

金属切削刀具 课程设计指导书

主编 王娜君



● 哈尔滨工业大学出版社



金属切削刀具课程设计指导书

哈尔滨工业大学出版社

·哈尔滨·

内 容 提 要

本书内容主要包括四部分:第一部分可转位车刀设计过程及例题、成形车刀设计过程及例题、拉刀设计过程及例题;第二部分金属切削刀具 CAD 的一般性问题;第三部分车削类数控工具系统简介;第四部分设计题选。

在第一部分中通过典型刀具设计使学生掌握刀具设计过程;第二、三部分为新增加的内容,使学生扩大刀具课程设计的知识面,培养创新意识;第四部分的设计题选供指导教师选题时参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削刀具课程设计指导书/王娜君主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社, 2000. 7

ISBN 7-5603-1473-2

I. 金... II. 王... III. 刀具(金属切削)—高等学校—课程设计 IV. TG710.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30592 号

出版者:哈尔滨工业大学出版社出版发行

印刷者:地矿部黑龙江测绘印制中心印刷厂印刷

开 本:787×1092 1/16 印张 8 字数 190 千字

版 次:2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5603-1473-2/TH·76

印 数:1~5 000

定 价:11.50 元

前 言

随着教育的不断深入、素质教育的全面推进,以及课程体系和教学内容的逐步完善,教材的改革势在必行。对于机械设计制造及其自动化专业的学生,其培养目标是:培养适应 21 世纪社会主义现代化建设需要的德、智、体全面发展的,具有机械设计、制造的基础知识和应用能力,思想开阔,创新意识强,能从事机械制造领域内的设计制造、科技开发、应用研究等方面工作的高级工程技术人才。与此培养目标相适应的教学计划所设置的“金属切削刀具”课是该专业的主干课,为了在学时大为缩减的情况下,使学生能保证良好的学习效果,我们编写了这本《金属切削刀具课程设计指导书》。

本书是在哈尔滨工业大学刘华明教授主编的《金属切削刀具设计简明手册》(机械工业出版社出版)和丁儒林教授主编的《金属切削刀具课程设计指导书》、《金属切削刀具课程设计图册》校内教材的基础上编写的。为了适应新的教学计划,本书在设计内容上作了一定的调整,增加了 CAD 在刀具课程设计中的应用和车削类数控工具系统概述两部分。

本书第一章、第二章及附录由哈尔滨工业大学王娜君编写;第三章由哈尔滨工业大学张飞虎编写;第四章由哈尔滨工业大学陈朔冬编写;第五章由哈尔滨工业大学李建广编写;第六章由哈尔滨先锋工具开发有限责任公司孙柏春、哈尔滨量具刀具厂王志刚、哈尔滨工业大学王娜君编写。

由于编者水平有限,疏漏和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者
2000 年 1 月

目 录

第一章 金属切削刀具课程设计的目的、内容和要求	
1.1 金属切削刀具课程设计的目的	(1)
1.2 金属切削刀具课程设计的内容	(1)
1.1 金属切削刀具课程设计的要求	(1)
第二章 可转位车刀设计	
2.1 可转位车刀设计过程	(4)
2.2 可转位车刀的典型刀片夹固结构及设计	(4)
2.3 刀具合理几何参数的选择及切削用量的选择	(7)
2.4 硬质合金可转位刀片、刀垫型号和基本参数	(7)
2.5 硬质合金可转位车刀刀杆的选择及刀槽角度设计	(31)
2.6 硬质合金可转位车刀设计举例	(34)
第三章 成形车刀设计	
3.1 成形车刀设计过程	(40)
3.2 成形车刀的结构设计	(40)
3.3 成形车刀的前角和后角	(47)
3.4 成形车刀的样板	(48)
3.5 成形车刀的技术条件	(49)
3.6 成形车刀刀夹及夹固结构	(50)
3.7 圆弧成形表面成形车刀廓形的简化设计	(52)
3.8 成形车刀的设计举例	(52)
3.9 成形车刀设计题选	(62)
第四章 拉刀设计	
4.1 拉刀设计过程	(63)
4.2 拉刀设计的常用资料	(63)
4.3 拉刀技术条件	(82)
4.4 拉刀设计举例	(85)
第五章 金属切削刀具 CAD 的一般性问题	
5.1 AutoCAD 的操作界面	(90)
5.2 功能键	(90)
5.3 坐标输入	(91)
5.4 基本绘图与编辑命令	(91)
5.5 特殊字符和控制代码	(93)
5.6 注意事项	(94)

第六章 车削类数控工具系统简介

- 6.1 概述 (95)
- 6.2 CZG 车削工具系统与机床的连接接口 (95)
- 6.3 CZG 车削工具系统的各种刀类 (96)

附录

- 附录 I 设计题目 (108)
- 附录 II 课程设计常用资料 (114)
- 附录 III 刀具几何角度选择参考 (120)
- 附录 IV 切削用量选择参考 (122)

第一章 金属切削刀具课程设计的目的、内容和要求

1.1 金属切削刀具课程设计的目的

金属切削刀具课程设计是机械设计、制造及自动化专业学生在“金属切削原理”和“金属切削刀具”及其它有关课程的基础上进行的重要的实践性教学环节,是素质教育的主要措施之一。其目的是使学生巩固和深化课堂理论教学内容,锻炼和培养学生综合运用所学过的知识和理论的能力,是对学生进行独立分析、解决问题能力的强化训练。

通过金属切削刀具课程设计,具体应使学生做到:

- (1) 掌握金属切削刀具的设计和计算的基本方法;
- (2) 学会运用各种设计资料、手册和国家(部或厂颁)标准;
- (3) 学会绘制符合标准要求的刀具工作图,能标注出必要的技术条件;
- (4) 掌握 CAD 在刀具设计中的应用。

1.2 金属切削刀具课程设计的内容

根据新的教学计划,进行金属切削刀具课程设计的学生应在两周左右的时间内,在教师指导下,完成可转位车刀、成形车刀、拉刀三种刀具的设计和计算工作,绘制出符合标准要求的刀具工作图和必要的零、部件图以及编写出一份正确、完整的设计说明书。

1.3 金属切削刀具课程设计的要求

1.3.1 对刀具工作图的要求

刀具工作图应包括制造及检验该刀具所需的全部图形、尺寸、公差、粗糙度要求及技术条件等。

工作图应反映出该刀具各部分的形状,同时又应使各视图的配置与安排合理。图中有些细小部分可以放大画出,如切削刃上的分屑槽、刀具上的刃带、小圆角等。

刀具工作图的图形、图线、尺寸、公差、表面粗糙度以及技术条件,应能满足刀具制造、刃磨和检验的全部要求,而且其画法和标注均应符合国家标准的规定;对一些不便标注在视图上的公差和粗糙度等,可用文字说明写在图纸上的空白处,但位置应适当。

绘制刀具工作图一般应采用 1:1 的比例,但对尺寸很大或很小的刀具,可按缩小或放大

的比例画出,所选比例必须符合国家标准(见 GB 4457.2-84),即应按表 1.1 选用。

表 1.1 图样比例

与实物相同	1:1
缩小的比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1

工作图中的图样和技术条件所用的汉字、字母和数字,必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀;汉字字体应写长仿宋体,不允许使用国家正式公布推行的简化字以外的字;字体字号应适当,其高度应在 14、10、7、5、3.5、2.5 范围中选用(汉字不宜采用 2.5)(单位为 mm),字体宽度约等于其高度的 2/3。角度标注全部按正视位置。

刀具工作图中允许采用一些简化画法,如拉刀的正投影可以简化,拉刀的刀齿允许只画少数几个齿,其余刀齿可简化成齿顶,齿顶用粗实线表示,齿槽底用细实线表示,省略的刀齿部分用双点划线表示。

对于可转位车刀,不仅要画装配图,而且应画刀杆零件图。装配图上应画出装配后刀具的全部图形,表明零、部件的相互关系,标出外形尺寸与安装在机床上所需的安装尺寸以及刀具的主要几何参数。在装配图标题栏上方还应画出零件明细表。装配图与零件图的结构和配合尺寸要一致,且应标明配合精度。装配图标题栏格式和尺寸见图 1.1。刀具工作图(装配图和零件图)应做到结构正确、图面清晰、整洁。

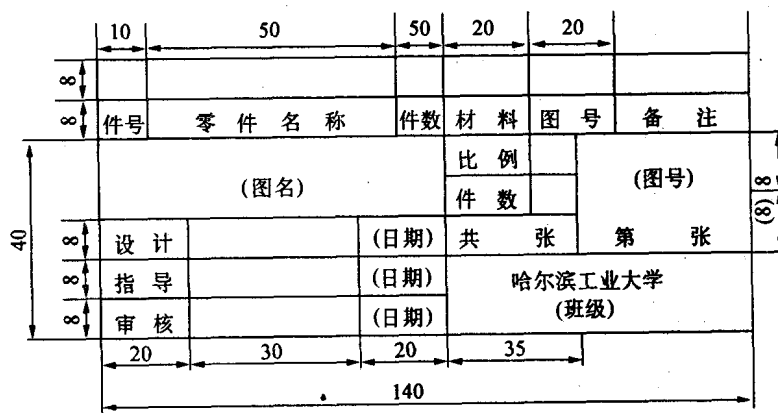


图 1.1 装配图标题栏格式和尺寸

1.3.2 对设计说明书的要求

金属切削刀具课程设计说明书应有统一规定的封面及设计任务书,说明书的内容应包括设计该刀具时所考虑到的主要问题以及设计计算的全部程序。编写说明书时可参阅指导

书中设计计算例题的格式,但不可照搬照抄。具体应根据任务书中给定的原始条件,独立地提出自己的设计方案,以培养独立分析和解决实际问题的能力。

设计说明书中的计算必须准确无误,所使用的尺寸、数据和计量单位,均应符合有关标准和法定计量单位。

设计说明书应用钢笔写在 16 开纸上,字迹与插图应工整、清晰,语言要简练,文句要通顺,说明书的每一页都应留有装订线和边框,并编写页码,最后应将说明书竖装成册。

第二章 可转位车刀设计

2.1 可转位车刀设计过程

可转位车刀是用机械夹固的方法,将可转位刀片夹固在刀杆上的一种机夹车刀。设计这种车刀时,除了应考虑普通车刀的一般性问题外,还要考虑可转位车刀设计的特殊性问题。

根据教师给定的设计题目,应按照如下过程进行可转位车刀设计:

- (1) 根据加工余量及加工条件,选定合适的夹固结构;
- (2) 根据被加工工件材料及加工条件,选择刀片材料;
- (3) 根据工件材料、几何形状及加工表面质量,选择刀具合理几何参数;
- (4) 根据加工余量及加工条件,选择切削用量;
- (5) 选择刀片及刀垫型号;
- (6) 计算刀槽角度及选择刀杆尺寸;
- (7) 验算刀具角度及机床负荷;
- (8) 绘制工作图;
- (9) 编写设计说明书。

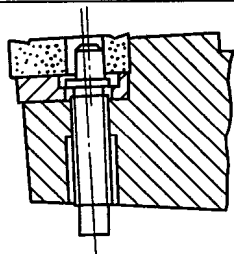
2.2 可转位车刀的典型刀片夹固结构及设计

可转位车刀上的刀片在磨钝后需要转位和重新夹固,这就要求刀片夹固结构应该定位精确、调整灵活、夹固可靠、使用方便,而且力求结构简单,制造容易。

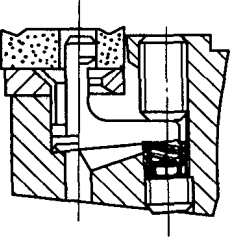
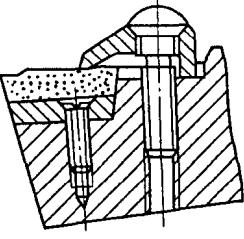
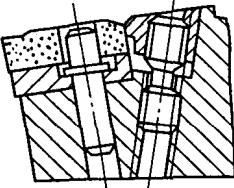
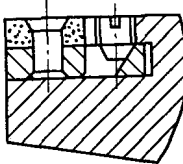
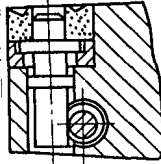
2.2.1 可转位车刀典型刀片夹固结构

可转位车刀的典型刀片夹固结构有:偏心式、杠杆式、上压式、楔销式、拉垫式和杠销式六种,其结构简图和特点见表 2.1。

表 2.1 可转位车刀的典型刀片夹固结构简图和特点

名称	结构简图	特点
偏心式		结构简单、紧凑,夹固零件少,占据位置小,制造容易,成本低,不阻碍切屑流动,适合于在中、小型车床上进行连续切削。缺点是刀片往往只能有一个侧面靠紧刀槽的侧定位面,若使用螺钉偏心销时,只能往下旋转螺钉偏心销夹固刀片

续表

<p>杠杆式</p>		<p>结构紧凑,定位精确,受力合理,夹紧可靠,能实现刀片两个侧面靠紧刀槽的两个侧定位面。操作方便,不阻碍切屑流动。缺点是夹固元件多,制造工艺性差,成本高,只适合于专业工厂集中生产</p>
<p>上压式</p>		<p>结构比较简单,夹紧力大且夹固可靠,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。缺点是夹固元件有时会阻碍切屑流动,且易被损伤</p>
<p>楔销式</p>		<p>结构比较简单,夹紧力大,夹紧可靠,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>
<p>拉垫式</p>		<p>结构简单,夹紧形式合理,夹紧力方向和切削力方向基本一致,夹紧可靠,可承受冲击力。刀垫厚度较大,整个结构刚性好,强度高。夹固元件少,不阻碍切屑流动。零件工艺性好,便于各厂自行制造</p>
<p>杠销式</p>		<p>结构简单、紧凑,夹固可靠、操作方便。刀片定位精度较高,夹紧元件不阻碍切屑流动,可承受冲击力。适合于在中小机床上使用</p>

2.2.2 刀片夹固零件的设计和计算

刀片夹固零件应根据所选用的刀片夹固结构需要与硬质合金可转位刀片的形状和尺寸进行设计和计算。下面以偏心式的刀片夹固结构为例,设计和计算偏心销及其相关尺寸。

2.2.2.1 刀片夹固零件材料的选择

由于刀片夹固零件要经受反复交变应力的作用,其材料可采用 45 钢或 40Cr 钢,热处理硬度为 40~45HRC,发黑处理。

2.2.2.2 偏心销直径和偏心量的选择

偏心式硬质合金可转位车刀的偏心销及其相关尺寸,如图 2.1 所示。

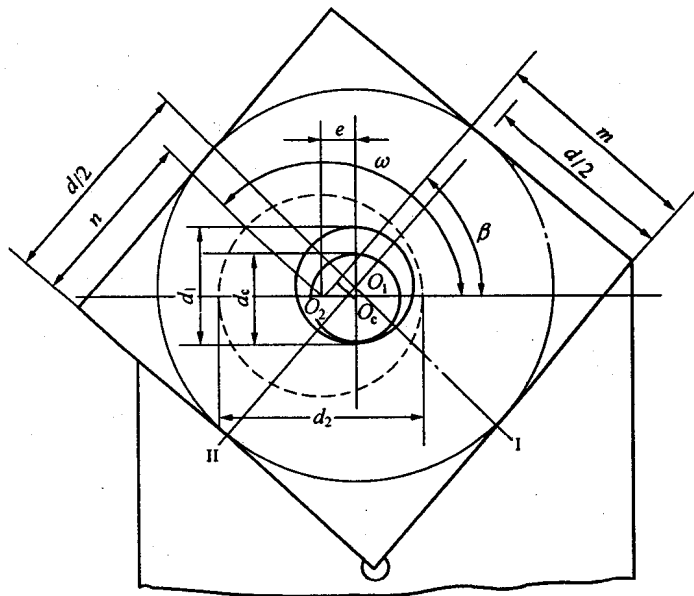


图 2.1 偏心销及其相关尺寸

为了保证可转位刀片装卸及转位方便,并使偏心销在夹固刀片时转动自如,刀片孔和偏心销之间必须有一定的间隙,这个间隙应大于两者直径的最大偏差之和,一般取为 0.2~0.4 mm。这样,偏心销直径 d_c 为

$$d_c = d_1 - (0.2 \sim 0.4) \text{ mm} \quad (2.1)$$

式中 d_1 ——刀片孔直径,mm。

偏心销直径确定后,其偏心量 e 可按下列式计算

$$e = \frac{1}{(7 \sim 10)} \frac{d_c}{2} \text{ mm} \quad (2.2)$$

式中 d_c ——偏心销直径,mm。

2.2.2.3 刀槽前刀面上偏心销转轴孔中心位置的确定

为使刀片紧靠刀槽的两个侧定位面,应使偏心销转轴孔中心 O_2 (如图 2.1)在距侧定位

面 I 为 m 和距侧定位面 II 为 n 的位置上。

计算 m 和 n 的公式为

$$m = \frac{d}{2} + e \sin \beta - \frac{d_1 - d_c}{2} \cos \beta \text{ mm} \quad (2.3)$$

$$n = \frac{d}{2} - e \cos \beta - \frac{d_1 - d_c}{2} \sin \beta \text{ mm} \quad (2.4)$$

式(2.2)和式(2.4)中:

d ——刀片内切圆直径, mm;

d_1 ——刀片孔直径, mm;

d_c ——偏心销直径, mm;

e ——偏心量, mm;

β ——偏心销的理论转角, 一般取 $\beta = 30^\circ \sim 45^\circ$ 。

2.3 刀具合理几何参数的选择及切削用量的选择

2.3.1 刀具合理几何参数的选择

2.3.1.1 前、后角的选择

可转位车刀的前角和后角的选择, 原则上根据工件材料及加工条件按照附录 III 选择。

应该注意的是: 可转位车刀的角度是由刀片的角度和刀槽的角度合成的, 所以在刀片选择后, 刀片的前、后角就已确定, 刀具的前、后角选择受到刀片角度的限制(详见图 2.5)。

2.3.1.2 主、副偏角的选择

可转位车刀主要是根据加工工件的形状和条件确定主偏角后选择合适的刀片。如车外圆时, 主偏角 $\kappa_r = 75^\circ$, 可选四方刀片, 副偏角 $\kappa'_r \approx 90^\circ - 75^\circ$; 车阶梯轴时, 主偏角 $\kappa_r = 90^\circ$, 可选三角形刀片, 副偏角 $\kappa'_r \approx 90^\circ - 30^\circ$ 。也可参考附录 III 进行选择。

2.3.1.3 刃倾角的选择

为了获得大于 0 的后角 α_o 和大于 0 的副刃后角 α'_o , 可转位车刀均选用小于 0 的刃倾角 λ_s 。

2.3.2 切削用量的选择

根据工件所给的加工余量, 确定粗车、半精车、精车各工序的切削用量, 见附录 II。

2.4 硬质合金可转位刀片、刀垫型号和基本参数

2.4.1 可转位刀片型号表示规则

硬质合金可转位刀片已有国家标准, 在选用硬质合金可转位刀片时, 除了要注意硬质合

金牌号的选择外,还必须按国家标准选择刀片的型号和尺寸。

国家标准 GB 2076—87 规定了“切削刀具用可转位刀片型号表示规则”。规则中指出:可转位刀片的型号由按一定顺序位置排列的、代表一给定意义的字母和数字代号组成。共有十位代号,如 SNUM1506¹²/_{EP}ER-A4,每位代号的含义见表 2.2。任何一个型号都必须用前七个号位表示,后三个号位在必要时才使用。第八、九如只用其中一位,则都写在第八号位上。表 2.3 表示刀片形状的字母代号。表 2.4 表示刀片精度等级的字母代号。表 2.5 表示刀片断屑槽形式和宽度的代号。

表 2.2 切削刀具用可转位刀片型号表示规则

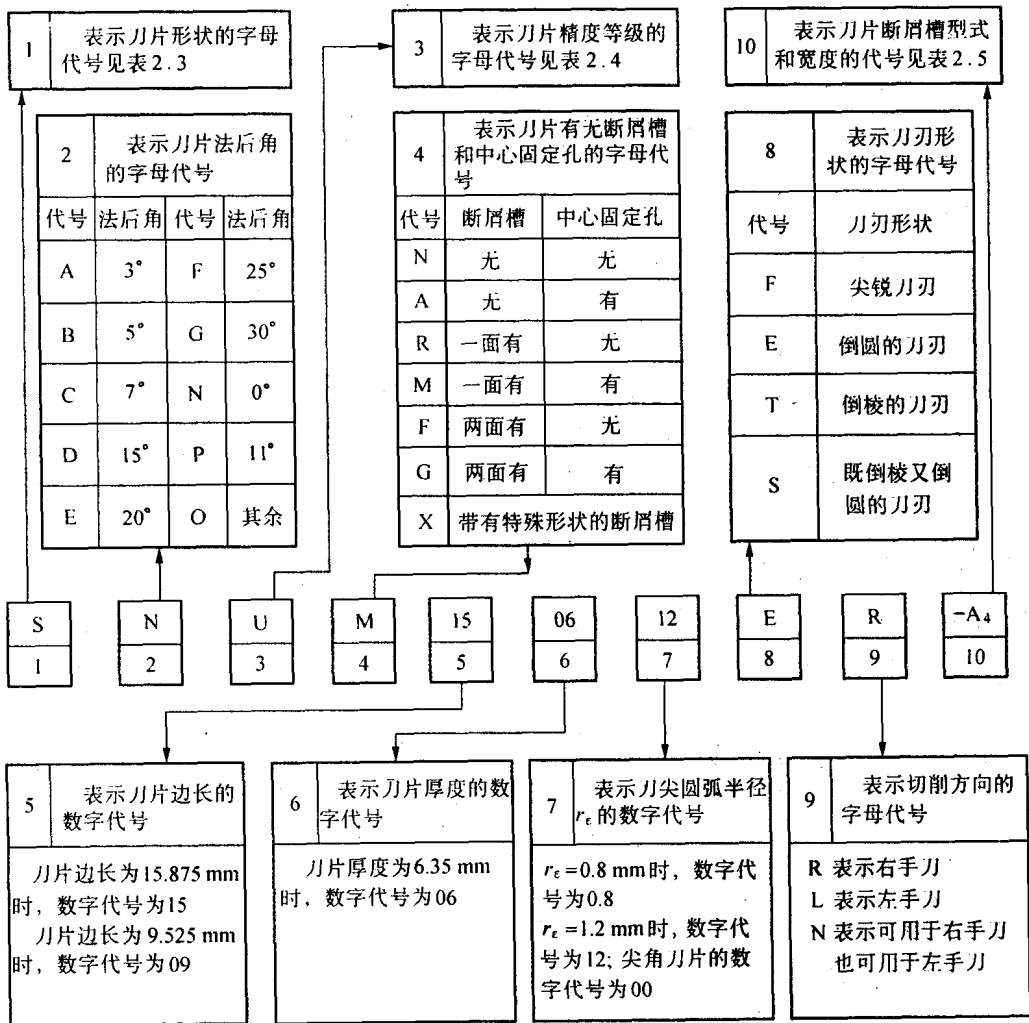


表 2.3 表示刀片形状的字母代号

刀片形状	代 号	刀片形状	代 号
三角形	T	35°菱形	V
凸三边形	W	55°菱形	D
偏 8°三边形	F	75°菱形	E
正方形	S	80°菱形	C
五边形	P	86°菱形	M
六边形	H	55°平行四边形	K
八边形	O	82°平行四边形	B
矩 形	L	85°平行四边形	A
圆 形	R		

表 2.4 表示刀片精度等级的字母代号

精度等级代号	允许偏差/mm		
	<i>m</i>	<i>S</i>	<i>d</i>
A	$\pm 0.005^{①}$	± 0.025	± 0.025
F	$\pm 0.005^{①}$	± 0.025	± 0.013
C	$\pm 0.013^{①}$	± 0.025	± 0.025
H	± 0.013	± 0.025	± 0.013
E	± 0.025	± 0.025	± 0.025
G	± 0.025	± 0.13	± 0.025
J	$\pm 0.005^{①}$	± 0.025	$\pm 0.06 \sim \pm 0.13^{②}$
K	$\pm 0.013^{①}$	± 0.025	$\pm 0.05 \sim \pm 0.13^{②}$
L	$\pm 0.025^{①}$	± 0.025	$\pm 0.05 \sim \pm 0.13^{②}$
M	$\pm 0.08 \sim \pm 0.18^{②}$	± 0.13	$\pm 0.05 \sim \pm 0.13^{②}$
U	$\pm 0.13 \sim \pm 0.38^{②}$	± 0.13	$\pm 0.08 \sim \pm 0.25^{②}$

注:① 这些允许偏差通常用于具有修光尺的可转位刀片;

② 允许偏差取决于刀片尺寸大小,每种刀片必须按其尺寸将允许偏差值表示出来。

表 2.4 中的 *m*、*S*、*d* 是刀片的主要尺寸,其中:

d——刀片的内切圆公称直径,mm;

S——刀片的厚度,mm;

m——刀尖位置尺寸(检查尺寸),mm,分下列三种情况:

- ① 刀片边数为奇数、刀尖为圆角时,*m* 值如图 2.2(a)所示;
- ② 刀片边数为偶数、刀尖为圆角时,*m* 值如图 2.2(b)所示;
- ③ 刀片有修光刃时,*m* 值如图 2.2(c)所示。

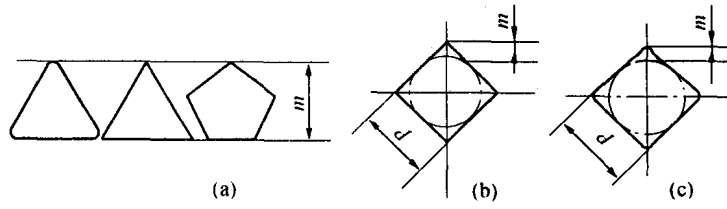


图 2.2 检查尺寸 m 的三种情况

刀片断屑槽型式和宽度代号见表 2.5。

表 2.5 表示刀断屑槽型式和宽度的代号

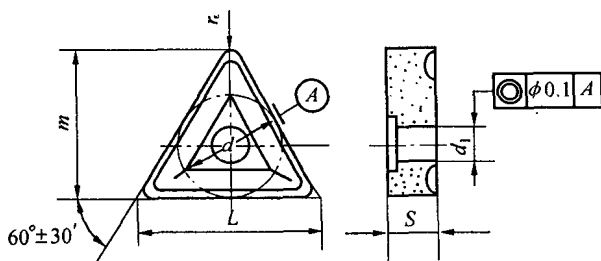
断屑槽型式				
代号	A	Y	K	H
断屑槽型式				
代号	J	V	M	W
断屑槽型式				
代号	U	P	B	G
断屑槽型式				
代号	C	Z	D	O
断屑槽宽度的数字代号	用舍去小数位部分的宽度毫米数表示,例如槽宽为 3.2~3.5 mm,则代号为 3。 对前宽后窄或前窄后宽的断屑槽,其宽度均指刀刃开口端的宽度			

2.4.2 硬质合金可转位刀片

2.4.2.1 刀片型号、基本尺寸及允许偏差

国家标准 GB 2078—80 规定了圆孔硬质合金可转位刀片的型号、基本尺寸及允许偏差，现摘录其中四种(见表 2.6~2.9)，供参照选用。

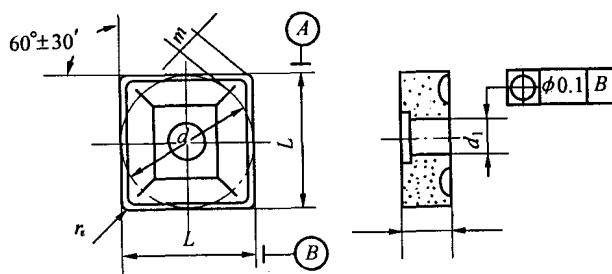
表 2.6 三角形 0°法后角单面断屑槽刀片的基本尺寸 (mm)



U 级

型号	$L \approx$	d		S ± 0.13	d_1 ± 0.08	m		r_c ± 0.10
		公称尺寸	允许偏差			公称尺寸	允许偏差	
TNUM160404	16.5	9.525	± 0.08	4.27	3.81	13.887	± 0.13	0.4
TNUM160408						13.494		0.8
TNUM160412						13.097		1.2
TNUM220408	22.0	12.70	± 0.13	4.76	5.16	18.256	± 0.20	0.8
TNUM220412						17.859		1.2
TNUM220416						17.463		1.6
TNUM220420						17.050		2.0
TNUM270612	27.5	15.875	± 0.18	6.35	6.35	22.612	± 0.27	1.2
TNUM270616						22.212		1.6

表 2.7 正方形 0°法后角单面断屑槽刀片的基本尺寸 (mm)



U 级