



“十三五”普通高等教育本科规划教材

制浆造纸 概论

INTRODUCTION TO PULPING
AND PAPERMAKING



龚木荣 编著



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

“十三五”普通高等教育本科规划教材

制浆造纸概论

龚木荣 编 著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸概论/龚木荣编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2019. 3

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5184-2367-5

I. ①制… II. ①龚… III. ①制浆造纸工业-高等学校-教材 IV. ①TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 014097 号

责任编辑: 林 媛

策划编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 霸 州 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北鑫兆源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2019 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15

字 数: 384 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-2367-5 定价: 45.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

180991J1X101ZBW

前 言

作为可持续发展工业的典范，国内造纸业经过近 20 年的快速发展，发生了根本性的改变。以连续蒸煮、全无氯漂白、稀释水流浆箱、高速双面脱水成形、靴式压榨、膜转移表面施胶，全封闭单网干燥、软压光、自动换卷卷取等为代表性的先进工艺及设备，使得造纸业脱胎换骨，成为一个新型产业，造纸植物纤维在纸厂得到了完全利用。近些年，现代化的废纸、废水、废气处理工艺及设备的应用，使纸厂成为治污的生态型企业，供给侧的改革也导致造纸的原料和产品结构持续得到调整。可以说造纸业的变化及现状，颠覆了人们对传统造纸业的认识。笔者所写本书即是为适应这种变化而作。本书概要叙述了整个制浆造纸过程及基本原理，包括造纸植物纤维原料的一些相关知识。书中力求纳入最新造纸技术，摒弃一些非主流或过时技术。和现代造纸一样同为抄纸法的古法造纸，是我国历史文明的传承，也部分选编收入此书，其直观易懂，更易被初学者借鉴来理解现代造纸。

纸和人们的生活息息相关，可以说每天都离不开纸。造纸产业是与国民经济和社会事业发展密切相关的重要基础原材料产业，其产业关联度大。造纸又属技术密集型产业，许多技术在造纸业都得到渗透和应用，所以造纸业涉及的人员混杂多行，这其中有些人是非造纸专业人员，他们需要简单了解一些制浆造纸方面的知识，本书可以为他们学习提供便利。《制浆造纸概论》原本为轻化工程专业非制浆造纸方向的学生而设，通过学习本书，了解并掌握制浆造纸的基本过程和原理。通常专业课的系统学习都安排在较后的大三和大四，其间一些专业课教授过程相互衔接也不是太好，作为轻化工程专业制浆造纸方向的学生，刚入校时也有必要对自己未来所学专业有一些初步的学习和了解，便于后面深入学习和时间规划。其他如纺织、古籍修复等专业的学生也可以参阅本书。

感谢南京林业大学轻工学院金永灿教授、苏二正教授、戴红旗教授、童国林教授等对此书的修改提出的宝贵意见。感谢中国轻工业出版社为本书的顺利出版所付出的辛勤劳动。

由于时间仓促及笔者学识有限，书中难免有不完善和差错之处，敬请专家和读者批评指正。

龚木荣

2019 年 1 月

目 录

第一章 古法造纸	1
第一节 古法造纸的主要工序	1
一、泡料	1
二、煮料	1
三、洗料	2
四、晒白	2
五、打料	2
六、捞纸	3
七、榨干	3
八、焙纸	3
第二节 古纸的主要纤维原料及其大致分类	4
一、麻纸	4
二、皮纸	4
三、藤纸	5
四、竹纸	5
五、宣纸	5
第三节 宣纸的制造工艺及其性能特点	5
一、宣纸的纤维原料	5
二、宣纸的制造工艺过程	6
三、纸药的作用及施胶工艺	7
四、宣纸的特性	8
主要参考文献	8
第二章 造纸植物纤维原料	9
第一节 造纸用植物纤维原料的分类及纤维形态	9
一、造纸用植物纤维原料的分类	9
二、植物纤维原料的细胞种类和纤维形态	9
第二节 植物纤维的形态与纸张性能的关系	13
一、纤维长度、宽度及长宽比	13
二、纤维细胞的壁腔比	14
三、杂细胞对制浆造纸的影响	14
第三节 植物纤维原料主要的化学成分	15
一、主要化学成分概述	15
二、纤维素	15
三、半纤维素	16
四、木素	16
五、木材纤维细胞壁的超微结构及成分	17
主要参考文献	18

第三章 备料	19
第一节 原料的贮存	19
一、原料贮存的目的	19
二、原木贮存的方法	19
三、非木材原料的贮存	20
第二节 备料工艺过程	21
一、木材原料的备料	21
二、草类纤维原料的备料	22
第三节 料片的输送和贮存	25
一、料片的输送	25
二、料片的贮存	25
主要参考文献	26
第四章 碱法制浆	27
第一节 碱法蒸煮	27
一、碱法蒸煮常用名词术语	27
二、蒸煮液对木片或草片的浸透作用	29
三、蒸煮的化学反应过程	29
第二节 蒸煮工艺	32
一、间歇式蒸煮	32
二、连续蒸煮系统	34
第三节 纸浆的洗涤、净化和筛选	39
一、常用洗涤、筛选与净化术语	39
二、洗涤的原理及方式	40
三、几种常见的纸浆洗涤工艺	42
四、纸料的筛选和净化	45
五、纸浆的浓缩与贮存	51
第四节 黑液的回收处理	52
一、碱回收常用术语	53
二、黑液的蒸发	53
三、黑液的燃烧及烟气静电除尘	60
四、绿液的苛化	61
五、石灰的回收	63
第五节 硫酸盐法制浆和亚硫酸盐法制浆的特点对比	63
一、硫酸盐法制浆的优点和缺点	63
二、亚硫酸盐法制浆的优点和缺点	64
主要参考文献	64
第五章 高得率制浆	65
第一节 机械法制浆	65
一、盘磨机的磨浆性能	65
二、盘磨机械浆(RMP)	69
三、热磨机械浆(TMP)	70
第二节 化学机械浆	72

一、化学热磨机械浆 (CTMP)	72
二、碱性过氧化氢机械浆 (APMP)	73
三、磺化化学机械浆 (SCMP)	75
第三节 半化学法制浆	76
一、中性亚硫酸盐法半化学浆 (NSSC)	77
二、生产半化学浆的其他方法	77
主要参考文献	78
第六章 废纸制浆	79
第一节 废纸制浆的工艺流程及主要设备	79
一、废纸的离解	79
二、废纸纸浆的筛选与净化	81
第二节 废纸纸浆的脱墨	87
一、油墨组成、分类及废纸脱墨原理	87
二、脱墨剂的主要成分及作用	88
三、脱墨方法及设备	89
第三节 废纸纸浆的分散与搓揉处理	91
一、热分散	91
二、废纸纸浆的搓揉处理	93
主要参考文献	94
第七章 纸浆的漂白	96
第一节 概述	96
一、漂白的分类与发展	96
二、纸浆颜色、发色基团及漂白机理	97
三、单段漂化学品组成及漂白化学品作用	98
四、漂白的常用术语	99
第二节 化学浆的传统含氯漂白	100
一、次氯酸盐漂白	100
二、化学浆的 CEH 三段漂白	102
三、二氧化氯漂白	105
第三节 化学浆的无元素氯漂 (ECF) 和全无氯漂 (TCF)	108
一、氧脱木素	108
二、碱抽提的强化	111
三、臭氧漂白	112
四、过氧化氢漂白	114
五、过氧酸漂白	116
六、生物漂白	117
七、化学浆的 ECF 和 TCF 漂白的选择与比较	118
第四节 高得率浆的漂白	119
一、高得率浆漂白的特点	119
二、高得率浆的过氧化氢漂白技术	119
三、高得率浆的连二亚硫酸盐漂白	120
四、高得率浆的甲脒亚磺酸漂白	122
第五节 废纸浆的漂白概述	123

主要参考文献	123
第八章 打浆	124
第一节 打浆原理	124
一、打浆的意义	124
二、打浆过程及纤维形态变化	124
第二节 打浆对纸张性能的影响	127
第三节 打浆工艺	131
一、打浆方式	131
二、打浆的影响因素	132
三、打浆质量评估	134
第四节 现代打浆设备特征	135
一、圆盘磨	135
二、大锥度锥形磨浆机	137
三、双向流式圆柱形磨浆机	138
主要参考文献	139
第九章 造纸辅料及其应用	140
第一节 施胶	140
一、浆内施胶	140
二、表面施胶	146
第二节 加填	149
第三节 染色和调色	153
一、染色和调色的目的与作用	153
二、色料的种类和性质	154
第四节 助留助滤剂	156
一、助留、助滤剂的种类	156
二、助留助滤的机理	156
第五节 其他添加剂的使用	157
一、纸页增强剂	157
二、分散剂	159
第六节 常用造纸辅料的添加位置	160
主要参考文献	161
第十章 纸机的供浆和纸料的流送	162
第一节 纸机供浆系统	162
一、纸料的组成及供浆系统的作用	162
二、供浆系统的工艺流程	162
三、供浆系统的压力脉冲及其消除	167
第二节 纸料的流送	168
一、纸料悬浮液的流动状态	168
二、纸料悬浮液流动过程中的湍动	169
三、流浆箱的作用及结构原理	170
四、纸幅横幅定量的调节	172
五、流浆箱的类型及特点	173

主要参考文献	174
第十一章 纸页在网部的成形与脱水	175
第一节 纸页成形的基本概念	175
一、湿纸页在网部成形脱水的目的及相互关系	175
二、纸页成形的过程的流体动力	175
第二节 长网纸机纸页的成形与网部的脱水	177
一、长网纸机网部的组成及作用	177
二、长网成形器的成形与脱水	179
第三节 圆网成形器的纸页成形与脱水	181
一、圆网纸机的结构	181
二、圆网成形器的纸页成形和脱水过程控制	184
第四节 双网和多网成形器的纸页成形和脱水	185
一、夹网成形脱水	185
二、顶网成形器的纸页成形脱水	186
三、多网成形脱水	187
第五节 纸机白水的回用	188
一、造纸过程网下白水的循环使用	188
二、白水的封闭循环和零排放	189
三、造纸车间的稀白水处理	190
主要参考文献	191
第十二章 湿纸幅的压榨脱水与干燥	192
第一节 压榨的作用及压榨脱水原理	192
一、压榨部的作用	192
二、压榨脱水对纸张结构及性能的影响	192
三、压榨脱水机理	193
第二节 压榨辊的类型及组合	195
一、压榨辊的类型及其脱水原理	195
二、压榨部的配置与组合	198
第三节 压榨部的引纸	199
一、开式引纸	199
二、闭式引纸	200
第四节 造纸压榨毛毯	201
一、压榨毛毯的作用	201
二、对压榨毛毯的质量要求	201
三、毛毯的运行	201
第五节 影响压榨脱水的因素	201
主要参考文献	202
第十三章 纸幅的干燥	203
第一节 纸机干燥部概况	203
一、干燥部的作用和组成	203
二、湿纸幅向干燥部的传递	203
三、干燥部的类型	204

第二节 干燥部的供汽及冷凝水的排除	206
一、烘缸的传热原理	206
二、干燥部的干燥温度曲线	208
三、干燥部的通汽方式	208
四、烘缸冷凝水的排除	210
五、冷缸	212
第三节 干燥部的通风及热量的回收	212
一、传质原理	212
二、袋区通风及纸幅的稳定	213
三、热量回收	216
第四节 干毯（网）	216
一、干毯（网）的作用	216
二、干毯（网）的分类和性能	217
三、干毯（网）的选用	218
主要参考文献	218
第十四章 纸页的压光、卷取与完成	220
第一节 纸页的压光	220
一、压光的作用	220
二、压光机的结构类型和作用特性	220
三、软压光的技术与原理	223
第二节 纸幅的卷取和完成	224
一、纸幅的卷取	224
二、纸幅的完成整理	226
主要参考文献	228

第一章 古法造纸

中国是一个拥有五千年悠久历史文化的文明古国，造纸术、印刷术、指南针、火药四大发明促进了人类文明的进步与社会的发展。纸张出现之前，曾经有过不同的记事材料如甲骨、金石、缣帛，简牍，这些材料分别有不同的缺点，如：容字少，笨重而不便携带，不能舒卷，所占体积大，价贵，受墨难，不易保存寿命短。而后发明的纸张则完全不同前者，纸张表面平滑、容易受墨，幅面大容字多，质轻柔软耐折，便于携带，寿命长，用途广泛。成为后来人们记录历史、宣传思想、讲学知识的主要媒介，而且还成为后来的书画、印刷、包装、卫生等文化、日用不可缺少的物品。

蔡伦作为造纸术的发明人，得到了世界的肯定。麦克·哈特的《影响人类历史进程的100名人排行榜》中，蔡伦排在了第7位。美国《时代》周刊公布的“有史以来最佳发明家”中蔡伦上榜。2008年北京奥运会开幕式，特别展示了蔡伦发明的造纸术。

第一节 古法造纸的主要工序

古法造纸采用手工做法，有一整套生产工序，不论采用何种原料，抄造何种纸张，基本步骤都是大同小异，虽然工序各有不同，但有几道主要的工序。这些主要的生产工序有泡料、煮料、洗料、晒白、打料、捞纸、榨干、焙纸。古法抄制的纸张具有一些特殊的性能，是机制纸难以企及的，比如：适合长纤维抄造，纸中纤维排布无方向性，白度稳定，质量稳定适合长期保存，松厚度高，形稳性好，柔软耐折叠，不透明度高，透气性强等。

一、泡料

不同原料按等级分开，扎成小捆，泡在水池里，浸泡的目的，是把原料中的可溶性杂质溶（除）去，为制造良好的纸浆打下基础。浸泡的时间随原料品种不同而异。毛竹砍下后要在石灰水里浸泡半个月左右（图 1-1）；稻草扎捆在河水里一般泡 7~10d；树枝、麻秆浸泡的时间则在 10d 左右。



图 1-1 石灰水浸泡竹子

二、煮料

用草木灰或石灰的水溶液在高温下处理原料，将粘连在纤维之间的果胶、木素等除掉，使纤维分散开而成为纸浆。煮料过程也随原料不同而有很大差别，煮桑皮先用石灰水泡 10min，再放进槎锅里与石灰水处理 5d（图 1-2），取出后还堆置发酵。稻草只需要少许石灰稍微蒸煮或堆放发酵，即可成为纸浆。



图 1-2 槲锅煮料示意图

三、洗 料

把蒸煮后的浆料放入布袋内，经过水的冲洗和来回摆动，把纸浆中夹杂的石灰渣及煮料溶解物等洗净（图 1-3）。

四、晒 白

晒白的目的是把本色纸浆（灰白、浅黄到棕色不等）变为白色纸浆。

传统的晒白法是把洗净的浆料放在向阳处（图 1-4），直接利用日光照射约达 2~3 个月的时间甚至半年，直到纸浆颜色变白为止。在这个自然漂白的过程中，有光反应作用、生物酶的酶解作用、空气中氧气等的氧化作用，这些作用导致纸浆中的木素化学结构发生变化而变白。上述这些作用过程是很缓慢的。

五、打 料

用人力、水碓、石碾等把浆料捣打成泥膏状，如图 1-5 至图 1-8 所示使浆料中的纤维分丝和帚化，能够交织成具有一定强度的纸页，打料是人工造纸操作中最繁重的一道工序。



图 1-3 洗料

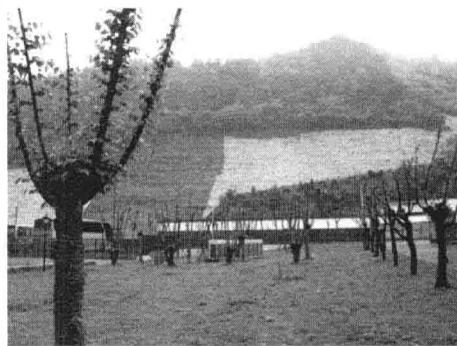


图 1-4 山坡上晒白浆料



图 1-5 石碾压磨浆料



图 1-6 水碓



图 1-7 水沟里的水为旁边水碓的动力源



图 1-8 水碓捶打浆料

六、捞 纸

捞纸又叫入帘或抄纸。先把纸浆和水放入抄纸槽内，使纸浆纤维游离地悬浮在水中；然后把竹帘投入抄纸槽中抬起，让纤维均匀地平摊在竹帘上，形成薄薄的一层湿纸页；最后把抄成的湿纸移置在抄纸槽旁的湿纸堆上。如图 1-9 至图 1-11 所示。



图 1-9 捞纸用的活动竹帘，由竹丝编织而成



图 1-10 两人协同荡帘、捞纸

七、榨 干

把湿纸页内多余的水分挤压出去，使湿纸具有一定的强度，以利于刷纸干燥（图 1-12）。当抄造的湿纸页累积到数千张时，利用压榨设施施加适当的压力，使纸内的水缓慢地流出（图 1-13）。压榨时不可加压过猛，否则会影响湿纸页的质量；压榨后湿纸所含水分也不宜过多或过少，以防分纸时揭破或焙纸时发生脱落。



图 1-11 揭帘——将捞出的湿纸移置到湿纸堆上，一起榨干

八、焙 纸

焙纸也称烘纸或晒纸，即把湿纸页变成可以使用的干产品。焙纸的方法是把经过榨干的湿纸一张一张地分开（图 1-14），再将其刷贴在烘墙外面，利用壁内烧火的热量，传递到外壁，蒸发纸内的水分，使纸页变干（图 1-15）。

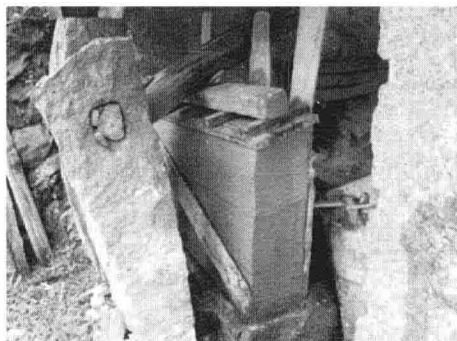


图 1-12 榨干湿纸



图 1-13 加压榨干

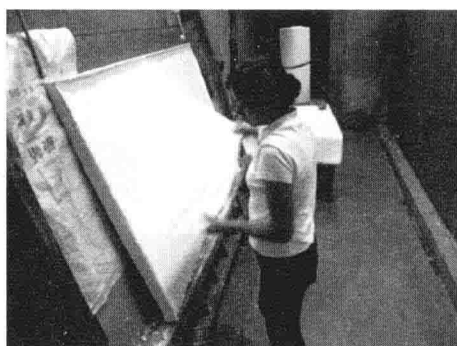


图 1-14 揭纸——从榨干的湿纸堆上揭下

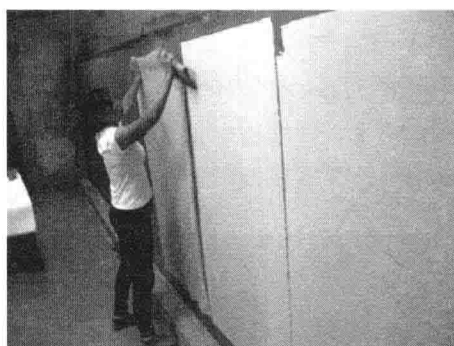


图 1-15 在烘墙上刷平、焙纸

焙纸时烘墙表面温度不可过高，不然纸页易起皱和发脆。

第二节 古纸的主要纤维原料及其大致分类

传统手工纸按原料分不出十个字：“麻构竹藤桑，青檀稻瑞香”，进一步按手工纸的原材料分麻纸，皮纸，藤纸，竹纸，宣纸。宣纸也算皮纸，因其往往含有部分稻草浆，通常另列出来。

一、麻 纸

以麻类植物的韧皮纤维为原料所造，麻类纤维处理过程简单。麻纸是中国古代图书典籍的用纸之一，是一种大部分以黄麻、布头（麻布）、破履为主原料生产的强韧纸张。

麻纸特点：

麻纸的特点是纤维长，纸面粗涩（纸表有小疙瘩），纸质坚韧，虽历经千余年亦不易变脆、变色；外观有粗细厚薄之分，又有“白麻纸”“黄麻纸”之别；背面未捣烂的黄麻、草迹、布丝清晰可辨，可作为可靠的古籍鉴定依据之一。

隋唐五代时的图书（碑帖装裱）多用麻纸，宋元时已不占主要地位，明清时麻纸的使用更为稀少。

二、皮 纸

以树木韧皮纤维为原料抄造。相对于麻浆，皮浆由于细而柔软，易抄制高级纸张，皮纸

主要原料分两类：

桑科植物：构树（图 1-16）、桑树。

瑞香科植物：瑞香、结香等树。

构皮纸在文献中也常被称作棉纸，约起源于汉蔡伦时期，五代十国时期南唐著名的澄心堂纸，明朝的《永乐大典》用纸都是用构皮浆抄制的。

桑皮纤维表面裹有一层透明胶衣，桑皮纸常有丝质光泽，曾被称为蚕茧纸，乾隆高丽纸就是这类纸。

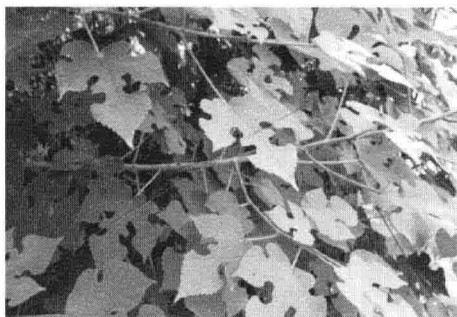


图 1-16 构树

三、藤 纸

藤纸是以藤类植物的韧皮为原料抄造主要有葛藤、紫藤、黄藤等，亦称“剡藤”“剡纸”“溪藤”，唐宋时在剡溪一带曾极度辉煌，后因对当地的藤类植物过度砍伐而消失。

四、竹 纸

竹纸就是以竹子为原材料造的纸。主要原料为毛竹，此外还有苦竹、绿竹、慈竹、黄竹等。

竹纸的主要产地是四川省夹江县以及浙江省富阳市，富春竹纸主要产于富春江南岸山区及青云、龙羊、新登等地。

五、宣 纸

产于安徽泾县，是中国古代用于书写和绘画的纸。安徽泾县原属宁国府，产纸以府治宣城为名，故称“宣纸”，也称“泾县纸”。

第三节 宣纸的制造工艺及其性能特点

一、宣纸的纤维原料

严格来说，宣纸该属于皮纸，早期宣纸由纯青檀皮抄造，是名副其实的皮纸。后来加入了稻草，纸张特性跟皮纸也有较大差距，所以单分出来，作为一个特殊的种类。图 1-17 为青檀树，图 1-18 为青檀皮及其成浆后的燎皮，图 1-19 为稻草（沙田稻草）及其成浆后的燎草。图 1-20 为燎草形态图。



图 1-17 青檀树



图 1-18 青檀皮及其成浆后的燎皮



图 1-19 稻草（沙田稻草）及其成浆后的燎草

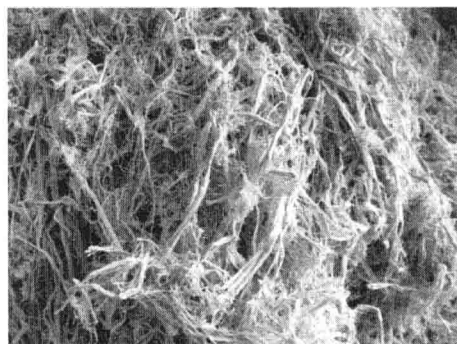


图 1-20 燎草形态图

宣纸在明朝以前全是用青檀皮纤维抄制，但到了清朝就改变了用料比例，有了全皮、半皮、七皮三草的区别。由于青檀皮有限，以青檀皮和沙田稻草按照不同的比例混合造纸，可以得到不同性能的宣纸。皮多则纸坚韧，草多则纸柔软，也有利于改进宣纸吸水性过快的缺点，皮草结合，则宣纸兼坚韧与柔软于一身，宜于书画。沙田草有成浆率高、纤维韧性强、不易腐烂、容易提炼白度（指日光漂白）等优点。所以说，宣纸是一种混料纸，其中草是不可或缺的重要原料。根据配料比例宣纸可分为：

- ① 棉料：青檀皮约占 30%~40%；稻草约占 60%~70%；
- ② 净皮：青檀皮约占 60%~80%；稻草约占 20%~40%；
- ③ 特净：青檀皮约占 85%~95%；稻草约占 5%~15%。

二、宣纸的制造工艺过程

宣纸也称为泾县纸，在清末时成为大宗出口商品，引起中外人士的喜爱，人们对其制造技术存有一种好奇之心，外国纸商也一心想仿制。

其实泾县纸制造技术并无任何神秘或特殊之处，像明清其他皮纸一样，其制造过程早在明代成化十一年（1475）及万历廿五年（1579）史上有透彻记载，其原料配比于明崇祯十年（1637）由宋应星披露，只要将楮皮（构皮）代之以青檀皮，则泾县纸的制造过程不难理解。

泾县纸场是在吸收了当地和全国其他地方造纸技术经验的基础上逐步形成自己的造纸生产格局，后来居上，终于登上皮纸的最高宝座地位。

从历史发展看，泾县纸是对徽州和广信府贡纸的改进品种。其成功在于吸收了宣德纸制造中精工细作的优点，而又克服了不计时日与工本的缺点，因而制定出在技术与经济上均称合理的生产方案。宣德纸是明朝宣德年间，在江西新建县西山纸场用构树皮生产的纸，永乐大典是由宣德纸所书。传统的宣纸制法是：把青檀皮和沙田稻草经过石灰腌泡、缓和蒸煮、日光漂白、石碓打浆、竹帘入槽、榨贴焙干等 18 道工序，100 多道操作制成，生产周期长达 300d 左右。其生产工艺大致如下：

- ① 春、夏季砍青檀枝条，去枝丫、叶子，剥檀皮前扎成小捆；
- ② 放入锅内用清水蒸煮 4 个时辰（8h）；
- ③ 取出青檀皮并进行捶打，扯成细丝，使青皮脱落；
- ④ 皮料扎成捆，在池塘中沤制半月左右；
- ⑤ 捞出皮料，以石灰浆浸渍，堆置一个月，使灰汁浸透皮料；
- ⑥ 浸有石灰浆的皮料成捆放入锅中蒸煮；

- ⑦ 取出，河水中漂洗，脚踩，除去杂质；
- ⑧ 洗后皮料摊放在河边或山坡上，暴晒、雨淋 3~6 个月，适时翻动，达到自然漂白作用；
- ⑨ 漂白后的料取回，水洗，剔除白料上的有色物及其他杂物；
- ⑩ 物料用水碓反复捣细成泥，边捣边翻动，所有皮料捣匀；
- ⑪ 捣后物料放入布袋中，在河内漂洗，边洗边揉动；
- ⑫ 洗净的白料放入纸槽，注入山间泉水，搅匀，制成纸浆；
- ⑬ 纸浆中加入杨桃藤或毛冬青等植物纸药黏液，搅匀；
- ⑭ 用纸帘从纸槽中捞纸；
- ⑮ 湿纸捞出并滤水后，在案板上层层叠在一起；
- ⑯ 将叠在一起的湿纸用木制压榨器压榨去水，静置过夜；
- ⑰ 松开压榨机，逐张揭下半干的湿纸，摊放在火墙上烘干；
- ⑱ 烘干后取下，堆齐，切平四边，盖印、打包，百张一刀。

以上所述仅为纯皮料纸生产过程，如果再配入稻草，则处理稻草还要一套生产工序，但较为简单。传统泾县纸生产过程中消耗时间最多的步骤是自然漂白，因这不是靠人力而是靠自然力来实现的，这成为制约生产周期的限制因素。之所以需要这道工序，是因为以石灰水或草木灰水为蒸煮剂，化学作用不够强烈，不足以使纤维更洁白、柔软、细腻。

三、纸药的作用及施胶工艺

（一）纸药的作用

将纸料放进纸槽，加水、加纸药，然后搅拌均匀——打槽，打槽后开始捞纸。纸药为植物杨桃藤或黄蜀葵在水中浸出的黏稠液汁，如图 1-21 所示。

打槽时加入纸药可使纸料悬浮分散，提高纸的匀度，提高捞纸时纸帘的滤水速度，增加纸的强度。由于纸药增加了纤维之间的滑爽，便于揭帘和揭纸晒干。



图 1-21 纸药——杨桃藤浸出的黏稠液汁

（二）施胶、染色及研花等工艺

唐代明确将文化用纸区分为“生纸”与“熟纸”。生纸是直接从纸槽抄出后经烘干而成的纸，未作任何加工处理；熟纸是对生纸作若干加工处理后的纸，或在纸浆中加入某种制剂后形成的纸。

生纸通过技术处理变为熟纸的目的是：用人工方法阻塞纸面纤维间的无数毛细孔，改善纸的品质和形象，以便在运笔时不致因走墨而发生洇染或作画时发生颜料的漫浸。

生纸变成熟纸一般要经过施胶、染色、加蜡、填粉等技术处理。

早在晋代就有了施胶技术。早期的施胶剂是植物淀粉糊剂，分两种方式施胶，一是将淀粉糊液直接掺入纸浆中，搅匀后进行抄纸。淀粉粒子进入纤维之间的毛细孔，当湿纸烘干时，这些胶体粒子熔融，在纸面上形成一层光滑的胶膜。这层胶膜使纸张更挺，写字时也不容易产生“洇水”现象。这种方法简单易行，但难以保证纸的两面均匀施胶。另一种方法是将施胶剂淀粉糊液刷在纸面上，再用滑石研光，效果好，但耗工时，成本高。用淀粉施胶过的纸不能长久存放。否则纸张会产生卷曲，淀粉层易开裂，墨迹脱落。后来，在纸浆中加入