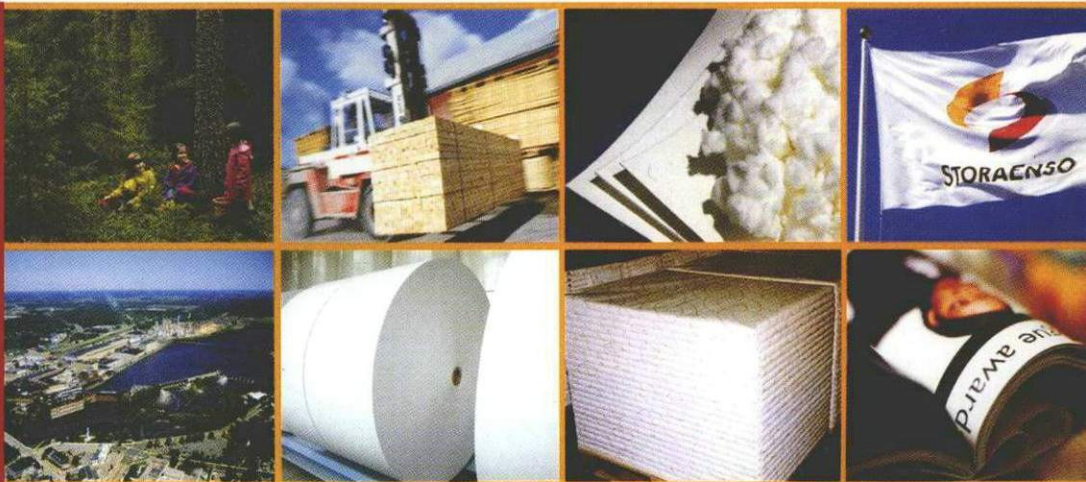


斯道拉恩索集团

斯道拉恩索是一家林、纸、包装一体化集团，主要生产出版及高档文化用纸、包装纸板和木材制品，在这些领域集团处于全球领先地位。

斯道拉恩索集团的年总销售额为130亿欧元，纸和纸板的产能约为1500万吨。集团在五大洲的四十多个国家雇有42500名员工。股票在赫尔辛基、斯德哥尔摩和纽约上市。

通过遍布全球的营销网络，斯道拉恩索集团向各地大大小小的出版社、印刷厂、经销商，以及包装、木工和建筑行业的客户提供服务，其中欧洲、北美和亚洲为集团的主要市场。



集团在欧洲、北美和亚洲设有生产基地。其现代化的生产能力以及原料、能源和高效管理程序的完美结合确保了生产的连续性。

斯道拉恩索致力于朝着有利生态、社会和经济的可持续发展的方向拓展业务。集团通过价值观及环境和社会责任政策来贯彻这一承诺，并获得了认可，自1999年出台以来，连年入选道琼斯世界可持续发展指数（DJSI World）和泛欧可持续发展基准（DJSI STOXX）。2002年，斯道拉恩索集团在可持续发展排名中，位居全球林产品公司前列。此外，斯道拉恩索集团还入选了FTSE4Good指数。



我们为您的每一个生产过程
提供理想的各种起重设备。



www.konecranes.com

Konecranes (Shanghai) Co., Ltd.
科尼起重设备上海有限公司
上海市绥德路789号
邮编: 200331, 电话: +86-21-62848282, 传真: +86-21-63635724

Konecranes Beijing Branch Office
科尼起重机-北京办事处
北京市朝阳区安慧里四区15号楼, 中国五矿大厦707室
邮编: 100101, 电话: +86-10-64923804, 传真: +86-10-64965355

Konecranes Guangzhou Branch Office
科尼起重机-广州办事处
广州市环市东路368号花园酒店商务楼720室
邮编: 510064, 电话: +86-20-83868108, 传真: +86-10-83865278

Konecranes Pte Ltd.
12 Benoi Crescent, Singapore 629975 (新加坡)
电话: +65-6861 2233, 传真: +65-6861 2903

Konecranes Japan
High-Point Bldg. 4 Fl. 3-1-17 Kagurazaka, Shinjuku-Ku, Tokyo 162, Japan (日本)
电话: +81-3 326 603 31, 传真: +81-3 326 617 40

Konecranes Components Corporation
P.O. Box 662 (Koneenkatu 8), FIN-05801 Hyvinkaa, FINLAND (芬兰)
电话: +358-20 427 11, 传真: +358-20 427 2289/2299

KCI Special Cranes Corporation
P.O. Box 665 (Koneenkatu 8), FIN-05801 Hyvinkaa, FINLAND (芬兰)
电话: 358-20 427 11, 传真: +358-20 427 4799

Konecranes (UK) Ltd
Peel Park Place, College Milton,
East Kilbride Glasgow G74 5 LKR, UK (英国)
电话: +44-1355 220 591, 传真: +44-1355 263 654

CGP-Konecranes S.A.
27 Rue de la Burette, F-45800 Saint Jean de Braye, France (法国)
电话: +33-238 719 400, 传真: +33-238 719 401

Konecranes Schwerlastkrane GmbH
Egellsstrasse 21, D-13507 Berlin, Germany (德国)
电话: +49-30 434 1011, 传真: +49-30 434 4040

Konecranes America Inc.
Engineered Crane Center/Americas,
7300 Chippewa Boulevard Houston, TX 77086-3231, U.S.A. (美国)
电话: +1-281 445 2225, 传真: +1-281 445 9355

KCI Mercosur Representative Office
Rua Traipu 111, CEP 01235-000 Perdizes, SAO PAULO (巴西)
电话: +55-11-3825 5474, 传真: +55-11-3825 1461

芬兰 FCBS 国际有限公司赞助出版


北欧及北美本科教材

制浆造纸工程大全

(第二版)

[加拿大] G. A. 斯穆克 著

曹邦威 译 倪永浩 胡琦寅 审校

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸工程大全 (第二版) / (加) G. A. 斯穆克著; 曹邦威译; 倪永浩, 胡琦寅审校.
北京: 中国轻工业出版社, 2001. 5 (2005. 1 重印).

北欧及北美本科教材

ISBN 7-5019-3132-1

I. 制… II. ①斯…②曹…③倪…④胡… III ①制浆-高等学校-教材②造纸-高等学校-教材 IV. TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 12451 号

Copyright © 1992 by Gary A. Smook

Published by: Angus Wilde Publications Inc.

4543 West 11th Avenue

Vancouver, B. C. V6R 2M5

Canada.

FCBS Internation Ltd. is authorized to publish this Hand book in Chinese in

Cooperation with China Light Industry Press

责任编辑: 林 媛

策划人: 黎 艺 责任终审: 滕炎福 封面设计: 赵小云

版式设计: 智苏亚 责任校对: 李 靖 责任监印: 吴京一

*

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: 北京工大印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001 年 5 月第 1 版 2005 年 1 月第 2 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27

字 数: 613 千字 插页: 1

书 号: ISBN 7-5019-3132-1/TS·1893

定 价: 50.00 元

著作权合同登记 图字: 01-2001-0620

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-65141375 85119845

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读者服务部联系调换 ·

50023K4C103ZYW

前 言

——写在本书出版之际

我国加入 WTO 在即，中国的造纸业面临着巨大商机与挑战，本书正是应这一契机而出版。

本书是加拿大及北欧造纸专业大学本科用教材，连同第一版已十几次印刷，英文版在全世界销售量达 4 万多册，并被译成法语、西班牙语等多种版本，显然，该书获得巨大成功。

该书是一本优秀的教科书。与其他同类书籍不同的是，它并不是由“编者委员会”所编写的制浆造纸教科书，由“委员会”编写的书，它的每个章节都由不同的作者或作者群体撰写。这种模式导致侧重点不一致、缺乏连贯性、以及技术资料遗漏。而这本由 G. A. 斯穆克教授个人独立撰写的教科书基本消除了这类问题。该书在文字上浅显易懂，内容上涉及从造纸原料到环保问题等所有与造纸有关的工艺环节，力求涵盖制浆造纸全部技术，使学生或技术人员能迅速掌握造纸工艺基础知识，熟悉各种工艺条件和要素。本书是一部各章节互相衔接、一气呵成、可读性强的优秀教科书和工具书。

本书的中文版能够出版要感谢芬兰 FCBS International Ltd. 有限公司总经理胡琦寅先生和加拿大 UNB 大学化工系教授倪永浩先生。为了这本书能在中国出版，他们做了大量的工作。胡先生 1983 年毕业于西北轻工业学院，后就读于芬兰赫尔辛基理工大学造纸系，师从国际知名教授 Hannu Paulapuro 先生，其间先后在世界著名的 ABB、Valmet 等工作。硕士毕业后一直在世界著名的造纸工程咨询集团公司 (Jaakko Pöyry) 就职。自 1997 年以来，胡先生频繁往返中芬，作为“北欧—中国林纸工业国际研讨会”主持人，致力于北欧林纸业与中国造纸工业的国际合作与技术交流活动。倪永浩先生于 1985 年从西北轻工业学院毕业后赴加拿大深造，1989 年获硕士学位，1993 年获博士学位，之后，就职于加拿大 UNB 大学。倪永浩教授自 1993 年以来多次回国讲学，积极地将国外的先进造纸技术介绍到中国。也许长期身处造纸技术的强国里，看中国造纸另有一番滋味，他们更知道中国造纸业缺的是什么，而这本书是他们为中国造纸业所做的众多事情之一。随着这本书的出版，会让我们业内人士及院校师生看到，这是怎样一本以国际思维及观念介绍造纸专业技术的书。

在此还要感谢的是，本书的译者曹邦威先生，他高超的翻译水平及技巧为本书增色不少。这里还要特别感谢的是本书的策划黎女士，同时胡琦文、曾桂雨、龚秀娟三位小姐也为此书的出版付出了心血，在此一并感谢。

出版者
2001 年 5 月

Preface

As Chinese pulp and paper industry is developing and upgrading rapidly, more and more world advanced equipment have been introduced to China. On the other hand, the percentage of using wood and recycled fibers is incredibly increasing. Comprehensive, yet easy-to-follow textbooks about modern paper technology for mill engineers, research scientists and university students are in high demand.

“Handbook for Pulp and Paper Technologist” written by G. A. Smook systematically introduces all unit operations of pulp and paper manufacturing processes, from raw material to chipping, to paper finishing, to process control and automation, and to environmental issues. Since the book was undertaken by Mr. Smook himself, it overcomes the problem typical to books written by multi-authors, such as lacking of emphasis between different chapters. This book has also been used by many world-class universities as textbook for students majoring in pulp and paper in both North America and Europe. It has also been translated into French and Spanish. Now the Chinese version is available. We thank Mr. Smook for giving us the right to publish this book.

The successful publication of the Chinese version of the Handbook is largely due to the hard work of Mr. Henry Hu, President of FCBS International Ltd. in Finland and Prof. Yonghao Ni of University of New Brunswick, Canada. After having graduated from the North-West University of Light Industry in 1983, Mr. Hu obtained his M. Sc. on paper technology from Helsinki University of Technology in Finland. Over a decade, he has been working in world-class companies such as ABB, Valmet and Jaakko Pöyry. Since 1997, he has been making great efforts in introducing the modern pulp and paper technologies to the Chinese paper industry. Professor Ni obtained his B. Eng. from the North-West University of Light Industry in 1985, his M. Eng. and Ph. D from McGill University, Canada in 1989 and 1992 respectively. Since then he has been a faculty member in the Department of Chemical Engineering and the Department of Chemistry of the University of New Brunswick, Canada, and in July 2000, Dr. Ni was promoted to Full Professor. Being living and working in countries which have world-class paper industry, they know what Chinese need the most. This project is a fine example of their continuing contribution to the further development of the Chinese pulp and paper industry.

We wish to thank Mr. Cao Bangwei for his detailed translation of the book. He himself is a scientist and an authority in pulp and paper. His dedication and fine translation are very much appreciated. We also thank Ms. Iina Li who initiated this project. Without her outstanding capability, the project would not have been successfully completed. We thank Ms. Hu Qiwen, Miss. Zeng Guiyu and Miss. Gong Xiujuan for their sincere devotion and hard work during the time of this project.

The publisher
May 2001

目 录

| | |
|-------------------------------|------|
| 第 1 章 引言 | (1) |
| 1.1 纸的重要性 | (1) |
| 1.2 纸浆、纸和纸板的定义 | (1) |
| 1.3 造纸技术发展年表 | (1) |
| 1.4 现代制浆造纸的生产运行 | (2) |
| 1.5 对造纸纤维的要求及其来源 | (4) |
| 1.6 纤维化学组分的简述 | (5) |
| 1.7 纤维素纤维的特性 | (8) |
| 第 2 章 木材和木浆纤维的特征 | (10) |
| 2.1 树木结构..... | (10) |
| 2.2 木材特征..... | (11) |
| 2.3 纤维结构形态对纸张性能的影响..... | (18) |
| 2.4 木材品种的鉴别..... | (20) |
| 第 3 章 木材和木片处理 | (22) |
| 3.1 木材来源..... | (22) |
| 3.2 木材采运技术..... | (23) |
| 3.3 造纸材的计量..... | (28) |
| 3.4 备木(调木) | (29) |
| 3.5 木片的输送和贮存..... | (33) |
| 3.6 木片质量控制..... | (35) |
| 第 4 章 制浆方法概述 | (38) |
| 4.1 各种制浆方法介绍..... | (39) |
| 4.2 商品浆..... | (44) |
| 4.3 制浆的发展趋势..... | (45) |
| 4.4 纸浆性能和用途的比较..... | (46) |
| 第 5 章 机械法制浆 | (48) |
| 5.1 机械法制浆的术语..... | (48) |
| 5.2 磨石磨木浆工艺..... | (50) |
| 5.3 盘磨机械法制浆..... | (56) |
| 5.4 热磨机械法制浆..... | (59) |
| 5.5 化学改性机械法制浆..... | (61) |

| | | |
|-------------|------------------------------|--------------|
| 5.6 | 热回收 | (65) |
| 第6章 | 亚硫酸盐制浆 | (67) |
| 6.1 | 简要发展史 | (67) |
| 6.2 | 术语的名称和定义 | (67) |
| 6.3 | 工艺过程描述 | (68) |
| 6.4 | 亚硫酸盐法制浆的化学原理 | (71) |
| 6.5 | 蒸煮液制备的化学原理 | (72) |
| 6.6 | 蒸煮的操作和控制 | (73) |
| 6.7 | 两段亚硫酸盐法制浆 | (74) |
| 6.8 | 亚硫酸盐法制浆的前景 | (75) |
| 第7章 | 硫酸盐法制浆 | (76) |
| 7.1 | 发展简史 | (76) |
| 7.2 | 硫酸盐法工艺的名称和术语 | (76) |
| 7.3 | 硫酸盐法工艺简介 | (77) |
| 7.4 | 硫酸盐法制浆的化学原理 | (79) |
| 7.5 | 操作与控制 | (82) |
| 7.6 | 工艺过程的改进 | (84) |
| 第8章 | 蒸煮设备 | (86) |
| 8.1 | 间歇蒸煮器 | (86) |
| 8.2 | 传统间歇式硫酸盐蒸煮的改进 | (89) |
| 8.3 | 连续蒸煮器 | (90) |
| 8.4 | 锯末蒸煮 | (96) |
| 8.5 | 喷放热量的回收 | (98) |
| 第9章 | 纸浆的后处理 | (100) |
| 9.1 | 纤维解离 | (100) |
| 9.2 | 除节 | (100) |
| 9.3 | 本色浆洗涤 | (102) |
| 9.4 | 筛选 | (109) |
| 9.5 | 离心式净化 (Centrifugal Cleaning) | (115) |
| 9.6 | 浓缩 | (118) |
| 9.7 | 浆料的泵送 | (123) |
| 9.8 | 纸浆的贮存与混合 | (126) |
| 9.9 | 外销商品浆的处置 | (127) |
| 第10章 | 化学品回收 | (134) |
| 10.1 | 黑液氧化 | (135) |

| | | |
|---------------|----------------------|--------------|
| 10.2 | 蒸发 | (136) |
| 10.3 | 碱回收炉 | (140) |
| 10.4 | 苛化 | (149) |
| 10.5 | 白泥焙烧 | (152) |
| 10.6 | 副产品回收 | (156) |
| 10.7 | 亚硫酸盐法废液的回收 | (158) |
| 10.8 | 硫酸盐法回收的其他方案 | (160) |
| 第 11 章 | 漂白 | (162) |
| 11.1 | 漂白流程 | (162) |
| 11.2 | 漂白化学品的制备 | (164) |
| 11.3 | 氯化与碱抽提 | (169) |
| 11.4 | 氧漂 | (173) |
| 11.5 | 次氯酸盐漂白 | (175) |
| 11.6 | 二氧化氯漂白 | (176) |
| 11.7 | 过氧化物漂白 | (177) |
| 11.8 | 臭氧漂白 | (178) |
| 11.9 | 漂白设备 | (179) |
| 11.10 | 滤液的循环 | (180) |
| 11.11 | 纸浆增白 (机械浆漂白) | (181) |
| 第 12 章 | 制浆厂的运行策略与经济核算 | (185) |
| 12.1 | 厂址选择 | (186) |
| 12.2 | 工艺设计与平面布置 | (187) |
| 12.3 | 生产控制 | (188) |
| 12.4 | 库存量控制 | (189) |
| 12.5 | 经济考虑 | (190) |
| 12.6 | 成本控制 | (191) |
| 第 13 章 | 抄纸浆料的制备 | (194) |
| 13.1 | 碎浆 (分散作用) | (194) |
| 13.2 | 精磨 | (196) |
| 13.3 | 配料的计量与混合 | (206) |
| 第 14 章 | 二次纤维 | (208) |
| 14.1 | 废纸收购 | (209) |
| 14.2 | 循环回用的程度 | (209) |
| 14.3 | 废纸的碎浆 | (210) |
| 14.4 | 除去污染杂质 | (212) |
| 14.5 | 脱墨 | (213) |

| | | |
|---------------|-------------------------------|--------------|
| 14.6 | 二次纤维的利用 | (218) |
| 第 15 章 | 抄纸浆料中的非纤维性助剂 | (219) |
| 15.1 | 纸机上的留着率 | (219) |
| 15.2 | 湿部化学 | (220) |
| 15.3 | 非纤维性助剂的应用 | (222) |
| 15.4 | 碱性抄纸 | (226) |
| 第 16 章 | 纸机湿部运行 | (229) |
| 16.1 | 纸机简介 | (229) |
| 16.2 | 流送系统 (Approach System 又称上浆系统) | (230) |
| 16.3 | 布浆器与流浆箱 | (232) |
| 16.4 | 纸页成形的过程 | (240) |
| 16.5 | 网部 (长网机) | (241) |
| 16.6 | 双网成形 | (247) |
| 16.7 | 白水系统 | (249) |
| 16.8 | 损纸系统 | (251) |
| 16.9 | 压榨部 | (253) |
| 16.10 | 真空系统 | (263) |
| 第 17 章 | 纸机干部的运行 | (267) |
| 17.1 | 纸张干燥 | (267) |
| 17.2 | 压光 | (276) |
| 17.3 | 分布控制 | (279) |
| 17.4 | 卷取 | (281) |
| 17.5 | 纸机传动 | (282) |
| 17.6 | 复卷 (Winding) | (283) |
| 17.7 | 纸辊的完成 | (284) |
| 第 18 章 | 表面处理 | (287) |
| 18.1 | 施胶 | (287) |
| 18.2 | 颜料涂布 | (291) |
| 18.3 | 超级压光 | (299) |
| 第 19 章 | 多层纸板制造 | (302) |
| 19.1 | 多层成形器 | (302) |
| 19.2 | 脱水 | (309) |
| 19.3 | 纸板的整饰 | (311) |
| 19.4 | 层间强度 | (311) |
| 19.5 | 纸板的性能 | (312) |

| | |
|----------------------------------|-------|
| 第 20 章 常见纸与纸板品种制造技术 | (314) |
| 20.1 新闻纸 | (315) |
| 20.2 书刊纸 | (319) |
| 20.3 纸袋纸 (sack grades) | (320) |
| 20.4 挂面纸板 | (321) |
| 20.5 瓦楞芯层 | (323) |
| 20.6 高级纸 (fine paper) | (323) |
| 20.7 薄型纸类 (tissue grades) | (325) |
| 第 21 章 纸机运行的经济分析 | (330) |
| 21.1 影响纸机效率的因素 | (331) |
| 21.2 时间损失的分析 | (333) |
| 21.3 生产纸种与利润率的关系 | (335) |
| 第 22 章 纸浆和纸张的性能及检测 | (337) |
| 22.1 检测的目的 | (337) |
| 22.2 检测步骤的特征 | (338) |
| 22.3 纸浆检测 | (341) |
| 22.4 纸张检测 | (346) |
| 22.5 自动化的纸张检测 | (350) |
| 第 23 章 纸张最终应用简介 | (352) |
| 23.1 平板纸整饰 | (352) |
| 23.2 加工 | (356) |
| 23.3 印刷 | (358) |
| 第 24 章 生产过程控制 | (365) |
| 24.1 测量和控制 | (365) |
| 24.2 过程控制计算机 | (370) |
| 第 25 章 纸厂辅助系统 | (375) |
| 25.1 供水 | (375) |
| 25.2 锅炉给水 | (377) |
| 25.3 锅炉操作 | (378) |
| 25.4 蒸汽利用 | (383) |
| 25.5 电力分配 | (384) |
| 25.6 能源管理 | (385) |
| 25.7 腐蚀的控制 | (386) |

| | |
|----------------------------|-------|
| 第 26 章 水污染治理 | (389) |
| 26.1 引言 | (389) |
| 26.2 污染物的来源和厂内治理 | (392) |
| 26.3 标准和法规 | (393) |
| 26.4 环境监测 | (394) |
| 26.5 一级处理 | (395) |
| 26.6 二级处理 | (397) |
| 26.7 脱色 | (400) |
| 26.8 固形物处理 | (401) |
| | |
| 第 27 章 空气污染治理 | (404) |
| 27.1 空气污染物的来源 | (404) |
| 27.2 监控与测试 | (406) |
| 27.3 生产过程中的污染治理 | (409) |
| 27.4 控制设备 | (410) |

第 14 章 二次纤维

二次纤维是指任何已经历制造过程且又被回用作另一制成品原料的纤维性材料。严格地说，纸机干燥部损纸、完成间纸边、以及再碎浆纸卷都可算作为二次纤维；但实际上内部回用不作为二次纤维利用的组成部分。

目前二次纤维利用在北美增长的步伐很快。其推动力是政府立法，它试图通过责令在某种纸（特别是新闻纸）中须含最低二次纤维水平的法令，以减少废物填埋地负荷和减少对森林的依赖。传统上，废纸的供应是市场推动型的；但近来强调“源头分离”，即纸和其他可回收物常常在不考虑市场需求的情况下进行收集。在过去已发生严重供需不平衡的同时，目前某些废纸（例旧新闻纸）又因受老标准影响而过剩量很大。现在似乎还很新的废纸回收能力，都是 20 世纪 90 年代前期为了返回到需求拉动型市场而投入生产的。与此同时，过剩的废纸以低廉价格在海外市场出售。

使用二次纤维的生产厂通常位于人口稠密地区，那里有供应可靠的废纸，可更方便地进行收集和运输。一般说距工厂所在地 80km 半径以外收集原料是不经济的，因为这种松散的废纸包运输费用很高。但如有很大的价格差时，从较远地方运送废纸还是值得的。

废纸种类

美国商业部规定了 5 个基本种类，下面这些定义为造纸工业所普遍接受：

- 混合废纸类。各种质量的废纸，包括在这类中的有办公废纸、箱纸板切纸边、和工厂包装纸。

- 旧报纸类 (ONP)。

- 旧瓦楞箱纸类 (OCC)。

- 纸浆代用品类。主要包括没有印刷过的纸和纸板，它们没有被涂布或任何掺杂；在这类中的有表格卡纸、各种白色或半漂白纸条、纸边。

- 高级脱墨纸类

造纸研究所 (Paper Stock Institute) 又进一步将这些等级细分成 80 个品种。

纸浆代用品类的价格最高，因为它们可以直接用来抄造某个产品（这类纸浆代用品往往可全部回收利用）。其他的废纸必须在二次纤维制浆系统中净化以除去污染物质。对这些夹杂物（诸如塑料薄膜、粘合剂、胶料、蜡等）进行分离和（或）分散，对多层纸板内层或瓦楞

芯纸来说已足够了。但对印刷纸类必须更优先地除去污染物质（包括脱墨）以制取合格的造纸浆。

1977 年和 1988 年废纸类的相应用量示于表 14-1。OCC 的数量约占总量的 50%。目前在北美有约占总量 75% 的二次纤维用于生产多层纸板和瓦楞芯纸，但在下个 10 年，脱墨并用于新闻纸和其他印刷纸类的废纸比例将日渐增加。

表 14-1 相应的废纸用量 (API 数据)

| | 1977 | 1988 |
|-------|------|------|
| 混合废纸 | 19% | 11% |
| ONP | 16% | 16% |
| OCC | 43% | 49% |
| 纸浆代用品 | 15% | 15% |
| 高级脱墨纸 | 7% | 9% |

14.1 废纸收购

为使废纸作为二次纤维获得有效利用,必须将收集的原料加以拣选,并分类成适当的质量等级。可在收集点进行拣选、或直接从收集机构负责。如有几个收集点一般由收购商或代理人承担收集、拣选、打包和供货到厂的任务。正常情况下,使用废纸的工厂不管进厂废纸的拣选工作,只监督原料,保证其最低的质量标准。

废纸来源一般可分为前消费者或后消费者。前消费者是指加工厂和印刷厂,其废纸为剔出纸辊、切边、等外品或过剩出版物形式,一般比较干净并经过很好拣选。从后消费者来的废纸不大受欢迎,因为它拣选很差,含很多污染物质。

全世界的废纸价格主要取决于需求,在某种程度上也取决于获得供应的容易程度⁽¹⁾。其相互关系很难量化,随废纸等级而定。当来货紧缺时,工厂一般准备支付更高的价格寻找另外的供应商。废纸价格带有高度的周期性,主要特征是不稳定。除了最高质量等级外,废纸价格近年来由于供应过剩而处于低迷状态。在过去几年,美国的废纸回收方法特别是 ONP 和 OCC 已有显著改变。大约 60% 的 ONP 来自“路边收集”和其他城市回收计划。市政当局(不是废纸收购商)控制着进入纸厂的废纸流量。在许多情况下,市政当局绕过废纸收购商进行拣选、打包和直接将 ONP 出售给纸厂。

OCC 也有类似的情况,大约有 60% 的回收原料现在是直接从连锁店运到纸厂的,许多纸厂都订有购买 OCC 的长期合同。市政当局的“路边收集”可能证明是另一个重要的 OCC 来源。

原料的贮存和搬运

废纸包一般是借汽车或火车发运到纸厂的,并在卸车时进行检查以保证它们符合纸厂的要求。良好的入库做法是按等级和具体供货者进行分类。这样,任何质量问题可追溯到二次纤维的源头。如果可能,应避免室外堆存,因为曝晒在日光下以及大气侵蚀作用,使纸浆性能遭到破坏。而且,较“新鲜”的二次纤维比陈旧的更易于脱墨。通常要求贮存设施实行“先进—先出”的原则。

14.2 循环回用的程度

有两个主要指标(即回收率和利用率)用以比较各个国家地区的回用水平⁽²⁾。回收率是回收废纸回用量与纸张消费量的比较。利用率是指生产纸和纸板时所用二次纤维量与总纤维用量的比较。美国的回收率近几年来已创新纪录,于 1990 年达到 33%。与之相比,有些没有森林资源的国家和地区(如日本、台湾),回收率约 50%。欧洲平均回收率约 30%,加拿大约 25%。

二次纤维的利用率在美国约 25%,上升缓慢。在日本约 50%,在欧洲的平均利用率约 40%。居于领先地位的纸张出口国,利用率显然较低,例如,瑞典和加拿大约 25%。

一般认为总利用率 50% 代表了最高利用率。在每次循环回用中,纤维物质与强度均有严重损失(有些研究者认为,为在实际回用中不使纤维质量损失太大,约可循环 4 次)。在持续保持 50% 利用率的情况下,显然不管怎样已经有一半的再循环纤维,先前经历了一次以上的循环。

多次再循环作业对纤维品质和纸页性能的影响已在实验室作了某种程度的研究。这些研究大多是近 10 年从 20 世纪 60 年代晚期到 20 世纪 70 年代晚期进行的⁽³⁾。但尚不清楚的是,实验室对在实际纸张使用和再循环中所发生的纤维损伤是否已模拟得很好。图 14-1 归纳了对

一个从未干燥过的已精磨到加拿大游离度 285mL 的未漂软木硫酸盐浆所研究的结果⁽⁴⁾。经历 4 次再循环后，细小纤维含量从 16% 增加到 35%，并使浆料滤水度严重下降。估计该手抄纸试样在每次再循环后，将细小纤维除去以维持相同的游离度水平。如所预期，纤维表现出其强度和结合潜能均逐渐下降；开始阶段撕裂度的增加是由于干燥对纤维挺度所产生的效应。

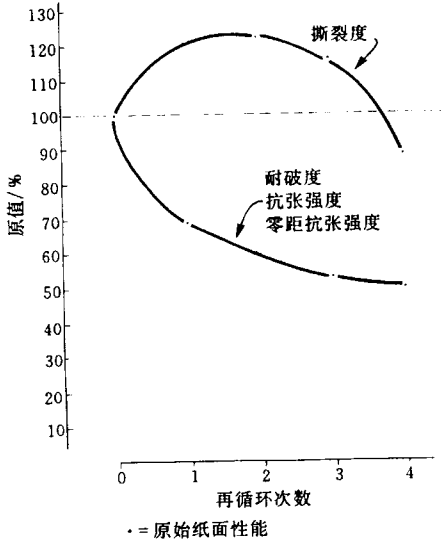


图 14-1 多次再循环对未漂硫酸盐手抄浆片的影响

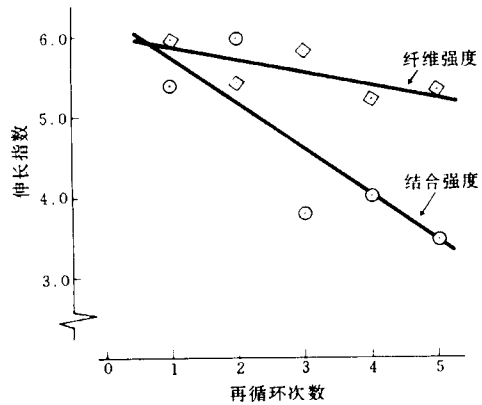


图 14-2 多次循环对新闻纸纤维强度和结合强度的影响

图 14-2 列示了重复再循环的新闻纸对单个纤维强度和纤维间结合强度的相应影响。此时两个强度指标均有下降，但纤维间结合力的损失显得更强烈一些。随着每次干燥和碎浆循环，纤维柔韧性和渗水性变得更低，因而不像原纤维那么合用。纤维表面半纤维素的累积性损失，也对减少结合强度有影响。

应强调指出，各类纤维对再循环的反应可能不同。对某个特定的纤维类型的研究发现不一定能应用于另一类纸浆上。

14.3 废纸的碎浆

将废纸包运送到碎浆机，二次纤维被分散成湿浆悬浮液。根据抄纸的需要，碎浆机也可使油墨与涂料粒子从纤维分离出来。必须控制温度、浓度、停留时间、和化学作用等变数以优化运行。

碎浆机工序的核心是碎浆机本身。最常见的、简示于图 14-3 的设计是带绞绳装置和重料捕集器的碎浆机，通常操作浓度 5%~8%，可以连续或间歇模式运行。绳子、铁丝和破布以“索条”形式连续从浆料中排出。起初少量“原始线

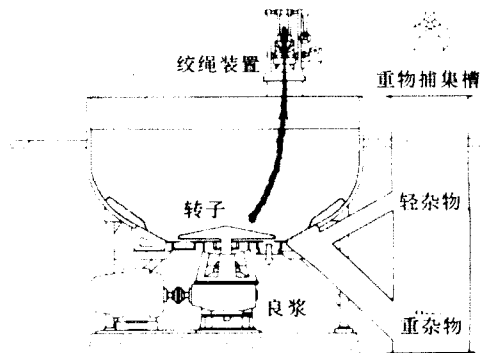


图 14-3 带绞绳装置和捕集槽的连续式碎浆机简图 (Thermo Electron 公司的 Lodging 分公司)

绳”在浆料中旋转而形成“绳索”，这以后该绳索本身逐渐积累加大。借离心力将重料抛入碎浆机边缘的凹槽；这些物料一般借斗式提升机或抓机从重料捕集槽排出。

高浓碎浆机（如 13.1 节）也应用于二次纤维制浆系统。其优点是杂物（如塑料和湿强纸碎片）形成较大规格以便于它们以后的除去；它也有较好的油墨去除能力，且对纤维的作用比较温和。这种形式的碎浆机必须间歇作业，但间歇时间一般短于低浓碎浆机。

简示于图 14-4 的圆筒式碎浆机由缓慢旋转的分段水平式圆筒所组成，圆筒向出口端倾斜。废纸包（它事先已除去铁线并破散开）和水在进料端进入，此时圆筒旋转产生翻滚作用，将废纸包碎解成单个纤维。浓度 15%~20% 的纸浆然后从碎浆区转入筛浆区，在这里用喷水管冲洗纤维使其通过筛孔板，杂物等留在圆筒内，并从端部被排走。虽然其一次性投资甚高，但圆筒式碎浆机所需动力少于其他的设计结构，且提供温和的碎浆作用。

利用高速破碎转子与低速圆筒旋转相结合的特殊结构碎浆机，示于图 14-5。Betonièrre 碎浆机（也可称“水泥搅拌机”）适于在 35%~45% 浓度范围内运行。据说对极难处理的组分（包括湿强纸）很有效，且有可能用于在碎浆后需要高浓度的场合。

有许多碎浆系统还使用一种二次纤维在线碎浆装置，其中一种型式列示于图 14-6。除了更好的解离纤维外，这种设备还有可能进一步将重杂物和轻浮杂物分离开来。在线装置一般包括一个含有旋转碎浆元件的锥形外壳。良浆通过不锈钢孔板（其位置在转子的紧后面），并集中在一个环形室内。根据其设计或功能，二次纤维碎浆装置也可称为离解机（disperger）、纤维化机（fiberizer）或疏解机。

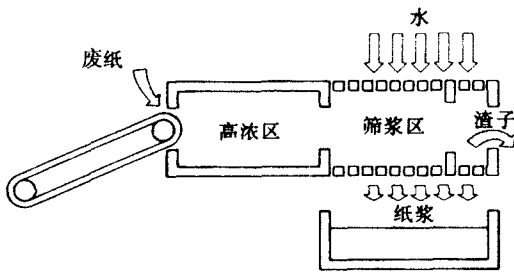


图 14-4 圆筒式碎浆机简图 (Ahlstrom 公司)

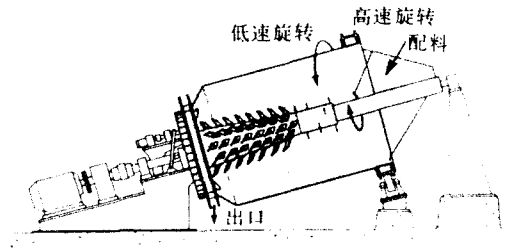


图 14-5 Betonièrre 高浓碎浆机
(Lamort-Aikawa-lodding)

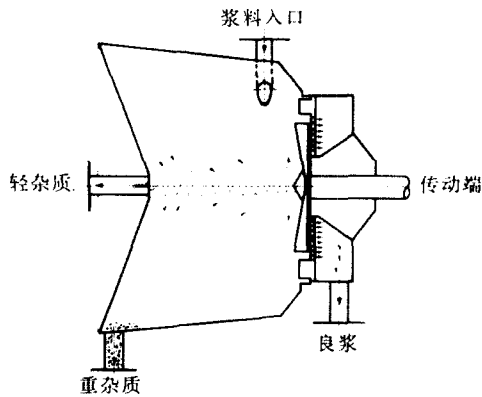


图 14-6 处理废纸的二次纤维碎浆机
(Escher-Wyss, Impco 公司)

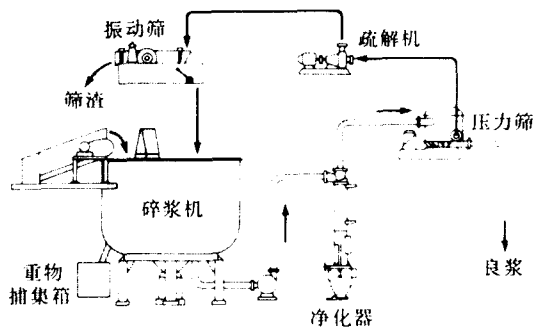


图 14-7 传统的再生纤维碎浆系统简图
(Thermo Electron 公司 Lodding 分公司)

除了设备设计与外加能量外,影响纤维解离的主要变数还有浆料温度与浓度。一般说,较高的温度有利于纤维解离,同时由于流动性增加而使能耗降低。浓度应该维持在仍能很好循环的最高水平。

图 14-7 示出较干净废纸浆料的基本碎浆系统。浆料穿过碎浆机的小孔抽液板,然后来到旋沉器以除去少量高比重杂质,最后通过一台细筛。筛渣去到疏解机或纤维化机以提供更彻底的纤维解离,浆料则通过二级筛选系统返回到碎浆机重新使用。

另一个使用侧装式碎浆机和二级碎浆装置的碎浆系统示于图 14-8。该系统的特点是有三段筛选,据说对含尘埃比例很高的废纸效果较好。

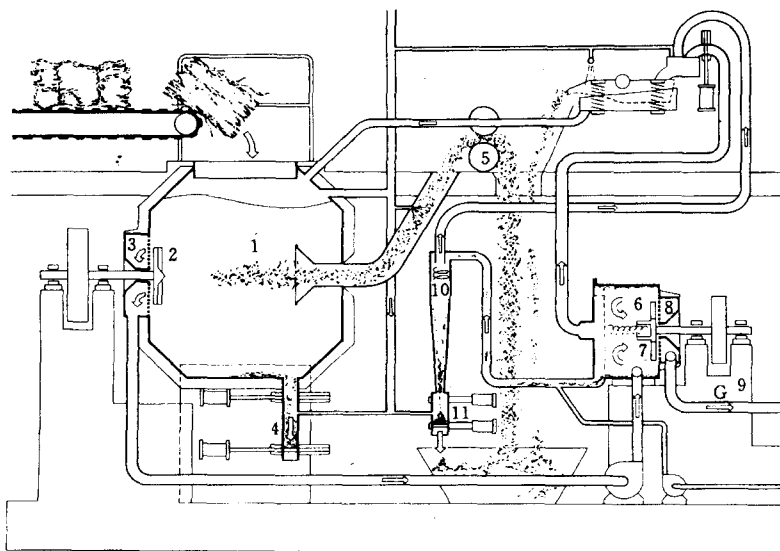


图 14-8 用于未经拣选的混合废纸的 Voith-Morden 系统功能示意图

1—碎浆机 2—推进器 3与8—筛板 4与11—污物捕集器 5—绞绳装置
6—二级碎浆装置 7—碎浆装置 9—轻物反向筛 10—前向式净化器

14.4 除去污染杂质

废纸处理浆料的主要目的是充分除去污染杂质和(或)提升原料等级,以使二次纤维适宜于制造出合乎技术要求的成品。所用的主要工序为筛选、净化、洗涤、漂白、分散和脱墨。

即使进厂的废纸执行很严格的质量标准,杂质不可能完全避免,而且必须在工艺系统中加以处理。所有外来组分,包括尘灰、石砂和过程铁质均视为杂质。某些更难处理的与产品有关连的杂质及其来源列示于表 14-2 中。实际上,诸如胶料、热熔物与乳胶等杂质都汇总为“胶粘物”或“发粘物”类。

表 14-2

废纸浆系统中的常见杂质

| 杂质型式 | 典型的来源 | 生产上的问题 |
|----------------|-------------|------------------------|
| 热熔物 | 粘合剂和涂料 | 在传统系统中无法处理,弄脏设备;使产品有缺陷 |
| 聚苯乙烯泡沫塑料 | 用于包装中的垫块和小球 | 难以除去;粘到辊子上;使纸页形成小洞而报废 |
| 高密度塑料碎片(如聚苯乙烯) | 发泡袋和透明包装物 | 碎成小块;难以除去;使纸页形成透明点 |
| 湿强度树脂 | 叠层纸产品,过程物料 | 使碎浆过程放慢;造成产品缺陷 |