数控铣床(加工中心)操作



引例

图7-1所示为平面凸轮廓零件。上下平面和四周边已加工完成,该工序只加工凸 台。工件毛坯: 80mm×100mm×30mm,材料为20钢。下面是该零件的精加工程序。数 控铣床为FANUC 0I MC数控铣床。

O 0001;

G54 G90 G17 G00 X0. Y0.; (确定工件坐标系及加工平面) (主轴正转,转速为2800r/min) M03 S2800: 全部 3.2 GOO X-60. Y-60. Z2.; (刀具定位到加工起点) Z 🛉 Х G01 Z-20.0 F250; (刀具到达加工端面) i () 20 G41 G01 X-40. Y-40. D01; (建立刀具半径补偿) 30 (铣削边) Y20. : Y GO2 X-30. Y30. R10.; (铣削R10mm圆角) G01 X30.: (铣削边) G02 X40. Y20. R10.; (铣削R10mm圆角) **R10** Х 60 GO1 Y-30.; (铣削边) 80 i T (铣削功) X-50. : G40 G00 X-60. Y-60.; (取消刀具半径补偿) G00 Z200.: (主轴抬起) 80 (主轴停) M05: 100 (程序结束) M30: 图7-1 平面凸轮廓零件

1.1数控铣床操作面板

FANUC 0I 数控铣床操作面板如图7-2所示。操作面板分为两个区域:图示 上半部分为数控系统控制面板,图示下 半部分为机床操作面板。



图7-2 FANUC 0I 数控铣床操作面板

1. 数控系统控制面板

FANUC 0I MC数控铣床的系统控制面板与项目一中介绍的沈阳机床厂FANUC 0I数 控车床的数控系统控制面板的按键及其功能基本相同。

2. 机床操作面板

机床操作面板主要由操作模式开关,主轴倍率调整旋钮,进给速度调节旋钮, 各种辅助功能选择开关、手轮、各种指示灯等组成。各按钮、旋钮开关的位置、结构 由机床厂家自行设计制造。

- 1.2数控铣床(加工中心)操作基础
- 1. 数控铣床(加工中心)安全操作
- (1)穿戴好工作服,戴好工作帽,禁止戴手套操作机床。
- (2)详细阅读机床的使用说明书,在未熟悉机床操作前,切勿随意动机床。(3)必须熟知每个按钮的作用及其操作注意事项。
- (4)注意机床各个部位警示牌上所警示的内容。
- (5)按照机床说明书要求加装润滑油、液压油、切削液,接通外接气源。(6)机床周围的工具要摆放整齐,要便于拿放。工具不能放在机床上。(7)加工前必须关上机床的防护门。
- (8)文明生产,杜绝酗酒和疲劳操作;禁止打闹、闲谈、睡觉和随意离开岗位。
 (9)在机床通电状态,不要接触机床上示有闪电符号、装有强电装置的部位。
 (1)检查工件和刀具是否装夹正确、可靠;在刀具装夹完毕后,应手动试切。
 (1)清除切屑必须在机床停止状态下进行,并使用一定的工具,防止被切屑伤。
 (1)测量工件必须在机床停止状态下进行,要避免用手接触机床运动部件。
 (1)加工完成后,打扫工作场地,清理机床,保持机床及控制设备的清洁。
 (1)切断系统电源。

(17)如实填写交接班记录,发现问题要及时反映。

2. 数控铣床(加工中心)的操作步骤

(1)开机。合上电源总开关;开稳压器、气源等辅助设备电源开关;开加工中心 控制柜总电源;按下控制面板上的电源按钮,数控系统上电;将急停键旋起。

(2)各坐标轴回参考点。选择机床"回零"方式;将各轴依次返回原点。

(3)安装工件。一般常用平口钳或压板,必要时采用专用夹具。

(4)安装刀具。合理选择刀具,并将刀具装入刀柄,然后将刀柄装入主轴。加工 中心的刀具可通过机械手或主轴将刀具装入刀库。

(5)对刀及刀具补偿。对刀、建立工件坐标系和刀具补偿值的设定。

(6)程序调试。输入程序利用机床的预演功能或抬刀运行、调试程序。

(7)零件加工。选择机床自动加工模式,按循环启动键,进行自动加工。

(8)零件检测。卸下加工好的零件,选用测量工具进行零件尺寸精度、粗糙度、 位置度检测。

(9)清理机床和关机。零件加工完成后,清理机床和现场,再按与开机相反的顺 序依次关闭电源。



3. 数控铣床(加工中心)的手动操作

(1)手动或快速移动

①按键 imi 或 imi 选择机床工作方式为"手动"或"快速"。"快速"移动不能用于铣削进给,"手动"方式时,其速度可以修调,一般用于工件近距离的移动。
 ②通过手动轴选择按钮 ≤ 、 y 或 z ,选择需移动的轴,并按移动按钮 + 或 - ,刀具或工件正向或负向移动,松开按键移动停止。

(2)手轮操作

①按键 💿 选择机床工作方式为"手轮"。

②旋转"手轮轴选择旋钮"选择所需移动的轴,如图7-4所示。

③旋转"手轮进给倍率旋钮"选择手轮进给倍率,如图7-5所示。X1、X10、X100分别代表移动量为0.001mm、0.01mm、0.1mm。

④旋转手轮,移动所选定的轴。顺时针方向转动,坐标轴正向移动,逆时针方向转动,坐标轴负方向移动。



图7-4 手轮进给轴选择旋钮



图7-5 手轮进给倍率旋钮

4. MDI运行操作

MDI方式也称为键盘操作方式。常用于修整工件部分遗留问题或单件加工。

按键 🔄 ,机床进入"MDI"模式。按 🔜 键,进入程序编辑界面,录入完 程序后,按"循环启动"按钮 🛄 ,运行程序。

MDI方式加工的特点是输入灵活,随时输入指令随时执行。但执行完指令以后,对指令没有记忆,再次执行时必须重新输入。

1.3数控铣床(加工中心)对刀及其参数输入

对刀的目的是通过刀具或对刀工具确定工件坐标系与机床坐标系之间的空间位 置关系,并将对刀数据输入到相应的存储位置。对刀方法有试切法对刀、寻边器对 刀、机内对刀仪对刀、自动对刀等。

1. 对刀工具

(1)寻边器

寻边器有偏心式和光电式等类型,如图7-6所示。光电式较为常用。

使用时,将寻边器装夹在主轴上,低速转动主轴,同时手动移动X、Y轴,使寻边器逐渐靠近被测表面,如图7-7所示。当光电式寻边器发出光信号,或偏心式寻边器的偏心消除时,寻边到位,此时通过机床坐标位置可得到被测表面的坐标位置。



(2)Z轴设定器

Z轴设定器有光电式和指针式等类型,如图7-8所示。通过光电式指示或指针, 判断刀具与对刀器是否接触,对刀精度一般可达0.005mm。Z轴设定器带有磁性座, 可以牢固的附着在工件或夹具上,其高度一般为50mm或100mm。



(3)对刀仪

对刀仪如图7-9a所示。被测量刀具安装在刀柄夹持孔2中,通过快速移动按钮4 和微调旋钮5可调整刀柄夹持孔的位置。当刀具刀尖对准光源发射器6时,光源发射 器将刀具刀刃放大投影在显示屏幕1上。通过微调使刀具的刀尖对准屏幕上刻度线十 字中心,如图7-9b所示,数字显示器3即刻显示测得的刀具在X(径向尺寸)、Z(刀柄 基准面到刀尖的长度尺寸)方向的尺寸。

2. 对刀操作

对刀时先从加工所用到的刀具中选取一把作为基准刀具,进行对刀操作;再分 别测出其他刀具与其基准刀具刀位点的位置偏差值,如长度、直径等,再将偏差值 存入刀具数据库即可。不必对每把刀具进行对刀操作。

(1)X、Y轴的对刀

①以工件孔中心位置点对刀。如图7-10所示,手动操作使旋转的表头逐渐靠近 被测表面,用步进移动方式,调整X、Y的位置,使得表头旋转一周时,其指针的跳 动量在允许的对刀误差内。此时机床坐标系中的X、Y坐标值,即为孔中心的位置。



②以工件对称中心为工件坐标系原点。如图7-11a所示,按X、Y轴移动方向键, 使寻边器触头分别接触工件的左、右侧面,分别记下寻边器在接触工件的左、右侧 面时,机床坐标系中相应的X坐标X₁、X₂。则工件对称中心即工件坐标系原点在机床 坐标系中的X坐标为:

$$X = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

如图7-11b所示,以同样的方法用寻边器定位到工件前、后两侧面表面,记下对 应的坐标值Y₁、Y₂。则工件坐标系原点在机床坐标系中的Y坐标为:



图7-11 工件对称中心为工件坐标系原点的对刀

③以工件相互垂直的基准边线的交点为工件坐标系原点 如图7-12a所示,按X、Y轴移动方向健,使寻边器触头接触工件的左(或右)侧 面,记下此时寻边器在机床坐标系中X坐标Xa。 如图7-12b所示,用同样的方法调整移动到使寻边器触头接触工件的前(或后)侧

面,记下此时的Y坐标Ya。

设已知寻边器的半径为R,如以工件左侧、前侧面对刀,则基准线交点处的坐标为: X=Xa+R,Y=Ya+R;如以工件右侧、后侧面对刀,则基准线交点处的坐标为: X=Xa-R,Y=Ya-R。测得的Xa、Ya均为负值。



图7-12 基准边线的交点为工件坐标系原点的对刀

④设置工作坐标系

可以使用G54~G59同时建立6个工件坐标系。只建1个工件坐标系通常用G54。

(a)选择机床为MDI工作模式,按偏置/设置键 IIII,进入刀具补偿设定界面。

(b)按软键[坐标系],进人工作坐标系设定界面,如图7-13所示。

(c)用MDI方式在X、Y、Z对应位置处分别输人工作坐标系原点在机床坐标系中的 坐标值。如上述方法中计算的X、Y坐标,即建立了G54的工作坐标系。

注意: 在程序中需用G54指令选定工作坐标系。

255							
	WORK COONDATES			0	N		
	(634 퓲号	, 数据		쁖号	数据		
	00	X	0.000	02	x	0.000	000
	(EXT)	Y	0.000	(G55)	Y	0.000	
		Z	0.000		Z	0.000	
	01	X	0.000	03	x	0.000	000
	(G54)	¥	0.000	(G56)	Y	0.000	
		Z	0.000		Z.	0.000	
10000	> REF	****	*** ***				
	[朴正] [SET	TING][坐	标系][]	[(操作)]	

图7-13 工作坐标系设置



若以工件上表面为工件坐标系Z轴原点,可利用Z轴设定器进行对刀。则 当刀具下表面与Z轴设定器接触,指示灯亮,设Z轴设定器高度为100mm,则 当前刀位点在工件坐标系中Z向的位置为"Z100',如图7-14所示。

进人工作坐标系设定界面,在G54对应的Z框中,键入字符"Z100.0', 按软键[测量],Z向坐标系原点确定。(或将此时机床坐标系的Z坐标减去寻 边器的高度,即为工件上表面在机床坐标系中的Z坐标,输入G54的Z框中。)

当需要用多把刀具加工同一工件时,常常在不装刀具的情况下,以刀座 底面中心为基准刀具的刀位点先进行对刀,然后分别测出各刀具实际刀位点 相对于到座底面中心的位置偏差,填人刀具数据库即可,执行程序时由刀具 补偿指令功能来实现各刀具位置的自动调整。

3. 刀具补偿值输入

在系统控制面板上按偏置/设置键 I , 进入刀具补偿参数输入界面, 如图7-15 所示。在MDI模式下键入相关参数, 每个参数按输入键 I 完成输入。

其中:番号——刀具的刀具号;形状(H)——刀具的长度补偿量,摩耗(H)—— 刀具的长度上磨损量,实际长度补偿值=形状(H)—摩耗(H);形状(D)——刀具的半 径补偿量,摩耗(D)——刀具的半径磨损量,实际半径补偿值=形状(D)—摩耗(D)。

例如:1号刀直径8mm,长度100mm;2号刀直径10mm,长度120mm;3号刀直径 16mm,长度160mm。半径补偿量分别为:4mm、5mm、8mm;长度补偿量分别为刀具各 自的长度。若无磨损,将3把刀的补偿参数输入系统后,如图7-15所示。

	工具	NhīE		00000 1	0000
E.	番号	形状(E)	摩耗(H)	形状(D)	摩耗(D)
	001	100.000	0.000	4.000	0.000
	002	120.000	0.000	5.000	0.000
	003	160.000	0.000	8.000	0.000
	004	0.000	0.000	0.000	0.000
	005	0.000	0.000	0.000	0.000
	006	0.000	0.000	0.000	0.000
	007	0.000	0.000	0.000	0.000
	800	0.000	0.000	0.000	0.000
	现	在位置(相	11对座标)		
	Х -	-500.000	Y -250.	.000 Z	0.000
				S 0	T
E.	MDI	**** **	* ***		
	[NO检	索][測量][][+输入]	[输入]

图7-15 刀具补偿值输入



图7-16 刀具长度补偿

4. 加工中心对刀

加工中心对刀时要将每把刀的长度都告诉机床,这种操为刀具长度补偿设置。(1)机内设置

①将所有刀具放入刀库,利用Z向设定器确定每把刀具到工件坐标系Z向零点的 距离,如图7-16所示的A、B、C,并记录下来。

②选择其中一把最长(或最短)的刀具作为基准刀,如图中的T03(或T01),将其 对刀值C(或A)作为工件坐标系的Z值,此时H03=0。

③确定其他刀具相对基准刀的长度补偿值,即H01=± | C-A |, H02=± | C-B |, 正负号由程序中的G43或G44来确定。

④将获得的刀具长度补偿值对应刀具和刀具号输入到机床中。

(2)机外设置

①利用刀具预调仪精确测量每把在刀柄上装夹好的刀具的轴向和径向尺寸。 ②在机床上用其中最长或最短的一杷刀具进行Z向对刀,设定工件坐标系。 ③确定每把刀具的长度补偿值,输入机床。

(3)刀具半径补偿设置

进入刀具补偿值的设定页面,移动光标至输入值的位置,根据编程指定的刀 具,键人刀具长度补偿值,按INPUT键完成刀具半径补偿值的设定。

5. 加工中心换刀

(1)换刀指令格式

G91 G27 Z0; (刀具移动至换刀位置)

M06 T_; (换某刀具到主轴,地址符T后数 字表示刀具号)

(2)指令使用说明

①换刀时主轴必须处于静止状态。

②换刀后须调用刀具长度补偿指令: G43

H_,否则有撞刀的危险。。

③执行"G91 G27 Z0"指令后要将坐标形式改回到原来的形式。即如果原来是G90方式,执行"G91 G27 Z0"指令后要再执行"G90"。

④某些加工中心"MO6"指令含"G91 G27 Z0"功能,仅使用"MO6 T_"即可。

(3)应用举例
G90;
M05;
G91 G27 Z0;
M06 T02;
G43 H02;
M03 S600;
G90;

采用宇龙仿真系统对该项目工件进行仿真加工。

2.1数控铣床仿真系统基本操作

1. 启动仿真系统

"开始"菜单→"程序""数控加工仿真系统",运行仿真系统。

2. 选择机床

"机床"菜单→"选择机床"。本项目选择FANUC 0I标准数控铣床,数控铣床 操作面板如图7-2所示。

3. 启动机床系统

在单击系统启动按钮 📕。

单击急停按钮 🥘,使其处于松开状态。

4. 铣床回参考点

点击"回原点"按钮 💽,转入回原点模式,回原点指示灯亮。

先Z轴回原点,点击"Z轴选择"按钮 ☑,使Z轴方向移动指示灯变亮,点击,此时Z轴将回原点,X轴回原点灯变亮。同样,再分别点击X轴、Y轴方向按钮 ☑、☑,点击,此时X轴、Y轴将回原点,Y轴,Z轴回原点灯变亮。显示屏上的X、Y、Z轴坐标都为"0.000"。

5. 定义 / 装夹毛坯

① "零件"菜单→"定义毛坯",打开定义毛坯对话框,如图7-17所示。本项 目选择的毛坯尺寸是80×100×30;

②安装夹具。"零件"菜单→"安装夹具",打开选择夹具对话框,如图7-18 所示,选择平口钳夹具。调整毛坯至合适高度。

③安装毛坯。"零件"菜单→"放置零件",打开选择零件对话框,选择毛 坯,单击"安装零件";安装中根据需要移动工件,如图7-19所示。



6. 刀具选择及安装

"机床"菜单→"选择刀具"打开刀具选择对话框,如图7-20所示,本项目选择直径Φ12mm,刃长50mm,四切削刃的平底铣刀。

选择铣刀								X
所借刀具直径; 0 可选刀具;	所党刀具类型。	所有共型	· · · • •			7月共至	刀具加工方式	<u>t</u>
京 刀具決型 ~4. 平底刀 ~5. 平底刀 ~6. 平底刀 ~10. 平底刀 ~10. 平底刀 ~10. 平底刀 ~10. 平底刀 ~10. 平底刀	<u> </u> 4,00 5,00 6,00 10,08 15,00	四角半径 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	R.#; 77 60,05 24, 70,05 30, 90,00 30, 110,05 50, 110,05 50, 130,66 70,	CO CO 00 4 00 4 00 4 00 4 00 4 00 4 00 4 00 4 00 4	77敗 。	2)具详细信息。 [名符:	D24000-12	
-18. 丰度刀 -20. 平度刀 -24. 平度刀 -24. 平度刀 -24. 平度刀 -24. 平度刀	18, 60 20, 60 24, 60	0.00 0.00 0.00	140,00 70, 540,00 70, 150,00 80,	00 00 4 00 4	•	直径: 森希丰径: 泉水: 水水: 花期仍数: 前例約: 定: +++	12,00 0,00 310,00 53,00 4 0,00 4 0,00 10 10 10 10 10 10 12,00 12,00 12,00 12,00 10 10 10 10 10 10 10 10 10	
序号 万具名称 1 024000-12 4	<u>刀具共型</u> 平底刀	東亞 2.00	西角半径 0.00	总长 110.00	50.00		ガ焼重登 (20) 「30 万焼支登 (20) 「30 万焼长皮 (31) 「40 「月島长・ 「100	
当前主轴未安装刀具				87	全当前刀具		R.A	

图7-20 刀具选择对话框

2.2对刀及其参数输入

1. 对刀 / 设定工件坐标系

(1)X、Y向对刀

①安装寻边器。点击"机床"菜单→"基准工具",选择Φ10偏心式寻边器。如图7-21所示。

②移动工作台和主轴,让寻边器测头靠近工件左侧,寻边器偏心消除,记下此时机床坐标系中的X坐标值.如-555.004;

③移动工作台和主轴,让寻边器测头靠近工件右侧,寻边器偏心消除,记下此时机床坐标系中的X坐标值.如-445.004;

④由图7-1可知,工件坐标系原点为工件顶面中心,其原点0在机床坐标系中的X坐标值为: X=(-555.004-445.004)/2=-500.004;

⑥同样可测得工件坐标系原点0在机械坐标系中的Y坐标值为:-415.50。



图7-21 偏心式寻边器对刀

(2)Z向对刀

宇龙仿真系统无Z轴设定器,所以下面直接采用加工刀具加塞尺进行Z向对刀。

点击菜单"机床 / 选择刀具"选取合适的刀具,如图7-20所示。对刀方法与X、Y 轴相似。计算方法:

工件坐标系原点Z坐标=Zm-塞尺厚度

①将加工所用刀具装上主轴;

②先把工具快速接近工件上表面,点击"塞尺检查"菜单,选合适塞尺(设 0.3mm厚的塞尺);

③低速移动Z轴,反复调整,直到提示信息出现"合适"为止;

④记下此时机床坐标系中的Z值Zm=-297.685,则工件坐标系原点0在机床坐标系中的Z坐标值=Zm-塞尺厚度=-297.685-0.3=-297.985。

(3)设置工作坐标系

进入工作坐标系设定界面,将测得X、Y、Z值输入到机床工件坐标系存储地址G54 中。如图7-13所示。

2.刀具补偿值输入

在系统控制面板上按偏置/设置键 , 进入刀具补偿参数输入界面, 如图7-15所示。在"番号"为001处, 输入"形状(D)"为6.000(刀具补偿半径)即可。

- 2.3数控程序编辑
- 1. 创建程序
- (1)按下操作面板上的编辑键 🔯,进入编辑运行方式。
- (2)按控制面板 🔤键, 数控屏幕显示程序画面。
- (3)使用地址 / 数字键, 输入"O0001", 按插入键 , 即创建了新程序。 2. 输入程序
- 使用MDI键盘输入全部数控程序。如图7-22所示。其输入方式,包括字的插入、 字的替换、字的删除以及程序的检索、程序的删除方法,可参见项目二相关内容。



图7-22 程序全部录入

2.4程序调试与自动加工

1. 程序调试

程序调试中,可以根据需要选择以下操作。

(1)机床锁住。按机床锁住开关 <u></u>, 自动运行加工程序时,机床各轴不移动,只 是屏幕上显示各轴的移动位置。该功能可用于加工程序的检查。

(2)空运行。不装工件和刀具,按下空运行开关 , 在自动运行状态运行程序, 即进行机床空运行。该功能用于检查机床的运动。

(3)单段运行模式。按单步键 →。自动运行过程中,每执行一个程序段后暂停,按一下"循环启动"按钮 □,执行下一个程序段。

(4)跳段执行。当按下跳段键 , 自动运行过程中, 前面加" /"的程序段被跳过不执行; 而释放此按键后,"/"不起作用。

(5)选择停。按下选择停键 , 自动运行过程中, 遇到M01指令时, 程序暂停, 按下"循环启动"键, 程序继续运行。

(6)加工取消。加工过程中,若想退出,可按下系统操作面板上的复位键 m,退 出程序执行,机床复位。

(7)紧急停止。出现误操作等紧急情况时,按下急停按钮 🙆。

2. 自动运行

(1)在"编辑"模式下,调出已调试好的加工程序。

(2)按自动运行模式键 , 机床进入自动运行方式。

(3)将"进给倍率"和"主轴倍率"旋钮调整至合适的位置。试切削时,将 其调整到较低位置。

(4)确认无误后,按循环启动键 🛄,开始自动运行。

