

研究所・高普考叢書

汙水工程學精要

編著者 黃 政 賢

曉園出版社

研究所・高普考叢書

汙水工程學精要

編著者 黃 政 賢

曉 園 出 版 社

李 序

我國近四十餘年，由於人口增加及工商業發展結果，雖然使國民所得增加，人民生活富裕，但在追求繁榮的過程，對都市污水及工業廢水並未及時做以適當之處理，以致造成西部多數河川下游之嚴重污染，妨害河川的正常用途，而常使農漁業蒙受損失，並威脅國民健康；因而都市污水及工業廢水亟待有效處理及管制。

政府有鑑於此，乃相繼公佈下水道法及修正水污染防治法，期能對都市污水下水道之建設大力推動，並對工業廢水加以有效管制，而得以妥善處理。由於立法及政策之確立，社會對污水工程專業人才之需求正日增，且學校亦配合增加設置環境工程科系及研究所，從事污水處理者乃隨之日衆，其於污水工程參考書籍之需求自亦日增，編譯污水工程書籍者亦日夥。

黃君政賢有見及此，乃於從事公務之餘，參考數十種書籍之精華編撰污水工程學精要一書，以供有志從事於污水工程者，得持一書而儘得污水工程之所需學識及資料，尤其為使於有志公職或研究所考試之士參考之用，黃君此舉實提供了莫大的貢獻，黃君獲中央大學土木工程學研究所碩士，高考環境工程科及格，並曾於省住都局工作，學驗表現優異，誠懇勤奮，值是書出版樂予以序並予推介。

台灣省政府住宅及都市發展局

李 錦 地

1986年10月5日

自序

本書之編著主要是輔助污水工程學教科書之用，從理論原理、設計實務至試題的解析，做有系統之整理，為參加校內、外考試及從事實務工作者參考之需要而編成。

近年來，我國工商業突飛猛進，開發行為與環境保護不能同時進行，乃帶領大家進入一個環境污染糾紛的社會。此後環境保護意識漸抬頭，有志於從事環境工程者也日趨亦衆，更增加了各類考試的激烈競爭。編著者，有感於此，乃搜集了各校歷年期中考、期末考、研究所、高考試題，附於本書之後，並予以提示解析。由於試題卷數衆多，不能一一詳細列出，但所列試題均為代表特選之題，相信準備各類考試，能提供正確有效的準備方向，并在實務工作上能獲得良好的啟發學習之門。

本書承業師 李教授錦地惠予賜序，謹致謝忱。同時，感謝恩師 歐陽教授嶠暉在百忙中抽空給予指導，致以由衷的謝意。本書題解內容部分摘自國內諸專家資料，謹此致謝。又收集資料及編印期間，承同學廖啓承、洪添丁、蔡景達鼎力協助及曾如娟小姐之校稿，特在此一併致謝。

本書倉促付梓，難免有遺漏不全之處，尚祈專家學者不吝指正幸。

黃 政 賢

謹識於 台北市立動物園
污水處理廠

1986年11月5日

目 錄

第一章 下水道系統規劃 1

1-1 名詞釋義·····	1
1-2 排水方法·····	3
1-3 下水道型式·····	3
1-4 污水下水道系統規劃·····	9
1-5 雨水下水道系統規劃·····	12

第二章 污水量與污水質 15

2-1 名詞釋義·····	15
2-2 人口預測法·····	21
2-3 污水量之估計·····	21
2-4 雨水量之估計·····	24
2-5 計畫水質·····	27
2-6 計畫流量·····	31
2-7 BOD瓶之動力反應·····	31

第三章 下水道管渠設計與施工 53

3-1 名詞釋義·····	53
3-2 下水道基本設計條件·····	59
3-3 污水下水道之設計步驟·····	61
3-4 雨水下水道之設計步驟·····	63
3-5 人 孔·····	65

3-6	明挖施工法	68
3-7	推進工法	79
3-8	潛盾施工法	82
3-9	推進與潛盾施工法之補助工法	84
3-10	推進工法與潛盾工法之管渠載重分析	90
3-11	工作井與到達坑	96
3-12	下水道系統鐵管腐蝕理論及防蝕方法	97
3-13	下水道系統混凝土管腐蝕理論與防蝕方法	101
3-14	下水道管材	104

第四章 抽水站工程 133

4-1	名詞釋義	133
4-2	抽水站之設計考慮因子	141
4-3	抽水站設計	143
4-4	設計污水抽水井(濕井)之原則	144
4-5	下水抽水機之種類	145
4-6	抽水機之設計	148
4-7	抽水機之直列組合	148
4-8	抽水機之並列組合	150

第五章 承受水體之水污染防治 155

5-1	名詞釋義	155
5-2	河川之自淨特性	157
5-3	河川水質模式	158
5-4	水質標準與放流水標準	168
5-5	地下水污染防治	179
5-6	海洋自淨特性及海洋放流管之設計	185

第六章 污水處理概述 197

6-1	名詞釋義·····	197
6-2	選擇污水處理廠場址之原則·····	197
6-3	污水處理廠單元配置要點·····	198
6-4	污水處理方法·····	199

第七章 預先處理與初級處理 207

7-1	名詞釋義·····	207
7-2	預先處理方法·····	210
7-3	浮除法·····	221
7-4	初步沉澱池·····	223

第八章 二級處理 241

8-1	名詞釋義·····	241
8-2	細菌代謝模式·····	247
8-3	生物處理系統之設計·····	250
8-4	活性污泥法·····	251
8-5	滴濾池法·····	281
8-6	旋轉生物圓板法·····	290
8-7	污水塘法·····	294
8-8	最終沉澱池·····	297
8-9	加氯消毒·····	301

第九章 污泥處理與處置 319

9-1	名詞釋義·····	319
9-2	污泥處理與處置概論·····	322
9-3	污泥濃縮處理·····	326

9-4	厭氧消化處理.....	328
9-5	好氧消化.....	337
9-6	污泥脱水.....	337
第十章 三級處理 353		
10-1	名詞釋義.....	353
10-2	污水三級處理.....	355
參考書目 365		366
附錄(一)	污水工程學常用單位及換算.....	367
附錄(二)	曼寧公式圖解法.....	373
附錄(三)	圓形下水道管水力特性曲線.....	374
附錄(四)	我國最新放流水標準.....	375
歷年高等考試試題集錦 383		
歷年台灣大學校內考試試題集錦 413		
歷年成功大學校內考試試題集錦 443		
歷年中央大學校內考試試題集錦 467		

第一章

下水道系統規劃

1-1 名詞釋義

1 下水管渠：為排除污水或雨水所用的管渠。

2 分流制 (Separated system)

將污水與雨水分由各自管渠收集處置的方式。如圖 1.1。

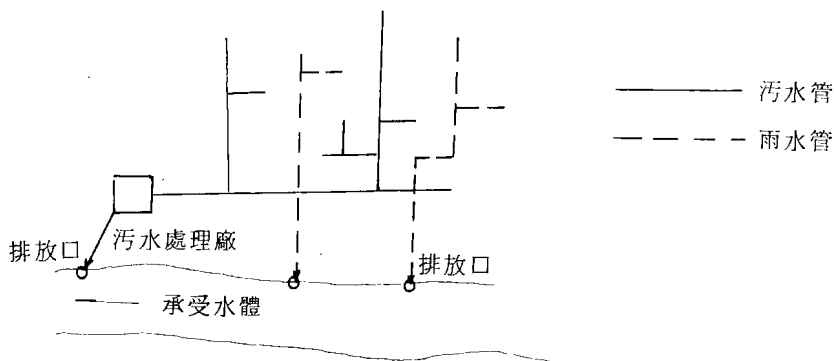


圖 1.1 分流制排水方式

3 合流制 (Combined system)

污水與雨水由同一條管渠收集處置的方式。如圖 1.2。

4 區域下水道

下水道排水區域包括 2 個以上行政區域之下水道，通常以河川流域分佈、自然環境以及都市發展等配置，可產生環境保護，工程經濟，促進地區發展之效果。

5 公共下水道

2 第一章 下水道系統規劃

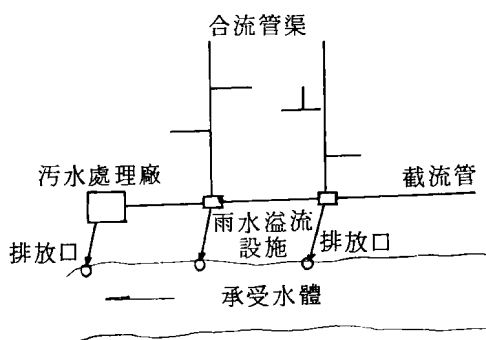


圖 1.2 合流制排水方式

由各級政府或地方自治團體興辦及管理，供應公共使用之下水道系統。

6. 專用下水道

指供某一定地區或為特定目的而設置，尚未與公共下水道相連接之下水道系統。

7. 計畫排水區域

在計畫目標年埋設下水道管渠而可能排水之區域。

8. 計畫目標年

決定下水道工程設施之計畫目標年份。

9. 水污染 (Water pollution)

水因物質、生物或能量之介入，而變更品質，致影響其正常用途或危害國民健康及生活環境。

10. 生活環境

指與人之生活有密切關係之財產、動植物及其生育環境。

11. 人口當量 (Population equivalent)

工業廢水每日所含的生化需氧量（負荷量）除以每人每日所產生的生化需氧量，所得的商即為人口當量。其功用有：

(1)估計需要增加的設備

(2)估計工廠繳納廢水處理費用

12. 事業廢水

以水傳送自工業製造或自然資源開發過程中產生之氣體、液體或固體廢物之種稱。

13. 廠內改善 (In-plant modification)

從污染源尋求減少污染量及污染物之各種方法。

14. 管末處理 (End-of-modification)

廢水經由污水管收集至污水處理廠處理。

1-2 排水方法

下水道排水方式可分為分流制及合流制，其優劣點比較表如表 1.1，適用時機比較表如表 1.2。

1-3 下水道型式

1. 直角或垂直式 (Rectangular system, perpendicular system)

為下水道系統與承受水體水面成垂直配置。如圖 1.3。

特點：污水處理廠多，放流口多，不經濟；且若放流水域之水位

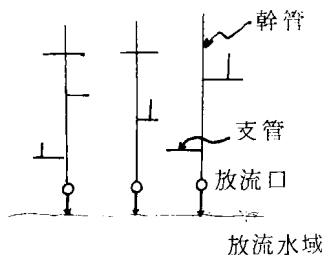


圖 1.3 直角式

表 1.1 排水方式優缺點比較表

性質	排 水 方 式 (Type of sewer systems)	
	分 流 制	合 流 制
優點	(1)所有污水可全部輸送至污水廠予以處理；砂土流入污水廠少。	(1)街道之灑水及降雨初期可視同污水併同處理。
	(2)在原有道路側溝可利用為雨水渠之情況下，工程費較低。	(2)在污水、雨水均需興建時，較分流制便宜。
	(3)下水量少，管渠斷面積小，流速能保持一定，避免管內沉積，且埋設不必很深，不必以抽水機加壓即可到達處理廠。	(3)管渠斷面大，維持管理容易。
	(4)處理操作較易；溢流設施費用低，不必經常維護；處理廠初沉池不須設貯水池。	(4)雨天能自行管內洗淨；通風換氣可由雨水人孔行之，無瓦斯爆炸的危險；道路側溝可改為L形溝，增加道路寬度。
缺點	(a)管渠上游由於流量少，容易於管內產生沉澱，必須經常洗淨。	(a)晴天若長期持續，由於管徑大會發生沉澱發臭。
	(b)初期降雨之地面逕流，挾帶污染物經雨水管放流未經處理而流入水域，污染承受水體。	(b)雨天時超過一定處理量之下水必須溢流而污染放流水域。
	(c)若無充分的管理監督，易發生污水管與雨水管之錯接；在污水廠未興建時不易看出效果；若污水管與雨水管均須建設時，工程費較高。	(c)由於管渠斷面大，埋設須深才能達應有流速；抽水機抽水之費用高；須有雨水調節池之設置；溢流設備須經常的維護。

表 1.2 合流制及分流制適用時機比較表

都市特性	適 用 合 流 制	適 用 分 流 制
地形坡度	地形坡度較大者。	排水區域地形平坦，採用合流時，挖土過深，增加工程費。
抽水機之設置	污水、雨水均須藉抽水機抽送，即使小雨亦會造成氾濫成災。	污水藉抽水機，而雨水藉重力排除（上下游坡度大，雨水易由路面排除）。
目前需求狀況	雨污水均需處理以確保河川水質、污水急需排除而必須利用現有雨水管渠改為合流管。	雨水排除無困難而對河川污染及水肥處理必須適切解決。
經濟性	雨水、污水同一管徑較經濟。	原有雨水或合流管不敷使用可改為污水管，另建新管排雨水，或原有水路利用為雨水下水道，另建新管排污水。
埋設深度	污水管不需埋設較深，可與雨水合流者。	污水管須埋設較深。
發展狀況	人口稠密，地形限制，下水道區域已充分的發展。	新社區埋設，施工時無地下埋設物。
水力性質	雨水負荷不大，合流不礙水力特性。	雨水排除不經處理可就近排除，而污水須集中處理。

變化太多，須設置防潮閘門或制水門。

適用情況：

- ①都市內或外圍有河流通過且地勢全面向放流水域傾斜。
- ②分流式下水道。

2 截流式 (Intercepting system)

在上述放流口設置一平行放流水域之截流管，引所有污水至污水處理廠處理後，放流至承受水體。截流管容納晴天污水或初期降雨，而於各區流至截流管之處應設雨水溢流設施（如跳堰、側堰）排除多量雨水，如圖 1.4。

特點：可減少幹管之管徑。

適用情況：

- ①地勢向放流水域傾斜。
- ②合流式下水道。

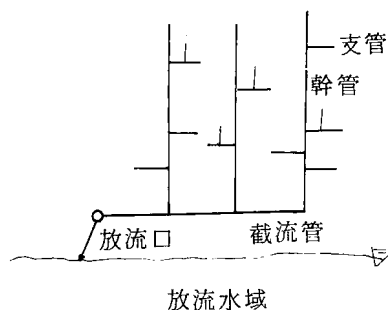


圖 1.4 截流式

3 扇形式 (Fan system)

下水道之型式如圖 1.5，如同樹木之幹支狀。

特點：污水易集中，但總幹管須經過已發展的中心區域，若都市向邊緣發展，欲增加排水量將十分困難。

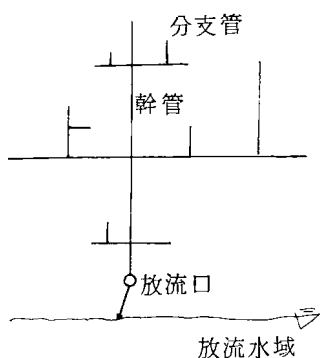


圖 1.5 扇形式

適用情況：

- ①都市地形向一側傾斜。
- ②合流式下水道。

4. 放射式 (Radial system)

下水道形狀如下，以城市中心較高地點為起點，向四方放射之下水道。如圖 1.6。

特點：

- ①中心幹管之管徑可較小，工程費較低。
- ②市郊發展區域之污水可就近排除。

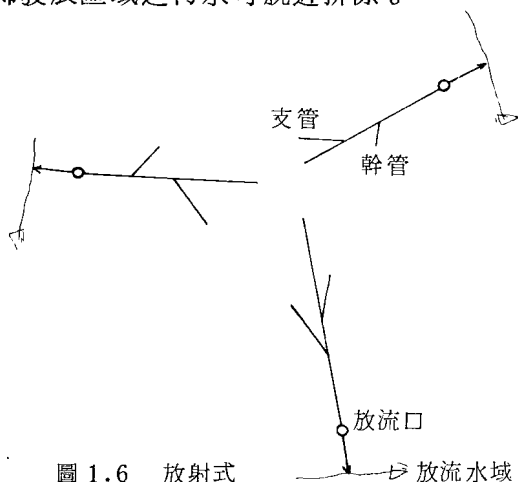


圖 1.6 放射式

③放流口及處理廠多。

適用情況：

①都市面積大，污水無法集中的城市。

②合流或分流式下水道。

5. 平行或層階式 (Paralled system or Zone system)

下水道形狀如下，一集水區域分爲高地區、低地區分別收集污水，分別處理之方式，如圖 1.7。

特點：可充分利用地形，而採用重力排水或抽水機排水，較好管理。

適用情況：

①在山區或台地之城市，具有高、低地形之都市。

②分流式下水道。

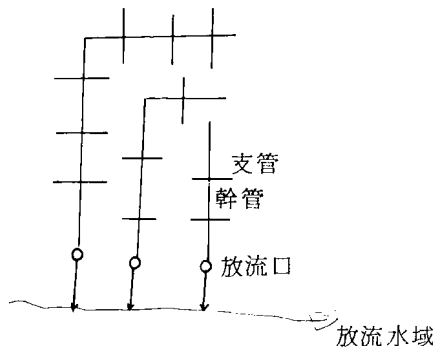


圖 1.7 平行或階梯式

6. 集中式 (Centralization system)

將各地區之污水集中於中繼抽水站，再導引至污水處理廠處理後，放流入承受水體。

特點：增加中繼抽水站之設置費用，如圖 1.8。

適用情況：

①盆地形的都市。

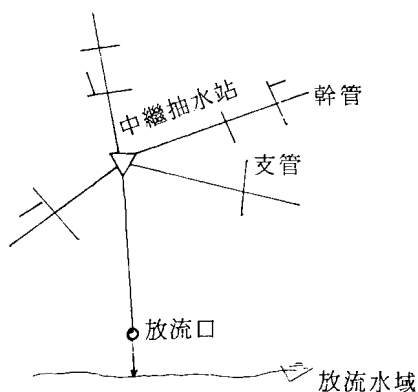


圖 1.8 集中式

②合流式下水道。

1-4 污水下水道系統規劃

污水下水道系統規劃報告內容如下：

一、緒 論

- 1 計畫緣起
- 2 計畫目的
- 3 計畫區域
- 4 計畫目標年

二、計畫區域概述

1 地理特性

- (1)計畫區域之位置（包含行政區域圖，都市計畫圖，空照圖）
- (2)地形與地勢
- (3)集水流域
- (4)地質概況

2 氣象、水文

- (1)氣溫
- (2)降雨