

高等学校试用教材

金属切削刀具

西安交通大学乐兑谦 主编

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

机械工业出版社

金属切削刀具

西安交通大学 乐兑谦 主编

责任编辑 冯叙

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄大街一号)
(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 14 1/2·字数 349 千字

1985年11月北京第一版·1985年11月北京第一次印刷

印数 00,301—14,000·定价 3.05 元

统一书号, 15033·6041

前 言

本书是按照高等工业学校机械制造（冷加工）类专业教材编审委员会刀具教材编审组1982年制订的“金属切削刀具”教学大纲编写的，从1982年11月开始编写，于1983年10月完成初稿。1983年11月，在刀具教材编审组第二次编委会议上经过初审，会后按初审意见作者进行了修改，于1984年3月交审稿人（哈尔滨工业大学袁哲俊教授、大连工学院姚南珣副教授）复审。随后，作者又作了相应的修改，并于1984年5月提交刀具教材编审组第三次编委会议定稿。在定稿工作中，编审组的编委、审稿人和机械工业部教材编辑室的责任编辑对书稿提出指导性意见，经过讨论修改，编写质量又有进一步提高。

本书可作为高等工业学校机械制造工艺与设备专业本科四、五年制的教材，它是根据“金属切削刀具”教学大纲中规定的45学时编写的，内容比较丰富，用书单位可按具体情况予以取舍。本书内容着重于刀具结构和工作原理、刀具设计基本理论以及刀具的选用原则等。关于刀具设计所需的图表数据，另有《金属切削刀具课程设计参考资料》与本书配套，故不重复。本书每章之后列有少量的复习思考题，可以帮助学生重点复习所学内容和进一步思考解决一些较深入的问题。本书的主要术语、符号和计量单位等，都遵照国家标准和法定度量衡条例的规定。

本书由西安交通大学乐兑谦教授主编，参加编写工作的，有西安交通大学乐兑谦（第七章、第九章）、吴序堂（第八章、第十二章、第十三章）、林其骏（第十章、第十一章）、华中工学院郭玉骅（绪论、第二章）、饶国定（第一章）、梁桂萃（第五章）、上海交通大学薛秉源（第三章、第六章）、李云璧（第四章）。

本书在编写过程中，得到刀具编审组的编委、审稿人和机械工业部教材编辑室的责任编辑很多指导和帮助，我们表示衷心感谢。由于水平所限，书中错误和缺点在所难免，请广大教师、同学多提宝贵意见，以利进一步提高教材质量。

编者

1984.6.

目 录

绪论	1	一、深孔加工特点	47
第一章 车刀	4	二、深孔钻的类型及其结构的主要特点	48
§ 1-1 车刀的种类和用途	4	§ 3-4 铰 刀	52
§ 1-2 车刀的结构型式	5	一、铰刀的种类和用途	52
一、焊接式硬质合金车刀	5	二、铰刀的结构及几何参数	54
二、机械夹固式硬质合金车刀	6	三、铰刀的合理使用	56
三、金刚石车刀	8	§ 3-5 孔加工复合刀具	57
§ 1-3 可转位刀片夹固的典型结构	9	一、孔加工复合刀具概述	57
§ 1-4 车刀的卷屑断屑结构	11	二、孔加工复合刀具设计要点	58
§ 1-5 车刀不同剖面中的角度换算	13	第四章 铣刀	62
§ 1-6 机夹可转位车刀的刀槽设计计算	17	§ 4-1 铣刀的种类和用途	62
一、设计刀槽的要求	17	§ 4-2 铣刀的几何角度	63
二、设计刀槽前应有的参数	18	§ 4-3 铣削原理	64
三、刀槽的设计计算	19	一、铣削要素与切削层参数	65
四、验算主后角 α_o 和副后角 α_o'	19	二、铣削力与功率	66
§ 1-7 车刀角度变换的矢量计算法(举例)	20	三、铣削方式与铣削特点	69
第二章 成形车刀	22	§ 4-4 尖齿铣刀	71
§ 2-1 成形车刀的特点、种类和用途	22	一、结构形式	71
§ 2-2 成形车刀的装夹	23	二、尖齿铣刀的改进途径	73
§ 2-3 径向成形车刀的前角和后角	24	§ 4-5 硬质合金端铣刀	75
§ 2-4 径向成形车刀的廓形设计	28	一、硬质合金端铣刀的类型	75
一、设计成形车刀廓形的必要性	28	二、硬质合金端铣刀设计时应注意的问题	76
二、径向成形车刀廓形设计的基本原理和方法	29	§ 4-6 成形铣刀	77
§ 2-5 成形车刀加工圆锥面时的误差	32	一、成形铣刀的种类和用途	77
§ 2-6 成形车刀的结构尺寸	34	二、铲齿成形铣刀	78
§ 2-7 成形车刀的廓形公差和样板	35	§ 4-7 加工螺旋槽的成形铣刀的廓形设计计算	84
第三章 孔加工刀具	37	一、基本概念	84
§ 3-1 孔加工刀具的种类和用途	37	二、加工螺旋槽的成形铣刀廓形的作图法	85
§ 3-2 麻花钻	40	三、成形铣刀廓形的计算法	86
一、麻花钻的结构和几何角度	40	第五章 拉刀	94
二、钻削要素	42	§ 5-1 拉削特点和拉刀的种类及用途	94
三、钻削力和功率	43	§ 5-2 拉刀的结构	95
四、麻花钻几何形状的改进	44	§ 5-3 拉削图形	95
五、麻花钻的刃磨	46	一、普通(分层)拉削图形	95
§ 3-3 深孔钻结构特点及其工作原理	47	二、轮切(分块)拉削图形	96
		三、综合拉削图形	97

§ 5-4 圆孔拉刀设计.....97	§ 9-1 插齿刀的工作原理、类型和选用144
一、切削部.....97	一、插齿刀的工作原理及用途144
二、校准部103	二、插齿刀的类型和选用145
三、拉刀的其他部分与总长度104	§ 9-2 直齿插齿刀的切削刃及其前、后 刀面.....145
四、拉刀强度与拉床拉力的校验105	§ 9-3 正前角插齿刀的齿形误差及其修正方 法.....148
§ 5-5 花键拉刀的设计特点106	§ 9-4 插齿刀侧刃的切削角度150
一、余量切除方式106	一、直齿插齿刀的侧刃前角150
二、切削齿的形状107	二、直齿插齿刀的侧刃后角151
第六章 螺纹刀具110	§ 9-5 外啮合直齿插齿刀的设计计算151
§ 6-1 螺纹刀具的种类及用途110	一、插齿刀最大变位系数的确定151
§ 6-2 丝锥112	二、外啮合直齿插齿刀的设计计算155
一、丝锥的结构112	第十章 齿轮滚刀和蜗轮滚刀160
二、几种主要类型丝锥的结构特点113	§ 10-1 齿轮滚刀的工作原理和基本蜗杆160
§ 6-3 其他螺纹刀具的特点116	一、齿轮滚刀的工作原理160
一、圆板牙116	二、滚刀的基本蜗杆160
二、螺纹铣刀116	§ 10-2 滚刀的前刀面和后刀面161
三、螺纹滚压工具118	一、滚刀的前刀面和前角161
第七章 齿轮刀具的理论基础120	二、滚刀的后刀面和后角163
§ 7-1 齿轮刀具的主要类型和工作原理120	§ 10-3 阿基米德滚刀的造形与造形误差164
§ 7-2 齿形啮合的基本定律120	§ 10-4 齿轮滚刀的结构165
§ 7-3 外啮合渐开线圆柱齿轮122	一、整体齿轮滚刀的结构165
一、渐开线齿轮传动的主要优点122	二、镶齿滚刀的结构170
二、外啮合渐开线圆柱齿轮的传动123	§ 10-5 齿轮滚刀结构的改进171
三、渐开线圆柱齿轮啮合的基本条件125	一、加工硬齿面的滚刀171
四、齿条与齿轮的啮合126	二、多头滚刀172
五、变位齿轮127	三、圆磨滚刀173
六、过渡曲线干涉和根切129	四、超长滚刀173
§ 7-4 蜗轮副传动131	五、涂层滚刀173
一、蜗轮副的主要几何参数131	§ 10-6 齿轮滚刀的合理使用174
二、蜗杆的类型132	一、齿轮滚刀的选用和合理安装174
第八章 成形齿轮刀具137	二、滚刀的重磨174
§ 8-1 成形齿轮刀具的种类和应用137	三、重磨滚刀时产生的误差及其 检验方法.....175
一、盘形齿轮铣刀137	§ 10-7 蜗轮滚刀的工作原理和切削方式176
二、指形齿轮铣刀137	一、蜗轮滚刀的工作原理176
三、插齿刀盘138	二、蜗轮滚刀的切削方式176
四、齿轮拉刀138	三、切向进给和径向装配问题177
§ 8-2 盘形齿轮铣刀的结构及分组139	§ 10-8 滚刀的铲齿和侧后刀面的导程179
§ 8-3 成形齿轮刀具的齿形140	一、滚刀的铲齿179
一、渐开线部分140	二、滚刀侧后刀面的导程180
二、过渡曲线部分141	
§ 8-4 加工斜齿圆柱齿轮的齿轮铣刀143	
第九章 插齿刀144	

§ 10-9 阿基米德滚刀的轴向齿形角	181	三、花键滚刀的结构尺寸	203
§ 10-10 阿基米德蜗轮滚刀的主要尺寸	183	§ 12-4 用近似圆弧代替理论齿形	205
一、基本参数和尺寸	183	一、三点共圆法	205
二、滚刀的铲削量	184	二、最小二乘法	206
三、蜗轮滚刀的长度	184	三、代用圆弧引起的齿形误差	207
四、圆周齿数的选择	184	§ 12-5 加工非渐开线齿形的定装滚刀	208
§ 10-11 蜗轮飞刀的工作原理	186	一、成形滚刀	208
第十一章 剃齿刀	189	二、展成一成形组合滚刀	209
§ 11-1 剃齿刀的类型和工作原理	189	§ 12-6 加工非渐开线齿形的插齿刀	210
§ 11-2 盘形剃齿刀的结构	191	§ 12-7 展成车刀	211
一、标准盘形剃齿刀	191	第十三章 锥齿轮刀具	213
二、硬质合金剃齿刀	192	§ 13-1 锥齿轮啮合的基本概念	213
§ 11-3 剃齿刀的齿形修正	193	§ 13-2 加工直齿锥齿轮的刀具	215
§ 11-4 剃齿余量形式和剃前刀具	194	一、成对刨刀	216
第十二章 加工非渐开线齿形的刀具	196	二、成对铣刀	218
§ 12-1 加工非渐开线齿形的刀具类型		三、拉-铣刀盘	218
和用途	196	四、定装滚刀	219
§ 12-2 展成滚刀齿形的一般求法	196	§ 13-3 弧齿锥齿轮铣刀盘	220
一、作图法	197	一、工作原理	220
二、计算法	198	二、齿形角的修正(刀号)	220
§ 12-3 花键滚刀的设计	198	三、铣刀盘的结构	221
一、花键滚刀法向齿形的求法	199	§ 13-4 摆线齿锥齿轮铣刀盘	223
二、工件节圆半径的选择	200		

绪 论

一、金属切削刀具在机械加工中的作用和意义

在现代机械制造工业中，金属切削加工是使用得极其广泛的一种机械加工方法。任何一种机械设备，凡是形状、尺寸、精度和表面光洁度有较高要求的零件，一般都需要经过切削加工。要高质量、高效率地进行切削加工，就必须使用性能优良的、先进的生产工具，包括金属切削机床、金属切削刀具（可简称刀具）、夹具、量具及其他辅助工具等。随着机械零部件的材质、形状、尺寸和技术要求的不同，以及生产批量和使用机床的不同，就要求使用各式各样的刀具来加工。而且，刀具对于提高劳动生产率、保证加工精度与表面质量、改进生产技术、降低加工成本，都有直接的影响。因此，如何正确设计刀具、合理使用刀具和不断改进刀具的制造方法，是机械加工中一项重要工作。经过长期的生产实践和科学研究，金属切削刀具已逐步发展成为一门专门的学科。

二、刀具的分类和设计刀具时须满足的基本要求

1. 刀具的分类

如上所述，刀具种类很多。随着生产的不断发展，还会日益增加。因此，应将刀具系统地加以分类，这样既便于认识各类刀具的基本特征，又有利于综合地研究它们的共同性问题和趋向。

刀具可分为以下几类：

- (1) 切刀类——包括普通切刀（车刀、刨刀、插刀等）、成形切刀等；
- (2) 孔加工刀具类——如钻头、扩孔钻、铰钻、铰刀、镗刀、复合孔加工刀具等；
- (3) 铣刀类——按用途分，有圆柱（平面）铣刀、立铣刀、端铣刀、键槽铣刀、角度铣刀、成形铣刀等；若按齿背形式分，则有尖齿铣刀和铲齿铣刀；
- (4) 拉刀类——如圆孔拉刀、键槽拉刀、花键拉刀、平面拉刀等；
- (5) 螺纹刀具类——如螺纹车刀、螺纹梳刀、丝锥、板牙、螺纹铣刀、自动开合板牙头等；
- (6) 齿轮刀具类——如成形齿轮铣刀、齿轮滚刀、插齿刀、蜗轮刀具、剃齿刀、花键滚刀、锥齿轮刀具等；
- (7) 自动线和数控机床刀具；
- (8) 磨具类——如砂轮、磨头、砂瓦、油石等。

除上述的分类外，若从其他角度考虑，又可有不同的分类。例如，若从刀具材料分，则有高速钢刀具、硬质合金刀具和金刚石刀具等；若从刀具结构分，则有整体刀具、镶片刀具和复合刀具等。

2. 设计刀具时须满足的基本要求

设计刀具时，必须满足的基本要求是：(1) 保证加工工件所要求的形状、尺寸、精度和表面质量；(2) 加工生产率高，使用的经济效果好；(3) 具有足够的强度、刚度和韧性；(4) 切削性能优良，耐用度高；(5) 结构合理，工艺性好，便于制造，成本低。

三、我国刀具工业和刀具学科的发展概况

我国是历史悠久的文明古国,从大量的出土文物和历史资料的记载中,就可知道我国在金属切削加工方面曾取得过辉煌的成就。例如:我国在公元前所用的钻头、锯等切削工具,与现在的扁钻、锯等很相似;十七世纪,我国制造天文仪器所用的铣刀,已类似现代的镶片铣刀。但由于长期的封建统治,人民受到残酷压迫,近代又遭受帝国主义的野蛮侵略,致使我国科学技术的发展长期受到阻碍,停滞不前。解放前,我国仅有少数的机器修配厂,根本没有自己的刀具制造厂,更谈不上进行刀具方面的科学研究了。

新中国成立以后,随着机械工业的迅速发展,刀具制造业也相应地得到了发展和提高。建国初期就建立了一批专业工具厂;第一个五年计划期间,又建立了一些新型量具刀具厂;1958年,全国不少省、市也建立了许多工具厂。此外,在大量的机械制造厂内,也建立了工具车间,制造各厂自己需要的特殊刀具。为了保证刀具生产质量和制造水平,我国于1960年颁布了工具专业标准,以后又曾逐步修改;多数刀具已制订了国家标准。为了普及和提高刀具制造与使用技术,从1959年起,机械工业部曾多次组成先进刀具推广队,到全国各地推广先进技术,并举办全国工具展览会和经验交流会。

党和政府在大力进行工具工业基本建设和推广使用先进刀具的同时,还十分重视专门人才的培养和科学研究工作。从1952年起,全国许多高等院校和专科学校,先后设立了刀具专业或专门化,开设了金属切削原理和刀具课程,设立了金属切削实验室;还成立了专门的科学研究机构——成都工具研究所;1981年,全国高等院校成立了“全国高等院校金属切削原理与刀具研究会”(现改名为“中国高校金属切削研究会”)。多年来,许多科研单位、高等院校和工厂互相协作,积极开展金属切削原理和刀具方面的科学研究,取得了丰硕的研究成果。例如:在刀具材料方面,我国的高速钢和硬质合金的品种与规格不断增加,质量也在不断提高;研制成功了人造金刚石、立方氮化硼、陶瓷、复合材料等不少新型刀具材料。在刀具结构、刀具几何参数和刀具制造工艺的改进方面,我国广大的工人和科技人员作出了很大的成绩,积累了不少经验。1964年在北京举行的国际科学讨论会上,“群钻”曾得到来自四大洲的科学家们的的好评;我国一些生产水平高的专业工具厂生产的麻花钻头,已达到世界先进水平,齿轮滚刀的耐用度也不低于英、美、德、日等国的同类产品;不少工厂和科研单位研制的硬质合金拉刀、滚刀以及高速插齿刀等刀具,生产率和加工质量均有显著提高。总之,建国以来,我国的刀具工业和刀具方面的科学研究取得了很大的发展和进步。但与世界上工业发达的国家相比,还有较大的差距。因此,我们必须继续不断地努力,争取迅速赶上和超过世界先进水平。

四、本课程的性质和学习要求

本课程是一门专业课。在学习它之前,应先掌握投影几何与机械制图、金属材料以及其他工程材料的物理机械性能、齿轮啮合原理、金属切削加工的基本理论、公差配合与技术测量等基础知识。

学习本课程后应达到以下要求:

- (1) 了解常见通用刀具的类型、结构特点与应用范围,并能正确地选用;
- (2) 初步掌握专用刀具的设计计算方法;
- (3) 对刀具的发展趋势和新成就有初步的了解。

参 考 资 料

- 〔1〕《金属切削理论与实践》编写组,《金属切削理论与实践》(上册),北京出版社,1979.
- 〔2〕华中工学院金属切削刀具教研室,上海交通大学机械制造教研室合编,《金属切削刀具》(上册),华中工学院教材出版科印,1965.
- 〔3〕西北工业大学科技资料“国内外刀具发展概况”,1975.
- 〔4〕哈尔滨工业大学袁哲俊,《国内外刀具技术动态》,甘肃省机电研究所印,1978.
- 〔5〕郑州工学院沈沛如,《国内外刀具发展概况》,郑州工学院机械系资料室印,1979.

第一章 车 刀

§1-1 车刀的种类和用途

车刀是金属切削加工中用得最广泛的刀具，它可以在普通车床、转塔车床、立式车床、自动与半自动车床上，完成工件的外圆、端面、切槽或切断等不同加工工序。正因为它的用途不同，因此形状、结构、尺寸等也就各不相同，类型很多。除少数情况外，一般车刀都是只有一条主刀刃的单刃刀具，它们工作时的切削运动（主运动）是旋转运动，由工件完成，前进给运动（辅助运动）是直线运动，由车刀完成，这是它们的共同特征。

车刀按用途不同，可分为外圆车刀、端面车刀、切断车刀等类；按切削部分材料不同，则可分为高速钢车刀、硬质合金车刀、陶瓷车刀等类。此外，也可按其他方式加以分类。本节将按用途分类，简要介绍几种常用车刀。

（1）外圆车刀 主要用来加工工件的圆柱形或圆锥形外表面。通常采用的是直头外圆车刀（图1-1a），还可以采用弯头外圆车刀（图1-1b）。弯头外圆车刀不仅可用来纵车外圆，还可车端面和内外倒棱。当加工细长和刚性不足的轴类工件外圆，或同时加工外圆和凸肩端面时，可以采用主偏角 $\kappa_r=90^\circ$ 的偏刀（图1-1c）。这种偏刀也可以加工端面。但应在水平面内偏转一定角度，使副刀刃与工件端面之间有一隙角。当偏刀由工件外圆向中心进给时，这个隙角就是副偏角。

（2）端面车刀 即专门用来加工工件端面的车刀。一般情况下，这种车刀都是由外圆向中心进给，以12为主刀刃（图1-2）。显然，这时若 $\kappa_r>90^\circ$ ，则在切削力作用下，车刀将

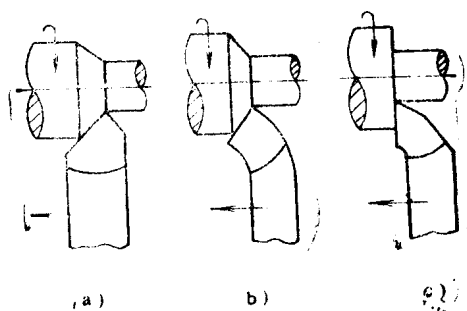


图1-1 外圆车刀

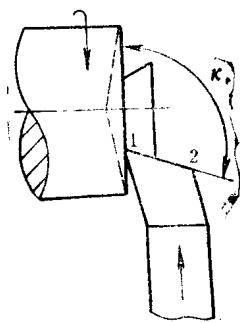


图1-2 端面车刀

切入工件端面而形成内凹锥面（图中虚线所示）。因此通常这种车刀取 $\kappa_r \leq 90^\circ$ ，这样也有利于加强刀尖，提高车刀耐用度。加工带孔工件的端面时，这种车刀也可以由中心向外圆进给。

（3）切断车刀 专用于切断工件。这种车刀的工作条件比外圆或端面车刀更为不利。为了能完全切断工件，车刀刀头必须伸出很长（一般应比工件半径约大5~8mm）。同时，

为了减少工件材料消耗,刀头宽度必须在满足其强度要求下尽可能取得小一些(一般取为2~6mm)。这样,切断车刀的刀头就变得长而狭(图1-3a),刚性差,工作时切屑排出困难。为了改善它的工作条件,可以如图1-3b所示加强刀头,并合理选择其几何参数。在切断过程中,车刀主刀刃越接近工件中心,实际工作后角越是减小,后刀面与工件间产生很大摩擦,容易引起崩刀。为了避免这种情况产生,可以作成如图1-3c所示的两个主刀刃,使其在大部分刀刃尚未达到工件中心时就可切断工件。这种刀头型式也有利于车刀的切入和分屑排屑。有时为了不在工件端面留下凸起部分,常将刀头作成斜的主刀刃,如图1-3d所示。

切槽用的车刀,在形式上类似于切断车刀。其不同点在于,刀头伸出长度与宽度应根据工件上槽的深度和宽度来决定。

以上是常用的三种车刀,它们可以根据具体工作要求,改变主刀刃或刀头相对于车刀轴线的位置,因此又有左刀或右刀、左弯或右弯、左偏或右偏^[1]等等之分(图1-4)。

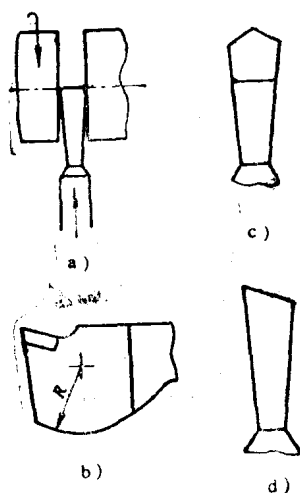


图1-3 切断车刀

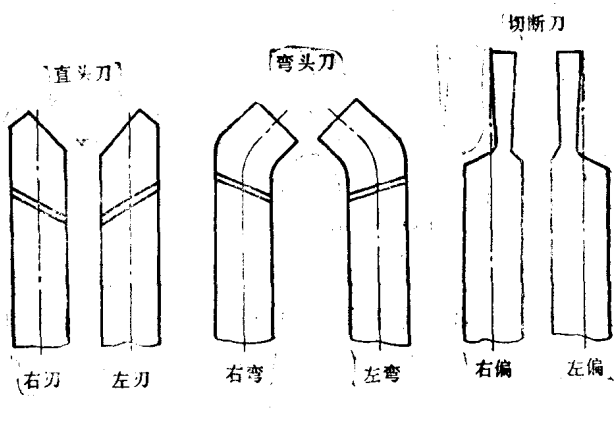


图1-4 车刀刀刃与刀头的不同位置

§1-2 车刀的结构型式

车刀的结构有多种型式,例如整体式高速钢车刀、焊接式硬质合金车刀、机械夹固式硬质合金车刀和金刚石车刀等等。因为硬质合金车刀是现在应用得最广泛的一种刀具,所以本节将着重介绍它的结构。

一、焊接式硬质合金车刀

这种车刀是将一定形状的硬质合金刀片,用黄铜、紫铜或其他焊料,钎焊在普通结构钢刀杆上而成的。由于其结构简单、紧凑,抗振性能好,制造方便,使用灵活,所以用得非常广泛(图1-5)。但是这种车刀也存在不少缺点:

(1) 由于硬质合金刀片和刀杆材料的线膨胀系数和导热性能不同,刀片在焊接和刃磨的高温作用后冷却时,常常产生内应力,极易导致裂纹,降低了刀片的抗弯强度,致使车刀工作时刀片产生崩刃或打刀。

(2) 在焊接车刀的刀片前刀面上,常常需要磨出断屑槽,造成了硬质合金的额外消

耗，减少了刀片的有效刃磨次数。

(3) 刀杆随刀片的用尽而报废，不便于重复使用。

(4) 重型车床上用的车刀，因其尺寸较大，又较重，焊接刀片时很不方便，也容易产生裂纹，以后重磨也较困难。

焊接式车刀的硬质合金刀片形状和尺寸有统一的标准规格，由专门的硬质合金厂（如株洲硬质合金厂、自贡硬质合金厂等）按冶金工业部标准YB850-75的规定生产供应。设计和制造车刀时，应根据其不同用途，选用合适的硬质合金牌号和刀片形状规格。

车刀刀杆头部应按所选定的刀片形状尺寸作出刀槽，以便放置刀片，进行焊接。为了避免和减少刀片焊接时产生的内应力，应该在保证焊接强度的前提下，尽可能选用焊接面较少

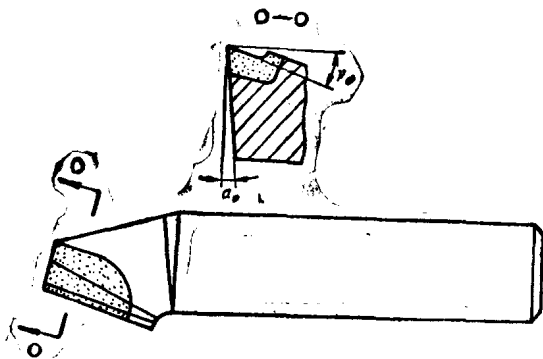


图1-5 焊接式车刀

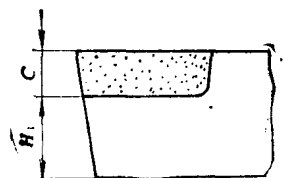


图1-6 刀片厚度 C 与刀杆头部支承面高度 H_1

的刀槽槽形。还应注意使刀杆上刀片支承面高度 H_1 与刀片厚度 C 保持 $H_1/C > 3$ 的比例关系（图1-6），以保证刀头部分强度，减少刀片焊接时的内应力。因此，选择刀片型号和厚度尺寸时，要同时考虑到刀杆高度，因为它受到车床刀架尺寸的限制。

二、机械夹固式硬质合金车刀

为了克服焊接式硬质合金车刀所存在的缺点，人们创造和推广使用了机械夹固式结构，将刀片用机械夹固方式平装（刀片水平放置）或立装在车刀刀杆上。图1-7所示为刀片立装的机械夹固式强力车刀。这种车刀可采用标准硬质合金刀片，通过螺钉、楔块夹持在刀杆上。刀片立装在刀体上，通过装夹获得所需后角（ $4^\circ \sim 6^\circ$ ），只需刃磨前刀面。这样装夹的刀片受力较好，并可增加刃磨次数，提高刀片利用率。这种结构适于在半精车和粗车中使用。

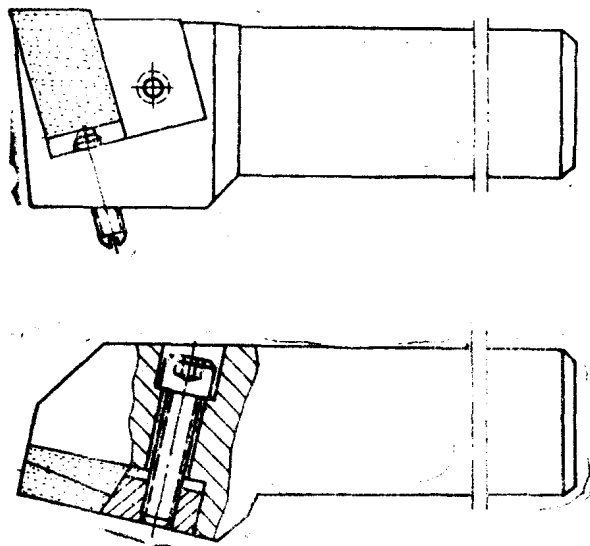


图1-7 机械夹固式车刀

采用机械夹固硬质合金刀片的结构，其主要优点是刀片可不经高温焊接，避免了因焊接而引起的刀片硬度降低和由内应力导致的裂纹，提高了刀具耐用度；刀杆可以重复使用；刀片的可磨

次数增加，刀片利用率较高，直到不能继续使用，还可以由硬质合金厂回收再制。但是，这种结构的车刀在使用过程中仍需刀磨，还不能完全避免由于刀磨而可能引起的裂纹。

在重型车床上用的机械夹固式车刀，常常不是直接夹固硬质合金刀片，而是夹固焊有刀片的小刀块。这种结构型式如图1-8所示。图中小刀块2由销子6定位，经螺钉1夹固在刀杆上。用螺钉4固定的压板3起断屑作用。这种结构适用于大而重的车刀，使用时可不必从机床上卸下整个车刀，只需取下刀块进行刀磨，因此在重型车床上有较好的使用效果。近年来在中型车床上也有应用。当然，采用这种结构仍需避免或减少焊接和刀磨时可能产生的裂纹。

直接夹固硬质合金刀片的结构既然具有完全避免焊接裂纹产生的优点，那么在这个基础上如果能够再设法消除刀磨或重磨时由内应力可能引起的裂纹，这样机械夹固刀片的结构就更为完善了。机夹（即机械夹固）可转位车刀就是在这一思想指导下产生的。图1-9表示了

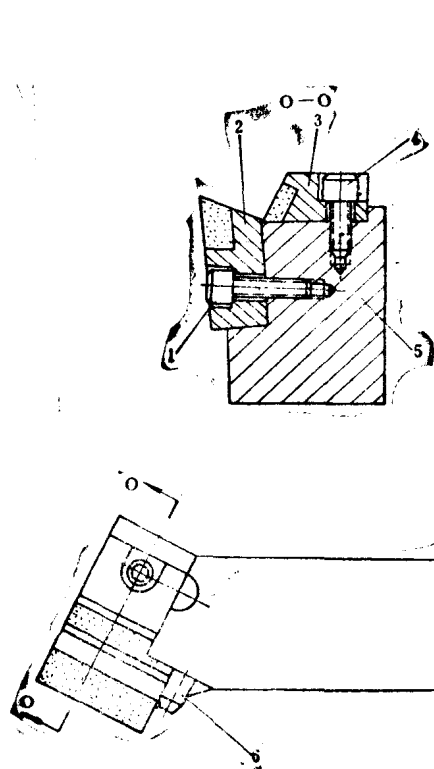


图1-8 重型车床用车刀

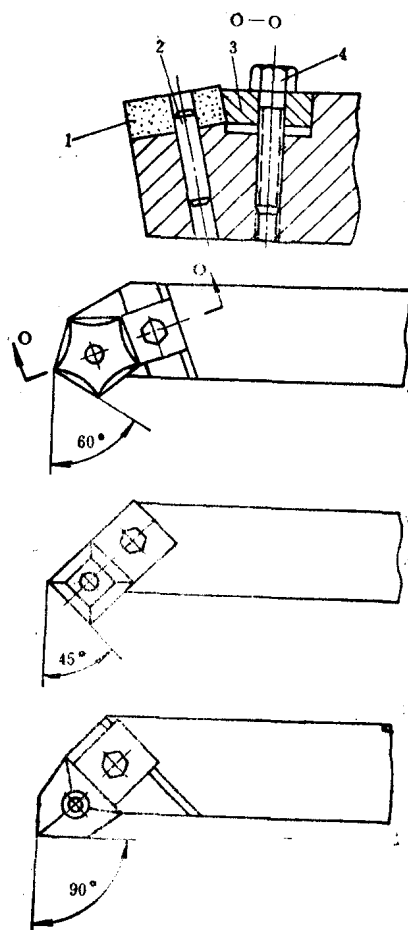


图1-9 机夹可转位车刀

机夹多边形刀片的车刀结构。刀片1套装在压入刀杆的销轴2上，楔块3通过螺钉4将刀片压向销轴和支承底面而使刀片固定。刀片上的前刀面和断屑槽在压制刀片时已经制出，车刀的前、后角靠刀片在刀槽中的安装定位来最后获得。刀片的每一条边都可用作刀刃。一个刀刃用钝后，可以转动刀片改用另一新刀刃工作，直到刀片上所有刃口均已用钝，刀片就报废回收。更换新刀片后，车刀又可继续工作。显然，这种车刀比焊接式和机械夹固普通硬质合

金刀片的车刀还具有下述优点:

(1) 由于刀片无须焊接和重磨,因而有可能不使其产生焊接与重磨时的内应力和裂纹,硬质合金材料保持了原有的机械性能、切削性能、硬度和抗弯强度,刀片具有较高的耐用度。

(2) 减少了刃磨、换刀、调刀所需的辅助时间,提高了生产效率。

这种型式车刀,经过工厂长期试用,证明是一种经济效果较好的刀具结构,不仅适用于车刀,在其他刀具上也已推广使用。现在,可转位硬质合金刀片已制订有国家标准,由硬质合金厂大批生产。刀片的机械夹固结构,通过推广使用和不断改进,又出现了许多新的结构型式,在下一节中将择要加以介绍。

三、金刚石车刀

金刚石车刀又常被人们称为宝石车刀。金刚石是目前硬度最高的刀具材料。由于它硬度极高,摩擦系数小,导热性能好,耐磨性强,因而具有很高的耐用度,且刀刃可极为锋利平直。这些优良的物理机械性能和切削性能,是其他刀具材料所不及的。它的缺点是脆性较大,不耐冲击,对振动十分敏感,而且与铁元素的化学亲和性大。所以,金刚石车刀宜于在切削平稳、走刀均匀、切削深度小(0.3mm 以下)、进给量小(0.1mm/r 以下)的条件下进行精密切削,以及在微量的切削深度($0.1\sim 0.05\mu\text{m}$)下进行超精密切削,用以加工有色金属及合金、非金属材料和其他铁族材料以外的金属,以获得高精度和高光洁度(镜面)的零件。

天然金刚石的晶体结构不同,在不同结晶方向上的机械性能有较大差异。一般采用的是8面晶体或12面晶体,颗粒

重 $0.5\sim 1.5\text{car.}$ (carat 克拉),焊在刀杆上刀头部位的槽中(图1-10a)。这种焊接结构简单,可以采用小颗粒的金刚石。但要保证焊牢,以免影响使用效果。

采用机械夹固式结构的金刚石车刀,目前已日渐广泛。如图1-10b所示,金刚石1镶嵌在小刀块2上(用粉末冶金法加压烧结),通过螺钉3、压板4和支承销5而夹固在刀杆

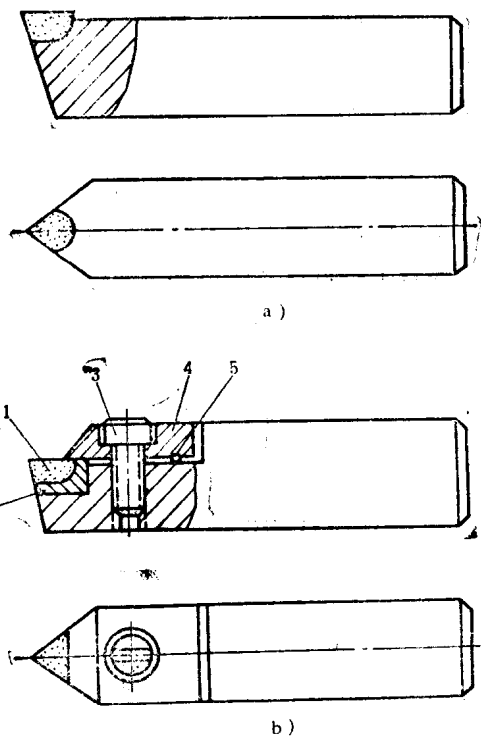


图1-10 金刚石车刀

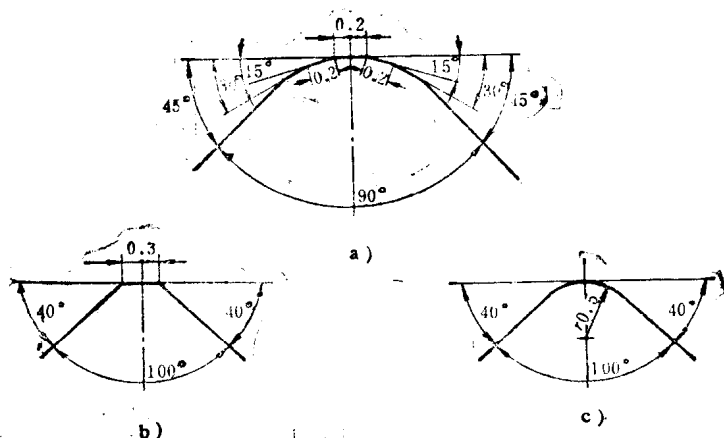


图1-11 金刚石车刀刀刃形式

上。为了夹固牢靠，压板4应压到金刚石上一定长度，所以要采用颗粒较大的人造金刚石。

金刚石车刀的前角一般取为 $0^{\circ}\sim-5^{\circ}$ ；后角在加工硬材料时取 $4^{\circ}\sim 8^{\circ}$ ，加工软材料时取 $10^{\circ}\sim 12^{\circ}$ ；刃倾角为零；刀刃的形式和偏角对金刚石车刀的加工效果有很大影响。图1-11所示为生产中用到的几种形式。

§1-3 可转位刀片夹固的典型结构

图1-9所示为机夹可转位车刀刀片夹固的一种结构型式。既然可转位车刀的特点体现在通过刀片转位更换新刀刃，以及所有刃口用钝后更换新刀片，那么刀片的夹固就必须满足下列要求：

(1) 在转换刀刃或更换新刀片后，刀片位置要能保持足够精度，刀尖位置误差应在零件加工精度允许范围之内。

(2) 转换刀刃和更换新刀片要方便、迅速。

(3) 刀片夹紧要可靠，在切削过程中不致松动而使刀尖移位。但夹紧力也不宜过大，且应分布均匀，以免压碎刀片。夹紧力的方向应将刀片推向定位支承面，并尽可能与切削力方向一致，这样更有利于可靠地夹紧。

以上是夹固刀片的基本要求。当然，要达到这些要求，首先是刀片制造精度必须保证一定的互换性；其次是必须严格控制刀杆上刀槽的加工精度，特别是刀片支承定位面的加工精度；此外，还应合理设计夹紧机构，除满足刀片夹紧要求外，它必须是简单、紧凑，不致削弱刀杆刚性。而且制造和使用方便。

可转位刀片的夹紧机构有较多的型式，这里介绍几种常见的结构。

(1) 楔销式 图1-9所示的就是楔销式的一种结构形式。经过使用后，改进成如图1-12所示，楔块上的斜面使刀片压紧在圆柱销上；刀片支承面下加了垫片。这是因为刀槽表面经过加工后不很平整，硬质合金刀片置于其上后，容易因受压而崩裂。在刀片下加垫片（称为刀垫），可以起防止刀片崩裂的作用；在楔块下增加一弹簧垫片，以便在松开夹紧螺钉能及时抬起楔块，免其被紧锁住而不易松开。这种机构夹紧力大，能可靠地夹紧刀片，且零件少，形状又简单，制造较易，所以用得比较广泛。但它在刀片转位后的刀尖位置精度较差，刀头结构尺寸较大，使用时还要注意切削热会加大楔块、刀片和销轴间的夹紧力，有可能引起刀片碎裂。

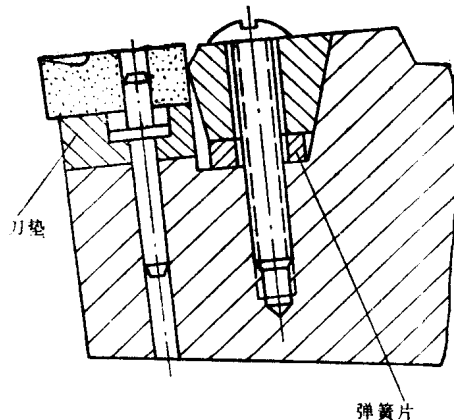


图1-12 楔销式夹紧

(2) 偏心销式 如图1-13所示。套装刀片用的销轴1，其下端作成螺杆，上端为与螺杆不同心的偏心圆柱，偏心量为 e 。当螺杆转过一定角度时，偏心圆柱就将刀片2压向刀槽两侧支承面而夹紧。螺杆的螺旋升角小，有自锁性，在使用过程中不易因切削力的变化而松动。还有采用光杆偏心销的，即销轴下端仅为圆柱形而无螺纹，用这种机构夹紧刀片不如螺杆偏心销可靠，使用过程中有可能松脱。

偏心销式夹紧的结构简单,零件少,制造容易,刀头尺寸小,刀片的装卸和转位方便,切屑流出不受阻碍,也不会擦坏夹紧元件。但偏心量的大小要适当。偏心量过大,夹紧的自锁性差,刀片易松动;偏心量过小,则刀片的孔径和位置、刀片的形状和尺寸、刀杆上螺杆孔的制造精度都应有较高要求,否则就不能夹紧。

(3) 杠杆式 图1-14a是这种夹紧机构的一种型式。刀片1通过杠销2和螺钉5夹紧。当旋进螺钉5时,其锥体部分推压杠销2的下端。杠销以其中部的鼓形台阶外圆与弹簧套4(或直接与刀杆孔壁)的接触点作为支点而倾斜,其上端的鼓形台阶就将刀片压向刀槽两侧支承面,而使刀片夹紧。刀垫3用弹簧套4定位。松开刀片时,刀垫因弹簧套的张力压住它的孔壁而保持着原来的位置,因而不会松脱。

图1-14b是杠杆式的另一种型式。刀片1由曲杠2通过螺钉3夹紧。旋进螺钉3,使曲杠以其拐角凸部为支点摆动而将刀片压向刀槽侧支承面。利用螺钉5可以调整弹簧4以控制压紧力。松开螺钉3时,弹簧4将曲杠托起,刀片则被松开,此时即可迅速转位或更换刀片。弹簧套6呈瓦片形(半圆柱形套),刀垫7就是靠弹簧套的外径被定位在刀杆上在。弹簧套的内壁与曲杠之间有较大空隙,便于曲杠在其中摆动。

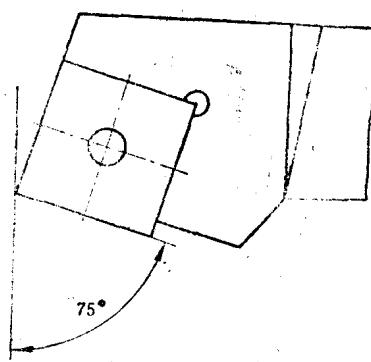
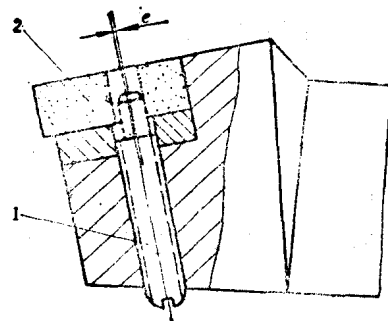


图1-13 偏心销式夹紧

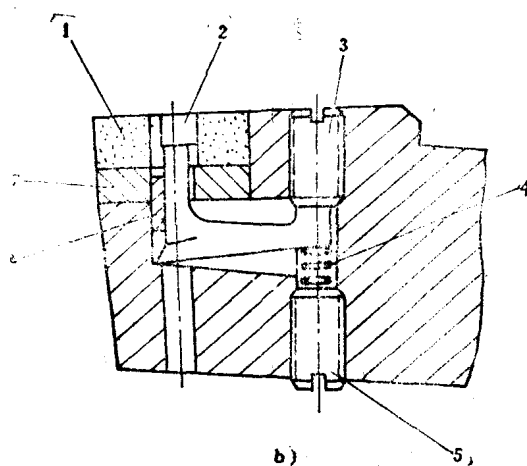
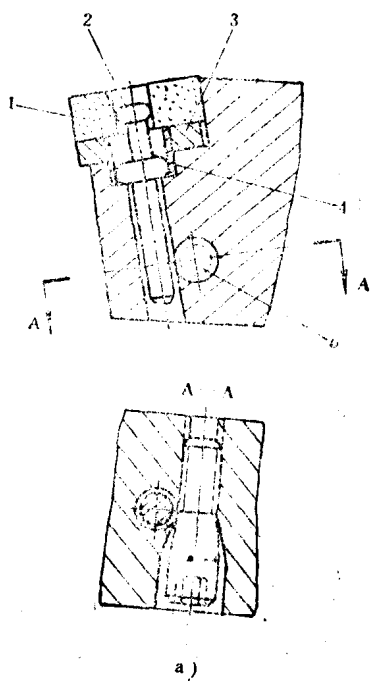


图1-14 杠杆式夹紧

这种杠杆式夹紧机构是靠刀片两个侧面定位的, 所以定位精度较高, 刀片受力方向较为合理, 夹紧可靠, 刀头尺寸小, 刀片装卸灵活, 使用方便。缺点是结构复杂, 制造较困难。

(4) 上压式 上述三种夹紧机构仅适用于带孔的刀片。对于不带孔的可转位刀片, 则可采用上压式机构来夹紧, 利用螺钉、压板等压紧件, 直接将刀片压紧在刀槽中 (图1-15)。这种结构的夹紧力大, 稳定可靠, 装夹方便, 制造容易。如图中所示, 刀垫用销子定位。松开夹紧螺钉后, 弹簧顶杆自行将压板抬起, 便于刀片转位或更换。对于带孔刀片, 也可采用销轴定位和上压式夹紧的组合方式。上压式夹紧的主要缺点是刀头尺寸较大。

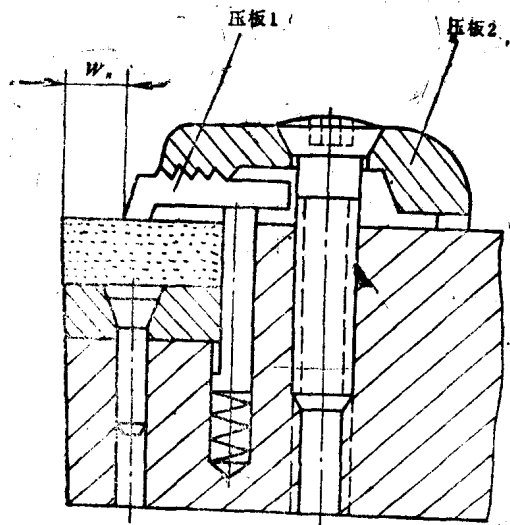


图1-15 上压式夹紧

§1-4 车刀的卷屑断屑结构

硬质合金车刀通常用于高速切削。切削钢料时, 形成的带状切屑到处乱窜, 或缠绕在工件、车刀上, 不仅妨碍工人操作, 而且对工人的安全也带来严重威胁。这种高速高温的切屑还会损伤工件已加工表面, 阻碍切屑的继续流通, 甚至会使车刀崩刃。此外, 它还占有较大体积, 不利于运输, 对实现加工自动化也是个障碍。因此, 如何断屑, 是切削加工中需要研究的重要而又有现实意义的课题。

迄今为止, 对卷屑断屑的机理与方法, 仍在进行着深入的研究, 也提出了许多适应不同加工条件的措施。这些断屑办法虽然很多, 但在基本原理上却有共性, 即切屑在形成过程中产生很大的塑性变形, 紧接着又承受前刀面的摩擦阻力作用, 变得既硬又脆, 并且产生卷曲, 这就是断屑的基本条件; 在这个基础上, 再使切屑在流出过程中遇到障碍, 承受附加的弯曲或冲击载荷而将其折断。

常见的卷屑断屑方法有:

(1) 利用合适的几何角度 根据具体加工条件和切削用量, 选取合适的几何角度, 增加切屑的塑性变形和硬脆性, 从而促使切屑卷曲并折断。通常加大主偏角 κ_r , 使切屑变厚, 更有可能使切屑折断; 采用较小的正前角或负前角, 也有利于断屑。但负前角会引起切削力的显著增加, 故一般可采用较小的正前角加上负倒棱。当主偏角较大时, 选用小的负刃倾角, 可进一步改善断屑条件。在中等功率的机床上车削钢料时, 选取以下几何角度, 可以在一定切削用量范围内实现断屑:

主偏角 $\kappa_r = 90^\circ$

前角 $\gamma_o = +5^\circ \sim +15^\circ$

刃倾角 $\lambda_o = -15^\circ$