



“十三五”普通高等教育本科规划教材

机械制造技术基础

范孝良 主 编
储开宇 副主编



 中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

机械制造技术基础

主 编 范孝良
副主编 储开宇
编 写 康文利 王进峰
主 审 张文建



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。本书共六章,内容包括切削机床及加工方法与刀具、切削过程基本规律及其控制、工件定位原理与夹具设计、机械加工工艺规程设计、机械制造质量分析与控制、机械产品装配工艺基础。通过本课程的学习,使学生掌握机械制造技术方面的基本理论和基本知识,并具备一定的专业技能,为后续的专业课学习和今后从事专业技术工作奠定良好的基础。本书力求做到章节编排合理,内容完整精练,讲解深入浅出,教材内容与相关实践性教学环节配合默契、联系紧密。

本书可作为普通高等院校机械工程学科的机械工程、机械设计制造及其自动化、机械电子工程、机械工艺技术、材料成型及控制工程、过程装备与控制工程、车辆工程等专业的教材,也可作为工业工程、管理工程、工业设计等有关专业师生的教学用书,还可供机械制造企业和科研院所的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/范孝良主编. —北京:中国电力出版社, 2015. 8

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5123-7974-9

I. ①机… II. ①范… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材
IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 148646 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市百盛印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.75 印张 586 千字

定价 48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

机械制造技术基础是机械类专业的一门重要的专业基础课。本课程与生产实际联系密切,是一门实践性很强的课程,只有具备较多的实践知识,才能在学习时理解得深入透彻,因此在学习过程中要注意实践知识的学习和积累。此外,对课程内容的掌握,需要课后作业与思考练习题、课程设计、实习、实验及工程训练等多种教学环节的配合,每一个环节都是重要的、不可缺少的,学习时应该予以充分重视。通过本课程学习,要求学生能对机械制造活动的全过程有一个总体的、全貌的了解和把握,同时具有宽阔的视野、创新的思维和一定的创新能力。

本书由华北电力大学机械工程系组织编写。主要参编人员都有 30 年以上的金属工艺学、金属切削原理与刀具、金属切削机床概论、机床设计、机床夹具设计、计算机辅助设计与制造等课程的课堂教学,以及相关设计、实习教学环节的教学经历。本书的编写力求做到章节编排合理,内容完整精练、系统性强,讲解深入浅出,图解丰富,使教材内容及相关实践性教学环节配合默契、联系紧密。全书突出基本理论、基本知识、基本方法和基本技能,形成低重心、宽结构、重素质、强实践的课程结构体系;贯彻重基础、低重心、少学时、广知识、精内容、宽面向的改革思路;注重培养学生分析和解决实际生产问题的能力。建议讲授本书前,学生已经过金工实习实践环节,并在课程开始前或进行中安排认识实习。

本书以金属切削和机械制造工艺的基本理论和基本知识为主线,并将与之有关的机床、刀具、夹具等有关内容进行了优化整合。以系统的观点构筑机械制造技术基础的知识体系,从切削机床及加工方法的认识认识到金属切削原理与刀具的认识,以及工艺系统的构成、工艺规程的设计和机械制造质量分析与控制,直到装配工艺规程设计。目的是使学生能够掌握机械制造技术的基础理论、基本知识、基本方法和基本技能,培养学生分析和解决实际生产问题的能力。

本书按 32~80 学时设计,不同学校不同专业可根据学时的多少对教学内容进行删减。本书的部分章节也可以采取课堂以外的方式进行。例如,第 1 章切削机床及加工方法与刀具,可以通过金工实习和认识实习了解掌握,也可以只在课堂讲授部分主要内容,其他知识通过参观工厂生产现场、工程训练中心和实验室,查阅大量文献资料完成大作业的形式获取;第 3 章工件定位原理与夹具设计,可以在课堂上只讲授机床夹具概述、机床夹具定位机构设计、机床夹具夹紧机构设计的部分内容,其他内容可以结合夹具课程设计来进行。

本书由范孝良教授任主编，储开宇副教授任副主编。第 1、3 章由储开宇编写，第 2、4 章由康文利编写，第 5、6 章由王进峰编写。全书由范孝良统稿、定稿。

本书由华北电力大学工程训练中心主任张文建教授主审，并提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示感谢。

本书是编者在总结多年来教学研究、教学改革和教学实践的基础上编写的，但限于编者的水平，疏漏在所难免，恳请广大读者批评指正（E-mail: FXL188@163.com）。

编者

2015.5

目 录

前言

第1章 切削机床及加工方法与刀具	1
1.1 概述	1
1.2 金属切削机床的分类和型号的编制	3
1.3 机床的运动与传动	7
1.4 车削与车削机床	12
1.5 铣削与铣削机床	20
1.6 钻削与钻削机床	31
1.7 刨削插削与插削机床	41
1.8 镗削与镗削机床	46
1.9 拉削与拉削机床	52
1.10 磨削与磨削机床	58
1.11 精密与光整加工	68
1.12 齿轮加工	74
1.13 螺纹加工	83
1.14 组合机床简介	90
思考与练习题	92
第2章 切削过程基本规律及其控制	94
2.1 切削加工的基本概念	94
2.2 刀具几何角度	97
2.3 刀具材料及其选择	102
2.4 切削变形过程	114
2.5 切屑类型及其控制	122
2.6 切削力和切削功率	125
2.7 切削热及切削温度	133
2.8 刀具磨损和刀具耐用度	139
2.9 切削过程基本规律的应用	145
2.10 磨削原理及砂轮	156
思考与练习题	162
第3章 工件定位原理与夹具设计	164
3.1 概述	164
3.2 机床夹具定位机构的设计	171

3.3	机床夹具夹紧装置的设计	207
3.4	主要机床夹具	228
3.5	夹具的其他装置	250
	思考与练习题	257
第4章	机械加工工艺规程设计	263
4.1	概述	263
4.2	零件机械加工工艺性分析与毛坯选择	272
4.3	定位基准的选择	277
4.4	工艺路线的拟订	280
4.5	机械加工工序的设计	292
4.6	编制工艺文件	307
	思考与练习题	307
第5章	机械制造质量分析与控制	309
5.1	概述	309
5.2	机械加工精度	309
5.3	加工误差的统计分析	330
5.4	机械加工表面质量	341
5.5	机械加工过程中的振动	349
	思考与练习题	353
第6章	机械产品装配工艺基础	354
6.1	概述	354
6.2	保证装配精度的工艺方法	358
6.3	装配工艺规程设计	364
6.4	机械产品设计的装配工艺性评价	369
	思考与练习题	373
	参考文献	374

第1章 切削机床及加工方法与刀具

1.1 概 述

金属切削机床是用切削的方法将金属毛坯加工成具有一定几何形状、尺寸精度和表面质量的机器零件的机器。它是制造机器的机器，所以又称为工作母机或工具机，习惯上简称为机床。

机床不同于一般的机械，它是用来生产其他机械的工作母机，因此在刚度、精度及运动特性方面有其特殊要求，下面简要介绍机床的基本概念。

1.1.1 机床的基本组成

各类机床通常都是由下列基本部分组成。

1. 动力源

动力源是为机床提供动力（功率）和运动的驱动部分，如各种交流电动机、直流电动机和液压传动系统的液压缸、液压马达等。

2. 传动系统

传动系统包括主传动系统、进给传动系统和其他运动的传动系统，如变速箱、进给箱等部件，有些机床主轴组件与变速箱合在一起称为主轴箱。

3. 支撑件

支撑件用于安装和支撑其他固定的或运动的部件，承受其重力和切削力，如床身、底座、立柱等。支撑件是机床的基础构件，也称机床大件或基础件。

4. 工作部件

工作部件主要包括以下几种：

(1) 与最终实现切削加工的主运动和进给运动有关的执行部件，如主轴及其主轴箱、工作台及其溜板或滑座、刀架及其溜板或滑枕等安装工件或刀具的部件。

(2) 与工件和刀具安装及调整有关的部件或装置，如自动上下料装置、自动换刀装置、砂轮修整器等。

(3) 与上述部件或装置有关的分度、转位、定位机构和操纵机构等。

不同种类的机床，由于其用途、表面形成运动和结构布局的不同，这些工作部件的构成和结构差异很大，但就运动形式来说，主要是旋转运动和直线运动，所以工作部件结构中大多含有轴承和导轨。

5. 控制系统

控制系统用于控制各工作部件的正常工作，主要是电气控制系统，有些机床局部采用液压或气动控制系统。数控机床则是数控系统，它包括数控装置、主轴和进给的伺服控制系统（伺服单元）、可编程序控制器、输入输出装置等。

6. 冷却系统

冷却系统用于对加工工件、刀具及机床的某些发热部位进行冷却。

7. 润滑系统

润滑系统用于对机床的运动副（如轴承、导轨等）进行润滑，以减小摩擦、磨损和发热。

8. 其他装置

其他装置还包括上/下料装置、排屑装置、自动测量装置等。

1.1.2 机床的技术性能

机床的技术性能是根据使用要求提出和设计的。了解机床技术性能对于选用机床及安排零件的加工是很重要的。一般机床的技术性能包括下列内容：

1. 机床的工艺范围

机床的工艺范围是指在机床上加工的零件类型和尺寸，能够完成何种工序，使用什么刀具等。通用机床有较宽的工艺范围，专用机床的工艺范围就很窄。

2. 机床的技术参数

机床的技术参数（也称技术规格）主要包括尺寸参数、运动参数和动力参数。在机床使用说明书中都给出了该机床的主要技术参数，据此可进行合理地选用。

（1）尺寸参数。尺寸参数是具体反映机床的加工范围和工作能力的参数，包括主参数、第二主参数和与加工零件有关的其他尺寸参数。

（2）运动参数。运动参数是指机床执行件的运动速度、变速级数等，如机床主轴的最高转速、最低转速、变速级数等。

（3）动力参数。动力参数是指机床电动机的功率，有些机床还给出主轴允许承受的最大扭矩和工作台允许的最大拉力等。

3. 加工质量

加工质量主要指加工精度和表面粗糙度，它们由机床、刀具、夹具、切削条件、操作者技能等因素决定。机床的加工质量是指在正常工艺条件下所能达到的经济精度，主要由机床本身的精度保证。机床本身的精度包括几何精度、传动精度和动态精度。

（1）几何精度。几何精度是机床在低速空载时各部件间相互位置精度和主要零件的形位精度，如机床主轴的径向跳动和端面跳动、工作台面的平面度等。

（2）传动精度。传动精度是指机床传动链各末端执行元件之间运动的协调性和均匀性，如车床车螺纹时，要求传动链两端保持严格的传动比，传动链的传动误差将影响到螺纹的加工精度。

（3）动态精度。动态精度是指机床加工时，在切削力、夹紧力、振动和温升的作用下各部件间的相互位置精度和主要零件的形位精度。机床的动态精度主要受机床刚度、抗振性、热变形等因素的影响。

4. 生产率和自动化程度

机床的生产率是指机床在单位时间内所加工的工件数量，机床的自动化程度影响着机床生产率的高低，选择机床时必须加以注意。

5. 人机关系

人机关系主要指机床应操作方便、省力、安全可靠、易于维护和修理等。

6. 成本

选用机床时应根据加工零件的类型、形状、尺寸、技术要求、生产批量等，选择技术性

能与零件加工要求相适应的机床，以充分发挥机床的性能，取得较好的经济效果。

1.2 金属切削机床的分类和型号的编制

1.2.1 机床的分类

机床的分类方法很多，主要是按加工性质和所用刀具进行分类。目前将机床分为 11 大类：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、切断机床及其他机床。在每一类机床中，又按工艺范围、布局形式和结构性能等不同，分为若干组，每一组又细分为若干系（系列）。除上述基本分类方法外，机床还可以根据其他特征进行分类。同类型机床按其工艺范围又可分为通用机床、专门化机床和专用机床。

1. 通用机床

这类机床可以加工多种零件的不同工序，加工范围较广，通用性较大，但结构比较复杂，主要适用于单件小批生产，如卧式车床、卧式镗床、万能升降台铣床等。

2. 专门化机床

这类机床的工艺范围较窄，专门用于加工某一类或几类零件的某一道（或几道）特定工序，如曲轴机床、齿轮机床等。

3. 专用机床

这类机床的工艺范围最窄，只能用于加工某一零件的某一道特定工序，适用于大批量生产，如加工机床主轴箱的专用镗床、加工车床导轨的专用磨床等。各种组合机床也属于专用机床。

同类型机床按其加工精度的不同又可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床。

此外，机床还可按照自动化程度的不同，分为手动、机动、半自动和全自动机床；按质量与尺寸的大小，分为仪表机床、中型机床（一般机床）、大型机床（质量达 10t 及以上）、重型机床（质量在 30t 以上）、超重型机床（质量在 100t 以上）；按机床主要工作部件数量的不同，又可分为单轴、多轴、单刀或多刀机床。

上述几种分类方法，是基于分类的目的和依据不同而提出的。通常机床是按照加工方法（如车、铣、刨、磨、钻等）及某些辅助特征来进行分类的。例如，多轴自动车床，就是以车床为基本类型，再加上“多轴”、“自动”等辅助特征，以区别于其他种类车床。

随着机床的发展，其分类方法也将不断发展。现代机床正向数控化方向发展，数控机床的功能日趋多样化，工序更加集中。现在一台数控机床集中了越来越多的传统机床的功能。例如，数控车床是在卧式车床功能的基础上，又集中了转塔车床、仿型车床、自动车床等多种车床的功能；车削中心是在数控车床功能的基础上，加入了钻、铣、镗等类机床的功能，并对主轴进行伺服控制（c 轴控制）。又如，具有自动换刀功能的镗铣加工中心机床，集中了钻、铣、镗等多种类型机床的功能，习惯上称为加工中心（machining center），有的加工中心既是卧式又是立式，集中了卧式加工中心和立式加工中心的功能。由此可见，机床数控化引起了机床传统分类方法的变化。这种变化主要表现在机床品种不是越来越细，而是趋向综合。

1.2.2 通用机床型号的编制

机床型号是机床产品的代号，用以简明地表示机床的类型、通用和结构特性及主要技术参

数等。我国现行的机床型号是按 2008 年颁布的标准 GB/T 15375—2008《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，辅助部分是否写入型号由企业自定。通用机床的型号构成如下：

(△) ○ (○) △△△ (×△) (○) (/◎)

表达式从左端开始，(△) 表示分类代号；○表示类代号；(○) 表示通用特性和结构特性代号；第一个△表示组代号；第二个△表示系代号；第三个△表示主参数或设计顺序号；(×△) 表示“主轴数或第二主参数”；(○) 表示重大改进顺序号；(/◎) 表示其他特性代号。需说明的是：() 表示可有可无，有内容时不带括号，无内容时不表示；○ 表示大写汉语拼音字母；△ 表示数字；◎ 表示大写汉语拼音字母或阿拉伯数字或两者兼之。

1. 机床的类代号

机床的类代号用大写的汉语拼音字母表示。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，并用阿拉伯数字表示。第一分类代号前的 1 省略，第 2、第 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。机床的类别和分类代号及其读音见表 1-1。

表 1-1 机床的类别和分类代号及其读音

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

2. 机床的通用特性代号和结构特性代号

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

(1) 通用特性代号。通用特性代号具有统一的固定含义，在各类机床的型号中表示的意义相同，见表 1-2。当某类机床除有普通型外还有表中某种通用特性时，在类代号之后加通用特性代号予以区分，如 CK 表示数控车床。如果某类机床仅有某种通用特性而无普通型时，通用特性不必表示，如 C1107 型单轴纵切自动车床。由于这类车床没有非自动型，所以不必用 Z 表示通用特性。当在一个型号中需同时使用 2 或 3 个通用特性代号时，一般按重要程度排列顺序，如 MBG 表示半自动高精度磨床。

表 1-2 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

(2) 结构特性代号。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，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，为避免混淆，通用特性已用的字母及 I、O 都不能作为结构特性代号。例如 CA6140，其中的 A

表示该机床在结构上区别于 C6140 型车床。当型号中已有通用特性代号时，结构特性代号应排在通用特性代号之后。

3. 机床的组别、系列代号

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，其主要参数相同、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代号、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、组划分及其代号见表 1-3。

表 1-3 金属切削机床类、组划分

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	其他 车床
钻床 Z		—	坐标钻床	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	刀具刀 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	刀具刀磨 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
齿轮加工机床 Y		仪表齿轮 加工机床	—	锥齿轮加 工机床	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	—	—	—

4. 机床主参数、设计顺序号及主轴和第二主参数的表示方法

机床主参数代表机床规格大小，用折算值（主参数乘以折算系数，一般取两位数字）表

示，位于系代号之后。常见机床的主参数和折算系数见表 1-4。

表 1-4 常见机床的主参数和折算系数

机床名称	主参数名称	主参数折算系数	第二主参数
卧式车床	床身上最大回转直径	1/10	最大工件长度
立式车床	最大车削直径	1/100	最大工件高度
摇臂钻床	最大钻孔直径	1	最大跨度
卧式镗床	镗轴直径	1/10	—
外圆磨床	最大磨削直径	1/10	最大磨削长度
升降台式铣床	工作台面宽度	1/10	工作台面长度
龙门铣床	工作台面宽度	1/100	工作台面长度
插床及牛头刨床	最大插削及刨削长度	1/10	—
龙门刨床	最大刨削宽度	1/100	最大刨削长度
拉床	额定拉力	1/1	最大行程

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，由设计顺序号由 1 起始，当设计顺序号小于 10 时，则在设计顺序号之前加“0”；对于多轴机床，机床的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”，单轴可以省略。

第二主参数（多轴机床的主轴数除外）一般不予表示，它是指工作台由长度、最大跨距、最大工件长度等，也用折算值表示。

5. 机床的重大改进序号

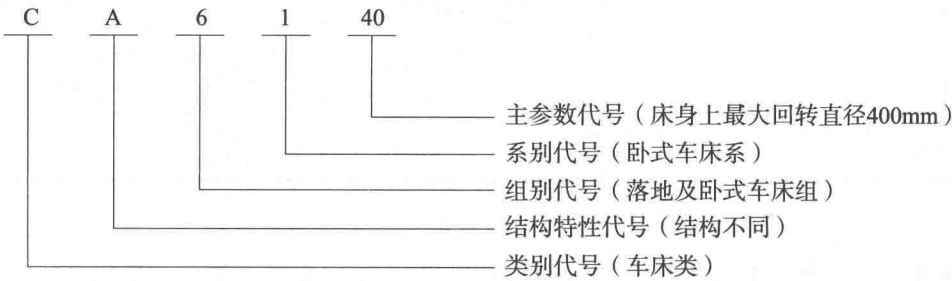
当对机床的结构、性能有更高的要求，并需按新产品重新设计、试制和鉴定时，按改进的先后顺序选用汉语拼音字母 A、B、C、…（I、O 两个字母不得选用），加在型号基本部分的尾部，以区别原机床型号。

6. 其他特性代号

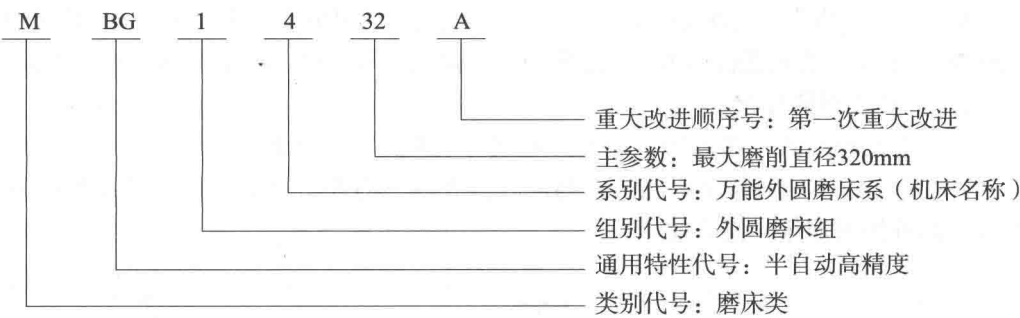
其他特性代号主要用以反映各类机床的特性，应置于辅助部分之首。其中同一型号机床的变型代号，一般应放在其他特性代号之首。例如，对于数控机床，可用来反映不同的控制系统等；对于加工中心，可用以反映控制系统、自动交换主轴头、自动交换工作台等；对于柔性加工单元，可用以反映自动交换主轴箱；对于一机多能机床，可用以补充表示某些功能；对于一般机床，可用以反映同一型号机床的变型等。

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 等，或 BA、CA、DA 等。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。

例如，CA6140 型卧式车床型号含义如下：



又如，某机床厂生产的最大磨削直径为 320mm 的半自动高精度外圆磨床，其型号为 MBG1432A，其表示意义如下：



7. 企业代号

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“—”。

根据上述通用机床型号的编制方法，举例如下：

【例 1-1】北京机床研究所生产的精密卧式加工中心，其型号为 THM6350/JCS。

【例 1-2】大河机床厂生产的经过第一次重大改进，其最大钻孔直径为 25mm 的四轴立式排钻床，其型号为 Z5625×4A/DH。

【例 1-3】最大回转直径为 400mm 的半自动曲轴磨床，其型号为 MB8240。根据加工的需要，在此型号机床基础上变换的第一种形式的半自动曲轴磨床，其型号为 MB8240/1，变换的第二种形式的型号则为 MB8240/2，依次类推。

【例 1-4】某机床厂设计试制的第五种仪表磨床为立式双轮轴颈抛光机，这种磨床无法用一个主参数表示，故其型号为 M0405。后来又设计了第六种轴颈抛光机，其型号为 M0406。

1.2.3 其他类型机床型号的编制

1. 专用机床型号表示方法

专用机床的型号一般由设计单位代号和设计顺序组成。

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）。专用机床的设计顺序号，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“—”隔开，读作“至”。

【例 1-5】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。

2. 机床自动线型号表示方法

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“—”分开，读作“至”。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。

【例 1-6】北京机床研究所以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。

1.3 机床的运动与传动

采用金属切削加工进行零件成形的方法应用最为广泛，根据机床运动的不同、刀具的不

同,可以分为很多方法。机床运动分析是为了研究机床所应具有的各种运动及其相互关系。首先,根据在机床上加工的各种表面和使用的刀具类型,分析得到这些表面的方法和所需的运动。在此基础上,分析为了实现这些运动,机床必须具备的传动联系,实现这些传动的机构及机床运动的调整方法,为合理设计机床、使用机床打下基础。下面分析零件加工表面及其成形原理。

1.3.1 零件表面的形状

机械零件的结构形式千差万别,表面形状各不相同,图 1-1 所示为一些常用机械零件。从图 1-1 可以看出,不论零件多么复杂,都可以由外圆、内孔、平面、锥面及成形表面(如螺纹表面、渐开线表面等)复合而成。

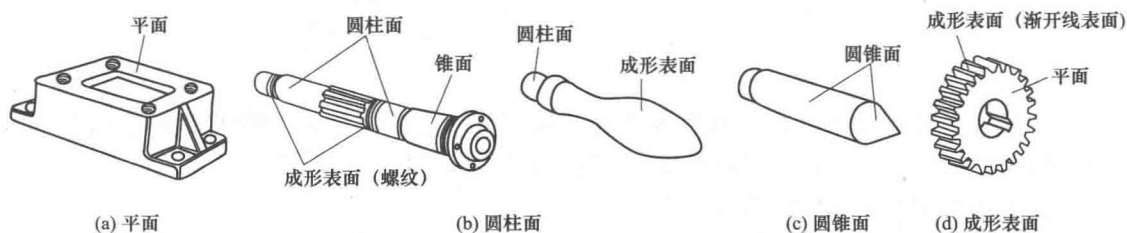


图 1-1 构成不同形状零件的常用各种表面

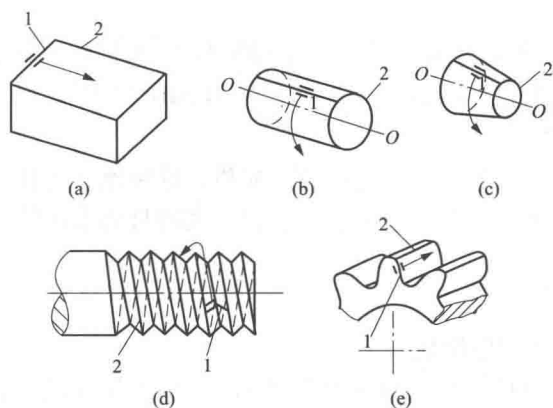


图 1-2 零件表面成形过程

1—母线; 2—导线

沿着直线 2 (导线) 运动形成。

根据母线和导线的运动关系,一般情况下母线和导线可以互换,如图 1-2 (a) 中的平面、图 1-2 (b) 中的圆柱面和图 1-2 (e) 中的直齿齿轮齿面。但对于一些特殊表面,如图 1-2 (c) 中的圆锥面和图 1-2 (d) 中的螺纹表面,则不可互换。

有些表面的两条发生线完全相同,但可以形成不同的表面。如图 1-3 所示,母线为直

1.3.2 零件表面的成形原理

零件的几何形状就其本质来说,都可以看成是母线沿着导线运动形成的轨迹。母线和导线统称为形成表面的发生线。图 1-2 所示为各种零件表面的成形过程。图 1-2 (a) 所示平面是由直线 1 (母线) 沿直线 2 (导线) 运动形成;图 1-2 (b)、(c) 所示圆柱面和圆锥面是由直线 1 (母线) 沿圆 2 (导线) 运动形成;图 1-2 (d) 所示圆柱螺纹的螺旋面,是由 Λ 形线 1 (母线) 沿着螺旋线 2 (导线) 运动形成;图 1-2 (e) 所示直齿圆柱齿轮的渐开线齿廓表面,是由渐开线 1 (母线)

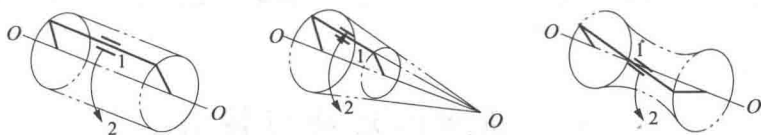


图 1-3 母线原始位置变化时形成的表面

1—母线; 2—导线

线,导线为圆,所需的运动相同,但是由于母线相对于旋转轴的原始位置不同,所产生的表面可以是圆柱面、圆锥面或双曲面,是三个完全不同的表面。

1.3.3 零件表面的形成方法

在零件加工过程中,刀具或工件之一运动或两者按一定规律同时运动就可以形成两条发生线,从而生成所需的加工表面。因此,零件表面的形成方法就是发生线的形成方法,发生线的形成方法有4种。

(1) 轨迹法:利用刀具切削点按一定规律的轨迹运动来对工件进行加工的方法。如图1-4(a)所示,刀具切削点1沿着轨迹3运动,形成工件的母线,工件回转形成导线,从而形成旋转表面。采用轨迹法形成发生线时,刀具需按一定轨迹进行成形运动,刀具的运动精度直接影响加工表面的精度。

(2) 成形法:通过刀刃的形状来控制加工表面的形状。如图1-4(b)所示,刀刃的形状1就是母线的形状,工件回转形成导线,从而形成加工表面。用成形法来形成发生线时,刀具不需要专门的成形运动,加工表面的精度主要靠刀刃的精度来保证。

(3) 相切法:用铣刀、砂轮等旋转类刀具加工时,刀具自身旋转的同时按一定的轨迹运动。如图1-4(c)所示,刀具旋转并且刀具中心按轨迹3运动,切削点1与工件相切就形成了发生线2。用相切法形成发生线时,刀具需要有两个独立的成形运动,即刀具的旋转运动和刀具中心按一定规律运动。

(4) 展成法:用展成法生成发生线时,工件的旋转与刀具的旋转(或移动)两个运动之间必须保持严格的运动协调关系,如图1-4(d)所示,即刀具与工件之间犹如一对齿轮之间或齿轮与齿条之间做啮合运动。刀具切削刃为切削线1,它与所需要形成的发生线2完全不同,发生线2是切削线1的包络线。利用工件和刀具做展成运动进行切削加工的包络方式有两种:

1) 切削线1沿着发生线2做纯滚动。

2) 切削线1和发生线2共同完成复合的纯滚动。

用展成法形成发生线时,工件的旋转和刀具的旋转必须保持严格的速比关系。

1.3.4 机床的运动

各种类型的机床,为了进行切削加工以获得所需的具有一定几何形状、一定尺寸精度和表面质量的工件,必须使刀具和工件完成一系列的运动,其中包括刀具和工件间的相对运动。机床在加工过程中完成的各种运动,按其功用可分为表面成形运动和辅助运动两类。

1. 表面成形运动

在机床上,为了获得所需的工件表面形状,必须使刀具和工件完成一定的运动,这种运动称为表面成形运动。表面成形运动(简称成形运动)是保证得到工件要求的表面形状的

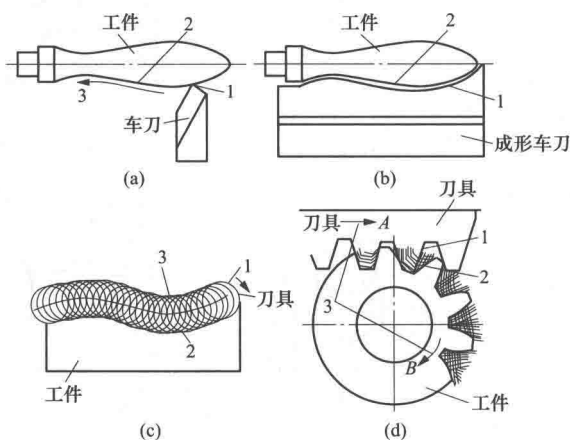


图1-4 形成发生线的4种方法

运动。

成形运动按其在切削加工中所起的作用，又可分为主运动和进给运动。主运动是切除工件上的被切削层，使之转变为切屑的主要运动；进给运动是依次或连续不断地把切削层投入切削，以逐渐切出整个工件表面的运动。主运动速度高，消耗的功率大；进给运动的速度较低，消耗的功率也较小。如图 1-5 所示，任何一种机床必定有主运动，且通常只有一个，但进给运动可能有一个或几个，也可能没有（如拉床）。

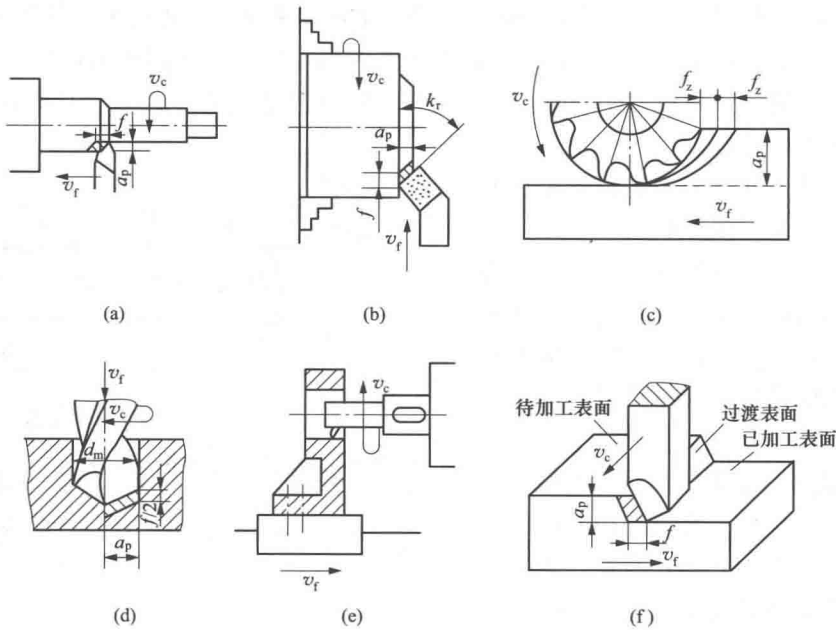


图 1-5 典型机床上在切削加工中的主运动和进给运动

成形运动按其组成情况不同，可分为简单运动和复合运动两种。如果一个独立的成形运动，是由单独的旋转运动或直线运动构成的，则此成形运动称为简单成形运动。用符号 A 表示直线运动，用符号 B 表示旋转运动。如图 1-6 (a) 所示，用普通车刀车削外圆柱面时，

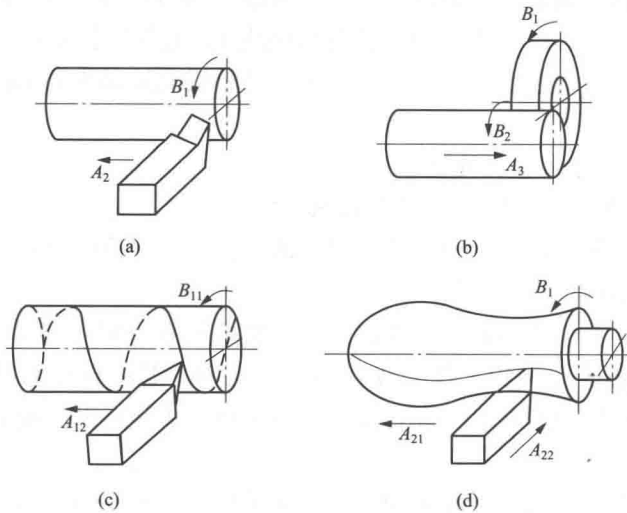


图 1-6 简单运动与复合运动