



“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

废物资源综合利用技术丛书

ZAOZHI FEIZHA ZIYUAN ZONGHE LIYONG

造纸废渣资源 综合利用

汪苹 宋云 冯旭东 等编著



化学工业出版社



“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

❖ 废物资源综合利用技术丛书

ZAOZHI FEIZHA ZIYUAN ZONGHE LIYONG

造纸废渣资源 综合利用

汪苹 宋云 冯旭东 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

该书从制浆造纸工业的废渣方面系统介绍了国内外比较成熟的资源综合利用技术和正在研发的技术。具体包括造纸废渣的产生、备料过程废渣综合利用技术、制浆过程废渣综合利用技术、碱回收过程废渣综合利用技术、造纸阶段筛选浆渣的回收利用技术、造纸废水生化处理污泥综合利用技术等内容。

本书具有较强的技术性和可操作性，可供从事造纸废渣处理的工程技术、研究、生产和经营管理人员使用，也可供高等学校再生资源科学与工程、环境科学与环境工程、造纸工业及相关专业师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸废渣资源综合利用/汪莘等编著. —北京: 化学工业出版社, 2017.12

(废物资源综合利用技术丛书)

ISBN 978-7-122-30611-1

I. ①造… II. ①汪… III. ①造纸工业-废物综合利用 IV. ①X793

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 222182 号

责任编辑: 卢萌萌 刘兴春

文字编辑: 汲永臻

责任校对: 边涛

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 275 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

《废物资源综合利用技术丛书》 编委会

主任：岑可法

副主任：刘明华 陈冠益 汪 苹

编委成员（以汉语拼音排序）：

程洁红	冯旭东	高华林	龚林林	郭利杰	黄建辉
蒋自力	金宜英	梁文俊	廖永红	刘 佳	刘以凡
潘 荔	宋 云	王 纯	王志轩	肖 春	杨 帆
杨小聪	张长森	张殿印	张 辉	赵由才	周连碧
周全法	祝怡斌				

《造纸废渣资源综合利用》 编著人员

编著人员：汪 苹 宋 云 冯旭东 吕竹明 张 琳

造纸工业是我国国民经济中具有循环经济特征的重要基础原材料产业，与国民经济发展和社会文明息息相关。近年来，我国造纸工业发展迅速，据统计：2015年全国纸及纸板生产企业约2900家，全国纸及纸板生产量 1.071×10^8 t，较上年增长2.29%。消费量 1.0352×10^8 t，较上年增长2.79%，人均年消费量为75kg，高于世界平均水平。

在造纸工业快速发展的同时，污染物排放减少，据统计：2014年造纸和纸制品业排放废水中化学需氧量（COD）为 4.78×10^5 t，比上年 5.33×10^5 t减少 5.5×10^4 t，减少10.3%，占全国工业COD总排放量 2.746×10^6 t的17.4%，比上年减少1.3个百分点。万元工业产值（现价）化学需氧量（COD）排放强度为6.6kg，比上年降低13.2%。万元工业产值（现价）氨氮排放强度为0.22kg，比上年降低12%。

我国造纸工业虽然在节能减排方面已经取得了长足进步，但是面对资源短缺、能源紧张、环境压力大等世界性难题，我国造纸工业仍然面临转变发展方式，加快结构调整，加大节能减排力度，提高资源综合利用效率，走绿色发展之路等重要任务。造纸工业是采用可再生物质为原料规模最大的加工业，在生物质循环利用和低碳生产技术的开发利用方面，具有独特的优势。造纸工业在废渣资源综合利用方面还有很多工作有待进一步完善。

本书从制浆造纸工业的废渣方面系统介绍国内外比较成熟的资源综合利用技术，希望本书的出版能够为从事制浆造纸生产和环境保护工作的从业人员、环境保护管理工作人员，以及从事制浆造纸和环境保护相关科研人员提供参考，为推动我国制浆造纸行业的可持续发展奉献绵薄之力。

本书架构由北京工商大学汪莘教授提出，并负责组织人员编著。具体内容有以下作者主要完成：第1章由北京工商大学冯旭东、轻工业环境保护研究所宋云和吕竹明负责编著；第2章由轻工业环境保护研究所宋云、吕竹明和张琳负责编著；第3章由宋云和张琳负责编著；第4章由冯旭东负责编著；第5章、第6章由宋云和张琳负责编著。

本书在编著过程中，主要参考了中国造纸学会编写的《中国造纸年鉴》和行

业内专家学者的研究成果，在此一并向他们致以谢意。

由于编著者的学识和时间有限，编著中难免有疏漏和不足之处，谨请读者和同仁予以指正。

编著者
2017年6月

第 1 章 造纸废渣的产生

1.1 制浆过程废渣的产生	001
1.1.1 备料过程	001
1.1.2 制浆过程	006
1.2 碱回收过程废渣的产生	014
1.2.1 碱回收工艺过程	014
1.2.2 碱回收过程中废渣的产生	015
1.3 抄造过程废渣的产生	016
1.3.1 造纸抄造工艺过程	016
1.3.2 抄造过程产生的废渣	017
1.4 末端废水生化处理污泥	018
1.4.1 造纸废水的处理工艺	018
1.4.2 造纸废水处理污泥	025
参考文献	027

第 2 章 备料过程废渣综合利用技术

2.1 推荐树皮锅炉回收热能技术	028
2.1.1 树皮的燃烧特性	028
2.1.2 循环式流化床树皮锅炉	029
2.1.3 树皮锅炉节能技术	035
2.2 非木材原料备料废渣回收热能技术	042
2.2.1 处理荻苇原料的锅炉	042
2.2.2 处理禾草原料的草末锅炉	043
参考文献	044

第 3 章 制浆过程废渣综合利用技术

3.1 筛浆废渣回收利用技术	046
3.1.1 蔗渣浆筛选尾浆与回收废浆抄造高强度瓦楞原纸	046
3.1.2 尾浆堆垛回煮	050
3.2 脱墨污泥综合利用	051
3.2.1 脱墨污泥的性质	051
3.2.2 利用脱墨污泥生产造纸用填料和涂料	052
3.2.3 脱墨污泥制高质量板材	055

3.2.4	利用脱墨污泥改良土壤	057
3.2.5	脱墨污泥焚烧回收能量	058
3.2.6	脱墨污泥生产纸及纸板	059
3.2.7	脱墨污泥生产复合材料 (CN 10540090 A)	062
	参考文献	065

第4章 碱回收过程废渣综合利用技术

4.1	石灰回收工艺	066
4.1.1	石灰回收工艺过程概述	066
4.1.2	石灰回收方法	066
4.2	白泥用作脱硫剂	069
4.2.1	湿法烟气脱硫原理	069
4.2.2	石灰石/石膏湿法烟气脱硫技术	070
4.3	以白泥为原料制作页岩砖	072
4.3.1	技术原理	072
4.3.2	工艺流程	073
4.3.3	影响页岩砖抗压强度的因素	073
4.4	利用白泥作为水泥原料	075
4.4.1	技术原理	075
4.4.2	工艺流程	075
4.4.3	工艺的特点	076
4.5	利用白泥制备轻质碳酸钙	077
4.5.1	利用白泥制备轻质碳酸钙的原理	077
4.5.2	利用白泥制备轻质碳酸钙的工艺	079
4.6	白泥用作厌氧产沼促进调节剂	082
4.6.1	有机物厌氧产生沼气的过程	082
4.6.2	餐厨垃圾消化过程中添加造纸白泥的影响	084
4.7	白泥用作钙基催化剂	085
4.7.1	白泥钙基催化剂制备方法	085
4.7.2	白泥催化剂的催化性能	086
	参考文献	088

第5章 造纸阶段筛选浆渣的回收利用技术

5.1	CRT 技术	090
5.1.1	工艺流程	090
5.1.2	CRT 系统的优点	090
5.1.3	CRT 系统的性能	091
5.1.4	CRT 系统的经济效益	092
5.2	新型浆渣回收装置 (CN 205000190 U)	093

5.3 一种斜网浆渣回收系统 (CN 205024518)	094
参考文献	095

第6章 造纸废水生化处理污泥综合利用技术

6.1 造纸污泥的特点及前处理	096
6.1.1 制浆造纸污泥的分类和特点	096
6.1.2 制浆造纸废水生化处理污泥的前处理	097
6.2 造纸污泥厌氧消化(发酵)生产沼气技术	099
6.2.1 造纸污泥的性质	099
6.2.2 厌氧消化产沼气技术	100
6.3 污泥生产建筑材料技术	110
6.3.1 利用造纸污泥和页岩生产建筑轻质节能砖	110
6.3.2 利用造纸污泥和水泥制造轻质砖	112
6.3.3 利用造纸污泥和工业废渣烧制轻质环保砖	114
6.3.4 利用造纸污泥生产纤维复合板	116
6.3.5 利用造纸污泥灰制备硅酸钙板 (CN 105601184 A)	121
6.3.6 利用造纸污泥制备外墙涂料 (CN 106010035 A)	122
6.4 造纸污泥堆肥技术	123
6.4.1 堆肥技术概述	124
6.4.2 造纸污泥堆肥技术研究	126
6.5 造纸污泥燃烧技术	136
6.5.1 造纸污泥的脱水和干化	136
6.5.2 造纸污泥单独焚烧	145
6.5.3 造纸污泥与煤混烧	148
6.5.4 造纸污泥与树皮等制浆造纸废料混烧	151
6.5.5 造纸污泥与草渣和废纸渣在炉排炉中的混烧	152
6.6 利用造纸污泥制造复合材料	153
6.6.1 造纸污泥/PVC 木塑复合材料的制备工艺	153
6.6.2 利用造纸污泥制备复合材料的其他研究	156
参考文献	158

附录

附录一 制浆造纸行业清洁生产评价指标体系	160
附录二 中国造纸协会关于造纸工业“十三五”发展的意见	184
附件三 “十二五”资源综合利用指导意见	192

索引

第1章



造纸废渣的产生

1.1 制浆过程废渣的产生

1.1.1 备料过程

1.1.1.1 木材备料的基本过程及废渣的产生

(1) 木材的备料过程

自然界木材种类繁多，而作为制浆造纸原料则要求：材质不能过于坚硬密致，木节要少，色泽较白，纤维细长；化学组成方面纤维素含量高，木素含量低，树脂要少。因此造纸工业常用的木材主要有云杉、红松、冷杉、落叶松、马尾松等针叶材和白杨、青杨、桦木、桤木等阔叶材。

木材从林区采伐，由陆路或水路运送到制浆厂后，必须经过一定的处理才能满足制浆的要求。从原木起到制成生产磨木浆所需的成材或制成符合生产化学木浆要求的木片为止的一段处理过程，称为木材备料。主要包括原木贮存、锯断、去皮、除节、削片、筛选和木片的输送贮存等几部分。供生产磨木浆用的木材备料，不需削片，而只需锯成一定长度的木段，供磨木机使用。通常采用的备料流程见图 1-1^[1]。

1) 原木的锯断 锯木的目的是将长短不齐的原木锯成一定规格的木段，以适应削片机、磨木机等设备的处理要求。同时大径原木、腐朽木，为了便于劈木，也需要锯断。

锯木机有多锯机、单圆锯和带锯。多锯机仅适用于大型制浆厂，锯断长度大致相等；带锯锯木效率不高，而且设备庞大，故仅在个别厂中应用；单圆锯由于设备构造简单，使用方便，可将原木锯成任意长度，使用最普遍。

2) 原木的去皮 树皮的纤维含量很低，灰分含量高，不仅在造纸上利用价值很小，而且混在木材中反会增加纸浆的尘埃度，影响纸浆质量，增加化学药品消耗。因

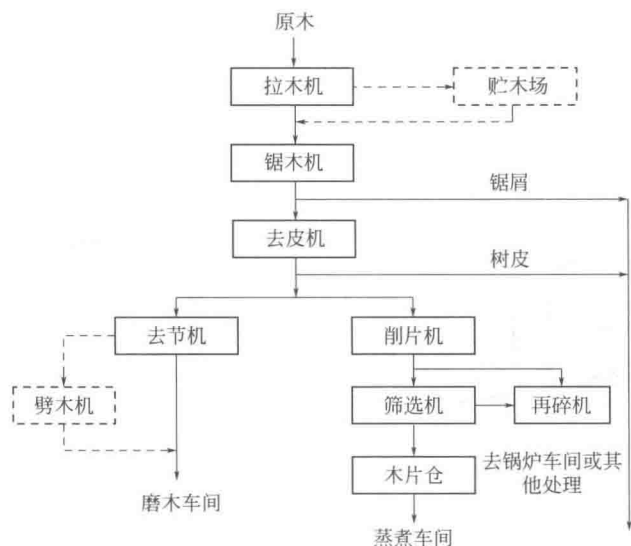


图 1-1 木材备料流程

此，木材在投入生产前要去皮。

目前，原木剥皮所使用的设备多为鼓式剥皮机，也叫剥皮鼓。剥皮鼓主要有两种形式，即鼓体上有条形缝的剥皮鼓和没有条形缝的剥皮鼓。树皮呈片状的原料选用带缝的剥皮鼓比较合适，因为片状的树皮可以从条形缝中出来，剥皮效率有保证。树皮比较长且呈条状的选用不带缝的剥皮鼓更适宜。带缝的剥皮鼓自身比较长，在机械运动下树皮容易缠绕在一起，这时缝就起不到使树皮和原木分离的作用；若选用此设备，其下必须配皮带输送机运输树皮，增加了机器的安装高度及厂房高度，投资增大^[2]。

3) 原木的除节和劈木 树节是树木在生长期，长在树干上的枝条基部。木材树节相当坚硬，颜色深，含树脂多。在生产磨木浆时，节子容易磨损磨石表面，降低磨木机的生产能力，增加电耗，影响纸浆质量。当生产化学浆时，不但容易损坏削片机刀片，而且增加化学药品消耗，使未蒸解组分增加，增加尘埃，容易引起树脂障碍，因此必须除节。

直径太大的原木，不能送进磨木机料箱和削片机的喂料槽，必须先用劈木机劈开。此外为了去除腐朽、原木内的死节等，也必须将原木劈开。

4) 原木和板材的削片 制造化学木浆、高得率化学浆和木片磨木浆等，都必须将原木、板材或枝丫材削成已定规格の木片，然后进行蒸煮或磨浆。削出的木片要求匀整平滑、长短和厚薄均匀一致。木片规格与浆种有关，对纸浆的质量影响很大，因此要有较高的均整度和合格率。

5) 木片的筛选 从削片机出来的木片，规格大小不一，除合乎要求大小的木片外，还有粗大片、碎木屑、木节等。粗大片、木节等在蒸煮时不易为蒸煮液所浸透，造成蒸煮后含未蒸解组分；而碎木屑等在蒸煮中亦会造成困难，使蒸煮操作难于掌握，故需经过筛选，除去粗大片、碎末等，只用大小均匀的木片进行蒸煮。

6) 木片再碎 从木片筛选出来的粗大片、木条等,其中有 80%~90%是有用的木材,但需经过再碎,使其成为符合要求的木片,以充分利用于生产。这样木材的损失率可降低到 1.0%~1.5%,同时也保证了木片的质量。

再碎的方法有的厂是将筛选后的大木片回送到削片机中再削,有的厂是使用再碎机处理,然后并入木片系统中。

(2) 木材备料过程中废渣的产生

木浆厂的备料废渣主要是树皮和木屑。树皮主要产生于原木的去皮环节,木屑主要产生于原木的锯断和木片的筛选等环节。绝干树皮的热值大约为 15000~20000kJ/kg,一般树皮的干度为 50%左右,其热值为 5000~7000kJ/kg^[3]。

国外的树皮 95%以上都用作树皮锅炉的燃料。国内木浆厂以前很少有用树皮锅炉的,松木等大多已在林区剥皮,厂内树皮量不多,有的厂将树皮作为燃料出售给本厂职工或附近居民。但有的厂贪图方便,将部分树皮直接冲入地沟,造成很大的水体污染。目前国内大型浆厂已开始使用树皮锅炉,用来燃烧树皮和木屑。

1.1.1.2 麦草备料的基本过程及废渣的产生

(1) 麦草备料的特点

从表 1-1 可看出麦草各部分的成分,无节麦秆综纤维素含量高,纤维平均长度、纤维长宽比都较其他部分大,而灰分和二氧化硅含量较其他部分低得多,是成浆的有用部分,在备料时应减少其损失。麦草的叶、鞘、节等占全麦草质量的 1/3 还多,这些部分虽综纤维素与无节麦秆相差较少,但纤维素含量、纤维长度均较无节杆部低很多。麦草灰分的 60%集中于叶、鞘中,鞘、叶、穗的 1%氢氧化钠热水抽出物和苯、醇抽出物含量都很高,在备料时应尽可能除去。

麦草的叶、鞘中二氧化硅含量高,杂细胞和多戊糖含量也高,纤维短,在制浆中得率低,碱耗高。蒸煮前期消耗大量的碱,使蒸煮液浓度明显下降,不利于秆部的蒸煮,二氧化硅一部分与碱反应,大部分进入废液,影响黑液的碱回收操作。在备料时尽可能地除去叶、鞘、节,可减少成浆中杂细胞的量,减少成纸的纤维性尘埃^[4]。

表 1-1 麦草各部位的成分

部位	无节秆	叶	鞘	节	全草
部位质量分数/%	52.40	29.10	9.30	9.20	100.00
纤维平均长度/mm	1.51	1.01	1.26	0.67	1.32
纤维长宽比	103~93	73	90	37	—
综纤维比质量分数/%	70.35	60.95	69.86	67.97	68.42
二氧化硅质量分数/%	1.98	7.52	7.66	2.14	4.14

(2) 麦草干法备料

干法备料是由切草机、除尘器等设备组成的备料系统,料片合格率较高,动力消耗少。可除去料片中大部分尘土和部分草叶、鞘等,具有成熟的经验技术。

图 1-2 为麦草干法备料的生产流程。

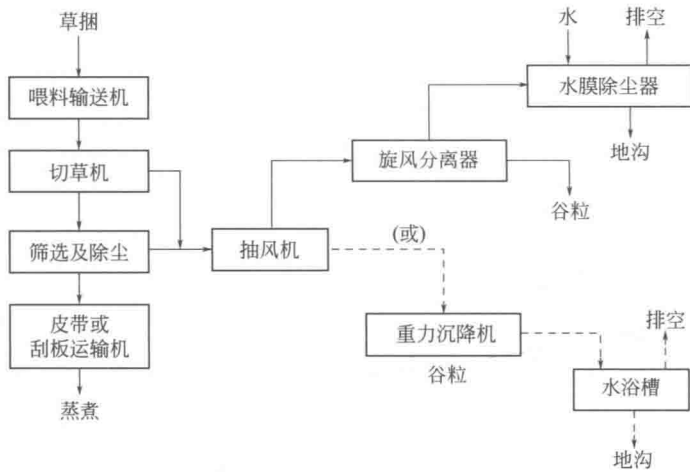


图 1-2 麦草干法备料生产流程

1) 切草 为了便于输送、筛选、除尘,有利于药液的渗透,增加装球量,使蒸煮质量均匀一致,要把原料适当切断。

切草长度一般要求在 30~50mm,不要过短或过长;过短即过分地切短纤维,浪费动力,增加磨刀次数,浪费时间,效率低;过长则药液渗透困难,减少装球量,蒸煮不均匀。因而要求切草合格率在 80%以上。

目前我国各造纸厂常用的切草设备有刀辊式切草机和圆盘式切草机。刀辊式切草机具有对各种非木材纤维原料适应性强的优点,所以一般中小型厂使用较普遍,但其传动部分较复杂,喂料操作较为困难,且切料时震动较大,尘土飞扬较厉害。圆盘式切草机生产能力大,喂料容易,多用于大厂切苇或芒秆、高粱秆等,但动力消耗较大。

2) 筛选除尘 筛选除尘目的是除去草节、草屑、谷粒、泥沙、叶、灰尘等,以减少草浆中的黄黑色尘埃,降低蒸煮用碱,提高纸浆的质量。

根据麦草含杂量大的普遍问题,宜采用两段除尘:一段是切草前使用平筛除尘,可除杂 80%~85%;另一段是切后草片用双锥草片除尘器除尘,经过使用证明比羊角除尘器有更好的效果,除杂率高,草片损失小且维修周期长^[1]。

(3) 麦草湿法备料

加强对料片的进一步净化是提高制浆质量的重要环节,湿法净化可使料片更洁净。湿法备料由水力碎解机和脱水设备等组成。在齿盘的机械力和水力作用下,将麦草切断、撕碎,成为合格的料片由筛孔漏出,在此过程中草叶、鞘、穗于机械等力作用下被分离、粉碎随水滤出,砂、尘土等在离心力、重力作用下被分离出,得到洁净的料片。湿法备料除杂效果好,料片干净,无尘土飞扬,操作环境好,但动力消耗太大。为减少动力消耗,保证料片的合格率,尽可能的除去料片中的杂质。可采用干法切料、干法除尘、湿法除杂的备料工艺,干法切草,料片合格率高,干法除杂能除去

大的土、石、砂等较大的重杂质，还可部分地除去草叶、草穗等杂质，动力消耗小，可减轻湿法除杂的负担，提高设备处理能力。湿法除杂在水力碎解机或辊式洗草机中进行，通过机械、水力作用能使草叶、鞘、穗与麦秆分离，并碎解除去，能除去80%以上的尘土、泥沙。经干切和干湿法除杂之后，较好地除去草叶、尘土等杂物，降低了料片中尘土含量，尘土含量较干法备料少40%^[4]。

(4) 麦草备料过程中废渣的产生

国内草浆厂的备料废渣大多为草屑和灰土，主要产生于切草、筛选除尘工艺过程中。草屑和灰土的处理也是工厂头痛的问题，草屑等由于适应性差、采食率低，消化、吸收也很差，不能直接用作牛羊饲料。近年来据有的工厂分析，其燃烧热值约为6281~6490J/kg，有使用价值。现在国内处理方法是燃烧回收热能。

1.1.1.3 甘蔗渣备料的基本过程及废渣的产生

(1) 甘蔗渣的备料过程

甘蔗渣较其他的茎（秆）农作物，用作制浆工业原料更为有利。甘蔗渣的皮层和维管束具有木质特性并有为其自身重量5倍的吸收当量，而髓部却有一个约为自重30倍的吸收因子。皮层带有含硅酸的面层。硅酸的含量系受甘蔗生长所在的土质的影响。对洁净的干固体蔗渣基准的髓含量范围约是自身重的20%~35%，即已扣除了尘埃、碎屑（废叶和废茎部分）、可溶物以及机械损失部分。甘蔗渣在我国南方广泛用作造纸原料，蔗渣的备料包括除糖和除髓两个过程。

1) 除糖 一般机榨蔗渣中含有3%~5%的糖分，它的存在不但在蒸煮时耗碱量多，而且糖分在高温下与碱作用，生成棕色物质，造成漂白困难。因此，作为造纸原料，蔗渣必须经过除糖处理。

除糖方法是将蔗渣打包存放，使糖分在空气中自然发酵。蔗糖贮存1周后，除糖率可达92%以上，1个月后可达95%，贮存3个月后除糖率达99%以上。自然发酵是最经济、简单而又有效的除糖方法。经过发酵，糖分降低到0.05%，而纤维素的损失不大，适于作造纸原料^[1]。

2) 除髓 一般蔗渣中含有55%左右的皮层纤维，髓细胞占25%，维管束占20%左右。髓细胞为海绵状无定形物质，细胞粗短，缺乏交织能力，它的存在会在生产过程中引起一系列困难，因此应在备料中予以除去。除髓率一般为30%~40%。

蔗渣的除髓方法有干法、半湿法和湿法三种。三种方法都是根据髓细胞松软、粗短的特点，利用机械作用，将其与蔗渣纤维分离，然后用筛选方法将其除去，留下纤维。

① 干法除髓。所谓干法除髓即蔗渣经堆存后，水分降至20%左右时蔗渣的除髓，用于处理打包堆存的蔗渣。

在干法除髓中，经堆存的蔗渣包在破碎机中将之打碎并使物料通过一台分级筛子，并通过空气分离器以使纤维和髓相分离。大约有1/3~1/2的髓被除出，但同样有适量的纤维损失掉。蔗渣在进入这个分离过程时的水分值约为15%~20%。根据

蔗渣堆场的位置，分离出的髓可以送回糖厂或是送到制浆厂作为锅炉燃料，或使之与桔水混合。

② 半湿法除髓。所谓半湿法除髓即压榨后蔗渣的除髓（此时蔗渣含水分在48%~50%），用于处理来自糖厂的（新）蔗渣。除髓设备必须有高的处理能力足以容纳糖厂输出的蔗渣量而不致影响糖厂压榨车间的正常生产。筛选设备可采用与干法分离时相似的筛子。

分离时蔗渣的水分在50%附近，并由于不再加进水分，故分离出来的髓可以不作进一步的干燥处理而送回糖厂锅炉房去烧。2/3 甚而更多点的髓能借此技术过程除去。这个除髓段有助于制浆的整体经济性。

③ 湿法除髓。所谓湿法除髓即蔗渣在水中呈悬浮状态，经机械作用把蔗髓分离出去，通常是结合用于处理直接来自糖厂的蔗渣，但也可以用来处理打包蔗渣。在国外较普遍采用湿法除髓。

水力碎浆机是目前使用较多的湿法除髓设备，为了加强除髓作用，近年来有些厂使用两台水力碎浆机串联除髓。一般用热水，在浓度8%~10%的条件下，靠水力碎浆机转动叶片和固定叶片的摩擦作用，使蔗髓和蔗渣纤维分离，蔗髓通过筛网连续排出，蔗渣纤维经脱水机初步脱水后到螺旋压榨机压干至35%左右送蒸煮使用。利用湿法除髓，能够获得较为干净的蔗渣纤维，而且除髓率较高，纤维在除髓过程中受到的损伤很小。此外，经湿法除髓后纤维被打散，水分均匀，在蒸煮时均匀吸收蒸煮药液，这对于连续蒸煮尤为有利。它的缺点是，耗水量大，蔗渣经除髓后还需要脱水设备，除下的蔗髓呈湿润状态，较难处理。

(2) 甘蔗渣备料过程中废渣的产生

蔗渣浆厂的蔗髓是在蔗渣备料中产生的主要固体废物，主要产生于除髓工序。目前我国蔗渣浆纸厂每年约有10余万吨的蔗髓副产物，基本上都在浆厂或糖厂的煤粉炉中烧掉^[5]。

1.1.2 制浆过程

制浆是指利用化学的、加热的、机械的或上述综合的方法将植物纤维原料离解变成本色纸浆或漂白纸浆的生产过程。如图1-3所示为制浆的主要过程。

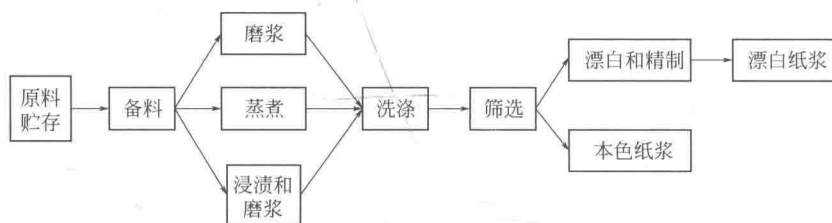


图1-3 制浆生产工艺流程

制浆的工艺比较复杂，不同原料，不同制浆方法制成的纸浆性质不同，根据现有已工业化的工艺，大致可分为化学浆、机械浆和废纸浆。制浆工艺过程中所产生的废渣主要包括筛选和净化工艺过程中产生的筛渣和废纸浆脱墨过程中产生的脱墨废渣。

1.1.2.1 筛选和净化工艺过程及废渣的产生

(1) 筛选和净化的目的

筛选工艺过程是制浆过程中不可缺少的环节，因为无论采用哪种制浆方法都难免在浆中带有少量对造纸有害的杂质，如化学浆中的未蒸解组分、木节、纤维束、树皮等，磨木浆中的粗木条、粗纤维束等以及原料收集、储运和生产过程中带入的砂石、飞灰、垢块、沉淀物、金属杂物、橡胶和塑料等。也包括原料本身带入的不能制成浆的物质，如苇节、苇膜、谷壳、蔗髓、杂细胞、树脂等碎片、碎粒。这些杂质不仅影响产品质量，而且还会损害设备，妨碍正常生产。制浆筛选和净化的目的就是将这些杂质除去，以满足产品质量和正常生产的需要。

(2) 筛选和净化工艺过程

原料种类、制浆方法以及纸浆质量不同，所选择的筛选、净化设备和工艺流程、工艺条件也不相同。但是基本要求是筛选、净化效率高，尾渣损失少，设备、流程简单，操作维修方便。

纸浆中尽管存在着各种性质不同的杂质，但分离这些杂质一般采用两种作用原理。一种是利用杂质外形尺寸和几何形状与纤维不同的特点，用不同形式的筛选设备（即过筛的方式）将其分离，这个过程称为筛选。另一种是利用杂质的相对密度与纤维的相对密度不同的特点，采用重力沉降或离心分离的方式除去杂质，这个过程称为净化。生产中，一般是筛选与净化相结合构成纸浆筛选和净化的工艺流程。

纸浆筛选与净化过程，一般可分为粗选、精选和净化。

1) 纸浆的粗选 粗选是除去纸浆中尺寸较大的杂物，如木节、草节、生片、木条、砂石、铁屑等，为精选创造良好条件。对纸浆进行的这种初步筛选，称为粗选。

粗选可以在洗浆前进行，也可以在洗浆以后进行。粗选化学浆一般是在纸浆的洗涤后进行。目前较多的工厂是将筛选和洗涤同时进行。尤其在使用真空洗浆机和压力洗浆机时，最好在洗浆前进行粗选，以免粗大的块状杂物破坏工作条件。

目前国内普遍使用的粗选设备是高频振框式平筛，其特点是：除节能力高，动力消耗低，占地面积小，适用于各种浆料。生产能力大，操作简便，易维修。但喷水压力要求较大，操作环境有时较差。也有的用 CJ 型除节机。

2) 纸浆的精选 精选是进一步除去粗选后浆料中仍然存留的较小粗片、纤维束、浆团等纤维性杂质。

常用的精选设备有离心筛、旋翼筛及振动筛等，需根据不同浆料种类加以选用。我国目前多数纸厂选用 CX 型离心筛，ZOF 系列单、复式纤维分离机，ZOFF 系列

单、复式纤维分离机，WP型外流式压力筛，OP型内流式压力筛，JS型中浓波纹压力筛，轻渣分离机，立式高浓压力筛，卧式高浓压力筛等设备。

3) 纸浆的净化 纸浆的净化一般是指分离比纤维密度大而颗粒小的小杂质。通常采用重力沉降和离心的方法去除。常用的净化设备有除砂沟和除砂器。

① 除砂沟（沉砂槽）。除砂沟是最简单、最古老的设备，它利用重力沉降原理，即把浆料稀释至0.5%左右的浓度，以一定的流速（10~12m/min）流动。由于砂粒、铁屑等杂质比纤维重，借助它们自身的重力，自然沉落入沟底，达到浆与杂质分离的目的。除砂沟中设有挡板，以利杂质沉降和避免因浆料流动再将沉降的杂质重新带起。

沉砂槽的特点是结构简单，不需动力。但占地面积大，沉砂效率低，纤维流失大，需经常清洗，已属淘汰设备。

② 除砂器（除渣器）。除砂器是利用离心分离的净化设备，常见的有筒形除砂器和锥形除砂器两种。

筒形除砂器是将浓度为1%左右的浆料以一定压力沿切线方向进入除砂器，纸浆在器内旋转运动。砂粒等由离心力甩至器壁，由重力沉至锥底排出。良浆则沿中心盘旋上升至顶部排出。

筒形除砂器的特点是：直径较大，锥底角度大，进浆压力不高，所以分离杂质的效果不如锥形除砂器。一般用于除去颗粒较大的砂粒和杂质。

锥形除砂器是目前使用最广泛的净化设备，其除砂原理与筒形除砂器相同。但直径较小，呈锥形，这样就使浆流在锥形除砂器内始终保持较高的旋转速度，以增大离心力，保持对杂质有足够的分离作用。这也是锥形除砂器比筒形除砂器分离效果好的原因所在^[1]。

（3）筛选和净化的影响因素

影响纸浆筛选的主要因素有以下一些。

① 筛板的孔径（或缝宽）、孔间距及开孔率、筛孔（筛缝）的大小影响到截留在筛板上的杂质的尺寸和数量。因此，筛孔（筛缝）的选择应根据浆料种类、纤维和杂质的尺寸、进浆量、进浆浓度和浆的质量要求等来确定。一般纤维平均长度越长，浆料越粗硬，孔径（缝宽）越大。筛选的有效面积取决于孔径和开孔率。开孔率与孔间距成反比。孔径一定，孔间距越大，则开孔率越小，即筛选的有效面积小，因而产量低，排渣量大。圆孔的直径一般为浆料的平均纤维长的2倍，孔间距离不应小于这种浆料纤维的最大长度。

② 进浆浓度与进浆量是影响筛选效率的主要因素之一。浓度较大时，良浆与粗渣不会很好分离，浆渣中的好纤维较多，排渣率高，纤维损失大。相反浓度过低时，生产能力下降，筛选效率低。当浓度一定时，进浆量越大，产量越高，筛选效率也越高，而电耗的增加并不明显。因此要求筛选设备尽可能在满负荷下运行。对一定的筛选设备来说，都有其最适宜的筛选浓度和进浆量。

③ 稀释水量和水压，筛选时，浆料从进口端到排渣端浓度越来越大，为了连续