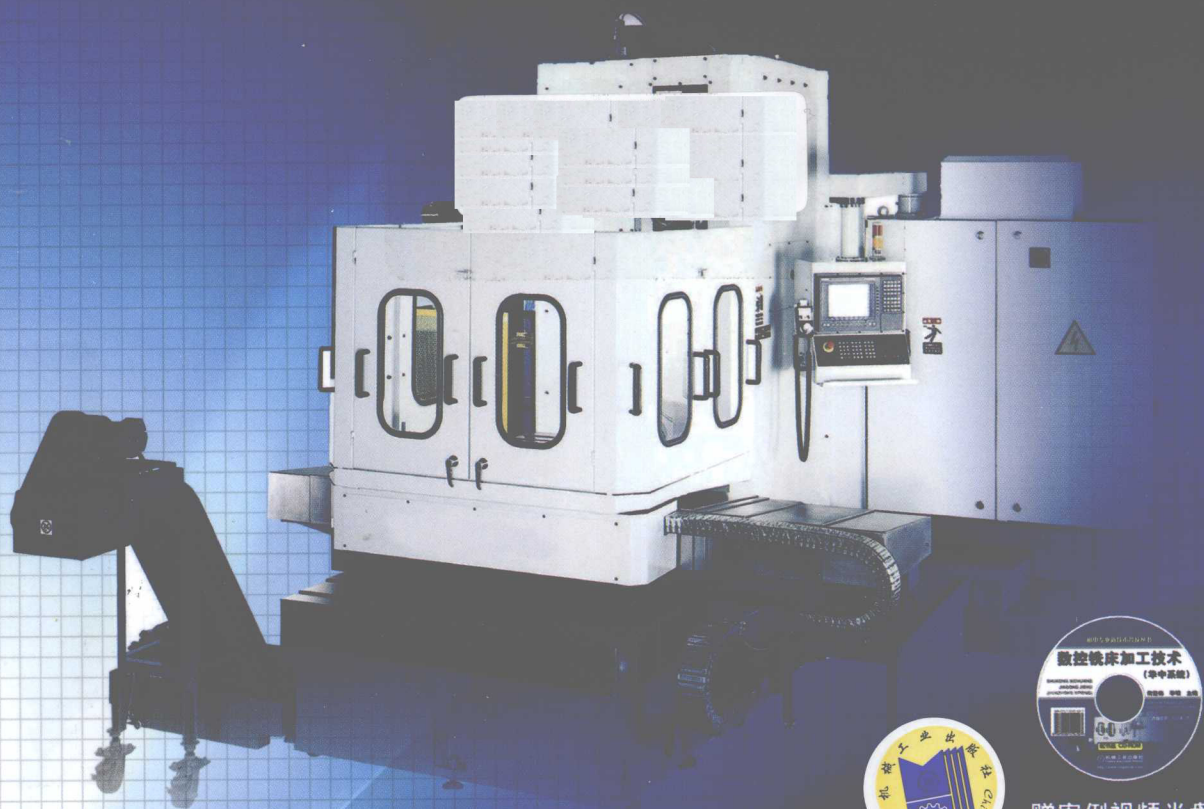


机电专业新技术普及丛书

# 数控铣床加工技术

SHUKONG XICHUANG JIAGONG JISHU (华中系统)

何宏伟 李明 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

赠案例视频光盘

机电专业新技术普及丛书

# 数控铣床加工技术 (华中系统)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 何宏伟 | 李 明 |     |
| 副主编 | 王 建 | 李 锋 |     |
|     | 王 岩 | 支联峰 |     |
| 参 编 | 赵 峥 | 王玉英 | 李红波 |
|     | 赵安静 | 徐洪斌 |     |
| 主 审 | 朱丽军 |     |     |
| 参 审 | 王 灿 |     |     |



机械工业出版社

本书是介绍华中系统数控铣床的实用教材, 主要内容包括: 数控机床操作基础、二维轮廓加工、固定循环指令加工、简化编程、薄壁零件和配合零件加工、宏程序编程以及高级复合训练。本书每章安排典型的实用例题, 使学员能够结合实例进行学习, 掌握操作数控机床的方法及技巧。教材的每章内容既相互联系又相对独立, 学员可以根据自己的需要有选择性地学习。

本书适用于中、高级数控铣工自学和培训, 也可作为企业培训部门、职业技能培训机构的培训教材, 还可供工程技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣床加工技术 (华中系统) / 何宏伟, 李明主编. —北京: 机械工业出版社, 2010. 1

(机电专业新技术普及丛书)

ISBN 978-7-111-29513-6

I. 数… II. ①何…②李… III. 数控机床: 铣床—加工工艺—教材  
IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 003182 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 朱 华 责任编辑: 许文超 版式设计: 张世琴

封面设计: 路恩中 责任校对: 闫玥红 责任印制: 乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.5 印张·284 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-29513-6

ISBN 978-7-89451-640-4

定价: 28.00 元 (含 1VCD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821 封面无防伪标均为盗版

# 丛书编委会

主 任：王 建

副主任：楼一光 雷云涛 李 伟 王小娟

委 员：张 宏 王智广 李 明 王 灿 伊洪彬 徐洪亮

施利春 杜艳丽 李华雄 焦立卓 吴长有 李红波

何宏伟 张 桦

# 前言

## FOREWORD

随着经济全球化进程的不断深入,发达国家的制造能力加速向发展中国家转移,我国已成为全球的加工制造基地,这就凸显了我国高技能型人才的严重短缺的现实问题,特别是需要掌握数控加工技术以及自动化新技术的人员越来越多,而很多工人碍于条件,无法到学校接受系统的数控加工技术以及自动化新技术的职业教育此外对于离开校园数年的有一定工作经验的人员,还需要进行充电,以适应新技术的发展需要。

为解决上述矛盾,丛书编委会组织一批学术水平高、经验丰富、实践能力强的企业、行业一线专家在充分调研的基础上,结合企业实际需要,共同研究培训目标,编写了这套机电专业新技术普及丛书。

本套丛书的编写特色有:

1. 坚持“以技能为核心,面向青年工人的继续充电、继续提高”为培养方针,普及企业和技术工人急需的高新技术,加快高技能人才的培养,更好地满足企业的用人需求。
2. 更注重实际工作能力和动手技能的培养,内容贴近生产岗位,注重实用,力图实现培训的“短、平、快”,使学员经过培训后即能胜任本岗位的工作。
3. 编写内容充分体现一个“新”字,即充分反映新知识、新技术、新工艺和新设备,紧跟科技发展的潮流,具有先进性和前瞻性。
4. 编写内容以解决实际问题为切入点,尽量采用以图代文、以表代文的编写形式,最大限度降低学员的学习难度,提高读者的学习兴趣。

本套丛书涉及数控技术和电气技术两大领域,是面向有志于学习数控加工、机电一体化以及自动控制实用技术的,并从事过相关工作的技术工人的培训用书,也适合有一定经验的工人进行自学或转岗培训之用。

我们希望这套丛书能成为读者的良师益友,能为读者提供有益的帮助!

由于时间和水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

## CONTENT

### 前言

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| 1   | 第一章 数控机床操作基础              |
| 1   | 第一节 数控机床及操作面板（华中 HNC-21M） |
| 12  | 第二节 机床操作                  |
| 21  | 第三节 数控刀具及其选用              |
| 30  | 第二章 二维轮廓加工                |
| 30  | 第一节 槽类零件加工                |
| 40  | 第二节 刀具半径补偿与外形加工           |
| 52  | 第三节 子程序编程与轮廓加工            |
| 65  | 第三章 固定循环指令加工              |
| 65  | 第一节 钻孔加工                  |
| 73  | 第二节 深孔加工                  |
| 76  | 第三节 扩孔与铰孔加工               |
| 80  | 第四节 螺纹加工                  |
| 84  | 第五节 镗孔加工                  |
| 91  | 第四章 简化编程                  |
| 91  | 第一节 镜像指令                  |
| 97  | 第二节 缩放指令                  |
| 101 | 第三节 旋转指令                  |
| 108 | 第五章 薄壁零件和配合零件加工           |
| 108 | 第一节 薄壁零件加工                |

|     |                |
|-----|----------------|
| 114 | 第二节 配合零件加工     |
| 123 | 第六章 宏程序编程      |
| 123 | 第一节 B 类宏程序介绍   |
| 132 | 第二节 B 类宏程序应用实例 |
| 147 | 第七章 高级复合训练     |
| 147 | 第一节 综合练习一      |
| 159 | 第二节 综合练习二      |
| 178 | 参考文献           |

目录

|          |   |
|----------|---|
| 第一章 绪论   | 1 |
| 第一节 绪论   | 1 |
| 第二节 绪论   | 1 |
| 第三节 绪论   | 1 |
| 第四节 绪论   | 1 |
| 第五节 绪论   | 1 |
| 第六节 绪论   | 1 |
| 第七节 绪论   | 1 |
| 第八节 绪论   | 1 |
| 第九节 绪论   | 1 |
| 第十节 绪论   | 1 |
| 第十一章 绪论  | 1 |
| 第十二章 绪论  | 1 |
| 第十三章 绪论  | 1 |
| 第十四章 绪论  | 1 |
| 第十五章 绪论  | 1 |
| 第十六章 绪论  | 1 |
| 第十七章 绪论  | 1 |
| 第十八章 绪论  | 1 |
| 第十九章 绪论  | 1 |
| 第二十章 绪论  | 1 |
| 第二十一章 绪论 | 1 |
| 第二十二章 绪论 | 1 |
| 第二十三章 绪论 | 1 |
| 第二十四章 绪论 | 1 |
| 第二十五章 绪论 | 1 |
| 第二十六章 绪论 | 1 |
| 第二十七章 绪论 | 1 |
| 第二十八章 绪论 | 1 |
| 第二十九章 绪论 | 1 |
| 第三十章 绪论  | 1 |
| 第三十一章 绪论 | 1 |
| 第三十二章 绪论 | 1 |
| 第三十三章 绪论 | 1 |
| 第三十四章 绪论 | 1 |
| 第三十五章 绪论 | 1 |
| 第三十六章 绪论 | 1 |
| 第三十七章 绪论 | 1 |
| 第三十八章 绪论 | 1 |
| 第三十九章 绪论 | 1 |
| 第四十章 绪论  | 1 |
| 第四十一章 绪论 | 1 |
| 第四十二章 绪论 | 1 |
| 第四十三章 绪论 | 1 |
| 第四十四章 绪论 | 1 |
| 第四十五章 绪论 | 1 |
| 第四十六章 绪论 | 1 |
| 第四十七章 绪论 | 1 |
| 第四十八章 绪论 | 1 |
| 第四十九章 绪论 | 1 |
| 第五十章 绪论  | 1 |
| 第五十一章 绪论 | 1 |
| 第五十二章 绪论 | 1 |
| 第五十三章 绪论 | 1 |
| 第五十四章 绪论 | 1 |
| 第五十五章 绪论 | 1 |
| 第五十六章 绪论 | 1 |
| 第五十七章 绪论 | 1 |
| 第五十八章 绪论 | 1 |
| 第五十九章 绪论 | 1 |
| 第六十章 绪论  | 1 |
| 第六十一章 绪论 | 1 |
| 第六十二章 绪论 | 1 |
| 第六十三章 绪论 | 1 |
| 第六十四章 绪论 | 1 |
| 第六十五章 绪论 | 1 |
| 第六十六章 绪论 | 1 |
| 第六十七章 绪论 | 1 |
| 第六十八章 绪论 | 1 |
| 第六十九章 绪论 | 1 |
| 第七十章 绪论  | 1 |
| 第七十一章 绪论 | 1 |
| 第七十二章 绪论 | 1 |
| 第七十三章 绪论 | 1 |
| 第七十四章 绪论 | 1 |
| 第七十五章 绪论 | 1 |
| 第七十六章 绪论 | 1 |
| 第七十七章 绪论 | 1 |
| 第七十八章 绪论 | 1 |
| 第七十九章 绪论 | 1 |
| 第八十章 绪论  | 1 |
| 第八十一章 绪论 | 1 |
| 第八十二章 绪论 | 1 |
| 第八十三章 绪论 | 1 |
| 第八十四章 绪论 | 1 |
| 第八十五章 绪论 | 1 |
| 第八十六章 绪论 | 1 |
| 第八十七章 绪论 | 1 |
| 第八十八章 绪论 | 1 |
| 第八十九章 绪论 | 1 |
| 第九十章 绪论  | 1 |
| 第九十一章 绪论 | 1 |
| 第九十二章 绪论 | 1 |
| 第九十三章 绪论 | 1 |
| 第九十四章 绪论 | 1 |
| 第九十五章 绪论 | 1 |
| 第九十六章 绪论 | 1 |
| 第九十七章 绪论 | 1 |
| 第九十八章 绪论 | 1 |
| 第九十九章 绪论 | 1 |
| 第一百章 绪论  | 1 |

# 第一章

## 数控机床操作基础

### 第一节 数控机床及操作面板 (华中 HNC-21M)

#### 学习目标

1. 掌握数控机床的分类。
2. 熟悉 MDI 键盘及软键功能。
3. 了解机床操作界面。

#### 一、概述

随着科学技术的飞速发展, 社会对机械产品的结构、性能、精度、效率和品种的要求越来越高, 单件与中小批量产品的比重越来越大。(目前已占到 70% 以上), 传统的通用、专用机床和工艺装备已经不能很好地适应高质量、高效率、多样化的加工要求。因而, 以微电子技术和计算机技术为基础的数控技术, 将机械技术、现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术等有机地结合在一起, 使机器制造行业的生产方式和机器制造技术发生了深刻的、革命性的变化。

当今机床行业的计算机数控化已成为技术发展的大趋势。数控机床是电子信息技术和传统机械加工技术结合的产物, 它集现代精密机械、计算机、通信、液压气动、光电等多学科技术为一体, 具有高效率、高精度、高自动化和高柔性的特点, 是当代机械制造业的主流装备。数控机床的应用大大扩展了机械加工的范围 (可以精确加工传统机床无法处理的复杂零件), 有效提高了加工质量和效率, 实现了柔性自动化 (相对于传统技术基础上的大批量生产的刚性自动化), 并向智能化、集成化方向发展。所以说 (计算机) 数控技术是现代先进制造技术的基础和核心。

自从美国帕森斯 (Parsons) 公司和麻省理工学院 (MIT) 于 1952 年合作研制成三坐标数控铣床以来, 随着电子元件的发展, 数控装置分别经历了电子管、分立元件和集成电路时代, 特别是使用了小型计算机和微处理器以来, 数控机床的可靠性越来越稳定, 价格却逐渐下降。随着我国经济发展和科学技术的进步, 产品的更新换代越来越快, 对零件加工质量的要求越来越高。机床价格的下降和市场需求, 导致数控机床在我国机械制造行业越来越普及, 被广泛应用在航空、造船、军工、汽车、机床、模具等机械制造行业中。

因此,为了更快更好地适应机械行业发展的需要,学习并掌握数控技术的实际操作能力是时代的要求,也是必然的趋势。

## 二、数控机床的分类及组成

### 1. 数控机床的分类

数控机床的种类很多,其分类尚无统一规定。一般可按如下几种方式分类:

(1) 按主轴方向进行分类 以铣床为例按主轴轴线与工作台面的关系可分为,立式数控铣床、卧式数控铣床。

1) 立式数控铣床:数控铣床的主轴轴线垂直于工作台面称为立式数控铣床,如图 1-1 所示。

2) 卧式数控铣床:数控铣床的主轴轴线平行于工作台面称为卧式数控铣床,如图 1-2 所示。

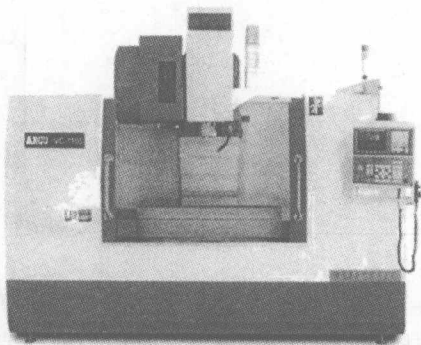


图 1-1 立式数控铣床

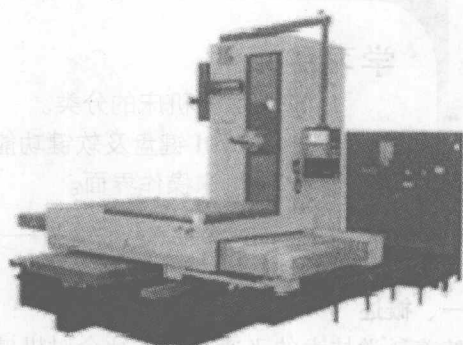


图 1-2 卧式数控铣床

(2) 按控制方式分类 以机床有无反馈装置进行分类,数控机床可以分为,开环控制数控机床、半闭环控制数控机床、闭环控制数控机床。

1) 开环控制数控机床:开环数控机床一般采用由功率步进电动机驱动的开环进给伺服系统,不带反馈装置,如图 1-3 所示。其执行机构通常采用功率步进电动机或电液脉冲电动机(由步进电动机与液压放大器组成)。数控装置发出脉冲指令通过驱动电路,使步进电动机转过步距角度;再经过传动系统,带动工作台或刀架移动。

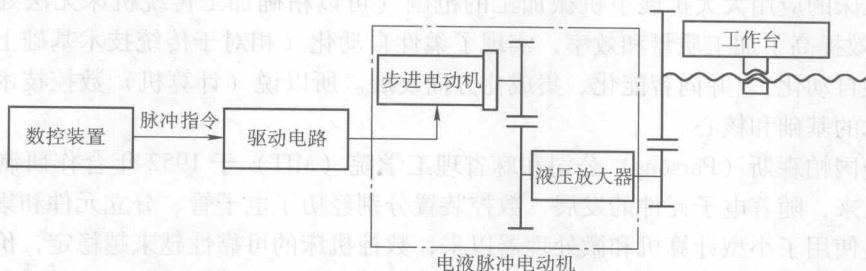


图 1-3 开环控制系统

2) 半闭环控制数控机床: 半闭环数控机床是将位置检测装置安装于驱动电动机轴端或安装于传动丝杠端部, 如图 1-4 所示, 从而间接地测量移动部件(工作台)的实际位置或位移, 其精度高于开环系统。

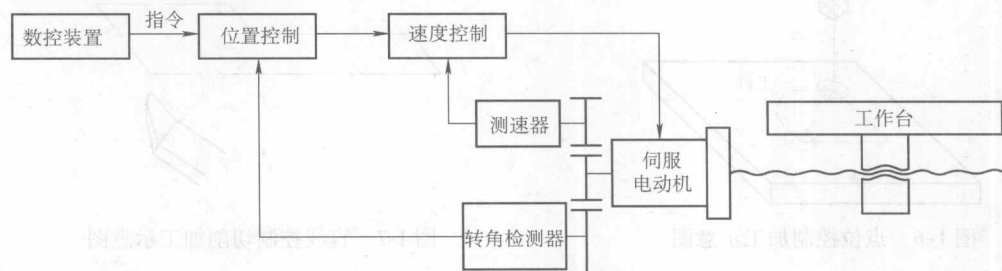


图 1-4 半闭环控制系统

3) 闭环控制数控机床: 闭环数控机床的进给伺服系统是按闭环原理工作的, 如图 1-5 所示。将位置检测装置安装于机床运动部件上, 加工中将测量到的实际位置值反馈给数控系统。数控装置将反馈信号与位移指令实时进行比较, 根据其差值与指令进给速度的要求, 按一定的比例转换后, 得到进给伺服系统的速度指令。另外, 通过与伺服电动机刚性连接的测速元件, 随时实测驱动电动机的转速, 得到速度反馈信号, 将其与速度指令信号相比较, 以比较的差值对伺服电动机的转速随时进行校正, 直至实现移动部件工作台的最终精确定位。利用上述位置控制与速度控制两个回路, 可获得比半闭环进给系统更高的精度。

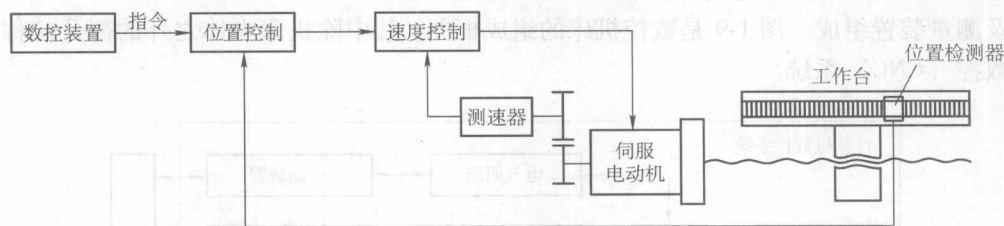


图 1-5 闭环控制系统

(3) 按控制系统的特点分类 以机床控制移动方式进行分类, 数控机床可以分为点位控制数控机床、直线控制数控机床、轮廓控制数控机床。

1) 点位控制数控机床: 点位控制数控机床只控制移动刀具或部件从一点到另一点位置的精确定位, 而不控制移动轨迹, 在移动和定位过程中不进行任何加工, 如图 1-6 所示。因此, 为了尽可能减少移动刀具或部件的运动和定位时间, 通常先以快速移动方式接近终点坐标, 然后以低速准确移动方式移动到定位点, 以保证定位精度。例如, 数控镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机、数控折弯机等都是点位控制机床。

2) 直线控制数控机床: 直线控制数控机床不仅能控制刀具或移动部件从一个位置到另一个位置的精确移动, 而且能以给定的速度实现平行于坐标轴方向的直线切削加工运动。也称点位直线控制机床, 例如一些数控车床、数控磨床、数控镗床等都属于直线控制数控机床, 如图 1-7 所示。

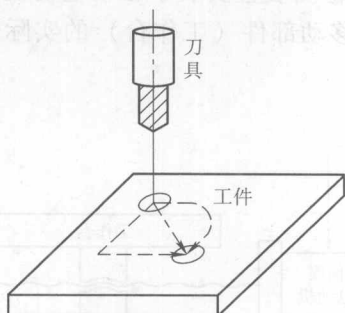


图 1-6 点位控制加工示意图

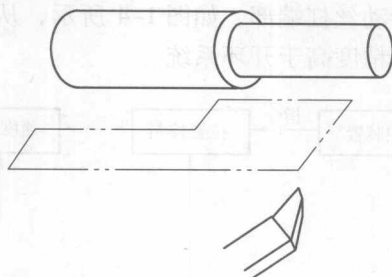


图 1-7 直线控制切削加工示意图

3) 轮廓控制数控机床: 轮廓控制数控机床是对两个或两个以上坐标轴同时进行控制。它不仅要控制机床移动部件的起点和终点坐标, 而且要控制加工过程中每一点的速度、方向和位移量, 其运动的轨迹是任意斜率的直线、圆弧、螺旋线等。例如, 数控车床、数控铣床、加工中心等, 如图 1-8 所示为轮廓加工示意图。

## 2. 数控机床的组成

数控机床一般由输入/输出设备、CNC 装置 (或称 CNC 单元)、伺服单元、驱动装置 (或称执行机构)、可编程序控制器 (PLC) 及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 1-9 是数控机床的组成框图。其中除机床本体之外的部分统称为计算机数控 (CNC) 系统。

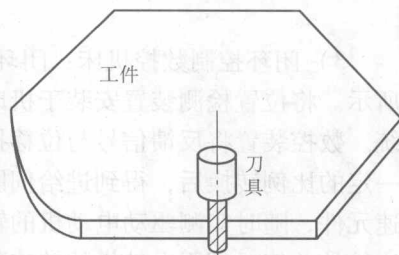


图 1-8 轮廓加工示意图

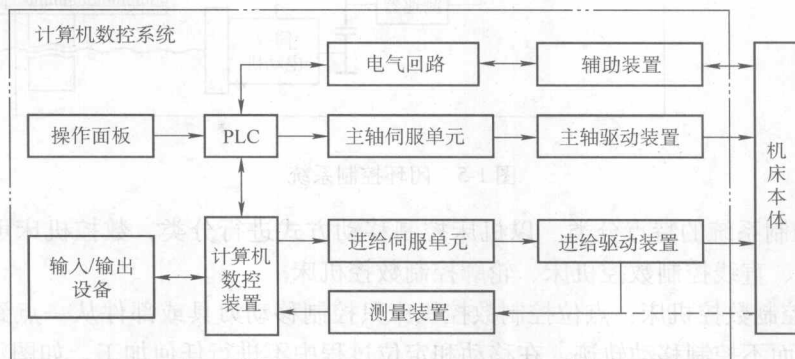


图 1-9 数控机床的组成框图

(1) 机床本体 数控机床切削用量大、连续加工发热量大等因素对加工精度有一定影响, 并且在加工中是自动控制, 不能像在普通机床上那样由人工进行调整、补偿, 所以其设计要求比普通机床更严格, 制造要求更精密, 采用了许多新的加强刚性、减小热变形、提高精度等方面的措施。

(2) CNC 装置 CNC 装置是 CNC 系统的核心, 主要包括微处理器 CPU、存储器、局部

总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统的其他组成部分连接的接口等。数控机床的 CNC 系统完全由软件处理数字信息，因而具有真正的柔性化，可处理逻辑电路难以处理的复杂信息，使数字控制系统的性能大大提高。

(3) 输入/输出设备 键盘、磁盘机等是数控机床的典型输入设备。除上述以外，还可以用串行通信的方式输入。数控系统一般配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器，显示的信息较丰富，能显示图形。操作人员可通过显示器获得必要的信息。

(4) 伺服单元 伺服单元是 CNC 装置和机床本体的联系环节，它把来自 CNC 装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。根据接收指令的不同，伺服单元有脉冲式和模拟式之分，而模拟式伺服单元按电源种类又可分为直流伺服单元和交流伺服单元。

(5) 驱动装置 驱动装置把经放大的指令信号变为机械运动，通过简单的机械连接部件驱动机床，使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动，最后加工出图样所要求的零件。和伺服单元相对应，驱动装置有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机等。

伺服单元和驱动装置可合称为伺服驱动系统，它是机床工作的动力装置。CNC 装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施，所以，伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。从某种意义上说，数控机床功能的强弱主要取决于 CNC 装置，而数控机床性能的好坏主要取决于伺服驱动系统。

(6) 可编程序控制器 可编程序控制器 (PC, Programmable Controller) 是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置，是专为在工业环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的目的是为了解决生产设备的逻辑及开关控制，故把称它为可编程逻辑控制器 (PLC, Programmable Logic Controller)。当 PLC 用于控制机床顺序动作时，也可称之为编程机床控制器 (PMC, Programmable Machine Controller)。

PLC 已成为数控机床不可缺少的控制装置。CNC 装置和 PLC 协调配合，共同完成对数控机床的控制。用于数控机床的 PLC 一般分为两类：一类是 CNC 系统的生产厂家为实现数控机床的顺序控制，而将 CNC 和 PLC 综合起来设计，称为内装型（或集成型）PLC，内装型 PLC 是 CNC 装置的一部分；另一类是以独立专业化的 PLC 生产厂家的产品来实现顺序控制功能，称为独立型（或外装型）PLC。

(7) 测量装置 测量装置也称反馈元件，通常安装在机床的工作台或丝杠上，相当于普通机床的刻度盘和人的眼睛，它把机床工作台的实际位移转变成电信号反馈给 CNC 装置，供 CNC 装置与指令值比较产生误差信号，以控制机床向消除该误差的方向移动。按有无检测装置，CNC 系统可分为开环与闭环数控系统，而按测量装置的安装位置又可分为闭环与半闭环数控系统。开环数控系统的控制精度取决于步进电动机和丝杠的精度，闭环数控系统的控制精度取决于检测装置的精度。因此，测量装置是高性能数控机床的重要组成部分。此外，由测量装置和显示环节构成的数显装置，可以在线显示机床移动部件的坐标值，大大提高工作效率和工件的加工精度。

(8) 数控机床的主要辅助装置 数控机床辅助装置的作用是配合机床完成对零件的辅助加工。它通常也是一个完整的机器装置，如切削液或油液处理系统中的冷却过滤装置、油液分离装置、润滑装置及辅助主机实现传动和控制的气、液动装置等。从目前数控机床技术现状看，还有以下配备的几种辅助装置：对刀仪、自动排屑器、物料储运及上下料装置和交

流稳压电源（在电网电压波动很大的情况下这是必须考虑使用的）。随着数控机床技术的不断发展，其辅助装置也逐步变化扩展。

### 三、数控铣床的加工对象

数控铣床最适合加工精度高，零件形状不规则的工件，如图 1-10 所示。

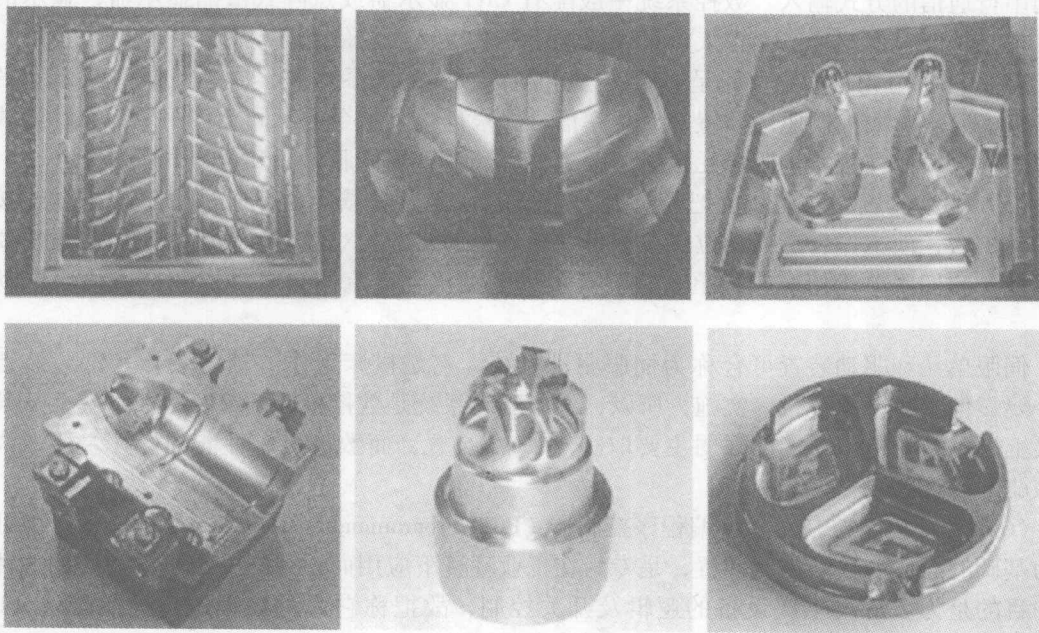


图 1-10 数控铣床的加工对象

### 四、数控机床的发展

(1) 高速化 数控系统采用高速的 32 位以上的微处理器，使其输入、编译、计算、输出等环节都在高速下完成，并可提高数控系统的分辨率及实现连续小程序段的高速加工。目前采用 64 位微处理器的新型数控系统，更增强了插补运算功能和快速进给功能，可进行高速加工，并实现多轴控制功能，一般控制轴数为 3~15 轴，同时控制轴数可达 3~6 轴。

(2) 高可靠性 为了提高数控系统和数控机床的可靠性，数控机床设计者采取了以下措施：

1) 实现模块化、标准化和通用化，性能越来越完善，功能越来越丰富。模块化、标准化和通用化，包括数控机床的主轴部件、变速器立柱、工作台、刀架、刀库等都可模块化生产。模块化的实现，不仅便于组织开发、生产和应用，而且也提高了机床的质量和运行的可靠性，并便于用户维修和保养。

2) 提高数控系统硬件质量：选用高质量的集成电路芯片印制电路板和其他元器件，建立并实施从元器件的筛选、稳定产品的制造和装配工艺到性能测试等一系列完整的质量保证体系。

3) 通过配备先进的检测和监控，如红外线、温度测量、功率测量、激光检测等先进手段的采用，大大提高机床的综合性能，使之能够更加可靠精确地自动工作。

### 五、CRT/MDI 操作面板

数控铣床是一种用途广泛的机床，数控铣床能够完成直线、斜线、曲线轮廓等铣削加

工,还可以实现各种固定循环、刀具半径自动补偿、刀具长度自动补偿等功能。数控铣床由数控系统控制机床运动部件完成零件的加工,目前数控系统分为国外和国内两大类:国外系统在国内的应用以日本 FANUC 系统和德国 SIEMENS 系统为主;国内系统近几年的发展很快,以华中系统为代表的国内系统在我国工业生产中得到了广泛的应用。本教材以华中数控系统(HNC-21M)控制数控铣床为例子对数控设备进行阐述,图 1-11 所示为三轴立式华中数控铣床。

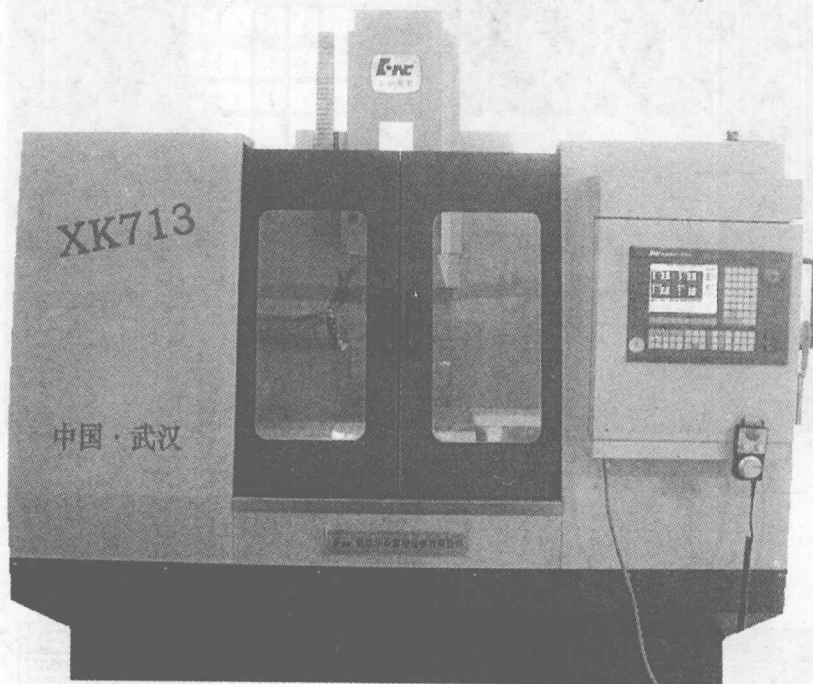


图 1-11 三轴立式华中数控铣床

数控系统操作面板即 CRT/MDI 操作面板。本书介绍的系统操作面板是华中世纪星 HNC-21M 系统的操作面板,其中 CRT 是阴极射线管显示器(Cathode Radiation Tube)的英文缩写,而 MDI 是手动数据输入(Manual Date Input)的英文缩写。数控系统操作面板如图 1-12 所示。

图 1-12 所示的系统操作面板可分为三个区域:

- 1) CRT 屏幕显示区和功能菜单选择按键 F1 ~ F10
- 2) MDI 输入和编辑键盘区
- 3) 机床控制按键区

#### 1. CRT 屏幕显示区

系统功能的操作主要是通过功能软键来完成。该软键位于 CRT 显示屏的下方从 F1 ~ F10 有十个按键。键面上没有指定功能,是因为各键的功能都显示在 CRT 显示屏的下方对应的位置,并随着显示界面的不同而有着不同的功能,这十个键称为系统软键,操作界面如图 1-13 所示。

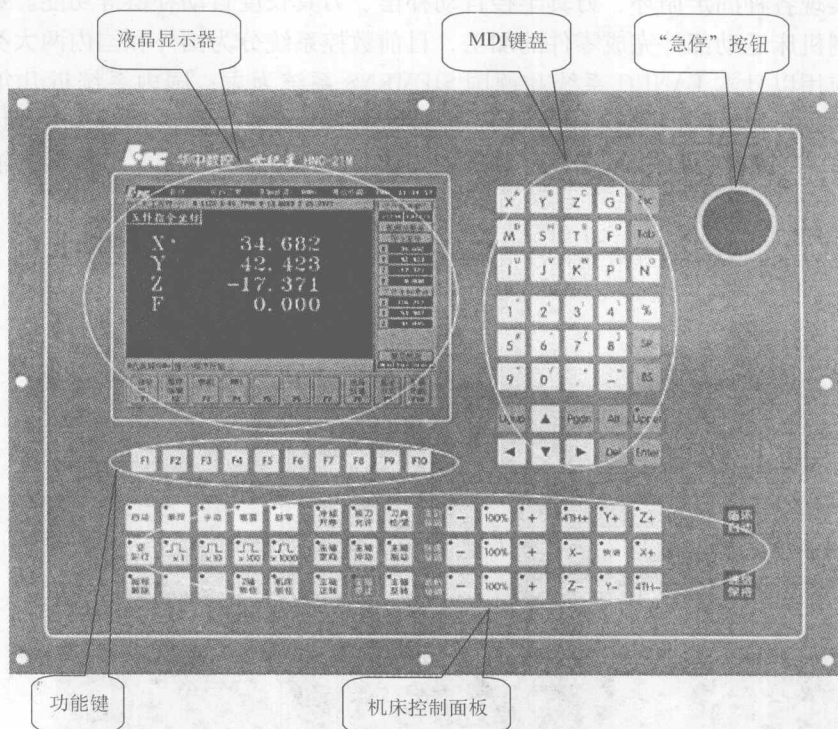


图 1-12 操作面板

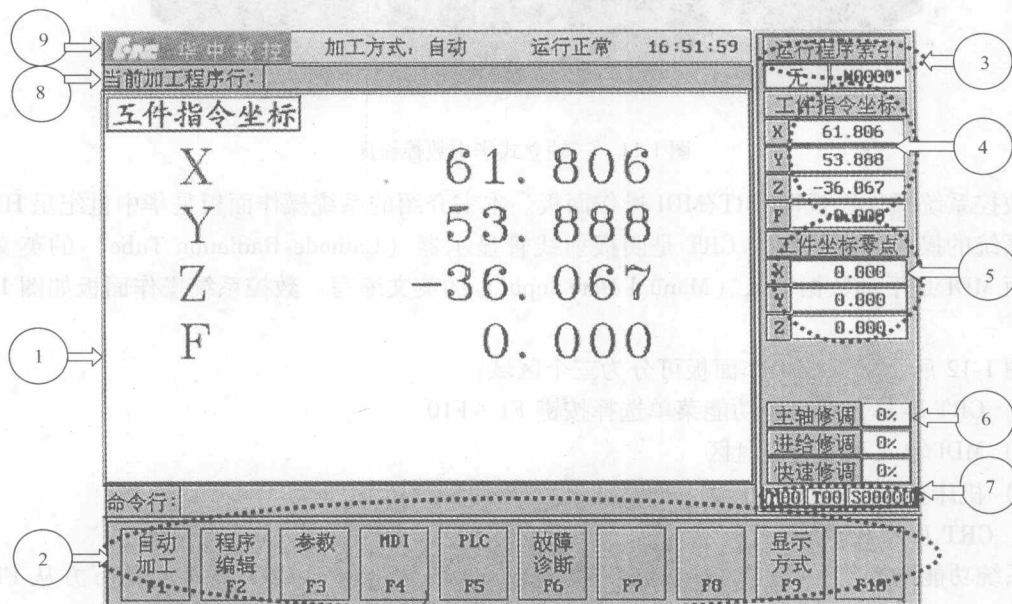


图 1-13 HNC-21M 软键操作界面

CRT 屏幕显示区中各部分名称及作用：

- ① 显示窗口 可以通过按软键“F9”键选择显示的内容。
- ② 菜单命令条 通过菜单命令条的功能键 F1 ~ F10 键完成系统的功能操作。
- ③ 运行程序索引 在自动加工中显示当前的程序名和程序段落号。
- ④ 工件指令坐标 显示当前工件坐标系的位置。
- ⑤ 工件坐标零点 工件坐标系零点在机床坐标系中的坐标值。
- ⑥ 倍率修调 显示主轴修调、进给修调和快速修调的倍率。
- ⑦ 代码显示 显示自动加工中的 M、S、T 代码。
- ⑧ 当前加工程序行 显示当前的加工的程序行。
- ⑨ 系统状态 显示当前加工方式、系统运行状态、运行时间。

操作界面中最重要的部分为菜单命令条。系统功能的操作主要通过菜单命令条中的功能软键 F1 ~ F10 来完成。由于采用层次结构，每个功能包括不同的操作菜单，即在主菜单下选择一个菜单项后，数控装置会显示该功能下的子菜单，用户根据子菜单的内容选择所需的操作，如图 1-14 所示。要返回主菜单时，按子菜单中的 F10 键即可返回。

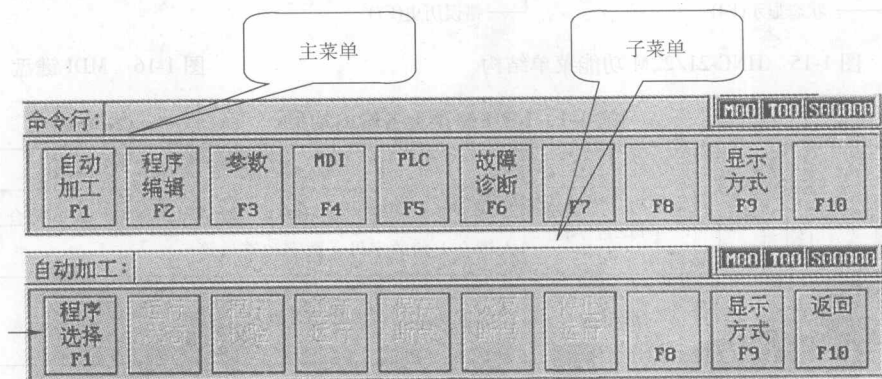


图 1-14 菜单命令条

HNC-21/22M 的功能菜单结构如图 1-15 所示。

## 2. MDI 键盘区

CRT 显示屏是用来显示一些相关操作的数据信息，用户可以通过屏幕看到数控系统反馈的信息。MDI 键盘（见图 1-16）是用户向系统中输入信息的地方，通过 MDI 键盘输入信息是系统信息输入的最主要的方式。

MDI 键盘中分为地址键、数字符号键、编辑键三个模块。在地址键和数字符号键中，一般每个按键是由两个字母或由数字和符号所组成，在输入时可以利用上挡键“”来确定输入的具体内容。

MDI 键盘上各键的功能见表 1-1。



图 1-15 HNC-21/22M 功能菜单结构

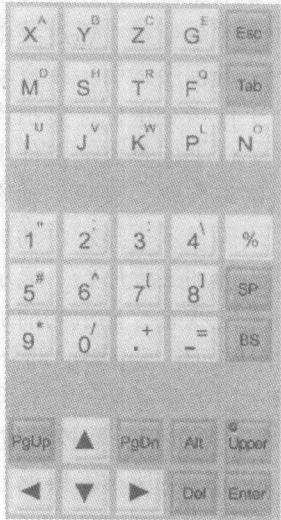
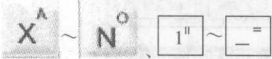


图 1-16 MDI 键盘

表 1-1 MDI 键盘上各键的功能

| 功 能 键                                                                               | 名 称    | 功 能 说 明                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|
|  | 字母/数字键 | 按下这些按键。输入字母、数字和运算符号等；配合上挡键可输入键右上角的字母、数字和符号等 |
|  | 退出键    | 按下此键，可以取消某些错误操作                             |
|  | 制表键    | 备用键                                         |
|  | 空格键    | 按下此键，可以在光标处插入空格                             |
|  | 退格键    | 按下此键，删除光标前一个字符                              |
|  | 翻页键    | 程序向前翻页                                      |
|  | 翻页键    | 程序向后翻页                                      |
|  | 替换键    | 在编程时用来替换输入的字（地址、数字）                         |
|  | 上挡键    | 按下此按键，同时按下某些字母/数字键，可输入该按键右上角的字母、数字或符号       |