



面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材



机械制造工艺装备

■ 主编 吴新佳 主审 甄瑞麟



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材

机械制造工艺装备

主 编 吴新佳
副主编 严慧萍 于保敏
参 编 王 珺 刘世平
主 审 甄瑞麟

西安电子科技大学出版社

2006

面向 21 世纪

机电及电气类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

主任：李迈强

副主任：唐建生 李贵山

机电组

组长：唐建生（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王春林	王周让	王明哲	田 坤	宋文学
陈淑惠	张 勤	李 伟	吴振亭	李 鲤
徐创文	殷 铖	傅维亚	魏公际	

电气组

组长：李贵山（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

马应魁	卢庆林	冉 文	申凤琴	全卫强
张同怀	李益民	肖 珑	杨柳春	汪宏武
柯志敏	赵虎利	戚新波	韩全立	解建军

内 容 简 介

为了适应现代企业机械制造技术的发展,本书以“应用”为主旨,在介绍基本理论的基础上,突出了机械制造工艺装备的综合性、实践性和先进性,希望能够对读者在实际工作中解决相关技术问题有所帮助。

本书共分为6章,主要内容包括:绪论、金属切削机床、刀具、夹具、量具量仪和现代工艺装备。每章后均附有思考与练习题,以帮助学生进一步巩固所学知识。

本书可作为机械类、机电复合类专业的高职高专教材使用,也可供机械制造和设计的工程技术人员、工人参考使用。

★本书配有电子教案,有需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺装备/吴新佳主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.2

(面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材)

ISBN 7-5606-1580-5

I. 机… II. 吴… III. 机械制造-工艺装备-高等学校:技术学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第111419号

策 划 马晓娟

责任编辑 张晓燕 马晓娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 17.625

字 数 412千字

印 数 1~4 000册

定 价 19.00元

ISBN 7-5606-1580-5/TH·0047

XDUP 1871001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

《教育部关于高职高专教育人才培养工作的意见》中指出，高职高专培养的人才“应具有基础理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、素质高等特点”，为此，教育部要求要“以‘应用’为主旨和特征构建课程和教学内容体系”。本书把握“应用”为主旨这一思想，将传统的“金属切削机床”、“金属切削原理与刀具”、“机床夹具”三门课程内容进行重新整合，融入一些现代制造技术装备的知识，形成了一本综合性课程教材。

本书以“应用”为主旨，在介绍基本理论的基础上，突出了机械制造工艺装备的应用性、实践性和先进性，体现了以岗位能力培养为目标的原则。本书具备以下几个特点：

(1) 将传统设备和现代先进设备融为一体进行讲授，避免了以往的重复讲授，如金属切削机床部分就包括传统的普通机床和数控机床的内容。

(2) 注重岗位能力的培养。本书涉及到现代制造企业中的主要设备，并且体现出这些设备不是孤立的，而是有机结合的；如果再配以相关习题、实验和课程设计，就会使学生学会综合掌握和应用这些设备。在现代制造技术向高精度、高难度、高复杂性方向发展的情况下，对测量技术和机床结构的掌握尤其重要，因此本书也增加了有关章节。

(3) 在传统的机械制造工艺装备基础上，增加了“工具显微镜测量技术”、“三坐标测量机”、“数控夹具”、“数控刀具”、“工业机器人”等先进设备的知识，这些设备体现了现代制造业的发展方向，也体现了本书的先进性。

本书分为绪论、金属切削机床、刀具、夹具、量具量仪和现代工艺装备 6 章，是机械类、机电复合类及近机类专业的一门综合性课程的专业教材。

本书的第 2 章由兰州工业高等专科学校王琚编写，第 3 章由兰州工业高等专科学校严慧萍编写，第 4 章由漯河职业技术学院于保敏编写，第 5 章由河南职业技术学院刘世平编写，第 1、6 章由郑州铁路职业技术学院吴新佳编写。全书由吴新佳任主编，严慧萍、于保敏任副主编，由陕西国防学院甄瑞麟任主审。

本书在编写过程中得到各级领导和兄弟院校的帮助和支持，在此谨表示衷心感谢。

由于本书的编写是教学改革的一次探索，更限于编者的水平，书中的缺点和错误之处恳请读者批评指正。

编者

2005 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论	1	2.8.1 手动与机动控制	74
1.1 机械制造工艺装备的种类和用途	1	2.8.2 自动控制系统	76
1.1.1 机床设备及附件	1	2.8.3 数字控制	77
1.1.2 常用工艺设备	8	2.8.4 顺序控制	78
1.1.3 传输设备	9	2.9 机床总体设计	79
1.2 本课程的特点和学习方法	9	2.9.1 设计方法与步骤	79
思考与练习题	10	2.9.2 工艺方案及机床总体布局	80
第 2 章 金属切削机床	11	思考与练习题	81
2.1 机床的运动分析	11	第 3 章 刀具	82
2.1.1 机床运动的种类	11	3.1 金属切削加工的基本概念	82
2.1.2 主运动和进给运动	13	3.1.1 切削运动、切削用量、切削层 参数的基本概念	82
2.2 典型机床介绍	14	3.1.2 刀具的角度	86
2.2.1 车床	14	3.1.3 刀具材料	94
2.2.2 铣床	26	3.1.4 刀具磨损及耐用度	100
2.2.3 数控机床	30	3.2 外圆表面加工用刀具	102
2.3 机床主要参数的确定	42	3.2.1 车刀	102
2.3.1 尺寸参数	42	3.2.2 砂轮	109
2.3.2 运动参数	42	3.3 内圆表面加工用刀具	110
2.3.3 动力参数	44	3.3.1 麻花钻、扩孔钻与铰刀	110
2.4 传动设计	45	3.3.2 镗刀	115
2.4.1 分级变速传动链设计	45	3.4 平面加工用刀具	118
2.4.2 无级变速传动链设计	50	3.4.1 铣刀	118
2.5 数控机床进给系统	52	3.4.2 刨刀与插刀	123
2.5.1 运动设计	52	3.5 成形刀具与齿轮刀具	125
2.5.2 滚珠丝杠及其轴承	52	3.6 数控机床刀具	129
2.5.3 伺服电动机类型	57	3.6.1 数控机床刀具的特点	129
2.5.4 半闭环伺服系统	58	3.6.2 数控机床的常用刀具	130
2.6 主轴部件	60	3.6.3 数控机床刀具的快换方式	131
2.6.1 主轴	60	3.6.4 数控机床刀具的预调(对刀)	132
2.6.2 主轴传动件	62	3.6.5 数控机床的工具系统	134
2.6.3 主轴滚动轴承和滑动轴承	63	思考与练习题	138
2.6.4 主轴组件设计计算	67	第 4 章 夹具	139
2.7 导轨	69	4.1 机床夹具设计概述	139
2.7.1 普通滑动导轨	69	4.1.1 机床夹具的功用	139
2.7.2 滚动导轨	70	4.1.2 机床夹具的分类与组成	140
2.7.3 静压导轨	72	4.2 定位机构的设计	141
2.8 机床控制	74		

4.2.1	概述	141	5.2.3	角度、锥度测量	205
4.2.2	定位原理	141	5.2.4	螺纹测量	208
4.2.3	常用定位方式及定位元件	144	5.2.5	表面粗糙度测量	210
4.2.4	定位误差分析	153	5.3	工具显微镜	213
4.3	机床夹具夹紧装置设计	158	5.3.1	万能工具显微镜的组成及原理	213
4.3.1	夹紧装置的组成及基本要求	158	5.3.2	工具显微镜的瞄准机构和读数机构	214
4.3.2	夹紧力的确定	159	5.3.3	万能工具显微镜的基本测量方法和测量步骤	216
4.3.3	典型夹紧机构	161	5.4	三坐标测量机	219
4.4	机床夹具其它装置	167	5.4.1	三坐标测量机的分类	219
4.4.1	分度装置	167	5.4.2	三坐标测量机的构成	220
4.4.2	靠模装置	169	5.4.3	三坐标测量机的测量方式	223
4.4.3	对刀装置	171	5.4.4	三坐标测量机的应用	224
4.4.4	导向装置	172	思考与练习题	226	
4.5	典型机床夹具	174	第6章	现代工艺装备	228
4.5.1	车床夹具	174	6.1	自动供料装置	228
4.5.2	铣床夹具	176	6.1.1	自动供料装置概述	228
4.5.3	钻床夹具	178	6.1.2	自动供料装置结构	230
4.5.4	数控机床夹具	182	6.2	工业机器人	245
思考与练习题		185	6.2.1	工业机器人概述	245
第5章	量具量仪	187	6.2.2	工业机器人的机械结构	250
5.1	量具量仪的测量方法	187	6.2.3	工业机器人的应用	262
5.1.1	测量方法的分类	187	思考与练习题	267	
5.1.2	量具量仪的正确选择	189	附录		268
5.1.3	测量基准的正确选择	190			
5.2	常规量具	192			
5.2.1	尺寸精度测量	193			
5.2.2	形位误差测量	194			

第 1 章 绪 论

导 读

本章介绍了机械制造工艺装备的种类和用途，着重介绍了机床设备。学习本章后，应重点掌握机床的种类以及机床的型号编制方法，了解各种工艺装备的用途。

1.1 机械制造工艺装备的种类和用途

在机械零件制造过程中，对机械零件进行加工所必须用到的装置都属于制造机械零件的工艺装备，这些装备根据用途可分为机床设备及附件、夹具、刀具、测量工具、传输设备等几类。

1.1.1 机床设备及附件

1. 机床设备概述

金属切削机床就是利用刀具对金属毛坯进行切削的一种加工设备。因此，金属切削机床是一种制造机器的机器，可称之为工作母机或工具机，通常简称为机床。

一切机器都是由机器零件组成的。制造机器零件的方法很多，如铸造、锻造、焊接、冲压、挤压、切削加工等。但对于尺寸精度、形状、位置精度要求较高以及具有较细的表面粗糙度的零件，一般都采用切削加工的方法制造。因此，金属切削机床是加工机器零件的主要设备。在各类机器制造部门所拥有的装备中，机床占 50% 以上，所担负的工作量占机械制造总工作量的 40%~60%。机床的技术水平高低直接影响机械产品的质量和零件制造的经济性。

制造技术是各国经济竞争的重要支柱之一，经济的发展在很大程度上得益于先进的制造技术，而机床是机械制造技术重要的载体，它标志着一个国家的生产能力和技术水平。机床工业担负着为国民经济各部门提供现代化技术装备的任务，起着重要的作用。

金属切削机床是人类在长期改造大自然的斗争中不断改善生产工具的产物。金属切削机床的出现，推动了社会生产力的发展，而工业的发展及不断涌现的科学技术成果又使机床本身得以不断发展。

18 世纪中叶，为适应产业革命后出现的资本主义机器大工业生产方式的需要，出现了现代机床的雏形。早期的机床采用蒸汽机当动力，加工精度不高，如最早的汽缸镗床的加工精度约为 1 mm 左右。19 世纪末、20 世纪初，机床的驱动源由蒸汽机改为电动机，并一直沿用至今。在以后近百年的过程中，随着机械制造业及其相关行业的发展，在机床工业

中不断改进设计基础理论,使用新技术、新材料、新工艺及新的试验方法,使金属切削机床在品种上及技术性能上得到了迅速的发展。

当前机床技术发展的主要方向有:

(1) 扩大机床加工工艺范围。为减少工件装夹次数,提高机床生产效率及加工精度,要求毛坯安装到机床上后,能完成尽可能多的工序。目前,一台数控镗铣床(通常称为加工中心)可对一次装夹零件进行五面加工或全部工序加工。在有的车削中心上,可进行车、铣、钻(径向或轴向孔)、车螺纹、铰、镗、滚压、磨和测量等多种工序。

(2) 提高机床加工精度。近年来,随着新技术及新切削材料的使用,机床工作精度日益提高。目前超精数控机床的定位精度可达 $0.05\sim 0.1\mu\text{m}$,精密车床采用金刚石刀具加工可达到 $0.05\mu\text{m}$ 的加工精度,高精度磨床则可获得更高的加工精度;超精度加工已进入纳米($0.001\mu\text{m}$)时代。

(3) 提高切削速度,缩短辅助时间。随着高速轴承及高速主轴部件的出现,极大地提高了机床主轴的转速,从而提高了机床的加工效率。当前,一般加工中心主轴转速可达 $6000\sim 12000\text{ r/min}$,而高速加工机床的主轴最高转速可达 $20000\sim 30000\text{ r/min}$,内圆磨床转速可达每分钟几万至几十万转。随着主轴转速的提高,切削速度也有很大提高,如高速铣削铝制变速箱体时,切削速度可高达 $2500\sim 3000\text{ m/min}$ 。

为了提高生产效率,缩短机床辅助时间也成为改进机床性能的一个重要方面。多数加工中心自动换刀时间在 5 s 以内,先进的仅需 1 s 。随着驱动和控制技术的进步,目前进给部件的快速行程速度最高可达 45 m/min ,定位时间只需 1 s 。

(4) 提高机床自动化程度。随着微电子、计算机技术的不断发展,机床的自动化程度越来越高。数控机床的出现可以说是机床自动化技术发展的里程碑。在发达国家中,计算机数控机床(CNC)已成为机床制造业的主导产品。计算机不仅可直接控制机床的加工过程,而且可担当起控制工件测量、监控刀具磨损及破损、控制工件自动进给等工作,大大提高了机床的自动化程度。

总之,高效、柔性生产、自动化、精密化、产品多样化已成为机床发展的趋势。

中华人民共和国在建国后50多年来,机床工业逐步形成了布局比较合理、门类齐全的工业体系,机床的拥有量和销售量已进入世界前列。1994年世界机床产销量,按估计值的排名顺序是美国、中国、日本、德国。中国在机床的品种、质量和性能等方面也有很大的发展和提高,有些机床已接近世界先进水平,但是中国的大部分高精密度机床的性能还不能满足要求,特别是在高效数控机床的质量、数量和技术水平等方面都比较落后。1990年中国数控机床的拥有量还不到一万台,而日本1987年就拥有7万台,1994年则上升至15万台。

当前,中国机床工业面临量大面广的普通机床的更新换代,要采用高新技术改造现有产品,开发设计中国自己的数控产品,包括普通数控(NC)、加工中心(MC)、计算机数字控制(CNC)、微机控制(MNC)等机床及少量柔性制造系统(FMS),有重点地推广计算机集成制造系统(CIMS);在科学研究方面,要加强机床基础理论和应用技术的研究,把握机床技术发展的总趋势,努力追赶、缩短与世界先进技术的差距。

2. 机床的分类和型号编制

1) 机床的分类

金属切削机床的品种和规格繁多,为了便于区别、管理和使用机床,在国家制定的机

床型号编制方法中，按照机床的加工方式、使用的刀具及其用途，将机床分为 11 类：车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、锯床和其他机床。

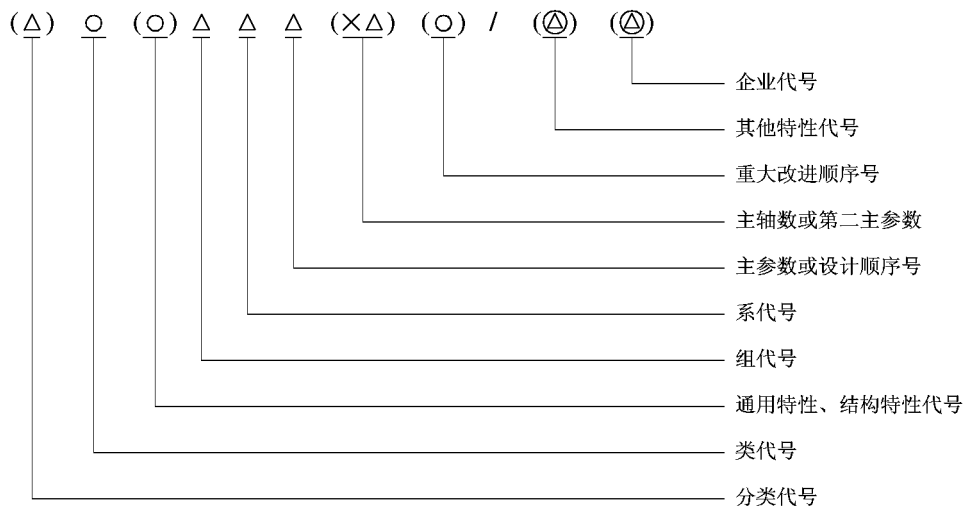
除上述基本分类法外，还可按机床的其他特征分类。如按机床自动化程度的不同，可分为手动、机动、半自动和自动机床；按机床重量的不同，分为仪表机床、中型机床、大型机床、重型机床和超重型机床等；按加工精度的不同，同类型机床可分为普通精度级机床、精密级机床和高精度级机床；按机床工艺范围的宽窄(万能性程度)可分为通用机床、专门化机床及专用机床。通用机床的加工范围较广，可加工多种零件的不同工序，常见的卧式车床、万能升降台铣床、摇臂钻床等均属此类机床。专门化机床用于加工不同尺寸的一类或几类零件的某一道(或几道)特定工序，如花键轴铣床、凸轮轴车床等。专用机床是为某一特定零件的特定工序所设计的，其工艺范围最窄。另外，还可按机床主要工作部件数目，将机床分为单轴、多轴机床或单刀、多刀机床。

2) 机床型号的编制方法

现行的金属切削机床型号是按 1994 年颁布的国家标准 GB/T15375—94《金属切削机床型号编制方法》编制的。此标准规定，机床型号由汉语拼音字母和数字按一定的规律组合而成，它适用于新设计的各类通用及专用金属切削机床、自动线，不包括组合机床、特种加工机床。

• 通用机床型号

(1) 型号表示方法。通用机床的型号由基本部分和辅助部分组成，中间用“/”隔开，读作“之”。其基本部分需统一管理，辅助部分是否纳入型号由企业自定。通用机床的型号构成如图 1.1 所示。



注：1. 有“()”的代号或数字，当无内容时，则不表示；若有内容，则不带括号。

2. 有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母。

3. 有“△”符号者，为阿拉伯数字。

4. 有“⊙”符号者，为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字或两者兼有之。

图 1.1 通用机床的型号构成

(2) 机床类、组、系的划分及其代号。机床的类代号用大写的汉字拼音字母表示。必要时, 每类可分为若干分类。分类代号在类代号之前, 作为型号的首位, 用阿拉伯数字表示。每一分类代号前的“1”省略, 第“2”、“3”分类代号则应予以表示。例如, 磨床类分为 M、2M、3M 三个分类。机床的类别、代号及其读音见表 1-1。

表 1-1 机床的类别、代号及其读音

类别	车床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	钻床	锯床	拉床	其他机床
代号	C	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	Z	G	L	Q
读音	车	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	钻	割	拉	其

机床按其工作原理划分为 11 类, 每类机床划分为 10 个组, 每个组又划分为 10 个系(系列)。在同一类机床中, 主要布局或使用范围基本相同的机床即为同一组。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。机床的组用一位阿拉伯数字表示, 位于类代号或通用特性、结构特性代号之后。机床的系用一位阿拉伯数字表示, 位于组代号之后。机床类、组的划分及其代号见表 1-2。

表 1-2 金属切削机床类、组的划分及其代号

类别		组别									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
车床 C	仪表车床	单轴自动车床	多轴自动、半自动车床	回轮、转塔车床	曲轴及凸轮轴车床	立式车床	落地及卧式车床	仿形及多刀车床	轮、轴、辊、锭及铲齿车床	其他车床	
钻床 Z		坐标镗钻床	深孔钻床	摇臂钻床	台式钻床	立式钻床	卧式钻床	铣钻床	中心孔钻床	其他钻床	
镗床 T			深孔镗床		坐标镗床	立式镗床	卧式镗床	精镗床	汽车、拖拉机修理用镗床	其他镗床	
磨床	M	仪表磨床	外圆磨床	内圆磨床	砂轮机	坐标磨床	导轨磨床	刀具刃磨床	平面及端面磨床	曲轴、凸轮轴、花键轴及轧辊磨床	工具磨床
	2M		超精机	内圆珩磨机	外圆及其他珩磨机	抛光机	砂带抛光及磨削机床	刀具刃磨及研磨机床	可转位刀片磨削机床	研磨机	其他磨床
	3M		球轴承套圈沟磨床	滚子轴承套圈滚道磨床	轴承套圈超精机床		叶片磨削机床	滚子加工机床	钢球加工机床	气门、活塞及活塞环磨削机床	汽车、拖拉机修磨机床
齿轮加工机床 Y		仪表齿轮加工机		锥齿轮加工机	滚齿及铣齿机	剃齿及珩齿机	插齿机	花键轴铣床	齿轮磨齿机	其他齿轮加工机床	齿轮倒角及检查机
螺纹加工机床 S					套丝机	攻丝机		螺纹铣床	螺纹磨床	螺纹车床	

类别	组 别									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
铣床 X	仪表铣床	悬臂及滑枕铣床	龙门铣床	平面铣床	仿形铣床	立式升降台铣床	卧式升降台铣床	床身铣床	工具铣床	其他铣床
刨插床 B		悬臂刨床	龙门刨床			插床	牛头刨床		边缘及模具刨床	其他刨床
拉床 L			侧拉床	卧式外拉床	连续拉床	立式拉床	卧式内拉床	立式外拉床	键槽、轴瓦及螺纹拉床	其他拉床
锯床 G			砂轮片锯床		卧式带锯床	立式带锯床	圆锯床	弓锯床	锉锯床	
其他机床 Q	其他仪表机床	管子加工机床	木螺钉加工机		刻线机	切断机	多功能机床			

(3) 机床的通用特性代号和结构特性代号。这两种特性代号用大写的汉语拼音字母表示，位于类代号之后。

通用特性代号有统一的固定含义，它在各类机床型号中表示的意义相同。

当某类型机床既有普通型又有表 1-3 所示的某种通用特性时，则在类代号之后加通用特性代号予以区别。如果某类型机床仅有某种通用特性，而无普通型，则通用特性不予表示。如 C1312 型单轴转塔自动车床，由于这类自动车床没有“非自动”型，因而不必用“Z”表示通用特性。当在一个型号中需同时使用两至三个通用特性代号时，一般按重要程度排列顺序。通用特性代号见表 1-3。

表 1-3 通用特性代号

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

对主参数值相同而结构、性能不同的机床，在型号中加结构特性代号予以区分。根据各类机床的具体情况，对某些结构特性代号可以赋予一定含义。但结构特性代号与通用特性代号不同，它在型号中没有统一的含义，只在同类机床中起区分机床结构、性能的作用。当型号中有通用特性代号时，结构特性代号应排在通用特性代号之后。结构特性代号用汉语拼音字母(通用特性代号已用的字母和“I”、“O”两个字母不能用)表示；当单个字母不够用时，可将两个字母组合起来使用，如 AD, AE, …, 或 DA, EA, …。

(4) 机床主参数和设计顺序号。机床主参数代表机床规格的大小，用折算值(主参数乘以折算系数)表示，位于系代号之后。常用机床型号中主参数的表示方法见附录。

对于某些通用机床，当无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由 1 起始，当设计顺序号小于 10 时，由 01 开始编号。

(5) 机床主轴数和第二主参数的表示方法。对于多轴车床、多轴钻床、排式钻床等机床，其主轴数应以实际数值列入型号，置于主参数之后，用“×”分开，读作“乘”。

第二主参数(多轴机床的主轴数除外)一般不予表示。如有特殊情况需在型号中表示，应按一定手续审批。在型号中表示的第二主参数一般以折算成两位数为宜，最多不超过三位数；以长度、深度值等表示的，其折算系数为 1/100；以直径、宽度值等表示的，其折算系数为 1/10；以厚度、最大模数值等表示的，其折算系数为 1。

(6) 机床的重大改进顺序号。当对机床的结构、性能有更高的要求，并需按新产品重新设计、试制和鉴定时，才按改进的先后顺序选用 A, B, C 等大写汉语拼音字母(但“I”、“O”两个字母不得选用)并加在型号基本部分的尾部表示，以区别原机床型号。

(7) 其他特性代号及其表示方法。其他特性代号置于辅助部分之首，其中同一型号机床的变型代号一般应放在其他特性代号之首。

其他特性代号主要用以反映各类机床的特性，例如对于数控机床，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；对于柔性加工单元，可用以反映自动交换主轴箱；对于一机多能机床，可用以补充表示某些功能；对于一般机床，可以反映同一型号机床的变型等。

其他特性代号可用汉语拼音字母(“I”、“O”两个字母除外)表示。当单个字母不够用时，可将两个字母组合起来使用，如 AB, AC, AD, …，或 BA, CA, DA, …。另外，其他特性代号也可用阿拉伯数字表示，还可用阿拉伯数字和汉语拼音字母组合表示。

(8) 企业代号及其表示方法。企业代号中包括机床生产厂及机床研究单位代号。企业代号置于辅助部分之尾部，用“-”分开，读作“至”。若在辅助部分中仅有企业代号，则不加“-”。

(9) 通用机床型号实例：

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

北京机床研究所生产的精密卧式加工中心，其型号为 THM6350/JCS；

工作台面宽度为 630 mm 的单柱坐标镗床，经第一次重大改进后的型号为 T4163A；

最大回转直径为 400 mm 的半自动曲轴磨床的第一种变型的型号为 MB8240/1，第二种变型的型号则为 MB8240/2，依此类推。

• 专用机床型号

专用机床的型号一般由设计单位代号和设计顺序号组成，其型号构成如图 1.2 所示。

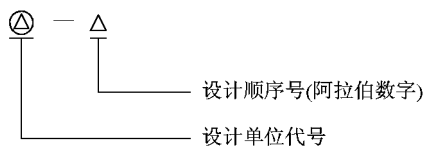


图 1.2 专用机床的型号构成

其中：设计单位代号包括机床生产厂和机床研究单位代号(位于型号之首)；设计顺序号按该单位的设计顺序号排列，由 001 起始，位于设计单位代号之后，并用“-”(读作“至”)隔开。

例如，上海机床厂设计制造的第 15 种专用机床为专用磨床，其型号为 H-015。

· 机床自动线型号

由通用机床或专用机床组成的机床自动线，其代号为“ZX”(读作“自线”)，它位于设计单位代号之后，并用“—”(读作“至”)隔开。

机床自动线设计顺序号的排列与专用机床的设计顺序号相同，位于机床自动线代号之后。其型号构成如图 1.3 所示。

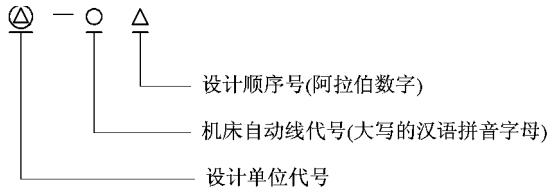


图 1.3 机床自动线的型号构成

例如，北京机床研究所通用机床或专用机床为某厂设计的第一条机床自动线，其型号为 JCS—ZX001。

中国的机床型号编制办法自 1957 年第一次颁布以来，曾作过多次修订和补充。目前工厂使用和生产的机床，有相当一部分的型号仍是按照前几次颁布的机床型号编制办法编制的，其含义可查阅 1957 年、1959 年、1963 年、1971 年、1976 年和 1985 年历次颁布的机床型号编制办法。

3. 机床的精度

机床的加工精度是衡量机床性能的一项重要指标。影响机床加工精度的因素很多，有机床本身的精度影响，还有因机床及工艺系统变形、加工中产生振动、机床的磨损以及刀具磨损等因素而产生的影响。在上述各因素中，机床本身的精度是一个重要的因素。例如在车床上车削圆柱面，其圆柱度主要取决于工件旋转轴线的稳定性与刀架的运动精度，以及刀架运动轨迹相对于主轴轴线的位置精度。

机床的精度包括几何精度、传动精度、定位精度以及工作精度等，不同类型的机床对这些方面的要求是不一样的。

1) 几何精度

几何精度是指机床在不运转或低速运转时部件间的相互位置精度和主要零件的形位精度。它决定着机床加工精度中运动部件的运动精度、零部件之间以及运动轨迹之间的相对位置精度等。同时，它规定了决定加工精度的各主要零、部件间以及这些零、部件的运动轨迹之间的相对位置允差，例如床身导轨的直线度、工作台面的平面度、主轴的回转精度、刀架溜板移动方向与主轴轴线的平行度等，这些都决定着刀具和工件之间的相对轨迹的准确性，从而也就决定着被加工表面的形状精度以及表面之间的相对位置精度。因此，机床的几何精度是保证加工精度最基本的条件。

2) 传动精度

传动精度是指机床传动链各末端执行件之间运动的协调性和均匀性。对于内联系传动链，它决定着复合运动轨迹的精度，从而直接影响被加工表面的精度。例如，车床在车削螺纹时，主轴每转一转，刀架的移动量应等于螺纹的导程。但是实际上，由于主轴与刀架之间的传动链中，齿轮、丝杠及轴承等存在着误差，使得刀架的实际移距与要求的移距之

间有误差，这个误差将直接造成工件的螺距误差。因此，凡具有内联系传动链的机床，为了保证工件的加工精度，不仅要求机床有必要的几何精度，而且还要求内联系传动链有较高的传动精度。

3) 定位精度

定位精度是指机床主要部件在运动终点所达到的实际位置的精度。实际位置与预期位置之间的误差称为定位误差。主要通过试切和测量工件尺寸来确定运动部件定位位置的机床，如卧式车床、万能升降台铣床等普通机床，对定位精度的要求不太高。但依靠机床本身的测量装置、定位装置或自动控制系统来确定运动部件定位位置的机床，如各种自动化机床、数控机床、坐标测量机床等，对定位精度必须有很高的要求。

机床的几何精度、传动精度和定位精度通常是在没有切削载荷以及机床不运动或运动速度较低的情况下检测的，故一般称之为机床的静态精度。静态精度主要取决于机床上的主要零、部件，如主轴及其轴承、丝杠螺母、齿轮、床身等的制造精度以及它们的装配精度。

4) 工作精度

静态精度只能在一定程度上反映机床的加工精度，因为机床在实际工作状态下，还有一系列因素会影响其加工精度。例如，由于切削力、夹紧力的作用，机床的零、部件会产生弹性变形；在机床内部热源（如电动机、液压传动装置的发热，轴承、齿轮等零件的摩擦发热等）以及环境温度变化的影响下，机床零、部件将产生热变形；由于切削力和运动速度的影响，机床会产生振动；机床运动部件以工作速度运动时，由于相对滑动面之间的油膜以及其他因素的影响，其运动精度也与低速下测得的精度不同。所有这些都将引起机床静态精度的变化，影响工件的加工精度。机床在外荷载、温升及振动等工作状态作用下的精度，称为机床的动态精度。动态精度除与静态精度有密切关系外，还在很大程度上取决于机床的刚度、抗振性和热稳定性等。目前，生产中一般通过切削加工出的工件精度来考核机床的综合动态精度，称为机床的工作精度。工作精度是各种因素对加工精度影响的综合反映。

4. 机床附件

为了使机床正常发挥本身的各种功能，扩大机床的用途，需要在机床设备的基础上使用相应的机床附件，如坐标镗床的万能转台、镗排，铣床上的立铣头、分度头，以及随机床设备配套使用的各种附件等。

在熟悉机床设备性能的同时，也要对机床附件有详细的了解，以便正常使用机床及其附件，充分发挥其应有的效能，使加工顺利进行。

1.1.2 常用工艺装备

1. 刀具

在机械零件加工中所使用的刀具，其中大部分还是机械切削加工中的常用刀具，如车刀、铣刀、镗刀、钻头、铰刀等。但针对某些机械零件的加工特点，还需特制一些专门的刀具。随着数控设备的大量使用，对刀具的要求也越来越高，特别是刀具的材料要求越来越高，以适应数控机床高速切削、强力切削的要求。

2. 夹具

夹具主要是指在加工机械零件时,对零件及工具进行装夹所使用的装置。如在车、铣、刨、镗、钻等切削加工中装夹工件的夹具,在磨床上装夹工件的夹具,装夹金钢刀修整成形砂轮的夹具。以上夹具中,有些可制成通用的或可调的,有些只能是专用的,并且其中的某些夹具可以用标准元件组装而成的组合夹具。

夹具的作用就是在加工前对工件或工具进行定位和夹紧,使工件(或工具)相对于机床及刀具(或工件)处在一个正确的位置上,并始终保持在这个正确的加工位置上,以保证其被加工表面达到工序所规定的各项技术要求。

对于某些工件的加工,需要在加工过程中变换其角度或位置,通过对相应夹具的操作和调整来满足工件的变位要求,并且在工件的加工过程中保持工件各表面加工的连续性和一致性,例如使用万能夹具、分度夹具、可调夹具等。夹具的使用在机械零件制造中起着相当重要的作用。

3. 测量工具

机械零件的制造特点一是机械零件的形状各异,制造工艺不同;二是有些零件、加工面等有较高的精度要求;三是机械零件的制造方式分为单件生产、批量和大批量生产。因此,如何正确地选择测量工具和检验方法将关系到机械零件的制造质量、使用寿命、生产效率和制造成本等。

1.1.3 传输设备

1. 自动供料装置

为了提高生产率,降低劳动强度,保证安全生产,在机械零件加工过程中经常采用一些自动供料装置。自动供料装置是现代制造自动化领域中必不可少的设备。

2. 工业机器人

工业机器人是机电一体化发展的最高成就,应用在各个领域中。在机械制造中,工业机器人应用于自动化生产线、柔性加工生产线中,还应用于装配、喷漆、焊接、物料传送、铸造、冲压和机械加工中。工业机器人是现代制造技术中最先进的设备。

1.2 本课程的特点和学习方法

本课程是高职高专机械类以及有关专业的主干课程,把“金属切削机床”、“金属切削原理与刀具”和“机床夹具”有机地综合在一起,形成一门以培养机械制造工艺装备应用为主的专业课程。学习本课程要以机械制图、工程力学、公差配合与测量技术和机械设计等课程为基础。

本课程具有实践性强、综合性强和灵活性强三大特点。学习时要重视实践教学环节,要注意理论与实践相结合,要重视本课程的综合练习和课程设计,这不仅有助于理解和掌握理论知识,更重要的是有利于培养综合运用所学的知识解决生产实际问题的能力。另外,学习时要特别注意灵活运用所学知识,根据具体情况来处理问题。

思考与练习题

1. 举例说明通用(万能)机床、专门化机床和专用机床的主要区别及其适用范围。
2. 说明下列机床的名称和主参数(第二主参数),并说明它们各具何种通用特性或结构特性:

CM6132, C2150×6, CG1107, Z3040×16, T4163B, X62W, XK5040,
B2021A, MGB1432

3. 什么是车床的几何精度和工作精度?
4. 如在车削工件时出现圆柱度超差,则与机床有关的因素有哪些?
5. 试分析精车工件端面时出现平面度超差的机床因素。
6. 如在精车外圆时表面轴向上出现有规律的波纹,则与机床有关的因素有哪些?