

文章编号: 1671-7104(2003)06-0425-04

臭氧水杀菌效果评价与医用臭氧水洗手机研制

【作者】 戚仕涛¹, 汤黎明¹, 吴敏¹, 刘铁兵¹, 屈弘²

1. 南京军区南京总医院生物医学工程研究所 (江苏, 南京, 210002)

2. 南京鸿源泰电子有限责任公司 (江苏, 南京, 210087)

【摘要】 臭氧作为一种极强的氧化剂, 对细菌和病毒有很好的杀灭效果。相关试验验证了臭氧水杀菌消毒的有效性和安全性, 臭氧水消毒还具有不产生抗药菌和无二次污染等优点, 在此基础上开发的臭氧水洗手机, 可完全取代普通消毒液洗手。

【关键词】 臭氧; 消毒; 细菌; 病毒; 臭氧发生器

【中图分类号】 R187

【文献标识码】 A

Evaluation of Ozone-Water Sterilization and Development of Medical Ozone-Water Hand-Washer

【Writers】 QI Shi-tao¹, TANG Li-ming¹, WU Min¹, LIU Tie-bing¹, QU Hong²

1. Nanjing General Hospital of Nanjing Military Region

2. Nanjing Hongyuantai Electronics Co., Ltd.

【Abstract】 As an extremely strong oxidant, ozone has a good effect of destroying bacteria and viruses. Relative experiments have validated the effectivity and safety of ozone-water sterilization. More ever, ozone-water sterilization has more excellences such as no drug-fast bacterium and no secondary pollution. Based on this, we have developed an ozone-water hand-washer which can replace the ordinary disinfectants.

【Key words】 ozone, sterilization, bacterium, virus, ozone generator

臭氧是由三个氧原子组成的淡蓝色、腥臭味气体, 1840年由德国科学家Schorbein发现并命名。该气体属强氧化剂。对散布于空气或溶于水中的物质与微生物, 臭氧直接或间接进行氧化, 使之分解或在催化作用下起反应。臭氧的这种性质, 使得自其被发现以来, 人们便不断致力于臭氧应用技术的研究。利用其极强的氧化能力, 臭氧已经在水处理、化学氧化、食品加工储藏、医疗卫生等领域发挥了重要的作用, 在一些特殊场合, 已到了非臭氧技术不用的境界。随着人们对臭氧性质认识的不断加深, 臭氧应用范围也在不断扩大, 可以说臭氧技术应用正方兴未艾。

由于臭氧不稳定, 易分解, 不能象氧气、氮气等常用气体那样压缩装瓶, 只能边生产边使用。人工产生臭氧的方法按原理分为光化学法、电化学法、原子

辐射法和电晕放电法等几种, 原子辐射法用得极少, 工业应用臭氧源大多采用气体电晕放电型的臭氧发生器。

1.1 光化学法

光波中的紫外线会使氧分子 O_2 分解并聚合成臭氧 O_3 , 大气层中的臭氧就是这样产生的。其中波长为 185nm 的紫外光产生臭氧的效率最高, 此时光量子被氧气吸收率最大。其基本反应为:



hv —— 紫外光量子

M —— 存在的任何惰性气体, 如反应器壁、氮、二氧化碳分子等

紫外光法产生臭氧的优点是对温度、湿度不敏感, 具有良好的重复性, 同时可以通过灯功率控制臭氧的浓度、产量。这两个特性对于臭氧用于人体治疗与作为仪器的臭氧标准源是非常合适的。这种方法的缺点是产生的臭氧量较低。

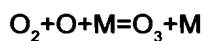
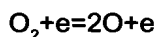
1.2 电化学法

收稿日期: 2003-05-23

亦称电解法,该法始创于1840年。由于人们在电极材料、电解液与电解机理、过程方面作了大量的研究工作,电解法臭氧发生技术取得了很大进步。近期发展的SPE(固态聚合物电解质)电极与金属氧化催化技术,使纯水电解得到14%以上的高浓度臭氧。具体方法是用直流电源电解含氧的电解质(如纯水),在特制的阳极界面析出臭氧,阴极界面析出氢气。用这种方法产生的臭氧比较纯净,产物中无有害的氮氧化物,且在水中的溶解度高,因而具有广阔的应用前景。

1.3 电晕放电法

利用高频高压电流使含氧气体产生电晕放电,电晕中的自由高能电子离解氧气分子 O_2 ,再经三体碰撞反应又聚合成臭氧分子 O_3 。



其中 e ——自由高能电子

M ——气体中任何其它分子

目前,此类臭氧发生器有板式和管式两种。板式臭氧发生器在高压电极板和低压电极板之间形成放电空间,将空气中的氧分子电离成离子,氧离子再和氧分子结合成臭氧,其臭氧产量较高。管式臭氧发生器有立管式和卧管式两种,氧气通过管周围电晕放电空间,可产生臭氧。电晕放电型臭氧发生器是目前应用最为广泛,单机产量最大的臭氧发生装置。这种方法采用空气做气源,常得不到纯净的臭氧,因空气中的氮气也被电离而含有有害的氮氧化物。

将高浓度的臭氧与自来水混合,生成高浓度的臭氧水(消毒液),有极强的表面杀菌作用,对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等细菌繁殖体都具有极强的杀灭力,并能对多种病毒具有灭活作用,是一种广谱高效的杀菌剂,其杀菌速度较氯快300-600倍。同普通消毒液如乙酸、次氯酸钠等相比,臭氧水消毒具有使用方便,灭菌速度快等特点。尤其重要的是,与普通消毒液比较,长期使用臭氧水消毒液不会产生抗药菌。用过的臭氧水还能起到污水净化的功能,无二次污染问题。

由于这些优点,臭氧消毒技术正日益受到医院感染控制部门的高度重视。

为验证臭氧水杀菌效果及对人体的安全性,笔者等进行了臭氧水杀菌试验,试验结果如下所述。供试验生物选用平时经常性接触的,医院感染也列为重要对象的微生物,如表1所示。

表1 供试微生物

细 菌	病 毒
大肠杆菌 IFO 3301	疱疹病毒 RF
铜绿色极毛杆菌 IFO 3445	柯萨奇病毒 B5
金黄色葡萄球菌 ATCC 43300	流行感冒病毒 PR8

2.1 杀菌试验

取各供试菌液0.2ml,先在20℃保温,再均加20ml臭氧水,臭氧水浓度取1mg/l和4mg/l两种,在20℃恒温槽中作用一定时间,然后加硫代硫酸钠,使之停止反应。将此作为试验原液,用缓冲生理盐水稀释10倍,调制稀释菌液。然后各取1ml放入玻璃皿,用胰蛋白胨大豆琼脂培养基混释放平板,经36℃48h培养后计菌落数,算出活菌数。其结果见表2~4。

表2 臭氧水对大肠杆菌的杀灭效果(CFU/ml)

试验液	作用时间(s)		
	10	20	30
臭氧水 4ppm	0	0	0
臭氧水 1ppm	3	2	0
蒸馏水	-	-	3.0×10^5

表3 臭氧水对铜绿色极毛杆菌的杀灭效果(CFU/ml)

试验液	作用时间(s)		
	10	20	30
臭氧水 4ppm	0	0	0
臭氧水 1ppm	0	0	0
蒸馏水	-	-	3.4×10^4

表4 臭氧水对金黄色葡萄球菌的杀灭效果(CFU/ml)

试验液	作用时间(s)		
	10	20	30
臭氧水 4ppm	0	0	0
臭氧水 1ppm	8.7×10^2	55	0
蒸馏水	-	-	6.4×10^4

如表所示,各供试菌在4mg/l浓度臭氧水作用10s后即全部杀灭,而对照用杀菌水作用30s后,仍

有 10^3 以上活菌数残存,证明了4mg/l浓度臭氧水的杀菌效果。而1mg/l浓度的臭氧水作用10s,对铜绿色极毛杆菌能全部杀灭,对其余的均需30s作用才能全部杀灭,杀菌效果弱于4mg/l浓度。

2.2 病毒试验

在0.1ml病毒液中直接加入10ml臭氧水混合,作用20s及30s后,加硫代硫酸钠使之停止反应。然后将各反应液用病毒培养基稀释后,接种到细胞上,经37℃,5%CO₂培养箱培养,4日后观察有无细胞变质,其结果用病毒半数组织培养感染量(TCID₅₀)表示。病毒检出用细胞如表5所示。

表5 病毒检出用细胞

疱疹病毒	VERO
柯萨奇病毒	HEP-2
流行感冒病毒	HDCK

相同试验再由无菌蒸馏水作对照。表6为对病毒灭活试验结果。TCID₅₀减少 10^3 以上,则认为对病毒灭活有效。表中可见,单纯疱疹病毒、柯萨奇病毒、流行感冒病毒于4mg/l臭氧水作用20s后,TCID₅₀都减少 10^3 以上,即具有灭活效果。

表6 臭氧水对病毒的灭活效果(TCID₅₀)

试验液	疱疹病毒		柯萨奇病毒		流行感冒病毒	
	20s	30s	20s	30s	20s	30s
臭氧水 4ppm	$10^{<2.5}$	$10^{<2.5}$	$10^{<2.5}$	$10^{<2.5}$	$10^{<2.5}$	$10^{<2.5}$
臭氧水 1ppm	$10^{4.8}$	$10^{4.5}$	$10^{6.2}$	$10^{5.5}$	$10^{5.5}$	$10^{5.5}$
灭菌水	$10^{5.8}$	$10^{5.8}$	$10^{7.5}$	$10^{7.5}$	$10^{7.5}$	$10^{7.5}$

* $10^{<2.5}$ 为检出界限之下

2.3 安全性试验

为验证使用臭氧水对人体的影响,按“医疗器具及医用材料基础性生物学试验准则”中表面接触用具类试验部分作如下试验。

2.3.1 细胞毒性试验

对动物固体毒性试验,即由人或动物的细胞进行细胞毒性试验。本次试验选用小鼠成腺细胞,方法是在组织培养皿内播种100个细胞,然后把4ppm的臭氧水和培养液接种到玻璃皿里,72h后由甲醛固定,进行吉

姆萨染色,再计数染色细胞。结果100个细胞全部被染色,可以认为4ppm的臭氧水无细胞毒性。

2.3.2 过敏性试验

皮肤过敏性试验是人在某物质反复暴露时,引起免疫反应方面的障碍,检查是否引发过敏症。方法是将4ppm的臭氧水注射于试验小鼠皮内,1周后再涂敷同样物质,2周后进行被验物质的诱发,检查诱发部位的过敏反应。结果均无红斑及浮肿,可以认为无过敏发生。

2.3.3 眼粘膜刺激试验

以确认臭氧水进入眼部有否刺激。按“准则”中眼刺激试验,Draize法评述。结果以4ppm臭氧水点眼时无刺激,眼结膜、角膜均无损伤,判定为无眼粘膜一次刺激性。

2.3.4 皮肤累积刺激试验

验证连续性接触臭氧水时,因累积作用是否会对皮肤起反应。方法为在试验小鼠背部各选擦揉过及无擦揉部位,二部位皮肤在14日内,1日1次用0.8ml臭氧水连续涂敷。结果在整个试验期间,小鼠行动正常,毛及排便均无变化,也无红斑及浮肿。可以认为臭氧水连续接触无刺激性等妨碍。

通过前述杀菌试验及安全性试验,确认了臭氧水消毒的有效性和使用的安全性。另外,根据臭氧水消毒作用迅速、使用方便、广谱高效、不产生抗药菌和无二次污染等优点,我们研制了QQ-1型臭氧水洗手机,以取代普通消毒液洗手,主要用于手术医生的术前洗手或及医院其它需要净手的场合。该臭氧水洗手机外型如同普通家用饮水机,在其内部内置小型臭氧发生器和拉蒙特超级气液混合器,可稳定地产生高浓度的臭氧水。整个仪器由传感器智能化控制,从洗手到烘干无需触摸就能自动短时完成。在洗手口内设有风扇吸去气化的臭氧,再由分解器分解成氧气后排出装置,不必担心吸入散逸的臭氧。

3.1 电路原理介绍

整机电路部分包括主电源电路、臭氧发生器专用

高频电源、洗手传感器电路、中央处理器电路及各阀泵驱动电路等。当中央处理器收到洗手传感器发来的洗手信号后,立即启动臭氧发生器工作电源、气液混合器泵及相关电磁阀,同时启动内部的软件定时器,自动完成洗手至烘干,整个过程,无需人工干预。电路原理框图如图1所示。

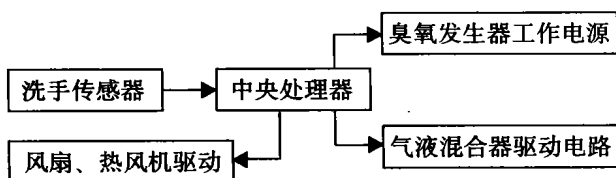


图1 臭氧水洗手电路原理框图

Fig.1. The circuit principle block diagram of the ozone-water hand-washer

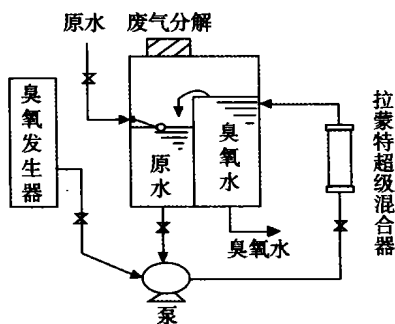


图2 拉蒙特超级混合器臭氧水生成装置

Fig.2. The ozone-water generating device with Lamont's super mixer

3.2 气液混合器

臭氧在水中的自然溶解度是氧气的10倍,但这远远不能满足臭氧水消毒所需的浓度。提高臭氧在水中的溶解度的方法很多,在此不做过多的介绍。目前比较好的一种方法,是采用高速旋转叶片泵及拉蒙特超级混合器构成的臭氧水生成装置。这种装置的原理是利用高速旋转叶片泵将臭氧气体打散,再碰撞聚合,气泡界面得以不断更新,从而获得较好的溶解效果。本机所用装置可生成消毒所需的4ppm的臭氧水。装置示意图如图2所示。

作为一种化学消毒剂,臭氧虽然稳定性差,有一定腐蚀性与毒性,受有机物影响大,但仍具有使用方便,刺激性低,作用快速,无残留污染等突出优点,近年来在消毒应用方面研究有较快的发展。当然,臭氧在医学领域里的应用远不止这些,国外很早就有应用臭氧治疗许多疾病的报道。我们将密切关注这方面的动态,为臭氧在我国医学上的应用做出自己的一份努力。

参考文献

- [1] 王芳. 臭氧消毒研究进展. 中国消毒学杂志. 1998, 15(2):95.
- [2] 魏旭. 提高臭氧发生器放电效率的研究. 电工电能新技术. 1998, 24(2).
- [3] 白希亮, 张宏, 马安成. 臭氧溶液杀菌的研究. 中国消毒学杂志. 1993, 10(1):7.

之上那样,未来心电技术的创造性成果,或许将基于分子水平上的心肌电生理研究的成果。

2.3 心血管系统的诊疗设备与日俱进

心电技术是棵长青树,能派生出许多技术分支。1953年首次报导了胎儿心电信号(FECG)的记录,1952年, Langer.PH采用频响宽的高灵敏度检测系统记录了100~2000Hz的高频心电图(HFECG),1957年 Brhubert 等开始利用计算机对心电图进行自动分析,1957年 Holter 首创长时期活动的心电图,即动态心电图(dynamic ECG),1961年 Holter 系统就被应用于临床。1969年, B·J·Scherlag 首次用右心导管检测到人体腔内的希氏束电位。1970年美国 Marquett 公

司又推出了计算机辅助的运动试验仪器(CASE),使运动心电图技术跃上了新的台阶。1961年 Durrer 等利用差分电极记录到QRS活动结束后25ms的高频、低幅电活动,这是心室晚电位(VLP)的最早报导。1962年危重病人监护系统被推广,并应用于CCU和ICU中。1969年 Denton.AC 等应用 Liatta 型全人工心脏植入人体。这一系列技术进展,至今尚吸引着许多科技人员,并由此开发出多种心血管系统的诊断、监护、治疗和康复仪器。许多治疗方法,包括冠状动脉旁路(搭桥)技术、电消融、支架等,对治疗严重的心律失常患者起到了十分重要的作用。无疑地, Einthoven 等前辈科学家的成果将会被后一代科技人员继承与发扬。

科学面向未来,未来才是科学家施展才华的新时空。