

工廠用水處理

國立臺灣大學化工系
廖 榮 元 編 譯

文源書局有限公司

工 廠 用 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

中華民國七十三年三月再版
行政院新聞局局版台業字第一〇九九號

工廠用水處理

定價新台幣平裝一五〇元

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：復 大 印 刷 廠

經銷處：全省各大書局

序

本書取材自丸善株式會社所編之「用水廢水便覽」一書，該書對用水與廢水之處理與管理敘述十分完全，然有些章節不適於本國，故譯者乃將其刪除，而只選擇較實用者，供給讀者參考與研究。

台灣雖稱「寶島」，其水質雖亦十分良好，但在工業上，對用水的要求十分嚴格，不得有任何雜質存在，否則會引起嚴重的後果。茲以日常生活來說，在家庭中燒開水，則久而久之，於鍋中將會生成水垢，而影響加熱效率。在工業上除了會使操作效率降低外，嚴重者將引起爆炸事件，故於工業上對用水不得不加以慎重的研究，而必要者得加以處理，使合乎要求之標準。然今日台灣對水質之研究尚未發展，且於市面上未有一本可供國人閱讀之書籍。譯者鑑於此，而本身對水質之研究尚屬淺薄，不敢自作書籍獻酬，故於書坊中發覺本書，而將其節錄，以供讀者參考。然本人學識淺薄，若有疏漏之處，尚待專家學者賜教，是幸！

譯者

廖 榮 元 謹識

目 次

第一篇 總 論

第 一 章	水資源	1
1.1	水資源之概論	1
1.2	水資源之利用	6
第 二 章	產業用水之性質及規格	10
2.1	產業用水之水量	10
2.2	產業用水之水質	15
第 三 章	產業廢水之性質及規格	37
3.1	污濁源	37
第 四 章	水源之探查	45
4.1	河川水之探查	45
4.2	湖沼水之探查	46
4.3	地下水之探查	48

第二篇 產業用水處理

第 一 章	概 論	60
1.1	用水中之不純物及其障礙	60
1.2	用水之處理	65
第 二 章	氣 曝	88
2.1	前 言	88
2.2	氣曝的目的	88
2.3	氣曝的理論	88
2.4	氣曝裝置的種類	93
第 三 章	脫 氣	101

2 工廠用水處理

3.1	前 言	101
3.2	脫氣的理論及方法	101
3.3	加熱脫氣	108
3.4	真空脫氣	116
3.5	其他方法	122
第 四 章	凝 集	125
4.1	原 理	125
4.2	凝 集 劑	125
4.3	各種凝集劑的反應	129
4.4	影響凝集作用的諸因素	134
4.5	凝集補助劑	136
4.6	Jar Test	137
4.7	凝集劑注入設備	138
4.8	凝集劑的混合及攪拌	144
第 五 章	沉 澱	147
5.1	概 論	147
5.2	普通沉澱池	147
5.3	藥品沉澱池	149
5.4	高速凝集沉澱裝置	152
5.5	沉澱去除率	156
第 六 章	濾 過	161
6.1	濾過法種類及濾過機構	161
6.2	重力式慢速砂濾過池	162
6.3	重力式急速砂濾過池的構造	164
6.4	壓力式急速濾槽	185
6.5	其他濾過裝置	188
第 七 章	蒸 餾	191
7.1	概 論	191

7.2	醫藥用蒸餾水	198
7.3	工業用蒸餾水	200
7.4	蒸氣動力用蒸餾水	201
7.5	生活用蒸餾水	208
7.6	蒸餾器的水質調整	214
第 八 章	氯素處理	217
8.1	氯素處理的目的	217
8.2	氯素處理的效果	217
8.3	殘留氯素的測定法	222
8.4	氯素及銅離子對生物的殺菌效果	225
8.5	氯素處理裝置	229
8.6	殘留氯素注入量之計算	234
8.7	有關之注入間隔	236
8.8	氯素處理的經濟性	236
8.9	氯化銅裝置	237
8.10	各種工業的氯素處理實例	238
第 九 章	離子交換樹脂處理	244
9.1	緒 論	244
9.2	使用之離子交換樹脂	245
9.3	離子交換樹脂依水處理法之分類	253
9.4	硬水軟化	262
9.5	脫鹼軟化	281
9.6	脫 鹽	320
9.7	純水製造	335
9.8	超純水製造	392
第 十 章	離子交換膜處理	428
10.1	概 況	428
10.2	離子交換膜	428

10.3	電氣泳動透析法的原理	432
10.4	脫鹽裝置及操作法	434
10.5	透析槽的構造	438
10.6	水脫鹽的實例	439
第十一章	鐵及錳之去除	444
11.1	鐵之去除	445
11.2	錳之去除	454
第十二章	脫 矽	459
12.1	自然水中的矽酸	459
12.2	矽酸的去除	463
第十三章	臭氣及味之去除	482
13.1	臭氣及味之種類及其原因	482
13.2	臭味之去除	486

第一篇 總 論

第一章 水 資 源

1.1 水資源之概論

1.1.1 水之特性

水乃是由氫 (H, 原子量 1.008) 及氧 (O, 原子量 16) 所合成之化合物, 分子式為 H_2O , 分子量為 18.016。在地球上, 自由水乃構成水層, 在大氣層中亦含有一點, 而結晶水乃大量存於岩石層中。

水之特性一般乃為液體狀態, 茲將水之特性, 分述於下:

a. 液態水之性質

完全液態時, 則不能壓縮, 而無張力及剪斷力, 完全液態之液體, 其流動將消耗能量。

然而實際上之液體, 多少有點壓縮性, 且有黏性、凝聚力、表面張力等之分子間的張力, 流動時將產生抵抗, 且加外力時, 將產生抵抗而保持一定之形態。

下表 1.1 乃顯示常溫下, 液狀物質的物理性質, 它乃於一氣壓下測定。

其中壓縮率是壓力 P_1 (體積 V_1), P_2 (體積 V_2) 間的平均壓縮率, 亦即

$$k = (V_1 - V_2) / V_1 (P_2 - P_1)$$

此式中的 k 值單位為 atm^{-1} 。

而黏性係數之單位為 ($\text{ML}^{-1}\text{T}^{-1}$), 1 poise 乃是 1 dyne

sec/cm²。

表面張力乃是對空氣而言。

b. 水之特徵

水乃最普遍之液體，它具有下列諸性質：

- i) 地球上存量最多的液體。
- ii) 在普通之物質中，比熱最大。
- iii) 在常溫附近能熔化與氣化，其潛熱非常地大。
- iv) 大部份以液態存在，接近完全液體。
- v) 多種物質皆能溶於其中（溶解後成離子）。

茲將各種物質之熱性質列於表 1.2，以供比較。

1.1.2 水之機能

水之特質乃是單種物質而含有多種之機能。它大體可分為構造、輸送、貯留、交換等四種機能。圖 1.1 乃水之特質的機能及關係圖。

1.1.3 水之存在

水在常溫、常壓下乃為液相、氣相間之變化，其在自然界之特有的變化如圖 1.2。它之循環乃靠太陽之能量而給予蒸發熱。在這循環過程中，水之所擁有的能量乃在蒸發瞬間最大，此後即向能量減少的方向移動。在循環過程中有種種的儲存（storage），在地球上之儲存量乃以海之儲存量較大 $1.38 \times 10^{21} \text{ m}^3$ 約佔自由水的 97%，其他 1% 為雨水，2% 為地下水。

表 1.1 各種液體的物理性質

液 體	密 度		溫 度		壓 縮		率 k atm ⁻¹	黏 性 係 數		表 面 張 力 r (dyne/cm ²)
	溫度 °C	密 度	溫 度 °C	壓 力 範 圍 atm	壓 縮 率 atm ⁻¹	溫度 °C		黏 性 係 數 η Poise		
水	0	0.9999	0	0- 500	x10 ⁻⁶ 46.2	0	x 10 ⁻⁵ 1.783	0	75.64	
	3.98	1.0000	20	0- 500	42.3	10	1.302	10	74.22	
	20	0.9982	20	0- 1000	39.6	20	1.002	20	72.75	
	50	0.9881	20	0- 5000	26.8	50	0.548	50	67.91	
	99	0.9591	20	0-10000	19.9	100	0.281*	100	58.85	
乙 烯 醇	20	0.789	20	1- 1000	71.9	20	1.19	20	22.3	
glycerin	20	1.261	14.9	1- 10.1	22	20	1499	20	63.4	
苯	20	0.879	20	100- 300	79	20	0.65	20	28.88	
水 銀	20	13.546	20	1- 1000	4.02	20	1.554	15	487	

*在壓力 20kg/cm² 之值。

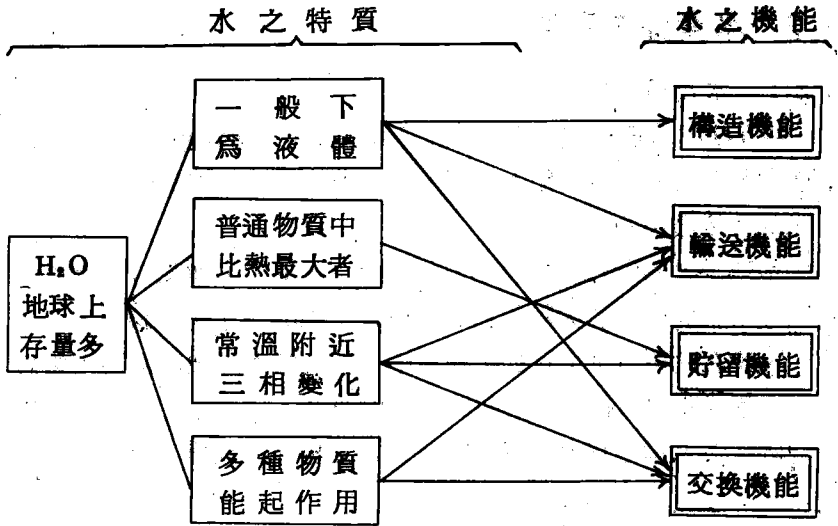


圖 1.1 水之特質及機能之關係

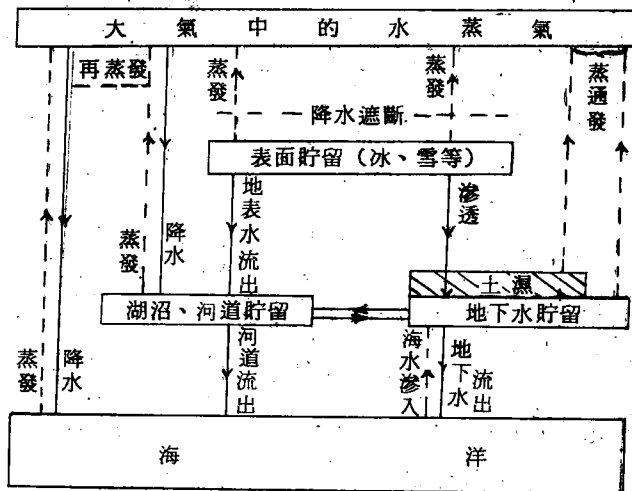


圖 1.2 自然界中水之循環

1.2 水資源之利用

1.2.1 水資源之意義

在 1.1.2 中已述資源乃由機能所得，大部份的機能的水乃由自然環境所形成的，而人類之生活，亦直接影響此基礎物質。

a. 自然環境的形成

地球上之物質乃由液體（一般為水），氣體（空氣）及固體（岩石）所構成。由於太陽能而使能變換，而改變了物理環境。

再說在此環境中生存的生物界中，原形質之主要成份乃生物體之主要構成材料，因此得有新陳代謝的媒介。

圖 1.3 乃顯示自然環境之形成及水之機能的關係。

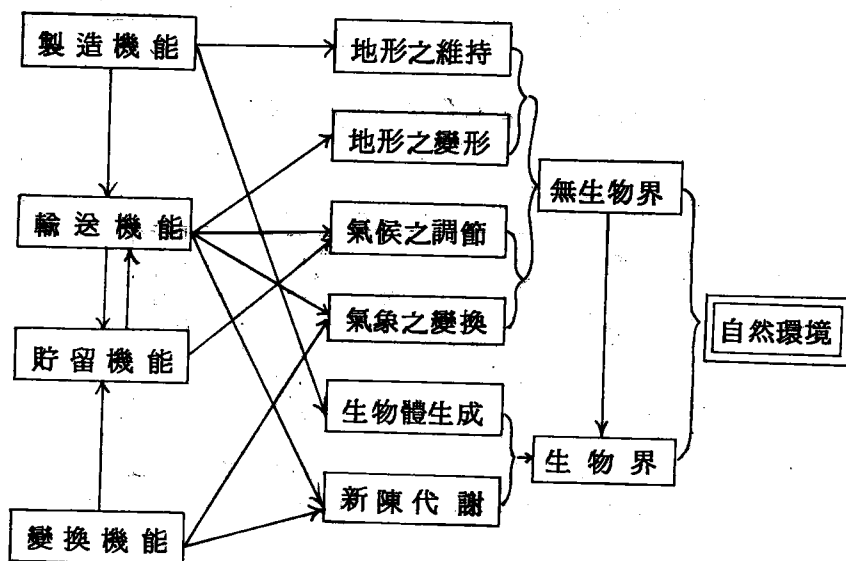


圖 1.3 自然環境之形成及水機能之關係

b. 人間直接之利用

水乃人間生存不可缺乏之資源，其利用形態乃隨生活樣式及生產樣式而變化，在一般情況下，生活水準較高、經濟活動較盛則水之利用的質與量都有增加的傾向。

茲將今日人類社會對水之利用形態略述於下：

(1) 生活用水

在世上之生物個體爲了維持生存乃得有水，而將飲水及含有水之食物食用而獲得生存，人類爲了生活的安全及便利而使用水，亦即爲了保持個體及環境之清潔的機能而有洗淨用水，爲了處理食物而有烹調用水。此乃利用水而使生活舒適。生活用水中，使用量較多者乃是洗淨用水。

(2) 產業用水

所謂產業乃是人類利用各種資源的機能而賴以生存者。爲了使生活舒適，其中大部份之機能乃利用水資源。下列乃廣用之水資源：

農業用（灌溉、洗淨等）

漁業用（海、河川、湖沼等）

輸送用（船運送等）

動力用（水車、蒸氣機、發電等）

調節用（冷卻、暖氣、溫度調節器等）

處理用（洗淨等）

溶媒用（水溶液反應、離子反應等）

原料用（H來源、OH來源、O來源、稀釋用）

構造用（壓力傳達、遮蔽等）

觀賞用（噴水等）

1.2.2 水之利用量

a. 水源

有些區域乃完全靠下雨來供給淡水，因下雨乃是斷續的現象，

故得利用各種形式來貯留。因此在水之循環過程中有各種儲存 (storage) 而使水平均地流出，亦即水源乃暗藏有 storage 之意義。

流域之大小乃由所給予流域之總和水量來決定，而受 storage 平均化之能力的影響。

平均化可用人工的 storage 來控制，圖 1.4 乃顯示各種水源之 storage

雨水乃近乎純水，由此所得之水源乃受 storage 及流路狀態的影響，其質方面（溫度、含有成份）將不同。

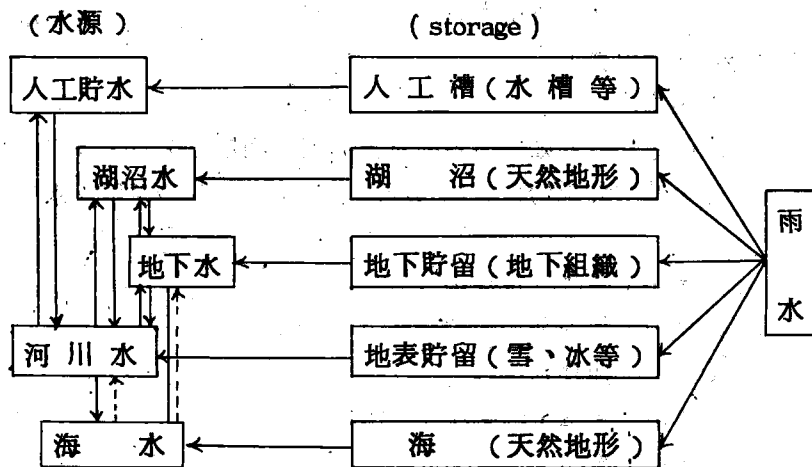


圖 1.4 各種水源及 storage

b. 決定供給量之要素

某個地區之某期間內供給水之總量與在同一期間內雨水之總量相等，由此而蒸發或流入海中，但我們所考慮者乃淡水。

供給之總量（平均值）的影響要素有：

(1) 降水量

(2)蒸發量

(3)流域的大小

而影響安定性之要素有

(4)降水量時間的空間變動

(5)流域的流出特性（大小、形狀、地表及地下構造等）

c. 人工增大供給量

不減少流出安定性而增加使用量，可使用下列之方法，亦即在供給方面要：

(1)流出之總量增大（流域擴大、抑制蒸發）

(2) Storage 增大（貯水池之建造、種植森林等）

(3)使流入 storage 之量增加。

在另一方面，利用要：

(4)供給量的變動要合乎使用量。

(5)返復利用。

(6)由海水轉換。