

甜菜糖厂工人技术读本

煮

炼

轻工业出版社

甜菜糖厂工人技术读本

煮 炼

王茂筠 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是《甜菜糖厂工人技术读本》的第四分册。内容主要包括：煮炼的基本原理、设备结构、操作要点、有关煮炼的计算及先进经验介绍等。

本书可供甜菜糖厂生产工人自学用，也可作为甜菜糖厂生产工人的培训教材或业余技术教育教材。

甜菜糖厂工人技术读本

煮 炼

王茂筠 编著

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

四川省南充报印刷厂印刷

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 $\frac{3}{4}$ 插页：2 字数：172千字

1979年8月 第一版第一次印刷

印数：1—5,700 定价：0.57 元

统一书号：15042·1486

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国制糖工业广大革命职工高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，开展工业学大庆和技术革新、技术革命的群众运动，使制糖技术水平有了很大提高，技术队伍不断壮大。为了适应制糖工业发展的大好形势，满足广大职工为革命学习技术的需要，我们组织编写了《甜菜糖厂工人技术读本》。

这套工人技术读本分：《渗出》、《清净》、《蒸发》、《煮炼》四册。本书在总结实际经验的基础上对煮炼的基本原理、设备结构、操作要点、煮炼的计算及先进经验等作了介绍。本书由呼和浩特糖厂负责编写，王茂筠同志执笔。

本书初稿写出后，曾在范家屯糖厂召开了由阿城、哈尔滨、包头、呼和浩特、范家屯等糖厂的工人、技术人员和干部参加的审稿会，对书稿内容提出了修改意见。最后由作者进行了补充、修改。书中难免有缺点和错误，请读者批评指正。

轻工业出版社

目 录

第一章 制糖后工段工艺流程说明	1
第二章 蔗糖结晶和助晶	5
第一节 蔗糖及蔗糖结晶.....	5
第二节 蔗糖结晶设备.....	26
第三节 煮糖操作.....	75
第四节 末号糖膏助晶.....	105
第三章 糖膏分蜜	130
第一节 离心机.....	130
第二节 其他设备.....	155
第三节 离心机操作.....	158
第四节 黄糖蜜洗.....	165
第五节 废蜜.....	175
第四章 砂糖干燥筛选包装和储存	178
第一节 砂糖干燥.....	178
第二节 砂糖输送及干燥设备.....	182
第三节 白砂糖质量标准.....	187
第四节 生产操作.....	191
第五节 糖仓库.....	198
第六节 速溶糖.....	199
第五章 后工段物料平衡计算	201
第六章 绵白糖生产	208
第一节 绵白糖的生产工艺.....	208
第二节 还原糖的生产.....	211
第三节 绵白糖的煮炼、分蜜和干燥.....	220
第四节 绵糖质量标准、绵糖的包装与贮存.....	235
第五节 小型甜菜糖厂土法生产绵白糖.....	240

第一章 制糖后工段工艺流程说明

将结晶原料桶内的清净蒸发糖浆抽入一砂结晶罐内，蒸发水分，浓缩至起晶的锤度。准备好种子糊，按照“五一”煮糖法全晶核起晶、固晶、整晶后养晶，煮成一砂糖膏。一号洗蜜纯度 90 以上时，在煮糖后期抽入结晶罐内作一砂原料。在养晶过程中要避免产生伪晶。煮一砂糖时间为 4~6 小时，煮糖纯度差 7~10，放罐糖膏锤度根据不同纯度为 92~93。

由二砂作一砂种子时，结晶罐开罐后，即可根据二砂种子晶粒的大小，再决定抽入数量。种子抽入结晶罐，按照质量情况进行处理后，再抽入原料，进行养晶，煮成一砂糖膏。

一砂糖膏煮好后，即放入一砂助晶槽内，在助晶槽内不进行助晶，而是将糖膏放入分配槽内，趁热分蜜。

分蜜开始时，要先开蒸汽进行暖锅，分第一排锅时，要注意糖膏锤度、晶粒质量及合适的装膏转速、分蜜时间、洗水数量、汽洗时间等情况，以便继续操作。

水洗、汽洗完毕后，即刹车停止离心机运转，刹车不可过快过猛，以免造成机械或人身事故。

检查白砂糖色值、水分等情况是否合格，以便及时改进操作。

分蜜时，原蜜和洗蜜要分清，在保证成品质量的情况下，尽量少用洗水。一原蜜和一洗蜜分别贮存送结晶蜜桶。

在开动离心机下面的砂糖簸送机时，即应通知成品包装间，开动白砂糖的输送、干燥、冷却及筛选设备。

白砂糖经干燥、冷却、筛选后，即进入集糖斗，至适当的数量后，即可开始装袋、秤量、缝袋，经输送机送至白砂糖仓库贮存。

用一原蜜为原料煮成二砂糖膏（一洗蜜回头煮一砂），二砂糖膏纯度 85~86，若二砂糖膏纯度低于 85 时，一洗蜜作二砂原料。糖蜜入罐前，必须加温将残存糖粒全部溶化。

二砂糖要求晶粒整齐（二砂糖作种子时，粒子必须整齐），煮糖纯度差 9~12，煮糖时间 6 小时左右，放罐糖膏锤度 93。二砂起晶照“五一”煮糖法采用全晶核起晶。养晶时先抽入高纯度原料，后抽入低纯度原料。

二砂糖膏放助晶槽后，一般不进行助晶，如放罐糖膏锤度及煮糖纯度差均较低时，可酌情助晶适当时间。

二砂糖作一砂种子时，根据需用情况及时进行分蜜，分蜜时要保证质量，原蜜、洗蜜要分清。二砂糖只水洗，在保证质量情况下，尽量少用洗水。然后将二原蜜和二洗蜜分别送结晶原料桶。

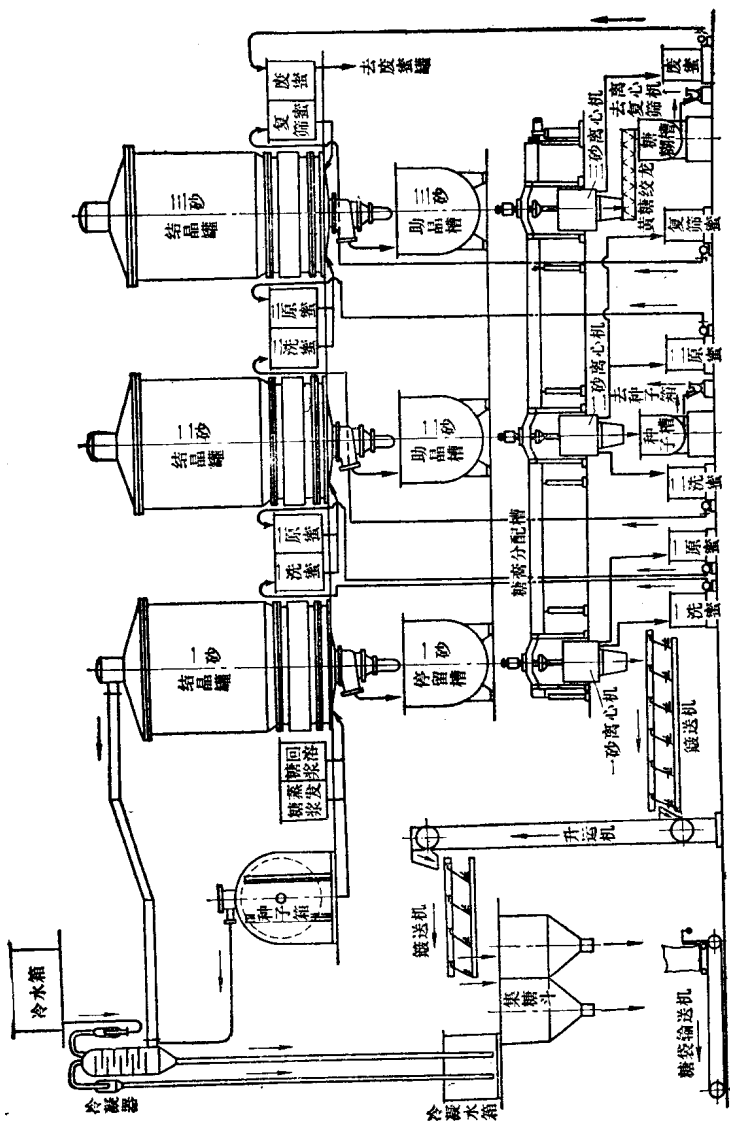
二砂糖作种放入糖糊槽后，要及时适量加入蒸发糖浆，开成锤度 86~87 的种子糖糊，送结晶罐种子箱贮存备用。

二砂糖放入回溶槽回溶时，及时加入适量清淨稀汁，溶化成锤度 65~67 的回溶糖浆，糖粒必须完全溶化，锤度不低于 65。

二原蜜和二洗蜜作三砂糖膏的原料。煮三砂糖膏前，必须了解原料的质量情况，并加热将蜜内残存糖粒全部溶化，糖蜜温度可高于结晶罐内糖膏温度 3~5℃。

三砂起晶底料纯度 80~81，二洗蜜纯度低时，可适当配一原蜜作起晶底料。

为了获得整齐的和合适数量的晶粒，按照“五一”煮糖



法全晶核糖糊起晶。起晶后固晶整晶完毕，即进行养晶。煮三砂糖时采用分段打水、逐渐浓缩、干熬稀放的煮糖方法。

三砂糖膏纯度 75~77，煮糖纯度差 10~12，煮糖时间 12~16 小时，糖膏放罐锤度 92.5。

煮三砂时，避免在养晶过程中产生伪晶。助晶完毕时，糖粒直径 0.25~0.30 毫米为合适。

三砂糖膏放入助晶槽后，如需加水时，应立即根据计算数量分次加入温水，水温可比糖膏温度高 2~3℃。加水时避免化糖。

三砂糖膏助晶时，必须均衡降温，每小时降温速度 0.5~1℃，避免降温过快产生伪晶。

三砂快速助晶时，助晶时间 20~30 小时；自然降温时间 60~72 小时。助晶纯度差 4~6 度。

三砂助晶完毕时，糖膏温度为 40℃，然后再加热提温至 45~46℃后，即放入分配槽进行分蜜。分配槽要有保温装置。

三砂糖膏分蜜时，必须均衡连续进行，原蜜(废蜜)内不得有糖粒。废蜜纯度不高于抽蜜纯度 1 度。三砂黄糖内不得有未分透的蜜层。铲糖时避免铲坏篦子。

三砂的分蜜时间根据糖膏质量而定，一般为 20~40 分钟。三砂黄糖经绞龙送入糖糊槽后，加入冲稀的二原蜜，混合成锤度为 88 左右的糖糊，送复筛离心机分蜜。复筛糖送入回溶槽溶化后作一砂原料，复筛蜜为煮三砂原料。

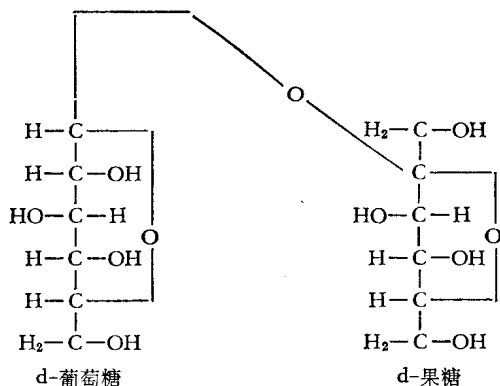
废蜜经称量后送废蜜罐贮存。

第二章 蔗糖结晶和助晶

第一节 蔗糖及蔗糖结晶

一、蔗 糖

蔗糖是甜菜含有的主要成分，是制糖工业的产品，分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，蔗糖为 d-葡萄糖与 d-果糖相结合的双糖，其结构式如下：



蔗糖有较高的发热量，每公斤蔗糖发热量 3941 千卡，是人们喜爱的重要甜味食品，也是食品工业、调味工业和医药工业的原材料。

(一) 蔗糖的物理性质

(1) 蔗糖结晶属单斜晶系，晶轴呈 $103^{\circ}30'$ 的交角，蔗糖结晶形状十分复杂，它是由六个晶体结合而成。蔗糖晶体如

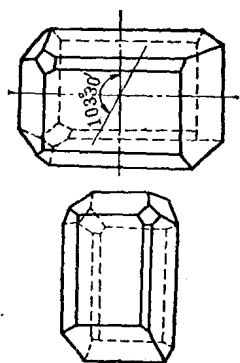


图 2-1 蔗糖结晶体

图 2-1。

蔗糖结晶的比重 $d_4^{15} = 1.5879$ 。

(2) 蔗糖在水中的溶解度很大，随着温度的升高而迅速增加。蔗糖在水中的溶解度，随温度而变化的公式如下：

$$S(^{\circ}\text{BX}) = 64.1835 + 0.13477t + 0.00053t^2$$

式中：S——蔗糖对水的重量百分比
t——温度 $^{\circ}\text{C}$

不同比重的蔗糖溶液具有不同折光率，是用折光法测定蔗糖溶液浓度的基础。

(3) 蔗糖结晶的热容量 $C = 0.2387 + 0.00173t$

式中：t——温度

在 $22 \sim 51^{\circ}\text{C}$ 蔗糖的平均热容量 $C = 0.3019$

蔗糖水溶液的热容量与蔗糖的含量百分率和温度之间的关系用下述公式表示：

$$C = 1 - (0.6 - 0.0018t) \frac{P}{100}$$

式中：C——热容

t——温度 $(^{\circ}\text{C})$

P——蔗糖含量 $(\%)$

当蔗糖溶于水时要吸收热量，每一克分子蔗糖约吸收 0.8 千卡热量，因此在蔗糖结晶时应放出热量。放热效应随溶解温度而不同， 12°C 时等于 0.79 千卡， 100°C 时等于 3 千卡。

一克蔗糖的燃烧热等于 3941 卡，蔗糖的熔点为 188°C 。

(4) 蔗糖溶液具有右旋光性。它的比旋光能力与浓度和

温度的关系较小,因而用旋光法来测定蔗糖分是特别方便的。

$$[\alpha]_D^{20} = 66.469 + 0.00870C - 0.000235C^2$$

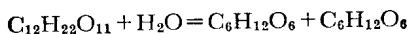
式中: C——100 立方厘米中的蔗糖克数

其平均旋光度为: $[\alpha]_D^{20} = 66.50^\circ$

(二)蔗糖的化学性质

(1)蔗糖的转化

蔗糖水溶液在酸的影响下分解成葡萄糖和果糖。酸的氢离子起了催化作用。所得葡萄糖和果糖的混合物使旋光度为左旋,因为果糖的左旋光度大于葡萄糖的右旋光度。这种反应称为蔗糖的转化。



蔗 糖 水 葡萄糖 果 糖

温度 100°C、时间 1 小时、不同 pH 值蔗糖转化速度 如表 2-1。

表 2-1 pH 值对蔗糖转化速度的影响

pH	转化糖量为蔗糖(%)	pH	转化糖量为蔗糖(%)
4.6	5.32	6.3	0.117
4.7	4.24	6.4	0.084
4.8	3.37	6.5	0.067
4.9	2.70	6.6	0.053
5.0	2.12	6.7	0.042
5.1	1.68	6.8	0.034
5.2	1.34	6.9	0.027
5.3	1.14	7.0	0.021
5.4	0.84	7.1	0.017
5.5	0.67	7.2	0.013
5.6	0.53	7.3	0.011
5.7	0.42	7.4	0.009
5.8	0.34	7.5	0.007
5.9	0.27	7.6	0.005
6.0	0.21	7.7	0.004
6.1	0.17	7.8	0.003
6.2	0.13	7.9	0.002

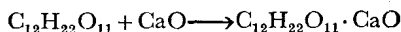
温度对蔗糖转化速度的影响如表 2-2。

(以温度 100°C 时为 100)

表 2-2 温度对蔗糖转化速度的影响

温度(°C)	转 化 速 度 比 率	温度(°C)	转 化 速 度 比 率
120	523	91	45.9
110	257	90	41.5
107	200	85	24.5
105	167	80	15.7
100	100	75	8.5
99	99.1	70	4.9
98	85.0	65	2.9
97	78.3	60	1.7
96	72.0	55	1.0
95	66.0	50	0.47
94	60.5	45	0.25
93	55.4	40	0.13
92	50.6	25	0.018

(2) 蔗糖溶液与石灰作用即变为蔗糖石灰盐 即 蔗 糖 一 钙、蔗糖二钙和蔗糖三钙。



蔗 糖 氧化钙 蔗糖一钙



蔗 糖 氧化钙 蔗糖二钙



蔗 糖 氧化钙 蔗糖三钙

蔗糖一钙和蔗糖二钙溶于水而蔗糖三钙不易溶于水。蔗糖一钙和蔗糖二钙的形成可解释为石灰在糖液中的溶解度大于在水中的溶解度。

石灰在水中和糖液中的溶解度有以下几种情况：

① 由于蔗糖钙的形成，石灰在糖液中溶解量比在水中

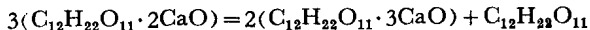
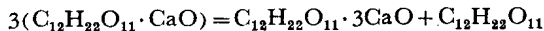
要多几倍。

② 温度升高时，石灰在糖液中的溶解度急剧下降，这是因为高温加快了蔗糖的水解。

③ 蔗糖浓度增大后，石灰的溶解度亦增加。

因为蔗糖三钙不易溶于水，在温度 14.5°C 时，以蔗糖分计，溶解 1.06%，这个性质有重要的意义。利用形成蔗糖三钙的原理，可从废蜜中回收蔗糖分(斯蒂芬法)。

饱和的蔗糖钙溶液加热时，便沉淀出蔗糖三钙。



蔗糖三钙亦可在低温下制得。在温度 15~20°C 时，向 6~12% 的糖液内加入石灰粉，在剧烈搅拌的情况下，便可沉淀出蔗糖三钙。

(3) 蔗糖的熔点为 180~188°C，但不到这温度时，它便开始分解，发生所谓焦化，形成复杂的带褐色和苦味的物质，同时还放出水分。蔗糖加热至 170~190°C 便产生焦糖。

所有焦糖都是失水异缩蔗糖与多量或少量腐黑物的混合物，当焦糖溶解时，腐黑物便形成胶态溶液。

(4) 蔗糖溶液加热后色度变深。

蔗糖溶液加热 1 小时后，100 克蔗糖的司丹默度的增加情况如表 2-3。

表 2-3 加热对蔗糖溶液色值的影响

50% 蔗糖溶液				17% 蔗糖溶液			
pH	90°C	110°C	130°C	pH	90°C	110°C	130°C
8.8	0.67	6.93	56.5	8.9	1.26	12.1	98.0
9.8	1.24	12.30	97.0	10.0	1.66	16.9	131.0

由表 2-3 可知：①糖液较稀时，则色度增加得较快；② pH 增大时，色度亦显著增加；③ 色度的增加随温度的升高而迅速加大。

(5) 蔗糖溶液能被酵母菌发酵变成酒精和二氧化碳。蔗糖溶液亦可被其他微生物发酵变成乳酸、柠檬酸、丙酮、丁醇等各种产品。

二、蔗糖结晶

(一) 蔗糖结晶的目的

蔗糖结晶的任务是从各种不同纯度的蔗糖溶液中析出纯度高的蔗糖晶体。

从末效蒸发罐出来的糖浆，尚含有 35~40% 的水分，在蔗糖结晶过程中必须继续蒸发水分，使糖浆逐渐由不饱和达到饱和与过饱和，此时从蔗糖溶液内析出结晶的粒子，然后再将晶粒逐渐培养至要求的大小，这一操作过程称为蔗糖结晶即煮糖。

由于蔗糖晶核的形成和培养长大，需要准确掌握锤度、纯度、温度、真空等条件，与一般只蒸发水分不同，因此煮糖不能在蒸发罐内进行，而要在真空结晶罐内进行。在真空结晶罐内糖膏温度较低，可避免由于温度过高而发生色值变深和蔗糖转化现象。

在蔗糖结晶时，要求做到糖分损失最低，成品质量好，耗用蒸汽少和需用时间短。由于蔗糖结晶时的原料纯度不同，因而煮糖方法亦异。因此根据不同的情况，采取最合适的方法来完成蔗糖结晶任务是我们要研究的问题。

在介绍蔗糖结晶的设备和实际操作之前，先简要讨论一下蔗糖结晶的基本理论，这对指导生产操作和及时处理生产

中发生的工艺事故是有好处的。

(二)蔗糖结晶的基本理论

1. 蔗糖在水中的溶解度

在一定的温度下，把蔗糖溶解于水中，一般可得下述三种情况：

(1)全部蔗糖迅速溶解，再加入一些蔗糖仍然可以溶解。

(2)大部分蔗糖溶解，但有少部分蔗糖不溶解。

(3)经过相当长的时间后才能使全部蔗糖溶解，但如果再加入少许的蔗糖就不再溶解。

上述第一种情况称为不饱和溶液，第二种情况称为混有过量固体蔗糖的过饱和溶液，第三种情况称为饱和溶液。

蔗糖易溶解于水中，其溶解度随温度的增加而增大。

在一定的温度下，一公斤水所能溶解的蔗糖公斤数称为溶解度，以 H_0 表示。

查蔗糖在不同温度的水中溶解度表可知，在 20°C 时 $H_0=1.994$ ；而在 80°C 时 $H_0=3.703$ 。即是说 80°C 比 20°C 时蔗糖溶解度约大 85%。

蔗糖在不同温度的水中溶解度如表 2-4。

表 2-4 蔗糖在不同温度水中的溶解度

温度($^{\circ}\text{C}$)	蔗糖重量 百分数(%)	每100份水溶 解的蔗糖分数	温度($^{\circ}\text{C}$)	蔗糖重量 百分数(%)	每100份水溶 解的蔗糖分数
0	64.40	180.9	6	64.90	184.9
1	64.47	181.5	7	65.00	185.7
2	64.55	182.1	8	65.10	186.6
3	64.63	182.7	9	65.21	187.5
4	64.72	183.4	10	65.32	188.4
5	64.81	184.2	11	65.43	189.3

续表

温度(℃)	蔗糖重量 百分数(%)	每100份水溶 解的蔗糖分数	温度(℃)	蔗糖重量 百分数(%)	每100份水溶 解的蔗糖分数
12	65.55	190.3	42	70.40	237.8
13	65.67	191.3	43	70.60	240.1
14	65.79	192.3	44	70.80	242.5
15	65.92	193.4	45	71.00	244.8
16	66.05	194.5	46	71.20	247.3
17	66.18	195.7	47	71.41	249.8
18	66.32	196.9	48	71.62	252.3
19	66.45	198.1	49	71.88	254.3
20	66.60	199.4	50	72.04	257.6
21	66.74	200.7	51	72.25	260.3
22	66.89	202.0	52	72.46	263.1
23	67.04	203.4	53	72.67	265.9
24	67.20	204.8	54	72.89	268.8
25	67.35	206.3	55	73.10	271.8
26	67.51	207.8	56	73.32	274.8
27	67.68	209.4	57	73.54	277.9
28	67.84	211.0	58	73.76	281.1
29	68.01	212.6	59	73.98	284.3
30	68.18	214.3	60	74.20	287.6
31	68.35	216.0	61	74.42	291.0
32	68.55	217.7	62	74.65	294.4
33	68.70	219.5	63	74.87	297.9
34	68.88	221.4	64	75.09	301.5
35	69.07	223.3	65	75.32	305.2
36	69.25	225.2	66	75.54	308.9
37	69.44	227.2	67	75.77	312.7
38	69.63	229.2	68	76.00	316.6
39	69.82	231.3	69	76.22	320.6
40	70.01	233.4	70	76.45	324.7
41	70.20	235.6	71	76.68	328.8