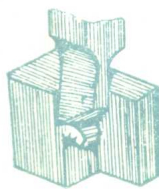
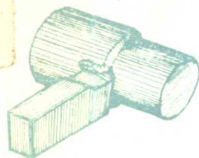


金属切削知识讲话

张翰潮 编著



006



金属切削知识讲话

张翰潮 编 著



机械工业出版社

内容提要 金属切削原理是研究金属切削过程的基本规律及其应用的科学。

本书以通俗讲话的形式介绍金属切削的基本原理，内容共分八讲，即：你了解刀具材料的“脾气”吗；刀头上的学问；如何选择刀具的角度；切屑是怎样被切下来的；刀头上为什么会长“瘤”；切削力在哪儿；刀具是如何被磨损的；怎样选择切削速度等。

本书内容曾在《机械工人技术资料》杂志上连载过，现根据广大读者的要求，把它编成小册子出版。

本书可供金属切削工人阅读。

金属切削知识讲话

张翰潮 编 著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $1 \frac{15}{16}$ · 字数 45 千字

1976年6月北京第一版·1976年6月北京第一次印刷

印数 000,001—170,000 · 定价 0.16 元

*

统一书号，15033·4355

毛主席语录

红与专、政治与业务的关系，是两个对立物的统一。一定要批判不问政治的倾向。一方面要反对空头政治家，另一方面要反对迷失方向的实际家。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 次

第一讲	你了解刀具材料的“脾气”吗?	1
第二讲	刀头上的学问	8
第三讲	如何选择刀具的角度	21
第四讲	切屑是怎样被切下来的	30
第五讲	刀头上为什么有时会长“瘤”	37
第六讲	切削力在哪儿	42
第七讲	刀具是如何被磨损的	47
第八讲	怎样选择切削速度	52

第一讲 你了解刀具材料的“脾气”吗？

我们工人，天天在机床上用锋利的刀具加工出各种各样的零件，刀具就是我们的助手。可是你知道这些刀具是用什么材料做成的吗？它们的“脾气”又是怎样的呢？你把它的“脾气”摸透了，它就会听你的话，不然，“助手”就会变成“碍手”了。

各种刀具材料有它们不同的“脾气”。

〔碳素工具钢〕 它的“脾气”是“怕高温、刚性差”。这是由于碳素工具钢的成分中，含碳量较高(0.75~1.5%)，而含其它贵重的合金元素比较少，材料本身耐热性就不高，刚性也就差。所以人们根据它的“脾气”，常用来制造锉刀、手用铰刀、手用丝锥、板牙等在低速下工作的刀具。如果拿手用丝锥在机床上攻丝，丝锥容易折断，拿碳素工具钢钻头在机床上作强力进刀，钻头容易被折断。为什么呢？因为碳素工具钢的耐热性仅为250~300℃。所谓耐热性，就是材料在低于这一温度的情况下，能够保持它的硬度、耐磨性、强度。如果超过这一温度，材料就会变软而“烧损”。图1-1就表明了各种刀具材料的耐热性。

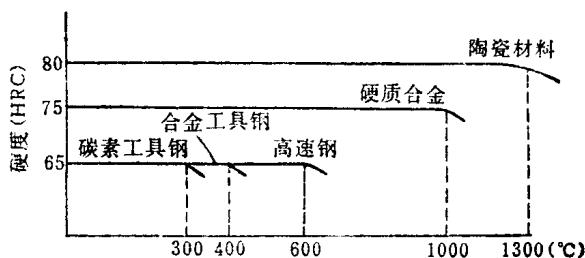


图 1-1

我们知道，手用刀具切削速度低，切削用量小，并且又是间断地动作，刀具刃部容易在空气中冷却，所以刀尖处不易产生高温，刀具不易磨损。但是，如果在机床上使用，那就“吃”不住劲了。

有些同志说，既然碳素工具钢有这么多缺点，何必还用它呢？对待这个问题，我们得从两方面来看，也应当看到它的好处，那就是它的价格便宜，而又容易磨得锋利。因此，用它制造在低的切削速度下工作的刀具，那就最好不过了，真可说是“又便宜又合用”。

如果你在刀具的柄部处看到 T10A、T12A 这样的符号时，这就是用优质碳素工具钢做的刀具了。

既然碳素工具钢只适于制造低速手用刀具，那么，在机床上用的刀具用什么样的材料做呢？较“低级”的就算合金工具钢了。

〔合金工具钢〕它的“脾气”是在热处理时变形小，在使用时又比较耐磨。它的成分和碳素工具钢差不多，只不过在碳素工具钢成分的基础上，增加了一些合金元素罢了。由于增加了锰、硅和铬等合金元素，合金工具钢的耐磨性就提高了，并且在热处理时，材料的变形也较小。因此，人们常用它来制造拉刀、铰刀、机用丝锥等一些成形的刀具。

增加了合金元素以后，耐热性也随着变好一些，一般能耐 350~400℃ 的高温。这样，在使用合金工具钢做刀具时，切削速度就比碳素工具钢的刀具提高 20% 左右，可说是“上了一层楼”。

我国工具制造厂，常用铬钨锰钢 (CrWMn) 和硅铬钢 (9CrSi) 等型号的合金工具钢来制造刀具。

〔高速钢〕它的“脾气”是强度好而且耐磨。高速钢，工人常叫它“锋钢”、“风钢”或叫它“白钢”。这是由于它在出厂时，四边磨得光亮而洁白，所以把它称为“白钢”。高速钢容易磨得锋利，

因而又称“锋钢”。又因为高速钢在热处理时，在空气中冷却就可以淬硬，因此又叫它“风钢”。

如果说合金工具钢比碳素工具钢是“上了一层楼”的话，那么高速钢比碳素工具钢则是“更上一层楼”了。

其实，高速钢就是在合金工具钢的成分中多增加一些钨、铬、钒等元素，这样强度就会提高，不易发脆，耐磨性也提高了，并可以耐 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 高温，因而用高速钢做的刀具，可适应每分钟 30 米的切削速度，比碳素工具钢约高 2~3 倍，并且刀具的走刀量和吃刀深度都较大。正因为这样，目前工具制造厂仍然把高速钢作为制造各种刀具的主要材料，像车刀、刨刀、铣刀、钻头、铰刀、拉刀及齿轮加工刀具等。

一般刀具常用牌号为 W18Cr4V 的高速钢制造。在一些刀具老产品中，也常标注为 P18、P9 或 $\Delta 18$ 、 $\Delta 9$ 等符号，这些都是高速钢的旧标号。

有些人认为，要大力推广硬质合金刀具，高速钢刀具就没用了。这是片面的看法，我们是要扩大硬质合金刀具的使用，但是在一些加工中，使用高速钢刀具有它一定的优越性。例如有些工人，常用高速钢车刀加工一些冲击性较大、形状不规则的零件，由于高速钢的强度高，能承受较大的冲击力，所以刀具就耐用。又如，一些用于精加工的宽刃精刨刀、精度高的梯形螺纹车刀，也常用高速钢制造。由于高速钢刃磨方便，制造简单，尤其在一些复杂刀具中，如齿轮刀具、拉刀等，刀刃形状要求严格而复杂，刃磨精度高，所以常用高速钢来制造而比硬质合金来得方便。

但是，我们还应该看到，随着机械制造业的不断发展，出现了强大动力、高转速的机床，切削用量较高，这样就需要更耐高温、更耐磨和更高强度的刀具材料。自然，高速钢材料也就不能适应新的要求了。

〔硬质合金〕 怎样合理使用硬质合金呢？首先对硬质合金的“脾气”要有个了解。硬质合金“性脆、怕震、硬度好而耐高温”。硬质合金是由碳化钨、碳化钛和钴等粉末经过高压成形后，再放在高温的炉子中烧结出来的。这样硬质合金就很硬，而且能耐 $850\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的高温，于是在使用时，就可以提高切削速度、走刀量和切削深度。我们常常在高速切削或强力切削时，采用硬质合金刀具，也就是这个道理。但是，硬质合金和高速钢比较起来，就显得太脆，强度只相当高速钢的三分之一，因而设计和刃磨刀具的角度时，要尽量保证它有一定的刚性。

有些同志会问，硬质合金有多少种呢？为什么用YG类（旧牌号称BK类）的硬质合金刀片加工钢材时很快就磨损了呢？而用YT类（旧牌号称TK类）的硬质合金刀片加工铸铁，刀刃就一下子剥落，这又是什么原因呢？原来我们常用的普通硬质合金分为两大类，它们的成分各不相同，因而它们的“脾气”也不一样。

YG类硬质合金就是钨钴类硬质合金。它由碳化钨和钴组成，钴是结合剂，由于钴的含量增多，这类硬质合金不太脆（和YT类硬质合金比较），并且耐磨性好。因此，用它来加工冲击性较大的零件，对铸铁材料的工件是比较好的。在加工铸铁零件时，切屑是崩碎成小颗粒落下，对刀刃的冲击力很大（图1-2），如果硬质合金的刚性不好，常有崩刃现象。YG类硬质合金韧性较大，抵抗冲击力强，所以适宜于加工脆性金属，如果用YG类硬质合金来加工韧性大的材料（普通钢材、不锈钢材

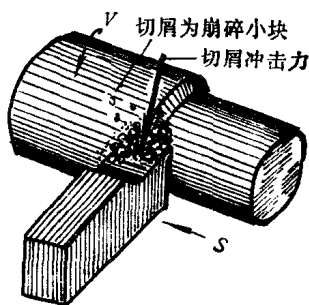


图 1-2

料)，那刀片就会很快磨损，因为在加工钢材时，产生带状或节状切屑，它的变形是很大的，切削时刀尖处产生很高的温度（图 1-3）。钨钴类硬质合金约在 640°C 时，就会和钢熔结在一起，使刀具前面靠近刀刃处很快地磨出一个“月牙”形状的小槽（图 1-4），刀具容易磨损或崩刃，所以用钨钴类硬质合金来加工钢材是不大合适的。不过对于加工一些难加工钢材，或在切削振动较大的特殊情况下，也可以用钨钴类硬质合金刀具。

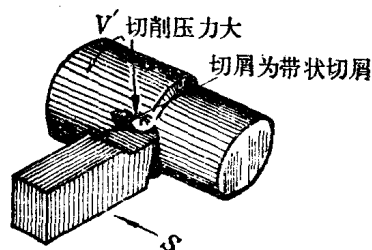


图 1-3

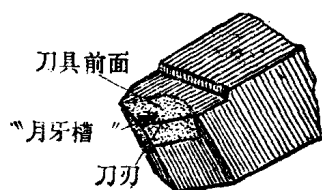


图 1-4

YT 类硬质合金就是钨钴钛类硬质合金，它由碳化钨、钴和碳化钛组成。由于加入了碳化钛，可使硬质合金耐热性增加，所以刀具前面和切屑接触时，不容易磨损，这种硬质合金适用于切削钢材。但由于钨钴钛类硬质合金的脆性比钨钴类硬质合金大，如果加工铸铁等脆性材料，容易使刀刃崩碎。

说到这里，大家已经对硬质合金的种类和性能有所了解。那么，为什么在粗加工时常选用 YG8（即 BK8）、YT5（即 T5K10）牌号的硬质合金呢？而在半精加工时，常选用 YG6（即 BK6）、YT15（即 T15K6）的硬质合金呢？原因是在 YG、YT 类的硬质合金中，还分有好几种牌号。

YG 类硬质合金中有：YG8、YG6、YG3、YG2 等牌号。如 YG8 就是含钴为 8%，含碳化钨为 92% 的钨钴类硬质合金，YG

后面数字越大，含钴就越多，含碳化钨相对减少，含钴多就不怕冲击振动，适用于做粗加工刀具。

YT类硬质合金也是如此，有YT5、YT14、YT15、YT30、YT60等种类。YT5是含钴10%，碳化钛5%，含碳化钨85%。YT后面数字越大，含碳化钛的比例就越高，含钴量就相对地下降。如果YT类硬质合金含钴量多而含碳化钛少，那么硬度就较低，耐热性也较差，但韧性较好，所以YT5适宜于粗加工。

由于各种类型和各种牌号的硬质合金，有它不同的特性和用途，所以在使用硬质合金刀具时，一定要合理选择，不要因弄错而造成浪费。如果遇到一堆没有类别的硬质合金或废碎刀头，要翻新使用时，想分别那个是YG或YT类，可根据刀片的比重不同，用水银的比较法测定。由于水银的比重是13.6，而YG类硬质合金的比重为14.4~15.4之间，比水银的比重大，YT类硬质合金的比重为6.5~13.2，比水银的比重轻，所以把不明类别的刀片放入水银槽中，这样YG类硬质合金刀片就沉在水银下面，而YT类刀片将浮在水银的表面上（图1-5）。

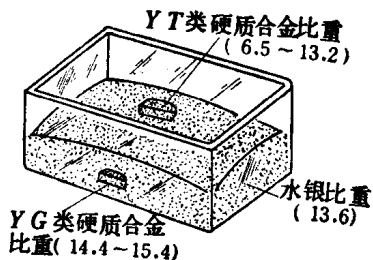


图 1-5

〔陶瓷材料〕 在三十多年前，已经有人用陶瓷材料（主要成分为氧化铝）来切削有色金属。目前我国及一些国家正在大力研究用陶瓷材料来作刀具，它是一种有发展前途的刀具材料。那么陶瓷材料有什么特点呢？总的来说，是“耐高温、耐磨、硬度高、脆性大”。陶瓷材料经过球磨而成细粉，用高压成形和高温烧结成刀片，其硬度可达HRA96以上，耐高温1200℃以上，因而能适应高的切削速度。但由于韧性低，怕冲击，可用于一些特殊材料

的加工。我国工具研究所所生产的含有金属的陶瓷刀片，在一些工厂的长期生产使用中，取得比较好的效果。目前世界各国刀具材料研究工作，正沿着如何提高陶瓷材料的强度，以适应切削加工的要求。

以上所谈到的是刀具切削部分的材料。刀体（杆）部分材料，一般采用 40、45、50 及 40Cr、45Cr 等结构钢或合金钢来制造。不过，对于刀具材料来讲，最主要的是切削部分材料，因此我们必须很好地了解它们的“脾气”，根据加工的不同要求，加工材料的不同，合理地选用刀具材料，以便多、快、好、省地完成我们的任务，为社会主义建设做出贡献。

思 考 题

- (1) 刀具切削部分材料为什么要具备硬度、耐磨性、强度和耐热性等性能呢？
- (2) 常用的刀具材料有那几种？常用的牌号有那些？其主要成分是什么？
- (3) 各种刀具材料有什么优缺点？

第二讲 刀头上的学问

在第一讲里，我们已经概括地介绍了刀具的材料，很明显，刀具的材料不同，它的切削性能也就不一样。但是，用同样的材料做的刀具，往往发现有的好用，有的却不好用，甚至相差很大。例如，同样是高速钢钻头，而“群钻”就比一般钻头的效率要高得多，光洁度也好，这是为什么呢？原来学问就在刀头上。

一把刀具的改进和革新，在刀具的几何角度上，大有潜力可挖的。但这必须在我们掌握它的规律的情况下，才会发现它的差距，并进而使它向有利于生产的方面转化。

下面我们就谈谈刀头上的情况：

刀具由两大部分组成，工作的部分叫刀头，被夹持而固紧的部分叫刀体或刀杆。

〔刀头上的面〕

在刀头上有几个面：

(1) 前面——
在加工时，切屑沿着刀具上哪一个面流出，那个表面就是前面(图 2-1)。前面又叫前倾面，它根据刀具的作用不同有平直的、圆弧形的或其它

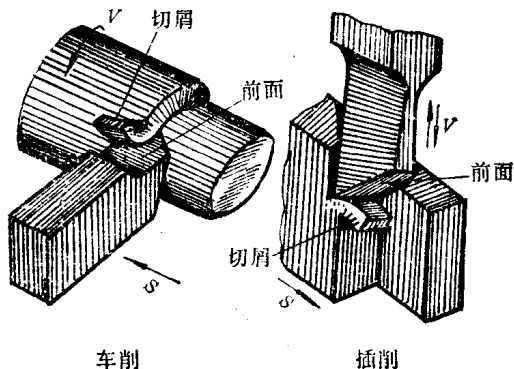


图 2-1

形状的(图 2-2)。由于刀具的前面经常和切屑接触，并受到切屑的冲击容易磨损，所以一些有经验的工人师傅，在用砂轮刃磨好

刀具以后，喜欢用细粒度的油石把刀具的前面研磨一下，使它表面平滑，减少摩擦，以便切削时轻松，且刀具耐用。刀具的前面形状和切屑变形是很有关系的，如在前面上磨有一个圆弧槽，这样切屑可沿着圆弧弯曲而折断，起到卷屑和断屑作用（图 2-3），但在加工铸铁工件时，由于崩碎的切屑冲击力较大，常把刀具前面磨成平直的，以增加刀具的强度。

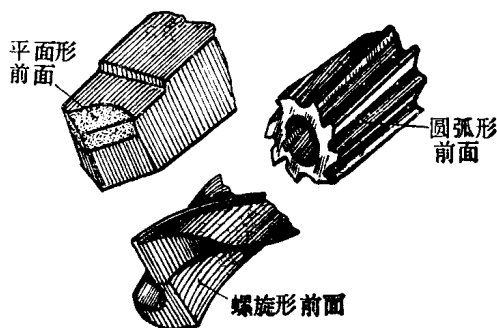


图 2-2

(2) 主后面——就是刀具对工件上正受加工的表面所对着刀具的那个表面（图 2-4）。

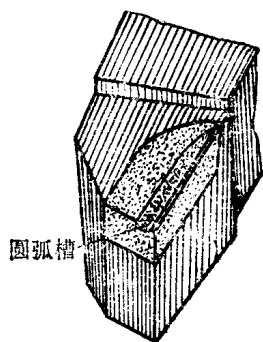


图 2-3

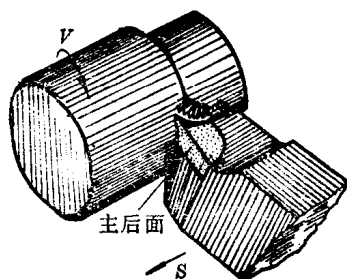


图 2-4

(3) 副后面——是刀具对工件上已经加工完了的表面所对着刀具的那个表面（图 2-5）。

(4) 过渡后面——是主后面和副后面之间的表面(图2-6)。

以上这些面对构成刀具的角度很有关系，它们可以是平直形的，也可以呈圆弧形的，如钻头和一些切断刀就是这样。

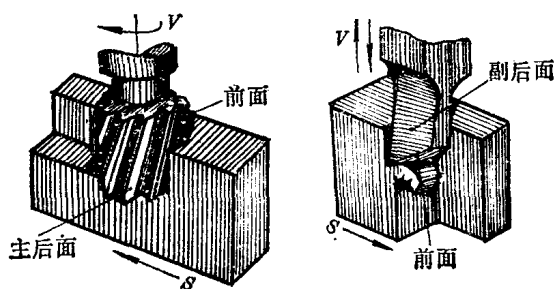


图 2-5

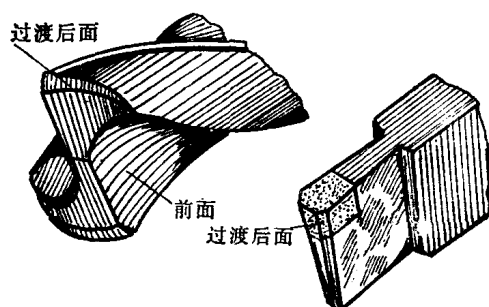


图 2-6

〔刀头上的刀刃〕 刀头上通常有主切削刃，副切削刃、过渡切削刃和修光刃。

(1) 主切削刃——主切削刃就是刀具前面与主后面相交而成的线，它起主要切削作用(图 2-7)。主切削刃有直线形和曲线形(图 2-8)，曲线形切削刃常和工件形状有关，通常称为成形刀具。

为什么有些工人同志在刃磨好刀具以后，总喜欢用油石在刃口上研磨出一个很小的棱边呢(图 2-9)?这是因为刀刃磨完以后，刃口参差不齐，过于单薄，如果磨出一个倒棱，就可以增加刀具的强度，延长刀具的使用时间。倒棱的宽度与走刀量有关系，一般倒棱宽度为走刀的 $(0.8 \sim 1) S$ 毫米，倒棱角度最好是 -5° 左右较为合适。

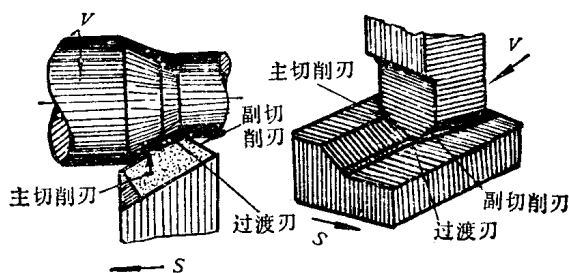


图 2-7

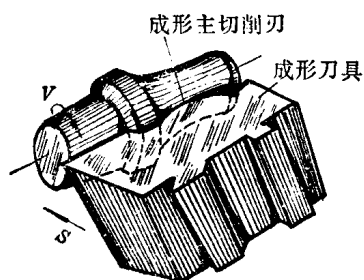


图 2-8

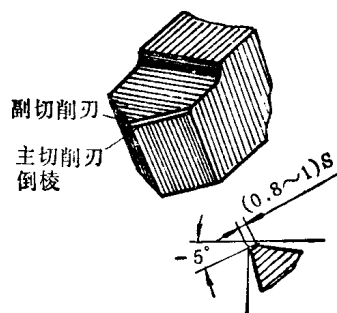


图 2-9

(2) 副切削刃——副切削刃是刀具前面和副后面的交界线，它在切削时也起切削作用，不过它比主切削刃次要一些。

(3) 过渡切削刃——是主切削刃和副切削刃间的刀刃。它

的主要作用，是增加刀尖的强度，也可以提高工件表面光洁度。过渡切削刃为直线时，它的长度一般小于走刀量，角度为主偏角的一半（主偏角下面再述），见图 2-10。如果做成圆弧形过渡刃，其圆弧半径数值为 $0.5 \sim 2$ 毫米之间，具体数值可根据刀具尺寸大小和加工情况而定（图 2-11）。

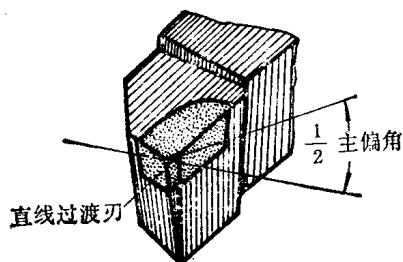


图 2-10

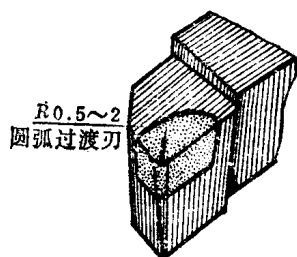


图 2-11

以前有些人认为，在强力切削的粗加工时，由于走刀量增大，工件表面光洁度不可能高，但是有了修光刃，它就可以改善工件表面加工的光洁度。

（4）修光刃——就是在过渡刃与副切削刃之间，磨出一小段直线刃，这个直线刃是和刀具走刀方向相平行的，它是在刃磨好刀具以后，用油石研磨出来的（图 2-12）。在切削时，它可以把工件表面刮平，使工件表面光滑。它的宽度应合理选择，太宽了刀具切削困难（阻力大、振动大），太窄了起不到修光作用，通常最好比走刀量大一些，采用 $1.1 \sim 1.2$ 走刀量的数值。

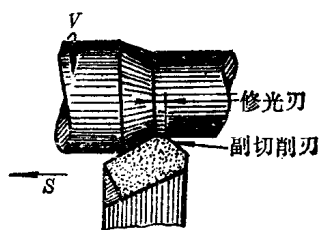


图 2-12