

发展臭氧科技 铸造精品产业

张国民

(济南三康环保科技有限公司, 山东 济南 250100)

摘要: 臭氧广泛应用在水处理、烟气脱硝、纸浆漂白、食品加工、医药中间体合成、医疗卫生、化学氧化等领域。但许多人对臭氧的应用还是抱有怀疑的态度, 关键的问题不是臭氧, 而是大家对臭氧的认识不足、以及对臭氧系统的认识不足。要想很好的发展臭氧科技, 铸造精品产业, 我们更多的还是要去了解臭氧, 真正的去认识臭氧。

关键词: 臭氧 臭氧发生器 臭氧系统

中国臭氧技术已经经过了尝试与探索的风雨历程, 近年来进入发展中提升的阶段, 臭氧发生器技术的完善、成熟, 使得臭氧应用领域也在拓展, 市场需求量继续扩大, 达到了目前的高峰期, 应运而生的是臭氧发生器系统设计制造及配套产品厂家的增多。也许是特定环境下的特定理念, 大家对臭氧设备、臭氧行业也是褒贬不一。这也不是某一个人、或某一个事物造成的, 关键问题还是大家缺乏对臭氧设备的认识。臭氧发生器的生产制造与应用涉及多学科知识, 社会上没有相关的机构对臭氧发生器知识进行系统的培训, 少量的有能力的臭氧制造厂家投入一定的人力、物力, 结合实践经验进行研制、设备性能提升、功能完善, 部分臭氧发生器制造厂家只是模仿。因为使用方对臭氧的不了解, 缺少了应有的市场监管, 这就衍生出许多目前的臭氧“乱象”。为了更好的发展臭氧科技, 铸造臭氧精品产业, 我们还需要从根本上解决问题: 普及臭氧知识, 让更多的人深入的去了解臭氧、认识臭氧发生器。

一、臭氧:

化学式为 O_3 , 又称三原子氧、超氧, 因其类似鱼腥味的臭味而得名, 在常温下可以自行还原为氧气。臭氧具有极强的氧化性和杀菌性能, 是自然界最强的氧化剂之一, 在水中氧化还原电位仅次于氟而居第二位, 臭氧可使大多数有机色素褪色。由于臭氧是由氧分子携带一个氧原子构成, 决定了它只是一种暂存状态, 携带的氧原子除氧化用掉外, 剩余的又组合为氧气进入稳定状态, 所以臭氧是高效的无二次污染的氧化剂。臭氧的应用按其作用分类, 可分为: 杀菌、脱色、脱臭、脱味及氧化分解。按其应用领域分, 主要应用在以下领域: 水处理、烟气脱硝、纸浆漂白、食品加工、医药中间体合成、医疗卫生、化学氧化等领域。

二、臭氧发生器:

中华人民共和国国家标准 GB/T 37894-2019《水处理用臭氧发生器技术要求》规定: 臭氧发生器为氧气或空气通过介质阻挡放电方式产生臭氧的装置, 应由臭氧发生室、电源装置、冷却装置、仪表、控制装置等组成。



图一 臭氧发生器组成示意图



图二 臭氧发生器系统示意图

臭氧发生器按臭氧发生单元的结构形式，分为管式和板式；按供气气源类别，分为空气源型和氧气源型；按冷却方式，分为水冷却式和空气冷却式；按臭氧发生单元的固定结构，分为立式和卧式。下面我们就臭氧产生机理、臭氧发生器的各种分类等方面详尽的去认识臭氧发生器：

1、臭氧产生机理：

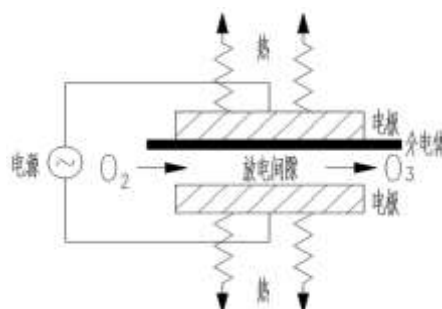
含氧气体在电子、原子能射线、等离子体和紫外线等射线流的轰击下能将其中的氧气分解为氧原子，这种氧原子极不稳定，具有高活性，能很快和氧气结合成三原子的臭氧。



图三 臭氧产生机理

2、介质阻挡放电工作原理：

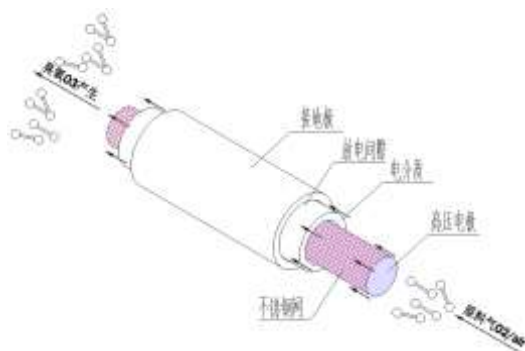
目前，产生臭氧的方法有多种，在工业生产应用中，大规模臭氧应用采用较为普遍的是介质阻挡放电法。介质阻挡放电（Dielectric Barrier Discharge, DBD）是有绝缘介质插入放电空间的一种非平衡态气体放电。中华人民共和国国家标准 GB/T 37894-2019《水处理用臭氧发生器技术要求》术语和定义：介质阻挡放电为在被介电体阻隔的电极和放电空间施加升高的交流电压，产生的气体放电现象。介质阻挡放电通常是由正弦波型（sinusoidal）的交流（alternating current, AC）高压电源驱动，随着供给电压的升高，系统中反应气体的状态会经历三个阶段的变化，即会由绝缘状态（insulation）逐渐至放电（breakdown）最后发生击穿。



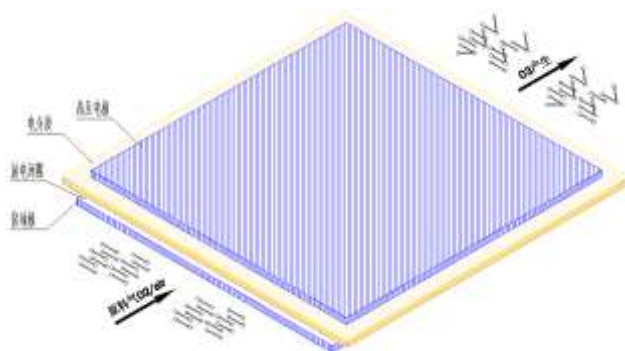
图四 介质阻挡放电工作原理

3、管式和板式：

电极结构的设计形式多种多样，一般分管式和板式，即二个极板为管线式结构或平板式结构。在两个放电电极之间充满工作气体,并将其中一个或两个电极用绝缘介质覆盖，当两电极间施加足够高的交流电压时，电极间的气体会被击穿而产生放电，即产生了介质阻挡放电。在实际应用中，管线式的电极结构和平板式的电极结构没有特定的应用行业要求和区分。



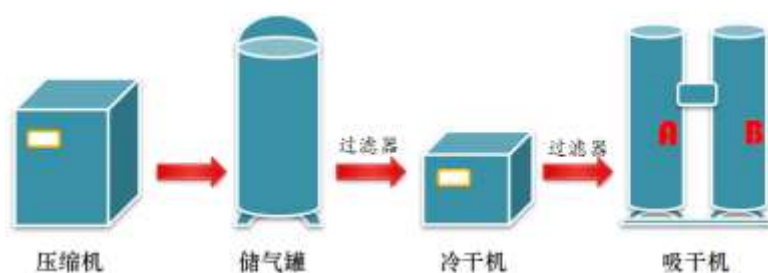
图五 管式臭氧发生器结构示意图



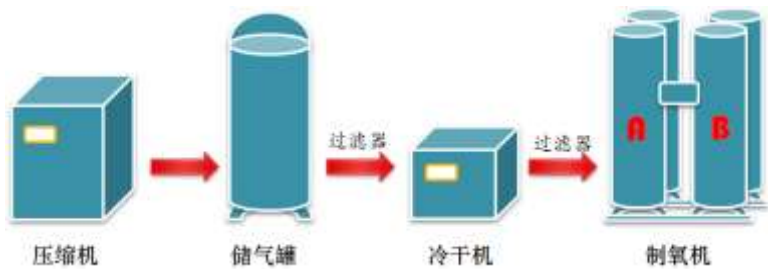
图六 板式臭氧发生器结构示意图

4、空气源和氧气源：

臭氧产生机理为含氧气体在电子、原子能射线、等离子体和紫外线等射线流的轰击下能将其中的氧气分解为氧原子，这种氧原子极不稳定，具有高活性，能很快和氧气结合成三原子的臭氧。这说明产生臭氧所需的气体成份为氧气。实际应用中最常见的含氧气体为空气，我们把这种以空气做为原料气产生臭氧的设备称为空气源型臭氧发生器；其次则是通过一定的技术手段制取的氧含量大于 90%的气体，我们把以这种原料气产生臭氧的设备称为氧气源型臭氧发生器。



图七 空气源型原料气制取系统示意图



图八 氧气源型原料气制取系统示意图

制取氧气的技术手段有 PSA 制氧、VPSA 制氧, 以及通过深冷技术制取的液态氧 (LOX)。中华人民共和国国家标准 GB/T 37894-2019《水处理用臭氧发生器技术要求》中对臭氧发生器各类气源要求规定如下:

表一 供气气源要求

气源种类		供气压力 Mpa	常压露点 ℃	氧气浓度 (体积分数)	杂质颗粒度 μ m
空气		≥0.2	≤-55	21%	≤0.1
空气 PSA/ VPSA 制氧	<1m³/h	≥0.1	≤-50	≥90%	≤0.1
	≥1m³/h	≥0.2	≤-60	≥90%	≤0.1
液氧		≥0.25	≤-70	≥99.5%	≤0.1

5、冷却方式:

臭氧的产生是一个放电的过程, 期间会产生一定量的热量, 为了保证臭氧设备的稳定运行, 我们需要对臭氧放电单元进行同步冷却。目前我们能做的是冷却臭氧放电单元的电极板。中华人民共和国国家标准 GB/T 37894-2019《水处理用臭氧发生器技术要求》规定: 臭氧发生器的冷却分为水冷却式和空气冷却式。

5.1、水冷却:

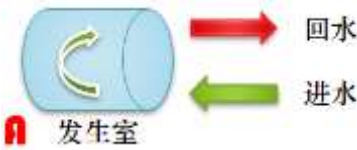
5.1.1、臭氧发生器额定技术指标检测工作条件要求:

冷却水进水温度 $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; 氧气源型冷却水量不大于 $2\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{kgO}_3$, 空气源型冷却水量不大于 $4\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{kgO}_3$ 。

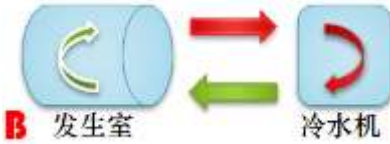
5.1.2、臭氧发生器正常工作条件要求:

冷却水进水温度不大于 35°C ; 氧气源型冷却水量不小于 $1.5\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{kgO}_3$, 空气源型冷却水量不小于 $3\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{kgO}_3$ 。

直接冷却臭氧发生器的冷却水应符合以下条件: PH 值不小于 6.5 且不大于 8.5, 氯化物含量不高于 250mg/L, 总硬度 (以 CaCO_3 计) 不高于 450mg/L, 浑浊度 (散射浑浊度单位) 不高于 1NTU。臭氧发生器的水冷却因为现场冷却水的条件限制, 大致分为以下三种冷却形式。



图九 开式循环冷却流程示意图



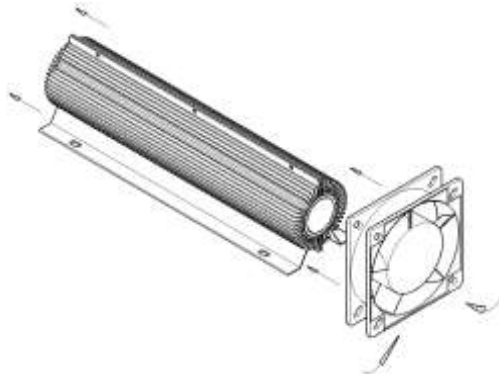
图十 冷水机冷却流程示意图



图十一 闭式循环冷却流程示意图

5.2、空气冷却:

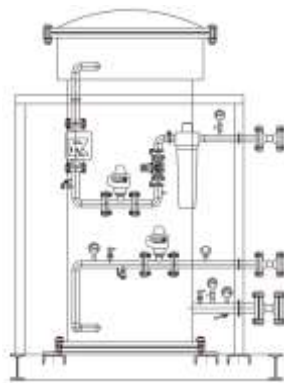
空气冷却一般针对的是独立的小型臭氧发生单元。



图十二 空气冷却示意图

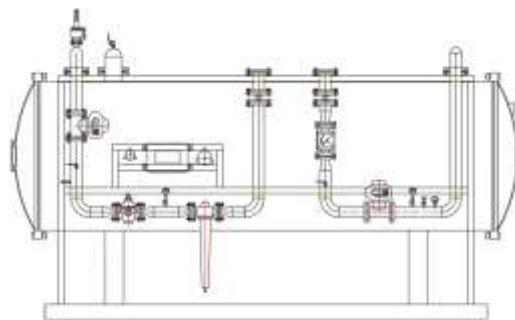
6、臭氧单元固定结构:

6.1、立式结构臭氧发生室



图十三 立式臭氧发生室结构示意图

6.2、卧式结构臭氧发生室



图十四 卧式臭氧发生室结构示意图

臭氧的发展是时间的积累，是一代代人的传承。我们发展的是臭氧科技，也是传承臭氧人的匠心精神，让我们“以匠人心态，做良品臭氧”，让中国的臭氧走的更远。