

工程训练·工程实践

加工中心

范真 主 编 ●
杨兴华 袁锋 副主编 ●



化学工业出版社
教材出版中心

工程训练·工程实践

加 工 中 心

范 真 主 编
杨兴华 袁 锋 副主编
周建忠 主 审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

加工中心/范真主编. —北京: 化学工业出版社,
2004.7

(工程训练·工程实践)

ISBN 7-5025-5873-X

I. 加… II. 范… III. 加工中心-基本知识
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 077331 号

工程训练·工程实践

加 工 中 心

范 真 主 编

杨兴华 袁 锋 副主编

周建忠 主 审

责任编辑: 陈 丽 高 钰

责任校对: 凌亚男

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 17 $\frac{1}{4}$ 字数 334 千字

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5873-X/TB·56

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

人类进入 21 世纪前后，以信息技术为重要标志的高新技术的飞速发展，正在改变着人类的社会、经济和生活方式。“天翻地覆慨而慷”，世界范围内的激烈竞争，已越来越明显地表现为人才的竞争，特别是创新人才的竞争。1998 年 10 月，联合国教科文组织在巴黎召开了首届世界高等教育大会，会议达成了共识：高等教育的根本使命是促进社会的可持续发展与进步。目前，教育开始求新求变，要求坚持以人为本，更具有前瞻性。对学生的人文素质、科学素质、实践能力和创新能力的培养更显重要。

“问渠哪得清如许，为有源头活水来。”技术是工程的基础，科学是技术的源泉，科学技术相互支持，但直接作用于生产实际的是技术。因此，面向经济建设要高度重视工程人才的培养，高度重视工程教育，要努力加速建立科学、技术、经济和管理相结合的工程教育体系，强化工程意识，重组工程训练，提高工程素质，培养创新精神、创新人格和实践能力，以实现知识创新、技术创新、管理创新和市场开拓型的工程人才培养。

近年来，尽管各国的国情不同，面临的问题也不同，在工程教育的体制和运作上互有差异，但对工程教育的认识、做法和发展方向上都强调“综合、创造、实践”，强调“工程教育工程化”、“工程教育为工程实际服务”、强调人文关怀、创新精神、实践能力和工程师素质的培养。

另一方面，我国加入世界贸易组织后，对外开放更将进一步扩大，中国将更加深入地参与国际分工，越来越多的产品将打上“中国制造”，制造业是工业的主体，装配制造业是制造业的核心。没有装配制造业就没有制造，没有制造就没有获得物质财富的基本手段。制造首先要依靠直接从事制造的技能人才。从而，培养“中国制造”的技能人才就成为关键。我国已经成为了一个高级蓝领即银领制造业人才稀缺的国家。

我国“十五”计划提出，要在 5 年内将职工中的高级技能人才的比例提高到 20%。一个合格的银领人才应当具备比较深厚的理论基础与相当丰富的实际经验，并能够针对生产第一线的实际需要，具备很强的技术革新、开发攻关、项目改进的能力。这种人才应具有高度的责任感，不但关心产品，更加懂得团结人、关怀人；不仅是某些关键生产环节中的操作者，还是整个生产环节的组织者；同时还能高度关怀、有效带动和组织协调其他技术人员一起动手进行应有的技术攻关，把优秀的设计变成一个高质量的产品。

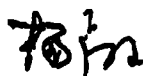
针对工程人才的需求，江苏大学工业中心组织编写了工程训练·工程实践系列图书，希望成为联接科学、教育与工程技术、生产实际的桥梁之一。在本系列图书规划过程中，作者针对“各种技能对工作的重要性”，对相关企业和历届毕业生进行了调查，证实在工业生产中，对技术交流、设计制造、工程经济、项目管理、质量控制、计算机等技能均有较高的要求。

本系列图书以工程类本科生（尤其是高职学生）和制造业银领的培训为对象，包括机、电、管三个领域。在内容上注重实践性、启发性、科学性，强调诸如制造、环境影响、质量、商务和经济等工程实践的多重功能。从当前工程人才的素质需求和实际出发，努力做到理论与实践并重，理论与实际相结合，基本概念清晰，重点突出，简明扼要，深入浅出，通俗易懂，以现代工程训练为特色，重视能力的培养，面向生产实际，并考虑与国际教育交流，反映新技术、新工艺、新材料的应用和发展。

本套丛书的编写是适应我国制造业发展形势，在教育上的一个创新，值得鼓励。由于是一个创新，其中就不会没有问题，没有不足之处。我与编者的心情一样，希望读者能及时指出其中的问题与不足之处，有助于本系列图书不断改进，编者的水平不断提高。

谨以为序。

中国科学院院士
华中科技大学教授



2004年4月

前 言

随着科学技术的进步与发展,数控机床及加工中心的应用已日趋普及,现代数控加工技术使得机械制造过程发生了巨大的变化,对技术人员的要求也越来越高。为适应数控技术教学和人才培养的需求,我们编写了《加工中心》一书。本书力求紧跟现代加工技术的步伐,以介绍实用技术为主,系统阐述加工中心的基本结构,加工中心的工艺,加工中心的编程,加工中心的操作及维护方法。

本书以理论联系实际为指导、以技术应用为目标,把熟悉结构原理和掌握应用作为学习的基本要求。在内容上力求做到系统性、实用性和综合性,通俗易懂并具有实际指导意义。全书分两篇共九章。第一篇介绍加工中心基础知识,第二篇介绍加工中心编程与操作。主要内容包括:加工中心的机、电、液及检测装置的结构及特点;加工中心的工艺与编程;加工中心的操作;加工中心的故障诊断及维护方法,并精选了大量经过实践验证的典型实例。

为了适应市场的需要,在数控系统选型上,注重市场应用的普遍性。选择目前在加工中心上使用最普遍的 FANUC 和 SIEMENS 等公司的数控系统。另外考虑实用性,对 FANUC 和 SIEMENS 两大数控系统的编程和操作作了较为系统的介绍。在数控自动编程方面,主要介绍了目前常用的 MasterCAM 等自动编程软件。

本书主要供高等院校机电一体化专业和机械制造等专业开展数控技术教学使用,本书可作为高等工科院校的专业教材,也可供高职数控专业学生以及从事数控加工的工程技术人员参考。

参加本书编写有:范真、杨兴华、袁锋和吴明友等老师。戈晓岚和丁建宁教授对本书的编写给予了指导。周建忠教授对全书进行了主审。

本书在编写过程中参阅了国内外同行有关的资料、文献和教材,并得到了专家和同行,特别是常州轻工职业技术学院老师的支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促、编者的水平有限,加以数控技术的迅速发展,书中一定有不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

编者

2004 年 4 月

目 录

第一篇 加工中心基础知识

第一章 加工中心概论	1
第一节 数控机床及加工中心.....	1
第二节 加工中心的组成、分类、结构特点.....	5
第三节 插补原理及计算机数控 (CNC) 系统原理	12
第四节 加工中心的发展	22
思考题	26
第二章 加工中心典型部件	27
第一节 加工中心布局结构	27
第二节 加工中心主传动系统	29
第三节 加工中心进给传动系统	35
第四节 加工中心支承系统	37
第五节 加工中心刀库及自动换刀装置	39
第六节 加工中心刀具系统	47
第七节 回转工作台及工件交换系统	54
思考题	62
第三章 加工中心控制、检测系统	63
第一节 加工中心电气控制系统	63
第二节 加工中心气、液压系统	75
第三节 常用位置检测装置	84
思考题	97
第四章 加工中心的工艺分析	98
第一节 加工中心的工艺处理	98
第二节 工件的定位及夹具的选择.....	110
第三节 加工中心刀具的选择.....	116
思考题.....	120

第二篇 加工中心编程与操作

第五章 加工中心编程基础	121
第一节 数控编程概述.....	121
第二节 数控编程规则.....	125
第三节 数控编程中的数值计算.....	130
第四节 加工中心宏程序编制.....	131
思考题.....	141
第六章 SIEMENS 系统加工中心编程与操作	142
第一节 SIEMENS 系统基本功能	142
第二节 SIEMENS 系统加工中心基本编程指令	146
第三节 加工中心编程实例.....	164
第四节 SIEMENS 系统加工中心操作面板	171
第五节 SIEMENS 系统加工中心基本操作	176
思考题.....	186
第七章 FANUC-OMC 系统加工中心编程与操作	189
第一节 FANUC-OMC 系统基本功能	189
第二节 FANUC-OMC 系统加工中心基本编程指令	191
第三节 加工中心编程综合实例.....	209
第四节 VMC2040 立式加工中心操作面板	218
第五节 加工中心基本操作.....	227
思考题.....	233
第八章 加工中心 CAD/CAM 软件自动编程	235
第一节 自动编程概述.....	235
第二节 Master CAM 自动编程软件.....	236
第三节 Master CAM 自动编程实例.....	239
第四节 Unigraphics 软件自动编程简介	250
思考题.....	255
第九章 加工中心的使用与维护	256
第一节 加工中心的安装和调试.....	256
第二节 加工中心的合理使用.....	260

第三节	加工中心的维护	261
第四节	加工中心故障诊断方法	263
第五节	机械故障诊断	265
第六节	控制系统故障诊断	266
第七节	伺服系统故障诊断	267
第八节	常见的操作故障	270
思考题		271
参考文献		272

第一篇 加工中心基础知识

第一章 加工中心概论

第一节 数控机床及加工中心

一、数控机床及其工作原理

1. 数控机床的基本概念

数控机床是将加工过程的各种机床动作由数字化的代码表示，通过某种载体将信息输入数控系统，控制计算机对输入的数据进行处理，从而控制机床的伺服系统或其他执行元件，使机床加工出所需要的工件。数控机床是一种装了程序控制系统的机床。该系统能逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。数控机床是典型的机电一体化的产品。

2. 数控机床的构成及基本工作原理

数控机床主要由控制介质、数控装置、伺服系统、辅助装置和机床本体组成(图 1-1)。

(1) 控制介质 用于记载各种加工信息(如零件加工的工艺过程、工艺参数和位移数据等)，控制机床的运动，实现零件的机械加工的中间媒介物质。控制介质又称信息载体。

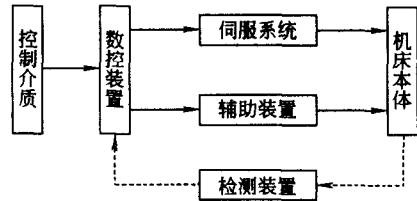


图 1-1 数控机床的基本构成

(2) 数控装置 是数控机床的运算和控制系统，也是数控机床的核心。它的功能是接受输入装置输入的加工信息，经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后，发出相应的脉冲送给伺服系统，通过伺服系统控制机床的各个运动部件按规定要求动作。数控装置集成了微电子技术、信息技术、自动控制技术、驱动技术、监控检测技术、软件工程技术和机械加工工艺知识。数控机床正是在它的控制下，按照给定的程序自动地对机械零件进行加工。

(3) 伺服系统及位置检测装置 伺服系统由伺服驱动电动机和伺服驱动装置组成，它是数控系统的执行部分。其基本作用是接收数控装置发来的指令脉冲信号，控制机床执行部件的进给速度、方向和位移量，以完成零件的自动加工。每

个进给运动的执行部件都配有一套伺服系统。伺服系统有开环、闭环和半闭环之分，在闭环和半闭环伺服系统中，还需配有位置测量装置，直接或间接测量执行部件的实际位移量。

(4) 辅助装置 辅助装置包括自动换刀装置、转位和夹紧装置、电气及液压气动控制系统、冷却、润滑、排屑、防护等装置。

(5) 机床本体 数控机床的本体包括主运动部件、进给运动执行部件及其传动部件和床身立柱等支承部件。

数控机床加工零件时，首先应根据零件图纸制定加工方案，然后把图纸要求变成数控装置能接受的信息代码，即编制零件的加工程序，这是数控机床的工作指令。将加工程序输入到数控装置，再由数控装置控制机床主运动的变速、启停、进给的方向、速度和位移量，以及其他如刀具选择更换、工件的夹紧松开、冷却润滑的开关等动作，使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数进行工作，从而加工出符合要求的零件。

3. 数控机床的分类

(1) 按工艺用途分 数控机床可分为数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床、数控镗铣床、数控齿轮加工机床、数控电火花加工机床、数控线切割机床、数控冲床、数控剪床、数控激光加工机、数控液压机等各种工艺用途的数控机床。

(2) 按机床运动控制方式分 数控机床可分为点位控制、直线控制和轮廓控制三种。如图 1-2 所示。其中轮廓控制数控机床（又称连续控制数控机床）的特点是不管数控机床有几个控制轴，其中任意两个或两个以上的控制轴能实现联动控制，从而实现轨迹控制。根据联动轴的数量，可分成两轴联动、三轴联动和多轴联动数控机床。

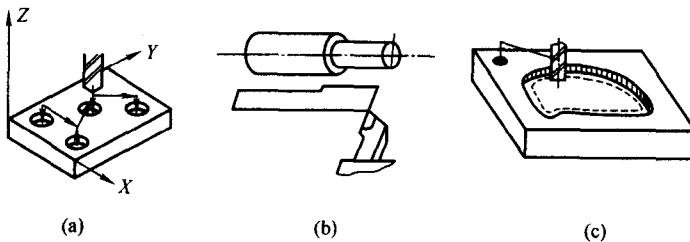


图 1-2 数控机床运动控制方式

(a) 点位控制；(b) 直线控制；(c) 轮廓控制

(3) 按有无位置检测和反馈装置分 数控机床可分为开环控制系统、闭环控制系统和半闭环控制系统三种，如图 1-3 所示。

(4) 按数控装置的构成方式分 数控机床可分为硬件数控（简称 NC；Numerical Control）系统和软件数控（简称 CNC；Computer Numerical Control）

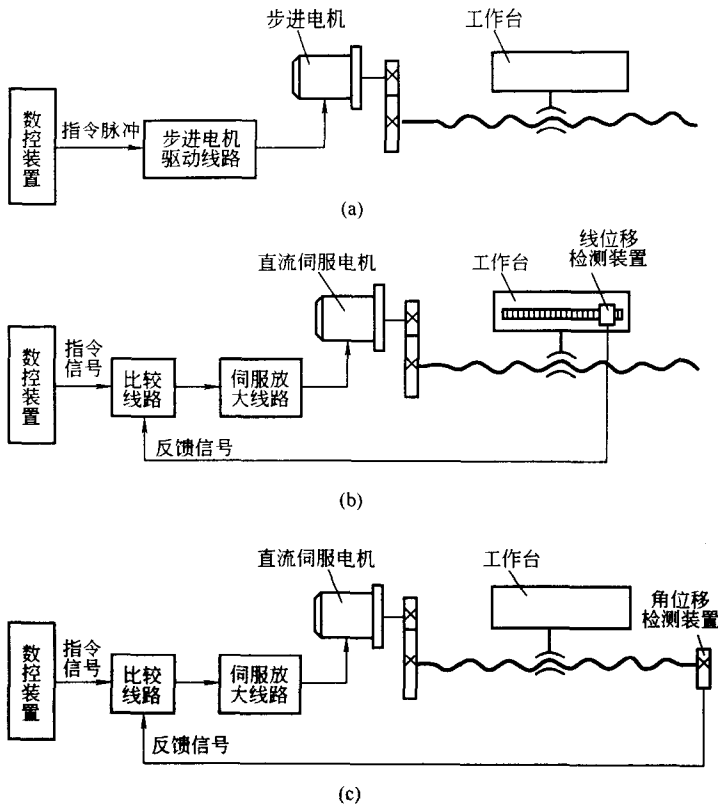


图 1-3 控制系统分类

(a) 开环控制系统；(b) 闭环控制系统；(c) 半闭环控制系统

系统两种。硬件数控系统的信息输入处理、运算和控制功能，都由专用的固定组合逻辑电路来实现，不同功能的机床，其组合逻辑电路不同。改变或增减控制、运算功能时，需要改变数控装置的硬件电路。软件数控系统也称计算机数控系统，使用软件数控装置。这种数控装置的硬件电路是由小型或微型计算机加上通用或专用的大规模集成电路制成的，数控机床的主要功能几乎全部由系统软件来实现，修改或增减系统功能时，不需要变动硬件电路，只需要改变系统软件。因此，它具有较高的灵活性。

二、加工中心的功能及特点

1. 加工中心的功能

加工中心 (Machining Center-MC) 是一种功能较全的数控加工机床。它把铣削、镗削、钻削和切削螺纹等功能集中在一台设备上，使其具有多种工艺功能。加工中心设置有刀库，刀库中存放着不同数量的各种刀具或量具，在加工过

程中由程序自动选用和更换。这是它与数控铣床、数控镗床的主要区别。加工中心与同类数控机床相比结构较复杂，控制系统功能较多。加工中最少有三个运动坐标系，多的达十几个。其控制功能最少可实现两轴联动控制，实现刀具运动直线插补和圆弧插补。多的可实现五轴联动、六轴联动，从而保证刀具进行复杂加工。加工中心还具有不同的辅助功能；如：各种加工固定循环，刀具半径自动补偿，刀具长度自动补偿，刀具破损报警，刀具寿命管理，过载超程自动保护，丝杠螺距误差补偿，丝杠间隙补偿，故障自动诊断，工件与加工过程图形显示，人机对话，工件在线检测和加工自动补偿、离线编程等，这些功能提高了数控机床的加工效率，保证了产品的加工精度和质量，是普通加工设备无法相比的。

2. 加工中心的特点

加工中心是典型的集高新技术于一体的机械加工设备，它的发展代表了一个国家设计、制造的水平，因此在国内企业界都受到高度重视。加工中心综合加工能力较强，工件一次装夹后能完成较多的加工步骤，加工精度较高，对于中等加工难度的批量工件，其效率是普通设备的5~10倍。加工中心对形状较复杂，精度要求高的单件加工或中小批量多品种生产更为适合。特别是对于必须采用工装和专机设备来保证产品质量和效率的工件，采用加工中心加工，可以省去工装和专机。这为新产品的研制和改型换代节省大量的时间和费用，从而使企业具有较强的竞争能力。因此它也是判断企业技术能力和工艺水平标志的一个方面。如今，加工中心已成为现代机床发展的主流方向，广泛用于机械制造中。与普通数控机床相比，它有以下几个突出特点。

(1) 工序集中 加工中心备有刀库，能自动换刀，并能对工件进行多工序加工。现代加工中心可使工件在一次装夹后实现多表面、多工位的连续、高效、高精度加工，即工序集中。这是加工中心最突出的特点。

(2) 加工精度高 加工中心同其他数控机床一样具有加工精度高的特点，而且加工中心可一次装夹工件，实现多工序集中加工，减少了多次装夹带来的误差。故加工精度更高，加工质量更加稳定。

(3) 适应性强 加工中心对加工对象的适应性强。加工中心改变加工零件时，只需重新编制（更换）程序，输入新的程序就能实现对新的零件的加工，这对结构复杂零件的单件、小批量生产及新产品试制带来极大的方便。同时，它还能自动加工普通机床很难加工或无法加工的精密复杂零件。

(4) 生产效率高 加工中心带有刀库，在一台机床上能集中完成多种工序，因而可减少工件装夹、测量和机床的调整时间，减少工件半成品的周转、搬运和存放时间，机床的切削利用率（切削时间和开动时间之比）高。

(5) 经济效益好 加工中心加工零件时，虽分摊在每个零件上的设备费用较

昂贵,但在单件、小批生产的情况下,可以节省许多其他方面的费用。由于是数控加工,加工中心不必准备专用钻模等工艺装备,加工之前节省了划线工时,零件安装到机床上之后可以减少调整、加工和检验时间。另外,由于加工中心的加工稳定,减少了废品率,使生产成本进一步下降。

(6) 自动化程度高,劳动强度低 加工中心的加工零件是按事先编好的程序自动完成的,操作者除了操作键盘、装卸零件、进行关键工序的中间测量以及观察机床的运行之外,不需要进行繁重的重复性手工操作,劳动强度可大为减轻。

(7) 有利于生产的现代化管理 用加工中心加工零件,能够准确地计算零件的加工工时,并有效地简化检验和工夹具、半成品的管理工作。这些特点有利于使生产管理现代化。当前有许多大型 CAD/CAM 集成软件已经开发了生产管理模块,实现了计算机辅助生产管理。加工中心使用数字信息与标准代码输入,最适宜计算机联网及管理。加工中心的工序集中加工方式有其独特的优点,但也带来一些问题。

① 工件由毛坯直接加工为成品,一次装夹中金属切除量大、几何形状变化大,没有释放应力的过程,加工完了一段时间后内应力释放,使工件变形。

② 粗加工后直接进入精加工阶段,工件的温升来不及回复,冷却后尺寸变动,影响零件精度。

③ 装夹工件的夹具必须满足既能承受粗加工中大的切削力,又能在精加工中准确定位的要求,并且零件夹紧变形要小。

④ 切削不断屑,切屑的堆积、缠绕等会影响加工的顺利进行及工件的表面质量,甚至损坏刀具,产生废品。

第二节 加工中心的组成、分类、结构特点

一、加工中心的组成

加工中心是计算机控制下的自动化机床,一般其控制方式大致如图 1-4 所示。虽然自 1958 年美国的卡尼-特雷克公司在—台数控镗铣床上增加了自动换刀装置,诞生第一台加工中心以来,出现了各种类型的加工中心,外形结构各异,但总体结构主要由以下几部分组成。

1. 基础部件

由床身、立柱和工作台等大件组成。它们是加工中心的基础结构,这些大件可以是铸铁件也可以是焊接的钢结构件,它们要承受加工中心的静载荷以及在加工时的切削负载,因此必须是刚度很高的部件,也是加工中心中质量和体积最大的部件。

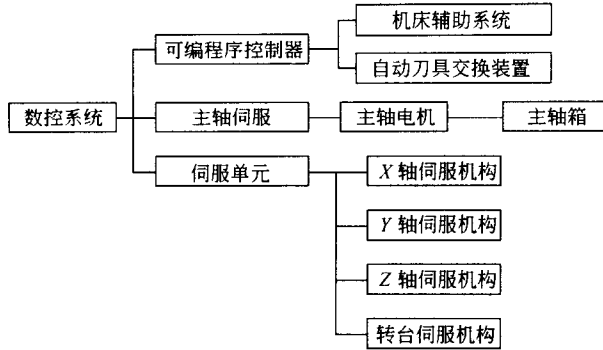


图 1-4 加工中心控制结构

2. 主轴部件

由主轴伺服电源、主轴电机、主轴箱、主轴、主轴轴承和传动轴等零件组成。主轴的启动、停止和变速等均由数控系统控制，并通过装在主轴上的刀具参与切削运动，是切削加工的功率输出部件。主轴是加工中心的关键部件，其结构的好坏对加工中心的性能有很大的影响，它决定着加工中心的切削性能、动态刚度、加工精度等。主轴内部刀具自动夹紧机构是自动刀具交换装置的组成部分。

3. 数控系统

单台加工中心的数控部分由 CNC 装置、可编程序控制器、伺服驱动装置以及电机等部分组成。CNC 装置根据它的包含功能、可控轴数、主运算器的性能等分成各种供配置加工中心用的系统，它采用微处理机、存储器、接口芯片等，通过软件实现数控机床要求的各种功能。可编程序控制器替代一般机床中机床电气柜，执行数控系统指令，控制机床执行动作。数控系统主要功能有：控制功能、进给功能、主轴功能、辅助功能、刀具功能和第二辅助功能、补偿功能、字符图形显示功能、自诊断功能、通信功能、人机对话程序编制功能等。数控系统是加工中心执行顺序控制动作和完成加工过程的控制中心。

4. 自动换刀系统

该系统是加工中心区别于其他数控机床的典型装置，它解决工件一次装夹后多工序连续加工中，工序与工序间的刀具自动储存、选择、搬运和交换任务。它由刀库、机械手等部件组成。刀库是存放加工过程所要使用的全部刀具的装置；当需要换刀时，根据数控系统的指令，由机械手（或通过别的方式）将刀具从刀库取出装入主轴孔中。刀库有盘式，鼓式和链式等多种形式，容量从几把到几百把。机械手的结构根据刀库与主轴的相对位置及结构的不同也有多种形式。如单臂式，双臂式，回转式和轨道式等等。有的加工中心不用机械手而利用主轴箱或

刀库的移动来实现换刀的。

5. 自动托盘交换系统

有的加工中心为了实现进一步的无人化运行或进一步缩短非切削时间，采用多个自动交换工作台方式储备工件。一个工件安装在工作台上加工的同时，另外一个或几个可交换的工作台面上还可以装卸别的工件。当完成一个托盘上工件的加工后，便自动交换托盘，进行新零件的加工，这样可以减少辅助时间，提高加工效率。

6. 辅助系统

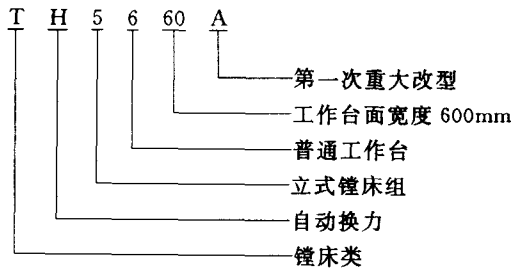
包括润滑、冷却、排屑、防护、液压和随机检测系统等部分。辅助系统虽不直接参与切削运动，但对加工中心的加工效率，加工精度和可靠性起到保障作用，因此也是加工中心中不可缺少的部分。

二、加工中心的分类

1. 加工中心的型号

目前我国机床型号的编制方法是按 GB/T 15375—94《金属切削机床 型号编制方法》规定，加工中心的型号编制方法，根据通用或专用机床型号的编制方法套用。

加工中心型号示例：



机床的类别用汉语拼音字母表示，“T”表示镗床类等；通用特性代号在类别代号之后也用汉语拼音字母予以表示，加工中心通用特性代号为 H（自动换刀）；组别、系别代号用阿拉伯数字组成，位于类别代号或通用特性代号之后，第一位数字表示组别，第二位数字表示系列；机床主参数用阿拉伯数字表示，阿拉伯数字表示的是机床主参数的折算值，上述加工中心用两位数字表示工作台宽度的 1/10；机床重大改进顺序号，在原机床型号后用 A、B、C、D 等英文字母表示。

2. 加工中心的分类

(1) 按工艺用途分

① 镗铣加工中心 镗铣加工中心是机械加工应用最多的一类加工设备。其加工范围主要是铣削、钻削和镗削，适用于多品种小批量生产的箱体、壳体以

及复杂零件特殊曲线和曲面轮廓的多工序加工。

② 钻削加工中心 钻削加工中心的加工以钻削为主，刀库形式多为转塔头。适用于中小零件的钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹等多工序加工。

③ 车削加工中心 车削加工中心以车削为主，主体是数控车床，机床上配备有转塔式刀库或由换刀机械手和链式刀库组成的刀库。

④ 复合加工中心 在一台设备上可以完成车、铣、镗、钻等多工序加工的加工中心称之为复合加工中心，可代替多台机床实现多工序加工。工件一次装夹后，能完成多个面的加工。复合加工中心多指五面加工中心，它的主轴或工作台可作水平和垂直转换，这种加工中心兼有立式和卧式加工中心的功能，在加工过程中可保证工件的位置精度。

(2) 按机床形态分

① 立式加工中心 主轴为垂直状态的加工中心，能完成铣削、镗削、钻削、攻螺纹等多工序加工。立式加工中心适宜加工高度尺寸较小的零件。图 1-5 为 JCS-018A 型立式加工中心。

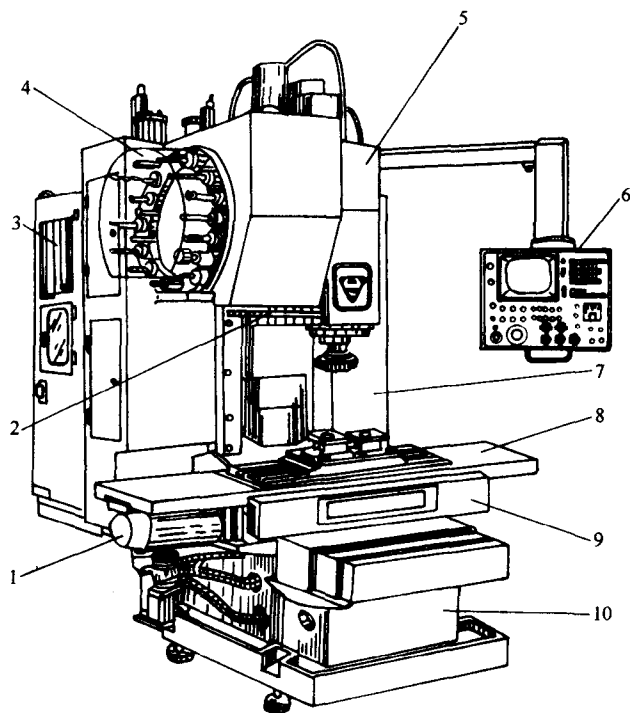


图 1-5 JCS-018A 型立式加工中心

- 1—直流伺服电机；2—换刀机械手；3—数控柜；4—盘式刀库；5—主轴箱；
6—机床操作面板；7—驱动电源柜；8—工作台；9—滑座；10—床身