

水处理用臭氧发生器操控、运行管理、维护保养

一、臭氧单元运行管理

1.1 臭氧单元结构

臭氧单元主要包括气源、臭氧制备、臭氧投加、尾气破坏四部分。其中，臭氧发生器的备用率一般应大于 30%；预投加部分臭氧投加量很少，一般要求为 0.5~1.5 mg/L；主臭氧与活性炭池联合使用。臭氧投加量一般建议为 1.5~2.5 mg/L，水中余臭氧为 0.2~0.4 mg/L。反应速度慢，反应时间一般不小于 10 min。尾气破坏系统排出气体臭氧浓度应 $<0.05\sim 0.1\text{mg/L}$ 。

1.2 臭氧设施环境要求

臭氧设备应能较好的满足水厂运行环境要求：

(1) 臭氧设备应具备技术先进、性能优良、经济合理的特点，能长期满足可靠性、安全性、稳定性的要求。

(2) 臭氧单元的运行系统应为 PLC 全自动控制运行系统，并配有完善的计算机远程通讯与控制接口。就地应具有完整的监控和操作界面，可就地完成设备的监控、设定参数、选择功能和调试。通过简单的学习即可进行操作。

(3) 系统应能提供标准通讯信号和水厂的计算机系统（DCS）或其他辅助系统相连接，实现水厂计算机系统对臭氧设备的控制及状态监控。

(4) 设备柜体应为安装在内部的电气等设备提供运行环境保护，即能防尘、防滴水、防腐、防潮、防结露、防昆虫及啮齿动物进入。

(5) 设备应设有良好的通风散热措施，应能在-10-40 摄氏度的环境温度变化下正常工作。

(6) 设备对环境影响良好，并有完善的防震、防爆、密封等安全设施。设备应有醒目的中文安全警示标识/标示。

(7) 设备运行环境噪音应不大于 80db。

1.2 日常运行管理要求

(1) 预臭氧投加控制一般通过设定臭氧投加率，根据水量变化进行比例投加控制；主臭氧投加控制一般根据水量变化与水中溶解余臭氧变化，进行双因子复合环投加控制（处理水量是前馈条件，余臭氧是后馈条件）。

臭氧投加量应根据原水水质情况及处理效果及时进行调整;若周边环境及炭滤池出现较明显的臭氧气味,排除设备设施异常后,可适当降低臭氧投加量。

(2) 因设备异常或工艺调整需要暂停预臭氧投加时,应启用原水预加氯设备,用预氯化取代预臭氧投加。

(3) 臭氧单元及其配套的系统、阀门和管道等附属设备应定期开展日常巡检及清洁、保养工作,且对应的周期、项目及内容应符合实际安全生产要求。(详见表 1-1)

(4) 运行人员应确保熟练掌握、并严格按照运行操作规程进行各项操作。

(5) 应加强对关键仪表如臭氧浓度分析仪、水中溶解余臭氧分析仪等的运行状况的观察。

(6) 应定期关注尾气破坏装置的运行状况,最好采用便携式臭氧检测仪,测量并收集装置前后进出气体的臭氧浓度信息。

(7) 臭氧发生器因故停机一段时间,再次启用时为确保配套管路的干燥度和洁净度,应提前对管路进行洁净压缩空气/氧气吹扫,吹扫原则如下:停机一周以内,吹扫 30 分钟;停机一个月以内,吹扫 1 小时;停机两个月以内,吹扫 2 小时;两个月及以上,吹扫 6~8 小时。如管道内的露点值仍不符合要求,应延长吹扫时间直至数值达标。

(8) 停止臭氧投加时,应做好相关设施的维护,尤其要保护好尾气破坏装置的臭氧催化媒,及时关闭破坏装置前后的进出气阀门,防止因潮湿空气及其它带酸性的气体进入,造成催化媒的提前中毒失效。

(9) 为确保主臭氧投加效率,应定期观察接触池内曝气盘是否曝气均匀。池体设有观察孔的,可直接定期观察;无观察孔的,需每年度打开人孔进行一次检查,并开展曝气盘曝气均匀性试验,即将水位控制在曝气盘上 20-30cm,用无油空压机将压缩空气或氧气吹入管道,以观察曝气的均匀性。

表 1-1 臭氧单元日常巡检表

序号	设备名称	巡检项目	重点巡检内容
1	臭氧发生器	显示屏/运行灯	无故障报警，指示灯显示无异常
		自控状态	位于正确状态(处于本地或远程)
		振动及声响	无异常振动或异响
		外循环冷却水量及温度	温度读数稳定，流量达到要求
2	尾气破坏器	显示屏/运行灯	无故障报警，指示灯显示无异常
		自控状态	位于正确状态(处于本地或远程)
		排放浓度显示	小于要求浓度(0.1ppm)
		风机振动及声响	无明显振动、无杂音
3	液氧站	液氧罐	检查压力和液位
		管路及阀门	各阀门、管路完好，无渗漏；阀门开/关位置正确
4	臭氧车间配电柜	电压	电压无缺相，达到要求电压
		异味异响	无焦臭味、无异响
5	臭氧系统主 PLC 柜	液晶显示屏/运行灯	无故障报警，指示灯显示无异常
			臭氧投加率设定合理
		工作状态	PLC 工作状态指示无异常
		通讯设备	通讯设备工作状态指示无异常
		避雷器	检查窗口颜色及雷击计数器
		触摸屏	检查运行情况
6	高压变压器	温度	变压器绕组温度相对平衡，干式温度达到要求；
		气味、声响	无焦臭味、无异响
7	臭氧 PSU 柜	电量监测仪	显示正常
		气味、声响	无焦臭味、无异响
		主控制板	无报警信号

8	臭氧车间仪表 风补氮(空压 机、冷干机等)	振动及声响	无异常振动或异响
		工作压力	达到要求的运行压力
		空压机皮带	松紧合适、无裂纹
		空压机过滤器	空气过滤器、油过滤器和油气过滤器等都无 泄漏、无损坏
		储气罐	无漏气、压力在运行在正常范围
		冷干机振动及声响	无异常振动或异响
		冷干机工况	可正常制冷（出气管温度较低或有冷凝水）
		冷干机排水	排水正常，无堵塞、无泄漏

二、臭氧单元的设备操作

2.1 系统运行前的检查

(1) 确认臭氧间安全

观察臭氧车间门外的臭氧报警器和氧气报警器有无报警（当臭氧浓度达到 0.1PPM 时启动排风扇，达到 0.2PPM 时停臭氧发生器；氧气浓度到达 22%时启动排风扇，到达 24%时停臭氧发生器；同时有声光报警），无报警灯亮表示车间内为安全。

(2) 检查液氧储罐液位

在液氧站检查液氧储罐的液位是否达到要求，液氧液位不能低于 330cm。

(3) 检查氧气露点

在总 PLC 柜操作界面上，按“参数显示”键进入参数显示画面，检查氧气露点是否低于 -60°C 。

(4) 检查冷却水流量

检查冷却水管有无压力，冷却水流量是否达到单台臭氧发生器所需的流量，正常情况下要求在额定流量（氧气源臭氧发生器产生每公斤臭氧需要 2 吨冷却水）。

(5) 检查总 PLC 柜操作界面

检查画面上是否有报警存在，有报警存在时，臭氧发生器无法正常运行；如果有报警，就地复位。

(6) 检查臭氧发生器

臭氧发生器未运行时，冷却水进水管上的阀门状态为开；冷却水出水管上的阀门状态为开；氧气管的自动开关阀门状态为关、手动阀开；臭氧管的阀门状态为自动调节阀关、手动阀开。

(7) 检查臭氧低压配电柜

检查进线柜，其中有一路进线必须合闸，母联柜为合闸，各相关设备电源开关处于合闸。

(8) 检查臭氧发生器供电单元

检查电源开关是否在运行位置，综合电力监测仪显示数据是否正常。

3.2 开停机步骤

3.2.1 开机步骤

(1) 打开空压机 1#或 2#，当空压机压力达到 0.55Mpa 后，臭氧系统的气动设备方可正常运行。

(2) 在总 PLC 柜操作界面上，按“参数设置”键进入画面，按“启/停”启动臭氧发生器。

(3) PLC 按控制程序自动开启尾气破坏系统 (VOD)，吹扫系统，5 分钟后启动臭氧发生器；

(4) 按“参数显示”键进入画面，浏览臭氧发生器生产情况。

3.2.2 停机步骤

(1) 按“参数设置”键进入画面，在此画面上，按“启/停”停机。

(2) 尾气破坏系统 (VOD) 会继续运行 10 分钟，后停机。

(3) 长时间停臭氧系统要停空压机系统。

三、臭氧单元的维护管理

2.1 臭氧单元的组成与维保

(1) 臭氧单元设施由八大部分组成：配电系统、气源系统、臭氧制备系统、臭氧投加系统、臭氧尾气破坏系统、辅助压缩空气系统、仪表检测和 PLC 控制系统。

(2) 水厂每年应制定臭氧设备的定期维保检修计划，对设备进行一系列预防性维保检修工作，确保设备性能良好、运行正常，其具体维护管理要求可参考表 2-1。

表 2-1：臭氧设施维护项目清单

序号	设备名称	维护对象	重点维护内容	参考维护周期
1	配电系统	干式变压器	可参考干式变压器维护的基本要求	一年
		低压配电柜	可参考配电柜维护的基本要求	一年
2	气源系统	现场制氧系统	建议外委进行维护	一年
		液氧储存系统	建议外委进行维护，压力表、安全阀、压力容器和压力管道根据特种设备相关法律法规送检，取得合格证方可使用	一年
3	臭氧制备系统	臭氧电源柜	检查主回路、控制和工作电路的接线是否牢固； 检查实时参数，如有需要则进行调节； 检查电量监测仪的各参数显示是否正常、准确；检查各指示灯是否正常，显示是否准确； 清理机柜内灰尘。	半年
		臭氧发生器	检查过滤器，拆下用压缩空气对滤芯进行清洁，必要时更换滤芯（使用 8000h）	半年
			检查发生器运行数据。	一年
			容器的密封检测是否正常。	一年
			打开高压接线盒，检查高压动力电缆接头是否损坏，必要时更换。	一年
			检查放电体耐压	两年
			检查系统的报警功能(风扇，报警器，闪光灯，关闭阀)	半年
冷却水泵	检查功能，噪音，震动和轴承温度 检查电机及水泵轴承润滑情况是否良好	半年		
4	臭氧投加系统	曝气盘	检查压力损失，必要时停池拆下曝气盘用酸液进行浸泡和清洗	三年
		水射器	功能性检查	一年

		水射器压力水 加压泵	检查功能，噪音，震动和轴承温度 检查电机及水泵轴承润滑情况是否良好	一年
5	臭氧尾气 破坏系统	风机	检查运行噪音、振动及对轴承端检查温度	半年
			检查风机运行时出口风压是否正常	一年
		催化酶及其容器	定期评估接触媒是否失效，检查接触媒容器内壁是否腐蚀	两年
6	辅助压缩 空气系统	无油压缩机	检查清理空气过滤器，必要时更换；检查测试操作安全阀；清洁压缩机；检查阀门；用压缩空气清洁冷凝器的鳞形表面。	半年
			清洁除潮器； 更换空气过滤器； 检查或更换 V 形皮带。	一年
			用润滑油润滑轨道涡形轴承； 更换密封件； 用润滑油润滑曲柄轴承。	两年
7	检测仪表	余臭氧仪	按说明书进行两点标准校验	三个月
		臭氧浓度分析 仪	进行检查，判断其面板、流量计功能、电磁阀功能等状态是否正常	一年
			检查取样泵、取样软管是否工作正常、是否有泄漏，清洁微颗粒物过滤器	
			清洗检测室，更换紫外灯管	
			由厂家重新标定	三年
		露点仪	由厂家进行标定	一年
		流量计	按说明书进行标准校验	一年
		漏臭氧报警仪	环境臭氧和氧探测器进行检查，判断其状态是否正常	三个月
臭氧和氧探测器探头定期更换	二年			
8	PLC 控制	PLC 柜	检查柜内各部分的连接点是否连接牢固，有	一年

	系统		无过热现象，观察有无变色现象。	
			柜内部件清洁，无异常气味，无异常声音， 接地完好无损。	
			画面切换速度正常，数据刷新速度正常	
			子站 PLC 站数据上传无异常	
			检查 PLC 各指示灯是否正常	
	UPS	对 UPS 进行维护，清除除尘，电池充放电试 验	三个月	

2.2 系统维护建议

水厂应编制臭氧系统各设备的管理程序和操作规程，制定定期维护保养计划并遵照执行，以保证臭氧系统设备运行的稳定性。

臭氧系统进行维护时，维修人员应做好相应的安全措施，充分了解臭氧对人身体的危害性。

维修人员在对系统进行维护时，应作好相关的维护保养、维修记录。

气源系统的维护宜委托有资质的专业厂家进行。臭氧发生器的揭盖大修宜委托生产厂家进行。

鉴于臭氧设备维护的系统性、专业性和复杂性，为确保系统的安全良好运行，水厂应定期（如三年）外委专业人员对设备进行一次全面的系统整体评估。

2.3 安全操作注意事项

(1) 臭氧系统应安装在封闭、带锁的房间。房间内不应设置长期的办公场所，应配备臭氧防护面具等防护用品。

(2) 水厂应建立漏臭氧应急处理制度，以应对可能突发的漏臭氧事件。

(3) 臭氧发生系统应由特定的有资格的人员来维护。有资格的人员是指：有专业技术知识和经验，有足够的知识来操作臭氧发生系统，并且非常熟悉公共工作保护规则，意外事故保护规则，相关的标准，能够正确判断臭氧系统的安全工作条件。

(4) 臭氧设备进行维护时，应确保设备及部件与臭氧接触的部分无油和油脂。

(5) 在打开含有臭氧气体的系统之前，应先把气体排净直至检测不到臭氧。