

森林採伐機械化

第一部

—森林工業學系森林採伐機械化教研室譯—

東北林學院

1955年1月

森林採伐機械化目錄

第二版前言

緒 論

第一篇 木材切削

第一章 簡單切削	1
一、切削的基本原理	1
二、捷舍沃依教授的切削理論	7
三、切削時加工表面的光度	11
第二章 鋸 木	12
一、鋸及鋸木的過程	12
二、鋸木時的運動關係	20
第三章 刨 材	35
剝皮機床中的運動關係	36
第四章 用切削工具進行木材加工時的切削阻力及功率	54
一、鋸木時的切削力及切削	54
二、刨材時的切削力及切削	55
三、切削時決定於各種作用因素的切削係數切削力及功率	57

第二篇 森林採伐的工具及機械

第五章 人力採伐用的工具	63
一、手鋸	63
二、斧頭	69
第六章 電動鏈鋸	72
一、瓦可普電鋸	73
二、電鋸的組成部份	76
三、電鋸的類型	90
四、最新式電鋸的構造	91
五、電鋸的使用	100
第七章 發電站和伐區的電力供應	105
一、森林採伐中的移動發電站	105
二、森林採伐的總電力供應	118
第八章 汽油動力的鏈鋸	122
一、汽油鋸的組成部份	122
二、“烏拉爾”汽油鋸	124

第三篇 森林採伐技術

第九章 採伐前的準備工作	130
--------------	-----

第十章 伐木及造材	132
第十一章 電氣化採伐	137
一、伐區採伐作業圖的組成部份	138
二、用流水作業法的原條和材種採伐時的伐區採伐	144
三、電氣化森林採伐中的勞動生產率	154
第十二章 汽油動力鋸伐木	159
一、伐區的採伐法	159
二、汽油動力鋸的生產率	159
第十三章 手工採伐	160
第十四章 伐根拔出法	163
第十五章 森林採伐的安全技術	165

第四篇 森林採伐上的合理造材

第十六章 森林採伐上的本材損失及其防止法	167
第十七章 針葉樹種的合理造材	168
一、根據任務進行年伐區的合理造材	169
二、按照一定的規格進行合理造材	172
三、腐朽木的合理造材	175
第十八章 硬雜木樹種的合理造材	176
一、櫟樹	176
二、樺樹	178
三、槭樹	179

第五篇 操作過程中的某些問題

第十九章 原木在伐區上的保存	181
第二十章 伐區清理	182
第二十一章 森林採伐中的木材檢尺	183
第二十二章 原木生產中定額的結構	186
第二十三章 採伐同森林採運的其他生產階段的相互聯系	187
第二十四章 採伐工作的日曆計劃	188
第二十五章 伐木場的採伐作業	189
第二十六章 森林採伐的設計	190

第六篇 集材

第二十七章 集材的一般問題	201
一、集材的方法	201
二、集材的距離（附圖表，集材方法的分類）	202
三、準備工作	203
四、集材和伐木	203
五、集材和裝車地點的工作	205

六、集材和森林更新	205
第二十八章 鋼 索	206
一、鋼索的構造及其計算	206
二、鋼索的利用	208
三、鋼索的扣環和絞接	209
四、捆木索	210
第二十九章 KT-12 拖拉機集材	213
一、拖拉機集材的簡述	213
二、KT-12 集材拖拉機的特性	214
三、KT-12 拖拉機在伐區上的安置	217
四、伐區上集材道的配置	218
五、集材道的準備及其保護	220
六、拖拉機集材的操作過程	222
七、拖拉機集材時的應用牽引力的計算	225
第三十章 關於 ЧТЗ 拖拉機集材	227
一、設備	227
二、拖拉機拖運式集材的進行	228
第三十一章 絞盤機集材	229
一、關於絞盤機集材發展的簡述	229
二、絞盤機集材的方法	230
三、集材絞盤機的性能	231
四、三捲筒集材絞盤機	234
五、ТЛ-3 絞盤機的保養	238
六、伐區和裝車場的組織	238
七、絞盤機和集材桿的安裝	243
八、絞盤機集材的技術程序	245
九、絞盤機集材牽引運搬力計算	253

第一篇 木材切削

在森林採伐生產過程中我們要涉及到木材機械加工的工作、切削和鋸木車床的工作。

木材加工很早就以切削而著名。在俄國十七世紀末就以切削而開始了木材機械加工，那時鋸木首先應用的是帶風力發動機的鋸木機，而後（十八世紀）是用帶水力發動機的鋸木機和畜力傳動的鋸木機。在十九世紀初出現了帶蒸氣機的機械圓盤鋸。在十九世紀末俄國就已經有了大量的木材加工的企業——製材廠、傢俱廠和其他等。

在十九世紀的下半紀在俄國就開始在木材機械加工方面奠定了科學的基礎。在1870年俄國學者И. А. 季梅在“金屬耐力與木材切削”一書中曾發表過自己關於木材切削方面的科學試驗研究的結果，並給以理論性的概括。在世界上這是第一個試圖科學地來解決木材切削問題，這對以後切削方面的許多工作都有一定的影響。

在前一世紀末葉，在這方面俄國的科學思想越來越深地浸入了並發展了這方面。出現了有關木材切削和木材機械加工問題的一些重要的著作：П. А. 阿發納希耶夫教授的，П. В. 金菲爾工程師的和其他人的著作。

偉大的俄國學者 М. А. 捷舍沃依教授是蘇維埃國家內木材機械加工科學發展的創始人。1933年 М. А. 捷舍沃依教授創造了自己的木材切削理論，而在1939年他又完成了自己的巨作“木材機械加工”，在技術參考書中找不到一頁和該書之中有類似的。這個著作詳盡無遺地包括着木材切削的理論、木材加工的工具、車床的基本組成部分及其計算。雖然，М. А. 捷舍沃依教授創造的切削理論中的某些原理後來會有些修改，但必須指出在上面所談到的著作中關於木材機械加工各個理論問題的全面和深刻地敘述就是對木材加工科學技術書籍的一個巨大的貢獻。

М. А. 捷舍沃依教授的很多的學生、科學研究所（木材機械加工中央科學研究所，機械和動力中央科學研究所和其他等），以及高等森林技術學校（列寧格勒 С. М. 基洛夫森林技術學院，莫斯科、烏拉爾、阿爾汗哥利和西伯利亞森林技術學校）的有經驗教研室過去進行，現在也正在進行進一步地發展 М. А. 捷舍沃依教授的著作，並研究一些有關木材切削的理論和實際的問題的工作。

第一章 簡易切削

一、切削的基本原理

前面已經談到，伐倒木的機械加工是在伐區及楞場⁽¹⁾中進行。在該種場合下加工的主要種類是：橫向鋸木、縱向鋸木和剝皮。這些工作都是用簡單的或複雜的切削器來進行。木材切削條件與金屬切削的條件不同，因為木材的纖維構造是不同的。對於木纖維的不同方向進行切削時，木材顯示不同的力，並且由於切削條件不同，被加工的表面光度也不同。在切削過程中得到的刨片的形狀決定於切

(1) 楞場：即指集材場而言，而在東北叫楞場——譯者註。

阻削的條件及切削器的構造，也決定於刨片本身對切削器的影響。

在本章內將研究：

- 1) 切削時所產生的力。
- 2) 保證加工切削表面的必要光度的條件。

簡單切削器的要素 簡單的鋼質切削器通常是楔形的（圖 2）。切削器 1 順箭頭方向沿被加工木樑 2 運動。平面 $kprq$ 叫切削面（плоскость резания）， $defg$ 叫做前切削面（передняя грань резца），面 $detl$ 叫做後切削面（задняя грань резца）。前後二切削面相交的直線 de 叫做切削器之切削刃（лезвие резца）。木屑 $vruy-wmqrjx$ 叫做刨片

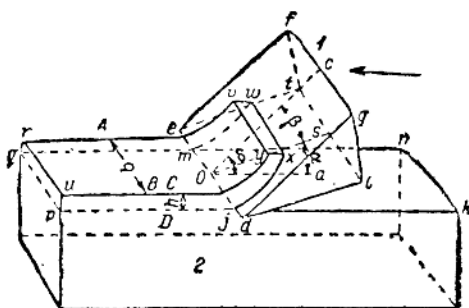


圖 2 簡單切削器的要素

（Стружка），其大小通常用兩個尺寸表明： $AB=b$ 刨片之寬， $CD=h$ 刨片之厚。

切削器與被加工之木樑相交成一垂直平面，此平面與切削刃垂直並通過 o 點。當垂直平面與切削器的前面相交則得 oc 線，與切削器後面相交，則得 os 線，而與切削面相交則得 oa 線。

由這些線所形成的諸角在切削上是有一定的意義，各角之名稱如下：

$\angle cos$ —— β ，由切削器的前邊的面和切削器後邊的面所形成的角，叫做銳利角（заострённый угол），或叫做刃角。

$\angle soa$ —— α ，由切削器後邊的面及切削面形成的角，叫做切削後角（задний угол резания）或切削器傾斜角（угол наклона резца）。

$\angle coa$ —— δ ，在切削器前邊的面與切削面之間的角度，叫做切削角（угол резания）。切削角永遠等於前二角之和：

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

切削的作用力及其情況首先決定於切削木材纖維的方向。

切削的種類 切削的種類基本上可分為三種：

1. 切斷切削（резание в торец）——切削器是在與纖維方向成垂直的平面上移動而進行切削，（如圖 3 a）。

續

2. 縱向切削（резание продольное）——切削器是在纖維面上與纖維走向平行着移動。

3. 橫向切削（резание поперечное）——切削器是在纖維面上與纖維走向垂直着移動。

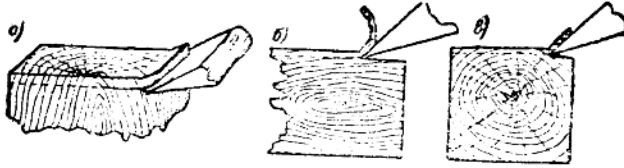


圖 3 切 削

「a—截斷切削，б—縱向切削，в—橫向切削」

切削的力與功 讓我們先來研究一下切斷切削的情況。

木樣 1 (圖 4) 在被銳利角為 β 的切削器 2 切削着，在圖上這種情況銳利角 β 等於切削角 δ ，因為切削後角 α 等於零。切削器沿箭頭方向前移動，並沿 nf 線刨下高 h 的木質層。切削器之切削刃為 aa_1 ，加工用樣本的寬度為 b 。假若切削器向指定的方向運動時，則其後邊的面對木材沒有壓力。再假若切削器是由非彈性物質製造成，則切削器前邊的面 ag 對木材的摩擦力等於零。俄國學者 И. А. 季梅 (Тиме) 教授作出了如下的切削過程的分析。

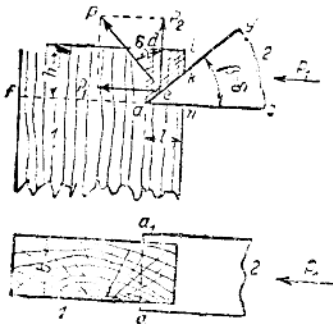


圖 4 切斷切削

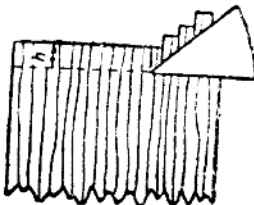
切削器受 P_1 力的作用進入木質中，其前刃面以與其垂直的力 P 壓木質層，力量 P 可分為兩個分力： P_1 作用於 nf 的方向， P_2 垂直於 nf 而與木纖維方向平行。分力 P_1 等於加在切削器上的力量 P_1 ， P_2 垂直於切削器運動的方向。

分力 P_1 在垂直於木纖維的方向引起木質的壓縮，而分力 P_2 沿着木纖維的方向引起木質的劈裂。

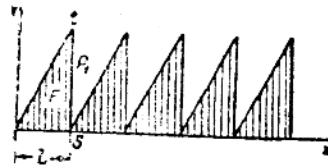
力量 P 隨着切削器在木質中深度的增加而增加，同時也分力 P_1 及 P_2 也增加。這個力量的增加可以一直繼續到木質在某個方向產生破裂的時候為止。因為沿纖維方向的劈裂阻力比垂直於纖維的壓縮阻力小，所以劈裂發生較早，由於受 P_2 力的作用，圖 4 中用影線劃的 $adik$ 部分之木塊將劈裂下來。

木塊劈裂以後全部力降為零，但切削器因受力 P_1 作用故繼續進入木質內，於是諸力又增加，當切削器再經過 l 的路程時，便劈裂了第二塊刨片，如此沿着切削器運動的道路劈裂着一塊又一塊的刨片。

在圖 5 上表示當截斷切削時刨片形成的圖形。



「圖 5 截斷切削時刨片的形成」



「圖 6 截斷切削之功的圖解」

И.А. 季梅教授假定，力量 P_1 的增加是和 l 成正比，也就是和切削器進入木質中的深度成正比。因此，假使橫坐標表示切削器經過的道路，縱坐標表示力量 P_1 ，於是便可得到如圖 6 所表示的圖解。

圖解中小三角形的底邊等於 l ，也就是切削器每切下一塊刨片時所經過的路程。三角形的高等於作用力 P_1 的最大值。三角形的面積表示在刨下一塊小刨片時所耗費的功。

其次再講當切斷切削時力與功的確定。

如前所述小刨片之劈裂，是由於力 P_2 之作用。劈裂力應等於：

$$P_2 = k'bh,$$

其中 k' —沿纖維方向劈裂時木質的堅實性係數，（公斤/平方毫米）。

b —刨片寬度，（毫米）；

h —刨片厚度，（毫米）；

由圖 4 看來，

$$P_1 = P_2 \operatorname{tg} \delta,$$

因而，

$$P_1 = k' \operatorname{tg} \delta bh. \quad (2)$$

在木質及角度 δ 一定時， $k' \operatorname{tg} \delta$ 的大小不變。因而可以說，在切斷切削時的阻力與刨片的橫斷面積成正比。

在刨下一塊小刨片的時間內所作的切削功等於（如圖 6）：

$$F = \frac{P_1 l}{2}. \quad (3)$$

代入 P_1 之值，則得：

$$F = \frac{k' \operatorname{tg} \delta bhl}{2}, \quad (4)$$

假如，

$$\frac{k' \operatorname{tg} \delta}{2} = k_1, \quad (5)$$

則：

$$F = k_1 bhl, \quad (6)$$

此處 k_1 —截斷切削係數，（公斤/平方毫米）。

因此，可以說，刨下一塊刨片所消耗的切 F ，與此刨片的體積成正比。

其次假使決定出一秒鐘內刨下的小刨片的數目，再用此數目乘一個刨片所用的功，便可得到一秒鐘內切削的功，即功率。

每秒鐘內刨下基本刨片的數目是：

$$n = \frac{v}{l}, \quad (7)$$

其中 v —切削器在一秒鐘內所走過的路程，亦即切削速度；

l — 小刨片的長度。

那麼一秒鐘內所作的功便可這樣表示：

$$\Sigma F = \frac{k_1 b h v}{l} = k_1 b h v, \quad (8)$$

而功用馬力表示時爲：

$$N = \frac{k_1 b h v}{75}. \quad (9)$$

$b h v$ 的乘積是在一秒鐘內刨下的刨片的體積。把 $k_1/75$ 當作常數，於是便可得出結論，即在一秒鐘內消耗在刨下刨片的功與那一秒鐘內刨下的木質的體積成正比。

縱向切削（圖 3 Б）與橫向切削（圖 3 В）的過程和前面討論過的相類似。但這兩種切削的情形和切斷切削的情形是有區別的。

當縱向切削時力量 P_1 沿纖維方向壓縮木質，而力量 P_2 則沿纖維面分裂纖維並在垂直於纖維的方向彎曲被切下的刨片。

當橫向切削時，力量 P_1 與纖維走向垂直並壓縮纖維。但是力量 P_2 或者像在切斷切削時那樣產生劈裂作用，或者像在縱向切削時那樣時常產生分裂作用。

切斷切削所確定的原理：а) 切削時的阻力與刨片的橫斷面積成正比，б) 切削器刨下一個基本刨片時所消耗的功和每秒鐘切削器所做的功皆與刨下刨片的體積成正比，所有這兩條原理無論對縱向切削或橫向切削都是適用的。

但是切削係數應當不同：縱向切削用 k_2 ，橫向切削用 k_3 ，並使其各自適合於一定的切削情況。

因而，對於縱向切削及橫向切削則公式（2），（6）及（9）須改變成下列的形式：

縱向切削的阻力：

$$P_1 = k'' \operatorname{tg} \delta b h, \quad (10)$$

橫向切削的阻力

$$P_1 = h'' \operatorname{tg} \delta b h \quad (11)$$

對所有的切削情況來講（通常令 $\delta = 45^\circ$ ），基本切削器的切削阻力公式的一般式爲：

$$P_1 = k b h \quad (12)$$

刨下一塊小刨片時的切削功：

縱向切削的爲

$$F = k_2 b h l, \quad (13)$$

橫向切削的爲

$$F = k_3 b h l. \quad (14)$$

每秒鐘內切削的功以馬力表示之：

縱向切削的爲

$$N = \frac{k_2 b h v}{75} \quad (15)$$

橫向切削的爲

$$N = \frac{k_1 b h v}{75} \quad (16)$$

在上述各公式中係數 k_1 , k_2 及 k_3 的值是在一定切削的情況下由實驗所得出的, 它受木質的特性, 切削角及其他一些因子所左右, 關於這方面將在下面說明。

切削角的意義 小刨片的分離 (如圖 7 所示) 是受力 P_2 的作用而產生, 而推動切削器進入木質

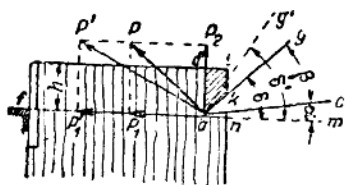


圖 7

的最深處所需要的力是由力 P_1 決定。將切削器 cag 的切削角 δ 增加到 δ' 。這個新切削器作用在木質上的力 P_1' , 是與切削器前邊那面 ag 成垂直作用。隨着 δ 角增加到 δ' , 力量 P_2 的大小仍不變, 因為在這種情況下小刨片將仍是沿着同一的面積 bh 而劈裂下來。

用力量 P_1 及 P_2 做成平行四邊形後, 我們就可看到, 推進切削角爲 δ 的切削器 cag 所必需的力量 P_1 , 將增加到推進切削角爲 δ' 的切削器 cag 所需的力 P_1' 。

切削器 cag 的力 P_1 及切削器 cag 的力 P_1' 恰好各等於切削角爲 δ 及 δ' 時的切削力。因此可得出結論: 隨着切削角的增加, 切削阻力也跟着增加。

此處用圖解所表示的這一原理, 爲公式 (2), (10) 及 (11) 所證實, 即切削力與切削角的正切成正比:

$$P_1 = ktg\delta bh.$$

爲了減少木材加工中的阻力, 我們應當竭力減小切削度。

但是從公式 (1) $\delta = \beta + \alpha$ 可以看得出, δ 角的減小只有這樣的可能: 即 β , α 二者之一減小, 或兩者均減小。但是當 α 角減小時, 則切削器後邊那面與切削面間的摩擦力將增加。因爲減小 α 角是不可以的, 所以只有縮小 β 角, 而 β 角的縮小又降低切削器的堅固性, 由此可見, 當選擇這三個角的大小時, 應當首先確定對於一定條件的 β 角的最小數值。實際上 β 角的數值在不同的切削器上變動得相當大。最小的銳利角——大約 15° ——是用於膠合板製造的機床上, 當切削加工時木材事先要經過軟化處理。在橫截上此角達到最大—— 60° , 而在某些鋸上甚至可達到 90° 。

季梅教授認爲最適宜的切削角 δ 是 45° 。實際上 δ 角的值是在 $45 \sim 60^\circ$ 之間, 有時在縱截面上達到 90° 而在橫截面上更大。

關於後切削角的意義和大小將在以後來談。

木材的切削係數 (Коэффициенты резания древесины) 切削係數 k_1 [公式 (6)], k_2 [公式 (13)], k_3 [公式 (14)], 都是利用簡單的切削器與木質纖維成不同的方向進行切削試驗而得的。

這些係數的數值, 爲季梅教授所求得, 現引入第一表中。

表 1

樹 種	k 值		
	橫斷切削 k_1	縱向切削 k_2	橫向切削 k_3
松	2.0~2.5	1.0	0.46
楊	2.0~2.5	1.5	0.46
樺	3.8~5.0	1.9	0.96
櫟	3.8~5.0	2.8	0.76
木青岡	--	2.8	0.90

上表內之係數是當角 $\delta = 45^\circ$ 及切削速度甚小時求得的。

通常可以認為，這三個切削係數的絕對數值存在着下列的比例關係：

$$k_1 : k_2 : k_3 = 6 : 3 : 1 \quad (17)$$

二、捷舍沃依 (М. А. Демешовой) 教授的切削理論

根據上述木材切削理論的基礎可得出如下之原理：切削作用力與所刨下的刨片的橫斷面積成正比，與切削角之正切也成正比，同樣，消耗於切削上之功與刨下的刨片之體積成正比。

此外，如上所述，切削係數 k 決定於木質特性與切削方向。

刨片的橫斷面積與切削力成正比，這對於切斷切削來說在理論上是證實了，但是對於縱向和橫向切削來說，這個原理只有在很小的程度上才是無疑義。

由公式：

$$P_1 = ktg\delta bh$$

得出，當切削角 $\delta = 90^\circ$ 時，正切等於無窮大，切削器應該受到無窮大的作用力，實際上不可能這樣，因為角 $\delta = 90^\circ$ 的切削器是用垂直的作用力工作。

上述種種有關切削理論的基本原理，只有在一定的條件下才是正確的。

M. A. 捷舍沃依教授根據影響切削情況和切削力的各主要因子及對這些條件的分析，首先創造了切削的理論。

木質和它的各個組成部分當切削時要遭受各種阻力所引起的各種力的作用：壓力、劈裂、拉力等等，而這些力的作用是與纖維成各種不同的方向。

切削器前邊那面對刨片的壓力的分佈 假設刺入木質內的切削器 1 (圖 8) 是由非彈性的金屬製成的並且只許允它按照箭頭所示方向運動，在這種情況下切削器之後邊那面與木質間沒有摩擦存在。

切削器之前邊那面與木質之間的壓力在 ak 全線段上的分佈是不平均的。顯然地，在剛剛與木質相接的 k 點上，壓力是等於零。很明顯，M. A. 捷舍沃依教授認為在切削器的 a 點上木質將受到最大的壓力。但應當指出，某些作者 (C. A. 沃斯列新斯基副教授和其他人) 認為最大的壓力發生在切削器的前面上，大約在 a 和 k 兩點之間。

於是切削器之前邊那面加於物質上的比壓是從 k 點的零變化到 a 點的最大值 P 。M. A. 捷舍沃依教授認為可以假設這個壓力從零到最大是按照直線 pk 而變化的。各壓力的合力 P 通過 e 點，並且 $ae = 1/3 ak$ 。合力的大小等於三角形 pka 的面積。

假設切削器之前邊那面與木質間沒有摩擦存在，於是壓力 p 及 P 的方向垂直於切削器的前邊那面 ak 。

最大壓力 p 及合成壓力 P 可以分解成兩個分力： p_1 , p_2 和 P_1 及 P_2 。

前切剖面與刨片間的摩擦。 我們採用以下的標誌符號 (圖 9)： N ——切削器 cag 之前邊那面上的垂直壓力： N_1 及 N_2 ——與切削方向平行及垂直之二分力； fN ——沿切削器前邊那面 ga 的摩擦力，此處 f 是切削器與木質間的摩擦係數； fn 及 fm ——與切削方向平行及垂直之摩擦分力。假如各

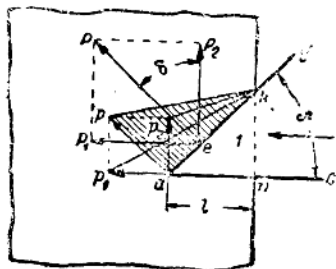


圖 8

力是從切創器向刨片上作用的話，則力的作用方向如圖 9 中所示。

以前以 P_1 及 P_2 表示的切創器對刨片的垂直壓力的分力現在可用下面的方法決定：

$$P_1 = N_1 + fn = N \sin \delta + f N \cos \delta, \quad (18)$$

$$P_2 = N_2 - fm = N \cos \delta + f N \sin \delta, \quad (19)$$

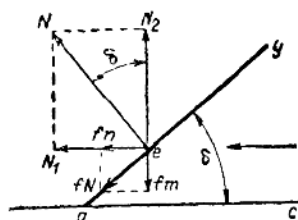


圖 9

由此

$$P_2 = \frac{\cos \delta - f \sin \delta}{\sin \delta + f \cos \delta} P_1 \quad (20)$$

或者

$$P_2 = \frac{1 - f \operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} \delta + f} P_1. \quad (21)$$

在一定的情况下摩擦係數的值可為：

$$f = 0.5 - 0.7 \quad (22)$$

當沒有摩擦力時得出等式：

$$P_2 = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta} P_1 \quad (23)$$

切創器對木質及刨片之作用力。 在第 10 圖上表示角 $\delta = 90^\circ$ 的切創器 1 以力量 P_0 作用於木質部 2 上，並沿 af 面切創。假使木柱 $afqk$ 和其餘的木質是分離的話，則受着力量 P_0 的作用時即發生簡單的物質壓力。但是由於所指出之木柱不是分離的，因此為了分離它必須沿 nf 線克服木質質點間之黏着力。因此，推動切創器的力量 P_0 應當等於兩個力量的和，其一為沿 nf 面對物質的切力，另一個為對於木質刨片之壓力。

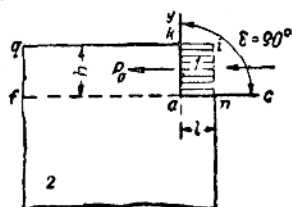


圖 10

沿直線 an 之切創是由切創器之刃進行，而由於切創器前邊那面對小刨片 $anik$ 的作用，就把該刨片移開。

假如當刨片的寬度為 b ，在切創面上劈下長為 l （等於 an ）的木質時，則劈裂木材所需的力可以由下式求得：

$$P = k_{CK} b l. \quad (24)$$

壓縮刨片的力量 P_1 與面積 nak 成正比（圖 11），此面積等於 $\frac{P \operatorname{tg} \delta}{2}$ 。假使比例係數是 k_{CK} ，於是力量 P_1 等於：

$$P_1 = k_{CK} \frac{l^2 \operatorname{tg} \delta}{2}. \quad (25)$$

公式 25 僅在 $nk < ni$ （圖 11），或者是 $l \operatorname{tg} \delta < h$ 的情況下才存在。

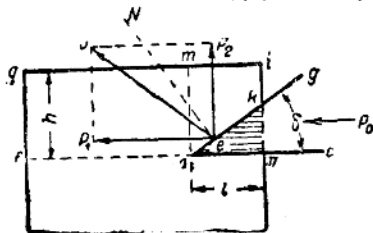


圖 11

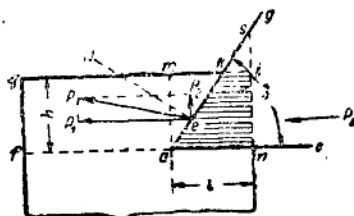


圖 12

假使 $tg\delta > h$ ，如圖 12 所表示的，則力量 P_1 將與梯形面積 $anik$ 成正比。此梯形面積可以用以下的方式求出：

$$anik - akm = lh - \frac{h \times h \tan \delta}{2} = h \left(1 - \frac{h}{2 \tan \delta} \right) \quad (26)$$

而作用力 P_1 將為：

$$P_1 = k_{CK} h \left(1 - \frac{h}{2 \tan \delta} \right)_0. \quad (27)$$

當角 $\delta = 90^\circ$ 時則：

$$P_1 = k_{CK} hl_0. \quad (28)$$

因此，當切削角為 90° 時，切削力不至於達到無限大，像在公式 (2) 所得出的那樣。

切削時之合力 (Суммарные усилия при резании) 在壓力 P_1 (圖 10) 的作用下，根據材料力學可以知道，木柱 $afqk$ 將要橫向膨脹。加工表面 af 阻止物體向粗膨脹，因此在力 P_2 的方向上出現一個附加力，M. A. 捷舍沃依教授研究出此力等於 $(0.25 - 0.35) P_1$ 。

因此，垂直於切削器運動方向的並且在圖 8 中用公式 (21) 表示的分力 F_2 ，可用下式表示之：

$$P_2 = \frac{1 - \tan \delta}{\tan \delta + f} P_1 + 0.35 P_1$$

或

$$P_2 = \left(\frac{1 - \tan \delta}{\tan \delta + f} + 0.35 \right) P_1. \quad (29)$$

將公式 (25) 及 (27) 中 P_1 之值代入此式中，即可得出表示力量 P_2 的最後公式：

當 $tg\delta < h$ 時

$$P_2 = k_{CK} \frac{P_1 tg\delta}{2} \left(\frac{1 - \tan \delta}{\tan \delta + f} + 0.35 \right), \quad (30)$$

而當 $tg\delta > h$ 時

$$P_2 = k_{CK} h \left(1 - \frac{h}{2 \tan \delta} \right) \left(\frac{1 - \tan \delta}{\tan \delta + f} + 0.35 \right)_0. \quad (31)$$

沿切削方向推動切削器的合力 P_0 是由兩個力量組成：沿平面 af [圖 10，公式 (24)] 上的促使劈裂的力 P 及壓縮木質的力 P_1 [公式 (25) 及 (27)]。

當 $tg\delta < h$ 時

$$P_0 = k_{CK} bl + k_{CK} \frac{P_1 tg\delta}{2}, \quad (32)$$

而當 $tg\delta > h$ 時

$$P_0 = k_{CK} bl + k_{CK} h \left(1 - \frac{h}{2 \tan \delta} \right)_0. \quad (33)$$

依照 M. A. 捷舍沃依教授的方法，要按照以下的程序來確定切削力。

根據公式 (30) 及 (31)，確定小刨片發生分離時 l 之大小。 l 之大小可根據所選擇的 h 和 δ 及在

該種情況下所計算出的分力 P_2 來確定。當形成小刨片時與木纖維成一定方向並負扭劈裂木質之力 P_2 之大小可被確定。

按照公式 (32) 及 (33) 通過已知之 l 值即可確定出切削力。

例：對於乾松材進行切斷切削，角 $\delta = 45^\circ$ ， $\text{tg } \delta = 1$ ； $b = 3$ 毫米（註 1）； $h = 2$ 毫米； $f = 0.5$ 。
假設 $k_{\text{CKI}} = 2.1$ 公斤/平方毫米； $k_{\text{CKII}} = 0.37$ 公斤/平方毫米。

假令木材在垂直於切削器運動方向亦即平行於纖維方向劈裂時則發生小刨片之分離（事實上根據捷舍沃依的理論，必須在每一個單獨的情況下來決定那個方向發生小刨片之分裂）。

則根據公式 (30) 我們可以寫出等式：

$$P_2 = k_{\text{CKII}} \parallel bh = k_{\text{CKI}} \frac{l^2 \text{tg } \delta}{2} \left(\frac{1 - f \text{tg } \delta}{\text{tg } \delta + f} + 0.35 \right),$$

$$k_{\text{CKII}} \parallel bh = 0.37 \times 3 \times 2 = 2.22 \text{ 公斤。}$$

於是：

$$2.22 = k_{\text{CKI}} \frac{l^2 \text{tg } \delta}{2} \left(\frac{1 - f \text{tg } \delta}{\text{tg } \delta + f} + 0.35 \right)。$$

代入數值，我們得到：

$$2.22 = 2.1 \frac{l^2}{2} \left(\frac{1 - 0.5}{1 + 0.5} + 0.35 \right),$$

從而求得 $l = 1.76$ 毫米。

當 $l = 1.76$ 毫米及 $\text{tg } \delta = 1$ 時

$$l \text{tg } \delta = 1.76$$

即 $l \text{tg } \delta < h$

這樣一來根據公式 (32) 就可決定切削力：

$$P_0 = 2.1 \times 3 \times 1.76 + 2.1 \times \frac{3 \cdot 1}{2} = 14.34 \text{ 公斤。 (註 2) }$$

假如刨片的橫斷面為 6 平方毫米，於是切削係數 k_l 或單位切削力（每 1 平方毫米刨片上的作用力）等於：

$$14.34 \text{ 公斤} \div 6 = 2.39 \text{ 公斤， (註 3) }$$

此值接近於 И. А. 季梅教授試驗所得到的切削係數（松材切斷切削時此值可達 2.5 公斤）。

在後來的一些創建切削分析理論的著作中應當指出的是 С. А. 沃斯克列新斯基副教授的一些著

譯者註：（註 1）原書為 $l = 3$ 毫米，現更正為 $b = 3$ 毫米。

（註 2）原書為 $P_0 = 2.1 \times 3 \times 2 + 2.1 \times \frac{3 \cdot 1}{2} = 15.85 \text{ 公斤}$ 。

現更正為 $P_0 = 2.1 \times 3 \times 1.76 + 2.1 \times \frac{3 \cdot 1}{2} = 14.24 \text{ 公斤}$ 。

（註 3）原書為 $15.85 \text{ 公斤} \div 6 = 2.64 \text{ 公斤}$ ，

現更正為 $14.34 \text{ 公斤} \div 6 = 2.39 \text{ 公斤}$ 。

作，他繼續發展了自己的切削理論，在這個理論中把切削器所切下的刨片看作是彈性的四方木頭。因而在創造木材切削理論時便利用了彈性理論。這一些與 M. A. 捷舍沃依教授切削理論相比是一個相當大的改進。C. A. 沃斯克列新斯基副教授在自己的著作中否認了在切削器前面應力是按直線變化的這個理論，並證實了，最大的應力不是在切削器的切削刃上。在批評 M. A. 捷舍沃依教授的切削理論時，C. A. 沃斯克列新斯基提出了自己的見解，他認為當切削器或劈槌進入木材中時，接觸表面上的平均比壓是個常數，它不決定於進入木材中的深度如何。這個原理以後被 A. E. 朝洛塔列夫副教授的試驗證實了。

C. A. 沃斯克列新斯基證明，當用切削器刨刨片時，還有一個特殊的切斷力。因此說，C. A. 沃斯克列新斯基的工作是沿着 M. A. 捷舍沃依教授所指出的方向進行。

三、切削時加工表面的光度

正如前面已經指出的，當木材切削時，由被加工的對象（圖 5）不斷地分離出小刨片。是整個小刨片發生分離，而不是單獨的纖維發生分離，這是因為沿纖維方向木質很堅實，木質產生一種反抗切削器破壞木質的反作用力。這個反作用力的大小可以由木纖維間的黏着力來確定，這個反作用力稱為木質的抗力。

木質的抗力愈大，則小刨片分離的愈勻整，切削表面愈光潔。反過來說，分離小刨片所需的力愈小，則該刨片發生分離的距離就愈短（切削器所經的道路）；在短的距離上遇到的與木材特性有關的並能引起刨片提前折斷或纖維提前分離的偶然現象較少。

當其他條件相等時，切削角愈小和刨片愈薄，則被加工的表面愈較平坦和光潔（在個別的情況下，例如沿纖維方向切削時，減小切削角度，則將得到相反的結果）。

影響加工表面光度的因素有：切削速度、切削刃的鋒利度、切削器的彈性和木材的特性。

切削速度。 切削器，如鋸齒在鋸口中以某種切削速度 v 運動時，則必引起與鋸齒相接觸的木質刨片以同樣的速度 v 運動。當這樣運動時，切削器不僅要克服切削阻力，而且還要克服木纖維的惰性力。惰性力與速度的平方成正比，因而惰性力隨着切削器運動的速度的增加而增加。這樣一來，就得到了附加的抗力，這個附加抗力與該木材所具有的抗力相加，就能保證被加工表面比較光潔。當切削速度小時，在軟的地方木質能被折斷或木質纖維能比在切削力達到能正常地折斷或刨下基本刨片時過早地分開。當切削速度大時，木質的抗力大，因此基本刨片分離的圖解與圖 5 上所表示的近似，並且被加工表面也比較光滑。

切削刃的鋒利度。 當切削器鋒利時（圖 4），則刨片幾乎正好沿着切縫分離。假如切削器變鈍了，則切削器不僅刨下刨片，而也要破壞切削一帶的木質層；或者撕下一部分纖維，或把一部分纖維壓入木質內部，因此切削表面就要變得粗糙。

切削器的彈性。 切削器受到作用力後就彎曲起來，這時其切削刃便壓在切削表面上，因此便要在加工表面上留下凹痕，而降低加工的質量。

木質的特性。 木質緊密，並且結構均勻的木材，切削後的表面比較光潔。抗力小的濕潤的木材，則表面就不太光潔。當加工絕對乾燥的木材（或近於絕對乾燥的）時，由於木材脆，所以表面也粗糙。當木材是在空氣中進行乾燥，則切削表面最光潔。

切削工作的實踐也證明，當縱向切削時，切削的表面最光潔，當切斷切削時——稍差些，當橫向切削時——更差。

直鋸 (прямые пилы) 屬於此類的有：

- 1) 手鋸，在伐區及楞場中橫向截圓木用的；
- 2) 框鋸 (Рамные пилы) 把原木縱向鋸成板材用的；
- 3) 往復運動車床上的鋸——在楞場中縱向鋸原木用的；
- 4) 在個別情形下用作縱向鋸木用的手鋸。

所有的直鋸均是直線往復運動。

鏈鋸 (цепные пилы)——電動鏈鋸及汽油發動鏈鋸，是在伐區及楞場中橫向鋸斷圓木用的；這些專的鏈鋸都是連續運動的。

圓鋸 (круглые пилы) 是在楞場上橫向或縱向鋸木用的。這些鋸適用於造紙材，枕木等按製車床上；這些鋸是屬於鋸身不斷運動的鋸。

帶鋸 (ленточные пилы)，也是鋸身不斷運動的鋸，把原木或方子縱向鋸成木板時用，以及作細木工時用。實際上比圓鋸在森林採伐中使用的很少。

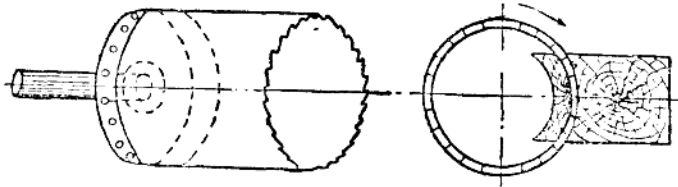


圖 15 圓筒形鋸

特殊類型的鋸，例如製桶板片（做木桶用的木板）用的圓筒形鋸（圖15）或製造帶橫向彎曲而縱向也彎曲的桶板料用的筒狀鋸（圖16），以及製桶當中應用的凹形或球形的鋸（圖17）。這些鋸在森林採伐作業中沒有實際的意義。

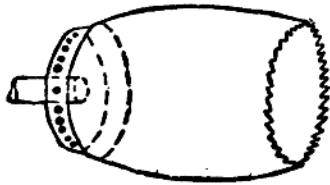


圖 16 桶狀鋸

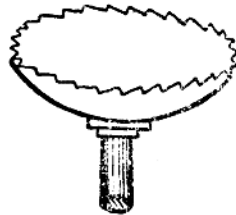


圖 17 凹球形鋸

鋸齒的基本部分。 正如前面所述，鋸木可在不同的方向進行，其中橫向及縱向是基本的方向。當鋸口側面垂直於木纖維方向鋸木時叫作橫向鋸木。而當鋸口側面平行於木纖維方向鋸木時叫作縱向鋸木。

在“基本切割”那章中已經指出過，與纖維成不同的方向切割時則所用的力是不同的。當鋸木時就形成具有三個平面的鋸口，其中每一個平面都是專門供切割該平面用的切割器工作的結果。

由此得出，每一個鋸齒應當具有不只一個而是好幾個切削刃或頂好幾個切割器，它們在不同的鋸口面上工作。但是因為在纖維走向不同平面上的工作都具有獨特的性質，於是不同的切削刃和與切割刃有關的鋸齒基本部分都需要有特殊的形狀。