

城市给排水 系统设计导论

陈侠 / 著

非外借



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

城市给排水系统设计导论

陈 侠 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

本书分为两篇,第1篇为给水工程,主要内容有给水工程概述、给水管网的布置、给水系统的流量与水压关系、给水管网的水力计算、给水系统设计、给水系统水质处理;第2篇为排水工程,主要内容有排水工程概述、雨水管道系统的布置及设计、污水管网系统的设计、合流管渠系统的设计、市政污水处理。

本书可作为给排水专业的参考用书,也可供从事给排水工程的技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市给排水系统设计导论 / 陈侠著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2018.7
ISBN 978-7-5170-6687-3

I. ①城… II. ①陈… III. ①城市公用设施—给排水系统—系统设计 IV. ①TU991

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第171431号

责任编辑: 陈洁

封面设计: 王伟

书 名	城市给排水系统设计导论 CHENGSHI JIPAISHUI XITONG SHEJI DAOLUN
作 者	陈侠 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市同力彩印有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 14.25印张 254千字
版 次	2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	58.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

作者简介



陈侠，女，现任职于齐鲁工业大学，在读博士。研究方向为大气污染控制烟气脱硫，工业废水处理，海洋资源综合利用。主要讲授《大气污染控制》《城市给排水管网工程及设计》课程；主持参与省级课题两项，以及主持教研项目 3 项，已发表 SCI/EI 学术论文多篇，出版专著一部。

前 言

给排水系统作为城市建设的重要组成部分，是城市健康可持续发展的重要保障。给排水系统的任务就是保证人民生活、工业企业、公共设施、消防安全等的用水供给和废水排出，为人们的生活、生产活动提供安全、便利的用水条件，提高人们的生活健康水平，保护人们的生活、生存环境免受污染，以促进国民经济的发展、保障人们的健康和生活的舒适。因此给排水工程是现代城市不可或缺的基础设施。

本书主要是依据《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)和《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)进行编制的。在编写过程中，作者结合长期的教学和实践经验，以培养技术应用能力为主线，理论以实用、够用为度的原则进行内容的选择和安排，力求在给排水系统设计方面给出一些指导原则。

本书分为两篇，共11章。第1篇为给水工程，主要内容有给水工程概述、给水管网的布置、给水系统的流量与水压关系、给水管网的水力计算、给水系统设计、给水系统水质处理；第2篇为排水工程，主要内容有排水工程概述、雨水管道系统的布置及设计、污水管网系统的设计、合流管渠系统的设计、市政污水处理。

本书可作为给排水专业的参考用书，也可供从事给排水工程的技术人员使用。

由于编者的水平有限，书中难免有不妥与错误之处，恳请广大读者批评指正。

齐鲁工业大学（山东省科学院）

陈 侠

2018年3月

目 录

第 1 篇 给水工程

第 1 章 给水工程概况	(3)
1.1 给水工程在国民经济中的价值	(3)
1.2 给水系统分类	(4)
1.3 给水工程的内容与组成部分	(6)
1.4 给水系统的布置形式与影响因素	(8)
第 2 章 给水管网的布置	(11)
2.1 给水管网的作用与组成	(11)
2.1.1 给水管网系统的功能	(11)
2.1.2 给水管网系统的构成	(11)
2.2 给水管网的布置原则与形式	(15)
2.2.1 管网系统布置原则	(15)
2.2.2 给水管网布置形式	(16)
2.3 管网定线	(17)
2.3.1 输水管(渠)定线	(17)
2.3.2 城市管网	(19)
第 3 章 给水系统的流量与水压关系	(21)
3.1 给水系统的流量关系	(21)
3.2 给水系统的水压关系	(23)
3.2.1 水泵扬程确定	(24)
3.2.2 水塔高度确定	(26)
3.3 流量和压力的关系	(27)

第 4 章 给水管网的水力计算	(30)
4.1 管网水力学基础	(30)
4.1.1 给水管网水流特征	(30)
4.1.2 管网水力计算基本方程	(31)
4.1.3 管网水力计算的流量	(32)
4.2 管网计算模型	(36)
4.2.1 给水管网的简化	(37)
4.2.2 给水管网模型元素	(38)
4.2.3 管网模型的标识	(41)
4.2.4 树状管网与环状管网	(42)
4.3 树状网水力计算	(44)
4.4 环状网水力计算	(45)
4.4.1 环状管网平差的基本概念	(45)
4.4.2 环状管网的设计计算	(46)
第 5 章 给水系统设计	(54)
5.1 城市用水量估计	(54)
5.1.1 城市用水量分类和用水量定额	(54)
5.1.2 用水量表达和用水量变化系数	(55)
5.1.3 城市用水量预测计算	(58)
5.2 城市给水水源规划	(59)
5.2.1 水源的种类	(59)
5.2.2 水源选择	(62)
5.2.3 给水水源的保护	(64)
5.3 城市给水工程规划	(65)
5.3.1 给水工程规划工作程序	(65)
5.3.2 给水工程建设程序	(67)
5.3.3 给水工程规划与工程设计关系	(68)
5.4 分区给水系统	(68)
5.4.1 分区给水系统的特点	(68)
5.4.2 分区给水的能量分析	(70)

5.4.3 分区给水系统设计	(76)
第6章 给水系统水质的处理	(78)
6.1 给水处理概论	(78)
6.1.1 各种水源的水质特点	(78)
6.1.2 水质标准	(82)
6.2 过滤	(86)
6.2.1 过滤流程	(86)
6.2.2 过滤机理	(88)
6.2.3 过滤水力学	(92)
6.3 水的消毒	(97)
6.3.1 氯消毒	(97)
6.3.2 二氧化氯消毒	(98)
6.3.3 漂白粉消毒	(99)
6.4 地下水的除铁、除锰和除氟	(99)
6.4.1 地下水除铁方法	(100)
6.4.2 地下水除锰方法	(103)
6.4.3 地下水除氟方法	(104)
6.5 水的软化	(105)

第2篇 排水工程

第7章 排水工程概述	(110)
7.1 城市污水分类	(110)
7.2 排水系统的体制及其选择	(113)
7.2.1 排水体制	(113)
7.2.2 排水体制的选择	(116)
7.3 排水系统分类及其组成部分	(118)
7.4 排水系统的布置形式	(120)

第 8 章 雨水管渠系统的布置及设计	(123)
8.1 雨量分析与雨水管道设计流量分析	(123)
8.1.1 雨量分析	(123)
8.1.2 暴雨强度公式	(127)
8.2 雨水管道系统的设计	(128)
8.2.1 雨水管渠系统的流量设计	(128)
8.2.2 雨水管渠系统平面布置原则	(132)
8.2.3 雨水管渠水力计算的设计数据	(135)
8.2.4 雨水管渠系统的设计步骤和水力计算	(136)
8.3 排洪沟的设计与计算	(138)
8.3.1 防洪设计标准	(139)
8.3.2 洪水设计流量计算	(140)
8.3.3 排洪沟设计要点	(141)
8.4 雨水的内涝防治和回收利用	(143)
8.4.1 雨水的内涝防治	(143)
8.4.2 雨水的综合利用	(144)
第 9 章 污水管网系统的设计	(145)
9.1 城市污水总流量的确定	(145)
9.1.1 污水量定额的确定	(145)
9.1.2 污水量的变化	(146)
9.1.3 生活污水设计流量的确定	(146)
9.1.4 工业废水设计流量	(147)
9.2 污水管网设计方案的确定	(149)
9.2.1 设计资料的调查	(149)
9.2.2 设计方案的确定	(150)
9.3 污水管网的水力计算	(151)
9.3.1 污水管道中污水流动的特点	(151)
9.3.2 污水管道断面形式	(152)
9.3.3 水力计算的基本公式	(152)
9.3.4 污水管道水力计算的设计数据	(154)

9.3.5 污水管网水力计算涉及的问题	(158)
9.4 污水管道的设计	(162)
9.4.1 确定排水区界, 划分排水流域	(162)
9.4.2 管道定线和平面布置的组合	(163)
9.4.3 污水管道在街道上的位置	(165)
第 10 章 合流制管渠系统的设计	(168)
10.1 合流制管渠系统的特点和布置	(168)
10.2 合流制排水管渠的设计流量	(170)
10.2.1 完全合流制排水管网设计流量	(170)
10.2.2 截流式合流制排水管网设计流量	(171)
10.3 合流制排水管渠的水力计算	(172)
10.3.1 合流制排水管网水力计算内容和设计数据	(172)
10.3.2 溢水井的设计	(173)
10.4 城市旧合流制排水管渠系统的改造	(175)
第 11 章 市政污水处理	(179)
11.1 污水的水质特征	(179)
11.1.1 污水的来源、分类及水质特征	(179)
11.1.2 城市污水的性质与污染指标	(180)
11.2 污水处理方法	(182)
11.2.1 物理处理法	(183)
11.2.2 生物化学处理法	(192)
11.3 城市生活污水处理分级与回用	(207)
11.3.1 污水处理程度分级	(207)
11.3.2 城市污水回用工程	(208)
参考文献	(210)

第 1 篇 给水工程

第1章 给水工程概况

18世纪中叶的工业革命,促进了工业的快速发展,生产的规模化、专业化使得某些地区工业大量聚集,使人口大量聚集,从而形成城市。随着工业化进程的推进,以及高附加值的第三产业的迅猛发展,使得城市蓬勃发展,城市给人们提供了更多的就业机会、更好的生活条件。城市化进程大大推动了社会经济的发展。给水系统是城市基础设施的重要组成部分,为城市的健康发展提供必要条件,是城市可持续发展的重要保证。自来水厂如何实现优化管理,在满足人民生活 and 国民经济增长的用水需求的同时,使运行成本最小化,形成特色化服务,从而实现社会、企业和用户的效益最大化,是一个很有价值的研究课题。

1.1 给水工程在国民经济中的价值

城市给水工程是为满足城市居民生活、企业生产等用水而兴建的,包括原水的采集、处理以及成品水输配等各项工程设施。给水工程是维持城市正常运转的支撑系统,工程性基础建设作为政府的公共投资或公益性投资项目,其投资往往是巨大的。

水是人类最宝贵的资源,决定了生命的出现及发展的可能性,是人类生存的基本条件,是国民经济的生命线。水是人们生活和生产活动的重要基础,特别是在现代化企业中,先进的生产工艺以及员工改善生产条件的需求对给水标准提出了更高的要求。水资源的短缺或水质的恶化将直接限制城市国民经济的发展。因此,给水工程作为保障城市工矿企业健康发展的一个重要基础设施,必须保证为生活用水、生产用水和其他用水等提供足够的水量、合格的水质和充裕的水压供应,在满足近期用水的需求的同时,还要兼顾到今后发展的需求。为保障所有这些需要,必须合理规划给水系统,修建可以提供满足人们生活、工业生产所需水量的给水管道。

城市给水管道的城市、城市式的村镇和工业企业附近的工人村服务。在城市和村镇中修建给水管道来输送下列各种用水:生活饮用水、浇洒和冲洗街道的用水、浇灌地面植物的用水、喷水池用水和救火用水。这些管道中的水质应符合对饮用水质量所提出的要求。给水管道的城市建立必要的卫生条件,以降低发病率和死亡率。

大城市的给水系统是一个大规模的经济企业——现代化的水厂。在这里原水受到各方面的净化和处理,然后生产出高质量的饮用水。在大城市中消耗的水量是极大的,因此需要建造大规模的抽水站。

给水管道对于防火来说是十分必要的。消防用水量虽然不大,但是是保证国民财产安全的重要基础设施,具有覆盖范围广、规模庞大等特点,需要合理的规划和设计。

给水工程是城市基础设施的重要组成部分,必须以优化管理和服务为宗旨,在尽量少消耗材料和消耗劳动的同时,保证为用户提供符合卫生标准、及时的供水服务。达到社会、企业和用户的最大效益,是给水工程设计的终极目标。在给水工程设计阶段,可以设计多种施工方案,在保证满足一定供水量的前提下,从中选出花费最少、施工用水最少的方案。给水工程产生的效益可分为经济效益和社会效益两部分,经济效益是项目投产后为用水企业和相关部门带来的效益;社会效益涉及的方面包括水资源的有效利用、就业机会的增加、人民身体健康以及环境和生态保护等。所以必须保证水源水质的卫生防护条件,为城市的可持续发展提供强有力的保障。

1.2 给水系统分类

给水系统是各项构筑物 and 输配水管网组成的系统,目的是满足城市、工矿企业正常运转的用水需求。根据系统的性质,一般可分为以下几种类型:

(1) 根据取水水源来分,可分为地表水和地下水等给水系统。地表水包括江河、湖泊、蓄水库、海洋等;地下水又可分为浅层地下水、深层地下水、泉水等。

(2) 根据供水方式的种类,可分为自流系统、水泵供水系统(压力供水)和混合供水系统。自流系统是指通过利用重力来实现供水的系统;水泵供水系统是指给水系统中必须通过水泵对原水进行能量提升,才可完成取水、输水或配水的系统;混合供水系统是指系统中同时存在上述两种供水方式的系统,实际给水系统大多是混合系统。

(3) 根据供水用途来分,可分为生活给水、工业给水和消防给水等系统,这些系统往往对供水的水质、水压有不同的要求,相应的给水系统设计也各有不同。工业给水又可根据用水程度的不同细分为循环系统和复用系统。

实际工程项目中,往往将给水系统分为统一给水系统和分系统给水系统。统一给水系统是指生活、生产和消防等各种用水共用一套给水构筑物和管网的系统,这一系统为大多数城市所采用。实际生活生产中,工业用

水量占据了城市给水总量的较大比例,但是工业用水的水质和水压标准往往不同于居民生活用水标准。这时,就需要对一些工矿企业设计分质、分压等给水系统来满足其特殊的用水需求。当然,在小城市,因工业用水量在总供水量中所占比例一般较小,仍可按一种水质和水压统一给水。又如城市内工厂位置分散,用水量又少,即使水质要求和生活用水稍有差别,也没有必要采用分质、分压给水系统。

分系统给水,是指为各类用户提供不同水质的水,以满足其特殊需求的系统。可以分为相同水源经过不同的水处理过程和管网供给用户与不同水源分类供应不同用户两种,例如工业生产用水可采用经简单沉淀后的地表水供应,如图 1.1 中虚线所示,生活用水可采用消毒后的地下水供给等。

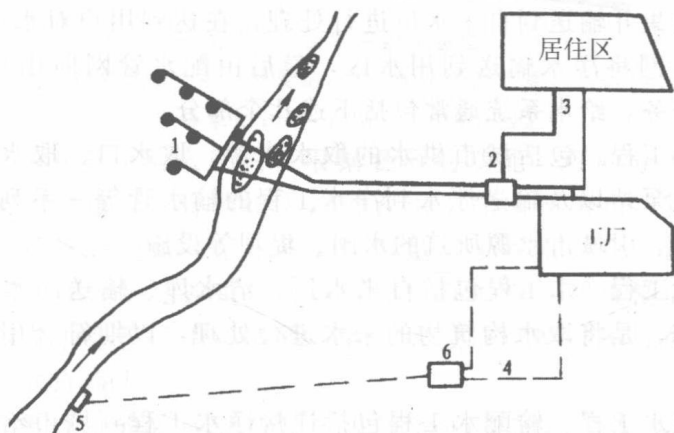


图 1.1 分质给水系统

1—管井; 2—泵站; 3—生活用水管网; 4—生产用水管网;

5—取水构筑物; 6—工业用水处理构筑物

有些用户对水压有特殊的要求,也可以采用分系统给水,主要是指分压供给,没有必要都按高压统一供应,以节约能量消耗。

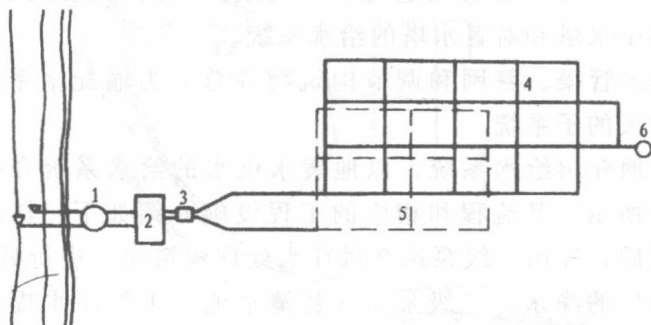


图 1.2 分压给水系统

1—取水构筑物; 2—水处理构筑物; 3—泵站; 4—高压管网;

5—低压管网; 6—水塔

如图 1.2 所示的管网, 管网 4 相对于管网 5 对水压的要求更高, 可以采用同一泵站 3 内的不同水泵分别供水。

具体工程项目中是选择统一给水系统还是分系统给水系统, 要根据城市规划的居民人数和工矿企业的性质, 按照其对水量、水质和水压的要求, 并结合当地地形条件、水源分布情况等, 在原有给水工程设施的基础上, 从全局出发, 通过对比不同方案在技术、经济层面带来的影响最终确定。

1.3 给水工程的内容与组成部分

给水系统由一系列相互联系的构筑物 and 输配水管网组成。它的任务是实现原水的收集并输送到自来水厂进行处理, 在达到用户对水质的要求后, 再通过输水管网将净水输送到用水区, 最后由配水管网向用户进行配水。为完成上述任务, 给水系统通常包括下述几个部分:

(1) 取水工程。包括城市供水的取水水源、取水口、取水构筑物、提升原水的一级泵站以及输送原水到净水工程的输水管等一系列设施, 还应包括起到储蓄、引城市水源所筑的水闸、堤坝等设施。

(2) 净水工程。水工程包括自来水厂、清水库、输送净水的二级泵站等一系列设施, 是将取水构筑物的来水进行处理, 以期符合用户对水质的要求。

(3) 输配水工程。输配水工程包括连接净水工程到城市给配水管网的输水管道、为用户分配所需水质净水的给配水管网以及起到调节水量水压的高压水池、水塔和清水增压泵站等一系列设施。通常大城市的给水系统规模较大, 水量和水压都很充足, 不需要设置水塔。中小城市或企业为了保证不间断供水, 常设置水塔来储备水量和保证水压。水塔布置需要根据城市地形特点来决定, 在管网起端、中间或末端的布置形式, 分别构成了网前水塔、网中水塔和对置水塔的给水系统。

泵站、输水管渠、管网和调节构筑物等总称为输配水系统。它是给水系统中投资最大的子系统。

为更形象地介绍给水系统, 以地表水供水的给水系统介绍整个给水流程, 如图 1.3 所示。其流程和相应的工程设施介绍如下: 江河水由取水构筑物 1 收集之后, 经由一级泵站 2 送往水处理构筑物 3 进行处理, 清水池 4 用以贮存处理后的净水。二级泵站 5 将清水池 4 中的净水提升并送往管网 6, 由管网 6 最后完成用户的输配水任务。同时, 还可根据需要建造水库泵站、高地水池或水塔 7 来调节水量和保持管网的水压, 一般情况下, 从取水构筑物到二级泵站都属于水厂的范围。当水源远离城市时, 须由输水管

渠将水源水引到水厂。

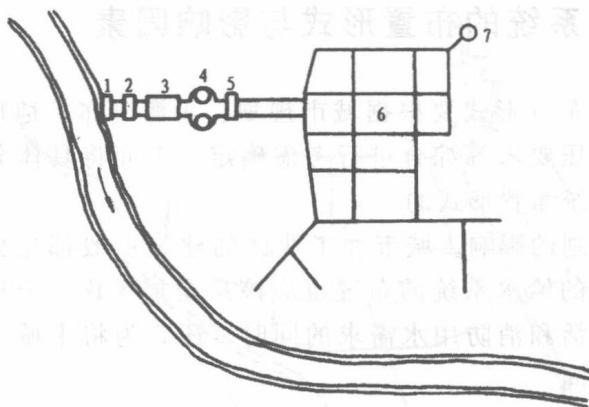


图 1.3 给水系统示意图

1—取水构筑物；2—一级泵站；3—水处理构筑物；4—清水池；

5—二级泵站；6—管网；7—调节构筑物

给水管网遍布整个给水区内，根据管道的功能，可划分为干管和分配管。前者主要用来输水，管径较大；后者用于配水到用户，管径较小。给水管网设计和计算时通常只限于干管。但是对于用水大户，其分配管的管径与干管的管径并无明显差别，所以管径计算须视管网规模而定。大管网中的分配管，在小型管网中可能是干管。大城市可略去不计的分配管，在小城市可能不允许略去。

通常给水系统中的某些组成部分并不是必需的，要视具体情况来定。例如取水水源为地下水的给水系统中，因地下水水质良好，通常只需加氯消毒后直接供应，可省去水处理构筑物，使得给水系统大为简化，如图 1.4 所示。视城市规模大小的不同，图中水塔并非必需设施。

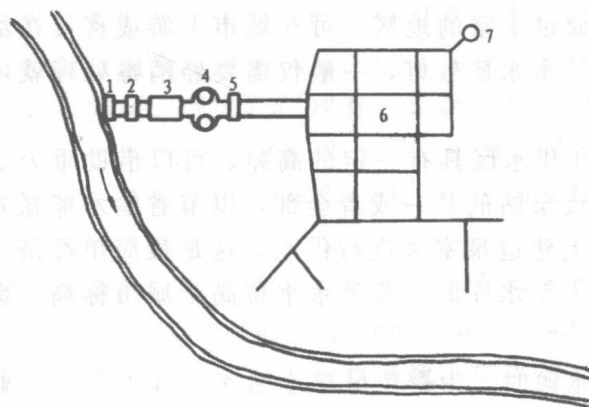


图 1.4 地下水源的给水系统

1—管井群；2—集水池；3—泵站；4—水塔；5—管网

图 1.3 和图 1.4 所示的系统称为统一给水系统。