

高級氧化系列  
過氧化氫與紫外線結合處理法

## 一、方法介紹

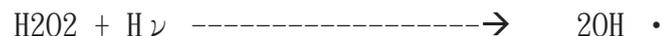
自從工業革命以來，許多工業和科技業如雨後春筍般增長並不斷產生各式各樣商品，以提高我們的生活品質。然而，在製造過程中，許多化學品和其他有毒廢料的產生成為其副產物的一部分。大部分的有毒廢物和污染物因處置不當流入大地或水體。從過去所累積的污染物已經造成今天我們喝的水(尤其是地下水)和我們種的農作物被嚴重污染。因此專家一直積極對於這些污染物尋求處理分解的方法以減輕這些問題。在這裡我們介紹其中用於處理分解有機污染物污染地下水和土壤的有效方法之一

### ” 過氧化氫和 UV” 處理法。

原則上過氧化氫或紫外光可單獨使用，以促進某些污染物的分解。過氧化氫對一些鹵化合物和大多數在水性介質中的非鹵化合物 (Anderson, 3.21) 是非常強的氧化劑能夠摧毀它們。紫外線本身也可通過啟動鍵的斷裂造成非常強的分解作用。然而，污染物純粹藉紫外線造成污染物本身分解的範圍是有限的。過氧化氫對於有機污染物分解的時間可能也是非常緩慢。但如將兩種方法-過氧化氫和紫外光的組合可以創建一個非常快速和有效的廢水處理方法。

## 二、理論介紹

過氧化氫和紫外光結合在一起，可形成兩個自由羥基自由基 ( $\text{OH} \cdot$ )，它是更有效的氧化劑。



游離羥基自由基是激發態物種，因為它們是由一單電子缺乏配對且處在高能階位置，因此極其不穩定。因為它們的不穩定性，他們傾向於與它首先有接觸(WATTS, 358)的化合物起反應。羥基自由基 ( $\text{OH} \cdot$ ) 也傾向於與水介質中的有機污染物完全氧化分解，經反應後副產物多為二氧化碳、水和鹽類 (Heeks, Smith and Perry 1991) 等最終化合物。不像其他氧化物氧化後會造成更複雜的副產物所以它是相當理想的綠色氧化作用。如果過氧化氫與紫外線輻射再和臭氧催化結合反應更能提高反應處理能力(Stowell and Jensen 1991)。

處理效率依賴幾個因素。這些因素包括所用

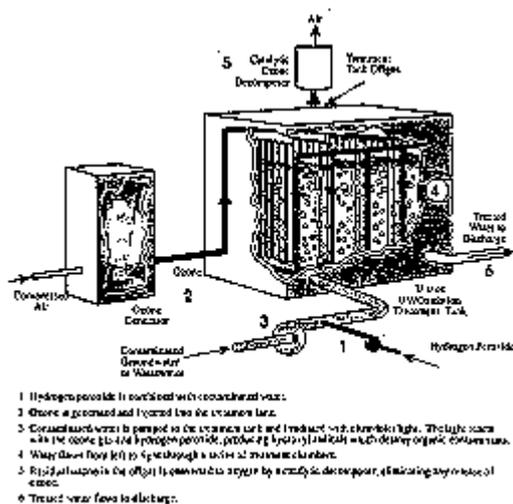
1. 介質的光路長度 (水樣的濁度)，
2. 紫外光的透光係數 (通常參考光分解最常利用的波長為 180~360nm)，
3. 污染物的濃度
4. 光源的強度和波長。

在 UV 加過氧化氫此系列反應其自由基的形成依賴 UV 光，高 pH 和低碳酸氫鹽的濃度（斯托厄爾和詹森 1991）。

### 三，設備及流程

在過氧化氫和紫外光過程可以通過使用不銹鋼反應器，該設備處理範圍可以從 1, 100L 至 14, 800L。反應器“包含垂直低壓汞燈於石英管內。四到八個反應器串聯，反應器數量取決於處理條件。該處理流程可以被操作以批次，連續，或間歇性，可以完全自動化。過氧化氫直接注入流入的廢水。污染的水，然後通過紫外線燈的反應途中。也可加入臭氧，以促進該反應。

圖 1、處理設施參考圖



整個過程示於圖 2 處理流程圖。通常處理過程可以被標識為三個步驟的(1)硫化物氧化相，(2) 的 VOC 處理階段，以及(3) AOP 後放流前處理的階段。在硫化物氧化階段，在地下水中的硫化物在 pH 為 9.2 通過添加過氧化氫被氧化成硫酸鹽。接者 pH 降低為 VOC 的處理階段預做準備。在 VOC 處理階段，揮發性有機化合物在紫外線氧化系統被破壞接者或活性炭吸附去除。在放流階段 pH 值升高，使得處理過的水達到中性適於放流。

本方法可去除污染物例

以下是已經通過使過氧化氫和紫外光過程系統被成功地減量所測試污染物

- benzene
- toluene
- creosote
- 1,2 -dichloroethylene

- perchlorethylene (PCE)
- xylene
- pentachlorophenol (PCP)
- bis(2-chloroethyl)ether
- dichloroethylene
- dioxins
- dioxanes
- Freon 113
- methylene chloride
- methyl isobutyl ketone
- polychlorinated biphenyls (PCBs)
- tetrachloroethylene
- pesticides
- polynuclear aromatics (PNA)
- 1,1,1 - trichloroethane (1,1,1-TCA)
- trichloroethylene (TCE)
- tetrahydrofuran
- vinyl chloride
- methyl-butyl ether (MTBE)

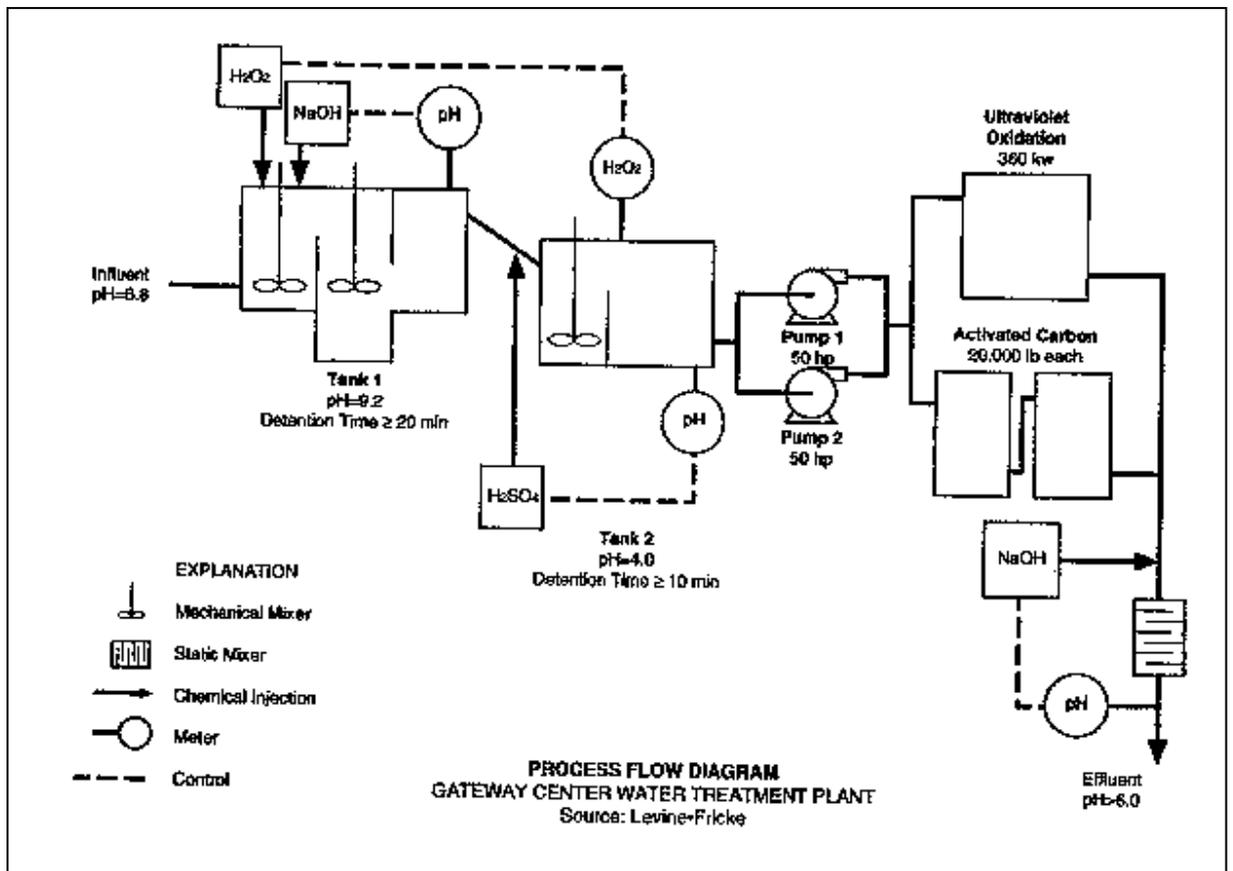
工業廢水包含如下汙染物質經驗中也可被有效處理 (Anderson, 3.29):

- amines
- analines
- chlorinated solvents
- chlorobenzenes
- creosotes
- complex cyanides
- hydrazine compounds
- isopropanol
- methyl ethyl ketone
- methyl isobutyl ketone
- methylene chloride
- pesticides
- phenol
- Royal Dutch Explosive,  
cyclo-1,3,5-trimethylene-2,4,6-trinitramine, or cyclonite (RDX)
- trinitrotoluene (TNT)
- polynitrophenols

#### 四，結論

過氧化氫與 UV 光結合反應是一種非常有效的處理方法。甚至部分處理流程可藉太陽光的紫外線以致操作費可以非常便宜，過氧化氫的成本可能非常昂貴。對於過氧化物成本範圍從 NTD\$13 至每噸 NTD\$1000。對於 20 萬 GPD 操作處理設施運行費用可高達每天 NTD\$ 6000, 000 的污水處理費。另外影響成本的其他因素。包括：1) 污染物的類型和污染物的濃度，2) 需要的污染物的破壞的程度，及 3) 用於預處理和/或後處理的要求內容。

圖 2 處理流程圖



本文翻譯來至 HYDROGEN PEROXIDE & UV TREATMENT

A ENVE 436 Course Project Presented to Dr. Sczechowski of California  
Polytechnic State University San Luis Obispo、Melanie Kito、Hi Nguyen、  
John Tran

December 1998

---