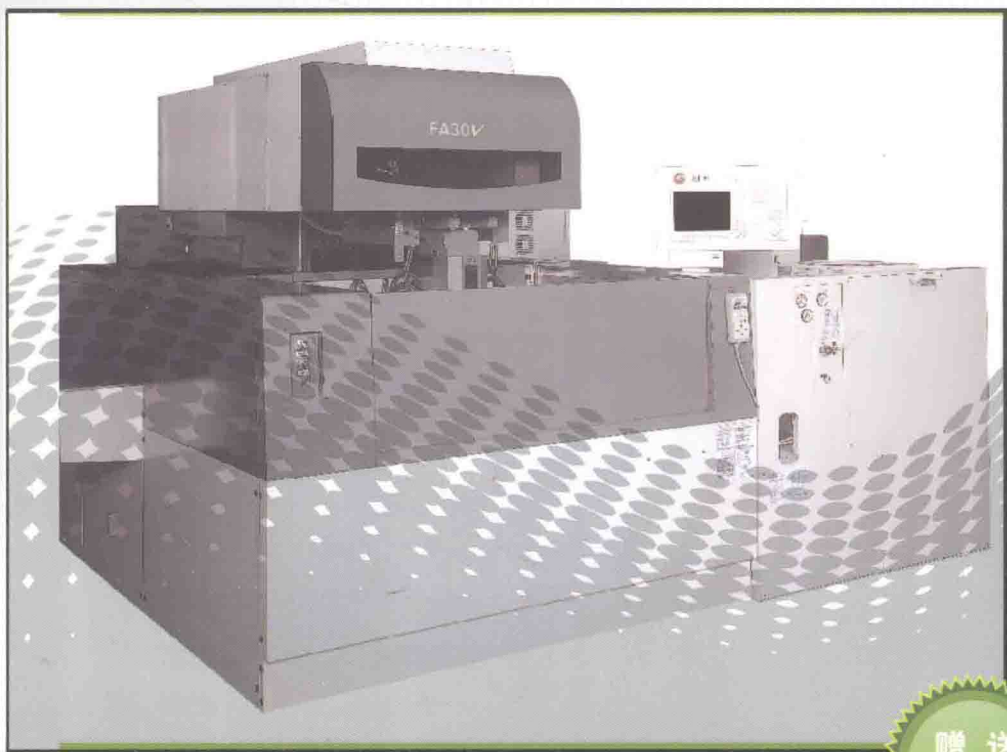




高职高专机械设计与制造专业规划教材

金属切削与机床

刘 坚 主 编
陈 立 屈 雁 副主编



赠 送
电子课件



清华大学出版社

金属切削与机床



高职高专机械设计与制造专业规划教材

金属切削与机床

刘 坚 主 编
陈 立 屈 雁 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书在深入调研的基础上,反映了近几年来高等职业技术教育课程改革的经验,适应经济发展、科技进步和生产实际对教学内容提出的新要求,注意反映生产实际中的新知识、新技术、新工艺和新方法,突出了职业教育特色,紧密联系生产实际,具有广泛的实用性。

本书共 11 章,主要介绍了金属切削基本知识,刀具材料,金属切削过程的基本规律,工件材料的切削加工性,切削用量、切削液和刀具几何参数的选择,金属切削机床的基本知识,车床与车削加工,铣床与铣削加工,磨床与磨削加工,齿轮加工与齿轮加工机床,其他机床及加工方法,各章后均附有习题与思考题。书中采用了新国标规定的名词术语,较系统地介绍了金属切削原理与刀具,金属切削机床的基本知识。

本书可供高等职业技术学院及职工大学机械设计与制造、机电、数控、模具等相关专业选用,也可供大专院校和从事机械加工工作的工程技术人员参考,或作为工厂金属切削机床操作工人的自学教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

金属切削与机床/刘坚主编;陈立,屈雁副主编. —北京:清华大学出版社,2012
(高职高专机械设计与制造专业规划教材)

ISBN 978-7-302-30011-3

I. ①金… II. ①刘… ②陈… ③屈… III. ①金属切削—机床—高等职业教育—教材 IV. ①TG502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 211252 号

责任编辑:李玉萍 桑任松

封面设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19 字 数:457 千字

版 次:2012 年 9 月第 1 版 印 次:2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:35.00 元

产品编号:046219-01

前 言

本书是高职高专机械设计与制造专业规划教材，除供高等职业技术学院及业余职工大学机械设计与制造、机电、数控、模具及其他相关专业选用外，还可供大专院校和从事机械加工工作的工程技术人员参考，或作为工厂金属切削机床操作工人的自学教材。

本书根据机械制造技术的迅速发展对人才素质的需要而确立课程的教学内容，体现了创新意识和实践能力为重点的教育教学指导思想。书中渗透当代科学思维，反映了机械制造技术发展对机电类应用型人才素质的要求。

本书在深入调研的基础上，总结近年来高等职业技术教育课程改革的经验，适应经济发展、科技进步和生产实际对教学内容提出的新要求，注意反映生产实际中的新知识、新技术、新工艺和新方法；突出了高等职业教育特色，紧密联系生产实际，注重基本理论、基本知识和基本技能的叙述；编写了形式多样的例题、习题和思考题，方便教学，具有广泛的实用性。

全书共 11 章，分别介绍了金属切削基本知识，刀具材料，金属切削过程的基本规律，工件材料的切削加工性，切削用量、切削液和刀具几何参数的选择，金属切削机床的基本知识，车床与车削加工，铣床与铣削加工，磨床与磨削加工，齿轮加工与齿轮加工机床，其他机床及加工方法等内容。

本书由刘坚任主编，陈立、屈雁任副主编。各章编写分工如下：绪论、第 1 章、第 6 章、第 10 章、第 11 章由刘坚编写，第 2 章、第 3 章由陈立编写，第 4 章由李秀兰编写，第 5 章由孙甲尧编写，第 7 章由屈雁编写，第 8 章由欧阳海菲编写，第 9 章由凡进军编写。

本书由程璋主审，对初稿提出了宝贵和全面的修改意见。在编写过程中还得到了有关兄弟院校领导和老师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，经验不足，书中的缺点和错误在所难免，恳请读者给予批评指正。

编 者

目 录

绪论	1	2.1.2 刀具材料的分类	25
第 1 章 金属切削基本知识	6	2.2 高速钢	26
1.1 工件表面的成形方法和机床所需的运动	6	2.2.1 高速钢的特点	26
1.1.1 工件表面的成形方法	6	2.2.2 常用高速钢材料的分类与性能及应用	27
1.1.2 机床的运动	9	2.3 硬质合金	29
1.2 工件加工表面与切削用量	10	2.3.1 硬质合金的特点	29
1.2.1 工件上的加工表面	10	2.3.2 硬质合金分类及其选用	30
1.2.2 切削运动	11	2.4 涂层刀具材料	32
1.2.3 切削用量	12	2.4.1 涂层刀具材料概述	32
1.3 刀具的几何角度	12	2.4.2 涂层刀具的分类及应用	33
1.3.1 刀具的构成	12	2.5 陶瓷刀具	34
1.3.2 刀具切削部分的组成	13	2.5.1 陶瓷刀具的特点	34
1.3.3 刀具静止角度参考系	14	2.5.2 陶瓷刀具的分类及选用	35
1.3.4 主剖面参考系刀具静止角度的标注	15	2.6 超硬刀具材料	35
1.4 刀具工作参考系及工作角度	16	2.6.1 金刚石的分类与特点	35
1.4.1 刀具的工作参考系	16	2.6.2 立方氮化硼的特点	36
1.4.2 刀具的工作角度	16	小结	37
1.4.3 横向进给运动对刀具工作角度的影响	17	习题与思考题	37
1.4.4 纵向进给运动对刀具工作角度的影响	17	第 3 章 金属切削过程的基本规律	39
1.4.5 刀具安装位置对工作角度的影响	19	3.1 金属切削变形与切屑种类	39
1.5 切削层参数与切削方式	20	3.1.1 金属切削过程及变形区	39
1.5.1 切削层参数	20	3.1.2 变形程度的表示方法	41
1.5.2 切削方式	22	3.1.3 影响切削变形的主要因素	43
小结	22	3.1.4 切屑的类型	45
习题与思考题	23	3.2 积屑瘤与鳞刺	46
第 2 章 刀具材料	24	3.2.1 积屑瘤	46
2.1 刀具材料的性能和分类	24	3.2.2 鳞刺	48
2.1.1 刀具材料应具有的性能	24	3.3 切削力	48
		3.3.1 切削力的来源、切削合力及分解	49
		3.3.2 切削分力的作用与切削功率	50
		3.3.3 切削力切削功率的计算	50
		3.3.4 影响切削力的因素	51

3.4 切削热与切削温度.....54	5.1.3 提高切削用量的途径..... 86
3.4.1 切削热的产生和传出.....54	5.1.4 超高速切削..... 87
3.4.2 切削温度的分布.....56	5.2 切削液的选择..... 87
3.4.3 切削温度的主要影响因素.....57	5.2.1 水溶性切削液..... 88
3.4.4 切削温度对工件、刀具 和切削过程的影响.....60	5.2.2 油溶性切削液..... 89
3.5 刀具磨损与刀具耐用度.....61	5.2.3 固体润滑剂..... 89
3.5.1 刀具磨损的形态.....61	5.2.4 切削液的作用..... 90
3.5.2 刀具磨损的原因.....63	5.2.5 切削液的添加剂..... 91
3.5.3 刀具磨损过程及磨钝标准.....64	5.2.6 切削液的选用..... 94
3.5.4 合理耐用度的选用原则.....66	5.3 刀具几何参数的选择..... 96
3.5.5 刀具的破损.....69	5.3.1 刀具合理几何参数选择的一般 原则..... 96
小结.....70	5.3.2 前角、后角和主偏角、副偏角 的功用及其选择..... 97
习题与思考题.....71	小结..... 105
第4章 工件材料的切削加工性.....72	习题与思考题..... 105
4.1 材料切削加工性指标.....72	第6章 金属切削机床的基本知识..... 106
4.2 工件材料切削加工性的影响因素.....76	6.1 机床的分类..... 106
4.2.1 工件材料物理力学性能 对切削加工性的影响.....76	6.2 金属切削机床型号编制方法..... 107
4.2.2 化学成分的影响.....77	6.2.1 范围..... 107
4.2.3 金相组织.....78	6.2.2 机床通用型号..... 107
4.3 改善工件材料切削加工性的措施.....80	6.3 机床传动原理及传动系统分析..... 114
4.3.1 调整工件材料的化学成分.....80	6.3.1 机床传动原理..... 114
4.3.2 改变工件材料的金相组织.....80	6.3.2 机床传动装置..... 114
4.3.3 选择切削加工性好的材料 状态.....81	6.3.3 机床传动系统分析..... 118
4.3.4 合理选择刀具材料.....81	小结..... 122
4.3.5 难切削材料采用新的切削 加工技术.....81	习题与思考题..... 122
小结.....83	第7章 车床与车削加工..... 124
习题与思考题.....83	7.1 卧式车床的用途及主要组成部件..... 124
第5章 切削用量、切削液和刀具几何 参数的选择.....84	7.1.1 卧式车床的用途和运动..... 124
5.1 切削用量的选择.....84	7.1.2 车床的分类..... 125
5.1.1 切削用量的制定原则.....84	7.1.3 卧式车床的主要组成部件..... 125
5.1.2 背吃刀量、进给量、切削速度 的确定.....85	7.2 卧式车床的传动系统..... 126
	7.2.1 主运动传动链..... 126
	7.2.2 车螺纹运动传动链..... 128
	7.2.3 纵向和横向进给运动..... 133
	7.2.4 刀架纵向和横向快速移动..... 133

7.3 卧式车床主要部件结构.....	134	8.4.1 万能工具铣床.....	178
7.4 其他车床简介.....	141	8.4.2 摇臂万能铣床.....	178
7.4.1 马鞍车床和落地车床.....	141	8.4.3 龙门铣床.....	179
7.4.2 回轮车床.....	142	8.5 铣削加工与铣刀.....	180
7.4.3 立式车床.....	143	8.5.1 铣削加工精度及加工特点.....	180
7.4.4 铲齿车床.....	144	8.5.2 铣刀的类型和用途.....	181
7.5 车刀.....	145	8.5.3 铣削用量的选择.....	183
7.5.1 车刀的结构类型.....	145	8.5.4 铣削方式.....	186
7.5.2 普通车刀的使用类型.....	146	8.5.5 工件安装.....	188
7.5.3 可转位车刀.....	147	小结.....	192
7.5.4 车刀几何参数合理选择的综合 分析.....	152	习题与思考题.....	193
7.6 工件的安装.....	154	第9章 磨床与磨削加工.....	194
7.6.1 三爪自定心卡盘装夹工件.....	154	9.1 磨削加工概述.....	194
7.6.2 四爪单动卡盘装夹工件.....	154	9.2 M1432A 型万能外圆磨床.....	195
7.6.3 两顶尖装夹工件.....	156	9.2.1 工艺范围.....	195
7.6.4 一夹一顶装夹工件.....	158	9.2.2 主要组成部件.....	195
7.6.5 用心轴装夹工件.....	158	9.2.3 机床的典型加工方法及机床 的运动.....	196
7.6.6 用卡盘、顶尖配合中心架、 跟刀架装夹工件.....	159	9.2.4 机床的主要部件结构.....	197
7.6.7 用花盘安装工件.....	160	9.3 磨削加工特点与外圆磨削加工 方法.....	202
7.6.8 弹簧卡头.....	161	9.3.1 磨削加工特点.....	202
小结.....	161	9.3.2 磨削加工的相对运动和磨削 速度.....	203
习题与思考题.....	161	9.3.3 外圆磨削方法.....	205
第8章 铣床与铣削加工.....	164	9.4 其他磨床简介.....	207
8.1 铣床概述.....	164	9.4.1 平面磨床.....	207
8.1.1 铣床的功用.....	164	9.4.2 无心磨床.....	208
8.1.2 铣床的类型.....	165	9.4.3 内圆磨床.....	211
8.2 X6132 型卧式万能升降台铣床.....	165	9.4.4 导轨磨床.....	213
8.2.1 主要组成部件.....	165	9.5 砂轮的特性及其选用.....	215
8.2.2 机床的传动系统.....	166	9.5.1 砂轮的结构.....	215
8.2.3 万能升降台铣床的主要 部件.....	168	9.5.2 砂轮的组成要素.....	216
8.3 铣床附件——万能分度头.....	173	9.5.3 砂轮的形状、尺寸和标志.....	220
8.3.1 分度头的用途、结构及传动 系统.....	173	9.5.4 砂轮的平衡.....	221
8.3.2 分度方法.....	174	9.5.5 砂轮的修整.....	223
8.4 其他类型铣床简介.....	178	小结.....	224
		习题与思考题.....	224

第 10 章 齿轮加工与齿轮加工机床226

10.1 齿轮加工概述.....	226
10.1.1 齿轮加工机床的种类.....	226
10.1.2 齿轮的加工方法.....	226
10.1.3 滚齿工作原理.....	227
10.2 滚齿机与滚齿加工.....	234
10.2.1 Y3150E 型滚齿机主要组成 部件和技术规格.....	234
10.2.2 机床传动系统分析.....	234
10.3 插齿机与插齿加工.....	239
10.3.1 插齿机的工作原理.....	239
10.3.2 插齿机的运动.....	239
10.3.3 插齿刀.....	240
10.4 剃齿、珩齿和磨齿加工.....	242
10.4.1 剃齿.....	242
10.4.2 珩齿.....	244
10.4.3 磨齿.....	245
小结.....	246
习题与思考题.....	247

第 11 章 其他机床及加工方法.....249

11.1 钻床与钻削加工.....	249
11.1.1 立式钻床.....	249
11.1.2 台式钻床.....	250
11.1.3 摇臂钻床.....	250
11.1.4 钻床刀具.....	251

11.1.5 工件的装夹.....	263
11.2 镗床与镗削加工.....	264
11.2.1 卧式镗床.....	264
11.2.2 坐标镗床.....	265
11.2.3 金刚镗床.....	267
11.2.4 镗刀.....	268
11.3 刨床与刨削加工.....	272
11.3.1 牛头刨床.....	272
11.3.2 插床.....	273
11.3.3 龙门刨床.....	273
11.3.4 刨刀的种类及应用.....	274
11.3.5 刨削工件的安装.....	276
11.4 拉床及拉刀.....	279
11.4.1 拉床.....	279
11.4.2 拉刀.....	281
小结.....	286
习题与思考题.....	286

附录 288

附录 A 机构运动简图(摘自 GB/T 4460— 1984).....	288
附录 B 滚动轴承图示符号(摘自 GB/T 4458.1—1984).....	293

参考文献 294

绪 论

1. 机械制造业在国民经济中的地位和作用

零件是最基本的制造单元体, 各行各业及日常生活中使用的各种机械设备和工具等, 都是由具有一定形状和尺寸的零件所组成的。加工这些零件, 并将它们装配成机械设备和工具的行业, 称为机械制造业。

机械制造业的主要任务是为国民经济各部门提供各种先进的技术装备, 而先进的技术装备本身就体现了有关的先进科技成果。机械制造业是国民经济重要的基础工业部门, 也是应用科学技术的主要领域, 是应用最新科技推动社会、经济发展的主导产业。机械工业的技术水平和规模是衡量一个国家工业化程度和国民经济综合实力的主要指标之一。

机械制造业提供的技术装备的水平与质量直接影响国民经济各部门的生产技术水平和经济效益, 强大的机械制造业为国民经济的发展提供了物质基础。因此, 国民经济的发展速度在很大程度上取决于机械制造业的技术水平和发展速度。据国外有关资料统计, 在经济发展阶段, 机械工业的发展速度要高出整个国民经济发展速度的 20%~25%。

从世界经济的发展历史来看, 经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争。可见, 机械制造业是国民经济赖以发展的基础, 是国家经济实力和水平的综合体现。21 世纪是科学技术、综合国力竞争的时代, 必须大力发展机械制造技术及机械制造业。

现代社会物质文明的高度发展, 首先归功于制造业的进步。制造业为人们的生活提供各种各样的生活用品, 为国民经济的生产部门、国防及科研机构提供各种各样的技术装备。制造业为社会在创造大量物质财富的同时也创造了巨大的经济效益, 在国民经济中常常起到举足轻重的作用。经济发达的工业化国家无不重视制造业的发展。这些国家制造业所创造的财富在国民经济中占有很大的比例, 是国民经济的支柱产业。

2. 金属切削机床的发展概况

金属切削机床(Metal cutting machine tools)是用切削的方法将金属毛坯加工成机器零件的机器, 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。

工具的制造和使用是人类从猿进化到人的一个本质的飞跃。随着人类对各种生产和生活工具制造水平的提高和应用范围的扩大, 人类文明也随之不断地发展。从某种意义上说, 生产工具(设备)的发展史, 也就是一部人类文明的创造史。

人类的生产活动是最基本的实践活动, 劳动创造了世界, 一切工具都是人手的延长。在古代, 人类从劳动实践中逐步认识到: 如果要钻一个孔, 可使刀具转动, 同时使刀具向孔深处推进。也就是说, 最原始的钻床是依靠双手的往复运动, 在工件上钻孔。如图 0-1 所示的钻具, 就是我国古代发明的舞钻, 它利用了飞轮的惯性原理。如果要制造一个圆柱体, 就需一边使工件旋转, 一边要使刀具沿工件做纵向移动进行车削。为加工圆柱体, 出现了依靠人力使工件往复回转的原始车床, 如图 0-2 所示的车床图案就是在古埃及国王墓碑上发现的最古老的车床形式。

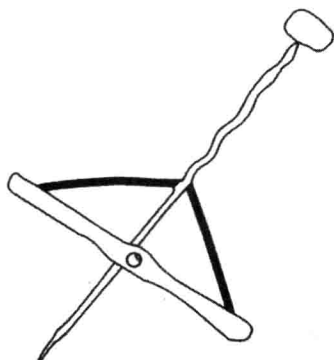


图 0-1 舞钻



图 0-2 古埃及国王墓碑上的车床图案

在原始切削加工阶段，人既是机床的原动力，又是机床的操纵者。图 0-3 所示就是我国古代钻床的形式。早在 6000 年前，我国古代半坡人就已经用弓钻在石斧、陶器上钻孔，如图 0-4 所示。

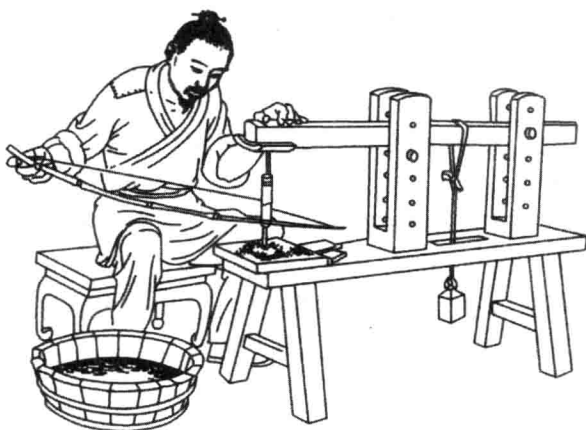


图 0-3 古代钻床



图 0-4 半坡人用弓钻钻孔

随着生产的发展和需要，15 世纪至 16 世纪出现了铣床、磨床。我国明朝宋应星所著的《天工开物》一书中，就已有对天文仪器进行铣削和磨削加工的记载。图 0-5 所示是我国使用过的脚踏刃磨床。

在漫长的奴隶社会和封建社会里，生产力的发展是非常缓慢的。当加工对象由木材逐渐过渡到金属时，车圆、钻孔等都要求增大动力，于是就逐渐出现了水力、风力和畜力等驱动的机床。到 17 世纪中叶，才开始用畜力代替人作为机床的动力，但仍然用手握持刀具，图 0-6 所示就是我国 17 世纪中叶所使用过的加工天文仪器上大铜环的马拉机床(平面铣床和磨床)。18 世纪又出现了刨床。

18 世纪末，瓦特的蒸汽机将机床工业向前推进了一大步。伴随着机用走刀架的出现，基本解放了操作者的双手，加工质量和加工效率也有了明显提高。19 世纪至 20 世纪初，

电动机取代了笨拙的蒸汽机，成为机床的新动力源，加上齿轮变速箱的出现，至此，机床基本上具备了现代的结构形式。

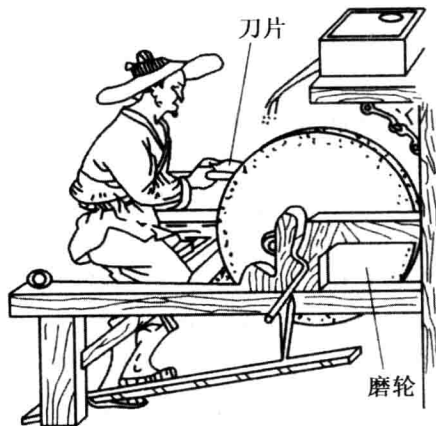


图 0-5 脚踏刀磨床

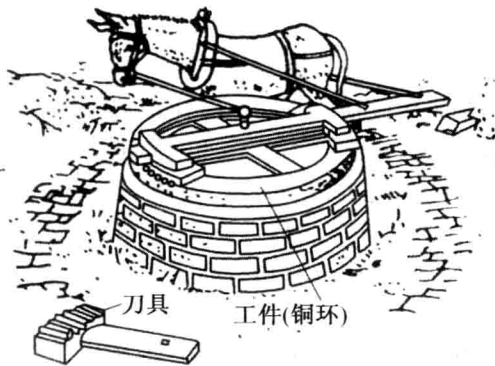


图 0-6 马拉机床

随着电气、液压等科学技术的出现，特别是近些年来微电子技术、电力电子技术、计算机技术和测量控制技术的发展及其向机床领域的渗透，使高新技术与机床加工过程的结合日益密切，机床业的发展进入了一个新的时代。同时，高新技术的发展对机电产品性能质量的要求不断提高，材料技术的发展和机电产品用材的多样化，市场竞争日趋激烈和机电产品技术寿命的不断缩短，社会物质文化生活水平的提高，导致人们对劳动条件和劳动环境提出了更高的要求等，也促使机床的发展要与之相适应。因此，机床的品种越来越多，结构日益完善，应用范围不断扩大，生产率和经济效益也大大提高。

机床未来的发展趋势是：进一步应用电子计算机技术、新型伺服驱动元件、光栅和光导纤维等新技术，简化机械结构，提高和扩大自动化工作的功能，使机床适用于柔性制造系统工作；提高主运动和进给运动的速度，相应提高结构的动、静刚度以适应采用新型刀具的需要，提高切削效率；提高加工精度并发展超精密加工机床，以适应电子、机械、航天等新兴工业的需要；发展特种加工机床，以适应难加工金属材料和其他新型工业材料的加工。高速、高效、复合、精密、智能、环保等是世界机床的发展趋势。

机床技术的发展是永无止境的，各种新技术、新工艺、新材料、新结构的不断涌现，为机床技术的进一步发展开辟了广阔的前景。同时，整个科学技术的不断进步，又对机床提出了更高、更严格的要求。

3. 金属切削刀具的发展概况

金属切削刀具是机械制造中用于切削加工的工具，又称切削工具。绝大多数的刀具是机用的，但也有手用的。通常所说的刀具指金属切削刀具。

刀具的发展在人类进步的历史上占有重要的地位。中国早在公元前 28 世纪至公元前 20 世纪，就已出现黄铜锥和紫铜的锥、钻、刀等铜质刀具。战国后期(约公元前 3 世纪)，由于人们掌握了渗碳技术，制成了钢质刀具。当时的钻头和锯，与现代的扁钻和锯已有些相似之处。然而刀具的快速发展则是在 18 世纪后期，伴随蒸汽机等机器的发展而来的。



1783 年,法国的勒内首先制作出铣刀。1792 年,英国的莫兹利制作出丝锥和板牙。有关麻花钻的发明最早的文献记载是在 1822 年,但直到 1864 年才作为商品生产。那时的刀具是用整体高碳工具钢制造的,许用的切削速度约为 5m/min 。1868 年英国的穆舍特制成含钨的合金工具钢;1898 年美国的泰勒和怀特发明高速钢;1923 年德国的施勒特尔发明硬质合金。

在采用合金工具钢时,刀具的切削速度提高到约 8m/min ,采用高速钢时,又提高两倍以上,到采用硬质合金时,又比用高速钢提高两倍以上,切削加工出的工件表面质量和尺寸精度也大大提高。由于高速钢和硬质合金的价格比较昂贵,刀具出现焊接和机械夹固式结构。1949—1950 年间,美国开始在车刀上采用可转位刀片,不久即应用在铣刀和其他刀具上;1938 年,德国德古萨公司取得关于陶瓷刀具的专利;1972 年,美国通用电气公司生产了聚晶人造金刚石和聚晶立方氮化硼刀片。这些非金属刀具材料可使刀具以更高的速度切削。

1969 年,瑞典山特维克钢厂取得用化学气相沉积法生产碳化钛涂层硬质合金刀片的专利。1972 年,美国的邦沙和拉古兰发展了物理气相沉积法,在硬质合金或高速钢刀具表面涂覆碳化钛或氮化钛硬质层。表面涂层方法把基体材料的高强度和韧性 with 表层的高硬度和耐磨性结合起来,从而使这种复合材料具有更好的切削性能。

刀具技术的发展方向如下。

(1) 开发高性能的刀具材料。如硬质合金、陶瓷等,研发适应硬切削、干式切削和高速切削的高性能刀具材料是当前研究的热点。

(2) 开发精密和超精密加工刀具。这类刀具的研究代表了一个国家制造领域的高技术水准,直接影响到机械、国防、电子、计算机等许多方面的发展。超精密刀具技术主要是金刚石刀具刃磨技术和其他新型超硬刀具材料的研究与开发。

(3) 开发多功能刀具。多功能刀具是指用一把刀就能实现数把刀才能实现的加工,即实现一次安装多次走刀完工的要求。发展这样的刀具可有效避免频繁换刀和对刀,减少辅助时间,提高生产率和加工精度。当今材料种类繁多,如一种或几种材料对应设计一把专用刀具,不但会造成刀具的设计、制造、管理和选用等许多麻烦问题,而且各种制造、管理费用也高。因此,开发通用性好、适应性强,能够在多种条件下均能正常工作的刀具是刀具业的一个发展方向。

(4) 开发高速切削刀具。高速切削技术是切削技术发展的方向,其优势在于只需切一刀就可高速切除大量的多余材料而又达到很高的加工精度和表面质量。而高速切削技术所依赖的关键技术之一就是相应的高速切削刀具。

(5) 开发环保型刀具。环境保护是人类社会赖以生存和发展的需要,近年来的“绿色制造工程”、“无公害切削技术”、“清洁化生产”等应运而生,而环保型刀具技术是解决这些问题的重要手段之一。因此,开发各种高刚性、高稳定性、高抗震性、高锋利性、低摩擦、低噪声、无需切削液的干式切削刀具是刀具发展的一个重要方向。

(6) 开发高刚性连接系统、模块化工具系统及刀具监控与诊断系统。零件的加工精度、生产率和成本、刀与机的连接刚性与换刀精度、刀具的磨损、刀具的高稳定性和可靠性等许多问题均与上述各系统有着密切的关系。因此,开发这类系统是整个制造业发展的需要。

4. 本课程的性质和任务

本书包含金属切削加工中的金属切削原理、金属切削刀具和金属切削机床等方面的内容。

金属切削原理和金属切削刀具是研究金属切削加工的一门技术科学。材料的切削加工是用一种硬度高于工件材料的单刃刀具或多刃刀具,在工件表层切去多余材料,使工件达到零件设计图上规定的尺寸精度、形状精度、位置精度和表面质量要求,同时使加工成本降低。

切削过程中牵涉刀刃前端工件材料的大塑性变形(剪切应变为 $2\sim 8$)、高切削温度(可达或超过 1000°C)、新的切出表面、刀具以及加工表面的相当高的机械应力和刀具的磨损或破损。因此,这门科学与金属工艺学、工程力学、热学、化学、弹塑性理论、工程数学、计算技术、电子学和生产管理与经济等有着密切的联系。

金属切削机床就是用切削的方法将金属毛坯(或半成品)加工成机器零件的机器。本书主要介绍:机床的功用、性能、结构、传动、调整等方面的基础知识;切削加工时刀具的材料、几何角度的选择和切削加工时切削用量的制定;切削不同零件时机床的调整和工件的装夹等基础知识。

本课程是机械类专业的一门非常重要的专业课程,它为机械类专业的培养目标即培养机械设计与制造、数控技术和机械设备维护与修理的高级技能型人才服务,并为本专业的后续课程和相关机电类专业的选修课等以及专业课课程设计、顶岗实习、毕业设计提供必要的基础知识。

学生通过本课程的理论教学、实训教学,应达到以下要求。

(1) 掌握金属切削过程中切削变形、切削力、切削热及切削温度、刀具磨损、破损的基本理论与基本规律。

(2) 掌握常用刀具材料的种类、性能及其应用范围,具有根据加工条件合理选择刀具材料、刀具几何参数的能力;掌握材料加工性及加工表面质量的评定标志、影响因素和提高加工性及提高零件加工表面质量的主要措施等知识。

(3) 掌握切削用量的选用原则,应能根据加工要求,正确应用金属切削资料和手册制定切削用量;了解切削液的种类、作用和选用。

(4) 具有根据加工要求相关资料、手册及公式计算切削力和切削功率的能力;了解掌握各类机床的加工范围、结构特点、传动系统的分析、机床速度的调整计算;具有根据加工零件的结构形状正确选择机床的能力;能正确进行工件的装夹。

(5) 通过观摩、操作、实际动手拆装机床,掌握机床必要的调整和维护知识,能正确装夹工件;具有初步解决生产第一线一般技术问题的能力。

(6) 了解国内外在金属、非金属切削方面的新科技、新知识和发展趋势的最新动态;具有初步的对生产现场提出的切削加工工艺问题进行试验研究的能力;对国内外金属切削机床发展趋势有一定的了解。

第 1 章 金属切削基本知识

学习目标:

- 掌握工件基本表面的形成、表面成形运动和辅助运动。
- 掌握切削用量三要素。
- 掌握刀具静止角度参考系、主剖面参考系。
- 掌握刀具静止角度的标注。
- 掌握刀具的工作参考系和刀具的工作角度。
- 了解常见工件的表面形状。
- 了解主要的切削层参数。
- 了解几种主要的切削方式。

金属切削加工就是用金属切削刀具把工件毛坯上预留的多余金属材料(余量)切除,以获得满足零件图纸要求的加工过程。在金属切削过程中,刀具和工件之间必须有相对运动,这些运动是由金属切削机床来完成的。

如果不考虑刀具切削部分材料等因素,对于不同被加工材料,刀具切削部分几何形状的选择正确与否直接关系着切削加工的质量、效率以及刀具制造、刃磨的难易程度及使用寿命的长短。

切削层参数及切削方式的合理选择对掌握金属的切削规律、提高切削效率、降低成本、改善加工质量是至关重要的。

1.1 工件表面的成形方法和机床所需的运动

各种类型的机床,虽然工艺范围不同、结构各异,但其工作原理是相同的,即所有的机床都必须通过刀具与工件之间的相对运动,将毛坯上多余的金属切除,以获得零件图纸所要求的尺寸精度、形状精度、位置精度和表面质量的零件。

1.1.1 工件表面的成形方法

1. 常见工件的表面形状

图 1-1 所示为机器零件上常用的各种表面。

从图 1-1 中可以看出,工件表面是由几个基本表面组成的。这些基本表面是平面、圆柱面、圆锥面、螺旋面、直线成形曲面和空间曲面等。

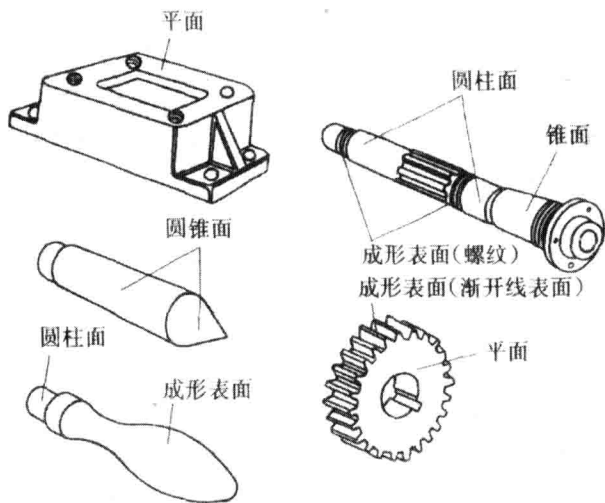


图 1-1 机器零件上常用的各种表面

2. 工件基本表面的形成

1) 表面成形原理

任何表面都可以看作是一条线(称为母线)沿着另一条线(称为导线)运动的轨迹。母线和导线统称为形成表面的发生线(简称生线)。

(1) 圆柱面、圆锥面。它们都是由一条直线(母线)沿一个圆(导线)运动而形成的,如图 1-2(a)、(b)所示,但形成圆柱面时直线(母线)与轴线平行,形成圆锥面时直线(母线)与轴线相交。

(2) 直齿圆柱齿轮渐开线齿面。该面由渐开线(母线)沿垂直其所在平面的直线(导线)运动而形成,如图 1-2(c)所示。

(3) 普通螺纹的螺旋面。它由“八”形线(母线)沿螺旋线(导线)运动而形成,如图 1-2(d)所示。

(4) 平面。它由一条直线(母线)沿另一条直线(导线)运动而形成,如图 1-2(e)所示。

(5) 直线成形曲面。它由曲线(母线),沿直线(导线)运动而形成,如图 1-2(f)所示。

由图 1-2 可知,有些表面,其母线和导线可以互换,如圆柱面、直齿圆柱齿轮渐开线齿面、直线成形曲面和平面等,称为可逆表面;而另一些表面,其母线和导线不可互换,如圆锥面、螺旋面等,称为不可逆表面。

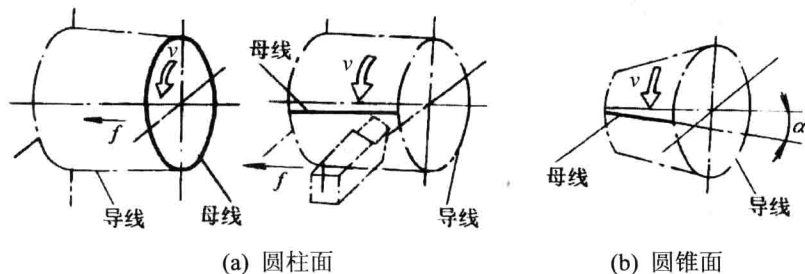


图 1-2 典型表面的形成原理

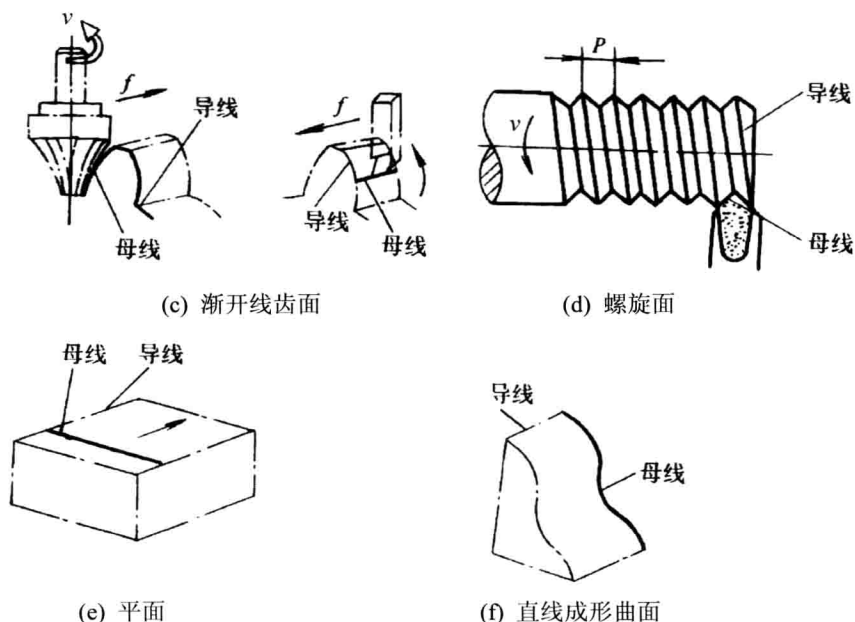


图 1-2 典型表面的形成原理(续)

2) 表面发生线的形成方法

发生线是由刀具切削刃和工件的相对运动形成的。由于使用的刀具切削刃形状和采用的加工方法不同，形成发生线的方法和所需的运动也不同，可归纳为以下 4 种。

(1) 轨迹法，如图 1-3(a)所示。用尖头车刀、刨刀等刀具加工时，切削刃与被加工表面为点接触，切削刃为切削点 1，发生线 2 是切削点 1 按一定的规律作轨迹运动 3 而形成的。因此，采用轨迹法形成发生线。需要一个独立成形运动。

(2) 成形法，如图 1-3(b)所示。用各种成形刀具加工时，切削刃是与所需形成的发生线 2 完全吻合的切削线 1，因此，采用成形法形成发生线，不需任何运动。

(3) 相切法，如图 1-3(c)所示。采用铣刀、砂轮等旋转刀具加工时，切削刃在垂直于刀具旋转轴线的截面内看仍为切削点 1。加工时，刀具做旋转运动，刀具的旋转中心按一定规律作轨迹运动 3，切削点 1 运动轨迹的包络线便是所需的发生线 2。所以采用相切法形成发生线，需要两个成形运动(刀具旋转和刀具旋转中心按一定规律的运动)。

(4) 展成法，如图 1-3(d)所示。采用齿轮插刀、齿轮滚刀等刀具加工时，利用工件和刀具做展成切削运动进行加工的方法。切削刃为切削线 1，它与工件发生线 2 不相吻合。加工时，切削线 1 与发生线共轭相切(点接触)，因而，采用展成法形成发生线时，需要一个独立构成的运动，这个运动称展成运动 3(即图 1-3(d)中的 A+B)。