

造纸科学与技术丛书

New Energy Saving Technology on Pulping and Papermaking

制浆造纸节能新技术

刘秉钺 主编 刘秉钺 平清伟 编著



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸节能新技术/刘秉钺主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 1

(造纸科学与技术丛书)

ISBN 978-7-5019-7114-5

I. ①制… II. ①刘… III. ①制浆—造纸工业—节能
IV. ①TS74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 150361 号

内 容 简 介

本书尽可能地收集了国内外有关造纸工业节能减排方面的知识和成果, 并将制订、修订造纸能耗的相关内容也列入本书中, 还引进了二次热的概念。本书的内容包括: 制浆造纸工艺过程对热和动力的需求以及热电平衡、能量平衡及能耗计算实例, 化学制浆的生产工艺节能, 高得率制浆的节能, 碱回收工艺节能, 打浆与造纸节能, 再生纤维的利用及节能, 自备能源与节能, 制浆造纸节能新技术。本书不仅可以供制浆造纸行业的生产及技术管理人员、操作人员、科研人员使用, 而且还适合于造纸专业、环保专业、动力专业的技术人员、生产操作人员、管理人员阅读及使用。

责任编辑: 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: 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: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 23.75

字 数: 456 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7114-5 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

70660K4X101ZBW

前 言

能源是人类赖以生存和推动社会进步的主要物质基础。当今人类利用的能源 90% 是煤炭、石油和天然气等石化矿物资源，它们在地球上储量有限，是经过亿万年才生成的，而且消耗后不可复得的能源资源。因此，节能是人类的大事，必须采取切实有效的措施做好这一工作。

中国人口众多，能源资源相对匮乏，人均能源资源占有量不到世界平均水平的一半。我国人均能源消费量仅为 1.14t 标准煤，也不足世界人均能源消费水平 2.4t 标准煤的一半，居世界第 89 位。我国主要用能产品的单位产品能耗比发达国家高 25%~90%，我国能源利用率只有 32% 左右，比发达国家低 10 多个百分点，节能潜力巨大。

近几年，我国经济快速增长，各项建设取得巨大成就，同时也付出了很大的资源和环境代价，经济发展与资源环境的矛盾日趋尖锐。党中央、国务院审时度势，及时制订了将我国建设成节约型社会的英明决策，确定了“十一五”期间单位国内生产总值能耗降低 20%，主要污染物排放总量减少 10% 的约束性目标，这是把我国建设成为节约型社会的关键一步。

造纸行业是耗能较大和污染较多的行业之一，节能减排潜力巨大，做好节能减排工作负有义不容辞的责任。只有坚持节约发展、清洁发展，才是我国造纸工业又好又快发展的正确道路。

《制浆造纸节能技术》于 1999 年出版，是我国首部有

关造纸节能方面的著作,该书汇集了20世纪70年代到90年代国内外制浆造纸行业的节能资料,按照制浆造纸的工艺生产过程分别介绍了化学木浆、高得率浆、草类浆的节能途径,以及碱回收、打浆、抄纸过程的节能措施。该书还介绍了当时制浆造纸节能的新技术、自备能源、锅炉改造及热电联产、节电节水的措施。

“十五”以来,我国能源供求形势发生了重大变化。能源需求出现了前所未有的高速增长态势。从2002年起,全国电力供需难以平衡,出现了较大范围的缺电现象,2003年先后有21个省拉闸限电,2004年夏季,拉闸限电的省市扩大到24个。节能减排工作摆到了重要的议事日程。节能减排是我国政府“十一五”期间宏观调控的重要内容。提出的主要目标是到“十一五”期末,万元国内生产总值(按2005年价格计算)能耗下降到0.98t标准煤,比“十五”期末下降20%左右。重点行业主要产品单位能耗总体达到或接近21世纪初国际先进水平。

这十年来我国造纸工业发生了巨大的变化,纸和纸板的产量和消费量从1998年的2824万t和3332万t,居世界第3位,发展到2007年的7350万t和7290万t,居世界第2位;生产量第一次超过了消费量。近十年我国新增增加了一批世界最新水平的造纸生产线和制浆生产线;许多年产3.4万t以下的小制浆和年产1万t的小造纸的落后生产线被淘汰。虽然造纸行业没有列入“高能耗、高污染”的6大行业中,但节能减排仍是造纸行业一项重要和紧迫的工作,也是一项必须承担的社会责任。在“十一五”的第一年,造纸行业并没有实现计划目标,这将给以后的工作带来很大的压力。节能减排是造纸工业面临的一项非常紧迫的任务。

为了适应节能减排的需要,中国轻工业出版社准备再版《制浆造纸节能技术》,但该书不能反映近十年我国造纸工业在节能方面的巨大进步,为此我们进行了修订。删除了有关小草浆厂的节能,增大了木浆的节能篇幅。本书新增了第2章“能量平衡及能耗计算实例”,旨在分析造纸企业用能水平,掌握企业能量消耗状况,查清企业节能潜力,明确企业节能方向,改进能源管理,实行节能技术

改造,提高能源利用率等。另外在第8章增加了8.4节“制浆造纸厂的二次热及其利用”,引用了二次热的概念。二次热系统非常复杂,而我们对二次热的认识和使用还非常肤浅,仅对二次热的来源和使用,做一点介绍。在第9章“制浆造纸节能新技术”一章中,增加了9.2节“溶剂制浆”和9.3节“膜分离技术”。

本书仍由大连工业大学刘秉钺教授担任主编,并撰写了绪论、第1章制浆造纸工艺过程对热和动力的需求以及热电平衡、第2章能量平衡及能耗计算实例、第5章碱回收工艺节能、第7章再生纤维的利用及节能、第8章自备能源与节能。本书的第3章化学制浆的生产工艺节能、第4章高得率制浆的节能、第6章打浆与造纸节能、第9章制浆造纸节能新技术,由大连工业大学的平清伟教授编写。

本书的编著者,尽可能地收集了国内外有关造纸工业节能减排方面的知识和成果,并将制订、修订造纸能耗的相关内容尽可能地列入本书中。但由于学识水平有限,也缺乏实践经验,难免有不当之处,敬请读者给予指正和帮助。

编著者

2009年4月于大连工业大学

目 录

绪论	1
一、能源概述	1
二、我国能源形势及政策	2
三、造纸工业的能耗及节能潜力	5
参考文献	10
第1章 制浆造纸工艺过程对热和动力的需求以及热电平衡	11
1.1 制浆造纸工艺过程对热和动力的需求	13
1.1.1 化学制浆对热和动力的需求	13
1.1.2 废液回收对热和动力的需求	16
1.1.3 高得率制浆对热和动力的需求	19
1.1.4 再生纤维对热和动力的需求	20
1.1.5 抄纸对热和动力的需求	21
1.1.6 其他工艺过程对热和动力的需求	21
1.2 热的产生	23
1.2.1 碱回收锅炉	23
1.2.2 废料锅炉	25
1.2.3 动力锅炉	26
1.3 热和动力的平衡	28
1.3.1 蒸汽轮机	29
1.3.2 背压动力的平衡	31
1.3.3 制浆厂热电联产的选择方案	34
1.3.4 造纸厂的热电平衡	37
参考文献	39

第2章 能量平衡及能耗计算实例	41
2.1 化学制浆能量平衡计算实例	42
2.1.1 能量平衡有关数据	42
2.1.2 能量平衡计算	44
2.1.3 间歇蒸煮(立锅)系统能量效率的计算	48
2.1.4 能量平衡表	49
2.1.5 能量平衡流向图	51
2.2 P-RC APMP 能量平衡计算实例	53
2.2.1 能量平衡有关数据	53
2.2.2 能量平衡计算	53
2.2.3 P-RC APMP 系统能量效率的计算	60
2.2.4 能量平衡表	60
2.2.5 能量平衡流向图	61
2.3 自备热电站的能量平衡计算实例	62
2.3.1 发电、供热煤耗计算细则	63
2.3.2 能量平衡有关数据	64
2.3.3 能量平衡计算(设基准温度 $t_0=0^{\circ}\text{C}$)	67
2.3.4 自备热电站系统效率的计算	76
2.3.5 自备热电站系统能量平衡表	78
2.3.6 自备热电站系统能量流向图	81
参考文献	82
第3章 化学制浆的生产工艺节能	83
3.1 备料对节能的影响	83
3.1.1 原料贮存的时间	83
3.1.2 湿法备料对节能的影响	83
3.1.3 合格料片的输送	84
3.1.4 木片合格率对蒸煮能耗的影响	84
3.1.5 回收可燃物的热量	85
3.2 间歇式蒸煮的节能技术	85
3.2.1 蒸煮过程热量消耗分布	86
3.2.2 影响能耗的主要因素	86
3.2.3 应用 H -因子节约蒸煮能耗	88
3.3 间歇蒸煮的改进节能	94
3.3.1 RDH 蒸煮技术	94
3.3.2 Sunds-Celleco 蒸煮技术	97

3.3.3	超级间歇蒸煮技术 (Super-Batch Cooking)	100
3.3.4	DDS TM (MDisplacement Digester System) 置换蒸煮	102
3.4	连续蒸煮节能	105
3.4.1	连续蒸煮器的发展历程	105
3.4.2	卡米尔双体液相式连续蒸煮制浆工艺及改进措施	105
3.4.3	改良连续蒸煮 (MCC, Modified Continuous Cooking)	110
3.4.4	等温连续蒸煮 (ITC, Iso-thermal Cooking)	110
3.4.5	低固形物连续蒸煮 (Lo-solids Cooking)	110
3.4.6	第二代紧凑蒸煮概述	111
3.4.7	横管式连蒸节能	117
3.5	制浆车间其他节能技术	118
3.5.1	深度脱木素蒸煮	118
3.5.2	少氯、无氯漂白	118
3.5.3	封闭循环漂白系统	119
3.5.4	封闭筛选洗浆流程	120
3.5.5	制浆车间几种设备节能改造	120
3.5.6	使用蒸煮助剂节能	122
	参考文献	123
第4章	高得率制浆的节能	126
4.1	磨石磨木浆的节能	127
4.1.1	粗磨节能	127
4.1.2	提高磨石线速节能	129
4.1.3	控制刻石方式节能	129
4.1.4	加压磨石磨木浆节能	129
4.1.5	加压磨石磨木浆加 H ₂ O ₂ 的影响	130
4.2	预热木片磨木浆的热回收	131
4.2.1	概述	131
4.2.2	TMP 的热回收方式	132
4.2.3	影响 TMP 热回收的因素	133
4.2.4	TMP 热回收系统	135
4.3	化学热磨木片磨木浆	136
4.3.1	概述	136
4.3.2	CTMP 的特点、浆料质量与用途	137
4.3.3	化学处理	139
4.3.4	CTMP 浆的特性	142

4.3.5	CTMP 生产系统	143
4.3.6	碱性过氧化物机械浆 (APMP)	145
4.4	几种杨木化学机械浆磨浆能耗比较	151
4.4.1	杨木化学机械浆化学预处理条件	151
4.4.2	杨木碱性亚钠化学机械浆不同浓度的磨浆性能	152
4.4.3	磨浆过程碱性 H_2O_2 处理的节能增强作用	153
4.4.4	磨浆过程加药时不同化学药品用量的影响	154
	参考文献	155
第 5 章	碱回收工艺节能	157
5.1	黑液蒸发系统节能	157
5.1.1	黑液的提取	157
5.1.2	黑液的除硅和降黏	160
5.1.3	黑液的预蒸发	163
5.1.4	黑液蒸发设备和流程	165
5.1.5	蒸发器的除垢和预防	172
5.2	废液燃烧系统节能	174
5.2.1	供液系统对锅炉产汽的影响	175
5.2.2	黑液的超浓燃烧技术	175
5.2.3	供风系统的节能	177
5.2.4	碱回收炉排气用于加热蒸煮用木片	179
5.2.5	清灰除尘对能耗的影响	181
5.3	白泥回收系统节能	183
5.3.1	提高白泥滤饼的干度	183
5.3.2	石灰窑的改进	184
	参考文献	187
第 6 章	打浆与造纸节能	188
6.1	打浆节能及浆料贮存节能	188
6.1.1	疏解、打浆设备的选择	188
6.1.2	盘磨机的齿形对节能的影响	192
6.1.3	磨片材质的选择对节能的影响	193
6.1.4	盘磨机速度与载荷对节能的影响	194
6.1.5	其他方面对节能的影响	195
6.1.6	贮浆池节能	196
6.2	造纸机节能	197
6.2.1	纸机网部生产节能	197

6.2.2 压榨节能	206
6.2.3 干燥部节能	217
6.2.4 变频控制及在纸机上的节能应用	219
参考文献	223
第7章 再生纤维的利用及节能	225
7.1 概述	226
7.1.1 再生纤维的价值	226
7.1.2 造纸发达国家对废纸的使用情况	228
7.1.3 我国废纸利用的情况	234
7.2 废纸的加工处理	237
7.2.1 制浆	237
7.2.2 疏解	238
7.2.3 筛选分离	239
7.2.4 净化	242
7.2.5 浮选与洗涤	243
7.2.6 浓缩脱水	249
7.2.7 混合与储存	250
7.2.8 漂白	252
7.3 废纸处理过程的节能措施	258
7.3.1 酶法脱墨	258
7.3.2 超声波法脱墨	258
7.3.3 附聚法脱墨	259
7.3.4 溶剂法脱墨	259
7.3.5 酶-超声波协同脱墨	260
参考文献	260
第8章 自备能源与节能	261
8.1 自备能源	261
8.1.1 概述	261
8.1.2 层燃式锅炉	262
8.1.3 流化床燃烧的原理	266
8.1.4 沸腾式流化床 (BFB) 锅炉	268
8.1.5 循环式流化床 (CFB) 锅炉	270
8.1.6 影响树皮和木材废料燃烧的因素	273
8.1.7 我国的树皮 (草末) 锅炉	276
8.2 锅炉改造	279

8.2.1	燃煤锅炉的改造	279
8.2.2	树皮锅炉的改造	281
8.2.3	气化生物质作为能源	282
8.2.4	煤水浆	283
8.2.5	蒸汽蓄热器	284
8.2.6	锅炉除垢	287
8.3	保温节能	290
8.3.1	加强保温, 减少散热损失	290
8.3.2	堵塞漏洞, 杜绝热损	293
8.4	制浆造纸厂的二次热及其利用	294
8.4.1	二次热的定义	294
8.4.2	制浆厂中二次热的产生	295
8.4.3	二次热的使用	304
8.4.4	最佳的二次热系统	304
8.4.5	全厂二次热系统	306
8.5	节电措施	309
8.5.1	电动机配置	309
8.5.2	供配电系统	312
8.5.3	水泵节能	315
8.5.4	照明节电	316
	参考文献	318
第9章	制浆造纸节能新技术	319
9.1	热泵及其应用	319
9.1.1	热泵的工作原理	319
9.1.2	热泵的节能效果	322
9.1.3	热泵的应用	323
9.2	溶剂制浆	326
9.2.1	有机溶剂制浆概述	326
9.2.2	乙醇法制浆	330
9.2.3	副产品的加工及利用情况	332
9.3	膜分离技术	334
9.3.1	膜分离技术机理	334
9.3.2	膜分离技术的特点	334
9.3.3	膜分离技术在造纸废水处理上的具体应用	336
9.4	生物技术	339

9.4.1	造纸原料的处理	341
9.4.2	机械制浆	341
9.4.3	化学制浆	343
9.4.4	漂白	344
9.4.5	造纸	345
9.4.6	废纸处理	346
9.5	中、高浓技术	347
9.5.1	中浓漂白	347
9.5.2	中浓筛选技术	350
9.5.3	中浓打浆	355
9.6	高浓成形	357
	参考文献.....	358

绪论

能源是一个国家经济增长和社会发展的基础，能源与经济的增长存在着密切的关系。目前，我国正处在工业化和城镇化的重要发展阶段，国民经济发展对能源需求巨大，经济快速增长必然会带动能源消费的快速增长。能源是经济发展和人民生活标准提高的关键，一国在能源阶梯上所处的位置，代表了它在社会发展中所达到的水平。

一、能源概述

能源是指煤炭、原油、天然气、电力、焦炭、煤气、热力、成品油、液化石油气、生物质能和其他直接或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源。可见，能源是一种呈多种形式的、且可以相互转换的能量的源泉。简单地说，能源是自然界中能为人类提供某种形式能量的物质资源。自然界的能源可以从不同的角度划分为不同的种类。

根据能源产生的方式可分为一次能源和二次能源。一次能源是指从自然界取得的未经任何改变或转换的能源。如煤、石油、天然气、水能、风能、太阳能等；其中，煤、石油和天然气是当今世界一次能源的三大支柱，它们构成了全球能源家族结构的基本框架。另外，一次能源小家族中也列入了像太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及核能。二次能源是由一次能源经过加工或转换成的其他种类和形式的能源。如电力、各种石油制品、焦炭、煤气、热能等。

根据能源是否可再利用，可分为可再生能源和不可再生能源。可再生能源是可重复再生，永续利用的一些能源。这些能源大都直接或间接来自太阳，包括太阳能、水能、风能、生物质能、波浪能。核裂变增殖反应堆、核聚变能和地热能也算作可再生能源。不可再生能源是指那些不可重复再生的能源，如煤

炭、石油、天然气等石化能源。

根据能源消耗后是否造成环境污染可分为污染型能源和清洁型能源。污染型能源包括煤炭、石油等；清洁型能源包括水力、电力、太阳能、风能以及核能等。

根据利用状况，能源又可分为常规能源和新型能源。常规能源是指在现阶段的科学技术水平条件下，被广泛利用的一次能源，包括一次能源中的可再生的水力资源和不可再生的煤炭、石油、天然气等资源。新能源是相对于常规能源而言的，是目前尚未广泛利用而正在积极研究以便推广利用的一次能源，如太阳能、风能、海洋能、地热能、氢能，也有的将甲醇、酒精、二甲醚等醇类、醚类化工产品看作新能源。

随着世界经济的持续发展和世界人口的不断增长，世界能源消费总量也在不断地增长。表 1 为一百多年来，世界范围能源消费增长的趋势。

表 1 世界能源消费增长趋势

年份	能源消费量/ 10 ⁹ t 标准煤	总人口/ 10 ⁹ 人	人均消费量 /t 标准煤	消费量 增长/倍	人均消费量增长 /倍
1900	7.75	15.71	0.493	0	0
1925	15.65	19.65	0.796	1.02	0.61
1950	25.65	24.86	1.032	2.31	1.09
1975	82.54	40.45	2.041	9.65	3.14
2001	146.29	61.00	2.398	17.88	3.86
2006	155.41	63.77	2.437	19.05	3.94

在消耗的能源中，主要是煤、石油、天然气等常规能源。以 2006 年为例，世界一次能源消耗量为 1554.1 亿 t 标准煤，其中石油占 36.84%，天然气占 23.67%，煤炭占 27.17%，核能占 6.10%，其他占 6.22%。能源问题对于各国来说不仅是个经济问题，也是个生存问题。1973 年中东战争期间，能源危机席卷整个资本主义世界，造成巨大的经济损失。美国由于缺少 1.16 亿 t 标准煤的能源，生产损失了 930 亿美元；日本缺少 0.6 亿 t 标准煤的能源，生产损失了 485 亿美元。由此可见，由于能源不足造成的经济损失，往往是能源本身的 20~60 倍。因此日本及欧洲、美洲地区的一些资本主义国家，在不断受到能源危机冲击的情况下，对能源的合理利用、节省十分重视，都采取了强制性的措施。日本、美国颁布了能源法，并根据世界经济形势，能源的蕴藏、生产等情况，拟订了能源政策及相应措施。

二、我国能源形势及政策

我国能源资源总量比较丰富，但人均占有量都远远低于世界平均水平。据

《BP 世界能源统计 2005》的数据表明,全球石油储量可供生产 40 多年,天然气可供应 67 年,煤炭可供应 164 年。但作为我国能源结构主体的煤炭,其探明储量将在 81 年内采光,石油资源将在 15 年内枯竭,天然气资源也将在 30 年内用尽,其时间表均早于全球石化能源枯竭速度。随着我国工业化和城镇化推进,能源资源需求总量还会增加,经济发展面临的资源约束矛盾将长期存在。节约能源资源,大力促进能源资源的高效利用和循环利用,是缓解能源资源约束矛盾的根本出路。

“十五”以来,我国能源供求形势发生了重大变化。能源需求出现了前所未有的高速增长态势。2005 年全国的能源消费总量在 2000 年 13.03 亿 t 标准煤的基础上增加了近 71%,达到了 22.24 亿 t 标准煤,在短短的五年时间里其能源消费增量超过了改革开放头 20 年(1981—2000 年)的总和。其中煤炭产量在 2000 年 9.8 亿 t 的基础上翻了一番多,超过了 21.9 亿 t,石油进口量在 2000 年 0.7384 亿 t 的基础上增加了 0.6977 亿 t,达到了 1.4361 亿 t,电力装机容量在 2000 年 3.19 亿 kW 的基础上,增加了 1.89 亿 kW,达到了 5.08kW、全社会用电量在 2000 年的基础上增长了 83.7%,达到了 24747 亿 kW·h,平均年增长 12.9%。尽管如此,从 2002 年起,全国电力供需难以平衡,出现了较大范围的缺电现象,2003 年先后有 21 个省拉闸限电,2004 年夏季,拉闸限电的省市扩大到 24 个。电力工业的火电平均利用小时数也在逐年提高,近几年已达 5500h 以上。发电用煤也在 2000 年的基础上翻了一番超过了 10 亿 t。所有这些增长都远远超出了人们的预料(至少比国际和国内能源机构的预测结果提前到来了 10 年),引起了国际社会的广泛关注。“十五”期间这种能源供求关系的重大变化,使能源发展的前景具有了更大的不确定性,也对今后 20 年我国能否继续以“能源翻一番支持经济翻两番”的目标提出了严峻挑战。

我国早在 1980 年就确定了“开发与节约并重,近期把节约放在优先地位”的能源发展总方针,1986 年国务院发布了《节约能源管理暂行条例》,有关部门陆续制定了产业政策、节能技术政策大纲、主要用能产品的效率或能耗标准、生产过程中耗能较高产品的单位产品能耗限额,以及固定资产投资工程项目的可行性研究报告中应当包括合理用能的专题论证等规定。1997 年 11 月 1 日第八届全国人民代表大会第二十八次会议通过了《中华人民共和国节约能源法》。以法律的形式确立了全社会节约能源。规定了节能管理,合理使用能源,节能技术进步和相关的法律责任。这是我国第一部对能源节约的法律。十届全国人大常委会第三十次会议通过了新修改的《节约能源法》,并于 2008 年 4 月 1 日起正式施行。这些方针和法规的颁布和实施,对于促进节能工作的开展发挥了积极的作用。

2006 年 8 月 6 日发布的《国务院关于加强节能工作的决定》使社会各个

行业开始认识到节能工作的重要性和紧迫性。该决定强调应该用科学发展观的思想统领节能工作，加快构建节能型产业体系，着力抓好重点领域（钢铁、有色金属、煤炭、电力、石油化工、化工、建材）的节能，大力推进节能技术进步，提出的主要目标是到“十一五”期末，万元国内生产总值（按 2005 年价格计算）能耗下降到 0.98t 标准煤，比“十五”期末下降 20% 左右。重点行业主要产品单位能耗总体达到或接近 21 世纪初国际先进水平。这个决定的提出，体现了国家对当前国内节能工作的强调和重视。

2007 年 4 月 27 日，温家宝总理在全国节能减排工作电视电话会议上发表了“高度重视、狠抓落实，进一步加强节能减排工作”的讲话，提出遏制高耗能、高污染行业过快增长，是推进节能减排工作的当务之急，也是当前宏观调控的紧迫任务；并要加快淘汰落后的生产能力；全面实施节能减排重点工程，大力发展循环经济，全面推行清洁生产。强化节能减排监督管理力度等政策。这是我国走向绿色经济、循环经济的必由之路。

2007 年 6 月 3 日，国务院又发布了《节能减排综合性工作方案》，对有关节能减排的政策、激励和约束机制都做出了明确的规定和要求。这也是我们实行节能减排工作的重要依据和最终目标。

2007 年 8 月 26 日，前国家发展和改革委员会主任马凯又作了“关于节约能源保护环境工作情况的报告”。公布 2007 年节能减排指标完成情况，并布置 2008 年节能减排工作重点和政策措施。

从这些政策可以看出，节能是各个行业扩大发展的大趋势，自“十一五”规划纲要制定以来，节能工作就成了我们走可持续发展之路、大力发展循环经济的关键所在。造纸行业作为耗能大户，应该在节约能源的方向上做出更多的努力。

改革开放以来，我国能源资源利用效率有所提高，但与世界先进水平相比仍存在较大差距。目前，日本、美国、德国的能源利用率分别为 57%、50%、40%，全球平均值也高达 33%，而我国只有 32%，比以上 3 国分别低 25、18、8 个百分点。假如再乘以 32.1% 的能源开发率，则我国能源系统的总效率只有 10.3%，还不到发达国家的 50%。这表明，我国常规能源的 90% 左右在开采、加工、输送、储存和终端使用的全过程中逐级损失和浪费了。我国的能源利用率低，意味着产品单耗高。目前，我国主要产品的单位能耗比发达国家高出 40% 左右。另外，还意味着国家产值能耗高。表 2 是有关国家单位标准煤所产生的国内生产总值（GDP）的比较表。

表 2		每千克标准煤产生的 GDP			单位：美元
中国	日本	法国	韩国	印度	世界平均值
0.36	5.58	3.24	1.56	0.72	1.86

由表 2 可明显看出,我国的单位能耗所创造的产值是非常低的,日本、法国、韩国、印度和世界平均值分别是我国的 15.50、9.00、4.30、2.00、5.17 倍。这充分说明,我国的节能潜力是非常大的,在目前科技条件下,我国的宏观节能潜力达 3.5~4.0 亿 t 标准煤。

节能减排是中国政府“十一五”期间宏观调控的重要内容。虽然造纸行业没有列入“高能耗、高污染”的 6 大行业中,但节能减排仍是造纸行业一项重要和紧迫的工作,也是一项必须承担的社会责任。在“十一五”的第一年,造纸行业并没有实现计划目标,这将给以后的工作带来很大的压力。面对如此严峻的形势,我们要有强烈的危机感和紧迫感。

三、造纸工业的能耗及节能潜力

造纸工业不仅是技术密集、投资密集的部门,而且是轻工业中的耗能大户。据有关资料介绍,在造纸工业较发达的国家中,芬兰造纸工业能源消耗量占其整个工业部门能源消耗量的 64%,瑞典的占 42%,美国的占 10.5%,日本的占 5%;我国造纸工业的能源消耗量占整个工业部门能源消耗量的 2%~3%。

节能的经济效益,直接关系到企业整个经济效益和对能源节约的积极性。节能不仅仅与经济效益挂钩,而且与环境保护和清洁生产相关联;浪费了能源,也就意味着对环境某种程度的污染。据国外的能源节约、回收和综合利用的情况分析,投资于造纸节能和能源开发,不仅经济效益明显,而且环境效果也是显著的。

1. 造纸工业能源的构成

制浆造纸工业通常被认为是耗能大户,这种观点的正确与否很大程度上取决于对耗能的解释。各种工艺过程都需要能量,从这个角度来讲,这种观点是正确的。一个大型纸厂消耗的能量相当于一座拥有 5 万~10 万户城镇的能耗。

造纸工业所消耗的能源分为两个部分:一部分为外购能源,主要包括重油、天然气、煤、外购电、外购汽及液体丙烷等;另一部分为自产能源,它主要包括蒸煮废液、树皮、废燃料及自产电、自产汽。

在生产化学纸浆的工厂,大约半数的纤维原料转化为纸浆,其余的一半溶解在蒸煮液中。溶出的物质主要是木素等有机物质,属可再生的生物燃料,因此,可作为燃料资源看待。所有现代化制浆企业均利用蒸煮废液作为燃料在回收炉内产生蒸汽。通常混杂在纤维原料中的其他物料以及在备料、切片过程产生的废弃物也作为燃料使用,这些厂内再生燃料就能满足一个浆厂大部分的燃料需求。在一座现代化的木浆厂中,这部分燃料所产生的蒸汽,能够满足浆厂所需的全部蒸汽。而另外一些需要燃料的场合,也可用树皮及废木料