



# 山东省泰和水处理有限公司

<http://www.thwater.com>

您现在的位置是: [首页](#) >> [技术专栏](#) >> [技术文章](#)

## PDO-1型装置在化工和制药废水处理中的应用

金宝香<sup>1</sup>、2, 潘理黎<sup>1</sup>, 张哲<sup>1</sup>, 吴吟怡<sup>1</sup>, 单宁<sup>1</sup>(1浙江工业大学生物与环境工程学院, 杭州 310014; 2丽水学院化学与生命科学学院, 浙江丽水323000) 作者简介: 金宝香, 助教, 硕士研究生, 从事环境工程研究; 潘理黎, 教授, 从事环境科学与工程研究。

**摘要:** 化工和制药废水污染物浓度高、毒性大、含盐量高, 常规的生物方法对高COD<sub>Cr</sub>、低BOD 高色度废水进行处理后难以达到排放标准。本文建立了PDO-1型废水处理装置, 它由臭氧发生器、高压电晕发生器以及反应器组成。应用该装置对10个化工、制药企业的高浓度有机废水进行了处理, 结果显示, COD<sub>Cr</sub> 的降解率为10.34%-69.49%, 本装置对不同废水的降解效率存在差异。化工制药废水的成分复杂, 目前尚不能对某种废水的处理效果进行预测, 只能通过小试确定。若O<sub>3</sub>投加量为50mg·L<sup>-1</sup>, 吨水处理费用约为3.68元/T废水; 设备处理能力若为1—5 T·h<sup>-1</sup>则设备总投资为7.623万元。本方法主要用于医药、化工高浓度难降解废水或车间分质收集的高浓度废水的预处理, 使之有利于后续生化处理和达标排放。

**关键词:** 水污染防治工程; 化工和制药废水; 高压电晕; 臭氧氧化

### 0 引言

化工、制药废水中有机污染物浓度高、毒性大, 有的含盐量非常高, 是最难处理的废水之一。化工、制药废水中含有毒有害物质, 微生物难以生长, 采用传统的生物处理方法, 处理效果差, 难以达到排放标准[1]。一些企业用大量的清水稀释废水, 这样既增加了水资源费、废水处理和排污费, 又提高了企业的成本。因此, 研究开发新的废水处理技术迫在眉睫[2]。

臭氧是已知氧化性最强的化学物质之一, 它可以有效地使污染物分子化学键断裂, 使大分子变为小分子, 从而降低污染物的毒性, 并有利于后续生化处理; 此外, 臭氧氧化法还具有不产生二次污染物的优点。但缺点是其与有机物的反应有选择性, 对大分子的降解效率高, 而对小分子的矿化程度低[3]; 另外, 臭氧产生效率较低和运行费用较高也限制了臭氧在工业废水处理中的广泛应用。

高压电晕和臭氧联用处理高浓度有机废水是一项近几年发展起来的新技术。该方法利用高压电晕产生的低温等离子体与臭氧协同作用，产生更多的羟基自由基( $\cdot\text{OH}$ )。高压电晕等离子体与水作用可产生多种活性原子( $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{H}$ 、 $\cdot\text{O}$ 、

$\cdot\text{HO}_2$ 、 $\text{O}_2^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 等)，有助于高效快速降解有机污染物，增加臭氧氧化的广谱性，提高对小分子氧化的矿化程度，克服单独臭氧氧化法的局限性[4-6]。高压电晕和臭氧联用产生的协同效应比单独臭氧处理效果更好，适用性更广。

## 1 系统组成和试验条件

### 1.1 系统组成

PDO-1型废水处理装置主要由臭氧发生器、高压电晕发生器和臭氧管道反应器组成。无油空压机(VW-0.15/7型)，空气流量 $0.142\text{ m}^3\text{min}^{-1}$ ，排气压力 $0.7\text{ MPa}$ ，功率 $1.5\text{ kW}$ ；冷冻空气干燥机(LXG型)，冷凝温度 $-8^\circ\text{C}$ ，经过滤、吸附后，空气露点降到 $-40\sim -70\text{ }^\circ\text{C}$ ；臭氧发生器(CHY-50型)，臭氧产生量 $50\text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$ ，空气供气量 $5\text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$ ；高压脉冲电源，输出电压 $30\text{ kV}$ ，功率 $1\text{ kW}$ ，脉冲频率在 $1\sim 100\text{ Hz}$ 之间可调；电晕发生器，电极材质为钨丝放电电极和不锈钢板阴极，电极间距 $30\text{ mm}$ ；管道反应器为内径 $40\text{ mm}$ 、长 $10\text{ m}$ 塑料软管；循环水

泵流量 $6\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ 。废水处理工艺流程见图1。

### 1.2 试验条件

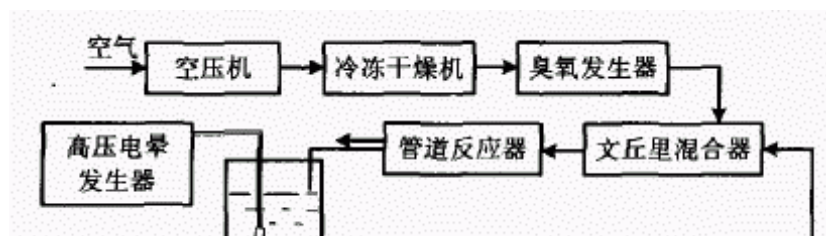
将待处理废水泵入水池，开启循环水泵，调节废水 $\text{pH}$ ： $9\sim 10$ 。依次开启高压电晕发生器、空压机、冷冻干燥机和臭氧发生器。设备开机时，臭氧发生器应最后一个开启；设备关机时，臭氧发生器应最先一个关机。处理时间通常为 $1\sim 3\text{ h}$ ，处理水量通常为 $1\sim 5\text{ T}\cdot\text{h}^{-1}$ 。具体处理废水时，设备可以配套组合，配套组合的依据是要使废水中初始臭氧浓度不小于 $25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，这与污染物降解的难易程度和浓度有密切关系。

作为一种预处理或分质处理手段，该设备进行废水处理的目的是降低废水的毒性，提高废水的 $\text{B/C}$ 比，为后续生化处理创造有利条件，一般不用于废水达标排放的处理。

## 2 试验结果

### 2.1 试验水样与结果

采用本处理装置分别对10种化工和制药废水进行小试试验，试验结果见表1。



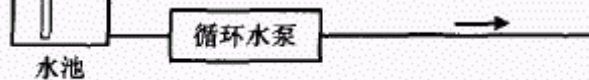


图 1 废水处理工艺流程图

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment

表 1 化工、制药废水试验结果

Table 1 Treatment results of chemical and pharmaceutical wastewater

序号	废水来源	含盐量/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	处理前 $\text{COD}_{\text{Cr}}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	处理后 $\text{COD}_{\text{Cr}}/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	处理 效率/ %
1	浙江九州药业废水	6 480	7 932	2 420	69.49
2	台州中贝化工废水	4 180	7 744	3 548	54.19
3	台州新中港药业废水	38 960	62 654	56 176	10.34
4	台州东港精细化工废水	48 180	10 420	6 402	38.56
5	嘉化氯化物废水	104 000	29 200	17 400	40.40
6	嘉化甲胺磷废水	104 330	19 520	7 213	63.05
7	嘉化环氧树脂废水	—	8 170	5 150	37.00
8	嘉化混合废水	—	6 200	3 890	37.30
9	嘉化特化厂废水	—	10 800	8 000	26.00
10	新安化工厂有机硅废水	—	12 580	11 300	10.17

注：含盐物质大多数为氯化钠，个别为硫酸钠。

有的水样处理后 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 降低不多，但主要成分已经分解。如新安化工厂有机硅废水处理前为透明状，处理后出现很多白色沉淀，说明有机状态的硅已经降解为无机硅酸，为后续生化处理创造了有利条件。

## 2. 2 试验费用

处理费用主要为电费。当废水的 $\text{pH} < 9$ 或 $\text{pH} > 11$ 时，需进行酸碱调节。以处理水量 $1 \text{ T}\cdot\text{h}^{-1}$ 为例，主要设备耗电量见表2。若投加量为 $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，吨水处理费用约为 $3.68 \text{ 元}/\text{T}$ 废水；设备处理能力若为 $1\sim 5 \text{ T}\cdot\text{h}^{-1}$ ，则设备总投资为 $7.6\sim 23$ 万元。本方法主要用于医药、化工高浓度难降解废水或车间分质收集的高浓度废水的预处理，使之有利于后续生化处理和达标排放，上述费用企业一般能够接受。

表 2 处理设备耗电量及运行费用

Table 2 Electricity consumption and operation cost of the equipments

设备名称	型号	功率/kW
无油空压机	VW-0.15/7	1.50
冷冻空气干燥机	LXG	0.80
臭氧发生器	CHY-50	0.75
循环水泵	CHL4-20	0.55
高压脉冲电源	P-1.0	1.00
总功率/kW		4.6
总运行费用/( $\text{元}\cdot\text{T}^{-1}$ )		3.68

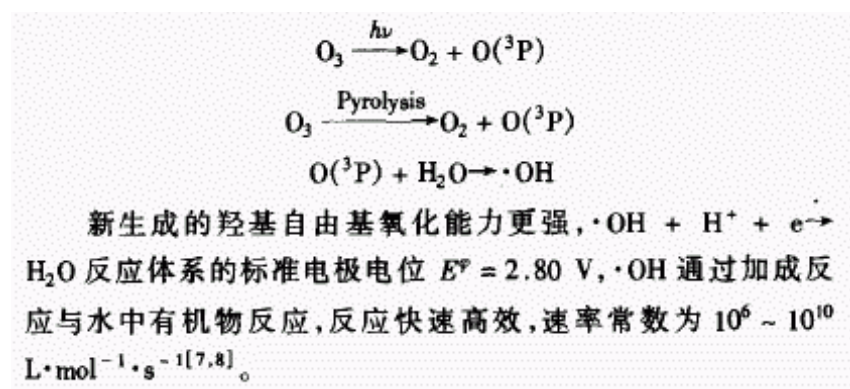
### 3 结果与讨论

1)PDO-1型废水处理装置适合对高浓度难降解有机废水进行预处理,为后续生化处理创造有利条件;也可作为车间废水分质处理设备,对车间中浓度最大、毒性最高的这部分废水先进行预处理,减小或避免高浓度水质对后续生化处理的

冲击,对最终生物处理工艺的稳定高效运行具有重要意义。

2)该设备对各种化工制药废水的处理效果相差悬殊,浙江九洲药业废水可达69.49%,而新中港药业废水的处理效率只有10.34%。造成这种差别的原因是废水的性质差异很大,目前难以分析造成这种差异的具体原因。后续研究将选择个别典型废水做进一步深化研究,以确定本方法的适用性。

3)根据实验室研究[5],臭氧与电晕联用处理比单独臭氧处理效果提高约9%。由高压脉冲放电产生的紫外光和低温等离子体所形成的活性离子,再与水分子反应生成更多的羟基自由基,其反应为:



### 4 结论

1)臭氧与高压电晕联用处理有机废水能够达到较好的预处理效果,但效果因废水性质而异,目前尚不能预测某一废水的处理效果,只能通过小试测定。

2)对于污染物浓度高的废水,经本方法预处理后有利于后续生化处理,所需处理费用企业一般可以接受。

3)装置中的文丘里气水混合器对臭氧的传质效率高,管道反应器出口端没有剩余臭氧排放,极大地提高了臭氧的利用率。

### 参考文献:

[1] LOU Maoxing(楼茂兴), WANG Fangyuan(王方园). Treatment Of synthetic waste-water from pharmaceuticals production[J]. Industrial

[2] CHENGang(陈刚), LIDanyang(李丹阳), ZHANGGII8n Ilg(张光明).  
Treatmenttechnologie8for highly concentrated refractory organic  
wastewater[J]. Industrial Water Treatment(工业水处理), 2003, 23  
(3): 13—16.

[3] WANG Kaixlong(王凯雄). Water chemistry(水化学)[M]. Beijing:  
ChemicalIndustryne暑B. 2001: 248—254.

[4] FRIEDRICH J, UNGER W, LIPPITZA, eta1.  
Corona 8park and conlbinedUVand ozonemodification ofpolymerfilmsWeBP23[J].  
Surface  
and Coatings Technology, 1998, 98(1 / 2 / 3): 879—885.

[5] PAN uu(潘理黎), YAN Guoqi(严国奇), ZHENG Feiyan (郑飞燕), et a1.  
Degradation of p-nitrophenol by high voltage pulsed discharge  
and ozone processes[J]. Environmental Science(环境科学), 2005. 23(6): 115-118.

[6] WANG Fang(王芳), WANG Zengzhang(王增长), HOU Anqing(侯安清).  
Research on the application of the techniques for treating the hi -  
concentration organic wastewater[J J. Sci / Tech InformationDevelopment&Economy  
(科技情报开发与经济), 2005, 15(23): 139— 141.

[7] ROBERTO A, MARISA C, RAFFAELE M, et a1. Antibiotic removal  
from westewaters: the ozonafion of amoxicillin [J]. 如  
urnal of Hazardous Materials, 2005, 122(3): 243—250.

[8] DONG Zhiyi(董志义), YOU Jianping(尤建平), YANG Tianxiong  
(杨天雄). Treatmentofwastewaterfromthe processingofpharmaceutical  
intermediate[J]. China Water&Wastewater(中国给水排水), 2005, 21(I): 6-10.

