

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2165—2023

制浆造纸企业产生臭气处理工艺设计规范

Specification for odor gas treatment in pulp and paper enterprises

2023 - 12 - 23 发布

2024 - 02 - 23 实施

湖北省市场监督管理局 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

4 总体要求 2

5 设备要求 2

6 工艺路线设计 3

7 收集单元 4

8 预处理单元 5

9 输送单元 5

10 后处理单元 6

11 焚烧处理单元 6

12 仪控单元 7

13 安装及验收 7

前 言

本文件按照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。

本文件由武汉凯比思电力设备有限公司提出。

本文件由湖北省生态环境厅归口。

本文件起草单位：武汉凯比思电力设备有限公司、武汉市锅炉压力容器检验研究所、武汉工程大学、湖北工业大学、武汉理工大学。

本文件主要起草人：赵静、郑皓元、贺黎明、周凯、郭靖、高川、舒欢、胡滨、吴开斌、杨小俊、胡新宇、艾佳。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省生态环境厅，联系电话：027-87167182，邮箱：waterresearch0163.com，对本文件的有关修改意见建议请反馈至武汉凯比思电力设备有限公司，联系电话：027-86648700，邮箱：zhaojing@whkbs.com。

制浆造纸企业产生臭气处理工艺设计规范

1 范围

本文件规定了制浆造纸企业臭气采用焚烧法除臭技术的总体原则和要求、设备要求、工艺路线设计、收集单元、预处理单元、输送单元、后处理单元、焚烧处理单元、仪控单元、安装及验收。

本文件适用于制浆造纸企业焚烧法除臭的设计与应用。

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/T 151 热交换器
- GB/T 567（所有部分） 爆破片安全装置
- 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/T 16758 排风罩的分类及技术条件
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
- GB 51092 制浆造纸厂设计规范
- HJ 2302 制浆造纸工业污染防治可行技术指南
- HG/T 20570.6 管径选择
- HG/T 20675 化工企业静电接地设计规程
- HG/T 21556.2 不锈钢鲍尔环填料
- JB/T 10563 一般用途离心通风机 技术条件
- QB/T 6019 制浆造纸专业设备安装工程施工质量验收规范
- SH/T 3118 石油化工蒸汽喷射式抽空器技术规范
- SH/T 3413 石油化工石油气管道阻火器选用、检验及验收标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

总还原硫化物 total reduced sulfur (TRS)

气相硫酸盐排放物、冷凝物和废水中存在的硫化合物，总还原硫化物包括硫化氢（H₂S），甲硫醇（CH₃SH），二甲硫醚（CH₃SCH₃）和二甲基二硫醚（CH₃S₂CH₃）。

3.2

不凝性气体 non-condensable gases (NCG)

水蒸气从充满蒸气的流体中冷凝出来后残留的气体。在制浆造纸企业，NCG从蒸煮器、蒸发器、松节油系统、汽提塔、粗浆洗浆机和储液罐排放。它们含有TRS、空气和甲醇、松节油，并且通常被水蒸气饱和。

3.3

高体积低浓度气体 high volume, low concentration gases (HVLC)

体积流量大，有害物质体积浓度低于爆炸下限（LEL）的气体。

3.4

低体积高浓度气体 low volume, high concentration gases (LVHC)

体积流量小，有害物质体积浓度高于爆炸上限（UEL）的气体。

3.5

高浓臭气 concentrated noncondensable gas (CNCG)

含有TRS和/或松节油、甲醇和其他碳氢化合物浓度的气体，且可燃气体浓度高于爆炸上限（UEL）。

3.6

低浓臭气 dilute noncondensable gas (DNCG)

含有低于爆炸下限（LEL）硫化物浓度的气体。

3.7

汽提塔排气 stripper off-gas (SOG)

通过蒸汽汽提和蒸馏工艺从蒸煮器和冷凝器的冷凝物中汽提出的气体，气体中含有甲醇、还原硫气体和其他挥发性物质。

注：按照浓度划分属于高浓臭气，其主要成分为甲醇和水蒸气。

3.8

碱回收锅炉 alkaline recovery boiler (RB)

利用浓黑液中的有机物燃烧，并将黑液中的无机物通过燃烧生成熔融物回收利用的特种锅炉。

3.9

焚烧炉 incinerator

制浆造纸企业通过燃烧燃料达到一定温度，专门焚烧臭气的设备。

3.10

蒸发车间 evaporation section

制浆造纸企业中，利用蒸汽热量把稀黑液脱水浓缩后，生产可以燃烧的浓黑液的车间。

4 总体要求

4.1 本系统的设计应符合国内现行的工厂设计、安全、卫生等法律法规规定，构筑物的布置与选择应符合 GB 51092 的规定，遵循降低环境影响，方便施工及运行维护等原则。

4.2 臭气治理技术工艺过程可参考 HJ 2302 的规定进行设计。

4.3 制浆造纸企业不凝性气体经过焚烧处理后的烟气符合 GB 14554 要求。处理产生的污水应回收利用，或送往污水处理厂稀释、处理后达标排放。

4.4 制浆造纸企业在确定合适的工艺路线前，应与设计方、生产者、设备厂家一起讨论，根据现场实际情况选择合适的工艺路线。

5 设备要求

- 5.1 该工艺是制浆造纸臭气处理工艺，处理高体积低浓度气体的设备最低材质为 304 不锈钢，处理低体积高浓度气体的设备最低材质为 316L 不锈钢。
- 5.2 具有以下工况之一的设备、管道及其附件应保温：
- a) 工艺生产中需要保持介质温度的部位；
 - b) 工艺生产中不需要保温的设备、管道及其附件，其外表面温度超过 333 K（60℃）并需要经常操作维护，而又无法采用其他措施防止引起烫伤的部位。
- 5.3 所有臭气设备和管道上应设有静电消除装置。
- 5.4 液体输送泵类型应选离心泵。如果污水中不凝性气体浓度过高，有泄露风险，应选择磁力泵。
- 5.5 所有设备的电机根据爆炸区域划分选择防爆或非防爆型，电机防爆符合 GB 3836.1 的要求，应采用新型节能电机。

6 工艺路线设计

6.1 基本原理

- 6.1.1 制浆造纸企业不凝性气体的主要有害成分是硫化氢（ H_2S ），甲硫醇（ CH_3SH ），甲硫醚（ CH_3SCH_3 ），二甲基二硫醚（ $CH_3S_2CH_3$ ），松节油（ $C_{10}H_{16}$ ），甲醇（ CH_3OH ）。制浆造纸厂臭气分为低体积高浓度气体（细分为高浓臭气和汽提塔排气）和高体积低浓度气体（又称为低浓臭气）。
- 6.1.2 各来源点的臭气收集后，通过预处理冷却降低臭气体积和水分，然后被输送单元增压，经过后处理单元再进入焚烧单元内焚烧，焚烧产生的烟气处理达标后排放。

6.2 工艺流程

臭气处理工艺流程如图1。

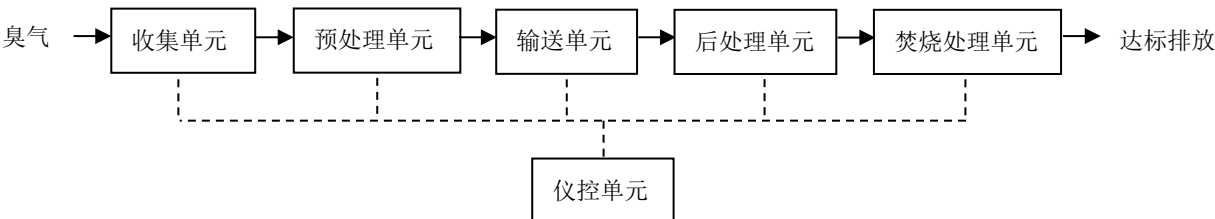


图1 臭气处理工艺流程

6.3 臭气的种类和臭气量

应结合工厂内各收集点的情况，根据臭气成分及浓度来确定臭气的种类和臭气量。高浓臭气流量可依据表1作为参考值。汽提塔排气流量可依据表2作为参考值。低浓臭气流量可依据表3作为参考值。

表1 高浓臭气流量

来源	流量 Nm^3/t 风干浆
间歇式蒸煮器	5.7~11.3
连续式蒸煮器	4.2~8.5
蒸发效罐	0.6~5.7

表2 汽提塔排气流量

来源	流量 Nm ³ /t 风干浆
间歇式制浆	15~35
连续式制浆	15~55

表3 低浓臭气流量

来源	流量 Nm ³ /t 风干浆
间歇式制浆	550~2000
连续式制浆	350~850
蒸发车间	170~550
苛化车间	160~1500

6.4 设计要求

- 6.4.1 高体积低浓度气体不应与低体积高浓度气体、空气混合，不同性质的臭气应单独收集和处理。
- 6.4.2 低浓臭气与高浓臭气应冷凝到 50℃ 以下，再输送至碱回收锅炉或焚烧炉焚烧。如果臭气中含有松节油，冷凝后温度应降至 32℃ 以下。
- 6.4.3 不同臭气系统产生的冷凝水应单独收集处理，收集后的冷凝水送回蒸发车间的重污水槽回收处理。
- 6.4.4 冷凝水不应进入碱回收锅炉或焚烧炉，管道设计时应设有倾斜度（倾斜度不低于 3%），并且管道系统内的最低点设置有冷凝水收集系统，防止冷凝水进入臭气焚烧点引起爆炸，冷凝水管的管径不低于 DN40。
- 6.4.5 系统管径的设计应符合 HG/T 20570.6 的规定，管道材质应按照：高体积低浓度气体最低材质为 304 不锈钢，低体积高浓度气体最低材质为 316L 不锈钢。
- 6.4.6 系统管线均设计有自动切断阀，当系统出现故障时，自动切断臭气到碱回收锅炉或焚烧炉。自动切断阀应具有位置反馈信号，在控制系统显示阀位状态。
- 6.4.7 在封闭的厂房中，减少臭气管道泄漏风险。同时，应设置总还原硫化物浓度检测仪。
- 6.4.8 工艺流程图设计完成后，应召集相关设计人员、操作人员、安全人员、环保人员进行商讨，对臭气系统中臭气流量、臭气中水分含量、冷凝方法等进行完善。
- 6.4.9 臭气入炉阀配套执行器出故障时候，阀门自动关闭，排空阀配套阀门执行器出故障时候，自动打开。

7 收集单元

7.1 低浓臭气

- 7.1.1 臭气收集时，应采用密闭设备或在密闭空间内操作，臭气应排至收集处理系统；如果某些设备必须在敞开空间作业，无法密闭的，应采取局部气体收集措施，臭气应排至收集处理系统。使用集气罩进行臭气收集的装置，其设置应符合 GB/T 16758 等相关规定。
- 7.1.2 集气罩设计不应妨碍设备操作与检修，应便于观察设备内部结构情况。
- 7.1.3 常压密闭的槽罐应设置呼吸阀。

7.2 高浓臭气

各车间的臭气源应密闭，不应让空气进入或臭气泄漏。

7.3 汽提塔排气

各车间的臭气源应密闭，不应让空气进入或臭气泄漏。

8 预处理单元

8.1 低浓臭气

8.1.1 如果臭气中带有杂质如纤维或粉尘颗粒等，应在进洗涤塔或冷凝器前设置文丘里洗涤器，提前将杂质除去，避免洗涤塔或冷凝器结垢。洗涤塔补充液优先等级：蒸汽冷凝水>清水>轻污水；洗涤液流量按照液气比 $1.1\text{L}/\text{m}^3 \sim 3.1\text{L}/\text{m}^3$ 设计，气体压降控制在不大于 2kPa 。

8.1.2 臭气的冷凝降温应选择洗涤塔或冷凝器。

8.1.3 如果选用洗涤塔，可按照填料塔进行设计，应配备有喷淋液循环系统，包含泵、换热器等。喷淋液进洗涤塔的温度与臭气出洗涤塔的温度应有 $3^\circ\text{C} \sim 5^\circ\text{C}$ 温差。换热器可选用板式换热器，如果喷淋液较脏，应选择管壳式换热器。洗涤塔内填料采用金属鲍尔环，应符合 HG/T 21556.2 的规定

8.1.4 如果选用冷凝器，臭气应设计经过管程，冷却介质设计经过壳程。冷凝器内应设有喷淋装置，间歇或连续的清洗管程。冷凝器管程还应设置人孔，定期打开人孔检查内部情况。冷凝器设计应符合 GB/T 151 的规定。

8.1.5 工况较为恶劣情况，应考虑增加酸洗设备，用于鲍尔环填料或换热器的清洗。

8.2 高浓臭气

8.2.1 高浓臭气应选择列管式换热器进行冷凝降温，臭气应设计经过管程，冷却介质设计经过壳程。冷凝器设计应符合 GB/T 151 的规定。

8.2.2 冷凝后的高浓臭气，在进入喷射器前，应根据高浓臭气清洁情况配置洗涤器洗涤处理。

8.3 汽提塔排气

汽提塔排气温度过高时，应选择列管式换热器进行冷凝降温至 $90^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ ，臭气应设计经过管程，冷却介质设计经过壳程。冷凝器设计应符合 GB/T 151 的规定。

9 输送单元

9.1 低浓臭气

9.1.1 低浓臭气可选用风机输送。风机在设计时应考虑防静电火花，且机壳的最低点需设冷凝水排放口，并且在轴承处设计温度和震动检测仪表。风机的选型应符合 JB/T 10563 的规定。

9.1.2 电机根据爆炸区域的划分选择防爆型或非防爆型。

9.1.3 在焚烧设备均无法使用时，低浓臭气自动排空，管道需设有自动排空，自动排空点应设置在高点，非封闭环境。

9.1.4 低浓臭气风机吸入口应增加空气稀释管道。

9.2 高浓臭气

9.2.1 高浓臭气应选择蒸汽喷射器作为输送设备。喷射器设计应符合 SH/T 3118 的规定。

9.2.2 喷射器的蒸汽应使用新鲜过热蒸汽，且蒸汽管道应配备疏水系统。

9.2.3 在蒸发车间或碱回收锅炉应设置集气槽收集各车间产生的高浓臭气。集气槽具有水封作用，各车间送来的臭气应插入水封液面以下。

9.2.4 当碱回收锅炉和焚烧炉、火炬等焚烧设备均无法使用时，高浓臭气自动排空，管道需设有自动排空阀门，自动排空点应设置在高点，非封闭环境。

9.2.5 系统的设计应防止空气漏入，在输送过程中必须密闭。高浓臭气系统的全部部件应当密封，防止漏气。

9.3 汽提塔排气

9.3.1 汽提塔排气自身带有压力，无需动力可直接输送到碱回收锅炉和焚烧炉。如果汽提塔排气的压力过低，应按照本文件 9.2.1 和本文件 9.2.2 设置配套蒸汽喷射器输送。

9.3.2 当碱回收锅炉和焚烧炉、火炬等焚烧设备均无法使用时，汽提塔排气自动排空，管道需设有自动排空阀门，自动排空点应设置在高点，非封闭环境。

10 后处理单元

10.1 低浓臭气

10.1.1 低浓臭气在进入碱回收锅炉和焚烧炉前，应先除去臭气中的液态冷凝水和雾沫，然后再单独加热至 80℃ 以上，保证低浓臭气与空气混合后的温度不低于混合气体的露点。

10.1.2 除雾器应选择高效型，压降不大于 0.5 kPa。

10.1.3 加热器宜选择光管式换热器，热源可选择新鲜蒸汽等。加热器压降不大于 0.5 kPa。

10.2 高浓臭气

10.2.1 高浓臭气在进入碱回收锅炉和焚烧炉前，应先除去臭气中的液态冷凝水和雾沫，然后再单独加热至 80℃ 以上，保证加热后无液态水进入炉膛。可设置加热器或管道伴热系统。

10.2.2 高浓臭气系统应设有管道阻火器防止回火，阻火器的选型应符合 SH/T 3413 的规定，同时安装位置按照选型要求靠近焚烧点，另外阻火器底部需要设置排液点。

10.2.3 高浓臭气系统应设置有爆破片，当系统产生爆炸时候，有效泄压，降低损失。爆破片选型应符合 GB/T 567（所有部分）的规定。

10.3 汽提塔排气系统

10.3.1 汽提塔排气在进入碱回收锅炉和焚烧炉前，应先除去臭气中的液态冷凝水和雾沫，然后再单独加热，保证加热后无液态水进入炉膛。可设置加热器或管道伴热系统。

10.3.2 汽提塔排气系统应设有管道阻火器防止回火，阻火器的选型应符合 SH/T 3413 的相关规定，同时安装位置按照选型要求靠近焚烧点，另外阻火器底部需要设置排液点。

10.3.3 汽提塔排气系统应设置有爆破片，当系统产生爆炸时候，有效泄压，降低损失。爆破片选型应符合 GB/T 567（所有部分）的规定。

11 焚烧处理单元

11.1 臭气的焚烧点可选择碱回收锅炉和焚烧炉；优先在碱回收锅炉焚烧，碱炉不具备燃烧条件时在焚烧炉焚烧。任何一个焚烧点，均应能处理所有臭气。臭气在焚烧炉燃烧过程中产生二氧化硫，应配备烟气脱硫塔。

- 11.2 低浓臭气作为助燃空气，可与助燃空气混合，或者单独的风口进入碱回收锅炉或焚烧炉内燃烧。高浓臭气和汽提塔排气中可燃物质的浓度较高，设计作为燃料，应配备有专门的燃烧器对其进行燃烧。燃烧器上配备点火系统和火焰探测器，保证有持续的火源焚烧臭气。
- 11.3 完整的焚烧炉系统应包含焚烧炉、余热锅炉及省煤器、脱硫塔和风机。可根据相应的要求配置。
- 11.4 焚烧炉的燃料可选择天然气、柴油或粗甲醇。
- 11.5 臭气完全焚烧条件：温度不低于 760℃，过氧量系数大于 3%，反应时间大于 0.75 s。
- 11.6 焚烧炉可采用直线筒体设计，内部设有耐火材料隔热。筒体应设有检修孔，半年检查一次内部情况。
- 11.7 余热锅炉及省煤器的材质应选择耐稀硫酸腐蚀材料。
- 11.8 焚烧炉系统点火前或燃烧失败后应充分置换炉内气体，置换倍数 5 倍~6 倍倍焚烧炉内容积，同时配备可燃气体在线监测。
- 11.9 脱硫塔的喷淋液应选择氢氧化钠溶液（质量浓度 10%），反应过程中 PH 值控制在 10~13，废液可排放至溶解槽或绿液槽内。
- 11.10 脱硫塔内烟气设计流速 3 m/s~4 m/s，液气比 1 L/m³~3 L/m³。脱硫塔顶部应设置除雾器，并配备清洗装置。
- 11.11 脱硫塔出口的烟气温度应控制在 70℃~80℃。
- 11.12 经处理后的烟气，应满足 GB 14554 的要求。

12 仪控单元

- 12.1 臭气处理系统除以上设备外，还应配有相应的过程检测仪表，仪表精度等级要求不低于 0.1。对关键参数进行监控，并传输到控制系统。
- 12.2 低浓臭气系统可与生产工艺系统共用一套控制系统。高浓臭气和汽提塔排气系统应设计有独立的安全连锁系统，可与各焚烧点的控制系统进行通讯。仪表与安全连锁系统的连接应使用硬接线连接，保证无干扰。
- 12.3 臭气在投入焚烧点前，应设置连锁条件，当条件满足时，才能投入。在投入运行后，也要设有运行条件，保证正常燃烧，如果无法满足，应当及时停止臭气的投入。具体的连锁条件需与各焚烧设备厂商进行沟通确认。
- 12.4 臭气在各焚烧点之间应实现自动切换功能，保证臭气安全燃烧。

13 安装及验收

- 13.1 工艺设备的安装及验收应符合 QB/T 6019 的要求。
- 13.2 槽罐的安装及验收应符合 GB 50236 及 GB 50683 的要求。
- 13.3 管道的安装及验收应符合 GB 50235 及 GB 50184 的要求。
- 13.4 设备、管道的防静电及接地应符合 HG/T 20675 的要求。
-