

105278

基本馆藏

造紙機的計算與構造

〔蘇〕Ф. Г. 蘇赫曼 著



輕工業出版社

146

造紙機的計算與構造

[蘇] Ф. Г. 蘇赫曼 著

輕工業部造紙工業管理局譯

輕 工 業 出 版 社

一九五五年·北京

內 容 介 紹

本書有系統地提供了計算攪拌池、淨漿設備、簾板與流箱、網案及其部件的性能和強度所需的資料，試創解決這些問題的理論基礎，以改變過去根據經驗資料的計算方法。並把理論分析的結果，以簡單而便於實用的方法列出，可供造紙工業工程技術人員、機械師、設計工作者以及機器製造工業的工程技術人員與設計師們參攷。

Ф. Г. ШУХМАН

БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1954.

根據蘇聯國家木材造紙出版社一九五四年版譯出

造紙機的計算與構造

[蘇] Ф. Г. 蘇赫曼著

輕工業部造紙工業管理局譯

(傅志宗譯)

*

輕工業出版社出版

(北京西單區皮庫胡同 52 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

北京市印刷二廠印刷

新華書店發行

*

書號: 41·紙 14·850×1168 耗 1.32·8 1/2 印張·160 千字

一九五五年十一月北京第一版

一九五五年十一月北京第一次印刷

印數: 1-1,000 定價: (九) 2.10 元

關於翻譯蘇聯製漿造紙書籍的說明

我國已進入大規模的經濟建設時期，製漿造紙工業亟待改進與發展。努力學習蘇聯先進生產技術與企業管理經驗是我們當前的迫切任務。爲了使我國造紙工業全體工人和幹部能够普遍地、有系統地學習蘇聯，我局曾組織人力選譯蘇聯製漿造紙書籍多種，將由輕工業出版社陸續出版，以供需要。

我們選譯的書籍大致可分爲三類：第一類是製漿造紙的基本技術叢書，這類書籍在蘇聯是專供培養各種工種（如蒸煮、打漿、漂白、抄紙、壓光等）工人用的，其內容着重介紹現場操作，設備管理及安全技術方面的基本技術知識；就我們現有的技術和業務水平來說，這類書籍無論對現場工人或技術與管理幹部，都是有益的。第二類是製漿造紙工業生產技術與企業管理的書籍，其內容涉及整個工藝過程及整個企業的生產活動，適於企業工程技術人員和管理幹部閱讀，專業院校師生和試驗研究人員，亦可用作參考。第三類是有關製漿造紙方面專門的或綜合性技術問題研究的書籍，適於從事專門問題的實驗研究者參考。

由於材料來源的關係，我們的選題是有缺點的，有些原書版本已較陳舊，有關生產發展的統計數字和技術經濟指標有些已經和目前蘇聯的實際情況不符了，但我們認爲這並不影響書的基本內容。希望讀者注意到原書出版的時期，並根據我國目前的技術資料，加以印證比較。

由於翻譯人員的語文和業務知識不够，翻譯工作的組織領導也存在一定缺點，對於術語名詞未能統一，語法修辭及內容方面也未盡完善，希望讀者隨時提出批評和指正。

輕工業部造紙工業管理局

目 錄

序言	7
造紙機發展史	9
攪拌池	27
攪拌池的式樣及構造	28
攪拌池的容量	32
攪拌池的尺寸	32
葉子槳攪拌池的傳動與計算	35
淨漿設備	39
除砂槽	40
除砂槽的尺寸	43
關於除砂槽構造方面的資料	46
離心選漿機	48
離心選漿機需要的傳動馬力	53
旋渦選漿機	59
篩漿機	65
平板篩漿機	67
圓筒篩漿機	75
流送漿料到造紙機銅網上的設備	104
堰板	104
壓力流箱	106
封閉式流箱與動流壓力箱	118
造紙機網案	123
定幅裝置	127
網案長度	128
銅網寬度	133

胸輥	136
案輥	145
吸水箱	159
在吸水箱上的脫水	160
吸水箱的數量	170
吸水箱內部的真空度	175
氣水分別排出裝置	176
伏輥	181
真空伏輥	189
導網輥	200
緊網輥	203
調整銅網裝置	213
網案的振盪	221
振動器	229
銅網的壽命和銅網的更換	234
網案上的輥筒及吸水箱面板的材料	252
附表	254

序 言

聯共第十九次黨代表大會關於1951—1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中寫道：「除了使用新的企業和機器設備以外，還要改造現有企業，增添新設備，實行生產機械化，增加生產速度和改進操作過程，以保證增加現有企業的生產能力。」

由於必須把擴大現有企業作為以最少開支增加生產的最重要潛力，所以對於現有造紙機的改建工作，就應當採取非常的規模。

另外，第十九次黨代表大會的指示，對於製漿造紙工業還規定要發展生產率高的製漿造紙工業的機器和設備的生產。

為了勝利地完成這些重要的國家任務，必須用科學的方法把工程技術人員和生產革新者裝備起來，幫助他們儘可能地將現有設備（首先是足以決定整個企業生產能力的造紙機）的生產能力提高。

造紙機計算及構造方面專門文獻的缺乏，乃是完成這些任務的路途上的最大障礙。

在製漿和造紙生產技術方面已經有了一些專門的教材和技術文獻，對於造紙機的計算和構造則極缺乏適當的參考書籍。本書“造紙機”（計算與構造）的編著就是想部分地解決這個存在的問題。

本書首創地把計算造紙機的性能和計算造紙機各部分，各部件以及各種零件的強度所需要的資料有系統地提供出來，藉以試創解決這些問題的理論基礎，以改變過去根據經驗資料的計算方法。

理論分析的結果，均以簡單的和便於實用的方式列出。

本書的材料主要以蘇聯造紙工業和造紙機器製造工業的資料為依據。

造紙機發展史

在人類文化開始萌芽，出現了使人類彼此間建立聯系並保存文件於後代的必要的時候，各種結實的物體都是人類書寫的材料。

在人類大遷移，運輸業和商業沒有開始發展以前，這些書寫材料的選擇是根據各地的自然地理條件，文化和工業狀況來決定的。

上古時代曾採用大理石，石灰石，花崗石，泥，象牙，鉛，塗臘的木板等等作為書寫的材料。經過很多的年代以後，在書寫用品中出現了一部分植物，如菩提樹皮，白楊樹皮，由紙草（Лапирус）粘成的頁片等等。以後又使用獸皮（羊皮），綢子，最後才使用紙。

一千八百年以前已經開始使用紙作為書寫的材料。其他任何生產發明，對於文化發展的促進，都不能與紙的發明相比。在現代紙的用途極為廣泛。對於我們來說，紙是社會主義文化廣泛傳播的工具。它供應我們大量的教科書，練習簿，文學，藝術品和報紙，是我們在生活上，商業活動上和生產上的文化食糧。因此，增加紙的產量在我們的國家內是一件關係全民的事情，是國家頭等重要的事情。

由於紙的重要，就必然使我們注意到造紙機（造紙工業的主要設備）的發展和進步改善的方法。

紙的生產開始於第二世紀 105 年。當時的生產工具是臼，杵及抄紙簾框。臼由石料製成，杵係木製。為了防止杵被撞損，杵端包以鐵箍。保留到今天的簾框，或稱抄紙簾架是一個木製的四角框，為了收聚纖維材料，框上裝以紫銅絲結成的網簾。採用金屬網簾以前，曾使用綢子或蘇織品作網簾。框內置有橫

的木條以保持網簾的水平位置；橫木條的形狀必須不妨礙脫水。在這個框架上再裝上第二個可以取下來的木框。第二個木框的高度根據紙張的厚度來調整。

當時的生產過程是不複雜的。將纖維材料裝入臼內，用人工以杵搗碎。把製成的紙料裝入桶內，加水稀釋。然後按照下列工序進行抄紙^①。抄紙工人先將簾框浸入漿桶抄起形成紙所必需的漿量。把鋪有漿層的簾框在桶內平穩的向前後左右搖動。簾框取出後，大部分的水份在幾秒鐘內就通過網簾流返漿桶，然後抄紙工人把簾框置於漿桶旁邊特備的座架上，第二個工人把紙頁取下放在一塊毛布上，又用另一塊毛布把紙頁蓋住，在這塊毛布上再加放第二張紙頁。如此順序疊放，直到紙堆達到一定的高度時，再使用木榨^②將紙頁內的水份脫除。壓榨後即進行乾燥。從前採用的乾燥方法是自然乾燥。把紙頁掛在與晒衣架相似的晒紙架上晒乾。對於書寫用紙還進行過表面施膠。圖1表示在現代條件下手工抄紙的工作情況。

當時的生產工具雖然是很簡陋，可是使用的時間差不多有十二個世紀。

這些生產工具中令人最不滿意的就是杵臼，因為搗碎纖維時，工人必須化費很多的勞力。至十三世紀中葉，開始使用水輪傳動的木製杵臼。為了防止杵端和臼底很快的磨損，臼內鋪有鐵底，杵端包以鐵箍。

用以碾漿的杵臼經過改進以後，對於紙的產量及纖維的叩解雖然是有所提高和改良，但是製漿的操作仍然是一件最吃力的工作。漿臼每次所裝的紙料不多，下料，取漿都需停止木杵的動作。

1670年發明的打漿機代替了碾漿用的杵臼。打漿機主要的工作原理和打漿機零件（刀輪與底刀）的構造特點一直保留到

① 手工抄紙法直保留到現在，採用於生產各種高級及繪圖紙的工廠內。

② 當時製紙所採用的螺絲桿槌是由木料製成的。

現在。

隨着打漿機的發明，造紙過程的各工序間便產生了不平衡的現象。使用打漿機的製漿能力比過去採用杵臼製漿時增加了三倍。抄紙工段因為需要經驗的技術工人，產量一時無法提高，所以抄紙工段在當時造紙業的生產中就成為薄弱的一環。



圖1 手工抄紙

可是這種困難在當時並沒有感到嚴重，生產的不平衡現象逐步以增加抄紙工人和增加他們的勞動強度獲得解決。其中主要的原因，還是由於封建主義的束縛，社會上的用紙量很低。

造紙生產過程中各工段間生產能力不平衡的現象直到1799年羅拜爾（Робер）發明了第一部與現代造紙機長網部分相似的抄紙機以後，才真正的得到解決。

現在來描述一下羅拜爾發明的抄紙機（圖2）。在這部抄紙機上首創的採用了無端的銅絲網^①。機座由木製的底框，立

① 造紙工業雜誌，1934年第8期，H. M. 拉司金。

柱和橫撐構成，在機座上裝有木製的漿池。漿池上面裝有一個

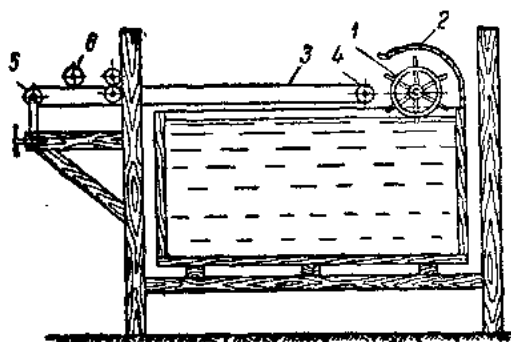


圖2 1799年的製紙機簡圖

轉動的抄紙輪1，輪上附有狹窄的銅片，抄紙輪旋轉時銅片把紙漿由漿池內帶到噴漿板2。紙漿由噴漿板不斷的注向無端銅絲網3，網3寬64厘米，長3.4公尺。

銅網套在輥筒4和5上。輥筒4是固定的，輥筒5可以沿着水平的方向前後移動，以便鬆緊銅網。爲防止紙漿向銅網兩邊散流，在銅網兩邊裝有窄的魚皮條。當銅網由抄紙輪向前徐進時，水由紙漿中通過銅網流返漿池。銅網的尾部裝有兩個包毛布的銅輥，紙頁通過這兩個壓緊的輥筒脫水。紙頁經過壓榨以後，捲在輥筒6上，當長度達到15公尺左右，將捲紙輥6取下。由輥筒6取下來的濕紙再通過幾道螺絲桿壓榨，然後掛起曬乾。

這部機器是由人工轉動的，並附有橫向振動銅網的設備。由此簡圖可以看出，這部機器可以担任抄紙工段的主要工作，以銅網代替了抄紙簾框，銅網的振動設備代替了工人搖動簾框的操作，一對壓榨輥代替了人工操作的木榨。因此，三個工人的工作，可以由一部機器來完成。這樣的抄紙機，在當時雖然是創立了造紙作業連續化與自動化的概念，可是並未採用於生產。它的主要缺點是漿池內沒有攪拌器，由於銅網上的白水不斷的流返漿池，所以漿池內紙漿的濃度不斷的降低。手工抄紙有同樣的缺點，但手工抄紙可以由工人的技術和經驗予以克復。這種抄紙機還有一種缺點，濕紙在捲紙輥上互相黏合，要把紙頁取下，需要很多的時間。

本書不再詳盡的敘述下去，不過應當知道，第一部具有生產意義的造紙機是在1803年秋季開始參加生產的。

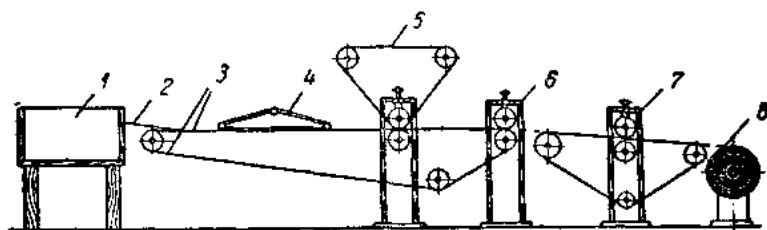


圖3 1803年的造紙機簡圖

1803年的造紙機在構造方面有了很大的改進（圖3）。經過連續攪拌的漿料，由漿池1通過漿槽2流向無端銅絲網3。銅網兩邊各裝有一條無端的定邊帶4，以防止漿料向兩邊散流。濕紙頁後一步的脫水設備是一對壓榨輥（伏輥）。在這部造紙機上脫水的效果好是由於採用了迴轉的毛布5。紙頁通過伏輥以後，再經過壓榨輥6和7，然後捲在輥筒8上。

於1803年才試製成功的造紙機，其壓榨部分的構造很快的就得到了改進。

1807年採用了吸水箱。

1809年發明了圓網造紙機。

1812年在伏輥的上輥上加了毡套。

1817年加設了第二道壓榨輥。

1823年開始採用烘缸，使用蒸汽烘紙。在此以前，所使用的烘缸兩邊沒有閘頭，在迴轉的烘缸內設有不轉動的加熱器。

1826年爲了製造有水印的紙加設了水印輥和平滑輥。同年內開始採用真空泵使吸水箱內發生真空，加強了紙頁的脫水。

1829年爲了使紙張的兩面相近，採用了反壓輥。

1830年發明了平板篩漿機（或稱平篩機），同年內又採用了案輥和網案振動器。

1838年在造紙機前方加設了除砂槽。

1856年採用了圓筒篩漿機（或稱圓篩機）。

1859年發明了捲紙機。

1864年伏軾的構造有了很大的改進，其構造的式樣直保留到現在。同年內又開始使用銅網調整設備。

1892—1893年間在毡套軾上增設了橡膠刮軾，其作用與刮刀相似。

對於第一部具有生產意義的造紙機，從上述的一系列主要改進中可以看出，這部機器在開始工作以後，幾年中就被改造成一部比較完善的造紙機。

談到現代的造紙機（圖3a），首先應歸功於三項重要的改進，說正確一些應當是發明。由於有了這些發明，今天我們可以製造一部日產300噸紙的造紙機。

三項發明的第一項是真空伏軾，它是在1908年開始使用的，裝在一部製造防油紙的造紙機上代替普通伏軾的下軾。以真空伏軾代替普通的伏軾，可以避免紙頁被壓花的現象，減少濕損紙量並使引紙的操作簡化。這對於新聞紙的生產有着重大的意義，因為新聞紙的用量與日劇增，其價格必須不斷的降低。

伏軾上的各種困難被克服後，造紙機的車速就迅速的提高了。於1912年時製造新聞紙的造紙機車速已經提高至210公尺/分。

繼續提高造紙機車速的阻礙是堰板的構造問題。因此第二個重要發明應該是壓力流箱。有了這項發明，解決了使用堰板時所發生的困難。壓力流箱是在1916年開始使用的。這一項發明使網案的構造簡化，而主要的還是使漿料上網的流速提高，因而得以繼續提高造紙機的车速。生產新聞紙和袋用紙的現代紙機的车速目前已超出600公尺/分^①。

① 在這種高車速的造紙機上，採用泵把紙漿通過密閉的流箱送至鋼網上。

在最近的幾十年內，造紙機在構造方面最大的改革是多馬達的分部傳動。這第三項發明的實質，就是採用與造紙機需要傳動的各部分相同數目的電動機，分別傳動，以代替一個總電動機和錐形皮帶輪的皮帶傳動。錐形皮帶輪的用途是調節造紙機各部分之間紙幅的鬆緊。隨着造紙機的寬度和車速的增加，由於皮帶的拉長和打滑，在操作和管理上發生了困難。可是，對於生產新聞紙的紙機，由於新聞紙的需要量日益增長，提高車速又是必要的。若是用降低車速和增加化學漿的配比來解決操作困難，是不合理的，因為這兩種辦法都會使新聞紙的成本增高。採用多馬達傳動，紙幅的鬆緊係以電流控制馬達的轉速來調節的，這種困難就可以合理的加以解決。

多馬達傳動的造紙機雖然是在1913年才開始正式參加生產，可是在1908年就已經開始試用多馬達的傳動。從1919年起，第一次世界大戰以後，當多馬達的傳動裝置上附設了自動調整速度的設備，這種傳動才得到廣泛的推廣與採用。

有了多馬達的傳動，就可以繼續提高造紙機的车速和寬度。在此以前，造紙機的網寬未超過3.0公尺，車速未超出250公尺/分。採用皮帶傳動，以錐形皮帶輪調整紙幅的鬆緊由於皮帶的荷重和行速達到一定的限度時，就要打滑，因此造紙機的车速和網寬的繼續提高受到限制。多馬達傳動對於紙幅鬆緊的調節與造紙機的網寬，車速和皮帶荷重的大小不發生關係，所以此一困難又獲得解決。

不容置疑，在造紙機上多馬達傳動的採用是造紙工業和造紙機製造工業發展的一個重要階段。從效果方面來看，這一項發明的重要性不亞於採用蒸汽烘紙和烘缸的發明。

捲紙設備所發生的困難也被克服了。在慢車速的造紙機上，以前和現在，所使用的捲紙設備都是摩擦式的捲紙機，用人工調整紙幅的鬆緊，當造紙機的车速提高後，這是一件非常困難和危險的工作。從1914年起開始採用鼓式捲紙機或稱為

定速捲紙機。在這種捲紙機上紙幅的鬆緊是使用壓縮空氣進行調整的。以前在復捲機上曾採用與此類似的捲紙設備。

出現了三項重大的發明以後，造紙機製造工業的發展獲得了極大的推進。以後 35 年以來，新聞紙造紙機的寬度由 3—4 公尺提高至 8.15 公尺，車速由 180 公尺/分提高至 600 公尺/分(表 1)。

表1 從造紙機的發明開始至1949年，造紙機的網寬、車速和產量的增長情況

年 份	網寬 (公尺)	車 速 (公尺/分)	日產量 (噸)	年 份	網寬 (公尺)	車 速 (公尺/分)	日產量 (噸)
1799	0.64	5	0.10	1903	4.00	140	20.0
1803	0.80	5	0.12	1912	5.10	210	58.0
1827	1.50	10	0.23	1919	5.90	303	110.0
1840	1.50	15	0.50	1929	7.70	365	170.0
1867	1.50	30	1.00	1934	8.15	425	225.0
1880	2.50	60	3.00	1949	7.20	610	290.0
1889	3.00	80	6.50				

隨着造紙機網寬和車速的提高，同時增加了造紙機的體積，重量和價值，重量增加的比率見表 2。

由表 1 的資料可以看出，從發明造紙機的時候算起，150 年以來造紙機生產能力的增加極為迅速，兩部造紙機的產量 Q 和 Q_1 ，在全部其他條件相等的情況下，與其網寬 s 和車速 v 的乘積應成正比：

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{sv}{s_1v_1}$$

1799 年與 1949 年的造紙機相比，網寬與車速的乘積比率如下：

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{7.2 \cdot 610}{0.64 \cdot 5} \approx 1370$$

如果是把現代的 600 公尺/分車速的造紙機與原始的紙機相比，則其比率約為 3,000 倍(表 2)。