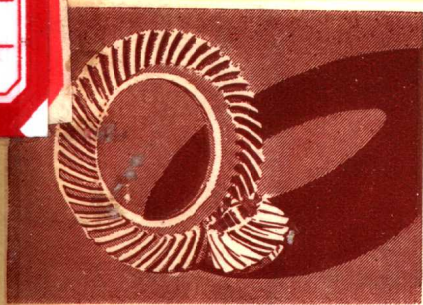


机电工业生产技术基本知识丛书

金属切削与刀具

沈 瓏 編 著



科技卫生出版社

內 容 提 要

本書是上海市机电工业局，为了帮助机电工厂领导干部掌握管理技术而組織的講座的講稿，由上海市机电工业局和第一机械工业部第二設計院科普工作組共同編写。

这套講稿敘述比較精練，对生产中要掌握的基本知識都有交待。并介紹目前世界水平及今后发展方向。

这套書共有下列几种：

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. 金属材料 | 8. 动力机械 |
| 2. 鑄造生产 | 9. 电机 |
| 3. 热处理常識 | 10. 电工器材 |
| 4. 鍛工与冲压 | 11. 无线电 |
| 5. 金属切削机床常識 | 12. 仪表和仪器 |
| 6. 金属切削与刀具 | 13. 医疗器材 |
| 7. 光洁度公差和量具 | |

金 属 切 削 与 刀 具

編 著 者 沈 璣

科技卫生出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經

(原科技版印 14,000 册)

开本 787×1092 毫米 1/32 · 印张 1 9/16 · 字数 33,000

1958 年 10 月新 1 版

1958 年 10 月第 1 次印刷 · 印数 1—15,000

統一書号: 15 · 721

定 价: (9) 0.19 元

目 次

一、刀具和有关部门的几个名称解释.....	2
二、金属切削过程中的一些现象.....	5
三、刀具材料.....	12
四、刀具的种类.....	16
五、刀具的几何形状.....	35

机器制造工业中，任何机器，象汽車、拖拉机、柴油机、汽轮机、机床、通用机械等等都是由很多零件装配而成，而这些零件都是从毛坯经过机械加工来完成的；同时，到目前为止，金属切削加工还是最主要的一环。刀具的费用在机械加工车间的加工费用中，占据了一个很大的百分数；而且刀具合理形状和适当材料的确定，对延长刀具使用寿命、控制工件加工质量和提高劳动生产率都起有决定性的作用。因此，金属切削原理和刀具的应用，应该引起从事机器制造工业同志们的注意和关心。

一、刀具和有關部分的幾個名稱解釋

1. 工件与切削有关的几个面的名称和定义(图1)

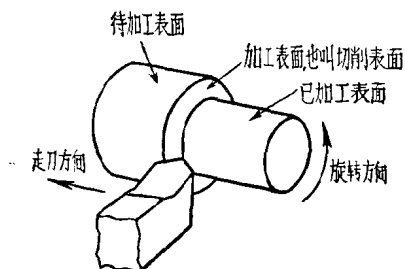


图 1

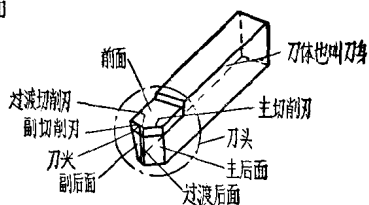


图 2

已加工表面——已经过刀具切削过的新表面。

待加工表面——需要切削但还没有切削的原有表面。

加工表面——切削过程中出现的表面。

2. 刀具刀头上主要构成部分的名称和定义(图2)

前面——切削时切屑从刀具刀头上滑过的那个表面。

主后面——刀具刀头上对着加工表面的那个表面。

副后面——刀具刀头上对着已加工表面的那个表面。

主切削刃——前面和主后面相交而成的刀口，因为它担负主要切削工作，称它为主切削刃。

副切削刃——前面和副后面相交而成的刀口，它也担负着一部分切削工作，称它为副切削刃。

过渡切削刃——主切削刃和副切削刃之间，另外增加一个切削刃，这个切削刃叫过渡切削刃；它可以是圆弧形或直线的刀刃。在习惯上直线刀刃称为过渡切削刃，而圆弧形的称为刀尖圆弧。

刀尖——副切削刃与主切削刃或过渡切削刃相交而成的尖角叫刀尖。

3. 刀具刀头上角度的名称和定义(图3)

主后角——用 α 表示，是主后面和切削平面间的夹角。

前角——用 γ 表示，是前面和与切削平面垂直的平面之间的夹角。

楔角——用 β 表示，是前面和主后面间的夹角。

主偏角——用 φ 表示，是主切削刃在底平面上的投影线和走刀方向间的夹角。

副偏角——用 φ_1 表示，是副切削刃在底平面上的投影线和走刀方向间的夹角。

刀尖角——用 ε 表示，是两个切削刃在底平面上的投影线

間的夾角。

主切削刃斜角——用 λ 表示，是主切削刃和經過刀尖而與底平面平行的直線之間的夾角。圖 4 所示，如刀尖 A 是整個主切削刃上最高一點時，這個斜角叫負斜角 ($-\lambda$)；如果是最低一點時，就叫正斜角 ($+\lambda$)；再如平行，則這個斜角等於 0° 。

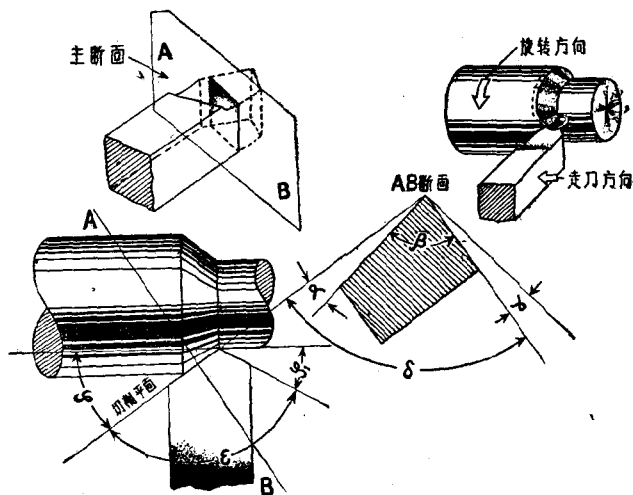


圖 3

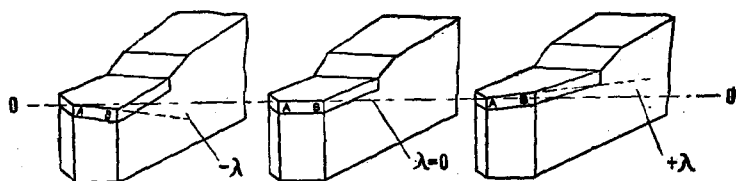


圖 4

二、金屬切削過程中的一些現象

1. 切屑的形成

金屬材料的切削過程很容易被想象如水果刀削蘋果皮一樣；事實上，刀具和金屬材料間的切削作用，與其說它象用快口刀子削水果皮，倒還不如說它象斧頭劈竹片一般利用“尖劈”的原理來得妥當。

在切削的時候，切屑對刀頭切削刀的作用是按切屑形成的形式不同而變化的。在切削鑄鐵、鑄銅等類脆性的或韌性小的材料時，產生的切屑是斷片的形式；切屑形成的變化過程如圖 5 所示，分成下列幾個階段：

(1) 工件與切削刀開始接觸，切削刀相接觸的工件材料受到比較輕微的擠壓，這時並無顯著的變形產生。

(2) 工件與刀具間的相對運動繼續進行時，工件上的金屬發生較大變形，當應力超過該金屬的強度時，被切削刀所壓擠的工件材料開始離開切削刀，在刀具前面滑動，迫使被壓擠部分上面的工件材料向上移動，產生形成切屑的傾向。

(3) 刀具繼續對工件進行壓擠，壓力增大，使在受壓區域內切屑沿刀具前面向上移動，並開始分裂。

(4) 切屑從工件上分離，在(圖 5-4)上可以看到切屑與刀具前面的擠壓作用部分是在離切削刀一定距離的地方，但是這個距離較之連續切屑則是非常小的，這時切削刀本身則已不受壓力。

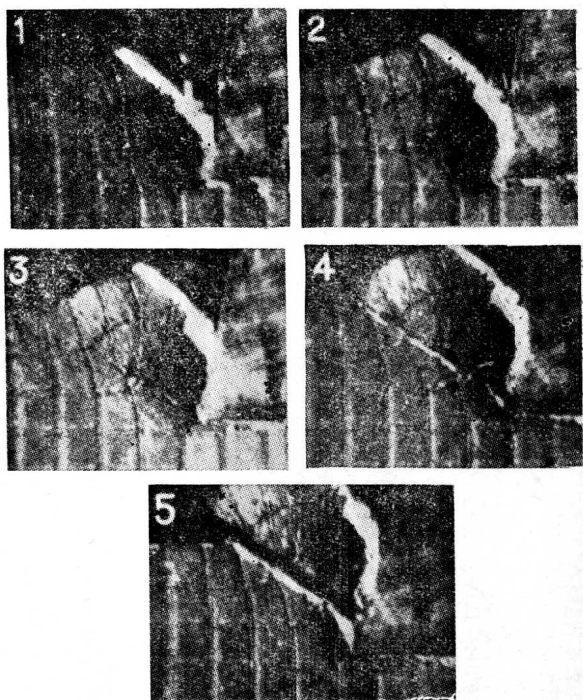


图 5

(5)分离后的切屑从工件上被挤开，刀具的切削刃开始与另一新的切屑相接触。

这类脆性金属在切削过程中所形成的断片切屑，就是按上述情况循环着进行的。工件材料愈脆，形成的断片切屑愈小，切屑与刀具前面的挤压力位置离开切削刃也愈近。由于刀具前面在切削时所受到的切削力离开切削刃非常近，切削时产生的

温度比较高，所以在切削这种脆性工件材料时的切削速度应该比切削韧性材料时低。

切削韧性材料如钢一类材料时，切屑形成连续的卷曲长条，图6是连续切削中的一种，在高速切削的时候，这种连续的切屑常常会伤害工作人员，所以必须设法采用断屑器图7或磨出断屑槽图8把切屑打断如图9。

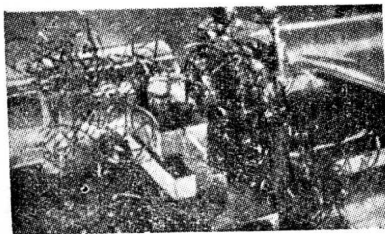


图 6

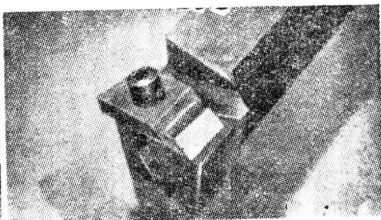


图 7

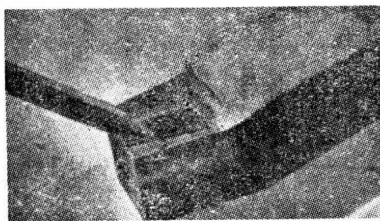


图 8

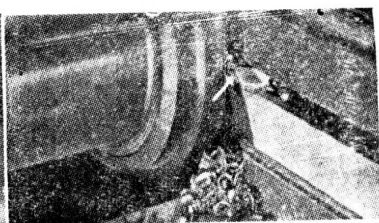


图 9

这种切屑形成的情况如图10、11和12所示，图10是才开始切削时切屑的情况，图11则为开始后不久的切屑情况，图12是在继续进行切削中的现象。在这种切屑形成的过程中，切屑接触刀头前面的位置，离开切削刀有比较远的距离，这个距离

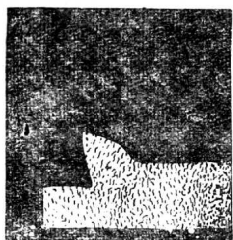


图 10

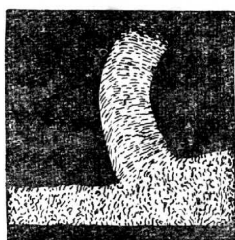


图 11

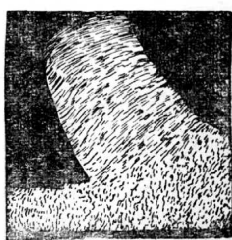


图 12

的大小要看工件材料的情况、走刀量的大小和切削速度的快慢来决定。在切屑从工件分裂开来的地方(一般称它为裂口), 温度很高, 切削时切屑底部接近裂口处经常分裂出很多小切屑, 这些小切屑由于高温往往粘附到刀头前面和已加工的表面上去, 这些粘附上去的小切屑叫积屑瘤(图13, 14)。

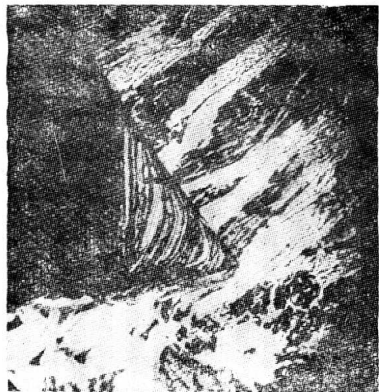


图 13

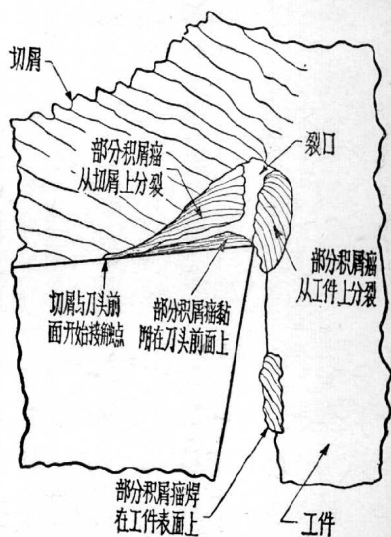


图 14

2. 积屑瘤的影响

积屑瘤的产生对粗加工来说是有利的,它的硬度在布氏440度左右,与高速钢的硬度很接近,能够切削工件,而且由于刀具前面粘合了积屑瘤,增大了刀头前角,又充当一个时期的切削工作;因此,积屑瘤在粗加工时,能节约刀具和减低切削动力的消耗。但是,在精加工工作中,却影响工件的表面光洁度和加工精度,使工件容易报废;所以在精加工工作中应该采取措施来避免积屑瘤的产生。要减少或避免积屑瘤的产生,可以采用下列措施:

(1)加大刀具前角;根据实验的结果,前角在 45° 左右时,积屑瘤就不会产生了;

(2)提高或降低切削速度;当切削速度高出 100 公尺时,积屑瘤是不存在的,同时当切削速度低于 6 公尺时,就没有足够的温度能使积屑瘤粘附到刀头和已加工表面上去;

(3)降低切削深度和走刀量也能减少积屑瘤的产生;

(4)提高刀头前面的表面光洁度和在切削时加以润滑剂,可使切屑流动的阻力降低,也就能减少积屑瘤的存在。

这些措施也就是在精加工时必须注意的问题。

3. 刀具的磨损

切削的时候,由于切屑对刀具前面的摩擦和刀具后面对工件的磨擦以及切削力的作用,因而引起刀具切削刃的磨损或剥损。这样,刀具就变钝,需要重磨。刀具的磨损过程可分三个时期:

(1) 开始时期——磨損比較快，这是由于刀具前面和切削刃不平滑的緣故；由于切削刃高低不平，在开始切削时，高峰处因受到切削力的作用而剝落。若夸大形容的話，就象图15和16所示。若在开始切削以前，用油石在切削刃和前面上加以研磨，同时在开始切削一个短时期后，再用油石研磨切削刃和后面(俗称背刀)，那末，这时期的磨損就会减慢。图17和18是切削刃研磨前后情况(放大100倍)的比較。

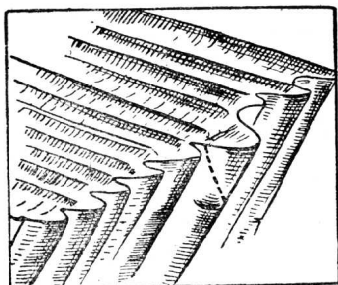


图 15

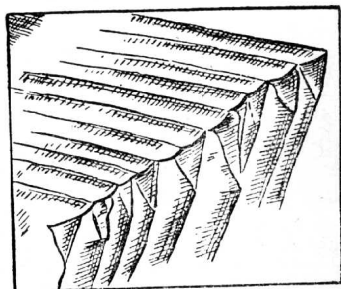


图 16

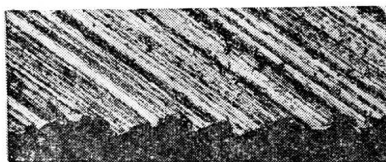


图 17

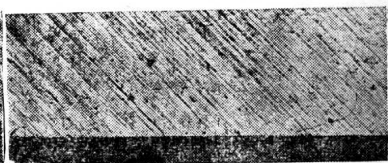


图 18

(2) 正常时期——磨損增長得比較慢，在开始磨損以后，虽然刀具好象已經磨坏了，但是还能够繼續进行很長时期的切削工作，切不可認為刀具已經磨損而不去利用。

(3) 剧損时期——当刀具切削刃的磨損在正常期时期中續漸扩大到一定限度时，如果再繼續使用，磨損現象就急速增長，

使切削刃很快崩掉而不能再用。

磨損時究竟前面磨損得嚴重，還是後面磨損得嚴重？那就要看具體條件來決定：

(1) 不論什麼刀具材料，如果切削生鐵、青銅等脆性工件材料，結果總是切削刃受到剝落的損傷，也就是說後面磨損嚴重。

(2) 高速鋼及炭素工具鋼刀具在切削鋼材等韌性工件材料時，則將按切削速度不同而各異：

甲、切削速度低，切削熱量也發生得較低，刀具沒有退火，所以硬度還是很高，同時積屑瘤不能粘合在刀具上來保護切削刃，所以磨損主要在後面而不在前面。

乙、切削速度較高，走刀量較大，如在切削時又不加潤滑劑，則產生了積屑瘤，保護了切削刃，使刀具後面磨損少；同時切削熱量較高，刀具硬度降低，所以刀具在積屑瘤後邊的前面上磨損較重。如果走刀量較小又採用潤滑劑，則積屑瘤不易產生，切削熱量也較低，所以切削刃容易受損，因而主要磨損就在後面。

丙、切削速度更高時，切削刃上沒有積屑瘤的保護，如果切屑較厚，由於切削熱量很大，刀具硬度降低，主要磨損當在前面；如果切屑較薄，則前面和後面的磨損相仿，有時後面的磨損還比較嚴重些。

(3) 硬質合金刀具脆而耐磨，在切削速度不高時，切削力負荷中心靠近切削刃，所以經常是切削刃受到剝損，因此在後面的磨損比較嚴重；在速度非常高時，前面的磨損也有顯著的增加；但是由於硬質合金太脆，我們應該多注意切削刃的剝損和崩刀。

三、刀 具 材 料

能用作金屬切削刀具的材料必須具有三種基本性能，那就是冷硬性、紅硬性和堅韌性。

刀具的冷硬性，表示它在常溫時具有的硬度性能。冷硬性的好壞，也就說明它的耐磨性能。但是一般說來，冷硬性好的材料往往堅韌性很差。

刀具的紅硬性，表示它在高溫下還能保持切削硬度的性能。切削中刀具的溫度上升主要由於切削速度、走刀量和吃刀深度的提高。當然，我們為了提高勞動生產率，就應該提高切削用量（切削速度、走刀量和吃刀深度），但是假定切削用量太大、溫度太高，使那時刀具硬度低於洛氏 55 度時，就不可能再進行切削。因此，刀具的紅硬性是非常重要的因素。可惜紅硬性好的材料，它的堅韌性就比較差。

刀具的堅韌性，是指它能承受震動和撞擊力的性能；假定刀具材料具有很好的堅韌性，它能使切削刃承受切削時所發生的高的單位壓力，這是在切削堅韌的工件或採用大走刀和斷續切削的時候所必須具備的。

按照上述三種基本性能，可以用作刀具的材料的大致有下列七種：（1）碳素工具鋼，（2）合金工具鋼，（3）高速鋼，（4）生鋼刀，（5）硬質合金，（6）陶瓷刀，（7）金鋼石。這七種刀具材料的冷硬性、紅硬性和堅韌性的優越次序，如下表所示。

在這七種刀具材料中，高速鋼、生鋼刀和硬質合金的應用

优越次序	冷 硬 性	紅 硬 性	坚 韌 性
1	金 鋼 石	金 鋼 石	炭素工具鋼
2	陶 瓷 刀	陶 瓷 刀	合金工具鋼
3	硬 質 合 金	硬 質 合 金	高 速 鋼
4	高 速 鋼	生 鋼 刀	生 鋼 刀
5	碳素工具鋼	高 速 鋼	硬 質 合 金
6	合金工具鋼	合金工具鋼	陶 瓷 刀
7	生 鋼 刀	碳素工具鋼	金 鋼 石

范围比較广，約占全部机器制造业中的95%。

碳素工具鋼是含碳0.75—1.5%的鋼，它的坚韧性最好，但它的最大缺点是冷硬性和紅硬性太差，不能耐热，当切削温度在攝氏250—350°的时候就要退火变軟，不能再进行切削。它的切削速度只可以在每分鐘10公尺以下，所以目前生产中已很少应用。

合金工具鋼的坚韧性也很好，但是冷硬性和紅硬性也是差的；它比碳素工具鋼多鎢、鉻、錳等合金元素，使它軟化的温度可提高到攝氏350—400°，切削速度也可以提高到每分鐘十几公尺，但是这个切削速度究竟还是太低，因此它的应用范围也不广。

高速鋼里所含鎢、鉻等合金元素都很高，有时也含有很高成份的鉬或鈷；它們的冷硬性和坚韧性都还不差，紅硬性也比上述两种刀具材料好，可以在攝氏500—600°的高温下不致退火变軟，所以切削速度可以比用碳素工具鋼时提高三四倍。

生鋼刀又叫澆鑄合金，它的成分一般是鎢17%、鉻33%、

鈷 44%、鉄 3%，这种合金在各合金元素熔解后澆鑄在模子里就行，不需要經過热处理手續。它的冷硬性比較差，坚韧性也比高速鋼差，但是它不会因高温而退火，它的紅硬性比高速鋼好，要使它軟化的温度很高，即在熔化后再凝結还是和原先一样，因而它的切削速度可比高速鋼高。

硬質合金(俗称金鋼刀)可以分为兩类，一种是鎢鈷硬質合金，另一种是鈦鎢硬質合金。鎢鈷类中主要是碳化鎢，鈷这一元素仅仅是为了膠合作用；鈦鎢类中主要是由碳化鎢和碳化鈦合成，也是用鈷作膠合剂。碳化鈦除了有和碳化鎢一样在高温下不軟化的特性外，它还能减少和鋼屑的摩擦；所以在切削鋼料时用鈦鎢硬質合金，而在切削除鋼料以外的其他材料时用鎢鈷硬質合金。这两类硬質合金的紅硬性比上述几种刀具材料都好，在攝氏 1000° 以上还能进行切削，所以它的切削速度能比高速鋼提高 2—10 倍之多；它的冷硬性也非常好，但是它的坚韧性比較差，所以在决定硬質合金切削部分的几何形狀时，需要考虑解决这方面性能上的缺陷。

陶瓷刀基本上是礬土 (Al_2O_3) 制成的，因为礬土价格低，制造費用又不貴，所以陶瓷刀的价格比較低。它具有很高的冷硬性和紅硬性，它在攝氏 1200° 时还能进行切削，切削速度可达每分鐘 3500 公尺。但是因为陶瓷材料的坚韧性很差，容易崩裂，所以吃刀深度和走刀量都只能用得很小。目前虽然有比較高的記錄，但是在制造过程中尚未取得穩定，对加工粗糙工件和断續切削工作尚不能采用陶瓷刀来进行；所以到現在为止在工厂里应用的面还不是很广。这种刀具材料由于有很好的紅硬性和冷硬性，而且价格便宜，所以有很广闊的前途；各国都在

向制造方法上改进和刀具

充試

驗。最近，发现在試驗中絕大多數陶瓷刀材料的穩定性能比过去有很大进步。

金鋼石有人造和天然兩種，它們都非常昂貴，而且堅韌性非常差，比陶瓷刀更容易碎裂；所以，虽然它的冷硬性和紅硬性是最好的，能在很高很高的速度下进行切削，但是用度却不广，而且受到限制。

刀具的材料是比較貴的，占机械加工車間整个加工費用里一个很大的百分比，因此我們对刀具材料的節約必須予以很大的关心。我們知道刀具和工件起切削作用的仅是刀头上的一部分，所以只需要在刀具的这一切削部分裝置刀具材料所制成的刀片，而刀身部分可用其他鋼料代替，不論高速鋼、生鋼刀和硬質合金都可以用这个办法来解决的。刀片的裝置办法可以采用焊接或者机械裝夾（图 19）。对高速鋼刀具的節約还可以用

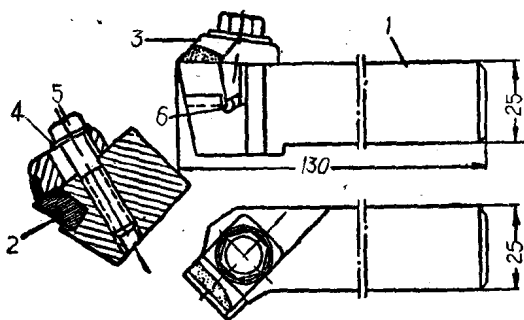


图 19

1-刀杆；2-刀片；3-夾持器；4-墊圈；5-螺釘；6-压紧銷。