

造紙工程與印刷用紙

林啓昌編著

美術印刷技術叢書 6-2

11607
T8802
20

造紙工程與印刷用紙

林啓昌編著



美術印刷技術叢書 6-2

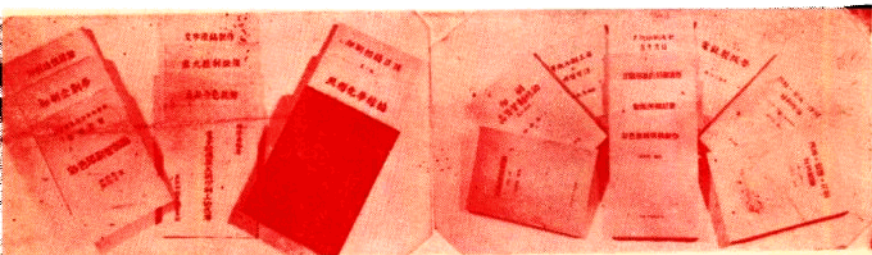
員工在職訓練必備
在學學生進修必須

之「印刷叢書」出版了

※即時供應※

印刷叢書第一輯

印刷叢書第二輯



※ 美術印刷技術叢書第三輯預告

- | | | |
|----------|------------|------------|
| ① 平版製印綜論 | ② 印刷工廠設計管理 | ③ 原稿色調修正技術 |
| ④ 彩色製版技術 | ⑤ 彩色照相製版技術 | ⑥ 光電製版綜論 |
| ⑦ 彩色照相概論 | ⑧ 照相感光材料 | ⑨ P S 版製印論 |
| ⑩ 裝訂概論 | | |

印刷資料中心
服務處

臺北縣板橋公園
國立臺灣藝術專科學校美印科

電話：9616136 • 9616137

造紙工程與印刷用紙

美術印刷技術叢書 6-2

總經銷：五洲出版社

經銷者：全省各大書局



編著者：林 啓 昌
發行人：丁 璽 庶
發行所：五 洲 出 版 社

❖ 目 錄 ❖

1. 緒論	1
1.1. 紙的定義	3
1.2. 紙的起源與發展	4
1.3. 近代製紙工業的興起	7
1.4. 紙與文化	11
1.5. 製紙工程	11
1.6. 紙的製造與使用	12
2. 紙漿的製作	21
2.1. 概說	23
2.2. 原料木材	25
2.3. 調木作業	26
2.4. 機械紙漿	33
2.5. 碱木漿	48
2.6. 亞硫酸木漿	83
2.7. 化學機械紙漿	111
2.8. 半化學紙漿	116
2.9. 破布紙漿	131
2.10. 韌皮紙漿	133
2.11. 其他紙漿	135
2.12. 舊紙漿	138
2.13. 紙漿的漂白處理	146
2.14. 紙漿的精選及脫水	161
3. 紙料的準備	175
3.1. 紙料的配合	177
3.2. 紙料的打解	189

11/10/65

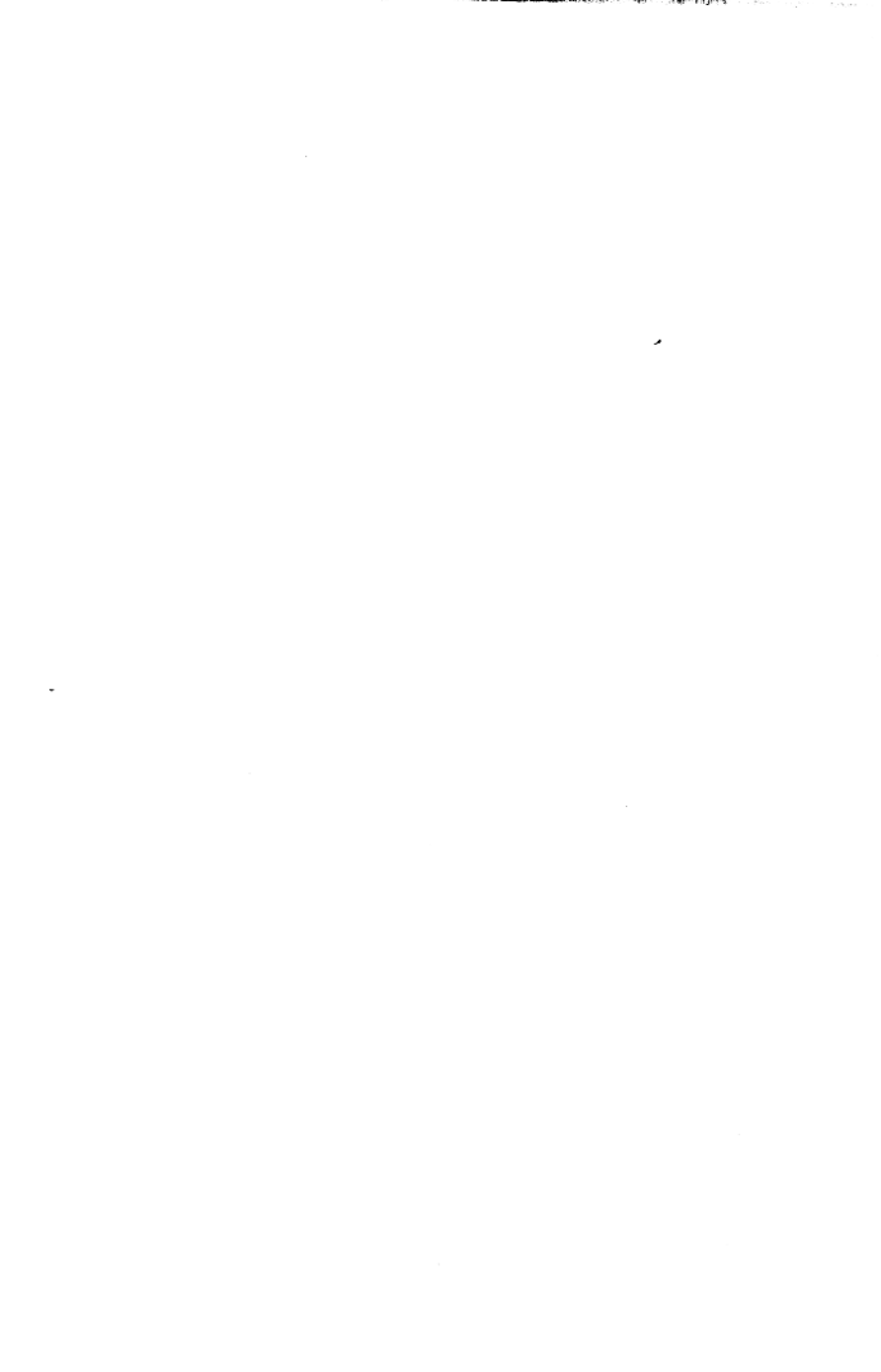
3.3	紙料的加膠	213
3.4	打解及濕部的添加劑	224
3.5	紙料的填充	230
3.6	紙料的着色	239
3.7	完全紙料的調整	253
4.	造紙工程	257
4.1	總論	259
4.2	手工造紙	259
4.3	機械造紙	265
5.	紙的完成工程	375
5.1	總論	379
5.2	收捲作業	379
5.3	上光	383
5.4	裁切	392
5.5	檢查、點數	396
6.	紙的加工	399
6.1	總論	401
6.2	塗料加工紙	401
6.3	吸收加工紙	431
6.4	變性加工紙	437
6.5	積層加工紙	440
7.	印刷材料的印刷適性	447
7.1	印刷用紙的印刷適性	447
7.2	紙的流動學問題	472
7.3	特殊被印材料	478
7.4	高分子的流動學問題	493
7.5	合成紙的進展	501
8.	印刷用紙的試驗	509

8.1.	捲筒紙的外觀檢查	511
8.2.	紙料的性質檢查	511
8.3.	使用印刷適性試驗機的試驗方法	517
8.4.	基於印刷用紙的故障	521
8.5.	有關印刷用紙的工業規格	525

1

緒 論

紙的定義
紙的起源與發展
近代製紙工業的興起
紙與文化
製紙工程
紙的製造與使用



1.1. 紙的定義

紙的英語為 Paper，德語為 Papier，法語為 Papier，但其語源均來自拉丁文“Papyrus”一詞。

^(pəˈpajɪəs)
Papyrus 原為埃及尼羅河畔自然生長的一種蘆葦(學名 *Cyperus papyrus* L)，古時候埃及人利用 Papyrus 製成一種草紙作為記錄材料，其極似目前所用之紙，故成為語源。

僅其外觀及用途似今日之紙，但製造方法如後所述，與紙完全不同。

那麼紙是什麼呢？

有人以「紙是植物纖維互相纏絡而成的毛氈狀之薄葉狀物」但紙本身的形狀保持的構造與毛氈狀完全不同。

又有人以「紙為在水中將纖維加以纏絡製成，經乾燥，恢復紙的纖維彈性，保持其形狀的薄葉狀物」，但檢討後仍不完全，過去之纖維原料為植物纖維但目前如羊毛、絹等動物纖維，石棉那樣的礦物纖維，人造纖維、尼龍、維尼龍等化學纖維、合成纖維也利用，此外加入有白土、滑石等礦物質粉末，澱粉、松脂等膠質物及各種色料，過去以為薄質物但目前也有厚紙、板紙，不全是薄紙。

就以上看來過去的紙的定義是「紙以植物纖維為必須之原料，將其於水中纏絡，依乾燥恢復其彈性，並依纖維之黏著給予形狀及強度的物體」。

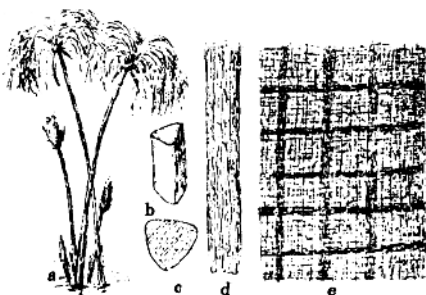
但近來已有不用水的造紙法，使用合成纖維裝成類似紙（第二種紙或不織布）及用合成高分子物質的軟片，將其表面處理為可作為紙的用途的加工合成紙的出現，紙中，就廣義的定義應含入第二種紙，合成紙才行。

故紙的定義在目前爲含入第二種紙在內「將植物纖維及其他纖維加以纏絡、膠著而成之物」。

1.2 紙的起源與發展

(1) 古代的記錄材料

隨著人類文化的發達，欲將民族的業績永傳後世成爲自然的願望。



第1 - 1 圖 papyrus 草

成爲世界文明奇蹟的埃及的金字塔，奧貝

力蘇克等雄大的建築物的建造均爲偉業永誌記念爲其目的。早在紀元前 4000 年前即有用象形文字刻在岩石的方法後來進步至刻在簡便石板的記錄，其後的文化發展日益進步，記錄之欲望也愈大，更進求更爲便利的書寫材料，粘土板、木板、金屬薄板、塗腊木板、動物的皮革、木葉、木皮等各種應用甚多。

(2) Papyrus 草紙

以上各種記錄材料均在實用上有種種的缺點，後來出現了埃及的 Papyrus 草紙。

Papyrus 草如第 1 - 1 圖所示，很像通心草，其莖呈三角形的斷面，莖高 2.5 呎，上面開花穗，除利用爲前述之記錄材料之外也利用在帆布、繩索之製作。

Papyrus 草紙之製作時，先去莖部之外皮，留纖維質的草心，

以銳利刀片削爲薄片，將其大小近似之薄片排在平台上部分重疊，縱橫交錯排列，潑水壓數小時則各片黏著成爲薄片。再以象牙、研光使表面平滑乾之。再若干片繼接爲適當長作爲卷筒狀出售。

此種捲筒草紙的創製年代不明，但在紀元前 670 年 Numa 在其著作中有利用 Papyrus 草紙之記錄故可斷爲甚早。

3 ~ 4 世紀時製造達最盛時期，製造中心在亞歷山大城。

伊大利一直使用至 12 世紀，以羅馬時代最爲盛行。但供量不足故成爲昂貴之物，爲求代用品故有羊皮紙的出現。

(3) 羊皮紙 (Parchment)

此爲西洋爲僅次於羊皮紙的記錄材料，如今在極特殊情況時仍在使用。此羊皮紙爲 Papyrus 草紙禁止供應的小亞細亞的 Pergamus 地方所發明者，其製法爲將山羊的皮浸入石灰乳以脫毛，張框乾之，用白堊土及輕石磨擦表面，使變爲薄質製成，小牛皮以同方法製成者稱爲 Vellum，如今仍用爲裝訂材料。

這些記錄材料內有了低廉的紙出現後其用途漸漸少，轉入製紙業的發達。

(4) 東方的古代記錄材料

中國爲東方的古文明國之一，紙即爲中國人發明者，發明前爲利用竹簡及絲帛。

竹簡爲去竹子的表皮，切爲適當的寬度及長度，以金屬製的尖筆在文字上刻寫文字，端部穿綫編成竹簡的文書。

絲帛爲絹布，在發明毛筆後利用爲記錄材料，取代竹簡流行一時。

但布的吸水性大書寫會滲散不方便作訂正，將布叩打使起以求

填塞布目未成功。此時用叩布所生之細毛浮在水中以布撈起在布表面形成微密纖維層可作書寫材料，及去以後將纖維層由布剝離也可使用，此為紙發明之遠因。

(5) 紙的發明

依記載為後漢和帝（公元105年）時蔡倫所發明，故又有蔡侯紙之名。此種大發明決非一人所能完成，此種方法，由蔡倫改良集其大成者。他以麻纖維及破皮纖維為主要原料以製成者。

(6) 製紙術的傳播

中國發明的製紙術因秘而不宣未傳至國外，至公元704～751年才傳入，此為阿拉伯及土耳其間有了戰爭，後者之首都薩馬爾干為敵軍所佔，戰爭中捕獲了多數中國人，阿拉伯人由這些中國人中學得製紙術，使中國的造紙術傳入西方。

阿拉伯人將其改良以木棉為原料，製水力搗碎機（Stamping machine），此為最大的改進。

10世紀時，方法傳入埃及，始用亞麻為原料以行製紙。

11世紀傳入非中地中海沿岸地區，此時入侵西班牙的姆亞人在Valencia·Xativa·Teledo等洲設造紙工廠，此為歐洲建設製紙工廠之始。

後來因十字軍東征，製紙術傳入伊大利，加入澆入、膠質加膠等實重的改良，建立後來成為大工業的基礎。

法國在1189年建立Herault製紙工廠，製紙業精進，輸出上等紙，成為18世紀歐洲造紙業的中心。

德國於1336年在紐倫堡設史特羅馬製紙工廠為開始。繼德國之後瑞士、澳也設廠，15世紀初比利時也開始製紙。

製高級紙有名的英、荷兩國起步較遲，英國在 1495 年在哈特福特州設 Stevange 工廠為始，荷蘭於 1586 年由 Duke Leicester 開始製紙。

英國於 1588 年由 John Spielman 在 Dartford 州之 Kent 建工廠，荷蘭入 17 世紀後均壯大。荷蘭以製優良紙而聞名世界，18 世紀中發明紙料調製用荷蘭機為很大貢獻。

美國於 1690 年由 William Rittenhouse 等在費城設製紙工廠為開始。其後賓州、紐約州、紐澤西州馬省等相繼設立多數之工廠。

加拿大於 1803 年始設製紙工廠，後成為新聞紙製紙中心。

(7) 日本的製紙

源於中國的製紙術經韓國傳入日本，為公元 605 年推古天皇時代，高麗的僧侶曇徵傳入日本。原料為使用楮、麻用木灰蒸養方法，利用植物性膠加入製作強韌美麗的手造紙比中國紙、韓國紙更好，稱為日本紙，在足利時代起用雁皮，慶長時代起用三桠等韌皮纖維。

明治時代有了改良吸收西方造紙術利用稻草、木材料原料，利用漂白粉漂白，利用荷蘭機調製紙漿，利用圓網機以行機械性和紙的抄造。和紙強韌、柔軟、優美，此為西方紙所不及者。

1.3 近代製紙工業的興起

(1) 初期製紙原時及紙料調製法

西方初期之製紙原料為破布。先是將破布洗滌，放在密閉器中酸

酵爲粥狀，後進步爲放入搗碎機中製爲紙漿，18世紀中利用荷蘭機製漿。

東方初期之製紙爲利用楮等以木灰汁煮後以棒叩打原料，或以石臼搗原料，抄造方法爲利用手工抄造法。

利用破布的西洋製紙業因原料的關係，爲一種廢物利用的小工業，1890年德國紐輪堡工廠的設備也不過用2台水車以推動18台搗碎機而已。

及至文藝復興以來文化發達加快之後紙的需要也次第增加，外加15世紀之後格登堡發明活版印刷術便紙的需要量大增，18世紀左右原料破布已不足供應，價格變高故代用品之研究十分盛行。

(2)抄紙機的發明

在所述的時期中有了抄紙機的發明，便抄造方法由手工變爲機械。分爲長網式抄紙機及圓網式抄紙機。

(3)長網式抄紙機

此爲1799年法國Essomes地方的F. Didot造紙工廠的作業員L. Robert所發明，如1-2圖所示，在漚槽中所貯存之紙料以回轉羽片撥在堰板上，注於運動的無端金網之上，落於金網上的紙料隨進行而脫水，爲金網的他端有一對紋水輥脫水，離金網爲受紙輥所捲取，但此機只製爲模型階段未實用化。

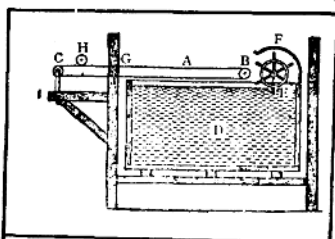


圖1-2 L. Robert的抄紙機

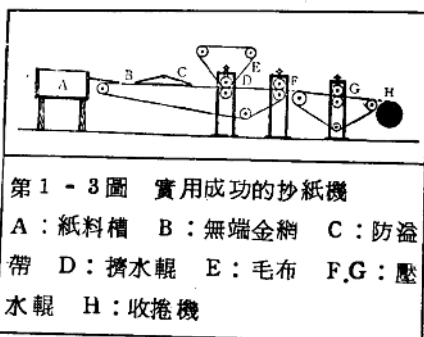
A：Endless 金屬網 B：固定網輥 C：可動網輥 D：紙料槽 E：回轉撥水片 F：堰板 G：壓榨輥 H：收捲輥

L. Robert 的工廠廠主 F. Didot 購下 L. Robert 的專利及模型，與義兄弟 J. Gamble 齊去英國得機械技術 B. Donkin 之協力，加以改良於 1803 年完成試作機在 Frogmore 試驗，1804 年完成第二試作機在 Twowaters 試驗，1804 年 Fourdrinier 兄弟購下兩氏之權利資助其發展。最初實用化的抄紙機如圖 1 - 3 所示，其原理迄今不變。稱為 Fourdrinier machine。

長網抄紙機其後附加乾燥部、研光部等，迭經改良，其能力不斷進步至 1830 ~ 40 年已有不少台數應用在生產。

但當時之抄紙機具網寬 15 m，直徑 3 ft，之乾燥筒 4 支，抄造

速度為 12 m/分，而今日之大型抄紙機具網寬 8 m 以上，直徑 5 ft 之乾燥圓筒約 100 支，以 600 m/分 以上之高速度回轉。



(4) 圓網式抄紙機

此為 1809 年英國之製紙家 J. Dickinson 所發明，比長網機遲 20 年完成。因構造簡單採用者多，又宜於造中國紙之製作，我國及日本利用者不少。可數台將抄紙之紙合置以製厚紙、板紙。

(5) 新原料的發現

造紙機的實用化使造紙能力增大，但原料變成供不應求，開始利用蘘、木材料紙料作為破布的代用品，其發展情況如下：

- 1845 年 Keller 發明碎木漿
- 1852 年 Völter 發明碎木機
- 1854 年 Mellier 發明蘆漿
- 1857 年 Houghton 發明碱木漿
- 1866 年 Chillmann 發明亞硫酸木漿
- 1866 年 Eckman 發明重亞硫酸鎂木漿
- 1871 年 Mitscherlich 發明 Mitscherlich 亞硫酸木漿
- 1872 年 Ritter Kellner 發明 Mitscherlich 亞硫酸木漿
- 1883 年 Dahl 發明硫酸鹽木漿
- 1926 年 美國林產試驗所發明半化學紙漿
- 1946 年 紐約州立大學林學部發明圓木半化學紙漿製造法
- 1956 年 美 Gould 公司發明冷蘇打法半化學紙漿之製造

如此一來豐富的原料與高效率的造紙機的利用改變了製紙業的外貌，由過去的小規模手工業成長為須大資本的近代工業之一，對近代文化生活之貢獻至大，又因製造的紙種類也隨著紙料處理研究之進展日漸增加。最近此種製造工程完成自動化，造紙機的大型化、高速化日漸進行，更加入各種加工技術。

近代造紙術在日本為於 1875 年輸入，其後日漸發達。木漿的製造為 1887 年開始，其後基礎日漸安定 1907 年北海道建立大規模的工廠，1915 年庫頁島也建立工廠，不久全國各地均設立工廠，擴張迅速，澆網及毛布也國產化，至 1926 年後已成為世界大製紙國之一，二次大戰後開始半化學紙漿、機械紙漿等製造。1959 年曾成為僅次於美、加世界第三位製紙國。

我國的製紙技術為日本統治台灣時建立之基礎，光復後迭加改良，造紙噸數也大幅度上升了。

1.4 紙與文化

紙與文化有密切關係，已為衆所週知，紙的消費量可表示一國文化之程度，第一表為 1968 年各國國民每人每年的消費量：

單位(磅) 第1-1表 國別紙及板紙年間每人消費量(1968年)

順序	國 名	消費量	順序	國 名	消費量
1	美 國	534	9	挪 威	238
2	瑞 典	370	10	澳地利	236.5
3	加拿大	368	11	紐西蘭	226
4	瑞 士	294	12	芬 蘭	214
5	丹 麥	272	13	日 本	213
6	英 國	270	14	比利時 盧森堡	206
7	荷 蘭	260	15	法 國	179
8	西 德	244	世 界 平 均		71.7

次就紙之用途來看，初主用為書寫之用，後因印刷術之發達作為印刷及其他印刷物用為主，此外包裝用、產業用也增加，後因合成樹脂的利用，各種加工紙增加，用以代布、皮革、金屬、或木材之代用品，也成為日常生活不可缺之物，由此可知其關係密切的一斑。

1.5 製紙工程

目前的製紙工程可大別為如下：

- (1) 紙漿的調製
- (2) 完全紙料的調製