

金属切削及刀具

(下 册)

八院校教材编写组

目 录

第一章 基本概念

- § 1—1 切削时的运动和切削用量..... (1)
- § 1—2 切削层横截面的几何参数..... (2)
- § 1—3 刀具的切削角度..... (3)
- § 1—4 车刀的手工刃磨与角度测量..... (7)
- § 1—5 车刀的工作图..... (8)
- § 1—6 车刀的工作角度..... (9)
- § 1—7 车刀各截面内的角度关系..... (14)
- § 1—8 几种常用车刀介绍..... (15)

第二章 刀具材料

- § 2—1 对刀具切削部份材料的基本要求..... (17)
- § 2—2 工具钢..... (18)
- § 2—3 硬质合金..... (21)
- § 2—4 其他刀具材料..... (27)

第三章 切削过程的变形规律和切削力

- § 3—1 切屑形成过程及三个变形区..... (29)
- § 3—2 切屑形成区的变形分析..... (31)
- § 3—3 切削力的产生与分解..... (37)
- § 3—4 切削力的测量、切削力和功率的计算..... (39)
- § 3—5 切削力的变化规律..... (46)

第四章 刀具磨损、耐用度和切削用量

- § 4—1 刀具磨损方式、过程和原因..... (49)
- § 4—2 刀具磨损限度与耐用度..... (52)
- § 4—3 减小刀具磨损及提高耐用度的措施..... (53)
- § 4—4 切削用量的合理选择..... (63)

第五章 已加工表面质量

- § 5—1 已加工表面质量对机械零件使用性能的影响..... (71)
- § 5—2 已加工表面的形成过程..... (72)
- § 5—3 表面光洁度不高的原因及其提高方法..... (73)
- § 5—4 影响表面层物理机械性能的因素及其控制方法..... (77)
- § 5—5 冷却润滑液..... (80)
- § 5—6 提高表面质量的其它措施——滚压加工..... (83)

第六章 车刀的合理使用与改进

§ 6—1	硬质合金车刀的焊接	(85)
§ 6—2	车刀结构的改进	(87)
§ 6—3	粗加工车刀的改进	(93)
§ 6—4	加工细长轴车刀的改进	(96)
§ 6—5	加工耐热不锈钢车刀的改进	(99)
§ 6—6	切断刀	(100)
§ 6—7	车削钢料的断屑方法	(103)
§ 6—8	优选法在刀具改进中的应用	(106)

第七章 孔加工刀具

§ 7—1	孔加工刀具的种类	(113)
§ 7—2	麻花钻	(119)
§ 7—3	深孔钻	(145)
§ 7—4	铰刀	(161)
§ 7—5	浮动镗刀	(170)

第八章 铣削与铣刀

§ 8—1	铣刀的用途和种类	(175)
§ 8—2	铣刀的几何角度	(182)
§ 8—3	铣削要素	(184)
§ 8—4	铣削力及动力计算	(188)
§ 8—5	铣削特点和铣削方式	(191)
§ 8—6	铣刀结构的改进	(193)
§ 8—7	铣刀的刃磨	(195)

第九章 磨削与磨具

§ 9—1	磨具的基本知识	(201)
§ 9—2	磨削过程及其基本规律	(208)
§ 9—3	磨削热和表面烧伤	(214)
§ 9—4	磨削表面光洁度	(215)
§ 9—5	高速磨削和强力磨削	(219)

第十章 成形刀具

§ 10—1	成形车刀的种类及用途	(221)
§ 10—2	径向成形车刀的切削角度	(222)
§ 10—3	径向成形车刀的截形求法	(225)
§ 10—4	径向成形车刀的结构尺寸	(228)
§ 10—5	径向成形车刀的样板	(241)
§ 10—6	成形车刀的加工误差	(242)
§ 10—7	径向成形车刀设计举例	(243)
§ 10—8	成形铣刀概述	(247)
§ 10—9	铲齿成形铣刀的铲齿工艺和齿背曲线	(248)

§ 10—10	铲齿成形铣刀的法向后角及改善措施	(253)
§ 10—11	求正前角 ($\gamma > 0^\circ$) 时铲齿成形铣刀的廓形	(256)
§ 10—12	铲齿成形铣刀的结构设计	(260)
§ 10—13	整体铲齿成形铣刀的设计举例	(268)
第十一章 硬质合金端铣刀		
§ 11—1	概述	(273)
§ 11—2	硬质合金端铣刀的一般构造及刀齿的夹固方式	(273)
§ 11—3	硬质合金端铣刀几何参数的确定	(285)
§ 11—4	硬质合金端铣刀主要结构参数的确定	(297)
§ 11—5	计算公式列表	(308)
§ 11—6	硬质合金端铣刀设计举例	(312)
附录:		
11—1	一般体外刃磨式硬质合金端铣刀重磨以后的对刀调整	(321)
11—2	H值公式 (11—8) 的证明及加工刀体的刀槽时有关数据的计算	(322)
11—3	铣削用量小数指数的乘方数及常用铣床技术资料(附表11—1、附表11—2)	(329)
11—4	(GR68—60) 标准硬质合金端铣刀设计系列图	(331)
11—5	带止推螺钉的平面楔夹固刀齿的硬质合金端铣刀设计系列图	(333)
11—6	螺钉楔块夹固刀齿式 $\phi 320 \sim 700$ 硬质合金端铣刀设计系列图	(334)
11—7	不重磨式硬质合金端铣刀	(338)
11—8	压簧拉楔夹固刀片式机夹密齿端铣刀	(343)
第十二章 拉刀		
§ 12—1	拉削工作原理和拉刀的应用	(357)
§ 12—2	拉刀的构造	(361)
§ 12—3	拉刀工作部分的设计	(363)
§ 12—4	拉刀其它部分的设计	(378)
§ 12—5	机床拉力及拉刀强度的验算	(385)
§ 12—6	花键拉刀的设计	(388)
§ 12—7	拉刀的技术条件	(392)
§ 12—8	拉刀的刃磨	(394)
§ 12—9	设计举例	(396)
第十三章 花键滚刀		
§ 13—1	花键滚刀齿形的设计原理	(407)
§ 13—2	花键滚刀的齿形设计与计算	(408)
§ 13—3	工件节圆半径的选择及其对被切齿形的影响	(415)
§ 13—4	花键滚刀的结构尺寸	(418)
§ 13—5	滚刀的技术条件	(425)
§ 13—6	花键滚刀的设计举例	(427)

第十四章 组合机床刀具及自动线刀具

§ 14—1	概述	(435)
§ 14—2	普通刀具在组合机床上的应用	(437)
§ 14—3	复合刀具	(465)
§ 14—4	刀具的导向与工具	(484)
§ 14—5	自动线刀具	(494)

第十一章 硬质合金端铣刀

§ 11—1 概述

硬质合金端铣刀是在较高的切削速度下铣削平面的刀具。由于高速端铣平面是在铣削加工中应用较广的平面加工方法，是在立式铣床、卧式铣床、龙门铣床、专用组合铣床上以及流水线或自动线（如箱体类自动线等）专用组合铣床上常用的平面加工方法，因此硬质合金端铣刀的应用也较广泛。它和高速钢的端铣刀相比，不但效率高，而且加工质量较好。

硬质合金端铣刀在我国已列入工具专业标准（GR68—60），某些专业工具厂也有生产，但标准的硬质合金端铣刀往往不能满足或完全适应使用厂的实际需要，所以通常都由使用厂根据加工条件自行设计和制造。到目前为止，除了在我国工具专业标准（GR68—60）中列入的几种硬质合金端铣刀的结构尺寸外，大多尚未定型，因而本章主要就硬质合金端铣刀设计中的一些基本问题加以讨论，并介绍一些工厂实际使用的结构参数，以供设计这种铣刀时参考。

§ 11—2 硬质合金端铣刀的一般构造及刀齿的夹固方式

一、硬质合金端铣刀的一般构造

高速铣削的硬质合金端铣刀，其结构类型很多，但总起来看，是由工作部分和夹持部分组成：

工作部分——硬质合金刀具只有尺寸极小时才做成整体的，一般均采用银齿结构。银齿结构形式一般分为三类：1、将硬质合金刀片直接银焊在铣刀的刀体上（图11—1）。2、将硬质合金刀片银焊在刀条上构成单刀齿（实质上就是一把钎焊硬质合金刀片的单刃车刀），然后再用机械夹固方法把单刀齿夹持在铣刀刀体上（图11—2）。3、将硬质合金刀片直接用机械夹固方法夹持在铣刀刀体上（图11—3）。第一类结构形式，虽然其刚性及抗震性好，但它存在的缺点是：若有某一刀齿发生崩刃，在崩刃现象不严重时尚可刃磨，但刃磨时必须将其他的刀片也要磨去很多，这样，硬质合金的使用很不合理，且刃磨费时，碳化硅砂轮耗费也很多。此外，当崩刃现象严重或刀片焊裂时，会使整把铣刀报废，刀齿尺寸不能调整，刀体不能多次重用。由于存在着上述缺点，这类结构使用较少。第三类结构形式，因不须焊接，不会有因焊接而产生的内应力或裂纹，且因每个刀片可以单独调整，所以不会有第一类结构形式的其他缺点。但从另一方面看，因为直接夹紧刀片的关系，硬质合金刀片需留出较大的夹持部分而利用率不高。目

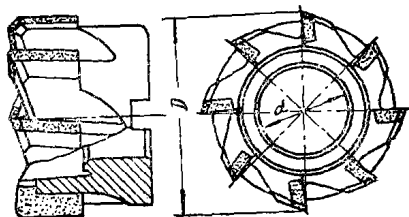
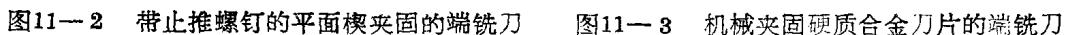


图11—1 银焊硬质合金刀片的端铣刀

不会有第一类结构形式的其他缺点。但从另一

方面看，因为直接夹紧刀片的关系，硬质合金刀片需留出较大的夹持部分而利用率不高。目



采用带圆柱孔及端面键的套式结构(图11—5)。圆柱孔的孔径可按铣刀外径的大小,取32、40或50毫米。它和装卡在铣床主轴中的芯轴相配合,端面键的尺寸偏差应按GB68—60规定。大直径($D \geq 250$ 毫米)的端铣刀,除了中心做一个60毫米直径的内孔外,后端面还做有 $\phi 128.57$ 毫米的止口(图11—3)和铣床主轴端部相配合定位,并通过四个通孔,用螺钉

将铣刀紧固在主轴上。同时在铣刀后端也做有宽25.4毫米的端面键槽以传递扭力矩。对直径为400~630毫米的端铣刀为了提高装卡刚性,可将止口直径做成 $\phi 221.44$ 毫米。

二、刀齿的夹固方式

“人类总得不断的总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。”

硬质合金端铣刀和其他刀具一样,当铣刀钝化以后,必须使铣刀刀刃恢复锋锐,并且还必须使各刀齿的刀刃分布在同一圆周和同一端平面上,以保证硬质合金端铣刀应有的切削性能和加工质量,因此,在铣刀刃磨后应达到上述要求。

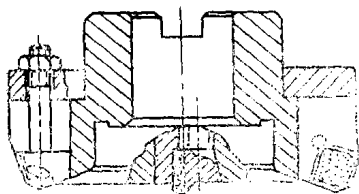


图11—5 拉杆楔块式机夹端铣刀

在铣刀尺寸不很大,且备有专用端铣刀刃磨机床或刃磨夹具时,端铣刀的刀齿不必从刀体上卸下来,而是将整个端铣刀装在专用的刃磨机床或刃磨夹具上刃磨各刀齿的主、付后刀面,这就是通常所谓的整体刃磨方式。这种刃磨方式比较容易控制铣刀各刀刃的轴向及径向跳动量,从而达到上述要求,并且可以降低刀体上(安装刀齿)的刀槽及刀齿的制造精度。但是,如果铣刀的尺寸很大(例如:直径 $D > 300$ 毫米时)或没有专用的端铣刀刃磨设备时,采用整体刃磨方式就不太合适了,这时可采用体外刃磨的方式。

体外刃磨的端铣刀在钝化以后,将刀齿从刀体上卸下来,在通用的磨刀机床上,像刃磨普通车刀一样地刃磨刀齿,全部刀齿磨好以后,再夹固到铣刀刀体上去。为了保证刀齿装配后铣刀各刀刃的径向和轴向跳动量不超过规定数值,除刀体上的刀槽要做得比较精确外,还应采用特殊的夹固形式和调整方法来达到对铣刀刃磨后的要求。“事物都是一分为二的”,体外刃磨式的端铣刀,重磨时笨重的刀体不必从机床主轴上卸下来,并且不要专用的刃磨设备,其优点是显而易见的。但是重磨时刀齿的装卸、调整比较麻烦,费时较多。

除了上述的整体刃磨式(又称体内刃磨式)及体外刃磨式端铣刀外,还有一种结构比较先进的不重磨式机械夹固硬质合金刀片的端铣刀。这种端铣刀的刀刃钝化以后,只需松开紧固刀片的另件,将硬质合金刀片转换到另一个新刀刃,再行夹紧便可进行工作。当刀片的各个刀刃完全磨损以后,就更换新的刀片。为了保证刀片转位以后,刃口的振摆不超过规定数值,刀体上的刀槽、刀垫、紧固件的精度及相对位置精度等都要做得比较精确。由于不重磨式端铣刀对硬质合金刀片以及铣刀结构有其特殊的要求,限制了它的普遍应用。但是这种铣刀在维护、使用及硬质合金材料的利用方面都有很大的优越性,成为硬质合金端铣刀的一个发展方向。目前我国工具研究所、各工具制造厂以及各有关使用工厂正在积极试制推广使用。

总之,在革命的大好形势下,机械制造业的生产不断地向前发展,硬质合金端铣刀的结构形式也在不断更新,从而出现了很多硬质合金端铣刀刀齿的夹固方式,并且也由于刀齿夹固方式的不断改革,推动了高效率、高质量的硬质合金端铣刀的不断发 展。因此,对于如何选用和设计硬质合金端铣刀刀齿夹固方式,是一个很重要的问题。

对刀齿夹固方式的基本要求是:夹持稳固牢靠,结构简单紧凑,刀齿装拆方便,制造工艺性好。特别是对体外刃磨的端铣刀,刀齿要经常装拆,不但要求刀齿能方便而迅速地装拆,而且要求刀齿能在刀体上精确地定位夹紧。

硬质合金端铣刀刀齿的夹固方式很多,这里介绍几种常用的、典型的夹固方式:

1、用平面斜楔和齿纹夹固

图11—6所示，刀齿由做成 5° 楔角（保证自锁）的平面斜楔将刀齿夹固在刀体的刀槽内，为了防止刀齿沿铣刀径向移动，刀齿与刀体槽贴合部分均做有纵向齿纹相配合。如松开斜楔，将刀齿沿径向提升一个齿纹的齿距，可以调整铣刀直径，这是优点。但其缺点是制作齿纹费事，故应用较少。

2、平面斜楔夹固

图11—7所示，为上一种结构形式的改进，刀齿仍用具有 5° 楔角的平面斜楔夹固在刀体槽内，为了防止刀齿沿铣刀径向移动，刀齿与刀槽贴合面（即定位基准面）上，做成具有 3° 斜角的斜面，即刀齿的断面做成具有 3° 斜面的梯形。

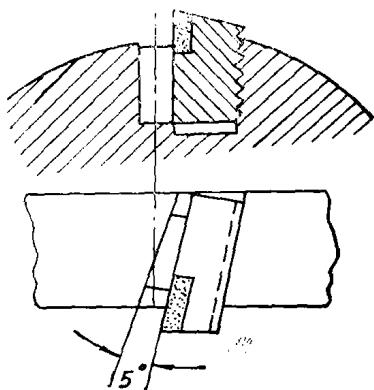


图11—6 用平面斜楔和齿纹夹固

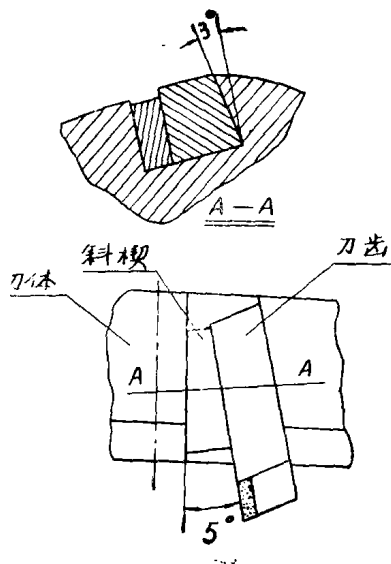


图11—7 平面斜楔夹固

看来这种夹固方法的结构较前一种的简单，夹紧可靠。然而这只有在接合面能紧密接触的情况下，才能保证夹紧牢靠、抗振性好。如果刀齿及刀槽具有 3° 的斜面，制造精度不高，相互贴合不好，其接合表面将不是沿全长的整个表面接触，而是一条线，甚至只是几个点的接触。在这种情况下，往往为了增大夹固牢度而不得不用很大的力把斜楔打入。这样，一方面会使刀体产生变形，甚至损坏；另一方面刀齿位置在夹固过程中要发生轴向窜动，使铣刀装配后各刀齿的伸出长度不齐，且容易相差很大，在整体刃磨时，各刀齿上磨去的硬质合金刀片很不均匀，有些刀齿上要磨去很多；此外拆卸刀齿也较费事。这种结构不宜用于刀齿要经常装拆的体外刃磨端铣刀。

图11—2所示，是改进了的平面斜楔夹固方式。它在刀体上增设了止推螺钉4。在斜楔松动以后，用螺钉4可将刀齿调节到适于刃磨的伸出长度。并保证在将斜楔3打入时，刀齿不发生沿铣刀轴向窜动。

用平面斜楔夹固刀齿的方式，虽然装拆刀齿不太方便，并且具有上述缺点，但由于它的结构简单，制造方便，夹固比较牢靠，因此目前国内许多工厂使用的整体刃磨硬质合金端铣刀，多采用这种刀齿夹固方式。

3、梯形模块夹固

图11—8所示的夹固方式，可不必要敲打平面斜楔来夹紧刀齿。它是用螺钉2、4通过具有 5° 斜面的长条形楔块1，将在铣刀的径向具有 5° 斜面的梯形断面的刀齿5，压紧在铣刀体6的刀槽内（见A—A截面）。当松开压紧螺钉2、4后，由于自锁作用，楔块不易卸开，这时可以用顶丝3将楔块顶松。这种夹固方式，由于楔块和刀体槽内两个压紧螺孔的中心连线的位置不易与刀齿槽安装基面完全平行， 5° 斜面不能很好贴合，会有压不紧的现象。

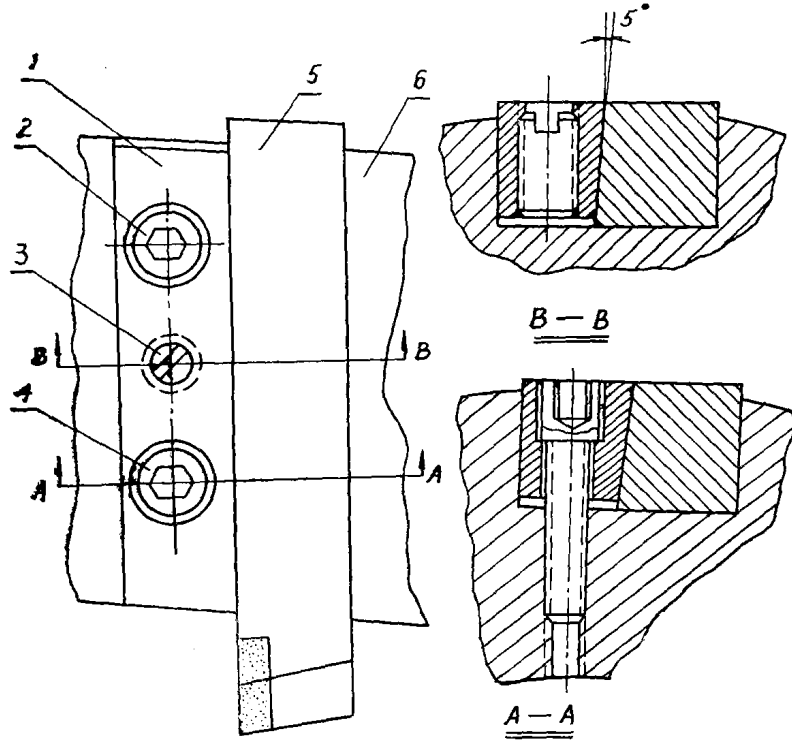


图11—8 梯形楔块夹固

图11—9所示为上一种结构的改进。它将长条形梯形楔块分成二块，梯形斜面改为 8° ，刀齿断面可以做成矩形，简化了刀齿的制造工艺。由于楔块形状的改进，使夹固时接合面接合良好，夹固牢靠，同时增强了刀槽壁的刚性；紧固件为左右螺纹的双头螺钉，装拆刀齿方便。然而双头螺钉两端的螺纹必须在一次装卡中加工出来，以保证两端左右螺纹的同心度，同时也必须保证螺纹的精度，特别是螺距的精度。双头螺钉、楔块及刀槽内的螺孔和安装刀齿的基准面之间的相互位置精度必须保证，若有偏心，夹固时，楔块会发生偏摆现象而影响夹固牢度，甚至可能使双头螺钉蹩断。在能确保制造精度的条件下，这种结构形式还是很好的，目前正在积极推广的不重磨式硬质合金端铣刀中，也多采用类似于这种结构形式的夹固方式。

图11—10所示为不重磨式硬质合金端铣刀刀片夹固方式的结构示意图。铣刀是由刀垫1、刀垫螺钉2、轴向支承块3、轴向支承块的压紧楔块4、刀片的压紧楔块5、紧固楔块的左右螺纹的双头螺钉6和刀体7等另件组成。刀垫1用螺钉2紧固在刀槽壁上，螺钉头埋入刀垫中，轴向支承块3是用双头螺钉6通过楔块4紧固在刀槽内，经过精密磨制的刀片（见图11—11）由刀垫上两个凸缘点及轴向支承块（即调整块）上的一个凸缘点共三点定位。放

上刀片后,再用双头螺钉6通过楔块5将刀片夹固在刀垫上。然而在锁紧轴向支承块3(即调整块)之前,应先将其上的轴向凸缘的轴向偏摆调整到规定数值内,再紧固牢靠。这种刀垫

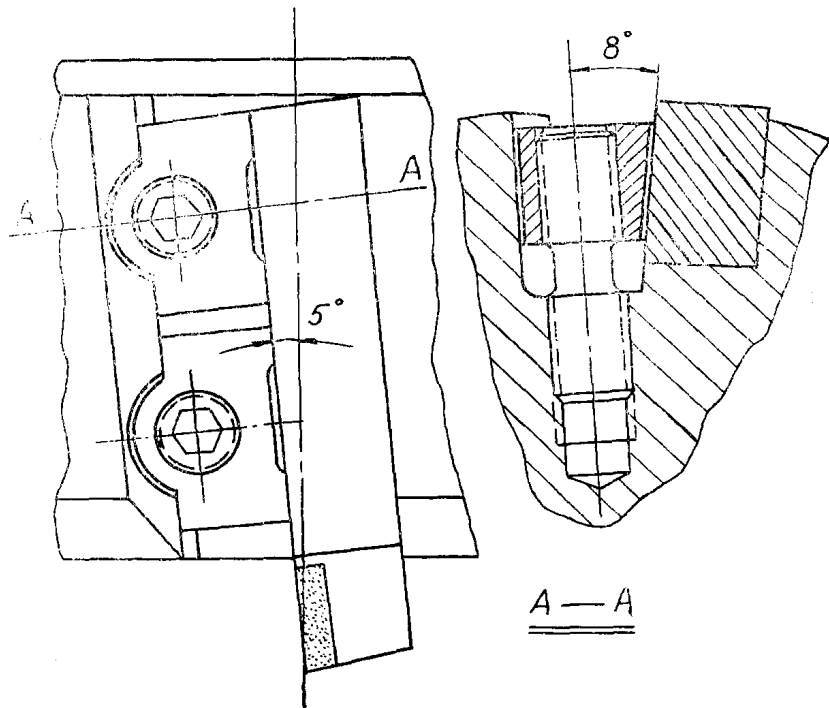


图11—9 楔块夹固

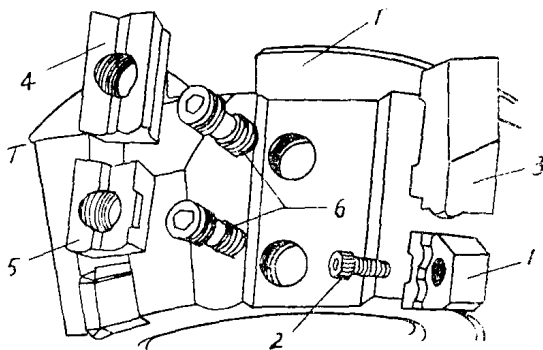


图11—10 不重磨式端铣刀

图11—12所示为另一种不重磨式端铣刀的刀片夹固方式。这种结构不需制造较难加工的双头螺钉,而采用普通的内六角螺钉通过楔块夹固刀片。但在楔块上加了一个丝堵,丝堵上有一圆孔,其大小恰能让拧内六角螺钉的内六角扳手通过。当更换刀片时,拧松内六角螺钉,即可通过丝堵将压刀片的楔块从刀槽内顶出,使用方便。

和调整块分开的结构形式,加工费时,且在刀槽壁上加工紧固刀垫的螺孔时比较困难,因此可改成调整块和刀垫合一的整体刀垫(如图11—11所示),这样,可使结构简单,制造方便,还可省去紧固刀垫的螺钉2。不论是前一种形式还是这一种形式,它们的另件制造精度和相互位置精度都必须保证,否则会因夹不牢靠而在受到较大的轴向抗力时,调整块或整体刀垫有产生轴向窜动的现象。

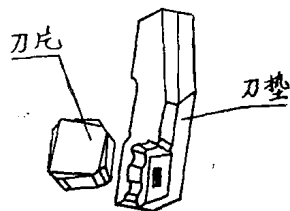


图11—11 不重磨式端铣刀的整体刀垫和刀片

图11—13所示，也是梯形楔块夹固形式。它的刀齿是用螺钉通过具有 10° 斜面的梯形楔块在铣刀体径向夹紧的。由于有弹簧锁圈将梯形楔块卡住，在拧松螺钉时，通过弹簧锁圈将梯形楔块顶离刀齿，因此这种夹固方式装卸刀齿方便，夹固也稳定可靠，刀齿位置也较易控制。

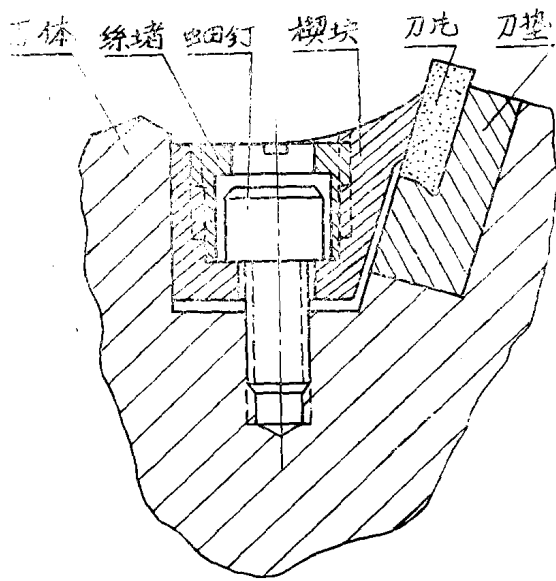


图11—12 带丝堵的梯形楔块夹固

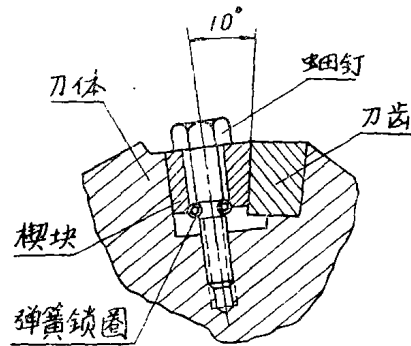


图11—13 带弹簧锁圈楔块夹固

图11—14所示，为用带凸肩的螺钉通过开槽楔块将刀齿紧固在刀槽中的夹固方式。楔块上做出开口槽，将带凸肩的螺钉嵌入而进行夹固。螺钉稍加拧松，楔块就被螺钉下方的凸肩顶离刀齿。这种结构另一个特点是刀体上不做螺孔而是通孔，螺钉是穿过刀体而用嵌入铣刀体端部环形槽内的特殊螺母拧紧的。这种夹固方式适用于大直径的端铣刀。它没有上述各种夹固方式中、刀体上要做出螺孔、且螺孔常会损坏以致刀体无法继续使用的缺点。

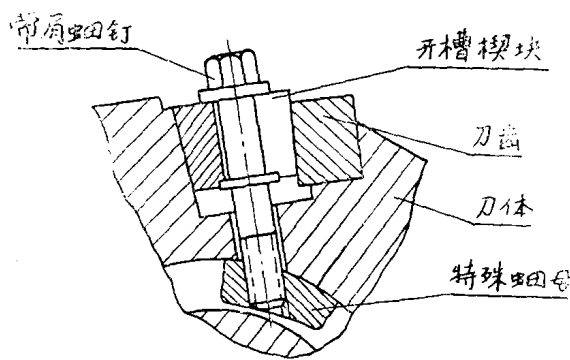


图11—14 带凸肩螺钉及开槽楔块夹固

在刀体上做出螺孔。其缺点是：由于刀壳顶部较薄，螺纹扣数不多，夹固牢度较差，在受较大轴向力时，刀齿会发生轴向窜动现象；刀壳系用65Mn钢经调质后制成，形状复杂，刀壳及刀体上的刀槽加工均较困难，不易保证两侧面完全贴合，因此也影响夹固牢度。据实践证明，这类夹固方式的端铣刀用于铸铁加工还是合适的。

图11—15所示夹固方式的特点是：楔块做成Π形刀壳，将刀齿置于其中，刀体的刀槽两侧均做成 5° 的斜面与Π形刀壳相配，夹固刀齿时，可拧紧刀壳顶上的螺钉，使螺钉顶住刀齿而将刀壳上提，借助于两侧斜面使刀壳产生弹性变形而将刀齿夹紧。这种结构形式的优点是：夹固另件在刀体上所占的位置小，可以使铣刀刀齿数增多，装拆刀齿也比较方便；不需

图11—16所示为7形楔块夹固刀齿的方式（见A—A截面），其刀齿是体外刃磨。如A—A截面所示，刀齿是用紧定螺钉顶住刀齿顶面，通过7形楔块的5°斜面（刀齿也做成具有5°的梯形断面与之配合）夹固的。它与图11—15的刀齿夹固方式相比，结构更为紧凑，7形楔块及矩形刀槽的制造工艺简单。为了刀齿进行体外刃磨后，在刀体上的安装及调整方便和迅速起见，在铣刀体的后端装有环形定位板。但是刀齿本身的结构较复杂。如图所示，刀齿的小刀体内设有定位杆、弹簧及螺钉等。这些都是为了刀齿在体外刃磨后安装到铣刀体的刀槽内之前，预先进行尺寸调节用的。预调尺寸可用图11—17所示的对刀匣进行：先将对刀匣上的定位柱与为了防止过快磨损而银焊的硬质合金块之间的尺寸，按刀齿装到刀体槽中后所要求的（即图11—16中定位板至刀尖之间的）尺寸调好，用螺钉将定位柱固定；再把刃磨后的刀齿放靠在相互垂直的定位面A和B上；松开压紧位于刀齿体内球形（或锥形）头定位杆的螺钉，在弹簧的作用下，使定位杆的球形头顶住定位柱的端面，然后拧紧刀齿体上的紧定螺钉将球形头定位杆紧固住，这样就调好了尺寸。在铣刀所有刀齿的尺寸对好后，依次安装到铣刀体的刀槽中。安装时只要将刀齿紧贴安装基准面，并使已紧固的定位杆的球形头顶住刀体后端定位板的定位面，即可用紧定螺钉通过7形楔块将刀齿紧固在刀体上。

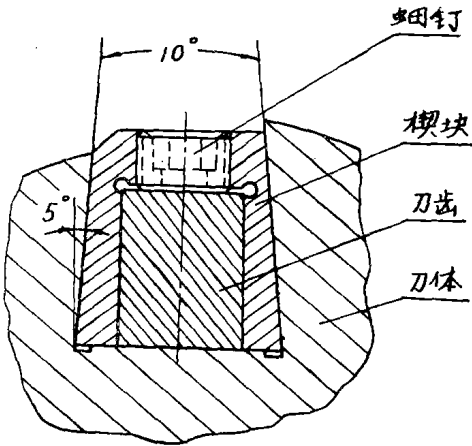


图11—15 T形楔块夹固

这种结构具有下述优点：可使铣刀齿增多；刀槽制造简单，体外刃磨后刀齿尺寸的调整

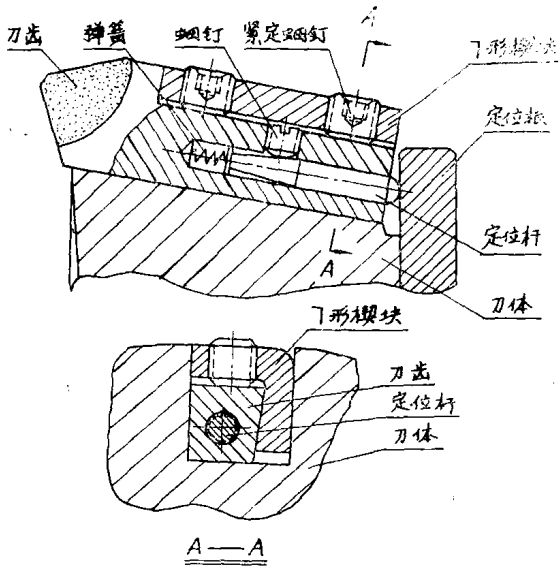


图11—16 7形楔块夹固

和装刀方便、迅速；小刀体内的螺钉、定位杆、弹簧等可做成统一规格，互换使用。但小刀体的结构复杂、精度要求高、制造工艺性也较差，并且小刀体不能多次利用，与图11—15相比所示结构，其刀齿的夹固也不十分牢靠。这种结构可用于铸铁件的端铣加工。

4、拉杆楔块式夹固

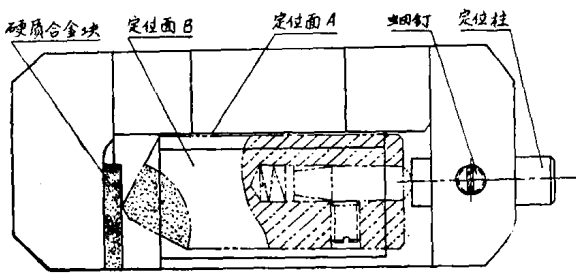


图11—17 大直径端铣刀体外刃磨用的对刀匣

图11—5所示即为拉杆楔块式机夹不重磨式端铣刀。拉杆楔块是由螺杆和楔块构成，两者合为整体形如拉杆状。楔块头部一个侧面平行于拉杆轴线，另一面与轴线成15°角。直面与硬质合金刀片相接触，斜面与刀体斜面相配合，在拧紧拉杆尾端的螺帽时，使刀片夹紧。图11—18中（a）为拉杆楔块的结构形状，（b）为拉杆楔块夹固硬质合金刀片时的情形。

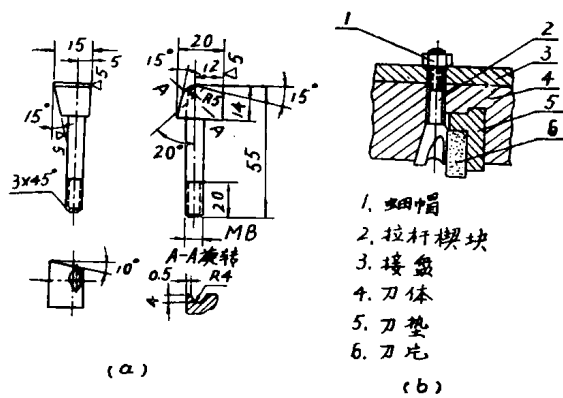


图11—18 拉杆楔块及其夹固情况

位移或被甩出，就要求在N力作用下，刀片两夹紧面产生的摩擦力 $F_{摩} = 2N \cdot f \geq K \cdot F_{离}$ （f为摩擦系数，可取 $f = 0.15$ ，K为安全系数，可取 $K = 4$ ），离心力 $F_{离} = (Q/g)$

图11—19所示为压簧拉杆楔块夹固刀片的方式。由图可知，更换刀片时，只需将一杠杆插入铣刀体上的环形槽内，压下拉楔内弹簧，刀片即松开，将刀片转位或更换后卸去杠杆，弹簧立即复位压紧刀片。这种夹固方式较前一种，在更换刀片时更为方便迅速。由于压力弹簧的压力使拉楔上产生法向力N，从而将刀片夹紧（见K向视图）。当铣刀旋转时，为保证刀片不因其所产生的离心力 $F_{离}$ 而发生

$\cdot R \cdot (\pi n/30)^2$ 公斤〔其中Q是刀片质量，单位公斤；g是重力加速度， $g = 0.98$ （米/秒²）；R是刀片重心到铣刀轴心的距离，单位米n是铣刀转速，单位转/分〕，在算出法向力N以后，即可计算弹簧力 $P_{弹} = 2N \cdot \sin\beta$ ，图中 β 角等于4°。由于铣削时，在一般铣削用量条件下，铣削合力的方向总是指向刀片定位支承面，起着夹紧作用，所以铣削时刀片不会移位。这种压簧拉杆楔块夹固刀片的方式已应用于机夹密齿端铣刀。

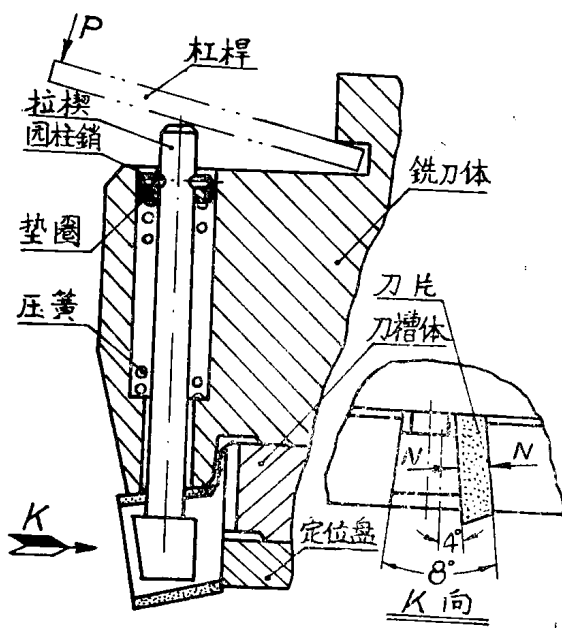


图11—19 压簧拉楔夹固方式

圆柱形楔块夹固硬质合金刀片。楔块本身是一种旋转体，只是在它的外壁铣有5°的斜面，与被夹固刀齿相贴合，以产生楔的作用。图中圆柱形楔块是用左右螺纹的差动螺钉（即左右螺纹的双头螺钉）来压紧刀片的，由于接合面能紧密贴合，夹固比较牢靠；由于采用差动螺钉，松开楔块也较方便。若不用差动螺钉，也可用图11—13所示的带弹簧锁圈的螺钉来代替。实践证明：只用一个圆柱形楔块就可以牢靠地夹固刀片（或刀齿），并能简化铣刀的制造。

5、圆柱形楔块夹固
图11—20所示为上海某厂用的带柄不重磨式端铣刀，其直径为80毫米，主偏角为90°，这种铣刀用圆柱形楔块夹固硬质合金刀片。

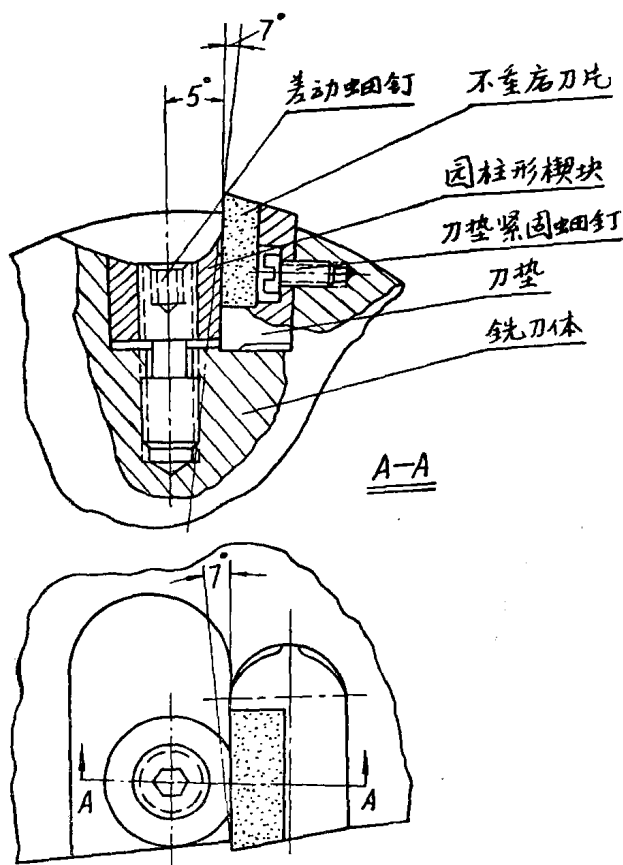


图11—20 圆柱形楔块夹固

6、螺钉夹固

图11—21所示结构是用两个螺钉直接将刀齿夹固，结构简单可靠，刀齿装拆也比较方便。但每个刀齿所占的圆周位置较大，限制了铣刀的刀齿数。

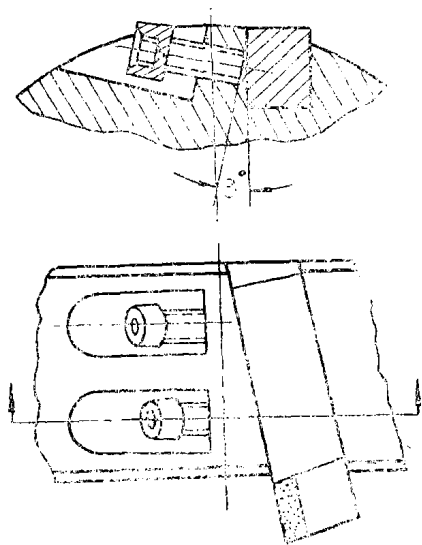


图11—21 螺钉夹固

图11—22所示是上海某厂的薄六角头螺钉夹固刀片、主偏角为75°的竖式不重磨强力端铣刀(直径D=28毫米、带柄式)。其刀片夹固的特点是：将刀片竖放、基本位于铣刀体的切向；较薄的六角头螺钉是穿过硬质合金刀片的中心孔，即在铣刀径向将刀片夹固在刀槽中的；这种刀片不需特制，而是将不重磨式车刀的刀片经过磨制即可应用。

由于改变了刀片的装夹方法，使承受切削力的支承面增大了三倍，这就大大提高了刀片的切削强度和耐冲击强度，可作强力铣削（ $V = 150 \sim 200$ 米/分， $t = 5 \sim 7$ 毫米， $S = 475 \sim 600$ 毫米/分，铣钢件）；不用刀垫；一刀片可用八个刃口，螺钉和刀片孔之间有较大的间隙，允许刀片在八个刃口正常磨损后，再将刀片集中刃磨一次后继续使用，刀片的装拆方便，铣刀制造简单。

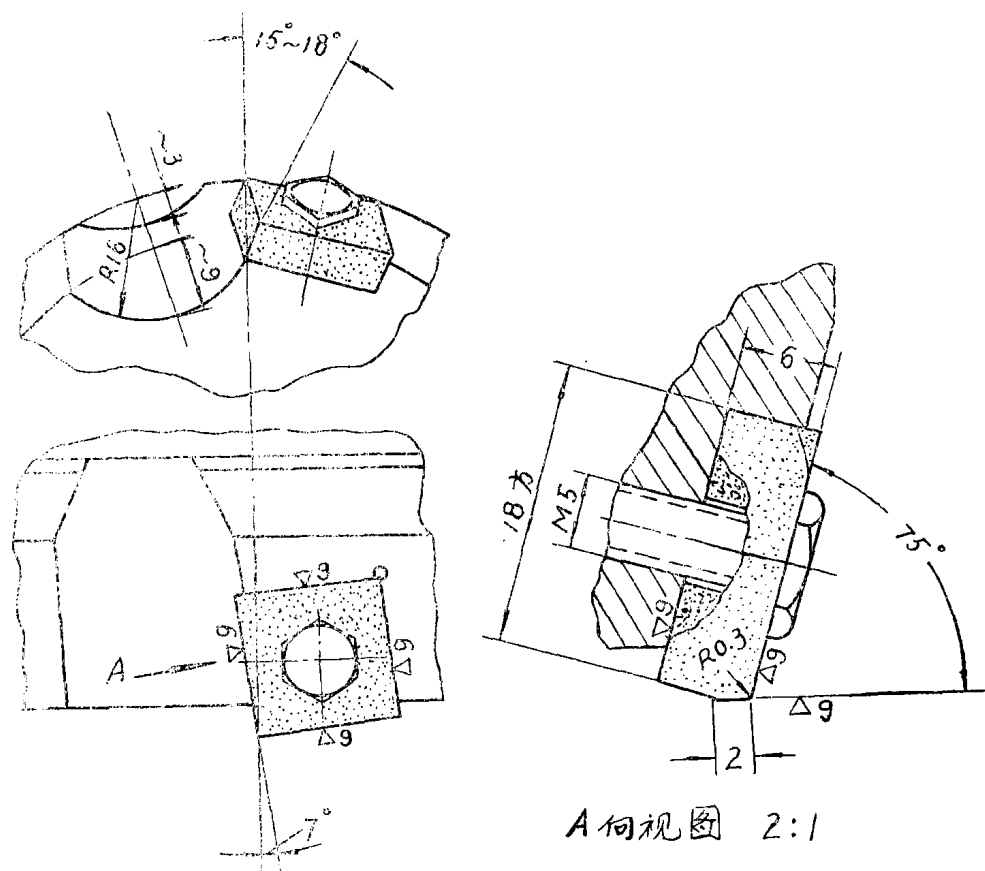


图11—22 螺钉夹固刀片75°竖式不重磨强力端铣刀

7、螺钉压板夹固

图11—23中所示的夹固方式是用一个螺钉和一块压板在铣刀径向夹固两个刀齿。其特点是结构简单、所占位置少，因而在刀体上可安装较多的刀齿。由于刀槽侧壁略有斜度，故夹固牢靠；但在卸刀齿时，因小斜度楔角有自锁作用而需敲打刀齿。

8、钢环螺钉夹固

图11—24所示为直径195毫米的硬质合金密齿端铣刀。在其刀体4上开有明槽，刀体外面压入钢环2，钢环内圆和铣刀体外圆是过渡配合，刀齿装入刀槽后用钢环上的内六角紧定螺钉夹固。这种夹固方式的优点是：结构简单紧凑；可在刀体上装置较多的刀齿，（ $\phi 195$ ， $Z = 24$ ），在每齿走刀量 $S_{\text{齿}}$ 一定的情况下，可提高每分钟的走刀量，因而能提高生产率。

9、偏心夹固

