

製漿造紙學

第二冊

(漿料之處理)

朱志燿 主編

中華民國六十二年五月出版

製漿造紙學

第二冊

朱志燿主編

中華民國六十二年五月出版

序 言

我國古代將文字載于竹木之上，秦漢以還，改用縑帛，據後漢書宦者傳：「自古書契多編以書簡，其用縑帛者謂之紙」。可知紙之原意係指專供書寫用之縑帛而言，並非現在所稱之紙。至後漢蔡倫，始創造紙之法，後漢書蔡倫傳：「自古書契用竹簡縑帛，縑貴而簡重，並不便于人，倫乃造意用樹膚、敝布為帛，元興元年奏上，帝善其能，自是莫不從用焉」。由於其以敝布等為原料，故其字從巾，謂之「帛」，惟為沿用古名，仍習稱為紙，時在公元一〇五年，利用植物纖維以漉網抄紙，創自蔡倫，為世界所公認，詳見李書華所著之造紙的傳播及古紙的發現一書。迨唐玄宗天寶十年，即公元七五一年，安西節度使高仙芝與突厥人及大食人戰于今俄屬土耳其斯坦之怛羅斯河岸，唐兵戰敗為俘者千人，被送至波斯之撒馬爾干，俘虜中有紙匠，始將造紙術傳授與中亞之阿剌伯人，由是遍傳波斯帝國勢力所及諸地，經由伊拉克、敘利亞、埃及、摩洛哥，而達西班牙，距蔡倫發明造紙術已在其後之一千年。至此，乃由歐美人士承襲其法，歷經改良，蔚成今日之製漿造紙學，故溯本追源，實為我國對於世界文化貢獻最光榮之一頁！

惟造紙術之見於中國書籍者，僅明末宋應星所著之天工開物第十三卷「殺青」篇有所敘述，全卷不逾二千字；此外，除清代胡蘊玉所著之紙說略有敘述外，尚未有更詳盡之記載可資查考，是則如何繼先民之遺緒，恢華夏之天聲，是為今之從事紙業者，當引為己責者也！

近年來我國造紙工業突飛猛進，紙廠建立如雨後春筍，從事本業之技術人員，深以無本國書籍參考進修為憾，臺灣造紙公會有鑒於斯，決定編輯造紙技術叢書，委筆者劃策其事。而在此之前，中國文化學院化工系造紙組諸教授，原已着手撰寫製漿造紙學，亦由筆者主持。於是

乃擴大範圍，就製漿造紙工程各重要程序，劃分為各獨立之單元，每一單元分別邀請國內最具經驗或研究心得之專家學者二位共同執筆，另請三位專家學者審閱校訂，最後由主編再予增補編排，以期首尾呼應，體例一致。參與編纂之專家學者凡二十餘人，並包括現在國外紙廠服務之我國專家在內，前後歷時五載，屢經增刪，[方告殺青，工作固甚艱巨，態度尤為謹慎。

本書既以大專造紙科系學生及紙廠從業技術人員為對象，故取材方面希能面面俱到，[敘述方面希能簡明扼要，[編排方面希能層次分明，說理方面更求推陳出新，是以編輯同仁所孜孜矻矻悉心以赴者，計有下列三端：

一、內容力求充實——本書自傳統之學說與方法，至最新之觀念與發展，兼收並蓄，包羅殆盡。例如在漂白篇中，有較古老之次亞氯酸鈣單段漂白法，亦有最新發明之氧氣漂白法；在叩解篇中，有較古老之利用打漿機之低濃度叩解法，亦有最新發明之利用盤磨機之高濃度叩解法，類此事例，所在皆是，俾使讀者獲得廣泛知識，而可比較選擇。

二、取材力求實用——本書為使製漿造紙知識，能實際應用起見，故特別致力於下列兩點：第一，在機械設備方面，附列圖解說明，以明其構造與功能；第二，在製造方法方面，附列工作實例，以明其實際情況。例如：在廢紙處理與脫墨篇中，有機械圖面二十多幀，工作實例約三十則；在篩選篇中，有機械圖面四十多幀，工作實例約三十則，俾使讀者獲得具體印象，而可應用裕如。

三、條理力求分明——本書各單元，自工作原理，製造方法，作業條件，以至管理實務，先後有序，脈絡清楚。例如，在洗滌篇中，首述工作原理，次言洗滌方法，隨之介紹各種洗滌機械，而後闡述作業條件與工作實務，其他各篇亦大抵作類似之安排，俾使讀者獲得明確觀念，而可融會貫通。

本書各篇目，均自成單元，分裝三巨冊，第一冊括木材化學，纖維素化學與各種製漿方法，第二冊包括洗滌、篩選、漂白、叩解等紙料之各項

處理；第三冊包括造紙、加工及試驗。全文逾二千頁，都一百八十萬言。編輯同仁凜于業界人士對本書期望之殷切，固已盡其心力，惟汲深綆短，疏漏難免，尚祈業界高明，不吝指教，俾供日後修訂參考。至如本書出版後，對提高造紙技術之水準，與促進造紙工業之發展，得有涓滴貢獻，當為編輯同仁之最高榮幸。爰于本書出版之際，略述編輯梗概，就教於同業先進，是為序。

朱 志 燿

中華民國六十二年四月

製漿造紙學

第二冊

(漿料之處理)

編著者

- 朱志耀 (中國文化學院化工系造紙組教授兼主任,
寶隆紙業公司副總經理, 宏康紙業公司副總經理,
大康造紙廠經理)
- 趙順中 (中國文化學院化工系造紙組教授, 臺灣省林業試驗所木
材纖維系主任)
- 鄭勝雄 (中國文化學院化工系造紙組講師, 士林紙業公司工程師)
- 李雅量 (士林紙業公司工程師)
- 蔡德茂 (士林紙業公司工程師)
- 潘登灶 (臺灣省林業試驗所木材纖維系技師)

校訂者

- 孫承謨 (立達紙業公司技術顧問)
- 許慶雲 (臺灣中興紙業公司協理)
- 汪沛然 (菲列濱馬尼刺紙廠廠長)

第二冊目錄

序 言

第一篇 紙漿之洗滌

第一章	總 論	3
第二章	擴散洗滌機	7
第三章	過濾洗滌機	9
第四章	壓榨洗滌機	34
第五章	篩分洗滌機	44
第六章	洗滌作業	51
第七章	洗滌系統	56
第八章	洗滌實務	63

第二篇 紙漿之篩選

第一章	總 論	71
第二章	細節機分論	81
第三章	篩選性能之測定	106
第四章	篩選機之作業條件	110
第五章	渦流淨漿機	115
第六章	篩選系統	131
第七章	篩選實務	135

第三篇 紙漿之漂白

第一章	緒 論	147
第二章	漂白劑及其化學作用	153
第三章	氯 化	160

第四章	碱 萃	168
第五章	次亞氯酸鹽漂白	172
第六章	二氧化氯漂白	186
第七章	過氧化物漂白	215
第八章	還原漂白	229
第九章	氧氣漂白	244
第十章	各種紙漿之漂白實務	253
第十一章	漂白設備	282
第十二章	漂白作業	308
第十三章	漂白之控制儀表	319
第十四章	漂白藥液之分析法	324
第十五章	漂白對於紙漿及紙張性質之影响	336

第 四 篇 廢紙處理及脫墨

第一章	廢紙之利用	345
第二章	廢紙之分類	350
第三章	廢紙之處理	356
第四章	散 漿 機	361
第五章	纖維離解機	375
第六章	廢紙之脫墨	383

第 五 篇 紙漿之叩解

第一章	打漿機之叩解原理	403
第二章	荷蘭式打漿機	413
第三章	新式打漿機分論	428
第四章	打漿作業	435
第五章	影響打漿作業之因素	447
第六章	圓錐式精煉機概論	451

第 七 章	圓錐式精煉機分論	467
第 八 章	圓盤式精煉機概論	481
第 九 章	圓盤式精煉機分論	493
第 十 章	高濃度精煉法	509
第十一章	精煉作業與實務	517

第 六 篇 紙之施膠

第 一 章	總 論	531
第 二 章	內部施膠之藥料	533
第 三 章	內部施膠之理論	539
第 四 章	內部施膠作業	543
第 五 章	影響內部施膠效果之因素	551
第 六 章	內部施膠之合成施膠劑	560
第 七 章	表面施膠之藥料	563
第 八 章	表面施膠作業	568

第 七 篇 紙之填充

第 一 章	填充之目的	577
第 二 章	填充料之種類	579
第 三 章	白 土	583
第 四 章	填充料之性質	586
第 五 章	填充料之使用	591
第 六 章	填充料之保留	595
第 七 章	填充之效果	602

第 八 篇 紙之染色

第 一 章	光 與 色	611
第 二 章	顏色規範	616

第三章	染料	620
第四章	染色法	632
第五章	影響染色效果之因素	637
第六章	染色作業	641

第九篇 紙料之化學添加物

第一章	化學添加物之用途	647
第二章	澱粉	648
第三章	植物性天然膠	656
第四章	聚丙烯醯胺乾強劑	659
第五章	濕強劑	663
第六章	黏質污物防止劑	679
第七章	泡沫抑制劑	696

1. 紙漿之洗滌

中國文化學院化工系造紙組教授兼主任
寶隆紙業公司副總經理
宏康紙業公司副總經理
士林紙業公司工程師

朱志燿

李雅量

- | | |
|-----|-------|
| 第一章 | 總論 |
| 第二章 | 擴散洗滌機 |
| 第三章 | 過濾洗滌機 |
| 第四章 | 壓榨洗滌機 |
| 第五章 | 篩分洗滌機 |
| 第六章 | 洗滌作業 |
| 第七章 | 洗滌系統 |
| 第八章 | 洗滌實務 |

第一篇 紙漿之洗滌

朱志燿 李雅量

由植物纖維原料製成之紙漿，除主要成分纖維素外，尚含有溶于黑液中之溶解性雜質，及不溶于黑液中之固體性雜質，均應先行除去，方可製成較純潔之紙漿，以備造紙。此項除去溶解物之工作稱為「洗滌」(washing)，而除去固體雜質之工作，則稱為「篩選」(screening)。篩選作業留待下篇討論，本篇專述「洗滌」。

第一章 總 論

一、洗滌之方式

洗滌有兩種基本方式，即置換(displacement)與稀釋—濃縮(dilution-thickening)。「置換」為一方面將廢液排出，一方面將洗滌水加入，紙漿濃度之變化甚小。「稀釋——濃縮」為先將洗滌水加入紙漿中，與廢液充分混合，然後再將混合液排出，故紙漿濃度有間歇式之忽淡忽濃。但實際操作時，兩種方式往往同時發生，不易完全劃分。

目前通用之洗漿方法有三種，即：(一)置換洗滌法，(二)過濾洗滌法及(三)壓榨洗滌法，茲分述如後：

(一) 置換洗滌(diffuser washing) 為最原始之洗滌法，如舊式硫酸鹽法製漿所用之擴散器(diffuser)，及舊式亞硫酸法所用之噴坑(blow pit)。其法為一端加入清水，而由另一端排出廢水，可用間歇的，亦可用連續的方式進行。噴坑之坑底鋪設有孔之假底，待紙漿放入噴坑後，於其上面注入大量清水，使其徐徐滲入紙漿中，而後將假底出口之排出閘門開放，廢液遂由假底排出。連續行使數次後，可以使紙漿大致洗淨，以蒸球蒸煮破布漿，此一洗漿方式尚稱實用而有效。又如一般漂白機或打漿機之裝有洗鼓(washing drum)，槽中紙漿不斷的流動，於其上面加入清水，使其徐徐滲入紙漿中，同時在另一端用洗鼓將廢液徐徐取出(如圖一)，如此連續工作2~4小時，可將紙漿洗至相當清潔之程度。使用置換洗滌法時，紙漿濃度在洗滌過程中大致無變化。

(二) 過濾洗滌(filter washing) 為目前最通行之洗漿方式，尤以利用數台過濾式洗漿機，逐段洗滌，更為通行。過濾機之型式甚多，但不論型式為何，機體大致為圓形，過濾筒上張有細網，紙漿經稀釋後

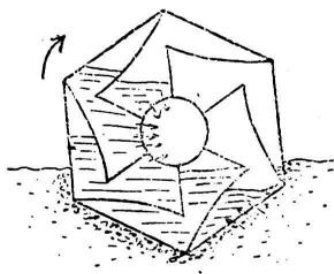


圖 一

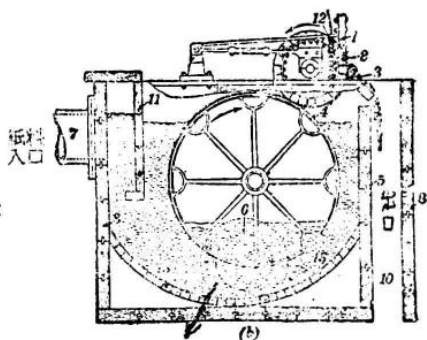


圖 二

由一端通入機內，紙漿在網上鋪成一均勻之薄層，廢水經過網上之細孔流入筒內，由排出管排出，紙漿乃逐漸濃縮成為較厚之漿板，自另外一端取下，再加稀釋後送至第二段過濾，經逐段洗滌後，當可使紙漿達到相當清潔之程度。其最簡單之型體如圖二。使用過濾洗滌法時，進漿濃度約為 1%，出漿濃度約為 5~10%。

(三)壓榨洗滌(*press washing*) 為一種較新之洗漿方式，尤以最近各項工作過程正在提倡「高濃度」時，故其應用範圍更為廣大。其實，原始之螺旋壓榨機，本為一種陳舊之脫水濃縮設備，因其消耗之動力較高(每 24 小時處理 10 噸紙漿，約需 7.5kw)，故逐漸為真空過濾機所取代，但最近二十年來，由于牛皮木漿與半化學木漿發展至為迅速，為便于黑液收回及高濃度磨漿(HCR)，此種壓榨洗滌法又復受人重視，經過各製造廠不斷之改良，最新型之壓榨機包括螺旋式、雙圓筒式、雙盤式等，效率均非常良好，故已逐漸流行。使用壓榨洗滌法時，進漿濃度約為 7~10%，出漿濃度可達 30~40%。

二 洗滌之脫水

單純之洗滌可稱為「獨立系統」如圖三，例如某廠每天處理 15 噸漂

白稻草漿，洗滌工作首先用一台雙圓筒式壓榨機，進漿濃度為 5%，出漿濃度 15%；第二段用一台過濾濃縮機，進漿濃度為 1%，出漿濃度為 12%；第三段再用一台過濾濃縮機，進漿濃度為 0.6%，出漿濃度為 10%。其洗滌效果(除去廢液之效果)為：

$$(1) \text{ 壓榨機脫水量} = \frac{15}{0.05} - \frac{15}{0.15} = 300 - 100 = 200\text{T/D}$$

$$\text{脫水率} = \frac{200}{300} = 66.6\%$$

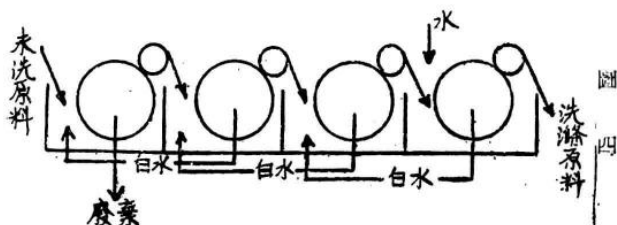
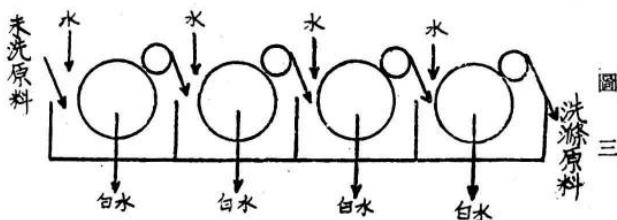
$$(2) \text{ 濃縮機脫水量} = \frac{15}{0.01} - \frac{15}{0.12} = 1500 - 125 = 1375\text{T/D}$$

$$\text{脫水率} = \frac{1375}{1500} = 91.5\%$$

$$(3) \text{ 濃縮機脫水量} = \frac{15}{0.006} - \frac{15}{0.1} = 2500 - 150 = 2350\text{T/D}$$

$$\text{脫水率} = \frac{2350}{2500} = 94\%$$

(1) + (2) 之綜合脫水率則為：66.6% + (100 - 66.6) × 91.5% = 97%



(1) + (2) + (3)之綜合脫水率則為： $97\% + (100 - 97) \times 94\% = 99.8\%$

亦即，當洗滌完成之紙漿脫離第三段濃縮機後，紙漿中所殘留之黑液僅為全部黑液之 0.2 %，故可以說洗滌工作已大致完成。

如須兼顧黑液之收回，雖然同樣的採取三段洗滌法，往往僅在第三段注入清水，而將第三段過濾機排出之廢水，供給第二段過濾機作稀釋紙漿之用，第二段過濾機排出之廢水，再供給第一段過濾機作稀釋紙漿之用，至于第一段過濾機排出之廢水，即最濃之黑液，則送至回收工場以供蒸發。此種排列可稱為「逆向系統」(Counter-Current System)如圖四，容後再予說明。

第二章 擴散洗滌機

舊式硫酸鹽法製漿所用之擴散器，如圖五，為自 1865 年發明後一直流行至 1935 年左右，始漸被多段真空過濾機所取代之洗漿設備。此項擴散器，外觀為鋼板製之圓筒，高度約為直徑之兩倍，圖中 A 為蒸煮所

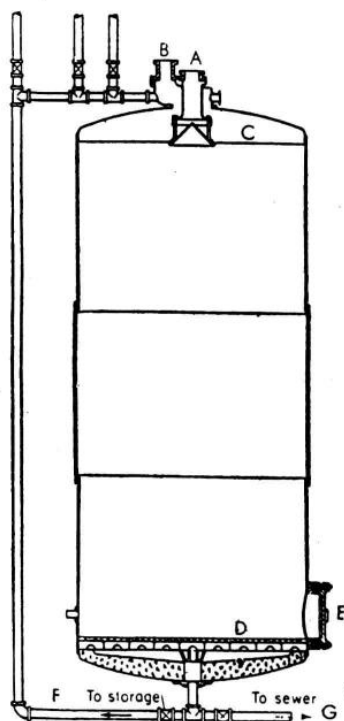


圖 五

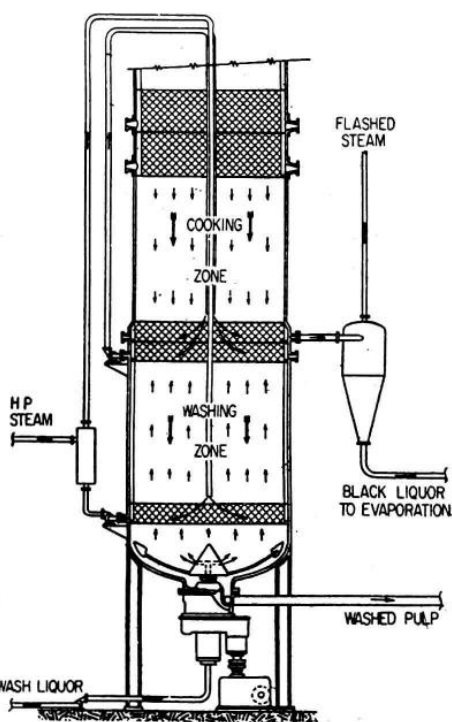


圖 六