



普通高等教育“十二五”机电类规划教材

精品力作



机械制造技术基础

苏建修 主 编

高作斌 郑胜利 副主编

杨汉嵩 李 瑜 参 编

- 精品课程配套教材
- 采用国家最新标准
- 配套习题、答案、课件等教学资源
- 教学资源请登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 免费获取



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

机械制造技术基础

苏建修 主 编

高作斌 郑胜利 副主编

杨汉嵩 李 瑜 参 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

全书共 13 章, 以零件加工过程为主线, 将机械制造系统中的金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具和零件切削原理等内容组合为一个整体, 系统介绍了零件的各种加工方法, 所使用的金属切削机床, 金属切削刀具及加工过程中的切削用量选择等, 包括金属切削过程的物理现象, 金属切削理论, 各种普通机床的加工范围、主要结构与传动系统及工作运动分析, 常用金属切削刀具的结构、材料与磨损形式, 切削条件(刀具材料、工件材料等)的合理选择, 精密加工及特种加工等内容。

本书可作为高等工科院校机械类和近机类各专业学生的教材, 也可供成人教育相关专业学生选用及有关工程技术人员参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础 / 苏建修主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.4

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

ISBN 978-7-121-16746-1

I. ①机… II. ①苏… 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(2012)第 067218 号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 李 洁 特约编辑: 刘 忠

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 448 千字

印 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

本书是机械工程及自动化专业的主干技术基础课教材，考虑了原机械设计制造专业部分课程的基本内容，如金属切削原理、金属切削机床、金属切削刀具、金属工艺学等，以及制造技术的发展状况，根据教育部面向 21 世纪工科本科机械类专业人才培养模式改革要求，结合培养应用型工程技术人才教学经验编写而成。

本书的编写考虑了以下问题：

(1) 本书以培养工程应用型技术人才为目标，内容上要求理论与实践统一，注重培养学生的工程能力和创新思维，注重对学生应用所学理论知识分析和解决实际工程技术问题能力的培养。

(2) 考虑到教学时数大量缩短，以基础知识为主，在内容的叙述上，尽量多用图表表达叙述性的内容；增加了新的、先进的基础知识等，以扩大信息量，开阔读者视野。

(3) 删除了一些陈旧的、不常用的、理论性较强的计算与公式推导，使教材内容深入浅出、重点突出、层次分明。

(4) 编写结合工程应用，注重理论联系实际，尽量多用典型实例分析问题，以加强培养学生的工程技术应用能力。

(5) 每章后均附有习题，以加强巩固学习效果，掌握基本内容与要点。

(6) 本教材的参考学时数为 80 学时。

本书由河南科技学院苏建修教授任主编，河南科技大学高作斌任副主编。苏建修教授编写绪论、第 7 章及第 12 章（第 1 节、第 2 节），河南科技大学高作斌编写第 1 章、第 10 章及第 14 章，南阳理工学院郑胜利编写第 2 章、第 3 章及第 8 章，黄河科技学院杨汉嵩编写第 4 章、第 5 章及第 12 章（第 3 节、第 4 节及第 5 节），河南理工大学李瑜编写第 5 章、第 9 章、第 11 章。本书配有课件，有需要者请登录华信教育资源网（www.hxedu.cn），注册后免费下载。

本书在编写过程中参考了有关教材、手册等资料，并得到众多同志的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在一些缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
0.1 机械制造业和机械制造技术在国民经济中的地位和作用	(1)
0.2 机械制造业的发展	(2)
0.3 零件的成型原理与方法	(3)
0.4 本课程的主要内容、学习要求与学习方法	(4)
第1章 概述	(6)
1.1 金属切削机床概述	(6)
1.1.1 金属切削机床的组成、分类与技术性能	(6)
1.1.2 机床的运动	(11)
1.1.3 机床的传动	(14)
1.1.4 机床的分级变速机构和换向机构	(18)
1.1.5 机床的分级变速传动系统	(19)
1.2 切削运动与加工表面	(20)
1.2.1 切削运动	(20)
1.2.2 加工表面	(20)
1.3 切削用量三要素与切削层参数	(21)
1.4 刀具切削部分的基本定义	(22)
1.5 刀具的角度	(23)
1.5.1 刀具的标注角度	(23)
1.5.2 刀具的工作角度	(25)
1.6 切削形式简介	(27)
1.7 习题	(28)
第2章 金属切削过程的物理现象	(29)
2.1 切削层的划分与变形	(29)
2.1.1 切削过程的本质	(29)
2.1.2 切削层的变形	(30)
2.2 切屑	(31)
2.2.1 切屑的种类	(31)
2.2.2 切屑与前刀面的摩擦和积屑瘤	(32)
2.3 切削力	(34)
2.3.1 切削力的产生、合力及其分力	(34)
2.3.2 切削力的测量与计算	(35)
2.3.3 影响切削力的因素	(37)
2.4 切削热和切削温度	(38)
2.4.1 切削热	(39)
2.4.2 切削温度	(39)

2.4.3 影响切削温度的因素	(39)
2.5 习题	(42)
第3章 刀具材料、刀具磨损和耐用度	(43)
3.1 刀具材料	(43)
3.1.1 刀具材料应具备的性能	(43)
3.1.2 常用刀具材料的种类和特性	(44)
3.2 刀具的磨损形式	(48)
3.3 刀具的磨损原因	(50)
3.4 刀具的磨损过程	(52)
3.5 刀具的磨钝标准和耐用度	(53)
3.5.1 刀具的磨钝标准	(53)
3.5.2 刀具的耐用度	(53)
3.6 切削用量对刀具耐用度的影响和刀具耐用度的经验公式	(54)
3.7 合理刀具耐用度的选择	(54)
3.8 刀具的破损	(56)
3.8.1 刀具的破损形式	(56)
3.8.2 刀具的脆性破损耐用度	(57)
3.8.3 防止刀具破损的措施	(58)
3.9 习题	(58)
第4章 工件材料的切削加工性	(59)
4.1 衡量工件材料切削加工性的指标	(59)
4.2 影响工件材料切削加工性的因素	(60)
4.3 常用金属材料的切削加工性	(62)
4.4 材料切削加工性的综合分析方法	(63)
4.5 习题	(64)
第5章 金属切削条件的合理选择	(65)
5.1 刀具材料的选择	(65)
5.2 刀具几何参数的选择	(68)
5.3 刀具耐用度的选择	(71)
5.4 切削用量的选择	(72)
5.5 切削液的选择	(74)
5.6 习题	(77)
第6章 钻削加工	(78)
6.1 钻床	(78)
6.2 孔加工刀具	(78)
6.2.1 孔加工刀具的种类和用途	(78)
6.2.2 标准麻花钻存在的问题与改进	(82)
6.2.3 深孔钻	(83)
6.2.4 铰刀	(87)
6.3 钻床的加工范围	(89)

6.4	其他钻床简介	(89)
6.5	习题	(92)
第7章	车削加工	(93)
7.1	CA6140 型卧式车床	(93)
7.1.1	CA6140 型卧式车床的组成	(93)
7.1.2	车床的加工范围	(94)
7.1.3	车床的传动系统	(95)
7.2	工件在车床上的安装及所需附件	(101)
7.3	车床的使用与调整	(106)
7.3.1	主轴箱摩擦离合器的构造及调整	(107)
7.3.2	主轴制动机构主调整	(108)
7.3.3	变速机构的调整	(109)
7.4	车刀	(113)
7.4.1	车刀按用途分类	(113)
7.4.2	车刀分类	(114)
7.4.3	成型车刀	(120)
7.5	其他车床简介	(122)
7.5.1	立式车床	(122)
7.5.2	转塔式六角车床	(123)
7.5.3	回轮车床	(124)
7.5.4	铲齿车床	(124)
7.6	数控车床	(125)
7.6.1	数控车床的生产应用	(126)
7.6.2	数控车床的组成	(126)
7.6.3	数控车床的分类	(128)
7.6.4	数控车床传动系统	(129)
7.6.5	数控车床的基本工作原理	(130)
7.7	习题	(131)
第8章	铣削加工	(133)
8.1	铣床	(133)
8.1.1	铣床的类型	(133)
8.1.2	铣床附件	(136)
8.2	铣床的加工范围	(139)
8.2.1	平面铣削	(139)
8.2.2	沟槽铣削	(140)
8.3	铣刀	(141)
8.3.1	铣刀的类型及应用	(141)
8.3.2	尖齿铣刀的主要结构尺寸的选择	(143)
8.3.3	铣刀的选择及装夹	(144)
8.4	铣床的使用与调整	(146)

8.4.1	铣床的合理使用	(146)
8.4.2	铣床的操纵和调整步骤	(147)
8.5	数控铣床	(149)
8.5.1	数控铣床的结构组成	(149)
8.5.2	数控铣床的传动系统	(152)
8.5.3	数控机床故障诊断与维修	(153)
8.6	习题	(157)
第 9 章	镗削加工	(158)
9.1	镗床	(158)
9.2	镗床的加工范围	(158)
9.3	镗刀	(159)
9.4	镗床的使用与调整	(160)
9.4.1	镗床的使用	(160)
9.4.2	镗床的调整	(162)
9.4.3	镗床常见故障及其排除	(163)
9.5	数控镗铣床(加工中心)	(164)
9.6	其他镗床简介	(172)
9.6.1	卧式镗床	(172)
9.6.2	坐标镗床	(173)
9.6.3	金刚镗床	(175)
9.7	习题	(177)
第 10 章	磨削加工	(178)
10.1	常用磨床及其加工方式	(178)
10.1.1	外圆磨床	(179)
10.1.2	内圆磨床	(181)
10.1.3	平面磨床	(182)
10.2	磨削原理	(183)
10.2.1	磨削过程及磨削机理	(183)
10.2.2	磨削力与磨削功率	(185)
10.2.3	磨削方法与磨削用量	(186)
10.2.4	磨削温度	(187)
10.2.5	磨削精度和表面质量	(188)
10.2.6	磨削率	(188)
10.3	砂轮	(189)
10.4	几种高效磨削方法简介	(196)
10.5	习题	(198)
第 11 章	刨削与拉削加工	(200)
11.1	刨床与刨刀	(200)
11.1.1	刨床	(200)
11.1.2	刨刀	(204)

11.2	刨削的加工范围	(204)
11.3	拉床与拉刀	(205)
11.3.1	拉床	(205)
11.3.2	拉刀	(207)
11.4	拉削的加工范围	(211)
11.5	习题	(213)
第 12 章	齿形加工	(214)
12.1	齿轮齿形加工方法	(214)
12.2	滚齿加工	(217)
12.2.1	滚齿机加工原理	(217)
12.2.2	Y3150E 型滚齿机	(223)
12.3	插齿机	(233)
12.3.1	插齿工作原理及所需运动	(234)
12.3.2	Y5132 型插齿机	(235)
12.4	其他齿轮齿形加工简介	(237)
12.4.1	圆柱齿轮磨齿机	(237)
12.4.2	剃齿	(239)
12.4.3	珩齿	(240)
12.4.4	锥齿轮加工机床	(240)
12.5	齿轮齿形加工刀具	(241)
12.5.1	齿轮刀具的分类	(241)
12.5.2	轮齿成型铣刀	(242)
12.5.3	齿形滚刀	(243)
12.5.4	齿形的插齿刀	(246)
12.6	习题	(248)
第 13 章	精密加工与特种加工	(249)
13.1	精密加工和超精密加工	(249)
13.1.1	精密加工和超精密加工的基本概念	(249)
13.1.2	精密加工和超精密加工的特点	(250)
13.1.3	精密加工和超精密加工方法简介	(251)
13.2	特种加工简介	(257)
13.2.1	电火花加工	(258)
13.2.2	电化学加工	(259)
13.2.3	激光加工	(260)
13.2.4	电子束加工	(262)
13.2.5	离子束加工	(264)
13.2.6	超声波加工	(265)
13.3	习题	(266)

绪论

0.1

机械制造业和机械制造技术在国民经济中的地位和作用

在国民经济各部门和人们的日常生活中，使用着各种各样的机器、设备、仪器、工具等工艺装备，这些机器、设备、仪器和工具是由一定形状和尺寸的零件所组成的。这些工艺装备的制造过程称为机械制造；生产这些零件并将它们装配成机器、机械、仪器和工具的工业，称为机械制造业。

机械制造业为人类的生存、生产、生活提供各种设备，是国民经济中重要的基础产业和支柱。据统计，1990年，20个工业化国家机械制造业所创造的财富占国民生产总值（GDP）的比例平均为22.15%，其中，美国68%的财富来源于机械制造业，日本国民总产值的49%是由机械制造业提供的，中国的机械制造业在工业总产值中也占有40%。目前，制造科学、信息科学、材料科学、生物科学被称为四大支柱科学并相互依存，如果没有机械制造业提供质量优良、技术先进的工艺装备，那么信息科学、材料科学、生物科学及空间科学等新科学的发展将会受到严重的制约，它们必须依靠制造科学才能形成产业和创造社会物质财富，而制造科学的快速发展也必须依靠信息、材料和生物科学等的发展。例如，快速原型成型机、虚拟轴机床、智能结构与系统等，已经远远超出了纯机械的范畴，而是集机械、电子、控制、计算机、材料等众多技术于一体的现代机械设备，并且体现了人文科学和个性化发展的内涵。因此，机械制造业的发展直接影响到国民经济各部门的发展，也影响到国计民生和国防力量的加强，机械制造业是任何其他高新技术实现工业价值的最佳集合点，因此，各国都把机械制造业的发展放在首要位置。随着国际市场机械产品竞争的日益加剧，各大公司都把高新技

术注入机械产品的开发中,作为竞争取胜的重要手段。可以说,机械制造业的发展水平是衡量一个国家经济实力和科学技术水平的重要标志之一。

第二次世界大战以来,美国一直是机械制造业大国。美国对机械制造业的发展十分重视,从 20 世纪 50 年代以来,在美国大学中设置工业工程专业,培养机械制造系统人才。但在 20 世纪 70~80 年代,一度受到所谓机械制造业已成为“夕阳工业”的思潮影响,使机械制造业每况愈下,结果使美国在汽车、家电的生产方面受到日本的有力挑战,丧失了很多市场,导致了 20 世纪 90 年代初的经济衰退。这一严重局面引起了美国决策层重新审视自己的产业政策,先后制定了一系列振兴机械制造业计划,提出了集成制造、敏捷制造、虚拟制造、并行工程、“两毫米工程”等,推行了“计算机集成制造系统”和“21 世纪制造企业战略”,促进了先进制造技术的发展,并将 1994 年确定为美国的先进制造技术年。这些措施的实施,对美国的工业生产和经济复苏产生了重大影响,使先进制造技术在美国得到了长足的发展。

我国现在的机械制造业技术水平和国外相比还有相当大的差距。我国的机械制造业是在 1949 年以后才逐步建立和发展起来的,60 多年来,我国的机械制造技术和材料加工工艺等都有了很大的发展,已经建成了机械制造、冶金、交通运输、石油化工、航空航天、精密仪表等许多现代化的工业生产基地,为工业、农业、科技、国防提供了大量的机械产品和设备,为我国的国民经济的发展做出了巨大的贡献。然而,由于我国的机械制造业长期在计划经济体制下运行,与工业发达国家相比,还存在着阶段性的差距。主要表现在机械产品品种档次低,制造工艺落后、装备陈旧,专业生产水平低,技术开发能力不够强,科技投入少,管理水平落后等,因而我国机械制造业正承受着国际市场的巨大压力。我国现在已经成为制造大国,但是要想成为制造强国,还有很长的路要走。目前,我国在尖端设备制造、大型装备制造、高精度检测仪器方面还必须依赖进口,如高速高精度机床、集成电路制造系统、大型发电动机等。因此,我国的机械制造业今后的发展,除了不断提高常规机械生产的工艺装备和工艺水平外,还必须研究开发优质高效精密装备与工艺,为高新技术产品的生产提供新工艺、新装备;同时加强基础技术研究,消化和掌握引进技术,提高自主开发能力,形成常规制造技术与先进制造技术并进的机械制造业结构。

0.2 机械制造业的发展

机械制造业是一个古老的产业,机械制造业自 18 世纪初工业革命以来,它经历了一个漫长的发展过程。然而,随着现代科学技术的进步,特别是微电子技术和计算机技术的发展,使机械制造这个传统工业焕发了新的活力,增加了新的内涵。如计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、成组技术(GT)、计算机数字控制(CNC)、计算机直接控制和分布式控制(DNC)、柔性制造系统(FMS)、工业机器人(ROBOT)、计算机集成制造系统(CIMS)等新技术已广泛地被人们了解和熟悉。这些新技术的引进和使用,使机械制造业无论在加工自动化方面,还是在生产组织、制造精度、制造工艺方面都发生了令人瞩目的变化。机械制造业正经历着由传统制造技术向自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化和精密化发展的根本变革,这就是第三次工业革命。

现代制造技术或先进制造技术是 20 世纪 80 年代提出来的,随着电子、信息等高新技术的不断发展及市场需求个性化与多样化,世界各国都把机械制造技术的研究和开发作为国家的关键技术进行优先发展,将其他学科的高技术成果引入机械制造业中。可以认为,先进制造技术是将机

械、电子、信息、材料、能源和管理等方面的技术，进行交叉、融合和集成，综合应用于产品全生命周期的制造全过程，包括市场需求、产品设计、工艺设计、加工装配、检测、销售、使用、维修、报废处理等，以实现优质、敏捷、高效、低耗、清洁生产，快速响应市场的需求。

0.3

零件的成型原理与方法

机器或设备中的零件要完成一定的功能，首先必须具备一定的形状。这些形状可以通过不同的加工方法来完成。在传统制造工艺中，人为地将零件的成型过程分为热加工和冷加工两个阶段，而且是以冷去除加工和热变形加工为主，主要是利用力、热原理来进行的。

按照零件由原材料或毛坯制造成为零件的过程中质量 m 的变化，可分为 $\Delta m < 0$ 、 $\Delta m = 0$ 、 $\Delta m > 0$ 三种原理，不同原理采用不同的成型工艺方法。如表 0.1 所示。

表 0.1 零件的制造方法

分 类	加 工 机 理		加 工 方 法
去除加工	力学加工		切削加工、磨削加工、磨粒流加工、磨料喷射加工、液体喷射加工
	电物理加工		电火花加工、电火花线切割加工、等离子体加工、电子束加工、离子束加工
	电化学加工		电解加工
	物理加工		超声波加工、激光加工
	化学加工		化学铣削、光刻加工
	复合加工		电解磨削、超声电解磨削、超声电火花电解磨削、化学机械抛光
结合加工	附着加工	物理加工	物理气相沉积、离子镀
		热物理加工	蒸镀、熔化镀
		化学加工	化学气相沉积、化学镀
		电化学加工	电镀、电铸、刷镀
	注入加工	物理加工	离子注入、离子束外延
		热物理加工	晶体生长、分子束外延、渗碳、搀杂、烧结
		化学加工	渗氮、氧化、活性化学反应
		电化学加工	阳极氧化
	连接加工		激光焊接、化学粘接、快速成型制造、卷绕成型制造
变形加工	冷、热流动加工		锻造、辗锻、轧制、挤压、辊压、液态模锻、粉末冶金
	黏滞流动加工		金属型铸造、压力铸造、离心铸造、熔模铸造、壳型铸造、低压铸造、负压铸造
	分子定向加工		液晶定向

1. 去除加工

去除加工是 $\Delta m < 0$ 的材料去除原理。去除加工又称分离加工，是从工件上去除一部分材料而成型。例如，传统的切削加工方法，包括磨料磨削、某些特种加工等，在制造过程中通过材料逐渐被去除而获得需要的几何形状。

去除加工主要指切削加工，切削加工是通过刀具和工件之间的相对运动及相互力的作用实现的。工件往往通过一定的方式安装在机床上，机床带动刀具或工件或两者同时进行运动。切削加工过程中，有力、热、变形、振动、磨损等现象发生，这些运动的综合决定了零件最终获

得的几何形状及表面质量。

对于加工精度及表面粗糙度要求特别高的零件,需要采取精加工及超精加工工艺。精加工及超精加工的尺寸精度往往达到亚微米乃至纳米(nm)级。

特种加工是指利用电能、光能或化学能等方法完成材料的去除成型方法,这些方法主要适合对超硬、易碎等的金属与非金属材料用常规加工方法难以加工的场合。如当前发展比较快的“三束”(激光束、电子束、离子束)加工,在微细加工中有广泛的应用。

2. 结合加工

结合加工是 $\Delta m > 0$ 的成型原理,即材料累加成型原理,是利用物理和化学方法将相同材料或不同材料结合在一起而成型,是一种堆积成型、分层制造方法。成型后与成型前相比 $\Delta m > 0$,在 $\Delta m > 0$ 的制造过程中,零件是通过材料逐渐累加成型的,这一工艺方法的优点是可以成型任意复杂形状的零件,而无须刀具、夹具等生产准备活动。

按结合加工机理和结合强弱又可分为附着(deposition)、注入(injection)和连接(jointed)三种。附着又称沉积,是在工件表面上覆盖一层材料,是一种弱结合,如物理气相沉积、电镀等;注入又称渗入,是在工件表层上渗入某些元素,与基体材料产生物化反应,以改变工件表层材料的力学性质,是一种强结合,典型的加工方法有渗碳、氧化等;连接又称结合,是将两种相同或不相同材料通过物化方法连接在一起,可以是强结合,也可以是弱结合,如激光焊接、化学粘接等。

3. 变形加工

变形加工是 $\Delta m = 0$ 的成型原理,即材料基本不变原理,变形加工又称流动加工,是利用力、热、分子运动等手段使工件产生变形,改变其尺寸、形状和性能,如铸造、锻造及模具成型(注塑、冲压等)工艺,在成型前后,材料主要是发生形状变化,而质量基本不变。

统计数据表明,机电产品40%~50%的零件是由模具成型的,因而模具的作用是显而易见的。模具可分为注塑模、压铸模、锻模、冲裁模、拉伸模、吹塑模等。在我国,模具的设计与制造是一个薄弱环节。模具制造精度一般要求较高,其生产方式往往是单件生产。

0.4

本课程的主要内容、学习要求与学习方法

“机械制造技术基础”是机械设计制造及其自动化专业的一门重要的专业基础课程。课程设置的目的是为了使学生在制造技术方面奠定最基本的知识和技能基础。

1. 主要内容

本课程以机械制造工艺系统为主线,将系统中的金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具和零件等诸方面的内容组合为一个整体。主要介绍零件的各种加工方法、所使用的金属切削机床、金属切削刀具,以及加工过程中的切削用量选择等。包括金属切削过程的物理现象,金属切削理论,各种普通机床的加工范围、主要结构与传动系统及工作运动分析,常用金属切削刀具的结构、材料与磨损形式,切削条件(刀具材料、工件材料等)的合理选择,机床夹具设计原理与典型夹具设计,精密加工及特种加工等。全书内容系统完整,简明精练,具有一定的科

学性和先进性。

2. 本课程学习的主要要求

本课程的任务是研究金属切削过程的基本理论、切削过程中产生的诸多现象和规律；研究金属切削加工装备（包括机床、夹具、刀具）结构、工作原理及使用条件。由于与其他技术基础课和专业基础课衔接紧密，学习课程时应具备一定的金属工艺学、金工实习、互换性与技术测量、机械设计（机械原理和机械零件）、工程力学（理论力学和材料力学）等课程的基本理论和知识。通过学习本课程，要求学生具有以下能力。

（1）对制造过程有一个整体、全面的了解。

（2）掌握金属切削过程的基本理论，如切屑形成机理、切削力、切削热和温度，了解常用的金属切削刀具的结构、工作原理和刀具磨损及其变化规律，具有根据加工条件合理选择刀具种类、刀具材料、刀具几何参数、切削用量及切削液的能力。

（3）熟悉金属切削机床的用途、加工范围、结构、工作原理，初步掌握和分析机床运动和传动系统的方法，具有普通机床传动链分析与调整的能力。

（4）掌握机床夹具设计的基本原理和方法，学会工件在机床夹具中定位方案的分析与定位误差的计算，理解和掌握典型机床夹具的特点，具备机床夹具设计的基本能力。

（5）了解目前制造技术和制造模式的发展趋势。

3. 学习方法

本课程的实践性很强，与生产实际联系密切，只有具备较多的实践知识，才能在学习时理解得深入透彻。因此学习本课程时，除了参考大量的书籍之外，必须重视实践环节，加强感性知识与理性知识的结合，在学习过程中要注意实践知识的学习和积累。

在使用本教材时，不同专业及方向可根据需要合理取舍；部分章节可采用课堂以外方式教学。课程教学务必理论联系实际，结合生产实习、课程实验、现场教学和课程设计等多种实践教学环节，并努力运用多媒体等现代化教学方法和教学手段，进行问题的具体分析，从工程应用角度理解和掌握工程问题，以获得较理想的教学效果。

第 1 章

概述

1.1 金属切削机床概述

金属切削机床是用切削的方法将金属毛坯加工成具有特定尺寸、形状和表面质量的零件的机器，它是制造机器的机器，所以又称“工作母机”或“工具机”，习惯上简称机床。机床是进行切削加工所需要的最主要装备。

切削加工是指利用机床和切削工具，依靠工具与工件之间的相对运动，从工件表面切去多余的金属，以获得几何形状、尺寸及表面粗糙度等符合图样要求的零件的加工方法。切削加工按其所用切削工具的类型又可分为刀具切削加工和磨料切削加工。刀具切削加工的主要方式有车削、钻削、镗削、铣削、刨削等；磨料切削加工的方式有磨削、珩磨、研磨、超精加工等。各类切削加工都要通过相应的机床来实现。

本章简要介绍金属切削机床的组成、分类、技术性能、运动、传动、分级变速机构、换向机构、分级变速传动系统，以及切削用量、刀具角度等切削加工基础知识。

1.1.1 金属切削机床的组成、分类与技术性能

1. 机床的组成

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、液压电动机等。

(2) 传动系统

传动系统将动力源的动力和运动传递给机床的工作部件,并在传递过程中实现动力和运动的变换和控制,分为主传动系统、进给传动系统和其他运动的传动系统。如变速箱、进给箱等部件都是典型的机床传动系统。有些机床主轴组件与变速箱组合在一起称为主轴箱。

(3) 支承件

用于安装和支承其他固定的或运动的机床部件,承受其重力和切削力,如床身、底座、立柱等。支承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、主轴箱、工作台及其溜板或滑座、刀架及其溜板与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、表面成型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,工作部件的机械结构中大多含有轴承或导轨。

(5) 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压控制系统。数控机床则是数控系统,它包括数控装置、主轴和进给机构的伺服控制系统(伺服单元)、可编程序控制器和输入/输出装置等。

(6) 冷却系统

用于对工件、刀具及机床的某些发热部位进行冷却。

(7) 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

如上下料装置、排屑装置、自动测量装置等。

2. 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,国家标准将机床分为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。

机床按其工艺范围可分为以下几类:

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。这类机床主要用于单件小批生产,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。

机床按其加工精度的不同可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床。

机床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。

机床按质量与尺寸不同可分为仪表机床、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）。

机床按主要工作部件的数目，又可分为单轴、多轴机床，或单刀、多刀机床。

3. 机床型号的编制

我国现行的机床型号是按 2008 年颁布的 GB/T15375—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。

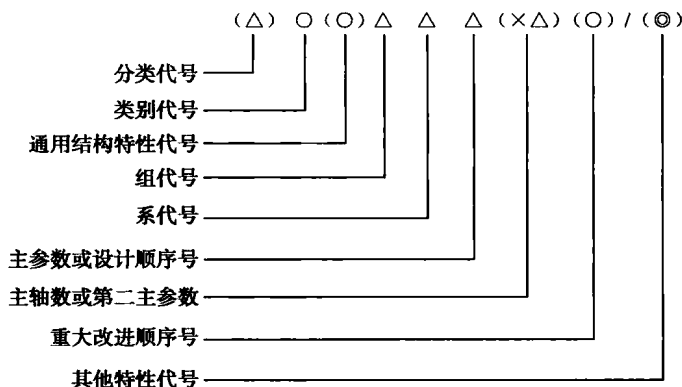
（1）通用机床型号编制

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”。基本部分需要统一管理，辅助部分是否写入型号由企业自定。

机床的类别代号，用大写的汉语拼音字母表示。必要时，每类可分为若干分类。分类代号在类别代号之前，作为型号的首位，并用阿拉伯数字表示。第 1 分类代号前的“1”省略，第“2”、“3”分类代号则应予以表示。

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，位于类别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，位于类别代号之后。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。

机床型号各部分的含义如下：



机床的类别代号用大写的汉语拼音字母表示。若每类有分类，在类别代号前用数字表示，但第 1 分类不予表示，例如，磨床类分为 M、2M、3M 三个分类。机床的类别代号如表 1-1 所示。