

中华人民共和国城镇建设行业标准(CJ/T 3028.2—94)

— 臭氧发生器臭氧浓度、产量、电耗的测量

The measures of ozone concentration, output and specific energy consumption for ozone generator

1. 主题内容与适用范围

本标准规定了臭氧发生器的臭氧浓度，产量和电耗的测定及计算方法。
适用于以电为能源臭氧发生器的测定。

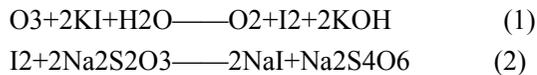
2. 名词术语

电耗 specific energy consumption
设备生产单位重量的成品所消耗的电能。

3. 臭氧发生器的臭氧浓度、产量、电耗的测量和计算方法

3.1 臭氧浓度

3.1.1 方法原理概要：臭氧(O₃)是一种强氧化剂，与碘化钾(KI)水溶液反应可游离出碘，在取样结束并对溶液酸化后，用0.1000mol/L 硫代硫酸钠(Na₂S₂O₃)标准溶液并以淀粉溶液为指示剂对游离碘进行滴定，根据硫代硫酸钠标准溶液的消耗量计算出臭氧量。其反应式为：



3.1.2 试剂

3.1.2.1 碘化钾(KI)溶液(20%)：溶解200g 碘化钾(分析纯)于1000mL 煮沸后冷却的蒸馏水中，用棕色瓶保存于冰箱中，至少储存一天后再用。此溶液1.00mL 含0.20g 碘化钾。

3.1.2.2 (1+5)硫酸(H₂SO₄)溶液：量取浓硫酸($\rho=1.84$ ；分析纯)溶于5倍体积的蒸馏水中。

3.1.2.3 C(Na₂S₂O₃·5H₂O)=0.1000mol/L 硫代硫酸钠标准溶液：使用分析天平准确称取24.817g 硫代硫酸钠(Na₂S₂O₃·5H₂O；分析纯)用新煮沸冷却的蒸馏水定溶于1000mL 的容量瓶中。或称取25g 硫代硫酸钠(Na₂S₂O₃·5H₂O；分析纯)溶于1000mL 新煮沸冷却的蒸馏水中，此溶液硫代硫酸钠浓度约为0.1mol/L。再加入0.2g 碳酸钠(Na₂CO₃)或5mL 三氯甲烷(CHCl₃)；标定，调整浓度到0.1000mol/L，贮于棕色瓶中，储存的时间过长时，使用前需要重新标定(标定方法见附录A)。

3.1.2.4 淀粉溶液：称取1g 可溶性淀粉，用冷水调成悬浮浆，然后加入约80mL 煮沸水中，边加边搅拌，稀释到100mL；煮沸几分钟后放置沉淀过夜，取上清液使用，如需较长时间保存可加入1.25g 水杨酸或0.4g 氯化锌。

3.1.3 试验仪器、设备及其要求

3.1.3.1 三角洗瓶(吸收瓶)500mL。

3.1.3.2 滴定管50mL，宜用精密滴定管。

3.1.3.3 湿式气体流量计 容量5L。

3.1.3.4 量筒 20mL 500mL 各一只。

3.1.3.5 刻度吸管(吸量管)10mL。

3.1.3.6 容量瓶 1000mL。

3.1.3.7 聚乙烯或聚氯乙烯软管，用于输送含臭氧的气体。不可使用橡胶管。

3.1.4 实验程序及方法：量取 20mL 的碘化钾溶液(3.1.2.1)，倒入 500mL 的吸收瓶中，再加入 350mL 蒸馏水，待臭氧发生器运行稳定后于臭氧化气体出口处取样，先通入吸收瓶(3.1.3.1)对臭氧进行吸收后再通过湿式气体流量计(3.1.3.3)对气体计量，气体通过量为 2000mL（时间控制在 4min 左右），停止取样后立即加入 5mL(1+5)硫酸溶液(3.1.2.2)(使 pH 值降至 2.0 以下)并摇匀，静置 5min。用 0.1000mol/L 的硫代硫酸钠标准深液(3.1.2.3)滴定，待溶液呈浅黄色时加入淀粉溶液(3.1.2.4)几滴(约 1mL)，继续小心迅速的滴定的颜色消失为止。记录硫代硫酸钠标准溶液用量。

3.1.5 臭氧浓度的计算

$$Co_3 = ANa \times B \times \frac{2400}{V_0} (\text{mg/L}) \quad (3)$$

式中：Co₃——臭氧浓度，mg/L；

ANa——硫代硫酸钠标准溶液用量，mL；

B——硫代硫酸钠标准溶液浓度，mol/L；

V₀——臭氧化气体取样体积，mL；

臭氧浓度大于等于 3mg/L 时，此测试结果的精密度在±1%以内。

3.2 臭氧产量

3.2.1 方法原理概要：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产量。

3.2.2 设备、仪器及对其要求

3.2.2.1 压力表 1.5 级

3.2.2.2 气体转子流量计 工业级

3.2.3 气体流量的修正计算：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。其公式如下：

$$QN = (P_s T_N / P_N T_s)^{1/2} \cdot Q_s (\text{m}^3/\text{h} \text{ 或 } \text{L}/\text{h}) \quad (4)$$

式中：QN——标准状态下，气体实际流量，m³/h 或 L/h；

Q_s——测量（试验）状态下，气体在仪表中的显示流量，m³/h 或 L/h；

P_s——测量（试验）状态下，气体的压力，Pa；

T_N——仪表标定时时的绝对温度，(273.15+20)K；

T_s——测量（试验）状态下，气体的温度 K；

P_N——仪表标定状态时的绝对压力（一个标准大气压 1.01325×10⁵Pa）。

3.2.4 臭氧产量的计算

$$Do_3 = Co_3 \cdot QN (\text{g 或 mg}) \quad (5)$$

式中 Do₃——臭氧产量，g 或 mg。

3.3 电耗

3.3.1 方法原理概要：臭氧发生器实测消耗电功率与单位臭氧产量之比为电耗。

3.3.2 设备、仪器及对其要求。

3.3.2.1 电压表（伏特表）0.5 级。

3.3.2.2 电流表（安培表）0.5 级。

3.3.2.3 功率表（瓦特表）0.5 级。

3.3.2.4 静电高电压表 1.5 级。

3.3.2.5 电度表 2.0 级。

3.3.3 电耗计算：以功率表（瓦特表）(3.3.2.3)测得数值或电度表(3.3.2.5)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，公式如下：

$$P=W/Do_3(W\cdot h/g\cdot O_3 \text{ 或 } kW\cdot h/kg\cdot O_3) \quad (6)$$

或

$$P=AH/Do_3(W\cdot h/g\cdot O_3 \text{ 或 } kW\cdot h/kg\cdot O_3) \quad (7)$$

式中 P——臭氧单位电耗，W·h/g·O₃ 或 kW·h/kg·O₃；

W——电功率，W 或 kW；

AH——电度表单位时间内累积数值，kW·h。

附录 A 硫代硫酸钠标准溶液的标定（补充件）

本附录列出两种对硫代硫酸钠标准溶液的标定方法，在硫代硫酸钠标准溶液的标定中，等同使用。

A1 方法一

A1.1 试剂

A1.1.1 碘化钾（KI），分析纯。

A1.1.2 $C(1/6K_2Cr_2O_7)=0.1000\text{mol/L}$ 重铬酸钾标准溶液：使用分析天平准确称取于 105~110℃烘干 2h，并在硅胶干燥器中冷却 30min 以上的重铬酸钾 4.9032g，定溶于 1000mL 容量瓶中摇匀。

A1.2 试验仪器、设备及对其要求

A1.2.1 碘量瓶 250mL；

A1.2.2 称液管 10.00mL；

A1.3 方法、步骤：称取 1g 碘化钾(A1.1.1)置于 250mL 碘量瓶(A1.2.1)内，并加入 100mL 蒸馏水，用移液管(A1.2.2)移入 10.00mL，0.1000mol/L 重铬酸钾标准溶液(A1.1.2)，加入 5mL(1+5)硫酸溶液(3.1.2.2)，静置 5min。用待标定的硫代硫酸钠标准溶液(3.1.2.3)滴定，待溶液变成淡黄色后，加入约 1mL 淀粉溶液(3.1.2.4)，继续滴定至恰使蓝色消退为止，记录用量。硫代硫酸钠标准溶液的浓度为：

$$N_1=N_2V/V_1(\text{mol/L})(A1)$$

式中 N₁——硫代硫酸钠标准溶液浓度，mol/L；

N₂——重铬酸钾标准溶液浓度，0.1000mol/L；

V₁——硫代硫酸钠溶液消耗量，mL；

V₂——取用重铬酸钾标准溶液的体积，mL；

A2 方法二

A2.1 试剂

A2.1.1 碘酸钾(KIO₃)。

A2.1.2 乙酸(CH₃COOH)。

A2.2 方法、步骤：使用分析天平准确称取 0.15g 在 105~110℃ 烘干 1h，并置于硅胶干燥器中冷却 30min 以上的碘酸钾(A2.1.1)2 份，分别放入 250mL 碘量瓶中(A1.2.1)，每瓶各加入 100mL 蒸馏水，使碘酸钾溶解，再各加入 3g 碘化钾(A1.1.1)及 10mL 乙酸(A2.1.2)，摇匀，在暗处静置 5min，用待标定的硫代硫酸钠溶液(3.1.2.3)滴定，待溶液变成淡黄色后，加入约 1mL 淀粉溶液(3.1.2.4)，继续滴定至恰使蓝色消退为止，记录用量。硫代硫酸钠标准溶液浓度为：

$$B=W/V \times 214.00/6000=W/V \times 0.03567 \text{ (mol/L)} \quad (\text{A2})$$

式中 B——硫代硫酸钠标准溶液的浓度，mol/L；

W——碘酸钾的重量，g；

V——硫代硫酸钠标准溶液消耗量，mL。

两平行样品的结果相差不大于 2%。

附录 B 测量的质量（参考件）

本附录是对测量质量问题的说明。

B1 化学分析

B1.1 一般规则：本标准关于化学分析的一般规则（名词、术语、玻璃仪器的选用及洗涤等）参照 GB5750《生活饮用水标准检验法》“第一篇总则，1 一般规则”的有关内容。

B1.2 溶液质量：除试剂的质量影响外，其他影响溶液质量的因素及避象和预防方法按有关规定执行。

注：可参看《水和废水监测分析》（第三版）“六 化学试剂与试液的配制（五）试液的质量”的有关内容。

B1.3 溶液表示法

B1.3.1 浓度：本标准中，浓度均指量浓度（摩尔浓度）其表示如下：

$$C(\text{B})=a \text{ mol/L}$$

式中 C——浓度符号；

(B)——物质基本单元；

a——浓度数值；

mol/L——单位。

B1.3.2 (a+b)溶液：按一定体积的比例混合的溶液“a”代表溶质体积，“b”代表溶剂体积。

B1.3.3 溶液(a%)：习惯称重量百分比浓度，在化学分析中常指溶质 a 的质量（重量）与溶液体积之比(m/V)，是一种不准确的表示法，本标准在括号中列“a%”只是习惯用法的标记。

本标准采用的表示方法是：此溶液 1.00mL 含 a 克某物质，a 指某物质质量（重量）数。

B2 仪器、仪表

B2.1 天平、电工仪表、流量和压力仪表应定期检定、校正。

B2.2 电工仪表的检定和校正应按国家有关规定及规程进行，检定和校正应在国家授权的电工仪表检定和校正单位进行，并对已检定和校正的仪表出具证明。

B2.3 流量和压力仪表应按国家有关规定及规程检定和校正。

B2.4 玻璃量器容量的检定应按国家有关规定和规程进行，可参看《水和废水监测分析法》（第三版）“五量器的容量检定”。

B3 测量结果的表示方法和数据处理

B3.1 测量结果的表示方法和数据处理参照 GB5750“第一篇总则，3 水质检验结果的表示方法和数据处理”的有关内容。

附加说明：

本标准建设部标准定额研究所提出。

本标准由中华人民共和国建设部城镇水处理器材设备标准技术归口单位中国市政工程华北设计院归口管理。

本标准由清华大学环境工程系（主编单位）、清华大学设备仪器厂、北京玉渊潭环保设备厂、江苏泰兴环保设备厂负责起草。

本标准主要起草人：刘力群。

本标准委托清华大学环境工程系负责解释。