

团 体 标 准

T/CAMIE 08—2022

板式等离子臭氧发生器

Parallel plate plasma ozone generator

(报批稿)

中国环保机械行业协会标准

板式等离子臭氧发生器

T/CAMIE 08—2022

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 15 千字
2022 年 XX 月第一版 2022 年 XX 月第一次印刷

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国环保机械行业协会 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、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 分类、型号与规格	2
4.1 分类	2
4.2 型号	3
4.3 规格	3
5 结构和材料	3
5.1 结构	3
5.2 介电材料	3
5.3 电极材料	4
5.4 接触臭氧的零部件材料	4
5.5 接触臭氧的密封材料	4
6 工作要求	4
6.1 工作环境要求	4
6.2 供气气源	4
6.3 冷却水	4
6.4 可靠性	4
7 技术要求	4
7.1 外观	4
7.2 介电板	4
7.3 电极板	5
7.4 气密性	5
7.5 稳定性	5
7.6 臭氧泄漏	5
7.7 脱脂处理	5
7.8 调节性能	5
7.9 电气安全	5
7.10 接地保护	5

7.11 电气防爆	5
7.12 噪声	5
7.13 额定技术指标	5
8 检验方法	5
8.1 外观	5
8.2 介电板	5
8.3 电极板	6
8.4 气密性	6
8.5 稳定性	6
8.6 臭氧泄漏	6
8.7 脱脂处理	6
8.8 调节性能	6
8.9 电气安全	6
8.10 接地保护	6
8.11 电气防爆	6
8.12 噪声	6
8.13 额定技术指标	7
9 检验规则	7
9.1 出厂检验	7
9.2 型式检验	7
10 标志、随机文件、包装、运输和贮存	7
10.1 标志	7
10.2 随机文件	8
10.3 包装	8
10.4 运输	8
10.5 贮存	8

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。

本文件由中国环保机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江金大万翔环保技术有限公司、北京金大万翔环保科技有限公司、哈尔滨工业大学、哈尔滨锅炉厂预热器有限责任公司、绍兴金大万翔科技有限公司、北方工业大学、济南三康环保科技有限公司。

本文件主要起草人：刘新旺、陈泽军、王盼盼、张健、许俊豪、孙德辉、王东升、李阳、吴冲红、马军、刘广连、刘涛、郑亚军、董哲、王树涛。

本文件为首次发布。

板式等离子臭氧发生器

1 范围

本标准规定了板式等离子臭氧发生器(以下简称臭氧发生器)的分类和规格、结构和材料、工作要求、技术要求和检验方法、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于生活饮用水、再生水、污水处理、氧化法脱硝、造纸漂白、卫生防疫、空气及物表消毒用的板式等离子臭氧发生器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容对于本文件的应用必不可少。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 191 包装储运图示标志
- GB/T 1408.1 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分:工频下试验
- GB 3095 环境空气质量标准
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分;设备、通用要求
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 7251.1-2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
- GB/T 17248.3 声学 机器和设备发射的噪声声强法现场测定 工作位置和其他指定位置发射声压级的工程法 现场简易法
- GB 19517 国家电气设备安全技术规范
- GB/T 30859 太阳能电池用硅片翘曲度和波纹度测试方法
- GB/T 37894-2019 水处理用臭氧发生器技术要求
- HG 20202 脱脂工程施工及验收规范

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

3.1.1

板式臭氧发生器 parallel plate type ozone generator

臭氧发生室由窄间距的平板状介电板和电极板构成,臭氧发生单元呈平行板状结构的臭氧发生器。

3.1.2

臭氧发生室 ozone generation chamber

由单组或多组臭氧发生单元组成的装置。

3.1.3

臭氧发生单元 ozone generation unit

产生臭氧的基本组件,由介电体与被其阻隔的电极和放电空间组成。

3.1.4

介电板 dielectric plate

臭氧发生单元两电极间,造成稳定的介质阻挡放电的平板状绝缘体。

3.1.5

电极板 electrode plate

臭氧发生单元中形成高压分布电场的平板状导电体。

3.1.6

放电间隙 discharge gap

在电极板和介电板之间供气体通过的空间间隙,氧气通过并在放电作用下产生臭氧。

3.1.7

臭氧浓度 ozone concentration

臭氧发生器出气中的臭氧含量。

注:本标准采用标准状态下的质量浓度。

3.1.8

臭氧产量 ozone production capacity

臭氧发生器单位时间产生的臭氧量。

3.1.9

臭氧电耗 specific power consumption of ozone

产生1 kg臭氧消耗的电能。

3.1.10

介电强度 dielectric strength

使用连续均匀升压的方式对介电材料施加电压,材料被击穿时,单位厚度承受的最大电压。

3.1.11

标准状态 normal temperature and pressure

在温度T=273.15 K(0°C),压力P=101.325 kPa(标准大气压)时的气体状态。

注:除非特别指明,本标准中提到的气体体积、气体流量以及臭氧浓度均为标准状态下的值。

3.2 缩略语

NTP——标准状态(Normal Temperature and Pressure)

PSA——变压吸附(Pressure Swing Adsorption)

VPSA——真空变压吸附(Vacuum Pressure Swing Adsorption)

4 分类、型号与规格

4.1 分类

4.1.1 按介质阻挡放电的频率,分为工频(50 Hz, 60 Hz)、中频(100 Hz~1000 Hz)和高频(≥1000 Hz)。

4.1.2 按臭氧产量,分为小型($\leq 100 \text{ g/h}$)、中型($100 \text{ g/h} \sim 1 \text{ kg/h}$)和大型($\geq 1 \text{ kg/h}$)。

4.1.3 按供气气源类别,分为空气源型和氧气源型。

4.1.4 按冷却方式,分为水冷却式和空气冷却式。

4.2 型号

板式等离子臭氧发生器的型号编码依据品牌名称、厂家型号、气源类型和额定臭氧产量进行划分。

品牌名称用两位到八位字母表示。

厂家型号用两位到四位字母和数字表示。

气源类型用两位字母表示,空气源使用字母AS、氧气源使用字母OS。

板式等离子臭氧发生器的型号编码应符合下列格式:

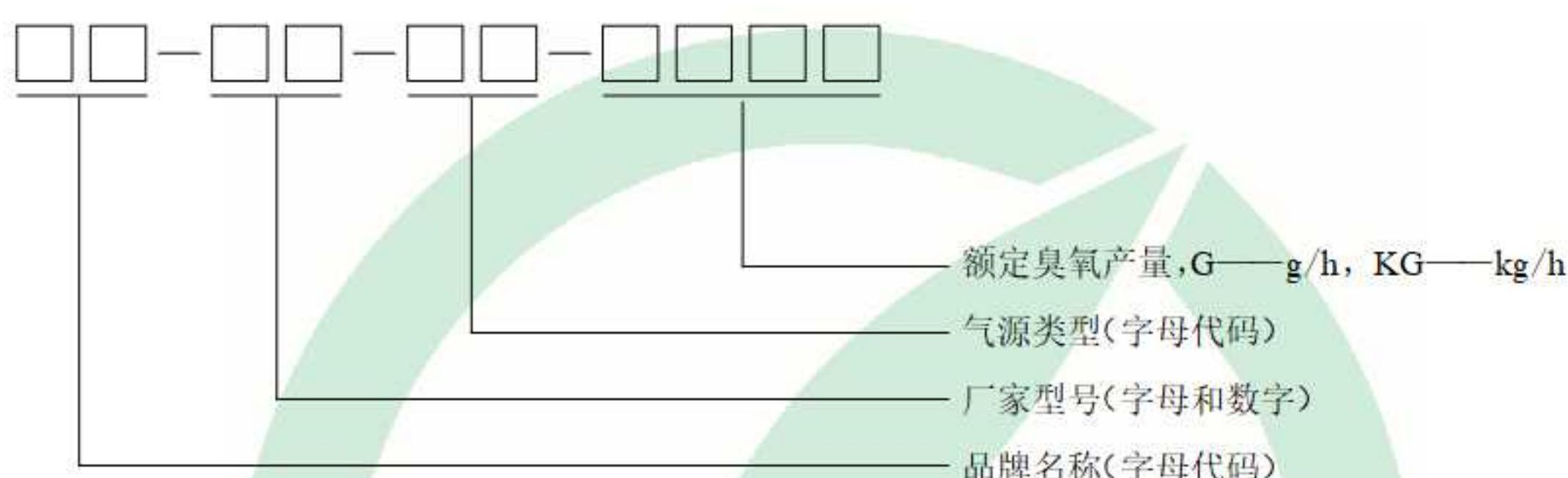


图1 板式等离子臭氧发生器型号编码结构图

示例:XXX-A1-OS-10 KG表示XXX品牌的A1型号臭氧产量为10 kg/h的氧气源板式等离子臭氧发生器。

4.3 规格

4.3.1 臭氧发生器额定臭氧产量应符合表1的规定。

表1 板式等离子臭氧发生器额定臭氧产量规格

类型	单位	规格
小型	g/h	2 5 10 15 20 30 40 50 60 70 80 90
中型	g/h	100 120 150 200 300 400 500 600 700 800 900
大型	kg/h	1 1.5 2 2.5 3 4 5 6 7 8 10 12 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

4.3.2 生产、订购应优先选用规格系列产品,特殊情况宜按相邻规格中间值选定。

5 结构和材料

5.1 结构

5.1.1 臭氧发生器应由臭氧发生室、臭氧电源、冷却装置、控制装置与仪表组成。

5.2 介电材料

5.2.1 臭氧发生单元介电材料应采用绝缘强度高、耐臭氧化,表面平整度高的陶瓷基片材料,或其它已经证明同样适用的材料。

5.2.2 板式臭氧发生单元中的介质板位于介质阻挡放电界面的表面,不宜存在影响放电状态的疤痕,裂纹等制造缺陷。

5.3 电极材料

5.3.1 臭氧发生单元电极材料应采用022Cr17Ni12Mo2(S31603)不锈钢、钛、等耐臭氧化材料,也可采用经过表面耐腐蚀工艺处理过的其他金属,例如微弧氧化表面处理过的镁铝钛合金或其它已经证明同样适用的材料。

5.4 接触臭氧的零部件材料

5.4.1 臭氧发生室、管道、控制阀门等接触臭氧的零部件应采用耐臭氧化的材料。

5.5 接触臭氧的密封材料

5.5.1 臭氧发生器连接用的密封圈、垫片等接触臭氧密封部件应使用聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、全氟橡胶等耐臭氧化材料,或其它已经证明同样适用的材料。

6 工作要求

6.1 工作环境要求

- a) 臭氧发生器工作环境温度应 $2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度应 $\leq 85\%$ 。
- b) 臭氧发生器冷却水进水温度应 $2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 臭氧发生器气体进气温度宜 $\leq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 供气气源

6.2.1 臭氧发生器对各类气源要求参见表2。

表2 供气气源指标

气源种类	供气压力 MPa	常压露点 ℃	氧气浓度 体积分数 %
空气	≥ 0.1	≤ -60	21
PSA/VPSA 制氧	≥ 0.2	≤ -60	≥ 90
液氧	≥ 0.25	≤ -60	≥ 99.6

6.2.2 臭氧发生器应在进气端配置精度 $\geq 0.1\text{ }\mu\text{m}$ 的过滤装置。

6.3 冷却水

6.3.1 臭氧发生室的冷却水应满足以下条件:pH $6.5 \sim 8.5$,氯化物含量 $\leq 250\text{ mg/L}$,总硬度(以 CaCO_3 计) $\leq 450\text{ mg/L}$,浑浊度(散射浑浊度单位) $\leq 1\text{ NTU}$ 。

6.3.2 大型臭氧发生器宜采用闭式循环冷却系统。

6.4 可靠性

6.4.1 可靠性应符合GB/T 37894-2019的规定。

7 技术要求

7.1 外观

7.1.1 臭氧发生器的外观不应有机械损伤,表面应光滑平整,不宜有任何油污、水渍。

7.2 介电板

7.2.1 臭氧发生单元所使用的介电板材质需均匀一致,不宜含有外来有害杂质和存在针眼及裂隙;厚度宜在 $0.2\text{ mm} \sim 1.0\text{ mm}$ 之间,翘曲度(长度方向)宜 $\leq 0.3\%$ 。

7.2.2 臭氧发生单元使用的介质板介电强度应 $> 8\text{ kV/mm}$;介电强度数据不完整时,必须进行耐电压

实验(击穿实验),并以耐电压实验所得的实际数值作为介电强度的依据。

7.3 电极板

7.3.1 臭氧发生单元所使用的电极板应均匀一致,不宜含有凹坑及划伤等。

7.3.2 组装完成的板式臭氧发生单元,放电间隙宜在0.1 mm~0.5 mm之间,偏差应在±0.05 mm范围内。

7.4 气密性

7.4.1 臭氧发生器应在设计压力参数下保证气密性要求,24 h修正压力降应<133 Pa。

7.5 稳定性

7.5.1 臭氧发生器运行4 h后,在设定的额定功率及进气流量的工况下,臭氧浓度和电耗值在2.5 h变动范围不应>5%。

7.6 臭氧泄漏

7.6.1 臭氧发生器在最高允许工作压力与额定功率时的臭氧泄漏量应符合GB 3095的规定。

7.7 脱脂处理

7.7.1 臭氧发生器应针对供气气源类型需要,对臭氧发生室、管道、阀门、仪表等所有接触氧气及臭氧的零部件进行脱脂处理。

7.8 调节性能

7.8.1 臭氧产量应能在10%~100%范围调节和控制。

7.9 电气安全

7.9.1 臭氧发生器电源装置应设置紧急断电开关。

7.9.2 臭氧发生器应采用防止电击危险的绝缘保护措施。

7.9.3 电源装置至臭氧发生室的高压电缆应具备相应等级的绝缘,并应采用可靠的屏蔽措施。

7.9.4 臭氧发生器的高压接头应设置可靠的防护罩。

7.9.5 臭氧发生器所用电气设备的设计应符合GB 19517的规定。

7.9.6 电源装置防护等级应符合GB/T 4208《外壳防护等级(IP代码)》的规定,不应<IP44。

7.10 接地保护

7.10.1 臭氧发生器壳体、臭氧发生室、电源装置、防护网、仪表的壳体、控制装置等均应可靠接地。

7.11 电气防爆

7.11.1 对防爆有要求的电气设备、仪表等应符合GB/T 3836.1的规定,并提供防爆合格证。

7.12 噪声

7.12.1 臭氧发生器工作时的噪声值应≤85 dB(A)。

7.13 额定技术指标

7.13.1 臭氧发生器的额定技术指标应符合GB/T 37894-2019的规定。

8 检验方法

8.1 外观

8.1.1 检验方法以目测为主,并辅以必要测量器具,如钢板尺、游标卡尺。

8.2 介电板

8.2.1 翘曲度应按GB/T 30859规定的方法检测。

8.2.2 介电强度应按GB/T 1408.1规定的方法检测。

8.3 电极板

8.3.1 检验方法以目测为主，并辅以必要测量器具，如游标卡尺。

8.4 气密性

8.4.1 检验气密性应使用干燥洁净的空气,检验方式可使用肥皂液或其他适宜的检漏液。试验压力应满足下列要求:

- a) 设计压力 $< 5 \text{ kPa}$ 时, 试验压力应为 20 kPa 。
 - b) 设计压力 $\geq 5 \text{ kPa}$ 时, 试验压力应为设计压力的1.2倍, 且 $\geq 0.1 \text{ MPa}$ 。
 - c) 试验时的升压速度不宜过快。压力缓慢上升至50%试验压力时, 应停止升压, 稳压30 min, 并检查系统有无异常情况, 如无异常情况继续升压。管内压力升至试验压力后, 待温度、压力稳定后开始记录。气压试验稳压的持续时间应为24 h, 每h记录不应 < 1 次。当修正压力降 $< 133 \text{ Pa}$ 为合格。修正压力降按下式确定:

$$\Delta P = (H_1 + B_1) H_2 + B_2 \times ((273 + t_1) / (273 + t_2)) \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

ΔP 修正压力降(Pa);

H1、H2 试验开始和结束时的压力计读数(Pa)：

B1、B2 试验开始和结束时的气压计读数(Pa)：

t_1, t_2 试验开始和结束时的管内介质温度(°C)。

8.5 稳定性

8.5.1 测定稳定性应在臭氧发生器运行4 h后,在设定的额定功率及进气流量的工况下,每隔0.5 h记录一次臭氧浓度和电耗值,采样5次;采样值中最大值与最小值的差除以平均值,所得结果即为变动值。

8.6 臭氧泄漏

8.6.1 检验方法应按GB/T 37894-2019中的规定进行。

8.7 脱脂处理

8.7.1 脱脂检验方法应按HG 20202《脱脂工程施工及验收规范》进行操作和检验。

8.8 调节性能

8.8.1 检验方法应按GB/T 37894-2019中的规定进行检验。

8.9 电气安全

8.9.1 按GB/T 7251.1-2013中的规定进行验证。

8.9.2 按GB/T 4208进行防护等级验证。

8.10 接地保护

8.10.1 接地检验方法按 GB 14050《系统接地的型式及安全技术要求》的规定进行操作和检测。

8.11 电气防爆

8.11.1 检验方法按 GB/T 3836.1 的规定进行检测。

8.12 噪声

8.12.1 检验方法按 GB/T 17248.3 规定的方法进行检测。噪声测点位置确定：水平方向应距设备主表

面1 m, 垂直方向应距地坪1.0 m~1.5 m。

8.13 额定技术指标

8.13.1 臭氧产量应按GB/T 37894-2019中的规定的方法进行检验。

8.13.2 臭氧浓度应按GB/T 37894-2019中的规定的方法进行检验。

8.13.3 臭氧电耗应按GB/T 37894-2019中的规定的方法进行检验。

9 检验规则

9.1 出厂检验

9.1.1 臭氧发生器出厂前应逐台进行下列检验项目,检验合格后签发产品合格证。

- a) 外观;
- b) 装配质量;
- c) 属于压力容器的部件应提供质量证明文件;
- d) 仪表,调节、控制器件及应附带资质合格证书;
- e) 气密性能;
- f) 电气安全性能;
- g) 技术性能(包括臭氧浓度、产量、电耗等);
- h) 调节性能。

9.2 型式检验

9.2.1 型式检验所需样品从制造单位的最终产品中随机抽取,检验地点应在经认可的独立的检验机构进行。

9.2.2 有下列情况之一应进行型式检验。

- a) 新产品试制定型时,包括转厂生产的首制产品的试制定型鉴定;
- b) 产品连续停产2年以上恢复生产;
- c) 正式生产后,产品的设计、结构或工艺变更而影响产品性能;
- d) 出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求;
- f) 销售的产品被客户投诉并退货或设备在使用过程中发生重大安全事故。

10 标志、随机文件、包装、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 应在醒目的位置上设置铭牌,标牌应符合GB/T 13306的规定。

10.1.2 标牌内容应包括:

- a) 生产企业;
- b) 产品名称、型号、编号;
- c) 生产日期;
- d) 气源种类、流量与露点要求;
- e) 允许最高工作压力和最低工作压力(表压):MPa;
- f) 额定指标:臭氧产量:g/h(kg/h);臭氧浓度:g/m³或mg/L;臭氧电耗:kW·h/kg;

g) 供电要求:相数;频率:Hz;电压:V;电流:A;

h) 外形尺寸:长×宽×高;

i) 设备质量:kg。

10.2 随机文件

10.2.1 随机文件应全部装在塑料袋内,粘贴放置在包装箱内。

10.2.2 随机文件应包括:

a) 装箱单;

b) 使用说明书;

c) 设备安装图纸、工艺系统图;

d) 产品出厂检测报告(产品合格证);

e) 系统配置的仪表质量证明文件及说明书;

f) 备件、附件清单。

10.3 包装

10.3.1 包装的技术要求应符合 GB/T 13384 的规定。

10.3.2 包装箱外的标志应符合 GB/T 191 的规定。

10.3.3 臭氧发生器的顶部应留有吊装孔或底部合适位置设计叉车孔。

10.3.4 臭氧发生器的附件、备件宜另行包装;重要的仪器、仪表应采取防护措施。

10.3.5 臭氧发生器对外的法兰接口和管路接口应添加防尘盖等防护措施。

10.4 运输

10.4.1 可用一般交通工具运输,运输过程中应有防雨防震措施。

10.4.2 臭氧发生器运输前设备所有活动部件应固定牢靠。

10.5 贮存

10.5.1 臭氧发生器应贮藏在清洁干燥的室内。

10.5.2 已拆除包装的臭氧发生器长时间贮存,应增加防尘措施。