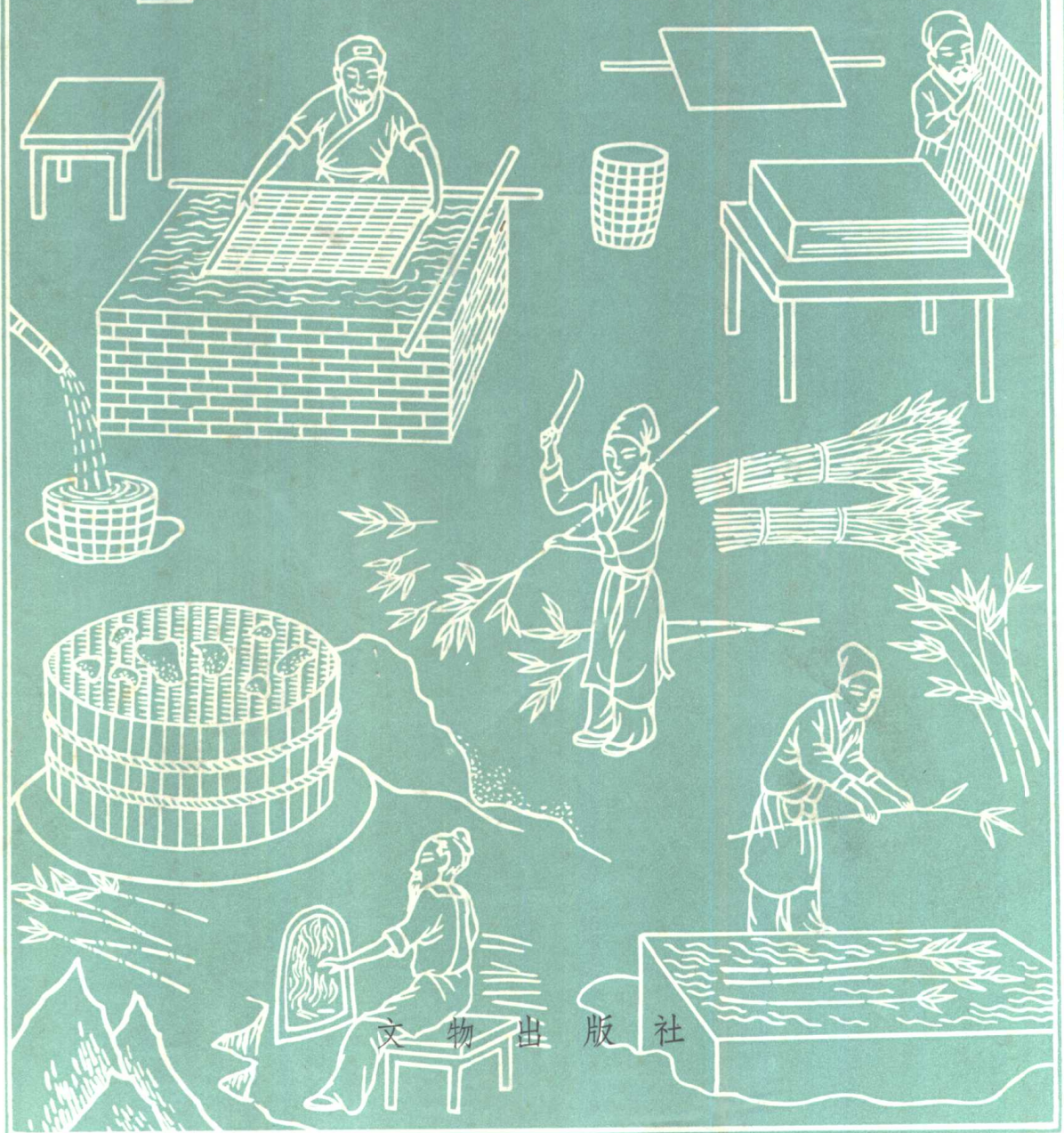


中國造紙技術史稿



中國造紙技術史稿

潘吉星著



文物出版社

北京

中国造纸技术史稿

潘吉星著

*

文物出版社出版

北京五四大街29号

文物出版社印刷厂印刷

新华书店发行

1979年3月第一版第一次印刷

787×1092 1/16开 印张：16

统一书号：11068·695 定价：6.00元

印数：1—5,500

封面设计：张孝友
题写书名：启 功

目 录

导 言	1—16
一 什么是纸	2
二 成纸的科学原理	8
三 植物纤维的化学提纯、制浆理论和纸的加工理论	11

上编 造纸史通论

第一章 造纸术的起源	19—35
一 纸未发明前的书写纪事材料	19
二 西汉古纸的出土和造纸术的发明	24
三 蔡伦与造纸术的关系	30
四 驳造纸术的“西方起源说”	33
第二章 两汉时期的造纸技术	36—51
一 西汉的造麻纸技术	36
二 东汉麻纸技术的改进和皮纸的发明	42
三 汉代的造纸设备和工艺流程	47
第三章 魏晋南北朝时期的造纸技术	52—67
一 纸在社会上的推广和造纸原料的扩大	52
二 施胶技术和帘床抄纸器的发展	61
三 表面涂布和染纸技术的进步	64
第四章 隋唐五代时期的造纸技术	68—87
一 皮纸发展、竹纸兴起和产纸区域的扩大	69

二	纸张用途多样化和纸制品的普及	75
三	造纸和加工技术的进步、名贵纸张的出现	79
第五章	宋元时期的造纸技术	88—107
一	名冠天下的竹纸、优质宽幅的皮纸和价廉的“还魂纸”	89
二	品种繁多的加工纸和各种名纸	94
三	纸本书画、印刷品和纸币等纸制品的大发展	100
四	制浆技术的发展、高效设备的采用和造纸著作的出现	103
第六章	明清时期的造纸技术	108—129
一	资本主义萌芽的出现和明清造纸业概况	109
二	从《江西大志》和《天工开物》看明代造皮纸和竹纸的技术	114
三	从文献记载看清代造竹纸和宣纸的技术	118
四	集大成的加工纸和各种名纸、机制纸的出现	121
五	明清有关加工纸技术的记载	126
第七章	我国少数民族地区的造纸技术	130—145
一	藏族地区的造纸技术	130
二	新疆维族地区的造纸技术	134
三	女真族、党项族地区的造纸技术	139
四	蒙族、满族地区的造纸技术	141
五	瑶族、纳西族、壮族地区的造纸技术	142
第八章	中国造纸术在国外的传播	146—162
一	造纸术在东亚和东南亚的传播	147
二	造纸术在中亚、西亚和北非的传播	152
三	造纸术在欧美和大洋洲的传播	157

下编 专题论文和调查报告

第九章	世界上最早的植物纤维纸	165—170
------------	--------------------	----------------

一	灞桥纸的分析化验结果	165
二	灞桥纸出土的重要意义	168
第十章	敦煌石室写经纸研究	171—178
一	石室的开凿和其中写经纸的发现	171
二	写经纸的尺寸和原料	173
三	写经纸的制造和加工技术	176
第十一章	新疆出土古纸研究	179—189
一	古纸出土情况及其所用原料	179
二	新疆出土古纸的抄造和加工技术	184
三	新疆造纸的开端及其特点	187
第十二章	中国古代书画用纸研究	190—202
一	古代书画用纸的原料	190
二	古代书画用纸的加工及其形制	197
三	古代书画用纸的断代问题	200
第十三章	中国古代造纸用的“纸药”	203—209
一	从淀粉浆到纸药的历史沿革	203
二	纸药的种类和配制方法	205
三	纸药的作用机理	207
第十四章	古人论水质对造纸的影响	210—214
第十五章	中国古代造纸技术书目提要	215—220
第十六章	陕西凤翔县白麻纸土法生产技术调查	221—228
一	凤翔麻纸的历史沿革和一般生产概况	221
二	凤翔白麻纸的制造技术	223
第十七章	四川夹江县竹纸土法生产技术调查	229—238
一	夹江造纸历史沿革和所用竹料的种类	229

二 夹江竹纸土法生产流程	231
三 夹江竹纸的加工技术	237
第十八章 陕西长安县构皮纸土法生产技术调查	239—245
一 长安县构皮纸的生产工艺	239
二 造还魂纸和编制纸帘的技术	243
插图索引	246—251
后 记	252

导 言

在现代日常生活中，纸张已成为我们的一种最常用的必需品。每天读书、看报、写字、作画，或包裹物品，都离不开纸。随着科学技术的发展，纸的应用范围正越来越广泛，如工业上的电绝缘纸、电缆纸、过滤纸、隔音纸、油毡纸等，农业上的育苗纸、蚕种纸、青贮纸、水果包装纸等，国防工业中的海图纸、半导体纸、防火纸板等，都被广泛采用。今天，如果没有纸，那简直是不可想象的。纸在传播革命思想，发展科学文化，促进教育事业，以及工业、农业和国防建设等方面，都起了很大的作用。

这种在人类生活中有如此重要意义的纸张，是我国古代劳动人民发明的。造纸术与指南针、火药术和印刷术，并称为我国古代科学技术的四大发明。研究我国古代造纸术的起源及其发展的历史，是科学技术史中的一个重要内容。

马克思、恩格斯对造纸术的历史都作过深刻的研究，为我们留下了许多重要指示。马克思在1861—1863年写作《政治经济学批判》时，阅读了大量的科技史著作，并作了读书笔记，其中有标题为《机器·自然力和科学的应用》(Die Maschinen·Die Anwendung der natürlichen Kräfte und der Wissenschaft)的稿本。在这部手稿中，马克思曾用很大的篇幅考察了麻纸从手工业生产到工场手工业生产的发展史，指出正是这种生产，表现出了“机械过程和化学过程的结合”^①。马克思还指出欧洲十四世纪造纸用的先进的水磨(Wassermühle)，“(这些水磨是从亚洲传入罗马的)。第一批水磨是在奥古斯都时代之前不久，在罗马的台伯河上建成的。”^②这里所说的从亚洲传入罗马的水磨，无疑是最初在中国发明的。

马克思还在已出版的《资本论》卷一《机器和大工业》一章中谈到：“德国旧造纸业为我们提供了这一部门手工业生产的典型，十七世纪荷兰和十八世纪法国提供了真正工场手工业的典型，而现代英国提供了自动生产的典型，此外，在中国和印度，直到现在还存在着这种工业的两种不同的古亚细亚的形式。”^③马克思还在这一章中描述了制造麻纸的工人的悲惨处境，这谈的是十九世纪时的情况，中国古代手工业造纸工人的处境也大体上如此。

① 马克思：《机器·自然力和科学的应用》69页，（1978年，人民出版社）。

② 同上，57页。

③ 马克思：《资本论》卷一（上）419页，（1975年，人民出版社）。

恩格斯在写作《自然辩证法》时，也研究了包括造纸在内的科学技术史。在该书《科学历史摘要》中有关古代末期至中世纪末期（公元300—1453）欧洲技术发展的一节内，恩格斯说到“还有大量的发明以及东方发明的输入”。在这里，恩格斯说，中世纪时曾经“提供了古代从未想到过的、虽然还未系统的许多科学事实：磁针、印刷、活字、亚麻纸、火药……”。在同书《古代的东西——发明》一节中，恩格斯更指出“棉纸在七世纪从中国传到阿拉伯人那里，在九世纪输入意大利”。^①在另一处，恩格斯还提到植物纤维纸“在十三和十四世纪已经传播的更广，莎草纸从阿拉伯人占领埃及以后就根本不再使用了”。^②这就是说，自从阿拉伯人采用中国技术造出麻纸后，很快就取代了通行已久的埃及莎草（Papyrus），这正如它在中国取代了先前的缣帛和简牍一样。

毛主席在1939年写作的《中国革命和中国共产党》中指出：“在中华民族的开化史上，有素称发达的农业和手工业，有许多伟大的思想家、科学家、发明家、政治家、军事家、文学家和艺术家，有丰富的文化典籍。”接着，毛主席列举了我国指南针、造纸法、印刷术和火药术这四大科学技术发明后论证说：“所以，中国是世界上文明发达最早的国家之一，中国已经有了将近四千年的有文字可考的历史。”^③

本书的目的在于探讨我国古代造纸术的起源及其发展的历史。它是笔者近十五年来进行一系列专题研究的成果。全书分为上下两编：上编，是造纸史通论。所包括的各章，对造纸术起源及其在历代的发展、少数民族造纸史、以及中国造纸术的外传，作纵的综合探讨。下编，是专题论文和调查报告。专题论文是对西汉灞桥纸、敦煌石室写经纸、新疆出土古纸和古代书画用纸等进行科学检验写出的论文。为了从现存土法手工造纸生产中发掘历史遗产，探寻古代造纸的技术细节，笔者曾对凤翔麻纸、夹江竹纸、长安皮纸等作过现场调查，写出了调查报告。上下编这两个部分虽有重叠，但可互为补充。

纵观中国造纸技术的历史，我国古代在造纸领域内确有许多重要的发明创造，对人类作出了贡献。但是到了近代，由于帝国主义的侵略和反动统治阶级的腐败，我国造纸术大大落后了。新中国成立后，造纸业才获得新生，有了进步，但目前离世界先进水平仍有很大差距。如今，以华主席为首的中国共产党中央率领全国人民进行新的长征，向四个现代化进军，在造纸方面也要学习外国先进科学技术，赶超世界先进水平，谱写新的篇章。

一 什么是纸？

研究造纸史时，首先遇到的问题是：到底什么是纸？怎样理解古代文献中“纸”字

^① 恩格斯：《自然辩证法》，169—170页（1971年，人民出版社）。

^② 恩格斯：《自然辩证法》，169页。

^③ 《毛泽东选集》卷二，616—617页。

的含义？中国早期的纸究竟用什么原料？这些问题又往往与造纸术的起源问题有密切的关系。因此，必须弄清这些问题。事实上，在没有弄清这些问题之前，中外古今长期以来便出现了不同意见的争论。而要解决这些问题，除了留心收集文献记载之外，更重要的是必须明了造纸过程所赖以实现的自然科学和技术原理，并对早期的古纸进行分析化验和科学研究，否则势必陷于文字学和文献学上的无结果的争论。

为要正确理解古书中“纸”字的含义，首先就要了解现代造纸工作者对“纸”这一概念的理解。那么，我们今天应如何理解“纸”的含义呢？不妨举出一些百科全书为纸下的各种定义。第二版《大苏维埃百科全书》说：“纸是基本上用特殊加工的主要由植物纤维层组成的纤维物质，这些植物纤维加工时靠纤维间产生的联结力而相互交结。”^①这里没有指出是什么联结力？是物理学上的力，还是化学上的力？

《美国百科全书》把纸的定义说成是：“从水悬浮液中捞在帘上形成的由植物纤维交结成毡的薄片。”^②1966年版《韦氏大字典》说：“纸是由破布、木浆及其它材料制成的薄片，用于书写、印刷、糊墙及包裹的物质。”^③这些定义都不是从造纸学角度作出的，因而没有反映出纸的本质。美国学者亨特（Dard Hunter）在其造纸史著作中，对纸下的定义是：“一种由植物纤维作成的荐落在平滑多孔模上的薄面材料。”^④接着他又补充说：作为真正的纸，必须由已打碎成分离的单元纤维制成，纤维与水混合，用类似筛的网将纤维从水中分离成薄片，滤水后交结的纤维在网的表面形成薄片。这个定义虽是从造纸学角度出发，但没有提到植物纤维何以交结成纸。其他著作也还有各种提法。

值得注意的是，在现代造纸学专著中却不常触及纸的定义。我们觉得很有必要基于近代科学成果，综合已有的各种提法，为纸下一个定义。笔者认为，我们传统上所谓的“纸”，是植物纤维原料经人工的机械、化学作用而得到提纯的分散纤维与水制成浆液，经漏水的模子滤水，使纤维素在模子上交织成为湿纸膜，再经干燥后，形成具有一定强度的由纤维素靠氢键缔合交结成的薄片，作为书写、印刷、包裹等用途的物质。这个定义虽然文字较多，却把构成纸这个范畴的各种因素都考虑进去了。如果用一句话说，纸是植物纤维经物理、化学作用所提纯与分散的纤维素靠氢键缔合而交结成的薄膜状物质。这个定义，适用于古今中外的一切手工纸和机制纸。当然，现代工业中还制成以矿物纤维及化学合成纤维制成的“纸”，但严格地说，它不是传统意义的纸，而是纸的新式代用品。

① Большая Советская Энциклопедия, 2-ое изд., Т.6.《Бумага》(1951, Москва).

② The Encyclopaedia Americana, V.21, PP.258—259 (1963, New York).

③ Webster's World University Dictionary, p.702 (1966, Washington).

④ D.Hunter, Papermaking · The History and Technique of an Ancient Craft, 2d ed. PP 4—5 (1957, London).

那么，我们应当怎样理解我国古书中的“纸”呢？事实上，在先秦文献中并没有“纸”这个字，因为那时的书写材料主要还是简牍和缣帛等。“纸”字是从汉代才有的。按照我国文字学的规律，纸字从系旁，在字源上与丝有关联。最早解释纸字含义的，是东汉人许慎（30—124）的《说文解字》（成书于公元100年）。其中说：“纸：絮一箔（shàn）也。从系，氏（zhī）声。”许慎认为纸字会意从系，发声从氏，纸似乎是一种丝质物。

再查《说文解字》，还可找到对于“絮”、“箔”等字的解释。例如：“絮：敝絺也”；“箔：漑（pǐ）絮簧也”；“漑：于水中击絮也”；“簧：牀棧也”，即竹席。综合以上解释，不难看出，许慎把纸定义为：在水中打击敝绵絮时，荐存在竹席上的一片絮渣。《说文》中还另有一个“紙”（dī）字。许慎解释说：“纸：丝滓也。从系，氏声”，也是一种丝质物。

在许慎以后，后汉的服虔《通俗文》也说：“方絮曰纸”。我国后世一些古书，受许慎、服虔的影响，因而认为最初的纸似乎是由丝絮作料，按漂絮原理而制成的。例如，清代的段玉裁（1735—1815）在《说文解字注》中说：“按造纸昉（导源）于漂絮，其初丝絮为之，以箔荐而存之。今用竹质、木皮为纸，亦有致密竹帘荐之是也。”又说：“纸：絮一箔也。谓絮一箔成一纸也。”本世纪以来，有不少作者在研究造纸起源时，都一直沿用《说文》及《说文段注》的这种提法^①。

为了替《说文》中所说的絮纸寻找历史文献上的证据，不少人引用班固（32—92）《汉书》卷九十七《赵皇后传》中所提到的“赫蹠”（hèdì）。按汉成帝元延元年（公元前12年）皇后赵飞燕之妹赵昭仪为害死后宫的曹伟能，派狱丞籍武送去“裹药二枚赫蹠，书曰：‘告伟能，努力饮此药，不可复入，汝自知之’”。唐人颜师古（581—645）注《汉书》时引后汉（二世纪末）人应劭的解释说：“赫蹠，薄小纸也。”又引孟康注云：“蹠犹地也，染纸素令赤而书之，若今黄纸也。”按照应劭、孟康的解释，“赫蹠”是一种小块的染有红色的薄纸，并没有具体指出一定是絮纸。认为赫蹠是絮纸的意见，看来还是基于《说文》的解释。因为《说文》在“纸”字下，紧接着就说：“絮：蹠也，一曰恶絮”；“蹠：絮蹠也。”

值得注意的是，除“赫蹠”外，还有些史料明确提到汉代早期用纸的。如《三辅旧事》载，汉武帝时江充要害卫太子（戾太子刘据），因其高鼻，江充便教他见武帝时“当以纸蔽其鼻”。此事约发生于武帝征和二年（公元前91年）。《汉书·司马相如传》载相如作《游猎赋》，帝令尚书给笔札。对此，唐代颜师古注云：“时未多用纸，故给札以

^① 例如，劳幹：论中国造纸术之原始，《历史语言研究所集刊》，第19本（1948年10月）；袁翰青：《中国化学史论文集》106页（1956年，三联书店）；张子高：《中国化学史稿》90页（1964年，科学出版社）等。

书。”这句话只能理解为当时较少用纸，并非无纸。但颜师古和后人没有指出是什么原料纸。还有后汉人应劭《风俗通》讲光武帝（在位于公元25—57年）“车驾徙都洛阳，载素、简、纸经凡二千辆”。《后汉书·贾逵传》说章帝建初元年（79年）令贾逵选二十人教以《左氏传》，并“给简、纸经传各一通”。

此处我们引用的《三辅旧事》、前、后《汉书》和《风俗通》中的用纸记载，事情发生的时间都在西汉武帝、东汉光武帝、章帝时，即公元前二世纪至公元后一世纪，都早于《说文解字》的成书年代，更早于《后汉书·蔡伦传》所载蔡伦向和帝献纸的那一年（公元105年）。这说明，早在西汉已有用纸的记载了。

问题在于，如何判断这些早期纸的原料？在地下没有出土早期汉纸以前，一般常把这些蔡伦前的古纸，按《说文》解释为絮纸。但这种解释究竟有无科学根据及事实根据呢？我们的回答是否定的。

正如下面要详细谈的，纸是靠纤维素分子间的氢键缔合而交结成的。但丝纤维不同于植物纤维，它主要是由丝素及丝胶组成，二者都是动物性蛋白质高分子化合物，其分子间不能产生氢键缔合。因而丝纤维经脱胶后分散在水中，用漏水帘（或席）捞出后只成为一堆没有任何强度和书写价值的丝渣，根本不是纸。丝纤维只有用胶才能粘联成类似纸的薄片，但这也仍然不是真正的纸。

由此可见，许慎、服虔等人把纸解释为絮质，是缺乏科学上的道理的。史书上被称为丝纸的，经我们检验有关实物，也一直得到否定的结果。如清代谷应泰《博物要览》云：“高丽纸以绵、茧造成，色白如绫，坚韧如帛。”笔者有意检验了宋、明、清等时代流入我国的朝鲜纸，原料多为木本植物的皮料，根本不是“以棉、茧造成”。至于历代标为“蚕茧纸”或“白绵纸”的国产纸，经检验也证明其原料为楮、桑等皮料或麻料，而没有丝质纸。

不但在我国古代和现代很少有用丝料造纸，就是在国外也都怀疑用丝纤维造纸的可行性。例如，日本的上村六郎指出，根据实验，依古法所造的绢绵纸，如不加粘着剂，则干燥后仍为原来的真绵，即使压紧也不出现有纸的样子^①。德国人兰克尔（A. Renker）在《远东的纸和印刷品》^②一书中，也认为丝料实际上没有使植物纤维缠结及联密的那种粘性，因而用丝纤维造纸在技术上是可疑的。法国造纸家阿里保（Henri Alibaux）在《纸的发明》一文中，同意兰克尔的意见，他指出：现在迄未看到用纯丝纤维造出的纸，也没有任何造纸专著提到它在这方面的用途^③。钱存训也指出，很难肯定能

① 上村六郎：支那古代の制纸原料，《和纸研究》，1950年第14号，2页。

② A. Renker, Papier und Druck in fernen Osten. S.9 (1936, Mainz)

③ H. Alibaux, L'Invention du papier, 《Gutenberg Jahrbuch》, 1939, P.24

否用丝造出纸，所谓“蚕丝纸”，多出于语源学上的猜测，而无足够科学上的证据^①，他正确地把这种“絮纸”称为假纸（quasi-paper）。

许慎《说文解字》对纸的解释，也与考古学实践相矛盾。1957年在西安市郊灞桥出土了西汉早期的纸。当此纸在未作显微分析前，一度被认为是丝纤维纸，并被当成蔡伦前存在絮纸的证据。但1964—1965年我们对此纸作了两次显微分析后，证明它不是丝质，而是麻类植物纤维纸。1933年新疆罗布淖尔出土的西汉黄龙元年（公元前49年）古纸，也是麻纸。1973—1974年在甘肃北部额济纳河边居延汉代遗址中出土的公元前一世西汉纸，经化验是由大麻纤维制成的^②。1974年武威县旱滩坡出土东汉字纸，经检验，也是麻纸。迄今所发掘出土的两汉古纸，没有一种是絮纸。不但如此，我们检验过的魏晋南北朝、隋唐、五代、宋元、明清以及欧亚其他国家数以千百计的古纸，也没有一件是丝质纤维纸。

基于上述，我们可以得出结论说，在历史上并没有絮纸和蚕茧纸，即使用它造成类似纸的薄片，也不能称之为纸。我国西汉劳动人民从一开始造出原始纸时，就用麻类的植物纤维，后来又用木本韧皮纤维和竹类茎秆纤维。古书中所谓“蚕茧纸”者，多是对植物纤维纸的一种美称，用以形容纸上纤维白细发光，交织如蚕丝。

许慎在《说文》中对纸的解释是错误的。其所以造成错误，是当他们看到东汉精制麻纸纤维如丝絮，且得悉麻料也须漂洗，抄纸时用类似席子的纸模在纸浆中游荡，于是便作出“纸：絮一落也”的错误解释。在长达千年多时间内，许多人上了许慎信笔雌黄的当。

在我们批驳了许慎的解释后，也自然而然地可以导出结论说，从西汉以来我国古书中的“纸”，都应理解为植物纤维纸。只有这样，才能使考古学实践与文献记载合起拍来。例如，《三辅旧事》说武帝时有“以纸蔽鼻”的事，说明蔡伦之前，西汉已有植物纤维纸。而出土的灞桥纸，在年代上也不晚于武帝时代，互相符合。有趣的是，迄今为止，无论是史书记载，还是考古发掘，都表明西汉纸用于杂用，而东汉纸则已用于书写。如《后汉书·贾逵传》、《风俗通》、《东观汉记》中记载的纸写本都属于东汉，而地下出土字纸也多为东汉故物，考古发掘和文献记载再一次互相印合。絮纸说被推翻后，就为探讨造纸术起源清除了一大障碍。

至于说到《汉书·赵皇后传》中的“赫蹏”，问题就比较复杂了。赫蹏在古书中又作繫蹏（《说文》）、纒蹏（《玉篇》）、阅蹏（晋灼注）、击蹏（颜师古注）等。它在古

^① Tsien Tsuen-hsuei, Raw materials for papermaking in China (J. Amer. Or. Soc.), 93: 517 (1973, 10—12).

^② 甘肃居延考古队，《居延汉代遗址的发掘和新出土的简册文物》，《文物》1978年1期。

书中有几种不同解释，或认为是“薄小纸”，或认为是縑帛，或认为是絮纸，目前还难确定。笔者倾向于认为它不是纸。

由此可见，纸字虽从糸旁，但与丝有本质的不同，不过二者也并非毫无联系。纸的最初制成，正是作为縑帛的代替物而出现的。纸具有与縑帛相同的特点：白度大，轻软而易于舒卷，表面光滑而受墨性好，着色力强且寿命长，可随意裁剪或粘联，等等。纸与帛的根本区别是：纸是植物纤维被提纯、分散后，靠纤维素间的氢键缔合而成的薄膜，而帛则是动物纤维经提纯及打捻成束后，靠纺织而成。

“纸”字的产生，大概由于纸上纤维白细如丝絮，而且平滑如縑帛所引起的。就是说，“纸”字可能最初是对植物纤维薄膜状物质（真正的纸）的美称。到了许慎，则把纸的美称当成纸的定义，由此贻误千年，害人匪浅。

但到了汉末，又创了一个新字“帀”来称呼纸。据王隐《晋书》，三国时魏太和六年（232年）河间人张揖上《古今字诂》，其巾部云：“纸，今帀也。……以故布擣剉作纸，故字从巾。”如果把巾理解为布，倒多少符合实际，因为最初的纸以破布为原料，而布多由麻纤维所织成。这样来理解“帀”或“纸”，显然比许慎进了一步。“帀”字在南北朝以至隋唐五代时，仍在通用。如新疆出土的北凉承平十五年（457年）《菩萨藏经》，末尾写“廿六帀半”。敦煌石室唐人写经中，也常写以“用帀××张”。不过，后来“帀”字没有通用下去，人们还多是沿用了“纸”字。

作为帛、简及其他书写材料的代用品，纸出现以后，它的名称有时就直接导源于被它所代替的其它书写材料。这种情况不但在中国如此，在外国也是这样。例如，“纸”字在日本语中为“カミ”（读作kāmi），导源于“简”（カン，读作Kān，古音为kām）。

“纸”字在英语中作paper，法语和德语作Papier，西班牙语作papel，均导源于希腊语 *παπυρος* 或拉丁语 *papyrus*。而 *papyrus* 则是古埃及人用莎草（*Cyperus papyrus* L.）粘联成的供书写用的薄片，并不说明欧洲真正的纸是由莎草造成。

“纸”字在俄语中作 бумага，从 бомбук 演化而成，导源于中古波斯语 pambak，原意是“棉”。但应当指出，在十九世纪以前，欧洲大都以破布造手工麻纸，而很少用棉造纸。欧洲造纸史中的“棉纸”，正如中国造纸史中的“絮纸”一样，是出于字源学上的误会。原来在八至九世纪时，叙利亚的班毕城（Bambycina）盛产麻纸，于是“班毕纸”（charta Bambycina）成为欧洲称呼纸的名称。后来人们将 Bambycina 误传为 bombycina（棉花），这是由于这两个词的发音很相近，于是长期间把阿拉伯及早期的欧洲麻纸均称为“棉纸”。

直到十九世纪末，奥地利人威斯纳（J. von Wisner）对中国出土的魏晋古纸、以及早期阿拉伯古纸作显微分析后，证明都是麻类破布纸，这才有力地驳倒了关于“棉纸”的误

称^①。十八、十九世纪以后，欧洲才用短绒棉或破棉布掺以破麻布造高级纸。如果用纯棉纤维造纸，质量自然更好，但成本势必太高。

二 成纸的科学原理

正如马克思在技术史笔记中所说的那样，造纸实际上是一种化学过程和机械过程的结合。因此，造纸术的发明，反映了我国古代化学和机械工程两方面的成就。在讨论造纸技术史之前，有必要把这项卓越的科学技术发明所赖以实现的某些原理说清楚，这涉及到纤维素化学和制浆造纸工艺学的一些基本原理。造纸术的发明和发展，正是建立在这些基本原理之上的。

尽管造纸学原理是在近百年来、特别是近五十年来才得以充分阐明，但两千多年以前，我国古代劳动人民在造纸生产实践经验的基础上所形成的一整套的造纸工艺、操作方法和设备原理等，却完全符合现代造纸学的基本原理，并成为现代造纸学的源远流长的历史渊源。

我们知道，纸的主要原料取自植物纤维，而我国是世界上植物纤维原料最为丰富的国家之一，各地可供造纸用的植物纤维原料种类很多。在过去手工造纸中，象破布的原料麻类和适于造纸的木本韧皮（桑皮、藤皮、楮皮、檀皮等），以及竹子、稻草、麦秆和其它种类繁多的野生植物，都是取之不尽的造纸所用纤维原料的来源。

在植物学中，“纤维”只指韧皮纤维及被子植物中两端作纺锤状的细长细胞而言。但在造纸学中，则把植物中凡属于细长的细胞，构成纸浆之主要组成者，统称之为纤维。我国古代造纸用植物纤维，根据对古纸的显微镜分析化验结果，基本上可分为两大类：其一为韧皮纤维，主要用植物韧皮部的纤维。韧皮纤维还可再细分为草本和木本两种：草本如各种麻类，多为一年生植物；木本则绝大多数为多年生植物，如桑、楮、藤、青檀等。第二大类是茎秆纤维，多属单子叶植物，其维管束（即纤维与导管结合而成的束状组织）散生于基本组织中，不易用机械方法将维管束分离出，故一般用其茎秆全部。茎秆纤维可再细分为一年生（如稻草、麦秆等）和多年生（竹类等）两种。

从上述各种纤维原料的质量上来看，一般说，在造纸时长纤维比短纤维好，细纤维比粗纤维好。这就是说，各种纤维中的单个纤维平均长度越长越好，纤维的平均长宽比率越大越好。这是因为在打浆（舂捣）过程中，纤维要被切短，但长纤维打短后仍有一定长度，且两端帚化，成纸时组织紧密，纸的拉力强度大。细长纤维的比表面大，交缠效果好。短纤维打短后，长度更小，两端虽然也能帚化，但因过短，使纸的拉力变小。

^① 卡特（T.F.Carter）：《中国印刷术的发明和它的西传》中文译本，114页（1957年，商务印书馆）。

故造纸纤维以细而长的为最佳。值得注意的是，我国从一开始发明造纸时，就选用了至今仍堪称优质原料的麻类纤维。下表中列出了我国各种常用造纸原料纤维在显微镜下所测得的长宽度数据。

中国古代常用造纸原料长宽度测定数据

序号	长宽度 种 类	长 度 (毫米)			宽 度 (毫米)			平均 长宽比 (倍)
		最大	最小	大 部 分	最大	最小	大 部 分	
0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	大 麻	29.0	12.4	15.0—25.5	0.032	0.007	0.015—0.025	1000
2	苧 麻	231.0	36.5	120.0—180.3	0.076	0.009	0.024—0.047	3000
3	楮 皮	14.0	0.57	6.0—9.0	0.032	0.018	0.024—0.028	290
4	桑 皮	45.2	6.5	14.0—20.0	0.038	0.005	0.019—0.025	463
5	黄瑞香皮	5.8	0.95	3.1—4.5	0.030	0.004	0.015—0.019	222
6	青 檀 皮	18.0	0.72	9.0—14.0	0.034	0.007	0.019—0.023	276
7	毛 竹	3.20	0.34	1.52—2.09	0.030	0.006	0.012—0.019	123
8	慈 竹	2.85	0.34	1.33—1.90	0.028	0.003	0.009—0.019	133
9	稻 草	2.66	0.28	1.14—1.52	0.028	0.003	0.006—0.009	114
10	麦 秆	3.27	0.47	1.30—1.71	0.044	0.004	0.017—0.019	102

此表据张永惠、李鸣皋：《中国造纸原料纤维的观察》，《造纸技术》1957年12期9页；《中国造纸原料纤维图谱》，第8页以下(1965，轻工业出版社)。

从上表所列造纸纤维长度及长宽比率数据中可以看出，我国古代选用的原料以麻类最佳，树皮类次之，竹类第三，草类第四。因此，古代所造出的高质量的纸多用麻类及树皮类原料，草类多用于迷信用的“火纸”。相对地说，竹类纤维较短，但竹纸成本低，这是一大优点。正如我们在第五章所要谈到的，古人为改善竹纸性能，常常有意在竹浆中添加一些麻类或皮料等细长纤维原料，目的在于增加纸的拉力，这是很合乎科学道理的制浆技术。

造纸用纤维主要由纤维素构成，纤维素是植物细胞壁的基础物质。从现代纤维素化学观点来看，纤维素是由许多d-葡萄糖基 ($C_6H_{10}O_5$) 相互间以1-4- β 甙键联结成的高分子多糖体，因此可以把纤维素视作葡萄糖基的高聚物，一般可用通式 $(C_6H_{10}O_5)_n$