

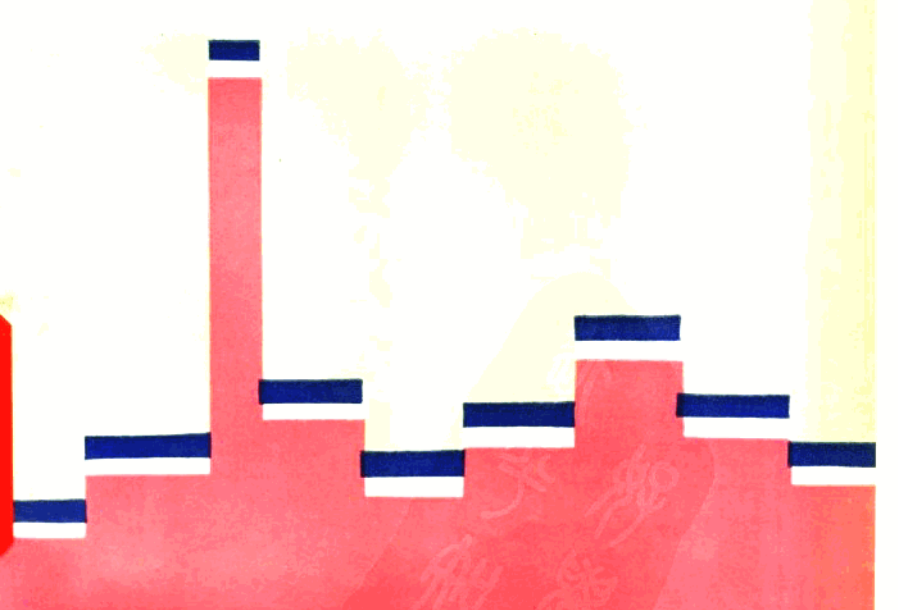
现代制糖工业技术

(第一分册)

霍汉镇 主编

陈树功 陈世治 林乐新 等编

广东省制糖学会组织



中国轻工业出版社

序

“经济建设必须依靠科学技术,科学技术工作必须面向经济建设”。我国的这一基本方针,也阐明了制糖工业和科学技术的密切关系和发展道路。

新中国成立以来,我国制糖工业有了很大的发展,新建了数百个糖厂和大量的综合利用分厂(车间),研究成功了不少新产品、新工艺、新技术。但另一方面,由于多方面的原因,我国制糖工业在研究开发和引进新科技、改造老企业方面,前进较慢,制糖工业的科技水平在一些重要方面与国外先进水平比较仍有相当差距。这种情况很不利于制糖工业的经济效益和进一步发展。

“科学技术是第一生产力”。制糖工业迫切需要提高科技水平,加速开发和应用新科技。为适应这种需要,广东省制糖学会邀请省内一批多年从事制糖科技工作的专家学者,集体编著《现代制糖工业技术》一书。根据国内外制糖工业技术的发展动向和新科技,选择约30个主要的专题,分别由对这些课题有多年研究心得的二十多位同志负责撰写论述。内容比较广泛、新颖和结合实际,包括大量国外新资料,并具有我国糖业科技的特色。

本书编为两分册,第一分册有15位作者,即:华南理工大学的陈树功、王诤、黄伟干、郭祀远、陈维钧、高大维;轻工业部甘蔗糖业科学研究所的陈世治、保国裕、梁周、李塘、郑长庚、黄世培、郭晓玲;轻工业部广州设计院的林乐新,以及广东省糖纸工业公司的霍汉镇等。

第一分册的内容主要有:糖厂工艺技术发展新领域,气浮澄清技术新发展,高离子澄清剂和应用,离子交换树脂和应用,蔗糖起晶方法和新技术,蔗糖连续结晶,晶体生长动力学,蔗糖结

晶的质量，白糖灰分和制糖过程中的无机物，白糖的色泽和有色物质，蔗汁、糖蜜等糖品的成分，制糖化学管理的新发展，糖厂自动在线测定，电脑在糖业管理中的应用，糖厂废弃物的治理与资源化等。至于甘蔗压榨提汁、糖厂节能和糖机装备等内容将在第二分册论述。

本书的内容以甘蔗制糖为主，但大部分均适合于甜菜制糖。

本书可供制糖工业生产、科研、设计和教学部门的制糖科技人员、干部、职工以及学生参阅，并可作为制糖在职技术干部的进修教材。

此专著由多个作者合作编写，目的在于发挥多方面专家学者的智慧和专长。但我们在这方面还缺乏经验，且因客观条件和水平所限，书中难免有不完善之处，欢迎广大读者指正。

编著者

1991年10月

目 录

第一专题 甘蔗糖厂工艺技术发展的几个新

领域.....陈世治 1

导言 1

第一节 结晶技术与节能..... 1

一、连续煮糖与双效煮糖技术的开拓..... 1

二、利用真空连续助晶简化煮糖系统..... 3

第二节 直接生产优质白糖..... 4

一、发展动态..... 4

二、应用离子交换技术直接生产优质白糖..... 7

三、亚硫酸法糖厂应用离子交换技术的基本条件..... 9

第三节 甘蔗纤维的利用价值与新提汁技术的开发.....11

一、甘蔗纤维的利用价值.....11

二、压榨过程对甘蔗纤维的破坏状况.....12

三、新提汁技术的开发.....13

四、国外的新进展.....15

参考文献.....16

第二专题 气浮清浄技术的新发展..... 霍汉镇 19

导言.....19

第一节 气浮清浄技术在国外的发展.....19

一、基本情况.....19

二、脱色剂与磷浮法的结合.....22

三、磷浮法与蔗汁清浄的结合.....25

第二节 国内气浮清浄技术的研究发展.....26

一、磷浮法和亚硫酸法的结合.....27

二、磷浮法与碳酸法的结合.....31

三、蔗汁碱性气浮澄清法·····	34
第三节 浓糖液中磷酸与钙的反应·····	35
一、糖浆浓度和温度的影响·····	36
二、pH的影响·····	37
三、机械性因素的影响·····	37
第四节 气浮分离法的机理·····	38
一、基本原理·····	38
二、磷酸钙的凝浮·····	40
第五节 气泡的应用和充气方法·····	41
一、气泡的大小与数量·····	41
二、絮凝物的相对密度及充气的影响·····	43
三、充气方法·····	45
第六节 浮清器·····	48
一、概况·····	48
二、浅层快速浮清器·····	49
三、浮渣的浓缩·····	51
四、浮清器的生产能力·····	52
第七节 浮渣的处理·····	53
第八节 总结与展望·····	55
参考文献·····	57
第三专题 高离子澄清剂G409及其应用····· 王 浩	59
导言·····	59
第一节 高离子澄清剂及其理论·····	59
一、高离子澄清剂的概念·····	59
二、高离子澄清作用的机理·····	60
三、高离子澄清的优越性·····	61
第二节 新型高离子澄清剂 G409·····	62
一、新型澄清剂 G409 的特性·····	62
二、G409 在糖液中的反应·····	62

三、G409 的清淨效果和用量	63
第三节 G409 在糖厂的应用实况	66
一、应用于赤砂糖回溶糖浆的处理	66
二、应用于炼糖的清淨处理	67
三、应用于混合汁澄清处理	70
第四节 综合讨论	71
一、G409 的处理对象和方法	71
二、G409 应用时的工艺条件	72
结语	73
参考文献	74
第四专题 离子交换树脂及其在制糖工业中的	
应用	林乐新 75
导言	75
第一节 离子交换树脂的类型与特性	76
一、离子交换树脂的基本性质和类型	76
二、离子树脂的离子交换容量	80
三、离子交换树脂的吸附选择性	81
四、离子交换树脂的物理性质	82
五、几类树脂的主要特性对比	83
六、制糖工业常用的离子交换树脂	83
第二节 离子交换树脂在制糖工业中的应用	85
一、基本情况	85
二、离子交换树脂的选型和组合	87
三、离子交换柱	89
四、离子交换树脂的工作过程	91
五、离子交换树脂的工作寿命	93
第三节 离子交换树脂的再生	94
一、树脂的再生特性与再生方法	94
二、受污染树脂的再生	95

结语	96
参考文献	96
第五专题 蔗糖起晶方法和新技术 ··· 陈树功 高大维	98
导言	98
第一节 溶液起晶过程的新概念	99
一、蔗糖溶液起晶成核程序	100
二、溶液起晶状态的相图分析	101
三、影响过饱和糖液起晶的诸因素	103
四、晶核大小、数量和形态的调控	105
第二节 蔗糖溶液起晶常用方法的评述	107
一、溶液增浓起晶法	107
二、溶液调温起晶法	107
三、刺激起晶法	108
四、投粉诱发种晶法	108
五、糖糊调配作种法	109
六、糖膏分割作种法	110
第三节 煮糖起晶制种新方法	110
一、简介	111
二、溶剂-超声波协同起晶法机理	113
三、新起晶法工艺与配套设施	114
四、新起晶法的特点	115
五、生产应用过程与结果	116
结语	119
参考文献	120
第六专题 蔗糖连续结晶 ····· 黄世培	122
导言	122
第一节 连续结晶罐的型式、结构和使用	124
一、FCB连续结晶罐	124
二、澳大利亚连续结晶罐	127

三、城月糖厂连续结晶罐·····	129
四、鱼涡头糖厂连续结晶罐·····	130
五、BMA连续蒸发-结晶塔·····	132
六、其他型式的连续结晶罐·····	136
第二节 连续结晶罐特性分析·····	138
一、连续结晶设备工艺特性·····	138
二、分室数与晶体粒度分布的关系·····	139
三、罐体长度与晶体均匀度的关系·····	143
四、操作参数对晶体均匀度的影响·····	144
五、连续结晶罐的清洗及挂壁现象·····	144
结语·····	145
参考文献·····	146
第七专题 蔗糖晶体生长动力学及其应用·····陈维钧	149
第一节 蔗糖晶体生长机理概述·····	149
一、晶体生长机理的几个理论的发展·····	149
二、扩散理论·····	150
第二节 结晶环境因素对晶体生长的影响分析·····	151
一、浓度效应·····	151
二、温度效应·····	153
三、流动效应·····	156
四、杂质效应·····	158
五、不同条件下结晶速度的最大值·····	159
第三节 晶体生长动力学的实际应用·····	160
一、浓度效应的实施形式·····	160
二、增强流动效应的途径·····	163
三、结晶促进剂的应用·····	165
参考文献·····	166
第八专题 蔗糖结晶质量的研究·····郭祀远	168
第一节 蔗糖晶体的识别·····	168

一、蔗糖的晶形·····	170
二、蔗糖的结构·····	171
三、晶形的演变·····	172
第二节 蔗糖结晶质量的评价·····	174
一、理化指标·····	174
二、外观指标·····	174
第三节 蔗糖结晶质量的检测·····	175
一、晶形的测量·····	175
二、晶体粒度的计算·····	176
三、晶体的粒度分布·····	178
四、粒度分布矩·····	180
五、平均粒度·····	182
六、变异系数·····	183
七、包裹体的含量·····	185
第四节 蔗糖结晶质量的剖析·····	186
一、杂质的包藏·····	187
二、包裹体内杂质的浓缩·····	188
三、结晶速度的影响·····	191
四、操作稳定性的影响·····	192
第五节 蔗糖结晶质量的控制·····	193
一、从工艺条件上控制·····	193
二、从操作条件上控制·····	194
三、在设备选用上控制·····	194
第六节 蔗糖结晶的展望·····	195
一、工艺过程的强化·····	195
二、操作控制的连续化与自动化·····	196
三、产品品种的多样化·····	197
参考文献·····	198
第九专题 白糖灰分和制糖过程中的无机物	

.....	霍汉镇	220
导言.....		200
第一节 白糖灰分的成分.....		200
第二节 白糖灰分与糖浆灰分的关系.....		202
第三节 几种主要灰分成分及其变化.....		204
一、钾.....		205
二、钠.....		205
三、镁.....		205
四、钙.....		206
五、铁和铝.....		207
六、硫酸根.....		208
七、硅.....		209
八、其他无机物.....		210
第四节 制糖生产过程中的灰分问题.....		210
一、各种清净方法的基本情况.....		210
二、制糖过程灰分问题的重点.....		211
第五节 对策与讨论.....		214
一、加强各种物料灰分的分析测试工作.....		215
二、加强清净工艺与操作管理.....		215
三、中间汁或糖浆的清净处理.....		216
四、煮糖制度与操作管理.....		217
五、关于灰分的分析.....		217
第六节 发展与展望.....		217
参考文献.....		219
第十专题 白糖的色泽和色素问题.....	霍汉镇	221
导言.....		221
第一节 白糖色值与糖浆色值的关系.....		221
第二节 糖品中有色物质的概况.....		224
第三节 有色物质对光的吸收及其色泽.....		226

第四节 有色物质的分子量·····	229
第五节 糖品中的酚类物和氨基氮·····	231
一、粗糖中的酚类物和氨基氮·····	232
二、白糖中的酚类物和氨基氮·····	233
三、综合讨论·····	235
第六节 铁的作用·····	237
第七节 亚硫酸的作用·····	239
一、亚硫酸和有机物的化学反应·····	239
二、亚硫酸与白糖色泽及中间制品色泽的关系·····	242
第八节 有色物进入蔗糖结晶的途径与机理·····	244
一、包藏作用·····	245
二、吸附作用·····	246
三、结晶条件的影响·····	249
第九节 改进蔗糖晶体色泽的措施·····	250
一、提高甘蔗质量和搞好杀菌清洁工作·····	250
二、加速物料处理,减少新色素的生成·····	250
三、加强对糖汁中酚类物质的研究与监测·····	251
四、研究改善煮糖过程及其操作控制·····	252
结语·····	253
参考文献·····	253
第十一专题 蔗汁、废蜜及糖厂物料成分的研究·····	郑长庚 256
导言·····	256
第一节 分析方法·····	257
一、高效液相色谱法的应用·····	257
二、无机成分的测定·····	259
三、几种有机物的测定·····	262
第二节 蔗汁和各种糖品成分的初步剖析·····	265
一、我国甘蔗原汁的主要成分·····	265

二、甘蔗糖厂生产过程的物料成分·····	268
三、白砂糖中的无机阳离子·····	271
四、美国蔗汁样本的特种成分分析·····	272
五、甘蔗蔗梢与蔗茎成分对比·····	272
第三节 蔗汁及其他糖品分析数据的研讨·····	274
一、蔗汁成分的探讨·····	274
二、生产过程物料成分的探讨·····	278
第四节 甘蔗糖厂废蜜成分分析·····	280
一、我国甘蔗糖厂废蜜的主要成分·····	280
二、废蜜成分研讨·····	280
结语·····	286
参考文献·····	286
第十二专题 制糖化学管理的新发展·····李 楠	288
第一节 甘蔗按质论价·····	288
一、甘蔗计价方式及其发展·····	288
二、甘蔗质量的衡量·····	289
三、全面衡量甘蔗质量的计价公式·····	292
四、甘蔗质量的测定·····	294
五、甘蔗按质论价对制糖化学管理的促进作用·····	294
六、我国甘蔗按质论价工作的概况与展望·····	295
第二节 采样工作的进展·····	297
一、甘蔗采样的机械化和自动化·····	297
二、蔗渣采样机械化·····	299
三、蔗汁采样自动化·····	299
四、废蜜采样自动化·····	301
五、成品糖采样机械化·····	301
第三节 简化分析方法与强化化学管理·····	301
一、纯度的快速测定·····	301
二、还原糖的快速测定·····	302

三、流动注射分析法	303
四、近红外光谱测定法	304
五、甘蔗纤维分的测定	305
六、甘蔗与蔗渣分析的冷抽提法	305
七、测定破碎度的简便方法	306
八、查定压榨效能的有效方法	306
九、电子计算机的应用	306
第四节 我国甘蔗糖厂化学管理工作的改进	307
一、采样工作的机械化和自动化	308
二、采用快速分析方法, 合理安排分析项目	309
三、电子计算机的应用	310
结语	311
参考文献	312
第十三专题 制糖工业的自动在线测定	黄伟干 314
导言	314
一、糖业自动在线测定的目的及意义	314
二、糖业自动在线测定的范围	315
第一节 糖厂化验室自动测定	315
一、锤度的测定	315
二、糖度的测定	318
三、纯度的测定	321
四、甜菜质量分析自动线	322
五、糖厂自动化实验室	324
第二节 制糖过程的在线测定	326
一、水分的测定	326
二、锤度的测定	328
三、糖度的测定	331
四、纯度的测定	331
五、其他项目的测定	334

参考文献	335
第十四专题 电脑在糖业管理工作中	
的应用	梁 周 337
第一节 糖厂布局和规模	337
第二节 糖料产量和质量预测	344
一、因子的筛选	344
二、预测方程的建立	346
三、糖料产量和质量预测的应用	347
第三节 甘蔗糖厂最优生产计划的制订	347
一、甘蔗糖厂的生产特点	347
二、甘蔗糖厂生产计划最优化数学模型	349
三、用动态规划法作出甘蔗糖厂最优化生产决策	351
四、甘蔗糖厂效益的计算	352
第四节 糖厂生产过程的仿真	354
第五节 企业管理上的其他应用	356
参考文献	356
第十五专题 甘蔗糖厂废弃物的治理与资源化	
.....	保国裕 郭晓玲 358
第一节 概述	358
一、环保与三废治理利用的方针与目标	358
二、糖厂三废概况	360
第二节 酒精废液的治理与利用	364
一、一级治理方法	364
二、两级治理方法	365
三、三级治理方法	373
第三节 碳酸法滤泥的治理与利用	374
一、用湿法制水泥的补充原料	374
二、掺和页岩或粘土烧制红砖	374
三、制有机-无机复合肥	375

四、其他	375
第四节 煤灰渣的治理与利用	376
一、制煤渣砖	376
二、施于农田作肥料	376
三、煤灰渣浮选后的多层次利用	377
第五节 对策与建议	378
参考文献	379

第一专题 甘蔗糖厂工艺技术 发展的几个新领域

陈世治

导 言

80年代世界甘蔗糖业生产技术的发展突飞猛进,无论工艺技术或设备都有创新。柏林工艺大学克劳斯(E. W. Krause)在F. O. L. 1987年鉴中撰写的“制糖工业新设备与新工艺”^[1]一文对此作了比较全面地介绍。从大量的新技术成就可以预料,制糖工业的生产技术将以飞跃的姿态进入90年代。糖厂生产过程将会出现崭新的面貌。

笔者愿从制糖工艺发展的几个新领域探讨其发展前途和实际意义,从而寻求结合我国具体条件的发展途径,争取使我国的制糖技术能跻身于世界制糖技术水平的前沿。

本文着重讨论三个问题:

- (1) 结晶技术与节能;
- (2) 直接生产优质白糖;
- (3) 甘蔗纤维的利用价值与新提汁技术的开发。

第一节 结晶技术与节能

一、连续煮糖与双效煮糖技术的开拓

近年我国甘蔗糖厂的节能取得不少进展。工艺耗汽量在生产管理水平比较好的糖厂可达到35~55%蔗,而煮糖工段的耗汽量则在18~25%蔗。国外甜菜糖厂工艺耗汽量一般为27~35%甜

菜，煮糖工段耗汽 9~13%甜菜。可见煮糖工段能耗占相当大的比重。国内外为谋求进一步降低能耗，无不致力于煮糖工段的技术改革。目前虽已有不少有效的措施，但煮糖罐汁汽的利用尚有待开发。间歇煮糖罐由于糖膏静压的影响，以及循环不良，进汽温度与加热管内的糖膏温差高达 30~40℃；又由于局限于使用只有 100~108℃的蒸发罐汁汽，致煮糖罐汁汽温度降低到无法利用的程度。近年发展的连续煮糖，特点是糖膏液面低而且固定不变，兼以循环良好，加热管内糖膏和加热蒸汽温差明显减小。汁汽温度提高的程度甚至可以用于再煮糖。这种二效煮糖的构思，为煮糖汁汽的利用开辟了良好的前景。

众所周知，连续煮糖技术在 80 年代取得了很大的发展。据科多费兹 (F. Cordovez) 1986 年统计^[2]，全世界糖厂已装备 100 台以上连续煮糖罐。它的生产技术已渐趋成熟。主要优点是：煮糖罐液位低而且固定，可以使用低品位蒸汽作热源；用蒸发罐二或三效汁汽，仍可保持罐内糖膏良好的循环；减少煮糖罐辅助时间，用汽均衡并减少糖膏飞溅造成的糖份损失等。据帕都纳报道 (Paturau)^[3]，甘蔗糖厂甲、丙糖膏采用连续煮糖，可节汽约 4%对蔗比。

在许多种型式的连续煮糖罐中，德国勃朗殊威克 (Braunschweig) 糖业研究所与 BMA 公司合作制成的塔式四层连续煮糖罐 (VKT) 是一种具有杰出性能的类型。它的主要优点如下：

(1) 每隔一层有短路管，可使糖膏通过。因此可随时停用任何一层罐进行通洗，并不影响其他各层继续运行。过去的卧式连续煮糖罐须到洗机期才能通洗。由于使用周期过长，容易在罐内结成糖块，影响产品质量。

(2) 各层罐的结构基本与间歇式煮糖罐的汽鼓段相同。这种结构在低液面时有非常强烈的循环。VKT 经常保持糖膏液面在汽鼓面以上 30cm 处，既有良好的自然循环，再加上降液管中搅拌器的作用，造成十分强烈的循环。而间歇煮糖罐的糖膏液面随