

林产化学工业知识丛书

从木材到纸

洪长根 編

林產化學工業知識叢書

从木材到紙

洪長根 編

*

中國林業出版社出版

(北京和平里)

北京市書刊出版營業許可證出字第007号

東單印刷厂印刷 新華書店發行

*

$31^{\circ} \times 43^{\circ} / 32 \cdot 1 \frac{1}{8}$ 印張 $\cdot 27,000$ 字

1959年8月 第一版

1959年8月 第一次印刷

印數: 0001—1,500 册

定價: (9) 0.14 元

統一書号: 15046 · 636

出版者的話

大躍進以來，在黨的正確領導下，我國的林產化學工業得到了很大的發展，全國各地都建立起了一些林產化學工廠，許多山區人民公社也在大辦林產化學工業。但是林產化學工業在我國畢竟是一項新興的事業，基礎差，經驗缺乏。為了幫助有關林產化學工廠（車間）工人提高文化，學習一些科學知識和技術，使林產化學工業能夠得到進一步的發展，我們決定出版這套知識叢書。打算每一本介紹一門專業知識，既講清主要科學道理，也交代一些技術。希望工人同志們閱讀這些書後，把自己的意見和希望告訴我們，幫助我們改進編輯工作，使這套叢書能夠起到它一定的作用。

目 录

紙和它的用途.....	1
木材——最好的造紙原料.....	2
造紙的方法和过程.....	4
磨木制漿法.....	7
亞硫酸鹽法制漿.....	9
硫酸鹽法制漿.....	17
紙漿的洗滌和篩選.....	22
漂 白.....	24
打 漿.....	26
施膠、填充和染色.....	29
抄造紙張.....	30

紙和它的用途

中國是世界上最先發明造紙的國家。早在一千八百多年前，蔡倫就發明了造紙的方法；但是，由于歷代封建統治階級的束縛，一直沒有得到多大的發展。在很長時期內，都沿用原始的手工操作的方式，一直到1891年才出現了第一個用機器造紙的工廠——上海倫章造紙廠。在國民黨反動派統治時期，由于帝國主義的侵略，封建主義和官僚資本主義的摧殘，造紙工業發展得很慢。解放前，每年只能生產十萬八千噸紙，最高也只有十六萬五千噸。而且只能造一般低級的紙張（如新聞紙、印刷紙等），象高級紙張（如道林紙、鈔票紙等），或者工農業技術用的紙張，自己都不能製造，完全得依靠從外國進口。

解放後，在黨和毛主席的英明領導下，在短短的十年中，造紙工業取得了輝煌的成就。1958年紙的年產量達到了一百六十六萬噸，比解放前增加了十四倍多。我們不但能生產一般低、中級紙張，而且能生產高級文化用紙，以及工農業技術用紙。十年來在蘇聯兄弟般的幫助下，我們建立了一些現代化造紙廠。

紙是我們最熟悉的东西，它不但是日常生活中必不可少的，而且也是許多工業所必不可少的。我們要提高文化、政治水平，就必須經常閱讀報紙、雜誌和書籍。這些都是用紙印刷出來的。不僅如此，紙在化學工業，建築工業，電訊、電器、無線電工業，以及國防工業中都得到了廣泛的應用。比如建築工業上用的屋頂紙板（很厚的紙叫紙板）、吸音紙板、隔音紙板、代替大理石裝飾房屋的塑料貼面紙，化學工業上用來包裝

水泥、肥田粉及其他化工產品的紙袋紙，电气工業上用來制造紙質电容器的电容器紙、包電話綫用的電話紙、制造電纜用的電纜紙，医学上濾細菌用的過濾紙，汽車工業上用來防震的防震紙板、過濾汽油的濾油紙板、防水用的防水紙板等等。社会經濟越發達，人民生活水平越高，需要的紙張數量和品种，也就越多。紙的半成品——紙漿，經過一系列的加工处理后，还可以做成照相及拍电影用的膠卷、人造絲、人造羊毛、炸藥、油漆、塑料以及紡織工業上漿紗用的膠料等。

木材——最好的造紙原料

造紙原料的種類很多，主要的有木材（如松木、杉木、云杉、冷杉、樺木、楊木等），農業廢料（如稻草、麥草、高粱稈、玉米稈、大豆稈、甘蔗渣、棉花稈等），韌皮纖維（如蘆葦、桑樹皮、山棉皮、構樹皮等），野生植物（如蘆葦、龍須草、紅毛公、山荒草、茭草、馬連草等），以及竹子（如楠竹、慈竹、白夾竹、西風竹、小毛竹等）。这些原料的資源在我國大多都很丰富。

在現代，制造高級紙張，一般都是以木材为主，我國的開山屯、石峴等三大造紙厂，就是用木材做原料。

木材分針葉樹材和闊葉樹材兩大類。云杉（又叫魚鱗松）、冷杉（又叫臭松、白松）、紅松（又叫果松、海松）、馬尾松、落葉松、杉木等属于針葉樹，樺木、楊木、楓樹等属于闊葉樹。不論是針葉樹或闊葉樹，都是由各种不同的纖維緊密地相互交織構成。纖維上有許多孔眼，养料就是依靠这些孔眼輸送到樹木的各部分。纖維用肉眼也能看到，如果把紙撕開，在撕破的地方就会看到許多很細的毛，这些細毛就是纖維。纖維

的形狀是多种多样的（圖1）：有的細而長，有的短而粗；有的兩頭尖，有的兩頭圓，有的却是長方形；有的纖維長達0.5厘米，有的只有0.07厘米。針葉樹的纖維平均長0.3~0.4厘米，比闊葉樹的纖維（平均長0.1~0.2厘米）。要長一倍多。由于闊葉樹纖維短，造成的紙強度差，所以在造紙工業中采用得比較少，而采用得較多的是紅松、馬尾松、云杉、冷杉等針葉樹。

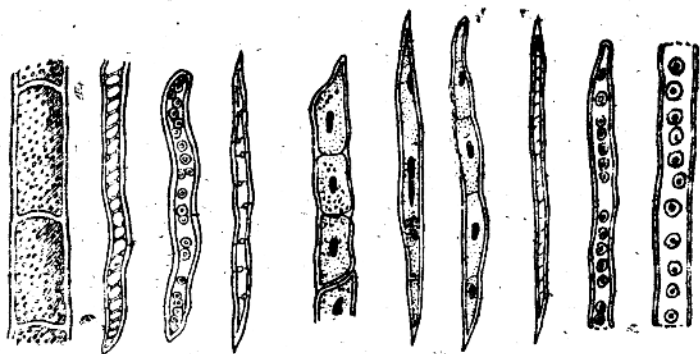


圖1 各種纖維的形狀

如果將一束緊密結合在一起的纖維橫切開，放在一種特殊的放大鏡——顯微鏡上觀察，就可以看到纖維中心是空的，外面有一層壁（圖2）。纖維壁與纖維壁之間有一層中間膜。中間膜象一層膠水似的將纖維膠在一起。中間膜是由木質素組成的。纖維壁主要是由纖維素組成，其中含有少量的木質素和其他雜質。造紙，就是先用化學藥品將木質素溶出而不損壞纖維素使纖維分離，或者用機械方法將纖維磨開，然後將纖維在造紙機上抄

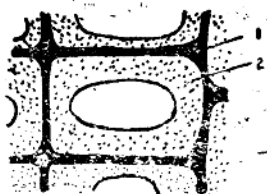


圖2 纖維橫斷面

1、中間膜； 2、纖維壁。

造成紙張。一立方公尺木材可以制出 200 公斤左右紙漿，抄出印一萬五千份報紙的新聞紙。

木材雖然是最好的造紙原料，但目前我國森林資源不足，木材供應緊張，我們還不能大量用木材來造紙，好木材要支援工業建設。所以我們應當加速綠化祖國，不斷擴大森林面積。森林資源豐富了，才能供給我們更多的木材做造紙原料。

造紙的方法和過程

木材制成紙，首先得把木材分離成纖維，然後才能在造紙機上抄紙。木材分離成纖維這一過程，工業上叫做製造紙漿（簡稱為制漿）。從分開的纖維到抄成紙張這一過程叫做造紙。

木材分離成纖維，可以用機械的方法，也可以用化學的方法。

機械方法是將木材用磨把緊密結合在一起的纖維磨開，所以這方法通常叫磨木制漿法。從磨木制漿法制成的紙漿（纖維）叫磨木漿。磨木制漿法既不需要化學藥品，也不需要蒸汽，同時 100 公斤木材可以磨出 98 公斤左右漿。但是，由於磨木制漿法沒有把膠合纖維的本質素除去，所以磨木漿不能單獨抄造紙張，必需加入一部分用化學方法制成的紙漿（約 20~50%）。而且抄出的紙張強度差，容易發脆和變黃。因此磨木漿只能用來製造新聞紙和低級印刷紙。

化學方法是將木材和化學藥品放在密閉的鍋內加熱蒸煮，化學藥品與木材中的木質素發生作用，使木質素溶化出來，膠合纖維的中間膜被溶化後，纖維就分離開變成紙漿。由於所用的化學藥品不同，化學制漿方法可分為亞硫酸鹽法和硫酸鹽法二種。

亞硫酸鹽法制成的亞硫酸鹽紙漿顏色比較淺，可以不漂白

直接加入磨木漿中制造一般紙張。亞硫酸鹽紙漿比較純，所以再用碱煮和漂白粉漂白后，可以做成高級的人造絲紙漿。人造絲紙漿經過一系列複雜的加工后，可以做人造羊毛、人造絲、膠卷、油漆以及炸藥等。亞硫酸鈣鹽或鎂鹽溶液是酸性的。木材中的樹脂（樹膠）与碱起作用而不与酸起作用。所以亞硫酸鹽不能蒸煮含樹脂多的木材（如紅松等），只能蒸煮云杉、冷杉等含樹脂少的木材。

硫酸鹽法制成的硫酸鹽紙漿顏色比較深，呈黃褐色，不容易漂成白色，所以一般都用來制造本色紙張。硫酸鹽紙漿制成的紙強度比亞硫酸鹽紙漿制成的高。它可以抄造各种高强度的紙張（如牛皮紙、紙袋紙、電容器紙、電纜紙等）。硫酸鹽法可以蒸煮任何木材，不論含樹脂多少。

化学方法制得的紙漿，由于已把大部分木質素除去，所以不發脆，强度好，可以抄造各种紙張。不过，需要消耗大量的化学藥品。制造 1 吨紙漿要用硫磺 120 公斤左右，石灰石 100 多公斤或碱 400 公斤左右。而且 100 公斤木材只能制出 40~50 公斤紙漿。

造紙过程是一个複雜而有趣的过程（圖 3）。木材从森林里砍伐下來后，由水路或陸路运到造紙厂。堆放在厂內貯木材的露天場地上，然后将木材鋸成一段一段，用机器或人工將樹皮剝去。去皮的木材一部分送到轉動的石磨上磨開，制成磨木漿，篩去未磨開的木片及粗纖維束后，送去抄造紙張。另一部分去皮的木材送到切木片的机器中，將木材切成小片。切好的木片用风或运输皮帶送到堆放木片的倉庫。从这兒再送到球形或圓筒形密閉的蒸煮鍋中，加入化学藥品，用蒸汽加熱蒸煮。蒸煮以后木片已分离成一条条非常細小而柔軟的纖維（紙漿）。用水將纖維洗淨，并篩去沒有煮透的木片和沒有完全分离的粗纖維束。灰色或褐色的細小纖維送到漂白池中，加入漂白粉進

行漂白。漂成白色的紙漿再用水將殘余的漂白粉及其他雜質洗淨。漂白紙漿用帶有很多刀片的打漿機把它磨細和磨碎。加入膠料和填料后，就在龐大而複雜的造紙機上抄成紙張，或加入部分磨木漿抄成紙張。

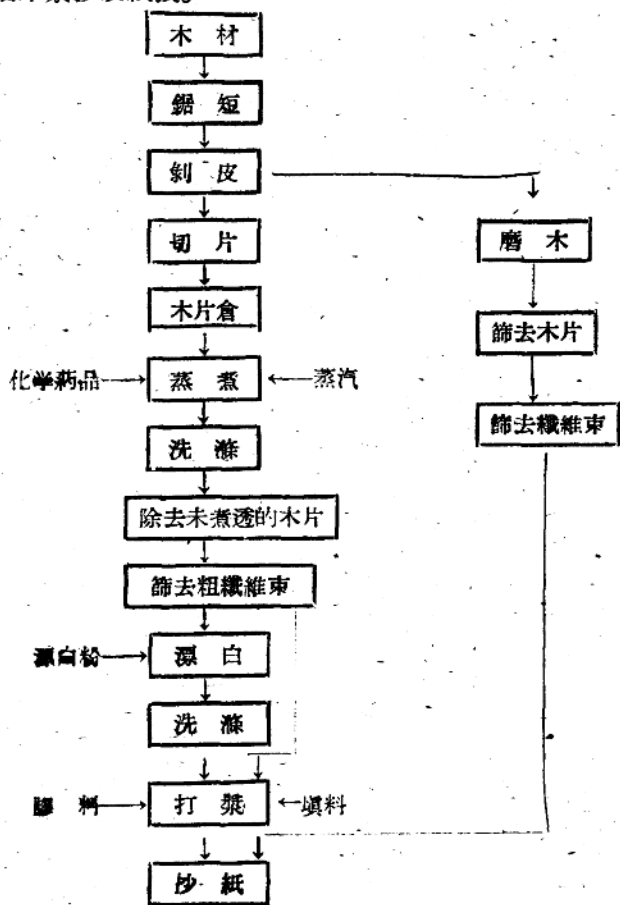


圖3 造紙過程

磨木制漿法

磨木制漿法就是把木材放進磨木机，使它緊压在旋轉得很快的磨石上磨碎。磨木机有袋式和鏈式兩種。

袋式磨木机（圖4）是在一個旋轉的圓形磨石上有兩個或三個口袋似的鐵盒子。盒子中間有一塊鐵制的壓板，用高壓水使它上下移動。盒子旁邊有一個裝料口，在裝木材時將它打開，裝入鋸短去皮的木材，然後關閉裝料口。開動機器，使壓板向下移動將木材緊压在磨石上，磨石就將木材磨碎成木漿。

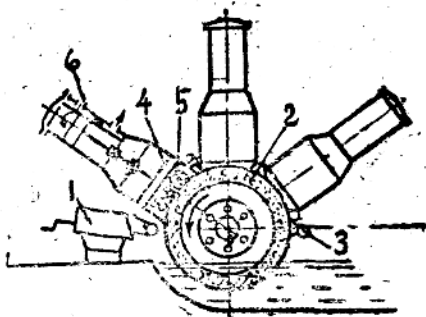


圖4 袋式磨木机

鏈式磨木机(圖5)

是在轉動的磨石上面有

1. 剝石机; 2. 磨石; 3. 噴水管;
4. 壓板; 5. 木材; 6. 高壓水入口。

一個長方形的鐵盒子，兩旁有二根或四根象坦克車輪那樣的寬鏈條。鏈條上每隔一定距離有一個凸起的地方。鏈條不停地向磨石方向移動。木段連續不斷地從盒子上面加入。鏈上凸起的部分將木材向下帶動緊压在旋轉的磨石上。木材被磨開，分離成纖維。鏈式磨木机可以不停地從上面加入木材，而袋式磨木机當一袋木材磨完後，必須打開裝料口重新裝料。袋式磨木机由於压在木材上的力量均勻，所以磨出來的漿料也均勻，而鏈式磨木机在靠近鏈條旁邊的木材，由於鏈上凸起部分的作用，壓力比較大，而中間的木材壓力小，所以磨出的漿料不夠

均勻。

磨木机上的磨石是用天然的玄武岩或鋼筋混凝土做成，表面上像磨子似的刻有紋路。在使用一段時間后，紋路就被磨平，不能繼續磨碎木材，必須用刻石机在磨石上重新刻上紋路。

磨木时，由于磨石和木材發生強烈的摩擦，產生大量的熱。如果不設法使它冷卻，只需幾秒鐘，產生的熱就可使木材燒焦。所以磨木机上有一根噴水管不停地往磨石上噴冷水，使磨石冷卻，同时也將磨碎的纖維沖洗下來。

磨出來的漿料還不適于造紙。漿料中帶有一些沒有被磨碎的粗大木片和沒有完全分離成纖維的纖維束。如果不篩去粗大木片直接送去抄紙，就会使造紙机受到損坏。因此漿料必須先經過帶孔眼（直徑是5~10毫米）的振動板，粗大木片留在板上，細小纖維及纖維束就通

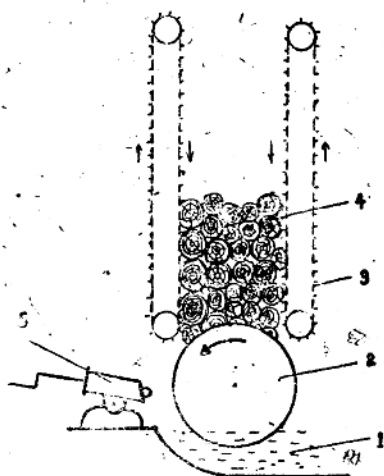


圖5 鏈式磨木机

1. 漿槽； 2. 磨石； 3. 鏈條；
4. 木材； 5. 刻石机。

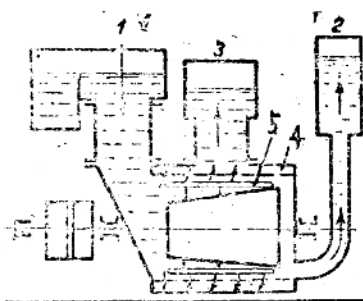


圖6 篩选机

1. 進料口； 2. 粗纖維束出口； 3. 細小纖維出口； 4. 網籠； 5. 旋轉葉輪。

过孔眼流到槽中送去再次筛选，將細小的好纖維和纖維束分离。不除去纖維束，將使抄出的紙張質量不好，强度差，紙上帶有一條條的纖維束，很不美觀。筛选在筛选机中進行。筛选机（圖6）是一个固定的圓篩子，中間有帶有漿葉的轉動圓鼓。漿料从一端流入筛选机中，細小的好纖維就通过篩孔从中間的細漿箱流出，而渣子（粗纖維束）从另一端出來。細小纖維就送去抄造紙張。

亚硫酸盐法制漿

木材中的纖維被木質素膠合在一起。要使纖維分离開，必須先將木質素变成可以溶解的东西溶出來。亞硫酸鹽法制漿就是用亞硫酸（ H_2SO_3 ），亞硫酸氫鈣〔 $Ca(HSO_3)_2$ 〕或亞硫酸氫鎂〔 $Mg(HSO_3)_2$ 〕和水的混合酸液与木材在密閉的鍋中加熱蒸煮，使木質素溶出，纖維分离開成柔軟的紙漿。混合酸液中的亞硫酸又叫游离酸，亞硫酸氫鈣或亞硫酸氫鎂由于这部分酸已和鈣或鎂化合所以叫化合酸。

把木材变成細小而柔軟的紙漿过程是非常复雜而有趣的。一根根木材从森林里砍伐下來运到造紙厂。用鋸將木材鋸成一米左右長的本段，然后用工具或机器將樹皮剝去，送到切片机中切成長2.5~3厘米、寬2厘米、厚0.3厘米的木片。

切片机是一个在水平軸上旋轉的大圓盤。盤的表面上有兩把到十把突击的刀。木材与圓盤成一斜角送入。圓盤上的刀就將木材切成長方形的木片。切片机切出的木片中常夾雜有一些木屑和大的木片，所以必需經過圓篩或平篩將木屑和大木片篩去。

圓篩（圖7）是一个旋轉的錐形圓筒。圓筒前半部帶有

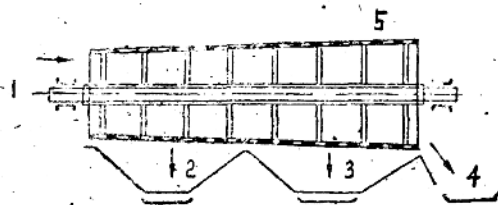


圖 7 圓 篩

1. 未篩的木片; 2. 木屑; 3. 合格的小木片;
4. 大木片; 5. 帶孔的圓筒。

0.8厘米大小的孔，後半部帶有3厘米大小的孔。木片由小的一端進入，經過帶0.8厘米孔眼部分木屑就从孔眼中漏出。木片經過圓篩的後半部時，好木片通過篩孔，落到下面的運輸帶上送到貯存木片的倉庫，從這兒再送去蒸蒸。大木片留在圓篩中從大的一端出來。

平篩（圖8）由上下二塊振動的網狀篩板組成。上篩板網孔長寬都是3厘米。下篩板網孔長寬都只有0.5厘米。木片在上篩板上篩去大木片。小木片和木屑通過網孔掉在下篩板上，

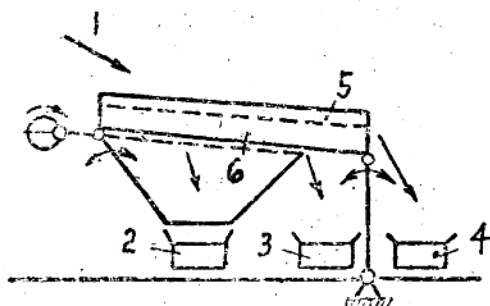


圖 8 平 篩

1. 未篩的木片; 2. 木屑; 3. 合格的小木片; 4. 大木片;
5. 網孔大的上篩網; 6. 網孔小的下篩網。

木屑通过网孔被篩去。

為什麼不將整根木材送去蒸煮，而必須切成木片再送去呢？这个道理可以拿煮食物作例子說明。如把整塊的食物放在鍋中煮很不容易煮烂，但將它切成片后很快就煮好。木材也是如此。化学藥品首先与木材兩端的木質素發生作用，然后逐漸進入中心与木材中心的木質素起作用。木材很緊密，化学藥品从兩端到中心需要的时间相当長。要想在幾个小时內將整根的木材全部煮透是不可能的。而且，当木材中心的木質素与化学藥品發生作用时，兩端已分离成的纖維由于与化学藥品作用时间太長而被破坏，煮得过“烂”，甚至变成粉末狀。因此木材必須切成小片。不僅如此，还必需將大木片篩去，不然小木片已煮“烂”，大木片中間还是“生”的。

木片从木片倉落到兩头縮小的圓柱形蒸煮鍋（圖9）中。因为亞硫酸鹽混合酸液是酸性的，所以蒸煮鍋內必須砌上耐酸磚，不然鋼板做的鍋一碰到酸就会“烂掉”。現在有不用耐酸磚的，而在鍋的內壁包上一層不怕酸的特种鋼。这种特种鋼由于它不怕酸，所以叫它耐酸鋼。蒸煮鍋很大，直徑从3米到6米，高10米左右，有的高達16米，比四層樓房还高。我國最小容積的酸蒸煮鍋也有125立方米大，大的有達200立方米的。蒸煮鍋上部有裝入木片的裝料口、鍋盖，并且接有放汽、進酸、進水的管子。下部准对裝料口的地方有放料口，旁边接有進蒸汽、放酸液的管子。

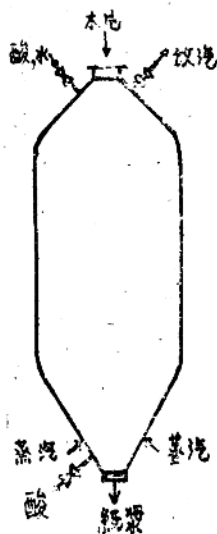


圖9 蒸煮鍋

木片裝滿后將鍋蓋緊閉，打開上部放汽及進酸的管道，用泵將酸液從進酸管道加入，鍋內的空氣從放汽管排出。酸液加完后將進酸及放汽管關閉，往鍋內通入蒸汽加熱。加熱到攝氏 100~110 度時停止通蒸汽，保持 1~2 小時。放掉聚集在蒸煮鍋上部的空氣后，再繼續通蒸汽，使溫度上升到 140 度，有的升到 155 度。這時，立即停止通蒸汽，使溫度不再上升，並保持一定的時間。保溫時間的長短隨原料的品種、質量，酸液的濃淡和所要求紙漿的軟硬程度而不同。短的只需要十幾分鐘，長的有達三、四小時的。保溫時間結束後，打開放汽管，讓鍋內的殘余二氧化硫、水蒸汽等氣體排出一部分，使壓力降到每平方公分 2 公斤。打開放料口。煮好的紙漿就從鍋內噴到洗滌漿料的洗滌池中。有的則讓鍋內的氣體全部排出，使壓力降到零，打開鍋蓋，用水將紙漿沖洗到洗滌池中。

木片蒸煮時為什麼一定要在 100~110 度保持一段時間？為什麼在高溫下有的保溫時間長、有的就短？这里面都有科學的道理。違反了這些客觀的科學規律，木片就煮不成紙漿，有時甚至會使全部木片變黑（工廠中稱“黑煮”）。

要使木片煮成紙漿，首先得將膠合纖維的木質素除去。木質素有一種怪“脾氣”，它只與混合酸液中的化合酸發生作用生成磺化木質素。在沒有化合酸的情況下，木質素不但不與游离酸發生作用，溫度在 100 度以上時反而自己相互結合起來成為黑色難溶的縮合木質素。但又非常奇怪，木質素與化合酸作用生成的磺化木質素却溶解在游离酸中，所以蒸煮必須用化合酸和游离酸的混合酸液。游离酸比化合酸活潑，一起向木片中心進入時，游离酸跑得快些。在 100~110 度時必須停止升溫一段時間，為的是使化合酸趕到。不然由於沒有化合酸，木片中心的木質素相互結合不再溶出，甚至造成“黑煮”。

影响在高温下保温时间的因素很多：例如木材的品种和质量、酸液的组成和浓淡、蒸煮温度和所要求纸浆的软硬程度等。其中以蒸煮温度影响最大。温度越高，保温时间就越短。温度增高10度，保温时间可缩短一半左右。例如在140度时要保温四小时才能煮成纸浆，那么在150度时只要保温二小时即可。这样说来是否可以将温度提高到200度呢？不可以。因为温度太高，虽然木质素在几分钟内即可溶出，但是对纤维的破坏作用很大，使抄造出的纸张强度非常差，有的甚至被破坏到不能在造纸机上抄造纸张。一般蒸煮温度都在140~160度之间。有的比130度还要低。蒸煮温度越低，保温时间就越长，纤维被破坏得越小，做成的纸张强度也越高。

混合酸液的浓淡和组成对保温时间也有显著的影响。混合酸液越浓，酸液与木质素接触的机会就越多，发生作用就越快，所以蒸煮保温时间就越短。混合酸液的组成也就是化合酸和游离酸的比例。化合酸主要是与木质素作用生成磺化木质素。游离酸是使磺化木质素溶解。如果游离酸少，化合酸多，木质素可以很快地变成磺化木质素，但由于游离酸少溶解很慢，蒸煮保温时间必须延长。如果游离酸多，化合酸很少，由于化合酸太少，与木质素接触机会很少，作用就很慢，所以温度不能升得快。温度升得太快，一部分木质素还没有磺化，在高温和游离酸的作用下，这部分木质素就互相结合变成难溶的缩合木质素。因此化合酸不能太少，也不应太多。一般化合酸含量在1%左右。这样既能保证木质素不相互结合形成“黑煮”，又能使蒸煮时间缩短。游离酸越高越好，但太高不容易制备，一般在4%~10%之间。

溶解出来的木质素还可以利用来制造纤维板、草酸、塑料、活性炭或黏合剂等。