

造紙工學

上 冊

隆 言 泉 編

高 等 教 育 出 版 社

造 紙 工 学

上 册

隆 言 泉 編

高 等 教 育 出 版 社

本書分上、中、下三冊出版。全書系統地討論了造紙各項過程中的理論基礎、生產技術和機械裝備，對於國內外造紙科學技術上的新成就，也都作了詳細的綜合介紹。

全書包括打漿、調料、抄紙、紙板和加工紙等章。

上冊專論打漿。首先闡述了打漿理論，接着講打漿機構造、性能指標、打漿方式方法以及生產技術控制，着重討論了連續打漿的打漿設備和打漿方法，最後講到打漿輔助設備和打漿車間的設計。

本書可供高等學校造紙專業和造紙工業中技術人員作為參考書。

造 紙 工 學

上 冊

隆 言 泉 編

高等教育出版社出版 北京宣武門內鳳凰寺7號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第054號)

京華印書局印裝 新華書店發行

統一書號15010·793 開本850×1168¹/₃₂ 印張14²/₁₆

字數 328,000 印數 0001—2,200 定價(7) 1.90

1954年9月第1版 1959年8月北京第1次印刷

序

在建設社会主义的总路綫的光輝照耀下，我国将尽快地建成一个具有現代工业、現代农业和現代科学文化的偉大的社会主义国家。

随着工农业生产的巨大跃进，文化革命和技术革命的蓬勃开展，我国造紙工业将以飞跃的速度向前迈进，保証文化用紙和工业用紙的需要。

本書全面闡述国内外科学技术的最新成就，力求使理論与实际、工艺与工程的紧密結合。关于理論基础、生产技术和有关的工程問題，本書采取系統性的綜合敘述。文献資料擇重要的列于頁末，以供教学和工程技术人員参考。

本書根据造紙工业的發展，在打浆部分着重討論了連續打浆的打浆設備和打浆方法，在抄紙部分結合我国的具体情况，按長圓網并重的原則进行編写，对于文化用紙和工业技术用紙都給与应有的比重。

作者衷心希望同志們對本書提出寶貴的指正和意見。

隆言泉識

于一九五九年一月

天津大学造紙教研室

上册目录

序

第一章 緒論	1
第二章 打漿	19
第一节 概論	19
第二节 打漿理論	26
第一項 纖維的潤脹和水化	26
第二項 纖維結合力	37
第三节 打漿和紙張性質的關係	67
第四节 打漿學說	83
第五节 間歇打漿	88
第一項 打漿機概述	88
第二項 機件分論	91
第三項 打漿機的性能指標和計算	130
第四項 各式打漿機	152
第五項 打漿方式和方法	185
第六項 打漿的技術控制	223
第六节 連續打漿	258
第一項 打漿機連續打漿	259
第二項 磨漿機連續打漿	280
第一段 錐形磨漿機	281
第二段 盤式和其他型式磨漿機	341
第七节 打漿車間輔助設備	374
第一項 碎解紙漿及損紙的機械設備	374
第二項 混合設備和濃度調節器	397
第八节 打漿車間的勞動組織	414
第九节 打漿車間設計	421
附錄	1

第一章 緒論

毛澤东主席教导我們：“在中华民族的开化史上，有素称發达的农业和手工业，有許多偉大的思想家、科学家、發明家、政治家、軍事家、文学家和艺术家，有丰富的文化典籍。在很早的时候，中国就有了指南針的發明。还在一千八百年前，已經發明了造紙法。在一千三百年前，已經發明了刻板印刷。在八百年前，更發明了活字印刷。火藥的应用，也在欧洲人之前。所以，中国是世界文明發达最早的国家之一，中国已有了将近四千年的有文字可考的历史”^①。

我們偉大的祖国有傳統的优秀文化，有无比丰富的历史遺產，有光輝灿烂的創造發明，紙就是我們祖先辛勤劳动的偉大發明之一。

紙的發明不仅丰富了生活的內容，保存了悠久的历史創作，还带来了文化的普及和促进了社会的發展，对于整个世界的文化發展进程也起了巨大的推进作用。

紙已成为人民日常生活中必不可少的物品。广大人民學習的書籍、报章和杂志，沒有一种不是用紙印刷的，日常書写和生活用品更与紙脱离不了关系。但紙不單是为了文化教育事业和人民日常生活服务，它还有广大的工农业用途和其他用途。到了現在，紙不單純是一种消費資料，而且也是一种非常重要的生产資料。除了一般新聞紙、印刷紙、書写紙等等文化用紙之外，例如在机械工业中用的鋼紙、襯垫紙、冷冻机紙、滤油器紙、紙輥紙、防銹紙、精密

^① 中国革命和中国共产党，毛澤东选集第二卷第592~593頁（第一版）。人民出版社。

仪器包装紙等;电机工业中用的电容器紙、電纜紙、云母帶紙、青壳紙、半导体紙、絕緣紙板等;邮电工业中用的傳真紙、打孔电報紙等;化学工业中用的水泥袋紙、电解石棉紙、感光器材包装紙、橡胶紙、汽車輪胎包装紙等;建筑工业中用的油毡紙、防火紙板、隔音紙板等;紡織工业中用的紗錠紙、加热垫紙、光压板紙等;食品工业中用的冻肉紙、奶油紙、果品紙、香烟紙等;在农业上用的育苗紙、青貯紙、蚕种紙等;在漁业上用的魚群探測紙、魚涎紙等;在医藥衛生上用的脑电波紙、手术紙、杀虫灭菌紙等等,同时紙在国防上也有它广泛的用途。所以紙在整个国民經济中占有它一定的重要地位。

§ 1. 我国造紙簡史 我国古代的劳动人民最早是用結繩、繪画的办法記載事物,到了殷代的时候才有甲骨文字出現,商周以后开始使用竹簡和木簡,繼后由于春秋、战国的發展和秦汉的統一,我国文字逐渐趋于統一,在这段時間內,書写除了用簡之外,同时兼用絲織的帛,縑帛虽然比較輕便,但是成本太高,不容易得到普遍的推广使用。直到西汉又發明了用蚕茧制取的“赫蹄”,东汉时



圖 1.

代更有了真正植物纖維所造的紙〔圖 1 为 1942 年在宁夏額济納河畔發現的两片植物纖維造成的紙,根据考古学家們的研究,認為是东汉和帝永元十年左右(公元 98 年左右)的遺物〕。

东汉和帝永元元年(公元 105 年)的时候,蔡倫一方面吸取了前人造紙的經驗,同时更創造性地發明了使用树皮、麻头、破布和魚網等原料造紙的方法,因而获得全国普遍的使用,这就是当时非常著名的“蔡侯紙”。

蔡倫之后約八十年,汉献帝时有左伯造紙十余种,称左伯紙,

紙的品質已經達到煥妙、輝光的境地，也就是說紙的纖維組織不僅細勻，並且紙面色澤已經達到鮮明而有光輝的程度，當時蔡邕非左伯紙不肯輕易潤筆，可見一時評價之高。

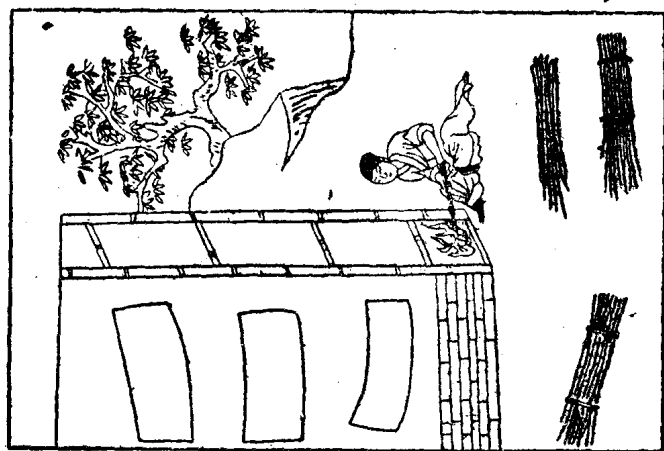
從三國到六朝這段時期，我國勞動人民積累了長期的生產經驗，在實踐中又創造出了許多種新的紙類，例如用稻草做的草紙，密香樹皮做的密香紙，海苔做的側理紙，以及藤紙和竹紙等。

我國造紙在唐朝時代更有長足的進展。紙以原料得名的有麻紙、棉紙、皮紙、谷紙、海苔紙、山藤紙等、因地得名的有戶都紙、蜀紙、越紙、峽紙、剡紙、山紙、宣紙、歙州紙等，隨用途而得名的有箋紙、窗紙、印紙、法紙、軟紙、名紙、鳳紙等。由品質而得名的有綾紙、羅紙、薄紙、硬黃紙、硃紙、玉版紙、生紙等，不僅紙的品目繁多，而且紙的質量也已有不少的改進，達到了細勻、瑩潤、潔白、光滑的程度。

宋、元以後，紙在民間更獲得了廣泛的流傳和應用，特別是在我國活字版發明之後，造紙事業就更加發達了。直到清朝光緒十九年，我國有了第一個機器造紙廠。

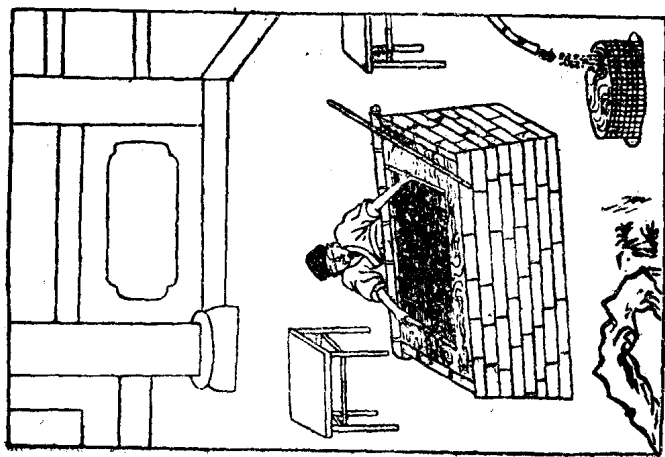
我國造紙不僅發明最早，紙類最多，而且在顏色紙和加工紙方面也有許多卓越的成就。例如還遠在晉元帝的時候，便有葛洪首先浸紙入黃蘗中制成世界上最早一張用有機染料染成的顏色紙。唐代薛濤和謝公的十色箋與韋陟的五雲箋，更是五色繽紛，鮮艷奪目。時間上還在公元第九世紀，而我們就有這樣多種優美的彩色紙，從而也就可見祖先們高度的智慧和創造能力了。由唐代中葉以至五代，我國造紙在加工技術方面也曾有過許多成就，譬如唐時用彩色雲母印成的花草人物圖案，真是生動活潑，形態萬千，宋時的腊箋，更有功奪天工之妙。另外宋時的金麝紙、印金紙，元時的雜色流沙紙、彩霞金粉龍鳳紙、魚子紙等，也是技術非常高妙的傑出產物。

祖先們這些辛勤勞動的果實，人民智慧的結晶，在過去歷代統治階級是不會重視的，相反認為是些左道旁門，雕虫小技，使得造紙上許多創造發明沒有能夠流傳下來，因此有關造紙工藝的歷史著述也只能在斷簡殘篇中見到一二，真正稱得上比較有統系的著作現存只有紙譜和天工開物兩書。紙譜為宋時蘇易簡所著（見文房四譜一書），內容多講紙的原料、種類、用途和產地等，對於紙的



乾始火造

乙



簾入料湯

甲

圖 2.

制造虽曾提到,但不甚詳。天工开物为明时宋应星所著,是我国系統講述工艺制造的杰出著作,也是現有史籍中講述造紙工艺比較詳尽的一本,書中杀青第十三章,內容以竹紙和皮紙为主,从原料的处理到紙的抄成,以及加矾、施胶、上色等操作过程,都有極為詳細的解說,实为不可多得的有关造紙的历史著述。書中并有插图五幅(圖2所示为其中的蕩料入帘(甲)和透火焙干(乙)二圖),对于研究我国手工造紙極有价值。

祖国的造紙历史是悠久而光荣的,这不仅在我們应当引以为荣,更重要的是如何珍貴这一偉大的历史成就,讓我們加倍努力来發展我国更偉大的人民造紙事业。

§2. 造紙术东西傳播經過 我国發明紙后,在本土上首先經西北沿甘肅走廊傳到敦煌,再由敦煌分为两路,一路經天山北路傳到吐魯番,另一路則从天山南路傳到樓兰,再往西到和闐。大致是在第五世紀的下半世紀,所有天山南北除一二偏僻地区以外,都已經普遍地通行用紙了。

我国造紙术在隋朝时代随着佛教傳到朝鮮,繼因朝鮮僧人曇征說法日本,造紙术乃得在公元610~625年东渡傳至日本。至于我国造紙术傳往东南亞的越南、泰国以及印度的时期,大約是在唐朝中叶。

公元第八世紀,正是我国唐朝鼎盛的时期,当时李唐王朝往西进行大規模的軍事擴張,力量远及天山南北和土耳其斯坦一带,但在同时期内,阿拉伯帝国的势力也伸張到中亞細亞,占据了撒馬尔干(現苏联烏茲別克共和国的首都),两大帝国为着爭夺石国(塔什干城),掀起了历史上所謂的怛罗斯战役,战争的結果,唐朝失败了。根据阿拉伯史籍記載中說,战俘中有不少的造紙工人。由于造紙术傳授給了阿拉伯人,阿拉伯帝国便首先在撒馬尔干成立了第一个造紙厂,生产的紙很快就傳遍到了亞洲各个回教政权地区。

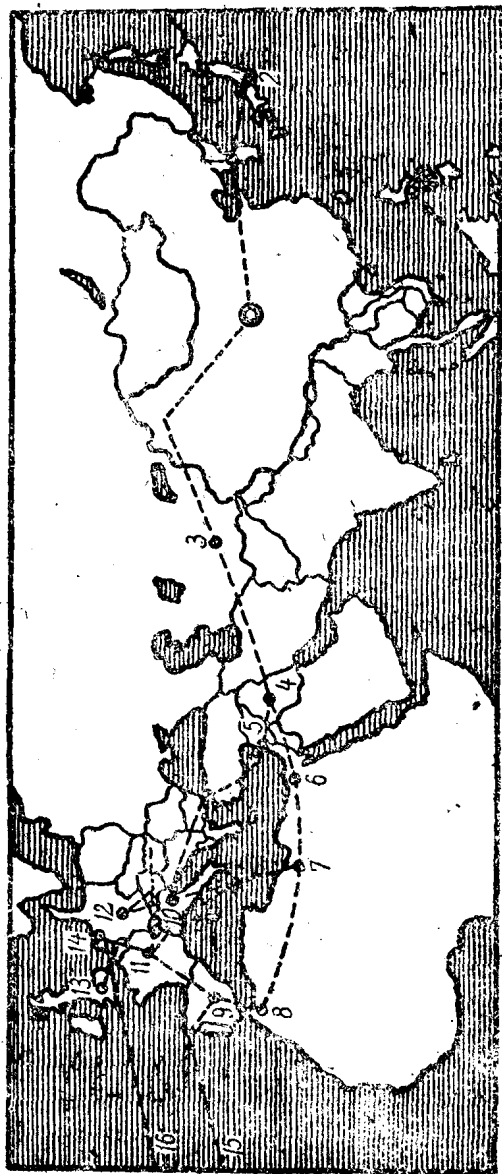


圖 3.

1. 朝鮮(600) 2. 日本(610~625) 3. 龍馬(751) 4. 巴格達(793) 5. 大馬色(十世紀) 6. 開羅(十世紀) 7. 亞
歷山大利亞 8. 菲律賓(1100) 9. 哈蒂瓦(1151) 10. 法布爾安諾(1276) 11. 土耶司(1348) 12. 紐倫堡(1390) 13. 英
國(1494) 14. 墨西哥(1538) 15. 墨西哥(1575) 16. 美國(1680) 加拿大(1803)

从公元 794 年以后,阿拉伯帝国又陸續在新都巴格达,阿拉伯东南海岸和大馬色等地成立新的紙厂,当时的欧洲和东羅馬帝国就是阿拉伯紙的主要市場。

随着阿拉伯势力西渡紅海,紙又往西傳到埃及,逐漸取代了埃及原有“草紙”的地位。

阿拉伯帝国从第八世紀以后,除占有小亞細亞、北非以外,还占据了西哥特族的西班牙,同时并掌握着全世界的航海权。紙于是首先在公元 1100 年左右經過亞历山大利亞进到北非的菲斯(現摩洛哥首都),更由菲斯傳入西班牙,等到摩尔帝国的西班牙被基督教徒統治以后,造紙术便又因为基督教傳教的关系,先到法国,然后很快地傳遍了整个欧洲。

上面所說的是我国造紙术傳入欧洲主要的一条道路。另外第二条道路是从小亞細亞的大馬色到君士坦丁,由陆路轉巴尔干半島,再經海道往意大利威尼斯。第三条道路則从亞历山大利亞經過西西里島入意大利,再沿着多腦河散布于匈牙利、奥地利等地,更进一步傳到德国南部,另一路却經西西里从馬賽傳入法国,又沿萊茵河进到瑞士、荷兰、德国西北部,最后更越海而到英国。至于美国知道造紙,那还是公元 1620 年以后的事。

我国造紙术傳遍欧亞各洲,对于全世界的文化起着巨大的推动作用。

§3. 我国造紙工业的展望 两千年来,我国劳动人民不仅發明了紙,并且在这方面曾經取得不少的改进和成就,对祖国和世界的文化都有过偉大的供献。但我国以往的造紙事业,不幸由于历代封建統治階級的束縛,在它悠久的历史进程中沒有获得应有的發展,長时期停滯于手工业生产方式的阶段,直到公元 1891 年(清光緒十九年),我国才出現了第一个机器造紙厂——上海倫章造紙厂,以后虽然国内也有一些新厂繼續建立,但因在近百年来中国受

着封建主义和帝国主义的双重压迫，造纸工业始终处于朝不保夕的状态。

旧中国的机制纸产量不仅很少(历史上年产量最高的1943年也不过165,000吨)，造纸设备和技术水平都很差，同时制浆设备少，浆纸之间不能平衡，工业地区的分布也极不合理(沿海地区的产量比重很大，战前仅上海一地的生产能力即占全国的40%以上，可是这些地区并不出产原料)，所以处处表现着是一种残破零落，毫无生气的半封建半殖民地性质的造纸工业。

中华人民共和国成立以后，全国人民在共产党和毛主席的正确领导下，无论在政治、经济和文化上都取得了巨大的成就。新中国的造纸工业也正和祖国的其他工业一样，从1950年开始，生产就有了迅速的恢复和发展，只是到1951年便超过了历史上的最高产量。到了1952年，经过三年的恢复时期，我国机制纸的年产量已经达到37万多吨。

1952年党根据我国的具体情况，规定了党在过渡时期的总路线，我国在1953年便开始了伟大的发展国民经济的第一个五年计划。第一个五年计划提出造纸工业建设的重点是：建立工业用纸制造的技术基础，保证新闻纸、出版用纸的正常供应，同时扩大纸浆的生产，使浆同纸的产量达到平衡。要求1957年全国共产机制纸65.5万吨。

全国人民在党的领导下经过五年的奋战，到1957年全面地、超额地胜利完成了第一个五年计划。

在发展国民经济的第一个五年计划中，造纸工业是日用轻工业建设的重点。由于党的领导，全国人民的支持，以及苏联和其他人民民主国家无私的帮助，我国新建和扩建了许多大型的和先进的造纸厂(如佳木斯造纸厂等)，同时基于发挥了原有企业的生产潜力，到1957年机制纸产量取到了91.3万吨的辉煌成绩。1957

表 1.

	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
机制紙产量[吨].....	108,138	140,664	240,879	371,769	427,188	518,278	574,621	729,319	912,989
与 1949 年比較[%]	100.0	130.1	222.8	343.8	395.1	479.4	531.5	674.7	844.6
与 1952 年比較[%]	—	—	—	100.0	114.9	139.4	154.6	196.2	245.6
其中: (1)新聞紙[吨]	14,571	29,013	58,488	69,907	88,411	85,902	88,768	102,584	121,926
与 1949 年比較[%].....	100.0	199.1	366.7	418.0	606.8	585.4	609.8	704.2	836.6
与 1952 年比較[%].....	—	—	—	100.0	145.2	140.1	145.7	168.4	200.2
(2)卷烟紙[吨]	—	—	—	5,028	6,838	10,487	6,972	9,574	8,808
与 1949 年比較[%].....	—	—	—	100.0	126.1	208.6	138.7	190.4	175.1
(3)紙板[吨]	—	—	—	16,965	26,803	84,764	136,551	158,279	195,158
与 1952 年比較[%].....	—	—	—	100.0	155.0	499.6	804.9	932.9	1,150.4
机制漿产量[吨].....	85,000	84,398	120,439	242,991	326,082	451,957	520,266	628,279	800,688
与 1949 年比較[%]	100.0	241.1	344.1	694.5	931.7	1,292	1,487	1,795	2,288
与 1952 年比較[%]	—	—	—	100.0	184.2	186.0	214.1	253.6	329.5
其中: (1)化学木漿[吨]	18,353	30,598	41,337	64,107	72,910	82,105	94,913	111,754	157,642
与 1949 年比較[%].....	100.0	259.1	309.5	479.9	545.7	614.6	710.4	836.8	1,180
与 1952 年比較[%]	—	—	—	100.0	119.7	228.1	143.1	174.3	245.9
(2)机械木漿[吨]	5,193	9,046	16,100	26,972	22,974	41,767	53,857	75,134	102,464
与 1949 年比較[%].....	100.0	174.2	310.0	519.4	442.8	804.2	1,085	1,447	1,974
与 1952 年比較[%]	—	—	—	100.0	85.2	154.8	208.9	278.6	379.9
(3)草漿[吨]	—	—	—	84,217	198,257	128,857	188,575	182,031	210,194
与 1952 年比較[%].....	—	—	—	100.0	128.5	153.0	164.5	216.1	249.6

年机制紙的产量較 1952 年增長 1.5 倍, 与 1949 年比較則增加 11 倍之多(參閱表 1), 發展之快是史无前例的(見圖 4)。同时期內, 在

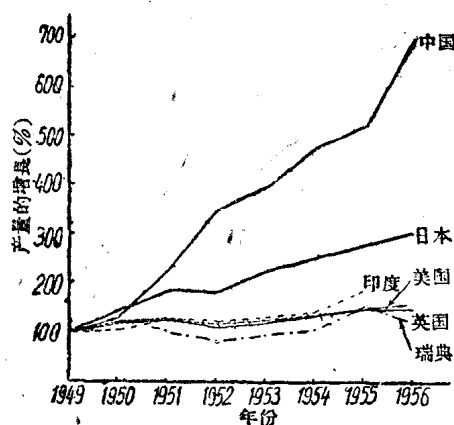


圖 4.

提高技术水平、增加产品种类、扩大技术力量、爭取漿紙平衡和保證自給自足各方面也, 都取得了决定性的胜利。随着祖国机械工业和其他工业的飞跃發展, 造紙机械装备和銅網、毛布等也都全能自制, 基本上建成了比較完整的造紙工业体系。

自从党提出了鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫后, 全国人民以无比兴奋、信心百倍的心情用实际行动来响应党的这一号召, 在工农业生产上立即出現了空前未有的大跃进局面, 一个胜利紧接着一个胜利, 不断涌現出新的奇迹。造紙工业在大跃进高潮中同样也不断地突破定額、刷新紀錄, 年产量增加到了 125 万吨。茲将 1958 年造紙制漿方面創造的新成績列表如下(參閱表 2)。

造紙工业根据党所規定的工业与农业同时并举、中央工业和地方工业同时并举、大型企业和中小型企业同时并举、以及“土”法生产和“洋”法生产同时并举的方針, 大小不离群的原則, 現在正以万馬奔騰、乘風破浪, 一天等于二十年的速度飞跃前进。1959 年, 我国新建的造紙厂将不是一百个, 两百个, 而是成千上万, 遍地开花, 紙的产量不是增加百分之几十, 而是成倍的增長, 爭取在 1958 年 125 万吨的基础上向 225 万吨迈进。

今后在建設社会主义的总路綫光輝照耀下, 我国将尽快地建

表 2.

造 紙 制 漿	1957 年	1958 年最高紀錄
紙機車速[公尺/分]		
長網造紙機(高速).....	200	450 (廣州紙廠)
長網造紙機(真空伏軾).....	166	302 (六〇二紙廠)
長網造紙機(普通).....	161	270 (吉林紙廠)
長網造紙機(單缸).....	168	200 (金城紙廠)
圓網造紙機(抽氣、單缸).....	100	185 (山東造紙廠)
圓網造紙機(雙缸).....	108	150 (哈爾濱紙廠)
圓網造紙機(多缸).....	99	165 (天津興華紙廠)
制漿每鍋蒸煮時間[小時:分]		
本色亞硫酸木漿.....	—	3:16 (石硯紙廠)
漂白亞硫酸木漿(針闊葉材混合漿).....	—	5:12 (石硯紙廠)
漂白亞硫酸木漿(針葉材漿).....	7:30	5:54 (丹山電紙廠)
硫酸鹽木漿(硬漿).....	4:30	0:55 (佳木斯紙廠)
硫酸鹽木漿(硬漿、蒸球).....	—	2:30 (中元紙廠)
漂白硫酸鹽木漿.....	—	3:15 (六〇一紙廠)
漂白亞硫酸葦漿.....	4:30	1:14 (營口紙廠)
硫酸鹽葦漿.....	—	1:31 (湖北峽江紙廠)
碱法稻草漿.....	6:30	0:59 (西山紙廠)
漂白龍須草漿.....	—	1:47 (六〇一紙廠)
碱法高粱杆漿.....	—	0:42 (太原紙廠)

成為一個具有現代工業、現代農業和現代科學文化的偉大社會主義國家，我國造紙工業也將會很快地成為世界上先進的造紙工業。

§ 4. 紙的種類和用途 紙的種類很多，可以根據不同的方法進行分類，例如：

(一)按紙的原料分類，有草漿紙、竹漿紙、蔗漿紙、破布漿紙、木漿紙等。

(二)按紙的抄造方法分類，有手工紙和機制紙。

(三)按紙的白度分類,有漂白紙,半漂紙和本色紙等。

(四)按紙的光滑度分類,有毛面紙、半有光紙和有光紙等。

(五)按紙的整理方式分類,有平板紙和卷筒紙。

(六)按紙的定量分類,有紙、紙板和板紙等,規格如下:

8~150 克/公尺 ²	紙
150~250 克/公尺 ²	厚紙或薄紙板
250~500 克/公尺 ²	紙板
500~600 克/公尺 ²	厚紙板或薄板紙
600 克/公尺 ² 以上	板紙

(七)按紙的用途分類,則如表 3 所示。

表 3.

分 類	分 組	紙 名	用 途
一、印刷紙	1. 新聞紙	1. 卷筒新聞紙	供輪轉機印刷報章用
		2. 平版新聞紙	供平版機印刷報章用
	2. 書籍雜誌用紙	1. 凸版印刷紙	供活版印刷書籍、雜誌用
		2. 膠版印刷紙	供膠版印刷文字插圖用
		3. 凹版印刷紙	供凹版印刷文字及圖片用
		4. 石板印刷紙	供石板印刷或美術品的鍍版印刷用
		5. 照會凸版印刷紙	供印刷外交文件用
		6. 照會紙	供膠版和石版印刷外交文件用
		7. 印象紙	供照象用
		8. 字典紙	供印刷袖珍印刷品用(如手冊、字典等)
		9. 數畫紙	供印刷金屬版畫
	3. 地圖紙	1. 地理圖紙	供印刷各種地圖用
		2. 地勢圖紙	
		3. 水文圖紙	
	4. 證券紙	1. 鈔票紙	供印刷鈔票、證券等
		2. 特種證件紙	供印刷特種證件,如護照、銀行支票、存款簿等
		3. 普通證件紙	供印刷一般證件
		4. 花紋紙	供印刷各種證件