

最新

# 数控机床加工工艺编程技术与维护维修

实用手册

主编  
席子杰



吉林电子出版社

# 最新数控机床加工工艺编程 技术与维护维修实用手册

主编：席文杰

(第三卷)

吉林省电子出版社

## 第五节 数控车床使用假想刀尖点时偏置计算

在数控车削加工中,为了对刀的方便,总是以“假想刀尖”点来对刀。所谓假想刀尖点,是指图 3-22(a)中  $M$  点的位置。由于刀尖圆弧的影响,仅仅使用刀具长度补偿,而不对刀尖圆弧半径进行补偿,在车削锥面或圆弧面时,会产生欠切的情况,如图 3-23 所示。目前,较高级的车床控制系统,不仅具有刀尖圆弧半径补偿功能,而且还可以根据刀尖的实际状况,选择刀位点的位置,编程和补偿都十分方便。大多数车床采用简易数控系统,不具备半径补偿功能。因此,当零件精度要求较高且又有圆锥或圆弧表面时,可以按刀尖圆弧中心编程,也可以在局部进行补偿计算。图 3-22(a)是车削锥体表面时由于刀尖圆弧半径  $r_{\text{刀}}$  引起的刀位补偿量计算简图。当采用在  $Z$  向(纵向)与  $X$  向(径向)同时进行刀具位置补偿时,实际刀刃与工件接触点  $A$  移到编程时刀尖设定点  $M$  上, $r_{\text{刀}}$  的补偿量可按下式计算。

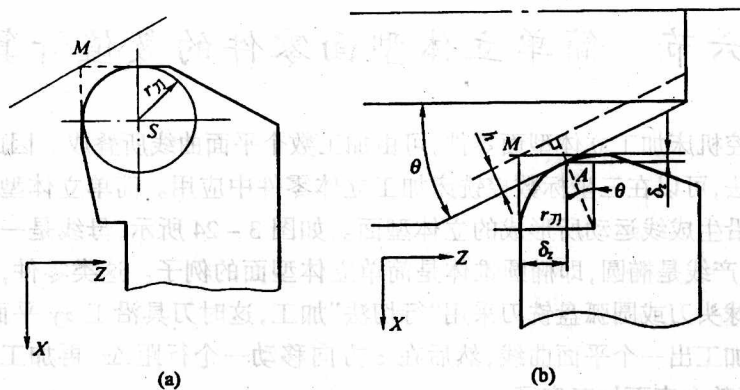


图 3-22 假想刀尖点编程时的补偿计算

$$\delta_z = r_{\text{刀}} - r_{\text{刀}} \sin\theta = r_{\text{刀}}(1 - \sin\theta)$$

$$\delta_x = r_{\text{刀}} - r_{\text{刀}} \cos\theta = r_{\text{刀}}(1 - \cos\theta)$$

也可不用这种  $Z$  向和  $X$  向同时补偿的方法,而只在  $Z$  向或  $X$  向进行补偿。由图 3-22(b)可知,因为

$$h = \sqrt{2} r_{\text{刀}} \cos(45^\circ - \theta) - r_{\text{刀}} = r_{\text{刀}}(\sin\theta + \cos\theta - 1)$$

所以  $Z$  向或  $X$  向的补偿量分别按下面公式计算

$$\Delta Z = \frac{h}{\sin\theta} = r_{\text{刀}} \left(1 - \tan \frac{\theta}{2}\right)$$

$$\Delta X = \frac{h}{\cos\theta} = r_{\text{刀}} \left(\frac{2}{1 + \cot(\theta/2)}\right)$$

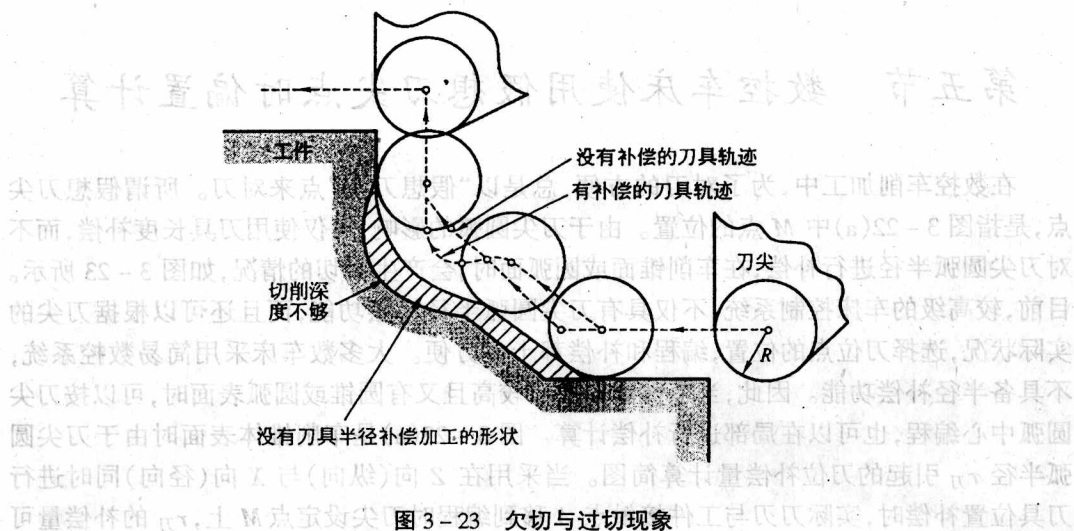


图 3-23 欠切与过切现象

## 第六节 简单立体型面零件的数值计算

三坐标数控机床加工立体型面零件,可由加工数个平面曲线所叠成。因此,平面零件的数值计算方法,可以在三坐标数控铣床加工立体零件中应用。简单立体型面零件是指以直线为母线沿生成线运动所形成的立体型面。如图 3-24 所示,母线是一与  $z$  轴夹角为  $\theta$  的直线,生成线是椭圆,即圆锥体是简单立体型面的例子。这类零件,可在三坐标数控铣床上用球头刀或圆弧盘铣刀采用“行切法”加工,这时刀具沿  $xy$  平面运动一圈,在零件轮廓上加工出一个平面曲线,然后在  $z$  方向移动一个行距  $\Delta z$ ,再加工出一个新的平面曲线,直至整个表面加工完了。

就加工每个平面曲线来说,其数值计算方法与平面曲线零件的数值计算方法相同。对立体型面来说,还需解决以下两个问题。

### (1) 行距 $\Delta z$ 的确定

用球头刀或圆弧盘铣刀加工立体型面零件,刀痕在行间构成了被称为切残量的表面不平度  $h$  (见图 3-25)。若允许的表面不平度为  $h_{允}$ ,则

$$S = 2\sqrt{2Rh_{允} - h_{允}^2} \approx \sqrt{2Rh_{允}}$$

所以

$$\Delta z = S \sin \varphi = 2\sqrt{2Rh_{允}} \sin \varphi$$

式中  $\varphi$ ——母线与  $xy$  平面的夹角,即  $\varphi = 90^\circ - \theta$ 。

### (2) 球头刀半径 $R$ 或圆弧盘铣刀圆弧半径 $R$ 在加工截面上的投影 $r$ 的计算

由图 3-25 可知,在加工截面内计算刀具中心轨迹时,其刀具半径不是  $R$  而是  $r$ ,  $r$  与球头刀半径  $R$  的关系

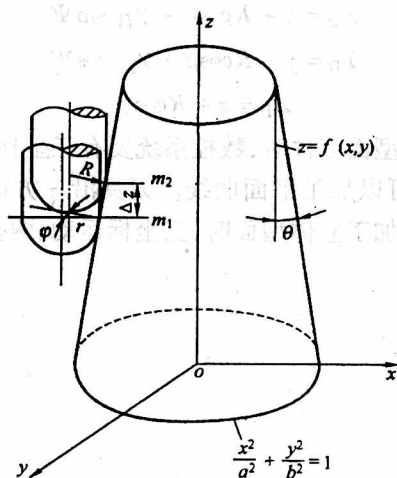


图 3-24 椭圆锥体的行切法加工

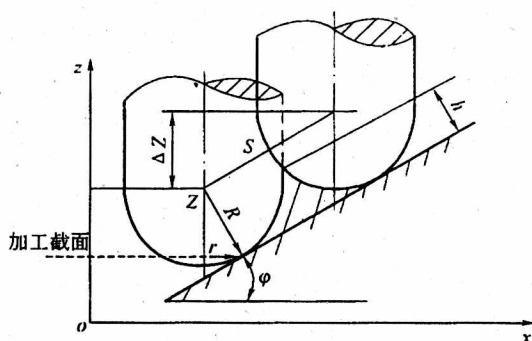


图 3-25 行距与切残量的关系

$$r = R \sin \varphi$$

球头刀球心或圆弧盘铣刀的圆心平面距加工表面距离

$$Z = R \cos \varphi$$

圆弧盘铣刀中心轨迹可按下列式计算

$$X_D = x + (R \sin \varphi + r_{\text{盘}}) \sin \Psi$$

$$Y_D = y + (R \sin \varphi + r_{\text{盘}}) \cos \Psi$$

式中  $x, y$ ——零件轮廓节点坐标;

$\Psi$ ——零件轮廓法线在  $xy$  平面上投影与  $y$  轴的夹角;

$r_{\text{盘}}$ ——圆弧盘铣刀  $R$  圆弧中心的半径值。

若零件轮廓节点处的法线的方向角为  $\alpha, \beta, \gamma$ , 法线向量在  $xy$  平面投影与  $y$  轴夹角为  $\Psi$ , 则

$$X_D = x + R \cos \alpha + \gamma_{\text{盘}} \sin \Psi$$

$$Y_D = y + R \cos \beta + \gamma_{\text{盘}} \cos \Psi$$

$$Z_D = z + R \cos \gamma$$

数控机床加工简单立体型面零件时,数控系统要有三坐标控制功能,但只要有两坐标连续控制(两坐标联动),就可以加工平面曲线。刀具沿  $z$  方向运动时,不要求  $x, y$  方向也同时运动。这种用行切法加工立体型面时,三坐标运动、两坐标联动的加工编程方法称为两轴半联动加工。

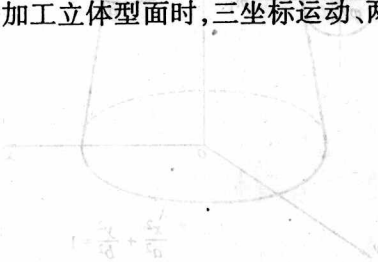


图 3-24 行切法加工圆锥面时的坐标关系

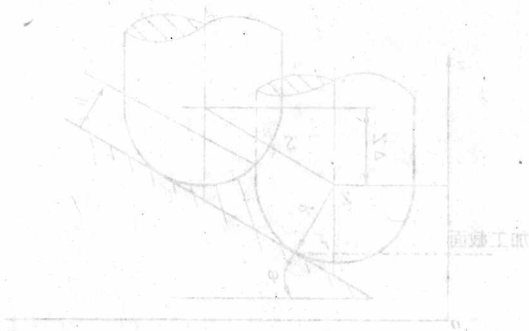


图 3-25 行切法加工圆锥面时的坐标关系

$$r = R \sin \varphi$$

球刀球心或圆锥盘铣刀的圆心平面距加工表面距离

$$Z = R \cos \varphi$$

圆锥盘铣刀中心到盘中心距离可按下列公式计算

$$X_D = x + (R \sin \varphi + r_{\text{盘}}) \sin \Psi$$

$$Y_D = y + (R \sin \varphi + r_{\text{盘}}) \cos \Psi$$

式中  $x, y$ ——零件轮廓节点坐标;

$\Psi$ ——零件轮廓节点在  $xy$  平面上投影与  $x$  轴的角度;

$r_{\text{盘}}$ ——圆锥盘铣刀中心到盘中心的半径。

零件轮廓节点的法线的方向角为  $\alpha, \beta, \gamma$ , 法线向量在  $xy$  平面投影与  $x$  轴的角度为  $\varphi$ 。



## 第四章 数控车削加工编程

### 第一节 数控车削编程概述

#### 一、数控车削的编程特点

##### (1) 数控车削加工的内容

数控车削加工包括端面车削、外圆柱面车削、内圆柱面的车削(镗孔)、钻孔加工、螺纹加工、复杂外形轮廓面车削等,如图4-1所示。

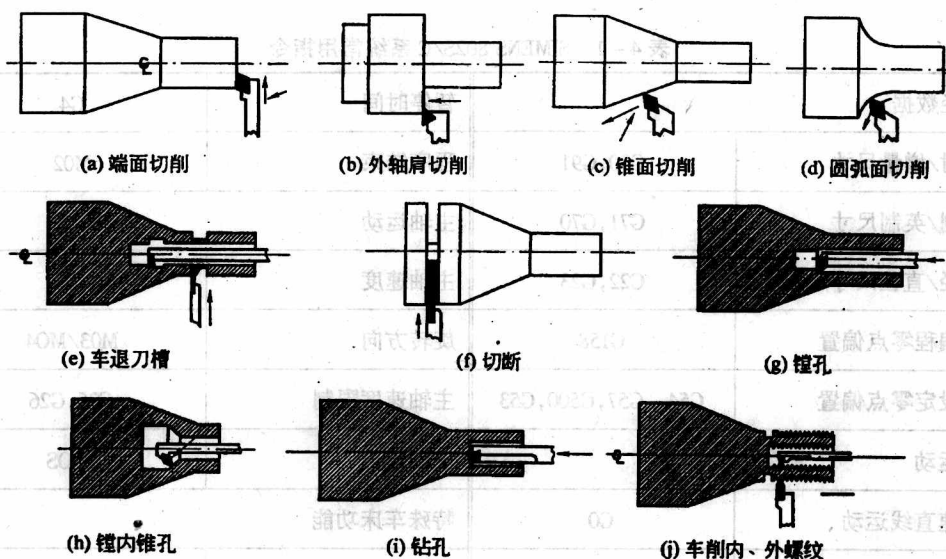


图4-1 车削加工的主要内容

##### (2) 数控车削加工的编程特点

①在一个程序段中,根据图样上标注的尺寸,可以采用绝对值编程或增量值编程,也可以采用混合编程。一般情况下,利用自动编程软件编程时,通常采用绝对值编程。

②被加工零件的径向尺寸在图样上和测量时,一般用直径值表示。所以采用直径尺寸编程更为方便。

③由于车削加工常用棒料或锻料作为毛坯,加工余量较大,为简化编程,数控装置常具备不同形式的固定循环,可进行多次重复循环切削。

④编程时,认为车刀刀尖是一个点,而实际上为了提高刀具寿命和工件表面质量,车刀刀尖常磨成一个半径不大的圆弧,为提高工件的加工精度,编制圆头刀程序时,需要对刀具半径进行补偿。大多数数控车床都具有刀具半径自动补偿功能(G41、G42),这类数控车床可直接按工件轮廓尺寸编程。

## 二、车床数控系统的功能与指令代码

数控系统是数控机床的核心。数控机床根据功能和性能要求,配置不同的数控系统。系统不同,其指令代码也有差别,因此,编程时应按所使用数控系统代码的编程规则进行编程。

数控车床常用的功能指令有准备功能 G、辅助功能 M、刀具功能 T、主轴转速功能 S 和进给功能 F。几种常用的典型数控车削系统的 G 功能代码见表 4-1~表 4-4,供读者学习参考。

表 4-1 SIMENS 802S/C 系统常用指令

路径数据		暂停时间	G4
绝对/增量尺寸	G90, G91	程序结束	M02
公制/英制尺寸	G71, G70	主轴运动	
半径/直径尺寸	G22, G23	主轴速度	S
可编程零点偏置	G158	旋转方向	M03/M04
可设定零点偏置	G54~G57, G500, G53	主轴速度限制	G25, G26
轴运动		主轴定位	SPOS
快速直线运动	G0	特殊车床功能	
进给直线插补	G1	恒速切削	G96/G97
进给圆弧插补	G2/G3	圆弧倒角/直线倒角	CHF/RND
中间点的圆弧插补	G5	刀具及刀具偏置	



路径数据		暂停时间	G4
定螺距螺纹加工	G33	刀具	T
接近固定点	G75	刀具偏置	D
回参考点	G74	刀具半径补偿先择	G41, G42
进给率	F	转角处加工	G450, G451
准确停/连续路径加工	G9, G60, G64	取消刀具半径补偿	G40
在准确停时的段转换	G601/G602	辅助功能	M

表 4-2 华中世纪星 HNC-21/22T 数控车系统的 G 代码

代码	组别	功 能	代码	组别	功 能
G00	01	快速定位	G57	11	坐标系选择 4
G01		直线插补	G58		坐标系选择 5
G02		圆弧插补(顺时针)	G59		坐标系选择 6
G03		圆弧插补(逆时针)	G65	06	调用宏指令
G04	00	暂停	G71		外径/内径车削复合循环
G20	08	英制输入	G72		端面车削复合循环
G21		米制输入	G73		闭环车削复合循环
G28	00	参考点返回检查	G76		螺纹车削复合循环
G29		参考点返回	G80		外径/内径车削固定循环
G32	01	螺纹切削	G81		端面车削固定循环
G36	17	直径编程	G82	螺纹车削固定循环	
G37		半径编程	G90	13	绝对编程
G40		取消刀尖半径补偿	G91		相对编程
G41	09	刀尖半径左补偿	G92	00	工件坐标系设定
G42		刀尖半径右补偿	G94	14	每分钟进给
G54	11	坐标系选择 1	G95		每转进给
G55		坐标系选择 2	G96	16	恒线速度切削
G56		坐标系选择 3	G97		恒转速切削

表 4-3 FANUC Oi-T 系统常用 G 指令

G 代码			组	功 能	G 代码			组	功 能
A	B	C			A	B	C		
G00	G00	G000	01	快速定位	G70	G70	G72	00	精加工循环
G01	G01	G01		直线插补(切削进给)	G71	G71	G73		外圆粗车循环
G02	G02	G02		圆弧插补(顺时针)	G72	G72	G74		端面粗车循环
G03	G03	G03		圆弧插补(逆时针)	G73	G73	G75		多重车削循环
G04	G04	G04		暂停	G74	G74	G76		排屑钻端面孔
G10	G10	G10	00	可编程数据输入	G75	G75	G77		外径/内径钻孔循环
G11	G11	G11		可编程数据输入方式取消	G76	G76	G78		多头螺纹循环
G20	G20	G70	06	英制输入	G80	G80	G80		固定钻循环取消
G21	G21	G71		米制输入	G83	G83	G83		钻孔循环
G27	G27	G27	00	返回参考点检查	G84	G84	G84	10	攻丝循环
G28	G28	G28		返回参考位置	G85	G85	G85		正面镗循环
G32	G33	G33	01	螺纹切削	G87	G87	G87		侧钻循环
G34	G34	G34		变螺距螺纹切削	G88	G88	G88		侧攻丝循环
G36	G36	G36	00	自动刀具补偿 X	G89	G89	G89		侧镗循环
G37	G37	G37		自动刀具补偿 Z	G90	G77	G20	外径/内径车削循环	
G40	G40	G40		取消刀尖半径补偿	G92	G78	G21	01	螺纹车削循环
G41	G41	G41	07	刀尖半径左补偿	G94	G79	G24		端面车削循环
G42	G42	G42		刀尖半径右补偿	G96	G96	G96	02	恒表面切削速度控制
G50	G92	G92	00	坐标系或主轴最大速度设定	G97	G97	G97		恒表面切削速度控制取消
G52	G52	G52	00	局部坐标系设定	G98	G94	G94	05	每分钟进给
G53	G53	G53		机床坐标系设定	G99	G95	G95		每转进给
- G54 ~ 59			14	选择工件坐标系 1~6	-	G90	G90	03	绝对值编程
G65	G64	G65	00	调用宏指令	-	G91	G91		增量值编程

表 4-4 为 FAGOR 8055T 系统常用的 G 功能

G 代码	功 能	G 代码	功 能
G00	快速定位	G16	用 2 个方向选择主平面
G01	直线插补	G17	主平面 X-Y 纵轴为 Z
G02	顺时针圆弧插补	G18	主平面 Z-X 纵轴为 Y
G03	逆时针圆弧插补	G19	主平面 Y-Z 纵轴为 X
G04	停顿/程序段准备停止	G20	定义工作区下限
G05	圆角过渡	G21	定义工作区上限
G06	绝对圆心坐标	G22	激活/取消工作区
G07	方角过渡	G28	第二主轴选择
G08	圆弧切于前一路径	G29	主轴选择
G09	三点定义圆弧	G30	主轴同步(偏移)
G10	图像镜像取消	G32	进给率“F”用作时间的倒函数
G11	图像相对于 X 轴镜像	G33	螺纹切削
G12	图像相对于 Y 轴镜像	G36	自动半径过渡
G13	图像相对于 Z 轴镜像	G37	切向入口
G14	图像相对于编程的方向镜像	G38	切向出口
G15	纵向轴的选择	G39	自动倒角连接
G40	取消刀具半径补偿	G77	从动轴
G41	左手刀具半径补偿	G77S	主轴速度同步
G42	右手刀具半径补偿	G78	从动轴取消
G45	切向控制	G78S	取消主轴同步
G50	受控圆角	G81	直线车削固定循环
G54 ~ G57	绝对零点偏置	G82	端面车削固定循环
G58	附加零点偏置	G83	钻削固定循环
G59	附加零点偏置	G84	圆弧车削固定循环
G60	轴向钻削/攻丝固定循环	G85	端面圆弧车削固定循环
G61	径向钻削/攻丝固定循环	G86	纵向螺纹切削固定循环
G62	纵向槽加工固定循环	G87	端面螺纹切削固定循环
G63	径向槽加工固定循环	G88	沿 X 轴开槽固定循环
G66	模式重复固定循环	G89	沿 Z 轴开槽固定循环

G 代码	功 能	G 代码	功 能
G68	沿 X 轴的余量切除固定循环	G90	绝对坐标编程
G69	沿 Z 轴的余量切除固定循环	G91	增量坐标编程
G70	以英寸为单位编程	G92	坐标预置/主轴速度限制
G71	以毫米为单位编程	G93	极坐标原点
G72	通用和特定缩放比例	G94	直线进给率 mm(in)/min
G74	机床参考点搜索	G95	旋转进给率 mm(in)/r
G75	探针运动直到接触	G96	恒速切削
G76	探针接触	G97	主轴转速为 r/min

从表中可以看出:对于同一 G 代码而言,不同的数控系统所代表的含义不完全一样;对于同一功能,不同的数控系统采用的代码也有差异。因此,在编程时应根据所使用的数控系统,进行灵活运用。

### 三、数控车削编程中的有关问题

#### (1) 坐标系统

数控车床坐标系统分为机床坐标系和工作坐标系(编程坐标系)。无论哪种坐标系都规定与车床主轴轴线平行的方向为 Z 轴,且规定从卡盘中心至尾座预尖中心的方向为正方向。在水平面内与主轴轴线垂直的方向为 X 轴,且规定刀具远离主轴旋转中心的方向为正方向。

①机床坐标系 以机床原点为坐标系原点建立起来的 X、Z 轴直角坐标系,称为机床坐标系。车床的机床原点为主轴旋转中心与卡盘后端面的交点。机床坐标系是制造和调整机床的基础,也是设置工作坐标系的基础,一般不允许随意变动。如图 4-2 所示。

②参考点 参考点是机床上的一个固定点。该点是刀具退离到一个固定不变的极限点(图 4-2 中点  $O'$  即为参考点),其位置由机械挡块或行程开关来确定。以参考点为原点,坐标方向与机床坐标方向相同建立的坐标系叫做参考坐标系,在实际使用中通常是以参考坐标系计算坐标值。

③工件坐标系(编程坐标系)数控编程时应该首先确定工件坐标系和工件原点。零件在设计中有设计基准,在加工过程中有工艺基准,同时应尽量将工艺基准与设计基准统一,该基准点通常称为工件原点,以工件原点为坐标原点建立起来的, X、Z 轴直角坐标系,称为工件坐标系。在车床上工件原点可以选择在工件的左或右端面上,即工件坐标系是将参考坐标系通过对刀平移得到的。(见图 4-3)。

#### (2) 加工路线与加工余量的关系

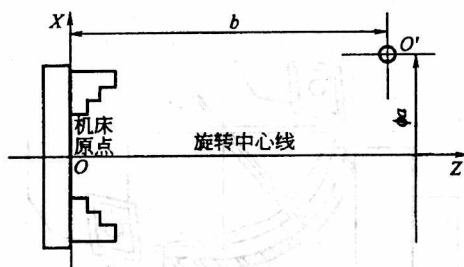


图 4-2 机床坐标系

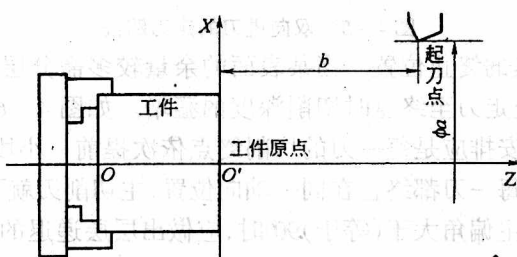


图 4-3 工件坐标系

如果在数控车床上加工含有锻、铸硬皮层的零件,且加工余量较大时,应注意程序的合理安排。

①对大余量毛坯进行阶梯切削时的加工路线 图 4-4 所示为车削大余量工件时的两种加工路线,图(a)是错误的阶梯路线,图(b)按 1~5 的顺序切削,每次切削所留的余量相等,是正确的阶梯切削路线。因为在同样背吃刀量的条件下,按图(a)方式加工所剩的余量过多。

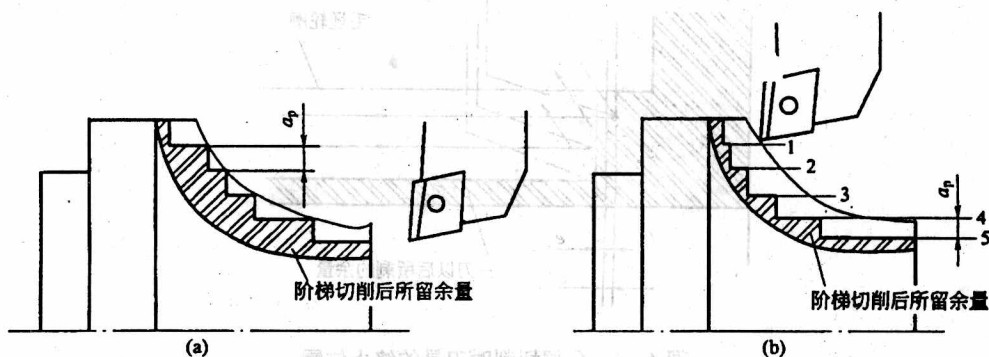


图 4-4 大余量毛坯的阶梯切削路线

根据数控加工的特点,还可以放弃常用的阶梯车削法,改用依次从轴向和径向进刀、顺毛坯轮廓走刀的路线,如图 4-5 所示。

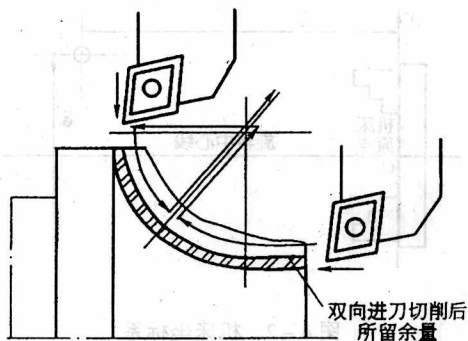


图 4-5 双向进刀的走刀路线

②分层切削时刀具的终止位置 当某表面的余量较多需分层多次走刀切削时,从第二刀开始就要注意防止走刀至终点时切削深度的猛增。如图 4-6 所示,设以  $90^\circ$  主偏刀分层切削外圆,合理的安排应是每一刀的切削终点依次提前一小段路离  $e$  (例如可取  $e = 0.1\text{mm}$ );如果  $e = 0$ ,则每一刀都终止在同一轴向位置,主切削刃就可能受到瞬时的重负荷冲击。因此,当刀具的主偏角大于(等于) $90^\circ$ 时,应做出层层递退的安排,这对延长粗加工刀具的寿命是有利的。

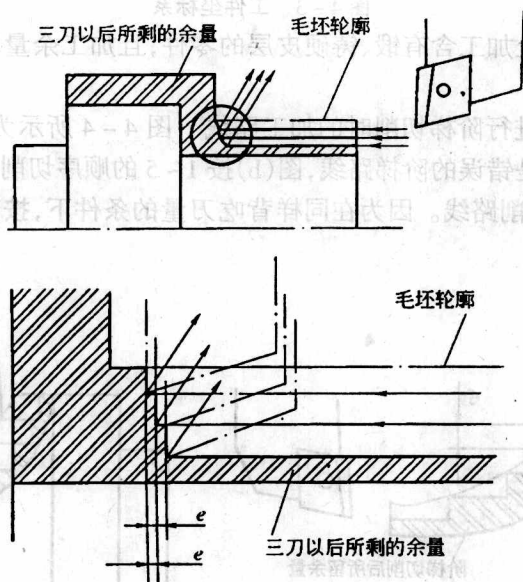


图 4-6 分层切削时刀具的终止位置

### (3)加工参数的选择

数控车削加工参数的选择与普通车床类似,但由于数控车床是一次装夹,连续完成多道工序甚至是全部工序,因而选择加工参数时应注意以下几点。

①合理选择切削用量 切削用量选择是否合理,对于能否充分发挥机床潜力与刀具



切削性能,实现优质、高产、低成本和安全操作具有很重要的作用。车削用量的选择原则是:粗车时,首先考虑选择尽可能大的背吃刀量  $a_p$  可使走刀次数减少,增大进给量  $f$  有利于断屑。

精车时,加工精度和表面粗糙度要求较高,加工余量不大且较均匀,因此选择精车的切削用量时,应着重考虑如何保证加工质量,并在此基础上尽量提高生产率。因此,精车时应选用较小(但不能太小)的背吃刀量  $a_p$  和进给量  $f$ ,并选用性能高的刀具材料和合理的几何参数,以尽可能提高切削速度  $v$ 。

此外,在安排粗、精车削用量时,应注意机床说明书给定的允许切削用量范围,对于主轴采用交流变频调速的数控车床,由于主轴在低速时输出扭矩降低,尤其注意此时的切削用量选择。推荐的切削用量数据见表 4-5,供应用时参考,详细内容请查阅切削用量手册。

表 4-5 数控车削用量推荐值

工件材料	加工内容	切削用量 $a_p/\text{mm}$	切削速度 $v/\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$	进给量 $f/\text{m}\cdot\text{r}^{-1}$	刀具材料
碳素钢 $\sigma_b > 600\text{MPa}$	粗加工	5~7	60~80	0.2~0.4	YT类
	粗加工	2~3	80~120	0.2~0.4	
	精加工	2~6	120~150	0.1~0.2	
	钻中心孔		500~800 $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$		W18Cr4V
	钻孔		~30	0.1~0.2	
	切断(宽度 < 5mm)		70~110	0.1~0.2	YT类
铸 铁 200HBS 以下	粗加工		50~70	0.2~0.4	YC类
	精加工		70~100	0.1~0.2	
	切断(宽度 < 5mm)		50~70	0.1~0.2	

②合理选择刀具 刀具尤其是刀片的选择是保证加工质量、提高加工效率的重要环节。零件材质的切削性能、毛坯余量、工件的尺寸精度和表面粗糙度要求等都是选择刀片的重要依据。

从编程的角度讲,在选择刀具几何角度时,要特别注意主偏角和副偏角的选择,前者影响刀具的切削范围,后者则可对已加工轮廓造成干涉。图 4-7 所示为典型的车削刀具——陶瓷刀具。

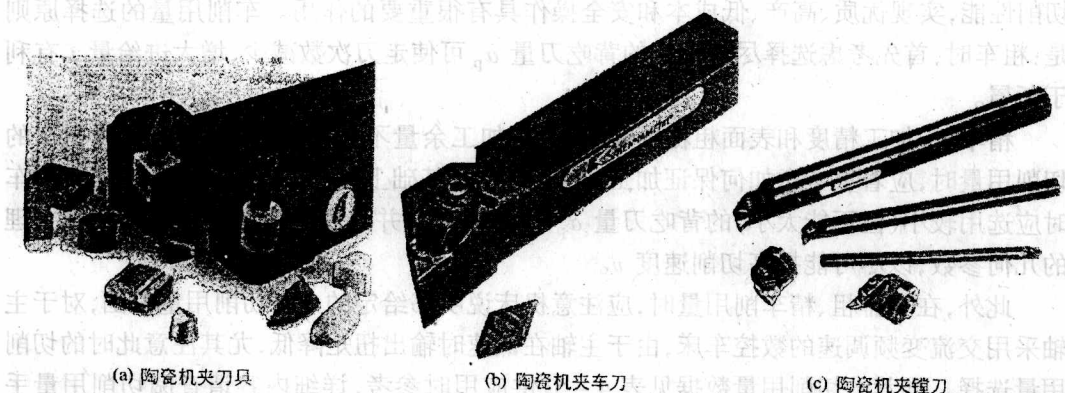


图 4-7 典型的车削刀具

## 第二节 基本功能及其指令的编程

### 一、尺寸系统

#### (1) 工件坐标系设定指令

工作坐标系设定指令是规定工作坐标系原点的指令,工件坐标系原点又称编程零点。数控编程时,必须先建立工件坐标系,用来确定刀具刀位点在坐标系中的坐标值。

①编程格式 工件坐标系设定指令的编程格式如下。

$G50X(\alpha)Z(\beta)$

式中, $\alpha$ 、 $\beta$ 分别为刀尖的起始点距工件原点在 $X$ 向和 $Z$ 向的尺寸。执行 $G50$ 指令时,机床不动作,即 $X$ 、 $Z$ 轴均不移动,系统内部对 $(\alpha, \beta)$ 进行记忆,CRT显示器上的坐标值发生了变化,这就相当于在系统内部建立了以工件原点为坐标原点的工作坐标系。

【例 4-1】 建立如图 4-8 所示零件的工件坐标系。

若选工作左端面 $O'$ 点为坐标原点时,坐标系设定的编程为

$G50 X150.0 Z100.0;$

若选工件右端面 $O$ 点为坐标原点时,坐标系设定的编程为

$G50 X150.0 Z20.0。$

②注意事项 有些数控机床用 $G92$ 指令建立工件坐标系,如华中数控 HNC-21T 系统;有的数控系统则直接采用零点偏置指令( $G54 \sim G57$ )建立工件坐标系,如 SIMENS 802S/C 系统。

#### (2) 绝对和增量尺寸编程( $G90/G91$ )

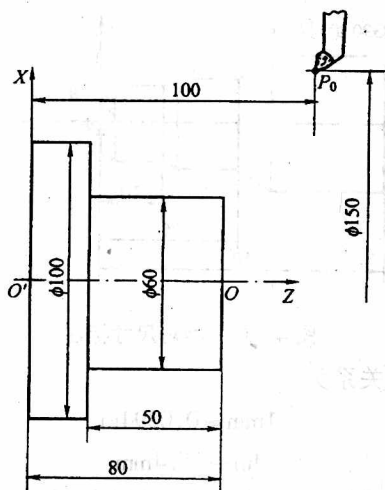


图 4-8 工件坐标系设定实例

G90 和 G91 指令分别对应着绝对位置数据输入和增量位置数据输入。G90 表示程序段中的尺寸字为绝对坐标值,即从编程零点开始的坐标值。系统上电后,机床处在 G90 状态。G90 编入程序时,以后所有输入的坐标值全部是以编程零点为基准的绝对坐标值,并且一直有效,直到在后面的程序段中由 G91(增量位置输入数据)替代为止。

图 4-9 所示零件,轴向的相互位置采用相对尺寸标注,在编程时采用 G91 方式比较方便;而图 4-10 所示零件采用绝对尺寸标注,亦采用 G90 方式编程。

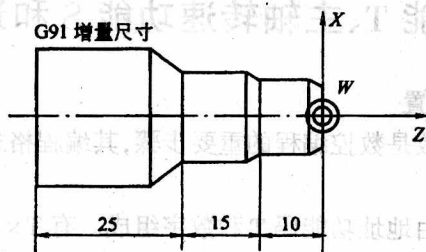


图 4-9 相对尺寸标注

注意:有些数控系统没有绝对和增量尺寸指令,当采用绝对尺寸编程时,尺寸字用 X、Y、Z 表示;采用增量尺寸编程时,尺寸字用 U、V、W 表示。数控车床采用 X、Z 和 U、W 分别表示绝对和增量尺寸。

### (3) 公制尺寸/英制尺寸指令

工程图纸中的尺寸标注有公制和英制两种形式。数控系统可根据所设定的状态,利用代码把所有的几何值转换为公制尺寸或英制尺寸(刀具补偿值和可设定零点偏置值也作为几何尺寸),同样进给率  $F$  的单位也分别为  $\text{mm}/\text{min}$ ( $\text{in}/\text{min}$ )或  $\text{mm}/\text{r}$ ( $\text{in}/\text{r}$ )。该指令为续效指令,系统上电后,机床处在公制状态。