

T/GXAS

团 体 标 准

T/GXAS XXXX—XXXX

白砂糖智能化生产技术规范

Technical specification for intelligent production of white granulated
sugar

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

广西标准化协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 1

5 智能化物理工厂 2

6 智能化信息工厂 3

7 智能化生产工艺 4

8 生产档案 5

参考文献 6

前 言

本文件参照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西糖业协会、广西科学院共同提出并宣贯。

本文件由广西标准化协会归口。

本文件起草单位：广西科学院、广西科技师范学院、来宾市产业技术研究院、广西来宾小平阳湘桂制糖有限公司、广西来宾东糖凤凰有限公司、广西工业职业技术学院、广西标准化协会、来宾市检验检测中心、中粮营养健康研究院、南宁学院、广西民族大学、广西电力职业技术学院、广西建设职业技术学院、来宾市绿源科技企业孵化基地有限公司、南宁职业技术大学。

本文件主要起草人：郑益华、潘莉莉、赖家胜、蒙莫姬、黄凯、罗焕祥、李振兴、苏龙、王晓琳、谢宏昭、胡明振、文贻炜、王宝、王小明、陈显玲、庞湘萍、师德强、覃海波、邓高峰、韦艳艳、潘驰、李秉正、张振宇、贝慧婷、吴泊良。

白砂糖智能化生产技术规范

1 范围

本文件规定了白砂糖智能化的智能化生产设施设备及信息系统、生产工艺的要求，描述了生产过程信息的追溯方法。

本文件适用于白砂糖的智能化生产。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 1886.15 食品安全国家标准 食品添加剂 磷酸
- GB 2760 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准
- GB 3150 食品安全国家标准 食品添加剂 硫磺
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB/T 10498 糖料甘蔗
- GB 30614 食品安全国家标准 食品添加剂 氧化钙
- GB 31629 食品安全国家标准 食品添加剂 聚丙烯酰胺
- GB/T 41255 智能工厂 通用技术要求
- QB/T 4089 制糖工业助剂 聚甘油脂肪酸酯类消泡剂

3 术语和定义

GB/T 41255界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能化生产 intelligent production

基于自动化设备、信息系统与数据集成，实现生产过程的自主感知、分析决策、精准执行与持续优化的制造模式。

3.2

分布式控制系统 distributed control system, DCS

用于过程控制，实现对生产过程的集中监控与分散控制的分布式计算机系统。

3.3

制造执行系统 manufacturing execution system, MES

用于管理车间生产过程，实现计划排产、过程监控、质量追溯等功能的信息系统。

4 总体要求

4.1 设计目标

白砂糖智能工厂的设计应遵循以下目标：

——全面数字化：实现从原料进厂到成品出厂的全流程、全要素数据采集与数字化管理。

——工厂互联化：实现生产设备、传感装置、信息系统之间的网络互联与数据互通。

——关键环节智能化：在煮糖、分蜜、质量检测等关键环节应用人工智能、大数据技术进行优化控制与预测性维护。

- 生产精益化：通过仿真与优化，减少浪费，提高资源利用率。
- 绿色可持续：优化能源消耗，降低污染物排放。

4.2 设计框架

白砂糖智能工厂基本设计框架包括物理工厂设计和信息工厂设计两部分。物理工厂设计涵盖布局、设施设备和物流；信息工厂设计涵盖数据采集、管理系统和集成平台。两者应通过建模仿真与虚拟调试进行协同设计与验证。

5 智能化物理工厂

5.1 智能化布局

5.1.1 流水线布局

对于煮糖、分蜜、包装等连续或大批量生产环节，采用按工艺顺序的流水线布局。

5.1.2 单元化布局

对于动力车间（锅炉、发电）、水处理等辅助设施，可划分为独立的功能单元。

5.1.3 模块化布局

将相同或相似的设备组（如多个蒸发罐）进行模块化布置。

5.2 智能化设施设备

5.2.1 压榨工段

配备喂蔗台、翻板机、输蔗带、撕解机、压榨机、耙齿机、滚筒曲筛、除杂与清洗设备、切丝机、渗出器等。

5.2.2 澄清/蒸发工段

配备加热器、硫磺炉、中和器、沉淀池、吸滤机、蒸发罐、上浮器、饱充设备等压排水系统、各糖汁（混合汁、中和汁、清汁、滤清汁、泥汁、粗糖浆、清糖浆）箱等。

5.2.3 煮糖工段

配备煮糖罐、物料箱（糖浆、甲乙蜜等）、种子箱、助晶箱、分配槽等。

5.2.4 分蜜工段

配备分蜜机、糖糊机、洄溶机、糖蜜气送泵、振槽等。

5.2.5 干燥、筛分工段

配备干燥机、分类筛、吸铁器等。

5.2.6 包装工段

配备糖斗、装包机、糖包输送带、缝包机、码垛叠包机等。

5.3 智能化物流

工厂物流设计应通过建模仿真手段进行验证与优化，确保物流路径最短、产能平衡、瓶颈消除。应合理规划原料区、生产区、缓存区、成品区的布局，并考虑自动化物流设备的应用场景。

6 智能化信息工厂

6.1 智能化数据采集系统

宜建立覆盖全流程的智能化数据采集系统，通过部署于设备层的智能传感器，实时采集设备状态、工艺参数、质量指标、能耗及环境数据，为生产监控、优化与决策提供统一、准确的数据基础。

6.2 智能化信息管理系统

6.2.1 生产车间系统

宜配置以下系统：

- a) 压榨车间：液压翻板卸蔗系统、压榨均衡控制系统；
- b) 制糖车间：澄清集成控制系统、加热自动控制系统、吸滤入料自动控制、滤汁快沉均衡控制系统、自动煮糖系统、自动助晶系统、自动分蜜系统、糖蜜自动稀释控制系统、色值在线检测系统；
- c) 动力车间：锅炉计算机控制系统、汽轮机组及配发电自动控制系统、环保模块的烟气在线监测系统、水处理在线监测系统。

6.2.2 分布式控制系统

系统要求如下：

- a) 现场装置层：根据工艺要求在生产设备上配置的各种传感器、变送器及执行机构等；
- b) 过程控制层：识别并转换现场检测装置的信号，控制电机、阀门等执行机构的动作，并按设定的工艺参数与流程进行顺序控制、连续控制、开关调节控制；
- c) 过程管理层：操作人员通过操作站实现生产过程的监视和控制；
- d) 生产管理层：管理人员通过对监控画面、生产报表、系统日志了解生产执行及各车间系统运行情况。

6.2.3 制造执行系统

系统要求如下：

- a) 基础数据管理：根据车间业务建立系统的相应基础模型；
- b) 计划管理：对生产计划进行分解及相关操作；
- c) 作业管理：发送生产准备指令、生产任务调度、生产任务下达、零件流转卡管理；
- d) 协同制造平台：利用网络技术、信息技术，将原来传统的串行工作变为并行工作，实现生产准备、现场作业的协同进行。
- e) 生产资源管理：可对设备、人员、物料、工艺步骤等进行管理；
- f) 执行管理：确保生产人员按照操作要求，进行生产操作，确保生产合规；
- g) 设备管理：具有设备的台账管理、有效期管理、检修保养管理等功能；
- h) 质量管理：支持偏差管理、变更管理，支持条码管理；
- i) 安全管理：系统具有用户权限、角色、用户和用户组、电子签名功能，用户角色定义具有有效期；
- j) 信息管理：系统具有备份功能，可管理 2 年在线数据和 10 年的存档数据；
- k) 物料管理：物料信息管理、物料进出库管理、物料存储区域管理。
- l) 系统集成：可以通过本系统实现与各生产车间的自动化系统进行通信。

6.3 智能化数据集成平台

宜基于工业互联网架构，通过标准接口协议汇聚来自生产设备、控制系统及信息系统的多源异构数据。平台具备数据治理、统一建模等能力，为制造执行、能源管理、决策优化等上层应用提供接口。

7 智能化生产工艺

7.1 工艺流程

见图1。

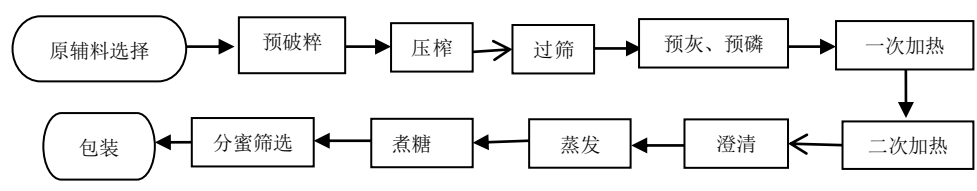


图1 白砂糖智能化生产工艺流程图

7.2 生产操作

7.2.1 原辅料要求

7.2.1.1 原料

糖料甘蔗符合GB/T 10498的规定。

7.2.1.2 辅料

7.2.1.2.1 生产用水符合 GB 5749 的规定。

7.2.1.2.2 石灰符合 GB 30614 的规定。

7.2.1.2.3 磷酸符合 GB 1886.15 的规定。

7.2.1.2.4 聚丙烯酰胺符合 GB 31629 的规定。

7.2.1.2.5 消泡剂符合 QB/T 4089 的规定。

7.2.1.2.6 硫磺符合 GB 3150 的规定。

7.2.2 预破碎

宜采用液压翻板卸蔗系统，通过自动化手段卸蔗，将甘蔗均衡入料，使用撕解机进行预破碎，破碎度达90%以上。

7.2.3 压榨

采用均衡榨蔗系统设定每小时榨量，并实时监控压榨机电流负荷情况、落蔗情况，将经过预破碎的甘蔗使用压榨机组加热水逆向浸透对甘蔗进行压榨、浸透提汁，热水温度为50℃～85℃。压榨甘蔗糖分抽出率97%以上，浸透水加入量对甘蔗比为15%～18%，蔗汁即榨即用。

7.2.4 过筛

先通过滚筒曲筛将蔗渣分离，再通过24目的振动筛，将蔗汁中的蔗糖细小杂质除去，滤液残留湿度70%。

7.2.5 预灰、预磷

蔗汁过筛后在蔗汁中加入适量浓度在8°Be～10°Be的石灰乳，加入适量磷酸使蔗汁磷酸值达到300mg/L～650mg/L，并控制蔗汁pH值为6.8～7.4。

7.2.6 一次加热

宜采用加热自动控制系统，热电偶或温度变送器监测，蔗汁加热至60℃~68℃时，加入石灰乳，控制蔗汁pH值为6.8~7.5。

7.2.7 二次加热

宜采用加热自动控制系统，将一次加热后的蔗汁二次加热至101℃~103℃。

7.2.8 澄清

宜采用澄清集成控制系统设定蔗汁流量：165 m³/h~175 m³/h，硫熏强度：22 cc~28 cc，并监控中和蔗汁流量均衡和燃硫炉燃烧状况，蔗汁经过二次加热进入沉降池，硫熏强度25 mL~35 mL，聚丙烯酰胺添加量为3 mg/L~4.5 mg/L。蔗汁在沉降池内实现清浊固液分离，上部得到的蔗汁为清汁，泥汁经过滤得滤清汁并入清汁，清汁混浊度≤100 MAU，清汁温度 115℃~120℃。

7.2.9 蒸发

宜采用澄清集成控制系统设定操作参数，并进行热力监控和调节，通过五效真空蒸发罐设备将澄清后的蔗汁进行蒸发浓缩形成粗糖浆，末效汁汽室真空度控制在-0.075 MPa~-0.085 MPa，糖浆锤度65° Bx~70° Bx，蒸发罐液位40%。

7.2.10 煮糖

宜采用自动煮糖系统对煮糖工段进行监控和调节，应用强制搅拌对流真空煮糖罐进行三系煮糖，利用研磨后的糖粉进行投粉起晶，晶体在煮糖罐中入糖浆煮制，煮糖真空度为-0.083 MPa，分三段或五段煮糖提炼，煮制R1糖膏、R2糖膏、R3糖膏，锤度为95° Bx~102° Bx。

7.2.11 分蜜筛选

使用全自动分蜜机设定：水洗时间8 s~10 s、汽洗时间：15 s~20 s、分离时间：35 s~50 s、甩干转速1100 rpm，糟液糖分80° Bx。固体是糖品，液体是糖蜜，糖蜜需泵回煮糖继续煮制。干砂出口水分0.07%，糖粒粒度分布（在线粒度分析仪或激光或影像系统）筛分后，将白砂糖筛分成中砂、细砂、幼砂，筛分合格率为90%。

7.2.12 包装

宜采用白砂糖自动装包系统、机械手码垛系统，将筛分后的白砂糖使用自动装包机称量、装袋。在线视觉检测+气密试验，条码/二维码识别（OCR视觉系统），包装袋上应注明生产日期、保质期和食用方法

8 生产档案

生产记录内容包括设备清洁、设备维护保养、原料来源、原料验收、加工开始时间和结束时间、包装规格和成品数量、加工日期、操作者签名、审核者签名等。生产档案保存2年以上。

参 考 文 献

- [1] DB45/T 901—2013 二步法生产精制白砂糖工艺技术规范
 - [2] T/GXAS 053—2020 蔗糖绿色生产技术规范
-