

城市水资源与

s h u i z i y u a n y u s h u i h u a n j i n g

水环境

许有鹏 等著

贵州人民出版社

TV2/
X718

城市水资源与 水环境

s h u i z i y u a n y u s h u i h u a n j i n g

许有鹏 等著

贵州人民出版社

城市水资源与水环境

许有鹏 等 编著

贵州人民出版社

(本项目获贵州省新闻出版局出版基金资助)

图书在版编目(CIP)数据

城市水资源与水环境/许有鹏等著. —贵阳:贵州人民出版社, 2002. 10

(城市现代化发展丛书)

ISBN 7-221-06059-2

I. 城... II. 许... III. ①城市—水资源—资源利用—研究②城市—水环境—环境保护—研究

IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 078113 号

城市水资源与水环境

许有鹏 付重林 徐梦洁 著
周慧平 张 琪 葛小平

出 版	贵州人民出版社
责任编辑	钱 治 程亦赤
封面设计	封海涛
经 销	新华书店
印 刷	贵阳宝莲印务有限公司
规 格	850 × 1160mm
开 本	32
印 张	11
字 数	260(千字)
版 别	2003 年 1 月第 1 版
版 次	2003 年 1 月第 1 次印刷
印 数	1—2000 册

书 号 ISBN 7-221-06059-2/Z·165 定 价 17.00 元

前 言

水是人类赖以生存和发展的基础,是一种动态的可更新的资源。近年来,随着经济和城市化的发展,全球水资源和水环境问题日趋严重,一些城市地区水资源短缺和水污染加剧,洪涝和干旱灾害频繁发生,许多地区水资源和水环境状况已严重影响了人类的生存和发展,水资源合理利用与水环境保护问题是当前必须引起重视的重要问题。

本书主要介绍这方面的有关知识和研究成果,书中首先介绍了城市水资源和水环境的特点,然后分析了城市化发展对水资源和水环境的影响,较详细地介绍了城市水资源评价方法、水资源预测和供需平衡分析以及城市水资源承载能力等有关知识,并介绍了对水资源经济和有关政策法规以及水资源可持续利用问题,同时论述了水资源合理利用与水环境保护的有关问题,最后介绍了水资源管理信息系统的有关知识,以此来唤起人们对城市水资源和水环境问题的重视,促进经济持续发展,保护生态环境。

本书主要面对关心城市水资源和水环境问题的读者,并供从事城市水资源和水环境的有关管理和研究人员参考,此外也可作为高等学校有关专业普及型教学参考书。

本书在编写过程中,得到了金光炎教授、刘国伟教授的热情指导,他们对本书编写大纲提出了具体修改意见。同时本书的出版还得到了贵州人民出版社的大力帮助,特此致谢。此外在编写过程中参考和引用了一些国内同行的研究成果,有些未能一一标明,在此也向有关作者表示衷心感谢。

本书由许有鹏、付重林负责大纲的编写和组织。第1、2、6章

由许有鹏编写,第3、4章由张琪编写,第5、7.1~7.2章由周慧平编写,第7.2~7.3、8、9章由徐梦洁编写,第10章由葛小平编写,附录由付重林编写,最后由许有鹏、付重林和周慧平统稿。由于接受本书编写任务较晚,编写和统稿时间较紧,加上水平有限,因而书中定存在一些不足之处,敬请批评指正。

城市现代化丛书

城市水资源与水环境

shuiziyuanyushuihuanjing

12/17/03

责任编辑／钱 治 程亦赤
装帧设计／封海涛
制作输出／点石图象

城市水资源与 水环境

shuiziyuanyushuihuanjing

目 录

第一章 绪论	1
水资源特点和涵义	2
城市化与水资源	9
解决城市水资源问题途径	16
第二章 城市发展与水资源水环境	21
一 城市发展对气候的影响	21
二 城市化对水资源的影响	27
三 城市化对水环境的影响	35
第三章 城市水资源评价	39
一 城市水资源数量评价	39
二 城市水资源质量评价	47
三 城市水资源综合评价	65
第四章 城市水资源供需平衡分析	68
一 城市供水系统分析	68
二 城市用水系统分析	79
三 城市水供需平衡分析	92
四 城市水资源承载力	107
第五章 城市水资源的开发利用	115
一 城市水资源开发利用	115
二 城市水资源开源节流途径	120
第六章 城市暴雨洪水与防洪减灾	135
一 城市暴雨洪水分析	135
二 城市暴雨洪水计算	141

三 城市防洪减灾	152
第七章 城市水污染防治和水环境保护	158
一 城市水污染及其污染物	158
二 城市污水的处置	170
三 城市水污染的防治与水源保护	181
第八章 城市水资源经济分析评价	198
一 水资源价值概论	198
二 水资源工程效益评价方法	215
第九章 城市水资源管理与规划	235
一 城市水资源管理和保护	235
二 我国的水法和环保法规	253
三 可持续发展与水资源可持续利用	263
第十章 城市水资源管理系统	284
一 城市水资源信息化管理	284
二 城市水资源管理决策支持系统	291
三 城市水资源管理系统开发	303
附录	312
参考文献	331

第一章

绪 论

水是人类赖以生存和社会发展的宝贵自然资源。没有水,就没有生命,也就没有我们生活的世界。然而,当历史的进程发展到了高度城市化的今天,水资源却面临着这样一种严峻的形势;江河污染、淡水紧缺、生态环境恶化、水土流失严重,全球 50% 的水源遭到不同程度的污染;世界上有 80 个国家,占全世界总人口 40% 的人面临着用水短缺问题;有 10 亿人不能喝到清洁的水,每年有 1000 万人死于因饮用污浊的水而引发的疾病。全球水资源已出现空前危机。

水是生命的摇篮,地球的生命在水中诞生,生物的进化也是从水生向陆生发展。人类的发展无处不遗留着水的痕迹。埃及的尼罗河,中国的黄河,印度的恒河以及巴比伦河流域都是人类最早的文明发源地。古代文明的发祥地都选择了河谷地带,在人类历史上,从古代城市依山傍水而建,到现代社会大都市发展,水都发挥了重大作用。

水是一种动态资源,是可以更新的、可以通过自身转换和不断循环实现更新的资源。水的用途很广,而且可以重复使用。在同一个流域,上游的水到达中游、下游或河口都可以使用;在同一个工厂或地区,如果广泛采用工艺处理,厂内或区内的水可以重复循环利用。如果合理利用并在其正常范围内更新,则能保持其

动态稳定,并可维持其生态平衡,使水资源成为可供人类永续利用的资源。但如果开发利用不当,破坏了水资源的生态平衡,不仅会产生水资源危机,还会产生一系列生态环境问题,以致影响人类的生存。

进入 20 世纪以来,人口迅速增长,工业化和城市化正以前所未有的速度发展,对水资源无限制的开发利用,把江河湖泊当成天然的排污沟,水资源枯竭、水污染加剧已是世界性问题。由于城市化的发展,愈来愈多的工业废水排入江河,不仅数量大、成分复杂、种类繁多,而且含有剧毒以日大量难降解的物质,使水体遭到严重污染。水体污染不仅影响了水资源的合理利用,更加剧了水资源的供需矛盾,同时形成了水资源短缺恶性循环。而这些主要是人类无序活动加剧的结果,其中城市化和工业化发展是一个重要因素。本世纪水将是最有争议的都市问题,全世界将有 10 亿人得不到清洁的饮用水,17 亿人缺乏起码的公共用水卫生设施,水资源问题将严重影响城市的发展。探讨水资源和水环境对城市的发展制约影响,分析城市化地区水资源和水环境变化规律,对我国城市化的发展,水资源持续利用以及生态环境保护都具有重要意义。

水资源特点和涵义

1. 水资源与水循环

水资源是一种可循环往复不断更新的动态资源,水资源广义上是指地球上所有形式存在的水体,包括气态水、固态水和液态水。但水资源一般是指与人们的生产和生活关系密切而且可以逐年更新与恢复,并且长时间内保持动态平衡的淡水资源量。

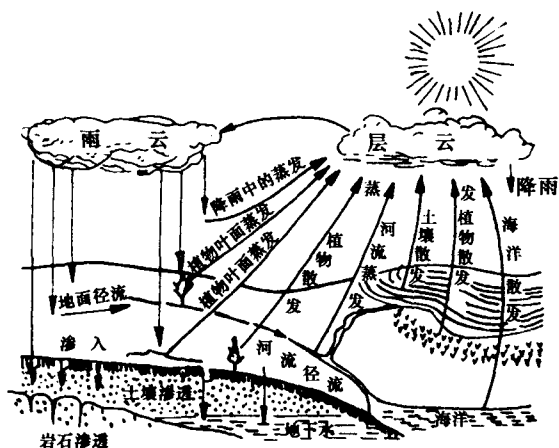
目前,人们将水资源通常理解为某一区域内可以逐年恢复的淡水数量,其中包括水质和水量两个部分。水资源量中包含地表

水资源和地下水资源两个部分,地表水资源通常用该地区河川径流量表示,其数量和特征反映了这一地区地表水资源特征,而地下水资源则主要是用可以动态更新的浅层地下水资源量来反映。

在水资源储量上,目前人类居住的地球有 70.8% 的面积被海洋覆盖,在全球 13.86 亿立方千米储水量中,海洋储水量为 13.38 亿立方千米,海水占地球上总水量的 96.5%;全球陆地水量仅占水量的 3.5%,约占 0.48 亿立方千米,而这些水量又大部分存储于两极冰川与永久积雪、两极冰盖及多年冻土之中,人类难以利用,真正人类可以利用的湖泊河流、浅层地下水等淡水资源量仅有 106.5 万立方千米,仅占全球水量的 0.77%,可见人类可以利用的水资源是极为有限的。由于水资源是一种可更新的动态资源,因此这些水量支撑着我们人类以及陆地上其他的动植物的生存和发展。

图 1-1

全球水循环示意图(据杨戊等,1982)



水资源可动态更新的特性得益于水循环运动。水分循环是指地球上的水分在太阳辐射和重力作用下,以蒸发、降水和径流等方式进行的周而复始的运动过程,地球表面的水体及陆面上的水分,在太阳辐射作用下,蒸发逸入大气,成为大气中的水汽,水汽借助气流运移、扩散或垂直对流等,被携带输送到高空和各地,在水流上升和输送过程中,遇冷凝结,以降水的形式降落到地面上,陆地上的降水一部分形成地面径流,一部分渗入地下形成地下径流,最后流归海洋。水循环的直接原因是水的物理性质,也就是水随着温度的变化,水可在气态、液态和固态间相互转化,从而使水分在循环过程中转移、交换成为可能,太阳辐射是水分循环的动力,地心引力则是促使地面水流向海洋的动力,水循环包括全球范围内海陆水气交换的大循环以及陆地内部和海洋内部的水汽交换的小循环。

水循环是地球上最重要的物质循环之一,它对地球环境的形成、演化以及人类生存都有极其重要的作用,水循环范围很广,向上可达地面以上平均约 11 千米的对流层顶、向下达到垂直地面以下平均约 1 千米的深处,水循环通过降水、蒸发、下渗、径流等形式进行着水分交换,将地球各圈层联系起来,使各圈层物质与能量交换成为可能,正是由于水分循环,使得陆地淡水资源成为动态可更新资源。水文、水资源研究则主要探讨某一地区(或流域)水循环规律,从中分析水循环中水汽输送数量和运移路线以及该区大气水。地面径流和地下水之间的转换规律,为分析该区水文特征和水资源开发提供依据。

从长期观测资料分析来看,水循环过程中海洋和陆地水量是大致稳定的,它服从于水量平衡原理。水量平衡是指对于任一区域,由物质不灭定律,在任意时段内,收入的水量与支出的水量之

差,等于该时段、该区域内的蓄水变量,即在水循环过程中,收支是平衡的,这就是水量平衡原理。水量平衡研究的区域,可以是某个流域,某一湖泊或某一地区,甚至全球,时段上也可任意选择,水量平衡原理是水文、水源研究的基本原理,是质量守恒定律在水循环中的特定表现形式,利用水量平衡方程式,可以确定水循环各要素之间的内在联系及其数量关系,揭示自然界水文过程的基本规律,估算地区水资源数量及其特征,水量平衡是水能够持续循环的基本前提,水循环是水量平衡的重要保证,两者密不可分。

2. 水资源主要特点

水是自然环境中的重要组成物质,是环境中最活跃的要素。它不断地运动着,积极参与自然环境中正在发生和进行的一系列物理的、化学的和生物的过程。地表化学元素的迁移和转化,地表的侵蚀、搬运和堆积,土壤的形成和演化,生物的生长发育和进化,都与水的循环密切相关。水资源是一种动态的可更新资源,使得水资源具有和其他资源所不能比拟的一些特性,如果使用得当,则可以取之不尽,用之不竭,反之将会造成水资源危机,破坏生态平衡,影响人类的生存和发展。具体来说水资源具有以下特性:

(1)可恢复性和有限性。地球上的水以相态转换、吸收和释放热量的形式,在地球大气圈、岩石圈以及生物圈的参与下,使得全球水量保持着周而复始,循环反复的运动变化,地球上的水体在不断循环更新,这种通过水汽输送和河流川流不息的运动,决定了水资源消耗补充之间的循环以及水资源可恢复的特性。虽然水资源补给具有周而复始的可循环性,但在一定的时间、空间范围内,大气降水对水资源的补给却是有限的,当人类对水资源消耗大于其正常补给时,就会出现水资源短缺,水污染加剧等水

资源和水环境问题,一定地区在某一时间范围内的水资源是有限的,我们一定要将水资源开发与维护相结合,以保持水资源持续开发利用。

(2)地区和时间分布上的均匀性。由于一个地区水资源数量及其变化受全球水循环影响,那些距海较近,接受输送水汽较为丰富的地区雨量充沛,水资源数量也较为丰富,而那些位居内陆、水汽难以到达的地区,降水稀少,水资源极其匮乏,从沿海到陆地呈现为湿润区到干旱区的变化带。在时间变化上,由于水循环主要动力为太阳辐射,因而地球运转所引起的四季变化,造成同一地区所接受的辐射强度是不同的,造成一地区降雨在时间上的差异也是很明显的,主要表现为一年四季的年内水量变化以及年际间水量的变化,对一个地区来说,每年夏季,水循环旺盛,雨量较多,是一年中的丰水期,而每年冬季,水循环减弱,雨水稀少,是每年的枯水期。此外,径流年际变化的随机性也很大。常出现丰枯交替现象,并且丰枯之间水资源量可能相差很大,另外,还会出现连续洪涝或持续干旱的情况,即出现所谓径流年际变化的丰水年组和枯水年组现象。这种径流在时间和空间变化的不均匀性,对水资源利用产生了许多不利因素。

(3)用途的广泛性和不可代替性。水是地球上动植物生存和发展的基础,没有水,植物就会枯萎,动物就不能生存,物种就会绝迹,人类也就无法生存。在工业生产和人民生活当中,水是重要生活资料和生产资料,各行各业都离不开水,水也是自然和生态环境中不可替代的物质,也是人类社会经济建设和社会发展中不可替代的资源。

(4)经济上的两重性。水资源既有为人类生活、生产提供丰富水源,造福于人类的有利的一面,也有洪水泛滥,毁坏道路、城

市、夺取人民生命财产的破坏性的一面。即存在着水利和水害的两重性,开发利用水资源的目的是兴利除害,造福人民。如果合理开发利用水资源,就可以减少水害损失;反之,若开发不当就会引起生态环境恶化。因此在水资源利用上,要考虑其两重性特点,严格按照自然和经济规律办事,统一规划,综合开发,合理利用,达到兴利除害,使水资源能综合利用,促进经济发展,保护生态环境。

3. 中国水资源特点

中国地处欧亚大陆东部,主要受太平洋、印度洋以及北冰洋水汽流影响,多年平均降水量约 630mm,降水总量约为 6.2 亿立方米,全国河川径流量为 2.6 万亿立方米,平均年径流深 285mm,全国水资源总量为 2.71 万亿立方米,占世界第 6 位,但按人口平均占有量仅为 2400 立方米,只相当于世界人均水量的 1/4,我国已被列为世界 13 个人均水资源贫乏的国家之一。我国水资源分布不匀,洪涝干旱灾害频繁,可利用水资源占天然水资源量的比重小,水污染普遍较严重,水的浪费现象也十分严重,结果造成我国可利用的水资源日益短缺。因此,我国水资源状况不容乐观。

中国地域辽阔,降水和径流地区分布极不均匀,降雨特点东南多雨,西北干旱,年降水量和年径流量总的趋势是从东南沿海向西北内陆递减,按年降水量(P)和径流量(R)划分,全国可划分丰水带($P > 1600\text{mm}$, $R > 900\text{mm}$),包括东南、华南沿海、珠江和浙闽台诸河;多水带($800\text{mm} \leq P \leq 1600\text{mm}$, $200\text{mm} \leq R \leq 900\text{mm}$),包括秦岭、淮河以南长江中下游地区、云贵川和广西地区;过渡带($400\text{mm} \leq P \leq 600\text{mm}$, $50\text{mm} \leq R \leq 200\text{mm}$),包括黄淮海平原,东北大部,山西陕西大部、川西北和西藏东部;少水带($200\text{mm} \leq P < 400\text{mm}$, $10\text{mm} < R < 50\text{mm}$),为包括东北西部、内蒙、甘肃、宁夏、新