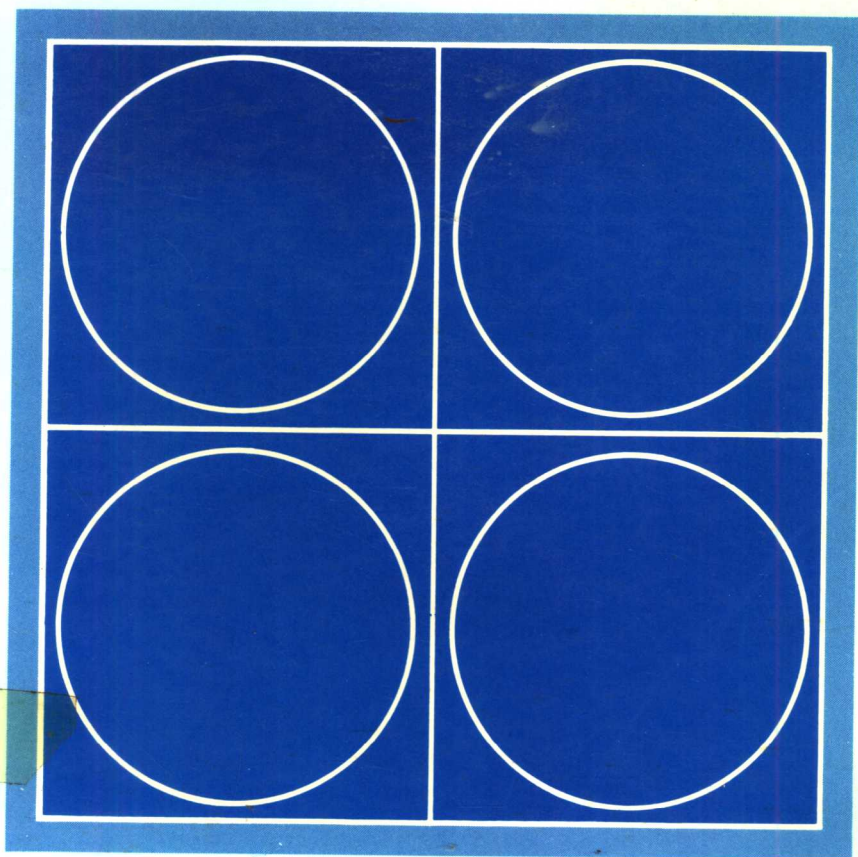


—環保特考・高普考・專技檢覈考—

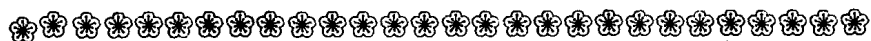
水處理工程精解

(含給水及污水)

沈 永 寧 編著



千華出版公司 印行



水處理工程精解

(含給水及污水)



沈永寧 編著



千華圖書出版事業有限公司



版權所有 翻印必究

水處理工程精解

(含給水及污水)

編 著：沈永寧

發行人：廖雪麗

發行所：千華圖書出版事業有限公司

台北市金山南路二段138號2F

電話：(02)3952248·3962195

郵政劃撥：01010213 千華出版社

出版登記：行政院新聞局局版台業字第 3388 號

印刷者：雨利美術印刷公司

中華民國七十七年四月十五日初版

定價：二〇〇元

水處理工程精解

(含給水及污水)

目次

第壹篇	給水工程簡答.....	1
第一章	總論.....	1
	含：●給水工程內容及工程計劃 ●人口的預估及用水量的估算	
第二章	取水工程.....	10
	含：●河川、湖泊、蓄水庫 ●地下水：井（平衡井、不平衡井） ●取水設施 ●海水入侵	
第三章	導水工程.....	24
	含：●輸水構造物 ●導水路線、附屬設施 ●經濟管線、管線設計 ●管線材料 ●抽水機	
第四章	配水工程.....	35
	含：●配水方式、功用、位置、容量、高度、種類 ●配水容量及配水管線設計步驟 ●水壓及配水管網 ●配水設備	
第五章	淨水工程.....	49
	含：●淨水單元操作概論 ●沉澱池 ●混凝與膠凝 ●過濾 ●消毒 ●硬水軟化 ●其他處理	
第六章	解釋名詞.....	92
第貳篇	給水工程計算及證明.....	99
第一章	人口估算.....	99

第二章	蓄水量的估算·····	102
第三章	地下水力學·····	104
第叁篇	污水工程簡答·····	110
第一章	污水工程概論·····	110
第二章	污水廠處理·····	113
	含：● 活性污泥與滴濾池及生物盤 ● 穩定池、穩定塘、氧化渠 ● 解釋名詞	
第三章	下水道系統·····	140
	含：● 解釋名詞 ● 簡答及關係公式說明	
第四章	工業廢水及水污染防治·····	160
	含：● 水污染防治計劃：河川污染概要 ● 工廠廢水概要	
附錄一：	歷年各大學試題·····	171
附錄二：	歷屆國家考試試題·····	183
參考書目	·····	186

第1章 總 論

一、試述給水工程所包含的內容為何？

答：內容如下—

(一)取水工程—

1.用水量 2.水源種類 3.水庫

(二)導水工程—

1.導水距離、水量、水質及輸水渠道 2.淨水場

(三)淨水工程—

1.原水水質、用水目的、程序 2.沉砂、沈澱、過濾、消毒

(四)配水工程—

1.水壓及水量 2.配水池及高架水塔。

(五)用水設備—

1.進水管 2.量水器 3.受水管 4.開關 5.分水支管

6.衛生設備之連接水管及水栓、水閥。

二、自來水水質須符合那兩大要求？並請就下列名詞作解釋：

(一)水質標準 (二)用水設備 (三)水權 (Water right)

(四)用水的標地 (五)簡易自來水 (六)生飲

答：(一)自來水水質須符合安全和可口兩大要求

(二)名詞解釋：

1.自來水水質—

無色、無味、無臭、酸鹼適當且沒有超過標準量之化合物、微生物、礦物質及放射性物質。

2.用水設備—

(1)進水管 (2)量水器、受水器、開關 (3)分水管

(4)衛生設備之連接水管及水栓、水閥

3.水權 (Water right) —

依法對地面水及地下水，有取得及收益之權

4.用水標地—

(1)公共用水、家用 (2)農業用水 (3)水力用水

(4)工業用水 (5)水運 (6)其他用途

5.簡易自來水—

係指人口 501 人～2500 人鄉村社區之給水設備，主辦機關為台灣省，為改善農村、社區無自來水地區之飲水問題。

6.生飲—

不須經煮沸或處理之水即可飲用，表示水質良好。

三、工程計劃報告書之內容為何？請概述之。

答：(一)概說 (二)水廠現況 (三)計畫給水區域 (四)需水量之估算
(五)水源之選擇 (六)淨水送配水方式及水管種類等之選擇
(七)替代方案 (八)定案計畫 (九)財源籌措及未來擴建

四、計劃用水量之方法如何？試依用水量之種類推估之。

答：(一)計畫用水量之方法如下：

1.家庭用水 2.商業用水 3.工業用水

4.公共用水 5.無費水量 6.家畜用水

(二)依都市之性質、大小、經濟情況可推估出每人每日用水量。

用水量可以下算式表之：

用水量 = 每人每日用水量 × 計畫給水人口 × 給水普及率
一般單位以 CMD gpcd gpd 表之。

五、說明設計年限的考慮因素和下列各項之設計年限：

1. 配水系統 2. 抽水設備 3. 大輸水道 4. 水廠
5. 配水幹管 6. 原水輸水幹管 7. 深井

答：(一)設計年限考慮因素如下：

1. 建築物及各種機械設備之壽命 2. 設備擴建之難易
3. 都市發展情形 4. 利率之高低
5. 貨值變動情形 6. 經營狀況

(二)下列各項之設計年限：

1. 配水系統 — { 人口增加率及利息低 20 ~ 25 年
 人口增加率及利息高 10 ~ 15 年
2. 抽水設備 — 10 年 3. 大輸水道 — 25 ~ 50 年
4. 水廠 — 20 ~ 50 年 5. 配水幹管 — 20 ~ 25 年
6. 原水輸水幹管 — 10 ~ 20 年 7. 深井 — 10 年

六、解釋：(一)區域給水 (Regional water supply) 的優點。

(二)給水普及率 (三)用水量增加原因。

答：(一)區域給水的優點 (Regional water supply)：

1. 水資源的統籌經濟利用，包含數個不同的行政區。
2. 促進鄉村自來水的發展 3. 減低建設及營運成本。

(二)給水普及率就是給水人口與區域內總人口之比率。

(三)用水量增加原因—

1. 生活程度高者 2. 氣候炎熱 3. 水壓較高
4. 水費低廉 5. 不裝水錶 6. 工廠數量多者

八、人口預估法中 Logistic Curve Method 預估原理為何？

答：原理如下：

(一)都市剛建立—人口增加率緩慢（呈算術增加）

(二)都市形成中間期—增加率漸漸提高至中間期最大值（呈幾何增加）

(三)都市飽和期—增加率遞減，愈飽和愈趨近於零。

此為飽和曲線，又稱為 S curve。

七、人口預估法有那些？並請說明自然人口增加率及社會人口增加率之差異。

答：(一)人口預估法如下：

1.圖形延長法 2.圖形比較法 3.算術增加法

4.幾何增加法 5.增加率趨勢預估法 6. S 曲線法

(二)自然人口增加率 = $\frac{(\text{出生人口}) - (\text{死亡人口})}{\text{時間}}$

(三)社會人口增加率 = $\frac{\text{遷入遷出及合併區域增加人口}}{\text{時間}}$

九、解釋(一)無費水量 (Unaccounted for water)

(二)影響用水量因素

答：(一)無費水量—

水廠一年之總出水量減家庭用水、工商業用水及公共用水以外之差額水量稱為「無費水量」。

包含 1.配支幹管之漏損 2.違規接水 3.盜水

4.水表之記錄錯誤

(二)影響用水量因素：

1.都市大小 2.氣候性質 3.地區條件 4.水壓及水質

5.冷却用水 6.污水管 7.水表及水價 8.時間給水

一〇、簡答(一)消防水量設計大小為何？

(二)消防抽水加壓壓力為何？不用時出口壓力多少？

答：(一)消防水量之設計為 6 ~ 10 hr。

(二)用消防抽水機加壓時不得小於 20 psi (1.4 kg/cm²)

不用時出水口之水壓力為 75 ~ 90 psi (5.3 ~ 6.3 kg/cm²)

一一、簡答(一)用水量之變化。

(二)計劃之安全性如何考慮？

(三)台灣省各鄉鎮每人每日平均用水量多少？

答：(一)用水量之變化：一年間之用水量由季節、月份、日而變動，各稱為月變動、日變動及時間變動。

(二)提高給水系統等設備之安全性，計畫時應考慮：

1. 盡量採用動流而避免抽水機。
2. 水源系統應用兩處以上。
3. 輸水管導水管應各兩管並列。
4. 避免停電之事故應有電力系統。
5. 配水池之容量應加大。
6. 與鄰近水廠連接，以便作緊急給水之用。

(三)每人每日 200 gal。

一二、請詳細說明水質檢驗的目的及項目。

答：檢驗的目的及項目如下：

(一)測定水質是否安全衛生。分析項目：

1. 大腸菌類

2. 有毒成分與含量—砷、硼、Cr Pb. CN^- . Se. NO_3^- , F^-

3. 有利健康成份之分析— I^- , F^- , CCE

4. 污染度— NO_2^- -N, NO_3^- -N, Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , 有機物量、蛋白氮。

5. 下瀉物質—Mg 及硫酸鹽。

6.放射性物質試驗—Sr。 7.餘氯量。

(二)測定水之可口度—

1.水溫、濁度、色度、臭味 2.微生物試驗，溶解性固體物量、金屬類氯鹽、有效餘氯、氫氧化物、木質素、CCE 亞硫酸鹽。

(三)測定水質對經濟上之影響—

1.硬度—燃料浪費 2.溶解氧 PH 、 CO_2 —金屬腐蝕。
3.Fe Mn 及其他金屬 4. H_2S 、 CO_2 對水泥及混凝土侵蝕。

(四)對水質處理有關試驗—

1.測定鹼度、 PH 值、 C_2O_2 、 Al^{+++} Fe^{+++} 塩及高分子電解值—凝
凝。 2.水中加銅塩。 3.加氯消毒之測需氯量。
4.測定水之穩定度，磷酸塩、矽酸塩、 PH 值、 OH^- —腐蝕。
5. OH^- ， Na^+ ， K^+ ， Si 等—軟化。
6. PH 、 CO_2 ， D_2O —去除鐵，Mn。
7. PH 、 H_2S 、 CH_4 、 CO_2 、 D_2O —曝氣。

(五)各種單元處理試驗—

1.活性炭 2.jar test 3.石灰、蘇打、離子交換軟化法。
4.電析法或逆滲透法 5.過濾或篩濾之阻力試驗—過濾時間。

一三、試述水中總固體物量、溶解固體物量及懸浮固體物量之測定法。

答：(一)總固體物量之測定—取蒸發皿得恆重為 W_1 ，放入定量水樣（ 50ml or 100ml ），經水浴蒸發後，放入烘乾稱重為 W_2 ，則得 $(W_2 - W_1) / \text{水樣體積}$ ，並換算為 mg / ℓ 。

(二)溶解固體物量的測定—將水樣用濾紙過濾後取定量濾液，依上法進行試驗所得數據即是。

(三)懸浮固體物量 = 總固體物—溶解固體物量

一四、(一)何謂水生疾病 (Water borne disease) ? 並舉例之。

(二) Coliform form 在水質檢驗中有何重要性? 其數量如何表示?

(三)該數量表示法有何意義?

答: (一) Water borne disease—病菌由水為媒介傳染於健康者，稱為之。比較重要之水媒疾病有傷寒病、副傷寒、痢疾，包括阿米巴痢疾與桿菌痢疾、胃腸炎、傳染性肝炎、霍亂、血吸蟲病。

(二) 大腸菌類 (Coliform form) —棲於人畜盲腸管內之格蘭姆染色陰性，無芽胞之桿菌類，能分解乳糖而生成酸及氣體或以標準膜濾法培養，產生金屬光澤之深色菌落者。

水中含有可預知 { 1. 水曾與植物與土壤接觸。
2. 最近期間受人類或動物排洩物之污染。

數量表示如下：

為求各種不同之水樣中所含大腸菌類精確的數目，而應用統計方法以推算各種試驗之結果，乃得水中大腸菌數之最大可能數 (MPN)，計測MPN之水樣標準為 100ml，每組用 5 個發酵管，如所有 5 個試驗皆為負性，則MPN為零，若其中僅有 1 個為正性時，MPN 為 2.2 / 100ml，2 個為正性時為 5.1 / 100ml，若污染度不同時，可用不同之濃度試驗。

$$\frac{\text{MPN}}{100} = \frac{\text{發酵為正之管數} \times 100}{\sqrt{\text{發酵為負之水樣 (ml)} \times \text{接種之全部水樣}}}$$

其意義有四點：

1. 人體排泄物中，經常大量存在常與消化系統之致病菌共存。
2. 較一般致病菌生存力為強。
3. 檢驗簡單，且很快得到結果。
4. 極少量亦可檢出。

一五、解釋(一)多管發酵法 (二)膜濾法

答：(一)多管發酵法—

用不同容積之細菌水樣或以不同稀釋度之細菌水樣併用，依檢定大腸菌類的存在否及其密度之方法而言。

(二)膜濾法—

指以特製之過濾介質，可以濾存細菌於其上，過濾細菌水樣，再以規定之標準檢驗方法，檢定大腸菌類的存在否及其密度方法而言。

一六、某地淺井經水質檢驗結果，其平均值如下：

濁度 3 度； CO_2 ：50 mg / ℓ ， $\text{PH} = 6.6$ ； HCO_3^- ：108 mg / ℓ ； SCl^- = 41.75 mg / ℓ ； F^- ：0.14 mg / ℓ ； NH_3N 及 NO_3N ：0 mg / ℓ ； NO_2N ：1 mg / ℓ ；總硬度 152.6 mg / ℓ ， Fe ：0.4 mg / ℓ ； Mn ：0；色度 5 度；MPN 零問：

(一)根據上述水質檢驗結果是否合乎台灣省自來水質標準？

(二)試計劃處理程序，並說明處理設備之功能。

：(一)水質標準如下：

答：

濁度—5	$\text{PH}—7 \sim 8.5$	硬度—300
$\text{SO}_4^{--}—250$	$\text{F}^-—0.8$	$\text{NH}_3—\text{N}$ —無
$\text{NO}_3^-—\text{N}—10$	$\text{Fe}—0.3$	$\text{NO}_2^-—\text{N}$ —無
色度—15	$\text{Mn}—0.3$	
	$\text{MPN} < 8 \text{ 及 } 10$	

可知：1. PH 2. Fe 二項超過標準

(二)因採用過濾法幾乎可去除原水中全部之懸浮固體物及細菌，亦可去除色度、鐵錳與部份溶解質，故設置快濾水廠就可使原水處理後達到飲用水標準。程序如下：

水源→混凝池→沉澱池→快濾池→清水池— Cl_2 →配水系統。

各項處理設備功能說明如下：

1. 混凝池之功用—乃在使水源中含有微細膠羽之顆粒，藉加入化學藥品，引起化學混凝作用，使形成較大的顆粒，俾有足夠的重量沉澱之。
2. 沈澱池之功用—乃使經過混凝作用後形成較大的 floc 沉澱而去除之。
3. 快濾池—粗砂粒 S.S 及細菌可深入砂層被去除，另外如色度，礦物質亦有效。
4. 清水池—儲備乾淨處理水之用。
5. 加氯消毒—殺菌用，並使在配水系統中有餘氯存在以防細菌的侵入。

一七、有座高樓建築物自來水龍頭採取水樣經水析結果，大腸菌類及餘氯量不合飲用水水質標準，試述可能發生之各種原因及其解決方法。

答：(一)原因：1. 高架水塔中水質自由有效餘氯小於 $0.2\text{mg} / \ell$ 或結合有效餘氯小於 $1.00\text{mg} / \ell$ ，可能由於水源加氯不夠致使水管末端發生鐵細菌，或其他浮游生物再繁殖，消耗水中含氯量。
2. 水在送至用戶之間因管線或制水閥損壞，遭受地下污水之污染，而發生大腸菌及餘氯不足。
3. 高架水塔不清潔，水池內生長細菌、藻類等，消耗餘氯致使含量不合規定。

(二)防治原則—

1. 避免水管至高架水塔之間遭受污染。
2. 高架水池每半年清洗一次，並予以消毒。
3. 水源處提高加氯量或送水中途再予以加氯，均可提高高架水塔中之餘氯。

第 2 章 取水工程

一、自然水中雜質之種類有那些？

答：(一)溶解性雜質。

(二)膠質性雜質。

(三)懸浮性雜質。

(四)生物性雜質。

(五)細菌性雜質。

二、說明：(一)選擇水源所應考慮之因素。

(二)地面及地下水源各有何特點？

答：(一)選擇合適的水源所必須考慮之因素如下：

1. 水源需要充足水量。
2. 確保水權。
3. 給水設施之建設及維持管理容易，供水安全可靠。
4. 給水設施之建設費及維持費廉價。
5. 將來擴建時可增加取水量。

(二)地面水可分：

1. 河水。
2. 湖水。
3. 河水與湖水併用。

其特性如下：

1. 河水——河水水質由流域大小、地面坡度、土壤中成份、流量及地面植物而定。
2. 湖沼水：
 - (1)物理性質。
 - (2)生物作用。
3. 河水與湖水之優缺點比較：
 - (1)優點：①水之自淨力強。

②污染不至傳播很遠。

③兼有蓄水作用。

(2)缺點：

①容易繁殖藻類引起臭味。

②春秋二季上下循環，增加水之濁度。

(三)地下水水質可分：

1.淺層水——帶水地層，接近地面，大多即為就近下雨前滲下去的水，不潔淨的物質很多已被濾過，水質比地面水好，水量在旱季減少很多。

2.深層水——深井水比較少受旱季影響，出水量也較穩定，受自然濾過和減少地面水污染，水質良好，常常在不透水層下面，並且受到相當壓力。有時深井開鑿時，打穿不透水層水直接噴出。

3.泉水——泉水常由於地層構造關係，地下水自動流出地面，水質通常比淺井水好。

4.伏流水——多在水流淺的河床底下或附近的砂礫層中，取水比較簡單，水質好，但要注意在河中洪水氾濫時，伏流水有時會起混濁。優點為水量方便，比較可靠。

地下水水質主要受滲透地質構造的影響，極易受到污染，一般而言，水質良好，水溫適當。

三、解釋何謂“河口湖”？並說明取水地點應如何選擇？

答：(一)1.河口湖——係建立在河口附近的蓄水池。

2.特點：

(1)直接攔阻河口部附近之河道。

(2)攔阻流入內灣之河川。

(3)浚渫海岸或水灘，築造蓄水池，周圍填新生地做為寬土堤

(二)取水地點選擇程序如下：

1.水源調查。

- (1)枯水量。
- (2)平水量。
- (3)洪水量、洪水位。
- (4)最低估水量。
- (5)安全出水量。
- (6)最大洪水量。

2.水權：

- 水質：(1)衛生調查。
- (2)降雨與濁度之關係。
 - (3)水質經年變化。

3.取水地點之選定：

- (1)流速和緩——將來不致有流化變化或河床上升下降之慮。
- (2)地質良好——不會因豪雨、地震等而有冲刷崩潰之可能。
- (3)避免廢水流入地點——實行調查。
- (4)考慮沿河及其他水利設施。

四、何謂引水渠？自小溪中取水時，常築引水渠其目的何在？

答：(一)diversion conduit(引水渠)——係諸水庫溢洪道未建築完成前，排除河水至其他水系之設施。

(二)目的：

- 1.使水流在不同流量時，保持一定可用之深度。
- 2.有一相當時間之沉澱，以減少渾濁度。
- 3.在寒冷時區，則使表面結成薄冰，以免冰絲、冰屑等流入。

五、蓄水工程在水處理工程中，可稱得上是重要的一環，試述蓄