

■ 姚宏 王锦 主编

# 给水排水专业

2007注册公用设备工程师考试

## 精讲精练

专业课



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

2007注册公用设备工程师考试

# 专业课精讲精练·给水排水专业

姚宏 王锦 主编



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

《2007 注册公用设备工程师考试专业课精讲精练给排水专业》以《注册公用设备工程师(给水排水专业)考试大纲》为依据,分别对给水工程、排水工程、建筑给排水工程三部分按照大纲中要求的“了解、熟悉、掌握”三个层次内容做了不同程度的清晰讲解,每一部分内容详细、系统全面,各部分相互独立,自成体系,同时对照大纲要求的层次在讲义后编写了针对性较强的习题,能够通过练习进一步强化理论内容的理解和消化效果,同时本讲义密切联系现行国家规划的教材和国家有关的最新工程设计规范标准,并且对其编写内容融理论性、技术性、实用性、训练性为一体,为参加国家注册公用设备工程师考试的考生在短时间内掌握大纲中要求的全部内容提供了有力的保障,同时本书也可作为本专业技术人员从事咨询、设计和工程建设管理的辅导读本和高等学校师生教学、学习参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

2007 注册公用设备工程师考试专业课精讲精练. 给水排水专业/姚宏, 王锦主编. —北京:中国电力出版社,2007  
ISBN 978-7-5083-5454-5

I. 2… II. ①姚…②王… III. ①城市公用设施-工程师-资格考核-解题②给排水系统-工程师-资格考核-解题 IV. TU8-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 046390 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:张鹤凌 梁瑶 责任印制:陈焊彬 责任校对:罗凤贤

汇鑫印务有限公司印刷,各地新华书店经售

2007 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·21.5 印张·535 千字

定价:39.80 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

## 编委会成员

主 编:姚 宏 王 锦

编 委:(排名不分先后)

王国明 陈 慧 陈国炜

刘 丽 单文广 孙明东

田 盛 王旭辉 薛晓博

# 前 言

《注册公用设备工程师考试专业课精讲精练·给水排水专业》一书按照 2003 年 5 月 1 日起开始施行的《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》和《勘察设计注册公用设备工程师制度总体框架实施规划》的规定,以注册公用设备工程师给排水专业考试大纲为依据,密切联系现行国家规划的教材和国家有关的最新工程设计规范标准,并且对大纲中要求的“了解、熟悉、掌握”三个层次内容作了不同程度清晰讲解,后附相应的复习题。其编写内容融理论性、技术性、实用性、训练性为一体,为参加国家注册公用设备工程师考试的考生在短时间内掌握大纲中要求的全部内容提供了有力的保障,同时本书也可作为本专业技术人员从事咨询、设计、工程建设管理的辅导读本和高等学校师生教学、学习参考用书。

《注册公用设备工程师考试专业课精讲精练·给水排水专业》全书共包括 3 章,参与本书编写的人员如下:

第 1 章 给水工程 姚宏 王国明 孙明东 田盛

第 2 章 排水工程 王锦 刘丽 陈国炜 陈慧 王旭辉 薛晓博

第 3 章 建筑给排水工程 姚宏 王国明 单文广 田盛

在编写过程中,网易土木在线专业网站(<http://co.163.com>)组织合肥工业大学相关老师为本书的出版做了不少工作。北京交通大学土建学院吴萱副院长对本书的编写给予了大力支持,在此表示感谢!

由于编写时间仓促,难免有不足之处,恳请各位读者不吝赐教。

编者

# 目 录

## 前言

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 第1章 给水工程 .....                        | 1  |
| 1.1 给水系统 .....                        | 1  |
| 1.1.1 给水系统的组成和分类 .....                | 1  |
| 1.1.2 影响给水系统布置的因素 .....               | 2  |
| 1.1.3 工业给水系统 .....                    | 3  |
| 1.1.4 用水量 .....                       | 3  |
| 1.1.5 设计用水量计算 .....                   | 5  |
| 1.1.6 流量关系和水压关系 .....                 | 6  |
| 1.1.7 水塔及清水池 .....                    | 8  |
| 1.2 输水和配水工程 .....                     | 9  |
| 1.2.1 管网和输水管的布置原则 .....               | 9  |
| 1.2.2 管网水力计算 .....                    | 12 |
| 1.2.3 树状管网水力计算 .....                  | 15 |
| 1.2.4 环状管网水力计算 .....                  | 17 |
| 1.2.5 管网方案技术经济比较 .....                | 20 |
| 1.2.6 分区给水系统设计 .....                  | 22 |
| 1.2.7 给水管材、附件及管道敷设方法 .....            | 24 |
| 1.3 取水工程 .....                        | 26 |
| 1.3.1 水资源 .....                       | 26 |
| 1.3.2 给水水源 .....                      | 27 |
| 1.3.3 合理利用和保护水源 .....                 | 28 |
| 1.3.4 地下水取水构筑物 .....                  | 29 |
| 1.3.5 地表水取水构筑物 .....                  | 30 |
| 1.4 给水处理 .....                        | 35 |
| 1.4.1 给水处理主要方法 .....                  | 35 |
| 1.4.2 混凝 .....                        | 37 |
| 1.4.3 影响混凝效果的主要因素和反应池(絮凝池)的设计原理 ..... | 41 |
| 1.4.4 沉淀 .....                        | 43 |
| 1.4.5 沉淀池的设计计算 .....                  | 47 |
| 1.4.6 机械搅拌澄清池 .....                   | 55 |
| 1.4.7 过滤 .....                        | 63 |
| 1.4.8 滤池 .....                        | 67 |
| 1.4.9 消毒 .....                        | 80 |
| 1.4.10 地下水除铁除锰 .....                  | 84 |
| 1.4.11 软水和纯水 .....                    | 86 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 1.4.12 水厂设计              | 88         |
| 1.5 水的冷却和循环冷却水水质处理       | 93         |
| 1.5.1 水的冷却               | 93         |
| 1.5.2 冷却构筑物类型及冷却塔的工艺构造   | 93         |
| 1.5.3 冷却塔热力计算            | 94         |
| 1.5.4 循环冷却水系统            | 95         |
| 1.5.5 循环冷却水水质处理          | 96         |
| 复习题                      | 98         |
| 复习题答案与提示                 | 111        |
| <b>第2章 排水工程</b>          | <b>119</b> |
| 2.1 排水系统                 | 119        |
| 2.1.1 排水系统的体制、组成及规划设计原则  | 119        |
| 2.1.2 污水管道系统和雨水管渠系统的设计计算 | 121        |
| 2.1.3 暴雨强度公式             | 134        |
| 2.1.4 排洪沟                | 134        |
| 2.1.5 城市污水回用系统及其组成       | 136        |
| 2.1.6 合流制管渠系统            | 137        |
| 2.1.7 排水管渠               | 139        |
| 2.1.8 排水管渠系统上的构筑物        | 141        |
| 2.1.9 排水管渠系统的管理和养护       | 143        |
| 2.2 城市污水处理               | 144        |
| 2.2.1 污水的性质、污染指标和水体污染危害  | 144        |
| 2.2.2 城市污水处理的基本方法与系统设计   | 147        |
| 2.2.3 污水物理设施             | 148        |
| 2.2.4 曝气沉砂池、辐流式沉淀池的设计与计算 | 151        |
| 2.2.5 活性污泥法处理原理和主要设计参数   | 153        |
| 2.2.6 生物膜法处理污水原理与工艺      | 162        |
| 2.2.7 污水的厌氧生物处理原理        | 165        |
| 2.2.8 常见的城市污水生物处理工艺      | 167        |
| 2.2.9 污水深度处理与回用技术        | 172        |
| 2.2.10 城市污水处理厂           | 173        |
| 2.3 工业废水处理               | 175        |
| 2.3.1 工业废水分类及排放要求        | 175        |
| 2.3.2 工业废水处理方法           | 176        |
| 2.3.3 工业废水物理化学处理法        | 176        |
| 2.4 污泥处理                 | 188        |
| 2.4.1 污泥的分类与性质           | 188        |
| 2.4.2 污泥浓缩法              | 190        |
| 2.4.3 污泥厌氧消化机理和影响因素      | 192        |
| 2.4.4 厌氧消化池              | 192        |
| 2.4.5 污泥脱水               | 193        |
| 2.4.6 污泥最终处理方式           | 195        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 复习题 .....                       | 195        |
| 复习题答案与提示 .....                  | 208        |
| <b>第3章 建筑给水排水工程 .....</b>       | <b>216</b> |
| 3.1 建筑给水 .....                  | 216        |
| 3.1.1 水质标准 .....                | 216        |
| 3.1.2 水质防护措施 .....              | 216        |
| 3.1.3 给水系统 .....                | 218        |
| 3.1.4 用水量、设计秒流量和管网水力计算 .....    | 223        |
| 3.1.5 节水措施 .....                | 234        |
| 3.1.6 建筑内部给水分区的原则及措施 .....      | 235        |
| 3.2 建筑消防 .....                  | 236        |
| 3.2.1 建筑物的分类及消防的相应规定 .....      | 236        |
| 3.2.2 水消防系统的组成和使用 .....         | 242        |
| 3.2.3 消火栓及自动喷水灭火系统喷头的布置原则 ..... | 243        |
| 3.2.4 消防用水量及消防给水系统的水力计算 .....   | 246        |
| 3.2.5 建筑灭火器及其他非水消防系统的应用 .....   | 254        |
| 3.3 建筑排水 .....                  | 254        |
| 3.3.1 排水系统 .....                | 254        |
| 3.3.2 水封及通气管的作用 .....           | 259        |
| 3.3.3 通气管的设计方法 .....            | 260        |
| 3.3.4 建筑内部排水流动特点及水流状态 .....     | 261        |
| 3.3.5 排水量、设计秒流量和排水管网的水力计算 ..... | 262        |
| 3.3.6 屋面雨水排水方式及雨水管的设计要求 .....   | 269        |
| 3.3.7 污水、废水局部处理设施的设计 .....      | 275        |
| 3.4 建筑热水 .....                  | 282        |
| 3.4.1 热水和饮用水系统 .....            | 282        |
| 3.4.2 热水供应系统 .....              | 290        |
| 3.4.3 热水量、耗热量的计算及水加热和贮热设备 ..... | 295        |
| 3.4.4 供水压力平衡及热水循环管网计算 .....     | 298        |
| 3.4.5 饮水供应系统 .....              | 303        |
| 3.5 建筑中水 .....                  | 306        |
| 3.5.1 建筑中水处理工艺 .....            | 306        |
| 3.5.2 中水水量平衡计算 .....            | 308        |
| 3.6 室内游泳池 .....                 | 309        |
| 3.6.1 室内游泳池的一般规定 .....          | 309        |
| 3.6.2 游泳池的水处理工艺 .....           | 314        |
| 复习题 .....                       | 316        |
| 复习题答案与提示 .....                  | 326        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>334</b> |

# 第1章 给 水 工 程

## 考试大纲

1.1 给水系统:熟悉给水系统的组成和分类 掌握设计用水量计算 熟悉给水系统的流量关系、水压关系

1.2 输水和配水工程:掌握管网和输水管的布置及水力计算 掌握水塔及清水池的容积计算、水塔高度的确定 熟悉管网方案技术经济比较 了解分区给水系统设计 熟悉给水管材、附件及管道敷设方法 了解给水管防腐蚀方法

1.3 取水工程:了解水资源概况、水源选择及取水工程任务 熟悉地下水取水构筑物类型及适用条件 掌握地表水取水构筑物的类型、选址及布置要求

1.4 给水处理:熟悉给水处理的主要方法及基本理论 掌握混凝、沉淀、澄清、过滤构筑物的工艺设计 熟悉氯消毒及设备,了解其他消毒方法 了解地下水除铁除锰方法 掌握软水、纯水制备的方法和系统设计 熟悉水厂设计

1.5 水的冷却和循环冷却水水质处理:了解水的冷却原理及冷却构筑物 熟悉循环冷却水水质处理 掌握循环冷却水系统的构成和设计原则

## 1.1 给水系统

### 1.1.1 给水系统的组成和分类

#### 1. 给水系统的组成

给水系统由相互联系的一系列构筑物 and 输配水管网组成。它的任务是从水源取水,按照用户对水质的要求进行处理,然后将水输送到用水区,并向用户配水。给水系统通常由下列工程设施组成:

- (1)取水构筑物 自地面水源或地下水源取水的构筑物。
- (2)输水管(渠) 将取水构筑物取集的原水送入处理构筑物的管、渠设施。
- (3)处理构筑物 对原水进行处理,以达到用户对水质要求的各种构筑物,通常把这些构筑物集中设置在水厂内。
- (4)调节及增压构筑物 贮存而调节水量,保证水压的构筑物(如清水池、房)一般设在水厂内,也可在厂内外同时设置。
- (5)配水管网 将处理好的水送至用户的管道及附属设施。

#### 2. 给水处理系统分类

给水处理是保证城市、工矿企业等用水的各项构筑物和输配水管网组成的系统。根据系统的性质,可分类如下。

- (1)按水源种类 地表水(江河、湖泊、蓄水库、海洋等)和地下水(浅层地下水、深层地下水、泉水等)给水系统。
- (2)按供水方式 自流系统(重力供水)、水泵供水系统(压力供水)和混合供水系统。
- (3)按使用目的 生活用水、生产给水和消防给水系统。
- (4)按服务对象 城市给水和工业给水系统,在工业给水中,又分为直流系统、循环系统

和复用系统。

城镇给水系统一般为生活、生产、消防三者合一系统,它可分为。

1)统一系统:统一按生活饮用水水质供水,为一般中、小城镇所采用。

2)分质系统:由于供水水质要求不同,采用分系统供应。对于水质要求较低的用水(如生产用水)单独设置给水系统,而其他用水则合并为另一统一的系统。

3)分压系统:根据管网压力的不同要求,如城市中某些高层建筑区,要求较高的供水压力,此时可采用不同压力的供水系统。

4)分区系统:按地区形成不同的供水区域。对于地形起伏较大的城镇,其高、低区域采用由同一水厂分压供水的系统,称为并联分区系统;当采用增压泵房(或减压措施)从某一区域取水,向另一区域供水的系统,称为串联分区系统。

5)区域系统:由于水源或其他因素,供水系统需同时考虑向几个城镇供水的大范围给水系统。

除了以上对供水系统的分类外,有时还根据系统中的水源多少,分为单水源系统和多水源系统等。

### 1.1.2 影响给水系统布置的因素

根据城市规划、水源条件、地形及用户对水量、水质和水压等方面的具体情况,给水系统可有多种不同的布置方式。影响给水系统布置方式的主要因素,大致有下列几个方面。

#### 1. 城市规划的影响

城市和工业区的建设规划是给水系统布置(包括水源选择和防护带确定)的基础,因此给水系统布置必须根据城市和工业区建设规划,通盘考虑、分期建设,做到既能满足近期的供水要求,又能适应今后的发展需要。

根据城市规模人数、房屋层数、标准及城市现状、气候条件等,可以确定给水工程的设计规模;根据当地农业灌溉、航运、水利等规划资料及水文、水文地质资料,可以确定水源和取水构筑物的位置;根据城市功能分区、街道位置、城市的地形条件、用户对水量、水压和水质的要求,可以选定水厂、调节构筑物、泵站和管网的位置及确定管网是否需要分区供水或分质供水。

#### 2. 水源的影响

水源的种类、水源的高程及离给水区的远近、水源的丰富程度等都对给水系统的布置有直接影响。

当水源为地下水时,一般水质较好,不易受到污染,取水位置离供水区较近,因此在给水系统布置时,与地表水水源相比就可省去大量的处理构筑物,并大大缩短了输水管长度。

当水源所处位置高程较高时,能采用重力输水,则可省去一级泵站或二级泵站,甚至省去一、二级泵站,从而减低了一次性投资和经常能量耗费。

当城市附近水源较为丰富时,给水系统就可采用多水源供水,这种布置方式既适合分期发展且供水也比较可靠,而且管网水压也比较均匀。

#### 3. 地形的影响

地形条件对给水系统的布置有很大的影响。

地形较为平坦、城市规模不大、工业用水量较小且对水压无特殊要求时,比较适合采用统一给水系统。地形起伏较大或城市各区相隔较远时,比较适合采用分区给水系统和局部加压给水系统。城市较大且被河流分隔时,一般比较适合采用先分区后统一的多水源给水系统。

### 1.1.3 工业给水系统

#### 1. 工业给水系统的类型

工业企业门类多,系统庞大,而且对水量、水压、水质和水温有不同要求。在各类工业企业中有的用水量但对水质要求不高,使用城市自来水不经济或城市给水系统规模有限不得不自建给水系统,如火力发电、冶金工业等。有的用水量虽小,但对水质要求很高,城市自来水水质不能满足要求,也必须要自建给水处理系统,将城市自来水水质提高到满足生产用水水质的水平,如电子、医药工业等。

工业给水系统可有多种分类方法,按用水方式可分为以下三种。

(1)直流给水系统 直流给水系统是指使用过的水直接排入排水系统,不再作任何回用和复用。直流给水系统适合于没有再次使用价值的用水情况,为了节约用水,应尽可能设法减小直流给水系统的供水量。

(2)循环给水系统 循环给水系统是指使用过的水经适当处理后再行回用,并连续循环。循环给水系统最适合于冷却水的供给。在冷却水的循环使用过程中会有蒸发、飘洒、渗漏和排污等水量损失,需连续补充。

(3)复用给水系统 复用给水系统是指按用水点对水质的不同要求,由好至差按顺序重复使用。复用给水系统适合于在工业企业中有些车间排出的水可不经处理或稍加处理就可供其他车间使用的情况。

循环给水系统和复用给水系统对于节约用水、提高环境效益具有重要意义,应尽可能多地采用。

#### 2. 工业用水的水量平衡

(1)水量平衡的目的和含义 工业节约用水的意义和潜力都很大,而水量平衡是工业节水的基础工作。水量平衡的目的是通过对生产工艺用水要求及其变化规律的了解,挖掘重复利用、循环使用的潜力,以做到合理用水、节约用水。水量平衡的含义是指总用水量和总排水量之间的平衡。

总用水量包括:新鲜水、循环用水、回用水。总排水量包括:回用水、复用水、清洁废水、污水和废水。

(2)水量平衡图的绘制和使用 水量平衡图是水量平衡工作中的一个重要组成部分。水量平衡图的绘制方法是首先做测定工作,详细调查供水水源的水量、水质、水压、水温,用水部门的生产工艺及设备对用水水量、水质、水压、水温的要求及变化规律,然后订出合理的用水和排水计划,最后在此基础上绘制出合理的水量平衡图。

水量平衡图在了解工厂用水现状,选用节水措施,健全用水计量仪表,减少排水量,合理利用水资源,合理设计和改造厂区给排水管道等方面都能起到重要的作用。

### 1.1.4 用水量

#### 1. 用水量定额(标准)

用水量标准即为用水量定额,它是确定设计用水量的主要依据,它可影响给水系统相应设施的规模、工程投资、工程扩建的期限、今后水量的保证等方面,所以必须慎重考虑,应结合现状和规划资料并参照类似地区或工业的用水情况,确定用水量定额。

用水量定额是指设计年限内达到的用水水平,因此需从城市规划、工业企业生产情况、居民生活条件和气象条件等方面,结合现状用水调查资料分析,进行远近期水量预测。城市生活

用水和工业用水的增长速度,在一定程度上是有规律的,但如对生活用水采取节约用水措施,对工业用水采取计划用水、提高工业用水重复利用率等措施,可以影响用水量的增长速度,在确定用水量定额时应考虑这些变化。

居民生活用水定额和综合生活用水定额,应根据当地国民经济和社会发展规划以及水资源充沛程度,在现有用水量定额基础上,结合给水专业规划和给水工程发展条件综合分析确定,见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 居民生活用水定额

| 城市规模   | 特大城市/ $[L/(cap \cdot d)]$ |           | 大城市/ $[L/(cap \cdot d)]$ |           | 中、小城市/ $[L/(cap \cdot d)]$ |           |
|--------|---------------------------|-----------|--------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| 用水情况分区 | 最高日                       | 平均日       | 最高日                      | 平均日       | 最高日                        | 平均日       |
| 一      | 180 ~ 270                 | 140 ~ 210 | 160 ~ 250                | 120 ~ 190 | 140 ~ 230                  | 100 ~ 170 |
| 二      | 140 ~ 200                 | 110 ~ 160 | 120 ~ 180                | 90 ~ 140  | 100 ~ 160                  | 70 ~ 120  |
| 三      | 140 ~ 180                 | 110 ~ 150 | 120 ~ 160                | 90 ~ 130  | 100 ~ 140                  | 70 ~ 110  |

表 1-2 综合生活用水定额

| 城市规模   | 特大城市/ $[L/(cap \cdot d)]$ |           | 大城市/ $[L/(cap \cdot d)]$ |           | 中、小城市/ $[L/(cap \cdot d)]$ |           |
|--------|---------------------------|-----------|--------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| 用水情况分区 | 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. cap 表示“人”的计量单位。

2. 居民生活用水指:城市居民日常生活用水。

3. 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。

4. 特大城市指:市区和近郊区非农业人口为 100 万及以下的城市;

大城市指:市区和近郊区非农业人口为 50 万及以下的城市,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。

5. 一区包括:贵州、四川、湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、海南、上海、云南、江苏、安徽、重庆;

二区包括: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的地区。

6. 经济开发区和特区城市,根据用水实际情况、用水定额酌情增加。

城市居民生活用水量由城市人口、每人每日平均生活用水量和城市给水普及率等因素确定。居民生活用水定额和综合用水定额可参照《室外给水设计规范》(GBJ13—1986)的规定。工业企业设计年限内生产用水量的预测,可以根据工业用水的以往资料,按历年工业用水增长率以推算未来的水量;或根据单位工业产值的用水量、工业用水量增长率与工业产值的关系,或单位产值用水量与用水重复率的关系加以预测。城市或居住区的室外消防用水量,应按同时发生火灾次数和一次灭火的用水量确定。工厂、仓库和民用建筑的室外消防用水量,可按同时发生火灾的次数和一次灭火的用水量确定。消防用水量、水压和火灾延续时间等,应按照国家现行的《建筑设计防火规范》(GBJ16—1987)和《高层民用建筑设计防火规范》(GB50045—1995)等执行。

浇洒道路和绿化用水量应根据路面种类、绿化面积、气候和土壤等条件确定。城市的未预见水量和管网漏失水量可按最高日用水量的 15% ~ 25% 合并计算;工业企业自备水厂的上述水量可根据工艺和设备情况确定。

## 2. 用水量变化规律及变化系数的确定

无论是生活或生产用水,用水量经常在变化。生活用水量随着生活习惯和气候而变化,如

一天中早晨起床后和晚饭后用水量比较多,假期比平日高,夏季比冬季用水多。工业生产用水量中包括冷却用水、空调用水、工艺过程用水以及清洗、绿化等其他用水,在一年中水量是有变化的。冷却用水主要是用来冷却设备,带走多余热量,所以用水量受到水温和气温的影响,夏季多于冬季。

用水量定额只是一个平均值,在设计时还需要考虑每日、每时的用水量变化。在设计规定的年限内,用水最多一日的用水量,叫做最高日用水量,一般用以确定给水系统中各类设施的规模。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  $K_d$ 。根据给水区的地理位置、气候、生活习惯和室内给排水设施程度,其值约为 1.1 ~ 1.5。在最高日内,每小时的用水量也是变化的,变化幅度和居民数、房屋设备类型、职工上班时间和班次等有关。最高 1h 用水量与平均时用水量的比值,叫做时变化系数  $K_h$ 。该值在 1.3 ~ 1.6 之间。大中城市的用水比较均匀,  $K_h$  值较小,可取下限,小城市可取上限或适当放大。

在设计给水系统时,除了求出设计年限内最高日用水量和最高日的最高 1h 用水量外,还应知道 24h 的用水量变化,以此确定各种给水构筑物的尺寸。

对于新设计的给水工程,用水量变化规律只能按该工程所在地区的气候、人口、居住条件、工业生产工艺、设备能力、产值等情况,参考附近城市的实际资料确定。对于扩建工程,可进行调查,获得用水量及其变化规律的资料。

### 1.1.5 设计用水量计算

设计用水量是城市给水系统在设计年限达到的用水量,一般按最高日用水量考虑,计算时应包括下列各种用水量。

(1) 综合生活用水量(包括居民生活用水和公共建筑用水)

$$Q_p = \sum (q_i P_i \omega_i) \quad (1-1)$$

式中  $Q_p$ ——综合生活用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$q_i$ ——不同卫生设备的居住区最高日用水量标准,  $\text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{d})$ ;

$P_i$ ——居住区的人口密度,  $\text{人}/\text{hm}^2$ ;

$\omega_i$ ——居住区面积,  $\text{hm}^2$ 。

(2) 工业企业生产用水和工作人员生活用水量

$$Q_w = \sum (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad (1-2)$$

式中  $Q_w$ ——工业企业生产用水和工作人员生活用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$Q_1$ ——工业企业日生产用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$Q_2$ ——工业企业中工人生活用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$Q_3$ ——工业企业中淋浴用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

(3) 消防用水量

$$Q_x = \sum (q_x N) \quad (1-3)$$

式中  $Q_x$ ——消防用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$q_x$ ——一次灭火用水量,  $\text{L/s}$ ;

$N$ ——同一时间内火灾次数,按有关消防规定。

(4) 浇洒道路和绿地用水量 浇洒道路和绿地用水量  $Q_L$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) 视城市规模、路面种类、绿化面积、气候和土壤等条件而定,一般浇洒道路和场地用水为  $1 \sim 1.5 \text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{次})$ ,

每日浇洒 2~3 次,绿化用水为  $1.5 \sim 2.0 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

(5) 未预见水量及管网漏失量 城镇未预见水量  $Q_u$  和管网漏失量  $Q_l$  可按最高日用水量的 15%~25% 合并计算。工业企业的未预见水量  $Q_u$  及管网漏失水量  $Q_l$  可根据工艺及设备情况确定。长距离输水渠道渗漏量较大,设计时其渗漏水量  $Q_l$  应通过调查研究计算确定。

则设计年限内城市最高日用水量

$$Q_d = Q_p + Q_u + Q + Q_l + Q_u \quad (1-4)$$

或者

$$Q_d = (1.15 \sim 1.25) Q_p + Q_u + Q + Q_l \quad (1-5)$$

从最高日用水量可得最高日最高时用水量和最高日平均时用水量

$$Q_h = \frac{1000 K_h Q_d}{24 \times 3600} = \frac{K_h Q_d}{86.4} \quad (1-6)$$

式中  $Q_d$ ——最高日设计用水量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$K_h$ ——时变化系数;

$Q_h$ ——最高日平均时用水量,  $\text{L/s}$ 。

如上式中令  $K_h = 1$ , 即得最高日平均时的设计用水量。

### 1.1.6 流量关系和水压关系

给水系统中各构筑物设计流量是以  $Q_d$  为基础进行设计的。

#### 1. 取水构筑物、一级泵站和净水构筑物

从水源到水厂的输水管等,按最高日的平均时流量加水厂自用水量计算,即

$$Q_h = \frac{\alpha Q_d}{T} \quad (1-7)$$

式中  $Q_h$ ——最高日平均时用水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$Q_d$ ——最高日设计流量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$\alpha$ ——水厂自用水系数,取  $1.05 \sim 1.10$ ;

$T$ ——一级泵站或水厂每天工作时间,  $\text{h}$ 。

#### 2. 地下水源时一级泵站按最高日平均时流量计算

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \quad (1-8)$$

#### 3. 管网按最高日最高时流量计算

$$Q_h = K_h \frac{Q_d}{T} \quad (1-9)$$

式中  $K_h$ ——时变化系数。

#### 4. 输水管

(1) 网前设有配水厂或水塔,从二级泵站到配水厂或水塔的输水管,按二级泵站最大供水量计算。

(2) 网中或网后没有水量调节构筑物的输水管应按最高日最高时流量减去调节构筑物输入管网的流量计算。

(3) 输水管同时有消防给水任务时,应分别按包括消防补充水量或消防流量进行复核。

#### 5. 二级泵站

二级泵站能力以及清水池和管网调节构筑物的调节容积按照用水量变化曲线和拟定的二

级泵站工作曲线确定。

给水系统应保证一定的水压,使能供给足够的生活用水或生产用水。城市给水管网需要保证最小的服务水头:从地面算起1层为10m,2层为12m,2层以上每层增加4m。

泵站、水塔或高地水池是给水系统中保证水压的构筑物,因此需了解水泵扬程和水塔(或高地水池)高度的确定方法,以满足设计的水压要求。

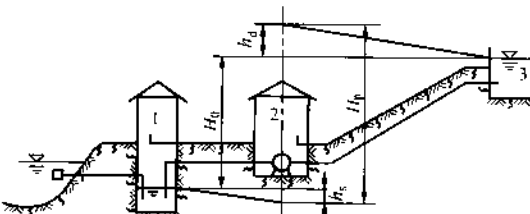
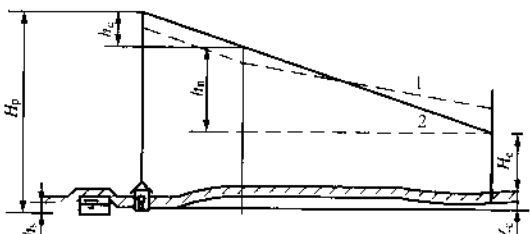
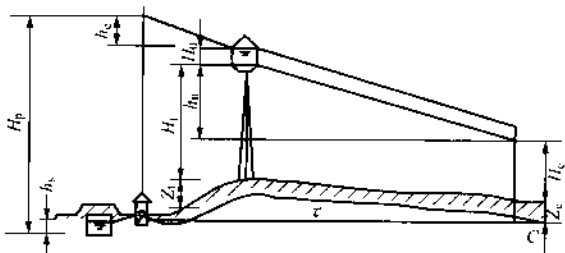
## 6. 水泵扬程的确定

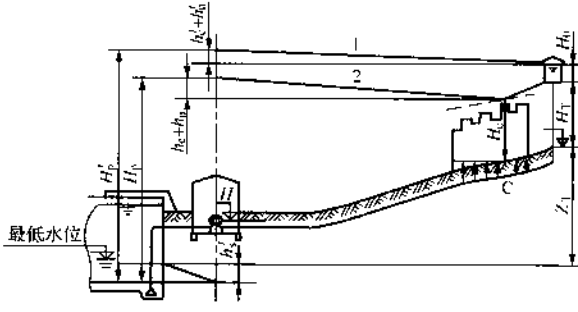
水泵扬程  $H_p$  等于静扬程和水头损失之和

$$H_p = H_0 + \sum h \quad (1-10)$$

一级泵房扬程和二级泵房扬程计算见表1-3。

表 1-3 水泵扬程和水塔高度计算

| 示意图                                                                                                                                                       | 计算公式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>一级泵房扬程</p>  <p>取水构筑物、一级泵房和水处理构筑物的高程关系<br/>1—取水构筑物;2—一级泵房;3—水处理构筑物</p> | $H_p = H_0 + h_s + h_d$ <p><math>H_p</math>—一级泵房扬程,m;<br/> <math>H_0</math>—静扬程,等于水源吸水井最低水位和处理构筑物起端最高水位之差,m;<br/> <math>h_s</math>—水泵吸水管、压水管和泵房内的水头损失,m;<br/> <math>h_d</math>—输水管水头损失,m</p>                                                                                                                                                |
| <p>无水塔管网的二级泵房扬程</p>  <p>无水塔管网的水压线<br/>1—最小用水时;2—最高用水时</p>              | $H_p = Z_c + H_c + h_s + h_c + h_n$ <p><math>H_p</math>—无水塔管网的二级泵房扬程,m;<br/> <math>Z_c</math>—离泵房远或地形高的控制点C地形标高与清水池最低水位的高差,m;<br/> <math>H_c</math>—控制点要求的最小服务水头,m;<br/> <math>h_s, h_c, h_n</math>—水泵管路、输水管和管网中的水头损失,m,按最高时水量计算</p>                                                                                                        |
| <p>网前水塔管网的水塔高度及二级泵站扬程</p>  <p>网前水塔管网的水压线</p>                           | $H_1 = H_0 + h_n - (Z_1 - Z_c)$ $H_p = Z_1 + H_0 + H_1 + h_s + h_c$ <p><math>H_1</math>—网前水塔管网的水塔高度,m;<br/> <math>H_p</math>—二级泵站扬程,m;<br/> <math>H_0</math>—静扬程,等于水源吸水井最低水位和处理构筑物起端最高水位之差,m;<br/> <math>Z_1</math>—水塔处地面和清水池最低水位的高差,m;<br/> <math>H_0</math>—水塔水箱的有效水深,m;<br/> <math>h_s, h_c, h_n</math>—水泵管路、输水管和管网中的水头损失,m,按最高时水量计算</p> |

| 示意图                                                                                                                                                                                            | 计算公式                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">网后水塔管网</p>  <p style="text-align: center;">对置水塔的管网水压线<br/>1—最大转输时; 2—最高用水时</p> | $H_p' = Z_1 + H_1 + H_0 + h_s' + h_p' + h_n'$ <p><math>H_p'</math>—最高用水时, <math>H_p</math> 同无水塔管网, <math>H_1</math> 和网前水塔管网相同, 但控制点 C 在分界线上最大转输时二级泵房扬程, m;</p> <p><math>h_s'</math>, <math>h_p'</math>, <math>h_n'</math>—最大转输时, 水泵吸水管路、输水管和管网的水头损失, m, 按最大转输时流量计算</p> |

一级泵房水泵按最高日平均时流量, 通过计算求出扬程, 二级泵房水泵扬程和水塔高度按最高日最高时流量计算。以上各式计算水泵扬程时, 应考虑 1~2m 的富裕水头。

### 1.1.7 水塔及清水池

#### 1. 清水池容积

##### (1) 清水池有效容量

$$W_c = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad (1-11)$$

式中  $W_c$ ——清水池有效容量,  $m^3$ ;

$W_1$ ——调节容量,  $m^3$ , 一般根据制水曲线和供水曲线求得;

$W_2$ ——净水构筑物冲洗用水及其他厂用水的调节水量 (当滤池采用水泵冲洗并由清水池供水时, 可按一次冲洗的水量考虑; 当滤池采用水塔冲洗时,  $W_c$  一般可不考虑),  $m^3$ ;

$W_3$ ——安全储量, 为避免清水池抽空, 威胁供水安全, 清水池可保留一定水深的容量作为安全储量,  $m^3$ ;

$W_4$ ——消防贮量,  $m^3$ ;

$$W_4 = T(Q_x + Q_T - Q_1) \quad (1-12)$$

其中  $T$ ——消防历时, 一般为 3h, 也有采用 2h 的, 可视具体情况而定, h;

$Q_x$ ——消防用水量,  $m^3/h$ ;

$Q_T$ ——最高日平均时生活与生产用水量之和,  $m^3/h$ ;

$Q_1$ ——消防时一级泵房供水量,  $m^3/h$ , 如消防时允许净水厂强制提高制水量, 则  $Q_1 > Q_T$ 。

当缺乏制水曲线和供水曲线资料时, 对于配水管网中无调节构筑物的清水池有效容量  $W_c$ , 可按最高日用水量的 10%~20% 考虑。

(2) 设有网前调节水塔或高位水池的小城镇, 当消防时关闭水塔和高位水池, 清水池容

积  $W$  同上式计算。

(3) 清水池的容量尚需复核必要的消毒接触容量（复核时可利用消防贮量和安全储量）。

(4) 清水池的池数或分格数，一般不少于两个，并能单独工作和分别放空。如有特殊措施能保证供水要求时，亦可采用一个。当考虑近远期结合，近期只建一个清水池，一般应设超越清水池的管道，以便清洗时不影响供水。

## 2. 水塔容量

$$W = W_1 + W_2 \quad (1-13)$$

式中  $W$ ——水塔容量， $m^3$ ；

$W_1$ ——消防贮量，当负有消防要求时，应按《建筑设计防火规范》（GBJ16—1987）要求确定， $m^3$ ；

$W_2$ ——调节容量， $m^3$ ；

$$W_2 = KQ$$

其中  $Q$ ——最高日用水量， $m^3/d$ ；

$K$ ——调节容量占最高日用水量的百分率（%），其计算方法一般有下列两种：

1) 根据水厂供水曲线和用水曲线推求。此方法虽较合理，但实际用水情况受使用、管理影响较大，设计时要掌握可靠的用水曲线比较困难。

2) 按最高日用水量的百分率求得。城镇的水塔调节水量一般可按最高日用水量的 6%~8% 选定；生产用水的水塔容量，按生产工艺要求选定。

## 3. 水塔高度

水塔的作用除了前面所提及的调节流量和贮水的作用外，还有一个重要的作用就是缩短水泵工作时间和保证管网恒定的水压，水塔因为容积不能太大，所以比较适合在中小城市和工业企业给水系统中采用，水塔在管网中的位置可以在管网前、管网中或管网末端，但不管水塔设在何处，它的水柜底高于地面的高度均可为

$$H_t = H_c + h_n - (Z_t - Z_c) \quad (1-14)$$

式中  $H_t$ ——水塔水柜底高于地面的高度差， $m$ ；

$H_c$ ——控制点  $C$  要求的最小服务水头， $m$ ；

$h_n$ ——按最高时用水量计算的从水塔到控制点的管网水头损失， $m$ ；

$Z_t$ ——设置水塔处的地面标高， $m$ ；

$Z_c$ ——控制点  $C$  处的地面标高， $m$ 。

式中 (1-14) 中的水头损失  $h_n$  和水压最低控制点的确定需通过管网计算，从式中可看出建造水塔处的地面标高越高，则水塔高度  $H_t$  越低。

网前水塔及对置水塔的高度计算见表 1-3。

## 1.2 输水和配水工程

### 1.2.1 管网和输水管的布置原则

给水管道或渠道按其功能一般分为输水管（渠）和配水管。

输水管（渠）是指从水源输送原水至净水厂或配水厂的管或渠。当净水厂远离供水区时，从净水厂至配水管网间的干管也可作为输水管（渠）考虑。输水管（渠）按其输水方