

给水排水工程

设计原理与方法

GEISHUI PAISHUI GONGCHENG
SHEJIYUANLI YU FANGFA

张呼生 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

给水排水工程 设计原理与方法

GEISHUI PAISHUI GONGCHENG
SHEJI YUANLI YU FANGFA

张呼生 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书着重从理论与实践两个方面阐述给水排水工程设计内容，主要包括：给水工程、排水工程、泵与泵站及建筑给水排水工程等课程的理论计算。另外，本书还摘抄了部分现行设计规范、设计手册中的相关设计参数、指标等内容，并且收录了部分节能、环保的新材料、新设备供设计选型。

本书可以作为给水排水工程专业的设计辅助用书，也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水工程设计原理与方法/张呼生主编. —北京：中国电力出版社，2011.8

ISBN 978-7-5123-2038-3

I. ①给… II. ①张… III. ①给水工程—设计②排水工程—设计 IV. ①TU991.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 166432 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn)

责任编辑：未翠霞 联系电话：010-63412611

责任印制：蔺义舟 责任校对：焦秀玲

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·19.5 印张·476 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

前 言

本书的编写是针对工科院校给排水专业学生的专业课程设计实践环节的实际要求，确定了与在校学生知识、能力结构相适应的原则，以注重培养学生理论联系实际，强化学生工程设计意识为宗旨而编写的。

由于篇幅所限，本书在编写过程中删繁就简，注重实用，通俗易懂，内容精炼，既保留了专业设计方面的内容，也增加了部分新材料、新设备等内容，体现了“专业工程设计指导”的原则。

本书由内蒙古工业大学的张呼生担任主编，内蒙古工业大学的刘宇红、宋虹苇、内蒙古建筑职业技术学院贾超和内蒙古农业大学职业技术学院杨海燕参加了编写。具体编写分工为：第一部分由刘宇红编写；第二部分由宋虹苇编写；第三部分由贾超编写；第四部分由张呼生、杨海燕共同编写。

鉴于作者水平和条件有限，加之时间仓促，书中难免会有疏漏、不妥乃至错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1篇 给 水 工 程

第1章 给水工程概述	2
1.1 给水系统的组成和布置	2
1.2 设计用水量计算	4
1.3 给水系统的流量关系、水压关系	7
第2章 输配水管网的设计计算	12
2.1 输水管(渠)、配水管网布置及流量计算	12
2.2 输水管渠、配水管网水力计算	15
2.3 管网校核	22
2.4 等水压线图绘制	23
2.5 给水管道材料	24
第3章 取水构筑物设计计算	26
3.1 水源选择	26
3.2 地下水取水构筑物构造和设计要求	27
3.3 地表水取水构筑物选择和设计	29
第4章 净水厂处理设施设计计算	32
4.1 混凝	32
4.2 沉淀和澄清	50
4.3 过滤	55
4.4 消毒	59
4.5 清水池设计计算	61
4.6 预处理	63
4.7 臭氧净水	65
4.8 活性炭吸附	65
第5章 净水厂设计	67
5.1 净水厂厂址选择	67
5.2 净水厂工艺流程和处理构筑物选择	68
5.3 净水厂平面与高程布置	70

第2篇 排 水 工 程

第1章 排水工程概述	76
1.1 排水体制及其选择	76

1.2 排水系统的布置形式·····	77
第2章 排水管渠系统 ·····	78
2.1 污水管道的设计·····	78
2.2 雨水管渠的设计·····	89
2.3 排水管渠上的附属构筑物·····	98
第3章 城市污水处理 ·····	104
3.1 污水的物理处理·····	104
3.2 污水的生物处理——活性污泥法·····	118
3.3 污泥处理与处置·····	143

第3篇 泵 与 泵 站

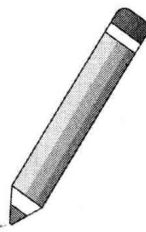
第1章 水泵及水泵站概述 ·····	154
1.1 水泵及水泵站的作用和地位·····	154
1.2 水泵定义及分类·····	154
第2章 叶片式水泵 ·····	156
2.1 离心泵的工作原理及基本构造·····	156
2.2 叶片泵的基本性能参数·····	160
2.3 水泵的总扬程及基本计算方法·····	161
2.4 离心泵的特性曲线·····	164
2.5 离心泵并联及串联运行工况·····	166
2.6 离心泵吸水性能·····	171
2.7 轴流泵及混流泵·····	175
2.8 给水排水工程中常用的叶片泵·····	176
第3章 给水泵站及排水泵站分类与特点 ·····	181
3.1 给水泵站分类·····	181
3.2 水泵选择·····	182
第4章 排水泵站 ·····	198
4.1 排水泵站的组成与分类·····	198
4.2 排水泵站的基本类型·····	198
4.3 污水泵站的工艺特点·····	200
4.4 雨水泵站的工艺特点·····	203
4.5 合流泵站的工艺特点·····	204
4.6 其他形式污水泵站的工艺特点·····	205
第5章 泵站的设计 ·····	206
5.1 泵站的选型·····	206
5.2 泵房形式的选择·····	208
5.3 泵房尺寸的确定·····	211

第4篇 建筑给水排水工程

第1章 管道材料、器材及卫生器具·····	214
1.1 管道材料和水表·····	214
1.2 卫生器具及冲洗设备·····	219
第2章 建筑给水工程·····	224
2.1 各类用水定额·····	224
2.2 给水系统和给水方式·····	231
2.3 给水管网的布置和敷设·····	233
2.4 室内用水与设计秒流量·····	236
2.5 水泵和水箱·····	240
2.6 高层建筑室内给水系统特点·····	243
2.7 建筑消防·····	248
第3章 建筑排水、中水工程·····	266
3.1 建筑排水系统的分类和污水排放条件·····	266
3.2 建筑排水系统的组成·····	266
3.3 建筑排水管网的布置和敷设·····	268
3.4 建筑排水管道的计算·····	270
3.5 屋面雨水排放·····	275
3.6 建筑中水工程简介·····	287
3.7 高层建筑排水系统特点·····	288
第4章 生活热水供应·····	294
4.1 建筑热水供应系统·····	294
4.2 饮水供应·····	301
4.3 高层建筑热水供应系统特点·····	303
参考文献·····	304

第1篇

给 水 工 程



第1章 给水工程概述

给水系统是由保证城市、工矿企业等用水的各种构筑物和输配水管网组成的系统，它必须保证以足够的水量、合格的水质和必要的水压，供给生活用水、生产用水和其他用水，而且，不仅要满足近期的需要，还要兼顾到今后的发展。

给水系统布置必须考虑城市规划，水源条件，地形，用户对水量、水质和水压要求等方面的因素，以及原有给水工程设施等条件，从全局出发，通过技术经济比较后综合考虑确定。城市给水系统的组成和布置原则同样适合工业企业。一般情况下，工业用水常由城市管网供给。

1.1 给水系统的组成和布置

1.1.1 给水系统的组成

给水系统是由相互联系的一系列构筑物和输配水管网组成。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。为了完成上述任务，给水系统常由下列工程设施组成：

(1) 取水构筑物：自地表水源或地下水源取水的构筑物。

(2) 输水管（渠）：将取水构筑物采集的原水送入处理构筑物的管、渠设施。

(3) 水处理构筑物：对水源水进行处理，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净水厂内。

(4) 调节及增压构筑物：贮存和调节水量、保证水压的构筑物（如清水池、泵站），一般设置在净水厂内，也可在净水厂内外同时设置。

(5) 配水管网：将处理好的水送至用户的管道及附属设施。

1.1.2 给水系统的布置及影响因素

1. 给水系统的布置

以地表水为水源的给水系统，相应的工程设施通常为：取水构筑物从地表水源取水，经一级泵站送往水处理构筑物，处理后的清水贮存在清水池中，二级泵站从清水池取水，经配水管网供给用户。有时为了调节水量和保持管网的水压，可根据需要建造高地水池和水塔。一般情况下，从取水构筑物到二级泵站都属于净水厂的范围。当水源远离城市时，须由输水管（渠）将水源水引到净水厂。

给水管网遍布整个给水区域，根据管道的功能，可分为干管和分配管。干管主要用于输水，管径较大；分配管用于配水到用户，管径较小。给水管网设计计算往往只限于干管，但是干管和分配管的管径并无明确的界限，需视管网规模而定。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，在小城市中可能不允许略去。

以地下水为水源的给水系统常凿井取水。如果地下水水质好，一般可省去水处理构筑物而只需加氯消毒，使给水系统大为简化。

统一给水系统即用同一系统供应生活、生产和消防等各种用水，绝大多数城市采用这种系统。在城市给水中，工业用水量往往占较大的比例，由于工业用水的水质和水压要求有其特殊性，因此在工业用水的水质和水压要求与生活用水不同的情况下，有时可根据具体条件，除考虑统一给水系统外，还可考虑分质、分压等给水系统。若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，也可采用统一给水系统。

对于城市中个别用水量、水质要求较低的工业企业，可考虑按水质要求分系统（分质）给水。分质给水可以是同一水源的水，经过不同的水处理过程和管网，将不同水质的水供给各类用户。也可以是不同水源，如地表水经过简单沉淀后，供工业生产使用，地下水经过消毒后供生活使用等。当用水量较大的工业企业相对集中，且有合适水源可利用时，经技术经济比较可独立设置工业用水给水系统，采用分质供水。地形高差大的城镇给水系统宜采用分压供水。对于远离水厂或局部地形较高的供水区域，可设置加压泵站，采用分区供水。当水源地与供水区域有地形高差可以利用时，应对重力输配水与加压输配水系统进行技术经济比较，择优选用。当给水系统采用区域供水，向范围较广的多个城镇供水时，应对采用原水输送或清水输送以及输水管路的布置和调节水池、增压泵站等的设置，作多方案技术经济比较后确定。采用多水源供水的给水系统宜考虑在事故时能相互调度。

无论采用哪一种给水系统形式，都要根据当地地形条件、水源情况、城市和工业企业的规划、供水规模、水质和水压要求以及原有给水工程设施等条件，从全局出发，通过技术经济比较后综合考虑确定。

2. 影响给水系统布置的主要因素

给水系统布置必须考虑城市规划、水源条件、地形、用户对水量水质及水压要求等方面的因素。

（1）城市规划的影响。给水系统的布置，应密切配合城市和工业区的建设规划，做到通盘考虑分期建设，既能及时供应生产、生活和消防用水，又能适应今后发展的要求。

水源选择、给水系统布置和水源卫生防护地带的确定，都应以城市和工业区的建设规划为基础。城市规划和给水系统设计的关系极为密切。例如，根据城市规划人口数、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、用户对水质水量及水压的要求，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）水源条件的影响。任何城市都会因水源种类、水源与给水区距离、水质条件等的不同，影响到给水系统的布置。

给水水源分地下水源和地表水源两种。

当地下水比较丰富时，则可在城市上游或在给水区开凿管井或大口井，井水经消毒后，由泵站加压送入管网，供用户使用。如果水源处于适当的高程，能借重力供水，则可省去一级泵站或二级泵站或同时省去一、二级泵站。城市附近山上有泉水时，建造泉室供水的给水系统最为简单经济。取用蓄水库水时，也可利用高程借重力输水，节省输水能量费用。

以地表水为水源时，一般从流经城市或工业区的河流上游取水。城市附近的水源丰富时，往往随着用水量的增长而逐步发展成为多水源给水系统，从不同部位向管网供水。它可以从几条河流取水，或从一条河流的不同部位取水，或同时取地表水和地下水，或取不同地

层的地下水等。这种系统的特点是便于分区发展,供水比较可靠,管网内水压比较均匀。虽然随着水源的增多,设备和管理工作相应增加,但与单一水源相比,通常仍比较经济合理,供水的安全性大大提高。

(3) 地形的影响。地形条件对给水系统的布置有很大影响。中小城市如果地形比较平坦,而工业用水量小、对水压又无特殊要求时,可采用统一给水系统;大中城市被河流分隔时,两岸工业和居民用水一般先分别供给,自成给水系统,随着城市的发展,再考虑将两岸管网相互沟通,成为多水源的给水系统;取用地下水时,考虑到就近凿井取水的原则,可采用分地区供水的系统。这种系统投资省,便于分期建设;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。

1.2 设计用水量计算

1.2.1 城市用水量分类和用水量定额

由给水系统统一供给的城市用水量为规划设计范围内的居民生活用水、公共设施用水、工业用水及其他用水的水量总和。

1. 城市用水量主要分类

- (1) 综合生活用水(包括居民生活用水和公共建筑用水)。
- (2) 工业企业用水。
- (3) 浇洒道路和绿地用水。
- (4) 管网漏损水量。
- (5) 未预见用水。
- (6) 消防用水。

设计时,城镇配水管网的漏损水量宜按上述(1)~(3)款水量之和的10%~12%计算,当单位管长供水量小或供水压力高时可适当增加;未预见水量宜采用上述(1)~(4)款水量之和的8%~12%;水厂设计规模按上述(1)~(5)款的最高日水量之和确定。消防用水量一般单独成项,由于消防用水量是偶然发生的,不累计到设计总用水量中,仅作为给水系统校核计算之用。

2. 用水量定额

不同类别的用水量可以采用有关设计规范规定的用水量指标进行计算。

(1) 居民生活用水定额和综合生活用水定额的选用,应根据当地国民经济和社会发展的水资源充沛程度、用水习惯等,结合城市总体规划和给水专业规划,本着节约用水的原则,综合分析确定。当缺乏实际用水资料的情况下,可按《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)选用。

(2) 工业企业生产用水量应根据生产工艺要求确定,通常由企业的工艺部门提供。在缺乏资料时,可参考同类型企业用水指标。在估计工业企业生产用水量时,应按当地水源条件、工业发展情况、工业生产水平,预估将来可能达到的重复利用率。工业企业内工作人员生活用水量和淋浴用水量可按《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1—2010)。工作人员生活用水量应根据车间性质决定,一般车间采用每人每班25L,高温车间采用每人每班35L。工业企业内工作人员的淋浴用水量,可参照《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)的规定,

淋浴时间在下班后的 1h 内进行。

(3) 浇洒道路和绿地用水量应根据路面种类、绿化面积、气候和土壤等条件确定。浇洒道路用水可按浇洒面积以 $2.0 \sim 3.0 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 计算；浇洒绿地用水可按浇洒面积以 $1.0 \sim 3.0 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 计算。

(4) 消防用水量、水压和火灾延续时间等，应按照现行的《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006) 和《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—1995) 等执行。

城市或居住区的室外消防用水量，应按同时发生的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，可按同时发生的火灾次数和一次灭火的用水量确定。

城市用水量计算应根据城市的地理位置、用水人口、水资源状况、城市性质和规模、产业结构、国民经济发展和居民生活水平、工业回用水率等因素计算确定。

用户用水量是时刻变化的。用水量变化采用用水量变化系数表示一段时间内最高用水量与平均用水量的比值，要表示更详细的用水量变化情况，就要用到用水量变化曲线，即以最高日用水的小时数为横坐标和最高日逐时用水量（按最高日用水量的百分数计）为纵坐标绘制的用水量变化曲线。

城镇供水的时变化系数、日变化系数应根据城镇性质和规模、国民经济和社会发展、供水系统布局，结合现状供水曲线和日用水变化分析确定。在缺乏实际用水资料情况下，最高日城市综合用水的时变化系数宜采用 $1.2 \sim 1.6$ ；日变化系数宜采用 $1.1 \sim 1.5$ 。

1.2.2 最高日用水量计算

1. 综合生活用水量 Q_1 的计算

综合生活用水量包括城市居民生活用水量和公共建筑用水量。

(1) 居民生活用水量 Q_1' 计算。

$$Q_1' = \frac{N_1 q_1'}{1000} \quad (1-1-1')$$

式中 q_1' ——设计期限内采用的最高日居民生活用水定额， $\text{L}/(\text{cap} \cdot \text{d})$ ；

N_1 ——设计期限内规划人口数，cap。

(2) 公共建筑用水量 Q_1'' 计算。

$$Q_1'' = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n N_{1i} q_{1i}'' \quad (1-1-2)$$

式中 q_{1i}'' ——某类公共建筑最高日用水定额；

N_{1i} ——对应用水定额用水单位的数量（人、床位等）。

$$Q_1 = Q_1' + Q_1''$$

综合生活用水量 Q_1 也可直接按下式计算：

$$Q_1 = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n N_{1i} q_{1i} \quad (1-1-3)$$

式中 q_{1i} ——设计期限内城市各用水分区的最高日综合生活用水定额， $\text{L}/(\text{cap} \cdot \text{d})$ ；

N_{1i} ——设计期限内城市各用水分区的计划用水人口数，cap。

一般情况下，城市应按房屋卫生设备类型不同，划分不同的用水区域，以分别选用用水量定额，使计算更准确。城市计划人口数往往并不等于实际用水人数，所以，应按实际情况

考虑用水普及率,以便得出实际用水人数。

2. 工业企业职工的生活用水和淋浴用水量 Q_2 计算

$$Q_2 = \sum \frac{q_{2ai}N_{2ai} + q_{2bi}N_{2bi}}{1000} \quad (1-1-4)$$

式中 q_{2ai} ——各工业企业车间职工生活用水量定额, L/(cap·班);

q_{2bi} ——各工业企业车间职工淋浴用水量定额, L/(cap·班);

N_{2ai} ——各工业企业车间最高日职工生活用水总人数, cap;

N_{2bi} ——各工业企业车间最高日职工淋浴用水总人数, cap。

应注意的是, N_{2ai} 和 N_{2bi} 应计算全日各班人数之和, 不同车间用水量定额不同时, 应分别计算。

3. 工业企业生产用水量 Q_3 计算

$$Q_3 = \sum q_{3i}N_{3i}(1-n) \quad (1-1-5)$$

式中 q_{3i} ——各工业企业最高日生产用水量定额, m^3 /万元、 m^3 /产品单位或 m^3 /(生产设备单位·d);

N_{3i} ——各工业企业产值, 万元/d, 或产量、产品单位/d, 或生产设备数量、生产设备单位;

n ——各工业企业生产用水重复利用率。

4. 浇洒道路和绿地用水量 Q_4 计算

$$Q_4 = \frac{\sum (q_{4i}N_{4i})}{1000} \quad (1-1-6)$$

式中 q_{4i} ——用水量定额, 浇洒道路和场地为 $2.0 \sim 3.0L/(m^2 \cdot d)$, 绿化为 $1.0 \sim 3.0L/(m^2 \cdot d)$;

N_{4i} ——每日浇洒道路和绿地的面积, m^2 。

除上述各种用水量外, 还有未预见水量及管网漏失水量 Q_5 , 一般按上述各项用水量之和的百分比取值计算, 详见本章第 1.2.1 小节。

因此, 设计年限内城镇最高日设计用水量为:

$$Q_d = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (1-1-7)$$

最高日最高时用水量 Q_h 为:

$$Q_h = \frac{1000K_hQ_d}{24 \times 3600} = \frac{K_hQ_d}{86.4} \quad (1-1-8)$$

式中 K_h ——时变化系数;

Q_d ——最高日设计用水量, m^3/d 。

由于各种用水的最高时用水量并不一定同时发生, 因此不能简单将其叠加, 一般是通过编制整个给水区域的逐时用水量计算表, 从中求出各种用水按各自用水规律合并后的最高时用水量或时变化系数 K_h , 作为设计依据。

1.2.3 消防用水量计算

由于消防用水量是偶然发生的, 不累计到设计总用水量中, 所以消防用水量 Q_x 仅作为给水系统校核计算之用, Q_x 可按下式计算:

$$Q_x = \frac{1}{1000} \sum (q_x N_x) \quad (1-1-9)$$

式中 q_x ——一次灭火用水量, L/s;
 N_x ——同一时间发生火灾次数。

1.3 给水系统的流量关系、水压关系

1.3.1 给水系统中构筑物的流量关系

给水系统中各构筑物设计流量是以最高日设计水量 Q_d 为基础进行设计的。

1. 取水构筑物、一级泵站和给水处理构筑物

取水构筑物、一级泵站和水厂是连续、均匀地运行。原因有: ①从水厂运行角度看, 流量稳定, 有利于水处理构筑物稳定运行和管理; ②从工程造价角度看, 每日均匀工作, 平均每小时的流量将会比最高时流量有较大的降低, 同时又能满足最高日供水要求, 这样, 取水和水处理系统的各项构筑物尺寸、设备容量及连接管直径等都可以最大限度地缩小, 从而降低工程造价。取水和水处理工程的各项构筑物、设备及其连接管道, 以最高日平均时设计用水量加上水厂的自用水量作为设计流量, 即:

$$Q_1 = \frac{\alpha Q_d}{T} \quad (1-1-10)$$

式中 α ——考虑水厂本身用水量系数, 以供沉淀池排泥、滤池冲洗等用水, 其值取决于水处理工艺、构筑物类型及原水水质等因素, 一般在 1.05~1.10 之间;

T ——每日工作小时数, 水处理构筑物不宜间歇工作, 一般按 24h 均匀工作考虑, 只有夜间用水量很小的县镇、农村等才考虑一班或两班制运转。

取用地下水若仅需在进入管网前消毒而无需其他处理时, 一级泵站可直接将井水输入管网, 但为提高水泵的效率和延长井的使用年限, 一般先将水输送到地面水池, 再经二级泵站将水池水输入管网。因此, 取用地下水的一级泵站计算流量为: $Q_1 = Q_d/T$ 。和式 (1-1-10) 不同的是, 水厂本身用水量系数 $\alpha=1$ 。

2. 二级泵站

二级泵站的工作情况与管网中是否设置流量调节构筑物(水塔或高地水池等)有关。当管网中无流量调节构筑物时, 任一小时的二级泵站供水量应等于用水量。这种情况下, 二级泵站最大供水流量, 应等于最高日最高时设计用水量 Q_h ; 为使二级泵站在任何时候既能保证安全供水, 又能在高效率下经济运转, 设计二级泵站时, 应根据用水量变化曲线选用多台大小搭配的水泵(或采用改变水泵转速的方式调节水泵装置的工况)来适应用水量变化。实际运行时, 由管网的压力进行控制。这种供水方式, 完全通过二级泵站的工况调节来适应用水量的变化, 使二级泵站供水曲线符合用户用水曲线。

当管网内设有水塔或高地水池时, 二级泵站分级供水。二级泵站的设计供水线应根据用水量变化曲线拟定。拟定时应注意以下两点:

(1) 泵站各级供水线尽量接近用水线, 以减小水塔的调节容积, 但从泵站运转管理的角度来说, 分级数又不宜过多, 一般不应多于三级。

(2) 分级供水时, 应注意每级能否选到合适的水泵, 以及水泵机组的合理搭配, 并尽可能满足目前和今后一段时间内用水量增长的需要。

管网内设有水塔或高地水池时, 由于它们能调节水泵供水和用水之间的流量差, 因此二级泵站每小时的供水量可以不等于用水量。

3. 输水管和配水管网

输水管和配水管网的计算流量均应按输配水系统在最高日最高用水时工作情况确定，并与管网中有无水塔（或高地水池）及其在管网中的位置有关。当管网中无水塔时，泵站到管网的输水管和配水管网都应以最高日最高时设计用水量 Q_h 作为设计流量。管网起端设水塔时（网前水塔），泵站到水塔的输水管直径应按泵站分级工作的最大一级供水流量计算，水塔到管网的输水管和配水管网仍按最高时用水量 Q_h 计算。管网末端设水塔时（对置水塔或网后水塔），因最高时用水量必须从二级泵站和水塔同时向管网供水，泵站到管网的输水管以泵站分级工作的最大一级供水流量作为设计流量，水塔到管网的输水管流量按照水塔输入管网的流量进行计算。设有网中水塔时，有两种情况，一种是水塔靠近二级泵站，并且泵站的供水流量大于泵站与水塔之间用户的用水流量，此种情况类似于网前水塔；另一种是水塔离泵站较远，以致泵站的供水流量小于泵站与水塔之间用户的用水流量，在泵站与水塔之间将出现供水分界线，情况类似于对置水塔。

1.3.2 清水池和水塔容积的计算

二级泵站供水流量和用户用水流量不相等时，其差额可由水塔来调节。清水池是用来调节一、二级泵站供水量的差额。清水池和水塔在给水系统中主要起流量调节作用，另外，清水池还兼有贮存水量和保证与消毒剂有充分消毒接触时间等作用，水塔还兼有贮存水量和保证管网水压的作用。

1. 清水池和水塔的调节容积计算

无论是清水池或水塔，调节构筑物的共同特点是调节两个流量之差，其调节容积为：

$$W = \text{Max} \sum (Q_1 - Q_2) - \text{Min} \sum (Q_1 - Q_2) \quad (1-1-11)$$

式中 Q_1 、 Q_2 ——要调节的两个流量， m^3/h 。

清水池与水塔调节容积计算见表 1-1-1。

表 1-1-1 清水池与水塔调节容积计算表

小时/h	给水处理供水量 (%)	供水泵站供水量 (%)		清水池调节容积计算 (%)				水塔调节容积计算 (%)	
		设置	不设	设置水塔		不设水塔			
(1)	(2)	(3)	(4)	(2) ~ (3)	Σ	(2) ~ (4)	Σ	(3) ~ (4)	Σ
0~1	4.17	2.22	1.92	1.95	1.95	2.25	2.25	0.30	0.30
1~2	4.17	2.22	1.70	1.95	3.90	2.47	4.72	0.52	0.82
2~3	4.16	2.22	1.77	1.94	5.84	2.39	7.11	0.45	1.27
3~4	4.17	2.22	2.45	1.95	7.79	1.72	8.83	-0.23	1.04
4~5	4.17	2.22	2.87	1.95	9.74	1.30	10.13	-0.65	0.39
5~6	4.16	4.97	3.95	-0.81	8.93	0.21	10.34	1.02	1.41
6~7	4.17	4.97	4.11	-0.80	8.13	0.06	10.40	0.86	2.27
7~8	4.17	4.97	4.81	-0.80	7.33	-0.64	9.76	0.16	2.43
8~9	4.16	4.97	5.92	-0.81	6.52	-1.76	8.00	-0.95	1.48
9~10	4.17	4.96	5.47	-0.79	5.73	-1.30	6.70	-0.51	0.97

续表

小时/h	给水处理供水量 (%)	供水泵站供水量 (%)		清水池调节容积计算 (%)				水塔调节容积计算 (%)	
		设置	不设	设置水塔		不设水塔			
(1)	(2)	(3)	(4)	(2) ~ (3)	Σ	(2) ~ (4)	Σ	(3) ~ (4)	Σ
10~11	4.17	4.97	5.40	-0.80	4.93	-1.23	5.47	-0.43	0.54
11~12	4.16	4.97	5.66	-0.81	4.12	-1.50	3.97	-0.69	-0.15
12~13	4.17	4.97	5.08	-0.80	3.32	-0.91	3.06	-0.11	-0.26
13~14	4.17	4.97	4.81	-0.80	2.52	-0.64	2.42	0.16	-0.10
14~15	4.16	4.96	4.62	-0.80	1.72	-0.46	1.96	0.34	0.24
15~16	4.17	4.97	5.24	-0.80	0.92	-1.07	0.89	-0.27	-0.03
16~17	4.17	4.97	5.57	-0.80	0.12	-1.40	-0.51	-0.60	-0.63
17~18	4.16	4.97	5.63	-0.81	-0.69	-1.47	-1.98	-0.66	-1.29
18~19	4.17	4.96	5.28	-0.79	-1.48	-1.11	-3.09	-0.32	-1.61
19~20	4.17	4.97	5.14	-0.80	-2.28	-0.97	-4.06	-0.17	-1.78
20~21	4.16	4.97	4.11	-0.81	-3.09	0.05	-4.01	0.86	-0.92
21~22	4.17	4.97	3.65	-0.80	-3.89	0.52	-3.49	1.32	0.40
22~23	4.17	2.22	2.83	1.95	-1.94	1.34	-2.15	-0.61	-0.21
23~24	4.16	2.22	2.01	1.94	0.00	2.15	0.00	0.21	0.00
累计	100.00	100.00	100.00	调节容积=13.63		调节容积=14.46		调节容积=4.21	

【例 1-1-1】 按图 1-1-1 所示曲线，分别计算管网中设水塔和不设水塔时的清水池调节容积，以及水塔调节容积。

解 当管网中设置水塔时，清水池调节容积计算见表 1-1-1 中第 5、6 列， Q_1 为第 (2) 项， Q_2 为第 (3) 项，第 5 列为调节流量 $Q_1 - Q_2$ ，第 6 列为调节流量累计值 $\Sigma(Q_1 - Q_2)$ ，其最大值为 9.74%，最小值为 -3.89%，则调节容积为：9.74% - (-3.89%) = 13.63%。

当管网中不设水塔时，清水池调节容积计算见表 1-1-1 中第 7、8 列， Q_1 为第 (2) 项， Q_2 为第 (4) 项，第 7 列为调节流量 $Q_1 - Q_2$ ，第 8 列为调节流量累计值 $\Sigma(Q_1 - Q_2)$ ，其最大值为 10.40%，最小值为 -4.06%，则调节容积为：10.40% - (-4.06%) = 14.46%。

水塔调节容积计算见表 1-1-1 中第 9、10 列， Q_1 为第 (3) 项， Q_2 为第 (4) 项，第 9 列为调节流量 $Q_1 - Q_2$ ，第 10 列为调节流量累计值 $\Sigma(Q_1 - Q_2)$ ，其最大值为 2.43%，最小值为 -1.78%，则水塔调节容积为：2.43% - (-1.78%) = 4.21%。

2. 清水池和水塔容积设计

清水池中除了贮存调节用水量以外，还存放消防用水量和给水处理系统生产自用水

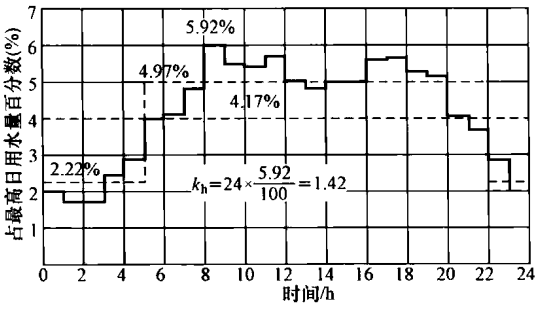


图 1-1-1 某城市最高日用水量变化曲线

量, 因此, 清水池设计有效容积 W 为:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad (1-1-12)$$

式中 W_1 ——清水池调节容积, m^3 ;

W_2 ——消防贮水量, m^3 , 按 2h 火灾延续时间计算;

W_3 ——水厂冲洗滤池和沉淀池排泥等生产用水, 等于最高日用水量的 5%~10%;

W_4 ——安全贮水量。

当管网无调节构筑物时, 在缺乏资料情况下, 可按水厂最高日设计水量的 10%~20% 确定。清水池有效容积按上式计算时, 尚需复核必要的消毒接触时间 (消毒时间不低于 30min)。

清水池的个数一般不少于两个, 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, 也可采用一个, 但需分格或采取适当措施, 以便清洗或检修时不间断供水。

水塔除了贮存调节用水量以外, 还需贮存室内消防用水量。因此, 水塔设计有效容积 W 为:

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

式中 W_1 ——调节容积, m^3 ;

W_2 ——消防贮水量, m^3 , 按 10min 室内消防用水量计算。

1.3.3 给水系统中构筑物的水压关系

在给水系统中, 从水源开始, 水流到达用户前一般要经过多次提升, 特殊情况下也可以依靠重力直接输送给用户, 水输送的方式有以下几种:

(1) 全重力供水: 当水源地势较高时, 水流通过重力自流输水到净水厂处理, 然后又通过重力输水管和管网送至用户使用, 或仅经过消毒等简单处理直接输送给用户使用。当原水位能有富余时, 可以通过阀门调节供水压力, 是一种最经济的给水方式。

(2) 一级加压供水: 当水厂地势较高时, 从水源取水到净水厂采用一级提升, 处理后的清水依靠净水厂的高程直接利用重力输水给用户; 当水源地势较高时, 靠重力输水至净水厂, 处理后的清水加压输送给用户使用; 当原水水质较好时, 无需处理, 取水后直接加压输水给用户使用。

(3) 二级加压供水: 这是目前采用最多的供水方式, 水流在水源取水时经过第一级加压, 提升到净水厂进行处理, 处理好的清水贮存于清水池中, 清水经过第二级加压进入输水管和管网, 供用户使用。

(4) 多级加压供水: 长距离输水时需要多级加压提升, 若水源距离净水厂很远时, 原水需经过多级提升输送到净水厂, 或净水厂距离用水区域很远时, 清水需要多级提升输送到用水区的管网; 大型给水系统的用水区域很大, 或用水区域为狭长形, 一级加压供水不经济或前端管网水压偏高, 应采用多级加压供水。

给水系统应保证一定的水压, 以供给足够的生活用水或生产用水。当按管网能直接供水的建筑层数确定给水管网的水压时, 在用户接管处的管网最小服务水头, 一层为 0.1MPa, 二层为 0.12MPa, 二层以上每增加一层水头增加 0.04MPa。对于城市个别高层建筑或建筑群, 或建筑在城市高地的建筑物等所需要的水压, 不应作为管网水压控制的条件。为了满足这类建筑物的用水, 可单独设置局部加压装置, 这样比较经济。

泵站、水塔或高地水池是给水系统中保证水压的构筑物, 因此必须了解水泵扬程和水塔