

《《 “十二五”国家重点出版物出版规划项目
市政工程创新建设系列丛书

城市给水排水 工程

陈春光 等 编著

CHENGSHI JISHUI
PAISHUI GONGCHENG



《《 “十二五”国家重点出版物出版规划项目
市政工程创新建设系列丛书

城市给水排水 工程



陈春光 等◎编著

西南交通大学出版社
·成都·

图书在版编目 (CIP) 数据

城市给水排水工程 / 陈春光等编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2017.10

(市政工程创新建设系列丛书)

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-5643-4476-4

I. ①城… II. ①陈… III. ①给排水系统—城市规划
IV. ①TU991

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 318270 号

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

市政工程创新建设系列丛书

城市给水排水工程

陈春光 等 编著

责任编辑	杨 勇
封面设计	何东琳设计工作室 西南交通大学出版社
出版发行	(四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川煤田地质制图印刷厂
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印 张	20
字 数	358 千
版 次	2017 年 10 月第 1 版
印 次	2017 年 10 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4476-4
定 价	96.80 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言



在城镇基础设施中，给水工程和排水工程与城市交通工程相同，是非常重要的公共设施。给水工程和排水工程可以喻为城市的动脉和静脉，只要某一方面失去功能，城市生产和生活将会遇到困难甚至瘫痪。

随着我国城镇化建设的飞速发展，一些大型中心城市和数量众多的小型城镇相继形成。然而，作为城市最基础的公共设施——给水工程和排水工程仍有许多伴随发展的新问题，特别是城市排水系统还不够完善，技术相对落后，建设标准仍很低，旧的设施还面临大规模技术改造，城市水环境严重恶化，水涝灾害不断，优质的给水水源得不到保证，供水管网安全设施仍很脆弱。这些问题已得到了社会的普遍共识，国家和地方政府每年投入巨资建设和完善城市给水和排水工程等基础设施。近年来，随着给水排水工程领域技术的快速发展，一些新工艺、新设备和新材料，乃至一些建设新理念都已经深入到了规划设计和运营管理中，为此，我们尝试编写这本参考书，使其更系统地全面地反映这些新变化。

本书是在编者多年的本科与研究生教学、科研和工程咨询工作中逐渐积累形成的，主要特点是全面系统反映城市给水排水工程基本内容，同时尽可能涉及目前在该领域的最新应用技术，如城市给水处理新技术新设备，城镇污水处理新工艺和设备，城市排水工程规划与设计新理念，海绵城市建设与低影响开发工程技术。

全书分上、下两篇。上篇的城市给水工程概论介绍给水工程的任务、基本组成、用户对给水系统的要求，包括给水工程的规划理论等。水源及取水

工程、给水处理工程和输配水工程部分,除了阐述传统的工程原理和系统形式外,重点介绍这些领域最新的工艺、工程结构形式、新设备和新材料等。

下篇中的城市排水工程概论主要阐述城市排水工程的任务与系统组成、排水系统的体制及其选择、排水系统的规划设计原则和任务。第6章排水管渠及其设计,主要介绍排水管道的设计原理与方法、排水管渠的材料、接口及基础形式,介绍城市雨水排除与利用的最新技术与设计理念。第7章排水管渠附属构筑物及排水泵站,重点介绍排水管渠附属构筑物形式及雨污水泵站的构成、设计原理与方法。第8章的城市污水处理,系统介绍城市污水一级处理和二级处理基本原理、一般工艺构成与设计方法。在此基础上重点介绍城镇污水生物处理的新工艺、新设备或构筑物等。最后阐述污泥处理处置的基本方法和新技术。

本书第1、5、6、7、8章由陈春光编写,第2、4章由杨庆华编写,第3章由郑爽英编写,赵国翰、刘凡参与了6.6和6.7节的编写工作,史爽、赵茆州等参与了插图绘制工作。本书的出版得到了西南交通大学出版社张雪总编的大力支持,也得到了西南交通大学教务处立项资助。参考引用的文献对本书的形成也有较大帮助,除了在参考文献中注明外,在此一并表示衷心感谢。

本书适用于市政工程、城市规划、土木工程、环境工程等专业教学,也可供其他从事市政建设和市政管理的人员参考。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足和遗漏,我们对读者给予的宝贵意见,表示诚挚的感谢。

编者

2017年8月于成都

目 录



上篇 城市给水工程

第1章 城市给水工程概论	2
1.1 给水工程的任务及给水工程的组成	2
1.2 给水系统的分类和城镇给水系统的形式	4
1.3 用户对给水系统的要求	6
1.4 城市给水工程规划简介	8
第2章 水源及取水工程	19
2.1 水源种类及特征	19
2.2 给水水源保护	22
2.3 地表水取水构筑物	25
2.4 地下水取水构筑物	34
第3章 城市给水处理	38
3.1 原水水质	38
3.2 给水处理工艺	43
3.3 预沉池	45
3.4 混合与絮凝	46
3.5 澄清池及沉淀池	55
3.6 过滤及过滤池	67
3.7 消毒	73
3.8 给水预处理技术	76
3.9 给水深度处理	80

第 4 章 输配水工程	88
4.1 输水管渠	88
4.2 配水管网	89
4.3 给水管材及管道附属构筑物	92
4.4 给水泵站	106
4.5 输水管道水锤防护及原理	114
4.6 给水管网抗震设计与评价技术简介	122

下篇 城市排水工程

第 5 章 城市排水工程概论	136
5.1 概 述	136
5.2 排水系统的体制及其选择	140
5.3 排水系统的主要组成	143
5.4 城市排水系统的规划设计	147
5.5 排水工程建设和设计的基本程序	148
第 6 章 排水管渠及其设计	150
6.1 排水管渠系统及其设计	150
6.2 污水设计流量的确定	156
6.3 污水管道的水力计算	159
6.4 雨水管渠系统及其设计	166
6.5 排水管渠的材料、接口及基础	173
6.6 城市雨水控制及综合利用——低影响开发技术	181
6.7 城市雨洪系统模拟方法简介	193
第 7 章 排水管渠附属构筑物及排水泵站	207
7.1 排水管渠附属构筑物	207
7.2 倒虹管	216
7.3 出水口	216
7.4 排水泵站	217
第 8 章 城市污水处理	226
8.1 污水污染指标与水质标准	226
8.2 城市污水处理方法	229

8.3	污水一级处理	230
8.4	污水生物处理基础	236
8.5	活性污泥法	245
8.6	活性污泥法工艺的改型与发展	264
8.7	生物膜法	274
8.8	污水生物脱氮除磷工艺	281
8.9	膜生物反应器处理污水工艺	291
8.10	污泥处理与处置	294
参考文献		305
附 录		306
附录 1	我国生活饮用水卫生标准	306
附录 2	城镇污水处理厂污染物排放标准 (部分)	311

上篇 城市给水工程



城市给水工程概论

1.1 给水工程的任务及给水工程的组成

给水工程也称供水工程,从组成和所处位置上讲可分为室外给水工程和建筑给水工程,前者主要包括水源、水质处理和城市供水管道等,故亦称城市给水工程,后者主要是建筑内的给水系统,包括室内给水管道、供水设备及构筑物等,俗称为上水系统。

城市给水工程的任务可以概括为三个方面:一是根据不同的水源设计建造取水设施,并保障远远不断地取得满足一定质量的原水;二是根据原水水量和水质设计建造给水处理系统,并按照用户对水质的要求进行净化处理;三是按照城镇用水布局通过管道将净化后的水输送到用水区,并向用户配水,供应各类建筑所需的生活、生产和消防等用水。

不同规模的城镇和不同水源种类,实现给水工程任务的侧重点有所不同,但给水工程的基本组成一般由取水工程、净水工程和输配水工程等构成,如图 1-1 所示。

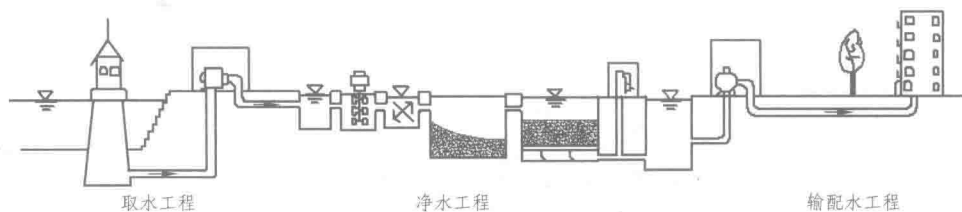


图 1-1 城市给水系统示意图

1.1.1 取水工程

取水工程主要设施包括取水构筑物 and 一级泵站，其作用是从选定的水源（包括地表水和地下水）抽取原水，加压后送入水处理构筑物。目前，随着城镇化进程的加快以及水资源紧张情势的出现，城市饮用水取水工程内容除了取水构筑物和一级泵站外，还包括水源选择、水源规划及保护等。所以取水工程涉及城市规划、水利水资源、环境保护和土木工程等多领域多学科技术。

1.1.2 给水处理

给水处理设施包括水处理构筑物和清水池。水处理构筑物的作用是根据原水水质和用户对水质的要求，将原水适当加以处理，以满足用户对水质的要求。不同水源及不同用水水质要求，给水处理的方法有多种选择，对于一般以地表水为水源的城镇用水处理方法主要有混凝沉淀、过滤、消毒等。清水池的作用是储存和调节一、二级泵站抽水量之间的差额水量，同时还具有保证消毒所需的停留时间。水处理构筑物和清水池常集中布置在净水处理厂（也称自来水厂）内。

1.1.3 输配水工程

输配水工程包括二级泵站、输水管道、配水管网、储存和调节水池（或水塔）等。二级泵站的作用是将清水池贮存水按照城镇供水所需水量，并提升到要求的高度，以便进行输送和配水。输水管道包括将原水送至水厂的原水输水管和将净化后的水送到配水管网的清水输水管。许多山区城镇供水系统的原水取水来自城镇上游水源，为减小工程费和运营费用，原水输水常采用重力输水管渠。配水管网是指将清水输水管送来的水送到各个用水区的全部管道。水塔和高地水池等调节构筑物设在输配水管网中，用以储存和调节二级泵站输水量与用户用水量之间的差值。

随着科学技术不断进步，以及现代控制理论及计算机技术等迅速发展，有力促进了大型复杂系统的控制和管理水平，也使城市给水系统利用计算机系统进行科学调度管理成为可能。所以采用水池、水塔等调节设施不再是城

镇给水系统的主要调控手段,近年来,我国许多大型城市都构建了满足水质、水量、水压等多种要求的自来水优化调度系统,既提高了供水系统的安全性和供水公共产品的质量,同时节约了能耗,获得满意的经济效益和社会效益。

1.2 给水系统的分类和城镇给水系统的形式

1.2.1 给水系统的分类

在给水处理学科中,给水系统可按下列方式分类:

(1) 按使用目的不同,可分为生活给水、生产给水和消防给水系统。这种分类主要是在建筑给排水系统上惯用的分类法,一般城镇的给水系统均包含了生活用水、生产用水和消防用水的使用要求。

(2) 按服务对象不同,可分为城镇给水系统和工业给水系统。当工业用水量在城镇总用水量的比重较大时,或者工业用水水质与生活用水水质差别较大时,无论是在规划阶段或是建设阶段都需要将城镇综合用水系统与工业用水系统独立设置,以满足供水系统的安全和经济。

(3) 按水源种类不同,可分为地下水 and 地表水给水系统。

根据不同的水源,城市给水系统可以有多种形式,图 1-2 表示了以地表水为水源的城镇给水系统。当以未受污染的地下水为水源时,则可采用图 1-3 所示的系统,即取水设施采用管井群、集水井和取水泵站,处理工艺只设过滤和消毒。

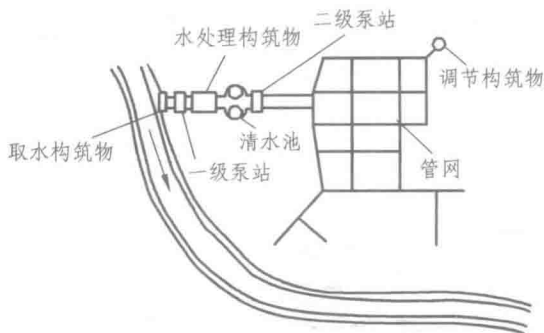


图 1-2 地表水源的给水系统示意图

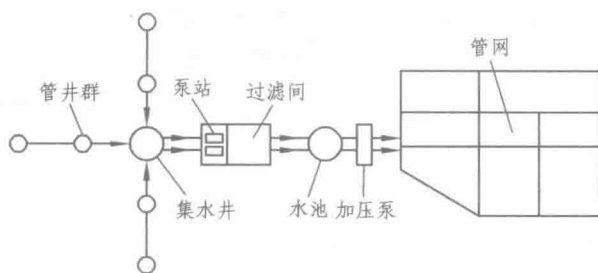


图 1-3 地下水源的给水系统示意图

(4) 按给水方式不同,可分为重力给水、压力给水和混合给水系统。重力给水系统一般存在于山区城镇的给水工程中,这需要水源地与供水区有足够的高差可利用。有的城镇水源高程较低,但可以将处理后的自来水输送至高地水池,配水管网可采用重力供水。大多数城市供水采用压力给水系统。

1.2.2 城镇给水系统的形式

城镇给水系统因城镇地形、城镇大小、水源状况、用户对水质的要求以及发展规划等因素,可采用不同的给水系统形式,常用形式如下。

1. 统一给水系统

即用同一给水系统供应生活、生产和消防等各种用水,水质应符合国家生活饮用水卫生标准,绝大多数城镇采用这种系统。

2. 分质给水系统

在城镇给水中,工业用水所占比例较大,各种工业用水对水质的要求往往不同,此时可采用分质给水系统,例如生活用水采用水质较好的地下水,工业用水采用地表水。分质给水系统也可采用同一水源,经过不同的水处理过程后,送入不同的给水管网。对水质要求较高的工业用水,可在城市生活供水的基础上,再自行采取一些深度处理措施。

3. 分压给水系统

当城市地形高差较大或用户对水压要求有很大差异时,可采用分压给水系统。由同一泵站内的不同水泵分别供水到低压管网和高压管网,或按照不同片区设置加压泵站以满足高压片区或高程较大片区的供水要求。对于城市中的高层建筑,则由建筑内设置的加压水泵等增压装置提供给水需要。



4. 分区给水系统

为适应城市的发展,当城市规划区域比较大,需要分期进行建设时,可根据城市规划状况,将给水管网分成若干个区,分批建成通水,各分区之间设置连通管道。也可根据多个水源选择,分区建成独立给水系统,若存在各区域供水的连通条件,可将其互相连通,实施统一优化调度。这种方式符合城市近远期相结合的建设原则。

5. 区域性给水系统

将若干城镇或工业企业的给水系统联合起来,形成一个大的给水系统,统一取水,分别供水,将这样的给水系统称为区域性给水系统。该系统对于城镇相对集中,水源缺乏的地区较适用。

1.3 用户对给水系统的要求

用户对给水系统的要求决定了城市给水工程设计标准,也是城市给水系统运营服务的目标。概括来说,城市给水工程必须保证以足够的水量、合格的水质、充裕的水压供应用户,同时系统应尽可能既要满足近期的需要,还要兼顾到今后的发展。

城市给水系统的用户一般有:城市居住区、公共建筑、工矿企业等。各用户对水量、水质和水压有不同的要求,概括起来可分为如下四种用水类型。

1.3.1 生活用水

生活用水包括住宅、学校、部队、旅馆、餐饮等建筑内的饮用、洗涤、清洁卫生等用水,以及工业企业内部工作人员的生活用水和淋浴用水等。

生活用水量的多少随着当地的气温、生活习惯、房屋卫生设备条件、供水压力等而有不同,影响因素很多。我国幅员辽阔,各地具体条件不同,影响用水量的因素不尽相同,设计时,可参照我国《室外给水设计规范》(GB50013—2006)所订的生活用水量定额。

生活用水中,饮用水的水质关系到人体健康,必须做到外观无色透明、无臭无味、不含致病微生物,以及其他有害健康的物质。我国《生活饮用水

卫生标准》(GB5749—2006)中,从感官性状、化学指标、毒理学指标、细菌学指标和放射性指标等方面,对生活饮用水水质标准作出明确的规定,详见附录1。由于大多数城镇采用统一给水系统,所以城镇给水系统的水质要求应满足该标准所规定的各项指标。

城市中的建筑高度千差万别,对水压的要求也不同,作为服务整个城镇用水的供水系统来说,管网的水压必须达到最小服务水头的要求。所谓最小服务水头是指配水管网在用户接管点处应维持的最小水头(从地面算起)。当按建筑层数确定生活饮用水管网的最小服务水头时:一层为10 m,二层为12 m,二层以上每加一层增加4 m。应当指出,在城市管网计算时,对局部高层建筑或高地处的建筑物所需的水压可不作为控制条件,一般需在建筑内设置加压装置来满足上述建筑物的供水。

工业企业内工作人员的生活用水量 and 淋浴用水量,应根据车间性质和卫生特征确定。

1.3.2 生产用水

生产用水是指工业企业生产过程中使用的水,例如火力发电厂的汽轮机、钢铁厂的炼钢炉、机械设备等冷却用水,锅炉生产蒸汽用水,纺织厂和造纸厂的洗涤、空调、印染等用水,食品工业用水,铁路和港口码头用水等。根据过去的统计,在城市给水中工业用水占比很大,为了适应节能减排的发展趋势,生产工艺需要不断改进以减少生产用水量。

工业企业生产工艺多种多样,而且工艺的改革、生产技术的不断发展等都会使生产用水的水量、水质和水压发生变化。因此,在设计工业企业的给水系统时,参照以往的设计和同类型企业的运转经验,通过对当前工业用水调查获得可靠的第一手资料,以确定需要的水量、水质和水压是非常重要的。

随着城市工业布局的调整,很多大型企业从城市中心外迁,形成独立的产业园区,这给分区、分质供水提供了可能的条件。

1.3.3 消防用水

消防用水只在发生火警时才从给水管网的消火栓上取用。消防用水对水质没有特殊要求。城市消防用水,通常由城市给水管网提供,并按一定间距设置室外消火栓。高层建筑给水系统除由室外提供水源外,还应设置加压设



备和水池，以保证足够的消防水量和水压。消防用水量、水压及火灾延续时间等应按现行《建筑设计防火规范》（GB50016—2014）和《高层民用建筑设计防火规范》（GB50045—95）最新修订版执行。

1.3.4 市政用水

市政用水包括道路清扫用水、绿化用水等。市政用水量应根据路面种类、绿化、气候、土壤以及当地条件等实际情况和有关部门的规定确定。市政用水量将随着城市建设的发展而不断增加。市政用水对水质、水压无特殊要求，随着城市雨水利用技术及废水综合应用技术的进步，市政用水一部分也可由收集净化的雨水和中水系统提供。

1.4 城市给水工程规划简介

水是人类生命之源，是城市生活与生产必不可少的物质，作为供应城市生命之水的给水工程是城市重要的基础设施之一。城市给水工程包括水源、取水、水厂及输配水管网，城市给水系统的建设必然与整个城市的发展和布局有关，给水工程的规划应成为城镇总体规划的一部分。

1.4.1 城市给水工程规划的任务

水资源是十分重要的自然资源，是城市可持续发展的制约因素；在水的自然循环和社会循环中，水质水量因受多种因素的影响常常发生变化。为了促进城市发展，提高人民生活水平，保障人民生命财产安全，需要建设合理的城市供水系统。给水工程规划的基本任务，是按照城市总体规划目标，通过分析本地区水资源条件、用水要求以及给排水专业科技发展水平，根据城市规划原理和给水工程原理，编制出经济合理、安全可靠的城市供水方案。这个方案应能反映经济合理地开发、利用、保护水资源，达到最低的基建投资和最少的运营管理费用，满足各用户用水要求，避免重复建设。具体说来，一般包括以下几方面的内容：

- (1) 搜集并分析本地区地理、地质、气象、水文和水资源等条件。
- (2) 根据城市总体规划要求,估算城市总用水量和给水系统中各单项工程设计流量。
- (3) 根据城市的特点确定给水系统的组成。
- (4) 合理地选择水源,并确定城市取水位置和取水方式。
- (5) 制定城市水源保护及开发对策。
- (6) 选择水厂位置,并考虑水质处理工艺。
- (7) 布置城市输水管道及给水管网,估算管径及泵站提升能力。
- (8) 给水系统方案比较,论证各方案的优缺点和估算工程造价与年经营费,选定规划方案。

1.4.2 城市给水工程规划的一般原则

根据城市总体规划,考虑到城市发展、人口变化、工业布局、交通运输、供电等因素,城市给水工程设施规划应遵循以下原则:

1. 城市给水工程规划应根据国家法规文件编制

现行专业规划应执行《城市给水工程规划规范》(GB50282—2016)和《室外给水设计规范》(GB50013—2006)。

2. 城市给水工程规划应保证社会、经济、环境效益的统一

(1) 编制城市供水水源开发利用规划,应优先保证城市生活用水,统筹兼顾,综合利用,讲究效益,发挥水资源的多种功能。

(2) 开发水资源必须进行综合科学考察和调查研究。

(3) 给水工程的建设必须建立在水源可靠的基础上,尽量利用就近水源。根据当地具体情况,因地制宜地确定净水工艺和水厂平面布置,尽量不占或少占农田、少拆民房。

(4) 城市供水工程规划应依靠科学进步,推广先进的处理工艺,提高供水水质,提高供水的安全可靠性,尽量降低能耗,降低药耗,减少水量漏失。

(5) 采取有效措施保护水资源,严格控制污染,保护水资源的植被,防止水土流失,改善生态环境。

3. 城市给水工程规划应与城市总体规划相一致

(1) 应根据城市总体规划所确定的城市性质、人口规模、居民生活水平、