


高等学校专业教材

制浆造纸机械与设备(上)

第 二 版

陈克复 主 编

黄石茂 张 宏 冯铭杰 梁富政
杨仁党 陈克复 梁东梅 张 辉 编

 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.—2版.
北京:中国轻工业出版社,2003.5

高等学校专业教材

ISBN 7-5019-3914-4

I. 制... II. 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. TS73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 007240 号

责任编辑:林媛

策划编辑:林媛 责任终审:滕炎福 封面设计:赵小云

版式设计:郭文慧 责任校对:燕杰 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)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

发行电话:010—65121390

印 刷:

经 销:各地新华书店

版 次:2003年5月第2版 2003年5月第1次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:26.5

字 数:680千字 印数:1—3000

书 号:ISBN 7-5019-3914-4/TS·2328

定 价:56.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

3008J1X201ZBW

中国轻工业出版社读者服务部电话:010—65241695 传真:010—85111730

前 言

自 1980 年《制浆造纸机械与设备》(上、下册)教材出版以来,我国制浆造纸工业在生产建设规模、技术装备水平及产品质量档次等方面发生了根本的变化,使第一版的《制浆造纸机械与设备》(上、下册)教材内容已难以适应目前专业的教育与培训的需要。根据教育部轻化工程专业教育指导委员会的建议,在中国轻工业出版社的支持下,我们组织编写新版的《制浆造纸机械与设备》教材。编写大纲是由华南理工大学、南京林业大学、陕西科技大学、天津科技大学、广西大学、大连轻工业学院、山东轻工业学院、杭州机电设计研究院和广州造纸有限公司的教师和科技人员共同商定的。

在编写《制浆造纸机械与设备》(上、下册)(第二版)中,我们着重考虑了以下几点:

1. 为了让读者很好的阅读和学习,本教材仍按制浆造纸工艺过程的相关设备进行论述,但着重于新技术与装备,节能技术与装备,清洁生产技术与装备,因而与第一版的教材相比,有 70% 以上的内容进行了增减。

2. 本教材尽量对现代制浆造纸过程的主要机械与设备进行详细的论述,重点论述其工作原理,结构特征,材料及操作保养注意事项,使教材除了应用于本科专业的教学之外,还可以作为企业工程技术人员的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,或对内容进行取舍。

3. 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,所以不可能把本专业所涉及的机械与设备全部包括在本教材中,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机械工业,本教材在各个章节中,对当前国内外的技术进展和发展趋势均作了相应的介绍。

本书分上、下两册出版,编写工作分工如下:

黄石茂:上册第一、二章(部分内容由陈克复编写);张宏:上册第三章、下册第五章(部分内容由张军编写)及第十章;梁富政:上册第五章、下册第六章;杨仁党:上册第六章;陈克复:绪论、上册第七、八章,下册第二章;梁东梅:上册第九章;张辉:上册第十章、下册第一章;黄华养:下册第三章;莫建梅:下册第四章(其中第七节第五段摘录于曹邦威译《最新纸机抄造工艺》第 19 章第 2 节);赵传山:下册第九、十二章;还聘请冯铭杰教授级高工编写上册第四章,钟炎生高工编写下册第七章第一~五节[其中第五节第四段(六)由何传础高工编写],张向农高工编写下册第七章第六~八节,张立高工编写下册第八章第一节,严杰高工编写下册第八章第二节,陆秀棠高工编写下册第十一章第一节,唐文林高工编写下册第十一章第二节。

全书由华南理工大学陈克复教授主编。

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

2003. 1

目 录

绪论.....	1
一、制浆造纸机械与设备的类型.....	1
二、我国制浆造纸机械与设备近些年的发展.....	2
三、制浆造纸机械与设备今后的发展.....	2
参考文献.....	3
第一章 备料机械与设备.....	4
第一节 概述.....	4
一、木材备料过程及设备.....	4
二、非木材备料过程及设备.....	4
第二节 剥皮机与锯木机.....	5
一、圆筒剥皮机.....	5
二、刀式剥皮机.....	9
三、锯木机.....	10
第三节 削片机.....	10
一、国内常用的削片机类型.....	10
二、盘式削片机.....	11
三、鼓式削片机.....	15
第四节 木片筛选与再碎设备.....	17
一、摇摆式平筛.....	17
二、盘式木片筛.....	18
三、木片再碎机.....	20
第五节 非木材原料的切断设备.....	20
一、切草机.....	20
二、切苇机.....	22
三、切竹机.....	23
第六节 非木材原料的筛选除尘设备.....	24
一、草片筛选除尘设备.....	24
二、苇片筛选除尘设备.....	25
三、竹片筛选设备.....	26
四、甘蔗渣备料除髓设备.....	27
五、棉秆备料除尘设备.....	28
第七节 非木材原料的湿法备料设备.....	30
一、稻麦草湿法备料设备.....	30
二、芦苇(芒秆)湿法备料设备.....	31
三、蔗渣湿法备料设备.....	32

四、竹子湿法备料设备	33
参考文献	34
第二章 化学制浆设备	35
第一节 概述	35
一、化学制浆工艺流程与设备分类	35
二、化学制浆设备的选型	35
第二节 立式蒸煮锅	36
一、硫酸盐蒸煮锅	36
二、亚硫酸盐衬砖蒸煮锅	41
三、不锈钢做保护层的蒸煮锅	42
第三节 间歇式蒸煮器的附属设备	45
一、装锅器	45
二、喷放装置	46
三、废气余热回收装置	47
第四节 塔式连续蒸煮设备	48
一、塔式连续蒸煮器的类型、流程	48
二、塔式连续蒸煮器的进料器	54
三、塔式连续蒸煮器的蒸煮锅	55
四、塔式连续蒸煮器的其他设备	57
第五节 横管式连续蒸煮设备	58
一、横管式连续蒸煮器简介	59
二、横管式连续蒸煮器的螺旋喂料器	60
三、横管式连续蒸煮器的蒸煮管	63
四、横管式连续蒸煮器的其他设备	64
五、横管式连续蒸煮器的运行与控制	69
第六节 斜管式连续蒸煮设备	71
一、斜管式连续蒸煮器简介	72
二、斜管式连续蒸煮器的主要设备	72
第七节 快速置换加热间歇蒸煮技术与应用	75
参考文献	76
第三章 高得率制浆设备	78
第一节 概述	78
第二节 磨石磨木浆设备	78
一、概述	78
二、磨木机的型式及特点	78
三、间歇式磨木机	79
四、连续式磨木机	81
五、磨石	85
六、磨木机的性能及参数	89
第三节 盘磨机械浆设备	91

一、概述	91
二、盘磨机械浆系统的典型流程	91
三、盘磨机	91
四、盘磨机械浆系统的配套设备	100
五、盘磨机械浆的热回收设备	104
六、盘磨机的发展	106
第四节 高得率浆的低能耗设备	106
一、节能的意义及途径	106
二、挤压机械浆设备	107
三、节能型盘磨机的制造和使用	108
参考文献	112
第四章 废纸制浆及废纸脱墨设备	113
第一节 废纸制浆基本流程及设备特点	113
一、非脱墨废纸制浆	113
二、废纸脱墨制浆	114
三、废纸制浆设备的特点	115
第二节 运输机	117
一、板式运输机	117
二、带式运输机	119
第三节 碎浆机	119
一、立式高浓碎浆机	119
二、立式低浓碎浆机	122
三、转鼓碎浆机	123
四、其他形式碎浆机	127
第四节 筛选净化设备	130
一、孔类压力筛	130
二、缝类压力筛	132
三、高浓除渣器	132
第五节 浮选槽	134
一、浮选槽概述	134
二、加气装置	134
三、槽体	135
四、附属部件	137
第六节 热分散机和磨浆机	138
一、盘式热分散机	139
二、辊式热分散机	141
三、低温分散机	143
四、磨浆机	143
第七节 漂白设备	144
一、高浓漂白	144

二、中浓漂白.....	145
第八节 水处理及污泥脱水处理.....	145
一、加气装置.....	146
二、布水系统.....	147
三、气浮池槽体.....	147
四、排泥系统.....	148
五、污泥脱水设备.....	148
第九节 原料和废渣处理设备.....	150
一、剪铁丝机.....	150
二、纸捆松散装置.....	151
三、纸层铺平器.....	151
第十节 废纸脱墨制浆生产实例.....	152
一、美国 AFR 纸浆厂	152
二、福建南平纸厂日产 500t 脱墨浆生产线	153
三、德国海德尔纸厂 380t/d 脱墨浆生产线	153
参考文献.....	154
第五章 洗涤与浓缩设备.....	155
第一节 概述.....	155
一、洗涤与浓缩设备的分类.....	155
二、洗涤指标及洗涤效果评定.....	155
第二节 低浓洗涤浓缩设备.....	156
一、圆网浓缩机.....	156
二、网式浓缩设备.....	157
第三节 中浓洗涤浓缩设备.....	159
一、真空洗涤浓缩机.....	159
二、压力洗涤浓缩机.....	164
三、水平带式真空洗浆机.....	166
第四节 高浓洗涤浓缩设备.....	169
一、螺旋挤浆机.....	169
二、双辊挤浆机.....	170
三、环式双筒挤浆机.....	172
四、双网挤浆机.....	173
五、偏心旋转式挤浆机和双锥盘挤浆机.....	176
第五节 置换洗涤设备.....	178
一、常压置换洗涤塔.....	178
二、压力置换洗涤塔.....	180
三、双辊置换压榨洗浆机.....	182
四、鼓式置换洗浆机.....	183
参考文献.....	185
第六章 筛选净化设备.....	187

第一节 概述.....	187
第二节 筛选设备.....	187
一、筛选机理.....	187
二、筛选效率新的评价方法.....	191
三、振动式筛浆机.....	192
四、离心式筛浆机.....	193
五、压力式筛浆机.....	197
六、中浓筛浆机.....	211
第三节 净化设备.....	213
一、概述.....	213
二、净化原理.....	213
三、涡旋除渣器.....	214
参考文献.....	221
第七章 漂白设备.....	222
第一节 概述.....	222
一、漂白过程的段与序.....	222
二、漂白段的基本配备.....	223
三、纸浆漂白技术的发展.....	224
第二节 CEH 传统三段漂白设备	225
一、漂白流程及所需设备.....	225
二、氯化段及氯化塔.....	225
三、碱处理段及碱处理塔.....	227
四、次氯酸盐漂白段及漂白塔.....	229
五、混合设备.....	230
六、次氯酸盐漂液的制备简介.....	233
第三节 中高浓纸浆氧漂白设备.....	234
一、中高浓纸浆氧漂白的流程及所需设备.....	234
二、氧漂白塔.....	235
三、中浓混合器.....	236
四、氧漂白塔的强度设计计算.....	237
五、高浓纸浆氧漂白.....	239
第四节 中浓纸浆二氧化氯漂白设备.....	241
一、中浓纸浆二氧化氯漂白段流程及所需设备.....	241
二、中浓高剪切混合设备.....	241
三、中浓纸浆二氧化氯漂白塔.....	245
四、二氧化氯制备系统.....	245
五、对中浓纸浆二氧化氯漂白的评价.....	248
第五节 中高浓过氧化氢漂白设备.....	249
一、中浓纸浆过氧化氢漂白段流程.....	249
二、中浓过氧化氢漂白段所需设备.....	250

三、升流漂白塔.....	250
四、高浓过氧化氢漂白流程及设备.....	251
五、高浓混合器.....	251
六、高浓漂白塔及高浓卸料器.....	253
第六节 中高浓纸浆臭氧漂白设备.....	255
一、中浓臭氧漂白流程.....	255
二、中浓臭氧漂白段所需设备.....	256
三、高浓臭氧漂白.....	256
第七节 中高浓多段漂白流程与设备.....	257
一、OC/DE ₀ D 短序漂白流程及设备.....	257
二、无元素氯 (ECF) 漂白流程及设备.....	258
三、全无氯 (TCF) 漂白程序的组合及关键设备.....	259
第八节 中高浓纸浆漂白系统的辅助设备.....	260
一、洗浆机.....	260
二、疏解机.....	261
三、针形阀.....	261
四、循环推进器.....	262
第九节 漂白设备的防腐蚀.....	262
一、漂白设备的防腐蚀.....	262
二、常用耐腐蚀金属材料.....	262
三、常用的耐腐蚀非金属材料.....	264
四、漂白设备的材料选择.....	266
参考文献.....	267
第八章 纸浆输送机械与贮存设备.....	268
第一节 纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程.....	268
一、纤维网络及纸浆浓度.....	268
二、低浓浆输送管路中压头损失的预测.....	269
三、中浓浆的流动特性和压头损失值的预测.....	274
四、浆泵的扬程.....	275
第二节 纸浆输送机械.....	275
一、输浆泵的分类及性能参数.....	275
二、低浓浆泵.....	277
三、中浓浆泵.....	278
四、高浓浆泵.....	286
第三节 纸浆贮浆设备.....	289
一、低浓贮浆池.....	289
二、中浓贮浆塔.....	291
三、推进器和搅拌器.....	293
参考文献.....	296
第九章 碱回收设备.....	297

第一节 碱回收工程概述.....	297
一、碱回收工程的流程及设备.....	297
二、碱回收工程的发展.....	309
第二节 黑液的蒸发与浓缩设备.....	311
一、蒸发器的类型.....	311
二、短管蒸发器.....	312
三、长管升膜蒸发器.....	312
四、管式降膜蒸发器.....	314
五、板式降膜蒸发器.....	315
六、黑液增浓器.....	318
七、预蒸发设备.....	321
八、蒸发辅助设备.....	321
第三节 黑液的燃烧设备.....	324
一、黑液燃烧炉的分类及组成.....	324
二、喷射式碱回收炉——喷射炉.....	325
三、锅炉.....	329
四、炉膛.....	334
五、黑液喷枪.....	335
六、黑液燃烧炉的辅助设备.....	335
第四节 绿液的苛化设备.....	338
一、苛化系统概述.....	338
二、石灰消化器和苛化器.....	338
三、澄清、洗涤与过滤设备.....	340
第五节 白泥回收.....	348
一、白泥回收系统概述.....	348
二、回转石灰窑.....	349
三、白泥回收系统辅助设备.....	354
第六节 碱回收仪表控制系统概述.....	356
一、碱回收过程控制系统概述.....	356
二、蒸发工段控制系统概述.....	358
三、燃烧工段控制系统概述.....	359
四、苛化工段控制系统概述.....	360
五、石灰回收工段控制系统概述.....	361
参考文献.....	361
第十章 废水处理设备.....	363
第一节 概述.....	363
一、制浆废水常用处理方法、原理及特点.....	363
二、废水处理设备的分类.....	364
第二节 物理法处理设备.....	366
一、沉淀装置.....	366

二、澄清装置.....	370
三、气浮分离装置.....	372
四、离心分离装置.....	377
五、筛滤装置.....	379
六、过滤装置.....	380
七、压滤和吸滤装置.....	381
第三节 化学法处理设备.....	384
一、概述.....	384
二、酸碱中和装置.....	384
三、混凝装置.....	385
第四节 物理化学处理设备.....	386
一、吸附装置.....	386
二、膜分离装置.....	387
第五节 生物法处理及设备.....	391
一、概述.....	391
二、好氧生物处理装置.....	391
三、厌氧处理装置.....	402
第六节 固体废弃物处理设备.....	405
一、固体废弃物.....	405
二、流化床式焚烧炉.....	405
三、固定床式焚烧炉.....	406
第七节 典型废水处理单元配置.....	407
一、物化生化法处理漂白草浆综合废水.....	407
二、物化生化法处理新闻废纸制浆废水.....	407
三、活性污泥法处理硫酸盐木浆厂中段废水.....	408
四、物理化学法处理松木化学机械浆制浆造纸混合废水.....	408
五、物化法处理箱纸板废水.....	409
参考文献.....	409

绪 论

现代造纸工业是世界上居电信制造业和汽车工业之后的第三大加工工业，属集中度高，资金、技术、能源密集的大型现代化基础产业。造纸机械工业是为造纸工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，造纸机械与设备的产量、水平、质量对我国造纸工业的生产建设规模、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，并随着我国造纸工业的高速发展而得到发展；但是目前我国造纸机械工业的发展还是远远落后于我国造纸工业的发展，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，发展造纸机械工业，研究与开发造纸新技术新设备，已成为国内造纸工程技术人员及科技工作者的迫切任务。

一、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以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、风机及药液泵等均用来输送水、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。连烘罐、卷纸罐等，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、卷纸辊等等，都属于辊筒类设备，可以认为，造纸机、压光机、复卷机、切纸机等分别是由各种类型的辊筒所组成，这些辊筒都有一定的工艺用途，有些辊筒则完全是为了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的设备。

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，各类除渣器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，也具有通用性。

二、我国制浆造纸机械与设备近些年的发展

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 60 万 t/年生产规模，单台造纸机生产能力达到 40 万 t/年，车速 2800m/min，幅宽 10m 的高速宽幅造纸机已应用于生产。

目前我国大型造纸企业需要的机械与设备，大多数依赖于进口，日产 420t 废纸浆及日产 250t 脱墨浆生产设备，日产 300t 和日产 450t 的化学木浆生产设备、日产 120t 的水平连续蒸煮器、日产 150t 的 RDH 间歇蒸煮器、年产 7 万 t 的 CTMP 浆生产设备、年产 6.5 万 t APMP 浆生产设备、年产 6 万 t CMP 浆生产设备以及年产 10 万 t 的中高浓纸浆氧漂白和二氧化氯漂白设备，国内都已有引进。

在造纸机方面，国内引进的新闻纸机已达到抄宽 5590mm，车速 1800m/min 及抄宽 8600mm，车速 1000m/min 的水平，有的新闻纸机生产能力近 20 万 t/年；引进的卫生纸机生产能力达到 100t/d，车速 2200m/min，抄宽 2700mm；引进的涂布白板纸单机产量也已达 35 万 t/年。同时引进了相应的纸浆输送设备及洗涤浓缩设备，引进了集散控制系统 (DCS) 及质量监控系统 (QCS)。

同时，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各种新技术组合的各类造纸机、涂布机等等。

可以看出，我国造纸企业，特别是大型造纸企业，现代化程度及自动化程度越来越高，制浆造纸过程所应用的机械与设备具有新型性及先进性，明显体现出高速、高质、高效及对环境友好的优点，和 20 年前的我国制浆造纸机械与设备的状况，已不能相提并论了。为了让造纸工业的广大科技人员及生产工作者尽快的掌握和应用现代制浆造纸工程的新技术新设备，以适应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》(第二版)这一套教材的动力。

三、制浆造纸机械与设备今后的发展

在今后 5~10 年内，我国在制浆造纸机械与设备方面将重点开发研究如下技术装备：

- (1) 高效、大型碎浆与分离设备。
- (2) 高效、大型废纸脱墨浮选技术与设备。
- (3) 大型中高浓纸浆氧漂白技术与设备和过氧化氢漂白技术与设备。
- (4) 高速水力式流浆箱以及稀释水流浆箱，双层或多层式流浆箱以及高浓流浆箱。
- (5) 双网成形技术及复合型预成形技术与设备。

- (6) 新型复合压榨、宽区压榨以及辊式靴型压榨技术与设备。
- (7) 单排烘缸、真空抽吸烘缸以及无声传动、无绳引纸的烘干技术。
- (8) 高速度下的计量涂布技术与装备。
- (9) 带可控中高辊的软压光技术。
- (10) 高速刮刀涂布器。
- (11) 涂布机高速退纸系统。

重点发展下面一批重点机械与设备：

1. 在制浆、环保设备方面

- (1) 原木备料成套设备（10~30 万 t 浆/年）。
- (2) 木浆连续蒸煮成套设备（10~30 万 t/年）。
- (3) 草浆横管连续蒸煮成套设备（3~10 万 t/年）。
- (4) RDH 节能间歇蒸煮（或称快速置换间歇蒸煮）成套设备（3~15 万 t/年）。
- (5) APMP 碱性过氧化氢化学机械浆成套设备（3~15 万 t/年）。
- (6) BCTMP 磺化化学机械木浆成套设备（3~15 万 t/年）。
- (7) 高温、高效、封闭置换洗浆机（15 万 t 浆/年）。
- (8) 中、高浓纸浆少氯或无氯多效连续漂白成套设备（3~30 万 t/年）。
- (9) 废纸处理成套设备（400t/d 以上）。
- (10) 先进、高效、大型纸浆筛选及净化设备。
- (11) 中、高浓大型盘磨。
- (12) 大型碱回收成套设备（用于木浆生产 10~30 万 t/年，用于草浆生产 3~10 万 t/年）。

2. 造纸机械方面

- (1) 高速造纸机，新闻文化造纸机（车速 600~1200m/min，产量 \geq 5 万 t/年）。
- (2) 大型多层造纸机（车速 \leq 800m/min，产量 \geq 10 万 t/年）。
- (3) 大型节能浆板机（10~30 万 t/年）。
- (4) 高速夹网薄页造纸机（车速 \geq 800m/min）。
- (5) 造纸机上浆系统成套设备（适应造纸机抄速 800~1200m/min）。
- (6) 高速刮刀涂布机（车速 $>$ 500m/min）。
- (7) 软压光机和超级软压光机（车速 600~1200m/min）。
- (8) 高速下引纸复卷机（车速 2000~3000m/min）。
- (9) 高速同步切纸机（车速 200~300m/min）。

上述制浆造纸技术与装备的研制成功，将促使我国制浆造纸机械与设备提高到更高水平，更进一步推动我国造纸工业的发展。

参 考 文 献

- 1 中国轻工机械协会. 中国制浆造纸机械与设备“十五”发展规划, 2001
- 2 中国造纸协会. 关于造纸工业“十五”计划的意见. 中华纸业, 2001, N0.5, P6.

第一章 备料机械与设备

第一节 概 述

一、木材备料过程及设备

制浆造纸用的原料一般有原木、废材、边材和板皮等。不同的制浆方法，对原木备料的质量具有不同的要求。供蒸煮用的原木备料，要求提供具有一定形状和大小的木片，并且要求除去树皮、木屑、尘土等杂质。木片磨木浆的备料也要求提供一定形状和大小的木片，一般还要求把木片洗涤干净，防止混入砂土造成设备过早磨损。传统的备料过程如图 1-1 所示，该工艺过程大体包括：剥皮、锯木、除节与劈木、削片、筛选等，因而需要相应的机械与设备。

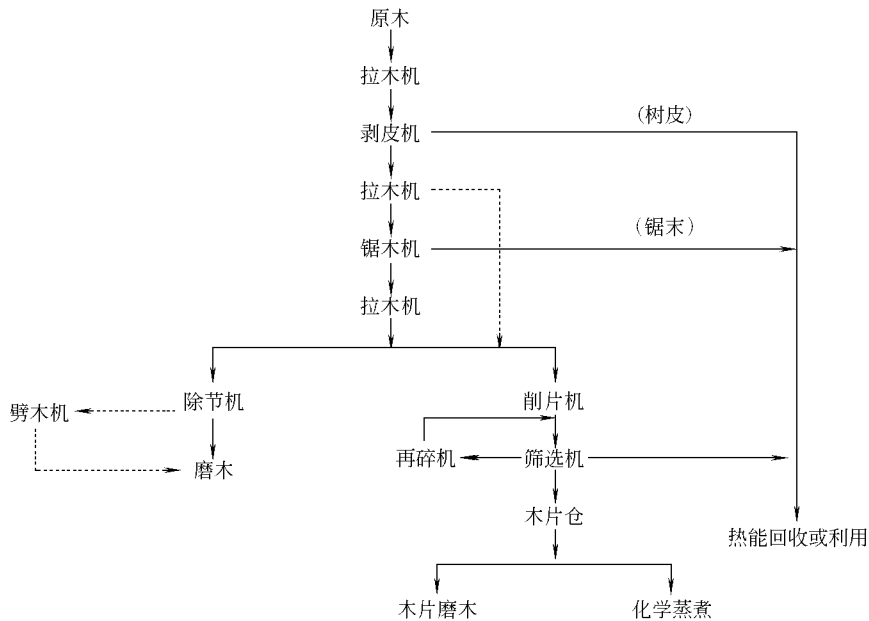


图 1-1 原木备料生产流程示意图

二、非木材备料过程及设备

草类原料的备料是为蒸煮提供一定长度的草料，除去草料中的部分或大部分穗、节、髓、谷粒以及混杂在草料中的一些尘土、砂石等杂质。

传统的备料方法是干法备料，其基本作业是切断、除髓、除尘、筛分、尘气处理等过程。但由于其品种繁多、特性各异，故备料的工艺流程及设备不尽相同。图 1-2 为稻麦草干法备料生产流程示意图。

稻麦草经过预处理，尽量除去草料中的根、叶、穗、霉烂部分、泥砂等。处理后的草料

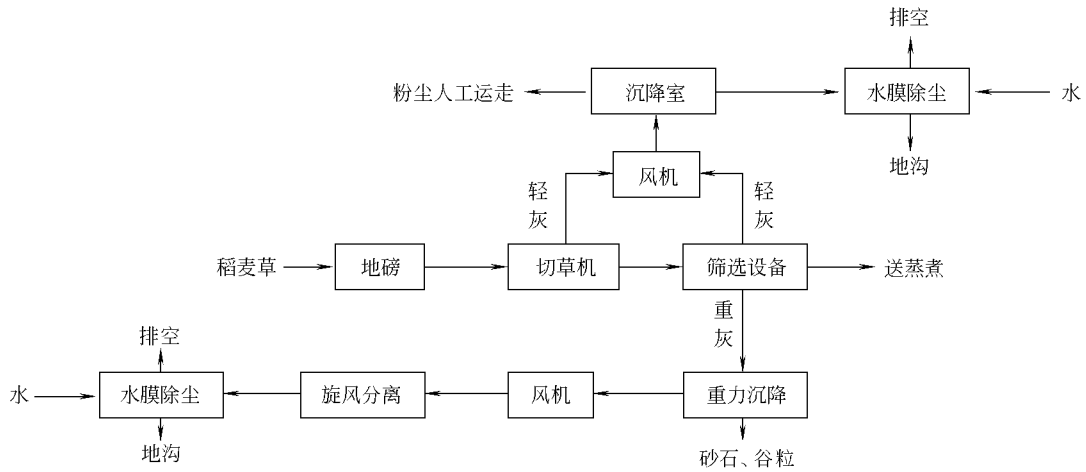


图 1-2 稻麦草干法备料生产流程示意图

通过运输带连续地喂入切草机，切成草片。然后将草片及杂质风送或运输带送至辊式除尘器（或双锥除尘器），除去砂石、谷粒等较重杂质，并分离出细末尘土等较轻杂质，净化后的草片经输送机送至蒸煮。

切草机、辊式除尘器（或双锥除尘器）排出的轻杂质，可以采用抽风吸尘，再经沉降室、水膜除尘器进行处理。辊式除尘器排出的重杂质，先经重力沉降筒分离出谷粒，再经两级除尘方式加以去除收集，第一级采用旋风分离器、第二级采用水膜除尘器。

第二节 剥皮机与锯木机

树皮纤维含量低，灰分、杂质多。树皮的存在对制浆过程有不利影响，大多数木浆厂的备料要先行去皮。木料去皮可采用人工去皮、机械去皮和化学去皮等不同的方法。

机械剥皮的机械设备类型很多，按其工作原理可分为：摩擦剥皮、刀式剥皮及挤压剥皮。摩擦剥皮机是应用最广泛的一类剥皮机，它又可为原木与原木摩擦和原木与金属相互摩擦两大类。刀式剥皮机剥皮木材损耗率比较高，劳动生产率低，但能有效地剥去大直径原木的结合得比较牢固的树皮。随着木片工业的发展，林区将进行全树剥皮，挤压去皮也将会在一些企业中获得应用。

化学去皮是利用化学药品对未砍伐的树木进行化学处理，使树木死去，易于剥皮。此法在北方对鱼鳞松、铁杉、白杨、桦木等最有效，但在南方潮湿地区则不甚适宜。

一、圆筒剥皮机

圆筒剥皮机是摩擦式剥皮机的一种，它是靠原木在圆筒内相互碰撞摩擦进行去皮的，圆筒剥皮机是当前各国广泛用于木段或原木剥皮的主要设备。

（一）圆筒剥皮机的工作原理

圆筒剥皮机的传动机构通过齿轮驱动圆筒绕水平轴旋转，筒内木段随着圆筒转动并被提升到一定高度之后跌落下来，使筒内木段之间和木段与提升器、筒壁、刀轴或剥具之间反复产生强烈的碰撞、摩擦等作用，进而原木表面的树皮受到冲击、挤压、剪切而被剥离。

原木在圆筒内的受力情况与圆筒的转速和圆筒的填满系数有直接关系。原木随圆筒运动

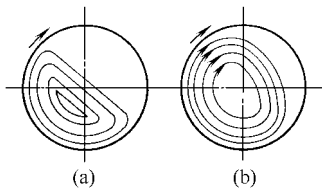


图 1-3 原木在圆筒内的运动状态
(a) 崩落式 (b) 瀑布式

所受到的离心力和它本身的重力相等时的圆筒体的转速，称为临界转速 n_k 。在正常的填满系数的条件下，圆筒转速在 $0.4n_k$ 以下时，筒内原木成间歇式崩落；在 $(0.4\sim 0.8)n_k$ 时，筒内原木成连续式崩落；在 $(0.8\sim 0.85)n_k$ 时，筒内原木开始向上抛，即从崩落式向瀑布式过渡（图 1-3）

原木在圆筒内的运动状态从崩落式过渡到瀑布式时，由于冲击载荷和挤压力继续上升，而剪切应力急剧下降，对剥皮作用产生不良的影响，同时木材受到顺纹和横纹剪切，原木的损耗有所增加，因此，圆筒的转速在正常填满系数下一般不超过 $0.8n_k$ 。当填满系数低（例如 0.4）且转速达到 $(0.7\sim 0.75)n_k$ 时，原木开始从崩落式向瀑布式过渡。

（二）圆筒剥皮机的主要类型

圆筒剥皮机有间歇操作与连续操作两类。连续操作的圆筒剥皮机可分为长原木剥皮机和短原木剥皮机，前者又称为平行式圆筒剥皮机，后者又称为翻滚式剥皮机。

连续式短原木剥皮机圆筒的直径应大于原木的长度。原木在圆筒内作无规则的滚动，从圆筒的一端逐步移向另一端，在相互的碰撞和摩擦中使树皮剥离。去皮效果较好，剥净度可达 $95\%\sim 98\%$ ，损失率约 $1.0\%\sim 1.5\%$ ，且设备结构简单，管理维修方便，所需操作人员少。其缺点是设备笨重噪声大，占地面积大，原木两端因碰撞而造成损伤，易夹带泥沙等杂物而影响纸浆质量。

连续式长原木剥皮机所用原木的直径较大，长度较长（接近或超过圆筒的直径），原木在圆筒内沿着筒体轴线方向移动，同时绕自身轴线滚动。在相同圆筒容积和转速下，长原木剥皮机较短原木剥皮机的生产能力高出 30% ，且原木两端损伤少，原木的损耗有所降低。

连续式剥皮机按操作条件又可分为干法和湿法两类。在湿法圆筒剥皮机中，将水加到圆筒前面（即进料端）的钢板内，以协助松动树皮，圆筒的其余部分开有缝口，以便使剥去的树皮，在木段持续前进过程中掉落下来。在干法圆筒剥皮机中，圆筒的全长都开有排出树皮的缝口。其长度比湿法圆筒剥皮机要长，而且转速要高；干法圆筒剥皮机的优点是脱除的树皮可直接送入树皮锅炉中燃烧。从湿法圆筒剥皮机出来的树皮必须收集在一个水槽中，在燃烧前进行脱水和压缩，其最终废水处理比较困难且费用较大。

（三）圆筒剥皮机的结构

国内制浆厂目前多采用连续式湿法短原木圆筒剥皮机。下面以它为例介绍圆筒剥皮机的结构（图 1-4）。

连续式剥皮机由圆筒体、滚圈及支承、传动装置、水槽和进出料闸板等部分组成。原木从圆筒的进料端连续投入，经剥皮的原木从圆筒的另一端连续溢出。剥皮机的生产能力和原木剥皮的干净程度可以通过改变投料量和出料闸板的高度来调节。

1. 圆筒体

圆筒体是剥皮机的主要部件，它的直径根据剥皮的方式（平行式或翻滚式）原木的长度以及生产能力来决定。对翻滚式圆筒剥皮机，直径不宜过小，以免影响原木在筒体内作无规律的滚动，筒体的直径一般不小于 $2m$ 。筒体的总长度根据生产能力决定，一般为直径的 $3\sim 3.5$ 倍。当圆筒所需长度较长时，可以把整台设备分成二段或三段，每段的结构大致相同。

圆筒体通常用钢板卷制或用型钢焊成栅状环。前者为平板型结构，在圆筒内壁沿纵向设