

造纸译丛

第三輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

輕工業出版社

造 紙 譯 叢

第 三 輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

輕 工 業 出 版 社

一九五七年・北京

內 容 提 要

本輯已讀完“亞硫酸鹽蒸煮理論的新資料及其實踐意義”的全文。
另有“亞硫酸鹽蒸氣的濕透問題”、打漿機與洗紙機中的磨擦過程
“國外某些企業的廢紙加工”等十七篇論文。

造 紙 譯 叢 第 三 輯

輕工業部造紙工業管理局編譯室編

*

輕工業出版社出版

(北京西單區皮庫胡同 52 號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 062 號

北京市印刷二廠印刷

新華書店發行

*

統一書號: 15042 · 紙 31 · (88) · 850 × 1168 耗 1/32 · 4 $\frac{15}{16}$ 印張 · 100 字

一九五七年一月北京第一版

一九五七年一月北京第一次印刷

印數: 1-2,550 定價: (10) 0.86 元

目 錄

亞硫酸鹽蒸煮理論的新資料及其實踐意義

..... M. T. 愛利阿什別爾格等 (4)

亞硫酸鹽蒸煮的滲透問題..... V. H. 沙德勒、O. 特蘭丁拉 (13)

打漿機與造紙機中的施膠過程..... J. 卡爾頓巴哈 (31)

國外某些企業的廢紙加工..... Л. C. 薩可洛夫斯基 (51)

紙的耐折度..... H. II. 諾多娃——斯巴洛夫斯卡雅 (80)

板紙壓榨的程度對吸收能力指標及緊度的影響

..... Л. H. 科爾科娃 (95)

各種紙的平衡水分..... H. B. 柳赫、E. M. 巴卡叶娃 (99)

實驗室制備纖維素和分析木材的方法

..... O. H. 克拉索夫斯卡婭、B. M. 尼基琴 (105)

α -纖維素含量的快速測定方法

..... E. II. 波尼德可娃、H. A. 納格羅德斯基 (108)

生產平方米重量小的印刷紙..... Л. A. 康托爾 (112)

評 Л. A. 康托爾的文章“生產平方米重量小的印刷紙”

..... E. M. 柏爾格曼 (118)

重量小的印刷紙的生產..... P. II. 盧賓史晉 (120)

電解質在施膠中的作用..... C. C. 伏尤茨基等 (125)

打漿機飛刀和底刀間的間隙計算..... B. T. 馬爾可夫 (134)

水力碎漿機的改進..... A. Я. 阿夫傑耶夫 (144)

石蠟在高嶺土中的乳化的..... П. A. 圖姆賓 (146)

應用白鹼液製造松香膠..... B. H. 契爾尼亞耶夫 (152)

溶解在半成品中的可氧化有機物質對紙張施膠的影響

..... П. A. 圖姆賓 (153)

亞硫酸鹽蒸煮理論的新資料 及其實踐意義*

中央造紙科學研究院

M. F. 愛利阿什別爾格

M. H. 崔普基娜 H. A. 赫里斯秋克

IV. 關於亞硫酸鹽蒸煮時木材內木質素的 反應能力與硫酸生成之間的关系

在排出空氣並於低溫下用濃蒸煮酸充分地滲透木片後所進行的亞硫酸鹽蒸煮的藥液中，只含有少量的 SO_4^{2-} 。在這種情況下制取硬漿時，消耗在生成硫酸鹽上的硫量不超過蒸煮總耗硫量的3~4%。制取含少量木質素的紙漿時， SO_4^{2-} 的量顯著地增加了。

當由於這種或那種原因而使木材中木質素的縮合作用加劇時， SO_4^{2-} 的生成量就會大大地增加。如果在蒸煮初期過度地提高木片內的酸度和溫度，就會發生這種現象，特別是在磺化劑不足的情況下更容易發生[1]。

由許多試驗資料得出如下結論：在亞硫酸鹽蒸煮時，木材中木質素反應能力的存在，能阻止 SO_4^{2-} 的形成。例如，在綜纖維素[2, 3, 4]、多縮木醣[5]或糖[4, 6]的亞硫酸鹽蒸煮時所生成的硫酸比在類似條件下蒸煮木材時大許多倍。在含木質素的綜纖維素蒸煮中，如果綜纖維素[3]內的木質素愈多，那麼所生成的硫酸也就愈少。在我們的試驗中更清楚地查明了這一點。

* 按本圖靈第一輯的本文Ⅱ，本輯全文讀完。

在几个浸沒在同一甘油槽內的耐酸鋼压力鍋中，將含有不同量的有机物蒸煮液和有木片的同样溶液同时加热。蒸煮液是由純淨試剂制得的亞硫酸液和不同量的廢液（20, 40, 60 和 80%）混合制成的，廢液是在亞硫酸鹽紙漿蒸煮时于 125° 下从鍋內抽得的。这样混合后各溶液中的 SO_2 濃度达到 6.0%，而 CaO 的含量达到 0.9%。此外，曾不用廢液或相反地單用廢液制备了同样濃度的蒸煮液。在液比为 6 的情况下將木片和蒸煮液一起进行加热。

按下列規程蒸煮有木片和無木片的溶液：

昇溫到 110° —2 小时，

保溫—2 小时

昇溫到 125° —30 分鐘，

保溫—1 小时

昇溫到 135° —30 分鐘，

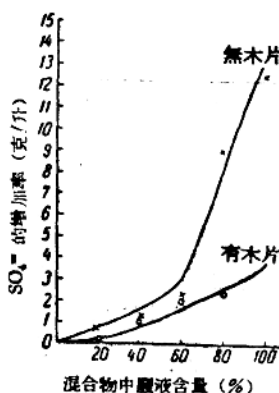
保溫—1 小时

昇溫到 145° —30 分鐘，

保溫—30 分鐘

蒸煮的总時間是 8 小时。

圖 1. 在加热有木片和無木片的蒸煮酸液时有机物質对蒸煮酸液稳定性的影响。



从圖 1 的資料中可以看出，溶解在葯液中的有机物質显著地破坏了蒸煮液的穩定性，並且在蒸煮液中这种物質的含量愈高，破坏就愈猛烈。同时所得到的資料証明，在加热有木片的

蒸煮液時所生成的 SO_4^{2-} 比無木片時少得多。顯然，木材中所含的木質素抑制了硫酸的生成過程。從木材內分離出來的過碘酸鹽木質素* 也有同樣的作用。

為了查明在亞硫酸鹽蒸煮時 H_2SO_4 的生成和木質素反應能力之間的關係，曾進行了另一組試驗^①。在 150° 下將脫脂云杉木粉在蒸餾水中加熱 1、3 和 6 小時。經這樣處理的結果，木材樣品所含的木質素的縮合度各不相同。在熔焊的細頸玻璃瓶中將這些樣品用含 13% 總 SO_2 和 0.8% Na_2O 的蒸煮酸在液比為 16、溫度為 110° 的條件下加熱 6 小時。同時在同樣的條件下蒸煮未經過預水解的木粉。試驗證明，木質素的磺化能力降低得愈少，則在亞硫酸鹽蒸煮時木質素對 SO_4^{2-} 的生成的抑制作用就愈大。關於在亞硫酸鹽蒸煮時木質素的縮合對硫酸生成的影響的資料如表 1。

表 1

指 標	用水預水解的時間 (小時)			
	0	1	3	6
絕干木材的得率 (%)	54.28	60.22	67.47	69.89
固体殘留物中木質素的含量 (%)	8.66	17.64	26.49	30.08
木質素中化合 S 的含量 (%)	6.45	4.50	3.75	3.14
藥液中 SO_4^{2-} 的含量 (按 SO_2 計算), 克/升	0.49	0.71	0.80	0.85

在下一組試驗中，將含反應能力不同的木質素的脫脂云杉木粉用亞硫酸鹽進行兩級蒸煮。第一級將木粉用含 6.5% 總 SO_2 和 0.6% Na_2O 的蒸煮酸在 110° 加熱 6 小時，第二級用 6.5% 的 SO_2 水溶液在 115° 加熱 4 小時。

用水煮木粉的方法使木質素的反應能力降低，其蒸煮時間

* 即用過碘酸鉍溶液來氧化木材的醚水化合物部分後所得到的木質素——譯文編者註。

① 與 E. B. 吉雷米羅娃共同進行的試驗。

为：在 140° 时 2 小时（样品 σ ）； 150° 时 2 小时（样品 π ）以及在 100° 用 3% HCl 溶液煮 6 小时（样品 Z）。在同样的条件下蒸煮未经过预水解的木粉（样品 a）。由于预水解的结果，转入溶液中的木材的组成份：

在制备样品 σ 时—17.7； π —23.9 和 Z—32.2%，其中包括碳水化合物相应地为 12.9；21.2 和 27.3%。

这些试验与前面所述的一样，证明在亚硫酸盐蒸煮时（参看图 2），木质素的磺化能力愈低，其阻止 H_2SO_4 ① 生成过程的能力就愈小。

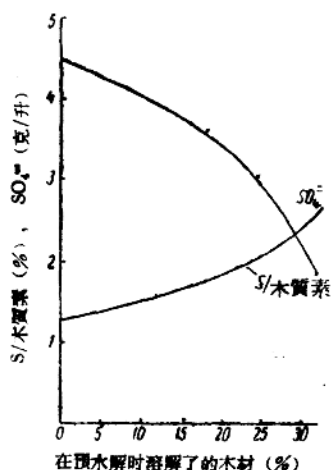


图 2. 在两段亚硫酸盐蒸煮时，木质素的磺化能力及其对 H_2SO_4 生成的抑制作用之间的关系

应当重视这一事实，虽然预水解时除去了木材中对蒸煮液的稳定性有猛烈破坏作用的多酚的大部分，但是随着木质素反应能力的降低，硫酸的量便增加。

① 是在第一、二段蒸煮中所生成 SO_4^{2-} 的总含量

在亞硫酸鹽蒸煮時，木材中木質素的磺化能力與抑制 H_2SO_4 的生成之間的關係也由其他方法証實了。大家都知道，當進入木質素中的硫量愈多時，則木質素的進一步磺化就愈緩慢。因此，木質素阻止 H_2SO_4 生成的能力應隨木質素為 SO_3H 基所飽和的程度的增加而降低。為了驗證這個假定，進行了如下的試驗。

生產上用的雲杉木片（樣品 a）和在 140° 與 150° 下用水預水解兩小時後的同樣木片（樣品 c 和 b），於 100° 時用含 6.5% 總 SO_2 和 1.0% Na_2O 的蒸煮酸依次蒸煮幾次。每一次處理的時間是 6 小時。在重複處理之前將木片用沸騰的蒸餾水洗滌五次，並在 50° 烘乾。每次處理都用新製備的蒸煮酸。試驗結果列於圖 3 和 4。

所得資料証明了，在用蒸煮液重複處理木片時硫酸的生成量就增加了。這時硫酸的生成隨木質素磺化速度的降低而加劇。十分明顯，這是與木材中木質素的抑制能力的降低有關。在蒸煮經過預水解的木材時，上述關係表現得特別顯著。

在圖 4 上可以看見，這些試驗所指出的硫酸的生成和木材中木質素反應能力的關係與前面所研討的相同。這樣一來，在亞硫酸鹽蒸煮時木材中木質素抑制硫酸生成的能力決定於木質素的磺化速度。因此自然會推測到，具有反應能力的木質素抑制硫酸的生成，是由於這種鏈鎖過程的活性中心與木質素結合起來的結果 [7]。游離的 $-\text{SO}_3\text{H}$ 基就是這種活性中心之一， $-\text{SO}_3\text{H}$ 與木質素互相作用就生成木質磺酸。

正如所指出的 [8]，在亞硫酸鹽蒸煮時主要是靠未離解成離子的溶解了的 SO_2 使木質素磺化。由此可見，木質素的磺化不是按離子的機理進行的。在這種情況下只可能有均化過程（Гомолитический процесс）。重金屬的作用和紫外線的作用對亞硫酸鹽蒸煮起催化加速作用也証實了這一點。銅對亞硫酸鹽蒸煮的催化加速作用已由一些研究者指出過了 [9]。我們

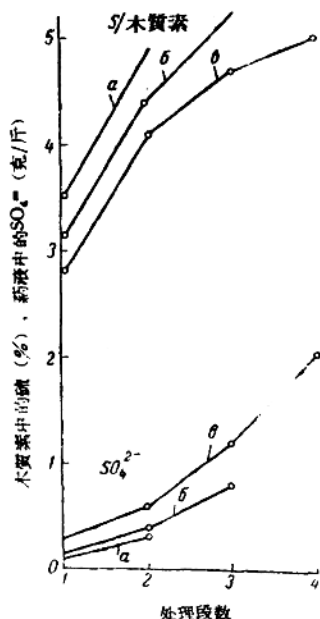


圖 3. 木材中木質素的重复磺化对药液中硫酸生成的影响:

a——未經过预水解的木片; b——在140°用水预水解过的木片; c——在150°用水预水解过的木片。

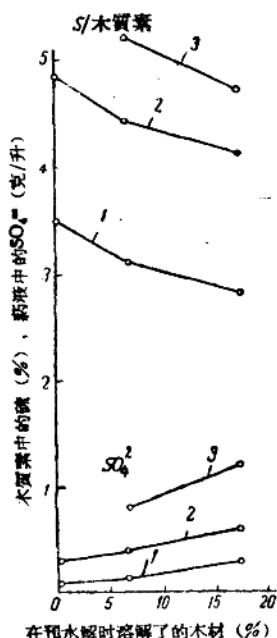


圖 4. 在重复亞硫酸鹽蒸煮时木材中木質素磺化度的变化及药液中 H_2SO_4 的生成情况:

1——第一段蒸煮; 2——第二段蒸煮; 3——第三段蒸煮。

在耐酸鋼和青銅的压力鍋中用一种規程进行的蒸煮同样也証明了这一原理。試驗結果如表 2。

由表可知, 在青銅压力鍋中比在鋼压力鍋中蒸煮紙漿要快得多。我們也發現, 在耐酸鋼容器中比在玻璃容器中蒸煮要稍微快些。因此, 銅和鉄都能加快亞硫酸鹽蒸煮。

我們^①曾指出, 在普通的玻璃管和石英玻璃管中用蒸煮液

① 与 A. M. 帕尔菲諾娃共同进行的試驗。

表 2

压力锅	蒸 煮 号	酸 成 分		蒸 煮 总 时 间 (时—分)	最 大 压 力 (大气压)	木材的 纸浆总 得率 (%)	未 蒸 解 分 (%)	硬 度 (°B)
		总 SO ₂	CaO					
		(%)	(%)					
最高温度 125° 的亚硫酸盐蒸煮								
铜的.....	1	6.20	1.0	12—45	6.5	50.0	3.3	102.7
铜的.....	2	8.64	1.0	11—10	8.8	46.6	2.0	77.7
青铜的.....	3a	6.30	1.0	10—00	7.0	43.3	0.5	34.0
青铜的.....	2a	8.50	1.0	10—12	9.0	42.6	0.3	18.9
最高温度 145° (№ 4 和 4a) 和 130° (№ 5—6a) 的亚硫酸盐蒸煮								
铜的.....	4	3.6	0.9	9—30		46.3	0.5	87.0
青铜的.....	4a	3.2	0.9	6—15		46.7	3.2	59.5
铜的.....	5	6.1	0.8	9—45		49.9	0.1	70.7
铜的.....	6	6.2	0.8	10—15		47.8	—	35.0
青铜的.....	5a	6.4	0.8	5—10		45.2	—	32.6
青铜的.....	6a	6.3	0.8	6—00		45.0	0.2	30.8

蒸煮木材时，在紫外線的作用下能使木質素的磺化过程加快。这是在裝有水銀石英灯的空气恆溫器中进行加热的。管内温度都相同。

在 100° 下用含 5% 总 SO₂ 和 1% CaO 的酸蒸煮木粉五小时后，木材中木質素的磺化度是：在石英管中为 4.2%，在普通玻璃管中为 3.7%。在用 10% SO₂ 水溶液蒸煮时也有类似的现象。这些资料指出了木材中木質素磺化过程的均化作用的特点。在低温时这一过程容易进行的原因，显然是在同化作用以前 SO₂ 与木質素生成了不稳定的有反应能力的复合物，木質素的磺化过程即在此化合物的内部繼續發展。在許多化学过程中都發現有类似的复合物生成 [10]。

Л. И. 卡什塔諾夫教授的一些观察引起了很大的兴趣，他証明了 SO₂ 与其氧化作用的抑制剂生成不稳定的化合物 [11]。

在用空气中的氧氧化 SO_2 ^① 时,甚至在室温下,在这种化合物中都有磺酸生成 [12]。在磺化木質素的情况下,溶解了的 SO_2 也应该被氧化,因为在磺酸中的硫比 SO_2 中的硫具有較高的原子价。同时根据一切可能性, SO_2 也会像在亞硫酸鹽蒸煮过程中受游离羟基的作用而生成磺酸时一样被氧化、(游离羟基在水的均化作用时出現)。

在木質素反应能力降低时,例如在汽蒸木片时过分加热,使木材的碳水化合物部分水解作用加剧的这一事实,显然是由于在亞硫酸鹽蒸煮中木質素生成木質磺酸的能力和它对 H_2SO_4 生成过程的抑制作用之間的关系存在的原故。想来,蒸煮开始时过快地提高温度而使木材“燒焦”的現象,在頗大程度上是与此有关系的。在蒸煮液短時間的作用后已經發現有这种現象。

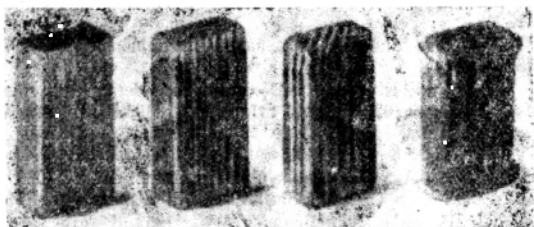


圖 5. 亞硫酸鹽蒸煮后切开的云杉木塊的形狀

在 145° 用含 5.0% 总 SO_2 和 0.9% CaO 的酸液煮过的云杉木塊 (20×20×40 毫米) 的縱向切開后的形狀如圖 5 所示。在 145°C 下煮过 30 分鐘的木塊 (样品 2), 其内部已發黑, 在同样的温度煮 1 小时的木塊, (样品 3), 其内部結構已破坏了, 而在 145°C 煮 2 小时的木塊就是外表也完全是黑的。在廢液中發現有很多硫酸^②。很难推想到, 木材的这种破坏仅是由

① 有微量銅存在时。

② 試驗由 A. H. 帕尔菲諾娃进行的。

於縮合了的磺化度小的木質素的酸度所引起的 [13], 因为甚至用相当濃的鹽酸蒸煮木材都不能产生这样的效果。显然, 所生成的硫酸在这一过程中起着很大的作用。木材吸收水溶液中 SO_2 的能力很强 [4, 5], 特别是在水解处理后更强。因此在开始蒸煮时, 在細胞間隙物質內有濃的 SO_2 溶液。由于在上述的試驗条件下木質素的反应能力劇烈地降低了, 因此在木片內部就給亞硫酸的分解和生成相当濃的硫酸創造了最有利的条件, 就会引起木材的磺化。

文 献

1. Элиашберг М. Г., «Бумажная промышленность», 1956, № 1.
2. Непенин Н. Н., Влияние условий варки на выход сбражи-
ваемых сахаров, НИС ЛТА, 1946.
3. Бутко Ю. Г., Автореферат диссертации, 1953, ЛТА им. Кирова.
4. Элиашберг М. Г. и Цыцкина М. Н., Материалы ЦНИИБ,
1950, № 38.
5. Жеребов Л. П., «Бумажная промышленность», 1927, № 7,
стр. 367.
6. Hägglund E. и др. «Berichte der deutschen chemischen
Gesellschaft» 1929, 62, стр. 84, 437, 2046; 1930, 63, стр. 1387.
7. Семенов Н. Н. «Успехи химии», 1953, № 3.
8. Гиллер О. К. «Бумажная промышленность», 1940, № 11.
9. Доклады Академии наук СССР: Шилов Е. А., 1938, 18, стр.
643; Шилов Е. А. и Смирнов-Замков И. В., 1949, 67, стр. 671; 1950,
73, стр. 723; Шилов Е. А. и Ясников А. А., 1952, 84, стр. 297. Swain
C., «Journal of American Chemical Society», 1948, 70, стр. 1119,
1989; 1950, 72, стр. 4578; 1952, 74, стр. 2534, 2538; Шатенштейн А. И.,
«Успехи химии», 1952, 21, 914; Рекашева А. Ф. и Миклухин Г. П.,
Проблемы механизма органических реакций, АН УССР, 1954, стр.
177.
10. Каштанов Л. И. и Казанская Н. В., Труды Московского
инженерно-экономического института им. Орджоникидзе, Химия и хи-
мическое производство, 1954, вып. 1, стр. 139.
11. Garreau J., «Comptes rendus de l'Academie des Sciences»,
1936, 203, 1073.
12. Hägglund E., «Svensk Papperstidning», 1936, № 6, стр. 95.
13. Wedekind E., Garreau J., «Zeitschrift für angewandte
Chemie», 1928, 41, № 4, стр. 107.
14. Kleinert T., «Monatshefte für Chemie», 1949, 80, № 1, стр.
135.

(洪达譯自苏联“造纸工業”杂志1956年第3期)。

亞硫酸鹽蒸煮的滲透問題

V. H. 沙德勒、O. 特蘭丁拉

提 要

亞硫酸鹽蒸煮時間取決於需要小心控制的耗時很長的昇溫階段。如果木片中的空氣能排除，蒸氣液會很快滲透進去。這樣滲透完全的木片可以在很短時間內加熱到最高溫度。通汽加壓滲透法、真空冷滲透法及最近發表的連續通汽排汽 (Va-Purge) 法都是為了排除木片中的空氣。最後本文並討論連續通汽排汽法對漿的質量及得率的影响。

前 言

欲用亞硫酸鹽法蒸解制出品質優良的漿，需遵守一定蒸煮時間的規定。這個時間比較長。早期科學研究工作曾探求不同的措施，使木片能被蒸氣液滲透完全來縮短蒸煮時間。阻礙蒸氣液滲透的主要是木片中的空氣，因此從木片中排除空氣引起了廣泛的重視。

近年來許多方案及倡議曾提出加速木片的滲透：

送液前在常壓情形下進行汽蒸，

在送液前、中，或後排除木片空氣，

人工加壓使蒸氣液壓入木片，

以可溶性或可凝結氣體排擠空氣，例如用 SO_2 ，

連續通汽排汽即 Va-Purge 法。

其中蒸汽預處理是一個最老的方法，並在實踐中多次被應用，克萊英 (Klein)¹⁾ 提及在米捷利希 (Mitscherlich) 未發表的文件中，其後赫格隆德 (Hägglund) 及其同事²⁾ 及晚近霍華德 (Howard)³⁾ 所發表的文件中都論述了蒸汽預處理的作用。預處理不僅排出空氣，並且使木片水份均勻。蒸汽預處理的一個特殊作

用是因为存在这样事实：心材渗透蒸煮液容易而边材困难。预处理使二者趋于一致。蒸汽预处理必需很精确地控制不使温度超过 110°C 。伍尔兹 (Wurz)⁴⁾ 論及小心进行汽蒸是主要条件。同时考夫曼 (Kaufmann)⁵⁾ 研究了心材与边材在汽蒸中不同的情形。

把空气从木片中排挤出来以加速渗透，是一个理想的预处理方法。在試驗室中毫無疑問曾証實了这点，但在实践中却非常困难。因为一般蒸鍋都是可以加压使用而不能真空使用的。在蒸鍋内空气体积比木材大得多，佔鍋容 85% 以上⁴⁾，需要花費很大能力才能把空气排淨。伍尔兹⁷⁾、韓森 (Hansen) 与哈澤尔克斯特 (Hazelquist)⁸⁾ 以及蒙提格勒 (R. de Montigny)⁹⁾ 曾試驗过在蒸解初期使用人工加压方法的作用。伍尔兹在大規模生产中曾試用这个方法，他發現在 28°C ，6 个大气压一小时内木片所吸收的藥液比不加压时多 15~20%。

波捷尔斯 (Borchers) 及布来德 (Bryde)¹⁰⁾ 曾研究过以气体 SO_2 预处理木片。松木可吸收 13.6% 重量的 SO_2 。在木片中的亞硫酸改善了蒸煮液的渗透情况。第二次世界大战后，加拿大紙漿及紙研究所在馬斯 (Maass) 指导下曾进行过这样的研究工作，后来又用蒸汽代替 SO_2 排除木片中的空气。使用蒸汽比亚硫酸有两个优点：第一，蒸汽不仅可使用于亞硫酸法亦可使用于碱法；第二，加压蒸汽放气时木片中的水汽化，协助將空气排出。

从这个思索的途徑出發，馬斯、罗斯 (Ross)、哈特 (Hart)、斯特拉普 (Strapp)¹²⁾ 在研究所內又發展了 Va-Purge 法 (Va-Vapour, 气体; Purge 排气)。这个方法是本世紀加拿大对木材蒸解领域中偉大改进中之一。同年同一研究所發表了一篇“使用可溶性鹽基生产高得率亞硫酸漿”¹³⁾ 的論文，在試驗室範圍也在大規模生产中使用 Va-Purge 法。这个方法在加拿大的試驗室及工厂範圍都取得了成就，但在欧洲專門書籍中却很少反应。美国專利中¹⁴⁾ 也有类似 Va-Purge 法，通汽提压到約 0.7~3.5

大气压力，突然放气到大气压力与使用汽压的一半之間，一次增压放气約 15 分鐘，每鍋 4 次。木片中的空气及其他阻碍渗透的物质被排除，使蒸煮液（碱，亚硫酸，硫酸鹽等蒸煮液）可以在压力下渗透，在最短期间升到最高温度。这样可以得出特殊均匀的漿，比一般方法得率高。

試 驗

普通蒸煮条件

蒸煮最高温度 140°C ，

变动在 140°C 最高温度的保温时间，以得到不同质量的漿，

蒸煮液組成 5 % SO_2 ，1 % CaO 。

普通蒸煮，木片未进行预处理：

使用雅麦-科本 (Jayme-Köppen)¹⁵⁾ 蒸解曲線

升温到 110°C	60 分
110°C 保温	90 分
升温到 125°C	30 分
125°C 保温	60 分
升温到 140°C	
140°C 保温	20 分
共 計	260 分

各試驗的加热曲線都一样，在 140°C 最高温度保温时间在 2~5 小时之間变动。

使用的木片分两种：

第一种是机械削片，选出其中的节子及不良木片，留下均整木片，心材与边材之比無法控制。

第二种选择健康的松木树干，手工切削为 25 毫米長，2~3 毫米厚，每次蒸煮固定心材与边材的比例。

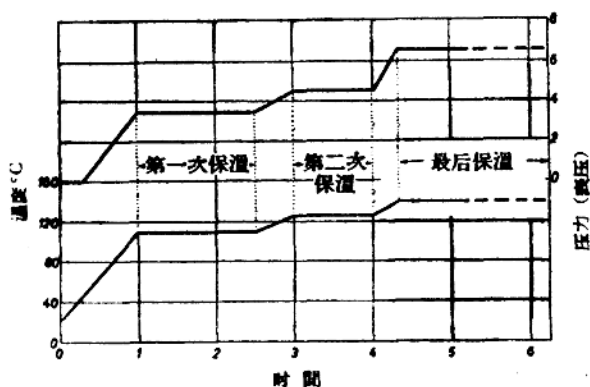


圖 1. 普通蒸煮

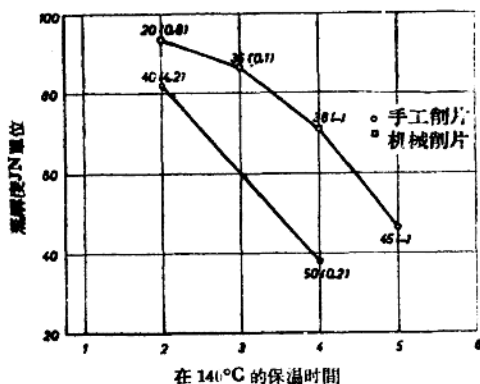


圖 2. 普通蒸煮在 140°C 保温時間与蒸解度的关系

圖 2 說明手工削片在同样条件下比机械削片所得的漿蒸解度大 20~30 JN 單位 (Johnsen-Noll 数)。圖 3 說明手工削片蒸解得率比机械削片大約 5 %。这是因为机械削片有破裂的剖面，有促进渗透作用。

表 1 有 6 个普通蒸解数据。14 号試驗取消了在 125°C 的保