

制糖工業基本知識

連學智編

輕工業出版社

制糖工业基本知识

連 学 智 編

輕 工 业 出 版 社

1958年·北京

序 言

在总路綫的光輝照耀下，随着全国工农业的大跃进，制糖工业也正在一日千里地向前发展。目前全国将兴建数以万計的大中小型糖厂以实现遍地开花而跃居世界糖业首位。为了适应这一新形势，使工作干部对制糖工业先有一个总括的概念，再进一步鑽研生产的技術以組成新的队伍，早日参加到祖国的制糖工业建設行列中来，編者乃以敢想、敢作的精神，鼓起了革命干劲，大胆地編写了这本制糖基本知識，但是限于編者的水平，書中錯誤遺漏以及取材不当之处一定还很多，希望讀者予以批評指正。

編 者

一九五八年九月

目 录

第一章 我国的制糖工业	4
第二章 制糖的原料	5
一、甘蔗	5
二、甜菜	6
第三章 甘蔗制糖生产过程	8
一、甘蔗的收获和临时贮存	8
二、由甘蔗中提取糖汁	11
三、蔗汁的澄清	14
四、清汁的蒸发	18
五、糖浆的处理	20
六、结晶	21
七、糖膏分蜜和制品的处理	25
第四章 甜菜制糖生产过程	29
一、甜菜的收获和贮藏	29
二、从甜菜中提取糖汁	33
三、浸出汁的澄清	43
四、稀清汁的蒸发	46
五、糖浆的处理	49
六、结晶	49
七、糖膏分蜜和制品的处理	50
八、石灰和碳酸气的生产	50
第五章 甘蔗及甜菜土法制糖	51
一、概述	51
二、甘蔗土法制糖过程	52
三、甜菜土法制糖过程	54
第六章 蔗糖的品种、质量及用途	57
第七章 甘蔗与甜菜糖厂副产品的利用	59
附录：本书中所引用制糖名词的解释	60

第一章 我国的制糖工业

我国地大物博，北方盛产甜菜，南方盛产甘蔗；在我国有着规模宏大的近代化制糖厂及无数的中小型的制糖厂；就全世界产糖国家来说，我国是甜菜糖和甘蔗糖兼有的极少数国家之一。

我国利用甘蔗，制糖起源于二千年前，而甘蔗制糖约在公元398年开始。由此可见，我国土法制糖已有悠久的历史，当然也积累了不少的经验，但是过去只是墨守成规，所以在很长的一个时期中制糖工业并未获得发展，旧中国年年要向国外进口砂糖，最高年进口量曾达七百余万担之多。解放前虽然也有几座近代化的甘蔗和甜菜糖厂，但因受帝国主义和官僚资本的摧残、破坏，生产量和生产技术都是微不足道的。

解放以来，在党的正确、英明的领导下，我国的制糖工业才得到了迅速的发展，在供应人民生活需要上和为国家积累建设资金上都起了一定的作用。就从我国蔗糖产量的增长来看，57年糖的产量较49年增长了3.2倍，第一个五年计划期间平均每年增长速度为13.3%；新建、改建并投入生产的大、中型机械化糖厂共有164座，其中有98座连同全部设备，都是我国自己设计与制造的。新建的小型厂和土糖坊更不计其数。

同时，我国还先后建立了甜菜和甘蔗糖业设计院、研究所和试验场，培养了一万多设计和科学研究方面的技术干部，又为我国糖业在最短期内跃居世界先进水平创造了条件。

苏联、波兰、捷克、德意志民主共和国给予我国糖业无私的援助对我国糖业的恢复和发展起了很大的作用，帮助我国恢

复和新建了许多糖厂，帮助我国培养了不少技术人才，并给我们提供了世界最新的技术装备、技术资料。

在生产技术方面，经过全体职工的努力，亦先后出现了“五、一煮糖法”、“浸出多装快作三定操作法”、“计划预修”、“甘蔗小鋤低砍”、“初登高结晶法”、“调整镜距，平衡负荷，提高压榨机效能”、“降低滤泥中糖份损失”等先进经验。同时在设备方面，也有许多的创造发明。

一年来在总路线的照耀下，通过全党、全民的整风运动，在制糖工业中也和其他工业中一样，鼓足干劲、力争上游，破除迷信、解放思想，土法上马，土洋结合，兴办了数以万计的小厂，创造了许多奇迹。我国的糖业正在一日千里地向前跃进。根据目前的估计，在第二个五年计划期间，我国糖的产量必能跃居世界首位，生产技术也一定能跃居世界先进水平。

第二章 制糖的原料

目前世界上制造蔗糖的原料有甘蔗、甜菜、糖用高粱、枫树、浆果树、玉蜀黍茎、椰子树等；但除甘蔗、甜菜外，其余几种原料产糖极少，在制糖工业中很少采用。因此，我们在这里只主要地叙述甘蔗和甜菜制糖。

一、甘 蔗

甘蔗为制糖工业的主要原料，盛产于热带及亚热带。我国南方广东、广西、福建、四川、江西、台湾、浙江、安徽等省多产之；世界上盛产甘蔗的国家有中国、印度、印度尼西亚、古巴、巴西、夏威夷、巴基斯坦、澳大利亚、菲律宾、美国

等。全世界甘蔗糖产量约占全部蔗糖产量的64%。

甘蔗在植物分类上属于单子叶門，穎花群，禾本科，蜀黍族，甘蔗属。很久以前是以插苗法繁殖，插苗后不久即生根，并生出許多嫩芽，形如丛状。各蔗莖的根在地下互相联接；收割时仅割取蔗莖，而将根仍留在土壤內，来年，根又重新分枝生莖；因此，甘蔗为多年生植物，它的收穫可达到十次。

甘蔗莖高約2.5~7公尺。蔗莖的直徑約为3~5公分。将近成熟的甘蔗，下部的蔗叶逐漸凋落，等到成熟后，只余頂尖叶丛；在收割甘蔗时，将此蔗梢部份切下，以供插苗之用。

甘蔗在植物学上可分为：大莖蔗、印度蔗、我国竹蔗、高莖蔗、野生蔗、中間杂种蔗等六个种別，在我国繁殖最多的优良品种有东爪哇3016、2878，台灣108等品种；其次尚有东爪哇2383、2725，台灣109、110、113、114、115、116、117、118、119、121、122、125、128、130、131、132、133、134、1108等品种。

这些品种，一般是糖分含量和单位面積产量高，对災害的抵抗力强。甘蔗的組成大約为水分74.5%，蔗糖份12.5%，纖維11%，灰分及其他2%。

二、甜 菜

除甘蔗外，甜菜亦为制糖工业的主要原料。过去多盛产于較寒冷的地帶，如黑龍江、吉林、內蒙、新疆、甘肅、辽宁、山东、河北等地，近年来在南方各省亦有逐漸种植甜菜的。从工农业大跃进的新形势進展以来，我国的甜菜制糖工业更突破了“南方不适宜种植甜菜”的迷信，在南方各省得到了空前迅速的发展；甜菜糖在我国制糖工业中的比重也迅速地提高。

甜菜是藜科植物，現在所栽培的甜菜，是由普通野生甜菜改

良而来；約在四千年前，就开始栽培甜菜了。最初仅拿它供作蔬菜和凉菜食用，有时亦用在医药上。

今日甜菜制糖工业所以能够有如此蓬蓬勃勃的发展，主要是由于甜菜选种的成功，这使甜菜作物有了显著的改良。

由于栽培和选种的影响，甜菜已由一年生植物进化为二年生植物。在第一年中，生成块根，根的头部丛生菜叶。第二年中，莖、叶由种根头部生出，高約1.5~2.0公尺，頂端开花。

果实成熟时，种籽連生在一起，形成了“种球”，这就是甜菜的种籽。

現今栽培的甜菜品种根据其生物学及經济学特征，大体可以分为以下三种类型。

①**丰产类型品种**：这种类型品种根部增长很快，单位面積块根产量高，叶丛繁茂，但叶片生理衰老死亡較早，根中糖分較低。以波兰NP，苏联P1537，美国GW49等三品种为代表。

②**高糖类型品种**：这种类型品种根部增长較慢，单位面積块根产量低。叶丛繁茂，叶片生理衰老死亡較早，但再生叶片能力較强，根中糖分積累、增长較快，以波兰A、AB.等二品种为代表。

③**标准类型品种**：这种类型品种的块根，产量与根中糖分含量介于丰产类型品种与高糖类型品种之間；叶片生理衰老死亡較晚，再生叶片能力較弱，以波兰Bus、P、CLR三品种为代表。

目前在我国采用較广的品种有：P、P1537、CLR以及我国自采的友谊、草原青年等品种。

甜菜中約含有水分75%、蔗糖分17.5%、灰分及其他7.5%。甜菜的成分，每因种籽質量、土壤、施肥、生长环境的不同而各异。

第三章 甘蔗制糖生产过程

不論机制糖或土法制糖，其生产过程大致可分为“由蔗取汁”和“由汁取糖”两大部分。甘蔗产糖率约为11%~12.5%。现按照甘蔗制糖生产过程之次序（详见图1）介绍如下：

一、甘蔗的收获和临时贮存

（1）甘蔗成熟度的鉴别 甘蔗的成熟与否可以通过以下几点来鉴别：成熟的甘蔗从外部形态的变化来看，蔗叶大多渐次枯老凋落，只剩下梢部较小的几片蔗叶；蔗茎外表有光泽，色泽变深；蔗茎横剖面现有灰白粒点。在尝蔗茎的上、中、下三部分时，若蔗汁之甜度无甚差异，那就表示蔗已成熟。有化验设备的地区可以通过化验及测定蔗汁的锤度、糖度、还原糖含量及酸度等以测得甘蔗的成熟度。在糖度大纯度大而还原糖含量及酸度最小时表示蔗已成熟。在甘蔗接近成熟时期，间隔一定时间进行连续化验，记录其化验或测定日期及结果，然后进行分析比较。

（2）成熟蔗的收穫 在甘蔗将要成熟前的一个月，即应保持蔗田干燥；这样一方面对甘蔗的成熟有利，同时亦便于收穫。在收穫前一两天，先将不留作种用的甘蔗进行剥叶，准备留作种用的甘蔗则须保存叶鞘以保护蔗芽。目前广泛推广的收穫方法是：根据先熟先砍的原则，小锄低砍，以提高单位面积蔗茎产量及产糖量。在进行低砍时，除留作宿根者应在土壤中保留3~4公分高的蔗箨外，其余应尽可能往下砍。

（3）原料甘蔗的临时储藏 砍下之原料甘蔗一般应及时

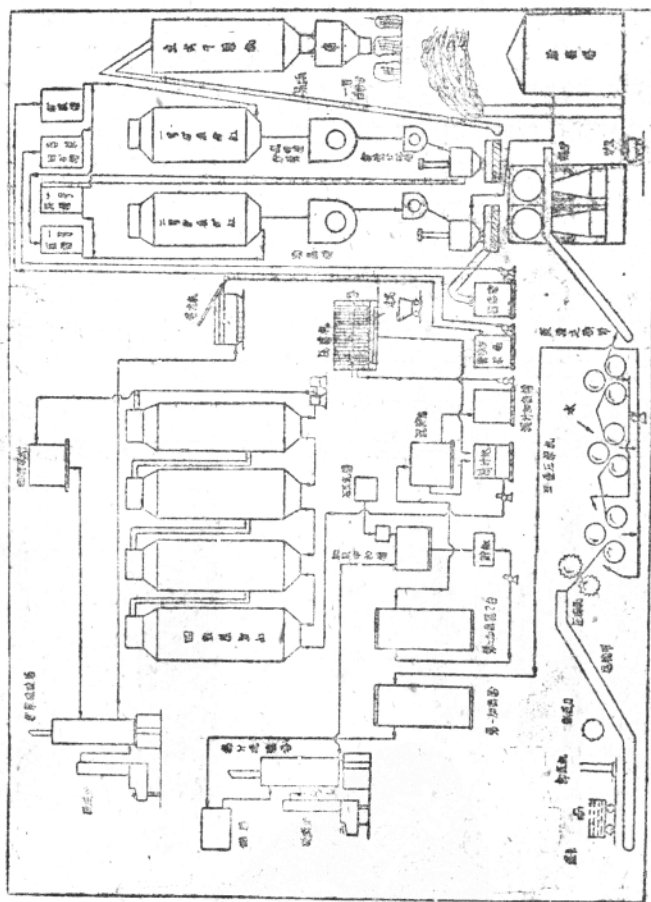


图 1 甘蔗机制糖厂生产流程示意图

运厂加工，不宜進行較長時間的儲藏，因为甘蔗在儲藏期間，蔗糖会逐渐自然轉化。在微生物的侵入下，甘蔗即发生霉烂酸敗現象，影响制糖操作及糖分收回，甚至不能用来制糖。为了避免甘蔗变質，在必需要進行甘蔗短期儲藏时，应用蔗叶复盖起来，以免日晒、雨淋或受霜凍的侵害。在复盖时，应注意不要过于严密，以免堆內热量不易散发而更加促進蔗糖的轉化和微生物的作用。必要时还可以灑一些冷水，以保持堆內一定的湿度；并降低堆內溫度。

(4) 原料甘蔗的运输 甘蔗由田中收割后，即切去蔗梢及蔗根，并清除夹杂物，切下之蔗梢作为插苗之用，收割之蔗莖十余根束成一小捆，再以十余捆束成一大捆（約重2~2.5吨），然后运至糖厂。为了防止蔗糖之轉化，最好能于36小时之內运至厂中加工。卸蔗一般采用可以旋轉的起重机，原料蔗由起

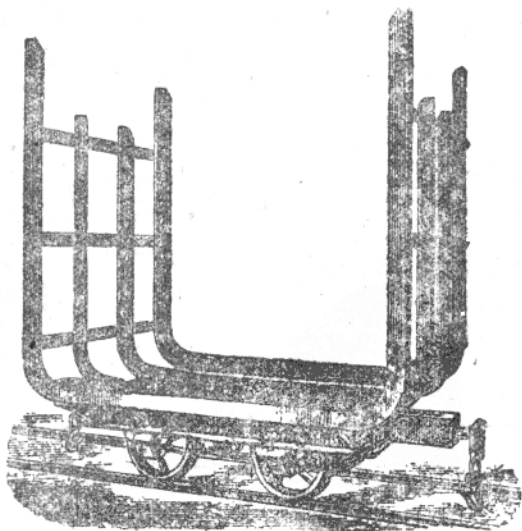


图2 运蔗卡

重机卸下后，落于一轻便铁道之蔗卡（图2）上；满载原料蔗之蔗卡用人力推到过磅室，过磅计量后，然后运至卸蔗机（图3），通过卸蔗机上之蔗耙将原料蔗卸入运蔗带上借助于运蔗带之运动而进入压榨车间。

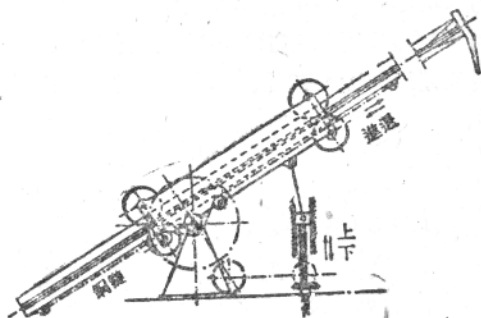


图3 卸蔗机

二、由甘蔗中提取糖汁

（1）甘蔗的斩断及压碎 甘蔗的糖分多贮存在蔗茎的柔软细胞之中，外部包有坚硬之皮，同时还有许多坚硬的节部，欲

达到由蔗取汁的目的，首先要破裂此等坚硬组织，使蔗心的柔软细胞破裂。原料蔗由运输带送入压榨车间之前，先经斩蔗刀将甘蔗斩断和击碎。蔗刀安装于固定在旋转轴上的刀架之上（图4），轴之转速约为每分钟500转；经蔗刀切断后之甘蔗，多切断或击碎成大小不一的碎

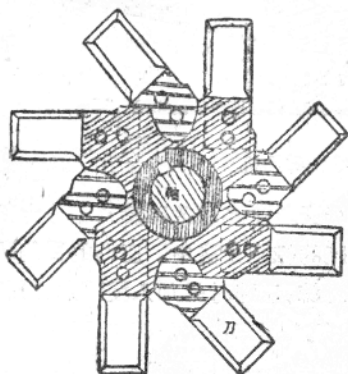


图4 蔗刀的装置

蔗，其长度約为30公分左右，长短不一，由于經蔗刀斬斷之蔗，有一部尙未經斬斷破碎，故还需要經過一台碎裂机或压碎机处理。碎裂机（图5）形如粉碎机，其作用是把甘蔗纖維碎裂到适宜的形狀，以利将来的压榨操作。压碎机通常又叫作人字輥，直徑約900公厘，长度約1100公厘，輥面上刻有齿形，压碎机工作的目的是均匀地破坏甘蔗的外皮和內层的纖維組織，以利压榨。

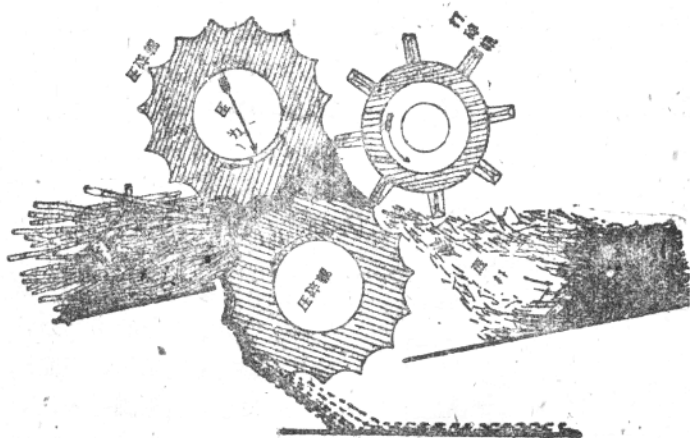


图5 碎裂机

（2）碎蔗的压榨 經斬斷与压碎后的碎蔗，糖分大部分还包含在未經破坏的柔軟細胞的細胞汁液中。压榨的目的即为將柔軟細胞破坏，使細胞汁外流，压碎时另加入浸漬水，將細胞內的汁液提出。甘蔗的压榨一般采用三輥式压榨机（图6），一座三輥式压榨机由頂輥、前輥、后輥三輥所組成，輥都用鑄鉄制成，上面刻有刻紋，用以压紧甘蔗并使蔗汁得以自由逸出。

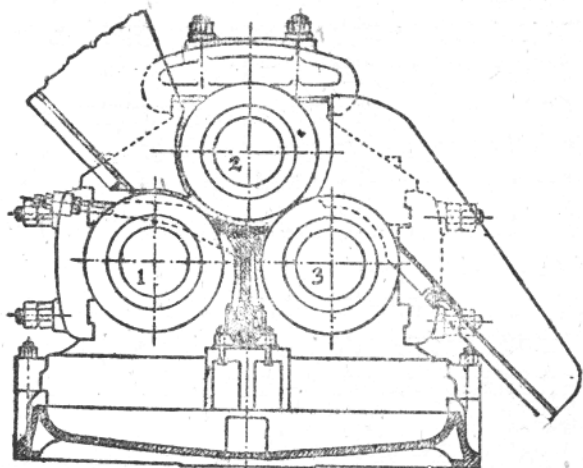


图 6 三轆式压榨机

三个轆中頂轆裝有壓力調整器，使轆可以稍許向上移動，以便於較厚的蔗層鉄質小塊通過；轆之直徑一般為60.96(24)66.04 (26) 71.12 (28) 76.20 (30) 81.28 (32) 86.36 (34) ……公分(吋)，轆牙之長度一般為121.72 (48)152.4(60)157.64 (66) 198.12 (78) 公分(吋)，一般製造的原則為直徑加5.08公分(2吋)，長度加15.24公分(6吋)。我國廣東常用轆之規格為 $\Phi 81.28 \times 177.80$ 公分($\Phi 32$ 吋 $\times 70$ 吋)，台灣多用 $\Phi 60.96 \times 121.92$ 公分($\Phi 24$ 吋 $\times 48$ 吋) $\Phi 66.04 \times 121.92$ 公分($\Phi 26$ 吋 $\times 48$ 吋) $\Phi 71.12 \times 152.40$ 公分($\Phi 28$ 吋 $\times 60$ 吋) $\Phi 76.20 \times 152.40$ 公分($\Phi 30$ 吋 $\times 60$ 吋)等規格的轆，轆的轉速一般為每分鐘2.5轉。

由於單座压榨機蔗汁榨出量少，榨蔗量也較低，所以需採用多重压榨法。工廠都採用三重或四重(三座轆或四座轆)裝

置。压榨次数愈多，蔗汁(或糖分)的榨出及压榨能力就愈增大，但如压榨辊过多，动力消耗增加，成本要随之增大，所以一般甘蔗榨糖厂都采用三重、四重。

(3) 加水浸渍 经压榨后之蔗，柔软细胞虽大部被破裂，蔗汁亦大部被榨出，但还有一部分细胞不能破裂，即使破裂，其中之糖分亦不能全部被榨出，所以尚需加水将其浸渍出来，通常三重压榨机加水多加在第二座压榨机顶辊与后辊出口处，利用蔗渣出辊时本身的自行膨胀，将水吸入。浸渍后之水再经第三座压榨机压出，所得稀蔗汁泵入第一座压榨机出口处供作第二次浸渍之用，从第二座压榨机所得浓度较高的稀汁泵入第一座压榨机入口处，与第一座压榨机压出之汁混合，即称为混合汁。

(4) 混合汁及蔗渣的运输 混合汁经筛净后流经一阻泥槽，将泥砂等物沉下后，然后打入蔗汁计量称。经最末一座压榨机压榨后所得之蔗渣，经由蔗渣运输带(图7)直接送入锅炉，多余者积存于户外。如利用蔗渣作为造纸或人造纤维原料时，则将蔗渣送往打包场打包，然后暂存在仓库中准备起运。

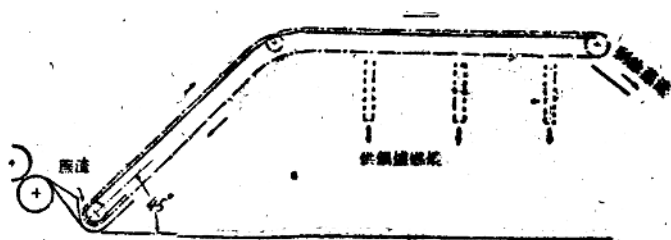


图7 蔗渣运输带

三、蔗汁的澄清

蔗汁澄清的目的 混合汁为灰绿色、混浊不透明之液体，

內含有約15%之溶解的固形物及部分的懸浮物，其中包括：蔗糖、植物胶、有机酸、含氮有机物、色素、油脂类、无机酸、无机盐类、纖維、泥砂等。混合汁內的非糖雜質，对制糖的影响很大，例如：鉀、鈉等的盐类会妨碍蔗糖結晶，酸类則極易使蔗糖轉化，增加糖分損失，所以混合汁必須加以澄清。

蔗汁澄清的目的总的來說是尽量除去蔗汁中一切对制糖有妨碍的非糖雜質，以达到提高成品糖的質量和提高蔗糖回收率的目的。

蔗汁澄清的方法 目前世界各国所采用的糖汁澄清方法不外乎：石灰法、碳酸法、亚硫酸法、离子置換法、电介澄清法等五类；我国的土糖厂多采用石灰法，甘蔗机制糖厂多采用亚硫酸法，甜菜机制糖厂多采用碳酸法，其他两种澄清方法在我国尙属研究阶段，生产中未正式采用。茲先就我国甘蔗糖厂普遍采用的酸性亚硫酸法加以介紹，碳酸法与石灰法在以后甜菜机制糖和甘蔗、甜菜土法制糖部份再另介紹。酸性亚硫酸法如下：

(1) 第一次加热及硫熏
經称量后的混合汁打入第一次加热器(图8)加热至50～

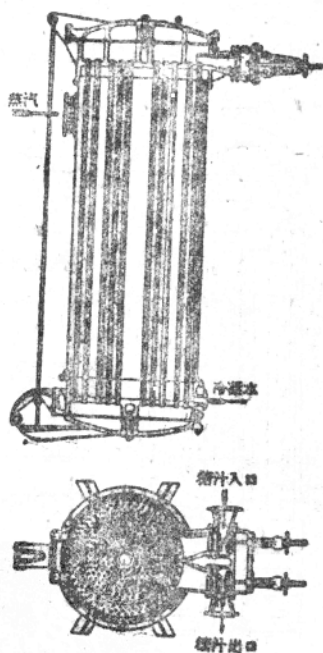


图8 加热器

55°C，以使有机氮化物如蛋白質等凝固，但加热的温度不宜过高，特别是在采用先通二氧化硫后加石灰的酸性亚硫酸法的糖厂，第一次加热的温度更不宜高，如果温度过高，不但易引起蔗糖转化损失，而且亦将使蔗汁吸收二氧化硫气体的情况变劣。加热后的蔗汁，先泵入一个位置较高的储箱中，然后使其均匀地流入硫磺塔(图9)内。硫磺塔内装有五至六层木栅，蔗汁通过木栅错纵下流，遂能与从下部上升的二氧化硫气体充分接触，以达到硫磺的目的。硫磺的作用是使蔗汁颜色漂白，并增大蔗汁的酸度，这样，中和时所用的石灰乳量就能增加，沉淀物增多，沉淀与过滤情况就可随之改善。

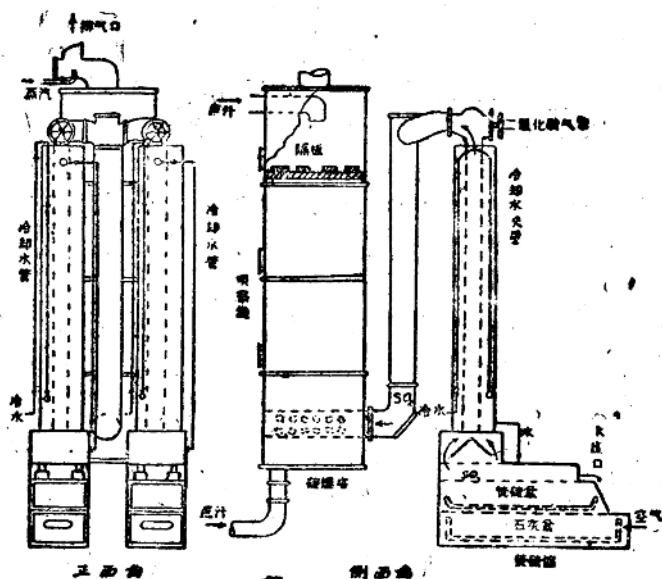


图9 对流式硫磺装置