

等教育“十五”国家级规划教材
全国高等院校水利水电类精品规划教材

HUANJI NG SHUILI

环境水利

主编 张先起 孙东坡



黄河水利出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
全国高等院校水利水电类精品规划教材

环 境 水 利

张先起 孙东坡 主编

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书从生态环境保护与水资源可持续利用的角度介绍了环境水利的基本理论、方法与技术。主要内容包括:绪论、环境及环境问题、生态学基础、水体污染及控制、水质模型、水环境容量、水环境质量评价、水环境管理与保护、水利水电工程开发对环境的影响和水利水电工程环境影响评价等。本书可作为水利水电工程、水文学及水资源、港口航道与海岸工程、农业水利工程等专业本科生教材,也可供水利和环境保护学科教学、科研与管理等人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境水利/张先起,孙东坡主编. —郑州:黄河水利出版社,2012.8

普通高等教育“十五”国家级规划教材
全国高等院校水利水电类精品规划教材
ISBN 978-7-5509-0330-2

I. ①环… II. ①张… ②孙… III. ①环境水利学
IV. ①X52

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第191847号

策划编辑:李洪良 电话:0371-66024331 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:郑州海华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:14.25

字数:347千字

印数:1—3 100

版次:2012年8月第1版

印次:2012年8月第1次印刷

定价:32.00元

前 言

水是生命之源,是构成生物体的基本物质,是人类赖以生存与发展的不可替代的基本资源,也是地球上所有生物赖以生存的环境条件。人类社会的发展史在一定程度上也可以看做对水的认识、开发、利用和保护的历史,人类动用大量的人力、物力、财力来治理水灾,同时又必须开发利用水资源来促进社会经济的快速发展。水资源本身既是资源,又是环境的控制要素,水资源开发在给人们带来丰厚利益的同时,也会对生态环境造成一定的影响。因此,水资源的合理开发、利用与保护越来越受到人们的重视。

环境水利是环境学科与水利学科相互渗透、交叉而形成的一门新学科,于20世纪70年代末80年代初由我国学者率先提出。它既研究人类在水资源开发利用过程中出现的与环境相关的问题,也研究由于水体环境变化对水利规划、建设与运行管理,以及人类生存与发展的影响,其目的在于促进水资源开发利用在发挥经济效益的同时减免对环境产生的不利影响,维持生态平衡,增加改善环境的作用。

本书设有绪论与九章。绪论主要介绍环境水利的提出、研究内容、学科的发展方向;第一章环境及环境问题,主要介绍环境的定义、分类、特征及人类所面临的主要环境问题;第二章生态学基础,主要介绍生态学的基础理论及其在环境水利中的应用;第三章水体污染及控制,主要介绍水体污染、水体自净及水体污染的控制与治理;第四章水质模型,主要介绍污染物扩散规律、水质数学模型与水质预测;第五章水环境容量,主要介绍水环境容量的定义、计算与应用;第六章水环境质量评价,主要介绍水环境质量调查、监测、评价等方面的内容;第七章水环境管理与保护,主要介绍水环境保护的依据、水功能区划、水资源保护规划与管理等方面的内容;第八章水利水电工程开发对环境的影响,主要介绍水利水电工程建设对环境的正负效益与不同类型工程建设对环境的影响;第九章水利水电工程环境影响评价,主要介绍水利水电工程环境影响评价的原则、程序、内容、方法及环境影响报告书的编制。

本书由华北水利水电学院张先起、孙东坡主编,华北水利水电学院张英克、刘慧卿、张晓雷、陈建和四川大学朱国宇等参与编写。具体分工如下:绪论由孙东坡编写;第一、五章由张晓雷编写;第二、六、七章由张先起编写;第三、四章由张英克编写;第八章由刘慧卿、陈建编写;第九章由朱国宇编写。全书由张先起负责统稿。

在本书编写过程中作者参考和引用了部分专业书籍、教材、文献资料和规范中的内容,在此向有关作者和专家学者表示深深的谢意。华北水利水电学院王二平教授、宋永嘉教授对本书的编写提出了许多宝贵建议,黄河水利出版社李洪良在本书出版过程中给予了热情的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

因作者水平有限,经验不足和时间仓促,缺点和疏误在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2012年7月

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一节 环境水利的提出	(1)
第二节 我国环境水利存在的主要问题	(2)
第三节 环境水利基础学科	(4)
第四节 环境水利学的任务	(6)
第五节 环境水利学的发展方向	(6)
习 题	(8)
第一章 环境及环境问题	(9)
第一节 环境及其分类	(9)
第二节 环境的特征	(11)
第三节 环境问题	(13)
习 题	(28)
第二章 生态学基础	(29)
第一节 生态学与生态系统	(29)
第二节 生态平衡	(37)
第三节 生态系统的环境服务功能及价值	(40)
第四节 生态学在环境水利中的应用	(43)
习 题	(45)
第三章 水体污染及控制	(46)
第一节 概 述	(46)
第二节 水质与水质本底	(48)
第三节 水体污染	(51)
第四节 水体自净	(60)
第五节 水体污染的控制与治理	(65)
习 题	(70)
第四章 水质模型	(71)
第一节 污染物扩散规律	(71)
第二节 水质数学模型	(82)
第三节 水质预测	(95)
习 题	(98)
第五章 水环境容量	(99)
第一节 概 述	(99)
第二节 河流水环境容量	(103)

第三节	湖泊与水库水环境容量	(109)
习 题		(111)
第六章	水环境质量评价	(112)
第一节	水环境质量评价的类型和分级	(112)
第二节	水环境背景值调查	(117)
第三节	污染源调查与评价	(119)
第四节	水质调查与监测	(123)
第五节	水质监测站网规划与断面布设	(126)
第六节	采样垂线和采样点布设	(128)
第七节	水质监测分析方法与数据处理	(130)
第八节	水环境质量评价方法	(132)
习 题		(135)
第七章	水环境管理与保护	(136)
第一节	水环境保护标准与法律法规	(136)
第二节	水功能区划	(151)
第三节	水资源保护规划	(159)
第四节	水资源保护管理	(165)
习 题		(170)
第八章	水利水电工程开发对环境的影响	(171)
第一节	概 述	(171)
第二节	蓄水工程对环境的影响	(177)
第三节	跨流域调水工程对环境的影响	(188)
第四节	其他水利工程对环境的影响	(190)
习 题		(191)
第九章	水利水电工程环境影响评价	(192)
第一节	意义与原则	(192)
第二节	工作程序与内容	(193)
第三节	评价方法	(198)
第四节	环境影响报告书的编制	(216)
习 题		(221)
参考文献		(222)

绪 论

第一节 环境水利的提出

从水利工程的历史看,无论其始于防洪,还是灌溉、发电、航运等,都可以认为是以改善环境、促进生产为使命的。随着社会的发展,近代水利工程的规模不断扩大,大坝越建越高,库容越来越大,从单一水库到流域梯级开发,从单一河流的开发到跨流域调水等。这对自然环境的冲击前所未有,大大超越了历史任何一个时间的影响范围,已影响到自然界动态平衡的恢复能力,从而在某些方面导致环境恶化,甚至使人类遭到大自然的报复。在过去的几十年中,国际水利界已经认识到大中型水利工程,如蓄水工程、引水工程、灌溉工程和调水工程等对生态环境会产生影响,有些工程因为事先没有研究和预测建成后对环境可能产生的不利影响,以致项目完工后造成重大环境影响,必须采取相应的补救措施和处理方案,甚至有的工程不得不报废,这就使得人们不得不回头重新考虑水利工程建设对环境的影响以及工程建设的可行性。

环境水利是现代水利的重要组成部分,它是水利工作实践与环境科学理论相互渗透的结果,是在水利工程规划、设计、施工与运行管理实践中逐步形成和发展起来的。人们最初遇到的水环境问题是水污染,由此,在一定时期内水环境的含义直接界定在水质问题上,实际上水环境包含着生态、景观、文化等广泛的内容。在生产水平较低的时期,生产和生活过程中排放的污水能够被自然界容纳净化,不会造成大范围不可逆转的水质恶化,水利工程建设与管理中的水环境问题处于次要地位。20 世纪 70 年代初期,随着污水排放量增加、水污染范围扩大和污染程度不断加剧,一些地区的水污染状况已影响到人们正常的生产、生活活动,并呈现出逐渐加剧恶化趋势。为了及时掌握河流、湖泊等水域的水质状况,我国陆续建立起一些水质监测站网,调查水体环境质量,并在一些重要污染河段进行跟踪观测,同时开展水质分析和污染物分布、运动规律与水体自净的研究,制定污染防治规划,由此,关于环境水利的初步研究工作逐步展开。

环境水利学于 20 世纪 70 年代末 80 年代初由我国学者率先提出。1979 年水利电力部环境保护办公室编写的《水利与环境保护——试谈环境水利学的问题》首次提出“环境水利”一词。经中国水利学会批准,1981 年在武汉成立了环境水利研究会,系统研究和进一步完善了“环境水利”的概念、内涵。1982 年 9 月在阿根廷首都布宜诺斯艾利斯召开的第四届世界水资源大会上,中国环境水利研究会副理事长方子云总工宣读了《中国的环境水利工作》一文,受到了国际同行的高度评价。

20 世纪 80 年代以来,在调查分析污染源的分布、排放数量和方式等情况的基础上,我国水行政主管部门对主要江河流域和重点区域相继编制或修订了水资源保护规划。规划基于水文要素,利用水质模型等手段,评价水质现状和发展趋势,预测各规划水平年的污染状况,划定水体功能区,按功能要求制定环境目标,计算水环境容量和相应污染物削减量,提出

符合流域(区域)实际情况和经济、合理的综合防治措施。

随着社会的发展,以科学发展观、人与自然和谐的理念,全面、科学、客观评价生态与环境价值,评判工程建设的利弊,制定与生产力发展水平相适应的水利水电建设的环境保护政策和评价体系是一项迫切的任务。1982年,水利部颁发了《关于水利工程环境影响评价的若干规定》,并着手开展了湖南省东江水利水电工程和河北省桃林口水库等大型水利工程环境影响评价试点工作。1988年水利部和能源部颁发了《水利水电工程环境影响评价规范》(SDJ 302—88),在广东省东江流域规划环境影响评价试点的基础上,编制了《江河流域规划环境影响评价规范》(SL 45—92),并于1992年由水利部和能源部颁发。2002年10月通过了《中华人民共和国环境影响评价法》,自2003年9月1日起实施。经多年实践和近两年的修订,2003年7月1日,国家环境保护总局和水利部颁布实施了《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88—2003),对评价依据、程序、标准,环境现状调查、环境影响预测评价、对策措施等内容进行了全面系统的规定。

20世纪80年代环境影响评价迅速普及和快速发展,从单一工程的影响评价发展到多个工程联合运用及流域综合规划环境影响评价,评价方法由定性分析与简单定量方法发展到多因素的定量分析,并系统地提出了环境层次系统、影响范围、评价时间构架、有无工程情况比较和有无措施的评价等。通过大量实践,特别是三峡工程的环境保护设计、施工区环境保护实施规划和移民区环境规划等,这一领域的水平大为提高,许多方面已达到世界先进水平。

现如今,我国的水资源保护规划已从单目标开发发展到多目标综合利用,从只考虑水量发展到水质水量并重,从只考虑人类社会活动用水发展到同时考虑社会活动用水和生态环境用水。水资源系统规划设计把环境规划(环境影响评价)作为规划的重要组成部分,同时考虑技术指标、经济指标和环境指标比选方案,这表明在实践中,环境水利学已成为指导水利工作的科学理论之一。

环境水利学作为支撑环境水利的理论基础和技术体系,随着环境水利实践的积累而充实,随着环境水利发展的需求而扩张,仍然处在旺盛发展的阶段。

第二节 我国环境水利存在的主要问题

新中国成立以来,由于我国工农业的发展和人口的增加,需水量日益增大,与此同时,污水排放量也迅速增多。目前,我国城乡生产和生活每天大约产生2亿t污水,其中大部分未经处理就直接排放,全国主要江、河、湖、库都已经受到不同程度的污染,许多城市的地下水也被污染,其中部分地区有害物质含量已超过饮用水的标准。随着国民经济各部门对水资源的需求进一步扩大,水资源供需矛盾日益尖锐,水资源利用不合理的现象日益突出。近几十年,我国修建了大量的水利工程,这些水利工程从防御洪、涝、旱、碱等自然灾害方面来说,是对环境的改善,但是,兴修水利工程不当也会引起局部的冲刷、淤积、地下水位升降、土地淹没、次生盐碱化、沼泽化、地震、气候变化、生态改变、疾病传播以及阻鱼、碍航等环境问题,这不仅影响水利工程效益的发挥,还给国民经济和人民的的生活带来影响。

当前,我国水利行业面临的较为突出的新问题主要有两个方面:一是已经或将要开发利用水资源的水质受到一定程度的污染,部分水体甚至是严重污染;二是兴修的水利工程设

施,在发挥效益的同时,也改变了环境,带来生态环境方面的问题。这就要求水利工作者用新的学科——“环境水利学”来指导开发、利用、保护和管理水资源。

我国环境水利面临和存在的主要问题有以下几个方面:

(1)工业“三废”、生活污水的任意排放,农业大量施用农药、化肥,使水质受到污染,影响了水利设施为生活、生产和生态供水的水质。

(2)毁林开荒,造成水土流失、土地荒漠化,增加了河流含沙量,使河床、水库淤积加剧。

(3)围湖造田、填塘种粮,降低了天然湖泊的调蓄能力,缩小了水产面积。

(4)流域治理在防洪、供水、灌溉、发电等方面虽发挥了很大的效益,但与此同时,也带来了种种环境问题。例如海河、滦河和辽河的治理,使补给渤海湾的淡水由每年约 200 亿 m^3 减少到约 100 亿 m^3 。海河流域的大清河南支上游修建水库,使进入白洋淀的水量减少,而白洋淀出口建闸,使湖内水量基本不下泄。

(5)修建水库可以多目标开发、综合利用水资源,但是也出现不少环境问题。例如,黄河素以多沙著称,平均年输沙量 16 亿 t,三门峡水利工程控制全流域泥沙的 92%。1960 年 9 月蓄水后库区淤积严重,水库上游潼关段河床抬高,库区两岸土地浸没、盐碱、沼泽化面积增加,严重威胁着关中平原和西安市,后经改建和改变水库运用方式,情况才得以改善。永定河官厅水库建成蓄水后,因泥沙淤积,总库容减少 5 亿 m^3 ,库区周边也发生过浸没问题,造成土地沼泽化,果树死亡,房屋倒塌,后经调整水库运用方式和工程处理,问题才得以解决。浙江新安江电站投入运行后,由于运用失调,水位涨落过大,引起一系列地质灾害;在 1978 年水电站为恢复正常水位,曾大大减少发电任务,但是,下泄水量大大减少,一度造成杭州湾海水入侵,致使杭州市民饮用咸水一个多月。广东新丰江水库兴建之前,当地并没有破坏性地震的记录,自 1959 年蓄水后,库区地震频繁,并随水库水位的升高而加剧,初步研究认为水库蓄水导致地质构造应力重新调整,诱发了构造地震,1962 年 3 月 19 日,库区曾发生震中震级为 6.1 级的强震,而在 1995 年一年间就发生过 4 次有感地震。

(6)堤防、控导等防洪工程也会带来某些不利的影响。例如,南方大量圩垸工程的修建,降低了河湖调蓄洪水的能力,抬高了洪水位,增加了下游的洪水威胁,隔断了鱼类在河湖之间的天然洄游通道,不利于鱼类的生长繁殖。黄河河道淤积,堤防越加越高,形成地上悬河,一旦决口,灾害比没有堤防时更大。华北一些洼淀历史上就是自然滞洪区,过去一季小麦产量较高,修建堤防后,虽扩大了耕地,使得耕地可多收一季,但也导致土地贫瘠化和丧失洼淀原有的滞洪能力。

(7)拦河建闸虽可控制河道基流加以利用,但在非汛期常常使闸门上游变成静水,对稀释闸下游排入河道的污水以及某些鱼类的洄游产卵都会带来不利影响。挡潮闸使海口淤积的问题相当普遍。

(8)城市水利问题。随着城市人口增长和工业迅速发展,许多城市水资源短缺、水源受到污染的现象已十分突出。山东济南是著名的“泉城”,历来吸引许多游人。由于近年来过度开采地下水,水位严重下降,不少名泉日趋枯竭,有的甚至遭到不同程度的污染。从 20 世纪 60 年代开始,上海市黄浦江上游部分江段发生污染,江水黑臭难闻,几乎每年都达数月之久。蚌埠市自 1975 年以来,每年冬春关闭蚌埠闸期间,河水变黑发臭,溶解氧下降到 1 mg/L 以下,沿河人民不得不另外寻找饮用水源。

第三节 环境水利基础学科

环境水利是基于水利学科发展起来的,属于交叉学科,对它的研究需要用到多个学科知识,涉及环境水文学、环境水化学、环境水力学、环境水文地质学、环境水生物学、环境经济学、环境水利工程学、景观水利学等基础知识和水资源保护、水利工程环境影响评价,以及水污染控制系统规划和管理等应用技术。

一、环境水文学

环境水文学是研究人类活动引起的水文情势变化及其与环境之间相互关系的学科。环境水文学是以水文循环的机制,把水量与水质密切联系起来,进行与环境密切相关的水文研究。例如水资源的开发利用和水利工程的兴建,不仅改变了水资源的时空分布,而且对水质和生态系统都带来很大影响。

二、环境水化学

环境水化学是研究人类活动环境与水体化学性质的形成、发展、演变和效应之间相互关系的学科。主要研究内容包括:①天然水的化学组成及其变化规律;②现代社会伴生的各种污染物质进入水体中,影响水体化学组成及变化的规律;③工程兴建引起水体理化性质的改变,对水体化学性质的影响等。

三、环境水力学

环境水力学是研究污染物质在水体中扩散与输移规律及其应用的学科。主要研究内容包括:①污染物质在水体中混合、输移的基本理论;②污染物质在水体中的混合、输移过程;③混合、输移的数值计算、试验研究及其在水利工程环境影响评价和水资源保护等方面的应用。

四、环境水文地质学

环境水文地质学研究人类活动与水文地质环境相互影响、相互作用的基本规律。主要研究内容包括:①地下水污染机制和规律;②原生环境的地下水与地方病的关系;③矿泉水和地热水资源利用及其医疗意义;④抽取地下水引起的地面沉降、塌陷、侵蚀等与防治措施;⑤水库诱发地震的机制和影响等。

五、环境水生物学

环境水生物学研究受人类活动影响的水环境与水生生物之间的相互关系。主要研究内容包括:①水利工程对水域生态系统的影响;②污染物质进入水体后,引起的各种生态效应;③水生生物对水环境的净化作用;④水污染直接或间接对人体健康和其他生物的危害。

六、环境经济学

环境经济学主要研究环境保护在国民经济中的地位和作用、环境政策和技术经济政策

以及有关指标体系等内容,还包括正确处理发展经济与保护环境的关系,合理利用资源,提高环境保护的经济效益,在国民经济建设中更好地保护和改善环境等内容。

七、环境水利工程学

环境水利工程学是研究运用水利工程技术措施和环境水利分支学科的原理和方法,规划、设计和建设工程来保护和改善环境的学科。在保护和改善生态环境方面,主要研究、设计过鱼建筑物、人工孵育场和人工产卵场,改善水生生物生境的蓄水或排水工程,改善鱼类洄游和河口环境的工程,改善坝下低温水的工程等。在防治水污染方面主要研究:①控制污染源的工程;②增加水体稀释与自净能力的工程;③水体增氧的建筑物,防止疾病发生、流行及防治病虫害的水利工程措施等。

八、景观水利学

景观水利学是研究水利环境的审美要求和美感的学科,包括水利工程美学和水环境美学。主要研究内容包括:①在满足水利工程建筑物功能的基础上,运用美学思想,创造出体现时代美、形式美、艺术美、自然美,表现意境与传神、优美与崇高特性的水工建筑物;②使水工建筑物之美与自然美相和谐,体现时代的精神面貌、审美观点、生产力和艺术的发展水平;③保护水环境的美,防止水资源减少和污染对水环境的损害。

九、水资源保护

水资源保护是在研究水体自净能力基础上进行合理开发、利用水资源的一门应用型学科,包括水质监测、水质调查与评价、水质控制与废水治理等基本内容。水资源保护应遵循水质和水量结合、防护与综合治理结合的原则。

十、水利工程环境影响评价

水利工程环境影响评价主要研究大中型水利工程对环境的影响因素和规律,以及对环境影响进行评价的方法等。通过水利工程环境影响评价,可根据工程不同方案的技术、经济和环境指标,选择对国民经济最有利,同时对环境产生不利影响最小的方案,并提出减免和改善措施。

十一、水污染控制系统规划和管理

水污染控制系统规划和管理主要指应用水质数学模型进行水污染控制系统的规划、管理和预测。控制系统可由污染治理设施直至城市、地区以及整个流域,采用系统分析的方法,分析和协调水污染控制系统各组成因素之间的关系,综合考虑与水质相关的技术、经济条件,以较小的代价实现有效或满意的水质目标。

环境水利学正处于蓬勃快速发展时期,已有的分支学科将继续深入和拓展,新的分支学科也将会不断形成和补充。这些相关基础学科是现代环境水利学的分支、延伸和深化,各学科之间相互交叉、相互联系,构成环境水利学的完整体系。它们在国民经济、社会发展与科学研究等领域得到广泛应用,为流域规划、环境影响评价、水资源开发利用和保护、保障人群健康、维持生态平衡、改善生态环境等方面发挥了重要作用。

第四节 环境水利学的任务

环境水利是一项综合性工作,它是传统水利的发展和深化,也是环境保护工作的重要组成部分。环境水利学这一学科的建立是现代科技发展的需要,也是国内外水利生产实践经验的总结。环境水利学研究水利与环境之间的关系,以发挥水利优势,减少不利影响,保护和改善环境。它既解决与水利有关的环境问题(比如兴修水利工程对环境的影响和水害带来的环境问题),也研究与环境有关的水利问题(如环境的改变对水资源、水域和水利工程的影响),包括研究提出环境与水利的相互要求以及应采取的对策和措施等,使水资源的开发、利用、治理、配置、保护、节约与生态环境保护相互协调,达到兴水利、除水害和改善环境的目的。

环境水利学主要是在传统水利学科的战略、规划、政策、运行等科学技术基础上,与环境科学相互交叉而产生的边缘学科,它是利用环境水化学、环境水文学、环境水力学、环境水生物学、生态学、生态水文学、环境经济学、环境系统工程以及数值模拟等学科理论来研究环境水利问题而发展起来的,通过水利科学与环境科学密切结合、相互渗透,并逐步形成了全面系统的科学体系,已发展成为一门新兴的独立学科。

环境水利学通过研究水利与环境的相互关系,来促进水利工程发挥更大的改善环境作用,并尽量减免工程对环境产生的不利影响。它既研究水利开发带来的环境问题,也研究由于环境变化对水利工程规划、建设提出的新任务与新要求。环境水利学旨在利于水利学科研究人员开拓思路,吸取环境科学的新理论,为传统的水利科学增添新的内容。环境水利学的主要任务是:

- (1) 研究水体中污染物的传播、扩散、输移规律,以及水体自净与环境容量问题;
- (2) 研究保护和合理利用水资源及水环境问题;
- (3) 研究兴建水利工程而引起的环境影响和对策;
- (4) 研究流域、区域环境水利的战略、规划和措施;
- (5) 研究发挥水利工程改善水质、保护环境和促进生态系统良性循环的作用;
- (6) 研究与水环境有关学科的关系,丰富、发展和完善环境水利学科理论。

通过本课程的学习,要了解环境水利的发展过程,认识水环境干扰与变化的规律,掌握水环境保护与修复的基本知识和技术、水利水电工程的环境影响及其评价方法,了解水利水电工程的环境管理,为从事与环境有关的水利专业技术工作打下基础。

第五节 环境水利学的发展方向

环境水利学的提出,来源于水利工程的实践。它在形成一门学科后,又进一步用于指导水利工程实践,如此循环往复,学科的水平就会不断提高,水利工程建设与环境就会高度协调发展。

一、环境水利学的研究途径

- (1) 选择合适的河流、流域和工程进行调查研究,作出回顾评价,总结提高。

- ①水体环境战略部署和监测的总体设计;
- ②有效地确定范围,选择项目或因子,注意典型的生态系统及其组成的可能变化;
- ③确定监测历时,对研究问题能正确地提供各种信息;
- ④统计数据与结论合理。

通过本地研究、环境监测以及收集其他有关资料,进行已实施方案的回顾评价,并与方案实施前预期的环境效益或影响进行对比,验证预测的精确性、评价的合理性、模型的适合性,以及工程整体环境效益或影响的累积性等,从而提高认识,找出各种规律。这些认识和规律的综合体系,是环境水利学的重要研究内容。

(2)应用各学科理论充实和完善各分支学科的内容,发展环境水利学。

①在水资源保护方面,除要利用水利方面水文和规划的理论与方法外,还要引进生态系统的规划思想和环境水文学、环境水化学、环境水力学、环境水生物学、环境经济学、环境系统工程和数值模拟等学科理论。

②在工程环境影响方面,涉及的分支学科面更广,根据评价的重点不同,引用的学科有所侧重。概括地说,除通过水利计算,了解工程对水文、水力情势的变化从而评价其相应的影响外,还要从方法学上对单因子影响进行预测、模拟。环境经济学可以用来进行环境单因子和综合经济评价,以及权衡对不利影响所采取的对策和措施的合理性与有效性。另外,在环境影响评价中,还应强调生态学、水环境医学和环境水生物学等不可忽视的重要组成要素。

③在流域、区域和城市环境水利方面,除利用传统的水利规划理论和方法外,还要引用生态系统和多目标规划的理论,进行统一安排,协调经济社会发展与环境保护的关系,并运用以上有关基本理论,针对主要问题进行研究。

④发挥水利工程改善环境方面的功能,针对环境的特殊问题要进行水利学科与环境各分支学科协同研究。首先运用环境调查、监测和评价的理论,提出环境问题;其次根据水利工程可能提供的条件,运用上述有关分支学科,提出改善环境的情况、投资及效益,以及建立优选方案的一整套理论和方法、步骤等。

(3)注意国际发展趋势和我们存在的不足,不断发展和丰富环境水利学科理论。

二、环境水利学的发展方向

(一)水资源保护

在水资源保护方面,对水体污染处理的基本原则是以防为主,防治结合,综合治理。现在很多发达国家对水资源污染控制在战略上已有所转移,即开始由传统的控制点源污染(城市和工业污染废水)和它的有机负荷,转向控制非点源的营养物质、有毒物质和酸雨的方向,进行水体污染的预测,事先提出对策,并运用系统分析法选取水利工程措施与污染处理措施的最优组合方案。

(二)水环境影响评价

在进行水环境影响评价方面,各国的程序虽有所不同,但总的趋势均是运用系统分析法检验工程建设对自然系统、生物系统和社会系统等的影响及其相互的作用。对于重要工程,评价的时间尺度一般分为规划、施工、建成和运行后 25 ~ 50 年。从空间范围来讲,一般考虑工程所在地区、相邻地区以及更大范围等。

三、流域(区域)环境水利

在流域(区域)、城市环境水利方面,要从整个区域、全流域、整个城市及其相邻地区统一着眼,同时考虑各个用水部门的工程规划、环境规划和管理规划。对本流域与相邻流域的关系,特别是国际河流或跨省河流的水资源,在开发中更要详细考虑,还要考虑规划的时间水平,以及这一时间段内径流情况可能发生的变化。在资源方面,要注意水质与水量统一考虑,水资源和土地资源统一考虑,地表水、地下水联合使用,并要进行多目标、多方案的比较与优选。在个别工程的规划与实施中,必须与流域的最终规划相协调。尤其是重点工程,要留有一定的余地,以适应将来的发展,对于预留多少,则视工程的重要性而定。

习 题

1. 环境水利学的主要任务有哪些?
2. 阐述我国水利工程建设中存在的主要环境问题。
3. 现代环境水利学主要由哪些分支学科组成?
4. 阐述现代环境水利学的主要发展方向。

第一章 环境及环境问题

第一节 环境及其分类

一、环境的定义

环境是相对于某一事物而言的,它是指围绕着某一事物(通常称其为主体)并对该事物产生某些影响的所有外界事物(通常称其为客体),即环境是指相对并相关于某项中心事物的周围事物。《中华人民共和国环境保护法》第二条将“环境”定义为:影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。

区域环境指一定地域范围内的自然因素和社会因素的总和。它是一种结构复杂、功能多样的环境,分为自然区域环境(如森林、草原、冰川、海洋)、社会区域环境(如各级行政区、城市、工业区)、农业区域环境(如作物区、牧区、农牧交错区)、旅游区域环境(如西湖、桂林、庐山、黄山)等。

对“环境”一词,大多定义在自然保护领域,这样就使得公众参与困难,近年来,国际环境教育界提出了新颖而科学的“环境”定义,主要有两点:

- (1)人以外的一切就是环境;
- (2)每个人都是他人环境的组成部分。

这一定义有利于公众理解环境问题与自己的关系,从而激发人们为保护环境而脚踏实地地做一些力所能及的事情。地球环境需要人类珍惜的资源主要有以下四类:

- (1)三大生命要素:大气、水和土壤;
- (2)六种自然资源:矿产、森林、淡水、土地、生物物种、化石燃料(石油、煤炭和天然气);
- (3)两类生态系统:陆地生态系统(如森林、草原、荒野、灌丛等)与水生生态系统(如湿地、湖泊、河流、海洋等);
- (4)多样景观资源:如山势、水流、本土动植物种类、自然与文化历史遗迹等。

人类活动对整个环境的影响是综合性的,而环境系统也从各个方面反作用于人类,其效应也是综合性的。人类与其他的生物不同,不仅以自己的生存为目的来影响环境,使自己的身体适应环境,而且为了提高生存质量,通过自己的劳动来改造环境,把自然环境转变为新的生存环境。这种新的生存环境有可能更适合人类生存,但也有可能恶化人类的生存环境。在这一反复曲折的过程中,人类的生存环境已形成一个庞大、结构复杂、多层次、多组元相互交融的动态环境体系。

二、环境的分类

环境分类一般以空间范围的大小、环境要素的差异、环境的性质等为依据。

人类环境习惯上被分为自然环境和社会环境。

自然环境是指环绕于人类周围的由自然因素所构成的受自然规律支配的环境。它包括大气、水、土壤、生物和各种矿物资源等。自然环境是人类赖以生存和发展的物质基础,在自然地理学上,通常把这些构成自然环境总体的因素划分为大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈等五个自然圈。

社会环境是指人类在自然环境的基础上,为不断提高物质和精神生活水平,通过长期有计划、有目的的发展,逐步创造和建立起来的人工环境,如城市、农村、工矿区等。社会环境的发展和演替,受自然规律、经济规律以及社会规律的支配和制约,其质量是人类物质文明建设和精神文明建设的标志之一。

从性质来考虑,环境可分为物理环境、化学环境和生物环境等。

按照环境要素来分类,环境可分为大气环境、水环境、地质环境、土壤环境及生物环境等。

按照人类生存环境的空间范围,由近及远,由小到大,环境可分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境等,而每一层次均包含各种不同的环境性质和要素,并由自然环境和社会环境共同组成。

聚落是指人类聚居的中心,活动的场所。聚落环境是人类有目的、有计划地利用和改造自然环境而创造出来的生存环境,是与人类的生产和生活关系最密切、最直接的工作和生活环境。聚落环境中的人工环境因素占主导地位,也是社会环境的一种类型。人类的聚落环境,从自然界中的穴居和散居,直到形成密集栖息地的乡村和城市。显然,聚落环境的变迁和发展,为人类提供了安全清洁和舒适方便的生存环境。但是,聚落环境乃至周围的生态环境由于人口的过度集中、人类缺乏节制的频繁活动以及对自然界的资源和能源超负荷索取而受到巨大的压力,造成局部、区域以至全球性的环境污染。因此,聚落环境历来都引起人们的重视和关注,也是环境科学的重要和优先研究领域。

地理学上所指的地理环境位于地球表层,处于岩石圈、水圈、大气圈、土壤圈和生物圈相互制约、相互渗透、相互转化的交融带上。它下起岩石圈的表层,上至大气圈下部的对流层顶,厚 10~20 km,包括了全部的土壤圈,其范围大致与水圈和生物圈相当。概括地说,地理环境是由与人类生存与发展密切相关的,直接影响到人类衣、食、住、行的非生物和生物等因子构成的复杂的对立统一体,是具有一定结构的多级自然系统,水圈、土壤圈、大气圈、生物圈都是它的子系统。每个子系统在整个系统中有着各自特定的地位和作用,非生物环境都是生物(植物、动物和微生物)赖以生存的环境要素,它们与生物种群共同组成生物的生存环境。这里是来自地球内部的内能和来自太阳辐射的外能的交融地带,有着适合人类生存的物理条件、化学条件和生物条件,因而构成了人类活动的基础。

地质环境主要指地表以下的坚硬地壳层,也就是岩石圈部分。它由岩石及其风化产物——浮土两个部分组成。岩石是地球表面的固体部分,平均厚度 30 km 左右;浮土是由土壤和岩石碎屑组成的松散覆盖层,厚度范围一般为几十米至几千米。实质上,地理环境是在地质环境的基础上,在星际环境的影响下发生和发展起来的,在地理环境、地质环境和星际环境之间,经常不断地进行着物质和能量的交换与循环。例如,岩石在太阳辐射的作用下,在风化过程中固结在岩石中的物质释放出来,进入地理环境中,再经过复杂的转化过程又回到地质环境或星际环境中。如果说地理环境为人类提供了大量的生活资料,即可再生的资

源,那么地质环境则为人类提供了大量的生产资料,特别是丰富的矿产资源,即难以再生的资源,它对人类社会发展的影响将与日俱增。

星际环境又称为宇宙环境,是指地球大气圈以外的宇宙空间环境,由广漠的空间、各种天体、弥漫物质以及各类飞行器组成。它是在人类活动进入地球邻近的天体和大气层以外的空间的过程中提出的概念,是人类生存环境的最外层部分。太阳辐射能为人类生存提供主要的能量。太阳的辐射能量变化和对地球的引力作用会影响地球的地理环境,与降水量、潮汐现象、风暴和海啸等自然灾害有明显的相关性。随着科学技术的发展,人类活动越来越多地延伸到大气层以外的空间,发射的人造卫星、运载火箭、空间探测工具等飞行器本身失效和遗弃的废物,将给宇宙环境以及相邻的地球环境带来新的环境问题。

第二节 环境的特征

环境与其他所有事物一样,有其自身特征。对于环境的特征,从不同的角度可以有不同的表达方式,从对人类社会生存发展的利弊角度来考察和研究环境,我们可以把环境的特征归纳为以下几个方面。

一、整体性和区域性

(一)整体性

所谓环境的整体性,是指环境的各个组成部分和要素之间构成了一个完整的体系,这个体系向外界显示的性质是均一的、特定的、整体的。也就是说,在这个完整的体系内,各个组成部分以一定的数量、相应的位置和特定的方式联系在一起,形成了特定的结构。例如,在戈壁沙漠地区,地面布满卵石和沙粒,生物稀少,水分奇缺,空气干燥,风沙较大,一片荒凉;而在平原地区,土地肥沃,生物种类繁多,空气湿润,人群密集,一片生机盎然。再如,我国北方地区气候干燥,南方地区气候湿润。大陆、海洋、河流、土壤等各自都具有一个完整的系统,而这个系统内部各组成部分都有一定的数量、位置,以一定的方式联系在一起。正因为数量、位置、组成方式不同,才显示出各自具有的不同特征,或者各自具有不同功能。另外,环境的整体性还体现在某一环境要素的变化,会导致环境整体质量的变化,最终影响人类的生存和发展。如燃煤排放 SO_2 , 引起大气环境污染,由此引发酸沉降,土壤及水环境酸化,水环境生态系统、农业生态系统被破坏,农业生产的产量和品质下降。

(二)区域性

所谓环境的区域性,是指在整体环境中所呈现出的局部性差异。例如,沙漠环境中的绿洲,地球环境中的陆地环境和海洋环境,陆地环境中的高山、平原、湖泊和河流,海洋中的滨海区、浅海区、深海区,表层海水、中层海水和深层海水等都是在整体环境中所呈现出的局部或区域差异,正是环境的这一局部差异才使环境具有区域性。

(三)整体性和区域性之间的关系

环境的整体性和区域性之间既有区别,又有联系。从范围上来讲,整体性包含着区域性;从性质上来看,两者具有鲜明的差异。例如,陆地上生存的人类,从总体上来看都是人类,来自同一个祖先,具有许多共同的特征,如结构功能等。不过,不同的地区具有不同的特征。例如,草原人过着游牧生活,活动空间开阔,因此性情豪放;平原人过着稳定的生活,活