



职业教育规划教材

数控铣床编程 与技能训练

SHUKONG XICHUANG BIANCHENG
YU JINENG XUNLIAN

黄昊 卢向民 主编



化学工业出版社



职业教育规划教材

数控铣床编程 与技能训练

SHUKONG XICHUANG BIANCHENG
YU JINENG XUNLIAN

黄昊 卢向民 主编

冯伟玲 沈士军 于建海 副主编

岳睿 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据教育部数控技能型紧缺人才的培养培训方案的指导思想及《国家职业技能标准》数控铣工中、高级的要求,结合学校教学实际编写而成。以国内常用的 FANUC 系统为蓝本,详细介绍了数控铣床的基本操作、加工工艺基础知识、数控铣床常用附件(刀具和夹具)、数控铣床编程基础知识、宏程序初步应用、数控仿真、自动编程基础、综合零件的加工和机床实训指导等。本书简明扼要,图文并茂,采用了理论和实践结合的方法,是一本针对性、实用性较强的教材。

本书可作为职业学校数控专业教材,也可作为工程技术人员的自学参考书。

与本书配套的电子课件可在化学工业出版社的官方网站上下载。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床编程与技能训练/黄昊,卢向民主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 7

职业教育规划教材

ISBN 978-7-122-05396-1

I. 数… II. ①黄…②卢… III. 数控机床; 铣床-程序设计-专业学校-教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 064719 号

责任编辑:李娜 高钰

装帧设计:史利平

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:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 222 千字 2009 年 7 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: 16.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着现代经济的快速增长,使社会劳动力市场对中、高级技术人才的就业需求数量越来越大,要求也越来越高。职业教育已由培养传统的技术型应用人才向培养技能型与技术型相结合的人才转变。本书根据职业教育发展的要求,以我国使用较为普遍的 FANUC 数控系统为介绍对象,突出系统性、通用性、实用性和先进性,较全面地介绍数控铣削的加工工艺和编程方法以及工作步骤,按照教学实际、以国家职业标准《数控铣床工》中、高级技能鉴定大纲为依据进行编写。

全书共分为“基础与理论”和“技能与实践”两大部分共 9 章。具体内容包括数控铣床加工技术、数控铣床及其组成、数控铣床常用附件及其使用、数控铣床加工工艺、数控铣床操作与编程、宏程序的初步应用、自动编程、数控仿真基础知识、铣削加工编程实例与实训。

本教材的内容凸显“理实一体化”的教学思想,详细讲解了数控编程的基本理论,并依照教学实际编制了实训指导。本书编写力求理论表述简洁易懂,步骤清晰明了,便于教师和学生使用。

本书由黄昊、卢向民主编,冯伟玲、沈士军、于建海、朱延、廖玉松、储晓猛、仇进军、陈雪峰、刘丽萍等参与编写,黄昊负责统稿。张健、储开生等对全书的编写给予了指 导,岳睿还对全书进行了审阅并提出了许多宝贵意见。全书在编写过程中还得到了江苏大学机电培训学院、安徽滁州职业技术学院、江苏省海安双楼职业高级中学、江苏省宿迁职教中心、镇江市第三职教中心、江苏省如皋职业教育中心校的关心和帮助,在此一并表示感谢。

全书在编写的过程中参考了同行的相关资料,在此对相关作者予以感谢。

由于编者水平有限、经验不足,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正,以便改进。

编 者
2009 年 3 月

目 录

第一部分 基础与理论

第1章 数控铣床加工技术概述	2	4.3.1 定位	28
1.1 数控铣加工技术简介	2	4.3.2 装夹	29
1.2 数控铣床加工技术的应用及现状	3	复习题	30
1.2.1 数控铣床加工技术的应用	3	第5章 数控铣床操作与编程	31
1.2.2 我国数控铣削加工的现状	3	5.1 数控铣床的坐标系	31
1.2.3 数控铣削加工技术发展趋势	4	5.1.1 机床坐标系	31
复习题	5	5.1.2 机床零点与机床坐标系的建立	32
第2章 数控铣床及其组成	6	5.1.3 工件坐标系与加工坐标系	32
2.1 数控铣床的类型及基本组成	6	5.2 数控铣床程序	32
2.1.1 数控铣床的类型	6	5.2.1 FANUC 数控系统简述	33
2.1.2 数控铣床的结构组成	6	5.2.2 程序结构	33
2.2 数控铣床面板	7	5.2.3 基本编程指令	34
2.2.1 系统控制面板	8	5.3 常用指令	39
2.2.2 机床控制面板	9	5.3.1 基本进给指令	39
复习题	11	5.3.2 圆弧插补指令 G02、G03	40
第3章 数控铣床常用附件及使用	12	5.3.3 暂停指令 G04	41
3.1 刀具	12	5.3.4 固定循环指令	42
3.1.1 刀具的分类	12	5.4 常用功能	50
3.1.2 铣刀类型选择	13	5.4.1 刀具半径补偿功能	50
3.1.3 铣刀结构选择	13	5.4.2 刀具长度补偿功能 (G43、G44、G49)	51
3.1.4 常用数控铣削刀具	14	5.4.3 坐标系旋转功能 G68、G69	53
3.2 夹具	16	5.4.4 子程序功能	54
3.2.1 夹具的基本要求	16	5.4.5 比例及镜像功能	55
3.2.2 常用夹具种类	16	复习题	57
3.2.3 铣削夹具的选用原则	16	第6章 宏程序初步应用	60
复习题	17	6.1 A类宏程序	61
第4章 数控铣床加工工艺	18	6.1.1 A类宏程序调用	61
4.1 数控铣床加工工艺概述	18	6.1.2 算术与逻辑运算指令	61
4.1.1 数控加工的主要对象	18	6.1.3 控制类指令	63
4.1.2 数控加工工艺的特点	18	6.2 B类宏程序	65
4.2 数控铣床加工工艺分析	19	6.2.1 算术和逻辑运算	65
4.2.1 零件的工艺性分析	19	6.2.2 转移与循环指令	66
4.2.2 数控铣削加工路线的拟定	21	6.3 宏程序应用实例	67
4.2.3 数控铣削切削用量的选择	25	6.3.1 椭圆的加工	67
4.2.4 对刀点与对刀方法	26	6.3.2 椭圆顶面的倒角	68
4.3 工件在数控机床上的定位与装夹	28		

复习题	69	7.5.1 几何造型	80
第7章 自动编程	71	7.5.2 生成刀具轨迹	82
7.1 自动编程基础知识	71	7.5.3 加工过程仿真	83
7.1.1 自动编程的概念	71	7.5.4 加工后置处理	85
7.1.2 自动编程的分类	71	复习题	85
7.1.3 自动编程的发展	71	第8章 数控仿真基础	86
7.2 常用CAD/CAM软件简介	74	8.1 数控仿真基础知识	86
7.3 数控图形自动编程系统	75	8.1.1 数控仿真的特点	86
7.4 CAD/CAM的数控自动编程概述	77	8.1.2 数控仿真的功能	86
7.4.1 零件造型(建模)	77	8.2 常用数控仿真软件介绍	86
7.4.2 刀具轨迹生成与编辑	77	8.2.1 宇航数控加工仿真系统	86
7.4.3 刀位轨迹的验证	79	8.2.2 宇龙数控加工仿真系统	87
7.4.4 后置处理	80	8.2.3 斯沃数控加工仿真系统	87
7.5 MasterCAM应用举例	80	复习题	88

第二部分 技能与实践

第9章 铣削加工编程实例与实训	92	9.2.6 内轮廓加工实训	117
9.1 数控铣削编程实例	92	9.2.7 综合实训	118
9.1.1 铣削加工编程实例(一)	92	复习题	119
9.1.2 铣削加工编程实例(二)	94	附录 模拟试题及参考答案	121
9.1.3 铣削加工编程实例(三)	98	职业技能鉴定数控铣床(加工中心)理论	
9.1.4 铣削加工编程实例(四)	100	知识模拟试题(一)	121
9.1.5 铣削加工编程实例(五)	103	职业技能鉴定数控铣床(加工中心)理论	
9.1.6 铣削加工编程实例(六)	106	知识模拟试题(二)	124
9.2 铣削编程与操作实训指导	111	职业技能鉴定数控铣床(加工中心)理论	
9.2.1 数控铣床实训相关要求	111	知识模拟试题(一) 参考答案	130
9.2.2 数控铣床程序编辑及基本操作	112	职业技能鉴定数控铣床(加工中心)理论	
9.2.3 程序编制加工实训	113	知识模拟试题(二) 参考答案	131
9.2.4 轮廓加工实训	114	参考文献	132
9.2.5 孔类零件加工实训	116		

第一部分

基础与理论

内容提要：

第一部分是基础模块，共分为数控铣加工概述、数控铣床及其组成、数控铣床常用附件及使用、数控铣床加工工艺、数控铣床加工编程、宏程序初步应用、自动编程和数控仿真软件的应用八个部分，系统地阐述了数控铣床编程的基本原理及编程方法，涵盖了数控铣中/高级考工的基本理论和基本训练题。

第 1 章 数控铣床加工技术概述

1.1 数控铣加工技术简介

在社会生产中,机械制造业是技术进步的源头,存在于人类不断解决由零件(产品)与刀具(工具)所组成一对技术矛盾的过程中;机床(设备)技术的发展,就是满足零件(产品)的生产过程中,有关零件精度(质量)、生产率、生产成本、刀具(工具)轨迹及其他特种性能等各方面的技术要求,广义而言,机床(设备)也同属工具类产品。机制科技领域里,零件(产品)、工具(刀具)与机床三者技术连体。研讨高速加工技术时,要三位一体系统分析、考察;在当今信息时代,研讨高速加工技术,必然要涉及信息技术、自动化技术、经营管理技术及系统工程技术。信息技术内涵:以计算机技术为基础的各类信息采集与处理技术、网络通讯技术及各类数据库的组建与运行技术等。自动化技术内涵:控制过程的数字化、智能化及信息化。经营管理技术内涵:以网络通讯技术为基础,企业运行机制与管理模式、产品市场营销理念与技术对各类信息采集、处理、决策和生产全过程的控制(绿色制造),以及本企业内外各类有效资源的集成与优化处理等。系统工程技术内涵:企业与社会之间,产品制造与市场营销、环保、生态平衡之间,各科技领域之间,各类产品之间的配套思维与操作运行等都可具体化为某一系统技术工程,其中的每一环节即可为子项内容。

切削加工作为制造技术的主要基础工艺,随着制造技术的发展,在 20 世纪末也取得了很大的进步,进入了以发展高速切削、开发新的切削工艺和加工方法、提供成套技术为特征的发展新阶段。它是制造业中重要工业部门,如汽车工业、航空航天工业、能源工业、军事工业和新兴的模具工业、电子工业等部门主要的加工技术,也是这些工业部门迅速发展的重要因素。因此,在制造业发达的美、德、日等国家保持着快速发展的势头。随着计算机技术的高速发展,传统的制造业开始了根本性变革,各工业发达国家投入巨资,对现代制造技术进行研究开发,提出了全新的制造模式。在现代制造系统中,数控技术是关键技术,它集微电子、计算机、信息处理、自动检测、自动控制等高新技术于一体。在数控加工中,按照事先编制好的加工程序,自动地对被加工零件进行加工。数控程序的编制,就是把被加工零件的加工工艺路线、工艺参数、刀具轨迹、位移量、切削参数(主轴转数、进给量、背吃刀量等)以及辅助功能(换刀、主轴正转、反转、切削液的开、关等),按照数控机床规定的指令代码及程序格式编写程序清单,再把这一程序单中的内容记录并储存到数控装置中的全过程。

数控技术是现代制造技术的基础。它综合了计算机技术、自动控制技术、自动检测技术和精密机械等高新技术,因此广泛应用于机械制造业。数控机床替代普通机床,从而使得制造业发生了根本性的变化,并带来了巨大的经济效益。

目前,数控技术已被世界各国列为优先发展的关键工业技术,成为国际间科技竞争的重点。数控技术的应用将机械制造与微电子、计算机、信息处理、现代控制理论、检测技术以

及光电磁等多种学科技术融为一体,使制造业成为知识、技术密集的大学科范畴内的现代制造业,成为国民经济的基础工业。数控技术是当今柔性自动化和智能自动化的技术基础之一,它使传统制造工艺发生了显著的、本质的变化。随着数控技术的不断发展和应用,工艺方法和制造系统的不断更新,形成了CAD、CAM、CAPP、CAT、FMS等一系列具有划时代意义的新技术、新工艺的制造系统。

1.2 数控铣床加工技术的应用及现状

1.2.1 数控铣床加工技术的应用

近年来我国企业的数控机床占有率逐步上升,在大中企业已有较多的使用,在中小企业、个体企业也普遍开始使用。数控铣床主要适用于加工精度高、中小批量,形状复杂的零件,并且数控铣床可以加工许多普通铣床难以加工甚至根本无法加工的零件,主要用于铣削以下类别零件。

(1) 平面类零件

平面类零件的特点是各个加工表面是平面,或可以展开为平面。目前在数控铣床上加工的绝大多数零件属于平面类零件。平面类零件是数控铣削加工对象中最简单的一类,一般只需用三坐标数控铣床的两坐标联动(即两轴半坐标加工)就可以加工。

(2) 变斜角类零件

加工面与水平面的夹角成连续变化的零件称为变斜角类零件。加工变斜角类零件最好采用四坐标或五坐标数控铣床摆角加工,若没有上述机床,也可在三坐标数控铣床上采用两轴半控制的行切法进行近似加工。

(3) 曲面类零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件。曲面类零件的加工面与铣刀始终为点接触,一般采用三坐标数控铣床加工,常用的加工方法主要有两种。

① 采用两轴半坐标行切法加工。行切法是在加工时只有两个坐标联动,另一个坐标按一定行距周期行进给。这种方法常用于不太复杂的空间曲面的加工。

② 采用三轴联动方法加工。所用的铣床必须具有X、Y、Z三坐标联动加工功能,可进行空间直线插补。这种方法常用于发动机及模具等较复杂空间曲面的加工。

(4) 孔类零件

进行孔和螺纹的加工。可以进行钻孔、扩孔、镗孔、铰孔、铰孔等孔加工和螺纹加工等。

综上所述,工件上的曲线轮廓内、外形,特别是由数学表达式给出的非圆曲线与列表曲线等轮廓;形状复杂,尺寸繁多,划线与检测困难的部位;用通用铣床加工时难以观察,测量和控制进给速度的内外凹槽;以及高精度的孔与面;能在一次安装中一起铣削出来的简单表面或形状,常采用数控铣削加工。

1.2.2 我国数控铣削加工的现状

近年来,我国的数控铣削加工技术发展迅速,数控产品的加工技术水平和质量正在不断提升。目前我国一部分普及型数控机床的生产已经形成一定的规模,产品技术性能指标也较为成熟,价格合理,在国际市场上有一定的竞争力。但是目前我国数控加工技术的发展还存在着以下不足。

① 信息化技术基础薄弱,对国外技术依存度高。我国数控行业总体技术开发能力和技

术薄弱,信息化技术应用程度不高。行业现有的信息化技术来源主要依靠引进国外技术,对国外技术的依存度较高,对引进技术的消化和吸收仍然停留在掌握已有技术和提高国产化率上,没有上升到形成产品自主开发能力和技术创新能力的高度。具有高精、高速、高效、复合功能、多轴联动的高性能机床基本上还是依赖进口。

② 产品成熟度较低,可靠性不高。国外数控系统平均无故障时间在 10000h 以上,国内自主开发的数控系统约 3000~5000h;整机平均无故障工作时间国外达 800h 以上,国内约 300h。

③ 创新能力低,市场竞争力不强。我国生产数控机床的企业高达百余家,但大多数未能形成规模档次,信息化技术利用不足,创新能力低,制造成本高,产品市场竞争力不强。

1.2.3 数控铣削加工技术发展趋势

目前,世界先进制造技术发展迅速,超高速切削、超精密加工技术的应用、柔性制造系统的迅速发展和计算机集成系统的不断成熟,使得数控加工技术正在朝着以下几个方向发展。

(1) 高速化加工技术发展迅速

高速加工技术,在高档数控机床中得到广泛应用。应用新的机床运动学理论和先进的驱动技术,优化机床结构,采用高性能功能部件,移动部件,减少运动惯性。在刀具材料和驱动技术的支持下,从单一的刀具切削高速加工,发展到机床加工全面高速化,如数控机床主轴的转速从每分钟几千转发展到几万转、几十万转;快速移动速度从每分钟十几米发展到几十米和超过百米;换刀时间从十几秒下降到 10s、3s、1s 以下,换刀速度加快了几倍到十几倍。应用高速加工技术达到缩短切削时间和辅助时间,从而实现加工制造的高质量和高效率。

(2) 高精度化加工技术发展迅速

数控机床精度的要求现在已经不局限于静态的几何精度,机床的运动精度、热变形以及对振动的监测和补偿越来越获得重视。具体表现在以下几个方面。

① 提高 CNC 系统控制精度:采用高速插补技术,以微小程序段实现连续进给,使 CNC 控制单位精细化,并采用高分辨率位置检测装置,提高位置检测精度(日本已开发装有 106 脉冲/转的内藏位置检测器的交流伺服电机,其位置检测精度可达到 $0.01\mu\text{m}/\text{脉冲}$),位置伺服系统采用前馈控制与非线性控制等方法。

② 采用误差补偿技术:采用反向间隙补偿、丝杆螺距误差补偿和刀具误差补偿等技术,对设备的热变形误差和空间误差进行综合补偿。研究结果表明,综合误差补偿技术的应用可将加工误差减少 60%~80%。

③ 采用网格解码器检查和提高加工中心的运动轨迹精度,并通过仿真预测机床的加工精度,以保证机床的定位精度和重复定位精度,使其性能长期稳定,能够在不同运行条件下完成多种加工任务,并保证零件的加工质量。

(3) 技术集成和技术复合趋势明显

技术集成和技术复合是数控机床技术最活跃的发展趋势之一,如工序复合型——车、铣、钻、镗、磨、齿轮加工技术复合,跨加工类别技术复合——金切与激光、冲压与激光、金属烧结与镜面切削复合等,目前已由机加工复合发展到非机加工复合,进而发展到零件制造和管理信息及应用软件的兼容,目的在于实现复杂形状零件的全部加工及生产过程集约化管理。技术集成和复合形成了新一类机床——复合加工机床,并呈现出复合机床多样性的创新结构。

(4) 智能化新阶段的数字化控制技术

数字化控制技术发展经历了三个阶段：数字化控制技术对机床单机控制；集合生产管理信息形成生产过程自动控制；生产过程远程控制，实现网络化和无人化工厂的智能化新阶段。智能化指工作过程智能化，利用计算机、信息、网络等智能化技术有机结合，对数控机床加工过程实行智能监控和人工智能自动编程等。加工过程智能监控可以实现工件装卡定位自动找正，刀具直径和长度误差测量，加工过程刀具磨损和破损诊断、零件装卸物流监控，自动进行补偿、调整、自动更换刀具等，智能监控系统对机床的机械、电气、液压系统出现故障自动诊断、报警、故障显示等，直至停机处理。随着网络技术的发展，远程故障诊断专家智能系统开始应用。数控系统具有在线技术后援和在线服务后援。人工智能自动编程系统能按机床加工要求对零件进行自动加工。在线服务可以根据用户要求随时接通 INTERNET 接受远程服务。采用智能技术来实现与管理信息融合下的重构优化的智能决策、过程适应控制、误差补偿智能控制、故障自诊断和智能维护等功能，大大提高成形和加工精度、提高制造效率。信息化技术在制造系统上的应用发展成柔性制造单元和智能网络工厂，并进一步向制造系统可重组的方向发展。

(5) 极端制造扩张新的技术领域

极端制造技术是指极大型、极微型、极精密型等极端条件下的制造技术。极端制造技术是数控机床技术发展的重要方向。重点研究微/纳机电系统的制造技术，超精密制造、巨型系统制造等相关的数控制造技术、检测技术及相关的数控机床研制，如微型、高精度、远程控制手术机器人的制造技术和应用；应用于制造大型电站设备、大型舰船和航空航天设备的重型、超重型数控机床的研制；IT 产业等高新技术的发展需要超精细加工和微纳米级加工技术，研制适应微小尺寸的微纳米级新一代微型数控机床和特种加工机床；极端制造领域的复合机床的研制。

复习题

1. 我国数控铣削技术存在着哪些不足？
2. 数控铣削加工的发展趋势是什么？
3. 数控铣床主要可以用来加工哪几类零件？
4. 曲面零件常用的加工方法有哪几种？

第 2 章 数控铣床及其组成

2.1 数控铣床的类型及基本组成

2.1.1 数控铣床的类型

数控铣床的种类多样,通常分为以下几种。

① 数控仿形铣床。通过数控装置将靠模移动量数字化后,可得到高的加工精度,可进行较高速度的仿形加工。进给速度仅受刀具和材料的影响。

② 数控摇臂铣床。摇臂铣床采用数控装置可提高效率 and 加工精度,可以加工手动铣床难以加工的零件。

③ 数控万能工具铣床。采用数控装置的万能工具铣床有手动指令简易数控型、直线点位系统数控型和曲线轨迹系统数控型,操作方便,便于调试和维修。当然,这类机床基本都具有钻、镗加工的能力。

④ 数控龙门铣床。工作台宽度在 630 mm 以上的数控铣床,多采用龙门式布局。其功能向加工中心靠近,用于大工件、大平面的加工。

此外,若按照主轴放置方式可有卧式数控铣床和立式数控铣床之分。对立式数控铣床而言,若按 Z 轴方向运动的实现形式又可有工作台升降式和刀具升降式(固定工作台)。

若按数控装置控制的轴数,可有两坐标联动和三坐标联动之分。若有特定要求,还可考虑加进一个回转的 A 坐标或 C 坐标,即增加一个数控分度头或数控回转工作台。这时机床应相应地配制成四坐标控制系统。

2.1.2 数控铣床的结构组成

数控铣床一般由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、冷却润滑系统等几大部分组成。

(1) 主轴箱

包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具并带动刀具旋转,主轴转速范围和输出扭矩对加工有直接的影响。

(2) 进给伺服系统

由进给电机和进给执行机构组成,按照程序设定的进给速度实现刀具和工件之间的相对运动,包括直线进给运动和旋转运动。

(3) 控制系统

数控铣床运动控制的中心,执行数控加工程序控制机床进行加工。

(4) 辅助装置

如液压、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护等装置。

(5) 机床基础件

通常是指底座、立柱、横梁等,它是整个机床的基础和框架。

图 2-1 所示是 XK5032 型立式数控铣床的外形结构图。和传统的铣床一样,机床的主要

部件有床身、铣头、主轴、纵向工作台（X 轴）、横向床鞍（Y 轴）、可调升降台（手动）、液压与气动控制系统和电气控制系统等。作为数控机床的特征部件有 X、Y、Z（刀具）各进给轴驱动用伺服电机、行程限位及保护开关、数控操作面板及其控制台。伺服电机内装有脉冲编码器，位置及速度反馈信息均由此取得，构成半闭环控制系统。

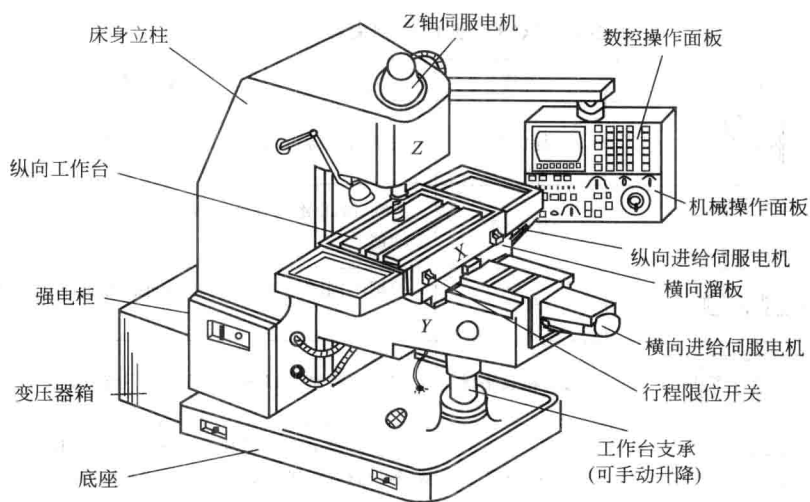


图 2-1 XK5032 型数控铣床

XK5032 型数控铣床是配有高精度、高性能、带有 CNC 控制软件系统的三坐标数控铣床（可选配 FANUC、SIEMENS 等多种 CNC 系统），并可加第四轴。机床具有直线插补、圆弧插补、三坐标联动空间直线插补功能，还有刀具补偿、固定循环和用户宏程序等功能；能完成铣削、镗削、钻削、攻螺纹及自动工作循环等工作，可用于加工各种形状复杂的凸轮、样板和模具零件。

2.2 数控铣床面板

数控铣床配用的数控系统不同，机床控制面板型式不同，但各种开关、按键的功能及操作方法大同小异。本节以 XK5032 的 FANUC Oi 系统为例，介绍数控铣床的操作。

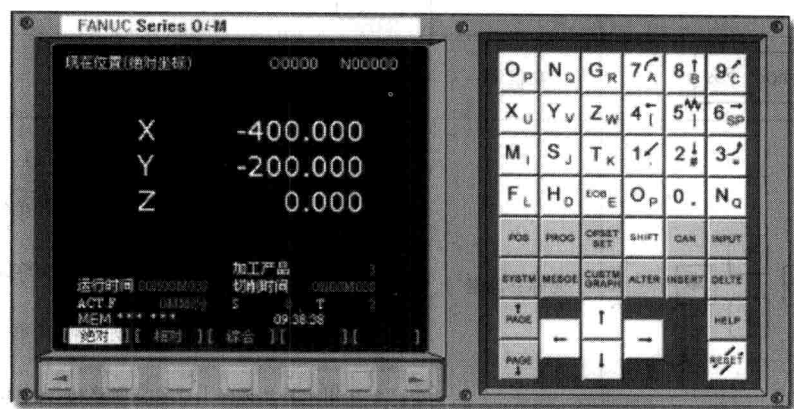
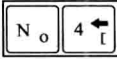
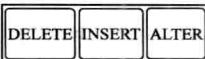
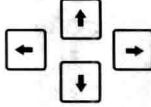


图 2-2 FANUC Oi 数控系统面板

2.2.1 系统控制面板

数控铣床控制面板由数控系统控制面板和机床控制面板两部分组成，布局如图 2-2 所示。数控系统控制面板由一个 8.4"彩色 LCD 液晶屏和一个 MDI 键盘构成。FANUC 系统控制面板按键详细说明见表 2-1。

表 2-1 FANUC 系统控制面板按键详细说明

编号	按键	名称	详细说明
1		复位键	按下这些键可以使 CNC 复位或者取消报警等
2		帮助键	当对 MDI 键的操作不明白时，按下这个键可以获得帮助（帮助功能）
3		软件	根据不同的画面，软键有不同的功能，软件功能显示在屏幕的底端
4		地址和数字键	按下这些键可以输入字母、数字或者其他字符
5		换挡键	在该键盘上有些键具有两个功能，按下< shift>键可以在这两个功能之间进行切换。当一个键右下角的字母可被输入时，就会在屏幕上显示一个特殊的字符 E
6		输入键	当按下下一个字母键或者数字键时，再按该键数据被输入到缓存区，并且显示在屏幕上。要将输入缓存区的数据拷贝到偏置寄存器中等，请按下该键。该键与软键上的[输入]键是等效的
7		取消键	按下这个键删除最后一个进入输入缓存区的字符或符号，当键输入缓存区后显示为： >N001X100Z_ 当按下该键时 Z 被取消并且显示如下： >N001X100_
8		程序编辑键	 删除  输入  替换
9		功能键	按下这些键切换不同功能的显示屏幕
10		光标移动键	有四种不同的光标移动键  用于将光标向右或者向前移动，光单位向前移动  用于将光标向左或者往回移动，光单位往回移动  用于将光标向下或者向前移动，光单位向前移动  用于将光标向上或者往回移动，光单位往回移动

编号	按键	名称	详细说明
11	↑ PAGE PAGE ↓	换页键	有两个换页键 ↑ PAGE 用于将屏幕显示的页面 向前翻页 PAGE ↓ 用于将屏幕显示的页面 往后翻页

2.2.2 机床控制面板

MODE SELECT (方式选择开关) 选择操作方式的开关, 有以下几种方式:

- ① 编辑 (EDIT)

② 自动 (MEM 或 AUTO)

③ MDI

④ 手动 (JOG)

⑤ 手轮

⑥ 快速

⑦ 回零 (REF 或 ZRN)

⑧ DNC

⑨ 示教
- 编辑方式

存储运转方式 (或称自动加工)

MDI 手动数据输入方式

手动连续进给方式

手动连续进给方式

快速进给方式

手动返回参考点方式

联机通信、计算机直接加工控制方式

示教方式

XK5032 型数控铣床机床控制面板 (见图 2-3) 主要由下列部分组成。



图 2-3 FANUC Oi 机床控制面板

- ① 手动操作面板。

② 进给速度修调旋钮 根据程序指定的进给速度, 选择修调倍率的旋钮。可在 0~150% 范围内每隔 10% 修调。

③ 手动轴选择旋钮 选择移动轴, 再按下方的轴移动方向钮。各轴的正负方向遵循标准设定, 即以假定工件不动, 刀具相对于工件在运动来理解, 即按编程坐标系来看。

④ 主轴速度修调旋钮 调节主轴转速, 可在 50%~120% 范围内每隔 10% 修调。

⑤ 快速倍率旋钮 选择快速进给速度倍率的开关。

⑥ 手轮进给调节 置方式选择为手轮方式后，可由手轮进行增量调节。先选择移动轴，再调节移动量，有 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 三种选择，对应每刻度值为0.001mm、0.01mm、0.1mm。手轮旋转 360° ，相当于100个刻度的对应值。

⑦ 循环启动按键 用于自动运转开始的按钮，也用于解除临时停止，自动运转中按钮灯亮。

⑧ 进给保持按键 用于自动运转中临时停止的按钮，一按此按钮，轴移动减速并停止，灯亮。

⑨ 跳步按键开关 需跳过带有“/”（斜线号）的程序段时按下此开关（灯亮），置接通状态，此开关对于在“/”号后标有番号的选择程序段跳跃无效。再按一下，开关断开，灯灭。

⑩ 单步按键开关 按下此开关（灯亮），程序运行处于单段方式。每运行一个程序段后都会停止，再按“循环启动”继续执行下一程序段，用于程序的校验，再按一次，开关断开，灯灭。

⑪ 空运行按键开关 按下此开关（灯亮），自动运转时进行空运转。无视程序指令的进给速度，而按照快移速度移动，但也受到“手动连续进给速度设定开关”设定的倍率的控制。常用于程序加工前的校验。再按一下，开关断开，灯灭。空运行时将伴有机械各轴的移动，如果同时按下机床锁定开关，则将以空运行的速度校验程序。

⑫ Z轴锁定按键开关 按下此开关（灯亮），自动运转时，往Z轴去的控制信号被截断，Z轴不动，但数控运算和CRT显示正常。

⑬ 机床锁定按键开关 按此开关（灯亮），机床不动，仅让位置显示动作，用于机床不动而要校验程序时。再按一次，开关断开，灯灭。如果不是处于空运行方式，则程序按设定的速度运行。

⑭ 选择停止按键开关 按此开关至灯亮，可在实施带有辅助功能M01的程序段后停止程序。再按一下开关断开，灯灭。

⑮ 程序再启动键开关 用于机械锁定或空运行过程中断电后的接续运行。

⑯ 手动关闭主轴 此前需用MDI指定执行主轴转速和旋向，否则，按当前模态运转主轴。若从未指定主轴转速和旋向，则主轴将不能运转。

⑰ 手动冷却操作按键 按下启动键，手动开启冷却液；按下停止键，手动关闭冷却液。

⑱ 手动选刀操作按键 按下正、反转键，开始正、反方向转动刀库，进行手动选刀操作。按键一次，转动一个刀位。

⑲ 冲屑和手动润滑按键 冲屑是用于冲刷工作台座下大量的加工残屑；手动润滑是用于对各坐标轴导轨的润滑。一般情况下，系统将自动定时进行导轨润滑。

⑳ 急停按钮 机床操作过程中若出现紧急情况时，按下此按钮，进给及主轴运行立即停止。

㉑ 程序保护锁匙 用于提供临时离开时防止其他人员修改程序的保护措施。

㉒ 电源开关和机床复位按钮 刚开机启动时，先按下电源开，接通电源，系统自检通过后，所有按键灯闪亮一下，显示器正常显示，状态行提示“准备好”；此时，可解除急停按钮，再按机床复位按钮，状态行显示“*****”，即可正常使用机床。关机时，先按下急停按钮，再按电源关即可。

㉓ 各种状态及报警指示灯 显示机床及系统各方面的状态及提供报警指示、回零

指示等。注意，气压不足时，出现气压报警，系统无法正常工作，待气压充足时方可解除。

复习题

1. 数控铣床是如何分类的？
2. 数控铣床由哪几部分组成？各有什么作用？
3. 机床操作面板由哪几部分组成？各有什么作用？