

国家自然科学基金资助项目

巢湖流域 环境经济系统分析

吴开亚 / 著

ANALYSIS ON ENVIRONMENTAL
ECONOMIC SYSTEM
IN CHAOHU BASIN



中国科学技术大学出版社

国家自然科学基金资助项目

巢湖流域 环境经济系统分析

吴开亚 / 著

ANALYSIS ON ENVIRONMENTAL
ECONOMIC SYSTEM
IN CHAOHU BASIN



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书较为系统、全面地研究了巢湖流域环境经济系统的热点和重要问题,包括巢湖流域自然社会经济分析、生态安全和水安全分析、环境经济损失分析、污染防治综合效益分析、资源环境经济核算分析、湿地生态系统服务价值和水环境价值分析、生态足迹和水资源系统效能分析、循环经济发展评价分析、生态管理与生态产业发展模式分析等。

本书可作为高等院校经济管理类、资源环境类等相关专业师生的参考书,也可供相关科研单位、管理部门及决策部门的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

巢湖流域环境经济系统分析/吴开亚著. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2008.5

ISBN 978-7-312-02332-3

I. 巢… II. 吴… III. 流域—环境经济—系统分析—巢湖地区 IV. X196

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 062563 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026
网址:<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 安徽辉隆农资集团瑞隆印务有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710mm×1000mm 1/16
印张 15.5
字数 340 千
版次 2008 年 7 月第 1 版
印次 2008 年 7 月第 1 次印刷
定价 45.00 元

前 言

自 1987 年联合国发表宣言《我们共同的未来》,1992 年巴西里约热内卢环境与发展大会通过《地球宪章》和《21 世纪议程》,到 2002 年在南非约翰内斯堡召开的第 10 届可持续发展世界首脑峰会,环境问题一直是国际社会的热门话题,不仅引起政府和公众的关注,而且引起学术界的重视,成为 21 世纪人类共同面临的重大问题。环境问题的根本原因是人类活动对周围环境施加的影响扰乱或改变了宏观和微观的自然过程,引起环境功能的退化和破坏。随着环境保护与经济增长的相互制约关系日益凸现,在可持续发展观不断深入的现实背景下,环境与经济的协调发展已成为历史发展的必然选择。我国人口众多,自然资源相对短缺,经济基础薄弱,技术水平相对落后,改革开放以来经济高速增长过程中所承受的资源 and 环境压力巨大,经济社会发展与人口、资源、环境、生态的矛盾比较突出,协调和解决好经济发展与环境问题对树立科学发展观、实现“五个统筹”具有重要的现实意义。

巢湖是我国五大淡水湖之一,流域横跨合肥、巢湖、六安等行政区域,地处我国中部经济带,是安徽省重要的经济区域之一。巢湖是流域工农业用水和生活饮用水的主要水源地,同时也是沿岸工农业排水和生活排水的主要纳污场所。流域环境问题非常突出,水质恶化、水土流失加剧、面源污染严重、湖泊调蓄功能削弱等问题已影响到流域经济的可持续发展。巢湖流域环境经济问题研究不仅可为流域污染控制和生态环境管理提供决策参考,而且可进一步推进环境经济和可持续发展评估的理论方法体系建设。

本书以巢湖流域为研究对象,采用湖泊与流域相结合、污染防治与生态保护并重的系统观点,对巢湖流域环境经济问题进行了系统分析研究,包括巢湖流域自然社会经济分析、生态安全和水安全分析、环境经济损失分析、污染防治综合效益分析、资源环境经济综合分析、湿地生态系统服务价值和水环境价值分析、生态足迹和水资源系统效能分析、循环经济发展评价分析、生态管理与生态产业发展模式分析等内容。全书理论研究和应用研究并重,紧紧围绕环境经济的热点问题,注意反映国内外研究进展和成果,各章自成体系,突出定量分析方法,并具有明显的多学科交叉特点。

本书以巢湖流域环境经济问题为主线,综合了作者近年来在该领域的主要研究成果,主体部分来自作者主持或参与的科研课题,如国家自然科学基金项目《流域水安全复杂系统智能综合评价理论与应用》、安徽省教育厅自然科学研究重点项目《巢湖流域生态安全评价及预警研究》、中国博士后科学基金项目《巢湖流域非点源污染的环境经济损失研究》及《物质流核算分析的方法与应用研究》等。除此之外,还吸收了国内外一些专家学者有关环境经济分析方面的研究成果。



本书写作过程中,得到合肥工业大学土木与水利工程学院金菊良教授的大力帮助,并提出了许多修改意见,在此表示衷心的感谢。

在本书的成果研究过程中,得到了中国科学技术大学管理学院陈晓剑教授、厦门大学经济学院黄良文教授、厦门大学人口研究所叶文振教授、复旦大学公共管理与公共政策创新基地彭希哲教授的悉心指导;合肥工业大学资源与环境工程学院汪家权教授、钱家忠教授、孙世群副教授、李如忠副教授提出了很多有益的建议;安徽省环境科学研究院殷福才博士、潘成荣博士提供了部分数据资料;郭亚力博士、何琼博士、王玲杰博士、胡淑恒硕士、聂磊硕士、林保国硕士、宋润朋硕士给予了热情帮助,作者一并表示感谢。

本书出版得到国家自然科学基金项目(编号:50579009)、复旦大学公共管理与公共政策创新基地、安徽省公共安全应急信息技术重点实验室的资助。

本书写作过程中参考的大量文献尽可能一一列出,但由于内容涉及广泛,文献资料较多,疏漏在所难免,在此表示歉意,并向所有的参考文献作者表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在差错或不完善之处,恳请广大读者批评指正。

吴开亚

2008年2月

目 录

前言	(I)
第 1 章 绪论	(1)
1.1 巢湖流域自然社会经济分析	(1)
1.1.1 巢湖流域自然环境状况	(1)
1.1.2 巢湖流域社会经济状况	(4)
1.2 巢湖流域资源环境经济分析	(6)
1.2.1 巢湖流域资源环境问题	(6)
1.2.2 巢湖流域环境经济问题	(7)
参考文献	(9)
第 2 章 巢湖流域生态安全和水安全分析	(10)
2.1 巢湖流域生态安全分析	(10)
2.1.1 巢湖流域生态安全问题	(10)
2.1.2 巢湖流域生态安全评价	(14)
2.1.3 巢湖流域生态安全对策	(23)
2.2 巢湖流域水安全分析	(25)
2.2.1 巢湖流域水安全问题	(25)
2.2.2 巢湖流域水安全评价	(29)
2.2.3 巢湖流域水安全对策	(44)
参考文献	(46)
第 3 章 巢湖流域环境经济损失分析	(49)
3.1 巢湖流域水土流失经济损失	(49)
3.1.1 水土流失经济损失研究现状	(49)
3.1.2 水土流失经济损失估算方法	(50)
3.1.3 巢湖流域水土流失经济损失估算	(52)
3.1.4 巢湖流域水土流失治理对策	(57)



3.2 巢湖流域大气污染经济损失	(60)
3.2.1 大气污染经济损失研究现状	(60)
3.2.2 巢湖流域大气污染经济损失估算	(61)
3.2.3 巢湖流域大气污染经济损失分析	(64)
3.2.4 巢湖流域大气污染治理对策	(65)
3.3 巢湖流域化肥施用经济损失	(69)
3.3.1 巢湖流域化肥施用水平	(69)
3.3.2 巢湖流域化肥施用经济损失估算	(71)
3.3.3 巢湖流域化肥施用的环境经济分析	(74)
3.3.4 巢湖流域化肥污染控制对策	(77)
3.4 巢湖流域农药施用经济损失	(79)
3.4.1 巢湖流域农药施用水平	(80)
3.4.2 巢湖流域农药施用经济损失估算	(82)
3.4.3 巢湖流域农药污染控制对策	(83)
参考文献	(85)
第4章 巢湖流域污染防治综合效益分析	(89)
4.1 综合效益评价方法	(89)
4.1.1 综合效益的内涵	(89)
4.1.2 综合效益评价方法	(90)
4.2 综合效益评价指标与测度	(97)
4.2.1 综合效益评价指标体系	(97)
4.2.2 综合效益评价指标的测度方法	(98)
4.3 巢湖流域污染防治综合效益评价	(105)
4.3.1 生态效益评价	(105)
4.3.2 经济效益评价	(107)
4.3.3 社会效益评价	(109)
4.3.4 综合效益评价	(115)
参考文献	(117)
第5章 巢湖流域资源环境经济核算分析	(119)
5.1 资源环境经济核算理论方法	(119)
5.1.1 资源环境价值理论	(119)
5.1.2 资源环境估值方法	(123)
5.1.3 资源环境经济核算框架体系	(128)



5.2 巢湖流域资源环境经济核算	(133)
5.2.1 巢湖流域资产实物量与价值量核算	(134)
5.2.2 巢湖流域资源环境经济核算体系	(138)
参考文献	(141)

第6章 巢湖流域湿地生态系统服务价值和水环境价值分析

.....	(143)
6.1 巢湖流域湿地生态系统服务功能价值	(143)
6.1.1 湿地生态系统服务功能及价值	(143)
6.1.2 巢湖流域湿地资源	(146)
6.1.3 巢湖流域湿地生态系统服务功能价值评估	(148)
6.1.4 巢湖流域湿地生态系统变化及对策	(152)
6.2 巢湖流域水环境价值	(154)
6.2.1 水环境价值概述	(154)
6.2.2 水环境价值计算方法	(156)
6.2.3 巢湖流域水环境价值及其损失	(160)
6.2.4 巢湖流域水环境管理措施	(168)
参考文献	(169)

第7章 巢湖流域生态足迹和水资源系统效能分析.....

7.1 巢湖流域生态足迹	(171)
7.1.1 生态足迹理论方法	(171)
7.1.2 巢湖流域生态足迹分析	(178)
7.2 巢湖流域水资源系统效能	(181)
7.2.1 水资源状况及其利用	(181)
7.2.2 水资源系统效能评价指标体系	(183)
7.2.3 巢湖流域水资源系统效能评价	(187)
7.2.4 提高巢湖流域水资源系统效能对策	(192)
参考文献	(192)

第8章 巢湖流域循环经济发展评价分析

8.1 循环经济发展评价方法	(195)
8.1.1 循环经济发展评价指标体系构建	(195)
8.1.2 循环经济发展评价数据处理	(200)
8.1.3 循环经济发展评价指标赋权方法	(203)



8.1.4 循环经济发展综合评价方法	(206)
8.2 巢湖流域循环经济发展综合评价	(207)
8.2.1 巢湖流域循环经济发展评价过程	(207)
8.2.2 巢湖流域循环经济发展评价结果分析	(209)
8.3 巢湖流域循环经济发展模式和对策	(214)
8.3.1 巢湖流域循环经济发展环境分析	(214)
8.3.2 巢湖流域循环经济发展模式	(216)
8.3.3 巢湖流域循环经济发展对策	(222)
参考文献	(226)
第 9 章 巢湖流域生态管理与生态产业发展模式分析	(228)
9.1 巢湖流域生态管理	(228)
9.1.1 巢湖流域生态管理问题	(228)
9.1.2 巢湖流域生态管理措施	(231)
9.2 巢湖流域生态产业发展模式	(234)
9.2.1 生态产业内涵	(234)
9.2.2 巢湖流域生态产业发展模式	(235)
参考文献	(240)

第1章 绪 论

1.1 巢湖流域自然社会经济分析

1.1.1 巢湖流域自然环境状况

1. 地理位置

巢湖流域位于安徽省中部,处于长江与淮河两大河流之间,地理位置为东经 $116^{\circ}24'30'' \sim 118^{\circ}0'00''$,北纬 $30^{\circ}58'40'' \sim 32^{\circ}06'00''$ 。湖体位置在东经 $117^{\circ}16'54'' \sim 117^{\circ}51'46''$,北纬 $31^{\circ}25'28'' \sim 31^{\circ}43'28''$,属长江下游左岸水系,是我国著名的五大淡水湖之一。巢湖流域总面积 $13\,350\text{ km}^2$,其中巢湖闸上面积 $9\,130\text{ km}^2$,闸下面积 $4\,219\text{ km}^2$,包括合肥、肥东、肥西、长丰、巢湖、庐江、无为、和县、含山、舒城以及岳西的小部分。巢湖流域地理位置如图 1-1 所示(金相灿,1995;安徽省环境保护科学研究所,2003)。

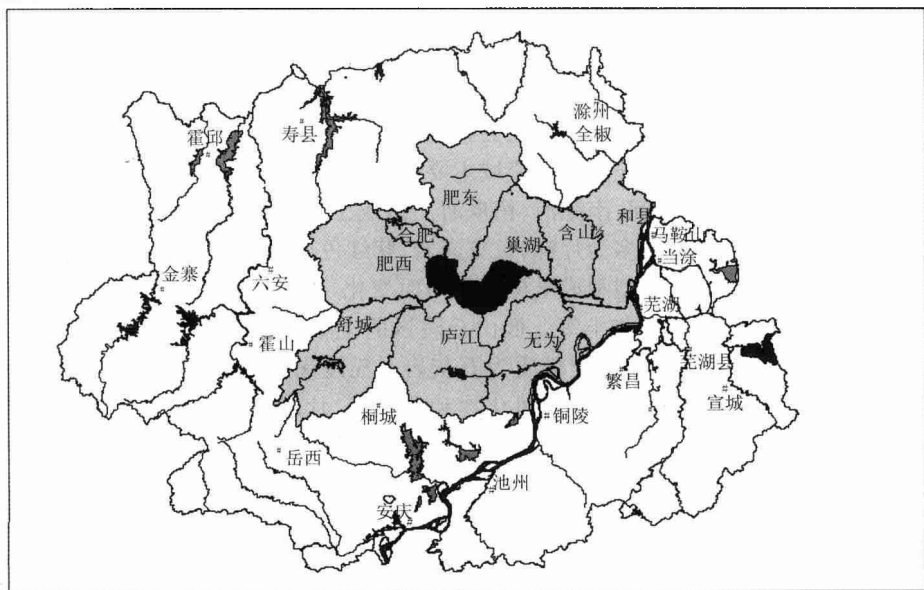


图 1-1 巢湖流域地理位置

2. 地形地貌

巢湖流域地势总轮廓为东西长南北窄,且西高东低,中间低洼平坦,属于江淮丘陵中心地带。四周分布有浮山、浮槎山、凤凰山、银屏山、冶父山、大别山、防虎山等山脉,按地貌成因类型可分为构造侵蚀地形、侵蚀剥蚀地形和侵蚀堆积地形(王晓辉,2006)。

(1) 构造侵蚀地形

主要分布于流域西部大别山区、北部浮槎山区、东部及东南部的凤凰山与银屏山区等。海拔高度一般在400~500 m,最高可达1 539 m,分布面积为1 768 km²。其地貌特征是山岭纵横,沟谷发育,多为河流上游地段,属较为典型的中等切割构造侵蚀型地形。

(2) 侵蚀剥蚀地形

侵蚀剥蚀地形分为浅切割低山丘陵地和丘陵岗地两种类型。侵蚀剥蚀地形主要分布于流域东南部耙耙山、南部冶父山以及与中等切割低山区的接壤地区,海拔高度一般在200~300 m,面积472.5 km²。地貌特征为山坡较缓,谷沟较开阔,多为支流、小溪交汇地段。丘陵岗地主要分布于流域西部防虎山及零星镶嵌于低山丘陵的外侧,海拔高度100 m左右,面积416.5 km²。地貌特征是坡缓谷宽,主、干河流基本形成,为河流中上游地段,比降较小。

(3) 侵蚀堆积地形

该类型分为岗冲地和冲积平原。岗冲地主要分布在低山丘陵与冲积平原之间的广阔过渡地带,海拔高度为50~100 m,分布面积3 953.3 km²,多为二级阶地或部分一级阶地。冲积平原主要围绕巢湖沿岸及主、干流的中下游河段两侧分布,海拔在几米至几十米之间,面积3 761.35 km²,为河流下泻泥沙冲积而成,地势平坦开阔。

3. 岩性与土壤类型

巢湖流域内大面积出露第四纪上更新统和全新统黏土、亚黏土,出露岩石分布于巢湖四周的低山和低山丘陵区。流域主要岩性、岩类分布如表1-1所示。

流域内的丰乐河、派河、南淝河、柘皋河上游成土母质为下蜀系黄土,杭埠河上游低山丘陵区的成土母质多为片麻岩、花岗岩、紫红色火山碎屑岩等。

流域内土壤随地貌类型和成土母质不同而变化,主要土壤类型有水稻土、黄褐土、紫色土、棕壤、黄壤、石灰土等。低山丘陵区的土壤类型较为复杂,主要有石灰土、紫色土、棕壤和黄壤,其成土母质为石灰岩。丘陵岗地的土壤类型为紫色土或棕壤,成土母质为紫色火山岩系的风化物和花岗岩、片麻岩风化物、片岩等。岗冲丘陵相间地带或高塆之间的小冲地分布有黄棕壤,成土母质为酸、中性岩类风化物和下蜀系黄土。在丘陵岗地下冲及低山区山谷间则分布有潜育型水稻土,成土母质为山河冲积物及沟谷堆积物。在冲积平原区和丘陵岗冲平缓处及低山区底部平坦处则分布有侧渗型水稻土,其成土母质为沟谷堆积物和下蜀系黄土。巢湖沿岸及主要河流的沿岸两侧分布潜育型水稻土,成土母质为下蜀系黄土和山河冲积物及湖相沉积物。



表 1-1 巢湖流域主要岩性、岩类分布

主要地表岩性	主要岩类	分布范围	侵蚀特征
石英片岩、角闪片岩、片麻岩、角闪岩、浅粒岩、大理岩、混合花岗岩、安山质岩、角砾岩、集块岩、花岗岩、石英正长岩	太古、元古界变质岩类、中生界火山碎屑岩、侵入岩类	大别山北麓低山及低山丘陵区	强烈水土流失
角闪斜长片麻岩、黑云片岩、石英角斑岩、斜长角闪岩、片麻岩、大理岩、砂岩、粉砂岩、灰质砾岩、砂质岩、安山质凝灰岩、角砾岩、集块岩	元古界变质岩类、中生界沉积碎屑岩类、火山碎屑岩类、侵入岩类	流域北部浮槎山区	以片状侵蚀为主的中度流失
石灰岩、白云岩、砂岩、页岩、砂质页岩、粉砂质泥岩、石英岩	古生界、中生界碳酸岩类、沉积碎屑岩类	流域东部团山、凤凰山及南部银屏山、耙耙山	以自然剥蚀为主的轻度流失
黏土、亚黏土、亚砂土	第四纪松散沉积物	主要沿湖周围,各河道两岸圩区冲刷平原	侵蚀现象不明显,基本无流失

4. 气象气候

巢湖流域属亚热带和暖温带过渡性的副热带季风气候区,气候温和湿润。年平均温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 16^{\circ}\text{C}$, 1 月平均气温 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$, 7 月平均气温 $28^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。极端最高气温 39.2°C , 极端最低气温 -20.6°C 。无霜期 224~252 天, 大于 10°C 的积温 $4\,900^{\circ}\text{C}\sim 5\,100^{\circ}\text{C}$ 。历年土壤最大冻结深度 9~11 cm。

流域主导风向,夏季为东南风,冬季为东北风,历年最大风速 18 m/s,多年平均风速 4.1 m/s,年大风($\geq 18\text{ m/s}$)出现日数为 20.8 天。多年平均湿度 77%,最大湿度 81%,出现在 3 月,最小湿度 70%,出现在 10 月。多年平均气压为 101.40 kPa,最高 104.48 kPa。

多年平均降水量为 1 100 mm,流域各站最大年降水量均值为 1 450 mm,最小年均值为 630 mm,倍比 2.3。降水在流域内空间分布不均,西部降水量 947.0~1 596.5 mm(最大年降水均量),最高降水量 2 248.8 mm。降水在时间分布上也不均匀,3~5 月降水占年降水量的 28%,6~8 月占年降水量的 39%,9~11 月占年降水量的 21%,12~2 月占年降水量的 11%。尤其是每年 6~7 月份由于副热带太平洋高气压与北方冷空气交锋而形成的梅雨季节,雨量集中,局部地区 5~9 月降水量占全年降水量的 65%,从而形成了较大的地面径流,洪涝时有发生,也导致

了部分地区发生严重水土流失。

5. 植被

巢湖流域内原生植被基本已不存在,现存植被主要为人工林和次生林,以及大范围分布的种植农作物。森林植被主要分布于舒城、庐江、巢湖、肥东等市(县),森林覆盖率 15.2%。流域内森林类型和种类较为单调,主要包括针叶林、阔叶林、经济林以及杂树灌丛林等。其中针叶林主要树种为马尾松、黑杉、杉木、水杉等,在低山区与丘陵区呈疏密不等片状分布,是分布最广、数量最多的森林植被类型。阔叶林以楮类、栎类、枫香、化香为主,主要分布于流域西部及西南部低山区,大多零星散布于针叶林中。经济林包括茶园、果园、竹林等,其分布零星,面积不大;茶园主要分布于舒城县南部丘陵岗地,竹林主要分布于舒城南部杭埠河两岸及村落四周,其他经济林分布零散。杂树灌丛主要分布于舒城、肥西两县西部丘陵岗地,面积小且分布零星(安徽省环境保护科学研究所,2003)。

巢湖流域农业种植作物主要有水稻、油菜、棉花、小麦、大豆、薯类、花生、西瓜、黄麻等,以蔬菜类为主。巢湖目前为富营养型蓝藻型湖泊,湖区有浮游植物 85 属 227 种,其中蓝藻数量占 95% 以上。浮游动物 35 属 46 种,原生动物数量占 90%,底栖动物中河蚬、淡水壳菜占绝对优势。湖区中水生维管束植物有 42 属 50 种,主要是挺水植物,以芦、荻等占优势。

6. 河流水系

巢湖流域的河流水系密度大,纵横交错,呈放射状汇入巢湖,然后由裕溪河连接汇入长江。流域内共有大小河流 33 条,分别属于杭埠河—丰乐河、派河、南淝河—店埠河、柘皋河、白石山河、裕溪河等七条水系。主要入湖河道杭埠河—丰乐河、派河、南淝河、白石山河等 4 条河流占流域径流量 90% 以上,其中杭埠河—丰乐河是注入巢湖水量最大的河流,其次为南淝河、白石山河,分别占总径流量的 65.1%、10.9% 和 9.4%。巢湖多年平均水位 8.4 m,相应湖面积 770 km²,容积 2.07×10^9 m³;平均水深 3 m,最大水深 6.78 m。1962 年建成巢湖闸和裕溪闸后,巢湖由过水性河流型浅水吞吐湖变成人工控制水位的半封闭型水域。

1.1.2 巢湖流域社会经济状况

2005 年巢湖流域总人口 931 万人,占全省人口的 14.29%,是安徽省经济和社会发展水平较高的地区之一,重点城市有合肥市和巢湖市。流域国内生产总值 1 161.74 亿元,占全省国内生产总值的 21.56%。其中,第一产业增加值 0.51 亿元,第二产业增加值 71.56 亿元,第三产业增加值 195.63 亿元。人均国内生产总值 12 475 元,高于全省平均水平。2005 年巢湖流域社会经济发展概况如表 1-2 所示(吴开亚,2008)。

1. 农业

巢湖流域农业经济水平较高,经济特点是以种植业为主、水产业为辅的多种经营,粮食生产占主导地位。2005 年全年粮食总产量 3.35×10^6 t,油料总产量 6.02×10^5 t,棉花总产量 7.08×10^4 t,水果总产量 1.14×10^5 t,全年农业总产值



227.74亿元。

2. 工业

巢湖流域工业以机械、电子、化工、冶金、纺织、食品加工和建材工业为主,2005年巢湖流域实现工业总产值677.3亿元,其中合肥市区占75%。

3. 第三产业

2005年巢湖流域第三产业国内生产总值537.35亿元,占国内生产总值的46.25%,占全省的9.97%。社会消费品零售总额378.62亿元,占全省的21.45%。全年外贸进出口总额达43.25亿美元,占全省的47.43%,其中出口总额29.17亿美元,进口总额14.08亿美元。

流域旅游资源十分丰富,除了久负盛名的山川名胜之外,还有众多的人文景观,以巢湖为中心的主要旅游景点有巢湖、忠庙、姥山、半汤温泉等。近几年来,旅游业继续快速增长,2005年全年旅游总收入60.34亿元。

表 1-2 巢湖流域社会经济发展概况(2005 年)

类别	合肥	肥东	肥西	居巢	庐江	含山	无为	和县	舒城	流域
国内生产总值 (亿元)	674.16	71.76	69.02	99.13	48.91	29.61	85.78	38.44	44.93	1161.74
人均GDP (元/人)	38454	6736	7119	11509	4131	6699	6149	5907	4533	12475
地方财政收入 (万元)	397670	30449	32510	30238	13615	10287	25222	12324	15754	568069
经济密度 (万元/km ²)	667.23	13.77	14.13	14.89	5.80	9.84	10.37	8.01	7.50	34.22
年末总人口 (万人)	175.31	106.35	97.04	86.13	118.21	44.24	139.50	64.97	99.13	930.90
人口密度 (人/km ²)	2941	481	422	424	504	423	573	422	472	561
教育投入占GDP百分比	7.79	3.29	2.32	1.09	3.40	1.94	2.09	1.88	3.41	2.99
农民人均纯收入(元)	5183	3134	3172	3003	2724	3134	2814	3252	2304	3029



1.2 巢湖流域资源环境经济分析

1.2.1 巢湖流域资源环境问题

1. 资源赋存及利用

流域内矿产资源比较丰富,无论西部、西南部或北部,都具备成矿地质背景,铁、硫、明矾石以及各类灰岩是四种主要矿产资源,并且分布相对集中,容易形成矿业基地。但多矿种共生、伴生,尤其是巢湖北岸地层中的含磷变质岩系,其中北部肥东群的产磷层位是目前主要的露采区和群众开采矿点。磷矿开采比较乱,因管理不善造成了资源浪费和环境污染。1988~1990年的调查与实验数据表明,矿山每年通过地表径流输入到巢湖的总磷为 37.73~54.28 t,相当于点源和非点源输入巢湖总磷的 4%或入湖河道输入巢湖总磷的 6.4%。

1995~2005年期间,合肥市万元 GDP 能源及电力消耗分别由 2.11 t 标煤和 1 448.56 kW·h 降低到 0.85 t 标煤和 746.62 kW·h,年均下降幅度分别为 8.69%和 6.41%,但仍然是发达国家平均消耗强度的 2.24 倍;万元 GDP 耗水量从 986.82 m³下降到 197.29 m³,年均下降幅度为 14.87%;经济密度由 291.93 万元/km²增长到 1 292.15 万元/km²,年均增幅为 16.05%。

2. 水体富营养化

巢湖水体严重富营养化。据 1999 年对巢湖 12 个采样点的监测结果显示,巢湖全湖区水质为Ⅵ类。西半湖的 6 个测点中有 5 个水体已处于重富营养化状态,东半湖 6 个测点中有 3 个水体已处于重富营养化状态,可见巢湖湖区富营养化问题已相当严重。巢湖富营养化引起水质恶化的主要来源是生活污染和面源污染。1999 年影响巢湖富营养化的主要指标总磷、总氮中,面源和生活污染合计分别占 85.2%和 80.1%,其中,生活污染中的总磷、总氮含量分别占 44.9%和 47.0%,面源污染分别占 40.3%和 33.1%(何开丽,2002)。

造成巢湖污染的原因比较复杂,除了由于巢湖水浅,阳光穿透性好,水体含氧丰富,气候适宜,为藻类生长繁殖提供了较充足的阳光和氧气外,人为污染是巢湖富营养化的主要原因之一。

城市生活污水大多未经处理直接排放,成为巢湖重要污染源之一。1999 年有 1.61×10^4 t 生活污水流入巢湖,除合肥市和巢湖市已分别建成 2 座日处理 1.5×10^5 t 和 6.0×10^4 t 污水处理厂外,大部分地区的生活污水未经处理直接流入巢湖,是造成巢湖富营养化的主要污染物总磷、总氮的来源。

工业废水虽经治理达标排放,但仍然存在一定的污染。全流域排入巢湖的工业废水 1999 年达 1.42×10^8 t,虽然经过限期治理,实现了达标排放,但只是低水平达标,工业废水中污染物总量仍然不小。

面源污染严重。一是沿湖近 3.33×10^5 hm² 农田,大多以种植水稻为主,化肥、



农药使用量大,利用率低,大量未吸收降解的化肥、农药随地面径流进入巢湖,成为巢湖水质总磷、总氮超标的重要原因之一。二是由于沿岸缺乏防风防浪林和水保工程防护林,属严重崩塌和轻微岸塌的土岸长 66 km,年崩塌入湖土方 $3.4 \times 10^5 \text{ m}^3$,约 $5.7 \times 10^5 \text{ t}$,损失农田 16 km^2 ,造成湖体淤积。沿岸植物因控制水位提高而减少,加剧了风浪淘蚀作用,破坏了湖泊景观与植被缓冲带,巢湖湿地生态系统退化,生物多样性减少,加速了湖泊衰老。

水体交换不畅。历史上的巢湖为天然吞吐型湖泊,每年与长江水体交换量为 $1.36 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 左右。自 1962 年巢湖、裕溪两大控制闸相继建成后,虽然发挥了巨大的防洪调控功能,但也使得巢湖与长江每年水体交换量减少了 $1.2 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 左右,水体自净能力急剧下降。同时由于水利、航运和城乡生产生活用水的需要,枯水季节也必须保持一定的水位,使得大量的滩涂被淹没,导致挺水植物和高等水生生物减少,一方面使氮、磷不能有效带出,另一方面又造成藻类得以大量繁衍。

3. 生态灾害

巢湖流域四周山高坡陡,地形起伏较大。从 20 世纪 50 年代后期开始,由于缺乏科学管理,人们滥垦乱伐,使得流域上游植被破坏,地表面状侵蚀严重,尤其是杭埠河流域,大部分坡耕地上耕作层迅速粗化瘠薄,使得土壤沙化,土地肥力下降,入湖泥沙量增多,湖盆淤积严重。据资料统计,全流域水土流失面积达 959 km^2 ,占山区总面积的 63.6%。据中科院南京地理所根据不同流失区的土壤侵蚀模数推算,年平均侵蚀模数为 1098 t/km^2 。大量泥沙入湖,增加了湖泊氮、磷营养负荷。严重的水土流失还使得流域水源涵养功能减弱,滞水保土能力下降,造成洪涝灾害频繁发生。近二十年来,水灾成灾率为 17.4%,旱灾成灾率为 8.2%。防御灾害能力越来越小,毁田压地现象日益严重,使得山塘报废、河道堵塞,影响航运和防洪、泄洪能力。从 1951~1983 年的 33 年中,平均每年入湖泥沙量约 $2.6 \times 10^6 \text{ t}$,除通过巢湖闸捞出 $6.0 \times 10^5 \text{ t}$ 外,其余约 $2.0 \times 10^6 \text{ t}$ 全部淤积于湖盆内,全湖平均每年淤高 1.9 mm。湖盆淤积变浅,使得湖面扩大,湖盆形态变异,水位升高,对湖岸构成威胁。湖盆淤积使得水体自净能力减弱,水质恶化,破坏了鱼类饵料场和产卵场的生态条件,降低了渔业产量。

4. 人地关系

巢湖流域是安徽省经济最发达、人口最稠密的地区之一。流域人口多而土地总面积有限,人均耕地面积少,人口与土地资源的矛盾尖锐。因此,被迫强化滥用土地资源,提高复种指数,毁林开荒,以及大量施用化肥农药,满足人口迅速增长对粮食和经济发展的需求,出现了上山毁林开荒以及下水围湖造田,使农业资源未得到合理利用,降低了农业生产力,造成大范围高强度的生态破坏和城乡环境质量恶化。人地矛盾造成林粮矛盾,且矛盾的敏感区大都出现在水土流失严重、经济基础薄弱、生产条件差的地区,有的已形成恶性循环。

1.2.2 巢湖流域环境经济问题

1. 巢湖流域环境经济的研究基础

对巢湖流域环境经济的基础研究始于 20 世纪 60 年代初中科院南京地理所等



单位开展的巢湖湖泊特征及水产资源综合调查。“六五”期间,安徽省环境保护科学研究所“巢湖水域环境生态评价与对策”研究报告(安徽省环境保护科学研究所,1986),为巢湖水域的富营养化防治、资源开发和管理决策提供了初步的基础资料。“七五”期间,中国科学院南京地理与湖泊研究所等单位完成了国家“七五”科技攻关项目“巢湖富营养化研究”(屠清瑛等,1990),深入探讨了巢湖富营养化的规律,推动了巢湖富营养化防治进程,并将水域调查研究扩展到整个流域。同步进行的流域工业污染源调查取得了大量第一手资料,为后续的巢湖污染防治提供了有力的科学依据(王晓铃等,2000;孙贤斌,2001;张文林,2005;李如忠等,2006)。“八五”和“九五”期间开展的专项基础研究较少,管理层主要把精力集中在环境污染防治工程项目的融资上,配合巢湖污染治理利用亚洲开发银行贷款的前期评估而进行了相关的流域管理与政策研究(殷福才等,2003)。“十五”期间,安徽省环科所完成的“巢湖流域生态环境现状调查报告”,对巢湖流域生态环境现状进行了全面描述和分析;中科院生态环境研究中心潘纲等的973计划项目“湖泊富营养化成灾机理及危害”探讨了巢湖富营养化评价的概念模型、水生生态系统结构和水资源利用的效益评价分析;安徽省科技厅“十五”攻关项目“巢湖富营养化控制和生态修复技术的研究”、安徽省自然科学基金项目“水土流失对巢湖水体富营养化的影响机制”、安徽省教育厅自然科学重点研究项目“巢湖流域生态安全的评价与预警研究”、中国博士后科学基金项目“巢湖流域非点源污染的环境经济损失研究”等课题,进一步在巢湖水体富营养化、工业污染、农业非点源污染的机理和控制方面取得了大量的基础数据和研究结论。

国家和安徽省地方政府高度重视巢湖流域环境污染综合治理工作。“七五”和“八五”期间,《巢湖水源保护条例》的颁布实施将巢湖水质污染提高到集中防治的高度,但有关非点源污染治理政策以及污染治理工程启动较少,巢湖水质污染进一步加剧。“九五”期间,安徽省政府颁布了《巢湖流域水污染防治条例》和《巢湖流域“九五”水污染防治计划》,实现了环境政策由水源保护到污染防治的转变(赵定涛等,2005)。在亚洲开发银行和国家开发银行资助下,污染治理投资得到保障,投资额近25.8亿元。但工业废水治理进展缓慢,非点源污染治理工程没有启动,流域水污染控制仍未达标。“十五”期间,巢湖流域实行了水质目标管理,重视前端控制和末端治理,加大非点源污染治理力度,实际完成总投资额达30.3亿元,污染治理取得较大成效,污染物排放总量下降,富营养化有所好转,而氮、磷含量依然超标(董如增等,2002)。“十一五”期间,根据《巢湖流域水污染防治“十一五”规划》和合肥市、巢湖市环境保护“十一五”规划精神,将重点解决制约环境保护的体制和机制问题,综合治理水、气与声环境,坚持污染防治与生态保护并重,运用经济和法律等多种手段,确保实现治污目标,促进经济社会协调发展。污染治理项目投资也将有较大幅度的增长,仅巢湖市政府就计划投入37.06亿元用于工业污染治理、非点源污染治理、生态建设与生态修复工程等。

2. 巢湖流域环境经济问题

巢湖流域污染治理和生态保护取得了巨大成就,流域环境经济问题也有了一