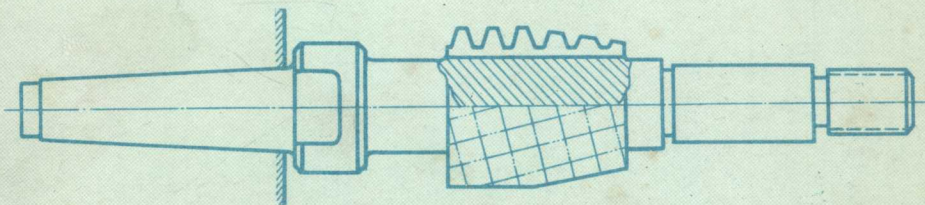
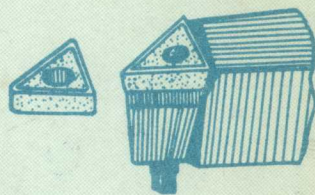


刀具课程设计指导书

刀具教研室 刘华明 主编



哈尔滨工业大学

前 言

刀具课程设计指导书是为本校机械制造工艺及自动化专业学生编写的，供作刀具课程设计使用。

本指导书首先对刀具课程设计的目的、要求作了说明，并提出了设计方法，以便使学生对刀具课程设计有明确的认识，并能顺利地进行设计。

本指导书的主要篇幅是设计指导资料。我校近年来给学生选作的典型刀具主要是机夹可转位车刀、拉刀、蜗轮滚刀、花键滚刀等。本指导书对这几种刀具都写了设计指导资料，并附有例题和思考题。此外，还提供了其他一些刀具的设计指导资料，如螺旋槽成形铣刀、复合孔加工刀具、飞刀等，供学生在选作这类题目时参考。其他如硬质合金端铣刀、铰刀、螺纹刀具等，今后将根据需要另行编写。

由于本指导书是配合全国通用教材《金属切削原理及刀具设计》上、下册使用的，因此，凡在教材中已详细介绍了设计原理、公式、资料的刀具，本指导书尽量不再编入，例如，课程设计中经常作的径向进给蜗轮滚刀，成形车刀等。而对教材中讲得较少的，则写得比较详细，如螺旋槽成形铣刀设计、飞刀设计等，以便学生自学。

本指导书上使用的公差与配合是按新国标 GB 181—79 的规定编写的，但对目前还没有新国标的一些精度、配合等，则仍用旧标准。

本指导书第一章由刘华明编写，第二章由丁儒林编写，第三章由孔庆复编写，第四章由薄化川编写，第五章由刘华明编写，第六章由韩荣弟编写，第七章及附录由曲存景编写。全书由刘华明主编，薄化川主审。

编写中承刀具教研室全体同志及研究生赵九长协助。

由于编者水平所限、书中的缺点、错误在所难免，诚恳地希望读者提出批评指正。

目 录

第一章 刀具课程设计的目的和设计应考虑的主要问题	1
第一节 刀具课程设计的目的、内容和方法	1
一、刀具课程设计的目的	1
二、刀具课程设计的内容和要求	1
三、设计方法	2
第二节 设计刀具应考虑的主要问题	2
一、选择合适的刀具类型	2
二、正确选择刀具材料	3
三、确定合理的切削方式	3
四、确定刀具合理的几何角度	4
五、合理设计刀具的重磨表面	4
六、妥善解决刀具的排屑、容屑、断屑问题	5
七、合理确定刀具的结构参数	7
八、正确设计刀具的廓形	7
九、制定合理的技术条件	8
十、考虑刀具的制造工艺问题	8
第二章 硬质合金可转位车刀设计	9
一、硬质合金可转位车刀的结构	9
二、硬质合金可转位刀片型号的表示规则	18
三、硬质合金可转位刀片的型号和基本参数	23
四、硬质合金刀垫及断屑块	35
五、有断屑槽刀片的基本尺寸和参考尺寸	44
六、硬质合金可转位刀片的选择	48
七、硬质合金可转位车刀刀杆的选择	49
八、硬质合金可转位车刀几何角度的选择和计算	51
九、硬质合金可转位车刀设计计算例题	59
十、硬质合金可转位车刀技术条件	65
十一、硬质合金可转位车刀代号	66
十二、杠杆式硬质合金可转位车刀图例	70
思考题	80
第三章 镗刀和复合孔加工刀具设计	82
第一节 镗刀	82
一、镗刀的类型	82
二、镗杆的结构	84
三、加工大直径孔的镗杆、镗刀块结构	87

四、小刀头安装位置对镗孔工作几何角度的影响·····	89
五、硬质合金镗刀的技术要求·····	92
六、镗刀尺寸的微调·····	92
第二节 复合孔加工刀具·····	97
一、概述·····	97
二、复合钻的设计·····	97
三、复合扩孔钻·····	98
四、复合铰刀·····	104
思考题·····	107
第四章 拉刀设计·····	108
第一节 拉刀设计的一般资料·····	108
一、拉刀的构造·····	108
二、拉削方式·····	108
三、拉削余量·····	110
四、齿升量·····	111
五、拉刀几何参数·····	114
六、齿距及同时工作齿数·····	115
七、容屑槽·····	116
八、分屑槽·····	118
九、校准部·····	122
十、柄部·····	123
十一、颈部及过渡锥·····	129
十二、前导部、后导部和尾部·····	130
十三、拉刀总长度·····	132
十四、拉刀强度校验和拉床拉力校验·····	132
十五、拉刀主要技术条件·····	134
第二节 矩形花键拉刀设计·····	136
一、余量切除顺序·····	136
二、花键齿廓形参数·····	138
三、倒角齿的参数计算·····	139
第三节 键槽拉刀设计·····	140
一、键槽拉刀结构形式·····	140
二、键槽拉刀横截面尺寸·····	141
三、倒角齿计算·····	142
四、校准部·····	142
五、柄部及前导部设计·····	142
六、导套设计·····	143
第四节 设计例题·····	144

.....	一、综合轮切式圆孔拉刀设计举例.....	144
.....	二、矩形花键拉刀设计举例.....	149
.....	三、键槽拉刀设计举例.....	156
.....	思考题.....	160
第五章	铲齿成形铣刀设计	162
第一节	加工直槽用成形铣刀设计.....	162
一、	齿形的设计计算.....	162
二、	结构参数的选择及计算.....	163
三、	成形铣刀的技术条件.....	170
四、	铲齿成形铣刀设计计算举例.....	171
第二节	加工螺旋面用盘状成形铣刀齿形设计.....	174
一、	计算法的原理.....	174
二、	计算公式的推导.....	175
三、	工件端截形为通过中心的直线时的计算公式.....	179
四、	计算举例.....	182
	思考题.....	185
第六章	蜗轮滚刀与飞刀设计	186
第一节	切向进给蜗轮滚刀设计与计算.....	186
第二节	蜗轮飞刀的设计与计算.....	200
一、	飞刀的类型及其齿形.....	200
二、	法向按装的阿基米德飞刀的齿形计算.....	201
三、	飞刀刀头及夹固形式.....	204
四、	飞刀的公差.....	207
五、	校验项目.....	207
六、	例题.....	208
	思考题.....	213
第七章	矩形花键滚刀设计	214
一、	矩形花键滚刀的设计说明.....	214
二、	矩形花键滚刀的技术条件.....	221
三、	矩形花键滚刀设计步骤与例题.....	223
	思考题.....	250
附录	刀具设计常用资料	251
一、	切削刀具的装卡方法与结合形式.....	251
二、	切削刀具圆柱形尾柄直径的标准尺寸系列.....	253
三、	切削工具前、后导柱的直径.....	253
四、	切削工具用的方头和方孔.....	255
五、	切削刀具用圆柱形孔和轴的键.....	256
六、	在心轴上固定刀具用的端键尺寸.....	258

141	七、大直径端铣刀装卡部分尺寸.....	259
142	八、安装在铣刀心轴上带拨杆的摩氏锥体的扁头尺寸.....	259
143	九、快换式镗钻及夹头装卡部分尺寸.....	260
144	十、端面镗钻的装卡尺寸.....	261
145	十一、切削工具的圆锥尺寸.....	262
146	十二、中心孔尺寸.....	267
147	十三、空刀、倒角尺寸.....	268
148	十四、砂轮越出槽尺寸.....	270
149	十五、刀具材料.....	270
150	十六、与刀具有关的机床参考尺寸.....	276
151	十七、铲床凸轮升距.....	279

第一章 刀具课程设计的目的和设计应考虑的主要问题

第一节 刀具课程设计的目的、内容和方法

一、刀具课程设计的目的

金属切削刀具课程设计是在学生学习“金属切削原理及刀具设计”课程及其他有关课程之后进行的。其目的是培养学生运用所学的理论知识实际进行刀具设计的能力。通过设计要求学生

- (1) 掌握确定刀具类型及进行设计与计算的能力；
- (2) 能够正确地用工作图表达出完整的刀具结构和尺寸，并能确定适当的技术条件；
- (3) 学习利用各种参考文献、手册、国家标准等；
- (4) 通过几种刀具的设计掌握刀具设计的一般方法和步骤。

二、刀具课程设计的内容和要求

刀具课程设计学时为 40—50 学时，学生可设计 3—4 把刀具。为使学生得到各方面的锻炼，可选择设计几种不同类型的刀具，如：

1. 硬质合金车刀：可以机夹可转位车刀（或硬质合金端面铣刀）为典型。通过该车刀的设计，使学生熟悉以下内容：

- (1) 常用硬质合金材料的牌号和选用原则；
- (2) 硬质合金可转位车刀刀片的规格，标准及代号；
- (3) 车刀几何角度的选择原则及推荐数值；
- (4) 车刀的断屑方法及断屑槽参数；
- (5) 刀片的夹紧结构；各种夹紧结构的优缺点；
- (6) 刀槽几何参数的计算方法。

2. 拉刀、丝锥类刀具：这类刀具是粗、精加工联合的刀具。对于刀具的粗切齿，要考虑粗加工刀具的一些问题，如选择切削图形（切削方式）问题；验算刀具强度和机床动力问题；计算刀具容屑空间和分屑问题等。对于精切齿，又需考虑精加工刀具的一些问题，如刀具的尺寸精度、尺寸耐用度问题；如何获得工件要求的表面质量问题；对刀具提出严格而又合理的公差和技术条件等。通过这类刀具的设计，可使学生较全面地熟悉设计刀具时需考虑的一些主要问题。

3. 成形刀具（包括按展成原理成形的刀具）：成形刀具是刀具中很大的一个类别，也是工厂中常遇到的刀具设计课题。课程设计中，学生可设计 1—2 把成形刀具，如成形铣刀，蜗轮滚刀，花键滚刀等。通过成形刀具的设计使学生熟悉

- (1) 所设计的成形刀具的设计原理、设计计算公式和计算方法；
- (2) 为保证成形刀具的精度，应对它提出的主要技术条件及其检验方法；

- (3) 对成形刀具重磨的要求；
- (4) 成形刀具制造、安装、使用中应考虑的一些主要问题。

对所设计的每一种刀具，都要求绘制完整的工作图（包括标注技术条件等）和书写设计计算书。设计计算书应主要包括

- (1) 选定刀具类型、材料的根据。
- (2) 刀具结构参数、几何参数的选择或设计。
- (3) 刀具的全部计算，包括计算公式和计算结果。计算应按规定 的计算精度进行，结果应准确，应采用国家标准规定的单位。
- (4) 对技术条件的说明。
- (5) 对刀具安装、使用的主要要求。
- (6) 参考文献。

计算书必须书写清晰。

三、设计方法

设计时，首先要仔细地阅读指导书，透彻了解设计的目的、内容和要求。接着，应研究设计任务书所给定的工件，以便根据工件的要求确定合适的刀具类型、精度等。然后应认真复习“金属切削原理与刀具设计”课程中所讲授的有关本刀具的内容，彻底掌握其设计原理、计算公式、结构特点等。在教师指导下，还应搜集有关该刀具的其他参考资料、手册、标准等。在对该刀具深入学习以后，再根据给定的工件进行设计计算，确定结构、结构尺寸、几何参数、技术条件；绘制工作图等。作图中，如发现设计、计算中有问题，应反过来再重新计算。

设计中，应特别注意运用标准问题。目前，关于刀具结构尺寸、刀具装卡部位的尺寸等大都有了标准。凡有标准的都应采用标准值。

第二节 设计刀具应考虑的主要问题

各种加工方法，如车、铣、钻等特点不同，因之设计各种刀具时要考虑的问题也不尽相同。但尽管如此，由于各种刀具的根本作用又都是切削，因此设计时要考虑的一些基本问题又是相同的。在开始进行课程设计时，应对这些问题有所了解，以便更好地进行设计。这些问题主要是：

一、选择合适的刀具类型

对每种工件进行工艺设计和工艺装备设计时，必须考虑选用合适的刀具类型。事实上，对同一个工件，常可用多种不同的刀具加工出来。例如加工一个齿轮，可以按成形法用模数铣刀一个齿一个齿地切出来，也可以按展成原理用插齿刀或齿轮滚刀加工出来，还可以用拉刀把整个齿轮一次拉出来。再如加工花键孔，可以插出，但一般宜用拉刀加工。而用拉刀加工时，又可以先拉圆孔，再拉花键，再拉倒角，也可以圆孔及花键，花键及

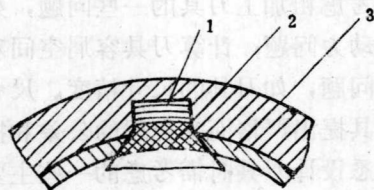


图 1—1 复合花键拉刀部分刀齿的负荷分配
1—花键齿切下部份；2—倒角齿切下部份；
3—圆孔刀齿切下部份。

倒角，或三者一起用复合拉刀拉成，各部分刀齿分别拉下花键、倒角及圆孔部分的余量，如图 1—1 所示。

分析上面的例子可以看出，采用的刀具类型不同将对加工生产率和精度有重要影响。总结更多的高生产率刀具可以看出，增加刀具同时参加切削的刀刃长度能有效的提高其生产效率。例如，用花键拉刀加工花键孔时，同时参加切削的刀刃长度 $l = B \times n \times Z_i$ ，其中 B 为键宽， n 为键数， Z_i 为在拉削长度内同时参加切削的齿数。而同样的花键孔若用插刀插键槽时，同时参加切削的刀刃长度仅等于键宽 B ，比较二者可以看出，拉刀同时参加切削的刀刃长度比插刀大得多，因而生产率高得多。事实上，各种刀具凡同时参加切削的刀刃长度较长时，都具有较高的生产率。但应看到，增加同时参加切削的刀刃长度必然使切削力增加，而如果切削力的增加受到机床——刀具系统刚度、强度限制时，则不能采用此种方法提高生产率。

此外，加工有一定形状要求的零件时，用刀具形状保证工件形状也具有高的生产率，如成形车刀、成形铣刀等。

实际生产情况是很复杂的，不仅要考虑生产率，还要考虑经济性等许多因素。在某具体情况下，究竟选择那种刀具最合适，须根据实际情况决定。此时要考虑工件材料、工件要求的精度和光洁度、批量、本单位制造刀具的设备和水平等等。应根据这些情况，决定选择某一种最合适的刀具。

二、正确选择刀具材料

刀具材料选择得是否恰当对刀具的生产率有重要的影响。在设计刀具时，一开始就应考虑正确选择刀具的材料。

因为硬质合金比高速钢及其他工具钢生产率高得多，因此，在能采用硬质合金的情况下应尽力采用。这是一个提高刀具生产率的十分重要的方向。例如哈尔滨第一机械厂用硬质合金代替高速钢做校键拉刀，精拉淬火硬度 $HRC \geq 60$ 的花键孔，拉刀耐用度提高数十倍，经济效果十分显著。

但是由于目前硬质合金的性能还有许多缺陷，如脆性大，极难加工等，使它在许多刀具上应用还很困难。因而，目前许多复杂刀具及切削条件很差的刀具（如钻头），还主要应用高速钢制造。

只有极少数在很低的速度下进行切削的刀具，才允许采用碳素工具钢或合金工具钢制造。

附录表 28 列出了各种刀具材料的主要性能及其适用范围；表 29 列出了常用高速钢的主要成分、性能和应用范围；表 30 列出了常用硬质合金的主要成分、性能和应用范围，在选择刀具材料时可参考。

三、确定合理的切削方式（或称切削图形）

所谓切削方式，是指在刀齿上以一定的方式分配切削厚度和宽度。从已学过的分层拉削方式和轮切拉削方式的比较中可以知道，切削方式选择得是否恰当对刀具的切削效率、切削负荷、耐用度及加工表面质量都有很大影响。

事实上，不仅拉削时可以以不同的切削方式进行，各种切削方法都如此。例如用丝锥切螺孔时，如丝锥的切削部分中径无锥度，只外径有锥度，则此切削部分刀齿的切削

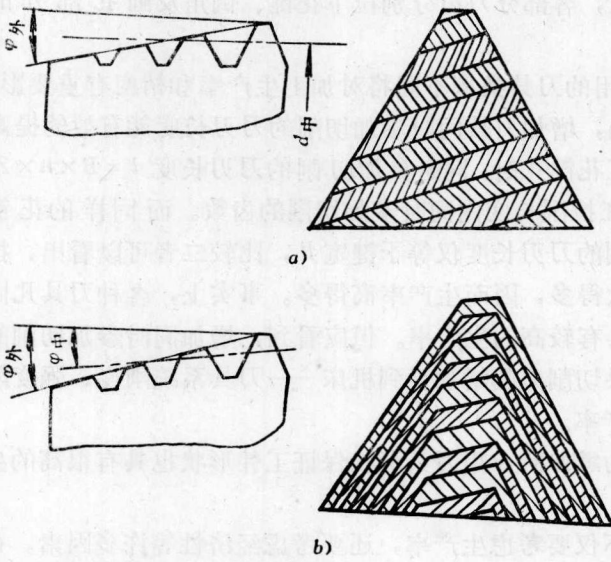


图 1—2 丝锥的两种切削图形

方式如图 1—2a 所示，每个刀齿主要以其顶刃参加切削工作。刀刃参加切削的长度短，切削厚度较大，刀齿的磨损较快，耐用度低。并且由于切削时刀齿侧刃对螺纹廓形无修正作用，因此切出的螺纹表面光洁度也较低。但这种丝锥的切削扭矩较小。如果将丝锥切削锥部的中径也做成锥形的，其切削方式将如图 1—2b 所示。用此种丝锥切削时，刀齿的侧刃也参加切削，刀刃参加切削的长度长，散热条件好，因而丝锥的耐用度高。切出

螺纹的表面光洁度亦高。但此种丝锥切削扭矩较大，制造亦较困难，故一般只在加工精度要求高的螺纹（如板牙）时采用。

四、确定刀具合理的几何角度

在“切削原理”课程中，已经叙述过刀具合理几何参数的选择原则，在课程设计中，应仔细地复习这一段内容。但在设计具体刀具时，除了要从切削条件方面考虑选用合理的几何参数外，还要考虑到其他方面的一些问题。因为对不少刀具来说，当采用对切削条件来说是“合理”的几何角度时，可能会降低这些刀具的精度或总的使用期限。例如，对于圆孔拉刀，当采用的后角大时，拉刀重磨后尺寸会迅速变小，因而后角一般只允许为 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。又如对成形铣刀、滚刀等，当采用前角大时，刀具的刃形在重磨后将发生畸变，因此一般多采用前角为零度。如果希望增大其前角以提高刀具的切削性能，就必须在设计刀具时找出保持刀具齿形精度的措施。

五、合理设计刀具的重磨表面

刀具用钝后，需要重磨，以便使其重新获得锋利的刀刃，继续使用。但应重磨前刀面还是后刀面，需视具体的刀具而定。一说般来，需考虑下面几个问题：

1. 应使重磨时磨去的金属层为最小，从而使刀具可重磨的次数最多，增长刀具的使用寿命。

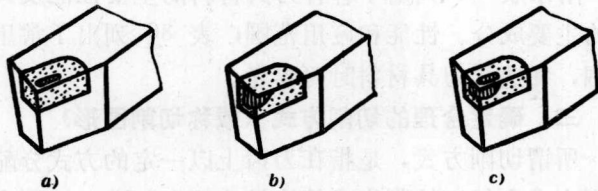


图 1—3 常见的刀具磨损形式

常见的刀具磨损形式有三种，即前刀面磨损、后刀面磨损和前后刀面同时磨损，如图 1—3 所示。与之相应的重磨方式应是：只重磨前刀面，只重磨后刀面及同时重磨前

刀面与后刀面。如果不这样，例如对图 1—3b 所示的磨损情况从前刀面重磨，则可看出，每次重磨时磨去层将很大，因而将降低刀具的可重磨次数。这当然是不合理的。

一般铣刀、钻头、铰刀等经常是后刀面磨损，因此，应重磨后刀面。

2. 对成形刀具，应使重磨后刀具刃形不变。这些刀具后刀面都是成形表面，一般应重磨前刀面，这样即可保证重磨后刃形不变，又使重磨简单。如对铲齿成形铣刀、滚刀、成形车刀、插齿刀等都是。但对于成形铣刀，在大量生产的情况下，亦有采用尖齿结构的，因为此种结构可提高刀具刃磨质量和加大铣刀的后角。采用这种铣刀结构时，应用专用设备按靠模原理刃磨后刀面。

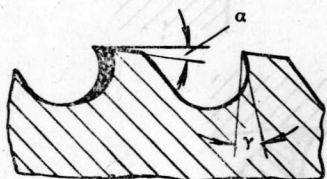


图 1—4 拉刀的重磨表面

磨前刀面，在这种情况下，重磨后刀齿强度愈来愈差，而容屑槽容积愈来愈大，如图 1—5b 所示。而对尖齿铣刀，是沿后刀面重磨，愈磨刀齿强度愈大，而容屑槽容积愈小，如图 1—5a 所示。在设计刀齿和容屑槽尺寸时，必须考虑刀具重磨后的这些变化。

六、妥善解决刀具的排屑、容屑、断屑问题

任何刀具在切削过程中都将切下很多切屑。必须妥善处理切屑，使它顺利地不断排出，或自由容纳在容屑槽中，才能保证刀具正常工作，否则，将发生切屑堵塞现象，甚至损坏刀具。例如旧标准的小尺寸立铣刀，齿数过多，容屑空间过小，就经常因堵屑而造成刀齿折断的现象。

但是各种刀具容屑空间的形式是不同的，因之处理切屑所应考虑的问题也应有不同。概括起来可分为三种形式：

1. 自由容屑空间：如车刀、刨刀等的容屑空间都属于此类。在这种情况下，切屑能在各个方向自由地排出，因而不需考虑刀具的容屑问题。但在高速切削的情况下，切屑呈带状排出会严重妨碍工作，并且会伤人，也会给清除切屑带来很大困难，因此必须妥善解决断屑问题（图 1—6a）。

关于控制切屑（断屑）的理论在切削原理中已经学过。在设计切刀时，应认真复习这些理论并设计好车刀的断屑槽形式。

2. 半封闭容屑空间：如钻头，圆柱铣刀、立铣刀等都属此类，如图 1—6b 所示。

3. 有些“尺寸刀具”要求重磨后主要尺寸不变或变化很小，如圆孔拉刀等。这些刀具需重磨前刀面。并且后角做得很小，以使重磨后刀具尺寸变化小（图 1—4）。

无论刀具的重磨表面是前刀面还是后刀面，在设计刀具结构尺寸时，都需考虑刀具重磨后刀齿强度和容屑槽容积的改变。例如对铲齿成形铣刀来说，是重

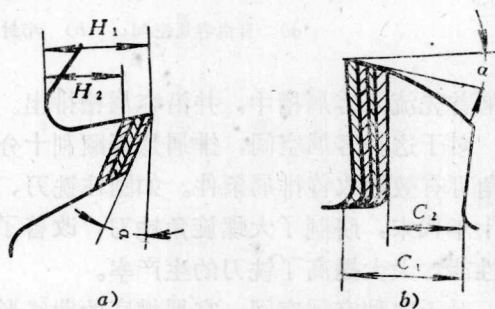


图 1—5 铣刀重磨后刀齿尺寸的变化
a) 尖齿铣刀； b) 铲齿铣刀

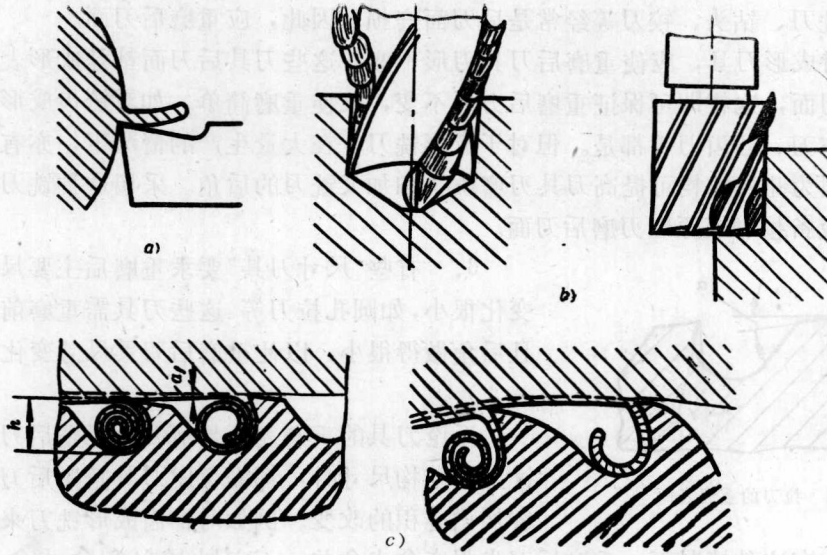


图 1—6 刀具容屑空间的形式

a) 自由容屑空间； b) 半封闭容屑空间； c) 封闭容屑空间。

切屑首先流入容屑槽中，并沿容屑槽排出。

对于这种容屑空间，排屑是否顺利十分重要。采用螺旋形容屑沟槽并适当地增大螺旋角可有效地改善排屑条件。如圆柱铣刀、立铣刀等，以前容屑槽螺旋角都小于 30° ，五十年代末，研制了大螺旋角铣刀，改善了铣刀的排屑情况，同时改善了刀具的一些其他性能，大大提高了铣刀的生产率。

对于这种容屑空间，容屑槽底的曲线形状也很重要。容屑槽底必须成为很平滑的曲线，并且有适当的光洁度，使切屑易于卷曲和排出。

3. 封闭容屑空间：如拉刀、圆锯等的容屑空间属于此类（图 1—6c）。

在这种情况下，切屑无法排出，都需容纳在容屑槽中，因而，容屑槽的容积十分重要。它必须足够大，以便能容纳全部切屑。例如，若拉刀容屑槽的高度以 h 表示，必须保证

$$\frac{\pi h^2}{4} \geq a_f \cdot L \cdot K$$

式中 a_f 为拉削厚度， L 为拉削长度， K 为容屑系数，其值随切削条件而变。

此计算式也完全适用于铣刀的封闭型容屑槽。

当然，容屑槽底也必须是平滑的曲线，形状要有利于切削的卷曲，并且有适当的光洁度。

对于许多刀具，使切屑沿宽度方向分开，即所谓分屑，也是十分重要的。如圆孔拉刀，必须沿切屑宽度方向（即圆周方向）开出分屑槽（图 1—7a），否则，切屑沿宽度方向的变形将使切下的切屑互相挤压，从而使切削条件恶化。

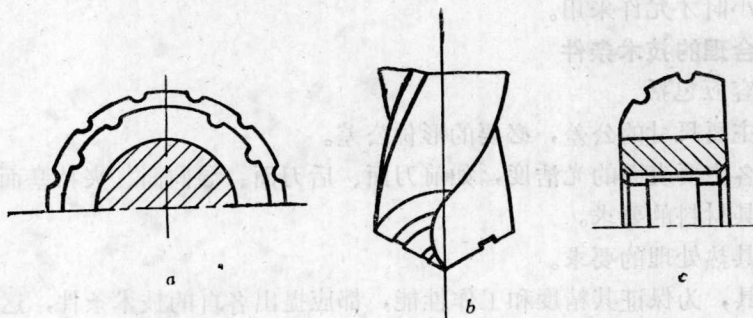


图 1—7 刀具的分屑

其他刀具如钻头、铣刀等，当切削刃较长，切削宽度较大时，也宜在刀刃上开出分屑槽，如图 1—7b、c 所示。

七、合理确定刀具的结构参数

所谓结构参数，包括刀体尺寸，刀齿形状和尺寸、容屑槽形状和尺寸、刀齿齿数，装卡部分的尺寸等。

刀具结构各部分的形式及尺寸对刀具的强度、生产率、加工精度，经济性等有重要影响。例如旧标准的齿轮滚刀，外径尺寸及相应的内孔尺寸都规定得较小，使刀具只能采用很细的刀杆进行切削工作，造成刚度不足，结果只能用较小的切削用量，从而降低了生产率。而新标准的齿轮滚刀加大了外径及相应的孔径，允许用较粗的刀杆进行切削工作，加大了刚度，允许用更大的切削用量，从而提高了生产率，也因减小了螺旋升角（因为外径增大了）而减小了滚刀的造形误差，提高了滚刀的精度。又如旧标准立铣刀齿数太多，刀齿强度不足，因而经常发生打刀现象。这些例子都说明刀具的结构尺寸对刀具的工作性能有很大影响。

设计刀具结构参数时，必须考虑一系列问题，如强度、精度、生产率、容屑要求等等，这些在刀具设计课中已对各种刀具分别讲过，设计刀具时应结合具体情况确定。

设计刀具结构参数时，一个值得注意的方向是对大尺寸刀具应尽力采用装配式结构，这可降低刀具的成本。

确定刀具结构参数时，要特别注意运用标准。目前，许多刀具结构尺寸都有了一定的标准，如外径、长度等。特别是装卡部分，多已经标准化了。确定刀具的结构尺寸时，有标准的应尽力采用标准尺寸。

刀具装卡部分的标准见附录。

八、正确设计刀具的廓形

对加工成形表面的刀具，如成形铣刀，成形车刀，滚刀等，设计刀具廓形是刀具设计的一项重要内容。

廓形设计的精度将直接影响加工工件的精度，应努力提高刀具廓形的设计精度。这一点在目前尤为重要。这是因为，在过去，由于计算技术水平较低，许多刀具的廓形设计采用了近似算法。而今天，计算技术已高度发展，许多复杂的计算都可在很短时间内存算完，因而不必再采用近似算法而可采用精确算法。至于近似算法，则只有当

其设计误差很小时才允许采用。

九、制定合理的技术条件

其主要内容应包括

1. 刀具主要尺寸的公差，必要的形位公差。
2. 刀具各主要表面的光洁度，如前刀面、后刀面、导向面、夹持基面等。
3. 对刀具材料的要求。
4. 对刀具热处理的要求。

对各种刀具，为保证其精度和工作性能，都应提出各自的技术条件，这些，将分别列于有关各种刀具的设计计算的章节中。

十、考虑刀具的制造工艺问题

所设计的刀具结构，所提出的技术条件都应能在现场的情况下制造出来。学生在进行刀具设计时，应该根据所学的“机器制造工艺学的知识，结合刀具的特点，全面考虑所设计的刀具的整个工艺过程，特别是一些特殊工艺和关键工艺。

例如对于车刀来说，当所设计的车刀前角为 γ ，刃倾角为 λ 时，车刀刀片下面的刀槽底平面是一个与基面倾斜成一定角度的平面。在制造车刀时，如何获得刀槽底面的倾角？铣刀槽的夹具应如何搬角度？设计者应认真考虑，并应进行相应的角度计算（见第二章图2—28及图2—30）。

又如设计铲齿成形铣刀的圆周齿数时，必须考虑到在铲磨铣刀齿面时，会对邻近的刀齿发生干涉。因此，设计者只能在验算不发生干涉的基础上确定铲齿铣刀的圆周齿数，而不能任意设计（见第五章图5—4）。

总之，在进行刀具设计时，设计者必须同时考虑此刀具的制造工艺，并按工艺允许的条件确定刀具的结构参数和技术条件等。否则，设计出的刀具将不一定能制造出来或者将过分增加刀具的制造成本。

上面提出的是设计刀具时应考虑的一些主要问题，设计者应根据所设计刀具的特点认真考虑，最后设计出满意的刀具。

第二章 硬质合金可转位车刀设计

硬质合金可转位车刀，是把压制有合理几何形状并具有若干个切削刃的多边形硬质合金可转位刀片，用机械夹固的方法，夹牢在刀体（刀杆）上的车刀。如图2—1所示。

这种车刀，当刀片上的一个切削刃用钝后，不需刃磨，只要掉换一个新的切削刃，即可继续进行切削。当刀片上所有的切削刃全部用钝后，才更换新的刀片。

一、硬质合金可转位车刀的结构

硬质合金可转位车刀的结构，按刀片夹紧方式的不同分为：杠锁式、杠杆式、楔锁式、偏心式、上压式等几种，其具体结构和特点，如表 2—1 所示。

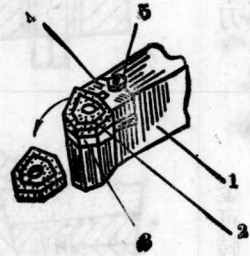
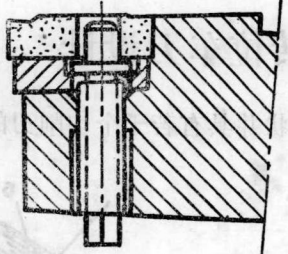
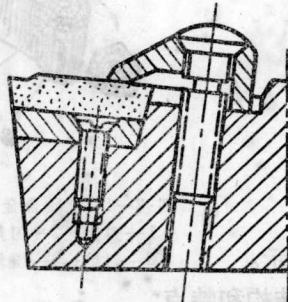


图 2—1 硬质合金可转位车刀
1—刀体；2—刀片；
3—刀垫；4—压块；5—螺钉。

表 2—1

硬质合金可转位车刀的结构和特点

名称	结构简图	特点
杠锁式硬质合金可转位车刀		结构简单、紧凑、夹固可靠、夹紧元件不阻碍切屑流动，操作方便，适合于在中、小型机床上使用。
杠杆式硬质合金可转位车刀		优点与杠锁式相同。缺点是元件较多、制造工艺性较差，加工成本高，故适合于专业厂集中生产。
楔锁式硬质合金可转位车刀		结构比较简单，夹紧力大，夹固可靠，刀尖位置精度高，操作方便，不阻碍切屑流动，便于观察切削区的工作情况。缺点是夹紧力与切削力的方向相反。

<p>偏心式硬质合金可转位车刀</p>		<p>结构简单、紧凑，夹固另件少，占据位置小，制造容易，成本低，不阻碍切屑流动。缺点是刀片往往只能有一个侧面靠紧刀片槽定位面，若使用螺钉偏心销，在夹紧刀片时，只能往下旋转螺钉。</p>
<p>上压式硬质合金可转位车刀</p>		<p>结构比较简单，夹紧力大而且夹固可靠，刀片的转位和装卸方便，刀片在刀槽内能两面靠紧，可以获得较高的刀尖位置精度。缺点是夹紧元件阻碍切屑流动，且容易损伤。</p>

1. 偏心式硬质合金可转位车刀的偏心销设计与计算:

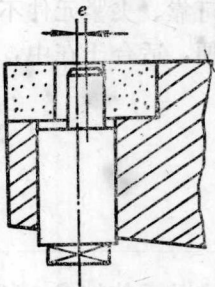


图 2-2 偏心式硬质合金可转位车刀刀片夹紧示意图

生产中常常选用偏心式硬质合金可转位车刀，这种车刀是利用偏心所产生的斜楔作用夹紧刀片的。如图2-2所示，由于偏心销头部和轴部不同心，有偏心距 e ，因此，当偏心销轴部在刀杆孔中旋转时，偏心销头部就带动刀片靠紧刀片槽定位面，并靠摩擦力将刀片锁紧。

常用的偏心销有光杆偏心销（见图2-2）和螺杆偏心销（见表 2-1 偏心式结构简图）两种。螺杆偏心销的优点是：由于螺纹的螺旋升角很小，有自锁性，可以防止切削中产生的震动所引起的刀片松动，使刀片夹紧更为可靠。

(1) 偏心销夹紧原理

利用偏心销夹紧刀片，一般是通过刀片孔实现夹紧的（参看图2-2），其夹紧原理可用图2-3加以说明。设偏心销转动中心 O_2 到刀片顶面之间的距离为 h ，从图中可知：

$$h = MX = O_1X - O_1M = R_C - e \cos \omega \quad (2-1)$$

式中 R_C —— 偏心销半径。

e —— 偏心销几何中心 O_1 与转动中心 O_2 之间的距离，称为偏心距或偏心量。

ω —— 偏心销几何中心 O_1 与转动中心 O_2 的连线 O_1O_2 和偏心销几何中心 O_1 与夹紧点 X 的连线 O_1X 之间的夹角，称为偏心销的回转角。

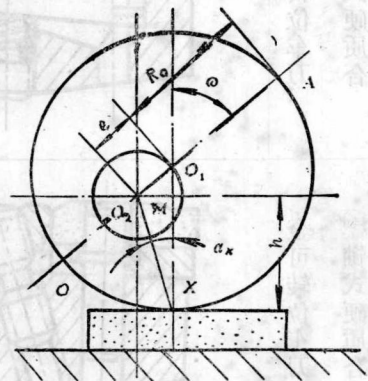


图 2-3 偏心销夹紧刀片的夹紧原理示意图

转动偏心销将引起距离 h 的变化,随着 ω 角由 $0 \rightarrow \pi$, h 值将从 $(R_c - e) \rightarrow (R_c + e)$, 偏心销就是利用这个 h 的变化,对刀片进行夹紧的。如果将偏心销按 \widehat{OA} 展开,相当于图2-4所示形状的一个特形斜楔,它与普通斜楔不同的是其升角 α (相当于楔角)是一个与夹紧点 X 的位置(即与 ω 角的大小)有关的变量。任一点 X 的升角 α_x ,从图2-3中可以求得:

$$\alpha_x = \arctg \frac{O_2 M}{M X} = \arctg \frac{e \sin \omega}{R_c - e \cos \omega} \quad (2-2)$$

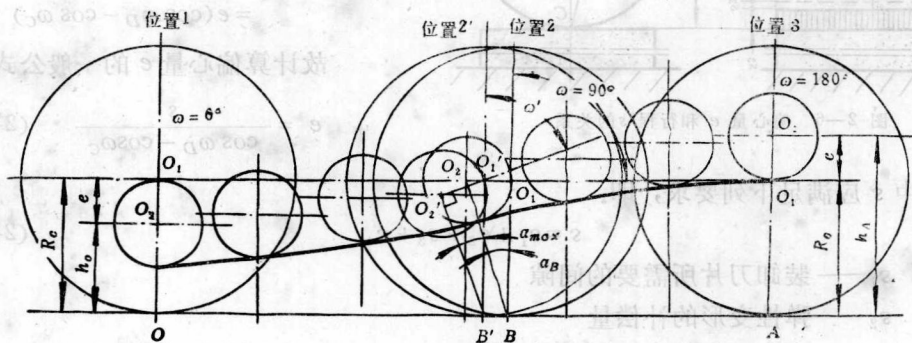


图 2-4 h 值变化的特形斜楔

从图2-4可以看出:若设当偏心销在位置1时的 $\omega = 0^\circ$,则由(2-2)式可知: $\alpha_0 = 0^\circ$,令偏心销顺时针旋转,随着 ω 角的增大, α_x 也逐渐增大。当偏心销转至位置2时, $\omega = 90^\circ$,其升角 α_B 并不是最大值,只有当 $O_1' O_2' \perp O_2' B'$ (即在位置2')时, α_x 达到最大值 α_{max} (参看图2-5)为:

$$\alpha_{max} = \arctg \frac{e}{\sqrt{R_c^2 - e^2}} \quad (2-3)$$

$$\text{或} \quad \alpha_{max} = \arcsin \frac{e}{R_c} \quad (2-4)$$

此时 $\omega' = 90^\circ - \alpha_{max}$

显然

$$\alpha_{max} = \arctg \frac{e}{\sqrt{R_c^2 - e^2}} > \arctg \frac{e}{R_c} = \alpha_B$$

或

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{e}{R_c} > \arctg \frac{e}{R_c} = \alpha_B$$

(2) 偏心量 e

偏心销的偏心量(或称偏心距) e 的大小,直接影响其夹紧行程。若夹紧时,偏心销从 $\omega = 0^\circ$,转到 $\omega = 180^\circ$,即利用半圆弧 \widehat{OA} 工作,则如图2-4所示,其行程为: