

高校土木工程专业规划教材

GAOXIAOTUMUGONGCHENGZHUANYEGUIHUAJIAOCAI

建筑设备 (第二版)

清华大学 王继明 卜城 屠峥嵘 编
杨旭东 谢庚

中国建筑工业出版社

高校土木工程专业规划教材

建 筑 设 备

(第二版)

清华大学 王继明 卜 城 屠峥嵘 编
杨旭东 谢 庚

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑设备/清华大学王继明等编. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

高校土木工程专业规划教材

ISBN 978-7-112-08896-6

I. 建… II. 清… III. 房屋建筑设备-高等学校-教材 IV. TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 009280 号

本书在总结第一版使用情况的基础上进行了修订。全书共分三篇, 给排水工程部分包括: 城镇给水工程、建筑给水工程、消防给水、热水与饮水供应、建筑排水工程、室外排水工程、水泵与水泵站; 供热通风与空调部分包括: 采暖系统及其分类、采暖系统设计热负荷、散热设备、热源及热力网、建筑通风、空气调节、制冷系统、空调消声防振及防火排烟; 电气工程部分包括: 电力系统及建筑供配电、建筑照明、建筑物的防雷与接地、火灾自动报警与安全防范、建筑物的智能化等。

本书可供高校土木工程等专业的学生使用, 也可供相关专业工程技术人员参考。

* * *

责任编辑: 朱首明 齐庆梅

责任设计: 董建平

责任校对: 沈 静 刘 钰

高校土木工程专业规划教材

建筑设备

(第二版)

清华大学 王继明 卜 城 屠峥嵘 编
杨旭东 谢 庚

*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22½ 字数: 548 千字

2007 年 5 月第二版 2007 年 5 月第十八次印刷

印数: 68001—72000 册 定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-08896-6

(15560)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

第二版前言

本书自 1997 年出版以来，深蒙读者厚爱，陆续几次印刷，但时过 9 年，我国城镇建设迅速发展，大量建造居住及公共建筑房屋，建筑标准日渐提高，层数也愈来愈多，使用功能也越复杂，型式新颖多样化，如此促进了建筑设备学科的发展，不断涌现出新技术、新设备、新材料；同时技术标准、措施和设计规范也随之改变和革新，在此新的形势下，经磋商决定，将书本修订再版。在修订过程中，除将前版书中不足部分仔细加以修改，删繁就简，去旧革新，并增加很多新内容，尤其在供电部分是完全新增加的内容，使本书更加丰富和完善，以适合于教学要求，同时还在每章增加了例题和思考题，帮助读者进一步理解和巩固所学理论基础和技术知识。

本书根据国内有关的教学大纲按 40 学时编写，新修订教材又增加了供电工程部分，现按 60 学时编写教学内容。各校对本门课程的学时安排有所差异，可根据各校的教学要求，在各章节的内容上自行取舍。

本书共分三篇，第一篇给水排水工程除第五章第五节由王继明编写外，其他各章节由卜城编写，王继明审校；第二篇供热及锅炉工程由屠峥嵘编写，石兆玉审阅，空调工程由杨旭东编写，由朱颖心审校；第三篇供电工程由谢庚编写，由刘明奎、梅雪皎校阅。

在编写过程中，再次得到全国有关院校，设计单位的学者和专家们大力帮助，谨表示衷心感谢。

由于作者水平所限，不足甚至错误之处，在所难免，恳请读者指正。

第一版前言

建筑设备是一门内容广泛、综合性的学科。它能充分发挥建筑物使用功能，为人们提供卫生舒适和方便的生活与工作环境；为提高生产效率与产品质量，提供必要的环境保障条件；以及建筑消防在保护人民生命财产、经济建设安全等方面，都起着重要作用。它是现代化建筑的重要组成部分，其设置的完善程度和技术水平，已成为社会生产、房屋建筑和物质生活水平的重要标志。

一座现代化的建筑物是建筑、结构和建筑设备等几部分的完善结合体，在建筑设计、施工和使用中，都是共同工作，缺一不可的，为此必须相互了解，协调工作，消除矛盾，解决工作中产生的问题，提高工程质量，做好建设工作，高效地发挥建筑物应有的功能。此外，建筑设备的建设，在建筑总投资比中，占有举足轻重的地位，因此建筑设备不仅关系到建筑物的使用性能，而且更影响到建筑物的经济性。为使建筑的功能齐全可靠，技术先进，经济合理，必然要求在建筑工程中工作量较大的建筑师和结构工程师要了解建筑设备的基本要求，充分研究考虑工作中最易产生的问题，有个初步估计，使以后工作事半功倍，居于主动，这就要求对建筑设备的基本原理和专业技术知识有一定的了解，并具有处理解决相互间问题的能力，知己知彼，才能在工作中主动全面地研究解决问题，不留隐患，多快好省地完成建设任务，为国家基本建设做出贡献。

本书是建筑工程专业的教材，也可作为建筑学专业的教材，内容主要包括给水排水工程和供暖、通风与空调工程两大部分。介绍了建筑设备的基本理论，规划设计原则，简要计算方法，应用材料设备，并概要论及建筑设备和结构工程间的密切配合等问题。同时对近年来专业发展的新技术，新材料及新设备也作了阐述，反映了本学科现代化的科学技术水平。

本书内容翔实，理论密切结合实际，深入浅出，通俗易懂，并在一些重要章节列入例题，以利学者进一步理解，巩固所学的基本理论和技术知识，更好地为国家建设服务。

本教材根据有关建筑工程专业的建筑设备教学大纲，按 48 学时编写的，各院校可根据各自的教学计划需要，有所取舍，以满足教学要求。

本书分两篇共 23 章，其中 1~5 章由王继明编写；6~9 章由卜城编写，并由王中孚审校；10~14 章由屠峥嵘编写，齐永系审校；15~23 章由朱颖心编写，赵荣义审校。

在编写过程中，蒙有关院校及设计单位的专家学者大力协助，提供资料和宝贵意见，对此表示衷心感谢。

由于作者水平所限，不当或错误之处，在所难免，恳请读者指正。

编者
1997 年

目 录

第一篇 给水排水工程

第一章 城镇给水工程	1
第一节 城镇用水标准与用水量	1
第二节 水源与取水工程	6
第三节 净水与输配水工程	9
第四节 给水管道、配件及设备	18
思考题	23
第二章 建筑给水工程	24
第一节 给水系统、给水方式及管道布置	24
第二节 调蓄与增压设施	30
第三节 给水管网计算	36
第四节 高层建筑给水	43
思考题	46
第三章 消防给水	47
第一节 室外消防	47
第二节 建筑消火栓消防给水	49
第三节 自动喷水灭火系统	59
第四节 其他灭火系统	68
思考题	75
第四章 热水与饮水供应	76
第一节 热水供应系统	76
第二节 加热方法和加热器	82
第三节 饮用水供应	86
思考题	88
第五章 建筑排水工程	89
第一节 排水水质指标与排放标准	89
第二节 排水系统	92
第三节 室内排水管的布置与敷设	96
第四节 排水管道的水力计算	102
第五节 建筑雨水排水和回收利用	108
第六节 局部污水处理	120
思考题	124

第六章 室外排水工程	125
第一节 室外排水系统	125
第二节 室外排水管道的布置与敷设	127
第三节 室外污水管的设计计算	129
第四节 雨水道设计	134
思考题	138
第七章 水泵与水泵站	139
第一节 离心泵的构造与基本参数	140
第二节 离心泵的特性曲线和水泵装置的工作点	144
第三节 水泵站	146
思考题	151

第二篇 供热通风与空气调节

第八章 采暖系统及其分类	153
第一节 热水采暖系统	154
第二节 蒸汽采暖系统	163
第三节 热风采暖系统与空气幕	166
第四节 辐射采暖系统	171
第五节 采暖系统的管路布置和主要设备	174
思考题	177
第九章 采暖系统的设计热负荷	178
第一节 围护结构耗热量	178
第二节 加热进入室内的冷空气所需要的热量	182
第三节 采暖系统热负荷的概算	182
第四节 高层建筑采暖热负荷计算的特点	183
思考题	186
第十章 采暖系统的散热设备	187
第一节 散热器的作用及常用类型	187
第二节 散热器的计算	189
第三节 散热器的布置	190
思考题	192
第十一章 热源及热力网	193
第一节 供热锅炉及锅炉房	193
第二节 热力管网及热力引入口	205
思考题	119
第十二章 建筑通风	210
第一节 建筑通风概述	210
第二节 通风量的确定	213
第三节 自然通风	216

第四节 机械通风系统设备与构件·····	224
思考题·····	227
第十三章 空气调节·····	228
第一节 概述·····	228
第二节 空调系统的分类与组成·····	230
第三节 空调负荷和房间气流分布·····	235
第四节 空气处理设备·····	245
第五节 能量输配系统·····	254
思考题·····	260
第十四章 制冷系统·····	261
第一节 概述·····	261
第二节 制冷循环与制冷压缩机·····	261
第三节 制冷机组·····	270
第四节 冷冻站设计·····	272
思考题·····	274
第十五章 空调消声防振及防火排烟·····	275
第一节 空调通风系统消声防振·····	275
第二节 空调建筑的防火排烟·····	277
思考题·····	279

第三篇 电气工程

第十六章 电力系统及建筑供配电·····	280
第一节 电力系统的基本概念及组成·····	280
第二节 负荷等级及供配电系统·····	282
第三节 建筑电气设备及电线、电缆·····	286
思考题·····	292
第十七章 建筑照明·····	293
第一节 建筑照明的基本概念·····	293
第二节 室内、室外照明及应急照明·····	296
第三节 建筑照明灯具及绿色照明·····	298
思考题·····	299
第十八章 建筑物的防雷与接地·····	300
第一节 建筑防雷·····	300
第二节 等电位联结与接地保护·····	305
思考题·····	310
第十九章 建筑物的火灾自动报警与安全防范·····	311
第一节 火灾自动报警与联动控制系统·····	311
第二节 安全防范系统·····	317
思考题·····	321

第二十章 建筑物的智能化·····	322
第一节 智能建筑概述·····	322
第二节 综合布线系统·····	324
第三节 通信系统·····	325
第四节 有线电视系统·····	326
第五节 楼宇自动控制系统·····	326
思考题·····	328
附录一 给水管段设计秒流量计算表·····	329
附录二 建筑物构件的燃烧性能和耐火极限·····	333
附录三 生产的火灾危险性分类·····	334
附录四 室内排水横管的水力计算·····	335
附录五 水力计算图表·····	338
附录六 供热通风部分有关表格·····	346
主要参考文献·····	351

第一篇 给水排水工程

给排水工程从工程内容上分,大致可分为三部分,一是室外给水工程,也称城镇给水工程,其内容包括取水、净水、输送管网的设计与建设。二是室内给排水工程,也称建筑给水排水工程。其内容是小区和建筑内的给水与排水,包括消防给水和雨水排除。近年来,提倡污水回用与雨水收集利用,小区和大型建筑的中水回用工程与雨水收集利用也是建筑给排水涉及的内容。三是室外排水工程,也称城镇排水工程,其内容包括城镇污水和雨水收集管系及污水处理厂。由于雨水相对污染较轻,除了要求严格的水体,需要将初期雨水处理后才能排入,一般的水体,可以直接接纳雨水,而不必要求处理。对于废水和污水,国家有法规规定,在排入水体前必须达到一定的水质标准,因此常常要设污水处理厂。

为给读者一个完整的城镇给水排水工程的概念,本书各用一章的篇幅介绍城镇给水和排水工程的内容。

第一章 城镇给水工程

第一节 城镇用水标准与用水量

城镇的给水工程应根据城镇发展规划、人口数量、生活标准、工商业情况等,分别按用水量标准计算出城镇用水总量,用以确定供水规模及分期发展计划。用水量是设计的基本数据,其大小直接关系到供水的安全和建设投资,正确计算用水量是非常重要的工作。城镇用水量可分为生活用水量、生产用水量、消防用水量和城镇其他用水量等。各项用水国家有标准定额,可以参考采用。

一、用水标准

(一) 生活用水标准

城镇居民、机关单位工作人员以及工厂车间职工,日常生活均需一定量的用水,包括饮用、炊事及清洁卫生等用水,用水标准与生活水平、生活习惯、气候条件、水费、水质等有关。我国幅员辽阔,南北气温及生活习惯不同,用水量差异很大,国家根据全国情况制定各地区用水标准,作为计算用水量的依据。该标准载于《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)。居住区生活用水标准可参看表 1-1。当实际用水量与该标准有较大区别时,经审批部门同意,可按当地生活用水量统计资料作适当的调整,以符合实际情况。

表 1-1 中所列标准中已包括居住区内小型公共建筑用水量和正常漏水量。

综合生活用水定额 [L/(人·d)]

表 1-1

城市规模 用水情况 分区	特大城市		大城市		中、小城市	
	最高日	平均日	最高日	平均日	最高日	平均日
一	260~410	210~340	240~390	190~310	220~370	170~280
二	190~280	150~240	170~260	130~210	150~240	110~180
三	170~270	140~230	150~250	120~200	130~230	100~170

注：1. 居民生活用水：指城市居民日常生活用水。

2. 综合生活用水：指城市居民日常生活用水和公共建筑用水。但不包括浇洒道路、绿地和其他市政用水。

3. 特大城市：指市区和近郊区非农业人口 100 万及以下的城市；大城市：指市区和近郊区非农业人口 50 万以上，不满 100 万的城市；中、小城市：指市区和近郊区非农业人口不满 50 万的城市。

4. 一区包括：湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、海南、上海、江苏、安徽、重庆；

二区包括：四川、贵州、云南、黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、河南、山东、宁夏、陕西、内蒙古河套以东和甘肃黄河以东的地区；

三区包括：新疆、青海、西藏、内蒙古河套以西和甘肃黄河以西地区。

5. 经济开发区和特区城市，根据用水实际情况，用水定额可酌情增加。

6. 当采用海水或污水再生水等作冲厕用水时，用水定额相应减少。

工业企业生活用水标准和沐浴用水定额，按表 1-2 确定。

工业企业建筑生活用水定额和淋浴用水定额

表 1-2

级别	车间卫生特征			生活用水(除淋浴用水外)			淋浴用水		
	有毒物质	粉尘	其他	用水定额 [L/(人·班)]	时变化 系数	使用 时间(h)	用水定额 [L/(人·班)]	时变化 系数	使用 时间(h)
1 级	极易经皮肤吸收引起中毒的剧毒物质(如有机磷、三硝基甲苯、四乙基铅等)		处理传染性材料,动物原料(如皮毛等)	30~50	1.5~2.5	8	60	1	1
2 级	易经皮肤吸收或恶臭的物质(如丙烯腈、吡啶苯酚等)	严重污染全身或对皮肤有刺激的粉尘(如碳黑、玻璃棉等)	高温作业、井下作业	30~50	1.5~2.5	8	60	1	1
3 级	其他毒物	一般粉尘(如绵尘)	重作业	30~50	1.5~2.5	8	40	1	1
4 级	不接触有毒物质或粉尘,不污染或轻度污染身体(如仪表、金属冷加工、机械加工等)			30~50	1.5~2.5	8	40	1	1

注：虽易经皮肤吸收，但易挥发的有毒物质（如苯等）可按 3 级确定。

(二) 工业生产用水量标准

工业种类很多，各种工业生产用水量差异很大，即使同一种工业，由于工艺不同，用水量标准也不一样，用水标准应由工艺提供，并参考有关资料确定。

(三) 消防用水量标准

消防用水应按《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006) 及《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95) (2005 年版) 执行。

(1) 城镇居住区室外消防用水量，可按表 1-3 确定。

(2) 工厂、仓库和民用建筑在同一时间内的火灾次数，不应小于表 1-4 的规定。

(3) 建筑物室外消火栓用水量不应小于表 1-5 的规定。

城镇居住区室外消防用水量

表 1-3

人数 N (万人)	同一时间内火 灾次数(次)	一次灭火用 水量(L/s)	人数 (万人)	同一时间内火 灾次数(次)	一次灭火用 水量(L/s)
$N \leq 1.0$	1	10	$30 < N \leq 40.0$	2	65
$1 < N \leq 2.5$	1	15	$40 < N \leq 50.0$	3	75
$2 < N \leq 5.0$	2	25	$50 < N \leq 60.0$	3	85
$5 < N \leq 10.0$	2	35	$60 < N \leq 70.0$	3	90
$10 < N \leq 20.0$	2	45	$70 < N \leq 80.0$	3	95
$20 < N \leq 30.0$	2	55	$80 < N \leq 100.0$	3	100

注：城市室外消防用水量包括居住区、工厂、仓库、堆场储罐（区）和民用建筑的室外消火栓用水量。当工厂、仓库和民用建筑的室外消火栓用水量按表 1-5 计算，其值与本表计算不一致时，应取较大值。

工厂、仓库和民用建筑在同一时间内的火灾次数

表 1-4

名 称	基地面积 (万 m^2)	附有居住区人数 (万人)	同一时间内火 灾次数	备 注
工厂	≤ 100	≤ 1.5	1	按需水量最大的一座建筑物(或堆场、储罐)计算
		> 1.5	2	工厂、住宅区各 1 次
	> 100	不限	2	按需水量最大的两座建筑物(或堆场、储罐)之和计算
仓库、民用建筑	不限	不限	1	按需水量最大的一座建筑物(或堆场、储罐)计算

注：采矿、选矿等工艺企业，如各分散基地有单独的给水系统时，可分别计算。

建筑物室外消火栓一次灭火用水量 (L/s)

表 1-5

耐火等级	建筑物体积		<1500	1501~ 3000	3001~ 5000	5001~ 20000	20001~ 50000	>50000
	建筑名称及类别							
一、二级	厂房	甲、乙	10	15	20	25	30	35
		丙	10	15	20	25	30	40
		丁、戊	10	10	10	15	15	20
	库房	乙、乙	15	15	25	25	—	—
		丙	15	15	25	25	35	45
		丁、戊	10	10	10	15	15	20
	民用建筑		10	15	15	20	25	30
三级	厂房或库房	乙、丙	15	20	30	40	45	—
		丁、戊	10	10	15	20	25	35
	民用建筑		10	15	20	25	30	—
四级	丁、戊类厂房或库房		10	15	20	25	—	—
	民用建筑		10	15	20	25	—	—

注：1. 用水量按消防需水量最大一座建筑物计算。成组布置的建筑物应按消防用水量较大的相邻两座计算。

2. 铁路车站、码头和机场的中转仓库，其室外消火栓用水量可按丙类仓库确定。

3. 国家文物保护单位的重点砖木或木结构建筑物，其用水量按三级耐火等级民用建筑物消防用水量确定。

(四) 其他用水量标准

(1) 浇洒道路、广场和绿化用水应根据路面、绿化和气候土壤条件而定。一般道路和广场为 $2 \sim 3L/(m^2 \cdot d)$ ，绿化为 $1 \sim 3L/(m^2 \cdot d)$ 。

(2) 汽车冲洗用水，根据车辆用途、道路路面等级和污染程度以及冲洗方式，可按表 1-6 确定。

汽车冲洗用水标准定额 $[L/(辆 \cdot 次)]$

表 1-6

冲洗方式	软管冲洗	高压手枪冲洗	循环用水冲洗	抹车
轿车	200~300	40~60	20~30	10~15
公共汽车载重汽车	400~500	80~120	40~60	15~30

(3) 未预见水量, 城镇未预见水及管阀漏失水量, 分别按最高日用水量的 8%~12% 和 10%~12% 计算。

二、用水量变化

在生活和生产活动中, 用水量是随着时间和季节不断变化的, 夏季比冬季用水多, 早晚用水比平时也多, 而只是用平均数设计给水工程设备, 显然不能满足用水要求, 会影响生活、生产和消防保安工作。因此在计算用水量时, 必须考虑用水的变化情况。一年之内, 用水量最大的一天称为最高日用水量, 它与平均日用水量的比值 K_d 称为日变化系数; 在最高日内, 其中用水量最大的 1 小时用水量称为最高时用水量, 它与最高日平均时用水量的比值称为时变化系数 K_h 。一般说来, 大中城市用水人数越多, 在用水高峰和用水时间上将会趋于均匀, K_h 值较小; 小城市或村镇的 K_h 很大。 K_d 及 K_h 计算如下:

(一) 日变化系数 K_d

$$K_d = \frac{Q_{md}}{Q_d} \quad (1-1)$$

式中 K_d ——日变化系数;

Q_{md} ——最高日用水量 (m^3/d);

Q_d ——平均日用水量 (m^3/d)。

(二) 时变化系数

$$K_h = \frac{Q_h}{Q_{md}} \times 24 \quad (1-2)$$

式中 Q_{md} ——最高日用水量 (m^3/d);

Q_h ——最高时用水量 (m^3/h)。

由式 (1-1) 及 (1-2) 计算出:

$$Q_h = \frac{K_h Q_{md}}{24} = \frac{K_h K_d Q_d}{24} = K \cdot \frac{Q_d}{24} \quad (1-3)$$

设 $K = K_h K_d$, 即总变化系数。

由式 (1-3) 可以看出, 最高时用水量为总变化系数与平均日平均时用水量的乘积。

城市供水中, 时变化系数、日变化系数应根据城市性质、规模、经济与社会发展水平, 根据实际情况分析确定。在缺乏资料的情况下, 最高日城市综合用水的时变化系数宜采用 1.2~1.6; 日变化系数宜采用 1.1~1.5, 个别小城镇可适当加大。

三、用水量计算

用水量是设计给水工程系统的依据, 应根据城市的地区位置、自然条件、建筑情况、人口数量、消防要求等因素, 参照用水量标准及变化系数来计算各种用水量, 包括生活、生产、消防及市政等用水量。

(一) 生活用水量

1. 城市居住区的最高日生活用水量

可用计划的人口数与最高日生活用水标准来计算:

$$Q_1 = N q_1 \quad (1-4)$$

式中 Q_1 ——最高日生活用水量 (m^3/d);
 q_1 ——最高日用水标准 [$\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{人})$];
 N ——计划人口 (人)。

2. 工业企业职工生活用水量

此项生活用水量为值班职工的生活和淋浴用水量之和即为 Q_2 。

(二) 生产用水量

生产用水量与生产规模、种类、工艺有关, 用水标准由工艺提出, 其最高日用水量为 Q_3 。

(三) 市政用水量

包括浇洒道路、城市公园及绿化等用水量为 Q_4 。此外还应考虑城市的未预见用水量和城市给水管网的漏失水量, 一般按城市最高日用水量的 18%~25% 计算。

因此城市最高日用水量, 若采用统一给水系统时:

$$\begin{aligned} Q_d &= (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) \cdot (1.18 \sim 1.25) \\ &= (1.18 \sim 1.25) \sum Q_{1 \sim 4} \end{aligned} \quad (1-5)$$

最高日最高时的用水量 Q_h 为

$$Q_h = K \frac{Q_d}{24} \quad (1-6)$$

或

$$q = K_h \frac{Q_d}{24 \times 3.6}$$

q 即为给水管网须供给的最高日最高时的平均秒流量, 城市给水管网以它作为设计流量。

(四) 消防用水量

根据城市规模、人口数目, 国家规定同时可能发生火灾的次数和每次火灾的消防用水量标准, 参见表 1-3~表 1-5。

$$Q_f = N_f \cdot q_f \quad (1-7)$$

式中 Q_f ——城市消防用水量 (L/s);

N_f ——同时发生火灾次数;

q_f ——每次火灾的消防用水量 (L/s)。

【例 1-1】 华北某市计划居住人口 10 万, 城区有工厂, 共有职工 12000 人, 三班制工作, 内有 20% 工人在高温车间工作, 另有 15% 工人在工作后需要淋浴; 工业用水量为 $15000 \text{m}^3/\text{d}$, 试求该市最高日生活与生产用水量。

【解】

1. 生活用水量:

按二区中小城市确定用水标准为: $200 \text{L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。

最高日综合生活用水量为: $10 \times 10^4 \times 200 \div 1000 = 20000 \text{m}^3/\text{d}$;

工厂生活用水量: $12000 \times 20\% \times 60 \div 1000 = 144 \text{m}^3/\text{d}$;

$12000 \times 15\% \times 40 \div 1000 = 72 \text{m}^3/\text{d}$ 。

2. 生产用水量: $15000 \text{m}^3/\text{d}$ 。

3. 最高日生活与生产总用水量: $35216 \text{m}^3/\text{d}$ 。

第二节 水源与取水工程

一、水源

根据用水水质标准的不同,对水源的水质也有一定标准,凡是能满足水源水质标准的水都可用作水源,包括天然淡水、海水和再生水。用于城镇生活用水的供水水源主要是天然淡水,天然淡水可分为地下水与地表水两大类。

(一) 地下水

我们所讨论的地下水是指储存在松散土石层、岩石裂隙及岩石溶洞中的可以自由流动的水,这些水的来源是大气降水入渗后形成的。按照含水地层的条件不同,地下水可分为潜水、承压水和溶洞水。

1. 潜水,是指地下最上一层不渗水的隔水层上面的地下水,它的上部为透水层,通过它与大气相通,并且可接受地表的渗水,潜水有自由水面,在重力作用下,由高水位流向低水位。

2. 承压水,在地下两个隔水层之间的水,由于上下隔水层的约束,这层水没有自由表面,在静水压的作用下流动,就像在有压管道中的流动一样,如果将其上方的隔水层开个孔口,水位会上升到某个高度,这个上升高度就是承压水的承压水头,这种井也称自流井。

3. 溶洞水,是指岩石溶蚀后形成的空洞,空洞相连,在适当的地表水渗透与补给条件下形成溶洞水,有时溶洞水的储量会很大。以地下水作水源,优点是安全,并且水温较低而稳定,有利于作冷却用水,水质好,开采后,只需作简单消毒处理就可作为自来水向城镇供水,供水成本低。但地下水毕竟储存和补给有限,不能满足不断增大的开采量,过量开采会造成水位下降,地层下沉,水质变差,甚至水源枯竭的问题,近年来一些地区也有地下水受污染的问题,选择地下水水源时应给予注意。

(二) 地面水

地面水包括江河湖泊和水库水。地面水水温随着季节变化。对地面水,比起地下水来说其优点是水量一般比较大,但水质不如地下水,尤其是江水和河水受地表径流的污染多,作水源时,需要经过完善的处理。湖泊和水库的水相对清澈,但也有藻类繁殖,影响水处理。

(三) 水源地选择

水源地应设在水量、水质有保障和易于实施水源保护的地段,选用地表水作水源时,水源地应在城镇和工业区上游,地下水水源地应选在不易受污染的蓄水地段。

(四) 水源的卫生防护

设计和使用水源时,应遵照我国《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—1985)的规定,进行水源的卫生防护。

1. 地下水源的卫生防护

(1) 取水构筑物的卫生防护范围主要取决于水文地质条件,取水构筑物的形式和附近地区的卫生状况。如覆盖层较厚、附近地区卫生状况较好时,防护范围可以适当减小。一般,在生产区外围不小于 10m 的范围内不得设立生活居住区、禽畜饲养场、渗水厕所、

渗水坑；不得堆放垃圾、粪便、废渣或铺设污水渠道；应保持良好的卫生状况，并充分绿化。

(2) 为了防止取水构筑物周围含水层的污染，在单井或井群的影响半径范围内不得使用工业废水或生活污水灌溉和施用有持久性或剧毒的农药，不得修建渗水坑、厕所、堆放废渣或铺设污水渠道，并不应从事破坏深层土层的活动。如果含水层在水井影响半径范围内不露出地面或含水层与地面没有互补关系时，含水层不易受到污染，其防护范围可适当减少。

(3) 地下水回灌时，回灌水质应严加控制，其水质应以不使当地地下水水质变坏，并不得低于饮用水水质标准。

2. 地表水源的卫生防护

(1) 为防止取水构筑物及其附近水域受到直接污染，在取水点周围半径不小于 100m 的水域内，不得停靠船只、游泳、捕捞和从事一切可能污染水源的活动，并应设有明显的范围标志。

(2) 为防止水体受到直接污染，在河流取水点上游 1000m 至下游 100m 的水域，不得排入工业废水和生活污水；其沿岸防护范围内，不得堆放废渣、设置有害化学物品的仓库或堆栈、设立装卸垃圾、粪便及有毒物品的码头；沿岸农田不得使用工业废水或生活污水灌溉及施用有持久性或剧毒的农药，并不应从事放牧。

供生活饮用的专用水库和湖泊，应视具体情况将整个水库、湖泊及其沿岸列入防护范围，其防护措施和上述相同。

至于潮汐河流取水点上下游的防护范围，湖泊、水库取水点两侧的范围，沿岸防护范围的宽度，应根据地形、水文、卫生状况等具体情况确定。

(3) 在地表水源上游 1000m 以外，排放工业废水和生活污水，应符合国家规定的排放标准。

对于水源卫生防护地带以外的周围地区（包括地下水含水层的补给区），还应经常观察污水排放、传染病发病、事故污染等情况，如发现可能污染水源时，应采取必要措施保护水源水质。

二、取水工程

从水源取用原水的设施称取水构筑物。不同的水源，取水方式不同，分别介绍于后。

(一) 地下水取水构筑物

1. 管井

管井是以直径 300~400mm 的管道作井壁，井内装水泵抽水的构筑物。管井是用凿井机在地层中打一个直径 500~600mm 的井孔，打到设计深度，将井管下入井孔，井管在地层的含水层的深度上装有滤水管，它是井管上开孔并缠包滤水网形成的。滤水管外围填砾石作滤水层，滤水层上部以黏土封闭，井管上端筑井室，井室内装配电设备、仪表及排水管道，参见图 1-1。

2. 大口井

大口井是专用于取浅层地下水的构筑物，井径可达 5~10m，井深在 15m 之内。大口井由井筒及井口组成。井筒用混凝土或砖石砌成，筒下设滤水孔和滤水层，以利于地下水渗入，井口需高出地面 0.5m 以上。井内设水泵，即形成水泵站，其构造如图 1-2 所示。

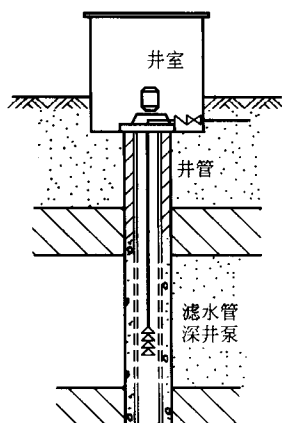


图 1-1 管井

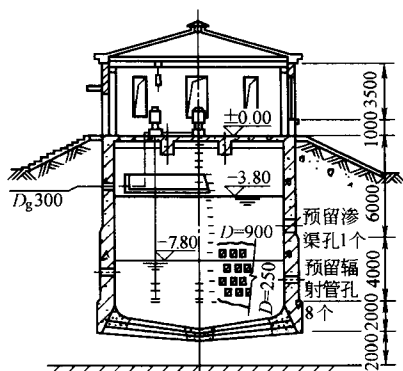


图 1-2 大口井

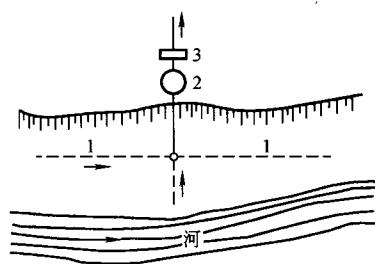


图 1-3 渗渠

1—渗水管；2—集水井；3—泵站

3. 渗渠

渗渠也是集取地下水取水构筑物，可铺设于河流、水库等地面水体下或岸边，以利集取地下渗流水，埋深为 3~5m，渗水管管径及长度视集取水量而定。渗渠所取得的地下水的水虽较河水水质佳，但常不能直接使用，一般还需要简单的净化处理，如图 1-3 所示。

(二) 地面水取水构筑物

地面水取水构筑物类型很多，可分为固定式和活动式两大类，简介如下。

1. 固定式取水构筑物

固定式取水构筑物是永久性取水设施。具有运行、维护、管理简便的优点，适用于取水量大的情况。但固定式取水构筑物要考虑适应水源水位涨落和所处的地质条件、抗浮等问题，水下工作量大，一般工程复杂，投资亦大。固定式取水构筑物按进水间的位置不同，又可分岸边式和河床式。

(1) 岸边式：是进水间（又称进水口）设在岸边，这种形式的取水构筑物适合于河岸较陡，有足够水深的情况，如图 1-4 所示。

(2) 河床式：是将取水口（又称取水头部）伸入河床深处。而将泵站建在岸边。这种形式适用于在河岸平坦、枯水季节水深浅或取不到水、水质差的情况，如图 1-5 所示。

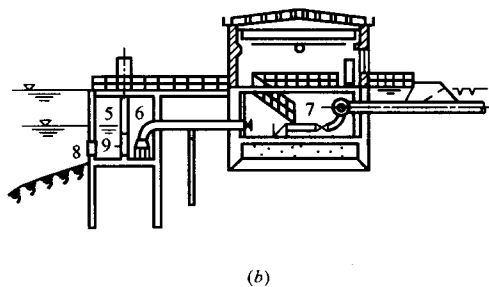
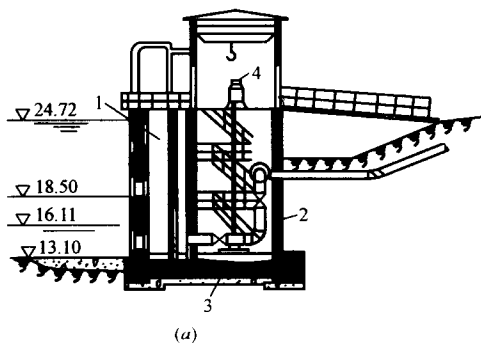


图 1-4 岸边式取水构筑物

(a) 合建式；(b) 分建式

1—进水井；2—泵站；3—立式泵；4—立式电机；5—进水间；6—吸水间；7—泵站；8—格栅；9—格网