

教学项目一 数控电火花快走丝线切割 加工工艺与编程操作

【项目引入】

如图 1-1 所示为形状较为复杂的模具零件,为保证模具的使用寿命和工作精度,往往模具的工作零件都有较高的硬度和精度,并且为保证零件精度,会将精加工安排在最后。由于零件硬度和精度要求较高,使用传统方法无法加工,而电火花加工的出现解决了这一问题。电火花加工不受材料硬度的限制,在金属加工行业得到了广泛应用。经过几十年的发展,又先后出现了数控电火花成形机、数控电火花线切割机等其他机型。数控电火花线切割工艺根据其电极丝的运丝速度,又分为快走丝、中走丝、慢走丝切割加工。

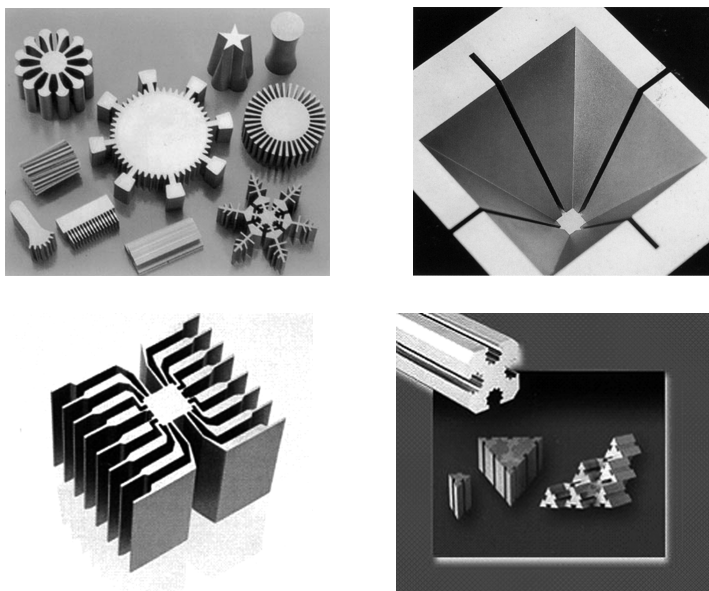


图 1-1 快走丝线切割加工的各类零件

本项目对数控电火花快走丝线切割机床(简称快走丝)的编程与操作进行讲解。快走丝是我国特有的电加工设备,是 20 世纪由上海电表厂张维良工程师发明,由于可加工各种形状复杂和精密细小的工件,而且加工精度良好(尺寸精度可达 0.01 mm ,表面粗糙度可达 $Ra1.6\ \mu\text{m}$),加上机床结构简单等突出优点,所以在生产中获得了广泛的应用,如图 1-2 所示。



图 1-2 DK7740 数控电火花快走丝线切割机

【项目要求】

- (1) 能够分析快走丝线切割部分模具零件的加工工艺。
- (2) 能对快走丝线切割进行手工与自动编程。
- (3) 能操作快走丝线切割机床对典型模具进行加工。

【项目内容】

- (1) 角度样板冲模凸模的加工。
- (2) 定位卡板凸模的加工。
- (3) 摩托车排气管垫片凸凹模加工。
- (4) 级进模凹模加工。
- (5) 齿轮齿条的加工。
- (6) 模具零件二次装夹修割。
- (7) 凹模落料孔的加工。

【项目实施】

(1) 本项目是介绍企业最常用的快走丝线切割加工的相关知识和技能。本项目对快走丝如何应用于形状复杂的窄缝及各种形状的复杂型腔、凸模、凹模等模具零件的加工方法和实操进行了讲述。

(2) 快走丝线切割对典型模具进行加工,并且在实际生产中可得到广泛运用,在实际生产中遵循由浅入深的原则。

(3) 选用角度样板凸模加工、摩托车排气管垫片凸凹模加工、复杂凸凹模加工等,课堂上对模具加工中所遇到的各类零件都进行了讲解,使学生能够了解模具产品的“电加工工艺分析—装夹—编程—操作加工”工艺流程,进而完成操作流程。

该项目的实施可根据模具零件加工特点分解为七个任务来进行,通过参与七个实际制作的实例,以了解快走丝机床的基本原理、加工方法和机床的工作特点及在模具制造中的运用。

任务 1 角度样板冲模凸模的加工

【任务描述】

该任务为角度样板冲裁模其中的一个凸模零件加工,通过对快走丝线切割 3B 代码手工编程及部分机床操作的学习,完成图 1-3 所示零件的加工。

该零件选用快走丝手工编程加工,轮廓形状由直线构成,因此首先要掌握快走丝 3B 代码对该直线的手工编程方法,结合机床操作加工。

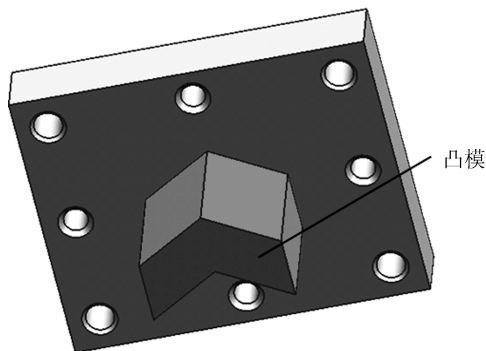


图 1-3 角度样板模部分工作零件

【任务目标】

- (1) 学会直线 3B 代码手工编程。
- (2) 能够掌握快走丝线切割零件的加工过程。
- (3) 能对简单冲裁凸模进行加工。

【知识储备】

检查机床与电极丝切割加工前,要根据工件材料及毛坯与加工工件图样确定工艺、程序以及正确装夹、找正工件方法,调整电极丝的垂直度和张力,调整脉冲电源各电参数,包括脉冲电压、峰值电流、脉冲宽度、进给速度等,各参数合理调整完毕后方可正式加工。

1. 工艺准备

数控电火花线切割加工,一般是作为工件尤其是模具加工中的最后工序。要达到加工零件的精度及表面粗糙度要求,应合理控制线切割加工时的各种工艺参数(电参数、切割速度、工件装夹等),同时应安排好零件的切割工艺路线。

为避免模具零件应力变形,应尽可能采用穿丝孔。穿丝孔是电极丝相对工件运动的起点,同时也是程序执行的起点,一般选在工件上的基准点处。为缩短开始切割时的切入长度,穿丝孔也可选在距离型孔边缘 2~5 mm 处,如图 1-4(a)所示。加工凸模时,为减小变形,电极丝切割时的运动轨迹与边缘的距离应大于 5 mm,如图 1-4(b)所示。

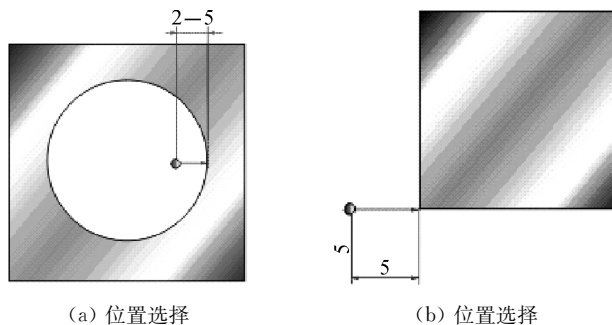


图 1-4 电极丝切入位置的选择

起切点是工件串连几何图形的起始切割点,往往也是几何图形切割的终止点。起切点选择不当,会使工件切割表面留下切痕,特别是起切点选在圆滑表面上时,切痕更为明显。

在选择起切点位置时应注意以下几点:

- ① 把起切点尽可能选择在几何图形的拐角点处,有多个拐角点时,优先选择直线与直线相交的拐角点,其次选择直线与圆弧、圆弧与圆弧相交的拐角点。
- ② 把起切点尽可能选择在工件表面粗糙度要求不高的一侧。
- ③ 把起切点尽可能选择在工件切割后容易修磨的表面上。
- ④ 可在穿丝点与起切点(终止点)间加入一导入(导出)切割轨迹,以改善切割痕迹。

2. 工件材料及毛坯

模具工作零件一般采用锻造毛坯,其线切割加工常在淬火与回火后进行。由于受材料淬透性的影响,当大面积去除金属和切断加工时,会使材料内部残余应力的相对平衡状态遭到破坏而产生变形,影响加工精度,甚至在切割过程中造成材料突然开裂。为减少这种影响,除在设计时应选用锻造性能好、淬透性好、热处理变形小的合金工具钢(如 Cr12、Cr12MoV、CrWMn)作模具材料外,对模具毛坯锻造及热处理工艺也应正确进行。

3. 工件的装夹

装夹工件时,必须保证工件的切割部位位于机床工作台纵向、横向进给的允许范围之内,避免超出极限。同时应考虑切割时电极丝运动空间。夹具应尽可能选择通用(或标准)件,所选夹具应便于装夹,便于协调工件和机床的尺寸关系。在加工大型模具时,要特别注意工件的定位方式,尤其在加工快结束时,工件的变形、重力的作用会使电极丝被夹断,影响加工。

工件的装夹方式有多种,本零件加工采用悬臂式装夹,这种方式装夹方便、通用性强。但由于工件一端悬伸,易出现切割表面与工件上、下平面间的垂直度误差。此方式仅用于加工要求不高或悬臂较短的情况下,如图 1-5 所示。

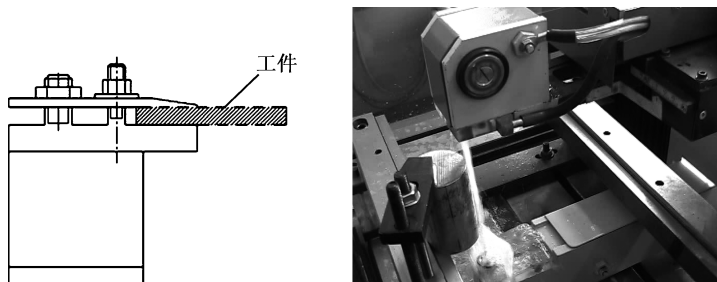


图 1-5 悬臂式装夹

4. 电极丝的选择

电极丝应具有良好的导电性和抗电蚀性,抗拉强度高,材质均匀。常用电极丝有钼丝、钨丝、黄铜丝和包芯丝等。钨丝抗拉强度高,直径在 0.03~0.1 mm 范围内,一般用于各种窄缝的精加工,但价格昂贵。钼丝抗拉强度高,适于快速走丝加工,所以我国快速走丝机床大都选用钼丝作电极丝,直径在 0.08~0.2 mm 范围内。

快走丝线切割电极丝直径的选择应根据切缝宽窄、工件厚度和拐角尺寸大小来选择。若加工带尖角、窄缝的小型模具宜选用较细的电极丝;若加工大厚度工件或大电流切割时应选用较粗的电极丝,常用直径 0.18 mm。

5. 电极丝位置的调整

如图 1-6 所示,移动工作台使工件的基准面逐渐靠近电极丝,在出现火花的瞬时,记下工作台的相应坐标值,再根据放电间隙推算电极丝中心的坐标。此法简单易行,但往往因电极丝靠近基准面时产生的放电间隙与正常切割条件下的放电间隙不完全相同而产生误差。

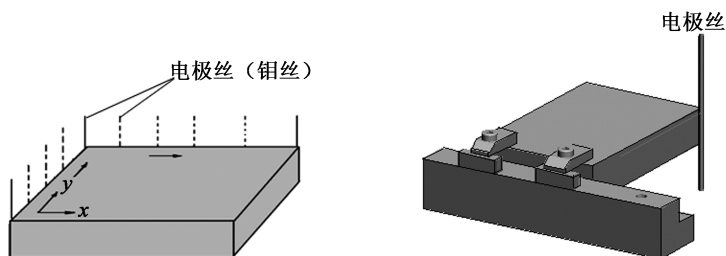


图 1-6 目测法

6. 工作液的选配

工作液是脉冲放电的介质,它对切割速度、表面粗糙度和加工精度都有影响。工作液应具有一定的绝缘性能、较好的洗涤性能、较好的冷却性能等,并要求对环境无污染,对人体无危害。

工作液对切割速度、表面粗糙度、加工精度等都有较大影响,加工时必须正确选配。常用的工作液主要有乳化液和去离子水。对于快速走丝线切割加工,目前最常用的是乳化液。乳化液是由乳化油和工作介质配制(浓度为 5%~10%)而成的。工作介质可用自来水,也可用蒸馏水、高纯水和磁化水。

7. 程序准备

电火花线切割编程格式主要为 ISO(也称为 G 代码编程)、3B、4B、EIA,目前,快走丝主要以 3B 代码程序的使用为主。

表 1-1 直线 3B 代码编写格式

B	X	B	Y	B	J	G	Z
分隔符	X 坐标值	分隔符	X 坐标值	分隔符	计数长度	计数方向	加工指令

(1) x 、 y 值的确定

以直线的起点为原点,建立正常的直角坐标系, x 、 y 表示直线终点的坐标绝对值,单位为 μm 。在直线 3B 代码中, x 、 y 值主要是确定该直线的斜率,所以可将直线终点坐标的绝对值除以它们的最大公约数作为 x 、 y 的值,以简化数值。若直线与 X 或 Y 轴重合,为区别一般直线, x 、 y 均可写作 0,也可以不写。

如图 1-7(a) 所示的轨迹形状,请读者试着写出其“ x, y ”值,具体答案可参考表 1-2(注:在本章图形所标注的尺寸中若无说明,单位都为 mm)。

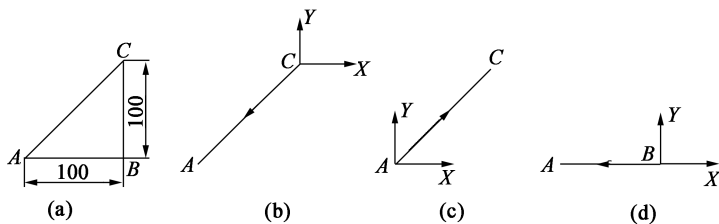


图 1-7 直线轨迹

(2) G 的确定

G 用来确定加工时的计数方向,分 G_x 和 G_y 。直线编程的计数方向的选取方法是:以要加工的直线起点为原点,建立直角坐标系,取该直线终点坐标绝对值大的坐标轴为计数方向。具体确定方法为:若终点坐标为 x_e, y_e ,令 $x = |x_e|, y = |y_e|$,若 $y < x$,则 $G = G_x$ [如图 1-8(a) 所示];若 $y > x$,则 $G = G_y$ [如图 1-8(b) 所示];若 $y = x$,则在一、三象限取 $G = G_y$,在二、四象限取 $G = G_x$ 。

由上可见,计数方向的确定以 45° 线为界,取与终点处走向较平行的轴作为计数方向,具体可参见图 1-8(c)。

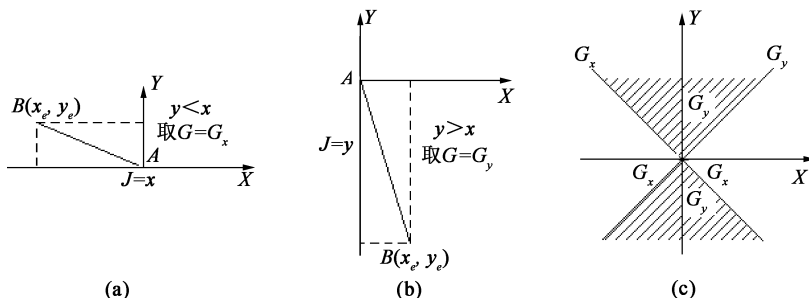


图 1-8 G 的确定

(3) J 的确定

J 为计数长度,以 μm 为单位。以前编程应写满六位数,不足六位前面补零,现在的机床基本上可以不用补零。 J 的取值方法为:由计数方向 G 确定投影方向,若 $G = G_x$,则将直线向 X 轴投影得到长度的绝对值即为 J 的值;若 $G = G_y$,则将直线向 Y 轴投影得到长度的绝对值即为 J 的值。

(4) Z 的确定

加工指令 Z 按照直线走向和终点的坐标不同可分为 L_1, L_2, L_3, L_4 ,其中与 $+X$ 轴重合的直线算作 L_1 ,与 $-X$ 轴重合的直线算作 L_3 ,与 $+Y$ 轴重合的直线算作 L_2 ,与 $-Y$ 轴重合的直线算作 L_4 ,具体可参考图 1-9。

综上所述,图 1-7(b)、图 1-7(c)、图 1-7(d) 中线段的 3B 代码如表 1-2 所示。

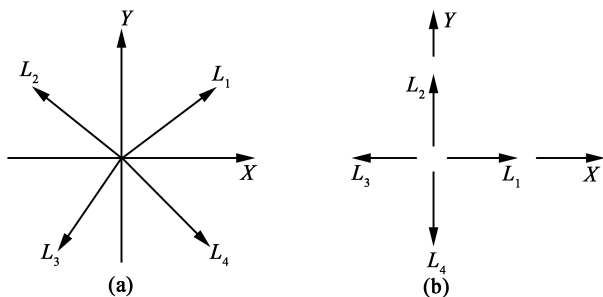


图 1-9 Z 的确定

(3) 启动电脑后,进入 3B 代码输入界面,输入程序。

电脑启动后利用鼠标或键盘将光标移动至【3B 输入】位置后回车,进入程序输入界面并利用键盘输入程序后按 F3 保存,出现默认程序名后直接回车,再按 ESC 退出,进入初始界面,具体过程如图 1-13 所示。

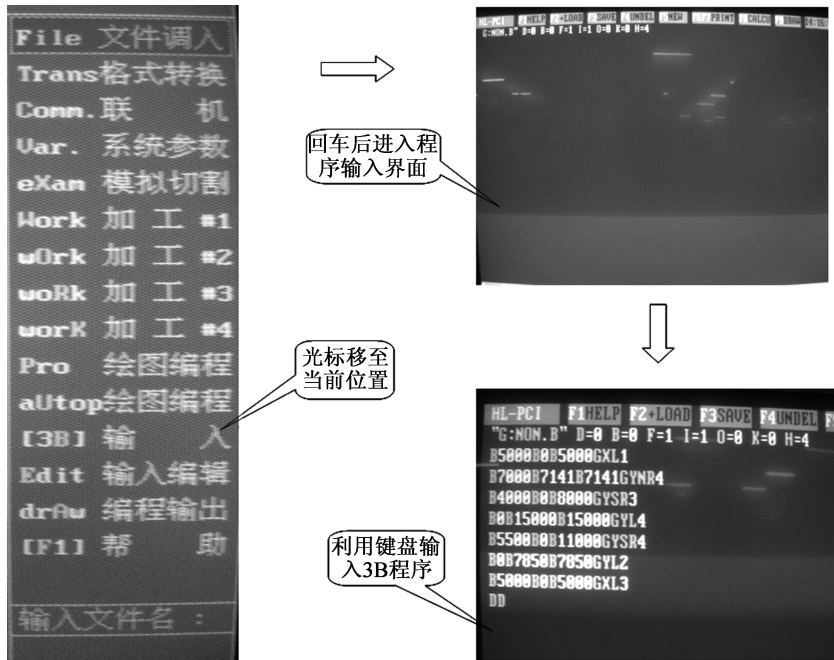


图 1-13 3B 代码程序输入过程

(4) 机床准备

装夹好零件后(采用悬臂式装夹,如图 1-5 所示),按照图 1-14 所示打开机床主电源开关(位于机床电源控制板下方的红颜色旋钮,顺时针转动后弹出,电源接通,电源指示灯亮);按下电极丝运丝按钮及工作液启动按钮。

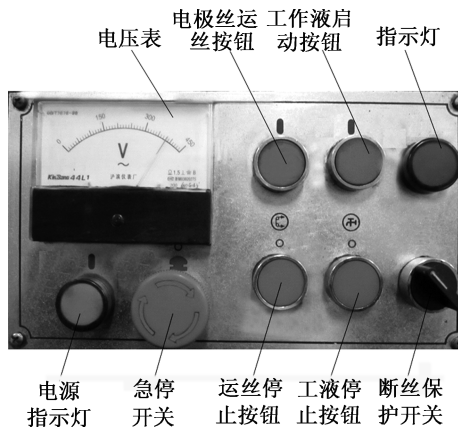


图 1-14 机床控制开关

(5) 调取程序切割加工

进入初始界面,将光标移动至加工处回车出现【切割】后,直接回车选取加工程序过程,如

图 1-15 所示。启动机床运丝与工作液,分别按下【F1 开始】【F10 自动】【F11 高频】【F12 进给】后连续回车,加工开始,直至加工结束后自动停止,如图 1-16 所示。

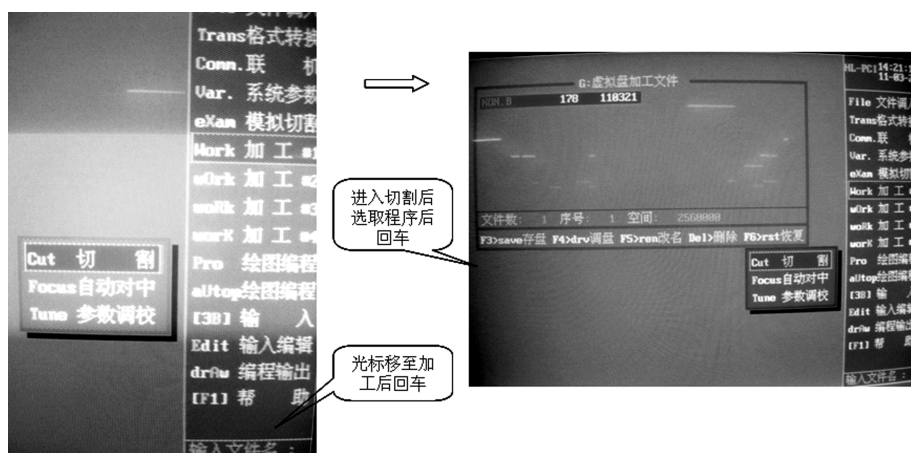


图 1-15 调取程序切割加工界面

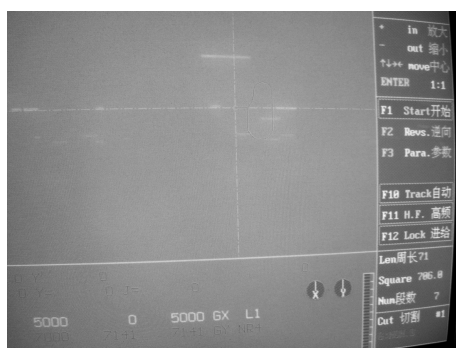


图 1-16 切割加工界面

【任务评价】

表 1-3 评价表

班级		姓名		同组姓名			
开始时间		结束时间					
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	自评	互评	教师评
1	学习准备 (15分)	资料准备	5	参与资料收集、整理、自主学习			
		计划制订	5	能初步制订计划			
		小组分工	5	分工合理,协调有序			

续 表

班级		姓名		同组姓名				
开始时间		结束时间						
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	自评	互评	教师评	
2	学习过程 (50分)	操作技术	程序准备	5	正确得分,否则酌情扣分			
			起割点选择	5	符合线切割加工工艺要求,否则酌情扣分			
			选择加工路径	5	符合线切割加工工艺要求,否则酌情扣分			
			工件的装夹	5	装夹可靠、正确,否则酌情扣分			
			电极丝位置的调整	5	符合线切割电极丝找边的要求,否则酌情扣分			
			电极丝的选择	5	根据加工要求,选择正确的电极丝,否则酌情扣分			
			工作液的选配	5	能够根据加工的要求,选配正确的工作液,否则酌情扣分			
			工件材料的选择	5	能选择正确的模具材料,否则酌情扣分			
		操作熟练程度	10	操作熟练得分,否则根据情况酌情扣分				
3	学习拓展 (15分)	知识迁移	5	能实现前后知识的迁移				
		应变能力	5	能举一反三,提出改进建议或方案				
		创新程度	5	有创新建议提出				
4	学习态度 (20分)	主动程度	5	自主学习主动性强				
		合作意识	5	能与同伴团结合作,协作学习				
		严谨细致	5	认真仔细,不出差错				
		问题研究	5	能在实践中发现问题,并用理论知识解释实践中的问题				
教师签字				总 分				

【练习实践】

要求:根据给定的凸模零件图(图 1-17),用快走丝线切割加工出凸模零件。

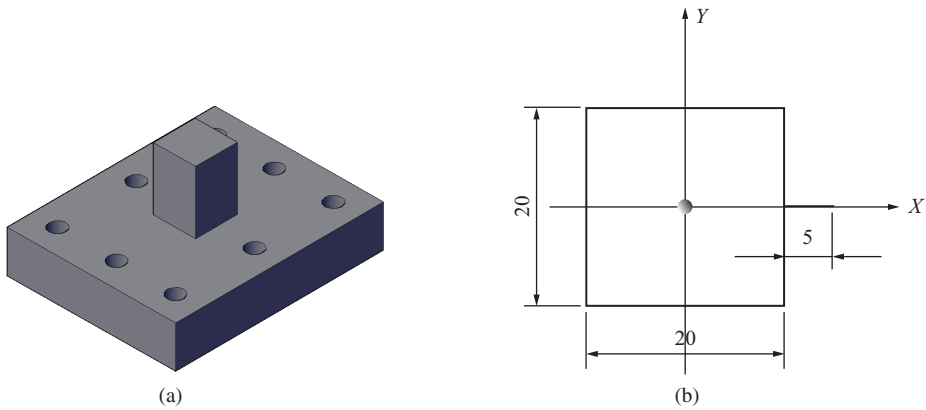


图 1-17 凸模零件图

【任务拓展】

对实际加工零件测量得知,该零件单边比理论尺寸小了 0.1 mm,这是由于放电间隙和钼丝半径所造成的。放电间隙是放电发生时电极丝与工件的距离。这个间隙存在于电极丝的周围,确定加工尺寸时应予考虑。钢件一般在 0.01 mm 左右,硬质合金在 0.005 mm 左右,紫铜在 0.02 mm 左右。钼丝半径是指线切割加工时电极丝中心的运动轨迹与零件的轮廓有一个平行位移量,也就是说电极丝中心相对于理论轨迹要偏向一边,这就是偏移。为了保证理论轨迹的正确,编程时须补偿该偏移,补偿偏移量等于电极丝半径与放电间隙之和。加工凸模时电极丝运动轨迹如图 1-18 所示。加工凹模时电极丝运动轨迹如图 1-19 所示。切割方向可自行选择。

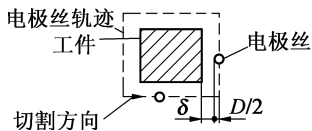


图 1-18 加工凸模电极丝运动轨迹

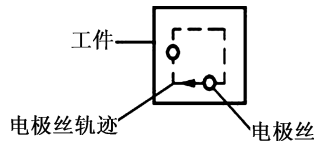


图 1-19 加工凹模时电极丝运动轨迹

思考:由上得知,现材料为钢件,钼直径为 0.18 mm,凸模程序应如何重新编写?

任务 2 定位卡板凸模的加工

【任务描述】

该任务为定位卡板冲裁模其中的一个凸模零件加工,通过对数控电火花快走丝线切割 3B 代码圆弧手工编程的学习及机床部分操作的学习,完成图 1-20 所示零件的加工。

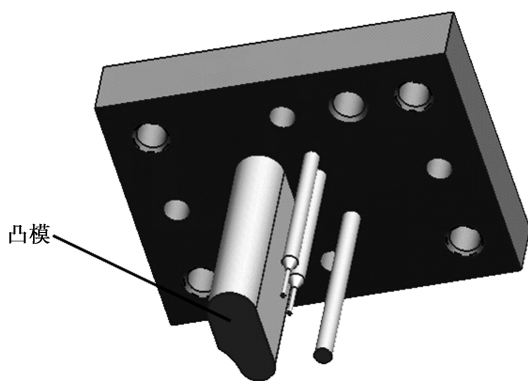


图 1-20 定位卡板级进模部分零件

该零件选用快走丝手工编程加工,轮廓形状由直线与圆弧线构成,因此,首先要掌握快走丝 3B 代码对该零件的手工编程方法,结合机床操作加工。

【任务目标】

- (1) 学会圆弧 3B 代码手工编程。
- (2) 能够掌握数控电火花快走丝线切割零件的加工过程。
- (3) 能对定位卡板冲裁凸模进行加工。

【知识储备】

1. 绕丝(上丝)

- (1) 关掉“断丝保护”开关和“工作液泵控制”开关。
- (2) 调正运丝筒滑板上行程挡杆,在整个运丝筒旋转转移至右端时(从机床身后看),左边行程挡杆盖住左边运丝筒换向接近开关,右边行程挡杆移至最右端,如图 1-21 所示。
- (3) 上丝时无论在丝筒哪端,都应使丝筒上钼丝的绕丝端错开上导轮公切线一段距离,一般为 3~5 mm,把钼丝绕挂在导电块和导轮上,钼丝端头通过储丝筒外圆右端螺丝上固定。如图 1-22 所示。
- (4) 在钼丝盘上把钼丝的一个端头从导向轮引向运丝筒左边,并通过运丝筒外圆左端螺钉紧固钼丝端头。判断好运丝筒正确的旋转方向,使用上丝摇把转动运丝筒,使钼丝均匀地绕满运丝筒的外圆表面。

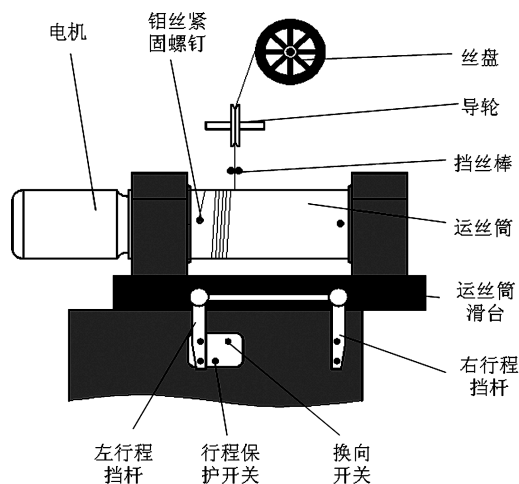


图 1-21 机床身后

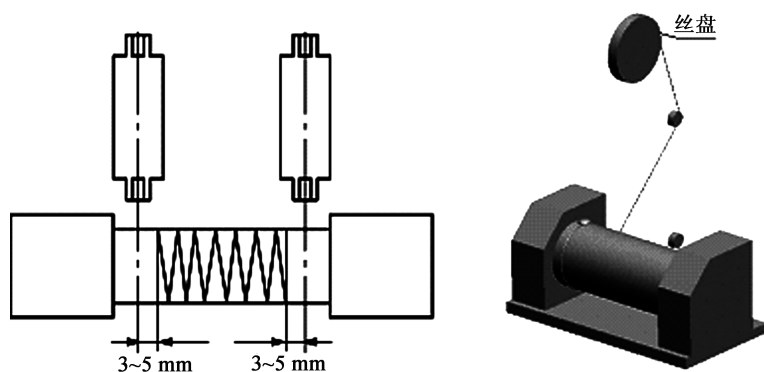


图 1-22 绕丝位置

(5) 当上丝完毕后,调整右边运丝筒行程挡杆,使之盖住换向接近开关,左右两端留有 3~5 mm 钼丝余量,调整行程开关,两边都须留有一定的换向量。

(6) 丝的张力靠紧丝轮压紧的程度进行调节,左手握住紧丝轮,紧丝轮勾住钼丝,重新启动钼丝筒旋转,钼丝从左向右排丝,手握紧丝轮(用 9.8~19.6 N)慢慢向胸前拉动至钼丝排到丝筒右端,按动红色丝筒停止开关,并用手动转到一端,将延伸出来的丝头剪断紧固于运丝筒紧固螺钉上,上丝完毕。

2. 工件的装夹

本次加工工件的装夹采用两端支撑方式装夹(图 1-23),这种方式装夹方便、稳定,定位精度高,但不适于装夹较大的零件。

3. 校正电极丝垂直度

绕丝后必须校正电极丝垂直度,保证钼丝与工作台垂直。可用电极丝碰边产生火花目测,或借助图 1-24 所示校正器调节上、下导轮螺钉来校核电极丝垂直度。

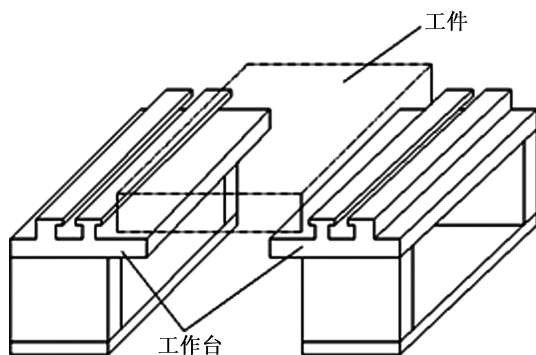
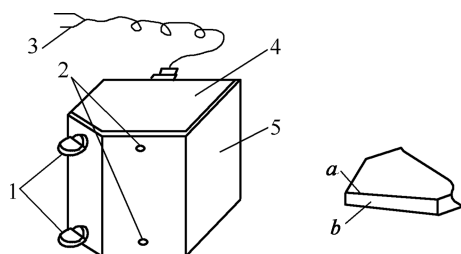


图 1-23 两端支撑方式装夹



1—测量头 2—显示灯 3—鳄鱼夹及插头座 4—盖板 5—支座

图 1-24 钼丝校正器

校正器安放在台架表面上,将鳄鱼夹夹在导电块上,插头插入校正器的插座内,测量头 a 、 b 面分别与 X 、 Y 轴大致平行。移动 X 、 Y 轴使丝靠近测头,根据指示灯调 U 、 V 轴,使丝与 $a-a'$ 、 $b-b'$ 同时接触。如果只有一个指示灯亮,在调 U 、 V 轴时先要把对应 X 、 Y 轴向前或后移一点,反复调整,直至两显示灯同时闪烁。

4. 脉冲参数的选择

线切割加工一般都采用晶体管高频脉冲电源,用单个脉冲能量小、脉宽窄、频率高的脉冲参数进行正极性加工。加工时,可改变的脉冲参数主要有电流峰值、脉冲宽度、脉冲间隔、空载电压、放电电流。要求获得较好的表面粗糙度时,所选用的电参数要小;若要求获得较高的切割速度,脉冲参数要选大一些,但加工电流的增大受排屑条件及电极丝截面积的限制,过大的电流易引起断丝,快速走丝线切割加工脉冲参数的选择见表 1-4。

表 1-4 快速走丝线切割加工脉冲参数

应用	脉冲宽度 $t_i/\mu\text{S}$	电流峰值 I_e/A	脉冲间隔 $t_0/\mu\text{S}$	空载电压/V
快速切割或加大厚度 工件 $R_a > 2.5 \mu\text{m}$	20~40	大于 12	为实现稳定加工, 一般选择 $t_0/t_1 =$ 3~4 以上	一般为 70~90
半精加工 $R_a = 1.25 \sim 2.5 \mu\text{m}$	6~20	6~12		
精加工 $R_a < 1.25 \mu\text{m}$	2~6	4.8 以下		

5. 程序准备

圆弧的 3B 代码编程如下:

(1) x 、 y 值的确定 以圆弧的圆心为原点,建立正常的直角坐标系,“ x 、 y ”表示圆弧起点坐标的绝对值,单位为 μm 。如在图 1-25(a) 中, $x = 30\,000$, $y = 40\,000$;在图 1-25(b) 中, $x = 40\,000$, $y = 30\,000$ 。

(2) G 的确定 G 用来确定加工时的计数方向,分 G_x 和 G_y 。圆弧编程的计数方向的选取方法是:以某圆心为原点建立直角坐标系,取终点坐标绝对值小的轴为计数方向。具体确定方法为:若圆弧终点坐标为 x_e 、 y_e ,令 $x = |x_e|$, $y = |y_e|$,若 $y < x$,则 $G = G_y$,如图 1-25(a) 所示;若 $y > x$,则 $G = G_x$,如图 1-25(b) 所示;若 $y = x$,则 G_x 、 G_y 均可。

由上可见,圆弧计数方向由圆弧终点的坐标绝对值大小决定,其确定方法与直线刚好相反,即取与圆弧终点处走向较平行的轴作为计数方向,具体可参见图 1-25(c)。

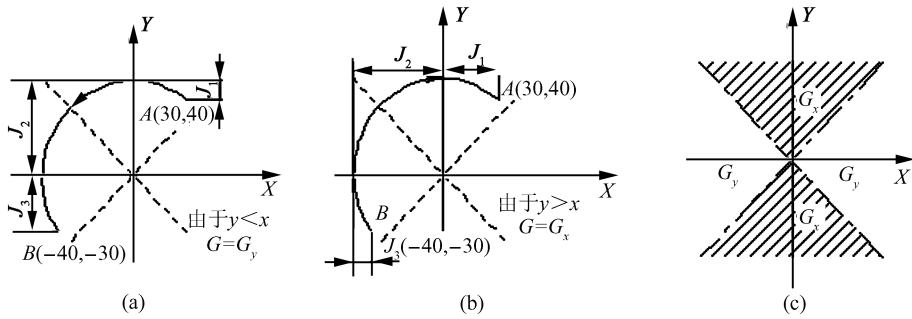


图 1-25 圆弧轨迹

(3) J 的确定 圆弧编程中 J 的取值方法为:由计数方向 G 确定投影方向,若 $G = G_x$,则将圆弧向 X 轴投影;若 $G = G_y$,则将圆弧向 Y 轴投影。 J 值为各个象限圆弧投影长度绝对值的和。如在图 1-25(a)、图 1-25(b) 中, J_1 、 J_2 、 J_3 大小分别如图中所示, $J = |J_1| + |J_2| + |J_3|$ 。

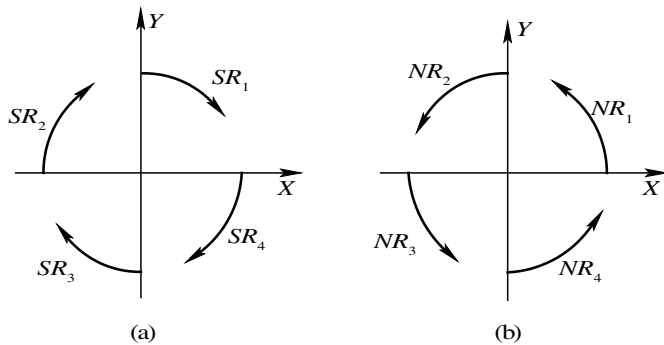


图 1-26 Z 的确定

(4) Z 的确定 加工指令 Z 按照第一步进入的象限可分为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 ;按切割的走向可分为顺圆 S 和逆圆 N 。于是共有 8 种指令: SR_1 、 SR_2 、 SR_3 、 SR_4 、 NR_1 、 NR_2 、 NR_3 、 NR_4 ,具体可参考图 1-26。

【任务实施】

1. 程序编写

根据图 1-27 及相关条件,定位卡板冲裁凸模 3B 代码程序如下(该程序无刀具补偿半径,切割零件外轮廓尺寸单边小一个补偿半径,但可在机床控制软件中实现补偿)。

```

N1: B5000 B0 B5000 GX L1
N2: B8000 B6000 B6000 GY NR4
N3: B4000 B0 B8000 GY SR2
N4: B0 B15000 B15000 GY L4
N5: B5000 B0 B10000 GY SR4
N6: B0 B9000 B9000 GY L2
N7: B5000 B0 B5000 GX L3
N8: DD
    
```

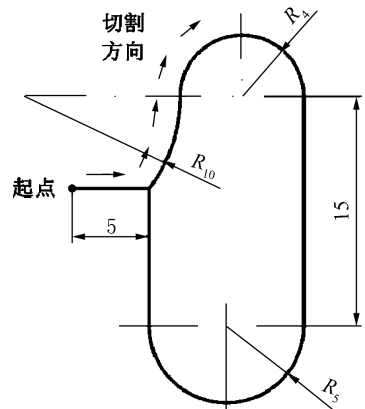


图 1-27 定位卡板冲裁凸模图

2. 操作加工

(1) 接通电源,启动机床系统。

(2) 按照前面所介绍方法,进入 3B 代码输入界面输入 3B 代码并保存。

(3) 工件采用两端支撑方式装夹,如图 1-23 所示,装夹好零件后,使用垂直度校正器来校正电极丝与工件的垂直度。

(4) 转动工作台刻度手柄,将电极丝移动至切入起点后,将 X、Y 刻度盘校零。

(5) 启动机床运丝,打开工作液。

(6) 进入加工界面,按 F3 进入参数设定,使用键盘方向键,将光标移动到半径补偿位置后按回车键,再利用键盘输入 0.1 后回车,按 ESC 键退出,进入加工界面。其他步骤与前面一样,不做详解。

【任务评价】

表 1-5 评价表

班级		姓名		同组姓名				
开始时间				结束时间				
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	自评	互评	教师评	
1	学习准备 (15分)	资料准备	5	参与资料收集、整理、自主学习				
		计划制订	5	能初步制订计划				
		小组分工	5	分工合理,协调有序				
2	学习过程 (50分)	操作技术	程序准备	5	正确得分,否则酌情扣分			
			起割点选择	5	符合线切割加工工艺要求,否则酌情扣分			
			上丝	5	符合上丝基本动作规范要求,否则酌情扣分			
			工件的装夹	5	装夹可靠、正确,否则酌情扣分			
			校正电极丝垂直度	10	符合通过火花来校正电极丝垂直度的要求,否则酌情扣分			
			脉冲参数的选择	10	根据加工要求,选择正确的电参数,否则酌情扣分			
		操作熟练程度	10	操作熟练得分,否则根据情况酌情扣分				
3	学习拓展 (15分)	知识迁移	5	能实现前后知识的迁移				
		应变能力	5	能举一反三,提出改进建议或方案				
		创新程度	5	有创新建议提出				

续 表

班级		姓名	同组姓名				
开始时间		结束时间					
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	自评	互评	教师评
4	学习态度 (20分)	主动程度	5	自主学习主动性强			
		合作意识	5	能与同伴团结合作,协作学习			
		严谨细致	5	认真仔细,不出差错			
		问题研究	5	能在实践中发现问题,并用理论知识解释实践中的问题			
教师签字		总 分					

【练习实践】

要求:根据给定的凸模零件图(图 1-28),用快走丝线切割加工出凸模零件。

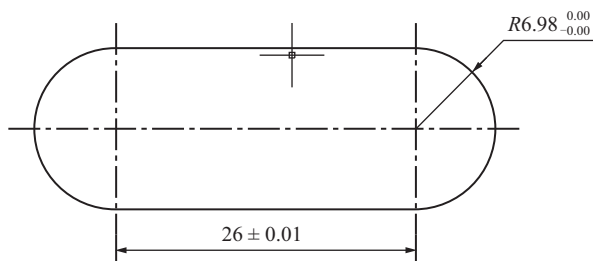


图 1-28 凸模零件图

【任务拓展】

由本课题练习得知,数控线切割机床系统可以实现自动半径偏移补偿,但偏移量方向需要正确进行判断,若方向错误,工件单边尺寸将比理论尺寸小 0.2 mm,直接决定了零件合格与否,具体判断方法如图 1-29 所示。当切割外轮廓(凸模)件时,顺时针方向切割补偿为 +0.1,逆时针方向切割补偿为 -0.1;切割内轮廓(凹模)件时,顺时针方向切割补偿为 -0.1,逆时针方向切割补偿为 +0.1。

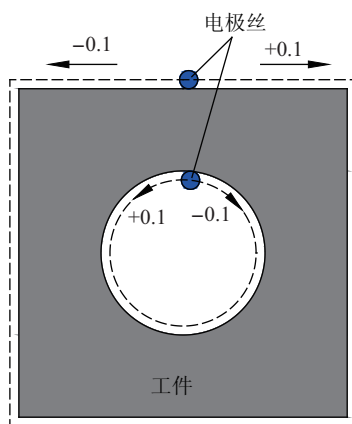


图 1-29 电极补偿值的确定

任务3 摩托车排气管垫片凸凹模加工

【任务描述】

该任务为摩托车排气管垫片中的一个凸凹模零件加工,通过对快走丝线切割 3B 代码手工编程及部分机床操作的学习,完成图 1-30 所示零件的加工。

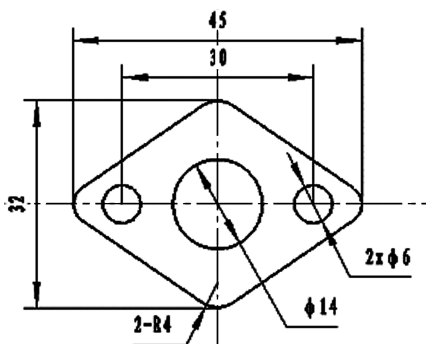


图 1-30 摩托车排气管垫片凸凹模

该零件选用快走丝手工编程加工,轮廓形状由直线与圆弧线构成,因此首先要掌握快走丝 3B 代码对该零件的手工编程方法,再结合机床操作加工。

【任务目标】

- (1) 学会 3B 代码手工编程。
- (2) 能够掌握数控电火花快走丝线切割零件的加工过程。
- (3) 能对摩托车排气管垫片凸凹模进行加工。

【知识储备】

检查机床与电极丝切割加工前,要根据工件材料及毛坯与加工工件图样确定工艺、程序以及正确装夹、找正工件方法、调整电极丝的垂直度和张力,调整脉冲电源各电参数,包括脉冲电压、峰值电流、脉冲宽度、进给速度等,各参数合理调整完毕后方可正式加工。

1. 加工工艺

数控电火花线切割加工一般是作为工件,尤其是模具加工中的最后工序。要达到加工零件的精度及表面粗糙度要求,应合理控制线切割加工时的各种工艺参数(电参数、电极丝定位、工件装夹等),同时应安排好零件的切割工艺路线。

加工凸模时,为减小变形,电极丝切割时的运动轨迹与边缘的距离应大于 5 mm,如图 1-31(a)所示。加工凹模时,为避免模具零件应力变形尽可能采用穿丝孔,为缩短开始切割时的切入长度,穿丝孔可选在距离型孔边缘 2~5 mm 处,如图 1-31(b)所示。

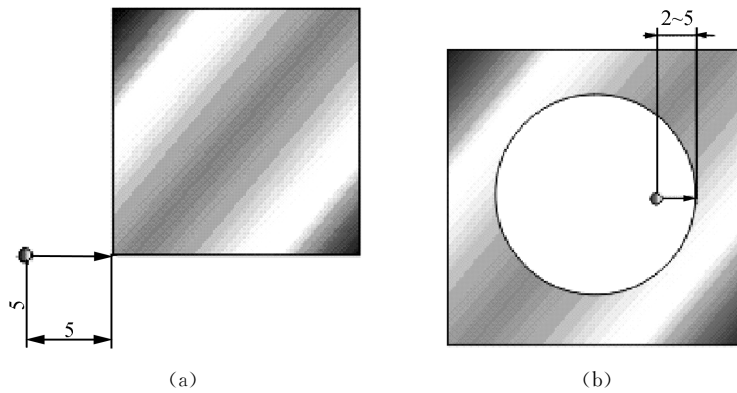


图 1-31 电极丝切入位置的选择

2. 工件的装夹

本次加工工件的装夹采用桥式支撑方式装夹,这种方式是在通用夹具上放置垫铁后再装夹工件。这种方式装夹方便,对大、中、小型工件都可采用此方式装夹,如图 1-32 所示。

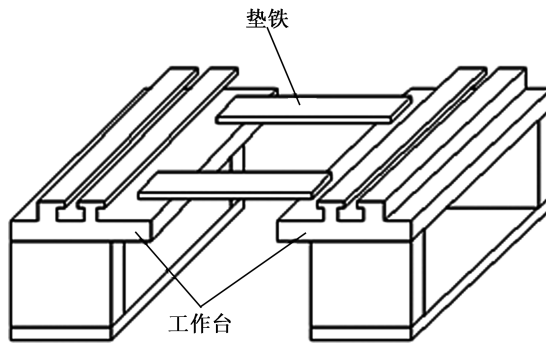
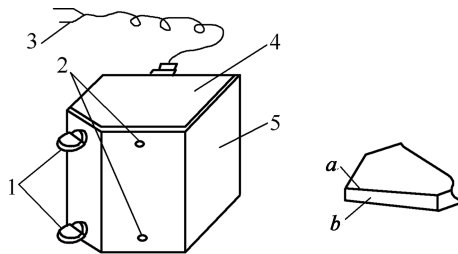


图 1-32 桥式支撑方式装夹

3. 校正电极丝垂直度

加工工件前必须校正电极丝垂直度,保证钼丝与工作台垂直。可用电极丝碰边时产生的火花加以目测,或借助图 1-33 所示校正器调节上、下导轮螺钉来校核电极丝垂直度。



1—测量头 2—显示灯 3—鳄鱼夹及插头座 4—盖板 5—支座

图 1-33 钼丝校正器

校正器安放在台架表面上,将鳄鱼夹夹在导电块上,插头插入校正器的插座内,测量头 a 、 b 面分别与 X 、 Y 轴大致平行。移动 X 、 Y 轴使丝靠近测头,根据指示灯调 U 、 V 轴,使丝与 $a-a'$ 、 $b-b'$ 同时接触。如果只有一个指示灯亮,在调 U 、 V 轴时先要把对应 X 、 Y 轴向前或后移一点,

反复调整,直至两显示灯同时闪烁。

4. 电极丝定位方法的选择

线切割加工之前,应将电极丝调整到切割的起始坐标位置上,其调整方法主要有三种——目测法、火花法、自动找中心。对于加工要求较低的工件,在确定电极丝与工件基准间的相对位置时,可以直接利用目测进行观察。

(1) 目测法

对于穿丝件可利用穿丝处画出的十字基准线,分别沿画线方向观察电极丝与基准线的相对位置,根据两者的偏离情况移动工作台,当电极丝中心分别与纵横方向基准线重合时,工作台纵、横方向上的读数就确定了电极丝中心的位置,如图 1-34 所示。

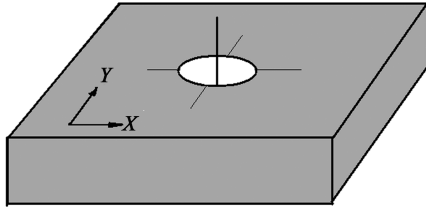


图 1-34 目测法

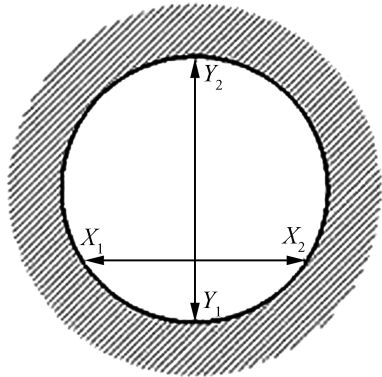


图 1-35 自动找中心

(2) 火花法

如图 1-35 所示,移动工作台使工件的基准面逐渐靠近电极丝,在出现火花的瞬时,记下工作台的相应坐标值,再根据放电间隙推算电极丝中心的坐标。此法简单易行,但往往因电极丝靠近基准面时产生的放电间隙与正常切割条件下的放电间隙不完全相同而产生误差。

(3) 自动找中心

所谓自动找中心,就是让电极丝在工件孔的中心自动定位。此法是根据线电极与工件的短路信号来确定电极丝的中心位置,数控功能较强的线切割机床常用这种方法,如图 1-35 所示。

对于本次加工,在确定电极丝与工件基准间的相对位置时,可以直接利用目测法对凸模进行观察,利用自动找中心的方法对凹模进行观察。

【任务实施】

1. 程序编写

根据图 1-36(a)及相关条件,摩托车排气管垫片凸模 3B 代码程序如下(该程序无刀具补偿半径,切割零件外轮廓尺寸单边小一个补偿半径,但可在机床控制软件中实现补偿)。

N1: B5000 B0 B5000 GX L1

N2: B7000 B0 B28000 GY NR3

N3: DD

根据图 1-36(b)及相关条件,摩托车排气管垫片凹模 3B 代码程序如下:

N1: B5000 B0 B5000 GX L1
 N2: B7000 B0 B28000 GY NR3
 N3: DD

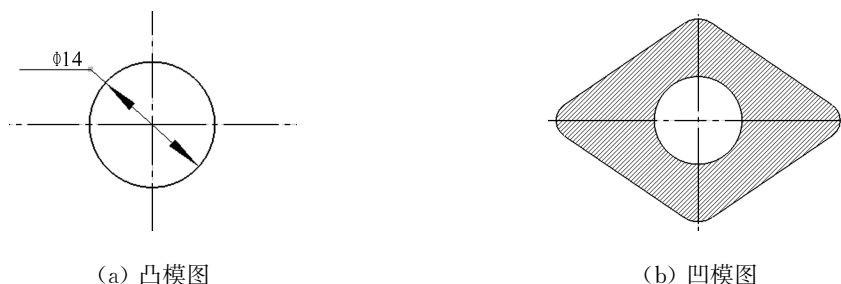


图 1-36 摩托车排气管垫片

2. 操作加工

- (1) 接通电源,启动机床系统。
- (2) 按照前面所介绍方法,进入 3B 代码输入界面输入 3B 代码并保存。
- (3) 工件采用桥式支撑方式装夹,如图 1-32 所示,装夹好零件后,使用垂直度校正器来校正电极丝与工件的垂直度。
- (4) 转动工作台刻度手柄,将电极丝移动至切入起点后,将 X、Y 刻度盘校零。
- (5) 启动机床运丝,打开工作液。
- (6) 进入加工界面,按 F3 进入参数设定,使用键盘方向键,将光标移动到半径补偿位置后按回车键,再利用键盘输入 0.1 后回车,按 ESC 键退出,进入加工界面。其他步骤与前面一样,不做详解。

【任务评价】

表 1-6 评价表

班级		姓名		同组姓名			
开始时间		结束时间					
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	自评	互评	教师评
1	学习准备 (15分)	资料准备	5	参与资料收集、整理、自主学习			
		计划制订	5	能初步制订计划			
		小组分工	5	分工合理,协调有序			

续 表

班级		姓名		同组姓名				
开始时间		结束时间						
序号	考核项目	考核要求	配分	评分标准	自评	互评	教师评	
2	学习过程 (50分)	操作技术	程序准备	5	正确得分,否则酌情扣分			
			加工轨迹的选择	5	符合线切割加工工艺要求,否则酌情扣分			
			工件的装夹	5	装夹可靠、正确,否则酌情扣分			
			校正电极丝垂直度	10	符合通过火花来校正电极丝垂直度的要求,否则酌情扣分			
			电参数的选择	5	根据加工要求,选择正确的电参数,否则酌情扣分			
			电极丝定位方法的选择	10	根据加工要求,选择正确的调整方法			
		操作熟练程度	10	操作熟练得分,否则根据情况酌情扣分				
3	学习拓展 (15分)	知识迁移	5	能实现前后知识的迁移				
		应变能力	5	能举一反三,提出改进建议或方案				
		创新程度	5	有创新建议提出				
4	学习态度 (20分)	主动程度	5	自主学习主动性强				
		合作意识	5	能与同伴团结合作,协作学习				
		严谨细致	5	认真仔细,不出差错				
		问题研究	5	能在实践中发现问题,并用理论知识解释实践中的问题				
教师签字				总 分				

【练习实践】

要求:根据给定的凸凹模零件图(图 1-37),用快走丝线切割加工出凸凹模零件。

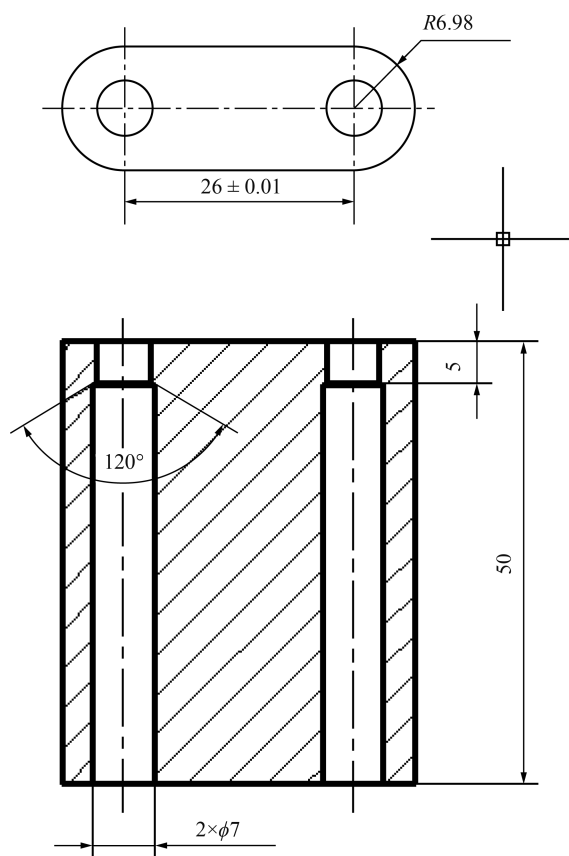


图 1-37 凸凹模零件图

【任务拓展】

由本课题练习得知,数控线切割机床系统可以实现跳步加工,如图 1-38 所示。加工孔的顺序:加工 A 基准孔—加工完暂停拆丝—跳步—穿丝在 B 孔中继续加工—加工完暂停拆丝—跳步—穿丝在 C 孔中继续加工。

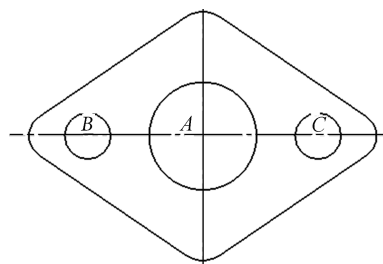


图 1-38 跳步加工