## 臭氧消毒

### 单元功能

臭氧可用空气中的氧通过高压放电制取。臭氧氧化工艺主要由气源系统、臭氧发生系统、臭氧—水的接触反应系统和尾气处理系统组成。供臭氧发生器的气源可以是空气，也可以是纯氧。纯氧可以在现场制备，也可以购买液态氧通过蒸发取得。

臭氧消毒法的优点是：不会产生异味；水中增加氧气可改善水质；能在水厂直接制造使用，避免了运输；消毒作用不受水中氨氮、pH值及水温的影响。其缺点是：制造臭氧耗电量大，需专门的复杂装置，故费用高；消毒后的水在管道中无抑制细菌繁殖的能力；需边生产边使用，不能储存；当水质或水量变化时，臭氧投加量的调节比较困难。臭氧作为消毒剂具有广阔的前途，目前在国外正得到广泛应用，我国在给水消毒剂上使用尚少。

臭氧在给水处理中的应用不局限于生活饮用水、有用水的消毒，还可用于去除水中可溶性铁盐、锰盐、氰化物、硫化物、亚硝酸盐、色、味、嗅、微量有机物，并使原水中溶解性有机物产生微絮凝作用，强化水的澄清、沉淀和过滤效果，提高出水水质，节省消毒剂用量。

### 设计参数

1. 设计规模

设计消毒水量为{key1} m3/d={key2} m3/h。

1. 设计参数

1）臭氧应加在过滤后的水中，用于消毒时，投量一般为1~3mg/L；用于去色除臭时，投加量需增至2.5~3.5 mg/L。与水的接触时间一般为10~15min。本次设计臭氧投加量为5 mg/L，与水接触时间为10min。

2）为保证杀菌的持续性，加臭氧的出水厂中需加少量的氯。

3）实际投加的臭氧量D（kgO3/h）

D=1.06aQ

式中：a——臭氧投加量，kg/m3；

1.06——安全系数；

Q——所处理的水量m3/h。

另外需考虑25~35%的备用，但备用不得少于一台。

4）臭氧发生器的工作压力H（m）

H≥h1+h2+h3

式中 h1——接触池水深，m；

h2——布气装置水头损失，m。

h3——臭氧化空气输送管的水头损失，m。

5）所产生的臭氧化空气中的臭氧浓度根据产品样确定，一般为10~20 g/m3，本次设计取20 g/m3。

6）原水污染轻或只是用于氧化铁、锰时，用单格接触池，池底布置扩散布气装置，接触时间4~6min。如需可靠灭菌，应设双格接触池，第一格臭氧投加量为0.4~0.6 g/m3，第二格进水剩余臭氧至少0.4 g/m3，接触时间4min。布气量可按6：4分配。

7）原水污染重时，臭氧投加量可达5 g/m3以上，接触时间4~12min；用喷射器接触时需有2m的水头，全部处理水吸入臭氧化空气后从底部进入接触池。

8）常用的臭氧-水接触反应装置有微孔扩散鼓泡接触塔、固定螺旋混合器、涡轮注入器、喷射器、填料接触塔等，应根据实际情况选用。

9）接触池排出的尾气不许直接进入大气，应予以必要的处置。尾气的处置方法有燃烧法、活性炭法、药剂法等。本次设计采用“霍加拉特”剂催化法分解。

### 设计计算

（1）已知条件：

消毒水量Q={key1} m3/d={key2} m3/h，臭氧投加量a={key3} kg/m3，安全系数k={key4}。

（2）所需臭氧量D

D=k×a×Q={key5}（kgO3/h）

式中：a—臭氧投加量，kg/m3；

Q—所处理的水量m3/h。

考虑到设备制造及操作管理水平较低等因素，臭氧利用率只有60%-80%，此处取c={key6}，确定选用臭氧发生器的产率可按D1=D/c={key7} kgO3/h计。

设置臭氧发生器两台，n={key8}台工作，{key9}台备用，每台臭氧产量D1/n={key10} kgO3/h，取{key11} kgO3/h.

（3）接触装置

1）臭氧接触池容积V

{key13}

式中：Q—消毒水量，m3/d；

V—接触池容积，m3；

t—水力停留时间，取{key12} min。

2）接触池面积A

接触池设计水深取h1={key14} m，超高取h0={key15} m，则

{key16}

式中：A—接触池面积，m2；

h1—接触池设计水深，m。

接触池池宽取B={key17} m，则总池长L

{key18}

式中：L—池总长，m；

B—接触池池宽，m。

总池长取L1={key19} m，采用两格串联的臭氧接触池，第一、二格臭氧接触池容积和布气量按6：4分配，则第一格池长L1={key20} m，第二格池长L2={key21} m。

则实际接触池容积V1=L1×B×h1={key22} m3>{key23} m3。

3）臭氧化气流量Q气

{key25}

式中：Y—臭氧化气浓度，g/m3，取{key24} g/m3。

折算成发生器工作状态（T=20℃，P=0.08MPa）下的臭氧化气流量

Q’气=0.614 Q气={key26} m3/h

式中：Q’气—折算成工作状态下的臭氧化气流量，m3/h；

Q气—臭氧化气流量，m3/h；

0.614—系数。

4）微孔扩散板个数n

根据产品样本提供的资料，所选微孔扩散板的直径d={key27} m，则每个扩散板的面积f

{key28}

式中：f—每个扩散板的面积，m2；

d—扩散板的直径，m。

使用微孔钛板，微孔孔径R={key29} um，使用钛板时，系数a={key30}，b={key31}，气泡一般为1~2mm，本设计直径取d气={key32} mm，则气体扩散速度w

{key33}

微孔扩散板的个数n

{key34}

5）每个扩散器的过气流量q

{key35}

6）臭氧发生器的工作压力H

根据产品样本文件，微孔扩散板的直径d={key36} m，每个扩散板的面积f=π/4×d2={key37} m2，过气流量{key38} ，布气装置的水头损失取h2={key39} m，臭氧化空气管路损失h3={key40} m，则

H≥ h1+ h2+ h3={key41} m

式中：H—臭氧发生器的工作压力，m；

h1—接触池设计水深，m；

h2—布气装置的水头损失，m；

h3—臭氧化空气管路损失，m。

7）尾气处理

尾气经除湿处理后用“霍加拉特”剂催化法分解。

**国产微孔扩散材料压力损失实测值 单位：kPa**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料型号及规格 | 不同过气流量[L/（cm2•h）]下的压力损失/kPa | | | | | | | |
| 0.2 | 0.45 | 0.93 | 1.65 | 2.74 | 3.8 | 4.7 | 5.4 |
| WTDIS型钛板（孔径小于10um，厚4mm） | 5.80 | 6.00 | 6.40 | 6.80 | 7.06 | 7.333 | 7.60 | 8.00 |
| WTDZ型钛板（孔径小于10~20um，厚4mm） | 6.53 | 7.06 | 7.60 | 8.26 | 8.80 | 8.93 | 9.33 | 9.60 |
| WTD3型钛板（孔径小于25~40um，厚4mm） | 3.47 | 3.73 | 4.00 | 4.27 | 4.53 | 4.80 | 5.07 | 5.20 |
| 锡青铜微孔板（孔径未测，厚6mm） | 0.67 | 0.93 | 1.20 | 1.73 | 2.27 | 3.07 | 4.00 | 4.67 |
| 刚玉石微孔板  （厚20mm） | 8.26 | 10.13 | 12.00 | 13.86 | 15.33 | 17.20 | 18.00 | 18.93 |