

15.128

4.14

現代工業小叢書

# 造紙

方漢城原著  
楊保身編



商務印書館

現代工業小叢書

紙

造

方 馮 城 辰 著  
楊 保 身 重 編

商務印書館出版

現代工業  
小叢書

原著者  
重編者  
出版者  
發行者  
發行所  
印刷者

方 楊 商  
 漢 保 務  
 城 身 印  
 上 海 河 南 中 路 二 一 一 號  
 三 聯 中 華 商 務 印 刷 廠 附 辦 華 南 合 組 織  
 中 國 圖 書 發 行 公 司  
 北 京 統 統 路 四 六 六 號  
 三 聯 書 店 中 華 書 局  
 商 務 印 書 館 開 明 書 店  
 聯 營 書 店 各 地 分 店  
 商 務 印 書 館 印 刷 廠  
 ★ 版 權 所 有 ★

紙

1951年7月第1版 定價人民幣4,000元

(混) 1-5000

# 目次

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第一章 | 纖維素        | 一  |
| 第二章 | 紙漿         | 六  |
| 第一節 | 木材紙漿       | 七  |
| 第二節 | 碎布紙漿       | 一八 |
| 第三節 | 舊紙漿        | 四〇 |
| 第四節 | 其他紙漿       | 四二 |
| 第三章 | 各種紙張的特性及配合 | 四七 |
| 第四章 | 機造紙        | 五一 |
| 第一節 | 分漿         | 五一 |
| 第二節 | 造紙機        | 五二 |
| 第三節 | 圓形造紙機      | 六二 |
| 第四節 | 餘事         | 六四 |
| 第五章 | 手工紙        | 六七 |
| 第一節 | 外國手工紙      | 六七 |
| 第二節 | 中國手工紙      | 七一 |
| 第六章 | 餘話         | 七九 |

# 造紙

## 第一章 纖維素

紙是由植物纖維的鋪積交纏而製成的。這種植物纖維，在造紙上叫做紙漿或紙料，是用化學方法，從顯花植物的細胞膜壁分離而取得的纖維。植物纖維的主要成分為纖維素，所以研究造紙，須略知纖維的構造和成分。

先言構造：植物體的組織，都是細胞的集團。各細胞均有固體的膜壁。活力旺盛的幼小細胞，其中含有極稠黏的原形質及小粒子的核。植物體活力的根源，皆在於此。它的生長，即由於細胞的分裂增殖而成。細胞核分裂為二，中間生薄膜，膜上堆積諸物質，便成為新細胞膜壁。分裂之初，所生成的薄膜，即形成了中間層，而剩留在相鄰接的細胞膜壁之境界間。細胞生長，則原形質內生多數之小腔，腔內充滿液體，叫做細胞液。此中所含，大部為植物的營養物。細胞老熟，則內部的腔道隨之增大，充滿液體的原形質變為薄

層，殘留在膜壁的裏面。如是由細胞老熟的結果，原形質完全失了活力。其初爲半透性的細胞膜壁，後來可以自由通過液體，以成植物枝幹的官能。

從這種植物的生活機能，在細胞組織內，可分別爲表皮、基本、維管束三種：

(1) 表皮組織 是由表皮細胞而成，即植物體外層的組織。表皮細胞，膜壁肥厚，內腔狹小，細胞膜概作鋸齒狀，互相啣接強固。本組織中，亦有可作爲紙漿的重要原料，最有名者爲木棉的種毛 (seed hair)，此種毛係由表皮細胞異常發達，遂變而爲纖維的。

(2) 基本組織 大半由柔軟的細胞而成。藁類、竹、甘蔗等的莖中，這種組織特多。又木材的髓腺，也是這組織所構成的。此種細胞，往往留存於紙漿之中，但爲有害而無益的成分。

(3) 維管束組織 即爲纖維細胞所構成。膜壁肥厚，肉腔狹小，細而長，兩端尖銳，形如紡錘。供紙漿原料用的植物纖維，除木棉種毛外，都存在於這類組織中。

次述成分：把植物的細胞膜，先用硝酸，再用苛性鈉處理，即可分爲溶出物和不溶性的餘渣兩種。這不溶性的餘渣便是纖維素，溶出物便叫做非纖維素質。經過化學分析，知道纖維素的化學組成爲  $C_6H_{10}O_5$ ，因此推想這二種物質的存在於細胞中，不過僅爲

機械的混合狀態罷了。後經若干專家研究，知道非纖維素質中，也有略與  $C_6H_{10}O_5$  化學式相等的組成物質存在於細胞膜裏面，不過容易溶於稀薄的酸類而成醣類，因此叫做半纖維。除此之外，非纖維素質尚含有果膠 (pectine)、木質、樹脂、脂肪及蠟類、氮化合物、色素、鞣酸無機物等等。這些物質，把它和纖維分離開來，去做成紙漿，第一應看植物的原料如何，第二應視紙漿的用途如何，然後再除去此種非纖維素質到某一程度。

在理論上講，凡含有纖維的植物，皆可做造紙原料的紙漿。但是可供紙漿原料的植物，實在不多，因為要看這種植物的產出量的多少，採集上的難易，價格的高下，纖維分離的便否，再加上收穫率及品質等條件，所以紙漿原料受種種限制，可用的植物，因此就並不多了。今舉其重要者如下：

#### 種毛纖維：木棉

韌皮及莖纖維：亞麻、麻、黃麻、苧麻、楮皮、三桠皮、桑皮、稻麥蘗、竹、甘肅、玉蜀黍、高粱、蘆葦等。

木質纖維：針葉樹如松、杉、檜、樅等，闊葉樹如白楊、楓、栗、樟等。

這些原料中，木棉、亞麻、麻、苧麻、黃麻等，都是昂貴的織物原料，因為價格不廉，所以不能直接用作紙漿的原料。最適宜於紙漿的原料，惟有採取價格低廉的破布，或紡績上用過所廢棄的纖維屑。然以出產量的最多最通用者，還是以有木質纖維的檣樁為重要，這種原料使用量的廣大，遠非其他原料所可及的。

純潔的纖維素，顏色是白的，無臭無味，比重為一·二五至一·四五，含磷質灰滓約百分之〇·一至〇·四。分析纖維素的結果，其百分數為碳四四·二，氫六·三，氧四九·五，所以分子式為 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，因為分子量尚未能測定，所以把 $n$ 表示未知的倍數。纖維素所含濕分，約為百分之六到十二，熱至攝氏百度，便要失去。露曝在空氣內，仍舊能吸還。

纖維素能溶解於氧化銅 $(CuO)$ 的酒精溶液中。可先把硫酸銅 $(CuSO_4)$ 置於苛性鈉溶液中加少許氯化銨 $(NH_4Cl)$ ，便生氧化銅沉澱，濾過洗淨，再溶解於酒精中，即可作為溶解纖維素之用。這種纖維素溶液，遇到鹽酸，纖維素便要游離而復原。所以利用此特性，便可以造絲光布。

纖維素又可以溶解於氯化鋅 $(ZnCl_2)$ 溶液中，遇酒精也能復原。不問溶解纖維素於氧

化銅或氯化銻溶液中，必須先以冷苛性鈉溶液處理之，始易溶解。

至於鹼酸及氧化劑對於纖維素的反應，事屬纖維素工業範圍，茲不贅。

## 第二章 紙漿

由原料製造紙漿的方法，大約可分為三部工程：

(一)預備工程 從原料裏面把纖維離解的預備工程，為除塵、切斷、選剔等；看原料的種類，以適當方法施行之。

(二)纖維的離解工程 由原料離解纖維的工程，可分為機械方法和化學方法。機械方法專用之於木材，把木材置磨石上磨碎，即僅用機械的能力，離解纖維的結束方法。所以木材中所含非纖維素質的全部，大概都仍留在紙漿中。

化學方法可通用於各種的原料，把適當的藥品處理，以溶出非纖維素質，並且勿使纖維損傷。即上章所述存在於纖維細胞間，由木質而成的中間層，用藥品溶出，使纖維各自分離。細胞膜壁中所含的非纖維素質，應溶出到如何程度，應視所製之紙漿的品位及用途而定。此法可分為三種：(1)鹼法：用鹼性藥液，在高溫度蒸煮原料，依原料而定藥品的種類、濃度及蒸煮的條件。所用藥品約為苛性鈉、碳酸鈉、硫化鈉、石灰等，或單獨用，

或混合用均可。(2)亞硫酸法：概用酸性亞硫酸鹽類與亞硫酸的混合液，蒸餾原料至高溫，溶出非纖維素質，亦有單用酸性亞硫酸鹽類或亞硫酸鹽類者，應視原料而定。此法專用於木材，不能通用於其他原料。(3)氯氣法：以氯氣或氯水與原料作用的方法，然此法之前後，則以鹼液處理之。此法與鹼法相同，可通用於各種原料，然在工業上不見十分發達。

(三)精製工程 經過以上工程，由原料中離解而出的纖維，須洗滌之，或除去其粗大部分，以齊其大小，遇必要時，還得漂白之。如欲製出特殊高級的紙漿，則需要特別的工程。如此所得的紙漿，即可供造紙之用，或者壓去水分，製成紙板狀而出賣，便叫做紙餅。

以上三段工程之外，又可隨情形而收回藥品，提取副產物等的附屬工程。以下就各種紙漿，略述其工程，因此冊之重點在造紙，非專注於紙漿者。

### 第一節 木材紙漿

木材紙漿常用針葉樹的松、杉、檜、樅及闊葉樹的白楊、楓、栗等為原料，尤以杉木

爲最好，產量既多，纖維較長，所含的膠脂又甚少，故處理較易。因此以後所述木材紙漿，皆以杉木爲代。

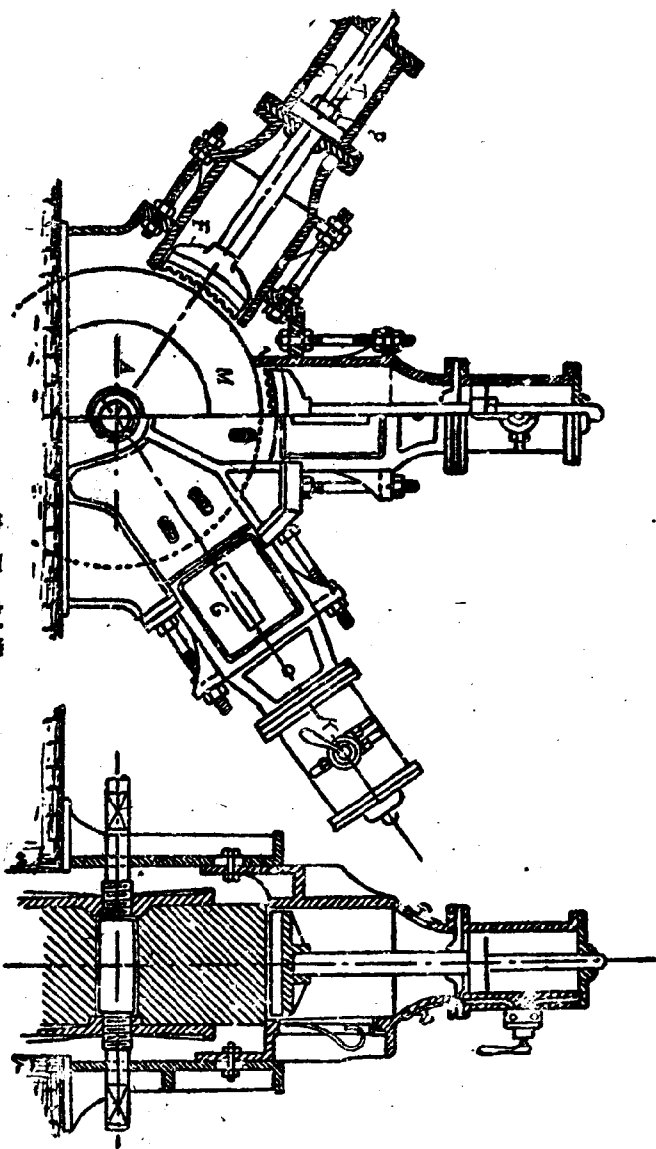
製造木材紙漿的預備工程，可先鋸木材爲適當的長度，使合於碎木機的大小。次剝樹皮，剝皮或用人工，或用機器，那要看木價和工資等的高低而定了。其次再將木材的痠節、損傷、腐蝕的部分，用如第二圖的穿孔機 (Dorer) 除去。以上工作所除去的外皮、木屑等，可供燃料之用。

木材紙漿的處理方法有二種：一爲機械方法，一爲化學方法。

(一)機械木材紙漿 把去皮的杉木鋸成五十厘米長的木段，若樹身粗大，可以劈開用之。若有節眼，把它挖去，隨將這木段裝進如第一圖的碎木機，磨成碎粉。

碎木機的主要部分，爲由急速旋轉的磨石 M 和強壓木材於磨石上的機械 F 而成。磨石以英、美、德及加拿大等所產的砂岩製之，近年有以硬度極高的碳化矽粒子與長石及黏土相混而焙之，做成人造磨石。磨石的中心有一橫軸 A，聯於發動機上，帶之旋轉。磨石圓徑，長約一公尺五，厚約五十厘米，周圍有水壓機所控制的壓板三塊或五塊。把木段裝進磨石面和壓板之間，又將水壓機施以強大的壓力於板上，緊按木段。於是開動磨石，使之

第一圖 手水機



轉動，那末木段被磨石碾成細粉，由附設的水管繼續不斷的放水沖下，流到收容器內，便成爲稀漿。

板面的壓力，每平方呎約爲三公斤，磨石每分鐘轉一百五十週。此機在二十四小時內，可磨木料四千五百斤，需馬力約一百三十匹。這種碎木機的大小，各種不同，磨石的直徑，可由一·二公尺至二公尺，厚由〇·三至一·一公尺。軸的旋轉數，每分鐘自一百五十週至二百五十週，水壓自二·五至三·五氣壓，所需動力，隨機械的大小，約爲五十匹至一千匹馬力範圍之內。

沖洗木粉，需水很多，乾粉三斤，需水四百升。若水過少，則磨石生大熱，或竟至於燃燒。所以用此法以製木漿，需水既多，需動力亦甚大，因此必須利用天然的山瀑，方合經濟。世界上造此木漿者，首推挪威，因其杉林既繁而大，山瀑也洪而多，非他國可及的。

用機械做成的木漿，木材纖維都被磨斷，用來造紙，毫無韌性，所以多用以造下等的紙板。例如報紙中，便含有機械木漿約百分之七十，因爲沒有永久保存的必要，故紙亦不必堅韌的。

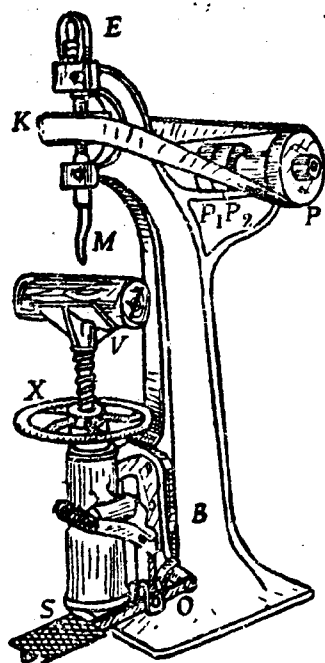
磨成的粉，粗細不一，若欲勻淨，須經過淨料篩，常用爲旋轉式的，篩有三種，細度各異。最粗的粉，須再要經過普通麥粉磨，把它磨細。

機械木漿的顏色，帶有微黃，和木材無異，並不潔白。用的人也不去漂白。若爲供給本廠造紙之用，便逕將稀漿引入磨細池中，和他料混合。倘要收存，或運輸別地，則用粗劣的小造紙機製成厚紙板，切爲適宜的塊片，包成定量的捆紮，便是紙餅。將來用之造紙，或與其他細料相配，則可撕置磨料碾中，碾細用之。

## (二)化學木材紙漿 把

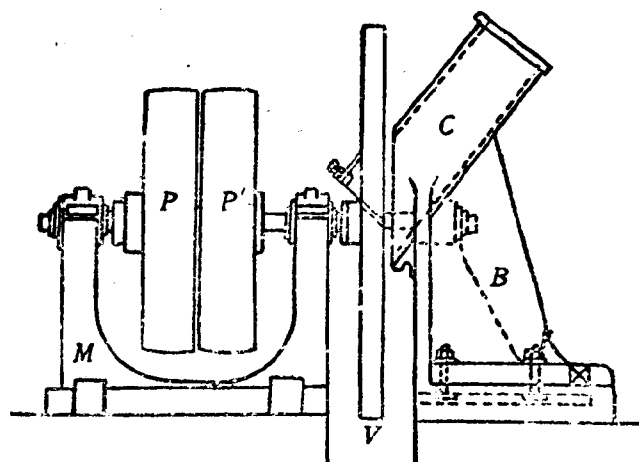
已去皮的木材，用穿孔機剝去癭節、損傷、腐蝕各部分，如第二圖所示。 $M$ 爲鑽頭， $V$ 爲鉗木段的鉗， $P$ 和 $K$ 爲轉輪， $X$ 爲移動木段方向的輪盤。

木段鑽去癭節後，再用



第二圖 穿孔機

鉋削機削為薄片。鉋削機的構造，有種種不同的形狀，如第三圖僅表示它的一例而已。鉋削機有兩個鐵座，如  $M$ 、 $B$ ，在鐵座  $M$  上的橫軸，有兩個滑輪  $P$ 、 $P'$ ，一個轉動，一個靜止。橫軸右端有一大旋輪  $V$ ，輪中嵌有銳利的刀四把。刀的多少，因鉋削機的大小而不同。鐵座  $B$  上有鐵筒  $C$ ，和旋輪斜交，木段即裝在筒中。旋輪  $V$  被滑輪  $P$  帶動，則木段便被刀切為薄片，下落在收容器內。所切的薄片愈薄，則以後的蒸煮容易均勻透入。薄片大約可切成厚三至五耗，長約十五至二十五耗。由鉋削機出來的薄片，因其有大小的不齊，且混有塵埃等物，須用篩篩之。至於旋轉輪  $V$  的速度，約為每分鐘四百週左右，



第三圖 鉋削機

便已適用。

木片既篩之後，方可蒸煮，因為煮時的藥品不同，所以分爲次硫酸法及蘇打法兩種。

(一)亞硫酸法 此法的蒸解鍋爲直立長圓柱形，固定不動。鍋的直徑約四公尺，高約十五公尺，外殼爲鐵板所造，內鑲一層燒磚，再裏爲鉛片一層，這是爲防止次硫酸侵蝕的關係。鍋的上下底各有一門，上所以裝木片，下所以出料。此種蒸解鍋約可容木片一百八十立方公尺，藥液亦略相等。鍋內又有鉛製之蛇形管，煮料的蒸汽即從此管出入，不致凝於鍋內。鍋上並附有水面管、汽壓表及放水管。鍋內的氣壓先小後大，約至大氣壓的五倍而止，所用的藥品，即爲酸性亞硫酸鈣。

第四圖至第八圖，即爲蒸解鍋的種種式樣。其中第四圖至第七圖，爲固定式，第八圖爲迴轉式，又第七圖爲間接加熱式，其餘爲直接加熱式。又除第四圖及第八圖外，其餘皆附有藥品循環器。今就第五圖說明之： $B$ 爲木片及藥液的裝入口， $C$ 爲其蓋， $D$ 及 $K$ 爲蒸汽管，其設置於蒸鍋內的部分爲有孔的輪狀。 $M$ 爲有孔的漏斗，做於鍋的底部，以防裝滿的木片落下。 $P$ 爲蒸解完了後，紙漿及廢液的排出管，與洗滌器連絡。又 $O$ 爲藥液循環用的抽機，藥液自鍋之下部抽出，經 $L$ 管自上部送入。或有逆其方向而循環，也是有