

城市給水排水概述

鍾淳昌 盛如南 編著

科学技術出版社

城市給水排水概述

鍾淳昌 盛如南編著



科学技術出版社

內 容 提 要

本書主要綜述一般城市給水排水工程的基本概念，扼要并着重地說明此項工程在國民經濟中的重要性以及在建設中接觸到的問題，和對於系統選擇及總體布置的若干關鍵性問題，可供一般技術人員及大專學生參考閱讀之用。

城 市 給 水 排 水 概 述

編著者 鍾淳昌 盛如南

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

上海市印刷四廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號: 15119·415

開本 787×1092 1/32 • 印張 1 7/8 • 字數 39,000

一九五六年十二月第一版

一九五六年十二月第一次印刷 • 印數 1—3,500

定價: (10) 二角八分

序 言

随着国家大规模经济建设的展开，许多新工业城市正在我国各工业基地上建立起来；原有的一些重要城市亦正配合着工业建设发展的趋势而在改建扩建。给水排水工程是城市建设中的基本建设，对于工矿企业的生产和劳动人民的生活，有极重要而密切的关系，从这一项重要设施中可以衡量出工业的生产力与生活的水平。

给水排水工程在旧中国还没有引起足够的重视，它虽然与人民日常生活有着不可分离的关系，但是一般人对这一工程的了解还不多。本书的主要目的是希望以较少的篇幅来概括地介绍城市给水排水工程的基本内容，以及进行这些工程规划和设计时的一些原则，俾便于从事城市建设者在工作上略有参考，也可给一般读者以给水排水方面的基本知识。本书主要取材于苏联的有关书籍，与作者在实际工作中的一些体会。由于作者的学术经验都感浅陋，谬误之处，一定很多，尚希读者批评指正。

本书的编写承顾康乐和周嘉民两位专家提示许多宝贵意见在此谨致谢意。

鍾淳昌 盛如南

1956年9月

目 录

一、給水排水工程在国民經济中的重要性	1
二、給水工程的主要內容	3
三、水源选择和取水工程	5
(一)水源种类	6
(二)水源选择和取水构筑物	10
(三)水源的卫生防护	16
四、淨水工程	17
(一)处理程序和淨化构筑物	17
(二)淨水厂与給水系統布置	20
五、配水工程	25
(一)管网型式	26
(二)管网布置	27
六、排水工程的主要內容	31
七、污水管道系統	34
(一)系統布置	34
(二)管道設計	37
八、污水处理厂	39
(一)污水处理厂厂址选择	40
(二)污水处理构筑物	41
(三)污水处理厂的組成	48
九、雨水管道系統	50
(一)系統布置	50
(二)明溝	51
十、管道綜合和大孔性土問題	52

一、給水排水工程在国民經济中的重要性

給水和排水工程，一般也称为上水道和下水道工程，是国民經济建設尤其是城市建設中不可缺少的一个組成部分，也就是保証工业生产和居民生活需要的必要設施。城市給水和排水工程是属于服务性的城市公用事业。

給水工程的主要目的是在于滿足城市居民的日常生活用水、工商企业的生产用水、保障安全的消防用水以及供应城市交通运输，澆洒綠地和街道等的需要。

“水”是維持人民生活 and 卫生标准的必需品，对于人类生命的重要性仅次于空气；同时給水工程是改进城市环境卫生和預防傳染疾病的一項重要設施。在沒有比較完善的供水設備的城市里，当发生流行病的时候，由于居民飲用河湖、或土井等未經淨化消毒的生水，很容易傳染和扩大流行病。历史上的事实証明，一个城市有了自来水設備，对流行病的减少，和死亡率的降低起了极大的作用。

工业企业的生产过程中大都是离不开“水”的，許多工业中如冶金、石油、造纸、紡織印染、煉焦化学以及火力发电站等都需要大量用水。一个发电 10 万千瓦的火力发电厂，每晝夜需要补充水量約 40,000 立方公尺，一个 8,000 件日产量的棉織工厂，每日耗水約需 8,500 立方公尺，一个 50 万紗錠的紡織印染联合企业，每日耗水量亦在 50,000 立方公尺以上。在重工业方面，出产每吨生鉄，用于冷却高炉和車間的水量需要 15~45 立方公尺，

而熔煉 1 吨鋼所需水量是 12~20 立方公尺，造紙工业需要更多，生产一吨新聞用紙就需要水量約 500 立方公尺。

給水工程在我国社会主义建設中的作用很大。目前全国各地正在大規模地进行第一个五年計劃的工业建設，这些建設的能否及时和提前投入生产，是与給水工程能否及时配合供水有着直接和密切的关系的。

排水工程是運輸城市中无用的液体和加以处理而使之无害于环境卫生的工程，它的目的是保証人民生活安全和工业生产的正常进行。这种无用的液体称之为污水，主要可分为下列两种：一种是工业生产和居民日常生活过程中所产生的液体和廢弃物，如工厂中的生产污水，糞便和調制食物、沐浴、洗衣等的生活污水。另一种是降落地面上的雨、雪等水。

采用下水道排除污水，可以使土壤、空气、建筑物和庭园不受污染，而且可以使建筑物内部裝置卫生設備，因而大大地改善人民的居住卫生条件。根据苏联的統計，敖得薩城在 1874 年修建下水道以后，人口死亡率就从 4% 降低到 2.1%。

用下水道排除污水，也是比較經濟的方法，根据某新建城市的工程設計，計算排除每一立方公尺的污水，經過消毒和放泄入河流的費用，只需 0.1 元。显然这是比較利用其他運輸工具（如用人力運輸垃圾），要經濟得多。

雨水，虽然比較清潔，但是在开始下降的初期，也会挾帶地面上的髒物，而且雨季的降水量往往很大，時間短而集中，如果不令其及时排泄，將造成地面积水；或是流速太快，以致影响建筑物的安全，这些都可能造成生产和生活上很大的损失。

有些工厂排出的污水，假如不加以很好的处理和运送出市外，而任其排泄在市內河道之中，將會严重地妨碍环境卫生，影

响居民健康,与妨碍河道下游的居民飲用和农田灌溉,以及漁业的要求。因此排水工程同給水工程一样标志着保障人民生活卫生的重要設施。

在偉大的社会主义建設发展中,許多新兴的工业城市正在建立起来,原有的若干大城市和重要工业城市,也随着工业建設而日益扩展;为了配合工业生产,滿足劳动人民的生活需要和保障城市的公共卫生,城市給水排水工程今后在国民經济建設中將毫无疑义地显得更加重要。

二、給水工程的主要內容

給水工程的主要內容是从天然水源取集水量,用一定的处理方法,去掉水中所含的各种雜質以符合于工业生产或生活飲用的要求,然后供应用水地区。它是一个綜合性的专业工程。在設計原理和生产管理上,涉及到很多的基本和应用科学,如水力学(設計計算給水工程),水文学及水文地質学(調查勘察水源),水工結構学(設計供水構築物),水質分析化学,細菌学及公共卫生学(掌握供水品質和卫生要求),机械工学及电工学(設計和管理水厂机械和电力設備)以及建筑艺术等等。

因为給水工程是属于服务性的,所以在設計理論上和管理运用上必須考虑到并且要符合下列三个必要条件:

第一是保証水量——給水工程的水源必須經常保持有可靠的水量,以保証生活和生产上的需要,而沒有水量不够或間断的危險。因为有些工礦企业对水的供应要求是不容許有間断的(如热电站和煉鋼厂等),否則將會严重地影响生产或是造成重大的事故。因此,在選擇水源和整个供水系統的布置上,如何考虑安

全供应，是給水工程的先决条件。在某些重要工业地区，不但考虑一个水源工程范围以内水量如何安全供应，而且还得考虑第二水源或备用水源；就是說在主要水源发生事故损坏的时候，有着第二个水源可以調节补充，这样对生产和生活用水的供应不致受到影响或是减少了影响的程度。保証水量的安全供应是給水工程的基本原則。

第二是保証水質——水質影响到整个供水区域内工业企业的生产成品和生活飲用的安全卫生。例如“硬水”不适宜作鍋炉用水，也不符合紡織工业、皮革工业或淀粉工业的水質要求。含有鉄質的供水对造紙工业、膠片工业和印染工业有严重的妨碍。日常生活的飲用水不应当含有对人体有害的細菌和銅、鉛、砷等有毒物質。水中含氟太多，將影响儿童牙齿的健康。在控制水質上的任何疏忽，將遭致严重的損害，因此对經过处理的水質，必須严格地加以控制，保証符合生产和卫生的要求。

第三是成本經濟——給水工程的基本建設投資，生产管理，維修，养护等費用，必須是最合理，最經濟的。給水的成本直接关系到工业产品的成本和居民卫生事业的发展。

給水工程的構成部分按照工作过程可以分为三个部分：

(1) 取水工程 从江、河、湖、泊或地下井泉等各种天然水源取集水量的工程。

(2) 淨水工程 按照水源的水質，利用淨水設備加以处理，使水質成为合乎工业生产或生活飲用需要的工程。

(3) 配水工程 將处理后的清水送达各处用水地点的工程。

在上面三个部分相互間一般是由水泵站連結起来的。一般供水系統的程序是：水从取水構築物經过第一水泵站送到处理

設備內(水廠)進行處理淨化,再由第二水泵站將處理後的清水輸送至配水網,供用戶應用。在管網中有时為了調節每天用水量的變化和管網中的壓力,根據地形情況和水壓要求,在管網中間或是管網末端,設置平衡水塔。圖 1 是取用河水的整個供水系統的立面和平面示意圖。

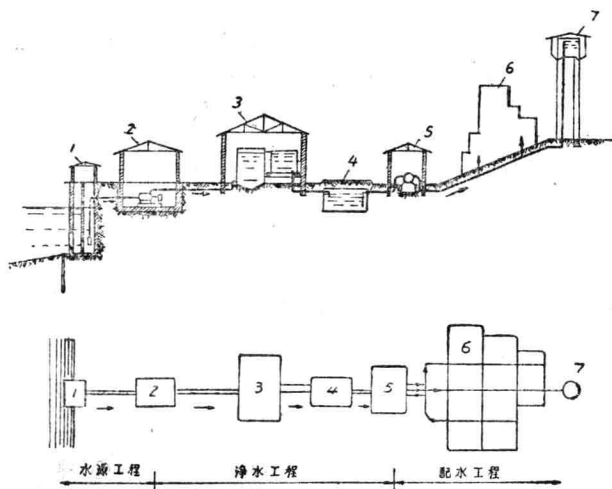


圖 1 供水系統示意圖

- 1—進水口 2—第一水泵房 3—處理站
4—清水池 5—第二水泵房 6—管網
7—平衡水塔

三、水源選擇和取水工程

取水工程,也稱為水源工程,是給水工程中的基本組成部分,它是保證取得足夠水量的主要工程。水源選擇是否適當,取水構築物設計是否合理,都直接關係着整個工業生產和居民生活用水的經濟和安全。

(一) 水源种类

天然水源可以分为地面水和地下水两种:

1. 地面水源——自然界中的大气降水,如雨、雪、雹等,在降落地球表面以后,一部分水由于太阳的热能而蒸发,一部分水渗入地面以下,另一部分水为植物吸收,剩余的形成了所谓径流,随着地势汇集成为溪流、江河、湖泊及水库(拦河筑坝后的人工湖泊)等水源。

地面水源的取水工程,按照水源情况的不同而采取不同的进水构筑物,地面水源中以采用江、河的水最为普通取水方法和构筑物,根据河流河岸的情况大致可分为三种不同的形式。

(1) 江心式——进水口在江河中,用吸水管直接从江中引水到水泵站(图2)。

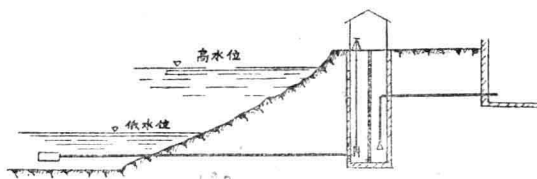


图2 江心式进水口

(2) 岸边式——进水口建立在河岸旁边,这一种取水构筑物适宜于边坡较陡的地方,按照进水口与水泵站合并或分开建造的情况又分为两种型式(图3,4)。

(3) 斗槽式——在河岸旁边开挖渠槽,将河水引入,在槽的岸边建造进水泵站汲取水量,这种取水方式适宜于流量较大,水质浑浊的河道,因为斗槽的容积大,可以蓄存一定水量而起沉淀砂泥杂质的作用,根据水流进入斗槽的方向又分为顺流取水斗槽和逆流取水斗槽两种型式(图5)。

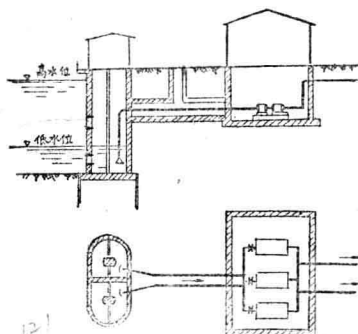


图 3 与水泵站分开建筑的岸边式进水口

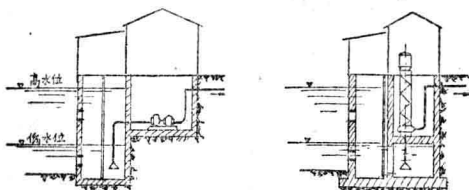


图 4 与水泵站合并建筑的岸边式进水口

a 采用卧式水泵 b 采用直立式水泵

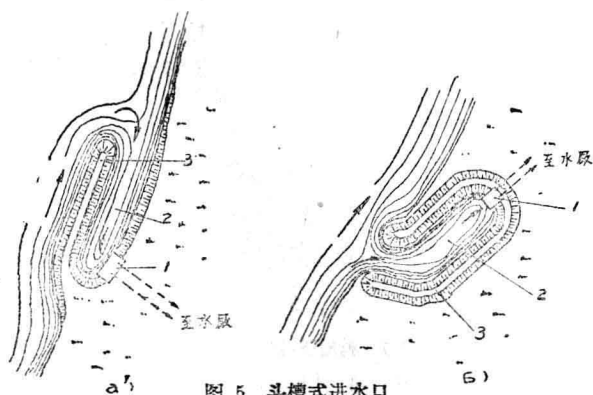


图 5 斗槽式进水口

a 逆流取水 b 顺流取水

1—进水泵房 2—斗槽 3—堤

我国現有水厂取用地面水的取水建筑大都采用前面的两种，斗槽式进水口在目前我国还是很少。进水构筑物时常是与第一水泵房相连接的，因为水源地往往与淨水厂有相当的距离和高差，这样就需要水泵把取得的水量加压送到淨水的地方去。

2. 地下水源——地下水的基本来源是由大气降水渗透入地层的，或是河流水通过河床渗入地下的。根据記載，我們的祖先，远在几千年以前，就懂得取用地下水的方法，古書上的所謂“穿地取水”就相当于現在的鑿井工程。几千年来，我們的广大劳动人民很多依靠着井水生活。地下水作为給水的水源，有下面几种(图6)。

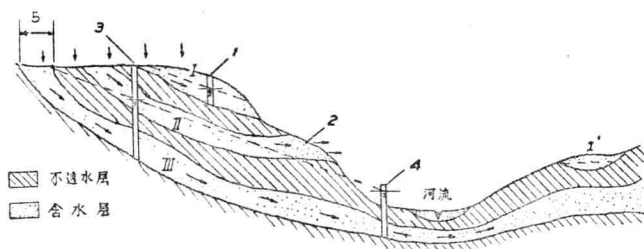


图 6 地下水源構成图

1—浅井 2—泉 3—深井 4—自流井 5—补給区域
I, II, III—含水层

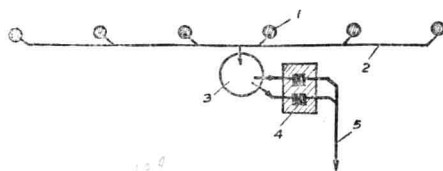


图 7 利用深井供水示意图

1—深井 2—管綫 3—水池 4—泵房 5—輸水总管

(1) 浅井水——浅井水就是普通的无压地下水，亦是地面

下的第一层水，所以亦称为狭义的地下水，土井就是属于这一类。由于接近地面而无不透水层保护，浅井水的水质容易遭受沾污。因此，利用浅井水直接供生活饮用，在安全卫生观点上是很不适宜的。

(2) 深井水——穿过地层内不透水层而取得的水，一般称为深井水，深井水承压的比较多。取用深井水的普通方法是用“管井”。管井用钢管作井壁，口径通常在 100~400 公厘之间。管井深度为几十公尺到一二百公尺。深井水受到复盖的不透水层保护，在卫生上是比較可靠，所以供給生活用的地下水源以深井为最多。

(3) 自流井水——承受較高压力的深井水，经过打穿不透水层后，水流涌到地面上的称之为自流井水。

(4) 泉水——地下水自行流出地面的称为泉水，例如山东济南就是利用趵突泉作为供水水源。

(5) 潜流水——潜流水是河床砂礫卵石层内所含的水量，取用潜流水根据砂层厚度的不同，可以在河道旁边打寬井，图 8，或是采用水平渗水渠的方法，图 9。渗水渠是在河边或河床中的砂礫层排設水平式的管道或渠道，管道的四周开有孔隙，使潜流水经过砂礫层的渗透之后收集取用。寬井是一种竖式的大井，它的口径可以大到十几公尺，井圈用钢筋混凝土牆，寬井的上部也可直接安裝水泵抽水。它的主要好处是可以利用臥式的水泵抽汲，以增加供水量（一个寬井水量大約可以每日供水一万吨以上）。图 8 說明寬井的几种型式所謂完整和不完整，是指寬井的底是否打到不透水层而言。潜流水的来源与地面水有直接的关系，实际上潜流水就是地面水的一种，不过取用的方法是与地下水相似而已。

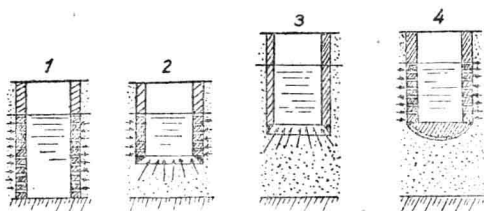


图 8 寬井的型式

- 1—井壁进水的完整寬井 2—井壁和底部同时进水的完整寬井
3—底部进水的完整寬井 4—井壁进水的完整寬井

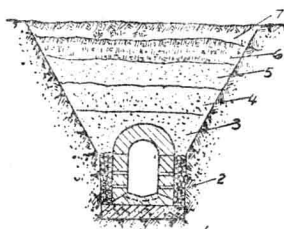


图 9 磚砌滲水渠断面图

- 1—混凝土基础 2—石子 3—透水砂层 4—粗砂
5—細砂 6—粘土 7—表土

(二) 水源选择和取水构筑物

水源选择是給水工程設計的一个首要任务。按照水源的經濟和各項评价,有一定的程序。苏联在水源选择方面的程序是:第一地下水;第二是泉水;第三流量未調节的河流;第四湖水;第五經過流量調节的河水。在一个新建城市中,首先应该考虑的水源就是地下水,除非地下水在水量、在水質上确实是沒有办法滿足需要时才可允許选用其他水源。为什么要首先考虑地下水源呢?因为地下水特别是深层的地下水比較地面水有很多优点。第一,水質清洁,一般不需要复杂的净化处理,因为地下水大都

先經過了很長距离的砂层,进行了天然的過濾,水質自清,普通只要加氯消毒,所以在处理設備方面就可以大大地簡化而节省工程費用;第二,地下水源处在地层及不透水层之下,受到自然的保护,减少了来自外界玷污的机会;第三,取水地位灵便,如地下含水层分布适当,則水源可以接近用水地点,因而减少管网的投資,不像取用地面水要受到天然河道、湖泊的地理上限制,通常取水地点与用水区域是有一定的距离,需要長距离輸水干管;第四,在保証供应上是比較安全,因为地下水的井泵房等数目較多,布置分散,如果某处发生故障损坏,可以調度补救,不会造成完全停止供水的严重后果;第五,水質水溫比較稳定,不像沿海的河流受潮水的影响(如上海某水厂的取水地点,在黃浦江下游,接近長江出口,有时受到海潮倒灌浸入,以致水質变咸),而內地河流則在洪水时期帶來大量泥砂,造成处理上的困难,并且地面水的水溫因受气温的变化,往往在夏日水溫过高,不能适应工厂冷却水的需要(一般冷却水水溫要求在 16°C 以下).当然地下水源亦有它的缺点,如:(1)水質硬度較高. 因为地下水在地层下面,流經各种礦岩,溶解了一部分礦質,造成較高的硬度;鍋炉用水和某些工礦企业的生产用水,必須另行軟化处理.(2)有时含鉄含硫等物質較多,需要特別处理.(3)取水量不能很大. 由于地层儲水量和补給量等因素,在一个地区內汲取大量的地下水是有限度的. 总的說来,地下水源在保証供应上是比較可靠,在供水成本上是比較經濟;因此必須尽最大的努力爭取地下水源. 有时,为了充分利用地下水源,將淺井水供应生产用水而將深井水作为生活用水. 淺井水較深井水容易遭受玷污,水質較差,但是供应生产还是可用的.

为了确定地下水量能否滿足需要,水質能否符合要求,以及

采用那一种取水構築物最为适宜和經濟，就有必要进行水文地質調查勘察工作，它的任务主要是进行勘探試驗以取集各項資料，如地区內的地形和地質的構造，地下水补給和存儲量，流速和流向，含水层的滲透系数、涌水量、影响半徑以及水質分析鉴定等。这一工作是复杂和艰巨的。就選擇地下水源而言，这都是必要的步驟，否則沒有正确的資料而进行設計，将会对国家造成巨大的損失或浪費。

我国西北黃土地区的河流，在洪水时期一般是水势浩大，流量可达每秒千百个立方公尺，但是在枯水时期，可能不到每秒一个立方公尺。洪水时的河面寬度很大，但枯水河道竟如水溝。如果在这些地区无法取得地下水源而需要利用这种河流作为水源，則在洪水时期，流量过大，含砂量太多，混濁度极高，沉淀除砂处理困难；而在枯水时期，又嫌流量太少，不够保証供应。在这种情况下，可以考虑取用河床潜流水。潜流量决定于河床砂礫层的厚度，砂礫顆粒和滲透能力的大小等因素。砂礫层如在5~8公尺厚度的，一般采用水平式的滲水渠；砂层厚度如在8~15公尺的，可以采用寬井；15公尺以上則采用管井。滲水渠和寬井的施工比較困难，但选用水泵可以不受形式的限制，因之出水量較大。管井施工方便，不过由于管徑和深井泵的限制，井的出水量不能很大，因此需要井数較多。图10是滲水渠設計的一种布置型式，采用鋼筋混凝土开孔管，四周填以規定大小的砂礫石。滲水渠是在現有河道之南岸；利用升水坝將原来河流改道进入滲水渠上面的新河槽中。全部滲水渠長200公尺，分为四段，由二道集水管流向泵房。滲水渠的設計流量每日約为40,000立方公尺。

当河水和潜流水都不能滿足需要水量或在技术上发生困难