

团 体 标 准

T/CAEPI 27—2020

烟气中颗粒物团聚装置技术要求

Technical requirement for agglomeration equipment of flue gas particles

（发布稿）

本电子版为发布稿，请以正式出版的标准文本为准。

2020—4—28 发布

2020—6—1 实施

中 国 环 境 保 护 产 业 协 会 发 布

目 次

前 言	I
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 装置命名	2
5 技术要求	2
6 检验方法	7
7 检验规则	7
8 标志、包装、运输和储存	8
附录 A（资料性附录）团聚装置构成图	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，规范烟气中颗粒物团聚装置的生产及制造，促进烟气中颗粒物团聚装置的应用，制定本标准。

本标准规定了烟气中颗粒物团聚装置的术语和定义、装置命名、技术要求、检验方法、检验规则及标志、包装、运输和储存等。

本标准为首次发布。

本标准由中国环境保护产业协会组织制订。

本标准起草单位：武汉天空蓝环保科技有限公司。

本标准主要起草人：张军营、彭溶、李湧、张杰、郭超、张涛、张润伟、鞠省伟、尹卫华。

本标准由中国环境保护产业协会 2020 年 4 月 28 日批准。

本标准自 2020 年 6 月 1 日起实施。

本标准由中国环境保护产业协会负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区扣钟北里甲 4 楼，邮编 100037）。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

烟气中颗粒物团聚装置技术要求

1 适用范围

本标准规定了烟气中颗粒物团聚装置（以下简称“团聚装置”）的术语和定义、装置命名、技术要求、检验方法、检验规则及标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于电力、冶金、建材等行业锅炉、窑炉烟气中颗粒物的团聚装置，其他行业的工业烟气中颗粒物的团聚装置可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件，仅标注日期的版本适用于本标准。凡是未标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1184-1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1804-2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3001 耐火材料 常温抗折强度试验方法

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 4879 防锈包装

GB 5135.3-2003 自动喷水灭火系统 第3部分：水雾喷头

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

GB/T 12444 金属材料 磨蚀试验方法 试环-试块滑动磨损试验

GB/T 13277.1 压缩空气 第1部分：污染物净化等级

GB/T 16845 除尘器 术语

GB/T 19077 粒度分布 激光衍射法

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 50034 建筑照明设计标准

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50055 通用用电设备配电设计规范

GB 50187 工业企业平面设计规范

GB 50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50217 电力工程电缆设计标准

GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范

HGJ 229 化工设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

NB/T 47003.1 钢制焊接压力容器

3 术语和定义

GB/T 16845 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

团聚剂 agglomerate

由高分子聚合物、润湿剂、pH 调节剂等成分组成的用于团聚颗粒物的化学混合物。分为固态和液态两种。

3.2

团聚液 agglomeration solution

由团聚剂与工艺水按一定比例混合后形成的溶液。

3.3

团聚 agglomeration

在烟道中喷入团聚液，促使烟气中颗粒物团聚长大的过程。

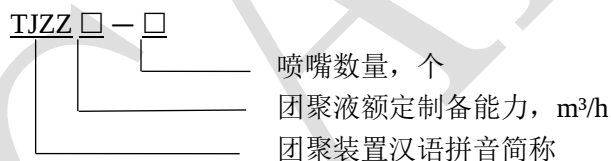
3.4

团聚装置 agglomeration equipment

将团聚剂制备成团聚液，并将其输送、雾化喷入至烟气中的装置。

4 装置命名

团聚装置命名方式如下：



示例：TJZZ8-32 指团聚液额定制备能力为 8 m³/h，配有 32 个喷嘴的团聚装置。

5 技术要求

5.1 适用条件

5.1.1 工作环境温度：0℃～50℃。

5.1.2 工作电压：AC380 V(±10%)。

5.1.3 压缩空气压力：0.35 MPa～0.50 MPa，压缩空气的品质符合GB/T 13277.1中的3级。

5.1.4 烟气适宜温度：105℃～180℃。

5.1.5 雾滴在烟道烟气中停留时间：≥0.4 s。

5.1.6 装置工艺用水的水质要求见表 1。

表 1 装置工艺用水水质要求

水质指标	数值
悬浮物	$\leq 150 \text{ mg/L}$
pH	6~8

5.2 装置构成

装置由固态团聚剂料仓、液态团聚剂储罐、计量装置（含压力计、流量计、计量泵、计量秤、料位计及液位计）、预混罐、配料罐、混合罐及搅拌装置、输送泵、阀门、气液两相流雾化喷枪、低压配电柜、低压控制柜、上位机或 DCS 控制系统等组成（见附录 A）。

5.3 基本要求

5.3.1 除气液两相流雾化喷枪外，装置单独放置于团聚设备间内，其布置以及所采取的防火、防冻、降温等措施应符合 GB 50016、GB 50187、GB 50019 的有关规定。

5.3.2 团聚设备间尽量靠近除尘器入口烟道。

5.3.3 团聚设备间抗震设防类别按丙类考虑，地震作用和抗震措施均应符合工程所在地抗震设防烈度的要求。地震作用和抗震措施应符合 GB 50011 的规定。

5.3.4 团聚设备间应设置照明系统和照明配电箱，其布置及安装应符合 GB 50034 的规定。

5.3.5 团聚设备间顶部宜设置起吊装置。起吊重量不小于最大检修部件的重量。

5.3.6 装置室外管道与阀门应做防腐和保温处理，寒冷地区应采取伴热措施。

5.3.7 应采取二次污染防治措施，废水、废气、噪声及其他污染物的排放应符合相应的国家和地方排放标准。

5.4 单元装置要求

5.4.1 固态团聚剂料仓

固态团聚剂料仓容积宜满足存储 3 d 的用量要求；固态团聚剂料仓应能够防腐、密封和防潮，并设置料位计。

5.4.2 液态团聚剂储罐

液态团聚剂储罐容积宜满足存储 3 d 的用量要求；液态团聚剂储罐应能够防腐、密封和防潮，并设置液位计。

5.4.3 计量装置

压力计量误差为 $\pm 1.6\%$ ；流量计计量误差为 $\pm 2.5\%$ ；计量泵的额定流量计量精度不低于 1%；计量秤最大允许误差为 $\pm 1.5e$ （ e 为检定分度值）；料位计允许误差为 $\pm 20 \text{ mm}$ ；液位计量误差为 $\pm 2.5\%$ 。

5.4.4 预混罐

预混罐内应配置搅拌装置、溢流装置和液位计，并满足下列要求：

- 容积应满足团聚液制备用量需求，且应 $\geq 1 \text{ m}^3$ ；
- 搅拌装置转速宜 $\geq 600 \text{ rpm}$ 。

5.4.5 配料罐

配料罐应配置搅拌装置、溢流装置和液位计，并满足下列要求：

- a) 容积应满足贮存 1/4 的装置额定制备量的能力，且应 $\geq 2 \text{ m}^3$ ；
- b) 搅拌装置转速宜为 60 rpm，且应 $\geq 36 \text{ rpm}$ 。

5.4.6 混合罐

混合罐应配置搅拌装置、溢流装置和液位计，并满足下列要求：

- a) 容积应满足贮存 1/4 的装置额定制备量的能力，且应 $\geq 2 \text{ m}^3$ ；
- b) 搅拌装置转速宜为 60 rpm，且应 $\geq 36 \text{ rpm}$ 。

5.4.7 输送泵

输送泵应与工艺介质具有相容性；应满足工艺要求的额定流量和扬程；输送泵宜一用一备。

5.4.8 管道与阀门

管道与阀门应适用于本标准提出的操作和环境条件，且与工艺介质具有相容性；阀门应满足开关、调节的工艺要求；阀门和管道应设置介质流向标识。

5.4.9 气液两相流雾化喷枪

5.4.9.1 气液两相流雾化喷枪应满足下列要求：

- a) 喷枪设计应考虑防腐、防堵、防磨和防热变形的措施。喷枪及安装座整体应具有良好的抗热变形性和抗振性，喷嘴喷射中心轴线方向角度偏差宜 $\leq \pm 3^\circ$ ；
- b) 喷枪采用压缩空气对团聚液进行雾化喷射，雾化粒径应 $< 100 \mu\text{m}$ ，平均粒径宜为 $50 \mu\text{m}$ 左右；
- c) 每支喷枪宜设计 1~2 个喷嘴。

5.4.9.2 气液两相流雾化喷枪的布置应满足下列要求：

- a) 喷枪布置于除尘器入口的直管段烟道内，尽可能在烟道垂直断面上多层布置，层间距应 $> 4 \text{ m}$ ，距除尘器入口法兰最近一层层间距宜 $> 6 \text{ m}$ ；
- b) 喷枪上喷嘴的喷雾方向与烟气流向一致；
- c) 根据烟道实际情况，以确保每层雾化覆盖区域大于烟道截面面积的 80%（CFD 流场模拟）为原则，选取喷枪类型，确定喷枪位置和数量；
- d) 单个喷嘴的液体喷射量宜为 $100 \text{ L/h} \sim 500 \text{ L/h}$ ；喷嘴的雾化角宜为 $30^\circ \sim 120^\circ$ ；
- e) 圆形烟道单层喷枪类型及喷枪数量见表 2，喷枪的布置方式见图 1。

表 2 圆形烟道单层喷枪类型及数量

烟道直径 D (m)	喷枪类型 (参考)	单层喷枪数量 (参考)	备注
$D < 3$	单喷嘴喷枪	1	总层数一般小于 3 层
$D \geq 3$	单/双喷嘴喷枪	4	总层数一般小于 3 层。单双喷嘴选择可根据喷雾角及喷射量确定

- f) 矩形烟道单层喷枪类型及喷枪数量见表 3，喷枪的布置方式见图 2。

表 3 矩形烟道单层喷枪类型及数量

烟道截面宽度 W (m)	喷枪类型 (参考)	单层喷枪数量	备注
$W \leq 3$	单喷嘴喷枪	$\text{int}(L/E)$	$\text{int}(L/E)$ ：为取整函数； L ：烟道截面长度，m； 喷枪间距 $E \geq 1$ ，总层数一般小于 3 层
$W > 3$	双喷嘴喷枪	$2 \times \text{int}(L/E)$	$\text{int}(L/E)$ ：为取整函数； 2：喷枪沿烟道截面 L 侧布置边数； 喷枪间距 $E \geq 1$ ，总层数一般小于 3 层

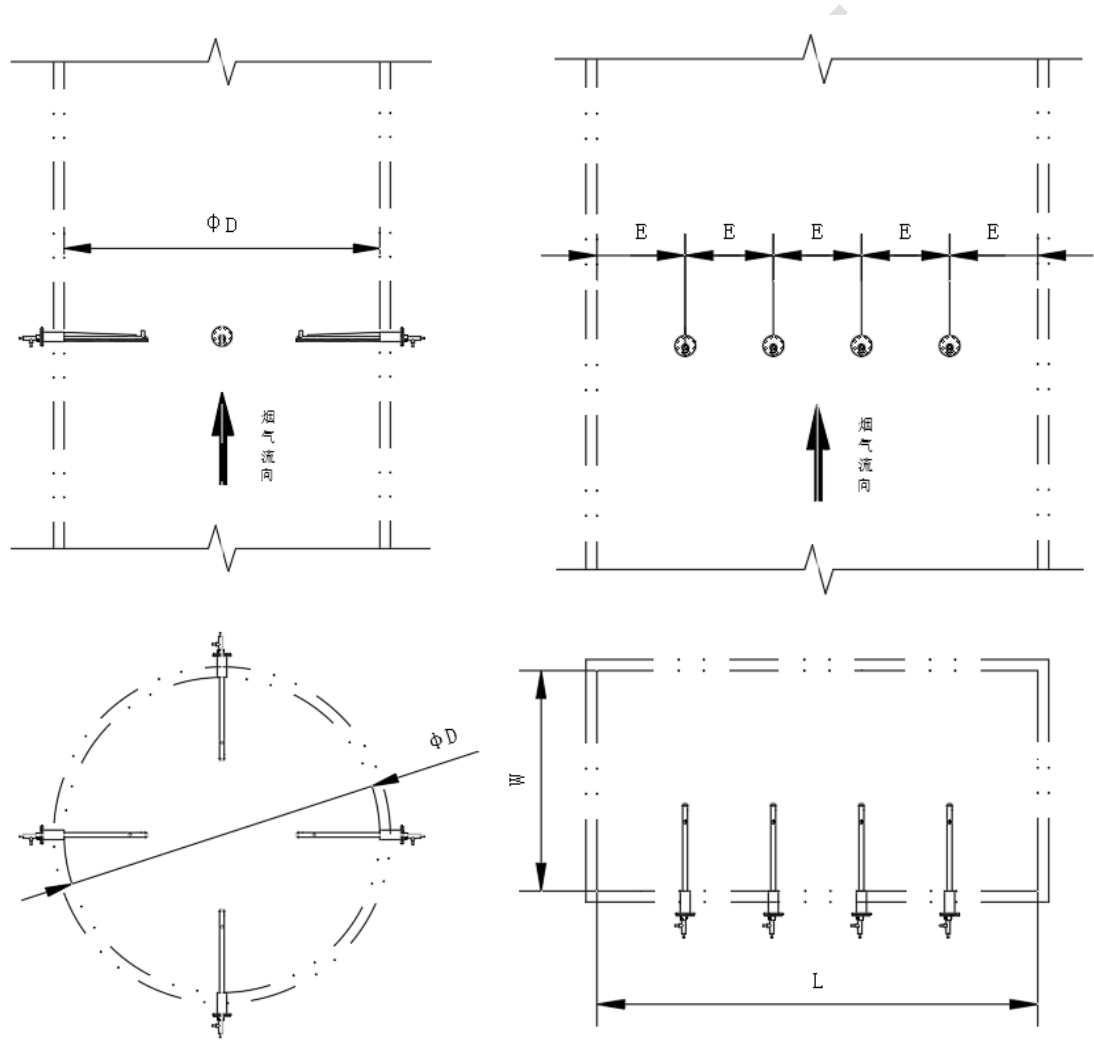


图 1 圆形烟道内单层喷枪的布置示意图

图 2 矩形烟道内单层喷枪的布置示意图

5.4.10 低压配电柜

低压配电柜应含断路器、电机保护元件等电气元件，其设计应满足下列要求：

- a) 电气设计应符合 GB 50054、GB 50055 和 GB 50217 的规定；
- b) 电气设备的防护等级不低于 IP54；
- c) 宜采用 TN-S 接地方式实现对整个装置的供配电及保护。

5.4.11 低压控制柜

低压控制柜应满足下列要求：

- a) 控制设计应符合 GB/T 3797 的规定；
- b) 应采用 PLC 或 DCS 硬件控制，实现对团聚液制备、团聚液喷雾等过程的监测及自动控制；
- c) 应预留与主控制室的通讯接口，可以将团聚装置控制系统并入主厂中控系统中；
- d) 控制系统所涉及的盘、箱、柜的防护等级不低于 IP54。

5.4.12 上位机或 DCS 控制系统

装置应根据系统需求或用户要求，配置不同的上位机，并可连接 PLC 或者 DCS，实现人机画面交互，具有监测、控制、记录及故障报警功能。

5.5 装置加工与材料选择

5.5.1 团聚装置应按照图纸及技术文件制造，并符合本标准的要求。

5.5.2 团聚装置外观应平整光滑、颜色一致，无锈迹，无明显的污浊、剥落、卷皮、裂纹、气泡和流痕等缺陷。

5.5.3 团聚装置结构设计应符合 GB 50017、GB 50205 的要求；团聚装置的罐体应符合 NB/T 47003.1 的要求。

5.5.4 团聚装置机械加工部件未标注公差尺寸或角度的，其极限偏差按 GB/T 1804-2000 中 m 等级的规定；未标注形位公差的，其极限偏差按照 GB/T 1184-1996 中 k 等级的规定。

5.5.5 团聚装置的材料应适合于本标准规定的操作使用和环境条件，并应满足下列要求：

- a) 团聚装置中与团聚剂、团聚液等介质接触的零部件应采用耐腐蚀材料；
- b) 与烟气接触的零部件应采用耐高温、防腐蚀、防磨损材料。耐高温要求为 300℃ 以内材料不发生变形，防腐蚀应符合 HGJ 229 的要求；防磨损材料应满足两年寿命要求。

5.6 安装要求

5.6.1 团聚装置在安装前应进行基础检查，测定其纵向、横向、对角线方向的水平尺寸及基础顶面标高，确保符合图纸要求。各零部件在安装前应按图样检查，发现在运输装卸、存放过程中发生变形和尺寸变动的，应作整形和校正。

5.6.2 喷枪的安装位置应符合工艺设计的布置要求，喷枪的支座安装应满足焊接质量要求，同时喷枪的紧固应满足烟道振动环境下的牢固性、密封性要求。

5.7 性能要求

5.7.1 雾化粒径应 $< 100\ \mu\text{m}$ ，平均粒径宜为 $50\ \mu\text{m}$ 左右。

5.7.2 喷枪雾化范围应不小于 80% 烟道截面，且不得出现湿壁黏附现象。

5.7.3 团聚液从制备到喷射雾化，每立方米团聚液的耗电量 $< 8\ \text{kW} \cdot \text{h}$ 。

5.7.4 每立方米团聚液雾化所需的压缩空气量 $\leq 150\ \text{m}^3$ 。

5.7.5 装置运行时，装置外 1.5 m 处的噪声应 $\leq 85\ \text{dB (A)}$ 。

6 检验方法

6.1 装置加工与材料检验

- 6.1.1 团聚装置的外观质量在正常自然光下目测检验。
- 6.1.2 团聚装置的主体结构材料应按照 GB 50205-2001 第 4 项规定进行检验，罐体应按照 NB/T 47003.1 的规定进行检验。
- 6.1.3 团聚装置的机械加工件应使用专用测量工具，并按照设计图纸要求进行尺寸、角度、形状及位置公差检验。
- 6.1.4 团聚装置的防腐材料应按照 GB 50727 的规定进行耐腐蚀检验。
- 6.1.5 与烟气接触的喷枪等应选择耐高温、耐磨蚀的材料，应按照 GB/T 3001 的规定进行耐高温抗折强度检验，并按照 GB/T 12444 规定的金属材料磨损试验方法进行检验。

6.2 装置安装检验

- 6.2.1 团聚装置在安装前应采用水准仪、水平仪按照设计图纸要求检验安装基础，使用专用测量工具测量团聚装置安装尺寸。
- 6.2.2 应使用专用测量工具按照图纸要求检验喷枪布置；可用煤油渗透法检验喷枪座焊接气密性；可使用力矩扳手检查连接喷枪与喷枪座的各个紧固螺栓。

6.3 装置性能检验

- 6.3.1 雾化喷枪的雾化粒径按照GB/T 19077的规定进行检验。
- 6.3.2 雾化范围按照GB 5135.3-2003中第6.6项喷洒试验方法检验单个喷嘴喷雾面积，通过总喷嘴数核算装置整体雾化面积。
- 6.3.3 装置电耗按表计进行检验。
- 6.3.4 装置压缩空气耗量按表计进行检验。
- 6.3.5 装置噪声测量：正常运行时，用声级计A计权在距离装置1.5 m 处，采用慢速档测量3次，每次10s，取3次的算术平均值为装置的运行噪声值。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为型式检验和出厂检验，检验项目及相关要求见表 4。

表4 团聚装置检验项目

序号	检验项目			指标要求	检验方法
	检测项目	型式检验	出厂检验		
1	外观	√	√	5.5.2	6.1.1
2	材料	√	√	5.5.3、5.5.5	6.1.2、6.1.4、6.1.5
3	加工	√	√	5.5.4	6.1.3
4	安装	√	√	5.6.1、5.6.2	6.2.1、6.2.2
5	喷枪雾化粒径	√	×	5.7.1	6.3.1
6	喷枪雾化范围	√	×	5.7.2	6.3.2

7	电耗	√	√	5.7.3	6.3.3
8	气耗	√	√	5.7.4	6.3.4
9	噪声	√	√	5.7.5	6.3.5

7.2 型式检验

7.2.1 正常生产时应每两年对团聚装置进行一次型式检验。

7.2.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品、变型产品或老产品转厂生产时；
- b) 结构、材料、工艺有较大改变，影响性能指标及可靠性时；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；

7.2.3 检验按照 GB/T 2828.1 的要求抽样，抽样数量为近 2 年生产量的 5%（进位取整）。

7.2.4 型式检验检验项目、指标要求及检验方法参照表 4。

7.2.5 任一项不合格，应加倍抽样复检，若仍不合格，则判定为不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 每台产品出厂前均应进行出厂检验。

7.3.2 出厂检验检验项目、指标要求及检验方法参照表 4。

7.3.3 对检验合格的产品应填写检验记录，合格后加封印，出具质量合格证明书和检验报告，全部合格后方可出厂。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

8.1.1 设备的一般标示，包含以下内容：

- a) 产品出厂日期；
- b) 产品型号及编号；
- c) 检验合格证；
- d) 主要性能及参数。

8.1.2 团聚设备的管道的基本识别色、识别符号和安全标识应符合 GB 7231 的规定。

8.2 包装

8.2.1 团聚装置的包装应符合 GB/T 4879 的规定，包装件外商品标志和包装储运标志的标识应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的规定。

8.2.2 设备包装应考虑便于起吊、搬运和长途运输以及多次装卸、气候条件等情况，并适合水路和陆路运输，不致因包装不善造成产品损坏、质量下降或零部件丢失。

8.2.3 产品应有牢固的包装，并有防震、防潮和缓冲措施，随行附件包括：

- a) 产品合格证书；
- b) 产品使用维护说明书；
- c) 装箱清单；
- d) 随机设备清单及保修单。

8.3 运输

团聚装置的运输应符合下列要求：

- a) 经包装检验合格的产品，应适合公路、铁路、水路等运输工具的运输，采用额定载重量大于本产品毛重的运输工具运输；
- b) 公路运输时，应控制车速和及时采取对抗冲击措施，以防止产品受振动、冲击和碰撞而产生不良后果；
- c) 产品在运输、装卸过程中，应按包装箱上的标志进行操作。

8.4 储存

产品存放时应存放在原包装箱内，存放的库房应保证温度在-15℃至45℃之间，通风良好，清洁干燥，无日晒，无强烈的机械振动、冲击和强磁场作用，并且库房内不允许有各种有毒有害气体、易燃易爆和腐蚀性物品。

附录 A
(资料性附录)
团聚装置构成图

团聚装置构成见图 A.1。

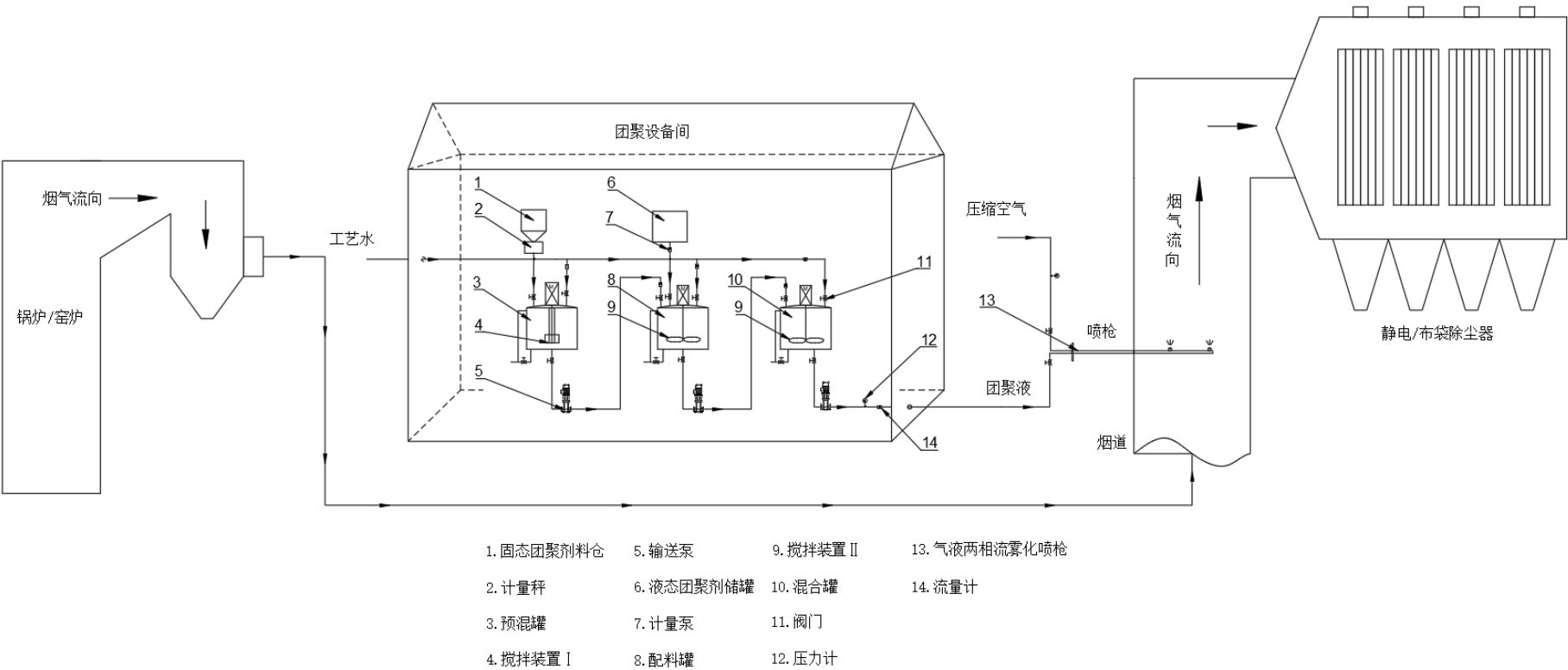


图 A.1 团聚装置构成图