

目 录

开头语

一、木材切削的基础知识	3
切削的基本概念	3
选择刀具角度	5
切削离不开运动	8
什么是切削用量	11
与切削有关的木材性质	13
切削作用与切削力	17
机床功率计算举例	21
三种基本方向的切削	25
二、刨削	31
刨削浅说	31
如何刨削木材	35
机械刨削净光	38
薄木刨切	41
合板刮光	45
三、锯切	48
锯子的种类和特点	48
锯齿构造	51
纵向锯切和横向锯切	55
锯子的尺寸和齿形参数	61
锯切质量	66

以锯代刨	70
硬质合金圆锯片	74
四、铣削	80
从平刨、压刨的切削说起	80
浅淡平面铣削的质量	83
螺旋铣刀和阶梯形铣刀	87
降低波纹锥形铣削	91
成型铣刀	93
各种硬质合金铣刀	97
五、钻孔和打眼	102
孔也并不都一样	103
麻花钻各部分的作用	104
顺纹钻和横纹钻	106
各种各样的木工钻	108
如何提高钻孔质量	111
手工平凿打眼	113
空心方凿复合刀具打眼	114
柄铣刀打眼	117
六、单板旋切	119
旋板原理	119
旋刀角度的大小及测量	122
旋刀后角的变化及控制	127
旋刀和压尺的安装	130
七、车削	134
木工车床	134
各种手持木工车刀	137
车削用量、车削力和车削的表面光洁度	140
八、砂光	144
砂光木材的磨具	144

砂光方式	146
砂光过程	151
砂光质量和生产率	152
九、木材切削新方法和新工艺	154
激光切削	154
振动切削	157
高压喷水切割	160
变屑锯切	161
削片制材	163
滚动剪切	166
喷射磨削	169
十、刀具材料、锯齿强化和刀具刃磨	171
刀具材料	171
锯齿强化	173
刃磨用的砂轮	177
直刃刀片的刃磨	181
整体套装铣刀的刃磨	183
刮刀的刃磨和整形	185
硬质合金刀具的刃磨	188

开 头 语

木材和钢铁、水泥、塑料等一样，都是国家建设和人民生活不可缺少的重要材料。人们几乎天天处处都会遇到由木材制造的产品，例如各种各样的木器、家具、房屋、门窗等。有些产品虽然不完全是由木材制造的，但是木材也是其重要原料之一，例如车辆、船舶、飞机、体育器械、某些文具、乐器，某些机器和机具等。甚至一些表面看来与木材无关的东西，在制造或装运过程也少不了木制品。例如制造机器时需要木模，包装产品时需要木箱等等。

将木材制成一定产品的过程称为木材加工。木材加工有很多方法，但是其中以切削加工所占的比例最大，木材切削加工就是用各种刀具加工木材。锯割、旋切、车削、刨削、钻孔、打眼、砂光等都是切削加工。以家具制造为例，从原木锯割成成材，再由成材锯割成各种零件的毛料，然后再用锯、刨、铣、钻、磨等方式将这些毛料加工成具有一定尺寸、形状和表面质量的零件，最后才能将这些零件装配、油饰成一件称心如意的家具。不仅如此，现代家具和建筑业中少不了的各类木质人造板如胶合板、刨花板和纤维板的生产过程也离不开切削加工。

切削加工既然在木材加工中占有如此重要位置，那么从

事这一工作的工人同志一定想多了解一些有关木材切削与木工刀具方面的知识，诸如：切削究竟是怎么回事？刀具靠什么作用切削木材？木材切削有何特点？什么是有屑切削和无屑切削？木材有哪些性质与切削有关？切削时需要多大动力才合适？锯、刨、铣、钻等不同切削方式有何规律，要求什么样的刀具？刀具的材料有哪些？用什么砂轮、什么方法进行刃磨？刀具的几何参数如何影响切削过程？切削速度、进给量等切削用量如何计算和选择？如何提高切削加工的质量和生产率？如何提高刀具的耐磨性？近年来国内外出现了哪些木材切削新方法、新工艺和新刀具？其前景如何等等。

了解上述有关知识不仅对实际操作工人有益，就是对从事这一行业的管理人员，对从事木材切削机床和刀具设计、制造、维修和技术改革的同志也会有所帮助。

一、木材切削的基础知识

人类利用木材的历史可以追溯到遥远的古代。实际上早在金属冶炼术发明之前，人类就学会用带刃的刀具，如用石质的或骨质的刀具砍、刮木材。时至今日，虽然科学技术的发展已使人类能遨游太空，但是木材仍不失为人类生产和生活的最重要材料之一，而且木材的切削加工，即用锯子、刨刀、铣刀、钻头等刀具加工木材，仍然是木材加工中用得最多的一类加工方法。

要学习木材切削技术，还须从简单、基本的木材切削基础知识入手。

切削的基本概念

切削是物体的一种加工方式。广义地说，切削就是用刀具加工工件。切削的对象是金属材料时，叫金属切削；是木材时，叫木材切削。

不管金属切削，还是木材切削，都离不开三个基本的要素：刀具、加工对象（工件）和切削运动。要想深入认识切削过程，还得从这三个基本要素入手。

人们利用切削加工，总要达到一定的目的，例如，用斧

子劈木材，是为了将大块木材弄小；用锯子锯剖原木，是为了获得一定规格尺寸和表面质量的板材或方材。总之，切削加工的目的就是要将加工对象（工件）加工成具有一定尺寸、形状和表面质量的成品或半成品，以满足人们的需要。

为达到切削加工的目的，人们从生产实践中逐渐认识到，必须将刀具做成一定的形状，磨出一定刃口和角度，并使其按一定规律运动才有可能。例如，你不能用斧子将一块木板劈成尺寸精度和表面光洁度都较高的板条，木材往往沿着斧子切口以下天然木纹裂开，这是因为斧子无论从刃口锐钝、刀具角度和运动规律方面都不适合这种加工要求（图1）。为了将木方解制成一定尺寸规格和表面质量的板材，可用锯子按一定路线将木方锯开，必要时还得用刨子或铣刀将其表面

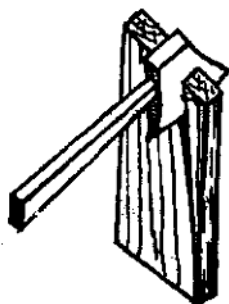


图1 斧子劈木沿天然纹理劈裂

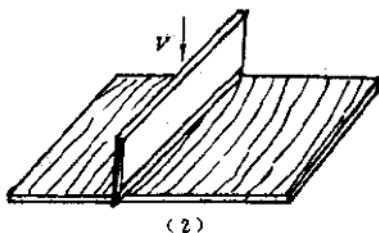
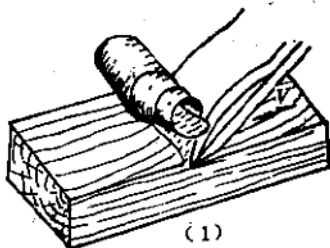


图2 有屑切削和无屑切削

(1) 有屑切削 (2) 无屑切削

再加工。

有人将切削分为有屑切削和无屑切削两种。有屑切削指的是工件上被切除的部分——切屑，有较大的变形，例如用刨子刨木和用锯子锯木都属有屑切削〔图2(1)〕。无屑切削指的是被刀具分离的工件上的两部分都没有明显的变形。例如用刨刀剪切单板便是无屑切削〔图2(2)〕。

有屑切削和无屑切削是一种人为的分类，其实它们之间并无绝对的差别，例如用刨板机刨制薄木和用切板机切削铅笔板，当刀具的切削角不大时，切下的薄木和铅笔板并无明显的变形，这时很难说到底是有屑切削或是无屑切削。至于有人用有无“切削损耗”作为衡量有屑切削和无屑切削的标准，也并非十分恰当，因为用刨刀剪下的单板边条也可以算作“切削损耗”，而用旋刀旋出的单板，虽有较大的变形，但并不算“切削损耗”，类似的情况还有刨片机刨制木片，削片机削制木片等等。

至于激光切削木材和高压喷水切削木材等，虽然并无刀具，但其加工目的和用刀具加工有某些类似之处，所以在讲述木材切削加工时有时也将这些加工方法一并加以讨论。

谈谈刀具角度

刀具是切削三要素之一。表示刀具形状和空间位置的主要参数是刀具角度。在切削加工中，加工质量、生产率、刀具耐用度和动力消耗等技术经济指标都与刀具角度有密切关系。

要认识刀具角度，须先了解刀具切削部分的形状和构造。木材切削刀具，虽然种类繁多，式样各异，但是无论什么样的刀具，都有直接参与切削的切削部分和支持切削部分的刀体。例如圆锯片、带锯条等锯子的切削部分是锯齿，圆盘形、带形的锯身便是刀体。

仔细观察各种刀具的切削部分后发现，它们的形状都很相似，都象一个“楔形体”。例如，我们熟悉的手工刨的刨刀的切削部分，就是一个典型的“楔形体”。构成这个楔形体的有几个面和几条线（图3）。

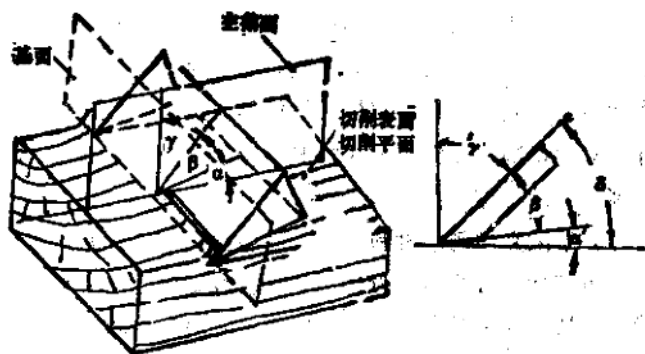


图3 刨刀的角度

切削时与切屑相接触的面叫前刀面；对着切削表面的刀面叫后刀面。前刀面（简称前面）与后刀面（后面）的交线叫主刀刃。前面与两个侧面的交线叫侧刃或副刀刃。

一般刨削平面时，只是主刀刃起作用，但如果是槽刨，两个侧刃也起切削作用。此外象横截锯，侧刃的切削作用还

是主要的呢。

刀具的刃口是否锋利，是否结实，在一定程度上可用刀刃的楔角表示。主刃的楔角就是前刀面和后面的夹角。楔角常用 β 表示。楔角小，刀刃锋利，但不结实（如刮脸刀片）；反之，楔角大，刀刃就钝，但都结实（如斧子、砍刀等）。

任何刀具，除要将刀刃磨得锋利外，在切削过程中还得有一定的前后角，例如木工刨的刨刀，有的装得陡些，有的装得平些，这种陡与平可用刀具的前角（ γ ）、后角（ α ）表示，或者用刀具切削角（ δ ）表示。不管刀具的主刃或侧刃都有上述这些角度。以主刃为例，前角 γ 是前刀面和垂直于切削平面的基面之间的夹角。前角大，刀具显得“平”，前角小刀具就显得“陡”。前角大，切屑变形小，切削省力，但前角过大，势必削弱刀尖强度，而且纵向切削时也容易引起刃前木材的开裂。

刀具后角 α 是后刀面与切削平面之间的夹角。后角影响后刀面与切削表面之间的压挤、摩擦程度。后角小，摩擦力就大；后角大，摩擦力就小。但后角太大同样也削弱刀尖强度，使刀具容易损坏。

切削角 δ 是后角 α 和楔角 β 之和。所以，以上四个角度中，知道了任何两个，其他两个也就可以知道了，即：

$$\delta = \alpha + \beta$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

式中： δ ——切削角（度）

α ——后角（度）

β ——楔角（度）

γ ——前角（度）

除了前角、后角、楔角三个基本角度外，表示刀刃倾斜程度的还有两个角：刃倾角 λ 和刃偏角 φ 。刃倾角是在切削平面内量得的主刀刃和基面之间的夹角；刃偏角是在和切削平面垂直的基面内量得的主刀刃和进给速度方向之间夹角（图4）。

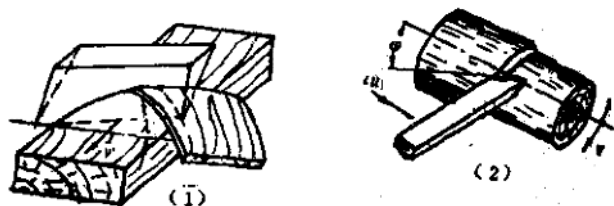


图4 刃倾角和刃偏角

(1) 刨刀的刃倾角 (2) 车刀的刃偏角

以上所说的刀具角度虽然是以主刃为例，对侧刃也同样适用，即侧刃也有前角、后角、楔角和切削角。

在实际切削过程中，由于装刀位置和进给运动的影响，上述几种刀具角度将发生一定的变化。这种变化角度叫刀具的“工作角度”或“实际角度”。不考虑装刀位置和进给运动的角度叫“标注角度”或“刃磨角度”。我们通常所说的刀具角度都是指“刃磨角度”或图纸上标注的“标注角度”。

切削离不开运动

任何切削都离不开运动。离开运动，刀具和工件便无从

联系，也就谈不上切削。

因为切削加工的目的，是使被切削的工件达到一定的尺寸、形状和表面质量，所以切削运动就不能是任意的，杂乱无章的，而必须是有规律的。例如，要刨平一块木板，刨子必须放得平，推得直。

这里的平和直就是对刨削运动的要求。

切削运动通常是由两个运动组成的：一个叫主运动，另一个叫进给运动。例如圆锯锯木，锯片的旋转运动是主运动，木料相对锯片的直线运动便是进给运动

(图5)。

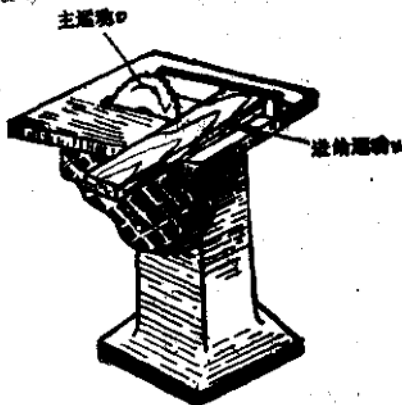


图5 圆锯锯木时的切削运动

在其他切削时如何区别主运动和进给运动呢？这也不难。一般只要看哪个运动速度高，消耗的动力多，哪个便是主运动。相反，速度低、消耗动力少的便是进给运动。例如，加工宽度600毫米的压刨，刀轴转速高达5000—6000转/分，线速度30—40米/秒，电机功率5—7千瓦，而木料的进给速度只有0.11—0.53米/秒，进料电机功率只有1—1.5千瓦，所以刀轴的运动是主运动，而木料的运动是进给运动见后面的图10(1)。

在上述两个例子中，都是刀具作主运动，工件作进给运动，但这并非规律，也有相反的情况。例如，在车床上车木

时，木料的旋转运动是主运动，车刀的走刀运动是进给运动（图6）。

主运动和进给运动可以分别由刀具和工件完成，也可以由刀具或工件同时完成，前者如上面的几个例子；后者如吊截圆锯锯木，锯片的旋转运动为主运动，锯片绕吊销轴的摆动为进给运动（图7）。类似的例子还有在钻床上钻孔，在打眼机上打眼等。

主运动和进给运动可以同时进行，也可以分开进行，前者如圆锯、带锯锯木、车木等，后者如刨板机刨切单板（图8）。

在主运动和进给运动同时进行，切削运动是两者的合成运动，切削轨迹是这个合成运



图6 车床的切削运动

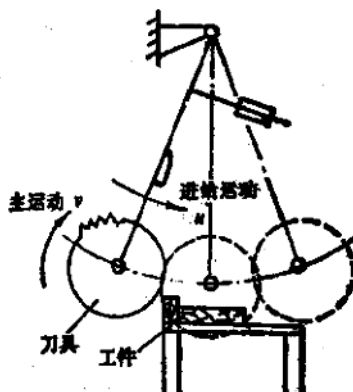


图7 吊截圆锯的切削运动

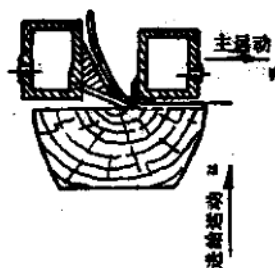


图8 刨板机的切削运动

动的轨迹。如车削的切削运动轨迹为螺旋线〔图9(1)〕,压刨刨木时的切削轨迹为摆线等。在主运动和进给运动分开进行时,切削运动就是主运动,切削运动的轨迹便是主运动的轨迹。如刨板机的运动轨迹为直线。

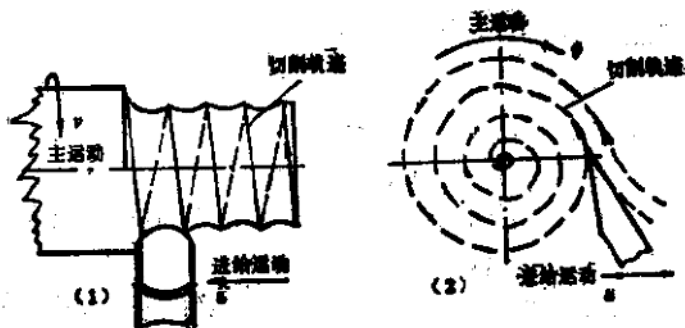


图9 切削轨迹

(1) 车削时螺旋线轨迹 (2) 旋切时的渐开线轨迹

分析切削运动及其轨迹,对切削机床和刀具设计,确定加工表面形状和质量等都是十分重要的。例如加工螺纹要在车床上进行,而生产连续单板要在旋板机上进行,因为旋刀所走出的阿基米德螺旋线轨迹或渐开线轨迹能够保证单板是连续的且厚度相等〔图9(2)〕。

什么是切削用量

搞清了切削运动之后,还必须知道什么是切削用量。切削用量指的是切削速度、进给量和切削深度。切削用量是机床刀具设计、机床使用调整的重要依据。

切削速度 v 因为主运动速度比进给运动速度大得多（如压刨大 120—400 倍），所以为简化计算起见，通常将主运动速度就当作切削速度，单位用米/秒。

在主运动为旋转运动时（如压刨、平刨、铣床、车床、圆锯，包括带锯），切削速度 v 按下式计算：

$$v = \frac{\pi D n}{60000}$$

式中， v ——切削速度（米/秒）

π ——圆周率取 3.14

D ——刀具的切削圆直径（带锯为锯轮直径）（毫米）

n ——刀具或锯轮转速（转/分）

进给量 进给量在木材切削中常用进给速度、每转进给量和每齿进给量表示。

进给速度 u ，指的是单位时间的进给量，常用单位是米/分。

每转进给量 u_n ，指的是刀具（工件）每转一转，工件（刀具）沿进给运动方向的移动量，单位是毫米/转。

每齿进给量 u_z ，指的是多齿刀具（如圆锯、铣刀）每转过一个齿，工件沿进给运动方向的移动量，单位是毫米。

以上三种进给量的关系可表述为如下公式：

$$u_n = \frac{u_z Z n}{1000}$$

$$u_n = u_z Z$$

式中， u ——进给速度（米/分）

u_z ——每齿进给量（毫米/齿）

Z ——齿数（齿/转）

n ——刀具或工件转速（转/分）

u_n ——每转进给量（毫米/转）

切削深度 t 指的是已加工表面和待加工表面之间的垂直距离，单位为毫米（图 10）。

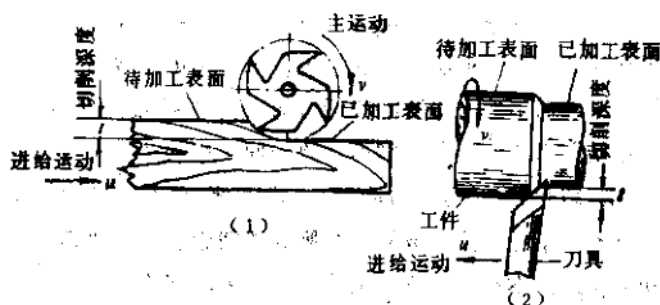


图 10 切削深度

(1) 铣削时的切削深度 (2) 车削时的切削深度

切削深度在机床调整时经常要用，如平刨调前、后工作台的高度差；旋板机和刨板机调整单板厚度等。

每一种切削机床加工不同的工件时究竟选用多大的切削用量才算合适，是一个牵涉到许多因素的复杂问题，生产中经常考虑的因素有，加工质量和生产率、机床功率、刀具耐用度、振动和噪音等。有关木材切削用量的研究目前还很不够。现有的木工机床大多只能调节进给量和切削深度，具体数值将在讲到每种具体切削方式时提到。

与切削有关的木材性质

切削可以说是一种“破坏”，只不过是一种有规律的“破

坏”而已。试想，不“破坏”原木怎样能得到板、方材？不“破坏”板、方材又如何能得到家具呢？

切削既然是一种“破坏”，就得先了解一下木材的抗破坏能力。

木材的抗破坏能力在各个方向是大不相同的，这主要由木材的特殊构造所决定。简单说，木材是由许多细长的细胞按一定方向（绝大多数沿树干方向）借助果胶质和木质素“粘结”而成的。每个细胞就象一间小小的“房子”，“房子”内部叫细胞腔，“房子的墙”就是细胞壁，细胞壁是由一束束纤维素，半纤维素组成的，细胞腔和细胞壁内以及细胞之间还有水分。木材能承受一定的外力主要靠细胞壁。

因为树干大体呈圆柱形，而且树木一年长出一层，所以把树干按不同方向锯剖后，就有端面、径切面和弦切面之分，而且各个面上的纹理不同（图11），各个方向抗破坏的能力相差很大。

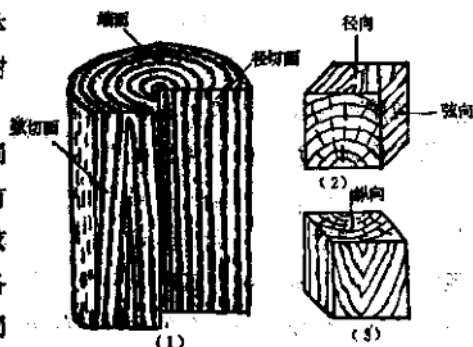


图11 木材的不同剖面 and 受力方向

(1) 三个不同的剖面 (2) 径向和弦向受力 (3) 纵向受力

首先，木材的顺纹抗拉能力大大超过横纹，而横纹抗拉中，径向又超过弦向〔图12 (1)、(2)〕。例如兴安落叶松，顺纹抗拉强度*平均为 1299 公斤/厘米²，横纹径向抗拉强度