

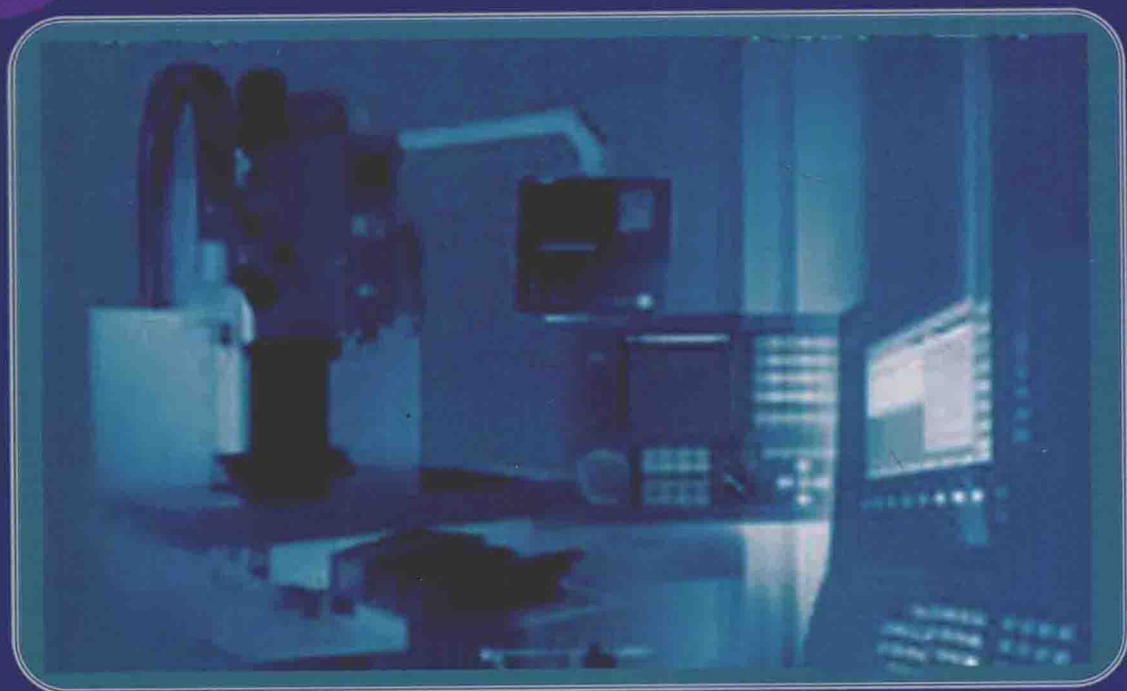


四川科技职业学院
UNIVERSITY FOR SCIENCE&TECHNOLOGY SICHUAN

数控铣床 / 加工中心技能模块

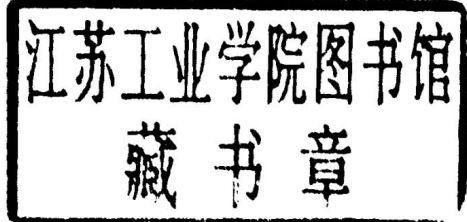
数控技术系列技能

实训中心 编著



《数控技术系列技能》课程组

数控铣床/加工中心技能模块



前言

《数控技术系列技能实训》用于高职高专实践教学，亦可用于行业培训。以抓住“技能”这个核心要素，研究课程理论与实际的结合，用“新模式”贯穿整个教学过程，探索出学院自己的教学模式：从零件图样——平面造型——立体建模——自动编程——仿真验证——实际制造。详细介绍数控技术系列技能。同时，结合职业教育特点，以培养职业技能为特色，培养技术应用能力和岗位工作能力为核心。知识内容的选择坚持“必需、够用、实用”的原则，突出体现“知识新、理念新、技术新”的编写思路，不追求理论知识的系统性和完整性。实践内容结合国家职业标准要求，通过大量实用性较强的例题、习题训练，帮助学生较快地掌握生产第一线数控技术应用技能、加工工艺设计与实施、程序编制及数控机床操作等技能，将计算机辅助设计/辅助制造，计算机仿真技术引入数控技术的应用中，提高了教学质量和教学效率，降低了教学成本，保证培养目标，使数控技术的应用，提高了一个台阶，取得了好的教学效果。全书由院实训中心数控技能教学团队组织编写，得到兵工企业 216 厂同行支持。

数控铣床/加工中心技能模块编写包括安全生产、机床操作、数铣\加工中心编程基础、数铣\加工中心基本形状加工、组合零件加工、综合零件加工、3D 综合零件加工等内容；以项目任务的结构形式设计，每个任务包括实训准备、实训目的与要求、实训难点与重点、实训方式、主要指令及实训过程六部分。本模块由王渝俊、唐黎主编，徐玲、朱明参编，蒋浩东主审。

限于编者的水平有限，加之时间仓促，书中不足之处，恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

目录

项目 1 安全文明生产	1
项目 2 机床操作	9
项目 3 数控铣床编程基础	14
项目 4 基本形状加工	30
任务 4.1 平面零件	30
任务 4.2 轮廓加工	33
任务 4.3 槽类加工	38
任务 4.4 孔类加工	43
项目 5 组合零件加工	50
任务 5.1 平面、轮廓、槽加工	50
任务 5.2 平面、槽、孔类加工	56
任务 5.3 镜像组合零件加工	61
任务 5.4 旋转组合零件加工	66
项目 6 综合零件加工	70
任务 6.1 综合零件加工	70
任务 6.2 综合零件加工	76
任务 6.3 综合零件加工	81
项目 7 3D 综合零件加工	88
任务 7.1 烟灰缸加工	88
任务 7.2 十字旋钮零件加工	98
任务 7.3 综合零件加工	109
任务 7.4 综合零件加工	114

项目 1 安全文明生产

一、实习准备

认真阅读实训指导书的机床操作规程。

二、实训目的与要求

1. 熟悉安全文明操作与劳动保护。
2. 熟悉铣床系统及工具、夹具、量具的基本结构。
3. 能进行机床的定期及不定期维护保养根据说明书完成数控机床的定期和不定期维护保养。

三、实训难点与重点

1. 机床结构、主要工作原理。
2. 机床的暂停和急停。
3. 铣床开机和关机注意事项。
4. 数控机床日常保养步骤。
5. 工具、夹具、量具使用与维护。

四、实训方式

讲授：

1. 机床操作规程。
2. 机床结构、主要工作原理。
3. 数控系统介绍
4. 常用工具、夹具、量具的结构、使用与维护。
5. 数控机床日常保养步骤。

演示：

1. 铣床开机和关机注意事项。
2. 机床的行程范围。
3. 机床的暂停和急停。

操作：学生按照老师所讲的步骤进行操作。

五、实训过程

（一）讲解内容

1、安全文明生产知识

数控操作者应该养成文明生产的良好工作习惯和严谨的工作作风，具有良好的职业素质、责任心，严格遵守以下数控车床安全操作规程：

1) 数控系统的编程、操作和维修人员必须经过专门的技术培训，熟悉所用数控铣床的使用环境、条件和工作参数，严格按机床和系统的使用说明书要求正确、合

理地操作机床。

2) 数控铣床的使用环境要避免光的直接照射和其他热辐射,避免太潮湿或粉尘过多的场所,特别要避免有腐蚀气体的场所。

3) 数控铣床的开机、关机顺序,一定要按照机床说明书的规定操作。

4) 主轴启动开始切削之前一定关好防护罩门,程序正常运行中严禁开启防护罩门。

5) 机床在正常运行时不允许打开电气柜的门。

6) 加工程序必须经过严格检验方可进行操作运行。

7) 手动对刀时,应注意选择合适的进给速度;手动换刀时,主轴距工件要有足够的换刀距离不至于发生碰撞。

8) 加工过程中,如出现异常现象,可按下“急停”按钮,以确保人身和设备的安全。

9) 机床发生事故,操作者注意保留现场,并向指导老师如实说明情况。

10) 未经许可操作者不得随意动用其他设备。不得任意更改数控系统内部制造厂设定的参数。

11) 经常润滑机床导轨,做好机床的清洁和保养工作。

2、数控铣床的组成与系统(进行现场讲解)

1) 组成

数控铣床主要由程序输入介质、数控系统、伺服系统(主轴伺服系统、进给伺服系统)、机床本体四部分组成。

2) 数控系统介绍

FANUC 数控系统是 20 世纪 80 年代产生于日本。具有操作简单、高可靠性、高性能价格比等优点,广泛应用于工业生产中。FANUC 数控系统主要的型号有 Oi-MA、Oi-MB、Oi-MC。我院所使用的数控系统为 Oi-MA。

3、常用刀具、夹具、量具的结构、使用与维护

1) 数控铣削刀具系统要求

- ① 刀具切削部分几何参数及其切削参数须规范化、合理化。
- ② 刀具切削部分材料及切削参数选择必须与工件材料相匹配。
- ③ 刀具磨损及耐用度值规定必须合理。
- ④ 刀片在刀具中的定位方式及其结构必须优化。
- ⑤ 刀具安装后在机床中的定位应保持一定精度。
- ⑥ 换刀后刀具应在机床中仍有高的重复定位精度。
- ⑦ 刀具的刀柄应有足够的强度、刚度及耐磨性。
- ⑧ 刀柄及其工具对机床的重量影响应有相应的控制。
- ⑨ 刀片、刀柄切入的位置、方向必须正确。
- ⑩ 刀片、刀柄各参数应通用化、规格化、系列化,工具系统应进一步优化。

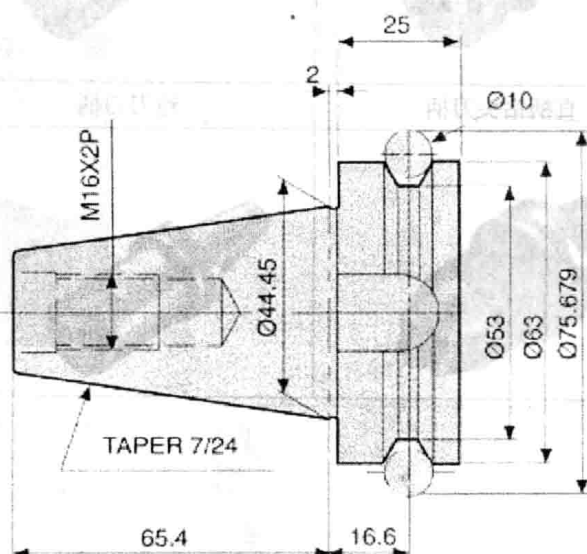
2) 数控铣削刀柄系统标准

							
ISO 7388/1 ISO 30 ISO 40 ISO 45 ISO 50	ISO 7388/1 BFG-PLUS ISO 40 ISO 50	DIN 60671 B 12 ISO 40 ISO 50	MAS BT ISO 30 ISO 40 ISO 50	MAS BT BFG-PLUS ISO 40 ISO 50	MAS BT B 12 ISO 40 ISO 50	YAMAZAKI ISO 45 ISO 50	HSK 40-A/C HSK 50-A/C HSK 63-A/C HSK 80-A/C HSK 100-A/C

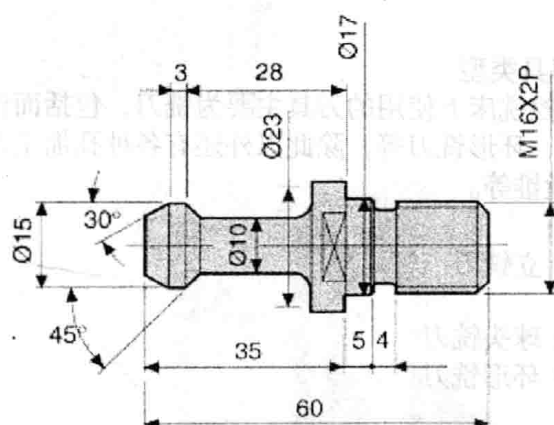
ISO 7388
DIN69871
DIN 2080
MAS 403 (BT)
HSK A/C
ANSI/ASME B5.50 (CAT)
GB10944
JB3381 (JT, ST)

3) 刀柄结构

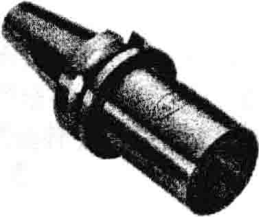
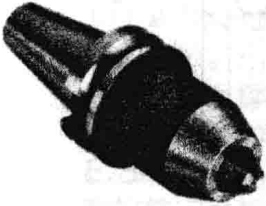
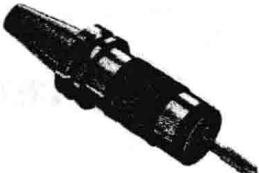
BT-40



MAS-P40T-I



刀柄类型：

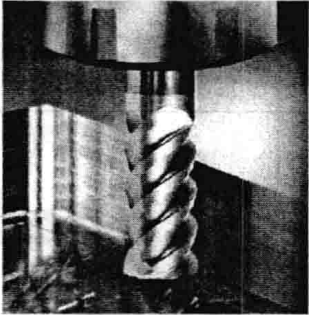
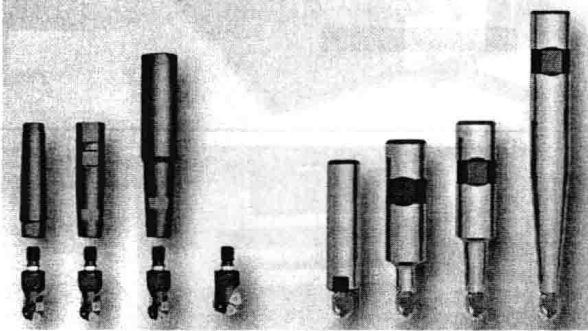
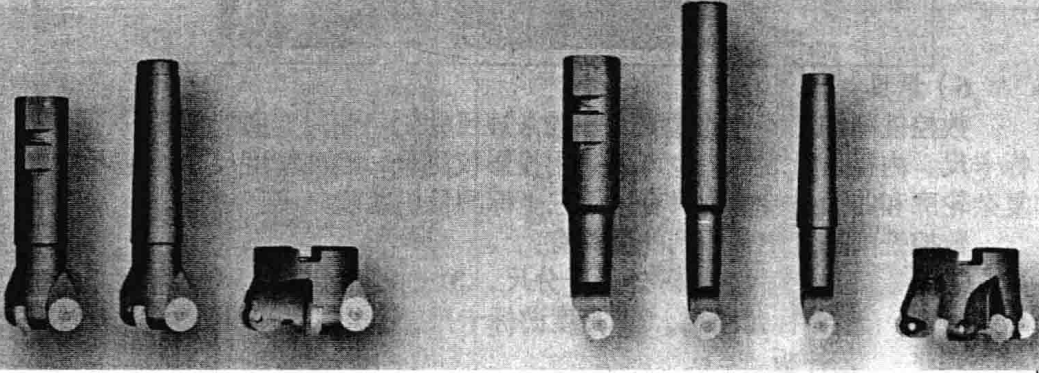
圆柱铣刀刀柄	锥柄钻头刀柄	盘铣刀刀柄
		
直柄钻头刀柄	镗刀刀柄	丝锥刀柄
		

4) 刀具类型

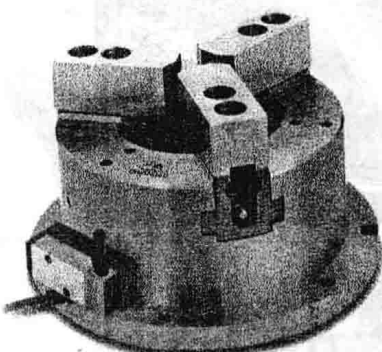
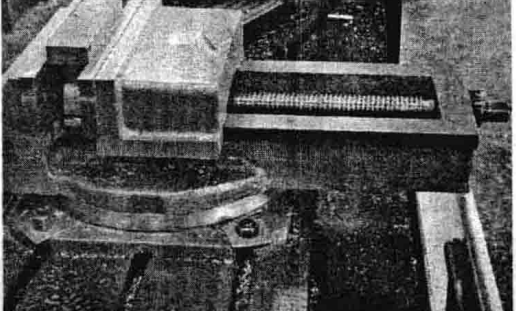
在数控铣床上使用的刀具主要为铣刀，包括面铣刀、立铣刀、球头铣刀、三面刃盘铣刀、环形铣刀等，除此以外还有各种孔加工刀具，如钻头（铰钻、铰刀、镗刀等）、丝锥等。

常用铣刀：

- (1) 立铣刀
- (2) 球头铣刀
- (3) 环形铣刀

立	
铣 刀	
机 夹 式 球 头 铣 刀	
机 夹 式 环 形 铣 刀	

5) 夹具

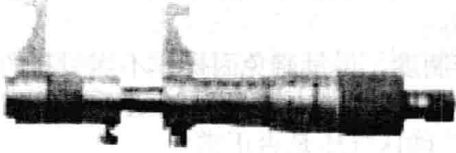
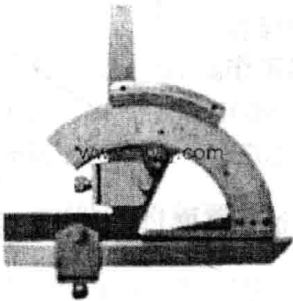
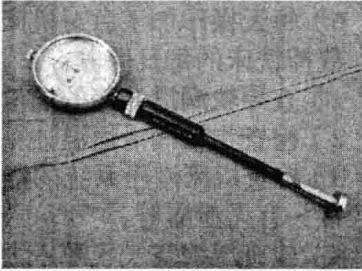
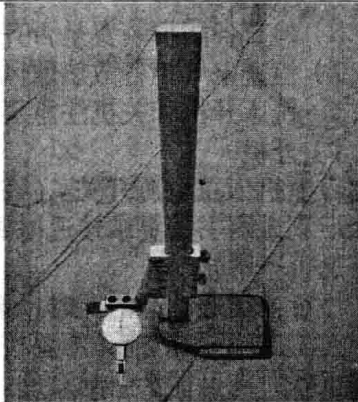
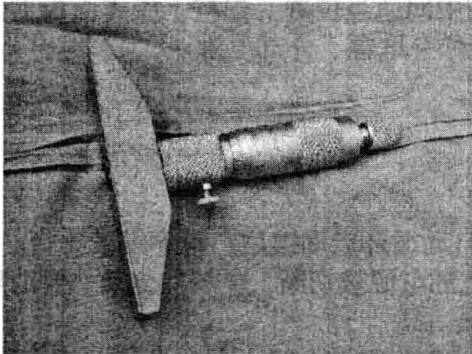
气 动 卡 盘	
平 口 钳	

6) 量具

数控铣削加工零件的检测，一般常规尺寸仍可使用普通的量具进行测量，如游标卡尺、内径百分表等，也可以采用投影仪测量；而高精度尺寸、空间位置尺寸、复杂轮廓和曲面的检验则只有采用三坐标测量机才能完成。

数控铣削加工中常用到的量具有：

- ① 游标卡尺，② 外径千分尺，③ 内径千分尺，④ 内径百分表，⑤ 万能游标角度尺，⑥ 高度游标卡尺，⑦ 深度千分尺，⑧ 表面粗糙度工艺样板。

内径千分尺	外径千分尺
	
万能游标角度尺	内径百分表
	
游标卡尺	高度游标卡尺
	
深度千分尺	三坐标测量机
	

4、数控铣床的维护与保养，包括：机械、电器、液压、冷却及数控系统检查和日常保养。

数控机床是机、电、液集于一身，是一种自动化程度较高的机床，为充分发挥机床的效益，必须做好安全检查和日常保养：

- 1) 严格遵守操作规程和日常维护保养制度，尽量避免因操作不当引起的故障。
- 2) 操作者操作机床之前，必须确认主轴润滑油与导轨润滑油是否符合要求，油量不足时应按说明书加入合适的润滑油，并确认气压是否正常。
- 3) 定期检查清扫数控柜空气过滤器和电气柜内电路板和电气元件，避免积累灰尘。
- 4) 每天检查数控装置上各冷却风扇是否正常。
- 5) 对于数控铣床伺服电动机，定期进行维护保养。
- 6) 每天操作加工后对机床及时做好清洁保养工作。

数控铣床的每日保养：

- 1) 查导轨润滑油箱的油量。
- 2) 检查主轴润滑恒温油箱的油温和油量。
- 3) 检查机床液压系统的油泵有无异常噪音，油面高度、压力表是否正常，管路及各接头有无泄露等。
- 4) 检查压缩空气气源压力是否正常。
- 5) 检查 X、Z 轴导轨面的润滑情况以及清除切屑和赃物，和导轨面有无刮伤损坏。

6) 检查各防护装置是否齐全。

7) 检查电气柜各散热通风装置是否正常工作，有无堵塞。

5、铣床开机和关机注意事项

1) 开机

合上机床总电源开关。(在操作面板上讲授)电源开关打到“ON”位置时根据机床厂家说明书的要求接通电源按 ON，确认 LCD 画面上显示的内容，确认驱动器风扇是否正常转动。

注意：接通电源的同时，请不要按面板上的键。

在 LCD 显示以前，不要按 CRT/MDI 面板的键。因为此时面板键还用于维修和特殊操作，有可能会引起意外。

2) 关机

手动操纵机床，使工作台和主轴箱停在中间适当位置，先按下操作面板上的紧急停止按钮，再依次关掉操作面板电源、机床总电源、外部电源。

6、机床的暂停和急停

1) 按下暂停后，机床呈下列状态

①机床在移动时，进给减速停止；

②在执行暂停中，休止暂停；

③执行 M、S、T 的动作后，停止；按自动循环启动键后，程序继续执行。

2) 一按急停按钮，机床就被锁住，电机的电源被切断，在解除之前，要消除机床异常的因素。旋转按钮后解除。

(二) 操作演示

讲完理论后由老师上机床操作演示。

(三) 操作实训

1. 学生按照老师所讲的步骤进行机床安全操作。

2、巡回指导

(四) 实训小结

本次课要求掌握安全文明生产知识, 数控铣床的组成与系统, 常用刀具、夹具、量具的结构、使用与维护, 数控铣床维护和保养, 铣床开机和关机注意事项, 机床的暂停和急停等知识。

项目 2 机床操作

一、实训准备

1、铣刀 $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 各若干把。

2、工件: 方块 $100 \times 100 \times 30$, 45 # 钢, 数量若干。

3、天河 XK5032、XK5025 FANUC。

二、实训目的与要求

1. 按照操作规程启动和停止机床。

2. 正确使用操作面板。

3. 通过面板输入加工程序。

4. 编辑加工程序。

5. 进行对刀并输入刀具半径。

三、实训难点与重点

1. 功能键的应用。

2. 程序的输入与编辑。

3. 试切法对刀。

四、实训方式

讲解:

1. 机床开启的步骤。

2. 功能键的应用。

3. 工件坐标系的设定。

4. 程序的输入、编辑方式。

示范:

1. 机床的开启。

2. 程序的传输。

3. 试切法对刀。

4. 刀具参数的建立。

仿真:

学生按照老师所讲的步骤在计算机上完成。

指导操作：

检查学生操作情况，指出不足。

五、实训过程

(一) 讲解内容

1、复习

安全文明生产、机床操作规程及日常维护)

2、功能键

[POS]进行现在位置的显示。

[PROG]编辑方式时，进行存储器内程序的编辑、显示，MDI方式时，进行MDI数据的输入、显示，自动运转中进行指令值的显示等。

[OFFSET SETTING]进行偏置量的设定与显示。

[PARAM DGNOS]运行参数设定，显示及诊断数据的显示。

[OPR/ALARM]显示报警号。

(注)按任何一个功能按钮和[CAN]，画面的显示就会消失。之后再按其中一个功能键，画面会再一次显示。长时间接通电源而不使用装置时，请预先清除画面，以防止画面质量下降。

3、工件坐标系的建立

指令格式：G92 X α Y β Z γ 。其中(α , β , γ)是起刀点在工件坐标系中的坐标值。

4、程序录入，编辑及存储

1) 程序录入及存储：

(1) 选择[编辑]方式；

(2) 按 PROG 键；

(3) 键入地址 Oxxxx

(4) 按 INSRT 键，进入该程序的编辑画面；

(5) 键入 EOB 分段；

(6) 输入其他内容。

2) 修改已有的程序

(1) 选择方式[编辑]；

(2) 按 PROG 键；

(3) 按地址 Oxxxx；

(4) 按[CURSOR ↓]，则显示被检索的程序；

(5) 将光标移到程序某处，即可修改被检索的程序。

3) 删除存储器中的程序

(1) 选择[编辑]方式；

(2) 按 PRGRM 键盘；

(3) 按地址 O；

(4) 键入程序号；

(5) 按 DELET 键，即可删除程序号所指定的程序。

二、操作演示

1、键盘的说明

号码	名 称	用途
(1)	复位 (RESET) 键	用于解除报警。CNC 复位
(2)	起动 (START) 键	MDI 运转的循环起动或自动运转的循环起动。
(3)	地址/数字键	字母、数字等文字的输入
(4)	INPUT 键	按地址键或数值键后，地址或数值进入键输入缓冲器并显示在 CRT 上。若想将缓冲器的信息设置到偏置寄存器中，就按 INPUT 键。此键与软键中的 INPUT 键等价，无论使用哪一个都可以。
(5)	取消 (CAN) 键	消除键入缓冲器中的文字或符号。（例）键输入缓冲器显示 N0001 时，若按 (CAN) 键，N0001 就被消除。
(6)	光标移动键	有两种光标移动键。 ↓：用小区分单位移动光标时使用。 使光标顺方向移动。 ↑：用小区分单位移动光标时使用。 使光标反主向移动。
(7)	翻页键	有两种翻页键。 ↓：顺方向翻 CRT 页面时使用。 ↑：反方向翻 CRT 页面时使用。
(8)	软键	软键按照用途可以给出种种功能。 软键能给出什么样的功能，在 CRT 画面的最下方显示 左端的软键[◀]：由软键输入各种功能时，为返回最初状态（按功能键时的状态）而使用。 右端的软键[▶]：用于还未显示的功能。

2、对刀

1) 概念：把刀具的“刀位点”移到“起刀点”的过程叫对刀。

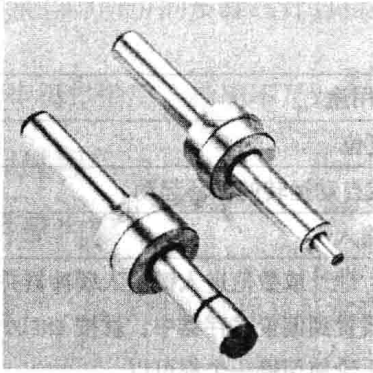
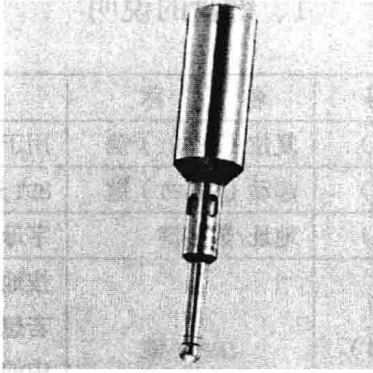
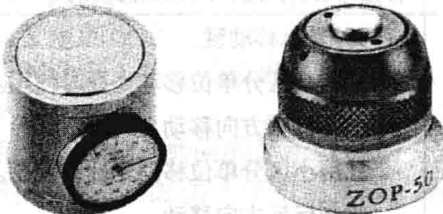
2) 对刀方法

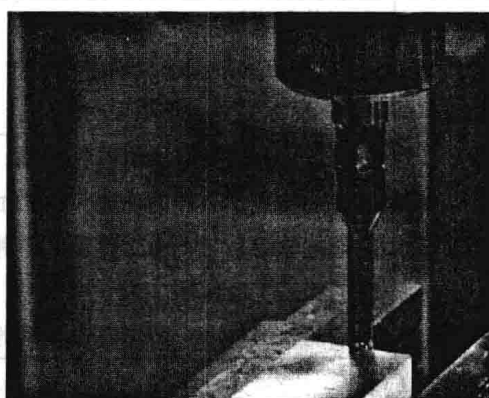
根据现有条件和加工精度要求选择对刀方法，可采用试切法、寻边器对刀、机内对刀仪对刀、自动对刀等。其中试切法对刀精度较低，加工中常用寻边器和 Z 向设定器对刀，效率高，能保证对刀精度。

3) 对刀工具

(1) 寻边器

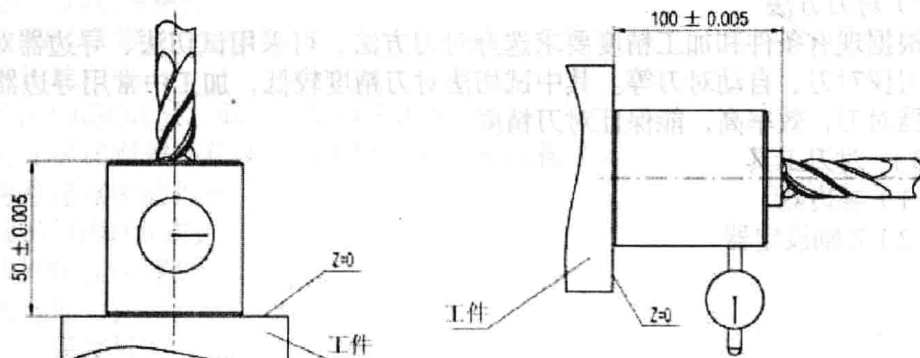
(2) Z 轴设定器

寻边器		
	偏心式寻边器	光电式寻边器
Z轴设定器		



寻边器对刀

Z轴设定器与刀具和工件的关系



4) 采用试切法对刀步骤如下:

- (1) 选择工作方式为“手动”(JOG)；
- (2) 按[POS]键，使屏幕显示为相对坐标。
- (3) 手动向左移动刀具，让刀具侧面与工件左侧的中部轻碰，按 X 键，使之闪烁，按 CAN 键，使屏幕 X=0。
- (4) 抬起刀具，并且向右移动刀具，使刀具与工件右侧面的中部轻碰，记下此时 X 向的相对坐标值，记为 X2。根据坐标公式：

$$X_{\text{中点}} = \frac{x_2}{2}$$

把方式选择开关调到“MDI”位置，输入指令 G92 X0，按[循环起动]键

- (5) 同理可求得工件在 Y 轴方向的中点坐标。
- (6) 先抬起刀具，然后让铣刀下降与工件表面轻碰。
- (7) 把方式选择开关调到“MDI”位置。
- (8) 输入指令 G90 G00 Z100，按[循环起动]键，再输入指令 G92 Z100，再按[循环起动]键。则刀具可到达起刀点。对刀完成。

5) 刀具半径的设定

输入步骤：

- (1) 按 OFFSET SETTINGAL 功能键，按软键[刀补]，进入了刀具半径设置画面。
- (2) 找到需要设定半径量的刀具号行，使光标移向该行的[形状(D)]列位置上。
- (3) 输入刀具半径值，按[INPUT]功能键。

三、操作实训

- 1、指导程序编辑
- 2、练习对刀
- 3、巡回指导

四、实训小结

本次课要求掌握程序的输入及修改，试切法、寻边器、Z 轴设定器对刀，刀具参数的建立。

五、课后作业

- 1、总结归纳程序的输入、试切法对刀中所出现的问题和解决办法。
- 2、熟记功能键。
- 3、布置下次课需预习内容和相关知识。