

园林与 景观设计资料集

水体与水景设计

主 编 薛 健
副主编 毛培琳

1



知识产权出版社

www.cnipr.com

中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

园林与 景观设计资料集

水体与水景设计

主 编 薛 健
副主编 毛培琳

知识产权出版社
www.cnipr.com
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

1

内容提要

本套资料集是国内第一套采用铜版纸彩色版印刷的园林与景观专业工具书。

与以往出版的黑白资料集相比,本套资料集除了有同类资料集所具备的图量大、数据全和各种参数丰富的特点外,其论述中的引证、举例和实例多为现场拍摄的彩色照片,因而,相较同类的黑白资料集,本套资料集具有更丰富的直观、形象和实证性。此外,本套资料集特别注重设计理论与实际应用、艺术表现与工程技术的有机结合,是国内第一部内容全面、系统、丰富的大型园林与景观系列工具书。

本套资料集内容的全面性体现在不同的层面:从传统园林到现代景观设计;从园林设计原理、方法到工程技术和做法;从古代到当今设计的演变发展。本套资料集各分册既单独成册,又相互有联系,整套资料集脉络清晰,资料翔实;内容极为丰富,涉及面极为广泛,涵盖了园林与景观设计的所有门类,其中包括:园林与城市空间,景观与绿化设计、水景与水环境设计、园林道路设计与铺装、景观设施与标志、园林景观建筑、雕塑与小品、园林光环境与景观照明以及护岸驳岸与亲水设计等等。为了更紧密地联系实际,本套资料集的编撰者在每一章节后都附有设计施工实例。

本套资料集十分注重专业理论和工程实践的结合,是一部设计人员的案头必备工具书,既适用于园林与景观专业的设计人员、工程技术人员,也面向环境艺术、建筑设计、城市景观规划以及城市水利、水利景观的设计人员,同时还可以用作高等院校园林与景观专业、建筑专业和室内外环境艺术设计专业的教学参考书。

《水体与水景设计》(第1辑)的主要内容有:园林理水的艺术手法;水景设计的基本原则和方法;水体生态和水环境治理;湖泊水形与景观设计;湖泊、水库的工程设计与施工;水溪、河渠的流水形态与景观设计;园林小水面与景观池塘;瀑布、跌水和滚槛的落水设计与做法;喷泉的设计布置与工程做法;景观泳池设计与做法;水生植物的类型、品种和应用等。

责任编辑:张宝林 阳 淼 E-mail: z_baolin@263.net; yangsanshui@vip.sina.com

文字编辑:莫 莉

图书在版编目(CIP)数据

水体与水景设计 / 薛健主编. —北京: 知识产权出版社:
中国水利水电出版社, 2007.4
(园林与景观设计资料集)
ISBN 978-7-80198-626-9

I. 园... II. 薛... III. 理水(园林)—景观—园林设计—
资料 IV. TU986.4-67

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第007084号

园林与景观设计资料集

水体与水景设计

主编 薛健 副主编 毛培琳

知识产权出版社 出版发行 (北京市海淀区马甸南村1号; 电话: 010-82005070)
中国水利水电出版社 (北京市西城区三里河路6号; 电话: 010-68331835 68357319)
北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销
北京佳信达艺术印刷有限公司印刷

889mm × 1194mm 16开 20.75印张 874千字

2008年2月第1版 2008年4月第1次印刷

印数: 0001—3000册

定价: 138.00元

ISBN 978-7-80198-626-9

TU · 234

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题, 可寄中国水利水电出版社营销中心调换
(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

薛健环境艺术设计研究所简介

该研究所是薛健建筑装饰设计事务所从事专业学术研究的机构,由著名设计师及工程施工专家薛健教授牵头,由 5 所专业院校、十几个设计院所的 20 余名专家学者、设计师组成,属非营利性的专业学术研究所。该所旨在研究总结中国环境艺术的理论与实践经验,大力促进中国环境艺术理论与施工作业水平的提高。该所已经编著出版了 20 余部具有权威性的设计与施工指导性专著,完成了几十项大型工程和十几项标志性国家工程项目,积累了丰富的设计施工经验,取得了丰硕成果,特别是创新了许多规范性的装修施工作法,并已被广泛应用。

主要学术成果

自 1990 年以来,先后编著出版了环境艺术与园林景观等专业著作 20 余部,发表论文 80 余篇。其中,主要有历时 3 年集体编著的我国环境艺术设计领域第一部百科全书《装饰装修设计全书》、《室内外设计资料集》,装饰装修指导性工具书《装修设计与施工手册》以及个人专著《世界景园》、《世界城市景观》、《世界住宅》、《环境小品》、《国外室内外环境景观设计丛书》、《装修构造与作法》、《现代室内设计艺术》、《日本环境展示艺术》、《家具设计》、《易居精舍》和《国外建筑人口环境》、《景观与环境设计丛书》等。目前与美国和欧洲的十几家有影响的设计机构(事务所)和专业院校建立了学术交流与协作关系。

主要设计作品

十多年来,先后完成(或参与完成)了几十项大型工程的设计与施工,其中主要有北京光大购物商场室内设计、北京紫竹宾馆室内装修设计、北京云岫山庄古建筑装修及庭园设计、北京长城饭店分店装修设计与施工、北京剧院室内装修设计、中国国际贸易中心商场室内设计、北京亚运村宾馆室内装修设计、山东齐鲁宾馆室内装修设计、舜耕山庄装修改造设计与施工、山东润华世纪大酒店装修设计与施工、山东万博大酒店装修设计与施工、济南贵友大酒店装修设计、济南中银大厦装修设计、中国驻波兰大使馆室内设计、南京金谷大厦室内设计、南京鸿运宾馆室内设计、南京鼓楼商场装修设计、江苏食品大楼室内外设计与施工、徐州银河乐园室内装修设计与施工、湖南泰之岛广场商场室内设计、湖南芙蓉宾馆改造装修、江西铜鼓宾馆室内设计、长沙地税局大厦装修设计、兰州植物园规划设计、北京雾灵山森林公园园林设计等等。

薛健环境艺术设计研究所

地址:江苏徐州南郊泰山村 8-021 号(中国矿业大学西侧 500 米)

邮政编码:221008

电话:徐州(0516)83882446 13852032906

北京 13811078300

E-mail: Xjworks@pub.xz.jsinfo.net

《园林与景观设计资料集》丛书编辑委员会

主 任 薛 健

副主任 毛培琳 彭春生 刘晓明 周长积 付淑珍

委 员 薛 健 毛培琳 彭春生 刘晓明 付淑珍
周长积 唐开军 戴向东 邱 松 陆作兴
刘传民

《水体与水景设计》编辑委员会

主 编 薛 健

副主编 毛培琳

编 委 薛 健 毛培琳 陆作兴 付淑珍 胡树森

参编本丛书工作人员

李 扬	蔡长海	付淑珍	胡树森	吴力克	赵 莹
刘 阳	辛 华	薛 原	付克亚	储庆华	陆作兴
刘传民	袁灿国	王素霞	付 波	滕 青	陈 超
薛 勇	李敏秀	金 辉	江敬艳	霍东林	刘小明
陈占峰	苏小黎	阮 雯	邱 文	丁彩英	戴向东
周长积	唐开军	王庆人	侯 宁	符兴源	洪 艳
邱 松	李跃进	苏卫国	赵知英	江 南	冯 敏
陈立伟	朱红军	周红霞	马 建	汪惠宾	谢小燕
万 芳	朱桂侠	周 越	刘一进	付 强	薛 瑶

图书策划 欧 剑 薛 健

图片摄影 薛 健

法律顾问 刘梦林



薛 健

薛健环境艺术设计研究所主持人,教授、著名设计师,中国环境艺术设计专业的开拓者及学术带头人之一。兼任中国矿业大学艺术设计学院教授、山东建筑大学艺术设计学院客座教授。

20世纪80年代以来,长期从事建筑和环境艺术理论与实践的研究,充分发挥自己长期身处设计、施工第一线的实践经验,并及时总结、深入分析研究,取得了丰富成果。特别是在设计与应用、材料与构造和作法等方面具有独特建树,创新了多项施工作法。2000年以来,开始关注和探索研究中国与欧美环境设计的比较研究。先后六次出国,考察了21个国家,出版多部介绍欧美、澳洲设计发展状况和最新设计作品的专著。近年来,在设计、施工、科研和教学等方面拥有诸多成果,在解决当前设计教育脱离实际问题以及设计、科研、教学相互关系和有机结合等方面上成效显著。

主要设计作品:北京长城饭店分店室内外设计、北京亚运村宾馆室内设计及园林设计、中国国际贸易中心商场室内设计、南京金谷大厦室内设计、江苏银河乐园环境设计、江苏副食品大楼室内外设计、北京紫竹宾馆室内及园林设计、北京光大购物商场室内设计。此外,还主持或参与了雾灵山森林公园园林设计、北京云岫山庄古建筑装修及庭园设计和多个大型住宅区的环境设计等大型项目。

主要著作:《装饰装修设计全书》、《室内外设计资料集》、《装修设计与施工手册》、《易经精舍》、《景观建筑》、《国外室内外环境设计丛书》、《世界园林、建筑与景观丛书》和《景观与环境设计》等。



毛培琳

北京林业大学园林学院教授、博士生导师。兼任浙江林学院教授和北京大学城市与环境系博士生导师。长期从事园林工程方面的教学和科研工作。特别是在自控喷泉的研究开发和GRC假山造景工程研究方面,成绩突出。

教学方面:参加教学、教材编审工作,研究和制作了多种演示教具,在教学中发挥了较好的作用,教学效果良好。1993年获北京市优秀教师称号。

科研方面:从事自控喷泉的研究工作,1987年《自控多变花型喷泉》获林业部科技进步三等奖。1997年《GRC假山造景工程研究》获林业部科技进步二等奖。

主要著作:《喷泉设计》、《园林铺地》、《水景设计》、《园林铺地设计》、《装饰装修设计全书》、《室内外设计资料集》等。

前言

中国经济的发展促进了设计的进步。设计作为新兴行业的兴起得益于 20 世纪 80 年代的改革开放。追溯历史,从西方到中国,“设计”的演变可以看出其自身的发展和社会的认知度:美术—工艺美术—商业美术—美术设计—艺术设计—设计。从工艺美术到设计概念的转化在 20 世纪经历了繁杂并混沌的过程。除建筑设计外,室内设计也经历了从室内装饰—室内设计—环境艺术的演变:20 世纪 90 年代初,现代景观设计的引入,使传统意义上的园林设计陷入尴尬。

实践证明,在没有弄清环境艺术和景观设计的真正内涵和找准在中国的对应学科之前,就仓促引入,以至于引入后又被不恰当地滥用,导致对环境艺术和景观设计的理解出现混乱,并在业内引发无休止的争论。根据著名环境艺术理论家多伯(Richard P. Dober)对环境艺术比较全面、准确的定义,环境艺术“作为一种艺术,它比建筑艺术更巨大,比规划更广泛,比工程更富有感情。这是一种重实效的艺术,早已被传统所瞩目的艺术。环境艺术的实践与人影响其周围环境功能的能力,赋予环境视觉次序的能力,以及提高人类居住环境质量和装饰水平的能力是紧密地联系在一起的。”尽管多伯声言这只是从艺术角度讲的,是“作为艺术的环境艺术定义”,但它的核心应是人与周围、人类生活环境和活动场所相互作用的艺术。由此可见,环境艺术是一种场所艺术、关系艺术、对话艺术和生态艺术。包括城市规划、城市设计、建筑设计、室内设计、城雕、壁画和小品等都属于环境艺术范畴。

遗憾的是,环境艺术首次被国内引入使用竟是在室内设计专业。上世纪 80 年代末,清华大学美术学院(原中央工艺美术学院)室内设计系为赶时髦,将系名由定义准确、内涵清晰的“室内设计”改成了内容广泛的“环境艺术设计”,而其原有课程设置丝毫没变。一时间,全国众多设计院校步其后尘、纷纷效法。改名称成了时尚,一阵风似的,很少有人冷静思考。加之环境艺术又常常被简称为“环艺”,以致有许多学生毕业了出去找工作,人家总要问:你们学环艺的是干什么的呀?有的甚至问:你们是搞环保的吗?

景观设计的引入与中国传统的风景园林设计直接碰撞和冲突。自从 1998 年北京大学开设“景观设计”专业以来,景观建筑或景观学这个专业已经在许多学校成立。据说是 Landscape Architecture(简称 LA)的对口,我们在此且不论其汉译名称是否准确,单就“景观设计”专业引入后所开设的课程看,与中国原有的风景园林专业相同的多、区别的少。而景观所涵盖的设计内容又很难界定,以至于学术界就其名称及与风景园林的关系争论不休,分歧甚大。其实,人们常将景观设计称为现代景观设计,以区别于传统园林。这个由西方引入的新兴学科确实带给我们许多变化:首先是观念上的,相对传统园林来说,现代景观设计更具有宏观的、生态的观念,强调构成、文脉和民众的参与等等;在设计创作方法上,具有清晰的创意—布局—空间—构图的设计路线和区域—边界—路线—节点的思维方式;表现技法多用马克笔、油画棒和 CAD 的表现方法;表现材料更倾向于金属、玻璃、拉膜、塑料等现代材料和木材、岩石、黏土、乡土植物等原始材料的大量使用,以及反映现代科技的声、光、水、电技术的广泛应用等等;所有这一切又都参杂着现代西方流行过的结构的、解构的、极简的、高技等流派和主义,为景观设计,特别是城市景观设计提供了广泛的创造性。

面对时尚的、现代色彩浓厚的景观设计,曾经创造过世界最高水平的中国传统园林,越来越不适应社会实践发展的需要,显得有些老气横秋。中国的风景园林需要在广泛地汲取世界各地文化精华后,抓住中国经济、文化长时间高速发展的罕有机遇,开创出景观建设的一片新天地。有学者认为是“唯审美”论,主观上限制了中国风景园林学科的发展,因为风景园林设计专注于人居环境中的以审美为主要目的的规划,使园林成为营造风景的艺术,局限在构筑“景色”、“景物”和“风景”之类的追求“艺术”和“美化”表象层面上,而没有致力于改善人居环境。在强调生态、环保和新技术应用的今天,中国的风景园林确实不具有生态性、生物多样性,也无法用环保的科学标准或科技的先进性来衡量。

然而,现代景观设计在处理城市环境时存在明显的不足,景观设计师接到工程后,设计方案通常在设计室里构想和表现,即使去现场往往也是走马观花,偏好新奇的创意、精致的平面构图和漂亮的技法表现。而不是像中国传

统造园那样讲求实地踏勘(叫作“相地”),纸上表现只是整个设计过程的最后一步,因而设计者多在现实空间中发挥想象,把心思放在营建的本质内容上,比如何处应高,何处要低,何处可凭,何处可借。宜亭则亭,宜榭则榭,这叫作“立基”。接下来则是在现场进行更深入的观察和构思,例如如何做到步移景异,如何互为因借,如何起承转合,如何组织旷奥变化等。构思细微到将厅堂、掇山、铺地、栽花、种树、题词、作赋等事项贯穿其中,形成一个有机整体。有着“人性”、“生态”标签的现代景观设计,构筑的大量城市绿地、广场并不尽如人意,为了表现“新奇”和“生态”,硬是在城市公园或道路两旁种上芦苇和野草,有时不惜把优美的缓坡改造成大规模的平台和阶梯。设计大广场更离谱,我所在的城市修建的市中心大广场,完全是大连的克隆版,十几公顷的广场上竟见不到一棵能为市民遮雪蔽日的树,据说是为了景观的需要,白天空无一人,成了名副其实的市民“晨练广场”。后来又不得不在广场上补栽树木,但由于最初的方案设计没有考虑树木的布置,因而即使补栽也显得极为勉强。人类之所以要在各领域持续不断地发展,是因为它们仍有需要完善的地方。比较而言,观赏园艺失却了空间,传统园林失却了生态,景观设计失却了生命,环境艺术失却了科学,城市设计失却了文化,国土规划失却了艺术。

于是,有人提出将园林、景观和环境三学科结合起来,这样就能扬各学科之所长,或一主一辅,为主的一方对应于完整的 LA 学科,为辅的一方对应于 LA 学科的一个局部。实际上,当专家学者还在喋喋不休地争论时,社会早就根据大众的理解将这些名称组合起来并广泛使用了,“园林景观”、“环境景观”、“园林环境”、“景观环境”等叫法见诸专业报刊、杂志、书籍和网站。知识产权出版社与薛健环境艺术设计研究所共同策划的这套大型资料集系列,内容涉及园林、景观、环境艺术和公共艺术领域,故将丛书名定为《园林与景观设计资料集》。

组建于 20 世纪 80 年代末的薛健环境艺术设计研究所,是中国第一批成立的、真正致力于环境艺术设计与研究的民营研究所,现已成为中国最具影响力的民营设计研究机构之一。20 年来,主持设计并施工完成了数十项大型工程,部分被评为优质工程和样板工程。与国内一般的设计院和设计施工公司不同的是,薛健环境艺术设计研究所采取设计、施工、科研与教学相互穿插、有机结合的方式,从自己设计施工第一线的实践中及时总结、系统分析并作深入研究,取得了丰富的成果。《园林与景观设计资料集》丛书的出版是研究所在城市公园、绿地广场、住宅区、城市街区、环境设施和建筑小品等方面的设计和研究总结。

为使该资料集丛书的内容更全面、丰富,而且信息量更大、资料性更强,我们组织了清华大学、北京林业大学、中南林业学院、深圳大学、北京建筑工程学院、山东建筑大学和中国矿业大学等八所院校,以及部分设计院所和设计公司的几十位专家学者,共同倾注心血编写完成。该资料集丛书包括《城市空间与景观设计》、《水体与水景设计》、《园林道路设计与铺装》、《人性化设施与景观标志》、《园林空间与绿化设计》、《景观建筑与景观雕塑》、《光环境与照明》和《护岸与亲水设计》共八本,预计每年出两本。

《水体与水景设计》一书,由薛健环境艺术设计研究所与北京林业大学联合编写,薛健担任主编,毛培琳担任副主编。各章节编写分工如下:第 1 章,第 2 章,第 3 章,第 4 章,第 5 章第 3 节,第 6 章第 2 节和第 7 章由薛健编写;第 5 章第 1、2 节,第 6 章第 1、3、4、5、6、7、8 节由毛培琳编写;第 8 章由刘晓明编写。本书彩色图片除署名者外,均由薛健拍摄。

由于资料集丛书工程巨大,涉及面又广,加之时间仓促,肯定会有疏漏和错误,真诚希望广大读者、有关专家和同仁予以指正,以便今后再版时进一步修订。

薛 健

写于 2007 年初春

目 录

1 园林景观理水的艺术手法与设计原则

概述

基本概念

生命与水

生活与水

愉悦之水

水的特性及状态

水的特性

水的可塑性

水的状态

水体生态系统

水与自然生态系统

水与自然生态系统的进化

水与人类生态系统

水体生态与水环境

水景设计类型及分类

按水体状态和功能分类

按水形及风格分类

设计依据与设计原则

科学依据

功能合理、社会需要

经济适用原则

可持续原则

水景设计程序及方法

水景设计程序及方法

水景设计目标及评价方式

水景的意境

水性生情

借自然之形

意境的创造

水景游赏及游戏形式

静水的游赏形式

流水的游赏形式

喷水的游赏形式

落水的游赏形式

形、声、光、色的艺术手法

形——动、静水体的形态

1

声——水的音响

19

光——光与影的艺术

20

1

色——为水体带来生机与绚丽

23

地面水体划分及水环境质量标准

26

1

水体的功能划分

26

1

水环境质量标准

26

1

水环境治理与修复方法

30

2

湖泊、水库、池塘水环境修复

30

2

河流、水渠水环境修复

40

2

2 湖泊静水景观与工程设计

46

3

景观特征与类型

46

3

湖泊的概念与景观特征

46

4

湖泊的类型及分类

46

5

世界著名湖泊

47

7

我国著名湖泊(部分)

47

7

世界主要湖泊(面积大于 5000km² 者)

48

7

湖泊的水形

8

大型湖泊、水库中的几种典型水形

49

8

城市园林景观湖泊典型水形

50

8

湖泊水库工程安全设计

53

8

基本资料的收集

53

8

集水面积的计算

53

8

库容计算

53

9

降雨量

54

9

地形与地质

54

10

防洪设计

55

10

湖泊的工程设计及施工

57

10

基址对土壤的要求

57

10

湖(池)土方量的计算

57

11

水面蒸发量的测定和估算

57

11

渗漏损失

57

11

湖(池)底的做法

57

13

驳岸与护坡

58

14

实例

65

15

大型水体、水景

65

15

中小水面的水体、水景

72

3 河渠、水溪的流水景观与工程设计	83	瀑布设计	168
流水概论	83	实例	173
河流基本概念	83	跌水	179
流水地貌	83	自然的启示	179
河流、水渠设计	87	人工跌水设计	180
流水空间塑造与设计	87	跌泉构造	181
河流水力稳定性设计	90	实例	182
河渠实例	92	滚槛	186
大型河流	92	滚槛设计及构造	186
中小型河渠	97	实例	189
园林小溪和溪流	104	6 喷泉的景观设计与工程做法	191
自然的启示	104	自然的启示	191
小溪的模式	105	泉的分类及成因	191
小溪的水力计算	107	天然涌泉吸引人的因素	192
小溪护岸	109	天下“六大”泉	193
曲水流觞	111	中国著名的天然泉	193
小溪实例	113	天然水态的再现	197
规则式小溪	113	历史演进	200
自然式小溪	115	国外喷泉景观技术的发展	200
混合式小溪	119	中国喷泉简述	205
4 园林小水面与景观池塘	121	喷泉的布置设计	207
概述	121	喷泉系统布置原理	207
小水面与池塘的环境意义	121	喷泉的水源及给排水方式	207
自然的启示	121	喷泉水姿的基本形式	208
园林小水面	125	喷泉的环境关系	214
私家园林小水面	125	常用喷头及其喷水造型	215
公园、庭园小水面	128	喷头概说	215
园林大、小水面的环境关系	133	常用喷头的类型、构造及其喷水造型	215
岸边自然山石的叠石及池底做法	134	自控喷泉	227
园林水庭	135	喷泉的自控设备	227
庭的性质及类型	135	几种类型的自控泉	230
水庭设计	135	喷泉管路设计及管道布置	233
园林小水池	143	喷泉的水力计算	233
小池与潭	143	溢水流量计算	235
花园微型水池	145	配水管网的计算	236
实例	154	喷泉的管道布置、管材以及附件	243
自然式	154	喷泉光环境与照明	246
规则式	159	喷泉照明的特点	246
混合式	164	喷泉照明的种类	246
5 落水景观与工程设计	165	喷泉照明设计要点	247
瀑布	165	喷泉照明的手法	248
自然的启示	165	水下照明灯具的种类与选择	248
		喷水池设计与做法	250
		喷水池的设计要点	250
		喷水池的构造与做法	255

儿童水游戏场和喷泉池	256	商务宾馆泳池	277
		乡间别墅式宾馆泳池	277
7 景观泳池	257	度假村泳池	278
泳池及其分类	257	室外园林式泳池	279
常规泳池与景观泳池	257	室外园林式泳池的功能特征	279
泳池的分类	257	景观特征	279
平面布置及池形	259	功能与环境的规划	279
泳池布置及水池类型	259	泳池设计	280
实例	259	泳池设施及装饰	283
泳池尺度及标准做法	261	实例	285
规则式泳池标准尺寸	261	8 水体、水景中的水生植物	291
可移动池底	261	概述	291
各类泳池纵剖面及其尺度	262	莲花及水莲类的水生植物	291
浅水池及其尺度	263	池边植物	291
不同时段泳池水域功能划分	264	水下植物(生产氧气的植物)	291
泳池的池边设计与做法	264	喜欢潮湿的植物和泥潭植物	292
休闲、娱乐泳池	266	常用水生植物表	293
休闲娱乐泳池概念	266	水生植物品种	294
休闲娱乐泳池的特点	266	睡莲	294
休闲娱乐泳池与常规泳池关系	266	水边植物	301
休闲化常规泳池	267	喜湿植物	309
设计要素	267	漂浮类植物	311
水面积和深度	267	水下造氧植物	312
水滑梯	269	水生植物的种植	314
宾馆、度假村泳池	275	种植方法	314
泳池与宾馆的关系	275	植物的选择和方排	316
典型的宾馆泳池布置设计	275	植物的芬芳	316
室内泳池	275	主要参考书目	320
室外泳池	276		
游览宾馆泳池	277		

一、基本概念

水体有两种含意:一般是指江河、湖泊、水库和池塘中的容积水域;而在环境设计和环境科学中则把水体当作包括水中的水生植物、悬浮物、底泥及堤岸树木、建筑物和相关设施等的完整环境系统和生态系统来看待。水景更多地强调景观和园林效果,侧重于人工制作的水环境及相关设施、景观等,例如城市公园、绿地和住宅区中的湖塘、水池、水渠、小溪、喷泉及瀑布等。

二、生命与水

水是孕育生命的摇篮,人类具有亲水的天性。人体的65%是由水构成的,而且人体内大多数生化反应都离不开水,因此,可以说水是生命的核心,见图1。当一个人断绝食物时可以生活几个星期,如果没有水他仅可维持几天,夏季甚至更短。长期以来,水对于人类的生存是极为重要的,远古时代的人类,就是择湖畔、河边和山林小溪傍依水而居。中国的黄河和长江、巴比伦的幼发拉底河和底格里斯河、埃及的尼罗河以及印度的恒河成为四大文明古国先民繁衍生息的母亲河,不仅提供饮用、灌溉之水,而且成为农耕社会人们交通与交流的纽带和娱乐的场所。

三、生活与水

人们需要水,就像需要空气、阳光、食物和栖身之地一样。

水是工农业生产之必需,是人们生活之必需,是人类维持生命之必需。因此,最早的城镇建筑依水系而发展,商业贸易依水系而繁荣;今天,水仍是决定一个城市发展的重要因素。

水对于改善环境卫生和医疗保健具有一定的影响——水能减少空气中的尘埃,增加空气的湿度,降低空气的温度。水珠与空气中的分子撞击能产生大量的负氧离子,被誉为“空气保健素”。各种矿泉水具有医疗的特殊作用。而听泉水叮咚、潺潺流水,看湖光水色或大海波涛,都能使人身心畅快,有宁神安眠之功。

对现代社会的人们来说,水不仅仅能够满足他们最基本的生活需求,还成为他们提高生活舒适度、进行娱乐和健身的必不可少的东西。水的流动、溅起的水花和水的声音,都会深深地吸引我们,比如,当我们行进在丛林或山地中,叮咚的溪水、波光粼粼的水塘或是远处瀑布的轰鸣声,都会像磁铁一样让我们改变前进的方向。这就是为什么任何形式的水体都会吸引人们,为什么任何时候的水体都让人着迷的原因,见图2~图4。

四、愉悦之水

人类的祖先很早就知道水的娱乐功能,并开始充分利用。殷商时期甲骨文上的象形文字就有“浴”、“澡”和“洗”等的原始记载;“泗水”一词的“泗”字始见于公元前1066~249年的春秋战国时期。《列子》曰:“习于水、勇于泗。”《山海经》曰:“大荒之中有渊,……南旁名曰纵渊,舜之所浴也。”说明舜帝常在旷野水中洗浴。夏开始就有浴器的制造,洗浴也从自然水体中移到了室内。公元前的青铜器“燕乐渔猎攻战图壶”就有如今日的自由泳或侧泳姿势的情景,是迄今发现的人类最早的游泳姿势。人类亲水娱乐的历史是从洗澡发展为“泗水”的,这与古罗马、埃及和巴比伦传说中游泳起源于“沐浴”的说法是相吻合的。

伊特鲁里亚的古墓壁画以及在巴比伦、埃及和欧洲等地的古代

遗迹考古发掘,证明浴室在以上古代文明中已有4500年的历史了。会游泳,在古希腊被认为是具有身份的象征,同时代的古罗马人也沉迷于游泳和洗浴之中。保留至今的古罗马浴池的数量之多和规模之大足以表明公共浴室作为社交场所在古代文明中的重要地位,帝国时期,浴池男女混用,洗浴与娱乐、社交紧密联系在一起。古罗马的贵族小姐和贵妇人佩戴首饰,一边沐浴,一边款待客人。

水具有特殊的魅力。波光晶莹、色彩缤纷的水能发出悦耳的音响,在水上还能从事项目众多的娱乐活动,如划船、游泳、垂钓、漂游和冲浪等。因此,人类本能地喜爱水、接近水、触摸水。水对老人、青年和孩童同样都有着不可抗拒的魔力,图5描绘出成人和孩子在浅水泳池中尽情欢乐的场景,对水的娱乐性表现得淋漓尽致。



1 雨水、露水、雨雾和喷灌的滋润使植物生机勃勃



2 山溪落水形成诱人动势,吸引孩子们不顾危险,攀岩接近寻找刺激



3 发现叮咚泉水,忘却了登山行程



4 潺潺的流水,引人注目,让人身心畅快



5 现代文明的城市,应更多关注人的娱乐需求,提供休闲和娱乐设施。图为游人在城市广场浅泳池中尽情玩耍、戏水

一、水的特性

水是孕育生命的摇篮,人类具有亲水的天性。水不仅具有晶莹剔透、既柔媚又强韧的自然特质,而且还最富有融合性,能适应任何环境的变化和根据各种形态储器的不同而改变自己的形状。清代汤贻汾在解析水在自然景观的特性时写道:“水性至柔,是瀑必劲。水性至动,是潭必定。江海无风也波,溪涧有纹亦静”(《画筌析览》)。

由此可见,水无常态,非定型,变化万千,有着刚柔相济、动静结合的特性。

二、水的可塑性

水是无色、无味的液体,水本身无固定的形状,水的形状由容器的形状所造就。丰富多彩的水态,取决于容器的大小、形状、色彩和质地。从这个意义上讲园林理水设计实际上是设计一个“容器”。

三、水的状态

由于水受到地球引力的作用,或相对静止,或运动。因此水可以分为静水和动水两类。

1. 静水 静水是指园林中成片状汇集的水面。它常以湖、塘、池等形式出现。静水是无色而透明的。安详、朴实是静水的主要特点,它能反映出周围物象的倒影,这又赋予静水以特殊的景观,给人以丰富的想象。

静水宁静、安详,它能忠实地、形象地反映周围的景物,给人以轻松、温和的享受,见图1。



1 凡尔赛御苑小园林区的镜池,设计者巧妙利用地形地势,加上水池的位置及池岸坡度的因素,即使有风徐来,一泓绿水仍平静如镜

2. 动水 水因其不断变化而表现出无穷的迷人魅力,我们经常能看到发生在身边的动水景象。山雨欲来之际,水气不断凝集成云,美丽的积云预示着一场暴雨的来临。有时候雷雨突如其来,有时候狂风卷动着乌云铺天盖地向我们倾来。噼噼啪啪,展现出“大珠小珠落玉盘”的景象,见图2。



2 这幅图片展示了暴雨中步履匆匆的过桥人,图中无数雨珠形成的短斜线形成了整个空间的动态水景。加上小桥流水和红色雨伞,使景象更富有诗意

此外,动态水景明快、活泼、多姿和富有激情,声形兼备,多以声为主,形态也十分丰富,因而,动水又被称为激情之水,见图3~图6。

景观动水中,潺潺流水,逗人喜爱;波光晶莹、色彩缤纷,令人欢快;喷射变化的水花令人兴奋、激动;瀑布轰鸣,使人冲动激昂。因此,从这个意义上讲,水的设计是情绪和趣味的的设计。



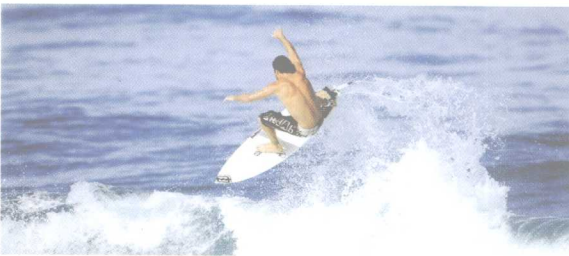
3 陡落之水,水花飞溅,具有冲动激昂之势



4 急流中的叠水和落瀑,具有激情澎湃之势



5 山谷中的激水溪流咆哮而下,一路欢歌



6 到湖海浪涛中戏水,弄潮儿激情澎湃,勇于挑战

一、水与自然生态系统

水是生态系统的命脉,地球上动物、植物和微生物生存活动的圈层称为生物圈。据测算,生物圈中生物水的总量约为 1120km^3 。在生物圈中,自然生态系统是在一定的空间内由生物—化学—物理学活动所组成的,是物质—能量—信息相互依存和作用的一个整体系统。在地球上,生态系统可分为生命系统和环境系统,进一步又可分为生产者、消费者、分解者和环境要素四个基本成分,而人是其中的高级消费者,见图[1]。

在自然生态系统中,太阳能是地球表面自然生态系统的原动力,土壤是自然生态系统的载体,亦是其生存和进化的场所,而水则是自然生态系统的介质和其赖以生存的“血液”。太阳辐射为地球提供了一种连续流能量,太阳能不仅提供了生态系统光合过程的能量,而且驱动了水在生态系统的转化。流动的水被太阳能蒸发,通过气候输送和凝结,水汽转化液体状态的水,形成降雨并进入陆地生态系统。因此,水体在太阳能和地球引力的驱动作用下,不断循环转化和迁移。所谓的卡诺(Carnot)循环,就是指水在液态流动和渗透、气态蒸发漂移和固态冰雪融化等典型的热力学上的循环过程,见图[2]。

自然生态系统通过光合作用,将太阳能转化为生物化学能量形式,是更高级生命形式生存和进化的基础,因此,光合作用被认为是地球上最重要的生产过程。在自然生态系统中,各种能量转换过程(包括光合作用)是受热力学定律支配的。这就说明太阳辐射能量的转化效率是有限的。除仅有的 $0.12\%(3.1 \times 10^{21}\text{J})$; 0.03% 在陆地, 0.07% 在海洋)被用来支持地球上的生命,其他部分都被高空大气层和地球表面反射出去了。就是这一小部分却是人类年能量消耗量的10倍,而实际上,生产者也只利用了辐射到地球表面太阳能中的极小部分,并靠其维持着整个地球上的生态系统。各种物种的光合效率是不同的,但却基本上处在同一个数量级。而动物从食物中能量同化效率在 $70\% \sim 100\%$ 之间,见表1。

不同类型的生物对于同化能量的分配与利用是各异的。例如,植物将同化吸收能量的 40% 用于呼吸, 60% 用于生长;肉食动物相反,将 65% 的能量用于呼吸,仅用 35% 的能量用于自身生长。人类是地球上自然生态系统中最高级的动物,能够利用自然生态中各个组成部分,但归根结底,其能量还是来自太阳。

二、水与自然生态系统的进化

生态系统是“活”的系统,为了自身的生存,也倾向于保留足够的“水”。但是,生态系统涵养截流水的能力与生态系统本身生长的成熟度密切相关。其生长和发展的形态受热力学理论的支配,其发展成熟时表现为多样化和复杂的结构,可以提高能量吸收利用的效率,并以一种系统地增加耗散进来的太阳能的能力的方式在发展,通过应用热红外多谱仪技术来评价陆地生态系统的能量流或能量耗散水平。不同类型生态系统的红外分析见表2。

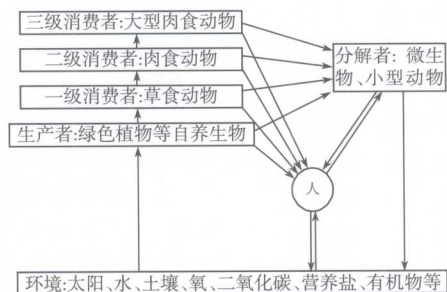
为了便于理解,从宏观层面上可以将自然生态系统抽象为覆盖在地球陆地表面的一层“活”的生态膜。其功能主要是吸收转化太阳能,各种组分在其中生生死死、循环往复,将太阳能转化耗散为各种形式的能量。不同类型的生态膜对太阳能吸收程度的比较见表3。成熟的自然生态系统能够有效涵养净化水源和保护土壤。

研究表明,树冠可以截留 $15\% \sim 30\%$ 的降雨,但截留的多少取决于树种、郁闭度、覆盖层和降雨量等多种因素。比较成熟的树林,有 $5\% \sim 10\%$ 的水分从林内蒸发, $50\% \sim 80\%$ 被林下枯枝落叶层吸收和渗入土壤,只有 10% 以下的降雨形成溪流。因此,地面森林生态系统能够减少地表降雨径流,阻止对土壤的冲刷,避免形成洪水。

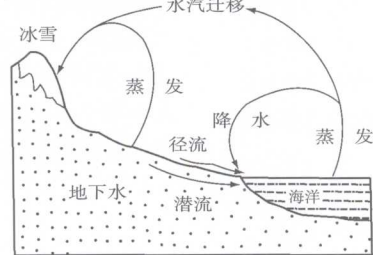
目前,我国森林覆盖率远远低于世界平均水平,而且结构不合理,这就意味着我国自然和景观水体及土壤处于脆弱的环境中,极易受到破坏。深入理解和掌握水与自然生态系统的关系、具体方式和作用及其定量

关系具有重要的意义。

水汽循环过程为各种化学反应的发生和生命的进化提供了条件。水是优良的溶剂,而且具有极性,能够发生离解,这种离解水像弱酸,氢离子浓度为 10^{-7}mol/L (20°C)。这种特性能够使得各种各样的晶格离子离解为带离子。水离解后形成的氧气被释放到环境中,相反进行的生物过程称为生物呼吸。生物呼吸释放能量,水重新被形成。



1 地球自然生态系统示意图



2 水汽循环示意图

各种有机体的能量同化效率

表 1

有机体	能量同化效率	有机体	能量同化效率
鱼	食物的 85%	人	食物的 75%
蛇	食物的 89%		

不同类型生态系统的红外分析

表 2

项目名称	采石场	采伐现场	人工植被	天然森林	400年古老森林
太阳辐射能量 K	718	799	854	895	1005
净长波反射能 L	273	281	124	124	95
净转化能量 R	445	517	730	771	830
表面温度 $T(^{\circ}\text{C})$	50.7	51.8	29.9	29.4	24.7
能量吸收百分比 $R/K(\%)$	62	65	85	86	90

不同类型的生态膜对太阳能吸收程度的比较

表 3

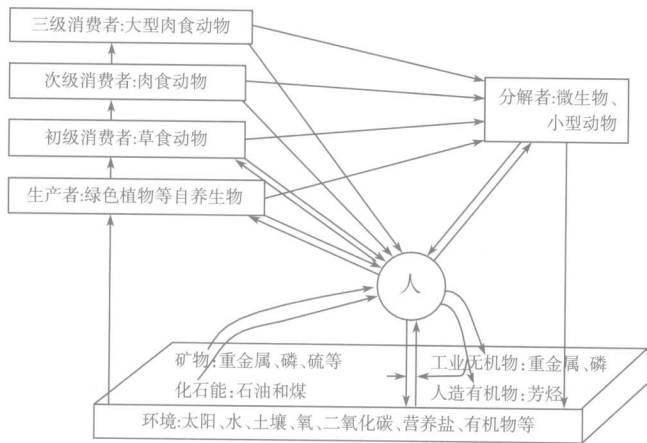
地 区	表面能量吸收 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	长波 能量($\%$)	可探测热流 通量比例($\%$)	蒸发($\%$)
巴西亚马逊流域	184.7	17	15	70
美国中东部	220.2	18	19	61
亚洲混合林地	223.4	24	26	50
撒哈拉沙漠	202	41	56	2

注 表中所示参数,是日本佐藤在夏季测算了地球上4个地区生态系统约50d内平均表面能量流所得:①亚马孙流域均匀覆盖的雨林;②美国中东部地区(庄稼地、草地和一些混合林);③亚洲混合的热带雨林森林、庄稼地和沙漠;④撒哈拉沙漠。实验数据来自卫星地球辐射实验和地球气候模型。

三、水与人类生态系统

1. 工业、城市化与水环境污染 地球上的人类进化速度,远远快于自然生态系统的进化,今天,我们人类已经从原始社会进化到高度发达的信息社会。在以体力劳动为主的原始社会中,人的体力还是来自食物消化产生的能量或是借助被驯化的动物的体力,因而,其对自然生态系统所产生的影响还是极为有限的。

然而,在人类发现了化石能量和发明了机器进入工业化社会后,人类的活动开始对地球自然生态产生根本性的影响。人类合成了自然界原本没有的各种有机物质和材料,并利用现代工业技术对传统的农业和牧业进行了彻底的改造,发展出了独立于自然生态的现代农业和牧业。被改造了的地球自然生态系统开始影响人类社会的发展和生存。人类大规模的开发活动正在不可逆转地破坏地球环境和自然生态内在运转规律,进而影响人类自身的生存条件。现代社会作用下的自然生态系统见图[3]。



3 现代社会作用下的自然生态系统

现代工业化社会对水环境的影响是惊人的,有污染物在固定地点连续排放的“点源”;有分散的非定点连续排放污染的所谓“城市面源”;还有工业区和城市密集闹市区产生大量大气污染物随雨水进入陆地水体的所谓“大气沉降”。特别是发达的现代都市,建筑和道路密集使得不透水面积的比例高达80%以上,且降水无法渗入地面,冲刷城市地表和建筑物后成为污水,除少量蒸发被截流外,大部分通过地下水管道系统排入自然水环境,加重了

水体的污染,见图[4]。

为了减少污染,应提倡清洁生产和绿色消费。尽管发达国家广泛开展了环境保护活动,并不断地提高物质的循环使用比例,其生产和消费规模仍在不断扩大。而发展中国家,由于发展过程的不成熟性,对于各种物质和能量的利用率比发达国家低,因此往往产生更严重的污染。

2. 农牧业与水环境

污染 现代化的来临使农牧业的效率得到大幅度的提高,但现代化的农业和牧业也对自然水环境产生了深远的影响。其影响甚至超过现代工业对自然和景观水环境的影响。工业过程和产品可以被限在一定的范围内,其产生的污染物也较容易收集和集中处置,而农牧业活动量大面广,并且直接影响整个自然生态系统。比如长

江发源地及流域区的农牧业活动,影响到整个长江及支流和湖泊的水环境。

农牧业污染是一个分散的环境污染物排放过程,不能采用常规的处理方法,属于非点源污染或者面源污染。污染包括农业施肥、农药、大气沉降和养殖动物排泄等。面源污染分为溶解态和吸附态两种形式。在不同类型的土壤和农业区域,两种形态的比例相差很大,见表4。

农、林、牧三种不同类型生态膜的对

地表径流中溶解态和吸附态的氮和磷比例

表4

项 目 形 态	氮 的 总 量		磷的总量	
	溶解态(%)	吸附态(%)	溶解态(%)	吸附态(%)
闲地	2.3	97.7	0.6	99.4
玉米(连续耕种)	3.1	96.9	2.2	97.8
玉米(轮种)	3.3	96.7	2.7	97.3
燕麦(轮种)	11.0	89.0	4.6	95.4
牧草(轮种)	97.8	2.2	97.1	2.9



4 以往清澈迷人的北京万泉河,在20世纪80年代以后逐渐被污染,水质混浊,污物漂浮

比分析显示,果农从果林中收获水果而并不破坏果林即生态膜;牧民从草地放牧中收获牛羊,但过度放牧将破坏草地生态膜,导致水土流失;而农民每次收获粮食都伴随着对秸秆的清除和对土地的翻耕。而翻耕时的氮磷流失率可能是草地的10倍甚至数百倍,加上农田化肥过量施用导致超过50%的化肥流失,因而,农业正成为影响我国生态环境的主要污染源,是造成湖泊等水环境富营养化的根本原因。据监测和统计,我国农业污染对水体的影响已经超过工业和城市系统,成为我国和地球上最大的污染源。



5 由湄南河放射出的条条水渠小河,密如蛛网,编织出“东方水都”曼谷纵横交错的田园水系,也孕育出独具风情的水乡。在工业、城市系统特别是郊区农业污染的多重戕害下,美丽的小桥流水变成了黑水沟

四、水体生态与水环境

水体作为地球生态水圈的重要组成部分,是以相对稳定的陆地为边界的天然水域,包括海洋水体和陆地水体。海洋水体由海和洋组成,陆地水体则包括河流、湖泊、堰塘、水库、泉和溪等地表水体,以及地下水体。水体生态系统就是把水体看作完整的生态系统,具有水的栖息地,当然还包括水中的悬浮物质、溶解物质、底泥和水生生物等。

与海洋和陆地生态系统相比,淡水生态系统虽然只占地球表面很小的部分,但却对人类具有重要的作用和影响。它是生活和工农业生产用水的主要来源。另一方面,在水文循环中,淡水系统起着重要作用。通过水体的自然净化作用,淡水生态系统对人类生存环境起到废毒物处理系统的作用,同时,园林景观所指的水景主要是淡水水体,因而,它的生态状况如何将直接影响和决定水景的命运。

1. 水环境 本节所讲的水环境主要指淡水环境,根据淡水栖息或生境状态不同,又分为静水生态系统和流水生态系统。静水生态系统包括湖泊、水库、沼泽和池塘,流水生态系统主要包括江河、溪流和井泉等。这些不同的淡水系统在地表往往彼此为邻,如池塘与泉水,江河与湖泊,溪流和水库等,或者相互联系,或者相互作用。

溪流和江河随其长度和大小不同,而具有很大差异,并且在不同区段有着不同的特征。一般来说,愈接近河流入海口,其结果是水流速度降低,溶解氧减少;河流经过其流域时水量因积累而增加,河溪能量变小,悬浮物质沉积,河床由细小的颗粒和淤泥构成;河床因大量的河水侵蚀出更宽的河道,并变得十分平缓;人类活动的影响增加,使许多河流经过农田、城市地区和工业区,从而汇集了来自这些区域的径流水、处理过的污水和其他水流,导致河流有机物含量增加,使河流出现富营养化。天津海河和流经苏北的故黄河就是如此。

湖泊和池塘中无水流或水流极小,从而造成水体按温度和化学组成不同层次,即垂直成层性。表层有光照的、温暖的湖水,如下层无光照的、温度较低的湖水密度大,而密度的差异阻止了上下层的混合。一般来说,往下深度每增加 1m,湖水温度约下降 1℃。很深的湖泊只在浅表受到干扰,深层几乎是恒定不变的。在较浅的湖泊中,夏季表层水温变暖时其上下层次静止不变。秋季来临,表层湖水开始变凉,然后下沉,取代下层较温暖的湖水,养分得到补充,氧随上下湖水的循环混合进水中。在冬季,由于温度低于 4℃,表层湖水密度小于下层,湖水只在表层飘动。到了春季,随着表层水温升高,上下湖水再一次交换,此时,整个水体养分和溶解氧充足。随着季节的交换和推移,湖水的成层性在不断加强。

2. 淡水生物群落 根据生活方式或生活习性,淡水生物群落可分为底栖、附生、浮游、自游和漂浮等 5 类生物。底栖生物生活在水体的底部或在水底沉积物中,如蛤、蚌和蜗牛;附生物附着在其他生物体上;浮游生物是水流中漂浮的生物,不能逆流运动,如一些藻类;自游生物能在水中随意游动,如鱼类、两栖类和昆虫等,见图[6];而漂浮生物只能在水体表面栖息或游动。

淡水生境中,藻类是最主要的生产者,其次是水生种子植物。



6 淡水中的鱼类

淡水生态系统的消费者主要有软体动物、水生昆虫、甲壳动物和鱼类。其他次要生物的生物量较小,如环节动物、轮虫类、原生动物和蠕虫等。还原者是腐生生物的细菌和真菌,在未污染的水体中其数量较少。

(1) 静水生态系统 静水生态系统由沿岸向中心,通常有 3 个明显的带:光线能透到底部的浅水区为沿岸带;达到有效光线透射深度的开阔水面为湖沼带;有效光透射深度之下的底层深水区为深水带。透光带是指整个有光照的水层,包括沿岸带和湖沼带。沿岸带的生产者有有根的植物或底栖生物,浮游或飘浮生物主要是硅藻、绿藻或蓝藻。

由浅水区到深水区有代表性的植物带排列为:挺水植物带(如芦苇、香蒲、慈姑和黑三棱)、浮叶植物带(如睡莲和菱)、沉水植物带(如眼子菜、苦草和狐尾草等),见图[7],消费者为浮游动物、虾、鱼类、蛙、蛇和水鸟等。湖沼带的浮游生产者还有甲藻类、



7 沿湖岸生长的挺水植物香蒲、慈姑和浮叶植物睡莲

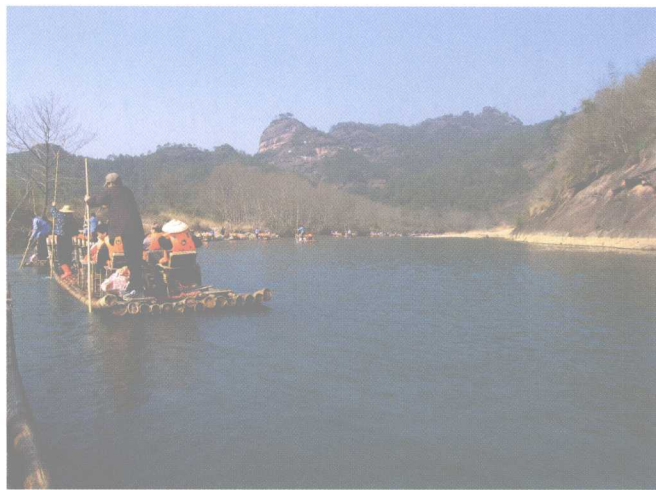
裸藻和团藻等,浮游动物种类少,但数量多,以桡足类、枝角类和轮虫类为主,自游生物几乎全部由鱼类组成。深水带没有光线,生产者不能生存,其他生物以底栖动物和嫌气性细菌为主,依靠各种下沉的有机碎屑为食。

(2)流水生态系统 流水生态系统分为急流生物群落和缓流生物群落。一般来说,江河上游落差较大,且水的流速大于 50cm/s ,为急流;而江河中下游水面宽阔,流速低于 50cm/s ,为缓流。流水生态系统及景观见图8~图10。急流生物群落的生产者多为附着于石砾上的藻类等,如毛藻、有壳硅藻,以及水生苔藓。初级消费者为昆虫,能用其钩和吸盘紧附在光滑的石面上,有蚋和网蚊的幼虫及纹石蛾等;次等消费者为鱼类,身体较小,具流线形。

缓流生物群落的生产者除藻类外,还有高等植物;消费者为穴居昆虫幼虫和鱼类,可能与一些池塘中出现的生物相同,如豉甲科昆虫和蓝鳃鱼。通常把急流生物群落看作典型的河流生物。

(3)淡水生态系统的环境问题 无论是静水生态系统还是流水生态系统,只要不受人类生产和生活带来的污染影响,就能够保持自身生态的循环和生态位的多样性。而这种生态健康的循环和生态位的多样性,不仅局限在以陆地为边界的天然水域,而且体现在沿水岸草丛、岩石和树林的生态区域。也就是说水体生态环境好,与之相邻的陆地生态也会良性循环和呈现多样性,陆地动物更会喜欢栖息和活动在水边,见图11。

由于重发展、轻环保,许多河流下游平原地区水体,因为农业和城市发展带来的污染,生物多样性趋于下降。很多河道被人为截弯取直或开挖人工河后,水体环境发生根本改变,河岸植被生长潜力变小,水体生物的生态位的多样性巨减。湖泊普遍遭受工业污染,一些浅的人工湖受到含磷污水的污染,水体出现富营养化,藻类生长加快,使清澈透明的水体变为污浊的浑水,大型水生植物窒息而死。例如,近年被污染的云南滇池和济南大明湖就是天然湖泊和人工湖被污染的典型例子。



8 武夷山九曲河的流水生态系统及河流景观



9 水流湍急的武夷山九曲河水流景观局部



10 武夷山清玉溪的流水生态系统及溪流景观



11 栖息在布里斯班河边的蜥蜴