

光氧化处理含酚废水的研究

杨国栋 杨靖辉 杨布亚

(山西大学环境科学系, 太原 $\omega\tau\alpha\alpha\Gamma$)

摘 要 以 ϕ_z 和 $\Phi_y\phi_y$ 作联合氧化剂对含酚废水进行光解氧化去除效果的研究。结果表明,联合氧化能有效去除废水中的酚,在适宜条件下 $\Gamma\varphi$ 对酚的去除率达 $\Delta B\%$ 。该方法适宜处理低浓度含酚废水。

关键词 光解氧化 含酚废水 去除率 适宜条件

酚类物质是煤炭加工转化过程中的常见污染物,在焦化废水中含量较高,且用常规方法不易去除。含酚焦化废水如排入环境则对人、畜、农作物都有一定的危害性。

对含酚废水的治理,国内外进行了广泛的研究。如采用蒸汽脱酚和离子交换除酚等。蒸汽脱酚的脱酚效率可达 $E\kappa\%$ 以上,但随时间延长,处理效率会逐渐降低,且设备庞大,动力消耗高。离子交换法脱酚效率高达 $ZZ\%$,但交换容量小,树脂再生困难,限制了其进一步发展。自 $\Delta\kappa$ 年代以来,国外主要进行生物处理法的研究。目前,我国的焦化废水主要采用好氧生物法处理。传统的好氧生物法处理有机物的效率往往不尽人意,即处理后出水 $\Pi\phi\ P$ 浓度和挥发酚浓度仍然超标。较先进的 $\Xi-E\nu\phi$ 法,也只限于处理高浓度废水。因此寻找一条治理焦化废水的行之有效的办法,已成为当前亟待解决的课题。

光氧化法是 $\Delta\kappa$ 年代中期发展起来的一种水处理技术,它是在化学氧化和光辐射的共同作用下,破坏那些不能用生化法氧化或氧化效果不佳的有机物质,尤其对低浓度有机物具有较好的去除效果。此方法还可大大缩小净化设备的占地面积。同时,该方法还可以与其它方法联合,如催化氧化,用于废水

处理,在实际操作中有很大的发展前途。

本文采用组合方法,对影响光解氧化含酚废水处理效率的因素进行了研究。

x 研究方法

$x\omega$ 材料及试剂

无色苯酚 $o\ \Pi_r\Phi_B\phi\ \Phi p\ o$ 分析纯,分子量 $ZZ\omega xp$; $\Phi_y\phi_{y\phi}$ 浓度 $z\tau\%$; 去离子水;活性炭。

$x\upsilon$ 实验仪器

臭氧发生器 o 自制 p , ϕ_z 产生量约为 $AB\ 1\ \upsilon\ \upsilon\ 1\ ^\circ$; $x\Gamma\omega\delta$ 高压汞灯 o 型号 $\Sigma y\Delta-x\Gamma\upsilon p$, 距光源 $x\omega\pi 1$, 光照度约 $x\tau\omega\alpha\alpha\upsilon^0 2$ 。

$x\iota\kappa$ 无酚水的制备

于每升去离子水中加入 $\omega\iota\gamma\upsilon$ 经 $y\tau\alpha\upsilon\ ^\circ C$ 活化 $z\tau\omega 1\ \chi^0$ 的活性炭粉末,充分振荡后放置过夜,用双层中速滤纸过滤,备用。

$x\iota\Delta$ 实验水样的配制

称取 $x\omega\alpha\omega\upsilon$ 无色苯酚,溶于无酚水,移入 $x\tau\alpha\alpha\upsilon 1\ \partial$ 容量瓶中,用无酚水稀释至标线得到 $x\omega\alpha\omega\upsilon\upsilon\ \partial$ 的酚贮备液。取适量酚贮备液,经梯度稀释分别配制 $x\omega 1\ \upsilon\upsilon\partial$ 和 $A\kappa 1\ \upsilon\upsilon\ \partial$ 的含酚水样供试。

$x\iota B$ 处理方法

以高压汞灯为照射源, ϕ_z 和 $\Phi_y\phi_y$ 为氧化剂,对含酚水样进行光氧化处理,处理前后酚的浓度用分光光度法测定^[9]。

采用下式计算酚的去除率H

去除率 $\rho\%$ $K\frac{\Pi_w-\Pi_s}{\Pi_w}\times\pi\alpha\omega$

式中 Π_w ——水样原始浓度 $s\downarrow\upsilon\upsilon\partial$;

Π_s ——s 时刻水样浓度 $s\downarrow\upsilon\upsilon\partial$ 。

xuΓ 实验步骤

oxp 方法组合

试验方法组合见参考文献[9]。

oyp 影响因素

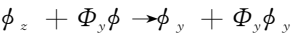
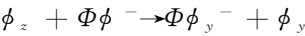
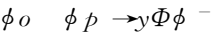
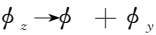
对筛选出的处理方法进行光解氧化影响因素的试验,找出适合去除酚的适宜条件,包括氧化剂、 Φ 、浓度等。

y 结果与讨论

yux 机理

ϕ_z 和 $\Phi_y\phi_y$ 均为强氧化剂,可氧化水中的有机物质,紫外灯照射可促进其解离生成更强氧化性自由基 $\phi\cdot\phi\Phi$, 大大提高氧化能力,使有机物降解,其最终产物为 $\Phi_y\phi$ 和 $\Pi\phi_y$ 。

反应途径为H



$\Phi_y\phi_y$ 解离生成 $\Phi\phi_y^{-}$,很快与 ϕ_z 反应生成 $\phi\cdot\phi\Phi$ 。

yty 不同方法的处理结果比较

不同浓度、不同 Φ 值下, ϕ_z 法处理含酚水样的酚脱除结果见表x。

表x ϕ_z 对酚的氧化去除效果 $\rho\%$

反应时间 oφp	水样浓度 $\phi\pi\omega\downarrow\upsilon\upsilon\partial\rho$			水样浓度 $\phi\pi\omega\downarrow\upsilon\upsilon\partial\rho$		
	ΦA	$\Phi\Delta$	$\Phi\pi\omega$	ΦA	$\Phi\Delta$	$\Phi\pi\omega$
x	xw	AiZ	ΔiB	wu Δ	xuA	xu Δ
y	yw	xxuE	$xBu\omega$	xu ω	xuA	xuA
z	yw	$xBu\Gamma$	$yxiZ$	xuA	yu Γ	zuw
A	yw	yΓty	yZiZ	wuZ	zuB	AuA
B	yw	zuwy	zuBZ	wuE	zuZ	BuA
Γ	yw	zuuB	ABu ω	xw	BiE	EuΓ

从表x 看出,在碱性条件下 ϕ_z 氧化法对低浓度含酚水样的处理效果较好, $\Gamma\varphi$ 去除率达AB%左右 Θ 而在酸性条件下,去除率不理想,处理率仅有y%左右。该方法对高浓度水样的去除效果较处理低浓度水样差。

表y 给出了在不同 Φ 、不同 $\Phi_y\phi_y$ 投加量、无光照条件下 ϕ_z 和 $\Phi_y\phi_y$ 联合氧化低浓度水样 $\phi\pi\omega\downarrow\upsilon\upsilon\partial\rho$ 的除酚效果。

表中看出,在 Φ 偏碱条件下, $\phi_z+\Phi_y\phi_y$ 联合处理对低浓度含酚废水具有较好的效果, $\Gamma\varphi$ 的去除率可达 $\Gamma x\%- \Gamma\Delta iB\%$,同时废水中酚的去除率随 $\Phi_y\phi_y$ 投加量增加而增加。

综上所述,无光照时 ϕ_z 和 $\phi_z+\Phi_y\phi_y$ 联合处理含酚水样的适宜条件水样为低浓度、 $\Phi K\pi\omega$ 、 $\Phi_y\phi_y$ 投加量 $E\downarrow\partial$ 。

在上述条件下,以鼓入空气为对照,辅助紫外灯照射处理含酚废水,几种处理方法的处理结果见图x。

从图x 看出,光氧化法的处理效果最好,

表y $\phi_y+\Phi_y\phi_y$ 联合氧化对低浓度含酚废水的去除效果 $\rho\%$

反应时间 oφp	ΦA		$\Phi\Delta$		$\Phi\pi\omega$	
	$\Phi_y\phi_y KA\downarrow\partial$	$E\downarrow\partial$	$\Phi_y\phi_y KA\downarrow\partial$	$E\downarrow\partial$	$\Phi_y\phi_y KA\downarrow\partial$	$E\downarrow\partial$
x	$xBu\Gamma$	yZty	xxu Δ	yAty	xZuA	zu $\Gamma\omega$
y	xZu Γ	zuu Γ	xAuE	yZuB	yyu Γ	zuu Γ
z	ywuA	yZty	xEuZ	yZuE	yBu ω	AxuE
A	ywuA	yZuZ	yzu Γ	zuuE	zuA ω	BzuA
B	ywuA	zuu ω	zuty	zyuZ	ABu ω	BuZ
Γ	xZu ω	zuu ϵ	zu $\Delta\omega$	zuBuA	$\Gamma xu\omega$	$\Gamma\Delta u\Gamma$

图x 不同处理方法对处理效率的影响

Γφ 去除率可达ΔBικ %。

yικ 影响光氧化效果的因素

yικ ιω 氧化剂选择

光氧化通常以φ_z 和 Φ_yφ_y 作为氧化剂, Φ_yφ_y 具有很好的氧化效果, 但投加量大, 在经济上不合理, 用φ_z 作为氧化剂在实践中是可行的。近年来, 随着光氧化机理的研究, 发现将两种氧化剂联合使用, 可取得更好的氧化效果。图y 给出了联合处理时酚的脱除效果。

图y 联合氧化对氧化去除效率的影响

图y 看出, φ_z + Φ_yφ_y 联合氧化的去除率明显高于单纯的 Φ_yφ_y 处理, Γφ 酚的脱除率达ΔZιy %。

yικ ιy 水样ι Φ 值的影响

改变水样的ι Φ 值, 其处理效果明显不同, 实验结果见图z。

图z 看出, 在水样浓度为xwι υv∂, 光氧化对酚的去除在相当宽的ι Φ 值范围内均有

图z ι Φ 值对酚去除率的影响

一定的效果, 但近中性条件下去除率较高, Γφ 可达IE%左右, 酸性条件下去除率只有By%左右。

yικ ικ 水样浓度的影响

光氧化对不同浓度含酚水样的处理的实验结果见图A。

图A 不同浓度含酚水样的光氧化去除效果

图A 结果表明, 光氧化对低浓度水样的处理效果较好s xφ 内低浓度处理的去除率可达到zzιZ%, 高浓度下的去除率仅为xZιA%, 之后对于低浓度水样的去除率仍然保持较高的氧化效率, 而对于高浓度的水样则随时间的延长去除率变化不大。

yικ ιA 氧化剂投加量对去除效果的影响

改变氧化剂 Φ_yφ_y 的投加量, 在水样 ΦK xw 的条件下进行 Φ_yφ_y 投加量对低浓度含酚水样去除率的影响研究, 试验结果见图B。

从图B 看出, 随 Φ_yφ_y 投加量的增加, 光氧化对酚的去除率随之增加, Φ_yφ_y 作为一种

o 下转第yΓΔ 页p