



世纪高等教育给水排水工程系列规划教材

给水排水工程概论

李亚峰 朴芬淑 蒋白懿 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等教育给水排水工程系列规划教材

给水排水工程概论

主 编 李亚峰 朴芬淑 蒋白懿
副主编 崔凤国 班福忱
参 编 马学文 杨 辉
主 审 尹士君



机 械 工 业 出 版 社

本书主要介绍水的社会循环中的主要工程设施、给水排水工程学科体系的组成、课程设置以及给水排水工程专业的基本知识。其内容主要包括水资源的保护与利用、给水排水管道系统、水质工程、建筑给水排水工程、给水排水工程设备及水厂自动控制系统、给水排水工程施工与经济等几方面。通过本书内容的学习,能使学生了解给水排水工程专业的知识体系和所涵盖的主要内容,明确学习方向。

本书供普通高等院校给水排水工程专业学生使用,也可以作为与给水排水工程相关专业学生及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

给水排水工程概论/李亚峰,朴芬淑,蒋白懿主编. —北京:机械工业出版社,2009.4

(21世纪高等教育给水排水工程系列规划教材)

ISBN 978-7-111-26395-1

I. 给… II. ①李…②朴…③蒋… III. ①给水工程—高等学校—教材②排水工程—高等学校—教材 IV. TU991

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第025010号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:刘涛 版式设计:霍永明 责任校对:李婷

封面设计:王伟光 责任印制:李妍

中国农业出版社印刷厂印刷

2009年5月第1版第1次印刷

169mm×239mm·12.75印张·243千字

标准书号:ISBN 978-7-111-26395-1

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379720

封面无防伪标均为盗版

前 言

水是生命之源，人类的生产和生活都离不开水。近年来，我国的水资源短缺和水环境污染已达到了危机的程度，水危机对给水排水工程学科提出了更高的要求，也推动了学科的发展。

给水排水工程学科经过 50 多年的发展，研究对象及学科性质都发生了变化。现在的给水排水工程学科是以“水的社会循环”为研究对象，以“水的社会循环”中水质和水量的运动变化规律以及相关的工程技术问题为主要研究内容，以实现水的良性社会循环和水资源的可持续利用为目标。与传统的给水排水工程专业相比，现在的给水排水工程学科的知识体系和课程设置都发生了巨大的变化。

本书主要介绍水的社会循环中的主要工程设施、给水排水工程学科体系的组成、课程设置以及给水排水工程专业的基本知识。通过本书的学习，学生能够概括了解本学科的主要内容，并对本学科要求的基础理论、相关学科、现代科学技术等科学技术内容，有一个宏观的了解，增强学习的目的性，激发学习兴趣，增强学习信心。

本书主要包括水资源的保护与利用、给水排水管道系统、水质工程、建筑给水排水工程、给水排水工程设备及水厂自动控制系统、给水排水工程施工与经济等几方面的内容。

全书共分 7 章，第 1 章由李亚峰、杨辉编写，第 2 章、第 7 章由崔凤国编写，第 3 章由蒋白懿编写，第 4 章由李亚峰、班福忱、杨辉编写，第 5 章由朴芬淑编写，第 6 章由班福忱、马学文编写，全书由李亚峰统编定稿。

由于我们的编写水平有限，对于书中缺点和错误之处，请读者不吝指教。

编 者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 水的循环	1
1.2 给水排水工程学科体系的组成及课程设置	4
1.3 给水排水工程学科与相关学科的关系	7
第2章 水资源的保护与利用	9
2.1 地球上的水资源	9
2.2 我国水资源状况	13
2.3 水资源的开发利用工程	18
2.4 水资源的保护与管理	30
第3章 给水排水管道系统	34
3.1 给水排水管道系统的任务与组成	34
3.2 给水排水管道系统类型	38
3.3 给水排水管道系统布置	42
3.4 给水排水管道系统主要设计内容、方法和要求	47
3.5 给水排水管道系统运行管理	58
3.6 给水排水管道材料	61
第4章 水质工程	65
4.1 水质、水质指标	65
4.2 水质标准	69
4.3 水的物理、化学及物理化学处理方法	79
4.4 水的生物处理方法	90
4.5 给水处理的基本方法及典型工艺流程	101
4.6 污水处理的基本方法及典型工艺流程	106
第5章 建筑给水排水工程	110
5.1 建筑给水系统工程	110

5.2 建筑排水系统工程	117
5.3 建筑消防系统工程	124
5.4 建筑热水供应系统工程	130
5.5 小区给水排水系统工程	134
第6章 给水排水工程设备及水厂自动控制系统	141
6.1 给水排水工程设备分类	141
6.2 给水排水工程通用设备	142
6.3 给水排水工程专用设备	150
6.4 水处理一体化设备	163
6.5 水厂自动控制系统	166
第7章 给水排水工程施工与经济	169
7.1 概述	169
7.2 给水排水工程构筑物的施工技术	169
7.3 室外管道施工	172
7.4 室内管道及设备安装施工	176
7.5 给水排水工程施工组织	182
7.6 给水排水工程经济	186
参考文献	195

第 1 章

绪 论

1.1 水的循环

1.1.1 水的自然循环

地球上水的循环，可分为水的自然循环和水的社会循环。

水的自然循环是指各种水体受太阳能的作用，不断地进行相互转换和周期性的循环过程。各种状态的水从海洋、江河、湖泊、沼泽、水库及陆地表面的植被中蒸发、散发变成水气，上升到空中，一部分被气流带到其他区域，在一定条件下凝结，通过降水的形式落到海洋或陆地上；一部分滞留在空中，待条件成熟，降到地球表面；降到陆地上的水，在地心引力的作用下，一部分形成地表的径流流入江河，最后流入海洋，还有一部分渗入地下，形成了地下径流，另外还有一小部分又重新蒸发回空中。这种现象称之为水的自然循环。水的自然循环一般包括降水、径流、蒸发三个阶段，如图 1-1 所示。

水的循环途径可分为大循环和小循环。大循环是指海陆之间的水分交换，即海洋中的水蒸发到空中后，飘移到大陆上凝结后降落到地表面，一部分汇入江河，通过地面径流，回归大海，另一部分渗入地下，形成地下水，通过地下径流等形式汇入江河或海洋。

小循环是指海洋或陆地的水气上升到空中凝结后又各自降入海洋或陆地上，没有海陆之间的交换，即陆地或者海洋本身的水单独循环的过程。

1.1.2 水的社会循环

人们在生活和生产过程中需要天然水体中的水，作为人类维持生命活动的基础物质以及生产过程的必须物质。这部分水，经过人们正常生活和生产过程使用后又重新排入自然环境中，这种循环方式主要是通过城市的供排水管网来实现

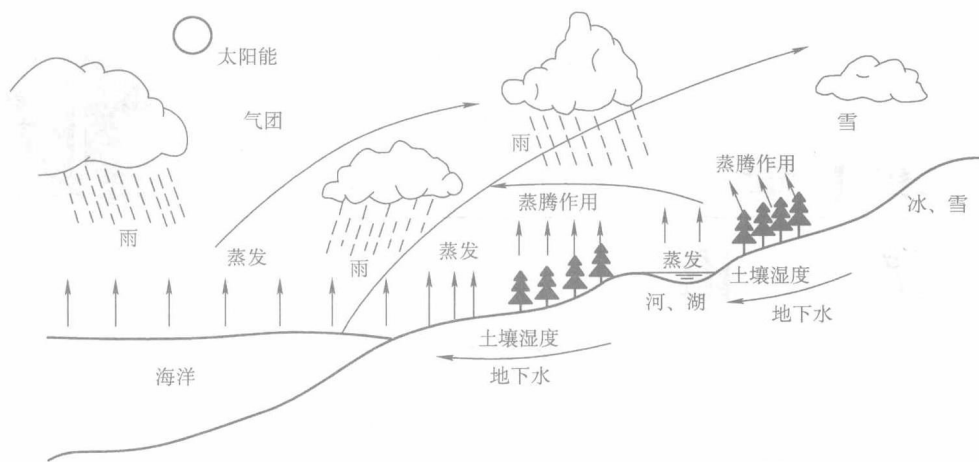


图 1-1 地球上水的自然循环

的，即人们通过城市供水系统的取水设施从水源中取出可用水，经过适当处理后，送入千家万户及工业生产过程中，经使用后，水质在不同程度受到污染，再经过城市排水管网输送到指定位置，经处理后排回自然水体。这一过程是人类生活、生产过程中必备的条件，循环往复，构成了水的社会循环，如图 1-2 所示。

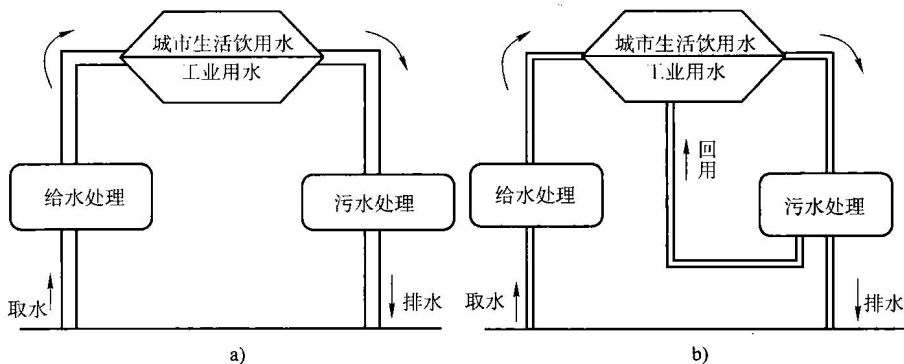


图 1-2 水的社会循环

a)、b) 天然水体

1.1.3 水的社会循环的工程设施

水的社会循环，是通过一系列工程设施来实现的，这些工程设施主要有：

(1) 水资源的保护和利用 无论是地表水资源，还是地下水资源，其水质水量都需要采取相应的保护措施，以满足用水需要。对于地下水资源，在水量方

面,应制定合理的开采计划,不应超采,以免引起生态环境恶化、地面沉降等不良后果;在水质方面,需要建立卫生防护地带,确保水质不受污染。对于地表水资源,在水量方面,应统筹规划流域的水量分配,流域上修建的水工、河工工程,应确保下游水源的水量供应,同时应采取工程措施保护水源地附近的河床,保证水源供水稳定可靠;在水质方面,应建立水源卫生防护地带,严格限制排入水源的水体水质,确保水源不受污染。

(2) 取水工程 地下水源和地表水源都有其专门的取水工程,其作用是从选定的水源抽取原水,然后再送至水处理构筑物或给水处理厂。由于地下水源和地表水源的类型以及条件各不相同,所以取水工程也是多种多样。取水工程设施一般包括取水构筑物和取水泵站。

(3) 水泵站 在水的社会循环过程中常常需要对水进行多次加压或提升,因此,有人将水泵站比喻为水循环过程中的“心脏”。当水源地势较低,取水工程应设取水泵站;从给水处理厂向城市供水时应设送水泵站;由小区向建筑物供水时有时需要设加压泵站;污水从地下管网进入到污水厂的处理构筑物时需设提升泵站;城市雨水不能自流排放时,应设雨水提升泵站。

(4) 给水处理厂 当水源水质不能满足城市和工业企业的要求时,需要用物理的、化学的、物理化学的以及生物学的方法对水进行处理,使其达到用水要求。水源的水质不同,给水处理厂的处理工艺就不同。城市给水处理厂的出水应达到国家现行的《生活饮用水卫生标准》;工业企业对用水水质有特殊要求的,应根据具体情况确定处理后的水质。

给水处理厂既可设于水源地附近,也可设于城市附近。

(5) 水量调节设施 城市和工厂由水源取水,一般取水量在一天24h中是相对均匀的,但城市和工厂的用水则是不均匀的,为保证供应用水,需设置水量调节设施(清水池、水塔、高位水池等),当用水量少时,多余的水储于水池中,当用水量多时,不足水量由水池进行补充。此外,有时取水水质恶化时,如泥砂含量过高,或受海水影响含盐量过高,需中止取水,为此也需要设置储水池等。

(6) 输、配水系统 输水管(渠)是指在较长距离内输送水量的管道或渠道,输水管(渠)一般不沿线向两侧供水。如从水厂将清水输送至供水区域的管道(渠)、从供水管网向某大用户供水的专线管道、区域给水系统中连接各区域管网的管道等。配水管网是指分布在整个供水区域内的配水管道网络。其功能是来自于较集中点(如输水管渠的末端或储水设施等)的水量分配输送到整个供水区域,使用户从近处接管用水。配水管网由主干管、干管、支管、连接管、分配管等构成。

(7) 建筑给水排水工程 包括建筑给水工程、建筑消防工程、建筑排水工程、建筑热水供应工程以及小区给水、排水、雨水工程等。此外,还有水景工

程、泳池用水系统以及中水系统等。

(8) 工业给水排水工程 位于城区的工厂，大多数由城市管网供水。水经工厂给水管网配往各车间及用水部门，用过的水流出车间，由排水管网收集，然后排入厂外城市排水管网。在工厂中，由各车间排出的废水，如含有重金属等毒质，需经局部处理，使水质符合排入城市排水管网的水质要求。工厂内的给水管网，也供应各车间及工作部门的生活用水以及消防用水。此外，为排除厂区的雨水需设雨水管网。

城市自来水的水质，常不符合工厂某些特殊用水的要求，为此常设有专门的水处理车间。为提高用水效率和节约用水，工厂内常建设循环用水和水的重复利用系统，包括专用的泵站、管道、水处理设备等。所以，工业水工程是很复杂的，特别是大型工业企业。

(9) 排水系统 排水系统的作用是收集由住宅、公用建筑、小区、工厂排出的污水以及地面汇集的雨水。城市排水系统一般分为合流制排水系统和分流制排水系统。分流制排水系统的污水与雨水是分开排放的，污水排水系统将污水送入污水处理厂进行处理，达标后排放或回用。雨水排水系统将雨水直接排入河流。排水系统设有排水井、检查井、消能井以及提升泵站等。

(10) 污水处理厂 污水处理厂的作用是将污水中的污染物质去除，使处理后的水达到排放标准排放或达到再生利用的标准回用。由于城市污水中主要含有机污染物，所以生物处理的方法在城市污水处理厂中使用得非常普遍。污水处理厂中还设有处理污泥构筑物，包括污泥浓缩、消化、脱水等设施。

(11) 城区防洪 紧临城区有山体坡地，遇暴雨山溪洪水暴发，会淹没城区，形成灾害，所以环城区周围需设排洪沟渠。

以上系统主要是围绕着城市组成的，可称为市政水工程。当工业企业远离城市时，也需要上述类似的组成部分，这比城市内工业企业的水工程的组成要复杂。

另外，农田灌溉、现代畜禽工厂化养殖、水产工厂化养殖等也需要有配套的给水排水系统，如使用喷灌、地下管道灌溉、滴灌时，不仅要有完善的管道系统，而且当水中存在堵塞管道的浑浊杂质时，还需要进行适当的处理；再如现代畜禽工厂化养殖，不仅要供应畜禽清洁的饮水，而且要有污水处理设施，处理养殖畜禽所产生污水，避免环境遭受污染。

1.2 给水排水工程学科体系的组成及课程设置

1.2.1 给水排水工程学科体系的组成

“给水排水工程”学科是以水的社会循环为研究对象，以水质为中心，研究

水的开采、净化、供给、保护、利用和再生等有关水的各个环节的科学。因此,给水排水工程是一个涉及领域广、内涵精深的综合性和交叉性的学科。它的学科体系包括水基础科学、水工艺与工程学、水工业设备制造学、水社会科学等。

1. 水基础科学

水基础科学是给水排水工程学科的重要组成部分,是围绕“水”这个核心而展开的应用基础学科。它主要研究水质、水量运动的状态及其变化规律,内容包括:水体循环和运动的规律;水质及水中物质的转化、转移和分离。它涉及的学科主要有水文学、水文地质学、水化学、水微生物学、水力学等。

2. 水工艺与工程学

水工艺与工程学是给水排水工程学科体系的核心。概括地讲,它是以水质水量为主题的水处理工艺和工程技术的总称。它包括两个基本内容:水处理工艺和水工程技术。

(1) 水处理工艺 水处理工艺是水工艺与工程学的技术主体,是以水质为中心的水处理技术的总称。随着水工业基础学科如水力学、化学和微生物学等理论的逐步深入完善,社会经济发展对给水水质和污水处理要求的提高,水处理工艺在原有给水处理和污水处理技术基础上,得到迅速发展和提高。水处理工艺体系包括以下技术内容:

1) 物理水处理技术:主要有沉淀、上浮、吹脱、蒸发、物理场(电磁、超声、微波)处理等。

2) 化学和物理化学水处理技术:主要有化学氧化、中和、化学沉淀、气浮、絮凝、过滤、吸附、离子交换、软化除盐、水质稳定和膜处理技术等。

3) 生物水处理技术:主要有好氧生物处理和厌氧生物处理。

(2) 水工程技术 水工程技术是水工艺与工程学的重要组成部分,它是研究运用工程技术和有关学科的原理、工艺方法,使水处理工艺工程化,也就是将水处理工艺变成实实在在的具体工程。水工程技术的主要内容包括:给水工程技术、排水工程技术、污水再生回用工程技术和建筑给水排水工程技术等。

3. 水工业设备制造学

水工业设备制造学是以机械工程学和电子工程学为基础,与水工艺与工程学紧密结合,以实现产业化为目的的水工业机械制造技术。它以水工业设备、仪器仪表及重大装备的制造技术为研究对象,服务于水工业设备制造、加工以及水处理工艺成套设备制造等水工业行业。它主要包括以下技术:

1) 水工业器材制造技术:包括各种给排水管材、管件、过滤器材制造技术等。

2) 水工业通用设备制造技术:包括水泵、风机、阀门等设备制造技术。

3) 水工业专用设备制造技术:包括曝气、加药、消毒、软化除盐、刮泥排

泥、拦污、污泥脱水、沼气利用等设备制造技术。

4) 水处理工艺成套设备制造技术: 各种水处理单元工艺设备成套技术、水处理单元设备技术。

5) 水工业仪器仪表技术: 包括水工业专用仪器仪表、水质分析仪器仪表制造技术。

6) 水工业控制系统: 包括单元、系统、整个水厂控制系统等。

4. 水社会科学

给水排水工程学的核心内容是“水”, 它涉及人类社会的可持续发展, 并由此影响到经济发展制度和发展模式。因此, 给水排水工程必然要研究与水有关的社会问题, 从而逐步形成水社会科学。水社会科学主要包括以下内容:

(1) 给水排水工程经济学 给水排水工程经济学研究以城市和工业为核心的水的可持续开发利用中的各种经济关系和供需矛盾, 研究宏观和微观水工业经济活动: 在宏观上包括水资源的可持续开发经济学研究, 以及水工业作为产业、水作为一种商品的各种宏观经济特性研究。在微观上研究水工业工程建设中的经济活动和经济关系, 对水工业工程基本建设和运行管理中的投资费用与经济效益进行经济计算、分析和评价。

(2) 给水排水工程规划与管理学 研究城市水资源的调配、规划技术以及自来水厂、污水处理厂、管网、泵站等水工业单元的规划、运行、管理、控制技术等; 宏观上也应包括利用行政、法律、经济等手段进行城市水资源的统一管理和调度。

(3) 给水排水工程社会学 研究给水排水工程社会关系的学科, 它从社会的角度研究水和人类发展的关系, 给水排水工程与人类社会可持续发展的关系, 给水排水工程与环境保护的关系, 给水排水工程的法规体系、标准体系以及给水排水工程学科体系与相关学科的关系等。

1.2.2 课程设置

给水排水工程学科的课程设置包括公共基础课、专业基础课、专业课。实践教学环节有实习(认识实习、生产实习、毕业实习、实验、设计(课程设计、毕业设计))。在具体课程设置上, 各学校可根据本校人才培养的特点开设。

1. 公共基础课

公共基础课包括人文社会科学类课程、自然科学类课程和其他公共课程。

(1) 人文社会科学类课程 一般包括马克思主义哲学原理、毛泽东思想概论、邓小平理论概论、法律(法律基础、建设法规)、经济学(马克思主义政治经济学原理、经济学、市场营销)、管理学、大学英语(或其他外国语)、文学和艺术(大学语文、诗词鉴赏、音乐欣赏)、道德伦理(大学生品德修养、伦理

学、职业伦理、道德与人生)、心理学、社会学(公共关系学)、历史与文化。

(2) 自然科学类课程 一般包括高等数学、无机化学(或普通化学)、有机化学、物理化学、大学物理、物理实验、信息科学。

(3) 其他公共类课程 一般包括体育、军事理论知识、计算机文化基础与程序设计、科技写作与文献检索。

2. 专业基础课

专业基础课一般包括工程数学(线性代数、概率论与数理统计)、画法几何与工程制图、工程力学、测量学、水分析化学、水力学(或流体力学)、水处理生物学、电工电子学基础、水文学与水文地质学、泵与泵站、水工艺设备基础、城市水工程仪表与控制、土建工程基础、水工程经济、城市水工程计算机应用、CAD 基础、专业外语、建设项目管理、河流动力学。

3. 专业课

专业课一般包括给水排水工程概论、水资源利用与保护、水质工程学、给水排水管道系统、建筑给水排水工程、水工程施工、水工艺与工程新技术、城市水系统运营管理与维护、环境保护与可持续发展、农业用水工程、消防工程、环境监测与评价、水质模型、城市垃圾处理与处置、建筑电气、建筑暖通空调、城市规划原理。

1.3 给水排水工程学科与相关学科的关系

“给水排水工程”学科的外延,与多种学科有交叉,如水利工程、土木工程、环境工程等。下面简述给水排水工程学科与这些学科的关系。

1.3.1 给水排水工程学科和水利工程学科的关系

水利工程学科和给水排水工程学科都是以水为研究对象,是水工程学的两大支柱。虽然两个学科都是以水作为研究对象,但具体研究对象和学科任务还是有较大区别的。从研究对象看,水利工程学科主要是以水的自然循环为研究对象,研究水的自然循环过程中的各种规律和水量调控中的工程技术问题,侧重点在于水系流域的全局。而给水排水工程学科主要是以水的社会循环为研究对象,侧重点在于水系流域内的城市 and 工业。从学科任务来看,水利工程学的任务是合理地开发利用自然界水利资源,达到兴利除害的目的。给水排水工程学科的任务是要通过水的商品化、市场化和产业化,实现水的良性社会循环和水资源的可持续利用。给水排水工程学科较水利工程学科具有更强的社会性,在市场经济中更能促进水的良性社会循环。

虽然水利工程学科主要以水的自然循环为研究对象,而城市水工程学科主要

以水的社会循环为研究对象，但水的自然循环和水的社会循环有时并无明确的界限，加之两学科都以水的工程应用为研究对象，所以有时两学科外延的相互交叉是不可避免的，例如水资源利用方面、水源工程方面、农业和乡镇用水方面等。

1.3.2 给水排水工程学科与土木工程学科的关系

按我国的学科分类，给水排水工程学科是土木工程学科下的一个二级学科。传统给水排水工程的水的传输、水净化处理和污水的治理主要是通过土木工程的构筑物来实现的，因此将给水排水工程学科视为土木工程学科的一个分支。但是，现代给水排水工程学科已发展到以水质为中心，现代水处理已由传统的土木型向设备型和集成型发展，设备集成的技术含量及投资比例不断提高，从而反映了水工业技术的设备化、产业化和市场化方向。虽然现在水处理过程采用的设备越来越多，但仍有相当部分采用土建构筑物，因此两学科仍有密切关系。

1.3.3 给水排水工程学科与环境工程学科的关系

环境工程学科以环境污染防治作为研究对象，内容涉及水、气、渣、噪声、热、光、电磁辐射等领域，水环境研究只是它的一个分支，并且主要是研究水污染的危害以及防止和治理措施，只涉及水的社会循环中的一部分。给水排水工程学科主要以水的社会循环为研究对象，涉及水的社会循环的各个方面：包括水源保护、供水处理、水的输送、水的利用、污水排放、污水处理、废水回用等各个环节，并把水的整个社会循环当作一个整体作为研究对象。

从学科研究的目的看，环境工程学科是为环境保护而设立的学科，学科研究的目的在于为环境保护提供工程技术基础。作为其分支的水环境处理工程，以污水处理、保护环境为学科目的。给水排水工程学科是一个伴随着水工业兴起而发展的新兴学科，学科研究的目的是要解决人类社会经济发展对水不断提高的利用需求与水资源紧缺及水环境污染的矛盾，有效提高水质、水量的供应，并保证用过的废水无害地回归到自然以再利用。

虽然环境工程学科和给水排水工程学科是两个独立的学科，但都有水处理工程的研究内容，特别是近些年来，在污水处理与利用方面，两个学科已达到互溶的程度。

第 2 章

水资源的保护与利用

2.1 地球上的水资源

2.1.1 水资源的基本含义

水是人类及一切生物赖以生存的物质，也是工农业生产、经济发展不可或缺的宝贵资源，同时，水资源也是维持生态平衡的最重要的物质。在科技大力发展的条件下，水作为一种自然资源更加体现了对人类的重要性，它涉及到人类的可持续发展。

由于对水作为自然资源的基本属性认识程度和角度的不同，有关水资源的确切含义仍未有统一定论。如《大不列颠大百科全书》将水资源解释为：“全部自然界任何形态的水，包括气态水、液态水和固态水的总量”。联合国教科文组织和世界气象组织共同制定的《水资源评价活动——国家评价手册》中，定义水资源为：“可以利用或有可能被利用的水源，具有足够数量和可用的质量，并能在某一地点为满足某种用途而可被利用。”《中华人民共和国水法》将水资源定义为“地表水和地下水”。《环境科学词典》定义水资源为“特定时空下可利用的水，是可再利用资源，不论其质和量，水的可利用是有限制条件的”。

一般认为，水资源的概念有广义和狭义之分。

广义的水资源是指地球上所有的水。不论它以何种形式、何种状态存在，都能够直接或间接地被人类利用。狭义的水资源则认为水资源是在目前的经济技术条件下可被直接开发与利用的水。狭义的水资源除了考虑水量外还要考虑水质，而且开发利用时必须技术上可行、经济上合理且不影响地球生态。而很多水在目前的经济技术条件下不能称为水资源。如深层地下水开采技术难度大，只有极缺水地区才考虑使用；海水虽为地球上最多的水，但由于含盐高、处理费用大还没有被人类大规模地利用；南北两极虽为最大淡水库，但由于远离人类居住地，利

用时很不经济等。

所以,通常所说的水资源是指狭义上的水资源,即陆地上可供生产、生活直接利用的淡水资源。而这部分水量只占地球上总水量的极少一部分。

2.1.2 水资源的特性

水是生命之源,在自然界进化过程中起着重要的作用,它参与自然界中一系列物理、化学和生物的作用过程,水的这种作用是水自身的物理化学和生物特性所决定的。认识水的特性对合理开发利用水资源有着重要意义。

1. 循环性与有限性

地球上的水不是静止不动的,在太阳能和地球表面热能的作用下,地球上的水不断被蒸发成为水蒸气进入大气。水蒸气遇冷又凝聚成水,在重力的作用下,以降水的形式落到地面,这个周而复始的过程,称为水循环。水循环系统是一个庞大的天然水资源系统,处在不断的开采、补给和消耗、恢复的循环过程中,可以不断地供给人类利用和满足生态平衡的需要。水资源的可循环性并不表明水是“取之不尽,用之不竭”的,相反,水资源是非常有限的。全球的淡水资源仅占全球总水量的2.5%,大部分都储存在极地冰川中,真正能被人类直接利用的淡水资源仅占全球总水量的0.8%。一旦实际利用量超过可循环更新的水量,就会面临水资源的不足,发生水荒甚至水资源的枯竭,破坏水平衡,造成严重的生态问题。可见,水循环过程是无限的,水资源的储量却是有限的。

2. 时空分布的不均匀性

水资源在自然界中具有一定的时间和空间分布,时空分布的不均匀性是水资源的又一特性。水资源的时空变化是由气候条件、地理条件等因素综合决定的。各区域所处的地理纬度、大气环流、地形条件的变化决定了该区域的降水量,从而决定了该区域水资源的多少。全球水资源的分布极不均匀,如大洋洲的径流模数为 $51.0\text{L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$,澳大利亚为 $1.3\text{L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$,亚洲为 $10.5\text{L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ 。最高和最低的相差很大。

我国水资源在区域上分布也不均匀。表现为东南多,西北少;沿海多,内陆少;山区多,平原少。在同一地区,不同时间分布差异性很大,一般夏多冬少。

3. 利用的多样性

水资源是被人类在生产和生活活动中广泛利用的资源,不仅广泛用于农业、工业和生活,还用于水运、水产、旅游和环境改造等,用水目的不同对水质和水量的要求也不相同。水资源的多种用途与综合经济效益是其他资源难以相比的,水资源对人类社会的进步与发展起着极为重要的作用。

4. 水的流动性与利害双重性

在常温下,水是以液态的形式存在的,具有流动性。这种流动性使水得以拦

蓄、调节、引调,从而使水资源可被人类充分地开发利用,造福于人类。同时也使水具有一些危害,水量过多或过少的地区和季节,往往又产生各种各样的灾害,如洪涝灾害、泥石流、水土的流失与侵蚀等,为人类的生产生活带来很大的威胁。另外,水在流动并与地表、地层及大气相接触的过程中会夹带和溶解各种杂质,使水质发生变化。这一方面使水中具有各种生物所必需的有用物质,但也会使水质变坏、受到污染。水资源开发利用不当,又可制约国民经济发展,破坏人类的生存环境。这些都体现了水具有利害的双重性。所以在开发利用过程中尤其强调合理利用,有序开发,以达到兴利除害的目的。

2.1.3 全球水资源

地球上以各种形态存在的水的总量高达 14.6 亿 km^3 ,但海水、咸水约占总量的 97.3% ,存在于陆地上的各种淡水资源仅占总量的 2.7% 。表 2-1 列出了这些淡水资源的存在形态和百分比(按总淡水资源为 100% 计,体积分数)。

表 2-1 淡水资源的存在形态和百分比

序 号	类 别	占淡水储量比(体积分数%)
1	地下淡水	30
2	土壤水	0.05
3	淡水湖泊水	0.26
4	冰川与永久雪盖	68.7
5	永冻土底冰	0.86
6	沼泽水	0.08
7	河水	0.007
8	生物水	0.003
9	大气水	0.04

从表 2-1 可知,全球淡水资源的 68.7% 存在于南北极的冰川和永久雪盖之中,其余的主要是地下水,其他的淡水资源只占淡水总量的 1.3% 。相对丰富的地下水中可作为水资源利用的通常是直接受地表水补给的浅层地下水,仅占地下水总量的很小部分。有资料表明,全球真正可供利用的水资源仅占地表水和地下水总量的 0.6% ,称之为可利用水资源,其总量约为 5 万 km^3 。按全球人口 60 亿计算,人均可利用水资源量可达 8000m^3 。然而,由于水资源分布的不均匀性和人口分布的不均匀性,加之部分水资源的污染,真正得到利用的水资源量远小于这个数字。

2.1.4 全球水资源面临的问题

根据地球水储量与分布,人类可利用的淡水资源只占地球上水的很小一部