

附件 3

《制糖工业污染防治可行技术指南
(征求意见稿)》编制说明

《制糖工业污染防治可行技术指南》编制组
二〇一八年八月

项目名称：制糖工业污染防治可行技术指南

项目统一编号：技-2018-005

项目承担单位：中国环境科学研究院、广西壮族自治区环境保护科学研究院、中国轻工业清洁生产中心、中粮屯河糖业股份有限公司

编制组成员：刘景洋、孙晓明、董莉、颜秉斐、毕莹莹、赵侣璇、覃楠钧、孙晓峰、高山、魏学军

标准所技术管理负责人：谭玉菲、王宗爽

技术处项目负责人：王泽林、李磊

目 录

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 1 编制背景 | 25 |
| 1.1 任务来源..... | 25 |
| 1.2 工作过程..... | 25 |
| 2 指南编制的必要性 | 26 |
| 2.1 国家及环保主管部门的相关要求..... | 26 |
| 2.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求..... | 26 |
| 2.3 排污许可制度要求..... | 27 |
| 2.4 行业发展带来的主要环境问题..... | 27 |
| 3 行业生产与污染防治技术现状 | 27 |
| 3.1 行业发展概况..... | 27 |
| 3.2 甘蔗制糖排污节点及污染防治..... | 27 |
| 3.3 甜菜制糖排污节点及污染防治..... | 30 |
| 3.4 典型案例介绍..... | 32 |
| 4 指南编制的原则、依据和技术方法 | 33 |
| 4.1 编制原则..... | 33 |
| 4.2 编制依据..... | 33 |
| 4.3 技术方法..... | 34 |
| 5 标准主要技术内容说明 | 34 |
| 5.1 适用范围的确定..... | 34 |
| 5.2 主要技术的确定..... | 35 |
| 5.3 污染预防技术的确定..... | 38 |
| 5.4 污染治理技术的确定..... | 40 |
| 5.5 污染防治可行技术的确定..... | 41 |
| 5.6 污染防治先进可行技术的确定..... | 41 |
| 6 实施本标准的环境效益及经济成本分析 | 41 |
| 6.1 环境效益分析..... | 41 |
| 6.2 经济成本分析..... | 42 |
| 7 对指南实施的建议 | 42 |

《制糖工业污染防治可行技术指南（征求意见稿）》

编制说明

1 编制背景

1.1 任务来源

为进一步完善国家环境技术管理体系，适应环境管理工作需要，根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）和中央财政资金管理有关规定，2017年8月，原环境保护部开展了2018年度《污染防治可行技术指南》计划项目工作承担单位征集工作（环办科技函〔2017〕1323号），经过答辩评审，2018年1月原环保部科技标准司下达任务书（技-2018-005号）。2018年5月18日，生态环境部印发了《关于组织实施2018年度国家环境技术体系建设项目计划的通知》（环办科技函〔2018〕301号），共提出10项污染防治可行技术指南计划项目，其中包括《制糖工业污染防治可行技术指南》。

项目承担单位为中国环境科学研究院，协作单位包括广西壮族自治区环境保护科学研究院、中国轻工业清洁生产中心和中粮屯河糖业股份有限公司。

1.2 工作过程

（1）成立标准编制小组

项目申报团队接受任务后，按照原环境保护部下发的指南编制项目计划任务和工作要求，项目承担单位和协作单位共同组成标准编制组和工作团队编制组学习污染防治可行技术指南相关技术指导文件，制定工作计划；认真学习领会国家关于实施控制污染物排放许可和制糖污染防治技术的一系列政策法规和文件精神，收集相关资料，并制定初步工作方案。

（2）开题论证，确定标准制订的技术路线

2018年1月到3月，编制组依据原环境保护部工作部署编制完成了指南开题论证报告，提出了制糖工业可行技术指南的工作计划，明确了重要时间节点；通过国家排污许可信息平台，整理出全国213家制糖企业相关信息，为技术筛查和调研工作提供依据；查阅了国内外制糖污染防治技术相关资料，对文献中污染技术名称、主要参数、处理效果进行了梳理和总结，完成了技术初筛，初步确定了技术调查企业名单和调查表。2018年3月29日，项目开题论证会在北京召开，通过了专家论证，并形成论证意见：标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；标准定位准确，技术路线可行，并建议按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）的相关要求，进一步完善开题报告中世界主要产糖大国生产工艺及污染防治相关内容。论证后课题组按照专家意见在开题报告中补充了相关内容，提交标准管理部门。

（3）收集整理数据，完成指南初稿

2018年4月到7月，编制组根据各承担单位任务分工和时间进度安排，对制糖企业下发调查问卷213份，收集调查问卷140份。通过进行实地调研以及专家咨询等多种方式收集企业产排污监督性监测数据和生产相关信息。对收集调查问卷的所有企业信息、生产技术、污染预防技术、污染治理技术以及各技术参数进行分类整理、分析，确定污染预防技术以及

污染治理技术；结合调查问卷信息以及监督性监测数据，最终确定污染防治可行技术以及先进可行技术，形成指南初稿。

（4）进行专家咨询，完成征求意见稿

2018年7月8日以及2018年7月19日，先后两次就指南初稿内容召开专家咨询会，并多次召开编制组组内讨论会，对可行技术进行讨论研究，对指南内容不断进行修改，于2018年8月形成技术指南征求意见稿。

（5）召开技术审查会，形成公开征求意见稿

2018年8月10日，生态环境部在北京组织召开征求意见稿技术审查会，并形成专家意见：标准名称修改为“制糖工业污染防治可行技术指南”；进一步明确指南适用范围，在编制说明或研究报告中补充说明；进一步完善工艺流程、产污节点的表述，治理技术描述和可行技术、先进可行技术清单统一；在编制说明中补充污染防治先进可行技术的经济分析；按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）和《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）对标准文本和编制说明进行编辑性修改。项目编制组根据专家意见进一步修改完善后，正式形成公开征求意见稿。

2 指南编制的必要性

2.1 国家及环保主管部门的相关要求

在《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中，制糖行业属于“13 农副食品加工业”中的“1340 制糖业”，该行业废水产生量较大，污染物浓度较高。《中华人民共和国环境保护法》（自2015年1月1日起施行）要求企业应当优先使用清洁能源，采用资源利用率高、污染物排放量少的工艺和设备，采用废物综合利用技术和污染物无害化处理技术，以减少污染物的产生。《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37号）要求：全面整治燃煤小锅炉，加快清洁能源代替利用，积极有序发展水电，开发利用地热能、风能、太阳能、生物质能。《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）中要求：专项整治包括农副食品加工等十大重点行业，实施清洁化改造。随着工艺技术的进步及环保要求趋严，近年来，制糖行业废水的产生量和排放量大幅度降低，生产过程中蔗渣和甜菜颗粒粕分别作为生物质燃料和动物饲料实现了综合利用。《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65号）和《制糖工业污染防治技术政策》（环境保护部公告2016年第87号）分别对制糖行业治污减排重点和污染防治技术做出了要求和规定。

2.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第21号）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。《轻工行业节能减排先进适用技术目录（第一批）》《糖业转型升级行动计划（2018-2022年）》分别提出了制糖工业生产过程中节能减排、资源能源回收利用及污染治理的技术要求和转型目标。《云南省蔗糖产业“十三五”发展规划（2016-2020年）》中提出，坚持把可持续发展作为糖业发展重要着力点，加强糖厂节能环保技术、工艺、装备推广应用，全面推行清洁生产等要求。

2.3 排污许可制度要求

国务院办公厅发布的《控制污染物排放许可制实施方案》（国办发〔2016〕81号）提到，建立健全基于排放标准的可行技术体系，推动企事业单位污染防治措施升级改造和技术进步。在制糖工业污染物排放许可管理中，本标准可作为制糖工业企业污染防治技术选择的依据。

2.4 行业发展带来的主要环境问题

2016/2017 榨季，全国产糖量为 929 万吨，其中甘蔗制糖 824 万吨，甜菜制糖 105 万吨。根据全国第一次污染源普查产排污系数核算，2016/2017 年榨季全国制糖行业水污染物化学需氧量（COD_{cr}）和氨氮的排放总量分别为 12.36 万吨和 0.1 万吨。制糖工业的污染主要是有机废水，废水中主要含有 COD_{cr}、氨氮、总氮和总磷等常规性污染物。由于制糖榨季均在冬季，正逢流域的枯水季节，水流量较小，污染物降解速度较慢，水环境容量最低。制糖企业排放的废水对所排区域水体污染冲击较大，季节性污染特点突出。

综上，为落实国家环境管理要求，实现对当前环境管理制度的技术支撑，落实产业政策和准入条件，满足发展需求，制定《制糖工业污染防治可行技术指南》是必要的。

3 行业生产与污染防治技术现状

3.1 行业发展概况

（1）我国制糖行业总体发展概况

我国是既产甘蔗糖又产甜菜糖的国家，近十年来，食糖年产量基本在 800~1500 万吨左右。全国糖业分布在 12 个省区，甘蔗糖产区主要分布在广西、云南、广东、海南等南方地区；甜菜糖产区主要分布在新疆、黑龙江、内蒙古等北方地区。根据《中国糖业年报（2016/17 年制糖期）》的统计，全国制糖企业共计 221 家，广西、云南和广东的企业分别占比 41.63%、26.24%和 13.12%；甜菜制糖的企业中新疆企业占比较多，其次为内蒙古，甜菜企业仅占全国制糖企业的 11%左右。

（2）国外行业发展概况

世界食糖产区分布地域很广，主要在南美洲、亚洲、欧洲、中美洲加勒比海地区、大洋洲和非洲。根据《中国糖业年报（2016/17 年制糖期）》的统计，2016/2017 年制糖期，世界总产糖量 17800.8 万吨，其中甘蔗糖 13764.1 万吨，占比 77.32%；甜菜 4036.7 万吨，占比 22.68%。美洲、亚洲和欧洲食糖产量最大，分别为 7247.8 万吨、5805.7 万吨和 3062.6 万吨，共占世界总产糖量的 90.64%；其中，食糖产量最大的国家为巴西，其次为印度，产量分别为 4162.6 万吨和 2174 万吨，中国食糖产量居世界第五。

3.2 甘蔗制糖排污节点及污染防治

甘蔗制糖基本生产步骤包括：原料→提汁→清净→蒸发→煮糖结晶→分蜜→干燥→筛分→成品包装。典型的甘蔗制糖亚硫酸法和碳酸法工艺过程及污染物产生节点见图 3-1、图 3-2。

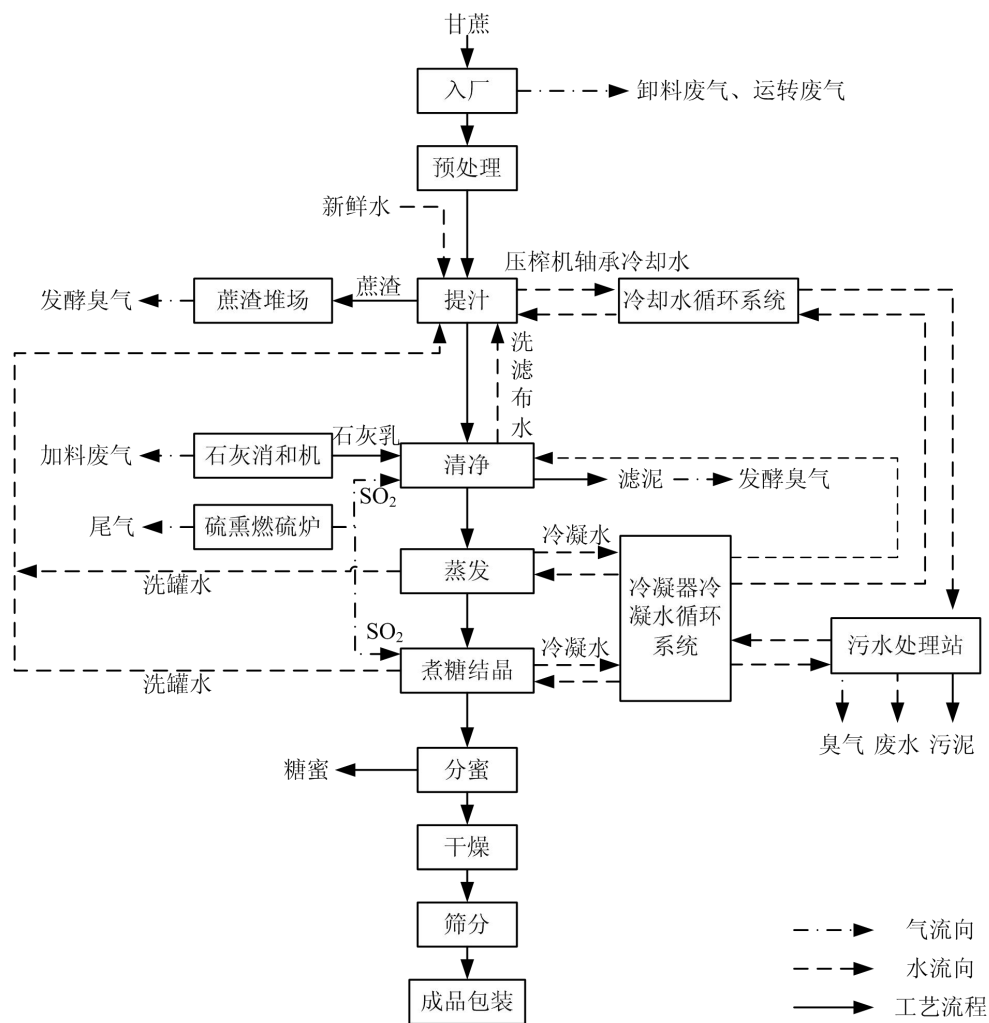


图 3-1 甘蔗制糖—亚硫酸法工艺过程及污染物产生节点

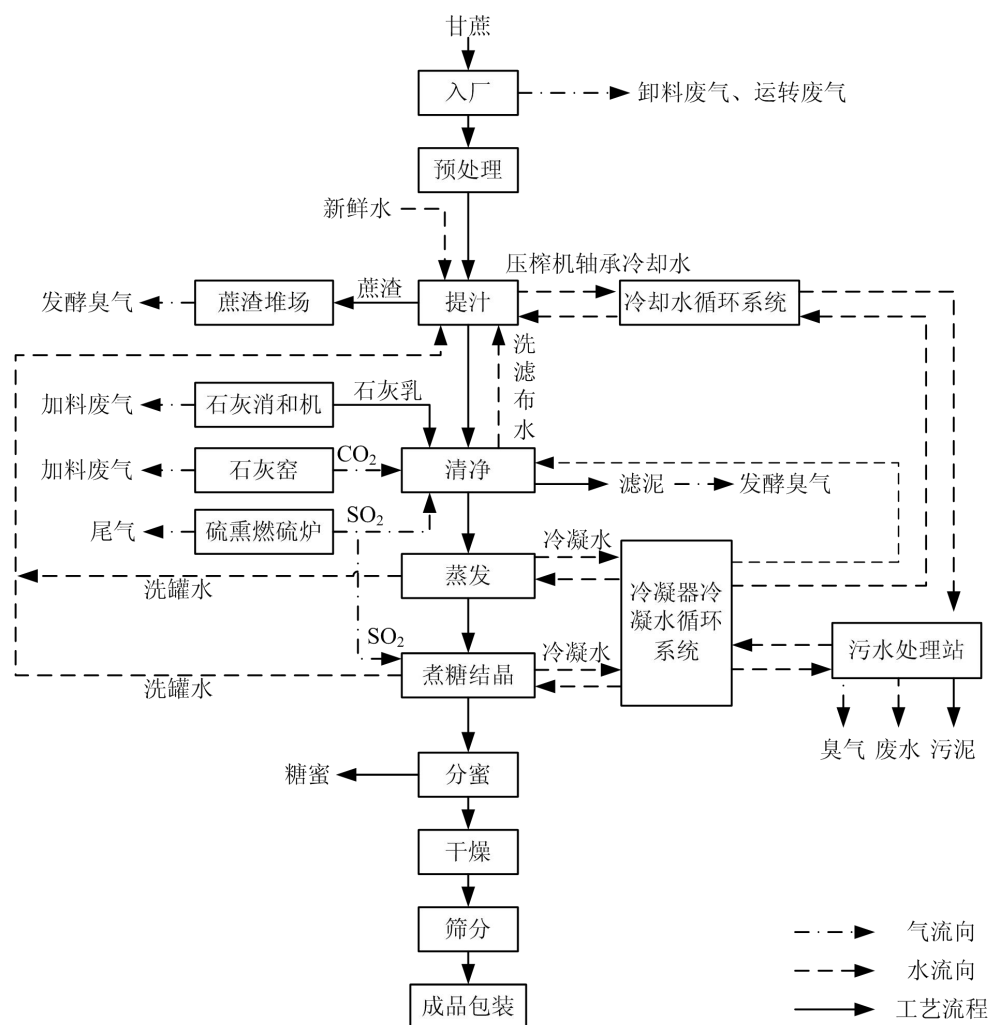


图 3-2 甘蔗制糖—碳酸法工艺过程及污染物产生节点

3.2.1 废水产生及污染防治

甘蔗制糖产生的废水分为低浓度废水和中浓度废水。低浓度废水：包括蒸发、煮糖冷凝器的冷凝水和设备冷却水，真空吸滤机水喷射泵用水，压榨机和汽轮发电机组等设备冷却水，占废水总量的 65%~75%， COD_{Cr} 浓度低于 50 mg/L，悬浮物浓度约为 30 mg/L 左右，水温 40~60 °C。中浓度废水：包括清净工序的洗滤布水，以及加热器、蒸发罐、煮糖罐清洗用水等，约占废水总量的 20%~30%，每升废水中 COD_{Cr} 和悬浮物浓度为几百至几千毫克。甘蔗制糖废水中主要污染物为 COD_{Cr} 、生化需氧量（ BOD_5 ）、悬浮物、氨氮、总氮和总磷等。

废水污染防治技术包括压榨机轴承冷却水循环回用技术、无滤布真空吸滤技术、喷射雾化式真空冷凝技术以及冷凝器冷凝水循环回用技术。废水治理技术采取一级处理+二级处理（生物处理）技术。一级处理技术中，废水经格栅、调节池进入沉淀池（竖流式、平流式、辐流式和斜管式沉淀池）。二级生物处理技术包括好氧、厌氧+好氧两种。厌氧技术以水解酸化池、升流式厌氧污泥床为主，好氧技术主要有常规活性污泥法、序批式活性污泥法（含周期循环式活性污泥法）、氧化沟、生物接触氧化法、生物转盘法等。

3.2.2 废气产生及污染防治

甘蔗制糖产生的废气主要为无组织排放废气，包括原料堆场、石灰窑和石灰消和加料等工序过程中产生的颗粒物、硫熏燃硫炉尾气、污泥和滤泥堆存产生的臭气等。主要通过加强企业管理水平、提升生产过程中的自控水平加以预防，并根据实际情况选择喷水除尘、加强密封、采用高效燃硫设备、设置除臭装置、集中收集处理后排放等废气治理措施。

3.2.3 固体废物产生及污染防治

甘蔗制糖产生的固体废物主要包括：蔗渣、滤泥、糖蜜和污泥等，均为一般工业固体废物。蔗渣通常用作生物质燃料或者造纸原料等综合利用；亚硫酸法工艺中的滤泥主要用于生产复合肥或还田；糖蜜主要用于生产酒精、饲料、复合肥、酵母、柠檬酸、味精等；碳酸法工艺中的滤泥和污水处理过程中的污泥通常经脱水处理后填埋。

3.2.4 噪声产生及污染防治

甘蔗制糖企业的噪声主要源自鼓风机、空气压缩机、泵、汽轮发电机组等设备运转。由振动、摩擦和撞击等引起的机械噪声，通常采取对设备加装减振垫、隔声罩等措施；车间内可采取吸声和隔声等降噪措施。此外，企业还要考虑规划布局对噪声防治的影响。

3.3 甜菜制糖排污节点及污染防治

甜菜制糖基本生产步骤包括：原料→输送→洗涤→切丝→渗出→清汁→蒸发→煮糖结晶→分蜜→干燥→筛分→成品包装。典型的甜菜制糖碳酸法工艺过程及污染物产生节点见图 3-3。

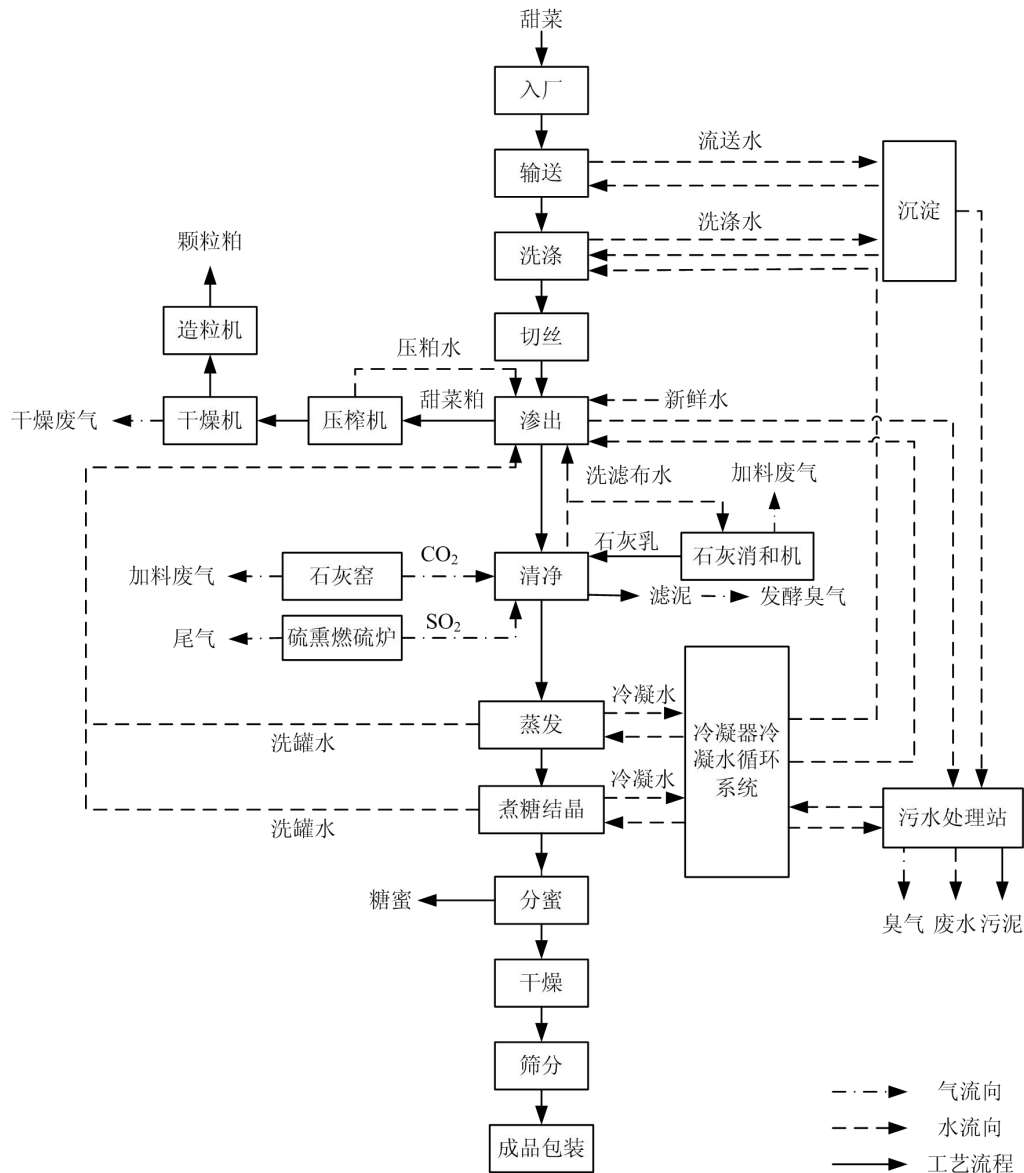


图 3-3 甜菜制糖-碳酸法工艺过程及污染物产生节点

3.3.1 废水产生及污染防治

甜菜制糖产生的废水分为低浓度废水、中浓度废水和高浓度废水三类。低浓度废水：主要包括甜菜糖厂生产中的蒸发罐、结晶罐等的冷凝水和动力车间、汽轮发电机、水环真空泵等设备的冷却水，约占废水总量的 30%~50%，COD_{Cr}一般在 60 mg/L 以下，悬浮物在 100 mg/L 以下。中浓度废水：包括甜菜流送洗涤废水、车间卫生清洁废水，约占废水总量的 40%~50%，BOD₅ 约 1500~2000 mg/L，悬浮物在 500 mg/L 以上。高浓度废水主要包括湿法流送水、压粕水、洗滤布水等，约占废水总量的 10%，糖分和有机物质较多，特别是压粕水，COD_{Cr} 在 5000 mg/L 以上。甜菜制糖产生的废水中污染物主要为 COD_{Cr}、BOD₅、悬浮物、氨氮、总氮和总磷等。

废水污染预防技术包括流洗水循环利用技术、喷射雾化式真空冷凝技术、真空泵隔板冷凝技术、冷凝器冷凝水循环回用技术和压粕水回用技术。由于甜菜制糖废水污染物浓度较高，

通常采用一级处理+二级处理（厌氧生物处理+好氧生物处理技术）技术。一级处理技术中，废水经格栅、调节池进入沉淀池。沉淀池分为竖流式、平流式、辐流式和斜管式等多种。二级处理技术主要为厌氧处理技术+好氧处理技术，其中厌氧生物处理技术主要有水解酸化技术、升流式厌氧污泥床等，好氧技术主要有常规活性污泥法、序批式活性污泥法（含周期循环式活性污泥法）、氧化沟、生物接触氧化法、生物转盘法等。

3.3.2 废气产生及污染防治

甜菜制糖产生的废气主要为无组织排放废气，包括石灰窑和石灰装卸及加料产生的颗粒物、硫熏燃硫炉尾气、污泥和滤泥堆存产生的臭气等。无组织废气主要通过加强企业管理水平、提升生产过程中的自控水平等方式加以预防，并根据实际情况选择喷水除尘、加强密封、采用高效燃硫设备、设置除臭装置、集中收集处理后排放等废气治理措施。

3.3.3 固体废物产生及污染防治

甜菜制糖产生的固体废物为一般固体废物，主要为分蜜工序产生的糖蜜、清净工序产生的滤泥以及废水处理产生的污泥。根据调研，甜菜制糖企业产生的糖蜜主要用于生产酒精、酵母，也可生产其他产品，滤泥一般脱水处理后还田或做肥料，污水处理产生的污泥进行处理后进行了填埋。

3.3.4 噪声产生及污染防治

甜菜制糖企业的噪声主要源自鼓风机、空气压缩机、泵、汽轮发电机组等设备运转。由振动、摩擦和撞击等引起的机械噪声，通常采取对设备加装减振垫、隔声罩等措施；车间内可采取吸声和隔声等降噪措施。此外，企业还要考虑规划布局对噪声防治的影响。

3.4 典型案例介绍

3.4.1 企业 A

企业 A 为典型的亚硫酸法甘蔗制糖企业。企业日榨量 2500 吨，生产过程中采用了压榨机冷却水循环回用系统、高效硫磺炉闭合燃烧工艺、无滤布真空吸滤技术；蒸发和煮糖真空系统采用了喷射雾化式真空冷凝技术，冷凝器冷凝水实现了循环回用，循环水利用率达 98%。生产废水经一级处理和二级处理（活性污泥法）后满足 GB 21909 要求，基准排水量 7.82 吨，排水污染物浓度分别为 COD_{Cr} 19.00 mg/L、BOD₅ 4.50 mg/L、悬浮物 39.50 mg/L、氨氮 0.96 mg/L、总氮 7.09 mg/L、总磷 0.06 mg/L。企业采用了密闭高效喷射式燃硫炉，使用负压抽吸式硫气与蔗汁混合，不外泄；并对石灰消和机加料废气喷水除尘。企业将糖蜜出售，滤泥和污泥分别还田和填埋。

3.4.2 企业 B

企业 B 为典型的碳酸法甘蔗制糖企业。企业日榨量 14500 吨，生产过程中采用了压榨机冷却水循环回用系统，过滤工序采用了板式压滤机、无滤布真空吸滤机以及全自动隔膜压滤机；蒸发和煮糖真空系统采用了喷射雾化式真空冷凝技术，冷凝器冷凝水实现了循环回用，循环水利用率达 98%。生产废水经一级处理+二级处理（氧化沟）后满足 GB 21909 要求，基准排水量 2.22 吨，排水污染物浓度分别为 COD_{Cr} 20.05 mg/L、BOD₅ 1.36 mg/L、悬浮物 5.83 mg/L、氨氮 1.66 mg/L、总氮 3.44 mg/L、总磷 0.086 mg/L。企业无硫熏工艺，不产生燃

硫炉尾气，对石灰消和机加料废气进行密封并喷水。企业将糖蜜出售，滤泥和污水厂污泥填埋处置。

3.4.3 企业 C

企业 C 为典型的碳酸法甜菜制糖企业。企业日榨量 6000 吨，生产过程中采用了甜菜湿法输送技术，蒸发和煮糖真空系统采用喷射雾化式真空冷凝技术，冷凝器冷凝水实现循环回用，循环水利用率达 90%，压粕水沉淀处理后回用。生产废水采用一级处理+二级处理（升流式厌氧污泥床+活性污泥法），满足 GB 21909 要求，基准排水量 12.1 吨，排水污染物浓度分别为 COD_{Cr} 75.00 mg/L、BOD₅ 14.00 mg/L、悬浮物 45.00 mg/L、氨氮 3.50 mg/L、总氮 4.00 mg/L、总磷 0.36 mg/L。企业针对石灰消和机加料废气采取了密封和喷水除尘措施。企业将糖蜜出售，滤泥和污水厂污泥填埋处置。

4 指南编制的原则、依据和技术方法

4.1 编制原则

（1）政策相符原则

本标准的编制依据国家相关法律法规、标准、技术规范、产业政策、行业发展规划等政策性文件。所确定的污染防治可行技术需确保污染物排放达到《制糖工业水污染物排放标准》（GB 21909-2008）和《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）要求。

（2）综合防治原则

本标准综合考虑水污染物、大气污染物、固体废物、噪声等污染控制。污染防治措施既考虑生产过程技术装备，也考虑末端处理技术和废弃物的综合利用。既关注主要污染源的有组织排放，也采取相应的管理措施对无组织排放加强管理。

（3）全面覆盖原则

本标准覆盖制糖行业甘蔗、甜菜两种主要原料，覆盖亚硫酸法和碳酸法两种主要工艺。在工艺环节上覆盖从原料提汁到产品包装的全生产过程。标准关注的指标覆盖排放标准中的所有污染物，达到相应的排放标准要求。

（4）客观公正原则

可行技术的筛选、评价和确定通过大量的企业调研，以企业生产实际数据为依据，最终筛选确定的可行技术组合，每项技术组合均含有 3 个以上实际工程案例，保证指南的客观、科学、公正。

4.2 编制依据

标准废水、大气、固体废物、噪声、节水减排技术等相关内容编写符合《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国环境噪声污染防治法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》等相关法律法规的规定。本标准结构内容和体例格式按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）的要求编制，废水治理技术需达到的标准依据《制糖工业水污染物排放标准》（GB 21909-2008）。

4.3 技术方法

标准编制过程采取了调研、专家咨询、统计分析和系统评价结合的方法。

(1) 调研

文献调研，通过查找相关文献资料，并充分利用国家排污许可管理信息平台网络资源，进行文献汇总与摘编。通过大量的企业现场调研，掌握制糖行业产排污节点、污染物种类、污染防控技术、工程投资、设施运行原辅材料消耗等信息，获取第一手资料。

(2) 专家咨询

针对制糖行业目前污染防控和污染治理存在的问题，以及制糖工业生产工艺技术和治理技术发展趋势邀请专家咨询研讨。对污染预防技术效果和污染治理技术关键参数等进行分析。

(3) 统计分析

对调研所得的污染物产排污数据等进行统计分析，利用统计软件对数据进行处理，真实、科学、客观反应行业污染物排放水平现状。

(4) 系统评价

构建对行业全面系统的调研结果，对污染防治技术的经济性、技术成熟度、推广应用成本等进行综合评估，保证推荐技术的经济可行。

经文献调研、专家研讨及统计资料分析，初步筛选出制糖行业污染防治备选技术；结合进一步的技术调查和实地考察，从备选技术中选出备选可行技术；按照合规（能够达到相关排放标准要求）、相关（与废水、废气、固废污染防治相关）、可用（符合技术指南要求，有3家以上工程实例）、可得（有相关的监测数据）、先进（应为行业鼓励发展的技术）的原则对备选可行技术进行评价。制糖工业的污染预防技术和污染治理技术的评估思路不完全相同，企业可针对性地选择一项或多项污染预防技术，评估污染预防技术时主要考虑技术是否有污染减排效果；污染治理技术是为了达到排放标准的成套技术，评估时主要考虑技术是否可实现达标排放，如废水一级处理技术与二级处理技术必须依据水质形成成套技术。

经专家咨询和评估，去除与制糖行业污染防治相关性较小或无工程实例的技术，筛选、确定出行业污染防治技术和污染治理技术。根据工程实例，将污染预防技术与治理技术进行组合，最终分别确定甘蔗制糖污染防治可行技术及甜菜制糖污染防治可行技术。

综合考虑行业鼓励发展企业规模和产业发展政策，并根据 HJ 2300-2018 的要求，从可行技术中筛选出先进可行技术。

5 标准主要技术内容说明

本标准的编制，按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）要求的结构框架编写，具体规定了制糖工业污染防治可行技术指南的适用范围；规范性引用文件；术语和定义；行业生产与污染物的产生；污染防治可行技术；污染防治先进可行技术等内容，同时在资料性附录给出了典型制糖工艺过程及污染物产生节点。

5.1 适用范围的确定

《制糖工业水污染物排放标准》（GB 21909-2008）中只提出了甘蔗制糖废水和甜菜制糖废水污染物排放水平，没有给出原糖加工污染物排放水平。本标准与 GB 21909-2008 保持

一致，适用于甘蔗制糖和甜菜制糖，不包括原糖加工。制糖副产品废糖蜜是生产酒精等的原料，近年来制糖企业直接将废糖蜜销售给酒精、酵母及其他专业的生产企业集中生产。蔗渣是造纸的原料，由专业的造纸企业生产加工。糖蜜制酒精、酵母等产品以及利用蔗渣造纸生产企业废水水质水量与制糖废水全然不同，如糖蜜酒精废液和造纸黑液的 COD_{Cr} 一般都大于 100000 mg/L，需单独处理，分别执行《发酵酒精和白酒工业污染物排放标准》（GB 27631-2011）和《制浆造纸工业水污染物排放标准》（GB 3544-2008）。蔗渣造纸污染防治可行技术依据《制浆造纸工业污染防治可行技术指南》（HJ 2302-2018）。糖蜜发酵制酒精、酵母在国民经济行业分类中分别属于酒的制造和发酵制品制造行业。

《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ 942-2018）中规定“行业涉及通用工序的，执行通用工序排污许可证申请与核发技术规范”。《工业锅炉污染防治可行技术指南》已经列入生态环境部《污染防治可行技术指南》计划项目，待发布后制糖企业锅炉（含生物质锅炉）执行该指南。甜菜制糖颗粒粕干燥炉废气治理目前仅进行了除尘，二氧化硫和氮氧化物治理还没有有效的工程实例，因废气中含水量高二氧化硫和氮氧化物尚无成熟的监测方法，待有效的污染治理工程运行后再补充完善。甜菜制糖石灰窑为负压装置，产生的二氧化碳抽出洗涤后用于制糖清净工序，石灰窑无废气集中排放口。本标准中只考虑石灰窑装卸物料时无组织排放的颗粒物。

5.2 主要技术的确定

根据《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）的要求，污染防治可行技术通过技术初筛、技术调查和技术评估工作程序确定。

5.2.1 技术初筛

通过国家排污许可管理信息平台梳理了全国发放排污许可证的 213 家制糖企业的信息，其中，甘蔗制糖企业 187 家，甜菜制糖企业 26 家，结合文献调研及专家研讨，整理出行业概况。制定调查问卷对亚硫酸法甘蔗制糖、碳酸法甘蔗制糖、碳酸法甜菜制糖，日榨量 2000 t/d 以下、2000~5000 t/d 及 5000 t/d 以上规模的制糖企业开展了问卷调查，共计向广西、云南、广东、新疆、内蒙古的 213 家企业发放问卷，收集了企业原料和产品、生产工艺、污染物种类和浓度、污染预防和治理技术以及投资等信息。共收回调查问卷 140 份，其中甘蔗制糖企业 127 份，甜菜制糖企业 13 份。

对甘蔗制糖从提汁、清净、蒸发、煮糖结晶、分蜜、干燥、筛分到包装成品全过程 8 个工序筛选出 24 项污染预防技术；对甜菜制糖从输送、洗涤、切丝、渗出、清净、蒸发、煮糖结晶、分蜜、干燥、筛分到包装成品全过程 11 个工序筛选出 16 项污染预防技术。同时，筛选出制糖废水厌氧治理技术 2 项、好氧治理技术 4 项，并筛选出 2 种废气排放源、4 种固体废物的治理技术。对初筛得到的上述技术初步归类，通过与中国糖业协会、广西糖业协会、广西环科院及制糖企业的专家研讨、综合分析后确认制糖工业备选技术清单，见表 5-1~5-2。

表 5-1 制糖业污染预防技术备选清单

| 原料 | 工艺 | 污染预防技术 | 企业数 |
|---------|-----------|-----------|-----|
| 甘蔗制糖 | 甘蔗预处理 | 自动卸车技术 | 14 |
| | | 吊装技术 | 115 |
| | 提汁技术 | 压榨法 | 119 |
| | | 渗出法 | 7 |
| | 清净技术 | 亚硫酸法 | 115 |
| | | 石灰法 | 7 |
| | | 碳酸法 | 3 |
| | 过滤技术 | 板式压滤机 | 7 |
| | | 无滤布真空吸滤机 | 112 |
| | | 有滤布真空吸滤机 | 12 |
| | | 全自动隔膜压滤机 | 2 |
| | 蒸发技术 | 五效低真空蒸发技术 | 119 |
| | | 板式换热蒸发技术 | 2 |
| | | 多效降膜蒸发技术 | 1 |
| | 糖浆处理 | 糖浆硫漂 | 77 |
| | | 糖浆上浮 | 39 |
| | 煮糖结晶 | 间歇式煮糖罐 | 111 |
| | | 连续煮糖罐 | 15 |
| | 蒸发和煮糖真空系统 | 喷射冷凝器 | 119 |
| | | 隔板冷凝器 | 9 |
| 干燥技术 | 振动砂糖干燥机 | 111 | |
| | 滚筒干燥机 | 2 | |
| | 流化床干燥机 | 11 | |
| 筛分技术 | 振动筛分 | 111 | |
| 甜菜制糖 | 输送技术 | 干法输送 | 5 |
| | | 湿法输送 | 8 |
| | 清净技术 | 碳酸法 | 13 |
| | 过滤技术 | 增稠过滤 | 10 |
| | | 全汁过滤 | 4 |
| | 蒸发技术 | 四效低真空蒸发技术 | 4 |
| | | 五效低真空蒸发技术 | 5 |
| | 糖浆处理 | 糖浆硫漂技术 | 13 |
| | 煮糖结晶 | 间歇式煮糖罐 | 13 |
| | 蒸发和煮糖真空技术 | 喷射冷凝器 | 3 |
| | | 隔板冷凝器 | 8 |
| | 干燥技术 | 振动砂糖干燥机 | 7 |
| | | 滚筒干燥机 | 8 |
| | | 流化床干燥机 | 1 |
| | 筛分技术 | 振动筛分 | 13 |
| 甜菜粕压榨技术 | 压粕水回用技术 | 13 | |

注：各段工艺中企业数量少于调研表数量，表示该工艺有企业未填报，若企业数量多于调研表数量，表示有企业同时使用多种技术。

表 5-2 制糖业污染治理技术备选清单

| 污染物 | 污染物类型 | 污染治理技术 | 企业数 |
|-----|----------|------------------------|-----|
| 废水 | 综合废水 | 厌氧 | 52 |
| | | 好氧 | 121 |
| 废气 | 石灰消和加料废气 | 喷水除尘，加强密封 | 104 |
| | 硫熏炉废气 | 密闭系统，高效燃硫系统，负压燃烧，无硫气泄漏 | 79 |
| 固废 | 蔗渣 | 燃料 | 127 |
| | 糖蜜 | 生产酵母 | 4 |
| | | 生产酒精 | 114 |
| | 滤泥 | 填埋 | 3 |
| | | 做肥料 | 102 |
| | | 出售 | 3 |
| | 污泥 | 做肥料 | 72 |
| 填埋 | | 27 | |

注：各治理技术中，企业数量少于调研表数，表示该治理技术有企业未填报或不使用该项技术，若企业数量多于调研表数，表示有企业同时使用多种技术。

5.2.2 技术调查

根据备选技术清单的情况，制定调研方案，对典型甘蔗制糖和甜菜制糖企业进行了现场技术调查。根据监督性监测数据、在线监测数据判断企业达标排放情况，对每一项备选技术进行达标案例筛选，细化核实案例近三年的产品结构、原辅材料、产能、产量、设施规模等基本情况，进一步了解了企业污染防治技术性能、运行管理和环境效益等数据。收集了企业的监督性监测数据对前期调研内容进行审核、补充，共收集到甘蔗制糖监督性监测样本 196 个、甜菜制糖监督性监测样本 10 个。根据技术调查结果及工程实例，对备选技术进行归类与筛选，形成备选可行技术清单，见表 5-3~5-4。

表 5-3 污染预防可行技术备选清单

| 分类 | 技术名称 |
|------|--|
| 甘蔗制糖 | ①压榨机轴承冷却水循环回用 ②无滤布真空吸滤机 ③喷射雾化式真空冷凝 ④冷凝器冷凝水循环回用 |
| 甜菜制糖 | ①流洗水循环利用 ②喷射雾化式真空冷凝 ③冷凝器冷凝水循环回用 ④压粕水回用 ⑤隔板冷凝 |

表 5-4 污染治理可行技术备选清单

| 类型 | 技术名称 |
|--------|------------------------------------|
| 甘蔗制糖废水 | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④水解酸化+⑤常规活性污泥法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④水解酸化+⑤序批式活性污泥法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④氧化沟 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④序批式活性污泥法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④常规活性污泥法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④水解酸化+⑤生物接触氧化法或生物转盘法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④生物接触氧化法或生物转盘法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④升流式厌氧污泥床+⑤常规活性污泥法 |
| 甜菜制糖废水 | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④水解酸化+⑤常规活性污泥法 |
| | ①格栅+②调节池+③沉淀池+④升流式厌氧污泥床+⑤常规活性污泥法 |

5.2.3 技术评估

根据合规、相关、可用、可得、先进的原则，对制糖污染防治技术和污染治理技术按照不同的评估思路展开分析和评估。经专家咨询和评估，去除与甘蔗制糖污染防治相关性较小的技术 20 项，最终确定甘蔗制糖废水污染防治技术 4 项；去除与甜菜制糖污染防治相关性较小且尚无工程实例的技术 11 项，最终确定甜菜制糖废水污染防治技术 5 项。甘蔗制糖废水可根据进水 COD_{Cr} 浓度和各处理工艺适用范围选择一级处理技术+二级处理技术（好氧处理技术）或一级处理技术+二级处理技术（厌氧处理+好氧处理技术）；甜菜制糖废水 COD_{Cr} 浓度较高，通常采用一级处理+二级处理（厌氧处理+好氧处理技术）。根据工程实例，将污染防治技术与治理技术进行组合，最终确定甘蔗制糖废水污染防治可行技术 8 项、甜菜制糖废水污染防治可行技术 2 项。综合考虑行业现状及 HJ 2300-2018 的要求，从可行技术中筛选出先进可行技术。

5.3 污染防治技术的确定

5.3.1 甘蔗制糖污染防治技术

（1）压榨机轴承冷却水循环回用技术

压榨机轴承冷却水含少量轴承润滑油污及蔗渣。在压榨车间设置单独的压榨机轴承冷却水循环回用系统，将压榨机轴承冷却水经隔油、沉淀处理后，引入冷却系统进行冷却降温后循环回用，循环利用率可达 95% 以上。以广西某日榨量 10000 吨的糖厂为例，采用压榨机轴承冷却水总投资 20 万元，节约新鲜水约 0.25 万 m³/d。根据调查，使用该技术企业约占甘蔗制糖企业的 83%。

（2）无滤布真空吸滤技术

滤布水是制糖工业主要污染源之一，产生量大、污染物浓度高，污水处理费高。无滤布真空吸滤机是由覆盖在转鼓面上并带有微孔的不锈钢滤网作为过滤介质，以掺入泥汁中的蔗糖作为助滤剂进行过滤，当转鼓旋转时，转鼓面不同部分连续受真空抽吸，在过滤表面形成一薄层滤饼，生成的滤饼通过喷成雾状的水洗涤、抽吸后，在一定位置被刮刀刮下，以更

新过滤层并进入下一过滤周期，不需要新鲜水清洗滤网。吸滤设备结构简单，可连续过滤，一方面能够免除滤布消耗，节约生产成本；另一方面无洗滤布水排放，节水 30%左右，减少 70%的原洗滤布水污染负荷排放。以广西某日榨量 2500 吨的糖厂为例，新增一台 55m² 无滤布真空吸滤机，投资 95 万元，减少废水产生量 2.64 t/d，减少 COD_{Cr} 1.8 t/d、BOD₅ 1.12 t/d。根据调查，使用该技术企业约占甘蔗制糖企业的 88%。

(3) 喷射雾化式真空冷凝技术

喷射雾化式真空冷凝器通过在水室四周布满喷雾喷嘴，底部设置喷射喷嘴，冷却水首先进入水室中，从四周的喷雾喷嘴呈雾状喷出，与顶部进入的蔗汁汽立即混合，使得冷却水与汁汽的接触面积增大，汁汽迅速凝结成水而形成真空。大量从水室底部呈射流喷出的水可对汁汽中不能凝结的“不凝气”形成抽吸作用，并与凝结的热水通过尾管一起排出。由于喷雾喷嘴装置使汁汽能够快速均匀地凝缩，故总的用水量比传统只有喷射喷嘴的冷凝器节省 25%以上。以广西某日榨量 2500 吨的糖厂为例，更换 2 台喷射雾化真空式冷凝器，投资 15.2 万元，节约新鲜水约 288 m³/d。根据调查，使用该技术企业约占甘蔗制糖企业的 94%。

(4) 冷凝器冷凝水循环回用技术

冷凝器冷凝水循环回用技术是将冷凝器冷凝水排入循环热水池，经冷却塔冷却降温后进入循环冷水池进行回用。但多次循环后，污染物浓度逐渐增大不符合工艺回用水要求，故需从循环冷水池抽取部分冷凝水进行生化处理，处理达到符合工艺用水要求后回流到循环冷水池继续进行回用。通过采取以上措施，循环回用率可达 95%以上，大大减少了废水外排量。以广西某日榨量 2500 吨的糖厂为例，采用压榨机轴承冷却水循环回用技术及冷凝器冷凝水循环回用技术，投资 70 万元，实现生产零取水，每榨季节约新鲜水 24 万吨。根据调查，使用该技术企业约占甘蔗制糖企业的 84%。

5.3.2 甜菜制糖污染预防技术

(1) 流洗水循环利用技术

流送用水和洗涤用水占制糖车间总排水量和污染负荷的 50%左右。这类废水含有大量的泥沙，只含微量的糖分和有机质，通过在流送洗涤工序后设置沉淀池，对流洗水进行沉淀泥沙后循环利用，可以减少新水补充量。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。以新疆某日榨量 2000 吨的糖厂为例，投资流洗水循环利用技术 67 万元，每榨季节约新鲜水 19.36 万吨。根据调查，使用该技术企业约占甜菜制糖企业的 69%。

(2) 喷射雾化式真空冷凝技术

同甘蔗制糖喷射雾化式真空冷凝技术。以新疆某日榨量 3000 吨的糖厂为例，投资喷射雾化式真空冷凝技术 26.3 万元，每榨季节约新鲜水 5.76 万吨。根据调查，使用该技术企业约占甜菜制糖企业的 23%。

(3) 真空泵隔板冷凝技术

配套干式逆流的隔板式冷凝器和真空泵，利用隔板式冷凝器将蒸汽冷凝成水，再用真空泵将不凝气体抽走。该技术冷凝效果较好，真空度较高且稳定，用水量少。以新疆某日榨量 1500 吨的糖厂为例，投资真空泵隔板冷凝技术及配套设备约 200~250 万元，可实现循环水量约 700 m³/h。根据调查，使用该技术企业约占甜菜制糖企业的 62%。

(4) 冷凝器冷凝水循环回用技术

同甘蔗制糖冷凝器冷凝水循环回用技术。以新疆某日榨量 3500 吨的糖厂为例，投资冷凝器冷凝水循环回用技术 22 万元，每榨季节约新鲜水 1 万吨。根据调查，使用该技术企业约占甜菜制糖企业的 85%。

(5) 压粕水回用技术

甜菜糖厂利用废粕生产甜菜颗粒粕的过程会产生压粕水，在封闭式压粕水回收系统中，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。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。以新疆某日榨量 2200 吨的糖厂为例，企业进行压粕水系统改造，总投资 23 万元，每榨季节约新鲜水 7.05 万吨。根据调查，该技术已经在甜菜制糖企业全面使用，占比达 100%。

甜菜干法输送技术相较于湿法输送可节约新鲜用水 30%以上，减少甜菜破损和沙土冲洗入水中，有污染预防效果。根据调研，仅有 1 家甜菜制糖企业正在进行干法输送技术改造。由于该技术目前正在推广，尚无稳定运行的案例，因此本标准暂未将其列入污染预防技术中。

5.4 污染治理技术的确定

5.4.1 废水污染治理技术

根据 140 家调研企业数据统计，制糖行业废水一级处理主要经格栅、调节池和沉淀池等后进入二级处理（生物处理）工艺。一级处理过程对污染物起去除作用的主要是沉淀池，包括竖流、平流、辐流式沉淀池和斜管（板）沉淀池。二级生物处理工艺中，厌氧生物处理技术包括水解酸化处理技术、升流式厌氧污泥床；好氧生物处理技术包括常规活性污泥法、序批式活性污泥法、氧化沟、生物接触氧化法、生物转盘法等。根据调研，当制糖工业废水 COD_{Cr} 浓度小于 500 mg/L 时一般采用好氧处理工艺，浓度为 500~1500 mg/L 时一般采用“水解酸化+好氧”处理工艺，浓度大于 1500 mg/L 时需采用“厌氧+好氧”处理工艺。

根据企业调研，结合收集的企业监督性监测数据，参照《制糖废水治理工程技术规范》（HJ 2018-2012）、《水解酸化反应器污水处理工程技术规范》（HJ 2047-2015）、《升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范》（HJ 2013-2012）、《序批式活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 577-2010）、《氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 578-2010）及《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》（HJ 2009-2011）等标准，分别制定了一级处理、二级处理（厌氧和好氧生物处理）工艺的主要运行参数和污染物处理效率。

5.4.2 废气污染治理技术

制糖行业无组织排放废气主要通过加强企业管理水平、提升生产过程中的自控水平等方式进行控制，企业可根据实际情况选择合理的废气防治措施。根据制糖企业废气防治调研情况，对制糖工业原料场装卸料废气、卸蔗系统运转废气、石灰消和机加料废气、蔗渣和滤泥发酵臭气、硫熏燃硫炉尾气以及污水处理过程的臭气，可采用喷水除尘、加强密封、采用高效燃硫设备、设置除臭装置、集中收集处理后排放等废气治理措施。

5.4.3 固体废物污染治理技术

根据 140 家调研企业填报信息，对制糖行业固体废物的处理处置技术进行梳理得出，糖蜜外售用作制造酒精或酵母等产品；污水处理产生的污泥和碳酸法制糖产生的滤泥，经脱水后填埋；亚硫酸法制糖产生的滤泥主要是外售或还田。

5.5 污染防治可行技术的确定

经过技术初筛、技术调查和技术评估，确定满足 HJ 2300-2018 要求的甘蔗制糖废水污染防治可行技术 8 项、甜菜制糖废水污染防治可行技术 2 项。根据每种技术对应的监督性监测数据样本，确定采用该处理技术后排水中各污染物的浓度范围，污染物包括 COD_{Cr}、BOD₅、悬浮物、氨氮、总氮和总磷指标。列入本标准每一项污染防治可行技术都有 3 个以上达标案例，每个案例都有详细的调查数据和监督性监测数据。

5.6 污染防治先进可行技术的确定

根据 HJ 2300-2018，低于 GB 21909-2008 限值 70% 的可行技术即为先进可行技术。近年来制糖企业污染防控能力和管理能力有了非常大的提升，制糖行业废水产生量、废水污染物浓度和排放量大大降低，根据调研的 140 家制糖企业信息及收集的监督性监测数据，其排放的废水污染物浓度普遍低于 GB 21909-2008 中规定的限值 70% 的要求，即本标准中可行技术均可达到 HJ 2300-2018 中规定的先进水平。

本标准充分考虑制糖工业的现状和发展趋势，确定符合行业实际情况的污染防治先进可行技术。随着制糖工业的发展，行业的规模化程度大幅提升，《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 21 号）明确提出限制日处理甘蔗 5000 吨（云南地区 3000 吨）、日处理甜菜 3000 吨以下的新建项目，行业未来将继续向规模化、集约化方向发展。根据调研，甘蔗制糖应用最多的三种污染防治技术组合分别是“提汁工序压榨机轴承冷却水循环回用+清净工序无滤布真空吸滤+蒸发煮糖工序喷射雾化式真空冷凝+蒸发煮糖工序冷凝器冷凝水循环回用+格栅+调节池+沉淀池+水解酸化+常规活性污泥法”、“清净工序无滤布真空吸滤+蒸发煮糖工序喷射雾化式真空冷凝+蒸发煮糖工序冷凝器冷凝水循环回用+格栅+调节池+沉淀池+序批式活性污泥法”和“清净工序无滤布真空吸滤+蒸发煮糖工序喷射雾化式真空冷凝+蒸发煮糖工序冷凝器冷凝水循环回用+格栅+调节池+沉淀池+常规活性污泥法”。三种技术在行业中占比分别达 25%、14% 和 43%，合计 82%，监督性监测数据样本量分别达 73、37 和 65。三种技术应用广泛，运行成熟，适用范围广，代表了污染防治先进可行技术的方向。而其他几种技术，虽然能够实现达标排放，但使用的企业较少，且规模多在 5000 t/d 以下，因此，本标准不作为先进可行技术来考虑。

6 实施本标准的环境效益及经济成本分析

6.1 环境效益分析

本标准提出的污染预防技术和污染治理技术均依据工程实例，各单项技术在行业内应用较广泛，技术可行性较好。调研的 127 家甘蔗制糖企业中采用压榨机轴承冷却水循环回用技术、无滤布真空吸滤技术、喷射雾化式真空冷凝技术、冷凝器冷凝水循环回用技术的企业分别为 105 家、112 家、119 家和 107 家，均达调研企业的 80% 以上。调研的 13 家甜菜制糖企业中采用流洗水循环利用技术、喷射雾化式真空冷凝技术、真空泵隔板冷凝技术、冷凝器

冷凝水循环回用技术和压粕水回用技术的企业分别为 9 家、3 家、8 家、11 家和 13 家，除喷射雾化式真空冷凝技术外，其余 4 项技术均达调研企业的 60%以上。

甘蔗制糖废水通常采用“一级处理+二级处理（好氧生物处理技术）”或“一级处理+二级处理（厌氧生物处理+好氧生物处理技术）”；甜菜制糖废水污染物浓度相对较高，通常采用“一级处理+二级处理（厌氧生物处理+好氧生物处理技术）”，根据调研，140 家甘蔗制糖和甜菜制糖企业中，57%的企业采用“一级处理+二级处理（好氧生物处理技术）”，约 43%的企业采用“一级处理+二级处理（厌氧生物处理+好氧生物处理技术）”。

对于甘蔗制糖，压榨机轴承冷却水是设备冷却水的主要来源之一，排水量大、浓度高，通过循环回用系统压榨机轴承冷却水可实现全部循环回用；无滤布真空吸滤技术可节水 30%以上，减少 70%的洗滤布水污染负荷排放；喷射雾化式真空冷凝器用水量比传统的喷射冷凝器节省 25%以上；冷凝器冷凝水循环回用率可达 95%以上，大大减少了废水外排量。

对于甜菜制糖，采用喷射雾化式真空冷凝技术、冷凝器冷凝水循环回用技术的污染防治效果与甘蔗制糖类似，此外，采用压粕水循环回用既可回收一部分糖分，减少废水排放量，又可代替一部分渗出水，投资少效益好，甜菜制糖企业已经全部应用。

制糖企业采取污染防治技术可大大降低新鲜水耗和废水排放，既能节约成本，又能减少排污费用；废水经预处理和生物处理可达到 GB 21909 的要求，同时，企业通过提升管理水平，可实现生产废水污染物排放水平远低于 GB 21909 规定的限值，环境效益明显。另一方面，本标准作为企业排污许可申报的依据，减少了企业自行填报和验证的成本，为制糖行业排污许可证核发工作提供了基础和保障。

6.2 经济成本分析

根据部分甘蔗制糖企业调研结果，压榨机轴承冷却水循环回用技术投资成本平均约为 20 元/吨糖，无滤布真空吸滤技术投资平均约为 240 元/吨糖，喷射雾化真空式冷凝技术投资成本平均约为 20 元/吨糖，冷凝器冷凝水循环回用投资成本平均约为 280 元/吨糖。

根据部分甜菜制糖企业调研结果，流送水循环回用技术投资成本平均约为 410 元/吨糖，喷射雾化真空式冷凝技术投资成本平均约为 90 元/吨糖，冷凝器冷凝水循环回用技术投资成本平均约为 190 元/吨糖，真空泵隔板冷凝技术投资成本平均约为 150 元/吨糖，压粕水回用技术投资成本平均约为 220 元/吨糖。

根据调研，制糖废水采用“一级处理+二级处理（好氧生物处理）”技术时，废水处理成本约为 1.50 元/吨水；采用“一级处理+二级处理（好氧生物处理+厌氧生物处理）”技术时，废水处理成本约为 2.50 元/吨水。

7 对指南实施的建议

本标准根据制糖行业污染防治的要求，对制糖工业各类型企业的污染物的预防和治理措施进行了系统分析，结合国内外技术的发展趋势和要求，提出了制糖污染防治可行技术指南，针对本标准提出如下建议：

（1）本标准是在调研一定制糖企业的基础上编制，难免存在调研企业覆盖度不够的问题。如企业存在污染防治可行技术不在标准中，可提供相关资料，征求意见后修订时补充完善。

（2）本标准颁布实施后，各级生态环境部门应严格按照标准要求，加强对企业的监管，

引导企业增加污染治理设施投资，提高污染预防和治理设施的运行维护水平，减少污染物的产生和排放。在本标准使用过程中，发现问题应及时向生态环境部反馈，以有利于本标准的修订。

(3) 本标准中确定的可行技术仅是现阶段制糖工业的可行技术，在鼓励企业使用标准中推荐技术的同时，鼓励企业使用国内外先进的污染防治技术，加大国内成熟可靠新技术的研发和应用，根据国内制糖工业污染防治技术的进步适时修订标准。