

计算机在制材工业中的应用

张久荣

(中国林科院木材工业研究所)

制材是木材加工中最基本的加工方法,加工量大,近年来各国都很重视通过采用先进技术改进制材工业,提高木材利用率。这方面最重要的进展是应用计算机技术。计算机在运算速度,存储容量,软件资源,工作可靠性等方面飞速发展,与此同时其体积与价格迅速降低,在各工业部门,其中包括制材行业得到了成功的应用。

制材工业的原料——原木,与其它工业所用的原料差别很大,原木的最大特点是不均一。这种不均一性表现在各个方面。例如原木不是均一的圆柱,体有一定的锥度,即大小头,而且这种锥度对不同的原木是不同的;原木都有些弯曲,而弯曲的情况各异;原木多少都会有些缺陷,而缺陷的种类,大小,分布各不相同。就原料的不均一性而言,恐怕制材工业所面临的情况是最为复杂的,因此在这一领域中应用计算机技术需要解决一系列与此有关的问题。

和其它工业类似,早期的制材工业是手工操作的。即使在各种锯机出现之后,人仍然是决定锯切方案的决策者。由于人的测量、计算和判断能力的局限性,不可能对每根原木都确定出正确的方案,不可能合理地考虑到影响每根原木出材率(yield)的全部因素,也就无法获得最佳出材率,使有些本应得到的产品或价值丢掉了。据调查,优秀的制材锯工,对直径在有限范围内,并且比较直的原木进行制材,成材出材率可达75%,而技术水平一般的锯工,只能得到65%以下^[1]。使用计算机克服了人在上述方面的不足,使制材工业跨入了新的阶段。

在制材工业中,评价经济效益时最主要的因素

是出材率,各种努力都是为得到最佳出材率。对最佳出材率有两种理解^[4],一种是单位体积的原木所获得的成材的体积最大,另一种理解是单位体积原木制成成材后,其总的售价最高。显然在后一种情况下,不仅要考虑成材的总的材积,而且要考虑各种规格的成材的市场售价,不仅要多出材,而且要多出市场售价高的成材。

在制材厂中使用计算机的环节和方式有多种,现代化制材厂往往使用多台不同功能的计算机,构成网络,完成管理、控制等各项功能。有些计算机用于进行数据采集,在欧洲和美国的楞场及制材厂使用数据采集计算机已有多年的历史。在制材厂和楞场,用自动检尺装置测量原木的材积、直径和长度,计算机收集这些数据,并打印输出。数据采集计算机的输出不用于加工过程的控制。对制材过程进行控制时,采用顺序控制计算机,此时由操作人员将原料、产品种类、设备参数和工艺参数等信息输入计算机,由计算机进行数学运算,相应地调节过程条件,并通过逻辑控制器或直接对设备进行调整。第三种是监督过程控制计算机,这是顺序控制计算机功能的扩展。使用这种计算机的系统不需要操作人员的直接干涉,自动实现制材过程与计算机间的通讯,组成一个闭环系统。计算机接受来自检测装置的信号,按照程序的安排和接收到的数据进行计算,确定最佳工作条件并调整额定值。

在制材工业中计算机的使用有个发展过程。在七十年代,在计算机化的制材厂通常使用单台较大的计算机,由它集中实现数据采集、计算,选择最优加工方案,发出信号调整锯机。由于工艺过程不

Consultation on Wood-based Panels.

[7] Wood Based Panels International, 1987, No.9.

[8] Wood Based Panels International, 1986.

No.3, No.9.

[9] World Wood, 1987, No.8.

断完善,要求计算机完成的任务的数量和复杂程度不断提高,单一的计算机已经不再适应。只有小型的制材厂仍使用单一的计算机。大型的、复杂的制材厂一般采用多台微机和PC,每一工段都有几台微处理器,每一微处理器一般只控制一个回路,几台微处理器与一台计算机通讯,这样可以使主计算机摆脱过多的繁琐细小的任务,不致过于繁忙。同时对分散的微处理器易于开发软件,查找故障。

计算机在制材工业中发挥作用首先是对原木和成材的检测,包括几何尺寸和缺陷的检测。对原木和成材的检测通常采用扫描器。

二十年前已开始使用抛物面光扫描器,一九七六年出现抛物面激光扫描器。近年来激光成像偏移扫描器已投入使用,这种扫描器带有微处理器,可根据接收到的信号确定物体的位置,在2—8呎范围内,其测量精度可达到0.01吋。最近又生产出一种多功能扫描器,它可以完成几种任务,包括原木分类,锯机调整和长度测量。这种扫描器具有自诊断功能,可连续监测自身的运行情况,内设的微处理器可根据扫描得到的直径、长度、锥度、体积、弯曲等信息得到每一原木的详细模型。原木检尺组件还可与小型计算机、可编程程序控制器或个人计算机联接组成独立的计算装置。该扫描器测量原木直径的精度达0.04吋,测量长度的精度为1吋^[1]。

使用各种扫描器在生产线上运行速度下,非接触地检测原木和各种成材是提高出材率的重要条件。由于木材的不均一性,必须沿各截面的外周和木材的长度方向以很小的间距测取成千上万个数据,并在很短的时间内按照这些数据的物理关系和分布情况进行运算处理,如果没有计算机,是不能想象的。目前,在自动化制材生产线上,在原木入口处安装有扫描器,测量原木的外形尺寸,在毛方的齐边、截头、剖板等工段也用到扫描器。如果使用层析X射线摄影机对原木和板、方材进行轴向扫描,不仅可以得到原木和板、方材的三维尺寸的几何形状,而且可以准确地得到其内部的缺陷的位置、尺

寸等详细情况。

测得原木的外形尺寸和缺陷分布情况的信息之后,可利用仿真技术,在不需实际锯切原木和板、方材的情况下,通过在计算机中运行程序,模拟各种锯切方案,并计算比较其相应的出材率,从中选出最优方案。在此过程中,计算机根据原木的形状、尺寸和市场上成材价格等信息,按照设计的程序进行数百万次的运算,并在2—3秒内完成。这样才能与生产线的运行速度相适应。如前所述,由于原木的不均一性,如果想通过实际锯切进行制材方案的比较几乎是不可能的,因为用一种方案锯完后,找不到完全一样的原木作另一种方案的锯切。计算机仿真技术,冲破这些限制,使制材工业在提高出材率和控制尺寸方面取得了突破性进展。许多国家的研究部门对计算机在制材工业中的应用开展了大量的研究工作,在软件和硬件方面都取得了丰硕成果。这些成果用于制材过程的各个环节,例如原木的截断,主锯机下料,排锯剖方,然后齐边,截头等,在提高出材率方面取得显著效益。

一、裁板

应用计算机仿真技术优选制材方案,首先要建立数学模型,也就是把原木或毛方的几何形状、缺陷情况,市场需要的成材的尺寸、价格信息表现为计算机能够接受的符号,这样才能将这些信息输入计算机,并按照程序进行运算和方案比较。

美国林产品试验室开发了处理板材的优化程序—OPTYLD^[4]。它是以二进制矩阵来表示一块板材,并将其重叠在笛卡尔坐标系上,以其左下角为座标原点。每一座标单元代表 $1/4$ 吋。板材即是很多个 $1/4 \times 1/4$ 吋的小单元的集合。当小单元有缺陷时,以“1”表示,无缺陷时,以“0”表示。这样编码的板材如图1表示。

图1中画有交叉线的区域表示有缺陷的部分。当缺陷的数量超过预先规定的数值时,该板材将被退出,而读入下一块板。对初检可满足各项约束的板材,计算机按市场要求的成材规格(即长度和宽

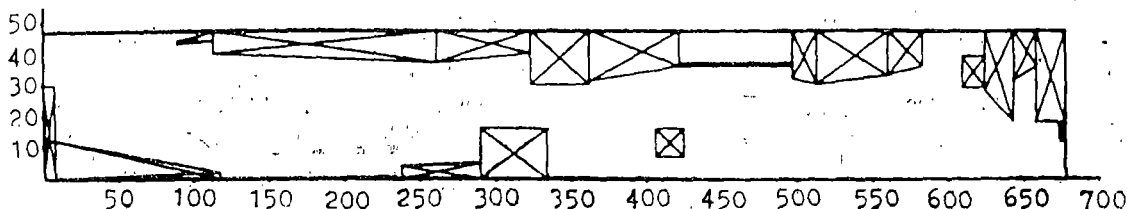


图1 1306*样板的几何表示

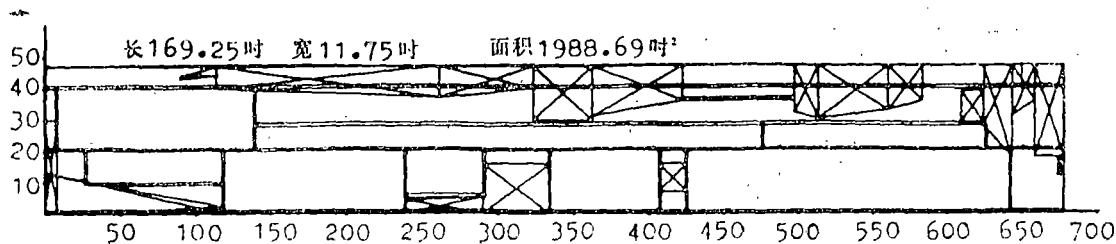


图2 1306板*按纵锯组合4.75英寸, 4.15英寸锯开的情况

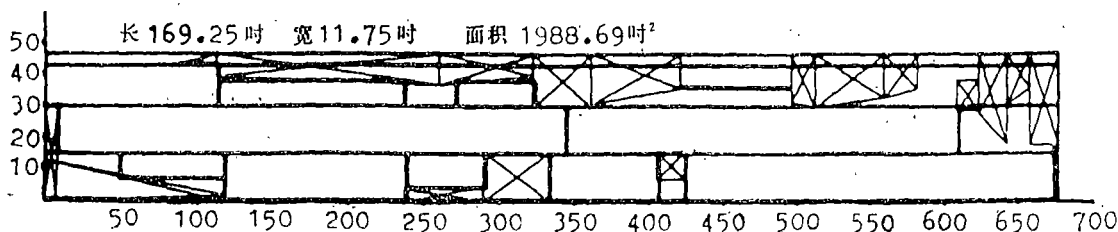


图3 1306*板最优锯切方案

度), 优先售价高的成材规格, 在满足下列条件的情况下, 提出纵锯组合方案; 1) 纵切下的成材宽度及与其有关的锯口之和应小于板材的宽度; 2) 纵切下的条板和锯口之总和与板材宽度之差应小于最窄的条板的宽度; 3) 该纵切组合没有计算过。按照提出的纵锯组合方案, 将板材纵向切开(模拟切开, 而不是真正切开, 以下同)。并将每一条板锯解成尽可能长的成材。在成材面积内不允许有缺陷。将锯切得到的成材的价值加起来, 即是这一纵锯组合的初步结果。将此结果存储起来, 再提出另一纵锯组合方案, 按同样的办法计算出其结果, 将这一结果与前一结果比较, 将其中得率高的存储起来, 一直运算比较下去, 直至将所有的纵锯组合方案计算比较完毕, 即可获得最高产值的方案。但这一数值尚不是最终的产值, 因为在上述锯切中的缺陷部分还可以得到一些小材。对有缺陷的部分要逐一进行再次锯切, 在局部区域中再进行方案优选, 得到价值尽可能高的小材。每一有缺陷区域进行再次纵切得到的价值与起始得出的价值的总和, 即为最优方案的产值。计算机将结果打印输出, 清零后, 再读进下一块板材的数据。在OPTYLD程序中, 成材的价格表示为加权系数, 如果要找出最高出材率的锯切方案, 只要将各种规格的成材的价格用同一数值表示即可。

图2的锯切组合为4.75吋和4.15吋。锯切出的成材的尺寸和座标如下表所示:

		座 标			
成材尺寸(英寸)	价值	X下	Y下	X上	Y上
30.00×4.75	0.87	118	1	238	20
18.00×4.75	0.50	334	1	406	20
54.00×4.75	1.69	425	1	641	2 ⁰
32.50×4.75	0.94	8	21	138	40
成材面积之和		638.87	平方英寸		
成材价值之和		4.00	(无单位、相对值, 下同)		

出材率 32.13%

对有缺陷的部分, 进行重锯而得的小材, 其尺寸和座标如下:

		座 标			
小材尺寸(英寸)	价值	X下	Y下	X上	Y上
22.50×2.50	0.33	27	10	117	20
12.75×3.50	0.25	239	6	290	20
84.00×1.75	1.07	139	21	475	28
37.25×1.75	0.38	476	21	625	28
小材面积之和		313.06	平方英寸		
小材价值之和		2.03			
小材出材率		15.74%			

上述锯切方案的总价值 6.03 总出材率 47.87%

图3为该板材的最优锯切方案, 其锯切组合的方案为3.5英寸, 3.5英寸和3.0英寸。其主要部分的锯切方案的尺寸和座标为:

成材尺寸(英寸)	价值	座 标			
		X下	Y下	X上	Y上
30.00×3.5	0.63	118	1	238	15
18.00×3.5	0.37	334	1	406	15
62.00×3.5	1.63	425	1	673	15
84.00×3.5	2.55	8	16	344	30
66.00×3.5	1.73	345	26	609	30
28.25×3.0	0.53	0	31	113	43

成材面积之和 994.75平方英寸

成材价值之和 7.42

出材率 50.02%

加上有缺陷部分锯切的小材,该方案的总价值为8.91,总出材率为56.95%,图3的方案比图2的方案提高出材率近10%。

计算机仿真制材软件和制材工艺紧密相关。在OPTYLD程序中,是先进行纵向锯切,选取不同的成材宽度组合,求出最优方案。在此基础上美国林产品研究所又开发了CROMAX软件^[5],该仿真程序适用于由板材制取各种规格的成材。与OPTYLD不同,CROMAX是首先进行横截,根据用户的需要,从最小有效长度开始进行横截,等距离的横截,每一段称为一个区域,由于板内有缺陷存在,因此这些区域在板内的安排位置不同,可以得到的成材情况便不同,对每一种横截长度,将各区域按各种排列计算出材率,将每一方案的出材率与存储的最大出材率相比较,将大的存起来,对各种长度均试完之后,便可得出材率最大的方案,将其结果打印输出。

二、齐边

由原木锯出的板材一般具有不规则的边缘。由这种板材制取成材要经过齐边。为了得到最佳出材率,首先对其进行扫描,由计算机完成多种方案的比较,确定最优方案。

加拿大Carroll-Hatch公司开发了用于边缘不规则的板齐边时的优化软件,可提高出材率。图4所示为计算机计算的数千种可能的方案中的三个方案,图中最右侧的方案为最优方案,最优方案比最左侧的方案提高出材率24%^[6]。

三、主锯机锯剖原木

在手工操作时,人们是根据原木的端部直径确定可以获得的成材的尺寸,选择的方案决定于操作人员的经验。现在人们可以用计算机进行多次运算,选出最佳方案。例如加拿大Carroll-Hatch公司开发了名为SAWSIM的仿真程序。图5和图6是



图4 齐边

173板呎 毛值\$38.7

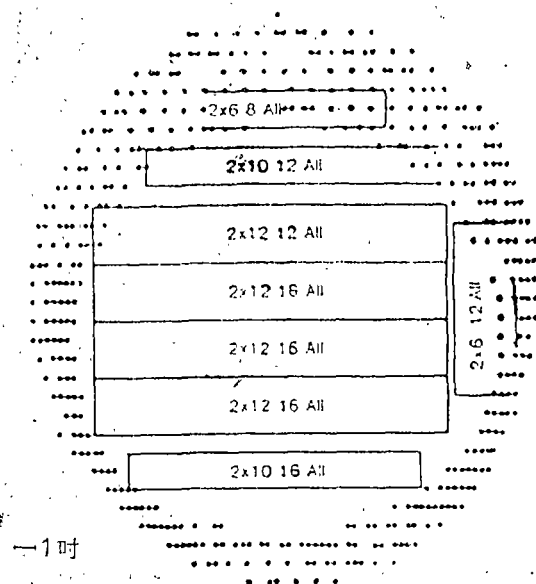


图5 原木的锯剖

计算机进行计算比较的数千种可能的锯切方案中的两种,其中图6是最优方案,两个方案均是对同一根小头直径为15.13吋的原木,由打印结果可看出,

191板呎 毛值\$41.86

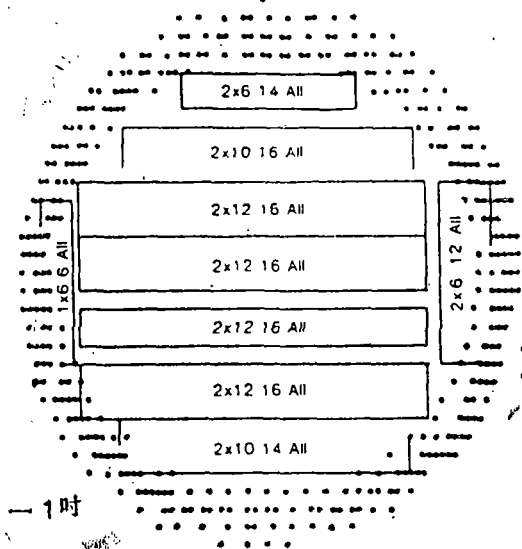


图6 原木锯剖的最优方案

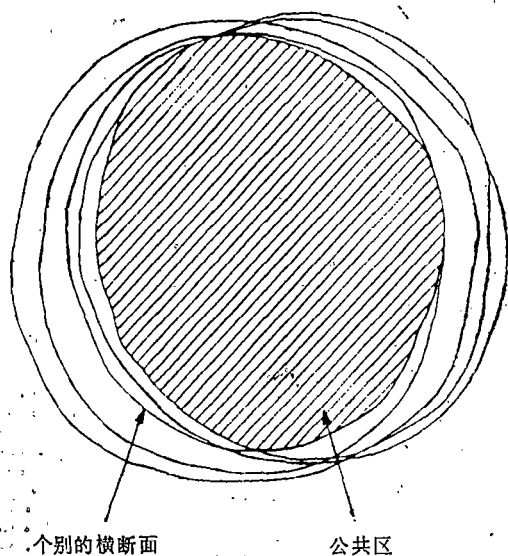


图7 原木的公共区

最优方案使出材率提高了10.4%^[6]。原木径级越小，优化的效果越明显。

原木很少是直的，一般沿轴向都有各种不同程度的弯曲。其轴向不同位置的横截面也不规则，在主锯机锯开原木时，只考虑原木的端部直径是不够的。英国PRL(Princes Risborough Laboratory)开发了叫做LOCAS的软件(The Laser Optimiser and Cant Alignment System)，不仅考虑原木的端面直径，而且考虑到公共区的情况。为此在制

材生产线入口处安装的扫描器，要在原木的每一横截面上测出两个互相垂直方向上的直径，从而确定出该原木在全长度方向上的公共区域的形状。如图7所示。根据这一公共区，也就是在考虑原木的实际的不规则情况下，利用仿真技术，对取全长的成材求出最优锯切方案。

1983年，在制材厂使用LOCAS,结果不仅保证了成材的质量，而且使出材率提高5%^[3]。这样在一个年产20000立方米的中型制材厂，由于收入的增加，可在两年内收回设备投资和安装用的全部费用。

美国林产品研究所近年来修改了BOF(The Best Opening Face)仿真程序，克服了以前的局限性，可以对弯曲的、横截面不同心，或者说是椭圆形的不规则原木进行仿真；找出最优锯切方案。

在加拿大，凡班产高于2000立方米，或年产10万立方米的制材厂大部分使用计算机提高了出材率。在这种制材厂，由操作人员判断的误差而引起1%的损失，即可减少35000美元的利润。

此外在原木的横向截断和原木分类堆放等方面，计算机均已发挥出很好的作用。

计算机仿真技术用于制材工业，不仅可直接利用计算机运行的结果控制制材过程，使出材率最高或生产出价值最高的产品。而且可以利用仿真技术，对一个新建的制材厂，根据其可能的材料来源，对其预期的利润进行测算，从而可以了解多大规模的工厂，什么样的材料来源才有利可赚，指导制材厂的设计。另外还可利用仿真技术，评价一个正在运行中的制材厂的经营效果。由仿真程序计算出来的最大出材率或产值，是理想的，能够达到的最高数值，实际生产的情况会有差别，这一差别的大小就反映了经营的效果。

要发挥计算机的作用，要求制材设备要有较高的精度，动作准确可靠，操作人员和管理人员有一定的技术素养，设备维修好，这些因素互相配合，可以使现代化的制材厂在使用人力最少的情况下使产品品种灵活可变，尺寸准确，表面光洁美观，产量高，出材率高，操作简便。

目前，世界各国都面临原木价格上涨，质量下降，径级减小的趋势，在这种情况下，如何使制材工业仍然能创造利润，这是制材厂面临的重要问题。发达国家都在通过采用新技术探索出路。例如加拿大一些制材厂的原木直径已降至6英寸(15cm)(大头)和4英寸(小头)。在这种形势下，制材

刨花板释放甲醛的问题

Д.А.ЩЕДРО 夏志远译

实践证明,刨花板成品要向周围环境释放出甲醛,苏联和许多国家都十分关注甲醛的毒性,所以相继规定了生产场地和生活住房空气中甲醛的允许极限浓度,苏联规定在生产场地工作区域空气中甲醛的极限允许浓度为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$,而生活住房浓度为 $0.003\text{mg}/\text{m}^3$ 。

瑞典、挪威、丹麦、西德规定这个指标为 $1-1.2\text{mg}/\text{m}^3$,英国和美国为 $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。其它国家对生活住房甲醛的极限允许浓度规定的也比苏联的高。西德和荷兰规定为 $0.125\text{mg}/\text{m}^3$ 。

甲醛能从刨花板中释放出来,是由于原材料

(木材和树脂)的化学性质和刨花板加压时发生的化学变化而造成的。甲醛释放还受木材加工过程中本身的分解,脲醛树脂胶的水解及树脂的性能和刨花板生产工艺所制约,也取决于刨花板的使用条件。

在热压温度和木材水分的作用下发生的热量转移,致使半纤维素分解和木素中某些共聚体甲氧基断链而释放出甲醛。放出甲醛的另一个来源是胶粘剂。在固化过程中脲醛树脂转变成不溶不熔状态,形成网状结构。这个过程伴随着树脂中羟甲基含量的减少而减少,因为羟甲基和胺基亚胺基的活性氢

工业为了提出相应的对策,阿尔伯特林产品协会专门召开了题为“Six and Four and Microelectronics” “Planning Today to Meet Tomorrow”的会议集中研究与交流了用计算机技术武装制材工业的迫切性与可行性。

我国的制材工业总的情况是分散的,粗放的。木材产区基本上以原木形式提供用户,各种类型的用户以原木为原料,利用其有限的,往往是精度差的设备将原木加工成自己需要的产品。由于操作人员感观与判断能力的局限性及设备运行精度方面的问题,使大量可以得到的产品、财富白白丢掉了。另一方面,我国木材资源方面的赤字是相当可观的。因此提高我国制材工业的技术水平就更为紧迫。有人可能认为,目前我国制材工业还很落后,采用现代技术还提不到日程,等到将来富起来,有了实力再干。殊不知长期保持落后的加工方式,将极大地浪费资源,这种损失是传统观点不易察觉的,而按现代技术计算将是惊人的。当然,在制材工业中采用新技术绝非一举之功。重要的是要起步,首先要从技术政策上考虑,通过政策将制材工业引向合理的层次,结构。先在大型制材企业,从原木几何尺寸和缺陷的检测开始逐步采用新技术,从原木制材的计算机仿真软件指导制材入手直至全

线智能化。这样作暂时是付出了代价,但这些投资可以由提高产品质量和出材率得到补偿,而得到的是长期的高效益。

参考文献

1. Williston Ed. M., 1985, Computer Control Systems for Log Processing and Lumber Manufacturing, U.S.A.
2. Gerald Raboçh, 1983, Log Sorting Systems, Forintek Canada Corp.
3. WAUN K. W., 1984, Computer Aided Sawmilling-Research for British Sawmills, Princes Risborough Laboratory.
4. Pamela J. Giese, 1982, OPTYLD-A Multiple Rip-First Computer Program to Maximize Cutting Yields, U. S. Dept. of Agriculture.
5. Pamela J. Giese, CROMAX A Crosscut-First Computer Simulation Program to Determine Cutting Yield, U.S. Dept. of Agriculture.
6. Peter Neild, 1983, Planning For Six and Four and Microelectronics, Forintek Canada Corp.