

首批国家示范性高等职业院校特色实训教程
国家高技能人才培训示范基地精品培训教程

数控铣工技能实训

SHUKONG XIGONG JINENG SHIXUN

介绍机械产品加工的
数控铣工技能的实训操作

JIESHAO JIXIE CHANPIN JIAGONG DE
SHUKONG XIGONG JINENG DE SHIXUN CAOZUO

主编 刘海 孙思炯



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

首批国家示范性高等职业院校特色实训教程
国家高技能人才培养示范基地精品培训教程

数控铣工技能实训

主 编 刘 海 孙思炯

副主编 林爱青 张玉东 刘国通

参 编 阮洪涛 谷成林 孟 溪

秦 超 张志慧 陈 猛

杨 鹏



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容简介

《数控铣工技能实训》的主要内容包括:平面铣削、轮廓加工、型腔和槽加工、孔加工、综合加工和 CAXA 制造工程师软件的应用等。本教材主要适用于数控技术专业、机械设计与制造专业、模具设计与制造专业和岗前培训的实训教学。在专业知识安排上,本教材以国家职业标准、专业教学大纲为依据,以双功率节能型数控机床、快换刀架、模切纸盒成型机、数控刀杆等产品零件和典型零件的加工为依托。

本教材以任务驱动为主线,将任务准备、任务实施、任务分配、任务检测、任务评价贯穿在每一课题的教学过程中,新技术、新工艺、新方法得到了综合的体现。本教材具有形象化、动态化、立体化、多元化等特点,贴近学生的认知规律,力求达到学生“乐学”、“能学”、“学好”的目标。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣工技能实训/刘海,孙思炯主编. —天津:天津大学出版社,
2011. 1

首批国家示范性高等职业院校特色实训教程. 国家高技能人才培养
实训基地精品培训教程

ISBN 978-7-5618-3557-9

I. ①数… II. ①刘… ②孙 III. ①数控机床:铣床—高等学校:
技术学校—教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 248156 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 10.50
字 数 262 千
版 次 2011 年 1 月第 1 版
印 次 2011 年 1 月第 1 次
定 价 26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

为进一步发展职业教育,培养有理想、有道德、有纪律、有文化的新型职业技术人才,我们组织编写了本套“首批国家示范性高等职业院校特色实训教程”“国家高技能人才培养示范基地精品培训教程”,包括《数控车工技能实训》《数控铣工技能实训》《机械维修技能实训》《焊接技能实训》《车工技能实训》《铣工技能实训》《钳工技能实训》《磨工技能实训》系列教材。在教材的编写过程中,以就业为导向,以企业用人标准为依据,以突出人才的个性发展和创新能力的培养为主线,按照“项目导向,任务驱动,工学结合,学训交替”的人才培养模式,通过教学与生产结合、训练与劳动结合、劳动与创新结合,提高学生综合技能水平和岗位适应能力。

在专业知识的安排上,本教材以国家职业标准和专业教学大纲为依据,将台式钻床、钻头刃磨机、双功率节能型数控机床、快换刀架、万能镗头、模切纸盒成型机、数控刀杆等产品零件的加工及装配和典型零件的加工及装配,引入实训教学过程中,使新技术、新工艺、新方法得到了综合的体现,使教材富有形象化、动态化、立体化、多元化,更贴近学生的认知规律,力求达到学生乐学、能学、学好的目标。

本教材的编写得到了各有关部门的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。由于水平所限,缺点和错误在所难免,恳请读者提出批评和改进意见。主编信箱:wh-liuhai00@163.com。

编者

2010年9月



目 录

任务一 平面铣削	(1)
子任务一 FANUC Oi - M 系统数控机床的基本操作	(2)
子任务二 HNC - 21M 系统数控机床的基本操作	(9)
子任务三 FANUC Oi - M 系统数控机床铣削平面	(12)
子任务四 HNC - 21M 系统数控机床铣削平面	(19)
任务二 轮廓加工	(23)
子任务一 用 HNC - 21M 系统加工支架	(23)
子任务二 用 FANUC Oi - M 系统加工螺母	(30)
子任务三 用 FANUC Oi - M 系统加工偏心轴	(38)
任务三 型腔和槽加工	(43)
子任务一 用 FANUC Oi - M 系统加工刀架体	(43)
子任务二 用 FANUC Oi - M 系统加工偏心法兰盘	(48)
子任务三 用 HNC - 21M 系统加工偏心法兰盘	(54)
子任务四 用 FANUC Oi - M 系统加工凸轮	(58)
子任务五 用 FANUC Oi - M 系统加工槽轮	(65)
子任务六 用 HNC - 21M 系统加工槽轮	(70)
任务四 孔加工	(76)
子任务一 用 FANUC Oi - M 系统加工孔	(77)
子任务二 用 HNC - 21M 系统加工孔	(83)
任务五 综合加工	(87)
子任务一 用 FANUC Oi - M 系统加工电机支架	(87)
子任务二 用 FANUC Oi - M 系统加工导动板	(94)
任务六 CAXA 制造工程师软件的应用	(104)
子任务一 CAXA 三维造型	(105)
子任务二 CAXA 后置处理	(113)
子任务三 DNC 加工	(117)
附录	(126)
附录一 FANUC 系统加工中心的准备功能与辅助功能	(126)
附录二 练习试题	(130)
附录三 数控铣床、加工中心的主要技术参数	(159)
参考文献	(162)



任务一

平面铣削

目标要求

1. 掌握数控铣床和加工中心的基本操作。
2. 掌握工件坐标系和刀具参数的建立方法。
3. 掌握程序的调试和运行方法。
4. 掌握平面的铣削加工方法。

一、任务

阅读图 1.1, 熟悉一般零件的数控加工内容, 建立正确的加工工艺设计思路, 通过完成本零件六面体的平面加工, 掌握 FAMUC Oi 系统和华中 HNC-21M 系统数控铣床、加工中心的基本操作方法, 完成平面类零件的程序编辑、输入、校验及加工。

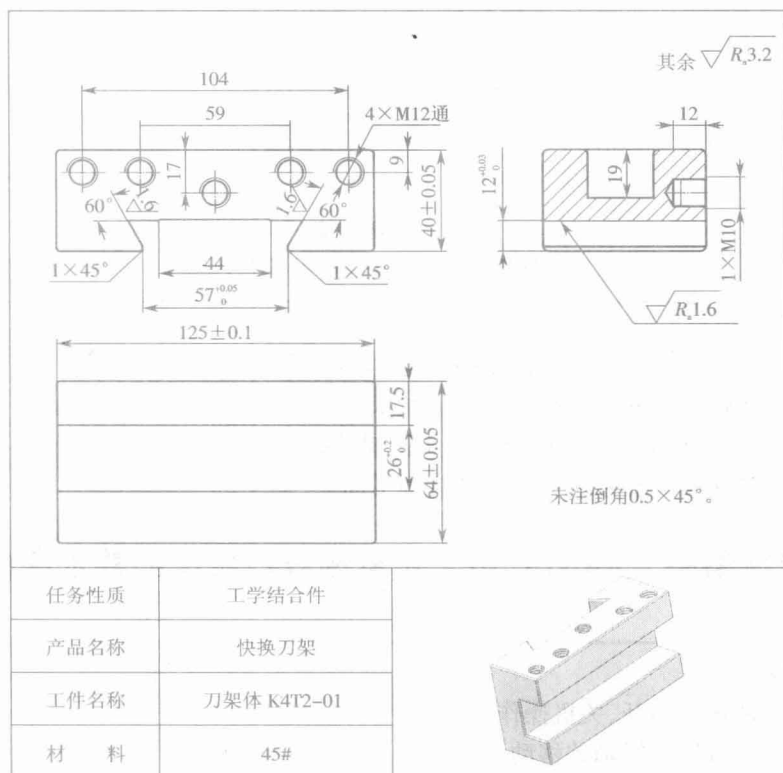
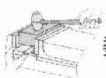
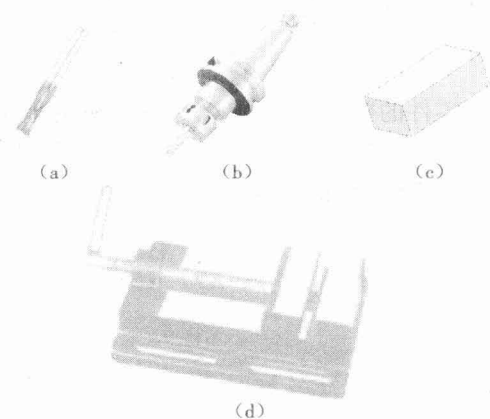


图 1.1 K4T2-01 刀夹体



二、任务准备

序号	名称/型号					
1	设备	GSVM6540C 数控铣床/加工中心(FANUC Oi-M 数控系统) XD-40A 数控铣床(HNC-21M 数控系统)				
2	工件	126 mm × 66 mm × 42 mm				
3	夹具	QH-160 平口钳				
4	量具	0~150 mm 游标卡尺、25~50 mm 千分尺、0~5 mm 百分表				
5	其他	120 mm × 30 mm × 15 mm 等高垫铁 2 块、紫铜锤 1 个、磁力表座				
6	刀具	规格(mm)	材料	主轴转速(r/min)	进给速度(mm/min)	背吃刀量(mm)
		φ10 键槽铣刀	高速钢	500	120	0.5
7	 (a) 键槽铣刀; (b) 数控刀柄; (c) 工件; (d) 平口钳 刀具、工具					

三、任务实施

子任务一 FANUC Oi-M 系统数控机床的基本操作

子任务二 HNC-21M 系统数控机床的基本操作

子任务三 FANUC Oi-M 系统数控机床铣削平面

子任务四 HNC-21M 系统数控机床铣削平面

子任务一 FANUC Oi-M 系统数控机床的基本操作

目标要求

1. 掌握机床的开、关机操作。
2. 掌握机床坐标轴的移动。
3. 掌握工件坐标系和刀具参数的建立方法。



一、任务

1. 完成开、关机操作。
2. 练习移动各坐标轴。
3. 完成工件坐标系和刀具参数的建立。

二、任务实施

FANUC Oi - M 数控铣床的 MDI 单元及控制面板如图 1.2 所示。

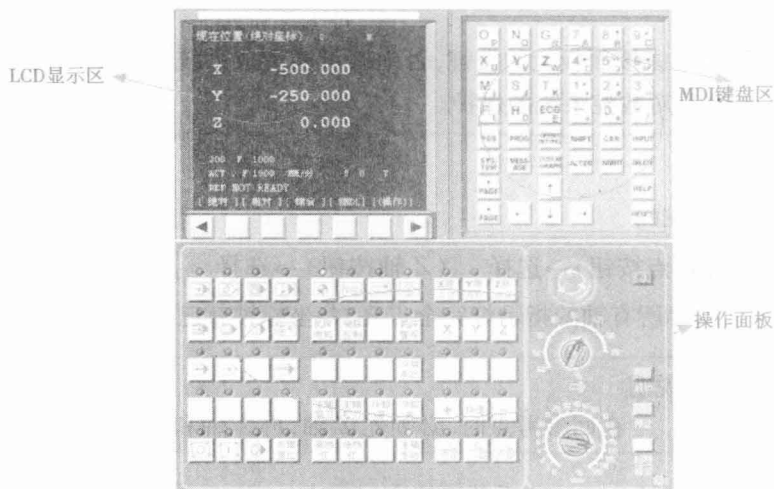


图 1.2 FANUC Oi - M 数控铣床标准面板

FANUC Oi - M 操作系统 LCD / MDI 单元如图 1.3 所示。

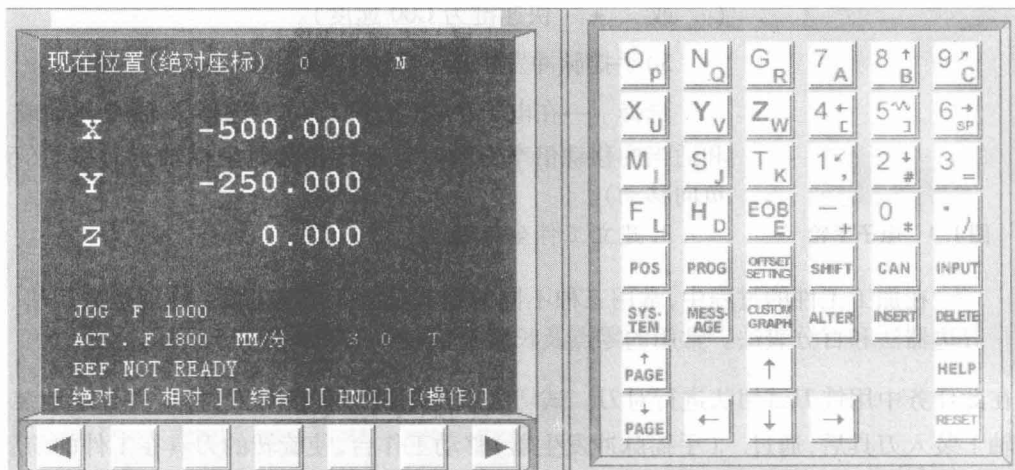


图 1.3 FANUC Oi - M 系统 LCD 显示和 MDI 键盘



1. 开/关机床操作(FANUC 0i-M 数控系统)

1) 开机床

开机床配电箱的总电源 → 按下数控系统的启动按钮 → 等待数控系统启动 → 顺时针旋转释放急停按钮。

2) 关机床

移动机床的坐标轴 X、Y 轴至机床机身的中间位置且 Z 轴离开限位开关 -100.00 mm → 按下急停按钮 → 按下停止按钮, 关闭数控系统电源 → 按下按钮, 关闭机床的总电源。

注意

启动过程中不要去按面板上的按键, 否则有可能造成系统不能正常启动。关机床先按急停按钮, 这是对数控系统的保护。

2. 移动坐标轴

1) 回参考点 (REF)

选择 (返回参考点按钮) → 选择 (Z 轴按钮) → 选择 (X 轴按钮) → 选择 (Y 轴按钮) → 选择, 等所有轴的指示灯完全点亮, 各坐标轴就已回到参考点。

说明

在回参考点时, 必须先 Z 轴, 再 X 轴和 Y 轴。

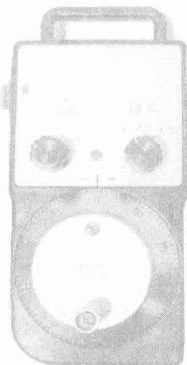


图 1.4 电子手轮

2) 手动连续 (JOG)

选择 → 选择 或 或 → 按下 或 方向键 → 相应的坐标轴以 G01 速度连续移动 → 调节倍率开关 控制移动速度 (或 + 快速键为 G00 速度)。

3) 手摇脉冲发生器 (HANDLE)

选择 → 在电子手轮 (见图 1.4) 上选择 X 轴或 Y 轴或 Z 轴和适当的移动倍率 → 顺时针旋转轮盘时坐标轴正向移动 (反之, 负向移动)。

3. 建立工件坐标系

在加工工件的过程中, 常用三种不同的形式建立工件坐标系, 分别是试切法、寻边器法和百分表法。常用的零点及长度补偿对刀工具如图 1.5 所示。

在此任务中用铣刀试切法进行对刀。试切法就是用铣刀直接对刀, 将工件合理地装夹并在主轴上装入刀具后, 通过 (手摇脉冲发生器) 移动工作台, 使旋转的刀具在工件的前后、左右侧面及工件的上表面 (如图 1.6 所示的 1~5 五个位置) 做极微量的接触切削 (产生切削摩擦声), 分别记下刀具此时所处机床的机械坐标值或相对坐标值, 对这些坐标值做一定的数值处理后就可以完成工件坐标系的设定。

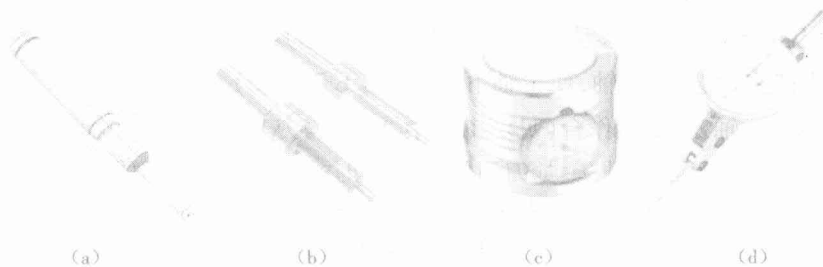
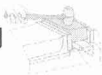


图 1.5 零点及长度补偿对刀工具

(a)光电式寻边器;(b)偏心式寻边器;(c)Z轴设定器;(d)杠杆式百分表

对图 1.6 中 1~2 两位置的操作过程如下,图 1.7 所示是其对应的刀具移动路线。

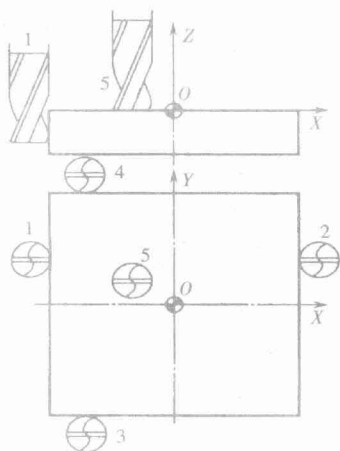


图 1.6 用铣刀直接对刀

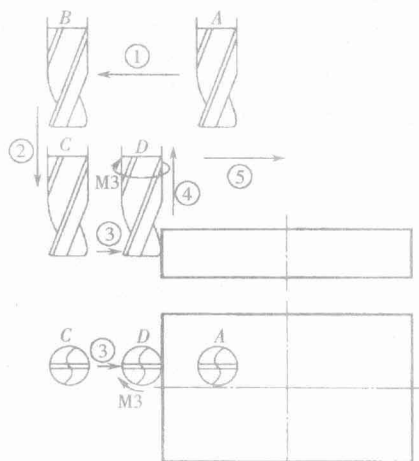
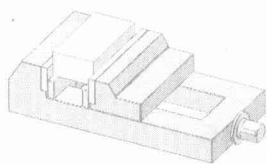


图 1.7 刀具的移动路线

首先合理地夹紧、校平工件,将已装好刀具的刀柄装到主轴上(见图 1.8);在 (MDI 手动数据输入)方式下,输入“M3 S1000;”,并按 (循环启动)键执行,使主轴旋转。 X 轴坐标设置的操作过程如下。



注意!

擦干净刀柄配合锥面

图 1.8 工件和刀具安装

(1) 主轴停转,手持盒上选择 轴(倍率可以选择 $\times 100$),转动手摇脉冲发生器,使主轴上升到一定的位置(作水平面移动时不会与工件及夹具碰撞即可);分别选择 X 、 Y 轴,移动工



作台,使主轴处于工件上方适当的位置(见图 1.7 中 A 位置)。

(2)手持盒上选择 $\times$ 轴,移动工作台(见图 1.7 中①),使刀具处在工件的外侧(见图 1.7 中 B 位置);手持盒上选择 ∇ 轴,使主轴下降(见图 1.7 中②),刀具到达图 1.7 中 C 位置;手持盒上重新选择 $\times$ 轴,移动工作台(见图 1.7 中③)。当刀具接近工件侧面时,用手转动主轴使刀具的刀刃与工件侧面相对,感觉刀刃接近工件时,启动主轴,使主轴转动,倍率选择 $\times 10$ 或 $\times 1$ 。此时应一格一格地转动手摇脉冲发生器,注意观察有无切屑(一旦发现有切屑应马上停止进给)或注意听声(一般刀具与工件微量接触时会发出“嚓、嚓、嚓”的响声,一旦听到声音应马上停止进给),此时到达图 1.7 中 D 位置。

(3)手持盒上选择 ∇ 轴(避免在后面的操作中不小心碰到手持盒上的轮盘而出现意外),按 POS 键进入“位置显示”的页面,记下此时 X 轴的机械坐标值“ -355.217 ”(见图 1.9(a))或把 X 轴的相对坐标清零(见图 1.10(a))。

(4)转动 Z 轴(倍率重新选择 $\times 100$),使主轴上升(见图 1.7 中④)到一定高度后,选择 $\times$ 轴重复前面的动作,记录 X 轴的机械坐标值“ -243.217 ”(见图 1.9(b))或 X 轴的相对坐标“ 112.0 ”(见图 1.10(b))。

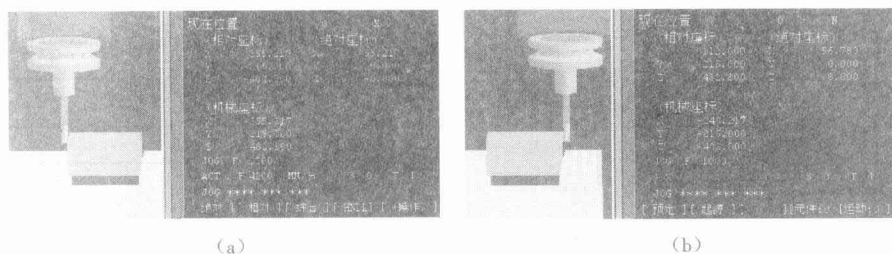


图 1.9 机械坐标

(a) X 轴的机械坐标值 1; (b) X 轴的机械坐标值 2

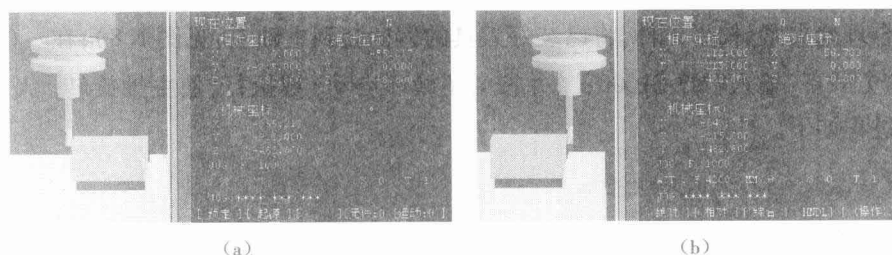


图 1.10 相对坐标

(a) X 轴的相对坐标清零; (b) X 轴的相对坐标

(5)将坐标值作相应的处理“ $(-355.217 - 243.217)/2 = -299.217$ ”后,按 SYSTEM 键进入坐标系设置画面,移动光标至“G54 X __”上(见图 1.11(a)),输入“ -299.217 ”(见图 1.11(b)),按 INPUT 确认(见图 1.11(c))。

重复(1)~(5)的操作过程,完成 Y 轴坐标设置。

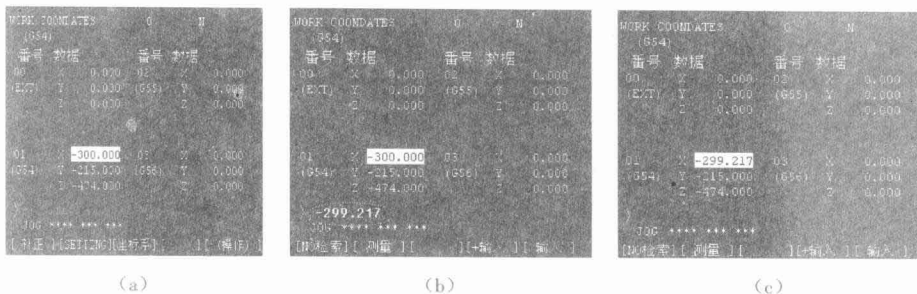


图 1.11 G54 坐标系建立

(a) 确定光标位置; (b) 输入数据; (c) 确定结果

Z 轴对刀时, 刀具要位于切除部位的上方, 使用手摇脉冲发生器移动主轴下降, 待刀具比较接近工件表面时, 启动主轴, 减小进给倍率, 当观察到工件表面切出一个圆圈时 (见图 1.12, 也可以在刀具正下方的工件上贴一片浸了油的薄纸片, 纸片厚度可以用千分尺测量, 当刀具把纸片转飞时) 停止手摇脉冲发生器的进给, 记下此时的 Z 轴机床 (机械) 坐标值 (用薄纸片时, 应在此坐标值的基础上减去一个纸片厚度), 按 键进入坐标系设置画面, 将坐标值输入至“G54 Z__”下面。

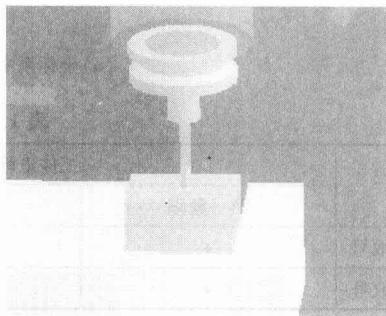


图 1.12 Z 轴对刀

三、相关知识

由对刀过程所得到的 5 个机床 (机械) 坐标值 (在实际应用时, 有时可能只要 3~4 个), 必须通过一定的数值处理, 才能确定工件坐标系原点的机床 (机械) 坐标值, 代表性的情况有以下几种。



图 1.13 坐标系中心与毛坯中心重合

(1) 工件坐标系的原点与工件坯料的对称中心重合 (见图 1.13)。

在这种情况下, 工件坐标系原点的机床 (机械) 坐标值按下式计算:

$$\begin{cases} X_{\text{工机}} = \frac{X_{\text{机1}} + X_{\text{机2}}}{2} \\ Y_{\text{工机}} = \frac{Y_{\text{机3}} + Y_{\text{机4}}}{2} \end{cases}$$

(2) 工件坐标系的原点与工件坯料的对称中心不重合 (见图 1.14(a))。

在这种情况下, 工件坐标系原点的机床 (机械) 坐标值按下式计算:

$$\begin{cases} X_{\text{工机}} = \frac{X_{\text{机1}} + X_{\text{机2}}}{2} \pm a \\ Y_{\text{工机}} = \frac{Y_{\text{机3}} + Y_{\text{机4}}}{2} \pm b \end{cases}$$

式中正、负号的选取参见表 1.1。

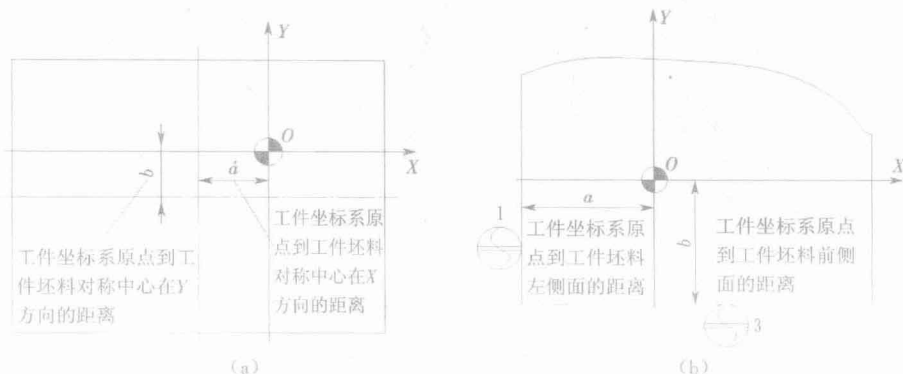


图 1.14 工件坐标的设定

(a) 坐标系中心与毛坯中心不重合; (b) 加工两个基准面

表 1.1 不同位置 a 、 b 正负号的选取

	工件坐标系原点在工件坯料对称中心所划区域中的象限			
	第一象限	第二象限	第三象限	第四象限
a 取号	+	-	-	+
b 取号	+	+	-	-

(3) 工件坯料只有两个垂直侧面是加工过的, 其他两侧面因要铣掉而不加工 (见图 1.14 (b))。

在这种情况下, 工件坐标系原点的机床 (机械) 坐标值按下式计算:

$$\begin{cases} X_{\text{工机}} = X_{\text{机1}} + a + R_{\text{刀}} \\ Y_{\text{工机}} = Y_{\text{机3}} + b + R_{\text{刀}} \end{cases}$$

本组计算式只针对图 1.14 (b) 的情况, 对其他侧面情况的计算仅作参考。

前面已介绍过相对坐标系清零的操作, 在对刀时可以充分利用, 从而省略记录机床 (机械) 坐标值及进行上面数值处理计算的麻烦。在图 1.10 中, 可在 1 号位时把 X 的相对坐标清零, 到达 2 号位时便可从相对坐标的显示页面上知道其相对坐标值。如果 X 轴的坐标系原点设在工件坯料的中心, 只需把页面上 X 的相对坐标值除以 2, 然后移动到这个相对坐标位置, 进入图 1.15 所示页面, 只需输入 “X0.0”, 然后按下 “测量” 软键, 系统会自动把当前的机床 (机械) 坐标值输入到 G54 等相应的设置位置。也可以在 2 号位不动, 同样把相对坐标值除以 2, 然后在图中输入 “Y56.0” (假定计算出的值为 56.0, 即刀具当前位置在 X 轴的正方向, 距离原点 56.0 mm), 按 “测量” 软键, 系统会自动把偏离当前点 56.0 mm 的工件坐标系原点所处的机床 (机械) 坐标值输入到 G54 等相应的设置位置。如果 X 轴的工件坐标系原点不在工件坯料的中心, 仍可以移动到上面确定的位置, 在页面中输入坯料中心在工件坐标系中的坐标值 (如 O 在图中的第一象限, a 为 20 mm, 那么应输入 “X20.0”); 或在 2 号位直接计算出工件坐标系 O 与现在位置之间的距离, 如为 30.0 mm, 则输入 “X30.0”, 按 “测量” 软键后系统会自动计算出工件坐标系原点的机床 (机械) 坐标值并输入到 G54 等相应的设置位置。 Y 轴的设置方法与上面相同。在进行相对坐标值的直接设置时, 应注意是 X 轴还是 Y 轴、在原点的哪个



方向,即输入时是“+”还是“-”。

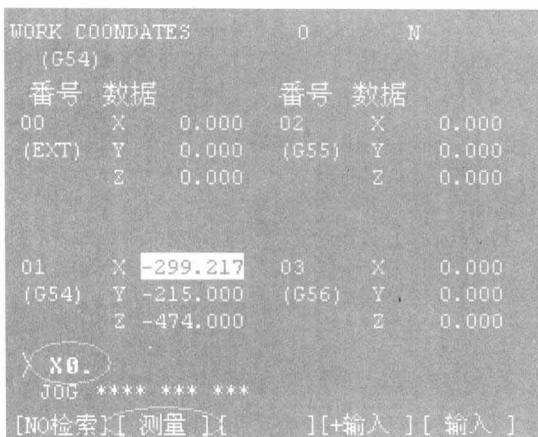


图 1.15 测量建立坐标系

子任务二 HNC-21M 系统数控机床的基本操作

目标要求

1. 掌握 HNC-21M 系统数控机床的开、关机操作。
2. 掌握 HNC-21M 系统数控机床坐标轴的移动。
3. 掌握 HNC-21M 系统工件坐标系和刀具参数的建立方法。

一、任务

1. 完成开、关机操作。
2. 练习移动各坐标轴。
3. 完成工件坐标系和刀具参数的建立。

二、任务实施

华中世纪星 HNC-21M 数控铣床控制面板 MCP 如图 1.16 所示。

1. 开机操作

- (1) 检查机床状态是否正常,电源电压是否符合要求,开启气源(0.6 MPa)。
- (2) 按下“紧急停止”按钮。
- (3) 合上机床电源开关。
- (4) 检查风扇电机运转情况,面板上的指示灯是否正常。
- (5) 接通数控装置电源后,HNC-21M 自动运行系统软件。进入系统后,软件操作界面当前工作方式显示“急停”。如果系统运行状态显示“出错”,说明系统有故障,则必须按下“故障诊断”、“报警显示”按钮,查看报警内容。根据提示解除故障,待系统运行状态显示“正常”后,

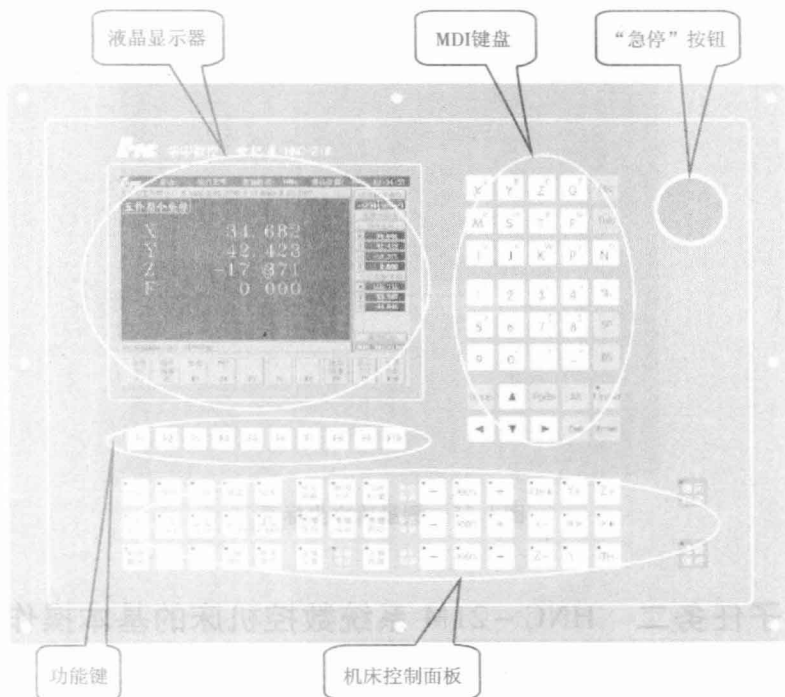


图 1.16 华中世纪星 HNC-21M 数控铣床控制面板

顺时针释放“紧急停止”按钮,系统复位并接通伺服电源,系统默认进入手动方式,软件操作界面的工作方式变为手动,开机完成。

2. 返回参考点操作

华中 HNC-21M 系统的返回参考点操作步骤与 FANUC 系统相同,方法如下。

- (1) 选择机床控制面板“回零”键,系统显示当前工作方式是回零。
- (2) 依次按下“+Z”、“-X”、“-Y”按钮,待机床指示灯亮后,机床回参考点结束,机床坐标系建立。

3. HNC-21M 的程序结构

华中世纪星数控系统的程序由程序文件名、程序名、程序段内容、程序结束和注释等组成。

- (1) 程序文件名一般由字母“O”开头,后跟 4 个(或多个)数字或字母组成,系统缺省认为程序文件名是由“O”开头的。
- (2) 程序名以“%”开头,后面跟数字。
- (3) 程序结束用“M02”或“M30”。

4. 软件操作界面

HNC-21M 的软件操作界面如图 1.17 所示,由以下几个部分组成。

1) 图形显示窗口

可以根据需要,用功能键 F9 设置窗口的显示内容。

2) 菜单命令条

可以通过菜单命令条中的功能键 F1 ~ F10 来完成系统功能的操作。

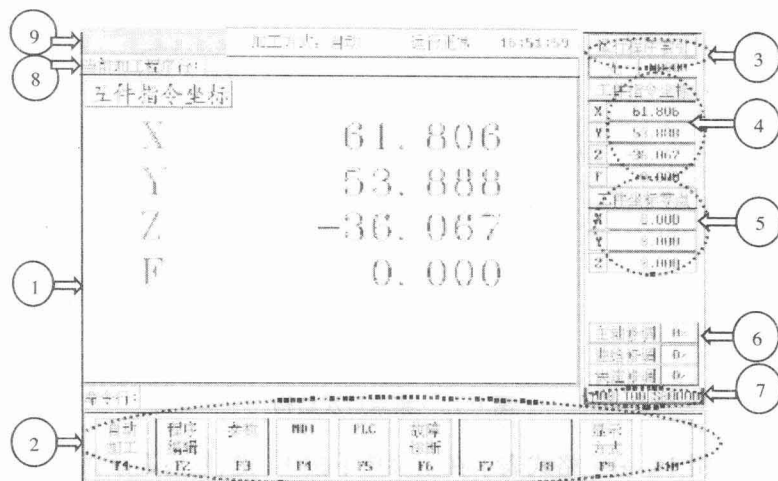


图 1.17 HNC-21M 的软件操作界面

3) 运行程序索引

显示当前运行的程序名和程序段行号。

4) 选定坐标系下的坐标值

(1) 坐标系可在机床坐标系/工件坐标系/相对坐标系之间切换。

(2) 显示值可在指令位置/实际位置/剩余进给/跟踪误差/负载电流/补偿值之间切换。

5) 工件坐标零点

显示工件坐标系零点在机床坐标系中的坐标值。

6) 倍率修调

(1) 主轴修调: 当前主轴修调倍率。

(2) 进给修调: 当前进给修调倍率。

(3) 快速修调: 当前快速修调倍率。

7) 辅助功能

自动加工中的 M、S、T 代码。

8) 当前加工程序行

当前正在或将要加工的程序段。

9) 当前加工方式、系统运行状态及当前时间

(1) 工作方式: 系统工作方式根据机床控制面板上相应按键的状态可在自动运行、单段运行、手动运行、增量运行、回零、急停、复位等之间切换。

(2) 运行状态: 系统工作状态在“运行正常”和“出错”之间切换。

(3) 系统时钟: 当前系统时间。

5. HNC-21M 的功能菜单结构

操作界面中最下面的是菜单命令条。系统功能主要通过菜单命令条中的功能键 F1 ~ F10 来实现。由于每个功能包括不同的操作, 菜单采用层次结构, 即在主菜单中选择一个菜单项后, 数控装置会显示该功能下的子菜单, 用户根据该子菜单的内容选择所需的操作。菜单层次



结构如图 1.18 所示。

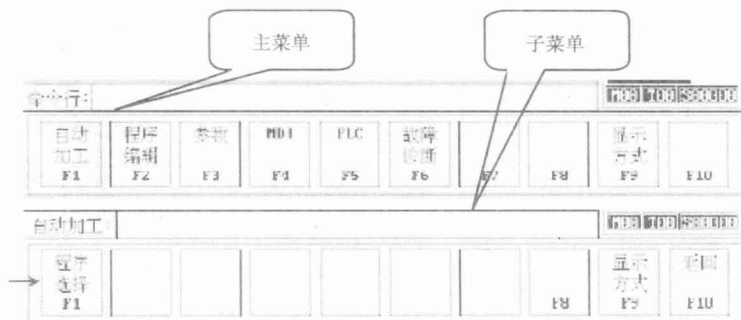


图 1.18 菜单层次结构

注意:本书约定用 F1→F4 格式表示在主菜单下按 F1 键,然后在子菜单下按 F4 键。当要返回主菜单时,按子菜单下的 F10 键即可。

6. HNC-21M 的菜单结构

HNC-21M 的功能菜单结构如图 1.19 所示。



图 1.19 HNC-21M 的功能菜单结构

子任务三 FANUC Oi-M 系统数控机床铣削平面

目标要求

1. 掌握程序的输入、校验和运行方法。
2. 完成平面的铣削加工。