

115890

哈尔滨工业大学讲义

給水管網

(給水工程第一分册)

給水排水教研室
顏 虎 編

1957

前 言

本講義系根據蘇聯專家、技術科學付博士、付教授阿·馬·莫爾加索夫 (A. M. Мордясов) 同志于 1954 年在哈爾濱工業大學給研究生講課時的教材，編者的講稿，蘇聯給水工程教本和其他有關參考文獻編寫而成。

給水工程包括給水管網、取水建築、給水處理與工業給水四部分，其中給水處理和工業給水已于 1956 年先後出版外，取水建築亦予定于 1957 年付印。本講義共分給水工程總論，給水管網及其輸水管，以及水壓與水量調節構造物等三篇。給水工程總論中敘述了各種給水系統、用水的特點與標準和給水系統中各構造物之間的關係，為設計給水工程的各种構造物打下基礎。在給水管網及其輸水管部分中，對給水管網的設計及計算討論得較為詳細，對於管網的敷設只作與設計有關的一般介紹，在管網維護方面介紹了較為重要的技術性問題。水壓與水量調節構造物部分對水塔、水池及氣壓設備等闡述較詳。因此，本講義可達到使學者對上述構造物進行設計的目的。

本講義主要取材於蘇聯先進技術，同時盡量補充我國已有的資料。目前，有關的中文參考書籍尚少，故編者認為難懂之處，均詳加解釋。因此，本講義除可作高等學校給水排水專業學生學習給水管網時的參考外，亦可供工礦企業中本專業技術人員自學時的參考。

編寫本講義時，曾獲得阿·馬·莫爾加索夫的鼓勵與幫助，謹在此致以衷心的感謝。本講義承李圭白、王倫和董輔祥等同志細心校閱，並承重慶土建學院雷教務長與建委潘竹同同志對緒論提出了不少寶貴的意見，在編寫過程中還獲得哈爾濱工業大學給水排水教研室全體同志的關懷和協助，謹在此致以謝忱。

顧 虎

1957. 1 于哈工大

目 录

緒 論	1
-----------	---

第一篇 給水工程总論

第一章 給水系統

§ 1. 給水系統及其分类.....	7
§ 2. 居民区給水系統佈置圖.....	8
§ 3. 工業給水系統佈置圖.....	10
§ 4. 鐵路給水系統佈置圖.....	11

第二章 用水量及其標準

§ 5. 用水种类和用水量标准.....	11
§ 6. 生活飲用用水量标准.....	12
§ 7. 生產用水量标准.....	14
§ 8. 消防用水量标准.....	19

第三章 用水量的變化及給水系統的工作情况

§ 9. 用水量的變化.....	21
§10. 用水量曲線.....	23
§11. 給水系統在平常时的工作情况.....	25
§12. 給水系統在消防时的工作情况.....	29
§13. 对置水櫃給水系統的工作情况.....	32
§14. 決定水塔中水箱及清水池的調節容量.....	34

第二篇 給水管網及其輸水管

A. 給水管網及其輸水管的設計与計算

第四章 給水管網的設計与計算

§15. 給水管網的作用与要求.....	38
§16. 給水管網中管線的分类及在定線时的要求.....	38
§17. 給水管網的种类及其比較.....	40
§18. 途洩流量.....	41
§19. 粘点流量.....	44
§20. 給水管段管徑的求定.....	48
§21. 給水管段水头損失的求定.....	50
§22. 枝狀管網的水力計算法.....	58
§23. 环狀管網水力計算的基本定則.....	61
§24. 环狀管網的水力計算法.....	64

§25.	多水櫃（指調節用的水塔或水池）給水管網的計算	77
§26.	計算環狀管網的機械方法（電模擬法）	78
第五章 輸水管的設計與計算		
§27.	輸水管在給水系統中的任務	79
§28.	离心式水泵、輸水管和水塔在工作中的相互關係	80
§29.	輸水管發生事故時、前置水櫃給水系統的流量保證係數	81
§30.	輸水管發生事故時、前置水櫃給水系統的流量保證係數	87
§31.	輸水管數目的決定	88
第六章 給水管網及其輸水管的技術經濟計算		
§32.	給水管網技術經濟計算的任務	90
§33.	給水管網及其有關構建物的建築費用	90
§34.	給水管網在使用和維護期間的經常費用	93
§35.	給水管網費用分析式	94
§36.	環狀管網和枝狀管網的經濟管徑計算	96
§37.	極限流量	115
§38.	折算流量	118
第七章 分區給水		
§39.	分區給水在技術上的依據	119
§40.	分區給水在經濟上的依據	121
§41.	管網在工作中各種能量的分析	122
§42.	能量曲線	124
§43.	影響能量利用係數之因素的分析	125
§44.	分區給水系統的種類及其佈置	128
§45.	分區給水對浪費能量的降低	129
§46.	地形條件對選擇分區給水的影響	130
§47.	分區給水在平常時的設計要點	132
§48.	分區給水在消防時的設計要點	135
B. 給水管網及其輸水管的敷設與維護		
第八章 水管的材料及其配件		
§49.	鑄鐵管	137
§50.	鑄鐵管的接頭	140
§51.	鋼管	144
§52.	鋼管的防銹	145
§53.	石棉水泥管	148
§54.	鋼筋混凝土管	149
§55.	竹木管	150
§56.	各種材料的水管之比較	152
§57.	水管的埋設位置	153

§58. 水管敷設后的水压試驗与消毒.....	154
第九章 管網上的附件與構築物	
§59. 閘門.....	156
§60. 取水栓.....	158
§61. 消火栓.....	159
§62. 逆止閘与保安閘.....	161
§63. 通氣閘与放水口.....	163
§64. 給水管網的結点細部圖.....	164
§65. 窰井.....	165
§66. 支座.....	167
§67. 管線穿過鐵路和公路时的措施.....	169
§68. 管線通过河谷的措施.....	170
第十章 給水管網的維護	
§69. 管線的檢查与修復.....	173
§70. 管線的清洗与疏通.....	176

第三篇 水压与水量調节構築物

第十一章 水塔	
§71. 压力水塔的建造及其設備.....	181
§72. 水塔中的水箱.....	183
§73. 塔身的种类.....	186
§74. 压力儲水立罐.....	192
第十二章 高位水池與清水池	
§75. 水池的种类.....	193
§76. 水池的附屬設備.....	196
§77. 土塘.....	198
第十三章 氣壓設備	
§78. 變压气壓設備.....	200
§79. 定压气壓設備.....	201
§80. 几种不同型式的氣壓設備.....	202
§81. 气壓設備的計算.....	203
§82. 送水入水塔和入气壓設備所需電能的比較.....	205

緒 論

(一) 給水工程的內容及其要求

給水工程的任務是供給城市和工人村、工業企業、鐵路運輸、農業、建築工地以及軍事上的用水。它必須保證上述各類型用戶在水量、水壓和水質上的要求，同時要擔負起用水地區的消防任務。給水工程的內容是在於研究自天然水源中取集水，再按用戶對水質要求的不同而採用不同的處理方法，以及如何將水自處理地點送至各用戶。由於它的任務和內容的多样化，所以給水工程是一門複雜的而又是非常重要的技術科學之一。

按給水工程內容中不同的生產過程和特點、可分成下述具有互相密切聯繫的幾部分：取水工程是研究水源的選擇和取集天然水的正確方法及其構築物；給水處理是研究在不同的原水水質和不同用戶對水質的要求下、各種水處理的方法與構築物；給水管網是研究在經濟、安全和可靠的條件下，如何將水自處理地點輸配至各用戶；工業給水是討論給水工程應用在工業企業中的基本問題，以及某些特殊用水單位中的給水工程等。

在學習給水工程前，必須首先掌握水力學、水化學及水微生物學的專業基礎知識。合理地選擇水源不但能大大地降低取水構築物的造價及其維護費，而且能保證用戶在水量上的供應，因此給水工作者必須熟悉水文學與水文地質學。除此之外，在給水工程中經常涉及到水泵、電動機、電氣設備以及控制測量儀表。為了能靈活地運用給水工程這方面的技術知識，應具有電工學、熱工學、機械零件等廣泛的基礎知識。同時在給水工程中經常接觸到如水塔和水池這一類的、不容許有漏水的薄壁結構，以及深入地下的沉井，因此給水工程技術工作者也應該掌握工程結構（特別是鋼筋混凝土特種結構）、地基基礎和施工等方面的知識。

由於給水工程在工業企業中佔着重要的地位，為了能更好地為工業服務，給水工程技術工作者應具有一定的工業生產工藝方面的知識。同時為了解決工業在用水方面時常發生的矛盾，給水工程技術工作者應該具有關於農業灌溉方面的知識。由於帝國主義的包圍依然存在，給水工程技術工作者更應熟悉有關人民防空方面的知識。

給水工程密切地關係着人民的生活，而人民的生活條件又是給水工程設計時的決定因素之一。因此，給水工程師不但需要靈活地運用辯證唯物主義的觀點，且應熟悉當地人民的生活習慣與生活水平、有關的各種物價、地形條件、區域的劃分、工業企業的性質和佈置、近期與遠期的規劃等，才能正確地解決安全和衛生觀點與經濟觀點之間的矛盾，從而作出“適用、經濟、安全和衛生”的給水工程設計。

(二) 給水工程的重要性

水決定了生命的起源，地球上如果沒有水也就沒有生命。自古以來，人類為了生活上的需要就知道自地面水源取水飲用。科學的日益昌明，社會的逐漸發展，城市村鎮的不斷出現和擴大，以及居民的用水量隨着生活的改善而增加，個體方式的採用天然水，或由於水量上的不敷供應；或由於用人力、畜力或機械的運送上感到不便和不經濟；

或由于城市中大量污水和穢物的排入水源而影響居民的健康；或由于住宅的集中在消防上感到困難或不可能，不得不自城市以外甚至很远的地方修築渠道引水入市以供应用。自 18 世紀工業革命后，由于蒸汽机的出現，激發了給水工程也出現了革命性的變革，以压力管道的送水代替了重力渠道的引水。這一變革配合着工業革命后工業的蓬勃發展和科学技術的迅速提高等客观需要，从此給水工程不僅供人民的生活飲用需要，而且將它应用到各种工業企業和鐵路運輸企業等的技術需要上。除此而外，它也被应用到農業中以及工地上某些臨時給水的需要上。由此可見，給水工程是在社會進化的客观要求下，不斷地擴大了它的应用領域，成為今日在人民的生活福利上和社會主義建設事業上的重要環節之一。

將取自天然水源的水經過淨化和消毒，然后压送至各用戶，这样不但使居民在用水上得到便利，而且可以保證居民不受以水為傳染媒介的各种流行病（如霍亂、痢疾和傷寒等）的威脅。

現代化的給水工程不但可以防止傳染病的流行，而且可消滅各地因地水質影響居民健康的各种地方病。如天津的深井中氟的含量達 3~5 毫克/升以上，若不予以處理會使兒童的牙齒發生斑牙症；又如我國西南等地的天然水源的水中缺少碘質使居民常患甲狀腺腫；又如在東北華北等地因飲用水中無機性鐵過多，使身體內鐵質過剩而引起鐵中毒的大骨節病。

隨著工業化的迅速發展，各种工厂的建立，有时某些工業廢水的排入天然水源會引起中毒。同时，若劳动人民的敌人在水源中投入微量的毒物（如鉛、銅、鋅、砷等和某些有机物，只要每升水中含有几毫克、甚至只要含有 0.05—0.1 毫克）便會危及生命。如果沒有集中的給水工程，每每因此而招致到不幸的事故。

在城市中房屋愈集中和愈稠密，發生火警和火灾蔓延的可能性就愈大，因此城市的發展帶來了消防上的困難。当帝國主義及其走狗存在的今天，城市（尤其是位于沿海的城市）的消防是一个非常嚴重的問題之一。現代化的給水工程由于能够保證任何地区在消防時所需的水压和水量，以及能及時地將火灾予以扑滅。所以，就消防的意义上而言，它在城市或工業企業的建設中具有極其重要的地位。

給水事業不但在居民的生活中佔着很重要的地位，而且它对于工業企業也起着決定性的作用。現代化的工業企業为了生產上的需要和改善工人的劳动条件，須使用大量的水。在各种工業企業中、給水的水質在相当程度上决定了該企業的成品之質量与成本，有时甚至因給水問題而影響厂址的選擇。

除了上述給水工程在工業企業中所起的直接作用而外，在首先發展工業的前提下，新城市 and 工人村往往是隨工業發展而出現的，因此，給水工業在居民生活中所起的作用就包涵着為工業服務的間接意义。祖國正向着社會主義社會邁進，各种規模巨大之工業企業亟待建立，給水工程也就提高到它應具有的重要地位。

按照工業企業的性質之不同，所需的水也就擔負了各种不同的使命：有冷却开動着的機器和設備（如蒸汽輪機、煉鐵爐等）的冷却用水，有供給鍋爐的鍋爐用水，有供沖洗材料与制成品的用水（如紡織工業），有供运送材料、半成品、成品或廢品的用水（如造紙工業的运送紙漿、火电站的水力排灰等），有作为制成品的原料之一的用水（如釀

酒工業，食品工業等），有改善勞動條件的用水（如降低車間溫度和洗滌車間空氣等）。

工業企業多半是給水工程中最大的用水單位。在我國“關於發展國民經濟的第二個五年計劃的建議”中，各種工業產值、尤其是有關重工業方面的產值之迅速增長，也正意味着給水工程担负着極其重大的使命。必須知道：配制 1 噸混凝土需水 0.5~1.5 噸，製造 1 噸硝酸需水 90~250 噸，製造 1 噸報紙需水 200~250 噸，製造一輛輕便汽車需水 300 噸，熱電站中每 1000 瓦小時的火力發電量需水 300~500 噸，製造 1 噸人造纖維需水 1200~1700 噸；如果按照用水量來折算的話，年產鋼鐵 150 萬噸的冶金工廠的每日用水量為 100 萬噸，然而 100 萬人口的城市之每日用水量（以每人每日 100 升計）也不過是 10 萬噸。

在石油的勘探和提煉工作中也不能缺少水。例如，為大規模勘探石油作好準備條件，柴達木盆地已于 1956 年建成管線長達 130 多公里的、巨大的輸水管網。它不但通過戈壁灘，還要翻越高達 200 多米的山脊。在未修成以前，僅某一探區所需的水量就需用幾十輛汽車來裝運。

工業企業不但要求巨大的用水量，而且對它的供水條件與水質也有嚴格的要求。某些工業企業中的供水突然中斷，常能釀成巨大的事故。因此在工業企業的設計中，常有用水量級數的規定，以便滿足其必需保證的用水量。不合要求的水質，往往引起設備的損壞、管道的堵塞、燃料的耗費以及生產廢品和發生火災等種種事故。

為了配合工業的發展，在社會主義建設事業中，交通運輸事業也必需得到相應的發展，在這裡給水工程同樣地佔着非常重要的地位。在鐵路和公路的修築時期，給水工程技術工作者必須準備筑路工人的生活用水，尤其重要的是筑路機器的用水。同時沿線有無水源，其水質與水量是否合乎要求，往往影響線路的選擇。例如在集二線的修築期間，因為缺乏水，有時機器不能轉動；混凝土不能攪拌和養護；工人們也煮不了飯，喝不上水。為了得到必須的用水，用汽車在沙漠里往返 80 多里來運水，而且每因汽車拋錨而供水得不到保證。溫度大的水不但增加所需的燃料、洗滌的次數，從而降低了它的效率，而且將會縮短機車的壽命。由於它們載運着旅客，所以也需要大量的生活用水。其他如車站和機車廠等處也需要用水。輪船雖然是在水上行駛，特別是往來於外洋的海輪，必須在啓程前裝載足夠數量的生活用水及鍋爐用水。

現在，我國的農業、手工業和資本主義工商業的社會主義改造取得了決定性的勝利，全國的農戶已經有 96% 以上參加了合作社。給水事業將和其他的公用事業一樣，必須突破城市和工業的范疇而應用到農村中去，這就對給水工程技術工作者提出了又一件巨大的新的任務。

由於水是保證工業企業、交通運輸業和農業等正常工作和維持居民日常生活的重要公用設施之一，所以在以往的戰爭中證明，城市中的給水系統一方面是敵人戰略轟炸的目標，另一方面又是保證上述用戶的用水和及時消除空襲而釀成的損失。

綜上所述，可知給水工程在發展國民經濟中、在提高人民的物質文化生活上、在衛生和安全的防護上都具有重大的意義。在我國 12 年科學發展規劃中，對給水工程技術工作者、也提出了關於經濟有效地解決選擇水源和處理水質等一系列的光榮任務。

(三) 給水工程的發展簡史

有史以來，給水工程就已經是人們注意的對象了。埃及、巴比倫、亞細利亞和巴勒斯坦等古老的國家，在存在初期就已感到給水工程的必要了。約五千年以前，尼羅河流域的農民就以挖溝、建造堤壩等方法進行灌溉事業。古代埃及人初次建造了一個叫馬里湖的人工水庫，其水面積達12000公頃。給水事業在古代埃及的軍事方面也得到了很大的注意。如紀元前1313年在賽基第1的法老王軍隊出發以前，首先恢復破壞了的水井，並且派遣了先頭部隊去保護水井。

古代希臘的給水管道和灌溉管道也得到了相當的發展。紀元前700年在薩馬斯建有長為1295米寬為2.46米的地下水道。

古羅馬在給水工程方面也有極大的成就。如在公元98—117年的年代里，在羅馬計有9個以上的給水管道，總長為443公里，其中的49.5公里是高達32米的橋式管道和2.4公里是地下管道。這些管道的水量達到了每日950000立方米。公元310年，在羅馬已建有34個管道、15個浴池和856個公共游泳池。

由於古羅馬修建管道經驗的傳播，直至今日在意大利、希臘、西班牙、法國、匈牙利甚至德國仍留有橋式管道的遺跡。

從16世紀起，在英國和法國最早使用水泵，從此給水事業得到了蓬勃的發展。

17世紀為了供應凡爾賽宮的需要，借227台水泵連續三次抽升，將每日2800立方米的水量送到162米的高地上。當時還有大理石的水池和噴水池，而且修建了鑄鐵管網。在1664年第一次採用鉛管管網。

從16世紀末開始，在倫敦用鉛管敷設了第一條家用管道，在1613年曾用木管敷設室外給水管道。

在18世紀發明了蒸汽水泵後，19世紀在倫敦出現了第一個慢濾池和在美國出現了第一個快濾池。

偉大的十月社會主義革命後，給水工程在蘇聯得到了極其巨大的發展。從1917年到1947年中，在蘇聯有給水管道的城市從215個增加到466個，城市給水管道的總長度增加了兩倍，水的輸送量也增加了6倍。

優越的社會主義制度提高了人民的物質文化生活，僅以蘇聯革命前後用水量的增長數字就能說明這一真理。革命前有給水工程的城市居民，每人每日用水量為15—20升，而現在增加到50—210升，象莫斯科這樣的大城市甚至達到了600升。

近年來蘇聯的給水工程技術工作者，對給水工程這一門科學作出了卓越的貢獻。如双向濾池、澄清池和接觸澄清池等新的處理構建物的發明以及區域給水系統的發展和採用等，使給水工程得到了新的發展方向。

(四) 我國在給水工程上的狀況和成就

我國民族具有四、五千年的悠久歷史。在給水事業上也有過不少的貢獻，其中最重要之一是鑿井技術。古書有云“鑿井而飲，耕田而食”，由此可知大約早在四、五千年以前我國就已掌握了鑿井取用地下水的辦法。遠在漢代以前，如四川的火井和鹽井就是人

民利用竹木繩力、硬木棒和鐵帽鉗頭，以轆轤司升降的鑿井方法開鑿的。同時，這種用人工開鑿的井的深度超過 500 米，創造了驚人的紀錄。宋朝（公元 778 年前後）李泌在現在的杭州開了六口井，深穿暗溝引西湖的水供居民飲用，以減少當時民間的傳染病，所以在一千多年以前，我國便有引用湖水的取水構筑物了。

在給水事業上另一巨大的貢獻是在一千多年前我國人民就使用了以明礬澄清水質的方法，這一方法現在還深入各城市 and 鄉村。在現代化的淨水工程中，使用明礬來加速水中懸浮雜質的沉澱，至今仍為一種主要的淨水方法之一。

除此而外，對於抽水設備我國古代也有不少獨特的創造。除最簡單的轆轤外，尚有至今還在農村中普遍採用的龍骨水車（古名連珠鎖）和龍尾車。在動力的利用方面也知道風力、水力和獸力等的使用。很古以前，我國南方各省的農村就採用了竹管為引水的材料。

我國古代不但已將給水事業廣泛地應用在人民的飲用和灌溉上，而且應用在軍事上。古代的軍事學家孫臏在孫子兵法中提出了給水在軍事上的重要性。在三國時代的連年征戰中，就不止一次的因為水源問題而取得或失去戰機。

從我國古代對給水事業所作的貢獻來看，我國民族具有高度創造性的智慧。但是幾千年來受著封建制度的窒息，給水工程和其他工程一樣長久地停滯不前。

近百年來，隨著帝國主義的入侵，給水事業多被帝國主義者利用為剝削我國勞動人民的工具之一。清光緒 5 年（1879 年）軍閥李鴻章為了操練海軍在旅順建立自來水廠。光緒 8 年，英帝國主義者在上海建立自來水廠。直到清末（1903—1910 年）天津、青島、廣州、漢口、汕頭和北京等城市也先後修建了給水工程。從那時起到 1949 年年底為止，全國有給水工程的城市僅 76 個，而且其中許多是操縱在帝國主義者的手中。

解放以前，上述城市的給水事業是為帝國主義和反動階級服務的。它的供水對象是外國僑民和一小部分官僚買辦階級，絕大多數的我國勞動人民却得不到給水事業所帶來的享受。從青島市 1933 年的用水量統計數字中就可以看出這種情況，歐美僑民為 180 升/人·日，日本僑民為 135 升/人·日，而我國居民只有 26 升/人·日。又如在上海雖然有 6 個水廠之多，但其供水區域只局限在所謂繁榮的、吸吮著我國人民血汗的租界地區，而人口稠密的、勞動人民聚居的四郊却得不到清潔的自來水。據統計，當時使用自來水的人口只佔全市人口的 20~25%。

解放後，國家雖然處在艱巨的經濟恢復和建設時期，由於黨和政府對勞動人民的關懷，在給水事業方面仍舊給予了極大注意。迄至 1955 年底，設有給水工程的城市增加到 102 個以上；北京市使用自來水的居民比解放前的 30% 以下增加到 80~90%；天津市使用自來水的居民比數也接近到 100%；上海市敷設了環市干線，這樣不但結束了帝國主義侵略時期的割據局面，也保證了用水的供應，更重要的是，從此四郊的勞動人民可以得到價廉物美而且使用便利的自來水，從而改善了他們在生活上的衛生條件；又如在 1950 年北京門頭溝水廠的建立，僅能以價格低廉的、而且水質有保證的自來水代替了價格昂貴的、煉鐵的礦井水。

數年來，由於規模巨大的工業企業不斷地建立，新型的工業城市迅速地增加，給水事業也得到了空前的發展。如西安、洛陽、鄭州、新鄉、無錫等許多城市和工礦區新建了

給水工程，規模巨大的蘭州、包頭、武漢、郝家川、太原等地的給水工程也正在興建。舊有給水工程的城市，如上海、北京、天津等也在不斷地改建和擴建中，在這些城市里，設立了許多公共給水站，擴大了它的供水範圍，在水質和水壓方面也不斷地得到了改進。

由於社會主義社會的優越性，黨和政府的關懷，給水工程在我國已取得了不少的成就。兩年來有關部門先後擬訂了和頒佈了各項項准，召開了全國性的給水排水設計和維護經驗交流會議。明確了首先採用地下水為水源的方針，這樣為國家節約了大量資金。按包頭（不包括包鋼）、西安、洛陽、鞏縣等四個城市的初步估算，由於改用了以地下水為水源、節約的投資將達1億元。在蘇聯的幫助下，在高濁度的黃河上修建規模空前的蘭州、郝家川和包頭等三處水廠。在蘭州正在修建直徑達100米的輻射式沉澱池和機械除泥設備。在郝家川正在修建面積達3~4公頃的圓式沉澱池，並且採用了浮動式的機械除泥設備。在技術改進方面有上海自來水公司首先採用石棉水泥接頭，並且實施了統一調度管理制度；天津自來水公司的硫酸亞鐵及水玻璃代替明礬，提高了水的處理效果，從而降低了水的處理成本。最近在天津和武漢等地所作關於雙向濾池的改建及試驗工作中也取得了一定的成績。就維護上所獲得的成就而言，如廣州市給水管網的滲水率自1949年的70%降底至1956年的3.11%，全國各地的給水管網的平均滲水量也降底到10%左右，大大地減小了浪費，降底了成本。又如北京自來水公司關於建立民主管理公用水站，對普及勞動人民的用水和降低用水費起了一定的作用。

為了配合給水事業的迅速發展，在城市建設工程部中設有若干個專業性的給水排水設計院和科學研究所，其他如建築工程部、煤礦工業部、冶金工業部等也設有類似的設計機構與研究機構。許多高等工業學校添設了給水排水專業，成批地培養着未來的給水排水工程師。

第一篇 給水工程總論

第一章 給水系統

§1. 給水系統及其分類

城市或工業企業的給水系統應該保證從自水源取水及將其淨化到符合于用戶（用水戶）的要求程度后，送至用水地區。為此，給水工程應由下列各構造物綜合而成：

1. 取水構造物——自天然水源進行取水的構造物；
2. 升水構造物（抽水站）——利用這種構造物將水經管線送至自來水廠、水庫或用戶；
3. 淨水構造物——將水源的原水，經過处理后使其水質符合于用戶要求的構造物；
4. 水塔及蓄水池——為收集、儲備及調節水量與水壓之用的構造物；
5. 輸水管與配水管網——原水經過处理后借助于這些管道輸送至用戶。

由于給水系統所服務的对象之不同，可分城市給水、工業給水、鐵路給水、農業給水和區域給水等。

區域給水系統在經濟上有着極其重要的意义。它是以一个給水系統供應若干個用水量很大的、具有完全不同用途的用戶，如居民區、工業企業、火車站和農場等。用統一的給水系統來供應許多用戶的用水是具有極大的优点的，它能降低給水系統的造價，因為統一的給水系統的建造費用比諸建立許多為不同用戶單獨服務的給水系統的費用要便宜得多。雖然區域給水系統能合理、正確和經濟地解決給水工程中的重要問題，但在資本主義國家里，由于土地和工業企業等生產資料的私有制，使得這種合作存在着很大的困難；而只有在社會主義國家里這種系統才有廣闊的發展前途。

按給水系統的作用言，可將其分為生活飲用給水系統、生產給水系統與消防給水系統。

生活飲用給水系統是用來送水以供居民和工業企業中工人在生活飲用上和衛生上的需要；生產給水系統是建立在工業企業中以供生產用水的需要；消防給水系統是為了保證輸送撲滅火災所需要的水量。

為了滿足上述諸要求可建立一個給水系統，也可以同時建立幾個不同的給水系統。在城市中多半是建立一個供應居民生活飲用與消防需要的聯合給水系統。這種給水系統也可能同時供應工人在工業企業中的生活飲用水、以及城市中某些需要與飲用水質相同的工廠（如飲料廠、釀造廠等）之生產用水。

消防給水系統不是經常工作的，所以當它與其他給水系統聯合時，就需要在消防過程中加強給水系統的工作。

有許多工廠（如亞麻廠、紡織廠和印染廠等）的廠址雖然設在市區內，但由于它們

在生產上所要求的水質与生活飲用水的水質有所不同，它們需要建立独立的生產給水系統，或由城市管網中取水后再加以局部处理。对于某些用水量不大的工業企業，在不宜建造專用的給水系統時，其所需的生產用水可由城市中生活飲用給水系統來供应。

在工業企業中可以建造一个給水系統，也可以建造兩個給水系統分別供应工藝過程的需要与劳动者在生活飲用上的需要。在這種情況下，多半是以生活飲用給水系統來担負消防的任务，但有的时候也可以由技術上用的生產用水給水系統來担負。只有当消防給水系統与生活飲用給水系統（或與生產給水系統）聯合在一起不經濟時，才允許建造独立的消防給水系統。

§ 2. 居民區給水系統佈置圖

前已言及，給水系統是由不同的構筑物組合而成的，但它們之間的相互位置可以有很大的不同。这里首先介紹給水系統的一般佈置圖（見圖 1）。这种佈置一般用于居民生活飲用的給水系統中。取自水源的原水借取水構筑物 1 來收集，通过第一抽水站 2a 中的水泵被送入淨水構筑物 3 中進行处理，处理后的清水流入清水池 4，然后再通过第二抽水站 2b 中的水泵將水經輸水管 5 送入配水管網 6 而分配到各用水地点去。

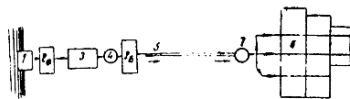


圖 1 給水系統一般佈置圖

根据地区的自然条件、用戶的性質、水源的种类和經濟方面的問題等，給水系統的佈置可有很大的變化。其中以所采用的水源之特点，水量、水質及其与用戶間的距离等对給水工程的布置影響最大。

水源的性質影響整个給水工程的布置。在給水工程中、水源有地面水和地下水兩種。地面水包括河水、湖水、池沼水、有的甚至包括海水；而地下水有土壤水、深層水和泉水。取水構筑物的型式隨水源的不同而異。当采用地面水为水源時，取水構筑物有时为很複雜的水工結構物。当采用地下水为水源時，又是以井（大井与管井）、集水渠和泉室为取水構筑物。

以給水水源的性質和用戶对水質的要求相比較，就能決定是否需要处理、及其处理的程度和方法。在滿足居民生活用水時，其水質首先应符合衛生上的要求。也就是說这种水对健康无妨害，不含病菌，水質透明，无臭味。以地下水为水源的水一般不難獲得这样的水質，所以可不經過处理就送到用戶。在苏联一般采用深層的地下水作为水源。不透水層致甚多的深井水多含礦物鹽，能用于医療。在莫斯科有深達十二層不透水層下的深井專作医療之用。但以含鉛、氟、砷等礦物質过多的地下水作水源時，必須处理或另选其他水源。地面水、尤其是河水通常易受地面污水的污染，水質渾濁，含有大量細菌，所以不能滿足衛生的要求。以此为水源供給居民作生活用水時，就必须予先進行处

理。在工業給水中同樣是按照水源水質與用戶對水質的要求來考慮是否需要進行處理。例如鍋爐用水不能直接使用硬水，即不能使用含有大量鈣鹽（CaO）和鎂鹽（MgO）的水。因此，含有很高硬度的地下水，除非予先軟化，否則不能作為鍋爐用水的水源。對高壓鍋爐用水言，即使是使用河水，一般也需經過處理。含有鐵質的地下水除非經過處理，不宜用於紡織、造紙和洗染工業。對於上述工業以外的其他工業給水，通常毋須予先處理即可應用，或在某些情況下，只需經過澄清即可使用。

如上所述，當水不需要處理時，給水工程就可大大地簡化，不但可以省去淨水構造物，而且可以省去與其有關的清水池和第二抽水站。如圖 2 所示即為取集井水作為生活飲用水源的居民區給水系統。其中符號與圖 1 相同。

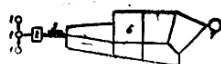


圖 2 不需要處理的給水系統佈置圖

水源水量的多寡對系統的佈置是具有很大的影響的。當現代化城市和工業企業用水量巨大時，天然水源能供給的水量可能是不夠的。如果河流在一年中枯水時期不能供應必須的水量時，就需作蓄水池，以便在洪水時期的水量來補充枯水時期水量的不足。有時水庫需考慮到多年的調節作用，其必須調節的水量積蓄可達數年之久。我國長春、大連等地就是以水庫作為給水水源的。

有時以若干個水源來同時供應需大量用水的用水地區。如北京就是由四、五處不同郊區的地下水作為給水水源。上海也是由好幾個水廠來供水，這樣，輸水管由各方引入市區。除此以外，我們還時常碰到地下水和地面水同時作為給水水源的情況。如天津除大部分取用御河、西河之水為水源外，市內尚有深井來補充其水量的不足。這樣，給水系統的佈置就更形複雜。

在缺水區域有時要從數十公里甚至數百公里以外的水源引水。如香港因所蓄雨水不夠用，以長達 2000 多米、管徑 300 毫米的輸水管經海底自九龍取水。在巴黎，4 條輸水管之中就有長達 173 公里者。

地形對給水工程的佈置也有很大的影響。當給水水源為山地的泉水，其地勢高出供水區域甚多時，可用重力流送水，這樣，就毋需再建造抽水站。在廈門就是採用這種形式。如果高差過大時，必需設置減壓水櫃或減壓閘門來防止水管的破裂。

如地形許可，不受洪水威脅時，為了經濟起見，水廠應盡量靠近水源，這時為了節省建築材料和管理上的方便起見，如圖 3 所示（所註符號與圖 1 同），將第一、第二抽水站合併修建。

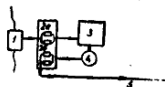


圖 3 第一、第二抽水站合併式給水系統佈置圖

當水源附近地區甚低而常受洪水威脅時，淨水構造物、清水池和第二抽水站就不得不遠離水源而靠近城市。

當供水區域的地形高低相差懸殊時，必需按地勢高低分為若干區域，分別建立輸水管與配水管網。

水塔多設置在用水地區的高處和靠近用水量大的用戶。按照用水地區地形的不同和

該地區人文狀況的不同可將水塔設置在管网的前部、后部或其中間任何地點。

§ 3. 工業給水系統佈置圖

各種工業給水系統佈置圖可能有很大的不同，然而其規劃原則與前述居民區生活飲用的給水系統相同。一般來說，工業企業的給水系統是由若干個供應所需水壓與水質不同的企業的給水系統所組成，這些給水系統本身可能是簡單的，但它們的組合卻非常複雜。

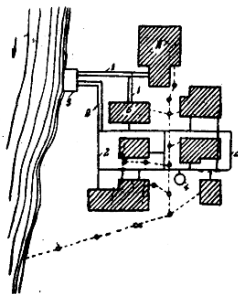


圖 4 直流水工業給水系統佈置圖

圖 4 系一直流式工業給水系統佈置圖，其特點在於它由兩個不同壓力的配水管網所組成，壓力較低的水經低壓管網 1 送入車間 A 和 B，壓力較高的水經高壓管網 2 送入其餘的車間。為兩個給水管網服務的總抽水站 3 與取水構造物相連，其中設有高壓與低壓兩組水泵。當低壓用水量大於高壓時，在經濟上不宜以高壓輸送全部用水量，或者當所需用水的低壓車間（如車間 A 與 B）距第一抽水站甚近時，應採用高壓與低壓管網分建的給水系統。

在生產過程中用過的廢水經排水管网（圖中虛線所示）流入河流水體，這種給水系統叫做直流水給水系統。

有些被工業企業所使用過的廢水沒有受到污染，而只是增加了溫度。或者污染得不厲害，象冷卻生產設備和冷凝蒸氣等的廢水。這時，如果水源的水量不敷生產用水的需要時，

或者當水源過遠或水質不易淨化等原因而使水費用過高時，就必須考慮將用過的廢水經冷卻後重新送到原來用水的設備中去循環使用。這樣只需要從水源中補充少量的所謂新鮮水，作為抵償循環過程中所損耗的水量。該項水量約佔總用水量的 3~5%。這種系統叫做循環式工業給水系統（如圖 5 所示）。

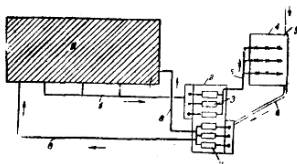


圖 5 循環式工業給水系統佈置圖

如圖所示，車間 A 使用過的熱廢水，沿管線 1 以重力流流向抽水站 2 的吸水井。該站中之水泵 3 將水自吸水井經管線 5 送入冷卻構造物 4（噴射冷卻池或冷卻塔）進行冷卻。冷卻後的水再經管 6 流向抽水站，由該站中另一組水泵 7 將水經管線 8 送回車間 A 重複使用。

需要補充的新鮮水沿管線 9 送入冷卻構造物，有時也可直接流入水泵 7 的吸水井中，然後與冷卻過的熱廢水同時送入車間。

有時，循環式給水系統中的廢水，不僅需要冷卻，而且需要進行一些淨化措施，以除去在使用過程中挾帶的、但易于清除的雜質。

关于循环式给水系统的详细论述见本讲义第四分册工业给水部分。

§ 4. 铁路给水系统布置图

铁路给水是保证铁路不间断工作的重要因素之一。它的主要任务是供应机车的用水。给机车以合乎要求的水质优良之水，可以延长机车在相邻两次修理中的运行期，减少机车所耗费的燃料，从而降低其维护费用。铁路给水系统除了供应上述用水外，它还供应车站上不同企业（如机务段、修配工厂等）的用水、车站附近工人村的居民与客车车厢的生活饮用水和车站及其附近建筑物的消防用水。

按照供水方式的不同，铁路给水可分复合式、分立式和半分立式三种。复合式铁路给水系统是以一个给水系统供应生活饮用水、生产用水和消防用水。分立式铁路给水系统是以两个独立的给水系统分别供应生活饮用水与生产用水。半分立式铁路给水系统是以其中某些构筑物共同负担生活饮用水和生产用水，而其他构筑物却以独立形式分别负担生活饮用水和生产用水。

关于铁路给水系统中各构筑物的布置原则与上述居民区给水系统相同，是取决于水源的性质、用水区地形和所需用水的水质等。

当铁路通过少水区域时，可以建造沿着铁路线的所谓“沿线路给水系统”。在这个系统中的各车站都以与铁路大致平行的管线连接之。给水系统的主要构筑物都集中在有充沛水源的车站里，它不但供应本车站用水，而且还供应系统中其他车站的用水。

铁路给水系统的详细讨论，见本讲义第四分册工业给水部分。

第二章 用水量及其标准

§ 5. 用水种类和用水量标准

在设计给水工程时，首先应决定其所需供给的水量，因为组成给水系统之每项构筑物的大小都是由所供给的水量来决定的。给水系统中的用户不同，其用水种类亦有所不同，但这些用水大致可归纳成下列三种类型：

1. 生活饮用水——这种用水包括家庭用水、公共事业用水（如浴室、洗衣房和医院等）和工人在工厂中进行生产时的生活用水。此外还包括洒洒街道、场地、绿化地区及工厂中道路的用水；

2. 生产用水——在工厂、运输、动力和农业上为了生产或技术的目的所需要的用水即为生产用水。如生产蒸气、冷却用水、凝结蒸气用水、各种工厂在生产过程中的用水以及冲洗原料与制成品的用水；

3. 消防用水——不论在居民区还是在工业区，当发生火警时所需扑灭火灾的用水。

除上述各种用水外，还有给水系统中各构筑物本身所需的用水（如冲洗罐池、取水构筑物与配水管网等的冲洗用水）。

由于在不同的条件下用户的用水量有很大的差异，因此在设计新建和改建的给水工程时，应按国家颁布实行的用水量标准选取各种用水量。目前我国尚未正式规定用水量标准，设计时可参照苏联的现行规范，结合我国的具体情况决定。最近城市建设工程局公用事业管理局已经拟定了“工业企业和居住区外部给水工程规范（草案）”，该规范在未经正式批准前亦可供设计时的参考（见附录 I）。

§6. 生活饮用用水量标准

影响生活饮用用水量的主要因素之一、应为当地人民的文化生活水平与该地区福利设施的完善程度，尤其是当建有下水道后，人民用水方便时将促使用水量的增加。新建的水厂多以居民用水龙头的数目来计算水费，这样用水量亦将增加，但是当水厂新建成时，室内上下水道不可能完全建成，居民用水依靠街道上的取水栓供给时，用水量就会减少。当用水区的房屋卫生设备逐渐完善与普遍时，用户因用水的方便而致使用水量有所增加。同时，当水厂整修或改建后，水质较为清洁、水量较为充沛，用水量亦有上升的趋势。有时水厂因供水不足需要而采用间断供水办法以期弥补水量的不足时，如使用不当，很可能因居民盲目蓄水而增加用水量。水价的高低对用水量的大小也有很大的影响。

各地区生活饮用用水量的大小均有所不同：位于南方的城市因气候炎热而用水量较大，而北方的城市则相反。即使在同一地区其用水量也会因季节的不同而回異，夏季用水量较大而冬季较小。

给水管网中压力的高低与管网在设计时质量的好坏等将影响到给水管网漏水量的多寡，进而影响到水厂供水量的增减。但是在苏联给水工程的设计中并不计算这项水量，而且在其现行的用水量规范中也未加以考虑。

在苏联由于人民福利事业的成长和房屋卫生设备的改善，生活饮用用水量不断地增长。在十月革命以前，许多有给水工程的城市的生活饮用用水量是每人每日 15~20 升，可是现在已经是 50~210 升以上了。因此，作为给水工程设计依据的用水量标准并不是一成不变的，而是按照居民实际用水量的增长而不断地进行修订。苏联部长会议国家建设委员会批准的，从 1955 年 1 月 1 日起执行的建筑法规中系按照房屋卫生设备的完善程度来规定每人每日的用水量（表 1）。

表 1 所列标准的上限数字适用于苏联的南方城市，下限数字适用于其北方城市。所列用水量包括了居民日常生活饮用所需要的用水量（如饮用、烹调、洗衣、擦地板和洗器皿等），而且也包括了公共事业的用水量（见表 2），但是其中却不包括工业企业中工人的生活饮用水与取自城市管网中的工业的生产用水。

在苏联个别大城市的用水量都另行规定，例如莫斯科的给水工程在改建设计中，于每人每日的用水量标准为 100 升，其中 100 升为供给从城市管网中取水的工业企业。游艺地的用水量标准一般也较高，按每位休养者需水 250~400 公升计算。

表 2 所列数字为个别用户的用水量标准。当表中所列用户之用水量应个别考虑时，或将其共用当作某集中流量而校核邻近管段的过水能力时，可用该表中之数值。