

水生态学理论 及其污染控制技术

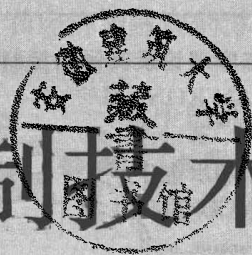
陈吉宝 ▶ 著

非
外
借



水生态学理论

及其污染控制技术



陈吉宝 ▶ 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

水生态是指环境水因子对生物的影响和生物对各种水分条件的适应。水污染控制技术是采用科学与工程的方法,以工程技术措施防止、减轻乃至消除水环境的污染,解决与废水处理及再生利用有关的问题,改善和保持水环境质量。本书主要研究水生态学理论及其污染控制技术,内容包括水生态环境综述、水体污染与污染源、水污染控制的物理处理技术、水污染控制的化学处理技术、水污染控制的深度处理技术,以及水污染控制的生物处理技术。

图书在版编目(CIP)数据

水生态学理论及其污染控制技术 / 陈吉宝著. -- 北京:中国水利水电出版社, 2018.7
ISBN 978-7-5170-6594-4

I. ①水… II. ①陈… III. ①水环境—生态环境—高等学校②水污染—污染控制—高等学校
IV. ①X143②X520.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 147740 号

责任编辑:陈 洁 封面设计:王 茜

书 名	水生态学理论及其污染控制技术 SHUISHENGTAIXUE LILUN JI QI WURAN KONGZHI JISHU
作 者	陈吉宝 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(营销中心)、82562819(万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市同力彩印有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 12.75 印张 228 千字
版 次	2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	52.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

水是基础性的自然资源和战略性的经济资源。水资源在人类活动和社会经济发展及生态环境平衡中发挥着中心作用和综合作用。当前,我国面临着水资源短缺与城市化、工业化进程加速对水的需求量日益增大的矛盾;面临着水污染尚未得到有效遏制、水环境持续恶化与改善城市人居环境、保证安全供水、提高公共健康水平的要求日益迫切的矛盾。水污染对我国经济社会可持续发展的限制、对人民健康和社会稳定的潜在威胁日益凸显。

水污染控制工程是采用科学与工程的方法,以工程技术措施防止、减轻乃至消除水环境的污染,解决与废水处理及再生利用有关的问题,改善和保持水环境质量,保障人民健康,最终以与环境、生态、社会和经济相适应的方式有效地保护和合理地综合利用水资源,维持社会和经济的可持续发展。

本书共分六章。第一章水生态环境综述,在对世界与中国的水资源状况进行总体论述的基础上,系统阐述了水的自然循环与社会循环、水体自净、天然水的组成与性质;第二章水体污染与污染源,主要阐释水体污染的危害,水污染物的种类,污染源分类、调查与评价,以及水污染控制基本方法;第三章水污染控制的物理处理技术,主要阐述筛滤、沉淀与上浮、气浮、过滤;第四章水污染控制的化学处理技术,主要对中和与混凝、化学沉淀、氧化还原、电解进行研究;第五章水污染控制的深度处理技术,主要对吸附与离子交换、膜分离、浮选与萃取进行探讨;第六章水污染控制的生物处理技术,主要探究活性污泥法、生物膜法,以及厌氧生物处理。

本书在撰写过程中参考了大量的文献与资料,并汲取了多方人士的宝贵经验,在此向这些文献的作者表示感谢。由于时间仓促,加之作者水平有限,书中难免存有疏漏之处,敬请广大读者谅解,并提出宝贵意见。

南阳师范学院 陈吉宝

2018年1月

目 录

前言

第一章 水生态环境综述	1
第一节 世界与中国的水资源概况	1
第二节 水的自然循环与社会循环	10
第三节 水体自净	12
第四节 天然水的组成与性质	16
第二章 水体污染与污染源	28
第一节 水体污染的危害	28
第二节 水体污染物的种类	37
第三节 污染源分类、调查与评价	39
第四节 水污染控制基本方法	48
第三章 水污染控制的物理处理技术	58
第一节 筛滤	58
第二节 沉淀与上浮	64
第三节 气浮	77
第四节 过滤	90
第四章 水污染控制的化学处理技术	101
第一节 中和与混凝	101
第二节 化学沉淀	115

第三节	氧化还原·····	118
第四节	电解·····	126
第五章	水污染控制的深度处理技术 ·····	131
第一节	吸附与离子交换·····	131
第二节	膜分离·····	141
第三节	浮选与萃取·····	150
第六章	水污染控制的生物处理技术 ·····	160
第一节	活性污泥法·····	160
第二节	生物膜法·····	172
第三节	厌氧生物处理·····	182
参考文献	·····	195

第一章 水生态环境综述

水是生命存在的不可或缺的条件,甚至可以说地球上一切有生命的物体都需要水才得以存活。水作为生物体新陈代谢的主要介质,具有极大的热容量,所以,水还有调节地球上的气温的作用。在人类生活环境中,水是不可替代的。因此,对水资源的保护、水污染的防治都需要人们加以重视。本章主要对世界与中国的水资源概况、水的自然循环与社会循环、水体自净、天然水的组成与性质进行论述。

第一节 世界与中国的水资源概况

一、世界的水资源概况

水约占地球外层 5km 地壳质量的 50%,覆盖着地球 71% 的表面积,其平均深度达到 3.8km,总量约有 13.6 亿 km^3 ,是地球上最为丰富的化合物。通过以上的数据可以推知,地球上的水含量很高,不会存在缺水现象。但是由于水在地球上的存在状态和分布不均匀,能被人类利用的水量只占总水量极少的一部分。地球上水的大致分布为:不能被直接利用的海水占总水量的 97.2%,陆地上的淡水大部分是以两极的冰川及高山顶上的冰盖的形式存在。所以,人类能够直接利用的只是河水、淡水湖及浅层地下水,它们的储量也仅仅约为总水量的 0.2%,约为 $3 \times 10^6 \text{ km}^3$,所以人类能够直接利用的淡水储量是极其有限的,地球上水资源存在状态及其存在状态分布见表 1-1。

表 1-1 地球上水资源及其存在状态分布

存在状态	体积/km ³	体积分数/%
地表水	230250	0.0174
其中:淡水湖	125000	0.0092
咸水湖	104000	0.0081
河流	1250	0.0001
地表以下的水	8407000	0.6191
其中:土壤及渗透水	67000	0.0049
地下水(800m以内)	4170000	0.3071
深层地下水	4170000	0.3071
其他水	1349219000	99.3635
其中:冰帽及冰川	29200000	2.15
大气	13000	0.001
海洋	1320000000	97.212
生物体内	6000	0.0005
总计	1357856250	100.00

由于世界各地水文和气象条件、地区和季节不同,造成水的分布极不均衡,也致使一些地区严重缺水。地球上可用的水资源可以认为是基本不变的。随着时代的前进、工农业生产的发展和人类生活水平的提高,全世界的用水量都在迅速增加。导致水资源污染严重,用水越来越紧张。据有关数据统计,世界上现有 43 个国家缺水。

二、中国的水资源概况

(一) 我国的水资源状况

世界各国和地区受地理环境的影响,水资源的数量存在较大差异。按水资源量从小到大排列,依次是印度、中国、印度尼西亚、美国、加拿大、俄罗斯、巴西。

我国水资源总储量约 2.81 万亿 m³,居世界第 6 位,但人均水资源量不足 2200m³,仅为世界人均占水量的 1/4,相当于美国的 1/5,加拿大的 1/48,世界排名

110位,被列为全球13个人均水资源贫乏国家之一。并且,中国也是世界上用水量较大的国家。仅2002年,全国淡水取用量达到5497亿 m^3 ,大约占世界年取用量的13%,约是美国1995年淡水供应量4700亿 m^3 的1.2倍。在20世纪90年代初,我国476个城市中缺水城市约300个。且我国多年平均降水总量为6.2万亿 m^3 ,除通过土壤水直接利用于天然生态系统与人工生态系统外,可通过水循环更新的地表水和地下水的多年平均水资源总量为2.81万亿 m^3 ,水资源总量居世界第6位。随着工农业生产的发展,从1980年到1999年,我国社会经济总用水量增加了约1/4,由原来的4437亿 m^3 增加到5591亿 m^3 。其中农业用水占70%,工业用水占20%,生活用水占10.1%。

国际社会已将人口、资源和环境的协调发展作为共同关注的重大战略问题。中国作为世界上人口众多的国家之一,人均淡水资源却是匮乏的。我国水资源匮乏的基本特点是降雨时空分布严重不均,造成水资源分布差异大,且水资源的可利用量和人均、亩均的水资源数量极为有限。当前水资源短缺严重阻碍了国家经济社会的可持续发展。我国水资源可利用量有限,从目前水资源现状来看,全国人均占有淡水资源量不足 2200m^3 ;从地区方面来看,水资源总量的81%集中分布于长江及其以南地区,其中40%以上又集中于西南五省区;从人均占有量方面来看,人均占有淡水资源量南方最高,北方最低,且相差10倍,而西部与东部甚至相差五六百倍。这是我国北方属于资源型缺水的根本原因,南方地区水资源虽然比较丰富,但由于水体污染,水质型缺水也相当严重。现如今,水资源越来越短缺,全国性的干旱缺水情况非常严重,特别是北方地区发生水危机已是客观现实。

(二) 我国水资源面临形势

我国是一个水资源较为紧张的国家,水资源时空存在分布不均情况。近年来我国接连发生严重的干旱情况,并且随着旱灾发生的频率和影响范围、持续时间增长,遭受的损失也在逐步加大。根据相关统计数据,目前全国600多个城市中,缺水城市占到400多个,严重缺水的占100多个,较为突出的城市就是北京、天津等大城市,其供水已经呈现出最严峻的形势。随着人口的增长,到2030年我国人均水资源占有量将从现在的 2200m^3 降至 $1700\sim 1800\text{m}^3$,因此急需重视水资源可开发利用问题,注重提升人们对节约用水的意识。除了上述问题外,在我国水资源开发中也产生了以下问题:

(1)在国民经济发展和社会安定发展中,洪水灾害对国民经济发展和社会安定存在潜在威胁,水资源不仅使用效率低,还存在普遍受到污染的现象。2003年,淮

河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池,水污染物排放总量都呈现较高趋势。尤其是淮河流域中竟有一半的支流水质污染严重,而海河、辽河生态用水则存在严重缺乏的情况,譬如,内蒙古的西辽河就已经出现连续5年断流的现象。

(2)太湖、巢湖、滇池均为劣V类水质,总氮和总磷等有机物污染严重。譬如造成黄河水污染的主要原因是工业污水排放,工业污染占废污水排放总量的73%,每年由于水污染造成的经济损失是巨大的,约合人民币115亿~156亿元。黄河水污染带来了沿黄地区许多农田被迫用污水灌溉问题,这极大地影响着区域内居民的健康。据初步统计,每年区域内的人体健康损失费用就多达22亿~27亿元。同时,黄河水污染还造成水资源价值损失、城镇供水损失等问题,对市政额外处理污水的投资提出了更高的要求,测算可知每年市政府将总损失约60亿元。1998年我国主要流域(水系)中,以水质类别划分辽河、海河的污染最为严重,呈现V类或劣V类水质为主的形式,其中淮河水质较差,其V类或劣V类水质约占5%,而黄河局部河段污染较严重;松花江水质以IV类水质为主;长江、珠江水质良好,以I至III类水质为主。

1. 主要灾情

从20世纪90年代开始,中国的水旱灾害和水污染频繁发生,出现了洪涝、干旱、污染与水环境恶化等一系列越来越严重的问题。

(1)洪涝灾害。直接经济损失超过1000亿元的年份有1994年(1797亿元)、1995年(1653亿元);直接经济损失超过2000亿元的年份有1996年(2208亿元)、1998年(2684亿元)。世界银行曾测算,中国每年洪涝灾害损失100多亿美元。

(2)干旱灾害。

供水不足问题影响的每年的工业产值为2300亿元,粮食产量也比正常年份和较早年份少100亿~250亿kg,如1996年减产100亿kg,较早年份,如1994年、1995年减产粮食250亿kg,但遇到严重干旱年份粮食减产曾高达近500亿kg(如1997年),北方一些地区干旱持续时间长达100多天,在黄河的下游产生了从未有过的断流天数和断流河长的记录,造成粮食减产476亿kg,这也是中华人民共和国成立以来粮食生产损失最严重的年份。世界银行曾测算,中国每年由于干旱缺水原因,损失约为350亿美元。

(3)污染与水环境恶化。

水环境分为两种情况:

1)水土流失。这种情况多采用区域性、局部性的治理方式,但是这些方式并不

能从根本上改善,存在边治理、边破坏的现象,甚至在开发建设项目时反而会加剧水土流失。据有关数据统计,全国平均每年因开发建设活动等人为新增的水土流失面积达 1 万 km²,每年堆积的废弃土石约 30 亿 t,其中 20% 流入江河,对防洪保安造成了直接影响。

2) 水体污染严重。这种情况主要是随着工业发展,工业废污水排放量也呈迅速上升之势,致使水环境恶化,淮河、太湖污染尤为突出。世界银行发表的中国环境报告测算,中国水和大气污染,造成的年损失为 540 亿美元,占中国年 GDP 的 8%。通过这些数据可以得出,水环境质量呈现出继续恶化的态势,经济损失也十分惨重。

由上述三大灾害可见年均经济损失达 1000 亿美元,占全国年 GDP 的 15% 左右。这三大灾害带来的损失,也使得水资源的短缺和水环境恶化成为急需解决的重中之重的问題。

2. 严峻形势

当前,全国水资源开发利用率已达到 21%。特别是有些年,因供水能力增长速度缓慢,1978—1998 年全国供水能力年增长率约为 1%,而同期国民经济以 8%~12% 的高速度增长,同期人口又增加了约 2.5 亿,更加剧了缺水矛盾。需要注意的是,人类的活动对降雨与径流产生着影响,与此同时,产流与汇流条件也随之发生改变,某些江河的天然来水量已出现降低的情况。尤其是在黄河下游,断流情况发生特别频繁,海河就演变为季节性河流,使得内陆河部分河流产生干枯现象,而我国城市供水系统不完善,抗旱能力有待提升,导致 2000 年发生旱灾。由于以上这些因素使得经济损失惨重,这也从侧面显示了水资源供需的矛盾。进入 21 世纪,我国人口呈持续增长趋势,人们的生活质量也越来越好,城市也在快速地发展,但随之带来了人均水资源占有量的减少,用水量也在增加,使水资源供需矛盾更加突出。水资源短缺已成为经济、社会、环境发展改善的阻力。

根据人口和水资源分布统计数据可以得出,中国水资源的南北分配有着非常大的差别。长江流域及其以南地区人口占了中国的 54%,但是水资源却占了 81%。北方人口占 46%,而水资源只占 19%。有关专家表明,人类活动在某种程度上对水资源造成了影响,如北方与南方的水资源分布不均,南方水资源较北方水资源多很多,为此,我国推行了南水北调的政策。

近几年,除了北方出现连年干旱现象之外,南方的水资源状况也并不乐观。专家表明,南方由于一些企业对水环境的保护意识不强,没有注重对污水的处理,污

水的大量排放造成了严重的水体污染,大大减少了可用的水资源,甚至产生了水资源短缺的现象。南方地区由于受大陆季风气候的影响,水资源在季节上分布极不均匀,连枯或者连涝。针对这种情况我国采用水库工程来进行调节,但是水源工程的投资费用较大,且又由于其回报率低,很少有企业能够积极地去参与投资建设。特别是在我国的中部和西部地区水资源较为短缺,工程建设滞后。

1949—2002年,全国总用水量增加4000多亿 m^3 ,以大约每10年增加100亿 m^3 的速度增长。1980年以后,全国总用水量的增长幅度略有下降,但年平均增长量仍有62亿 m^3 左右。与此同时,全国的用水结构也发生了改变,农业用水比例逐步下降,而工业、城镇生活用水比例则有所增加。与2001年比较,2002年生活用水量增加了19亿 m^3 ,工业用水增加1亿 m^3 ,农业用水减少90亿 m^3 。在省级行政区中,用水量大于400亿 m^3 的是新疆、江苏和广东,约占全国用水量的25.5%;工业用水占其总用水量30%以上的是上海、重庆、湖北和江苏。

目前,全国每年缺水量近400亿 m^3 ,其中,农业每年缺水300多亿 m^3 ,平均每年因旱受灾的耕地达4亿多亩,年均减产粮食200多亿kg;城市、工业年缺水60亿 m^3 ,直接影响工业产值2300多亿元;农村还有2400多万人饮水困难;在全国600多座城市中,有400多座缺水,其中100多座严重缺水。

全国现有土壤侵蚀面积367万 km^2 ,占国土面积的38%,其中水蚀面积179万 km^2 ,风蚀面积188万 km^2 ,水土流失较为严重的是黄河中上游和长江上游地区以及海河上游地区。严重的水土流失使我国每年平均损失耕地100多万亩,流失土壤50多亿t,导致生态环境恶化,河湖泥沙淤积,加剧了洪、旱和风沙灾害。我国的自然生态脆弱,人类不合理的活动又加剧了水污染、水流失。

全国地下水水位急剧下降,部分地区甚至出现地面沉降、海水入侵的现象。地下水被人们长期超采后,又没有及时地被回补,甚至部分干旱和半干旱的地区出现下游河道断流、河湖萎缩,有些尾间与湖泊甚至消亡;有些胡杨林大片的消亡,草场逐步的退化,荒漠化情况严重,沙尘暴发生次数也增加;另外,有些灌区和绿洲,并不能够有效发挥其作用,反而出现严重的土壤次生盐渍化,致使农业生产减产。

(三) 我国水资源面临的挑战

1. 人口增长出现峰值,人均水资源量降到低谷

中国的人口数量庞大,若根据现在人口的增长趋势,到2030年人口增长达到峰值,总人口达到14.5亿,人均占有水资源将下降到1750 m^3 。人口的增长一方面

增加了用水量,另一方面也无形中对资源和生态环境产生压力,对水的有效利用是一个急需重视的问题。所以,在中国未来的50年,人口的增长是影响水资源和水环境的重要因素,也是可持续发展需要重视的因素。

2. 水的供需矛盾更加尖锐,开发利用更加艰难

中国水资源总量为2.81万亿 m^3 ,专家们根据国际上评估的标准认为,中国水资源的可利用量大约为10000亿~11000亿 m^3 ,1997年,我国年总用水量达到了5623亿 m^3 。按照21世纪中叶中国达到中等发达国家水平的战略目标,初步估计,我国未来水需求将达到7500亿~8000亿 m^3 ,在现有基础上再增加1500亿~2200亿 m^3 的供水能力。由于区域发展存在不平衡现象,使经济开发的水源受到区域性的约束,造成可开发利用的水资源的难度逐步增大,所以,中国未来水资源的开发利用将更加艰难,供需矛盾问题将会演变得更为严重。

3. 水旱灾害依然频繁,并有加重的趋势

中国水资源时空分布不均,与土地资源分布不相匹配,南方水多、土地少,北方则相反。水资源紧缺的干旱、半干地区面积占耕地面积的一半以上,且耕地面积中约有1/3位于洪水威胁的大江大河中下游地区,并时常伴有干旱和洪涝等自然灾害。随着气候变化等因素,中国的水旱灾害也随之加重。

20世纪70年代,中国农田受旱面积平均每年约1100万 hm^2 ,80—90年代2000多万 hm^2 ,近年来,平均每年受旱面积上升到3300多万 hm^2 ,因旱灾减产粮食约占同期全国平均粮食产量的5%。1950—2000年的51年中,中国平均农田因洪涝灾害受灾面积为937万 hm^2 ,而1990—2000年的11年间,年均受洪涝灾害面积为1580万 hm^2 ,因水灾减产粮食约占同期全国平均粮食产量的3%。

4. 农业用地减少,农业用水短缺程度加剧

随着城市化进程的加快,土地被大量的用于经济发展建设,因此除了农业灌溉需要用水之外,非农业用水量也出现增长趋势。虽然中国根据耕地减少的现状,制定了较为严格的耕地保护政策,但是随着经济的发展,城市和工业占用了大量的农业用地,进一步增加了水资源短缺的压力。从1980年到2004年的20多年间,中国经济发展速度较快,全国总用水量增加了25%,而农业用水总量基本没有增加。全国农业用水量在总用水量中所占的比例呈下降趋势,由1980年的88%下降到2004年的66%。

5. 水土流失尚未得到有效控制,生态脆弱

我国的山地、丘陵,一遇到季风型暴雨就易发生水土流失。人们对水土资源进行合理的开发利用,来避免水土流失的发生。根据全国第二次遥感调查结果,中国水土流失面积达 356 万 km^2 , 占国土面积的 37%, 每年流失的土壤总量达 50 亿 t。如果水土流失得不到有效控制则会引发严重的水土流失,为防止土地退化、生态持续恶化,减少河道、湖泊泥沙淤积,避免江河下游地区的洪涝灾害,人们急需采取有关措施,保护生态。

6. 经济快速增长,废污水排放量急剧增长

2003 年全国废污水排放总量达 680 亿 t,比 1980 年增加了 1 倍多。部分水体因受到大量未经处理的工业和生活污水的污染,造成了灌溉的可用水资源短缺。又由于农业生产中化肥和农药大量使用,反而加重了水体污染。水污染在影响粮食产量的同时威胁着人们的健康。由于水资源短缺,水污染现象严重,给经济带来了非常大的损失。在未来的 50 年,废污水的排放治理对供水基础设施建设提出了更高的要求。针对目前污水治理现状,在未来 50 年,随着工业的迅猛发展,工业用水、废水排放也将随之增加,这势必会给水环境带来更大的压力。所以,如何解决水资源短缺和废污水处理、水环境治理是我国迫切需要面对的问题。

7. 北方地区水资源紧缺矛盾尖锐,南方地区洪涝灾害严重

当前世界各国都在密切关注着臭氧层破坏、土地退化沙化、海平面升高、全球气候变暖、资源匮乏等将造成一系列的全球性的环境问题。全球气候变暖影响着降水、水资源和地区性的分配,以及水资源可利用量,但在中国的北方地区也会带来不利的影 响,若对未来 50 年内水旱灾害防治任务进行预测,其治理则会更加艰巨,北方地区水资源短缺的矛盾将会更加突出。

经专家们分析,在未来 10~30 年内,黄河每年将缺水 40 亿~150 亿 m^3 ,如果未来 50 年,黄河流域干旱频发,黄河中下游泥沙淤积量增加,则会增加黄河治理的难度和水资源短缺的情况。在 20 世纪 70 年代、80 年代,黄河以北紧邻的海河流域,尤其是京、津两大城市早在 20 世纪 70 年代、80 年代就发生过用水危机。进入 21 世纪,如果北方缺水迟迟不采取有效措施,将直接影响国家经济发展和社会稳定。

8. 粮食增长主要在北方,产粮区与水资源不相匹配的矛盾尖锐

在中国历史上经济区的形成和转移影响着水利的发展,盛唐时期主要经济区在北方,当时水利设施的数量的比重占全国 41%,到宋朝主要经济区由北方转移至南方,造成当时的水利设施的数量只占 7%,到清朝北方又成为政治经济中心,水利设施的数量又上升到占全国 49%。当前,我国的南方是主要的粮食生产地,有着“南粮北运”的形式。但是,粮食生产比较效益并没有随着南方经济的发展而提升,水利建设力度因此降低,粮食增长又由南方转移到北方,导致产粮区与水资源不相匹配的矛盾更加严重,北方旱灾频发。

9. 水利工程将进入百年期,巩固改造任务繁重

我国水利目前急需解决两大难题:一是现有水利基础设施逐渐减少的“危机”,二是工程保安、维修、更新、配套任务艰巨。到 21 世纪中叶这些水利基础设施将逐步进入百年期。中国约占 55% 的耕地还没有灌排设施,农村有 3 亿多人饮水不安全。全国灌溉面积中有 1/3 以上是中低产田,已建的灌排工程大多修建于 20 世纪 50—60 年代,当时的经济和技术条件影响着水利工程的实施,例如一些灌排工程标准低、配套不全,即使经过几十年的运行后,仍有许多工程存在工程老化严重、效益衰减等问题,为此需要采取相关措施进行应对,比如,提高灌溉用水效率,提倡节约用水和提升土地粮食生产率。未来 50 年,只有巩固水利基础设施,提高和充分发挥水利基础设施的效益,才能推动经济社会的发展。所以,为了应对水利基础设施逐步进入百年期出现的问题,就需要加强巩固改造任务。

10. 科技含量和管理素质低,提高科技和管理水平任务艰巨

当前,我国科技水平与发达国家相比,仍具有较大差距。所以,需要在未来不断提高水利基础设施效益和水资源利用率,以缓解水资源短缺问题。在水利领域,目前水利科技贡献率只有 32% 左右,由此可知,需要提升对水的有效利用率,改进节水技术,特别是在水利建设的指导思想方面,需要注重建设,健全管理机构,提高管理人员的素质。总之,进入 21 世纪,依靠科技进步,提高水利科技水平和管理人员素质的任务十分艰巨。

11. 水价过低,建立水市场经济体制任重道远

由于目前的水价格偏低,人们节约用水的意识不强,容易造成水资源的浪费,水资源也未得到有效利用,不利于筹集用于水资源的开发方面的资金。根据国内外经验可以得出,通过提高供水价格可以提升节约用水意识,延长工程使用年限。所以,制定水资源可持续利用的相关经济政策,能够在某些方面有效缓解水资源的供需矛盾。只有完善并贯彻实施国家发布的收取水费和水价改革的文件,提升人们对水的认识,增强水是商品的意识,才能建立切实可行的水市场经济体制。

12. 管理体制分割,影响水资源的统一管理

研究表明,水利包含农业、工业、水运交通、城镇建设、生态环境以及人民的健康水平等方面的内容;水资源利用涵盖了防洪、排涝、灌溉、水电、供水等;水利则是国民经济和社会发展第一位的基础设施。但我国的水利没有被看作是国民经济的基础设施,而是被作为农业的一个重要方面,这样大大降低了水资源的充分利用率,阻碍了生产力的发展。

第二节 水的自然循环与社会循环

一、水的自然循环

太阳能和地球表面对地球表面上的水产生热能作用,水蒸发变为水汽进入大气,进而升到高空形成云。大气环流能够使云在空中移动,通过一定的条件水汽又凝聚成水,且因为重力产生降水的形式。降落的水分别落到地面或海洋中,其中降落在陆地上的水又被分为两种流动形式:一种是在地面上汇合成江河或溪流,称为地表径流;另一种是渗入地下成为地下水,称为地下渗流。这两种水流形式既相互交叉又相互转换,最后流入海洋中。在形成这两种路径的同时,也有一部分水经地面的蒸发和植物吸收后的蒸腾作用又进入大气,这个周而复始的不断进行的过程称为水的自然循环,如图 1-1 所示。水在地球上是不停循环的,这种循环可以为地球表面调节气候,也有净化环境的作用。

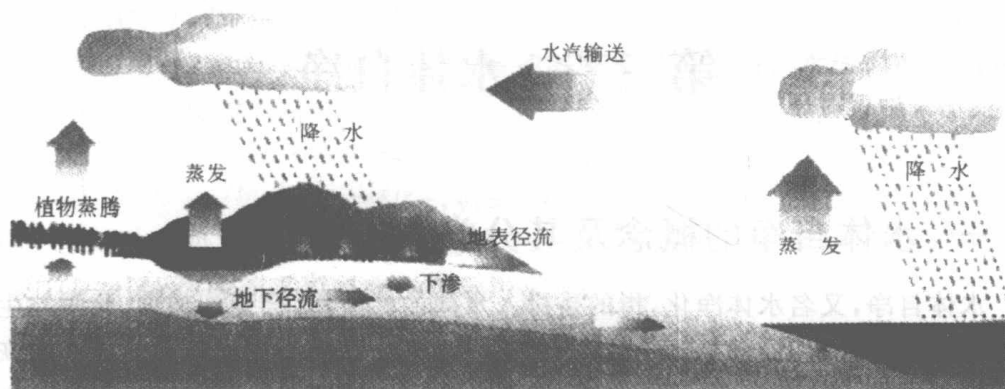


图 1-1 水的自然循环示意图

水循环的内在形成原因是水在通常环境条件下容易发生气态、液态和固态，并且这 3 种状态能够进行转化；外在原因是受太阳辐射和重力作用的影响，它们提供了水的物理状态变化和运动所需的能量；在地球上，水作为水循环的物质基础，分布广，储量大，但是水循环除了受自然因素和人为因素的影响外，还受地球上太阳辐射的强度不均匀的影响，使得不同地区的水循环的情况不同。如在赤道地区以外的太阳辐射强度小，降水量一般比中纬度地区少，尤其比高纬度地区少。

二、水的社会循环

人们从各种天然水体中取用大量的水进行生活和生产，人们在满足生活和生产需求的同时，也制造了大量的生活污水和工业废水，这些未经处理就排放的污水最终又会流入天然水体，造成水体污染。这种水在人类社会中的循环形式，被称为水的社会循环。社会循环中取用的水量虽然仅是径流和渗流水量的百分之二三（即地球总水量的数百万分之一），人们对水的取用也逐步显现出人与自然在水量 and 水质方面的矛盾。为了解决这种矛盾就需要对水体环境保护和治理进行调查研究，维持有序的社会循环。