

给水排水管道工程

王全金
唐朝春
管晓涛

主 编
副主编

中 国 铁 道 出 版 社

圆园园员年·北京

(京)新登字 046号

内 容 简 介

本书共 15章,主要内容为 给水系统,设计用水量,给水系统的工作情况,给水管网的布置,给水管网管段流量、管径和水头损失,给水管网水力计算,给水管网技术经济计算,给水管道材料、附件、附属构筑物,给水管网的维护管理,排水管道工程概论;排水管渠和管渠系统上的构筑物,污水管道系统的设计,雨水管渠系统的设计,合流制管渠系统的设计,排水管渠系统的管理和养护,管道的施工,管道工程概预算。

本书可作为高等学校给水排水工程专业、环境工程专业本科学生的教材,也可作为给水排水工程设计、施工、管理和研究人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

给水排水管道工程 王全金主编 北京:中国铁道出版社,1997.10
陈景苑京京京京京京京京京京京京

I ④给... II ④王... III ④给排水系统—管道工程 IV ④魏435

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第 046号

书 名 给水排水管道工程

作 者 王全金 唐朝春 管晓涛

出版发行 中国铁道出版社(地址:北京市宣武区右安门西街 8号)

责任编辑 张永国

封面设计 春 生

印 刷 中国铁道出版社印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/32 印张 1.5 字数 3.5千字

版 本 1997年 10月第 1版 1997年 10月第 1次印刷

印 数 1.5万册

书 号 陈景苑京京京京京京京京京京京京

定 价 3.50元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

根据全国高等院校给水排水工程专业指导委员会 1995 年武汉会议的精神,在新的世纪,“给水排水管道工程”将作为高等工科大学给水排水工程专业的一门必修专业课。为配合该课程,我们编写出“给水排水管道工程”教材。本书为高等院校给水排水工程专业及环境工程专业四年制本科教材,也可作为本专业的函授教材。

近十几年来,由于城镇建设的迅速发展,有力地促进了本学科在深度和广度方面的进展,给水排水管道工程的新技术、新工艺、新材料和新设备层出不穷,为了使学生对上述内容有所了解,适应上述的变化和发展,我们在编写本书时,在保证基本概念和基本理论要求的同时,对国内外给水排水管道工程的新理论、新技术、新材料和新设备进行了适当的介绍。

目前,我国高校给水排水工程专业的毕业生有很多是面向给水排水工程设计和施工管理第一线的,为使他们毕业后能尽快地承担设计和施工任务,本书在介绍基本概念和基本理论的同时,注重工程的设计和施工。书中名词术语和技术参数符合国家新规范标准,并采用法定计量单位。为了便于学生加深对课程内容的理解 and 提高实际应用能力,书中编入了相当数量的插图和适当的典型例题,同时,每章均列有思考题和习题,书后列有若干附录供学习查阅。

本书由华东交通大学王全金、唐朝春、管晓涛等编写,各章编写人员的具体分工如下:管晓涛(第一、二、三、四、八、十七章);唐朝春(第五、六、七、九章);王全金(第十、十一、十二、十三、十四、十五、十六章)。由王全金任主编,唐朝春、管晓涛任副主编。

限于编者水平,书中缺点和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

二〇〇六年 苑月

目 录

| | |
|---------------------------|---|
| 第一章 给水系统..... | 员 |
| 第一节 给水系统的分类..... | 员 |
| 第二节 给水系统的组成和布置..... | 员 |
| 第三节 影响给水系统布置的因素..... | 猿 |
| 第四节 工业给水系统..... | 缘 |
| 思考题..... | 愿 |
| 第二章 设计用水量..... | 怨 |
| 第一节 用水量定额..... | 怨 |
| 第二节 用水量变化..... | 员 |
| 第三节 用水量计算..... | 圆 |
| 思考题..... | 猿 |
| 习 题..... | 猿 |
| 第三章 给水系统的工作情况..... | 源 |
| 第一节 给水系统的流量关系..... | 源 |
| 第二节 水塔和清水池的容积计算..... | 远 |
| 第三节 给水系统的水压关系..... | 愿 |
| 第四节 分区给水系统概述..... | 圆 |
| 第五节 分区给水的能量分析..... | 圆 |
| 思考题..... | 苑 |
| 习 题..... | 苑 |
| 第四章 给水管网的布置..... | 园 |
| 第一节 管网布置形式..... | 园 |
| 第二节 管网定线..... | 猿 |
| 第三节 输水管渠定线..... | 猿 |
| 思考题..... | 猿 |
| 第五章 给水管网管段流量、管径和水头损失..... | 猿 |
| 第一节 沿线流量..... | 猿 |
| 第二节 节点流量..... | 猿 |
| 第三节 管段流量计算..... | 猿 |
| 第四节 管径计算..... | 源 |
| 第五节 管段水头损失计算..... | 源 |
| 思考题..... | 源 |
| 习 题..... | 源 |
| 第六章 给水管网水力计算..... | 源 |

| | | |
|------|-----------------------|---|
| 第一节 | 树状管网计算 | 源 |
| 第二节 | 环状管网计算原理 | 缘 |
| 第三节 | 环状管网计算 | 缘 |
| 第四节 | 输水管计算 | 猿 |
| 第五节 | 应用计算机计算给水管网 | 苑 |
| 思考题 | | 愿 |
| 习题 | | 愿 |
| 第七章 | 给水管网技术经济计算 | 愿 |
| 第一节 | 管网技术经济计算的数学模型 | 愿 |
| 第二节 | 输水管的技术经济计算 | 缘 |
| 第三节 | 管网技术经济计算 | 愿 |
| 第四节 | 近似优化计算 | 远 |
| 思考题 | | 愿 |
| 习题 | | 愿 |
| 第八章 | 给水管道材料、附件、附属构筑物 | 园 |
| 第一节 | 给水管道材料及配件 | 园 |
| 第二节 | 管网附件 | 猿 |
| 第三节 | 管网附属构筑物 | 缘 |
| 第四节 | 调节构筑物 | 愿 |
| 思考题 | | 园 |
| 第九章 | 给水管网的维护管理 | 员 |
| 第一节 | 管网技术资料的管理 | 员 |
| 第二节 | 管网的检漏和修复 | 园 |
| 第三节 | 管网水压和流量测定 | 缘 |
| 第四节 | 管道腐蚀和防腐蚀措施 | 远 |
| 第五节 | 刮管涂衬 | 怨 |
| 第六节 | 维持管网水质 | 员 |
| 第七节 | 调度管理 | 园 |
| 思考题 | | 园 |
| 第十章 | 排水管道工程概论 | 猿 |
| 第一节 | 排水工程的任务 | 猿 |
| 第二节 | 排水系统的体制 | 缘 |
| 第三节 | 排水系统的组成 | 愿 |
| 第四节 | 排水管渠系统的规划和布置形式 | 园 |
| 第五节 | 排水管渠系统设计资料的调查 | 猿 |
| 思考题 | | 员 |
| 第十一章 | 排水管渠和管渠系统上的构筑物 | 缘 |
| 第一节 | 排水管渠 | 缘 |
| 第二节 | 排水管渠系统上的构筑物 | 愿 |
| 思考题 | | 缘 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第十二章 污水管道系统的设计 | 158 |
| 第一节 污水管道系统设计流量的确定 | 158 |
| 第二节 污水管道系统的水力计算 | 159 |
| 第三节 污水管道系统的平面布置 | 160 |
| 第四节 污水管道系统的设计计算 | 161 |
| 第五节 污水管道平面图和纵剖面图 | 162 |
| 思考题 | 162 |
| 习 题 | 162 |
| 第十三章 雨水管渠系统的设计 | 163 |
| 第一节 雨量分析及暴雨公式的统计 | 163 |
| 第二节 雨水管渠设计流量的确定 | 164 |
| 第三节 雨水管渠系统的设计计算 | 165 |
| 第四节 城镇防洪工程 | 166 |
| 思考题 | 166 |
| 习 题 | 166 |
| 第十四章 合流制管渠系统的设计 | 167 |
| 第一节 合流管渠系统的使用条件 | 167 |
| 第二节 合流管渠设计流量的确定 | 168 |
| 第三节 合流排水管渠系统的设计 | 169 |
| 第四节 城市旧合流管渠系统的改造 | 170 |
| 第五节 计算机在排水管道设计计算中的应用 | 171 |
| 思考题 | 171 |
| 习 题 | 171 |
| 第十五章 排水管渠系统的管理和养护 | 172 |
| 第一节 排水管渠系统的疏通 | 172 |
| 第二节 排水管渠的修理 | 173 |
| 思考题 | 173 |
| 第十六章 管道的施工 | 174 |
| 第一节 管道开槽施工 | 174 |
| 第二节 管道不开槽施工 | 175 |
| 第三节 施工排水 | 176 |
| 思考题 | 176 |
| 第十七章 管道工程概预算 | 177 |
| 第一节 室内外给水排水管道工程量计算 | 177 |
| 第二节 给水排水技术经济 | 178 |
| 附录 | 179 |
| 附表 1 居民生活用水定额 (L/人·d) | 179 |
| 附表 2 综合生活用水定额 (L/人·d) | 179 |
| 附表 3 工业企业内工作人员淋浴用水量 | 180 |
| 附表 4 城镇、居住区室外的消防用水量 | 180 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 附表 源 工厂、仓库和民用建筑同时发生火灾次数 | 图 源 |
| 附表 缘 建筑物的室外消火栓用水量 | 图 缘 |
| 附表 远 集体宿舍、旅馆和公共建筑生活用水定额及小时变化系数 | 图 远 |
| 附表 苑 金属与非金属管道单位重量表 | 图 苑 |
| 附表 愿 居住区生活污水排水定额(平均日) | 图 愿 |
| 附表 怨 排水管道与其它管线(构筑物)的最小净距 | 图 怨 |
| 附表 园 我国若干城市暴雨强度公式 | 图 园 |
| 附图 水力计算图 | 图 缘 |
| 附图 员 钢筋混凝土圆管(不满流) | 图 缘 |
| 附图 圆 钢筋混凝土圆管(满流) | 图 苑 |
| 主要参考文献 | 图 愿 |

第一章 给水系统

第一节 给水系统的分类

水在人们生活和生产活动中占有重要地位。给水系统是供应生活用水、生产用水及消防用水的设施,是城市和工矿企业的一个重要基础设施。因此,给水系统必须保证以足够的水量、合格的水质、充裕的水压供应生活用水、生产用水和其它用水,不但能满足近期的需要,还要兼顾到今后的发展。根据系统的性质,给水系统可分类如下:

按水源种类,分为地表水(江河、湖泊、蓄水库、海洋等)给水系统(见图 1-1)和地下水(浅层地下水、深层地下水、泉水等)给水系统(见图 1-2);

按供水方式,分为自流系统(重力供水)、水泵供水系统(压力供水)和混合供水系统;

按使用目的,分为生活用水、生产给水和消防给水系统;

按服务对象,分为城市给水和工业给水系统,在工业给水中,又分为直流系统、循环系统和循序系统。

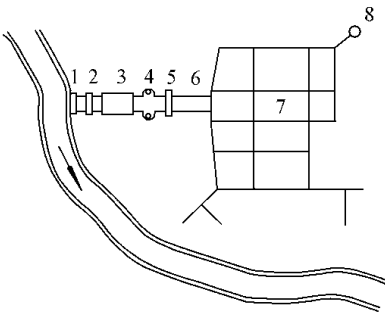


图 1-1 给水系统示意

1—取水构筑物 2—一级泵站;

3—水处理构筑物 4—清水池 5—二级泵站;

6—输水管 7—管网 8—调节构筑物

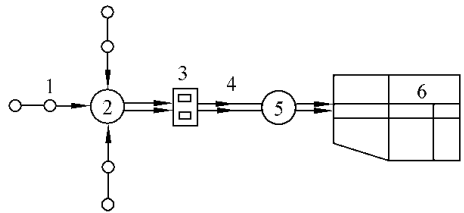


图 1-2 地下水源的给水系统

1—管井群 2—集水池 3—泵站;

4—输水管 5—水塔 6—管网

第二节 给水系统的组成和布置

给水系统由相互联系的一系列构筑物和输配水管网组成。它的基本任务是安全可靠经济合理地供应城乡人民生活、工业生产、保安防火、交通运输、建筑工程、公共设施、军事部门等各项用水,即从水源取水,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:

取水构筑物。用以从选定的水源(包括地表水和地下水)取水的构筑物,包括一级泵

站。

图 1-1-1 水处理构筑物。它是将取水构筑物的来水进行处理,使之符合用户对水质的要求的构筑物,包括二级泵站。这些构筑物常集中布置在水厂范围内。

图 1-1-2 输水管渠和管网。输水管渠是将原水送到水厂或将水厂的水送到管网的管渠,管网则是将处理后的水送到各个给水区的全部管道(主要指直径较大的干管)。

图 1-1-3 调节构筑物。它包括各种类型的贮水构筑物,例如高地水池、水塔、清水池等,用以贮存和调节不均匀的水量。高地水池和水塔兼有保证水压的作用。大城市通常不用水塔,中小城市或企业为贮备水量和保证水压,常设置水塔。根据城市地形特点,水塔可设在管网起端、中间或末端,分别构成网前水塔、网中水塔和对置水塔的给水系统。

图 1-1-4 泵站、输水管渠、管网和调节构筑物等总称为输配水系统。从给水系统整体来说,它是投资最大的子系统。

图 1-1-5 以地表水为水源的给水系统。相应的工程设施为:取水构筑物从江河取水,经一级泵站运往水处理构筑物,处理后的清水贮存在清水池源中。二级泵站从清水池取水,经输水管运往管网,供应用户。有时,为了调节水量和保持管网的水压,可根据需要建造水库泵站、高地水池或水塔。一般情况下,从取水构筑物到二级泵站都属于水厂的范围。当水源远离城市时,须由输水管渠将水源水引到水厂。

图 1-1-6 给水管网。遍布整个给水区内,根据管道的功能,可划分为干管和分配管。前者主要用以输水,管径较大;后者用于配水到用户,管径较小。给水管网设计和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,须视管网规模而定。大管网中的分配管,在小型管网中可能是干管。大城镇可略去不计的分配管,在小城镇可能不允许略去。

图 1-1-7 以地下水为水源的给水系统。常凿井取水。因地下水水质良好,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(见图 1-1-7)。图中水塔并非必需,视城镇规模大小而定。

图 1-1-8 和图 1-1-9 所示的系统称为统一给水系统,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一系统。在城市给水中,工业用水量往往占较大的比例,可是工业用水的水质和水压要求却有其特殊性。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。当然,在小城镇,因工业用水量在总供水量中所占比例一般较小,仍可按一种水质和水压统一给水。又如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。

图 1-1-10 对城镇中个别用水量大,水质要求较低的工业用水,可考虑按水质要求分系统(分质)给水。分系统给水,可以是同一水源,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,例如地表水经简单沉淀后,供工业生产用水,如图 1-1-10 中虚线所示,地下水经消毒后供生活用水等。

图 1-1-11 也有因水压要求不同而分系统(分压)给水,如图 1-1-11 所示的管网,由同一泵站内的不同水泵分别供水到水压要求高的高压管网源和水压要求低的低压管网,缘以节约能量消耗。

图 1-1-12 采用统一给水系统或是分系统给水,要根据地形条件,水源情况,城镇和工业企业的规划,水量、水质和水压要求,并考虑原有给水工程设施条件,从全局出发,通过技术经济比较决定。

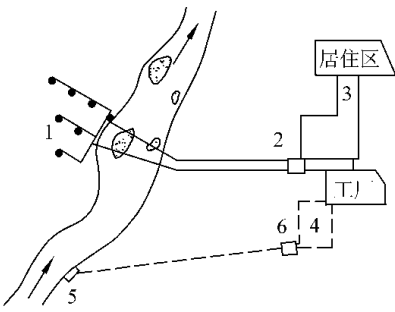


图 员猿猿 分质给水系统

员—管井 圆—泵站；
猿—生活用水管网 源—生产用水管网；
缘—取水构筑物 远—工业用水处理构筑物

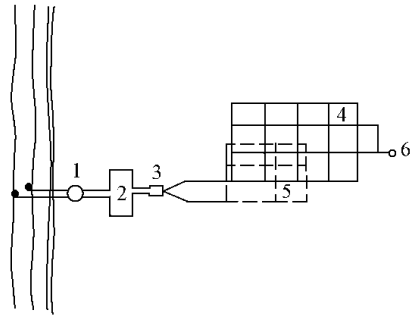


图 员猿源 分压给水系统

员—取水构筑物 圆—水处理构筑物；
猿—泵站 源—高压管网 缘—低压管网 远—水塔

第三节 影响给水系统布置的因素

按照城镇规划,水源条件,地形,用户对水量、水质和水压要求等方面的具体情况,给水系统可有多种布置方式。影响给水系统布置的因素分述如下:

一、城镇规划的影响

给水系统的布置,应密切配合城镇和工业区的建设规划,做到统盘考虑分期建设,既能及时供应生产、生活和消防用水,又能适应今后发展的需要。

水源选择、给水系统布置和水源卫生防护地带的确定,都应以城镇和工业区的建设规划为基础。城镇规划与给水系统设计的关系极为密切。例如,根据城镇的计划人口数,居住区房屋层数和建筑标准,城镇现状资料和气候等自然条件,可得出整个给水工程的设计流量;从工业布局可知生产用水量分布及其要求;根据当地农业灌溉、航运和水利等规划资料,水文和水文地质资料,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,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;根据城市地形和供水压力可确定管网是否需要分区给水;根据用户对水质、水压的要求确定是否需要分质或分压供水等。

二、水源的影响

任何城镇,都会因水源种类、水源距给水区远近、水质条件的不同,影响到给水系统的布置。

给水水源分地下水和地表水两种。地下水源有浅层地下水、深层地下水和泉水等,我国北方地区采用较多,地表水源包括江水、河水、湖泊水、水库水、海水等,在南方比较普遍。

当地如有丰富的地下水,则可在地下水流上游或就在给区内开凿管井或大口井,井水经消毒后,由泵站加压送入管网,供用户使用。

如水源处于适当的高程,能借重力输水,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,也有可能利用高程以重力输水,输水能量费用可以节省。

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。因地表水多半是浑浊的,并且难免受到污染,如作为生活饮用水必须加以处理。受到污染的水源,水处理过程比较复杂,因而提高给水成本。

城镇附近的水源丰富时,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(见图 1-15)。它可以从几条河流取水,或从一条河流的不同位置取水,或同时取地表水和地下水,或取不同地层的地下水等。我国许多大中城市,如北京、上海、天津等,都是多水源的给水系统。这种系统的优点是便于分期发展,供水比较可靠,输水管短,管网水头损失少,且管网内水压比较均匀。显然,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,通常仍较为经济合理。

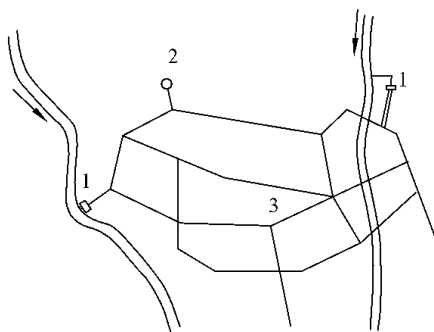


图 1-15 多水源给水系统
1—水厂 2—水塔 3—管网

随着国民经济的发展,用水量越来越大。但是由于某些地区的河道,在枯水季节河水量锐减甚至断流,多数江河受到污染,有些城镇的地下水水位不同程度的下降,某些沿海城市受到海水倒灌的影响等,以致城市或工矿企业因就近缺乏水质较好、水量充沛的水源,必须采用跨流域、远距离取水方式来解决给水问题。例如天津引滦工程、北京第九水厂供水工程、大连引碧工程、青岛引黄济青工程、西安黑河引水工程、上海黄浦江上游引水工程、秦皇岛引水工程等 100 项以上的远距离取水工程共计有 100 多项。这些工程技术相当复杂,投资也很大。

三、地形的影响

地形条件对给水系统的布置有很大影响。中小城镇如地形比较平坦,而工业用水量小、对水压又无特殊要求时,可用统一给水系统。大中城镇被河流分隔时,两岸工业和居民用水一般先分别供给,自成给水系统,随着城镇的发展,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,可能考虑到就近凿井取水的原则,采用分地区的供水系统。例如图 1-16 的给水系统布置,在东、西郊开采地下水,经消毒后由泵站分别就近供水给居民和工业,这种布置投资节省,并且便于分期建设。

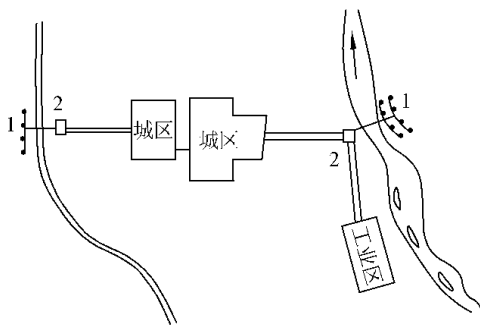


图 1-16 分地区给水系统
1—井群 2—泵站

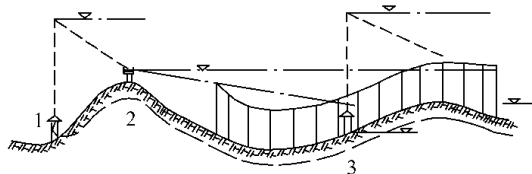


图 1-17 分区给水系统
1—低区供水泵站 2—水塔 3—高区供水泵站

地形起伏较大的城市,可采用分区给水或局部加压的给水系统。因给水区地形高差很大或管网延伸很远而分区的给水系统见图 员京苑 整个给水系统按水压分成高低两区,它比统一给水系统可以降低管网的供水水压和减少动力费用。分区给水布置方式可分成并联分区(即高低两区由同一泵站分别单独供水)和串联分区(即高区泵站从低区取水,然后向高区供水),见图 员京苑

第四节 工业给水系统

一、工业给水系统类型

城镇给水系统的组成和布置原则同样适用于工业企业。在一般情况下,工业用水常由城镇管网供给。但是工业给水是一个比较复杂的问题,非但工业企业门类多、系统庞大,而且对水压、水质和水温有不同要求。有些工业企业,用水量虽大,但对水质要求不高,使用城镇自来水颇不经济,或者限于城市给水系统的规模无法供应大量工业用水,或工厂远离城市管网等,这时不得不自建给水系统;有些工业用水,如电子工业、制药工业、锅炉给水等,用水量虽少,但水质要求远高于生活饮用水,还需要自备给水处理系统,将城镇给水的水质提高到满足工业给水的要求。

工业给水系统可以分为直流给水系统、循环给水系统和循序给水系统。

直流给水系统是指工业生产用水由就近水源取水,根据需要经简单处理后供给工业用水,使用后直接排入水体。

火力发电、冶金、化工等生产用水中,冷却用水是大量的。在工业发达地区,冷却用水量可占工业用水量的 苑园% 左右。而在城镇用水量中,工业用水量约占一半以上。因此工业冷却用水应尽量重复利用。从有效利用水资源和节省抽水动力费用着眼,根据工业企业内水的重复利用情况,可分成循环和循序给水系统。采用这类系统是城市节水的主要内容之一。

循环给水系统是指使用过的水经适当处理后再行回用。在循环使用过程中会损耗一些水量,包括循环过程中蒸发、渗漏等损失的水量,须从水源取水加以补充。图 员京愿 所示为循环给水系统,虚线表示使用过的热水,实线表示冷却水。水在车间 源 使用后,水温有所升高,送入冷却塔 员 冷却后,再由泵站 猿 送回车间使用。为了节约工业用水,一般较多采用这种系统。

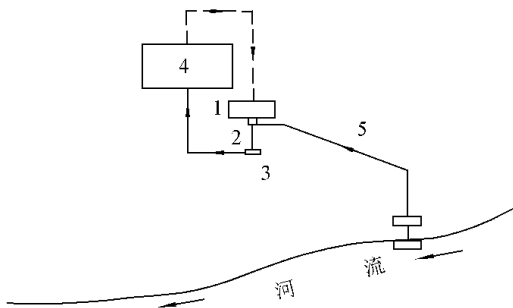


图 员京愿 循环给水系统
 员—冷却塔 圆—吸水井;
 猿—泵站 源—车间 缘—新鲜补充水

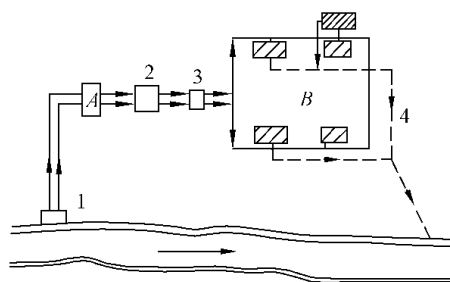


图 员京愿 循序给水系统
 员—取水构筑物 圆—冷却塔;
 猿—泵站 源—排水系统;粤—车间

循序给水系统是按照各车间对水质的要求,将水顺序重复利用。水源水先到某些车间,使用后或直接送到其它车间,或经冷却、沉淀等适当处理后,再送到其它车间使用,然后排出。如图 1-10 所示为水经冷却后使用的循序给水系统,实线表示给水管,虚线表示排水管。水源水在车间 A 使用后,水温有所升高,然后靠本身的水压自流到冷却塔 B 中冷却,再由泵站 C 送到其它车间 D 使用,最后经排水系统 E 排入水体。采用这种系统,水资源得以充分利用,特别是在车间排出的水可不经处理或略加处理就可供其它车间使用时,更为适用。

为了节约工业用水,在工厂与工厂之间,也可考虑循序给水系统。

工业给水系统中水的重复利用,不仅是解决城市水资源缺乏的一种措施,还可以提高环境效益,减少使城市水体污染的废水量。因此,工业用水的重复利用率是节约城市用水的重要指标。所谓重复利用率是指重复用水量在总用水量中所占的百分数。我国工业用水重复利用率较低,一般在 30%~50%,和一些工业发达的国家相比,我国在工业节水方面还有很大的潜力,所以改进工艺和设备、采用循环或循序给水系统,提高工业用水重复利用率,特别是对钢铁、冶金、化工等用水量大的企业具有重要的意义。

二、工业用水的水量平衡

在大中型工业企业内,为了做到水的重复利用、循环使用,以达到节约用水的目的,就须根据企业内各车间对水量和水质的要求,做好水量平衡工作,并绘制水量平衡图。为此应详细调查各车间的生产工艺、用水量及其变化规律、对水质和水压的要求、使用后的水量损耗和水温的变化等情况。在此基础上,找出节约用水的可能性,并订出合理用水和减少排污水量的计划。例如,冷却用水,在使用后一般只是水温升高,水质未受污染或仅轻度污染,经简单处理和冷却后可再使用。这样只需补充循环水量的 5% 以下的新鲜水。

所谓平衡就是冷却用水量、损耗水量、循环回用水量、补充水量以及排水量保持平衡。水量平衡目的是达到合理用水。可采取的途径或是改革生产工艺,减少耗水量,或是提高重复利用率,增大回用水量,以相应减少排水量。工业用水量大,节约用水的潜力也大。例如冷却用水一般约占工业用水的 30%~50%,提高重复利用率后即可节约大量用水。进行工业企业水量平衡的测定工作时,应先查明水源水质和取水量,各用水部门的工艺过程和设备,现有计量仪表的状况,测定每台设备的用水量、耗水量、排水量、水温等,按厂区给水排水管网图核对,对于老的工业企业还应测定管道和阀门的漏水量。

根据测定结果,绘出水量平衡图以表示总循环水量、各车间冷却用水量、损耗水量、循环回水量和补充水量等,做到每个车间的给水排水量平衡,整个循环系统的给水、回水和补充水量平衡,这对于了解工厂用水现状,采取节约用水措施,健全工业用水计量仪表,减少排水量,合理利用水资源以及对厂区给水排水管道的设计都很有用处。

【例题】某化工厂水量平衡计算(图 1-11)。

【解】图 1-11 是某大型化工厂用水量(以皂液计)的平衡图。水量测定结果见表 1-1,总用水量(新鲜水、循环冷却水、回用水)和总排水量(冷却回水、较清工业废水、污水和废水、重复用水)相等,各为 100000 m³/d。图中清楚地表示了到每一车间的循环冷却水量、回用水量,新鲜水补充量和损耗的水量。

| 车间名称 | 用水量(皂吨) | | | | 排水量(皂吨) | | | | |
|-------|---------|-------|-----|-----|---------|--------|-------|------|-----|
| | 新鲜水 | 循环冷却水 | 回用水 | 合计 | 冷却回水 | 较清工业废水 | 污水和废水 | 重复用水 | 合计 |
| 辅助厂前区 | 20 | | | 20 | | 20 | | | 20 |
| 总计 | 100 | 100 | 100 | 300 | 100 | 100 | 100 | 100 | 400 |

从图 1-10 看出,车间的循环冷却水量并不一定等于冷却回水量,原因在于冷却水的损耗,或限于水质不宜作为回水,因而使回水量减少。例如卡普隆光化学车间的循环冷却水量为 100 皂吨,而冷却回水只有 50 皂吨。另外,如丙烯腈精制车间排出的废水,其水质可并入冷却回水内,从而使回水量(缘皂吨)大于循环冷却水量(源皂吨)。上述各种情况应根据工艺条件决定。

在排水量中,除冷却回水外,较清的工业废水(远皂吨)可不经处理直接排入水体。污水和废水(苑皂吨)应经污水处理厂处理后排放。

冷却水的损耗量和补充水量也应计算。设冷却塔的蒸发、排污等水量损耗为循环水量的 10%,则损耗的水量等于:

$$\text{苑苑皂吨} \times \frac{\text{远}}{\text{源}} = \text{苑苑皂吨} \times \frac{\text{远}}{\text{源}}$$

冷却回水量为 苑苑皂吨,其中损耗水量为 苑苑皂吨,为满足 苑苑皂吨的循环冷却水量,需补充水量为 苑苑皂吨(苑苑皂吨) 苑苑皂吨。

【思考题】

1. 由高地水库供水给城市,如按水源和供水方式考虑,应属于哪类给水系统?

2. 试分析给水系统投资最大的是哪一部分?

3. 给水系统是否必须包括取水构筑物、水处理构筑物、泵站、输水管和管网、调节构筑物等,哪种情况下可省去其中一部分设施?

4. 什么是统一给水、分质给水和分压给水,哪种系统目前用的最多?

5. 水源对给水系统布置有哪些影响?

6. 工业给水有哪些系统,各适用于何种情况?

7. 工业用水量平衡图如何测定和绘制?水量平衡图起什么作用?

第二章 设计用水量

城市给水系统的设计年限,应符合城市总体规划,近远期结合,以近期为主。一般近期宜采用 15 年,远期规划年限宜采用 20~30 年。

给水系统设计时,首先须确定该系统在设计年限内达到的用水量,因为系统中的取水、水处理、泵站和管网等设施的规模都须参照设计用水量确定,因此会直接影响建设投资和运行费用。

设计用水量由下列各项组成:

1. 综合生活用水。它包括居民生活用水和公共建筑及设施用水,前者指城市中居民的饮用、烹调、洗涤、冲刷、洗澡等日常生活用水;公共建筑及设施用水包括娱乐场所、宾馆、浴室、商业、学校和机关办公楼等用水,但不包括城市洒水道路、绿化和市政等用水。

2. 工业企业生产用水和工作人员生活用水。

3. 消防用水。

4. 洒水道路和绿地用水。

5. 未预见水量及管网漏失水量。

第一节 用水量定额

用水量定额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,因此须从城市规划、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种变化。

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

一、居民生活用水

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。这些因素随城市规划的大小而变化。通常,住房条件较好、给水排水设备较完善、居民生活水平相对较高的大城市,生活用水量定额也较高。

我国幅员辽阔,各城市的水资源和气候条件不同,生活习惯各异,所以人均用水量有较大的差别。即使用水人口相同的城市,因城市地理位置和水源等条件不同,用水量也有较大的差别。一般说来,我国东南地区、沿海经济开发特区和旅游城市,因水源丰富,气候较好,经济比

较发达,用水量普遍高于水源短缺、气候寒冷的西北地区。

影响生活用水量的因素很多,设计时,如缺乏实际用水量资料,则居民用水定额和综合用水定额可参照《室外给水设计规范》的规定,见附表 员

水厂总供水量除以用水人口的水量,也就是包括综合生活用水、工业用水、市政用水及其它用水的城市综合用水量。因其中工业用水占很大比例,而各城市的工业结构和规模以及发展水平差别很大,所以暂无该项定额。城市综合用水量的调查数据见表 圆原员,供参考。

表 圆原员 城市综合用水量调查表(蕴猿人· 卷)

| 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 | 缘苑- 远圆 | 源苑- 远苑 | 缘愿- 苑猿 | 源愿- 缘苑 | 圆源- 苑猿 | 圆缘- 远苑 |
| 二 | 猿苑- 远猿 | 圆园- 缘园 | 圆愿- 缘员 | 圆源- 源猿 | 圆源- 远愿 | 员愿- 源猿 |
| 三 | — | — | 圆愿- 缘缘 | 圆园- 猿苑 | 圆员- 源员 | 圆愿- 猿缘 |

二、工业企业生产用水和工作人员生活用水标准

工业生产用水一般是指工业企业在生产过程中,用于冷却、空调、制造、加工、净化和洗涤方面的用水。在城市给水中,工业用水占很大比例。生产用水中,冷却用水量是大量的,特别是火力发电、冶金和化工等工业。空调用水则以纺织、电子仪表和精密机床生产等工业用得较多。

工矿企业门类很多,生产工艺多种多样,用水量的增长与国民经济发展计划、工业企业规划、工艺的改革的设备的更新等密切相关,因此通过工业用水调查以获得可靠的资料是非常重要的。

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利用率的关系加以预测。

工业用水指标一般以万元产值用水量表示。不同类型的工业,万元产值用水量不同。如果城市中用水单耗指标较大的工业多,则万元产值的用水量也高;即使同类工业部门,由于管理水平提高、工艺条件改革和产品结构的变化,尤其是工业产值的增长,单耗指标会逐年降低。提高工业用水重复利用率,重视节约用水等可以降低工业用水单耗。随着工业的发展,工业用水量也随之增长,但用水量增长速度比不上产值的增长速度。工业用水的单耗指标由于水的重复利用率提高而有逐年下降趋势。由于高产值、低单耗的工业发展迅速,因此万元产值的用水量指标在很多城市有较大幅度的下降。

有些工业企业的规划,往往不是以产值为指标,而以工业产品的产量为指标,这时,工业企业的生产用水量标准,应根据生产工艺过程的要求确定,或是按单位产品计算用水量,如每生产一吨钢要多少水,或按每台设备每天用水量计算,可参照有关工业用水量定额。生产用水量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》计算。工作