

1997
中国造纸学会
学术报告会
论文集

1997年10月20日~21日
北京国际展览中心

主办单位:美国 E. J. Krause 公司
美国制浆造纸技术协会(TAPPI)
协办单位:中国造纸学会(CTAPI)
翻译出版:中国造纸学会

'97 中国国际纸林展 TAPPI 技术报告会 论 文 集

目 录

1. 明天的制浆工业	1
2. 桉木、桉木浆及桉木纸的质量	16
3. 在中国能否建世界规模的大型浆厂? ——战略分析	28
4. 非木材纤维纸张和纸板的涂布	39
5. 旋转鼓式真空洗浆机和草浆洗涤系统的设计	53
6. 1960 年以来美国关于空气、水质环境政策历史— 管理政策的发展	61
7. 全球造纸用纤维之供求现状及展望	79

明天的制浆工业

Sven Edstrom, President of Kvaerner Pulp & paper Asia

Jakarta, Indonesia

摘 要 在未来的 10~15 年里,世界纸和纸板的消耗量预计每年平均增加 900~1000 万吨。主要的增加量将来源于亚洲,到 2000 年,预计亚洲的纸和纸板消耗量将成为世界之最。

在不远的将来,二次纤维和化学木浆仍将是造纸工业的主要原料。有前途的化学木浆将在更长的一段时间里扮演一个更重要的角色,这主要是由于技术和经济的原因。

将在靠近人工速生林的地方建设日生产能力达 2500~3000 吨的阔叶木化学纸浆厂。这些纸浆厂将使用改良蒸煮和氧脱木素方法增加纸浆得率和提高纸浆强度,并减少漂白的化学品需要量。用水量和废水排放量将进一步减少。新技术将使这些纸浆厂用黑液和树皮发电的电有很大的富余。

前言

今天,制浆工业所面临的挑战是在提高产品质量、产量和生产效率的同时满足环保要求。目标是一种生态平衡的纸浆厂,它在为股东创造利润的同时,不排放对环境有影响的废物,资源消耗量降低到最小值。

我今天将通过对制浆工业的近期发展和将来技术的回顾和展望来简要地阐述这几个问题。

增长的市场

世界上纸的消耗量与人口增长、文化普及和经济增长等因素有着密切的关系(图 1)。尽管电子和塑料产品越来越多地替代纸张,但足够的纸张供应仍是一个国家乃至整个世界动态经济增长的前提,在将来的一段时间,比如 15~20 年,世界木材原料的减少和电子信息系统使用量的增加有可能降低纸张消耗量的增长。

国际纸浆和纸的顾问和组织预测 2010 年世界纸和纸板的消耗量将达到 4.2~4.4 亿吨的水平。这意味着每年要净增 900~1000 万吨的生产能力,这对制浆造纸行业所有的公司都是一个很大的挑战。

未来的纤维

在不远的将来,纸张中的一次纤维比例将继续下降,主要原因在于二次纤维用量的增加(图 2)。但是,在相当长的一段时间,有理由相信废纸回收率的增长速度将慢下来,然后慢慢达到一个上限水平。所以,一次纤维和填料的增长速率将增加。

在很多国家,一年生植物在作为造纸原料方面扮演重要的角色(图 3)。由于收集和运输这些原料的实际困难,与现代的以木材为原料的纸浆厂相比,使用一年生植物的纸浆厂通常很小。因此,这些厂按每吨纸浆计算的建设费用和操作费用都较高。原料运送以及制浆厂运行方面的技术困难也使这些纸浆厂相对较复杂,成本也较高。实际上,几乎没有理由相信一年生植物在作为未来制浆工业的原料方面扮演比配角更重要的角色。

近来的实验室试验表明,用 Globulus 桉木和 Mangium 金合欢等阔叶木来生产高质量的化学机械浆是可能的。与针叶木材种相比,纸浆易于漂白而且能耗较低。但是,在这些国家电力很贵,尽管有价格合适的木材可用,投资仍难以得到可接受的回报。所以,在可预见的将来,机械制浆生产能力的增长是很有限的。

最大的可能是化学木浆在作为造纸原料方面将扮演更重要的角色。以下是关于此结论的经济、技术和环境方面的理由。

亚洲是焦点

亚洲占世界人口的 60%左右,而且人口增长速率也最高(图 4)。预计到 2000 年,亚洲将成为世界纸张消耗量最高的地区。除了人口因素外,迅速的经济增长也促进了该地区对纸张需求的增长(图 5)。

但是,纤维供应缺口主要发生在亚洲,而且这个缺口在增长,亚洲也是所有纤维品种,即纸、纸浆以及二次纤维的净进口者(图 6)。北美是这些品种的主要净出口者,也是世界上最大的纸制造者。因此,亚洲的适于制浆的木材资源可利用量是大家关注的焦点,而且这个因素可能会影响亚洲制浆造纸工业的发展。

如果考虑到建立速生阔叶木人工林的可能性,东南亚具有一定的优越性(图 7)。例如,巴西的 Aracruz 厂的现有人工林的经验表明使用现代林业技术可以显著地提高产量(图 8)。人工林木材质量较高,所以纸浆的得率也较高。东南亚与斯堪的那维亚地区相比,一公顷连续进行林业运作的人工林可生产的纸浆量要高 10 倍(图 9),其生产成本上的优势是显然的。

新选择的制浆材种可以通过遗传学培育出来,因此纤维质量如强度和不透明度可以得到改进。从而可以减少某些纸种对针叶木增强浆的需要量。近来造纸机的发展也为用较高比例的阔叶木纤维造高级纸创造了有利条件。

正在增长的制浆工业

化学浆纤维生产线的规模似乎每年都在增加(图 10)。今天,在只有一套连续蒸煮器的一条生产线上生产 2500~3000 吨漂白浆是可能的。提高工厂的规模可以减少每吨纸浆的投资和固定费用。这些大浆厂需要大量的木材,这意味着它们应建在靠近速生人工林的地方。目前大多数新建浆厂都设在具有这种条件的东南亚和南美洲(图 11)。几乎所有的计划建的工厂都将使用阔叶木材。但也有两个新建针叶木浆厂在建设中,一个在德国,另一个在智利。在世界其它地方也有一些较小的针叶木浆厂建设项目。

明天的纸浆纤维生产线

最近有很多关于醋酸和甲醇制浆等新的化学制浆方法的讨论。但在将来的10~15年里,普通的硫酸盐制浆法仍是化学浆的主导生产方法。

在化学浆厂的纤维生产线上,蒸煮和氧脱木素过程影响纸浆的漂白性能,因此也影响漂白化学品消耗量和废水排放(图12)。一条优化工艺的制浆生产线是从具有选择性的温和蒸煮开始,这样就可以同时保留纤维的强度和可漂性。

新的改良型连续蒸煮方法,如等温蒸煮把最近开发的黑液浸渍系统组合进来,提高了纸浆的得率和强度,使纸浆更容易漂白(图13),并且木节和纤维束含量大大降低。

为了最大限度地保留纤维强度和优化纸浆得率,目前的趋势是煮到较高卡伯值水平并使用氧脱木素段,目的是提高脱木素选择性,保持纸浆的得率和纤维强度,同时减少漂白车间的COD负荷和化学药品消耗量(图14)。一套优化了温度、压力和停留时间的新两段MC氧脱木素系统,脱木素率可达到60~65%,这将使进一步减少ECF漂白中的 ClO_2 用量变得简单,也增加了制浆生产线水封闭循环的可能性。

从环保的观点上看,无元素氯漂白(ECF)和完全无氯漂白(TCF)都是很可取的漂白方法。针叶木浆采用TCF漂白时强度略低些,但对于阔叶木浆,在漂白后纸浆强度方面TCF与ECF两种漂白方法之间没有差别。工艺的选择按当地条件,如生产经济和产品要求而定(图12)。

低用水量

漂白废水中耗氧有机物的减少,以及节约用水的一般趋势增加了漂白车间废水循环利用。减少水消耗的举措非常有效,使得现代化的纸浆厂每吨浆的用水量只相当于70年代纸浆厂的1/10(图15)。通过进一步封闭循环浆厂的水,纸浆厂每吨浆的用水量将来可能降低到5~10 m^3 。

目前有几个纸浆厂把碱性废水循环到回收系统。正在试验把酸性废水也循环。循环导致了制浆生产线和回收循环系统严重的运行性问题,主要原因在于随原料带入工厂的非工艺需要元素(图16)。人工种植木材用量的增加也可能增加非工艺需要元素,原因在于大量地使用肥料。

理论上可以通过碱回收炉沉淀灰来除去钾和氯化物。正在研究中的除去非工艺需要元素的方法有:浸出、离子交换、膜过滤以及重结晶等等,但在这方面仍有很多工作要做,绿液过滤是清除镁、锰、铁和部分铝的理想部位(图17)。

黑液气化

化学浆厂在能源利用方面慢慢变得更有效率了,把富余的热能转变成电能,使所用能量达到平衡。黑液是纸浆厂能量的主要来源,在将来的几年里它很可能在作为发电能源方面将发挥更重要的作用。

在过去的几年里,传统的碱回收炉有很大的改进(图17)。在增加锅炉的安全性和减少排

放方面迈出了一大步。

但是,碱回收锅炉/蒸汽循环系统在能源利用方面效率并不是很高,因此需要更高效率、更高电热比的新能量系统。新出现的化学品回收技术,如基于黑液气化并通过先进的气体涡轮机循环系统回收能量的集成气化组合(IGCC)系统,在能量利用和环保方面有很大的改进(图 18)。除了较高的电热比外,这种系统与回收锅炉/蒸汽循环系统相比,热效率也较高。这不紧在排放方面有好处,而且也对浆厂的蒸汽和电供应有良性影响(图 19)。

一套 IGCC 系统具有把发电量增加到 1.8~2.0MWh 每吨浆的潜力。目前最先进的回收锅炉/蒸汽循环系统只能达到一半的水平(图 20)。

在常压条件下并使用空气作为氧化剂的试验工厂已经在瑞典运行了几年。今年初,一套商业的生产能力为 350 吨固形物/24 小时的常压系统在美国顺利投产。这套独立系统和现有的回收锅炉并列运行,为该厂每年增加 70,000 吨纸浆的生产能力。

一套商业的 550 吨固形物/24 小时生产能力的氧驱动压力 IGCC 系统将于明年安装在瑞典北部。

压力气化也使把硫和钠分成两条独立的流程成为可能,这样就使工厂可以按自己的需要制备蒸煮液(图 21)。当浆厂进一步封闭循环水时,内部为漂白过程生产 NaOH 将具有很大的优越性。

IGCC 系统排放的臭气量是微不足道的。NO_x 的产生量较低,因为反应器里的条件是还原性的,以及最后阶段稀薄气体的燃烧是在较温和的燃烧条件下进行。高效率的最后气体燃烧和随后的单独硫化氢吸收消除了 TRM 排放。

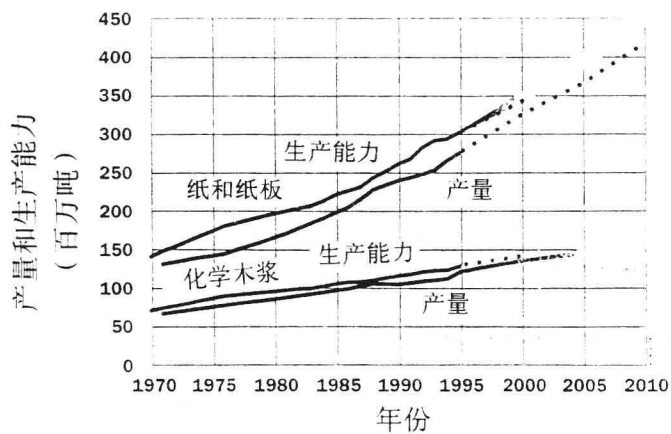
结论

位于速生人工林附近的大纸浆厂生产的阔叶木硫酸盐浆在作为明天的造纸工业的原料方面将变得越来越重要。明天的纸浆厂用水量较低,这将更易于为新建厂找到合适的厂址。这些厂将在能源利用上效率更高,并且能够用黑液和树皮产生大量的富余电力,供造纸和周围社区用。漂白所需的化学药品量也将较少,而且所用化学品对环境是安全的。先进的减少气味和噪音的系统将成为在厂内外创造良好环境的标准。

明天的纸浆工业将以对环境负责的方式使用可再生的自然资源,它将为明天世界的不断繁荣和平等做出贡献。

(何志斌译 侯彦召校)

图 1. 全世界的产量和生产能力



Source: FAO 1995, Jaakko Poyry 1995

图 2. 二次纤维
世界平均利用率

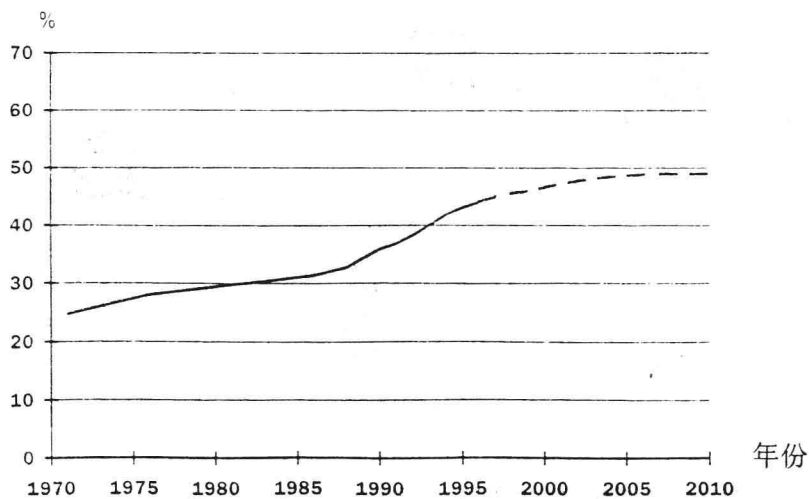
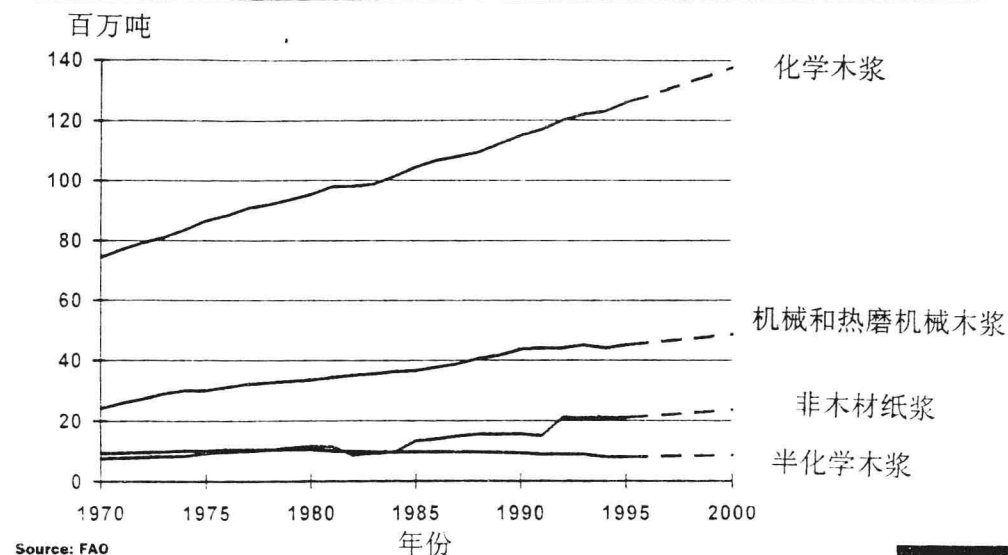
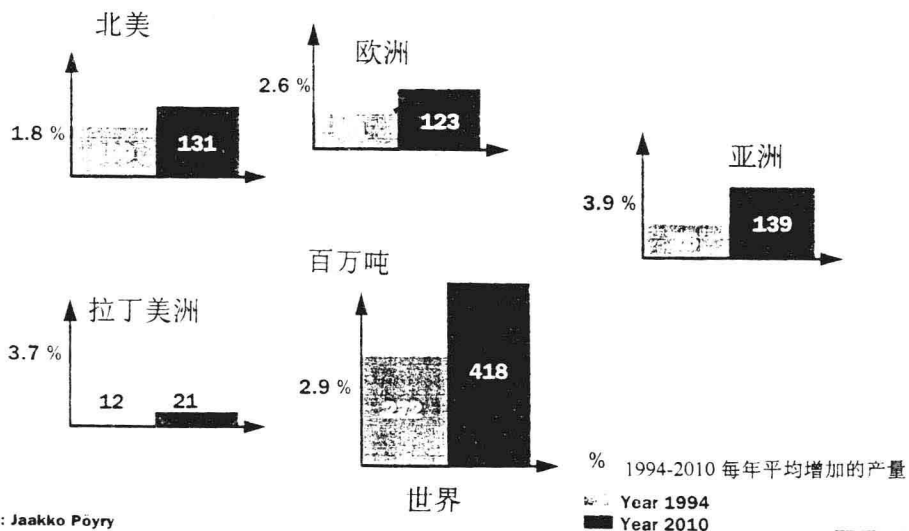


图 3. 世界浆的生产能力



KSG/JPO 970204

图 4. 纸和纸板
1994 和 2010 分地区的消耗量

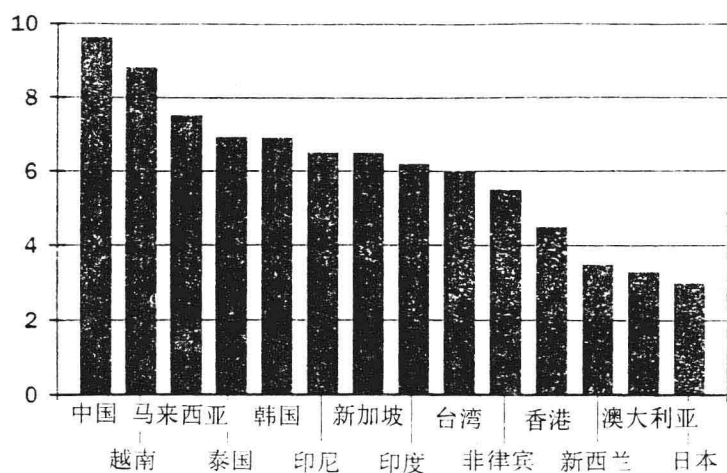


KSG/JPO 970204

图 5. 经济因素

1997-2000 每年的实际国民生产总值增长率

每年的变化%

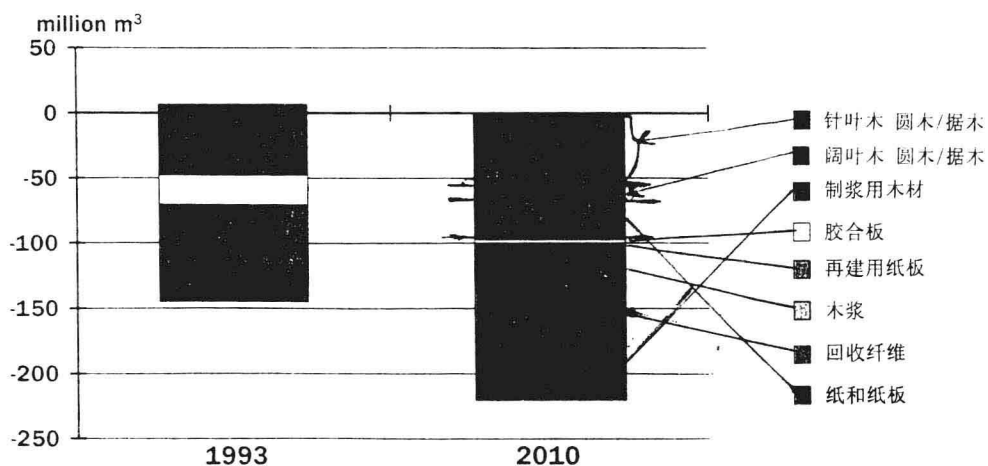


Source: BIS Sharpnel

图 6. 亚洲

1993 年和 2010 年的纤维缺口

相当于木材质量



Source: Jaakko Poyry

KSG/PO-970412

图 7. 森林资源
阔叶木的生长量

产量 $\text{m}^3/\text{公顷}, \text{年}$

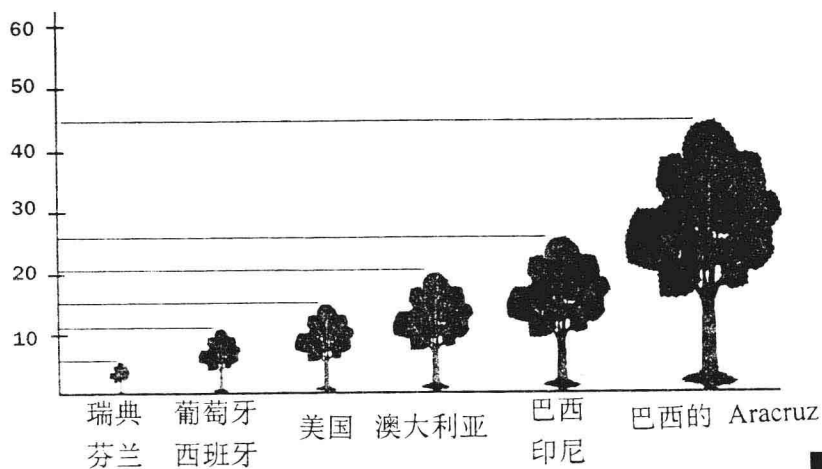
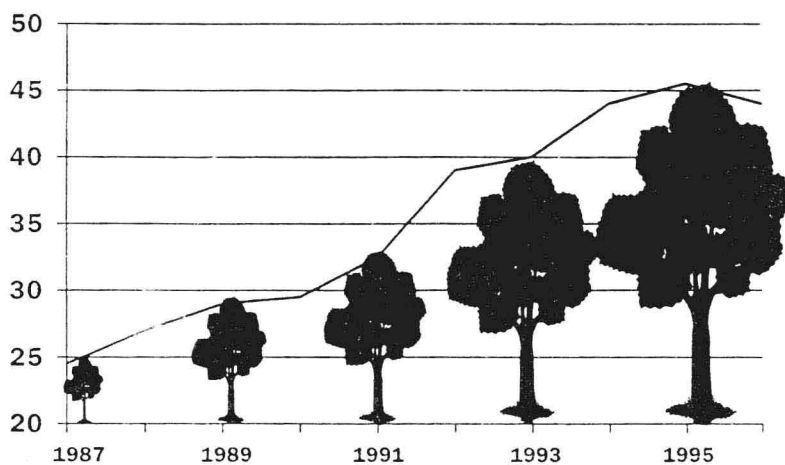


图 8. 森林生产能力
巴西 Aracruz 阔叶木平均每年的生长量

$\text{m}^3/\text{公顷}, \text{年}$



Source: Aracruz

图 9. 基本的木浆数据

	斯堪的那维亚 针叶木	斯堪的那维亚 桦木	Globulus 1) 桉木	Manglum 2) 金合欢
蒸煮得率% 对木材	45-48	51-52	52-56	50-52
基本密度 绝干 Kg 量/M ³ 木材	400	450	470-600	480
木材用量 M ³ 木材/风干公吨漂白浆	5.3	4.2	2.8-3.9	3.9-4.1
木材生长量 M ³ 木材/公顷年	4-6	6-8	40-60	25-30
纸浆产量 风干公吨漂白浆/公顷年	1	1.5	10-15	6-8

1) 巴西人工林开发的品种

3) 绝干 公吨风干漂白浆

2) Manglum 金合欢的第一代

ESG/DIV 970813

图 10. 连续蒸煮
蒸煮器生产能力的发展

平均生产能力

公吨风干漂白浆/24 小时

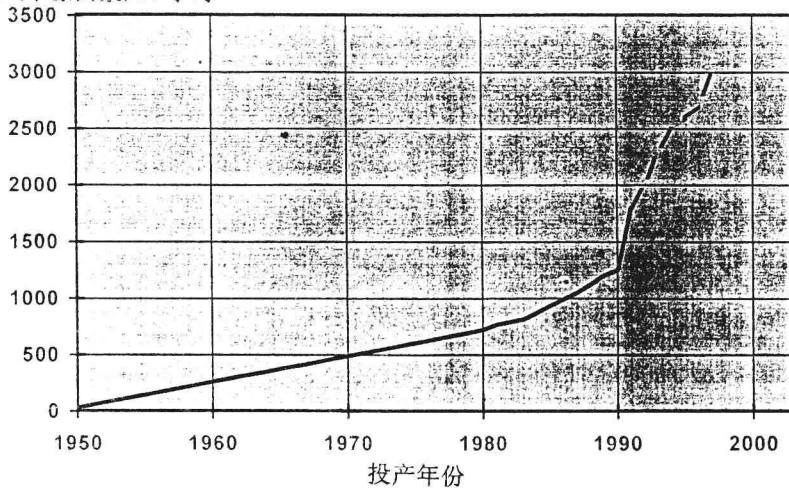
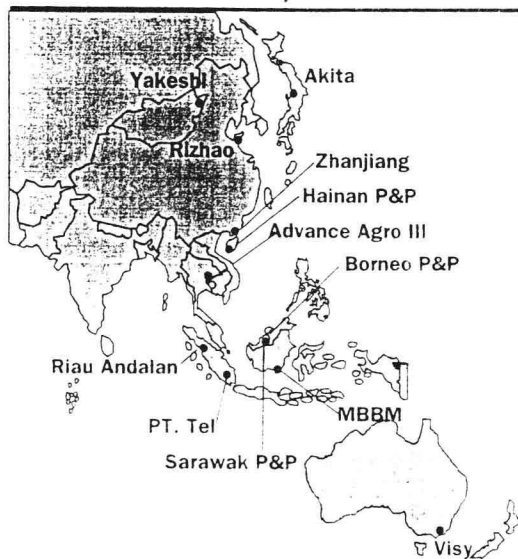


图 11. 计划要建项目
亚太地区 1997-2000



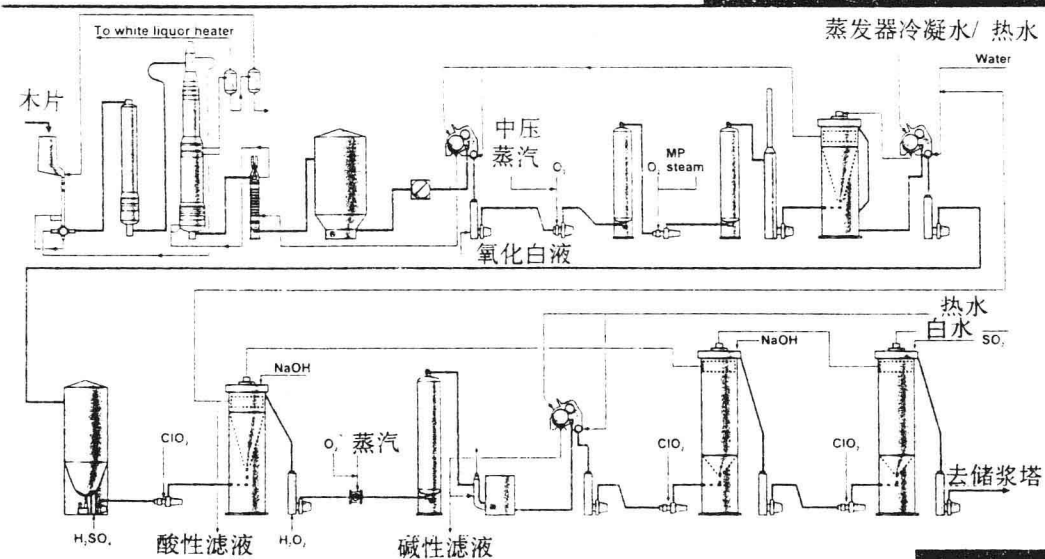
化学木浆

集中于:

- 木材资源
- 项目资金
- 环境影响
- 熟练工人及工程师

KNS-PRO-00808

图 12. 未来的纸浆纤维生产线



KFT-115 1997.08.20

图 13. 未来的纸浆纤维生产线
等温蒸煮与黑液浸渍

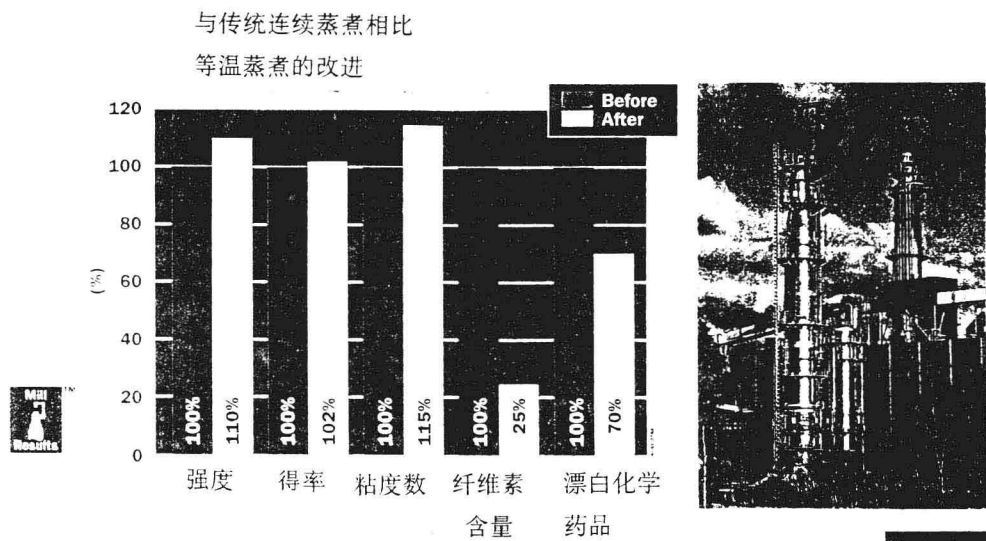


图 14. 未来的纸浆纤维生产线
两段中浓氧脱木素

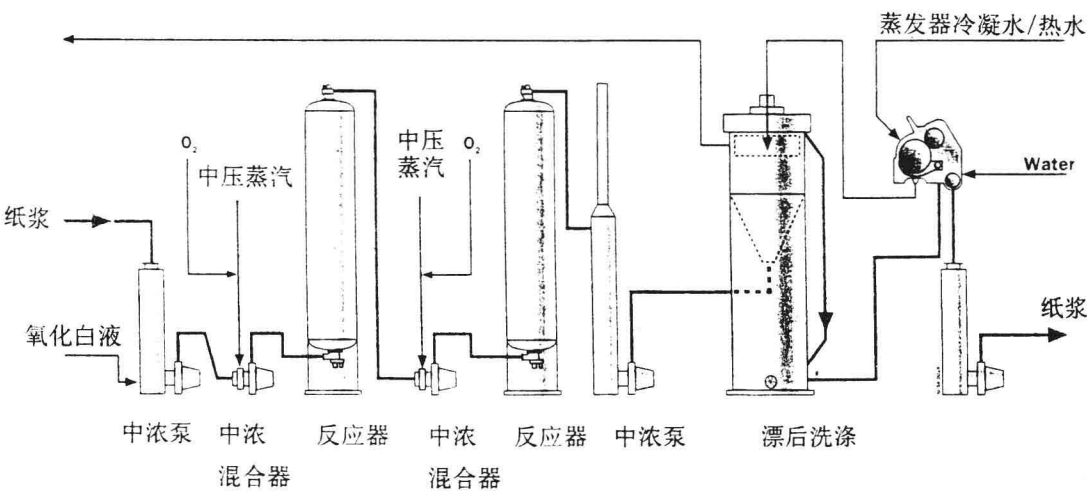


图 15. 化学浆厂的用水量

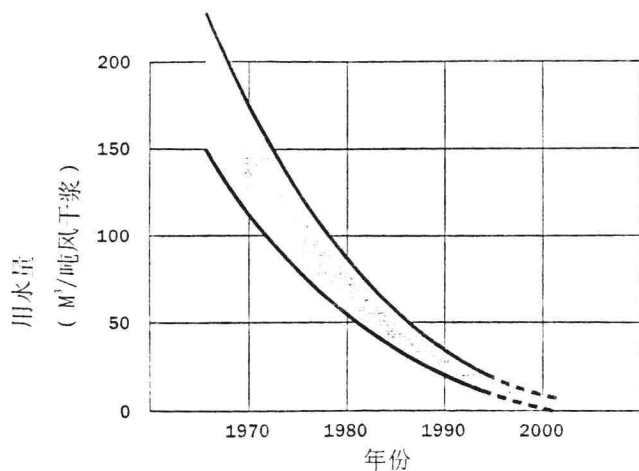


图 16. 非工艺元素
工厂的区域及其影响

元素	蒸发器	漂白车间	蒸发器	碱炉	苛化	石灰炉
K, Cl				堵塞与腐蚀		
Ca	使加热表面以及筛结垢	洗涤设备结垢	加热表面结垢			
Mg					白泥过滤性差使过滤介质堵塞	使白泥循环中的热负荷高
Si			形成硅酸钠、铝盐垢		白泥过滤性差使过滤介质堵塞	
Al			形成硅酸钠、铝盐垢			
Mn, Fe		过氧化氢分解				使白泥循环中的热负荷高
P						使白泥循环中的热负荷高
Ba		洗涤设备结垢				

图 17. 非过滤元素的去除
绿液加压过滤

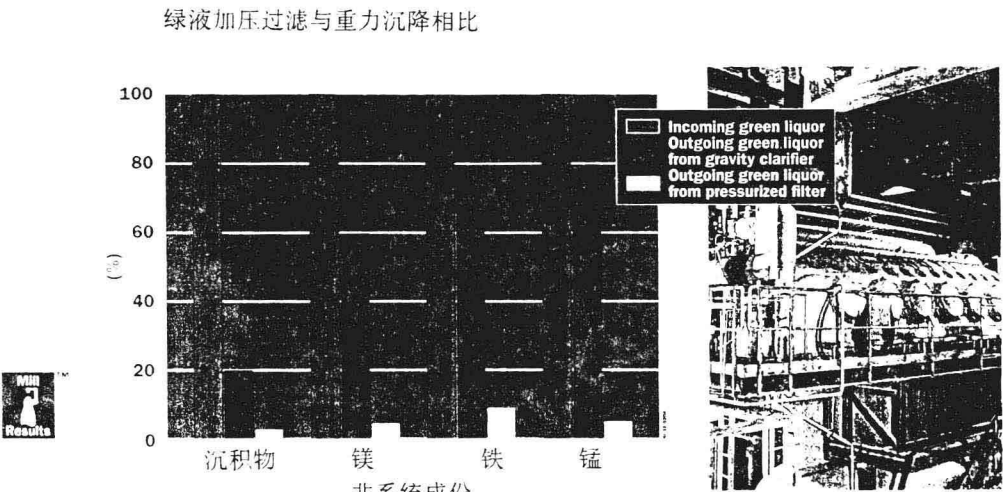


图 18. 碱回收锅炉的发展
经济效益好而且对环境的影响最小

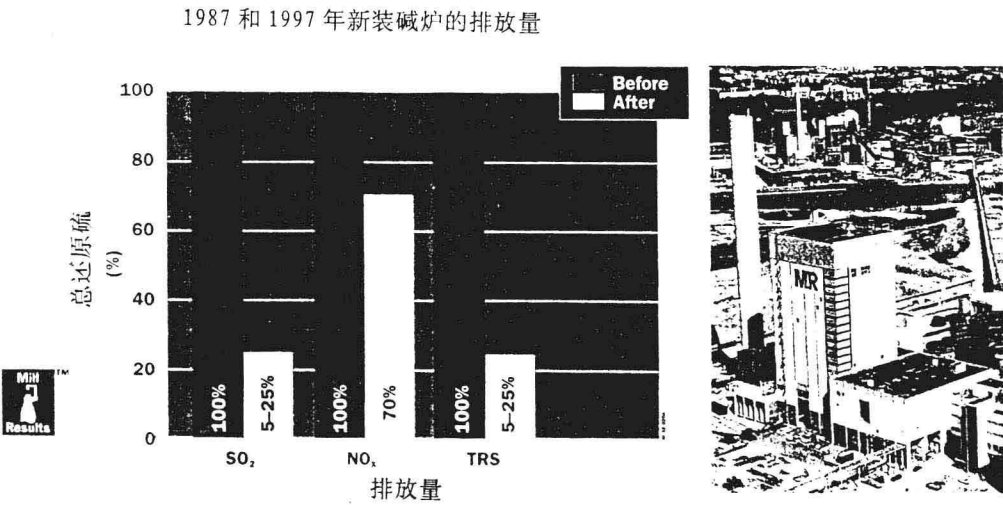


图 19. 黑液气化
白液流程

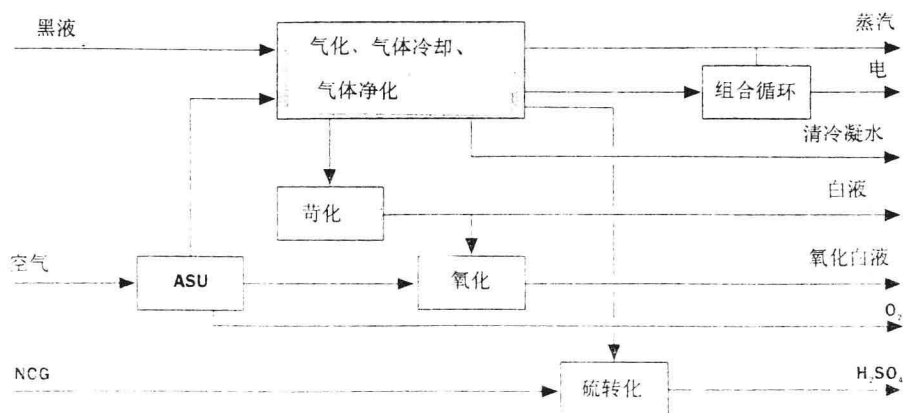


图 20. IGCC 与碱回收炉的对比
所生成各种能量的比例

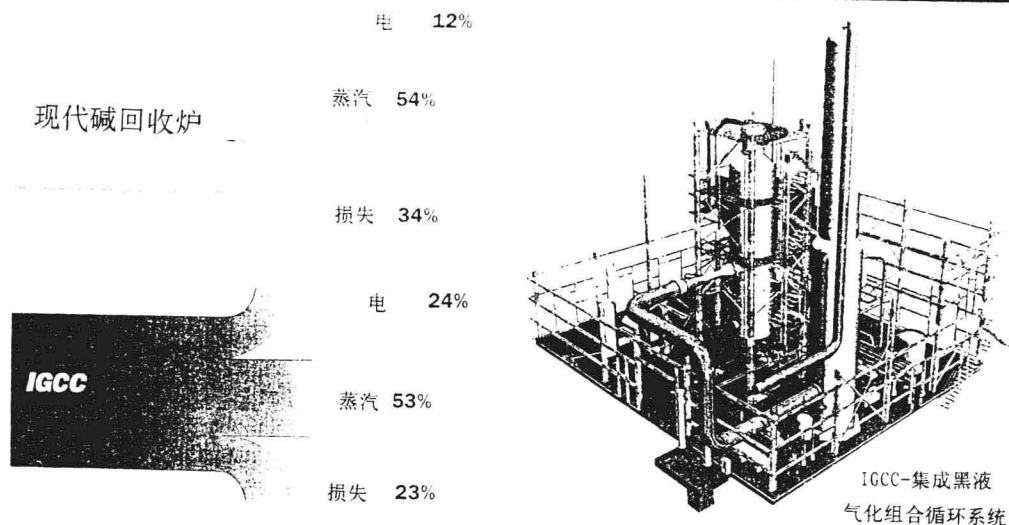


图 21. 压力黑液气化
专门设计的蒸煮液制备系统

