

生态环境需水量 理论、方法与实践

杨志峰 崔保山 著
刘静玲 王西琴 刘昌明



科学出版社

www.sciencep.com

生态环境需水量理论、方法与实践

杨志峰 崔保山 著
刘静玲 王西琴 刘昌明

本书出版获国家重点基础研究发展规划项目
(973 No.G19990436-05) 资助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分为上下两篇。上篇包括五章,从生态环境危机与水资源关系入手,论述了生态环境需水量研究在理论与实践方面的重要意义。对生态环境需水量的概念和特征进行了系统的研究和阐述,特别是根据生态系统生态学的基本原理对生态环境需水量计算方法进行了有益的探索。下篇包括四章,以案例研究为主要特色,应用上篇论述的理论与方法,对黄淮海地区生态环境需水量进行了深入研究,根据河流、湖泊、湿地、旱地和城市等不同类型生态系统的结构与功能特点,计算了研究区生态环境需水量。同时对不同情景下研究区的生态环境需水规律进行了分析,并预测了不同水平年生态环境需水量。最后,根据研究结果对研究区生态环境需水短缺损失价值进行了分析。

本书主要供水利部门、生态环境保护部门、城市建设管理部门、经济计划部门的管理者和决策者以及相关专业的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生态环境需水量理论、方法与实践/杨志峰等著.

—北京:科学出版社,2003

ISBN 7-03-011063-3

I. 生… II. 杨… III. 生态环境—需水量—研究
IV. X171.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 108645 号

责任编辑:姚平录 刘卓澄 / 责任校对:朱光光

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:张 放

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 3 月第 一 版 开本: B5 (787×1092)

2003 年 3 月第一次印刷 印张: 16 1/2

印数: 1—2 000 字数: 328 000

定价: 50.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

前 言

近 20 年以来,随着科技的进步和社会生产力的提高,人类创造了前所未有的物质财富,推进了工业文明发展的进程。人类正以前所未有的规模和强度影响环境,损害和改变了自然生态系统,使全球生命支持系统的持续性受到严重威胁。人们在发展经济和开发利用自然的同时,忽略了生态系统支持能力,在掠夺性开发利用自然资源的同时,将生产、生活过程产生的污染物排放到自然环境中,使原本健康或者十分脆弱的生态系统急剧退化和受损,导致江河湖海污染严重、土地沙漠化、水土流失、森林等自然植被锐减、生物多样性减少等一系列生态灾难,致使自然生态系统的健康及其完整性受到严重损害。

在所有生态环境危机中,水资源危机以其对 21 世纪人类生产和生活的重大影响而位居首位。清洁、充足的水是人类生存所必需的基本自然资源,但人类却长期忽视水的重要性。1998 年中国长江、嫩江、松花江发生特大洪水,黄河断流,淮河、海河、辽河以及滇池、太湖、巢湖水质严重污染等表明了一个重要的事实:现阶段对水资源管理和配置存在一定的误区,需从不同的角度重新审视水环境危机的本质,为中国水资源管理特别是南水北调等大型水利工程提供技术支持,从而为解决淡水资源短缺寻求科学方案。

研究表明,到 2050 年世界人口的 55% 将生活在由于水资源短缺而没有能力生产足够粮食的国家或地区内。传统的水资源分配方案中,优先将水资源的使用权赋予了灌溉农业、居民生活和工业,生态系统用水通常被忽略或被挤占。1991 年柏林会议的中心议题是水资源的可持续利用,会议一致认为既然水支撑着所有的生命,那么有效的水资源管理应该是联系社会经济发展和生态系统保护的共同目标。生态系统生态环境功能的提供都与水资源密切相关,保持生态系统所需要的清洁淡水的水量应该预留出来。同时这个重要而基本的理念应渗透到国家水资源管理的决策和过程之中,人类对水资源的利用应不影响生态系统的可持续性。

南水北调的实施为缓解黄淮海地区水资源短缺和合理配置提供了契机,同时面临一个亟待解决的问题是:如何在保障生产、生活用水的同时,确保生态系统适宜的水量,为国家管理部门提供综合性、权威性和及时性决策数据,以实现区域的可持续发展?在此背景下,水利部南水北调规划管理局充分认识到北方地区生态环境需水量研究的重要性及现实意义,委托北京师范大学环境科学研究所开展了“北方地区最小生态环境需水量研究”。经过 2 年多的艰苦努力,在圆满完成科研项目工作的同时,完成了此专著的撰写工作。

本书是课题组集体智慧的结晶。在课题研究和专著撰写过程中，刘昌明院士给予了悉心的指导和热情的鼓励。课题组成员在杨志峰教授的领导下，凭着对科学研究的执着与追求，以及对中国生态环境危机的忧虑和责任心，克服重重困难，完成了本书的撰写工作，具体分工如下：

湿地生态环境需水量研究：崔保山、杨志峰

湖泊生态环境需水量研究：刘静玲、杨志峰

河道生态环境需水量研究：王西琴、刘昌明、杨志峰

旱地植被（林地）生态系统需水量：张远、杨志峰

城市生态环境需水量：杨志峰、田英、刘静玲、崔保山

生态环境需水短缺损失价值分析：胡廷兰、杨志峰

杨志峰、崔保山负责全书的统稿，刘静玲进行了校核。

本书旨在引起中国不同层面及不同领域人士对此研究领域的关注，同时，促进和提高本研究领域的发展水平；主要面向政府管理的决策者，水资源和生态环境保护部门管理人员、环境科学和生态学专业的科研人员及其研究生等对生态环境需水研究感兴趣的人士。

《生态环境需水量理论、方法和实践》分为上、下二篇，上篇在系统介绍本领域国内外研究历史、现状和发展趋势的基础上，阐述了生态环境需水量的理论与方法；下篇以黄淮海地区为研究对象，对研究区的现状、不同生态系统类型的生态环境需水量及预测进行研究和探讨，并充分考虑了不同情景下的生态环境需水量的变化。最后综合环境经济学理论和方法，对研究区生态环境需水短缺损失价值进行了分析。

本书在写作过程中得到了水利部南水北调规划管理局副局长许新宜研究员、规划处处长徐子恺研究员的关心和支持，并提出了许多中肯和建设性的意见；在项目进行过程中广泛听取了众多专家、学者和管理人员的宝贵建议；科学出版社综合出版中心姚平录主任为本书的出版给与协助，并付出辛勤劳动。所有这一切让我们非常感动，在此一并表示最诚挚的感谢！

由于时间及对本前沿领域研究认识水平有限，可能存在一些不足和错误之处，敬请各界人士批评指正！同时期待相关研究领域的人们加入到我们的行列中来，共同商榷这一全新的研究课题。

作者

2002年5月

北京师范大学环境科学研究所

目 录

前言

上篇 理论与方法

第一章 生态环境与水资源	3
第一节 生态环境问题	3
1 生态环境问题的产生	3
2 生态环境问题的特点与分类	4
3 我国目前面临的生态环境问题	5
第二节 水资源与水环境	6
1 水资源短缺问题	6
2 水环境污染	7
第三节 生态系统与水资源的相关性	9
1 生态系统生态环境功能	10
2 水资源对生态环境的重要作用	15
第四节 生态环境需水量研究的重要性	19
1 国家或区域层次的战略意义	19
2 科学目标及要求	21
第二章 生态环境需水量研究进展	22
第一节 国内外研究进展	22
1 国外研究	22
2 国内研究	24
第二节 主要研究方法	26
1 标准流量设定法	26
2 栖息地法	27
3 曲线相关法	29
4 功能设定法	29
5 水量补充法	31
第三节 生态环境需水量研究展望	32
1 研究内容	32
2 研究方法途径	34
第三章 生态环境需水量概念界定及特征	36
第一节 概念的辨识及界定	36
1 概念辨识	36

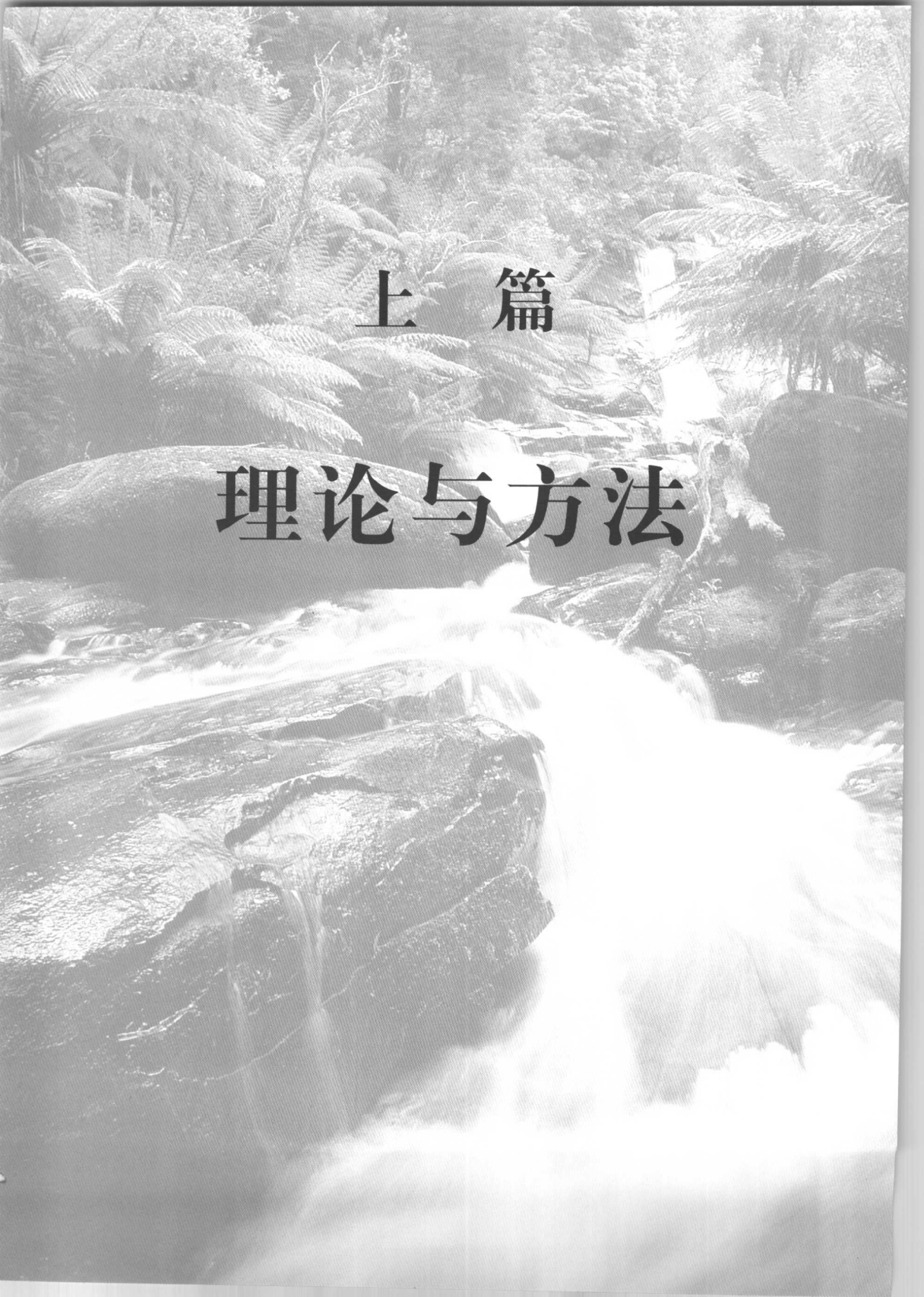
2 概念的界定	37
第二节 组成结构分析	40
第三节 生态环境需水量基本特征	42
1 时空尺度特征	42
2 阈值理论	43
第四节 生态系统健康与生态环境需水	44
1 生态系统健康	44
2 健康与生态需水的相关性	48
第四章 生态环境需水量计算方法	50
第一节 类型系统生态环境需水量计算方法	50
1 河道生态环境需水	50
2 湖泊生态环境需水量计算方法	54
3 湿地生态环境需水量计算方法	59
4 城市生态环境需水量计算方法	63
5 旱地植被生态环境需水量计算方法	67
第二节 生态环境需水短缺损失价值计算方法	72
1 生态效益计算的一般方法	72
2 生态环境需水短缺损失价值计算方法	77
第五章 生态环境需水量等级划分方法	86
第一节 等级划分思路及依据	86
第二节 类型系统生态环境需水等级划分方法	87
1 河道生态环境需水量等级划分	87
2 湖泊需水量等级划分	88
3 湿地需水量等级划分	94
4 城市生态环境需水量等级划分	100
5 旱地自然植被生态环境需水量等级划分	103

下篇 案例研究

第六章 黄淮海地区生态环境基本特征及其用水现状	107
第一节 黄淮海地区生态环境基本特征	107
1 自然地理特征	107
2 典型类型生态系统生态环境特征	111
第二节 类型系统生态环境现状用水量	122
1 河道现状用水	122
2 湖泊水库现状用水	127
3 湿地现状用水	127
4 城市河湖绿地现状用水量	128
5 旱地植被(林地)现状用水量	129

第七章 黄淮海地区类型系统生态环境需水量及预测	130
第一节 河道生态环境需水量	130
1 河道基本生态环境需水量	130
2 输沙需水量	131
3 入海需水量	136
第二节 湖泊生态环境需水量	146
1 湖泊生态系统健康评价	146
2 湖泊生态环境需水量	147
3 湖泊最小生态环境需水量情景分析	150
第三节 湿地生态环境需水量	152
1 湿地自然保护区生态环境需水量	152
2 典型沼泽湿地生态环境需水量	161
3 湿地最小生态环境需水量	166
第四节 城市生态环境需水量	167
1 黄淮海地区城市概况	167
2 城市分类	169
3 城市最小生态环境需水量	171
4 城市生态环境需水量分析	176
第五节 旱地植被生态环境需水量	178
1 旱地植被生态环境需水定额	179
2 旱地植被最小生态环境需水量	180
3 旱地植被生态缺水分析	181
第六节 黄淮海地区生态环境需水量预测	192
1 预测基本思路	192
2 河道生态环境需水量预测	194
3 湖泊生态环境需水量预测	197
4 湿地生态环境需水量预测	198
5 城市河湖绿地生态环境需水量预测	201
6 旱地植被生态环境需水量预测	202
第八章 最小生态环境需水量情景分析	206
第一节 基于生态功能的最小生态环境需水量及预测	206
1 生态环境需水量分析	206
2 降水资源概念下的生态环境需水量	209
第二节 基于生态、环境功能的最小生态环境需水量及预测	212
1 生态环境需水量分析	212
2 降水资源概念下的生态环境需水量	215
第九章 生态环境需水短缺损失价值分析	221
第一节 类型系统生态环境需水短缺损失价值分析	221
1 旱地植被最小生态环境需水短缺损失分析	221
2 湿地系统最小生态环境需水短缺损失价值分析	223

3 城市最小生态环境需水短缺损失分析	233
第二节 黄淮海地区生态环境需水短缺损失情景分析	235
1 基于生态功能	235
2 基于生态、环境功能	236
3 适宜生态环境需水短缺损失分析	238
4 生态环境需水短缺与经济用水短缺损益分析	239
结语	243
参考文献	246
附图	
1. 生态环境水示意图	
2. 研究区水系图	
3. 研究区地形图	



上 篇

理论与方法

第一章 生态环境与水资源

第一节 生态环境问题

生态环境是指与人类生存和发展密切相关的自然环境，是由各种性质不同、运动状态不一的物质所组成的有机统一体，是经过从无机环境到生态系统再到智能社会三个发展阶段，由岩石圈、水圈、大气圈、生物圈以及技术经济圈所组成的复杂体系。它既受自然发展规律所制约，也为人类的社会经济活动所约束，是人类从事生产活动的物质基础，也是人类赖以生存的基本条件。保护和改善生态环境，已成为 21 世纪国际社会“环境与发展”与“和平与发展”两个同等重要主题的内容之一（马光等，2000），是实现可持续发展的重要途径。

1 生态环境问题的产生

生态环境问题起源于史前时期，然而掀起了第一次环境浪潮的则是自工业革命以来，由于科学发明和技术进步使社会生产力迅速提高，创造了巨大的物质财富。人类干预和改造大自然的能力和规模突飞猛进，社会经济空前繁荣。但是，由于人口膨胀和城市化加速发展，人类的社会经济活动对地表环境的干扰越来越强烈，由地壳释放或人工合成的各种物质大量进入人类环境，从而出现了严重的环境污染与生态破坏，成为举世瞩目的一个焦点。事实上，生态环境问题就是人类社会出现的人与环境之间的相互关系问题，由于人类活动作用于周围的环境，引起环境质量的变化，以及这种变化反过来对人类生产、生活和健康产生影响。

人类文明的演进和对人与自然关系及发展模式的思考表明：人类生成繁衍的历史可以说是人类社会同大自然相互作用、共同发展和不断进化的历史。人类历史上第一次大转变、大发展是由于发明农业生产技术引起的，进入农业文明，人类已经能够利用自身的力量去影响和改变局部的自然生态系统，在创造物质财富的同时也产生了一定的环境问题，如地力下降、土地盐碱化、水土流失，甚至河流淤塞、改道和决口，危及人类的生存。但是，从整体上看，农业文明时期，人类对自然的破坏作用尚未达到造成全球环境问题的程度，人类的环境意识依赖于自然。

第二次大转变是由于蒸汽机的出现引起的，工业文明以技术革命为先导，使建立在个人才能、技巧和经验之上的小生产逐步为基于科学技术成果之上的大生

产所代替,劳动生产率大幅度提高,增强了人类利用和改造环境的能力,生态环境的组成和结构大规模改变,生态环境中物质的循环系统发生了变化,人类的活跃领域扩大了,物质生活条件得到了丰富,但与此同时,也带来了新的生态环境问题。如果说农业生产主要是生活资料的生产,它在生产和消费中所排放的“三废”是可以纳入物质的生物循环系统而迅速净化、重复利用,那么工业生产则主要是生产资料的生产,它使大量深埋在地下的矿物资源被开采,投入环境之中。许多工业产品在生产和消费过程中排放的“三废”,都是生物和人类所不熟悉、难以降解、难以同化和忍受的。因此,相对于农业来说,工业所带来的生态环境问题是以生态环境污染、破坏为主的,是范围较广、影响较深远的,是前所未有的新问题,并在20世纪50~60年代,形成了生态环境问题的第一次高潮。

随着现代科学技术的发展,人类创造了世界经济奇迹,但是,地球资源和生态环境也同时遭受到严重的破坏。与大工业化相伴而来的都市化以及交通运输和农业的现代化,使生产力和劳动生产率提高,增强了人类利用自然、改造自然的能力,人类大幅度地改变了自然生态环境的结构,改变了物质循环和能量转化的功能,扩大了生存空间,改善了物质生活条件,但同样也给生态环境带来了消极的副作用,如都市汽车排气、光化学烟雾、超音速飞机排气等对高空大气产生污染,农药化肥对土壤、地表水和地下水的污染等等,这些污染的影响面之宽广,以致从南极地区的企鹅到北极地区苔原地带的驯鹿都受到了影响。20世纪70年代以后,人们利用宇航技术、遥感技术、环境监测技术以及计算机模拟技术所得到的气候变化信息、臭氧层破坏信息、生物多样性消失信息、环境污染信息等等,足以证明人类正以惊人的速度破坏着地球几十亿年来形成的生态平衡。各种生态环境污染问题已经产生诸多不良后果,引起了人类广泛的关注。

2 生态环境问题的特点与分类

2.1 主要特点

◆人类的主导性。20世纪以来人口的飞速增长,对地球生态系统造成了巨大压力。在人类社会的早期,灾害与环境的形成,是以单要素为诱因的,即一对一,现在则是多因素诱发,且一灾多害,如洪涝灾害,一方面是大气环境的异常所致,另一方面上游森林的砍伐、草场的破坏、湿地锐减等加剧了洪涝的危害程度。人类的强烈活动最终严重破坏了自然资源,引起环境质量变坏而致使自己遭受自然的报复。

◆跨越时空性。许多重大的环境问题具有跨国性,使有害现象扩大化。如可以通过大气运动、河流及海水流动等介质活动影响到另外一些地区,例如酸雨、臭氧层空洞、赤潮等有害现象的运动或运动形成的结果就带有全球意义,包括跨国界河流,上游的严重扰动(污染等)会强烈影响着下游的安全,影响

范围极大。

◆区域的集中性。包括全球的集中分布性和国家内部的集中分布性。前者主要特点为陆地环境问题严重于海洋, 北半球严重于南半球, 温带地区严重于其他热带地区(延军平等, 1999)。后者主要特点为城市、工矿区环境问题突出, 沿河沿湖的水陆过渡区水环境问题突出, 低洼湿地区污染问题突出等。

2.2 生态环境问题分类

◆按照问题的波及范围大小分类。根据问题的波及范围大小分为不同的等级: 全球问题有太空污染、森林破坏、海-气作用、气候暖干化等; 洲级问题有环境污染、贫水化等; 地区问题有水土流失、荒漠化等。根据问题发生的区域和危害地区, 划分为亚洲环境问题、欧洲环境问题、海洋环境问题等。

◆按照问题的形成原因分类。根据问题的形成原因可分为: 自然环境异常形成的自然灾害问题, 或称为原始环境问题; 人为诱发自然环境性质变化产生的生态环境问题, 或称为第一产业环境问题; 人为有害释放造成的各种污染问题, 或称为第二产业环境问题; 有害物质聚集导致或人类本身变化过程导致的生物畸变和城市化、老龄化等问题。

◆按照问题的增减变化过程分类。根据问题的增减变化过程可划分为: 变多变大的过程有人口问题、城市化、荒漠化等; 变少变小的过程有贫水化、贫土化和无林化等; 程度变强的过程有气候变暖、悬河化等。

◆按照问题的性质分类。根据问题的自然性质可分为: 天气气候问题、海洋与水体问题、地球表层问题、生态植被问题、人口社会经济问题等。

3 我国目前面临的生态环境问题

建国以来, 我国为改善和建设生态环境做出了巨大的努力, 取得了很大成绩, 并积累了大量宝贵的经验, 20 世纪 80 年代以来, 国家先后实施“三北”防护林、长江上中游防护林、沿海防护林等一系列林业生态工程, 开展黄河、长江等七大流域水土流失综合治理, 加大荒漠化治理力度, 推广旱作物节水农业技术, 加强草原和生态农业建设, 使我国的生态环境建设进入了新的发展阶段, 在生态环境建设方面作出的各种努力正在并将继续对我国国民经济和社会可持续发展产生积极的影响。

但是, 由于我国自然生态环境的脆弱性, 人类活动的影响造成生态环境破坏的现象仍很严重, 生态环境恶化的趋势还没有遏制, 主要表现在:

(1) 水土流失日益严重。水土流失是人类不合理的活动引起超强地质输移, 造成地球表面的土壤及其母质受水力、风力、重力等作用下, 土壤及其母质组成物质被破坏、分离、搬运和沉积的全过程。全国水土流失面积 $367 \times 10^4 \text{ km}^2$, 约

占国土面积的 38%。近年来,很多地区水土流失面积、侵蚀强度、危害程度呈加剧的趋势,全国平均每年新增水土流失面积 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

(2) 荒漠化土地面积不断扩大。荒漠化是直接由土地和植被破坏引起的,其前兆开始于动植物多样性的衰退。初期是土壤中有有机物减少,土壤的物理、化学性质恶化,植被分布组成的变化等。全国荒漠化土地面积已达 $262 \times 10^4 \text{ km}^2$,并且每年仍以 2460 km^2 的速度扩展。

(3) 大面积的森林被砍伐。天然植被遭到破坏,大大降低其防风固沙、蓄水保土、涵养水源、净化空气、保护生物多样性等生态功能。毁林开垦、陡坡种植、围湖造田等加重了自然灾害造成的损失。

(4) 草地退化、沙化和碱化(简称“三化”)面积逐年增加。全国已有“三化”草地面积 $1.35 \times 10^8 \text{ hm}^2$,约占草地总面积的 $1/3$,并且每年还在以 $2000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的速度增加。一些地区为了短期利益,不合理开垦草原,加剧了土地的荒漠化。

(5) 生物多样性受到严重破坏。我国已有 15%~20% 的动植物种类受到威胁,高于世界 10%~15% 的平均水平。保护生物多样性的措施之一是保护自然及半自然的生态系统,即对生物的栖息地进行保护,为此,建立自然保护区是保护基因、物种和自然生态系统的有效手段。针对目前我国生物多样性保护的现状,我国保护生物多样性的总目标是:保护生物多样性和保证生物资源的永续利用,确保生态、社会、经济的可持续发展。

(6) 人为释放有害物质造成的各种环境污染严重。我国工业、农业和生活中资源浪费和技术落后造成的大气、土壤和水污染均十分严重,经济发展和环境问题的矛盾十分突出,兼有生态破坏和环境污染的双重问题,形成了更为复杂的环境问题。

第二节 水资源与水环境

1 水资源短缺问题

水是一种特殊的资源,无法取代或取消,它是整个国民经济的命脉。在全球 $140 \times 10^{16} \text{ m}^3$ 的总水量中,淡水仅占 $4.2 \times 10^{16} \text{ m}^3$,约占全球总水量的 3%,其中 77.2% 被封冻在冰盖和冰川中,地下水和土壤水占 22.4%,湖泊、沼泽、河流水占 0.4%。理论上,人类可使用的淡水量只占地球总水量的 0.684%。全球年径流总量 $46.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$,人均径流总量 $8849 \text{ m}^3/\text{a}$ 。进入 20 世纪以来,世界用水量大幅度增加,年用水量从 1900 年的 $4 \times 10^{15} \text{ m}^3$ 增加到 1975 年的 $30 \times 10^{15} \text{ m}^3$,增长了 6.5 倍;20 世纪后半期,每年取水量增加 4%~8%。由于过度开采地下水,造成许多地区的地下水位下降和地面沉降。

中国水资源的地区分布很不均匀,南多北少,相差悬殊,与人口、耕地和经

济的分布不相适应。就海河流域而言,多年平均降水量 539mm,地表径流量 $220 \times 10^8 \text{ m}^3$,地下水资源量 $249 \times 10^8 \text{ m}^3$,水资源总量 $372 \times 10^8 \text{ m}^3$,人均 305 m^3 ,流域降水时空分布不均,水资源量年际变化大,常出现连续枯水年。如 1963 年为丰水年,海河南系 30d 洪量超过 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$,而枯水的 1999 年,流域全年地表水资源总量只有 $92 \times 10^8 \text{ m}^3$,尚不足以满足生活用水。

水资源短缺的直接后果是河道断流,大面积河床荒芜、沙化,许多河道成为风沙的源头。河道断流,使得入海水量减少,改变了水沙平衡关系,造成河道及河口淤积。同时,随之而来的是湖泊干涸、湿地萎缩,生物多样性受到严重威胁。水资源短缺有如下原因:人口快速增长,人均占有水量自然下降。以我国年径流总量 $28\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 计算,随着人口的增长,人均占有径流量逐步下降,由 1949 年的 5200 m^3 下降到 1977 年的 2200 m^3 。水资源的严重短缺与人口激增、植被破坏、水资源分布的不平衡、气候暖干化、人为浪费严重、重复利用率低和污染严重等有着复杂和密切的关系。

2 水环境污染

早在 18 世纪时,人们从实践中认识了水污染。最初认为水污染是指进入水体的外来物质,其量超过了该物质在水体中的本底含量。它只强调了外来物质的量,而忽视了对水生生物的影响。随着科学的发展,美国藻类学家 Patrick (1953) 认为水污染的定义是指任何带进水体的物质能使水生生物多样性指数下降,以致破坏接受系统中生命的平衡状态。现在对水污染的理解比较强调人类经济活动的因素,强调损害水生生物资源和危害人类的健康。水污染比较完整的定义是:由于人为的原因使水质发生变化,导致水的任何有益的用途受到现实的或潜在的损害。Patrick (1967) 提出 5 种污染途径可以影响河流中的水生生物的生命。①由于还原化合物的生物氧化作用或非生物氧化作用而使溶解氧的含量下降。②化学物及其降解产物可能有毒,如农药、杀虫剂、表面活性剂等。③工厂排放的废水带有余热,由于温度的冲击和波动可能有害于水生生物,因为它能影响其临界的生理活动,如酶的活性等。④废水的物理性能,如因沉淀作用而引起水体底部产生剥蚀或光滑的变化。⑤由于混浊度的增加以及其他原因而导致生境的改变(刘健康,1999)。

水污染可概括为三种类型:一是由污水排放和土壤侵蚀造成水体过度营养化,发生藻类水华并最终耗尽水中的溶解氧,引起水生生物死亡和水质浑浊或异味;二是随污水排放将病原体引入水体,发生生物性污染;三是由工业、采矿和农业活动造成水体重金属和合成有机物污染,而且引入的有毒有害污染物可能在生物体内聚集,甚至沿食物链传递或富集。

在过去的 20 年里,工业化国家由于大力发展污水处理工程,河流 BOD 减少,水质有所改善。瑞典、丹麦、荷兰、瑞士已达到废水差不多全部处理的程

度。大多数亚洲国家或者根本没有水污染控制措施,或者措施不能适应需要,印度有 2/3 的水资源已经遭受污染,克什米尔的达鲁湖因未经处理的污水和泥土直接流入湖中,使该湖不断缩小。马来西亚棕榈油和橡胶废液以及其他工业废水污染,已使 24 条河流被官方加上“死亡”标签。菲律宾的地表水也在不断恶化,巴石河的马尼拉段生活污水占 60%~70%,河水溶解氧仅 3.1mg/L;巴基斯坦的生活污水造成严重污染,该国 2/3 的疾病与水污染有关。非洲、拉丁美洲及东欧等国家也都存在着不同程度的污染问题,包括生活污水、工业废水、农业化学对水体的污染等。湿地面临的威胁正在加剧,控制点源和非点源污染,强化污水处理工程,是保护湿地的有效手段,也是湿地生态系统健康的保障。

我国的江河湖库水域普遍受到不同程度的污染,除部分内陆河流和大型水库外,污染呈加重趋势,其中,以工业发达城镇附近的水域污染尤为突出(见表 1-1)。

表 1-1 全国江河水资源质量综合评价 (河长单位: km)

流 域	评价河长	Ⅰ 类		Ⅱ 类		Ⅲ 类		Ⅳ 类	
		河长	%	河长	%	河长	%	河长	%
全 国	98 614	6 042	601	25 773	26.1	20 993	21.3	27 171	27.5
松辽河	17 808	160	0.9	2 984	16.8	3 967	22.3	6 624	37.2
海 河	8 551	228	2.7	1 653	19.3	743	8.77	1 852	21.7
黄 河	12 328	137	1.1	717	5.8	2 684	21.8	4 922	39.9
淮 河	8 093	0	0.0	824	10.2	1 390	17.2	2 830	35.0
长 江	20 872	3 003	14.4	5 363	25.7	6 043	29.0	4 961	23.8
珠 江	12 899	2 107	16.3	4 443	34.4	1 727	13.4	3 923	30.4

流 域	评价河长	V 类		超 V 类		污染状况	
		河长	%	河长	%	河长	%
全 国	98 614	8 163	8.3	10 472	10.6	45 806	46.4
松辽河	17 808	4 074	22.9	0	0.0	10 698	60.0
海 河	8 551	751	8.8	3 323	38.9	5 926	69.3
黄 河	12 328	1 900	15.4	1 968	16.0	8 790	71.3
淮 河	8 093	365	4.5	2 684	33.1	5 879	72.6
长 江	20 872	384	1.8	1 118	5.4	6 463	31.0
珠 江	12 899	290	2.2	409	3.2	4 622	35.8

注:水利部淮河水利委员会中国水利学会编:21 世纪治淮和流域可持续发展战略研讨会论文集。合肥:中国科学技术大学出版社,2001。

严重的水环境污染,破坏了水域生态系统的生态平衡,使生态环境恶化,对社会经济发展和人民生活产生不利影响。例如,耗氧污染物使水体溶解氧降低,