

造纸工人技术读本

甘蔗渣制浆

《甘蔗渣制浆》编写组 编

轻工业出版社

造纸工人技术读本

甘蔗渣制浆

《甘蔗渣制浆》编写组

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是造纸工人技术读本之一。本书简要介绍了甘蔗渣原料的特点,详细叙述了甘蔗渣制浆生产过程各工序(包括备料、蒸煮、洗涤和筛选、漂白)的基本原理、生产工艺、工艺计算、设备结构、操作、新技术、新工艺等,对蔗渣浆黑液的碱回收和综合利用也作了扼要的介绍。本书总结和反映了我国蔗渣制浆方面的先进经验,内容力求通俗,联系生产实际。

本书可供从事甘蔗渣制浆的工人学习,也可作为工人的培训教材或七·二一工人大学参考读物。从事造纸专业的技术人员也可参考。

造纸工人技术读本

甘 蔗 渣 制 浆

《甘蔗渣制浆》编写组

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 1/32 印张: 7 16.32 字数: 168 千字

1977年3月第一版第一次印刷

印数: 10,000 定价: 0.53 元

统一书号: 15042·1390

毛主席语录

抓革命，促生产。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

红与专、政治与业务的关系，是两个对立物的统一。一定要批判不问政治的倾向。一方面要反对空头政治家，另一方面要反对迷失方向的实际家。

前 言

我们伟大的祖国，面积辽阔，资源丰富。我国南方的广东、广西、福建、四川、湖南和台湾等省、自治区，盛产甘蔗。近年来，甘蔗种植区已逐渐北移，现已到达湖北、安徽、江苏等省的长江南岸地区。甘蔗种植面积和产量的增长，促进了制糖工业的发展。而制糖工业的发展又提供了越来越多的副产品甘蔗渣(以下简称蔗渣)。蔗渣中含有大量的纤维，是造纸工业的好原料。充分利用蔗渣造纸，对造纸工业开辟原料来源和开展综合利用有着重要意义。

解放前，在国民党反动政府的统治以及帝国主义的剥削和掠夺下，我国的制浆造纸工业受到了严重摧残。解放前夕，全国纸张的年产量只有十多万吨，大量“洋纸”充斥市场，蔗渣制浆造纸更几乎是个空白。

革命就是解放生产力，革命能够促进生产力的发展。解放以后，在毛主席和党的英明领导下，我国人民发挥了冲天的革命干劲，使社会主义革命和建设突飞猛进，迅速改变了我国一穷二白的落后面貌。利用蔗渣为原料的制浆造纸厂也从无到有，从小到大地建立起来，很多糖厂已陆续兴建蔗渣制浆造纸车间。特别是经过无产阶级文化大革命，广大造纸工人批判了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线和妄图复辟资本主义的罪行，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举“鞍钢宪法”的伟大旗帜，深入开展工业学大庆的群众运

动，不断改造原有设备，挖掘企业生产潜力，大力开展技术革新和技术改造，使我国蔗渣制浆造纸得到了新的发展。目前利用蔗渣浆除了可以生产包装纸、瓦楞纸、有光纸、卫生纸外，还可抄造优质的书写纸、凸版纸、邮封纸、打字纸和拷贝纸等，使用部分蔗渣浆配以部分木浆，还可以生产胶版印刷纸。我国蔗渣制浆造纸工艺不断发展，目前制浆的方法已有石灰法、烧碱法、硫酸盐法、亚硫酸盐法、碱氯法、亚硫酸铵法以及亚硫酸钠法等多种方法，蔗渣机械法制浆也在积极研究中。连续蒸煮、多段漂白等制浆造纸工艺中的先进技术在我国蔗渣制浆造纸中得到了应用和推广。近几年来，在蔗渣制浆造纸中也逐步实现了碱回收。在毛主席关于“向生产的深度和广度进军”的号召下，制浆过程的机械化和自动化水平不断提高，新技术不断得到应用。

为了满足工人同志为革命学习技术的需要，广东省糖纸食品工业公司组织了工厂、学校、科研设计单位的有关人员，对本书的编写进行了认真的讨论，并提供了有关资料。在此基础上，由广东化工学院教师和工农兵学员组成了编写组，在开门办学中，深入生产实际，认真进行调查研究，依靠工人，编写出初稿。初稿写成后，曾经广泛征求意见，并组织工人、技术人员和有关人员进行了讨论和修改。因而本书是开门办学的成果，是实行领导、工人、技术人员三结合和工厂、学校、科研三结合编写的成果。

本书在编写过程中，得到了有关单位的大力支持和协助，在此表示感谢。由于水平有限，书中可能会出现一些错误及不足之处，请广大读者提出宝贵意见。

《甘蔗渣制浆》编写组

一九七六年九月

目 录

第一章 蔗渣原料的特点	(1)
第一节 蔗茎的组织结构及蔗渣的纤维形态	(1)
第二节 蔗渣纤维的化学组成及其与制浆的关系	(5)
第二章 蔗渣的备料	(13)
第一节 原料的堆存	(13)
一、堆存的意义	(13)
二、蔗渣在堆存过程中的变化	(14)
三、蔗渣的打包	(17)
四、蔗渣堆垛的方法	(21)
五、蔗渣堆卸的机械化	(28)
六、蔗渣的散堆	(29)
第二节 蔗渣的除髓	(30)
一、除髓的重要意义	(30)
二、除髓的方法及设备	(30)
第三节 原料的输送及料仓	(39)
第三章 碱法蒸煮	(45)
第一节 蔗渣原料在蒸煮过程中的化学变化	(45)
一、木素的变化	(47)
二、纤维素的变化	(49)
三、半纤维素的变化	(51)
四、其它成分的变化	(51)
第二节 影响蒸煮的因素和节碱措施	(52)
一、蔗渣质量	(52)
二、原料的预处理	(52)

三、用碱量	(53)
四、液比	(54)
五、硫化度	(56)
六、蒸煮的温度与时间	(58)
七、蔗渣浆的硬度	(59)
第三节 蒸煮的工艺技术条件	(60)
第四节 生产流程	(64)
一、间歇蒸煮的生产流程	(64)
二、连续蒸煮的生产流程	(65)
第五节 蒸煮的设备与操作	(69)
一、间歇蒸煮设备及其操作	(69)
二、连续蒸煮的主要设备及其操作	(72)
第四章 其它制浆方法	(91)
第一节 亚硫酸镁盐法	(91)
一、亚硫酸镁盐法蔗渣浆的生产流程	(91)
二、亚硫酸镁药液的制备	(91)
三、蒸煮的反应和影响因素	(100)
四、蒸煮设备与操作	(103)
第二节 中性亚硫酸盐法	(109)
一、亚铵法制浆的工艺技术条件	(110)
二、亚铵法蔗渣浆废液的成分和肥效	(112)
三、亚钠法制浆的生产流程和工艺条件	(113)
四、亚钠法药液制备与回收	(114)
第三节 碱氯法	(115)
一、生产流程	(115)
二、碱液前处理	(115)
三、氯化	(118)
四、碱液后处理	(120)
第四节 机械蔗渣浆	(120)

第五章 蔗渣浆的洗涤和筛选	(124)
第一节 洗选的要求和生产流程	(124)
第二节 洗涤的原理和设备	(128)
一、洗涤原理	(128)
二、洗涤设备	(129)
三、浓缩设备	(137)
第三节 筛选的原理和设备	(139)
一、除渣设备	(140)
二、筛浆设备	(143)
第六章 蔗渣浆的漂白	(152)
第一节 浆料漂白的分类和有关术语	(152)
第二节 次氯酸钙漂液的性质及其制备	(154)
一、次氯酸钙漂液的性质	(155)
二、次氯酸钙漂液制备的过程及其原理	(156)
三、次氯酸钙漂液制备的工艺条件	(158)
第三节 次氯酸盐漂白	(160)
一、次氯酸盐漂白原理	(160)
二、次氯酸盐单段漂白	(162)
三、次氯酸盐两段漂白	(168)
第四节 多段漂白	(169)
一、多段漂白的生产流程	(169)
二、三段漂白的有关计算	(173)
三、多段漂白的设备	(175)
四、管道漂白	(178)
第五节 浆料和纸张的返黄	(179)
一、返黄的原因	(179)
二、防止浆料返黄的办法	(181)
第七章 蔗渣浆黑液碱回收和综合利用	(183)
第一节 概述	(183)

第二节 黑液的蒸发	(187)
一、黑液浓度的表示方法和蒸发水量的计算	(187)
二、多效真空蒸发	(189)
三、蒸发的流程	(192)
四、真空蒸发设备与操作要点	(193)
五、管垢的形成和消除	(196)
六、烟道气直接接触蒸发	(197)
第三节 黑液的燃烧	(199)
一、燃烧的目的和生产流程	(199)
二、黑液燃烧原理和影响燃烧因素	(200)
三、碱回收炉	(206)
第四节 苛化	(210)
一、苛化的任务和原理	(210)
二、苛化的流程和设备	(211)
三、影响苛化的因素	(215)
第五节 黑液的其它利用——胡敏酸铵和胡敏 酸的生产	(216)
一、胡敏酸铵的组成和性质	(217)
二、生产流程和工艺条件	(217)
三、肥效	(218)
第八章 蔗渣浆的特性	(220)
第一节 蔗渣浆的特性对打浆的影响	(221)
第二节 蔗渣浆的特性对湿纸页抄造性能的影响	(224)
第三节 蔗渣浆特性对纸张性质的影响	(229)
第四节 新蔗渣制浆造纸特性	(230)

第一章 蔗渣原料的特点

甘蔗为单子叶多年生禾本科植物，茎秆长为1.5~3米，重为0.5~4公斤，茎上有10~30个节，节间一般呈圆筒形或纺锤形，直径为4.5~8厘米。从整个茎来看，下部较粗，梢头细。中部的节间较长，两端较短。

甘蔗在成熟期含有蔗糖10~12%左右，蔗渣10~13%左右(以绝干计)。

第一节 蔗茎的组织结构及蔗渣的纤维形态

一、甘蔗茎的组织结构

甘蔗茎部的构造与木材木质部的构造有很大的差异。经显微镜放大150倍之后，甘蔗的横切面见图1-1。甘蔗的茎部可分为以下几种组织：

1. 表皮——它是一层狭窄的皮层；
2. 基本组织——由许多薄壁细胞群组成；
3. 维管束——由纤维与导管和筛管结合而成的束状组织，它是嵌入基本组织之中的细胞群。

(一) 表皮

甘蔗的表皮又称为蔗皮，坚韧平滑，由排列紧密的纤维细胞和表皮细胞构成。在甘蔗中纤维细胞多集中在这里，而

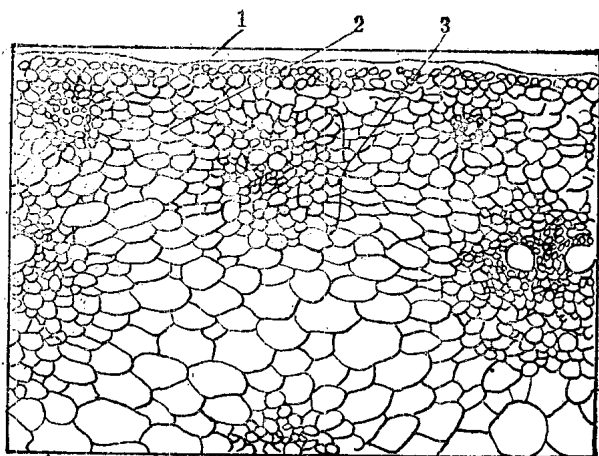


图 1-1 甘蔗茎杆的横切面
1—表皮； 2—基本组织； 3—维管束

且长度也最大，最适于造纸。但由于蔗皮比较坚硬，加上在表皮的外层复盖有一层蔗蜡，蒸煮时药液的浸透较慢。在表皮里层的薄壁细胞，有一些嵌入到表皮里面。

（二）维管束

图 1-2 为甘蔗茎里的维管束横切面图，外面为纤维细胞 5，中间有导管 3 和 4。导管是由很多末端彼此相接的导管细胞所组成，连成连续的长管，分布于整个甘蔗之中，其作用是输送水分。筛管 2 用于输送养分。维管束呈丝条状，其中还插进一些薄壁细胞 1。

（三）基本组织

它是甘蔗中比例较大的一部分，大部分为薄壁细胞。甘蔗的蔗汁都储藏在这里，它是甘蔗中结构比较疏松的部分，称为髓部。

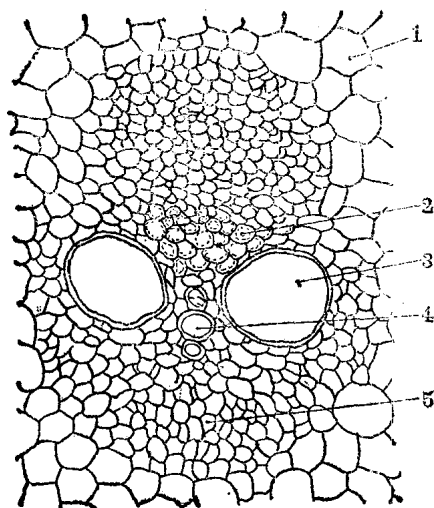


图 1-2 蔗茎维管束横切面图

1—维管束外的薄壁细胞；2—筛管；3—导管；4—原生导管；5—维管束鞘的长纤维

甘蔗经榨糖过程的切断和压榨，使纤维细胞受到强烈的机械作用，部分的纤维细胞断裂，薄壁细胞碎裂成细小的碎末。

二、蔗渣的纤维形态

蔗渣分散后经显微镜放大，其各种细胞形态如图 1-3 所示。该图中 1~4 为蔗渣的纤维细胞，形状细长呈纺锤状，两端尖削，也有呈叉形。其外壁称为细胞壁，中空的地方称为细胞腔。在细胞壁上还有细小的小孔称之为纹孔。和其它草类纤维比较，蔗渣纤维的细胞腔较大，纹孔多而明显，这种细长的纤维细胞就是我们常说的造纸纤维。在蔗渣原料中，

这种纤维细胞占 60~65%。在蔗渣中，表皮或维管束中的纤维细胞由一种称之为胞间层的物质粘合在一起。蒸煮时，部分的化学药品经过纤维的纹孔，通过细胞腔逐渐渗入原料的内部，使胞间层的物质溶解，纤维分离，达到蒸煮的目的。

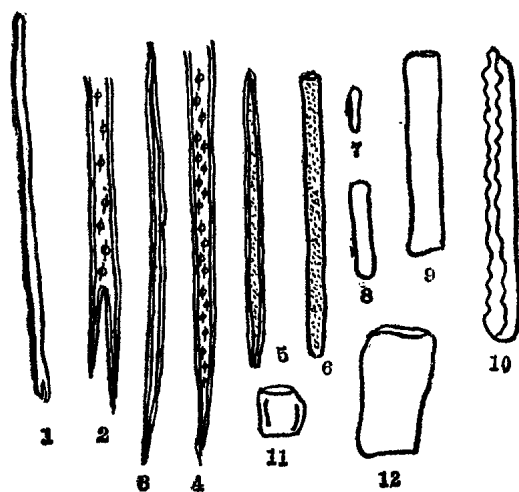


图 1-3 甘蔗渣的纤维和杂细胞形状图

1、2—末端分叉的纤维；3、4—长纤维；5~9—薄壁细胞；10—表皮细胞；11、12—导管

在蔗渣中主要来源于甘蔗基本组织的薄壁细胞，如图 1-3 中 5~9 所示，为长方形及其他形状 of 细胞，壁极薄，易变形或破碎，体积大，如同海绵状一样的松软，吸水性特强。蔗渣中的表皮细胞，如图中 10 所示，多呈锯齿状，有的一面有齿，有的两面均有齿。蔗渣中的导管，见图中 11~12，为两端开口的管状细胞，胞壁平直，有的略有倾斜。蔗渣中的薄壁细胞，表皮细胞和导管约占蔗渣量的 35~40%。

在蔗渣中，薄壁细胞、表皮细胞和导管统称为杂细胞，这些杂细胞在制浆造纸的生产过程中带来一系列的困难，将在备料一章中详述。

甘蔗渣中纤维的长度平均为 1.7 毫米左右，宽度为 22.5 微米左右。由于部位的不同，其长度和宽度也不尽相同，见表 1-1。

表 1-1 蔗渣纤维长宽度

长 宽 度 部 位		长 度 (毫米)				宽 度 (微米)				长宽比 (倍)
		平均	最大	最小	一般	平均	最大	最小	一般	
全 部 位		1.73	4.37	0.42	1.01 ~2.34	22.5	78.4	6.8	16.7 ~30.4	77
分 部 位	皮部	2.26	4.97	0.72	1.31 ~3.13	23.8	44.1	9.8	17.6 ~31.9	95
	茎部	1.47	3.40	0.55	0.94 ~2.13	20.7	41.7	6.8	14.7 ~27.4	71
	节部	0.96	1.88	0.42	0.66 ~1.29	32.3	78.4	11.8	20.6 ~44.1	29

甘蔗在榨糖时随着压榨强度的提高，蔗渣越来越碎，纤维的平均长度随之而降低。目前蔗渣浆纤维平均长度为 0.6 ~ 0.8 毫米左右。从制浆的角度考虑，短纤维太多时对造纸是不利的。因此，在制浆造纸的过程中，我们希望长纤维多，纤维的平均长度大，杂细胞要少。

第二节 蔗渣纤维的化学组成及其与制浆的关系

如上节所述，蔗渣除含有纤维细胞外，还含有多量的杂

细胞。它们是在甘蔗机体中经过生长发育而失去了生活机能的死细胞。纤维细胞和杂细胞都是由纤维素、多戊糖、木素等化学成分构成。构成细胞的纤维素、多戊糖和木素分子是很微小的,不仅肉眼看不到,就是利用高倍的电子显微镜也难看到。除了纤维细胞和杂细胞的形态对造纸有很大影响外,构成纤维和杂细胞的化学组成对造纸也有十分密切的关系。蔗渣的化学成分中,除了主要的成分纤维素、多戊糖和木素外,还有少量葡萄糖、果糖、蔗蜡、果胶、淀粉、蛋白质、有机酸及各种盐类。

一、纤 维 素

它是由失水的葡萄糖基($C_6H_{10}O_5$)联接起来的高分子碳水化合物,即属于多糖类。葡萄糖基是构成纤维素的基本单位,在纤维素的分子中就有上千个以至数千个以上。通常纤维素分子式用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示。式中 n 是整数,这个数字称之为聚合度,即表明该纤维素分子是由多少个葡萄糖基构成的。据测定,蔗渣纤维中纤维素的聚合度(n)一般在3,000左右,而木材则高达10,000左右。

由葡萄糖基组成的纤维素分子的结构,象是打了许多结的绳子一样,如图1-4所示。每个结代表一个葡萄糖基,结



图 1-4 纤维素分子结构的示意图

有多有少,就是说,构成蔗渣纤维素分子的葡萄糖基有多有少;多的聚合度就高,绳子就长,少的聚合度就低,绳子就短。每个葡萄糖基之间的连结在化学上称为配糖键。在比较

强烈的酸性或碱性条件下易断裂，使纤维素分子变小。纤维素是构成纤维细胞壁的主要成分，也就是纸浆中的主要成分。纤维素和多戊糖、木素等分子结合在一起，不易完全分离开。从纸浆中分离纤维素的条件不同，得到的纤维素中就会含有不同数量非纤维素成分。这些从纸浆中分离出来的组分在工业上有其专有名称。如在常温（20℃）下不溶于17.5% NaOH溶液中的组分称为甲种纤维素；溶于该浓度碱液中的，但用酸中和后能沉淀出来的组分称为乙种纤维素；而其余未沉淀，仍保留于溶液中的组分则为丙种纤维素。甲种纤维素是比较纯净的纤维素，是表示浆料质量的一项重要指标。如对制人纤浆粕，要求高达90%以上，而对抄纸的浆料则不要求甚高，同时对造纸用浆保留一部分聚合度低的多戊糖，对抄纸有良好的效果。还有一种称谓全纤维素的，它是指植物除去抽提物后，以温和的方法除去木素所保留的碳水化合物全部。

二、多戊糖

在纤维原料中，易受稀酸和稀碱的作用，而不溶于热水的碳水化合物称为半纤维素。在蔗渣原料中，半纤维素的主要成分是多戊糖，多戊糖用 $(C_5H_8O_4)_n$ 表示。经酸水解后可得到木糖和阿拉伯糖等，说明蔗渣的多戊糖主要由木糖与阿拉伯糖组成，其平均聚合度为150左右。

蔗渣原料中的多戊糖的结构也可以用打结的绳子来比喻，不过，每一个结所表示的不单单是木糖基，而且还有阿拉伯糖基等。同时，在这个打结的绳子上还系了另外一些打了结的短绳子，这就是所谓的支链，因此，绳子就更复杂了，如图1-5所示。