

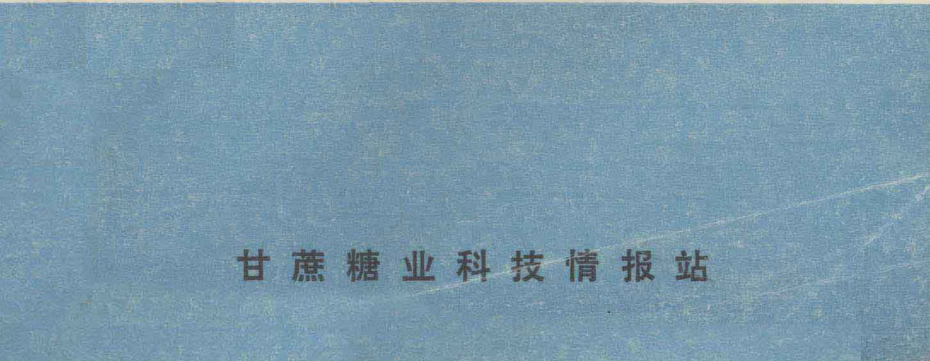


煮糖操作技术

陈 炳 尧



甘蔗糖业科技情报站



煮糖操作技术

陈 炳 尧

甘蔗糖业科技情报站

前 言

煮炼车间是糖厂的主要车间之一，它包括煮糖、助晶和分蜜等等工序。这三个工序的一个共同目标，就是要把所处理的物料在各自不同的条件下产生出优质高产的成品糖。这样就需要通过生产实践，积累经验，提高管理和操作技术水平才能达到。特别是煮糖操作，它的条件比较复杂多变。过去，只是靠煮糖工人的眼力和手感的经验判断和少数仪表控制来进行操作，而对为什么要这样做的道理就了解得不多，造成煮糖操作只能意会不易言传的神秘感。为此，作者试图通过这本小册子，使煮糖工人在实践经验的基础上有一定的理论知识，从而得到启发，使对某一项操作懂得为什么一定要这样做，而另一项操作为什么又一定不要这样做的道理，避免盲目性，并通过实践不断提高。

目 录

第 一 章 蔗糖结晶体	(1)
一、蔗糖结晶体.....	(1)
二、不规则的蔗糖结晶体.....	(4)
三、结语.....	(11)
第 二 章 糖膏在真空煮糖罐中的对流	(15)
一、自然对流.....	(15)
二、强制对流.....	(19)
三、入料装置.....	(21)
第 三 章 起晶	(22)
一、过饱和度.....	(23)
二、起晶操作.....	(26)
三、结语.....	(29)
第 四 章 “五一”煮糖法	(30)
一、“五一”煮糖法的由来和发展.....	(30)
二、起晶时糖液的过饱和度和起晶方法.....	(32)
三、“五一”煮糖法的精神和主要内容.....	(36)
第 五 章 怎样煮好一罐糖膏	(39)
一、四个基本要素.....	(39)
二、基本操作经验.....	(46)
第 六 章 精炼糖高纯度糖膏的煮炼	(49)
一、精炼糖的规格和原料预处理.....	(49)
二、高纯度原料的特点.....	(53)

三、蔗糖结晶形状对煮炼效果的影响·····	(52)
四、煮糖操作控制的技术要点·····	(55)
第 七 章 最终糖膏煮制的操作技术(一) ·····	(57)
一、最终糖膏煮制的意义·····	(57)
二、最终糖膏的蔗糖结晶操作 和粒子大小的要求·····	(58)
三、微晶、粘晶和伪晶对煮制 最终糖膏的影响·····	(60)
四、煮制最终糖膏的两种操作方法·····	(62)
第 八 章 最终糖膏煮制的操作技术(二) ·····	(66)
一、低纯度糖蜜的特性·····	(66)
二、杂质对蔗糖结晶和糖份提净的影响·····	(66)
三、晶粒的要求·····	(69)
四、起晶与养晶·····	(72)
五、抽种煮最终糖膏的操作要点·····	(76)
第 九 章 最终糖膏助晶 ·····	(79)
一、最终糖膏助晶的作用·····	(79)
二、助晶设备要求·····	(80)
三、助晶技术条件的控制·····	(81)
四、有待生产实践中进一步研究的几个问题·····	(82)
第 十 章 糖膏分蜜 ·····	(88)
一、分蜜原理·····	(88)
二、分蜜工段的任务和要求·····	(90)
三、分蜜操作要点·····	(91)
第十一章 煮糖制度 ·····	(100)
一、煮糖制度的意义和作用·····	(100)
二、制订煮糖制度的主要依据·····	(101)

三、制订煮糖制度的原则.....	(104)
四、如何正确贯彻执行煮糖制度.....	(106)
五、煮糖制度举例.....	(111)
第十二章 煮炼物料平衡计算.....	(116)
一、基本公式和计算.....	(116)
二、煮糖配料计算举例.....	(120)
三、煮糖物料平衡计算举例.....	(122)
四、计算中一些存在的问题.....	(134)
第十三章 关于煮糖有争论的几个问题.....	(135)
一、煮糖的入料方式.....	(135)
二、糖膏与废糖蜜的发胀.....	(136)
三、水对煮糖、助晶、分蜜的利与弊.....	(137)
四、抽种与接种.....	(140)
第十四章 煮糖化学管理及名词解释.....	(142)
一、化学管理的意义及其主要内容.....	(142)
二、煮糖化学管理的有关名词解释.....	(143)
三、煮糖有关术语.....	(149)

第一章 蔗糖结晶体

一、蔗糖结晶体

结晶学是研究结晶体的一门比较专门的科学知识，怎样把它和实践相结合，并利用这门科学知识来指导煮糖实践有待我们的不断努力。很多固体物质是以结晶体形式而存在。任何一种物质的结晶体都有它一定的形状，在结晶体中，物质的分子对称地排列成为一个端正的模型，这个模型的形状是依靠该组成物质的分子内的原子排列的位置、数目和大小而确定的。

蔗糖结晶体属单斜晶系，一般具有十二个晶面，有的会多一些，但经常都是少于十二个晶面（图1，图2，图3），

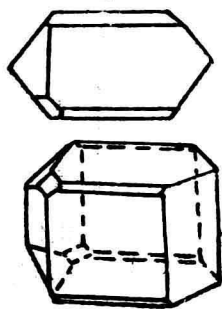


图1 具有16个晶面的蔗糖结晶体

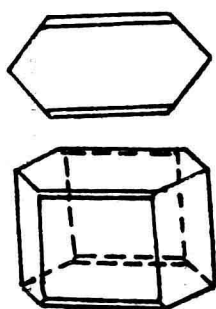


图2 具有12个晶面的蔗糖结晶体

晶面之间的夹角是固定不变的，但各个晶面的大小会有较大的差异。这可能是由于各个晶面的生长不是以同一速度进行而造成的。为什么各晶面的生长速度有快有慢，这个问题直至今现在还找不到科学性的令人满意的答案。各个晶面生长速度的快慢似乎与煮制过程中晶体生长所在的条件和糖溶液所含的杂质情况有关。生长快的晶面最终是看不到什么迹象的，但蔗糖结晶主要是在一端和一边向另一端和一边开始生长起来的。

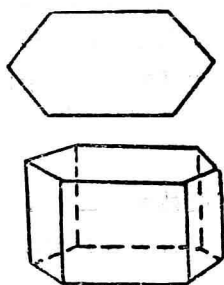


图3 具有8个晶面的蔗糖结晶体

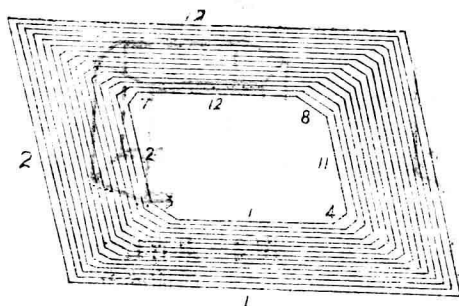


图4 蔗糖结晶体形成示意图

从图 4 可以看出蔗糖析出是连续不断的蔗糖层沉积。图中第 3、4、7、8 晶面是既生长快，也消失快的晶面。在一个结晶体快长的晶面上比慢长的晶面要厚得多。由于这些面的夹角不会改变，因此，这些快长的晶面渐次填满了空格而利于生长。图 4 不是准确地表示一个晶体的真正生长途径，这不过是一个简单的例证，说明那些长得快的晶面怎样消失的。一个蔗糖结晶体最主要的夹角是整个晶体的倾斜角，即接连 1 和 2 或 12 和 11 晶面的夹角。它是蔗糖结晶体具有特性的角，等于 $103\frac{1}{2}^{\circ}$ 。既然快生长的晶面溶解比较快，煮糖操作者用水洗晶或溶伪晶时，应特别注意，否则很容易造成奇形怪状的晶体。

通常结晶体面积的长度是比它的宽度长三分之一，也经常看到长度比宽度长二分之一和有些长度与宽度相等的结晶体。这些变化也很难作科学的解释，因为我们的知识暂时还没有达到这个程度，只是估计一定会有些邻接着的晶面生长速度是异乎寻常的，也有可能因为糖溶液所含的杂质所引起。不规则的晶体一旦形成，这些具有各自形状的晶体就不会变，因为晶面与晶面之间的夹角经常是一样的。但是单位晶面的尺寸即晶体大小则是会改变的。每每发现在粗糖结晶体所含有的某种特征就一样会重现于炼糖的结晶体上面（即是说同样的特征会在炼糖的结晶体重现）。结晶体的被损害过的晶体面比完整的晶面生长得快。一个破损的结晶体很快修补回原状。当结晶体溶于水则快生长的晶面会最快被溶解，这是一件很有趣的事情，因为我们常常注意到如果快生长的晶面消失后它就会很快重现在眼前，但当这些晶体开始溶解时在实验进行中很困难发觉和辨别出那些是快重现的晶面，这是因为当该晶体开始溶解时已经变成模糊不清的状态

了。

二、不规则的蔗糖结晶体

根据结晶理论，不规则的蔗糖结晶体大致是一个镶嵌式的结构，可以看作是由一定数量的和一定形状的蔗糖分子组成一个一个的小包，但这些小包是不规则地排列而镶嵌成一个蔗糖结晶体的。一般估计，每一个不完善的蔗糖结晶体的形成是同它的各个晶面或同一个晶面上的生长速率不一致有关。这是由于在它的生长过程中温度的波动或沉积在蔗糖结晶面的糖液所含杂质对蔗糖结晶体的局部结构内的封闭作用，造成它的熔点、比重和硬度的不同程度变化而引起的。由此可以看出，不规则的蔗糖结晶体的构成因素很多，而且错综复杂，受物理性能的影响比化学作用的影响为大。的确，我们煮糖工人无论在起晶或养晶的整个煮糖过程都是小心翼翼地操作，力图控制在煮中母液保持最佳的过饱和度下，获得完善的蔗糖结晶体。但不幸的是每每煮出来的蔗糖结晶体或多或少都不够完整的。我们认为今后应把它作为一个研究课题进行深入的试验研究和生产验证，通过反复的实践找出真实的答案是很有必要的。

不规则的蔗糖结晶体列举如下：

（一）、缺陷晶

这是指一个具有残缺不全晶面的结晶体（图5）。它是由一个完整的结晶体被腐蚀后继续生长而成。我们体会到它产生的主要因素有三，①温度的波动：一罐糖膏在煮制过程中由于多种原因的影响，使温度常有不同程度的波动，甚至有时突然大幅度的上升而引起对流缓慢或停顿，直接影响正

处在液面下的不同容积中沸腾着的糖膏的潜热不能向液面上扩散，使这部分糖膏中的结晶体不时处在溶解状态而溶晶。

②错误操作：目前煮糖操作的控制在很大程度上是依靠煮糖工人的操作经验来进行的。在煮制过程的各个阶段中，那怕偶然在操作上有一点错误，都会立刻影响压力、真空和温度这三个技术条件的改变，影响罐内糖膏的对流、蒸发和达到过饱和度这三个速度的平衡，使晶体的各个晶面不能均匀地同糖液接触，造成过量的未饱和糖液集中沉积在局部晶体的局部晶面上，使该晶面受到腐蚀。③设备表面的磨擦：在煮

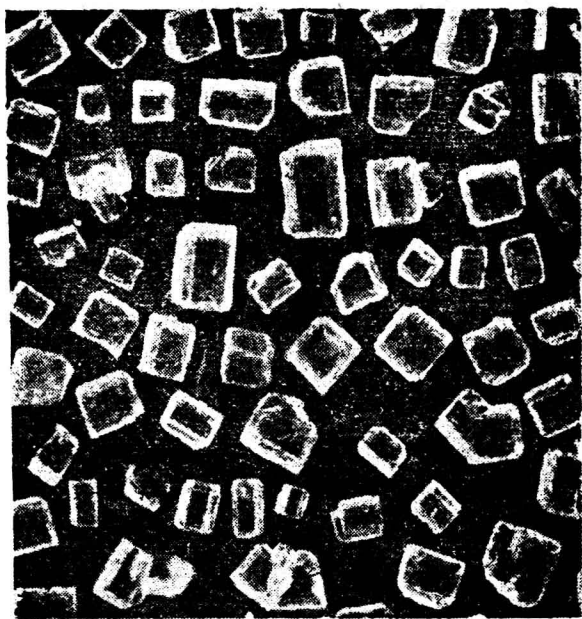


图5 缺陷晶的典型图片选

制过程特别是在晶体生成和养晶初期，晶体仍细、弱，并且这时晶体表面的液膜比较稀薄，经过在罐内的强烈循环与设备表面不停撞击，晶体容易被损害。又糖种糊经过泵或链斗机的输送过程，部分晶体也会被碾碎的。在实践中无疑地已证明，经腐蚀或破裂的一部分结晶体，当它再度生长时不能填补成完整的晶体，而会成为各种不同形状的缺陷晶而存在。

(二)、粘晶

粘晶是由一堆不同数目的结晶体互相粘附着而形成。它的形状有：结团、结对、重叠、梅花和菊花形等（图6、图7）。由于它的存在，减少了煮制中糖膏结晶体的面积，严重地影响糖份的吸收和结晶体的生长速度。并且由于其连接面形成裂缝，易包藏着胶、蜡和其他杂质，这不但损害砂糖的外观，而且导致洗涤和干燥时的困难，因而降低砂糖的纯洁度。经验表明，粘晶一般是在超出养晶的安全过饱和区的瞬间产生的，并且是在伪晶刚出现前的一瞬间发现的。因此可以说，有粘晶必然有伪晶，它是煮好一罐糖的最大障碍。

产生粘晶主要有以下几个原因：

1. 起晶时真空度控制过高，特别是在高纯度情况下很容易产生，所以在起晶和固晶的整个过程，真空度以控制在600~620毫米范围内为宜。粘晶一旦生成则留存在一罐糖的始终而不会煮散的，除非用水把它全部溶掉。

2. 真空度的经常变动，在煮中糖膏的浓度时而过高，时而过低，尤其是结晶体生成的初期，晶粒幼弱，流动性又不够强，一遇到这种情况就会产生不良的循环，甚至停顿，这就必然产生粘晶。

3. 煮糖的最大缺点就是在整个煮制过程中控制过分松散的糖膏。因为这样很容易使在煮中糖膏的母液的容积大大超

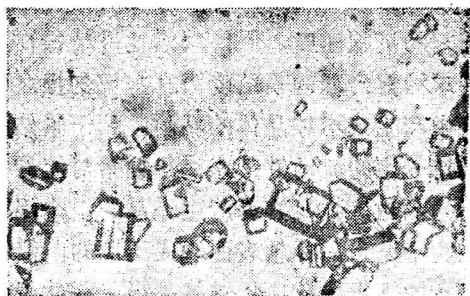


图6 多种形状的粘晶和大小悬殊的蔗糖结晶体典型图片选

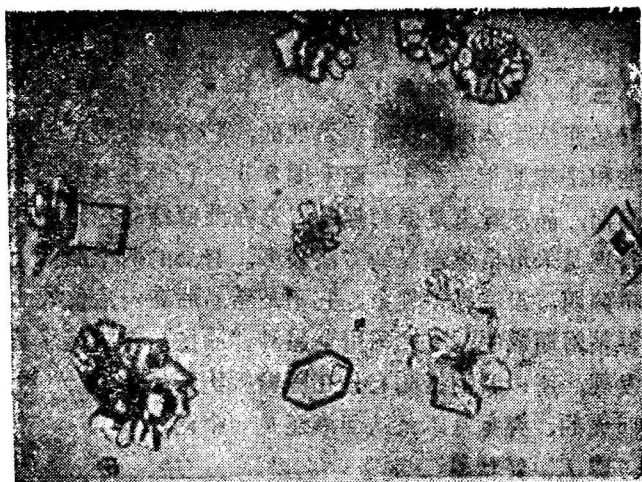


图7 梅花和菊花形状的粘晶典型图片选

过晶体的容积，造成大量蔗糖积存在母液中，随时导致产生粘晶的危险。如果遇到这种情况，必须停止入料，迅速地拉慢蒸发速度来增大糖膏的紧结度。最佳的操作是适当开入平衡水来平衡它的沉积速度。但要缓慢地进行操作，逐步地达到当时所要求糖膏合理的紧结度为宜，切勿操之太急，防止在操作进行中产生或增加晶体的粘附。至于紧结的标准是使糖膏能够维持一定的流动性，来满足糖膏对流的需要。

4. 过大的晶粒，也是容易产生粘晶的一个因素。因为晶体糖份的吸收率是与晶体总表面积成正比的，但晶体的总表面积又与晶体的大小成反比，这就是说，晶体越大，它的总表面积就越小，所以晶体越大，产生粘晶、伪晶的危险性就越大。

5. 冷糖浆或糖蜜入罐，在煮中糖膏的沸点不时降低，使罐内的对流经常处于不正常状态。

6. 投入糖粉含有粘附着的粒子。

(三)、孪晶(并晶)

孪晶在结晶体刚显现时就发现的，它的形状很正规地、整齐地和平均地相关联在一起(图8)。它的外形是一个普通的晶面，晶形看来是很有趣的，它在蔗糖结晶经常会产生，特别是采取自然起晶的方法较多。孪晶的两个晶面之间的线条分明，没有粘附现象，它不是结晶后在一定位置上互相接触粘附而成的。它在采用全晶种“晶核”方法起晶基本没有发现，所以我们推测它是在蔗糖析出结晶体那一瞬间并结而成的，究竟是不是这回事还是一个谜。

(四)、针状晶

根据甜菜糖厂的经验，经常发现有不少的针状晶体，主要由于糖蜜内有微量“棉子糖”而引起，但仍找不到其生成

的规律。针状晶也有时在蔗糖结晶中出现。它一般是在糖浆或糖蜜含转化糖多的时候发现的，这是否与转化糖有一定的关系，则需要我们今后在实践中来验证。

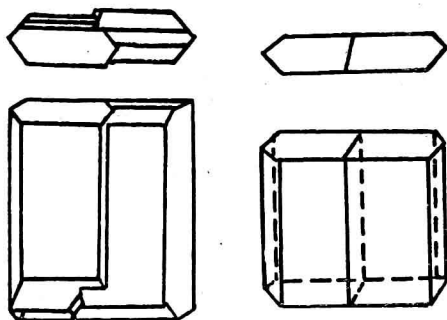


图8 孪晶形的蔗糖结晶体

(五)、伪晶

如前所述，糖份的吸收与整个数量的晶粒总面积成正比。面积大，吸收快；面积小，吸收慢。越大的晶体，产生伪晶的可能性越大。因为晶体大，晶体间距离就较大，母液析出的糖份没有完全被吸收，就很容易产生伪晶。

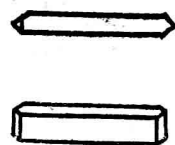


图9 针状的蔗糖结晶体

(六)、微晶

微晶多数是在煮炼高纯度糖膏时产生。在煮制高纯度糖

膏时，糖份析出速度快，晶体来不及吸收，使母液的过饱和度增加与晶体沉积速度不平衡而产生微晶。

微晶出现初期，肉眼可见，为闪闪发光点。随着煮制过程不断成长而形成细小晶体。它的存在不但影响砂粒的均匀度，而且影响糖份的提净率。

（七）、其他晶体

我们经常看到但为数不多的不规则的结晶体有：

（1）石子晶：它是一个球形的结晶体。它开始形成是由一定数目的糖粒子卷聚一起互相粘附结成一团，随后继续生长成一个单晶体而存在于一罐糖的始终。

（2）跳跃晶：它是从一个破裂的晶面跳弹出来的一粒极为细小的糖粒单独留在原晶体面上，或象跳蚤一样跳到别的晶面上独立地生长起来而成一个完整的晶体（图10）。

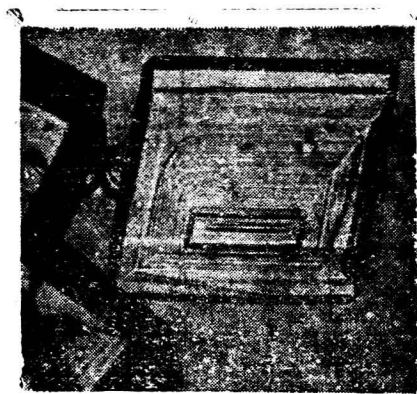


图10 跳跃晶的典型图片选



图11 条形的蔗糖结晶体

(3) 片状晶：它的形状近似洗涤衣服的“视片”。

(4) 条形晶：它是长条方形(图11)，它的长度在同一个视野内观察比其他完整的晶体长一倍左右。至于这两种形状的晶体究竟是怎样产生的，直至现在还没有弄清楚。

总的来说，糖膏的煮制过程中要减少或尽可能避免产生不规则晶体，其有效措施除采取晶核起晶、全晶种煮制方法外，还要经常使在煮制中糖膏的结晶体保持良好的移动，也就是说，糖膏在罐内自始至终保持良好的循环。要做到这一点，就要做到三个稳定，二个平衡，即真空度、气压、过饱和度的稳定及蒸发速度和沉积速度的平衡。因此，在煮制一罐糖膏的过程中，不但要根据当时的实际需要和可能情况来决定采取相应的煮糖操作，还必须充分了解和随时注意其他各罐煮制条件的变化情况，如用汽和真空度的变化情况。尤其是在起晶、固晶阶段，更要密切配合，避免互相影响，才有可能到达目的。

三、结 语

为了更好地了解和掌握蔗糖结晶体整个生长过程的规律性和发生的一些现象，以便于操作控制，现提供一些资料。

1. 制糖工艺技术专家，在讨论结晶生成的极限过饱和度的时候，他们一致认为，纯糖溶液在真空罐内生成结晶体的过饱和度，不超过1.30。

2. 大多数蔗糖结晶体或多或少存在不规则的结构，这就是说：蔗糖结晶体都是由细小的、一组一组的蔗糖分子不规则地排列而成的。虽然每一组都是由一定数目的很不规则的分子沉积而成，这些不规则的结晶体，可能由于他们的过