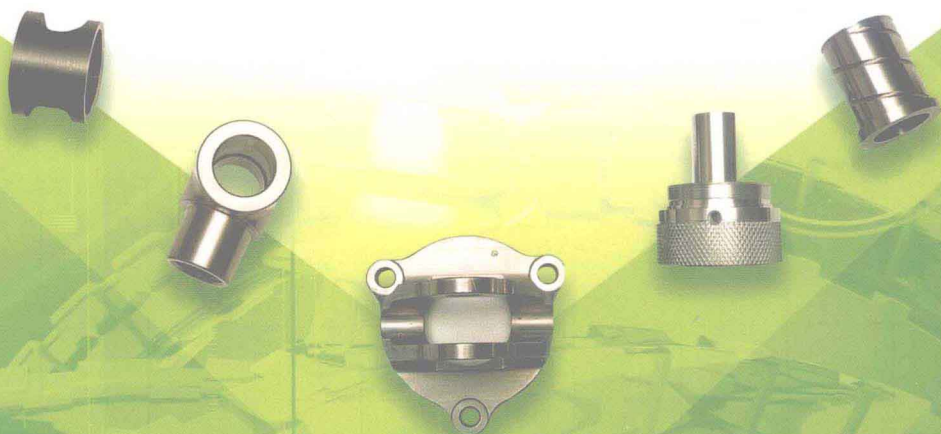


CHEXIAO GONGYI FENXI
JI CAOZUO ANLI

车削工艺分析 及 操作案例

董庆华 编著

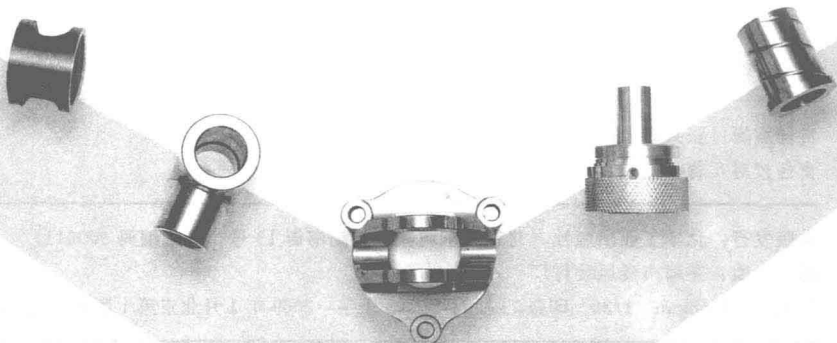


化学工业出版社

CHEXIAO GONGYI FENXI
JI CAOZUO ANLI

车削工艺分析 及 操作案例

董庆华 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

工艺分析是机械加工的关键环节,本书结合车削加工生产实际,详细讲述了不同类型典型零件的图样分析和工艺分析,给出了详细的加工工艺过程卡片。实例包括轴类零件、盘套类零件、细长轴零件、薄壁类零件、齿轮、蜗轮蜗杆、螺纹、偏心零件以及特型零件的加工等。所有实例均来自生产实际或教学实践,经过加工检验,有很强的实用性。

本书适用于机械加工技术工人、职业院校学生学习、查阅和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

车削工艺分析及操作案例/董庆华编著. —北京:
化学工业出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-122-03464-9

I. 车… II. 董… III. 车削-工艺 IV. TG51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 114924 号

责任编辑: 张兴辉

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 史利平

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: 三河市延风装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 205 千字 2009 年 1 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: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

在金属切削加工的各工种中，车削加工是最基本的一种加工方法，它的应用相当广泛。在车削加工过程中，能够对零件图样进行分析，并且能够制定出科学、合理、先进、高效的加工工艺是保证产品质量、降低加工成本、提高工作效率的关键。

本书紧密结合生产实际，主要从车工实际需要出发，通过对不同类型典型零件的图样分析和工艺分析，使操作者对照书中实例，能迅速掌握各类相似件的加工方法。

全书共分 11 章，分别是车削加工工艺基础、轴类零件车削加工、盘套类零件车削加工、细长轴零件车削加工、薄壁类零件车削加工、齿轮类零件车削加工、蜗轮蜗杆类零件车削加工、螺纹类零件车削加工、特型面零件车削加工、偏心零件车削加工以及其他类零件车削加工。

本书的编写原则：

- (1) 书中使用术语、名词、标准等均贯彻了最新国家标准；
- (2) 书中所举实例均来自生产实际；
- (3) 为了使读者对每个零件的机械加工工艺过程有一个全面的理解，书中既详细编制零件的车削加工工艺，又对零件的整个机械加工工艺过程进行分析。

本书由承德石油高等专科学校董庆华高级工程师编著。

本书是根据我们多年来的工作实践，并吸取了工人师傅在生产中的经验总结而成的。

由于编者经验和水平有限，书中难免有许多不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 车削加工工艺基础	1
1.1 车床的种类及工艺范围	1
1.1.1 车床的种类	1
1.1.2 车床的工艺范围	1
1.1.3 车削加工特点	3
1.2 车刀	3
1.2.1 车刀的结构形式与种类	3
1.2.2 车刀的安裝	4
1.2.3 车刀几何角度	4
1.2.4 刀具几何角度的合理选择	6
1.3 车削运动和切削用量	12
1.3.1 切削运动	12
1.3.2 加工中的工件表面	12
1.3.3 切削用量	12
1.3.4 切削用量的选择原则	13
1.4 工件的安裝方法及附件	14
1.4.1 三爪自定心卡盘	14
1.4.2 四爪单动卡盘	15
1.4.3 顶尖	16
1.4.4 用其他附件安裝工件	20
1.5 车床操作要点	22
1.5.1 刻度盘及刻度盘手柄的使用	22
1.5.2 粗车和精车	23
1.5.3 试切的方法与步骤	24
第 2 章 轴类零件车削加工	26
2.1 概述	26
2.1.1 轴类零件的结构特点	26

2.1.2 轴类零件的技术要求	26
2.1.3 轴类零件的车削加工	27
2.2 实例	30
实例 1 小轴	30
实例 2 挂轮架轴	33
实例 3 长轴	35
实例 4 连杆螺钉	38
实例 5 冷轧轴	41
实例 6 主轴	46
实例 7 输出轴	50
第 3 章 盘套类零件车削加工	53
3.1 概述	53
3.1.1 盘套类零件的功用与结构特点	53
3.1.2 套类零件的技术要求	53
3.1.3 盘套类零件的内孔加工	54
3.2 实例	56
实例 1 套筒一	56
实例 2 套筒二	57
实例 3 套筒三	59
实例 4 异套	61
实例 5 丝杠套	64
实例 6 液压套	66
实例 7 钻床主轴套筒	69
实例 8 透盖一	72
实例 9 透盖二	74
实例 10 轴承座一	77
实例 11 轴承座二	78
实例 12 法兰盘	81
实例 13 内齿圈	82
第 4 章 细长轴零件车削加工	85
4.1 概述	85
4.1.1 细长轴的加工特点	85
4.1.2 细长轴的装夹	86

4.1.3	车削细长轴常用的切削用量	87
4.1.4	加工细长轴用车刀几何角度	87
4.2	实例	88
实例 1	细长轴	88
实例 2	超细长轴	90
第 5 章	薄壁类零件车削加工	93
5.1	概述	93
5.1.1	由工件装夹引起零件的变形	93
5.1.2	切削用量对薄壁零件的影响	94
5.1.3	合理选择刀具的几何角度	94
5.1.4	切削液对薄壁零件的影响	95
5.2	实例	95
实例 1	衬套	95
实例 2	缸套	98
实例 3	油膜轴承衬套	100
实例 4	轴套	104
第 6 章	齿轮类零件车削加工	107
6.1	概述	107
6.1.1	齿轮的种类、结构特点与技术要求	107
6.1.2	齿坯加工工艺分析和定位基准选择	107
6.2	实例	108
实例 1	齿轮坯	108
实例 2	齿轮一	111
实例 3	齿轮二	113
实例 4	端部离合器齿轮坯	115
实例 5	双联齿轮	117
实例 6	三联齿轮	120
实例 7	结合器齿轮	122
实例 8	齿轮轴一	125
实例 9	齿轮轴二	127
实例 10	小锥齿轮	130
实例 11	锥齿轮轴	132
实例 12	锥齿轮	135

实例 13 大锥齿轮	137
第 7 章 蜗轮蜗杆类零件车削加工	140
7.1 概述	140
7.1.1 蜗杆螺旋升角对车刀工作角度的影响	140
7.1.2 蜗杆的车削方法	141
7.2 实例	142
实例 1 蜗轮	142
实例 2 大蜗轮	144
实例 3 蜗杆	147
实例 4 夹紧蜗杆	150
第 8 章 螺纹类零件车削加工	154
8.1 概述	154
8.1.1 三角形螺纹车削方法	154
8.1.2 方牙螺纹的车削方法	157
8.1.3 梯形螺纹的车削方法	157
8.2 实例	159
实例 1 压盖	159
实例 2 方向轴	161
实例 3 丝杠一	164
实例 4 丝杠二	168
第 9 章 特型面零件车削加工	172
9.1 概述	172
9.1.1 用双手控制法车削特型面	172
9.1.2 用成形刀(样板刀)车削特型面	172
9.1.3 靠模法车削特型面	173
9.2 实例	173
实例 1 摇手柄	173
实例 2 三球手柄	175
实例 3 手柄	177
实例 4 球面法兰	179
第 10 章 偏心零件车削加工	183
10.1 概述	183
10.2 实例	184

实例 1 偏心盘	184
实例 2 偏心轴	187
实例 3 曲轴	189
实例 4 三拐曲轴	193
实例 5 油泵体	197
第 11 章 其他类零件车削加工	201
实例 1 方刀架	201
实例 2 轴承座	204
实例 3 滑轮	207
实例 4 吊钩	208
实例 5 吊钩支座	210
实例 6 制动轮	213
实例 7 刹车轮联轴器	215
实例 8 联轴器	217
实例 9 皮带轮	220
实例 10 V 带轮	222
附 录	224
附表 1 根据表面粗糙度选择进给量表	224
附表 2 粗车外圆进给量表 ($\kappa'_r > 0^\circ$ 车刀)	225
附表 3 粗车外圆进给量表 (硬质合金车刀有副刀刃, $\kappa'_r = 0^\circ$)	227
附表 4 轴在粗车外圆后, 精车外圆的加工余量表	227
附表 5 车轴类工件的留磨余量表	228
附表 6 精车和磨端面的加工余量表	230
附表 7 粗镗孔进给量表 (在车床上加工)	231
附表 8 切断及切槽的进给量表	232
附表 9 成形车刀的进给量表	232
附表 10 攻普通公制螺纹前钻底孔的钻头直径选择表	233
附表 11 车梯形螺纹的刀尖宽度尺寸表 (牙型角 30°)	234
附表 12 车模数蜗杆的刀尖宽度尺寸表 (牙型角 40°)	234
参考文献	235

第 1 章

车削加工工艺基础

在金属切削加工的各工种中，车削加工是最基本的一种加工方法，它的应用相当广泛。车削加工是在车床上进行的。车削时，工件作旋转运动，车刀作直线或曲线运动。

1.1 车床的种类及工艺范围

1.1.1 车床的种类

在金属切削机床中，车床所占比例最大，约占金属切削机床总台数的 20%~35%。车床应用范围很广，种类很多，按用途和结构的不同，主要分为下列几类。

- ① 卧式车床及落地车床。
- ② 立式车床。
- ③ 转塔车床。
- ④ 单轴自动车床。
- ⑤ 多轴自动和半自动车床。
- ⑥ 仿形车床及多刀车床。
- ⑦ 专门化车床，例如凸轮轴车床、曲轴车床、凸轮车床、铲齿车床等。

此外，在大批量生产中还有各种各样专用车床。在所有车床中，以卧式车床应用最为广泛。

1.1.2 车床的工艺范围

在车床上可以加工出大部分具有回转体表面的轴、盘、套类零

件。车削加工在机器制造工业中应用得非常普遍，加工范围很广，能加工端面、内外圆柱表面、内外圆锥表面、内外螺纹、内外成形表面以及切槽、切断、滚花等。如图 1-1 所示为车床上能够完成的主要工作。

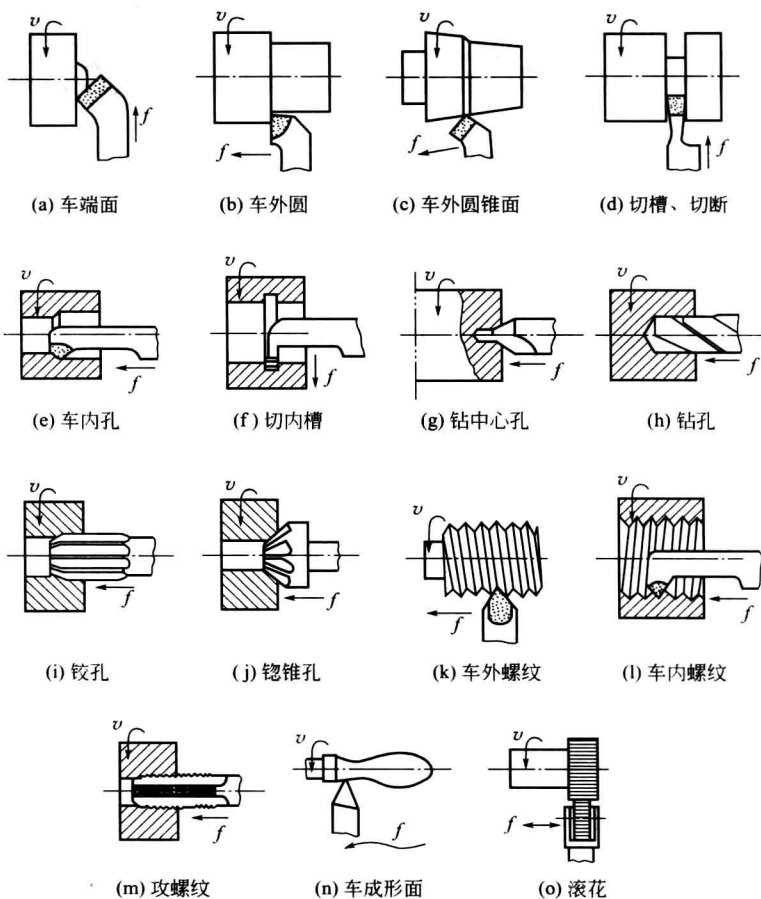


图 1-1 车床加工应用示例

车削加工的尺寸精度一般可达 IT8~IT7，表面粗糙度 R_a 值可达 $1.6\mu\text{m}$ 。

1.1.3 车削加工特点

车削加工与其他加工方法相比有以下特点。

① 对于轴、盘、套类等零件各表面之间的位置精度要求容易达到，例如零件各表面之间的同轴度要求、零件端面与其轴线的垂直度要求以及各端面之间的平行度要求等。

② 一般的情况下，切削过程比较平稳，可以采用较大的切削用量，以提高生产效率。

③ 刀具简单，所以制造、刃磨和使用都较方便，容易满足加工对刀具几何形状的要求，有利于提高加工质量和生产效率。

④ 采用先进刀具（如金刚石车刀），运用精车办法可以对有色金属零件进行精加工。有色金属容易堵塞砂轮，不便采用磨削对有色金属零件进行精加工。

1.2 车刀

1.2.1 车刀的结构形式与种类

常用车刀的结构形式有三种：将刀头焊在刀体上的焊接车刀，如图 1-2(a) 所示；刀头和刀体成一整体的整体车刀，如图 1-2(b) 所示；将刀片用机械夹固的方法紧固在刀体上的机夹不重磨车刀，如图 1-2(c) 所示。

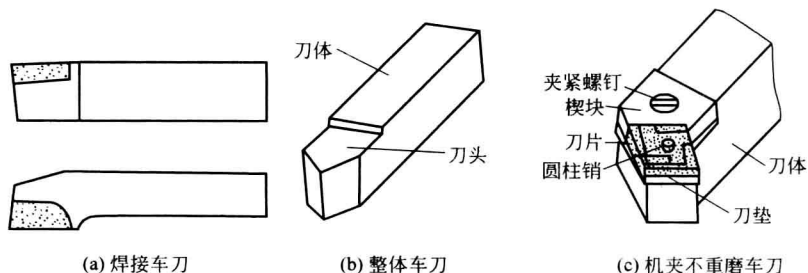


图 1-2 车刀的形式

焊接车刀和机夹不重磨车刀切削部分的材料为硬质合金。车削铸铁等脆性材料一般用钨钴类硬质合金；车削碳钢等塑性材料一般用钨钴钛类硬质合金。机夹不重磨车刀的刀刃磨损后不需要重新刃磨，松开夹紧螺钉，将刀片换一个方向再紧固，即可继续使用。整体车刀的切削部分是靠刃磨而得到的，这类车刀大多用高速钢来制造。

车刀的种类很多，按其用途分有外圆车刀、端面车刀、切断刀、镗孔刀、成形车刀、螺纹车刀等。按刀头形状车刀又可分为偏刀、弯头刀、成形车刀等。常用车刀如图 1-3 所示。

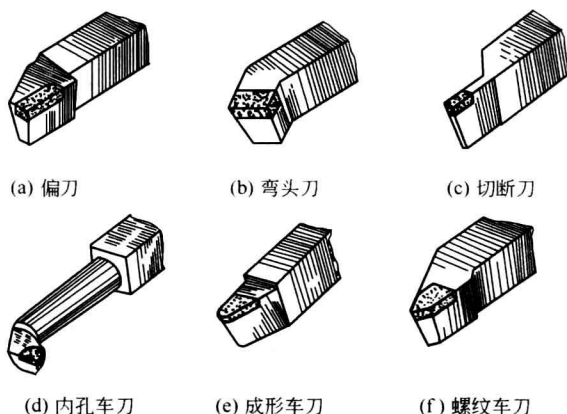


图 1-3 车刀的种类

1.2.2 车刀的安装

车刀安装在方刀架上，刀尖应与工件轴线等高。一般用安装在车床尾座上的顶尖来校对车刀刀尖的高低，在车刀下面放置垫片进行调整。此外，车刀在方刀架上伸出的长度要合适，通常不超过刀体高度的 2 倍。车刀与方刀架都要锁紧。车刀的安装如图 1-4 所示。

1.2.3 车刀几何角度

(1) 车刀切削部分组成要素

车刀由刀柄和切削部分组成。如图 1-5 所示，切削部分直接担

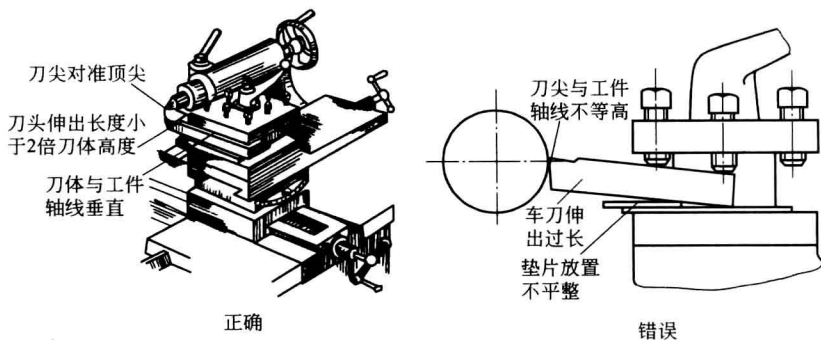


图 1-4 车刀的安装

负切削任务，它包括下列组成要素。

- ① 前刀面 刚形成的切屑沿其流出的刀面。
- ② 后刀面 与工件上切削中产生的表面（过渡表面）相对着的刀面。
- ③ 副后刀面 与工件上已加工表面相对的刀面。
- ④ 主切削刃 前刀面和后刀面相交的棱，它担任主要切削工作。
- ⑤ 副切削刃 前刀面和副后刀面相交的棱，它对已加工表面起修光作用。

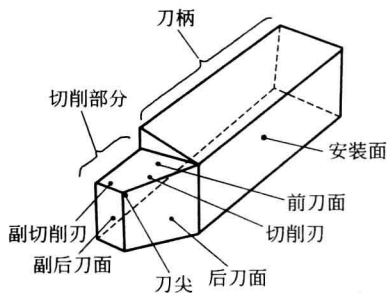


图 1-5 车刀切削部分的组成要素

- ⑥ 刀尖 主切削刃与副切削刃的连接部位。

(2) 刀具切削部分的几何角度

刀具要完成切削任务，其切削部分必须具备合理的几何形状。刀具几何角度就是确定其切削部分几何形状和反映刀具切削性能的参数。刀具角度名称和定义如下。

- ① 前角 γ_0 前刀面与基面之间的夹角。
- ② 后角 α_0 后刀面与切削平面之间的夹角。
- ③ 楔角 β_0 前刀面与后刀面之间的夹角。

④ 主偏角 κ_r 主切削平面与假定工作平面之间的夹角。即主切削刃与进给运动方向在基面上投影之间的夹角。

⑤ 副偏角 κ'_r 副切削平面与假定工作平面之间的夹角。即副切削刃与反进给运动方向在基面上投影之间的夹角。

⑥ 刀尖角 ε_r 主切削平面与副切削平面之间的夹角。即主、副切削刃在基面上投影之间的夹角。

⑦ 刃倾角 λ_s 主切削刃与基面之间的夹角。

⑧ 副后角 α'_0 副后刀面与切削平面之间的夹角。

⑨ 副前角 γ'_0 在副切削刃的正交平面中前刀面与基面之间的夹角。

1.2.4 刀具几何角度的合理选择

当合理的刀具材料选定之后,能否使刀具材料发挥应有的效用与刀具是否具有合理的几何形状和结构,以及是否正确使用刀具密切相关,即合理选择切削参数将直接影响到刀具切削能力的发挥,同时对于保证加工质量、提高生产效率、降低加工成本都具有十分重要的意义。

刀具只有具备合理的几何参数才能具有最佳的切削性能。所谓合理的刀具几何参数,是指在保证加工质量和刀具耐用度的前提下,能够满足提高生产效率,降低加工成本要求的几何参数。

(1) 前角的功用及选择

① 前角的功用 前角是刀具几何角度中最重要的一个角度,它对切削过程的影响主要有以下几方面。

a. 影响切削规律 增大前角能减小切削变形,从而减小切削力及切削功率消耗。

b. 影响刀具耐用度 增大前角,可减小切削热及切削功率,使耐用度提高,但同时楔角减小,切削刃及刀尖强度降低,并使刀头受力方向改变。过大的前角易使刀具崩刃。另外,前角过大还使刀头体积减小,不易散热,切削温度升高,刀具磨损加剧,耐用度降低。

c. 影响已加工表面质量 增大前角,使切削刃钝圆半径减小,

切削刃锋利,可减少已加工表面硬化程度,亦可抑制积屑瘤并减小振动,使已加工表面质量提高。

d. 影响断屑效果 增大前角,切削变形减小,不易折断切屑。

② 前角的合理选择 前角的选择既要考虑减小切削变形以满足提高加工质量的要求,还应考虑增强刀刃强度,改善散热条件以提高刀具耐用度的需要。

a. 工件材料 加工塑性材料时,为减小切削变形,降低切削力并减少切削热,应取大前角。加工脆性材料时出现崩碎切屑,为提高切削刃强度应取小前角。工件材料硬度、强度较高时,应取小前角,加工特硬材料时,可取负前角。

b. 刀具材料 刀具材料强,韧性好时,可取大前角。如高速钢刀具可比硬质合金刀具前角大 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

c. 粗加工 尤其是加工有硬皮的锻件和断续切削时,为保证切削刃强度,应取较小前角。精加工应增加前角,提高已加工表面质量。

另外,当工艺系统刚性较差以及机床功率不足时,应取大前角;成形刀具和展成刀具,为防止工件截形畸变,保证加工精度,应取小前角;自动线及数控机床用刀具,为使尺寸稳定及保证刀具耐用度应取小前角。表 1-1 中列出了硬质合金车刀合理前角的参考值。

(2) 后角的功用及选择

① 后角的功用 后角也是刀具上最重要的几何角度之一,其主要功用如下。

a. 影响表面质量 增大后角会减小已加工表面弹性恢复层与刀具后刀面间的摩擦,同时也减小了切削刃钝圆半径,锋利了切削刃,使表面质量提高。

b. 影响刀具耐用度 增大后角减小了工件与刀具间的摩擦,使刀具磨损减轻,刀具耐用度提高。

c. 影响刀头强度 增大后角使楔角减小,刃口强度降低;散热体积变小,切削温度升高。所以,过大的后角反使刀具耐用度降低。

表 1-1 硬质合金车刀合理前角的参考值

工件材料	合理角度/(°)		工件材料	合理角度/(°)	
	粗车	精车		粗车	精车
低碳钢	18~20	20~25	马氏体不锈钢 ($<250\text{HBS}$)	15~25	
45 钢(正火)	15~18	18~20			
45 钢(调质)	10~15	13~18	马氏体不锈钢 ($>250\text{HBS}$)	-5	
40Cr(正火)	13~18	15~20	淬硬钢(40~50HRC)	-15~-5	
40Cr(调质)	10~15	13~18	灰铸铁断续切削	5~10	0~5
40 钢、40Cr 钢锻件	10~15	13~18	高强度钢 ($\sigma_b < 1500\text{MPa}$)	-5	-5
45 钢、40Cr 铸件或 锻件断续切削	10~15	5~10	超高强度钢 ($\sigma_b \geq 1500\text{MPa}$)	-10	
灰铸铁、青铜、脆黄铜	10~15	5~10	锻造高温合金	5~10	
铝及铝合金	30~35	35~40	铸造高温合金	0~5	
紫铜	25~30	30~35	钛及钛合金	5~10	
奥氏体不锈钢 ($<185\text{HBS}$)	15~25		铸造碳化钨	-10~-15	

② 后角的合理选择 适当增大后角可以提高表面质量以及刀具耐用度，但后角过大反而使耐用度降低。

a. 加工性质 精加工时，切削厚度较小，磨损主要发生于后刀面，取大后角减小摩擦、锋利切削刃，以提高表面质量；粗加工时，切削厚度大，前刀面上月牙洼显著，应取小后角保证切削刃强度；断续切削、强力切削时，为保证切削刃强度也应取小后角；工艺系统刚度低，应取小后角以免振动。

b. 工件材料 加工塑性材料时，尤其是硬化现象严重的材料，应取大后角以减小摩擦，提高表面质量。加工脆性材料时，为增强切削刃，应取小后角。加工硬度、强度高的材料时，应取小后角。表 1-2 中列出了硬质合金车刀合理后角的参考值。

(3) 副后角的选择

通常副后角取与后角值相等的数值，但切断刀、切槽刀等因受刀头强度的限制，只能取很小的副后角，一般 $\alpha'_0 = 1^\circ \sim 2^\circ$ 。