

# 工業紙漿製造的熱管理

會廣編 魯庭鈞編譯

輕工業出版社

# 製漿造紙工業的熱管理

曾廣弼 魯庭鈞編譯

輕工業出版社

一九五六年·北京

## 內 容 介 紹

本書主要內容在敘述製漿及造紙過程中主要工序如蒸煮、備木、製藥、漂白、及乾燥、換氣等作業關於合理使用熱量以節約蒸汽和燃料的措施。書中還提供了許多有用的計算方法與技術經濟定額及機械設備的設計數據。可供生產管理及設計工作者參考，對造紙專業院校的師生，也是有益的。

## 製漿造紙工業的熱管理

曾廣弼 魯庭鈞編譯

\*

輕工業出版社出版

(北京西單區皮庫胡同五十二號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第062號

機械工業出版社印刷廠排版

北京市西四印刷廠印刷

新華書店發行

\*

統一書號:15042·紙 11·128 850×1168 1/32·8<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 印張·219 千字

一九五五年十一月 北京第一版

一九五六年十月北京第二次印刷

印數: 2101·3120 定價:(土) 1.85 元

## 序

增加產量、提高質量、降低成本，是企業工作者經常的任務。在我國造紙工業產品成本中，蒸汽費用佔有很大的比重。就國營各廠來說，如果能把蒸汽的消耗平均降低10%，一年就可為國家節約百萬元以上。這說明在造紙工業中，加強熱的管理，合理使用熱量，節約蒸汽，對紙及紙漿成本的降低，是有很大作用的。

日人磯田清藏所著「製漿及造紙工業的熱管理」一書，對這方面提供了很多寶貴的技術資料。作者不揣拙力，將此書譯成中文，並參照聶別寧的「紙漿學」（1940）、烏耶茨基的「抄紙機」（1946）、磯田清藏的「最新製紙機械」（1951）、菅原菅雄的「蒸汽鍋爐」（1939）、配萊的「化工手冊」（1950）等書，輯成本書，仍名為「製漿及造紙工業的熱管理」，以期對生產管理及工廠設計工作者在實行節約蒸汽消耗，降低產品成本方面，有所裨益。

本書得到輕工業部造紙工業管理局編輯委員會戴家璋工程師於百忙中抽暇審查，即此致以深切謝意。

本書之編譯錯誤之處在所難免，而且內容也不够完善，尚希讀者不吝批評指正。

曾廣弼·魯庭鈞1955年2月



# 目 錄

## 第一編 緒 論

第一章 總 論	9
第一節 製漿及造紙工程大要	9
第二節 製漿及造紙用的原材料	14
第三節 製漿及造紙的生產成本	17
第四節 製漿及造紙的蒸汽消耗量	18
第二章 熱及其轉移	21
第一節 熱	21
第二節 熱的轉移	24
第三節 熱及功	32
第三章 蒸汽及濕空氣	35
第一節 蒸汽	35
第二節 蒸汽的發生	38
第三節 濕空氣	40

## 第二編 蒸煮作業

第一章 破布紙漿	42
第一節 概說	42
第二節 白棉破布的蒸煮	43
第三節 灰色亞麻破布的蒸煮	51
第四節 破布紙漿得率的比較	56
第二章 稻草紙漿	58
第一節 黃紙板用紙漿	58
第二節 漂白稻草紙漿	60
第三章 亞硫酸木漿	66
第一節 概說	66
第二節 直接蒸煮法	69
第三節 間接蒸煮法	89

第四節	所需熱量的變動原因	92
第五節	裹熱的利用	99
第六節	回收設備	105
第七節	製藥所發生的熱量與所需要的蒸汽量	112
第四章	硫酸鹽木漿	116
第一節	蒸煮硫酸鹽紙漿用的蒸汽量	116
第二節	節約熱量的方法	122
第三節	蒸煮用熱量的研究	129
第四節	黑液回收用熱量	136

### 第三編 其他作業

第一章	備木作業	141
第二章	蒸煮藥液用機械的設計	142
第一節	蒸煮鍋附屬的熱交換器	142
第二節	回收氣體冷卻器	145
第三節	藥液用氣體冷卻器	147
第四節	製藥用氣體送風機	143
第三章	漂白	156
第四章	配合	158

### 第四編 乾燥換氣作業

第一章	概說	159
第一節	乾燥工程大要	159
第二節	乾燥部的型式及其加熱面積	163
第三節	加熱用蒸汽	166
第四節	加熱設備	168
第二章	乾燥作業	176
第一節	乾燥部內的加熱溫度	176
第二節	蒸發水量及蒸汽消耗量	179
第三節	乾燥工程的管理	182
第三章	乾燥部的能力	185
第一節	乾燥部的能力	185
第二節	熱消耗量及其效率	192

第三節	烘缸的熱傳導	193
第四節	乾燥部的設計	202
第四章	換氣設備	207
第一節	概說	207
第二節	抄紙車間換氣設備的計算	210
第三節	換氣用熱量的計算	216
第四節	換氣用風車及空氣預熱器	219
第五章	乾操作業的改進	222
第一節	濕部的改進	222
第二節	乾燥部的改進	228
第三節	乾燥用蒸汽壓的降低	233
第四節	廢熱交換器	235
第五節	負荷及作業率	241

## 第五編 動力設備

第一章	電力消耗量	242
第一節	造紙用電力消耗量	242
第二節	製漿用電力消耗量	243
第三節	負荷與作業率	244
第二章	原動機的選擇	246
第一節	蒸汽原動機	246
第二節	背壓原動機的運轉	250
第三節	原動機的初壓及背壓	251
第四節	背壓的降低	252
第三章	蒸汽鍋爐的選擇	254
第一節	蒸汽消耗量與傳熱面積	254
第二節	附設原動機工廠的鍋爐決定	256
第三節	蒸汽鍋爐的選擇	258
第四節	蓄汽器	259
第五節	電力鍋爐	261
第六節	配管	263
第四章	動力設備的改進	269
第一節	高壓蒸汽	269



第二節	高壓鍋爐的增設 .....	270
第三節	利用抽氣蒸汽加熱鍋爐給水 .....	271
第四節	給水的準備 .....	272
第五節	烟道氣的利用 .....	273
第六節	動力設備配置的問題 .....	273
附 錄	飽和濕空氣表 .....	276

# 第一編 緒 論

## 第一章 總 論

### 第一節 製漿及造紙工程大要

#### 各種紙漿的蒸煮

造紙用的主要原料——紙漿，其種類繁多，但一般以破布紙漿、稻草紙漿，及木漿等為主。

破布紙漿用棉麻破布等為原料，在製造鈔票紙，高級印刷紙，書寫紙，圖畫紙，信紙，捲烟紙等使用之。製造破布紙漿時，將原料截斷成25公厘左右，除去塵埃後，裝入蒸煮鍋中，注入石灰乳，使用蒸汽的壓力為5氣壓以內，蒸煮約8~12小時。蒸煮的目的是以化學作用除去附着在破布上的澱粉、油垢、色素等不純物，俾使纖維的解離。破布蒸煮鍋有球型及臥式圓筒型兩種。

稻草紙漿主要用為紙板原料，其纖維雖短，但因其具有其他特殊優點，漂白後也可與他種紙漿混合用以製造多種高級紙張。稻草經選別後，切成13~25公厘長，除塵後，裝入蒸煮鍋中，加火碱溶液，使用壓力為6氣壓以內的蒸汽進行蒸煮約8小時。蒸煮稻草的目的與蒸煮破布不同，須將稻草分解，將其中非纖維素物質溶解除去，但所用的蒸煮鍋却與蒸煮破布所用的相同。

木材紙漿有亞硫酸紙漿、鹼法紙漿、硫酸鹽紙漿及磨木漿之分。各種紙漿（除磨木漿外）的製造，皆先將原木剝皮，用鋸鋸

斷成適當的長度（原木徑級較大時截成約1公尺左右），經削片機切成長15~25公厘寬5公厘左右的木片，再裝入蒸餾鍋中蒸餾。

亞硫酸紙漿在今日仍為大多數紙張的主要原料。其藥液的製造係先將硫黃或黃鐵礦經燃燒爐或焙燒爐作成亞硫酸氣體，經洗滌、冷卻後，導入裝有石灰石的高塔的下部，從塔的上部注下清水，作成酸性亞硫酸鈣與亞硫酸的水溶液；或將冷卻後的亞硫酸氣體導入裝有磁環的一系列黑格爾塔中，在塔的另一端注入石灰石粉的乳液或石灰乳液。然後將藥液送入回收裝置中，使其吸收從蒸餾鍋回收的一部分藥液及排氣中的亞硫酸氣體，以製成蒸餾液。蒸餾鍋多為直立固定式。蒸餾的加熱有直接法間接法及直接法與間接法併用的三種。削片裝入蒸鍋後，注入藥液，通以壓力約6氣壓的蒸汽，蒸餾6~12小時。蒸餾的目的在溶解木片中的木質素，使纖維分離。為使藥液迴流，有的蒸餾鍋附設藥液循環裝置。蒸餾後的廢液有各種利用方法，可用以製造酒精和鞣料等，或用作燃料。

鹼法紙漿係用氫氧化鈉溶液將木片在160°C左右蒸餾4~6小時，可將非纖維素溶解除去。本法不僅適用於木材，即其他多種植物如三椏、楮皮、及稻草等亦廣為採用。

硫酸鹽紙漿極為強韌，故亦稱牛皮紙漿，主要用作包裝紙及工業用紙的材料。蒸餾藥液使用鹼溶液，從廢液中所回收的鹼再予利用時，為補充其損失而使用硫酸鈉。蒸餾中使用約8氣壓的蒸汽，蒸餾約5小時。蒸餾鍋大體與亞硫酸法所用者相同，但除固定式外，也有用回轉式的。蒸餾中蒸汽通入方法有直接法與間接法兩種。

磨木漿係將木材經機械磨碎而製得的紙漿。磨木漿使用的蒸汽一般較化學漿為少。使用同量的木材由本法製得的紙漿量約為化學漿的二倍，因而製造成本低廉，在製造新聞紙，包裝紙，及其他低級紙張時常與化學紙漿混合使用。

從蒸煮鍋所排出的紙漿，進入洗滌、篩選、打漿等操作。

### 漂白作業

從蒸煮鍋所放出的紙漿，一般帶有黃色甚至褐色，將這些紙漿用氧化或還原作用脫色就是漂白。漂白後的紙漿稱為漂白紙漿。現在漂白劑多使用漂白粉或液體氯。在漂白時，為增加紙漿的藥液吸收力，乃先將液體紙漿濃縮，而後再加漂液。為增加漂白反應速度，漂白溫度以在35~40°C為宜。漂白後將紙漿用水充分洗滌，以除去殘餘的漂白粉或氯。

### 抄漿作業

製造未漂（即本色）紙漿時，將從蒸煮鍋所放出的紙漿，經洗滌、篩選，而後抄成漿板。倘製造漂白紙漿時，在篩選後還須經過漂白，然後才進行抄漿。抄漿的目的在除去液體紙漿中大部分的水分，製成漿板。抄漿作業在抄漿機上進行，抄漿機分銅網、壓榨與乾燥三部分，乾燥部有的使用圓筒型烘缸，也有使用隧道式乾燥室的。紙漿在乾燥部所蒸發出來的水分被其周圍的空氣所吸收，當空氣含有較多水分時，其吸水力即降低，所以必須及時的送入新鮮空氣，此送入新鮮空氣的操作稱為換氣作業。換氣作業對節約熱量上有重大關係。入乾燥部以前紙漿中的水分（除經銅網濾出者外），是用機械壓榨來除去的，而在乾燥部則用蒸汽進行蒸發來除去，兩者除水所需的費用，前者較後者低廉，所以在熱管理中，對壓榨工程必須寄予極大的注意。

乾燥後的紙漿，按規格截切後，即成漿板。

在造紙廠內自用的紙漿，不經過抄漿作業，即用液體漿為原料，直接送到打漿部門，經打漿後進行抄紙。

### 打漿與配合作業

打漿（即叩解）的目的在根據所要製造的紙張質量，使纖維

經切斷、離解、帶化等加工操作而成爲均整的狀態。打漿作業在打漿機內進行。打漿終了後，根據紙張質量的要求，進行施膠、填充和染色等，而作成完全漿料。施膠的主要目的，在賦予紙張以耐水性，俾在寫字時使墨水不致擴散。施膠液的製造有冷法與熱法兩種：熱法製膠係在鋼製的開放型或密閉型鍋中，投入純鹼或火碱及松香等，通蒸汽到鍋底部的蛇形管內或在鍋的夾層內，煮沸4~6小時。爲使膠膜附着於纖維上而用明礬或硫酸礬土。把明礬或硫酸礬土在另一溶解槽中用水溶解後，加於打漿機內。填料爲彌補纖維間的空隙，以減少紙的透明度，使紙面光滑而適於印刷。填料一般預先在木製溶解槽中溶解成乳狀，然後再添加到漿料中。使用染料的目的，在使紙上呈現不同顏色，染料的調製在另一槽內進行，先加入65~90°C的熱水，一面攪拌，一面投入少量的染料使之溶解。配合後的漿料，經過精磨後，再行抄紙。

### 抄紙作業

將用來抄造的漿料通過捕砂溝，除渣機，經充分篩選後，送到銅網部。在銅網上纖維絡合而成紙形，經壓榨送到乾燥部，將蒸汽送入烘缸內，烘缸表面溫度須保持在100°C左右以內。乾燥用的蒸汽壓隨所需乾燥的紙張以及其他各種條件而有顯著的差異，但其變動範圍從最低0.3氣壓到最高的3.0氣壓。

乾燥終了後再將紙壓光，切斷、選別，將一定數量的紙張加以包裝，或作成捲筒出售。在此等整選包裝作業中，僅壓光機使用蒸汽，且用量甚微。

### 蒸汽在造紙工業上的利用

一般利用鍋爐把水加熱成高压蒸汽，在蒸汽原動機上獲得動力後，再將排氣供給造紙使用。但在蒸煮作業上，多將鍋爐所發生的蒸汽減壓使用。從原動機所排出的蒸汽，可用於紙漿的漂白，藥品等的溶解，及抄紙機的乾燥與換氣上。但用於整選包裝作業方

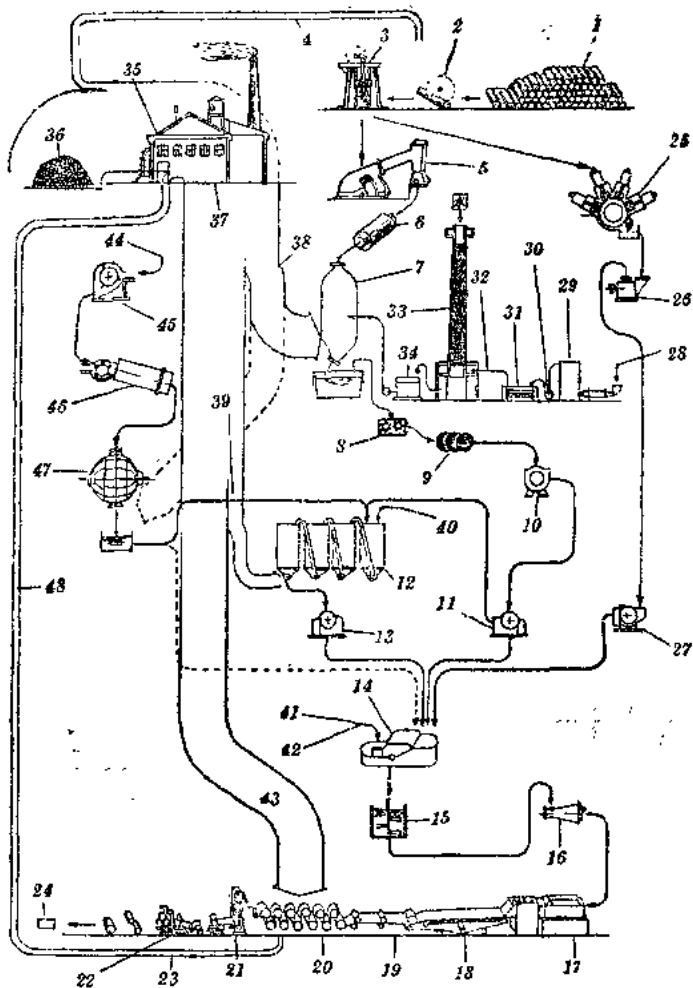


圖 1

1. 原木場; 2. 圓鋸機; 3. 劈木機; 4. 削片機; 5. 削片機; 6. 木片篩選; 7. 蒸煮鍋; 8. 離解機; 9. 細選機; 10. 篩選機; 11. 脫水機; 12. 漂白槽; 13. 脫水機; 14. 打漿札; 15. 貯漿槽; 16. 精磨機; 17. 篩選機; 18. 鋼網部; 19. 壓榨部; 20. 乾燥部; 21. 壓光機; 22. 覆捲機; 23. 凝結水; 24. 銷售; 25. 磨木機; 26. 圓篩; 27. 脫水機; 28. 硫黃; 29. 燃燒室; 30. 風扇; 31. 冷卻器; 32. 亞硫酸氣體; 33. 製藥塔; 34. 酸性亞硫酸溶液; 35. 鍋爐室; 36. 煤; 37. 蒸氣的熱量; 38. 蒸氣用; 39. 漂白及其他用; 40. 漂白粉; 41. 藥品; 42. 染料; 43. 乾燥用; 44. 破布(稻草); 45. 切布機; 46. 除塵機; 47. 蒸球; 48. 鍋爐給水用。

面的則很少。在寒冷地帶所使用的暖氣本書不予記述。在製漿造紙工業中製造蒸汽的費用相當巨大，在降低生產成本上，除降低原料成本外，降低蒸汽的成本為重要因素之一。因此本書對製漿及造紙各工程上熱的週轉將詳予記述，以為本工業熱管理的參考。

圖1表示造紙工程的概要及熱量分佈的狀況，箭頭寬度與熱量大小成正比例。

## 第二節 製漿及造紙用的原材料

製造單位重量紙漿的原材料消耗量的標準如次：

### 1. 破布紙漿（石灰蒸煮）

原 材 料	每噸紙漿的消耗量	備 考										
原 料 破 布	1,350~1,430 公斤 1,540~1,840 公斤	白棉線得率70~74% 灰色粗線得率55~65%										
藥 品	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>石 灰</td> <td>114~228 公斤</td> <td rowspan="4" style="vertical-align: top;">相當於粗漿的 10~20% 相當於漂白風乾紙漿的 4~6% 相當於漂白風乾紙漿的1~1.5% 每100公斤液體氯為 100公斤</td> </tr> <tr> <td>有 效 氯</td> <td>42~63 公斤</td> </tr> <tr> <td>硫 磺</td> <td>10~16 公斤</td> </tr> <tr> <td>消 石 灰</td> <td>與液體氯同量</td> </tr> </table>	{	石 灰	114~228 公斤	相當於粗漿的 10~20% 相當於漂白風乾紙漿的 4~6% 相當於漂白風乾紙漿的1~1.5% 每100公斤液體氯為 100公斤	有 效 氯	42~63 公斤	硫 磺	10~16 公斤	消 石 灰	與液體氯同量	
{	石 灰		114~228 公斤	相當於粗漿的 10~20% 相當於漂白風乾紙漿的 4~6% 相當於漂白風乾紙漿的1~1.5% 每100公斤液體氯為 100公斤								
	有 效 氯		42~63 公斤									
	硫 磺		10~16 公斤									
	消 石 灰	與液體氯同量										
電 力	860~1,000 瓦-時											
煤	530~590 公斤	假定煤1噸發生蒸汽7噸										
水	600~700 立方公尺	不使用回收水時										

（參照米勒（Muller）：「造紙工業及其機械」卷I，67頁）

### 2. 漂白稻草紙漿（硫酸鹽法蒸煮）

原 材 料	每噸紙漿消耗量	備 考													
草 草	1,500公斤	得率約40%													
藥 品	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>硫磺鹽(芒硝)</td> <td>166~180公斤</td> <td rowspan="4" style="vertical-align: top;"></td> </tr> <tr> <td>石 灰</td> <td>190~200公斤</td> </tr> <tr> <td>回收粗碱(黑灰)</td> <td>720~750公斤</td> </tr> <tr> <td>有 效 氯</td> <td>50公斤</td> </tr> <tr> <td>硫 磺</td> <td>10~15公斤</td> <td></td> </tr> </table>	{	硫磺鹽(芒硝)	166~180公斤		石 灰	190~200公斤	回收粗碱(黑灰)	720~750公斤	有 效 氯	50公斤	硫 磺	10~15公斤		
{	硫磺鹽(芒硝)		166~180公斤												
	石 灰		190~200公斤												
	回收粗碱(黑灰)		720~750公斤												
	有 效 氯	50公斤													
硫 磺	10~15公斤														
電 力	300瓦-時														
煤	700~800公斤	煤1噸發生蒸汽7噸													
水	500~550立方公尺	不使用回收水時													

（參照米勒：「造紙工業及其機械」卷I，139頁）

### 3. 磨木漿

原 材 料	每噸紙漿的消耗量	備 考
木 材	約9~10石 ㊟	(經)日本本州10.7石,北海道11.0石
電 力	1,400瓩-時	(暫)1,750瓩-時
煤 水	350公斤(乾燥用) 180~200立方公尺	美國,加拿大新聞紙1,100~1,375瓩-時/噸

㊟ 1立方公尺=戰前石數×0.278,或1立方公尺=戰後石數×0.278×0.785。

(關於木材及電力兩項請參照日本1946年刊「鑽石(Diamond) 產業統計」, 75頁。)

〔(暫)係表示日本紙漿及紙技術協會所決定的暫定紙漿原材料使用率表上的數字。〕

### 4. 每噸硫酸鹽紙漿(牛皮紙漿)所消耗的原材料

原 材 料	日 本 (戰前)	日 本 (戰後)	德 國
木 材	15~16石	19.5~20石	約18石 漂白紙漿約21石
藥 品	硫酸鈉	芒硝 250 公斤	110~150公斤
	石 灰	苛性鈣50公斤	110~150公斤
	有效氯	生石灰100公斤	50~60公斤
電 力	400~650瓩-時	不 明	240瓩-時
煤	500~1,100公斤	北海道1,390公斤 本州2,270公斤	1,000公斤 漂白紙漿1,130公斤
水			180~200立方公尺 (使用回收水) 漂白紙漿500~550立方 公尺(不用回收水)
引 用 書	樺太聯合: 「數香工場」	技術協會暫定表: 煤的發熱量 本州4,000千卡, 北海道5,500千卡。	米勒:「造紙工業及其 檢驗」卷丁, 292頁



### 5. 每噸亞硫酸紙漿的原材料消耗量

原 材 料	日 本 (戰前)	日 本 (戰後)	德 國	
木 材	18~21石	北海道20.5石 本州20.0石	未漂礮18石 軟19石	
藥 品	硫 黃	120~160公斤	155公斤	100公斤
	石 灰	160~230公斤	200公斤	100~150公斤
	有效氯			40~50公斤
電 力	250~330瓩-時	未 詳	未漂240瓩-時 漂白350瓩-時	
煤	850公斤	北海道1650公斤 本州2670公斤	700~850公斤	
水			未漂250~350立方公尺 漂白500~550立方公尺	
引 用 書	樽 太 工 場	技術協會暫定表: 煤之發熱量, 北 海道5500 千卡, 本州4000千卡。	米勒: L造紙工業及其機 械1卷I, 476頁	

### 6. 每噸人造絲用紙漿的原材料消耗量;

原 材 料	日 本 (戰前)	日 本 (戰後)	
木 材	17~19石	北海道23石, 本州22.5石	
藥 品	硫 黃	100~130公斤	165 公斤
	石灰石	130~150公斤	220 公斤
煤	900~1000公斤 (蒸汽5,000~6,000公斤)	北海道2,220公斤 本州 3,580公斤	
電 力	250~350瓩-時	未 定	
引 用 書	中村一元著: L人造紡績纖維 講座I, 紙漿篇, 177頁(1939 年)	技術協會暫定表, 煤的發熱量, 北海道 5,500千卡, 本州 4,000千卡。	