



中华人民共和国国家标准

GB/T 29152—2025

代替 GB/T 29152—2012

垃圾焚烧尾气处理设备

Flue gas cleaning system for municipal solid waste incineration

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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	2
4 设备构成	4
4.1 技术路线	4
4.2 系统组成	4
5 技术要求	5
5.1 基本要求	5
5.2 性能要求	5
5.3 工艺系统要求	5
5.4 电气控制要求	9
5.5 安全环保职业卫生要求	10
5.6 消防要求	10
6 试验方法	10
6.1 流场模拟检验	10
6.2 焊接质量检验	10
6.3 保温、油漆检验	10
6.4 电气设备检验	10
6.5 防雷、接地措施检验	10
6.6 性能测试	10
7 检验规则	11
7.1 检验分类	11
7.2 出厂检验	11
7.3 安装检验	11
7.4 性能检验	11
8 标志和文件	12
8.1 固定产品标志	12
8.2 包装和储运标志	13
8.3 文件	13
9 包装、运输和贮存	13
9.1 包装	13
9.2 运输	13

9.3 贮存	13
附录 A (资料性) 典型尾气处理设备工艺流程	14
图 A.1 典型工艺流程图 1	14
图 A.2 典型工艺流程图 2	14
表 1 脱硝系统的氨逃逸和 SO ₂ /SO ₃ 转化率要求	5
表 2 尾气处理设备检验项目及要​​求	11



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。

本文件代替 GB/T 29152—2012《垃圾焚烧尾气处理设备》。与 GB/T 29152—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 删除了“二噁英类”“终产物”“反应器”“反应摩尔比”“二噁英类毒性当量”的术语和定义(见 2012 年版的 3.3、3.6、3.8、3.9 和 3.12)；
- b) 增加了“干法”“湿法”“脱硝工艺”“还原剂”“催化剂”的术语和定义(见 3.3、3.4、3.5、3.8 和 3.9)；
- c) 更改了“垃圾焚烧尾气处理设备”“半干法”“吸收剂”“设备可用率”“脱除效率”的术语和定义(见 3.1、3.2、3.6、3.11 和 3.12, 2012 年版的 3.1、3.2、3.4、3.10 和 3.11)；
- d) 增加了垃圾焚烧尾气处理设备的构成(见第 4 章)；
- e) 增加了氨逃逸和 SO₂/SO₃ 转化率考核要求(见 5.2.2)；
- f) 更改了烟气系统要求(见 5.3.1, 2012 年版的 4.2)；
- g) 增加了干法脱酸和湿法脱酸工艺要求(见 5.3.2.1 和 5.3.2.3), 更改了半干法脱酸工艺要求(见 5.3.2.2, 2012 年版的 4.3)；
- h) 增加了 SNCR 脱硝工艺和 SCR 脱硝工艺要求(见 5.3.3)；
- i) 更改了袋式除尘器工艺要求(见 5.3.4.1, 2012 年版的 4.4), 增加了干式电除尘器工艺要求(见 5.3.4.2)；
- j) 更改了吸附剂喷射系统要求(见 5.3.5, 2012 年版的 4.6)；
- k) 更改了吸收剂储运制备系统要求(见 5.3.6, 2012 年版的 4.5)；
- l) 增加了还原剂储运制备系统要求(见 5.3.7)；
- m) 更改了输灰系统要求(见 5.3.8, 2012 年版的 4.7)；
- n) 更改了电气控制要求和安全环保职业卫生要求(见 5.4 和 5.5, 2012 年版的 5.5 和 5.6)；
- o) 增加了试验方法(见第 6 章)；
- p) 更改了检验规则(见第 7 章, 2012 年版的第 6 章)；
- q) 删除了吸收剂、水源、气源要求(见 2012 年版的附录 B)。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国环保产业标准化技术委员会(SAC/TC 275)归口。

本文件起草单位：浙江大学、浙江菲达环保科技股份有限公司、中机生产力促进中心有限公司、福建龙净环保股份有限公司、国能龙源环保有限公司、中国标准化研究院、中国电力工程顾问集团有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、西安热工研究院有限公司、中国环保机械行业协会、光大环保能源(衢州)有限公司、上海袋式除尘配件有限公司、浙江省白马湖实验室有限公司、中国天楹股份有限公司、中节能(唐山)环保装备有限公司、北京首创环境科技有限公司、浙江大学能源工程设计研究院有限公司、天津大学、中节能(北京)节能环保工程有限公司、上海电气电站环保工程有限公司、上海康恒环境股份有限公司、陕西久普环保科技有限公司、安徽绿能技术研究院有限公司、机械工业环保产业发展中心、浙江大学嘉兴研究院。

本文件主要起草人：高翔、罗水源、罗乐、张涌新、李艳波、朱翔、何育东、李岷、黄进、张力、武娟、刘正敏、李兴华、裴友峰、周志颖、李哲、焉杰文、蒋孟杰、郑成航、曹德标、李朝晖、戴小东、张晓昕、

GB/T 29152—2025

吴卫红、黄晶晶、曾武清、卜庆国、姜正雄、龙吉生、叶子军、柯贤宁、咎向明、贾中华、周灿。

本文件于 2012 年首次发布，本次为第一次修订。



垃圾焚烧尾气处理设备

1 范围

本文件规定了垃圾焚烧尾气处理设备的设备构成和技术要求,描述了相应的试验方法,规定了检验规则、标志和文件及包装、运输和贮存。

本文件适用于生活垃圾焚烧炉尾气处理设备的制造。

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 150(所有部分) 压力容器
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 209 工业用氢氧化钠
- GB/T 210 工业碳酸钠
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 1606—2025 工业碳酸氢钠
- GB/T 2440 尿素
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB 4053(所有部分) 固定式钢梯及平台安全要求
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 6719 袋式除尘器技术要求
- GB/T 7701.1 煤质颗粒活性炭 气相用煤质颗粒活性炭
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13931 电除尘器 性能测试方法
- GB 18218 危险化学品重大危险源辨识
- GB 18485 生活垃圾焚烧污染控制标准
- GB/T 21508 燃煤烟气脱硫设备性能测试方法
- GB/T 31584 平板式烟气脱硝催化剂
- GB/T 31587 蜂窝式烟气脱硝催化剂
- GB/T 34339 燃煤烟气脱硝喷氨混合系统
- GB/T 35209 烟气脱硝催化剂再生技术规范
- GB/T 40514 电除尘器
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范

- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50222 建筑内部装修设计防火规范
- GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火标准
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50341 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范
- GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
- GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
- GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- GBZ 2(所有部分) 工作场所有害因素职业接触限值
- CJJ/T 212 生活垃圾焚烧厂运行监管标准
- CJJ/T 270 生活垃圾焚烧厂标识标志标准
- DL/T 260 燃煤电厂烟气脱硝装置性能验收试验规范
- DL/T 5072 发电厂保温油漆设计规程
- DL/T 5153 火力发电厂厂用电设计技术规程
- HG/T 5353 工业氨水
- HJ/T 284 环境保护产品技术要求 袋式除尘器用电磁脉冲阀
- HJ/T 325 环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋框架
- HJ/T 327 环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋
- HJ 2012 垃圾焚烧袋式除尘工程技术规范
- JB/T 5906 电除尘器 阳极板
- JB/T 5913 电除尘器 阴极线
- JB/T 5916 袋式除尘器用电磁脉冲阀
- JB/T 5917 袋式除尘器用滤袋框架
- JB/T 8471 袋式除尘器 安装技术要求与验收规范
- JB/T 10964 湿法烟气脱硫装置专用设备 吸收塔浆液喷嘴
- JB/T 10989 湿法烟气脱硫设备 除雾器
- JB/T 11310 垃圾焚烧尾气治理袋式除尘器用滤料
- JB/T 12129 燃煤烟气脱硝失活催化剂再生及处理方法
- JB/T 12911 选择性非催化还原法烟气脱硝装置 喷射系统
- JB/T 13175 燃煤烟气脱硝数值和物理模拟试验方法
- JB/T 14088 袋式除尘器 滤袋
- NB/T 47003.1 常压容器 第1部分:钢制焊接常压容器
- NB/T 47003.2 常压容器 第2部分:固体料仓
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

垃圾焚烧尾气处理设备 flue gas cleaning system for municipal solid waste incineration

用于脱除生活垃圾焚烧尾气中颗粒物、氮氧化物(NO_x)、二氧化硫(SO_2)、氯化氢(HCl),以及各种重金属及其化合物和二噁英类的工艺系统设备。

注:包括与工艺直接相关的设备以及工艺附属的公用设备。

3.2

半干法 semi-dry flue gas treatment

在垃圾焚烧尾气处理设备中,吸收剂与尾气中的 SO_2 、 HCl 等酸性污染物在湿态环境下发生反应,生成副产物为干态的方法。

3.3

干法 dry flue gas treatment

在垃圾焚烧尾气处理设备中,通过将干粉吸收剂喷射到烟道或反应塔中,使吸收剂与尾气中的 SO_2 、 HCl 等酸性污染物在干态环境下发生反应,生成副产物为干态的方法。

3.4

湿法 wet flue gas treatment

在垃圾焚烧尾气处理设备中,吸收剂与尾气中的 SO_2 、 HCl 等酸性污染物在湿态环境下发生反应,生成副产物为湿态的方法。

3.5

脱硝工艺 denitrification process

在垃圾焚烧尾气处理设备中,用于还原脱除烟气中 NO_x 的方法。

3.6

吸收剂 absorbent

通过化学反应脱除尾气中的 SO_2 、 HCl 等酸性污染物的物质。

3.7

吸附剂 adsorbent

通过物理、化学吸附方式吸附尾气中重金属、二噁英类的物质。

3.8

还原剂 reductant

使烟气中 NO_x 还原为氮气和水的物质。

注:通常为氨基还原剂。

3.9

催化剂 catalyst

促使还原剂选择性地与烟气中的 NO_x 在一定温度下发生化学反应且本身的质量和化学性质在化学反应前后均未发生变化的物质。

3.10

压力降 pressure drop

垃圾焚烧尾气处理设备进口和出口烟气平均全压之差。

注:单位为帕斯卡(Pa)。

3.11

设备可用率 availability

垃圾焚烧尾气处理设备每年正常运行时间与垃圾焚烧炉每年总运行时间的百分比。

注:计算公式见式(1)。

$$Y = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Y —— 设备可用率；

A —— 垃圾焚烧炉每年可实际运行的总时间，单位为小时(h)；

B —— 尾气处理设备每年因自身故障导致的停运时间，单位为小时(h)。

3.12

脱除效率 removal efficiency

垃圾焚烧尾气处理设备脱除的颗粒物、NO_x、SO₂ 和 HCl 的量与未经处理前尾气中所含颗粒物、NO_x、SO₂ 和 HCl 的量的百分比。

注：计算公式见式(2)。

$$\eta_x = \frac{C_{x\text{-rawgas}} - C_{x\text{-cleangas}}}{C_{x\text{-rawgas}}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中：

η_x —— 各污染物脱除效率；

$C_{x\text{-rawgas}}$ —— 垃圾焚烧尾气处理设备入口尾气污染物质量浓度，单位为毫克每立方米(mg/m³)；

$C_{x\text{-cleangas}}$ —— 垃圾焚烧尾气处理设备出口尾气污染物质量浓度，单位为毫克每立方米(mg/m³)。

4 设备构成

4.1 技术路线

4.1.1 脱酸工艺：分为干法、半干法和湿法三种，可选择一种或组合工艺，其中半干法脱酸工艺以旋转喷雾干燥法(SDA)为主。

4.1.2 脱硝工艺：分为选择性催化还原法(SCR)和选择性非催化还原法(SNCR)，可选择一种或组合工艺。

4.1.3 除尘工艺：分为袋式除尘和电除尘，可选择一种或组合工艺，以袋式除尘工艺为主。

4.1.4 二噁英类和重金属去除工艺：吸附剂喷射配套袋式除尘器。

4.2 系统组成

4.2.1 垃圾焚烧尾气处理设备(以下简称“尾气处理设备”)由烟气系统、脱酸系统、脱硝系统、除尘系统、吸附剂喷射系统、吸收剂储运制备系统、还原剂储运制备系统和输灰系统组成。

4.2.2 烟气系统主要由风机、烟气换热系统和烟道组成。

4.2.3 干法脱酸系统主要由吸收剂储仓、吸收剂给料喷射系统和烟道或反应塔系统组成；半干法脱酸系统主要由吸收剂储运制备系统、吸收剂给料喷射系统、工艺水系统和反应塔系统组成；湿法脱酸系统主要由吸收剂储运制备系统、吸收剂给料喷射系统、工艺水系统和洗涤塔系统组成。

4.2.4 SNCR 脱硝系统主要由还原剂计量喷射系统和还原剂储运制备系统组成；SCR 脱硝系统主要由反应器、催化剂、氨气生成及稀释系统、喷氨混合系统、还原剂计量喷射系统和还原剂储运制备系统组成。

4.2.5 袋式除尘系统主要由过滤单元、预涂灰装置、清灰系统、灰斗和保温及伴热装置组成；电除尘系统主要由机械本体和电气两部分组成，其中机械本体包括阴阳极系统、清灰系统、壳体、灰斗、气流分布装置、绝缘子室和保温及伴热装置等，电气包括高压供电电源和低压自动控制装置等。

4.2.6 吸附剂喷射系统主要由吸附剂料仓、计量式给料装置、输送装置和喷射控制装置组成。

4.2.7 输灰系统主要由卸灰和输灰装置组成。

5 技术要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 尾气处理设备应符合本文件的要求,并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造、安装、调试及验收。
- 5.1.2 总平面布置应符合 GB 50016 和 GB 50222 的规定。
- 5.1.3 钢制设备所用钢材的选择应符合 GB/T 699、GB/T 3077 和 GB/T 3274 的规定。
- 5.1.4 钢结构设计应符合 GB 50017 的规定,钢结构的施工应符合 GB 50205 的规定。
- 5.1.5 尾气处理设备及相关工业管道、钢结构在建设工地的焊接应符合 GB 50236 的规定。
- 5.1.6 保温、油漆应符合 DL/T 5072 的规定。
- 5.1.7 应设置必要的热工检测仪表,采用集中监控方式,根据设计要求,实现设备的启停、运行工况的监视与调整,联锁保护满足设计要求。
- 5.1.8 在运行时应能适应垃圾焚烧炉各种工况以及负荷变化和启停的要求。
- 5.1.9 设计使用寿命不应低于垃圾焚烧炉的剩余使用寿命。
- 5.1.10 设备可用率不应低于 95%。
- 5.1.11 噪声不应超过 85 dB(A)。
- 5.1.12 工艺布置方案应根据安全、节能、降耗和增效的原则进行选择。典型工艺流程见附录 A。

5.2 性能要求

- 5.2.1 在设计工况条件下,尾气处理设备出口颗粒物、NO_x、SO₂、HCl,汞及其化合物,镉、铊及其化合物,锑、砷、铅、铬、钴、铜、锰、镍及其化合物,二噁英类排放浓度¹⁾应符合国家和地方排放标准、政策的要求。用户另有要求时,应达到设计要求。
- 5.2.2 在设计工况条件下,脱硝系统的氨逃逸和 SO₂/SO₃ 转化率应符合表 1 要求。

表 1 脱硝系统的氨逃逸和 SO₂/SO₃ 转化率要求

考核性能要求	SCR	SNCR	SNCR-SCR 联合法
氨逃逸/(mg/m ³)	≤5	≤8	≤5
SO ₂ /SO ₃ 转化率	<1%	—	<1%
注：“—”表示不需要管控的性能要求。			

- 5.2.3 污染物脱除效率和设备压力降应符合设计要求。
- 5.2.4 氟化氢(HF)排放浓度、尾气排放温度、电耗、水耗、吸收剂消耗量、吸附剂消耗量、还原剂消耗量、压缩空气消耗量和蒸汽消耗量等为按需检验项目,检验结果应符合设计要求。

5.3 工艺系统要求

5.3.1 烟气系统

- 5.3.1.1 尾气处理设备出口应设排烟引风机,其基本风量按尾气处理设备设计工况下的烟气量选取。排烟引风机风量裕量不低于 10%,温度裕量不低于 20℃,压力裕量不低于 20%。

1) 本文件所涉及的大气污染物排放浓度均指标准状态下干烟气,并折算到对应行业基准氧含量时的数值。

- 5.3.1.2 排烟引风机入口烟气温度应高于酸露点温度 10℃~20℃。
- 5.3.1.3 吸附剂喷射系统应采用离心风机或罗茨风机,其风量裕量不低于 10%,压力裕量不低于 20%。
- 5.3.1.4 SCR 脱硝工艺稀释风机应采用离心风机,其风量裕量不低于 10%,压力裕量不低于 20%。
- 5.3.1.5 当湿法脱酸工艺设有增压风机时,可采用离心风机,其风量裕量不低于 10%,温度裕量不低于 20℃,压力裕量不低于 20%。
- 5.3.1.6 袋式除尘器可设置循环预热系统,工作温度应按照上游脱酸工艺处理后的烟气温度设计,且不高于滤料连续使用的最高耐温限值。
- 5.3.1.7 SCR 脱硝工艺可按需设置烟气—烟气换热器(GGH)、蒸汽—烟气换热器(SGH)或电加热器。
- 5.3.1.8 湿法脱酸工艺应对脱酸处理后的出口烟气进行再加热,设置烟气—烟气换热器(GGH)时可采用管式换热器。
- 5.3.1.9 烟气换热器的受热面应采取防腐蚀、防磨和防堵塞等措施,与脱酸后烟气接触的壳体应采取防腐蚀措施。
- 5.3.1.10 尾气处理设备不应设置烟气旁路。

5.3.2 脱酸系统

5.3.2.1 采用干法脱酸工艺时,系统设计要求如下所述。

- a) 干法脱酸工艺应与半干法和(或)湿法脱酸工艺联合使用。
- b) 吸收剂可采用氢氧化钙或碳酸氢钠。采用氢氧化钙作吸收剂时,氢氧化钙质量指标应符合 CJJ/T 212 的规定;采用碳酸氢钠作吸收剂时,碳酸氢钠质量指标应符合 GB/T 1606—2025 的规定。
- c) 当干粉吸收剂粉料喷入烟道时,应保证粉料与烟气的充分混合。
- d) 当干法脱酸工艺采用脱酸反应塔时,应采取耐热、热膨胀、防堵、防磨和防腐措施,并设置供检修、维护和测试的平台扶梯。
- e) 脱酸反应塔应保证设计脱酸效率所需的烟气与干粉吸收剂粉料的接触面积和接触时间,可根据实际应用需求配置湍流混合装置。
- f) 应设置吸收剂给料喷射装置,并配备喷射量校正装置。
- g) 粉料喷射系统应采用单元制。

5.3.2.2 采用半干法脱酸工艺时,系统设计要求如下所述。

- a) 脱酸反应塔应采取耐热、热膨胀、防堵、防磨和防腐措施,并设置供检修、维护、测试的平台和扶梯。
- b) 脱酸反应塔进口和出口应设置补偿器吸收来自余热锅炉及由于热膨胀引起的自身轴向位移、径向位移、角位移和振动。
- c) 吸收剂可采用氢氧化钙或氧化钙等钙基物质,也可采用氢氧化钠等钠基物质。
- d) 氢氧化钙或氧化钙经过定量给料装置加到配制槽内,与定量的水混合,配制成浓度为 8%~20%的石灰浆。
- e) 氢氧化钙或氧化钙质量指标应符合 CJJ/T 212 的规定。
- f) 烟气在脱酸反应塔内停留时间应大于吸收剂中水分完全蒸发所需要的时间。
- g) 脱酸反应塔应配备导流装置。
- h) 脱酸反应塔应配备喷雾器或喷枪。
- i) 根据工艺需要,吸收剂增湿可在反应塔外进行,也可在反应塔内设置单级或多级雾化式喷嘴、浆液喷嘴和补浆喷嘴。
- j) 应设置石灰浆或碱液计量与喷射控制装置,并配备喷射量校正装置。
- k) 应设置工艺水系统。

- l) 当采用半干法和干法联合工艺时,脱酸反应塔内应设置事故喷淋降温装置,在半干法脱酸工艺故障时,配合干法脱酸工艺运行。

5.3.2.3 采用湿法脱酸工艺时,系统设计要求如下所述。

- a) 湿法脱酸工艺应与半干法和(或)干法脱酸工艺联合使用。
- b) 脱酸反应塔应采取防腐蚀措施,并设置供检修、维护、测试的平台和扶梯。
- c) 吸收剂可采用氢氧化钠或碳酸钠等钠基物质。采用氢氧化钠作吸收剂时,可采用氢氧化钠溶液,并符合 GB/T 209 的规定;采用碳酸钠作吸收剂时,可采用固体碳酸钠,并符合 GB/T 210 的规定。
- d) 脱酸反应塔可采用填料塔或喷淋空塔。
- e) 脱酸反应塔浆液喷嘴应合理布置,浆液喷嘴应符合 JB/T 10964 的规定。
- f) 脱酸反应塔液气比设置需考虑入口烟气条件、脱酸效率和喷淋覆盖率等因素。
- g) 脱酸反应塔顶部或烟气出口需设置除雾器,除雾器应符合 JB/T 10989 的规定。
- h) 应设置工艺水系统,可与半干法脱酸工艺水系统共用。

5.3.3 脱硝系统

5.3.3.1 采用 SNCR 脱硝工艺时,系统设计要求如下所述。

- a) SNCR 脱硝工艺应结合垃圾焚烧炉机械负荷波动时温度场变化情况和雾化喷射效果选择喷入脱硝反应区域的还原剂种类和喷射位置,喷枪喷射点位的设计应结合计算机数值模拟技术进行优化。
- b) 应配备还原剂计量喷射量装置,其中计量控制系统应采取防腐蚀和防结垢措施,喷射系统的工艺设计应符合 JB/T 12911 的规定。
- c) 还原剂浓度设定应同时满足设计脱硝效率及锅炉热效率降低不大于 0.5 % 的要求。
- d) 当还原剂选择尿素溶液时,喷入 SNCR 反应区域的溶液中尿素的质量浓度宜控制在 5%~10%,工作温度范围宜控制在 950 °C~1 050 °C。
- e) 当还原剂选择氨水时,喷入 SNCR 反应区域的溶液中氨的质量浓度宜控制在 5%~10%,工作温度范围宜控制在 850 °C~950 °C。
- f) 还原剂在反应温度区间的停留时间宜大于 0.5 s。
- g) 喷枪可采用伸缩式喷枪或固定式喷枪。采用伸缩式喷枪时应在退出焚烧炉时停止喷射雾化介质和冷却介质,采用固定式喷枪时应始终喷射雾化介质和冷却介质。
- h) 雾化介质可采用压缩空气或蒸汽。
- i) SNCR 脱硝工艺喷枪雾化形式可采用二级破碎+空气雾化,雾化颗粒直径宜控制在 70 μm~180 μm 范围内。
- j) 喷嘴型式应选择扇形和锥形的一种或组合,并应多层、多点均匀布置,宜设置不小于 2 层。

5.3.3.2 采用 SCR 脱硝工艺时,系统设计要求如下所述。

- a) SCR 脱硝工艺一般布置于袋式除尘器后,并辅以烟温提升等措施。
- b) 脱硝反应器设计需考虑防堵塞、防磨损等措施,并设置供检修、维护、测试的平台和扶梯,以及催化剂模块安装、维护及更换所需的起吊装置和平台。
- c) 脱硝反应器整体结构设计应采用计算机数值模型计算对流场进行模拟优化,并充分考虑在第一层催化剂入口的流场条件,指标应满足:
 - 烟气流速相对标准偏差不大于 15 %;
 - 烟气与催化剂垂直方向流向偏差不大于 10°;
 - 烟气温度分布的绝对偏差不超出 ±15 °C;
 - NH₃/NO_x 摩尔比分布的相对标准偏差不大于 5 %。

- d) 脱硝反应器应设置清灰设施和采取防止积灰措施,设置催化剂在线吹灰装置时,可采用声波吹灰器、耙式蒸汽吹灰器或其他有效吹灰方式。
- e) 催化剂型式可选择蜂窝式、平板式或其他型式。选择钒钛系蜂窝式催化剂时应符合 GB/T 31587 的规定,选择钒钛系平板式催化剂时应符合 GB/T 31584 的规定。
- f) 应设有一层或多层催化剂初装层,并预留备用层,备用层与初装层的技术要求应保持一致。
- g) 催化剂在设计寿命内应能有效保证系统运行、保障脱硝效率等各项技术指标。
- h) 当催化剂活性下降致使脱硝装置不能满足预期脱硝装置性能要求时,应再生或更换催化剂,其中催化剂再生处理过程应符合 GB/T 35209 和 JB/T 12129 的规定。
- i) 催化剂模块间应设计有效防止烟气短路的密封装置,密封装置的寿命不应低于催化剂的使用寿命。
- j) 喷氨混合系统应采取防腐蚀、防堵、防磨和防热膨胀措施,并具有良好的抗热变形性和抗振性,其配置及技术指标应符合 GB/T 34339 的规定。
- k) 喷氨混合系统出口氨气浓度不应大于 5%(体积比),稀释气源可采用空气,当稀释气源压力不能满足喷氨要求时,应设置稀释风机。
- l) 喷氨混合系统下游应设置整流装置。

5.3.4 除尘系统

5.3.4.1 采用袋式除尘器时,系统设计要求如下所述。

- a) 袋式除尘器应布置在半干法和(或)干法脱酸工艺后,湿法脱酸工艺前。
- b) 袋式除尘器的设计和制造应符合 HJ 2012 的规定。
- c) 新建、改建或长期停运的袋式除尘器投入热态运行前,应对滤袋预喷涂,预喷涂的粉剂可采用氢氧化钙,预喷涂的要求应符合 JB/T 8471 的规定。
- d) 优先采用脉冲喷吹清灰方式。
- e) 袋式除尘器过滤速度应根据烟气和颗粒物的理化性质、入口颗粒物浓度、压力降、清灰方式、出口排放浓度及滤料特性等确定,当上游采用半干法脱酸工艺联合干法脱酸工艺时,过滤风速宜小于 0.8 m/min。
- f) 袋式除尘器滤料采用化纤滤料时,应符合 JB/T 11310 的规定。
- g) 袋式除尘器用滤袋应符合 JB/T 14088 和 HJ/T 327 的规定,袋式除尘器用滤袋框架的设计和制造应符合 JB/T 5917 和 HJ/T 325 的规定,脉冲阀应符合 JB/T 5916 和 HJ/T 284 的规定。
- h) 灰斗应采用电加热或蒸汽加热伴热装置。

5.3.4.2 采用干式电除尘器时,系统设计要求如下所述。

- a) 电除尘器的设计和制造应符合 GB/T 40514 的规定。
- b) 同极间距宜控制在 300 mm~450 mm。
- c) 电场烟气流速不宜大于 1.2 m/s。
- d) 阳极板设计和制造应符合 JB/T 5906 的规定。
- e) 阴极线设计和制造应符合 JB/T 5913 的规定。
- f) 清灰系统设计和制造应符合 GB/T 40514 的规定。
- g) 灰斗应采用电加热或蒸汽加热伴热装置。

5.3.5 吸附剂喷射系统

5.3.5.1 吸附剂可采用活性炭,活性炭质量指标应符合 CJJ/T 212 的规定。

5.3.5.2 吸附剂的加料位置布置在半干法/干法脱酸工艺与袋式除尘器之间的烟道内,应采用气力喷射。

5.3.5.3 应设置计量式给料装置,并配备校正装置。

5.3.5.4 吸附剂的输送和喷射应连续、均匀混合到烟气中,并应采取防堵塞、防沉积措施。

5.3.5.5 吸附剂的运输和贮存应符合 GB/T 7701.1 的规定。

5.3.6 吸收剂储运制备系统

5.3.6.1 吸收剂贮存设施的有效容积应根据吸收剂消耗量、吸潮性、市场供应和运输情况确定,钙基吸收剂有效容积不应小于余热锅炉最大连续蒸发量(BMCR)工况下 3 d 的吸收剂消耗量;钠基吸收剂有效容积不应小于 BMCR 工况下 1 d 的消耗量。

5.3.6.2 吸收剂贮存设施应采取密封措施,并设置破拱和抑尘装置。

5.3.6.3 半干法和湿法脱酸工艺吸收剂浆液供应系统的设计应满足 BMCR 工况下吸收剂消耗的要求,吸收剂浆液给料泵应选用离心泵,并设置备用泵。

5.3.6.4 半干法和湿法脱酸工艺制浆系统应根据吸收剂来源,并结合烟气中酸性气体浓度、脱除效率和锅炉排烟温度确定浆液量和浆液浓度。

5.3.7 还原剂储运制备系统

5.3.7.1 烟气脱硝工艺中还原剂应选用尿素或氨水。

5.3.7.2 在满足当地消防、安全等要求的前提下,根据以下要求确定还原剂制备原料的储量和储存方式。

a) 采用尿素作为还原剂制备原料时,储量和贮存方式设计要求如下:

1) 运输、设储仓时,储仓应按不小于 BMCR 工况下 1 d 的消耗量设计;

2) 罐车运输、不设储仓时,溶解罐处理能力应满足单次最大卸车量,生产、配置和转运环节应保持平衡;

3) 外购袋装尿素时,应设置堆料间进行存储。

b) 采用氨水作为还原剂制备原料时,氨水储罐总储量按 3 d~5 d 贮存量进行设计。

5.3.7.3 采用尿素作为还原剂制备原料时,尿素的品质应符合 GB/T 2440 的规定。采用氨水作为还原剂制备原料时,氨水的品质应符合 HG/T 5353 的规定。

5.3.7.4 袋装尿素应贮于场地平整、阴凉和通风干燥的仓库内,包装件堆放整齐,堆叠高度应小于 2 m;外购散装尿素应及时制备成溶液或短暂存储。储仓、输送装置应采取防潮、防尘和防腐措施。

5.3.7.5 采用氨水作为还原剂时,储罐区域应就地设置氨气散逸收集装置、水喷淋系统和氨气泄漏检测报警系统等安全设施,并应在周围设置围堰及集水坑。

5.3.7.6 氨水输送应采用无泄漏防爆泵。

5.3.8 输灰系统

5.3.8.1 飞灰输送应在机械输送和气力输送中选择一种或组合使用,并采取防堵塞和防磨措施。

5.3.8.2 采用气力输送时,压缩空气气压可控制在 0.3 MPa~0.8 MPa。

5.3.8.3 气力输送系统优先选用节能风机,根据压力要求可选用磁悬浮风机、空气压缩机、罗茨风机、离心风机或螺杆风机。

5.3.8.4 灰输送系统应采取密封措施,并可根据实际需求设置电加热伴热装置。

5.4 电气控制要求

5.4.1 尾气处理设备的电气设计应符合 DL/T 5153 的规定。有爆炸和火灾危险环境的电气设计应符合 GB 50058 的规定。

5.4.2 热工自动化系统应采用分散控制系统(DCS)或可编程控制器(PLC)。

5.4.3 防雷、接地措施应符合 GB 50057 和 GB/T 50065 的规定。

5.4.4 检测仪表和执行装置应满足设备运行和热控整体自动化的功能与接口要求。

5.5 安全环保职业卫生要求

5.5.1 尾气处理设备工作平台、扶梯和栏杆应符合 GB 4053(所有部分) 的规定。

5.5.2 压力容器应符合 GB/T 150(所有部分) 和 TSG 21 的规定,常压容器应符合 GB 50341、NB/T 47003.1和 NB/T 47003.2 的规定。

5.5.3 还原剂储运制备系统应按 GB 18218 要求进行危险化学品重大危险源的辨识及分级管控,并建立档案。

5.5.4 职业卫生要求应符合 GBZ 1 和 GBZ 2(所有部分)的规定。

5.6 消防要求

5.6.1 尾气处理设备建(构)筑物及各工艺系统的防火设计应符合 GB 50016、GB 50229 和 GB 50974 的规定。

5.6.2 消防给水系统的设置应覆盖所有设备。消防水源由主体工程主消防管网供给。

5.6.3 按消防对象的具体情况设置火灾自动报警装置和专用灭火装置,灭火器配置应符合 GB 50140 的规定。

6 试验方法

6.1 流场模拟检验

尾气处理设备中脱硝工艺流程场模拟试验按 JB/T 13175 的规定执行,脱酸工艺和除尘工艺流程场模拟可参考执行。



6.2 焊接质量检验

尾气处理设备中各设备及相关工业管道、钢结构在建筑工地焊接质量检验按 GB 50205 和 GB 50683的规定执行。

6.3 保温、油漆检验

尾气处理设备的保温、油漆的检验按 DL/T 5072 的规定执行。

6.4 电气设备检验

尾气处理设备中电气设备的检验按 DL/T 5153 的规定执行。

6.5 防雷、接地措施检验

尾气处理设备的防雷、接地措施检验按 GB 50057 的规定执行。

6.6 性能测试

6.6.1 测试条件

在设备正常运行移交试生产 2 个月后、6 个月内进行,应选择有资质的第三方测试单位进行性能试验。

6.6.2 性能试验方法

- 6.6.2.1 颗粒物排放浓度及其脱除效率的试验按 GB/T 6719 或 GB/T 13931 的规定执行。
- 6.6.2.2 NO_x 排放浓度及其脱除效率、氨逃逸和 SO_2/SO_3 转化率的试验按 DL/T 260 的规定执行。
- 6.6.2.3 SO_2 、HCl 排放浓度及其各自脱除效率和 HF 排放浓度的试验按 GB/T 21508 的规定执行。
- 6.6.2.4 颗粒物中的汞及其化合物,镉、铊及其化合物,铋、砷、铅、铬、钴、铜、锰、镍及其化合物,以及二噁英类物质排放浓度的试验按 GB 18485 的规定执行。
- 6.6.2.5 设备压力降、尾气排放温度、电耗、水耗、吸收剂消耗量、吸附剂消耗量、还原剂消耗量、压缩空气消耗量和蒸汽消耗量等性能试验按 GB/T 6719、GB/T 13931、GB/T 21508 和 DL/T 260 的规定执行。

7 检验规则

7.1 检验分类

尾气处理设备的检验分为出厂检验、安装检验和性能检验。

7.2 出厂检验

尾气处理设备经检验合格方可交付,检验项目见表 2。

7.3 安装检验

安装检验应在尾气处理设备安装现场进行,检验项目见表 2。

7.4 性能检验

尾气处理设备应做性能检验,检验项目见表 2。

表 2 尾气处理设备检验项目及要

序号	项目名称	技术要求	试验方法	出厂检验	安装检验	性能检验
1	流场模拟	5.3.3.2	6.1	√	—	—
2	焊接质量	5.1.5	6.2	√	√	—
3	保温、油漆	5.1.6	6.3	√	√	—
4	电气设备	5.4	6.4	√	√	—
5	防雷、接地措施	5.4.3	6.5	—	√	—
6	颗粒物排放浓度	5.2.1	6.6.2.1	—	—	√
7	NO_x 排放浓度	5.2.1	6.6.2.2	—	—	√
8	SO_2 排放浓度	5.2.1	6.6.2.3	—	—	√
9	HCl 排放浓度	5.2.1	6.6.2.3	—	—	√
10	汞及其化合物排放浓度	5.2.1	6.6.2.4	—	—	√

表 2 尾气处理设备检验项目及要 求（续）

序号	项目名称	技术要求	试验方法	出厂检验	安装检验	性能检验
11	镉、铊及其化合物排放浓度	5.2.1	6.6.2.4	—	—	√
12	锑、砷、铅、铬、钴、铜、锰、镍及其化合物排放浓度	5.2.1	6.6.2.4	—	—	√
13	二噁英类排放浓度	5.2.1	6.6.2.4	—	—	√
14	氨逃逸	5.2.2	6.6.2.2	—	—	√
15	SO ₂ /SO ₃ 转化率	5.2.2	6.6.2.2	—	—	√
16	污染物脱除效率	5.2.3	6.6.2.1~6.6.2.3	—	—	√
17	设备压力降	5.2.3	6.6.2.5	—	—	√
18	HF 排放浓度 ^a	5.2.4	6.6.2.3	—	—	√
19	尾气排放温度 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
20	电耗 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
21	水耗 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
22	吸收剂消耗量 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
23	吸附剂消耗量 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
24	还原剂消耗量 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
25	压缩空气消耗量 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
26	蒸汽消耗量 ^a	5.2.4	6.6.2.5	—	—	√
注：“√”表示需要检验的项目，“—”表示不需要检验的项目。						
^a 表示该项目为按需检验项目。						

8 标志和文件

8.1 固定产品标志

尾气处理设备应在合适且明显位置上固定产品标志，其型式和尺寸应符合 GB/T 13306 和 CJJ/T 270 的规定。主要包括以下内容：

- a) 制造单位名称或商标；
- b) 脱酸工艺、脱硝工艺、除尘工艺、二噁英类和重金属去除工艺设备型号及名称；
- c) 设计处理能力；
- d) 外形尺寸；
- e) 设备执行标准；
- f) 设备编号；

g) 生产日期。

8.2 包装和储运标志

包装和储运的标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的规定。

8.3 文件

尾气处理设备及其主要零部件应随行提供安装、运行和维护等阶段的文件资料,主要包括以下内容:

- a) 设备总图、系统图、基础图和安装图等;
- b) 设备总清单、材料清单、备件清单和耗材清单等;
- c) 安装技术要求等;
- d) 使用说明文件、运行维护手册等。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

尾气处理设备应在出厂检验合格后方可进行包装,包装应符合 GB/T 13384 的规定。包装箱内应有产品合格证。

9.2 运输

运输时应对设备的接管法兰表面加以保护,采用合理装载加固措施。

9.3 贮存

建设过程中,尾气处理设备钢结构件及大件设备可露天存放,其余设备、电器、仪表、催化剂和设备配件应库存。

附录 A

(资料性)

典型尾气处理设备工艺流程

典型尾气处理设备工艺流程图见图 A.1 和图 A.2。

以图 A.1 为例,垃圾焚烧炉尾气经 SNCR 脱硝后进入半干法脱酸反应塔,在半干法脱酸反应塔里尾气中的 SO₂、HCl、HF 等酸性气体发生反应生成干态脱酸副产物,脱酸的尾气从反应塔侧下方进入烟道;在半干法脱酸反应塔与袋式除尘器连接烟道内,尾气中的酸性气体与吸收剂发生反应生成干态脱酸副产物,二噁英和重金属以及吸附二噁英和重金属的飞灰被活性炭吸附,吸附剂、活性炭和副产物随尾气进入袋式除尘器;经过袋式除尘器除尘后的尾气进入 SCR 脱硝反应器,深度脱硝后的尾气经过烟气换热系统后进入湿法脱酸反应塔;在湿法脱酸反应塔内,尾气中的酸性气体与吸收剂浆液进行充分的反应,生成湿态脱酸副产物;净化后的尾气经湿法脱酸反应塔塔顶除雾器去除水雾后,进一步通过烟气换热系统与高温原烟气进行热交换,最后升温后的净烟气通过烟囱排入大气。

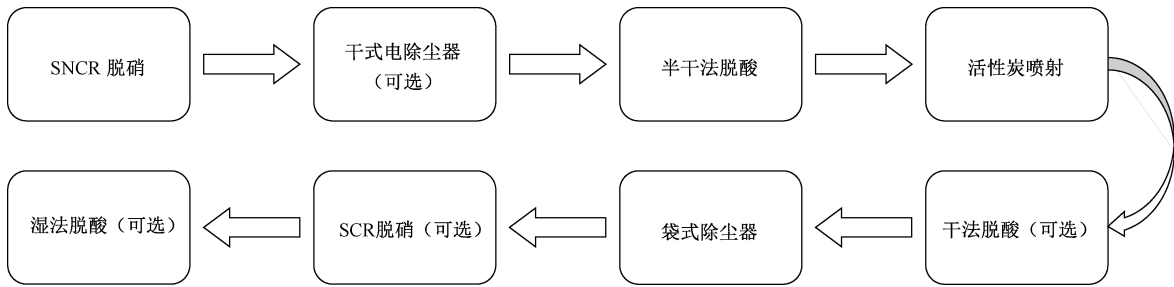


图 A.1 典型工艺流程图 1

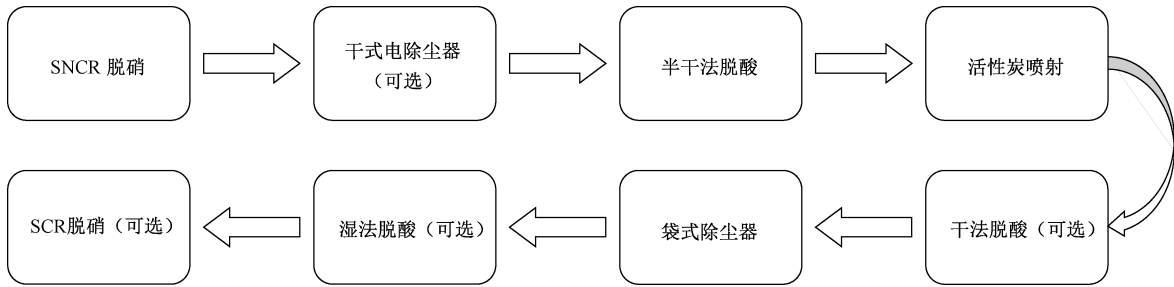


图 A.2 典型工艺流程图 2

