

給水工程學

王壽寶編

商務印書館發行

給 水 工 程 學

王 壽 寶 編

商 務 印 書 館 發 行

一九三七年二月初版
一九四九年十二月三版

◆(62113)

給水工程學一冊

基價拾肆元

印刷地點外另加運費

版 翻
權 印
所 必
有 究

編纂者 王壽寶

發行人 陳懋解
上海河南中路

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館
各地

(本書校對者 徐昌懋 王養吾)

弁 言

年來國內自來水事業之進步，一如其他建設事業，大有突飛猛晉之勢；蓋世界各國，對於人類生命之保障，與年俱增。保障者，就大概而言，不外求衣食住行之清潔衛生舒適安全而已。然非有優良之用水何以使衣服得清潔；非有純淨之水質，何以使飲食合衛生；非有充份之水源，何以使居住獲安全；非有沿途給水，何以使行旅感舒適；是水實爲衣食住行實現理想化之淵藪。而一地有可靠之供水足資應用，則居民生命之保障，可謂已解決其大部矣。此年來自來水事業發達之迅速，所以一日千里也。

作者本歷年在杭州之江大學及上海國立同濟大學任教時所搜集之教材，乘本年暑假之暇，從而彙編，乃成斯冊；另闢第九章爲計算舉例，使讀者得領略村鎮城市水管網規劃之大要，每例各分成若干計算部份及計算步驟，除應用公式而外，更附有圖表，各項水管之直徑，不難一檢而得，可以省時不少，全書脫稿，祇以時間匆促，疎漏謬誤之處，在所不免，尙希讀者有以指正，俾成適用之教本，因而提倡改善我國國民之生活，以謀大多數人之福利，庶與歐美諸國人民，共享共榮，作者有厚望焉。

中華民國二十五年孔子誕辰

王壽寶識於國立同濟大學

目 錄

第一章	概論	1
第二章	水之需要量	10
第一節	用水量	10
第二節	用水量之參差度	20
第三節	人口	25
第三章	水之來源	29
第一節	水之分類	29
第二節	雨量	31
第三節	蒸發及滲透	35
第四節	河水流量	41
第五節	地下水流量	44
第四章	水質	51
第一節	水質概論	51
第二節	物理試驗	54
第三節	化學試驗	59
第四節	細菌試驗	66

第五節	顯微鏡試驗	68
第六節	考察水源衛生	69
第七節	飲水清潔標準	70
第五章	工程概論	78
第六章	聚水工程	81
第一節	地面水之收聚	81
第二節	地下水之收聚	125
第七章	滌水工程	175
第一節	引言	175
第二節	沉澱法	177
第三節	沙濾法	191
第四節	其他滌水設備	215
第八章	配水工程	223
第一節	輸水管	223
第二節	輸水道	232
第三節	升高水位	252
第四節	配水池	257
第五節	水管系統	271
第六節	水管計算	291

第九章 水管網計算舉例	299
(一) 簡單水管網	299
(二) 鄉村水管網	300
(三) 應用地下水爲水源之小城市水管網	306
(四) 大城市水管網	318
(五) 工廠進水管	324
第十章 上海各水廠及各大廈自備自來水 設置概況	326
(一) 上海閘北自來水廠概況	326
(二) 上海內地自來水廠概況	329
(三) 英商上海自來水廠概況	332
(四) 上海國際大飯店自來水設備概況	334
附錄	339
(一) 中德譯名表	339
(二) 標準制與英美制換算表	346

給水工程學

第一章 概論

孟子曰，民非水火，不能生活，信哉斯言，此水之所以爲維持人類生存上不可或缺之物，其重要性僅次於養氣而已，故大城市中，如無優良并充份之水源足資供給者，則其城市即不能成立，必也。給水問題解決而後，城市庶可有發展之希望。蓋水之爲用，除作飲料供洗濯，以增進市民之健康而外，更可爲消防之用，以維護社會之安寧，減少市民之損失，效莫大焉，且一城市工商業之興替恆隨其人口密度之增減爲轉移，而工商業用水，亦殊浩繁，必賴有充份水源之供給，方足助長其發展，此城市之與水源，大有休戚相關之勢，古代沿河設市，意在此耳。

自古取水之法極簡，大抵取源於江河溪泉，以及人造之池井，在諸古國中，此類古井，至今猶見於中國埃及及巴勒斯坦等地，其中更有若干井，迄今仍屬沿用者，如在曼卡 (Mekka) 其剎 (Gizch) 坦朋 (Theben) 等地，及開羅之月賽夫井 (Josefsbrunnen) 培倫海及耶路撒冷間之達維特井 (Davidbrunnen) 皆是也，就中以埃及開羅之月賽夫井，最爲著名，其井穿鑿岩石層有 297

呎之深，井分上下二層。上層井孔爲 18×24 呎，深 165 呎，下層爲 9×15 呎，深 130 呎，吸水用桶，以鏈系之，諸古國中，如希臘敘利亞，波斯印度等，皆有此種古井之設置，惟向推我國所掘之井爲最深，有 1500 呎以上之深度，其技術之精良，已足與近世普通鑿井法相比美，尙考我國書篇有云「穿地取水，伯益造之，因井爲市」，或曰井爲黃帝所作，堯時耕田而食，鑿井而飲，可見國人講究鑿井之術，其由來焉已久，當遠在公歷紀元前二千年之上矣，除鑿井而外，猶有設池瀦水，以作水源者，從考古家之研究，知古代不僅在大城市，即中等及小城市中，亦有公共給水之制度。希臘埃及，倡行於先，羅馬波羅拿，繼之於後，亦有蓄水爲灌溉之用者，在埃及敘利亞印度等地，有大規模設置，如埃及之曼列斯湖 (Maeris)，佔地約三萬英方畝，印度之馬特拉司省，當英人佔領時，曾發現五萬餘個。爲灌溉用之蓄水池，就中若干，無疑爲古代所遺之工程也。

然古代公衆給水制度中規模之大，設備之良，固無一足與羅馬時代之羅馬城相媲美，是城於紀元前 312 年以前之水源，大都取諸梯勃河 (Tiber)，嗣後以人口日衆，水質日劣，乃不得不捨近就遠，另覓新水源，由新水源以達城市，建造極長之引水渠，沿途逢山鑿洞，遇谷架橋，其第一水渠，在紀元前 312 年造成。長約十餘英里，名曰阿寬阿披亞 (Aqua Appia) 爲紀念建造人而命

名，第二水渠，在紀元前 270 年完成，長約四十英里，就中有 1080 呎，係架拱橋而成，其他諸水渠，相繼落成，而通至羅馬城者。共有九條，其末次完成者，名曰阿紐啞諾夫斯 (Anio Novus)，約在紀元前 52 年完成，未幾水量又感不足，於是更添造水渠五條，於紀元後 305 年一併完成，是時通達羅馬城之水渠，計共十四條，總長爲 359 英里，橋拱總長爲 50 英里，其工程之偉大，殊足令後人見之，贊嘆不止也，（按給水工程，俗稱自來水工程，亦稱上水道工程，以別排洩污水設備之爲下水道工程，以下從俗悉稱自來水）。

觀上所述，知自來水之正式起源，當推羅馬時代，惟當時取用引水之管，皆以樹身中空爲之，迨後漸改爲鉛管，陶管，石渠，自打水機發明，英國乃於一五八二年，就倫敦橋下，設機汲水，德法等國。亦相繼興辦，及至蒸氣機發明，而自來水廠，爲之大興，近五十年來，則機械日精，工程日進，同時沙濾殺菌等清水方法，日新月異，時至今日，因城市之安全，生命之保障，需要更切，故自來水之設備，在歐美具二千人口以上之鄉村即有之矣。

按我國歷史，其最初有自來水之地，當推旅順，時在遜清光緒五年，惟當時設置非爲民用而爲軍用，嘗埋六吋徑管，長二萬二千四百公尺，北引八里莊龍引泉水，以供駐防海軍之用，未幾

上海開埠，英人組設上海自來水公司，供給英法兩租界外僑之用。時在光緒八年，嗣後光緒二十二年，法租界工部局自辦水廠，華人亦自辦內地自來水廠，光緒二十七年，俄人租借遼東半島，闢大連灣爲商港，設管引馬蘭河水，以供飲料，同年天津中外人士，聯合組設濟安自來水公司，專供華租界之用，光緒三十一年，德人租借青島，鑿井爲泉，改良飲料，創今青島市辦自來水廠之基。同時有廣州增步水廠，繼起者爲漢口既濟水廠，汕頭自來水廠，及日人於光緒三十三年先後創辦撫順，遼陽，沙河口之自來水廠，至宣統二年，時北平爲首都，因創北京自來水廠，而兩江總督張人駿，亦首議上海開北水電廠，同時日方亦經營長春安東之水廠，以擴充其移民政策，辛亥革命後，以國事紛擾，各地興辦自來水之趨勢，忽告停頓，直至民國九年，始有雲南昆明水廠，而天津英租界工部局，亦自辦水廠，無何國民政府統治全國，銳意建設，內政部鑒於自來水事業之亟應提倡，乃於十七年九月制定自來水規程十九條，旋內政部衛生司擴充爲衛生部，於十八年四月，復公佈興辦自來水辦法二條，以示提倡，於是各地之相繼興辦者有廈門、南京、杭州、鎮江、南昌、吉林、浦東等處，舊水廠之大加整頓者有上海內地自來水廠，漢口既濟水廠及廣州增步水廠，可謂中國給水事業之復興時期矣，茲根據中國建設所載，列全國自來水狀況比較表如下，藉知梗概。

全國自來水狀況比較表

名	稱	創辦者	成立年期	資	本	水	源	每日供水量 (以萬加倫計)	用水戶數
旅	順	官	光緒五年	日金	569,000元	龍眼寺溝及 大孤山		30.86	2,833
上海	自來水公司	商	光緒八年	英金	1,164,000元	黃浦江		4,500.00	
大	連	官	光緒二十七年	日金	7,210,000元	馬蘭河		226.80	2,9618
上海內地	自來水公司	商	光緒二十八年		300萬元	黃浦江		1,000.00	16,374
天津	濟安自來水公司	商	光緒二十九年		420萬元	西河		360.00	3,500
青島	自來水廠	官	光緒三十一年		460萬元	井水		286.00	5,200
廣州	增步水廠	官商	光緒三十一年		270萬元	珠江		1,600.00	40,000
漢口	既濟水電廠	商	光緒三十二年		500萬元	旁襄河		1,200.00	20,700
上海法商	水電公司	商	光緒三十三年		75,000,000佛郎	黃浦江		800.00	5,200

汕頭自來水公司	商	光緒三十三年	1,000,000元	梅溪	30.00	3,000以上
南滿鐵路株式會社	商	光緒三十三年			893.10	27,725
玉川水道株式會社	商	光緒三十三年	日金 10,065,000元		343.24	32,515
上海開北水電公司	商	宣統二年	3,610,000元	黃浦江	700.00	22,775
北京自來水有限公司	商	宣統二年	5,000,000元	境孫河	267.00	7,700
雲南昆明自來水公司	官商	民國九年	300,000元	翠湖九龍池	26.46	
天津英工部局水道處	官	民國十年		井水	174.00	1,931
廈門自來水股份有限公司	商	民國十五年	1,500,000元	雨水,山水	50.00	1,500
鎮江自來水股份有限公司	商	民國十五年	100,000元	長江	93.60	1,234
吉林省城水廠	官	民國十八年	1,560,000元	松花江	50.00	
杭州市自來水廠	官商	民國十九年	2,500,000元	貼沙河	40.00	
南京市自來水廠	官	民國二十二年	4,000,000元	長江	10,000 m ³	

夫自來水之功用，不特使居民得清潔之水質，以增進人類之健康已也，他如作消防之用，以減少火災之損失，得可靠之水源，以免除旱災之痛苦，其於謀全城市之安全，生命財產之保障，國民經濟之富庶，均有莫大之關係焉，茲舉奧京維也納市歷年人口死亡統計以證之。

維也納市之死亡統計

1871	33.14%	
1872	35.46%	
1873	34.97%	
1874	29.90%	第一泉水自來水渠告成（建造於 1869 至 1873）
1880	28.40%	
1890	21.90%	
1900	20.06%	
1910	16.55%	第二泉水自來水渠告成（建造於 1900 至 1910）
1913	15.26%	
1914	15.50%	
1915	17.60%	
1916	17.00%	} 歐戰

1917	20.40 %
1918	22.50 %
1920	19.79 %
1922	14.74 %
1925	13.00 %

由一八九二年至一九〇二年，在此十年間，爲未有自來水時代之現象，再由一九〇二年至一九一二年，此十年爲已有自來水之時期，其死亡率之減少如下，

1892 至 1902 21.26 %

1902 至 1912 18.00 %

— 3.26 %

於每年每千人中，可減少三二六人之死亡，以全市一，八九六，七〇〇人口計，則每年可減少死亡人口之數如下。

$$1,896,700 \times 3.26 = 61,730 \text{ 人}$$

每十年減少死亡人口數爲六一，七三〇人。依病院統計，每三十四病人中死其一，則減少病者之數爲

$$61,730 \times 34 = 2,098,820 \text{ 人}$$

再病者住院平均二十日，其減少住病院之日數爲

$$2,098,820 \times 20 = 41,976,400 \text{ 日}$$

再病者醫治費以每日三克洛納計（奧幣），病者工資，以每

日三克郎納計，並假定三份之一病者有職業，則於十年間，減少荒費之錢財爲

$$41,976,400 \times 3 \times \frac{1}{3} + 41,976,400 \times 3 = 167,000,000 \text{ 克洛納}$$

納

按此一萬六千七百萬克洛納，適足抵償第一第二兩泉水自來水渠之全部建築費用，單以死亡率而論，於十年間，已足還本，他如火災之減少，當不在小，即以近地杭州言之，民十八官巷口大火，焚毀數百戶，損失五六百萬元，而該地嗣後成立之自來水設備費用，當未及其半數，可知自來水事業，於人民社會國家，關係至重，不可或忽也。

第二章 水之需要量

第一節 用水量

(一)引言 籌劃給水廠時所首當注意者，厥爲需水之量，欲定一城市需水之量，爲事匪易，因一地有一地之特性，不能逕取他國或他市所有者得而應用之，即使作爲參考，亦應擇其性之相似者，及給水廠之設置久遠者，并已有下水道之設置者爲宜，必如是方可到達用水安定之時期。不特此也，給水廠一切新設置各應分別其性質，在 20 年至 40 年內，足資應用，毋需添補，否則新廠落成未久，出水量已感缺乏，將何以應付人口之增加，遂致枝節橫生，益露捉襟見肘之態，故曰規劃給水工程，非具有遠大之眼光，與充份之學識者不爲功。

(二)用水量 用水量普通以全城市通年每人每日用水若干 (Spezifischer Wasserverbrauch) 在英美制以加倫爲單位，即 gal/capita/dag，在萬國制以公升爲單位，即 liter/Kopf/Tag 每一美制加倫，約合三·七八五公升，此項用水量，各地均不一律。其所以參差之故，不外(1)凡城市大而戶口密者，全市居戶勢非全恃自來水不可，則每人每日用水量必大，反之，則用水量小。