

中等专业学校试用教材

样

给水工程

吴赳赳 王锡崑 王震国 范柳先 编



中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

给 水 工 程

吴赳赳 王锡崑 王震国 范柳先 编

中国建筑工业出版社

本书针对中等专业学校的培养目标和教学特点，系统地介绍了给水工程的基本理论、基本概念和基本设计计算方法，并列有适量的例题，对给水系统的运转管理知识也作了简略介绍。

全书共分十六章，包括给水工程总论，取水工程概论，地下水、地表水取水构筑物，给水处理概论，混凝、沉淀和澄清，过滤，消毒，水厂设计，水的软化、淡化和除盐，水的其他处理方法，给水管网的布置，水力计算及技术管理等内容。

本书可作为中等专业学校给水排水专业教材和专业培训教材，也可供给排水工程技术人员参考。

中等专业学校试用教材

给 水 工 程

吴赳赳 王锡崑 王震国 范柳先 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 21¹/₄ 字数: 514千字

1990年12月第一版 1990年12月第一次印刷

印数: 1—8,170册 定价: 3.80元

ISBN7-112-00960-X/G·127

(6043)



前 言

本书是按原城乡建设环境保护部教育局主持制定的给水排水中等专业四年制《给水工程》教学大纲的要求编写的，授课时数为147学时。

全书共十六章，第一章《给水工程总论》主要介绍给水系统的组成和布置型式、设计用水量计算及给水系统工作情况；第二章至第四章为取水工程部分，主要介绍取水工程内容、水源选择原则、地下水及地表水取水构筑物的基本型式、构造和计算；第五章至第十二章为给水处理工程部分，主要介绍水源水质、水质标准和给水处理的一般方法，系统地介绍了水的混凝、沉淀、澄清、过滤、消毒、除铁除锰、除氟、除臭、除味、软化、淡化和除盐等处理方法的基本理论、构筑物构造、工作原理、设计计算方法，简要介绍了水厂设计内容、工艺流程的选择和布置原则；第十三章至第十六章是给水管网部分，介绍了管网定线、管网水力计算、管网技术管理等方面的原理和方法。

针对中等专业教育的培养目标，本书从专业教学出发，在内容选取和阐述上力求文字简洁、深入浅出，做到基本理论简明扼要，注意理论联系实际，重点突出给水工程实用技术，适当介绍国内外给水工程的新技术和新工艺。书中名词术语和设计参数符合国家计划委员会1986年颁发的《室外给水设计规范》的有关规定，并采用法定计量单位制。为了帮助学员加深理解、巩固记忆和提高运用能力，书中编入了相当数量的插图，给出了适量的典型计算示例，并在书后列有若干附录供学习查阅。

本书由广西建筑工程学校吴赳赳主编，南京建筑工程学院关塘主审，各章分工如下：

第一、五、六、七、八、九、十、十二章，由广西建筑工程学校吴赳赳编写；第二、三、四章，由广西建筑工程学校王震国编写；第十一章，由广西建筑工程学校范柳先编写；第十三、十四、十五、十六章，由衡阳铁路工程学校王锡崑编写。

南京建筑工程学院关塘，重庆建筑专科学校郁钩，广州市政中等专业学校何秀英，浙江建筑工程学校刘立，攀枝花建筑工程学校陈润霖，北京建筑工程学校常莲，广西建筑工程学校陆际汉、李秋霞等同志参加了审稿会，提出了许多宝贵意见，广西综合设计院黄自勤校审了第五至十章，在编写过程中还得到其他兄弟学校和有关单位的支持，在此谨向他们表示衷心感谢。

因编者水平有限，书中缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 给水工程总论	1
第一节 概述	1
第二节 用水户对给水的要求	2
第三节 用水量标准	3
第四节 用水量变化及用水量计算	4
第五节 给水系统的组成和基本布置型式	8
第六节 给水系统的工作情况	12
第七节 清水池和水塔容积的计算	19
第二章 取水工程概论	22
第一节 取水工程的内容	22
第二节 给水水源	22
第三章 地下水取水构筑物	25
第一节 管井的型式与构造	25
第二节 管井的建造	31
第三节 管井的水力计算与设计	35
第四节 管井的维护管理	46
第五节 大口井	48
第六节 渗渠	53
第七节 辐射井和复合井	55
第四章 地表水取水构筑物	58
第一节 影响地表水取水的主要因素	58
第二节 地表水取水构筑物位置的选择	61
第三节 江河固定式取水构筑物	63
第四节 活动式取水构筑物	81
第五节 山区河流取水构筑物	87
第六节 湖泊和水库取水构筑物	90
第五章 给水处理概论	93
第一节 天然水源水质	93
第二节 水质标准	96
第三节 给水处理方法概述	103
第六章 混凝	104
第一节 混凝机理	104
第二节 凝聚剂和助凝剂	108
第三节 影响混凝效果的因素	112
第四节 凝聚剂的配制与投加	115
第五节 混合与絮凝	120

第七章 沉淀和澄清	133
第一节 概述	133
第二节 固体颗粒在净水中的沉淀	134
第三节 沉淀池分类及其适用性	138
第四节 理想沉淀池的沉淀原理	139
第五节 平流式沉淀池	142
第六节 辐流式沉淀池	154
第七节 斜管(板)沉淀池	156
第八节 澄清池	166
第九节 高浊度水的沉淀	176
第八章 过滤	178
第一节 概述	178
第二节 快滤池的过滤	180
第三节 滤料和承托层	184
第四节 快滤池的反冲洗及冲洗水的供给	187
第五节 快滤池反冲洗配水系统	190
第六节 快滤池的辅助冲洗	193
第七节 反冲洗废水的排除	195
第八节 快滤池的运行管理	196
第九节 几种常见的滤池	197
第九章 消毒	208
第一节 氯消毒	208
第二节 加氯间及氯库	214
第三节 其他消毒方法	215
第十章 水厂设计	217
第一节 厂址选择及水厂设计内容	217
第二节 水厂工艺流程的选择	218
第三节 水厂的平面布置	219
第四节 水厂的高程布置	221
第十一章 水的软化、淡化与除盐	223
第一节 水的软化	223
第二节 水的淡化与除盐	233
第十二章 水的其他处理方法	239
第一节 地下水除铁和除锰	239
第二节 饮用水除臭和除味	246
第三节 除氟	249
第十三章 给水管网的布置	250
第一节 给水管网布置的型式	250
第二节 给水管网的布置	251
第十四章 给水管网的水力计算	254
第一节 流量计算	254
第二节 管径的确定	259

第三节	水头损失计算	260
第四节	树状管网水力计算	262
第五节	环状管网水力计算	265
第六节	输水管计算	283
第十五章	给水管材、配件和管网附属构筑物	284
第一节	给水管材和配件	284
第二节	管网附件	288
第三节	管网附属构筑物	294
第四节	水压和水量调节构筑物	298
第十六章	给水系统的管理	302
第一节	给水系统的管理机构	302
第二节	给水构筑物的技术管理	302
第三节	给水管网的技术管理	303
第四节	检漏与修复	304
第五节	管网水压和流量测定	306
第六节	水管防腐蚀	308
第七节	刮管涂料	309
第八节	维持管网水质	312
附录		313
附录1-1	我国居住区生活用水量标准	313
附录1-2	集体宿舍、旅馆、公共建筑生活用水量标准	314
附录1-3	工业企业职工淋浴用水量标准	315
附录6-1	常用混凝剂	316
附录6-2	合成高分子絮凝剂和天然絮凝剂	316
附录6-3	常用助凝剂	317
附录6-4	各地投加药剂参考数据	318
附录6-5	谢才系数 C 值表	321
附录6-6	常用混合设备优缺点及适用范围	321
附录6-7	不同形式絮凝池比较	322
附录7-1	常用沉淀池优缺点及适用范围	323
附录7-2	沉淀池常用排泥方法优缺点及适用范围	323
附录7-3	常用澄清池优缺点及适用范围	324
附录8-1	各种滤池的优缺点和适用条件	325
附录9-1	常用消毒方法	327
附录9-2	各种加氯机型号、加氯量及特点	329
附录10-1	水厂综合用地面积参考指标	330
附录10-2	水厂辅助建筑面积及人员配备参考指标	330
附录12-1	含铁地下水曝气装置的曝气效果及适用条件	333

第一章 给水工程总论

第一节 概述

水是一种宝贵的资源，它在人民生活和国民经济中具有极其重要的地位和作用。

给水工程的目的和任务，就是经济合理和安全可靠地供应人们的生活用水、生产用水和消防用水，满足他们对水质、水量和水压的要求。

我国的城市给水工程至今已有100多年历史，但是，到1949年为止，全国只有72个城市有给水设施，每日总供水能力仅240万 m^3 ，供水管道总长度仅600km；广大县镇农村根本没有给水工程设施。解放后，党和政府十分重视人民群众的饮水卫生，把城市给水作为城市建设的重要基础设施，投入大量人力、物力和财力，使城市日供水能力大幅度增长。到1989年为止，全国已有三百多个城市有了给水处理厂，每日供水能力达1.27亿 m^3 ，用水人口达1.4亿人，人均生活日用水量170.4L，生活给水普及率达83.6%。县镇供水也有很大发展，已有三千多个县镇有了给水设施，日供水能力达1000多万 m^3 ，用水人口超过4000万人。一些乡村也已建立了简易给水设施。

城乡给水事业的发展，锻炼和造就了我国给水设计、施工和运转管理队伍，对建设不同规模以至特大型城市给水工程、对不同原水水质以至特殊水质的处理都已具备了成熟的设计、施工和运转经验。例如举世瞩目的引滦入津工程，横跨滦河、海河两个流域，穿越燕山山脉，输水渠道总长234km，包括新建、扩建日供水能力50万 m^3 的水厂三座、新建4500万 m^3 调蓄水库一座、铺设两条直径分别为2.5m和1.8m的钢制输水管、建设四座大型泵站和一条26km的双孔钢筋混凝土暗渠、开凿输水隧洞、挖掘输水暗渠、整治河道等215个单项工程，年引水流量达10亿 m^3 ，基本上解决了天津市多年来水源缺乏和供水能力不足的问题，是对我国城市给水技术力量的一次大检阅。此后，又完成了引碧（流河水）入（大）连工程。

《给水工程》是给水排水工程专业的一门主要专业课。在学习这门课的过程中，将应用已经学习过的《水力学》、《水化学及水微生物学》、《水文学及水文地质》、《水泵和水泵站》、《建筑概论》、《给水排水工程结构》等课程的基本知识，同时，也涉及《预算与施工组织》、《工程经济学》的有关内容，此外，给水工程中的给水处理与排水工程中的废水处理在工艺上有许多相似之处，只是处理对象和目标不同而已。

给水系统按照使用目的可分为生活给水、生产给水和消防给水等系统；按照服务对象，可分为城市（县镇、村镇）给水、工业给水、铁路给水、农业给水等系统。

给水系统通常由取水工程、给水处理工程和输配水工程组成。取水工程的任务是保证从适宜的天然或人工水源中取得足够量的水，并送至水厂或用水户；取水工程包括取水构筑物 and 一级泵站。给水处理工程的任务是通过适当的处理工艺使水质符合国家规定的生活饮用水或生产用水水质标准；它主要由各种处理构筑物组成。输配水工程的任务是将处理

后的水输送和分配到各用水点，并保证有足够的水压；它主要由二级泵站和输配水管网组成，其中包括贮存和调节水量的调节构筑物如水塔、清水池。

第二节 用水户对给水的要求

用水户对给水的要求分水质、水量和水压三个方面。不同的用水户，对这三方面有不同的要求。

一、生活用水

生活用水是指饮用、烹饪、洗涤、清洁卫生用水。因此它包括住宅、集体宿舍、旅馆、餐厅、医院、幼儿园、学校、办公楼、影剧院、浴室等居住建筑和公共建筑等用水、以及工业企业职工在厂内的生活饮用水和淋浴用水。

生活饮用水的水质直接关系到人民群众的健康，因此必须符合国家颁布的《生活饮用水卫生标准》，感观性状良好，悬浮物、细菌、各种有损健康或影响使用的化学物质的含量都不超过规定的指标。

给水系统还应保证满足各种用户对水量的要求。影响生活用水量的因素很多，当地的气温、居民卫生习惯、室内卫生设备完善程度、供水压力、供水管理办法等不同，生活用水量也不同。

给水系统的给水流量是依靠压力来保证的，每一用水设备（如水龙头、淋浴器等）前都必须有一定的压力（称为作用水头），才能保证有一定的出流量。因此，为了保证用户的需要，生活用水管网必须保证在进户管处有一定的水压，通常叫做最小自由水压（从地面算起）。其值根据给水区域内的建筑物层数确定：一层为10m，二层为12m，二层以上每加一层增加4m。

二、生产用水

生产用水是指工业企业生产过程中使用的水，如钢铁厂中高炉、炼钢炉及电厂中汽轮发电机的冷却用水；纺织、造纸、化工、印染、皮革等生产过程中的生产工艺用水，食品、饮料、酿造、制药过程中的产品用水等等。

工业生产部门很多，对水质、水量和水压的要求差异很大。例如：冷却用水对浊度要求不高，但要求水温低、不含侵蚀性物质、漂浮物和水生物；纺织、造纸、合成纤维生产对浊度、色度、铁和锰含量等有特殊要求；酿造、饮料和食品加工用水要求达到食品工业用水水质标准；电子工业要求几乎不含任何杂质（包括溶解杂质）的超纯水。显然，不同生产部门对水压要求各不相同，单位产品的用水量也不一样，即使同一生产部门，由于工艺、设备、原材料的不同，对水质、水量和水压的要求也有差异。

因此，设计工业企业的给水系统时，应充分了解产品生产过程和生产设备对水质、水量和水压的要求。

三、消防用水

消防用水对水质没有特殊的要求。为了节省管网投资，消防给水往往都与城市生活用水或工业企业生产用水由一个管网供给，发生火灾时，直接从给水管网的消火栓取水经消防车加压后进行扑救。消防用水量一般较大，为了保证水量、要求消防时消火栓处管网的自由水压不小于 $10\text{mH}_2\text{O}$ （ 9.8kPa ）。

第三节 用水量标准

为了正确地选择给水水源和确定给水系统各组成部分(包括给水处理工艺中各构筑物)的规模,必须首先确定需要供应的水量,这个水量在给水工程中称为设计用水量。设计用水量是根据供水对象、规模及用水量标准综合计算确定的,是给水系统设计的主要依据。

用水量标准的选定涉及面很广,政策性也很强,又直接影响到工程投资、运转管理和今后水量的保证,因此必须根据国家的现行政策和结合现状,考虑发展并参照相似地区或工业企业的经验确定。

一、生活用水量标准

生活用水量标准,在城市是指每一居民每天的生活用水量、以 $L/d \cdot \text{人}$ 计。在工业企业是指每一职工每班的生活用水量和淋浴用水量,以 $L/\text{每班} \cdot \text{人}$ 计。

城市居民的生活用水量标准因室内卫生设备完善程度、居民生活习惯以及地区气候条件的不同而异,并与供水方式(自来水管进户还是自集中给水龙头取水)和收费办法(装水表计量收费还是按人收费)及管理水平的有关。设计时应根据《室外给水设计规范》的规定,结合现状和附近地区的用水量,并应适当考虑近期和远期的发展确定,留有余地。

附录1-1是我国居住区的生活用水量标准,它设有包括浇洒道路,大面积园林绿化、全市性公共建筑、汽车冲洗等水量及工业企业内职工的生活淋浴用水量。浇洒道路路面用水量一般为 $1 \sim 1.5 L/m^2$ 次,每日浇洒2~3次。浇洒绿地用水量一般为 $1.5 \sim 2.0 L/d \cdot m^2$ 。城市公共建筑种类很多,其生活用水量标准见附录1-2。工业企业内职工的生活用水量应根据车间性质决定,一般为 $25 \sim 35 L/\text{班} \cdot \text{人}$,时变化系数为2.5~3.0。职工淋浴用水一般可采用 $40 \sim 60 L/\text{班} \cdot \text{人}$ (不接触有毒物质和轻度污染身体的车间每人每班40L,接触有毒物质高温作业车间每人每班60L)。淋浴延续时间为下班后1小时,详见附录1-3。

近年来,随着农村生活水平的提高,村镇给水工程建设发展很快,但目前尚未制定统一的村镇居民用水量标准,可参照城市居民生活用水量标准,并适当考虑家畜用水。

二、生产用水量标准

工业企业的生产用水量标准应根据生产性质、工艺过程,设备类型而定,一般由企业生产工艺部门提供。有两种计算方法:1.按单位产品计算用水量,例如每生产1吨生铁需 $65 \sim 220 m^3$ 水,每印染1000m布需 $15 \sim 75 m^3$ 水,每炼制1吨石油需 $45 m^3$ 水。2.按每台设备每天或台班的用水量计算。例如:汽车 $400 \sim 700 L/\text{昼夜} \cdot \text{台}$,锅炉 $1000 L/h \cdot t$ (以小时蒸发量计),蒸汽打桩机 $1000 \sim 1200 L/\text{台班} \cdot t$ (以锤重吨数计)。在确定生产用水量标准时,应参照同类性质工厂的生产用水量并结合当地实际情况确定,表1-1中所列数字只能作为参考。

工业企业的水量往往很大,为了合理地开发和利用水资源,应高度重视节约生产用水问题,努力改革工艺,挖掘潜力,尽量采用循环或循序给水系统,降低生产用水量。

三、消防用水量标准

消防用水量标准与城市规模,建筑物层数及耐火等级有关,无论居住区还是工厂,均按同时发生火灾的次数和一次灭火用水量确定。

表1-2为城市(或居住区)室外消防用水量。工厂、仓库、公共建筑等参见《建筑设计

防火规范》。

消防用水只在发生火灾时使用，其水量在城市（尤其是中小城市）用水量中占有一定比例，通常储存在水厂的清水池中，灭火时由水厂二级泵站送至火灾现场，经消防泵加压后进行扑救。

生产用水量表 表 1-1

产 品 名 称	单 位	用水量(m³)	产 品 名 称	单 位	用水量(m³)
火力发电			水 泥	t	1~7
直 流	1000KW·h	150~300	玻 璃	t	12~24
循 环	1000KW·h	8~10	造 纸	t	1000~2000
轧 钢	t	200~250	纸 浆	t	200~300
生 铁	t	65~220	皮 革	t	100~200
氮 肥	t	35~1000	糖	t	15~30
炼 油	m³	45	印 染	1000m	15~75
硫酸(90%)	t	30~200	人造纤维	t	1200~2000
煤 气	1000m³	5~10	机器制造	t	5~10
炼 焦	t	9~14	啤 酒	t	20~120

城市(或居住区)室外消防用水量 表 1-2

人口数(万人)	同一时间内的 火 灾 次 数	一次灭火用水量(L/s)	
		全部为一、二 层 建 筑 物	一、二层及二层以上的混合建筑物或 全 部 为 二 层 以 上 的 建 筑 物
1 以下	1	10	10
1.0~2.5	1	10	15
2.5~5.0	2	20	25
5.0~10.0	2	25	35
10.0~20.0	2		40
20.0~30.0	2		55
30.0~40.0	2		70
40.0~50.0	3		80

注：1.城市室外消防用水量包括居住区、工厂、仓库(包括堆场)和民用建筑的室外消防用水量。当工厂、仓库、民用建筑的室外消防用水量超过上表规定时，仍应确保其室外消防用水量。
2.人数超过50万的城市，在同一时间内的火灭次数和一次灭火用水量，应根据具体情况和实际资料确定。

第四节 用水量变化及用水量计算

一、用水量变化

无论是生活用水还是生产用水，用水量都是经常变化的。在全年中每天的用水量由于季节的变化和生活习惯的不同而变化，例如夏季用水量就比其他季节的用水量多。在同一天中，白天比夜晚用水量多。即使是不同年份的相同季节，用水量也不可能完全相同。工业生产用水量变化一般较小，但由于工作制度的不同及其他因素的影响，用水量也会有变化，例如夏季的冷却用水量就明显高于冬季。农业生产活动有较强的季节性，用水量的变

化会更大一些。因此，前面谈到的用水量标准实际上是一个长期统计的平均值。

在设计给水系统时，除了正确地选取用水量标准外，还必须知道用水量逐日、逐时变化的情况，以便合理确定给水系统的设计水水量及各单项工程的设计水量。

一年中用水最多一天的用水量，叫做最高日用水量。在设计给水系统时一般以最高日平均小时用水量来确定系统中各构筑物和一级泵站的规模，以最高日最高时用水量（又称最大时水量）设计给水管网和二级泵站。因此，除了求出最高日用水量以外，还必须求出最高日最高时用水量。

在一年中，最高日用水量与平均日用水量的比值，叫做日变化系数，以 K_d 表示，其值约 1.1~2.0。在最高日内，最高时用水量与平均时用水量的比值，叫做时变化系数，以 K_h 表示，其值在 1.3~2.5 之间。

在设计给水系统时，为了确定调节构筑物的容量以调节水量供求的不平衡，还应知道最高日用水量那一天中 24 小时的用水量逐时变化情况，这一变化情况以用水量变化曲线表示。

图 1-1 为某大城市最高日用水量变化曲线。从曲线可以看出，用水高峰集中在上午 8~10 时和下午 4~7 时，但各小时用水量变化并不十分突出，时

变化系数 $K_h = \frac{6.00}{4.17} = 1.44$ ，这是大城市的共同特点，因为大城市的供水对象包括生活、工业、公用事业、商业等方面，各种用水高峰互相错开，供水比较均匀。

对于小城市，特别是村镇，工商业和公用事业用水量所占比重较小，居民生活用水时间比较集中，因而一天内用水量变化较大， K_h 值可在 2.5 以上。图 1-2 为某市郊区最高日用水量变化曲线，该曲线表明，每天晚上

8 时到次日凌晨 5 时停止供水，从早上 5 时到晚上 8 时出现两个用水高峰， $K_h = \frac{14.6}{4.17} = 3.5$ ，这和大中城市用水规律显然不同。

用水量变化曲线是多年统计资料整理的结果，资料年代越长，数据越完整，用水量变化曲线与实际用水情况就越接近。对于新设计工程，用水量变化规律只能按该工程所在地区的气候、人口、工业等情况，参考附近城市的实际资料确定。对于扩建工程，可进行实际调查获得资料。表 1-3 为我国若干城市的实际逐时供水量变化资料及时变化系数，供参考。

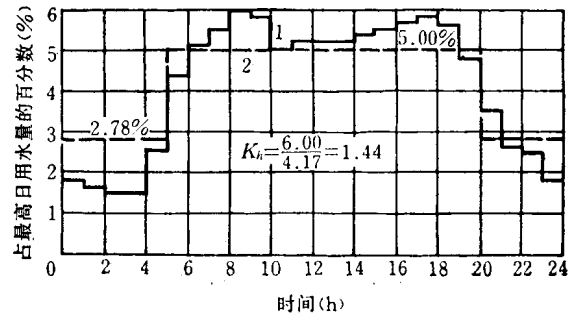


图 1-1 某大城市最高日用水量变化曲线
1—用水曲线；2—二级泵站的设计供水曲线

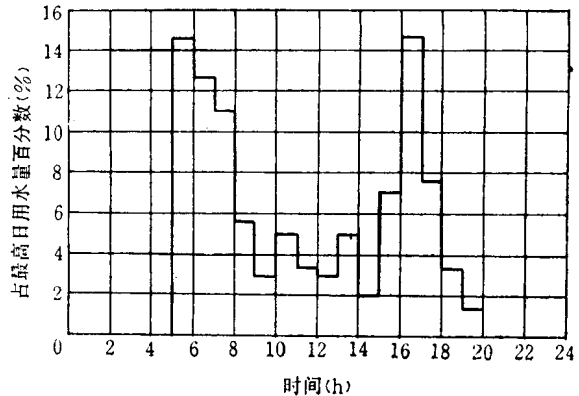


图 1-2 某市郊区最高日用水量变化曲线

我国若干城市的用水量变化

表 1-3

时 间	北京(小区) $K_h = 1.64$	上 海 $K_h = 1.41$	天 津 $K_h = 1.34$	武汉(小区) $K_h = 1.75$
0~1	1.04	1.91	2.52	1.10
1~2	0.95	1.74	2.07	0.70
2~3	0.95	1.66	1.87	0.90
3~4	1.20	1.73	2.22	1.10
4~5	1.65	2.07	2.65	1.30
5~6	3.41	3.94	3.95	3.91
6~7	6.84	5.22	4.84	6.61
7~8	6.84	5.63	5.28	5.84
8~9	6.21	5.80	5.35	7.04
9~10	6.12	5.86	5.45	6.69
10~11	5.58	5.38	5.58	7.17
11~12	5.48	4.93	5.02	7.31
12~13	4.97	4.93	4.66	6.62
13~14	4.81	4.85	4.87	5.23
14~15	4.11	4.92	4.81	3.59
15~16	4.18	5.23	5.07	4.76
16~17	4.52	5.65	5.34	4.24
17~18	4.93	5.66	5.42	5.99
18~19	5.14	5.43	5.10	6.97
19~20	5.66	4.93	4.62	5.66
20~21	5.80	4.22	4.01	3.05
21~22	4.91	3.28	3.37	2.01
22~23	3.05	2.70	3.12	1.42
23~24	1.65	2.33	2.81	0.79

二、用水量计算

在计算城市或居住区的用水量时,应分别计算最高日用水量、最高日平均时用水量及最高时用水量。

最高日用水量可按下式确定:

$$Q_1 = \frac{N_1 q_1}{1000} (\text{m}^3/\text{d}) \quad (1-1)$$

式中 q_1 ——居住区生活用水量标准, $\text{L}/\text{d} \cdot \text{人}$, 见附录1-1;

N_1 ——规划年限内的计划人口数, 人。

最高日生活用水量标准应参照整个城市的一般生活水平定出。如果城市各地区的房屋卫生设备不同,则用水量标准应分别选定,以求尽可能符合实际情况。由于城镇规划人口数并不等于给水人口数,在规划人口数中应考虑用水普及率,明确实际用水人口数,按下式求最高日用水量:

$$Q_1 = \sum \frac{q_i N_i}{1000} (\text{m}^3/\text{d}) \quad (1-2)$$

式中 q_i ——各区的生活用水量标准;

N_i ——实际用水人口数。

城市公共建筑生活用水量可按下式计算:

$$Q_2 = \sum \frac{N_2 q_2}{1000} (\text{m}^3/\text{d}) \quad (1-3)$$

式中 q_2 ——某类公共建筑生活用水量标准 $\text{L}/\text{d} \cdot \text{人}$ ，可按附录1-2采用；

N_2 ——该类公共建筑内生活用水单位数。

给水系统同时供给工业用水时，城市用水量中还包括工业企业生产用水量 Q_3 、工厂职工生活用水量 Q_4 和淋浴用水量 Q_5 。生产用水量 Q_3 等于同时开工的各类工业企业各用水车间生产用水量之和。职工生活用水量 Q_4 可按下式计算：

$$Q_4 = \sum \frac{n N_3 q_3}{1000} (\text{m}^3/\text{d}) \quad (1-4)$$

式中 q_3 ——工业企业职工生活用水量标准， $\text{L}/\text{班} \cdot \text{人}$ ，可按附录1-3采用；

N_3 ——每班职工人数，人；

n ——每日班制。

工业企业职工淋浴用水量 Q_5 可按下式计算：

$$Q_5 = \sum \frac{n N_4 q_4}{1000} (\text{m}^3/\text{d}) \quad (1-5)$$

式中 q_4 ——工业企业职工淋浴用水量标准， $\text{L}/\text{班} \cdot \text{人}$ ；

N_4 ——每班职工淋浴人数，人。

在计算城市用水量时，还应计入城市浇洒道路和绿化用水量 Q_6 及未预见水量（其中包括管网漏失水量）。通常，未预见水量取上述各项水量之和的15~25%。

因此，城市总用水量为：

$$Q_d = (1.15 \sim 1.25)(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6) (\text{m}^3/\text{d}) \quad (1-6)$$

通常，给水系统中的取水构筑物，一级泵站和处理构筑物都是均匀生产的，考虑到水厂的处理构筑物在生产过程中要消耗一定量的水（这部分水称为水厂自用水，约占水厂生产水量的5~10%），因此，设计水量一般采用最高日平均时用水量与水厂自用水量之和：

$$Q_h = (1.05 \sim 1.10) Q_d / 24 (\text{m}^3/\text{h}) \quad (1-7)$$

管网和二级泵站应按最高日最高时用水量设计，以保证供水的安全可靠。在进行管网和二级泵站的水力计算时，一般以 L/s 为单位，故设计流量的计算式为：

$$Q'_h = \frac{K_h Q_d \times 1000}{24 \times 3600} = K_h \frac{Q_d}{86.4} (\text{L}/\text{s}) \quad (1-8)$$

式中 K_h ——时变化系数，一般取1.3~2.5。

如果水厂不是24小时工作制，则应按实际工作时数计算设计水量。

【例题 1-1】 某城镇人口20000人，设计规划年限内预期发展到25000人。大部分房屋为3~4层，室内有给水龙头但无卫生设备。全城用水量较大的工厂有十家，另有医院、饭店、招待所、学校等，试计算设计水量。

1. 居民生活用水量

用水普及率以80%计，按当地用水习惯和房屋卫生设备情况，最高日用水量标准定为60 $\text{L}/\text{d} \cdot \text{人}$ ，因此最高日用水量为：

$$Q_1 = 25000 \times 0.8 \times \frac{60}{1000} = 1200 \text{m}^3/\text{d}$$

2. 工厂和公共建筑用水量

通过调查访问和实测，工厂和公共建筑用水量见表1-4，总用水量为 $Q_2 = 2180\text{m}^3/\text{d}$ 。

某城镇的工厂和公共建筑最高日用水量

表 1-4

编 号	用 户	用水量(m^3/d)	编 号	用 户	用水量(m^3/d)
1	造 纸 厂	600	9	毛 巾 厂	300
2	豆制品厂	150	10	食 品 厂	200
3	酿 造 厂	140	11	医 院	49
4	化 肥 厂	300	12	饭 店	30
5	酱 料 厂	36	13	招 待 所	40
6	化 工 厂	140	14	浴 室	25
7	农 机 站	20	15	学 校	50
8	纺 织 厂	100	合 计		2180 m^3/d

3. 未预见水量

采用上述两项用水量总和的20%得：

$$0.20 \times (1200 + 2180) = 676\text{m}^3/\text{d}$$

4. 最高日设计流量

$$Q_d = 1200 + 2180 + 676 = 4056\text{m}^3/\text{d}, \text{ 取为 } 4000\text{m}^3/\text{d}.$$

5. 消防用水量

该城镇在规划年限内的人口为25000人，大部分房屋为3~4层，参照表1-2，确定消防用水量为15L/s，同一时间内的火灾次数为一次。

6. 取水构筑物，一级泵站和水厂设计流量

因水厂规模小而夏季原水浊度高，故水厂自用水量采用8%，因此，取水构筑物、一级泵站和水厂的设计水量为：

$$Q_A = 1.08 \times \frac{Q_d'}{24} = 1.08 \times \frac{4000}{24} = 180\text{m}^3/\text{h}$$

7. 二级泵站和管网的设计水量

时变化系数采用2.5，则二级泵站和管网的设计水量为：

$$Q_d' = \frac{K_A \times Q_d \times 1000}{24 \times 3600} = K_A \times \frac{Q_d}{86.4} = 2.5 \times \frac{4000}{86.4} = 115.7\text{L/s}$$

第五节 给水系统的组成和基本布置型式

一、给水系统的组成

满足用户对水质、水量和水压的要求，是通过取水构筑物、水质处理构筑物、泵站、输配水管网及水池、水塔等调节构筑物的共同工作来实现的，它们组成了给水系统。水源不同，原水水质不同，处理对象和处理目标不同，给水系统的组成也不尽相同。图1-3是最普通的，以地面水为水源的给水系统示意图。

取水构筑物，自江河或湖泊取水，经一级泵站2送往处理构筑物3，处理以后符合饮用水卫生标准的清水进入清水池4，再由二级泵站5将清水从清水池经输水管6送入配水管网

7 供用户使用。有时为了调节水量和保持管网的水压，在管网的适当位置建立水塔 8 或高地水池。

图1-4是以地下水为水源的给水系统示意图。水在地层渗透过程中，由于土壤的过滤作用而截留了水中的悬浮物、细菌等杂质，使地下水清澈透明。如果地下水水质符合生活饮用水卫生标准，则如图1-4所示，地下水通过管井群 1 集中至水池 2 后即可由泵站 3、输水管 4、水塔 5 和配水管网 6 供给用户，这就省去了一系列处理构筑物而使给水系统大为简化。为了防止水在管网中输送时被污染，只需在水池 2 处进行加氯消毒。

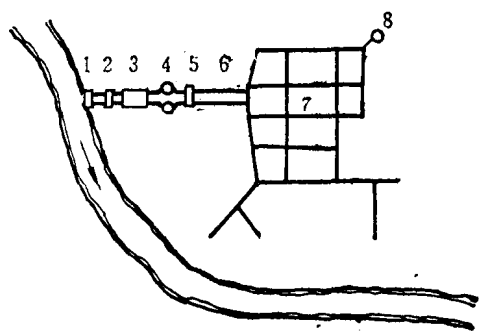


图 1-3 地面水源城市给水系统示意图
1—取水构筑物；2—一级泵站；3—处理构筑物；4—清水池；5—二级泵站；6—输水管；7—管网；8—水塔

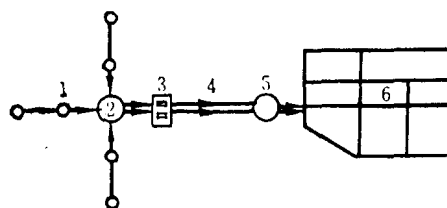


图 1-4 城市地下水源给水系统示意图
1—管井群；2—水池；3—泵站；4—输水管；5—水塔；6—管网

二、给水系统的布置型式

给水系统的布置型式不仅受水源、用户对供水的要求等影响，而且受城市规划、城市地形条件的影响。

给水系统布置应该在城市建设总体规划的原则指导下进行，它与城市的规模、地形、功能分区、街道位置、工业布局、水源选择及卫生防护地区的划定、其他城市建设单项工程规划（如城市交通、航运、水利、农田灌溉、环境保护、管线工程综合、人防）等有着密切的关系。综合考虑上述因素，给水系统有下列布置型式：

1. 统一给水系统：城市的生活用水、工业用水、农副业生产用水、消防用水等都按照生活饮用水水质标准进行处理，并以同一水压，用统一的给水管网供给，称为统一给水系统（图1-5）。由于中、小城镇中生产用水量所占的比重较少，各用户对水质、水压的要求相差不大，所以无论是地面水源还是地下水源，大都采用统一给水系统。如果个别工厂对水质、水压有特殊要求（如锅炉用水），可自统一给水管网取水进行局部处理（如软化）后供给使用。

2. 分质给水系统：大中城市中工业用水量所占比重较大，而且各种工业对水质有不同的要求，可以考虑采用分质给水系统，即对城市中个别用水量大、水质要求较低的工业用水或城郊的农副业生产用水，用与城市管网不同的系统分别供给。这样，可以缩小城市水厂的规模，节约水处理药剂和动力费用。分质给水系统可以从同一水源取水，在同一水厂中经过不同的工艺和流程处理后，由彼此独立的泵站和管网将不同水质的水供给各类用户；也可以是从不同水源取水，再由自成独立的给水系统分别供给各自的 用户，如图1-6所示，其中地面水经简单沉淀后供工业生产用，地下水经消毒后供生活用。

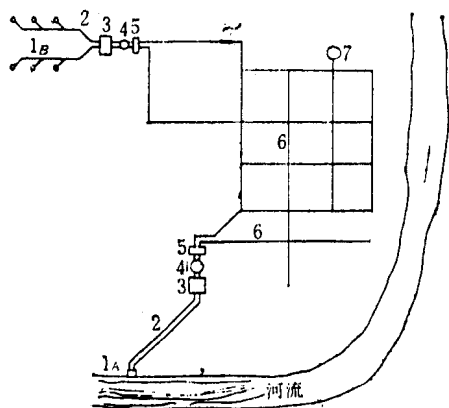


图 1-5 统一给水系统

1A—地面水取水构筑物；1B—地下水取水构筑物；2—输水管(渠)；3—处理构筑物；4—调节构筑物(清水池)；5—二级泵站；6—配水管网；7—调节构筑物(水塔)

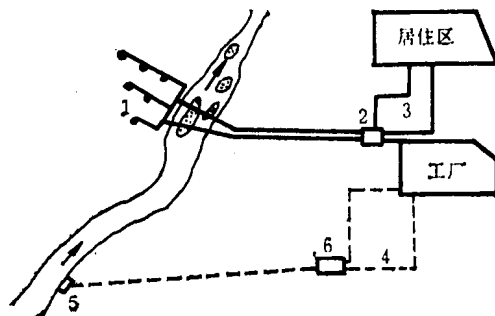


图 1-6 分质给水系统

1—管井群；2—泵站；3—生活用水管网；4—生产用水管网；5—取水构筑物；6—生产用水处理构筑物

3. 分区给水系统：分区给水系统有两种情况，一种是城市平坦但分成居民相对集中的几个地区，由同一水厂给水（见图1-7）；一种是城市按地形高差分成几个地区，由同一水厂以不同的管网压力分别供水（见图1-8）。第一种分区给水系统可以避免水厂小、投资大、成本高的缺点，且便于分期建设。第二种分区给水系统也可以看作是分压给水系统，即以较高的压力向较高地区供水，以较低的压力向较低地区供水，从而可降低低压供水区的管网压力，节省管网投资和动力消耗，减少漏损率，提高供水的安全可靠性。这种分区给水系统按其布置形式又可分为并联分区（图1-8(a)）和串联分区（图1-8(b)）两种。并联分区是高、低两分区由同一泵站分别供水；串联分区是高压泵站从低区水池取水，向高区供水。

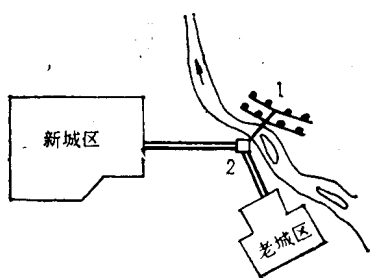


图 1-7 分区给水系统（I）

1—管井群；2—泵站

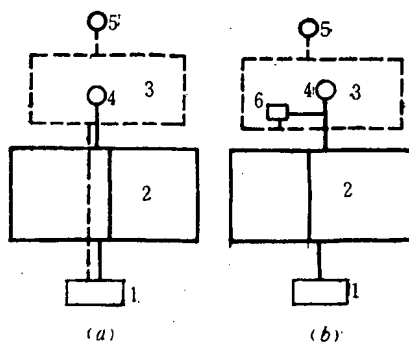


图 1-8 分区给水系统（II）

(a) 并联分区；(b) 串联分区

1—泵站；2—低区；3—高区；4—低区水池(水塔)；5—高区水池(水塔)；6—高区泵站

4. 分压给水系统：因用户对水压要求不同而分系统给水（见图1-9），由同一泵站内的不同水泵分别供水到高压和低压管网。