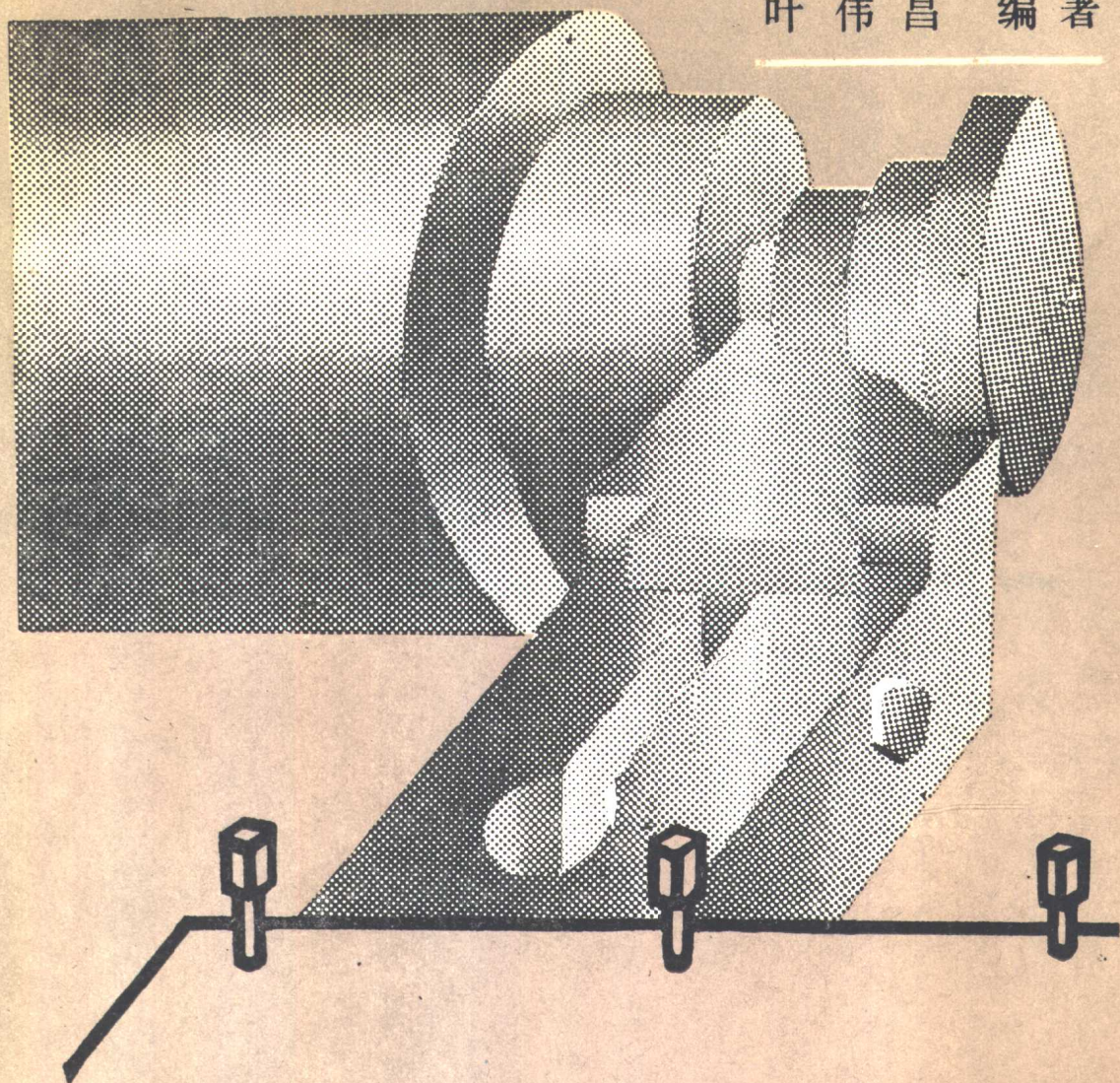


叶伟昌 编著



成形车刀

的设计与制造

中国农业机械出版社

成形车刀的设计与制造

叶 伟 昌 编著

中国农业机械出版社

内 容 简 介

成形车刀在机械制造厂里,是一种应用广泛的重要的切削刀具。

本书系统地阐述了成形车刀的类型、结构尺寸、廓形设计、公差、制造和使用等问题,内容比较丰富,理论联系实际。书中对生产中最常用的两种径向正装的圆体和棱体成形车刀作了详细叙述;在修正计算方法中,作者对国内外现行的各种修正计算方法都作了全面系统的比较与分析;重点讲查表法,推荐了一种按自动车床类型来编组、建表、确定成形车刀廓形的新方法;对生产中常用的圆弧和直线连接的成形车刀廓形曲线也介绍了近似的求法;在刀具制造中突出介绍了不同加工方法的优劣及其对比分析,并讨论了硬质合金和铝高速钢成形车刀的磨削工艺与加工时应注意的事项。

本书可供从事刀具设计、制造和使用方面的技术人员和工人阅读,也可供大专院校机械制造专业的师生参考。

成形车刀的设计与制造

叶伟昌 编著

中国农业机械出版社出版

北京市海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

房山县东南召印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

787×1092 16开 11¹⁴/₁₆印张 288千字

1983年11月北京第一版·1983年11月北京第一次印刷

印数:00,001—14,200 定价:1.30元

统一书号:15216·172

前 言

成形车刀在自动机床和自动线加工生产中，是一种常用的重要的切削刀具。成形车刀的刀刃形状是由工件的形状来决定的，刃形须进行修正计算。但在过去出版的书刊中，成形车刀的修正计算一般都只介绍普通的三位因素方程算法，这种方法很不直观，比较繁琐，计算工作量很大。为此，作者根据自己多年来从事教学与工厂实际工作的经验，将国内外现行的各种修正计算方法都作了全面系统的比较与介绍；重点讲查表法，向大家推荐一种按机床类型来分组、编表、确定成形车刀廓形的新方法；并介绍了用方程式求刀刃廓形，以及在三位因素方程法基础上出现的几种新的简化算法；对生产中常用的几种圆弧与直线连接的成形车刀廓形曲线也介绍了近似求法；在刀具制造中突出介绍了不同加工方法的优劣及其对比分析；对硬质合金成形车刀和铝高速钢成形车刀的磨削工艺也作了较为详细的探讨。

全书所用的计量单位与代号，一律采用国务院1981年8月5日颁发的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案（试行）》中的符号；公差与配合也使用新的国家标准（GB 1800~1804—79）。但在本书编写过程中，我国《金属切削统一名词术语和符号》正在讨论制订，因此，书中有些术语的提法可能会与今后颁发的名词术语不尽一致，只得留待读者去研究探讨。

本书的编写工作曾得到南京工学院二系副主任章未副教授、南京汽车研究所工艺室主任薄宵和大连铁道学院机械系刘为民副教授的指导与帮助。书中吸取了长春汽车制造厂和南京汽车制造厂在成形车刀设计与制造方面的许多宝贵经验。书稿最后又承清江市科学技术协会主席盛庆藩高级工程师进行了仔细的审阅和修改，南京机器制造学校王垣讲师协助绘制了书中部分插图，特此一并表示感谢。

由于编者业务知识有限，书中一定会有不少缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

编者

1982年6月

目 录

前言

第一篇 成形车刀的计算和设计

第一章 设计成形车刀的一般原理 1

第一节 成形车刀的用途和类型 1

第二节 成形车刀的前角和后角 4

一、前角和后角的形成 4

二、前角和后角的变化特点 5

三、成形车刀前角和后角的合理数值 6

四、主剖面内后角 α_{x_0} 过小时的 改善措施 9

第三节 成形车刀加工时的双曲 线误差 10

一、误差产生的原因及性质 10

二、减少或消除双曲线误差的方法 12

第二章 成形车刀的结构尺寸 14

第一节 圆体成形车刀的结构尺寸 14

一、外径 14

二、刀头宽度 14

三、夹固部分尺寸 17

第二节 棱体成形车刀的结构尺寸 18

第三章 成形车刀刀刃廓形的 修正计算 20

第一节 修正计算的原因 20

第二节 修正计算的方法 20

一、工件廓形组成点的选择原则 20

二、刀具廓形的连接方法 20

三、求刀具廓形组成点的方法 22

第三节 刀尖超越工件中心时廓形 修正计算的方法 63

一、圆体成形车刀 64

二、棱体成形车刀 64

第四节 圆弧和直线连接的成形车 刀廓形曲线的近似求法 65

一、典型廓形No.1——有倾斜角的 65

二、典型廓形No.2——在1/2圆周内有对 称的圆弧或在1/4圆周内有不对 称的一段圆弧 66

三、典型廓形No.3——在中心线两边具 有不对称的圆弧 66

四、典型廓形No.4——圆弧与一直线 相切 67

五、典型廓形No.5——与二直线相切的 圆弧 68

六、典型廓形No.6——二个相连的圆弧 并分别与二直线相切 70

七、典型廓形No.7——具有三个相连的 圆弧 71

八、典型廓形No.8——四个圆弧和二条 不相切的直线 71

第五节 螺纹车刀廓形角的修正 计算 72

一、圆体螺纹车刀 74

二、棱体螺纹车刀 75

三、平体螺纹车刀 75

第六节 样板设计和样图绘制 77

一、样板设计 77

二、样图绘制 79

第七节 C1336型自动车床上用圆 体成形车刀半径值计算 表的编制方法 83

第四章 成形车刀的公差 90

第一节 决定成形车刀公差的依据 90

第二节 成形车刀公差的决定法 90

一、成形车刀廓形深度的公差 90

二、成形车刀曲面部分的公差 93

三、成形车刀宽度方向的公差 94

四、刀具几何形状及外径的公差 94

第三节 成形车刀公差计算示例 96

第五章 成形车刀的制造图样及	
技术条件	100
第一节 成形车刀的制造图样	100
第二节 成形车刀的技术条件	101
第六章 成形车刀的设计示例	103
第一节 加工外圆用的圆体成形车	
刀设计例题	103
第二节 加工内孔用的圆体成形车	
刀设计例题	109
第三节 棱体成形车刀设计例题	114
 第二篇 成形车刀的制造和使用	
第七章 成形车刀的制造	119
第一节 毛坯的选择	119
一、毛坯尺寸的决定	119
二、锻造及退火	121
第二节 成形车刀的工艺规程	123
第三节 安装基面的加工	129
一、基面的种类	129
二、圆体成形车刀心轴配合孔的加工	129
三、棱体成形车刀燕尾槽的加工	131
第四节 成形车刀端面刀齿的加工	133
第五节 刀具的热处理	135
第六节 刀具成形表面的加工	137
一、成形表面的粗加工	137
二、成形表面的精加工	138
第七节 成形车刀的刃磨	144
第八节 成形车刀的新材料及其加	
工工艺的探讨	148
第九节 成形车刀的检验	160
第八章 成形车刀的使用	162
第一节 成形车刀的安装与夹固	162
一、圆体成形车刀的夹固法	162
二、棱体成形车刀的夹固法	165
第二节 成形车刀的切削用量	166
一、成形车刀的磨损及耐用度	166
二、切削用量	167
三、检验机床的功率	170
第三节 优选法在成形车削中的	
应用	172
一、用优选法选择刀具角度	172
二、用优选法选择车削用量	173
附 录	176
一、刀具切削角度的名词术语和符号	176
二、圆弧和直线连接的成形刀具廓形曲	
线的计算公式	177
三、各国主要高速钢牌号对照表	181
四、常用小数乘方数值表	182
参考文献	184

第一篇 成形车刀的计算和设计

第一章 设计成形车刀的一般原理

第一节 成形车刀的用途和类型

成形车刀是用在普通车床、六角车床、半自动和自动车床上加工回转体成形表面的专用刀具。它的刃形是根据工件廓形来设计的，但并不与廓形完全一致。

用成形车刀加工，一般能达到 IT10-8 级的公差等级，如设计制造和安装调试都很准确时，也可加工出 IT7 级的工件；表面光洁度为 $\nabla 4 \sim 5$ 。

用成形车刀加工时，因工件的廓形基本上决定于刀刃的形状，而不依靠工人的技能，故不仅可简化操作过程、减轻操作时的劳动强度和提高生产率，同时还可以获得准确而一致的工件廓形，保证了工件的互换性。

成形车刀主要用来加工成形表面宽度不大的工件，一般宽度都不超过 80mm。因成形表面宽度愈大，切削力也愈大，容易发生振动，但当工艺系统的刚度很高时，亦可以使用宽度达 100mm、甚至 150mm 的成形车刀。

成形车刀的设计及制造都要比普通车刀来得复杂，成本也高，但它的重磨次数多，使用寿命长。由于有上述的各种优点，所以，成形车刀虽有制造比较困难、成本较高的缺点，但并不影响它广泛使用的价值，尤其在成批和大量生产的工厂中。例如，在汽车、拖拉机、纺织机械、轴承制造及国防工厂里都应用得十分普遍。

成形车刀，按刀体的外形与结构可分为以下三种：

(1) 平体成形车刀 (图1-1) 它除了切削刀刃具有一定的形状要求外，结构上和普通车刀相同，螺纹车刀和铲齿车刀即属此种刀具。这种车刀只能用来加工外成形表面，并且沿前刀面的可重磨次数不多。

(2) 棱体成形车刀 (图1-2) 外形是棱柱体，可重磨次数比平体成形车刀多，但也只能用来加工外成形表面。

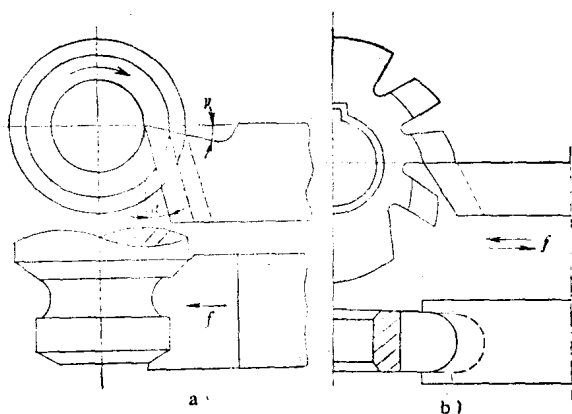


图 1-1 平体成形车刀

(3) 圆体成形车刀(图1-3) 刀体是一个磨出了排屑缺口, 并且带安装孔的回转体。由于重磨时磨的是前刀面, 故可重磨次数更多, 且可用来加工内、外成形表面。这种成形车刀制造也较棱体的方便。

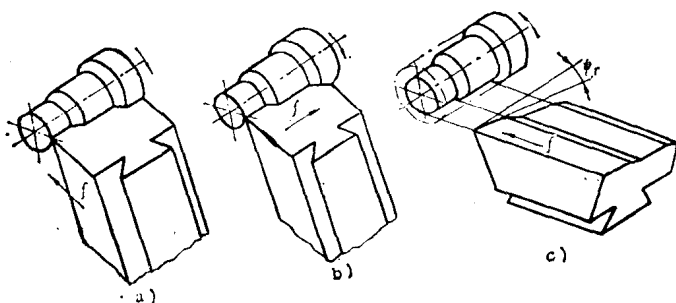


图 1-2 棱体成形车刀

a) 径向进刀 b) 轴向进刀 c) 切向进刀

圆体成形车刀的后刀面, 通常是作成环状的(图1-3a), 但也可作成螺旋形的(图1-3b), 后者在加工轴套类工件端面时, 可改善刀具后刀面与加工表面的摩擦情况。

用成形车刀加工锥面时会产生双曲线误差, 但棱体刀的误差较小, 圆体刀的误差较大, 因此, 棱体刀的加工精度较高。

成形车刀按加工时的进刀方向, 可分为以下三种:

(1) 径向进刀的成形车刀(图1-2a) 成形车刀沿工件半径方向进刀, 切削行程短, 生产率较高, 因此应用较多。但由于切削刀刃较宽, 径向切削力较大, 而易引起振动, 使加工表面光洁度降低, 故不适于加工细长和刚度差的工件。

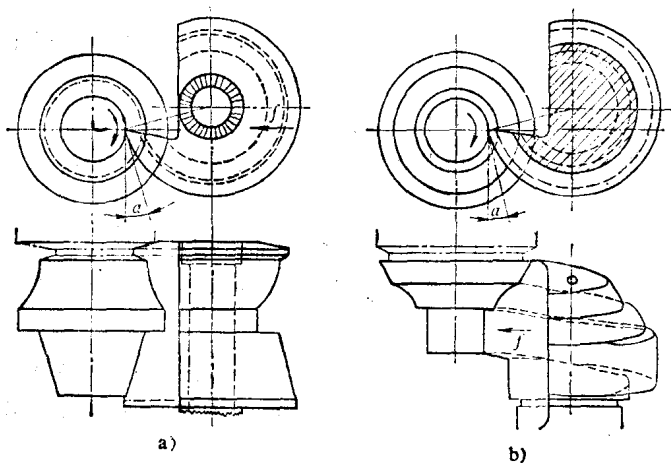


图 1-3 圆体成形车刀

a) 环形后刀面 b) 螺旋形后刀面

(2) 轴向进刀的成形车刀(图1-2b) 成形车刀沿工件轴线方向进刀, 与径向进刀的成形车刀相比较, 在加工单面阶梯形工件时, 每段切削刀刃都只切取较小的切削截面, 因而切削力较小, 故适用于加工刚度差的工件。但它不能用来加工外形凹凸和双面阶梯形的工件。

(3) 切向进刀的成形车刀(图1-2c) 成形车刀沿工件圆周切线方向进刀, 由于其切削刀刃与工件轴线间有一偏角 ψ_r , 因此切削刀刃在切削时是逐渐切入和切离工件的, 故切削力较小, 加工质量较高, 但由于切削行程长, 故生产率较低。它主要用于加工廓形深度不大的细长工件。切向进刀的成形车刀大多制成棱体的。

此外, 按工作时刀具与工件轴线的相对位置, 可分为正装和斜装两种(图1-1至图1-3皆为正装)。在一般加工中, 以正装的径向成形车刀用得最多。

为了便于使用, 今将各类成形车刀的优缺点及应用范围, 归纳如表1-1。从表1-1中可知, 由于各种专用成形车刀的设计和使用等问题均较普通成形车刀复杂, 所以使用并不广

表 1-1 成形车刀的类型及其应用范围

序号	名称及简图	优点	缺点	应用范围
A. 普通成形车刀				
1	圆体成形车刀 (图1-3a)	1. 使用寿命长 2. 制造容易, 按单位成品计算时车刀的成本很低 3. 可以加工内外成形表面	1. 由于圆形后刀面, 使刀刃变弱, 且散热不良 2. 车刀及固定用刀夹的外廓尺寸大, 且刀夹复杂 3. 加工锥面时产生的双曲线误差大	1. 主要用于大中型的六角车床和自动车床上 2. 大量生产时用于普通车床 3. 只适于加工公差等级 IT10 级以下的成形工件
2	棱体成形车刀 (图1-2a)	1. 切出工件精确度高, 切锥面时产生双曲线误差小 2. 固定可靠, 刀刃强度大, 故切削用量大, 生产率高 3. 设计、计算、刃磨及检验比较简便	1. 制造较圆体成形车刀复杂 2. 使用寿命比圆体的短 3. 车刀及其固定用刀夹的外廓尺寸大	1. 用于大中型的六角车床和自动车床上 2. 大量生产时用于普通车床 3. 如设计、制造及安装调整都很准确时, 可加工公差等级 IT8~7 级的工件
3	平体成形车刀 (图1-1)	1. 成本低 2. 固定简单 3. 外廓尺寸小	使用寿命不长	1. 非大批生产时, 用于各种类型的车床上 2. 用于小型六角车床和自动车床上 3. 用于铲齿加工及螺纹加工
B. 专用成形车刀				
4	有 λ 角的圆体和棱体成形车刀 (图1-14)	可避免(棱体的)或减少(圆体的)工件锥面上的双曲线误差	1. 设计与制造均较复杂 2. 其余刀刃上的切削条件不良, 并会对其它部分产生加工误差	1. 用于锥形部分加工精度要求较高的工件 2. 用于各种类型的车床
5	水平斜装成形车刀 (图1-9)	在垂直于工件轴线或偏角较小的刀刃上, 车刀后刀面与工件摩擦可以减少	1. 不能加工双面阶梯形工件 2. 设计和使用等问题较普通成形车刀复杂	大量生产时在必要的情况下, 用于各种类型的车床
6	垂直斜装成形车刀 (图1-10)	与水平斜装作用相同, 但设计计算较水平斜装的简单	与水平斜装成形车刀相同	大量生产时在必要的情况下, 用于各种类型的车床
7	螺旋形后刀面的圆体成形车刀 (图1-3b)	与水平斜装成形车刀作用相同	1. 不能加工双面阶梯形工件 2. 制造比较困难	1. 大量生产时在必要的情况下, 用于各种类型的车床 2. 适于加工直径不大的阶梯槽
8	轴向进刀的成形车刀 (图1-2b)	由于每段刀刃切削取较小的截面, 故切削力小, 适于加工刚度小的工件	不能加工外形凹凸和双面阶梯形工件	大量生产时用于加工刚度小的单面阶梯形工件

(续)

序号	名称及简图	优点	缺点	应用范围
9	切向进刀的棱体成形车刀 (图1-2c)	1. 由于刀刃是逐渐切入和切离工件的, 切削力小, 适于加工细长的工件 2. 工件的径向尺寸由刀具安装位置保证, 故加工精度易于控制 3. 工件无双曲线误差	1. 不能加工深的廓形, 因工作时前后角变化很大 2. 因刀刃倾斜, 故切削时机动时间增加 3. 使用时 (固定、安装和刃磨) 问题较普通成形车刀复杂	1. 加工廓形深度不大的、细长工件 2. 精加工廓形较深的上述工件 仅在大量生产的条件下采用

泛。目前, 国内各生产工厂大多采用圆体的和棱体的普通成形车刀 (平体的可视为高度较小的棱体成形车刀)。

第二节 成形车刀的前角和后角

成形车刀与其它切削刀具相同, 应具有合理的前角和后角, 才能保证正常而有效地工作。

普通车刀的前角和后角规定在主剖面内测量, 但成形车刀由于它的刃形复杂, 刀刃上各点的主剖面方向不同, 为此, 前角和后角一律规定在垂直于刀具轴心线的端剖面 Θ 内进行测量。

一、前角和后角的形成

圆体成形车刀的后角 α 是靠刀具中心比工件中心高一距离 h 得到的 (图1-4a)。 h 之值为:

$$h = R \sin \alpha \quad (1-1)$$

式中 R —— 刀具的外圆半径;

α —— 刀具外圆处后角。

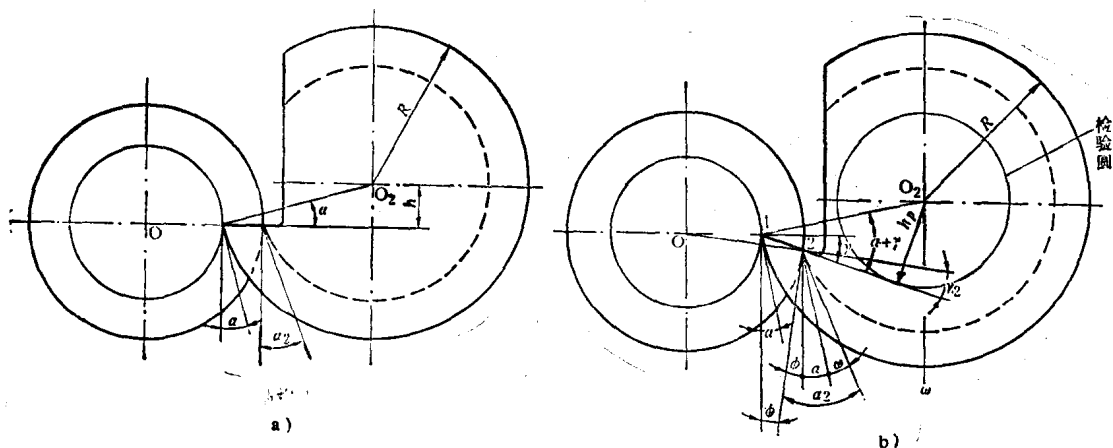


图 1-4 圆体成形车刀前角和后角的形成

Θ 为便于与圆体成形车刀统一论述, 把棱体刀看成是直径为无限大的圆体刀的一部分, 故也可认为有轴线。

圆体成形车刀的前角 γ 是靠刃磨前刀面来形成的。圆体成形车刀有了前角和后角后, 刀具前刀面应低于其中心 O_2 一个 h_p 距离 (图1-4b):

$$h_p = R \sin(\alpha + \gamma) \quad (1-2)$$

以 O_2 为中心, h_p 为半径作圆称为“检验圆”。刃磨时应沿此圆切线方向进行。

棱体成形车刀的前角和后角是在制造时, 把前刀面磨成与水平面倾斜成 $(\alpha + \gamma)$ 角度, 在安装时再将刀体倾斜 α 角以形成所需后角 α 及前角 γ , 如图1-5所示。

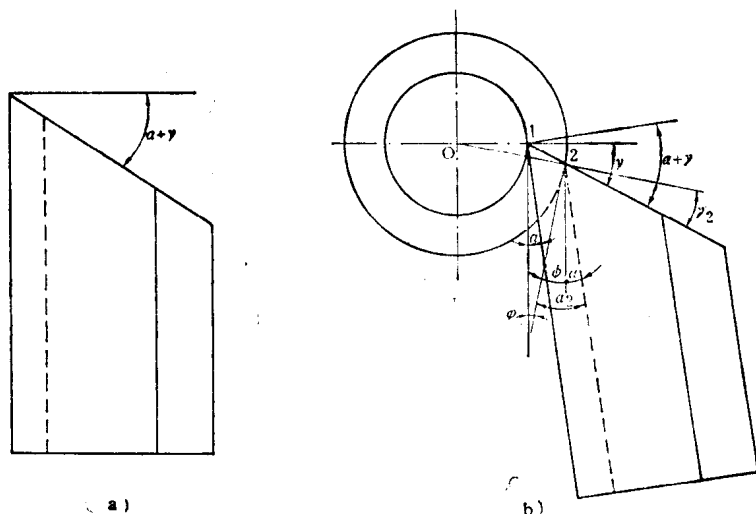


图 1-5 棱体成形车刀前角和后角的形成

a) 安装前 b) 安装后

二、前角和后角的变化特点

成形车刀在工作时, 切削刀刃上只有最外缘一点在工件的中心高度上 (此点称为“基点”), 其它各点都低于工件的中心。由于切削刀刃各点上的基面与切削平面^①的位置各不相同, 因而前角和后角也都不相同, 离基点愈远的各点, 后角愈大, 前角愈小, 如图1-4和图1-5所示。由图中可知:

圆体成形车刀点2处的后角为

$$\alpha_2 = \alpha + \varphi + \omega$$

棱体成形车刀点2处的后角为

$$\alpha_2 = \alpha + \varphi$$

式中 φ ——刀刃上基点处所作切削平面 (铅垂平面) 与观察点2上所作切削平面间夹角;

ω ——圆体成形车刀在观察点上后刀面的切线与平行于基点上后刀面的切线间夹角。

由此可知, 圆体成形车刀切削刀刃上各点后角变化较大, 这是由于在刀刃上各点的切削平面位置与沿后刀面切线方向都在改变的缘故。

上述的前角和后角, 均指刀具端剖面上的角度。但因刀具是在主剖面上分离切屑的, 所以研究刀具在主剖面上角度更能说明切削条件。如图1-6所示, 在圆弧刀刃任意点 x 处

① 基面和切削平面是确定刀具角度相互垂直的二个坐标平面。刀刃上任一点的基面是通过该点, 且垂直于该点切削速度方向的平面; 刀刃上任一点的切削平面是通过该点和加工表面相切的平面。详见附录一。

299680

的后角为 α_s ，但在该点的主剖面中后角为 α_{so} 。因 $\alpha_{so} < \alpha_s$ ，而主后角 α_{so} 的大小直接关系到该处后刀面与加工表面之间的摩擦情况。

α_{so} 可按下式求得：

$$\operatorname{tg} \alpha_{so} = \frac{\Delta_2}{H}$$

又

$$\Delta_2 = \Delta_1 \sin \kappa_{rx} = H \operatorname{tg} \alpha_s \cdot \sin \kappa_{rx}$$

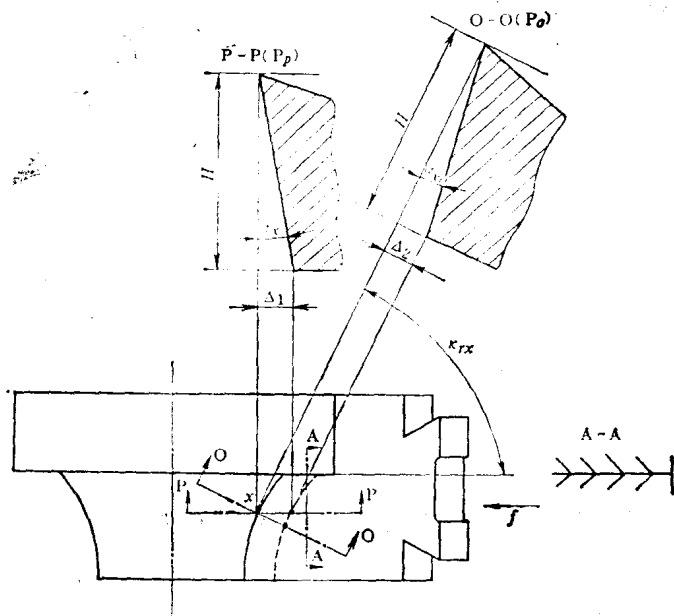


图 1-6 刀刃在主剖面中的后角

故

$$\operatorname{tg} \alpha_{so} = \operatorname{tg} \alpha_s \cdot \sin \kappa_{rx} \quad (1-3)$$

式中 κ_{rx} —— x 点主偏角，是刀刃上该点的切线与进给方向间的夹角。

由上式可知，主剖面内的后角 α_{so} 随 κ_{rx} 角的减少而变小。在选择后角时，应该使刀刃上任意点的后角 α_{so} 在最小处不小于 $2^\circ \sim 3^\circ$ 。

三、成形车刀前角和后角的合理数值

(1) 后角 由于成形车刀的进给量很小（通常小于 0.1mm/r ，即毫米/转），故切削厚度亦很小，它属于薄切削层的工作情况，按理后角应给以较大的数值（根据切削原理公式推算，应大于 18° ）。但由于刀刃上各点比工件中心高度低者处的后角都要比“基点”处的后角为大。为了避免后角增大过大，降低了刀刃的强度，故基点处的后角选得要比合理数值为小。一般可取为：

$$\alpha = 8^\circ \sim 15^\circ$$

因圆体成形车刀刀刃上的后角变化比棱体成形车刀的为大，故它应选用较小的数值。

必须指出，铲齿成形车刀因工作时实际后角变小，故后角应增大到 $25^\circ \sim 30^\circ$ 。

(2) 前角 前角的大小主要根据工件材料的性质而定，一般文献^[1]上推荐用表1-2中的数值。

表 1-2 一般文献推荐的成形车刀前角数值

被加工材料	材 料 机 械 性 能		前 角 γ
	σ_b , MPa(或kgf/mm ²)	HB	
钢	<490MPa(50)	—	25°
	(490~785)MPa(50~80)		20°~25°
	(785~980)MPa(80~100)		12°~20°
	(980~1177)MPa(100~120)		8°~12°
铸 铁	—	<150	15°
		150~200	12°
		200~250	8°
青铜、铅黄铜	—		0°~5°
紫铜、铝	—		20°~25°

注: MPa称为兆帕, 系国际单位制, 1MPa=10⁶Pa, Pa称为帕, 单位为N/m²(牛顿/米²)。它与工程制单位kgf/mm²(公斤力/毫米²)的换算关系是:

$$1\text{Pa}=1.02\times 10^{-7}\text{kgf/mm}^2, \text{或}1\text{kgf/mm}^2=98.07\times 10^6\text{Pa}=9.807\text{MPa}$$

从表1-2中可知, 成形车刀最外端基点处的前角在加工中硬钢时, 要采用20°~25°。但根据国内学者对薄切削层下前角变化对耐用度的影响试验研究证明^[2], 前角变化对刀具耐用度的影响不如普通切削厚度时的敏感, 曲线较为平坦, 如图1-7所示。这是由于在薄切削层条件下, 切屑极易卷起, 与刀前面接触宽度不大, 刀具磨损主要在后刀面上, 故前角的作用不象普通切厚时的显著。在 $\alpha=8^\circ$ 时, 当前角由0°增至10°, 耐用度增加极微; 但当 γ 角由10°增至20°时, 耐用度却降低33%左右。 $\alpha=4^\circ$ 和 $\alpha=2^\circ$ 的两根曲线则显示出当 $\gamma=15^\circ\sim 20^\circ$ 时, 耐用度也有较明显的降低。为提高刀具耐用度及减少成形车刀廓形的变化计, 切中硬钢时, 前角应改用10°为宜。因此, 建议成形车刀的前角采用表1-3中的数值。

在某些自动车床上, 刀具装置的高度取决于刀架的尺寸, 所以, 后角就可能不是一个完整的度数。此外, 为了便于制造与测量, h_v 的尺寸也选用圆整成0.5mm的倍数。因此, 使刀具前角的数值也成为一个个不完整的度数。表1-4中列出了各类自动车床上圆体成形车刀与被加工工件的相对位置尺寸及几何参数值。

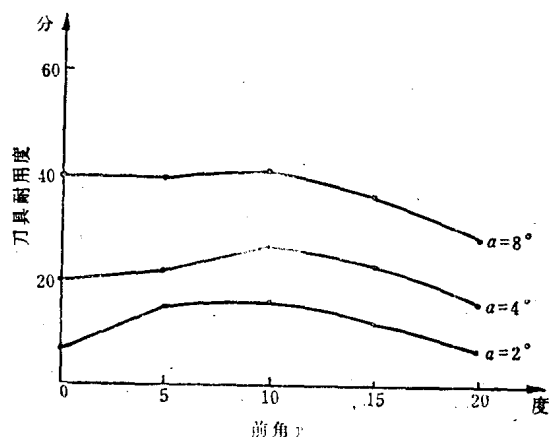


图 1-7 前角对刀具耐用度的影响

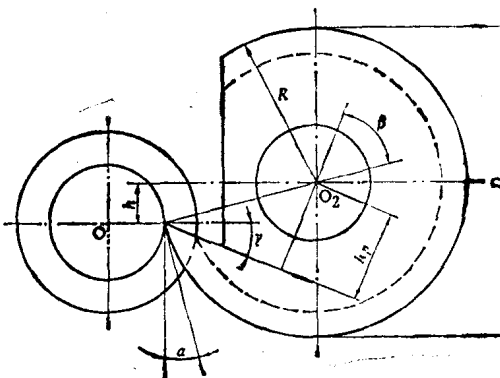
刀 具: W18Cr4V车刀, $\kappa_r=45^\circ$, $\kappa'_r=10^\circ$, $\lambda_s=0^\circ$,
刀具磨损限度0.4mm
工 件: 45钢
切削条件: 切削速度61.5m/min, 切削厚度0.025mm, 切
削深度1mm, 干切削

表 1-3 建议成形车刀采用的前角数值

被加工材料		材 料 机 械 性 能		前 角 γ
		σ_b , MPa(或kgf/mm ²)	HB	
钢		<490MPa(50)	—	20°
		(490~588)MPa(50~60)		15°
		(588~785)MPa(60~80)		10°
		>785MPa(>80)		5°
铸 铁		—	160~180	10°
			180~220	5°
			>220	0°
青 铜		—	—	0°
黄 铜	H62	—	—	0°~5°
	H68			10°~15°
	H80~H90			15°~20°
紫铜, 铝		—	—	25°~30°
铅黄铜HPb59-1				0°~5°
铝黄铜HA159-3-2				0°~5°

注: 本表适用于高速钢成形车刀, 如为硬质合金成形车刀, 在加工钢时, 可取表中数值减5°。

表 1-4 圆体成形车刀与被加工工件相对位置尺寸及几何参数值

简图	图	机床类型	I 类		II类 C1312 C1318		III类 C1325 C1336		备 注
	外径 D		45		52		68		单位 mm
	外半径 R		22.5		26		34		单位 mm
	尺寸 h		3		4		5		单位 mm
	后角 α		7°40′		8°51′		8°27′		$\sin \alpha = \frac{h}{R}$
	工件材料	青铜 黄铜	钢	青铜 黄铜	钢	青铜 黄铜	钢		
	尺寸 h_p	4	7	5.5	8.5	7	11	单位 mm	
	楔角 β	79°46′	71°52′	77°47′	70°55′	78°7′	71°8′	$\cos \beta = \frac{h_p}{R}$	
	前角 γ	2°34′	10°28′	3°22′	10°14′	3°26′	10°25′	$\gamma = 9^\circ - (\alpha + \beta)$	

四. 主剖面内后角 α_{x0} 过小时的改善措施

前已指出, 为了保证刀具正常工作, 主剖面内的后角不应小于 $2^\circ \sim 3^\circ$ 。但在与刀具轴线垂直的刀刃上, 由于 $\kappa_r = 0^\circ$, 故 $\alpha_{x0} = 0^\circ$, 此处将处在不利的切削情况下, 这时可用下述几种方法加以改善:

(1) 改变工件结构工艺性, 采用 $\kappa_r = 7^\circ \sim 10^\circ$ 的斜线与圆弧连接 (图 1-8a), 以使在与刀具轴线相垂直的刀刃上获得一定的后角。但采用这种方法会使工件加工形状有些改变, 因此必须征得产品设计者的同意。

(2) 磨出凹槽 (图 1-8b), 以减少刀具与工件间的摩擦面积。但这种方法因仍有后角等于零度的一段刀刃参加切削, 故并未彻底解决问题。

(3) 在刀刃上磨出 $\kappa'_r = 1^\circ \sim 3^\circ$ 副偏角, 如图 1-8c 所示。此法多少可提高一些刀具耐用度, 且因制造简便, 故应用很广。但它仍有一棱线与工件表面相摩擦。

(4) 采用与工件轴线斜装的成形车刀 (图 1-9), 一般倾斜角 $\tau = 10^\circ \sim 15^\circ$, 以使刀刃上各处都有一定的合适后角数值。但这种方法不能用于加工外形凹凸曲折的工件。

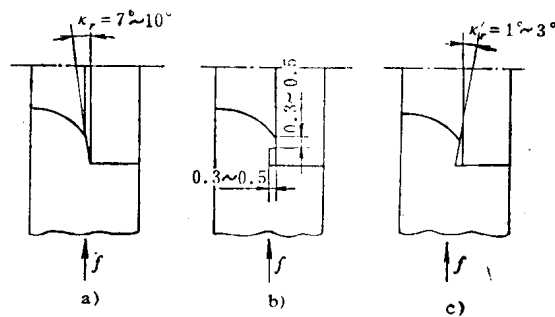


图 1-8 $\alpha_{x0} = 0^\circ$ 时改善措施

a) 改变圆弧连接形状 b) 磨出凹槽 c) 磨出副偏角

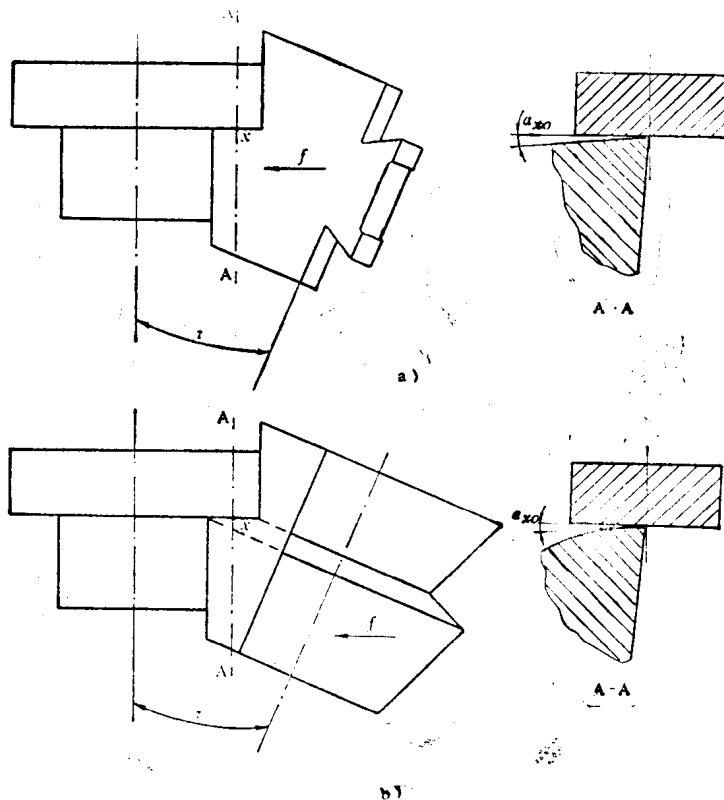


图 1-9 水平斜装成形车刀

a) 棱体车刀 b) 圆体车刀

(5) 采用在垂直平面内斜装一个 σ 角(图1-10)的成形车刀,以使与工件轴线相垂直的刀刃上获得一定的后角 σ 。但此法也不能加工外形凹凸曲折的工件。

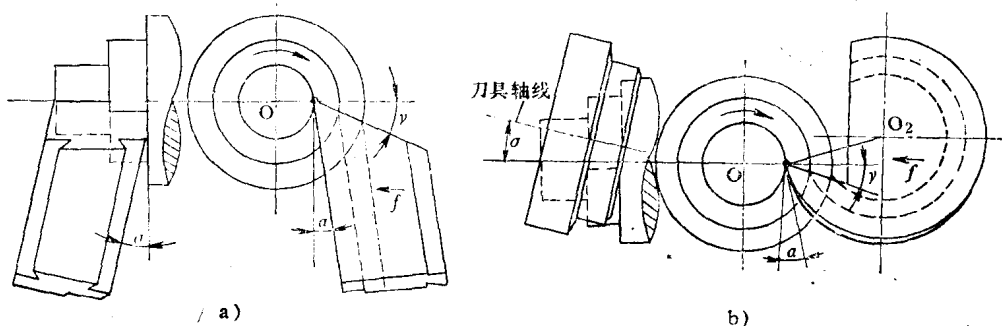


图 1-10 在垂直平面内斜装 σ 角的成形车刀

a) 棱体车刀 b) 圆体车刀

(6) 采用具有螺旋形后刀面的圆体成形车刀(见图1-3b),以形成大小等于螺旋角的侧后角。对于外形曲折的工件,由于后刀面制造困难,故采用较少。

第三节 成形车刀加工时的双曲线误差

一、误差产生的原因及性质

用成形车刀加工的旋转体工件,不论外形如何复杂,分析起来不外乎是圆柱表面、锥

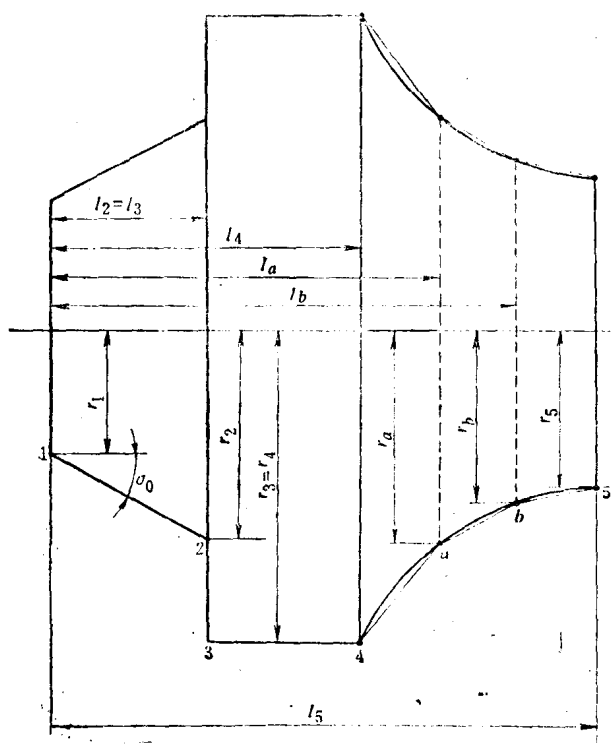


图 1-11 成形表面形状的分析

面和曲线表面的组合。当锥体的锥角为 0° 时,即为圆柱表面;而曲面亦可将它当作由锥角 σ 为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 的许多单元锥体所组成的,如图1-11所示。如果采用圆体成形车刀或前角大于 0° 的棱体成形车刀去加工工件的锥体部分,可以发现切出工件的圆锥部分母线的形状将不是直线,而是一根内凹的双曲线,圆锥体在实际上变成了双曲线体,此现象称为双曲线误差。为了进一步了解误差的来源,以及便于从刀具的结构设计上去减少或消除这种误差,下面将按棱体的和圆体的成形车刀进行分析。

(1) 棱体成形车刀 由于有前角的关系, 刀具前刀面所在之平面 $K-K$ (图 1-12) 不通过工件轴线, 即锥面部分的切削刀刃 $\widehat{12'}$ 与工件圆锥体的母线 $\widehat{12}$ 不重合, 因而使切出的工件圆锥体部分成为一个内凹的双曲线体 (由几何学原理可知, 它是空间既不平行又不相交的二直线, 其中一根绕另一根回转所形成的表面), 而 $K-K$ 平面与圆锥体表面的交线为一外凸的双曲线 $\widehat{132'}$ 。因此, 若要在工件上切出正确的圆锥表面, 应使 $K-K$ 平面内的切削刀刃的形状与此双曲线形状完全一致, 即为一内凹的双曲线。但实际上为了简化刀具的设计与制造, 常将切削刀刃的廓形作成直线, 这样当车刀切削工件时, 就必然在工件上多切去一部分材料, 从而产生了加工误差, 常称双曲线误差, 如图 1-12 中之 Δ 。 Δ 之值一般很小, 约为 0.05 毫米左右^[8], 通常可归入到工件锥体部分公差内。

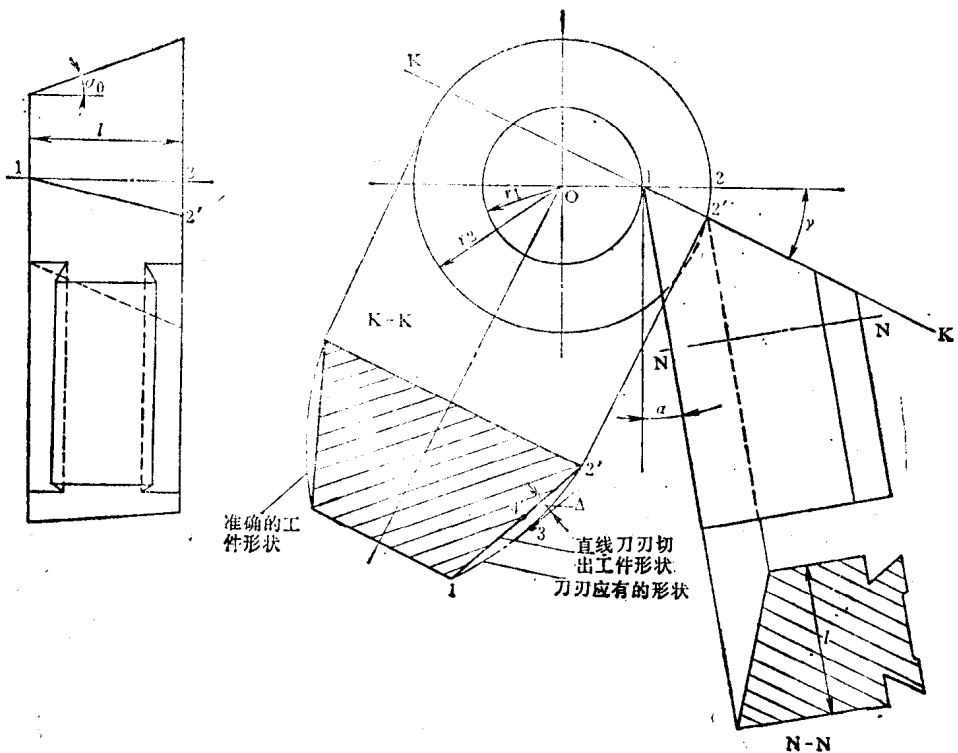


图 1-12 棱体成形车刀的误差来源

(2) 圆体成形车刀 由于要获得前角和后角的关系, 所以刀具前刀面必须比刀具中心低 h_p 距离, 因此, 前刀面与刀具锥体部分的交线所形成的切削刀刃 $\widehat{132'}$ 本身就是一根外凸的双曲线, 如图 1-13 所示。由此可知, 圆体成形车刀之双曲线误差将由以下两部分误差所产生:

- 1) 刀刃本身是一根外凸的双曲线;
- 2) 刀刃与工件锥体母线不重合。

一般第一部分误差比第二部分大得多, 可达 0.2mm 以上。故圆体成形车刀切出工件之内凹程度要比棱体车刀更大。