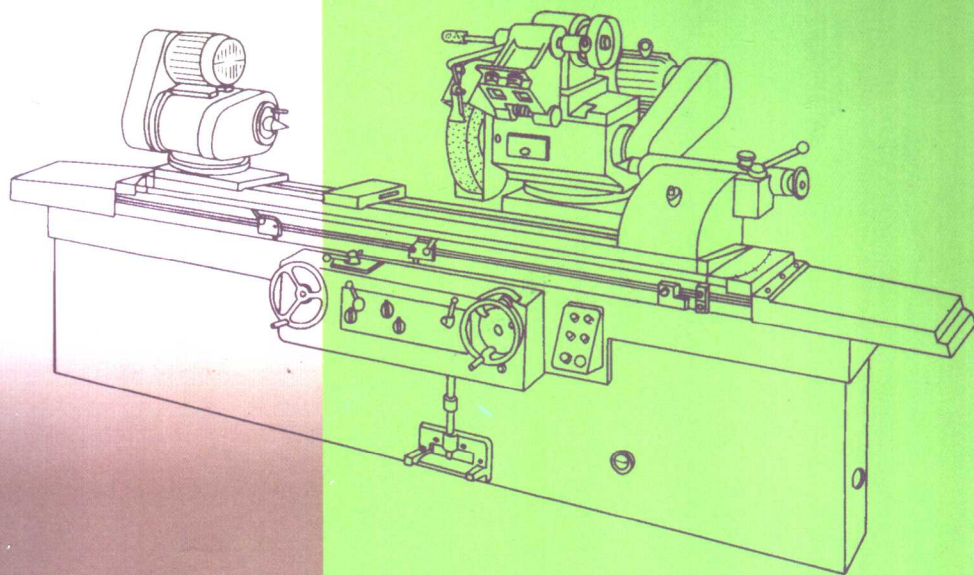




教育部高职高专规划教材

现代机床设备

顾京 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

现代机床设备

顾京 主编

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

现代机床设备/顾京主编. —北京:化学工业出版社,
2001.7
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-3303-6

I. 现… II. 顾… III. 机床-高等学校:技术学
校-教材 IV. TG502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039889 号

教育部高职高专规划教材

现代机床设备

顾京 主编

责任编辑:高钰

责任校对:顾淑云

封面设计:郑小红

*

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
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14 1/4 字数 350 千字

2001 年 7 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-5025-3303-6/G · 866

定 价: 22.00 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

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本书编写的指导思想是：以培养在生产一线的高级技术应用性人才为根本目标，根据高等职业技术教育教材开发的综合化、实施化与先进性原则，体现高等职业技术教育的教育特色，设置教材体系，突出对现代机床设备应用基本方法的掌握和着重培养生产现场的实施能力，以适应现代制造业发展的需求。

本教材主要涉及传统教材体系中“金属切削机床”、“数控机床结构与应用”等课程内容。原“金属切削机床”经过多年发展，已形成较完整的教学内容及教材体系，但近年来随着数控机床的飞速发展，数控机床的结构已成为相关专业必不可少的教学内容。数控机床在本质上仍属于金属切削机床的范畴，其结构是以传统金属切削机床为基础的，但由于数控加工的特点，对数控机床结构提出了新的要求，这又使数控机床在结构上有别于传统的金属切削机床。为读者建立金属切削机床的基础知识，重点介绍数控机床的结构特点与使用方法，进而培养对现代机床设备的使用、调整和维护的专业能力，就是本书的主要任务。

全书共分十一章。第一章和第二章主要介绍了机床发展的概况和机床传动的基础知识。第三章至第七章，分别介绍了车床、铣床、钻床和镗床、磨床、齿轮加工机床，在每一章中都较详细地介绍了一台普通机床和一台数控机床，如在第三章中阐述了 CA6140 型卧式车床和 HM077CNC 型卧式数控车床的性能、传动、主要部件结构及有关调整计算，以掌握分析、调整机床设备的方法。第八章主要分析了加工中心的结构特点和使用方法。第九章介绍数控特种加工机床的加工基本原理和特点，以及使用和调整方法。第十章重点介绍通用机床数控化改造的基本知识。第十一章详细介绍有关数控机床使用的技术问题。每章均有练习与思考，便于课后复习。

本书由无锡职业技术学院顾京主编，湖南工业职业技术学院周承华副主编。第一章、第二章、第五章的第一节和第二节、第六章由无锡职业技术学院顾京编写，第三章由湖南生物与机电工程职业技术学院谢培甫、曾宪章编写，第四章、第十一章由湖南工业职业技术学院周承华编写，第七章、第八章由无锡职业技术学院刘名编写，第九章、第五章的第三、四节由常州机械制造学校吴新腾编写，第十章由湖南工业职业技术学院周晓宏编写。

本书由上海交通大学机械工程学院胡德金教授主审，上海交通大学机械工程学院翁世修教授、无锡职业技术学院徐永生教授对本教材也给予了全面的指正。同时，江苏省原机械厅总工程师徐王全、南通纵横国际股份有限公司数控机床制造分公司总工程师张芳言、上海第二机床厂高级工程师张仲益、江苏省常州机床厂副总工程师龚仲华、南京第二机床厂总工程师李光华及上海第三机床厂技术部门等均对本书给予了大力支持，在此表示深深的谢意。

由于编者水平所限且时间仓促，错误与不足之处在所难免，敬请批评指正。

编 者

2001.5

目 录

第一章 概论	1
第一节 金属切削机床的地位和发展概况	1
第二节 数控机床的基本概念	3
第三节 金属切削机床的分类与型号编制	7
练习与思考题	12
第二章 机床传动的基本知识	13
第一节 机床的运动	13
第二节 机床的传动系统	15
第三节 常用传动机构	18
练习与思考题	26
第三章 车床	27
第一节 概述	27
第二节 CA6140 型卧式车床	30
第三节 HM-077 型卧式数控车床	52
练习与思考题	63
第四章 铣床	65
第一节 概述	65
第二节 X6132 型万能卧式升降台铣床	66
第三节 XK5032 立式升降台数控铣床	76
练习与思考题	82
第五章 钻床和镗床	84
第一节 概述	84
第二节 Z3040 型摇臂钻床	84
第三节 TP619 型卧式铣镗床	87
第四节 ZK7640 型立式数控镗铣钻床	89
练习与思考题	92
第六章 磨床	94
第一节 概述	94
第二节 M1432A 型万能外圆磨床	94
第三节 MK1320A 型数控外圆磨床	101
练习与思考题	107
第七章 齿轮加工机床	108
第一节 概述	108
第二节 Y3150E 型滚齿机	109
第三节 YS3120CNC 型数控高速滚齿机	118

练习与思考题	126
第八章 加工中心	128
第一节 概述	128
第二节 加工中心的刀库和换刀	129
第三节 回转工作台	137
第四节 XH714 立式加工中心	141
练习与思考题	153
第九章 数控特种加工机床	154
第一节 概述	154
第二节 数控电火花成形机床	155
第三节 数控电火花线切割机床	159
练习与思考题	165
第十章 通用机床的数控化改造	166
第一节 概述	166
第二节 车床的数控化改造	167
第三节 铣床的数控化改造	178
练习与思考题	185
第十一章 数控机床的使用技术	186
第一节 数控机床的选用	186
第二节 数控机床的安装与调试	193
第三节 机床的验收与精度检验	195
第四节 数控机床的维护	202
练习与思考题	206
附录	207
参考书目	218

第一章 概 论

在工业、农业等各个生产领域中，在人民的日常生活中，使用着各种各样的机器设备和工具。这些机器和工具是由一定形状和尺寸的机械零件所组成。生产这些零件并把它们装配成为机器设备或工具的工业称为机械制造业。在机械制造业中所使用的主要加工设备都是机床。

机床是对金属、其他材料的坯料或工件进行加工，使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器。机床是制造机器的机器，也是能制造机床自身的机器，这是机床区别于其他机器的主要特点，故机床又称为工作母机或工具机。

机床主要分为：①金属切削机床，主要用于对金属进行切削及特种加工；②锻压机械，用于对坯料进行压力加工，如锻造、挤压和冲裁等。③木工机床，用于对木材进行切削加工。狭义的机床仅指使用最广、数量最多的金属切削机床，本教材主要讨论这类机床的结构特点、调整原理、使用及维护方法。

第一节 金属切削机床的地位和发展概况

金属切削机床 (Metal cutting Machine tool) 常简称为机床 (Machine tool)，它是采用切削、特种加工等方法将金属毛坯 (或半成品) 的多余金属去除，制成机械零件的一种机器，制造的机械零件应能达到零件图样所要求的表面形状、尺寸精度和表面质量。

一、金属切削机床在国民经济中的地位

金属切削机床是制造机器的机器，所以又称为工作母机。机械制造行业所用的机床、工具和制造过程组成了机械制造系统 (Manufacturing system)。从只包括一台机床的机械制造系统 (图 1-1) 中可看出，一个机械制造系统是由机床、工具和制造过程三部分组成的闭合回路系统。

机床是用来向制造过程提供工具与零件之间的相对位置和相对运动的机器，以及为转变零件形状、质量提供能量的机器。机床可以看成是由三个子系统组成：

① 定位 (Positioning) 子系统。用以建立工具与零件的相对位置；

② 运动 (Movement) 子系统。为加工零件提供切削运动和辅助运动；

③ 能量 (Energy) 子系统。为加工过程提供改变零件形状的能量；

工具 (Tool) 包括刀具和夹具。它们与定位子系统相联，并通过运动子系统与零件和制造过程形成回路。

制造过程是对输入的材料或毛坯以及其他信息进行加工、转变的过程。

一般来说，要求精度高、表面粗糙度较小的零件，都要在机床上用切削加工的方法经过

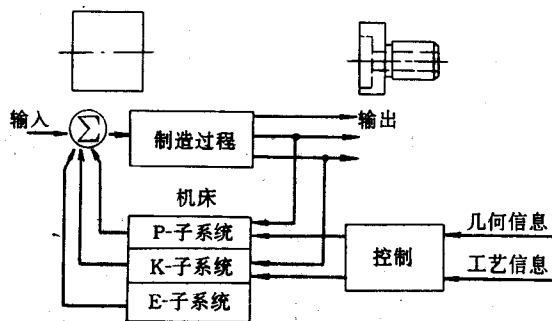


图 1-1 机械制造系统的组成

几道或者几十道工序才能制成。由此可见机床在机械制造系统中占有极其重要的地位,机床设备占有相当大的比重,一般都在 50% 以上,所担负的工作量占机器总制造工作的 40%~50%。机床是机械工业的基本生产设备,它的品种、质量和加工效率直接影响着其他机械产品的生产技术和经济效益。因此,机床工业的现代化水平和规模,以及所拥有的机床数量和质量是一个国家工业发达程度的重要标志之一。

机械制造工业担负着为国民经济建设提供现代技术装备的重要任务,必须超前为其他部门提供适合需要的先进技术装备。一个现代化的机械制造业必须有一个现代化的机床制造业作后盾。即使在科技飞速发展、信息产业异军突起的今天,世界各发达国家如美国仍对先进制造技术十分重视,将现代制造技术列为第一优先重点支持的领域。制造技术对科学发展起着基础保证作用,没有先进的仪器、装备等,许多科学研究和发现都是不可能的。这就要求机床工业部门不断提高技术水平,超前为各个机械制造厂提供先进的现代化机床,以保证制造技术的不断进步。所以,机床制造业在国民经济的现代化发展中起着重大的作用。

二、金属切削机床的发展概况

机床是在人类改造自然的长期斗争中产生,又随着社会生产的发展和科学技术的进步而不断发展、不断完善的。机床经历了漫长而又非常缓慢的发展进程。

早在 6000 多年前,人类就发明了原始的钻床和木工车床。19~20 世纪,随着电动机的问世及齿轮传动的出现,才使机床基本上具备了现代机床的结构形式。

目前,随着电子技术、计算机技术、信息技术、激光技术等的发展及在机床领域中的应用,使机床具备了多样化、精密化、高效化、自动化的时代特征。

近年来,数控机床以其加工精度高、生产率高、柔性高、自动化程度高、适应中小批量生产而日益受到重视。80 年代是数控机床开始大发展的年代,数控机床和加工中心已成为当今机床发展的趋势。

到 1999 年,日本已连续 17 年保持世界第一机床生产国的地位。1998 年,日本机床产值占世界机床总产值的 28%,产值数控化率为 86.3%,且主要生产技术水平较高的数控机床。

在机床生产国中,美国是世界第一机床消费大国。其机床技术的发展在国际机床发展中起着重要作用。随着经济的持续增长,机床的需求也连续增长,仅 1998 年上半年的机床总消费量就达 15575 台。

由于中国历史上的长期封建统治及以后的帝国主义侵略和掠夺,在新中国成立之前,没有自己的机床制造业。新中国成立以后才开始改建及兴建了一批机床制造厂,开展各种机床的研究和制造工作。30 多年来,中国机床工业已形成了一个布局合理、产品门类齐全的完整体系,能够生产出从小型的仪表机床到重型机床的各类机床,从各种通用机床到各种精密、高效率、高自动化的机床和自动线,并已具有成套装备现代化工厂的能力,有些机床的性能已经接近世界先进水平。1997 年,中国机床工业产值占世界第七位,达 4.6%。在数控系统的开发与生产方面,通过“七五”引进、消化、吸收,“八五”攻关和“九五”产业化,国产系统已初步占领国内市场,并在 80 年代已批量进入市场,国外对中国限制的高档系统也已被我们一一突破,国产数控机床的可控轴数为 30、24 或 16,联动轴数可达 9 轴。

在现代机械制造技术中,数控机床技术是柔性制造系统 FMS (Flexible Manufacturing System)、计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 以及 CAD/CAM 的基础,因此可以说,数控机床是现代机床的典型代表。中国机床工业近年来取得的成绩是巨大的,但由于起步晚、底子薄,与世界先进水平比,还有较大差距。1998 年,中

国机床产量的数控化率为7%，机床产值的数控化率为37%。普通型数控机床产量占数控机床总产量的70%，普通型数控机床产值占全部数控机床产值的86%。我们必须奋发图强、努力工作，以便跟上现代机床技术飞速发展的需要。

第二节 数控机床的基本概念

数控机床是综合应用了计算机技术 (Computer technique)、自动控制 (Autocontrol)、精密测量 (Precision) 和机械设计 (Machine design) 等方面的最新成就而发展起来的一种典型的机电一体化产品。

一、数控机床的产生及定义

在传统的机械制造业中，一个生产企业采用什么样的机床装备，主要取决于它的生产类型。对于大批大量生产，采用专用机床、组合机床、生产线及其相应的工装。这种生产方式的投资大、周期长及产品不易更新换代。对于单件和中、小批量的生产类型，则采用通用万能机床和仿形机床，而这种生产方式需要制造靠模和调整机床，耗费大量的手工劳动工时，并要求工人技术等级高，同样需要较长的生产准备周期，加工精度也很难达到更高的要求。

当前的世界已进入信息时代，科技进步日新月异。生产领域和高科技领域中的竞争日益加剧，产品技术进步、更新换代的步伐不断加快。现在单件小批量生产的零件已占到机械加工总量的80%以上，而且要求零件的质量更高、精度更高，形状也日趋复杂化，这是摆在机床工业面前的一个突出问题。为了解决复杂、精密、单件小批量以及形状多变的零件加工问题，一种新型的机床——数字控制 (Numerical control) 机床的产生也就是必然的了。1952年，美国的帕森公司和麻省理工学院率先研制成功世界第一台数控机床。

数字控制机床简称数控机床，是一种以数字量作为指令信息形式，通过专用或通用的电子计算机控制的机床。也可以说，数控机床是在数控系统的控制下，准确按事先安排的工艺流程，而自动地实现规定加工动作的金属切削机床。

二、数控机床的组成及基本工作原理

数控机床一般由控制介质、计算机数控装置、伺服驱动系统、辅助控制装置和机床本体组成。如图1-2所示，其中实线部分表示开环系统。为提高加工精度，再加入图中虚线表示的检测反馈系统，称闭环系统。

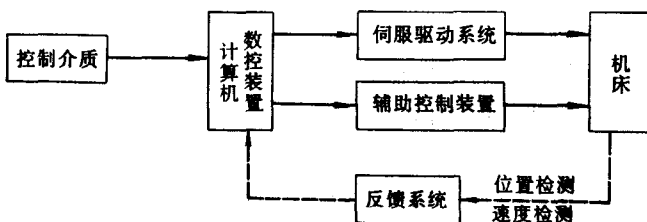


图 1-2 数控机床的组成

1. 控制介质 (Control medium)

数控机床是在数控系统的自动控制下工作的。数控机床工作时，所需的各种控制信息要靠某种中间载体携带和传输，这种载体称作“控制介质”。控制介质有多种，如穿孔带、磁带及磁盘等，现代数控机床多为磁盘直接读入信息，或通过串行口、网络方式传输信息，采用哪一种则取决于数控装置的类型。

2. 数控装置 (Numerically controlled unit)

数控装置是数控机床的控制中心。目前, 绝大多数数控机床采用微型计算机控制。机床数控装置由输入装置、控制器、运算器、存储器、输出装置等组成。见图 1-3。

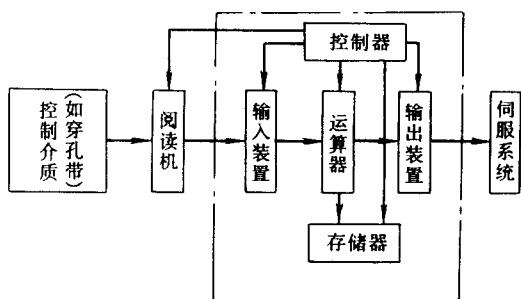


图 1-3 数控装置结构框图

输入装置的作用是进行译码转换, 将数字信息 (与运动轨迹有关的数字) 送入运算器进行插补运算, 将开关信息 (主轴启停、变速, 润滑及冷却液电动机启停, 换刀等指令) 送入控制器。

控制器按输入信息对数控装置进行统一协调和指挥。

运算器 (插补器) 的功能是进行插补运算, 算出刀具作轨迹运动所需要的一系列中间位置数值。插补法算出的各点位置应在

图形轨迹的附近, 所形成的加工误差不应超出允许值。

输出装置的功能是将插补器计算出来的刀具运动轨迹信息, 顺序地以脉冲或电压模拟量的形式输出。这些信息经功率放大后提供给机床的伺服装置, 驱动机床运动部件按计算的轨迹运动。输出部分的另一功能则是将指令的开关量输出给相应的装置, 以控制机床的工作状态。

随着计算机技术的发展, 机床数控装置逐步由通用的工业控制计算机代替了专用的计算机装置。通用计算机通用性强、性能好、价格低廉, 这一改变使数控机床的功能得到了进一步扩大和完善。

3. 伺服控制 (Servocontrol) 系统

数控机床与通用机床的不同之处还在于采用了由数控装置控制的伺服进给系统, 其作用是把来自数控装置的运动指令转变成机床移动部件的运动, 以加工出符合图样要求的工件。每个脉冲信号使机床移动部件产生的位移量叫做脉冲当量, 用 δ 表示。常用脉冲当量有 0.001mm/脉冲, 0.005mm/脉冲及 0.01mm/脉冲。

伺服系统由伺服控制电路、功率放大电路和伺服电动机组成, 常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机和直线电动机。伺服系统的性能是决定数控机床加工精度和生产效率的主要因素之一。

4. 辅助装置

辅助装置的作用是将数控装置送来的辅助控制指令经机床接口电路转换成强电信号, 用来控制主轴电动机的运动及其他辅助动作。

5. 反馈系统

机床上的测量装置将机床执行件 (如工作台、刀架等) 移动的实际位置、速度参数检测出来, 反馈系统将其转换成电信号, 并反馈回数控装置, 以判断机床执行件的实际位置、速度与指令值的偏差, 根据偏差值发出相应指令来纠正所产生的误差。

6. 机床

机床是指数控机床的机体, 它必须能保证数控装置和伺服系统的功能很好地实现。因而, 与通用机床相比, 数控机床本体的结构有以下特点。

(1) 由于采用了高性能的主轴及伺服传动系统, 数控机床的机械传动结构大为简化, 如在机床主传动系统中出现了电动机直接与主轴制成一体的电主轴结构。

(2) 为适应连续地自动加工,数控机床机械结构具有较高的动态刚度和阻尼精度,较高的耐磨性而且热变形小。

(3) 为减少摩擦,提高传动精度,更多地采用效率高的传动部件,如滚珠丝杠螺母副和直线滚动导轨等。

三、数控机床的特点

与通用机床相比,数控机床主要有以下特点。

1. 良好的柔性和广泛的通用性

在数控机床上改变加工对象时,只需要重新编制相应的加工程序,并输入到数控系统中,就能实现新工件的加工,满足产品市场竞争的需要。可见数控机床易于实现加工工件的转换,为单件、小批及试制新产品创造了有利条件。同时,数控系统的强大处理功能,可使机床执行件的运动能在几个方向联动,从而解决了复杂表面的加工难题。

2. 更高的加工精度和稳定的加工质量

数控机床是按程序指令工作的,其指令脉冲的脉冲当量普遍可达 $0.001\text{mm}/\text{脉冲}$,进给传动链采用间隙消除措施,并可对反向间隙和丝杠螺距误差进行自动补偿,所以可获得较高的加工精度。数控机床上的加工过程是自动完成的,可避免人为操作误差,使精度和效率都得到提高,且加工工件的尺寸一致性好,重复精度高,加工质量稳定。

3. 较高的生产率

数控机床的适应性强,生产准备简单,一般不需要复杂的工艺装备。当生产对象改变时,只需改变程序,就能实现自动加工,缩短了生产准备周期;对可自动换刀的加工中心,可在一台机床上实现多工序连续加工,生产率得到大大提高。因此,解决了工业上长期存在的单件、小批生产的自动化问题。

同时,数控机床的功率和机床刚度比通用机床高,允许进行大切削用量的强力切削;主轴和进给都采用无级变速,可达到最佳切削用量,有效降低了切削加工时间。

4. 减轻劳动强度、改善劳动条件

数控机床加工的自动连续性,使操作者不需进行具体的加工操作,这就使工人的劳动条件得到相应改善。

5. 有利于生产管理的现代化

用计算机管理生产是实现管理现代化的重要手段。数控机床的计算机控制,为计算机辅助设计、制造以及管理一体化奠定了基础。

目前,数控机床的价格还较昂贵,在中国目前的条件下,主要适用于加工精度要求较高、形状较复杂、要求频繁改型的小批量生产的工件。但随着机床成本的不断降低和数控技术的日益普及,数控机床的使用范围会越来越大,将在机械加工中被普遍采用。

四、数控机床的发展及计算机集成制造系统

传统的机械生产过程具有离散、间断和随机的特征,并有大中小批量之分。机械生产过程自动化首先是从大批量生产开始的。数控机床的出现,使中小批量生产自动化获得了突破。近年来,数控机床向工艺及功能集成方向发展,加工中心和车削中心得到广泛应用。随着柔性自动化的发展,以计算机技术为核心,把自动化设备集成为一个整体的柔性制造系统FMS已成为当前机床技术发展的主流。随着计算机网络信息技术的发展,又出现了比FMS柔性化、自动化程度更高,面向企业整个制造系统的计算机集成制造系统CIMS,它是一种使企业实现整体优化的理想模式。

1. 数控机床的发展

在现代制造系统中, 决定数控机床性能的数控技术是一项关键技术, 对制造业实现柔性自动化、集成化、智能化起着举足轻重的作用。目前, 数控技术正在发生着根本性变革, 由专用型封闭式开环控制模式向通用型开放式实时动态全闭环控制模式发展。前者在加工过程中的变量, 只能根据经验以固定参数形式事先设定, 加工程序在实际加工前用手工方式或 CAD/CAM 及自动编程系统进行编制。CAD/CAM 与数控系统之间没有反馈控制环节, 整个制造过程中数控机床只是一个封闭式的开环执行机构; 后者, 以通用计算机为基础, 在复杂环境以及多变条件下, 对加工过程中的刀具组合、工件材料、主轴转速、进给量、刀具轨迹、切削深度、步长、加工余量等加工参数, 可根据现场环境中外部干扰和随机因素实时动态调整, 通过反馈环节随机修正 CAD/CAM 中的设定量, 实现高效、高精度加工。

在数控机床的高速化发展中, 主轴的转速高达 60000r/min。传统的进给机构传动装置包括的旋转运动电动机和将旋转运动变为直线运动的机械传动装置(滚珠丝杠螺母副等)已不符合高工艺性概念机床的要求, 因而出现了适应高速进给的直线电动机传动装置, 它将直线位移机构的传动元件和执行元件相结合, 具有很高的动、静刚度, 其显著技术特性是: 最大位移不限, 最大速度达 150~210m/min, 加速度可达 50m/s²。

并联数控机床的研制, 使机床结构出现了质的变化。并联机床又称虚拟轴机床, 是 90 年代机床制造技术的新突破, 在国际上已销售数十台为企业所使用, 中国哈尔滨工业大学等研制的并联机床已进入实用阶段。

环保型机床也已初露端倪。机床运动部件的润滑脂润滑越来越多地替代润滑油润滑。通过对刀具和工件材料之间摩擦性能的研究, 无切削液的干切削技术成为机床发展的又一个重要课题。

2. 柔性制造系统

柔性制造系统是一种具有柔性自动化加工功能, 并能实现工件及其他与加工有关的物料在加工过程中的柔性自动输送、搬运和存储的智能化加工系统。

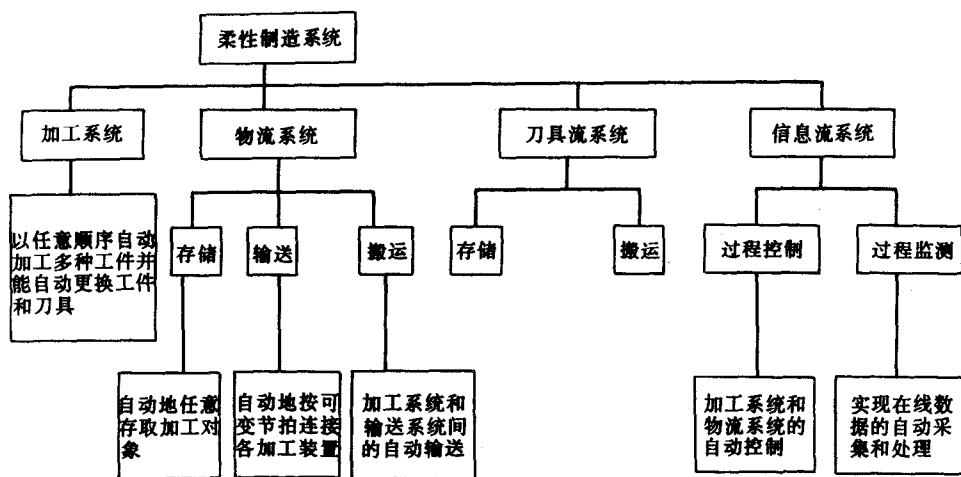


图 1-4 柔性制造系统的基本组成

图 1-4 所示为柔性制造系统。它的基本组成有以下四部分。

① 加工系统。一般是由数控加工中心为主体的一组加工单元, 是用以完成工件加工工序

的子系统。

② 物流系统。它通常由工业机器人,无人输送小车及自动仓库等组成,完成工件及毛坯的自动搬运和储藏任务。

③ 刀具流系统。它担负系统所需加工刀具的运输和保存。

④ 信息流系统。通常由一台或多级计算机管理控制系统组成,它对整个柔性制造系统实施全面管理和调度,以保证柔性制造系统柔性化、自动化的高效运行。

柔性制造系统提高了设备利用率和时间利用率,缩短了辅助时间,提高了生产率;减少了库存和周转;降低了生产费用;提高了加工精度和质量的稳定性;减轻了劳动强度,改善了劳动条件,适于中批量混型生产。

3. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统是在柔性制造技术、计算机技术、信息技术、自动化技术和现代管理科学的基础上,将制造工厂的全部生产、经营活动所需的各种自动化子系统,通过新的生产管理模、工艺理论和计算机网络有机地集成起来、以获得适用于多品种、中小批量生产的高效益、高柔性和高质量的智能制造系统。

应强调的是,计算机集成制造系统不仅是各种设备的集成,而更主要的是信息系统的集成;集成化不仅要通过计算机网络来实现,而且必须采用新的生产方式、方法和战略。图 1-5 所示是计算机集成制造系统问题空间,最里层是计算机集成制造系统的支撑条件,包括网络(NT)、数据库(DB)、系统技术(ST)、智能技术(IT);第二层反映企业内基本活动,包括工程、制造和管理;第三层反映企业有关市场,它与管理密切相关;最外层是企业存在环境,即与计算机集成制造系统有关的技术(T)、经济(E)、社会(S)。

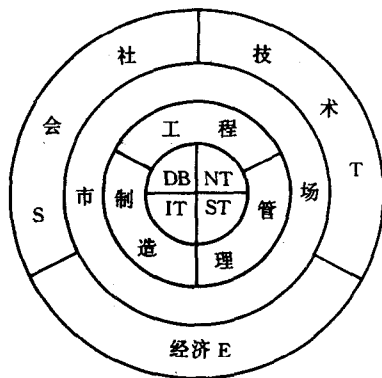


图 1-5 计算机集成制造系统问题空间

第三节 金属切削机床的分类与型号编制

中国的机床工业已经形成门类齐全、品种规格众多的工业体系。为了便于设计、开发、制造和管理使用,应该有一套科学合理的分类与型号编制的方法。

目前,金属切削机床的分类与型号编制已较为规范。而对数控机床,为进一步了解其特性,还可以从不同的角度进行分类说明。

一、金属切削机床的分类

目前,我国按机床的加工对象可分为通用机床、专门化机床和专用机床。通用机床是指可加工多种工件,完成多种工序、使用范围较广的机床;专门化机床是指用于加工形状相似而尺寸不同的工件上特定工序的机床;专用机床是指用于加工特定工件的特定工序的机床。按机床的精度等级标准可将机床分为普通机床、精密机床和高精度机床三种。根据国家标准的金属切削机床型号编制方法(GB/T 15375—94),按机床的工作原理不同,把机床分为 11 大类:车床(lathe)、铣床(milling machine)、钻床(drill press)、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、刨插床、拉床、锯床和其他机床。必要时,每类可分为若干分类,如 2 磨、3 磨,见表 1-1。

表 1-1 机床类及分类代号

类	车	钻	镗	磨			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣	刨插	拉	锯	其他机床
别	床	床	床	床			床	床	床	床	床	床	床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
参考读音	车	钻	镗	磨	2磨	3磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

除上述基本分类方法外,机床还可按照使用上的万能性程度、加工精度、自动化程度、主轴数目、机床重量等进行分类,而且随着机床的不断发展,其分类方法也将不断发展。

二、金属切削机床型号的编制方法

机床的型号是一个代号,用以表示机床的类型、主要技术参数、使用及结构特性等。在国家标准的金属切削机床型号编制方法(GB/T 15375—94)中,通用机床型号的表示方法如图 1-6 所示。“()”内的代号或数字,若无内容则不表示;若有内容时应不带括号;有“○”符号者为大写的汉语拼音字母;有“△”符号者为阿拉伯数字。

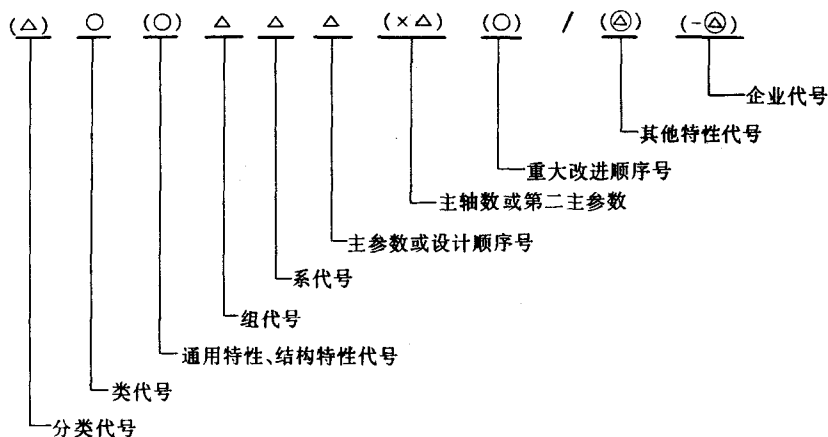


图 1-6 型号表示方法

1. 机床的类别代号

机床的类别及分类代号见表 1-1。

2. 通用特性代号、结构特性代号

如机床具有表 1-2 中所表示的某种通用特性时,在类代号之后加上相应的通用特性代号,如 CM6132 型精密卧式车床型号中的“M”表示通用特性为“精密”。

表 1-2 机床通用特性及其代号

通用代号	高精度	精密	自动	半自动	数控	仿形	加工中心 (自动换刀)	轻型	加重型	简式或 经济型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	F	H	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	仿	换	轻	重	简	柔	显	速

为了区别主参数相同而结构、性能不同的机床,在型号中用汉语拼音字母的大写区分并排在通用特性代号之后,表示结构特性代号。通用特性用过的字母以及 I、O 两字母不能用作

结构特性代号。

3. 机床的组、系代号

每类机床分为 10 组，每组又分为 10 系。机床的组、系代号用两位阿拉伯数字分别表示，第一位数字表示组别，第二位表示系别，位于类代号或通用特性代号（或结构特性）之后。在同一类机床中，主要布局或使用范围基本相同的机床为同一组。在同一组机床中，其主参数相同、主要结构及布局形式相同的机床，即为同一系。例如，CA6140 型卧式车床型号中的“61”，说明它属于车床类 6 组、1 系。机床的类、组、系划分见附录。

4. 主参数或设计顺序号

主参数用折算值（主参数乘折算系数）表示，位于系代号之后。某些通用机床，当无法用一个主参数表示时，在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由 01 开始。

各种型号的机床，其主参数的折算系数可以不同；一般来说，对于以最大棒料直径为主参数的自动车床、以最大钻孔直径为主参数的钻床、以额定拉力为主参数的拉床，其折算系数为 1；对于以床身上最大工件回转直径为主参数的车床、以最大工件直径为主参数的绝大多数齿轮加工机床、以工作台工作宽度为主参数的立式和卧式铣床、绝大多数镗床和磨床，其主参数的折算系数为 1/10；大型的立式车床、龙门铣床等的主参数折算系数为 1/100。主参数的计量单位，对尺寸以毫米（mm）计、拉力以千牛（kN）计、扭矩以牛·米（N·m）计。

5. 主轴数和第二主参数

① 对于多轴车床、多轴钻床等机床，其主轴数应以实际数值标于型号中主参数之后，并用“×”分开，读作“乘”。

② 第二个主参数一般不予表示，如有特殊情况，需在型号中表示时，应按一定手续审批。凡第二个主参数属于长度、深度等值的折算系数为 1/100；凡属直径、宽度等值用 1/10 为折算系数；最大模数、厚度等以实际值列入型号。

6. 重大改进顺序号

当机床的性能及结构有更高要求，并按新产品重新设计、试制和鉴定后，在原机床型号之后按 A、B、C…等字母顺序加入改进序号，以区别于原型号机床。

7. 其他特性代号

其他特性代号主要用以反映各类机床的特性，如：对一般机床，可反映同一型号机床的变型；对于数控机床，可用来反映不同的控制系统等；对于加工中心可用来反映控制系统、自动交换主轴头、自动交换工作台等。其他特性代号在改进序号之后，用汉语拼音或阿拉伯数字表示，并用“/”分开，读作“之”。

8. 企业代号

企业代号包括机床生产厂和机床研究单位代号。用“—”与前面代号分开，读作“至”。

9. 示例

例 1：最大磨削直径为 200mm 的外圆超精加工磨床，其型号为 2M1320。

例 2：加工最大棒料直径为 50mm 的六轴棒料自动车床，其型号为 C2150×6。

例 3：北京机床研究所生产的精密卧式加工中心，镗轴直径为 50mm，其型号为 THM6305/JCS。

三、金属切削机床的技术规格

每一类机床，都应该能够加工不同尺寸的工件，所以它不可能做成只有一种规格。国家根据机床的生产和使用情况，规定了每一种通用机床的主参数和第二主参数系列。现以卧式

车床为例加以说明。

卧式车床的主参数是：在床身上工件的最大回转直径，有 250、320、400、500、630、800、1000、1250mm 八种规格；主参数相同的卧式车床往往又有几种不同的第二主数——最大工件长度。例如，CA6140 型卧式车床在床身上最大回转直径为 400mm，而最大工件长度有 750、1000、1500 和 2000mm 四种。

卧式车床技术规格的内容除主参数和第二主参数外，还有刀架上最大回转直径、中心高（主轴中心至床身矩形导轨的距离）、通过主轴孔的最大棒料直径、刀架上最大行程、主轴内孔的锥度、主轴转速范围、进给量范围、加工螺纹的范围、电动机功率等。CA6140 型卧式车床的技术规格见表 3-1。

机床的技术规格可以从机床的说明书中查出。了解机床的技术规格，对正确使用机床和合理选用机床都具有十分重要的意义，例如，当使用两顶尖进行加工或主轴上安装心轴和其他夹具时，需了解内孔锥度；当需要在主轴端上安装卡盘、夹具时，需了解主轴端的外锥体或螺纹尺寸；当采用长棒料加工时，要了解最大加工棒料直径，当加工螺纹或决定切削用量时，要选择机床所具有的主轴转速和进给量，要考虑机床的电动机功率是否够用等等。所以，只有结合机床的技术规格进行全面的考虑，才能起到正确使用和合理选用机床的作用。

四、数控机床的分类

目前，数控机床已发展成为品种齐全、规格繁多的系列。除上述基本分类之外，数控机床的类别，既与加工工艺有关，又与数控系统的控制功能、伺服控制方式等有关。按工艺分类时，有车床、钻床、镗床、铣床、磨床、齿轮加工机床等；按系统功能分类时，有点位、直线和轮廓控制之分；按伺服控制方式分类时，有开环、闭环和半闭环之分。

1. 按工艺用途分类

按工艺用途，可将数控机床分为如表 1-3 所示的几大类。

表 1-3 数控机床按工艺用途分类

序号	机床分类	主要用途	序号	机床分类	主要用途
1	数控车床	车削成形面，带圆弧、锥度的复杂轴类工件	7	数控磨床	磨削成形外圆、内孔、端面、曲面凸轮
2	车削中心	车削成形面，带圆弧、锥度的复杂盘类、轴类工件，还能进行铣平面、横钻孔	8	数控齿轮加工机床	加工各类圆柱、螺旋齿轮
3	数控铣床	成形铣削（也可钻、攻螺纹）复杂工件	9	数控电加工机床	加工曲线成形板、模具
4	数控钻床	加工各种孔和螺孔	10	数控激光加工机床	特殊材料钻孔、成形、切割、淬火
5	数控镗床	钻、镗、铣削一般精度的复杂工件	11	数控冲床	冲裁各类面板
6	加工中心	成形面加工、非成形面复杂箱体加工	12	数控弯管机	弯曲各种管子
			13	数控水喷射切割机	用喷射水对板材进行切割
			14	数控坐标测量机	对工件形状和精度进行检测

2. 按系统控制功能分类

(1) 点位控制数控机床

该类机床只对点的位置进行控制，即机床的数控装置只控制机床移动部件从一个位置点精确地移动到另一个位置点，见图 1-7，在移动过程中不进行加工。至于两点间的移动速度和移动路线，则由系统设计者决定。为了减少移动时间和提高终点位置的定位精度，一般先快速移动，当接近终点时，再降速，使之慢速趋近终点，以保证定位精度。