

高等學校交流講義

給水工程

上 冊

清 華 大 學

陶葆楷, 李頌琛, 朱慶寅編

(內部交流 * 僅供參考)

中央人民政府高等教育部教材編審處

給 水 工 程

書號(8007)

上 冊

新華書店華東總分店總經理

商務印書館上海廠印刷

一九五四年八月上海第一次印刷

印數 1—2,270

字數 211,000

定價 羊 13.000

給水工程講義目錄

頁次

引言	1-10
1. 給水工程是工程之一	1
2. 給水工程在國民經濟中的作用和地位	1
3. 給水工程的主要消費者及基本條件	2
4. 中國在給水工程技術方面的貢獻和解放前後給水事業的情況	5
5. 蘇聯在給水工程上的成就	8
I 給水工程概論及用水量	11-47
第一章 給水工程概論	11
1. 給水工程內容及主要部份	11
2. 給水系統	11
3. 給水系統和水源的關係	12
4. 工業企業給水的循環系統	15
第二章 用水量	16
1. 用水的類型	16
2. 用水量標準	17
3. 生活飲用水量	18
4. 工業用水量	20
5. 救火用水量	21
6. 用水量變化	23
7. 用水量峯	27
8. 用水量計祿總結	28
第三章 給水系統工作制度	29
1. 給水系統各單位在用水量上的關係	29
(一) 用水量和水塔的作用, (二) 第一升水抽水機和清水池的工作情況。	
2. 給水系統各單位在水頭上的關係	32

(一)經濟自由水頭, (二)水塔高度, (三)第二升水抽水機出水高度。

3. 救火時給水系統的工作情況	36
4. 水塔容量	39
5. 清水池容量	40
6. 用積成面求水塔調節蓄水量法	43
7. 有對置水塔給水管網的工作特殊情況	45

II 給水管網 - - - - - 48—142

第四章 給水管網的規劃和計祿 - - - - - 48

(一) 給水管網的規劃	48
1. 給水管網的基本要求	48
2. 給水管網的佈置	48
(二) 水管的設計流量	52
1. 水管供給用戶消費水的實際情況	52
2. 水管的比流量	52
3. 水管的設計流量	53
(三) 水管最經濟管徑求法	55
1. 水管的經濟管徑與流速及各種管徑的流量限度	55
2. 水管的經濟流速	56
3. 一般確定最經濟管徑公式	56
(四) 水壓損失的確定	58
1. 基本公式	58
2. 巴夫洛夫斯基公式	58
3—5 其他公式	59
6 巴夫洛夫斯基公式的應用	59
第五章 給水管網分析	62
(一) 環式管網的計祿	62
1. 環網計祿基本原則	62
2. 環網的環數, 節英數與水管數的關係	63

3. 實際上環網解法的步驟	63
4. 單環網調整的理論	63
5. 多環網的調整方法	64
6. 環網計流舉例	66
7. 環網用儀器計流的原理	68
8. 對置水塔環網的分析方法	69
(二) 樹枝式管網計流	73
(三) 輸水管分析	77
1. 離水機輸水幹管與水塔間的關係	77
2. 輸水管損壞時的流量變化	77
(四) 分區給水系統	79
1. 分區給水系統的概念	79
2. 分區給水管網計劃基本原則	81
3. 分區給水系統的選擇	84
4. 重力給水分區系統	86
第六章 水管及其安裝	87
1. 給水管網所採用的水管	87
2. 鑄鐵管	87
3. 鑄鐵管的接口方法	87
4. 鋼管	91
5. 石棉洋灰管, 鋼筋混凝土管, 木管和陶土管	94
6. 各種水管的比較	100
7. 水管的埋設深度和鋪設	103
8. 水管接裝的試驗和接收	105
第七章 給水管網裝置及建築物	122
1. 閘門	122
2. 配水龍頭	123
3. 救火龍頭	124

4. 防逆門及各種安全活門	126
5. 管網的細部佈置	127
6. 管網中的檢查井	127
7. 水管的支撐	128
8. 水管與鐵道及河道的交叉	129

III. 取水結構 143-254

第八章 地下水概論 143

1. 地下水現象	143
2. 儲水層結構	143
3. 地下水面的特性	146
4. 地下水的滲透速度	147

第九章 地下水取給方法 152

(一) 地下水集水系統	152
1. 水平的集水系統	152
2. 垂直的集水系統	152
3. 寬井集水系統	153
(二) 管井的基本構造	157
1. 管井的主要部份	157
2. 全量井和非全量井	157
3. 多層濾水管的管井結構	157
4. 管井的構造和封固	158
(三) 鑽鑿深井取水的基本方法	159
(四) 鑽鑿深井的主要設備	160
(五) 長桿衝擊鑽井機	163
(六) 繩撈衝擊鑽井機	163
(七) 旋轉鑽井法	165
(八) 淺井鑽鑿方法的特點	166
(九) 施工抽水	171

(4) 管井的濾水管	-----	172
附錄 我國人工鑽井法	-----	183
第十章 井的計祿	-----	191
1. 地下滲透速度公式	-----	191
2. 井計祿的假定	-----	191
3. 抽水時地水面的狀況	-----	192
4. 全量井的計祿	-----	192
5. 非全量井的計祿	-----	195
6. 井計祿結論	-----	196
7. 井的計祿疏量及比流量	-----	198
8. 井流量及井筒阻力計祿舉例	-----	199
第十一章 井的互阻	-----	203
1. 互阻現象	-----	203
2. 互阻的計祿方法	-----	203
3. 井的互阻計祿舉例	-----	206
第十二章 水平滲水道，寬井及泉水集水結構	-----	212
(一) 水平滲水道	-----	212
1. 水平滲水道集水系統	-----	212
2. 滲水道的計祿（全量的）	-----	212
3. 水平滲水道的結構	-----	214
(二) 寬井	-----	217
1. 寬井的構造	-----	217
2. 寬井的計祿	-----	217
3. 寬井，管井合併式	-----	218
(三) 泉水集水系統	-----	219
1. 一般要求	-----	219
2. 引泉結構基本類型	-----	219
3. 平地泉水集水結構	-----	220

4. 坡地泉水	223
---------	-----

第十三章 地面水取水結構 226

1. 引言	226
-------	-----

2. 河水取水結構地質的選擇	227
----------------	-----

3. 取水結構設備	228
-----------	-----

4. 河岸式取水結構	236
------------	-----

5. 重力式進水管取水結構	238
---------------	-----

6. 引水渠式取水結構	250
-------------	-----

7. 特殊取水結構	251
-----------	-----

給水管計麻表	255—261
--------	---------

給 水 工 程

下 冊

第十四章	蓄水庫、湖水及臨時性取水結構	263
第十四章附	水庫取水結構補充講義	276
第十五章	衛生防護地帶	289
第十六章	淨水結構的任務	294
第十七章	沉澱和混凝	301
第十八章	澄清池——懸浮分離法	329
第十九章	水的過濾	340
第二十章	水的消毒	404
	淨水站及消毒站的佈置和建築形式	415
第二十一章	水的軟化	422
第二十二章	其他水質處理法	446
	水管腐蝕問題	457
第二十三章	水塔調節蓄水池和壓氣給水法	468
第二十四章	工業給水的基本問題	488
第二十五章	循環水的冷卻建築	502
第二十六章	某些工業企業的給水	543
第二十七章	給水工程的勘測設計經營和費用	556

引 言

1. 給水工程是工程之一。

現代城市和工業企業的給水工程是很重要的問題。給水成為城市和工業必不可少的設備。雖然從全國範圍說來給水比較大部分的消費是為了生活飲用水和救火用水，但在中國工業建設過程中，工業給水要佔首要地位，而建設城市主要也是為了發展工業。

現代給水工程系統是複雜的和專門的結構，它的任務是供給潔淨的和必要的數量用水，給水工程專業的工程師必須明瞭本專業和有關的一系列的技术和訓練：

為了担负水廠的設計，建造和使用工作，必須具備關於各項專門器材設備的技术智識，例如抽水机，發動机，電氣設備，和各種調節或計量儀器的設備。

在給水工程工作裡，為了解決淨水方面的技術問題，保證水質達到要求的標準，必須具有水分析化學和微生物學方面足够的智識。

在設計和計划給水工程結構工作裡，特別是建築在水力學基礎上的給水管網計划問題，要求具有高深的水力學智識和訓練。

最後，在依照水廠計劃，實施給水工程各種結構的建造工作裡，給水工程師必須對於施工方法有很好的鍛鍊。

總之，要作一個給水和下水專業工程師，必須學習下列廣泛的，複雜的各種課程：水力學，電工學，熱工學，機械學，抽水机抽水站，水文學，水文地質學，水工結構，水分析化學，和一系列的建築技術訓練。

由此可知給水工程的基本性質是工程性質，但同時還包括了一個重要的衛生問題；所以我們對給水專業發展的根本方向，必須這樣才能很好的為城市和工業建設服務。

2. 給水工程在國民經濟中的作用和地位

(1) 作用和地位：

城市居住區和工業企業用水的供給是國民經濟建設工作任務之一

。現代城市有複雜的工業經濟組織，需要很大量的給水來維持經濟繁榮狀態和清潔衛生狀態，包括了滿足市民生活飲用，澆樹，澆花，救火等需要，自來水取用自然水源，經過必要的淨水和消毒工作，供給市民使用，這樣可以避免由水傳染的各種流水病，保障市民健康，減少死亡率。利用自來水來救火，可以保護建築物不遭受火災。或者減少火災損失。

工廠為了生產製造的需要，須使用大量的水，工業企業生產品的成本和品質在相當程度上受給水的水質，和給水的機構影響。某些工廠（如造紙，染坊等）給水問題是廠址選擇的決定因素。

在現代城市社會經濟組織系統裡包含了給水，下水，動力，運輸等等複雜的系統，要很好的解決給水問題，必須考慮各種系統互相間經濟的和技術的關係與影響，所以在經濟民居區域供水問題上要具有很多的衛生技術和經濟智識。

國民經濟建設工作規模是龐大的，範圍是廣泛的，但必須認識到給水工作是這些工作中一種首要工作，而且牽涉到各種公共設施也是很多的。

3. 給水工程的主要消費者及基本條件

(1) 主要的消費者

給水的主要消費者，包括二個方面，一方面是城市給水，另一方面是工業企業給水，此外並有鐵路運輸給水和農村經濟給水。

隨着新中國工業建設的發展，許多原有的城市和新興的工業城市都要發展起來，城市人口集中，業務集中，交通集中，為了市民各種經濟活動和日常生活的需要，為了改善城市環境衛生，預防傳染病流行，又為了消滅市區內可能發生的火災，減少火災的損失，自來水的供給成為現代城市必不可少的公共事業之一。

解放以後，全國工農經濟很快的恢復，正在飛躍的發展，人民生活普遍的提高，促進城市一天比一天的繁榮。有了水廠的城市，給水事業優先跟不上一天天增漲的要求，沒有水廠的城市，特別是一些內部的城市，正在如飢如渴需要建設自來水廠，現在有些城市正在建設

自來水廠，（如西安等市）由於工業發展，全國城市數目要增加很多。城市方面的給水消費者是為數龐大的，而現有的水廠數目又非常的少，所以國家經濟建設中給水工程的任務是很大的。而且是很急迫的。

在新中國工業建設計劃裡，要發展許多已有的工廠，要建設更多的工廠，而且不少工廠規模都十分的大，在這許多工廠裡，各種生產製造程序內部要使用自來水（如冷卻，凝結蒸汽，漂白，洗濯原料或成品）。給水設備成為工業生產必不可少之設備單位或產品製造的主要原料之一（如飲食品工業）。為了供應工人在工廠裡和家庭裡生活飲用的需要，自來水是必不可少的，這樣可以保證生產效率和改善工人生活。

新中國的城市人口正在急速的增加，在這些城市人口裡產業工人數目要佔重要的成份，為了這許多工人生產的需要，生活的需要，給水事業是非常巨大的。

給水工程在中國工業建設中的作用是非常重要的，全國各地要建立很多的工廠在建設的時候給水問題，是首先要考慮到的因素之一。從何處取水，水量是否充足，水質是否符合要求，有的大工廠，需要的水量很大，例如有一個廠子，設計用水量比北京市全市用水量還來得大。在某些重工業方面，如動力工廠，鋼鐵廠，因為規模大，所以就是一個工廠的水廠規模要比整個城市水廠規模大的多，我們認識到這裏就可以看到給水工程師在工業建設中作用是極重要的，任務是極艱鉅的。就水質方面來說，也存在了一些要求給水工程師急待解決問題，而且每地區，每種廠子，要求都可能不同：如東北地下水含鐵很多除鐵成了重大問題，西北缺水，而且含有鹽鹼，如何去除鹽鹼，是需要解決；許多動力工廠，鐵路運輸事業，需要大量的鍋爐用水，減低水質硬度成了普遍的問題，這些問題在實驗室的技術上雖都有法解決，但是是否經濟可行是關鍵問題，必須結合到實際具體情況，當地的條件，求謀適當的解決，所以在學習過程中首先要認識給水在祖國工業建設中的重要性，要求高度的技術性，問題的複雜性，掌握了基本

技術這樣才能實際解決問題。

新中國鐵道運輸事業正在以驚人的速度發展着，鐵路運輸用水主要是鐵路車站，車場，機車場，火車頭和列車，及鐵道運輸工人給水問題，這類給水消費者要遍及全國範圍內鐵路線所及的每個角落，規模是很大的，此外在靠近海運和河運碼頭的城市（如青島，廣州），船舶用水是很主要的用水戶。

新中國的農業經濟正通過農業生產合作社的形式逐步過渡到集體農莊的形式，到那時全國廣大的農村要出現很多的集體農莊，成為許多星羅棋佈的細胞式的小城，那時給水事業更突破了城市和工業的界限，像血脈一般通佈到農莊裡，發生了廣大地區的區域給水系統問題。

總之，給水的主要消費者在目前分為二方面，一是城市，二是工業，這是給水工程目前主要的服務對象，同時鐵路運輸也是城市工業給水特別用水戶的一種，在不久的將來農業經濟的給水問題就逐漸的重要起來，

(II) 給水工程主要條件：

因為給水的消費者不同，對於給水要求滿足的條件也不盡相同。在這兒要提出二個基本的共同條件：一也就是給水工作的最基本的原則：

(a) 供水可靠，保質保量：水源可靠，沒有斷水或水量不足的危險，工程結構要堅固耐用，機件設備在經濟合理原則下要有備用的單位，或萬一發生事故時各種必要措施的充分準備，必須認識城市或工業生產中間斷水或缺水是影響生產進度和正常生活的嚴重問題，如果水質不良那就更嚴重危及用者的健康和工業企業生產的效果。

(b) 經濟價廉，減低成本：水源選擇影響全部建設工程經濟，水質好壞關係淨水工程設備費用，管網大小和佈置合理經濟動力燃料消耗節約，管理工作效率提高，減少漏水率或各項浪費，利用原有設備，發揮機器設備潛力，改良工具設備，採用合理化建議，這樣就可以減低製水的成本，減低水費。

所以給水工程的基本原則是：供應可靠，物美價廉。

4. 中國給水工程技術方面的貢獻和解放前後給水事業的情況：

(I) 技術貢獻：給水問題是和人類歷史同時發生的，人類無水供給即不能生存，中國民族有三數千年的歷史，對於給水技術有不少的貢獻，最重要的是鑿井技術，古書有云：「鑿井而飲，耕田而食」。中國很早就採用鑿穿的方法，利用竹木彈力，來操縱鑽頭，如四川的火井，鹽井，始於漢代以前，利用硬木橈和鉄帽當鑽頭，轆轤司升降掘井深度至500 M上下，實足驚人，這種人類古代鑽穿最深的井應屬於祖國勞動人民偉大貢獻。又如在宋朝（公元778年前後）李泌在今杭州開了六井，深穿暗溝引西湖的水，修了六口井儲水，供居民飲用，減少了民間的傳染病，所以在一千年以前我國便有了引用湖水的給水結構工程了。

還有更偉大的貢獻，就是在千年以前，我們祖先就發明了用礬來澄清水質的方法，現在國內靠河城市農村還一直的使用這種方法。在現代給水工程淨水工作裡加礬作混凝沉澱是最新淨水工程不可缺少的程序。

給水工程中，抽水工作是很重要的，我國古代創造抽水的方法很多，除最簡單的轆轤之外，最主要的是目前國內農村可以普遍見到的龍骨車，是我國古代的發明，古名連珠鎮。其次是龍尾車，利用螺旋輪在筒內轉動而升水，在動力方面還採用了風力（風輪），水力（水車）及獸力等。

(II) 解放以後給水方面的創作：

解放以後各地水廠都實行了民主改革，提高了工人積極性和創造性，找到了很多的竅門，發現了許多的創作。例如北京自來水廠創造了電機通風減低溫度的方法，在蘇聯專家的幫助下實行了鑄鉄管用洋灰接口的方法完全成功，推廣到各地水廠，為祖國省了不少的財富。此外還創造了水池補漏的方法，1951年更創設了「無人管理的公共供水站」，解決了勞動人民居住區域的供水問題，各地設水廠紛紛採用，水

廠內的工廠，能自製各種必要的管件，能製造檢漏器，在鑿井方面，北京的鑿井隊，擁有多架的鑿井機，可以解決鑽穿深井的問題，

在河水的水源廠方面，天津水廠的各方面的創作是很突出的，例如某水源廠的大沉澱池，根本解決了水源問題，省去了一道抽水工作，在1952年又建設了完全新式的自動控制的快滷廠。他們還為新鄉設計了一個新式水廠，已正常供水，創造方面，如洗砂機，自製水表，滷池排水管打眼方法，改良水管打眼的鑲鑽都是值得提出的。他們工程師和工人與各廠家合作，設計製造了一些自動控制器材如水量表，流量控制表，水頭損失表，真空取水樣罩及水閘開門等。京津水廠配水管網的漏水率也大大的減低。在上海水廠方面也有好些貢獻，如浦東水廠試驗成功了機械和礮池，節省了許多用礮量，有些廠子都製造各種機器儀器，在水管製造方面，東北的鞍鋼，石景山鋼鐵廠都能大量供應水廠所需要的水管和另件，抽水機早已出現了國產品，正被普遍採用，天津下水抽水站大型抽水機便是本國設計本國製造的產品。

鐵道運輸方面，在蘇聯專家幫助下，結合了中國具體情況：

基本上解決了機車鍋爐用水的軟水問題，發揮了鐵路機車的效率。但是目前也還存在了一些問題首先是給水專業工程師極感缺乏，例如天津市水廠就感到有經驗的工程師補充不過來，在器材方面，1951年衛生部還提出白鐵管目前國內還不能自製的問題希望工廠能設法自製。

（四）解放前後水廠情況的對比：

以上所說是關於給水技術方面我們的貢獻和創造，如果把解放前後水廠情況作一個對比，便可看出解放後給水專業有了本質上的改變。

解放前各地水廠是為反動統治階級服務的，為帝國主義侵略經濟服務的，水廠是一種資產階級的營利事業。經營方法是官僚化，管理制度是封建制度，如北京的私營水井的水閘制度，天津的水庫剝削制度，是很突出的例子，青島市1933年統計用水情形，歐美僑民180公升/人，日，日本僑民135公升，中國人僅26公升那時水廠服務為誰很明顯的可以看出来。

解放以後，各地水廠有了基本改變，給水工作成為為人民服務，（特別是勞動人民）的公共事業，為新興的工礦服務，如北京門頭溝煤礦水廠的建設是很好的例子，其他工廠礦山也紛紛在建設水廠，解放前北京市居民用自來水的在百分之三十以下，現在有百分之八十至九十的市民用自來水。天津用自來水的也在百分之85以上。各地水廠普遍實行了民主管理制度，打倒了封建把頭制度，在業務方面都在生氣勃勃的發展。

總之給水工程在性質上應着重工程經濟問題，同時也不宜忽略了衛生問題，在服務對象上目前是以城市和工業為主，工業企業的用水為首要，解放以後我國給水事業在技術上和經營上有了很大的進步，未來發展的遠景是非常光明的，然而在國家經濟建設中所擔當的任務也是艱鉅的。

5. 蘇聯在給水工程上的成就

在偉大的十月革命以前，俄國自來水事業，發展得很慢，在19世紀裡祇有64個城市有自來水廠。到了1917年十月革命為止，共有215城市有了自來水。當時這些自來水大多數不能令人滿意，居民的用水量標準很低，水質沒有經過必要的淨化；用水戶數很少，而且大多數係由街道龍頭取水。多數城市自來水係屬私營，給水事業成為營利資料，很少關心居民的健康和便利。在沙俄的市政管理機關進行了這樣的城市經濟剝削政策。這些政策最突出的表現是：資產階級和闊人們住在設備完善的街坊裡，而工人們則住在街道泥濘，光線黑暗，沒有上下水道等設備的邊區。城市苛稅負擔則主要的加在勞動人民身上。

只有十月社會主義革命根本改變了這種不能容忍的情況，取消了資產階級和地主統治，改變了剝削人民的城市經濟，使勞動人民有充分的經營費用來組織他們在物質上和文化上日常需要的供應，

布爾什維克黨的蘇維埃政權，在第一年裡表現了對於改善居民區衛生狀況和保護水源及人民健康工作無比的關懷。在1919年3月聯共第八次代表大會，通過了黨的新計劃，提出了最近任務之一的創立衛生法律，實行保護水源和居民區健康。

在蘇維埃政權開頭十年中，基本上完成了城市經濟（包括給水事業）的恢復工作，設立水源衛生防護地帶，建造374個城市的新自來水廠。

在斯大林第一個和第二個五年計劃年代中，進行了好些重要的自來水重建工作，並新建了100以上的自來水廠。許多城市由於人口增加和居住區的擴展，每人每日用水量平均擴充到4倍。

蘇聯為了實現工業化的偉大任務，建設了許多新的工業企業，和工業區域，如冶金工廠，紡織工廠，造紙廠，汽車工廠，橡膠工廠等，這許多的工廠都要求建築巨大的和複雜的自來水通。某些工業單位的用水量超過巨大城市用水的很多倍，隨新工廠建築，跟着有工人住宅和城市的建築，所有新的居住區和新城市都有給水和下水的設備。