

学者书屋系列

现代制浆技术

胡芳史长伟◎编著



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

现代制浆技术

胡 芳 史长伟 编著

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

全书共分六章,全面系统地介绍了备料、化学制浆、高得率制浆、洗选净化、漂白的新技术和新方法以及生物制浆技术的基础知识和最新内容。本书内容新,实用性强,重点突出,大多为先进的生产技术,具有较强的理论性,并具备一定的推广和应用价值,全书侧重于基本概念、基本理论和基本应用。此书可以作为高等学校制浆工艺专业学生的教材或教学参考书,也可作为制浆造纸工作人员全面学习技术的资料,还可以供造纸专业的工程技术人员、管理者、企业领导者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代制浆技术/胡芳,史长伟编著. —哈尔滨:哈尔滨
工程大学出版社,2007.12

ISBN 978 - 7 - 81133 - 073 - 1

I . 现… II . ①史…②胡… III . 制浆 - 生产工艺 IV . TS74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 197077 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东粮食印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 15.25
字 数 382 千字
版 次 2007 年 12 月第 1 版
印 次 2007 年 12 月第 1 次印刷
定 价 32.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

造纸工业的有机污染绝大部分来源于制浆,造纸只占少部分。过去二十几年来,制浆技术发展迅速,世界制浆技术与装备的发展,主要围绕着减少污染、节约能源、充分利用纤维资源等目标。其重点是降低粗浆卡伯值,减少漂白化学品用量或采用不产生有害物质的化学替代品,并不断改进技术装备,将科技转为生产力。目前许多新方法、新技术已经投入工业化应用或处于积极的研究进展之中。目前新建和重建的制浆厂正向着无污染或低污染、低成本、高质量的方向发展。

本书主要参考近年来的有关研究进展和最新技术资料编写而成,全书共分六章,较为全面地论述了现代制浆技术,介绍了在备料、化学制浆、高得率制浆、洗选净化、漂白等方面的新技术和新方法以及生物技术在制浆过程中的应用,力求反映现代制浆技术最新理论和实践成果以及发展动态。其中也包括一些科研成果,有的尚无实际应用工程实例,但考虑到其具有一定研究开发前景,故也在这里一并介绍,以供读者参考。

本书第一章、第三章、第四章由史长伟编写,第二章、第五章、第六章由胡芳编写。

由于时间仓促及编者水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

2007年10月

目 录

第1章 备 料	1
1.1 原料的贮存	1
1.2 备料过程及其质量控制	9
1.3 料片的输送和贮存	27
第2章 化学制浆	30
2.1 硫酸盐法深度脱木素技术	30
2.2 有机溶剂制浆	42
2.3 添加助剂的化学法制浆	56
第3章 高得率制浆	60
3.1 磨石磨木浆	61
3.2 盘磨机械浆	75
3.3 化学机械浆(CMP)	87
3.4 半化学机械浆	113
3.5 高得率浆的质量分析和质量检查	119
第4章 纸浆的洗涤、筛选与净化	122
4.1 纸浆洗涤与废液提取	123
4.2 筛选与净化	147
4.3 纸浆的浓缩与贮存	171
第5章 漂白新技术	175
5.1 概述	175
5.2 氧脱木素	178
5.3 过氧化物漂白	183
5.4 臭氧漂白	187
5.5 己烯糖醛酸基化学	193
5.6 电化学漂白	195
5.7 光化学漂白	201
5.8 置换漂白	205
第6章 生物技术在制浆中的应用	209
6.1 概述	209
6.2 生物制浆	212
6.3 生物漂白	221
6.4 废纸酶法脱墨	228
参考文献	233

第 1 章 备 料

植物纤维原料的备料指原料的贮存和对原料除尘、切片等初步的加工处理以满足制浆工艺的需要。随着所采用纤维原料品种的不同,备料过程和要求也不尽相同。木材原料的备料过程包括去皮、锯木、劈木、切片和筛选等;稻麦等草类原料的备料处理为切草和除尘等;甘蔗渣原料在备料过程中除髓则特别的重要。此外纤维原料的备料还包括木片或草片的贮存和运输。按使用原料的种类,备料方法可分为木材纤维原料备料和非木材纤维原料备料两种。非木材纤维原料备料又分干法备料和湿法备料两种方法。备料的好坏与否直接影响到成品的质量和产量。因此,备料必须满足以下要求:

- (1)原料必须有一定的贮藏量,以确保生产连续进行和清除木材的树脂障碍等;
- (2)适当切断原料,以利于输送、除尘、药液渗透;
- (3)必须除去原料中各种杂质,以免影响纸浆质量。

备料的基本过程为:

原料的贮存→原料的处理→料片(木段)的运输和贮存备用

1.1 原料的贮存

1.1.1 贮存的目的

1. 维持正常连续的生产

为了维持制浆造纸厂的正常生产,需要贮备一定数量的纤维原料,这是因为纤维原料受到收购季节的限制,原料的收购、贮存和运输均需一定的时间。对草类原料,无论是麦草、芦苇还是蔗渣,其收购都有季节性,一般收购期约 4 至 6 个月,集中在每年秋后 10 月份至次年 3 月份左右,故草类原料的贮存期通常为 6 个月以上。以木材为原料的制浆造纸厂,不易受季节限制,但运输周转需留有余地,故木材原料也需有一定的贮存量,通常贮存期 3 至 6 个月。

2. 提高原料的质量

原料经贮存过程的风化等作用后可降低、均匀原料内部的水分,优化纸浆的生产。例如:稻麦草等草类原料中的果胶和淀粉等成分,经贮存过程的自然发酵,使纤维细胞间的组织和细胞壁受到影响,便于蒸煮时碱液的渗透和脱木素,贮存后草料蒸煮碱耗比新草低。蔗渣经 3 个月的贮存,由于自然发酵的作用,可使水分从 50%降低到 25%以下,糖分从约 3%降低到 0.05%。木材经 3 个月的贮存,可大大降低其中有害树脂成分的含量,有利于蒸煮。但对于原料的贮存期、贮存量、原料场的布置和贮存的方法等需要合理的安排和科学的管理,杜绝因管理不当使原料发霉变质的现象。

1.1.2 原料的贮存期和贮存量

纤维原料的贮存期主要由原料的收购期、运输距离和运输方式等因素决定。原木水运

经铁路运输,受季节限制,可能受到运输计划变动的影响,因此木浆厂一般要有 3 至 6 月的贮存期。草类原料收购的季节多集中在每年的 10 月至次年的 3 月份,故稻草等要保证有 6~9 个月的贮存期。因糖厂每年 11 月份至次年 4 月份为榨糖季节,在此期间提供给浆厂蔗渣,因此蔗渣的贮存期应在半年以上。总之,在保证连续供应生产和提高原料质量的前提下,合理的决定纤维原料贮存期是十分重要的。

1.1.3 原料场的布置和要求

原料场即原料贮存场,其用地面积由原料的最大贮存量和厂内外的运输条件而定。由于需要贮存的原料较多,许多原料场的面积等于甚至大于生产区。原料场分为厂内原料场和厂外原料场。某些小厂可只设厂内原料场,而大中型厂,由于场地面积受限和原料用量大,除设厂内原料场外,一般需在厂外原料产地收购点附近设一个或多个厂外原料场(大型浆厂使用较多)。原料场的设置应与生产区、生活区间隔足够宽的防火带,原料场应位于生产区的下风向,靠近备料车间应具有足够的消防设施,具体的要求和措施如下。

1. 防火与安全要求

植物纤维原料,特别是草类纤维原料极易着火,从而造成不必要的经济损失,甚至人员伤亡。

1) 失火原因

(1) 自燃失火 原料含水分较高,堆放时发酵强烈,产生的热量使温度很快升高,如果通风不良,就很容易引起自燃。为了避免自燃现象的发生,必须控制原料堆垛的水分。如水分太高(超过 20%),必须在预留场地上翻晒后再堆垛。如堆垛后发现温度过高,则必须拆垛以避免自燃。

(2) 雷击失火 雨季雷击也可能引起失火,因此原料场必须有避雷设施。

(3) 事故失火 如吸烟和照明线路维护不当等出现安全事故而引起的失火。

2) 安全要求

为避免原料场发生火灾而造成损失,原料场的设置应遵循以下三条原则。

(1) 原料场与生产区、福利住宅区之间必须设置足够宽的防火带。防火带的宽度视原料种类和贮存量以及主导风向和风速而定。国内大中型草类原料场与生产区的防火带宽度为 100~200 m;小型厂为 50 m;原木垛边缘距建筑物的宽度为 25 m。草类原料场与住宅区的防火带宽度应在 200 m 以上,如因场地限制至少也不应低于 100 m。原木贮存场与住宅区的防火带宽度不应低于 50 m。

(2) 原料场应设置在生产区的下风向,或与生产区平行且靠近备料工段。

(3) 必须设置消防设施。

2. 运输方便

生产 1 t 成纸,进出原料场的原料多达 3 t(草类原料)或 3~6 m³(木材),因此原料场的运输量往往超过全厂总运输量的 50%。对于进出原料场的运输,必须畅通、方便,不宜交叉,运输工具必须逐步实现现代化。运输设备种类很多,选择何种运输方式和运输设备应根据原料的种类和原料场的规模而定。

(1) 大型贮木场 大都采用龙门吊车(见图 1-1,国外拆垛设备见图 1-2)或桥式吊车拆垛,用拉木机水平运输。木片贮存场用气流输送或胶带输送机输送。

(2) 小型贮木场 贮存的原料多为短圆木、枝桠材、板皮、锯材废料和梢头木等,故机械

化运输方式不多。

(3)大型草类原料场 一般采用有轨车辆运输。原料自火车、船只卸下后用有轨平车装运,柴油机车牵引,运至原料场堆垛。有的厂也用胶带输送机送到原料场堆垛。原料拆垛后送到备料工段也可采用同样的运输方式。草类原料的特点是体积大、质量轻、车辆装载量低,因而大型原料场用有轨运输工具可节省动力,提高运输效率。

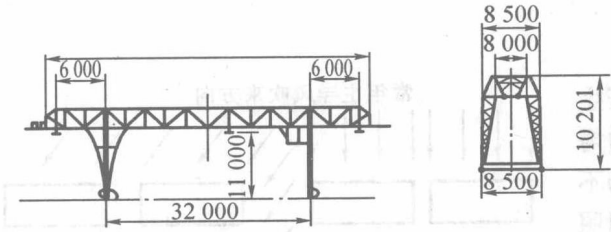


图 1-1 10 吨 32 米龙门式起重机



图 1-2 国外拆垛吊车

(4)中小型草类原料场 一般不选用有轨运输,宜采用无轨运输,即胶带平板车或斗车装运,拖拉机牵引或人力牵引。

(5)竹子、蔗渣等原料场 运输方式基本上与草类原料相同。

3.排水畅通

为了避免原料霉变和原料场积水影响垛基的稳定,必须保证原料场在下雨后排水畅通,为此要求垛基高于周围地面 300~500 mm,以免雨季积水浸泡原料垛;同时垛基面层应维持在 0.3%~0.5%的坡度以利排水,堆垛基边与周围地面保持 1:1.5 的坡度,确保排水畅通。

常用垛基(见图 1-3)结构及适用条件如下。

(1)土垛基 在原土夯实基础上铺以碎草而成,可供贮存草类原料。

(2)炉渣垛基 在原土夯实基础上铺以炉渣,然后再铺上碎草而成,可供贮存草类原料。

(3)毛石垛基 在原土夯实基础上堆砌毛石而成,可供破布、麻类和草类原料贮存。

(4)三合土垛基 在原土夯实基础上铺以三合土而成,可供甘蔗渣贮存。

(5)条石垛基 在原土夯实基础上铺以条石而成,可供毛竹、加工竹或原木贮存。

(6)原木垛基 在原土夯实基础上铺以原木而成,可供原木贮存。

(7)混凝土垛基 在原土夯实基础上先铺以碎石或砾石砂地层,再铺以水泥混凝土而成,可供甘蔗渣或其他松散性原料贮存。

(8)木片堆垛基 木片堆垛基有下列几种。

- ①将土面稍加平整,夯实,铺一层沙子。
- ②用卵石或砂砾铺底。

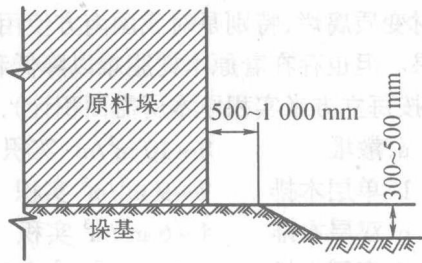


图 1-3 垛基的构造

③用树皮或木屑等铺底。

④采用沥青地面。

⑤采用混凝土地面。

4.通风良好

原料在贮存过程中会发酵产生高温,原料堆通风良好能及时散热,避免原料自燃;同时,良好的通风能够降低原料的水分,减少和避免霉烂。为了获得良好的通风,堆垛时垛内应留有通风道,垛间有一定的间隙,垛的长度方向与主导风的方向最好成 45° 角(如图1-4),便于照顾到各垛的通风。若主导风方向与垛的长度方向垂直,除造成前排垛挡风的不利条件外,还有垛檐口被掀起的危险。

5.照明良好

原料场的工作通常是两班或三班生产,夜间运输原料和防火保卫工作均需要良好的照明,为了保证安全,原料场不宜架设照明线路,最好埋设电缆,采用照明灯塔,不宜采用移动线路或架空明线。

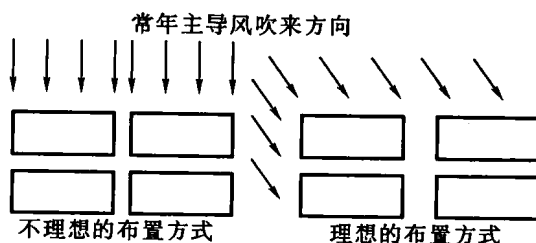


图1-4 料垛方位与主导风向

1.1.4 原木和木片的贮存

原木的贮存目前有两种方式,水上贮存和地上贮存。我国南方一些木浆厂多采用水上贮存方式,而北方的木浆厂大都采用地上贮存的方式。

1.原木的水上贮存

原木水上贮存,一般均利用湖泊或河湾作水上贮木场,也可利用天然谷地修筑堤坝形成人工湖作水上贮木场。在通航的河流上,不宜设置大面积的水上贮木场,可以考虑部分水上贮存,部分地上贮存。

原木进行水上贮存,可以省去繁重的搬运操作,提高劳动生产率,同时能均匀水分,防止木材变质腐烂,特别是对我国南方使用马尾松生产磨木浆和硫酸盐化学浆的工厂有良好的效果。但也存在着原木树脂难以降低和原木沉底,污泥较多的缺点。原木水上贮存所需面积(按每立方米实积原木所需面积计),视堆放方法不同而不同。

- a.散堆 $8 \sim 10 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 实积
- b.单层木排 $7 \sim 9 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 实积
- c.双层木排 $4 \sim 6 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 实积
- d.多层木排 $1.6 \sim 3 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 实积
- e.扎捆 $1.5 \sim 1.6 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 实积

2.原木的地上贮存

原木进行地上贮存,能达到降低原木水分和有害树脂的作用,这对生产亚硫酸盐化学木浆有一定的必要性。但在我国使用马尾松的情况下,由于夏季天气潮湿,地上贮存的马尾松往往容易腐烂或产生严重的霉变现象。

原木地上贮存,一般要建立贮木场。贮木场的大小要根据原木来厂的运输条件 and 生产要求而定,一般要有三个月左右的贮木量。

原木在贮木场贮存,一般均需堆垛。由于造纸用木材规格较多,如长原木、短原木、枯朽

木、枝丫材、梢头木和板皮等,均需分别堆存。目前原木的堆垛方式取决于工厂生产规模、所采用的堆垛设备和对纸浆质量的要求。

(1)堆垛方式分为层叠法、平列法和散堆法。

a.层叠法 层叠式堆垛法适合于长原木堆垛,见图 1-5(a)。原木纵横交错上堆成垛,这种垛的通风情况好,不同方向的风均易使原木干燥。但这种堆垛方法的堆积密度系数(又称实积系数,指单位堆积体积中原木的实积数的比率,以小数或百分数表示)小,仅为 0.46~0.52。随着原木直径的减少,堆积密度系数也愈小。采用层叠法堆垛需要较大面积的原木场。

b.平列法 平列法是原木顺堆成垛,见图 1-5(b)。这种垛的通风情况不如层叠法,但堆垛的堆积密度系数较大,达 0.6~0.7。在垛的两端进行层叠法堆垛,中间用平列法堆垛,这样的堆垛法有利于堆垛两端的稳固。

c.散堆法 散堆法用于短原木的堆放,见图 1-5(c)。由堆垛机将原木自由地堆成小山(又称山堆法),其特点是向立体发展,堆放量大,但原木干燥不均匀,树脂含量降低少,内部木材易腐烂,堆垛时易造成木材碰碎,两端帚散,混入泥砂杂质,故该种堆垛方法已很少见。

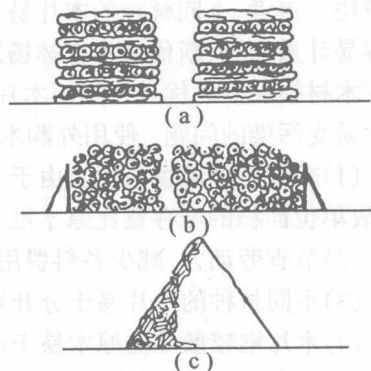


图 1-5 木材的堆垛方法

(2)堆垛规格与堆垛间距

a.垛的长度 长原木垛的长度一般不超过 300 m,如人工堆垛应小于 100 m。短原木、枝桠材和板皮等垛的长度一般不超过 30 m。

b.垛的宽度 长原木 3~6 m,短原木一般在 3 m 以下,板皮 6~8 m。

c.垛的高度 人工堆垛一般为 2~4 m,机械堆垛可达 8 m。

d.堆垛间距 垛间距(垛与垛之间的距离)一般为 1~3 m,至少不小于 0.5 m。垛组(若干个垛以一定间距形成一组即为垛组)距一般为 10~15 m,不应低于 10 m。垛区(若干个垛组以一定间距形成一个垛区)距一般为 15~25 m。

3.木片的贮存

造纸厂的外购木片在国外已相当普及。在我国开展伐区剩余物(包括采伐剩余物——枝丫、梢头以及不适于制材的次生木和藤科灌木等)削片生产,已有许多年的历史。目前木片的生产工艺分为山下削片和山上削片生产线,由于运输方式的不同又区别为汽车线和森地线。例如山下削片,汽车线生产工艺流程为:

枝丫收集→归堆→整形→装车→山下木片厂→卸车→剥皮→削片→风送至露天木片场→汽车运送

木片经船运或车运进场后一般通过气流输送或运输带输送成堆(见图 1-6),并充分压实,这样一方面可增加单位面积的贮存量;另一方面,可使木片堆表面的碎木屑不致被风吹散,影响附近环境卫生。在国外随着外购商品木片的使用,露天堆放木片也日益增多。木片成堆的工具具有风管和运输带两种,木片堆到一定高度

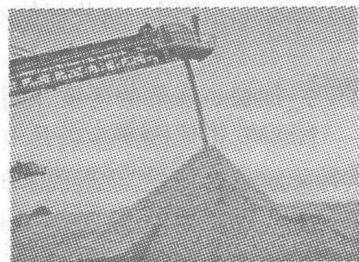


图 1-6 木片输送成堆

时,用履带式推土机层层压实,使得堆顶保持较大的平坦面积,增加贮存量并减少堆面的碎小木片被风吹散的程度。不同材种的木片应分别堆放,若不同材种木片堆离得很近时可用墙或铁丝网隔开;使用木片时应按进厂先后顺序使用。木片的室外露天存放,较之原木的贮存具有明显的优越性。

首先,贮存木片能够更有效地利用原料场地(见图 1-7 的环形堆放),原木一般堆积高度为 4~8 m,而木片堆的高度可达 20~30 m,有的达 40~50 m。其次,贮存木片比贮存原木易于实现装卸、运输、存放的机械化并节省备料费用。再者,不同材种的木片易于分开堆放并容易计量,还有新伐原木在林场及时剥皮和削片木材损失少的优点。然而木片露天贮存后容易出现木片质量劣化、木片质量下降以及木片易受污染的问题。使用外购木片代替原木有下列优点:

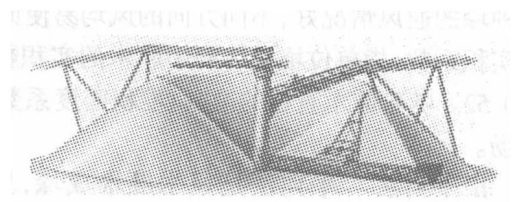


图 1-7 木片的环形堆放

(1)减少原料堆场面积。由于木片堆的高度比原木垛高,且不需设置起重机械的活动场地,故单位面积的堆存量比原木堆大得多;

(2)节省劳动力,减少备料费用;

(3)不同材种的木片易于分开堆放;

(4)木片堆较散堆的原木易于计量;

(5)贮存木片,可不致因备料发生事故而影响生产;

(6)多树脂的原木削片后贮存有利于树脂含量的降低;

(7)新伐原木在林场就地剥皮和削片,较原木运厂后剥皮和削片损失小。

但是,使用外购木片也有如下缺点:

(1)木片易于受到污染,投入生产前需经适当处理(一般需经洗涤);

(2)刮风时会造成周围环境的污染;

(3)贮存过程中,木片的变质较原木更为迅速,并容易出现发黑的木片甚至引起燃烧,因而对纸浆的质量和得率有一定的影响。

大型木片贮存场在某些情况下,由于较强烈的热解作用,温度会持续升高,使木片烧焦变黑甚至着火。木片堆产生发热的现象主要是生物和生物化学的作用,包括:①木片中活细胞的呼吸;②由霉菌和细菌作用引起的木材物质的生物降解;③木材中某些物质,主要是抽提物的放热氧化作用。这些都使木片放出一定的热量,造成木片堆内温度升高。在一般情况下,其温度不超过(60~70)℃。在木片堆中,由于木片比表面积大,氧气或微生物很容易进入木片,加快了发热的速度,随着木片堆内温度的升高,空气从周围不断地吸进去,木片堆就像一个烟筒,把堆内产生的热气体从顶部排出,使木片产生热降解。木片堆内的温度越高,这种降解越严重,甚至造成木材内化学物质的自动催化反应,使木片变焦着火。木片堆的体积越大,散热越困难,越容易出现这种现象。因此,用这种木片生产的纸浆得率低,木素含量高,纸浆色泽暗,漂白困难,纸张强度低,而且化学药品消耗量也大。

完全防止木片的发热和变质是不可能的,但可通过采取适当的措施加以控制。例如:①加强木片计划供应,尽量缩短木片贮存时间;如国外某日产 1 000 t 纸厂的木片贮存场,仅存 3 天生产用木片,同时按木片到厂顺序,做到先堆先用,后堆后用,这样所有的木片都会以大约同样长的时间贮存,避免出现由于贮存时间过长而剧烈降解了的木片;②在堆垛过程中用

化学药品(如稀绿液:浓度为 0.76% 的 Na_2S 和 3.0% 的 Na_2CO_3 , 对绝干木片用量 Na_2S 为 0.36%, Na_2CO_3 为 1.38%; 硼砂:用量为木片绝干重的 0.29%。)处理木片;③减小木片堆体积,尽量降低木片堆的高度,增加散热面积,或在堆中放置通风筒,降低堆内温度;④在南方多雨季节,堆放场地地面上覆盖沥青或水泥混凝土,场地应有一定的斜度,以利于排水;木片堆存时间长时,可采用塑料薄膜覆盖;上述作用因木片比原木有更大的表面积而显得更为突出;⑤用几个较小的木片堆代替一个大的木片堆。

1.1.5 非木材原料的贮存

非木材纤维原料的种类很多,常用的有稻麦草、芦苇、蔗渣、竹子、芒秆、高粱秆、龙须草、棉短绒、破布以及近年来开发利用的红麻和棉秆等。除了长原竹之外,非木材纤维原料一般均需打捆或打包后进行贮存。对于甘蔗渣原料,在国外有的采用散堆方式贮存。

1. 稻麦草的贮存

稻麦草为我国常用的造纸原料,由于疏松,散堆堆积密度仅为 $55 \sim 75 \text{ kg/m}^3$ (风干),故应采用打包机打包或打捆,见表 1-1。打捆后的稻麦草既适合于较长距离的运输,减少散失,提高装车或装船的载重量,也有利于原料的堆垛和保管。

稻麦草堆垛如图 1-8 所示。一般堆成尖顶式,垛长 20~40 m,宽 8~12 m,高 9~13 m,其中下部檐高 4~6 m,上部 5~7 m,斜角为 45 度。可采用 $10 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ 或 $25 \text{ m} \times 5.5 \text{ m} \times 3.6 \text{ m}$ 的规格形式。为了满足防火、运输及通风的要求,垛与垛之间要求有一定的间距,一般为 4~5 m,大型草堆可考虑 10~15 m。可采用垛组的布置方式,即每 2~4 个原料垛形成一组,组内各垛之间的间距可小些,垛组与垛组之间的距离可大些。上垛稻麦草的水分不应超过 15%,湿草不能够上垛。湿草最好尽可能先用于生产,或是晒干后再进行堆垛。堆垛时在草垛的中部顺着风向留出通风道以利于水分逸出和散热。堆垛规格见表 1-2。

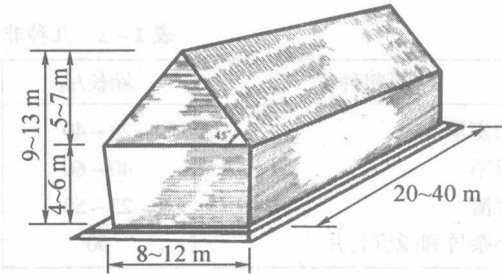


图 1-8 稻麦草堆垛规格示意图

2. 蔗渣的贮存

蔗渣是甘蔗经糖厂压榨取糖汁后的副产品,蔗渣中含粗纤维 60%~65%,其余为质地松软的蔗髓。新鲜的蔗渣中含有残糖 2.0%~2.5%,水溶物 2.0%~2.5%,水分 50%,其他非水溶物为 45%~46%。蔗渣体积松散,一般的散堆蔗渣容易发生“发烧”变质,影响蒸煮的质量,目前在我国对半湿法除髓后的新鲜蔗渣普遍采用打包后贮存的方法。近年来的研究发现和国外的实践表明,采用适当方式的大规模湿法散堆蔗渣具有许多优势。

(1)蔗渣的打包与堆放 打包是用打包机将松散的蔗渣压缩成件后用绳子或铁丝扎好。经过打包,增加了蔗渣的密度,提高了单位面积的储蔗量(储存蔗渣量达 1.3 t/m^2 以上,为散堆法的 6~7 倍);方便运输、贮存及机

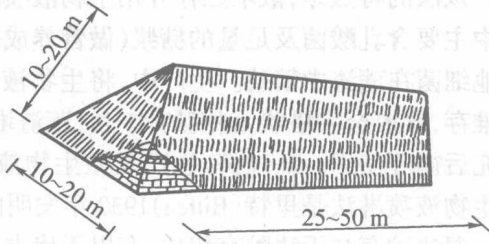


图 1-9 蔗渣包堆垛规格示意图

械的使用,更有利于通风,控制水分和堆内热量的散发。打包规格见表 1-1,蔗渣包的堆放通常采用长方锥体形,如图 1-9 所示。锥底为长方形,堆料时由四边从底向上逐渐收缩呈金字塔状,或称为“人字形”。一般堆长 25~40 m,宽 15~20 m,高 11~15 m,可达 15~20 层。对蔗渣包堆放总的要求是:垛形稳固,通风良好,排水畅通。具体做法是垛基高于地面 300~500 mm,周围应有 1:15 的坡度以利排水。堆垛应设在厂区的下风向,主导风与蔗渣垛的方向成 45°角(如图 1-4 所示),蔗渣堆中应设置纵横向格式的通风道。堆垛规格见表 1-2。

表 1-1 几种非木材原料的打包与打捆规格

原料种类	打包打捆规格/mm	每包(捆)质量/kg	打包打捆方式	水分/%
稻麦草	1 000×600×400	35~40	机械	15 左右
稻麦草	1 000×350×350	25	机械	15 左右
芦苇	φ400×(2 500~2 600)	35~40	机械	20 左右
脱青竹片	φ300×1 400	25~30	工人	12~15
蔗渣	330×330×750	25~30	机械	50 左右
蔗渣	500×500×1 000	80	机械	50 左右

表 1-2 几种非木材原料的堆垛规格

原料种类	垛长/m	垛宽/m	垛身高/m	垛顶高/m
稻麦草	20~40	8~12	4~6	5~7
芦苇	40~60	12~15	6	6~7
蔗渣	25~50	10~20	0~2	10~20
小杂竹和脱青竹片	50	15	5.5	8

(2)湿法散装堆存 打包干法堆垛是传统的蔗渣贮存的方法,不足的方面是:堆场发生火灾的危险性大,自然损失率高,占地面积多,蔗渣粉尘污染较严重等,因此出现了湿法贮存。试验证明:蔗渣中含糖分在 0.5%(绝干)以下时,蔗渣发酵速度非常缓慢,贮存 10 个月至 1 年也不会变质。经过稀释的蔗渣用泵送到具有 3%~5%坡度的蔗渣贮存场,贮存场为混凝土或沥青地面,蔗渣从堆场顶部的流槽落下,散落在堆场上,形成滤层,水沿场地斜坡排出,垛顶不加盖。蔗渣堆存后,必须定时往蔗渣堆上喷洒清水,使蔗渣经常保持 70%左右水分,从而防止了蔗渣在堆存过程中发酵升温,同时继续溶出部分水溶性物质,以减轻纤维损耗。这种水不能重复使用,否则会产生臭气。近年来国际上盛行微生物处理湿法散堆贮存法。该法的特点是,散堆贮存并用生物液喷淋以保持蔗渣的湿度,防止纤维发霉变质。生物液中主要含乳酸菌及足量的糖浆(做营养成分),乳酸菌在 pH 值 4.0~4.5 的条件下能防止其他细菌在蔗渣中繁殖。生产中,将生物液混入蔗渣中,调成 4%的悬浮液,用泵送至贮存场堆存,堆成金字塔状,斜度约 45°角,蔗渣堆中流出的生物液,用无氯的清水及新的生物液补充后循环使用。从经济、生产及微生物液消耗等方面考虑,每堆以 1 000~1 500 t 为宜。此生物液喷淋法是里特(Ritten)1930 年发明的,因而又称为里特法。

湿法贮存与干法贮存相比,有以下优点:①因蔗渣水分保持在 70%以上,消除自燃着火的隐患;②散堆蔗渣采用清水喷淋,可把蔗渣中残糖发酵产生的酸性物置换出来,且处于酸

性存放,防止蔗渣变质,保持白度和纤维强度,在蒸煮和漂白过程中消耗的化学药品较少;③场地占用面积少,存放量大,能完全实现机械化,消耗的劳动少,生产费用低。

3. 竹子的贮存

对于毛竹和白夹竹,因竹子较长,一般采用竖放立堆和卧放横堆两种方式。所谓竖放立堆,即沿纵向设有原木或毛竹制的坚实格架,将竹子竖立堆放于格架两侧,倾斜度约 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$,垛长 60 m,垛宽 20 m。所谓卧放横堆,即在垛基两端分别竖立木桩或竹桩,然后在其间卧放原竹,垛长一般为 100 ~ 150 m,垛宽由原竹长度决定,一般为 8 ~ 12 m,堆积高度可根据堆垛机械的能力来决定。人工堆垛时也可达到 6 m 高。

草类原料的堆垛一般采用人工堆垛。为了减轻劳动强度,一些厂采用可移动式倾斜胶带运输机堆垛或拆垛,也有的厂自制塔式堆垛机等堆垛机械进行堆垛。

4. 非木材原料堆垛的注意事项

(1) 必须注意原料的水分和通风问题。稻麦草的水分含量不宜超过 15%,芦苇不宜超过 20%,否则会发生霉变现象。蔗渣初榨水分在 50% 左右,打包堆垛时应特别注意通风问题。草垛水分高引起发热自燃时,垛顶部外观会发生塌陷、变形现象,清晨垛顶会有雾气升起。应及时测垛温或拆垛投入生产。拆垛时要配有消防监护,不能在大风天拆垛,以免发生事故。

(2) 原料垛应堆得平整结实,逐步收缩成尖顶。

(3) 封苫时垛顶要严密,防止雨水漏入。垛堆成后,用草被、草帘、苇苫等将垛顶封盖好,再用绳网罩上,四周用绳挂重钩坠住固定,以防风吹掀开。

(4) 为了防火与通风的需要,以及运输和管理方便,应有适当的堆垛间距。如每垛贮草 300 t,垛间距 4 ~ 5 m,垛组距 15 ~ 20 m。贮草 500 t,垛间距 10 ~ 15 m,垛组距 30 ~ 40 m。

1.2 备料过程及其质量控制

由于木材和非木材原料的备料过程差别很大,对它们分别加以介绍。

1.2.1 木材原料的备料

造纸用的木材原料除原木外,还扩大到制材废料、枝桠材、梢头木等。木材原料的备料过程包括剥皮、除节、锯断、劈木、削片和筛选等工序。应根据浆种、原料种类、生产规模等合理确定备料过程。如生产磨石磨木浆,原木仅需经过剥皮、除节、锯断、劈木等工序,而生产漂白硫酸盐浆则需经过上述所有过程。若不用原木,用板皮生产硫酸盐浆,只需经过削片和筛选两道工序。根据浆种、生产规模、原木规格和品种以及运输等条件的不同,确定合理的备木流程。由于化学浆、机械浆及化机浆的生产工艺和产品质量要求的不同,备木的生产流程存在着明显的差别。图 1-10 为削片的备木生产流程,用于蒸煮、木片磨木浆等工艺过程。一般都要经过剥皮、除节的过程,当采用大径原木时,需要先经过锯断或劈木后再行削片。生产纸袋纸等包装纸用浆时可不除去内皮,某些情况下也可以不除老皮,尘埃类杂质可以通过筛选排除,但蒸煮的碱耗会有所增加。生产高级硫酸盐木浆,如电缆纸、电容器纸用浆或者用于生产漂白木浆时,原木必须除去老皮,洗去泥沙等杂质。生产木片磨木浆时则需按生产高级硫酸盐木浆的备木流程,在木片贮存仓后还需增加木片洗涤的装置。

生产磨石磨木浆的备木流程如图 1-11 所示。原木先锯断达到一定的长度后再剥皮,

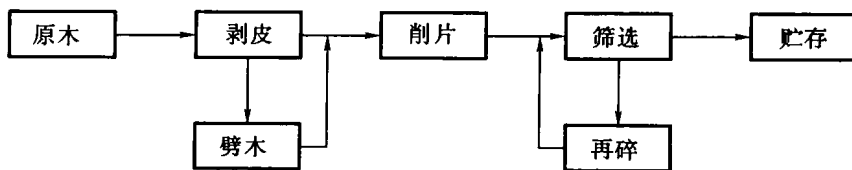


图 1-10 削片的备木流程

或先经剥皮再锯断,必要时再经劈木,然后送磨木机中进行磨木。

1. 原木的锯断

来厂的原木一般比较长,为了适应生产的需要,需对原木进行锯断。通常磨木机要求原木长度为 0.6 m 或 1.2 m,削片机要求原木长度为 2.0~2.5 m、4.0 m、6.0 m。原木的锯断可采用单圆锯或多圆锯。

单圆锯一般用于中小型厂和原木长度变动较大的场合,所锯原

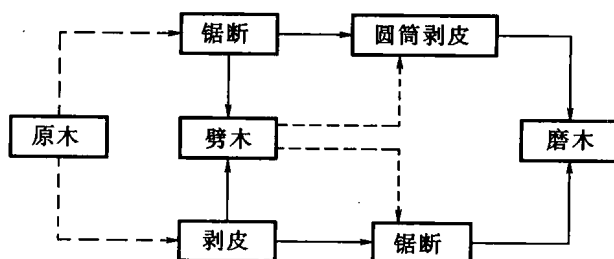


图 1-11 磨石磨木浆备木流程

木直径限制在 400 mm 以内。单圆锯有立式和卧式之分,由于卧式圆锯使用方便,在国内应用较多。

多圆锯一般用于大型厂,以锯断长度大致相等的、直径小于 300 mm 的原木。多圆锯又叫排锯,由多个普通圆锯盘组成。圆锯盘前后交叉地配置在倾斜的拉木机上,各锯片之间的距离相等,这个距离应与所需木段的长度一致。

不管是单圆锯还是多圆锯,一般锯盘直径 700~1 500 mm,锯片厚度 3~5 mm,锯缝宽度为锯盘厚度的 1.5 倍。圆锯的圆周速度一般不超过 60 m/s。圆锯的生产能力可根据锯片的直径、转速及供木机构而定,一般单圆锯生产能力为 15~50 m³/h。

对于大直径长原木可用带锯机纵向锯开,国内有 MJ3210 和 MJ3212 等型号的跑车带锯机。

2. 原木的剥皮

树皮的存在会给制浆造纸过程带来许多不利影响,如降低蒸煮器的效率,增加制浆药品的消耗,纸浆得率低,质量差等。因此,通常情况下原木都要进行剥皮。最早的剥皮方法是人工剥皮。人工剥皮剥得干净,损失小,并可只剥去外皮而将内皮留下。但人工剥皮劳动强度大,劳动生产率低,因此现在一般都采用机械剥皮。

(1) 圆筒剥皮机 又称鼓式剥皮机或摩擦式剥皮机,是常用的剥皮设备。原木进入转鼓内,转动的圆鼓使原木滚动并互相摩擦而使树皮剥下。鼓内有均匀分布的喷射器冲洗松散的树皮,使其通过鼓侧面的孔眼排出。由于树皮的去除了只靠原木之间的摩擦来完成,圆筒剥皮机最适合于小径的、短的而且直的原木进行剥皮,对弯曲状的原木以及原木树节周围的树皮往往去除不彻底。圆筒剥皮机有间歇式和连续式两种。间歇式由于生产能力低,操作麻烦,已逐步为连续式圆筒剥皮机所取代,如图 1-12。连续式圆筒剥皮机又有适用于短原木的和长原木的两种。短原木圆筒剥皮机主要用于处理长度较短(小于圆鼓直径)、形状复杂和弯曲度比较大的原木。这种剥皮机,原木在筒内无规则地滚动,但总是自一端移向另一

端。国内使用的 $\phi 2\,352 \times 9\,000$ mm 连续式短原木圆筒剥皮机,圆筒转速 8 r/min ,额定生产能力阔叶木 $4 \sim 7\text{ m}^3/\text{h}$,针叶木 $9 \sim 12\text{ m}^3/\text{h}$,用于马尾松,实际能力为 $18 \sim 32\text{ m}^3/\text{h}$ 。长圆木圆筒剥皮机所处理原木的长度较长,直径较大。原木按圆鼓轴向平行排列,转动时相互摩擦而剥皮。长圆木圆筒剥皮机比短原木圆筒剥皮机生产能力高 30% 以上,且原木的损伤和损耗少。若是在北方处理冰冻原木,则最好往圆筒里通入 $10 \sim 20\text{ kPa}$ 的蒸汽,使圆木的出口温度达到 $1\text{ }^\circ\text{C}$,这样才不致增加剥皮的损失率。连续式圆筒剥皮机可以处理 $1.2 \sim 2.4\text{ m}$ 的短圆木,去皮效果良好,设备构造比较简单,管理及维护也容易,但设备笨重,占地面积大,工作时耗水量大。原木两端帚散,易混入杂质,降低纸浆的质量,同时增加削片后的筛选损失。

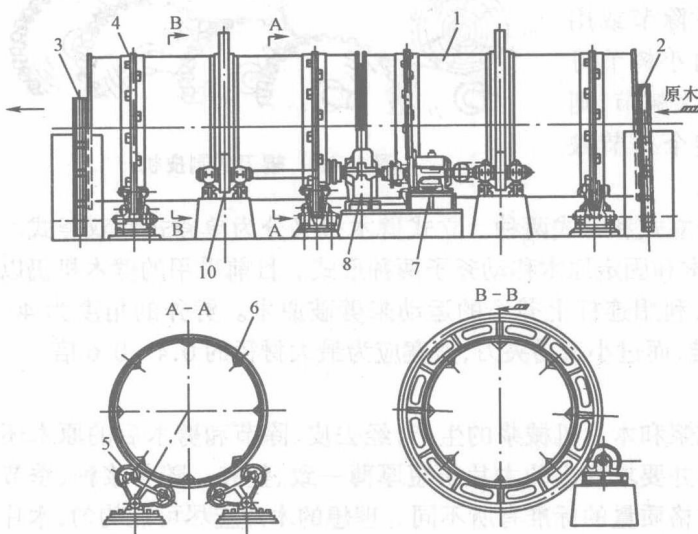


图 1-12 连续式短原木剥皮机

1—剥皮圆筒;2—投木槽;3—出木槽;4—滚圈;5—托轮;6—提升器;
7—电动机;8—减速器;9—从动齿轮;10—主动齿轮

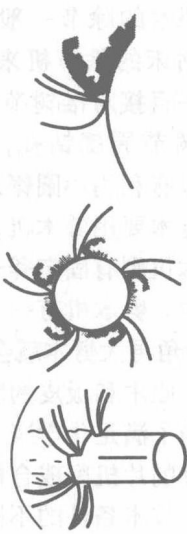


图 1-13 环式剥皮

(2)环式剥皮机(图 1-13) 在环式剥皮机中原木的剥皮是逐根进行的,原木从水平方向喂入,在垂直方向安装着环形空心转子,它的内圆周上安装着一组剥皮刀。剥皮刀随着空心转子一起旋转,并紧压在原木上,这样就以机械刮剥的方式将树皮去掉。剥皮刀的形式有多种,如卡头形、链条式和爪形等。由于这种剥皮机每次只能操纵一根原木,它通常用于大直径原木的剥皮,对于较长的原木及弯曲的原木一般也不成问题,因为其刮刀能通过调节来适应原木直径及形状的变化。环式剥皮机最大的缺点是,它对原木的表面造成一定的损伤,使形成层和内皮发生刨削及脱掉现象。

(3)滚刀式剥皮机(图 1-14) 其工作原理是,将原木放在楞架上,利用转动的滚刀沿原木轴向削除一道树皮,然后把原木翻转一个角度,再削去一道树皮,直至整根原木的树皮被削干净为止。有的厂将刀辊固定不动,而让翻木机构移动而达到剥皮的目的。滚刀式剥皮机适用于直径 700 mm 以下的原木,不分材种、形状,弯曲度大的、具有大包节、大枝桠的原木都可适应。因此,对于摩擦剥皮有困难的原木,使用滚刀式剥皮机是很有效的。滚刀式剥皮机在我国东北一些造纸厂应用较多,它具有结构简单、操作维修方便、适应性强等优点。但也存在剥皮损失率大(约 $3\% \sim 4\%$)、劳动生产率低、劳动强度大等缺点。还有一种形式

的剥皮机是水力喷射式剥皮机(Hydraulic jet barker),它们直接以高压水(超过 6.9 MPa)射向原木以脱除树皮。剥皮效果好,且损失率一般低于 2%,但投资和动力消耗较高。因为水力剥皮机出来的废水很难处理,许多工厂已转而采取机械剥皮。

3. 原木的除节和劈木

为了满足磨木浆质量的要求和维护磨石,送磨木机的木段如果带有节子,必须先除节才能使用。对于直径过大的原木,必须劈开后方能送磨木机或削片机加工。

原木的除节一般是用电钻除节或用类似钻床的除节机来除节。对小树节可将钻头直接对准树节钻除。对大树节,则先沿树节周围钻孔,最后将整个树节敲掉。也有利用小圆锯来除节的。

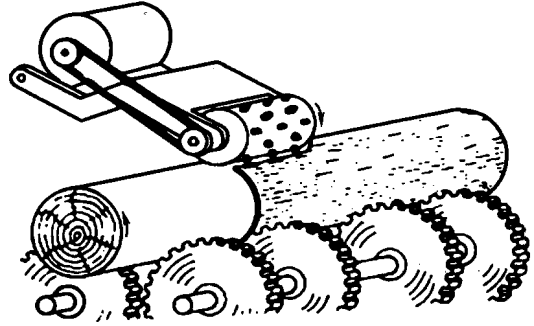


图 1-14 辊刀式剥皮机

劈木要用劈木机,劈木机分立式和卧式两种。立式劈木机又分为单斧式和双斧式。卧式劈木机则有固定斧子移动原木和固定原木移动斧子两种形式。目前采用的劈木机仍以立式为主。劈木机有一个偏心轮,利用连杆上斧子的运动来劈破原木。劈斧的角度为 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$,斧角再大劈木就会变得困难,而过小又易夹刀,斧宽应为最大材径的 0.4~0.6 倍。

4. 原木和板皮的削片

为了满足化学浆、化学机械浆和木片机械浆的生产,经去皮、除节和劈木后的原木还需要经过削片机削成合格的木片,并要求削出的木片长短厚薄一致、整齐。随着浆种、季节和生产厂技术条件的不同,木片合格质量的标准有所不同。理想的木片应尽可能均匀,木片长度 15~30 mm(最好是 20~25 mm),厚 3~7 mm,宽 5~20 mm,合格率在 90% 以上。木片过长,影响装锅量和药液对木片的渗透;过于短小,则纤维被切断的比例增加,降低纸浆的强度。由于蒸煮药液经木片横向渗透的速度很慢,过厚的木片不利于药液均匀地渗透;切片后木片两端的倾斜度应使得纤维的细胞腔暴露出最大的面积,满足药液渗透的需要。

原木和板皮的削片常用的是圆盘式削片机,用于原木削片的还有鼓式和螺旋等形式的削片机。鼓式削片机的特点是上部的给料系统与链式磨木机相似,转鼓的形式也类似于磨木机,转鼓是中空的,沿着转鼓的长度方向装有削片刀,削下的木片经刀后的缝隙进入鼓内,由皮带机运走,鼓式削片机容易控制木片规格,削片过程中木片受到的机械损伤也较少。但这两种形式的削片机国内很少使用。圆盘削片机分普通圆盘削片机(刀数为 1~4 把)和多刀削片机(刀数在 6 把以上)两种,这两种削片机的喂料方式又有斜口(倾斜)喂料和平口(水平)喂料两种。图 1-15 为斜口喂料普通圆盘削片机结构示意图。圆盘削片机的主要部件是钢质圆盘,其上装有削片刀,在削片刀之下装有刀牙,在削片刀和刀牙之间留有缝隙作为木片的通道。在圆盘上方倾斜方向装有进料管,其底部装有底刀,工作的侧面装有旁刀,当原木由进料管进入削片机时,原木被旋转的削片刀和固定的底刀切削出一块椭圆形木饼,木饼经削片刀和刀牙之间时受到刀牙的作用分裂成一定规格的木片后进入到圆盘的另一面,出料口在上方的削片机,其刀盘周围还有翘片,用以打碎大片和送出木片。出料口在下方的削片机则不需翘片,木片直落到下面的出料胶带运输机上。在圆盘旋转时削片刀与旁刀也同时进行切削,目的在于防止和减少长木条的产生。图 1-16 为平口喂料多刀削片机,其切