



城市生存与发展的 生态服务功能研究

王如松 王祥荣 主编

气象出版社

华北水利水电学院图书馆



209189199

国家自然科学基金重点项目39930040《
镇发展的区域生态服务功能及调控机

X321.25
W326

CHENGSHI SHENGCCUN YU FAZHAN DE
SHENGTAI FUWU GONGNENG YANJIU

城市生存与发展的 生态服务功能研究

主 编：王如松

副主编：王祥荣 胡 聃 唐礼俊



气象出版社

918919

图书在版编目(CIP)数据

城市生存与发展的生态服务功能研究/王如松主编.
王祥荣,胡 聃,唐礼俊副主编. —北京:气象出版社,2004.2
ISBN 7-5029-3734-X
I. 城… II. ①王…②王… III. 长江三角洲-城市-可持
续发展-研究 IV. F299.21
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 010160 号

出 版 者: 气象出版社
地 址: 北京中关村南大街 46 号
邮 编: 100081
网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>
E-mail: qxcbs@263.net
责任编辑: 郭彩丽
终 审: 周诗健
封面设计: 王 伟
责任技编: 都 平
责任校对: 王瑞民
印 刷: 北京京科印刷有限公司
发 行: 气象出版社
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 20
字 数: 512 千字
版 本: 2004 年 2 月第一版
印 次: 2004 年 2 月第一次印刷
定 价: 60.00 元

前 言

中国正在迅速城市化与工业化,经济总量快速增长,城市基础设施大规模建设,居民生活质量明显上升。这一快速的工业化、城镇化进程主要是在东部沿海及内陆的部分人口密集地区展开的。强烈的现代化需求、密集的人类活动、快速的工业和土地开发、高污染型的产业发展对城镇及区域生态环境的胁迫效应以正反馈形式发展。水体、大气、土壤和生境严重污染,农田、森林、草原、湿地的生态破坏,环境事故、生态灾难、生态难民及自然灾害频率的不断增加,生物多样性、水源涵养能力、生态服务功能及生态系统健康的持续下降给人民身心健康、国家环境和经济的持续发展造成了严重的威胁。

城市是全球环境污染和生态破坏的源,物质、能量、信息、资金和人口的汇。城市生态问题的实质是复合生态系统的功能代谢、结构耦合及控制行为的失调,即资源代谢在时间、空间尺度上的滞留或耗竭,系统耦合在结构、功能关系上的破碎和板结,以及调控机制在局部和整体关系上的短见和缺损。城市将各种社会的、经济的、环境的、文化的和系统的冲突融为一体,形成一类社会-经济-自然复合生态系统。

城市人类活动究竟是怎样胁迫区域生态系统,又怎样受生态系统所影响的?其耦合机制和调控规律是什么?个人、企业、政府和社会依据怎样的生态评价标准和方法来调整行为、计划和规划,以减缓和适应环境的这些变化、影响现在和未来的社会 and 经济发展?这是目前国际社会对全球环境变化与人类活动关系研究的一个核心问题。随着环境影响的日益加剧,社会对环境的响应也在日益升级,要求科学界提供人类活动的生态影响机理和调控方法的呼声越来越高(表1)。为此,国际科联(ICSU)和国际社科联(ISSC)发起了有关全球环境变化研究的几个主要计划,其中与人类活动密切相关的有国际科联环境问题科学委员会(SCOPE)的研究项目及全球变化的人类活动影响研究计划(IHDP)。表2是目前国际有关产业转型过程中与城市生态系统有关的一些关键科学问题。

表1 社会对环境响应的4个发展阶段

阶 段	I	II	III	IV
响应性质	被动响应	接受现实	建设性	预防性
注意的焦点	末端治理	过程控制	产品及产业结构	系统功能
主要行动者	专业人员	管理人员	行业和地区	全社会
优化目标	最小污染	最小排放	最优结构	最适功能
生态对策	污染防治	清洁生产	生态产业	生态社区

为促进我国城市社会、经济的可持续发展,迫切需要深入认识和揭示城市生命支持系统的响应机制和调控规律,系统地了解 and 辨识快速城市化过程的各种生态胁迫效应,评估城市赖以生存 and 发展的城乡生态系统的生态服务功能及其损失,评估受胁迫城市生态服务功能

的未来风险趋势,城市生态服务功能测度与调控的系统方法是我国城市生态学界当前及今后一个相当长时期内所面临的重大科学挑战。

表2 城市产业转型研究中与城市生态系统有关的关键科学问题

研究重点	关 键 科 学 问 题
能流物流	● 从地域、行业和公司尺度看,导致能源和物质有效利用的技术更新和经济发展的动力和性质是什么? ● 国际公约和国际组织[如《联合国气候变化框架公约》、世界贸易组织(WTO)等]将怎样影响国际能源贸易、能源基础设施的投资以及相关的物/能流? ● 民营能源部门开发低碳排放技术和市场的技术、经济和社会动因是什么? ● 拉动能源和物质消费需求 and 选择的动因是什么? 什么样的体制、社会心理和技术安排会影响购买力、投资和生活方式以显著降低环境影响?
食物	● 可否在满足不断增长的食物数量、质量及种类需求的同时减少环境影响? ● 各种食物-消费-生产系统(FCPS)可持续能力的区域差异是什么? FCPS 在区域发展中起什么作用? ● 全球食物变化趋势及可预见的解决办法 ● FCPS 可持续能力的测度手段,区域政策是怎样影响不同 FCPS 对全球环境变化的贡献率的? 怎样去调整这些政策?
城市交通与水	● 在发展交通运输的同时减少或不增加碳排放的机会与约束是什么? ● 为什么不同城市的交通系统其碳排放通量不同? ● 怎样从技术、空间和体制层面去重新设计系统以使局域和远距离环境影响最小? ● 怎样才能在增加水需求的同时不影响对水文循环的影响中脱耦? ● 为什么这些影响因城而异? ● 技术、空间和体制的重新设计将怎样帮助降低水利用的环境负影响?
信息与通讯	● 全球环境变化对电子、信息和通讯产业部门的主导公司的战略决策有何影响? ● 新技术将以何种方式改变全球生产和消费系统,从而在提高物质利用效率和减少全球环境负担的同时提高生活水平? ● 信息和通讯技术将怎样通过改变环境资源的利用方式去影响社会 and 生活方式? ● 信息和通讯技术在何种程度上将通过向全社会以及学术团体、决策者传播全球环境变化的知识,促进国际文明社会的发展?
管理与转型过程	● 社会-环境的关系历史上和当前是如何发生系统变化的? 社会经济活动与自然环境的生态关系是由什么样的过程决定的? ● 为达到系统调控社会-环境关系的目的,哪种现代转型过程应该得到控制? ● 影响全球环境变化的最强的超国家及非政府级的动力是什么? ● 国家在全球环境变化中的全球化作用是什么? ● 通过政策或社会干预生态建设的成功模式

生态服务功能是当前城市生态系统研究的热点之一,吸引了大量不同学科的研究者(尤其是生态学和经济学)的广泛参与。目前国际上关于生态服务功能研究的焦点是:(1)生物多样性与生态服务功能的关系;(2)生态服务功能的价值评估;(3)生态服务功能损失的物种补偿途径;(4)不同类型生态系统服务的实验研究。在研究方法论上,主要有三类:(1)借助计算机模型分析与模拟技术的理论生态研究;(2)生态经济价值的测度研究;(3)实验生态研究。

尽管生态服务功能的研究已引起国际生态学界的普遍重视,但生态服务功能的一些重要科学问题还有待突破,如生态服务功能的服务主体和服务对象间的作用机理,生态服务效用的测度标准和评价方法,生态服务功能的胁迫和响应机制,以及生态服务功能的自然及人工调节方法等。迄今为止,有关生态服务功能的研究仍限于对自然生态系统,对以城市人类活动主导的生态系统的研究尚未见报道。

我国在过去几十年中也开展了大量的自然生态系统对污染净化、防洪抗旱、污染物脱毒降解、土壤肥力更新等方面的功能研究,尤其是在湿地、湖泊、森林、草地、海洋等方面的生态物流能流研究已积累了大量资料,但在生态服务功能层面上尚未开展系统的研究,亟需同国际接轨。

国家自然科学基金重点项目“沪嘉杭地区城镇发展的区域生态服务功能及调控机理”(39930040)选取长江三角洲地区这一人类活动密集的城镇群生态系统类型为研究对象,研究这一地区城市化的生态胁迫效应、生态服务功能运转机制与评估方法,探讨生态服务功能的系统调控机理,为我国人类密集区(如京津塘地区、珠江三角洲等)及其他城镇化地区可持续发展的生态基础保护与建设,提供科学理论、方法和决策依据。

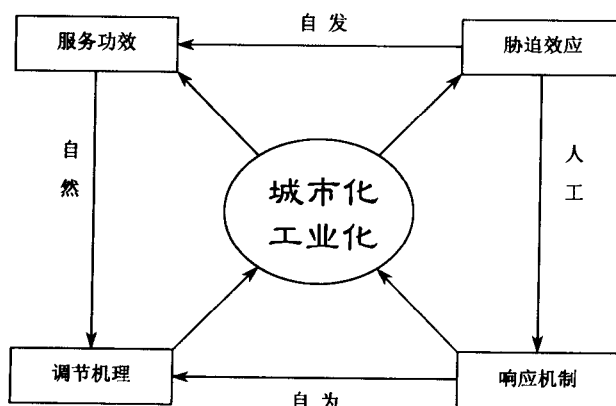
本研究拟解决的关键科学问题是:

- 城市人类活动对区域生态系统的胁迫效应及生态系统的响应机制;
- 城市生态服务功能的内涵、分类、测度、评价方法及其运行规律;
- 城市可持续发展的生态服务功能的调控机理及规划、管理和能力建设方法。

研究目的:

- 不同城镇化程度的生态胁迫效应及复合生态演变规律;
- 城镇化的生态系统服务功能评价方法;
- 城镇可持续发展的生态服务功能调控机理。

研究思路:



研究内容:

- 城镇化过程的生态胁迫效应和复合生态演变规律
- 城镇化的生态服务功能作用机理及评价方法
- 典型城镇和地区可持续发展的生态服务功能调控机理

区域城市化的生态机理是一个复杂的大系统问题,其性质与传统单生态因子或纯自然

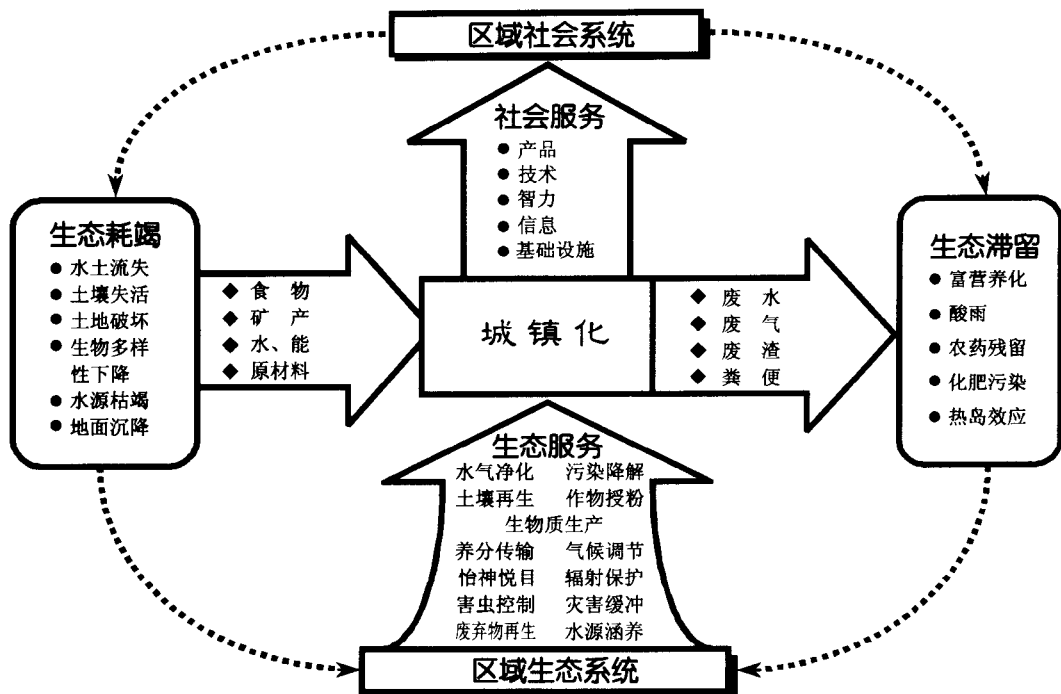
生态系统研究有很大区别,需要不同尺度生态系统研究的耦合、实验与模拟结合、现场调查与历史数据分析结合、自然生态数据和社会经济数据的耦合。四年来,中国科学院生态环境研究中心、复旦大学和华东师范大学先后投入了 30 多名高/中级研究人员和硕/博士研究生,调查了沪嘉杭地区及其毗邻的太湖流域的大小城镇,取得了从微观到宏观的有关生态服务功能的有关实验、统计、遥感和历史数据,初步弄清了生态服务功效和生态服务功能的区别,生态服务功能和生态系统结构的关系,生态服务功能和生态过程的关系,生态服务功能及其载体生态资产的关系;提出了生态服务功能的服务主体(水、土、气、生物、能源、地球化学循环)和服务对象(农业、工业、城市、交通、生活)间生态关系的复合生态系统研究框架;建立了生态服务功效的正面和副面、直接和间接测度的逆向思维和分析模式及指标体系框架,为定量估算人类活动的生态影响提供了判据;从生态服务功能的需求与供给、盈余与亏损、开拓与适应、滞留与耗竭、调控与补偿层面去展开研究;方法上从生产、生活、流通、还原、调控等五方面去研究人类活动对生态服务功能的正面、副面、直接和间接的胁迫效应和累积功效;构建了生态服务功能测度的系统框架,包括空间测度(土地生产力、承载能力、长度、面积与体积);时间测度(逆向演替所需时间,如森林、土壤的变化);当量测度(水当量、能当量、污染物当量、人当量、钱当量);格局测度(主导性与多样性、整合度与破碎度、标识度与特征性);序理测度(竞争效率、共生和谐度、自生活力);提出生态服务功能的当量测度方法,服务主体从能量的直接耗散量(熵)到间接富集量(场)、水生态服务当量从水质到水量的转换,植被的绿面服务到绿体服务,土地从直接的经济占用到间接的生态足迹,矿物的地球化学循环从创益型的物资量到积污型的废弃物量;重点探讨了生态服务功能变化中水量和水质的关系,从水资源、水环境、水生境、水景观和水安全等方面探讨了水的生产、运输、净化、调节、缓冲、调蓄和社会生态服务功能的定量描述方法;探讨了景观格局对生态服务功能的影响,从人类活动与局地 and 区域气候变化间的关系模拟得出城市连片的气候效应和调控方法;将生态系统功能调控从传统的末端治理、人为调控的环境工程方法发展为依据自然生态的整体、协调、循环、自生原理和产业生态、人居生态、景观生态及文化生态的整合方法,以扬州、余杭等城市为案例,重点探讨了以调节自然生态和社会生态服务功能为核心的促进城市可持续发展的生态规划和建设方法,得到国内外同行的好评。

课题组还积极开展国际合作,结合本项目与日本全球环境战略研究中心,英国利物浦大学、伦敦生态研究所、瑞典 Uppsala 大学、挪威国立理工大学,以及国际科联环境问题科学委员会(SCOPE)在长江三角洲开展合作研究。有些工作已初见成效。2001 年 10 月 29 日~11 月 2 日于上海复旦大学召开了中国-北欧水资源-水环境-水安全与城市可持续发展国际会议。2002 年 8 月 19~23 日在深圳主持召开了第五届国际生态城市学术讨论会。

本研究的主要创新点有:

(1)针对国家实施可持续发展战略的迫切需求,系统探讨高速城市化活动胁迫下的生态服务功能整体响应机制和双赢评价方法,使生态服务功能研究重心从自然生态系统转向人类主导下的生态系统,对指导我国城镇化的快速进程具有重要的理论和应用价值;将目前国际上仅仅依赖于实验了解单项生态服务功能的研究方法拓展为从群落、系统、景观的自然生态过程与社会、经济、自然复合生态过程相结合的生态服务功能整合研究方法。

(2)弄清了生态服务功效和生态服务功能的区别,生态服务功能和生态系统结构的关系,生态服务功能和生态过程的关系,生态服务功能及其载体生态资产的关系。



(3) 提出生态服务功能的服务主体(水、土、气、生物、能源、地球化学循环)和服务对象(农业、工业、城市、交通、生活)间生态关系的复合生态系统研究框架。

(4) 提出生态服务功效的正面和负面、直接和间接测度的逆向思维和分析模式及指标体系框架,为定量估算人类活动的生态影响提供了判据。

(5) 从生态服务功能的需求与供给、盈余与亏损、开拓与适应、滞留与耗竭、调控与补偿层面去展开研究,方法上从生产、生活、流通、还原、调控等五方面去研究人类活动对生态服务功能的正面、负面、直接和间接的胁迫效应和累积功效。

(6) 构建了生态服务功能测度的系统框架,包括空间测度(土地生产力、承载能力、长度、面积与体积);时间测度(逆向演替所需时间,如森林、土壤的变化);当量测度(水当量、能当量、污染物当量、人当量、钱当量);格局测度(主导性与多样性、整合度与破碎度、标识度与特征性);序理测度(竞争效率、共生和谐度、自生活力)。

(7) 提出生态服务功能的当量测度方法,服务主体从能量的直接耗散量(熵)到间接富集量(场)、水生态服务当量从水质到水量的转换,植被的绿面服务到绿体服务,土地从直接的经济占用到间接的生态足迹,矿物的地球化学循环从创益型的物资量到积污型的废物量。

(8) 重点探讨了生态服务功能变化中水量和水质的关系,从水资源、水环境、水生境、水景观和水安全等方面探讨了水的生产、运输、净化、调节、缓冲、调蓄和社会生态服务功能的定量描述方法。

(9) 探讨了景观格局对生态服务功能的影响,从人类活动与局地 and 区域气候变化间的关系模拟得出城市连片的气候效应和调控方法。

(10) 将生态系统功能调控从传统的末端治理、人为调控的环境工程方法发展为依据自然生态的整体、协调、循环、自生原理和产业生态、人居生态、景观生态及文化生态的整合方

法,以扬州、余杭等市为案例,重点探讨了以调节自然生态和社会生态服务功能为核心的促进城市可持续发展的生态规划和建设方法。

几年来,国家自然科学基金委员会从项目经费、学术活动及国际合作等方面对本项目给予了重点支持,保障了项目研究的顺利开展。在此特向基金委生命科学部的杜生明先生、于振良先生和王玮女士等表示诚挚的谢意。

本项目得到周纪伦先生、宋永昌先生、蒋有绪先生、李文华先生、冯宗炜先生、孙铁珩先生的悉心指导,中国科学院生态环境研究中心、复旦大学、华东师范大学对本项目提供了有力的人力物力支持,在此一并表示衷心的感谢!

王如松

2004年2月18日

目 录

第一篇 区域生态服务功能

- 强化城市生态服务功能的系统整合方法..... 王如松(3)
- 长江三角洲生态系统服务价值的测度..... 阎水玉 王祥荣(22)
- 上海地区可持续发展状况的生态足迹评价..... 梁 星 王祥荣(29)
- 论生态城市建设的理论、途径与措施——以上海为例 王祥荣(38)
- 上海建设生态城市的途径与措施研究..... 王祥荣 宋永昌 戚仁海(46)
- Eco-Development by Regional Planning: Tasks, Instruments and Application
..... Juergen PAULUSSEN (52)
- 日照阳光生态市建设框架研究..... 叶亚平 王如松 任景明等(66)
- 欧盟国家生态城市建设的实践..... 包陆森 王 震(70)

第二篇 城市景观生态服务功能

- 城市化过程中余杭市森林景观空间格局的研究..... 张 涛 李惠敏 韦 东等(75)
- 城市森林研究进展与发展战略..... 李 锋 刘旭升 王如松(82)
- 扬州生态市建设中景观生态规划的应用..... 汪 敏 胡 聘 王如松(90)
- 中国城市森林评价指标体系及规划对策研究——以上海市及浦东新区为例.....
..... 王祥荣 朱 俊 常克艺等(95)
- 城市绿地的三维生态特征及其生态功能..... 张 浩 王祥荣(106)
- 绿地在城市景观中的功能定位及其生态服务价值..... 张 浩 王祥荣(112)
- 城市绿地系统的生态服务功能评价、规划与预测研究——以扬州市为例
..... 李 锋 王如松(117)
- 城市增长和城市环境退化的生态捕食模型研究——以长江三角洲为例.....
..... 梁 星 王祥荣(125)

第三篇 生物生态服务功能

- 城市化对上海五角场地区鸟类群落的影响..... 唐仕敏 唐礼俊 李惠敏等(133)
- 城市环境选择压力下江岸立宛藓的遗传分化..... 李 波 林 涓 唐礼俊(141)
- 苔藓植物在城市生态系统中的分布及功能作用——以上海为例.....
..... 朱 俊 王祥荣 王平建等(146)

城市绿色空间生态规划的方法与实践——以扬州市为例·····	李 锋 王如松(155)
居住区绿色空间的生态规划与设计——以珠海华发新城为例·····	李 锋 王如松 Juergen PAULUSSEN 等(160)
北京市绿化隔离地区绿地的生态服务功能及调控对策·····	李 锋 王如松(165)
Urban Design of the Central Axis in Beijing—An Opportunity to Implement Ecological Sound Urban Development Ideas on the Long Range ·····	Juergen PAULUSSEN(171)
生态入侵及其对植被生态系统服务功能的影响研究·····	刘 苏 王祥荣(175)

第四篇 水生态服务功能

Human Impacts on Freshwater Ecosystem Services: The Case of Yangzhou City, Jiangsu ·····	YE Yaping, WANG Rusong, YAN Jingsong et al.(187)
扬州市水复合生态系统问题的生态学实质及调控对策·····	叶亚平 王如松 颜京松等(200)
人类活动对太湖流域水生态服务功能的胁迫效应及对策·····	胡 聃 王如松 颜京松等(204)
太湖南岸城市群水环境修复与生态规划研究·····	王祥荣 阎水玉 张 浩(220)
水污染对扬州市水资源存量的影响评价·····	袁少军 王如松 胡 聃等(228)
城市河流生态系统服务价值评估方法及案例研究——以上海苏州河为例·····	罗上华 王祥荣 王平建等(237)

第五篇 人类活动对生态服务功能的影响及其调控方法

上海城市土地利用/覆盖演变对空气环境的潜在影响 ·····	张 浩 王祥荣(245)
DPSEI Analysis for Urban Environmental Management in Jiangyin City ·····	HU Dan, WANG Rusong, YUAN Shaojun(252)
中国家庭消费的生态影响研究——以家庭生活用电为例·····	刘晶茹 王如松(266)
两种家庭住宅类型的环境影响比较·····	刘晶茹 王如松(270)
中国城市家庭代谢及其影响因素分析·····	刘晶茹 王如松 王 震等(275)
Clean Production and Ecological Industry—A Key for Eco-City Development ·····	Juergen PAULUSSEN, WANG Rusong(281)
产业对生态服务功能的影响及产业生态园理论·····	王 震 王如松(289)
从生态农业到生态产业——论农业对城市的生态服务功能·····	王如松 蒋菊生(296)
日照市生态产业园发展构想·····	叶亚平 王如松 任景明等(305)



第一篇 区域生态服务功能

强化城市生态服务功能的系统整合方法

王如松

(中国科学院生态环境研究中心,北京 100085)

摘要—城市是一类以环境为体、经济为用、生态为纲、文化为常的社会、经济、自然复合生态体,需要区域生态服务功能的系统支持和在时、空、量、构、序的范畴和结构、功能、过程层面上的生态整合。生态服务功能是指生态系统为维持人类社会的生产、消费、流通、还原和调控活动提供有形或无形的自然产品、环境资源和生态公益的能力。生态城市建设是基于城市及其周围地区生态系统承载能力和区域生态服务功能的一种自整合、自适应过程,必须通过政府引导、科技催化、企业兴办和社会参与,促进生态卫生、生态安全、生态景观、生态产业和生态文化等不同层面的进化式发展,实现环境、经济和人的协调发展和生态整合。

关键词—复合生态系统;生态服务功能;生态整合;生态城市;生态卫生;生态安全;生态景观;生态产业;生态文化

1 城市生态服务功能的内涵与分类

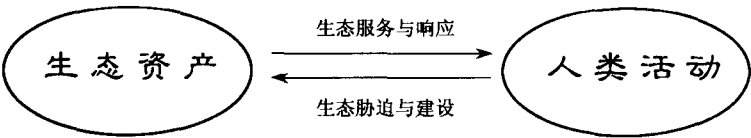
城市是地球表层一类具有高强度社会、经济、自然集聚效应和大尺度人口、资源、环境影响的微缩生态景观。城即城池,指一类密集的人工景观格局和自然基础设施,是安全、权力、财富、吸引力、标识和文明的象征;市即集市,指一定区域范围内物质、能量、信息、资金、人口的集散地,是人类交易、交流、交通等经济、社会活动场所。城市的生态环境包括人居环境(居住、交通、服务、游息、市政),发展环境(资源、市场、人才、技术、政策)和区域环境(水域、土地、气候、生物、灾害)。

城市离不开水(上水的源、下水的汇、雨水的补、空气水的润),离不开火(煤、油、气、电、太阳能),离不开土(土壤、土地、景观),离不开木(植物、动物、微生物),离不开矿(有色金属、黑色金属、建材、化工原料)。城市的核心是人,包括人口、人力、人文、人心、人气,以及人的技术、体制、行为。城市人类活动离不开区域生态服务功能的系统支持。

城市的生存发展需要周围环境提供两类服务:一类是提供原材料、劳力、资金、技术、设备等物质、能量和信息的直接服务,这些服务一般都能通过市场进行商品交换,可以称为社会生态服务;另一类是维持人类赖以生存、发展的生命支持系统的持续运行从而间接支持社会经济活动的自然生态服务,如稳定大气、调节气候、对干扰的缓冲、水文调节、水土保持、土壤熟化、营养元素循环、环境自净、传授花粉、生物控制、维护生境、基因遗传,以及科研、教育、美学、艺术及休闲用途等,它一般很难通过市场进行商品交换,也是本项目研究的重心。

生态服务功能是指生态系统为维持人类社会的生产、消费、流通、还原和调控活动提供

有形或无形的自然产品、环境资源和生态公益的能力。它在一定的时空范围内为人类社会提供的产出构成生态服务功效,如合成生物质、维持生物多样性、涵养水分与水文循环、调节气候、保护土壤与维持土壤肥力、对环境污染的净化作用、贮存必须的营养元素、促进元素循环、维持大气化学的平衡与稳定等。生态服务功能的强弱取决于人类活动对生态系统的胁迫效应和生态建设效果的大小,并通过生态服务功效和生态反馈机制作用于人类活动(王如松等 2003)。



1.1 生态服务功能的载体:生态资产

生态服务的载体是生态资产。生态资产指生命的生存、发展、繁衍、进化所依赖的有形或无形的环境基础设施、自然支持条件和生态耦合关系,它是生态系统赖以生存的基本条件,包括太阳能、气候、大气、水文、土壤、景观、植被、生物多样性以及物质、能量、信息、空间、时间范畴的生态区位等自然生态资产和附加有人类劳动的水利、环保、耕地、道路、绿地等人工生态资产。生态资产是生命赖以生存的各类生态支持关系的总和。而生态服务功能则是生态资产与人类活动关系的一种基本属性。

1.2 城市发展的生态服务需求

- 城市的物理生态需求:地理、水文、气候、景观。
- 城市的代谢生态需求:物质流、能量流。
- 城市的生物生态需求:有益、有害生物。
- 城市的社会生态需求:就业环境、流通环境、基础设施、市场腹地。
- 城市的文化生态需求:体制文化、认知文化、物态文化、心态文化。

表 1 城市发展的生态服务需求

	生 产	流 通	消 费	还 原	调 控	演 替
经济生态服务	● 食物 ● 纤维及原材料生产	● 物资运输 ● 资金融通腹地	● 市场购买力	● 物资回收	● 市场 ● 银行	● 土地开发
社会生态服务	● 教育 ● 科研	● 观光 ● 交流 ● 通讯	● 保健 ● 社会安全 ● 景观	● 人工净化	● 政府 ● 文化	● 环境保育
自然生态服务	● 非商品型生物质生产	● 水文循环 ● 营养物质循环	● 食品安全 ● 水安全 ● 生境安全	● 自然净化 ● 废弃物分解	● 气候调节 ● 大气平衡 ● 害虫控制	● 熟化土壤 ● 生物多样性

1.3 城市生态服务功能与生态作用场

1.3.1 城市生态服务功能演变的自然作用场

- 水文生态作用场
- 土地及景观生态作用场
- 生物地球化学循环作用场
- 种群、群落生态作用场
- 能源与气候生态作用场

1.3.2 城市生态服务功能演变的社会作用场

- 人口作用场
- 资金市场作用场
- 体制法规作用场
- 技术信息作用场
- 文化意识作用场

1.3.3 城市生态服务功能的测度与分析方法

- 空间测度(土地生产力、承载能力、面积当量)
- 时间测度(逆向演替所需时间如森林、土壤的变化)
- 当量测度(水当量、能当量、人当量、钱当量)
- 格局测度(主导性与多样性、整合度与破碎度、标识度与特征性)
- 序理测度(竞争效率、共生和谐度、自生活力)

2 城市复合生态系统与区域生态服务

城市是一类以环境为体、经济为用、生态为纲、文化为常的社会-经济-自然复合生态系统(SENCE)。其自然子系统由中国传统的五行元素水、火(能量)、土(营养质和土地)、木(生命有机体)、金(矿产)所构成;经济子系统包括生产、消费、还原、流通和调控五个部分;社会子系统包括知识(技术)、体制和文化。城市可持续发展的关键是辨识与综合三个子系统在时间、空间、过程、结构和功能层面的耦合关系(图1)。

城市环境问题的生态学实质在于资源代谢在时间、空间尺度上的滞留和耗竭,系统耦合在结构、功能关系上的破碎和板结,社会行为在局部和整体关系上的短见和调控机制上的缺损,即物、事、人在城市发展过程中生态关联的失衡。解决城市环境问题不能就事论事,否则结果往往是按下葫芦浮起瓢。

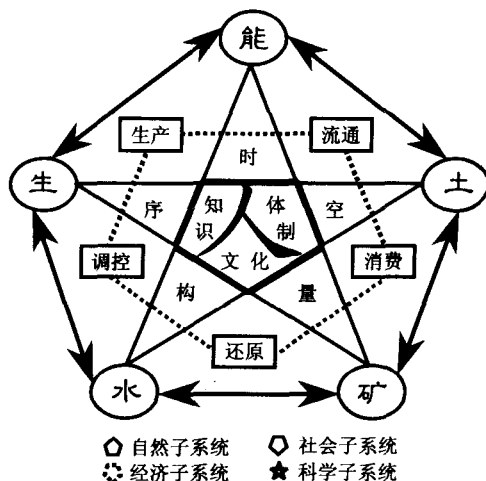


图1 社会-经济-自然复合生态系统示意图

面对这些问题,党的十六届三中全会特别强调了坚持五个统筹,即统筹城乡发展;统筹区域发展;统筹经济社会发展;统筹人与自然的和谐发展;统筹国内发展和对外开放。强调坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的发展观,促进经济、社会和人的全面发展。统筹兼顾的实质是社会-经济-自然复合生态关系的统一筹划和系统兼顾。

这就需要在时、空、量、构、序的范畴和结构、功能、过程层面上的生态整合。包括

- **结构整合** 城市各种自然生态因素、技术物理因素和社会文化因素耦合体的等级性、异质性和多样性。
- **过程整合** 城市物质代谢、能量转换、信息反馈、生态演替和社会经济过程的畅达、健康程度。
- **功能整合** 城市的生产、流通、消费、还原和调控功能的效率及和谐程度;
- **在交通、建筑、社区、景观领域的方法整合** 从技术、体制、行为三层次上开展生态系统的综合评价、规划、设计、建设、管理和调控。

生态整合的理论基础是生态学。生态学是人类认识环境、改造环境的一门世界观和方法论或自然哲学,是包括人在内的生物与环境之间关系的一门系统科学,是人类塑造环境、模拟自然的一门工程学和美学。通俗地说,生态学是一种观念,一类方法,一门艺术,是科学与社会的桥梁。城市生态整合的实质有三:

- **认识论层次** 如何去认识城市人与环境关系的生态学实质,揭示其复杂的动力学机制与控制论规律。
- **方法论层次** 如何去评价、模拟与调控城市复合生态系统的结构、功能与过程,测度系统发展的力度、稳度和可持续性。
- **技术层次** 如何去规划、建设与管理不同层次的城市复合生态系统,促进社会、经济与环境的协调发展。

近年来,由国家环境保护总局等部门倡导的一场生态城市规划、建设与管理的运动已在中国一些省、市和农村蓬勃开展起来。生态城市是人们对按生态学规律(包括自然生态、经济生态和人类生态)规划、建设和管理城市的简称。其实,任何一个城市都是自然和人文生态结合的生态城市,只不过有些城市生态合理,有些城市生态恶化而已。人们所通称的生态城市是指生态良性循环的城市,指在生态系统承载能力范围内运用生态经济学原理和系统工程方法去改变城市的生产和消费方式、决策和管理方法,挖掘市内外一切可以利用的资源潜力,建设一类经济发达、生态高效的产业,生态健康、景观适宜的环境,体制合理、社会和谐的文化,以及人与自然和谐共生的康实、健康、文明的生态社区。推动城市的生态转型就是要促进城市产业从产品经济走向服务经济,都市景观从均一性的工业景观走向多样化的生态景观,城市文化从人定胜天的掠夺文化走向天人合一的共生文化,实现有中国特色的社会主义市场经济条件下的可持续发展。

发展是硬道理,包括经济的发展、人的发展和环境的发展。生态城市建设就是要在资源和环境容量高效利用的前提下,以生态为纲,拉动社会、经济的快速起步和环境的和谐发展,促进人与自然的富裕、健康和文明。走以生态拉动而不是抑制经济发展、促进社会公平的道路,实现社会、经济和环境效益共赢。发展经济是可持续发展的基本前提,环境保护是可持续发展的必要条件,社会进步是可持续发展的根本目标。

生态城市建设旨在通过规划、设计、管理和建设生态景观、生态产业和生态文化来实现