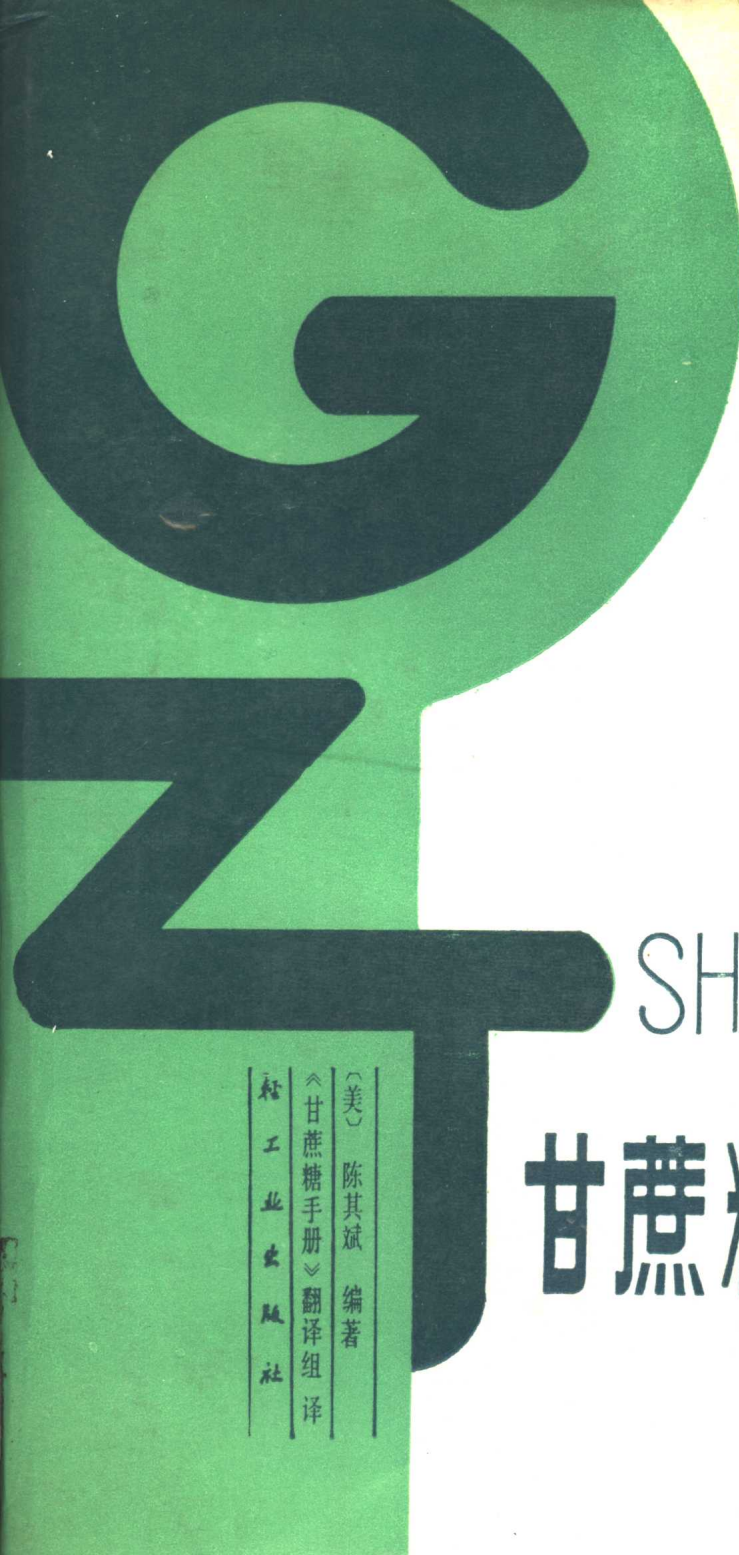




GAN ZHE
TANG SHOU CE

SHOUCE

甘蔗糖手册

〔美〕 陈其斌 编著

《甘蔗糖手册》翻译组译

轻工业出版社

甘蔗糖手册(下册)

(美) 陈其斌 编著

《甘蔗糖手册》翻译组 译
向瑞春 校

轻工业出版社

内 容 提 要

本书根据美籍华裔陈其斌博士改编的《Cane Sugar Hand Book》第十版翻译的。原文书从1889年第一版到1977年的第十版，历时一个世纪，平均每十年修改一次，至本第十版内容丰富，包括了许多制糖和化验的现代技术。本书是世界上一本久负盛名的名著，是制糖从业人员必备的专业书。

原文书共41章。译书分上、下两册出版。上册包括1~17章，下册包括18~41章。下册内容：第18~20章是原糖精炼技术；第21到最末的41章是糖厂化验和化学管理。

CANE SUGAR HAND BOOK

(美) 陈其斌 编著

本书根据美国出版的第十版翻译

甘蔗糖手册 (下册)

CANE SUGAR HAND BOOK

《甘蔗糖手册》翻译组 译

向 瑞 春 校

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米1/32 印张：22³⁴/₃₂；插页：2 字数：590千字

1988年6月 第一版第一次印刷

印数：1—3,500 定价：8.70 元

ISBN 7-5019-0290-9/TS·0187

中译本序

美国John Wiley & Sons图书公司出版的甘蔗制糖手册(Cane Sugar Hand book)是世界上一本久负盛名的甘蔗制糖工业参考书。

这本书原先是美国农业部的G. L. Spencar在上世纪末为甘蔗制糖业者和糖厂化验师编写的。到1925年作者去世已经出到第六版。1929年经G. P. Meade修定,以后又陆续出过第七、第八和第九版。最后一版已经译成西班牙文、日文和印地文。我国也出过它的印影本,现在的第十版是1977年由美籍华裔学者陈其斌博士主持改编的最新版本。

这本手册从原先一本只有几十页的小册子开始,历时近一个世纪,平均每十年就有一次新版发行。每次都经过增补、更新和改编,到陈编的第十版它已经是一本近1000页的巨著了。新参加编写的作者都是国际甘蔗糖业界有名望的专家,手册内容也增添了许多制糖和化验方面的现代技术,其中包括P.H.petri写的连续煮糖法、H.M.Lynch增添的精糖微生物学标准、M.C. Bennett介绍的精炼过程中的碳酸饱充法和Talofloc浮清法以及M.A.Clarke和F.G.Carpenter合写的糖品分析特种技术等章节。

全书共分四十一章。头三章分别叙述糖用甘蔗、蔗汁和甘蔗糖业经济。第四到第十六章依次讨论原糖生产的各个工序。第十七章专论原糖和精糖的微生物学。以后三章都是原糖精炼技术。从第廿一章到最末第四十一章讲的都是糖厂化验和化学管理方面的内容。这部分几乎占到全书的二分之一,份量可以说是很重要的、其中旋光测定法和糖品特种分析技术和化学管理三章所占篇幅尤多。虽然有许多地方取材于ICUMSA的统一分析方法,但

多处都增加了理论的阐明和分析仪器方面的详细描述。同时在编排上大致都按原料、半成品、成品、到产品、三废的顺序。这样就比较接近制糖生产实际，因而更加便于阅读。

甘蔗制糖目前在全世界绝大多数产地都采用先原糖、后行精炼的传统方式。原糖中除一小部分就地炼成精品糖供当地消费外，大部分都出口外运以便集中精炼。实践证明，采取这种方式可以取得多方面的经济效益。本手册所涉及的也就是这种方式的生 产。虽然这跟我国目前普遍采用亚硫酸法（少数用碳酸法）制造耕地白糖的情况颇有差别，但甘蔗制糖的基础理论和糖厂化验方法则基本上都是相同的。

现在我们把这本手册译成中文出版，以适应读者需要。希望这个译本能在我国甘蔗制糖工业的现代化新局面的开创中发挥积极的作用。

参加本手册翻译的作者有：向瑞春（第1、2、3、15、16、17、37章），刘树楷（第28、29、30、31、32、33、34、35、36章），王鸿生（第8、13、14章），王文生（第12章），王律均（第20、38、39、40、41章），贾佩珍（第4、5、6章），樊菊池（第11章），程觉民（第7、9、10章），潘允鸿（第21、22、24章），王策（第18、19章），徐祖建（第23、25、26、27章和全部表头）。全书由向瑞春校阅和统稿。

全书分上下两册印行，上册包括1~17章，下册18~41章。全部表格放在下册的最后。有不少从略的地方都由原作者注明参看原书第九版，这当然是节约篇幅的原故。好在我国已有影印本可资查阅。原本中有少数几处属于排印方面的差错，也有个别错误出于原作者的疏忽，这些都在校阅中给予改正。由于时间和水平的限制，疏忽和错误之处恐怕是难免的，希望读者不吝提出批评和指正。

向瑞春于无锡轻工业学院食工系

1983.3

目 录

第十八章	甘蔗糖的精炼: I	
	引言; 洗糖; 清净.....	(1)
第十九章	甘蔗糖的精炼: II	
	脱色.....	(44)
第二十章	甘蔗糖的精炼: III	
	结晶和整晶.....	(101)
第二十一章	糖品分析中的旋光测定法.....	(130)
第二十二章	二次旋光测定法	
	克来杰蔗糖分测定法.....	(175)
第二十三章	糖品分析的化学方法	
	还原糖的测定.....	(183)
第二十四章	密度和总固形物的测定.....	(211)
第二十五章	灰分的测定.....	(247)
第二十六章	pH	
	pH 控制系统.....	(257)
第二十七章	糖制品的色值和浊度.....	(272)
第二十八章	取样和均一化.....	(293)
第二十九章	糖蔗的分析.....	(320)
第三十章	蔗汁的分析.....	(332)
第三十一章	糖浆、糖膏和糖蜜的分析.....	(344)
第三十二章	糖产品分析.....	(361)
第三十三章	精(炼)糖的化验.....	(376)
第三十四章	蔗渣和滤饼的分析.....	(399)
第三十五章	制糖工业的废水与废气排放.....	(412)
第三十六章	特殊实验室试剂.....	(431)

第三十七章	分析糖分和非糖分的特种技术·····	(444)
第三十八章	糖厂管理中的名词术语及其意义·····	(475)
第三十九章	化学管理·····	(495)
第四十章	糖厂计算·····	(555)
第四十一章	甘蔗的收购方法·····	(568)
参考表	·····	(579)
参考文献	·····	(715)

第十八章

甘蔗糖的精炼： I

引言；洗糖；清淨

18.1 精炼糖最近的进展

甘蔗糖精炼的方法许多年来基本上没有什么变化，但在最近几十年中却有很大的进步。其中比较重要的变革有：原糖从糖厂到溶解槽之间的散装运输；许多精炼过程如洗糖、清淨、分蜜，甚至包括煮糖（见12.26）的自动化；从简单的机械清淨走向采用磷酸或碳酸饱充等化学清淨法的趋势（实际上现已全部如此）；颗粒活性炭、脱色脱灰树脂和色素沉淀法（见第十九章）在脱色工艺中的扩大运用；液体糖的种类和产量的增加；以及精炼糖的散装处理与运输等。

质量标准变得更加严格。用户们（如饮料商）都强调在固体糖或液体糖中要求低灰分。由于糖的散装运送及其它原因，人们对糖的湿度和粒度的要求变得更加重要。重金属在糖品中的存在现在被认为是一种危险，而对细菌的要求仍然具有十分重要的意义。

一个日趋重要的新因素就是计算机技术的应用。这种技术的应用可以对从溶解槽到煮糖罐的各个不同的精炼工段进行直接控制或交互控制，而且业已在Refined Syrups and Sugars, Redpath, C&H, Amstar等几家精炼糖厂中应用。也许目前正在其它许多糖厂中得到全部的或局部的采用。一些旨在综合各个

互不相同的方面(如销售、生产、运输和会计等)的研究工作正在向前推进。毫无疑问,今后电子计算机化必将得到更快的进展。

值得注意的是,专门生产液体糖的精炼糖厂的数目正在增加,许多热带地区的原糖厂都在扩大生产,制造精糖。可是,一些当地的精炼糖厂则仍然依靠二氧化硫制造白糖供直接消费(见8.16)。

论述精糖生产的文献已经发展到令人鼓舞的数量。《蔗糖精炼研究规划(前《骨炭研究规划》的继承者)的技术会议记录》、

《糖业工艺师会议记录》,以及莱尔(Lyle)著的《精炼糖厂工作人员的工艺学》的最新版跟糖业研究基金会的一些刊物一起构成了一个重要的文献宝库,这与过去仅有的少数刊物形成尖锐的对比。《糖》(Sugar Y Azucar)、《糖报》(Sugar Journal)和《国际糖报》(International Sugar Journal)都在陆续发表重要的数据。由麦克·靳尼斯(R.A. McGinnis)和其他人合著的《甜菜制糖工艺学》(Beet-Sugar Technology)第二版在1971年的发行,对甘蔗糖精炼厂也是有意义的。

18.2 精糖工业的性质

甘蔗糖精炼是一种必须集中为几个大型生产单位的行业。精炼糖厂一般都位于人口稠密的城市和海港或滨水区的附近。溶糖能力从每天溶解原糖100万磅到1000万磅(500~5000t/d)不等。精炼过程可以大致分为六或七个简单步骤,而实际上,精炼程序则是很复杂的。精炼过程的工艺和管理包括一系列的细节,其中有许多都不便在本书有限的篇幅中进行论述。

图18.1的流程图表示一种采用传统的骨炭脱色法的精炼过程。为避免流程图的进一步复杂化,特将制造绵糖和特种糖的有关工序加以省略。1930年以后发展起来的植物炭精炼法,由于

成本太高，目前正在减少。大多数的这种炭法精炼糖厂都对砂粒精糖的产量规定了限额。曾在一个短时期内使用氯气和过氧化氢作精炼剂，但已不再那么时行了。

18.3 定 义

精炼糖厂本身分为三类：（1）生产多种等级的精糖，其中包括特种糖（见20.17）；（2）仅生产砂粒精糖或少数几个变种，其中包括液体糖；（3）只生产液体糖。前两类中包括大多数采用骨炭或“Synthad”作为主要脱色剂的精炼糖厂。精炼糖厂并不都是按照这些原则划分的，因为有些精炼糖厂采用脱色剂和脱灰树脂有多种的组合方式。

制造液体糖的精炼糖厂可再分为两类：一类采用一个洗糖站，一个清净系统，炭滤车间和回收站；另一类只将全部原糖简单地加以溶解。后一类精炼糖厂通常都是规模比较小的，而且都用植物炭和树脂脱色，而脱灰则用树脂。在这两类糖厂中，原糖自始至终以液体形式进行加工，除一些糖厂建有洗糖车间把洗蜜煮成回溶糖以外，都不用煮糖罐。

正规的精炼糖厂制造液体糖时，可将不合格的成粒糖膏溶化（在压滤机和植物炭中进一步净化）或直接将骨炭过滤的清糖液用脱灰树脂和粒炭进一步精炼制成液体糖。建有大型骨炭车间的精炼糖厂，可以采用后一种方法，这样可以减少煮糖车间的负荷，而一些煮糖能力过大的精炼糖厂，在煮糖到形成晶粒之后，便可进行溶糖和净化。然而，目前绝大多数精炼糖厂都采用溶化砂糖的方法来生产液体糖。

术语“液体糖”是指蔗糖溶液和含有各种比例的转化糖溶液一类的商品。它的组成范围可以从实质上的纯蔗糖（含固形物67%的饱和溶液）一直到全部转化。虽说是全部，实际上也还是含有

4~6%(对固形物)未经转化的残余蔗糖。全部转化的液体糖通常以固形物为70~72%的规格上市,但若能在较高的温度条件下运输和保藏,则可以75%的固形物出售。最重要的一种是“中度转化”的液体糖,其中的蔗糖有50%已被转化。它以76~78%的固形物装运出售(见20.19)。

在精炼糖厂中,术语“清糖液(liguor)”指的是经过末次处理或骨碳过滤以后糖分未经结晶析出的粘稠溶液。这样一来,精炼糖厂中的“syrup”就相当于原糖厂的糖蜜;而原糖厂中的“syrup”则指的是一种没有经过结晶提净的浓缩糖液(与精炼糖厂中的清糖液相当)。“甜水(sweetwater)”是指含有足够糖分值得回收的洗涤水。严格地说,“糖糊(magma)”是一种晶体糖和糖浆的人工混合物,但有时候这个名词往往被用来表示“糖膏”,这与原糖厂中的糖膏是一样的意思。在甜菜糖厂和甘蔗精炼糖厂的实际生产中,也有用“fillmass”(来自德文的“Fullmasse”)来代表糖膏的。术语“melting”意即溶解,所以每天送进精炼糖厂加工的都是“溶糖(melt)”。

18.4 精炼的原料

现代精炼糖厂的溶糖全部是分蜜糖。一些地区为美国生产糖度全在96以上的精炼糖而供应原糖,这种趋向早在第一次世界大战以后不久就已经开始,并已成为常规。从1908年到1975年由纽约糖业贸易试验室所测定的全部原糖的平均值(图18.2)表明其旋光度直到1940年都还是明显上升的,以后直到1960年上升都不明显。1960年以后平均旋光度全都恒定在 97.7 ± 0.1 。

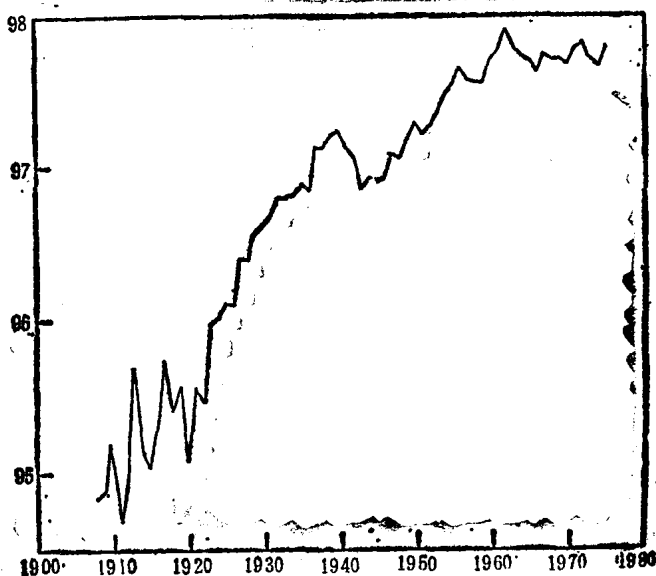


图18.2 1908~1975年原糖的平均旋光度(纽约糖业贸易实验室数据)

18.5 原糖装卸

正如14.22节所述,全世界一大部分的原糖都不经包装,而是用散装运送的。迄今,散装运送的优点远远超过原有的袋装方法,甚至许多由货船运到的袋装糖都尽早地从袋中倒出立即化为散装。从那以后,进仓、转运和处理都用散装形式。

18.6 原糖称量

原糖散装处理的优点已经扩大到它的称重。从交付处接收的

原糖所使用的磅秤通常有好几种类型，例如，Toledo Model 2351，能自动称出糖重、皮重，并把它们打印在纸带上的10000磅（4545公斤）的斗式称。以及具有各种称量能力的Parson秤。凡进入生产过程的原糖都要再次称重。Servo-Balans秤已为精炼糖厂普遍采用。其它类型的原糖秤已由里德（Reed）作出比较。

洗 糖

18.7 原糖晶粒的洗净

精炼过程的第一步叫做洗糖或洗净，它是从原糖晶粒表面除去糖蜜粘膜。虽然晶粒本身几乎是纯净的蔗糖，但它表面的糖蜜粘膜却只有65%或更低一些的纯度。分离操作包括先将原糖与粘稠洗糖蜜（锤度约75°Bx）相混合，然后在离心机中让混合物（见14.2）经过离心分离将糖蜜甩出再用热水洗净。因为洗糖的主要目的在于使糖蜜粘膜松脱，所以糖蜜和糖膏的加热都可以使它们的粘度大大降低。虽然“加温”可能更为确切，但在洗糖的现代化操作中人们普遍采用“热混合”。为了达到最好的洗糖效果，时间、温度和搅拌都很重要。混合糖蜜在温度72℃（165°F）下贮存会导致糖分损失。莱尔指出，通过多年的广泛实验证明，最好的糖膏温度是43℃（约110°F）。他还指出：“洗糖过程中的糖分损失可能是很大的，而糖蜜在贮箱中加热时，更是如此。”他说：“将待混糖蜜迅速加热到72℃左右就能达到所要求的糖膏温度。”他还建议：“如果将糖蜜冷藏，则加热过程只需要2或3 min就够了。”

现代化的洗糖分蜜机一律是全自动化和高速度的。一般为48

×30×6 或 7 英寸, (121.8×76.2×15.2 或 17.8cm) 但也有些是 54×30×7 英寸(137.1×76.2×17.8cm)的。它们都在 1100~1200r/min 的转速下操作(见 14.7)。在最先一个全自动化洗糖站(Savannah 精炼糖厂)的描述中, 提供了全部操作的详细步骤。由于有自动化的装料、分密、洗涤和卸料以及自动化的混合作业, 使这类重力因素很高的机器能在最小量洗水的条件下生产出始终如一的高纯度洗糖。图 18.3 表明这样一种洗糖站的装置配备。通常在原糖质量良好时, 每一个洗糖周期不到 3min, 每次装料用洗水 20~25 磅(9~11kg), 习惯上都用热水(80℃或 175°F)洗糖。除洗糖质量高而外, 还产生最少量的洗糖蜜, 结果是进入洗糖蜜中的固形物量也减至最少, 因而获得最大的洗糖产量。97 个糖度的原糖, 其中的固形物大约有 8~10% 进入洗糖蜜。这种洗糖蜜泵入加工流程时它的纯度为 75~80%, 锤度为 75°Bx。糖度较低的和那些含晶粒小而不整齐的原糖, 它们所产生的洗糖显然较少。哈曼(Harman)发现, 在洗糖过程中表现出困难最大的就是聚晶或叠晶, 这是在致虑工艺过程的本性时的一个必然结论。

18.8 洗糖的溶解或熔化

洗糖放在一个装有搅拌器的预备桶中, 加上一半重量的水进行溶糖, 这桶就叫溶糖器, 其中装有多孔盘管用以导入乏汽帮助溶解。溶糖用的都是来自压滤或威廉逊(Williamson)系统的高纯度甜水。如果因为采用其它一些纯度比洗糖本身更低的甜水而使溶糖液为杂质所污染, 那显然是一种低劣的办法。让洗糖溶液保持 99% 或更高的纯度, 在任何时候都会有助于加灰清淨和改善炭滤糖液的品质。

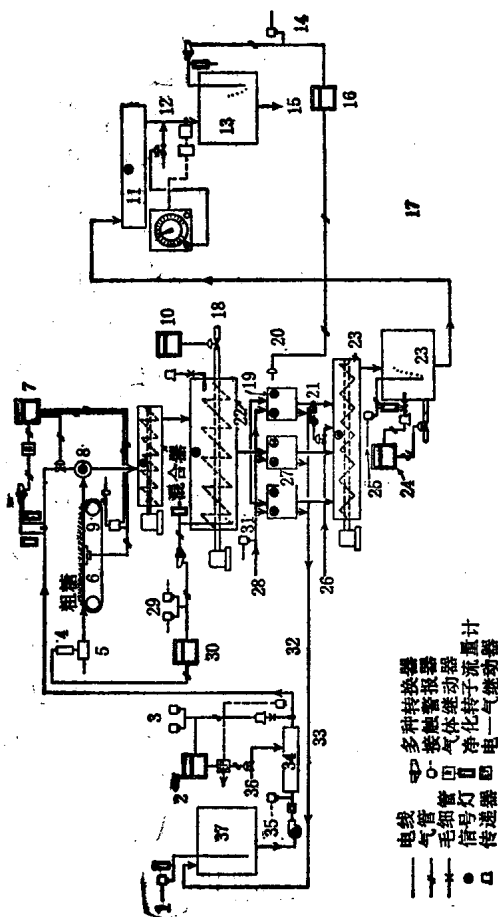


图 18.3 自动洗精站

1—低液位 2—温度记录控制器 3—高液位 4—空气活塞 5—节流阀 6—原液 7—混合器 8—浓度探测器 9—称重、运送机 10—温度记录控制器 11—帆布收集器 12—浓度探测器 13—洗精液 14—高液位 15—至加灰箱 16—液面记录控制器 17—预周期控制 18—蒸汽 19—故 障泵 20—计时周期反锁器 21—计时器 22—混合器 23—预周期控制 24—温度记录控制器 25—高液位 26—热水 27—离心泵 28—高液位 29—高液位 30—液面记录控制器 31—低压 32—低压阀 33—加 热盘 34—混合器 35—高压 36—蒸汽 37—冷凝泵

— 电线
— 气管
— 毛细管
— 信号灯
— 传递器
— 多种转换器
— 接触继电器
— 气体继电器
— 净化转子流量计
— 电—气转换器

18.9 洗糖蜜的处理

洗糖蜜可以由一种或二种途径进入加工过程，进行处理。在骨炭过滤能力较大的精炼糖厂中，都是用深色的甜水将洗糖蜜（原糖洗液）稀释到约54°Bx，然后送到清净车间经压滤机和骨炭过滤。

更简单的方法是无需进一步处理就直接把洗糖蜜送到煮糖间，煮成回溶糖膏。通常是先煮一罐“高级”回溶糖膏，然后将这一罐糖膏分出的糖蜜经过一段或二段回煮成“低级”回溶糖膏。从最后一段糖膏分出的原蜜（或叫绿蜜）即标准“最终糖蜜”，亦即商业中的废糖蜜（Black Strap）。

这些回溶糖膏被送到助晶机继续结晶——糖膏纯度越低，则留在助晶机中的时间就越长。煮糖与助晶这两个阶段的原理已在第十二和第十三章中详细论述过。从回溶糖膏分出的回溶糖最好是按照洗糖溶液的循环路线先进到清净工段。然后送入骨炭滤器。然而也有些精炼糖厂把它混到洗糖液里面，省得另行贮存、处理和泵送。从“高级”回溶糖膏分出的回溶糖可直接从分蜜机中溶化出来；而来自“低级”回溶糖膏的回溶糖则由“再分蜜”作更好的处理。在这里，回溶糖从分蜜机卸下后，便与一种稠厚而纯度低的糖蜜（通常是第二次分蜜的洗蜜）相混合再次分蜜，并在分蜜机中洗净。这样可使杂质得到更有效的分离，同时为澄清器提供纯度更高的糖溶液（见14.6）。

与此有联系的是某些精炼工作者发现连续分蜜机（见14.13）对低级回溶糖膏的第一次分蜜很有用处，分蜜时用少量洗水，分蜜后的糖按前述方法配成糖膏，再进行第二次分蜜。

清 净

18.10 一般原理

从溶糖器来的粗制洗糖溶液含有一些不溶性物质，例如蔗糖、泥土或沙子、数量可观的细小悬浮物和分散胶体，以及一些树胶质、果胶质和其它。还有原糖车间澄清工序中漏掉的，或在制造过程的后道工序中形成的一些真正的胶体物质。原糖溶液也是酸性。对一大部分含有原糖杂质的洗糖蜜来说，也有类似情况，只在形式上更加扩大而已。清净法可定义为：添加某些物料和加热使原糖溶液或原糖洗液适于过滤或澄清的处理方法。

现代精炼糖厂有两种清净方法。第一种称为化学处理，它使用某种物料在原糖溶液中形成沉淀。第二种是利用惰性助滤剂，以便加压过滤。最普通的化学清净剂是磷酸、石灰以及二氧化碳和石灰。采用惰性助滤剂时，加灰量要比化学清净剂的少得多，只要够中和存在的有机酸就行了。

从前的清净，无论是什么形式，都是在一个内有蒸汽盘管和机械搅拌的锥底圆桶即“加热槽”中间歇进行的。在前代的精炼糖厂中，洗糖液的处理，一般都是连续性的和自动控制的。如果还用加热槽那只是作为平衡箱来使用的。

对洗糖蜜来说，通常都避免使用化学清净法。其根本原因是这样的系统对低纯度的糖溶液很敏感，而且达到的透明度也很差，另一原因是形成的沉淀体积庞大。这类低纯度糖溶液和其它低品位物料的骨炭预过滤，大多数精炼糖厂都采用如后所述的惰性助滤剂和加压过滤。这在以后还要提到。