



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

[高校教材]

造纸原理与工程

(第三版)

何北海 主 编

张美云 副主编

卢谦和 主 审

PAPERMAKING PRINCIPLE AND
ENGINEERING



中国轻工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

造纸原理与工程

(第三版)

何北海 主编 张美云 副主编

卢谦和 主审

何北海 张美云 高玉杰 武书彬

周景辉 胡开堂 夏新兴 编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸原理与工程/何北海主编. —3 版. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5019-7617-1

I. ①造… II. ①何… III. ①造纸-高等学校-教材
IV. ①TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 072438 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: 王超男 责任校对: 燕 杰 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: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 8 月第 3 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 26.75

字 数: 657 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7617-1 定价: 58.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

080298J1X301ZBW

前 言

本教材是在卢谦和教授主编的《造纸原理与工程》(第二版)一书的基础上进行修订编写的。《造纸原理与工程》(第二版)是普通高等教育“十五”国家级规划教材,该书作为全国轻化工程专业(原制浆造纸工程专业)和相关专业的通用教材,并为一些工厂企业选作后续教育的教材,为我国造纸工程学科的发展和建设做出了积极的贡献,并取得了很好的教学效果和社会效益。

随着造纸科学技术的迅速发展和造纸工程技术和装备水平的不断提升,对我国高等院校造纸工程学科的专业人才培养提出了更新和更高的要求。作为本学科的专业主干课程教材,也必须适应和满足这一发展趋势而不断加以完善。基于上述情况,2007年本教材(第三版)纳入我国普通高等教育“十一五”国家级规划教材进行重新修订。

在本教材的修订过程中,一方面力求保持第二版教材基础知识(基本概念、基本理论和基本过程)清晰扎实的特点,另一方面也尽可能地将造纸工程领域新近的重要成果和新技术充实到新版教材之中。基于方便教学安排的考虑,本次修订对原教材的部分章节进行了重新划分和适当调整,以使得各章节内容的学时分配大致均衡。同时还尝试在各章后配置思考题,以期对本书的阅读有所启发。

参加本教材编写工作的有华南理工大学、陕西科技大学、天津科技大学、大连工业大学和浙江科技学院造纸工程学科的教授。本书绪论、第四章、第五章和第六章由华南理工大学何北海教授编写;第一章由陕西科技大学张美云教授、夏新兴教授编写;第二章由天津科技大学高玉杰教授编写;第三章由华南理工大学武书彬教授编写;第七章由大连工业大学周景辉教授编写;第八章由浙江科技学院胡开堂教授编写。全书由华南理工大学何北海教授主编,陕西科技大学张美云教授为副主编。本书由原书第二版主编、华南理工大学卢谦和教授担任主审。

本书的修订编写主要是基于原书的第二版(卢谦和教授主编),同时还参考了原书第一版(隆言泉教授主编)的有关内容,在此对前两版教材主编和编写专家所做的学术贡献致以崇高的敬意!同时还对关心支持本书第三版编写工作的专家学者和业界同仁表示衷心的感谢!

鉴于造纸工程领域的科学技术迅速发展,所涉及的学科颇多且交融广泛,编者深感知识水平不足和专业领域所限,虽然尽心努力,但书中仍会留有不足和缺憾,诚恳希望专家和读者提出批评意见,以便再版时得以修正和不断完善。

编者

2010年3月

目 录

绪论	1
一、造纸术的发明是中国对世界文明的伟大贡献	1
二、现代造纸是中国古法造纸的传承和发展	2
三、造纸工业在国民经济建设中的地位和作用	2
四、关于纸和纸板的基本认识	5
五、造纸原理与工程问题的内涵与解析	9
思考题	11
参考文献	11
第一章 打浆	12
第一节 打浆理论	12
一、纤维细胞壁的结构	12
二、打浆的作用	15
三、纤维结合力	17
四、打浆与纸张性质的关系	20
第二节 打浆工艺	23
一、打浆方式	23
二、影响打浆的因素	25
三、各种浆料的打浆特性	36
四、打浆工艺流程	43
五、打浆质量检查	45
第三节 打浆设备	47
一、间歇式打浆机	47
二、连续式打浆设备	47
三、打浆设备的性能指标及其计算	50
四、打浆辅助设备	53
第四节 打浆系统的控制	55
一、打浆控制系统的基本类型	55
二、打浆控制系统的基本内容	57
三、打浆控制系统的方案	58
思考题	59
参考文献	60
第二章 造纸化学品及其应用	62
第一节 概述	62
一、应用造纸化学品的意义	62
二、造纸化学品的发展趋势	62
三、造纸化学品的种类和作用	63

第二节 内部施胶	64
一、施胶的目的、方法及发展情况	64
二、液体在纸页表面的扩散和渗透机理	66
三、松香胶施胶	68
四、中性施胶与合成施胶剂	79
第三节 加填	84
一、加填的目的和作用	84
二、填料质量评价及选择	85
三、填料的种类和特性	86
四、填料液的制备及使用	89
五、填料的留着率及填料留着机理	91
第四节 染色和调色	93
一、染色和调色的目的与作用	93
二、色料的种类和性质	94
三、色相的调配和校正	98
四、染色方法及影响染色的因素	99
五、染料湿部染色的物化过程	101
第五节 纸张湿强度与湿强剂	101
一、湿纸强度、湿强度的概念	101
二、纸的湿强度表示方法	102
三、影响湿强度的因素	103
四、湿强剂种类和特性	103
五、湿强剂增湿强作用机理	106
六、湿强损(废)纸的碎解与回收	107
第六节 纸张干强度与干强剂	107
一、纸张干强度及影响干强度的因素	107
二、使用增干强剂的目的和作用	108
三、增干强剂的种类、特性和应用	108
四、增干强剂增强作用机理	112
第七节 助留、助滤和分散剂的应用	113
一、助留、助滤作用与纸页成形	113
二、助留、助滤剂	114
三、纤维分散剂	115
第八节 其他功能性造纸化学品简介	116
一、透明剂	116
二、防油剂	118
三、阻燃剂	119
四、柔软剂	120
五、抗静电剂	120
第九节 其他控制型造纸化学品简介	120
一、树脂控制剂	120
二、消泡剂	121

三、防腐剂	122
四、毛毯清洗剂	123
第十节 造纸湿部化学	124
一、湿部化学的研究范围	124
二、湿部化学基本原理	124
三、湿部化学品	125
四、湿部化学过程控制	125
五、湿部化学对纸张性能和纸机运行的影响	128
六、湿部化学的发展趋势	129
思考题	130
参考文献	131
第三章 供浆系统与白水系统	132
第一节 纸料的组成和性质	132
一、纸料的组成	132
二、组成纸料各组分的性质	132
第二节 纸料悬浮液的流体力学特性	134
一、纸料悬浮液的流体力学特性	134
二、影响纸料悬浮液流动状态和流动曲线的主要因素	136
三、纸料悬浮液的流动特性	136
第三节 供浆系统	138
一、概述	138
二、纸料的调量和稀释	140
三、纸料的筛选和净化	141
四、纸料的脱气	145
五、纸页的纵向定量波动及其控制	147
第四节 白水系统和造纸用水封闭循环	150
一、概述	150
二、造纸过程物料和水的循环	151
三、造纸用水封闭循环	157
四、白水回收的方法和设备	162
思考题	166
参考文献	167
第四章 纸浆流送与纸页成形	168
第一节 概述	168
一、纸页成形方法的历史沿革	168
二、纸页的成形方法和成形过程	169
三、纸机的分类和型式	169
四、纸机的基本术语和概念	172
第二节 纸浆流送原理	175
一、纸料悬浮液流送上网	175
二、纸机流浆箱的组成	175

三、流浆箱发展的主要历程和代表类型	176
四、流浆箱的关键装置和主要元(部)件	179
五、流浆箱的设计概念和工作原理	188
第三节 纸页成形基础	192
一、纸页成形的基本概念	192
二、纸页成形器及其发展概况	194
三、成形器及其分类	196
四、纸页成形过程的流体动力学	197
五、纸页成形结构	198
六、纸页成形对纸页结构和性质的影响	199
第四节 长网成形器的纸页成形	200
一、长网成形器的主要部件及其作用组成	200
二、长网成形器的成形和脱水	202
三、纸料喷射上网与纸页脱水成形	203
四、成形脱水段的脱水元件和作用机理	206
五、高压差脱水段的脱水元件和作用机理	211
六、造纸及网部参数的测量与控制	213
第五节 圆网成形器的纸页成形	215
一、概述	215
二、传统式圆网纸机的网部	215
三、传统圆网纸机网槽的典型结构	216
四、传统圆网纸机的湿纸页转移	217
五、新型圆网纸机	217
六、圆网成形器的纸页成形和脱水过程控制	218
七、圆网笼的临界速度和圆网纸机的极限车速	220
第六节 夹网成形器的纸页成形	221
一、概述	221
二、夹网成形器的定义和分类	222
三、夹网成形器的脱水原理	222
四、夹网成形器的成形特性	223
五、夹网纸机的脱水特性及其脱水分配	224
第七节 上网(顶网)成形器的纸页成形	226
一、概述	226
二、典型上网成形器的成形特性	228
第八节 高浓成形及其成形器	229
一、高浓成形的意义	229
二、高浓成形技术的发展概况	231
三、高浓成形器	232
四、高浓成形技术的应用	232
第九节 纸机成形网	233
一、概述	233
二、纸机成形网的结构	234

三、纸机成形网的功能	236
四、造纸成形网的选用	236
五、造纸成形网的清洗和维护	237
思考题	238
参考文献	238
第五章 纸页的压榨与干燥	240
第一节 压榨部的作用及其对纸页性能的影响	240
一、压榨部的作用	240
二、压榨部的脱水效率	241
三、压榨脱水过程对纸页的“固化”作用	241
四、压榨对纸页结构性能的影响	241
第二节 压榨辊的型式与压榨部的组合	243
一、压榨辊的构造型式	243
二、压榨部的压辊组合	250
三、压榨部的配置与组合	252
四、湿纸幅的传递	255
五、压辊中高及可控中高辊	258
第三节 压榨脱水机理	260
一、横向脱水机理	260
二、垂直脱水机理	261
三、压控压榨与流控压榨	262
四、压榨过程的水分流动转移	262
五、压区压力及其分布对脱水的影响	263
六、压榨过程中湿纸幅的“压花”	264
第四节 压榨脱水的影响因素及强化途径	264
一、压榨工艺的影响因素分析	264
二、抄造工艺的影响因素分析	267
三、几种强化压榨的途径和新技术	269
第五节 纸机干燥部	274
一、干燥部的作用和组成	274
二、湿纸幅向干燥部的传递	275
三、干燥部的型式	276
四、干燥部的通汽方式	278
五、热泵供汽系统	279
第六节 干燥过程与纸页性能	281
一、概述	281
二、干燥过程的纸页收缩及其影响	283
三、干燥过程纸页的应力/应变行为	284
四、干燥过程与纸页的增韧	284
第七节 干燥过程原理	286
一、干燥过程的传热原理	286
二、干燥过程的传质原理	288

三、干燥部传热传质的基本计算	289
第八节 干燥部的运行控制	292
一、烘缸干燥曲线	292
二、冷凝水的排除	293
第九节 干燥过程的主要影响因素和强化措施	297
一、从传热原理分析	297
二、从传质原理分析	299
三、几种强化干燥工艺	300
第十节 压榨部和干燥部的纸机织物	302
一、压榨部用纸机织物	302
二、干燥部用纸机织物	306
思考题	308
参考文献	309
第六章 纸页的表面处理与卷取完成	310
第一节 纸页的表面施胶	310
一、概述	310
二、常用的纸页表面施胶剂	311
三、表面施胶的方法	314
四、影响表面施胶的主要因素	316
五、表面施胶纸幅的处理和后干燥	317
六、机内涂布	317
七、超级压光	318
第二节 纸页的压光处理	319
一、纸页压光的作用及其影响	319
二、压光机的型式和结构	320
三、压光机操作的影响因素	325
第三节 纸页的卷取和完成	326
一、纸页的卷取	326
二、纸页的完成	327
思考题	331
参考文献	331
第七章 纸板的制造	332
第一节 概述	332
一、有关纸板的术语	332
二、常用纸板品种的定义	332
三、纸板的种类	333
四、纸板包装材料的特点	335
五、纸板生产的发展方向	335
第二节 纸板的特点及质量控制	335
一、纸板的结构特点	336
二、纸板的质量控制	337

第三节 纸板生产过程和方法	342
一、间歇式和半连续式纸板机生产纸板	342
二、连续式纸板机生产纸板	343
第四节 纸板生产技术和设备的发展展望	369
思考题	372
参考文献	372
第八章 纸和纸板的结构与性质	374
第一节 纸页结构	374
一、纸页纤维的随机分布特性	374
二、纸页的纤维层状结构	375
三、纸页的多孔性网状结构	376
四、纸页匀度分布和纤维定向排列	378
五、纸页的结构特性参数	383
第二节 纸页性能	385
一、纸页的机械性能	386
二、纸页的光学性能	395
三、纸页的吸收和憎液性能	402
四、纸页的印刷适性	405
五、纸页的化学性能	406
六、纸页的电气性能	407
七、环境对纸和纸板性质的影响	408
思考题	410
参考文献	410

绪 论

一、造纸术的发明是中国对世界文明的伟大贡献

在人类文明的发展史中,文字的创造是一个重要的里程碑,而人类文明的发展又有赖于记录文字的载体。中国古代经历了甲骨刻文、青铜铸字、简牍成册和绢帛书卷等漫长的过程,最终由东汉蔡伦发明了最为实用的书写载体——纸。与其他古代所有的书写材料相比,纸具有无可比拟的优越性。可以说,纸的出现是人类文字载体发展史中划时代的革命。

中国造纸术源远流长,迄今已有 1900 多年的历史。据《后汉书》记载,公元 105 年(东汉和帝元兴元年)蔡伦发明了造纸术,奠定了植物纤维纸及其制造工艺技术的基础。中国古代造纸术的发明,也奠定了世界造纸工程技术史的基础。自公元 4 世纪起,中国的造纸术东经朝鲜传入日本,西经中东阿拉伯国家传入非洲和欧洲。在 18 世纪,欧洲把中国的造纸术又传到了美洲和大洋洲。中国的造纸术经各种途径向海外传播,并与全世界共享这一成果(见表 0-1)。近 2000 年来,纸作为世界通用的书写印刷材料,在推动人类文明发展中起了不可估量的作用,而且在今后还会继续发挥其不可替代的重要作用和积极影响。造纸术是中国古代的四大发明之一,也是中国对世界文明的伟大贡献。

表 0-1

造纸历史发展大事记

年代(公元)	记 事
105 年	我国东汉蔡伦发明造纸术
618—907 年	我国手工纸施胶与染色问世
610—625 年	造纸术东传高丽及日本
715 年	造纸术西传小亚细亚
793 年	阿拉伯第一座手工纸作坊在巴格达建成。继而传遍欧洲各国;西班牙、西西里、意大利、法国、德国
1495 年	英国 Hertfordshire 建成手工纸作坊
1637 年	《天工开物》载入造纸术工艺
1680 年	荷兰式打浆机发明问世
1690 年	美国在宾夕法尼亚州建成手工纸作坊
1774 年	含氯化合物用于纸浆漂白
1798 年	长网造纸机雏形问世
1807 年	长网造纸机在法国问世
1809 年	圆网造纸机在英国问世
1840 年	德国首创用机械方法处理木材制浆造纸,并在 1870 年投入商业运行,生产首批磨木浆
1854 年	英国首创用 NaOH 处理木材及制浆(烧碱法制浆)
1874 年	瑞典及德国开始采用亚硫酸盐法制浆
1875 年	涂布技术问世
1884 年	硫酸盐法制浆在德国问世
1896 年	长网纸机最高车速达 160 m/min
1920 年	长网纸机最高车速达 320 m/min
1920 年以后	制浆造纸技术飞速发展,其间主要技术成就有:化学品回收技术,连续蒸煮,连续漂白,连续打浆,夹网造纸机等。近代造纸机最高车速已达到 1500~2000 m/min,卫生纸机车速已高达 2500 m/min 以上

二、现代造纸是中国古法造纸的传承和发展

与中国古法造纸相比，现代造纸无论从工艺过程和装备水平都发生了巨大的发展和进步，但是究其主要工艺的核心内涵，还是传承和发展了中国古代造纸工艺的精髓。



图 0-1 明代科学家宋应星

明代科学家宋应星（1587—1655 年，见图 0-1）的《天工开物·杀青篇》是世界上最著名的早期造纸专著，书中图文并茂，将蔡伦开创的古法造纸术归纳为“斩竹漂塘”、“煮徨足火”、“舂臼水碓”、“荡料入帘”（见图 0-2）、“覆帘压纸”（见图 0-3）以及“透火焙干”（见图 0-4）等，图 0-2、图 0-3 及图 0-4 均源自《天工开物·杀青篇》。其中前两句描述了古法制浆的备料和蒸煮，而后 4 句则概括了古法造纸的主要过程，即现代造纸中的打浆、抄纸、压榨和干燥等主要工艺。

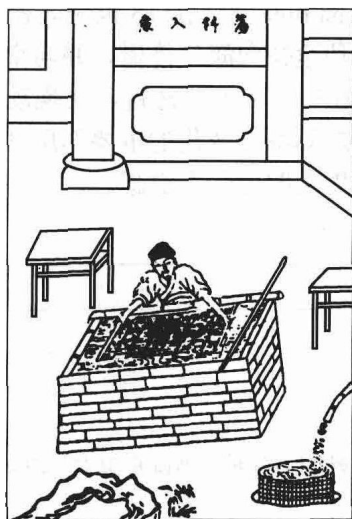


图 0-2 荡料入帘

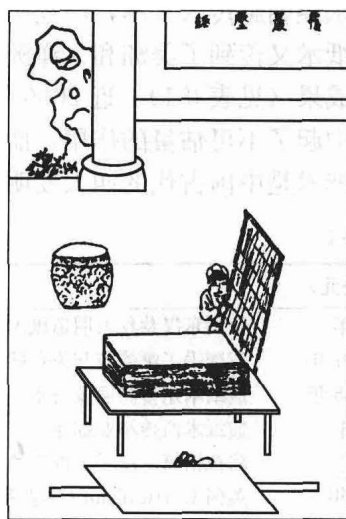


图 0-3 覆帘压纸

在古法造纸的基础上，现代造纸工艺以大机器造纸生产为主导，从强化质量源头控制、抄造过程控制以及提高产品性能等目的出发，完善了纸料的净化与筛选、非纤维物质的添加以及纸料的稀释与配料等工序；并为适应现代化大机器的造纸生产，集成了供浆系统、造纸机系统、复卷和完成系统以及表面处理等系统而构成整套生产线，使造纸生产步入了现代化工业的行列。

三、造纸工业在国民经济建设中的地位 and 作用

有学者曾经将造纸产品誉为“软钢铁”，即造纸工业体现了一个国家的国力水平。从世界范围来看，造纸工业有着非常重要的地位，如在美国、日本、加拿大、芬兰和瑞典等造纸发达国家，造纸工业已经发展成为国民经济重要的支柱产业。

新中国成立以来、特别是改革开放以来，我国的造纸工业在国民经济中发挥了积极的

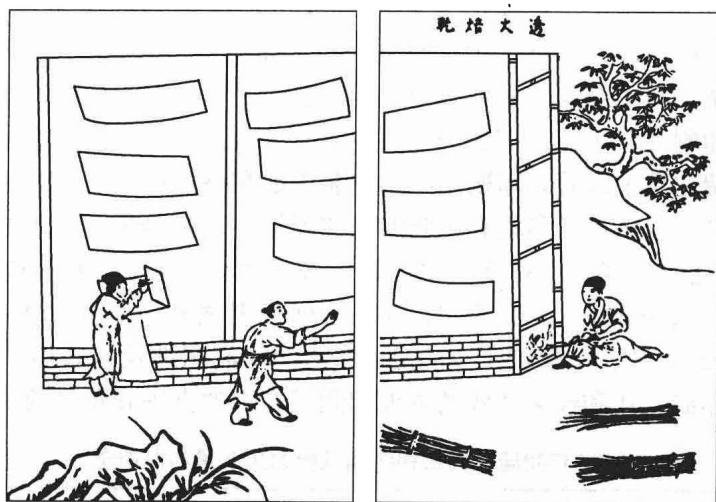


图 0-4 透火焙干

作用并赢得了重要的地位。在 2007 年 10 月由国家发改委发布的我国首部《造纸产业发展政策》中，对造纸工业给予了高度的评价：“造纸产业是与国民经济和社会事业发展关系密切的重要基础原材料产业，纸及纸板的消费水平是衡量一个国家现代化水平和文明程度的标志。造纸产业具有资金技术密集、规模效益显著的特点，其产业关联度强，市场容量大，是拉动林业、农业、印刷、包装、机械制造等产业发展的重要力量，已成为我国国民经济发展的新的增长点”。并将造纸产业定位于“我国国民经济中具有可持续发展特点的重要产业”。

我国的造纸工业也经历了从坎坷到辉煌的不平凡历程。从 1884 年我国第一家机制纸厂（上海华章纸厂）建成开始，我国的机制纸生产才开始起步。此后半个多世纪，造纸工业发展缓慢。新中国成立前，全国机制纸和纸板的产量不足 20 万 t。新中国的成立，为中国造纸工业注入了希望和生机。据有关资料，1949—1978 年，我国纸和纸板的产量增加了 366 万 t。改革开放后，我国造纸工业得到了更加蓬勃的发展。1978—2008 年，我国纸和纸板的产量增加了 7541 万 t。2009 年我国纸和纸板的产量达到 8640 万 t 的水平，是 1949 年的 785 倍。新中国成立后，全国造纸工业发展速度年均增长 11.8%，基本与国民经济同步增长。

经过新中国 60 年的发展，我国现代化造纸工业体系已基本建成。到 2008 年，我国规模以上造纸企业约 3500 家，制浆造纸设备制造企业 273 家，造纸化工原料生产企业 700 多家，造纸科研院所 14 所，拥有造纸专业的设计院 20 个。设置制浆造纸专业的大专院校 24 所，中等专业、技工学校 50 余所。全国具有培养博士研究生的单位 7 个，培养硕士研究生的单位 16 个。有国家级工程研究中心和重点实验室 4 个，有国家级企业技术中心 5 个。已建立全国性的图书、教材、标准和刊物的出版部门和网站，有初具规模的商品物流系统，有行业协会、学会、商会等中介组织为行业和企业服务。可以说中国造纸工业已经建立起生产、科研、教育、工程设计、机械制造、精细化工、书刊出版、媒体网络、现代物流和中介服务等较为完整的现代工业体系。

造纸工业作为一个现代工业体系，与国民经济相关产业链环节有很好的互动关系。根

据笔者的研究,可以将其归结为 5 个 P 的产业链,即植物纤维资源 (plant fiber resource)、制浆 (pulp)、造纸 (papermaking)、印刷 (printing) 和包装 (packaging) 等产业链环节关系。其中制浆和造纸属于造纸产业,是 5 个 P 产业链的核心。

造纸工业与印刷和包装产业有着密切的关系,是后两个 P 产业的重要源头。从造纸产品的结构和消费比重上来看,印刷用纸和包装用纸在整体纸和纸板产品中均有着重要的地位。据有关资料,我国用于印刷和包装的纸和纸板生产量分别占生产总量的 30.20% 和 59.27%; 前两者之和占我国纸和纸板总产量的 89.47%。我国印刷和包装用纸和纸板的消费量分别占消费总量的 28.70% 和 61.20%; 前两者之和占我国纸和纸板消费总量的 89.92% (见表 0-2)。从我国造纸工业的发展来看,印刷用纸及包装用纸和纸板的产量不断增长,对我国印刷产业和包装产业的发展起到了有力的支撑和积极的推动作用。

表 0-2 2008 年我国不同品种纸和纸板的产量和消费量 单位: 万 t

品 种		生 产 量	消 费 量
纸和纸板总量		7980	7935
印刷用纸	新闻纸	460	426
	未涂布印刷书写纸	1400	1385
	涂布印刷纸	550	467
生活用纸		550	503
包装用纸和纸板	包装纸	560	569
	白纸板	1120	1131
	箱纸板	1530	1605
	瓦楞原纸	1520	1552
特种纸和纸板		140	144
其他纸和纸板		150	153

植物纤维资源是造纸工业的重要源头,造纸工业是植物纤维资源的重要市场,是植物纤维资源产业发展的重要驱动力。国外一些造纸发达国家,早已将植物纤维资源产业与造纸产业密切地捆绑在一起,如美国、加拿大、芬兰和瑞典等,都已建立了植物纤维资源(主要为木材)和造纸工业一体的森工造纸产业。值得指出的是,我国的植物纤维资源产业尚未形成,特别是非木材纤维的植物资源产业尚属空缺,在很大程度上影响了我国造纸工业的发展。据有关资料,国际造纸工业木浆消费占纸浆总量的平均比重为 63%,而我国的木浆消费中,国产木浆比重仅占 9%。进口木浆和废纸浆的比重已达到 39.2%。植物纤维原料进口依存度过大,使我国造纸工业的持续发展存在很大的风险。基于这些情况,我国近年来已经启动了林纸一体化的建设,并正在实施专项规划,植物纤维资源产业的建设有了一个好的开端。我们希望植物纤维资源这一产业链环节能够得到更多的关注,并与造纸工业形成更好的良性互动,进一步促进我国造纸工业健康稳固地发展。

值得指出的是,除了上述的 5 个 P 之外,还有一个 P 环节 (pollution control, 污染控制) 正在不断深入到造纸产业结构链中,并不断产生巨大的影响和积极的促进作用。从 2003 年我国实施《中华人民共和国清洁生产促进法》以来,我国造纸工业清洁生产的步伐不断加快。但是由于长期以来环境欠账过多,我国造纸工业的环境形势依然不容乐观。据有关资料,2007 年全国造纸和纸制品行业废水排放量为 42.5 亿 t, 占全国工业排放总

量的 19.3%，其中达标排放 38.3 亿 t，达标率 90.1%。化学需氧量（ COD_Cr ）排放量 157.4 万 t，占全国工业污染物排放量的 34.7%。特别是新近颁布的《造纸工业水污染物排放标准》（GB 3544—2008），对造纸企业的污染控制提出了更严格的要求。由此可知，我国造纸工业面临的环境压力很大，污染控制任务十分艰巨，而同时也为造纸污染控制的环保产业发展提供了良好的机遇和巨大的空间，我们期待着这一产业的迅速发展，为我国造纸工业的可持续发展做出重大的贡献。

近年来，世界造纸工业的技术进步发展迅速，但由于受到资源、环境和效益等方面的约束，立足于节能降耗、节水减排、保护环境、提高产品质量和经济效益，已成为全球造纸工业发展的重点。而追求生产清洁化、资源节约化、林纸一体化和产业全球化正不断成为世界现代造纸工业的发展目标。中国造纸工业也正在朝着这一目标持续和健康地发展。

四、关于纸和纸板的基本认识

纸和纸板是造纸生产的主要产品，也是本书论述的主要对象，这里首先了解一下关于纸和纸板的基本概念。

（一）纸和纸板的基本概念

纸和纸板是一种以纤维（主要是植物纤维，也包括少量非植物纤维）和非纤维添加物（如胶料、填料、助剂等）为主要原料，借助水或空气等介质分散和成形的、具有多孔性网状物结构的特殊薄张材料。通过纤维原料和非纤维添加物质的选择和调配，施以相应的成形过程和加工方法，可以制得满足多种用途需要的（如书写、绘画、包装、印刷以及特种功能等）、具备相应使用性能的（如物理、化学、电气、光学等）种类繁多的纸和纸板产品。

纸和纸板是造纸生产的主要产品。一般来说，两者的区别在于定量和厚度的差异。我国国家标准 GB 4687—1984 标注说明：一般定量小于 225 g/m^2 称为纸张，定量大于或等于 225 g/m^2 的称为纸板。但是在实际应用中，行业内还是根据纸品的功能和用途以及习惯上的约定俗成来划分纸和纸板。考虑到上述实际情况，最新的国家标准 GB 4687—2007 取代了原标准，对纸和纸板生产的纤维种类、纸浆组分、工艺过程以及产品特征等做出了较为严格的定义和阐述，并指出纸和纸板是由定量和厚度来划分的，但是未明确具体的划分标准。该标准参照了国际上相关的 ISO 标准（ISO 4046: 2002 mod），因此可知目前国际上也尚无统一的纸和纸板划分标准，各国也是根据各自的情况划分的。

基于原 ISO 标准（ISO/R 66—1958）将纸和纸板的界定标准定为 250 g/m^2 以及原国家标准（GB 4687—1984）的界定标准为 225 g/m^2 ，因此我国造纸行业一般已经习惯将定量 200 g/m^2 以下、厚度 $500 \mu\text{m}$ 以下的称为纸，在此以上的称为纸板。值得指出的是，由于现行国家标准并没有明确的规定，因此上述划分仅供参考。在实际生产中，会有一些情况与之不符。如被称为折叠盒纸板的产品定量小于 200 g/m^2 ，而被称作吸墨纸、图画纸的产品定量却大于 200 g/m^2 。因此在实际划分时还要根据纸品的功能、用途和行业习惯等具体情况来确定。

（二）纸和纸板的分类和用途

纸和纸板种类繁多，品种成千上万。根据纸和纸板的实际用途，主要可分为 4 大类。

1. 文化用纸 (cultural paper)

泛指用于文化事业的纸张品种。该类产品消费量为我国纸和纸板消费总量的 28% [以产品质量 (重量) 计。该比例为 2008 年的数据, 仅供参考, 下同]。

2. 包装用纸 (packaging paper)

泛指商品包装用的纸和纸板。该类产品有一定的防水、防油、防锈、防霉和保鲜以及其他防护功能。作为商品外包装的纸板, 应有良好的强度性能和缓冲性能。该类产品的消费量超过纸和纸板消费总量的 60%。

3. 技术用纸 (technical paper)

所谓技术用纸, 主要是指工业生产和科研领域用的纸品。该类产品用量较少, 主要包括一些特种纸和纸板。

4. 生活用纸 (domestic paper)

生活用纸与人们的生活息息相关, 主要包括日常生活中使用的一次性纸品、医药卫生用纸品等。该类纸品约为消费总量的 7%。

此外还有少量的纸品用于其他方面, 目前仍未进行归类。

纸的主要分类和产品见表 0-3。

表 0-3 纸的分类、主要品种和用途

纸的分类	主要品种和用途
文化用纸	新闻纸: 普通新闻纸、低定量薄页新闻纸、胶印新闻纸 印刷纸: 凸版印刷纸、凹版印刷纸、胶版印刷纸、书刊印刷纸、超级压光印刷纸、招贴纸、画报纸、证券纸、书皮纸、白卡纸、钞票纸、邮票纸、请柬卡纸、字典纸、坐标纸、扑克牌纸、地图纸、海图纸、玻璃卡纸等 书写、制图及复印用纸: 书写纸、罗纹书写纸、有光纸、打字纸、拷贝纸、誊写纸、复写纸、水写纸、商用薄页纸、蜡纸、图画纸、水彩画纸、素描画纸、油画坯纸、宣纸、连史纸、皮画纸、描图纸、制图纸、底图纸、晒图纸、热敏复印纸、静电复印纸、光电复印纸等
包装用纸	一般商用包装纸、茶叶包装纸、中性包装纸、食品糖果包装纸、防霉包装纸、感光材料包装纸、水果保鲜纸、油封纸、透明纸、鸡皮纸、牛皮纸、条纹牛皮纸、纸袋纸、韧性纸袋纸、仿羊皮纸、防潮纸、防锈纸、包药纸、中性防油纸、防油抗氧纸、毛纱纸、轮胎包装纸、渔用纸等
技术用纸	各种记录纸、传真纸、心电图纸、脑电图纸、磁带录音纸、光波纸、电声纸、电感纸、穿孔带纸、电子计算机用纸、碳素纸、打孔电报纸、打孔卡纸、各种定性、定量和分析滤纸、离子交换纸、各种空气和油类滤纸、抗菌滤纸、玻璃纤维滤纸、电镀液滤纸、防毒面具过滤纸、气溶胶过滤纸、航天用矿物纤维纸、金属纤维纸、碳素纤维纸、电容器纸、电气绝缘纸、电话线纸、电缆纸、军用保密水溶纸、炮声记录纸、弹筒纸、纸粕辊原纸、水砂纸、代布轮抛光纸等
生活用纸	皱纹纸、卫生巾纸、卫生纸、面巾纸、尿布纸、消毒巾纸、药棉纸、纱布纸、水溶性药纸、采血试纸、医用测试纸、壁纸、植绒纸、贴花面纸、蜡光纸、卷烟纸等

对于纸板产品, 根据其主要用途, 一般还可以分为 4 类产品。具体产品和用途参见表 0-4。

表 0-4 纸板产品的品种和主要用途

纸板种类	产品品种和主要用途
包装用纸板	黄纸板、箱用纸板、牛皮纸板、牛皮箱纸板、茶纸板、灰纸板、中性纸板、浸渍衬垫纸板和白纸板等
技术用纸板	标准纸板、提花纸板、钢纸纸板、衬垫纸板、封仓纸板、纺筒纸板、弹力丝管纸板、手风琴风箱纸板、制鞋纸板、沥青防水纸板、滤芯纸板、绝缘纸板、高温绝缘纸板
建筑用纸板	油毡纸、硬质纤维纸、隔音纸板、石膏纸板、塑料贴面纸板、建港排水纸板等
印刷用纸板	字型纸板、封面纸板、封套纸板、火车票纸板等