

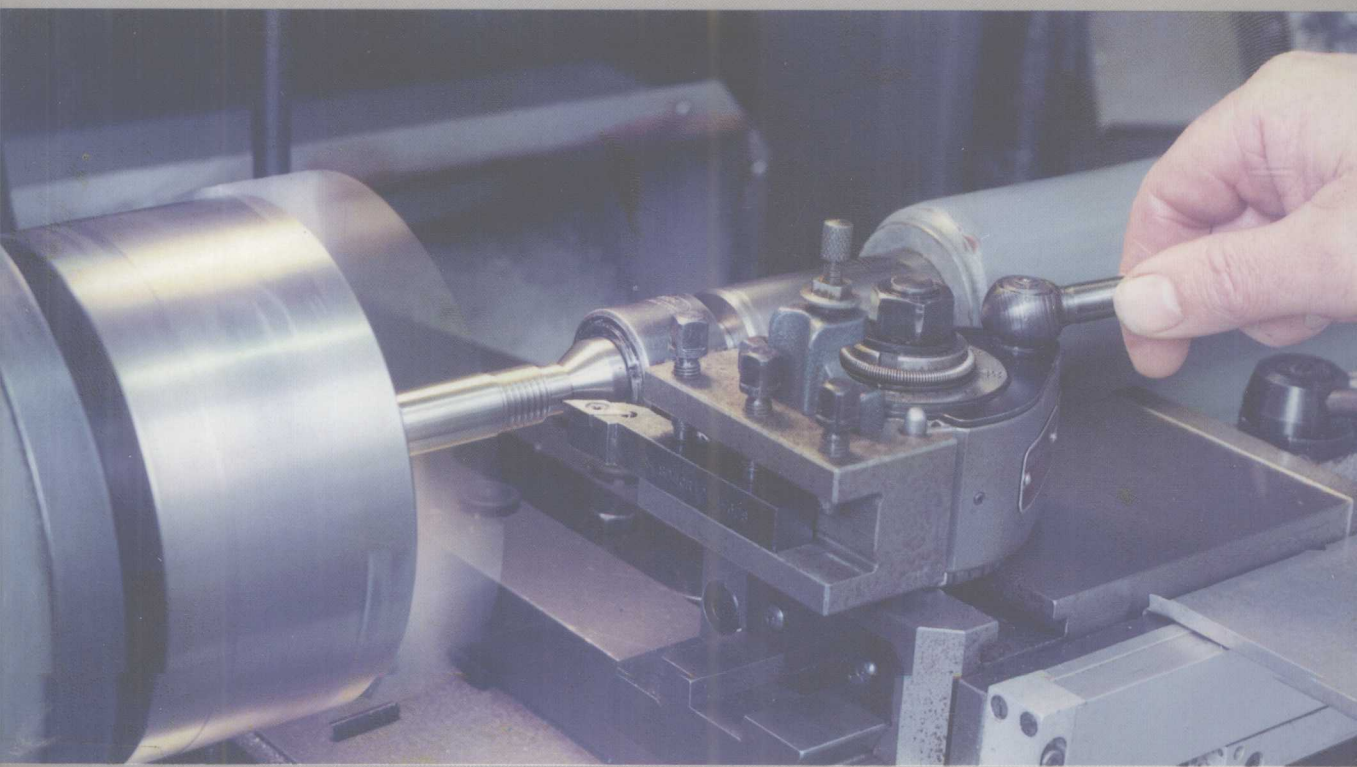
职业教育实用教材

ZHIYE JIAOYU SHIYONG JIAOCAI

车工工艺学

CHEGONG GONGYIXUE

张春敏 刘立国 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

职业教育实用教材

车工工艺学

张春敏 刘立国 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分九章,主要介绍了车削的基础知识、车轴类工件、套类工件的加工、车圆锥和成形面、车螺纹和蜗杆、车床工艺装备、车复杂工件、车床和典型工件的车削工艺分析等内容。

本书的内容简洁,语言通俗易懂具有较强的可读性。

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

车工工艺学/张春敏,刘立国主编. —北京:电子工业出版社,2007.8

ISBN 978-7-121-04751-0

I. 车… II. ①张…②刘… III. 车削—基本知识 IV. TG510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 111915 号

责任编辑:李 影

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

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:14.5 字数:353 千字

印 次:2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价:19.80 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。若书店缺货,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 zltz@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

近年来,随着职业教育改革的不断深入,职业教育迅速发展。为了满足职业教育的教学需求和学生的就业需要,职业教育教材编写组组织相关专家编写了这本教材。本教材的编写紧密结合职业学校教学实际和职业学生的特点,深入贯彻职业教育“应知应会、够用为度”的原则,内容选取广泛,并注重重点内容的深入讲解。

本书是职业教育机械类专业一门课程,其任务是增强学生的实践经验和专业技能。本书共分九章,主要介绍了车削的基础知识、车轴类工件、套类工件的加工、车圆锥和成形面、车螺纹和蜗杆、车床工艺装备、车复杂工件、车床和典型工件的车削工艺分析等内容。

本书特点主要体现在以下几个方面:

- (1)注重在理论知识、素质、能力、技能等方面对学生进行全面的培养;
- (2)注重吸取相关教材的优点,充实新技术、新工艺等内容;
- (3)语言文字叙述精练,通俗易懂;
- (4)每章设有知识目标和能力目标,便于学生自学;
- (5)章后配有适量习题,便于学生对所学的知识进行练习和巩固;
- (6)通过大量生产中的案例和图文并茂的表现形式,使学生能够比较轻松的学习。

本书由张春敏和刘立国担任主编,卢屹东参与了编写工作。本书在编写过程中参阅了大量的相关论著,并吸取了其中的最新研究成果和有益经验,在此向原著者表示衷心的感谢。

由于编者时间仓促,精力有限,书中难免会有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 车削的基础知识	3
第一节 车床与车削运动	3
第二节 车刀	6
第三节 刀具材料和切削用量	13
第四节 切削过程与控制	16
第五节 切削液	23
本章习题	25
第2章 车轴类工件	26
第一节 车轴类工件用车刀	26
第二节 轴类工件的装夹	32
第三节 轴类工件的检测	35
第四节 轴类工件的车削工艺及车削质量分析	41
本章习题	47
第3章 套类工件的加工	50
第一节 钻孔	50
第二节 扩孔和铰孔	56
第三节 车孔	58
第四节 车内沟槽、端面直槽和轴肩槽	60
第五节 铰孔	62
第六节 套类工件形位公差的保证方法	65
第七节 套类工件的测量	66
第八节 套类工件的车削工艺分析及车削质量分析	70
本章习题	76
第4章 车圆锥和成形面	77
第一节 圆锥的基本知识	77
第二节 车圆锥的方法	80
第三节 圆锥的检测	86
第四节 车成形面的方法和质量分析	89
本章习题	93
第5章 车螺纹和蜗杆	94
第一节 螺纹基本知识	94

第二节	螺纹车刀切削部分的材料及角度的变化	100
第三节	车螺纹时车床的调整及乱牙的预防	101
第四节	车三角形螺纹	103
第五节	车矩形螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹	107
第六节	车蜗杆	111
第七节	车多线螺纹和多头蜗杆	114
第八节	螺纹和蜗杆的检测及质量分析	117
	本章习题	122
第6章	车床工艺装备	124
第一节	夹具的基本概念	124
第二节	工件的定位	126
第三节	工件的夹紧	132
第四节	组合夹具简介	136
第五节	硬质合金可转位车刀	139
	本章习题	145
第7章	车复杂工件	146
第一节	花盘和弯板上装夹工件	146
第二节	车偏心工件和曲轴	149
第三节	车细长轴	156
第四节	车薄壁工件	162
第五节	深孔加工简介	164
	本章习题	167
第8章	车床	168
第一节	机床型号	168
第二节	卧式车床的主要部件和机构	171
第三节	CA6140 型卧式车床	178
第四节	卧式车床精度及常见故障维修	181
第五节	其他常用车床简介	184
	本章习题	189
第9章	典型工件的车削工艺分析	190
第一节	机械加工工艺过程的组成	190
第二节	车削工件的基准和定位基准的选择	195
第三节	工艺路线的制订	199
第四节	轴类工件的车削工艺分析	204
第五节	套类工件的车削工艺分析	209
	本章习题	212
附表		213

绪 论

一、车削加工在机械加工中的地位 and 作用

车削加工是指在车床上应用刀具与工件作相对切削运动,用以改变毛坯尺寸和形状等,使之成为合格零件的加工过程。车削是切削加工方法中应用最为广泛的一种,尤其是所得到加工面表面粗糙度的范围最广,粗糙度 R_a 值从 $25\mu\text{m}$ 到 $0.05\mu\text{m}$ 都可产生。使用的工具为车床,车床占机床总数的一半左右,故在机械加工中具有重要地位和作用,在金属材料制造业中被称为“金工之王”或“工具机之母”,主要加工方式是将圆形截面工件的一端夹持于车床主轴的夹头上,另一端则可用或不用尾座的顶尖支撑。工件随主轴做旋转运动,以固定在刀架上的单锋刀具做直线移动,将工件制成成品时多余部分的材料去除。

二、车床加工范围

在车床上所使用的刀具主要是车刀,还有钻头、铰刀、丝锥和滚花刀等。车床加工范围很广,车床主要用来加工各种回转表面,如内外圆柱面、内外圆锥面、端面、内外沟槽、内外螺纹、内外成形表面、丝杠、钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、攻丝、套丝及滚花等,如下图所示。

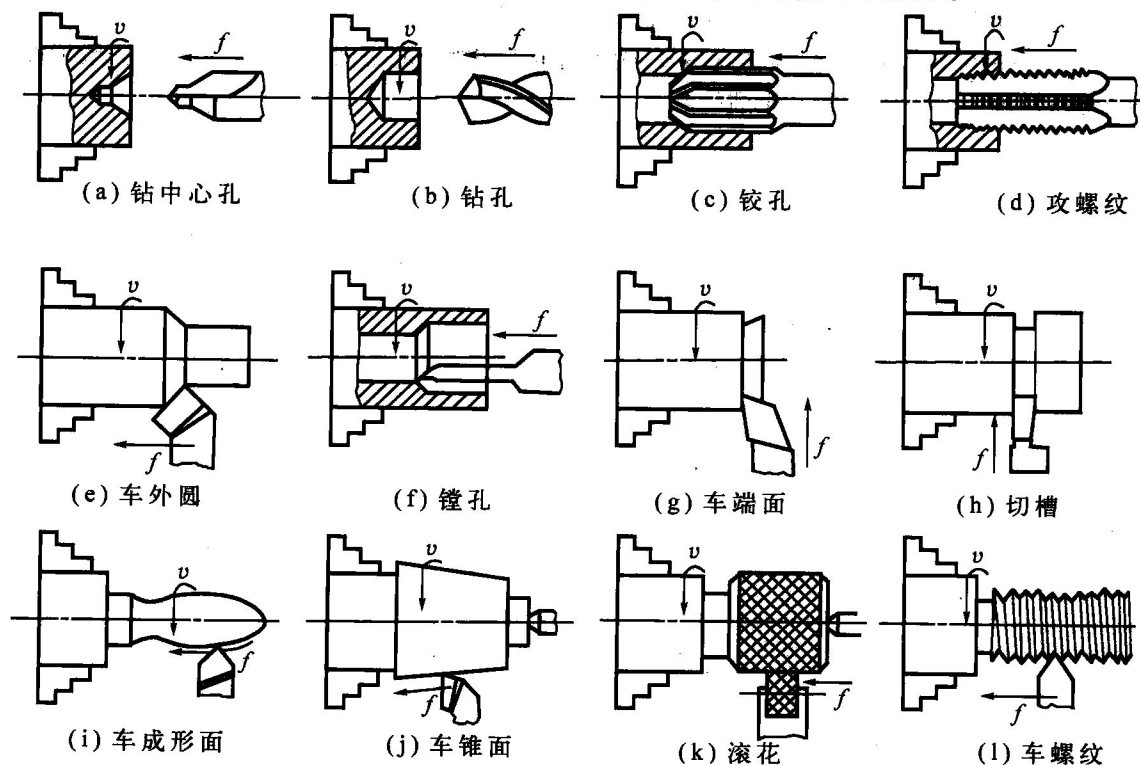


图 0-1 车床加工范围图



三、车削加工的特点

车削加工具有加工范围广泛、适应性强;能够对不同材料、不同精度要求的工件加工;生产效率较高、工艺性强、操作难度大、危险系数高等特点。

四、车工工艺学课程的内容

本课程内容包括车削的基础知识、车内外圆柱面、内外圆锥面、特型面的加工和表面修饰、螺纹加工、切削原理和刀具、常用车床夹具的结构与原理、复杂零件的车削、车床知识、典型工件的工艺分析等。通过以上学习使学生掌握中级车工应具备的专业理论知识和操作技能。车工工艺理论由劳动人民在与自然界斗争过程中发挥高度智慧所创造,积累下来并经过系统化的经验总结。但是,理论知识必须运用于实践,即用理论去指导实践,并解决实践中所产生的问题。反过来又必须用实践经验来证实理论知识的正确性和充实理论知识,这样既不会实践与理论脱离,也不会因缺乏理论而盲目实践,从而形成理论与实践相结合的完整体系。作为一个车工,必须掌握下面基础知识。

(1) 仔细研究并详细了解各种车床的零件、部件、机构和它们之间的相互关系,以便正确使用车床和排除故障。

(2) 正确使用车床的附件以及夹具、刀具和量具,熟悉它们的构造和保养。

(3) 熟悉图纸和工艺,按图纸和工艺的要求加工工件,掌握车削工件有关的计算。

(4) 懂得如何节约原材料和提高劳动生产率;保证产品质量、降低成本;遵守劳动纪律;掌握安全生产知识与车削加工工艺规程;查阅有关技术手册。

(5) 通过生产实习、实验等实践环节,熟悉制定工艺规程的原则、步骤和方法,对一般工件具备制定机械加工工艺规程和车削的能力。

第 1 章 车削的基础知识

车削加工是在车床上利用工件的旋转运动(主运动)和刀具的直线运动(进给运动)来改变毛坯的形状和尺寸,并把它加工成符合图样要求的零件。车削过程比较平稳,刀具比较简单,生产率较高,是机械加工中应用最广泛的方法之一。车削加工主要用于各种轴类、盘套类零件上的内外圆柱面、圆锥面、台阶面及各种成形面等回转体零件上回转面的加工;采用特殊的装置或技术后,利用车削还可以加工端面螺纹、凸轮等非圆零件的表面;借助标准或专用夹具,在车床上还可完成非回转零件上回转表面的加工。

第一节 车床与车削运动

一、卧式车床的主要结构

车床种类很多,其中卧式车床应用最广泛。下面以 C6132 普通车床为例,介绍其外形的名称和主要用途,如图 1-1 所示。

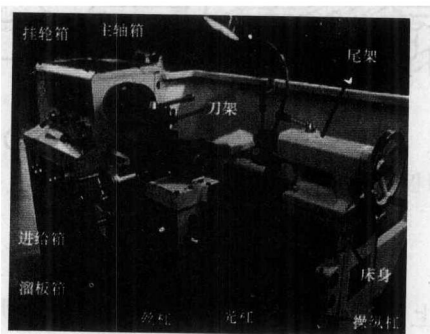


图 1-1 C6132 普通车床的外形结构图

1. 床身

床身固定在床腿上,是车床的基本支撑件。床身的用途为支撑各主要部件并使它们在工作时保持准确的相对位置。

2. 变速箱

变速箱主要由传动轴和变速齿轮组成,用来改变主轴转速。通过操纵变速箱和主轴箱外面的变速手柄来改变齿轮或离合器的位置,可使主轴获得多种不同的转速。主轴的反转是通过电动机的反转来实现的。

3. 主轴箱

主轴箱是用来支撑主轴,并使其作各种旋转运动。主轴是空心的,便于穿过长的工件。在主轴的前端可以利用锥孔安装顶尖,也可利用主轴前端圆锥面安装卡盘和拨盘,以便装夹工件。

4. 挂轮箱

挂轮箱主要用于车削不同种类的螺纹,是用来搭配不同齿数的齿轮,以获得不同的进给量。

5. 进给箱

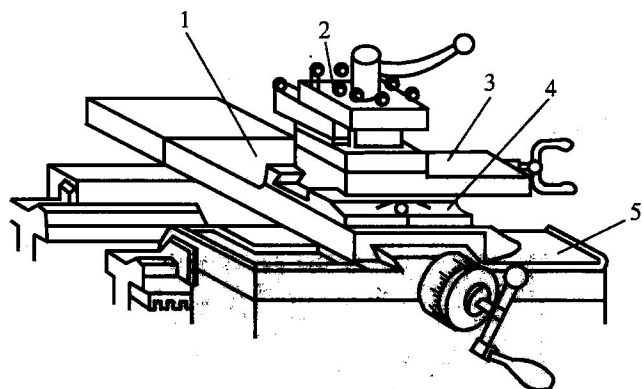
进给箱用来改变进给量。主轴经挂轮箱传入进给箱的运动,通过移动变速手柄来改变进给箱中滑动齿轮的啮合位置,便可获得不同的进给速度。

6. 溜板箱

溜板箱用来使光杠和丝杠的转动变为刀架的自动进给运动。光杠用于一般的车削,丝杠只用于车螺纹。溜板箱中设有互锁机构,使两者不能同时使用。

7. 刀架

刀架用来夹持车刀并使其作纵向、横向或斜向进给运动。刀架的组成部分如图 1-2 所示。

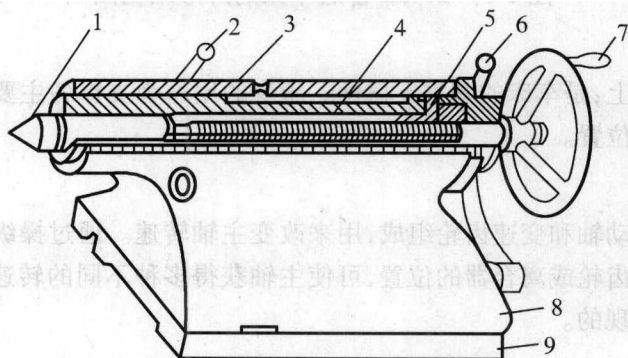


1-中滑板 2-方刀架 3-小滑板 4-转盘 5-床鞍

图 1-2 刀架的组成

8. 尾座

尾座安装在床身的导轨上,如果沿着此导轨纵向移动,就可调整其工作位置。尾座用来安装后顶尖,以支撑较长的工件。尾座的结构如图 1-3 所示。



1-顶尖 2-套筒锁紧手柄 3-顶尖套筒 4-丝杆
5-螺母 6-尾座锁紧手柄 7-手轮 8-尾座体 9-底座

图 1-3 尾座

二、车削运动

车削加工是在由车刀、车床、车床夹具和工件共同构成的车削工艺系统中完成的。根据所用机床精度、刀具材料、结构参数及所采用工艺参数的不同,能达到的加工精度及表面粗糙度也不同。因此,车削一般可分为粗车、半精车和精车等。车削运动按其作用可划分为主运动和进给运动,如图 1-4 所示。

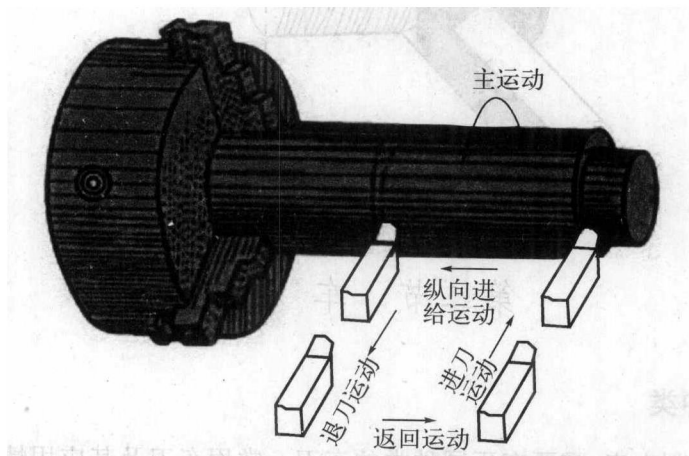


图 1-4 车削运动

1. 主运动

主运动是利用刀具与工件产生的相对运动来进行车削的。在车削运动中,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。可以是旋转运动,也可以是直线运动。主运动的速度很高,所消耗的功率也大。

2. 进给运动

进给运动是不断把被车削层投入车削,以逐渐车削出整个表面的运动。也就是说,没有这个运动,就不能连续车削。进给运动可由一个或多个运动组成,可以是连续的,也可以是间断的。一般速度较低,消耗的功率较少。

在加工中,工件上有 3 个不断变化着的表面,如图 1-5 所示。

- (1) 已加工表面。已加工表面是指在工件上刀具车削后产生的表面。
- (2) 过渡表面。过渡表面是指在工件上由切削刃形成的那部分表面。
- (3) 待加工表面。待加工表面是指在工件上有待去除的表面。

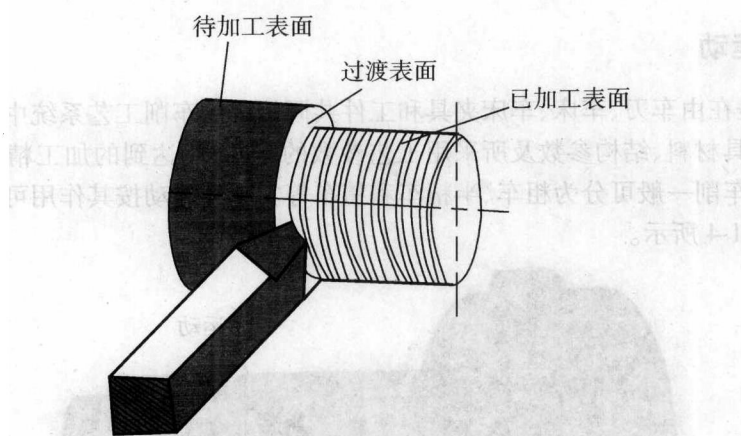
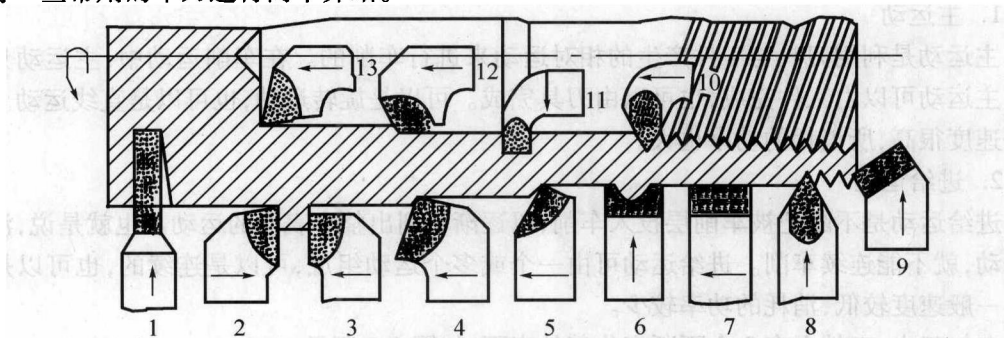


图 1-5 工件上形成的表面

第二节 车 刀

一、车刀的种类

根据不同的车削内容,需要有不同种类的车刀。常用车刀及其应用情况如图 1-6 所示。下面将一些常用的车刀进行简单介绍。



1-切断刀 2-90°左偏刀 3-90°右偏刀 4-弯头车刀 5-直头车刀
6-成形车刀 7-宽刃槽车刀 8-外螺纹车刀 9-端面车刀 10-内螺纹车刀
11-内切槽车刀 12-通孔车刀 13-盲孔车刀

图 1-6 常用车刀及其应用情况

1. 外圆车刀

常用的外圆车刀有几种:当轴类工件的外圆或同时加工外圆和凸肩端面时,可以采用主偏角为 90°的偏刀;在加工圆柱形或圆锥形外表面时,采用直头外圆车刀;当加工细长或刚性不足的工件时,采用圆车刀。弯头外圆车刀不仅用来纵车外圆,还可车端面和内外倒角。其应用情况如图 1-7 所示。

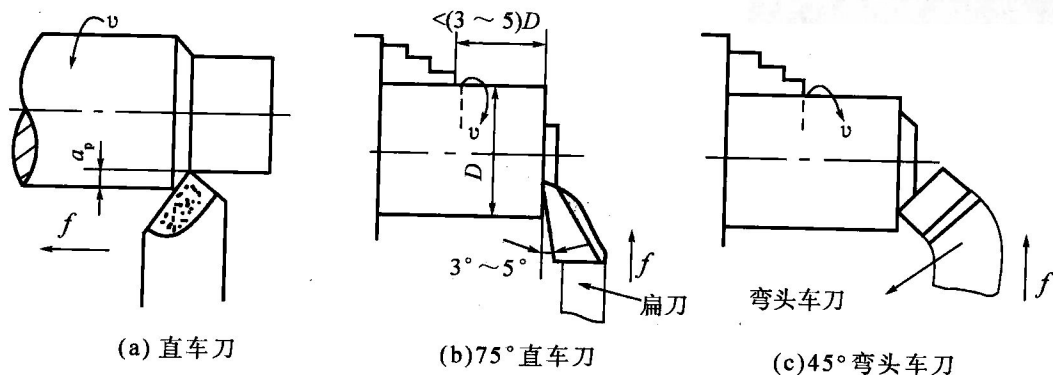


图 1-7 外圆车刀及其应用情况

2. 端面车刀

端面车刀是专门用来加工工件端面的车刀。车端面时,用中拖板横向走刀,走刀次数根据加工余量而定,可采用自外向中心走刀,也可采用自中心向外走刀的方法。常用端面车削时的几种情况如图 1-8 所示。

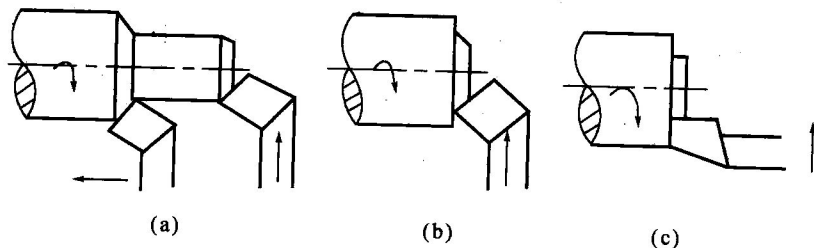


图 1-8 端面车刀及其应用情况

3. 切断刀

切断刀是专门用来切断工件的,车削条件比外圆车刀或端面车刀更为苛刻。为了能完全切断工件,切断刀的刀头要制造得长而窄,这就导致其刚性差,工作时切屑也不易排出。

4. 成形车刀

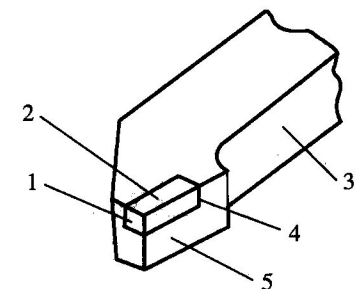
成形车刀是用刀刃形状直接加工出回转体、成形表面的专用刀具,是通过前刀面的刃形促成工件形状而获得的。采用成形车刀加工工件时,加工质量可不受操作者水平的限制,刀刃刃形及其质量决定工件廓形,所以可获稳定的质量。其加工精度一般可达 IT9 ~ IT10,表面粗糙度可达 $0.63 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 。

5. 其他车刀

圆头刀(R 刀)可用于加工工件上的成形面;内孔车刀可车削工件内孔;螺纹车刀则用于车削螺纹;硬质合金可转位(不重磨)车刀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,当一个刀刃磨钝后,只需将刀片转过一个角度,即可继续车削,从而大大缩短换刀和磨刀的时间,提高刀杆的利用率。

二、车刀的结构

车刀是由刀头和刀杆两部分组成。刀头是车刀的车削部分;刀杆用于安装车刀、是车刀的夹持部分,如图 1-9 所示。车刀在结构上可分为 4 种形式:整体式高速钢车刀、焊接式硬质合金车刀、机械夹固式硬质合金车刀和可转位式车刀,如图 1-10 所示。其结构特点及适用场合见表 1-1。



1 - 副后刀面 2 - 前刀面 3 - 刀杆 4 - 刀头 5 - 主后刀面
图 1-9 车刀的组成



图 1-10 车刀的结构形式

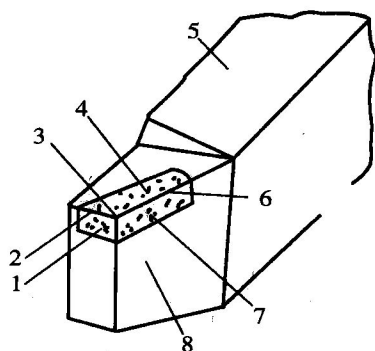
表 1-1 车刀结构特点及适用场合

名 称	特 点	适 用 场 合
整体式	刃口可磨得较锋利,用整体高速钢制造	加工非钛金属
焊接式	焊接硬质合金或高速钢刀片,使用灵活,结构紧凑	各类车刀特别是小刀具
机械夹固式	避免焊接产生的裂纹、应力等缺陷,刀杆利用率高。刀片可集中刃磨获得所需参数;使用灵活方便	镗孔、切断、外圆、端面、螺纹车刀等
可转位式	避免焊接车刀的缺点,刀片可快换转位、断屑稳定、生产率,可使用涂层刀片	大中型车床加工端面、镗孔、外圆,特别适用于自动线及数控机床

三、车刀切削部分的几何要素

为了确定车刀的角度,要建立 3 个坐标平面。刀头一般由三面、二刃和一尖组成,如图 1-11 所示。

- (1) 前刀面 A_f 。切屑流经过的表面,又称为前面。
- (2) 主后刀面 A_{α} 。与工件切削表面相对的表面。
- (3) 副后刀面 A_{α}' 。与工件已加工表面相对的表面。
- (4) 主切削刃 S 。前刀面与主后刀面的交线,担负主要的切削工作。
- (5) 副切削刃 S' 。前刀面与副后刀面的交线,担负少量的切削工作,起一定的修光作用。
- (6) 刀尖。主切削刃与副切削刃的相交部分,一般为一小段过渡圆弧。



1 - 副后刀面 2 - 副切削刃 3 - 刀尖 4 - 前刀面 5 - 刀杆
6 - 主切削刃 7 - 主后刀面 8 - 切削部分

图 1-11 车刀切削部分的几何要素

四、车刀的主要角度及其作用

车刀的主要角度是指前角(γ_0)、后角(α_0)、主偏角(k_r)、副偏角(k_r')以及刃倾角(λ_s),各角度的标注及测量如图 1-12 所示。

1. 前角 γ_0

前角是前刀面与基面之间的夹角,一般在主切削面中测量。前角的作用是使刀刃锋利,便于车削。但前角不能太大,否则会削弱刀刃的强度,容易磨损甚至崩刃。前角的表示及其测量如图 1-12 所示。

前角选择的原则是前角的大小主要解决刀头的坚固性与锋利性的矛盾。因此首先要根据加工材料的硬度来选择前角。被加工材料的硬度高,前角取小值,反之取大值;其次要根据加工性质来考虑前角的大小,粗加工时前角要取小值,精加工时前角应取大值。硬质合金车刀车削钢件时,取 $10^\circ \sim 20^\circ$ 的前角。

2. 后角 α_0

后角是主后刀面与切削平面之间的夹角。后角的作用是减小车削时主后刀面与工件的摩擦。后角不能为 0° 或负值(如图 1-13 所示),一般在 $6^\circ \sim 12^\circ$ 之间选取。在一般情况下,后角变化不大,但必须有一个合理的数值,以利于提高刀具的耐用度。后角的表示及其测量,如图 1-12 所示。

后角选择的原则是首先考虑加工性质。粗加工时,后角取小值;精加工时,后角取大值。其次考虑加工材料的硬度。加工材料硬度低,后角取大值,以增强刀头的坚固性;反之,后角应取小值。

3. 主偏角 k_r

主偏角是主切削刃在基面的投影与进给方向的夹角,一般在基面中测量。车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 等几种,其中 45° 居多。主偏角的表示及其测量,如图 1-12 所示。主偏角可改变主切削刃参加切削的长度,影响刀具寿命和径向切削力的大小。

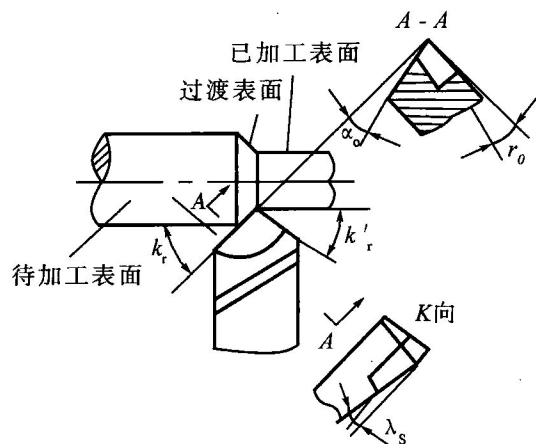
主偏角的选择原则是首先考虑车床、夹具和刀具组成的工艺系统的刚性。工艺系统刚性好,主偏角应取小值,这样有利于改善散热条件,提高车刀使用寿命和表面粗糙度。但在加工细长轴等刚度不足的工件时,小的主偏角会增大刀具作用在工件上的径向力,易产生弯曲和振动。因此,主偏角应选大些。其次要考虑加工工件的几何形状,当加工台阶时,主偏角应取 90° 。

4. 副偏角 k_r'

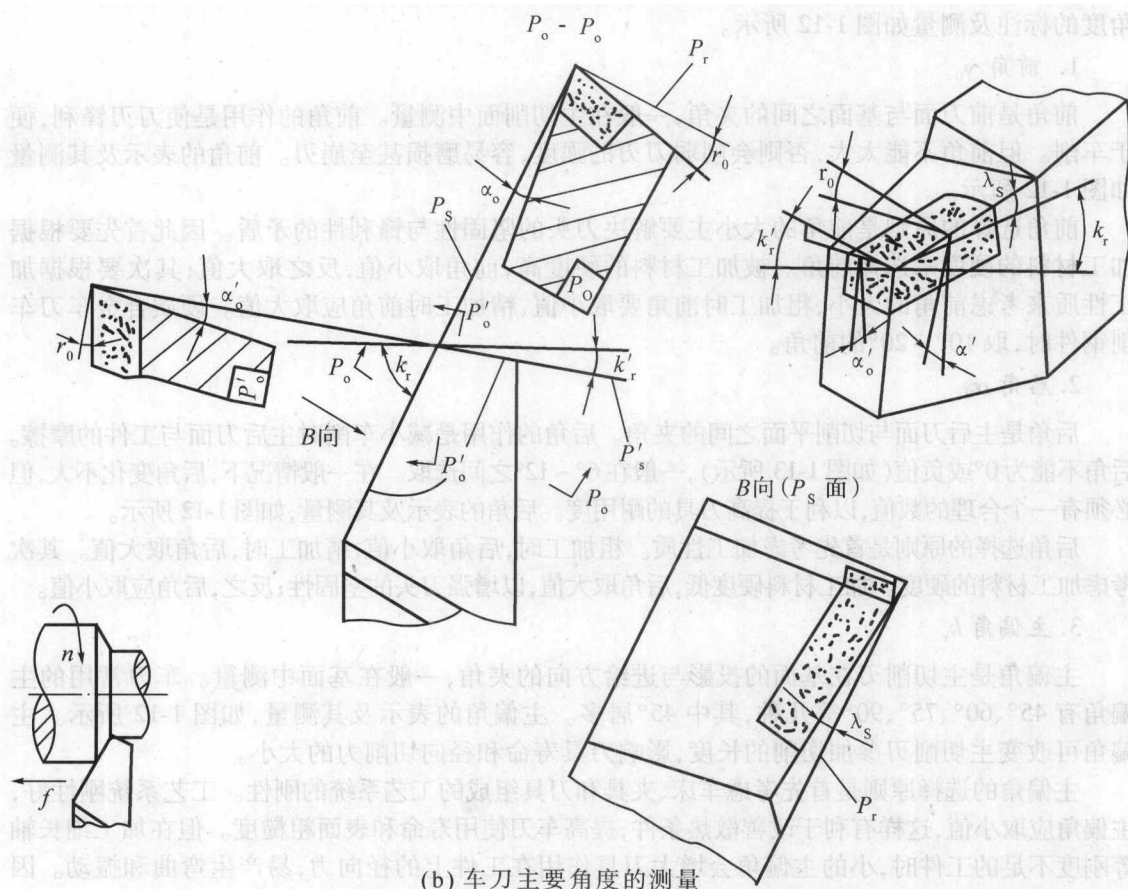
副偏角在基面中测量,是副切削刃在基面上的投影与进给反方向的夹角。其主要作用是



减小副切削刃与已加工表面之间的摩擦,以改善已加工表面的粗糙度。副偏角的表示及其测量如图 1-12 所示。



(a) 车刀主要角度的标注



(b) 车刀主要角度的测量

图 1-12 车刀的主要角度

副偏角的选择原则是首先考虑车刀、工件和夹具有足够的刚性,才能减小副偏角;反之,应取大值。其次,考虑加工性质。粗加工时,副偏角可取 $10^\circ \sim 15^\circ$;精加工时,副偏角可取



5°左右。

主偏角和副偏角的关系如图 1-14 所示。在切削深度、进给量、主偏角相等的条件下,减小副偏角,就可减小切削后的残留面积,从而减小表面粗糙度,一般 k_r' 选在 5°~15°之间。

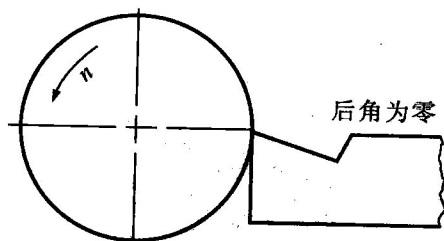


图 1-13 后角为零的情况

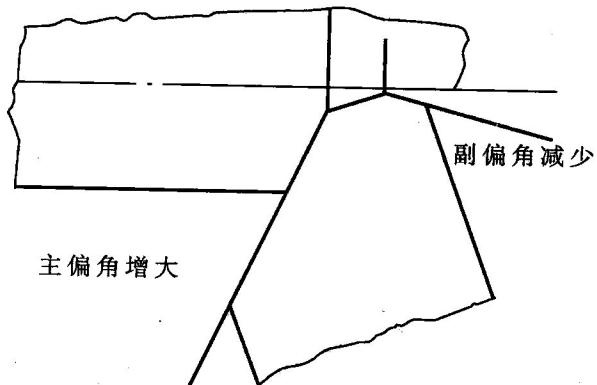


图 1-14 主偏角和副偏角的关系

5. 刃倾角 λ_s

刃倾角是主切削刃与基面的夹角,一般在切削平面中测量。如图 1-15 所示,其作用主要是控制切屑的流动方向。车刀刃倾角一般在 $-5^\circ \sim +5^\circ$ 之间选取。当刀尖处于主切削刃的最低点时,刃倾角为正值,此时刀尖强度增大,切屑流向已加工表面,一般用于粗加工;当刀尖处于主切削刃的最高点时,刃倾角为负值,此时刀尖强度削弱,切屑流向待加工表面,一般用于精加工。当主切削刃与基面平行时,刃倾角为 0。

刃倾角的选择原则主要是考虑加工性质。粗加工时,工件对车刀冲击力大,刃倾角应大于 0° ;精加工时,工件对车刀冲击力小,刃倾角可小于 0° ,一般刃倾角等于 0° 。

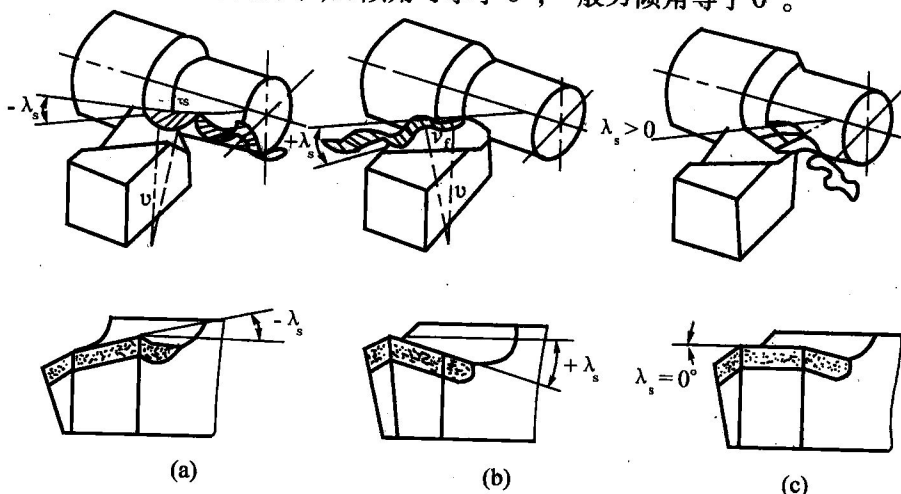


图 1-15 刃倾角在切削平面中测量

五、切削时建立的基准坐标平面

为了测量车刀的角度,判定刀具刃口的锋利程度及其三面二刃在空间的位置,需要建立三个参考平面:基面 P_r 、切削平面 P_s 和正交平面 P_o ,如图 1-16 所示。