量增加,当切削温度超过 260°C 以上时,有粘刀现象发生,严重时影响工件表面粗糙度及测量精度。实践中我们选取主轴转速为 710r/min ,切削速度为 214m/min 。

3 结论

以上是对薄壁聚四氟乙烯制件在加工中的装夹、刀具材料及主要几何参数和加工工艺的探讨。

通过实际运行,较好地解决了薄壁聚四氟乙烯制件在加工中容易产生的尺寸超差问题。在没有降低生产效率的前提下,加工质量得到了显著提高,大大减少了废品出现的几率。总之,合理刃磨刀具角度,科学安排加工工艺,对提高该类薄壁制件的加工质量有很大作用。

(收稿日期:20030714)

轴上键槽的插削加工

河南江河工业有限责任公司机械制造公司 (467337) 王雪峰

某轴如图1所示。其截面变化很剧烈,因此给轴上键槽的加工带来了难题。如果用立铣刀加工(见图2),则刀具的长度很长,刚性很差,刀具极易折断。如果选用三面刃铣刀来加工,则刀具外径应大于100mm,刀具不易得,关键的是,它会将大截面轴狠狠地切个深沟,如图3所示,这显然也是不允许的。看来,靠铣削加工是不行了。得另辟蹊径。

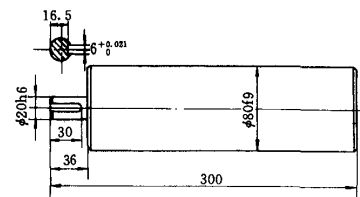


图1

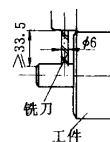


图2

通常,插床被用来加工孔键槽。但对于此例无法铣削的轴键槽,用插床加工却很合适。我们先在键槽止端钻孔 $\phi 6.5\text{mm}$ 深3.6mm(都比键槽稍大)作为空刀槽,将小刀杆上的螺钉换成埋入式的,找正,调整好机床位置,就可以加工了,如图4。这个事例告诉我们,考虑问题,特别是对疑难问题,应打破常规去思考去对待,往往可以取得满意的效果。

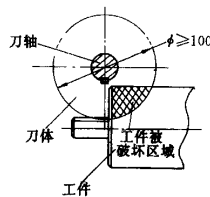


图3

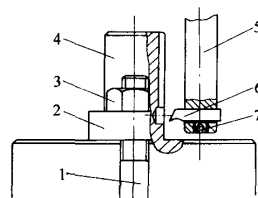


图4

1. 螺栓 2. 压板 3. 螺母 4. 工件
5. 刀杆 6. 刀具 7. 螺钉

(收稿日期:20030707)