

# 电厂冷却水采用的杀菌方式

王卉 吕锡武

**提要** 通过对常用的 3 类氯化处理方法在电厂冷却水消毒中应用比较及工程实例,认为目前次氯酸钠发生器应用在电厂冷却杀菌工艺上应是较佳的选择。

**关键词** 电厂 冷却水 杀菌 加氯 次氯酸钠

在热力发电厂,许多运行中需要冷却的设备都是用水作为冷却介质,其中最重要的是汽轮机的凝汽器。天然水中含有许多杂质,有无机质的也有有机质的,它们是凝汽器铜管内生成附着物和铜管发生腐蚀的最主要因素。由于附着物的传热性很差,它的形成将使凝汽器热交换性能变差,严重影响整个系统的出力和运行的经济性;铜管的腐蚀会减弱凝汽器机械强度,严重时甚至危及锅炉的安全运行,这些附着物的形成和冷却水中微生物的生长有着密切的关系,杀死水中的微生物,可以有效地减缓附着物的形成和铜管的腐蚀。

## 1 冷却水杀菌方法的比较

灭菌的方法很多,如加氯、使用紫外线照射、臭氧处理等。目前在热力发电厂中使用较普遍的仍是以氯杀菌的方法,称为氯化处理。该方法具有价格低,工艺简单,运行可靠,便于管理,并有保护性余氯等优点,在我国目前还是应用最广泛的方法。几种常见氯化处理方法如表 1 所示。

## 2 电厂冷却水杀菌方法的选择

在热力发电厂中,冷却水系统有其自身的特点:水量大;运行工况改变,会导致水量波动;所含微生物种类甚多,生长繁殖受季节影响。从而使其加氯处理不同于医院污水消毒和自来水的消毒处理。而且冷却水中这种微生物有机附着物,不论是对开放式的或闭循环式的冷却水系统都会发生。所以对每个热力发电厂,冷却水的消毒都是不可缺少的一个重要环节。我国长期以来使用的多半是加氯机氯气处理;二氧化氯设备刚起步不久;而次氯酸钠设备很早以前就有应用,由于其产量非常小,在以往未能得到推广应用。近年来随着新产品的开发,次氯酸钠发生器已呈现勃勃生机。综合 3 种方式的特点,次氯酸钠消毒方

法对电厂冷却水优于其他方法。传统加氯法使用的液氯是剧毒品,运输、存放很困难,一旦泄漏将对人和环境带来严重后果。历史上印度的伯帕尔液氯泄漏事故造成了数十万人伤亡的悲剧;1998 年三月份我国四川体育馆游泳池消毒用的氯气也发生泄漏,由于抢救及时,才未造成大的损失。而由于  $\text{ClO}_2$  本身具有爆炸性的特点有潜伏的安全危机,不是特殊的水质无必要采用此种方法,且作为二氧化氯原料的亚氯酸钠和氯气均是重要的化工原料,价格和供货易受到市

表 1 氯消毒的方式及其特性比较

方法	液氯	次氯酸钠	二氧化氯
性能			
分子式形成	$\text{Cl}_2$	$\text{NaClO}$	$\text{ClO}_2$
加氯方式	氯气瓶、加氯机	次氯酸钠发生器	二氧化氯发生器
设备性能	操作简单 投量准确 余氯能持续作用	操作简单 使用方便 余氯能持续作用	设备复杂,但不受 pH 值影响及氯干扰,管理要求高
安全可靠	氯气泄漏对人体有害	少量氢气	本身易引起爆炸
消毒效果	好	好	最好
处理成本	0.02 元/ $\text{m}^3$	若每 $\text{m}^3$ 加 2g 次氯酸钠,处理成本为 0.03 元/ $\text{m}^3$ 左右	若每 $\text{m}^3$ 加 2g 二氧化氯,处理成本为 0.06 元/ $\text{m}^3$ 左右
电耗	0.1kW/h (自动加氯)	耗电 5.2kW·h/kg 纯次氯酸钠	耗电 8kW·h/kg 有效二氧化氯
产品特点	氯是剧毒品 运输、存放困难	贮存时间短	不能贮存
应用特点	液氯供应方便的地 点使用。氯气瓶存 放、运输困难	临海地区可就地取 得盐,次氯酸钠贮存 时间短	原料亚氯酸钠较贵, 有机污染较严重时 使用最佳(尤其含酚 时),即用即产,最易 挥发

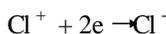
场需求的影响。综上所述,笔者推荐采用次氯酸钠作为此类冷却水的杀菌处理方法。次氯酸钠不仅在酸性溶液中,即使在弱碱性溶液中也保持了其强氧化剂的性能,对pH值在7.5~8.5的电厂冷却水同样具有良好的杀菌效果。次氯酸钠最大的优点是食盐随处可得,尤其对那些沿海建设的电厂,可以使用海水这一丰富的自然资源作为原料直接电解,产生NaClO,既经济又方便。而设备相对又比二氧化氯发生器低廉、占地面积小,节省土建,且其安全可靠也最高。目前这种大型号设备已投放市场,满足这种大水量的冷却水消毒已不是问题。

### 3 次氯酸钠消毒方法在电厂冷却水处理中的应用

我国已将次氯酸钠发生器成功地应用在一些大、小型电厂,如秦山核电站一期,大亚湾核电站(进口设备)、襄樊火电厂、马头发电总厂、宜昌东山电厂、长山热电厂等。最近,我们又在国外独资的南通某热电厂使用了2台WGS-Z型次氯酸钠发生器。

#### 3.1 次氯酸钠杀菌原理及工艺流程

次氯酸钠的消毒机理是:次氯酸钠在溶液中水解后发生下面反应:



次氯酸根离子被还原时,极易得到电子而具有很强的氧化性,在溶液中次氯酸根离子与氢离子结合,呈现很小的中性分子状态,由于其对外不显电性,极易扩散到细菌表面,然后通过细胞壁而渗透到细菌内部,破坏其酶系统,导致细胞的死亡。次氯酸钠消毒系统的工艺流程如图1所示。



图1 次氯酸钠消毒系统工艺流程

#### 3.2 设计参数的选择

选择冷却水的加氯设备主要由两个参数决定,即设计水量和投氯标准量。现以笔者设计的南通某电厂为例。电厂冷却水水量由运行工况决定,分别有抽凝时水量(称正常工况)4 680m<sup>3</sup>/h和纯冷凝水量(称非正常工况)6 960m<sup>3</sup>/h。设计水量按正常工况状态,同时设备选型要考虑到满足非正常工况时的要求。电厂冷却水的投氯标准量,要求能保证接触时间不少

于30min,充分达到杀菌效果,且余氯保证在0.2mg/L~0.5mg/L之间。投氯标准量可根据试验或相似条件下其他厂运行的经验,太高太低的取值都是不适宜的,太低可能达不到持续杀菌效果,而太高又会加重对取自循环水的其他工艺处理的负担,一般可选取1.5mg/L~3mg/L。

#### 3.3 设备选型

根据以上参数,我们可得到设计正常工况的加氯量为21kg/d,非正常工况的加氯量为31kg/d。我们选用了2台WGS-2型(2kg/h的产量)就可满足全部工况,即1台设备每天只要工作10h~11h就可起到杀菌的作用。电厂冷却水的投氯不必像饮用水和污水的消毒处理那样不间断的进行,它可以根据细菌繁殖状况,人为进行投加量和投加时间的控制,甚至在冬天可不进行加氯处理,这可由运行经验取得。

#### 3.4 投加地点和方式选择

对闭式循环冷却水系统,加氯点可选在凝汽器入口处的循环水沟道投加,这样更有利于杀死进入凝汽器冷却水中的和附着于凝汽器铜管上的微生物,加氯量也没有后续处理的限制。对开式循环冷却系统,加氯间紧靠循环水泵房,加氯点最好选在离凝汽器较远的地点,可选在循环冷却水泵的吸水管处(负压吸药,混合均匀),或吸水井内,这样可延长药剂与冷却水接触的时间,又可避免次氯酸钠的挥发,充分混合达到杀菌效果。在南通某热电厂的设计中,由于一些特定条件的限制,我们大胆采用了在循环冷却水泵的出水管上投加,尽管稍加提高加药泵的扬程,但降低了NaClO可能对循环冷却水泵产生腐蚀的机率,同时也满足杀菌要求。

投加方式,一般有重力投加,水射器投加和加药泵投加。重力投加适用投加在循环水泵的吸水管喇叭口处,但条件是加药点位置低于制药点才能实现。而水射器使用时需要经常进行清洗,否则会遭到腐蚀,所以对具有一定腐蚀性的次氯酸钠最好还是选择耐腐的加药泵方式比较可靠安全,本工程选用的是氟塑料泵加药。

#### 4 未来的思考

次氯酸钠是一种强氧化剂,具有理想的消毒杀菌效果和漂白除臭之功能。与液氯相比,其最大的优点

# 制药废水生化处理试验研究

王才 韩超 袁琳 刘喜光 矫秋梅

**提要** 针对吉林市制药厂废水的水质水量变化剧烈无排放规律,高 COD 及 pH 波动性大,并且酚的含量较高的特点,采用 SBR 废水处理工艺进行试验研究。研究表明,SBR 处理工艺可有效地处理制药废水,使 COD、pH 及挥发酚均达到排放标准。

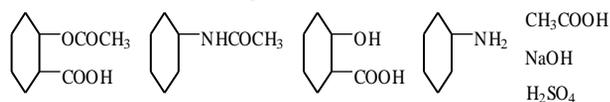
**关键词** 制药废水 SBR 工艺 试验

吉林市制药厂废水污染物浓度高,水质、水量变化剧烈,并且有些污染物对微生物具有一定毒性,因此废水处理具有一定难度。该厂现有一座废水处理站,采用常规表面曝气生化处理工艺,废水处理效果很差,曝气池中活性污泥培养不起来,无法运转。

为了指导该厂废水处理站的改建和扩建工程,有效地处理制药废水,我们采用 SBR 法对现有制药废水进行了试验研究。

## 1 原水水质状况

### 1.1 主要污染物



### 1.2 检测项目

有 COD、BOD<sub>5</sub>、挥发酚、pH 4 项,其中 BOD<sub>5</sub> 和挥发酚为抽测。

### 1.3 水质状况

利用连续监测结果分别对 COD 及 pH 值作曲线分析(见图 1 和图 2)。

从图 1、图 2 可以看出,药厂水质 COD 在 382 mg/L ~ 2138 mg/L 之间变化,pH 值在 2 ~ 12 之

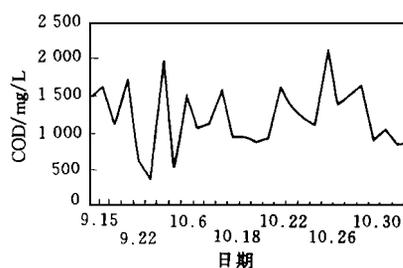


图 1 COD 变化曲线

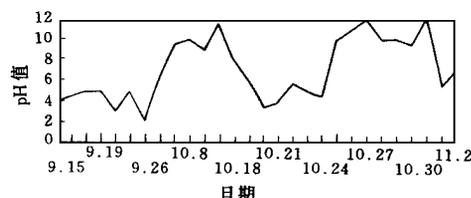


图 2 pH 值变化曲线

间变化,具有很大的波动性。其中 COD 平均值为 1226mg/L,酸性水 pH 值平均为 4.7,碱性水 pH 值平均为 10.4。

由于药厂废水中酚的含量较高,抽样测定结果,其值为 50mg/L ~ 100mg/L,同时我们也对该厂废水 BOD<sub>5</sub> 做了 8 次检测,范围为 400mg/L ~ 800mg/L。

是使用安全,不需增加安全防护装置,如漏氯检测仪,喷淋水系统;取材也易于实现,节省大量运输贮存费用。我国开发研制出的这类发生器,已具有全电脑控制,对电厂等大型现代化企业,可实现无人值守。国外现在也普遍采用次氯酸钠代替氯消毒,如美国的纽约、芝加哥。在对北京、上海、东北等地的调研中,我们也发现一些原来使用加氯机、甚至二氧化氯发生器消毒的用户,在二期工程中,也倾向选用

次氯酸钠发生器,有的甚至将老系统改造为次氯酸钠发生器系统,可见在我国采用次氯酸钠消毒有广阔的前景。

△作者通讯处:王 卉 210042 南京动力化工设计研究院

吕锡武 210096 东南大学环境工程系

电话:(025)3792771(O)

收稿日期:1998-9-1

consisted of deposited solid sludge and dissolved organic matter, which were related to the SS and organic concentrations in the mixed liquor and supernatant of the reactor respectively.

**A New Carrousel Oxidation Ditch** ..... Bai Xiaohui et al (27)

**Abstract** : A new kind of circular wrap-around oxidation ditch has been developed in Netherlands lately. Knowledge on the technical feature, structure and control of tanks, layout and operation of this facility is given in this paper. The advantages of this process such as smaller land requirement, flexible operation and fine effluent quality are remarkable.

**Inspection and Recondition of the Wastewater Marine Discharge in Xinghuo Development Zone in Shanghai**

..... Liu Cheng et al (29)

**Abstract** : The inspection and recondition of the wastewater marine discharge in Xinghuo Development Zone in Shanghai are presented. The existing problems to cause malfunction of this engineering are discussed and it is recognized that the outfall diffuser of marine discharge has been blocked by the leavings and refuse in construction phase. Also it must be indicated that the construction supervision will be forced for similar projects to prevent the unfavorable consequences.

**Energy Saving of Water Supply Enterprises** ..... Lu Yun (31)

**Abstract** : Measures to execute energy saving could be applied in transformer, high-voltage motor and pump-assembly or carried out by adopting of inactivity compensation, speed control and economical performance scheme in water supply system. The effects of various measures are discussed and it is suggested that best results will be obtained by renovation of mechanical and electrical equipment, scientific selection and design and the optimization of the performance status. Also the suitability of various measures is indicated.

**Treatment of Petro-Fermentation Wastewater with High Salt Content** ..... Yang Jian et al (35)

**Abstract** : The microbial degradation by SBR reactors was investigated to characterize the biodegradability of a high-salinity oil fermentation wastewater with TDS concentration of 50000 to 65000 mg/L and COD concentration of 3000 to 6000 mg/L; The experimental results demonstrated that the high-salinity did not appear to be inhibitory to the acclimated culture that contained mainly flocculated bacteria and some of protozoa (*Amphieptus sp.* and *Litonotus sp.*). The microbial degradation results in good removal of BOD<sub>5</sub> (95%) and COD<sub>Cr</sub> (90%) and suggests the saturation constant ( $K_s$ ) of 340 mg/L and the maximum specific substrate utilization rate ( $K$ ) of 1.9 d<sup>-1</sup>.

**Desinfection of Circulating Cooling Water in Power Station** ..... Wang Hui et al (39)

**Abstract** : Three kinds of chlorinated desinfection for circulating cooling water of power station are compared and practiced. We believe that the sodium hypochlorite generator will be best one to be selected for desinfection of circulating cooling water for power station.

**Study on Biological Treatment of Pharmaceutical Wastewater** ..... Wang Cai et al (41)

**Abstract** : The wastewater discharge of Jilin pharmaceutical factory in Northeast China is irregular in flowrate and quality. The COD and phenol levels are high and the pH fluctuates badly. An experiment of SBR process was conducted. The results show that SBR process is effective to treat pharmaceutical wastewater and the COD, volatile phenol levels and pH value of the effluent have been quite well to meet the requirement of the standard of wastewater discharge.

**Economical Estimation of Water Treatment Technology** ..... Xiong Rongchun et al (44)

**Abstract** : Methods for economical assessment of water treatment technologies including static economical estimation and annual equivalent cost calculation are conducted from the eminent economical estimation procedures for the technologies in other fields.

**Discussion on the Fire Water System of General Automobile Corporation in Shanghai** ..... Xuan Yongliang et al (47)

**Abstract** : The structures of Shanghai General Automobile Corporation fall in one of the biggest industrial constructions in Shanghai and nationwide. The fire system of this project is advantageous and typical. This paper gives a general view and some opinions on this fire system.