

1822



大學叢書

淨水工程學

顧康樂著

商務印書館發行

大學叢書

淨水工程學

顧康樂著

國立交通大學叢書之一

商務印書館發行

◆(63112平)

大學叢書
淨水工程學

著作者 顧康樂

發行者 商務印書館

上海河南路二二號

印刷者 商務印書館

發行所 商務印書館

上海及各地

★版權所有★

1937年4月初版
1950年11月3版
基價14元

目 錄

第一章 天然水之性質	1
1. 定義	1
2. 雨雪水之性質	2
3. 地面水之性質	2
4. 流動水之性質	3
5. 攔積水之性質	4
6. 潛水之性質	6
7. 淺井水及泉水之性質	8
8. 深井水之性質	10
9. 貯藏之效應	10
10. 抽升及分配之效應	11
11. 水源之衛生調查	12
第二章 水之分析	13
12. 檢驗之目的及方法	13
13. 理化的檢驗之試料採取	14
14. 化學的檢驗之目的	14
15. 結果之表明	14

16. 溫度及色度	15
17. 渾濁度	16
18. 臭及味	18
19. 氮	19
20. 耗氧量	20
21. 固質	20
22. 硬度	21
23. 鹼度	21
24. 氫游子濃度	23
25. 氯化物	27
26. 游離氯	28
27. 鐵及錳	28
28. 溶解氧及二氧化碳	28
29. 鑲質分析	29
30. 細菌	30
31. 細菌的檢驗之目標	31
32. 細菌檢驗之試料採取	31
33. 細菌檢驗之方法	32
34. 細菌總計數	32
35. 大腸菌類	33
36. 結果之表明	34
37. 顯微鏡的檢驗之目的	35

38. 試料及檢驗方法.....	85
39. 微生物之分類.....	86
第三章 給水與疾病傳播.....	39
40. 給水與疾病.....	39
41. 公共飲水具.....	39
42. 特種「水致」疾病.....	40
43. 傷寒.....	41
44. 傷寒流行病之特性.....	41
45. 水致傷寒流行病實錄.....	42
46. 改善水質與減少傷寒.....	45
47. 赤痢及霍亂.....	47
48. 水致的霍亂流行病實錄.....	47
49. 脾脫疽及喉腫症.....	48
50. 傳染病菌之活力.....	49
51. 傷寒菌之活力.....	50
52. 霍亂菌之活力.....	51
53. 脾脫疽菌之活力.....	51
第四章 水之淨化.....	52
54. 淨化之目的.....	52
55. 淨化方法之梗概.....	53
56. 淨化方法之發展與擇用.....	54
第五章 沈澱及凝集.....	56

57. 懸游物質.....	56
58. 人工沈澱之限度.....	56
59. 單純沈澱之作用.....	57
60. 單純沈澱所需之時間.....	57
61. 沈澱之細菌的效率.....	59
62. 凝集劑之應用.....	60
63. 明礬之凝集作用.....	63
64. 硫酸亞鐵之凝集作用.....	64
65. 其他凝集劑.....	65
66. 化學品之需要分量.....	65
67. 凝集沈澱之時間及效率.....	66
68. 沈澱槽.....	70
69. 沈澱槽之個數及大小.....	70
70. 槽之形狀.....	71
71. 引入與引出之佈置.....	72
72. 沈渣之除去.....	74
73. 沈澱槽實例.....	76
第六章 慢砂濾池之設計及運用.....	79
74. 砂濾池之種類.....	79
75. 過濾之理論.....	80
76. 過濾之細菌的效率.....	81
77. 濾率.....	82

78. 濾池之容量,個數,及大小.....	83
79. 濾池之一般建築.....	85
80. 覆蓋濾池之需要.....	86
81. 濾砂.....	88
82. 砂層中之摩擦.....	91
83. 砂床之深度.....	91
84. 濾池上之水深.....	92
85. 排水系統.....	93
86. 排水系統內之水頭損失.....	94
87. 引入管.....	98
88. 引出管及水頭調整器.....	99
89. 各管之佈置.....	101
90. 清水池.....	103
91. 清通濾池.....	104
92. 服務時期.....	105
93. 洗砂.....	105
94. 實驗室控制.....	108
95. 慢砂濾之初步處理.....	109
第七章 快砂濾池之設計及運用.....	110
96. 概說.....	110
97. 快砂濾池廠之各部.....	111
98. 快砂過濾之結果.....	112

99.	設計之步驟.....	113
100.	濾池間.....	119
101.	化學品溶液之製法及保藏.....	121
102.	濕餽設備.....	122
103.	乾餽機器.....	124
104.	混和設備.....	125
105.	阻隔混和槽之設計.....	128
106.	凝集槽.....	129
107.	水位之控制.....	131
108.	濾池.....	131
109.	洗水溝槽.....	134
110.	過濾之材料.....	140
111.	暗渠排水系統.....	141
112.	空氣分配.....	145
113.	濾池箱之深.....	145
114.	濾池運用中之水頭損失.....	147
115.	濾率之控制.....	148
116.	管廊.....	151
117.	濾池之洗滌.....	153
118.	洗水之供給及容量.....	154
119.	運用槽.....	156
120.	水頭損失計.....	158

121. 清水池.....	159
122. 壓濾機及漂砂濾機.....	162
123. 淨水廠記錄.....	162
第八章 其他淨化方法.....	166
124. 概說.....	166
125. 殺菌法.....	166
126. 氯化法.....	167
127. 氯之供給與施用.....	167
128. 氯之用量.....	170
129. 水之臭及味.....	172
130. 氯化之方式.....	173
131. 過氯化及消氯化.....	174
132. 氨氯化.....	175
133. 活動性碳之應用.....	177
134. 臭氧化.....	178
135. 紫外綫.....	178
136. 微生物之去除.....	178
137. 曝氣法.....	181
138. 除鐵.....	184
139. 除錳.....	185
140. 水之軟化.....	186
141. 軟化水廠實例.....	189

142. 沸石軟水器.....	191
143. 碳酸化法.....	192
144. 汽鍋用水.....	192
145. 特殊濾池.....	194
146. 家用濾器.....	195
增編及習題.....	199

淨水工程學

第一章 天然水之性質

1. 定義 (a) 玷污 (pollution) 爲水中引入某種物質至若干數量，致水體或河川中趨於發生妨礙之外觀或臭。(b) 染污 (contamination) 爲水中引入細菌或其他極物質，致其趨於不適家戶之用。(c) 染毒 (infection) 爲水中引入細菌性疾病之芽胚。(d) 適用水 (potable water) 爲水中不含妨礙之玷污，染污，染毒，或有害礦質者。換言之，即適用於家戶消費之水也。

由上述定義當知玷污之水可爲非染污或染毒者。染污之水爲玷污者，但非必爲染毒者。染毒之水每包含玷污與染污二者。地面流瀉之水或數種工業廢水可致成玷污而非染污之水。溝渠污水洩注於水體內致成染污或竟染毒。

水之硬度 (hardness) 過高，可影響其適用性，但無妨其衛生性質，故不謂之玷污。或時水中溶解鉛，鋅，及鐵等類金屬。含鉛之水雖不多見，且其量極微，常飲之有集積而成慢性中毒者。鐵質過多則洗衣附生銹點，飲之嘗味欠佳，並於配水管 (distributing pipe) 內生長鐵菌 (iron bac-

teria)。

2. 雨雪水之性質 宇宙間之天然水無化學的純粹者。且純粹之水不適於一般用途，飲水之含適當鹽質者，恆較蒸餾水為可口。天空之雲霧凝成雨，雪，霜，露，或雹，而下降地面時，常因吸收多量雜質，塵埃，煤煙，及其他燃燒之產物而致玷污；空氣中原有氣體如氮，氧，二氧化碳，氨及各種酸類亦均被雨水吸收若干。雨水含礦質極少，故為軟水。

雨水吸收空氣中細菌為數甚多。歇氏 (Hill) 試得每公撮空氣可含細菌 5,000 以上，經十二時降雨後可減至 50 以下。考細菌來源都自乾燥地土飄浮生存於空氣中。

雨水因與地面土壤接觸而成玷污，染污，或染毒之水，復於流經土壤或岩石之際，吸收多量溶解性之礦質；設地面溢瀉之水流洩河川，則溝渠污水或工業廢水加注其間，設此水滲透於泥土中，則玷污減輕而礦質增加。故水流路徑與水質之關係至切。

3. 地面水之性質 地土表面之有機物藉細菌之助力以進行分解及腐敗作用，每公撮泥土常含細菌多至數百萬。但此數在地面下減少甚速，五至十呎下幾無細菌蹤跡。人類居住之地較荒野或森林之區，含藏細菌尤多。是故地面水之未被細菌玷污者，鮮矣。

地形影響於水之性質至巨。坡度陡，水流速；當暴雨傾盆，地面剝蝕既大，水之玷污激增。若地土情形相同，則平緩坡度促成多量雨水滲透而為潛水 (ground water 亦曰地下水)，水之衛生性質得以改進，惟礦質含量隨亦增多。

地質狀況每使水質變更。石灰岩增加水之硬度。鐵錳之屬溶解於水，

致生妨害。又如砂層流域之水清，泥土流域之水濁。

流域間之草水對水質之影響，利害互見。森林地區含藏水量甚多。乾旱時期源源供給於河川，使流量調勻，水質清冽。卑溼之地，水藻繁殖，此間水源往往有色有臭，不適於飲料之用。

水中受住家污水之傾注，其衛生性質漸轉惡化，尤以患病人之糞溺為最危險，故先經處理方法之污水始可宣泄於汲取公共給水之河川。

4. 流動水之性質 地面水可分為流動 (flowing) 與攔積 (impounded) 二種。流動水挾帶多量之懸游物 (suspended matter) 故與攔積水之外觀迥異。當暴雨時期，河水所含自地面沖下之泥土甚多，其間細菌之數量至為可驚。

河水中之有機及無機雜質，藉自行淨化作用使之淘汰，此種作用之進行程度，關係於河水之流量率，河底及河岸之性狀，懸游物之多寡等項。解釋自行淨化之因素可分為二類：(1) 外形的清淨，如稀釋 (dilution) 及沈澱 (sedimentation)；(2) 細菌之滅亡，如日光，生機競爭，及不適宜食料等。

稀釋乃少量污水傾注於流動之河水中，成淡薄之混合水。河水流量之比率尤大，則稀釋程度尤著。沈澱亦可除去或減少玷污水中所含之細菌，一因有機體之比量較大而漸行下沉；一因被水中懸游泥粒附結下降。在河流速率減低之處，沈澱作用進行最力。

日光具有殺菌能力，科學家研究結果，謂混濁之河水所獲日光之功效至微。河水中之有機體，除細菌外，種類繁多。細菌為微生物之食料，微生物又為小魚之食料。弱肉強食，相互併吞，水中之低級有機物漸形

減少。大腸菌及傷寒菌在玷污水中滅亡最速，豈非生機競爭之影響乎？

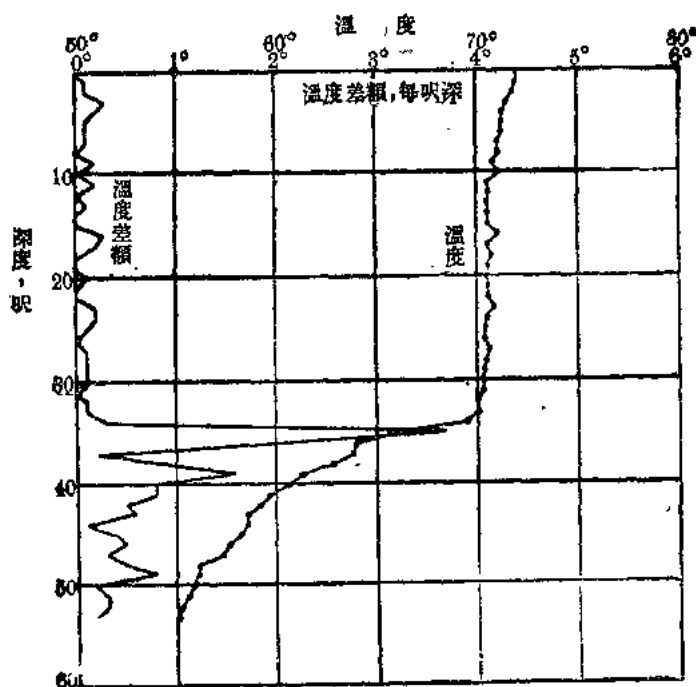
流動水之浪花飛濺，增進空氣接觸，謂之曝氣（aeration）。曝氣之功效在供給多量之溶解氧（dissolved oxygen）於水，溶解氧為有機物變化至安定狀態時所需要之元素。化學沈澱作用，能使含鐵質及酸類之流動水、於經過石灰岩區域時發生變化。酸類與石灰中和，成石灰鹽類而將水中鐵質隨之沈澱。數種工業廢水洩注於河川，可有殺菌能力。

據上所述，河川之自行淨化無時或息。試問玷污或染污之河水，流行至幾何距離，或若干時間，始可消滅其所含之細菌？此題殊難應答，沉病原菌存留於水之生命久暫，猶乏確切研究，雖經自行淨化之各項作用，何能保證衛生性質之安全！要之，凡河水之流域在居人地區者若非施行人工淨化，不得直接供給於消費者。

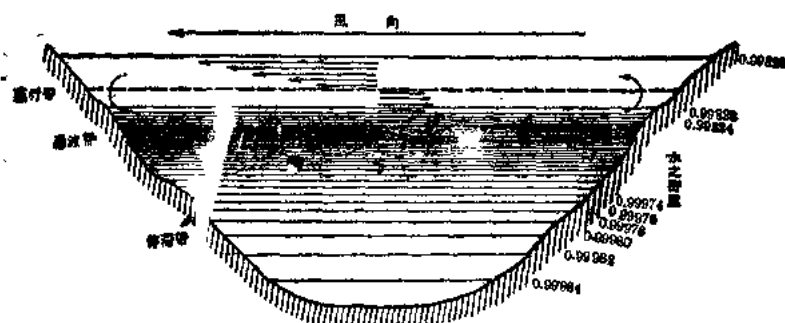
5. 攔積水之性質 攔積水自行淨化之作用較流動水尤甚。除極細黏土外，攔積水中之普通懸游物不能久時浮行，且與地土接觸之範圍既小，所遭外界染污之機會亦鮮。湖泊水之染污部分初僅限於岸周，繼受風力鼓蕩，傳播遂廣。

水之最大密度在攝氏 4 度。湖水各層之溫度及重量參差不一，故在某種溫度情形之下，有豎向水溜，使上下水層混和。溫帶區域之湖泊，當冬夏二季均無豎向水溜，是謂停滯時期（period of stagnation）。每二個時期之間有『倒轉』（overturning）一次。春季氣候初暖至冰點以上，湖水上層因密度增大而較重，上水下沈，或底水上升乃生豎向水溜。秋季之水面漸漸冷卻，全部湖水幾至均勻之溫度。及至深秋，溫度低降，表面之水復因密度增加而下沈，加以風力影響，遂作第二次倒轉或混和。

淺湖及小水池之水，除冬季冰凍外，頗有豎向之倒轉。惟蓄水池深度超過20呎左右者，可有停滯現象。在極深之湖，每有停滯水層，此處常保持其較高密度時之溫度。第一圖示1913年8月美國舒快湖(Squam)之溫度紀錄。上下水層之間有薄層，其溫度變遷甚速。此層名曰過渡帶(transition zone 或 “thermocline”)。過渡帶之位置及溫度之變化率，隨湖之深度，風之強度，及上下層之水溫度而異。第二圖示風力誘致湖內各深度之平向水溜。過渡帶之上為運行帶(circulation zone)其下為停滯帶(stagnation zone)。運行帶之水受風力影響而平向移動，更藉對流作用而豎向流行。



第一圖 湖水之溫度記錄



第二圖 風力誘致湖內水溜

第三圖示湖水中溫度及溶解氣體之變遷。正月間湖水深淺各層之二氧化碳，溶解氧，及溫度均各相同。因夏季之溫度升高及有機物生長繁多，湖水下層之溶解氧減少而二氧化碳增加。

處一般情形下，湖水含細菌數量較河水為少。若水中多藻類(Algae)蕃殖，則於腐死之後，供給有機體生活所需之多量有機物。此時之細菌（非病原菌）數量自必激增。此類下等植物之生長，雖無慮疾病之媒介，然對於水質之變遷與氣味之發生，影響殊巨。

至湖水結冰後之性質，經科學家證明，其中有機體死亡百分之60至90。但數種病原菌，如傷寒菌，能於冰內維持數十日而不滅。通常以冬季清水之冰保藏至明夏，可供安全飲用。

6. 潛水之性質 地質之情形影響潛水性質甚巨，尤以水中礦物含量之加增為最。水之硬度由碳酸鹽，氯化物，及硫酸鹽所致成，而以鈣與鎂之化合物為主要。若干礦物因水中含二氧化碳及弱性有機酸而被溶解。水中原含之溶解氧常在地土中被溶解之有機物所耗盡，故潛水缺乏溶解氧之含量。