

生活饮用水净化用臭氧 系统设备选用指南

李汉忠 王占生 主编



NLIC2970906229

 中国建筑工业出版社

生活饮用水净化用臭氧 系统设备选用指南

李汉忠 王占生 主编



NLIC2970906229

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生活饮用水净化用臭氧系统设备选用指南/李汉忠,
王占生主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013

ISBN 978-7-112-15594-1

I. ①生… II. ①李… ②王… III. ①饮用水-净水-净
化设备-指南 IV. ①TU991.25-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 146494 号

责任编辑: 俞辉群 石枫华

责任设计: 陈 旭

责任校对: 党 蕾 刘 钰



生活饮用水净化用臭氧系统设备选用指南

李汉忠 王占生 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 2¼ 字数: 40 千字

2013 年 7 月第一版 2013 年 7 月第一次印刷

定价: 20.00 元

ISBN 978-7-112-15594-1

(24070)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

本指南为贯彻国家《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)而编写。

本指南为“十一五”国家水体污染控制与治理科技重大专项的 2008ZX07421-003《高氨氮和高有机物河网原水的组合处理技术集成与示范》课题之一。

编制指南的目的是从臭氧和饮用水处理技术专业角度出发,为采用臭氧预氧化、臭氧-活性炭深度处理工艺的自来水厂用户与设计部门、相关设备供货商提供对臭氧系统设备的规范性要求,为科学、合理、经济地选购系统设备,提高系统调试、验收、运行管理水平提供技术指导。

本指南内容包括总则、臭氧发生器(产品要求、标准和规范、技术参数、工作条件、产品的仪器和仪表配置、出厂检测),系统设备(冷却水、气源、投加装置、尾气处理与回收利用、检测与监测仪器仪表),系统安装与调试、验收等方面的内容。附录 A~附录 E 提供了纯氧气源臭氧质量分数浓度与体积质量浓度换算简表、臭氧系统设备采购招标参考资料、臭氧系统设备的运行维护与安全管理、耐臭氧氧化材料、工作场所空气臭氧标

准与臭氧对人体的影响等资料。

2012年7月6日经住房和城乡建设部建筑节能与科技司和城市建设司组织专家组对本指南进行了审查。

感谢浙江省供水协会、江苏省城镇供水协会、嘉兴市水业协会、广州市自来水公司、深圳市自来水公司、昆山市自来水集团有限公司等单位对指南编制工作的大力支持。

指南起草单位：浙江大学建筑工程学院

中国工业经济联合会臭氧专业委员会

中国土木工程学会水工业分会给水委员会给水深度处理研究会

指南主要起草人：李汉忠 王占生 张 燕

查人光 黄元生 李公攀

魏兴义 刘志光 黄曼青

目 录

1 总则	1
2 臭氧发生器	3
2.1 产品要求	3
2.2 产品标准、规范	4
2.3 产品的技术参数	4
2.4 臭氧发生器的工作条件	6
2.5 发生器的仪器、仪表配置	6
2.6 出厂检测	7
3 系统设备	8
3.1 冷却水	8
3.2 气源	8
3.3 投加装置	11
3.4 尾气处理与回收利用	14
3.5 检测、监测仪器仪表	17
4 系统安装与调试	22
4.1 开箱检查	22
4.2 安装	22
4.3 调试准备	23
4.4 分系统调试	24

4.5 联机统调	26
4.6 试运行	27
5 验收	29
5.1 技术文件验收	29
5.2 备品备件与专用工具验收	30
5.3 技术培训验收	30
5.4 系统的技术性能验收	30
附录 A 纯氧气源臭氧质量分数浓度与体积质量 浓度换算简表	33
附录 B 臭氧系统设备采购招标参考资料	34
附录 C 臭氧系统设备的运行维护与安全管理	49
附录 D 耐臭氧氧化材料	54
附录 E 工作场所空气臭氧标准与臭氧对人体的 影响	58
参考文献	65

1 总 则

1. 为贯彻《生活饮用水卫生标准》GB 5749 - 2006, 提高臭氧预氧化、臭氧-活性炭深度处理技术应用水平, 编制本指南。

2. 本指南从我国自来水厂条件出发, 以国际国内先进的臭氧发生器标准及相关行业标准、规范为基础, 紧密结合饮用水深度处理工艺的原则编制。

3. 本指南适用于饮用水深度处理臭氧系统设备, 也适用于建筑直饮水、再生水、污水处理用臭氧设备。

4. 臭氧系统设备包括臭氧发生器、供气气源、冷却水装置、臭氧投加装置、尾气处理与回收装置, 臭氧检测与监测仪器仪表。

5. 本指南规定了臭氧系统设备的选择条件和要求, 规范了系统安装、调试、验收阶段要求。附录 A~附录 E 提供了纯氧气源臭氧质量分数浓度与体积质量浓度换算、臭氧系统设备采购招标参考资料、臭氧系统设备的应用维护与安全管理、耐臭氧氧化

材料、工作场所空气臭氧标准与臭氧对人体的影响等资料。

6. 在参照本指南开展相关工作时，尚应按现行国家有关的法律、法规的规定执行。

2 臭氧发生器

2.1 产品要求

1. 产品按有关技术标准生产。
2. 产品应具有完整的图纸、工艺资料，完善的技术保障措施。
3. 发生器本体应采用耐臭氧材料制造。冷却水含氯时，发生器壳体应选用 S30403 (304L) 不锈钢；接触臭氧的放电电极宜采用 S31603 (316L) 不锈钢、钛等材料。
4. 工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ 的发生器壳体应按压力容器要求制造，并提供壳体及所安装的与压力相关的仪表、零件的耐压合格证书。
5. 国产发生器同系列的最大发生器规格产品应通过部级产品鉴定或成果评估。其额定技术指标与发生器配置应符合项目要求。

2.2 产品标准、规范

1. 目前我国尚未制订臭氧发生器的国家标准,新修订的住房与城乡建设部行业标准 CJ/T 322-2010 水处理用臭氧发生器 作为国产发生器执行标准。进口产品按各自国家相关标准生产,如与 CJ/T 322-2010 标准要求矛盾时应按中国标准规定执行。

作为参考的标准规范如下:

DIN 19627-1993 用于水处理的臭氧发生器 (德国)

NSF/ANSI 222-2006 臭氧发生器 (美国)

2. 产品的计量单位应符合国际单位 (International System of Units, 简写 SI) 制标准。

2.3 产品的技术参数

产品的技术参数应按标准状态 (Normal Temperature and Pressure 简写 NTP) 计算,其标准温度为 273.15K,标准压力为 101.325kPa。

1. 臭氧发生器所需气源种类、成分、对露点、洁净度的要求,工作压力及允许最大压力、额定发生量时的标准体积流量。

2. 臭氧发生器的冷却方式,额定功率工作时的冷却

条件：风冷时的最高环境温度；水冷时的允许入口最高水温；臭氧发生器冷却水输出端体积流量；冷却水允许最大压力；水质要求。

3. 臭氧参数如下：

(1) 产生一定浓度臭氧 (g/m^3 或 mg/L) 时臭氧发生器的额定产量 (kg/h) 及额定电耗 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{kgO}_3$)。

(2) 臭氧产量的调节控制范围 ($10\% \sim 100\%$) 并指明调节方法。

4. 电参数如下：

(1) 电源相数、频率、电压、电流、有功功率及功率因数。

(2) 臭氧发生器的最大工作电压有效值、工作频率。

(3) 高压变压器温升。

5. 设备主要尺寸，设备安装、操作、检修所需空间 (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)。

6. 工作状态下的设备重量，非工作状态下的设备重量。

7. 推荐额定技术指标 (NTP 状态)：

发生器臭氧出口压力 $\geq 0.08\text{MPa}$ 时

(1) 空气源：常压露点 $\leq -55^\circ\text{C}$ ，臭氧浓度 $25\text{g}/\text{m}^3$ ，电耗 $18\text{kW} \cdot \text{h}/\text{kgO}_3$ 。

(2) 氧气源：常压露点 $\leq -60^\circ\text{C}$ ，臭氧浓度 $120\text{g}/\text{m}^3$ ，电耗 $10\text{kW} \cdot \text{h}/\text{kgO}_3$ ；臭氧浓度 $150\text{g}/\text{m}^3$ ，电

耗 $11\text{kW} \cdot \text{h}/\text{kgO}_3$ 。

发生器臭氧产量按规格系列生产，用户应优先选择系列内臭氧产量规格产品。

注：不同浓度的臭氧均可用于饮用水处理。较高的臭氧浓度下气源消耗较少，可节省运行成本。臭氧浓度高的发生器耗电量高。由于生活饮用水原水中有机物浓度低，臭氧吸收率低，采用高浓度臭氧要考虑采用有效的投加装置，提高吸收率，选用时可通过技术经济分析综合考虑。

国外臭氧有时使用质量分数浓度（%，w/w）。常用臭氧质量分数与体积质量浓度可以进行换算（见附录A）。

2.4 臭氧发生器的工作条件

臭氧发生器产品应在用户提出的应用现场空气温度与湿度、海拔高程、冷却水温度与质量、电源电压条件下正常工作并达到技术指标要求。

2.5 发生器的仪器、仪表配置

发生器必须配备具有专业资格的用于相关参数测量、控制的仪器仪表，根据用户的使用要求，配置的仪器仪表可有不同的监测参数与不同的控制水平。

1. 不同的仪器仪表配置投资成本不同，最基本的配置应有：电源电压、电流、发生室气压、气体流量与气温、冷却水流量、进出口水温、水压等参数仪表，其中气压、水压、水流、水温、气温、电压、电流都应具有报警与自动切断功能，与气体密度有关的气体流量计应与气源类别相符。

2. 接触臭氧的管件、密封件、阀门、传感器、仪表等均应选用耐臭氧材料。

3. 臭氧额定产量 10kg/h 以上规格产品宜配备臭氧浓度在线检测仪，并配备 PLC 控制与人机界面系统。

4. 控制电路和软件应适合用户现场工作条件，在供电标准范围内不应频繁保护停机。

2.6 出厂检测

1. 发生器出厂前应按标准规定做性能检测，检测报告作为正式技术文件备案。

2. 检测时应注意用户要求的气源、电源、冷却水源条件和使用环境条件，臭氧性能数据按用户现场条件修正，使之达到订货要求。

国内外臭氧发生器标准中有关技术参数见附录 B。

3 系统设备

3.1 冷却水

臭氧发生器的水冷却分为直排和闭路循环 2 种类型。

1. 冷却水条件：水温、压力、流量应满足臭氧发生器正常工作的要求，水质、pH、总硬度、浑浊度等指标应符合生活饮用水卫生标准规定，氯化物含量 $\leq 100\text{mg/L}$ ，以防设备焊缝腐蚀。

2. 选用冷却水闭路循环系统时，循环水量、水压、换热器等应按发生器容量与环境条件匹配选择。

3.2 气源

臭氧用气源目前分为空气源、空分制氧源与液氧源 3 种。

3.2.1 空气源

臭氧用空气源制备时，空气须经净化、干燥等技术处理，达到如下指标：

(1) 露点 $\leq -55^{\circ}\text{C}$ (常压);

(2) 含油量 $\leq 0.01\text{mg}/\text{m}^3$;

(3) 颗粒物尺寸 $\leq 0.1\mu\text{m}$;

(4) 压力 0.2MPa , 温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ 。

空气处理系统宜按用户的环境条件 (温度、湿度、气压等) 合理配置空气压缩机, 贮气罐, 冷凝器, 除水除油过滤器, 冷冻干燥机, 吸附干燥机, 除尘过滤器等设备, 以使所产的原料气满足指标要求。

空压机噪声应符合使用场所噪声控制标准要求。

1. 供货商应提供空气处理系统的调试、维护与使用说明。所配置之设备必须附有合格证与维护修理资料。

2. 工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ 的压力容器必须随机提供专业压力检测证明文件。

3. 系统设备应提供 2 年用易损备件。

4. 设备所配用的阀类、电器控制器、仪表等应选用优质可靠产品。

5. 臭氧额定产量 $10\text{kg}/\text{h}$ 以上臭氧设备的空气源供气管路宜装设空气露点仪, 并提供常压露点换算资料。

6. 按用户要求配置自动控制相关参数的 PLC 控制器。

7. 供货商应提供干燥剂的品牌、型号、更换时间及用量。

注: 根据国外经验, 臭氧额定产量 $10\text{kg}/\text{h}$ 级及以下规格的臭氧

发生器使用空气源更为合理。对于远离液氧产地的地区用户应用空气源更为经济、安全。

3.2.2 空分制氧

目前从空气直接分离制氧多采用分子筛变压吸附(PSA)技术方法。大型设备($\geq 100\text{Nm}^3/\text{h}$)采用低压吸附、真空解析的VPSA方法,具有更高的效率、更低的能耗。

空分制氧应达到如下指标:

(1) 氧气含量 $\geq 90\%$ (Vol%) [$\%$ (v/v)];

(2) 常压露点 $\leq -60^\circ\text{C}$;

(3) 碳氢化合物含量 $\leq 25\text{mL}/\text{m}^3$;

(4) 颗粒物尺寸 $\leq 0.1\mu\text{m}$;

(5) 压力 0.2MPa , 温度 $\leq 30^\circ\text{C}$ 。

1. 空分制氧机应集成为独立的分系统,应具备完整的监测控制功能。应提供调整维护与修理的使用说明书。空压机噪声应符合使用场所噪声控制标准要求。

2. 制氧机输出端应装备氧气含量仪表 (Vol%) [$\%$ (v/v)] 和露点仪,并给出常压露点换算资料。

制氧设备车间应装设氧气泄漏监测报警仪。

3. 应随机提供 2 年用易损备件。

4. 供货商应准确提供制氧分子筛的品牌、型号、需更换的时间与用量。

5. 空分制氧系统无备用机时宜配置备用液氧装置,