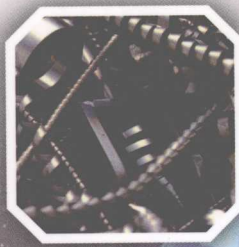


高职高专机电类规划教材

金属切削加工 方法与设备

■ 陈根琴 主编 ■ 周平风 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专机电类规划教材

金属切削加工方法与设备

陈根琴 主 编

周平风 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

金属切削加工方法与设备 / 陈根琴主编. —北京: 人民邮电出版社, 2008.9

高职高专机电类规划教材

ISBN 978-7-115-18102-2

I. 金… II. 陈… III. ①金属切削—加工工艺—高等学校: 技术学校—教材②金属切削—设备—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 085179 号

内 容 提 要

本书是根据近年来高职高专教育教学改革精神, 将传统教材《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》和《机械制造工艺学》中的部分相关内容有机地结合在一起编写而成。全书以零件典型表面的加工为主线, 介绍零件典型表面的加工方法, 及所用机床的使用与调整。还对机械加工常用工具和量具的结构、选用等知识作了介绍。

本书共分 8 章, 内容包括绪论、金属切削过程的基本知识、外圆表面加工及设备、内圆表面加工及设备、螺纹的加工、平面及沟槽加工、齿轮的齿形加工、先进制造技术。在介绍零件加工相关知识的同时, 还增加了不少应用实例, 各章均备有思考题。本书可作为高等职业技术教育机械制造类及相关专业的教材, 也可供有关工程技术人员自学参考。

高职高专机电类规划教材

金属切削加工方法与设备

-
- ◆ 主 编 陈根琴
 - 副 主 编 周平风
 - 责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北省涞水县华艺印刷二厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.75
字数: 307 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2008 年 9 月第 1 版
2008 年 9 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18102-2/TN

定价: 22.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

从 书 前 言

目前, 高职高专教育已成为我国普通高等教育的重要组成部分。“十一五”期间, 国家将安排 20 亿元专项资金用来支持 100 所高水平示范院校的建设, 如此大规模的建设计划在我国职业教育发展历史上还是第一次, 这充分表明国家正在深化高职高专教育的深层次的重大改革, 加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

为适应当前我国高职高专教育如火如荼的发展形势, 配合高职高专院校的教学和教材改革, 进一步提高我国高职高专教育质量, 人民邮电出版社在相关教育、行政主管部门的大力支持下, 组织专家、高职高专院校的骨干教师及相关行业的工程师, 共同策划编写了一套符合当前职业教育改革精神的高质量实用型教材——“高职高专机电类规划教材”。

本系列教材充分体现了高职高专教育的特点, 突出了理论和实践的紧密结合, 本着“易学, 易用”的编写原则, 强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养, 使学生在 2~3 年的时间内充分掌握基本技术技能和必要的基本知识。

本系列教材按照如下的原则组织、策划和编写, 以尽可能地适应当今高职高专教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点。

1. 着重突出“实用”特色。概念理论取舍得当, 够用为度, 降低难度。对概念和基本理论, 尽量用具体事物或案例自然引出。
2. 基本操作环节讲述具体详细, 可操作性强, 使学生很容易掌握基本技能。
3. 内容紧随新技术发展, 将新技术、新工艺、新设备、新材料引入教材。
4. 尽可能将实物图和原理图相结合, 便于学生将书本知识与生产实践紧密联系起来。
5. 每本书配备全面的教学服务内容, 包括电子教案、习题答案等。

本系列教材第一批共有 22 本, 涵盖了高职高专机电类各专业的专业基础课和数控、模具、CAD/CAM 专业的大部分专业课, 将在 2007 年年底出版。

为方便高职高专老师授课和学生学习, 本系列教材将提供完善的教学服务体系, 包括多媒体教学课件或电子教案、习题答案等教学辅助资料, 欢迎访问人民邮电出版社网站: <http://www.ptpress.com.cn/download/>, 进行资料下载。

我们期望, 通过本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业技术教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业技术教育日臻成熟和完善。同时欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。如对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材图书出版分社联系, 联系方式: 010-67145004, panxinwen@ptpress.com.cn。

“高职高专机电类规划教材”丛书编委会
2007 年 5 月

前 言

本书根据当前高等职业教育机电类专业教学改革的需要,本着精简理论课时,知识够用为度的原则,将传统课程体系中的《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》和《机械制造工艺学》三门课程,选取其中适合高职高专培养目标需要的实用型知识点,进行有机组合后编写而成的。全书以常见零件表面的加工为主线,融合了金属切削基本知识、常见机床及附件基本结构及用途、机床调整、金属切削刀具、常见零件切削加工方法等知识点。

本书在编写过程中,注意以能力培养为出发点,削减繁琐的理论推导计算,注重知识的实用性和拓展性,为高职高专学生将来学习工艺实践奠定必要的基础。通过本书的学习,学生可以掌握金属切削的基本知识和基本理论,初步具备机床操作能力、机床调整能力、常见零件表面的加工工艺分析能力,并初步了解现代制造技术中的新工艺,新设备,新材料,了解现代制造技术的发展方向,为今后的学习打好良好的基础。

本书由江西机电职业技术学院陈根琴老师主编,周平风老师任副主编,其中陈根琴编写了第1章、第3章、第4章、第7章、第8章,周平风编写了第2章、第5章、第6章。

本书按66~74学时编写,其中实践环节约16学时,教师在组织教学时,可结合本校的教学计划进行适当增减。具体各章的学时分配见下面的学时分配表。

序 号	教 学 内 容	讲 课	实验和实践	合 计
1	第1章 绪论	2		2
2	第2章 金属切削过程的基本知识	12~16	2	14~18
3	第3章 外圆表面加工及设备	10~12	4	14~16
4	第4章 内圆表面加工及设备	6~8	4	10~12
5	第5章 螺纹加工	4	2	6
6	第6章 平面及沟槽加工	6	2	8
7	第7章 齿轮的齿形加工	6	2	8
8	第8章 先进制造技术	4		4
合 计		50~58	16	66~74

本书适合高职高专、高级技校、技师学院的机械类和近机类专业教学使用,也可作为相关工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中参考了兄弟院校老师编写的相关教材及其他资料,同时也得到了有关同行的大力支持和帮助,在此向他们致以衷心谢意!

由于编写时间仓促,加之水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年4月

目 录

第 1 章 绪论 1

1.1 机械制造业在国民经济中的地位 与作用 1

1.1.1 机械制造业在国民经济 中的地位与作用 1

1.1.2 学习本课程的目的要求和 学习方法 1

1.2 金属切削机床的基本知识 2

1.2.1 机床的类型 2

1.2.2 机床型号的编制方法 3

思考题 6

第 2 章 金属切削过程的基本知识 7

2.1 金属切削运动和切削要素 7

2.1.1 切削运动 7

2.1.2 切削用量 8

2.1.3 切削层参数 9

2.2 金属切削刀具几何角度 10

2.2.1 刀具切削部分的组成 10

2.2.2 刀具的标注角度 11

2.3 刀具材料 14

2.3.1 刀具材料应具备的性能 14

2.3.2 常用刀具材料 15

2.4 刀具磨损与刀具耐用度 17

2.4.1 刀具磨损的形态 18

2.4.2 刀具磨损的主要原因 18

2.4.3 刀具的磨损过程及磨钝 标准 19

2.4.4 刀具的耐用度和刀具 寿命 20

2.5 切削液 21

2.5.1 切削液的种类 21

2.5.2 切削液的作用 21

2.5.3 切削液的合理选用 22

2.6 金属切削过程物理现象 23

2.6.1 切屑的形成与切削变形 23

2.6.2 积屑瘤 25

2.6.3 切削力 26

2.6.4 切削热与切削温度 29

2.7 刀具几何参数与切削用量选择及 实例 30

2.7.1 刀具几何参数的选择 30

2.7.2 切削用量的选择 35

思考题 37

第 3 章 外圆表面加工及设备 38

3.1 外圆表面的加工方法 38

3.2 外圆表面车削加工及设备 39

3.2.1 车床 39

3.2.2 车刀 58

3.2.3 车外圆 61

3.3 外圆表面的磨削加工及设备 64

3.3.1 磨床 64

3.3.2 砂轮 68

3.3.3 外圆磨削加工方法 72

3.4 外圆表面的精整、光整加工 75

3.5 外圆表面加工案例 77

思考题 82

第 4 章 内圆表面加工及设备 83

4.1 内圆表面的加工方法 83

4.2 内圆表面的钻削加工及设备 84

4.2.1 钻床 84

4.2.2 麻花钻、扩孔钻、铰刀和 复合刀具 87

4.2.3 内圆表面的钻削加工 方法 93

4.3 内圆表面的镗削加工及设备	95	6.3 平面的刨削加工及设备	144
4.3.1 TP619 型卧式铣镗床	95	6.3.1 刨床	144
4.3.2 镗刀	98	6.3.2 刨刀	145
4.3.3 内圆表面的镗削加工 方法	99	6.3.3 平面的刨削加工方法	146
4.4 内圆表面的磨削加工	103	6.4 平面的磨削加工及设备	148
4.4.1 内圆磨削具有的特点	104	6.4.1 平面磨床	148
4.4.2 砂轮的选择	104	6.4.2 磨平行面	149
4.4.3 工件的安装	105	思考题	155
4.4.4 内圆的一般磨削方法	106	第 7 章 齿轮的齿形加工	156
4.5 内圆表面的拉削加工及设备	108	7.1 齿轮齿形加工方法	156
4.5.1 卧式内拉床	108	7.2 齿轮加工设备	157
4.5.2 拉刀	109	7.2.1 齿轮加工机床的类型及 应用	157
4.5.3 拉孔的工艺特点	110	7.2.2 Y3150E 型滚齿机	157
4.6 内圆表面的精整、光整加工	110	7.2.3 插齿机	166
4.6.1 珩磨加工	110	7.3 齿形的铣削加工	167
4.6.2 孔的挤光和滚压	112	7.3.1 圆柱直齿轮的铣削	167
思考题	114	7.3.2 斜齿圆柱齿轮的铣削	169
第 5 章 螺纹的加工	115	7.4 齿形的滚齿加工	170
5.1 螺纹加工方法	115	7.4.1 滚切直齿圆柱齿轮	171
5.1.1 螺纹的车削加工	115	7.4.2 滚齿误差产生原因及消除 方法	174
5.1.2 用丝锥和板牙切削 螺纹	117	7.5 齿形精加工	175
5.2 螺纹加工刀具	118	7.5.1 剃齿	175
5.2.1 丝锥	118	7.5.2 珩齿	176
5.2.2 板牙	119	7.5.3 磨齿	178
5.2.3 常用螺纹车刀	120	7.6 齿轮的测量	179
5.3 螺纹的测量	121	7.6.1 公法线长度的测量	179
5.3.1 单项测量法	121	7.6.2 齿厚的测量	180
5.3.2 综合测量	123	思考题	181
5.4 螺纹加工案例	123	第 8 章 先进制造技术	182
思考题	127	8.1 电火花成型加工技术	182
第 6 章 平面及沟槽加工	128	8.1.1 电火花成型加工的基本 原理	182
6.1 平面加工方法	128	8.1.2 电火花成型加工的 特点	183
6.2 平面的铣削加工及设备	129	8.2 激光加工技术	184
6.2.1 铣床	129		
6.2.2 铣刀	136		

8.2.1 激光的特性.....	184	8.4.1 高速切削的概念与高速 切削技术	188
8.2.2 激光加工的工作原理	185	8.4.2 高速与超高速切削	189
8.2.3 激光加工	185	8.4.3 高速切削加工的关键 技术	191
8.3 超声波加工	186	思考题	194
8.3.1 超声波加工的工作 原理	186	参考文献	195
8.3.2 超声加工	187		
8.4 高速与超高速切削技术	188		

第 1 章 绪 论

1.1 机械制造业在国民经济中的地位与作用

1.1.1 机械制造业在国民经济中的地位与作用

机械制造业是国民经济最重要的部门之一，它担负着向国民经济的各个部门提供机械设备的任务，是一个国家经济实力和科学技术发展水平的重要标志，因而世界各国均把发展机械制造业作为振兴和发展国民经济的战略重点之一。

在我国，机械制造业特别是装备制造业处于制造业的中心地位，是国民经济持续发展的基础，是工业化、现代化建设的发动机和动力源，是参与国际竞争取胜的法宝，是技术进步的主要舞台，是提高人均收入的财源，是国家安全的保障，是发展现代文明的物质基础。

随着科学技术的发展，现代工业对机械制造技术提出了越来越高的要求，同时也推动了机械制造技术不断地向前发展，并给予了许多新的技术和新的概念。21 世纪机械制造技术发展的总趋势如下。

(1) 柔性化方向发展。柔性制造系统 (FMS)、计算机集成制造系统 (CIMS) 是一种高自动化程度的制造系统。

(2) 高精度化方向发展。在科学技术发展的今天，产品精度要求越来越高，精密加工和超精密加工已成必然，加工设备采用的是高精度的、通用可调的数控专用机床，夹具是高精度的、可调的组合夹具，以及高精度的刀具、量具。

(3) 高速度方向发展。高速度切削可极大地提高加工效率，降低能源消耗，从而降低生产成本，但高速度切削必须要求加工设备、刀具材料、刀具涂层、刀具结构等方面技术的进步来配合。

(4) 绿色化方向发展。减少机械加工对环境的污染，是国民经济可持续发展的需要，也是机械制造业面临的课题。目前，在数控机床上装有全防护装置，可防止冷却液和切屑飞溅，并具有回收冷却液和排屑的装置。在一些先进的数控机床上，采用了新型冷却技术（低温空气、负压抽吸等），通过废液、废气、废油再回收利用等来减少对环境的影响。

1.1.2 学习本课程的目的和学习方法

“金属加工方法与设备”是高职高专机械类的一门主要专业课，它是将传统的专业课《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》和《机械制造工艺学》中部分内容进行整合而成。课

程以常见零件加工表面的加工为主线，介绍了金属切削基本知识、常用机床及附件和刀具的基本结构及用途、机床调整、常用零件切削方法等内容。本课程实践性、综合性、灵活性很强。通过理论教学、生产实习、课程设计、综合实践等环节的配合，要求学生掌握金属切削方法的基本理论。由于本课程的内容与生产实践联系十分紧密，需要有丰富的感性知识才能掌握金属切削加工的概念、理论和综合实践能力，所以在学习中要重视实践环节和课程设计的能力，要重视综合运用所学知识解决生产实际问题的能力。

1.2 金属切削机床的基本知识

金属切削机床是切削加工使用的主要设备。为了适应不同的加工对象和加工要求，需要多品种多规格的机床，为了便于区别、使用和管理，需对机床进行分类和编制型号。

1.2.1 机床的类型

机床传统的分类方式，是按机床加工性质和使用的刀具进行分类的，目前将机床分为车床、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、其他机床和特种加工机床共 12 类，如表 1-1 所示。

表 1-1 通用机床分类代号

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	特种加工机床	切断机床	其他机床
代号	C	Z	T	M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

此外，根据机床的其他特性还可以进一步分类。

(1) 按加工精度分类。

按加工精度的不同，机床可分为普通精度机床、精密机床、高精密机床。大部分车床、磨床、齿轮加工机床有 3 个相对精度等级，在机床型号中用汉语拼音字母 P(普通精度，在型号中可省略)、M(精密级)、G(高精度级)表示。

(2) 按工艺范围分类。

按工艺范围，机床可分为通用机床、专门化机床和专用机床 3 类。

通用机床是可加工多种工件、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。

专门化机床是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。

专用机床是用以加工某些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。

(3) 按自动化程度分类。

按自动化程度，机床可分为手动机床、机动机床、半自动机床和自动机床。

(4) 按机床重量分类。

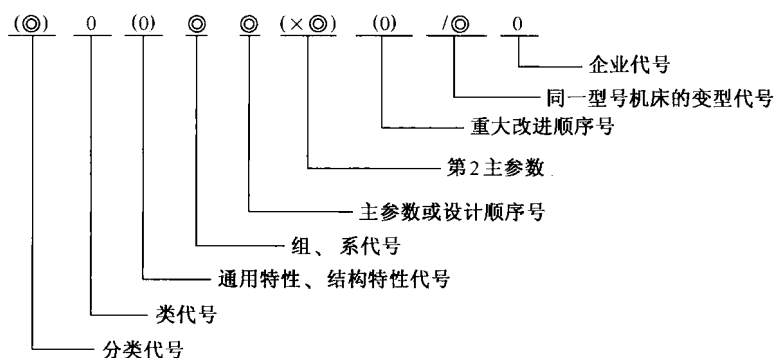
按机床重量，可分为仪表机床、中小型机床（一般机床）、大型机床（10t）、重型机床（大于30t）和超重型机床（大于100t）。

(5) 按控制方式分类。

自动控制类机床按其控制方式，可分为仿形机床、数控机床、加工中心等，在机床型号中分别用汉语拼音字母 F、K、H 表示。

1.2.2 机床型号的编制方法

机床型号的编制是采用汉语拼音字母和阿拉伯数字按一定规律组合排列，我国现行机床型号是根据 1994 年国家标准局颁布的《金属切削机床型号编制方法》国家推荐标准（GB/T 15375—94）编制的。普通机床型号用下列方式表示。



其中，“0”为大写的汉语拼音字母；“◎”为阿拉伯数字；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。

1. 机床的类、组、系的划分及其代号

机床的类代号用大写的汉语拼音字母表示（表 1-1 列出了我国机床的 12 个类别），并按名称读音。需要时，每类可分为若干分类，分类代号用阿拉伯数字表示，放在类代号之前，第 1 类的“1”可省略，如磨床类机床又有 M、2M、3M 3 个分类。每类机床可划分为 10 个组，每个组又可划分为 10 个系。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。如表 1-2 所示为金属切削机床类、组及其代号划分。

2. 机床的特性代号

(1) 通用特性代号。

机床通用特性代号如表 1-3 所示。通用特性代号用汉语拼音字首（大写）表示，列在类别代号之后。如 CK6140 中，“K”表示该车床具有程序控制特性。

表 1-2 金属切削机床类、组划分表

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、轮塔车床	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	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
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				套螺纹机	攻螺纹机		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	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			

表 1-3 机床通用特性代号

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	Z	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。

为了区别主参数相同而结构不同的机床，在型号中增加了结构特性代号。结构特性代号在不同的型号中可以有不同的含义。若某机床既具有通用特性，又具有结构特性，则结构特性代号应排在通用特性代号之后，如 CA6140 中“A”是结构特性代号，表示 CA6140 与 C6140 车床主参数相同，但结构不同。

3. 机床主参数代号

机床以什么尺寸作为主参数有统一的规定。主参数代表机床的规格，主参数代号代表主参数折算系数，排在组、系代号之后。表 1-4 列出了常用机床的主参数及其折算系数。

表 1-4 常用机床的主参数及其折算系数

机 床 名 称	主 参 数	主参数折算系数	机 床 名 称	主 参 数	主参数折算系数
卧式车床	床身上最大回转直径	1/10	立式升降台铣床	工作台面宽度	1/10
摇臂钻床	最大钻孔直径	1/1	卧式升降台铣床	工作台面宽度	1/10
卧式坐标镗床	工作台面宽度	1/10	龙门刨床	最大刨削宽度	1/100
外圆磨床	最大磨削直径	1/10	牛头刨床	最大刨削长度	1/10

第 2 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、最大跨区、最大工长度等。在型号中表示的第 2 主参数，一般折算成 2 位数为宜。

4. 机床重大改进顺序号

当机床的性能及结构有重大改进时，按其设计改进的次序用字母 A、B、C…表示，写在机床型号的末尾。如 M1432A 中“A”表示第 1 次重大改进后的万能外圆磨床，最大磨削直径为 320mm。

5. 其他特性代号

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位。

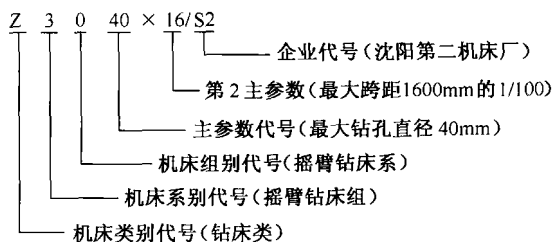
其他特性代号主要用以反映各类机床的特性。如对于数控机床，可用它来反映不同控制系统；对于一般机床，可以反映同一型号机床的变型等。

其他特性代号可用汉语拼音字母表示，也可以用阿拉伯数字表示，还可用两者结合表示。

6. 企业代号

企业代号包括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，则不可加“—”。

例如，Z3040×16/S2 的含义如下。



例 1-1 最大棒料直径为 50mm 的六轴棒料自动车床，其型号为 C2150×6。

例 1-2 最大磨削直径为 320mm 的高精度万能外圆磨床，其型号为 MG1432。

例 1-3 瓦房店机床厂生产的最大车削直径为 1 250mm，经过第 1 次重大改进的数显单柱立式车床，其型号为 CX5112A/WF。

例 1-4 工作台面宽度为 630mm 的立式单柱坐标镗床，经过一次重大改进，其型号为 T4163A。

思 考 题

- 1-1 机械制造业在国民经济中的地位与作用如何？
- 1-2 如何学好本课程？
- 1-3 金属切削机床按加工方法分，可以分为哪几类？
- 1-4 解释下列机床型号的含义：CA6140、C1312、CG1107、Y3150E、M1432A、Z3040。

第 2 章 金属切削过程的基本知识

金属切削加工是利用刀具切除工件毛坯上多余的金属层,以获得具有一定加工精度和表面质量的机械零件的加工方法,它是机械制造工业中应用最广泛的一种加工方法。在这个过程中,会产生切削力、切削变形、切削热和刀具磨损等物理现象。研究金属切削的基本理论,掌握金属切削的基本规律,对有效控制金属的切削过程、保证加工精度和表面质量、提高切削效益、降低生产成本、促进切削加工技术的发展等具有十分重要的指导意义。

2.1 金属切削运动和切削要素

2.1.1 切削运动

在金属切削加工过程中,用金属切削刀具切除工件材料时,刀具和工件之间具有相对运动,这种相对运动称为切削运动。按其作用的不同,切削运动可分为主运动与进给运动。

1. 主运动

主运动是进行切削加工形成工件表面的最基本、最主要的运动,也是切削运动中速度最高、消耗功率最大的运动。在切削加工中,主运动只有且必须有一个。主运动可以是旋转运动(如车削、镗削中主轴的运动),也可以是直线运动(如刨削、拉削中的刀具运动),如图 2-1 所示。

2. 进给运动

进给运动是指与主运动配合,将新的金属层不断投入切削的运动。它保证切削工作连续或反复进行,从而切除切削层形成已加工表面。进给运动的速度较低、消耗功率较小;进给运动可由刀具完成(如车削、钻削),也可由工件完成(如铣削);进给运动不限于一个(如滚齿),个别情况也可以没有进给运动(如拉削);进给运动可以是连续的(如车削),也可以是间断的(如刨削)。

3. 合成切削运动

主运动和进给运动可以同时进行(如车削、铣削等),也可交替进行(如刨削等)。当主运动与进给运动同时进行时,刀具切削刃上某一点相对工件的运动称为合成切削运动。

切削加工过程是一个动态过程,在切削过程中,工件上通常存在着 3 个不断变化的切削表面,如图 2-2 所示。

已加工表面:工件上经刀具切削后形成的表面。

待加工表面:工件上有待切削金属层的表面。

过渡表面:已加工表面与待加工表面间的切削刃正在切除的表面。

在切削过程中,切削刃相对于工件运动的轨迹面,就是工件上的过渡表面和已加工表面。

这里有 2 个要素，一是切削刃，二是切削运动。不同形状的切削刃与不同的切削运动组合，即可形成各种工件表面。

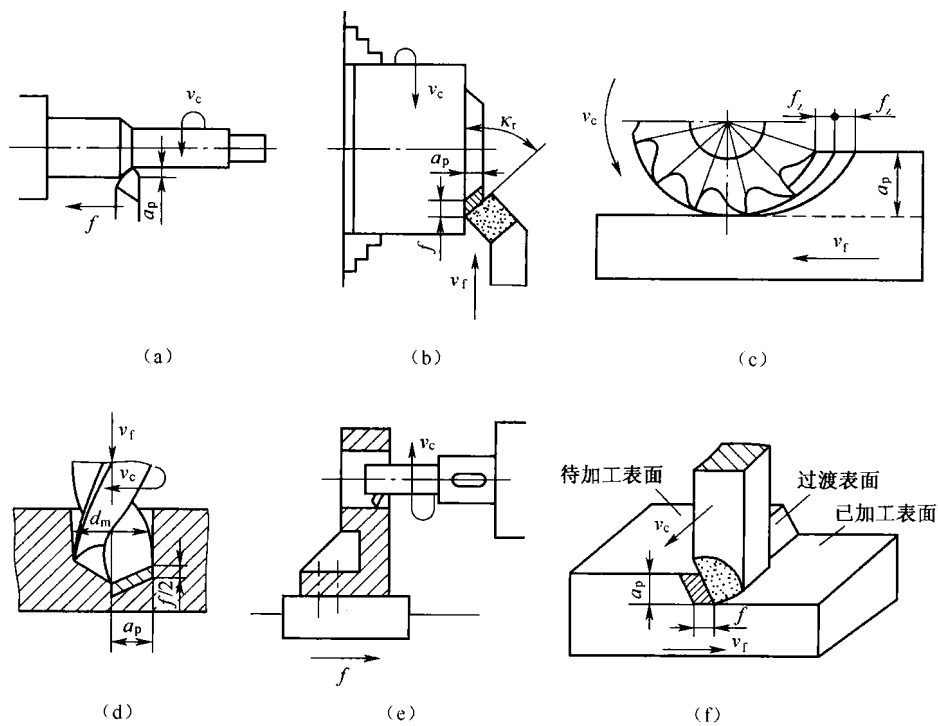


图 2-1 各种切削加工的切削运动

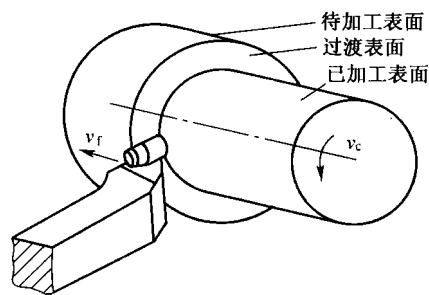


图 2-2 车削运动和加工表面

2.1.2 切削用量

在切削加工过程中，需要针对不同的工件材料、刀具材料和其他技术经济要求来选定适宜的切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 。切削速度、进给量和背吃刀量通常称为切削用量三要素。

1. 切削速度 v_c

切削速度 v_c 是切削刃上选定点相对于工件的主运动的线速度，单位为 m/s （或 m/min ）。车削时切削速度计算式为

$$v_c = \frac{\pi dn}{1\,000} \quad (2-1)$$

式中, n ——主运动转速 (r/s 或 r/min);

d ——刀具或工件的最大直径 (mm)。

2. 进给量 f

进给量 f 是指当主运动旋转一周时, 刀具 (或工件) 沿进给运动方向上的位移量, 单位为 mm/r。进给量的大小也反映了进给速度 v_f (单位为 mm/min) 的大小, 二者的关系为

$$v_f = nf \quad (2-2)$$

3. 背吃刀量 a_p

对车削和刨削加工来说, 背吃刀量 a_p 是工件上待加工表面和已加工表面间的垂直距离。外圆车削的背吃刀量为

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (2-3)$$

式中, d_w ——待加工表面直径 (mm);

d_m ——已加工表面直径 (mm)。

4. 合成运动速度 v_e

在主运动与进给运动同时进行的情况下, 切削刃上任一点的实际切削速度是它们的合成速度 v_e , 为

$$v_e = v_c + v_f \quad (2-4)$$

2.1.3 切削层参数

切削过程中, 刀具切削刃在一次进给 (走刀) 中, 从工件待加工表面上切下的金属层称切削层。如图 2-3 所示, 外圆车削时, 工件转 1 转, 车刀从位置 I 移到位置 II, 所切下的 I 与 II 之间的金属层为切削层。切削层参数共有 3 个, 通常在垂直于切削速度的平面内测量。

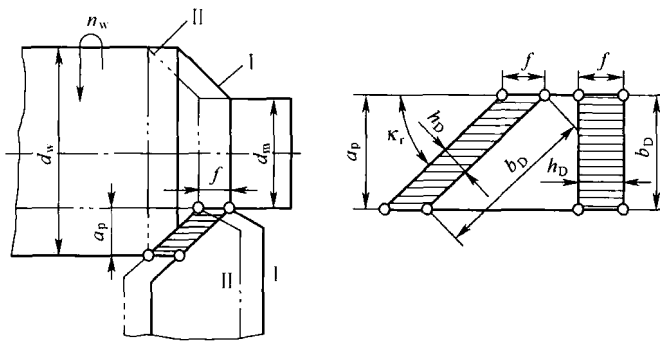


图 2-3 切削层参数

1. 切削厚度 h_D

切削厚度 h_D 是指垂直于过渡表面度量的切削层尺寸。 h_D 的大小反映了切削刃单位长度上的工作负荷。由图 2-3 可知

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad (2-5)$$