

21 世纪高等职业教育通用教材

# 机械制造技术

(第二版)

陈立德 李晓辉 主编

上海交通大学出版社

## 内 容 提 要

本书是在第一版基础上,根据多年来教学实践以及兄弟院校同行们所提出的宝贵意见,加以修改编写的。本书是将金属切削机床(概论部分)、金属切削原理及刀具(概论部分)、机械制造工艺学(总论部分)、金属切削机床夹具设计等四门课程以加工工艺方法为主干线建立的新体系的“机械制造技术”课程。本书共分两篇 12 章,内容包括:绪论,总论,车削加工,钻削、镗削加工,铣削加工,磨削加工,齿形加工,特种加工,机械加工工艺规程的制订,机床夹具设计基础,机械加工质量分析与控制,装配工艺基础,现代制造技术等。本书贯彻了国家最新标准,内容少而精,理论以够用为度,突出应用性,反映出高等职业教育的特点。可作为高等职业技术学院、民办高校及本科院校中的二级学院机械类及近机类专业的教材,也可供专业技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/陈立德,李晓辉主编. —2 版. —上海:上海交通大学出版社,2004  
21 世纪高职高专通用教材  
ISBN7 - 313 - 02392 - 8

. 机 ... . 陈 ... 李 ... . 机械制造—  
高等学校:技术学校—教材 . TH  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 44124 号

### 机械制造技术

(第二版)

陈立德 李晓辉 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

上海颀辉印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:24 字数:585 千字

2000 年 11 月第 1 版 2004 年 8 月第 2 版 2004 年 8 月第 2 次印刷

印数:3 051 - 6 100

ISBN7 - 313 - 02392 - 8/TH·088 定价:34.00 元

# 序

发展高等职业教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年轻的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和需求的教材却还不多。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙洲职业工学院、上海交通高等职业技术学院、上海交通大学技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、立信会计高等专科学校、江阴职工大学、江南学院、常州技术师范学院、苏州职业大学、锡山职业教育中心、上海商业职业技术学院、潍坊学院、上海工程技术大学等百余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高等职业教育通用教材》,将由上海交通大学出版社等陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

# 21 世纪高等职业教育通用教材

## 编 审 委 员 会

### 主 任 名 单

(以姓氏笔画为序)

#### 编审委员会顾问

叶春生 詹平华

#### 编审委员会名誉主任

李 进 李宗尧

#### 编审委员会主任

闵光太 潘立本

#### 编审委员会常务副主任

东鲁红

#### 编审委员会副主任

孔宪思 王俊堂 王继东 白玉江

冯拾松 匡亦珍 朱懿心 吴惠荣

李 光 李坚利 陈 礼 赵祥大

洪申我 饶文涛 秦士嘉 黄 斌

董 刚 薛志信

# 前 言

20 世纪后期诞生了微电子技术,它与机械相结合,使机械本身出现了革命性的变化,同时也对机械提出了新的要求。教育必须适应这种发展的需要,必须要进行教学改革,重新取舍教学内容和优化课程组合等等。本书就是为满足这一需要而编写的。它是将金属切削机床(概论部分)、金属切削原理及刀具(概论部分)、金属切削机床夹具设计及机械制造工艺学等四门课程,以加工工艺方法为主干线建立起的一门新体系的“机械制造技术”课程,它是教改的产物。本书是在第一版基础上,根据多年的教学实践以及兄弟院校同行们所提出的宝贵意见,加以修改的。

本书仍保持原书的体系与特点,对有些内容作必要的增、删或更换。例如,原第 10、11 章改写成第 10 章机械加工质量分析与控制。

本书贯彻了国家最新标准。

本书由陈立德、李晓辉任主编,杜洪香、刘志方任副主编,南昌科技学院朱祥熹教授任主审。全书共分 12 章,讲课时数为 120 学时。

参加本书修订工作的有:0(绪论)、第 1、7 章由陈立德修订;第 2、3、4、5、6 章由李晓晖修订;第 8、11 章由喻林平,李斌艳,刘建春修订;第 9、12 章由杜洪香修订;第 10 章由赵海霞修订。全书由陈立德教授统稿。

本书可作高等职业技术学院、民办高校及本科院校中的二级学院机械类及近机类专业的教材,也可供机电行业的工程师学习参考。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 5 月

# 目 录

0 绪论 .....	1
0.1 机械制造技术发展史 .....	1
0.2 机械制造技术课程研究的对象 .....	1
0.3 学习本课程的目的与要求 .....	2

## 第一篇 金属切削原理及装备

1 总论 .....	5
1.1 金属切削机床的分类 .....	5
1.2 我国机床型号的编制方法 .....	6
1.3 机床的运动 .....	9
1.4 机床传动系统的基本概念 .....	10
1.5 刀具材料 .....	14
思考题与习题 .....	16
2 车削加工 .....	17
2.1 车削原理 .....	17
2.2 车床 .....	41
思考题与习题 .....	73
3 钻削、镗削加工 .....	75
3.1 钻削原理 .....	75
3.2 钻床 .....	79
3.3 镗床 .....	81
思考题与习题 .....	87
4 铣削加工 .....	88
4.1 铣削原理 .....	88
4.2 铣床 .....	93
思考题与习题 .....	97
5 磨削加工 .....	98
5.1 磨削原理 .....	98
5.2 磨床 .....	103
5.3 先进磨削方法简介 .....	111
思考题与习题 .....	118
6 齿形加工 .....	119
6.1 成形原理 .....	119

6.2	滚齿机及滚齿加工 .....	120
6.3	加工齿形的其他方法 .....	131
6.4	齿形加工的刀具 .....	138
	思考题与习题.....	145
7	特种加工 .....	146
7.1	特种加工概述 .....	146
7.2	电火花加工 .....	148
7.3	电火花线切割加工 .....	153
7.4	其他特种加工 .....	156
7.5	模具型腔表面的光整加工 .....	158
	思考题与习题.....	161

## 第二篇 制造工艺

8	机械加工工艺规程的制订 .....	165
8.1	基本概念 .....	165
8.2	零件的工艺分析 .....	172
8.3	毛坯的选择 .....	174
8.4	定位基准的选择 .....	174
8.5	工艺路线的拟定 .....	178
8.6	加工余量及工序尺寸的确定 .....	184
8.7	工艺过程的生产率和经济性 .....	187
8.8	工艺尺寸链 .....	191
8.9	典型零件的加工工艺 .....	209
	思考题与习题.....	217
9	机床夹具设计基础 .....	220
9.1	机床夹具概述 .....	220
9.2	工件的定位 .....	221
9.3	工件的夹紧 .....	247
9.4	典型机床夹具设计 .....	260
9.5	专有夹具设计方法 .....	275
	思考题与习题.....	281
10	机械加工质量分析与控制.....	286
10.1	机械加工质量概述.....	286
10.2	机械加工精度的分析与控制.....	288
10.3	加工误差的综合分析.....	302
10.4	机械加工表面质量.....	307
10.5	机械加工中的振动.....	311
10.6	提高加工质量的途径.....	314

	思考题与习题.....	317
11	装配工艺基础.....	320
	11.1 概述.....	320
	11.2 装配尺寸链.....	323
	11.3 保证装配精度的方法——解装配尺寸链.....	326
	11.4 装配工艺规程的制订.....	342
	思考题与习题.....	352
12	现代制造技术.....	354
	12.1 传统工艺方法研究的内容.....	354
	12.2 计算机辅助工艺规程设计简介.....	355
	12.3 数控加工与计算机辅助制造.....	357
	12.4 装配工艺.....	358
	12.5 成组技术.....	359
	思考题与习题.....	362
	附录.....	363
	附录1 常用机床组、系代号及主参数 .....	363
	附录2 机构运动简图符号(GB/ T4460—1984 摘录) .....	366
	附录3 卧式普通车床精度标准摘录(GB/ T4020—1983) .....	368
	参考文献.....	371

# 0 绪 论

## 0.1 机械制造技术发展史

机械制造业是国民经济的装备部,在国民经济中具有十分重要的地位和作用。机械制造业提供的装备水平对国民经济各部门的技术进步,有很大的和直接的影响。机械制造业的规模和水平是反映国民经济实力和科学技术水平的重要标志。因而,世界各国都把发展机械制造业作为振兴和发展本国经济的战略重点之一。

机械制造技术是人类历史上最早发展起来的实用技术之一,一般包括机械制造热加工技术、机械制造冷加工技术和机器装配技术三部分。本书仅论述后两部分的内容,并仍取名为机械制造技术。

在 14 世纪以前,我国机械制造技术水平是远远超过西方国家的。但由于长期封建统治,使中国科学技术得不到进一步发展,然后慢慢地趋于落后地位。一直到解放前我国几乎没有什么可以称道的机械制造业,只有一些门类不全、规模较小的修配工厂。中华人民共和国成立后,我国机械制造业有了飞速发展。20 世纪 70 年代以后,由于微电子技术、控制技术、传感器技术与机电一体化技术的迅速发展,特别是计算机的广泛使用,不仅给机械制造领域带来了许多新技术、新工艺、新观念,而且使机械制造技术产生了质的飞跃,走上一个新台阶。

21 世纪中国的机械制造技术的发展战略特别是冷加工技术的发展将沿着三条主线进行:第一,机械制造工艺方法进一步完善与开拓。一方面是传统的切削、磨削技术仍在不断地发展,不断上升到新的高度;另一方面是各种特种加工技术也在不断开拓、努力开创出新的工艺,达到新的技术水平,并在生产中发挥越来越大的作用。第二,加工技术向高精度方向发展,使“精密工程”和“纳米技术”逐步走向实用化和生产化。第三,加工技术向自动化方向发展,继续沿着 NC—CNC—FMS—CIMS 的台阶向上攀登。

当前,我国机械制造业虽然取得了很大的成绩,但与国民经济发展需要和世界先进水平相比还存在一定的差距,必须迎头赶上。

## 0.2 机械制造技术课程研究的对象

本课程是一门重要的专业课,是将传统的机制专业改造成机电一体化(或机电、机械制造与自动化专业等)专业时课程改革的产物。是将金属切削机床(概论与设计)、金属切削原理与刀具设计、机械制造工艺学及金属切削机床夹具设计等四门课,以加工工艺方法为主干线,重新建立的新体系的一门“机械制造技术”课。

本课程分为两大篇。

第一篇金属切削原理及装备,其研究对象为:

(1) 切削刀具材料、几何参数、切削过程变形规律及介绍各种加工工艺方面所采用的刀具;

(2) 各种加工工艺所采用的典型设备的性能、工作原理、选用知识等。

第二篇制造工艺,其研究对象为加工工艺规程的一般问题,即工艺规程的制定,夹具设计基础、加工精度、表面质量、装配工艺基础、现代制造技术等。

总之,机械制造技术课程是以加工工艺方法为主干线的,并牵涉到加工设备与刀具的一门应用性技术学科。

### 0.3 学习本课程的目的与要求

通过本课程的学习,使学生初步具有分析和解决工艺、有关装备(包括机床与夹具)与刀具的选用等问题的能力,以及自学工艺理论和新工艺、新技术的能力。具体的要求如下:

第一篇:(1) 掌握金属切削原理的基本理论,合理地选择刀具材料、刀具几何参数、切削用量等等;

(2) 围绕工艺方法能正确地选择和使用机床设备及刀具。

第二篇:(1) 掌握机械加工工艺规程和机器装配工艺规程拟订的基本知识及有关计算方法,具有拟订中等复杂程度零件机械加工工艺规程的能力;

(2) 掌握夹具设计、机械加工精度和表面质量的基本理论和基本知识,并具有分析和解决生产现场工艺技术问题的初步能力;

(3) 对于机械制造中的新工艺、新技术的发展动向应有所了解。

# 第一篇 金属切削原理及装备

---

本篇以加工工艺方法为主干线,讨论其加工机理、装备及刀具的有关内容。即以车削加工为中心,研究其切削机理(切削过程中产生的各种物理现象、切削规律的产生、变化及其控制的方法)以及车床概论等。同时适当地介绍有关加工工艺的数控技术和特种加工。

本篇共分七章:总论以及六种加工工艺方法。

本篇以车削加工和齿形加工为重点,在传统工艺领域中适当地渗透一些机床和工艺等方面的新成就,新技术。

# 1 总 论

## 1.1 金属切削机床的分类

机床是装有动力驱动装置——大多是固定安装的——利用物理、化学或其他方法进行各种不同加工的机器。金属切削机床是用切削和特种加工等方法主要加工金属工件,使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器。它是机床中的一种,人们习惯上称为机床。

目前金属切削机床的品种和规格繁多,为了便于区别、使用和管理,须对机床加以分类和编制型号。

机床的分类方法很多,最基本的是按机床的加工性质和所用的刀具进行分类。根据国家制定的机床型号编制方法(GB/T15375—1994),机床共分为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。

在每一类机床中,又按工艺特点、布局型式和结构特性等不同,可分为若干组。每一组又细分为若干系(系列)。

除了上述基本分类外,还有其他分类的方法。

按照工艺范围(通用性程度),可分为:

(1) 通用机床。它为可加工多种工件,完成多种工序的使用范围较广的机床,例如卧式车床、万能升降台铣床等。通用机床由于功能较多,结构比较复杂,生产率低,因此主要适用于单件、小批量生产。

(2) 专门化机床。它为用于加工形状相似而尺寸不同工件的特定工序的机床,例如曲轴车床、凸轮轴车床等。

(3) 专用机床。它为用于加工特定工件的特定工序的机床,例如机床主轴箱专用镗床等。它的生产率比较高,机床的自动化程度往往也比较高,所以专用机床通常用于成批及大量生产。各种组合机床也属于专用机床。

按照加工精度的不同,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。

按照机床的布局方式不同,可分为卧式机床、立式机床、台式机床、双柱机床、单柱机床、单臂机床、摇臂机床、龙门机床、马鞍机床、落地机床等。

按照自动化程度不同,可分为手动、机动、半自动和自动机床等。

按照加工零件的大小和机床重量,可分为仪表机床、中小型(一般)机床、大型机床、重型机床等。

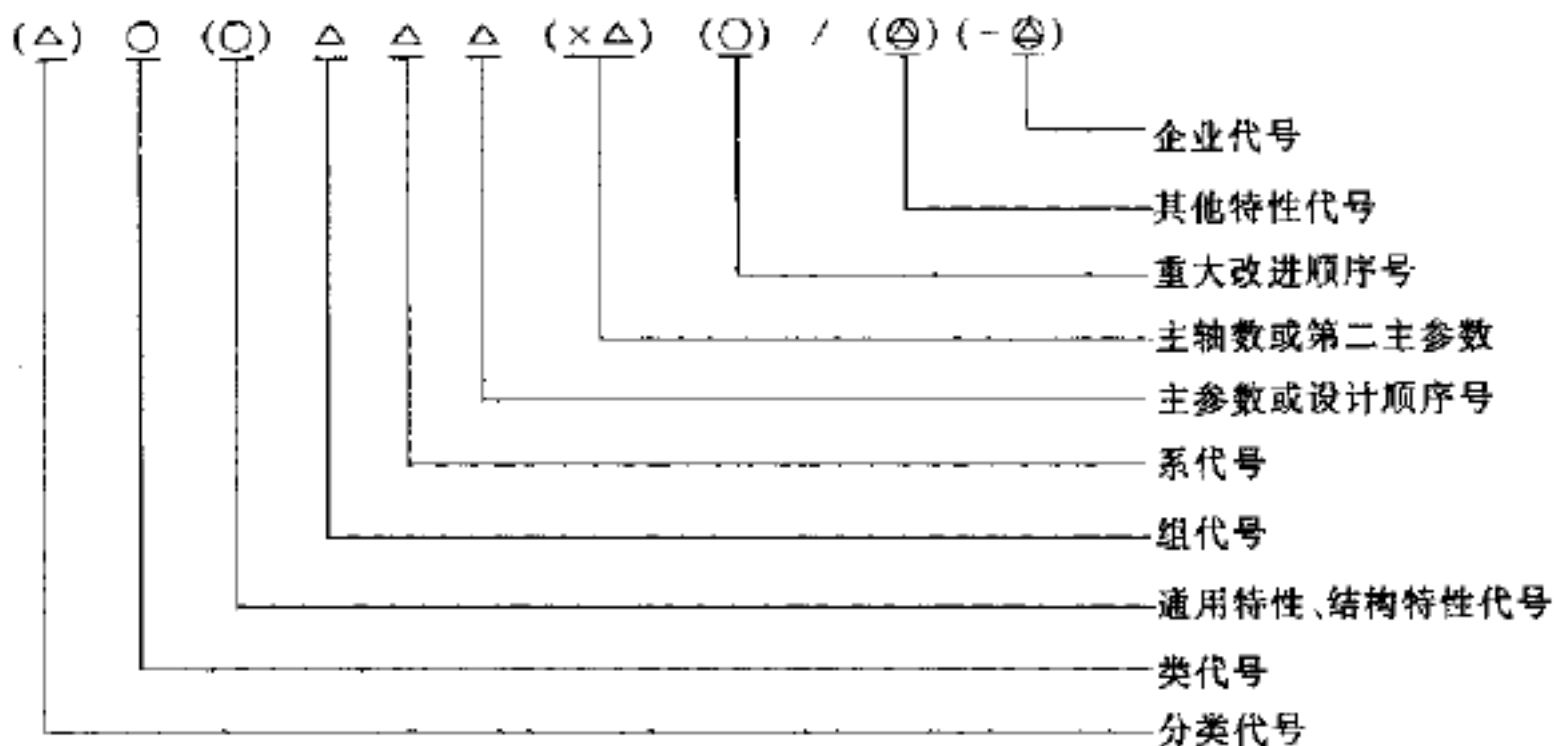
随着生产技术的不断发展,机床的类型和品种将越来越多,机床的分类方法也将不断地发展。

## 1.2 我国机床型号的编制方法

机床的名称往往十分冗长,书写和称呼都很不方便。为了便于使用和管理,每台机床都应该赋予一个代号(即型号)。例如最大车削直径为 320mm 的精密普通车床,用型号 CM6132 表示就十分简便。机床型号是机床产品的代号,用于简明地表示机床的类型、主要技术参数、性能和结构特点等。

我国的机床型号编制方法,自 1957 年第一次颁布以来,随着机床工业的发展,曾作过多次修订和补充。目前工厂中使用和生产的机床,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方法编制的,其涵义可查阅 1957 年、1959 年、1963 年、1971 年、1976 年和 1985 年历次颁布的机床型号编制方法。我国现行的机床型号是按 1994 年颁布的标准“GB/T15375—94 金属切削机床型号编制方法”编制的。本书只介绍 1994 年颁布的标准。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机床、专用机床、自动线,不包括组合机床、特种加工机床。本书只介绍各类通用机床型号的编制方法。

(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”。基本部分需统一管理,辅助部分纳入型号由企业自定。型号的构成如下:



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。

(2) 机床类、组、系的划分及其代号。机床类的代号,用大写的汉语拼音字母表示,并一律按其名称读音。必要时可分为若干分类,分类代号用阿拉伯数字代表,作为型号的首位。第一分类代号前的“1”可省略,第“2”,“3”分类代号则应予以表示。例如磨床分为 M,2M,3M 三个分类。机床的类别和分类代号及其读音如表 1.1 所示。

表 1.1 机床的类别和分类代号

类别	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	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

机床按其加工性质和所用的刀具划分为 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、主要结构及布局型式相同的机床,即为同一系。机床的组、系分别用一个阿拉伯数字来表示。机床类、组划分及其代号如表 1.2 所示。

表 1.2 金属切削机床类、组划分表

组别 类别		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
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 铣镗床	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		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

(续表)

组别 类别	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	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	
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 内拉床	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) 通用特性代号、结构特性代号。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。当某类机床,既有普通型又有某种通用特性时,则在类代号之后加通用特性代号予以区分。如某类机床仅有某种通用特性,而无普通型式者,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,所以不必用“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。通用特性代号如表 1.3 所示。

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。它在型号中没有统一的含义。结构特性代号用汉语拼音字母表示(通用特性代号已用的字母和“ I, O ”两个字母不能用),排在类代号之后。当型号中有通用特性代号时,应排在通用特性代号之后。

(4) 主参数、主轴数和第二主参数的表示方法。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详见附录一。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。

对于多轴车床、多轴钻床等机床,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。它是指最大模数、最大跨距、最大工件长度等。在型号中表示第二主参数,一般折算成两位数为宜。

(5) 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, ... 汉语拼音字母(但“ I, O ”两个字母不得选用),加在型号基本部分的尾部,以区别原机床型号。

(6) 其他特性代号。主要用以反映各类机床的特性,如对于数控机床,可用它来反映不同的控制系统。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表示,也可用阿拉伯数字表示,还可用两者组合表示。

(7) 企业代号。包括机床生产厂及研究所单位代号,置于辅助部分尾部,用“ — ”分开,若辅助部分仅有企业代号,则可不加“ — ”。

通用机床型号示例如下:

例 1.1 最大回转直径为 400mm 的半自动曲轴磨床,其型号为 MB8240。

例 1.2 沈阳第二机床厂生产的最大钻孔直径为 40mm,最大跨距为 1 600mm 的摇臂钻床,其型号为 Z3040/ SZ。

### 1.3 机床的运动

在切削加工中,为了得到具有一定几何形状、一定精度和表面质量的工件,就要使刀具和工件间按一定的规律完成一系列的运动。这些运动按其功用可分为表面成形运动和辅助运动两大类。

#### 1.3.1 表面成形运动

直接参与切削过程,使之在工件上形成一定几何形状表面的刀具和工件间的相对运动称为表面成形运动。如图 1.1 所示,为了在车床上车削圆柱面,工件的旋转运动和车刀的纵向直线移动是形成圆柱外表面的成形运动。表面成形运动是机床上最基本的运动。它对被加工表面的精度和粗糙度有着直接的影响。各种机床加工时必须具备的表面成形运动的形式和数目,决定于

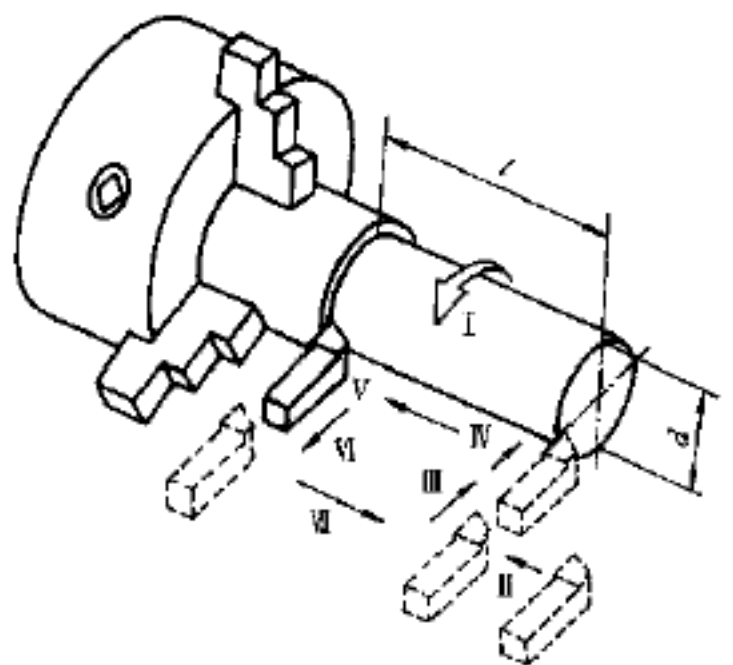


图 1.1 车削圆柱面过程中的运动

- 成形运动
- 快速趋近运动
- 切入运动
- 快速退回运动

被加工表面的形状以及所采用的加工方法和刀具结构。图 1.2 为常见的几种工件表面的加工方法及加工时的成形运动。由图可看出,用不同加工方法形成各种表面所需的成形运动,其基本形式为旋转运动和直线运动。即使刀具和工件的运动轨迹比较复杂,也仍然是由这两种运动合成所得到的。例如,车削成形表面时(见图 1.2(g)),车刀沿曲线的运动是由相互垂直的两个直线运动  $s_1$  和  $s_2$  所组合而成的。

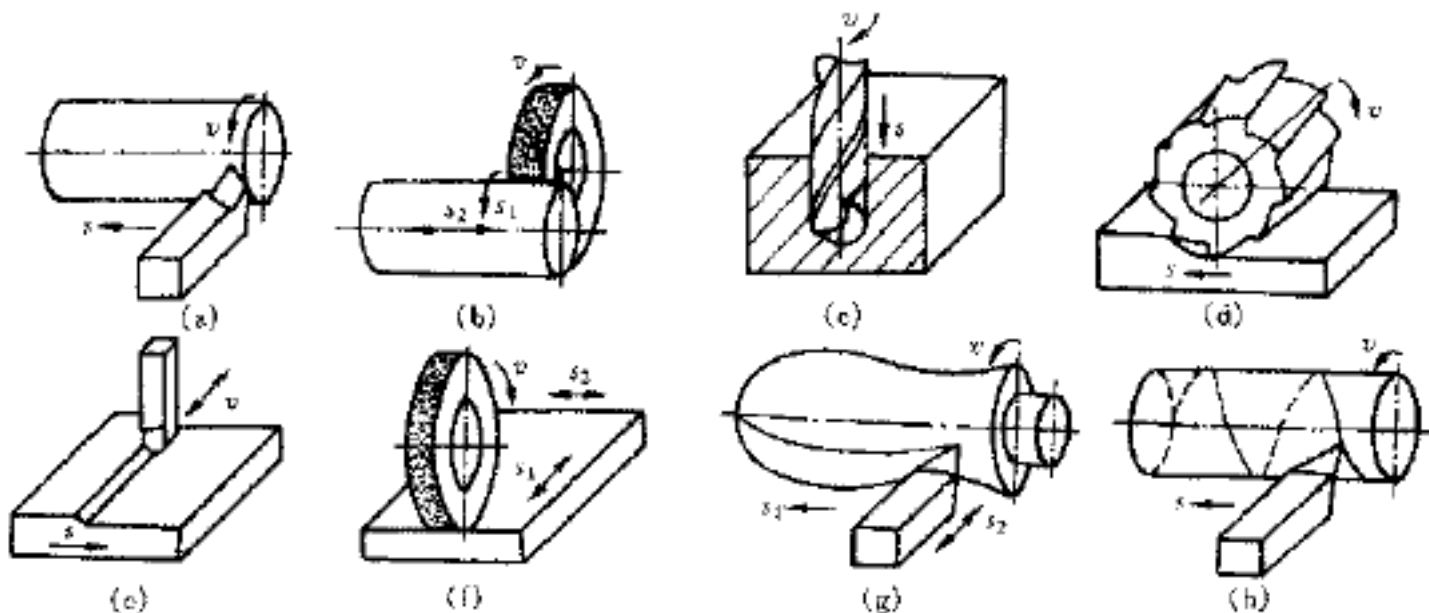


图 1.2 常见工件表面的加工方法及其成形运动

(a) 车外圆柱面 (b) 磨外圆柱面 (c) 钻内圆柱面 (d) 铣平面 (e) 刨平面 (f) 磨平面  
(g) 用尖头车刀车回转成形面 (h) 用螺纹车刀车螺纹

根据切削过程中所起的作用不同,表面成形运动又可分为主运动和进给运动。主运动是直接切除工件上的被切削层,使之转变为切屑的主要相对运动,它是速度最高、消耗功率最多的运动。进给运动是不断地把被切削层投入切削,以逐渐切出整个工件表面的运动。在图 1.1 中,  $v$  运动为主运动,  $s$  运动为进给运动。任何一种机床,必定有,且通常也只有一个主运动,但进给运动可能有一个或几个,也可能没有(如拉削)。主运动和进给运动合成的运动称为合成切削运动。

### 1.3.2 辅助运动

机床上除表面成形运动外的所有运动都是辅助运动,其功用是实现机床加工过程中所必需的各种辅助动作。辅助运动的种类很多,它包括:保证获得一定加工尺寸所需的切入运动,如图 1.1 中的  $s_0$  运动;为反复进行切削加工创造条件的快速引进和退回运动,如图 1.1 中的  $v_0$  运动;使刀具和工件具有正确相对位置的调位运动,如摇臂钻床上移动钻头对准被加工孔中心;多工位工作台和刀架周期换位以及逐一加工许多相同的局部表面时工件周期换位所需的分度运动,如在万能升降台铣床上用分度头加工齿轮时工件周期地转过一定角度等。此外,机床的起动、停止、变速、变向以及部件和工件的夹紧、松开等操纵控制运动,也都属于辅助运动。

## 1.4 机床传动系统的基本概念

为了实现加工过程中所需的各种运动,机床应具备三个基本部分:

(1) 执行机构:执行运动的部件,如主轴、刀架、工作台等。其任务是带动工件或刀具完成