

木材切削学

A. I. 别尔沙德斯基 著



A. И. 别尔沙德斯基 著

木材切削学

陆仲申 倪秉华 译

中国林业出版社

1959年·北京

本書系根据苏联国家森林工业和造纸出版社 (Гослесбуиздат) 1956年出版的別尔薩德斯基教授 (А.Л. Бершадский) 著“木材切削” (Резание-древесины) 一書譯出。原書經苏联高等教育部審定為高等林业學校教學參考書。

本書在總結實驗室和生產中所獲得的資料的基礎上，闡述了木材切削的原理。書中所確定的主要木工機床切削過程各基本因素之間的相互關係，無論在理論上和實踐上都具有重要意義。

本書對森林工業和木材加工工業的工程技術人員及科學工作者亦有很大幫助。

木 材 切 削 學

А.Л. 別爾沙德斯基著

陸仲申 倪秉華 譯

*

中國林业出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可証出字第 007 号

崇文印刷廠印刷 新華書店發行

*

$33\frac{1}{2}'' \times 46''/32 \cdot 11\frac{7}{16}$ 印張 · 285,000字

1959年5月第一版

1959年5月第一次印刷

印數：0001—5,000册 定價：(10)1.75元

統一書号：15046·513

序

木材切削学是“木材机械加工机床和刀具”课程的一部分。

这门课程的主要问题之一，是利用确定切削过程主要因素之间的规律的计算方法来决定最有效的切削用量。在设计和技术运用机床和刀具时，是必需了解这些关系的。

这本教材与1949年出版的 A. Э. 格魯別教授所著的教科書“木材加工机床和刀具”有着有机的联系，因此，为了避免重复起見，有些問題只扼要地叙述。

木材切削学是一门新的课程，关于这门课程还没有成熟的范例和传统。关于金属切削問題，出版了几十本参考書和教科書；而同时有关木材切削問題的参考書出版得尚嫌太少。

总结了木材切削的无数实验和理論研究工作之后，作者叙述了各种主要切削（鋸解，銑削和刨削）过程的实質和相互关系。在叙述过程中，作者既特別注意到認識切削过程的物理实質，又遵循着統一的理論前提。

目前在高等学校和科学研究院內进行的无数研究工作，使我們有可能加深和扩大关于木材切削过程的概念。

目 录

序	
概論	1
第一章 一般概念及定义	5
木材工艺学的二大类别	5
木材机械工艺学的任务及其分类	5
木材的劈裂、从劈裂到切削的过渡条件、基本定义	9
切削中所被考虑的主要表面及角度	13
第二章 木材切削的基本性质	16
木材组织的非均一性、各向异性	17
木材的含水率	19
破坏速度	21
作用力矢量与木材纤维方向间的相遇角 ψ	22
机械加工时木材变形的现代概念	27
木材切削时变形的复杂现象	28
切削时的力参数问题的解决	34
第三章 木材切削的分类及切削功	37
按三个主方向的木材切削，基本定义	37
典型的切削情形，有屑片形成的切削分类	41
平面VV和NN内各切削角之间的关系	45
实际切刀，切刀的磨钝对于切削过程的影响	48
切刀上的作用力简图	55
平面VV与NN重合时的切刀上的作用力	56
平面VV与NN不重合时的切刀上的作用力	57
刀刃在二个方向同时运动的切削	59
功，功率和单位切削功	60
第四章 名义屑片的几何学及基本的运动学关系	62

工作运动.....	62
主运动, 进給量和切削运动.....	73
切削的基本运动学关系.....	75
屑片的名义厚度和切削速度矢量方向与进給速度矢量方向間的运 动相遇角.....	78
旋轉切刀切削时 θ 角与屑片名义厚度的关系	78
形成名义尺寸屑片时的功率, 切削力和进給力.....	85
第五章 确定单位功的理論和实验研究.....	91
И. А. 基美教授的理論.....	91
端面基本切削	92
木材的順纖維基本切削	99
橫纖維基本切削	103
論証切削功的二个分量的原理.....	106
木材切削的物理工艺学說.....	112
第六章 单位功的确定.....	113
实验的基础与方法.....	113
用基本切刀切削木材时, 确定单位功用的功率裝置	114
确定二个相互垂直力用的裝置.....	118
X—射綫裝置	119
刀具磨鈍的确定	120
应用工作軸的研究方法	120
試驗結果的数学表示法	124
各因素对單位功的影响的分析屑片厚度.....	127
切削角 δ 和 α	128
动力相遇角 ψ	132
木材的含水率	137
切削速度	138
磨鈍系数	140
縱向—端面切削的統一公式	142

第七章 鋸解.....	149
鋸子的分类与特性.....	149
鋸子的卡住.....	153
用压料齿和拨料齿时所得屑片的横断面积.....	155
直刃磨锯齿和斜刃磨锯齿.....	160
横向鋸解时的屑片形成.....	165
縱向鋸解时齿室内的屑片填满.....	170
鋸子的生产率与齿室容积的关系.....	178
锯齿的形状.....	181
第八章 圓鋸和帶鋸鋸解时的切削用量計算.....	185
縱向鋸解时鋸解用量的計算和分析.....	186
圓鋸、帶鋸和排鋸鋸解时正面問題和反面問題的解决.....	189
圓鋸公式的分析.....	197
横向切削时的切削用量的計算.....	199
第九章 排鋸鋸解时的切削用量的計算和运动学.....	202
排鋸的运动学.....	202
基本的运动学关系.....	202
齒頂对于鋸槽壁的軌跡.....	208
鋸子斜度与周进給量大小的关系.....	212
名义屑片側面形狀的决定.....	216
超前角, 圓木的压出.....	218
各种进給形式的特性比較.....	223
臥式排鋸的进給.....	223
臥式排鋸的均匀进給.....	225
具有斜向導軌的臥式排鋸的推进进給.....	227
切削用量的計算.....	230
排鋸的功率公式和切削力公式.....	230
排鋸鋸解时正面問題和反面問題的解决.....	231
应用压料齒鋸子时降低能量消耗的方法.....	234

排鋸生產率的計算	236
第十章 刨削	253
機械刨削法	253
屑片刨机和板条刨机	257
車削	262
应用往复运动的鑿子插槽	263
第十一章 銑削	264
端銑过程(横向一刨机)	265
縱向銑削过程	270
平鉋机	270
压鉋机	272
銑机	273
四面鉋机	275
刨銑机类的切削用量計算	275
計算公式	275
解正面問題和反面問題	277
速度的图解法	278
对生产率, 力參數和加工質量有影响的各主要因素的一	
般分析	284
切削角	284
裕度和刀数	284
轉数	285
銑削寬度和刀軸直徑	285
銑削时刀数与轉数对表面質量的影响	285
刀子的裝夾	289
应用第二把刀子时的表面形成情形	290
刀子的凸出量	292
切削速度	293
刀子的刃磨	294

同向銑削法.....	298
端聯結的構成.....	302
供方材端聯結用的框架開樺機.....	302
開箱樺機	303
銑樺槽用的機床	306
仿型銑削過程.....	315
鑽削	320
第十二章 磨削.....	326
磨具.....	326
磨床種類.....	328
運動學關係，生產率及所需要的功率.....	333
磨削質量.....	341
附錄.....	345

概 論

現在對於各種材料的切削是作為這樣一個過程來理解，在這個過程中產生相互不可分離的許多複雜的機械、物理和物理—化學現象。這個理解是在近百年來的研究過程中獲得的。

1848年到1858年這一時期對於切削的研究，其特點是在各種機床上利用非精密設備（繩索制動器，彈簧壓力計，有平衡物的杠桿）進行各種不系統的不完善的研究。

在這些實驗里沒有考慮到改變載荷時機床上有害阻力的變化，這使實驗數據的正確性大大降低，因此這些實驗數據的初步總結在一定程度上並未發現切削過程的物理實質。

1868年，當И. А. 基美教授在羅甘斯基工廠內進行了許多實驗後，才產生金屬及木材切削理論。這些實驗的結果被他總結在1870年出版的“金屬及木材的切削阻力。切削理論及其對於機器和工具的運用”著作內。這一著作對切削科學來說乃是寶貴的貢獻。

基美教授第一個求得切削力與屑片大小之間的关系，研究屑片的形成，確定屑片形成現象的周期性和使屑片分離的“作用角”。對於基本切削的三種典型情況（端面切削，縱向切削和橫向切削），他測定了木材纖維組織對切削壓力的影響。基美教授所創立的屑片分類法迄今仍被全世界所採用。

基美教授的著作最先使我們把切削過程看成複雜的物理現象。他所提出的屑片形成圖和假定的根據乃是實驗數據和觀察。

И. А. 基美教授的著作一方面是以後發展理論的基礎，這裡被加工材料的性質起了首要的非消極的而是積極的作用；而另一方面，對建立力學—數學理論，即在純粹力學基礎上來研究切削過程的理論，也起了奠基作用。在此理論中沒有考慮到被加工材料的物理—機械性質的變化，這些變化是由于不同切削速度和溫

度造成的塑性变形所引起的。

А. В. 加多林院士, К. А. 茲沃累金教授, А. А. 勃里克斯教授, А. П. 加夫里連科教授, М. А. 迭舍沃伊教授应用了力学—数学方法, 发展了Н. А. 基美的理論。在研究切削过程时, 他們所根据的是被加工材料在靜力試驗时所測定的性質的不变性。他們所提供的方案反映了实际过程的某些重要特点并且帮助确立了一些解析关系。但是这些分析远不足以建立切削用量的計算方法, 因为只有在深刻了解过程的物理实質的基础上, 才可能了解切削的規律性。

由于采用的切削速度不断提高, 与被加工材料有关的溫度—速度因素和切刀的耐磨性有着非常重要的意义。为了明确在金属切削过程中所发生的各种現象的物理实質, 純粹的力学已显得不够用了。

热現象的理論研究和屑片形成的物理論証工作, 都是俄罗斯学者——薩文教授, Б. Г. 索科洛夫教授和 Я. Г. 烏沙切夫教授首先进行的。他們最先在切削时应用热电偶来研究各种热現象。过了几年以后, 德国的学者格尔彼尔特进行了类似的研究。

在苏联学者的无数工作中, 这些研究得到了进一步的发展。

金属切削这門科学发展起来所遵循的主要方向, 就是, 研究各种切削工作速度的屑片形成过程中的变形問題。

在任何切削速度时, 測定两个分离面上的离切刀刀刃任意部分上的应力和变形, 乃是一个很大的成就。这使得有可能根据塑性理論并考虑到溫度—速度因素来决定切削力 (С. Н. 古勃金院士的經驗)。

木材切削理論所經過的发展道路略有不同。

由于切削时木材的阻力极其微小, 实际上切刀的寿命不会有显著的損失。正因为这个緣故, 木材切削时各种热現象的研究未曾得到充分的发展。不仅如此, 木材切削理論的发展且曾为木材加工工业的技术落后所限制。这是因为金属切削及木材切削学說的

发展过程曾有过五十多年中断的緣故。

在1928—1929年，在“森工工程”杂志上出现了本書作者的最初的文章，提出研究关于切削单位功和修正木材切削学发展初期的旧有理論的問題。

1930年И. М. 維諾格拉道夫工程师第一个提出了决定木材加工机床上的单位功的研究工作。同年也公布了Н. С. 沃伊亭斯基的关于齿穴間屑片填滿过程的研究，在这个研究中对鋸解过程給予新的理解。

在三十年代內出现了苏联学者（А. Е. 左洛塔烈夫、А. Э. 格魯別、格拉西莫夫、Ф. М. 曼若斯、И. И. 苏罗迭伊金、М. Н. 奥尔洛夫、Ф. Н. 馬斯連科夫、А. В. 安得烈靜、С. А. 沃斯克烈先斯基、А. А. 斯米尔諾夫、Л. И. 拉品、В. С. 累巴耳科、Б. Н. 波加提洛等）和外国教授（扎克先別尔格，博別，勃留涅，布厄斯，彼提朴）的研究著作。这些研究是对木材切削科学的新的貢獻。

在这个时期曾企图在力学—数学方法的基础上創立切削的一般解析理論。

在1930—1934年，发表了本書作者的著作，其中第一次研究了分离面內附加切削的原理，并分析了切削速度矢量与纖維方向間的相遇角的数值。

在1934年出版了М. А. 迭舍沃伊教授关于切削理論的著作。在这著作內对木材切削过程提供了許多系統性的見解，并第一次推导了全面的解析計算法。

在1939—1946年发表了С. А. 沃斯克烈先斯基副教授的关于基本切削問題的理論研究著作。

所有上述著作的作者都沒有考虑到切削速度的影响，但发展了И. А. 基美教授的关于切削功的二个分量的原理，其中一个分量是与屑片的横断面积成比例，另一个是与刀刃长度成比例。这些作者应用了力学—数学方法，并在分离屑片的木材强度計算

中，在它們自己的著作內广泛地利用了材料力学，他們力求以此來說明切削过程和建立計算方法。但是由于力学—数学方法的片面性，他們的研究終究不能对切削过程提供完善的概念。

战后的許多科学研究工作对木材切削学作了很多修正。拉品副教授(阿尔汉格尔斯克林学院)进行了高速鋸解的研究。同时，本書作者(別洛露西亚林学院)研究了降低能量消耗的高速鋸解。A. Э. 格魯別教授(列宁格勒林学院)，技术科学副博士 B. C. 累巴耳科，H. K. 雅庫宁(木材机械加工中央科学研究所)以及其他学者也从事于这方面的工作。Ф. М. 曼若斯教授(莫斯科林学院)进行了关于加工准确度問題的很有成效的研究。各林学院、工厂企业和木材机械加工中央科学研究所完成的无数研究工作，以及本書作者用 γ -射綫照相方法所进行的屑片形成的研究，使作者有可能总结实验資料，并在这基础上創造和应用物理—工艺方法来研究木材的各种切削过程。

这种方法确定了切削过程各个主要的基本因素之間的相互关系，大大地便于說明所发生的各种現象的实質和建立各种主要加工过程的切削用量的計算方法。

第一章 一般概念及定义

木材工艺学的二大类别

“工艺学”一詞，由二个希腊字Techne和logos組成。第一字的涵义是技艺、手艺、加工；第二字的涵义是知識、叙述。因此工艺学一詞的涵义乃是关于任何材料的加工知識，或在生产产品时所采用的技术方法和过程的整个綜合。这个綜合包括了方法、方式、操作、設備以及在生产任何产品时所采用的工具及附件。

木材加工的进行，可以是不改变其性能，也可以是改变其性能的。据此，木材工艺学被分做二大类：**化学工艺学**——改变木材性質的木材加工（例如，从木材中获取松节油、糖、酒精、人造纖維等等）和**机械工艺学**——改变木材的形状和体积而不改变其性質的木材加工（例如，将砍下的树干鋸成圓木，将圓木鋸成板材以及为制成各式各样成品的零件加工等等）。木材的机械加工部分，将是我們的研究对象。

木材机械工艺学的任务及其分类

在木材切削这門科学面前摆着下列任务。

揭示和認識客观規律性及影响加工过程的各元素間的相互关系。研究切削过程的物理本質。找出获得最高加工質量、最有效地生产产品以及最能提高生产率和減輕工人劳动的可能性。建立加工用量的計算方法，这个計算方法应该是合理地設計、制造及运用工具和机床，拟訂工艺規程、技术定額，选择車間設備，以及計算技术一經濟指标的基础。

任何切削加工过程，基本上是由下列三个主要因素确定：需要加工的材料；所使用的加工工具和工作运动。后者构成切削刀具对木材必需的位移（或相反）。

其中每个因素都包含着影响加工结果的大量变动元素。

木材机械工艺学的分类，是由加工和材料的主要性质之一——可分性的关系所确定。因此，木材机械工艺学有二种形式（图1）：不破坏纤维间联系的木材加工和破坏纤维间联系的木材加工。

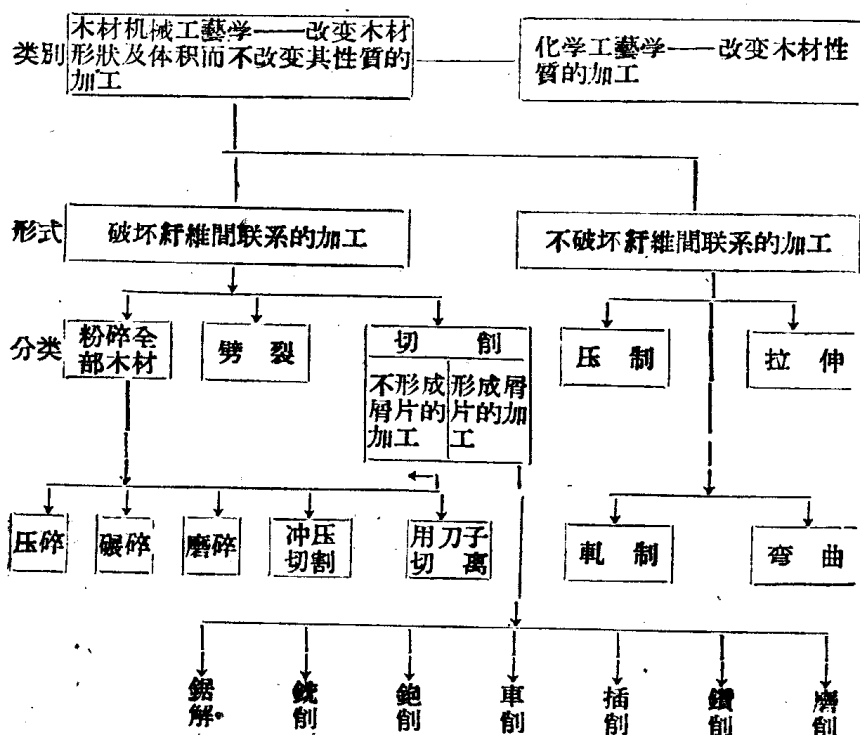


图1 木材机械工艺学的分类表

不破坏纤维间联系的木材加工，系利用木材的可塑性，即在终止外力对木材的作用后，木材保持其变形但不至于破坏的能力。属于这种形式的有：弯曲，压制和冲压。

弯曲是一种改变木材形状的加工，将已潤湿而蒸透的坯料弯在适当的样板上（图2,a），然后使之干燥以固定其形状。例如，車輪輪緣、雪橇滑板、家具零件、网球拍、滑雪板等等的弯曲。

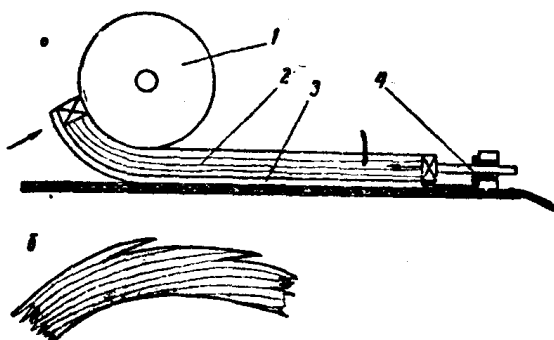


图2 弯曲簡图

- 2——一般簡图；6——凸出部分上的裂口；1——刻槽的样板；
3——鋼片；4——支架

由于木材的抗拉性不好，因此在坯料的外面（凸面）上产生裂口（图2,6）。因此要在弯曲时受拉伸的外面上繞着样板固上鋼片（图2,a），鋼片通过支架向坯料（方木）二端压缩。由于鋼片的应用以及沿方木长度的附加的端压缩，使中性层移近被弯坯料的凸面。用这个方法可使大部分的弯曲拉伸应力轉移到鋼片上去，而使木材基本上是受压缩的。这样頗能减少坯料凸面上的裂口。

压制是一种在压力作用下使木材的纖維及細胞壁相接近而使它有較大密度、硬度和强度的木材加工。用这种加工方法可以使技术指标低的木材成为技术指标很高的木材，以代替昂貴而稀少的有价值木材（例如，瘰瘡木、黃楊屬等等）。在很多場合下，可以有成效地用压制的木材来代替金属（推进器軸的軸瓦，造紙机上的軸瓦以及无声齒輪等等）。

近来在利用废料（刨屑、锯屑）的生产中以及在制造建筑用板和细木板（于建筑和细木生产中代替成材）时，均应用压制的加工方法。

衝压是一种在木質零件表面上刻划凹凸压痕的木材加工。应用热压模来冲压木材，热压模一方面冲压木材，同时使木材受热以增加它的可塑性。

建立在可塑性原理这一基础上的木材加工形式较少应用，这是因为木材对塑性变形的感受性远较金属为差；金属的极限强度与比例极限間的差数较木材的为大，且在任何方向都是等值的。在木材中这个差数是变动的，它与相对于木材纖維的加工方向有关；这就影响加工时的許用力，同时使加工的可能性受到限制。

破坏纖維間联系的加工系应用材料可分性的原理，材料的形状和体积之改变是由于材料各部分彼此間完全分离的结果。属于这种加工的有下列各种形式：粉碎全部木材，劈裂木材及切削木材。

当压碎、碾碎和磨碎木材时，系应用粉碎全部木材的加工形式。

在压碎机中压碎薄木片和板条是一个这样的加工过程：用装在軸上轉动的鋼帶或鋼刀对纖維任何方向压碎进入的木材。

压碎的木材可在化学紙浆生产中进一步粉碎成纖維，以作为水解酒精的原料或用作为鍋爐裝置的燃料。

碾碎是一种在磨石、有槽紋的軋輥或在振动球磨机上相对于纖維的任何方向将木材分解成极微小的部分以便从鋸屑中得到木粉粒的过程。木粉粒被用于制造爆炸物，并在生产塑料、漆布及許多材料的制件时用作为填料。

磨碎就是当短的木头（紙浆木料）压向轉动着的磨石时，橫纖維地磨碾紙浆木料；磨石的轉軸与木头的軸綫相平行（图3）。轉石上的顆粒象切刀一样的撕下纖維，由流动的水将留在磨石上的纖維洗掉，且將它們帶到專門的裝置中；在此裝置中，可以从