

科學圖書大庫

工業廢水處理

譯者 徐萬椿

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

工業廢水處理

譯者 徐萬椿

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 王洪鎧 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十九年四月十日四版

工業廢水處理

基本定價 2.80

譯者 徐萬椿 台灣糖業公司顧問

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739



圖 1：在德州琅維胡秀爾茲啤酒廠之廢水與市區廢水處理廠之設施圖，此乃建於 1966 年者。

譯者序言

工業廢水處理一書，乃彼塞爾維氏（Edmund B. Besselièvre）所著，彼氏為工業廢水處理之專家，畢生從事於廢水處理之事業，具有極豐富之經驗。由於工業之日趨發達，工業廢水之排除，成為極嚴重之問題，是以研究各種處理之方法，使污染物或有毒之物質予以清除，然後放入河川。工業愈發達，所發生之廢水污染亦愈複雜，諸如原子能之發展，即形成放射性物質廢水處理之問題。我國在工業方面，亦已進入新的階段，河川與空氣之污染，亦已達最嚴重之地步，政府當局亦早發出呼籲，亟應設法處理與防止，以維公共衛生與國民健康。

譯者在河川與空氣污染嚴重之際，承徐氏基金會囑譯工業廢水處理一書，自屬更具意義，亦深感該會之有遠見也。本書計分十五章，諸如工程師之選拔，廢水之問題與要求，數據資料之收集，研究，設計，處理工廠之操作，工業廢水處理法，淤泥問題，凝結劑與附加劑，工業廢水處理之經濟問題，美國政府對工業廢水之法令規章，以及鼓勵工業作善為處理之措施，無不詳述。其中以工業廢水處理法，敘述尤為詳細，幾佔全書三分之一者。

本書係以簡潔之文字撰譯，務使讀者一目瞭然，但以書成倉促，謬誤之處定然難免，尙祈先進賢達，賜予指正，是為序。

徐萬椿 謹序

中華民國五十九年九月廿五日

目 錄

譯者序言
作者原序

第一章	緒論	1
1.1	研究	3
1.2	語義學	4
第二章	選拔工程師	7
第三章	問題與要求	11
3.1	問題	11
3.2	要求	13
第四章	資料、數據、與廢水	15
4.1	流量之週期	16
4.2	廢水之流量	16
4.3	取樣	18
4.4	公開之數據	18
4.5	資料問題	19
第五章	研究	24
5.1	自動化，或操作之自動控制	27
5.2	建築	30
第六章	設計	33
6.1	處理操作之時間	34

6.2	淨化淤泥法	35
6.2-1	普通法	35
6.2-2	階級氣暴法	35
6.2-3	錐狀氣暴	35
6.2-4	觸媒穩定	36
6.2-5	完全混合	36
6.2-6	氧化池、穩定池、及礁石池	36
6.3	細流濾清法	37
6.4	槽之大小與深度	39
6.4-1	槽之大小	39
6.4-2	槽之深度	41
6.5	安裝於位	45
6.6	控制設備	45
6.7	氯	52
6.8	化學品及凝結劑	55
6.9	環境狀況對設計之影響	57
6.10	細流濾清法	58
6.11	第三期處理	58
6.12	淤泥處理	60
6.13	應用當地之材料	61
6.14	變更過程以減少或消除廢水之流量與濃度	61
6.15	工業界所購之設備	62
6.16	規格	62
第七章	建造與操作	64
7.1	操作與管理	65
7.2	操作者之訓練	66
7.3	工業廢水處理工廠操作者之執照	69
7.4	設備之壽命	70
7.5	操作者之人工注意	72
第八章	工業廢水處理法	74
8.1	普通處理法	74

8.2	特別廢水處理法	82
8.3	酸性礦水	83
8.3-1	新方法	86
8.4	淨化淤泥處理法	87
8.5	吸附法	90
8.6	氣暴	90
8.7	分析與試驗	91
8.8	飛機洗滌廢水	94
8.9	霧化懸浮物之技術	95
8.10	生物吸收法	95
8.11	牛隻飼養場	95
8.12	堆肥	97
8.13	廢水脫鹽	98
8.14	淤泥脫水	99
8.15	蒸餾法	99
8.16	乳化油之清除	101
8.17	蒸發	102
8.18	漂浮法	102
8.19	泡沫分離法	103
8.20	過濾法	104
8.20-1	活性炭	104
8.20-2	活性炭加聚合化合物	105
8.20-3	移動砂床濾清器	105
8.20-4	煤作為濾清器媒質	106
8.20-5	塗層鋼絲濾網媒質	106
8.20-6	矽藻土媒質	106
8.20-7	玻璃纖維濾網	107
8.20-8	透析法或隔膜分離法	107
8.21	精密過濾法	108
8.21-1	精密過濾法	108
8.21-2	反向流系統	108
8.21-3	反滲透法	109
8.21-4	細叢毛法	111

8.21-5	油脂撇渣	113
8.21-6	焚化法	113
8.22	工業與市政之合作	114
8.23	工業公園	122
8.24	工廠內部之變更	122
8.25	在淡酸水中回收酸類	124
8.25-1	魯聖納法	125
8.25-2	善恩法	125
8.25-3	魯爾琪法	126
8.25-4	特拉佛法	126
8.25-5	海維格法	127
8.25-6	日本之處理系統	128
8.25-7	星格麥斯法	129
8.25-8	應用石灰作為中和劑	129
8.25-9	乾法去垢	129
8.25-10	開鑿注射深井	130
8.26	地面排水	133
8.26-1	木材蒸餾廢水	134
8.26-2	裝罐廠之廢水	134
8.26-3	紙廠廢水	134
8.26-4	瞬時茶製造之廢水	134
8.26-5	含酚廢水	135
8.27	實驗室	136
8.28	礫石池、氧化池、及穩定池	138
8.28-1	礫石池之各別用途	142
8.28-2	食物產品廢水	143
8.28-3	油料提煉之廢水	143
8.28-4	葡萄酒廠之廢水	144
8.28-5	紡織廠之廢水	145
8.28-6	蕃茄加工廠之廢水	145
8.28-7	屠宰場之廢水	145
8.28-8	裝罐廠之廢水	145
8.28-9	石油化學之廢水	145

VII

8.28-10	金屬工業之廢水	145
8.28-11	氧化池之絕緣	146
8.29	氧化溝渠	146
8.30	液體明礬	149
8.31	自動洗衣機之廢水	150
8.32	電鍍工廠之廢水	151
8.33	河流條例	154
8.34	檢聽設施之費用	157
8.35	混合	162
8.36	相互中和	162
8.37	臭氧	163
8.38	石油化學之廢水	164
8.39	酚廢水	167
8.40	預先浸漬	169
8.41	試驗工廠	172
8.42	放射性廢水	172
8.42-1	放射性廢水處理之費用	178
8.42-2	放射性洗衣廢水	179
8.42-3	熱廢物減少法	179
8.43	細流濾清器	183
第九章 聯邦政府就水污染對工業及其廢水之職責		189
第十章 法令與規章		197
第十一章 寓經濟設計於工業廢水處理		207
第十二章 淤泥		232
12.1	白德萊脫法	234
12.2	彼利奧脫與帕斯樊德系統	235
12.3	陶爾系統	235
12.4	施德林製藥公司之石茂曼法	239
12.5	脫水設施	241

第十三章	凝結劑與附加劑	246
13.1	凝結.....	247
13.2	化學凝結.....	247
13.3	何謂凝結劑.....	247
13.4	何謂凝結附加劑.....	248
13.5	何謂凝聚.....	248
13.6	將試驗資料演繹為大規模工廠實務.....	256
第十四章	對工業之鼓勵	259
第十五章	工業廢水之恢復與再用	270
15.1	由工業廢水回收有用之產品.....	279
15.2	華尼拉之回收.....	280
15.3	在紙漿廠與造紙廠之淤泥回收石灰.....	283
15.4	污油.....	285
15.5	醋酸之回收.....	285
15.6	將廢物變為食物.....	285
15.7	電鍍化合物之回收.....	285
15.8	鈾之回收.....	287
15.9	自造紙回收物質.....	287
15.10	由油井廢水回收物質.....	287
15.11	甜菜糖廢水.....	287
15.12	礦坑廢水.....	290
15.13	硫化物廢水.....	290
15.14	牛乳廢水.....	291
15.15	鋅與鎳之回收.....	291

第一章 緒論

究竟新的安排，能否將工業製造過程之廢水在到達河川以前予以阻止之，或在到達河川之前已屬無碍者，或不以排入河川而另行驅除之？見(1-1)，此係書後參考資料之號碼。

此為華盛頓之格言乎？非也，此乃1865年不列顛皇家議會之聲明報告，而在一個世紀以後之今日，吾人仍然聽人作相同之呼籲也。

一百年，乃是一甚長之時間，在此期間內，發生有甚多大事。美國由於感到自身並非一幸福之國家，而已變為世界上最大之工業國家矣。在此期間中，工廠生產日益增加之人口所需之必需品，在另一方面，由國家之資源結構之更多之知識中，發展新的產品。在石油中，已得幾百種新的化學產品，而在天然氣中所得之新產品，甚至較石油中所得者為多，因而開始其石油化學工業。由於原子之分裂，而製造原子彈，以及為和平用途之原子能動力。凡此種種工業，從而均可產生新的形式，新的份量，與新的濃度之工業廢水也。

工業界，當其排出廢水有害於人口者，自屬願意採取行動，以防止河川之污染。在若干州政府，具有一種權力可以訓令而強制工業界防止河川之污染。但是甚多州政府則尚乏立法之依據，強制執行此規則也。在另一方面，工業界在甚多情形下，則利用法律之漏洞，拖延執行有關機之命令，或以不同之種類可藉口而欺騙之。在事實上，直至工業界瞭解其所排出之廢水不致污染河川之重要性之前，亦不能責難其對自身毫無益處之大量資本支出之設備購置也。

據批評指責，工程界對於工業廢水之調查，以此等廢水之經濟而實際處理措施，方法，過程，以及設備之滯遲發展，具有全部之責任者。筆者認為此並非僅為責難之問題也。

據1965年之調查報告(1-2)指出，在美國已有2,900種工業已具備廢水處理之設備。在實際上，此項處理，在甚多情形下，其在現況與條件下，並非絕對需要者，但通常只在建廠時有其需要也。甚多此種工業，耗資數百

萬美金以配備廢水之處理設備，更化費幾百萬美金以操作此廢水處理工廠，使適當之水排出於國家之水源。由於最近十年或二十年人口增加與工廠大量增加所需水量增加，吾人必須調查可有之適當水量供應，以應目前與未來之需要。吾人急需將工程師，科學家，或工廠管理當局之思想改變，以配合時代之需要，發展新的措施，方法，設備，儀器，以產生合乎品質之流出廢水。在筆者之拙見，工業界將率先承擔此項費用。故今日則此項任務可落在研究人員，工程師，與科學家身上，以發展設施，以配合新的需要，以配合人口與工業之需要。

在過去，工業界甚少再應用其循環水，以應各種用途之需者。此種水，在甚多情形，幾乎所有之情形，均在工廠中只用一次，然後回至河川者。但大部份此種水量，乃未有污染者，在同一工廠中可用之又用者。水實際上並不消失，故實際上之消耗亦極有限。甚多工業，為其生產工作，需要極大量之水者。據研究指出，工業用水中，有94%之水係為凝結，冷卻，以及鍋爐給水之用，只有0.2%之水係加入於工業產品者。舉例說，在製鋼工業，在所有型式之煉鋼廠，每製一噸鋼，需要16,629介侖之水。1959年，美國所生產鋼之總量為147,633,670噸(1-2)。基於此項產鋼量，則製鋼工業之用水量，將是天文數字者，可能遠若干億介侖。製鋼工業需要如此巨量之水乎？筆者相信非也。加州豐台乃(Fontana, Calif)之凱塞鋼鐵公司(Kaiser Steel Company)在建廠之初，業主早知水源缺乏，故在1942年告知設計工程師，應用一切可能之設施，應用最少之淡水，以準備水之處理，而大量應用其處理之回流水。當工程師從事此工廠設施之設計，筆者即徹底執行之。其結果，廢水全部處理，排水全部回流。飛灰則以噴水收集之，使之沉澱，水則回流再為應用。如此，在豐台乃之凱塞鋼鐵公司，其所製每一噸鋼所用之水，不超過1,400介侖，此數僅全國製鋼用水平均值之十分之一也。試問其他煉鋼廠亦能如此乎？答曰可。惟其製鋼設備需予重行安排，而化費若干費用，但其所需水量之節省，則為數大焉。

一應用改善廢水流出重用之典型實例，則為靠近波爾梯莫(Baltimore Md)斯保羅點(Sparrows Point)之彼斯藍鋼鐵公司(Bethlehem Steel Company)。雖然此鋼廠之用水量不及凱塞鋼鐵公司為低，但是由於每天在經過完全處理之市區廢水中取回1億2500萬介侖至1億5000萬介侖之回流水，故向波爾梯莫市水廠所取之水量大為減少矣。此項自市區處理之廢水，再經鋼廠再度處理，此鋼廠可得大量而合格之低價水源，據云：每1000介侖，只需美金3.5分，而無需再向水廠購水也。另一個典型之例

子，則為德州之亞美利羅 (Amarillo, Tex)，此市政府由其兩個廢水處理工廠，供應兩種工業以 8000 萬介侖之已處理費廢水，而使工廠得到廉價之水源，同時市政府每年亦可自廢水中取回 100,000 美金之額外收入。

前面曾經述及，由記錄指出，目前已有建有甚多工業廢水工廠，而且均已在開工中者，此並非指出在此方面已完全解決問題；另一個調查報告，有習可畢氏 (Jacobi) 最近所提出者，指出 1965 年，在美國有 137,835 家所謂“濕工廠”，並無任何廢水處理之設備者。當然此等廢水，並非全部需要處理者，若干可直接排入當地之廢水系統中者，若干則可予以處理而作再循環之用者。在另一方面，亦並非指出尚有許多工作需要做者。此可交諸工程職業人士決定之，此等人士知道如何去做，並具有頭腦者。吾人所需者，乃是聯合其力量，以共謀社會福利也。

上面曾經述及，污染已非工程問題，亦非科學問題，也非法律問題，乃是政治與經濟問題矣。若公家與工業界願化錢來進行此項工作，即使有問題存在，亦不難解決者。事實上，由經濟角度觀之，筆者認為工業廢水處理之經濟問題，值得予以重視。吾人又值得注意者，即在廢水處理之過程中，有無可能發現有價值之混合物要素，此雖然並無經濟上堅定之立場，但也屬值得注意者；在另一方面，同時以完善之法律之立場，以解決實際之問題，此乃古人所言之一石兩鳥之做法是也。

I. I 研究 (Research)

在 1966 年之清潔水法案中，曾撥有三億零五百萬美元之巨款，作為為期三年之研究發展之用，此等款項乃指定撥給工業界，作為工業廢水處理方法之示範，更進一步之廢水處理方法，以及增設市政府與工業界廢水處理之設備之用者。

研究所得一致之結果，則可應用於大規模處理工廠之最佳設備，最佳之方法，與最佳之措施。顧問工程師必須將研究結果予以發展之。

抽象與理想之哲學，乃是研究之前驅，但是今日之要求，研究必須着重於實際之問題。

筆者曾經建議，聯邦政府補助工業界建立試驗場，俾工業界或單獨之研究人員，可以試驗其各人之見解，誠如鹽水試驗所 (Office of Saline Water) 之情形者然。

下列所述指出，研究已非一種新觀念：“在公司之每一部門，均應負起研究之責任，以決定工廠所排出之廢水，煤煙，或其他排出物，是否污染河

川或空氣；提供適當之措施與適當之設計步驟以校正此種污染之狀況，並消除違犯污染之情形。”此項說法，就現狀而言，乃屬極為切合實際者。但此非今日所寫者，而是1950年通用汽車公司之工業廢水委員會所制訂者。（1-5）。

在要求工業界將其廢水處理至使所有之水均回流至原始而落後之州分之前，此種州分則盛產魚類，而人在其中游泳亦不畏懼發生傳染病者，筆者有一問題必先解答者，即國家之基本最佳利益何在？

此問題之答案，可以美國東部德而獲河流域（Delaware River Basin）治河當局之研究為例而獲得答覆之。此河原為湖藻地區，盛產高級魚類，鱒白魚尤為著名。若干年前，德而獲河流域，乃是漁產之最大來源，居民均喜食鱒白魚子及鱒白魚者。但是最近若干年來，由於河水污染，鱒白魚已近乎絕跡。而今日部份河川已予清理，並考慮使其河水回至早年之清淨，使鱒白魚再回至德而獲河域。但是問題則在究竟是否值得？據估計，德而獲河流欲使清淨至80%先前之鱒白魚回此作家者，則需化費工業界與市政當局1億5500萬美元，需時若干年，方可清除污染物也。若欲保證90%之鱒白魚回至德而獲河為家者，則需化費2億7500萬美元方可，換言之，欲增加10%之鱒白魚回至德而獲河中，其所增加之費用則加倍之。對於甚少之回收，而對工業界所加之負擔，是否值得，似有考慮之必要。

在其他地區，亦有同樣之問題，用以決定過份之費用之經濟價值，以裨益少數人之運動或遊樂之需也。

1.2 語義學 (Semantics)

在衛生工程之圈子中，對於工業廢水之各項步驟名稱，或工業廢水處理問題之觀念上，有所爭論。所有之建議，均有其優點，但每人各有其理想。關於此方面，筆者亦不敢後人，亦有意見，惟均自長時期在實務上所體會而得者，茲述如下：

階段一：攔截

以物理之方法，自廢水中截取無自動力之外來物，此等外來物，則未予列處理之程序中者。此項截取設施則為濾網，棍棒，砂礫箱等是也。

階段二：固體階段

在此階段，其主要之努力則在應用普通之重力沉澱法，或以化學附加劑

，將固體物凝聚與沉澱，而後除去之。

階段三：生物法或化學法

在此階段應用生物化學法，以除去或減少污染之因素者。

階段四：醇化階段

在此階段，乃以吸收法，或其精濾法或超濾法，諸如精密過濾，隔膜分離，矽藻土過濾，或其他物理設施，將前一階段所逸出之膠質體或其他物質，予以截留之。

階段五：固體破壞階段

在此階段，則將前面階段所產生之淤泥，以燃燒，焚化，而破壞之。(1-4)。

在討論工業廢水之承手與處理，此處必須將排除(disposal)與處理(treatment)予以區別之。將工業廢水除去而排入市區之陰溝，或最近之河川，或拖運至遠處拋棄，則稱為排除。在另一方面，所謂處理者，乃是變更工業廢水之性質，以防止污染水源，藉以確保公共衛生，或使廢水能使工廠本身能夠再用，或其他工廠可以再用者。此種處理方法，可能包括極為複雜之物理，生物，化學操作，而此等操作則均在嚴格之控制下行之者(1-8)

在本書下列諸章中，將描述過去在廢水處理計劃中所用之方法，用具，設備，與儀器。此等廢水處理計劃，筆者多少均參與其事，並證明在甚多操作工廠中，在方法與設施之選擇，設計因子與操作細節之選擇，莫不具有重要之經濟價值者也。

真正之經濟，包括解決問題已有設施之徹底知識，對問題本身徹底瞭解之知識，以及如何對問題採取措施之知識。甚至需要新發明新方法，以適應特別之情況者。

由於分類之利益，筆者認為欲達任何工業廢水處理之實際而經濟之解決，應有八個步驟，將在後續各章中敘述，並嚴格執行。此項步驟與其相當章節，茲列如下：

步驟 1	選拔工程師	第二章
步驟 2	問題	第三章
步驟 3	要求	第三章

步驟 4	資料, 數據, 廢水性質	第四章
步驟 5	研究	第五章
步驟 6	設計	第六章
步驟 7	建造	第七章
步驟 8	操作	第七章