

高等学校试用教材

金属切削刀具

袁哲俊 主编

上海科学技术出版社

高等学校试用教材

金属切削刀具

袁哲俊主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是根据全国机械制造专业教材编审委员会制定的现行教学大纲编写的高等学校教材,主要内容包括:车刀,成形车刀,孔加工刀具,铣刀,拉刀,螺纹刀具,齿轮刀具的理论基础,成形齿轮刀具,插齿刀,齿轮滚刀和蜗轮滚刀,剃齿刀,非渐开线齿轮刀具,加工锥齿轮的刀具共十三章。

本书可作高等学校机械制造及设备专业的教材;也可供有关的业余大学、中等专业学校教师和学生,以及有关工程技术人员参考。

高等学校试用教材

金 属 切 削 刀 具

袁 哲 俊 主 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 378,000

1984 年 12 月第 1 版 1984 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—27,700 册

统一书号: 15119·2382 定价: 2.45 元

改 编 说 明

本教材是根据全国机械制造专业(冷加工)类教材编审委员会刀具编审小组的规划,在上海科学技术出版社1979年出版的高等学校试用教材《金属切削原理及刀具设计》下册的基础上,按照教材编审委员会1982年制定的教学大纲的要求,进行改编而成的。按照教材编审委员会的安排,本教材的改编工作由袁哲俊、陈澄洲、喻怀仁、薄化川、刘华明担任,袁哲俊为主编,乐兑谦、艾兴担任主审。

根据新教学大纲规定,原教材《金属切削原理及刀具设计》上、下册,改编后将作为《金属切削原理》和《金属切削刀具》两本教材,分别出版。

试用教材下册的作者为:昆明工学院李唐卿、区士志,南京工学院赵芝眉,北京工业大学陈章燕、高希正,天津大学宋力宏,洛阳工学院何爱兰、王孔徐,上海工业大学喻怀仁,江苏工学院郭蔚泉,福州大学宋翠芳,西安交通大学林其骏、赵万镒、许栋梁,哈尔滨科技大学于彦波。参加统稿定稿人员有华南工学院陈澄洲、黄光祖,上海工业大学喻怀仁,西安交通大学林其骏,哈尔滨工业大学薄化川。主编为华南工学院陈澄洲。

新教学大纲对刀具课的讲授内容作了些调整,如自动线刀具不再讲授,加工螺旋槽用成形铣刀的廓形设计内容在讲课时可在图解法和计算法中任选一种讲授,车刀部分增添断屑方法等。因刀具课程设计指导书即将出版,一些刀具设计所用的具体数据、表格、例题等本教材不再编入。

为了便于教师选择讲授和学生选修或自学,新教学大纲规定的非必修内容也编入本教材内,这样可保持本教材对各类刀具叙述的完整性和科学性。本书在非必修内容前用“*”号标出,并用小号字印刷,以便和必修内容区别。

本教材改编分工如下:哈尔滨工业大学薄化川第一、第四章,华南工学院陈澄洲第二、第六章,上海工业大学喻怀仁第三、第五章,哈尔滨工业大学袁哲俊第七、第九、第十一、第十三章,哈尔滨工业大学刘华明第八、第十、第十二章。由于改编时对试用教材的内容作了较大的增删和修改,因此本教材如有不妥之处,均由改编者负责。

本教材经全国机械制造专业(冷加工)教材编审委员会刀具小组评审,同意作为本专业金属切削刀具课程的教材。

诚恳希望广大读者对本书的缺点和错误提出批评指正。

主 编

1984年1月

目 录

绪论	1
第一章 车刀	3
§ 1-1 车刀的种类和用途	3
§ 1-2 硬质合金焊接车刀	5
§ 1-3 机夹车刀	8
§ 1-4 可转位车刀	9
§ 1-5 车刀的断屑	12
§ 1-6 车刀角度的换算	11
§ 1-7 可转位车刀角度计算	18
第二章 成形车刀	21
§ 2-1 成形车刀的种类和用途	21
§ 2-2 成形车刀的前角和后角	23
§ 2-3 成形车刀廓形修正计算	26
§ 2-4 成形车刀加工时的双曲线误差	30
§ 2-5 成形车刀的附加刀刃和成形车刀样板	33
第三章 孔加工刀具	34
§ 3-1 孔加工刀具的种类及用途	34
§ 3-2 麻花钻的结构与几何参数	37
§ 3-3 钻削基本规律	42
§ 3-4 麻花钻切削部分结构的分析与改进	46
*§ 3-5 标准麻花钻的刃磨	49
§ 3-6 深孔钻	51
§ 3-7 铰刀	57
*§ 3-8 孔加工复合刀具	62
第四章 铣刀	66
§ 4-1 铣刀的种类和用途	66
§ 4-2 铣刀的几何角度	68
§ 4-3 铣削基本规律	70
§ 4-4 铣削用量	77
§ 4-5 尖齿铣刀	79
§ 4-6 硬质合金端铣刀的结构	83
§ 4-7 成形铣刀	89
§ 4-8 加工螺旋槽的成形铣刀廓形设计	96
第五章 拉刀	101
§ 5-1 拉削特点及拉刀类型	101
§ 5-2 拉刀的结构	103
§ 5-3 拉削图形	104
§ 5-4 圆孔拉刀设计基础	106

§ 5-5 花键拉刀和键槽拉刀的设计特点	116
§ 5-6 工件拉削表面常见缺陷及解决办法	119
*第六章 螺纹刀具	121
§ 6-1 螺纹刀具的类型、特点及用途	121
§ 6-2 丝锥	125
第七章 齿轮刀具的理论基础	131
§ 7-1 齿轮刀具的主要类型	131
§ 7-2 渐开线和渐开线齿轮	131
§ 7-3 渐开线直齿外齿轮的啮合	135
§ 7-4 内齿轮、斜齿齿轮和螺旋齿轮的啮合	141
§ 7-5 蜗杆与蜗轮的啮合	144
*第八章 成形齿轮刀具	150
§ 8-1 成形齿轮刀具的种类和应用范围	150
§ 8-2 加工直齿外齿轮的铣刀齿形计算和铣刀的分组	151
§ 8-3 加工斜齿外齿轮的铣刀齿形	154
第九章 插齿刀	155
§ 9-1 插齿刀的工作原理、类型和应用	155
§ 9-2 插齿刀的齿面形状、前角和后角	157
§ 9-3 直齿外插齿刀变位系数的选择	160
*§ 9-4 直齿外插齿刀的设计步骤	167
*§ 9-5 内插齿刀简介	169
第十章 齿轮滚刀和蜗轮滚刀	171
§ 10-1 齿轮滚刀	171
§ 10-2 蜗轮滚刀	171
§ 10-3 滚刀的合理使用	184
§ 10-4* 蜗轮飞刀	194
*第十一章 剃齿刀	196
§ 11-1 剃齿刀的类型和应用	199
§ 11-2 剃齿原理	199
§ 11-3 剃齿刀主要结构参数的确定	200
§ 11-4 剃前刀具	203
第十二章 非渐开线齿轮刀具	205
§ 12-1 概述	207
§ 12-2 加工直线齿形工件的滚刀齿形设计	207
§ 12-3 矩形齿花键滚刀设计要点	211
§ 12-4 非渐开线滚刀法向齿形的一般求法	219
§ 12-5 圆弧齿形齿轮的成形特点	222
*第十三章 加工锥齿轮的刀具	224
§ 13-1 锥齿轮啮合的基本概念	227
§ 13-2 加工直齿锥齿轮的刀具	227
§ 13-3 加工弧齿锥齿轮的铣刀盘	229
§ 13-4 加工摆线齿锥齿轮的铣刀盘	232
本书所用符号	236
参考资料	239
	241

绪 论

1. 金属切削刀具在机械制造业中的作用和意义

金属切削加工是现代机械制造业中一种最基本的加工方法。各种机械零件,当形状、尺寸精度和表面质量要求较高时,都需要经过机械加工。切削加工质量的好坏,效率的高低,将直接决定机械产品的质量、性能和生产成本。

要高质量、高效率地进行切削加工,就要求有高质量、高性能的生产工具,包括金属切削机床、金属切削刀具(简称刀具)、夹具、量具等。刀具是直接对零件进行切削的,因此刀具性能和质量的优劣,都直接影响切削加工效率、加工精度和表面质量。刀具的改进和发展,往往起到促进加工工艺和机床设备发展的作用。“工欲善其事,必先利其器”,因此研究和改进刀具的设计、制造和使用,提高切削加工效率,对整个机械制造业有着重要的现实意义。

2. 我国刀具工业和切削理论研究的发展

人类社会的早期就开始使用石刀、石斧等工具。到奴隶社会(公元前三千年),人类开始制造和使用金属的锉刀、钻头和凿子等工具。

我国是一个历史悠久的文明古国,在商周时代(公元前 1122~249 年),青铜工具的制造已达到很高的水平。到春秋战国时代(公元前 8~3 世纪)已能制造铁质刀具,且经过表面处理。如不久前出土的勾践剑,虽已在地下埋藏数千年,至今仍光泽、锋利。说明我国在战国时代刀具制造已经达到很高的水平,处于世界领先的地位。但是,由于长期的封建统治和帝国主义的侵略、压迫,使我国后来的生产和科学技术发展受到严重阻碍。到解放前,我国机械制造业处于非常落后的状态,基本上只能进行修配工作,所需的刀具大部分依靠进口。

1949 年中华人民共和国成立后,社会主义革命和经济建设都取得了蓬勃的发展。随着各机械制造部门的建立,在全国各地建立了一系列工具厂、量具刀具厂和工具车间;制订了我国的工具专业标准;为全国机械制造业提供了大量的高效、精密刀具,使我国各种刀具基本上做到了自给。与此同时,又在全国各地多次推广先进刀具,对生产发展作出了重要的贡献。

在发展工具工业的同时,对专门人才的培养也给予了极大的重视。全国很多大学和中等专业学校培养了大批的专门人材,同时建立了专业工具研究机构和工厂的切削试验室。1981 年成立了中国高等学校金属切削研究会。全国各地的工厂、学校、研究所,积极协作,开展了大量刀具和切削理论的科学研究工作,取得了一系列重要科研成果。

在刀具材料方面近年来发展了多种新牌号的硬质合金,发展了结合我国资源的优质高速钢,研制成功了多种超硬刀具材料,如人造金刚石、立方氮化硼和复合陶瓷等。在发展新型高效精密刀具方面也取得很多成果,例如研制成功精密小模数硬质合金滚刀、超精密齿轮和蜗轮滚刀、涡轮盘槽拉刀和石油工业用的硬质合金螺纹梳刀等,解决了很多生产关键问题。在改进刀具结构方面也有很多成绩,如群钻,提高生产效率多倍,受到国内外重视;用套料刀在 16 米长的大轴中切取芯棒成功;各种先进刀具的推广使用使加工效率明显提高。在

复杂刀具设计方面,随着计算机的应用,刀具设计应用了新的工具,设计理论有了新的发展。对切削机理、材料加工性等方面亦进行了很多工作,采用了新的仪器和试验方法,获得了不少重要研究成果。现在,刀具工业和切削理论研究方面,呈现欣欣向荣的气象,正在为赶超世界先进水平而努力。

3. 本课程的任务、目的与要求

金属切削刀具这门学科是在总结生产实践经验的基础上建立与发展起来的,其任务是研究金属切削刀具的设计、制造和使用的实践与理论;研究和发展各种新型、高效、高精度刀具。本课程是机械制造工艺及设备专业的一门专业课。学习本教材前应先学《金属工学》、《金属学与热处理》、《公差与技术测量》、《机械原理》及《金属切削原理》等课程。本课程与机械制造专业的其他专业课如《机械制造工艺学》、《金属切削机床设计》等有着密切的联系。

刀具种类很多,刀具设计、使用等内容也较多,因此学生学习本课程时,应注意掌握课程的主要内容。具体的目的与要求为

- (1) 了解常用普通刀具的类型、结构特点与应用范围,并能正确的选择与使用。
- (2) 通过学习几种典型的专用刀具,初步掌握刀具的设计计算方法。
- (3) 对金属切削刀具的发展趋势和新成就有初步了解。

本教材是根据金属切削刀具教学大纲的要求编写的,还有些深入部分可阅读其他专著。学生学完本课程后,还需进行刀具课程设计,以掌握刀具设计计算的全过程。为此,将另外编《刀具课程设计参考资料》,配合本教材进行教学。

第一章 车 刀

§ 1-1 车刀的种类和用途

在各类金属切削机床中,数量最多的是车床,因此,车刀是金属切削刀具中应用最广的刀具。车刀用于各种车床上,可加工外圆、内孔、端面、螺纹,也用于切槽和切断等。车刀的主要类型如图 1-1 所示。

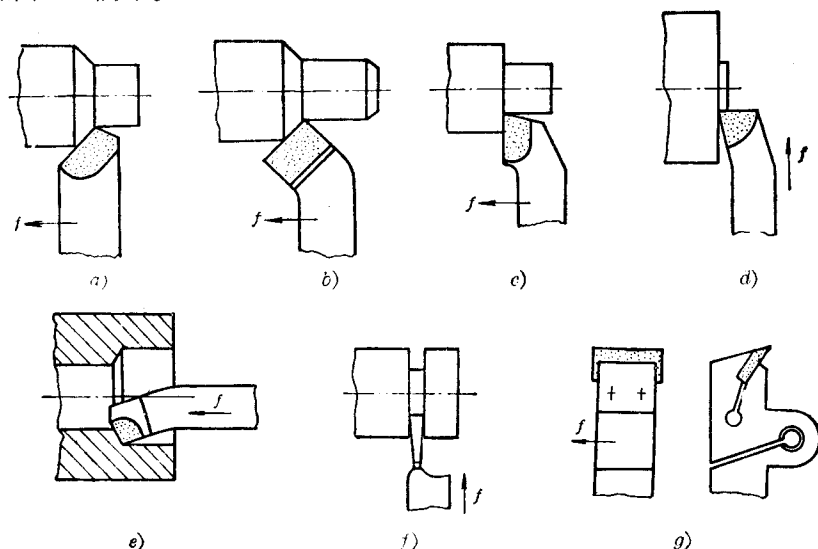


图 1-1 常用的几种车刀

a—直头外圆车刀; b—弯头外圆车刀; c— 90° 外圆车刀; d—端面车刀;
e—内孔车刀; f—切断刀; g—宽刃光刀

外圆车刀用于加工外圆柱和外圆锥表面,它分直头(图 1-1a)和弯头(图 1-1b)两种,弯头车刀通用性较好,可以车削外圆、端面和倒棱,所以得到广泛使用。

外圆车刀又分为粗车刀、精车刀和宽刃光刀。精车刀刀尖圆弧半径较大,可获得较小的残留面积。宽刃光刀(图 1-1g)用于低速大进给量精车。

当外圆车刀的主偏角为 $\kappa_r = 90^\circ$ 时(图 1-1c),可用于车削阶梯轴、凸肩、端面及刚度低的细长轴。细长轴车削也可采用 $\kappa_r = 75^\circ$ 的车刀。

外圆车刀按进给方向又分为右偏刀和左偏刀,判别右偏刀或左偏刀的方法是:将右手掌心向下置于车刀上,指尖指向刀尖,当主切削刃在拇指一边时称右偏刀;主切削刃不在拇指一边时称左偏刀。图 1-1 中 a、b、c 皆为右偏刀。

端面车刀(图 1-1d)用于车削垂直于轴线的平面,它工作时采用横向进给。

内孔车刀(图 1-1e)用于车削圆孔,其工作条件较外圆车刀差,这是由于内孔车刀的刀杆伸出长度和刀杆截面尺寸都受孔的尺寸限制,当伸出较长而刀杆截面较小时,刚度低,易振动,只能承受较小的切削力。

切断刀(图 1-1f)用于从棒料上切下已加工好的零件,或切断较小直径的棒料,也可以切窄槽。切断刀切削部分很薄,排屑不畅时极易折断,所以要特别注意刃形和几何参数的合理性。

切槽刀用于车削沟槽,外形与切断刀类似,其刀头宽度可根据沟槽尺寸而定。

车刀在结构上可分为整体车刀、焊接车刀、焊接装配式车刀和机械夹固刀片的车刀。机械夹固刀片的车刀又分为机夹车刀和可转位车刀。

整体车刀主要是整体高速钢车刀,截面为正方形或矩形,俗称“白钢刀”,使用时可根据不同用途进行修磨。

焊接车刀是在普通碳钢刀杆上镶焊(钎焊)硬质合金刀片,经过刃磨而成(图 1-2)。

焊接装配式车刀是将硬质合金刀片钎焊在小刀块上,再将小刀块装配到刀杆上,这种结构多用于重型车刀。重型车刀体积和重量较大,刃磨整体车刀,劳动强度大,采用焊接装配式结构以后,只需装卸小刀块,刃磨省力,刀杆也可重复使用。图 1-3 所示为焊接装配式重型车刀的一种结构。

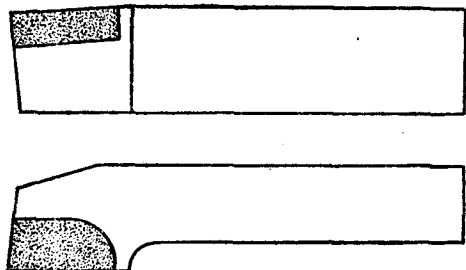


图 1-2 焊接车刀

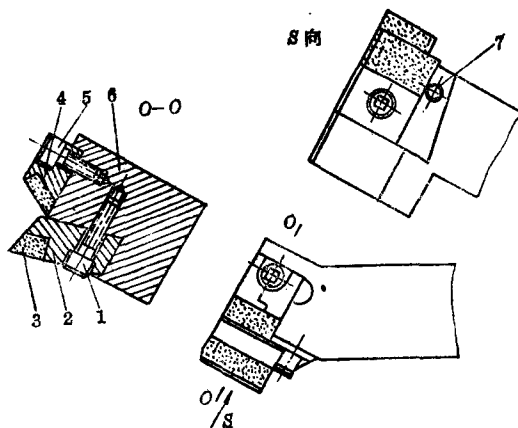


图 1-3 焊接装配式车刀

1、5—螺钉; 2—小刀块; 3—刀片; 4—断屑器;
6—刀杆; 7—支承销

机夹车刀是将硬质合金刀片用机械夹固的方法安装在刀杆上的车刀(图 1-4)。机夹车刀只有一个切削刃,用钝后必须修磨,而且可修磨多次。

可转位车刀也是机夹车刀的一类,它与普通机夹车刀的不同点在于刀片为多边形,每一边都可作切削刃,用钝后只需将刀片转位,即可使新的切削刃投入工作(图 1-5)。

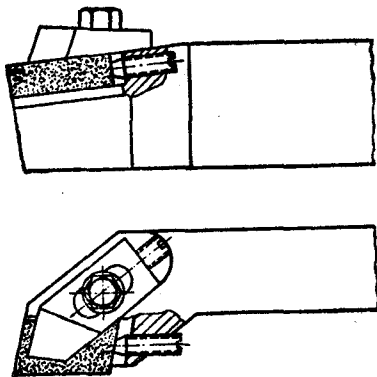


图 1-4 机夹车刀

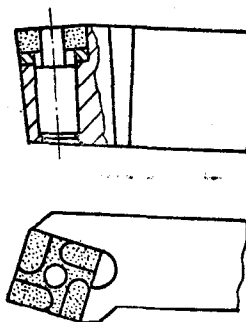


图 1-5 可转位车刀

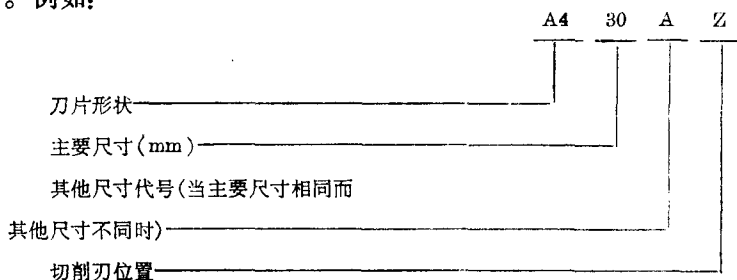
§ 1-2 硬质合金焊接车刀

硬质合金焊接车刀的优点是结构简单, 制造方便, 并且可以根据需要进行刃磨, 硬质合金的利用也较充分, 故目前在车刀中仍占相当比例。

硬质合金焊接车刀的主要缺点是其切削性能主要取决于工人刃磨的技术水平, 与现代化生产不相适应; 此外刀杆不能重复使用, 当刀片用完以后, 刀杆也随之报废。在制造工艺上, 由于硬质合金和刀杆材料(一般为中碳钢)的线膨胀系数不同, 当焊接工艺不够合理时易产生热应力, 严重时会导致硬质合金出现裂纹。因此在焊接硬质合金刀片时, 应尽可能采用熔化温度较低的焊料; 对刀片缓慢加热和缓慢冷却; 对于 YT30 等易产生裂纹的硬质合金, 应在焊缝中放一层应力补偿片。

设计焊接车刀时, 除合理选择硬质合金牌号和几何参数外, 还要正确选择刀片的型号(即形状和尺寸)和刀杆尺寸, 还要计算刀片槽的尺寸。

根据冶金部标准 YB850-75, 我国硬质合金焊接刀片的型号分 A、B、C、D、E、F 六种, 每种又分若干组, 每组有尺寸系列。刀片型号的表示方法是一个字母加三位数字, 第一位数字表示组别, 它和字母合起来表示刀片的形状。后两位数字代表刀片的主要尺寸, 主要尺寸相同而其他尺寸不同时, 在数字后边加 A、B、C 等, 以示区别。如为左偏刀刀片, 则在型号末尾标以“Z”。例如:



上述型号表示为 A4 型(表 1-1), 最大边长 30 mm, 厚度是最薄的(6 mm), 左偏刀用。

刀片根据车刀类型和用途选择。刀片的主要尺寸 L 、 B 根据切削刃工作长度选择。除切槽车刀和切断车刀外, 其他车刀切削刃的工作长度一般不超过切削刃长度的 50~60%。

刀片其他尺寸中, 刀片厚度 O 是比较重要的尺寸, 一般根据切削面积 $a_p \times f$ 或切削厚度 a_c 选取。当在前刀面上磨出断屑槽时, 为了增加重磨次数, 可以选取厚度较大的刀片。

车刀刀杆常采用中碳钢(45 钢、55 钢)制造。刀杆截面形状分矩形、方形和圆形三种。一般采用矩形截面。切削力较大时也可采用方形。圆形截面多用于内孔车刀。

车刀刀杆截面尺寸已标准化, 可按车床中心高选取(表 1-2)。亦可按切削面积选取(表 1-3)。粗加工时刀杆强度可按车刀在主切削力 F_s 作用下的平面弯曲进行校验(图 1-6):

$$\frac{F_s \cdot l}{W_{bb}} \geq [\sigma_{bb}] \quad (1-1)$$

式中 l ——车刀刀尖伸出长度(mm);

W_{bb} ——刀杆抗弯断面系数(mm³)。

$[\sigma_{bb}]$ ——许用弯曲应力, 取为 0.20~0.25 GPa(20~25 kgf/mm²)。

表 1-1 硬质合金刀片的常用型号

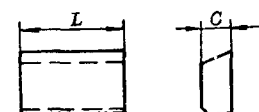
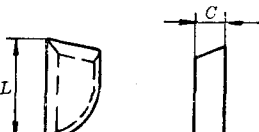
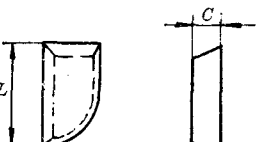
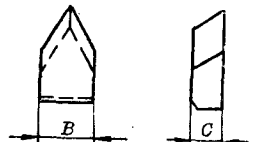
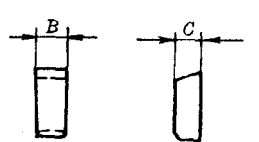
型 号	刀 片 简 图	主要尺寸(mm)	用 途 举 例
A1		$L=6\sim70$	$\alpha_r < 90^\circ$ 的外圆车刀和 内孔车刀、宽刃光刀
A2		$L=8\sim25$	端面车刀、盲孔车刀
A3		$L=10\sim40$	90° 外圆车刀、端面车 刀
A4		$L=6\sim50$	端面车刀、直头外圆车 刀、内孔车刀
C1		$B=4\sim12$	螺纹车刀
C3		$B=3.5\sim16.5$	切断刀、切槽刀

表 1-2 车刀刀杆截面尺寸

(mm)

车床中心高	150	180~200	260	300	350~400
刀杆截面 $B \times H$	12×20	12×20 或 16×25	16×25 或 20×30	20×30	25×40

表 1-3 按切削层参数选择刀杆截面

截面尺寸		最大切削面积 A_c (mm^2)	最大吃刀深度 a_p (mm)
矩形 $B \times H$	方形 $H \times H$		
16×25	20×20	4	6
20×30	25×25	8	10
25×40	30×30	13	13
30×45	40×40	25	18
40×60	50×50	40	25
50×80	65×65	60	30

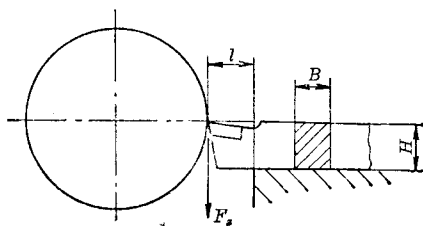


图 1-6 刀杆截面计算

焊接车刀应根据刀片的形状和尺寸开出刀槽。刀槽形式有通槽、半通槽和封闭槽,如图 1-7 所示。通槽用于 A1 等矩形刀片,易加工;半通槽用于 A2、A3、A4 等带圆弧的刀片;封闭槽焊接面积大、强度好,但焊接应力大,适用于 C1、C3 等底面面积相对较小的刀片。切断刀片宽度很小,如采用棱形底面的加强半通槽,可获得较好的焊接强度。

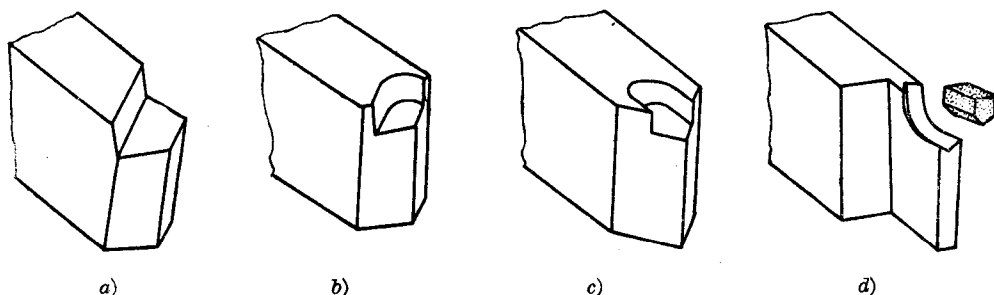


图 1-7 刀槽形式

a—通槽; b—半通槽; c—封闭槽; d—加强半通槽

刀杆上、支承刀片部分的厚度(刀体厚度) H_1 与刀片厚度 C 的比例(图 1-8),对是否出现焊接裂纹有很大影响。其原因是碳钢的线膨胀系数大于硬质合金,冷却时由于碳钢比硬质合金收缩快。在焊接面上,碳钢刀体受拉伸,硬质合金刀片受压缩,对刀片来说,这种压缩是偏心压缩,故在刀片的上表面附近可能产生拉应力。刀片厚度大时,拉应力也大,易出现裂纹。而刀体厚度大时冷却速度慢,可使应力减小。实践表明,当 $H_1/C > 3$ 时,刀片上表面的拉应力不显著,不易产生裂纹。但当 $H_1/C < 3$ 时,刀片上表面产生的拉应力较大,容易出现裂纹。因此设计车刀时应保证 $H_1/C > 3$ 。

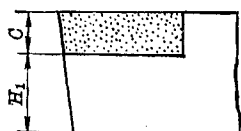


图 1-8 刀片与刀体的厚度关系

§1-3 机 夹 车 刀

机夹车刀的优点是刀杆可以多次重复使用, 刀具管理简便; 刀杆也可进行热处理, 提高硬质合金刀片支承面的硬度和强度, 这就相当于提高了刀片的强度, 减少了打刀的危险性, 从而可提高刀具的使用寿命; 此外, 刀片不经高温焊接, 排除了产生焊接裂纹的可能性。

机夹车刀刀片的夹固方式应适应刀片在重磨后能够调整尺寸的要求, 在结构上要保证夹固可靠、结构简单, 刀片便于调整。有时还要考虑断屑的要求。常用的刀片夹固方式为上压式和侧压式。

(1) 上压式(图 1-4、图 1-9、图 1-10): 一般均采用螺钉和压板从上面夹紧刀片, 用调整螺钉调整刀片位置。上压式结构简单, 夹固可靠、使用方便, 是应用最多的机夹结构。此外, 压板前端可镶焊硬质合金, 起断屑器的作用, 这种断屑器的前后位置可调, 断屑范围较广。上压机夹车刀一般可将刀片安装出所需前角, 重磨时仅磨后刀面、大大减少刃磨工作量。

图 1-9 所示结构是采用长条形刀片, 刀片利用率很高。由于压板上平面与螺母接触平

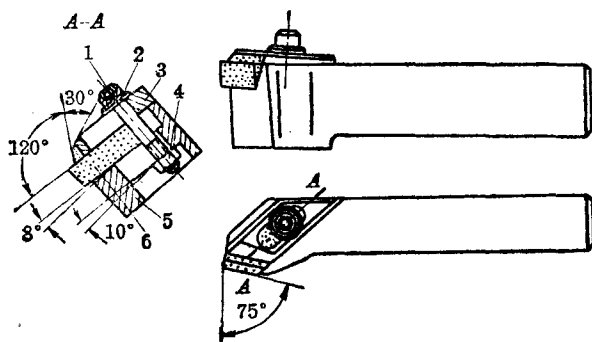


图 1-9 上压机夹外圆车刀

1—螺钉; 2—垫圈; 3—压板; 4—螺母;
5—刀杆; 6—刀片

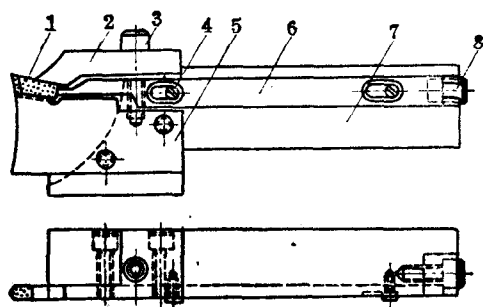


图 1-10 上压机夹切断刀

1—刀片; 2—压板; 3、4、8—螺钉; 5—刀板;
6—推杆; 7—刀杆

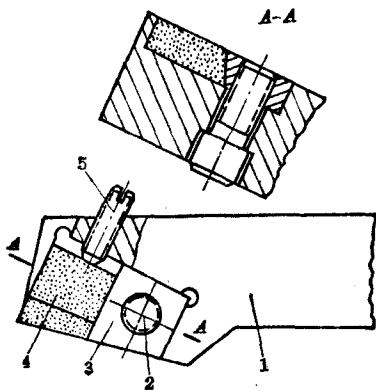


图 1-11 侧压机夹车刀

1—刀杆; 2—螺钉; 3—楔块; 4—刀片; 5—调整螺钉

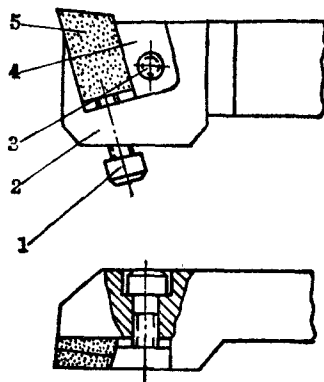


图 1-12 侧压式立装机夹车刀

1、3—螺钉; 2—刀杆; 4—楔块; 5—刀片

面之间有 2° 夹角, 刀片夹紧后, 在水平切削力作用下不会后退。

图 1-10 所示为机夹切断刀, 这种结构可以调整刀片的位置, 提高刀片的利用率。

(2) 侧压式(图 1-11、图 1-12): 一般多利用刀片本身的斜面由楔块和螺钉从刀片侧面夹紧刀片。图 1-11 为刀片平放的车刀。图 1-12 为刀片立放的车刀。这两种结构在车刀重磨后都可以调整刀片的位置。侧压式机夹车刀一般要刃磨前刀面。

§ 1-4 可转位车刀

可转位车刀是使用可转位刀片的机夹车刀。这种车刀使用量大, 结构有其特点, 故称为可转位车刀, 以区别于其他机夹车刀。

可转位车刀由刀杆、刀片、刀垫和夹固元件组成(图 1-13)。其特点是刀片可以转位使用, 当几个切削刃都用钝后, 即可更换新的刀片。

可转位车刀的最大优点是车刀几何参数完全由刀片和刀槽保证, 不受工人技术水平的影响, 因此, 其切削性能稳定, 适于在现代化大批量生产中使用。此外, 由于机床操作工人不必磨刀, 可减少许多停机换刀的时间。可转位车刀刀片下面的刀垫采用淬硬钢制成, 提高了刀片支承面的强度, 可使用较薄的刀片, 有利于节约硬质合金。

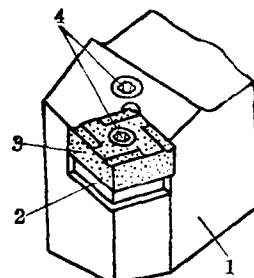


图 1-13 可转位车刀的组成

1—刀杆; 2—刀垫;
3—刀片; 4—夹固元件

一、硬质合金可转位刀片

硬质合金可转位刀片已有国家标准(GB2079-80)。刀片形状很多, 常用的有三角形、偏 8° 三角形、凸三角形、正方形、五角形和圆形等, 如图 1-14 所示。

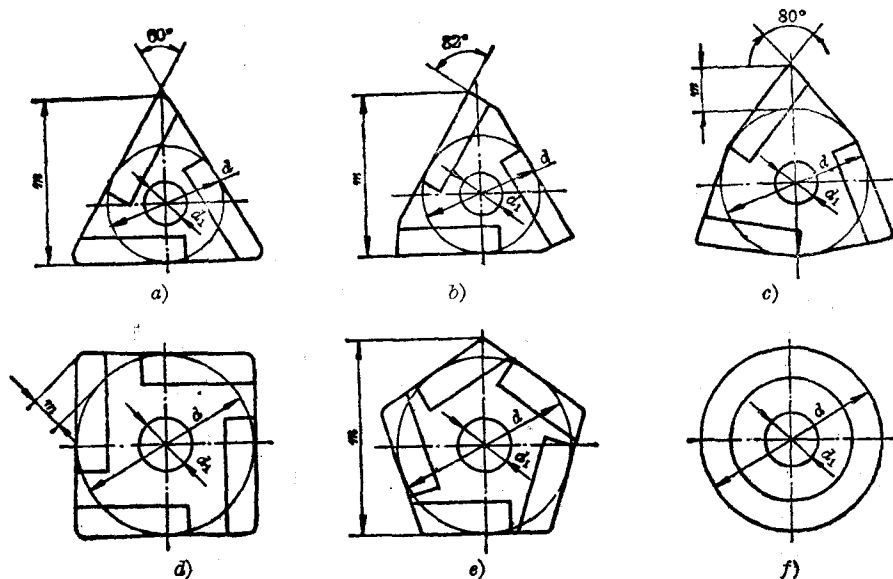


图 1-14 硬质合金可转位刀片的常用形状

a—三角形; b—偏 8° 三角形; c—凸三角形; d—正方形; e—五角形; f—圆形

硬质合金可转位车刀刀片大多不带后角 ($\alpha_{ob}=0^\circ$), 但在每个切削刃上做有断屑槽并形成刀片的前角。有少数车刀刀片做成带后角而不带前角的, 多用于内孔车刀。刀片的主要尺寸有: 内切圆直径 d (或刀刃长度 l), 检验尺寸 m , 刀片厚度 s , 孔径 d_1 及刀尖圆弧半径, 其中 d 和 s 是基本尺寸, 它们确定后, 刀片的其他尺寸亦随之而定。 d 或 l 主要根据切削刃工作长度而定。

二、可转位车刀刀片夹固的典型结构

1. 对刀片夹固结构的要求

可转位车刀多利用刀片上的孔对刀片进行夹固, 因此刀片的夹固结构与其他机夹车刀的夹固结构完全不同。可转位车刀刀片夹固结构除要求夹固可靠和结构简单外, 还要求:

- (1) 定位精确。刀片转位或更换刀片后, 刀尖位置的变化应在工件精度允许的范围内。
- (2) 操作简便。刀片转位或更换刀片时, 操作应简便迅速。
- (3) 夹固元件的动作幅度应保证在刀片和刀槽公差范围内将刀片夹紧。
- (4) 夹固元件不应妨碍切屑的流出。

2. 典型的可转位车刀刀片夹固结构

(1) 偏心式夹固结构: 图 1-15 所示为偏心螺钉销夹固结构, 它以螺钉作为转轴, 螺钉上端为偏心圆柱销, 偏心量为 e 。当转动螺钉时, 偏心销就可以夹紧或松开刀片。也可以用圆柱形转轴代替螺钉。但偏心螺钉销利用了螺纹自锁性能较好的特点, 夹固效果较好。偏心式夹固结构所要求的零件数少, 结构简单, 使用方便。其主要缺点是很难保证双边夹固。当要求利用刀槽两个侧面定位夹固刀片时, 允许转轴的转角公差极小, 这在一般制造精度下是很难达到的, 因此实际是单边夹紧, 在冲击和振动下刀片易于松动。这种结构适用于连续平稳的切削。

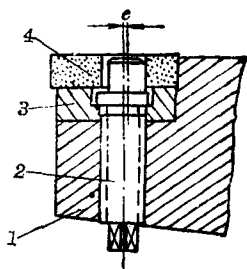
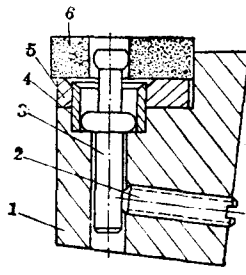
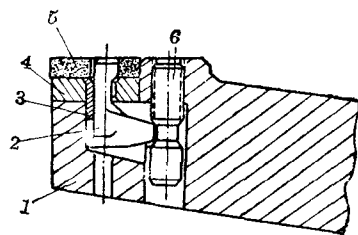


图 1-15 偏心式夹固结构

1—刀杆; 2—偏心螺钉销;
3—刀垫; 4—刀片



a)



b)

图 1-16 杠杆式夹固结构

a—直杆式
1—刀杆; 2—螺钉; 3—杠杆; 4—刀垫; 5—刀片; 6—螺钉
b—曲杆式
1—刀杆; 2—曲杆; 3—半圆弹簧片; 4—刀垫; 5—刀片; 6—螺钉

(2) 杠杆式夹固结构: 它是利用杠杆原理对刀片进行夹固的结构, 分为直杆式和曲杆式两种。图 1-16a 所示为直杆式结构, 图 1-16b 所示为曲杆式结构。曲杆式结构利用螺钉旋进时带动杠杆顺时针转动而将刀片夹固在定位侧面上。螺钉旋出时刀片松开。在刀垫 4 的内孔中有一个半圆筒形的弹簧片, 当松开刀片时, 弹簧片可保持刀垫位置不动。曲杆式夹固结构定位好, 受力合理, 使用方便, 是一种性能较好的夹固结构。其缺点是工艺性较差, 仅适于专业工具厂大批量生产。

(3) 楔销式夹固结构(图 1-17): 如图所示, 刀片由销子在孔中定位, 楔块向下运动时将刀片夹固在内孔的销子上。松开螺钉时, 弹簧垫圈自动抬起楔块。楔销式夹固结构简单方便, 但定位精度较低。

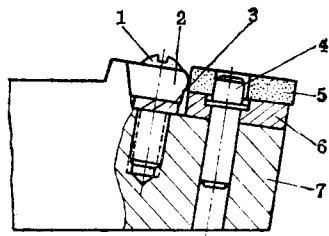


图 1-17 楔销式夹固结构

1—压紧螺钉; 2—楔块; 3—弹簧垫圈;
4—柱销; 5—刀片; 6—刀垫; 7—刀杆

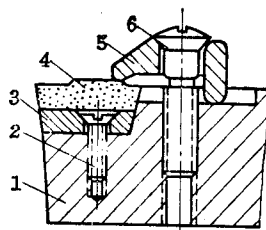


图 1-18 上压式夹固结构

1—刀杆; 2、6—螺钉; 3—刀垫;
4—刀片; 5—压板

(4) 上压式夹固结构(图 1-18): 这虽然也是螺钉、压板结构, 但它和机夹车刀的上压式夹固结构不同, 其结构应力求小巧, 夹固元件的位置应避免切屑的流出方向, 以免阻碍流屑。采用上压式夹固结构时, 需要将刀片手推定位, 且夹固元件有时和切屑接触, 易被切屑擦坏。因此这种结构适用于夹固不带孔的车刀刀片。

四、偏心式夹固结构的偏心量计算

图 1-19 所示为偏心式刀片夹固的一般情况。图中 O_2 为转轴轴线, 即刀杆上的孔心, 虚线圆代表转轴直径, O_1 为偏心销轴线。在两个互相内切的圆中, 小圆代表偏心销, 大圆代表刀片上的孔。若偏心销轴线到转轴轴线的偏心量 $O_1O_2 = e$, 刀片夹固时刀槽两定位侧面产生的反作用力(合力)为 N (N 即为夹紧力), 偏心销与刀片孔壁的摩擦力为 F_1 , 圆柱形(不是螺钉)转轴与刀杆孔壁的摩擦力为 F_2 , 则夹紧力产生的摩擦力矩应大于反作用力的松开力矩。即:

$$N \cdot e \cdot \sin \beta \leq F_1 \left(\frac{d_1}{2} - e \cdot \cos \beta \right) + F_2 \cdot \frac{d_2}{2} \quad (1-2)$$

式中 β ——偏心销转角, 设计时确定;

d_1 ——偏心销直径;

d_2 ——转轴直径。

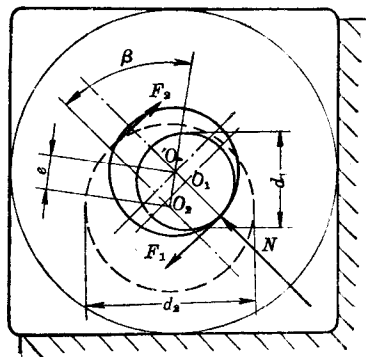
令

$$F_1 = \mu_1 N$$

$$F_2 = \mu_2 N$$

式中 μ_1 ——钢与硬质合金的摩擦系数;

μ_2 ——钢与钢的摩擦系数。

图 1-19 偏心量 e 的计算

$$N \cdot e \cdot \sin \beta \leq \mu_1 N \left(\frac{d_1}{2} - e \cdot \cos \beta \right) + \mu_2 N \cdot \frac{d_2}{2} \quad (1-3)$$

或

$$e \cdot \sin \beta + \mu_1 e \cdot \cos \beta \leq \mu_1 \frac{d_1}{2} + \mu_2 \frac{d_2}{2} \quad (1-4)$$

上式中, 若左边的值为最大值时仍小于右边的值, 即可自锁。

设

$$y = e \cdot \sin \beta + \mu_1 e \cos \beta$$