

# 浙江省环杭州湾产业带湿地 动态、保护与优化利用研究

岳文泽 任丽燕 吴次芳 编著

浙江省科技计划重点课题资助项目(2005C23059) 联合资助  
浙江省自然科学基金项目(Y5110009)

中国原子能出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

浙江省环杭州湾产业带湿地动态、保护与优化利用研究 / 岳文泽, 任丽燕, 吴次芳编著. —北京: 中国原子能出版社, 2011.9

ISBN 978 - 7 - 5022 - 5342 - 4

I. ①浙… II. ①岳… ②任… ③吴… III. ①沼泽化地—自然保护—研究—浙江省 ②沼泽化地—资源利用—研究—浙江省 IV. ①P942.550.78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 193217 号

## 内 容 简 介

本书以遥感影像为主要数据源,从湿地信息的遥感解译入手,重点分析了浙江省环杭州湾产业带,1995—2005 年之间湿地的时空动态变化,并进一步讨论了湿地动态变化的驱动因素。还探讨了到 2020 年,杭州湾产业带内,不同区域滩涂围垦以及湿地保护面临的巨大挑战;另外还引入“能值理论”,以杭州西溪湿地为例,对湿地保护带来的经济效益进行了定量评价。根据杭州湾湿地自身演变特征,对杭州湾湿地进行了分区。最后,在总结归纳国内外湿地保护与利用的经验基础上,针对杭州湾地区湿地的特点与面临的挑战,归纳了一系列保护与优化利用相结合的政策措施与建议。

本书可供从事地理学、生态学、环境科学以及湿地遥感应用等学科的科研工作者参考,也可以作为相关院校师生的教学参考书。

## 浙江省环杭州湾产业带湿地动态、保护与优化利用研究

---

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 邮编: 100048)

责任编辑 任重远

责任印制 潘玉玲

印 刷 北京佳顺印务有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 10.75 插 页 6 字 数 268 千字

版 次 2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5022 - 5342 - 4 定 价 38.00 元

---

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: [atomep123@126.com](mailto:atomep123@126.com)

发行电话: 010 - 68452845

版权所有 侵权必究

# 前 言

湿地是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一,与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统,具有保护生物多样性、降解污染、调蓄水量、调节气候、物质生产、提供旅游及教育与科研场所等多种功能。然而,湿地也是人类发展历史过程中损失最严重的生态系统。湿地面积不断减少,已造成生态功能明显下降、生物多样性降低、洪涝灾害频繁、水土流失加重等生态环境恶化现象。

环杭州湾产业带地理位置介于东经  $119^{\circ}45'$  ~  $122^{\circ}26'$ , 北纬  $29^{\circ}37'$  ~  $31^{\circ}01'$  之间, 位于长江三角洲南翼, 行政范围包括杭州、宁波、绍兴、嘉兴、湖州、舟山六市。2005 年, 区域总人口 2340.56 万人, 土地总面积 4.54 万平方公里, 分别占浙江省的 47.79% 和 44.89%; 国内生产总值 8923.5 亿元, 占全省的 66.41%, 人均国内生产总值 210964 元, 是全省平均水平的 7.61 倍; 财政总收入 1376 亿元, 占全省的 65.05%, 是浙江现代化进程最快的区域。

滩涂湿地是湿地的重要类型之一, 也是最具生态功能的湿地类型之一。杭州湾湿地资源以滩涂湿地为主, 具有丰富的生物多样性, 河口性鱼类丰富, 是多种洄游鱼类产卵生活的场所; 冬季水鸟富集, 是多种冬候鸟在浙江的主要越冬地和多种候鸟迁徙的重要驿站, 也是浙江海岸湿地水鸟资源最集中的地区。杭州湾已发现有多种浮游植物和湿地植被群落类型。杭州湾湿地又是我国南北滨海湿地的分界地, 是泥质海岸向石质海岸的过渡带, 湿地类型丰富, 具有生态系统稀缺性。因此杭州湾湿地极具生态保护价值。

随着社会经济的快速发展, 杭州湾滩涂湿地开发、利用迅猛, 湿地面积日益减少, 湿地污染严重, 生物多样性下降, 生态系统退化。以杭州湾区域的慈溪市为例, 自公元 1047 年以来, 新围垦海涂面积就达 1.14 万  $\text{hm}^2$ , 新中国成立以来又新围垦 1.33 万  $\text{hm}^2$ , 已 10 次向北推移海岸线达 16km 左右, 围垦面积约占市域面积 60% 还多。近数十年来, 海涂淤涨加快, 慈溪加大海涂开发力度, 正在围垦的海涂有 4300  $\text{hm}^2$ 。目前, 随着浙江省杭州湾产业带建设规划的实施, 杭州湾滩涂上以各类工农业开发园区建设为主的开发力度不断加大, 特别是杭州湾跨海大桥的建成通车, 杭州湾湿地分布区的区位优势凸显, 社会经济价值非常重要。近年来, 加大对杭州湾滩涂的开发已经成为沿杭州湾各地政府的一个基本共识。各类新区、开发区纷纷在这一区域设立, 杭州湾滩涂湿地的保护正面临着前所未有的巨大挑战。随着环杭州湾产业带开发规划的实施, 未来经济发展与湿地保护的矛盾将更加突出。据初步研究, 2005—2020 年杭州

湾地区滩涂湿地面积将可能减少 800 平方公里。因此,从湿地资源保护与优化利用相结合的角度,加强对杭州湾地区湿地资源数量调查、区位分布、时空动态、区域差异以及优化利用和保护对策的研究,为政府部门在保护与利用的权衡中提供针对性的政策建议,这对未来缓解这一区域核心的人与湿地之间矛盾具有重要意义。

本书是浙江省科技厅 2005 年科技计划项目列项的重点研究课题,《杭州湾产业带滩涂湿地保护与优化利用研究》的部分研究成果综合,同时本书还得到了浙江省自然科学基金的资助。根据浙江省科技计划项目以解决实际问题 and 可应用的原则,本书的主要研究内容如下:

首先,对湿地的相关概念、定义以及有关的研究进展进行了详细的综述。然后,应用 Landsat 的 TM/ETM + 遥感影像分别对 1990 年、2000 年和 2005 年杭州湾的湿地分布进行了详细的解译和调查,并对 1990—2005 年杭州湾湿地面积的动态变化和时空动态转化进行研究,并剖析湿地变化的自然和社会经济因素;采用能值方法,以西溪湿地为例,说明对湿地进行积极保护可获得的生态经济效益;根据滩涂围垦规划和城市规划,预计未来社会经济发展对湿地保护的潜在影响;为合理保护杭州湾湿地,应用多因素对杭州湾湿地进行分区,明确保护区、适度开发区和限制开发区,提出分区管制规则,并进一步明确湿地保护与开发利用方式、时序,针对国内外湿地调查、评价、规划、补偿等保护政策研究,以及湿地保护的技术、管理、科研、法律、宣传教育手段等研究进行了大量的文献综述;最后针对滩涂湿地和城市湿地的保护和利用作了专题研究。

由于湿地保护与优化利用是一个十分复杂的经济、社会、生态和技术问题,限于时间、水平和经费投入,本研究的成果是初步的、比较宏观的,还需要在微观层面上做更深入的研究。

吴次芳教授作为浙江省科技计划项目重点课题的负责人,在研究选题、构思上一直都悉心指导。岳文泽主要负责第二章、第三章的 1—3 节,第七章以及第八章共 12 万字的撰写以及全文的统稿,任丽燕负责其余章节的撰写、图件以及表格的制定。此外课题组的其它研究成员,刘勇博士、陆张维博士生等都先后参与了本课题的研究,其中在部分章节内容上有所贡献,在此对他们的帮助表示感谢。在成书的过程中,引用和参考了众多学者的有关著作和论文,可能没有全部列出来,在此表示诚挚的谢意!最后,对浙江省科技计划项目办公室以及浙江省自然科学基金委员会的资助表示感谢!

由于本研究方向涉及面广,加上作者水平有限,错误之处在所难免,恳请有关专家、学者和实际工作者提出批评和指正。

岳文泽

2011 年 9 月 2 日于杭州

# 目 录

第一章 研究背景及意义	1
1.1 杭州湾产业带自然与社会经济发展概况	1
1.2 杭州湾产业带湿地概况	2
1.3 国内外湿地研究现状	8
1.3.1 湿地定义与分类的研究综述	9
1.3.2 湿地保护与管理	11
1.3.3 湿地遥感解译	13
1.3.4 湿地信息动态变化研究	14
1.3.5 湿地评价研究综述	15
1.3.6 湿地退化与恢复	19
1.3.7 基本结论	21
1.4 研究的紧迫性及意义	21
1.4.1 湿地保护是建立环境友好型社会的重要组成部分	21
1.4.2 保护现状不容乐观	22
1.4.3 未来杭州湾产业带湿地保护面临严峻挑战	24
1.5 研究范围说明	24
第二章 杭州湾湿地信息遥感提取	26
2.1 遥感影像预处理	26
2.1.1 数据源	26
2.1.2 遥感影像的几何校正	27
2.1.3 影像裁剪	27
2.1.4 波段组合	27
2.2 湿地及其他土地利用/覆被信息提取	27
2.2.1 分类系统	27
2.2.2 遥感信息提取	29
2.2.3 分类结果及精度评价	32

<b>第三章 杭州湾湿地景观演化的时空特征</b>	34
3.1 湿地类型的转化特征	34
3.1.1 湿地变化信息提取及度量	34
3.1.2 湿地分布与总量变化趋势	35
3.1.3 湿地动态转化过程	37
3.1.4 各类湿地之间的动态转化	38
3.1.5 湿地变化的区域差异	41
3.2 湿地时空动态变化机理的初步分析	42
3.2.1 湿地与农用地的相互转化	43
3.2.2 建设用地占用湿地	44
3.2.3 滩涂围垦	45
3.3 湿地景观格局的演化特征	47
3.3.1 景观格局指数选择	47
3.3.2 湿地景观格局演化特征分析	47
3.4 湿地景观变化的生态经济效应能值分析	50
3.4.1 湿地变化的生态经济效应能值分析原理	51
3.4.2 能值分析步骤与评价指标	51
3.4.3 湿地及相关生态经济系统能值分析	53
3.4.4 湿地景观变化的生态经济效应	63
3.5 结论	66
<b>第四章 杭州湾湿地变化的驱动因素</b>	69
4.1 自然因素	69
4.1.1 气候	69
4.1.2 水文	70
4.2 社会经济因素	72
4.2.1 人口变化	72
4.2.2 经济发展与建设用地扩张	73
4.2.3 市场机制的作用	75
4.2.4 技术进步因素	75
4.2.5 政策与法规因素	76
<b>第五章 湿地保护效益分析 - 以西溪湿地为例</b>	77
5.1 西溪湿地保护现状	77
5.2 基于能值的湿地保护效益定量分析	79

5.2.1	能值分析原理与方法	79
5.2.2	技术路线	80
5.2.3	西溪湿地生态经济系统能流状况	81
5.2.4	湿地公园建立前后能值投入产出比较	82
5.2.5	湿地公园建立前后能值指标分析与比较	84
5.3	结论	84
<b>第六章</b>	<b>社会经济发展对湿地保护的潜在影响</b>	<b>86</b>
6.1	滩涂围垦对湿地保护的影响	86
6.2	城市规划建设对湿地保护的影响	87
6.2.1	数据处理与分析方法	87
6.2.2	2005年湿地与建设用地分布	88
6.2.3	2005-2020年规划建设用地的扩展	88
6.2.4	规划建设用地对湿地的侵占	89
6.2.5	城市规划造成湿地退缩的潜在风险	91
<b>第七章</b>	<b>杭州湾湿地保护与开发利用分区</b>	<b>92</b>
7.1	分区与区划	92
7.2	湿地分区及其原则	93
7.3	湿地分区方法	94
7.4	湿地分区方案	96
7.5	重点保护湿地名录	97
7.6	分区管制规则	99
7.6.1	湿地保护区管制规则	99
7.6.2	限制及适度开发区管制规则	100
<b>第八章</b>	<b>湿地保护与开发利用的主要方式</b>	<b>101</b>
8.1	湿地自然保护区和保护小区	101
8.2	湿地公园	103
8.3	农业开发	107
8.4	城镇工矿建设	110
<b>第九章</b>	<b>湿地保护与开发利用时序</b>	<b>112</b>
9.1	重要湿地:优先保护	112
9.2	适度开发湿地:开发与工农业发展相协调	113
9.3	滩涂开发:坚持少量、渐进式模式	113

第十章 湿地保护政策	116
10.1 湿地资源调查与监测政策	116
10.2 湿地评价政策	116
10.3 湿地保护规划	119
10.4 湿地恢复	120
10.5 湿地补偿	122
10.6 滩涂湿地“零净损失”和占补平衡	124
第十一章 湿地保护手段	125
11.1 技术手段	125
11.2 法律手段	126
11.3 管理手段	129
11.4 科研手段	132
11.5 宣传手段	133
第十二章 滩涂和城市湿地的保护与利用	135
12.1 杭州湾滩涂资源的利用与问题	136
12.1.1 滩涂湿地及其生态服务功能	136
12.1.2 杭州湾产业带滩涂资源围垦历史	136
12.1.3 围垦对社会经济和生态环境的影响	139
12.1.4 滩涂湿地合理开发利用模式探讨	141
12.2 城市湿地的保护	143
12.2.1 湿地是城市文明的摇篮	143
12.2.2 城市湿地研究的兴起	143
12.2.3 城市湿地的概念	144
12.2.4 城市湿地对城市发展的作用	144
12.2.5 城市发展对湿地保护的影响	145
12.2.6 城市湿地的保护模式	147
参考文献	148

# 第一章 研究背景及意义

## 1.1 杭州湾产业带自然与社会经济发展概况

杭州湾产业带位于长江三角洲南翼,浙江省北部,包括杭州、嘉兴、湖州、宁波、绍兴、舟山六市,陆域总面积4.54万平方公里。地处亚热带季风气候区,气温适中,四季分明,雨量丰富,空气湿润。冬季低温少雨,夏季雨量较多,多年平均降水量1100~2200mm,多年平均气温在15~18℃之间。平均水面蒸发量800~1000mm,陆面蒸发量600~800mm,全年总体降水量大于蒸发量,但梅季以后的7~8月及10月晴热少雨,蒸发量大于降水量。相对湿度80%~85%,年内变化不大。地势南高北低,南部为丘陵山地,北部属杭嘉湖平原和宁绍平原。江河众多,天然湖泊星罗棋布,河湖相连,水网密布。

浙江省环杭州湾产业带紧邻上海、江苏,通江达海,区位条件优越,港口资源得天独厚,区内交通发达,基础设施完善,产业优势比较突出,教育、科技、人才基础雄厚,是浙江经济最发达的地区。2003年有23个县(市)进入全国社会经济综合百强县行列,占全省百强县个数(30个)的3/4以上。2006年杭州湾产业带六市有关经济社会发展指标及其占全省的比重见表1-1。从表1-1可见,杭州湾产业带六市的土地面积不及全省的1/2,人口占全省的1/2左右,但GDP、第二产业产值、财政总收入、全社会固定资产投资在全省所占的比重都超过60%。

表1-1 杭州湾六市经济社会发展现状(2006年)

行政辖区	土地面积 (平方公里)	总人口 (万人)	GDP(亿元)	第二产业产值 (亿元)	财政总收入 (亿元)	全社会固定资产 投资(亿元)
杭州市	16596	666.31	3441.51	1734.58	624	1460.71
宁波市	9365	560.45	2874.44	1583.56	561	1502.77
嘉兴市	3915	335.55	1346.65	807.22	165	800.21
湖州市	5818	257.89	761.02	435.18	942	479.75
绍兴市	8256	435.50	1677.63	1015.72	185	765.75
舟山市	1440	96.58	335.20	139.50	37	218.99
六市合计	45390	2352.28	10463.44	5715.75	1664	5228.21
六市占全省比重(%)	44.59	50.81	66.47	67.17	64.81	68.85

浙江省委、省政府提出主动接轨上海、积极参与长江三角洲地区合作与交流,抢抓机遇,全力以赴构建环杭州湾产业带,打造长江三角洲“金南翼”,充分发挥环杭州湾地区接轨上海、扩大开放的先导作用的战略决策,使环杭州湾地区真正成为浙江省先进制造业基地的聚集区,成为长江三角洲极具活力的现代化城市群。根据《浙江省环杭州湾产业带发展规划》,浙江将以杭州湾地区为先导,积极推进长江三角洲地区经济一体化发展。

## 1.2 杭州湾产业带湿地概况

杭州湾地区地处浙江省东北部,地势平坦,河网密布,气候湿润。根据浙江省湿地资源调查,该区域天然湿地面积大、类型多样(表1-2)。重要湿地如杭州湾河口海岸湿地、舟山群岛海岸湿地、西溪湿地、西湖、镜湖等。

表1-2 杭州湾地区天然湿地类型

I 近海与海岸湿地	
	I1 浅海水域
	I4 岩石性海岸
	I5 潮间沙石海滩
	I6 潮间淤泥海滩
	I7 潮间盐水沼泽
	I10 海岸性淡水湖
	I11 河口水域
	I12 三角洲湿地
II 河流湿地	
	II 1 永久性河流
	II 3 泛洪平原湿地
III 湖泊湿地	
	III 1 永久性淡水湖
IV 沼泽和沼泽化草甸湿地	
	IV 2 草本沼泽
V 库塘	
	V 1 库塘

注:具体资料见文献(浙江省林业局,2002)。

### 1. 杭州湾河口海岸湿地

杭州湾河口海岸湿地是浙江省湿地的集中分布区,是浙江河口湿地的典型代表。具体位

置,北起平湖县金丝娘桥与上海交界,南至宁波市镇海区的甬江口,西接浦阳江与钱塘江汇合的闻家堰,地理位置介于北纬 $29^{\circ}58'27'' \sim 30^{\circ}51'30''$ ,东经 $120^{\circ}54'30'' \sim 121^{\circ}50'48''$ 。湿地总面积 $5.86 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,其中浅海水域 $3.18 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,潮间淤泥海滩 $2.05 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,潮间盐水沼泽 $6244 \text{hm}^2$ ,海拔 $-5 \sim 5\text{m}$ (浙江省林业局,2002)。杭州湾为喇叭口形状的河口海湾,除钱塘江河口外,湾内还包含曹娥江、甬江等重要河口。湾内海域水深多小于 $10\text{m}$ ,水下地形平坦,中北部至口门为杭州湾水下浅滩。湾内有大小岛屿69个。海岸线长 $258.49\text{km}$ ,以人工海岸为主。滩地主要为淤泥质潮滩,中北部及其以东主要为粘性土质粉沙沉积物,南部及中部至湾顶沉积物主要为粉沙、细沙及二者的混合物(浙江省林业局,2002)。

杭州湾是世界著名的强潮河口,进潮量大,潮流强,有雄伟的涌潮奇观,其南岸是淤张型海岸,北岸则属侵蚀型海岸;属亚热带海洋性季风气候,潮汐属浅海半日潮,湿地土壤类型以潮滩盐土为主,湿地类型以浅海水域和潮间淤泥海滩为主,其他尚有潮间盐水沼泽和岩石性海岸(吴明,2004)。杭州湾湿地具有丰富的动、植物资源,是多种降河性洄游鱼类产卵生活的场所,河口性鱼类丰富,盛产鳗鱼苗;冬季水鸟富集,特别是慈溪一带的浅海滩涂,是多种冬候鸟在浙江的主要越冬地和多种旅鸟迁徙的重要驿站,也是浙江海岸湿地水鸟资源最集中的地区,共有41种,隶属于7目10科,直接记录数量达 $4.9 \times 10^4$ 只,总密度达 $1646.02 \text{只}/\text{km}^2$ ,以雁鸭类和鸬鹚类为主,是小鸕鷀、白骨顶以及雁鸭类水鸟的重要越冬地(浙江省林业局,2002)。据“九五”浙江省湿地资源调查,杭州湾浮游植物已发现的有71种,主要种属有圆筛藻、骨条藻、菱形藻、角刺藻、海毛藻和根管藻等,但种类个体数量的分布极不平衡,其中在钱塘江口浮游植物种类数最多(24种),总生物量为 $3444 \times 10^3 \text{个}/\text{m}^3$ ,舟山本岛北侧的岛礁海域浮游植物种类数最少(11种),但总生物量却达 $500000 \times 10^3 \text{个}/\text{m}^3$ 。杭州湾河口海岸湿地植被共有5个主要群落类型,以互花米草群落、海三棱蔗草群落和芦苇群落居优势,面积分别为 $5258 \text{hm}^2$ 、 $656 \text{hm}^2$ 和 $330 \text{hm}^2$ (吴明,2004;浙江省林业局,2002)。

关于杭州湾的形成历史,据相关资料,6000年前,武木冰期后的最大海水直抵今日杭州湾四周山麓地带,到处是一片浅海,根本无杭州湾存在。由于长江、钱塘江及浙北山溪的供沙,形成了河口沙嘴并不断外移,大致在2000年前才有杭州湾出现,当时的湾顶在杭州六和塔一带。近2000年杭州湾又经历了北坍南淤过程,直至公元12世纪(相当于宋朝末)基本形成今天的杭州湾(浙江省林业局,2002;宋立松等,2007)。在其演变过程中,公元4世纪时北岸曾达到今日的澉浦至王盘山再北拐至柘林,此时弯道比较顺直,喇叭口也没有现在这样宽。南岸在公元13世纪时,潮水一度增强,岸线坍塌后退。14世纪时已退至现在的临山-浒山-观海一线,幅度达 $8\text{km}$ 。此后,南岸才又向北持续淤涨。20世纪50年代,杭州湾南北两岸岸线大部分处于自然演变状态(宋立松等,2007)。从20世纪60年代开始,由于围海造田,全岸线结束自然演变状态,完全由人工海堤充当岸线。岸线向海迁移,基本由工业填海和围海造田所致,以上海石化总厂与全塘两岸段为代表,相应的岸线由圆滑曲线型转变为呈折线状(浙江省林

业局,2002)。近 50 年来,北岸虽是侵蚀岸,但没有负增长地段,岸线多为零增长,局部地段出现正增长,外移总面积为  $10.20\text{km}^2$ ,年均增长速率为  $0.24\text{km}^2/\text{年}$ 。而南岸属淤涨型海岸,每年新增大量湿地面积。从 20 世纪 60 年代后期开始就已经有计划的利用河槽多变、边滩时冲时淤的特征,因地制宜围垦淤涨期的高滩。南岸岸线外移最大幅度达 200m,速度为  $60.1\text{m}/\text{年}$ ,外移总面积  $83.35\text{km}^2$ ,速率为  $1.94\text{km}^2/\text{年}$ 。这比北岸规模要大,速度要快(宋立松等,2007)。

## 2. 舟山群岛海岸湿地

舟山群岛海岸湿地位于长江口以南,杭州湾外缘的东海海域中。西面为杭州湾,以上海南汇芦潮港闸(东侧灯塔)与甬江口外长跳咀连线为界;东濒东海;北面与上海市佘山洋毗连;南面与宁波市大目洋相连。地理位置介于北纬  $29^{\circ}34'33'' \sim 30^{\circ}51'49''$ ,东经  $121^{\circ}45'51'' \sim 123^{\circ}09'22''$ 。海拔  $-5 \sim 5\text{m}$ 。面积在  $100\text{hm}^2$  以上的湿地总面积  $3.6 \times 10^4\text{hm}^2$ ,其中浅海水域  $2.58 \times 10^4\text{hm}^2$ ,潮间淤泥海滩  $7090\text{hm}^2$ ,岩石性海岸  $2450\text{hm}^2$ ,潮间沙石海滩  $628\text{hm}^2$ 。舟山群岛属亚热带海洋性季风气候,具有冬夏季风交替明显、四季分明、光照充足、气温适中、热量丰富、雨热同步的气候特点(浙江省林业局,2002)。

舟山群岛是我国最大的群岛,也是著名渔场、深水良港和风景胜地。湿地土壤类型以潮滩盐土为主,近岸低盐水系和外海高盐水系交汇混合,潮汐属不规则半日潮,海洋水能丰富。湿地动植物种类丰富,有鱼类 370 余种,盛产带鱼、大黄鱼、小黄鱼、鳓鱼、墨鱼等,是多种经济鱼类越冬、产卵和仔幼鱼索饵的重要场所;湿地鸟类有 112 种,是多种冬候鸟迁徙的重要驿站和越冬场所,也是黄嘴白鹭、黑尾鸥和中白鹭等夏候鸟的重要繁殖栖息地。海岸湿地大型底栖藻类资源丰富,共有 154 种;湿地植物群落类型多样,以芦苇群落、糙叶苔草群落等盐生沼泽为主(浙江省林业局,2002)。

## 3. 西湖湿地

西湖位于杭州市区西部,距钱塘江最近处仅 3km,其西、南、北三面环山,东面紧连市区。地理位置介于北纬  $30^{\circ}14'00'' \sim 30^{\circ}15'49''$ ,东经  $120^{\circ}07'26'' \sim 120^{\circ}09'17''$ 。海拔 7.15m。西湖是我国著名的古泻湖,周边丘陵山地植被茂密,有数条短小溪涧注入,湿地面积  $564\text{hm}^2$ ,容积  $1100 \times 10^4\text{m}^3$ 。属亚热带季风气候,湿地植被主要为沉水水生植物群落,淡水鱼类资源丰富。西湖湿地以风景旅游为主要功能,是西湖国家级风景名胜区的最重要的组成部分(浙江省林业局,2002)。

从地质来看,西湖及环抱西湖的群山地处印支运动形成的杭州复向斜之中,它处于杭州复向斜的核部,其所在地原为海湾,在东苕溪形成时,原始西湖尚未出现。在 2000 多年以前的秦汉时期,西湖还是钱塘江湾的一部分,原是一个海湾,由于泥沙的淤积,在现在西湖的南北两山—吴山和宝石山的山麓逐渐形成沙嘴,物换星移,两个沙嘴渐渐靠拢,最终连在一起,形成沙洲,在沙洲的西侧形成了一个内湖—泻湖,由泻湖而形成一个普通湖泊,西湖出现在距今 2000 年左右,实际上,隋代(公元 581 ~ 618 年)以前市区仍受海水影响(竺可桢,1921)。

西湖古称“钱塘湖”、“上湖”，至隋代西湖位于城市偏北地区，仍无西湖之名，西湖以东地区仍然荒芜。随着杭州商业的繁荣和人口的聚集，至唐朝初年，杭州户口已达十万，聚落与居民向今市区移动，西湖开始与城市发生关联，出现了西湖为城市解决给水的详细记载，从此开始，杭州与西湖不可分割。历朝历代以来，是当地政府不断整治疏浚，才使西湖保留至今。西湖以它的一湖甘水促进了城市的扩大与发展，而城市的不断发展又巩固了西湖的存在，有效地阻遏了西湖的沼泽化的过程(蔡建国,2006;浙江省林业局,2002)。

### 4. 西溪湿地

西溪湿地位于杭州市西部，面积 10 余平方公里，是以鱼塘为主，并由大面积的河港湖漾水网及狭窄的塘基和面积较大的洲渚相间构成的次生湿地地貌景观。西溪的地域范围，古今相差较大，据古籍记载推算，在唐宋时期，西溪的大致范围是钱塘县城外的西北部，是指与余杭、富阳交界的广大地区。在明清以前，约有六七十平方公里之大(林正秋等,2005)，包括今天的留下、古荡、五常、蒋村、良渚以及瓶窑、百丈等乡镇地界。明清以后，西溪湿地的面积逐渐减少，如今，西溪湿地只包括蒋村、五常等乡镇的一二十平方公里的面积。

西溪湿地主要由水体、丘陵土坡、有机活性粘土、植物、动物、微生物等自然资源和物质文化遗迹、非物质文化遗产等文化资源构成。自然资源中一部分是原生的，另一部分经人工改造而呈人工生态形态。自然资源和物质文化遗迹交织而形成独特的景观文化(蔡建国,2006)。

西溪湿地自然资源由河港、洲渚、池塘、农田、园地、林地、土坡、丘陵等多种地质要素构成，地形复杂多变而呈自然生发状态，富含地质资源、生物资源和景观资源。

#### (1) 地质资源和地貌景观

西溪湿地位于浙西南河谷丘陵与浙东北水网平原的交接地带，由西向东逐步开放空间，多层次递展开。闲林(五常)以西部分地势稍高，植物和农作物分布相对单一；闲林(五常) - 蒋村一带水域丰盈，农田、园地、土坡交叠，植物和农作物分布也多变，十分开阔；其东部向城市建成区过渡。西溪湿地南、西、北三面与天目山余脉相回护和映衬，丘陵坡地和湿地有机构成，水景与岸景交相呼应，互为借景，避免了平均化带来的单调(林正秋等,2005;浙江省林业局,2002)。

从地质上来看，西溪湿地作为第四纪全新世地质作用的产物，经历从海侵到海退、湖泊、沼泽化的漫长演化作用，最终成为原始湿地。在千余年人类渔耕经济的作用下逐渐演变成次生湿地。全新世中晚期，钱塘江河口平原已存在，而苕溪古河道两侧尚属洼地，导致五常、蒋村、古荡一带水流排泄不畅，逐渐成为一片湖泊沼泽，与钱塘江、运河、西湖共同构成杭州四大重要水景(林正秋等,2005)。

西溪湿地的土壤主要是水稻土、红壤、红黄壤、潮土、岩性土等，其中水稻土、红壤占 90% 以上。这些土壤在分布上具有一定的规律，其中南部丘陵河谷以红壤和红黄壤为主，北部水网平原以水稻土为主。西溪湿地原来富含分布面积很广的不连续泥炭层，这是一种表征沼泽性

征的土壤层。

西溪湿地南面的丘陵呈月弧形长阵,间隔排列于西湖风景区与西溪湿地之间,古代文献中有“七十二山峰”之说。它们绵延几十公里,峰回路转,别有一番气势。其中西溪湿地南沿的18座山峰,有“十八里山峰”之称。在“十八里山峰”之间,还分布着“十八坞”(林正秋等,2005;浙江省林业局,2002)。

#### (2) 水域资源和景观

现今西溪湿地保护范围约1008hm<sup>2</sup>,其中水域面积约占52%,河流总长约100多km,大小水塘1.1万多个,水网密度高达4km/hm<sup>2</sup>,仅蒋村部分水域面积即达约500hm<sup>2</sup>。地表水总量约500万m<sup>3</sup>,地下浅层水也十分丰富。

西溪湿地众多的天然牛軋湖、泥沼地、洲渚等已经人工改造,和同样众多的人工池塘一样,被当作渔业、农业资源和生活资源利用。但目前南漳湖一带的水域景观仍相对较为丰富。南漳湖又称蒹葭里、河渚、涡水、河水里,系西溪湿地水域最集中的区域,约当现今杭州市政府确定的西溪湿地保护范围(蔡建国,2006;浙江省林业局,2002)。

西溪湿地在南漳湖以外的部分由于地势稍高,水网密集程度递减,不仅景观有所变化,而且城镇化的程度也渐次提高。西溪湿地南片的丘陵坡麓地带分布着大量山泉和古井,这些山泉和古井是西溪湿地中立体的水景,其文化意义与南漳湖也有所不同。

#### (3) 生物资源和景观

西溪湿地位处亚热带北缘季风气候区,在中国气候区划上,属于华中亚热带湿润地区长江中下游南区的钱塘江小区。年平均气温15~17℃,平均相对湿度78%,平均降水量1399mm,平均蒸发量1260mm,平均日照时数1900小时,无霜期250天左右。总的气候特征是四季分明、光照充足、雨量充沛、温和湿润。湿地资源与生命形成有关的光、热、无机盐等作用,催生多种动植物生长,其陆地绿化率在85%以上(蔡建国,2006)。

西溪湿地约分布有维管束植物85科182种221种;分布有湿地鸟类、平原鸟类、山地鸟类、农田鸟类和城郊鸟类12目26科89种;食虫目、翼手目、啮齿目等兽类3目6科;蛙形目等两栖类1目3科;龟鳖目、蜥蜴目、蛇目等爬行类3目6科。西溪湿地的水体中约分布有硅藻门、蓝藻门、裸藻门、金藻门、绿藻门、甲藻门和隐藻门7门浮游植物。浮游动物有原生动物9种(属)、轮虫13种(属)、枝角类6种(属)、桡足类3种(属)(浙江省林业局,2002;蔡建国,2006)。

西溪湿地著名的自然景观主要有“西溪探梅”、“秋雪听芦”、“荻芦散花”、“蒹葭泛月”、“秋雪八景”、“淇上初夏”、“云栖曲水”等。

#### (4) 物质文化遗产

西溪湿地的物质文化遗产主要有寺庙庵祠、文人物业、桥亭台阁、河埠舟楫、鞞道牌楼、墓葬遗迹等(林正秋等,2005)。

### (5) 非物质文化遗产

西溪湿地的非物质文化遗产主要有诗文艺术、民间风俗等。西溪湿地不仅产生了大量诗文,而且也造就了许多绘画书法作品。宋米芾、元赵孟頫、明唐寅、清吴伟业、奚冈、金农都有表现西溪湿地的作品(林正秋等,2005)。

西溪湿地的形成与发展,已有数千年的悠久历史。林正秋认为西溪湿地可以追溯到四五千年前的良渚文化,它是杭州最早的文明发源地。西溪湿地的历史,概括地说,归纳为远古雏形、汉唐形成、宋元发展、明清昌盛、民国萎缩与现今新生的六个阶段。据文献记载,西溪湿地的利用和开发至少在东汉以前,自吴越钱氏称藩两浙、建都杭州促使其全面人工化的历史也有1100多年。从吴越建都到清代的1000多年间,西溪湿地的开发总体说是有限度、有节制的。甚至直到20世纪二三十年代,西溪湿地仍保持着往日的风貌和情调。尽管明清以后私人宅第大量涌入,与原住民的渔耕和居住传统交织,增加了环境压力,但也形成了较为可取的居住文化(林正秋等,2005)。

西溪湿地既蕴藏有丰富的原始地理信息,又是生物多样性的富集地区和充满活力的生态系统,被杭州人誉称为“天堂绿肾”。不仅能提供大量食物、原料和水资源,而且在维持生态平衡、维护生物多样性、涵养水源、净化水质、蓄洪防旱、控制污染、补充地下水、控制土壤侵蚀、调节气候、美化环境等方面,发挥巨大的城市生态功能。另外,因西溪湿地位于杭州主城区与余杭组团、良渚组团的过渡地带,是它们的天然间隔区,阻止了主城区无节制“摊大饼”扩张,有利于城市结构向组团式方向整合和发展(浙江省林业局,2002)。

### 5. 镜湖

镜湖位于绍兴市镜湖新区,属于淡水湖泊。镜湖水网密集,地下水位高,自然地形为低湿地。湿地区域内共分布维管束植物67科142属165种;有鸟类12目24科74种,省级重点保护白鹭数量就达一万多只;兽类6目12科22种,爬行类3目6科16种,两栖类1目3科6种;软体动物9种,鱼类50种,其中黄颡鱼是特色鱼种。镜湖湿地水体有浮游藻类50种,蓝藻门4种,绿藻门20种,甲藻门2种,隐藻门3种,裸藻门8种,金藻门1种,硅藻门13种。河湖底有近1米的泥炭层,是绍兴此类矿产最丰富之地。湿地区域内河网密布、纵横交错、水形态丰富多样,有江、河、湖、渚、湾、湾等。镜湖与绍兴平原的骨干河流三江闸西干河、马山闸西闸江、外官塘等水系相连,承担着绍兴平原的防洪排涝任务和具有抗旱、抗涝和通航等功能。现状水流方向为由南往北,南部的洲渚向北部的镜湖,结合由南至北递减水底高程,有利于水体的净化和洪水的调蓄(姜伟平等,2007;浙江省林业局,2002)。

镜湖在历史上经历了不断地变化。先秦时期,湿地区域内是一片临海滩涂,但已有局部的利用和开发。这一带不仅是越国制盐业和制船业的基地之一,在越国的军事和对外交通上也具有重要地位。东汉会稽太守马臻领导民众在会稽山南麓筑起鉴湖之后,会稽山北部平原逐渐得到开发。自唐宋以来,随着北边杭州湾南岸海塘工程的全面竣工和南边古鉴湖的大面积

湮废,大量淡水移入北部平原,形成稠密的河湖网络,遂成平原水乡。到20世纪50~60年代,因围湖造田和围湖筑塘使湿地水面形态发生变化,面积减少。以北湖为例,据绍兴市志记录,原有面积4.29km<sup>2</sup>,1969年围湖造田后面积逐年减少,现湖面面积2.23km<sup>2</sup>。1967年湿地水体曾出现过干枯的现象,80年代以后,围湖造的农田逐渐变成了鱼塘(娄伟平等,2007)。

除以上重要的典型湿地以外,杭州湾地区还拥有众多河流、湖泊、库塘湿地,限于篇幅不一介绍。

### 1.3 国内外湿地研究现状

湿地是分布于陆地系统和水体系统之间的、由陆地系统和水体系统相互作用形成的自然综合体。由于湿地具有的巨大食物链及其所支撑的丰富的生物多样性,为众多的野生动植物提供独特的生境,具有丰富的遗传物质,湿地被称为“生物超市”。由于下游湿地具有汇集水分和废弃物的功能,因而湿地也被称为“地球之肾”。在世界自然资源保护联盟(IUCN)、联合国环境规划署(UNEP)和世界自然基金会(WWF)编制的世界自然保护大纲中,湿地与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统(吕宪国,2002)。

湿地科学起源于湖沼学和沼泽学。美国、欧洲和前苏联对湿地的研究主要开始于20世纪60年代的沼泽、泥炭研究。在美国,湿地损失以及由此造成的种种环境问题使人们认识到湿地保护的必要性。在1977年,美国颁布了第一部专门的湿地保护法规,该法规规定联邦政府的首要目的是保护湿地,而且应为实现该目的提供基金(Maltby,1986)。自此开始了对湿地的广泛研究,生态学、水文学、地貌学、地理学甚至环境工程等学科的学者都从各自的角度出发对湿地展开了研究,出现了大量的有关湿地研究的文献。由Mitsch和Gosselink合作撰写的著作《Wetlands》和由Kaddie撰写的著名著作《Treatment Wetlands》代表了当代国际湿地理论综合研究的最高水平(吕宪国,2002)。

我国对湿地的认识可以上溯至商周时期,曾在《礼记·王制篇》、《禹贡》、《水经注》、《徐霞客游记》等地理古籍中有湿地的记载,并赋予不同的名称,反映其特征的差异。国外学者研究也证实中国是世界上研究湿地最早的国家。20世纪初,湿地学进入发展期,学术著作开始出现湿地一词。受益于新技术和新方法的应用,大量湿地研究成果问世,对湿地的认识开始从感性上升到理性,并开始走向系统与综合研究,从而确定湿地科学较为系统的科学理论与方法论,基本形成一门独立的学科。(杨永兴,2002)。

据2003年底完成的全国首次湿地资源调查显示,我国现有湿地面积 $3848 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,位居亚洲第一,世界第四位。据2005年2月3日《科学时报》报道,我国目前列入国际重要湿地名录的湿地已达30处,总面积343万 $\text{hm}^2$ ,占全国自然湿地总面积的9.4%。截止到2003年底,

全国已建湿地自然保护区 353 处,其中国家级保护区 46 处,湿地面积  $402 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,省级保护区 121 处(田家怡等,2005)。湿地具有多种生态、经济和社会功能,在社会经济发展中具有重要作用。人类在开发利用湿地资源获取效益的同时,对湿地资源也造成了危害,如盲目的围湖造田,将湿地开垦为农业用地、改变天然湿地用途和城市开发占用天然湿地等等,直接造成了天然湿地面积削减和功能下降。据不完全统计,我国沿海地区累计已丧失滨海滩涂湿地面积约  $119 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,因城乡工矿建设占用湿地约  $100 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,两项相加等于削减了 50% 的沿海湿地面积;全国围垦湖泊面积达  $130 \times 10^4 \text{hm}^2$  以上,因围垦湖泊而失去调蓄容积达  $350 \times 10^8 \text{hm}^3$  以上,超过了我国现今五大淡水湖面积之和,因围垦而消亡的天然湖泊近 1000 个。此外,过度捕捞鱼类、猎取水禽,砍伐红树林,水资源过度利用,湿地污染等湿地不合理利用问题使湿地面临更加严重的威胁(国家林业局,2000)。

随着人类对湿地认识更加深入,湿地科学研究已成为学术界、政府乃至公众关注的热点与焦点。在国家建设项目计划和科研资助下,有关湿地保护和利用研究的论文与论著成果等纷纷涌现。利用国内最大的研究成果检索网站,“中国知网”对有关湿地保护和利用的相关研究成果进行检索,结果发现,国内有关湿地研究的成果文献从 20 世纪 90 年代中期就开始大量出现,到 21 世纪数量更是呈指数上升,特别是,2003 年以后还出现大量有关湿地研究硕、博士学位论文。这从一个侧面揭示了,当前人们对湿地问题、湿地保护与开发利用问题的重视日益增加(王宪礼等,1997)。

### 1.3.1 湿地定义与分类的研究综述

#### 1. 湿地的定义

由于湿地涉及的范围广泛,类型多样,各国、各部门及不同领域的学者从不同角度对湿地有不同的认识,目前对湿地的定义就多达几十种。

最早关于湿地的定义是 1956 年由美国渔业和野生动物局(Fish and Wildlife Service)为保护候鸟及鱼类资源而提出的,即:“湿地指的是被浅水、暂时或间歇水体所覆盖的低地,它包括以出露植被为明显特征的浅湖和池塘;但是不包括永久性河流、水库和深湖泊的水面,以及那些对湿地植被生长没有什么效果的暂时性的水面”。

1979 年,加拿大国家湿地工作组(Canadian National Wetlands Working Group)对湿地进行了如下定义:“湿地是指那些水位在地表、接近或高于地表,因而使得土壤在相当长的时间内处于饱和状态的地带。这些条件促成了湿地即水生过程,具体表现为湿地土壤、水生植物和各种适于潮湿环境的生物活动。”

在美国水资源保护中具有里程碑地位的净水法案(Clean Water Act,1977)中第 404 条将湿地定义为:“能够在一定的保证率情况下,在特定的时段内被地表或地下水淹没或饱和的地带,并且在正常情况下支持适宜于饱和土壤条件下生活的植被生长”(卢昌义,2006)。