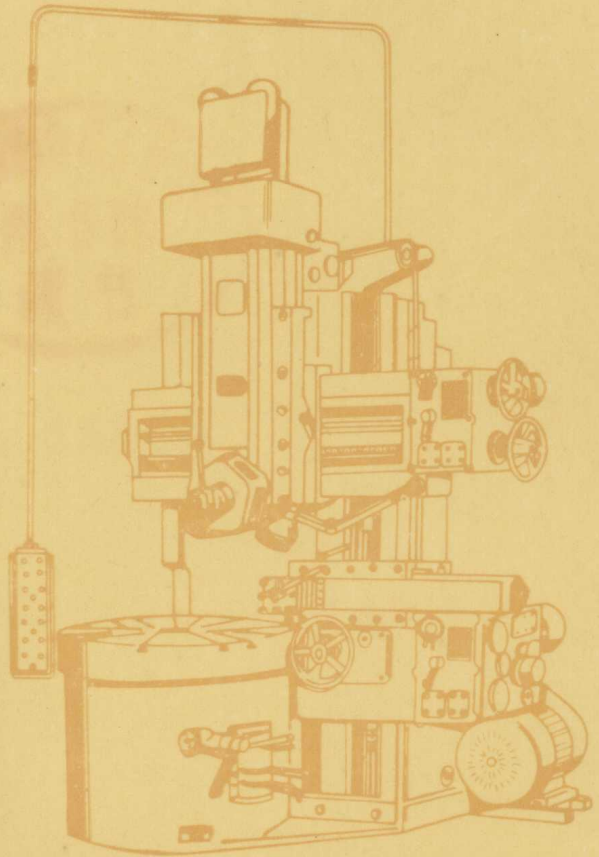


全国技工学校机械类

通用教材

车工工艺学

第二版



中国劳动出版社

全国技工学校机械类通用教材

车 工 工 艺 学

(第二版)

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

(京)新登字114号

本书是根据劳动部培训司审定颁发的《车工工艺学教学大纲(第二版)》进行修订,供技工学校招收初中毕业生使用的机械类通用教材。

本书着重叙述中级车工的基本工艺知识,内容包括:车床工作的基本知识、车简单轴类工件、车简单套类工件、车圆锥、车成形面和研磨、车螺纹和蜗杆、切削原理和刀具、车床夹具、复杂工件的装夹和车削、车床、提高劳动生产率和途径、典型零件的车削工艺分析等。

本书也可作为青工培训、职业高中教材和职工自学用书。

本书第一版由许兆丰(主编)、梁君豪、张介福编写,胡群(主审)、李奇峰审稿。

本书第二版由许兆丰、张介福、梁君豪编写,许兆丰、张介福主编;胡群、李奇峰审稿,胡群主审。

在本书第二版的修订过程中,得到了上海机床厂、上海柴油机厂技校、西安华山技校、西安市安装技校的大力支持,在此一并致谢!

车 工 工 艺 学

(第二版)

劳动部培训司组织编写

责任编辑:黄未来

中国劳动出版社出版

(北京市和平里中街12号)

北京地质印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 16开本 16.25印张 402千字

1986年3月北京第1版 1990年12月北京第2版

1992年2月北京第9次印刷 印数 135000册

ISBN 7-5045-0622-2/TG·066 (课) 定价:4.85元

第 一 版 前 言

为了适应技工学校逐步转向以招收初中毕业生为主的教學要求，我局于一九八三年七月委托部分省、市劳动人事厅（劳动局），分别组织编写了适合初中毕业生使用的技工学校机械类通用工种所需的教材。这次组织编写的有语文、数学、物理、化学、工程力学、机械基础、金属材料与热处理、电工学、机械制图（配套使用的有机械制图习题集）、车工工艺学（配套使用的有车工工艺学习题集）、车工生产实习、钳工工艺学、钳工生产实习、铸工工艺学、铸工生产实习、铆工工艺学、机械制造工艺基础等十七种。其中语文、数学、物理、化学非机械类工种可以选用。其他课程的教材，以后将陆续组织编写。

上述十七种教材，是按照党的教育方针，本着改革的精神组织编写的。在内容上，力求做到理论与实际相结合，符合循序渐进的要求，从打好基础入手，突出机械类技工学校生产实习教学的特点，密切联系我国机械工业的生产实际，并且尽量反映工业生产中采用新材料、新设备、新技术、新工艺的成就，以便使培养出来的学生，能够具有一定的文化知识，比较系统地掌握专业技术理论和一定操作技能，为今后的进一步提高打下基础。

这次组织编写教材的工作，由于时间比较紧促，经验不足，缺点和错误在所难免，希望使用教材的同志提出批评和改进意见，以便再版时修订。

劳动人事部培训就业局

一九八四年

第 二 版 说 明

全国技工学校机械类通用教材和配套使用的习题集，自 1984 年相继问世以来，对技工学校的教学 and 企业的工人培训发挥了重要作用，受到了广大读者的欢迎。但是通过教学实践，也反映出教材中有些内容偏多、偏深、偏难，联系生产实际不够，教材之间分工、配合与协调不够；还有某些差错。为了进一步提高教学质量，适应技工学校和职业培训的需要，我司会同劳动人事出版社组织原编审人员和有关人员教材进行了修订。

这次修订教材，强调要准确把握培养目标的基本业务技术要求；注意结合实际，精心选材；努力协调各门教材的关系，力争分工更为合理，衔接配合更为紧密；尽量减少差错。

组织修订教材的工作，和前段组织编审教材的工作一样，得到了北京、上海、天津、辽宁、黑龙江、吉林、陕西、四川、山东、江苏、湖南、湖北、广东、广西、河南、新疆等省市劳动局（厅）的大力支持和协助，我们表示感谢。

修订后的教材还可能存在缺点和不足，欢迎使用教材的同志和读者提出意见。

劳动部培训司

1989 年 8 月

目 录

第一版前言

第二版说明

绪 论	1
第一章 车床工作的基本知识	3
§ 1.1 车削和切削用量的基本概念	3
§ 1.2 车刀	5
§ 1.3 切削液	12
§ 1.4 长度单位	13
习 题	14
第二章 车简单轴类工件	15
§ 2.1 车轴类工件用的车刀	15
§ 2.2 轴类工件的装夹	22
§ 2.3 轴类工件的测量	26
§ 2.4 简单轴类工件的车削工艺分析	30
§ 2.5 轴类工件的车削质量分析	31
习 题	32
第三章 车简单套类工件	34
§ 3.1 钻孔	35
§ 3.2 扩孔和铰孔	38
§ 3.3 车孔	39
§ 3.4 车平面槽和内槽	42
§ 3.5 铰孔	43
§ 3.6 孔加工时的切削用量	46
§ 3.7 保证套类工件技术要求的方法	47
§ 3.8 套类工件的测量	48
§ 3.9 简单套类工件的车削工艺分析	54
§ 3.10 套类工件的质量分析	56
习 题	56
第四章 车圆锥	57
§ 4.1 圆锥的术语、定义和计算	58
§ 4.2 工具圆锥	60
§ 4.3 车圆锥的方法	61
§ 4.4 圆锥的检验	66
§ 4.5 车圆锥时的质量分析	69

习 题	70
第五章 车成形面和研磨	72
§ 5.1 车成形面的方法	72
§ 5.2 研磨	77
习 题	79
第六章 车螺纹和蜗杆	80
§ 6.1 螺纹术语	80
§ 6.2 三角形螺纹的种类和尺寸计算	81
§ 6.3 矩形螺纹的尺寸计算	86
§ 6.4 梯形螺纹的尺寸计算	87
§ 6.5 螺纹车刀	89
§ 6.6 车螺纹的方法	94
§ 6.7 车蜗杆	96
§ 6.8 车多线螺纹和多线蜗杆	99
§ 6.9 交换齿轮的计算	102
§ 6.10 乱扣及预防	108
§ 6.11 梯形螺纹公差	109
§ 6.12 螺纹及蜗杆的测量	116
§ 6.13 车螺纹及蜗杆时的质量分析	120
习 题	121
第七章 切削原理和刀具	123
§ 7.1 切削要素	123
§ 7.2 车刀工作图	124
§ 7.3 金属切削过程	125
§ 7.4 刀具主要几何参数的选择	136
§ 7.5 切削用量的选择	139
§ 7.6 减小工件表面粗糙度的方法	141
§ 7.7 硬质合金可转位车刀	143
§ 7.8 麻花钻的修磨	145
§ 7.9 镜面车削	147
习 题	149
第八章 车床夹具	150
§ 8.1 夹具的基本概念	150
§ 8.2 工件的定位	152
§ 8.3 工件的夹紧	162
§ 8.4 车床典型夹具	165
§ 8.5 组合夹具简介	169
习 题	171
第九章 复杂工件的装夹和车削	172

§ 9.1 在花盘角铁上装夹工件	172
§ 9.2 车偏心工件	177
§ 9.3 车细长轴	181
§ 9.4 车薄壁工件	184
§ 9.5 深孔加工简介	185
习 题	187
第十章 车床	189
§ 10.1 机床的型号	189
§ 10.2 车床主要部件和机构	192
§ 10.3 C620—1 型卧式车床	202
§ 10.4 CA6140 型卧式车床	209
§ 10.5 卧式车床精度对加工质量的影响	215
§ 10.6 其他常用车床简介	216
习 题	222
第十一章 提高劳动生产率的途径	224
§ 11.1 时间定额的组成	224
§ 11.2 缩短基本时间的方法	224
§ 11.3 缩短辅助时间的方法	227
§ 11.4 采用其他方法提高劳动生产率	230
习 题	234
第十二章 典型零件的车削工艺分析	235
§ 12.1 车削工件的基准和定位基准的选择	235
§ 12.2 工艺路线的制订	241
§ 12.3 典型零件的车削工艺分析	243
习 题	251

绪 论

复杂的机器大都由各种轴类、套类、盘类、齿轮类和箱体类等零件装配而成。这些不同种类的零件是由不同工种的工人分别加工而成的。尽管随着科学技术的发展，有些机器零件已可由精密铸造或冷挤压等方法来制造，但绝大多数零件还离不开金属切削加工。因此，在一般机械制造工厂中大多数设有铸、锻、车、铣、刨、磨和钳等工种。

车削加工就是在车床（图 0.1）上利用工件的旋转运动和刀具的直线运动来改变毛坯的形状和尺寸，把它加工成符合图样要求的零件。

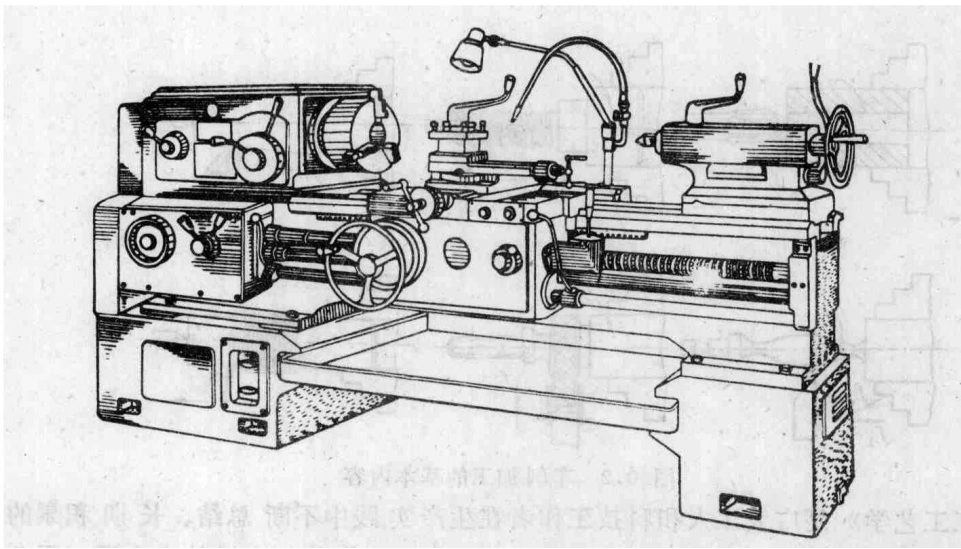


图 0.1 车床

车削加工的范围很广，就其基本内容来说，有车外圆、车端面、切断和切槽、钻中心孔、车孔、铰孔、车各种螺纹、车圆锥面、车成形面、滚花和盘绕弹簧等（图 0.2）。它们的共同特点是都带有旋转表面。一般来说，机器中带旋转表面的零件所占的比例是很大的。在车床上如果装上一些附件和夹具，还可以进行镗削、磨削、研磨、抛光等。因此，车削加工在机器制造工业中应用得非常普遍，因而它的地位也显得十分重要。

在金属切削加工方面，我国有悠久的历史。早在公元 8 世纪（唐代）已经有了手工操作的车床，加工技术也已比较成熟。到了明代，天文仪器上大型零件的切削加工已达到相当高的精度，表面也很光洁。但是到了近代，由于漫长的封建统治和外国的侵略，造成我国的科学技术发展停滞不前。解放前，我国的车削技术非常落后，机床设备数量少，质量差，绝大多数是简陋的旧式皮带车床，刀具材料主要是碳素工具钢，切削速度一般仅 10m/min 左右，生产效率很低。解放后，在中国共产党的正确领导下，机械制造工业有了很大的发展，已经初步建立了独立、完整的工业体系。目前我国已能自行设计制造大型、精密的机床设备。但是，我国的车削技术与世界先进水平相比，差距仍然较大。主要表现在一般工厂的生产效率较低，刀具使用寿命较短，机床自动化程度不高等。

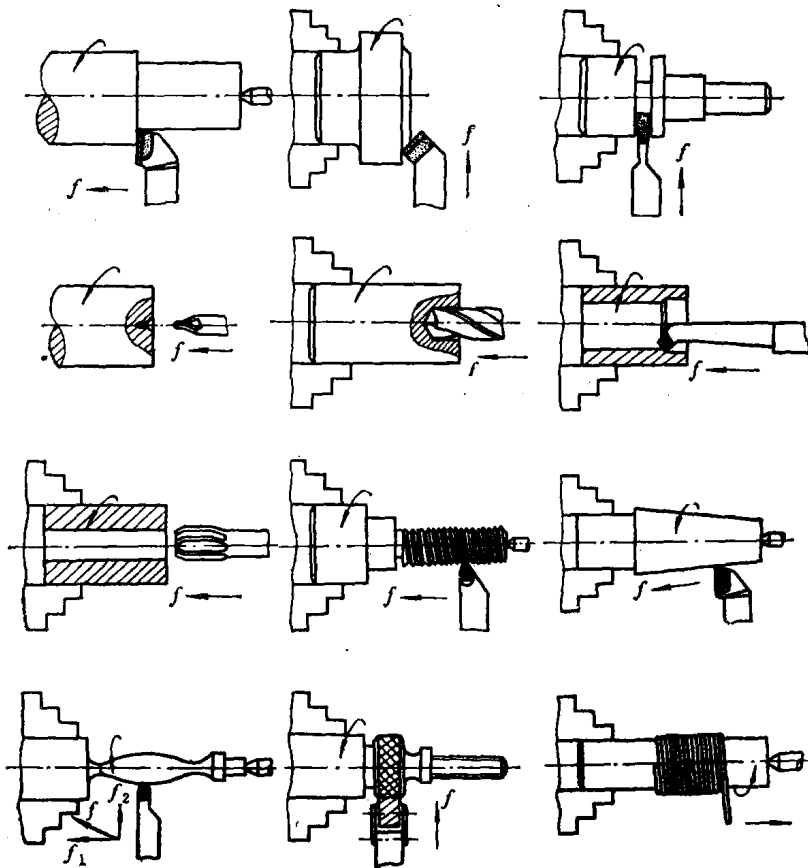


图 0.2 车削加工的基本内容

《车工工艺学》是广大工人和科技工作者在生产实践中不断总结、长期积累的理论知识。为了提高劳动生产率，加快社会主义建设，必须提高操作工人的技术水平。因此，作为一个车工，要优质高产地完成生产任务，首先应该学好理论知识，掌握好基本操作技能。

学完本课程以后，应达到如下要求：

1. 熟悉常用车床的规格、结构、性能、传动系统，掌握其调整方法；
2. 能合理地选用常用刀具；
3. 了解车工常用工具、量具的结构，并掌握使用方法；
4. 懂得金属切削原理，并能合理地选择切削用量；
5. 能合理选择定位基准和选择中等复杂工件的装夹方法，掌握常用车床夹具的结构原理，并了解组合夹具的基本知识；
6. 能熟练地解决实际操作中的计算问题；
7. 能独立制订中等复杂零件的车削工艺，并能根据实际情况采用先进工艺；
8. 能对工件进行质量分析；
9. 会查阅车工有关的技术手册；
10. 了解车削加工的新工艺、新技术以及提高产品质量和劳动生产率的措施。

学习本课程时，重要的是要将学到的理论知识应用到生产实践中去，解决生产中的实际问题，做到理论联系实际。

第一章 车床工作的基本知识

§ 1.1 车削和切削用量的基本概念

一、车削的基本概念

1. 工作运动

在切削过程中，为了切除多余的金属，必须使工件和刀具作相对的工作运动。按其作用，工作运动可分为主运动和进给运动两种（图1.1）。

（1）主运动 形成机床切削速度或消耗主要动力的工作运动。车削时，工件的旋转运动是主运动。通常，主运动的速度较高。

（2）进给运动 使工件的多余材料不断被去除的工作运动。进给运动可以是连续运动，也可以是间歇运动。如车外圆时的纵向进给是连续运动，控制切削刃切入深度的横向进给是间歇运动。

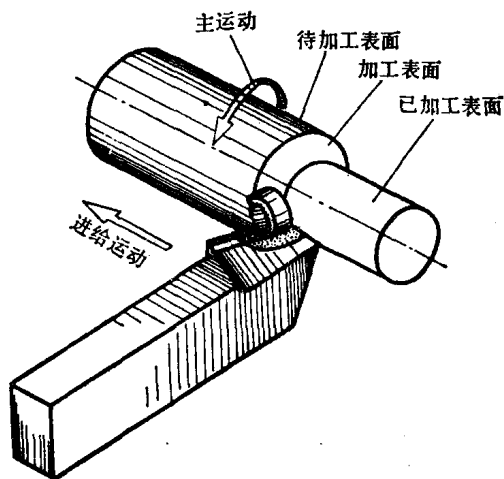


图 1.1 车削运动和工件上的表面

2. 工件上形成的表面

车刀切削工件时，使工件上形成已加工表面、加工表面和待加工表面（图 1.1）。

（1）已加工表面 已经切去多余金属而形成的表面。

（2）加工表面 车刀切削刃正在切削的表面。

（3）待加工表面 即将被切去金属层的表面。

图 1.2 是几种车削加工时，工件上形成的三个表面。

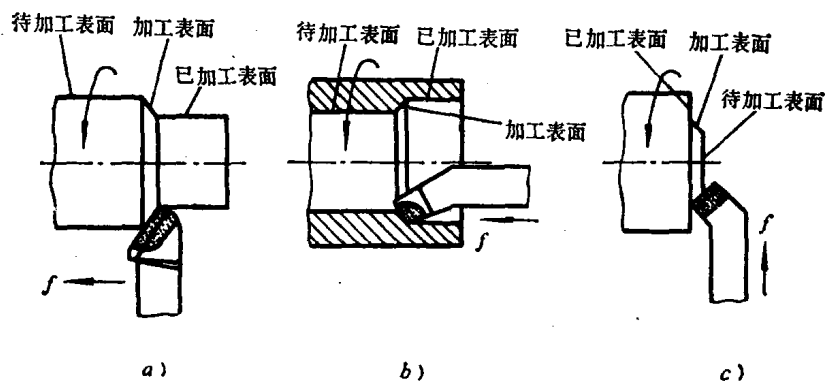


图 1.2 工件上的三个表面

a) 车外圆 b) 车孔 c) 车端面

二、切削用量的基本概念

切削用量是表示主运动及进给运动大小的参数。它包括切削深度、进给量和切削速度。合理选择切削用量与提高生产效率有着密切的关系。

1. 切削深度 (a_p)

工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离 (图 1.3), 也就是每次进给时车刀切入工件的深度 (单位: mm)。车外圆时的切削深度 (a_p) 可按下式计算:

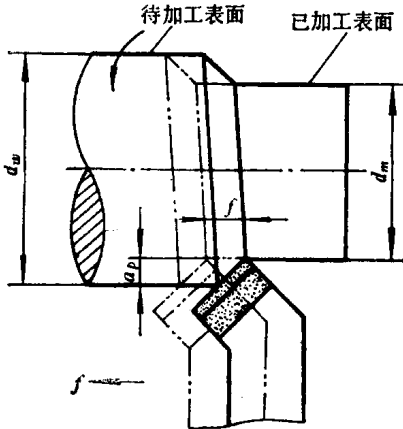


图 1.3 切削深度和进给量

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1.1)$$

式中 a_p ——切削深度, mm;
 d_w ——工件待加工表面直径, mm;
 d_m ——工件已加工表面直径, mm。

例 1.1 已知工件直径为 95mm, 现用一次进给车至直径为 90mm, 求切削深度。

解 根据式 1.1

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} = \frac{95 - 90}{2} = 2.5 \text{ mm}$$

2. 进给量 (f)

工件每转一周, 车刀沿进给方向移动的距离 (图 1.3)。它是衡量进给运动大小的参数 (单位: mm/r)。

进给量又分纵进给量和横进给量两种:

纵进给量——沿车床床身导轨方向的进给量;

横进给量——垂直于车床床身导轨方向的进给量。

3. 切削速度 (v) 在进行切削加工时, 刀具切削刃上的某一点相对于待加工表面在主运动方向上的瞬时速度。也可以理解为车刀在一分钟内车削工件表面的理论展开直线长度 (但必须假定切屑没有变形或收缩) (图 1.4)。它是衡量主运动大小的参数 (单位: m/min)。

切削速度 (v) 的计算公式为:

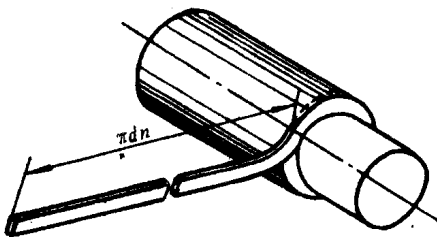


图 1.4 切削速度示意图

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad (1.2)$$

$$\text{或} \quad v \approx \frac{dn}{318} \quad (1.3)$$

式中 v ——切削速度, m/min;
 d ——工件直径, mm;
 n ——车床主轴每分钟转数, r/min。

例 1.2 车削直径 $d=60\text{mm}$ 的工件外圆,

车床主轴转速 $n=600\text{r/min}$ 。求切削速度 (v)。

解 根据式 1.2

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \times 60 \times 600}{1000} = 113 \text{ m/min}$$

在实际生产中，往往是已知工件直径，并根据工件材料、刀具材料和加工要求等因素选定切削速度，再将切削速度换算成车床主轴转速，以便调整机床，这时可把式 1.2 或 1.3 改写成：

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \quad (1.4)$$

或

$$n \approx \frac{318v}{d} \quad (1.5)$$

例1.3 车削直径 $d=260\text{mm}$ 的带轮外圆，选择切削速度 $v=60\text{m/min}$ ，求车床主轴转速。

解 根据式1.4

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \times 60}{3.14 \times 260} \approx 74\text{r/min}$$

计算所得的车床主轴转速，应选取铭牌上与之接近的转速。

§ 1.2 车 刀

一、常用车刀的种类和用途

1. 车刀的种类

根据不同的车削加工内容，常用的车刀有外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、圆头刀和螺纹车刀等（图 1.5）。

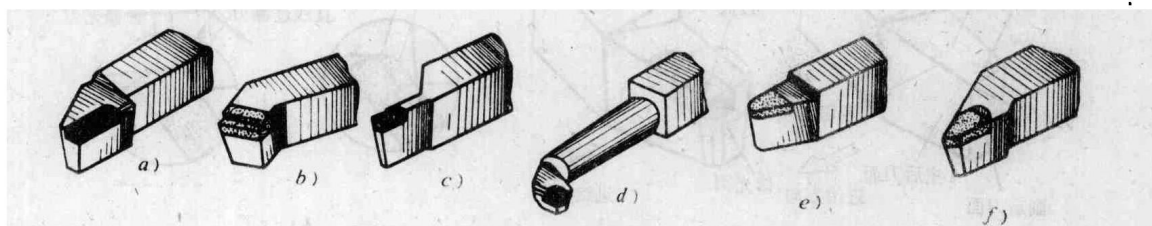


图 1.5 常用车刀

a) 外圆车刀 (90°车刀) b) 端面车刀 (45°车刀) c) 切断刀 d) 内孔车刀 e) 圆头刀 f) 螺纹车刀

2. 车刀的用途

常用车刀的基本用途见绪论图 0.2 和图 1.6。

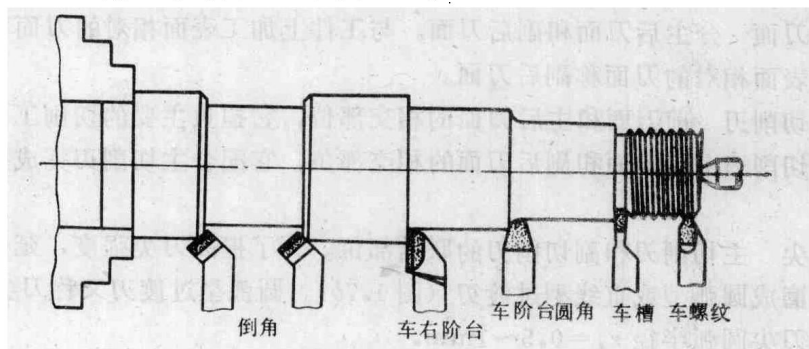


图 1.6 常用车刀的用途

- (1) 90°车刀 (偏刀) 用来车削工件的外圆、阶台和端面。
- (2) 45°车刀 (弯头车刀) 用来车削工件的外圆、端面和倒角。
- (3) 切断刀 用来切断工件或在工件上切槽。
- (4) 内孔车刀 用来车削工件的内孔。
- (5) 圆头刀 用来车削工件的圆弧面或成形面。
- (6) 螺纹车刀 用来车削螺纹。

3. 硬质合金可转位 (不重磨) 车刀

这是近年来国内外大力发展和广泛应用的先进刀具之一。刀片用机械夹固方式装夹在刀杆上。当刀片上一个切削刃磨钝后, 只需将刀片转过一个角度, 即可用新的切削刃继续切削, 从而大大缩短了换刀和磨刀的时间, 并提高了刀杆的利用率。

硬质合金可转位车刀有各种不同形状和角度的刀片, 可分别用来车外圆、车端面、切断、车孔和车螺纹等。

二、车刀的角度及其初步选择

1. 车刀的组成

任何车刀都是由刀头 (或刀片) 和刀体两部分组成的。刀头担负切削工作, 又叫切削部分。刀体用来装夹车刀。

刀头是由若干刀面和切削刃组成的 (图1.7)。

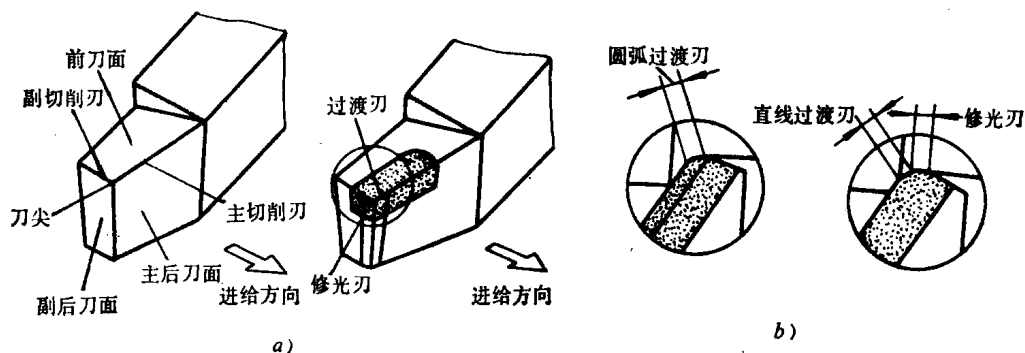


图 1.7 车刀的组成

- (1) 前刀面 切屑沿着它排出的刀面。
- (2) 后刀面 分主后刀面和副后刀面。与工件上加工表面相对的刀面称主后刀面; 与工件上已加工表面相对的刀面称副后刀面。
- (3) 主切削刃 前刀面和主后刀面的相交部位, 它担负主要的切削工作。
- (4) 副切削刃 前刀面和副后刀面的相交部位, 它配合主切削刃完成少量的切削工作。
- (5) 刀尖 主切削刃和副切削刃的联结部位。为了提高刀尖强度, 延长车刀寿命, 很多刀具将刀尖磨成圆弧型或直线型过渡刃 (图 1.7b)。圆弧型过渡刃又称刀尖圆弧。一般硬质合金车刀的刀尖圆弧半径 $r_s = 0.5 \sim 1\text{mm}$ 。
- (6) 修光刃 副切削刃近刀尖处一小段平直的切削刃称修光刃。装刀时必须使修光刃

与进给方向平行，且修光刃长度必须大于进给量，才能起修光作用。

所有车刀都有上述组成部分，但数量并不相同。例如典型的外圆车刀是由三个刀面、两条切削刃和一个刀尖组成（图1.7a）。45°车刀就有四个刀面（两个副后刀面）、三条切削刃和两个刀尖。此外，切削刃可以是直线，也可以是曲线。如车成形面的成形刀就是曲线切削刃。

2. 确定车刀角度的辅助平面

为了确定和测量车刀的角度，需要假想以下三个辅助平面作为基准，即切削平面、基面（图 1.8）和截面（图1.9）。

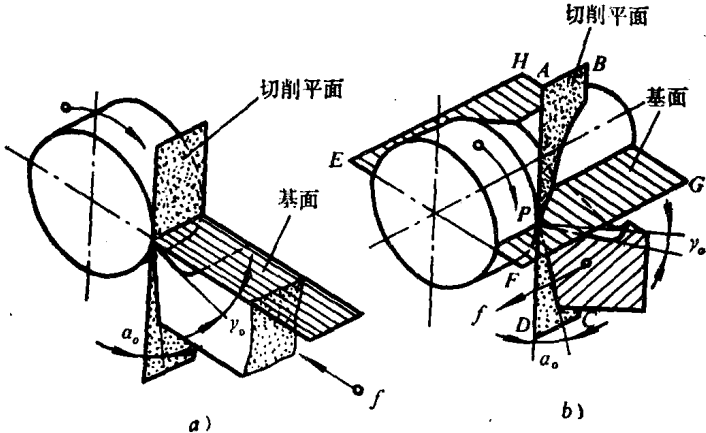


图 1.8 切削平面和基面
a) 横车 b) 纵车

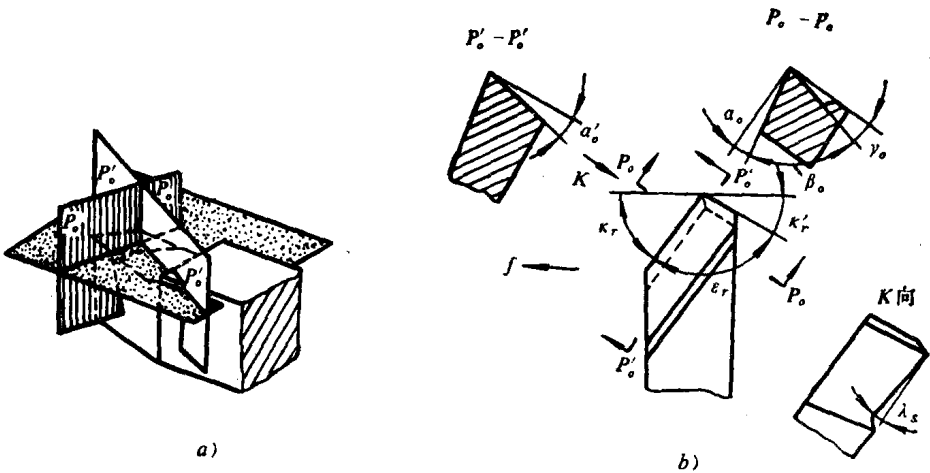


图 1.9 车刀角度的标注
a) 主截面和副截面 b) 车刀角度的标注

(1) 切削平面 通过切削刃上某选定点，切于工件加工表面的平面。如图 1.8b 中的 ABCD 平面即为 P 点的切削平面。

(2) 基面 通过切削刃上某选定点，垂直于该点切削速度方向的平面。如图 1.8b 中

的EFGH平面即为P点的基面。

显然，切削平面和基面始终是相互垂直的。对于车削，基面一般是通过工件轴线的。

(3) 截面 通过切削刃上某选定点，同时垂直于切削平面与基面的平面。如图1.9a中通过P点的 P_0-P_0 截面为主截面。同理， $P_0'-P_0'$ 截面为副截面。

3. 车刀的角度和主要作用

车刀切削部分共有六个独立的基本角度：前角(γ_o)、主后角(α_o)、副后角(α'_o)、主偏角(κ_r)、副偏角(κ'_r)和刃倾角(λ_r)。两个派生角度：楔角(β_o)和刀尖角(ϵ_r)。外圆车刀角度的标注见图1.9b。

在截面内测量的角度有：

(1) 前角(γ_o) 前刀面和基面间的夹角。前角影响刃口的锋利程度和强度，影响切削变形和切削力。前角增大能使车刀刃口锋利，减少切削变形，可使切削省力，并使切屑顺利排出，负前角能增加切削刃强度并耐冲击。

(2) 后角(α_o) 后刀面和切削平面间的夹角。在主截面内测量的是主后角(α_o)、在副截面内测量的是副后角(α'_o)。后角的主要作用是减少车刀后刀面与工件的摩擦。

前角、后角的正、负是这样规定的：在主截面中，前刀面与切削平面间夹角小于 90° 时前角为正，大于 90° 时前角为负。后刀面与基面夹角小于 90° 时后角为正，大于 90° 时后角为负（如图1.10所示）。

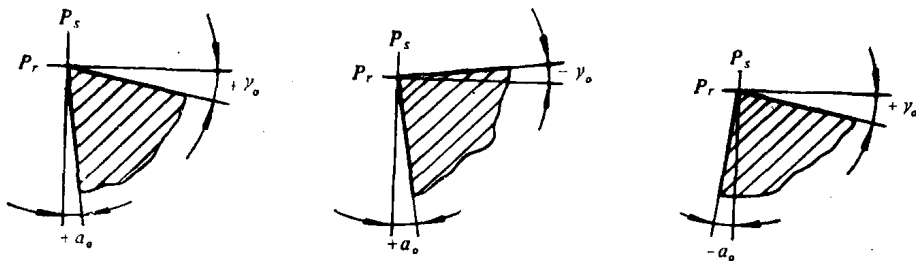


图 1.10 前、后角正、负的规定

在基面内测量的角度有：

(3) 主偏角(κ_r) 主切削刃在基面上的投影与进给运动方向间的夹角。主偏角的主要作用是改变主切削刃和刀头的受力及散热情况。

(4) 副偏角(κ'_r) 副切削刃在基面上的投影与背离进给运动方向间的夹角。副偏角的主要作用是减少副切削刃与工件已加工表面的摩擦。

在切削平面内测量的角度有：

(5) 刃倾角(λ_r) 主切削刃与基面间的夹角。刃倾角的主要作用是控制排屑方向，当刃倾角为负值时，可增加刀头的强度和车刀受冲击时保护刀尖。

刃倾角有正值、负值和零度三种（图1.11）。当刀尖位于主切削刃的最高点时，刃倾角为正值($+\lambda_r$)。切削时，切屑排向工件待加工表面方向（图1.11b），切屑不易擦毛已加工表面，车出的工件表面粗糙度小，但刀尖强度较差。尤其是在车削不圆整的工件受冲击时，冲击点在刀尖上，刀尖易损坏。当刀尖位于主切削刃的最低点时，刃倾角为负值($-\lambda_r$)。切削时，切屑排向工件已加工表面方向（图1.11c），容易擦毛已加工表面，但刀尖强度好，在车

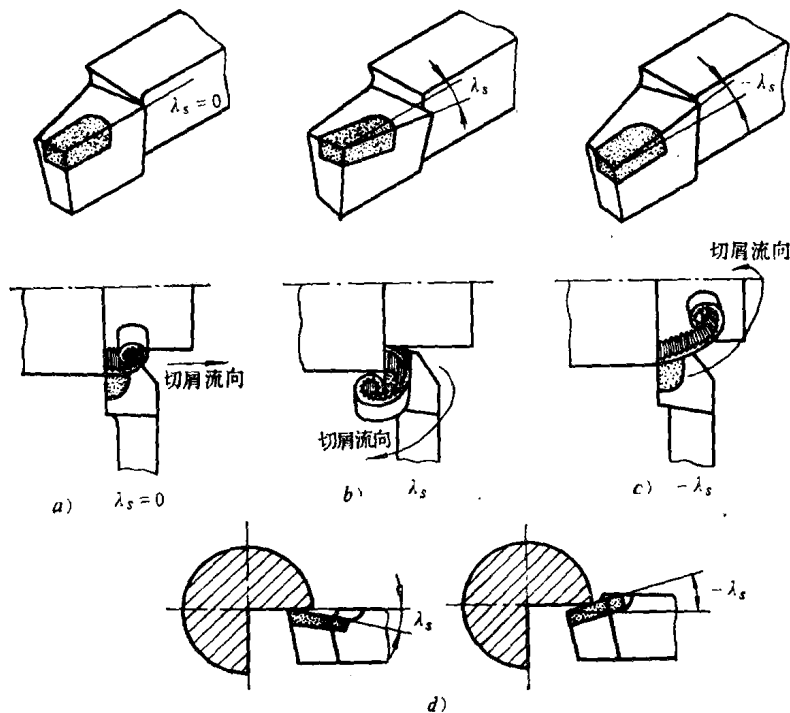


图 1.11 刃倾角的作用

a)、b)、c) 控制排屑方向 d) 车刀受冲击时保护刀尖

削有冲击的工作件时，冲击点先接触在远离刀尖的切削刃处，从而保护了刀尖（图1.11d）。当主切削刃和基面平行时，刃倾角为零度（ $\lambda_s = 0^\circ$ ）。切削时，切屑基本上垂直于主切削刃方向排出（图1.11a）。

（6）楔角（ β_o ） 在主截面内前刀面与后刀面间的夹角。它影响刀头的强度。楔角可用下式计算：

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1.6)$$

（7）刀尖角（ ε_r ） 主切削刃和副切削刃在基面上的投影间的夹角。它影响刀尖强度和散热性能。刀尖角可用下式计算：

$$\varepsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (1.7)$$

4. 车刀主要角度的初步选择

（1）前角（ γ_o ） 前角的数值与工件材料、加工性质和刀具材料有关。选择前角的大小主要根据以下几个原则：

①工件材料软，可选择较大的前角；工件材料硬，应选择较小的前角。车削塑性材料时，可取较大的前角；车削脆性材料时，应取较小的前角。

②粗加工，尤其是车削有硬皮的铸、锻件时，为了保证切削刃有足够的强度，应取较小的前角；精加工时，为了减小工件的表面粗糙度，一般应取较大的前角。

③车刀材料的强度、韧性较差，前角应取小值；反之，可取较大值。

车刀前角的参考数值见表1.1。

（2）后角（ α_o ） 后角太大，会降低切削刃和刀头的强度；后角太小，会增加后刀面与工件表面的摩擦。选择后角主要依据以下几个原则：