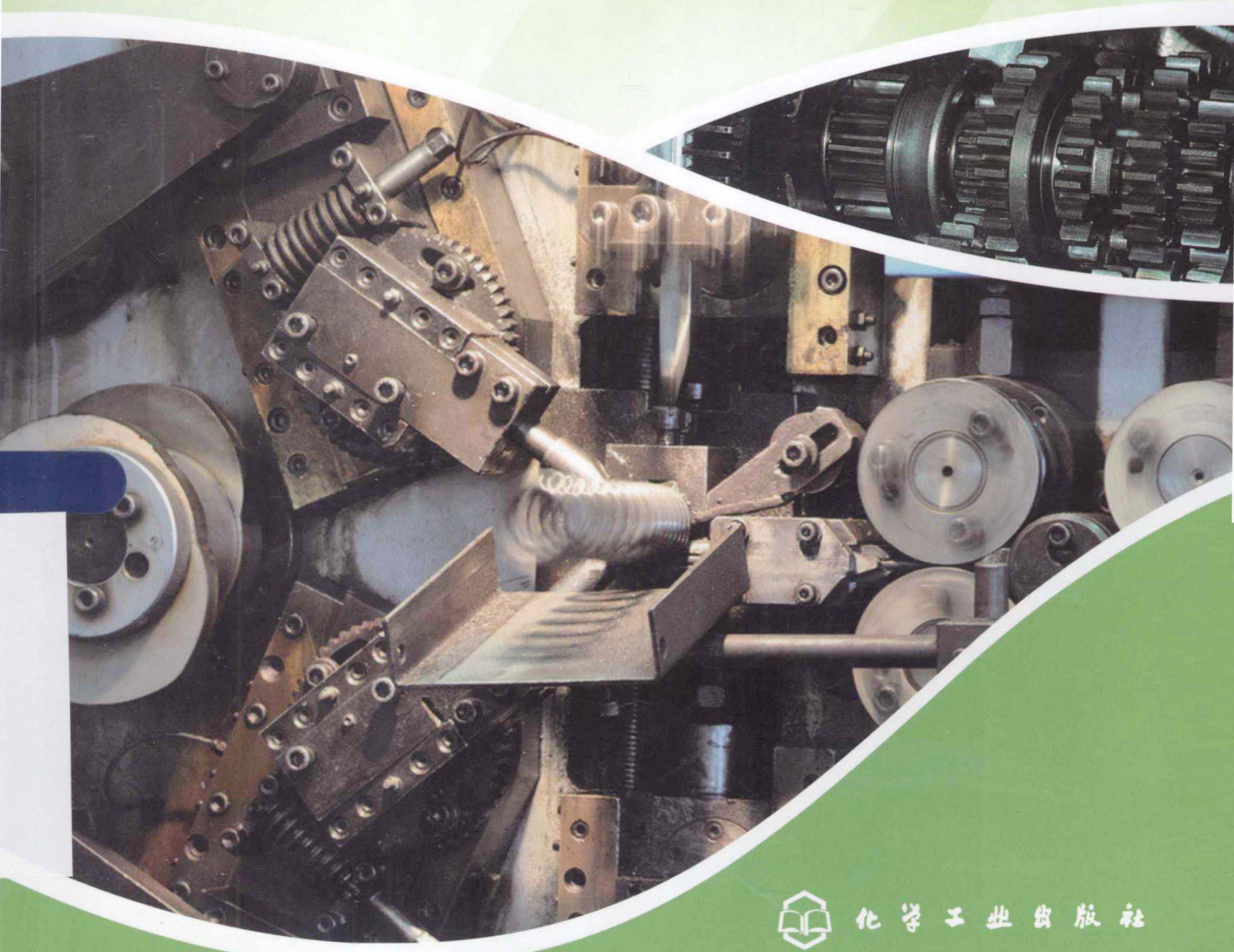


工程材料与机械制
普通高等教育“十二五”规划教材



机械制造技术基础

付平 吴俊飞 杨化林 主编
郭克红 李绍明 参编



化学工业出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

工程材料与机械制造工艺基础精品课程系列教材

普通高等教育“十二五”规划教材



机械制造技术基础

付平 吴俊飞 杨化林 主编

郭克红 李绍明 参编

ISBN 978-7-132-17184-1

化学工业出版社, 2013.6

17184-1

I. ① 机... II. ① 付... III. ① 机... IV. ① TH16

机械工业出版社

北京

010-64712839

北京市东城区和平门内大街 27 号 邮编 100007

北京市东城区和平门内大街 27 号

17184-1 17184-1 17184-1 17184-1 17184-1

010-64712839 010-64712839 010-64712839



化学工业出版社



本书是根据教育部机械基础课程教学指导分委员会有关“重点院校金属工艺学课程改革指南”精神，结合国外教材内容、结构特点及编者多年来的理论教学和实践教学经验编写而成的。

本书共8章，内容包括机械加工基础知识、金属切削加工方法与设备、典型表面加工方法的分析、机械加工工艺过程的基本知识、特种加工、数控机床加工、先进制造技术、机械制造业的环境保护。本书十分注重学生获取知识、分析问题、解决工程技术问题能力的培养，注重学生工程素质与创新能力的培养。为此，对于目前仍在广泛应用于现代制造行业的常规工艺精选保留，对于过时的内容予以淘汰，增加了技术上较为成熟的、应用范围较宽或发展前景看好的“三新”（即新材料、新技术、新工艺）内容，增加了特种加工、数控加工、先进制造技术的比重，既体现了常规制造技术与现代制造技术、材料科学和现代信息技术的密切交叉与融合，也体现了制造技术的历史传承和未来发展趋势。在编写过程中力求取材新颖，联系实际，结构紧凑，文字简练，直观形象、图文并茂。做到基本概念清晰，重点突出。

本书可作为高等院校不同专业、不同学时的机械类、近机类各专业的教材，也可以作为高职类工科院校及机械制造工程技术人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

机械制造技术基础/付平，吴俊飞，杨化林主编. —北京：化学工业出版社，2013.6

ISBN 978-7-122-17164-1

I. ①机… II. ①付…②吴…③杨… III. ①机械制造工艺-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 085790 号

责任编辑：刘俊之

文字编辑：张绪瑞

责任校对：蒋宇

装帧设计：韩飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张13 字数328千字 2013年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：28.00 元

版权所有 违者必究

前言

本书是根据教育部机械基础课程教学指导分委员会有关“工程材料及机械制造基础系列课程改革指南”精神，结合大工程背景下机械制造学科的快速发展趋势与高等教育的改革精神，以国家教育部本课程改革指南为指导，由青岛科技大学长期从事机械制造基础课程体系教学和指导工程实践训练教学的具有丰富理论和实践教学经验的教师，以科学性、先进性、系统性、实用性为目标进行编写的，注重学生获取知识、分析问题、解决工程技术问题的实践能力、综合素质与创新能力的培养。

本书是一部面向 21 世纪、建立在原金属工艺学基础上、力图把传统与先进制造工艺基础联系在一起的宽口径、涉及不同学科的教材，吸收了不同学科大量的新材料、新工艺、新技术知识，内容涉及机械加工基础知识、金属切削加工方法与设备、典型表面加工方法的分析、机械加工工艺过程的基本知识、特种加工、数控机床加工、先进制造技术、机械制造业的环境保护等多方面知识，具备了基础性、实践性、趣味性和跨学科的知识结构。同时在内容的编写上，对于目前仍在广泛应用于现代机械制造业的常规工艺精选保留，对于过时的内容予以淘汰，增加了技术上较为成熟的、应用范围较宽或发展前景看好的“三新”（即新材料、新技术、新工艺）内容，如增加了特种加工、数控加工、先进制造技术的比重，增加了机械制造业的环境保护，既体现了常规制造技术与现代制造技术、材料科学和现代信息技术的密切交叉与融合，也体现了制造技术的历史传承和未来发展趋势，为学生的进一步学习及今后从事机械产品设计和加工制造方面的工作奠定基础。

本书既是各专业学习现代制造技术的专业基础教材，也是提高本科生的全面素质，培养高质量、高层次、复合型人才，为理、工、文、医、经、管、艺术等不同学科之间提供快速工业知识的特色基础教材。

在编写过程中力求取材新颖，联系实际，结构紧凑，文字简练，直观形象、图文并茂。

教材有一定的灵活性，在保证教学基本要求的前提下，各院校在安排课程内容时，可结合自己学校的情况来选择决定。

本书由付平、吴俊飞、杨化林任主编，第一、二、三章由付平编写，第四、五章由吴俊飞编写，第六章由郭克红编写，第七章由杨化林编写，第八章由付平、李绍明编写。

本书可作为高等院校不同专业、不同学时的机械类、近机类各专业的教材，也可以作为高职类工科院校及机械制造工程技术人员的参考书。

由于编者水平所限，书中难免有不当之处，诚请广大读者提出宝贵意见。

编者

2013 年 1 月

目 录

第一章 机械加工基础知识

1

第一节 切削运动及切削要素	1
一、零件表面的形成	1
二、切削表面与切削运动	2
三、切削用量	3
四、切削层参数	3
第二节 切削刀具及其材料	4
一、切削刀具的结构	4
二、刀具材料	9
第三节 切削过程及控制	12
一、切屑的形成过程及切屑种类	12
二、积屑瘤	13
三、切削力和切削功率	15
四、切削热和切削温度	16
五、刀具磨损和刀具寿命	18
六、切削用量的合理选择	19
第四节 磨具与磨削过程	20
一、磨料与磨具	20
二、磨削过程	23
第五节 材料的切削加工性	23
一、衡量材料切削加工性的指标	24
二、常用材料的切削加工性	24
三、难加工材料的切削加工性	25
复习思考题	26

第二章 金属切削加工方法与设备

28

第一节 金属切削机床的基本知识	28
一、机床的分类	28
二、金属切削机床的型号	28
第二节 车削加工	30
一、车刀	31

二、车床及其附件	31
三、车削基本工艺	37
四、车削加工的应用	38
五、车削的工艺特点	43
第三节 铣削	45
一、铣刀	46
二、铣床及其附件	47
三、铣削基本工艺	49
四、铣削加工的应用	51
五、铣削的工艺特点	52
第四节 钻削、铰削	53
一、钻孔	53
二、扩孔	58
三、铰孔	58
第五节 刨削、拉削、镗削	59
一、刨削	59
二、插削	63
三、拉削	63
四、镗削	66
第六节 磨削	68
一、磨床	68
二、磨削基本工艺	71
三、磨削的工艺特点	74
第七节 精整和光整加工	75
一、研磨	75
二、珩磨孔	77
三、超级光磨	78
四、抛光	79
复习思考题	79

第三章 典型表面加工方法的分析

81

第一节 外圆面的加工	81
一、外圆面的技术要求	81
二、外圆面加工方案的分析	82
第二节 孔的加工	82
一、孔的技术要求	83
二、孔加工方案的分析	83
第三节 平面的加工	84
一、平面的技术要求	84
二、平面加工方案的分析	84

第四节 成形面的加工	85
一、成形面的技术要求	85
二、成形面加工方法的分析	85
第五节 螺纹的加工	86
一、螺纹的技术要求	86
二、螺纹加工方法的分析	86
三、螺纹加工方法选择	91
第六节 齿轮齿形的加工	91
一、齿轮的技术要求	91
二、齿轮齿形加工方法的分析	92
复习思考题	99

第四章 机械加工工艺过程的基本知识

101

第一节 基本概念	101
一、生产过程和工艺过程	101
二、机械加工工艺过程的组成	101
三、生产纲领和生产类型	103
第二节 工件的安装和夹具	104
一、工件的安装	105
二、机床夹具的分类和组成	105
三、基准及其选择	107
四、工件在夹具中的定位	108
第三节 零件机械加工工艺规程的制定	110
一、机械加工工艺规程的内容及作用	110
二、制定工艺规程的原则	110
三、制定工艺规程的步骤	110
第四节 零件的切削结构工艺性分析	117
一、合理确定零件的技术要求	118
二、遵循零件结构设计的标准化	118
三、合理标注尺寸	118
四、零件结构要便于加工	118
复习思考题	122

第五章 特种加工

123

第一节 电火花加工	124
一、电火花加工的原理和机床	125
二、电火花加工的特点	127
三、电火花加工的基本工艺规律	127
四、电火花加工的应用	130

第二节 电解加工	133
一、电解加工的原理	133
二、电解加工的特点	134
三、电解加工的基本工艺规律	135
四、电解加工的应用	137
第三节 超声波加工	138
一、超声波加工的原理	138
二、超声波加工的特点	139
三、超声波加工的基本工艺规律	139
四、超声波加工的应用	140
第四节 高能束流加工	142
一、激光加工	142
二、电子束和离子束加工	144
复习思考题	147

第六章 数控机床加工

148

第一节 数控机床的基本组成	148
一、输入与输出装置	149
二、数控系统	149
三、伺服系统	151
四、数控机床主机	153
五、数控机床的辅助装置	155
第二节 数控机床加工特点	155
一、数控机床在加工方面的特点	155
二、数控机床的适应性与经济性特点	156
三、数控机床在管理与使用方面的特点	157
第三节 数控加工程序编制	157
一、数控程序编制的基本知识	157
二、数控加工程序的代码及其功能	159
三、代码使用举例	161
四、数控编程的种类	163
第四节 加工中心	164
一、加工中心的分类与应用范围	164
二、加工中心的特点	165
三、加工中心的特殊构件	165
复习思考题	167

第七章 先进制造技术

169

第一节 计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 技术	169
-----------------------------	-----

一、CAD/CAM 的基本概念	169
二、CAD/CAM 系统的组成	170
三、计算机辅助设计 (CAD) 技术	170
四、计算机辅助工艺过程设计	172
五、计算机辅助制造 (CAM) 技术	173
六、CAD/CAPP/CAM 集成技术	173
第二节 柔性制造技术	174
一、柔性制造系统的定义及基本组成	174
二、FMS 的组成	175
第三节 计算机集成制造系统	177
一、CIMS 的组成	178
二、CIMS 的发展	180
复习思考题	185

第八章 机械制造业的环境保护 **186**

第一节 机械工业的环境污染	186
第二节 机械制造业的环境保护技术	187
一、工业废气的防治	188
二、工业废水的防治	192
三、工业固体废物污染的防治	194
四、工业噪声的防治	197
复习思考题	199

参考文献 **200**

1. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

2. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

3. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

4. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

5. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

6. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

7. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

8. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

9. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

10. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

11. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

12. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

13. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

14. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

15. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

16. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

17. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

18. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

19. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.

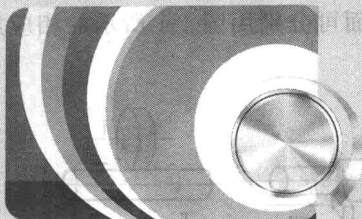
20. 机械工业出版社. 机械工业出版社. 2000.





机械制造技术基础
JIXIE ZHIZAO JISHU JICHU

第一章



机械加工基础知识

切削加工是使用切削工具（包括刀具、磨具和磨料），在工具和工件的相对运动中，把工件上多余的材料层切除，使工件获得规定的几何参数（尺寸、形状、位置）和表面质量的加工方法。机器上的零件除极少数采用精密铸造或精密锻造等无屑加工的方法获得以外，绝大多数零件都是靠切削加工的方法来获得的，因此它在机械制造业中占有十分重要的地位。这主要是因为：切削加工能获得较高的精度和表面质量，对被加工材料、工件几何形状及生产批量具有广泛的适应性。切削加工可以根据要求达到不同的精度和表面粗糙度，可以获得很高的加工精度和很低的表面粗糙度。现代切削加工技术已经可以达到尺寸公差 IT12~IT13 的精度，表面粗糙度 Ra 可达到 $25.000\sim 0.008\mu\text{m}$ 。切削加工可用于金属材料的加工，如各种碳钢、合金钢、铸铁、有色金属及其合金等；也可用于某些非金属材料的加工，如石材、木材、塑料和橡胶等。它们的尺寸从小到大不受限制，重量可以达数百吨。目前世界上最大的立式车床可加工直径 26m 的工件。

切削加工分为机械加工（简称机工）和钳工两大类。机工是指通过各种金属切削机床对工件进行的切削加工。机工主要加工方式有车削、钻削、铣削、刨削和磨削等，所用的机床分别为车床、钻床、铣床、刨床和磨床等。钳工是指通过工人手持工具进行的切削加工。钳工的基本操作有划线、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹、套螺纹、刮削、机械装配和设备修理等。钳工用的工具简单，操作灵活方便，还可以完成机械加工所不能完成的某些工作。钳工劳动强度大，生产率低，但在机械制造和修配中仍占着一定地位，随着生产的发展，钳工机械化的内容也越来越丰富。

第一节 切削运动及切削要素

一、零件表面的形成

机器零件的形状虽然很多，但主要是由基本表面和成形面组成。基本表面包括外圆面、内圆面（孔）、平面，成形面包括螺纹、齿轮的齿形和沟槽等。外圆面和孔是以某一直线为母线，以圆为轨迹作旋转运动所形成的表面。平面是以某一直线为母线，以另一直线为轨迹

作平移运动所形成的表面。成形面是以曲线为母线，以圆或直线为轨迹作旋转或平移运动所形成的表面。这些表面可分别用图 1-1 所示的相应加工方法来获得。

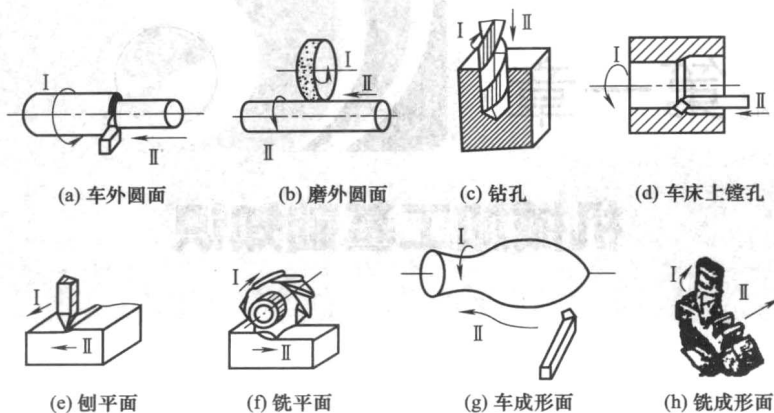


图 1-1 零件不同表面加工时的切削运动

二、切削表面与切削运动

1. 切削表面

切削加工过程是一个动态过程，在切削加工中，工件上通常存在着三个不断变化的表面，即待加工表面、过渡表面（加工表面）、已加工表面，如图 1-2 所示。待加工表面是指工件上即将被切除的表面。已加工表面是工件上已切去切削层而形成的表面。过渡表面是指加工时工件上正在被刀具切削着的表面，介于待加工表面和已加工表面之间。

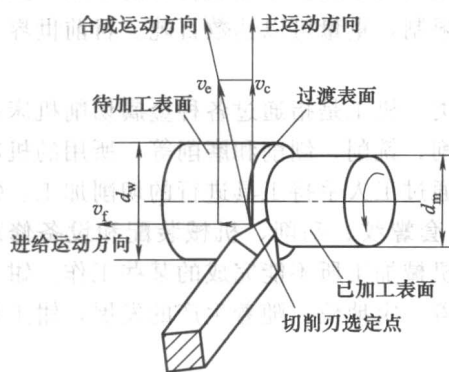


图 1-2 切削运动和加工表面

2. 切削运动

无论在哪一种机床上进行切削加工，刀具和工件间必须有一定的相对运动，即切削运动。切削运动可以是旋转运动或直线运动，也可以是连续运动或间歇运动。根据在切削中所起的作用不同，切削运动（如图 1-1 所示）分为主运动（图中 I）和进给运动（图中 II）。切削时实际的切削运动是一个合成运动。

主运动是使刀具和工件之间产生相对运动，促使刀具接近工件而实现切削的运动，如图 1-2 所示工件的旋转运动。主运动速度高，消耗功率大，主运动只有一个。主运动可以由工件完成，也可以由刀具完成。主运动的形式有旋转运动和往复运动（由工件或刀具进行）两种。如车削、铣削、磨削加工时的主运动是旋转运动；刨削、插削加工时工件或刀具主运动是往复直线运动。

进给运动是使刀具与工件之间产生附加的相对运动，与主运动配合，即可连续地切除余量，如图 1-2 所示车刀的移动。根据工件表面形成的需要进给运动可以是 1 个，也可以是多个。可以是连续的，也可以是断续的。当主运动为旋转运动时，进给运动是连续的，如车削、钻削。当主运动为直线运动时，进给运动是断续的，如刨削、插削等。

三、切削用量

切削用量 (cutting conditions) 包括切削速度 v_c 、进给量 f (或进给速度 v_f) 和背吃刀量 a_p ; 切削要素包括切削用量三要素 (切削速度 v_c 、进给量 f 、背吃刀量 a_p) 和切削层参数 (parameters of undeformed chip)。

1. 切削速度

切削刃上选定点相对工件主运动的瞬时速度称为切削速度 (cutting speed), 以 v_c 表示, 单位为 m/s 或 m/min。

若主运动为旋转运动 (如车削、铣削等), 切削速度一般为其最大线速度, 即

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min})$$

式中 d ——工件 (或刀具) 的直径, mm;

n ——工件 (或刀具) 的转速, r/s 或 r/min。

若主运动为往复直线运动 (如刨削、插削等), 则常以其平均速度为切削速度, 即

$$v_c = \frac{2Ln_r}{1000} \quad (\text{m/s 或 m/min})$$

式中 L ——往复行程长度, mm;

n_r ——主运动每秒或每分钟的往复次数, str/s 或 str/min。

2. 进给量

刀具在进给运动方向上相对工件的位移量称为进给量 (feed rate)。不同的加工方法, 由于所用刀具和切削运动形式不同, 进给量的表述和度量方法也不相同。

用单齿刀具 (如车刀、刨刀等) 加工时, 当主运动是回转运动时, 进给量指每转进给量, 即工件或刀具每回转一周, 两者沿进给方向的相对位移量, 单位为 mm/r; 当主运动是直线运动时, 进给量指每行程进给量, 即刀具或工件每往复直线运动一次两者沿进给方向的相对位移量。

用多齿刀具 (如铣刀、钻头等) 加工时, 进给运动的瞬时速度称进给速度, 以 v_f 表示, 单位为 mm/s 或 mm/min。刀具每转或每行程中每齿相对工作进给运动方向上的位移量, 称每齿进给量, 以 f_z 表示, 单位为 mm/z。 f_z 、 f 、 v_f 之间有如下关系

$$v_f = fn = f_z zn \quad (\text{mm/s 或 mm/min})$$

式中 n ——刀具或工件转速, r/s 或 r/min;

z ——刀具的齿数。

3. 背吃刀量

在通过切削刃上选定点并垂直于该点主运动方向的切削层尺寸平面中, 垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸, 称为背吃刀量 (back engagement of the cutting edge), 以 a_p 表示, 单位为 mm。如图 1-2 所示, 车外圆时, a_p 可用下式计算, 即

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

式中 d_w , d_m ——工件待加工和已加工表面直径, mm。

四、切削层参数

切削层是指切削过程中, 由刀具切削部分的一个单一动作 (如车削时工件转一圈, 车刀

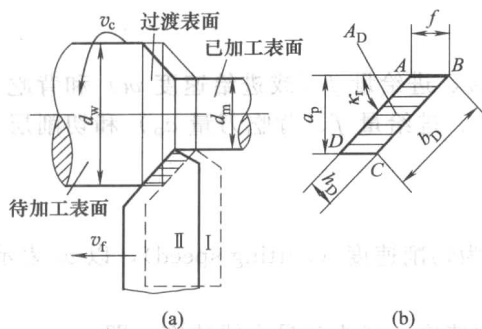


图 1-3 车削时切削层尺寸

主切削刃移动一段距离) 所切除的工件材料层。它决定了切屑的尺寸及刀具切削部分的载荷。切削层的尺寸和形状, 通常是在切削层尺寸平面中测量的, 如图 1-3 所示。

(1) 切削层公称横截面积 A_D 在给定瞬间, 切削层在切削层尺寸平面里的实际横截面积, 单位为 mm^2 。

(2) 切削层公称宽度 b_D 在给定瞬间, 作用于主切削刃截形上两个极限点间的距离, 在切削层尺寸平面中测量, 单位为 mm 。

(3) 切削层公称厚度 h_D 同一瞬间切削层公称横截面积与其公称宽度之比, 单位为 mm 。由定义可知

$$A_D = b_D h_D \quad (\text{mm}^2)$$

因 A_D 不包括残留面积, 而且在各种加工方法中 A_D 与进给量和背吃刀量的关系不同, 所以 A_D 不等于 f 和 a_p 的积。只有在车削加工中, 当残留面积很小时才能近似地认为它们相等, 即

$$A_D \approx f a_p \quad (\text{mm}^2)$$

第二节 切削刀具及其材料

切削加工过程中, 直接完成切削工作的是刀具。无论哪种刀具, 一般都由工作部分和非工作部分组成。非工作部分是用来将刀具夹持在机床上的部分, 要求它能保证刀具正确的工作位置, 传递所需要的运动和动力, 并且夹固可靠, 装卸方便。工作部分是刀具上直接参加切削工作的部分。刀具切削性能的好坏, 取决于刀具切削部分的几何参数、结构及材料。

一、切削刀具的结构

切削刀具的种类繁多, 形状各异。但不管它们的结构多么复杂, 切削部分的结构要素和几何角度都有着许多共同的特征。各种多齿刀具, 就其一个刀齿而言, 都相当于一把车刀的刀头, 所以, 研究切削刀具时总是以车刀为基础, 如图 1-4 所示。

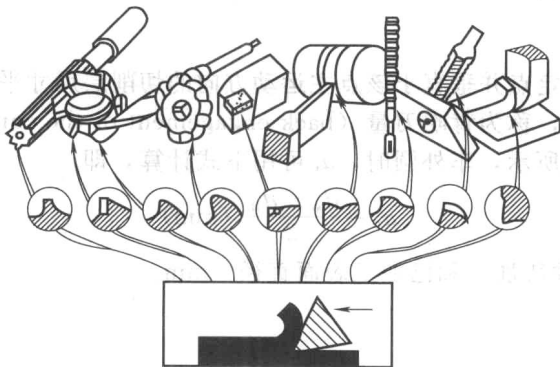


图 1-4 刀具的切削部分

1. 车刀切削部分的组成

车刀 (turning tools) 由工作部分和非工作部分构成, 车刀的工作部分即切削部分, 非工作部分就是车刀的柄部 (或刀杆)。

车刀 (turning tools) 切削部分由下列要素组成 (图 1-5)。

(1) 前刀面 刀具上切屑流过的表面。

(2) 后刀面 刀具上, 与工件切削中产生的表面相对的表面。同前刀面相交形成主切削刃的后刀面称主后刀面; 同前刀面相交形成副切削刃的后刀面称副后刀面。

(3) 切削刃 切削刃是指刀具前刀面上拟作切削用的刀刃。它有主切削刃和副切削刃之分, 主切削刃是起始于切削刃上主偏角为零的点, 并至少有一段切削刃用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃, 切削时主要的切削工作由它来负担。副切削刃是指切削刃上除主切削刃以外的刃, 亦起始于主偏角为零的点, 但它向背离主切削刃的方向延伸。切削过程中, 它也起一定的切削作用, 但不很明显。

(4) 刀尖 指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。实际刀具的刀尖并非绝对尖锐, 而是一小段曲线或直线, 分别称为修圆刀尖和倒角刀尖。

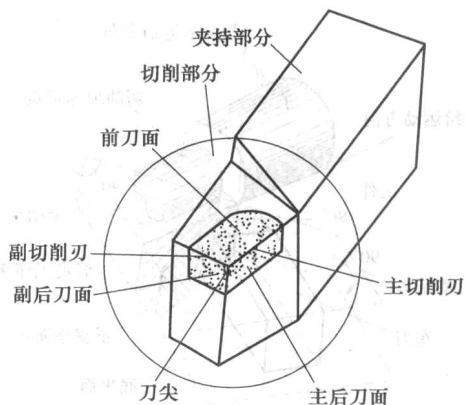


图 1-5 外圆车刀的切削部分

2. 车刀切削部分的主要角度

刀具要从工件上切除余量, 就必须使它的切削部分具有一定的切削角度。为定义、规定不同角度, 适应刀具在设计、制造及工作时的多种需要, 需选定适当组合的基准坐标平面作为参考系。其中用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量几何参数的参考系, 称为刀具静止参考系; 用于规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系, 称为刀具工作参考系。工作参考系与静止参考系的区别在于用实际的合成运动方向取代假定主运动方向, 用实际的进给运动方向取代假定进给运动方向。

(1) 刀具静止参考系 它主要包括基面、切削平面、正交平面, 如图 1-6 所示。

① 基面: 过切削刃选定点, 垂直于该点假定主运动方向的平面, 以 p_r 表示。

② 切削平面: 过切削刃选定点, 与切削刃相切, 并垂直于基面的平面, 以 p_s 表示。

③ 正交平面: 过切削刃选定点, 并同时垂直于基面和切削平面的平面, 以 p_o 表示。

④ 假定工作平面: 过切削刃选定点, 垂直于基面并平行于假定进给运动方向的平面, 以 p_f 表示。

(2) 车刀的主要角度 是在车刀设计、制造、刃磨及测量时, 必须考虑的主要角度, 如图 1-7 所示。

① 主偏角 κ_r : 在基面中测量的主切削平面与假定工作平面间的夹角。

② 副偏角 κ'_r : 在基面中测量的副切削平面与假定工作平面间的夹角。

主偏角主要影响切削层截面的形状和参数, 影响切削分力的变化, 并和副偏角一起影响已加工表面的粗糙度; 副偏角还有减小副后刀面与已加工表面间摩擦的作用。

如图 1-8 所示, 当背吃刀量和进给量一定时, 主偏角愈小, 切削层公称宽度愈大而公称厚度愈小, 即切下宽而薄的切屑。这时, 主切削刃单位长度上的负荷较小, 并且散热条件较

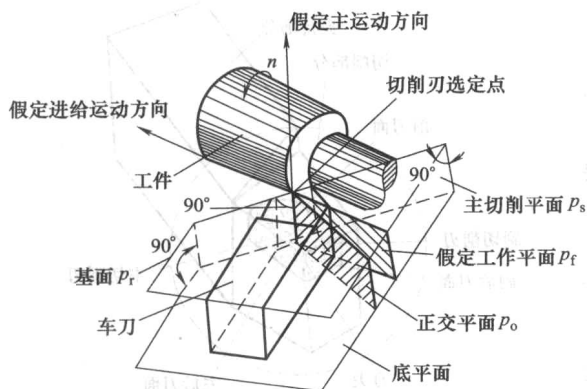


图 1-6 刀具静止参考系的平面

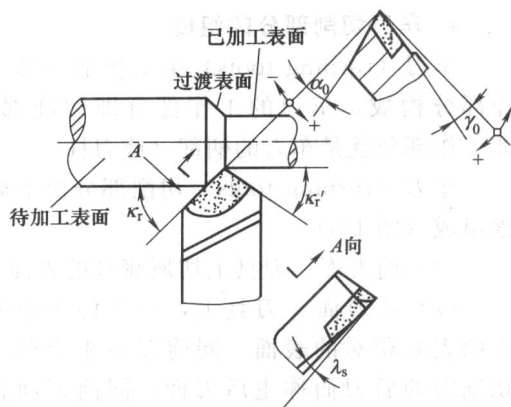


图 1-7 车刀的主要角度

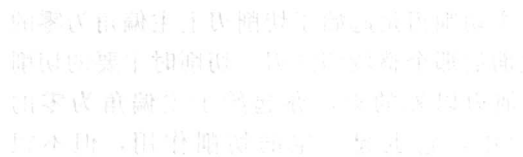
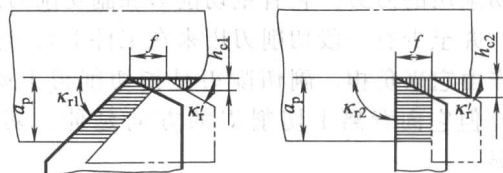
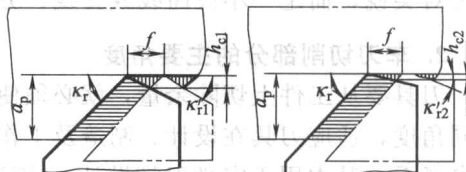


图 1-8 主偏角对切削层参数的影响



(a) 主偏角对残留面积的影响



(b) 副偏角对残留面积的影响

图 1-9 主、副偏角对残留面积的影响

好，有利于刀具寿命的提高。

由图 1-9 可以看出，当主、副偏角小时，已加工表面残留面积的高度 h_c 亦小，因而可减小表面粗糙度的值，并且刀尖强度和散热条件较好，有利于提高刀具寿命。但是，当主偏角减小时，背向力将增大，若加工刚度较差的工件（如车细长轴），则容易引起工件变形，并可能产生振动。主、副偏角应根据工件的刚度及加工要求选取合理的数值。一般车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 等几种；副偏角为 $5^\circ \sim 15^\circ$ ，粗加工时取较大值。

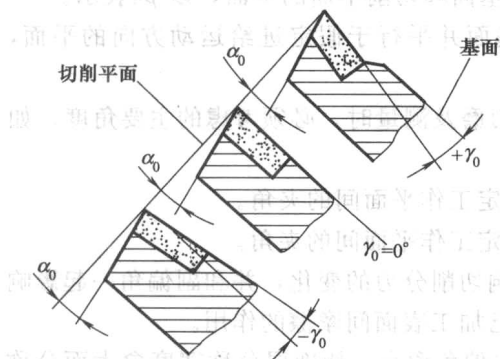


图 1-10 前角的正与负

③ 前角 γ_0 在正交平面中测量的前刀面与基面间的夹角。根据前刀面和基面相对位置的不同，分别规定为正前角、零度前角和负前角，如图 1-10 所示。

当取较大的前角时，切削刃锋利，切削轻快，即切削层材料变形小，切削力也小。但当前角过大时，切削刃和刀头的强度、散热条件和受

力状况变差,将使刀具磨损加快,刀具寿命降低,甚至崩刃损坏。若取较小的前角,虽切削刃和刀头较坚固,散热条件和受力状况也较好,但切削刃不够锋利,对切削加工不利。

前角的大小常根据工件材料、刀具材料和加工性质来选择。当工件材料塑性大、强度和硬度低或刀具材料的强度和韧性好或精加工时,取大的前角;反之取较小的前角。例如,用硬质合金车刀切削结构钢件, γ_0 可取 $10^\circ\sim 20^\circ$;切削灰铸铁件, γ_0 可取 $5^\circ\sim 15^\circ$ 等。

④ 后角 α_0 在正交平面中测量的刀具后刀面与切削平面间的夹角。

后角的主要作用是减少刀具后刀面与工件表面间的摩擦,并配合前角改变切削刃的锋利与强度。后角只能是正值,后角大,摩擦小,切削刃锋利。但后角过大,将使切削刃变弱,散热条件变差,加速刀具磨损。反之,后角过小,虽切削刃强度增加,散热条件变好,但摩擦加剧。

后角的大小常根据加工的种类和性质来选择。例如,粗加工或工件材料较硬时,要求切削刃坚固,后角取较小值: $\alpha_0=6^\circ\sim 8^\circ$ 。反之,对切削刃强度要求不高,主要希望减小摩擦和已加工表面的粗糙度值,后角可取稍大的值: $\alpha_0=8^\circ\sim 12^\circ$ 。

⑤ 刃倾角 λ_s 在主切削平面中测量的主切削刃与基面间的夹角。与前角类似,刃倾角也有正、负和零值之分,如图 1-11 所示。

刃倾角主要影响刀头的强度、切削分力和排屑方向。负的刃倾角可起到增强刀头的作用,但会使背向力增大,有可能引起振动,而且还会使切屑排向已加工表面,划伤和拉毛已加工表面。因此,粗加工时为了增强刀头, λ_s 常取负值;精加工时为了保护已加工表面, λ_s 常取正值或零度;车刀的刃倾角一般在 $-5^\circ\sim 5^\circ$ 之间选取。有时为了提高刀具耐冲击的能力, λ_s 可取较大的负值。

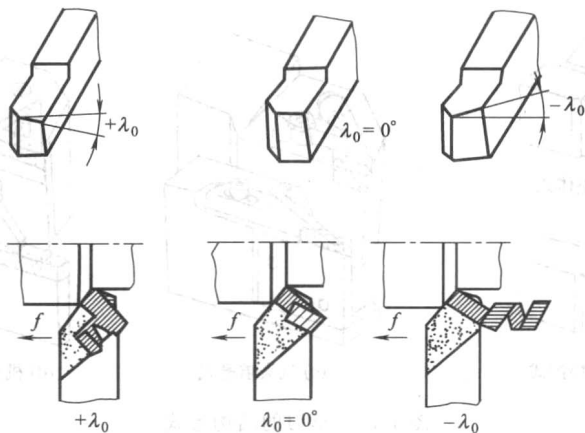


图 1-11 刃倾角及其对排屑方向的影响

(3) 刀具的工作角度 它是指在工作参考系中定义的刀具角度。刀具工作角度考虑了合成运动和刀具安装条件的影响。一般情况下,进给运动对合成运动的影响可忽略。在正常安装条件下,如车刀刀尖与工件回转轴线等高、刀柄纵向轴线垂直于进给方向时,车刀的工作角度近似于静止参考系中的角度。但在切断、车螺纹及车非圆柱表面时,就要考虑进给运动的影响。

刀具安装位置对工作角度的影响如图 1-12 所示。车外圆时,若刀尖高于工件的回转轴线,则工作前角 $\gamma_{0e} > \gamma_0$, 而工作后角 $\alpha_{0e} < \alpha_0$; 反之,若刀尖低于工件的回转轴线,则 $\gamma_{0e} < \gamma_0$, $\alpha_{0e} > \alpha_0$ (镗孔时的情况正好与此相反)。当车刀刀柄的纵向轴线与进给方向不垂直时,将会引起主偏角和副偏角的变化,如图 1-13 所示。

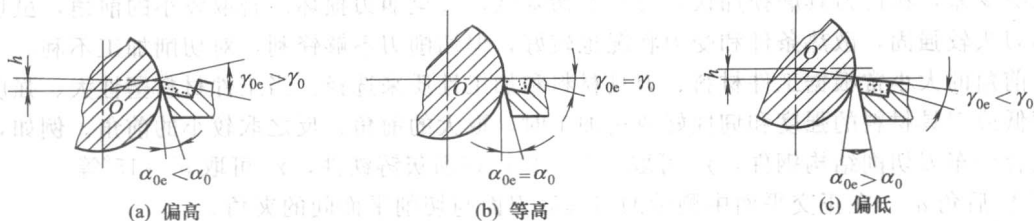


图 1-12 车刀安装高度对前角和后角的影响

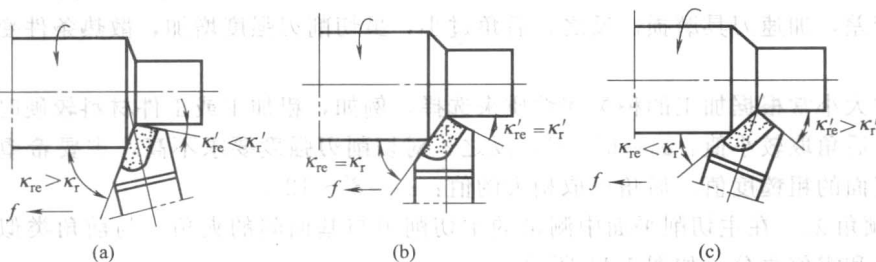


图 1-13 车刀安装偏斜对主偏角和副偏角的影响

3. 刀具结构

刀具的结构形式对刀具的切削性能、切削加工的生产效率和经济性有着重要的影响。下面以车刀为例说明刀具结构的特点。车刀的结构形式有整体式、焊接式、机夹重磨式、机夹可转位式等几种，如图 1-14 所示。



图 1-14 车刀的结构形式

早期使用的车刀多半是整体结构，切削部分与夹持部分材料相同，由于这种结构对贵重的刀具材料消耗较大，因此整体式车刀常用高速钢制造。焊接式车刀是将硬质合金刀片用钎料焊接在开有刀槽的刀杆上，然后刃磨使用。焊接式车刀结构简单、紧凑、刚性好、灵活性强，可根据加工条件和加工要求磨出所需角度，应用十分普遍。但焊接式车刀的硬质合金刀片经过高温焊接和刃磨后，容易产生内应力和裂纹，使切削性能下降，对提高生产效率不利。机夹重磨式车刀主要特点是刀片和刀杆是两个可拆开的独立元件，工作时靠夹紧元件把它们紧固在一起。车刀磨钝后，将刀片卸下刃磨，然后重新装上继续使用。这类车刀避免了焊接引起的缺陷，较焊接式车刀提高了刀具耐用度，提高了生产率，刀杆可重复使用，利用率较高，降低了生产成本，但结构复杂、不能完全避免由于刃磨而可能引起刀片的裂纹。