



甜菜糖生产自动化

B. П. 米特罗法诺夫 著
〔苏〕A. A. 鲁德兹茨基 译
梁 局 译

甜菜糖生产自动化

[苏] B. П. 米特罗法诺夫 著
A. A. 鲁德兹茨基

梁 周 译

中国财政经济出版社

1964年·北京

目 录

作者序.....	(5)
譯者序.....	(6)
前 言.....	(9)
第一章 甜菜处理过程自动化	(11)
一、洗滌工段生产过程自动化.....	(11)
二、渗出过程自动化.....	(13)
第二章 糖汁澄清过程自动检测和調节	(54)
一、預灰及主灰过程自动化.....	(54)
二、破酸飽充及过滤过程自动化.....	(79)
第三章 蒸发过程自动检测和調节	(123)
一、多效蒸发装置自动化系統綜述.....	(123)
二、多效蒸发装置自动检测和調节的基本系統.....	(129)
三、往蒸发罐給送糖汁的調节.....	(13)
四、糖汁流量和浓度的測量.....	(15)
五、蒸发前糖汁加热的調节.....	(13)
六、蒸汽流量測定.....	(13)
七、加热蒸汽的温度和压力的調节.....	(15)
八、蒸发罐中糖汁液位的調节.....	(14)
九、蒸发后糖浆浓度的調节.....	(149)
第四章 蔗糖車間的生产过程自动化	(163)
一、煮糖过程自动检测.....	(163)
二、乙糖膏和丙糖膏助晶过程自 化.....	(176)
三、糖膏分蜜过程自动化.....	(180)
四、連續化流程自动調节.....	(186)

第五章 砂糖干燥过程自动化	(188)
一、砂糖干燥和冷却过程自动调节	(188)
二、砂糖湿度自动检测	(190)
第六章 石灰乳和碳酸气制备过程自动检测和调节	(200)
一、石灰窑料斗卷扬机操縱自动化	(200)
二、矿石料面自动测量	(203)
三、温度规范自动检测	(211)
四、石灰消和过程及恒定浓度的石灰乳制备过程 检测和调节	(212)
第七章 制糖生产的訊号化和調度	(215)
一、通訊和訊号装置	(215)
二、自动訊号和計算装置	(217)
第八章 甜菜糖生产过程检测和调节的基本系統	(239)
一、甜菜处理車間的生产过程自动化	(241)
二、糖汁澄清車間的生产过程自动化	(243)
三、蒸发过程自动化	(245)
四、煮糖車間的生产过程自动化	(247)
五、干燥工段的生产过程自动化	(248)
六、石灰——飽充气工段的生产过程自动化	(249)
七、生产过程自动化的企业經濟效果	(250)
第九章 自动检测和调节用的新型仪表	(255)
一、新型自动控制仪表制造方面的进展	(255)
二、无接触和无惰性的测量法及仪表	(259)
三、新型的自动电子仪表	(270)
四、控制仪表盘	(276)
五、用組合系統方式制造自动化工具	(278)
六、控制工艺过程用的計算装置	(288)
七、半导体及其在自动化和测量技术上的应用	(295)
参考文献	(297)

附 录

1. 回轉式滲出裝置自動化.....(307)
2. 滲出汁濃度儀.....(313)
3. 糖汁加熱自動調節的計算.....(316)
4. 斯大林糖廠的自動加灰系統.....(318)
5. pH計在制糖工業中的應用.....(321)
6. 蒸發罐糖汁液位調節.....(323)
7. 生產流通量的穩定.....(330)
8. 在糖廠中實行自動化的條件.....(334)
9. 制糖生產過程自動化的發展遠景.....(335)

作 者 序

写这本书，主要是为了有系统地整理制糖工业及其他有关工业在生产过程自动检测和调节方面的经验。

所有资料都放在前面八章叙述。最后的第九章，简要地介绍一下为仪器制造工业所熟知，并可望应用在制糖工业上的新型自动仪表及自动装置。

参与制糖工业自动化工作的有：全苏中央糖业科学研究所，莫斯科食品工业学院，设计糖厂的国家设计院——国家糖业设计院和乌克兰糖业设计院，中央食品工业机械仪器设计局，莫斯科检测仪表试验厂，克拉斯诺雅鲁加糖厂的设计室，以及许多糖业技术革新者等。中央糖业科学研究所成立已有三十年，它的工作成果在书中占有很大的篇幅。

有效地推广自动化项目，必然会帮助工业人员成功地完成把甜菜糖生产技术更向前推进的任务。

作者对 B.Л.洛西耶夫斯基教授，M.E.拉科夫斯基教授，A.C.伊万诺夫工程师，M.H.库利克工程师等对原稿所作的宝贵指正深表谢意。

譯 者 序

自动化这一门科学技术大约在二百年前已经出现，但一直到最近的二十年左右，在工业技术的迅速发展下，才真正地得到了发展。工业生产经验已经证明：如果不借助于自动化技术，只靠一般的方法，要最大限度地提高生产率和改进产品质量，将会是十分困难的；对于控制为人所不能随意接近的生产过程，更加须要采用自动控制。这些原因，使自动化技术在各种工业生产上更显示出它的必要性和广阔的发展前途。

制糖工业的生产过程是复杂的连续性生产过程，要保证制糖生产能均衡地并且符合要求地进行，须要严格地控制很多生产参数；这许多参数，经常随着原材料规格的不同而迅速地变化着。并且，有一部分生产参数（例如糖膏过饱和度等）是复合参数，须要用几个单参数以某种数学形式表达出来。对于复杂的制糖生产参数的控制，在整个糖业的历史发展进程中，一直是未能解决的问题，其原因是由于过去的自动测量技术和自动控制技术还未发展到足以解决这个问题的地步。目前自动化理论和技术的迅速进步，新的测量元件和电子计算装置的出现，使过去存在的生产参数控制问题有了解决的希望。测出制糖生产中各种单参数（如流量、压力、温度、pH值等等）和复合参数，并且控制好包含有这些生产参数的过程，将能大大地改变制糖工业的生产面貌。因此，制糖工业对于自动化的要求是随着生产的发展越来越迫切的。

解放以来，我国制糖工业有了很大的发展。制糖生产技术的不断革新，生产要求越来越高，新技术在生产上的成功使用又要求更加精确地控制生产过程，因此，自动化便成为当前制糖生产上必不可少的措施之一。我国在建立制糖工业生产自动化基础方面做过不少工作，得到了不少成绩。在我国的一些大型糖厂中，

也有了不少有效的自动化装置，对生产起了一定的作用。但是，自动化这一门科学技术在我国的制糖工业中仍仅仅是处于开始发展的阶段，经验不多。

自从1955年以后，世界各国对制糖工业自动化给予了很大的注意，苏联、英、美、西德等国还建成了自动化程度相当高的糖厂。苏联B.П.米特罗法诺夫和A.A.鲁德兹茨基编著的“甜菜糖生产自动化”一书，总结了苏联制糖工业近二、三十年来实行自动化的经验，同时也吸取有关先进工业国家的新技术。本书以大部分篇幅详细介绍了苏联制糖工业的各项自动化设备，这些内容都可供我国糖厂创设自动化设备时参考。书中的第八章介绍了甜菜制糖生产过程的自动化系统方案，这些方案对于新糖厂自动化的设计很有参考价值。书中第九章介绍了新型仪表和生产过程自动化的发展概貌，这一章的内容对于制定制糖工业自动化的发展方向也很有帮助。本书的不足之处是，缺少对制糖生产过程自动化系统的基本理论分析，也没有探讨须要由自动化与生产工艺协同解决的生产控制问题。

本书中译本脱稿后不久，又获得苏联乌克兰技术文献出版社出版的由B.A.叶列曼科等编著的“甜菜糖生产过程自动化”一书。两书比较，后一书有一些内容是前一书所没有的，而这部分内容是苏联（主要是乌克兰地区）甜菜糖厂生产过程自动化的实际经验总结，对于我国制糖生产过程自动化工作有一定的参考价值。因此，特挑选下面几节译成中文作为附录：

1. 回转式渗出装置自动化；
2. 渗出汁浓度仪；
3. 糖汁加热自动调节的计算；
4. 斯大林糖厂自动加灰系统；
5. pH计在制糖工业中的应用；
6. 蒸发罐糖汁液位调节；
7. 生产流通量的稳定；

8. 在糖厂中实行自动化的条件;

9. 制糖生产过程自动化发展的远景。

译者希望“甜菜糖生产自动化”一书中译本的出版,能对我国制糖工业自动化的发展起一定的促进作用。

译 者

前 言

摆在我国制糖工业面前的任务是大量增加砂糖的产量。扩大砂糖生产的主要手段应该是提高现有企业的生产率。这个任务要求制糖工业工作人员根本地改变制糖工业的生产工艺和技术设备。

甜菜糖生产是连续性的。要得到最高的生产指标必须实行生产过程自动控制；这样便能更严格地保持最佳工艺规范，并保证生产有节奏地进行。生产过程自动检测和调节可以显著地节省劳动力，增加糖的产量，降低燃料和辅助材料的消耗，提高现有企业的生产率。

根据国家糖业设计院的2500吨/日自动化糖厂的计算，生产过程自动化的效果，可以列举出下面的数字：工厂生产率提高5%，每吨砂糖的劳动力消耗从12.6人时降至9.6人时，处理1,000吨甜菜从211人日降至163人日。

从厂中减省下来的工人计有95名，他们的工资是17,340.5卢布（以生产105天计算）。每个工人的平均产品量提高了24%。原料（甜菜）节约1.85%。减省下来的标准燃料量为总消耗量的0.35%，即每生产期减省919吨。

工艺过程自动化的投资约175,800卢布，即占总投资的1.83%，或占设备价格及安装费的10%左右。为增加自动化设备和新型连续化工艺设备（渗出器、真空吸滤机等）而投入的资金分别为6%和32%。自动化生产的比例投资为每吨糖221卢布，非自动化生产则为215卢布。自动化和新型设备的投资可在两个半生产期内收回^[3]。

在各种工业中，生产过程自动化的发展可以分成三个阶段：

第一阶段——单参数自动检测和调节；

第二阶段——复合参数自动调节；

第三阶段——所有生产过程综合自动化，即自动化工厂的建立。

综合自动化的主要条件是工艺过程连续化和生产操作全盘机械化。

制糖工业生产过程自动化的障碍是缺少很多种发讯装置。例如，缺少砂糖和废丝湿度仪、色度仪、浊度仪及浓度仪等等。必须加速试制这些缺少的基本仪表。

更遗憾的是，甜菜糖厂的生产流程在渗出、煮炼、分蜜等工段是不连续的。最近已经有了可资利用的柱式、鼓式、槽式等连续渗出器。

在第六个五年计划内，制糖工业将添置 200 套自动连续渗出装置，255 部连续真空吸滤机，400 部助品机，1,000 台高速自动离心机 and 100 台连续离心机，增设 130 条精炼糖切块及包装自动线，10 条精炼糖自动生产线，其中包括压形、干燥、切块、包装等工序，还有其他高生产率的设备^[2]。

计划在四十一个砂糖厂实行工艺过程全盘自动化，在一个精炼糖厂发展并实现生产自动化。

在第六个五年计划完成后，甜菜糖厂的日加工能力将达到四十万吨甜菜。

所有这些企业实行自动化后，每日可以多处理 16,000 吨甜菜，相当于建设 10~11 个日处理量为 1,500 吨甜菜的新厂，其总值为 7~8 千万卢布。

从上述例子可以见到自动化工厂的巨大的经济和技术效果。制糖工业自动化专家、工艺专家和机械专家们负有使甜菜糖生产全盘自动化的伟大和光荣的任务。

第一章 甜菜处理过程自动化

一、洗涤工段生产过程自动化

(一) 从捕砂器和捕石器中排除泥沙和石块自动化

国内外许多糖厂的甜菜洗涤机都装设有自动排污装置。甜菜洗涤机的自动化系统如图1所示。

洗涤机排泥闸板6经扇形齿轮和缚在连杆2上的拉索3周期性地开启。连杆是用支角1固定在洗涤机机壁上。连杆转动时闸板便开启。沿着洗涤机将拉索缚在各个闸板的连杆上。拉索经过滑车4后被艾列德罗型油压伺服马达5拉动。伺服马达是靠复合时间继电器按洗涤机清洁周期预先调校好的时间值来起作用。

清洁次数视实际条件和甜菜污秽程度而定。一般是，捕砂器闸板每隔15~20分钟开启一次，捕石器闸板则每隔3~4小时开启一次。各个闸板的开和关均依一定程序进行。

中央糖业研究所和国家糖业设计院设计的捕砂器、捕石器，其排除泥沙及石块自动化系统中采用的是KЭП型电一气式指挥仪（物理仪器厂出品）和KДV型电动式或气动式执行机构。

(二) 甜菜输送自动调节

甜菜糖厂的生产节奏性首先在于甜菜的均匀送入工厂。乌克兰糖业设计院工作人员M.И.朗辛、M.И.库利克、И.А.米赫林、Б.А.邦达连科于1955年提出了关于这一过程的自动化方案。这个方案的做法是，计划在切丝机前的甜菜贮斗中装设一只特别的料面测量仪，按照甜菜在贮斗中的料面高低，用调节器增减甜菜洗涤机排送浆的轴杆转数。这样，估计能使贮斗中保持有一定

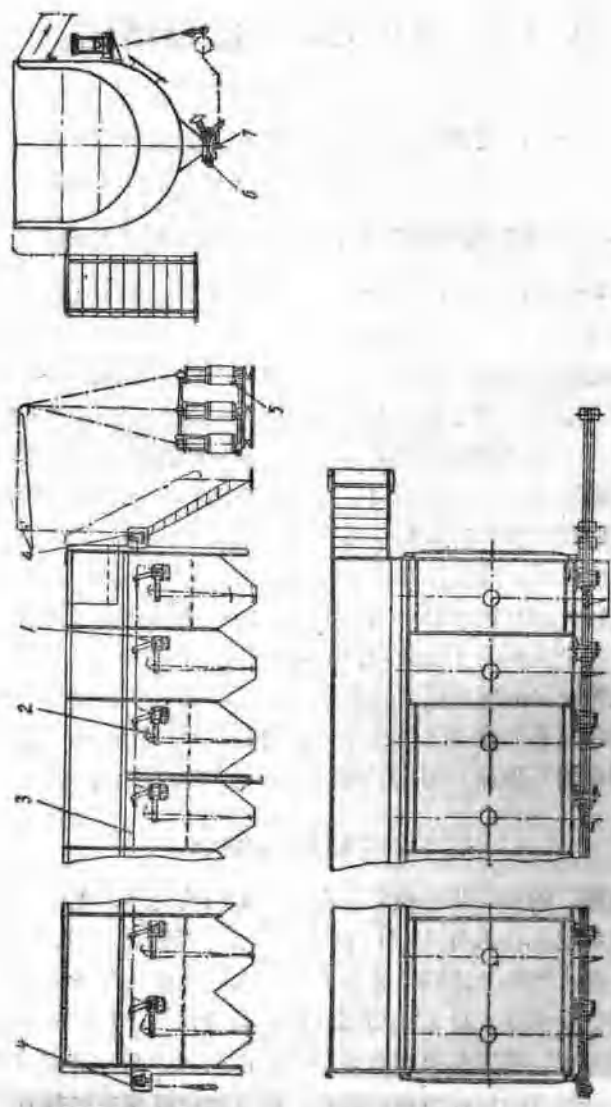


图 1 甜菜洗滌机自动排污系統图

1—支角；2—建杆；3—拉索；4—滑車；5—支列德罗型何服屈达；
6—闸板；7—扇形齿輪

的甜菜貯备量。为此，必须装设特别的排送桨轴杆传动机构，以便在广阔的范围内调节转数。

在甜菜洗滌机的槽中要装设第二部特制仪表，用来测量洗滌机中甜菜的充满程度。这个仪表可以改变流送沟中的闸板位置或叶轮的转速，于是也调节了送入工厂的甜菜量。

二、渗出过程自动化

从切絲机出来的菜絲用耙式或带式输送机送入渗出装置中。切絲机马达的起动和停止与输送机是连锁起来的。没有连锁装置便会多耗电能和损失工时。这种马达连锁装置是由国家糖业设计院设计的。

渗出过程的目的是尽可能地从菜絲中将糖份提取出来，但又要使渗出汁中的固形物含量最高。减少糖份在渗出中的损失，须要精确地保持渗出温度规范，保证菜絲的质地良好、渗出罐装料均匀、正确地排列有足够糖汁流通孔道的筛网等。

在正常的渗出工作条件下，在废絲和渗出水中的糖份总损失不应大于甜菜重量的0.4%，而渗出汁的浓度不应低于17° 锤度^[21]。

渗出糖份损失如超过上述定额，则降低了原料的利用率，减少了糖的产量。到目前为止，由于缺乏自动化仪表，所以废絲含糖量、渗出水含糖量、渗出汁含糖量以及菜絲的质量等的检测，均只能由厂中化验室进行。

最近正在成功地进行创制新型的测量溶液含糖仪表的工作。

下面简单地介绍一下关于这方面的工作。

最初创制直读旋光鏡的工作是C.A.斯特列科夫于1927年开始的。直读旋光鏡是以普通旋光鏡为基础加上光电装置而成。在观测半阴影的目鏡上，装上一个有两片光电池的特制暗箱，在旋光鏡中所观测到的光度强弱不同的光线直接投射到光电池上。光

电池接成惠斯登电桥电路^[72]。

按这个原理制成了一种ФЭС-1型直读验糖镜。

后来的工作由中央检测仪表研究试验室和中央糖业研究所继续下去。B. И. 库德里亚符切夫在这方面就仪表的不同结构系统进行了多年的工作，研究出适于成批生产的验糖镜的结构系统。

现在可以用两种方法制造直读旋光镜：（1）机械补偿法；（2）光学测量法。

采用第一种方法时，平面偏振光的偏旋角用检偏器的刻度表示。仪表中光电池的电气部分只用作指示器。这种系统不须将光电流加以放大。

为了使光线减到最弱而转动检偏器时，透过检偏器的光的强度 I 按起偏器与检偏器轴心转动角 α 的余弦平方呈正比地减弱：

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

式中： I_0 ——投射光线的强度；当光线趋近于最弱时，曲线 $I = f(\alpha)$ 的斜率减小，这种方法精确度较低的原因即在于此

采用光学测量法时，平面偏振光的偏旋角是靠测量计放入旋光物质后透过旋光镜的光通量变化而测得的。光学测量系统由光电池、光电流放大器、测量仪表等组成。

光学测量法的精确度与系统中每元件的稳定度有关。光电池陈旧后会破坏仪表的稳定度。电源电压的变动也会导致测量系统工作规范的破坏。

在光学测量法中，可以广泛地应用各种光电流放大系统来测量光电流。测量微弱的直流光电流时可以应用直流电子管电压表。简单型式的直接式放大系统，由于电源电压的变动，很难得到高的精确度。比较准确的是平衡系统和具有反馈作用的系统。直流放大器的缺点是放大器输出端检流计指针零位飘移，这是由于热干扰以及输入端的接触电位差变动所引起的。由于电子管阴极发射的波动，放大太低的电压是不可能的。

B. H. 库德里亚符切夫提出采用偏旋光束磁性光学调制法，在这种方法中，偏旋光线是波动前进的。

库氏在直读旋光镜中采用的磁性光学装置利用了法拉第效应，就是说平面偏振光在磁场的作用下可以在非旋光物质中偏旋。某些物质，例如重火石——即磷酸铅石 $[(\text{PbO})_2(\text{SiO}_2)_3(\text{BO}_3)_4]$ ——和磁铁物质，当光线依磁力线方向通过它们时，平面偏振光便会被偏旋。

根据费尔德定律，偏振面的旋转角 φ 与光在物质中的行程长度 l 及磁场强度 H 成正比：

$$\varphi = \rho l H$$

式中： ρ ——和物质有关的费尔德常数，重火石是 $\rho = 0.03' \sim 0.09'$ （如 l 用厘米， H 用奥斯特为单位）

在库氏直读旋光镜中，从光源来的光流进入旋光系统后，再依偏振面方向进行调制，然后以脉动光波形式投射在光电池上，于是，在光电池电路上产生了电流，其频率等于供给调制装置的电流频率的两倍，即，当仪表调整到零值时，其频率等于100赫芝。这种光电流在第一只电子管的栅极电阻中产生交流电压降。

栅极上也会由于在最阴暗时和光学系统有缺陷时（例如用人工偏光片不能使光线百分之百偏旋）所产生的光电流，而有直流成分的电压降。这种附加直流电压降就是第一级电子管的栅偏压。直读验糖镜的分解系统图如图2所示。光学部分的装设与一般的验糖镜相同。光源用炽热灯泡1。光束通过聚焦镜2、起偏镜3，继续通过磁性光学调制器4。在调制器的作用下，平面偏振光线在偏振面上变成波动型式。被调制后的光流通过窄孔5、滤光片6、待测液管子7、水晶补偿器8、然后进入检偏镜9中。

在偏振面上波动的光流，透过检偏镜后，集合成带有脉动的光束。这些光照射在光电池10上，最后生成相应的光电流。光电流的交流成分在放大器中加以放大。在放大器的输出端得出频率等于调制频率的电压。放大后的电压相位与检偏镜的位置有关。

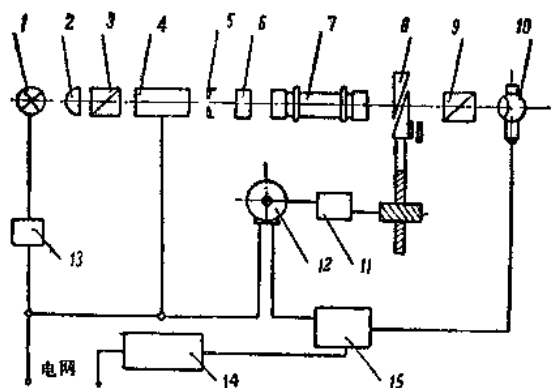


图2 可自动调整的直读验糖镜分解系统图

1—光源—CH-62 型白炽灯 (100瓦, 12伏); 2—聚焦镜; 3—起偏镜速调整零点的微型螺丝; 4—磁性光学调制器; 5—窄孔; 6—滤光片; 7—偏旋管; 8—水晶补偿器; 9—检偏镜; 10—光电池; 11—减速器; 12—马达; 13—变压器; 14—整流器; 15—放大器

当光线以最强和最弱通过时, 电压的相位倒转 180° 。调制器是由电网供电。

从放大器的输出级出来的放大后电压作为电源, 供给二相可逆马达12的定子中的一个线圈。定子的另一个线圈则由电网供电。马达用来使楔形水晶补偿器作机械位移, 这样便等于完成了观测者使旋光镜的两半影视野平衡的同样作用。

可逆马达的回转方向与验糖镜光学部分中光线的偏振面偏转方向有关。马达经过减速器再带动水晶补偿器的齿条。马达转动的时候, 验糖镜的光学部分跟着被调整到最弱光线。

至于验糖镜指示刻度的度数, 可以在水晶楔子上装上目镜或投影刻度装置来观察。

库氏光电式验糖镜在中央糖业研究所用几种不同色度的糖液进行试验, 得到了肯定的效果。基辅检测仪表厂已生产了一些库氏CA型自动验糖镜 (图3和表1)。