

职业教育机电类技能人才培养规划教材

ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

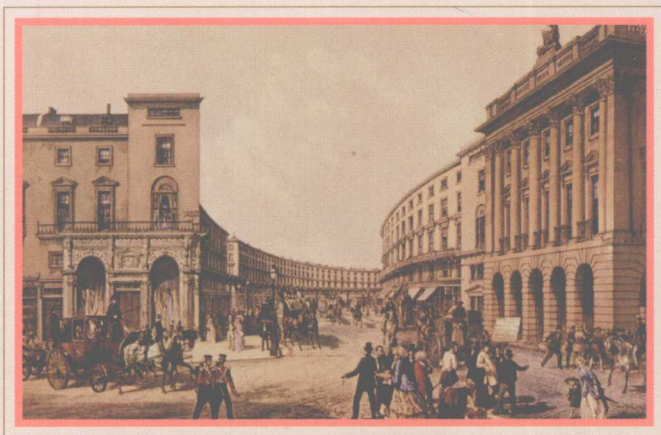
 数控技术应用专业系列

Fanuc系统数控铣/加工中心 加工工艺与技能训练

□ 高恒星 孙仲峰 主 编

□ 唐利芹 主 审

- ▶ 在写作依据上以就业为导向
- ▶ 在形式编排上以技能为主线
- ▶ 在内容安排上以能力为目标



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



高级

● 数控技术应用专业系列

Fanuc系统数控铣/加工中心 加工工艺与技能训练

□ 高恒星 孙仲峰 主 编
□ 唐利芹 主 审



人民邮电出版社

样书

专用章

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

Fanuc系统数控铣/加工中心加工工艺与技能训练 /
高恒星, 孙仲峰主编. — 北京: 人民邮电出版社,
2009. 10

职业教育机电类技能人才培养规划教材. 数控技术应
用专业系列
ISBN 978-7-115-21327-3

I. ①F… II. ①高… ②孙… III. ①数控机床: 铣床
— 生产工艺—职业教育—教材②数控机床加工中心—生产
工艺—职业教育—教材 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第169469号

内 容 提 要

本书以国家职业标准中、高级数控铣/加工中心操作工考核要求为基本依据, 通过对数控铣/加工中心加工工艺系统, 典型结构工艺、编程、加工操作, 高级编程应用, 数控铣/加工中心日常维护与保养, 职业技能考核训练5个模块的系统讲解, 使读者能够达到中、高级职业技能鉴定考核的要求。

本书在内容和结构上力求符合职业教育专业教学的需要, 以调动学生学习积极性和主动性为前提, 以培养学生的职业能力为核心, 以提高学生学习能力和职业素养为目标, 以各课题中的工作任务为主线, 尽量做到实践与理论教学内容一体化。

本书可作为技校、技师学院和职业院校机电类专业教材, 也可作为培训机构和企业的培训教材, 以及相关技术人员的参考用书。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

数控技术应用专业系列

Fanuc 系统数控铣/加工中心加工工艺与技能训练

- ◆ 主 编 高恒星 孙仲峰
主 审 唐利芹
责任编辑 张孟玮
执行编辑 李海涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.5
字数: 398千字
印数: 1—3 000册
- 2009年10月第1版
2009年10月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-21327-3

定价: 25.00元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

委 员

蔡 崧	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 骛	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊					

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	王定勇	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄢光辉
严大华	严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬
张东勇	张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周凤顺	周青山	邹 江		

本书编委

高恒星 孙仲峰 许云飞 秦 伟 季 琴 赵学跃 冒俊华 张 波 唐利芹 高吉林 陈 婧

序



随着我国制造业的发展，高素质技术工人的层次结构与数量远远不能满足劳动力市场的需求，技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步加强高技能人才工作的意见》的通知（中办发[2006]15号）。目前，技工学校等职业院校主动适应经济社会发展要求，积极开展教学研讨，探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式，在中高级机电类技能人才的教育和培训工作中，正发挥着日益重要的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求，来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高，而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现自我的价值。但是，加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习；只有扎实地掌握相关理论知识，才能自如地运用各种技能，甚至进行技术创新。所以，如何解决理论与实践相结合的问题，走出一条理实一体化的教学新路，是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的，依靠职业教育专家的研究成果，依靠技工学校、企业等一线工作人员，共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电大类专业教学进行规划的基础上，我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心，根据理论知识完备、技能训练强化的原则，将理论和实践有机结合，制定出每门课程的教学大纲，然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容，首批55本教材涵盖2个层次（中级工、高级工），3个专业（数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化）。教材内容统筹规划合理安排知识点与技能训练点，教学内涵生动活泼，尽可能使教材体系与编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学的要求。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前职业院校的教学工作，并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正，以期通过逐步调整、完善和补充，使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才培养研究课题”专家指导委员会

2009年2月



我国从制造业大国向制造业强国的转变过程中,需要大批高素质、高技能人才,这为职业教育的发展提供了巨大的推动力量和广阔的发展空间,同时也对职业教育教学质量提出了新的要求和挑战。《国务院关于大力发展职业教育的决定》中提出:“职业教育要坚持以就业为导向,深化职业教育教学改革”。作为职业教育教学改革核心内容的课程改革,是保证高技能人才培养质量的关键因素。

本书编写的内容和结构贯彻了“以职业综合素质为本位,以职业岗位实践为主线,以项目课程为主体,构建模块化课程体系”的职业教育专业课程改革精神。同时本书也是江苏省职业技术教育学会职业教育立项课题(200826)《高技能人才培养中技能型课程改革教学模式的实践研究》的研究成果之一。

本书具有以下特点。

1. 本书以实践教学活动为主线,以工作任务为目标,将理论知识贯穿其中。在完成工作任务过程中提高岗位职业技能,加深对理论知识的理解和吸收;从技能型人才培养的规律出发,根据数控铣/加工中心中、高级职业技能应知应会的要求编写教学模块,按照由易到难的顺序,设计一系列课题,实践与理论教学紧密结合。

2. 本书在学习内容安排上,给学生创造自主学习空间,让教师易于按照课程改革精神组织教学,突出学生学习能力的培养,调动学生的学习主动性和互动性,实现学生的自我学习和自我评价。

3. 本书在设计工作任务时,不仅考虑了中、高级职业技能考核的要求,同时为减少材料、刀具消耗,降低学习成本,在工件图样设计上给予了必要的考虑。

4. 本书在保证数控铣/加工中心中、高级职业技能应知应会内容的同时,还兼顾了技能竞赛或单件小批量生产中编程和操作技巧训练。

5. 本书在形式上,通过基础知识、课题实施、课题小结、拓展训练等环节,来引导学生学习与课题相关的知识和技能,并适当拓展相关知识,强调在操作过程中应注意的问题。

本书带“*”内容为高级工训练内容,可根据技能鉴定需要和学习要求进行取舍。

本课程的教学时数为166学时,各部分的参考教学时数见下面的学时分配表。

序 号	课 程 内 容	学 时 数	
		讲 授	实 践
模块一	数控铣/加工中心加工工艺系统	10	20
模块二	典型结构工艺、编程、加工操作	24	34
模块三	高级编程应用	10	18
模块四	数控铣/加工中心日常维护与保养	6	12
模块五	职业技能考核训练	8	24
合计		58	108

本书由高恒星、孙仲峰主编，参加编写工作的还有许云飞、秦伟、季琴、赵学跃、冒俊华、张波。本书由唐利芹主审，高吉林、陈婧负责本书参考程序的编写和校验，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

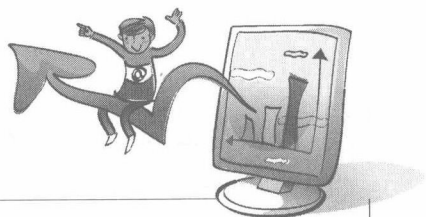
2009年7月



目录

CONTENTS

模块一 数控铣/加工中心加工工艺系统 1	模块四 数控铣/加工中心日常维护与保养 185
课题一 认识 Fanuc 系统数控铣/加工中心..... 2	课题一 数控铣/加工中心日常维护..... 186
课题二 掌握加工程序知识..... 21	课题二* 机床常见故障诊断与参数设置..... 191
课题三 熟悉工件装夹..... 32	模块小结..... 203
课题四 熟悉数控刀具知识..... 37	思考与练习题..... 204
模块小结..... 45	模块五 职业技能考核训练 205
思考与练习题..... 45	课题一 中级综合实训一..... 206
模块二 典型结构工艺、编程、加工操作 47	课题二 中级综合实训二..... 210
课题一 平面图形铣削加工..... 48	课题三 中级综合实训三..... 215
课题二 平面铣削加工..... 64	课题四* 高级综合实训一..... 219
课题三 内外轮廓铣削加工..... 74	课题五* 高级综合实训二..... 223
课题四 沟槽铣削加工..... 83	附录 A Fanuc Oi 系统准备功能一览表 ... 227
课题五 型腔铣削加工..... 104	附录 B 数控铣床/加工中心操作工国家职业标准 230
课题六 孔系加工..... 116	附录 C 数控铣/加工中心理论模拟试题 237
课题七* 配合件铣削加工..... 137	参考文献 240
模块小结..... 150	
思考与练习题..... 150	
模块三 高级编程应用 152	
课题一* 应用宏程序编程..... 153	
课题二 自动编程基本方法..... 167	
模块小结..... 183	
思考与练习题..... 183	



学习目标

- ◎ 认识数控铣/加工中心的组成、结构、功能、特点。
- ◎ 掌握 Fanuc 系统加工程序的组成结构及相关知识。
- ◎ 熟悉工件装夹知识和常用装夹方法。
- ◎ 了解切削刀具种类及其加工工艺特点。

数控铣床是主要以铣削方式来加工零件的数控机床，它能够进行内、外形轮廓铣削，平面或三维复杂曲面铣削，如凸轮、模具、叶片加工等。数控铣床还具有孔加工功能，可以进行钻孔、扩孔、铰孔、镗孔和螺纹加工。加工中心具有与数控铣床类似的结构特点，是具有刀库和自动换刀机构，能对工件进行一次装夹后多工序加工的数控机床。

数控铣/加工中心一般由输入装置、数控装置、伺服系统、检测及其辅助装置和机床本体组成。本模块通过熟悉机床操作面板、学会手工操作机床、了解加工程序的基本知识、工件装夹工艺以及有关刀具知识，来学习数控铣/加工中心加工工艺系统知识和操作技能。

图 1.1 所示为 Fanuc 系统数控铣/加工中心操作面板。图 1.2 所示为手动切削工件三维图。

图 1.3 所示为数控机床加工程序。图 1.4 所示为工件装夹实例。

图 1.5 所示为数控铣/加工中心常用刀具。

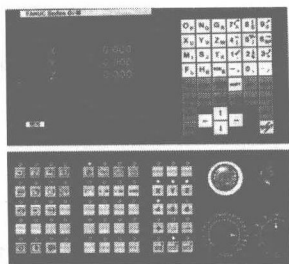


图 1.1 机床操作面板

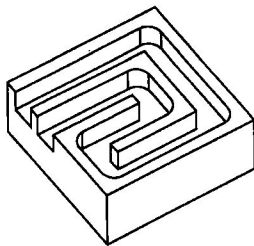


图 1.2 手动切削工件三维图形

```

O0010;                                     程序名
G90 G94 G40 G17 G21 G54;
G91 G28 Z0;
G90 G00 X-16.0 Y840.0;
Z20.0;                                     程序内容
M03 S600 M08;
.....|
G00 Z50.0 M09;
M30;                                       程序结束
    
```

图 1.3 数控机床加工程序

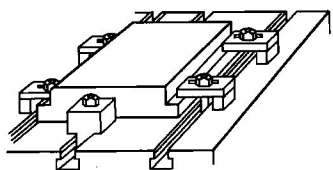


图 1.4 工件装夹实例

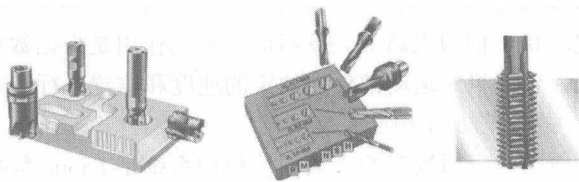


图 1.5 数控铣/加工中心常用刀具

课题一

认识 Fanuc 系统数控铣/加工中心

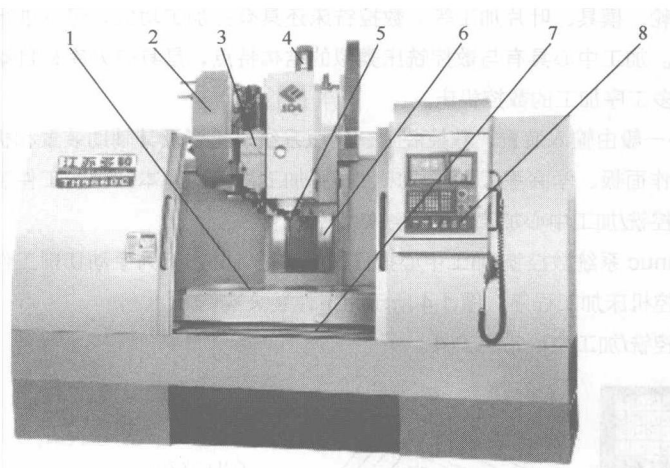
通过本课题的学习了解数控铣/加工中心机床的组成、常见数控系统，认识 Fanuc 数控系统机床面板按钮名称及功能，以手动方式完成机床回参考点、对刀并设定工件坐标系等基本操作，达到初步认识 Fanuc 系统数控铣/加工中心的目的。

了解机床操作面板按钮名称和功能是操作数控铣/加工中心的基础；再通过手动操作学习机床回参考点、对刀、设定工件坐标系等基本操作方法，初步学习机床操作基本技能；以手动操作方式切削工件来感受铣削加工特点，以及切削用量合理选择对铣削加工质量的影响。

一、基础知识

1. 数控铣/加工中心的组成

数控机床由机床主体、数控系统、伺服系统 3 大部分构成，其具体结构以图 1.6 所示立式加工中心为例来加以说明。



1—工作台 2—刀库（加工中心） 3—换刀装置（加工中心） 4—伺服电动机

5—主轴 6—导轨 7—床身 8—数控系统

图 1.6 数控铣/加工中心的组成

数控机床本体部分主要由床身、主轴、工作台、刀轨、刀库、换刀装置、冷却装置等组成；数控系统由程序的输入/输出装置、数控装置等组成，其作用是接收加工程序等各种外来信息，并经处理和分配后，向驱动机构发出执行的命令。伺服系统位于数控装置与机床主体之间，主要由伺服电动机、伺服电路等装置组成。它的作用是根据数控装置输出信号，经放大转换后驱动执行电动机，带动机床运动部件按约定的速度和位置进行运动。

2. 数控铣/加工中心系统介绍

目前国内应用较多的 3 类主流数控系统是 Fanuc 数控系统、西门子数控系统和国产系统。自 20 世纪 80 年代初期开始，我国数控系统生产与研制得到了飞速的发展，并逐步形成了以航天数控集团、机电集团、华中数控、蓝天数控等以生产普及型数控系统为主的国有企业，以及北京—

法那科、西门子数控（南京）有限公司等合资企业的基本力量。除此之外，国内使用较多的数控系统还有日本三菱数控系统、法国施耐德数控系统、西班牙的法格数控系统、美国的 A-B 数控系统等。

3. Fanuc 数控系统机床面板功能介绍

由于数控机床的生产厂家众多，不同系统数控机床的操作面板各不相同，但通常可以分为两个部分，即系统操作面板和机床控制面板。相同数控系统的系统操作面板基本相同，不同生产厂家的机床操作面板按钮差异较大，但操作方法基本相似。现以江苏常州多棱机床厂生产的 TK7650 为例，来说明面板上各按钮的功能，该机床以 Fanuc Oi-MATE 作为数控系统，机床总面板如图 1.7 所示。

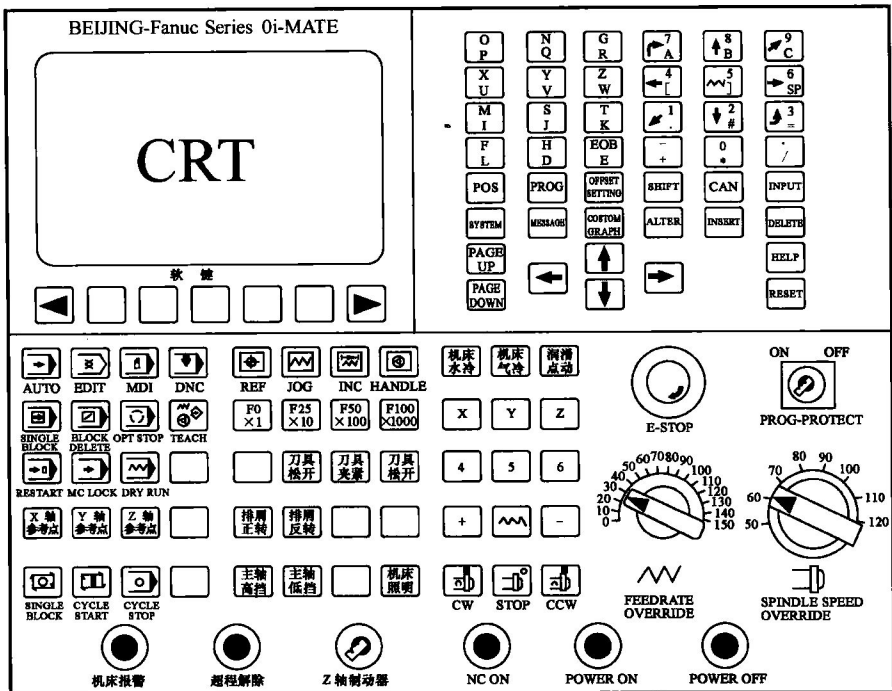


图 1.7 Fanuc Oi 系统加工中心操作面板

面板上的按钮根据功能及操作特点可分为 3 类。

- ① 机床控制面板按钮。这类按钮（旋钮、按键）为机床厂家自定义功能键，位于面板总图下方。
- ② 数控系统面板按钮。这类按钮位于显示屏右侧，只要系统型号相同，其功能键的含义及位置也相同。
- ③ CRT 屏幕下的软键。这类软键显示在 CRT 屏幕的下方，在不同的操作状态下，软键对应位置显示的内容也不同。

机床控制面板按钮及其功能介绍如下。

(1) 电源开关。

- ① 机床总电源开关。机床总电源开关（见图 1.8）一般位于机床的背面。机床使用时，首先必须将主电源开关扳到“ON”。

- ② 机床电源开。按下按钮“POWER ON”(见图 1.9), 向机床润滑、冷却等机械部分供电。
 - ③ 机床电源关。按下按钮“POWER OFF”(见图 1.9), 关闭机床电源。
 - ④ 数控系统电源开。按下按钮“NC ON”(见图 1.9), 向机床 CNC 部分供电。
- (2) 紧急停止按钮及机床报警指示灯。

① 紧急停止按钮。当出现紧急情况时, 按下急停按钮(见图 1.10), 机床及 CNC 装置随即处于急停状态, 此时在屏幕上出现“EMG”字样, 机床报警指示灯亮。



图 1.8 机床总电源开关

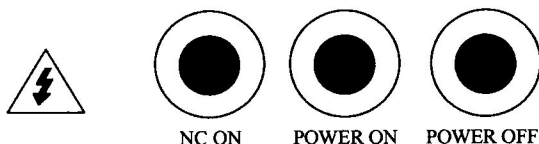


图 1.9 系统电源开关

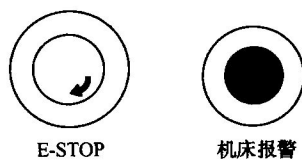


图 1.10 紧急停止按钮及报警指示灯

要消除急停状态, 一般情况下可顺时针转动急停按钮, 使按钮向上弹起, 并按下复位键 **RESET** 即可。

② 机床报警指示灯。当机床出现各种情况的报警时, 该指示灯变亮, 报警消除后该灯即熄灭。

(3) 模式选择按钮。模式选择按钮(见图 1.11)共有 8 个, 用以选择机床操作的模式。这类按钮均为单选按钮, 即只能选择其中的一个。



图 1.11 模式选择按钮

① 自动执行(AUTO)。按下此按钮后, 可自动执行程序。在这种模式下, 按下图 1.12 所示的按键之一, 数控机床又有 6 种不同的运行形式(见表 1.1)。

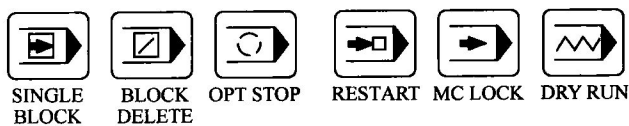




图 1.12 自动模式下的运行形式选择按钮

表 1.1 自动模式下的运行形式

按钮图	英文标记	中文含义	按钮按下时的功能
	SINGLE BLOCK	单段运行	每按下一次循环启动按钮, 机床将执行一段操作后暂停。再次按下循环启动, 则机床再执行一段程序后暂停。采用此种方法可进行程序及操作检查
	BLOCK DELETE	程序段跳段	程序段前加“/”符号的程序段将被跳过执行
	OPT STOP	选择停止	在自动执行的程序中出现“M01;”程序段时, 此时程序将停止执行。再次按下循环启动后, 系统将继续执行 M01 以后的程序
	RESTART	程序重启	程序将重新从程序开始处启动

续表

按钮图	英文标记	中文含义	按钮按下时的功能
	MC LOCK	机床锁住	在自动运行过程中刀具的移动功能将被限制执行，但系统显示程序运行时刀具的位置坐标，因此该功能主要用于检查程序编制是否正确
	DRY RUN	空运行	在自动运行过程中刀具按参数指定的速度快速运行，该功能主要用于检查刀具的运行轨迹是否正确

② 编辑 (EDIT)。按下此按钮，可以对储存在内存中的程序数据进行编辑操作。

③ 手动数据输入 (MDI)。在此状态下，可以输入单一的命令或几段命令并立即按下循环启动按钮使机床动作，以满足工作需要。如开机后的指定转速“S1000 M03;”。

④ 在线加工 (DNC)。在此状态下，可以实现自动化加工程序的在线加工。通过计算机与 CNC 的连接，可以使机床直接执行计算机等外部输入/输出设备中存储的程序。

⑤ 手动返回参考点 (REF)。在此状态下，可以执行返回参考点的功能，当相应轴返回参考点指令执行完成后，对应轴的返回参考点指示灯 (见图 1.13) 变亮。

⑥ 手动连续进给 (JOG)。手动连续进给有两种形式，手动切削连续进给和手动快速连续进给。

要实现手动切削连续进给，首先按下轴选择按钮 (图 1.14 所示“X”、“Y”、“Z”)，再按下方向选择按钮不放 (图 1.14 所示“+”、“-”)，该指定轴即沿指定的方向进行进给。进给速度可通过进给速度倍率旋钮 (见图 1.15) 进行调节，调节范围为 0%~150%。另外，对于自动执行的程序中指定的速度 F ，也可用进给速度倍率旋钮进行调节。

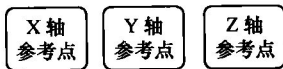


图 1.13 返回参考点指示灯

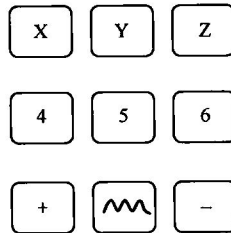


图 1.14 轴选择按钮和方向选择按钮

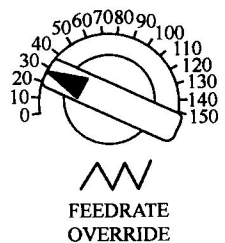


图 1.15 进给速度倍率旋钮

要实现手动快速连续进给，首先按下轴选择按钮，再同时按下方向选择按钮和方向选择按钮中间的快速移动按钮，即可实现该轴的自动快速进给。快速进给速率由系统参数确定，也有一些机床具有 F_0 、 F_{25} 、 F_{50} 、 F_{100} 四种快速速度 (见图 1.16) 选择。

⑦ 增量进给 (INC)。增量进给的操作如下：先选择进给轴 (见图 1.14)，再选择增量步长 (见图 1.16)，按下方向移动按钮，刀具向相应方向移动一定距离。当选择“×1”增量步长时，表示每次移动距离为 0.001mm。同理，“×1000”表示每按一次方向移动按钮刀具增量移动 1mm。

⑧ 手摇进给操作 (HANDLE)。在手摇进给方式中，可以通过旋转挂在机床上的手摇脉冲发生器 (见图 1.17) 使刀具进行增量移动。手摇脉冲发生器每旋转一个刻度时刀具的移动量与增量进给的移动量相仿，因此在摇动手摇脉冲发生器前同样要选择好增量步长。旋转手摇脉冲发生器时，顺时针方向为刀具正方向进给，逆时针方向为刀具负方向进给。



图 1.16 增量步长与快速倍率的选择

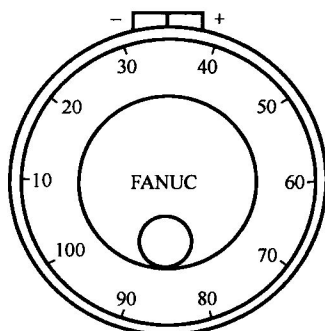


图 1.17 手摇脉冲发生器

(4) 循环启动执行按钮（见图 1.18）。

① 循环启动开始（CYCLE START）。在自动运行状态下，按下该按钮，机床自动运行程序。

② 循环启动停止（CYCLE STOP）。在机床循环启动状态下，按下该按钮，程序运行及刀具运动将处于暂停状态，其他功能如主轴转速、冷却等保持不变。再次按下循环启动按钮，机床重新进入自动运行状态。

③ 单段执行（SINGLE BLOCK）。每按下一次该按钮，机床将执行一段程序后暂停，再次按下该按钮，则机床再次执行一段程序后暂停，如此重复。

(5) 主轴功能。

① 主轴正转（CW）。在“HANDLE”模式或“JOG”模式下，按下该按钮（见图 1.19），主轴将顺时针转动。

② 主轴反转（CCW）。在“HANDLE”模式或“JOG”模式下，按下该按钮（见图 1.19），主轴将逆时针转动。

③ 主轴停转（STOP）。在“HANDLE”模式或“JOG”模式下，按下该按钮（见图 1.19），主轴将停止转动。

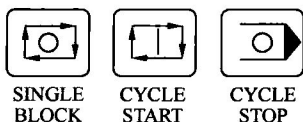


图 1.18 循环启动执行按钮

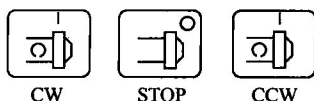


图 1.19 主轴功能

④ 主轴倍率调整旋钮。在主轴旋转过程中，可以通过主轴倍率旋钮（见图 1.20）对主轴转速进行 50%~120% 的无级调速。同样，在程序执行过程中，也可对程序中指定的转速进行调节。

⑤ 主轴转速高低挡变换。有些型号的机床，设置了主轴高低挡变换按钮（见图 1.21）。按下该按钮后，将执行主轴转速高低挡的切换。

(6) 其他功能。

① 程序保护开关（PROG PROTECT）。当该旋钮（见图 1.22）处于“ON”位置时，即使在“EDIT”状态下也不能对 NC 程序进行编辑操作。只有当该旋钮处于“OFF”位置，并在“EDIT”状态下才能对 NC 程序进行编辑操作。

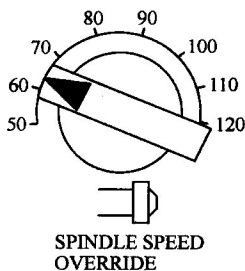


图 1.20 主轴倍率旋钮



图 1.21 主轴高低挡按钮



图 1.22 程序保护旋钮

② 超程解除按钮。当机床出现超程报警时，按下该按钮（见图 1.23）不要松开，可使超程轴的限位挡块松开，然后用手摇脉冲发生器反向移动该轴，从而使超程报警解除。

(7) 用户自定义键（见图 1.24）。

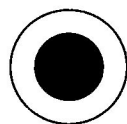


图 1.23 超程解除按钮

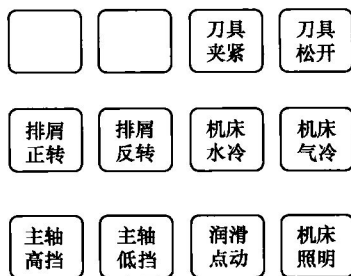


图 1.24 用户自定义键

① 冷却润滑。

机床水冷：通过冷却液对主轴及刀具进行冷却。重复按下该按钮，冷却关闭。

机床气冷：通过冷却气体对主轴及刀具进行冷却。重复按下该按钮，冷却关闭。

润滑点动：按下该按钮，将对机床进行点动润滑一次。

② 刀具的松开与夹紧。刀具的松开与夹紧按钮，用于手动换刀过程中的装刀与卸刀。

③ 机床照明。按下此按钮，机床照明灯亮。

④ 机床排屑。按下此按钮，启动排屑电动机对机床进行自动排屑操作。

数控系统面板按钮及其功能说明如表 1.2 所示。

表 1.2 数控系统面板按钮功能

按 键	功 能
数字键	数字的输入
运算键	数字运算键的输入
字母键	字母的输入
EOB	段结束符的插入
POS	显示刀具的坐标位置
PROG	在 EDIT 方式下编辑、显示存储器里的程序，在 MDI 方式下输入及显示 MDI 数据，在 AUTO 方式下显示程序指令值
OFFSET SETTING	设定、显示刀具补偿值、工件坐标系、宏程序变量
SYSTEM	用于参数的设定、显示，自诊断功能数据的显示
MESSAGE	NC 报警信号显示，报警记录显示
GRAPH	用于图形显示
SHIFT	上挡功能键
CAN	删除键，用于删除最后一个输入的字符或符号

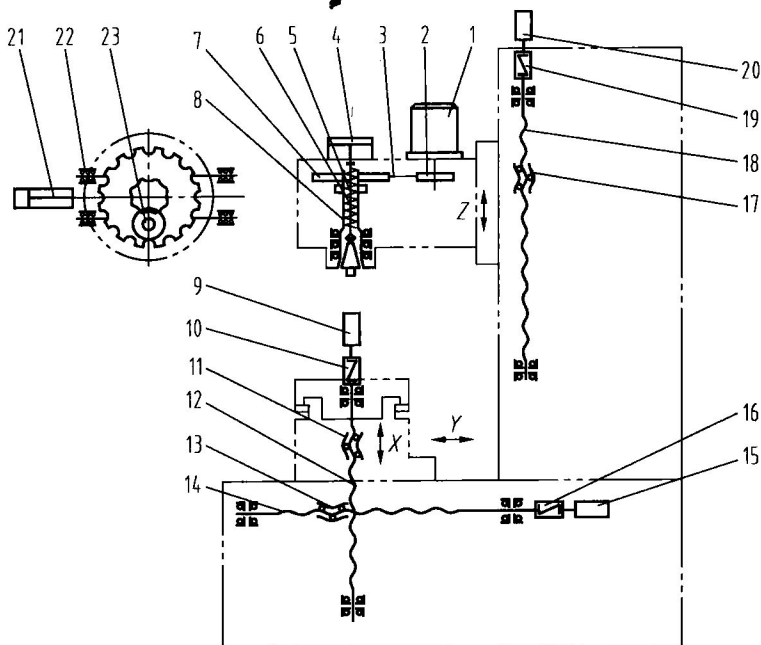
续表

按 键	功 能
INPUT	输入键, 用于参数或补偿值的输入
ALTER	替代键, 程序字的替代
INSERT	插入键, 程序字的插入
DELETE	删除键, 删除程序字、程序段及整个程序
HELP	帮助键
PAGE UP	翻页键, 向前翻页
PAGE DOWN	翻页键, 向后翻页
CORSOR	光标移动键, 光标上下、左右移动
RESET	复位键, 使所有操作停止

在 CRT 显示器下, 有一排软按键, 这一排软按键的功能根据 CRT 在不同状态下所显示的对应提示来确定。

4. 数控铣/加工中心传动系统

数控铣/加工中心传动系统如图 1.25 所示。



1—主电动机 2、7—同步内齿带轮 3—同步内齿带 4、21—汽缸 5—拉杆 6—碟形弹簧 8—主轴
9、15、20—伺服电动机 10、16、19—联轴器 11、13、17—丝杠螺母 12、14、18—滚珠丝杠
22—直线导轨 23—低速力矩电动机

图 1.25 传动系统图

主传动系统由主轴电动机 1, 传动件圆弧同步内齿带 3, 带轮 2、7 (传动比为 1:1.68) 及执行件主轴 8 组成。

进给运动分为 X、Y、Z 3 个方向上的直线运动。X、Y、Z 方向上的运动原理一样, 均由伺服电动机 9、15、20 通过联轴器 10、16、19 与滚珠丝杠 12、14、18 直联, 从而使执行件工作台、床鞍、铣头沿 X、Y、Z 轴做直线运动。



机床在切削前应先空运行 5~15min, 以利于保持机床的高精度、长寿命, 尤其在冬季气温较低的情况下更应注意。

5. 数控铣/加工中心的坐标系规定

要实现刀具在数控机床中的移动, 首先要知道刀具向哪个方向移动。这些刀具的移动方向即为数控机床的坐标系方向, 因此, 数控编程与操作的首要任务就是确定机床的坐标系。

(1) 机床坐标系的定义。在数控机床上加工零件, 机床动作是由数控系统发出的指令来控制的。为了确定机床的运动方向和移动距离, 就要在机床上建立一个坐标系, 这个坐标系就叫机床坐标系, 也叫标准坐标系。

(2) 机床坐标系中的规定。数控铣床的加工动作主要分刀具动作和工件动作两部分, 因此, 在确定机床坐标系的方向时规定: 永远假定刀具相对于静止的工件而运动。

对于机床坐标系的方向, 均将增大工件和刀具间距离的方向确定为正方向。

数控机床的坐标系采用右手定则的笛卡儿坐标系, 如图 1.26 所示, 左图中大拇指的方向为 X 轴的正方向, 食指指向 Y 轴的正方向, 中指指向 Z 轴的正方向, 而右图则规定了转动轴 A 、 B 、 C 轴的转动正方向。

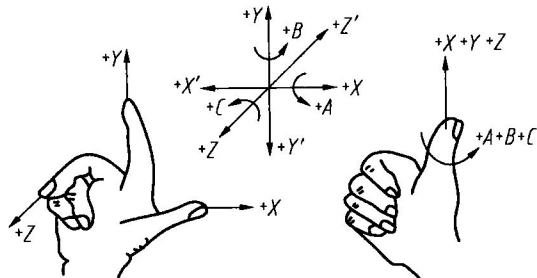


图 1.26 右手笛卡儿坐标系

(3) 机床坐标系的确定。数控铣床的机床坐标系方向如图 1.27 和图 1.28 所示, 其确定方法如下。

① Z 坐标方向。 Z 坐标的运动由传递切削力的主轴所决定, 不管哪种机床与主轴轴线平行的坐标轴即为 Z 轴。根据坐标系正方向的确定原则, 在钻、镗、铣加工中, 钻入或镗入工件的方向为 Z 轴的负方向。

② X 坐标方向。 X 坐标一般为水平方向, 它垂直于 Z 轴且平行于工件的装卡面。对于立式铣床, Z 方向是垂直的, 则站在工作台前, 从刀具主轴向立柱看, 水平向右方向为 X 轴的正方向, 如图 1.27 所示。对于 Z 轴是水平的, 则从主轴向工件看 (即从机床背面向工件看), 向右方向为 X 轴的正方向, 如图 1.28 所示。

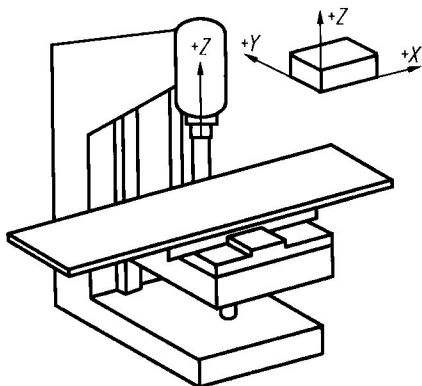


图 1.27 立式升降台铣床

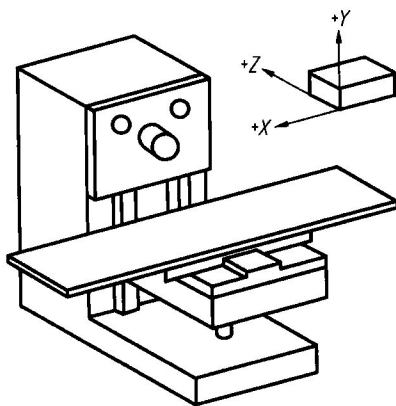


图 1.28 卧式升降台铣床