

臭氧的检测方法研究

黄昌前¹, 张青¹, 刘佳玉²

(1. 重庆市綦江区环境监测站, 重庆 401420; 2. 广东省惠州市博罗中学, 广东 惠州 516100)

摘要: 指出了臭氧对人类健康、全球环境、生态的影响巨大, 臭氧的检测具有极其重要的意义。介绍了臭氧的检测方法主要有化学法、电化学法和物理法等。阐述了臭氧的检测领域主要有室内空气中臭氧的检测、室外大气监测中臭氧的检测、养殖水体中臭氧的监测、自来水中臭氧的监测、医疗领域内臭氧的检测等。以期有效控制臭氧浓度提供参考。

关键词: 臭氧; 人类健康; 检测

中图分类号: TQ123.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-9944(2017)8-0082-02

DOI: 10.16663/j.cnki.lskj.2017.08.034

1 引言

臭氧(O_3)是一种不稳定的活性氧, 由 3 个氧原子组成, 标准氧化还原电位为 2.07 V, 具有极强的灭菌作用。在常温常压下, 稳定性较差, 可自行分解为氧气。臭氧具有青草的味道, 吸入少量对人体有益, 吸入过量对人体健康有一定危害。臭氧通过呼吸系统吸入后, 会对呼吸道以及肺部产生比较严重的炎症, 尤其是老年人和儿童, 他们抵抗这种有害物质的能力比较脆弱, 所以十分容易受到伤害。同时还能引起人类的皮肤癌、白内障, 危害农作物和某些海洋生物等。因此, 近年来, 臭氧的检测已逐渐发展成为了研究热点, 人们致力于发展简单、快速的臭氧检测方法, 努力控制臭氧的浓度或含量, 减少人类皮肤癌、白内障等的发病率, 同时也减少对植物和水生生物的损伤。有研究表明, 仅在美国, 每年因地面臭氧造成的粮食减产高达 5 亿美元。因此无论是从臭氧对人类健康, 还是对全球环境、生态的影响来看, 臭氧的检测具有极其重要的意义。

到目前为止, 臭氧的检测方法主要有碘量法、比色法、紫外分光光度法、电位法和电量法^[1,2]。碘量法和比色法属于化学法, 紫外分光光度法属于物理法, 电位法和电量法属于电化学法。人们也致力于多种场合下臭氧的检测, 主要有室内空气中臭氧的检测、室外大气监测中臭氧的检测、养殖水体中臭氧的监测、自来水中臭氧的监测、医疗领域内臭氧的检测等。笔者主要概括了臭氧的不同检测方法和检测领域, 为人们有效控制臭氧浓度提供一定的理论指导。

2 臭氧的检测方法

早期臭氧的检测方法很多, 比较经典的有碘化钾氧化还原法和靛蓝二磺酸钠褪色法。到 20 世纪 70 年代后期, 先后出现了与电子技术紧密相关的分析方法, 如化学发光法、电化学法、紫外光谱法、荧光法等, 这些仪器分析法已经发展成为臭氧测定的主要分析方法。靛

蓝二磺酸钠褪色法是基于发光探针 5,5-二磺酸钠靛蓝可以与臭氧发生化学反应, 导致其颜色逐渐褪去。该颜色褪去可以实现可视化, 同时还可以结合紫外可见分光光度计和化学发光仪分别实现吸收法、化学发光法检测臭氧的目的。在电化学检测方法中, 臭氧在电催化表面上的电化学反应为 $O_3 + H_2O + 2e^- \rightarrow O_2 + 2OH^-$, 因此, 利用氧化还原复合电极检测水中氧化还原的电位变化, 采用电位法, 应用能斯特方程和拟合函数曲线达到定量检测臭氧浓度的目的。2006 年, M I Prodromidis 等人设计了一种基于醇氧化酶电极的传感器用于臭氧的检测, 该传感器主要是检测臭氧和丁香子酚的烯丙基反应后的产物甲醛^[3]。该方法是将丁香子酚固定在疏水的 C18 柱上, 反应产生的甲醛被工作缓冲吸收后输送到检测器进行检测。随着科研研究的进度, 2009 年 K. Kazunori 课题组合成了一种高选择性和高灵敏度检测臭氧的荧光探针^[4]。该探针本身荧光很弱, 由于烯丁基的存在, 当烯丁基和臭氧反应之后, 荧光素的荧光恢复, 荧光产生了明显的增强, 而且其他的自由基也不会产生干扰。这种高选择性的荧光探针很好地实现了对支气管上皮细胞内的臭氧进行成像分析检测, 同时还对空气中的臭氧进行了选择性检测。该方法不仅在细胞内臭氧的检测方面具有重要意义, 还迈出了采用荧光探针法检测大气臭氧浓度的第一步, 极大地推动了荧光分析法在检测臭氧中的应用。

近年来, 利用这些化学法、紫外线吸收法、荧光法或电化学法原理做出的多种小型检测器, 更加便于携带和使用。主要包括有多孔玻璃传感器、安森美半导体气体传感器、电化学臭氧传感器以及被动采样器等。其中, 多孔玻璃传感器是利用靛蓝胭脂红与臭氧的褪色反应, 根据吸光度对数与臭氧浓度成反比来检测臭氧浓度。其检测的灵敏度较高, 常被用来检测空气中的臭氧浓度。电化学臭氧传感器具有可视化、稳定、连续在线测量、体积小、功耗低等特点。被用于衡量和监测环境空气中的臭氧浓度。在人们的日常生活中, 由于基本方

收稿日期: 2017-03-08

作者简介: 黄昌前(1981—), 男, 工程师, 主要从事环境分析方面的工作。

通讯作者: 张青(1982—), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从环境、荧光、生化分析方面的工作。

法检测臭氧浓度已显得有点笨拙,越来越多的地方开始使用各种传感器来检测臭氧浓度,它们体积小、灵敏度高而且使用方便。在一些臭氧治疗仪中,大多还是直接使用臭氧浓度检测方法,随着技术的发展,传感器技术在臭氧治疗仪中的使用必将会越来越多。

3 臭氧的检测领域

臭氧存在的领域比较广泛。室内气体中过量的臭氧会对人体健康造成极大威胁。近几年来,家庭空气消毒中,将臭氧发生装置移植于空调中,利用室内循环风对空气进行消毒、净化,分解后的氧气和负离子可以使室内空气保持清新。这类空气消毒用臭氧发生器也可在宾馆、饭店、商场、剧院等公共空间使用,冰箱内部杀菌中将臭氧发生装置放入冰箱,可以灭杀各种低温病菌。杀灭物体表面和冰箱隔板表面的细菌。这些需要严格的质量控制防止臭氧过量损害人体健康。同时,比较常见的还是室内打印店里,打印机在打印过程中产生过量的臭氧,如果不及时通风处理,会对人们的健康构成威胁。因此,严格监测打印店里的臭氧是否超标也是一个很好地研究领域。此外,环境大气中臭氧的监测已经列为环境监测站自动检测项目之一,目前为止,我国主要采用紫外线吸收法测定臭氧浓度,实时汇报某个地区的臭氧含量有利于人们的户外活动,保护身体健康。大气中臭氧的含量受海拔高低、植被覆盖、不同季节等因素影响。近年来,在水产养殖中应用臭氧进行深度氧化降解有机物、净化水质等方面的研究有了新的进展,人们认为使用臭氧能有效降低病菌危害并能净化水质。然而在实际应用过程中,特别在循环水养殖系统中,臭氧浓度是一项重要的控制指标,浓度太低则达不到理想处理效果,浓度过高不仅造成浪费,而且对养殖对象甚至人体都会造成毒害。因此,采用准确的测量方法及时测定了解养殖水体中臭氧的浓度是十分重要的。此外,臭氧还可以用于自来水深度处理,可以有效地去除水中的溶解性有机物,改善自来水的嗅味和致突变性,明显提高自来水水质,因此,自来水中臭氧的在线仪表监测也是有必要的,同时还要对其进行定期维护、保养或者进行浓度校正,保证测试精度和正常运行。近年

来,臭氧在医疗领域应用也比较广泛。由于臭氧能迅速有效地灭活细菌、真菌和病毒、原虫等,因此早在一战时期人们就利用臭氧的强氧化性来治疗感染伤口、坏疽、芥子气所引起的烧伤等,人们利用臭氧灭菌的操作简单,常用于器械的浸泡消毒,在口腔治疗中应用前景广泛。而对臭氧使用的浓度、剂量、作用时间、适用对象、潜在的危害性以及对其经济适用性的评估等方面还有待深入研究。臭氧治疗还可以通过诱导细胞产生细胞因子来有效地调节免疫系统,应用臭氧的免疫系统调节和氧化应激调节可以有效地治疗特应性哮喘,通过激活抗氧化系统来控制血糖等,在医疗领域正确的使用臭氧能够达到为人类健康服务的目的^[5,6]。同时也得提高警惕,臭氧的浓度如果超标,将会起到反作用,因此在医疗领域及时监控臭氧的浓度也意义重大。

4 结论

臭氧的检测方法多种多样,人们利用这些原理发展起来的便携式的臭氧传感器也很多,正确运用这些臭氧的检测方法,实现对大气中、室内空气中、水体中以及医疗领域内臭氧浓度的有效监控,对人类身体健康至关重要。

参考文献:

- [1] 储金宇, 吴春笃, 陈万金, 等. 臭氧技术及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 丁荫祥. 关于目视比色法原理的讨论[J]. 龙岩师专学报, 1991: 129~130.
- [3] D. V. Stergiou, M. I. Prodromidis, P. G. Veltsistas, N. P. Evmiridis. Ozone monitoring based on a biosensor concept utilizing a reagentless alcohol oxidase electrode [J]. Anal. Chem, 2006 (78): 4676~4682.
- [4] A. L. Garner, M. S. C. Claudette, R. P. Bruce, et al. Specific fluorogenic probes for ozone in biological and atmospheric samples [J]. Nat. Chem, 2009(1): 316~321.
- [5] 张帆. 椎间盘突出症的微创治疗综述[J]. 实用医技杂志, 2007 (14): 1498~1499.
- [6] 董建勋, 何英凯. 医用臭氧治疗腰椎间盘突出症[J]. 中国社区医师医学专业半月刊, 2009: 80~81.

Study on Determination Method of Ozone

Huang Changqian¹, Zhang Qing¹, Liu Jiayu²

(1. Qijiang District Environmental Monitoring Station, Chongqing, 401420, China;

2. Boluo Middle School, Huizhou, Guangdong, 516100, China)

Abstract: Considering the impact of ozone on human health, the global environment and the ecology, ozone detection is of great significance. This paper reviewed the significance of ozone detection, ozone detection methods and ozone detection areas. Ozone detection methods mainly include chemical, electrochemical and physical methods. The ozone detection areas mainly include indoor air ozone detection, outdoor atmospheric monitoring of ozone detection, aquaculture ozone monitoring, monitoring of ozone in tap water, the detection of ozone in the medical field. Effective control of ozone concentrations is critical to human health.

Key words: ozone; human health; determination