

# 第 1 章 造纸工业与粉体

造纸工业是一个与国民经济发展与人类文明建设息息相关的重要基础性原材料产业,造纸工业绝大部分产品是印刷、包装、文化用品、卷烟、汽车、机械、建材、军工、电工等行业的原材料。纸及纸板的消费水平已成为衡量一个国家现代化水平和社会文明程度的重要标志。

在经济发达国家,纸及纸板消费量增长速度与其国内生产总值增长速度同步。造纸工业在现代经济中所发挥的作用已越来越多地引起世人瞩目,被国际上公认为“永不衰竭”的工业,在美国、加拿大、日本、芬兰、瑞典等经济发达国家,造纸工业已成为其国民经济支柱制造业之一。造纸工业具有资金技术密集和规模效益显著的特点,其产业关联度大,较大的市场容量和发展潜力已成为拉动林业、农业、机械制造、化工、自动控制、交通、环保、印刷、包装等产业发展的重要力量,逐步成为我国国民经济发展的新的增长点。由于造纸工业以木材、竹、芦苇等原生植物纤维和废纸等再生纤维为原料,可部分替代塑料、钢铁、有色金属等不可再生资源,因而是我国国民经济中具有可持续发展特点、可实现循环经济的重要产业,具有旺盛的生命力。

2011年,我国造纸工业纸和纸板生产企业约有3500家,总产量为9930万t,消费量为9752万t,人均年消费量为73kg。工业总产值(当年价)为6911亿元,利税总额约为557亿元,从业人员为70.85万人。2000—2011年,纸及纸板生产量年均增长11.99%,消费量年均增长10.23%。目前,我国纸及纸板的生产量和消费量均居世界第1位,在世界造纸工业竞争格局中已具有相当的影响力。

粉体是造纸行业除纸浆外需求量最大的原料,在各类纸及加工纸中都离不开粉体的填充和涂饰,粉体作为填料加入纸浆中,作为颜料涂布于纸张表面,能够使纸具有一定遮盖度、平滑度及印刷适应性等许多优异性能,因此,在造纸工业中对粉体的研究非常重要。本书主要阐述粉体在纸浆造纸中的应用情况以及粉体对纸性能的影响。

粉体指的是一种干燥、分散的固体颗粒组成的细微粒子,和颗粒不完全相同,通俗来说粉体比颗粒具有更细微的粒径尺寸。粉体是小于一定粒径的颗粒集合,因而不能忽视分子间的作用力。人类关于粉体的认识和研究比较悠久。在我国古代,北京周口店山顶洞人用赤铁矿粉饰石珠等;新石器时代,人们在烧制陶器的原料陶土中添加石英等粉体,改善成品陶器的耐热急变性能;仰韶文化时期,人们用赤铁矿、黑锰矿等粉体作颜料制作彩陶,把“料姜石”磨细为“白灰面”涂抹洞壁。

我国经过十多年的发展和市场磨砺,不仅形成了较大规模的超细粉体制备产业,而且也形成了一批有一定规模和较高技术水平、拥有部分自主知识产权的超细粉碎设备和精细分级设备的制造商。目前,我国粉体行业在设备制造方面具有代表性的企业,如浙江丰利粉碎设备有限公司,代表着我国高端粉碎设备的制造水平。在粉体生产方面,上海关金粉体材料有限公司、兰州金川金属材料技术有限公司、北京沃玉科技发展中心等都有不错的技术水平和生产规模。

## 1.1 造纸工业的发展现状

### 1.1.1 国内造纸行业生产消费状况

根据中国造纸协会发布的《中国造纸工业 2011 年度报告》,

2011年全国纸及纸板产量9930万t,比2010年的产量9270万t增长7.12%;消费量9752万t,较2010年9173万t增长6.31%;2011年与世纪之交的2001年相比,全国纸及纸板的生产品量增长210.31%,消费量也增长164.78%。我国已经成为世界纸及纸板的生产和消费大国。但就目前而言,我国人均消费量还很低,人均年消费量73kg,大致相当于世界平均水平。2001—2011年纸及纸板的生产和消费情况如图1-1所示。2011年纸的主要产品生产和消费比重如表1-1所示。

据中商情报网数据显示,2011年全国纸浆生产总量7723万t,较2010年的7318万t增长5.53%;2011年全国纸浆消耗总量9044万t,较上年8461万t增长6.89%,其中木浆2144万t,较上年增长15.33%,比例占24%;非木浆1240万t,较上年降低4.39%,比例占14%;废纸浆5660万t,较上年增长6.69%,比例占62%;2011年中国造纸工业纸浆消耗情况如图1-2所示。

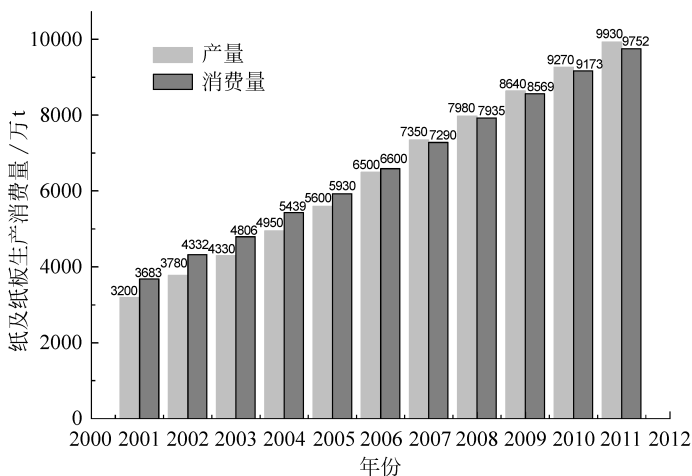


图 1-1 2001—2011 年纸及纸板的生产和消费情况

表 1-1 2011 年各种纸的生产和消费比重

指标	生产量			消费量		
	2010 年 /万 t	2011 年 /万 t	同比 /%	2010 年 /万 t	2011 年 /万 t	同比 /%
总量	9270	9930	7.12	9173	9752	6.31
新闻纸	430	390	-9.30	423	389	-8.04
未涂布印刷书写纸	1620	1730	6.79	1590	1687	6.10
涂布印刷书写纸	640	725	13.28	549	599	9.11
其中:铜版纸	555	640	15.32	480	532	10.83
生活用纸	620	730	17.74	567	674	18.87
包装用纸	600	620	3.33	612	632	3.27
白板纸	1250	1340	7.20	1254	1322	5.42
箱板纸	1880	1990	5.85	1946	2073	6.53
瓦楞原纸	1870	1980	5.88	1889	1991	5.40
特种纸及纸板	180	210	16.67	164	179	9.15
其他纸及纸板	180	215	19.44	179	206	15.08

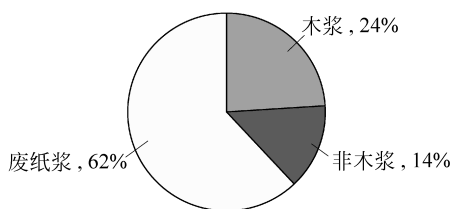


图 1-2 2011 年中国造纸工业纸浆消耗情况

2011 年,在纸及纸板、纸浆、废纸及纸制品进出口方面,纸及纸板进口 331 万 t,比上年 336 万 t 降低 1.49%,出口 509 万 t,比上年 433 万 t 增长 17.55%。出口量比进口量多 178 万 t;纸浆进

口 1445 万 t,比上年 1137 万 t 增长 27.09%,出口 9.91 万 t,比上年 8.10 万 t 增长 22.35%;废纸进口 2728 万 t,比上年 2435 万 t 增长 12.03%,出口 0.36 万 t,比上年出口量略有增长;纸制品进口 17 万 t,比上年 18 万 t 降低 5.56%,出口 243 万 t,比上年 228 万 t 增长 6.58%。

### 1.1.2 造纸企业现状

我国造纸行业经过多年发展已取得长足进步,于 2010 年成为世界第一大造纸国,且总产量仍在不断扩大,行业整体进入了供过于求的时代。据《中国绿色时报》2012 年 10 月 18 日报道,2011 年,全国纸及纸板生产企业有 3500 多家,规模以上造纸企业 2620 家,实现产品销售收入 6714.12 亿元,同比增长 21.54%;销售利润 699.62 亿元,同比增长 17.95%;利润总额 362.13 亿元,同比增长 6.20%。

据国家统计局统计,2011 年全国 2600 余家造纸企业中,年生产能力 10 万 t 以上的仅 100 余家。纸及纸板年产量超过 100 万 t 的造纸企业共有 11 家,比 2010 年增加 1 家,即:玖龙纸业(控股)有限公司年产 760 万 t,山东晨鸣纸业集团股份有限公司年产 361 万 t,理文造纸有限公司年产 354 万 t,华泰集团有限公司年产 255 万 t,山东太阳纸业公司年产 242 万 t,金东纸业(江苏)股份有限公司年产 220 万 t,中国纸业投资总公司年产 210 万 t,宁波中华纸业有限公司(含宁波亚洲浆纸业有限公司)年产 153 万 t,中冶纸业集团有限公司年产 131 万 t,山东博汇纸业股份有限公司年产 116 万 t,荣成纸业(中国)控股有限公司年产 116 万 t。

纸浆年产量超过 100 万 t 的企业共有 2 家,比 2010 年增加 1 家,有山东亚太森博浆纸有限公司年产 169 万 t,海南金海浆纸业有限公司年产 124 万 t。行业排名前 30 名的企业纸及纸板产量占总产量的 43.05%,比 2010 年增加 0.74 个百分点。据中商情报

网数据,2011年中国造纸行业不同类型企业数量分布如图 1-3 所示,2011年中国重点造纸企业前 30 名排名情况如表 1-2 所示。

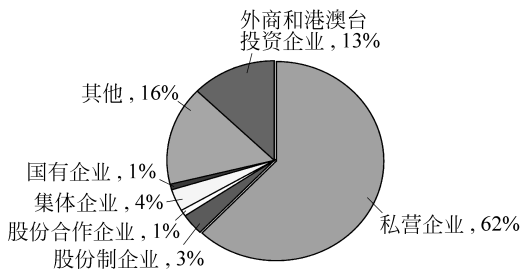


图 1-3 不同企业类型数量分布

表 1-2 2011 年重点造纸企业产量前 30 名

序号	单位名称	2010 年	2011 年	同比 /%
		产量/万 t	产量/万 t	
1	玖龙纸业(控股)有限公司	723.00	760.00	5.12
2	山东晨鸣纸业集团股份有限公司	327.35	361.43	10.41
3	理文造纸有限公司	354.30	353.98	-0.09
4	华泰集团有限公司	164.20	254.70	55.12
5	山东太阳纸业股份有限公司	224.00	242.26	8.15
6	金东纸业(江苏)股份有限公司	231.00	220.12	-4.71
7	中国纸业投资总公司	244.87	210.00	-14.24
8	宁波中华纸业有限公司(含宁波亚洲浆纸业有限公司)	148.74	152.65	2.63
9	中冶纸业集团有限公司	138.50	131.15	-5.31
10	山东博汇纸业股份有限公司	100.13	116.36	16.21
11	荣成纸业(中国)控股有限公司	110.18	115.80	5.10
12	山东世纪阳光纸业集团有限公司	59.06	96.13	62.77

续表

序号	单位名称	2010年 产量/万 t	2011年 产量/万 t	同比 /%
13	浙江景兴纸业股份有限公司	84.92	96.00	13.05
14	安徽山鹰纸业股份有限公司	92.46	89.36	-3.35
15	芬欧汇川(中国)有限公司	80.00	88.00	10.00
16	海南金海浆纸业有限公司	26.52	86.97	227.94
17	漯河银鸽实业集团有限公司	84.20	84.40	0.24
18	福建联盛纸业	54.36	79.77	46.74
19	山东泉林纸业有限责任公司	70.61	76.23	7.96
20	东莞建晖纸业有限公司	69.20	75.74	9.45
21	吉安集团股份有限公司	67.50	69.62	3.14
22	新乡新亚纸业集团股份有限公司	58.20	68.30	17.35
23	金红叶纸业集团有限公司	37.50	66.27	76.72
24	金华盛纸业(苏州工业园区)有限公司	62.02	62.98	1.55
25	福建优兰发集团实业有限公司	50.30	57.85	15.01
26	山东贵和纸业集团有限公司	54.02	55.68	3.07
27	山东华金集团有限公司	50.81	55.94	10.10
28	大河纸业有限公司	40.60	52.05	28.20
29	广州造纸集团有限公司	61.27	49.31	-19.52
30	保定三联纸业有限公司	47.41	46.79	-1.31

在集中度方面国内纸和纸板产量集中度较高,山东、浙江、广东、江苏、河南位居全国纸和纸板产量前五位,占全国总产量71%,我国造纸工业集中分布在黄淮海平原、长江中下游、东南沿海,其中黄淮海平原地区是我国造纸工业最集中的地区,主要原因得益于这些地区丰富的水资源。

与国际造纸企业相比,全球十大纸业公司大部分都实现了林

浆纸一体化,而我国纸业公司却面临许多难题:①缺乏自制商品浆,优质造纸纤维主要依赖进口,原料成本受外部影响较大;②纤维原料的供给不足;③国内企业未建立起有效的销售配送系统,缺乏持续稳定的市场;④行业发展因地域性集中度过高造成资源短缺;⑤产品结构不合理,难以满足市场需要;⑥造纸机械落后,困扰产品水平提高;⑦造成严重污染,阻碍可持续发展。

对于中国造纸企业的发展,受产能扩张、生产成本增加、市场变化和竞争压力加剧等因素影响,所需木材纤维原料依靠国内外两种资源,国内主要采取开源、节流并重的方针,坚持严格保护天然林资源的原则,逐步实现造纸工业用材以原料林基地供应为主,包括继续加快推进林纸一体化工程建设,在不占用耕地、不影响粮食安全、不破坏天然林资源的前提下,加强原料林基地建设,大力推进林纸一体化,栽培优良树种,提高林地单产,提高企业可控制林业基地比重,提倡发展“公司+基地+合作组织”和适当发展“公司+基地+农户”等经营模式,提高基地供材能力,促使企业加快转型升级,结构调整和转型升级是中国纸业下一阶段的重要工作。

“十二五”期间,造纸行业的主要发展任务是在规模扩大的基础上实现质的转变,结构调整、提升改造与绿色发展是“十二五”的关键词。国家将从支持中央企业的扩张、鼓励规模化发展、鼓励国产装备水平提升和采用清洁生产技术、继续加大淘汰力度等方面推进造纸行业发展。

### 1.1.3 造纸技术现状

#### 1. 造纸工艺

将制得的纸浆纤维经过适当的工艺处理后在造纸机上抄造成纸和纸板的过程称为造纸。造纸主要有湿法、干法和泡沫法三种成型技术。目前工艺成熟且广泛使用的是湿法造纸。造纸的工艺流程由如下几个主要环节组成:

制浆段:原料选择→蒸煮分离纤维→洗涤→漂白→洗涤筛选→浓缩或抄成浆片→储存备用;

抄纸段:散浆→除杂质→精浆→打浆→配制各种添加剂→纸料的混合→纸料的流送→头箱→网案→压榨→干燥→表面施胶→干燥→压光→卷取成纸;

涂布段:涂布原纸→涂布机涂布→干燥→卷取→再卷→超级压光;

加工段:复卷→裁切平板(或卷筒)→分选包装→入库(结束)。

### (1) 制浆

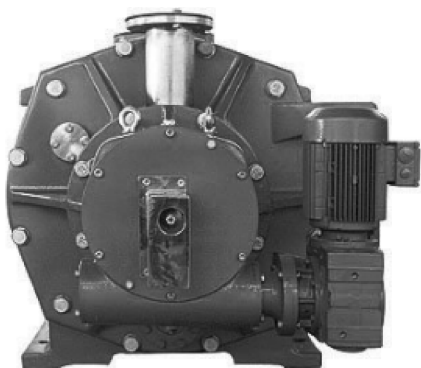
制浆是将植物纤维离解成纸浆的生产过程,其方法有机械、化学两种,或两种兼用。制浆过程由备料、离解、筛选、漂白等工序组成。具体步骤为:将收集来的造纸原料进行初加工(木料切成片,将草切断),对回收来的纸张进行挑选、除尘等,然后除去杂物,通过蒸煮使纤维分离出来制成纸浆,再对纸浆进行筛选、漂白。

### (2) 打浆和调料

打浆和调料是造纸的预处理工序。经过洗涤、筛选和漂白后的纤维缺乏必要的柔韧性,如果直接用来造纸,则得到的产品表面粗糙、强度低、使用性能差,因而必须经过适当处理后才可造纸。

打浆是将纤维在水中用机械设备挤压、摩擦、剪切、冲击等处理,使纤维受到撕裂、扭曲、压溃和断裂等力的作用,导致纤维束分散,纤维的初生壁、次生壁外层剥落,从而露出次生壁的中层微细纤维。在外力作用下,去掉了初生壁和次生壁外层的纤维两端与纤维表面微细纤维分散蓬松,分丝“帚化”,从而使纸张的抗张强度、耐破度、耐折度、平滑度、紧度提高。打浆设备如图 1-4 所示。

为了改善纸和纸板的渗透性、印刷适应性(也称为适印性)等性能,造纸前在纸浆中加入适量的辅料,这一过程称为调料。加入的辅料分为施胶、添加矿物、添加化学助剂三种。施胶就是在纸内加一定的抗水性胶体物质,使纸张具有一定程度的抗拒液体渗透的能力。将胶料直接加入纸浆内,然后造成纸张,称为纸内施胶;



(a)



(b)

图 1-4 打浆设备

(a) DD 系列双盘磨浆机；(b) ZM 800 锥形磨浆机

若将胶料涂布于纸和纸板表面，则称为表面施胶。详细情况可参见王建清主编的《包装材料学》中第三节的造纸工艺。添加矿物（又称加填）是在纸浆内加入一些难溶于水的矿物质填料，使纸张具有可塑性与柔软性，纸张压光后表面更为平整，同时提高纸张的不透明性和印刷适应性；添加某些功能性化学助剂，可以使纸张获得一些特殊性能。