

淮北平原 水资源综合利用 与规划实践

王振龙 马倩 吴亚军 章启兵 编著



HUAIBEI PINGYUAN
SHUIZIYUAN ZONGHE LIYONG
YU GUIHUA SHIJIAN

中国科学技术大学出版社

TV213
引

淮北平原水资源 综合利用与规划实践

王振龙 马 倩 吴亚军 章启兵 编著

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书采用建国以来长系列水文试验资料,对淮北平原地表水资源和地下水资源重新进行评价计算,对淮北平原水资源开发利用现状及问题,不同水源地、不同行政区水资源开采潜力及剩余量等问题进行了详细的阐述;并以淮北市为例,论述了水资源综合规划的原则、思路、内容。为淮北平原水资源开发、利用、管理、保护,依托水资源可持续利用支撑当地社会经济可持续发展提供了科学依据;同时也可为其他地区水资源利用、水利院校教学提供参考。本书具有实用性和可操作性。

图书在版编目(CIP)数据

淮北平原水资源综合利用与规划实践/王振龙等编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2008. 12

ISBN 978-7-312-02430-6

I. 淮… II. 王… III. ①黄淮平原—水资源—资源利用—研究②黄淮平原—水资源管理—研究 IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 206214 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026
网址: <http://press.ustc.edu.cn>

印刷 中国科学技术大学印刷厂

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×1000 mm 1/16

印张 14.75

插页 4

字数 340 千

版次 2008 年 12 月第 1 版

印次 2008 年 12 月第 1 次印刷

定价 37.00 元

前 言

水是生命之源,是人类赖以生存和发展不可缺少的宝贵资源,也是自然环境的重要组成部分,是保证区域社会经济可持续发展的重要基础条件。然而,随着人口的不断增加和社会经济的高速发展,水的需求不断增加,工业排放污水、废水量也在不断增加,形成了水资源与社会经济发展、生态环境保护之间的不协调关系,出现了水资源短缺、水环境污染以及生态平衡破坏等一系列的问题。为了及时有效地解决这些和水有关的问题,必须加强水资源的开发利用研究和区域水资源规划管理工作,统筹考虑水资源与社会、经济、环境之间的协调关系,走可持续发展的道路。

安徽淮北地区是我国水资源紧缺和开发利用程度较高的地区之一,人均占有水资源量为 430 m^3 ,是安徽省人均水资源量的 $2/5$,全国人均水资源量的 $1/5$,世界人均水资源量的 $1/20$,远远低于人类生存最起码的需求量 1000 m^3 。另外,地下水资源是该区域城乡生活和工农业生产的主要供水水源。地下水资源目前是淮北市、阜阳市、亳州市和宿州市城乡生活供水的唯一水源,由此可见,该区域水资源特别是地下水资源的数量和质量对生活、生产、生态用水具有举足轻重的作用。

近 20 年来,由于气候的变化和人类活动的影响,特别是各种水利工程的修建与水资源的开发,水循环条件发生了很大变化,导致水资源无论在数量和质量上,还是在分布规律上都发生了变化,主要表现在地区水资源状况和补、径、排条件发生了变化;生态环境遭到破坏,水土流失和水环境严重恶化,水资源开发利用结构发生了显著变化;地下水资源开发利用条件发生了变化,部分地区地下水严重超采,导致地表径流减少,加上水质恶化,更加大了地下水的开采量,部分城市已出现大范围的降落漏斗和地面沉降等环境地质问题,已经严重影响到城乡供水安全和社会经济的可持续发展。

近年来,水利工作者在水文水资源研究工作方面有了可喜的进展,对水资源的研究程度有了很大的提高,这些新资料、新成果尚未在系统的水资源评价与管理中得到充分的反映。因此,开展淮北地区水资源评价、地下水资源开采潜力研究与应用、水资源规划和管理的研究和实践工作对于指导当前和今后更长时期水资源的合理开发利用与有效保护,依托水资源的开发最大限度地支撑社会经济的可持续发展,具有十分重要的意义。

本书在总结淮北平原水资源评价和开发利用研究以及水资源规划管理等科研项目的基础上,较为系统地阐述了区域水资源相关技术的理论、方法和实践应用。对区域水资源的估算,开发利用评价,淮北市采煤沉陷区水资源问题的解决,淮北市水资源综合规划均做了详细的论述,试图在体现科学发展观的基础上,为新时期的水资源开发利用和水资源的规划管理工作提供研究思路和技术方法。

本书由王振龙、马倩负责整体构架。第一章、第二章、第六章、第九章(第一节、第二节)由王振龙编写;第四章、第七章、第八章由马倩编写;第三章由吴先得编写;第九章(第四节、第七节)由章启兵编写;第九章(第八节、第九节)由吴亚军编写;第五章、第九章(第五节)由李瑞编写;第九章(第三节、第六节)由柏菊编写;第九章(第七节、第八节)由刘猛编写。全书由王振龙负责统稿和修改。

书中有部分内容参考了有关单位和个人的研究成果,未能一一列出,在此一并致谢。

由于编写时间仓促,书中难免会出现错误,不妥之处请广大读者批评指正,不胜感谢!

本书由水利部重大公益项目(200801068)资助。

编者

2008年10月

目 录

前言	(i)
第一章 绪论	(1)
第一节 水资源概念与水资源形成	(2)
第二节 水资源问题	(6)
第三节 水资源的可持续利用	(15)
第二章 区域概况	(18)
第一节 自然地理	(18)
第二节 社会经济	(29)
第三节 区域水资源的特点和问题	(30)
第三章 区域地表水资源评价	(32)
第一节 水资源分区	(32)
第二节 降水及其分布	(35)
第三节 蒸发与干旱指数	(39)
第四节 地表水资源评价	(41)
第四章 地下水资源量	(45)
第一节 评价分区及评价方法	(45)
第二节 水文及水文地质参数	(48)
第三节 分区地下水资源量	(60)
第四节 地下水资源特征分析	(65)
第五节 地下水可开采量	(66)
第六节 岩溶地下水评价	(72)
第七节 中深层孔隙水	(78)
第五章 研究区水质评价	(82)
第一节 地表水水质	(82)
第二节 地下水水质现状评价	(90)
第六章 水资源开发利用	(94)
第一节 水资源总量计算	(94)
第二节 水资源总量的时空变化特征	(96)
第三节 水资源可利用量	(97)

第四节	水资源开发状况	(100)
第五节	水资源利用状况	(105)
第七章	地下水开采潜力研究	(118)
第一节	地下水资源及开发利用演变情势分析	(118)
第二节	地下水资源演变情势	(120)
第三节	地下水开发利用演变情势	(126)
第四节	地下水开采潜力	(129)
第五节	地下水资源保护	(138)
第八章	水资源规划和管理	(144)
第一节	水资源规划和管理基础知识	(144)
第二节	水资源规划的工作流程	(151)
第三节	水资源管理工作流程	(156)
第四节	水资源综合规划	(159)
第五节	城市饮用水水源地安全保障规划	(165)
第九章	淮北市水资源综合规划实例	(173)
第一节	总论	(173)
第二节	淮北市概况	(175)
第三节	水资源开发利用现状评价	(177)
第四节	采煤沉陷区水资源综合利用规划	(182)
第五节	节约用水	(188)
第六节	水资源保护	(193)
第七节	水资源合理配置	(200)
第八节	水资源总体规划与实施方案	(207)
第九节	规划实施效果与投资估算	(210)

第一章 绪 论

水是一切生命之源,与人类息息相关,是人类生存和发展的最基本要素之一,水同时也是人类经济、社会发展不可缺少的自然资源。在大禹治水的传说中,舜委派水利大臣鲧——也就是大禹的父亲负责治水。鲧以壅堵方法治水失败,禹以疏导方法治水成功,最后统治天下。这不仅充分说明了在中国的自然条件下,水利和治国兴邦的紧密联系,也告诫我们在水利工作的实践中,必须不断认识水的客观规律,探索治水的理念。

人类经济社会的发展,从一定意义上说意味着人类向自然进行索取,如果这种索取不适当,则迟早会带来麻烦。人类面临的下列水问题就是这种麻烦的一些具体表现。

(1) 水、旱灾害是人类面临的主要自然灾害

人类与水、旱灾害作斗争已有几千年历史,但时至今日,水、旱灾害造成的损失仍位居诸自然灾害之首。据统计,在世界范围内,每年因水、旱灾害造成的损失占各种自然灾害总损失的比例达 55%,其中水灾为 40%,旱灾为 15%。地球上的自然灾害主要分布在环太平洋和北纬 20°~50°两个带状区域内,全球 95%的火山、95%的地震、70%的海啸都发生在这里,大部分水、旱灾害也集中在这里。中国大部分地区位于这两个灾害带内,每年因水、旱灾害造成的损失占各种自然灾害总损失的比例要大于 55%。中国目前受旱耕地超过 0.2 亿 hm^2 ,农田灌溉年缺水达 300 亿 m^3 ;中国 620 座城市中约有 300 座城市缺水,年缺水量约 58 亿 m^3 ,缺水已成为中国工农业生产发展的重要障碍之一。近半个世纪以来,中国江河大洪水和特大洪水的出现发生了一些值得注意的倾向:一是长江、淮河及其以南地区和东北的松花江、辽河流域,大洪水和特大洪水发生频次增加;二是“小流量高水位”现象时有发生;三是有些地方同样的降雨量和降雨过程产生的洪水比过去更大。长江、黄河的洪涝灾害仍是中华民族的心腹之患。

(2) 全球气候变暖增加了解决水问题的难度

人口的增加,工业的发展,导致二氧化碳等温室气体大量向大气排放,“温室效应”加剧,全球气候变暖,海平面上升,水文循环发生一些变化。全球气候变暖已对中国产生比较明显的影响:一是使中国一些地区降水量减少,如山西省汾河流域多年平均降水量已由过去的 558 mm 减少到现在的 449 mm,减少近 20%;二是使海平面明显上升,据分析,近百年来,中国海平面平均每年上升 0.14 cm,其中天津、江苏、上海和广东沿海近百年海平面上升超过了 20 cm。降水量减少加重了一些地区的干旱缺水,海平面上升加重了沿海地区和感潮河段的水灾。

(3) 水污染加剧的势头还未得到有效的控制

有很长一段时间,人们对保护水环境意识淡薄,走了一条“先发展经济,后治理环

境”的路子,留下了许多环境方面的后遗症。目前仍有一些国家或地区水污染呈加剧趋势。中国工业企业的废污水排放量很大,而且约有80%以上未经处理就直接排入江河湖库等水体,已使得不少支流小河变成了排污沟,有的大江大河也出现了岸边污染带。水污染的加剧,不仅带来了严重的生态与环境问题,而且也增加了一些缺水地区和缺水城市的缺水程度,甚至出现缺乏安全饮用水的危机。

(4) 不合理的工程措施和管理产生了负面影响

盲目砍伐森林,不合理地筑坝拦水、围垦、跨流域调水、引水灌溉和开采地下水等,都有可能带来负面影响。对森林的乱砍滥伐,致使水土流失严重,恶化了当地生态与环境,造成了河道淤积,加之不合理地围垦,减少了水体的调蓄能力和输水能力,从而降低了江河防洪标准。过量地开采地下水,会出现区域性地下水漏斗,引发地面沉降和海水入侵,不利于防洪,污染了地下水。不合理的引水灌溉,可能造成灌区次生盐碱化,也可能引起河流盐化。流域大量修建蓄水工程,或不合理使用河川径流,或不合理跨流域调水,可能使河川径流不合理地减少,甚至断流,导致下游河道淤积萎缩,防洪能力降低,湿地缩小,河口水环境恶化,生物多样性减少。

第一节 水资源概念与水资源形成

水资源是一种宝贵的自然资源,是人类赖以生存和社会生产必不可少又无法替代的重要物质资源。自然界的水资源尽管能够循环,而且可以逐年得到补充和恢复,但对于某一时段、某一区域来说,可供人们日常生活和生产使用的水量是有限的,不少国家和地区历史上已多次发生水荒。近些年来,由于生产的发展,生活水平的提高,用水量逐年增大,加之用水浪费和污染,水资源已成为各国倍加关注的重大问题。为了人类生存和保持世界经济可持续发展,对现有水资源进行综合开发利用、科学管理是摆在世界各国面前的一项长远而又艰巨的历史重任。

一、水资源的概念

天然水资源即地球上所有的气态、液态或固态的天然水。广义上来说(《英国大百科全书》),自然界一切形态的水都可以认为是水资源;狭义地说(《中国水利百科全书》),水资源是指某一地区逐年可以恢复和更新的淡水资源。人类可利用的水资源,主要是指某一地区逐年可以恢复和更新的淡水资源,即狭义意义上的水资源。地球上的水可分为两大类:一类是永久储量,它的更替周期长,更新缓慢,如深层地下水;另一类是年内可以恢复储量,它积极参与全球水循环,逐年得到更新,在较长时间内保持动态平衡。只有年内可恢复的水资源可以为人类所利用。

从水质的角度出发,地球上的水又有淡水、咸水之分。海洋水、矿化地下水以及地表咸水湖泊中的水都是咸水,不能为人类所利用,这一类水占地球水储量的绝大部分。

地球上的淡水只有 0.35 亿 km^3 , 占总储量的 2.5%。

水是生命之源, 是人类赖以生存, 社会、经济发展的重要物质资源。水的用途十分广泛, 不仅用于农业灌溉、工业生产、城乡生活, 而且还可用于发电、航运、生产养殖、旅游娱乐、改善生态环境等。水在人类生活中占有特殊重要的地位。

水资源的主要特点可归纳为以下几点:

(1) 水资源的再生性和重复利用性

全球淡水资源只有 0.35 亿 km^3 , 但经长期的天然消耗和人类的取用, 并不见减少, 原因就在于淡水处于水的循环系统中, 不断得到大气降水的补给, 即水资源具有循环性再生的特点。

水资源与其他资源的区别在于其具有一定的重复利用性。发电用过的水并不影响工农业生产和生活应用, 航运用水仍可用于其他方面。水资源量虽然有限, 但只要合理规划、科学管理, 就可以充分发挥其效益。

(2) 水资源时空分布不均匀性

从时程分布上看, 水资源年际、年内分配都不均匀。以北京气象站资料为例, 丰水年与枯水年降雨量相差达 6 倍以上; 在年内, 85% 以上的水量集中在 6、7、8 和 9 月(汛期), 其他月份(枯水期)则降雨量很少。

空间分布是指区域性分布情况。水资源的区域性变差很大, 纬度 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 范围内降雨量明显高于其他地区, 沿海地区也高于内陆地区。

(3) 地表水和地下水的相互转化性

地表水和地下水是水资源的统一体, 它们之间存在密切联系并可相互转化。河川径流中包括一部分地下水的排泄水量, 而地下水又承受地表水的入渗补给。地下水过分开采, 必然导致河川径流和泉水的减少。

(4) 水资源经济上的两重性

一个地区降雨量适时适量, 自然是风调雨顺的丰收年。水量过多或过少, 往往会出现洪、涝、旱、碱等自然灾害。而水资源开发利用不当, 也会引起人为灾害, 如垮坝事故、土壤次生盐碱、水质污染、环境恶化、地面下沉和地震等, 造成经济上的损失。因此, 在水资源的开发利用和管理中, 应达到兴利和除害的双重目的。

二、水文循环

地球表面的各种水体, 在太阳的辐射作用下, 从海洋和陆地表面蒸发上升到空中, 并随空气流动, 在一定的条件下, 冷却凝结形成降水又回到地面。降水的一部分经地面、地下形成径流并通过江河流回海洋; 一部分又重新蒸发到空中, 继续上述过程。这种水分不断交替转移的现象称为水分循环, 也叫水文循环, 简称水循环。

水分循环按其范围大小可分为大循环和小循环。大循环是指海洋与陆地之间的水分交换过程, 而小循环是指海洋或陆地上的局部水分交换过程。例如, 海洋上蒸发的水汽在上升过程中冷却凝结形成降水回到海面, 或者在陆地上发生类似情况, 都属于小循环。大循环是包含有许多小循环的复杂过程。如图 1-1 所示。

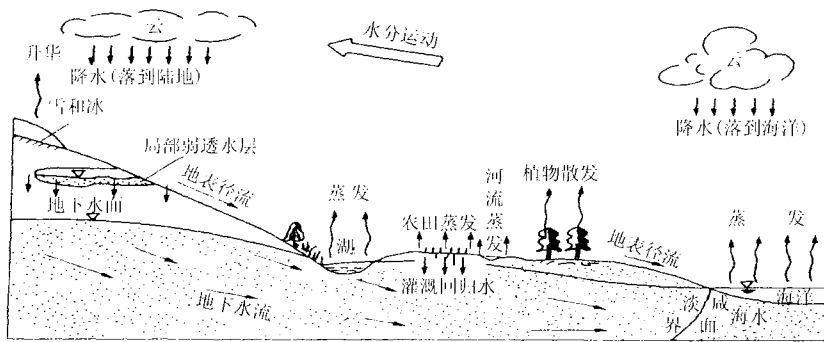


图 1-1 地球水分循环示意图

形成水分循环的原因可分为内因和外因两个方面。内因是水有固、液、气三种状态,且在一定条件下可相互转换。外因是太阳的辐射作用和地心引力。太阳辐射为水分蒸发提供热量,促使液、固态的水变成水汽,并引起空气流动。地心引力使空气中的水汽又以降水方式回到地面,并且促使地面、地下水汇归入海。另外,陆地的地形、地质、土壤、植被等条件对水分循环也有一定的影响。

水分循环是地球上最重要、最活跃的物质循环之一,它对地球环境的形成、演化和人类生存都有着重大的作用和影响。正是由于存在水分循环,才使得人类生产和生活中不可缺少的水资源具有可恢复性和时空分布不均匀性,产生了江河湖泊等地表和地下水资源;但同时也造成了旱、涝灾害,给水资源的开发利用增加了难度。

我国位于欧亚大陆的东部,太平洋的西岸,处于西伯利亚干冷气团和太平洋暖湿气团的交绥带,因此水汽主要来自太平洋,由东南季风和热带风暴将大量水汽输向内陆形成降水,雨量自东南沿海向西北内陆递减,而相应的大多数河流则自西向东注入太平洋,例如长江、黄河、珠江等等。其次是印度洋水汽随西南季风进入我国西南、中南、华北以至于河套地区,成为夏秋季降水的主要源泉之一,径流的一部分自西南一些河流注入印度洋,如雅鲁藏布江、怒江等,另一部分流入太平洋。大西洋的少量水汽随盛行的西风环流东移,也能参加我国内陆腹地的水分循环。北冰洋水汽借强盛的北风经西伯利亚和蒙古进入我国西北,风力大而稳定时,可越过两湖盆地直至珠江三角洲,但水汽含量少,引起的降水并不多,小部分经由额尔齐斯河注入北冰洋,大部分回归太平洋。鄂霍茨克海和日本海的水汽随东北季风进入我国,对东北地区春夏季降水起着相当大的作用,径流注入太平洋。

我国河流与海洋相通的外流区域占全国总面积的 64%,河水不注入海洋而消失于内陆沙漠、沼泽或汇入内陆湖泊的内流区域占 36%。最大的内陆河是新疆的塔里木河。

据资料估算,地球上每年参与水分交换和循环的水量约 577 万亿 m^3 。从海洋蒸发到空气中的水汽,每年达 505 万亿 m^3 ,海洋每年总降水量约 458 万亿 m^3 ,两者差值为 47 万亿 m^3 ,则被气流输送到陆地的上空。陆地上每年降雨量约 119 万亿 m^3 ,比陆地上每年蒸发量 72 万亿 m^3 多 47 万亿 m^3 ,多余的水量通过江河又回流到海洋。

三、水量平衡

根据自然界的水分循环,地球水圈的不同水体在周而复始地循环运动着,从而产生了一系列的水文现象。在这些复杂的水文过程中,水分运动遵循质量守恒定律,即水量平衡原理。具体而言,就是对任一区域在给定时段内,输入区域的各种水量之总和与输出区域的各种水量之总和的差值,应等于区域内时段蓄水量的变化量。据此原理,可列出一般的水量平衡方程:

$$I - O = W_2 - W_1 = \Delta W \quad (1-1)$$

式中, I ——时段内输入区域的各种水量之和;

O ——时段内输出区域的各种水量之和;

W_1 ——时段初区域内的蓄水量;

W_2 ——时段末区域内的蓄水量;

ΔW ——时段内区域蓄水量的变化量, $\Delta W > 0$, 表示时段内区域蓄水量增加;相反, $\Delta W < 0$, 表示时段内区域蓄水量减少。

水量平衡原理是水文学中最基本的原理之一,它在降雨径流过程分析、水利计算、水资源评价等问题中应用非常广泛。

根据水量平衡原理,对任一区域,一定时段内输入区域的水量有:时段内区域平均降水量 H , 时段内区域水汽凝结量 E_1 , 地面径流入量 Y_1 , 地下径流入量 U_1 ; 时段内从区域输出的水量包括:时段内区域总蒸散发量 E_2 , 地面径流流出量 Y_2 , 地下径流流出量 U_2 , 区域内用水量 q ; 时段初、末区域内蓄水量分别为 W_1 、 W_2 , 差值为 $\Delta W = W_2 - W_1$, 代入水量平衡方程得:

$$(H + E_1 + Y_1 + U_1) - (E_2 + Y_2 + U_2 + q) = W_2 - W_1 \quad (1-2)$$

或

$$H + E_1 + Y_1 + U_1 + W_1 = E_2 + Y_2 + U_2 + q + W_2$$

若令 $E = E_2 - E_1$, 称为净蒸散发量, 则上式为:

$$(H + Y_1 + U_1) - (E + Y_2 + U_2 + q) = W_2 - W_1 \quad (1-3)$$

对于地球,以大陆作为研究对象,则某一时段的水量平衡方程式为:

$$E_{\text{陆}} = H_{\text{陆}} - Y + \Delta W_{\text{陆}} \quad (1-4)$$

同理,若以全球海洋为研究对象,则有:

$$E_{\text{海}} = H_{\text{海}} + Y + \Delta W_{\text{海}} \quad (1-5)$$

式中, $E_{\text{陆}}$ 、 $E_{\text{海}}$ ——陆地、海洋上的蒸发量;

$H_{\text{陆}}$ 、 $H_{\text{海}}$ ——陆地、海洋上的降水量;

Y ——入海径流量(包括地面径流和地下径流);

$\Delta W_{\text{陆}}$ 、 $\Delta W_{\text{海}}$ ——陆地、海洋在研究时段内的蓄水量变化量。

在短时期内,时段蓄水量的变化量 $\Delta W_{\text{陆}}$ 、 $\Delta W_{\text{海}}$ 数值有正有负,但在多年情况下,正负可以互相抵消,即有:

$$\sum \Delta W_{\text{陆}} = 0$$

$$\sum \Delta W_{海} = 0$$

因此,多年平均情况下陆地水量平衡方程式为:

$$E_{陆(t)} = H_{陆(t)} - Y_{(t)} \quad (1-6)$$

$$E_{海(t)} = H_{海(t)} + Y_{(t)} \quad (1-7)$$

式中, $E_{陆(t)}$ 、 $E_{海(t)}$ ——陆地、海洋上的多年平均蒸发量;

$H_{陆(t)}$ 、 $H_{海(t)}$ ——陆地、海洋上的多年平均降水量;

$Y_{(t)}$ ——多年平均入海径流量。

将(1-6)和(1-7)两式相加,可得全球多年平均水量平衡方程式为:

$$E_{陆(t)} + E_{海(t)} = H_{陆(t)} + H_{海(t)}$$

即

$$E_{全球(t)} = H_{全球(t)} \quad (1-8)$$

式(1-8)说明,就长期而言,地球上的总蒸发量等于总降水量,即符合物质不灭和质量守恒定律。

四、水文循环的意义

水文循环是自然界物质运动、能量转化和物质循环的重要方式之一,它对自然环境的形成、演化和人类的生存产生巨大的影响:① 直接影响气候变化。通过蒸散发进入大气的水汽,是产生云、雨、闪电等现象的主要物质基础。蒸发产生水汽,水汽凝结成雨(冰、雪),吸收或放出大量潜热。空气中的水汽含量直接影响气候的湿润或干燥,调节地面气候。② 改变地表形态。降水形成的径流,冲刷和侵蚀地面,形成沟溪江河;水流搬运大量泥沙,可堆积成冲积平原;渗入地下的水,溶解岩层中的物质,富集盐分,输入大海;易溶解的岩石受到水流强烈侵蚀和溶解作用,可形成岩溶等地貌。③ 造成再生资源。水文循环造成巨大的、可以重复使用的再生水资源,使人类获得永不枯竭的水源和能源,为一切生物提供不可缺少的水分;大气降水把天空中游离的氮素带到地面,滋养植物;陆地上的径流又把大量的有机质送入海洋,供养海洋生物,而海洋生物又是人类食物和制造肥料的重要来源。但与此同时,水文循环所带来的洪水和干旱,也会给人类和生物造成威胁。

第二节 水资源问题

水资源的形成过程提供了人类生存和发展的基础,但同时也存在很多的问题,所以要求我们人类要不断地认识、了解和掌握水资源的基本特点以及从时间和空间上掌握水资源的有关问题,只有这样才能更好地为人类社会经济的发展以及社会进步做出更大的贡献。

一、世界水资源概况

地球上水的总量约为 13.86 亿 km^3 ，其中海水 13.38 亿 km^3 ，占 96.5%；陆地上的水有 0.48 亿 km^3 ，占总水量的 3.5%。

在陆地水量中，扣除地下矿化水和地表湖泊咸水，由表 1-1 可以看出，地球上的淡水只有 0.35 亿 km^3 ，仅占总量的 2.53%。在淡水中，占很大比重的是处于两极地带的冰盖和高山冰川永久性积雪、冻土中的水量，目前还难以被开发利用，仅有 0.35% 是在河流、湖泊、土壤中可供人类利用。

表 1-1 地球上的水体分布

项目	总水量 (10^6 km^3)	占总水量 百分比(%)	淡水量 (10^6 km^3)	占总水量 百分比(%)
总水量	1385.98461	100	35.02921	100
海洋水	1338.0	96.5		
地下水	23.4	1.7	10.53	30.06
土壤水	0.0165	0.001	0.0165	0.05
冰雪总量	24.0641	1.74	24.0641	68.7
其中：南极	21.6	1.56	21.6	61.7
格陵兰岛	2.34	0.17	2.34	6.68
北极	0.0835	0.006	0.0835	0.24
山岳	0.0406	0.003	0.0406	0.12
冰土地下水	0.3	0.022	0.3	0.86
地表水	0.18999	0.014	0.10459	0.3
其中：湖泊	0.1764	0.013	0.091	0.26
沼泽	0.01147	0.0008	0.01147	0.03
河川	0.00212	0.0002	0.00212	0.006
大气中水	0.0129	0.001	0.0129	0.04
生物内水	0.00112	0.0001	0.00112	0.003

可见地球上水的总量虽多，但是能被人类较容易利用的淡水资源却十分有限。

水资源主要靠降雨补充。世界上大气降水在地域和时空上的分布很不均匀，在北半球范围，随着纬度的增高，降水量明显减小；南半球降水量也有随着纬度的增高而减小的趋势，但在 $40^\circ \sim 60^\circ$ 范围内的降雨量明显增大。此外，沿海区域与内陆也有显著的差异，沿海地区明显高于内陆地区，少则几倍，多则十几倍，所以各大洲水资源量相差很大。大洋洲的一些岛屿，如新西兰、伊里安、塔斯马尼亚等，年降雨量几乎高达 3000 mm，淡水资源最为丰富；南美洲水资源也比较丰富，年平均降雨量约为 1600 mm；而非洲一些国家和地区，由于干旱少雨，有三分之二的国土面积为无永久性河流的荒

漠、半荒漠,年降水量不足 200 mm。世界各大洲陆面水资源分布情况详见表 1-2。

表 1-2 世界各大洲陆面水资源分布

大陆 (连同 岛屿)	径流量		占径流总 量的百分 比(%)	产水量			
	mm	km ³		面积 (10 ⁴ km ²)	径流模数 (L·km ² /s)	人口 (百万)	每人平均径 流量(10 ³ km ³)
欧洲	306	3210	7	10500	9.7	654	4.9
亚洲	332	14410	31	43475	10.5	2161	6.7
非洲	151	4570	10	30120	4.8	290	15.8
北美洲	339	8200	17	24200	10.7	327	25.1
南美洲	661	11760	25	17800	21.0	185	63.6
澳洲	453	348	1	7683	1.44	12.7	27.4
大洋洲	1610	2040	4	1267	51.1	7.1	287
南极洲	156	2310	5	13980	5.2		
总陆面	314	46800	100	14900	10.0	3637	12.9

人类的生产和各种生产活动离不开水,同时水又是人类赖以生存的地球环境的基本要素,这样一种自然资源一旦缺乏,必将严重影响人类经济及社会活动,危害人类生存。

据统计,全世界 1975 年工农业生产和城市生活用水量约 3000 km³,其中农业用水为 2100 km³,占 70%;工业用水为 600 km³,占 21%;城市生活用水 150 km³,占 5%;水面蒸发占 4%。用水总量较大的国家有美国、印度、前苏联、中国等,年用水量 330~470 km³。以 1975 年的世界人口统计资料,世界人均年用水量为 744 m³,美国和前苏联人均用水量较高,分别为 2190 m³和 1304 m³;日本和印度接近世界平均值,分别为 792 m³和 691 m³;中国为 491 m³。

二、我国水资源概况

我国疆域辽阔,国土面积 960 万 km²,由于位置处于季风气候区域,每年夏季,来自热带及太平洋低纬度上的温暖潮湿气团随着强盛的东南季风侵入我国东南地区,引起大量降雨。从西南的印度洋和东北的鄂霍次克送来的水汽,对我国西南和东北地区所获充足雨量亦起重要作用。这些水汽引起丰沛的降雨和径流,使我国成为世界上水资源比较丰富的国家之一。

我国水利部门在 20 世纪 80 年代的水资源评价工作中,对我国水资源估算结果为:全国多年平均河川径流量为 27115 亿 m³,地下水资源量为 8288 亿 m³;扣除重复计算量后,全国多年平均年水资源总量为 28124 亿 m³。

这里顺便指出:地下水资源中仅包括积极参与水循环的浅层地下水,深层地下水

为永久储量,不予计入。鉴于浅层地下水与河川径流有互相转化补给的复杂关系,因而其间有重复的计算水量,必须予以扣除。

如果将全国水资源按流域分为 11 个分区,则各分区的计算面积、年降水总量、年地下水资源总量、年水资源总量如表 1-3 所示。

表 1-3 全国分区年降水、年河川径流、年地下水、年水资源总量表

分区	计算面积 (km ²)	年降水		年河川径流		年地下水 资源(亿 m ³)	年水资源 总量(亿 m ³)
		总量 (亿 m ³)	深 (mm)	总量 (亿 m ³)	深 (mm)		
黑龙江流域片	903418	4476	496	1166	129	431	1352
辽河流域片	345072	1901	551	487	141	194	577
海滦河流域片	318161	1781	560	288	91	265	421
黄河流域片	794712	3691	464	661	83	406	744
淮河流域片	329211	2830	360	741	225	393	961
长江流域片	1808500	19360	1071	9513	526	2464	9613
珠江流域片	580641	8967	1544	4685	807	1115	4708
浙闽台诸河片	239803	4216	1758	2557	1066	623	2592
西南诸河片	851406	9346	1098	5853	688	1514	5853
内陆诸河片	3321713	5113	154	1064	32	820	1200
额尔齐斯河	52730	208	395	100	190	43	103
全国	9545322	61889	648	27115	284	8288	28124

三、我国水资源问题

(一) 我国水资源特点

我国水资源具有以下特点:

(1) 我国水资源的人均、亩均占有量并不丰富

我国国土面积占世界陆地面积的 6%,居世界第三位,在 960 万 km² 的国土上却养育着占世界 22% 的人口。我国平均每年降水深为 648 mm(降水总量为 6.2 万亿 m³),小于全球陆面平均降水深 800 mm,也小于亚洲陆面平均降水深 740 mm。单位耕地面积水资源量约为世界的 3/4;人均水资源量约为世界人均水量的 1/4,是美国人均水资源量的 1/5,印尼的 1/7,加拿大的 1/50,日本的 1/2。我国水资源十分珍贵,尤其是人均占有水资源量极不丰富,表 1-4 所显示的数据不能不引起我们的足够重视。

(2) 水资源地区分布不均

我国季风气候特别明显,夏、秋季节,太平洋的东南风带来大量雨水,由东南向西北

方向移动:冬、春季节,受西伯利亚的内陆气流影响,干旱少雨,由西北向东南方向移动,形成我国水资源分布东南多、西北少的特点;年平均降水深从东南的 1600~1800 mm,向西北逐渐减少到 200 mm 以下,致使西北和华北地区约有 45% 的面积处于干旱、半干旱地带,水资源明显稀少。

表 1-4 我国年径流、人均、亩均水量与国外比较

国家名称	年径流总量 (10^8 m^3)	年径流深 (mm)	人口 (亿)	人均水量 ($\text{m}^3/\text{人}$)	耕地 (10^8 m^2)	亩均水量 ($\text{m}^3/\text{亩}$)
巴 西	51912	609	1.23	42200	4.85	10701
前苏联	47140	211	2.64	17860	34.00	1385
加拿大	31220	313	0.21	130080	6.54	4771
美 国	29702	317	2.2	13500	28.40	1046
印 尼	28113	1476	1.48	19000	2.13	13200
中 国	27115	284	11.73	2310	15.06	1800
印 度	17800	514	6.78	2625	24.70	721
日 本	5470	1470	1.16	4716	0.65	8462
全世界	468000	314	43.35	10800	198.90	2353

注:外国人口是联合国 1979 年的统计数。我国人口是 1993 年普查人口数。我国人口、水量、耕地均包括台湾省。

(3) 水资源年内、年际分布不均

我国南方各省的汛期,一般在 5~8 月份,降雨量占全年的 60%~70%;北方各省的汛期,一般在 6~9 月份;不少省的降雨量集中在 7~8 月份,占全年降雨量的 70%~80%;冬、春季节作物需水时,却干旱少雨,致使我国北方作物受到威胁。丰水年与枯水年的水量变化也很大,南方河流一般相差 2~3 倍,河流愈小,相差愈大;北方河流丰、枯年的水量一般相差 4~6 倍,高的可达 10~20 倍,致使我国洪涝、干旱灾害频繁。

(4) 水资源分布与人口、耕地的分布不协调

我国南方四片(长江、华南、东南、西南)耕地面积占全国的 36%,人口占 54%,水资源总量占全国的 81%;人均水量为 4180 m^3 ,为全国人均水量的 1.6 倍;每平方米耕地面积水量为 6.19 m^3 ,为全国的 2.3 倍。其中西南诸河流域片水资源尤其丰富,人烟稀少,耕地少,人均水量达 38400 m^3 ,为全国人均水量的 15 倍;每平方米耕地面积水量达 32.68 m^3 ,为全国的 12 倍。

(5) 水资源分布具有热雨同期性

我国水资源在时间分布上具有热雨同期的突出优点:每年五月以后,气温持续上升,6~8 月份大部分农作物进入高温生长期,此时雨季来临,为作物生长提供了热和水两个重要条件,使我国劳动人民在有限的土地上适时耕耘,为获取农业丰收奠定了基础。