

线切割锥度加工参数设置

■ 常州机电职业技术学院 (江苏 213164) 刘志生

摘要: 介绍了线切割锥度加工参数的含义、锥度加工坐标轴移动原理、塑料模脱模斜度加工锥度参数设置以及冷冲模凹模漏料孔锥度加工参数设置。



线切割锥度加工过程中，上、下导轮是以不同速率同时移动的，我们把这种现象称为四轴联动。受机床高度参数影响，四轴联动进行锥度切割，往往锥度值误差很大，因此，正确设置锥度加工参数是提高锥度值精度的有效手段之一。

1. 线切割锥度参数

(1) 编程面。工件二维尺寸如图1a所示，三维立体图如图1b所示。工件下表面形状由程序尺寸60mm×40mm控制机床坐标加工而得，工件上表面形状由钼丝（快走丝线切割机床或铜丝倾斜

远及内外交叉的原则进行。

工艺路线如下：见光外圆 $\phi 16_{-0.2}^{0}$ mm→热处理→磨外圆（校直和加工出粗基准）→找正外圆加工穿丝孔→两顶车外圆单边留量0.5mm→以外圆定位，切内孔为 $\phi 3.95$ mm→粗、精铰内孔→穿心轴，两顶车外圆，平两端面→按图总检。

4. 结语

此加工方法能满足图样要求，保证尺寸精度而且加工质量

稳定，使零件加工工序定位基准稳定可靠，操作过程受人为因素影响减小。通过制定合理的加工工艺流程，并配以简单的专用工装和测量方法，保证此类零件的加工质量且加工成本较低，适用于该类零件的批量加工。

参考文献:

- [1] 陈宏钧. 机械加工工艺人员手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.

MW (收稿日期: 20170228)

专家点评

本文作者针对钛合金细长轴通孔难加工的问题，独辟蹊径地用线切割来加工中心通孔，取得了满意的效果，值得同行加工类似零件时参考。另外需注意的是，在加工穿丝孔时，也要注意刀具的角度和切削参数。

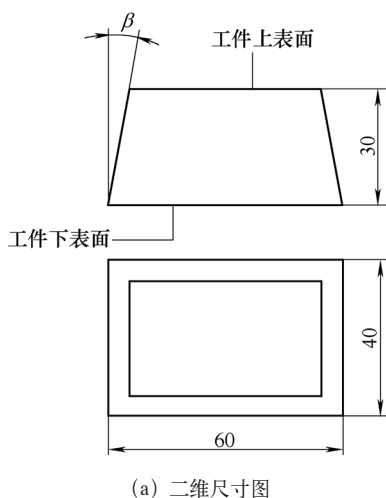
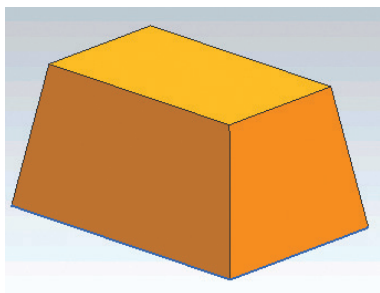


图1 工件图

角度 β 自然所得。我们把由尺寸控制加工所生成的表面称为编程面，图1a中工件下表面即为编程面。

对于无锥度工件加工，编程面可以是工件高度方向任意表面，如图2所示。而对于有锥度加工，编程面的位置将影响锥度参数。

当应用线切割加工冲模的漏料孔或塑料模脱模斜度时，除要求输入加工锥度外，一般线切割机床自动编程系统会要求再输入3个高度值：编程面到下导轮的距离、工件厚度以及编程面到上导轮的距离（见图3）。其中， H_1 为编程面到下导轮的距离； H_2 为工件厚度； H_3 为编程面到上导轮的

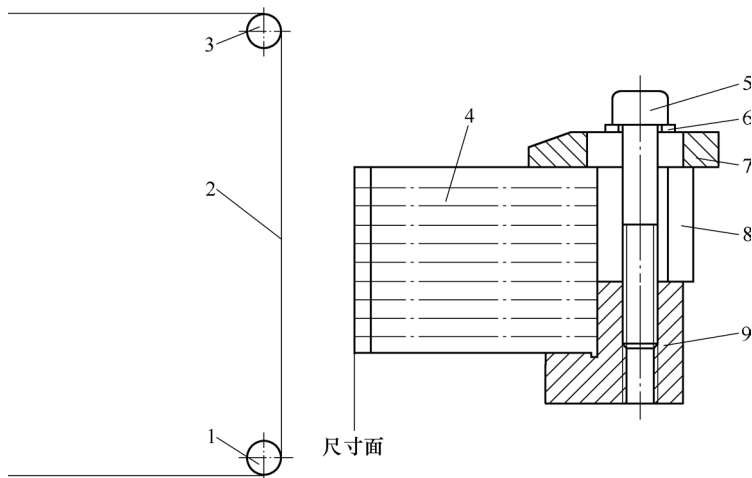


图2 无锥度切割编程面示意图

1.下导轮 2.钼丝 3.上导轮 4.工件 5.螺钉 6.垫圈 7.压板 8.等高块 9.工作台

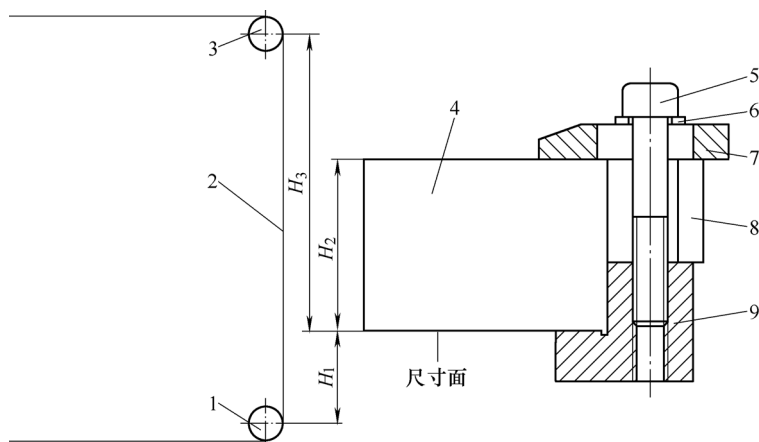


图3 高度参数定义示意图

1.下导轮 2.钼丝 3.上导轮 4.工件 5.螺钉 6.垫圈 7.压板 8.等高块 9.工作台

距离。

(2) U/V 轴。线切割带锥度加工机床一般配有4轴： X 轴、 Y 轴、 U 轴和 V 轴。如图4所示，与 X 轴平行的轴定义为 U 轴；与 Y 轴平行的轴定义为 V 轴。其中 X 轴和 Y 轴控制下导轮进给运动， X 轴和 Y 轴的大小确定了加工工件的有效长度； U 轴和 V 轴控制上导轮进给运动， U 轴和 V 轴的大小确定了加工锥度的角度值。目前快走丝线切割机床加工锥度一般在 $\pm 3^\circ$ 左

右；而慢走丝线切割机床加工锥度一般在 $\pm 10^\circ$ 左右。

2. 锥度加工原理

当无锥度加工时，上、下导轮是以相同速率一起移动的，即 X 与 U 、 Y 与 V 轴的坐标值是相同的，都与编程面坐标值一致，因此加工的工件是垂直表面。

当有锥度加工时，上、下导轮移动速率是不同的，即 X 与 U 、 Y 与 V 轴坐标值是不同的，并且与编程面坐标值也不一致。即：在

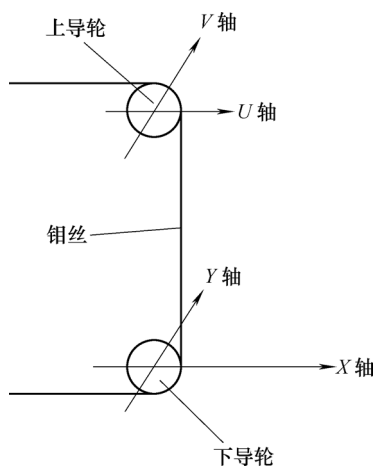


图4 4轴示意图

锥度加工开始前，线切割自动编程系统先根据编程面坐标值以及输入系统的锥度值和3个高度参数值，以编程面坐标值为基础，利用三角函数，分别计算出X与U、Y与V轴的实际移动目标坐标值，如图5所示。

由于 H_1 、 β 已知，根据三角函数公式 $a = H_1 \times \tan \beta$ 、 $b = H_3 \times \tan \beta$ 计算出下导轮中心偏移到 O_1 位置，上导轮中心偏移到 O_2 位置，即为了保证加工锥度 β ，X(Y)轴在原编程面坐标值基础上实际位移到 O_1 处；U(V)轴在原编程面坐标值基础上实际位移到 O_2 处。

3. 锥度加工参数设置

(1) 编程面在工件下表面锥度参数设置。工件如图6所示，其锥度加工参数设置如下：角度 $\beta = 3^\circ$ （左偏G51或右偏G52请参考相关数控编程书籍）， $H_1 = 27\text{mm}$ 、 $H_2 = 50\text{mm}$ 、 $H_3 = 85\text{mm}$ ，如图7所示。其中，工件装夹完成后，实际测量下导轮到编程面的数值即为 H_1 ，实际测量上导轮到编程面的数值即为 H_3 。

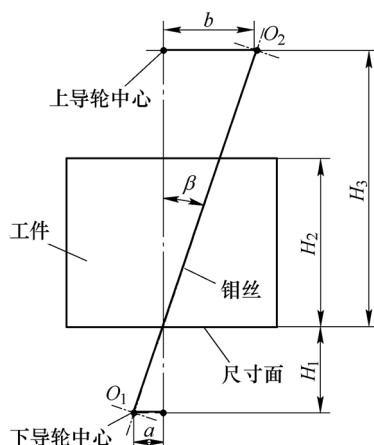


图5 锥度加工坐标计算示意图

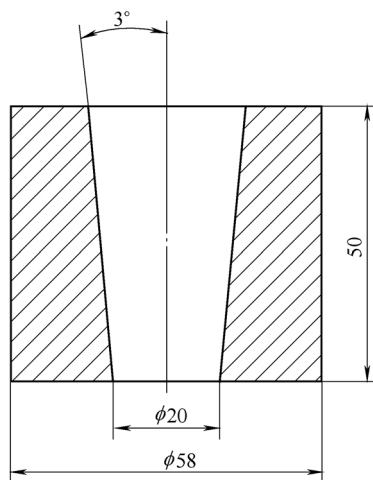


图6 工件图

在锥度加工参数中，通常锥度值 β 和工件高度 H_2 为加工图样上已知参数。目前线切割生产厂家已经将下导轮到工作台高度尺寸作为机床技术参数提供给客户了，如图8所示。

如果工件装夹时使编程面与机床工作台面重合，那么 H_1 就等于厂家提供的参数值。如果编程面与工作台面不重合，如图9所示，那么只需要加上垫块的高度，即 $H_1 = H_{\text{厂}} + H_{\text{垫}}$ 。而 H_3 参数只能现场测量了。

(2) 编程面在工件上表面锥度参数设置。工件如图10所示，其锥度加工参数设置如下：角度 $\beta = 3^\circ$ （左偏G51或右偏G52请参考相关数控编程书籍）， $H_1 = 57\text{mm}$ 、 $H_2 = 50\text{mm}$ 、 $H_3 = 28\text{mm}$ ，如图11所示。其中，工件装夹完成后，实际测量下导轮到编程面的数值即为 H_1 ，实际测量上导轮到编程面的数值即为 H_3 。如果工件装夹时其下表面与机床工作台面重合，那么高度参数 H_1 就等于厂家给定下导轮到工作

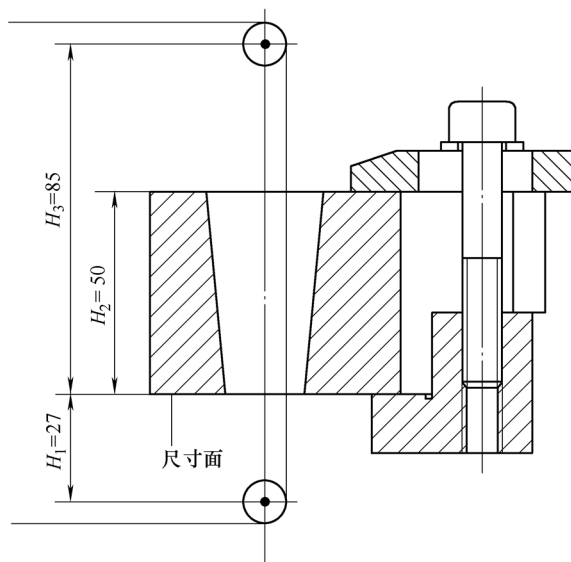


图7 锥度设置示意图

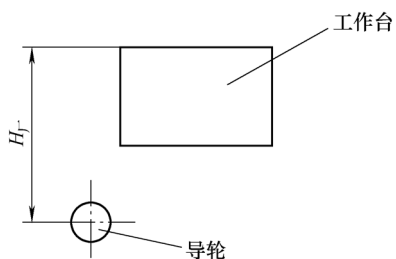


图8 工作台到下导轮距离示意图

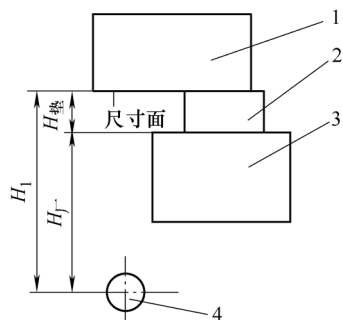


图9 编程面与工作台不重合示意图

1.工件 2.垫块 3.工作台 4.下导轮

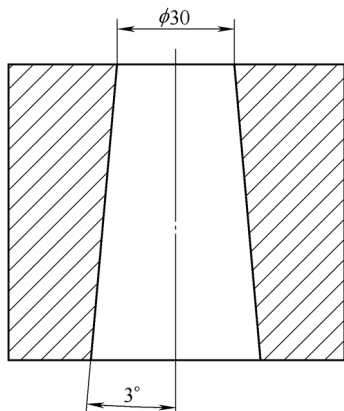


图10 工件图

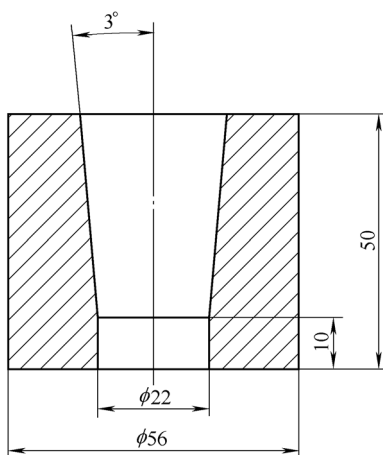


图12 工件图

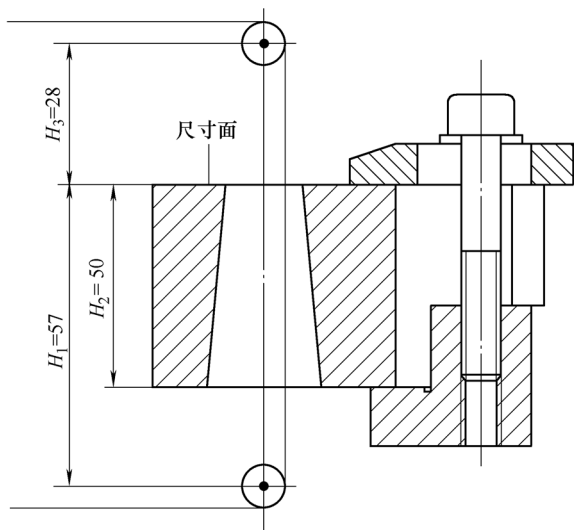


图11 锥度参数示意图

台距离 H_1 加上工件高度 H_2 ，即 $H_1 = H_1 + H_2$ 。

(3) 编程面在工件高度方向 H_x 处锥度参数设置。设 $H_x=10\text{mm}$ ，工件如图12所示。其锥度加工参数设置如下：角度 $\beta=3^\circ$ ， $H_1=37\text{mm}$ 、 $H_2=50\text{mm}$ 、 $H_3=75\text{mm}$ ，如图13所示。凹模漏料孔的加工就属于这种情况。可以看作是编程面与工作台不重合的情况，只需将凹模刃口高度作为垫块来处理。需要注意的是，当切割一侧斜边时，下部钼丝不会过切到另一侧已经加工好的凹模刃口。

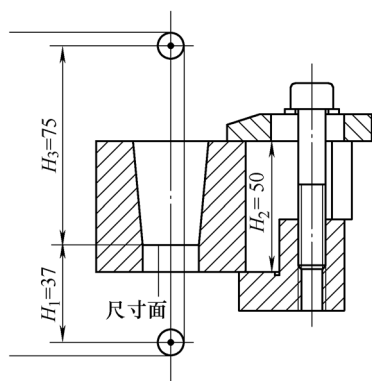


图13 凹模漏料孔加工参数设置示意图

4. 结语

锥度加工过程为四轴联动，是一个很复杂的运动过程，只有在不断实践中去认识、探索，才能积累经验，从而进一步提升锥度加工精度。

参考文献：

- [1] 杨晓欣. 电火花成形原理及工艺应用 [M]. 北京：国防工业出版社，2015.
- [2] 周晓宏. 电火花加工技术与技能训练（提高篇）[M]. 北京：中国电力出版社，2015.

MW (收稿日期：20170220)

专家点评

线切割的加工精度较高，在模具制造中应用较广泛，而线切割由于其加工的特殊性，对操作中的要求也较高。本文所述的锥度切割具有一定的难度，它需要对机床的参数、编程及计算都有一定的了解，本文作者通过实例具体介绍了锥度线切割的方法，可供同行们参考。