

ICS 11.080
CCS J 88

T/CAMIE 12—2021

团 体 标 准

T/CAMIE 12—2021

质子交换膜电解臭氧发生装置

Proton exchange membrane electrolytic ozone generating apparatus

中国环保机械行业协会标准
质子交换膜电解臭氧发生装置

T/CAMIE 12—2021

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 14.5 千字
2021年11月第一版 2021年11月第一次印刷

2021-11-05 发布

2022-02-05 实施

中国环保机械行业协会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	2
4.1 一般要求	2
4.2 型号标识	2
4.3 技术要求	3
4.4 环境要求	3
5 检验	3
5.1 检验方法	3
5.2 检验规则	4
6 包装、运输和贮存	4
6.1 包装	4
6.2 运输	5
6.3 贮存	5
附录 A (规范性) 臭氧产量检测	6
A.1 适用范围	6
A.2 测试器具	6
A.3 测试条件	6
A.4 试剂制备	6
A.5 取样及滴定方式	6
A.6 原理及计算方式	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。

本文件由中国环保机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：清华大学、青岛爱依康科技产业有限公司、青岛饮料集团有限公司、北京首创生态环保集团股份有限公司、北京科技大学、清华苏州环境创新研究院、同济大学、北京化工大学、北京市市政工程设计研究总院有限公司、山东省城市供排水水质监测中心。

本文件主要起草人：孙文俊、刘凤艳、王达、陈仲贇、于明基、蔡然、李子富、楚文海、徐斌、王洋、贾瑞宝、王晓慧、李培成、崔利峰、闫枫、张元娜、吴芳芳、冷凤、宋武昌、李桂芳、马国峰、范红心、石景东、臧家乾、杨建伟、王光春、张洪良、张建。

本文件为首次发布。

引 言

臭氧是天然物质中最强的氧化剂之一，氧化能力仅次于强腐蚀性的氟。超强的氧化性使其具有高效的灭菌、脱色和除味等功能。臭氧在医疗、工业、家庭等各个方面都具有广泛的应用。人工制取臭氧的方法通常有电晕放电法、放射紫外线法、等离子射流法和电解法等。电晕放电法是目前工业生产中最常用的一种方法，该方法所需的设备一般都比较较大，且产生的臭氧浓度较低，如果以空气作为臭氧气源，还会产生有害的氮氧化物气体。电解法主要分为化学电解和质子交换膜电解，质子交换膜电解法是采用低压直流电导通特制的固态膜电极正负两极电解去离子水，使水在特制的阳极界面上失去电子使氢氧分离，氧在高密度电流作用下获得能量，并聚合成臭氧分子。质子交换膜电解臭氧发生装置产生臭氧的能耗比放电法要高，所以提高单位电极的臭氧产生效率，才能降低能耗。

根据国标《臭氧消毒器卫生要求》GB 28232 中对能耗的规定，可计算出质子交换膜电解臭氧发生装置的单位电极面积产生臭氧的效率。臭氧气体的浓度大小由发生装置自身性质决定，根据能耗和产生臭氧的效率，进一步可以计算得出臭氧气体的浓度大小。质子交换膜电解等电化学技术的新进展使得利用电化学方法可以连续得到高浓度臭氧，相比于常规电晕放电法臭氧质量浓度 3%–10%，质子交换膜电解法臭氧质量浓度可以达到 20% 左右，具有广阔的应用前景。然而，质子交换膜电解臭氧发生装置在我国生活、医疗和工业等各领域快速应用的过程中，其制造方面没有统一的技术标准，缺乏对设备的设计、制造、检验和选用形成规范性约束，影响了电解臭氧技术的长远发展。

本标准的编制将弥补我国质子交换膜电解臭氧发生装置的生产技术标准空白，规范质子交换膜电解臭氧发生装置的型号标识、要求、检验方法、包装、运输和贮存等各项要求，为质子交换膜电解臭氧发生装置的设计、生产、检验和选用提供技术指导，可进一步规范和提高电解臭氧技术产品的质量和扩展该技术的应用范围，促进该技术的快速发展和应用范围的扩大，服务于社会广泛需求。

质子交换膜电解臭氧发生装置

1 范围

本文件规定了用于质子交换膜电解臭氧发生装置的型号标识、要求、检验、包装、运输和贮存。

本文件适用于采用质子交换膜电解产生臭氧产品的设计、生产、检验和选用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的，所列文件其后的最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.8 电工电子产品环境试验第2部分

GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB 5749 生活饮用水水质卫生规范

GB/T 18202 室内空气中臭氧卫生标准

GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 第1部分：术语

GB/T 22090 冷热饮水机

GB 28232 臭氧消毒器卫生要求

GB 38598 消毒产品标签说明书通用要求

3 术语和定义

GB/T 20042.1、GB 28232 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

质子交换膜 proton exchange membrane PEM

以质子为导电电荷的聚合物电解质膜。

3.2

质子交换膜电解臭氧发生单元 PEM electrolytic ozone generating unit

由阳极、质子交换膜、阴极等核心部件构成，能产生臭氧气体的基本单元。

3.3

质子交换膜电解臭氧发生装置 PEM electrolytic ozone generating apparatus

由多个质子交换膜电解臭氧发生单元组成的臭氧发生装置。

3.4

臭氧产量 ozone production

臭氧发生装置单位时间产生的臭氧量。常用单位为毫克每小时（mg/h）或克每小时（g/h）。

3.5

臭氧浓度 ozone concentration

臭氧发生装置产生的单位体积气体或水中所含臭氧量。常用单位为毫克每升（mg/L）或克每立方米（g/m³）。

3.6

臭氧泄漏量 amount of ozone leakage

臭氧发生装置正常运行时，测量周围环境一小时内平均臭氧浓度。常用单位为毫克每立方米 (mg/m³)。

3.7

臭氧发生装置电耗 ozone generating apparatus power consumption

臭氧发生装置产生单位臭氧所消耗的电能。常用单位为千瓦时每千克 (kW·h/kg)。

3.8

臭氧产生效率 ozone production efficiency

单位时间内单位有效面积的电极产生臭氧的能力。常用单位为毫克每小时每平方厘米 (mg/h/cm²)。

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 组成

质子交换膜电解臭氧发生装置由电解臭氧发生单元、尾气消除单元和控制单元组成。

4.1.2 标签

依据《消毒产品标签说明书管理规范》卫监督发 [2005]426 号的规定，由商标名（或品牌名）、型号、通用名、属性名组成。

每台质子交换膜电解臭氧发生装置在其适当的位置应有下列标识：

- a) 产品名称与型号；
- b) 产品编号；
- c) 额定电压；
- d) 额定功率；
- e) 生产批号或生产日期；
- f) 制造厂全称。

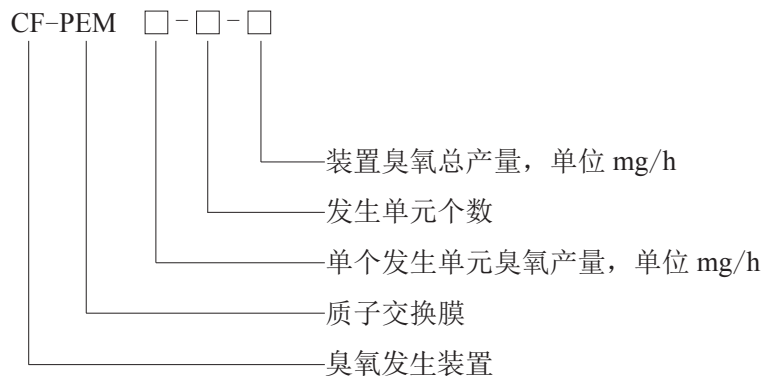
注：如有特殊要求，制造厂商也可和订货方共同商定。

4.1.3 外观

臭氧发生装置不应有机械损伤，表面应光滑平整。

4.2 型号标识

质子交换膜电解臭氧发生装置的型号标识应符合下列格式。



示例：CF-PEM 800-5-4000，表示质子交换膜电解臭氧发生装置，包含 5 个臭氧产量为 800 mg/h 的发生单元，臭氧总产量为 4000 mg/h。

4.3 技术要求

- 4.3.1 质子交换膜电解臭氧发生装置，应选用耐臭氧的质子交换膜和贵金属及其合金材质的电极。
- 4.3.2 接触臭氧的部件，应使用耐臭氧材料。
- 4.3.3 所使用的去离子水，电导率不应大于 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。
- 4.3.4 去离子水适宜温度范围 5 $^{\circ}\text{C}$ ~ 35 $^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.3.5 应有去离子水液位控制和报警功能。
- 4.3.6 质子交换膜电解臭氧发生装置正常运行时，不应有水的泄露，具有水路密封性。
- 4.3.7 质子交换膜电解臭氧发生装置，应设置安全保护装置。臭氧压力不应超过 0.15 MPa，当压力过高时，安全保护装置（包含臭氧尾气破坏单元）应能一秒钟之内启动运行，无外排臭氧气体。
- 4.3.8 质子交换膜电解臭氧发生单元，臭氧产生效率不应小于 70 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{h}$ 。
- 4.3.9 质子交换膜电解臭氧发生装置，初始臭氧产量应在其标示值 $\pm 10\%$ 的范围内，臭氧浓度不应小于 140 mg/L 。
- 4.3.10 质子交换膜电解臭氧发生装置，电极的寿命不应小于 20000 h。装置累计使用 4000 h 后，臭氧产量不应低于标示值的 70%，20000 h 后不应低于标示值的 50%。
- 4.3.11 质子交换膜电解臭氧发生装置，电耗不应大于 52.5 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{kg}$ 。
- 4.3.12 室内环境中使用质子交换膜电解臭氧发生装置，臭氧泄漏量不应大于 0.1 mg/m^3 。
- 4.3.13 额定电压 AC (220 \pm 20) V，额定频率 (50 \pm 1) Hz。
- 4.3.14 质子交换膜电解臭氧发生装置，根据实际情况，宜设置臭氧产量自动调节功能。
- 4.3.15 质子交换膜电解臭氧发生装置的电器安全设计应符合 GB 4706.1 的要求，并按规定程序批准的图样和技术文件进行制造。

4.4 环境要求

- 4.4.1 设备的使用环境温度适宜范围为 5 $^{\circ}\text{C}$ ~ 45 $^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.4.2 设备使用环境的相对湿度不宜大于 85%。
- 4.4.3 设备周围应无易燃、腐蚀性气体和导电尘埃。

5 检验

5.1 检验方法

5.1.1 外观

外观检验主要采取目测进行，并辅以必要测量器具。

5.1.2 臭氧产量

应按照本文件附录 A 规定的方法测定。

5.1.3 臭氧浓度

应按照 GB 28232 附录 A 规定的方法测定。

5.1.4 臭氧发生装置电耗

应按照 GB 28232 附录 C 规定的方法测定。

5.1.5 臭氧发生装置寿命

应按照 GB 28232 中 8.1.1.6 规定的方法测定。

5.1.6 臭氧泄漏量

应按照 GB/T 18202 规定的方法测定。

5.1.7 臭氧发生装置水路密封性

应按照 GB/T 22090 中 6.2.6.1 规定的方法测定。

5.1.8 电气安全性

应按照 GB 4706.1 规定的方法测定。

5.2 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验。

5.2.1 出厂检验

以下指标为出厂检验项目：外观、臭氧产量、臭氧浓度、臭氧泄漏量、水路密封性、电气安全性。

5.2.2 型式检验

以下为型式检验项目：臭氧产量、臭氧浓度、臭氧发生装置电耗、臭氧泄漏量、水路密封性、电气安全性、臭氧发生装置寿命。

有下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 试制新产品完成后，正式量产之前；
- b) 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 停止生产 1 年以上的产品，当再次生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

5.2.3 判定规则

5.2.3.1 出厂检验判定

出厂检验结果符合产品说明书及 4 要求部分指标，可判定为该批产品检验合格。若其中一项指标不符合要求，允许在同一批次中重新加倍取样，进行全部项目的复验，以复验结果判定。

5.2.3.2 型式检验判定

当公司有产品需要进行型式检验时，可由指定单位或本公司予以随机抽样 1 台，由公司或外部检验机构进行检验。型式检验的机器必须合格后，公司方可正式生产；若所检验的产品不合格，公司必须及时更改，再次送样，直至检验合格后，公司方可正式生产。

6 包装、运输和贮存

6.1 包装

6.1.1 质子交换膜电解臭氧发生装置应包装在有防止产品震动和窜动的包装盒内。

6.1.2 质子交换膜电解臭氧发生装置的包装应有可靠的防潮防尘，保证设备不被破坏，设备的外壳及各零件不致损坏。

6.1.3 包装盒应牢固可靠，能有效的保护装置，在包装设计完成后，应抽取已完整包装的设备 3 台，按照 GB/T 2423.8 的要求，对包装好的设备进行 1 角 3 楞 6 面的试验。

6.1.4 征得订货方同意，可采用其它方法包装，但必须保证质子交换膜电解臭氧发生装置在运输中不得遭受损坏。

6.1.5 随机文件包括说明书、合格证等。

6.2 运输

可用一般交通工具运输，运输过程中应有防雨、防震措施。在运输过程中不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车（或其他运输工具）装运，并且不允许质子交换膜电解臭氧发生装置经受雨、雪等淋袭与机械损伤。

6.3 贮存

质子交换膜电解臭氧发生装置应贮存在通风良好、无腐蚀性气体的仓库内，环境温度宜在 5℃～45℃ 范围内。



附录 A

(规范性)

臭氧产量检测

A.1 适用范围

本附录适用于质子交换膜电解臭氧发生装置臭氧产量的检测。

A.2 测试器具

- a) 锥形瓶 250 mL 1 只;
- b) 酸式滴定管 100 mL 1 支;
- c) 量筒 100 mL 2 只;
- d) 滴定台 1 个;
- e) 秒表 1 只。

A.3 测试条件

A.3.1 环境温度: 5 °C ~ 35 °C。

A.3.2 进水压力: 0.2 MPa ~ 0.4 MPa。

A.3.3 进水温度: 5 °C ~ 35 °C。

A.3.4 在测试臭氧出气量前, 质子交换膜电解臭氧发生装置应运行活化功能 30 min 以上 (非首次使用时)。

A.3.5 首次使用的质子交换膜电解臭氧发生装置, 应在其运行自动活化功能完毕后方可进行出气量的检测。

A.3.6 将出气管路连接后, 待质子交换膜电解臭氧发生装置出气口出气 2 min 之后, 再取测试气体。

A.3.7 通入测试气体的聚四氟乙烯管必须插入试剂的液面以下。

A.4 试剂制备

A.4.1 碘化钾 (KI) 溶液 (质量分数为 10%): 溶解 100 g 碘化钾 (分析纯) 于 1000 mL 去离子水中, 倒入棕色容量瓶中, 经密封保存 1 天后使用。

A.4.2 硫酸 (H_2SO_4) 溶液 (体积比为 1:30): 量取一定量的浓硫酸 ($\rho=1.84$, 分析纯) 溶于 30 倍体积的去离子水中待用。

A.4.3 硫代硫酸钠 ($Na_2S_2O_3$) 溶液 (摩尔浓度为 0.1 mol/L): 使用分析天平准确称取 24.8 g 硫代硫酸钠 (分析纯) 定溶于 1000 mL 的去离子水中, 经密封保存 1 天后使用。

A.5 取样及滴定方式

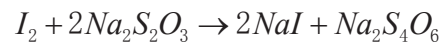
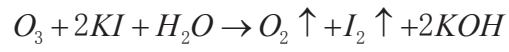
A.5.1 分别使用量筒量取 20 mL (质量分数为 10%) 的 KI 溶液及 100 mL (体积比为 1:30) 的硫酸溶液倒入锥形瓶中。

A.5.2 把臭氧出气管通入锥形瓶混合液中, 使用秒表计算接取臭氧气体 3 min, 并摇匀。

A.5.3 使用 0.1 mol/L 的 $Na_2S_2O_3$ 溶液滴定, 过程中不断晃动锥形瓶, 使瓶内溶液充分反应, 直至颜色消失为止, 并记录 $Na_2S_2O_3$ 溶液的用量。

A. 6 原理及计算方式

A. 6.1 化学反应原理如下：



A. 6.2 臭氧发生量的计算：

$$Q=48 \times L$$

式中： Q 表示臭氧发生量，单位为毫克每小时（mg/h）；

L 表示硫代硫酸钠溶液（0.1 mol/L）的使用量，单位为毫升（mL）。
