

附件 3

制糖工业污染防治技术政策编制说明

(征求意见稿)

2016 年 10 月

环境保护部科技标准司

目 录

1 项目背景.....	- 1 -
1.1 任务来源.....	- 1 -
1.2 承担单位.....	- 1 -
1.3 主要编制过程.....	- 1 -
2 行业概况.....	- 2 -
2.1 制糖工业在我国的发展概况.....	- 2 -
2.1.1 行业现状.....	- 2 -
2.1.2 制糖企业分布.....	- 3 -
2.1.3 主要产品状况.....	- 4 -
2.1.4 产品市场供应和进出口状况.....	- 5 -
2.1.5 发展趋势.....	- 6 -
2.2 制糖工业在其他国家的发展概况.....	- 7 -
3 技术政策制订的必要性.....	- 10 -
3.1 环境保护及行业发展的需要.....	- 10 -
3.2 解决行业现有问题的需要.....	- 11 -
3.3 推动新技术发展的需要.....	- 12 -
4 国内外相关污染防治技术政策研究.....	- 13 -
4.1 国内相关政策研究.....	- 13 -
4.2 国外相关政策研究.....	- 13 -
5 行业产排污情况及污染控制技术.....	- 14 -
5.1 主要生产工艺.....	- 14 -
5.1.1 生产原料、技术路线和工艺流程.....	- 14 -
5.1.2 排污节点.....	- 20 -
5.1.3 甘蔗制糖污染物种类和排放量分析.....	- 22 -
5.1.4 甜菜制糖污染物种类和排放量分析.....	- 23 -
5.2 排污现状.....	- 24 -
5.2.1 企业调查数据表.....	- 25 -
5.2.2 排污分析.....	- 25 -

5.3 污染防治技术.....	- 26 -
5.3.1 水污染防治技术现状.....	- 26 -
5.3.2 大气污染防治技术现状.....	- 27 -
5.3.3 固体废物污染防治技术现状.....	- 28 -
5.3.4 二次污染防治技术现状.....	- 29 -
5.3.5 污染防治技术发展趋势分析.....	- 29 -
5.3.6 污染防治技术分析与筛选.....	- 30 -
6 技术政策制订的基本原则和技术路线.....	- 31 -
6.1 基本原则.....	- 31 -
6.1.1 满足环保标准和环保工作要求.....	- 31 -
6.1.2 内容全面和推行清洁生产.....	- 31 -
6.1.3 突出适用性和可操作性.....	- 32 -
6.2 技术路线.....	- 32 -
6.3 编制方法.....	- 33 -
7 技术政策条文说明.....	- 33 -
7.1 总则.....	- 33 -
7.2 生产过程污染防控.....	- 35 -
7.3 污染治理及综合利用.....	- 42 -
7.3.1 大气污染治理.....	- 42 -
7.3.2 水污染治理.....	- 42 -
7.3.3 固体废物处理处置.....	- 45 -
7.3.4 噪声污染控制.....	- 47 -
7.4 二次污染防治.....	- 47 -
7.5 鼓励研发的污染防治技术.....	- 48 -

1 项目背景

1.1 任务来源

为进一步加强制糖工业的污染防治，促进制糖工业技术进步和可持续发展，完善国家环境技术管理体系，环境保护部下达了《关于开展 2015 年度国家环境技术管理项目计划工作的通知》（环办函〔2015〕295 号），将《制糖工业污染防治技术政策》列入 2015 年度国家环境技术管理项目计划。

1.2 承担单位

技术政策编制工作承担单位为广西壮族自治区环境保护科学研究院，协作单位为中国环境科学研究院、广西糖业协会、中粮集团有限公司。

1.3 主要编制过程

针对主要环境问题、行业污染防治技术的最新进展，以及现有技术政策的缺位或不足，在广泛收集国内外制糖工业相关的产业政策、行业发展规划、环境技术管理方法等基础上，完成本技术政策的编写。

具体编制过程如下：

（1）2015 年 1 月，广西壮族自治区环境科学研究院与环境技术管理项目负责单位中国环境科学研究院签订项目合同，负责编制《制糖工业污染防治技术政策》。

（2）2015 年 2~7 月，经过前期准备成立政策编制组、专家指导组，制定工作计划，开展制糖工业污染防治技术政策现状调研与文献收集工作。

（3）2015 年 8~10 月，汇总信息资料，完成《制糖工业污染防治技术政策》开题报告。

（4）2015 年 11 月，参加中国环境科学研究院召开的“2015 年度环境技术管理项目培训会议”，内容包括污染防治技术政策编制的原则、程序与内容要求等。

（5）2015 年 12 月至 2016 年 3 月，补充甜菜制糖现状调研，并根据“污染防治技术政策编制导则”修改开题报告，同时完成文本及编制说明初稿。

（6）2016 年 4 月，通过环境保护部组织的专家开题论证。

(7) 2016年5~8月,通过现场考察、召开座谈会、发放调研表的形式进一步开展甘蔗制糖、甜菜制糖企业污染防治技术调研工作,完成制糖工业污染防治技术发展报告、技术政策文本及编制说明征求意见稿。

(8) 2016年9月,课题组组织召开专家咨询会。

2 行业概况及发展趋势

2.1 制糖工业在我国的发展概况

制糖工业是食品行业的基础工业,又是造纸、化工、发酵、医药、建材、家具等多种产品的原料工业,在国民经济中占有重要地位。1949年到2016年,我国制糖工业获得长足健康的发展,已形成一定规模的生产能力和较高的技术水平。

2.1.1 行业现状

从产糖量来看,目前我国为世界第四大产糖国(巴西、印度、泰国位于第1、2、3位),约占世界总产糖量的5.8%。根据中国糖业协会统计数据,2015/16年制糖期,全国食糖产量870万吨,较上一年制糖期减少185.6万吨,同比减少17.58%。其中:甘蔗糖产量796.56万吨,占总产糖量91.6%;甜菜糖产量73.44万吨,占总产糖量8.4%。糖料种植面积2202.98万亩,较上一年制糖期减少166.02万亩;加工糖料量7672.64万吨,较上一年制糖期减少1161.86万吨。2006/07~2015/16年制糖期全国食糖产量变化详见表2-1和图2-1。

从表2-1和图2-1可看出,近几年,我国产糖量有下降的趋势,主要原因为现阶段国际糖价低迷,大量低价进口糖涌入国内,致使国内食糖市场价格持续下跌,各主产区的糖料收购价下调,糖农的收益逐年下降,导致农民种植甘蔗和甜菜的积极性不高,糖料种植面积减少。

表 2-1 2010/11~2015/16 年制糖期全国食糖产量

制糖期	甘蔗小计		甜菜小计		全国合计	
	产糖量 /万吨	开工糖厂数 /家	产糖量 /万吨	开工糖厂数 /家	产糖量 /万吨	开工糖厂数 /家
2010/11 年	966.04	235	79.38	36	1045.42	271
2011/12 年	1051.02	233	100.74	37	1151.76	270
2012/13 年	1198.34	231	108.5	36	1306.84	267
2013/14 年	1257.17	229	74.63	31	1331.8	260
2014/15 年	981.82	218	73.78	27	1055.6	245
2015/16 年	796.56	201	73.44	28	870	229

注：数据来源于《中国糖业年报》。

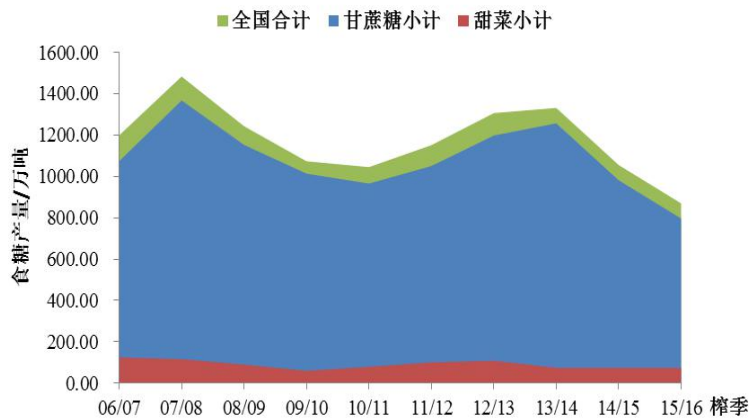


图 2-1 2006/07~2015/16 年制糖期全国食糖产量发展趋势图

2.1.2 制糖企业分布

我国共有 14 个省区产糖，沿边境地区分布，主要集中在我国北部、西部和西南部。甘蔗糖产区主要分布在广西、云南、广东、海南及邻近省区，甜菜糖产区主要分布在黑龙江、新疆、内蒙古及邻近省区。与糖料种植相关人员近 4000 万。全国开工的制糖生产企业（集团）共有 46 家，开工的糖厂共有 229 家，其中：甜菜糖生产企业（集团）4 家，糖厂 28 家，其中黑龙江、新疆、内蒙古共有 23 家，占全国的 82.14%；甘蔗糖生产企业（集团）42 家，糖厂 201 家，其中广西、云南、广东、海南共有 195 家，占全国的 97.01%；另有炼糖企业 16 家。

全国总的生产能力为日处理糖料 109.5 万吨，其中，日处理甘蔗 101.9 万吨，甜菜 7.6 万吨。食糖产量超过 40 万吨的制糖企业（集团）有 10 家，占全国食糖总产糖量的 72.26%。2015/2016 年制糖期各主产糖省（自治区）处理糖料能力详见表 2-2。

近年来，我国制糖企业数量基本保持稳定，新增产能很少，但受到海外糖的冲击影响，开工数量明显下降。

表 2-2 2015/2016 年制糖期各主产糖省（自治区）处理糖料能力

省份	广西	云南	广东	海南	新疆	内蒙古	黑龙江	其它	全国合计
开榨糖厂数量/间	92	65	29	9	14	6	3	11	229
处理糖料能力 / (万吨/日)	66.7	18.69	12	3.54	4.49	1.5	0.85	1.71	109.48
平均生产规模 / (吨/日)	6900	2600	4100	2500	3200	3000	2800	1600	4500
能力占全国比例/%	60.92	17.07	10.96	3.23	4.10	1.37	0.78	1.57	100

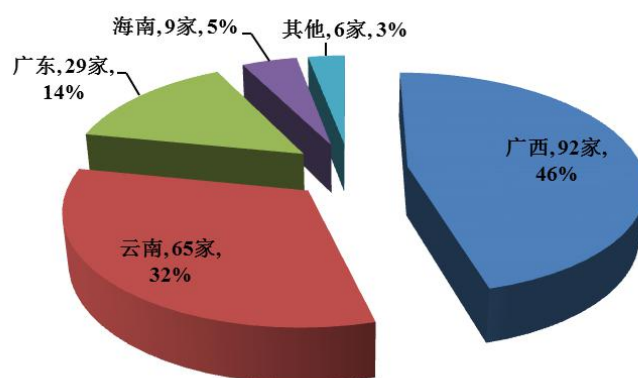


图 2-2 2015/16 年制糖期全国开工的甘蔗糖生产糖厂分布图

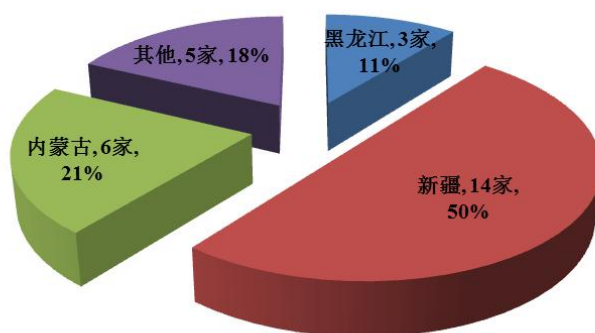


图 2-3 2015/16 年制糖期全国开工的甜菜糖生产糖厂分布图

2.1.3 主要产品状况

2014/15 年制糖期，全国共生产食糖 1055.6 万吨。其中优级和一级白砂糖 974.75 万吨，精制糖 3.65 万吨，绵白糖 29.24 万吨，赤砂糖和红糖 28.77 万吨，原糖及其他 19.19 万吨。

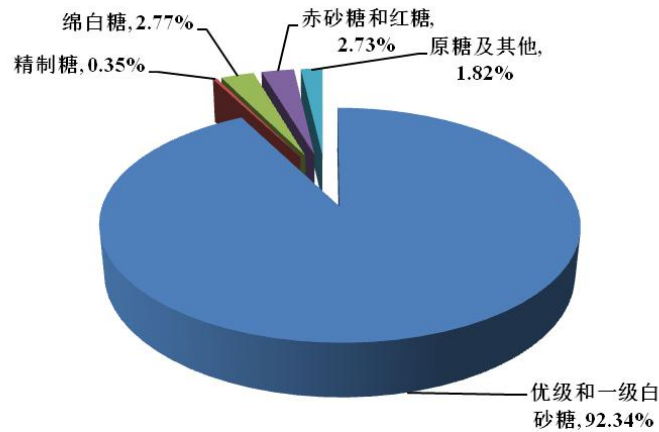


图 2-4 2014/15 年制糖期食糖品种比例图

2.1.4 产品市场供应和进出口状况

上世纪九十年代前，由于产量低，食糖需要凭票限量供应，人均年消费量仅为 2 公斤。随着糖业的发展，到 2014/15 年制糖期，我国食糖消费总量达到 1510 万吨，比上个制糖期增加了 30 万吨，同比增加 2%，人均消费量达到 11 公斤。2014 年世界人均食糖消费量为 25 公斤，亚洲为 20 公斤，我国港、澳、台地区为 24~31 公斤，我国大陆消费量仍属世界较低水平。随着我国经济的发展，生活水平不断提高和人口自然增长的需求，我国将是世界上最大的食糖消费潜在市场。

食糖的销售价格除了取决于生产成本外，还取决于市场供需的平衡状况。在 2001 年我国加入 WTO 后，国内市场价格还受到国际糖价波动的影响。由于农资价格和劳动力成本的增加，我国糖料生产成本总体走势呈增加态势。

2010/11 年制糖期，国际糖价从高价位每磅 36 美分，持续下降到目前 13~14 美分，国外低价食糖在配额外关税 50% 的情况下，仍有利润可图，出现了进口食糖大量涌入国内市场，致使食糖市场供大于求，国内糖价持续下滑，制糖企业发生全面亏损。2006~2015 年中国食糖现货价格趋势见图 2-5。

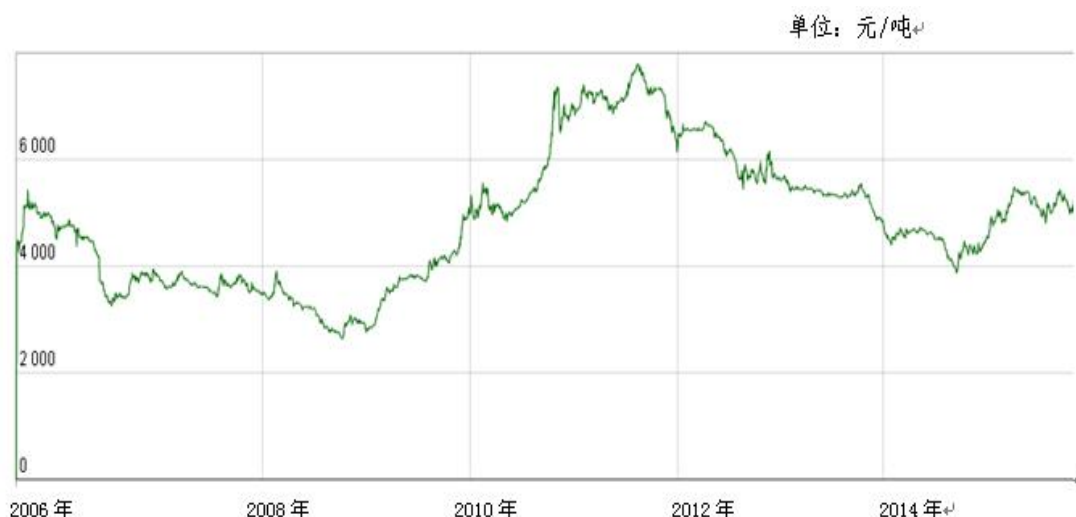


图 2-5 2006~2015 年中国食糖现货价格趋势图

由图 2-5 可知,2011/12 年至 2014/15 年连续 4 个制糖期我国食糖价格呈下降的趋势。

2014/2015 年制糖期,国内食糖价格有所回升,但国际糖价却是下降趋势,造成国内糖价比进口糖成本高出 500~2500 元/吨,高额利润驱动下,致使进口量不断增加,2015 年 1~10 月,我国已累计进口食糖 408 万吨,超过 2014 年进口总量,与去年同期相比增长 44.88%。

2.2 发展趋势分析

我国的食糖生产一直以来是产不足销,因此要继续大力发展制糖产业,做到自给为主、进口为辅。制糖行业“十二五”规划发展目标是年产食糖 1600 万吨,达到 1800 万吨产糖能力。

(1) 糖料生产方式的转变

我国糖业目前存在的主要问题是糖料生产仍是落后的小农经济生产方式。今后工作的重点是如何使糖料生产向现代农业规模化、大生产方式转变。

2015 年 5 月,国家将广西、云南糖业发展上升为国家战略地位,提出振兴糖业发展规划,支持两省建设 700 万亩糖料核心基地。其中,广西 500 万亩“双高”(高产、高糖)基地在 2020 年建成,单产达到 8 吨/亩,含糖份 14%以上,实现甘蔗生产“四化”即规模化、水利化、机械化和良种化,使甘蔗生产从落后的小农经济生产方式向现代高效农业的转变。

(2) 培育和推广高糖、高产糖料蔗新品种

目前，我国甜菜品种绝大部分依赖国外进口，且多为高产低糖品种，含糖份低于欧盟发达国家 4~5 个百分点，严重影响制糖效益。甘蔗品种也存在现有当家品种老化、退糖的困境。因此，当务之急是尽快培育和推广高糖、高产系列新品种。

(3) 糖厂的现代化改造

我国的糖厂在自动化和信息化方面与发达国家仍有较大差距，生产员工数量是发达国家的 3~5 倍，员工劳动生产率低，制糖生产成本较高。因此要大力发展机械化、自动化和信息化操作和管理，开展糖厂节能降耗的技术改造，提高糖份回收，降低原材料和能源消耗，降低生产成本，提高产品的国际竞争能力。

(4) 做好清洁生产和环境保护

减少农药残留和过量施用化肥；确保糖厂的“三废”达标排放；从末端处理向生产过程控制转变，做到从糖料种植到制糖加工全过程的清洁生产；最终糖蜜、滤泥、锅炉灰渣等污染物由社会各行业按专业化、规模化和集中化进行利用，采用最先进的生产工艺和最完善的环保设施和实施，防止新的污染源产生。

2.3 制糖工业在其他国家的发展概况

世界食糖产区分布地域很广，主要在亚洲、南美洲、中美洲加勒比海地区、大洋洲和非洲。根据《中国糖业年报》，世界主要产糖国食糖产量统计及分布详见表 2-2 和图 2-5。

由表 2-2 和图 2-5 可知，2014/15 年制糖期，世界总产糖量 18746.6 万吨，其中甘蔗糖 14818.2 万吨，占世界总产糖量的 79.04%；甜菜糖 3928.4 万吨，占世界总产糖量的 20.96%。世界食糖产区中，美洲、亚洲和欧洲食糖产量最大，三大洲共计 16570.3 万吨，占世界总产糖量的 88.39%；三大洲中，又以巴西、印度、泰国、中国四个国家产糖量最大，分别为 3819.8、3105.5、1206.0、1055.6 万吨，约占世界总产糖量的 20.38%、16.57%、6.43%、5.63%。

表 2-2 世界主要产糖国食糖产量统计表

单位：万吨（原糖值）

制糖期 地区	2010/11 年	2011/12 年	2012/13 年	2013/14 年	2014/15 年	2015/16 年
世界总产量	16888.2	17961.7	18550.3	18454.2	18746.6	18281.1
甘蔗糖	13690.6	14013.6	14834.8	14902.5	14818.2	14782.5
甜菜糖	3197.6	3948.1	3715.5	3551.7	3928.4	3498.6
欧洲总量	2413.4	3085.9	2845.5	2741.0	3041.0	2614.3
欧盟（28 国）	1544.6	1854.9	1680.5	1715.2	1939.7	1545.1
俄罗斯	296.0	547.0	516.3	477.1	482.4	533.6
乌克兰	167.9	253.3	242.4	131.5	227.2	132.0
土耳其	245.9	246.7	231.4	259.8	223.4	250.0
美洲总量	6787.0	6767.8	7334.1	7144.6	6952.8	7010.8
巴西	4081.2	3871.7	4108.5	4052.3	3819.8	3856.1
哥伦比亚	237.4	225.8	231.2	260.7	250.0	250.0
古巴	130.4	150.7	168.7	173.4	195.7	184.8
危地马拉	214.8	266.7	293.6	296.6	313.5	317.4
墨西哥	563.4	548.9	758.2	654.5	650.5	657.6
美国	693.9	754.5	798.5	752.4	774.2	776.1
加拿大	10.0	12.0	13.3	10.3	10.0	10.0
智利	27.9	35.9	30.2	28.6	30.2	30.0
非洲总量	1037.2	1042.4	1066.4	1159.3	1201.4	1169.0
埃及	187.1	192.5	190.0	207.8	252.2	230.4
南非	207.3	201.6	212.7	254.7	229.4	186.3
摩洛哥	44.4	40.8	30.4	52.0	52.0	54.3
亚洲总量	6232.9	6634.0	6717.7	6919.0	7031.5	6945.2
中国	1045.4	1151.8	1306.8	1331.8	1055.6	870.0
印度	2744.5	2889.1	2744.5	2675.7	3105.5	3133.6
巴基斯坦	453.4	532.6	587.0	606.3	547.8	565.2
泰国	1037.0	1086.1	1062.5	1187.8	1206.0	1246.3
印度尼西亚	248.9	231.5	281.6	278.8	280.4	255.4
菲律宾	259.7	243.8	266.9	267.6	251.8	255.4
伊朗	99.5	112.5	122.1	102.0	152.2	150.0
日本	70.1	72.6	74.2	73.8	79.5	79.3
大洋洲总量	405.2	419.1	474.1	484.8	514.4	536.3
澳大利亚	386.8	397.7	454.1	461.3	485.8	505.2

注 1：数据来源于英国 Czarnikow 公司。

注 2：2015/16 年制糖期产量为预测值。

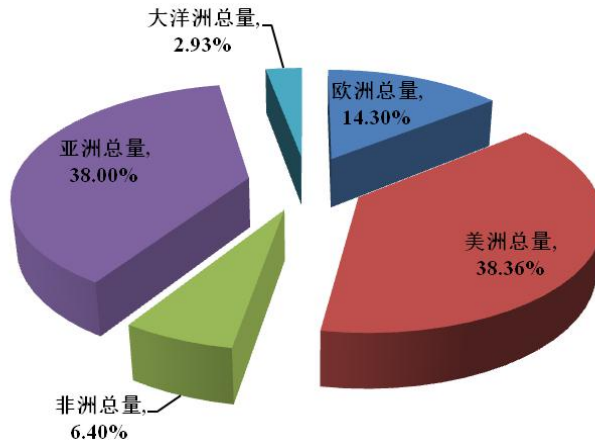


图 2-5 2014/15 年制糖期全球食糖产量比例图

2014/15 年制糖期，受国际食糖市场连续五个制糖期产能过剩以及巴西货币持续贬值等因素影响，纽约原糖期货价格自制糖期初（2014 年 10 月）16.5 美分/磅左右震荡下跌，至 2015 年 8 月下旬创出 10.13 美分/磅的七年新低，随后，巴西降雨增加和巴西石油公司提高汽油出厂价格引发市场忧虑巴西产糖量不及此前预期，纽约原糖期货价格止跌反弹，在制糖期末（2015 年 9 月末）报收于 12.17 美分/磅。整个制糖期，纽约原糖期货价格下跌 24%，最高跌幅约 37%。

展望 2015/16 年制糖期，市场普遍预期全球食糖供给形势将出现新变化。食糖产量方面，“厄尔尼诺”异常天气和食糖价格持续下跌等因素抑制全球食糖生产，预计欧盟、中国和巴西等主要食糖生产国（地区）的食糖产量下降，受此影响，预计全球食糖产量下降；消费方面，食糖价格低迷促进食糖消费，经济和人口刚性增加有利于食糖消费增加，预计全球食糖消费增加。根据德国分析机构 F.O.Licht 最新报告预计，2015/16 年制糖期全球食糖产量将减少 816 万吨，最终产量为 1.762 亿吨，为 2010/11 年制糖期以来的最低产量，其中甜菜糖减少 512 万吨，甘蔗糖减少 304 万吨；国际糖业组织（ISO）预计 2015/16 年制糖期全球食糖产量将由上年度 1.7275 亿吨下降至 1.7091 亿吨，食糖消费量将由 1.6939 亿吨增加至 1.734 亿吨，产需缺口约 249 万吨；英国 Czarnikow 公司则预计，2015/16 年制糖期全球食糖产量将减少 430 万吨至 1.832 亿吨，预计全球食糖消费量继续增长 2% 左右，高于人口增长水平；预计全球食糖产需缺口 410 万吨。

总的来说，市场主流研究分析机构预期 2015/16 年全球食糖产需将出现缺口，目前预计产需缺口 300 万吨左右。因此，在 2015/16 年制糖期，食糖供求基本面变化支撑国际食糖价格止跌回升、重返价值回归之路，但是，作为具有能源属性

以及作为美元计价货币的国际食糖，其价格波动还将会受到能源价格波动影响以及受到美元走强压力。

3 技术政策制订的必要性

3.1 环境保护及行业发展的需要

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》，提出今后五年经济社会发展的主要目标：主要污染物排放总量显著减少，化学需氧量、二氧化硫排放分别减少 8%，氨氮、氮氧化物排放分别减少 10%。

《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》对制糖工业提出规定：限制原糖加工项目及日处理甘蔗 5000 吨（云南地区 3000 吨）、日处理甜菜 3000 吨以下的新建项目。

《制糖行业“十二五”发展规划》提出“十二五”制糖行业发展的主要目标是：食糖年产量 1600 万吨左右；食糖年生产能力达到 1800 万吨；日处理糖料能力达到 121 万吨，其中，日处理甘蔗糖料能力 105 万吨，日处理甜菜糖料能力 16 万吨；厂均日处理糖料能力提高到 4500 吨；甘蔗糖标准煤消耗低于 5 吨/百吨糖料；甜菜糖标准煤消耗低于 6 吨/百吨糖料；化学需氧量排放总量比 2010 年下降 10%。

《2014-2015 年节能减排低碳发展行动方案》提出工作目标为：2014-2015 年，单位 GDP 能耗、化学需氧量、二氧化硫、氨氮、氮氧化物排放量分别逐年下降 3.9%、2%、2%、2%、5%以上，单位 GDP 二氧化碳排放量两年分别下降 4%、3.5%以上。

《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271-2014）中，新增加了燃煤锅炉氮氧化物的排放限值，并规定使用生物质成型燃料的锅炉参照该标准中燃煤锅炉排放控制要求执行。该标准规定了在用燃煤锅炉氮氧化物排放限值为 400mg/m³，新建燃煤锅炉氮氧化物排放限值为 300mg/m³。

《大气污染防治行动计划》提出具体指标：到 2017 年，全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10%以上，优良天数逐年提高。并要求加强脱硫、脱硝、高效除尘、挥发性有机物控制、柴油机（车）排放净化、环境监测，以及新能源汽车、智能电网等方面的技术研发，推进技术成果转化应用。加强大气污染防治先进技术、管理经验等方面的国际交流与合作。对钢铁、水泥、化工、石化、有色金属冶炼等重点行业进行清洁生产审核，针对节能减排关键领域和薄

弱环节，采用先进适用的技术、工艺和装备，实施清洁生产技术改造。

《水污染防治行动计划》。提出主要指标：到 2020 年，长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大重点流域水质优良（达到或优于Ⅲ类）比例总体达到 70%以上，地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在 10%以内，地级及以上城市集中式饮用水水源水质达到或优于Ⅲ类比例总体高于 93%，全国地下水质量极差的比例控制在 15%左右，近岸海域水质优良（一、二类）比例达到 70%左右。并要求加快技术成果推广应用，重点推广饮用水净化、节水、水污染治理及循环利用、城市雨水收集利用、再生水安全回用、水生态修复、畜禽养殖污染防治等适用技术。

《土壤污染防治行动计划》。提出工作目标：到 2020 年，全国土壤污染加重趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控。到 2030 年，全国土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。到本世纪中叶，土壤环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。

从上述国家和行业的发展规划可以看出，制糖工业在产业规模提升以及产品结构调整等方面都面临着机遇与挑战，同时国家和行业的发展规划也对制糖工业的节能减排及环境保护、污染治理提出了更高的要求。

3.2 解决行业现有问题的需要

我国制糖企业的节能工作近年来有较大的进步，但相对于欧美等国的先进水平还有相当大的差距，目前国内大多数大中型糖厂的技术与装备，基本上处于中等水平，节能潜力很大。我国制糖企业在节能上普遍存在的问题有：缺乏对各工段具体能耗的有效统计；蒸发汁汽利用率低，而国外先进企业可利用五效汁汽煮糖；烟道气直接排放，而国外先进糖厂烟道气余热用于加热糖液、蔗渣或甜菜粕。2014/15 年制糖期，我国甘蔗、甜菜制糖企业平均能耗水平分别为 426、593 kgce/t 糖，而国际先进水平分别为 388、438 kgce/t 糖。

我国制糖工业曾是轻工领域有机污染比较严重的工业之一，而随着企业通过产业结构调整 and 技改，关闭了部分高污染副产品综合利用项目，采用先进的清洁生产新工艺、新设备，新鲜水使用量、废水排放量、污染物排放量均大幅度减少，甚至部分大型甘蔗制糖企业实现了正常生产过程零取水。但国外糖厂规模普遍较

大，糖厂装备向着大型、高效化发展，自动化控制程度高、能耗低、产品质量好。而我国制糖工业在生产自动化控制水平、制糖耗水量、污染防治、封闭式水回收等方面，均与国外尚有不小差距。

所以，应制订《制糖工业污染防治技术政策》，引导制糖企业进一步提升工艺技术和污染防治水平，并探索出切实有效的污染治理、节能降耗方案，使我国制糖工业整体清洁生产水平达到国际先进水平。

3.3 推动新技术发展的需要

《节能减排“十二五”规划》中提出，要求制糖行业推广闭合循环用水技术。

《制糖行业“十二五”发展规划》中提出，加快综合利用技术研发，提高废弃物综合利用率和综合利用水平，重点发展蔗渣发电、制浆造纸、糖蜜深加工、废醪液制备生物有机肥及液态肥等项目，减少废弃物排放。全面推广清洁生产标准，采用制糖生产过程工艺用水的循环利用系统和制糖废水生化及深度处理技术，减少新鲜水的用量，降低废水及 COD 的排放。重点应用和推广低碳低硫制糖新工艺、全自动连续煮糖、糖厂热能集中优化及控制系统、高压大容量热力机组热电联产技术、烟道气余热利用、近红外在线检测技术、制糖过程两化融合控制系统等技术。研发和推广闭合循环用水技术，甜菜干法输送、高参数热电站改造等一批先进适用性技术。目前我国部分甘蔗制糖企业根据自身的工艺特点，已实现了废水的零排放。

《制糖行业清洁生产技术推广方案》中推广“低碳低硫制糖新工艺”、“全自动连续煮糖技术”、“糖厂废水循环利用与深化处理技术”、“甜菜干法输送技术”的应用；《轻工行业节能减排先进适用技术目录（第一批）》提出了适用于制糖工业的生产过程节能减排技术、资源能源回收利用技术和污染治理技术，具体包括低碳低硫制糖新工艺、全自动连续煮糖技术、甜菜干法输送技术、制糖过程集成控制系统、烟道气余热利用技术、糖厂废水深度处理及循环利用技术等；《2013 年国家先进污染防治示范技术名录》和《2013 年国家鼓励发展的环境保护技术目录》中鼓励制糖行业高浓度有机废液的处理采用“糖蜜酒精废液直接浓缩焚烧技术”、“高浓度有机废水浓缩燃烧发电技术”。

以上这些技术作为国家鼓励发展的环境保护技术，经工程实践证明成熟可行。为引导制糖工业污染防治技术的完善和应用，逐步实现制糖工业清洁生产，

促使全国制糖工业可持续发展，制定《制糖工业污染防治技术政策》是十分必要的。

4 国内外相关污染防治技术政策研究

4.1 国内相关政策研究

2011年3月，工信部发布了《铜冶炼等5个行业清洁生产技术推行方案的通知》（工信部节〔2011〕113号），制糖行业位列其中，要求地方工业主管部门要将清洁生产技术推广工作作为推动节能减排的重要措施，加大力度，加快实施推行方案；2011年8月，国务院出台了《“十二五”节能减排综合性工作方案》，方案包括节能减排目标任务和总体要求；2013年，国家发展改革委发布第21号令《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》鼓励甘蔗收获机（自走式或拖拉机背负式，配套功率58千瓦以上，宿根破碎率 $\leq 18\%$ ，损失率 $\leq 7\%$ ），限制原糖加工项目及日处理甘蔗5000吨（云南地区3000吨）、日处理甜菜3000吨以下的新建项目。近年来，我国和地方相继出台了一系列制糖工业环境保护指导标准，如《清洁生产标准 甘蔗制糖业》（HJ/T186-2006）、《制糖工业水污染物排放标准》（GB21909-2008）、《制糖废水治理工程技术规范》（HJ2018-2012）、《制糖行业清洁生产水平评价标准》（QB/T 4570-2013）、广西地方标准《甘蔗制糖工业水污染物排放标准》（DB 45/893-2013）、广西地方标准《甘蔗制糖行业清洁生产评价指标体系》（DB 45/T 1188-2015）、云南省地方标准《清洁生产标准 甘蔗制糖业（含糖蜜酒精）》（DB53/T 234-2007）、云南省地方标准《糖蜜酒精废醪液处置符合微生物二步发酵法》（DB53/T 305-2010）、云南省地方标准《云南省甘蔗糖业（含糖蜜酒精）清洁生产评价指标体系》等。这些标准的制定和实施抬高了制糖工业准入门槛，一定程度上遏制了行业的过快增长，淘汰部分落后的生产能力，加速推进我国制糖工业的结构调整；同时还能够有效地控制制糖工业对环境的污染，促进制糖工业污染治理、清洁生产技术和装备水平的提升。

4.2 国外相关政策研究

美国联邦法典（40CFR）409部分针对制糖行业生产过程中排放的污染物制定了相应的排放标准。标准分为两部分，一部分为预处理标准，要求污染源在排入公共废水处理系统前必须执行。另一部分是执行标准，该标准是制糖企业污染

物直接排入水域所必须执行的标准。该标准规定了通过目前可以应用的“最佳现有实用控制技术”（BPT）及常规污染源“最佳控制技术”（BCT）所能达到的新源、现源执行标准，还规定了污染物综合指标 BOD₅、TSS、pH、大肠杆菌以及温度的排放限值。

日本与制糖工业有关的标准除了对 pH、COD、BOD₅、SS 等排放浓度做出规定外，还对磷（砂糖制造业）规定了排放限值，在此基础上，又追加了排水标准、地方排水标准及总量控制标准；美国制糖污水排放标准规定了 pH、BOD₅、SS 每日最大排放值；比利时有关制糖工业的标准中增加了油和油脂的排放限值；德国科学技术协会对制糖行业纸浆生产制订了相应的排放控制标准；印度为规范制糖工业废水排放处理处置方法和措施，发布了国家标准《制糖工业废水排放处理处置指南》。除此之外，丹麦、波兰、泰国、马来西亚、阿根廷、台湾等国家和地区以及世界银行也制订了制糖工业废水排放标准。

5 行业产排污情况及污染防控技术分析

5.1 主要生产工艺

5.1.1 生产原料、技术路线和工艺流程

1. 生产原料

甘蔗品种目前仍以台糖系列和粤糖系列为主，两大系列品种占总种植面积的 88.1%；其他品种约占总种植面积的 11.9%。2014/15 年制糖期主要甘蔗品种种植比例见图 5-1。

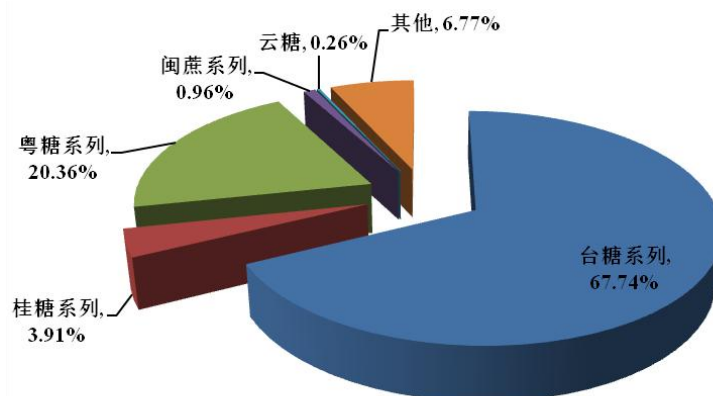


图 5-1 2014/15 年制糖期主要甘蔗品种种植比例图

甜菜主要种植品种仍以原种引进为主。甜菜品种主要以德国 KWS 系列、比

利时安地系列、瑞士先正达系列为主，占甜菜总种植面积的 81.43%。2014/15 年制糖期主要甜菜品种种植比例见图 5-2。

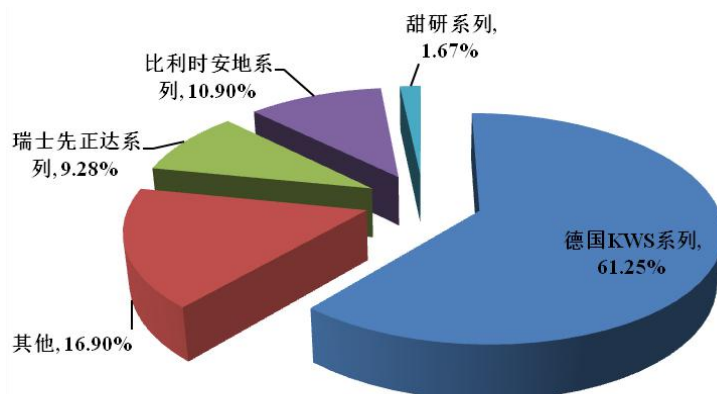


图 5-2 2014/15 年制糖期主要甜菜品种种植比例图

2. 技术路线

(1) 甘蔗制糖

甘蔗制糖是指以甘蔗为原料，经提汁、清净、蒸发、结晶、分蜜和干燥等工序制成白砂糖、粗糖等产品的过程。其基本生产步骤包括：原料→提汁→清净→蒸发→煮糖结晶→分蜜→干燥→筛分→包装成品。

当甘蔗的蔗茎田间锤度达 20 或蔗糖分 13.00%以上时即可砍收，削去叶、梢和根等杂质，作为制糖的原料送到糖厂加工。

提汁的方法有压榨法与渗出法。压榨法是对甘蔗通过预处理和压榨设备与渗浸系统相配合提取蔗汁的方法。渗出法是甘蔗经预处理破碎，通过渗出设备和采用一定的流汁系统，蔗料经水和稀糖汁淋渗，使甘蔗糖分不断被浸沥而洗出的方法。

压榨单元出来的混合汁进入清净单元进行清净处理。清净过程就是借助清净剂和加热所起的化学和物理化学作用，并通过固液分离方法，尽可能除去混合汁中影响蔗糖结晶的各种非糖物质，获得色值较低、清晰、较纯净的清净汁。清净工序以其所使用的清净剂的不同而有不同的方法，我国主要采用亚硫酸法（亚法）和碳酸法（碳法）。采用石灰和二氧化硫为主要清净剂的制糖工艺称为亚硫酸法工艺；采用石灰和二氧化碳为主要清净剂的制糖工艺称为碳酸法工艺。

清汁进入蒸发单元后，采用多效蒸发操作浓缩糖汁，从未效蒸发罐出来的粗糖浆，再经过二次硫熏，除饱和过滤，以达到漂白和进一步清净的目的。

经过二次硫熏处理的糖浆，进入煮糖单元进一步浓缩煮制至有蔗糖晶体析出，形成糖膏。糖膏进入助晶单元逐渐降温，帮助晶体继续长大，使蔗糖析出更加完全。将助晶后的糖膏送入分蜜单元，使晶粒与母液分离。分蜜后产生的糖蜜可作为下一级糖膏的原料，继续煮炼到最末一级称为最终糖蜜；白砂糖则进入干燥单元，用热空气或其他方法除去水分至符合含水量的要求。干燥后的砂糖按规格大小进行筛分，筛分后的合格砂糖包装成品。

(2) 甜菜制糖

甜菜制糖是以甜菜为原料，经渗出、清净、蒸发、结晶、分蜜、干燥等工序制成白砂糖、绵白糖等蔗糖产品的过程。甜菜制糖后四道工序的工艺技术与甘蔗制糖基本相同。

甜菜在加工前要经过输送、除杂、洗涤等预处理。洗净甜菜通常用斗式升运机或皮带机经磁力除铁后送入切丝机切成菜丝。

甜菜制糖的渗出是以水为溶剂将菜丝中糖分提取出来，得到的含糖水溶液叫渗出汁，提取糖分后的菜丝叫废粕。生产中采用逆流渗出的方法，即菜丝从渗出器的一端连续进入，导向另一端排出；渗出用水则从出菜端连续进入，与菜丝作逆向流动进行渗出后至进菜端排出。由于进水是与将要排出的废粕接触，进菜丝则与含糖分将达最高的汁接触，故菜、汁间始终能保持一定浓度差，使渗出过程得以快速、有效进行。

渗出汁中非糖分的存在会对加工造成困难，影响糖品质量并增加废蜜量和糖分损失。因此在进行糖汁浓缩和结晶之前要进行清净，以尽可能地清除非糖分。糖汁清净要通过加入清净剂实现。常用清净剂有石灰（ CaO ）、二氧化碳（ CO_2 ）和二氧化硫（ SO_2 ），按照所用主要清净剂的不同，糖汁清净分为石灰法、亚硫酸法和碳酸法 3 类，其中碳酸法清净效果最佳。目前我国甜菜制糖主要采用碳酸法，通常两次充入碳酸气，所以又叫双碳酸法，即对渗出汁先进行预加灰（以石灰乳形式加入），以中和酸度和最大限度地凝聚和沉淀非糖分（主要是胶体等高分子物质）。然后加热，再加入过量石灰乳，即主加灰。主灰汁经加热后第一次充入碳酸气，将氢氧化钙饱充生成不溶解的碳酸钙。新生的碳酸钙对非糖分有良好的吸附作用，与饱充至最佳碱度下凝聚的非糖分结成颗粒沉淀。经过滤除去沉淀非糖分后再加热进行第二次碳酸饱充，使糖汁中剩余的氢氧化钙和钙盐量降至最低

限度。在蒸发前后糖汁还要进行硫漂（通入 SO_2 ），进一步降低色值和粘度，并起杀菌作用。

清净后的糖汁再经蒸发、结晶和分蜜而制得砂糖，具体过程与甘蔗制糖基本相同。

3. 生产工艺

(1) 甘蔗制糖

亚硫酸法工艺，即混合汁经预灰、一次加热、硫熏中和、二次加热后入连续沉降器，分离出清汁。在传统的亚硫酸法中，磷酸亚硫酸法是目前各糖厂普遍采用的方法。该法的优点是澄清效率较高，清汁清澈透明。对各种不同性质的蔗汁，只要适当改变工艺条件即可满足要求，适应性较强。亚硫酸法工艺流程见图 5-3

碳酸法工艺，即混合汁经一次加热、预灰，然后在加入过量的石灰乳的同时通入二氧化碳进行一次碳酸饱充，使之产生大量钙盐沉淀，随即加热、过滤得一碳清汁，再经第二次碳酸饱充，然后加热、过滤，得二碳清汁。碳酸法是用石灰和二氧化碳作为澄清剂来澄清蔗汁的方法。该法所制得的成品糖纯度高，色值较低，且能久贮不易变色。我国目前仅有少数糖厂采用碳酸法澄清工艺。碳酸法也有缺点，如工艺流程比较复杂，需用机械设备较多，还需要耗用大量石灰和二氧化碳，因而生产成本也比较高。特别是该法会产生大量的滤泥，至今仍未有妥善的处置方法，对环境保护造成很大的压力，这使得碳酸法生产工艺的应用受到越来越严重的制约。碳酸法工艺流程见图 5-4

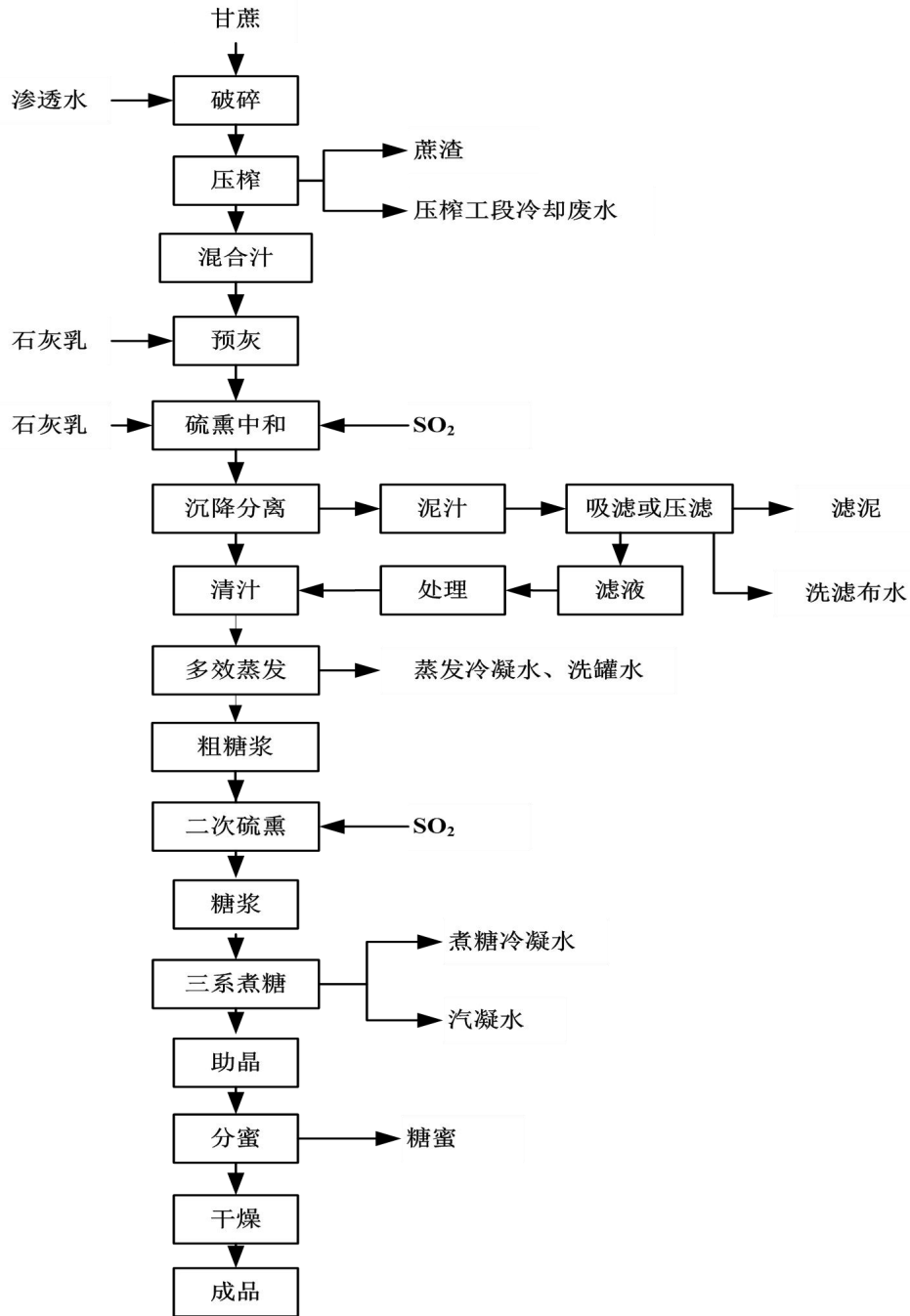


图 5-3 甘蔗制糖亚硫酸法工艺流程图

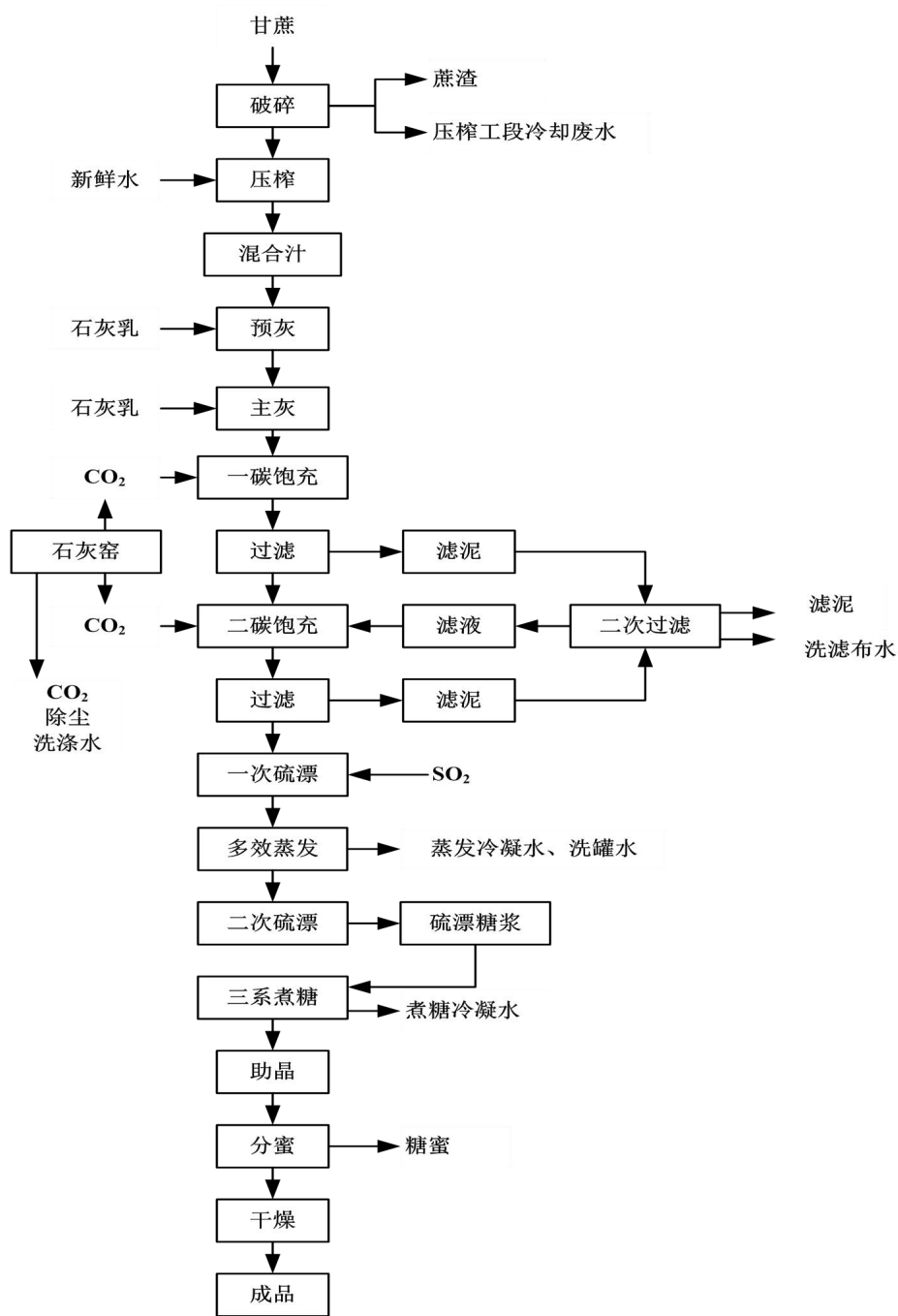


图 5-4 甘蔗制糖碳酸法工艺流程图

(2) 甜菜制糖

双碳酸法工艺，即渗出汁经加灰、饱和、硫漂和过滤几道工序后，分离出清汁。传统的双碳酸法清汁还存在着一些缺点，如流程较长，清汁效率不太高，石灰耗用较大，对原料质量变化的适应性较差等。尽管清汁效率还不够高，但许多有害非糖分的去除已可满足结晶前的要求，可生产出质量较高的白糖。双碳酸法工艺流程见图 5-5。

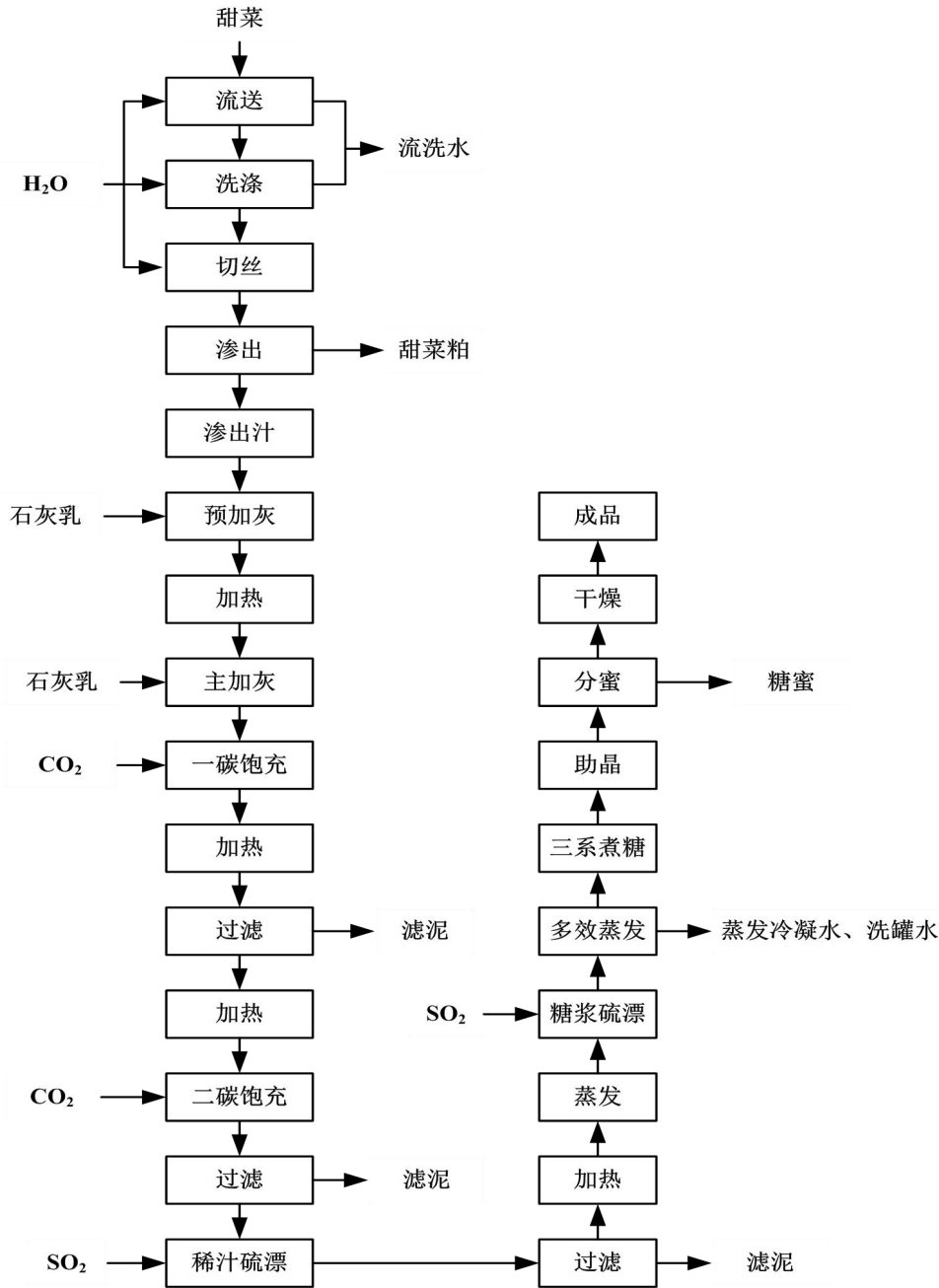


图 5-5 甜菜制糖双碳酸法工艺流程图

5.1.2 排污节点

甘蔗制糖行业典型资源和问题的产生节点主要来自动力、压榨、清净、蒸发、煮糖、分蜜等单元，包括动力单元的烟气，除尘水、冲灰水等废水，以及蔗渣灰或煤灰等固体废物；压榨单元轴承冷却水等废水、甘蔗渣等固体废物；清净单元洗滤布水、滤泥；蒸发单元冷凝冷却水、洗罐水等废水；煮糖、分蜜单元煮糖冷凝冷却水等废水及最终糖蜜等固体废物。甘蔗制糖工业污染物产生及排放节点详见表 5-1。

表 5-1 甘蔗制糖工业污染物产生及排放节点

单元名称	污染物产生及排放节点	产生及排放污染物名称
动力	锅炉	蔗渣灰、煤灰、烟气
		除尘水、冲灰水
	汽轮机	冷却水
压榨	压榨机	轴承冷却水、甘蔗渣
清净（澄清）	吸滤机、压滤机	滤泥
	洗滤布机	洗滤布水
蒸发	蒸发罐及相应管道	蒸发冷凝水、喷淋冷却水、洗罐水
	真空设备	冷凝冷却水
煮糖（结晶）、分蜜	煮糖罐及相应管道	煮糖冷凝水、喷淋冷却水、洗罐水
	真空设备	冷凝冷却水
	分蜜机	最终糖蜜

甜菜制糖行业典型资源和问题的产生节点主要来自于预处理、渗出、清净、蒸发、煮糖、分蜜等单元，包括动力单元的烟气，除尘水、冲灰水等废水，以及煤灰等固体废物；预处理单元甜菜流送、清洗的流洗水等废水；渗出单位的压粕水等废水、废粕等固体废物；清净单元洗滤布水、滤泥；蒸发单元冷凝冷却水、洗罐水等废水；煮糖、分蜜单元煮糖冷凝冷却水等废水及最终糖蜜等固体废物。甜菜制糖工业污染物产生及排放节点详见表 5-2。

表 5-2 甜菜制糖工业污染物产生及排放节点

单元名称	污染物产生及排放节点	产生及排放污染物名称
动力	锅炉	煤灰、烟气
		除尘水、冲灰水
	汽轮机	冷却水
预处理	流送、洗涤设备	流洗水
渗出	连续渗出器	废粕
	压榨机	压粕水
清净（澄清）	饱充罐	尾气
	压滤机	滤泥
	洗滤布机	洗滤布水
蒸发	蒸发罐及相应管道	蒸发冷凝水、喷淋冷却水、洗罐水
	真空设备	冷凝冷却水
煮糖（结晶）、分蜜	煮糖罐及相应管道	煮糖冷凝水、喷淋冷却水、洗罐水
	真空设备	冷凝冷却水
	分蜜机	最终糖蜜

5.1.3 甘蔗制糖污染物种类和排放量分析

1. 废水

甘蔗制糖行业生产废水按其性质和污染程度分为三类：

(1) 低浓度废水：主要指制糖车间蒸发、煮糖冷凝器排出的冷凝水和设备冷却水，真空吸滤机水喷射泵用水、压榨动力汽轮机和动力车间汽轮发电机等设备排出的冷却水。该部分水量较大，约占生产废水总量的 65%~75%，水质成分主要为 COD（含极微量糖分）、SS，其中 COD 浓度低于 50mg/L，SS 浓度约为 30mg/L 左右，水温一般在 40~60℃。若将此水冷却降温可循环使用或作其他工程用水，减少废水排放量。

(2) 中浓度有机废水：主要指澄清压榨工序的洗滤布机（亚法糖厂）、滤泥沉淀池溢出水（碳法糖厂）、洗罐污水以及锅炉湿法排灰、烟囱水膜除尘废水等。这类废水含有糖、悬浮物和少量机油，每升废水中 COD 和 SS 浓度为几百至几千毫克，废水排放量较少，约占总排水量的 20%~30%。

(3) 高浓度废水：在过去，高浓度废水主要指碳酸法糖厂湿法排滤泥废水，但现在碳酸法糖厂已普遍采用滤泥干排工艺，减少了这部分废水的排放。此外，高浓度废水还包括综合利用车间所排出的各类废水，如最终糖蜜制酒精车间产生的废液、蔗渣造纸的造纸黑液等。这些废水不属于制糖废水，宜另设排水口，另行监测及控制。

2. 废气

甘蔗制糖生产过程产生的废气主要是锅炉排放的烟气、SO₂ 和氮氧化物，以及制糖车间燃硫炉排放的 SO₂。锅炉排放 SO₂ 主要是燃煤所致，完全使用燃煤锅炉的企业一般在水膜除尘工艺中添加碱液吸收 SO₂，但 SO₂ 浓度难以稳定达到排放标准；少数企业则采用双碱法工艺脱硫设施吸收 SO₂，使 SO₂ 稳定达标排放。目前国内绝大多数甘蔗制糖企业通过完全使用甘蔗渣作为燃料，可以完全避免锅炉 SO₂ 产生。脱硝技术在甘蔗制糖企业中的运用仍处于调试阶段，主要采用的方法有低氮燃烧技术、选择性催化还原（SCR）技术、选择性非催化还原（SNCR）技术等。

3. 固体废物

甘蔗制糖生产过程中产生的固体废物主要包括：滤泥、蔗渣以及锅炉灰渣等。

滤泥、甘蔗渣等固体废物可通过多种途径实现综合利用,有效的防止了二次污染。

(1) 滤泥

根据澄清工艺的不同,滤泥可分为亚硫酸盐法滤泥和碳酸法滤泥,分别占榨量的 0.7~1.4%和 4.0~5.0%。

亚硫酸盐法滤泥的主要成分为 CaSO_4 , 可用于生产有机肥料或饲料。

碳酸法滤泥中 CaO 含量为 36~40%, pH 值为 8.5~9.0。碳酸法滤泥虽然可用于生产水泥和建材,但在生产水泥和建材的高温过程中会释放出恶臭气体,造成二次污染,且碳酸法滤泥产生量较大,综合利用比较困难,所以近年来一些采用碳酸法工艺的企业逐渐转向采用亚硫酸法工艺进行生产。

(2) 蔗渣

蔗渣主要产生于压榨单元。主要用于锅炉燃料供蒸汽及发电、用剩余蔗渣制浆造纸、生产人造板、生产绿色环保餐具和包装材料等。

(3) 锅炉灰渣

燃煤锅炉煤灰渣以及煤炉冲灰水分离后得到的炉渣灰主要用于生产填土、水泥建材的原料等。蔗渣锅炉的灰渣则用于生产肥料。

(4) 最终糖蜜

最终糖蜜产生于分蜜单元。每升最终糖蜜 COD 含量可达到 10 多万毫克。企业主要通过自产或外卖用于生产酒精、饲料、复合肥、酵母、柠檬酸、味精等进行综合利用,其中部分企业利用最终糖蜜生产酒精,对最终糖蜜的处理关键在于解决糖蜜酒精废液的二次污染。

5.1.4 甜菜制糖污染物种类和排放量分析

1. 废水

甜菜制糖行业生产废水按其性质和污染程度分为三类:

(1) 低浓度废水: 主要指甜菜糖厂生产中的蒸发罐、结晶罐等的冷凝水和锅炉、汽轮发电机、水环真空泵等设备的冷却水, 只受到轻微的污染, 除温度较高外, 水质基本无变化(冷凝水则含有少量氨气和糖分)。这部分水量约占总废水量的 30%~50%, COD 浓度一般在 60mg/L 以下、SS 浓度在 100mg/L 以下。

(2) 中浓度有机废水: 主要指甜菜流送、洗涤废水、生活废水、车间卫生清洁废水。含有较多的悬浮物和相当数量的溶解性有机质。这部分水量约占总废

水量的 40%~50%，BOD₅ 浓度约为 1500~2000mg/L 以下、SS 浓度则在 500mg/L 以上。

(3) 高浓度废水：主要指制糖生产中湿法流送水、压粕水、洗滤布水、滤泥湿法输送泥浆水等。这类废水（特别是压粕水）含有较多的糖分和有机物质，COD 浓度在 5000mg/L 以上。这部分水量约占总废水量的 10%。

2. 废气

甜菜制糖生产过程产生的废气主要包括燃煤锅炉产生的烟气、煤场产生的扬尘、工艺过程产生的尾气（饱充时产生的蒸汽、硫漂时产生的蒸汽、煮炼循环水冷却产生蒸汽）。目前糖厂对锅炉烟气中的粉尘主要采用静电除尘、布袋除尘，二氧化硫采用双碱法、石灰石膏法脱硫工艺，氮氧化物则采用 SNCR 法脱硝工艺。

3. 固体废物

甜菜制糖生产过程中产生的固体废弃物主要有废粕、最终糖蜜、滤泥和锅炉灰渣。

(1) 废粕

废粕产生于渗出工序，是甜菜制糖厂的主要固体废物之一。废粕的产生量为 90% 的甜菜量。目前甜菜制糖厂已将废粕全部进行综合利用，主要用于加工甜菜颗粒粕，成为出口创汇产品。

(2) 最终糖蜜

最终糖蜜产生于分蜜工序，产生量约为 4%~5% 的甜菜量。目前绝大多数甜菜制糖厂都利用最终糖蜜作为生产酒精的原料，也有少数糖厂利用其生产味精、柠檬酸、酵母等。

(3) 滤泥

滤泥产生于清净工序，其主要成分为碳酸钙，产生量约为 10% 的甜菜量。目前滤泥主要用于生产水泥、复合肥。

(4) 锅炉灰渣

甜菜制糖厂是用煤大户，因此炉渣量也较大，约为 60% 的燃煤量。多数糖厂将其出售给砖厂，少数糖厂利用其生产炉渣砖及其他建筑材料。

5.2 排污现状

5.2.1 企业调查数据表

通过发放企业信息调查表、网络查询，实地调研等方式，调查了解企业基本信息。被调查企业主要分布在广西、云南、广东、新疆、内蒙等主要制糖区域，被调查企业的生产工艺包括碳酸法、亚硫酸法、双碳酸法工艺。糖厂调查数据汇总见附表。

5.2.2 排污分析

根据 2008 年发布实施的国家标准《制糖工业水污染排放标准》(GB 21909-2008)、2013 年发布实施的广西地方标准《甘蔗制糖工业水污染物排放标准》(DB45893-2013)、2011 年发布实施的国家标准《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223-2011) 和 2014 年发布实施的国家标准《锅炉大气污染物排放标准》(GB 13271-2014)，我国制糖主要污染物排放情况见表 5-4。

表 5-4 我国制糖工业主要污染物排放水平

污染物项目		排放限值（新建）		企业排放现状及达标情况			
		甘蔗制糖	甜菜制糖	甘蔗制糖		甜菜制糖	
				排放浓度	达标率	排放浓度	达标率
COD _{Cr} /(mg/L)	国家标准	100	100	9.2~115	99.3%	35~138	75.0%
	广西标准	60	/		94.9%		/
氨氮 /(mg/L)	国家标准	10	10	0.025~8	100%	0.589~9.1	100%
	广西标准	6	/		96.9%		/
颗粒物 /(mg/m ³)	火电厂标准	30		13.5~235.9	37.5%	29~260	/
	锅炉标准	50			62.5%		22.2%
SO ₂ /(mg/m ³)	火电厂标准	200		2.7~287.2	87.5%	259~800	/
	锅炉标准	300			100%		66.7%
NO _x /(mg/m ³)	火电厂标准	200		10.35~354	37.5%	146~412	/
	锅炉标准	300			95%		55.6%

根据以上表格数据可以分析得出，随着近年来我国制糖工业通过加强管理和采用清洁生产技术，生产工艺技术、装备及污染治理技术不断提高，污染治理取得长足进步，水污染物排放量得以大幅度减少。但由于新的大气污染物排放标准对污染物排放要求提高，而我国制糖工业烟气处理设施配备不足，普遍有超标现象。

根据环境保护部“2014 年全国环境统计公报”，全国工业废水排放量为 205.3 亿吨、工业化学需氧量排放量为 311.3 万吨、工业氨氮排放量为 23.2 万吨、工业二氧化硫排放量为 1740.4 万吨、工业氮氧化物排放量为 1404.8 万吨。

2013/14 年制糖期，我国制糖工业废水排放量为 0.78 亿吨，占全国工业废水排放量的 0.39%；化学需氧量排放量为 0.37 万吨，占全国工业化学需氧量排放量的 0.12%；氨氮排放量为 0.03 万吨，占全国工业氨氮排放量的 0.13%；二氧化硫 0.27 万吨，占全国二氧化硫排放量的 0.02%；氮氧化物排放量为 0.33 万吨，占全国工业氮氧化物排放量的 0.02%。

5.3 污染防治技术

5.3.1 水污染防治技术现状

目前，制糖工业生产过程各单元所产生的污水，主要控制技术如下：

1. 压榨机轴承冷却水

压榨机轴承冷却水含少量轴承冷却油污及少量蔗渣。根据类比分析，目前较好的处理技术是在压榨车间设置单独的压榨轴承冷却水循环回用系统。首先将压榨机轴承冷却水隔油沉淀处理后，引入本系统冷却循环回用系统进行冷却降温，冷却方式采用冷却塔，以提高冷却效率。经调查，此部分废水若长期循环使用，微量的糖分和油类会累积，终而导致水质变酸，滋生微生物，易造成冷却系统管道堵塞。因此，轴承冷却水在使用前还需经加石灰调节、絮凝、沉淀除砂等工序。

2. 流送、洗涤水

流送、洗涤水占制糖车间总排水量和污染负荷的 50%左右，若能够得到合理的利用，则制糖企业的排污量可减少一半以上。这类废水含有大量的泥沙，只含微量的糖分和有机质，故可考虑将其固液分离后，上清液进行回用，泥浆则进一步处理，目前国内常用斜板（管）沉淀池进行固液分离。然而，改变甜菜的水力输送方式或采用干法输送是进一步节水和减少排污量的有效途径。干法输送技术是采用皮带输送机械将甜菜输送进入加工车间，取代现有耗水量大、废水泥砂含量大、化学需氧量浓度高的湿法输送技术。该技术采用特殊的甜菜储斗防止甜菜架桥及破损；采用异形滚轮式除土机减少洗菜水泥砂含量和流洗水用量，提高流洗水的循环利用率。

3. 制炼车间冷却冷凝水

制糖车间冷却水用水量较大，许多糖厂生产经验表明，此部分水的循环利用率占全厂水循环利用率的比重最高，通过提高冷却水的循环回用率，既能减少新鲜水的补充量也可减少冷却水的排放量。目前较好的处理技术是设置单独的循环

水冷却系统对这部分水进行冷却处理。但经多次循环后，污染物浓度增大，达不到冷却水水质要求，循环系统需补充大量处理后的废水，同时外排部分循环冷却水。

4. 洗滤布水

洗滤布水属浓度较高有机物废水，目前，采用无滤布真空吸滤机、全自动压滤机来替代有滤布真空吸滤机，可从根本上解决亚硫酸法工艺生产企业洗滤布水排放。对于碳酸法工艺生产企业产生的洗滤布水，经投加石灰沉淀处理后可用作压榨车间的渗透水或锅炉冲灰水，较好的处理办法是送生化处理系统达标后回用或外排。

5. 动力车间汽轮机等设备冷却水

汽轮机冷却水及锅炉辅机的冷却水，除水温略有升高，水质不受污染，一般采用单独的冷却循环系统对汽轮机冷却水进行降温处理，降温处理后的冷却水全部循环回用。

6. 锅炉冲灰废水

锅炉冲灰废水渣量大，属于含高浓度悬浮物废水，易于沉淀。锅炉冲灰水对水质要求不高，冲灰水经沉灰池沉降及经灰水分离器处理后，除去大部分灰渣后即可回用，不需特别处理，技术经济上已非常成熟。

7. 甜菜压粕水

压粕水是甜菜制糖工业主要污染源之一，通过对压粕水的回收可以回收大量的热能和糖分，减少废水排放量，起到了节水、节电、降低污染程度的作用。主要通过双螺旋压榨机，将甜菜粕中的水分压出，再经过除杂、灭菌后回用至渗出器。

5.3.2 大气污染防治技术现状

目前，制糖企业生产过程各单元所产生的废气，主要控制技术如下：

1. SO₂

锅炉排放 SO₂ 主要是燃煤所致，目前使用燃煤锅炉的企业一般在水膜除尘工艺中添加碱液吸收 SO₂，但 SO₂ 浓度难以稳定达到排放标准；少数企业则采用双碱法工艺脱硫设施吸收 SO₂，使 SO₂ 稳定达标排放。国内绝大多数甘蔗制糖企业通过完全使用甘蔗渣作为燃料，可以避免锅炉 SO₂ 产生。

2. 烟尘、NO_x

目前，糖厂对锅炉烟气中的烟尘主要采用静电除尘、布袋除尘，氮氧化物则主要采用的方法有低氮燃烧技术、选择性催化还原技术（SCR）、选择性非催化还原技术（SNCR）等。

5.3.3 固体废物污染防治技术现状

1. 蔗渣

蔗渣用作锅炉燃料是最简单、最传统的利用方法，蔗渣燃料无 SO₂ 排放，可以降低糖厂的排放费用，目前仍普遍采用。蔗渣主要成分是纤维素，其次是半纤维素和木素。对于干蔗渣进行分析：全纤维素、木素、多缩戊糖、灰分、1%NaOH 抽出物、苯和醇抽出物分别为 59.01%、20.85%、20.63%、1.2%、35.95%、4.23%。由此可知，蔗渣不仅仅是一种清洁的生物质燃料，作为一种纤维原料同样具有很大的优越性，是一种综合利用价值很高的资源。

2. 滤泥

亚硫酸法滤泥主要成分为 CaSO₄，可用于生产有机肥料；碳酸法滤泥中 CaO 为 36~40%，pH 值为 8.5~9.0，不能用作肥料，一般作无害化填埋处理。

3. 炉渣

蔗渣锅炉炉灰是很好的肥料（钾肥）；燃煤锅炉产生的炉渣可以直接作为建筑原材料加以利用，如生产免烧砖等产品，最好的方法是改造目前链条锅炉，建成循环硫化床锅炉，可以提高燃烧效率，降低烟气含尘和有害气体含量。

4. 废粕

甜菜粕是甜菜在制糖过程中，经切丝、渗出、充分提取糖分后含糖很少的菜丝，亦称废糖粕。因其主要成份是碳水化合物，约占甜菜粕干重的 74.8%。碳水化合物中 80% 为非淀粉多糖，其中糖醛酸（果胶类）19.6%，中性非淀粉多糖 36.4%，纤维素 24%。具有在动物胃肠道内流过速度慢和在盲肠内存留时间长的消化特性，以及甜菜粕中的粗纤维较易被动物胃肠道中的微生物降解，故可作为反刍动物饲料营养中的一种能量饲料资源。总之，甜菜粕是一种适口性好、营养较丰富的质优价廉的多汁饲料资源，经干燥等处理后可望成为规模化畜牧业中饲料工业的一个新的饲料原料。目前国内各甜菜糖厂的甜菜粕约有 20% 作为粗饲料使用，70% 经压榨除去部分水分后，通过 600~800℃ 的高温气流干燥，挤压成颗

粒干粕，甜菜颗粒粕可成为出口创汇产品。

5. 糖蜜

最终糖蜜产生于分蜜单元。每升最终糖蜜 COD 含量可达到 10 多万毫克。企业主要通过自产或外卖用于生产酒精、饲料、复合肥、酵母、柠檬酸、味精等进行综合利用，其中部分企业利用最终糖蜜生产酒精，对最终糖蜜的处理关键在于解决糖蜜酒精废液的二次污染。最近一些新的研究主要趋于高附加值产品的研究与开发，如乳酸、化工及医药中间体以及胶粘剂等，目前尚处于实验室研究阶段。

5.3.4 二次污染防治技术现状

碳酸法滤泥因肥效低，会使土壤板结，不能像亚硫酸法滤泥直接施入农田作肥料。如排入江河，除了淤塞河道外，还会引起江河水体严重污染，COD、BOD₅、SS 的负荷量大幅增加。所以，对碳酸法滤泥应妥善贮存，一般作无害化填埋处理防止二次污染。

糖蜜罐区周围应设有围堰，在储存区发生单个糖蜜罐泄漏时，可以将泄漏糖蜜全部截留在围堰内，确保泄漏的糖蜜不外排到环境中。在围堰旁设有截污沟和应急池，一旦发生泄漏，能够将泄漏的糖蜜有效控制，防治污染环境。

5.3.5 污染防治技术发展趋势分析

1. 甘蔗预处理除杂技术

机械化收割每台设备每天收割约 600 吨，生产成本每吨约 70 元，机械化收割与人工收割相比有较大的优势，是今后糖业发展的必然趋势。然而机械化收获的原料甘蔗普遍存在质量差，含杂率较高等缺点。甘蔗含杂率过高对糖厂的生产成本影响很大，除了会带走一定的糖分之外，杂物中的泥沙石等也会加速撕解机蔗刀和压榨机榨辊的磨损，影响沉淀池的沉淀效果，甚至会影响锅炉的燃烧，容易造成事故。甘蔗预处理除杂技术主要由液压翻板机、蔗带板式输送机、抛散机、刮板式输送机、落料筛、集料斗及皮带输送机等几部分组成。其工作原理是甘蔗运输车通过液压翻板机将原料甘蔗倾倒到蔗带板式输送机槽内，原料甘蔗被蔗带板式输送机输送到刮板式输送机，再由刮板式输送机输送到振动筛后进入输蔗机。原料甘蔗在经过刮板式输送机和滚动筛的过程中，泥巴、沙石、杂草等夹杂物大部分被过滤掉，使进入输蔗机的原料甘蔗符合糖厂的生产工艺要求。机械式

有效地去除甘蔗的泥土和夹杂物，对提高甘蔗制糖的质量和延长制糖设备的寿命有重大意义，它比水洗式除杂简单且能耗低、效率高、无二次污染。

2. 碳酸法滤泥综合利用

对碳酸法滤泥的处置，一直是碳酸法糖厂的致命弱点，几十年来很多专家、学者、研究人员对碳酸法滤泥无害化利用做了大量的试验工作，如替代部分石灰石制水泥；渗入页岩中烧制红砖；渗入煤灰渣、蔗糖及亚硫酸法滤泥中制成复混肥等。近年来对碳酸法澄清工艺进行了一些改进试验，以降低滤泥排出量，并改变其成分，使之能像亚硫酸法滤泥一样用作农田的肥料，但目前仍尚未取得成果。

3. 低氮燃烧技术

新的《锅炉大气污染物排放标准》(GB 13271-2014)提高了污染物排放要求，而我国制糖工业烟气处理设施配备不足，颗粒物、NO_x普遍有不同程度的超标现象。影响氮氧化物形成的因素主要包括以下四个方面：一是有机结合在燃料中的氮的含量；二是反应区中氧、氮、一氧化氮和烃根的含量；三是燃烧温度的峰值；四是可燃物在火焰峰和反应区中的停留时间。为此制糖企业主要通过以下方式进行改造：对锅炉现有老式喂料器和锅炉炉门进行改造，采用新型密封式喂料器和密封式炉门；将原有水力冲渣设施改为密封式干式冲渣设施，从而降低氮含量和氧浓度（即降低过量空气系数）；将一部分燃烧后的烟气返回燃烧区循环使用的方式，降低燃烧温度并控制燃烧区的温度分布，同时降低炉内的燃烧区温度和氧气浓度，降低氮氧化物的生成量；将原有鼓、引风机手动控制改为DCS自动控制，保证均匀的鼓风和燃料分配；通过分级配风，调整整个炉膛区域内空气和燃料的混合状态，以实现降低氮氧化物产生量。

4. 糖厂膜过滤澄清技术

利用超滤膜对混合汁进行过滤，目的是为了减轻沉淀池的压力，简化澄清工序，提高洗净效率，提高产品质量，减少污染物的产生，减少资源能源消耗，降低成本，探索出一条澄清的新路子。但到目前为止，国内外都仍在研究阶段，还没有在生产上应用。

5.3.6 污染防治技术与筛选

对甘蔗制糖生产废水处理的工艺技术选择上，基本形成了生物接触氧化法和活性污泥法两种成熟的生化处理工艺，其中活性污泥法包括传统的活性污泥法、

SBR 法、A²/O 工艺、氧化沟、CASS 生化工艺等。生物接触氧化法和活性污泥法两种方法在工艺上的最大差别是前者的微生物处于悬浮状态，后者的微生物为固定状态。这两种方法均可满足达标排放的要求，但从水量情况分析，活性污泥法对大水量、水质变化大、进水 COD 高等方面更具有优势。通过加强管理，两种污水处理方法均能达到较好的效果。

甜菜糖废水处理采用厌氧+好氧组合。厌氧生物处理法采用 UASB 厌氧反应、IC 厌氧反应、UBF 厌氧反应、ABR 厌氧生物处理技术。其优点：能够适应制糖废水浓度及水量的变化，其处理后的污泥产量较低，系统运行管理成本低。但是在处理制糖废水过程中，厌氧颗粒污泥的培养较难，对固体悬浮物要求较高，厌氧环境易被破坏而致使处理效果不好，且厌氧处理的操作过程较复杂，启动慢，设施投资较大。好氧处理主要有两种形式，一种是活性污泥法，一种是生物膜法。好氧处理系统的污泥驯化时间较短，操作较简单，系统启动较快，运行管理费用低、处理效果好等特点，能够同时达到脱氮除磷的效果。

企业在全部燃烧生物质燃料(主要为蔗渣)的情况下，采用低氮燃烧和 SNCR 技术，可实现氮氧化物达标排放。如广西某糖厂将 2 台 90t/h 锅炉改为 180t/h 蔗渣炉，纯蔗渣燃烧+低氮燃烧+SNCR 技术，可实现达标，但投资巨大。采用 SNCR 技术时，往往会由于蔗渣湿度偏大、锅炉烟温偏低，从而达不到 SNCR 处理工艺要求，无法确保污染物稳定达标排放，而且由于反应不稳定，氨逃逸量大，对烟道造成腐蚀，存在较大安全隐患，同时蔗渣炉改造需要资金较大。

6 技术政策制订的基本原则、方法和技术路线

6.1 基本原则

6.1.1 满足环保标准和环保工作要求

环境保护技术政策是环境污染防治工作的技术指南，是实施环境管理的技术依据。充分调研制糖工业的生产和污染治理现状，了解污染防治的最新研究和实践成果，使该技术政策具有科学性，为各级环保部门在环境管理和监督执法中提供技术依据，为环境管理和有效削减污染物排放提供有力的技术支撑，从而确保制糖工业相关的污染物排放标准有效实施。

6.1.2 内容全面和推行清洁生产

紧密结合我国制糖工业的环境管理目标和要求，全面考虑制糖工业生产与污染治理整个过程，使该技术政策内容全面。本技术政策体现全过程控制的思想，推行清洁生产，将污染预防、末端治理与综合利用相结合，开发和采用资源综合利用的新工艺、新技术、新设备和检控技术，减少污染物的发生量和排出量，从根本上提高制糖工业污染防治技术水平，实现工业健康可持续发展。

6.1.3 突出适用性和可操作性

技术政策编制工作在充分调研和征求专家意见的基础上稳步开展，认真分析、研究国内外的制糖工业现有技术水平和管理水平，使所选择的工业污染防治技术成熟可靠、先进实用、衔接性好。企业可根据实际情况和实时市场状况，选用符合本企业生产实际的污染防治技术。

6.2 技术路线

本技术政策制定工作分为准备、调研、评估、技术政策编制、报批等五个阶段，技术路线如下图 6-1 所示。

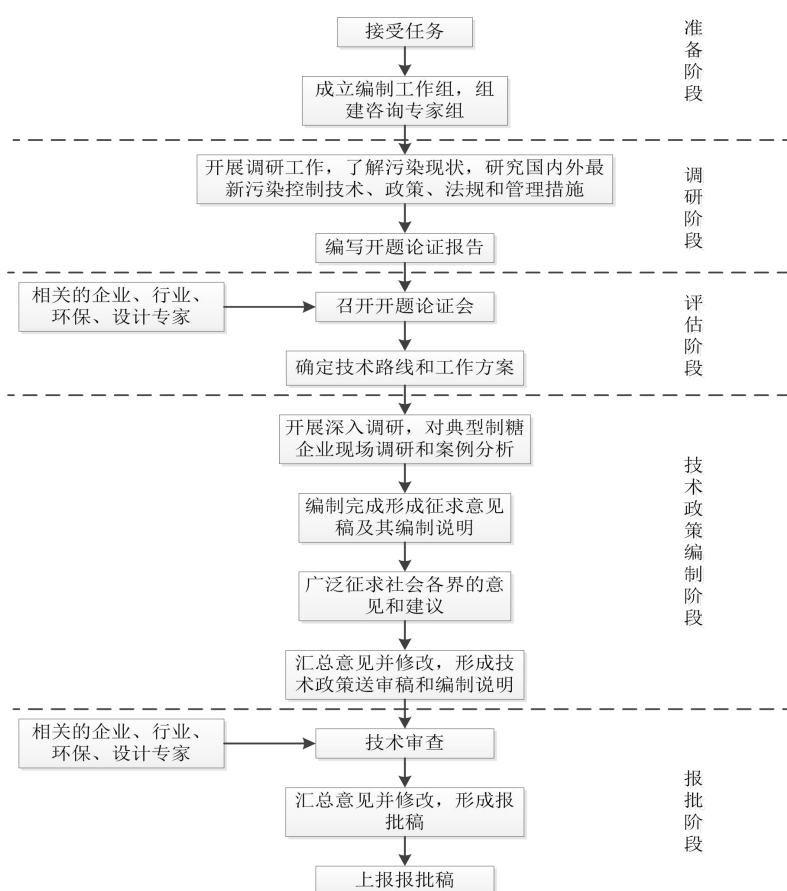


图 6-1 技术政策制订技术路线图

6.3 编制方法

课题组在对国内外相关领域的管理和污染、治理现状以及污染防治技术及方法进行充分调研和分析的基础上，提出内容框架及关键问题。课题组还在对国内外制糖工业污染治理技术进行对比分析和研究的基础上，结合我国国情及具体工程实践制定技术政策，使其更具有科学性和可操作性，满足该领域污染控制和环境管理要求。

具体工作方面，结合制糖工业重大环境问题有针对性的提出污染防治的总体思路和技术路线，充分体现以人为本、预防为主、防治结合、全过程控制的原则。并根据国内外发展情况提出可行的资源综合利用率高、污染物产生量少的清洁生产技术和工艺；鼓励优先采用国家鼓励发展的工艺技术，淘汰落后的生产技术、工艺、设备，并通过技术政策的实施，引导企业技术进步

7 技术政策条文说明

7.1 总则

(1) 目的和依据

文中提出“为保护和改善环境，防治制糖工业污染，降低资源、能源消耗，促进制糖工业污染防治技术进步，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》等法律法规，制订本技术政策”。

本技术政策制订是为了引导制糖企业选择最佳的生产工艺和适宜的污染防治技术路线和措施，促进制糖工业产业结构优化升级，推进行业可持续发展。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》、《产业结构调整指导目录》（2013年修正）、《大气污染防治行动计划》、《水污染防治行动计划》、《土壤污染防治行动计划》等政策文件要求制定本技术政策总则。

(2) 适用范围

总则中提出“本技术政策所称的制糖工业是指以甘蔗、甜菜、原糖为原料，通过物理和化学的方法，去除杂质，提取食糖成品的过程”。

适用范围主要是结合《制糖行业“十二五”发展规划》、《制糖工业水污染物排放标准》（GB21909-2008）、《制糖废水治理工程技术规范》（HJ2018-2012）、《制糖行业清洁生产水平评价标准》（QB/T 4570-2013）、《制糖工业术语》（GB/T

9289-2010)、《原糖》(GB 15108-2006)等我国目前已发布实施的法规和标准而界定的。

(3) 技术路线和技术原则

文中提出“制糖工业应优化产业结构,严格行业准入,淘汰落后产能,加快技术改造,提高清洁生产水平”、“制糖企业应采用原辅料源头控制、过程减排、末端治理相结合的全过程清洁生产工艺,提升工艺技术和污染防治水平,加强运行管理,实现污染物稳定达标排放”、“制糖企业应有效利用蔗渣、糖蜜、滤泥、甜菜粕等资源,对生产过程产生的废水、废渣、余热等进行回收再利用,提高资源能源综合利用率”。

由于时代的发展,社会的进步,我国正处于产业结构升级转型的时期,需要加大产业结构调整和产品优化升级的力度,合理规划产业布局,严格执行行业准入要求,进一步提高产业集中度和规模化水平,加快淘汰低水平落后产能。只有这样才能有效改善人民生活质量,同时实现制糖工业可持续健康发展。这既是《制糖行业“十二五”发展规划》的要求,又是《国家产业结构调整目录》(2011年)(修订)的要求。

制糖企业若只从末端开始对污染物进行治理,其治理成本高,只带来社会效益而没有企业效益,这对于大多数企业来说虽然有着法律的约束,但是积极性不高,特别是对于效益不好的企业更是力不从心。依据《中华人民共和国清洁生产促进法》,以“减量化、再利用、资源化、无害化”为原则,开发或应用实施新的污染防治技术,既能获得企业效益又能取得环境效益,实现企业和社会共同发展的和谐目标。

制糖工业曾是轻工领域有机污染比较严重的工业之一,末端污染物的排放水平与其采用的清洁生产工艺密切相关,正是通过采用先进的清洁生产新工艺、新设备,才实现了废水主要污染物排放量大幅减少。因此,清洁生产与末端治理的结合是制糖工业污染防治的关键。同时,注重资源的综合利用及无害化处置,分类收集、分质处理等也将有力的提高企业的污染防治水平。

(4) 控制目标

(一) 文中提出“制糖工业应全面推行清洁生产,大力发展循环经济,到2030年,实现生产全过程自动化控制,甘蔗制糖企业吨糖耗新鲜水量小于等于4.0m³/t、

吨糖耗标煤小于等于320kgce/t、吨糖化学需氧量产生量5kg/t；甜菜制糖企业吨糖耗新鲜水量小于等于17.9m³/t、吨糖耗标煤小于等于360kgce/t、吨糖化学需氧量产生量13.7kg/t，制糖工业整体清洁生产水平达到国际先进水平。”

根据环境保护部《关于深入推进重点企业清洁生产的通知》（环发〔2010〕54号）要求，制糖行业被列入《重点企业清洁生产行业分类管理名录》，各省、区按照要求，对确定的制糖重点企业开展每五年一轮的清洁生产审核工作。广西壮族自治区人民政府《关于加快制糖工业循环经济发展的意见》（桂政发〔2009〕100号）和《关于印发广西壮族自治区食品工业调整和振兴规划的通知》（桂政发〔2009〕87号）中，明确提出了制糖工业未来5年和10年的清洁生产目标，要求到2020年，总体水平接近或达到世界先进水平。《制糖行业“十二五”发展规划》中，提出力争使我国制糖行业在“十二五”期间生产技术水平接近或达到国际先进水平。

对比国家标准《清洁生产标准 甘蔗制糖业》（HJ/T 186-2006）、《制糖行业清洁生产水平评价标准》（QB/T 4570-2013），自2008年以来，我国制糖企业积极推行清洁生产和循环经济，通过加强企业内部环境管理，积极采用符合清洁生产要求的先进工艺技术和设备，平均清洁生产水平不断提高，在水重复利用率、吨糖废水产生量、吨糖化学需氧量产生量以及吨糖悬浮物产生量等指标上均分别能达到二个标准中规定的清洁生产一级水平，但吨糖耗新鲜水、吨糖耗标煤、吨糖耗电等指标仍处于二级或三级水平，而且我国多数企业的生产过程仅是重点工段采用自动化控制，但并未达到生产全过程控制，所以自动化程度指标上仍处于二级水平。目前，我国制糖工业已有部分指标能够达到国际先进水平，到2030年，随着清洁生产审核全面开展，制糖企业不断加强先进工艺技术创新和应用，总体水平达到国际清洁生产先进水平是可以实现的。

7.2 生产过程污染防控

（1）文中提出“甘蔗制糖企业应设置原料蔗进厂除杂设备，确保进厂糖料蔗的质量”。

机械化收割每台设备每天收割约 600 吨，生产成本每吨约 70 元，机械化收割与人工收割相比有较大的优势，是今后糖业发展的必然趋势。然而机械化收获的原料甘蔗普遍存在质量差，含杂率较高等缺点。甘蔗含杂率过高对糖厂的生产

成本影响很大，除了会带走一定的糖分之外，杂物中的泥沙石等也会加速撕解机蔗刀和压榨机榨辊的磨损，影响沉淀池的沉淀效果，甚至会影响锅炉的燃烧，容易造成事故。甘蔗预处理除杂技术主要由液压翻板机、蔗带板式输送机、抛散机、刮板式输送机、落料筛、集料斗及皮带输送机等几部分组成。其工作原理是甘蔗运输车通过液压翻板机将原料甘蔗倾倒入蔗带板式输送机槽内，原料甘蔗被蔗带板式输送机输送到刮板式输送机，再由刮板式输送机输送到滚动筛后进入输蔗机。原料甘蔗在经过刮板式输送机和滚动筛的过程中，泥巴、沙石、杂草等夹杂物基本被过滤掉，使进入输蔗机的原料甘蔗符合糖厂的生产工艺要求。机械式有效地去除甘蔗的泥土和夹杂物，对提高甘蔗制糖的质量和延长制糖设备的寿命有重大意义，它比水洗式除杂简单且能耗低、效率高、无二次污染。

(2) 文中提出“甜菜制糖企业预处理工段应采用甜菜干法输送技术，减少流洗水使用量，淘汰传统湿法输送技术”。

《制糖行业“十二五”发展规划》中要求“研发和推广甜菜干法输送技术”；《制糖行业清洁生产技术推广方案》中提出推广“甜菜干法输送技术”。

“甜菜干法输送技术”是采用皮带输送机械将甜菜输送进入加工车间，取代现有耗水量大、废水泥砂含量大、化学需氧量浓度高的湿法输送技术。该技术采用特殊的甜菜储斗防止甜菜架桥及破损；采用异形滚轮式除土机减少洗菜水泥砂含量和流洗水用量，提高流洗水的循环利用率；采用格栅式或特殊螺带式出料装置将甜菜送至皮带输送机，解决出料堵塞和甜菜破损问题，同时采用一整套自动控制装置，对各甜菜储斗的料位、出料速度进行监控并根据生产要求适时调整，避免断料或超负荷。

该技术能够消除湿法输送的水力冲卸和甜菜泵的输送过程对甜菜的冲击和损伤，降低糖分损失约 0.15%；能够降低甜菜破损程度，甜菜在水中停留时间短、带土量少，流送水中的化学需氧量浓度和悬浮物浓度低，最终化学需氧量减排可达 20%；由于采用除土装置，甜菜带土大大减少，能够提高流洗水循环利用率，菜水比由湿法输送的 1:7 可降为 1:5，节约新鲜水消耗 30%。该技术已经成熟，为行业急需应用，需要加大推广力度，扩大应用范围。

(3) 文中提出“甘蔗制糖企业澄清工段应采用低碳低硫工艺、糖浆上浮技术等先进工艺技术改造传统的亚硫酸法工艺，以减少硫磺、磷酸使用量”。

《制糖行业“十二五”发展规划》要求“重点应用和推广低碳低硫制糖新工艺”技术；《制糖行业清洁生产技术推广方案》中提出应用“低碳低硫制糖新工艺”技术。“低碳低硫制糖新工艺”，即利用锅炉排放烟道气中的二氧化碳或酒精生产过程产生的二氧化碳经净化提纯后替代传统亚硫酸法中的部分二氧化硫，对蔗汁或糖浆进行澄清，改造传统的亚硫酸法制糖工艺。

实施低碳低硫制糖新工艺，不仅能解决亚硫酸法糖厂白糖品质不高、不稳定的问题，而且成品糖二氧化硫含量由 20mg/kg 左右降低至 10mg/kg 以下，同时硫磺用量小于 60kg/t 糖，降低 30%以上，吨糖减排二氧化硫大于 14kg。此外，由于低碳低硫制糖新工艺生成碳酸钙沉淀的溶解度不到亚硫酸法制糖工艺亚硫酸钙的 1%，可大幅度减少加热、蒸发等工序的积垢，降低能源消耗。该技术基本成熟，具有应用前景。

“糖浆上浮技术”是通过稳定糖浆流量来自动控制糖浆加热温度、制泡和辅助添加剂，利用少量糖浆制泡后和未制泡的糖浆混和进入上浮器进行上浮清净处理的过程，在进入上浮器之前先添加一定量的磷酸和糖化钙进行反应，形成磷酸钙颗粒吸附糖浆中的色素胶体以及非糖份，然后再添加絮凝剂，通过絮凝剂的网络作用将磷酸钙吸附后形成的团块和气泡网络一起并在气泡上浮动力的作用下往上升，达到脱色、提纯和分离目的。

通过糖浆上浮处理后的糖浆不再进行二次硫熏，减少了硫磺的耗用量。处理后的精糖浆纯度平均升高了 0.26GP（一般压榨抽出率 96%，甘蔗糖分 14%，煮炼总回收率 87%），产糖率可以提高 0.02 个百分点。以糖厂日处理 4000t 甘蔗，榨季以 120 天计，可以多产糖 96 吨，以白砂糖出厂价格 5200 元/吨计（2012 年平均价格），可增加经济效益 49.92 万元（采用糖浆上浮，每吨白砂糖增加收益 13 元）。由于上浮工艺除去了大部分的杂质和胶体，使得蔗糖在煮制过程中更容易吸收，相应地提高了煮炼回收率，废密重力纯度和产量也有所降低。

（4）文中提出“澄清工段应减少洗滤布水产生量，提高洗滤布水循环利用率，企业应根据自身生产状况选择无滤布真空吸滤机、全自动隔膜压滤机等高效、节能、节水设备”。

洗滤布水是制糖工业主要污染源之一，糖厂洗布污水的环保压力很大，往往每年的污水处理费达到 10~40 万元。通过改进清净工序工艺，使用高效节水设备

可以减少洗滤布水的产生量。

无布真空吸滤机是国外原糖加工普遍使用的过滤设备，上世纪 90 年代，在环保的压力下，广西糖厂率先将此种过滤设备应用于亚法制糖。它是采用吸滤的方法，过滤泥汁中掺入蔗渣，在真空的作用下，通过钢网与蔗渣组成的过滤介质，截留悬浮液中固体颗粒，实现固液分离。无布真空吸滤机在国内有几年的应用历史，保留了吸滤设备结构简单、连续过滤、操作方便的优点，同时又解决了生产与环保的矛盾、降低了滤泥的转光度，这是该设备被部分制糖企业认同的根据，但它也存在着流程长、pH 下降、糖分转化损失、色值增加、滤汁与澄清汁锤度差大等问题，往往需要配套快速沉降系统。在环保上由于不使用滤布，没有洗布水，基本能够实现洗布污水的零排放，减少排污费用，在经济上是可取的。

全自动隔膜压滤机是现在发达国家制糖业采用的主流过滤设备，在我国制糖业已有应用，这种设备是采用带挤压隔膜的聚丙烯滤板，利用 PLC 与变频技术，实现对整个压滤机与工艺过程的全自动控制。此设备采用压滤方式，利用先进的控制技术与隔膜压榨手段，提高整机的生产效率，缩短了过滤时间，提高滤饼含水率。通过对滤饼的压榨优化了洗水方案，降低了滤饼含糖与含水。采用全自动隔膜压滤机，因滤布干净可延长洗滤布周期（原每星期清洗一次，现可延长到每月清洗一次），使用寿命从 35~40 天延长到 65~70 天，每台设备每年节约 2 套滤布，以 5 台板框机计每年可节约滤布费用 6~7 万元。由于洗滤布周期延长，洗滤布水明显减少，每台隔膜压滤机每天洗布水用量约 40 升。

（5）文中提出“蒸发、煮糖工段应采用高效、节能、节水设备，企业应根据自身生产状况选择高效捕汁器、板式换热器、喷雾真空冷凝器、变频调速离心机等设备”。

制糖废水主要来自蒸发、煮糖工段的冷凝水，约占废水总量的 50%~70%，而通过采用高效、节能、节水设备能够减少废水的产生量，降低末端处理的压力。

《制糖行业清洁生产水平评价标准》（QB/T 4570-2013）中要求“蒸煮工段真空系统应使用高效、节能、节水设备”。

高效喷射雾化式冷凝器，最大的创新特点是在具有喷射抽吸功能的基础上增加具有雾化冷凝效果的喷雾喷嘴，大大提高了设备的冷凝效率。高效喷射雾化式冷凝器设计有喷雾喷嘴和喷射喷嘴，喷雾喷嘴通过喷出具有很大大面积的雾化水

滴充分与汽液混合进行热交换，汽液混合均匀，使可凝性气体迅速凝结成水而形成真空。剩下的不凝气体通过喷射喷嘴射出的射流水抽吸而排出尾管，从而达到稳定高真空的目的，而且由于残留的不凝缩气体较少，需要对其所做的压缩功较小，所以水压和水温对真空的影响较小。高效喷射雾化式冷凝器与旧式冷凝器相比体积小，重量轻，可利用旧基础来安装；设备投资和维护费用低；喷嘴不易堵塞，耐腐蚀；煮糖时通过自动控制用水量来进行调节，达到真空稳定、节能减排、提高产品质量和收回的目的。喷射雾化式冷凝器属于近几年来新开发的一种新型产品，是一种理想而又高效节能的冷凝设备，正逐步取代湿式真空系统冷凝器。目前该设备在甘蔗、甜菜制糖中普及率为 60%左右，工程应用实例有广西农垦糖业集团昌菱制糖有限公司、湛江甘化糖业有限公司等 130 多家制糖企业。

新型波纹板式高效捕汁器使用于蒸发罐、煮糖罐，可以有效减少跑糖现象的发生，有效降低制炼冷凝水有机物的含量，同时也起到很好的节能作用。据测算，按压榨总量为 50 万吨甘蔗计算，一个榨季可节约 600 吨的标准煤，节约资金 30 万元；提高产糖 20 吨，增效 10 万元；制炼冷凝废水 COD 削减量达 30%以上，极大地减轻了废水治理压力。目前，新型波纹板式高效捕汁器已被我区多数制糖企业认可已得到广泛使用。而喷雾式波纹折板捕汁器无疑是新型捕汁器的杰出代表。

全自动间歇式变频调速离心机采用了多种先进独有技术，有着处理糖量大、能耗低、过程全自动控制、卸糖干净、无需蒸汽洗糖和产糖率高等诸多优点。新型离心机生产效率高，运行成本低，可节约用电 50%。从节约用电，减少蒸汽消耗，减少回溶糖损失，提高产糖率几方面来考虑，每台离心机每榨季可节约成本超过 140 万元。1 个榨季即可收回投资成本。这种全自动间歇式变频调速离心机国内也大量生产，国内糖厂更新离心机首选这种高效离心机，深受糖厂的欢迎。

(6) 文中提出“煮糖工段应采用全自动连续煮糖技术，实现煮糖过程自动化”。

《制糖行业“十二五”发展规划》要求“重点应用和推广全自动连续煮糖技术”；《制糖行业清洁生产技术推广方案》中提出应用“全自动连续煮糖技术”。

“全自动连续煮糖技术”具有能耗低、生产效率高等优点，是国际上先进的煮糖技术，该技术的核心是连续煮糖罐，它有立式和卧式之分。以立式连续煮糖

罐为例，它是由多层带搅拌的结晶室叠加而成，糖浆在顶部结晶室连续进料，煮制好的糖膏在底部结晶室不断排出，实现了煮糖的连续化。此外，糖膏在罐内保持恒定的低液位，静压低，且有搅拌，故可采用后效蒸发罐汁汽来煮糖，节能效果显著。

“全自动连续煮糖技术”实现煮糖过程的连续化和自动化，为糖厂全程连续化、自动化奠定了基础，同时可解决我国糖厂间断煮糖生产波动大、生产不稳定的问题。而且连续煮糖罐内糖膏液位低，循环好，加热蒸汽压力仅需 0.09 兆帕（绝压）即可满足生产需要，制糖过程蒸汽消耗减少 14%，降低了能耗。通过该技术的实施，对于年处理 100 万吨糖料的糖厂，年节约蒸汽 7 万吨，按照吨汽耗标煤 0.16 吨计，折 1.12 万吨标煤，从根本上减少烟气污染物的产生。目前该技术具有应用前景，但目前尚未实现产业化。

(7) 文中提出“提汁、澄清、蒸发、锅炉工段应安装自动控制系统，自动调整、优化工艺参数，实现生产工况均衡稳定，减少因波动造成的污染物非正常排放”。

《制糖行业“十二五”发展规划》要求“重点应用和推广制糖过程两化融合控制系统”。

压榨自动控制系统具体节能方式以及表现在于压榨甘蔗的计量能够按照设定的标准，自动控制进入榨机的甘蔗量，即使在面对入料的甘蔗不均匀时，也能自动调整输送带电机运转的速度，以达到均匀进榨目的。自动调节后，几座压榨机的转速，能保证固定的料位高度和通过压榨机的甘蔗层厚度，使渗透过程变得更加均匀，负荷变得平稳，有效提高了抽出率，减少了甘蔗渣的水分含量。而在调节了渗透水的比例以及水温和混合汁液位流量等，使各压榨机甘蔗层均匀渗透水能稳定混合汁锤度和泵送量，在维持压榨机负荷稳定的前提下，不但节约了能源，还提高了榨蔗的量。

澄清、蒸发自动控制系统通过控制计算机、控制器等构成集散式控制系统对糖厂澄清、蒸发工段各工艺参数的数据进行实时采集，对各工艺控制点进行自动控制，通过现场总线将所有测量、控制参数发送到生产调度系统服务器，通过网络传输的方式，使生产调度部门和各级领导通过其个人计算机可随时查看生产情况，从而提高了糖厂制糖生产过程自动化控制水平及管理水平、管理效率，保证

了澄清、蒸发工段的生产工作安全、均衡和稳定，为下一道生产工序（煮糖）得到稳定锤度、温度、流量的粗糖浆提供保证，为锅炉提供了合格的高温的蒸发汽凝水，降低锅炉燃料消耗，抑制了蒸发“跑糖”现象，有效地降低了蒸发排水的COD值，使糖厂达到降低生产成本、提高产品质量、提高经济效益、节约能源减少废物排放的目的。

锅炉自动控制系统是一个专用于锅炉自动化控制的分布式集散控制系统，以锅炉监控自动化为目标，节能增效、保护环境、改善工作条件、提高劳动效率。是一个多输入、多输出、多回路、非线性的相互关联的复杂的控制系统，调节参数与被调节参数之间，存在着许多交叉的影响，调节难度非常大。主要包括4个闭环控制：给煤控制、送风控制、汽包液位控制、炉膛负压控制。锅炉全部参数控制由计算机控制，使锅炉能长时间地稳定运行在原设定的范围，一台50t锅炉，装锅炉自动控制系统后热效率可提高8%。

虽然我国大部分制糖企业根据自身情况在不同工段应用了自动化控制系统，但目前我国仍未有制糖企业真正实现全过程的连续化、自动化生产。

（8）文中提出“燃硫炉应选用喷射式自控燃硫炉、汽化旋风低温燃硫炉等先进设备”。

国内部分糖厂使用的是传统自熔式燃硫炉，占地面积大，硫磺燃烧过程不易控制，易产生升华硫和 SO_3 ； SO_2 气体浓度和流量波动幅度较大，不能适应蔗汁流量的变化，蔗汁pH值不稳定。停榨或其它原因突然停止来汁时，无法立即停止燃烧， SO_2 气体四处飘散，污染车间空气。且硫磺燃烧状况不好时，会造成硫磺燃烧过多而浪费。

“喷射式自控燃硫炉”是采用高压泵液硫喷射燃烧，改变燃烧模式，解决制糖燃硫炉燃烧状态和不稳定性，不产生升华硫的问题；采用自动测温，解决制糖燃硫炉熔硫箱快速升温熔硫与温度可调控制问题；通过电脑自动控制系统，解决制糖燃硫炉空气和液体硫的精确匹配控制问题，解决制糖燃硫炉硫磺消耗量过大，生产成本高的问题。采用该喷射式自控燃硫炉可以实现燃烧高效节能，硫磺对蔗比降至0.07~0.09%，保证 SO_2 气体温度在60~70℃；实现燃硫自动化控制，全密封装置，节能环保，无 SO_2 泄漏，保证生产安全卫生。

“汽化旋风低温燃硫炉”集成了现代燃烧理论的多项新技术，运用分级燃烧、

汽化燃烧、旋风燃烧等新技术的低温燃烧模式，实现了在低温（ $\leq 550^{\circ}\text{C}$ ）条件下硫磺的完全燃烧，避免了高温燃烧的燃硫炉管道和冷却器容易腐蚀穿漏、维护费用高、寿命短等一系列难以克服的弊端，采用复合材料制作，配套先进的智能控制系统，具备一键开机、实现即时启停、适应生产波动能力强、设备运行安全稳定、密闭无泄漏、使用寿命长等显著特点。

(9) 文中提出“甘蔗制糖企业应利用锅炉烟道气余热作为热源干燥蔗渣，降低蔗渣水分，提高蔗渣热值”。

《制糖行业“十二五”发展规划》要求“重点应用和推广烟道气余热利用技术”。

锅炉烟道气的温度在 160°C 左右，糖厂一般将锅炉烟道气经水膜除尘后直接排放到大气中，而锅炉烟道气余热作为热源干燥蔗渣，降低蔗渣水分，提高蔗渣热值，此技术可使干燥后的蔗渣进入锅炉燃烧时放出更多的热量，从而达到节能降耗的目的。通过“烟道气余热利用技术”蔗渣水分由 48~50%降低到 38~40%，节约蔗渣 80 千克/吨糖以上（折标煤 22 千克/吨糖以上）。

7.3 污染治理及综合利用

7.3.1 大气污染治理

文中提出“锅炉应采用低氮燃烧技术、高效除尘和脱硫装置，减少 NO_x 产生、 SO_2 和颗粒物排放，稳定达到排放标准要求”。

随着《火电厂大气污染物排放标准》（GB 13223-2011）、《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的全面实施，对大气污染物排放限值提出更为严格的要求。对于糖厂锅炉， NO_x 、 SO_2 、颗粒物是主要污染因子，所以应按照相关工业锅炉大气排放政策、标准要求，采用低氮燃烧技术、高效除尘和脱硫装置，以减少 NO_x 产生、 SO_2 和颗粒物排放。

7.3.2 水污染治理

(1) 文中提出“应进行雨污分流，清污分流，分段处理，循环利用，达标排放”。

制糖工业产生的废水中含有糖分，特别是洗滤布水、压粕废水、洗罐及地板冲洗废水、锅炉冲灰废水有机污染物浓度高，采取雨污分流能够防止接纳水体被

污染，同时还能降低企业污水处理成本。另外，由于压榨轴承冷却水、制炼车间冷却冷凝水、动力车间汽轮机等设备冷却水等，受污染程度小，且产生的工段不同，所以应进行清污分流，分段处理，循环利用，以提高废水的回收利用率。对于末端综合废水，应进行生化处理后，按照国家和地方要求达标排放。

(2) 文中提出“甜菜制糖企业应建立封闭式压粕水回收系统，回用至渗出器”。

目前，所有甜菜糖厂均利用废粕生产甜菜颗粒粕，在生产过程中会产生压粕水，如将其排放，会造成糖分、能源的浪费及对环境的污染。因此，一些糖厂建立了封闭式压粕水回收系统，具体情况如下：压粕水首先进入一级处理水箱进行初步沉淀，以去除压粕水中粗的杂质，然后由水泵打入旋流除渣器进一步去除水中的胶体颗粒、泥浆、砂、碎粕等，出水直接进入高位水箱，并与新鲜的渗出水通过计量装置按比例分配到渗出器中，整个工艺采用全封闭运行。

封闭式压粕水回收系统在甜菜制糖业已全面推广，其经济效益和社会效益是巨大的，工程应用实例有赤峰众益糖业有限公司、商都佰惠生糖业有限公司、中粮屯河博州糖业有限公司等甜菜制糖企业。以 4000 吨 / 日加工能力的甜菜糖厂为例，每天产生的压粕水量可达到 2400 吨，年生产榨期按 120 天计算，压粕水如果全部回用，就可节水 28.8 万吨，按供水成本 0.59 元 / 吨，每榨期就可节约水费约 17 万元，减少污水处理成本 $288000 \text{ 吨} \times 0.8 \text{ 元 / 吨} = 23 \text{ 万元}$ ，给企业带来巨大的经济效益和社会效益。

(3) 文中提出“加热器、蒸发罐、煮糖罐的通洗用水应回收利用”。

蒸发罐、煮糖罐、加热器的通洗用水一般取于新鲜水，经洗罐后其含有较高的糖分，俗称甜水。甜水不含其它污染物，可全部收集回用作压榨渗透水。采用这种办法减少了洗罐、试压用水对末端废水处理设施的冲击，减少了使用新鲜水量及外排水量，还能提高糖分收回和降低能耗。

(4) 文中提出“应分别建立流洗水循环系统、冷凝器冷凝水闭合循环系统、汽机冷却水循环系统、锅炉冲灰水循环系统、其它废水循环系统，提高废水循环利用率”。

《制糖行业清洁生产水平评价标准》(QB/T 4570-2013)中要求，“凝结水全部回收利用”、“冷凝器水(包括各种真空冷却用水)应闭合循环利用”。

流洗水循环系统，是在流送洗涤工序后设置辐流沉淀池，对流洗水进行沉淀泥沙后循环利用。流送洗涤水循环利用，减少新水补充量，但伴随循环次数的增加，污染物积累，必须引出部分废水经生化处理后排放，同时补充等量的新水。所以，改变甜菜的水力输送方式或采用干法输送是进一步节水和减少排污量的有效途径。

冷凝器冷凝水闭合循环系统，是将冷凝器冷凝水排入循环热水池，经冷却塔冷却降温至 30℃后进入循环冷水池，再从循环冷水池抽取 300~400m³/h 的冷凝水进行生化处理，处理达标后回流到循环冷水池补充冷凝水，从而使循环冷水池中冷凝水的污染物浓度控制在较低范围内，符合冷凝器用水要求，确保整个榨季生产冷凝水循环使用。同时经过生化处理系统也可以对冷凝水进行辅助降温，可谓一举两得。冷凝器冷凝水是一个闭合的循环系统，可不再抽取原水置换循环水池中的水，不仅节约用水，还为煮糖和蒸发冷凝器提供充足合格的冷凝水，保证煮糖或蒸发真空度的稳定性。

汽机冷却水循环系统为汽轮机、引风机和甘蔗制糖压榨机冷却水经冷却塔降温后循环使用。汽轮机冷却水出水温度高，没有污染，汽轮机冷却水对水质要求不高，只要将出水温度降低后就可以循环使用。压榨机轴头冷却水含有一定的油，经滤油池除去悬浮油，然后经过降温处理后循环利用。在整个冷却过程中蒸发损失的水分用中水补充。

锅炉冲灰水循环系统。锅炉冲灰废水渣量大，属于含高浓度悬浮物废水，易于沉淀。锅炉冲灰水对水质要求不高，冲灰水经沉灰池沉降及经灰水分离器处理后，除去大部分灰渣后即可回用，不需特别处理，技术上经济已非常成熟。烟气在水膜除尘器除尘过程中带走不少水分，灰渣外运也带走一些水分，在循环过程中冲灰水损失部分用中水补充。

所谓的其它废水，主要是硫磺炉冷却水、部分洗箱罐水、洗地板水等。这部分水废水量小，含有大量悬浮物、微量糖，COD_{Cr}约 1200~3000mg/l。废水属 COD_{Cr}浓度较高的废水。排入事故池后进入用作除尘水或进入生化处理系统，处理达标后回用。

以 4000 吨/日生产规模制糖企业为例，实行以上循环技术，每个榨季可节约新鲜水量约 45 万吨，水费按 2.8 元/吨算，可节约水费用约 126 万元，排污费用

约可减少 60 万元，合计每年可节约成本 186 万元。

(5) 文中提出“综合废水应采用生化处理为主、物化处理为辅的技术路线，经处理后稳定达到标准要求”。

国家标准《制糖废水治理工程技术规范》(HJ 2018-2012)中，规定制糖废水治理应采用生化处理为主、物化处理为辅的工艺技术，并要求制糖废水经处理后排放时，水量和水质应符合 GB21909 的规定和环境影响评价审批文件的要求。

7.3.3 固体废物处理处置

(1) 文中提出“蔗渣应主要用于锅炉燃烧供汽和发电，剩余蔗渣宜作为其它产品的生产原料”。

《制糖行业“十二五”发展规划》中提出，加快综合利用技术研发，提高废弃物综合利用率和综合利用水平，重点发展蔗渣发电、制浆造纸等项目，减少废弃物排放。广西壮族自治区人民政府办公厅《关于印发广西百家制糖企业蔗渣生物质发电技术改造工程实施方案的通知》(桂政办发〔2012〕83号)重点任务为“组织实施百家制糖企业锅炉和发电机组升级改造工程”、“大力推进蔗渣生物质发电新建项目”。《制糖行业清洁生产水平评价标准》(QB/T 4570-2013)中要求，“蔗渣不直接向环境排放，由本企业或交由其他相关方作为能源、生产的原辅材料全部利用，同时应避免产生二次污染”。

蔗渣用作锅炉燃料是最传统的利用方法，由于蔗渣燃料无 SO₂ 排放，可以降低糖厂的污染物排放费用，目前仍然被普遍采用。蔗渣是较好的非木材造纸原料之一，相较于其他造纸原料，减少了大量砍伐、收集和运输的费用。同时，蔗渣制浆造纸可以节约化工原料。蔗渣纤维较短，撕裂度低，性质类似于阔叶木浆，对于大多数制品中来说，蔗渣浆几乎完全可替代阔叶木浆。这对保护森林资源、维护生态平衡具有重要的意义。

对于干蔗渣进行分析：全纤维素、木素、多缩戊糖、灰分、1%NaOH 抽出物、苯和醇抽出物分别为 59.01%、20.85%、20.63%、1.2%、35.95%、4.23%。由此可知，蔗渣不仅仅是一种清洁的生物质燃料，作为一种纤维原料同样具有很大的优越性，是一种综合利用价值很高的资源。蔗渣还被用于生产人造板、绿色餐具，制备燃料乙醇、吸附剂、木糖等，工程应用多数以制糖企业外部综合利用为主。

(2) 文中提出“甜菜粕应全部综合利用，宜主要用于生产动物饲料”。

《制糖行业清洁生产水平评价标准》(QB/T 4570-2013)中要求，“废粕不直接向环境排放，由本企业或交由其他相关方作为能源、生产的原辅材料全部利用，同时应避免产生二次污染”。

甜菜粕是甜菜在制糖过程中，经切丝、渗出、充分提取糖分后含糖很少的菜丝，亦称废糖粕。因其主要成份是碳水化合物，约占甜菜粕干重的 74.8%。碳水化合物中 80%为非淀粉多糖，其中糖醛酸(果胶类)19.6%，中性非淀粉多糖 36.4%，纤维素 24%。有具在动物胃肠道内流过速度慢和在盲肠内存留时间长的消化特性，以及甜菜粕中的粗纤维较易被动物胃肠道中的微生物降解，故可作为反刍动物饲料营养中的一种能量饲料资源。总之，甜菜粕是一种适口性好、营养较丰富的质优价廉的多汁饲料资源，经干燥等处理后可成为规模化畜牧业中饲料工业的一个新的饲料原料。目前以甜菜粕用于生产动物饲料在甜菜制糖中已完全普及，国内各甜菜糖厂的甜菜粕约有 20%作为粗饲料使用，其余经压榨除去部分水分后，通过 600~800℃的高温气流干燥，挤压成颗粒干粕远销于欧洲、日本、东南亚。

(3) 文中提出“亚硫酸法滤泥宜主要用于生产肥料”。

《土壤污染防治行动计划》中要求，“鼓励农民增施有机肥，减少化肥使用量”、“研究制定扶持有机肥生产、废弃农膜综合利用、农药包装废弃物回收处理等企业的激励政策”。

亚硫酸法滤泥含有丰富的有机质和农作物所需要的氮、磷、钾养分和其它大量和微量元素，是较好的完全有机肥料。农田施用亚硫酸法滤泥，可增加土壤中真菌数量，改善土壤理化性质，增加土壤有机质含量，提高土壤肥力，促进农作物对养分的吸收，从而提高农作物产量。

利用亚硫酸法滤泥，经过一定的生化处理，再混配一定量的氮、磷、钾及其它营养元素，可制成系列专用有机肥。如甘蔗专用有机肥、水稻专用有机肥、玉米专用有机肥等。施用这种肥料，能使土壤得到大量有机质，因而具有肥效长、改良土壤、提高地力、避免土壤板结等优点，又具有无机肥，使农作物得到速效的氮、磷、钾及其它营养元素，促进农作物生长，因此用地和养地能够很好地结合。同时由于滤泥所含有有机质及各种营养成分，是甘蔗生长过程中从土壤中吸收

而得，通过制作肥料又返回到土壤中去，有利于形成工农业生产的良性循环，保持大自然生态平衡。

(4) 文中提出“糖蜜应根据产业政策及市场需求用于生产饲料或其它产品”。

《制糖行业“十二五”发展规划》中提出，加快综合利用技术研发，提高废弃物综合利用率和综合利用水平，重点发展糖蜜深加工、废醪液制备生物有机肥及液态肥等项目。

糖蜜是制糖工业的一种副产物，其主要成分是蔗糖、葡萄糖和果糖。糖蜜作为制糖工业的下脚料利用方式各种各样。企业主要通过自产或外卖用于生产酒精、饲料、复合肥、酵母、柠檬酸、味精等进行综合利用，其中部分企业利用最终糖蜜生产酒精，对最终糖蜜的处理关键在于解决糖蜜酒精废液的二次污染。最近一些新的研究主要趋于高附加值产品的研究与开发，如乳酸、化工及医药中间体以及胶粘剂等，目前尚处于实验室研究阶段。

7.3.4 噪声污染控制

文中提出“汽轮机、鼓风机、空气压缩机、泵等噪声大的设备，均应采取消音、隔音措施，生产车间噪声满足工业企业卫生标准”。

《制糖行业清洁生产水平评价标准》(QB/T 4570-2013)中要求，“生产车间噪声满足工业企业卫生标准”。

制糖企业的噪声主要包括：汽轮发电机、鼓风机、空气压缩机、泵等。治理前的噪声等级一般在 70~90dBA 左右。根据企业实际情况，制糖工业企业厂界噪声执行《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008) 3 类功能区标准，即昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)。为保障职工安全健康，噪声职业接触限值执行《工作场所有害因素职业接触限值 物理因素》(GBZ2.2-2007)，稳态噪声限值为 85dB(A)，非稳态噪声等效声级的限值为 85dB(A)。对于噪声超标的设备一方面采取更先进的节能低噪设备，另一方面加装高效吸声设施，降低设备运行噪音，保证工作环境符合国家标准，为员工营造一个良好的工作环境。

7.4 二次污染防治

(1) 文中提出“碳酸法滤泥应回收利用或安全处置”。

碳酸法滤泥通常采用的处理方法：一是填埋处理，这种方法不仅占用大量的

土地，产生大量的填埋费用，而且由于滤泥发霉发臭对周边环境还会造成污染；二是用于制水泥辅料，通过将滤泥加热到一定温度，分解其中有机物和碳酸钙后用于生产水泥，但其中的含氮物焚烧时产生恶臭，污染造成二次污染，所以水泥行业不太喜欢使用。因此对于碳酸法滤泥应妥善贮存，采用更为经济有效的回收利用方法，利用不了的则必须给予安全填埋处置。

(2) 文中提出“附设糖蜜酒精、蔗渣制浆造纸车间的企业，应按照相应的行业标准要求处理废气、废渣、废水”。

糖厂属于综合性企业，有些制糖企业利用糖蜜生产酒精，利用蔗渣制浆造纸，这些废弃物循环利用过程中产生的废水为酒精废水、制浆造纸废水，其与制糖废水的性质不同。针对制糖企业为综合性生产企业的特点，拥有糖蜜酒精、蔗渣制浆造纸车间（或分厂）的制糖企业，其产生的废气、废渣、废水应按照行业相应的标准要求进行处理，防止二次污染。

(3) 文中提出“糖蜜罐区周围应设围堰、截污沟、事故专用应急池”。

生产期间如果发生突发糖蜜泄漏时，会对区域地下水造成一定的影响，所以需要采取环境风险防范措施，制定环境风险应急预案，避免突发糖蜜泄漏对周边地下水造成影响。糖蜜罐区周围设有围堰，能在储存区发生单个糖蜜罐泄漏时，将泄漏糖蜜全部截留在围堰内，确保泄漏的糖蜜不外排到环境中。在围堰旁设有截污沟和应急池，一旦发生泄漏，能够将泄漏的糖蜜有效控制，防治污染环境。

7.5 鼓励研发的污染防治技术

(1) 文中提出“鼓励研发制糖超滤、反渗透膜技术”。

膜技术借助于天然或人工合成的半透薄膜作为选择障碍层，利用外界能量或温度差、电位差作为推动力，基于各组分透过膜的速率差异，使物质中各组分得到分离、提纯或浓缩，其分离过程无相变。近年来，膜技术不断取得进步，已广泛应用于各行业如烧碱生产、果汁浓缩、乳品加工、纯水生产、废水处理等。

制糖生产中固液分离、废液处理过程存在能耗大、设备复杂和费用高等许多制约着工业化高效生产的因素，超滤、反渗透等膜分离技术的发展给制糖工业带来了新希望。超滤技术在制糖生产中的应用对象包括混合汁、清汁、各段糖蜜，原糖的回溶糖浆和甜菜粕脱水汁等，起到去除杂质，回收糖分作用。反渗透技术主要用于浓缩糖汁及糖汁提纯等方面。虽然超滤技术能够用于糖汁的提纯、分离，

反渗透技术可进行糖汁的浓缩，但膜污染、长期运行期间膜通量低、清洗困难等问题是制约着超滤、反渗透膜在制糖业工业化应用的重要因素。

(2) 文中提出“鼓励研发绿色高效的新型酶制剂”。

蔗汁中的杂质主要有色素、胶体、灰分、蛋白质、有机酸、淀粉、葡聚糖等，在传统的澄清工艺中主要通过石灰、二氧化硫、磷酸、絮凝剂等澄清剂来除去。近年来，国内外对制糖过程澄清方法也进行了大量研究，澄清手段包括离子交换技术、膜分离技术、高分子絮凝剂、活性炭等等，但这些方法成本高、技术性强，同时也不符合节能减排的理念。酶工程是新世纪飞速发展的学科，酶法澄清是一种能有效除去目标底物的方法，其作用高效、方便、对环境和产品友好。可利用酶的专一作用，将新型酶制剂用于处理糖物料中的有害物，可达到澄清糖液，提高糖物料利用率的目的。但糖物料的特性有很大差异，不同来源的酶性能也有差别，有必要研究各种酶制剂的作用条件以及杂质的影响情况，以更好地应用酶于制糖生产。随着酶制剂产业的发展，酶的价格降低，性能也有很大提高，针对性地添加酶制剂于糖汁中，以最低成本达到最佳应用效果，可以弥补传统的糖汁澄清方法的不足，更高效地改革制糖工艺，实现真正意义上的清洁生产，提高我国糖品的竞争力。

(3) 文中提出“鼓励研发低品位蒸汽回收再利用技术”。

低品位蒸汽是一种指品位低、浓度小、能量少的废热能源，温度高于 400℃ 的蒸汽属高品位蒸汽，250℃~400℃ 蒸汽属中品位蒸汽，低于 250℃ 的蒸汽属低品位蒸汽。从节能减排角度看，低品位蒸汽利用是产能端和用能端节能的关键环节。与发达国家相比，我国工业领域内低品位蒸汽利用还有一定的差距，各行业、各企业之间也不均衡。制糖工业产生和利用大量的蒸汽，低品位蒸汽的利用一直是能源界研究的一个课题，也是节能的重要手段之一。

(4) 文中提出“鼓励研发利用锅炉烟气的污水处理接触性加热技术”。

锅炉烟气带有热量，研究开发利用这部分能量对污水处理进行接触性加热，特别是对于北方甜菜制糖企业，既可解决冬季污水温度低影响生化处理效果的难题，又可解决烟气有害气体超标问题。

(5) 文中提出“鼓励研发碳酸法滤泥综合利用技术”。

目前世界上绝大多数甜菜糖厂和部分甘蔗糖厂使用碳酸法工艺生产白砂糖。

这种工艺的优点是生产的白糖的质量较高，显著地优于甘蔗糖厂普遍采用的亚硫酸法工艺。对碳酸法滤泥的处置，一直是碳酸法糖厂的致命弱点，几十年来很多专家、学者、研究人员对碳酸法滤泥无害化利用做了大量的试验工作，如替代部分石灰石制水泥；渗入页岩中烧制红砖；渗入煤灰渣、蔗糖及亚硫酸法滤泥中制成复混肥等。近年来对碳酸法澄清工艺进行了一些改进试验，以降低滤泥排出量，并改变其成分，使之能像亚硫酸法滤泥一样用作农田的肥料，但目前仍尚未取得成果。