

前 言

《国际纸业贸易》(本书英文版书名——编者注)只是本书概要的标题,书中内容远远超出纸的进出口,它论及了纸浆和纸品的整个行业。本书旨在为读者提供纸业的一个国际性视野,它内容详实,配有 100 多幅图表帮助读者理解这个涵盖范围甚广的产业。本书主要分为三个部分:纸业的基础知识,促使纸业变化的因素及影响和纸业的展望。

第 1~4 章概述了纸业的历史和技术,展示了过去 15~20 年来世界主要地区纸的生产、消费和进出口情况。

第 5~8 章考察了促进当今纸业发展的要素。森林资源对纸业来说是主要问题,文中讨论了森林的分布及林业的主要问题,并对森林利用和纸张消费之间的关系进行了定量分析,还论述了纸浆和造纸的主要原材料。环境问题对纸业有重要的影响,除了纸业所面临的主要环境问题外,书中还较详细地讨论了废纸回收和纤维的再生利用问题,强调了良好的公共关系的重要意义。

第 9 章研究了变化中的纸业和该行业未来 10 年的前景。纸业所面临的挑战是什么?出路何在?书中都作了详细的讨论。

为了方便百忙中的读者,每章开头都有一个内容简介,必要时结尾还有一个小结。最后,第 10 章是本书的要点总结。

本书的主要对象是需要详细了解纸业的业内及相关行业的人士,还包括那些需要迅速、深入地研究该行业的人士,如银行、金融、保险和律师行业的人士,他们主要从事纸业某些重要而短期的项目研究。

在写作本书过程中,我利用了自己过去 40 年来在许多地方(包括英国国内和海外)担任纸业的高级职务时积累起来的丰富知识。我要感谢许多朋友、同事和组织,感谢他们所给的帮助、点评和资料使用权。我要特别感激我的同事克利夫·凯普斯,他的专业是原材料和环境,他给我提供了许多帮助、建议和资料,对我多有启发,我还要感谢他帮助我设计了本书的范围。

国际纸业(PPI)有一份出版物叫《详情》,我非常感激他们允许我使用《PPI 国际数据和价格年鉴 1996》卷中的资料,书中许多图表都是根

据该资料编制的。国际纸业的这部“实录”性著作很有价值，其内容包括世界上许多国家纸、纸浆和再生纤维的生产、消费和进出口情况，还有纸业界巨头的情况，对想进一步了解详情的人士很有帮助。

书中的另一个资料来源是英国造纸工业技术协会的官方月刊《造纸技术》，还有该技术协会的会议文件，它们都为本书提供了很有价值的资料。我要感谢协会会长约翰·克鲁利，感谢他允许我使用他们的资料。

本书内容准确，资料充实，书中的点评和观点都出于诚意，但只代表作者的观点；任何根据本书或本书有关内容而采取的商业决策或产生的行动后果，作者本人或出版商概不负责。

Tom Bolton

1

纸业概述

本章介绍了国际纸业的综合要素及行业规模。全球每年消耗大约 1.73 亿吨纸浆、1 亿吨再生纤维和 2.76 亿吨纸，1995 年全球纸业总产值约为 5400 亿美元，其配套行业的产值可能也达到这个数字。本章还简要回顾了造纸的历史：从公元前 3000 年前的纸(莎)草纸到手工纸，再到 20 世纪的大机器化生产的纸。文中还描述了纸与文明进步的关系和纸的分类。本章最后论述了相对其他行业纸业在国际贸易中所占有的更重要地位。

纸业范畴

本书所指的“贸易”并非是纯粹的、宏观意义上的地区间进出口，而是包括国内贸易以及国家和地区之间的所有贸易。要了解国际纸业的整个规模和复杂程度是有难度的，本章只作一扼要概述，从中也可以了解后面章节的内容。

说到纸我们会想到许多用纸的地方，新闻纸和薄页纸自不待言，其中薄页纸包括卫生纸、卫生用品、纸巾以及其他许多品种。在超市和酒店可以见到瓦楞纸，装瓶子和听罐的纸箱就是瓦楞纸制成的，这类纸也可以归在包装纸及纸板范围内。书写印刷纸是信纸、广告和杂志用纸的主要来源，而我们所熟悉的特殊品种纸有卷烟纸、照相纸、标签用纸，甚至还包括压膜纸。

本书只用了很小的一节来谈纸加工，因为我们认为把纸加工成终端产品这个题目已超出了本书的范围。本书也没有涉及森林木材的其他产品贸易，虽然它们有数千亿美元的贸易额。

纸业的相关各部分如图 1.1 所示，这个简图也显示了纸生产过程中所耗原材料的数量。纤维素是造纸的主要成分，它以纤维和半纤维的形式存在于木材中，当然木材中还有许多基本不能利用的成分，如木素和树皮。纸业每年需要 6.5 亿米³ 的木材生产 1.73 亿吨的纸浆，因此纸业还涉及到森林管理。除纸浆外，废纸已成了非常重要的生产原料，每年需 1 亿吨。废纸的利用最初是由于经济上的压力，如今则是基于生态和环保的考虑。现在废纸的管理已成了纸业最基本的一个部分，1993 年废纸利用首次突破 1 亿吨。

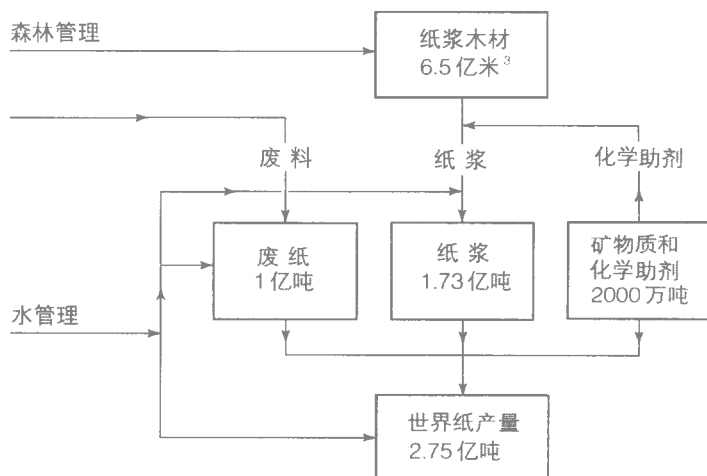


图 1.1 1995 年世界纸交易量（以吨计算）。图中的数据为粗略估算，不宜作化工用途的参照。

纸业的另一个主要的相关部分是矿物质和化学助剂，因为造纸需

要消耗大量的高岭土(瓷土)、碳酸钙、滑石粉和钛,年消耗量可达 2000 多万吨,因此要考虑这些矿物的采办工作。

以上粗略描述了造纸所需的各类原材料。全世界每年纸的交易量约为 2.76 亿吨,在过去 20 年中交易量是以年均 3% 的速度增长的。每吨纸的粗略价值约为 1200 美元,纸的总产值接近 3500 亿美元。纸及直接用于造纸的原材料总贸易额约为 5400 亿美元(图 1.2)。

技术人员在核算这些数据时还可以仔细研究一下生产过程中不可避免的木材、纸浆和纤维的水分损耗,以及成品纸中的由水分而带来的增加值(大约为百分之几的样子)。虽然从技术角度来说,这种精确考虑非常重要,但这里并未将其考虑进去,原因是这只是个粗略的估计,旨在表明该行业的大致规模。

除了原材料和纸的价值外,还有机械配套产业的间接价值。纸是利用复杂的机器制造出来的,当今一台铜版纸造纸机有钢厂里的轧钢机那么大。一台造纸机大约有 10 米宽,它一年 365 天,每周 7 天,除了偶尔停车外,每天 24 小时不间断地生产,纸机车速大约 2000 米/分钟,每年可生产 25~30 万吨纸。

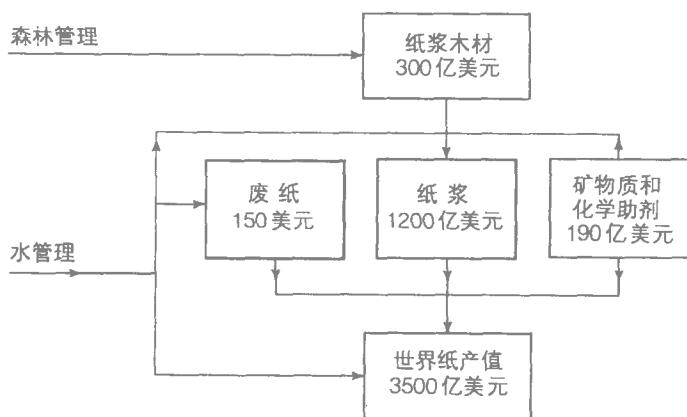


图 1.2 1995 年世界纸贸易额 (美元)。数据为粗略估计值,直接纸贸易总额是 5340 亿美元(包括纸浆木材、废纸、纸浆、化学助剂和纸),间接价值(如机械和造纸机用织物)未包括在内。

建设这样的—个生产单位,包括各类服务和建筑设施,约需 7.5 亿美元。另外,将纤维加工成纸浆的设备成本也必须考虑,如果是原始纤维,其加工设备的成本又要增加 4 亿美元。这样,一个完整配套的造纸

厂的成本就要超过 10 亿美元。如果使用再生纤维代替原始纸浆,成本则会大大降低,降幅约为 1 亿美元,这样总的成本就会在 10 亿美元以下。与纸生产配套的是一些周边产业,有些主要是为生产纸浆和纸服务的,如工程及机器装配公司,有些是普通产业,如染料、普通化工或水管理,其中水的利用、回收利用和净化都极为重要。这些国际配套产业相当可观,但图 1.2 中未包括其估算产值,它只是在图 1.1 的基础上重新绘制的,其中的数据进行了重新估算。需要再次强调的是,这些数据只是粗略估计,目的是为下面的章节做个铺垫。图 1.2 表示的是纸业产品和原材料的价值,主要是为了展示一下该行业在世界经济中的位置,其贸易总额约为 5340 亿美元,包括制浆用木材、废纸、矿物质和化学助剂、纸浆和纸的总贸易额。

纸的历史

1995 年世界纸的需求量为 2.76 亿吨,到 2005 年将增长 30~35%,可能会达到 3.5~3.7 亿吨。这样的需求规模必须有大型、尖端的机械生产才能满足,这与纸刚出现时相比有天壤之别。虽然从广义的“纸”的出现到现在已有 5000 年的时间,其间经过了许多巨大变化,但真正的变化大约发生在 200 年前。

“纸”的早期形式包括了石板、泥版、兽皮和其他一些材料,公元前 3000 年左右,埃及出现了纸(莎)草,在这种材料上载有象形文字,它记载了埃及的文明。文明需要有书面文字,而文字又要有其简单的承载体。后来造纸术发明人中国的蔡伦用纤维造出了纸浆,他使用的是织网和编绳的材料,这些材料煮过后进行过滤重压便造出纸来。这是造纸的开端,时间约为公元 100 年。接着蔡伦又用了其他植物纤维作造纸材料。有趣的是,虽然现在木质纤维在造纸业已占主导地位,但蔡伦当初使用过的有些原材料至今还在使用。蔡伦用的是纤维性原材料,成分是纤维素和半纤维素,其产品是手工纸。

虽然技术和化学过程都有改进,但直到 17 世纪后很长一段时间手工造纸一直是唯一的造纸方法。纸要经过施胶(用一种凝胶溶液处理,以便能够吸墨)、漂白、着色等工序,但仍然是手工制造,这种造纸厂的年产量仅为几百吨。

接着就是造纸的机械化。1799 年路易斯·罗伯特产生了发明造

纸机的想法，但是与大多数优秀发明的命运一样，这种造纸机并没有立刻获得成功——好想法往往是这样——后来又经过了布莱恩·唐金以及佛迪利尔兄弟（亨利和西里）的改进才得以成功，因此这种机器叫佛迪利尔（长网）造纸机，今天仍然叫这个名字。造纸机的使用是一个巨大的进步，首台造纸机的产量为每 24 小时 600 磅（272 公斤），现在一台新安装的最新机器的产量是其 3000 倍，可见这个行业今天已经迈过了多么巨大的步伐！

纸的生产过程直到今天基本上未变。树木首先经过机械剥皮，然后通过蒸煮制成纸浆。有些质量较差的纸浆没经过蒸煮，里面会含有木素，生产的纸的耐久性会受到影响，因此半数以上的纤维素纤维都经过蒸煮以去除其中的杂质，如木素和树脂。（木素是胞壁中的一种聚合物，它会使植物变硬和木质化。）纸浆常常（但不总是）要经过漂白处理，这样处理过的纸浆就是造纸的基本原料。漂白之后纸浆还要和大量的水混合，其原因有三：一是增加纤维中半纤维素的黏合度，从而决定纸的最终强度和厚度，二是加入水以后纸浆很容易通过浆泵送到各处，三是在造纸机里加入纤维悬浮液和其他的添加成份后，水可以使其非常均匀地散开。下一步骤便是脱水。制造每吨纸大约需要 100~500 米³或 2.2~11 万加仑的水，当然大约 90% 可以循环使用，这样就可以节约 90% 的淡水。

1800 年，首台造纸机问世，之后，机器的设计不断改进，尺寸也在增大。到 1950 年，也就是首台造纸机问世 150 年后，造纸业迅速从以工艺为基础转变为以技术为基础的产业，造纸机的宽度大约是原来的 5 倍，纸机车速为每分钟 500 多英尺（150 米），24 小时的产量提高到 50 吨。

从 1950 年到 1980 年间，造纸业进行了大量的改造和重组，纸丧失了它的特殊本质而迅速成为商品。在生产能力往往过剩的情况下，纸也经受了巨大的价格压力。新的造纸机大大提高了生产能力，虽然企业在进行规划时考虑到了竞争因素，但是同一市场的两家公司同时投资一个新产品的现象并不鲜见。近 30 年中，这个行业变得更加成熟，更富有创新精神，这主要表现在产量的巨大提高上。此外，在大规模生产商业用纸的同时，有许多厂家也尝试利用旧机器生产高级纸张。随着生产成本的降低和生产过程的日益自动化，一些工厂被迫关闭，纸业的调整也日趋合理化。

另一项革新是逐渐广泛地采用废纸取代木浆，这样做起初是由于

经济上的原因，后来则更基于环保的要求。用回收废纸生产高质量的纸浆，其成本与木浆相当。用废纸取代木浆的趋势在全球范围内不断扩展，到 1995 年由废纸生产的纸差不多占了世界纸总产量的 38%。

今天的情况又如何呢？现在的一台造纸机有轧钢机那么大，有 10 米宽，800 米长，每分钟可生产纸 2000 米，由计算机和操作员控制，非常先进，年产量可达 25 万吨。

纸在社会和商业中的作用

纸的消费常常被看作是一个民族进步程度和文化水平的标志。表 1.1 是当今世界主要地区人均纸消费的统计资料。表中北美地区排第一，只要去过美国的人就会了解纸的使用是多么广泛，这不仅表现在纸的用途上，而主要是它的用量上。美国人的多版面周日报纸的数量是首屈一指的，尽管数量多并不能说明其质量如何。在美国，雇员的薪酬

表 1.1 人均纸消费（公斤／每人）

	1973	1983	1994
欧 洲	72	95	97
北美地区	234	302	322
亚 洲	9	20	24
澳大拉西亚	98	132	136
拉丁美洲	17	26	29
非 洲	3	5	5
其他地区	32	45	48

一般都比较高，其购买的消费品就多，这样就会带动包装业、包装材料和广告业的发展。书写印刷纸是最大的增长点，这并不为怪，因为商品卖得越多，就意味着有更多的供应商想把他们的商品放到市场的显眼位置，这样就需要有更多的广告材料供应。图 1.3 显示了各地区以 1984 年人均消费指数为基数的人均消费对比情况，图中显示亚洲和拉美在人均消费增长方面居于领先地位，远远高于世界增长水平。这些数字与同期的人口增长数字有相似性（图 1.4）。

在欠发达的人口众多的国家，如中国、印度或南美国家，其人均纸消费的增长速度要大大高于人均纸消费较高的国家。事实上，有人认

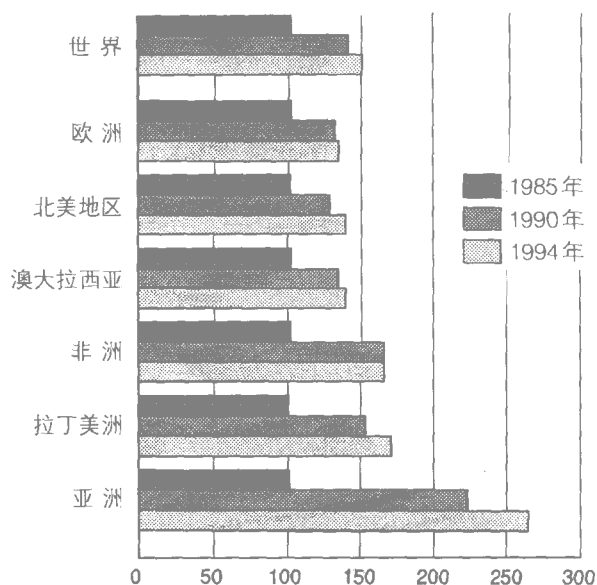


图 1.3 各国人均纸消费。1985 年各地区人均指数为 100。

为到 2025 年中国将成为仅次于美国的第二纸消费大国，那时中国的人口将达到 15 亿，是 1950 年的三倍。

可以看出纸的供应和利用是财富增长的某种尺度，也许更确切地说是文明进步的表现，但具有讽刺意味的是，纸有时被看作是国民灾难的祸根，在有些地方人们认为纸在传播伦敦大瘟疫方面扮演了重要角色。破布是纤维素纤维制成的，是极好的造纸原材料。有人认为把瘟疫患者或与瘟疫接触的人使用过的破布拿来造纸会传播该病。对这个假设在早期的废料再生过程中可以存疑。

现代包装纸不仅用来作华丽的包装材料，它们还是食品保洁、延长贮存时间的重要材料。如果不使用这种包装材料，食物可能在食用前就变质浪费掉了。

有趣的是现代技术对纸的需求也带来了积极的影响。在 20 世纪 60 年代，技术和营销界的人士进行了深入讨论，认为计算机的问世将会带来办公无纸化。可是在过去 10~20 年中办公用纸的消费却在增长，其中包括空白表格程序用纸、计算机用纸、复写纸、有抬头的信笺纸等。计算机使纸的使用变得更容易也更受人欢迎，因此带来了消费量

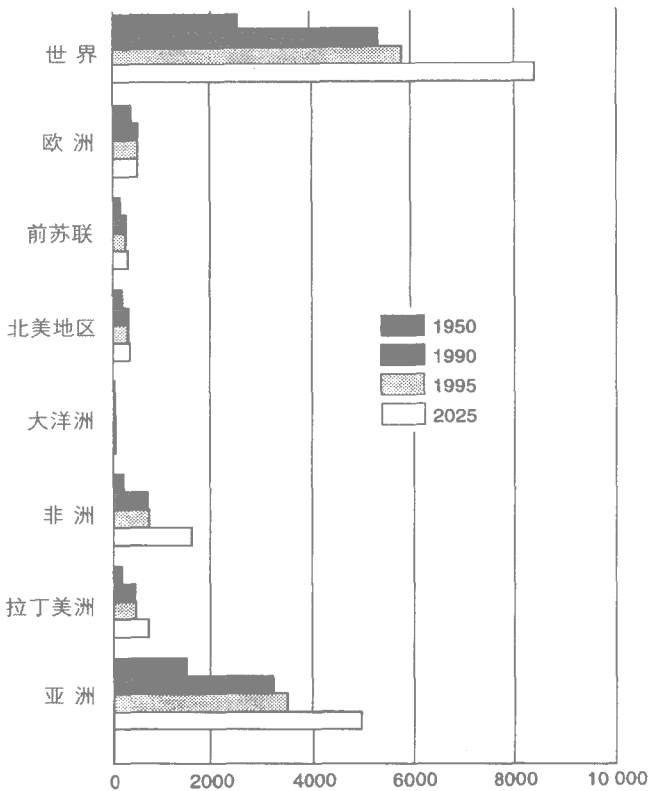


图 1.4 世界人口 (百万)

的增长。预测一下这种趋势是否会保持下去也是很有意思的。

在过去几年，最新的发展动态是电子邮件的广泛使用并逐渐商业化，但人们仍然喜爱硬皮抄，因此电子邮件的发展不大可能导致纸业的总量削减。

纸的分类

到目前为止所谈的都是纸的一般情况，没有涉及纸的广泛用途和分类。纸大致可分为 7 类：

1. 新闻纸：报纸用纸以及一些非常廉价的广告用纸。
2. 瓦楞纸：瓦楞纸箱和包装材料的衬里。

3. 包装纸：包装用的高级纸。除了可以在上面进行精美的印刷（如用于化妆品广告）以外，包装纸还有食品保鲜的功用。事实上，有些包装纸可以通过涂布处理，使其具有较高的防湿和防油性能，也可进行精美的印刷。
4. 包装纸板：从高级的告示牌、化妆品和香烟包装箱到加厚实用纸板都属此类。
5. 书写印刷纸 印书纸、书写纸、帐务用纸以及无碳复写纸，还包括广泛用于杂志和广告的轻量涂布纸。
6. 薄页纸：卫生纸以及卫生类用纸和纸巾。
7. 其他特种纸，比如照相纸、卷烟纸、压膜纸、美术纸和标签用纸等。

这是普遍认可的分类方法，在后面的章节中讨论各类纸消费时还会提到。

纸业的重要地位

人们通常不把纸业当作一个重要的国际产业，但实际情况与人们的认识恰恰相反。要找到一个有实际意义、具有可比性的数字来说明某一产业在世界经济中的地位是比较困难的，但下列数字可将纸业与人们心目中的其他产业作一简单对比。首先看一下“世界纤维一览表”（见表 1.2），这个表给出了 1992 年前后纤维产量及产值的大致规模，它清楚地表明了木浆纤维在世界纤维中所占的重要和主导地位。

在估算纸浆、纸和其他产业的粗略产值时，必须强调的是，这些数字只表明了大致规模及彼此间的差等。以每吨纸销售价 1200 美元、纸浆销售价 600 美元计算，纸业的估算产值约为 5000 亿美元。表 1.3 表明了一些主要商品大致的产量和产值，它是根据 1992 年的数据得出的，统计资料来源于《联合国贸易和发展会议商品年鉴 1995》。

虽然我们一再强调统计表的制作方法比较粗糙，但商品排序和产量规模差等还是正确的，只是在谈到产值时世界经济的影响会使其结果不大确定。

尽管如此，纸业在包括钢铁在内的各行业中居第二位，纸浆和纸的共同估算值接近原油行业的年销售值，认清这一点是非常重要的。烟草排在其后，但只接近纸估算值的 10%。

表 1.2 世界纤维一览表

纤维	百万吨/年	十亿美元
木纸浆	165	99
棉花/羊毛	17	41
合成纤维	15	35
非木材类	5	2
石 棉	5	2 $\frac{1}{2}$
玻 璃	2	6
矿 物	2	?
碳	30	$\frac{1}{4}$

表 1.3 1992 年商品产量简表

商 品	吨 位 (百 万)	单位价值 美元/吨	1992年产值 (十亿美元)	估算值 (十亿美元)
原 油	3000	137	411	520
纸浆和纸	412	600-1200	395	435
钢 铁	735	120	350	440
烟 草	8	4000	32	40
铁 矿	950	32	31	40
铝	19	1050	20	25
铝土矿	110	145	16	20
羊 毛	3	2440	7	9
橡 胶	6	930	6	8
可可豆	2	1250	3	4

资料来源：联合国贸易和发展会议商品年鉴 (1995)

当然这里还没有考虑该行业的社会意义。引用国际环境和发展研究所(IIED)的话来说：“纸产品可以用来交流思想、传递信息、传承教育、记录事件和文化信息。纸还在人类的健康方面扮演重要角色，比如用于食品包装、医用包扎和卫生用品。”纸业的另一个优势是它可以大量依赖可重复利用的资源。纸业是重要的世界产业和贸易对象。总之，作为一个主要的世界产业，纸是有重要意义、具有强劲的发展态势和可持续发展空间的产业。

小 结

国际纸业是一个具有巨大产值的行业，其年产量可达 2.76 亿吨，

行业总产值超过 5000 亿美元。在 5000 多年来,造纸业从小型的手工业生产演变为发达的机器化大生产,每台现代化机器的年产量约为 25 万吨。同时许多其他产业都依赖这个产业,其影响范围超出了纸浆和纸行业,而且令人费解的是‘办公无纸化’却带来了用纸量的增加。但这种势头是否会持续下去还有待证实。

森林保护是当今人们关心的一个重要课题,后面的章节将讨论纸业对森林的影响,要知道木材是造纸最重要的原材料。从纸业本身来讲,它也必须考虑优质森林木材的持续供应,从而最终确保纸业能为世界经济和生态发展做出真正的贡献。

纸业使用的原材料可以再生,其产品大多可以回收,它是一个重要的国际产业。

2

纸的制造和加工

本章概述了纸业的生产过程。从森林采伐原材料开始，然后是纸浆制造的各个阶段，再到造纸机和后处理工序，最后是消费产品。本章还讨论了制造过程的发展趋势，评述了造纸的利润，此外还简要介绍了纤维素类以外的造纸原材料和纸的一些再加工行业。

引 言

纸 浆和纸的制造是非常复杂的，本章旨在为那些一般不关注此项技术的人提供一点提纲挈领的知识。文中介绍了主要的生产过程和原材料，最后简述了纸产品加工业的一些情况。

纸通常是用木质纤维制造的，木质纤维来自原始木浆或再生纤维。造纸是一个连续不断的过程：采自森林的树木有树皮覆盖，首先必须去掉这层皮，去皮的木材被加工成碎片，然后进行蒸煮。蒸煮可以分离并去除木质纤维中的木素和树脂，这样去除掉的木素可占整个木材量的

21~29% ,剩下的就是纸的主要成份,主要为纤维素(一种线形碳、氢、氧聚合物)及半纤维素。半纤维素的化学结构与纤维素类似,但当半纤维素纤维与水悬浮液充分接触后,半纤维素具有增加纤维之间粘合度的特性。木质纤维的主要成份为:

- 纤维素 44%(43~45%)
- 半纤维素 31%(28~34%)
- 木素 25%(21~29%)

随着造纸速度的加快,造纸过程也越来越先进。我们已经知道,新建一条完整配套的加工木材和造纸的生产线索价约为 7.5 亿美元。

简单地说,造纸过程首先就是取森林木材剥皮并去除木素杂质,然后再把纤维分离出来,为了使纤维具有所需要的疏密度、强度、均匀度和色泽,要经过许多道工序,耗费很多能量,在这一过程中水既是一种载体又增加纤维强度。接着就是通过管道把纤维悬浮液均匀地分摊到造纸机上,再下来就是用尽可能低的成本来脱水,主要是过滤、压榨和蒸汽烘干的方法,最后纸便制造出来了。制造出来的纸被裁切成卷筒纸或单张纸以备进一步加工。整个流程见图 2.1。图中黑体表示主要流程,斜体表示一些主要的添加剂。下面将对这些程序作更详细的介绍。

从森林到纸浆

第一道工序可自成一个行业,其第一步便是合理管理森林,使其具备可持续发展能力。树木采伐后便被运到纸浆厂,在许多情况下要先经过贮木厂,在这里最好的木材将被选作家具或建筑用材。在纸浆厂,树木要先剥皮,然后再削成碎片。之后,木材的处理依过程而定,可以用机械的方法来分离纤维,但其中会留有如木素这样的杂质;也可用化学方法去除这些杂质并分离纤维。蒸煮工序的周转时间可以连续不断地进行,也可以间隔 8~36 小时分批进行。一般来说连续不断地生产越来越流行,但 8~12 小时的分批处理也很常见。

从传统上来说,造纸厂一般都建在靠近森林和水源的地方,因后者能提供相对低廉的水电动力。由于“城市森林”,能提供再生纤维资源,这种传统已有所改变。现在有些造纸厂建在距离城市合理的范围内,以方便利用再生原材料。造纸厂通常与纸浆加工是一体的,但有相当一部分的企业利用来自距厂很远的地方提供的纸浆,即造纸厂用的是购买的市场纸浆。纸浆

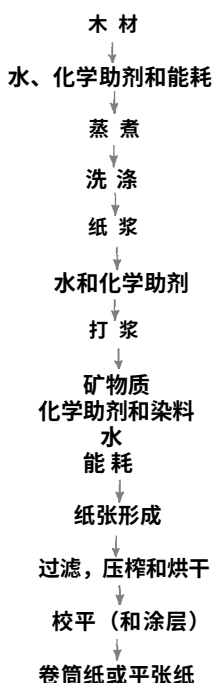


图 2.1 木材到纸流程图

加工要消耗大量的水,同时常常还要用化学助剂来蒸煮和漂白,用蒸汽来蒸煮。蒸煮过后,纸浆要经洗涤工序以去除残留化学品。一些纸浆可以泵入贮罐,以备后加工,其余的可以经过漂白、洗涤程序直接用来造纸,或者干燥后加工成湿浆板、打捆、储藏起来或作纸浆直接出售。

必须强调的是,在北半球,除了一些地区(如俄罗斯)外,从开始利用木材制造纸浆以来,这个重要的产业大体上一直能确保木材的供应,因此森林总体上得到了良好的管理和再生。这种态势在南半球的一些地方也正在形成。在当前政治环境下,这种环保立场需要明确。

从纸浆到纸

打 浆

从纸浆到纸的整个流程都在选纸厂进行,图 2.2 概要地显示了这

一程序。首先纸浆纤维被打碎（造纸厂与纸浆厂同步时例外，这时纸浆是以悬浮液的形式供应的），储存在称为槽的巨大容器里，再泵入打浆机里，然后通过装有钢齿板的快速旋转机器进行打浆。打浆板之间的距离只有几微米，目的是确保悬浮液中的纤维都能得到均匀处理，以保证其在强度、疏密度和透气度等特性方面达到要求。这一部分的工序要耗费大量的能源。

处理完毕后，纤维状的悬浮液经水稀释并添加一些化学助剂，如高岭土、施胶剂和染料后，再注入造纸机。

水在上述过程中起着重要作用。打浆阶段水的耗费大致是这样：10 份纤维（一般是 4~12 份）需要 100 份水。在纸张形成前的最后稀释阶段，大约是 5~10 份纤维需 1000 份水。确切地来看，一台年产 25 万吨的现代化造纸机每分钟用水量约为 1.1~5.5 万加仑或 50~250 米³是正常的。然而，淡水需求量通过在加工系统中的重复利用一般至少可降低 90%。

纸页成形和脱水

水可以增强纤维的粘合能力，并在此过程中使纤维达到所需的强度和疏密度。通过泵和管道由水把纤维传送到造纸厂其他相应的生产场所，稀释后的悬浮液经离心式除渣器和离心式筛浆机净化后，也必须由水才能使纤维达到很高的匀度。这一部分的工序非常重要，需要利用技术含量极高的设备把纤维和水精确而均匀地分布到造纸机上。这个设备叫流浆箱，价值约 100 万美元，由它把纤维从直径约 1 米的管道中均匀地分布到宽约 8~10 米的幅面上。这种均匀度是关键，因为它有助于纸源源不断地通过造纸机，有助于提高纸在后面的程序和加工过程中的性能。

至此，水已经完成了它的使命，必须将其脱掉才能制造出“干”纸来，但也需留下足够的水份以确保纸的平展并与后面的程序中的湿度条件吻合。脱水须经过一系列过程，其费用也不断上涨。首先是通过合成纤维缝合成的带状精细网目脱水，然后通过动态脱水系统或脱水板脱水，再经过真空吸水箱脱水。到这一步，水与纤维的比率大约为 1:1，或 50%的水份。脱下来的水及其所含部分纤维、填料和热量可以立即循环使用。当然，纸中还有许多水待脱。