

造紙譯叢

第 六 輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編譯

輕 工 業 出 版 社

造紙譯叢

(第六輯)

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

內 容 介 紹

本集包括由苏联、美国、瑞典等国家的造纸杂志上翻譯下来关于制浆造纸方面的技术文章十余篇。其中关于电容器紙、照相原紙、銅版紙等特种紙方面的六篇，其它为碱法蒸煮的新理論、施膠問題、树脂問題及如何提高漿料存留率等等有价值的文章。

造纸譯叢(第六輯)

輕工業部造纸工業管理局編譯室編

*

輕工業出版社出版(北京阜外大街輕工業部)

北京市書刊出版業營業登記證出字第099号

北京市印刷一厂印刷 新华書店發行

*

开本787×1092毫米1/32·印張5子·字數120,000

1957年9月第一版

1957年9月北京第一次印刷

印數(京)1—160 定价(十)0.85元

統一書号: 15042·紙12

目 录

碱法蒸煮的机理	美国, G. R. 庫尔卡里, W. J. 罗蘭	5
蒸發設備操作的改进	苏联, H. T. 普济可夫	29
破布半料的漂白		
.....苏联, C. Ф. 法捷耶夫教授及C.波格丹諾夫教授		32
关于紙的起皺	德国, W. 布萊斯德, F. 羅勒, H. 魏斯	40
关于紙板及紙的打漿机施膠的几个問題		
.....美国, R. K. 邱吉尔, N. R. 馬丁		57
关于紙的松香膠施膠的實踐和理論的一些問題		
.....德国, G. 雅麦, H. 阿尔列特		64
采用动物膠以提高凸版印刷紙中高嶺土的存留率		
.....苏联, B. И. 阿列欽, H. A. 耶拉肖瓦, T. П. 布列基澤		76
湿强紙	苏联, B. B. 古特曼	81
消除照像紙起泡的方法	苏联, C. H. 波杜布娜婭	93
电容器紙生产用水的净化	苏联, A. A. 卡尔波夫	100
电容器紙打漿的新工艺	苏联, K. B. 馬斯連尼可夫	108
电容器紙中銅鉄含量对电容器質量的影响		
.....苏联, B. T. 林涅, O. H. 科特辽尔, M. A. 安得列叶娃		112
氯化鋅溶液中鉄質的清除	苏联, Ф. И. 科尔捷姆金	117
关于制漿造紙工業中的树脂障碍問題		126
I. “有害”树脂的所在		
.....苏联, B. П. 傑列維亞金娜, C. Л. 塔尔穆德		126
II. 树脂——水和树脂——亞硫酸廢液——水体系中乳化		
树脂的安定性	苏联, B. П. 傑列維亞金娜, C. Л. 塔尔穆德	131

III. 树脂——水、树脂——亞硫酸廢液——水和树脂——亞硫酸廢液——纖維——水体系中的乳化树脂的凝聚	苏联, В. П. 傑列維亞金娜, С. Л. 塔尔穆德	138
IV. 紙漿生产中的树脂平衡	苏联, Э. М. 依奧菲娜, К. И. 卡尔波娃, С. Л. 塔尔穆德	146
V. 亞硫酸鹽紙漿生产中的水与紙漿中的亞硫酸廢液表面活性成份含量的測定	苏联, В. П. 傑列維亞金娜, С. Л. 塔尔穆德	156
VI. 树脂——水、树脂——亞硫酸廢液——水和树脂——纖維——亞硫酸廢液——水体系的安定化	苏联, В. П. 傑列維亞金娜, С. Л. 塔尔穆德	161
VII. 亞硫酸鹽紙漿中树脂的分佈	苏联, В. П. 傑列維亞金娜, С. Л. 塔尔穆德	165
VIII. 磷酸三鈉对树脂——水和树脂——亞硫酸廢液——水体系的安定性的影响	苏联, В. П. 傑列維亞金娜, С. Л. 塔尔穆德	170
IX. 关于造紙中的树脂障碍和消除的方法	苏联, Н. П. 迪馬尔楚克, А. М. 依凡紐施基娜, Л. А. 波波娃, С. Л. 塔尔穆德	174
造紙机的脫水(文摘)	美国	184
論靜力压榨机压榨紙板(文摘)	德国	186
亞硫酸鹽廢液在工業上的利用(文摘)	瑞典	188

碱法蒸煮的机理*

G. R. 庫尔卡里① W. J. 羅蘭②

由于木材的物理和化学性質以及木材跟蒸煮葯剂的反应非常复杂，不管用什么方法，要徹底弄清楚木材蒸煮的机理，是很困难的。因为蒸煮的主要目的是去掉木材的木質素，所以研究任何蒸煮方法的机理，就在于研究木質素跟蒸煮葯剂的反应以及反应产物的溶解。

由于缺乏关于木質素的准确的化学結構知識，我們無法根据木質素的化学性質对这問題进行理論的研究。因此，通常采用的研究方法都是基于研究蒸煮变数，如時間、温度及濃度对脫木質素速率的影响，并根据动力学諸定律来解釋这些結果。本文所敘述的关于硫酸鹽蒸煮的机理的研究也是采用这样的方法。

过去有不少人也會怀着同样的目的闡明硫酸鹽蒸煮过程的机理，作了許多研究工作。但是，最后的完善的答案还有待求得。布朗斯及其合作者(1)(2)(3)为了弄清楚脫木質素过程中的化学反应，曾进行了广泛的研究工作，但是他們研究的結果是不完善的。阿尔母(4)、汉森(5)、恩克維斯特(6)、恩克維斯特和赫格倫德(7)等曾指出：蒸煮碱液中有硫化鈉存在能加速脫木質素反应是由于生成了易溶解的硫

* 本文是 G.R. 庫尔卡里在佛洛利达大学提出的博士論文。

①美国佛洛利达大学化学系助理研究員。

②美国佛洛利达大学化学工程教授。

化木質素。塞非斯(8)早在1914年就指出：增加液比及濃度能加速脫木質素反應。後來，在1923年，布雷、和安德烈(9)，威爾斯、格拉波、斯塔德和布雷(10)得出結論說：總蒸煮反應在蒸煮初期進行得最快。他們指出：在此階段，纖維素的分解快於木質素的分解。克伯爾、麥克基和西蒙斯(11)在研究木片大小的影響時，發現木片長度在 $\frac{1}{8}$ 吋到1吋之間的變動，對漿的質量並無影響。其後，在1931年，米捷爾和羅斯(12)採用濃度不變的高濃鹼液進行蒸煮，從歐洲山楊得到了強度和亞硫酸云杉木漿相近的紙漿。

首次企圖研究木材蒸煮機理的是舒特梅斯特(13)。他發現木材溶出率同氫氧化鈉消耗量成直線關係。阿累尼烏斯(14)在1926年發現布倫(15)的數據合乎一級反應的規律，雖然這些數據不是在恆定濃度下獲得的。魯比(16)利用布倫(15)及赫格倫德(17)的數據繪成了列綫圖。不過後來在1929年，布雷(18)，路易斯和拉弗林(19)在作了廣泛的研究後作出結論說：一級反應定律不適用於這個蒸煮過程。米捷爾、波特和羅斯(20)在試驗時維持藥液濃度不變，發現在蒸煮初期，碳水化合物溶出的速率大於木質素溶出的速率，但蒸煮後期則相反。這些發現為馬克林、羅斯和馬斯(21)所証實，他們發現木質素與鹼的反應分兩個階段進行，第一階段是生成不溶性的鹼木質素，它在第二階段則變成可溶性的。羅蘭和麥克里狄(22)，拉洛克和馬斯(23)以及賈邁和戈達爾德(24)指出：雖然木材同苛性鈉的反應速率很接近一級反應的反應速率，但實際上這個反應是多相性的，根據某一固定級數的反應定律所作的任何分析都純粹是經驗性的。當最後的2—3%的木質素正被去掉的階段，與一級反應定律的誤差特別大。拉洛克和馬斯(23)研究了魯斯拜和馬斯(25)的數據，

指出脫木質素速率随温度的改变而發生的变化合乎阿累尼烏斯方程式，其活化能為 32000 卡/克分子。畢克斯勒 (26) 用顯微鏡研究了蒸煮不完全的木材的断面，發現硫酸鹽法和蘇打法的蒸煮碱液的作用是有選擇性的，蒸煮碱液在和輕度木質化的次生壁發生任何顯著作用前，即已和高度木質化的胞間物質起作用。

蒸 煮 步 驟

為了尽量准确地查明每一個可控制的變數的影響，蒸煮設備必須設計得來可以改變任何一個變數而保持其他變數恆定。變數包括溫度、濃度、硫化度百分率及時間。在本試驗

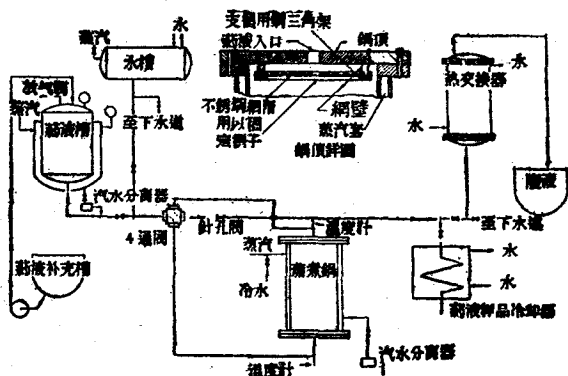


圖 1 蒸煮設備簡圖

中，液比和藥劑用量勿須考慮，因為必須採用大量過量的藥液來保持藥液濃度在整個蒸煮過程中不變。

所用設備如圖 1 所示。每個部份的操作情況如下。在藥液補充槽里制好大約 30 加倫適當濃度的藥液，並將其泵到藥液貯存槽。利用蒸汽套將藥液加熱到所需的蒸汽。溫度可

由孔內的一支溫度計(未繪出)來觀察。槽上和蒸汽套上都裝有汽壓表，以便觀察汽壓。

藥液由貯存槽經四通麥爾科—諾德斯特隆 (Merco-Nordstrom) 活栓流入蒸餾鍋底部，然後由蒸餾鍋的上部回到四通活栓，進入熱交換器，冷到 200°F 以下，最後收集在廢液槽內。每隔一定時間，將四通活栓旋轉 180° ，以使通過蒸餾鍋的藥液的流動方向反轉。

圖上只繪出了一個蒸餾鍋。另外還有一個蒸餾鍋，其管綫相同，可以同時進行兩個蒸餾試驗。在每個蒸餾鍋的底部和頂部都有溫度計與藥液直接接觸。插入溫度計的地方是利用橡皮塞使其不漏汽，橡皮塞由管配件保持於壓縮狀態。

每個蒸餾鍋由長為 $6\frac{3}{4}$ 吋的直徑為 4 吋的銅管作成。蒸汽套由直徑 6 吋的管子作成。蒸餾鍋的底部和頂部的結構相同，詳見於圖 1。底部和頂部的網為 100 目的不銹鋼網，襯以 20 目的網和一個硬的多腳支架。裝料和卸料時，利用八個 $\frac{3}{4}$ 吋的雙端螺栓來取下蒸餾鍋的頂部。藥液通過蒸餾鍋的速度由藥液排出綫上的一個 $\frac{1}{2}$ 吋的不銹鋼針孔閥來調節。

有一個洗滌水槽，用以將水加熱，使其汽壓略高於蒸餾汽壓，以便在蒸餾完結時洗出蒸餾鍋中的東西。當熱水被壓入蒸餾鍋後，立即用冷水代替蒸汽套中的蒸汽。因此每次蒸餾差不多可以在瞬時內終止。

有一個藥液樣品冷卻器 (圖 1 右邊)，是為了保證蒸餾時藥液濃度恆定而設的 (供取樣測定藥液濃度用——譯者註)。預先試驗的結果證明，在蒸餾最快時，每分鐘流過 200 毫升的藥液便可以保證濃度的下降不超過 1.0%。每次蒸餾時，都在此處採取藥液樣品，以保證蒸餾過程中藥液濃

度恆定。

典型的蒸煮进行如下：將葯液槽和热水槽加热至和蒸煮的汽压一样。大約在蒸煮开始前15分鐘，將蒸煮鍋蒸汽套的汽压升至工作压力。將木样裝入鍋內，用螺絲釘將蓋子上好。讓葯液由貯存槽进入蒸煮鍋的底部，然后流過整个系統，由廢液槽排出。葯液在蒸煮鍋中由下向上流动，能保證在蒸煮开始时將空气完全逐出。

在蒸煮的最初兩分鐘，調節葯液流量的針孔閥開得很大。这样可以保證蒸煮鍋內的溫度在开始的1.0—1.5分鐘內升至最高蒸煮溫度。此后，將針孔閥關小，使流量保持为每分鐘200毫升。

一般在蒸煮完結時，停止葯液的供給，而由洗滌水槽通入水。停止蒸汽套的供汽，而通入冷水。在蒸煮鍋冷卻后，立即將蓋子卸下，即可取样分析。这样的步驟比噴放好，因为这样可以使样品保持其原来状态，并便于全部取出。这个步驟进行得很快，可以使蒸煮几乎在瞬間終止。

当蒸煮木塊，并准备測定木塊中的葯液濃度時，放鍋操作必須改变。在这种情况下，將葯液供給閥門和針孔閥都關閉，以停止葯液的供給。用冷水代替蒸汽套里的蒸汽。于是慢慢地打开針孔閥，讓蒸煮鍋內的压力逐漸降低。冷后，即打开蒸煮鍋，將样品取出供分析。

在少数情况下，研究了木塊的真空浸漬。进行这些試驗時，將大約200毫升水放入蒸煮鍋，將木塊放在一个位于水面之上的可取出的假底上。用螺栓將蓋子上好，通蒸汽入蒸汽套，不送入葯液。当蒸煮鍋內压力逐漸升高，即將針孔閥打开15—20秒鐘，讓蒸汽和空气排出。然后將針孔閥關閉，讓压力升高2—3分鐘后，又將針孔閥打开排汽。如此重复

几次，直至認為木塊內的不凝性氣體已完全排出為止。於是像一般蒸煮似地送入藥液。

木樣之製備

在奧斯丁·卡里紀念林砍下兩株約 8 吋 d. b. h. 的濕地松(slash pine)，鋸成 4 呎長，用人工去皮。將木段泡在 0.7% 的五氯酚鈉溶液中保存，以備取用。這可以避免木段生霉和結構開裂。

對於大多數蒸煮試驗，木段是用帶鋸沿縱向鋸成條子。然後把條子用鉋床鉋成不同的厚度。採用的厚度為：0.035、0.070、0.120、0.180、0.220、0.260 及 0.280 吋。木條在恆溫室內放幾天，直至達到恆重為止。於是將木條切成 2 $\frac{1}{2}$ 吋見方的木片。將幾個樣品烘乾，以測出其平衡水份。每一份風干樣都進行稱重。有一些樣品就在風干狀態下蒸煮；有一些樣品則在稱重後用水泡過才蒸煮。

2 $\frac{1}{2}$ 吋見方的各種厚度的木片是用來研究時間、溫度及濃度對脫木質素速率的影響的。以後在研究木樣中的濃度梯度時，是用 2×2×2 吋的木塊。這些木塊是浸在五氯酚鈉溶液中備用的，這樣作是為了避免木塊發生裂縫。每次蒸煮木塊時，都將一個同樣的樣品在 105°F（可能為攝氏之誤——譯者註）下烘至恆重。下面將把薄的方塊稱為薄木片，而 2×2×2 吋的立方塊則稱為木塊。

煮後樣品之分析

研究薄木片的蒸煮時，蒸煮不完全的木片用熱水洗滌一夜，以去除全部黑液，然後在 105°C 烘至恆重。由這些數據算出收穫率的百分數。按 TAPPI 標準 №.222 測定每個樣品

的木質素含量。

研究大木塊時，將每個煮後的木塊沿木紋分割成厚約 $\frac{1}{8}$ 吋的平行切片。這樣，由木塊的外邊到中心可分割成六片。分割是用磨得很利的3吋油灰刀 (putty knife) 來進行的。這個方法雖然在割成的切片的厚度均勻性方面還不太令人滿意，但比所有試用過的其他方法都好。橫向切斷的木片，由木塊的外邊至中心，各以 A、B、C、D、E、F 表示之。

每一片都在熱水中連續地沸煮，直至所有的鹼被提出為止。將每一片的全部提取液混合，加水至標準體積，按 TAPPI 標準 No. 625 滴定其總鹼、活性鹼及硫化物。提取後的每一片都在 105°C 烘乾，然後磨碎，用上述方法分析其木質素含量。

每個木塊的另一半都用熱水充分地提取，然後分成九小塊，每塊的尺寸是 $1 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3}$ 吋。這些小塊是供顯微鏡研究用的。為了觀察每一部份的脫木質素程度，曾經試用了几個方法。第一個方法是用剃鬚刀片从小木塊切下薄片，將薄片在顯微鏡下用反射光和折射光觀察。由於切片不平，無法在標本上得到準確的焦點。

最好的結果是用滑動切片机切片。可以從未煮透的部份切下很薄的切片。但是，在木質素差不多完全脫掉的部份，切片有分裂的趨勢。經過多次嘗試後，發現沿木紋切割可以從脫木質素部份得到少數切片。把這些切片保存在水里或 50% 的酒精里的一切嘗試都失敗了，因為切片都散開了。

按約翰孫的教科書中所敘述的方法(27)，用 1% 間苯三酚溶液來使薄切片染色，然後在顯微鏡下用衍射光觀察。對具有代表性的樣品進行觀察後，立刻攝取彩色照相。

試驗結果

蒸煮薄木片的全部数据列于表 1。在这組試驗中，变数

表 1 湿地松薄木片之脫木質素

(木片尺寸为 2.5 吋見方，药液流速为 200 毫升/分，药液硫化度为 25%)

木片厚 (吋)	木 片 狀 况	药 液 濃 度 (Na_2O 克/升)	蒸煮 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	蒸煮 时间 (分)	絕干样重 (克)	木材溶 出 率 %	未溶木 材中的 木質素 %	未溶木材 中的木質 素佔原本 木質素的 %
0.035		76.5	180	25	1.85	51.0	15.4	27.0
0.070		76.5	180	25	3.52	50.4	15.5	27.5
0.120		76.5	180	25	8.31	50.0	15.7	28.0
0.180	水泡过	76.5	180	25	10.50	48.2	15.2	28.1
0.220		76.5	180	25	14.03	47.0	15.7	29.7
0.260		76.5	180	25	16.50	45.8	16.3	31.6
0.280		76.5	180	25	16.75	44.2	17.3	34.5
0.070		76.5	180	25	3.95	37.1	21.1	47.5
0.120		76.5	180	25	8.18	36.9	20.7	46.8
0.180	風 干	76.5	180	25	10.88	35.7	20.7	47.6
0.240		76.5	180	25	14.65	32.6	23.7	57.0
0.280		76.5	180	25	15.80	30.8	25.2	62.2
0.120		76.5	180	15	6.28	19.7	31.0	89.0
0.120		76.5	180	25	6.45	50.0	15.7	28.1
0.120		76.5	180	30	6.54	55.3	11.0	17.6
0.120	水泡过	76.5	180	40	6.28	62.0	8.3	11.3
0.120		76.5	180	50	6.90	68.1	6.8	7.7
0.120		76.5	180	60	7.01	70.2	5.0	5.3
0.120		76.5	180	70	6.57	73.8	4.4	4.2
0.280		76.5	180	15	16.05	13.5	32.3	99.5
0.280	水泡过	76.5	180	25	16.23	44.2	16.5	38.0
0.280		76.5	180	30	15.15	48.0	14.1	26.1

續上表

木片厚 (吋)	木 片 狀 况	药 液 濃 度 (Na ₂ O 克/升)	蒸 煮 溫 度 (°C)	蒸 煮 時 間 (分)	絕 干 樣 重 (克)	木 材 溶 出 率 %	未 溶 木 材 中 的 木 質 素 %	未 溶 木 材 中 的 木 質 素 估 原 木 質 素 的 %
0.280	水泡过	76.5	180	40	16.08	55.2	11.0	17.6
0.280		76.5	180	50	15.55	60.1	7.8	13.0
0.280		76.5	180	60	17.50	62.2	7.5	10.1
0.280		76.5	180	70	15.85	65.0	4.8	7.8
0.120	水泡过	76.5	125	25	6.93	14.0	31.3	96.1
0.120		76.5	140	25	6.39	18.2	31.1	91.0
0.120		76.5	159	25	7.24	28.2	26.2	67.0
0.120		76.5	180	25	7.21	45.8	15.8	30.6
0.120		76.5	190	25	7.06	57.1	9.1	13.8
0.120	水泡过	76.5	131	40	5.82	18.0	31.0	91.0
0.120		76.5	150	40	6.36	25.0	27.5	73.7
0.120		76.5	170	40	6.20	46.3	16.3	31.3
0.120		76.5	180	40	6.45	61.8	7.2	9.8
0.120		76.5	190	40	7.21	82.5	5.2	3.2
0.120	水泡过	30.0	180	25	6.08	30.0	24.5	61.0
0.120		45.0	180	25	6.22	37.1	21.6	48.7
0.120		60.0	180	25	6.04	42.5	18.2	37.5
0.120		76.5	180	25	7.33	50.0	15.7	28.1
0.120		90.0	180	25	6.64	52.0	13.7	23.5
0.120	水泡过	30.0	180	40	6.42	38.1	20.0	44.2
0.120		45.0	180	40	6.09	44.1	16.0	32.0
0.120	水泡过	60.0	180	40	6.17	52.1	12.8	22.0
0.120		76.5	180	40	7.10	58.3	9.3	14.1
0.120		90.0	180	40	6.22	62.0	8.0	10.8

的变动范围如下：木片厚度 0.030—0.28 吋；蒸煮時間 15—70 分鐘；溫度 125—190°C，每一溫度保持 25—40 分鐘；

濃度 30—90 克/升(以 Na_2O 表示), 硫化度均为 25%。

木片厚度的影响如圖 2 所示。圖 3 是蒸煮時間对木材溶出率和脫木質素作用的影响。溫度对木材溶出率和脫木質素作用的影响示于圖 4。圖 5 則表示药液濃度的影响。

蒸煮木塊所得的数据列于表 2。根据这些数据, 繪出下列濃度梯度圖: 圖 6 是游离 NaOH 和 Na_2S ; 圖 7 是活性碱和有机碱, 圖 8 則为木材橫向的木質素梯度圖。所有的情况都包括預先排气和不預先排气来蒸煮木塊的資料。

I. 薄木片的蒸煮

木片厚度之影响

圖 2 表明, 在所研究的时间、温度和濃度的条件下, 木

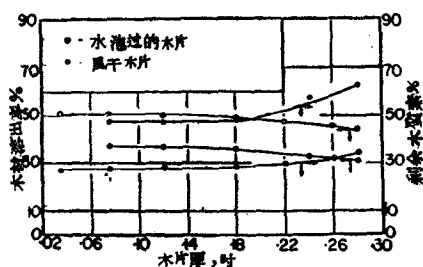


圖 2. 木片厚度对木材和木質素溶出率之影响

材和木質素的溶出率在木片厚度为 0.030—0.120 吋的範圍內是恆定的。木片厚度超过这个範圍, 整个木片的木材和木質素溶出率都下降。

如果提高溫度或增加濃度, 則木材和

木質素溶出率恆定不变的木片厚度的範圍可能还要扩大。如果把蒸煮時間由固定的 25 分鐘縮短, 則可能会同样地使这个範圍扩大。这些数据說明, 在任何有关蒸煮机理的研究中, 木片厚度都是很重要的。这个问题还应该更詳細地研究, 以便同时查明厚度和其他蒸煮变数的影响。

木片中水份含量的影响也在圖 2 中很显著地表現了出来。

当木片厚度为 0.120 时时，和風干木片比較起来，用水浸过的木片的木材溶出率約多 13%，木質素溶出率約多 20%。当厚度大于 0.120 时时，木材溶出率之差仍然一样，但木質素溶出率之差略为大了一些。湿木片中的木質素和其他木材物質更容易为碱所溶出的这一事实，目前还不能很好地解釋。

圖 3 的数据进一步强調了木片厚度的重要意义。总的反应和木質素溶出率都随木片厚度的减小而增加。例如，要得到 50% 的收获率，当木片厚 0.120 时时需时約 25 分鐘；而当木片厚 0.280 时时則需时約 32 分鐘。反应速度的增高一定是

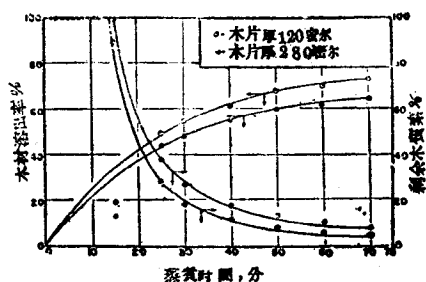


圖 3 蒸煮時間对木材和木質素溶出率之影响

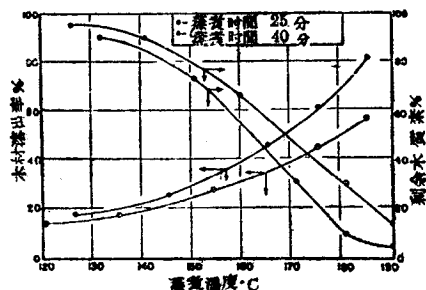


圖 4 溫度对木材和木質素溶出率之影响

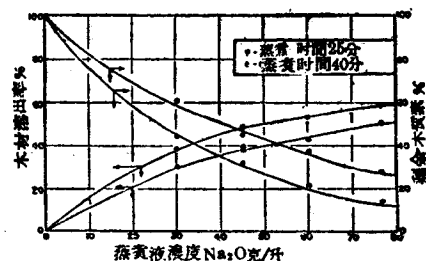


圖 5 碱液濃度对木材和木質素溶出率之影响

由于面积增加了，因为其他变数都是恒定的。厚为 0.120 吋的木片的單位重量的面积，比厚为 0.280 吋的木片的大兩倍以上。

木質素-時間曲綫的形狀說明：應該十分仔細地研究蒸煮的最初阶段。在蒸煮時間为 15 分鐘的附近，需要更多的数据点子。虽然在 15 分鐘內木材已溶去了約 20%，但木質素曲綫表明：木質素溶出得很少。必須更正确地定出这一部份的木質素曲綫，才能闡明蒸煮最初阶段的脫木質素的机理。

蒸煮時間之影响

如果脫木質素速率符合一定的反应級数，則在蒸煮時間和木材中残余木質素量之間一定存在着一定的关系。將蒸煮時間 θ 和残余木質素量 L 繪成算术圖，則所得曲綫似为双曲綫(圖 3)。如果將这两个变数在半对数座标紙上繪成圖(圖 9)，則在蒸煮時間不超过 40 分鐘的範圍內为一直綫。超过 40 分鐘，則数据点子連綫的傾斜度較小。根据这种情况，立刻可以想到，由座标 L 內減去一个常数，可能使全部数据都落在一直綫上。

利用嘗試誤差法發現：如果分別从 0.120 吋厚的和 0.280 吋厚的木片的残余木質素的数值 L 中減去常数 3.0 和 5.0，則整个蒸煮成为一直綫。这个修正了的关系如圖 10 所示。

厚为 0.120 吋的木片的直綫的方程式为：

$$\log(L-3) = K\theta + \log a$$

式中 $K = -0.027$ ， $a = 97.0$ 。厚为 0.280 吋的木片的直綫的方程式为：

$$\log(L-5) = -0.021\theta + \log 95.0$$

这些方程式表明：木材中有一小部份木質素不能通过脫