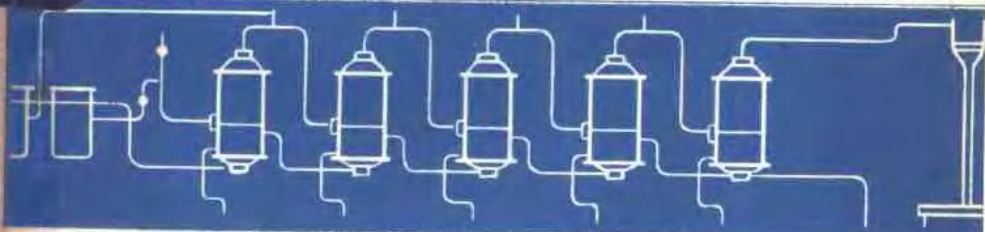


甘蔗糖厂工人技术读本

糖 汁 蒸 发



轻工业出版社

甘蔗糖厂工人技术读本

糖 汁 蒸 发

广东省糖纸食品工业公司 编

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是《甘蔗糖厂工人技术读本》丛书之一。本书主要介绍了糖汁蒸发的基本原理、蒸发设备结构、操作要点、糖汁在蒸发过程中的变化、蒸发热力方案及常用工艺计算等基础知识。

本书可供甘蔗糖厂生产工人自学用，也可作为甘蔗糖厂生产工人的培训教材或业余技术教育教材。

甘蔗糖厂工人技术读本
糖 汁 蒸 发
广东省糖纸食品工业公司

轻工业出版社出版
(北京阜成路3号)

北京印刷二厂印刷
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 印数: 3 34/23 字数: 154千字
1978年7月 第一版第一次印刷
印数: 1—11,450 定价: 0.42元
统一书号: 15042·1393

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。劳动人民要知识化，知识分子要劳动化。

理性认识依赖于感性认识，感性认识有待于发展到理性认识，这就是辩证唯物论的认识论。

概 述

不论是甘蔗制糖工业还是甜菜制糖工业，蒸发都是一个不可缺少的重要环节。

解放后，特别是通过无产阶级文化大革命，制糖工业战线的工人阶级，在共产党和毛主席的正确领导下，坚持自力更生的精神，在生产斗争和科学实验中，大搞技术革命和技术革新，创造出许多优异的成绩，积累了许多宝贵的经验，促进了我国制糖工业的发展。

低液面五定操作方法是从小生产实践中总结出来的，并有严密科学根据的一种行之有效的先进操作方法，它对提高蒸发效能，稳定产品质量，减少糖分损失以及均衡生产等方面都有很大的作用。

目前，国内除了某些小型糖厂和糖坊因地制宜地采用直火的蒸发方法浓缩糖汁外，所有的大中型糖厂都普遍采用蒸汽为热源和多效蒸发装置。蒸发站是糖厂用汽和供汽的重要部门，从这个意义上说，它是糖厂的第二锅炉。对于节省用汽量，降低煤耗和提高热经济效益，最有效的方法是采用压力蒸发方案。生产实践证明，这种热方案对碳酸法糖厂比较适宜。

在一定的热方案及设备的基础上，许多糖厂采取有效的技术措施，创造条件抽出额外蒸汽供给加热和煮糖的需要，在进一步减少煤耗方面，取得了较好的成绩。

近年来，为了适应生产发展的需要，不少糖厂大力挖掘生产潜力，对设备进行改造提高甘蔗的日处理量。蒸发站无

疑处在优先考虑的位置。蒸发罐生产能力的提高主要还是依靠增加传热面积来实现。在这方面，有的换大蒸发罐，有的增加一个小罐与原有的罐并联使用，还有的则在原有蒸发罐的基础上，适当扩大加热面。

蒸发设备也有不少的改进，目前除广泛使用通用式蒸发罐外，外循环式蒸发罐由于加热面的布置比较紧凑，逐渐得到广泛的采用。长管升膜式蒸发罐是现有蒸发设备中传热系数最高的一种，对碳酸法糖厂是比较适宜的。较新式的降膜式蒸发罐已在生产上进行试用，它在理论上有传热系数高和静压损失少等优点，是一种比较有前途的蒸发设备，它的试验成功，对革新蒸发设备有很大的意义。此外，根据反渗透的原理，利用薄膜分离法除去溶液中的水分，已在海水淡化和一些食品工业部门应用，在制糖工业中，也列为一项科研项目进行研究。这种方法若能成功，可部分或全部代替蒸发罐进行糖汁的浓缩，对热能的节省和设备的简化，具有重大的意义。

在附属设备方面，用喷射冷凝器代替混合式冷凝器和真空泵，已普遍采用，这是冷凝设备的革新，在汽凝水的排除方面，已广泛用自蒸发器代替传统的分水器及排射器，这对节省蒸汽和减少设备维修都有较大的作用。糖浆的排除也由于采用平衡箱离心泵装置而改变了面貌。

采用自动调节和自动控制装置，对于蒸发操作管理，提高蒸发生产水平有很大的作用，目前也在逐步发展。

工艺条件及操作方法必须适应设备和热方案的要求，以减少糖分损失，保证糖浆质量，更好地发挥热经济的效果。因此，全面加强蒸发罐的工艺管理，是一项必须强调的重要任务。

结 束 语

在毛主席革命路线指引下，在“农业学大寨”群众运动的推动下，短短的几年间，一个改革栽培制度、大种秋植蔗的群众运动，遍及我国南方各省区。其推广速度之快，增产效果之大，在我国蔗糖发展史上写下了光辉的一页。

实践证明，在我国能够推广秋植蔗的地区，已不是局限于过去的华南和滇南蔗区，而是向北推进到浙南、闽北、赣中、湘中、桂北、黔北、以及四川盆地和西南高原蔗区，随着秋植技术的提高，还有北移的可能。在这些北移的地区，虽然常年有不同程度的轻、短霜害威胁，但是通过群众的实践，已逐步掌握了低温霜冻的规律，提出了一套与之相适应的栽培技术措施。不仅推动了秋植蔗的发展，也创造了大量的高产典型。这些经验对夺取全国蔗糖高产，具有积极的现实意义。

据初步估计，目前可以发展秋植蔗的蔗区，约占现有我国蔗区的70%以上。我们认为，在这70%蔗区范围内，不一定也不应该强调实施甘蔗秋植化。而是应该逐步实现一个以秋、冬植蔗为主的新栽培制度，以便代替现有单一的春植栽培制度。这是当前我国甘蔗栽培技术革命中一项光荣任务。

至于在实施秋、冬植蔗为主的栽培制度中。各种植别栽培制度的比例问题也不能强求一致，而应根据当地的农作物布局、土地的安排、劳力的分配、气候的特点、以及糖厂开榨期等等，因地制宜订出合理的比例为原则。

“人民群众有无限的创造力。”在这场改革栽培制度、探索秋植蔗生长发展规律的人民战争中，群众创造了很多高产典型、摸索了很多高产经验。这本小册子仅仅是总结群众这些宝贵经验的初步尝试。更多的技术经验，还有待深入学习总结和提高。

前 言

随着我国社会主义革命和社会主义建设的飞速发展，我国制糖工业的形势大好，生产技术大幅度提高，技术队伍不断地壮大。为了适应制糖工业迅猛发展的形势和满足广大制糖工人为革命学习技术理论的需要，我们编写了这套工人技术读本。

这套工人技术读本分《甘蔗压榨》、《蔗汁亚硫酸法澄清》、《蔗汁碳酸法澄清》、《糖汁蒸发》、《糖膏煮炼与助晶》和《糖膏分蜜与干燥》六册。本书力求结合实际，较系统地介绍各工序的工艺原理、设备结构、操作方法和有关计算。参加编写的单位有：中山糖厂、江门甘蔗化工厂、顺德糖厂等。

本书在编写过程中，广泛地征求了生产工人的意见。写出初稿后又组织了由工人、干部和技术人员参加的三结合小组，进行了反复审查和修改。但由于时间短促，资料收集不够全面，先进经验的总结有一定的局限性，加上我们的水平所限，书中难免有缺点和错误，希望读者批评指正。

广东省糖纸食品工业公司

1975年12月

目 录

概述

第一章 蒸发与蒸发流程	1
第一节 蒸发的含义及名词解释.....	1
第二节 蒸发站的任务.....	10
第三节 蒸发站的流程.....	11
第二章 蒸发的基本原理	17
第一节 传热的原理.....	17
第二节 蒸发罐的性能.....	21
第三节 温度损失和传热温度差.....	30
第四节 多效蒸发.....	37
第三章 蒸发设备及其附属装置	40
第一节 蒸发罐的型式和构造.....	41
第二节 蒸发罐的构件.....	51
第三节 蒸发罐的附属装置.....	65
第四节 蒸发罐在停机期的防锈.....	77
第四章 蒸发罐的操作	80
第一节 低液面五定操作.....	80
第二节 真空蒸发罐的操作要点.....	82

第三节	压力蒸发罐的操作要点	86
第四节	转停罐操作要点	89
第五节	煮洗罐操作要点	91
第六节	不正常情况和事故处理	92
第七节	生产安全要点	98
第五章	糖汁在蒸发过程中的化学和物理变化	100
第一节	蔗糖的转化	100
第二节	酸值的变化	103
第三节	色值增加	106
第四节	纯度的变化	107
第五节	加强技术管理, 减少蒸发过程中糖汁的变化	108
第六节	蒸发罐的走糖	112
第七节	积垢的生成及其清除	115
第八节	管外油垢和铁锈的清除	132
第六章	蒸发的热方案	133
第一节	蒸发的各种热方案	133
第二节	努力节省蒸汽耗用量	147
第七章	常用的蒸发工艺计算	152
第一节	总蒸发水量的计算	152
第二节	任一效蒸发罐水量和浓度的计算	153
第三节	蒸汽用量的计算	155
第四节	节省蒸汽用量的计算	158
第五节	蒸发效能的计算	162

第六节	蒸发罐加热面积的计算	164
第七节	糖汁在蒸发罐停留时间的计算	166
第八节	糖汁比热的计算	167
第九节	蒸发站热平衡核算	169
附表		173
附表 1	饱和水蒸汽表 (变数为温度)	173
附表 2	饱和水蒸汽表 (变数为压力)	174
附表 3	低于大气压下饱和蒸汽的压力与温度 对照表	176
附表 4	盐酸比重表	177
附表 5	氢氧化钠溶液比重表	178
附表 6	碳酸钠溶液比重表	179

第一章 蒸发与蒸发流程

第一节 蒸发的含义及名词解释

从甘蔗中提取出来的蔗汁，经过澄清处理后，所得的清净糖汁是一种浓度约为 $13\sim 15^{\circ}\text{Bx}$ 的糖液，必须在多效蒸发罐中加热蒸发除去大量的水分，浓缩至浓度为 60°Bx 左右的糖浆后，才能适应煮糖的需要。

物理学中的分子运动学说告诉我们，当水溶液受热时，靠近加热面的溶剂（水）分子获得动能，克服了分子间的吸引力，便成为气体从液面上跑出，这种由液态的水变为气态的水蒸汽，就是汽化现象。在沸腾状况下，汽化速度快，故糖汁的浓缩大都在沸腾条件下进行，这种受热沸腾而形成剧烈的汽化过程就叫做蒸发。

由蒸发而生成的蒸汽，若不能及时除去，蒸汽与溶液便渐趋于平衡，蒸发就不能继续进行，所以连续蒸发必须具备的条件是：不断供给热能和不断排除所生成的蒸汽。

热能的供给可采用直接或间接加热方式。热源的种类很多，有水蒸汽、高沸点液体及其蒸汽和烟道气等，糖厂的蒸发站一般采用水蒸汽作热源和应用间接加热方式使糖汁进行蒸发。

为了进一步说明蒸发的原理，下面先将有关的名词术语作简要的解释。

1. 沸点

在一定的压力下，溶液沸腾时的温度叫做沸点。水和其他溶液的沸点，并不是固定不变的，它受液体所受压力的影响（糖液的沸点还受浓度的影响）。压力愈大，沸点就愈高；压力愈小，沸点就愈低（图1-1）。

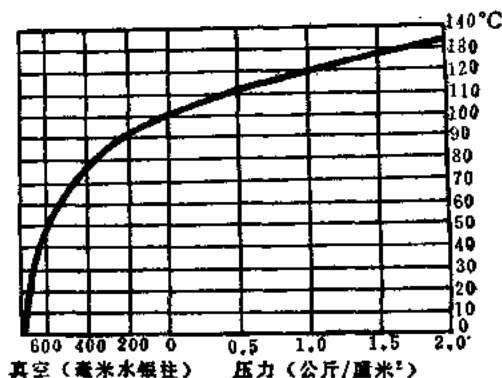


图1-1 水的沸点与压力的关系

根据沸点受压力影响的原理，利用抽真空减压的办法，就可降低糖汁的沸点，实现真空蒸发，保证糖浆的质量，同理，利用增大第一效入汽压力的办法，就可以提高糖汁的沸点，实现压力蒸发，为抽出汁汽制造有利的条件，从而节省蒸汽的用量。

2. 压力

在单位面积上所承受的力称为压力。水蒸汽在密闭容器中，在各个方向都有一种向外的推力，容器内每单位面积上所受到的这种推力叫做蒸汽压力。

大气中的空气压力，叫大气压力。

在实际生产中，多用工业大气压来表示压力，一个工业大气压等于容器的1平方厘米面积上承受1公斤的力，相当于735.6毫米汞柱高度，也相当于10米的水柱高度。

压力也可用物理大气压表示，一个物理大气压等于1.033公斤/厘米²，相当于760毫米汞柱高度，也相当于10.33米的水柱高度。

我们常指的压力有两种，一种是表压力，另一种是绝对压力。用压力表测出的压力就是表压力，它是指压力大于大气压力的数值，或叫做“余压”。绝对压力是压力表上指示的压力加上大气压力，也叫做“全压”。所以：

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + \text{大气压力}$$

如不需要很准确计算，大气压力用1公斤/厘米²表示，于是

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + 1$$

例如，表压力为0.8公斤/厘米²时，

$$\text{绝对压力} = 0.8 + 1 = 1.8 \text{ 公斤/厘米}^2$$

3. 真空

在完全没有压力或压力低于一个大气压力的状态，叫做真空。

真空有两种情况。一种叫“完全真空”（绝对真空），是指在空间中完全没有任何空气或蒸气存在的状态；另一种叫“未尽真空”，是指从空间中抽出一部分空气后的状态。

真空度的大小一般用汞柱表示，它是通过真空表或水银计量度的，真空度是容器外的大气压与容器内的绝对压力的差数，真空度愈大，绝对压力就愈小。于是：

真空度 = 大气压力 - 绝对压力

或者, 绝对压力 = 大气压力 - 真空度

例如: 650毫米汞柱的真空度, 相当的绝对压力为:

$$1 - \frac{650}{735.6} = 0.1163 \text{ 公斤/厘米}^2$$

4. 饱和蒸汽

将水加热至沸点后, 由于产生蒸发作用而在沸水表面上形成的蒸汽, 叫做饱和蒸汽。它的温度等于该压力下沸水的温度。

在蒸汽锅炉中未经过热管加热处理而产生的蒸汽是一种饱和蒸汽, 因此饱和蒸汽又叫做湿蒸汽。

5. 过热蒸汽

在一定的压力下, 将饱和蒸汽继续加热, 使它的温度超过沸水的温度, 所得的蒸汽, 叫做过热蒸汽。

透平机或蒸汽机的废汽都属于过热蒸汽。

用过热蒸汽作蒸发罐热源时, 它对管壁的给热系数比饱和蒸汽低得多, 同时, 在近加热管口的一部分加热而又用于降低过热蒸汽的温度, 因此, 过热蒸汽的传热系数不高。所以, 除了动力设备和分蜜机采用过热蒸汽外, 蒸发罐和其他用汽部门宜采用饱和蒸汽作为热源。

6. 加热蒸汽

在多效蒸发罐中, 加入第一效用来自蒸发糖汁用的蒸汽, 叫做加热蒸汽。生汽(未作功的蒸汽)和废汽都可作为加热蒸汽使用。

7. 二次蒸汽

糖汁在蒸发罐中受热沸腾时, 由于蒸发水分所生成的蒸汽, 叫做二次蒸汽。糖厂习惯上叫做汁汽。

从蒸发罐中抽出部分或全部二次蒸汽(汁汽)供加热器和煮糖罐或其他容器使用时,所抽出的蒸汽就叫做额外蒸汽。

在多效蒸发罐中,前效的二次蒸汽作为下一效的加热蒸汽,汁汽经过多次利用,便可达到节省蒸汽的目的。

8. 显热

显热又叫做液体热,它是液体在不发生物态变化的条件下,升高或降低温度时所吸收或放出的热量。比如,1公斤水从 20°C 升高至 100°C ,需要吸收的显热为80千卡。水的显热在数值上等于它的温度。1公斤 80°C 的热水,它的显热就是80千卡。饱和蒸汽的显热在数值上也等于蒸汽的温度,1公斤 100°C 的饱和蒸汽,它的显热是100千卡。

9. 潜热

潜热又称汽化热,它是指液体或蒸汽在发生物态变化时所吸收或放出的热量,水在沸点下蒸发成蒸汽所吸收的热量,或蒸汽凝结成同温度的水放出的热量,都叫做潜热。例如在1大气压下,1公斤温度为 100°C 的沸水要变成 100°C 的蒸汽,就需吸收539.4千卡的热量,这个热量就是汽化潜热。

这里还要指出,在不同压力下,由于水的沸点不同,汽化潜热也有所不同。例如,在一个大气压,温度为 100°C 的状况下,水蒸发成蒸汽的潜热为539.4千卡/公斤,在1.461大气压和温度为 110°C 的状况下,水蒸发成蒸汽所需的潜热为533.1千卡/公斤。

饱和蒸汽的显热和潜热可从饱和蒸汽表查出。

10. 热含量

热含量简称为热焓。它是蒸汽的一种热工参数,表示蒸汽含有的总热量。

液体的热含量等于它的显热的数值。在常压下水的热含