



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

[高校教材]

制浆造纸机械与设备(上)

(第三版)

主编 陈克复 副主编 张辉

PULP AND PAPER MACHINERY AND
EQUIPMENT (VOLUME 1)



中国轻工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

制浆造纸机械与设备（上）

（第三版）

主 编 陈克复

副主编 张 辉

参 编 黄显南 侯庆喜 张 宏 张 峰
梁富政 杨仁党 冯铭杰 李 军

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸机械与设备. 上/陈克复主编. —3 版.
—北京: 中国轻工业出版社, 2011. 6
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5019-8137-3

I. ①制… II. ①陈… III. ①制浆设备-高等学校-
教材②造纸机械-高等学校-教材 IV. ①TS73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 051694 号

责任编辑: 林 媛

策划编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 吴大鹏 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: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2011 年 6 月第 3 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27

字 数: 631 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8137-3 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

060438J1X301ZBW

第三版前言

制浆造纸装备的生产量和技术水平对我国造纸业的生产建设规模、技术水平、产品质量档次、企业节能降耗和经济与社会效益起着决定性的作用。近十年来,我国造纸业与造纸装备制造制造业跟踪研究国际前沿技术,坚持引进技术和自主研发相结合,坚持原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新相结合,发展具有自主知识产权的先进适用技术和装备,使我国造纸业的生产规模及技术装备水平发生了根本的变化,在成为世界造纸大国的同时逐步走向造纸强国。在这种背景下,2003年5月出版的《制浆造纸机械与设备(上、下册)》(第二版)以及与制浆造纸机械与设备相关的其他教材都难以适应我国造纸工业发展的需要。为此,在中国轻工业出版社的支持下,我们在第二版的基础上重新编写了第三版,以作为高等学校轻化工程(造纸)专业教学用书,也供广大造纸科技工作者和工程技术人员学习参考。本书由华南理工大学、南京林业大学、天津科技大学、陕西科技大学、广西大学、大连工业大学、山东轻工业学院、广州造纸有限公司等单位教师和科技人员参与编写。

由于制浆造纸机械与设备涉及化工机械与设备、水力机械与设备、环保机械与设备等领域,所以不可能把所涉及的所有机械与设备都包括在本教材中。因此,在编写《制浆造纸机械与设备(上、下册)》(第三版)过程中,我们仍然着重考虑了以下几点:

1. 为了让读者能够很好地阅读和学习,本教材仍按制浆造纸工艺过程对应的相关设备进行论述,着重于新技术与装备、清洁生产技术与装备,因而对第二版教材的部分内容进行了增减或修改。

2. 本教材尽量对现代制浆造纸过程专用装备的主要机械与设备进行详细的论述,重点讨论其基本类型、工作原理、结构特征、材料及操作运行要点,使教材除了应用于本科专业教学之外,还可以作为企业工程技术人员培训教材或再教育教材及专科教材。因此,在教学过程中,各位教师可根据实际教学情况确定讲授与自学的内容以及学时数。

3. 制浆造纸机械与设备涉及领域广,所以不可能把行业所涉及的机械与设备都包括在本教材中,有些通用设备例如泵、风机、容器以及通用零部件,已在出版的相关教材中作了论述,本教材就不再重复。

4. 为加速发展我国造纸工业及制浆造纸装备工业,本教材在各个章节中,也对当前国内外的技术进展和发展趋势作了适当的介绍。

本书分上、下两册出版,编写工作分工如下:

陈克复:绪论,上册第七章(部分内容由李军编写)及第八章,下册第二章及第三章(部分内容由冯郁成编写);黄显南:上册第一章及第九章;侯庆喜:上册第二章,下册第七章;张宏:上册第三章(除第二节外由张锋编写),下册第五章(除第三节外由侯顺利编写)、第十章及第十一章;梁富政:上册第四章,下册第六章;杨仁党:上册第五章;冯铭杰:上册第六章;张辉:上册第十章,下册第一章及第十二章;赵传山:下册第四章、第九章及第十三章;另外,下册第八章仍采用由张立、严杰合作编写的第二版内容。

全书由华南理工大学教授陈克复院士担任主编,南京林业大学张辉教授担任副主编。

由于现代制浆造纸科学与技术发展迅速,涉及科学领域较多,加上我们编写时间较紧,知识水平有限,因此谬误错漏之处在所难免,希望读者给予批评指正。

编者

2010年12月1日

目 录

绪论	1
一、制浆造纸机械与设备的技术特征	1
二、制浆造纸机械与设备的类型	1
三、我国制浆造纸企业近些年从国外引进的先进设备	2
四、我国制浆造纸机械与设备近些年的发展	3
五、提高我国制浆造纸装备的自主创新能力以满足我国造纸业发展需求	3
六、实现主要目标需要攻克的关键技术	4
参考文献	5
第一章 备料机械与设备	6
第一节 概述	6
一、木材备料过程及设备	6
二、非木材备料过程及设备	6
第二节 剥皮机与锯木机	7
一、圆筒剥皮机	7
二、刀式剥皮机	10
三、锯木机	12
第三节 削片机	12
一、国内常用削片机类型	12
二、盘式削片机	14
三、鼓式削片机	19
第四节 木片筛选与再碎设备	19
一、摇摆式平筛	20
二、盘式木片筛	20
三、木片再碎机	22
第五节 非木材原料的切断设备	22
一、切草机	22
二、切苇机	24
三、切竹机	25
第六节 非木材原料的筛选除尘设备	26
一、草片筛选除尘设备	26
二、苇片筛选除尘设备	28
三、竹片筛选设备	29
四、甘蔗渣备料除髓设备	30
五、棉秆备料除尘设备	30
第七节 非木材原料的湿法备料设备	33
一、稻麦草湿法备料设备	33
二、芦苇（芒秆）湿法备料设备	34
三、蔗渣湿法备料设备	35
四、竹子湿法备料设备	36

参考文献	37
第二章 化学制浆机械与设备	38
第一节 概述	38
一、化学制浆工艺流程与设备分类	38
二、化学制浆设备的选型	38
第二节 立式蒸煮锅	40
一、蒸球	40
二、硫酸盐法蒸煮锅	41
三、亚硫酸盐法衬砖蒸煮锅	45
四、不锈钢衬里蒸煮锅	46
第三节 间歇式蒸煮器的附属设备	49
一、装锅器	49
二、喷放装置	50
三、废气余热回收装置	51
第四节 塔式连续蒸煮设备	52
一、塔式连续蒸煮器的类型、流程	53
二、塔式连续蒸煮器的进料器	62
三、塔式连续蒸煮器的蒸煮锅	64
四、塔式连续蒸煮器的其他设备	65
第五节 管式连续蒸煮设备	67
一、横管式连续蒸煮器简介	68
二、横管式连续蒸煮器的螺旋喂料器	69
三、横管式连续蒸煮器的蒸煮管	72
四、横管式连续蒸煮器的其他设备	73
五、横管式连续蒸煮器的运行与控制	79
六、斜管式连续蒸煮设备	81
第六节 间歇式置换蒸煮技术	84
一、快速置换加热间歇蒸煮技术	84
二、超级间歇蒸煮技术	86
三、置换蒸煮系统	87
参考文献	87
第三章 高得率制浆机械与设备	89
第一节 概述	89
第二节 盘式磨浆机	89
一、概述	89
二、盘式磨浆机的结构与类型	90
三、盘式磨浆机的主要构件	93
四、盘式磨浆机的结构设计及运行安全	100
第三节 搓丝机	101
一、概述	101
二、搓丝机的工作机理与特征	101
三、搓丝机的结构组成	103
第四节 高得率制浆的附属设备	107
一、木片洗涤设备	107

二、加料器	108
三、汽蒸器	109
四、挤压疏解机	110
五、浸渍器	111
六、木片磨浆机械浆的热回收设备	111
第五节 高得率制浆设备的发展	113
一、盘式磨浆机的技术发展趋势	113
二、搓丝机的技术发展趋势	113
参考文献	114
第四章 洗涤浓缩机械与设备	115
第一节 概述	115
一、洗涤与浓缩的目的和原理	115
二、洗涤浓缩机械与设备的分类	116
三、洗涤指标、术语和洗涤效果评定	116
第二节 转鼓式洗涤浓缩机械与设备	118
一、圆网浓缩机	118
二、落差式浓缩机	119
三、内滤式圆网浓缩机	120
四、真空洗涤浓缩机	121
五、压力洗涤浓缩机	128
第三节 网式洗涤浓缩机械与设备	130
一、弧网式浓缩机	130
二、水平带式真空洗浆机	131
三、双网挤浆机	135
第四节 挤压式洗涤浓缩机械与设备	138
一、螺旋挤浆机	138
二、双辊挤浆机	140
三、环式双筒挤浆机	143
四、偏心旋转式挤浆机	145
五、双锥盘挤浆机	146
第五节 置换洗涤机械与设备	148
一、常压置换洗涤塔	148
二、压力置换洗涤塔	149
三、KMW 型置换压榨洗浆机	151
四、鼓式置换洗浆机	152
参考文献	154
第五章 筛选净化机械与设备	156
第一节 概论	156
一、概述	156
二、筛选与净化流程的布置	157
三、筛选与净化原理	158
第二节 振动式筛浆机	165
第三节 离心式筛浆机	166
一、离心筛的种类	166

二、离心筛的筛选过程	167
三、CX 型离心筛	168
四、ZSL _{1~4} 型离心筛	169
第四节 压力式筛浆机	170
一、压力筛的分类及其发展	170
二、压力筛的工作过程	172
三、旋翼筛	172
四、旋鼓式压力筛	177
五、高浓压力筛	178
六、压力筛的安装	183
第五节 净化设备	185
一、涡旋除渣器的种类	185
二、涡旋除渣器	186
参考文献	193
第六章 废纸制浆及脱墨机械与设备	195
第一节 废纸制浆基本流程及设备特点	195
一、非脱墨废纸制浆	195
二、废纸脱墨制浆	196
三、废纸制浆设备的特点	197
第二节 运输机	199
一、板式运输机	199
二、带式运输机	201
第三节 碎浆机	201
一、立式高浓碎浆机	201
二、立式低浓碎浆机	204
三、转鼓碎浆机	205
四、其他形式碎浆机	209
第四节 筛选净化设备	211
一、孔类压力筛	211
二、缝类压力筛	213
三、高浓除渣器	214
第五节 浮选槽	215
一、浮选槽概述	215
二、加气装置	215
三、槽体	216
四、附属部件	218
第六节 热分散机和磨浆机	219
一、盘式热分散机	219
二、辊式热分散机	221
三、低温分散机	223
四、磨浆机	223
第七节 漂白设备	224
一、高浓漂白	224
二、中浓漂白	225

第八节 水处理及污泥脱水处理	225
一、加气装置	226
二、布水系统	227
三、气浮池槽体	227
四、排泥系统	228
五、污泥脱水设备	228
第九节 原料和废渣处理设备	230
一、剪铁丝机	230
二、纸捆松散装置	231
三、纸层铺平器	231
第十节 废纸脱墨制浆生产实例	232
一、美国 AFR 纸浆厂	232
二、福建南平纸厂日产 500t 脱墨浆生产线	233
三、德国海德尔纸厂 380t/d 脱墨浆生产线	233
参考文献	233
第七章 漂白机械与设备	234
第一节 概述	234
一、漂白过程的段与序	234
二、漂白段的基本配备	235
三、纸浆漂白技术的发展	236
第二节 CEH 传统三段漂白设备	236
一、漂白流程及所需设备	237
二、氯化段及氯化塔	237
三、碱处理段及碱处理塔	238
四、次氯酸盐漂白段及漂白塔	240
五、混合设备	242
六、次氯酸盐漂液的制备简介	244
第三节 中高浓纸浆氧漂白设备	245
一、中浓纸浆氧漂白的流程及所需设备	245
二、氧漂白塔	246
三、中浓混合器	247
四、氧漂白塔的强度设计计算	248
五、高浓纸浆氧漂白	250
第四节 中浓纸浆二氧化氯漂白设备	252
一、中浓纸浆二氧化氯漂白段流程及所需设备	252
二、中浓高剪切混合设备	252
三、中浓纸浆二氧化氯漂白塔	256
四、二氧化氯制备系统	256
五、对中浓纸浆二氧化氯漂白的评价	259
第五节 中高浓过氧化氢漂白设备	260
一、中浓纸浆过氧化氢漂白段流程	260
二、中浓过氧化氢漂白段所需设备	260
三、升流漂白塔	260
四、高浓过氧化氢漂白流程及设备	261

五、高浓混合器	262
六、高浓漂白塔及高浓卸料器	264
第六节 中高浓纸浆臭氧漂白设备	265
一、中浓臭氧漂白流程	266
二、中浓臭氧漂白段所需设备	266
三、高浓臭氧漂白	266
第七节 中高浓多段漂白流程与设备	268
一、 O^c/E_oD 短序漂白流程及设备	268
二、无元素氯 (ECF) 漂白流程及设备	269
三、全无氯 (TCF) 漂白程序的组合及关键设备	270
第八节 中高浓纸浆漂白系统的辅助设备	271
一、洗浆机	271
二、疏解机	271
三、针形阀	271
四、循环推进器	272
第九节 漂白设备的防腐蚀	272
一、漂白设备的防腐蚀	272
二、常用耐腐蚀金属材料	273
三、常用的耐腐蚀非金属材料	274
四、漂白设备的材料选择	276
参考文献	277
第八章 纸浆输送及贮存机械与设备	278
第一节 纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程	278
一、纤维网络及纸浆浓度	278
二、低浓浆输送管路中压头损失的预测	279
三、中浓浆的流动特性和压头损失值的预测	283
四、浆泵的扬程	283
第二节 纸浆输送机械	284
一、输浆泵的分类及性能参数	284
二、低浓浆泵	285
三、中浓浆泵	287
四、高浓浆泵	294
第三节 纸浆贮存设备	297
一、低浓贮浆池	297
二、中浓贮浆塔	299
三、推进器和搅拌器	299
参考文献	303
第九章 碱回收机械与设备	304
第一节 碱回收工程概述	304
一、碱回收工程的流程及设备	304
二、碱回收工程的发展	316
第二节 黑液的蒸发与浓缩设备	318
一、蒸发器的类型	318
二、短管蒸发器	319

三、长管升膜蒸发器	319
四、管式降膜蒸发器	321
五、板式降膜蒸发器	322
六、黑液增浓器	325
七、预蒸发设备	328
八、蒸发辅助设备	328
第三节 黑液的燃烧设备	331
一、黑液燃烧炉的分类及组成	331
二、全水冷壁喷射炉（方形炉）	332
三、锅炉	336
四、炉膛	340
五、黑液喷枪	341
六、黑液燃烧炉的辅助设备	342
第四节 绿液的苛化设备	345
一、苛化系统概述	345
二、石灰消化器和苛化器	346
三、澄清、洗涤与过滤设备	348
第五节 白泥回收	356
一、白泥回收系统概述	356
二、回转石灰窑	357
三、白泥回收系统辅助设备	362
第六节 碱回收仪表控制系统概述	364
一、碱回收过程控制系统概述	364
二、蒸发工段控制系统概述	366
三、燃烧工段控制系统概述	367
四、苛化工段控制系统概述	368
五、石灰回收工段控制系统概述	369
参考文献	370
第十章 制浆废水处理机械与设备	371
第一节 概述	371
一、制浆废水常用处理方法、原理及特点	371
二、制浆废水处理设备的分类	372
第二节 物理法处理设备	374
一、沉淀装置	374
二、澄清装置	378
三、气浮分离装置	380
四、离心分离装置	385
五、筛滤装置	386
六、过滤装置	387
七、压滤和吸滤装置	389
第三节 化学法处理设备	391
一、概述	391
二、酸碱中和装置	391
三、混凝装置	392

第四节 物理化学法处理设备	393
一、吸附装置	393
二、膜分离装置	394
第五节 生物法处理及设备	398
一、概述	398
二、好氧生物处理装置	398
三、厌氧处理装置	407
第六节 固体废弃物处理设备	410
一、固体废弃物	410
二、流化床式焚烧炉	410
三、固定床式焚烧炉	411
第七节 典型废水处理单元配置	411
一、物化生化法处理漂白草浆综合废水	411
二、物化生化法处理新闻废纸制浆废水	412
三、活性污泥法处理硫酸盐木浆厂中段废水	413
四、物理化学法处理松木化学机械浆制浆造纸混合废水	413
五、物化法处理箱板纸废水	414
参考文献	414

绪 论

现代造纸业是与国民经济和社会事业发展关系密切的重要基础原材料产业。造纸业具有资金技术密集、技术涉及面广、规模效益显著等特点，其产业关联度高，市场容量大，是拉动林业、农业、化工、印刷、包装、机械制造等产业发展的重要力量。制浆造纸机械工业是为造纸业提供专用生产设备、备品配件和安装、维修服务的专业性机械工业，制浆造纸机械与设备的产量、水平、质量对我国造纸业的生产建设规模、技术装备水平、产品质量档次、生产成本及经济效益起着决定性的作用。目前，我国制浆造纸机械工业已从低水平的一般产品的生产发展到具有相当的规模、能够为中等规模以上的制浆造纸企业提供较高水平的成套专用设备，并随着我国造纸业的高速发展而得到发展。但是，目前我国制浆造纸机械工业的发展还是远远落后于我国造纸业的发展，成为制约我国造纸工业产品升级和竞争力提高的主要因素之一。因此，发展制浆造纸机械与设备，研究与开发制浆造纸新技术新装备，已成为国内造纸工程技术人员及科技工作者的迫切任务。我们希望编写的这一套教材能为实现上述目标发挥重要作用。

一、制浆造纸机械与设备的技术特征

1. 制浆造纸机械与设备是造纸业的工艺技术载体

造纸业的工艺技术融入制浆造纸机械与设备的研发当中，甚至成为机械与设备产品的核心技术，决定研发的成败。同时又可以认为，制浆造纸机械与设备是造纸业的工艺技术载体，没有这一载体，造纸业的工艺过程难以进行，工艺技术也无法实现。

2. 制浆造纸机械与设备具有多类型、多品种、单台单线、车间和工厂成套等特点

由于造纸业工艺技术涉及面广，就促使制浆造纸机械与设备也涉及面广，种类繁多，结构各异，可以单台单线，也可组装集成为一整套系统。

3. 科技创新在制浆造纸机械与设备整体技术水平的提高中发挥重大作用

科技创新可分为三个方面：原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新，在提高制浆造纸机械与设备整体技术水平中，上述三方面的科技创新并存。要发展具有自主知识产权的国产制浆造纸机械与设备，没有科技创新是无法实现的。

4. 在依靠科技创新改造传统造纸产业中，节能减排、清洁生产技术装备成为关键技术装备

我国造纸业大而不强的问题仍然比较突出，节能减排任务重，清洁生产技术的实施刻不容缓。因此，实现节能减排清洁生产的新技术装备就成为改造造纸产业的关键技术核心，它的实施将使造纸业出现现代造纸业的新面貌。

5. 现代造纸业的机械与设备需要不断提高信息化、智能化水平，提高安全保障能力

提高信息化、智能化水平，提高安全保障能力是提高制浆造纸机械与设备科技含量的体现，是提高竞争力的保障。

二、制浆造纸机械与设备的类型

制浆造纸机械与设备虽然涉及制浆造纸工程专用机械与设备、通用化工机械与设备、水

力机械与设备及环保机械与设备等几大领域，种类繁多，结构各异，但是按照它们的结构特征和用途，制浆造纸机械与设备可归纳为下列几大类型。

1. 输送类

原料的输送、纸浆的输送及化学品的输送是制浆造纸厂的重要操作部门，动力消耗占全厂总动力消耗的 20% 以上。其中，原料输送设备有原料运输机、气力运输机、送料螺旋；纸浆输送设备有低浓浆泵、中浓浆泵及高浓浆泵等，中浓混合器及高浓混合器也可以认为属于纸浆输送设备；水泵、风机及药液泵等分别用来输送水、气及工艺过程所需要的各种化学品。

2. 容器类

制浆造纸工程中属于容器类的设备有化学反应设备，例如：蒸煮锅、蒸煮器、漂白塔、吸收塔等；有混合贮存设备，例如贮浆塔、贮料槽、计量罐、高位槽、喷放锅（塔）、配料罐（槽）等；有物料特殊处理设备，如流浆箱、脱墨槽等，还有锅炉、碱回收炉等，虽然用途和结构不同，但都具有容器类外壳，统属于容器类设备。烘缸、卷纸缸等，由于是厚壁容器，也可归属于容器类设备，甚至也可把水力碎浆机看为容器类设备。

3. 辊筒类

造纸机的胸辊、案辊、伏辊、驱网辊、引纸辊、导毯辊、压榨辊、压光辊、卷纸辊等，都属于辊筒类设备。造纸机、压光机、复卷机、切纸机等分别有各种类型的辊筒，这些辊筒都有一定的工艺用途，有些辊筒则完全是为了某一特定的工艺目的而设置的。

4. 滤网筛板类

原料筛选设备、原料除尘设备、纸浆筛选设备、过滤设备、洗浆机、浓缩机、脱水机以及其他各类型的筛滤过滤装置，要么具有过滤网、脱水网，要么具有筛板，都具有分离作用，可归纳为滤网筛板类设备。

5. 离心盘磨类

这类机械与设备典型的有打浆机、盘磨机、热分散机等，靠磨盘的相对运动及由此引起的离心作用来处理物料。另外，各类除渣机是靠离心运动来分离纸浆中的杂质，也可以认为是离心类的设备。

上述五类机械与设备是制浆造纸工程的主干设备，除此之外，剩下的就是一些辅助设备了。因此，可以说，制浆造纸机械与设备既具有特殊性，又具有通用性。

三、我国制浆造纸企业近些年从国外引进的先进设备

国际上现代制浆造纸机械与设备发展迅速，自动化程度越来越高，目前，单条化学制浆生产线达到 100 万 t/a 生产规模，单台造纸机生产能力达到 40 万 t/a，车速 1800m/min，幅宽 11m 的高速宽幅造纸机已应用于生产。

这些年来我国制浆造纸企业从国外引进的先进机械设备，据不完全统计有：

(1) 从国外引进了各类先进造纸机 70 多台，包括文化纸机、新闻纸机、卫生纸机、纸板机和涂布纸机，其中进口纸板机比例最大，近 30 台，其次为文化纸机和新闻纸机。

文化纸机和新闻纸机典型的先进技术指标为：运行车速 1800m/min，幅宽 11000mm；纸板机典型的先进技术指标为：设计车速 1200m/min，幅宽 6950mm；卫生纸机典型的先进技术指标为：设计车速 2200m/min，幅宽 2700mm；涂布白板纸机典型的先进技术指标为：设计车速 900m/min，幅宽 8100mm；涂布机典型的先进技术指标为：纸机车速 1800m/min，幅宽 9770mm。

(2) 从国外引进的废纸及废纸脱墨制浆生产线近 30 条, 如果包括关键设备进口、国内设备配套的生产线就有近百条, 其中, 典型的先进技术指标为: 600t/d 脱墨浆生产线, 1000t/d 废纸处理系统。

(3) 从国外引进的化机浆生产线 10 多条, 其典型的先进技术指标为: 735t/d 的漂白化学热磨机械浆 (BCTMP); 300t/d 碱性过氧化氢机械浆 (APMP) 生产线。

(4) 从国外引进化学浆生产线近 10 条, 其中一半以上是 20 世纪 90 年代引进的, 规模在 10 万 t/a 或以下。典型的先进技术指标是海南金海纸浆厂的 100 万 t/a 化学木浆生产线。

(5) 与大型装备相对应的集散控制系统 (DCS) 及质量监控系统 (QCS) 都主要靠引进, 此外, 还从国外引进部分废水处理设备及中段水处理系统, 碱回收系统。

不是所有进口设备都能代表国际先进水平。除二手机外, 也有部分引进的设备是国外发达国家 20 世纪 80 年代末期的水平, 与国产目前先进设备的技术水平不分上下。

四、我国制浆造纸机械与设备近些年的发展

由于科技进步的推动, 国内制浆造纸机械与设备制造业也掌握了一批大型制浆造纸设备核心关键技术。例如: 用于非木浆生产的横管式连续蒸煮器、废纸浆成套生产设备、中高浓纸浆氧漂白及过氧化氢漂白的关键设备、碱回收系统关键设备、新型环保设备以及采用了各种新技术的各类造纸机、涂布机等。

但从整体技术水平上看, 我国生产的制浆造纸机械与设备应分为: 接近国际 20 世纪 90 年代末先进水平的设备, 与国际先进水平比较还落后近 20 年的一般水平设备及造纸企业自行设计、加工、组装的非标设备三个层次, 并分别在造纸业目前在用的机械与设备中占 30%、30% 及 20% 产能的比例。另外 20% 的产能是由从国外引进的设备生产的。

1. 国内制浆造纸装备制造业自主研制生产的先进装备

我国有近 30% 产能的造纸企业, 是采用了国内制浆造纸装备制造企业的先进技术与装备。这是国内先进装备的代表, 其价格仅为国际先进装备同类产品的 1/3~1/2, 其技术水平除少数先进的单机装备外, 大部分相当于国际 20 世纪 90 年代的水平。

2. 国内制浆造纸装备制造业生产的一般设备

这部分装备占的比例较大, 产能比例估计会在 30% 以上, 分别用于化学浆的制浆系统, 废纸 (脱墨) 浆的制浆系统及造纸机等方面。根据考察, 这部分设备的技术水平, 与国际先进水平比较, 落后 20 年以上, 技术水平相差较大, 能耗、用水量、污染程度相对都较高。

3. 我国一些造纸企业自行设计、加工、组装的非标设备

造纸企业不经过正规设计部门的设计, 不购买国内外标准设备, 不经过安装部门的安装及调试, 自行设计、加工、组装的设备; 或关键装备购买国内制浆造纸装备制造业生产的一般设备, 然后自行配套, 安装、调试的设备。这些设备很不正规, 但产能比例不低, 约占 20%, 这些设备生产时, 其耗水量较大, 能耗较高, 污染程度也较严重。

根据上面分析, 我国造纸业对设备的需求量大, 对引进国际较先进的装备需要配套装备, 必要时也需要更新零部件; 对国产的设备需要创新, 改进、研制出更高技术水平的装备; 对落后的设备, 更需要替换、更新, 用先进的装备替代, 以全面提高我国造纸工业的装备水平。

五、提高我国制浆造纸装备的自主创新能力以满足我国造纸业发展需求

国产制浆造纸机械与设备虽取得了较大的进步, 但其总体水平仍与国外先进水平有较大

差距,因而尚不能完全适应我国造纸业发展的需要。建议今后的主要战略目标应该是进一步加强自主创新开发能力,力争在今后10年内我国造纸业发展所需要的大中型设备,应大部分能立足于国内生产制造,提高国内设备供给率;小部分大型设备依靠进口和国内配套相结合,总体技术水平接近国际先进水平。

1. 近5年具体主要目标

完善和提高现有生产的中、大型造纸机械产品的各项技术性能及可靠性,提高成套设备的综合性能,并形成适应不同原料、不同工艺要求的系列产品。主要目标是:

单线配置年产10万t的非木纤维制浆生产线全套设备(全无氯漂白或无元素氯漂白);单线配置年产20万t废纸制浆生产线及年产10万t废纸脱墨浆生产线成套设备;年产10万~20万t的化学木(竹)浆制浆生产线全套设备(全无氯漂白或无元素氯漂白);单线配置年产10万t高得率化机浆生产全套设备;单线配置年产10万~20万t文化纸生产线全套设备;单线配置年产30万t纸板生产线全套设备;单机年生产能力2万~3万t卫生纸机;与纸和纸板生产线匹配的涂布机(含机内涂布)、压光机、软辊压光机、高速复卷机;大型碱回收系统成套设备(日处理固形物2500t以上);相匹配的DCS及QCS控制系统。

2. 10年后要达到的主要目标

重点应是在5年目标基础上,提高技术配置水平,向大型化、高速化、高效化、高自动化的方向发展,主要目标是:

单线配置年产10万~20万t的非木纤维制浆生产线全套设备(全无氯漂白或无元素氯漂白);单线配置年产30万t废纸制浆生产线及年产15万t废纸脱墨浆生产线全套设备;年产20万~30万t、以低能耗间歇式蒸煮系统为主题的化学木(竹)浆制浆生产线全套设备(全无氯漂白或无元素氯漂白);单线配置年产10万~20万t高得率化机浆生产全套设备;单线配置年生产能力20万t文化纸生产线全套设备;单线配置年产30万t的纸板生产线全套设备;单机年生产能力3万t以上的卫生纸机;与纸和纸板生产线相匹配的高性能浆料流送系统全套设备;与纸和纸板生产线相匹配的高速切纸机,自动包装系统设备;相匹配的DCS、QCS控制系统;同时开发以清洁生产新工艺技术为主的其他相关设备。

六、实现主要目标需要攻克的关键技术

为了实现上述目标需要解决诸多关键技术。在近5年内主要目标中,部分关键技术目前具有一定的基础;在10年后要达到的主要目标中,部分关键技术难度较大,需要较长的研发时间。为此就应在近期开始着手。需要解决的关键技术大致如下:

(1) 10万~20万t的非木纤维制浆生产线主要开发两种类型:①横管式连续蒸煮器制浆系统,其关键技术是大压缩比直径的螺旋喂料器的设计与制作,同时开发节水型湿法备料系统;②开发“麦草快速热置换蒸煮”新工艺新设备,该技术优化了蒸煮技术脱木素反应动力学;使纸浆质量提高,黑液蒸发性能改善,为草类浆黑液碱回收采用低臭碱回收炉创造条件。

(2) 20万~30万t废纸浆生产线及10万~15万t废纸脱墨浆生产线。主要解决高效能的去除黏胶物、热熔物等杂质的关键技术设备和高效能、脱墨率高的脱墨技术设备。

(3) 10万~30万t化学木(竹)浆制浆生产线。重点开发低能耗间歇式蒸煮器(RDH)为主的制浆系统,既可用于新建项目,也可用于木(竹)浆旧系统的技术改造。该项需要解决的技术有:①立式蒸煮锅的结构改进;②整个系统的自动控制技术;③开发新型大产能备料系统设备(含剥皮、切片、筛选、贮存等设备);④大产能全无氯漂白及无元素氯漂白

设备。

(4) 10 万~20 万 t 高得率化机浆生产线。建议重点开发 APMP、BCTMP 两种生产线设备,要解决的主要关键技术是大压缩比的螺旋挤碾机及大型高浓磨浆机的设计与制造。

(5) 造纸机和纸板机。前 5 年的目标已有一定技术基础,重点解决好应用带可控中高的复合压榨技术、单排缸干燥以及技术参数在线检测及其控制系统,提高系统的技术性能。同时着手跟踪和研发高新技术,如夹网成形、白水稀释可控水力式流浆箱、靴式压榨、薄膜施胶、纸机运行状态检测与故障诊断等技术,以及与造纸系统配套的带高性能脱气装置和低脉冲的纸机浆料流送系统的全套设备,以提高纸机的综合性能,改善成品品质,降低能耗、水耗、气耗,适应高档纸和纸板生产的需要。为此首先需要在前 5 年建立一台现代化高速纸机试验机型,为后 5 年实现自主创新开发现代化高速纸机的跨越式发展创造条件。

(6) 涂布机、软辊压光机、高速复卷机。重点解决好宽幅机型的制造技术,加速涂布、压光在中、高速造纸机生产线上的应用,实现机内涂布、压光的全过程生产。同时要跟踪国外新开发的帘式涂布、喷雾涂布等非接触式涂布技术,着手研发国产化产品。

随着科学技术的发展,我国制浆造纸机械与设备现代化程度及自动化程度越来越高,所具有的新型性及先进性更加明显,体现出高速、高质、高效及对环境友好的优点。与 20 多年前的我国制浆造纸机械与设备的状况相比,已不可相提并论。但是,另一方面,我国仍有不少制浆造纸企业还在应用不先进的、甚至落后的机械与设备,严重地阻碍了制浆造纸业节能减排、清洁生产实施,也影响了我国造纸业整体技术水平的提高。因此,广大造纸科技工作者仍任重道远。为了让我国造纸业的广大科技人员及生产工作者、高等院校造纸领域相关专业的广大师生能尽快地了解制浆造纸机械与设备的发展过程,尽快地掌握和应用现代制浆造纸工程的新技术新设备,以适应我国造纸工业发展的需要,是我们重新编著《制浆造纸机械与设备》(第三版)这一套教材的动力。

参 考 文 献

- [1] 国家发展和改革委员会.《造纸产业发展政策》,2007 年 10 月.
- [2] 中国造纸协会.中国造纸工业 2008 年度报告 [J]. 中华纸业,2009,(9),6.
- [3] 陈克复,张熙.我国制浆造纸装备制造业自主创新战略研究的若干问题 [J]. 中华纸业,2006,(7),6.
- [4] 胡楠.中国造纸装备制造业创新战略研究导论 [J]. 中华纸业,2007,(8),6.