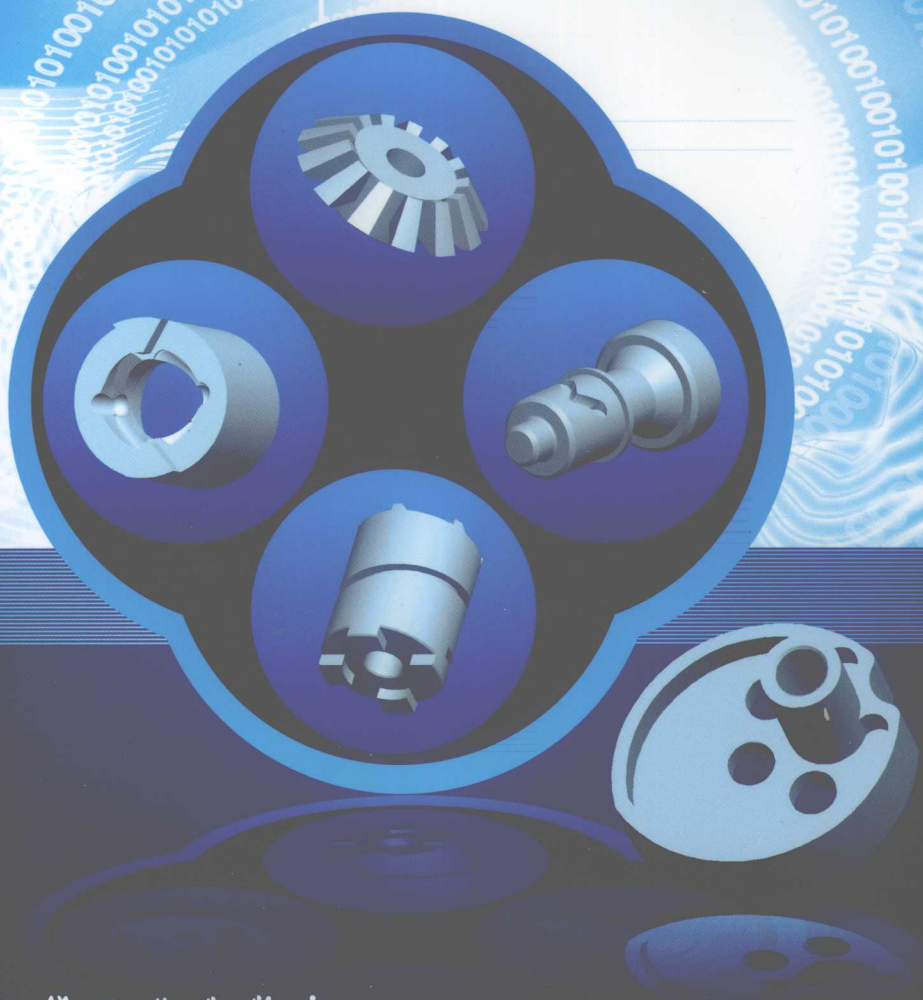


国家技能型紧缺人才培养教程

数控铣削

加工实训 及 案例解析

余英良 编著



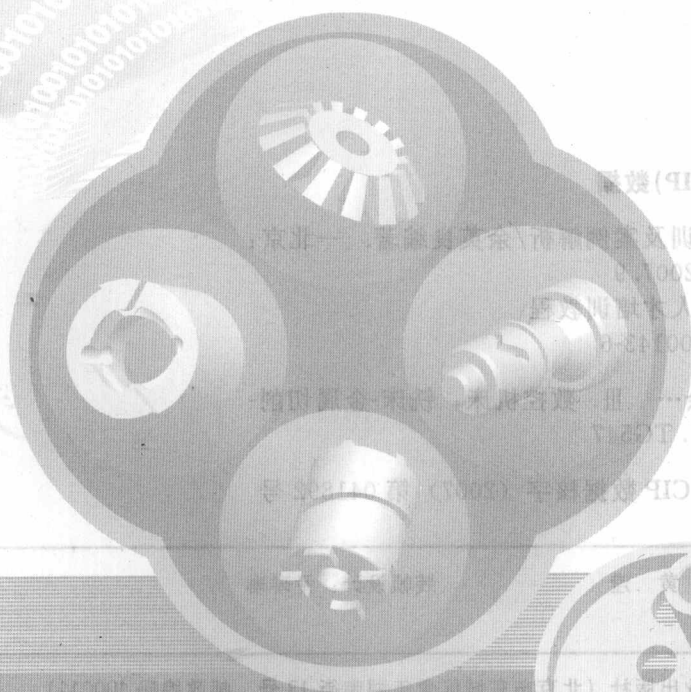
化学工业出版社

国家技能型紧缺人才培养教程

数控铣削

加工实训 及 案例解析

余英良 编著



化学工业出版社

北京

内 容 提 要

本书分实训篇和案例篇两个部分,将数控实训与案例解析结合起来,内容新颖实用。

实训篇共收集了20个实训项目,内容由浅入深,循序渐进,最后给出了生产型数控机床加工实例。

案例篇给出了12个具有代表性的生产和教学案例。按照明确案例任务及要求—案例解析—案例总结的模式编写。

本书可供从事数控铣削加工的企业中、高级技术工人以及高职院校数控专业的师生学习和参考。

数控铣削加工实训及案例解析

主编 余英良

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削加工实训及案例解析/余英良编著. —北京:
化学工业出版社, 2007. 9

国家技能型紧缺人才培养教程

ISBN 978-7-122-00143-6

I. 数… II. 余… III. 数控机床: 铣床-金属切削-
技术培训-教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 041892 号

责任编辑: 周国庆 黄 滢

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 陈 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 533 千字 2007 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言



本书是根据教育部、国防科工委、中国机械工业联合会联合制定的高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的要求，并结合作者长年在数控加工工艺和数控加工技术方面的教学与工作经验编写的。

数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物。它的出现以及所带来的巨大效益，引起世界各国科技界和工业界的普遍重视。随着科学技术的迅猛发展，数控机床已是衡量一个国家机械制造工业水平的重要标志。发展数控机床是当前我国机械制造业技术改造的必由之路，是制造业大国必不可少的技术依托，是未来工厂自动化的基础。数控机床的大量使用，需要大批熟练掌握其编程、操作和维修的工程技术人员和技术工人。这为高等职业教育和职业技能教育提供了广阔的市场。

数控加工技术（数控机床、数控刀具、数控工艺、数控编程、数控加工及操作）是一门应用性极强的技术。学生在校所培养的能力与实际生产中的要求不可避免地存在着一定的差距，需要在走向工作岗位后继续不断地学习。学习的重点在于：在实际生产中细化所学知识，不断地提高应用水平，以解决生产中遇到的各种实际问题。首先需要培养的是进行数控实际加工的能力，其次是能够编制和使用从数控加工到生产技术管理涵盖数控应用技术全过程的数控加工技术文件。这对于在实际应用中规范和完善数控技术将起到重要的作用。企业中数控应用人员也同样面临这一问题，这就给编写《数控铣削加工实训及案例解析》奠定了基础，也是编写《数控铣削加工实训及案例解析》的初衷和目的。

针对高等职业教育“突出实际技能操作培养”的要求及其要大力加强实践环节的特点，本书案例解析的写作顺序及内容依次为：零件分析→零件装夹→工件坐标系设定→刀具选择→确定加工工艺→编程参数计算→选定切削用量参数→工艺运行路线轨迹设计→程序编制→数控加工辅助参数的确定→刀具的安装→夹具的安装与找正→零件的安装与找正→数控加工的对刀操作→案例总结与思考。上述写作顺序按照数控铣削加工控制方式分别进行各类案例解析。

本书依据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准》要求，将作者二十余年从事数控技术实际加工的部分案例精选出来汇集而成。

写作本书的主要目的在于加深和检验学生对所学知识的综合理解与实际运用。就学习阶段而言，所掌握的知识还是离散的和相对独立的。如能将这些已经掌握的知识综合起来，达到融会贯通，就能形成数控加工技术的基本能力，即使这种能力还是初步的，还需在以后的实际工作中继续强化。实现这个目标的具体做法就是将可以在实际生产中进行应用的加工案例根据学生的理解重新整合，并将其编制的程序在数控仿真系统上通过仿真调试。这样既是对数控技术综合知识的复习总结和升华，同时自然而然形成了数控编程技术应用的课程设计；如果再将通过仿真调试的上述案例中实际加工的操作部分，作为综合实际操作训练的考核内容，换言之，即将本书中案例一分为二，前半部（到编制的程序在数控仿真系统上进行调试）为理论学习的课程设计，后半部（到加工出合格的案例零件）为实际操作的考核内容。如此做法，相信会对学习数控知识整体综合能力的培养起到一定的作用，这是关于数控专业课程设计模式的个人设想，也是付诸实践写作此书的初衷。希望本书能够对目前国内数

控专业的发展和完善起到点滴的辅助作用，更希望得到业内同仁的认同和完善。

本书的编写定位为：以培训中、高级职业技能数控技术综合能力为目标，使用 SIEMENS 数控系统（或 FANUC 数控系统）的具体操作为基础，培养岗位适应性较强的、需求量和紧缺性较大的、具有较强数控加工操作技能和较丰富加工工艺知识的数控编程工艺人员和具有实际数控铣削加工技能能力的实用人才。

全书由漯河职业技术学院余英良编著。在编写过程中，天津大学精益数控技术有限公司对本书的编写也给予了大力帮助和支持，在此表示感谢。

限于编者水平，书中疏漏、不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编著者

化学工业出版社数控类图书

数控机床加工实训丛书——数控电火花加工	28.00
数控机床加工实训丛书——数控加工中心	36.00
数控机床加工实训丛书——数控车床	38.00
数控机床加工实训丛书——数控铣床	32.00
现代数控机床结构及设计丛书——数控铣床设计	35.00
现代数控机床结构及设计丛书——数控车床设计	45.00
现代数控机床结构及设计丛书——数控系统	36.00
现代数控机床结构及设计丛书——数控机床系统设计	36.00
现代数控机床结构及设计丛书——数控加工中心设计	45.00
数控技术与数控加工丛书——典型数控系统及应用	27.00
数控技术与数控加工丛书——数控机床刀具及其应用	32.00
数控技术与数控加工丛书——数控模具加工	24.00
数控技术与数控加工丛书——数控机床调试、使用与维护	27.00
实用数控技术丛书——数控技术英语	24.00
实用数控技术丛书——数控加工工艺	28.00
实用数控技术丛书——数控编程技术	30.00
实用数控技术丛书——数控原理与数控机床	30.00
实用数控技术丛书——CAD/CAM 与数控自动编程技术	30.00
实用数控技术丛书——数控加工综合实训	33.00
数控机床技术工人培训读本——数控电加工机床	32.00
数控机床技术工人培训读本——数控铣床	32.00
数控机床技术工人培训读本——数控加工中心	28.00
数控机床技术工人培训读本——数控车床	32.00
光机电一体化丛书——数控机床	32.00
CATIA V5 应用丛书——数控加工	32.00
数控加工自动编程技术——Pro/ENGINEER Wildfire 在机械制造中的应用 (附光盘)	42.00
MasterCAM 实战技巧	22.00
数控机床编程与操作实训 (第二版)	41.00
数控编程手册 (原著第二版)	96.00
数控机床故障维修	36.00
数控加工与编程 (原著第二版)	45.00
虚拟数控技术及应用 (附光盘)	42.00
数控技术与制造自动化	28.00
数控加工生产实例	29.00
加工中心编程实例	32.00
FANUC 系统数控车床培训教程	35.00
FANUC 系统数控铣床和加工中心培训教程	35.00

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

编辑:010-64519277, 64519270

目 录



第 1 篇 数控铣削加工实训

1

➤ 实训项目 1 数控机床结构、组成与加工演示	3
实训项目 1.1 数控铣床加工平面曲线类零件（或综合类零件）的演示	3
实训项目 1.2 加工中心加工平面曲线类零件（或三维零件）的演示	3
➤ 实训项目 2 数控铣床面板的基本操作	4
实训项目 2.1 数控铣床面板的基本操作	5
实训项目 2.2 用 MDI 功能控制机床运行	8
实训项目 2.3 程序的校验和程序的仿真加工练习	8
➤ 实训项目 3 数控铣床零件装夹与校正操作	9
➤ 实训项目 4 数控铣削加工刀具及装夹训练	13
➤ 实训项目 5 数控铣床加工中不同切削用量的演示与实训	19
➤ 实训项目 6 数控铣削加工工艺实训（生产型案例）	20
➤ 实训项目 7 测量（游标卡尺、千分尺、百分表、万能角度尺）	27
实训项目 7.1 游标卡尺的使用	27
实训项目 7.2 千分尺的使用	28
实训项目 7.3 百分表的使用	30
实训项目 7.4 万能角度尺的使用	32
➤ 实训项目 8 数控铣削加工工件坐标系与机床参考点建立	33
➤ 实训项目 9 加工准备类指令编程实训	38
➤ 实训项目 10 零件（外形）基本结构铣削加工实训	40
实训项目 10.1 数控铣削加工平面	40
实训项目 10.2 铣削加工台阶面	44
实训项目 10.3 铣削加工矩形与倒圆角	47
实训项目 10.4 铣削加工三角形	51
实训项目 10.5 铣削加工六边形	55
实训项目 10.6 铣削加工 8 字曲线	58
实训项目 10.7 铣削加工曲线轮廓	61
实训项目 10.8 铣削加工燕尾块	64
➤ 实训项目 11 零件（内形）基本结构铣削加工实训	67
实训项目 11.1 铣削加工直槽	67
实训项目 11.2 铣削加工键槽	70
实训项目 11.3 铣削加工 T 形槽	73
实训项目 11.4 铣削加工燕尾槽	76
实训项目 11.5 铣削加工矩形槽及倒圆角	79

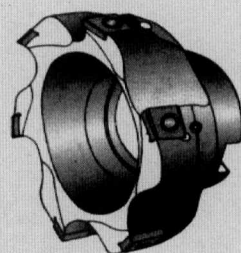
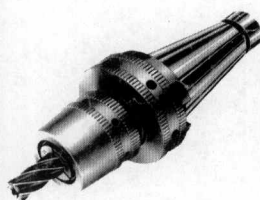
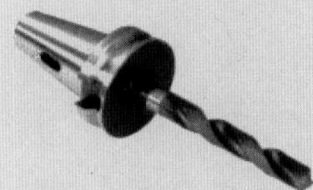
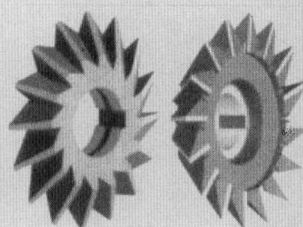
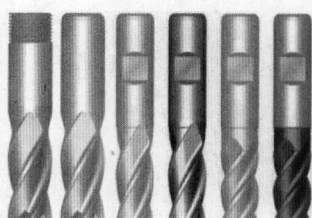
实训项目 11.6	铣削加工三角形槽	82
实训项目 11.7	铣削加工 B 字槽	85
实训项目 11.8	铣削加工曲线槽	88
实训项目 11.9	数控钻孔	92
实训项目 11.10	数控镗孔	96
➤ 实训项目 12	加工运行类指令编程实训	100
➤ 实训项目 13	加工轨迹编辑类编程实训	102
➤ 实训项目 14	转移跳转指令编程实训	104
➤ 实训项目 15	坐标偏置编程实训	106
➤ 实训项目 16	刀具补偿实训	108
实训项目 16.1	刀具补偿指令实训	109
实训项目 16.2	刀具补偿指令加工实训	109
➤ 实训项目 17	返回编程实训	111
➤ 实训项目 18	钻孔循环加工编程实训	111
➤ 实训项目 19	子程序编程实训	115
➤ 实训项目 20	数控铣床加工实例练习 (生产型)	116

第 2 篇 数控铣削加工案例 131

➤ 案例 1	数控铣削加工十字型腔	133
➤ 案例 2	数控铣削加工平板凸轮	146
➤ 案例 3	数控铣削加工衣架模	158
➤ 案例 4	数控铣削加工弯冲模	169
➤ 案例 5	数控铣削加工月牙盘	186
➤ 案例 6	数控铣削加工链轮	204
➤ 案例 7	数控铣削加工成型凸轮	214
➤ 案例 8	数控铣削加工质数锥齿轮	228
➤ 案例 9	数控铣削加工凸轮结合器	240
➤ 案例 10	数控铣削加工滚道轴	255
➤ 案例 11	数控铣削加工滚道套	266
➤ 案例 12	数控铣削加工螺旋横动凸轮	280
参考文献		294

第1篇

数控铣削加工实训



实训项目1

数控机床结构、组成与加工演示

一、实训的目的与要求

1. 了解数控机床的作用。
2. 了解数控机床加工的全过程，以及相关知识的作用。

二、实训仪器与设备

配置 SIEMENS 数控系统（或 FANUC 数控系统）的数控铣床一台。

数控机床主要由以下几个部分组成，如图 1-1-1 所示。

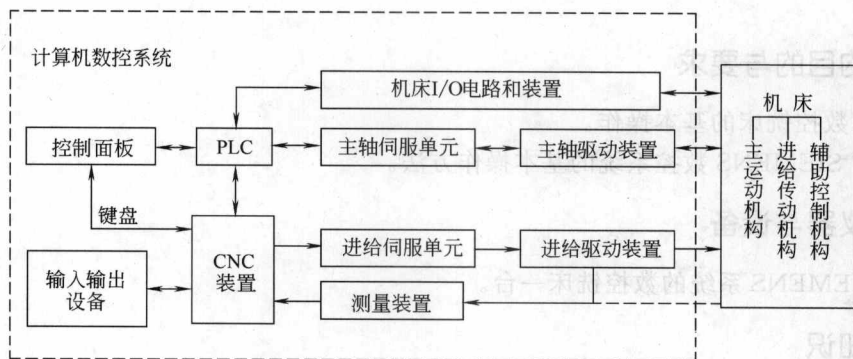


图 1-1-1 数控机床的组成

- ① 计算机数控装置（CNC 装置）
- ② 伺服单元、驱动装置和测量装置
- ③ 控制面板
- ④ 控制介质与程序输入输出设备
- ⑤ PLC、机床 I/O（输入/输出）电路和装置
- ⑥ 机床本体
- ⑦ 主传动链（电机→主轴）
- ⑧ 进给主传动链（电机→滚珠丝杠→导轨→工作台）

三、实训内容

实训项目 1.1 数控铣床加工平面曲线类零件（或综合类零件）的演示

实训项目 1.2 加工中心加工平面曲线类零件（或三维零件）的演示

四、实训报告

数控机床具有加工精度高、轨迹控制准确以及加工过程中能进行多轴联动等功能和特点。数控车床是数控加工中最常用的数控机床。数控车床主要用于回转类零件的加工，在加工中能够完成圆柱体、圆锥体及零件表面母线为各种曲面的内形、外形的自动控制运行，也能完成螺纹的切削加工，并能进行切槽、钻孔、扩孔、铰孔等加工。数控铣床主要用于平面类轨迹的加工，在加工中能够完成……，加工中心主要用于……，在加工中能够完成……，请你总结。

实训报告内容：

写出观看数控加工演示的感想和感受。

实训项目2

数控铣床面板的基本操作

一、实训的目的与要求

1. 了解数控铣床的基本操作。
2. 学习 SIEMENS 数控系统的基本操作方法。

二、实训仪器与设备

配置 SIEMENS 系统的数控铣床一台。

三、相关知识

1. 数控铣床的组成
2. SIEMENS 系统数控铣床的操作（控制面板及其控制按钮）
3. 数控机床的操作步骤
 - ① 电源接通前后的检查工作
 - ② 回零操作
 - ③ 主轴的操作（主轴的启停、点动）
 - ④ 手摇轮进给操作
 - ⑤ 机床急停操作
4. 程序的输入、检查与修改（MDI 手动数据输入等 9 项内容）
5. 坐标系的建立和操作（参见实训项目 8）

- ① 机床坐标系
- ② 工件坐标系

6. 数控系统软件功能的菜单结构

数控铣床操作界面中最重要的是菜单命令，如图 1-2-1 所示。

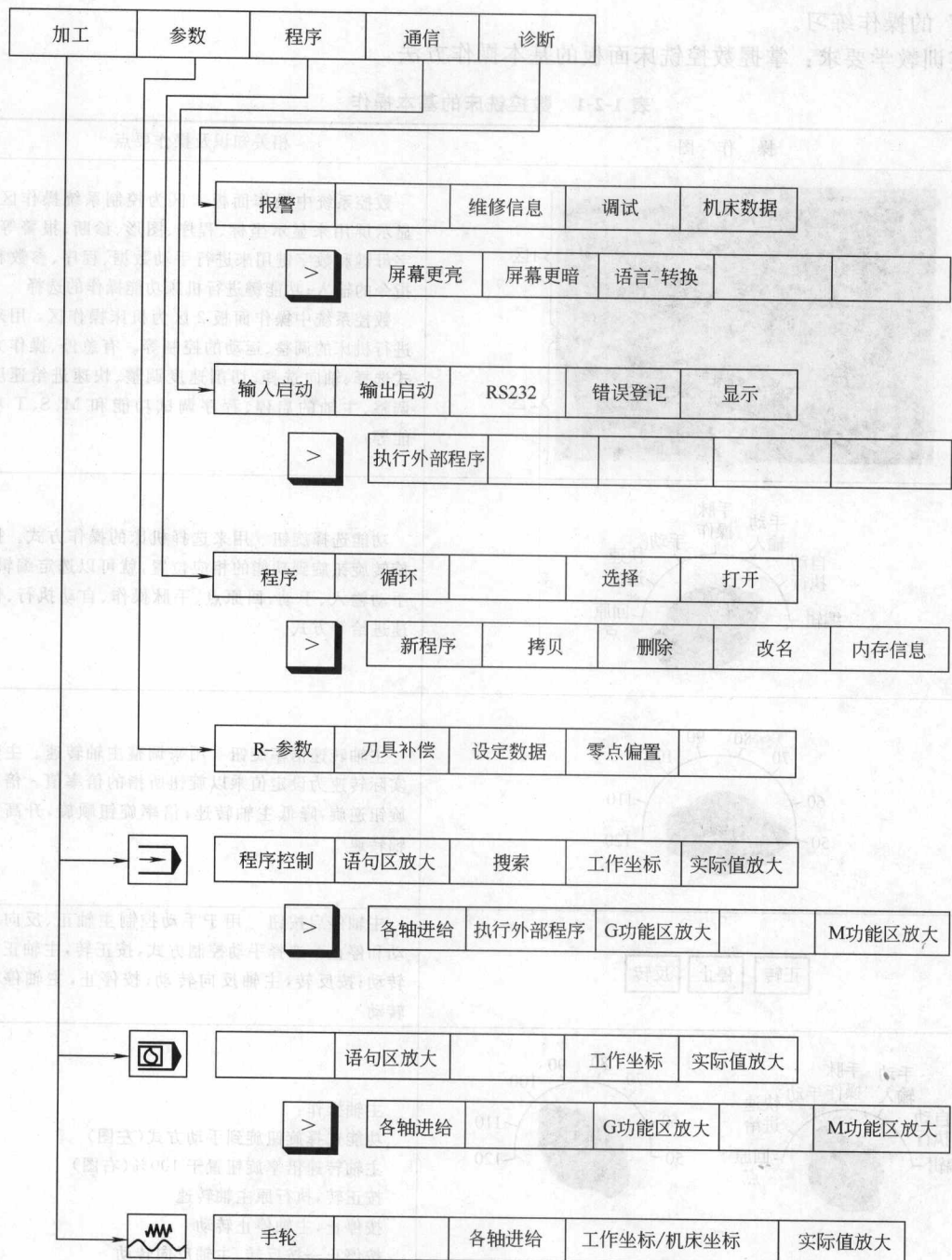


图 1-2-1 数控系统软件功能的菜单结构

四、实训内容

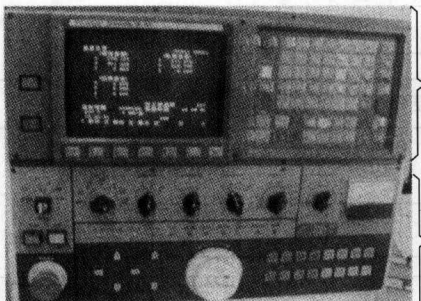
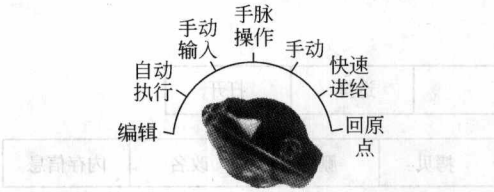
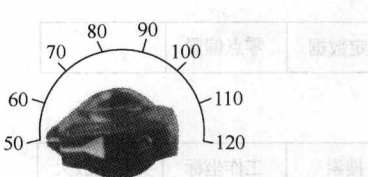
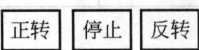
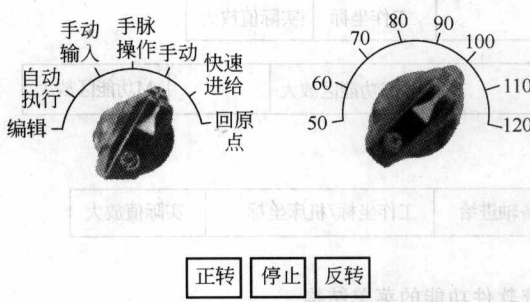
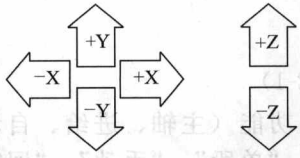
实训项目 2.1 数控铣床面板的基本操作 (参见表 1-2-1)

接通电源,启动数控系统,利用数控铣床的面板功能(主轴、进给、自动、单段、手动、快速、步进等),进行“主轴”、“进给”、“自动”、“单段”、“手动”、“回零”、“点动”、

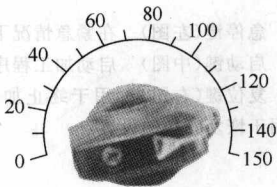
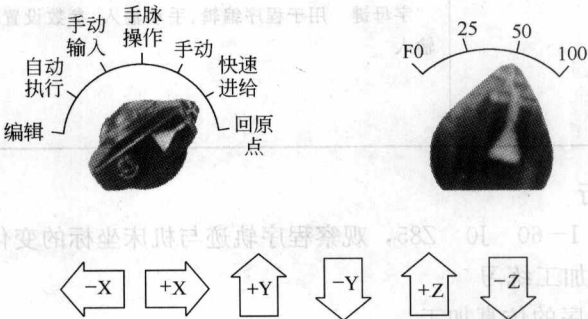
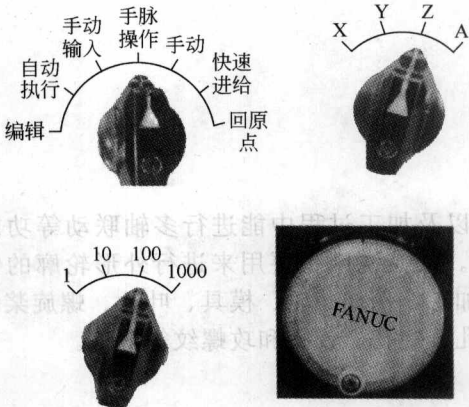
“步进”的操作练习。

实训教学要求：掌握数控铣床面板的基本操作方法。

表 1-2-1 数控铣床的基本操作

操作图	相关知识及操作要点
	数控系统中操作面板 1 区为控制系统操作区，显示屏用来显示坐标、程序、图形、诊断、报警等；字母键和数字键用来进行手动数据、程序、参数和指令的输入；功能键进行机床功能操作的选择 数控系统中操作面板 2 区为机床操作区，用来进行机床的调整、运动的控制等。有急停、操作方式选择、轴向选择、切削速度调整、快速进给速度调整、主轴的启停、程序调试功能和 M、S、T 功能等
	功能选择旋钮 用来选择机床的操作方式。把旋转旋钮旋到功能的相应位置，就可以选定编辑、手动输入、手动、回原点、手脉操作、自动执行、快速进给等方式
	主轴转速倍率旋钮 用来调整主轴转速。主轴实际转速为设定值乘以旋钮所指的倍率值。倍率旋钮逆旋，降低主轴转速；倍率旋钮顺旋，升高主轴转速
	主轴停启按钮 用于手动控制主轴正、反向转动和停止。选择手动控制方式，按正转，主轴正向转动；按反转，主轴反向转动；按停止，主轴停止转动
	主轴操作： 功能选择旋钮旋到手动方式(左图) 主轴转速倍率旋钮置于 100%(右图) 按正转，执行原主轴转速 按停止，主轴停止转动 按停止→按反转，主轴反向转动
	坐标轴运动选择按钮 用于手动移动坐标轴时选择运动坐标和运行方向。按下相应移动坐标轴按钮，机床运动，松开坐标轴按钮，机床运动停止。可同时按动几个坐标轴按钮，机床以合成运动运行

续表

操作图	相关知识及操作要点
	进给速度倍率旋钮 用来选择程序运行和坐标位置调整时进给速度的调整。进给速度倍率旋钮逆旋,降低进给速度;进给速度倍率旋钮顺旋,提高进给速度
	快速进给操作: 功能选择旋钮旋到快速进给(左图) 进给速度倍率旋钮置于 50%(右图) 按“+Z”键,机床向上运动 按“-Z”键,机床向下运动 按“+X”键,机床向右运动 按“-X”键,机床向左运动 按“+Y”键,机床向前运动 按“-Y”键,机床向后运动 进给速度倍率旋钮置于 25%、100%时,按动上述键,机床运动的速度不同
	手摇脉冲发生器(左图) 用于准确调整机床床位置 坐标轴选择按钮(中图) 使用手摇脉冲发生器时选择坐标 移动量选择按钮(右图) 使用手摇脉冲发生器时确定移动坐标的脉冲当量
	手摇脉冲发生器操作: 功能选择旋钮旋到手脉操作(上左图) 坐标轴选择“Z”轴(上右图) 移动量选择 100(下左图) 一方向转动手轮(下右图),机床向左运动 十方向转动手轮(下右图),机床向右运动 如 坐标轴选择“X”轴 移动量选择 100 一方向转动手轮,机床向前运动 十方向转动手轮,机床向后运动

3. 写出“回零”操作的顺序步骤。

4. 写出“步进”操作的步骤以及“步进”在数控加工中的作用？

5. 在执行程序段“G90 G03 X140 Y100 I-60 J0 Z85”的过程中，机床的进给速度是多少？

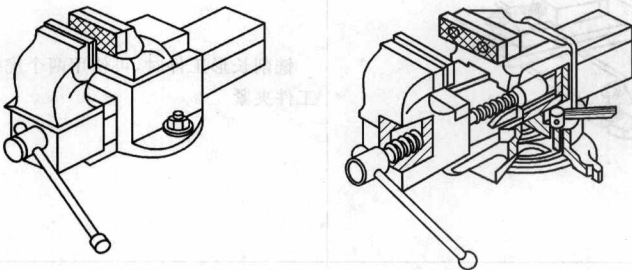
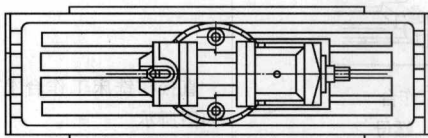
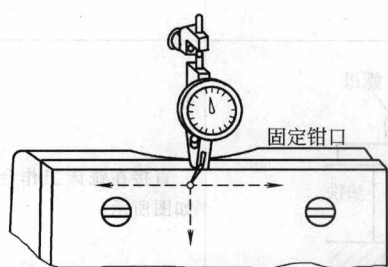
实训项目3

数控铣床零件装夹与校正操作

实训项目3(1) 数控铣床加工的零件装夹操作（参见表 1-3-1）。

实训教学要求：掌握数控铣床加工零件装夹方式的使用方法。

表 1-3-1 数控铣床加工的零件装夹方式

操作图	相关知识及操作要点
	机用虎钳 在数控铣床加工中，最常采用的是利用机用虎钳进行零件的装夹。机用虎钳的结构如图所示，左图为固定式机用虎钳，右图为回转式机用虎钳。常用来装夹矩形和圆柱形一类的工件
	机用虎钳的安装 检查虎钳底部的定位键是否紧固，定位键的定位面是否同一方向安装；将虎钳安装在工作台中间的 T 形槽内，如图所示，钳口位置居中，并且用手拉动机用虎钳底盘，使定位键向 T 形槽直槽一侧贴合；用 T 形螺栓将机用虎钳压紧在铣床工作台上
	用百分表找正机用虎钳的步骤 松开虎钳上体与转盘底座的紧固螺母，将虎钳水平回转 90°，略紧固螺母后，用百分表找正虎钳钳口，与铣床工作台横向（或纵向）进给方向平行。找正的方法如图所示。找正时，注意防止百分表座与连接杆的松动。进行找正的操作时，先将百分表测头与定钳口长度方向的中部接触，然后移动横向工作台，根据显示值误差微量调整回转角度，直至钳口与横向（或纵向）平行。同时，移动垂直向，可以校核固定钳口与工作台面的垂直度误差