

ICS

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2423—2021

# 生物质电厂烟气净化工程技术规范

Technical Specification for Flue Gas Cleaning System

of Biomass Power Plant

2021 - 12 - 22 发布

2022 - 03 - 23 实施

国家能源局 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 基本规定.....	2
5 脱酸工艺.....	2
6 除尘工艺.....	5
7 脱硝工艺.....	7
8 保温和飞灰输送.....	9
9 烟气污染物在线监测.....	10
附录 A（资料性）.....	错误！未定义书签。

## 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》的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出并归口。

本文件负责起草单位：中国恩菲工程技术有限公司、江苏华星东方电力环保科技有限公司、安徽元琛环保科技股份有限公司、中国电力发展促进会。

本文件参加起草单位：深圳市能源环保有限公司、上海市凌桥环保设备厂有限公司、浙能锦江环境控股有限公司、浙江华基环保科技有限公司、厦门三维丝环保股份有限公司、沃斯坦热力技术（北京）有限公司、北京高能时代环境技术股份有限公司、山东永耀琦泉环保科技有限公司、江苏云净环保设备有限公司、中国光大绿色环保有限公司、上海康恒环境股份有限公司、江苏新沃催化剂有限公司。

本文件主要起草人：彭孝容、吴浩仑、王光应、陈德喜、刘映华、牛少华、方朝军、钟日钢、吴刚、黄磊、秦焕娣、甄胜利、刘瀛海、王道龙、祁德祥、杨青、高希刚、周冠辰、时德运、彭纯、顾榴俊、王武忠、王明、徐亭、蔡仕杰、焦学军、任超峰、黄拥军、王洪林、钱晓东、白力、陈美园、李伟、周刚、孟震、刘浩

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议，反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条1号，100761）。

# 生物质电厂烟气净化工程技术规范

## 1 范围

本文件规定了生物质电厂烟气净化工程脱酸、脱硝、除尘、保温和飞灰输送等工艺技术要求。

本文件适用于新建、改扩建的生物质电厂烟气净化工程；生物质气化炉燃气二次燃烧后的烟气净化可参照执行。

## 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 2440 尿素

GB/T 16157 固定污染源排放气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 35209 烟气脱硝催化剂再生技术规范

GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范

HG/T 5353 工业氨水

HJ 75 固定污染源烟气(SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物)排放连续监测技术规范

HJ 76 固定污染源烟气(SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物)排放连续监测系统技术要求及检测

JB/T 9054 离心式除尘器

JB/T 11886 生物质燃烧发电锅炉烟气袋式除尘器

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生物质 biomass**

农林业生产过程中除粮食、果实以外的秸秆、树木等木质纤维素、农产品加工业下脚料、农林废弃物及畜牧业生产过程中的禽畜粪便和废弃物等物质。

### 3.2

**烟气半干法脱酸 semi-dry de-acidification of flue gas**

在脱除烟气中酸性污染物时，加入的中和剂以液态或含水量高的形式进入脱酸系统中，中和剂与烟气中的酸性污染物在湿态环境下发生反应后得到的反应物以固态或干性物质形式排出的工艺。

### 3.3

**烟气干法脱酸 dry de-acidification of flue gas**

在脱除烟气中酸性污染物时，加入的中和剂以固态形式进入脱酸系统中，中和剂与烟气中的酸性污染物在干态环境下发生反应后得到的反应物亦以固态形式排出的工艺。

### 3.4

#### 烟气湿法脱酸 wet de-acidification of flue gas

在脱除烟气中酸性气体时，加入的中和剂以液态形式进入脱酸系统中，中和剂与烟气中的酸性污染物在湿态环境下发生反应后得到的反应物亦以液态形式排出的工艺。

### 3.5

#### 干粉喷射 dry power absorbent

在除尘器前或其他位置烟气管道中喷射一定量的固态中和剂，中和烟气中的酸性污染物。

## 4 基本规定

4.1 烟气中的主要污染物成分为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物。

4.2 每台生物质锅炉应设置一套独立的烟气净化系统。

4.3 烟气净化流程应根据污染物排放指标、燃料特性、焚烧工艺、烟气特性选择合理的烟气处理工艺。

4.4 烟气净化工艺应根据污染物原始浓度、排放限值、总量排放限值以及各种污染物脱除工艺的效率选择一种或几种同一脱除工艺进行组合；烟气净化系统应包含脱酸系统、除尘系统、脱硝系统或脱硝除尘一体化技术（如复合滤筒、复合滤袋）等。环境敏感地区宜增设减轻白烟视觉污染的措施。

4.5 烟气净化系统入口设计烟气量宜以生物质燃料设计热值、入炉燃料量及生物质特性为基准计算。

4.6 烟气净化系统入口设计烟气温度宜采用生物质锅炉最大连续工况（MCR）下取锅炉出口设计最高温度。

4.7 烟气净化系统应根据烟气特性采取防腐蚀措施；设备和管道表面温度超过 50℃时应保温，保温应符合 GB 50264 的规定；设备和管道应根据粉尘含量和特性采取耐磨措施。

4.8 烟气净化系统应在反应塔、除尘器等重要设备进出口设置温度、压力、流量、液位等检测控制数据。

4.9 烟气净化系统宜纳入全厂分布式控制系统（DCS）；当烟气净化系统采用单独的可编程逻辑控制器（PLC）控制时，重要的控制数据应上传至全厂分布式控制系统（DCS）中，所有设备应能由分布式控制系统（DCS）进行紧急停车。

4.10 每套烟气净化系统应单独设置烟气在线监测装置，监测点布置、监测仪表和数据处理及传输应符合 HJ 75 和 HJ 76 的规定，并应与当地环境保护行政主管部门监控中心联网。

4.11 净化后烟气中各种污染物排放指标应符合国家生物质锅炉污染物现行排放限值和当地环保要求，同时应满足生物质发电厂环境影响评价报告批复的要求及污染物排放总量要求。

## 5 脱酸工艺

### 5.1 一般规定

5.1.1 烟气脱酸工艺应根据污染物初始浓度、排放限值、脱除效率等因素选择一种或几种脱酸工艺组合。

5.1.2 每套烟气净化系统中进入脱酸反应器中的中和剂应单独计量；半干法脱酸后烟气中二氧化硫（SO<sub>2</sub>）浓度应与喷入半干法脱酸反应塔内的中和剂的量闭环控制。

5.1.3 湿法脱酸应设置循环液定期排放、碱液补充和反应副产品的处理等设施。

### 5.2 半干法脱酸

5.2.1 半干法脱酸包括机械旋转喷雾法、固定枪两相流喷雾法等，系统包括中和剂制备及输送系统、脱酸反应塔系统。

### 5.2.2 中和剂制备应符合下列要求：

- a) 中和剂宜采用消石灰、碳酸氢钠或钠碱，中和剂贮罐容量应根据全厂用量、运输条件和供货情况等因素确定；
- b) 中和剂贮罐应设有破拱装置和抑尘装置；
- c) 中和剂贮罐应有料位检测和计量装置；
- d) 制浆粉料粒度和纯度应符合设计要求。浆液量、浆液浓度应根据烟气中酸性气体浓度、反应效率和锅炉排烟温度确定；
- e) 制浆系统应设置制浆槽和储浆槽。

### 5.2.3 中和剂输送系统应符合下列要求：

- a) 全厂中和剂浆液输送泵应至少有 2 台，其中 1 台备用，采用不溶于水的中和剂还应采取耐磨损措施；
- b) 每台中和剂供应泵供浆量可单独供多条生物质锅炉同时使用（但不宜超过 4 条线），且至少留有 200% 的余量（单条线消耗量大且同时使用的生物质焚烧线为 3 条以上时，余量可适当减少），多余的浆液通过回流管回流到储浆槽内，回流管上设稳压阀。

### 5.2.4 脱酸反应塔系统应符合下列要求：

- a) 脱酸反应塔应采取耐热、耐热膨胀材质，应具有防堵、防磨措施，应设置必要的平台、观察孔、检修门；
- b) 脱酸反应塔进口和出口应设置补偿器；
- c) 脱酸反应塔应在烟气入口设置烟气分布器；
- d) 烟气在脱酸反应塔内的停留时间应大于中和剂中的水分完全蒸发时间所需要的时间，且不宜小于 20 秒；
- e) 机械旋转雾化器或固定枪两相流雾化喷枪雾化后中和剂液滴粒度应满足液体完全蒸发的要求；
- f) 在固定枪两相流工艺中，当 1 台中和剂供应泵同时供应多台脱酸反应塔时，每台脱酸反应塔应单独配置 1 套中和剂调节装置和背压回流管路；
- g) 采用固定枪两相流雾化的脱酸反应塔直径应根据烟气流量、停留时间、喷枪雾化体直径等因素确定，雾化体应全部覆盖反应塔的截面，同时宜减少雾化体的交叉和避免雾化后的中和剂喷至脱酸反应塔壁。

### 5.2.5 脱酸反应塔中宜设有冷却水系统，反应塔出口烟气温度宜控制在高于烟气酸露点 10℃~20℃。

## 5.3 干法脱酸

5.3.1 干法脱酸包括循环流化床（CFB）和增湿循环灰烟气脱酸（NID）等，系统包括中和剂制备及输送系统、脱酸反应器系统、除尘器系统，其中增湿循环灰烟气脱酸还应包括增湿循环灰系统。

### 5.3.2 烟气循环流化床（CFB）脱酸工艺应符合下列要求：

- a) 中和剂制备及输送系统应符合下列要求：
  - 1) 生石灰粉细度宜在 1mm 以下，加水后 4min 内温度可升高到 60℃，氧化钙（CaO）含量不应小于 80%；
  - 2) 成品消石灰粉细度宜在 0.1mm 以下，含水量应小于 2%，消石灰粉的比表面积不应小于 15m<sup>2</sup>/g，纯度不应小于 90%；
  - 3) 中和剂仓有效储存量应根据全厂用量、运输条件和供货情况确定，宜采用全厂最大连续工况（MCR）运行条件下 3d~5d 的消耗量；
  - 4) 每条烟气净化装置的中和剂应单独计量，并根据烟气在线监测系统中二氧化硫（SO<sub>2</sub>）反馈自动调节。

## DL/T 2423-2021

- b) 中和剂再循环系统宜设置足够的容量保证连续的返料量；流化风机风量、风压应保证流化效果，应配置加热器，确保流化风温度在烟气露点以上；
- c) 脱酸反应器阻力宜为 800Pa~1500Pa，出口烟气温度应高出酸露点温度 10℃~20℃；脱酸反应器内的粉尘浓度宜按标准状态下 800g/m<sup>3</sup>~1000g/m<sup>3</sup> 确定，应设置分离器；烟气循环流化床系统应适应烟气负荷在 50%~110% 内变化，宜增加清洁烟气再循环装置；
- d) 除尘器系统过滤风速在 100% 负荷下不宜大于 0.7m/min，袋式除尘器入口应设预除尘设施；
- e) 增加清洁烟气再循环装置时，应与引风机风压余量选择相匹配。

### 5.3.3 增湿循环灰烟气脱酸(NID) 应符合下列要求：

- a) 增湿循环灰烟气脱酸宜由中和剂贮存与输送系统、脱酸反应器系统、增湿循环灰系统、除尘器系统等组成，应设置一炉一套系统；
- b) 中和剂贮存与输送系统应符合下列要求：
  - 1) 氧化钙 (CaO) 粉剂纯度不应小于 80%，氢氧化钙 [Ca(OH)<sub>2</sub>] 粉剂要求纯度不应小于 85%；
  - 2) 氧化钙 (CaO) 粉剂前 3min 内温升不应小于 30℃；
  - 3) 氧化钙 (CaO) 粉剂比表面积不应小于 6m<sup>2</sup>/g，氢氧化钙 [Ca(OH)<sub>2</sub>] 粉剂比表面积不应小于 12m<sup>2</sup>/g；
  - 4) 中和剂仓有效储存量应根据全厂用量、供应和运输情况确定，宜取全厂最大连续工况 (MCR) 运行条件下 3d~5d 的消耗量。
- c) 脱酸反应器阻力宜控制在 1800Pa 以下，脱酸反应器出口烟气温度应高出酸露点温度 10℃~20℃；袋式除尘器入口宜设预除尘设施，过滤风速在 100% 负荷下不宜大于 0.7m/min；
- d) 增湿后循环灰均应加入脱酸反应器中；循环灰给料应连续均匀。

### 5.3.4 干粉喷射应符合下列要求

- a) 使用钠基 (碳酸氢钠) 中和剂，纯度不应小于 90%，成品细度宜在 200 目以下，含水量应小于 2%；
- b) 钠基 (碳酸氢钠) 中和剂仓有效储存量应根据全厂用量、运输条件和供货情况确定，宜采用全厂最大连续工况 (MCR) 运行条件下 3d~5d 的消耗量，并对储仓采取防潮措施；
- c) 粉体喂料器系统应根据粉体流动性、压缩性、磨损性、受潮性等因素选择。

## 5.4 湿法脱酸

5.4.1 湿法脱酸系统应包括碱液制备存储和供应系统、湿法反应器系统、烟气系统、工艺水系统、废水预处理系统。

5.4.2 湿法脱酸宜与半干法脱酸和 (或) 干法脱酸组合使用，湿法脱酸最高运行温度应小于 180℃。

5.4.3 湿法脱酸宜采用氢氧化钠片碱或高浓度氢氧化钠溶液制备作为中和剂。

5.4.4 碱液制备存储和供应系统应符合下列要求：

- a) 碱液存储和供应系统宜采用多台炉公用制设置，系统由碱液罐、碱液输送泵、碱液稀释罐、碱液搅拌泵、碱液计量泵等组成，碱液输送泵和计量泵应设置备用；
- b) 碱液贮存装置、输送泵、管道、阀门等应采取防腐蚀措施；
- c) 中和剂采用 20%~30% 浓度氢氧化钠溶液时，碱液罐的容量应根据全厂用量、运输条件和供货情况确定，宜采用全厂最大连续工况 (MCR) 运行条件下 4d~7d 的消耗量；
- d) 碱液稀释罐应设置 2 台，一用一备，单台碱液稀释罐的容量不宜小于全厂湿法脱酸系统设计工况下 1d 的耗量；
- e) 碱液罐、碱液输送泵和输送泵出口至碱液稀释泵之间的管道、阀门等应采用电伴热保温。

#### 5.4.5 湿法反应器系统应符合下列要求：

- a) 湿法反应系统应包括吸收塔、碱液喷淋、碱液循环系统及排污系统、烟气除雾、事故烟气冷却等；
- b) 吸收塔可采用喷淋塔或填料塔形式，宜采用玻璃钢或钢衬玻璃钢材质，吸收塔浆池与塔体为一体结构；对于湿界面的入口烟道应采取耐高温防腐措施；塔内设置喷淋层和除雾器；吸收塔应设置液位计、盐度计、pH计、温度、压力、压差等检测装置；
- c) 吸收塔直径和高度应根据处理的烟气量确定，烟气在反应区域内停留时间不应小于10s；
- d) 填料塔内填料高度不应超过3.5m，填料部分烟气阻力不宜大于500Pa；
- e) 喷淋层由分配管网和喷嘴组成，喷嘴应均匀分布喷淋量；
- f) 碱液循环泵宜采用公用制设置，应至少设置1台备用；
- g) 每台吸收塔宜设置两台排污泵，一用一备；
- h) 除雾器材质宜采用带加强的阻燃聚丙烯，应承受高速水流冲刷，具有防磨损性能，耐温最高为180℃；
- i) 应设置事故烟气冷却装置，事故烟气冷却装置应能够满足生物质锅炉最大连续工况（MCR）下将烟气温度从160℃降到80℃。

#### 5.4.6 烟气系统应符合下列要求：

- a) 烟气系统可设置一台引风机，引风机可布置于系统的上游或下游；
- b) 湿法脱酸后，烟气排放温度应满足当地环评要求，环境敏感地区宜同时考虑减轻烟囱白烟视觉污染的措施；
- c) 烟气换热器的受热面均应采取防腐、防磨、防堵塞、防玷污等措施，与脱酸后烟气接触的壳体应采取防腐措施；
- d) 宜采用管式烟气/烟气换热器加热烟气，换热器漏风率应小于0.1%，阻力不大于2000Pa，换热元件材质宜采用聚四氟乙烯（PTFE）；
- e) 换热器本体及烟管应设置有效防腐蚀措施，烟道最低位置应设置疏水点。换热后烟气温度应根据当地气象条件和经济运行指标确定，原则上升温不低于10℃。

#### 5.4.7 工艺水系统应符合下列要求：

- a) 工艺水箱有效容积不应小于湿法脱酸系统正常运行2h的最大工艺耗水量；
- b) 工艺用水水泵流量宜采用实际用水量的2倍。

#### 5.4.8 脱酸废水应进入废水处理系统处理。

## 6 除尘工艺

### 6.1 一般规定

6.1.1 除尘可采用离心式除尘器、袋式除尘器或脱硝除尘一体化装置，应根据烟气排放限值选择一种或几种工艺组合，采用一种工艺时应采用袋式除尘器或脱硝除尘一体化装置，不应单独采用离心式除尘器。

DL/T 2423-2021

6.1.2 袋式除尘器技术要求应符合 JB/T 11886 规定，离心式除尘器设计应符合 JB/T9054 的规定。

6.1.3 根据烟气成分、含尘量、温度、流量、颗粒物性质、颗粒物粒度分布等因素选取袋式除尘器的滤料。

6.1.4 除尘器不应设置旁路。

## 6.2 袋式除尘器

6.2.1 袋式除尘器入口温度应高于烟气露点 10℃~20℃，且不高于滤料连续使用的最高耐温限值。

6.2.2 袋式除尘器滤料宜采用聚四氟乙烯（PTFE）为基布，并聚四氟乙烯（PTFE）覆膜。

6.2.3 应根据烟气和颗粒物的理化性质、除尘器入口颗粒物浓度、除尘器压力降、清灰方式、有害物质排放浓度及滤料特性等确定袋式除尘器过滤速度，不宜高于 0.9m/min，5.3.2 除外。

6.2.4 袋式除尘器宜设置独立过滤仓室，各过滤仓室进出口应设置切换阀门，并具有自动和手动、阀位识别、流向指示等功能。

6.2.5 袋式过滤面积和滤袋数计算可参照附录 A。

6.2.6 袋式除尘器每个仓室宜设置压差检测装置。

6.2.7 袋式除尘器清灰方式应采用压差控制和定时控制模式，并可相互转换。

6.2.8 袋式除尘器灰斗、卸灰设备和输灰设备应采用电伴热装置，不宜采用蒸汽伴热。

6.2.9 袋式除尘器净气室内表面应做防腐蚀处理。

6.2.10 新建袋式除尘器、批量更换滤袋后或长期停运的除尘器，在除尘器热态运行前应对滤袋预喷涂。

6.2.11 袋式除尘器启动运行前应进行气密性试验，漏风率应小于 3%。

6.2.12 生物质锅炉采用炉排炉时，在袋式除尘器入口应采取防止烧毁滤袋的措施。

## 6.3 离心式除尘器

6.3.1 离心式除尘器的形式可根据烟气参数、除尘效率和现场条件选用。

6.3.2 除尘器的全分离效率不应低于 50%，按式（1）测定全分离效率。

$$\eta = \left( 1 - \frac{c_0 Q_{0N}}{1000 \mu_i Q_{iN} / \rho} \right) \times 100 \quad (1)$$

式中：

$\eta$ ——全分离效率，%；

$c_0$ ——旋风分离器排气口气流的含尘浓度（以干气体计），g/Nm<sup>3</sup>；

$Q_{0N}$ ——旋风分离器排气口的气流量（以干气体计），Nm<sup>3</sup>/h；

$\mu_i$ ——旋风分离器进气口混合气流的浓度（以干气体计），kg/kg；

$Q_{iN}$ ——旋风分离器进气口的气流量（以干气体计），Nm<sup>3</sup>/h；

$\rho$ ——旋风分离器入口处气体的密度，kg/Nm<sup>3</sup>。

6.3.3 离心式除尘器入口风速宜为 12m/s~25m/s，进出口压力降应小于 1600Pa。

6.3.4 离心式除尘器内部应设置耐磨衬里。

6.3.5 进气管与筒体或和排气管相切线连接应圆滑，进口管两侧的内壁与筒体或和排气管的对应内壁相切时，对口错边量应小于 1mm。

6.3.6 除尘器筒体和锥体的不圆度应小于相应直径的 0.5%。

6.3.7 筒体、锥体、排气管排料口的轴线重合。

6.3.8 除尘器筒体、锥体以及法兰连接处不得泄漏。

6.3.9 进气为下旋型的旋风分离器其下旋角应均匀一致，导流板应垂直于筒体。

## 7 脱硝工艺

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 脱硝工艺包括选择性非催化还原 (SNCR)、选择性催化还原 (SCR) 及其它有效工艺。
- 7.1.2 脱硝工艺应根据氮氧化物的原始浓度、排放限值、各种工艺的脱除效率、综合运行成本等因素选择一种或几种工艺组合。
- 7.1.3 选择性催化还原 (SCR) 应根据烟气成分和温度选择设置在高温段或除尘器下游等低尘段, 选择性非催化还原 (SNCR) 应设置在高温段。
- 7.1.4 脱硝工艺还原剂宜采用尿素、氨水或其它类型的还原剂, 不应采用液氨。
- 7.1.5 脱硝后烟气中氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ ) 浓度和氨 ( $\text{NH}_3$ ) 浓度应与喷入脱硝系统中还原剂的量闭环控制。
- 7.1.6 催化剂再生应满足 GB/T 35209 相关规定。

### 7.2 选择性催化还原脱硝 (SCR)

- 7.2.1 选择性催化还原脱硝 (SCR) 系统应包括还原剂系统、催化反应系统、公用系统和辅助系统。
- 7.2.2 应根据烟气净化处理工艺、排放要求、运行成本、催化剂等因素选择合理的运行温度。
- 7.2.3 脱硝系统负荷响应能力应满足生物质锅炉 85%~110%最大连续工况 (MCR) 负荷变化的要求。
- 7.2.4 在催化剂最大装入量情况下系统的设计脱硝效率不低于 80%。
- 7.2.5 系统出口氨逃逸率宜小于  $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 7.2.6 选择性催化还原 (SCR) 系统中催化剂最大装入量时总压降不宜超过 1400Pa, 在含有烟气-烟气换热器 (GGH)、蒸汽-烟气换热器 (SGH) 的工艺中, 总压降不宜超过 4500Pa。
- 7.2.7 脱硝反应器宜设旁路烟道, 旁路阀门宜采用双层挡板门, 挡板门应设置密封风及密封风加热系统。
- 7.2.8 脱硝反应器、催化剂模块壳体应采取防腐蚀措施。
- 7.2.9 选择性催化还原 (SCR) 系统应采取减少催化剂中毒和钝化的措施。
- 7.2.10 催化剂性能参数应符合表 1 规定。

表 1 催化剂性能参数

项目	蜂窝式	平板式
抗压强度	轴向 $\geq 0.6\text{ MPa}$	/
	径向 $\geq 2.0\text{ MPa}$	
比表面积	$\geq 40\text{ m}^2/\text{g}$	$\geq 60\text{ m}^2/\text{g}$

#### 7.2.11 尿素系统应符合下列要求:

- 尿素品质应符合 GB/T 2440 表 2 工业用尿素的要求;
- 储仓容量宜按全厂生物质锅炉最大连续工况 (MCR) 下脱硝系统连续运行 4d~7d 的总消耗量确定, 材质选用不锈钢;
- 尿素溶解罐应设置加热和保温, 尿素储存罐、输送设备、阀门、管道等应保温或伴热装置;
- 尿素溶解、储存和转运区域应设置洗眼装置。

#### 7.2.12 氨水系统应符合下列要求:

- 氨水品质应符合 HG/T 5353 的规定;
- 氨水储罐容积宜按全厂生物质锅炉最大连续工况 (MCR) 下脱硝系统连续运行 4d~7d 的总消耗量确定, 材质应采取防腐蚀措施;

- c) 氨水储存区域应设置安全围堰、氨气泄漏报警装置、氨水收集和排放设施，露天布置时，应设置防晒和喷淋降温设施；
  - d) 氨和空气的混合气体的温度应高于水冷凝温度；
  - e) 氨水储存和转运区域应设置洗眼装置。
- 7.2.13 与尿素溶液、氨水接触的设备、阀门、仪表、部件材质应采取防腐蚀措施。
- 7.2.14 还原剂制备系统氨流量应连续、稳定供应，并满足负荷波动时对氨供应量调整的响应要求。
- 7.2.15 氨喷入方式宜包括混流或直接喷射，选择性催化还原系统宜采用格栅式或涡流式喷氨方式，在条件允许时亦可采用直接喷射方式。
- 7.2.16 催化反应系统应符合下列要求：
- a) 应根据烟气工况、脱硝效率等因素确定催化剂形式、催化剂中原材料的成份、活性及催化剂用量，催化剂的形式可选择蜂窝式、板式、波纹板式等；
  - b) 催化剂应制成模块，各层模块规格统一、具有互换性，模块壳体应采用钢结构框架，并便于运输、安装和起吊；
  - c) 催化剂模块应采取防止烟气短路的密封措施，密封寿命不低于催化剂的寿命；
  - d) 催化剂模块壳体、支撑件应采取防腐措施。
- 7.2.17 脱硝反应器应符合下列要求：
- a) 脱硝反应器内催化剂迎面平均烟气流速应符合催化剂的性能要求，宜为  $4\text{m/s}\sim 6\text{m/s}$ ；
  - b) 脱硝反应器入口烟道应设导流板，出口应设收缩段，倾斜角度应避免积灰。反应器侧壁催化剂部位应设置催化剂装载门和人孔；
  - c) 催化剂上部应设置烟气均流装置；
  - d) 脱硝反应器应设检修起吊装置；
  - e) 催化剂出口应设置氨气分布监测口；
  - f) 每层催化剂入口宜设置吹灰装置，吹灰装置可选用声波、蒸汽或多种联合吹灰方式。
- 7.2.18 辅助系统应符合下列要求：
- a) 烟气温度低于酸露点温度时，烟气-烟气换热器内所有与烟气接触面的材质应选用聚四氟乙烯（PTFE）；
  - b) 最低喷氨温度应根据烟气条件确定，并不应低于催化剂要求的最低运行温度；
  - c) 氨气喷入装置应采取防磨和防堵塞措施；
  - d) 稀释空气量应按设计和校核工况中的较大耗氨量、稀释后混合气体中氨气的体积浓度不高于5%确定，稀释空气宜从选择性催化还原（SCR）反应器出口引出，稀释风机宜采用离心风机；
  - e) 稀释风管内介质流速宜为  $8\text{m/s}\sim 15\text{m/s}$ ，喷氨点下游宜装设静态混合器或采用其他增强混合方式。

### 7.3 选择性非催化还原脱硝（SNCR）

- 7.3.1 选择性非催化还原脱硝（SNCR）系统应包括还原剂制备与输送系统、还原剂计量、混合与喷射系统。
- 7.3.2 脱硝系统负荷响应能力应在生物质锅炉 85%~110%最大连续工况（MCR）下持续安全运行。
- 7.3.3 脱硝系统氨逃逸浓度不应大于  $5\text{mg/m}^3$ 。
- 7.3.4 脱硝系统对锅炉效率影响应小于 0.5%。
- 7.3.5 脱硝系统不对生物质锅炉运行产生干扰，不应增加烟气阻力。
- 7.3.6 喷入炉内的还原剂位置宜在生物质锅炉烟气温度  $850^{\circ}\text{C}$  至  $1100^{\circ}\text{C}$  的区域内，在炉内停留时间宜为  $1\text{s}\sim 2\text{s}$ 。
- 7.3.7 还原剂输送应符合下列要求：
- a) 多台生物质锅炉可共用 1 套还原剂输送系统；

- b) 每套输送系统应设置 2 台输送泵, 1 台运行, 1 台备用, 输送系统应设置背压回流装置;
  - c) 采用尿素做还原剂时, 尿素溶液输送系统应设置伴热装置。伴热装置的功率应能补偿尿素溶液输送中热量损失;
  - d) 还原剂原液及稀释水应设置流量调节和计量装置, 各分配支管也应配置计量装置;
  - e) 还原剂原液应在计量分配系统中稀释成不大于 5% 的溶液, 分配至还原剂喷射系统;
  - f) 计量分配系统布置区域应设置氨气泄漏监测装置;
- 7.3.8 喷入每台生物质锅炉的还原剂宜设置 1 套计量分配系统。
- 7.3.9 还原剂喷射应符合下列要求:
- a) 尿素溶液应喷射在 900℃~1100℃ 区域, 氨水溶液应喷射在 850℃~1050℃ 区域;
  - b) 喷射器应有承受反应区域最高温度的冷却保护措施;
  - c) 固定式喷射器应设置冷却风装置; 伸缩式喷射器应在不使用时退出生物质锅炉;
  - d) 应根据炉膛截面、高度等几何尺寸进行喷射系统的设计, 使还原剂与烟气达到充分均匀混合, 喷嘴设置宜不小于 2 层;
  - e) 还原剂喷射系统应采用压缩空气雾化;
  - f) 喷射器喷头应选用锥形、扇形或多种形式的组合喷嘴, 喷射面积宜覆盖烟气截面;
  - g) 应根据生物质锅炉的结构, 确定喷射器伸入炉内的长度。

## 7.4 脱硝除尘一体化

- 7.4.1 脱硝除尘一体化装置具有选择性催化还原脱硝 (SCR) 和除尘功能, 还原剂应符合 7.2.11 和 7.2.12 的规定。
- 7.4.2 脱硝除尘一体化装置包括高温复合滤筒一体化装置和复合滤料一体化装置 2 种, 高温复合滤筒一体化装置入口烟气温度范围应为 250℃ 至 350℃, 复合滤料入口烟气温度范围应 150℃ 至 220℃。
- 7.4.3 还原剂应用压缩空气雾化后喷入一体化设施前的直管烟道内。
- 7.4.4 脱硝除尘一体化装置应采用压缩空气脉冲清灰。
- 7.4.5 应根据烟气和颗粒物的理化性质、除尘器入口颗粒物浓度、除尘器压力降、清灰方式、有害物质排放浓度及滤料特性等确定一体化装置的过滤速度, 烟气在过滤层中的停留时间应不小于 1s。
- 7.4.6 除尘器结构为独立仓设计, 过滤仓室进出口应设置切换阀门, 并具有自动和手动、阀位识别、流向指示等功能。
- 7.4.7 除尘器应采取密封措施, 系统漏风率应不大于 2%。
- 7.4.8 除尘器花板宜采用 316L 不锈钢, 厚度宜不小于 8mm, 花板设足够数量的加强筋板, 并可作为检修平台。
- 7.4.9 一体化装置的差压检测、清灰方式同袋式除尘器。
- 7.4.10 除尘器灰斗、卸灰设备和输灰设备应采用电伴热装置, 不宜采用蒸汽伴热。
- 7.4.11 新建除尘器或批量更换滤筒后的除尘器, 在除尘器热态运行前应对滤筒预喷涂。

## 8 保温和飞灰输送

### 8.1 保温

烟气净化系统设备和管道应采取保温措施, 保温要求应符合 GB50264 规定。

### 8.2 飞灰输送

- 8.2.1 飞灰输送应采用密闭式机械输送和 (或) 气力输送; 采用湿法脱酸时, 应将飞灰从污水中有效分离, 污水应处理达标。
- 8.2.2 气力输送接收装置可为飞灰储仓 (罐), 应在仓 (罐) 顶设袋式除尘器, 袋式除尘器的过滤风

DL/T 2423-2021

速应小于 0.5m/min。

8.2.3 飞灰输送管应以水平方向进入飞灰仓（罐），且位于飞灰仓（罐）的上部。

8.2.4 飞灰仓（罐）顶部应有不小于 1.5m 的气体缓冲空间。

## 9 烟气污染物在线监测

9.1 烟气污染物监测装置应符合 GB/T 16157、HJ 836 和 HJ 75 的规定。

9.2 在线监测内容应包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氧气、烟气流量、温度、压力、氨气，且应连续运行。污染物排放在线监测结果应与当地环保主管部门联网。

9.3 安装烟气在线监测装置的位置应满足检测仪表对直管段长度要求，符合 HJ 75 和 HJ 76 的规定。

---

附录 A  
(资料性)

过滤面积和滤袋计算

过滤面积和滤袋数可按下列公式计算：

在线清灰的袋式除尘器过滤面积可按式 (A.1) 计算：

$$S = \frac{Q}{60V} \quad (\text{A.1})$$

离线清灰的袋式除尘器过滤面积可按式 (A.2) 计算：

$$S = \frac{Q}{60V} + S_1 \quad (\text{A.2})$$

式中：

S — 过滤面积， $\text{m}^2$ ；

Q — 最大工况烟气量， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

V — 过滤速度， $\text{m}/\text{min}$ ；

$S_1$  — 单个过滤室的面积， $\text{m}^2$ 。

滤袋数量可按式 (A.3) 计算：

$$N = \frac{S}{\pi DL + \frac{\pi}{4} D^2} \quad (\text{A.3})$$

式中：

N — 滤袋个数，计算后取整数；

D — 单个滤袋的外径， $\text{m}$ ；

L — 单个滤袋的长度， $\text{m}$ 。

