

# 工業廢水處理

國立臺灣大學化工系  
廖榮元編譯

文源書局有限公司印行

# 工業廢水處理

國立臺灣大學化工系

廖 榮 元 編 譯

文源書局有限公司印行

中華民國七十年二月出版  
行政院新聞局局版台業字第一〇九九號

# 工業廢水處理

定價：新台幣



正

版權所有  
翻印必究

編譯者：廖

榮

元

發行人：陳

錦

芳

發行者：台灣文源書局有限公司

台北市重慶南路一段七十八號  
郵政劃撥儲金戶第一八〇五號

印刷者：遠

大

印

刷

廠

經銷處：全省各大書局

## 自 序

近年來工業突飛猛進，工廠林立，此為科學文明之進步，固為可喜的現象，但隨著亦增添了不少的麻煩。因工廠除了製成品以外，同時亦排出十分危險的廢水，此種廢水除了使河川或海岸失去了自然美之外，同時對吾人之生活亦有密切的關切。因這些污水將使生活於其中的生物受到威脅，而人類飲用此種受污染的水，對健康將有重大的影響，或者食用污染河川中的生物，亦將十分危險。工廠廢水除了使生物受威脅小，對農作物的生長亦有影響。所以譯者在此呼籲，希望各工廠能加以注意，以免發生各種不愉快的事件。

譯者遍尋國內外之大著，終於發現日文版的“用水廢水便覽”一書，本書對用水及廢水之處理介紹，可說是最完全。譯者乃以淺薄的學識，專心譯著本書，而將其分為“工廠用水處理”及“工廠廢水處理”二書。希望國內各專家學者能多加以批評指教。本書之出版，承蒙文源書局范先生之全力支持，謹於此致謝。

譯者 廖 榮 元

## 第一篇 概 論

### 第一章 廢水之公害

1-1	污染源的種類及性質	1
1-2	廢水對水產生物的影響	33
1-3	廢水對農作物的影響	37

## 第二篇 產業廢水處理

### 第一章 概論

1-1	產業廢水處理的標準方法	69
1-2	沉澱法	69
1-3	藥劑凝集法	73
1-4	氧化法	80
1-5	單純氣曝法	85
1-6	活性污泥法	86
1-7	散水濾床法	93
1-8	碎石氣曝法	97
1-9	厭氣性消化法	101

### 第二章 濾網法

2-1	定義	106
2-2	濾網目有效間隔	106
2-3	濾網裝置	106
2-4	有關 screen 裝置之設計	111

2	工業廢水處理	
2-5	Screen 殘渣之處理法	112
2-6	Screen 法之用途	116
第三章 氣 曝		
3-1	氣曝的目的	117
3-2	氣曝之理論	117
3-3	氣曝之效果	120
3-4	氣曝裝置的種類	125
第四章 中 和		
4-1	中和的意義、目的	130
4-2	中和劑	131
4-3	PH 測定	136
4-4	PH 自動控制	147
4-5	混合、攪拌	158
4-6	中和劑添加裝置	160
4-7	中和處理實例	163
第五章 稀 釋		
5-1	稀釋之機構	175
5-2	在水路之流動狀態	179
5-3	河川之稀釋作用	185
第六章 凝 集		
6-1	凝集之原理	187
6-2	凝集之過程	189
6-3	Jar-test	190
6-4	凝集劑	190

6-5	補助凝集劑	193
6-6	凝集劑注入裝置	195
6-7	凝集裝置	201
第七章 沉降分離		
7-1	沉降分離的意義及目的	203
7-2	沉降理論	203
7-3	沉降分離裝置	215
7-4	沉降分離裝置的選定	230
第八章 浮上分離法		
8-1	序言	231
8-2	浮游選礦法的歷史	231
8-3	浮游選礦法所使用之裝置	242
8-4	水處理之浮上分離法	245
8-5	浮上分離法應用於水處理的實例	248
8-6	結論	254
第九章 脫色、脫臭(氣)		
9-1	廢水的脫色	256
9-2	廢水的除臭、除氣	267
第十章 脫水		
10-1	脫水	284
10-2	乾燥	301
第十一章 由蒸發器而蒸發		
11-1	有關蒸發之基礎事項	310

#### 4 工業廢水處理

11-2	蒸發器的型式及特性	317
11-3	在蒸發器節約蒸氣消費之諸方式	322
11-4	Pulp 廢液的蒸發濃縮	328
第十二章	用回收鍋爐燃燒廢液	337
12-1	廢液的發熱量	337
12-2	各種廢液的燃燒	340
第十三章	水中燃燒法	
13-1	水中燃燒法	357
13-2	濕式燃燒法	367
第十四章	化學處理法	
14-1	前言	385
14-2	用氧化之廢水處理	388
14-3	用還原之廢水處理	400
第十五章	離子交換處理	
15-1	前言	404
15-2	用離子交換之廢水處理的特徵	404
15-3	使用之離子交換體	405
15-4	被處理物質	410
15-5	有關物質的回收及廢水處理	410



# 第一篇 概 論

## 第一章 廢水之公害

### 1.1 污染源的種類及性質

最近各種產業急速地發展，而產業廢水污濁河川，則將產生重大的問題。此種水含有多量的有毒、有害物質，不只對產業用水有深刻的影響，就是對農業或環境衛生亦有影響。一般工廠所排出廢水的量及水質將隨時間而變動。有些特定的廢水對生物之污濁的影響及其有害度之數量要正確地判定是非常地困難。廢水中含有害性之原因及代表的物質與產業的關係如表 1-1 所示。此表中含有某特定污濁物質之廢水是由何生產工程的工廠所流出即可清楚。產業廢水所造成的公害將在下面各項中述說。在此乃有關各代表性產業的水量及水質之概要。

#### 1-1-1 屠宰場及肉加工廠

屠宰場的廢水與下水之化學性質類似，而依各作業工廠的特異性而有一定的水量及水質之排出。污染度相當高，其顏色為血液的特有紅色，而給予一種厭惡感。廢水成份幾乎皆為有機物（蛋白性物質），主要為溶解性物質。grease，由胃腸中之纖維質等的浮游物質，有還原性則急速腐敗而產生惡臭。廢水中的 BOD 或浮游物質的濃度依使用水量，採血之有無、胃腸內容物的回收之程度而有顯著的變動，一般的 BOD 在 1000 ~ 3000 ppm，浮游物質在 500 ~ 3000 ppm 之範圍。屠宰場廢水其特殊作業工程，即家畜的屠殺解體，其有機廢水有如下之不同點：

表 1-1 產業廢水中所含有害化學物質

有害物質	廢水來源
游離氮	洗衣廠、製紙工場、紡織物漂白。
氨	瓦斯及焦炭製造，化學工廠。
氮化合物	煙鹵氣體之洗淨，玻璃蝕刻版畫，原子工廠。
氰化物	玻璃製造，電鍍，金屬洗淨，冶金。
亞硫酸	木材紙漿製造，viscose, film 製造，硫酸工場。
酸類	化學工廠，礦山，DDT 製造，酒釀造，紡織物。
鹼類	羊毛洗淨、洗衣廠，電鍍。
鉻	電鍍，鉻鞣皮製革。
鉛	電池製造，鉛礦山，塗料製造。
錫	電鍍。
鈣	電鍍。
鋅	電鍍。
銅	電鍍，銅之酸洗淨，電線工廠，銅氨法螺絲製造。
砒	礦石處理，製革所，塗料，農藥，玻璃，染料製造。
澱粉	食品製造，紡織工廠，壁紙工廠。
油脂, grease	羊毛洗淨，洗衣廠，紡織工廠，煉油廠，機械工作廠。
酚	瓦斯，焦炭製造，瀝青蒸餾廠，化學工廠，合成樹脂。
form aldehyde	合成樹脂，石油化學。
糖類	酪農工廠，製酒廠，罐頭工廠，葡萄糖，甜菜糖工廠。

(1)含有多量的血液而呈強度的鮮血色，因此蛋白性物質之基因高。

(2)內臟去除工程有未消化物，糞便成分混入廢水中，而以纖維為主體的浮游物質多。

(3)屍體切斷，洗淨工程有牛脂、豬油等附着，而單獨地混入廢水中。

(4)廢水濃度隨時間有顯著的變動。

屠宰場廢水的廢水量與廢水濃度有直接地關係，使用水量與冷却用水合流則有大的變動，大動物（牛馬）一頭要 $1.2 \sim 1.5m^3$ ，小動物（豬、羊等）要 $0.4 \sim 0.5m^3$ 左右，屠宰及食肉加工一貫作業的食品工廠之使用水量，則其為屠宰場單獨使用水量之 $3 \sim 4$ 倍。表1.2~1.4及各種使用水量及廢水分析結果。

表1-2 肉類加工廠的各種廢水的內容

作業工程	水質	浮游物質 (ppm)	有機性氮素 (ppm)	BOD (ppm)
屠宰床		320	134	825
血液及槽水		3690	5400	32000
熱水桶		8360	1290	4600
肉切斷		610	33	520
內臟洗淨		15120	643	13200
Sausage製造		560	136	800
豬油製造		180	84	180
副產物加工		1380	186	2200

表 1-3 屠宰場及肉類加工廠廢水的容量及內容

屠殺廢水	容量 ( m <sup>3</sup> / 頭 )	浮游物質 (ppm)	有機性氮 (ppm)	BOD (ppm)
屠殺全體	1.36	929	324	2240
牛	1.50	820	154	996
豬	0.54	714	122	1046
(肉加工廠)				
屠殺全體	3.78	457	113	635
牛	8.29	467	—	448
豬	2.10	633	—	1030

表 1-4 屠宰場及加工廢水之分析值

分析項	目 T 市	Y 市	N 公司肉加工	O 公司肉加工
外觀	強赤色	強赤色	黃白色混濁	黃色混濁
透視度	0.5	—	—	0.5
PH	7.5	7.3	5.85	5.90
色度	7500	1550	40	250
濁度 as SiO <sub>2</sub>	—	200	300	1500
蒸發殘留物 (ppm)	7664	1320	13752	—
強熱殘留物 (ppm)	2110	—	—	—
浮游物質 (ppm)	2758	570	951	1704
COD (ppm)	612.4	156.3	94.9	1166
BOD (ppm)	3789	1120	490.6	6900
醚類可溶性物 (ppm)	496.3	174	—	8245
氯素要求量 (ppm)	391.8	418.5	110.3	—

## 1-1-2 罐頭工業廢水

## a. 蔬菜罐頭工業廢水

蔬菜工業之代表者乃豌豆罐頭工廠。首先將其廢水大致區別如下：

- (1)原料洗淨廢水。
- (2)晒場廢水（熱水煮、熱水通過）。
- (3)床及機械設備的洗淨水。
- (4)固體廢棄。

其中(2)，(4)之廢水將會污染，(2)之晒場廢水為糖類，蛋白質含量多，罐頭工業廢水中濃度最高者，BOD 在 11000 ppm 以上，操作的全期間通過而連續地排出。(4)之廢水由貯藏所之浸出廢水，在長期間堆積，使發酵液化浸出液中：BOD 50000～80000 ppm，全固形物 70000 ppm，揮發物質 55000～60000 ppm 之濃度廢水。

豌豆罐頭廢水及蔬菜罐頭廢水之分析借如表 1-5，1-6 所示，廢水量如表 1-6 所示，而比其少者亦有。豌豆罐頭總水量 No. 2 箱 \* 所對 8～10m<sup>3</sup> 廢水量為 90～110 l。

表 1-5 豌豆罐頭廢水

廢水之種類	全固形體 (ppm)	BOD (ppm)	PH
豌豆洗淨水	2800	3500	5.0
晒場廢水	21000	11000	6.8
床洗淨廢水	1200	175	7.2
總合廢水	1750	1400	7.0
堆積場廢水	75000	50000	3.0

表 1-6 蔬菜罐頭廢水的分析值

製 品 種 類	Case 之廢水量	BOD (ppm)	浮游物 (ppm)
Asparagus	265 l	100	30
Solamami	99-167 l	160-600	60-85
甜 菜	102-227 l	1580-5480	740-2188
紅 蘿 蔔	87 l	520-3030	1830
Corn bread	91 l	623	302
洋 菇	25 m <sup>3</sup>	76-390	50-242
豌 豆	53-212 l	380-4700	272-400
馬鈴薯 (甜)	13.3 m <sup>3</sup>	295	610
馬鈴薯 (白)		200-2900	990-1180
南 瓜	76-159 l	2850-6875	785-3500
鹽 菜	11.4 l	6300	630
菠 菜	606 l	280-730	90-580
蕃 茄 片	11.5-57 l	570-4000	190-2000
蕃 茄 汁	144-379 l	178-3880	170-1168

\* 製品 1 ton 所對廢水量。

#### b. 果汁罐頭工廠廢水

果汁罐頭工廠流出之水有：

- (1) 原料洗淨廢水。
- (2) 床，設備的洗淨廢水。
- (3) 搾汁廢水等。

(1)之原料洗淨廢水，由果實洗淨，除腐敗、損傷之果實之汁及皮等之大型固形物者外，又含有膠狀溶解性之有機物的 BOD 高。  
 (3)之破粹，搾汁瀉過廢水含有多量的果汁及固形物，是果汁罐頭工廠廢水中最會污染者。廢水量如以蕃茄果汁製造的場合為例，則 No. 2 之箱對 11~57 l，對蕃茄汁標準值為 145~380 l。表 1-7

乃果實罐頭廢水的分析值及廢水量。

表 1-7 果實工廠廢水的水量及水質

製品種類	Case 之廢水量	BOD (ppm)	浮游物質 (ppm)
蘋果 (加糖)	—	1685 - 3453	—
杏仁	216 - 303 l	200 - 1020	260
櫻桃	46 - 152 l	700 - 2100	20 - 605
葡萄	19 - 212 l	310 - 2000	170 - 287
桃	4.93 - 9.86 m <sup>3</sup> *	1350	600
西洋梨	4.93 m <sup>3</sup> *	2250 - 4700	1200 - 6700

\*製品 1 ton 之廢水

### 1-1-3 水產加工廢水

魚類之加工廠流出的廢水普通為：解凍、去血、洗淨水、煮沸水、染色、殺菌廢水及雜用水之混合而成強的魚臭味。冷凍—乾製品、鹽藏製品、薰製品等的加工場的廢水，主要為洗淨水，煮沸水及雜用水混合，操作小魚類之地方的浮游物及鱗極多。由此加工廠出來者有煮汁液、洗淨水含多量者，則有惡臭，腐敗時則有惡臭、毒性，茲將煮汁廢水之例子示於表 1-8。

表 1-8 煮汁廢水的性質

外觀	濁度 as SiO <sub>2</sub>	色度	臭氣	PH	蒸發殘留物 (%)
黃白濁	4100	3000	生魚臭	5.9	2.37
浮游物 (%)	有機分 (%)	灰分 (%)	COD (ppm)		BOD (ppm)
0.23	1.99	0.38	1430 - 2210		17000 - 18600 -

而魚肝油之精製在濃縮維他命 (Vitamin) 時，排出的廢水含有多量的油脂分。此種廢水成強灰白色，有油或魚本身特有的異臭

• 表 1-9 乃油洗廢水之性質。

表 1-9 油洗廢水的性質

外觀	PH	有機分 (%)	浮游物 (ppm)	溶解者 (ppm)	蒸發殘留物 (ppm)
黃白色、混濁	7.4-10.8	89.5	210-2300	980-9980	1200-12400
灰分	醚可溶性物質		COD (ppm)		BOD (ppm)
10.5	- 13400		109 - 3180		317 - 7630

魚市場之廢水主要為器具、床等之洗淨水。其性質為 BOD 535 ppm，沉澱物 978 ppm，油脂成份 100 ppm，硫化物 7 ppm，含內臟、肉片等極多。其腐敗之場合產生硫化氫多。廢水量乃依加工廠種類而異。其作業員 100 左右者之中企業的廢水量平均約  $20 \text{ m}^3 /$ 。

#### 1-1-4 乳製品工業廢水

乳製品工廠廢水一般有他種有機性廢水，工廠中有原乳 0.2% 左右在廢水中流出。廢水中酸洗淨，鹼洗淨廢水，牛乳廢水有 BOD, COD 依比例而污染。表 1-10 乃乳製品工業關係廢水的一個例子。

廢水的流出狀態以 1 日或 1 週中而不相同。工廠依季節或進入原乳量而廢水量及水質將不同。其例子如不加洗淨劑之市乳製造工程的廢水時常排出，其乳的含有量極少。製造裝置的洗淨所流出鹼洗淨水，一天一次，其量為  $1.8 \sim 2.5 \text{ m}^3$ 。酸性洗淨廢水，一週一次排出  $1.8 \sim 2.0 \text{ m}^3$ 。Butter 製造廢水，依原乳之進入狀態，製品的需要狀態而不時常排出。此種廢水量在一日之中有激烈地變動。



表 1-10 乳製品工業關係廢水的性質

分 析 項 目	酸 洗 淨 水	鹼 洗 淨 廢 水	Butter 廢 水	一 般 廢 水 (A)*	一 般 廢 水 (B)*
PH	1.0	9.5	3.8	6.3	6.6
色	淡稀白色	濃黃白色	淡白色	淡乳白色	淡乳白色
COD (ppm)	216	4553	7082	8	36
BOD (ppm)	867	13705	21672	26	148
碘消費量 (I) (ppm)	2392	4304	1569	59	30
Albumin 性氮 (ppm)	46	387	1863	14	22
氯素要求量 (ppm)	177	1774	3426	18	22
蒸發殘留物 (ppm)	8970	42500	38800	440	320
浮游性物質 (ppm)	8676	28740	24340	120	140
強熱殘留物	1200	18600	3360	246	64