

ICS 13 040 40

C1513

T/GXDSL

团体标准

T/GXDSL 023—2025

啤酒行业糖化煮沸尾气处理标准

Treatment Standards for Exhaust Gas from Mashing and Boiling in the Beer Industry

2025 - 4 - 2 发布

2025 - 4 - 5 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 1

 糖化工序 1

 3.2 1

 煮沸工序 1

 3.3 1

 尾气处理系统 1

 3.4 1

 板壳式换热器 1

4 尾气收集系统 2

 4.1 集气罩与通风管道 2

 4.2 密闭性要求 3

5 预处理技术 3

 5.1 除尘 3

 5.2 降温 3

6 尾气处理技术 4

 6.1 生物处理技术 4

 6.2 活性炭吸附技术 4

 6.3 化学洗涤技术 4

7 热能回收利用 4

 7.1 板壳式换热器技术 4

 7.2 热能利用技术 5

 7.3 系统集成 5

8 排放监测 5

 8.1 在线监测系统 5

 8.2 检测频次与检测项目 6

9 安全与环保要求 6

 9.1 安全要求 6

 9.2 环保要求 6

10 运行管理 7

10.1 操作规程 7

10.2 应急措施 7

10.3 记录管理 8

10.4 档案管理 8

前 言

本文件依据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。

本文件由杭州旺桔软件科技有限公司提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：永嘉县祥贵金属材料有限公司，宁波东君智能装备有限公司，宁波青柑软件科技有限公司，宁波惟正电子材料有限公司，广西产学研科学研究院。

本文件主要起草人：胡中麟，廖礼勇，陈健，李佳廷，曹珠央，施茜茜，廖珂玉，罗碧雯，王航军，曹迎辉，曹珠东，叶健，洪璐，董伟，李鹏新，张宝成，张驰，马宝帅，董海军，张东华，包小慧，赵爱军，董琳琳，许婧。

本文件为首次发布。

啤酒行业糖化煮沸尾气处理标准

1 范围

本文件规定了啤酒生产过程中糖化工序、煮沸工序产生的尾气（含蒸汽、挥发性有机物VOCs、颗粒物及异味等）的收集、预处理、处理、热能回收、排放监测及安全管理要求。

本文件适用于啤酒生产企业尾气处理系统的设计、施工、运行和管理。

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 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

GB 50160 石油化工企业设计防火标准(2018年版)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

糖化工序

麦芽粉碎后经糖化锅、过滤槽等设备进行糖化反应的工艺过程。

3.2

煮沸工序

麦汁在煮沸锅中加热沸腾并添加酒花的工艺过程。

3.3

尾气处理系统

对糖化、煮沸过程中产生的废气进行收集、净化的装置组合。

3.4

板壳式换热器

由板片和壳体组成的换热设备，具有高效传热、耐高温高压的特性。

4 尾气收集系统

4.1 集气罩与通风管道

4.1.1 集气罩设计要求

4.1.1.1 集气效率：

集气罩应具备高捕集效率，确保对产气设备产生的废气进行全面收集，其集气效率需达到或超过95%。

4.1.1.2 材质选择：

- a) 集气罩材质需具备良好的耐高温和耐腐蚀性能，以适应糖化锅、煮沸锅等高温、高湿的工作环境。推荐使用以下材料：
- b) 不锈钢：具有优异的耐高温（ $\geq 120^{\circ}\text{C}$ ）和耐腐蚀性能，适用于复杂工况下的长期运行。
- c) PP（聚丙烯）材质：重量轻、成本低且耐酸碱腐蚀，适合用于非高温区域或作为辅助部件。

4.1.1.3 结构设计：

- a) 集气罩形状应根据生产设备的具体尺寸和排气特性进行优化设计，通常采用伞形或侧吸式结构，以确保最佳的气流捕获效果。
- b) 边缘应加装挡板或导流装置，避免外部空气干扰导致废气逃逸。
- c) 内部表面应光滑无死角，便于清洁维护，并减少冷凝水积聚。

4.1.1.4 安装位置：

集气罩应紧贴产气设备上方安装，距离设备顶部不超过30cm，以最大限度地缩短废气扩散路径，提高捕集效率。

4.1.2 通风管道设计要求

4.1.2.1 气流速度：

通风管道内的气流速度应不低于8m/s，以确保废气在管道内快速流动，减少冷凝现象的发生。

4.1.2.2 倾斜度设计：

管道应保持至少2%的倾斜度，以便于冷凝水沿管道壁自然排放至指定收集点。若管道水平布置或倾斜角度不足，冷凝水可能在管道内部积聚，形成液封效应，阻碍气流通过，甚至引发管道腐蚀。

4.1.2.3 管径计算：

根据废气流量和气流速度合理选择管道直径，避免因管径过小导致压力损失过大或管径过大造成能源浪费。具体计算公式如下：

$$Q = v \cdot A \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q：废气流量（m³/s）；

v：气流速度（m/s）；

A：管道截面积（m²）。

4.1.2.4 材质选择：

通风管道材质应与集气罩一致，优先选用耐高温、耐腐蚀的不锈钢或PP材质。对于高温区域，采用双层保温设计，以降低热损失并保护操作人员安全。

4.1.2.5 连接方式：

管道连接处应采用密封性能良好的法兰或卡箍连接，避免漏气现象。

4.1.2.6 防静电措施：

在输送易燃易爆气体的场合，通风管道需采取防静电接地措施，防止静电积累引发安全事故。

4.2 密闭性要求

设备接口、管道连接处需密封处理，泄漏率≤1%。

5 预处理技术

5.1 除尘

5.1.1 设备选择

5.1.1.1 高效旋风除尘器：

利用离心力原理，使含尘气体在高速旋转过程中将 $\geq 5\mu\text{m}$ 颗粒物甩向器壁并沉降下来，除尘效率可达85%–90%的除尘器设备。

5.1.1.2 布袋除尘器：

布袋除尘器是一种高效的干式除尘设备，利用滤料对含尘气体进行过滤分离。其颗粒物去除效率高达99%以上，能够满足严格的排放标准（颗粒物浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

5.1.2 设计参数

5.1.2.1 颗粒物去除效率：

系统设计应确保颗粒物去除效率 $\geq 90\%$ ，以满足环保法规要求，并保护后续处理设备免受颗粒物磨损或堵塞的影响。

5.1.2.2 排放浓度控制：

处理后尾气中的颗粒物浓度需控制在 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，避免超标排放对环境造成污染。

5.1.3 运行维护

5.1.3.1 定期检查除尘器的密封性，防止漏风现象影响除尘效率。

5.1.3.2 对布袋除尘器的滤袋进行定期清理或更换，确保其正常工作。

5.1.3.3 在处理高湿尾气时，注意防止滤袋表面结露或堵塞。

5.2 降温

5.2.1 设备选择

5.2.1.1 板式换热器：

板式换热器通过冷热流体在金属板片两侧的间接接触实现热量交换，具有换热效率高、占地面积小的特点。

5.2.1.2 喷淋冷却塔：

喷淋冷却塔通过水雾与尾气直接接触的方式实现降温，同时兼备一定的除尘和加湿功能。

5.2.2 设计参数

5.2.2.1 温度控制：

尾气温度应降至40℃以下，以避免高温对后续吸附装置或催化氧化设备造成损害。

5.2.2.2 湿度控制：

尾气湿度需控制在80%以下，过高湿度可能导致设备内部结露、腐蚀或堵塞问题。

6 尾气处理技术

6.1 生物处理技术

6.1.1 生物滤池或生物滴滤塔设计

填料层高度应不低于1.5米，以确保足够的生物膜生长面积和微生物活性。

6.1.2 停留时间

气体在生物滤池或生物滴滤塔内的停留时间应大于等于30秒，以保证VOCs与微生物充分接触和降解。

6.1.3 微生物菌剂维护

每月定期补充微生物菌剂，以维持系统内微生物的种群密度和降解能力。

6.1.4 去除效率

VOCs的去除效率应达到85%以上，确保尾气排放达到环保标准。

6.2 活性炭吸附技术

6.2.1 活性炭层设计

活性炭层厚度应大于等于0.8米，以提高吸附效率。

6.2.2 空塔气速

控制空塔气速在0.3m/s以下，以保证气体与活性炭充分接触。

6.2.3 再生与更换

活性炭吸附饱和后，需通过热氮气再生或更换新的活性炭。再生周期应控制在2000小时以内，以确保吸附效果。

6.3 化学洗涤技术

6.3.1 酸性气体处理

对于H₂S等酸性气体，采用5%~10%的NaOH溶液进行中和反应，生成无害的盐类和水。

6.3.2 碱性气体处理

对于碱性气体，采用稀硫酸进行洗涤，控制pH值在6~8之间，以实现最佳去除效果。

6.3.3 去除效率

确保气体去除效率达到90%以上，满足环保排放要求。

7 热能回收利用

7.1 板壳式换热器技术

7.1.1 热能回收

在糖化煮沸工序中，通过板壳式换热器回收高温冷凝水和二次蒸汽的热能，这些热能可以用于其他工艺流程，减少能源消耗。

7.1.2 传热效率

板壳式换热器的传热效率应不低于85%，确保热能的高效传递。

7.1.3 耐压性能

换热器的耐压能力需达到1.6MPa以上，以满足不同工况下的压力要求。

7.1.4 耐温性能

换热器的设计耐温应不低于150℃，以适应高温工况下的稳定运行。

7.1.5 控制系统

换热器应配备先进的控制系统，包括温度、压力、流量等参数的实时监控和自动调节，确保热能回收过程的稳定性和安全性。

7.2 热能利用技术

7.2.1 预热糖化用水

回收的热能可用于预热糖化用水，降低加热过程中的能源消耗。

7.2.2 CIP 清洗热水

热能回收后可用于制备CIP（Clean-In-Place）清洗的热水，减少清洁过程中的能源需求。

7.2.3 能源综合利用率

通过热能回收和利用，整体能源综合利用率提高应不低于20%，实现节能减排的目标。

7.3 系统集成

热能回收系统应与生产线的其他设备进行系统集成，实现能源的最优化配置和调度。

8 排放监测

8.1 在线监测系统

企业应安装先进的在线监测系统，对挥发性有机物（VOCs）、颗粒物、温度、湿度等关键指标进行实时监控。

8.1.1 高精度传感器

采用高性能传感器，确保对VOCs、颗粒物浓度以及环境参数（如温度、湿度）的精确测量。

8.1.2 数据采集与传输

通过物联网技术，将监测数据实时上传至企业环保管理平台，确保数据的完整性和及时性。

8.1.3 超标报警机制

当监测值超过设定阈值时，系统自动触发报警机制，并通过短信、邮件或APP推送等方式通知相关人员，以便快速采取应对措施。

8.1.4 数据分析与报告生成

系统可自动生成排放数据报表，支持历史数据查询和趋势分析，为企业环保管理和决策提供科学依据。

8.2 检测频次与检测项目

为确保排放达标并满足环保监管要求，企业应建立完善的检测制度。

8.2.1 企业自检

8.2.1.1 频次：企业应每月开展一次全面自检。

8.2.1.2 检测项目：

- a) 非甲烷总烃（NMHC）：评估 VOCs 排放情况。
- b) 颗粒物（PM）：包括 PM10 和 PM2.5，监测空气中悬浮颗粒物浓度。
- c) 臭气浓度：评估废气异味污染程度。

8.2.1.3 检测方法：按照 HJ/T 397 标准执行，使用便携式检测仪器或实验室分析方法。

8.2.2 第三方检测

8.2.2.1 频次：每年至少由具备资质的第三方检测机构进行一次全面检测。

8.2.2.2 检测项目：

- a) 非甲烷总烃（NMHC）
- b) 颗粒物（PM）
- c) 臭气浓度

8.2.2.3 检测方法：依据 GB 16297、GB 14554 标准执行。

9 安全与环保要求

9.1 安全要求

9.1.1 防爆装置

9.1.1.1 尾气处理系统应配备符合国家标准防爆装置，防止因可燃气体聚集引发爆炸事故。

9.1.1.2 防爆装置的设计和安装需遵循 GB 50160 要求，确保设备选型、材料选择及结构设计均满足防爆需求。

9.1.2 应急排放阀

9.1.2.1 系统需设置应急排放阀，用于在紧急情况下快速释放过高压力或有毒有害气体，避免对人员和设备造成损害。

9.1.2.2 应急排放阀应具备自动启动功能，并与报警系统联动，确保在异常情况下能够迅速响应。

9.1.3 可燃气体报警仪

9.1.3.1 在尾气处理系统的操作区域及周边环境内，安装灵敏度高、响应速度快的可燃气体报警仪。

9.1.3.2 报警仪需定期校准，确保其准确性和可靠性。当检测到可燃气体浓度超过设定阈值时，系统应自动触发报警并启动相应的应急措施。

9.1.4 电气设备防护

9.1.4.1 操作区域内使用的电气设备应符合 GB 3836.1 防爆等级要求。

9.1.4.2 所有电气线路敷设需按照规范进行，避免因短路或过载引发火灾或爆炸。

9.2 环保要求

9.2.1 尾气排放限值

9.2.1.1 非甲烷总烃：排放浓度不得超过 50 mg/m^3 ，以减少挥发性有机物（VOCs）对大气环境的影响。

9.2.1.2 颗粒物：排放浓度不得超过 20 mg/m^3 ，降低空气中悬浮颗粒物污染。

9.2.1.3 臭气浓度：排放限值为 1000（无量纲），有效控制废气异味对周边环境的影响。

10 运行管理

10.1 操作规程

10.1.1 设备启停规程

10.1.1.1 启动前检查：在设备启动前，应对关键部件（如风机、过滤器、吸附装置等）进行全面检查，确保无故障或异常情况。

10.1.1.2 启动顺序：按照工艺流程的逻辑顺序依次启动各子系统，避免因操作不当导致设备损坏或废气泄漏。

10.1.1.3 停机规程：设备停机时，应先停止废气输入，待系统内残留气体完全处理后，再关闭主设备和辅助设备。

10.1.2 参数监控规程

10.1.2.1 温度监控：实时监测处理系统内的温度变化，确保其处于设计范围内。若温度异常升高或降低，应及时排查原因并采取措施。

10.1.2.2 压力监控：对管道和设备的压力进行动态监测，防止因超压或负压过大导致泄漏或设备损坏。

10.1.2.3 pH 值监控：对于涉及化学吸收或生物处理的工艺，需定期检测废水或反应液的 pH 值，确保其符合工艺要求。

10.1.2.4 数据记录：所有监控参数应通过在线监测系统自动记录，并生成日报表和月报表。

10.1.3 维护保养规程

10.1.3.1 定期检查：制定详细的设备检查计划，包括日检、周检和月检，重点检查易损件（如滤芯、活性炭、微生物载体等）的状态。

10.1.3.2 预防性维护：根据设备使用说明书及实际运行情况，定期更换耗材（如活性炭、催化剂等），并清理积尘或堵塞部位。

10.1.3.3 维修记录：每次维护或维修均需详细记录，包括故障类型、维修过程、更换部件清单及修复时间。

10.2 应急措施

10.2.1 备用系统启用

10.2.1.1 在主处理系统发生故障时，立即切换至备用系统，确保废气得到持续处理。

10.2.1.2 备用系统的设计容量应与主系统相当，并定期进行测试和维护，确保随时可用。

10.2.2 停产检修

10.2.2.1 若备用系统无法满足处理需求或故障严重，应立即停止生产活动，组织专业人员进行检修。

10.2.2.2 在检修期间，严禁直接排放未经处理的废气，必要时可采用临时储存或稀释排放的方式降低污染风险。

10.2.3 应急预案

10.2.3.1 制定详细的应急预案，明确各级人员的责任分工和应急处置流程。

10.2.3.2 定期组织应急演练，提高员工的应急响应能力，并根据演练结果不断完善预案内容。

10.3 记录管理

为便于追溯和分析，企业需建立完善的记录管理制度，确保所有运行数据和操作记录完整、准确。

10.3.1 运行参数记录

10.3.1.1 每日记录设备运行的关键参数，包括但不限于温度、压力、流量、pH 值等。

10.3.1.2 对异常数据进行标注，并分析原因，形成问题报告。

10.3.2 耗材更换记录

10.3.2.1 记录活性炭更换时间、数量及规格，确保吸附效果始终处于最佳状态。

10.3.2.2 对于生物处理系统，记录微生物补充的时间、种类及剂量，确保生物活性稳定。

10.3.3 在线监测数据记录

10.3.3.1 自动采集并存储在线监测系统的数据，包括 VOCs 浓度、颗粒物浓度、臭气浓度等。

10.3.3.2 数据保存期限不得少于 3 年，并定期备份以防丢失。

10.4 档案管理

10.4.1 将所有运行记录、维护记录、检测报告及相关文件分类归档，建立电子化档案管理系统，方便查询和管理。

10.4.2 定期对档案进行整理和更新，确保信息的时效性和完整性。
