



中华人民共和国国家标准

GB 28232—2011

臭氧发生器安全与卫生标准

Safety and sanitation standard for ozone generator

2011-12-30 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国卫生部
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录。

本标准由中华人民共和国卫生部提出并归口。

本标准起草单位：四川大学华西公共卫生学院、成都天田医疗电器科技有限公司。

本标准主要起草人：张朝武、姜天华、王国庆、刘衡川。

臭氧发生器安全与卫生标准

1 范围

本标准规定了用于水、空气和物体表面消毒的臭氧发生器的技术要求、应用范围、使用方法、检验方法、标志与包装、运输与贮存、标签与使用说明书及注意事项。

本标准适用于物理方式制取臭氧并用于消毒的臭氧发生器。

本标准不适用于化学方式制取臭氧的臭氧发生器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本，凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1408 固体绝缘材料工频电气强度的试验方法

GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 9706.1 医用电气设备 第1部分：安全通用要求

GB/T 14710 医用电气设备环境要求及试验方法

GB 18466 医疗机构水污染物排放标准

消毒技术规范（2002年版） 卫生部

消毒产品标签说明书管理规范（2005年版） 卫生部

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

臭氧发生单元 **ozone generation unit**

组成产生臭氧的最基本组件。

3.2

臭氧发生器 **ozone generator**

能产生臭氧所必须的全部装置，包括臭氧发生装置和臭氧电源装置两部分。

3.3

辉光放电 **glow discharge**

当电场强度超过某值时，以发光表现出来的气体中电传导现象，此时没有大的嘶声或噪声，也没有显著的发热或电极的蒸发。

3.4

电源装置 **power supply unit**

供电单元

将输入工频电源直接变压或转化为中频高压电源或高频高压电源的装置，在臭氧发生装置内形成高压电场。

3.5

电极 electrode

与具有不同电导率的媒质形成导电交接面的导电部分;在臭氧发生单元中系指分布高压电场的导电体。

3.6

管(板)式介质 dielectric tube(plate)

在臭氧发生单元中系指位于两电极间,造成稳定的辉光放电的绝缘体。

3.7

介质强度 dielectric strength

材料能承受而不致遭到破坏的最高电场强度。

3.8

电晕放电 corona discharge

气体击穿后,出现极间电压减小,并同时在电极周围出现昏暗辉光的现象。

3.9

尾气 epilogue gas

在臭氧水生成机中产生而未完全溶解于水中的含臭氧的气体。

3.10

露点 dew point

气源气开始结露的温度,气体的相对湿度越低,露点温度就越低。

3.11

电耗 specific consumption

臭氧发生器生产单位重量的臭氧所消耗的电能。

4 规格和分类

4.1 规格

臭氧发生器的规格以单位时间内产生臭氧的量来表示(基本单位为 g/h)。

4.2 分类

4.2.1 型式

4.2.1.1 工作型式分为臭氧发生器或臭氧水生成机。

4.2.1.2 安放方式分为台式、立式、移动式和分体式等。

4.2.2 型号标记

4.2.2.1 臭氧发生单元的结构形式分为管式(G)和板式(B)

4.2.2.2 臭氧发生器的控制方式分为普通型(固定式,P)和可调式[人工调节(R)、程序调节(C)]。

4.2.2.3 电源装置的工作频率分为工频、中频、高频。

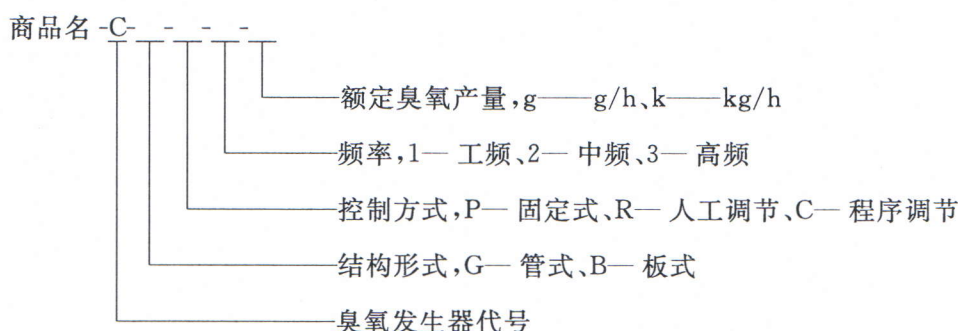
5 名称与型号

5.1 名称

应符合《消毒产品标签说明书管理规范》2005 年版。

5.2 型号

应按以下格式表示:



示例: ××牌-C-G-C-2-5g, 表示××牌每小时额定臭氧产量为 5 g 的中频程序调节管式臭氧发生器。

6 技术要求

6.1 臭氧发生单元的技术要求

6.1.1 介质材料技术要求

介质强度应符合 GB 9706.1 的要求

6.1.2 管(板)式介质

应符合不同类型的臭氧发生器,在不同的使用条件(环境)中,对介质材料所要求的物理(机械)、化学的性能要求(保证其机械强度和耐腐蚀性)。

6.2 臭氧发生器技术要求

6.2.1 产品(包括臭氧发生单元)的性能试验应在下列条件中进行:

- 以空气为气源,露点不应高于 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 供电电源的频率为 $50\text{ Hz}\pm 1\text{ Hz}$,电压为 $220\text{ V}\pm 22\text{ V}$,大气压为 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$,相对湿度 $65\%\sim 85\%$,温度为室温;
- 出气温度应 $<27\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 封闭型臭氧发生器输出的臭氧浓度应 $\geq 12\text{ mg/L}$ 。

上述条件改变时,应根据具体情况测出相应的放电(电晕放电或辉光放电)单位面积臭氧产率、浓度、产量、电耗等指标。

6.2.2 臭氧发生器中各电气绝缘零部件应符合高压绝缘性能和结构的要求;处于辉光放电、臭氧氧化环境中的绝缘零部件还应符合 GB 9706.1 的要求。

6.2.3 以水为冷却剂者,生产每千克臭氧的冷却水消耗量不应超过 $1.5\times 10^3\text{ kg}$ 。

6.2.4 平均寿命应 $\geq 20\,000\text{ h}$;无故障工作时间累计应 $\geq 8\,000\text{ h}$ 。

6.3 臭氧发生器使用条件

在环境气温低于 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$,大气压 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$,相对湿度 $65\%\sim 85\%$,冷却水温低于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,臭氧发生器应能连续使用。

6.4 消毒要求

6.4.1 对空气消毒

6.4.1.1 空气消毒应在封闭空间,室内无人的条件下进行,其臭氧浓度应 $\geq 20\text{ mg/m}^3$,作用时间应 $\geq 30\text{ min}$ 。

6.4.1.2 消毒效果应符合《消毒技术规范》(2002年版)的相关要求。

6.4.2 对水消毒

6.4.2.1 可用于医疗机构对诊疗用水(非注射用水)、污水以及公共场所的水消毒。

6.4.2.2 对诊疗用水(非注射用水)消毒,一般加臭氧量 $0.5\text{ mg/L}\sim 1.5\text{ mg/L}$,水中保持剩余臭氧浓度 $0.1\text{ mg/L}\sim 0.5\text{ mg/L}$,维持 $5\text{ min}\sim 10\text{ min}$ 。对于水质较差,臭氧用量应在 $3\text{ mg/L}\sim 6\text{ mg/L}$ 。

6.4.2.3 对公共场所水消毒,臭氧的投入量为 $1\text{ mg/L}\sim 1.7\text{ mg/L}$,作用时间 $1\text{ min}\sim 2\text{ min}$,用于游泳

池循环水的处理,投入臭氧量为 2 mg/L。

6.4.2.4 对生活饮用水的消毒,臭氧与水接触至少 12 min 出厂,消毒后的水中臭氧残留量 ≤ 0.3 mg/L;微生物指标应符合 GB 5749 的要求。

6.4.2.5 对水污染物的消毒,经臭氧处理的水污染物的微生物排放指标应符合 GB 18466—2001 中表 1 的要求,而污水处理站周边大气污染物最高允许浓度应符合 GB 18466 的要求。

6.4.2.6 臭氧水生成机工作时,在人呼吸带(距地面 1.2 m~1.5 m),臭氧浓度应 ≤ 0.16 mg/m³。

6.4.3 对物体表面消毒

6.4.3.1 用臭氧气体对物体表面消毒,由于作用缓慢,其浓度应 ≥ 60 mg/m³,相对湿度 $\geq 70\%$,作用时间 60 min~120 min 才能达到消毒效果。

6.4.3.2 用臭氧水对物体表面消毒,其出水口含臭氧的浓度 > 10 mg/L,作用时间 ≥ 60 min。

6.4.3.3 消毒效果应符合《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求。

6.5 毒理学安全性要求

臭氧的毒理学安全性应符合《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求。

7 应用范围

臭氧发生器可用于空气、水和物体表面消毒。

8 使用方法

按各厂家产品使用说明书要求使用,应符合 6.4 的要求。

9 检验及方法

9.1 介质强度测定

按 GB/T 1408 的规定进行。

9.2 臭氧浓度、产量及电耗测定

见附录 A、附录 B 和附录 C。

9.3 臭氧消毒效果实验方法

9.3.1 臭氧对空气消毒的实验方法

9.3.1.1 实验室与模拟现场试验:用六级筛孔撞击式采样器采样或者用液体撞击式采样器采样,对白色葡萄球菌 3 次试验结果应符合《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求。

9.3.1.2 现场试验:用六级筛孔撞击式采样器采样,对空气中自然菌 3 次采样试验结果应符合《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求。

9.3.2 臭氧水消毒实验方法

9.3.2.1 臭氧水暴气方式:采用载体浸泡杀灭微生物试验,在说明书规定的作用时间,应符合 6.4.3.2 要求。

9.3.2.2 臭氧水通过方式:采用流动载体浸泡杀灭微生物试验,在说明书规定的作用时间,应符合 6.4.3.2 要求。

9.3.2.3 臭氧水溶液:采用载体浸泡试验,对脊髓灰质炎病毒灭活滴度的平均灭活对数值,应符合《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求。

9.3.3 臭氧气体对物表消毒实验方法

采用载体试验方法。在说明书规定的作用时间,应符合 6.4.3.2 要求;对细菌繁殖体、细菌芽孢和真菌的杀灭对数值,应符合《消毒技术规范》(2002 年版)的相关要求。

9.4 臭氧发生单元质量一致性检验

9.4.1 臭氧发生单元性能抽查检验,抽样比例为 5%,如以单台臭氧发生器内含臭氧发生单元为抽查

单元,且臭氧发生单元总数 <60 个时,抽查数应 ≥ 3 个臭氧发生单元。臭氧发生单元性能试验条件按6.2.1进行。

9.4.2 如果性能试验所测数据低于性能要求的10%~20%,数量所占比例应 $\geq$ 抽查数的20%,查找原因后可进行复查,复查后仍达不到性能要求,可增加臭氧发生单元抽查数目比例至25%,如未发现性能达不到要求者可停止抽查;扩大抽查范围后,臭氧发生单元性能达不到要求的比例超过抽查数目5%时,应彻底查找原因,待问题解决后方可组织生产。

9.4.3 新型产品或正式生产的产品在结构、材料、工艺有较大改变时,或同一种产品连续生产年限超过3年时,应抽取一定数量的臭氧发生单元进行试验,以考察其性能参数及使用寿命。

9.5 出厂检验

9.5.1 臭氧发生器中臭氧发生单元定位应准确,紧固、支撑、连接等部件应安装牢靠。

9.5.2 臭氧发生器外观检验。

内部的外观检验包括:臭氧发生单元各零、部件光洁,无任何油污、水渍、灰尘及其它外来物;臭氧发生器内部防腐涂层应表面光洁,不应存在起皮、剥落等不良情况;高压电输配系统整洁,不应存在引起输配电异常的不良情况。

外部的外观检验应包括:外壳表面应光滑平整,无疤痕、凸凹等影响外观的缺陷;各处保护及其他不良情况(如根据需方要求在使用现场进行期外部装修,此检验可在适当时进行)。外壳上各附属物(件)的安装位置应准确、牢固,且质量合格;外壳各部分均不应存在妨碍安装、检修、擦拭等的缺陷。臭氧发生器有高压装置,外壳应阻燃。

9.5.3 臭氧发生器各仪器(表)接口和水、气管道接口位置准确,应符合设计要求。

9.5.4 对于用于封闭环境(如消毒柜)的臭氧发生器应进行密封检验,泄漏量应 $\leq 0.16 \text{ mg/m}^3$ 。

9.5.5 臭氧发生器应进行性能试验,在6.2.1规定的条件下及臭氧发生器技术参数范围内,对臭氧浓度、产量、电耗等性能进行测定,并将试验结果进行记录作为产品合格证附件;在无异常情况且各项性能指标达到要求后,可确认产品合格。

9.5.6 根据需方要求对产品性能进行复测时,容许与合格证附件记录数据存在10%的误差,但不应低于产品性能指标的下限。

9.6 安全性检验

9.6.1 电气安全性检验应符合GB 9706.1的要求。

9.6.2 臭氧水生成机所产生的臭氧不能百分之百被水吸收,所以在臭氧与水接触后的尾气中含有一定的剩余臭氧,尾气中臭氧的浓度应符合6.4.2.6要求。

9.7 环境适应性检验

应符合GB/T 14710的要求。

9.8 寿命检验

9.8.1 测定条件:试验电源为50 Hz、220 V交流电,电源电压和频率的瞬间波动不应超过 $\pm 2\%$,环境温度室温。

9.8.2 测试方法:将10台受试的同型号规格的臭氧发生器每通电180 min后断电一次,每次断电时间不应小于15 min,分别记录10台臭氧发生器首次工作时的平均浓度(即为初始浓度),然后记录臭氧浓度下降到初始浓度的70%的时间 t :分别为 $t_1 \sim t_{10}$,断电时间不计算在寿命时间内。计算公式如下:

$$t = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10}) / 10$$

注:在试验过程中,可更换一次臭氧管(片),其量应小于等于该臭氧发生器所用的管(片)的总量。

9.9 型式检验

9.9.1 有下列情形之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如结构、工艺、材料有重大改变可能影响产品性能时;

- c) 产品长期停产,恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验相比有较大差异时;
- e) 国家质量监督机构要求时。

9.9.2 型式检验项目:除应进行 9.4.1、9.4.2、9.4.3 的试验检测项目外,还应按 9.1 进行介质材料的强度实验。必要时根据需要,可增加试验的项目。

9.9.3 型式检验抽样:按 GB/T 2829 规定采用判别水平为 1 的一次抽样方案。

10 标志与包装

10.1 产品标志

10.1.1 产品所使用的标志应符合 GB/T 191 的要求。

10.1.2 应在合理醒目的位置上设置标牌。

10.1.3 产品标牌内容包括:

- a) 制造厂名;
- b) 产品名称;
- c) 产品型号或标记;
- d) 制造日期或生产批号(编号)。

10.2 包装

10.2.1 应采用单台包装,包装后臭氧发生器应与包装主体结构紧固,不得在包装内滑动。

10.2.2 包装应适合于水、陆路运输及装载要求。

10.2.3 包装箱外的文字及标志包括以下内容:

- a) 公司名称或商标、注册地址、生产地址、邮编、联系电话;
- b) 产品名称、型号、规格;
- c) 产品净重、毛重、重心、起重标记;
- d) 生产日期、出厂编号;
- e) 电源连接条件,输入功率;
- f) “易碎物品”、“怕雨”、“堆码层数极限”等储运标志和字样,应符合 GB/T 191 的规定。

10.2.4 附件、备件可另行包装。

10.2.5 包装箱内应附有产品装箱单,随机备、附件清单,产品标签和说明书,性能测试测试报告,安装图及产品合格证等文件。

11 运输与贮存

11.1 运输

用一般交通工具或按照用户合同要求运输,并有防雨、防潮、防冲击和剧烈振动措施,防与有腐蚀性物品混装。

11.2 贮存

包装后的贮存温度应不低于 -40°C ,相对湿度不超过 $93\%\pm 3\%$,通风良好和无腐蚀物品的室内,贮存期限由生产厂家根据产品的具体情况自行确定。

12 标签与使用说明书

按《消毒产品标签说明书管理规范》(2005 年版)执行。

13 注意事项

13.1 除了用于空气消毒外,臭氧发生器和臭氧水生成机各部件在正常使用条件下不得出现漏气和漏

水现象。

13.2 臭氧水生成机的水路系统应能承受 0.48 MPa 的压力试验不泄漏。

13.3 臭氧水生成机含尾气处理部件,严禁将尾气直接排放到机外。

13.4 臭氧为强氧化剂,对多种物品有损坏,浓度越高对物品损害越重,可使铜片出现绿色锈斑、橡胶老化,变色,强度降低,以致变脆、断裂,使织物漂白褪色等。

13.5 多种因素可影响臭氧的杀菌作用,包括温度、相对湿度、有机物、pH、水的浑浊度、水的色度等。使用时应加以控制。

13.6 使用臭氧对空气消毒时,必须是在室内无人条件下进行,消毒后超过 30 min 人才能进入室内。



附 录 A
(规范性附录)
臭氧浓度测定法

A.1 碘量法

A.1.1 目的

在实验室内采用化学法准确测定臭氧发生器所产生的臭氧浓度或臭氧水发生器生成的臭氧水中所含臭氧的浓度。

A.1.2 实验器材

A.1.2.1 移液管(1 mL、5 mL、10 mL、25 mL)。

A.1.2.2 滴定管(2 mL、5 mL、10 mL、25 mL、50 mL)。

A.1.2.3 碘量瓶(100 mL、250 mL)。

A.1.2.4 容量瓶(50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1 000 mL)。

A.1.2.5 锥形瓶(100 mL、250 mL、500 mL)。

A.1.2.6 天平(感量:0.1 mg)。

A.1.2.7 大气采样器。

A.1.2.8 其他器材。

A.1.3 试剂

A.1.3.1 配制 3 mol/L 硫酸、200 g/L 碘化钾和 5 g/L 淀粉等溶液。

A.1.3.2 配制并标定 0.05 mol/L 硫代硫酸钠滴定液。

A.1.4 试验方法

A.1.4.1 采样:检测臭氧水溶液浓度时,精密吸取样本 100.0 mL~300.0 mL(浓度较低,但不低于 10 mg/L 时,取 400.0 mL),置于 500 mL 带塞锥形瓶中,加入 200 g/L 碘化钾溶液 20 mL,混匀;再加 3 mol/L 硫酸 5 mL,瓶口加塞,静置 5 min。

注:采样涉及水流量时,水流量应按照企业使用说明书设定。

检测臭氧气体浓度时,将采集的样品吸收液(蒸馏水 350 mL 和 200 g/L 碘化钾溶液 20 mL)装于 500 mL 具塞锥形瓶中,从臭氧发生器排气管处采集臭氧气体 5 L 以上,加 3 mol/L 硫酸 5 mL,瓶口加塞,静置 5 min。

A.1.4.2 滴定:上述两种样品均用 0.05 mol/L 硫代硫酸钠滴定液滴定至溶液呈淡黄色时加 5 g/L 淀粉溶液 1 mL,继续滴定至无色。记录所用硫代硫酸钠滴定液的总量,并将滴定结果用空白试验校正;重复测定 2 次。

A.1.4.3 浓度计算:取 2 次测试平均值计算臭氧浓度。因 1 mol/L 硫代硫酸钠滴定液 1 mL 相当于 24.00 mg 臭氧,故臭氧浓度可按式(A.1)计算:

$$X = \frac{c \times V_{st} \times 24.00}{V} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

X——臭氧含量,单位为毫克每升(mg/L);

c——硫代硫酸钠滴定液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

V——臭氧水的升数或所采集气体的体积,单位为升(L);

24.00——消耗 1 mL 浓度为 1 mol/L 的硫代硫酸钠滴定液相当的臭氧量,单位为毫克(mg)。

A.2 仪器法

A.2.1 紫外线吸收法

A.2.1.1 原理

臭氧对波长 $\lambda=254\text{ nm}$ 紫外光具有最大的吸收系数,在此波长下紫外光通过臭氧层会产生衰减,符合兰波特-比尔(Lambert-Beer)定律[见式(A.2)]:

$$I = I_0 - K \times L \times C \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中:

I ——光束穿透臭氧后的光强度;

I_0 ——无臭氧存在时入射光强度;

L ——臭氧样品池光程长度;

C ——臭氧浓度;

K ——臭氧对光波长的吸收系数。

根据该公式,在 K 、 L 值已知条件下,通过检测 I/I_0 值即可测出臭氧浓度值。

A.2.1.2 测定

按照应用分为检测空气臭氧和检测水溶臭氧两种。按照仪器使用说明书操作。仪器在使用前应经过国家授权的计量单位鉴定合格后方可使用。

A.2.2 电化学法

A.2.2.1 原理

水中臭氧在电化表面产生电化学还原作用: $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$

电化回路中电流特性曲线与溶液中分子臭氧的浓度成正比。

电化学检测仪主要用于水溶臭氧浓度在线连续检测控制。

A.2.2.2 操作

国际上广泛采用“膜电极”溶解臭氧检测仪。仪器在使用前应经过国家授权的计量单位鉴定合格后方可使用。

附 录 B
(规范性附录)
臭氧产量测定法

B.1 原理

臭氧浓度数值与进入臭氧发生器总气体量数值的乘积即为臭氧产量。

B.2 仪器和技术条件

B.2.1 压力表 1.5 级。

B.2.2 气体转子流量计 工业级。

B.3 仪器的校准

流量计使用时被测气体的温度、压力,往往与流量计分度标定时有所不同,因此,使用时读数的流量时显示值,常常不是流经流量计气体的真实反映,必须予以修正,按公式(B.1):

$$Q_N = \sqrt{\frac{P_S \times T_N}{P_N \times T_S}} \times Q_S \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

Q_N ——标准状态下,气体实际流量,单位为立方米每小时或升每小时(m^3/h 或 L/h);

Q_S ——测量(试验)状态下,气体在仪表中的显示流量,单位为立方米每小时或升每小时(m^3/h 或 L/h);

P_S ——测量(试验)状态下,气体的压力,单位为帕(Pa);

T_N ——仪表标定时的绝对温度,单位为开(K);

T_S ——测量(试验)状态下,气体的温度,单位为开(K);

P_N ——仪表标定时的绝对压力(一个标准大气压 $1.013\,25 \times 10^5$ Pa)。

B.4 臭氧产量的计算

臭氧产量的计算按式(B.2)计算:

$$D_{O_3} = c \times Q_N \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

D_{O_3} ——臭氧产量,单位为克每小时或毫克每小时(g/h 或 mg/h);

c ——氧浓度,单位为毫克每升(mg/L)。

附 录 C
(规范性附录)
臭氧电耗测定方法

C.1 原理

臭氧发生器实测消耗电功率与单位臭氧产量之比为电耗。

C.2 仪器和技术条件

C.2.1 电压表(伏特表) 0.5 级。

C.2.2 电流表(安培表) 0.5 级。

C.2.3 功率表(瓦特表) 0.5 级。

C.2.4 静电高电压表 1.5 级。

C.2.5 电度表 2.0 级。

C.3 电耗的计算

以功率表(瓦特表)测得数值或电度表单位时间内记录累积数值与单位时间内臭氧产量之比即为电耗,按公式(C.1)或公式(C.2)计算:

$$P = \frac{W}{D_{O_3}} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$P = \frac{A_H}{D_{O_3}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

P ——臭氧单位电耗,单位为瓦时每克或千瓦时每千克($W \cdot h/g$ 或 $kW \cdot h/kg$);

D_{O_3} ——臭氧产量,单位为克每小时或毫克每小时(g/h 或 mg/h);

W ——电功率,单位为瓦或千瓦(W 或 kW);

A_H ——电度表单位时间内累积数值,单位为千瓦时($kW \cdot h$)。