

實用
土木工程學



中國科學社工程叢書
實用土木工程學
第八冊
溝渠工程學

中華民國二十九年七月初版
中華民國三十六年十月三版

版權所有 翻印必究

原著者 Anson Marston
Thomas Fleming, Jr.

譯述者 顧世楫

主編者 汪胡楨 顧世楫

發行人 楊孝述

發行所 中國科學圖書儀器公司
印刷所 上海中正中路五三七號

分發行所 中國科學圖書儀器公司
南京 廣州 漢口 重慶 北平

譯 者 贅 言

溝渠工程亦名排污工程，大都設施於城市，而與給水工程合稱衛生工程者是也。亦有以給水工程名曰上水道工程，排污工程名曰下水道工程，其名雖異，其實則同。惟據譯者之意，則所謂排污工程，實兼指排除陣雨之水而言，況尙有所謂農田或陸地排水工程，則更與污水無涉，故仍沿本書原名而稱之曰溝渠工程學。

本書原文係分二篇，惟第二篇中關於污物之處理部分，顯與其他部分性質不同，且原著者亦另易一人，與上文不相連貫，故經譯者分之成二，而列爲第三篇。

本書關於污水渠之設計施工，雖僅涉大概，但頗合實際之需要，如設計則備有數種圖表，可資參考，而施工則附有詳細規範，足供實地採用。至於污物之處理，手續本極繁複，有賴於有機化學及生物學輔助之處實多，非此簡短之篇幅所能詳述，故僅略論其佈置之概要而已。讀者苟有致用之機會，自當再行求之於專藉而作進一步之研究焉。

民國二十九年七月

顧世楫

原 序

人類之工作，在工程各部門內，其驚奇偉大與莊嚴，殆無過於土木工程師矣。夫有土木工程師，庶幾向觀爲無法飛渡之天塹，可以架橋跨越；建摩雲之鋼構，俾建築藝術家得以踵事增華；穿隧重巒，不差累黍；登山涉水，探測人跡未到之境域；他若建築巴拿馬運河，賓石壩，羅斯福壩，水廠濾池及一切公共工程，幾無一非土木工程師之偉績。

鑒於土木工程之重要性，及以清晰通俗文字陳述此廣大領域內一切理論與實際發展之需要，始引起出版者以編纂此巨著之旨趣。出版者之宗旨，在乎供給曾受訓練之工程師以權威之資料，俾易解決當前之問題，並使有志向學之士，得了然于近代之發展以急起直追也。

土木工程書籍，汗牛充棟，瀏覽匪易。此書說理力求簡賅，術語力求減少，重複之章節竭力刪除，輯爲七冊，便於攜帶，附有索引，以利查檢，凡此均欲使適合讀者之需要耳。

本書在技術文學界之地位，久已爲世人所推崇，一致認爲標準之參考書，茲出版者，復不惜煩費，加以

修正，務使包羅益廣而效用益宏也。

在結語中，應向編著諸君子深致謝意。諸君子咸屬富有經驗之工程師與教育界知名之士，本書之得以問世，皆其努力協助之所賜也。

溝渠工程學目錄

第一篇

頁數

第一章 緒論	1
1. 定義概述及討論	1
2. 歷史上之檢討	3
3. 排污法及排水法之重要並其價值	6
第二章 排污之方法	8
4. 野廁	8
5. 污水坑	8
6. 乾廁	9
7. 用馬桶法	9
8. 用氣壓法	10
9. 焚化法	10
10. 帶水運送法	11
11. 合併制度	11
12. 分立制度	11
13. 合併制與分立制之比較	11
第三章 污水渠之概況	15
14. 污水渠之種類	15

15. 污水渠之概述	17
16. 污水渠之位置	18
17. 衛生污水渠置於街道或後巷之利弊	19
18. 污水渠之深度	20
19. 副水溝	21
20. 住宅連接管	22
21. 工人洞	24
22. 燈照洞	25
23. 沖洗櫃	26
24. 自動沖洗虹吸管	29
25. 污水渠之人工沖洗	30
26. 污水渠之通氣	31
27. 街道進水口及集水池	32
28. 仰虹吸管	34
29. 污水渠系統之出路	35
30. 污物之處理	36

第四章 污水渠之材料及橫

截面

31. 污水渠之材料	37
------------	----

32. 煉泥污水管	38
33. 污水管之接合	40
34. 膠灰製污水管	41
35. 大污水渠之標準橫截面	42
36. 大污水渠之接合室	44
37. 磚砌污水渠	45
38. 混凝土污水渠	47

第五章 計算污水渠內水流 之公式及曲線圖

39. 計算污水渠內水流之公式	49
40. 圓形管渠滿流時之流量及 速度曲線圖	51
41. 圓形磚砌或混凝土渠滿流 時之流量及速度曲線圖	54
42. 蛋形磚砌或混凝土渠滿流 時之流量及速度曲線圖	57
43. 圓形污水渠中水流深度不 同時之流量及速度曲線 圖	59
44. 蛋形污水渠中水流深度不	

同時之流量及速度曲線

圖 62

45. 應用圖 27 至 31 之普通習
題 65

46 污水渠中水流定律摘要 67

第六章 分立衛生污水渠之 尺度及最小坡度

之計算 69

47. 衛生污水渠之最小尺度 69

48. 分立衛生污水渠之最小坡
度及速度 70

49. 計算衛生上污物之普通解
釋 71

50. 估計使用衛生污水渠人口
之方法 72

51. 應用消費水量之統計求每
人衛生上污物之流量 74

52. 應用污水渠中之流量測驗
求每人衛生上污物之流
量 75

53. 衛生污水渠所需之容量用
以適應流率之變遷 76

54. 衛生污水渠中之地下水 78

55. 計算分立衛生污水渠尺度

方法摘要	78
56. 衛生污水渠所需之尺度表	
	81
57. 設計分立衛生污水渠實用	
上之例題	83
第七章 陣雨及合併污水渠	
之尺度及最小坡	
度之計算	85
58. 陣雨及合併污水渠係用同	
一方法計算	85
59. 陣雨及合併污水渠之最小	
尺度	85
60. 陣雨及合併污水渠之最小	
坡度	85
61. 計算陣雨污水量之普通解	
釋	86
62. 集合時間之計算	89
63. 計算相當於集合時間之降	
雨率	90
64. 計算污水渠排水區域內透	
水面積與不透水面積之	
百分數	91
65. 計算逕流水量之百分數	94
66. 計算陣雨污水渠尺度方法	

摘要	96
----	----

67. 普通習題	97
----------	----

第二篇

第八章 排水溝及副水溝

68. 排水溝之普通討論	99
69. 排水系統之規劃及施工	99
70. 瓦筒排水溝之契約及施工	
規程	100
71. 瓦筒排水溝之利點	103
71-a. 鉅大明溝之利點	104
72. 計算瓦筒排水溝尺度之方	
法	104
73. 計算排水明溝尺度之方法	
	106
74. 計算污水渠所附副水溝尺	
度之方法	107
75. 瓦筒地下排水溝之用費	110
75-a. 排水明溝之用費	111

第九章 住宅內之排污法

76. 定義及普通說明	112
77. 住宅污水渠	113
78. 住宅內裝設水管之普通原	
理	113

79. 聯水管	114
80. 曲頸	115
81. 通氣管	115

第十章 污水渠之用費及其

付款方法	116
82. 污水渠用費之初步估計	116
83. 管形污水渠之用費	116
84. 磚砌污水渠之用費	120
85. 混凝土污水渠之用費	122
86. 工人洞, 合併工人洞與冲 洗櫃, 冲洗櫃, 燈照洞及 深挖之住宅連接管之用 費	123
87. 工程管理費及意外費	124
88. 習題	124
89. 污水渠付款之方法	125

第十一章 排污法所用圖樣及

規程之準備	127
90. 污水渠之勘查	127
91. 污水渠規劃所需之測量	128
92. 排污法之圖樣	130
93. 污水渠之規程	134
a. 包工通知書	
b. 投標說明書及普通規程	

c. 材料	
d. 灰砂漿及混凝土	
e. 掘壕敷管及還填	
f. 工人洞及其他附屬物	
g. 污物處理廠之規程	
h. 標單式樣	

94. 污水渠契約式樣	148
95. 污水渠契約之保證書式樣	150

第十二章 污水渠之施工 151

96. 污水渠契約之招標	151
97. 污水渠施工時工程隊之組 織	151
98. 污水渠之放樣	152
99. 掘壕及還填	153
100. 覆板	154
101. 管之敷設	155
102. 磚砌污水渠之施工	155
103. 污水渠施工之記錄	156

第十三章 污水渠之養護 159

104. 排污系統須妥慎維護其在 良好情形	159
105. 污水渠法令, 准許書及紀 錄	159

106. 裝管規則, 試驗及執照	159
107. 污水渠之循環視察	160
108. 污水渠之沖洗及消除	160
109. 集水池之消除	161

第三篇

第十四章 污物處理法 163

110. 基本原理	163
111. 史料	163
112. 污物之性質	164
113. 污物之分析	165
114. 處理污物之需要	168
115. 方法之分類	169

第十五章 沖淡法 170

116. 沖淡法之控制要素	170
117. 芝加哥污水之沖淡	170
118. 沖淡法之他例	171

第十六章 廣汎灌溉法 172

119. 廣汎灌溉法之普通原理	172
120. 廣汎灌溉法之效率	172

第十七章 化學沉澱法 173

121. 化學沉澱法之控制要素	173
122. 化學沉澱法之效率	173
123. 適於化學沉澱法之條件	173

第十八章 篩濾法 175

124. 篩濾法之目的	175
125. 粗篩	175
126. 細篩	176

第十九章 沉澱櫃及腐化櫃

179

127. 沉澱櫃之效率	179
128. 沉澱櫃之分類	179
129. 污水流之速度	179
130. 沉砂室之用途	179
131. 沉砂室之設計	179
132. 下沉櫃與腐化櫃	180
133. 下沉櫃之基本條件	180
134. 單層下沉櫃之設計	180
135. 污泥	181
136. 腐化櫃之基本條件	181
137. 波克櫃	182
138. 雙層櫃之基本條件	187
139. 格林維爾櫃	189
140. 輻射水流櫃	192

第二十章 接觸床 194

141. 接觸床之用途	194
142. 接觸床之基本條件	194
143. 接觸床之設計	194

144. <u>阿來安斯</u> 濾池·····	197	160. 抽送之方法·····	213
145. 應需之水頭·····	198	161. 抽送法之設計·····	213
第二十一章 灑播濾池·····	199	162. <u>空內爾茲維爾</u> 抽送站·····	215
146. 灑播濾池之用途·····	199	163. 噴射器·····	217
147. 灑播濾池之設計·····	199	第二十五章 污物處理法摘	
148. 灑播濾池之效果·····	201	要·····	219
149. 灑播濾池之實例·····	201	164. 污物處理方法·····	219
150. <u>波克</u> 濾池·····	201	165. 挾帶物及出水之注意·····	219
第二十二章 砂濾池·····	206	166. 出水之消毒·····	219
151. 砂濾池之用途·····	206	167. 將來之情形·····	220
152. 砂濾池之設計·····	206	第二十六章 垃圾之處理·····	221
153. <u>阿來安斯</u> 濾池·····	206	168. 引言·····	221
第二十三章 消毒法·····	209	169. 垃圾之成分·····	221
154. 消毒法之目的·····	209	170. 垃圾之數量·····	221
155. 消毒之方法·····	209	171. 垃圾之處理法·····	221
156. 自動消毒設備·····	210	172. 垃圾之收集·····	222
157. 氯氣之設備·····	210	173. 焚化爐應備之條件·····	222
158. 消毒法之效果·····	212	174. 焚化爐之設計·····	223
第二十四章 抽送法·····	213	175. 還原廠之普通條件·····	224
159. 抽送法之需要條件·····	213	176. <u>哥倫布</u> 還原廠·····	224

溝渠工程學

第一篇

第一章 緒論

1. 定義概述及討論 衛生工程係屬於工程之一部分，專及有關健康之各工程。就廣義言，可包括食品之製造及運輸，房屋之建築，以及其他多種有關社會健康之事業，但此項名稱，尋常僅以狹義為限。

按普通習慣，衛生工程一名詞，僅包括給水工程及排污工程。給水工程所及者，為如何求得滿意之給水，而排污工程，則為如何清除過剩及廢棄之液體。排污法為本書之主題，而給水法則於另書述之。

有時衛生工程之意義用於更狹之範圍，即僅以排污法為限。

排水溝為明渠，管，或其他式樣之槽，用以逐漸清除液體者。在衛生工程中，兩種主要之排水溝，為(a)用以清除比較潔淨之地下水及地面水，如陸地排水法，及(b)用以排除污濁之液體，如排污系統。

污水渠亦即排水溝，惟僅用於清除穢物及廢水。污水渠尋常均為掩藏於地面下之導渠。若云明污水渠，則為輸送穢物及廢水之敞

槽。

排污法爲一普通名詞，用於污水渠之全部系統，並其任何附屬品，如抽水廠，澄潔廠等等。例如一城市之排污法或排污系統均可言之。

污物爲任何穢物及廢棄之液體。

衛生上之污物爲由人畜所致之穢物，大都由住宅，馬廄，貨棧及公共房屋並其他人類或畜類所寓居棲止之處而來。此項穢物之大部分（尋常爲百分之99.8或較多），尋常均爲普通之水，所以加於廢料中，而成鉅大之體積者，僅爲便利排除已耳。

工廠污物，係由工廠所致之穢物及廢料。各不同工廠，其污物之性質亦不同。往往爲甚濃之液質，極易發生危害，並難於處理，不可與衛生上之污物同論。

陣雨污水爲降陣雨時及降陣雨後自城市地面流動之水。雖易被畜類之糞及城市地面之塵垢等物所沾污，尤以雨初降時爲特甚，但終不若衛生上之污物爲更穢，且亦不致使病菌叢集。

污物與排污法二名詞，往往爲非工程師之人士所誤用，而以爲其有相同之意義。例如彼等常曰污物系統，實則應曰排污系統，又曰排污之處理，實則應曰污物之處理。因其常易誤用，甚至字典中亦同樣認可之，但工程師則不得不審慎限定其意義，以污物代表流動於污水渠中之液體，而排污法一名詞則萬不可如此用之。

污水渠中之空氣，尋常誤稱之曰污水渠中之氣體，乃污水渠內水面上之空氣。此空氣並無確定之化學成分，常包含不同比例之純粹空氣，碳酸氣，沼氣，硫化氫及因有機體腐化而發生之各種氣體。

污水渠中之空氣，雖在同一渠中，亦隨時變換其成分。若論呼吸此空氣後，是否有害健康，則尙未證明其對於傳染病有直接關係。

2. 歷史上之檢討 污水渠及排水渠原始甚早。在古代已圯廢之建築物中，常可發見圻工或瓦筒導渠之遺迹，蓋卽爲排水而築也。

例如圖 1(根據福開森所著之建築史)所示者，爲一圻工大污水渠或排水渠之遺跡。此渠乃由古代阿西利恩於紀元前八九世紀間，

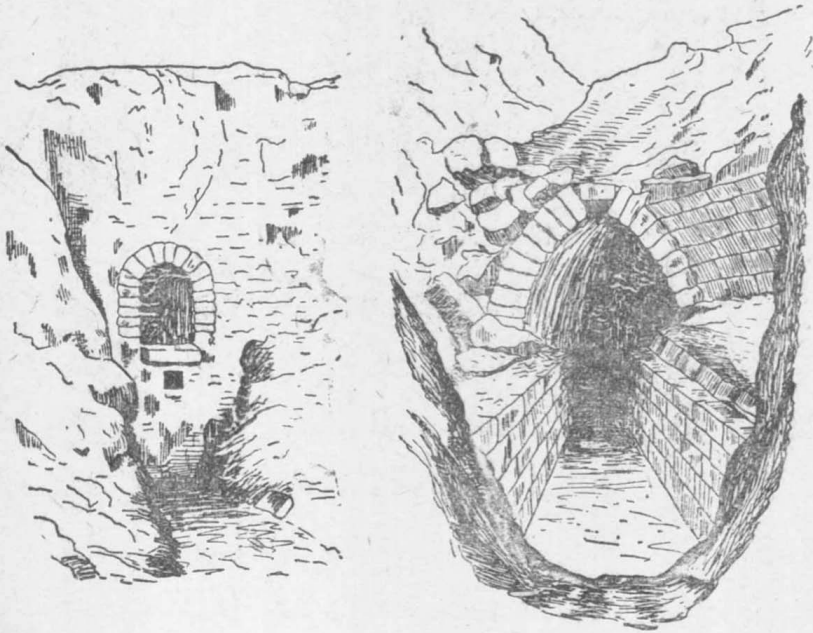


圖 1 在尼姆路特之古代阿西利恩污水渠

在其尼姆路特宮所造。此亦爲在圻工方面應用拱形最早之一例。

圖 2 所示爲喀羅卡麥克西馬之出口，喀羅卡麥克西馬之意義，蓋卽大污水渠也。此渠係由古代羅馬在紀元前七世紀所建，迄今已歷二千五百餘年，尙在應用。苟無此污水渠，則在古代羅馬之大部

分區域，恐不能居住，爲此，有一著作家曰：『雖在羅馬帝國隆盛時代，亦不免驚異此偉大建築物，蓋此千古長存之城市（羅馬人自誇語）得之於卑濕之區，惟賴此始克保守，而不致如鄰近區域之同遭沉淪。』

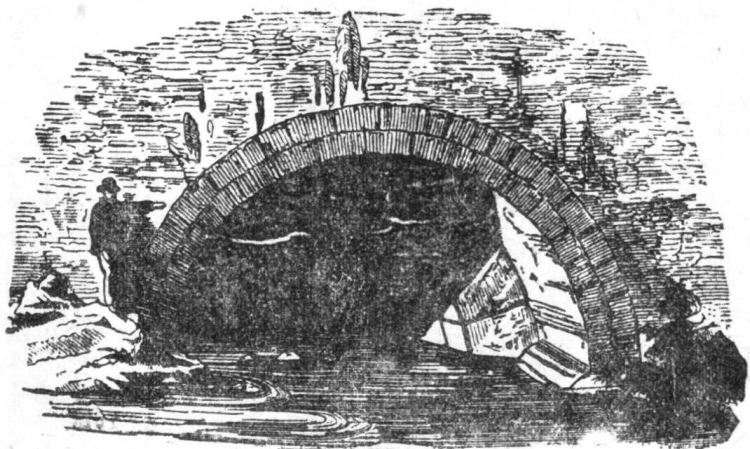


圖 2 古代羅馬大污水渠之口

在多數其他古代城市及建築物中，常發見富有意識而計劃極佳之排水系統，可見古代人民對於此有關健康之事，亦曾加以深切之注意。此事在古代發展極盛之時，爲當羅馬帝國時代。羅馬人民實爲古時最大之工程師，尤以衛生工程（給水及排污工程）最爲擅長。彼等不僅深知排污法，即陸地排水法，亦所熟諳。

當羅馬帝國衰落後，衛生工程與其他文藝，受同樣退步之厄運，其間經過黑暗期中者約歷一千年，幾完全不爲人所注意。於是不潔之給水，及積聚之城市穢物，釀成恐怖之疫病，使全歐洲遭其荼毒。

當十四及十五世紀文藝復興後，衛生工程乃重爲人所注意。但

其間又歷三四百年，對於排水及給水，仍未能依科學方法爲之。排水渠較污水渠尤重要，在各城鎮視爲絕對需要之建設，而以命令強迫施行，但其建造時無整個大計劃，僅逐部片斷作之。且此等水渠並非密不透水，亦不能自行清滌，恆以爲須擴大其面積，庶工人可入內取去穢物，此等穢物之積聚及腐臭，則認爲不可免之事。

在英國，新式之衛生工程，可云遲至 1815 年始行發軔。彼時法律規定嚴禁糞便傾入污水渠。糞便須積聚於污水坑，坑位於其住宅之下，或在其鄰近之地。實際上此法律雖實施未久，但迄未廢止，直至 1847 年，始由議院通過一恰與上述相反之議案，即強迫將糞便及相類之穢物送入污水渠。

新式之衛生工程，其尤著者爲排污法及給水法，自 1850 年起，始獲充分發展。直至 1873 年，乃有包爾德文雷薩姆氏所作關於排污法之鉅著。約在彼時，英國更特別注意於污物之澄潔法。在美國爲欲使污物之澄潔能遵滿意之科學方法起見，於是自 1887 年起由馬薩諸塞州衛生局加以充分之研究，至今仍在進行中。

在美國，關於排污工程，經有才能之工程師研究後，而有顯著之進步，約在十九世紀之最後二十餘年，彼時所造成者爲芝加哥，布盧克林及其他大城市之排污系統，其結果均詳載於文件報告，或書本中。

約在 1880 年，排污法之成爲分立制度在美國極爲著稱，而由已故窩埃林上校竭力擁護此法，同時在美姆斐斯之污水渠，即用分立制度造成，其結果頗爲完美，蓋將荼毒該城之流行疾病，遽告終止，且在小城市，亦得採用排污法矣。現今污水渠已成爲極普通

而在近代生活中不可缺之要素，雖在居民 2,000 或較此更少之村鎮，亦有建造之者。

因現今污水渠之用途日廣，雖在小城市亦多用之，故關於污物之處理，遂成爲極重要之事，而其發展亦無止境。在此範圍內，尚有若干須待發明之事，即其應根據之原理，亦未充分確立，不若污水渠本身之建造及養護，則已漸臻完善。

3. 排污法及排水法之重要並其價值 建設衛生工程之重要及其價值，似不必誇大言之。每一城市之康健，全繫乎此。讀者僅需注意近世流行病之敘述，在姆美菲斯及新奧雷安斯之黃熱病，在漢堡之霍亂，或當傷寒症突發之時，如衛生工程師之訪問美國城鎮，當信聖經所云「人類願爲其生命而捨棄一切」之語。衛生工程師雖未必能防阻每一種流行病，但其能救出千萬人之處於惡劣生活之下則無疑。

雖意想之條件尙未能充分求得，但因改善衛生而完成之任務實已不少。某著名衛生工程師，曾根據確切之統計，而作下述之約估。在 1885 年時，大英帝國每年由改善衛生而更生者約十萬人，免去疾病者約二百萬人，而全人口則僅三千萬。若以救活生命計其金錢上之價值，及因未罹疾病而免枉費光陰所省之金錢，其價值之大，殆不可以數計。

由多數個別之城市所得統計，可知因有改善衛生之建設，而死亡率大減，因此對於社會少受之損失儘足抵償建設之全部用費。即喪葬及疾病等費用之可省者，亦已成一大數。

關於此點，可云純潔之給水，與優良之排污法，同樣重要，且不