

化學工業叢書

第十種

---

製 紙 工 業

朱積煊著

中 華 書 局 印 行



## 例 言

製紙工業，原始於吾國。徒以墨守舊法，未獲前進。故編者不自量力，特將造紙漿及製紙之新法，簡述而成本書，以爲促進吾製紙工業之臂助。

本書之參考材料有如次列多種：

Brown: Forest Products, Their Manufacture & Use.

Cross & Bevan: Paper Making.

Rogers: Manual of Industrial Chemistry. Vol. II.

沈彬康:竹漿造紙(化學工業,第十卷第二期)。

史德寬:竹漿製造法新舊之比較(工業中心,第四卷第一期)。

至本書如有錯誤並應增刪之處，倘荷同好，不吝賜珍，尤爲感激。

編者謹識

民國廿五年雙十節

# 製 紙 工 業

## 目 錄

頁 數

第 一 章 引 言.....1

製紙之歷史 吾國機製紙業之概況

竹與中國紙業之將來

第 二 章 紙 質 與 纈 維 素 之 關 係.....10

紙之強度 紙之體積、透明性及其耐  
水性

第 三 章 原 料.....13

破布 廢紙 蘆葦 麥稈與稻草

三極皮與檫皮 桑皮 苧麻 竹

木材

第 四 章 準 備 工 程.....19

破布之除塵、選別及斷截 廢紙之除

塵及選別 蘆葦之壓碎、斷截及除塵

麥稈與稻草之斷截、除塵及選別

三極皮、楮皮與桑皮之浸水、剝皮及斷截  
 苧麻之斷截及除塵 竹之浸水與劈碎  
 木材之鋸斷、剝皮、除節、劈碎及鉋片

## 第五章 紙漿之製法.....25

亞硫酸鹽製紙漿法 苛性鈉製紙漿法  
 硫酸鹽製紙漿法 分別蒸解製紙漿法 結論

## 第六章 破布與廢紙之紙漿.....37

破布紙漿 廢紙紙漿

## 第七章 蘆葦、麥稈及稻草之紙漿.....39

白紙漿 黃紙漿

## 第八章 三極皮、楮皮、桑皮及苧麻之紙漿.....41

## 第九章 竹之紙漿.....42

亞硫酸鹽法 硫酸鹽法 分別蒸解法

## 第十章 化學木材紙漿.....46

亞硫酸鹽法 苛性鈉法 硫酸鹽法

---

第十一章	碎木紙漿.....	53
	磨碎 選別 產量	
第十二章	紙漿之調整及其配合.....	56
	離解之種類與紙之關係 黏料 填 料 色料	
第十三章	造紙法.....	65
	手工造紙法 機器造紙法	
第十四章	紙之種類及其用途.....	76
	新聞紙 書寫用紙 圖畫用紙 證 券用紙 包皮用紙 紙板 吸墨紙 及濾紙 捲烟用紙 羊皮紙	

# 製紙工業

## 第一章 引言

紙爲纖維素交合而成，故凡含有纖維素之原料，不論其爲木材、麻、竹、稻草、蘆葦或廢紙與破布，均可用以製紙。原料先經斷截、除塵、選別等準備工程，次借藥品共作用之，乃製成紙漿(pulp)，然後加黏料、填料及染料等，即可抄之成紙。晚近自化學與機械工業發達以來，製紙術愈益進步，遂成爲今日之一大化學工業也。

**製紙之歷史** 考製紙術原始於我國。當紙未發明之前，記載書寫，多用竹簡與縑帛。故今日之紙，實濫觴於帛；而紙字說文從絲，或卽有此遺意。惟縑貴而重，殊不方便。降至後漢和帝時有蔡倫者，用樹膚、麻頭及敝布、魚網以製紙。自是莫不從用，世咸稱爲蔡侯紙。是或爲製紙術發明最早之人，後世敬爲造紙之神。其後有左子邑改良製紙之舉。齊蕭子良與王僧虔書，有“子邑之紙，研妙輝光”之句。此後所用之原料，種類繁多，且各

就其便，採用土產。宋朝蘇易簡之紙譜載曰：“蜀人以麻，閩人以嫩竹，北人以桑皮，海人以苔，浙人以麥麩，稻草，吳人以繭，楚人以楮。”其製成之紙，又有專供書畫，奏章，合同，呈文，契約，記賬，印刷，箋帖，扇料，包裝，火紙，便紙以及敬神等各種不同用途之分。各式完善，爲用更廣。徵之書史，班班可考。

製紙術之發明，固屬於吾國，技術之完善，亦首推吾國。蓋由吾國傳播於遠邦，已達發達之際，其時當在二千餘年前也。聞先傳於印度，次由印度而至阿剌伯，再由阿剌伯而至西班牙。其傳至歐洲殊甚遲緩。由西班牙傳製紙術於意大利，最早之製紙廠設於Fabriano，時在1150年。法國最初之廠創設於1189年，英國創於1330年，德國創於1390年。美國最早之製紙廠，始於1690年。

往時製紙均用手工，其製成之紙均甚優良，故製紙機械之進步，殊極遲緩。迨及十九世紀之初葉，紙仍用手工製成。其後文化由漸開而達於進步，遂有Louis Nicolas Robert，於法國用旋轉銅絲網以製紙之闡明，但未成功。及Henry與Sealy Four-



drinier 於英國有佛德立尼厄絲(Fourdrinier wire)製成後，乃樹新式製紙工業之基礎。

用木材製紙，爲 1840 年之事。Keller 氏用研碎機 (grinding machine) 將木材製成木漿，通稱碎木紙漿 (ground wood pulp) 或機器木漿，其方法登記於德國，得有專利權。及於 1854 年，始用爲商業上之方法，傳至美國在 1866 年。其後有更進步之化學的木漿製成，時在 1867 年。緣木材常含有木質 (lignin)，須加藥品使與纖維素相分離。即於木材未研碎之前，將其截成小條，乃借適當之藥品，於增壓鍋共同蒸煮，約數小時即成製紙之木漿而與有害成品之木質相分離矣。美國 Tilghmann 氏曾記載用亞硫酸作用於木材而成紙漿之發明，是即樹亞硫酸鹽法 (sulphite process) 以製化學的木漿之基礎。其後數年內，復有硫酸鹽法 (sulphate process)，苛性鈉法 (soda process) 相繼發明。製成之紙，質強而韌。於是製紙業需用木漿之量，因之大增，現幾占世界製紙業之 90%，其成本又因技術之改進，價格日益減低，木漿乃爲現代製紙工業之

主要原料矣，木漿之製造，須有大量之森林，故森林豐富之國家，如瑞典及坎拿大均為產紙之國。

吾國機製紙業之概況 清光緒十七年，李鴻章設上海繪章造紙廠，為吾國機器製紙之濫觴，後改為天章西廠。於光緒末年設立者，尚有上海之龍華造紙廠，重慶之富川紙廠，香港之大成機器造紙公司。官辦者有廣東官紙印刷局，白沙洲造紙廠，漢口財政造紙廠等。民元以後，有廣東江門造紙廠，江蘇華盛紙版公司，無錫利用造紙廠，杭州武林造紙公司後改為華豐造紙廠，嘉興民豐造紙廠，餘杭振興公司，黃岩光華工廠，吉林興華造紙公司，安徽造紙廠，四川樂利公司，貴州榮記紙廠等先後成立。用謀用紙自給之計劃。

上海處長江下流，交通便利，故製紙廠亦較他埠為多。現計有竟成，天章，龍章，江南，寶山，源泰，上海等十餘家。閩北原有民生紙廠，以一二八之役，完全毀於炮火。天津有振華，餘記機製紙板廠，肇興機器造紙廠，北方造紙廠等七家。

目下國內各機器製紙廠之出品，有中紙及

仿造西紙二類，但後者不及前者之多。中紙以連史與毛邊爲最普遍，仿造西紙以牛皮、黃版、包紗、道林、書面等爲最多。造中紙之廠以江南爲最著名，仿造西紙當推天章。

江南製紙公司，用蘆葦紙漿所製成之連史、毛邊、海月、玉扣、仿宋及重貢等出品，均遠勝舶來之品，實開吾國製紙工業之新紀元。無錫利用所出之仿宣，亦屬珍品。

茲將產品之種類用途及製造廠家列表如後，以資參考。

各廠採用之原料，以破布稻草爲大宗，木漿次之。木漿均購自日本、瑞典、坎拿大。我國雖爲製紙之先進國，以資金缺乏之故，國內尙無自製者。吾吉林鴨綠江畔之木漿製造廠，爲日人所設，日之製紙業全賴該廠之供給。吾實業界爲力謀製紙自給，曾有擬設東北製紙廠及溫州新聞紙廠，用木材自製木漿，以造新聞紙，惜未底於成。迨東

---

\* 見實業部國際貿易局工商半月刊(第四卷第十九號)中國造紙工業概況一文(1932年)。

產 品 種 類	用 途	製 造 廠 家
連史紙	印書及信箋等	江門 江南 天章 龍章 綿遠 華興 白沙洲
毛邊紙	印書及信箋等	江南 龍章 天章 華興
有光紙	印書等用	天章 華興
白報紙	印書籍雜誌報紙等	天章 白沙洲 華章
灰報紙	包雜物用	天章 竟成
包紗紙	包棉紗用	天章 竟成 江門 白沙洲
牛皮紙	包紮貨物用	天章 龍章
道林紙	印書籍用	天章
書面紙	裝訂書報用	天章
白紙板	作香烟匣子	天章 民豐
黃紙板	製盒用	竟成 民豐 華豐 華盛 華章 振華
灰紙板	製盒用	竟成 華章 振華 華盛 民豐
招貼紙	廣告招貼用	天章
火柴紙	包火柴用	天章 富川
洋燭紙	包洋燭用	天章
照相卡紙	印裝照相用	公興 業興 粵昌
紙箔	禮佛用	恆裕 六合成

北淪陷，日愈取之不竭，以吾之資源，供人以糧，而已反低首求助，能不痛心。木漿一項之漏卮，年達八、九十萬元（戰前國幣）。洋紙又恃其機製成本之低廉，輸入有如潮湧，以致吾國紙業頻受壓迫。往日暢銷大好之東北九省之紙張市場，後完全操諸日人之手，兼以內地農村破產，金融停滯，以致業紙業者，幾瀕破產。祖宗之榮譽，勢將不保。每年洋紙之輸入額，平均在四、五千萬元以上（戰前國幣）。迨日寇侵入，內地多自行設廠製紙，雖質地不良，而歐美紙則無由入口；至勝利以後，於是外貨又大量輸入矣。

竹與中國紙業之將來 考吾國製紙，向以竹爲主要之材料。如福建之毛邊紙，可供印刷、習字、包裝之用，連史紙可供印刷、書畫、箋帖、扇料之用，浙江之元書紙，可供書寫、賬簿、包裝之用，海放紙可作水烟火紙；江西之蓬紙，可作信箋、包裹之用；四川之夾川紙，可供習字、信箋、印刷之用；湖南之時則紙，可作糊窗、包裹之用。凡此名目，均爲竹製之紙。徒以製漿困難，成本過高，外受洋紙傾銷

之影響；技術家又多數泥於木漿之功效，不願加以研究，致竹漿之製法，遲遲無進展。而賴此爲生之數十萬同胞，幾將坐以待斃。但念竹林之在吾國幾無地無之，其培植之簡易，有非木材所及。然而利用竹材製紙作大規模之製造者，除聞近來開工之福建造紙廠外，尙不多見。該廠係用該省竹材爲原料，日耗竹三十噸，出品爲印刷用紙，資本計有百萬元。故如能將製漿問題解決，亦不難與木漿相爭。關於竹漿之新式製法，於1875年，英人 Thomas Routledge曾發表竹料製紙問題 (Bamboo considered as a paper making material) 一文，其時適當木漿製造成功之際，未能引起製紙家之注意，及至近年，以製紙用之木材，將有缺乏之虞，原料豐富，價格低廉之竹，乃復爲歐、美人士所注意。英人 R. W. Sindall於印度研究竹漿製紙，於1909年發表報告，其報告之紙，即用竹漿製成者。同年美人 George F. Richmond在菲列賓亦將竹漿製紙之結果發表於菲列賓科學雜誌 (Philippine Journal of Science)。英人 W. Raitt發表竹漿製造之文於熱帶

農業雜誌(Tropical Agriculture)。其後研究者漸多，國內有唐燾源氏發表之中國竹料之蒸煮及其韌力之研究(1932年)一文，此外中央工業試驗所研究竹漿之製造，亦有相當之結果，曾分別發表於工業中心\*。印度、暹羅等處，且有專廠從事製造。故竹漿之製造，乃人事之問題，往時認為困難者，今已有解決之方案。用竹製成之紙，又極適印刷之用，而吾國之森林事業，尙未發展，捨此培植容易，纖維素含量豐富之固有原料而他求，想非智者所取，願製紙家與實業家共同努力，俾此逐漸淘汰之工業，有挽救之日。此不特吾紙業有幸，而特此為活之數十萬同胞，實利賴之。

---

\*工業中心第三卷第八期、第十期及第十一期(1934年)，史德寬：竹材紙漿製造之初步報告。

工業中心第四卷第一期(1935年)，史德寬：竹漿製造法新舊之比較。

## 第二章 紙質與纖維素之關係

紙之強度 紙爲懸浮於水中之細纖維素，用篩或銅絲網抄取後，經壓榨及烘乾而成。其強度因纖維素之配合、均勻性及緊密等之關係而定。若慎將紙解剖而細察之，即可知其爲錯綜而交叉之纖維素所合成。故紙之強度可歸功於纖維素之錯綜交叉。當紙漿懸浮於水，而在銅絲網向前進行時，同時受造紙機之偏心振動裝置之影響，故其纖維素不僅趨向同一方向，且隨交叉而進行，於是纖維素均得錯綜交叉，其交叉愈大，紙之強度愈高。

纖維素自身之強弱與紙質之強度無甚關係，因可利用配合之方法使其適當也。即細短之纖維素，可助粗糙之化學的木漿，製成密緻而有彈性之上等印刷用紙。又脆弱之纖維素，如稻草紙漿等，可助破布之紙漿，製成強韌且緊密之紙。化學的木漿如與破布紙漿混合，亦可製成優良印刷用紙。碎木木漿，在銅絲網上脫水甚易，又無



黏着之弊，如配合於抄造困難之紙漿中，則可增進製紙之速率。凡此種種均為配合之功。即利用微細纖維素與長纖維素間各有之缺點，以造上等之紙。因紙料中之纖維素，不論其為如何之長，如組織多空隙時，即不能造成強韌之紙，故須賴微細的纖維素之加入，以填充其空隙。同時再經離解 (beating) 工作，以擴大其纖維素之接觸面，並因錯綜交叉充分之關係，俾其纖維素互相配合，而得緊密黏合。半紙料之不及全紙料之強韌，即其配合未達緊密之故。接觸面增高之完成，有賴於離解之工作。即離解之工作，可使纖維析解，以擴大纖維鄰接間之接觸面積。故離解之工作，就是增加紙之強度之一種方法。紙質之強度，又與紙之壓乾時所用之壓力之大小有正比之關係，即壓力愈大，紙質亦愈強韌也。

紙之體積、透明性及其耐水性 製造吸墨紙及須稍具彈性之印刷紙，其紙質須有較高之體積，尤以前者為最甚。紙之體積，由於其組成之纖維狀態、混合及抄造之如何而異。纖維長而有

彈性者，如木棉纖維素或苛性鈉木漿，均為製造軟質多孔之紙之適宜原料。若以細小之纖維混合時，雖能增高其平滑性，但又減低其體積；故製須有較高之體積者，不應添加稻草紙漿等之細纖維。即組織粗鬆者，其體積方可增大也。

造紙用之纖維素，除碎木木漿最不透明及最近於透明之漂白苧麻紙漿外，大多為半透明體，但其組成之紙，因粗鬆及密緻之關係，而異其對光反射之狀態，於是增減其透明度。通常以硬而密緻者較粗鬆者為透明。此外於加工時之整理亦可增減其透明性。印刷之紙不需透明性，故於苧麻紙漿混以苛性鈉漂白木漿，即可減低其透明性，而得製成優良之印刷用紙也。

單用纖維素製成之紙，大多粗鬆不密，且有吸收性及擴散性，除供製吸墨紙、濾紙外，不能作其他製紙用。故常另加黏料及填料，使紙質堅密而富耐水性。紙之耐水性，除與黏料之種類及分量有關外，對於離解之情況亦有關，即其紙漿愈黏密者，因纖維素互相密接之故，而富耐水性也。

### 第三章 原料

凡植物之纖維素，均可用以製紙。現世界製紙最常用之原料為木材。吾國向以竹為大宗。現各機器造紙廠所採用者，以破布稻草為主。植物纖維素之取用，固遍地皆是，但須選其纖維含量之最多者，其纖維之採取，且須簡便，而價格又宜低廉，無礙於建築之材料。故植物雖多，欲求其能適合於製紙者，並不多見。現代最適宜之製紙原料當推木材、桑皮、楮皮等韌皮纖維，以價格過昂，祇適於特種用紙之製造。吾國以製紙森林缺乏之故，宜採用產量極豐之材料，如蘆葦及竹是也。蘆葦紙漿，江南首先製成，製成之紙，殊極優美。用竹製紙，原為吾手工製紙業固有之原料，惟採用之原料須為幼竹，故纖維之損失甚大，同時採取幼竹之期，為時甚暫，故原料又感缺乏之虞。其製紙漿，又曠時廢日，故不適大量生產之工業。但其新式製紙漿之方法，現已發明，若再加以研究，則困難問題即可完全解除。茲就各種堪供製紙之

原料，分別述之，以供參考。

**破布** 破布為織物之廢件，用以製紙，原為最古之原料，其後因紙之需用量之增高，原料乃感缺乏，遂採用別種材料以代之。現時仍用破布為重要原料，祇有吾國之紙廠。破布以棉麻為最適宜，製成之紙約為破布重之 75-90%，是因品質與雜質含量之不同而異。

**廢紙** 廢紙之用為製紙原料，殊為廢物利用之道，緣其產量因紙之用量而遞增，故製紙家認其為重要原料之一。紙廠內之破紙、碎紙及綢織廠之用過的紙板，印刷廠之切斷零星紙條，均為上等之原料，其已印刷過之廢紙，係由市場買進者，大多雜有塵泥等雜物，尚須加以選別，以免製出之紙不能淨白也。所得紙量約為 75-90%。

**蘆葦** 蘆葦為最近採用之製紙原料，我國長江沿岸廣產之。通常用作蓆料，修築房屋。其纖維素之含量約有 48% 強木質之含量甚高，故其蒸煮，殊非易事。就表皮觀察而言，其上部不甚堅固，中部堅硬，下部堅韌，稍呈棕色，且較上中二部

爲粗。其纖維素之含量，亦以下部者爲最多，中部次之，上部最低。在木材缺乏之吾國，用以造紙，實有相當之價值，因其價格又甚低廉也。所得紙量約在 40% 左右。

**麥稈與稻草** 麥稈與稻草爲農家之副產，用爲製紙之原料，在吾國造紙廠幾占重要之地位。前者產於北部，後者產於南方。通常用作草帽、鞭及燃料。所含之纖維素約在 45% 以上，但節以稻草較麥稈爲多，且含有多量之矽酸，故製漿工程上之進行，以麥稈爲簡便。如將其節除去，即稈用刀切斷後，利用其比重之不同，可用農家之風簸，令其節部與莖部相分離，則可得優良之結果。緣其節中木質之含量較莖部爲高，纖維素又較莖部爲低；又因節中含有多量之矽酸，頗難蒸解，若蒸解過度，則又損及優良之莖部也。纖維之漂白，較蘆葦爲便利，可得潔白之品。所得紙量約在 40-75% 之範圍。

**三椏皮與楮皮** 三椏多產於日本，楮產於我國，爲野生之植物，三椏之收穫較楮爲多，故日

本製紙者大量採用之。製紙者，都剝取其皮。纖維素之含量甚富，惟價格不廉耳。所得紙量為 40—60%。

**桑皮** 桑葉為蠶之食糧，故凡育蠶之處，均有桑樹之種植。俟桑葉採去後，其枝常供燃料之用，若剝取其皮，可供製紙。惟其澱粉質、膠質及木質等之含量均甚高，於蒸解時須多用藥品。其纖維素之含量在 38% 以上，纖維堅強。

**苧麻** 苧麻係一年生植物，構造與一般雙子葉莖同。中心有髓，髓外為木質部，外圍形成層，形成層又為韌皮纖維所包圍，最外為皮層。當全部成熟時，刈之浸於水約 5—6 小時後，即可採取其麻。麻為一種韌皮纖維。其成分與竹及木材不同，含有 94% 之纖維素。通常用製織物、魚網或繩索。古時曾用此為製紙原料。其纖維強韌而有光澤，可用製貴重之紙，如紙幣、證券等印刷用紙，因其堅硬，且又美觀，偽造為難也。

**竹** 竹為吾國重要製紙原料，南方各省均產之。為草類單子葉植物，長成竿，有節，脈管順節

而上，性堅強。其節硬而大，木化極甚。竹又含有澱粉、膠質及木質甚多，一經藥品之作用，即為薄膜而團附於竹之組織，妨礙其作用之進行，因澱粉變為膠質，而木質亦有類似樹脂之性質也。澱粉質借苛性鈉共作用後，又即為褐色之膠質，故其蒸解困難，漂白非易。凡此種種特性，乃為製漿時最感困難之點。

竹之纖維，大部分為韌皮纖維，呈圓筒形，二端尖，長約2-4厘米。膜壁甚厚，中央為溝管，有排列整齊之節，製紙可利用之纖維量約為40%。至竹之年齡與其成分相差不多。

**木材** 木材為現在製紙極重要之原料，最常用者為檜、松、雲杉、白樺、白楊等，蓋取其生長容易，纖維細長耳。

木材之含有長而韌又軟而柔之纖維者，可用以製上等之紙。但含有害於製紙之成分，如樹脂類、膠類及鞣素等，宜少不宜多，因有此種成分，製漿非易，且僅可用製次等之紙。木材之採伐期，概在冬季，因此時其樹脂之含量較少也。其木材

---

應有大量之供給，則價格可低，反之雖能適於製紙，祇以產量不多，而已為建築材料，即不能取用也。又纖維素之含量應高，普通在 40—60%，因製紙完全賴此纖維素也。



## 第四章 準備工程

製紙原料採得後，乃經準備工程使一切有害於製漿之雜質除去，並將原料截成適當之大小，以利工作。故準備工程通常分(1)除塵、(2)選別、(3)斷截等數種。惟原料種類甚多，其操作之方法，隨之而異，不便一概而論，故其準備工程，本章將按原料而分論之。

### 破布之除塵、選別及斷截

(1)除塵 破布為零星之織物，由各處收集而得，其中以染色及腐舊者居多數，白色之新布極少，且常混有多量沙泥等雜物。當由堆棧運達工廠後，先將捆紮解開，乃用機器或人工除去塵土及其他易於分離之雜物。即將原料散放於鐵絲網上，加以振動，則雜物通過網孔而下落，乃與破布相分離。

(2)選別 破布之選別，不能賴機器，須用人工，按纖維種類、新舊以及色澤之深淺，各別分藏，則對紙漿之製造，殊多便利，因品質不同之原料，

同受一種藥品之作用，不特有害於紙質，且有害於經濟。其為大塊者，應分割為小塊，如有他種雜質，同時除去。此工作亦可於鐵絲網上行之。

(3) 斷截 破布經選別後，乃加斷截，使均切成3—4寸之長度。其斷截之方法亦分手工與機器二種。手工斷截費時雖多，但原料之損失極少。且較機器之斷截，尤為清潔。故凡製上等之紙漿者，都用手工。吾國工資低廉，利用女工極為經濟。此工作大都由選別工人兼作。

### 廢紙之除塵及選別

(1) 除塵 紙廠內之破紙可直接供製紙漿外，其從市場收買之紙邊、廢紙，大都含有雜質及塵埃。解包之後，如上述破布之除塵法，亦放於鐵絲網上，振動以除去其塵土及易於分離之雜物。

(2) 選別 廢紙亦宜按類分別，使製出之紙可以優良，而造紙漿時之管理，又得便利。如已裝訂成書本者，則其訂書之線、鐵絲或銅釘，應分別除去。紙張之大者或成疊者，用手分散或撕破之後，即可供造紙漿也。

**蘆葦之壓碎、斷截及除塵** 蘆葦於購得之後，將其壓碎，再用斷截機切斷，使成寸餘長之小段，用除塵機除去其塵土等混雜物，即可供製漿之用。除塵機有金屬網，能左右搖動而前進，當斷截之小段，落於網上，即隨網之進行，並左右搖動，塵土、沙泥等雜物，乃由網眼下落而入底端，網又迴轉不已，故能將清潔之原料，不絕送至前方也。

**麥稈與稻草之斷截、除塵及選別** 麥稈或稻草運到工場之後，先用斷截機將其切斷，使成0.5—1寸之小段，以減小其容積，乃送入除塵機除去塵土等雜物，使成清潔之品。當其斷截之稈由不絕迴轉之金屬網送至前方時，如接以扇風機，則落下之稈飛散，而莖部及節部乃因比重之不同而得分離。如用農家之風簸，亦可將其分離。因其節部含矽酸甚多，於製漿時，蒸解頗難，時有害及莖部之虞。

**三桤皮、楮皮與桑皮之浸水、剝皮及斷截** 是種材料購得後，將其浸於水，以便洗除塵泥及雜質。浸漬時間多，其外面黑色之粗皮，易於刮去，

乃得白色之材料。然後用刀刮去其黑色之表皮，洗淨曬乾，即得白皮，乃斷截供用。

**苧麻之斷截及除塵** 於製漿之前，先用斷截機將其切斷，使爲一寸左右之小段，乃送入除塵機，除去塵土等雜質，即可供製漿之用。

**竹之浸水與劈碎** 用竹製紙，昔時都用嫩竹。嫩竹先浸於水，以便其皮層與肉層之分離，乃用竹刀剝取肉層，用水漂洗以得竹絲。是爲舊法用竹造連史及毛邊紙之唯一原料。嫩竹之採取，一年祇有十餘日，過此竹已粗老，不能供用。因之其原料之採取，受時間上之限制，不能供現代製紙工業之需，故日見其衰落也。

近年自新式製竹漿方法發明以來，竹漿之製造，乃爲人所注意。於製漿之前，先用竹刀將竹對劈二刀，則竹剖成四分，乃配以木製十字架，用竹刀之背重壓之，竹即分碎。然後用竹鉤將其鉤成薄片，並切爲寸餘長之小片，乃磨碎令混和，於是竹杆與竹節得均勻受藥品之作用，而毛細管空氣可以減少，蒸解之時間因之而減低。如是之

準備，其原料可不受年齡之限制，故原料之採取，可終年不絕，而無時間限制之虞矣。

**木材之鋸斷、剝皮、除節、劈碎及鉋片** 木材於採伐之後，即將其編成木排，或截為長短（10—16尺）一律之形狀，由水或車運送至製紙工廠，以供採用。

(1) 鋸斷 木材架於鋸斷機，機上有迴轉迅速之圓盤鋸，可令其鋸為二尺長之木段。

(2) 剝皮 木材鋸斷後，用人工或機器除去其表皮。其彎曲甚多之木材，或人工低廉之處，宜用人工。否則應用剝皮機，以除其皮，即將木材壓於機上，機上因有旋轉之刀，其皮即得剝去也。

(3) 除節 木材經剝皮後，如有節部或腐蝕之部，為便於製漿工作起見，應用鑿孔機將其除去。此機之構造極簡，即木匠常用之鑿頭是也。應用時可將鑿頭之尖端，向節頭或腐蝕之處，旋轉片刻，即可除去。

(4) 劈碎 經除節之後，其直徑之小者，即可供碎木紙漿（或稱機器木漿）製造之用。其直徑粗

大者，用劈碎機或劈柴刀將其劈碎。

(5) 鉋片 其供製化學紙漿者，劈碎之木材，尚須用鉋片機將其鉋成薄片，厚約半寸，長約一寸。俾製漿時，藥品容易滲透而入。

(6) 除塵與選別 鉋成之木片，送入除塵機，除去塵土等雜質，除塵機有長，18—20 尺之圓筒形金屬網，賴動力傳動。木片裝入之口較出口為小，且其出口係漸次放大，故木片由入口放入處，因金屬網旋動之關係，塵土及鋸屑等雜質先行篩出。在中央部分，則分出次等之木片與枝條，最後分出者為上等之木片。隨時由搬運器徐徐移載而出，由女工再行選別，擇有節部分或腐蝕部分者，分別另盛一方，而所得優等之木片，即可供製紙漿也。

## 第五章 紙漿之製法

植物製紙，在利用植物之纖維素，先將纖維素製為紙漿，紙漿為紙之原料，通稱紙料。惟植物除纖維素為其主要成分外，大多含有其他成分，此種成分，又大半有害於紙漿之成品，故製造者，恆用種種方法除去不需要而有害於紙之成品之成分，以求得純纖維素也。

考植物之成分，可大別為四類：(1)水中之可溶物——係可溶於水之碳氫化合物，呈中性，有澱粉、糖質、鞣素及樹脂等數種。(2)膠質及油脂——於1%苛性鈉液共蒸煮，即可溶化。(3)木質——於130°C.時可溶於4%之苛性鈉液。(4)纖維素——其不能溶於上述之試藥者，即為造紙漿所需之纖維素。

故研究紙漿之製造，乃在如何利用藥品除去前列三項之成分而取得纖維素以造漿也。其方法通常有亞硫酸鹽法 (sulphite process)、苛性鈉法 (soda process) 及硫酸鹽法 (sulphate process) 三種。

茲分述如次：

**亞硫酸鹽製紙漿法** 亞硫酸鹽製紙漿法，大多應用於木材。係木材（普通為松樹）借亞硫酸於壓力下共煮沸而成紙漿之方法。亞硫酸於高溫及壓力下，作用於木材之木質及其他雜質，或即起水解作用，而有大量有機酸或醛類之生成，可溶於溶液，但常又起副反應而成某種酸類及不溶之似膠物。為糾正此弊病，乃改用酸性亞硫酸鹽，尤以鈣鹽或鎂鹽為最普通。其作用與亞硫酸頗相似，但與第一步分解生成之醛類即成安定而又可溶之重鹽。遺留者均為纖維素。因其溶液中有充分  $H^+$  之濃度，故生成之木質等之化合物，隨即溶出也。酸性亞硫酸鹽對於纖維素之色素亦有漂白之性質，惟不安定，待其製成紙張，又復為原色。為保持永久純白度起見，宜再行漂白。酸性亞硫酸鈣不甚安定，易分解為中性亞硫酸鹽，此物沉澱於纖維素，不易洗除，有害於紙質之強度。其鎂鹽或鈉鹽較此為優良，惟太耗費耳。故常用者仍為酸性亞硫酸鈣。



蒸解液之製造 在亞硫酸鹽法製紙漿其蒸解液之製造，占重要之部分。此蒸解液係亞硫酸通入石灰乳而成。亞硫酸為二氧化硫氣體通入水中以得。當亞硫酸通入石灰乳之後，先生不溶性之亞硫酸鈣。次因亞硫酸繼續通入之故，遂為可溶之酸性亞硫酸鈣。此溶液之濃度可按水之加入量與二氧化硫之含量以確定之。

二氧化硫係硫黃於存有過量氧氣之燃燒爐燃燒而得。當硫黃燃燒之際一部分固為二氧化硫，但有一部分尚為一氧化硫，故須再通過氧化器，使其重行氧化。乃導二氧化硫通達三組水冷之冷却器，即經過外有冷水環流之鉛管，使氣體冷却至約 $70^{\circ}\text{C}$ 。於此冷却器中，且設有風扇，於是其氣體得由燃燒爐及氧化器而洩出。當氣體由最後之冷却器通出後，用風扇送入製酸塔。塔中置石灰石，氣體由塔底導入，向上通過。塔之頂端，注入流水，於是共起作用而成酸性亞硫酸鈣溶液，是為蒸解液之成分，而流達於塔之底端，乃由唧筒送入木製大貯藏桶，以備應用。

由第一塔放出之酸液，其濃度尙不足以除去製紙原料之木質、樹脂等非纖維素。爲欲其濃度適當計，由第一塔底端流出之溶液，用唧筒送達第二塔之頂端，經達石灰石。其底端則按第一塔例，仍通以氣體。由第二塔底端流出之溶液，再用唧筒送達第三塔之頂端，如法反復進行。於第三塔底端流出之溶液，其濃度大多已適合供製紙漿之用。乃用唧筒送入於貯藏桶。此時溶液之濃度，對鋼鐵有侵蝕性，故所用之導管，應用鉛製，貯藏桶宜用木製者。

此外製亞硫酸鹽溶液，尙有桶式或槽式者。石灰乳放於桶中或槽內，乃通以二氧化硫氣體，同時用攪拌器攪拌之。所得溶液之濃度，容易調節，二氧化硫之吸收，亦易完全，石灰之效用，尤爲增多。惟大規模之製造者，則以塔式之效力爲最高，而又經濟也。

至有關於氣體之部分，須避用一切銅製之材料，因此氣體遇銅有硫化銅生成之弊。風扇之葉及其他各部，宜用硬鉛製成。硬鉛爲鉛及銻之

混合物。

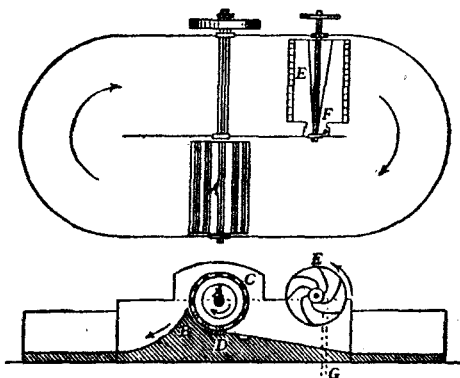
用於此種塔內之石灰石，爲非純粹之品，於溶化之後，尙有許多塊石及其他礦物遺留於塔中，故於3-5日內，宜加以清理，重加石灰石。

採用三塔式，每日工作二十四小時，需硫黃八千磅，用石灰石約二十五噸，計可供給此種蒸解液一百噸。

蒸解 用酸性亞硫酸鹽溶液，除去製紙原料之非纖維素，尙須輔以蒸解之操作。當原料經準備工程後，乃將原料放於蒸解鍋。鍋用鋼製成，頂端及底部爲圓錐形，內襯耐酸磚，並敷水泥，因亞硫酸有侵蝕金屬之作用；而用前項之材料，並可保持其熱量也。三噸之蒸解鍋，高三十二呎，直徑爲十呎。五噸之鍋，高爲四十五呎，直徑爲十呎六吋。其大小自三噸起，有至二十噸者。新式之製紙廠，以採用最大之鍋爲經濟。其出口之活門，在鍋之底部，宜用硬鉛製成。原料由頂端放入。蒸解液由貯藏桶用唧筒送入鍋內，及幾滿後，將鍋蓋閉緊。惟蒸解液之頂端與鍋頂須留有約六呎之

空位則其煮沸時，不致有過溢之害。乃通蒸汽，使溫度徐徐升高，同時管理其汽壓。待溫度達最高之需要溫度後，又保持若干時間。壓力與時間之增減，以各種原料之不同而異。在鍋之四分之三之上端另有一小管塞，可將鍋內之液體放出，以檢查其蒸解之程度。當蒸解完畢後，乃停通蒸汽。啓鍋底之出口活門，利用鍋內之壓力，將鍋中之半液體經大管送達大木桶。然後放去蒸汽，降低壓力。木桶之中，配有鐵絲網，濾去其溶液。

洗滌與離解 待其冷後洗滌一次，乃用唧筒送達荷蘭機 (hollander) 或稱打漿機 (beating en-



荷蘭機之剖視圖

gine), 再行洗滌。荷蘭機爲圓橢形之桶, 其構造如上圖所示, 長爲 15—20 呎, 深爲 3.5 呎。桶中有垂直隔離部分, 通稱隔板。隔板之側面, 有一爲桶深二分之一之大輥軸 A, 其周圍有許多鋼齒 C。輥軸 A 背後, 有傾斜如 B 之底, 其餘部分, 仍爲平坦之底。傾斜面上有牀板 (bed-plate), 牀板上配有與軸 A 上相似之鋼齒。軸之旋轉方向, 如箭矢所示。其迴轉速率, 每分鐘爲 100—200 次。當原料經過此輥軸 A 與傾斜面之 D 間後, 其纖維即離解, 不再結束併合, 越過 B 之高峯, 迅速降落而達平坦之處, 轉至隔板之另一面, 重又經過其鋼齒間也。A 軸可升降, 故上下二齒間之距離可增減, 以適合各種原料之離解也。離解之程度, 以原料及紙之種類而異, 而同一種原料因離解之不同, 可得各異之紙。此種關鍵, 容後再論之。其不需離解供洗滌用者, 則距離宜增高, 不得接近。

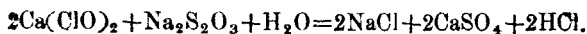
冀其原料洗滌完全計, 於隔板之另一面, 裝有一、二筒形洗滌器 E, 用以排除污水。是爲旋轉圓筒, 張有細金屬絲網, 內以曲片隔成數部。筒中

有圓錐形管，其尖端位於隔板之處。於是筒中各部之網對於此圓錐體各呈斜面，而不平行。筒之近隔板之端，有出口 F。筒應浸於水溶液中，當此筒旋轉時，桶中之污水，即通過網眼而集於筒中之各部，乃由此出口 F 流入於近隔板之槽，乃經 G 管而排出。其排出之速率甚高，常須注加清水以補充之。纖維素經此筒形洗滌器 E 後，仍送達隔板之另一端，即經 A 輥軸而仍又回達至洗滌器。如是循環來回，原料得充分洗淨，而纖維素又得均勻離解也。

漂白 除造灰色之紙或不需漂白羊外，紙漿均須經漂白之工程；同時有除去於蒸解時其未溶解之非纖維素，以游離其純品，而得增高紙之價格與美觀。其工程亦可於荷蘭機中行之。漂白劑為次氯酸鹽，以含氯石灰（通稱漂白粉）為最常用。用時其溶液須稀淡而清澄，則不致有污物遺留於纖維素也。漂白粉之用量以紙漿之原色深淺而異，普通 100 磅紙漿約需 2—5 磅，但亦有高至 25 磅者。漂白之際，有通蒸汽或加酸以增速

其作用。加熱之溫度以不超過 40°C. 爲適宜，否則有害於紙漿，且不免又有重行着色之弊。加酸以硫酸或鹽酸爲最常用，分量宜少。

漂白後即須停止進行，將漂白粉溶液放出，用水沖洗，除去過量之次氯酸鹽；如加硫代硫酸鈉於荷蘭機內，以消除其遺留之氯，則尤爲適宜。加用如是之消氯劑後，其紙漿仍須加以充分之洗滌，否則仍有有害之物質遺留於紙漿，此可用下方程式表示之：



**苛性鈉製紙漿法** 係將準備完畢之原料，偕苛性鈉溶液共放於蒸解鍋加熱，則其非纖維素如木質及樹脂等，有爲苛性鈉所分解，有與其互相結合；獨纖維素遺留不變，仍爲固體，而與非纖維素相分離。於此變化之中，其鹼幾完全被中和也。破布、稻草、麥稈及木材等常用本法以造紙漿。本法最要之點，乃在苛性鈉用量之支配。通常苛性鈉如用之較多，漂白時雖可少用漂白粉，但纖維素之損失極大；反之苛性鈉如用之較少，不

特須多用漂白粉，蒸解時間又須增長也。

蒸解鍋 鍋有圓筒形與球形二類，亦有迴轉及固定式者。球形之蒸解鍋，其直徑通常為 9—10 呎；圓筒形者高為 40—50 呎，直徑為 12—15 呎。故此種鍋之容積，有 3—20 噸者。用鋼板製成者，其內須襯耐鹼之磚，因其專供用鹼製紙漿也。

蒸解 原料經準備工程後，乃投於鍋內，加苛性鈉溶液，通蒸汽加熱。苛性鈉之用量約為原料之 5—10%，壓力以 40—80 磅者為適宜。蒸解之時間與壓力有關，應用高壓，可減低時間，但所得之結果，以低壓長時間為優良，惟不甚經濟耳。

蒸解完全後，停通蒸汽，啓開蒸解鍋底端之活門，利用鍋內之壓力，將半液體送入於木製貯藏桶，乃放去蒸汽。

洗滌、離解及漂白 次進行洗滌，除去其溶液，其溶液用唧筒及管線，可運送至蒸發室，收回其苛性鈉。纖維素用水沖洗，可於荷蘭機中行之。其須離解者，則可將機中之輓軸降低。洗滌完畢，乃行漂白，漂後又充分洗淨之，即成潔白之紙漿。



由蒸解收回之溶液及洗液，可於多效式真空器除去水分，待為厚漿，乃將此濃溶液放於特製之爐內，燃盡其所有之有機質，遺留者為黑色之物，主為碳酸鈉，用水洗取之。碳酸鈉借石灰共煮沸，則變為苛性鈉矣。

**硫酸鹽製紙漿法** 本法製紙漿，與用苛性鈉法同。其蒸解溶液含有氫氧化鈉、硫化鈉、硫酸鈉及碳酸鈉，前列二者為其主要之成分，氫氧化鈉占約六分，硫化鈉占約四分。硫化鹼之用量如較氫氧化鹼為高，其蒸解時須增長，則可得優良而堅韌之紙漿。惟蒸解之時間，因溫度、壓力、蒸解液之濃度及原料中水之含量而異。蒸解後，將其放入於木桶，冷後亦用唧筒送達荷蘭機洗滌之。其最濃之洗液（或稱黑色溶液）送回至蒸解室作沖稀溶液以供第二次之蒸解。中間濃度之洗液（約為10Bé.）可送至蒸發室，濃縮以備應用。其極稀之洗液，可收回以供第一次洗滌之用。

洗後經離解與漂白工程，即成紙料。

**分別蒸解製紙漿法** 本法係將已經準備

工程之原料分次蒸解；先用沸水溶解其水中之可溶雜質，次與1.0—1.5%苛性鈉或石灰液，於100°C. 分解其膠質及油脂，後借濃苛性鈉液，於高壓下蒸解數小時，除去木質等不純物。於是非纖維素部分與纖維素相分離，而所留者為纖維素。

本法用製竹漿，尤為適宜。蓋其所得之漿，色澤較吾國舊法為佳，而無性黏之弊。昔日認竹之漂白為難題，至此乃得解決之方法，不致再因色褐之故，難於漂白也。

結論 上述諸法用製紙漿，各有其利弊，且以原料之不同而異，未能一概而論。至各種原料之製漿法，容於次列各章分論之。其能適合吾國之應用者，當推苛性鈉法及分別蒸解法。應用亞硫酸鹽法，既需巨量之硫黃，又需巨額之設備費；硫黃國產不多，須仰給國外之輸入，舉辦非易。吾國主要之製紙原料，決非木材而為竹材，而苛性鈉則又有永利、天原等可供給，故吾國紙漿之製造，當以苛性鈉法及分別蒸解法為適宜。以其興辦又較為容易也。

## 第六章 破布與廢紙之紙漿

**破布紙漿** 凡爲麻質或棉質之破布，經準備工程後，按其色澤、種類，均可用製品級不同之紙。其纖維素常含有色素、油類、澱粉等雜質，宜先借化學品蒸解以除去之。最常用者爲苛性鈉法。蒸解鍋有直立圓筒式與球形迴轉式者。鍋頂有總門，以備原料之投入。底端有出口。其蒸解利用蒸汽，由底通入。鍋內之液體，用唧筒或注射器令其循環流動，俾原料得均勻受藥品之作用也。

**借苛性鈉之蒸解** 苛性鈉之用量以破布色澤之程度而有差異。如爲淺色之布，可用 1—5% 之苛性鈉。深色者用 5—10%。苛性鈉之用量決定後，即可溶於水中，然後注入鍋內。通蒸汽加熱，壓力爲 15—30 磅，亦有須高至 50 磅者，繼續蒸解 6—8 小時即成。

如用石灰代替苛性鈉，亦可得相同之結果。原料價格且較節省。淺色者用 5—10%，深色者用 10—20%。水之用量宜多，蒸解時間亦須增長。

**洗滌與離解** 由蒸解鍋放出之半液體，先用鐵絲網濾取纖維素，而後投入荷蘭機，將洗滌器降低，排除其所含溶液，同時沖下清水加以洗滌。並降低輥軸而行離解，使纖維素均勻而整齊。

**漂白** 將荷蘭機中之輥軸升高，加漂白粉溶液以行漂白。漂白粉溶液係漂白粉借清水於水泥桶中配成，待其澄清，取其溶液沖稀為4—5° Bé.，乃移盛於荷蘭機而行漂白。漂白粉之用量，須視原料之色澤程度而異，深色者用約5—10%，淺色者用1—3%已足。為增速其漂白效率，通常添加1—2% 硫酸。開動洗滌器，以助其流動，約須2—3小時完成其漂白工程，乃用水充分洗淨之。

**廢紙紙漿** 廢紙如紙板或厚紙等借稀苛性鈉液，於開口鍋共熱片刻，除去其黏料後，乃於荷蘭機洗滌，次降低輥軸，稍行離解，而後漂白並洗滌之。

清潔之廢紙，如借清水於潰碎機中搗碎後，投於荷蘭機，用水洗滌並行離解與漂白其原料之損失，則較前法為少，殊為經濟之方法也。

## 第七章 蘆葦、麥稈及稻草之紙漿

蘆葦、麥稈及稻草經準備工程之後，即可用苛性鈉法製成紙漿。

用苛性鈉製成者為白紙漿，可代破布紙漿之用。蘆葦之紙漿，用製中紙如連史、仿宣等，尤為適宜。如以石灰代替苛性鈉，則可製成黃色紙漿，堪供造紙板及包皮紙之用。

為便於藥品與原料作用起見，切斷之原料宜先浸於水中，使其稍行柔軟，而後於球形迴轉式蒸解鍋借藥品共蒸解之。

### 白紙漿

蒸解 苛性鈉之用量，約為原料重之 10—20%，可用水配成 4—5% 之苛性鈉溶液。蒸解鍋用蒸汽加熱，壓力為 60—80 磅，約 5—8 小時後完全其蒸解工程。

洗滌及離解 啓開鍋底之活門，先將半液體通入有鐵絲網之木桶，濾去其鹼液，用清水先行沖洗一次，而後將纖維素送達於荷蘭機，將洗

滌器降下，開動之，乃放入清水而行洗滌，一面排除污水同時又將輓軸降下，而行離解；上下兩齒須接近，因是種原料之纖維素較他種為短小也。如是繼續工作 2—3 小時，即可完成。

**漂白** 白紙漿乃用漂白粉漂白之。漂白粉之用量約為原料之 8—12%，並加硫酸少許，以增進其漂白之工程。漂白後，用清水充分洗滌之，即得白色之紙漿。

### 黃紙漿

**蒸解** 石灰之用量，約為原料之 8—10%，先溶為溶液次乃偕原料，於球形蒸解鍋中行蒸解。並通蒸汽加熱，壓力為 60—80 磅，約需 4—5 小時。

**洗滌磨碎與離解** 蒸解告竣，乃將鍋中之物放入木桶，除去溶液，用清水洗滌，並用磨碎機將其磨碎，然後於荷蘭機中行洗滌與離解，即得黃紙漿。

## 第八章 三椴皮、楮皮、桑皮及苧麻之紙漿

**蒸解** 用此種原料造紙漿，於準備工程之後，浸於水以柔軟其組織，乃借 4% 苛性鈉溶液於蒸解鍋蒸解之。苛性鈉之用量，約當原料之 10—15%。鍋用蒸汽加熱，汽壓宜為常壓，則產量可增高，需時為 1—5 小時。蒸解完畢後，將半液體放出濾去溶液。

**洗滌及離解** 待蒸解液濾去後，沖水洗滌。此時並由工人除去夾雜物，俟洗滌完竣，乃送達打漿機，降下洗滌器，用清水充分洗滌之後，又降下輥軸，行離解工程。

**漂白** 離解畢，用漂白粉漂白。漂白粉之用量約為原料之 4—12%，另通蒸汽加熱以促進其作用，但溫度不得超過 40°C。又不宜加用硫酸，但苧麻原料不在此例。漂白時間約需 1—1.5 小時，即可漂成潔白之紙漿。

本章所述之原料，除桑皮之品質稍遜外，其他各種均常用造紙幣等之貴重用紙。

## 第九章 竹之紙漿

吾國製紙，向以竹爲原料，徒以準備工程，蒸解劑與蒸解條件之不適宜，所得纖維素不易漂白，而竹之皮節部分，因不易蒸解爲紙漿，以致生長成熟之竹，未能盡量應用，故用竹製紙已趨朝不保夕之勢。然竹之生成甚易，纖維素之含量又豐，如能於製漿技術方面有所改良，則竹漿造紙，當仍能風行也。竹漿製成之紙，爲上等之印刷用紙，尤適於石版印刷之用。

**亞硫酸鹽法** 竹用亞硫酸鹽法製紙漿，其蒸解液之比重不得超過 1.035。亞硫酸之含量應爲 3.6%，石灰爲 1.28%，乃偕準備已完畢之竹，於蒸解鍋共行蒸解。於四小時內徐徐升溫至 145°C，然後維持此溫，又蒸解六小時。放出後充分洗滌之，約可得 50% 之紙漿。惟此漿不易漂成白色，是爲本法之缺點。

**硫酸鹽法** 竹材偕硫酸鹽蒸解液，於蒸解鍋共蒸解後，其所得之漿，色澤甚佳，漂白亦易。緣



蒸解液之硫化鈉，有改變其棕色煮得物為淡色物質之效能，此淡色物質遺留於蒸解液，無黏着於竹漿之弊。故所得之紙漿，色澤甚優良也。紙漿之產量約為原料重之45%。

竹漿經水充分洗淨後，於荷蘭機用漂白粉溶液漂白，可得淨白質料極佳之竹漿。漂白粉之用量約為原料重之7.5%，漂後竹漿之損失約為2%。

**分別蒸解法** 查竹漿之不易漂白，由於竹中可溶於水及1%苛性鈉之成分，於高溫重起作用以致蒸解液着有深色。纖維素浸於此深色之溶液，其色素遂為纖維素所吸收，用水沖洗，不能洗除，即用漂白藥品，亦不易收效。至於竹之皮節，不能蒸解為漿者，乃因蒸解液中之苛性鈉，已為可溶於水及1%苛性鈉之成分所消耗，故於高溫欲溶化其木質時，其苛性鈉之含量，已無溶化之能力。凡此原因明瞭之後，乃有分別蒸解法之發明，先用稀苛性鹼液除去可溶於水及1%苛性鈉之成分，用水沖洗後，借適當濃度之鹼液

共行蒸解以除木質等之不純物，則所得之紙漿，無不透之弊，色澤又淺漂白自易也。

原料經準備工程後，竹片放於蒸解鍋，盛以 1% 苛性鈉溶液，通蒸汽，於 100°C. 加熱二小時，排去其溶液，用水充分洗除其棕色黏性溶液，此時其容量較原來已減約三分之一。乃借 5% 苛性鈉溶液（原料之 18%），共盛於蒸解鍋，通蒸汽，於 60 磅壓力，蒸解一小時，45 磅壓力又蒸煮二小時，則竹之蒸解完全矣。乃停通蒸汽，放出透明無黏性之液體，又洗滌數次，洗液及排出之蒸解液，可保留以作下次初次蒸解之用。如是則可減低苛性鹼之耗費。至於纖維素應放於荷蘭機，洗滌並行離解。所得纖維呈黃白色，約為原料重之 40%。至此竹之非纖維素成分，已盡量除去，故再進行漂白殊為易事。漂白工程亦於荷蘭機中行之，漂白粉之用量約為黃白色紙漿之 18.2%\*，即得潔白紙漿，漂後又復用水充分洗滌，並用硫代硫酸鈉溶液以消除其遺留之氯。

\* 工業中心：第三卷第十一期第369頁（1934年）。

用本法製成之竹漿抄成紙後，其品質據中央工業試驗所之報告\*，比諸市上一般毛邊紙，並無軒輊；其試驗結果，如次所示：

	中央工業試驗所紙	上海毛邊紙
成 分	竹漿 80%	純化學木材 紙漿
	破布 10%	
	稻草 10%	
抄造方法	手工	圓網型抄紙機
一平方公尺之重 (公分)	27.4	31.1

紙之方向	橫	直	橫	直
伸長數(mm.)	3	3	3	2.5
伸 長 率	1.8%	1.8%	1%	1.4%
耐伸強度 (公分)	490	1100	180	1300

\* 工業中心：第五卷第一期第23頁(1936年)。

## 第十章 化學木材紙漿

木材紙漿(wood pulp),簡稱木漿,常由紙漿廠製成,以供紙廠採用,計分機械的及化學的二十大類。前者之木漿係木材爲機器所磨碎而成,亦稱碎木紙漿;後者係木材借化學品共蒸解而得。茲將分別述之,本章先述化學的木漿。至機械的木漿,容於次章述之。

用化學品使木材爲紙漿,其方法有亞硫酸鹽法,苛性鈉法及硫酸鹽法三種,尤以亞硫酸鹽法爲最常用,茲將分述如次。

### 亞硫酸鹽法

蒸解 本法所用之蒸解液,爲亞硫酸鹽溶液,於前第五章已言之,係二氧化硫通入石灰乳而成溶液之比重爲 1.045—1.060(6—8°Bé.), 含有 3.5—4.5 % 之二氧化硫。蒸解分迅速、緩慢二法。

迅速蒸解法 —— 其蒸解鍋中可滿裝以木片,木片裝畢,乃由大管即將蒸解液通入,每科德(cord, 爲計算木材之單位,即以四呎長之木材,堆

至八呎高，四呎闊，其容積爲 128 立方呎)之木片約需 1200 加侖。蒸解液之濃度約爲  $10^{\circ}\text{Tw.}$  ( $7^{\circ}\text{Bé.}$ )，含 3.5% 之二氧化硫。乃通蒸汽加熱，徐徐升高壓力，此乃防其溶液於未透入木片內部之前，有過高之溫度，否則木將燒焦，以至變呈棕色或紅色也。溫度不得超過  $300-312^{\circ}\text{F.}$  ( $149-156^{\circ}\text{C.}$ )，宜用溫度表測定之，不能賴蒸解鍋之汽壓。因其汽壓將因蒸解液之組成如何而異也。其蒸解 8—10 小時，壓力爲 75—85 磅，是可時時放出蒸汽以調節之。如增高溫度與壓力，則蒸解時間可減短。但時間又以鍋之大小、酸之濃度及內容物之變化程度而異。若爲黏固之狀態時，則尙須蒸解也。於蒸解之際可時時放出其內容物少許，加氨水以檢定其蒸解進行之程度，待其所生之沉澱物粗而易沉後，即可停止蒸解，惟通常均有賴於經驗之判別。

本法所得之纖維素頗強韌，常與機械木漿配合以製包皮紙或新聞用紙。

緩慢蒸解法——宜用大蒸解鍋(14×45 呎)，

於底端以鉛管圈加熱。先取已經準備之木片投入於鍋中，乃直接吹入蒸汽，不用壓力，預熱十二小時，以驅除木片中之空氣，俾蒸解液容易透入。溫度不得高過  $100^{\circ}\text{C}$ ，以防其木片變呈棕色。冷凝之水任其流出。乃閉總門及出口之活門，而將冷蒸解液(比重 1.042)通入。及鍋中幾充滿溶液，通蒸汽入鉛管圈，開始加熱，徐徐升高壓力。達  $110^{\circ}\text{C}$ ，加熱十二小時，再徐徐升溫至  $120^{\circ}\text{C}$ ，壓力約為 50 磅，又熱十二小時。共計蒸解約三十六小時。半液體通入木桶後，用水沖洗。鍋亦宜用水沖洗，以防鍋壁有燒焦之木漿附着也。用本法造紙漿，除蒸解約需三十六小時外，原料之裝入，木漿之排出，蒸解鍋之修理，又在在需時，故每月間之蒸解，亦不過 7—8 回耳。是為本法之缺點，但其纖維素甚強韌，且易漂白，則又為他種方法所不及也。

洗滌 木漿經初次洗滌後，移投於荷蘭機，用冷水充分洗滌之。其須經漂白者，尤應充分洗淨，因亞硫酸鹽遺剩於纖維素，有消氯劑之性質，可以破壞漂白溶液之效能。

選別 其漿常有粗大不良部分之混雜，宜經選別器除去之。選別器最常用者為平板式，板上有細孔，配有振動機，以助纖維素之通過。

木漿洗淨後，用唧筒送達貯藏桶，和以水，則纖維素懸浮於水中，乃用唧筒送達選別器，則最優良之纖維素即經細孔而流出。

離解 離解工作之是否必須進行，以木漿如何由蒸解鍋排出而定。如利用鍋內汽壓排出者，因已受離解之作用，於荷蘭機行洗滌工程即可；否則纖維結束而併合，宜降下軋軸離解其纖維。

漂白 木漿於充分洗滌，並經選別及離解工程後即可於荷蘭機中用漂白粉溶液漂白之。木漿於漂白溶液中，初呈棕紅色，次為黃色，後漸變成潔白色。漂白粉之需用量，因樹種及蒸解方法而有差異。普通為10%，然亦有高至30%以上者。洗淨後送達壓乾機收集之。其須出售紙漿者，用烘燥機烘乾之。

蒸解廢液之利用 濾去木漿後之廢液，含

有 12% 以上之雜質，可保留以供各種應用。

(1) 鋪路 —— 將溶液蒸發，得有黏性之物質，供作鋪路之用，頗為相宜。

(2) 膠質 —— 溶液蒸濃，可提取阿刺伯膠，以作黏着材料之用。

(3) 酒精 —— 廢液中存有可發酵之糖類，蒸去二氧化硫後，加酵母令其發酵，三日後蒸餾之，可得酒精。

**苛性鈉法** 用亞硫酸鹽法製木漿，以樹脂含量低少者為適宜，但本法不受此限制。其苛性鈉須收回，否則成本過高，是為本法之缺點。

**蒸解** 木材經準備工程後，乃將木片放於蒸解鍋。蒸解鍋有為直立式者，亦有為迴轉式球形者，前者普通每次可放木片 3—4 科德，後者可放 4—5 科德。木片幾裝滿於鍋內，乃通入  $11^{\circ}\text{Bé}$  苛性鈉溶液，將木片完全浸沒。通蒸汽加熱，於 90—120 磅壓力下蒸解 8—10 小時。則木材被作用而為灰棕色之柔軟物質，液體變呈深棕色，比重為  $11.5\text{Bé}$ 。木材之非纖維素（木質及樹脂等），則為苛



性鈉所分解，亦有與之化合者，故際此蒸解工程之中，其鹼性幾完全被中和也。

蒸解完全後，開鍋底之活門，木漿及黑色液體放入於木桶，濾去液體，加水洗滌，洗液及黑色溶液共混和，用唧筒送達多效式蒸發器蒸濃，以收回苛性鈉。

**洗滌及漂白** 木漿放於荷蘭機中，用清水洗淨後，同時稍行離解操作，加漂白粉溶液漂白之。漂白粉之用量約為木漿之 20—30%。漂後仍充分洗滌之。

**產量** 本法所得之木漿，較亞硫酸鹽法所得者為純潔，但其產量祇為原料之 40% 左右耳。

**硫酸鹽法** 本法所用之蒸解液，含有氫氧化鈉、硫化鈉、硫酸鈉及碳酸鈉，以前二者為主要成分，其含量係六與四之比。其蒸解之情形，大致與苛性鈉法同，時間稍長，壓力為 100—140 磅。

蒸解完畢後，利用鍋內之壓力放出，濾去溶液，洗滌之。濾液及洗液共保留以備收回廢物之用。至其洗滌、離解及漂白等手續，均與上述苛性

---

鈉法同。

每噸木片約需 400 磅  $\text{Na}_2\text{S}$ , 所得之木漿, 不易漂白, 惟其成本尙低, 主要用途爲製造包皮紙。

## 第十一章 碎木紙漿

碎木紙漿，通常亦稱機械木漿。其纖維素係木材爲旋轉迅速磨石所磨碎而得。雲杉應用本法製紙漿，較他種木材尤爲適宜。他如松及白楊，亦常用本法製紙漿。

本法製成之紙漿，常供造價廉如新聞用紙之用。其木材中之非纖維素如木質、樹脂及鞣素等均未除去，不若化學的木材紙漿，須令此種物質溶解，而採用純纖維素也。

**磨碎** 木材經鋸斷、剝皮、除節及劈碎等準備工程後，乃用碎木機磨碎之。碎木機中裝有磨石軸，磨石軸用砂巖造成，以英國產爲最著名，人造石亦常供用。其直徑通常爲 54—60 吋，長爲 27 吋，重約 2500—3500 磅。軸之周圍有許多插木函。木材即放此函內，當磨石旋動時，利用水壓機之壓力，由活塞將木材緊壓於磨石之表面，每平方吋之壓力爲 70 磅。並注入清水，則木材即被磨碎。磨完後升高活塞，添裝木材。磨石迴轉之速率，每分

鐘約有 240 轉。每機所需之動力約為 200—400 匹馬力。於 24 小時內可用木材 6—9 科德。

當木材磨碎為纖維，常須注加清水以沖洗石面，同時纖維素即為水流送達於貯藏桶。用水之多寡有關於纖維素之強度及長度。如有大量之水存在時，則可減低機與木材之磨擦熱，其溫度為  $60^{\circ}\text{C}$ ，則所得之纖維色白，細而且均勻。製成紙，紙面甚光滑。如是之紙漿，商業上稱為冷碎木紙漿。若用水不多，則其磨擦熱甚高，纖維研碎甚速，故所成之紙漿色澤不佳，且甚粗糙，但含有長纖維，適於抄造新聞紙之用；如是之紙漿，稱為熱碎木紙漿。產量較前者為高。

磨石面之粗細亦有關於製品之優劣。其面粗者，所成之纖維素亦甚粗；其面如已磨光或鈍後，則磨成之纖維素甚短小，用製紙漿，有過細之虞，而動力之損失，又甚大也，故磨石面常宜緊壓於研磨機，迅速迴轉以磨銳之。研磨機與石磨擦之面，為特種硬鋼製成，有磨去石面之能力。

選別 由碎木機磨碎之原料，常混有粗大

不良之碎片及雜質，宜用選別器除去以利木漿之製成。選別器有多種，但其原理則一。即將原料通過內有細孔之篩，則水及細漿，均由孔流出，遺留者為粗漿。粗漿由選別器送入精碎木機重磨碎之，然後再經過選別器，及完全為細纖維，乃壓乾，即可供用。

**產量** 由本法製紙漿，其產量以原料之乾燥程度與原料之種類而異。下表為每科德木材用本法所產紙漿之量，是可見其產量之一般也。

種別	紙漿以磅計
雲杉(spruce)	1600—2200
白松(white pine)	1600—2000
白楊(aspen)	1600—1800

本法造成之紙漿，其產量較化學的方法為多，價值亦較任何一種紙漿為廉，但製成之紙，品級不高，通常供造新聞紙之用。

## 第十二章 紙漿之調整及其配合

**離解之種類與紙之關係** 紙漿製成後，乃就紙之用途及種類，加以調整並配合，使成全紙料，以便製紙。緣直接用紙漿造紙，不特於組織上有缺少均勻之弊，即其纖維素之狀態亦不適於造紙之所需。因單獨一種紙漿，不易製成適當之紙，須用混合之紙漿，已於前第二章論及之。為使紙漿適於製紙起見，應經離解之工作，有如前列各章所述。惟其操作之不同，可使同一種原料製成各異之紙。故本章再述其離解之種類與紙之關係，俾知所取捨也。其離解之工作，可於荷蘭機中行之。荷蘭機之大者，所費電力較小者為經濟。通常其容積每次可放紙漿1000—1200磅。其牀板上每40吋長裝有鋼齒二十，其輓軸上每40吋長有齒一百。每分鐘約可供造一磅紙料。

離解之工作，計分自由離解 (free beating) 與黏狀離解 (wet beating) 二種。前者所需之水約為紙料之三十倍，後者所需之水約為紙料之二十倍。

水應用清潔而無色者。因如有色質或懸浮物質，將爲紙漿所吸收而損及紙質也。於行自由離解之際，其軋軸宜降至極低，纖維即被橫切而減短。由此法所得之紙料，缺乏黏合性，故製成之紙，多脆而不透明，最適於作濾紙及吸墨紙之用。黏狀離解者，其軸之下降，不及前者之低，即其二齒間之距離相差較遠，不令互相接觸，使通過之纖維，須經久長時間之摩擦，不致切斷而得研碎爲細纖維素；機中之水量又少，故其纖維素變呈黏狀。用以造紙，因黏合極佳，又硬而緊密，故紙質之強度甚高，並富耐水性，堪作上等之用紙。

**黏料** 紙漿於荷蘭機中舉行離解以調整其纖維素之後，應加黏料以助其纖維素之黏合，而得造堅密平滑強韌之紙，以便印刷及書寫。又可減少其纖維毛細管之作用，予以耐水性，並得增加其外觀之優美性也。

黏料之施行，可分三類：

(1) 機器黏料 —— 紙料於荷蘭機中，加黏料以和合者，稱爲機器黏料，主用松香、肥皂及明礬

等。

(2) 桶黏料——將已造成之紙，於桶中塗黏料於其表面者，謂之桶黏料 (tub size) 或表面黏料 (surface size)，此種方法大多行於手工造紙。

(3) 重黏料——紙料先經機器黏料，待造成紙後，再行桶黏料者，謂之重黏料 (double size)。

供書寫之紙，其黏料限用松香 (rosin)，通常每 100 磅紙約需 3 磅或 4 磅松香加於荷蘭機之紙料後，再加明礬或硫酸鋁，以完成其反應，使松香黏料固着於紙料。他如澱粉、水玻璃 (water glass)、肥皂、酪精 (casein) 及白明膠 (gelatin) 等物，均可供造紙黏料之用。

松香 松香係松杉科樹幹分泌之樹脂，行蒸餾分去所有之松節油後，其遺留於蒸餾鍋者為松香。松香為透明易脆之固體，不溶於水及酸類，而溶於乙醇、乙醚及三氯甲烷。松香之色，依種類而異，有水白色、黃色以至黑色。其熔點無一定，但超過 100°C，則有特別之香氣。含有松脂酸 (abietic acid)，但亦有無此酸者。以歐、美產者最適製



紙之用。

遇鹼類爲可溶鹽類，與肥皂相似。於荷蘭機中施用爲黏料，即先利用此點，使成爲可溶肥皂，而與紙料混和，然後加明礬溶液，俾其變爲不可溶物，沉澱於紙料，以達黏料之目的。

松香肥皂係 100 公斤松香偕 15—18 公斤碳酸鈉與水共蒸煮而成。於使用之前，應靜置二星期，而後稀釋至適當之濃度。當偕紙料共混和時，另須加亞麻仁油少許，以防其起泡之作用。

以價廉物美之故，均採用硫酸鋁以沉澱松香。其所含之氧化鋁約有 22%。硫酸鋁除有沉澱松香以達黏料之目的外，且有緊縮紙質之效。其使用量，須視松香之分量及水之硬度而異。但宜稍形過量，普通以一磅硫酸鋁溶於一加侖之水中。所用之硫酸鋁，須爲中性或鹽基性者，否則因有自由之酸，可分解填料，損及色素與紙之強度。

水玻璃 又名矽酸鈉 (sodium silicate)，爲矽藻土、石英或細砂偕苛性鈉或碳酸鈉並煤粉共燒後，用水浸出而得，爲濃厚黏稠液體。常用爲卡

片紙之黏料，供書寫用者，亦常加用此品。又有緊縮紙質之效。

**白明膠** 白明膠爲蛋白質，係許多動物組織之主要成分，存於骨、角及軟角等。商業上爲骨類借水共蒸煮，並加鹽酸令呈酸性，以助其膠質之分出。其乾燥者幾無色，亦有稍呈黃色者。放於水則膨脹而變透明。其用供黏料，可將一分之膠投於 10—20 分之水內，數小時後溫熱以助其溶液之生成。乃加鈉肥皂少許，以增紙面之光澤，並有使紙質軟化，防其脆弱之功。混和後，再加明礬溶液少許，使爲白色乳狀溶液。蓋防溶液之黏滯性有過度之弊，故用此明礬以減低之，並有防腐及增高其對於書寫之流利性。乃將紙張通過此溶液，經輓軸壓除過分之溶液，而後烘乾之。如能重複通過此黏料溶液，則可製成優等之紙。

**肥皂** 宜用石蠟或日本蠟借苛性鈉或碳酸鈉共皂化而得之肥皂。其使用與樹脂肥皂相似。應用肥皂爲黏料，可使紙面光滑而富光澤，並有利於書寫也。供製書寫用紙殊甚適宜。

**酪精** 存於乳類。可加極稀之鹽酸、硫酸或醋酸，俾其沉澱，乃洗滌烘乾而得。

酪精爲白色粉末，亦有現黃色者。不溶於水，但溶於鹼液。市上出售者，爲可溶者，加有硼砂約10%或碳酸鈉(20%)。供黏料用者，可將能溶於水者，製爲溶液，然後加明礬溶液，使酪精沉澱於纖維間也。其功效與前述數者相似，可共混合供用。

**澱粉** 存於麥、稻、山芋及玉蜀黍等植物。不溶於冷水，但偕水共熱，則膨脹而變爲漿體，通稱澱粉溶液。其供造紙黏料之用，可以一磅澱粉投於二加侖之水中而製成。澱粉溶液爲紙料之黏着劑，堪增加紙之強度。

**填料** 製造上等之紙，宜加填料以填補其纖維間之空隙，使其表面平滑，並得減低紙之透明度。慣常所用之填料爲極細之黏土，如高嶺土(kaolin)、滑石粉、硫酸鈣或硫酸鋇等。此等填料之加入，既可增高紙之重量，約自2—30%，又便於印刷與書寫，因其能助紙質吸收墨水也。

當填料選定後，乃借水研之，然後用篩分去其粗大之部分，加澱粉並共加熱，及爲漿似溶液，乃移盛於荷蘭機，使與紙漿共混和即成。

高嶺土 爲陶土於高溫經去氫作用變爲  $Al_2SiO_5$  或  $Al_2SiO_4$ ，而成純潔者色白，如有呈淡黃色者，係有少量鐵分存在之故，宜分去之。於使用時，每一磅高嶺土約需水一百加侖，即共混和製爲乳狀溶液後，乃用細篩濾去其粗粒之部分，然後放於荷蘭機借纖維素共攪和之。

滑石粉 爲礦物，產於英、美、意大利及西班牙等處。其主要成分爲  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ 。研細者極滑，用爲造紙之填料，殊甚適宜。

硫酸鈣 有天然產者及人造者。其成分爲  $CaSO_4$ ，不溶於水。可爲造紙用之填料。惟此物於水中有增加其硬度之弊，同時又須多耗明礬也。故用時爲量須多。

碳酸鎂 碳酸鎂亦有天然產及人造者。其成分爲  $MgCO_3$ ，可以碳酸鈣溶液與硫酸鎂溶液共混和沉澱而得。其用於紙漿，所造成之紙，有促

進燃燒，防止碳化之效，可專供造香烟用紙之用。

**硫酸鋇** 亦有天然產及人造者。當氯化鋇溶液與稀硫酸共混合，即成難溶之白色硫酸鋇。其比重在 4.3—4.7，故用為造紙之填料，甚屬適宜。

**色料** 為增加紙之美觀及用途，可於荷蘭機中加以色料。其製白色之紙亦宜加色料以助之。緣白色之紙漿於製成紙後，終究稍現黃色，可稍加藍色或粉紅色以糾正之，最常用者為羣青 (ultramarine) 或人造染料。色料有顏料 (pigment) 及染料 (dye) 二類，前者多不溶於水，後者多可溶於水，故其着色之作用亦不相同。緣顏料祇固着於纖維素之周圍，而染料則浸入於其內心也。顏料之抗光強度雖強，惟其着色力不及染料耳。同時因受人造染料發達之影響，顏料乃為染料所侵奪矣。顏料之用量不可過多，否則紙質反易變弱。

**顏料** 如羣青為極美麗之青色，可抗日光，並耐鹼；但遇酸及明礬易褪色。如用鉻黃 (chrome yellow) 着色，可先以醋酸鉛溶液放於荷蘭機，滲透入纖維素，然後加重鉻酸鹽溶液，又振盪纖維

素，則鉻黃沉澱於纖維矣。如其溶液呈酸性，則呈黃色；如為鹼性，則呈橙色。若用氧化鐵，則可染為赤色以至褐色，且耐鹼類及日光。如染黑色，可用燈煤(lamp black)。

**染料** 染料之着色力甚強，染色易勻，種類又多，對紙之強度無關。其最常用者，有鹽基性、酸性及直接棉染染料三種。其對光之抵抗力，以後者為最強，前者為最弱；惟酸性染料宜用明礬固定之。又酸性染料可與直接染料混合供用，但此二者不能與鹽基性染料相混用，因其互相凝固，致着色不易均勻也。染料於加入荷蘭機之前，應製為溶液，並須濾清，否則易生斑點也。

## 第十三章 造紙法

紙漿經過整理並加黏料、填料及染料共混合後，已成為全紙料，乃由荷蘭機底端之出口，經導管而達貯料槽，以供造紙者之應用。

造紙法計分手工及機械二大類。手工造紙為吾國之古法，全賴技巧精妙之人工，製品極佳，惟以成本過昂，不能與機械者相競爭也。但機械之設備甚昂，不能用作小規模之生產。如製特別之品，不需大量之生產者，當以手工者為有利。手工造紙，且可將極長之纖維素，製成極薄之紙，是非機械之所及，而為手工造紙之特色。惟以文化事業日益發達，紙之需用，日愈增多，故機械造紙尚矣。緣一日間六、七工人所造之紙，尚不及機械一分鐘所出之多；至其所耗之動力及工資，對於每呎所占之數，誠屬微乎其微，故機械造紙，實利於大量之生產。年來且因印刷事業之進步，多需用捲筒之紙，斯者又非人工所能，不得不仰給於機製也。

## 手工造紙法

**紙模** 由紙料抄紙之器，稱爲紙模。紙模爲矩形木框及套框所組成。其大小以紙之尺寸而定。木框與套框之中配有用竹絲或銅絲編成之簾。竹絲或銅絲之粗細宜均勻，其編成簾之距離，亦須均勻相等。除簾之外，亦有用細銅絲網者。其簾面或網面上可裝以各種圖案之凹凸模樣，則抄得之紙因其纖維有厚薄之故，於透視之時，有各種圖案顯示也。如是之圖案，稱爲水印 (water mark)。

**抄紙** 紙模備妥後，乃將紙漿由貯料槽放盛於矩形之槽內。由抄工用雙手握住紙模，向近身之方向，側浸入於稀紙漿液內，並前後左右振動，使纖維素縱橫交叉，乃將紙模提高，則水由簾或網隙濾去，而簾面上有紙層構成矣。此種振動之適宜與否，全賴抄工之手術，即紙質之均勻及強弱，端賴此振動之運用也。故手工造紙，必須有熟練之工人。

其紙層之厚薄，以桶中之紙漿溶液之濃淡



而異。但造厚紙，可於稀溶液中，在不同之方向重複抄漿 2—3 次，決不可於極濃之紙漿中抄取之，以期厚薄可均勻，而紙質又可堅密也。

待紙模中之水分濾去後，交與疊工，抄工用另一紙模，繼續如法抄紙。

疊紙 疊工接受抄工之紙模後，即慎將紙層取出，平放於溼毛巾布上，在置於板上，紙面上再覆以溼毛巾布。一方將空紙模交還於抄工，同時接受抄工之新抄成之紙模，同法將紙層放於溼毛巾布上，其上面再覆以溼毛巾布，如是交疊，待有二百張或三百張後，取一木板壓於面上。乃持住底端之木板，送至壓榨工場。此際之紙，稱為紙胚。

壓榨 將一疊紙胚放於壓榨機中，乃漸漸施以壓力，壓出其水分，然後由壓榨機取出壓乾之紙胚，將毛巾布與紙葉令其逐層分解，並分別疊積。其毛巾布仍送回至抄紙工場，以供疊紙之用。至其疊積之紙，再於壓榨機重壓一次，以消滅其毛巾布之痕跡，乃送至乾燥室烘乾之。壓榨機

之最簡者，其下端有固定之鐵板，二旁用口形鐵架連接之。鐵架之中心點有螺絲形之刊紋，中配有丁式之粗鐵軸，軸之周圍亦有螺絲形之刊紋，故架上之螺絲形孔中，得隨意升降也。軸之下端，設有鐵板一方。當軸向下旋動時，其力即施之於鐵板，溼紙胚位於二鐵板之中央，故即被其壓乾也。

烘乾及加工 壓乾之紙尚含有水分，可將其送至乾燥室烘乾之，即將溼紙用排筆分別貼於溫熱之隔壁上，任其徐徐乾燥。隔壁之中，或通蒸汽或直接燃火，俾二側面之壁均得溫熱也。其紙尚須經加工者，紙可放於架上，室中設以蒸汽管。俾其徐徐乾燥後，經前述之桶黏料之操作，待壓去其過剩之黏料後，乃通過熱輥軸機，使其乾燥而富光澤也。如是所得之紙，適於書寫及印刷之用。乃按一定尺寸切之，整齊後即可運至市場求售，而造紙工程至此乃完全告竣矣。

機器造紙法 機器造紙始於十九世紀之初葉。當時有法人 Louis Nicolas Robert 擬用旋轉銅

絲網以造紙，網水平張緊，放於盛全紙料之貯料槽之上半方，槽另一端裝有風扇，爲旋動軸，軸與網之極端之距離，以適可由旋動之軸將紙料送達於網上爲合度，網與軸之旋動因適處相逆之方向，故槽內之紙料可由軸打動送達於銅絲網，而網向前旋動，紙料即停留於網上構成極薄之紙。又經過軋軸，壓去其水，隨後即捲於軸上。同時因送紙料之旋動軸與銅絲網之不絕之行動，遂得繼續不絕以抄紙也。捲於軸上之紙，再經烘燥之操作，即完成製紙之工程。但此理想未告成功，因其機械之運用，尙未盡完善也。隨後其發明權即轉讓與英國倫敦富豪佛德立尼厄兄弟(Henry & Sealy Fourdrinier)，復由佛氏出資經技師 Bryan Donkin 之多年苦心之研究，乃於 1807 年有佛德立尼厄製紙機之告成也。

佛德立尼厄製紙機之機構 此機最重要之部分在於佛德立尼厄網，該網沿軋軸而旋轉。當紙料由貯料槽流送達網上後，其纖維素即向前交叉進行，水由網眼濾去，於是有錯綜交叉之

纖維素構成一層薄紙，遺留於網上。此紙尚含有高百分率之水分，乃經過氈 (felt) 及許多極重之軸，則其水大部分可被壓出矣。乃通過一組熱輥軸，則其餘剩之水分，漸次蒸發，而紙得徐徐乾燥。紙捲於軸上，通稱捲筒紙。往時其出產速率，每分鐘有二百呎，今者每分鐘可出一千呎矣。茲將其各部分論如次：

紙料之傳送 紙料經混合之後，即送入於貯料槽，槽內裝攪拌器。每分鐘轉動 2—3 次，以維持其紙料有均一之濃度。槽有直立式與橫立式二種，係用木或水泥造成；普通以能容納紙料 2.5—3.0 噸為適度。紙料於送達造紙機前，先通過調整箱，使其稀釋為適當之濃度，並加減傳送紙料之分量，以便於紙之抄造。其濃度普通為  $1/100$ — $1/250$ 。紙料經稀釋後，通過沙溝 (sand table)，使較重之雜質，沉降於底端，再經選別機以除去離解未完全及結束之纖維，或其他灰埃等之夾雜物；則紙之品質及色相，庶可均勻也。由選別機通出之紙料即注入於流送箱 (flow box)，箱長而深，為木

製。中央設隔板，分爲前後二室。隔板之底端不與箱底相接觸，而可用螺旋升降，以調整紙料之流通量。紙料由第一室導達第二室，乃升達至唇板 (apron)，經閘板 (sluice) 而均勻溢流於佛德立尼厄網上。紙之厚薄即按其紙料通過之速率而定。箱之底端設有出口。當網停止抄紙時，其紙料即可由此出口送達貯料槽也。

佛德立尼厄網 紙料由流送箱升達至唇板，乃經閘板均勻流達於網上。網上設有定形條 (deckel strap)，故纖維素流動之範圍得有一定；即紙之闊度可以定形條調整也。網長 50—60 呎，每一平方呎有網眼 60—70 個。網圍於兩輓軸之間，呈水平面形。網之下端有一列整齊之輓軸以張緊其網，網隨軸旋動而前進，遂起毛細管之作用，同時於旋轉之際，有離心力之關係，故紙料中之水分，大部分由網眼濾去，但尙含有纖維素、黏料及填料等物，可收回以作稀釋紙料之用。當網向前旋動時，纖維素又受左右振動柱 (shake post) 之影響，遂錯綜交叉而進行，其振動每分鐘爲 200—

300 次。待經過吸收箱(suction box),因真空唧筒之運用再排除其所含之水。吸收箱設 2—5 個不等,依紙之種類不同而異。其抄成之紙,如需有文字或圖案者,即加所謂水印時,可於吸收箱間之修整輥軸(dandy roll)上裝以用銅絲作成之文字或圖案,則水印即刊印於潤溼之紙上矣。乃經圍有氈之大輥軸,脫離佛德立尼厄網而入壓榨之輥軸部分,壓除水分,而紙面又因得均勻與整齊也。

**壓榨輥軸部** 壓榨輥軸設有 2—5 對,以上下二個輥軸爲一對。輥軸之直徑約爲二吋。其第一輥軸爲花崗石或鑄鐵製成,直接壓於溼紙上,紙下即爲第二軸,亦爲鑄鐵或石製成,惟圍有一吋厚之橡皮層。又第一軸可升降以加減其壓力。如是繼續通過第二對或第三對等之輥軸,盡量榨去其水分,而紙面又可二面平滑。然後進達乾燥筒,用蒸汽烘乾之。

**乾燥筒** 由最後壓榨輥軸通出之溼紙,尙含有約 50—60% 之水分,須繼續通過乾燥筒,以蒸去其水分。乾燥筒用鋼或鑄鐵製成,其表面須

磨光，應平滑似玻璃。直徑為 4—6 呎，幅有 60 吋以至 200 吋者。筒內通蒸汽，以供乾燥之用。乾燥筒所用之數目，自 16 個起至 40 個止；是以紙之厚薄及機器之速率而定。溫度以遞次上昇者為適宜。當紙通達第一乾燥筒後，即為軋軸壓緊，順次經過各軸，俾其得徐徐乾燥也。因乾燥過速，可減低紙之強度，黏料亦易失效也。

加光 經過許多乾燥筒之後，其紙乃通過加光器(calender)以壓光其紙面。加光器為冷鋼製造之輓軸，其表面磨光如鏡。軸中空，可通蒸汽加熱。紙由第一軸通達第二軸，乃順次通過各軸，其紙面得光滑也。惟紙面須噴以溼氣，軸之表面之旋轉應快於紙之速率。緣附光滑於紙面，乃突然伸長其收縮之纖維也。

捲取及重捲 由加光器通出之紙，即導至捲取機(reel)之軸上，將紙捲緊，以供新聞紙、電報受信、電氣絕緣紙等之用。待其軸捲至相當之厚度時，由另一軸以代替之。為保持其平均及緊密起見，可再捲於重捲機(rewinder)上，俾為堅硬之

捲筒紙，專供輪轉印刷機之用。

斷截 製紙機之末端，尚裝有斷截機，可將紙切成一定大小之尺寸。其機分縱斷及橫斷二部：縱斷機有回轉刀，可割除不整齊之邊緣，縱斷其紙；橫斷機，可將紙切為一定之長短。

紙漿賴此種巧妙機器之運用，至此已切成尺寸一定之紙張，可供吾人應用矣。

紙張之數目 紙經斷截後，乃按數目分包之。書寫用紙，普通以二十四張為一帖 (quire)，印刷用紙以二十五張為一帖。二十帖或四百八十張或五百張為一令 (ream)。

紙張之大小 紙張大小，由習慣而不同，其名稱各有差異：

書 寫 用 紙		印 刷 用 紙	
名 稱	面 積	名 稱	面 積
Royal	16''×24''	Royal	20''×25''
Demy	15½''×20''	Demy	17½''×22½''
Foolscap	13½''×16½''	Foolscap	13½''×17''

吾國手工之紙，大多以刀及件數計，惟每刀



之張數及每件之刀數並不一律，茲列表\* 如次，以示其大概也。

紙 名	每件之刀數	每刀之張數	面 積
毛邊紙	65	195	22''×51''
連史紙	15	95	
貢川紙	84	125	
元書紙	46	90	19.3''×18.3''
毛鹿紙	12	155	19''×31.3''
白關紙	12	150	19''×33.2''
夾川紙	165	70	16.5''×7.2''

\*請參閱沈彬康之竹漿造紙見化學工業第十卷第二期  
第五十九頁。

## 第十四章 紙之種類及其用途

紙之消耗量，因近代文化之進步而激增，而其種類又因用途之廣闊而繁複。舉凡印行報紙、雜誌、書籍所需之新聞紙，紡織廠所需之紙板及包紗紙，包裝貨物之包皮紙，他如照片、捲烟、證券與鈔票等之用紙，以及圖畫紙與吸墨紙等，無不因各項事業之發達，分門別類，大量需用。茲將分別簡述如次，以示其種類之繁，應用之廣也。

**新聞紙** 新聞紙為便於印刷迅速起見，均為捲筒紙。其紙質須富彈性，不宜有透明性，則二面印刷後，不致有透視之弊。其紙面又須平滑，則印刷可鮮明也。此種紙係用碎木紙漿、亞硫酸鹽木漿及苛性鈉木漿所製成。碎木紙漿因價廉及抄造便利，故多以此為主要之原料，約占十分之七、八，惟易於變質，是其缺點。木漿中如混以少許稻草紙漿，則可使其組織密緻。纖維以自由離解者與黏狀離解者共混和為適宜。如欲令其價格低廉之故，常加以8—10%之填料，且因之可增加

紙質之不透明性，賦以彈性，使其適於印刷也。但用量不宜再高，否則反減低其強度也。又新聞紙，須經捲筒及強烈之摩擦，故另宜加少量樹脂黏料。可供報紙、雜誌、書籍印刷之用。

**書寫用紙** 用墨水書寫之紙，其紙質須緊密，紙面宜平滑，如是運筆可自如。上等者以破布、麻、竹及蘆葦等為主要原料，但亦可加以少許稻草紙漿或亞硫酸鹽木漿；下等者主用亞硫酸鹽木漿，其紙料宜採用黏狀離解者。所用之黏料，以墨水不至滲透者為合度。又用亞硫酸鹽木漿者，為防其有透明性之故，常混加以多量之填料，但不得高過 50%。

**圖畫用紙** 圖畫紙之紙質，須厚而密，紙面須粗糙，以便繪畫，又須有強耐水性，宜多用黏料。

上等之圖畫紙，為破布、棉、麻等之紙漿所製成。普通者，大多混用木漿或稻草紙漿。次等者，主用木漿。

**證券用紙** 鈔票、契約及證書等之用紙，須得永久保持而不變其耐用度者，故原料主用破

布或麻棉，其紙漿以黏狀離解者為合宜，大多用手工法造成，造時加用水印以杜偽造之流弊。

**包皮用紙** 用以包裹貨物之紙，通稱包皮紙，紙質須強韌而富耐水性，係用化學製雲杉木漿為主要原料，混以稻草紙漿。宜經黏狀之離解；亦有加用染料，使呈褐色者。下級者，混用碎木紙漿。黏料主用明礬。造成之紙，正面宜光滑，背面可粗糙。

**紙板** 薄者，用作郵片、卡片，厚者可作匣子、書面、織物之提花板等。原料多用麻、破布、稻草紙漿及木漿等。其纖維素宜長短配合，不宜單用長纖維素，否則紙質過硬，紙面不易均勻；如用短纖維素，其紙面雖平滑，惟紙質柔軟脆弱耳，故宜採用混合之纖維素。

造時所用之機器與普通同，惟其壓榨輥軸部及乾燥筒，宜多備數座，因其本身較厚，須徐徐令其壓緊並烘乾也。

**吸墨紙及濾紙** 於書寫時供吸收未乾墨汁之用者，稱為吸墨紙。集取沉澱物以分出液體

者，稱爲濾紙，化學實驗室中常應用之。供此種用途之紙，須有吸收性，並宜富於孔隙，是以不能多用黏料及填料。纖維素用麻、棉、蘆葦及苛性鈉木漿爲最適宜。大多用手工製成。下級之吸墨紙尙可混以少許碎木紙漿，惟不能反覆應用，因其吸收性經過一、二次使用後，即將消失也。

濾紙之乾燥宜緩慢，不得迅速，並須保持其化學的清潔性；供定量分析用者，尤須再三致意。

**捲烟用紙** 捲烟之用紙，須無臭無毒，紙質宜薄而緊密，與烟草得同時燻燒，灰分應爲白色，分量宜輕。上等者主用苧麻或破布之紙漿，亦有混用木漿者。其纖維素不宜過於短小，其填料應用碳酸鎂，俾其燃燒容易均勻也。當纖維素於荷蘭機中行離解之後，加氯化鎂溶液，混和，再加碳酸鈉溶液，俾碳酸鎂沉澱於纖維素，而後充分洗滌之，即可供造紙之用。

**羊皮紙** 羊皮紙(parchment paper)者，係用棉纖維、苧麻紙漿或木漿與稻草紙漿，未加填料所製成之紙，浸入於硫酸(其硫酸先用其容積之四

分之一之水稀釋之並加甘油少許),迅速取出,用水洗滌,次經稀氨水,再用水洗滌之。因酸將其纖維素變爲澱粉(amyloid),而附着於紙上,乃如羊皮之半透明,而質又強韌也。

濃氯化鋅溶液(比重 1.82)作用於紙張,亦可製成羊皮紙。洗後,其紙宜經壓榨輥軸部,乾燥及加光等之工程。