



生态·环境与生态工程丛书  
SHENGTAI HUANJING YU SHENGTAI GONGCHENG CONGSHU

# 湿地生态工程

——湿地资源利用与保护的优化模式

● 安树青 主编



化学工业出版社  
环境科学与工程出版中心

生态·环境与生态工程丛书

# 湿地生态工程

## ——湿地资源利用与保护的优化模式

安树青 主编

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

湿地生态工程——湿地资源利用与保护的优化模式/安树青主编. —北京: 化学工业出版社, 2002. 12  
(生态·环境与生态工程丛书)  
ISBN 7-5025-4172-1

I. 湿… II. 安… III. ①沼泽化地-生态学②沼泽化地-资源利用③沼泽化地-资源保护 IV. P941.78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 081664 号

---

生态·环境与生态工程丛书  
湿地生态工程  
——湿地资源利用与保护的优化模式  
安树青 主编  
责任编辑: 李惠宁 夏叶清  
责任校对: 凌亚男  
封面设计: 于 兵

\*  
化学工业出版社 出版发行  
环境科学与工程出版中心  
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)  
发行电话: (010) 64982530  
<http://www.cip.com.cn>

\*  
新华书店北京发行所经销  
北京市彩桥印刷厂印刷  
三河市宇新装订厂装订  
开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 17 字数 459 千字  
2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷  
ISBN 7-5025-4172-1 /X·228  
定 价: 40.00 元

---

版权所有 违者必究  
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 本书编写人员

### 编委会成员

安树青 严承高 李 伟 尹大强

### 编写人员（按姓氏拼音排序）

安树青 丁玉华 顾长明 黄 诚 李 伟

廖文波 刘茂松 施葵初 孙书存 唐建青

徐惠强 严承高 尹大强 张爱茜 张胜宇

赵家荣 周晓春

## 前 言

湿地是自然界最富生物多样性和生态功能最高的生态系统。湿地为人类的生产、生活与休闲提供多种资源，是人类最重要的生存环境，水力文明及水生文明的建立与发展均以湿地为基础；湿地在抵御与调节洪水、控制污染与降解污染物等方面具有不可替代的作用，被喻为“地球之肾”；湿地是重要的国土资源和自然资源，也是野生动植物，尤其是鸟类，最重要的栖息地。然而，由于人口的急剧增加以及人类对湿地认识的片面性，导致对湿地的破坏和不合理的开发利用，湿地面积减少、生物多样性丧失、功能和效益衰退，严重危及湿地生物的生存，制约人类社会经济的发展。保护、恢复与合理利用湿地成为全球广泛关注的课题，特别是特大洪水的发生与鸟类濒危灭绝的事实，进一步强化了政府、公众和科研人员的保护与恢复意识，为全面、深入地开展湿地保护、恢复与合理利用湿地打下了坚实的基础。我国自加入《湿地公约》之后，在有关国际组织的支持下，全面推进了湿地工作，并计划在“十五”期间重点建设 80 余个湿地保护与合理利用示范区。然而，由于我国在湿地的研究，尤其是在湿地的保护、恢复与重建方面缺乏经验，同时也缺乏能为广大湿地管理者和工作人员接受的湿地书籍，因而制约了我国履行《湿地公约》的能力。在世界自然基金会和国家林业局湿地项目办的大力支持下，我们组织有关专家编写《湿地生态工程》，期望能为我国的湿地恢复、保护与合理利用提供一个良好的技术平台。

本书是在全球环境基金项目社区培训材料的基础上，邀请相关专家增加部分章节，同时在加强内容的系统性和可读性后编写成的。前两章简要介绍了湿地及其主要生态系统的特点，使读者对湿地有所了解。在此基础上，后 9 章分别从生态旅游、综合利用、污

染物控制、保护与恢复、经济评价、社区参与、共同管理、种植模式和养殖模式等角度介绍了原则、原理和案例，着重强化读者在应用方面的知识。本书由安树青提供编写大纲，然后由各位作者分工撰写。最后由安树青统稿与润色。具体分工如下：第一章，第二章，第十章，第十一章第一节、第二节和附录由安树青编写；第三章第一节由安树青、刘茂松编写，第二节由孙书存、廖文波、刘茂松、严承高编写；第四章第一节由唐建青编写，第二节由张胜宇编写，第三节由施葵初、顾长明、周晓春编写；第五章由赵家荣、李伟编写；第六章由廖文波编写；第七章第一节、第二节由安树青、黄诚、刘茂松编写，第三节、第五节由廖文波编写，第四节由孙书存、严承高编写；第八章由张爱茜、尹大强编写；第九章第一节、第二节由安树青、徐惠强编写，第三节由孙书存、严承高编写；第十一章第三节由安树青、丁玉华编写。

特别感谢世界自然基金会的雷光春博士、梁海棠女士对于本书给予的支持和关注以及经费支持。感谢国家林业局全球环境基金项目办、教育部重点与开发实验室高级访问学者计划和南京大学“985工程”教材建设与教学研究计划在资金、资料和硬件等多方面的支持。感谢湿地国际—中国项目办事处和 William Mitsch 教授授权使用其作品中的部分内容。感谢程小莉、周景明、覃凤飞、郑建伟、李瑾、陈青芳、王云静、卓元午、管永健、李远、项华均、杨海波、蒋金辉在文字整理、资料收集等方面的帮助。

由于作者水平和撰写时间所限，该书存在一些不尽如意之处，敬请读者批评指正，并将您的宝贵意见反馈给作者。

安树青

2002年6月

于南京大学生命科学学院

# 目 录

<b>第一章 湿地</b> .....	1
<b>第一节 什么是湿地</b> .....	1
一、《湿地公约》及其湿地定义 .....	2
二、国际生物学计划及其湿地定义 .....	4
三、各国湿地的定义 .....	5
四、湿地定义的基础及应用 .....	6
<b>第二节 湿地的类型与分布</b> .....	7
一、湿地分类系统 .....	7
二、全球主要湿地类型与分布 .....	9
三、中国的湿地与分布 .....	10
<b>第三节 湿地的分类功能和效益</b> .....	15
一、湿地的水资源功能 .....	15
二、湿地抵御自然灾害的功能 .....	16
三、地球之肾 .....	19
四、湿地的生物多样性保护功能 .....	20
五、湿地的天然产品 .....	21
六、湿地的社会功能 .....	22
<b>第二章 湿地生态系统的特点</b> .....	23
<b>第一节 海岸湿地生态系统</b> .....	23
一、盐沼生态系统 .....	23
二、潮汐淡水沼泽生态系统 .....	28
三、红树林生态系统 .....	30
四、河口湾生态系统 .....	32
<b>第二节 内陆湿地生态系统</b> .....	34
一、淡水草本沼泽生态系统 .....	34
二、泥炭湿地生态系统 .....	39
三、淡水木本沼泽生态系统 .....	41

四、河漫滩湿地生态系统 .....	42
<b>第三节 湿地水文、生物地球化学与生物特点</b> .....	45
一、湿地水文特点 .....	45
二、湿地生物地球化学特点 .....	48
三、湿地生物的特点 .....	52
<b>第三章 湿地生态旅游</b> .....	55
<b>第一节 生态旅游概要</b> .....	55
一、生态旅游 .....	55
二、生态旅游的特征 .....	56
三、生态旅游的理论基础 .....	59
四、生态旅游规划设计与管理 .....	62
<b>第二节 湿地生态旅游模式</b> .....	65
一、香港米埔湿地的生态旅游 .....	65
二、青海湖的生态旅游 .....	68
三、鄱阳湖的生态旅游 .....	78
四、江苏盐城滨海湿地生态旅游 .....	85
五、若尔盖湿地的生态旅游 .....	93
<b>第四章 湿地养殖模式</b> .....	102
<b>第一节 池塘养殖</b> .....	102
一、池塘环境及其改造 .....	102
二、鱼种筛选 .....	105
三、混养和密养 .....	107
四、池塘养鱼模式 .....	119
<b>第二节 网箱与网围养鱼模式</b> .....	123
一、网箱养鱼 .....	123
二、网围养鱼 .....	136
<b>第三节 扬子鳄养殖、保护与利用生态工程</b> .....	146
一、野外种群的恢复与壮大 .....	147
二、人工养殖鳄的开发利用 .....	148
三、扬子鳄保护与利用生态工程 .....	150
<b>第五章 湿地植物种植与开发模式</b> .....	153
<b>第一节 湿地种植模式与技术原理</b> .....	155
一、传统湿地农业模式 .....	155



二、集约化湿地生态农业生产基地模式 .....	156
第二节 湿地植物种植技术 .....	157
一、湿地蔬菜与作物种植模式 .....	157
二、水生/湿生净污植物种植模式 .....	186
三、水生/湿生植物系统恢复模式 .....	208
第六章 红树林与潮滩湿地的可持续利用模式 .....	210
第一节 中国主要红树林湿地 .....	216
一、海南东寨港红树林湿地 .....	216
二、广东深圳福田红树林湿地 .....	222
三、广东湛江红树林湿地 .....	233
四、广西山口红树林湿地 .....	238
第二节 中国红树林植物的合理利用 .....	241
一、民间食物 .....	241
二、第三产业 .....	245
三、药物利用 .....	248
四、植物化学成分 .....	251
第三节 红树植物的单宁及其利用 .....	256
一、防腐作用 .....	256
二、单宁的药用 .....	257
三、单宁的工业用途 .....	259
四、红树植物的单宁含量及其开发 .....	260
五、红树植物单宁高含量的因素 .....	262
六、红树与养殖的矛盾 .....	265
七、单宁的抗污作用 .....	265
第四节 红树林海岸的景观美学 .....	267
一、红树林海岸美学 .....	267
二、红树林海岸的旅游价值 .....	269
三、我国红树林旅游业的现状 .....	270
第七章 湿地资源综合利用 .....	272
第一节 江苏盐城海岸湿地的综合利用 .....	272
一、概况 .....	272
二、资源的综合利用 .....	275
三、问题与不足 .....	277

第二节 江苏里下河湿地的综合利用 .....	278
一、自然地理条件 .....	279
二、湿地综合利用模式 .....	279
三、湿地的综合利用效益 .....	282
四、问题与对策 .....	285
第三节 珠江三角洲潮滩湿地的综合利用 .....	285
一、珠江三角洲 .....	286
二、湿地综合开发模式 .....	289
三、问题与对策 .....	297
第四节 洞庭湖湿地资源利用与保护对策 .....	302
一、洞庭湖湿地概况 .....	302
二、洞庭湖湿地资源 .....	304
三、湿地资源利用和开发 .....	312
四、主要生态问题 .....	316
五、资源保护生态对策 .....	319
第五节 桑基鱼塘模式 .....	324
一、模式的结构 .....	324
二、模式的经济效益 .....	325
三、问题与对策 .....	326
第八章 利用湿地降解污染物 .....	328
第一节 湿地系统对污染物的降解 .....	329
一、发展简史 .....	329
二、人工湿地的特点 .....	330
第二节 污染物湿地处理技术研究和应用示例 .....	333
一、我国污染物湿地处理技术研究和应用示例 .....	334
二、国外污染物湿地处理技术研究和应用示例 .....	360
第九章 湿地资源的恢复与保护 .....	384
第一节 湿地恢复与重建 .....	386
一、湿地恢复与重建的原则和技术 .....	386
二、湿地恢复与重建的模式 .....	393
第二节 湿地保护与立法 .....	398
一、国际湿地保护公约 .....	398
二、《湿地公约》的重要内容 .....	401

三、湿地国际 .....	404
四、美国的湿地保护与立法 .....	405
五、中国的湿地保护与立法 .....	409
第三节 三江平原湿地恢复与保护对策 .....	412
一、三江平原湿地概况 .....	413
二、湿地资源 .....	416
三、湿地资源利用和开发现状 .....	421
四、主要生态问题 .....	422
五、资源保护对策 .....	424
第十章 湿地价值的经济评估 .....	431
第一节 湿地的价值 .....	431
一、湿地高价值的特点 .....	432
二、湿地价值的分类 .....	432
第二节 湿地价值的评价 .....	436
一、评价的步骤和框架 .....	436
二、评估实例 .....	443
第十一章 湿地共同管理与社区参与 .....	450
第一节 共同管理与社区参与 .....	450
一、共同管理 .....	450
二、社区参与 .....	452
三、成功共管的因素 .....	454
第二节 湿地共同管理设计与实施 .....	465
一、湿地共管设计 .....	466
二、湿地共管的实施 .....	472
第三节 湿地共管案例 .....	475
一、海岸带资源的共管 .....	475
二、以社区为基础的野生动物保护管理 .....	480
三、以社区为基础的湖泊湿地管理 .....	491
四、大丰麋鹿国家级自然保护区的社区参与 .....	499
参考文献 .....	506
附录 A 全球主要湿地网站 .....	522
附录 B 中国 21 个国际重要湿地简介 .....	524

# 第一章 湿 地

湿地是自然界最富生物多样性和生态功能最高的生态系统。湿地为人类的生产、生活与休闲提供多种资源，是人类最重要的生存环境，水力文明及水生文明的建立与发展均以湿地为基础；湿地在抵御与调节洪水、控制污染与降解污染物等方面具有不可替代的作用，被喻为“地球之肾”；湿地是重要的国土资源和自然资源，也是野生动植物，尤其是鸟类，最重要的栖息地。然而，由于人口的急剧增加以及人类对湿地认识的片面性，导致对湿地的破坏和不合理的开发利用，湿地面积减少、生物多样性丧失、功能和效益衰退，严重危及湿地生物的生存，制约人类社会经济的发展。保护、恢复与合理利用湿地成为全球广泛关注的课题，特别是特大洪水的发生与鸟类濒危灭绝的事实，进一步强化了政府、公众和科研人员的保护与恢复意识，为全面、深入地开展湿地保护、恢复与合理利用打下了坚实的基础。

## 第一节 什么是湿地

由于湿地有许多特性，目前，湿地 (wetland) 有 50 种以上的定义 (Dugan, 1990; Mitsch & Gosselink, 2000)，如在美国便有鱼类和野生生物管理署 (U. S. Fish and Wildlife Service)、国家科学学院 (U. S. National Academy of Science)、农业部 (U. S. Department of Agriculture) 和军事工程师协会 (U. S. Army Corps of Engineers) 等不同部门的定义。每个部门均根据其本身的需要对湿地进行限定与描述，以便分别适应生物资源管理、科学研究、食品安全和水质保护等方面的需求。

在我国被广泛接受的湿地定义有 2 个：《湿地公约》中的定义和《国际生物学计划》中的定义。

## 一、《湿地公约》及其湿地定义

### (一)《湿地公约》

在国际自然和自然资源保护联盟 (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) 的主持下, 1971 年在伊朗的拉姆萨 (Ramsar) 会议上通过了《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》(Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat), 简称《湿地公约》(Wetland Convention) 或《拉姆萨公约》(Ramsar Convention)。《湿地公约》旨在通过保护和恢复湿地保护迁徙的珍稀鸟类。该公约是政府间协定, 它为湿地保护及其国际合作确定了一个基本框架。截止到 1999 年底, 已有 117 个国家和地区参加了《湿地公约》, 有 1010 块湿地列入国际重要湿地名录, 面积超过了  $7.18 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。2000 年 9 月 6 日止, 又有 5 个国家加入了该公约, 重要湿地增至 1034 块, 面积  $7.82 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。2002 年 6 月, 131 个国家的 1177 块湿地列入名录, 面积  $1.02 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 。

我国自 1992 年加入《湿地公约》后, 有关湿地的管理和研究工作便进入一个崭新的阶段。我国在国际湿地的支持下于 1994 年 9 月起编写了《中国湿地保护行动计划》。先后两批申报使我国有 21 个湿地进入国际重要湿地名录。

### (二)《湿地公约》中湿地的定义

《湿地公约》中认为湿地是: 不论其为天然或人工、长久或暂时性的沼泽地, 泥炭地或水域地带, 静止或流动的淡水、半咸水、咸水水体, 包括低潮时水深不超过 6 m 的水域; 同时, 还包括邻接湿地的河湖沿岸、沿海区域以及位于湿地范围内的岛屿或低潮时水深不超过 6 m 的海水水体。按此定义, 湿地包括湖泊、河流、沼泽 (森林沼泽和草本沼泽)、滩地 (河滩、湖滩和沿海滩涂)、盐湖、盐沼以及海岸带区域的珊瑚滩、海草区、红树林和河口等类型, 见图 1-1。

该定义是一种广泛的定义, 也是国际公认的、具有高度科学性的定义。在湿地管理和保护上体现出明显的优点, 这是因为: ①

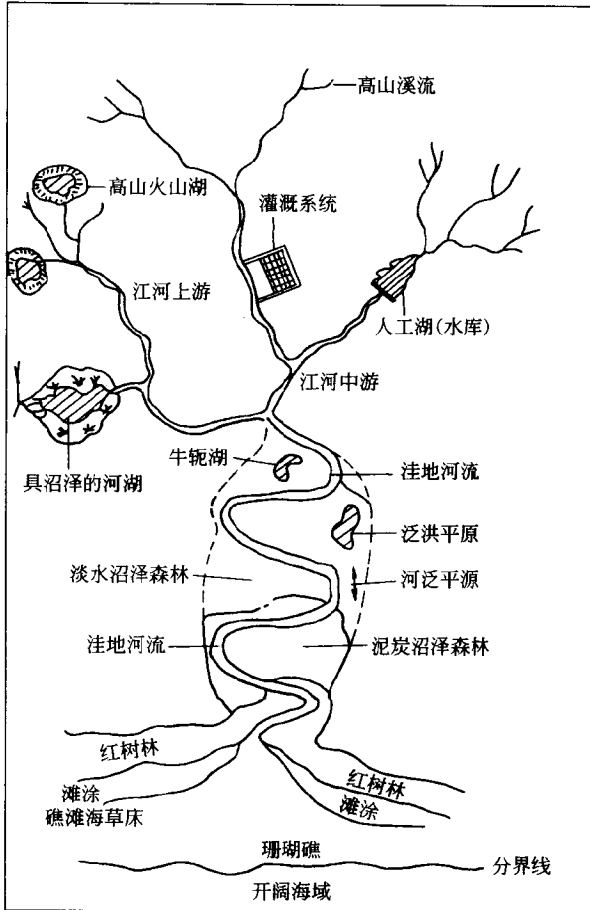


图 1-1 《湿地公约》中定义的湿地

湿地科学 (wetland science) 是一门研究集水区层次上或流域范围内湿地与周围环境尤其是陆地环境关系的科学, 因此, 必须将集水区内的所有水体 (如湖泊、河流、沼泽等) 作为一个整体进行研究; ② 人类土地利用的基本单元是集水区或整个流域; ③ 集水区或流域的许多方面是一个有机的整体, 上游的活动会影响到下游,

如污染、水土流失等；下游的干扰也会在上游有所体现，如鱼类的洄游等；④ 在集水区或流域尺度上提出的保护和管理策略往往才是有效的。

## 二、国际生物学计划及其湿地定义

### (一) 国际生物学计划

国际生物学计划 (International Biological Programme, IBP) 是联合国教科文组织 (United Nations of Education, Science, Culture Organization, UNESCO) 在 20 世纪 60 年代初发起的全球性研究行动计划，旨在通过区域的标准化研究和国家间合作，掌握全球各类生态系统的生产力和生物量现状与动态，为生态系统的管理、利用和保护提供科学基础。在初步了解全球生态系统生产能力状态后，该计划在 70 年代被人与生物圈 (Man and Biosphere,

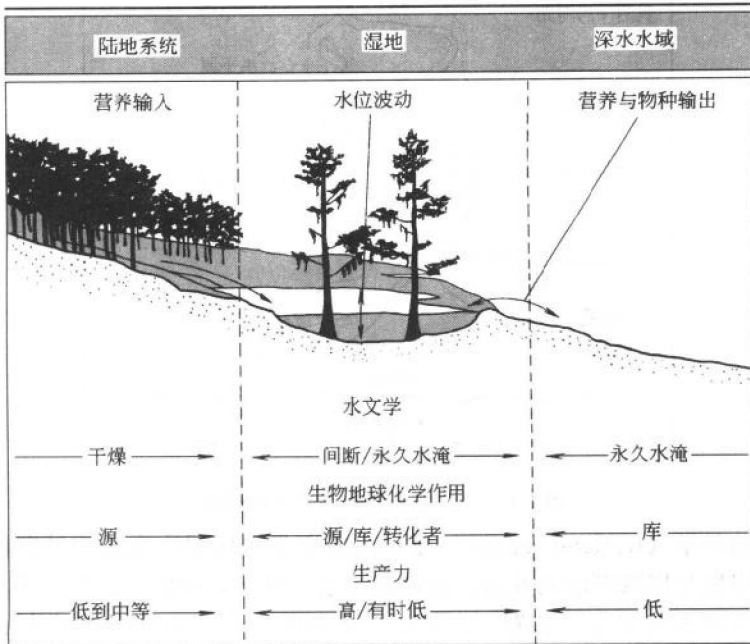


图 1-2 国际生物学计划中定义的湿地

MAB) 计划取代, 并从 80 年代中期演变为国际地圈-生物圈计划 (International Geo-Biosphere Programme, IGBP)。

## (二) 国际生物学计划中湿地的定义

国际生物学计划中认为湿地是: 陆地和水域之间的过渡区域或生态交错带 (ecotone), 由于土壤浸泡在水中, 所以湿地特征植物得以生长。该定义特指生长有挺水植物的区域, 见图 1-2。

该湿地的定义是一个狭义的概念, 将紧密联系的开阔水体和湿地分割开来, 对于湿地的管理和保护有所不便, 但为湿地生态系统结构、组成等方面的研究提供了一些便利。

## 三、各国湿地的定义

### (一) 英、美、加拿大的定义

美国 404 条例中认为: 湿地是被表面水和地下水以一定的频率和持续时间所淹没和饱和的区域, 在通常条件下, 该频率和持续时间保证适应饱和土壤环境的典型植被占优势。英国认为: 湿地是一个地面受水浸润的地区, 具有自由水面, 通常情况下, 四季存水, 但可以在有限的时间内没有积水; 自然湿地的主要控制因子为气候、地貌和地质, 人工湿地还包含其他控制因子 (Lloyd, 1993)。加拿大将湿地定义为: 湿地系水淹或地下水位接近地表以及浸润时间足够长, 从而促进湿化与水成过程, 并以水成土壤、水生植被和适应潮湿环境的生物活动为标志的土地 (Zoltai, 1979)。

### (二) 中国的定义

我国官方对湿地的理解源于《湿地公约》中定义的湿地概念。为了对全国的湿地进行科学普查, 我国湿地主管部门国家林业局在 1997 年将湿地定义为: 湿地系指天然或人工、长久或暂时性沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带, 带有静止或流动淡水、半咸水、咸水水体者, 包括低潮时水深不超过 6 m 的海域。湿地是重要的自然生态系统和自然资源, 具有巨大的经济、生态和社会效益, 是实现可持续发展的重要基础。全国湿地调查的范围是面积 100 hm<sup>2</sup> 及以上的湖泊、沼泽、近海或海岸湿地、库塘; 河床 (枯水河槽) 宽度  $\geq 10$  m、面积大于 100 hm<sup>2</sup> 的河流以及其他具有特殊意义的湿



地。根据湿地重要程度的不同，湿地调查中将全国湿地分为重点湿地与一般湿地。而我国学者将湿地定义为：湿地指陆地上常年或季节性积水（水深2 m以内，积水期4个月以上）和过湿的土地，并与其生长、栖息的生物种群构成的独特生态系统（王宪礼等，1995）。它强调构成湿地的3个要点：积水、过湿地及其生物群落。

#### 四、湿地定义的基础及应用

##### （一）湿地的主要特征

有些湿地如沼泽、河流和湖泊，是易于定义和识别的。有些湿地的定义和识别却比较困难，如滩地、河口湾等。除了采用广义的湿地概念外，还可遵循下列三个基本原则识别和定义湿地（Mitsch & Gosselink, 2000）：① 湿地以水的存在为特征，无论在地表，还是在植物的根区；② 湿地的土壤条件通常不同于邻近的高地；③ 湿地植被以适合于湿润环境的植物组成，但缺乏耐受洪水胁迫的植物。

气候和地貌条件，通过水文的作用，决定湿地存在的程度。水文进一步影响湿地的物理化学环境，两者合作共同作用于湿地生物，生物对外界环境产生反馈，三者形成一个有机整体，见图 1-3。

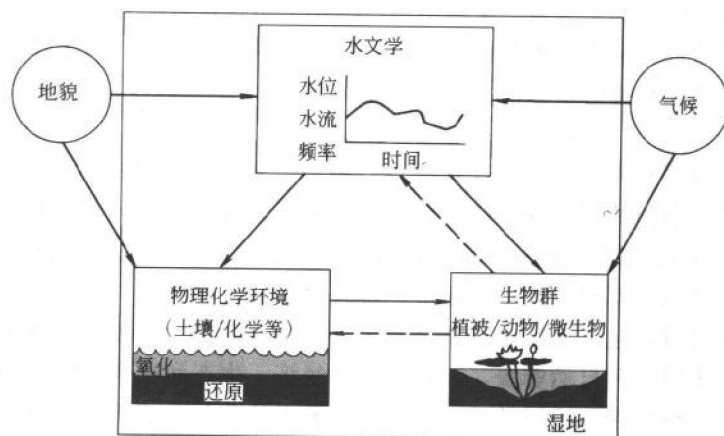


图 1-3 湿地定义的基础（译自 NRC, 1995）