

刀具的切削角度

1975年 3月 13日

兰州市革委会科技局

刀具的切削角度

出版：兰州市科技局
印刷：兰州人民印刷厂

1974年11月22日 0.28元

毛主席语录

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。

编者的话

一九七三年在我局举办的刀具技术讲座会上，甘肃工业大学魏庆同同志曾主讲了“以刀刃为要领”、“四个基本切削角度”、“1 2 3 4分析法”。深受工人群众欢迎，纷纷要求刊印成册。

为了满足这一要求，帮助广大从事金属切削工作的工人同志，特别是青年工人学习一些刀具切削角度的基本知识，和这方面的一些先进技术、先进经验，迅速提高生产技能，为社会主义革命和建设做出更大贡献，我们特邀魏庆同同志在原讲稿基础上，编写出《刀具的切削角度》这本书，一方面供大家参考学习，一方面作内部交流征求意见。

批林批孔斗争有力地推动着工业生产的迅猛发展，我们希望这本书对广大金属切削工人在学习、研究刀具先进技术、开展技术改造、技术革新的活动中有所帮助，并敬请读者将意见及时转告我们。

一九七四年六月

目 录

前言.....	(1)
什么是“锋利”的刃口?	(4)
“锋利”是不是一定“省力”?	(6)
光想省力,行不行?	(10)
怎样解决“锋利”同“强固”的矛盾?	(14)
把劲使在刀刃上.....	(17)
刃口的基本型式.....	(20)
两个基本刃面.....	(26)
为什么用“加工平面”作基准?	(39)
为什么还要个“基面”作基准?	(43)
什么是“刃截面”?	(47)
四个基本的切削角度.....	(52)
什么是刀具的标注角度?	(57)
前角 γ 是第一基本角度	(63)
后角 α 是第二基本角度	(68)
偏角 φ 是第三基本角度	(76)
斜角 λ 是第四基本角度	(85)
“1 2 3 4”分析法.....	(88)
“1 2 3 4”分析法应用实例.....	(91)

刀具的切削角度

前 言

革命导师恩格斯在《劳动在从猿到人转变过程中的作用》中指出：我们的祖先，在从猿转变到人的好几十万年的过程中，逐渐地学会了使自己的手适应于一些动作。但是，有决定意义的一步，则是“人能够用他的手把第一块石头做成刀子……”。

“劳动是从制造工具开始的”而人类的祖先在工具方面最早的发现，则是带有“刃口”的石刀。图1所示，是距今大

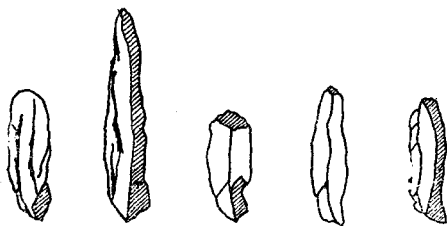


图1 原始的石刀

约一万二千年至五万年前原始人用于加工木材、角质和骨质物的石刀。原始的切削加工，从它产生的一天起，就已包含了三部分内容：

- ①有“刃口”的切削刀具；
- ②切削加工对象，也就是工件；
- ③切削加工运动。

原始人一手握住刀具，一手捉住工件，靠人力进行切削加工——整个近代机器制造切削加工工业，就是从这种原始状态演进来的。毫无疑问，离开了加工工件和切削运动，就无所谓刀具；要认识和研究刀具，必须同加工对象联系起来，必须同切削运动联系起来。这是我们一开始就要强调的基本观点。

金属切削加工在我国有着悠久的历史。远在春秋战国时期，磨削和研磨加工就已经相当发达。汉代的轴承等许多零件都曾经过较精密的切削加工。从过去和文化大革命期间的许多出土文物上，就可以清楚地看出我国劳动人民在切削加工方面所表现出来的勤劳和智慧。但是，由于近百年来我国人民深受“三座大山”的压迫，旧中国的工业非常落后，几乎没有自己的机床与工具制造业。解放以后，在伟大领袖毛主席和党中央的英明领导下，在三面红旗的光辉照耀下，全国人民团结一致、自力更生、奋发图强，短短时间内，就在各方面取得了飞跃的发展和进步。在刀具方面，广大的切削工人和革命技术人员创造了数以千计的先进刀具，如各类各类的高速、强力切削刀具，先进的综合轮切式拉刀，玉米铣刀，深孔套料刀，硬质合金精密滚刀，宽刃精刨刀，银白屑车刀以及国内外一致好评的“群钻”系列，等等。这些虽然不过是新中国工业全貌的一瞥，但却能看出我国工人阶级跃进的步伐和我国工业更加光辉灿烂的前景。

无产阶级文化大革命以来，机械工人在毛主席革命路

线指引下，深入开展“工业学大庆”的群众运动“抓革命，促生产，促工作，促战备”创造出更多的先进刀具和切削法。从71年开始，哈尔滨、吉林市、北京、沈阳、上海等地先后举办了先进刀具经验交流活动，全国许多省市的先进集体、班、组的代表和著名劳动模范、技术革新能手都到现场表演、交流经验，初步显示了无产阶级文化大革命中技术革新的成果，同时又播下了刀具技术革新的种籽。

《鞍钢宪法》放光芒，金切刀具谱新章。兰州地区的切削工人在文化大革命中同样有许多创造。在党的“十大”精神鼓舞下，一个群众性的“大搞技术革新和技术革命”的活动正在蓬蓬勃勃地开展起来。为了科学地总结和分析工人师傅的创造，认识规律性的东西，让刀具革新之花遍地盛开，创造出更多的好刀、巧刀、宝刀，多快好省地建设我们伟大的社会主义祖国，有必要掌握刀具切削角度的基本知识和分析刀具的方法。许多旧的（主要是苏联的）《切削原理及刀具》教科书，第一章就脱离实际地讲“基本定义”，好像这些“定义”是从天上掉下来的或某些人头脑里固有的，这是从孔老二、王阳明到林彪一类骗子，从贝克莱、马赫到苏修勃列日涅夫之流一脉相承的唯心主义先验论在切削加工理论领域内的反映，这种反动理论堵塞了人们认识真理的道路。我们认为，定义是客观规律的抽象，它不是从书本到书本，而是从实践到认识。对于切削刀具来说，如果不从实际出发，而从抽象的几何公理出发——全苏标准以及苏联机器制造百科全书都是这样——下了定义，那就如同不从人的实际情况出发而用动物学的理论给人下定义一样荒谬！我们就是要这种被颠倒了的事物颠倒过来。刀具的基本定义当

然不是天上掉下来的，也不是什么人头脑里固有的，而是从几万年前使用原始的石刀直至今天使用一切现代切削刀具的实践中产生的。下面我们就从大家熟知的事实出发，讨论一下刀具的切削角度，并建议同志们试用一下“1 2 3 4”分析法。

什么是“锋利”的刃口？

大家都知道，用普通的切菜刀切东西，总是用刀刃切，而不用刀背切。这是因为刀刃能切开东西而刀背则切不开。

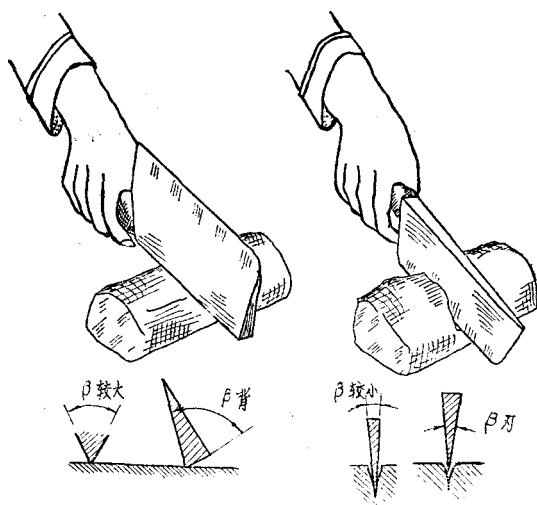


图2 刀刃刃口的楔角 β 很小，所以比较锋利

把这种现象上升为概念，人们就说：刀刃锋利，刀背钝。那么，用什么来表示“锋利”或者“锐”？用什么来表示“不锋利”或者“钝”

呢？从图2可以看出：同切削对象接触的两个刀面之间的夹角 β 大小，可以表示刀子是“锐”还是“钝”。刀背的 $\beta_{背}$ 比较大，很难切开东西，刀刃的 $\beta_{刃}$ 很小，切起来就省力；因此可以说： β 值大了，就“钝”， β 值小就锋利。 β 角叫做刀具的“楔角”。

可是，同一把刀，新磨出来的时候好用，切起来轻快，用上较长的时间后，刃老了，钝了，切起来就费劲。 β 角并没有变化，“锐”“钝”

却大不相同，这又是为什么呢？

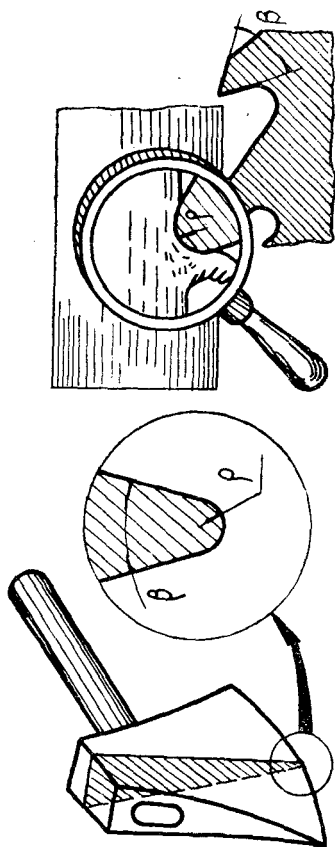


图3 刃口圆角半径 ρ 越小，刀具越锋利

请看图 3，它说明任何刀具的刀口，不论怎样精细地刃磨，总不是绝对尖锐锋利的，只要把刀口断面放大，就可看到刀口处有一个小小的圆角，它的半径是 ρ 。通常新磨出来的工具钢刀具， ρ 值大约为0.01~0.018毫米；对于硬质合金和陶瓷刀具，约为0.018~0.032毫米。

刀具磨损后，刃口老了、钝了， ρ 值就大大增加。很显然，刀具刃口是否锋利？主要还取决于刃口圆角半径 ρ 值的大小。上面所说的“刀背很钝”，除了它的楔角 β 值很大之外，更主要的是刀背的边口圆角半径 ρ 很大，摸起来圆秃秃的，当然切不开东西。

这样，什么是锋锐的刀口呢？回答是： β 角和 ρ 值小的刀口，是锋锐刀口。

“锋利”是不是一定“省力”？

现在我们拿一把锋利的切菜刀，切肉或者切什么比较皮实的东西。如图 4 所示，如果沿A方向，垂直桌子面往下压，恐怕要费很大的力气，也未必能切开；如果沿C方向，顺着刀刃往前擦着切下去，很容易就切开了。这是什么道理呢？原来同一把刀的 β 角刀口，在不同的切削运动方向上有不同的实际工作楔角：在A方向上的切刀截面楔角是 β_A ，在C方向上切刀截面的楔角是 β_C ；一眼可以看出， β_C 角小于 β_A 角。要是计算一下，也很容易；切刀的A向截面是个比较宽短的三角形，C向截面是个较细长的三角形，两个三角形的底边相等，都等于刀背厚度 b ，但它们的斜边长度不

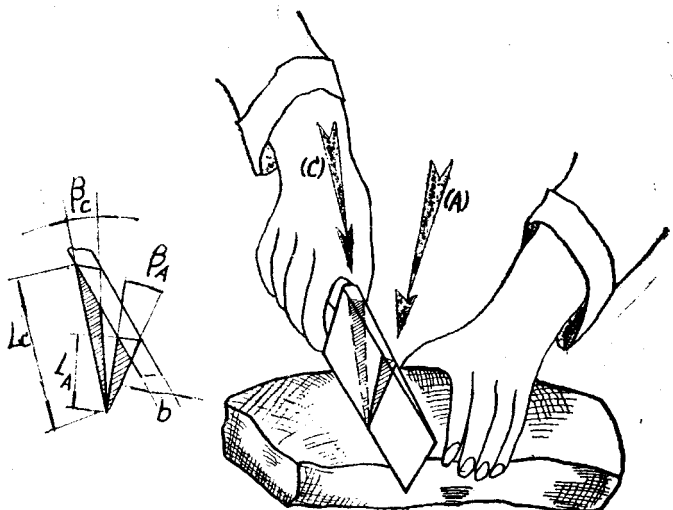


图 4 注意运动方向上的刃口楔角

等， L_C 大于 L_A ，因此 β_C 角小于 β_A 角。这就是说，在切割过程中，实际上起作用的楔角越小，刀子就显示出刃口越锋利，切起来就更加轻快。我们从小就有这个经验：一块破玻璃片或碎碗口，要是垂直往手上压一压，不一定出事，如果顺着破口方向轻轻一擦，立刻就会把手拉破而出血，这同样是因为擦拉方向上破口的实际工作楔角 β 很小、很锋利的缘故。可见，同一把刀，不同的用法就有不同的效果，“决定的因素是人不是物”。

从这个最常见的事实中，可以得出一个重要结论：刀具刃口（正截面中）的角度（ β ）只能一般地表示出刃口是

“锐”还是“钝”；真正代表刃口实际切削能力的，是切削运动方向上的刃口角度，叫做刀具的切削角度。

现在我们研究一下金属切削刀具。大家都知道，金属切削刀具的种类很多，车、铣、刨、钻、镗、拉、铰，螺纹、齿轮、成形刀等，微型刀具比头发丝粗不了多少，巨型端铣刀直径比火车头汽锅直径小不了多少……到底该从什么刀具入手呢？

毛主席教导说：“这是两个认识的过程，一个是由特殊到一般，一个是由一般到特殊。人类的认识总是这样循环往复地进行的……”切削刀具虽然种类繁多，但它们却有基本共同点，即“共性”，这就是，都有刀刃、刃口，而其切削部分（刀齿）的截面都是一个包含刃口原始几何参数的“尖劈”（见图5）。其中，外圆车刀刀头，即是寓有

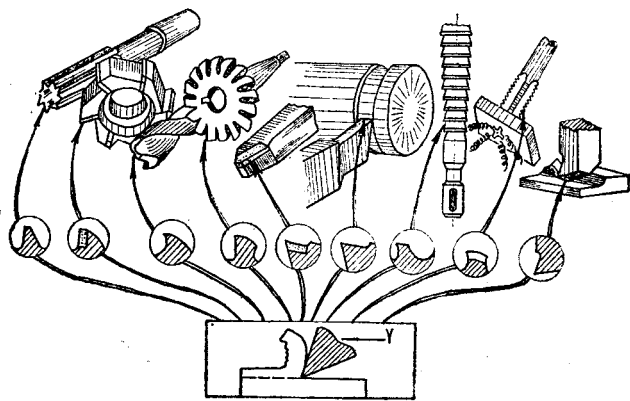


图5 形形色色的刀具切削部分都是一个“尖劈”

“尖劈”这个一般性概念的典型而具体的事物。可以说，各种刀具的切削部分，都相当于一把车刀的刀头。因此，我们研究刀具切削角度，就要从“尖劈”和外圆车刀入手，把车刀搞清楚，其它刀具也就不难认识了。

请看图 6，三把“尖劈”状切刀的楔角 β 相等，都是锋

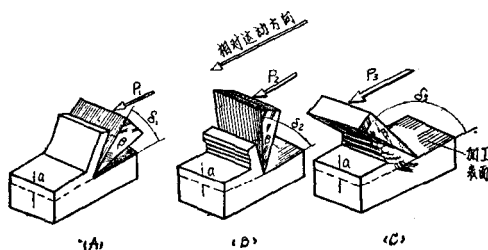


图 6 注意刀具与运动方向之间的夹角 δ

锐的小 β 角刀口，都要从同样的工件上切掉一层厚度为 a 的材料。大家都有这样的经验：图 6 A 的切削情况最好，顺利地切下一片变形很小的材料层，很省力；图 6 B 的情况就差些，切下的切屑变形较大，切起来比较吃力；图 6 C 的切削情况就很糟糕！根本不是“切”，而是拼命挤压，使切屑堆积在刀具前面，很难流出去，变形严重，切削力 P ，也须很大。为什么同一把刀具的切削能力差别这样大呢？没有别的原因，只是由于三把刀摆的位置不一样，或者说，由于刀具与相对运动方向之间的夹角 δ 不一样。可见，要说刀具角度，只说一个 β 角大小是不行的，不能完全反映出切削过程的实际情况，必须同工件的加工表面联系起来，也就是必须

同相对运动轨迹联系起来确定刀具角度，才是有实际意义的“切削角度”。

图 6 的 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 角，就是刀具上直接挤压、切除被切层的那个刀面（“前面”）同加工表面之间的夹角，叫做“切削角” δ 。

要问某一台床子上刀具切削情况如何？只是过去看一看刃口的 β 角大小，不能说明问题，必须看一看切削角 δ 大小，才可以大体上知道它是费力还是省力； δ 越大，越费力。这样表示刀具角度，是从实际出发，反映了切削过程的基本特征，是比较科学的方法。

可见，刀具的切削角度，不是孤立的几何体的角度，而是同工件和运动有密切联系的角度，并且是一个“变”的数值；同样一把刀，不同的安装和使用，有不同的切削角度，刀磨的再俊，用不好，还是费力。懂得了这个道理，就知道如何充分发挥人的革命能动性，不但会磨刀，还要会用刀，多快好省地进行切削加工。

光想省力，行不行？

省力，当然是好事；那就找一把楔角 β 很小、刃口磨得很锋锐的刀子，如图 7 那样，刀子前面相对于工件的位置尽量摆得使切削角 δ 最小，切起来一定是十分轻快、省力，切下一片材料，变形很小，如同家常切豆腐那样，真是太理想了！

可惜，金属材料不像豆腐那样好切，金属分子之间有很

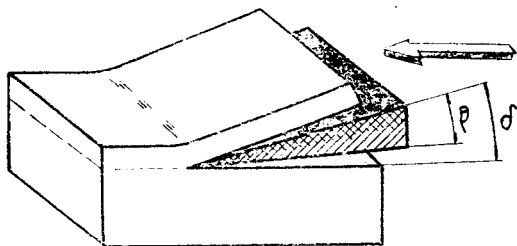


图 7 理想的切削

强的结合力，你要切它，它就反抗，必须用力再用力——结果是，啪！刃口断了。如图 8 所示，光想着省力， δ 角很小，

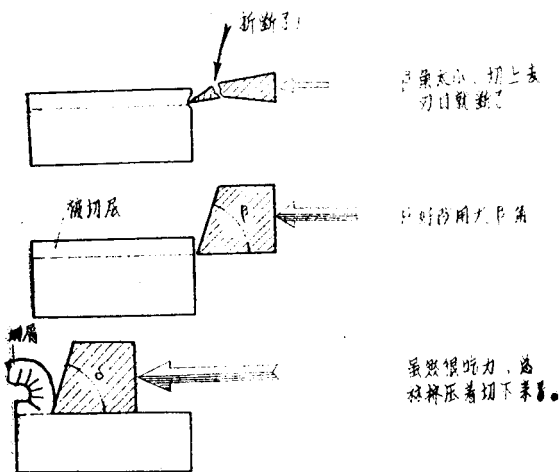


图 8 金属切削实际上不是“切”而是挤压

β 角也很小，结果使刃口处很薄弱，强度不行了，一上去就打刀。这就是矛盾，就是“切除”与“反切除”的矛盾；我们看问题不能只从一方面去看，而应该从矛盾的各个方面去看。为了省力，希望 δ 角小；为了增加刃口强度，又希望 β 角大。 β 大了， δ 一定大。切金属本来就吃力， δ 大了更吃力；虽然是加倍费力，却可以把金属层硬切下来，实现“切除”——“成形”。但对比一下图8和图7可知，这样一来，金属切削实际上不是“切”，而是挤压，是使被切层发生严重变形后沿刃口处切开，变为切屑流走，从而形成已加工表面；金属切削刀具当然也就不是平常的薄片刀，而是很强壮的方头方脑的硬家伙。这就是由“锋利”同“坚固”这一对矛盾决定的金属切削刀具的特殊性。

“锋利”同“坚固”的矛盾，只是切削刀具内部的一对矛盾。其实刀具内部的矛盾是很多的，都需要认真对待，给予解决。例如，在中速和高速切削时，还有一个“烧刀”的问题，也是一个很突出的矛盾。大家知道，搓一搓手，摩擦生热，弯折铁丝，变形也会生热；切削金属时，发生严重的变形和巨大的摩擦，当然要产生大量的热，烧得切屑发兰变紫，甚至工件表面都热得烫手，刀具受热升温更是厉害。搞得不好，麻花钻头会烧“焦”退火，硬质合金车刀也会热得受不了，迅速磨损报废。

怎么解决这个问题呢？

第一，要努力减少产生的切削热，这是从根本上解决问题的办法，也是打主动仗去解决矛盾的办法，我国大批先进工人都是优先考虑减小变形减少切削热这一条。

从刀具角度方面来说，如图9所示，要是采用小 β 角、小切削