

287404

高等学校試用教材

制漿工艺学

北京輕工業学院 主編

中国財政經濟出版社

高等学校試用教材

制漿工藝学

北京輕工業学院主編

中国財政經濟出版社

1961年·北京

高等学校試用教材
制 漿 工 艺 学
北京輕工業学院 主編

中国財政經濟出版社出版
(北京永安路 18 号)
北京市書刊出版業營業許可証出字第 111 号
北京市印刷一厂印刷
新华書店科技發行所發行
各地新华書店經售

850×1168 毫米 1/32 • 16 $\frac{19}{32}$ 印張 • 1 插頁 • 430 千字

1961 年 8 月第 1 版
1961 年 8 月北京第 1 次印刷
印数: 1—1,100 定价: (10) 2.33 元
統一書号: 15166·034

前 言

建国以来，造纸工业有着飞跃的发展。在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，造纸工业工作者充分发挥了积极性创造性，在增加产量、提高质量、降低成本、增加新品种、提高劳动生产率等方面都获得了巨大成就。在党和国家的关怀和培养下，造纸工业工作者的队伍不断地成长、充实和壮大。这支队伍在生产、科学研究和教育等各个战线上发挥了应有的作用。我国造纸工业，随着国民经济和文化教育事业的发展，不仅在产量和品种上有了极大的跃进，而且还建立了自己的造纸机械制造工业。造纸工业的成就是社会主义制度无比优越的体现。

应该强调指出，据根我国实际情况，造纸纤维原料的使用方针是“以非木材纤维原料为主，以木材纤维原料为辅”。

为了更好地贯彻党的“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”的教育方针，在本书编写过程中，特别注意到联系实际的问题，使教学与生产劳动、科学研究更密切地结合起来。

本书内容的安排和取舍主要是根据以下几点：

1. 高等院校制浆造纸专业均设有“植物纤维化学”一门课程，有关植物纤维原料和纤维素化学部分均在“植物纤维化学”课程内讲授。本书为照顾到本身的系统性，仍决定将有关这些方面的基本知识编入（见第二章“植物细胞及其组织系统”，第三章“纤维素与非纤维素”和第四章“植物纤维原料”）。同时，这样的处理方法又可使某些不单独开设“植物纤维化学”的院校在讲授植物纤维原料时有所依循。

2. 考虑到学生在学习本课程以前已参加过造纸厂的生产劳动，通过现场教学，对一般检验方法和简单仪器的使用均已有初步知识，同时为使本课程与植物纤维化学试验和工艺学试验等课

程既有分工，又有結合，有关原料、半成品、成品以及生产过程的分析檢驗方法均未編入本書。如有需要讀者可參閱有关这方面的書籍。

3. 根据造紙原料应“以非木材纖維原料为主，以木材原料为輔”的方針，着重講授碱法制漿处理草类纖維是必要的。草类纖維制漿的系統研究資料應該进一步充实，为此本書对这方面現有的資料尽量予以采用；另一方面，由于木材制漿在我国仍然占有—定地位，而且也有比較長的历史，有关的理論研究工作的成果也积累得比較多，因此，介紹一些有关木材制漿比較成熟的經驗，掌握其一般規律，对理解制漿理論与指导实践会有所帮助。

4. 根据我国造紙工業的需要，适当地介紹有关土草漿生产的發酵法，常压蒸煮，土法碱回收等等土法生产是完全必要的。此外，适当的介紹有关纖維原料的綜合利用也是符合我国的建設需要的。

5. 从我国的现实情况来看，以非木材纖維原料制造粘液絲漿的問題是值得注意的。我們决定將这个問題作为单独一章。尽管有些植物纖維原料制造粘液絲漿的方法在目前还是处于試驗研究阶段，但这些初步經驗还是宝贵的，随着实践的發展，其制造技术会不断改进和完备起来。

6. 抄漿机这一个設備應該是屬於制漿工程的範圍內，但是，考虑到抄漿机設備結構較复杂，而且又与抄紙机近似，在“制漿工艺学”的講授中，既不可能花費很多时间来叙述抄漿机，又極难避免与“造紙工艺学”和“化学生产过程与設備”有所重复，为此，决定將抄漿机安排在“造紙工艺学”中講授，对全書的系統性也不致于有所影响。

7. 本書对制漿設備部分的安排与資料的选择，是根据当前实际情况結合發展远景的精神来考虑的。同时，在一定程度上，也照顧到与“制漿造紙設備”課程的分工与結合，尽量避免重复。对于沒有单独開設“制漿造紙設備”課程的高等院校，可以根据具

体情况适当增加工艺学講授中專業設備的分量。

8. 本書的授課時數（不包括第2、3、4章有关植物纖維原料部分）按75~90學時考慮。采用本書時，如須講授植物纖維原料部分，則另加20~25學時。

9. 本書的資料來源，除采用脚注說明的資料外，并在全書的最后列出主要參考文獻。這些文獻資料僅供教學講授參考使用。

10. 本書以大、小號字編排，大號字部分供專修科講授用，小號字供教學參考。

長期以來，制漿造紙專業缺乏通用的專業教材。此次，在輕工業部的領導下，由北京輕工業學院主持，以該院造紙教研室編寫的“制漿工藝學”教材為基礎，無錫輕工業學院化工系造紙教研組和河北輕工業學院化工系造紙教研室參加，共同進行了選編和修改補充的工作。最後又經輕工業部教材編審委員會組織有關人員進行了校閱，可以作為輕工業高等學校專修科試用教材。

還須指出，本書的編寫，由於水平的限制，教學經驗的不足，資料收集還有不夠全面之處，某些章節的安排與處理也是初步嘗試，缺點和錯誤在所難免，希望採用本書作為教學和參考用的學校和同志們批評指正，以便今後進一步充實提高。

目 录

第一章 緒 論	(9)
第一节 造紙术的發展史略	(9)
第二节 現代制漿工艺的發展	(12)
第三节 制漿工業在国民經济中的作用	(14)
第二章 植物細胞及其組織系統	(16)
第一节 植物細胞与細胞壁的構造	(16)
第二节 植物組織系統	(21)
第三节 植物的生長	(30)
第三章 纖維素与非纖維素	(33)
第一节 植物纖維的化学組成	(33)
第二节 纖維素	(34)
第三节 非纖維素成分	(45)
第四节 其他次要成分	(52)
第四章 植物纖維原料	(56)
第一节 植物纖維原料的分类与选择	(56)
第二节 种毛纖維类	(59)
第三节 木材纖維类	(61)
第四节 韌皮纖維类	(71)
第五节 莖稈纖維类	(77)
第六节 叶部纖維类	(89)
第五章 备 料	(96)
第一节 草类纖維原料的备料	(96)
第二节 破布的备料	(111)
第三节 原木的备料	(118)
第六章 碱法制漿	(143)

第一节	碱法制漿的应用范围	(143)
第二节	蒸煮理論	(146)
第三节	蒸煮設備	(163)
第四节	蒸煮工程	(183)
第五节	碱回收工程	(218)
第六节	碱回收操作	(235)
第七节	副产品的生产与除臭	(258)
附录 I	碱法制漿常用名詞	(263)
附录 II	压力容器的水压試驗	(264)
附录 III	蒸煮容器壁厚的計算	(265)
第七章	亞硫酸法制漿	(267)
第一节	亞硫酸法制漿的适应范围	(267)
第二节	制 药	(270)
第三节	蒸煮理論	(399)
第四节	蒸煮工程	(320)
第五节	蒸煮設備	(330)
第六节	亞硫酸紙漿廢液的利用	(340)
第八章	磨木漿的制造	(345)
第一节	概 述	(345)
第二节	磨木机	(349)
第三节	磨木的自动控制	(364)
第四节	磨石及磨石的刻紋	(368)
第五节	影响磨木的因素	(382)
第六节	褐色磨木漿的制造	(390)
第九章	其他制漿方法	(395)
第一节	概 述	(395)
第二节	半化学漿的制造	(395)
第三节	連續制漿法	(400)
第四节	中性鹽法制漿	(413)

第五节	冷碱法制漿	(417)
第六节	發酵法制漿	(417)
第七节	其他方法	(421)
第八节	磨漿設備	(422)
第十 章	洗滌与篩选	(426)
第一节	紙漿的洗滌	(426)
第二节	洗滌設備	(429)
第三节	紙漿的篩选	(436)
第四节	濃 縮	(456)
第五节	树脂的去除	(458)
第六节	漿料的貯存	(460)
第七节	篩渣的处理	(463)
第八节	湿抄机	(468)
第十一章	紙漿的漂白	(470)
第一节	漂白之目的	(470)
第二节	漂白粉	(471)
第三节	液体氯与氯化裝置	(473)
第四节	其他漂白剂	(483)
第五节	漂白理論	(485)
第六节	漂白工程	(493)
第七节	漂白設備	(500)
第十二章	粘液絲漿的制造	(506)
第一节	概 述	(506)
第二节	粘液絲制造工艺概要	(507)
第三节	粘液絲漿的質量	(508)
第四节	粘液絲漿的制造	(511)
参考文献		(522)

第一章 緒 論

第一节 造紙术的发展史略

造紙术的發明及其傳播

造紙术的發明在我国历史上写下了極其光輝的一頁。紙的發明給文化的發展創造了物質条件，使人类的思想、文化和历史能够一代又一代地傳遞下来。造紙术的發明不但促进了我国文化的繁荣与發展，同时对世界文化的發展与交流起了一定推动作用。造紙技术經過多年的演变已日益趋向完善，逐步走上机械化和自动化的道路，造紙工業早已成为文化教育事業和工农业建設中不可缺少的生产事業。

远在公元 105 年（东汉和帝元兴元年）蔡倫总结了劳动人民的經驗，利用树皮、麻头、破布、漁網等制成了一种質地良好的紙，当时叫做“蔡侯紙”。蔡倫之后約 80 年，在汉献帝时期，左伯对蔡倫的造紙方法作了改进，提高了紙張的質量。至晋朝，造紙原料的范围已由树皮、破布等品种扩大到藤、竹以及草类植物纖維，紙張的品种亦随之增加，而且在晋元帝时期（公元 317—322 年）已开始制成一种叫“黄麻紙”的加工紙。其后，在唐宋期間，我国造紙工業無論在原料采用上，或是在生产品种上都有很大發展，中外馳名的宣紙就是在唐朝时期第一次制成的。到元朝时期，由于活字版印刷术的發明，造紙事業更为發达。

我国造紙术早在公元 610 年（隋煬帝时代）以前，即随着佛教的傳播而傳到朝鮮和日本。在公元 751 年造紙术傳到阿拉伯，以后經埃及逐漸傳到欧美各国。中国造紙术傳到国外以后，各国又根据本国具体条件作了不少改进。但是，造紙技术在相当長的

一个时期內一直是停留在手工作业。其后，随着生产力的發展，在18世紀中叶荷蘭人發明打漿机，18世紀末叶法国人發明長網抄紙机（1799年），19世紀初叶英国人發明圓網抄紙机（1809年），造紙技术才逐步走上机械化的道路，而造紙事業也逐漸由手工作坊过渡到利用工厂机械化生产。随着打漿和造紙的机械化操作的采用，在19世紀中叶才开始陸續出現机械化制漿的方法。例如1844年德国人發明磨木漿的制造方法，1853年英国人提出碱法化学木漿的制造，以及1867年美国創造了亞硫酸法木漿。19世紀电气工業的發展，对造紙工業的机械化程度起了推动作用，而20世紀电子工業的發展更进一步將造紙工業推向高度机械化、連續化和自动化的道路。

我国造紙工業的發展

造紙技术在我国虽然有着悠久的历史，但是由于我国長期处于封建社会，生产力受到束縛，劳动人民的智慧沒有得到發揮的机会，造紙技术長期以来进展緩慢。而在1840年鴉片战争以后，旧中国又淪为半封建半殖民地的国家，造紙工業更是停滯不前。

我国第一个机械造紙厂（“綸章造紙局”，即現在的“天章造紙厂”）是1891年（清光緒17年）在上海开办的。其后在上海、天津、济南等大城市又办了一些小型紙厂，这是中国机械造紙業的萌芽阶段。但是，由于帝国主义的經濟侵略，先后經過45年的時間，到1936年全国机制紙的年产量只有89,400吨，而当时进口紙張却多至30余万吨。“九一八”事变以后，日本帝国主义为了掠夺我国資源，剝削我国的劳动力，在1936年至1944年間先后在东北建成大中型制漿造紙厂23个和小型紙厂25个。因此，在抗日战争結束前，我国全国（包括淪陷区，不包括台湾）机制紙的年产量曾达165,000吨（1943年）。但在抗日战争結束后，由于日本帝国主义和国民党反动派的破坏，以及美国紙張大量傾銷等原因，1946年全国机制紙产量只有62,361吨，仅为1943年产量

的 37.78%，比 1936 年的战前水平还下降 30.24%。到 1948 年，由于国民党反动统治的摧残和破坏，国产机制纸的产量竟连这个水平也维持不住。旧中国机械造纸业前前后后五十年的历史，到全国解放前夕给我们遗留下来的只是一个破爛攤子。

1949 年中华人民共和国成立之后，造纸工业进行了全面的恢复。这不仅意味着恢复原来的生产水平，而最主要的是改变原来企业的半封建半殖民地的落后面貌。通过了国民经济恢复时期，第一个五年计划的完成和 1958 年国民经济大跃进的形势下，造纸工业有了迅速的发展，纸张产量也有了大幅度的增长，为以后的持续跃进奠定了基础。这样的发展速度是史无前例的，只有在社会主义社会的优越制度下才可能有这样大幅度的跃进。

我国手工纸的生产有着悠久的历史，不少品种（例如宣纸、连史纸等）在国内国外均享有盛誉，而且从满足社会上各方面的需要来看，手工造纸业在一个相当长的时期内仍不失为全国造纸工业的一支重要力量。因此，加强手工纸生产的技术改造的工作是符合当前的需要的。

我国造纸工业的成就不仅是表现在产量方面，同时表现在质量的提高，新产品的大量增加，造纸机械设备的制造，贵重器材（铜网和毛布）的生产以及造纸工作者队伍的成增长大等方面。建国以来，造纸工业积极地试制与生产了机械制造业、电气工业、国防工业和其他工业部门所需要的多种科学技术用纸和纸板，基本改变了工业技术用纸由国外进口的情况。更重要的是：我国已逐步建立起自己的造纸机械工业，同时又扩大了铜网毛布等贵重器材的生产。此外，通过历年来的生产建设，造纸工业已培养了大批骨干力量，建立了一支强大的生产、科学研究和教育队伍，为进一步更好更快地发展造纸工业奠定了基础。

自 1958 年大跃进以来，我国制浆造纸工业在生产工艺方面不断地取得了许多新的成就，例如：亚硫酸草浆的蒸煮时间创造了 2:30 小时的成绩，而碱法稻草浆则又由传统的 6~8 小时的蒸煮

時間縮短到 1:40~4:20 小時。長網抄紙機的速度一般均在原有基礎上提高了 50%，而圓網抄紙機也由 60~80 米/分的抄速提高到 160 米/分以上。

由於造紙工業的進一步發展，為我國工農業生產和國防、文化建設事業的發展，提供了有利條件。

第二節 現代制漿工藝的發展

制漿造紙的過程概括而言，就是從植物原料中提取纖維，使其成為紙漿，然後經過處理，使纖維交織結合起來，成為紙張。

我國手工造紙制漿多採用石灰浸制的方法，這個方法沿用多年，直到現在仍然是手工造紙業中的主要制漿方法。隨著科學技術的發達，制漿工藝亦有所發展。目前的制漿方法基本上可分為三大類：即機械木漿法、化學漿法及機械化學漿法。

機械木漿法目前僅限於處理木材纖維，其所獲得紙漿稱為磨木漿（又稱機械木漿），其特點是得率高，成本低。磨木漿又分白色漿和褐色漿兩種。白色磨木漿是直接採用磨木機處理剝皮后的原木制成。白色磨木漿纖維較短，疏松且缺乏韌性，略帶淺黃色，日久則變棕黃色，因此只能作為抄制新聞紙及一般印刷紙之用。褐色磨木漿是將剝皮后的原木經短時間的蒸汽處理，然後再用磨木機磨成紙漿，成漿是棕黃色，稱之為褐色漿。褐色磨木漿纖維強度較好，但由於顏色關係，僅適宜於製造包裝紙及工業紙板等。近代以來，已有採用特殊的漂白方法處理白色磨木漿，提高其白度，以適應印刷用紙質量的要求。

化學漿法包括範圍較廣，其中廣泛採用的主要有石灰法，蘇打法，硫酸鹽法和亞硫酸法。石灰法適用於處理棉麻纖維，採用石灰法處理稻草、麥草，可制得紙板用草漿，供抄制草紙板之用。蘇打法是指利用燒鹼在高压高溫下蒸煮植物纖維原料的方法。草類纖維可採用蘇打法處理，其成漿質量適合於抄制印刷紙

和書寫紙。蘇打法不很適合於處理針葉木種，但可用以處理闊葉木類。闊葉木漿的纖維較短，強度亦稍差，加以漂白困難，故僅適合於抄制一般印刷紙與信封紙等。硫酸鹽法制漿採用燒鹼及硫化鈉混合液進行蒸煮。其化學作用較為緩和，成漿纖維強韌有力，極適合於抄制要求高強度的水泥袋紙與牛皮紙等。以往，由於硫酸鹽木漿不易漂白，其用途受到一定的限制。近年來，由於多段漂白的發明，硫酸鹽木漿的漂白問題已基本上獲得解決。而且硫酸鹽紙漿又具有强度高，得率高的優點，同時其廢液回收的技術已有很大的發展，因此硫酸鹽法已獲得廣泛採用。在木材處理方面，基本上已逐漸代替蘇打法，並進一步趨向於代替亞硫酸法，以抄制各種用途的紙漿（包括人造絲漿）。甘蔗渣、竹子、蘆葦、荻等非木材纖維亦趨向於採用硫酸鹽法。亞硫酸法包括鈣鹽、鈉鹽、鎂鹽、鉍鹽等。採用亞硫酸鈉法制漿成本較高，在工業中多不採用。亞硫酸鈣法適用於處理木材，而亞硫酸鎂法則適用於處理蘆葦及甘蔗渣等非木材纖維。近年，已有某些漿廠開始採用亞硫酸鉍法，同時並注意到加強廢氣回收系統的改進，以及廢液的處理與副產品的生產。亞硫酸木漿纖維較長，柔軟且有韌性。在硫酸鹽木漿的漂白問題未獲解決之前，亞硫酸木漿曾經是抄制人造絲漿和高級紙張的主要原料。目前我國的亞硫酸葦漿仍然是抄制凸版印刷紙的主要原料之一。

其他化學漿法尚有冷鹼法、硝酸法、爆炸法、有機溶劑法、氯化法、中性鹽法、發酵法等。硝酸法、爆炸法及有機溶劑法在工業上均未得到廣泛應用。冷鹼法是以氫氧化鈉在室溫情況下浸漬闊葉木或草類纖維的一種方法，成漿質量略差，有待進一步改進。氯化法適用於處理草類纖維原料，在國外（特別是在英國、意大利、印度等國家）已有不少制漿廠採用此法處理蔗渣、竹材等。中性鹽法所得紙漿色澤較淺，強度較高，但其製造成本較高，在工業上的廣泛採用受一定限制。發酵法在制漿工業中已開始被注意，發酵法的進一步研究對人民公社發展土草漿的生產將

具有極其重要的意义。

机械化学漿法（或称半化学漿法）包括預煮和机械处理两个步驟。預煮阶段可以是酸煮或碱煮。机械化学漿的主要特点是得率高，藥品耗用量低，成本低，成漿强度高。机械化学漿的發明給連續蒸煮提供了可能性。無可諱言，机械化学漿法已在近代制漿工業中获得極大重視，且有日益發展的趋势。目前在工業上已开始应用的管式連續蒸煮基本上是屬於机械化学漿法的範圍內。

世界各国制漿工業多采用亞硫酸法，硫酸鹽法和机械木漿法，而其中硫酸鹽法与亞硫酸法又趋向于高得率制漿的方向。为适应人造絲漿的質量要求，近年来預水解硫酸鹽法亦已获得广泛注意。此外，在蒸煮方法方面，亦已开始采用預浸透、真空蒸煮等措施，从而收到提高質量、縮短蒸煮周期的效果。近年来，連續蒸煮法的采用更是改变了二百多年来制漿間断生产的面貌，使整个制漿造纸过程基本上达到連續化。

第三节 制漿工業在国民經济中的作用

制漿工業在国民經济中具有重要的地位，是發展国民經济中不可缺少的一个部門。

紙漿經過加工，可以制成各种紙張和紙板，以适应文化教育事業、工農業生产和国防建設的需要。随着文化教育事業發展的需要，書籍、报刊的大量出版就需要为数众多的印刷用紙。在發展工農業生产中，則需要大量的包裝用紙，溫床育苗紙，各个工業部門所需要的电容器紙、電纜紙、絕緣紙、植物羊皮紙、字型紙板、浸漬紙板、卷煙紙、描圖紙、水泥袋紙、鋼紙等等。此外，紙張又可經再加工制成多种紙制品，以代替紡織制品、玻璃制品、皮革制品、建筑材料等等。

紙漿除可制成各种紙張和紙板外，又可經過特殊的处理制成多种多样的化学产品。例如，人造絲漿經黃酸化后可制成粘液絲

或玻璃紙。紙漿經硝化处理后，可制成硝酸纖維，供制造炸藥、塑料、噴漆、膠片之用。紙漿經醋化后生成醋酸纖維，也可作为生产塑料、噴漆、膠片以及人造絲、固体酒精等的原料。醚化后的紙漿称为纖維素醚，也可用以生产塑料、噴漆及膠片等。随着塑料工業的不断發展，各工業部門已广泛采用多种塑料的紙基膠体和紙基叠層板等，这些产品也是由紙漿制成。

显而易见，制漿造紙工業的發展，对促进文化的交流，丰富人类文化生活，以及对整个国民經济的發展，都有着重大的作用。讓我們在总路綫、大躍进、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，在党和毛主席的正确领导下，生产出更多更好的紙漿和紙張，以滿足国民經济中各方面的需要。

第二章 植物細胞及其組織系統

第一节 植物細胞与細胞壁的構造

植物細胞

細胞是構成植物有机体的基本單位，是由原生質体構成。原生質体是細胞內一切生活物質的統稱，主要包括原生質(細胞質)和細胞核兩個部分。在植物細胞的外面還有一層沒有生活力的細胞壁。

原生質是無色、透明的膠体物質，主要由水、蛋白質、拟脂类化合物、碳水化合物、含氮物質的分解产物、無机鹽类等組成。在原生質內又有各種細胞器，例如粒綫体、質体、液泡等。

這些細胞器的形态結構都不一樣，而且都有其特殊的生理機能。原生質具有自主流動的能力；這種流動是一種生命的活動，既促進細胞內物質的流動，又有利于新陳代謝作用的進行，對細胞的成長與繁殖有極大關係。粒綫体是由拟脂类化合物和蛋白質構成；其主要機能是促進細胞的代謝作用。年幼的細胞里只有粒綫体而沒有質体，粒綫体会随着細胞的成長而轉化為質体。質体的基本結構是蛋白質的基質，里面分布着白色体、葉綠体和雜色体等色素。白色体具有將葡萄糖轉化為淀粉的機能。雜色体是除綠色以外的黃色、橙色、橙紅色的質体，其生理功能還不很清楚。葉綠体是含有葉綠素的質体，在高等植物中，大部分是分布在葉的細胞中。光合作用是在葉綠体中進行的；葉綠体中的葉綠素吸收並利用光能，使水和二氧化碳合成為葡萄糖；其反應過程如下：

