

城市科学前沿丛书

顾问=齐康 主编=张鸿雁

# 生态与环境

—城市可持续发展与生态环境调控新论

王祥荣 著

东南大学出版社

城市  
CITY

# 生态与环境

—城市可持续发展与生态平衡的辩证关系



生态与环境  
—城市可持续发展与生态平衡的辩证关系

城市科学前沿丛书

# 生态与环境

——城市可持续发展与  
生态环境调控新论

王祥荣 著

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本书结合作者多年来在城市生态与环境领域开展的科研与教学工作,系统地总结和分析了国内外城市生态与环境研究的理论与最新成果,重点评价和阐述了全球生态危机、城市化进程及其生态环境效应、城市生态与环境研究的基础理论、城市生态与环境要素、城市人口、城市环境污染类型与控制、城市生态系统结构与功能、城市景观生态、城市灾害与预防,结合国内外研究案例探讨了城市可持续发展的内涵与生态环境调控的目标,从城市生态规划与设计、城市生态建设与环境管理和生态环境意识的提高等方面系统地介绍了城市可持续发展与生态环境调控的机理、途径与新颖的技术方法。

本书可供城市生态与环境保护、城市规划、城市建设与管理、城市经济管理、风景园林科学及相关专业的工作者、大专院校师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

生态与环境:城市可持续发展与生态环境调控新论/  
王祥荣著. —南京:东南大学出版社,2000.4  
(城市科学前沿丛书/张鸿雁主编)  
ISBN 7-81050-550-5

I. 生… II. 王… III. ①城市环境 - 可持续发展 - 研究  
②城市环境 - 环境管理 IV. X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 68172 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 大丰市科星印刷有限责任公司印刷

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:16.5 字数:416千字

2000年4月第1版 2000年4月第1次印刷

印数:1~3000 定价:34.00元

# 前 言

---

城市是人类的主要聚居地,也是生态系统中最为复杂的类型之一,在推动人类社会文明和进步的历程中发挥着越来越重要的作用。随着世界范围内城市化的迅速发展,人们在感受到城市化所带来的丰富的物质和精神生活的同时,却又不得不为面对日益严峻的生态环境而叹惜、而呐喊,人口密集、交通拥挤、环境污染、绿地紧缺已成为制约城市可持续发展的限制因素。因此,研究城市生态与环境问题、探讨改善城市生态环境质量的途径与对策、促进城市的生态建设与可持续发展已成为人类社会关注的焦点。

本书试图运用生态学、环境科学、城市规划和可持续发展观的原理与方法来分析、评价城市生态与环境诸方面的问题与发展潜力,从生态与环境调控方面探讨促进城市可持续发展的途径与对策,其编写目的在于为城市生态与环境的研究和可持续发展对策提供基础资料和理论依据,进一步丰富与完善城市生态学的理论体系与实践。本书系统地总结和分析了国内外有关城市生态与环境研究的成果,结合了作者近年来在科研和教学实践中的体会,特

## 生态与环境

别是近年来在承担国家自然科学基金项目(39770147)、上海市曙光计划项目(96SG04)和中英合作等项目中完成的部分成果,这些资料和体会的获得还得益于作者在英国利物浦大学城市设计系(Department of Civic Design, the University of Liverpool, UK)、英国伦敦生态研究所(London Ecology Unit, UK)的研究工作和1997年对全美10余所大学及美国国家环保署(USEPA)等30余家单位的环保科研与环境教育考察。

本书的写作得到了不少学者的关心和支持,参考和引用了有关文献资料,东南大学出版社的同志为本书的尽快出版付出了很大的努力,在此一并表示衷心的感谢。

限于时间和水平,本书作为探讨城市可持续发展与生态环境调控途径与对策的尝试无疑是不够成熟的,欢迎各界前辈、同行和广大读者斧正。

王祥荣  
1999年11月

---

绪 论

## 一 生态与环境研究的必要性与迫切性

生态与环境是人类社会、经济和文化可持续发展的重要基础和载体。在我们人类生存的生物圈中,生态与环境一方面按照自然界生生不息的规律在不断地向前发展着,同时又面临着各种自然的和人为活动的干扰,一旦生态与环境失衡,最终受到损害的是我们人类自身。自 20 世纪六七十年代以来,以全球变化、人口剧增、资源短缺、环境污染等为主的生态与环境问题被公认为是世界性的“生态危机”,成为人类社会关注的焦点。各国科学家、政治家从来没有像今天这样,对生态与环境问题形成强烈的危机感和拯救地球的紧迫感,美国 R. 卡逊(R. Carson, 1962)《寂静的春天》、英国哥德史密斯(E. Goldsmith)《生存的蓝图》、罗马俱乐部福罗斯特(J. W. Forrester)和米都斯(D. L. Meadows, 1971)等人的《增长的极限》等著作都对这些问题有较多的描述,代表了国际社会对生态与环境问题的担忧,认识到生态危机是人类面临的最大的和共同的危机。

伴随着近些年来世界范围内城市化进程的不断加速,“生态危机”在城市地区肆虐,成为人类社会可持续发展的“瓶颈”。城市是人类社会、经济和文化发展的产物,同时也是生态系统中最为复杂的类型,具有开放性、依赖性、脆弱性、复合性等特点,极易受到人为的和自然环境条件变动的干扰。就我国大多数城市目前的环境状况而言,已大致相当于西方工业发达国家六七十年代的污染水平,在以最严峻和最脆弱的生态环境承载着数量最多的人口和最



大的活动能力。在一些重点城市,污染更为严重,极大地限制了城市的发展和人民的生活。因此,认识和研究城市生态环境问题,探讨城市可持续发展与生态环境调控的途径与对策,采取有效措施防治与改善生态环境质量,促进城市生态系统的良性循环,已成为摆在我们面前的一项十分迫切和紧要的任务。

## 二 国际城市生态研究的进展

虽然国际上正式提出城市生态学的时间不长,但其学术思想却有着悠久的历史渊源。古希腊哲学家柏拉图提出过“理想国”的设想,古罗马建筑师维特鲁威(Vitruvius)在《建筑十书》中总结了希腊、伊达拉里亚和罗马城市的建设经验,对城市选址、城市形态与布局等提出了精辟的见解,把对健康生活的考虑融汇到对自然条件的选择与建筑物的设计中。文艺复兴时期的建筑师阿尔伯特(L. B. Alberti, 1452)、费拉锐特、斯卡莫齐等人师承维特鲁威,发展了“理想城市”的理论。16世纪英国摩尔(T. More)的“乌托邦”、18~19世纪傅立叶(C. Fourier)的“法郎基”、欧文(R. Owen, 1852)的“新协和村”、西班牙索里亚(A. Soria, 1882)的“线状城”、英国霍华德(E. Howard, 1898)的“田园城”、法国柯布西埃(Le Corbusier, 1930)的“光明城”、英国恩维(R. Unwin, 1922)的“卧城”、赖特(F. Wright, 1945)的“广亩城”等设想中都蕴含有一定的城市生态学的哲理。

20世纪初以 Geddes、Park 等人为代表的关于生态学原理在城市建设及社区发展中的应用的研究掀起了第一个高潮。二次世界大战后,城市化、工业化的迅速发展给世界经济带来了复苏和繁荣,但也导致了严峻的生态与环境问题,美、英、日等工业发达国家在取得巨大的经济成就的同时,出现了严重的生态破坏和环境污染,相继爆发了震惊世界的“八大公害”事件。严酷的现实与沉痛的教训,使人们从无视生态环境质量、单纯追求经济效益的状态中开始觉醒和反思,城市生态与环境的研究日益受到人们的重视,由

单个学者、专家个人的自发研究行为逐渐变成为政府的行为,甚至是国际间合作的“全球行动”。20世纪60年代以来,在以“寂静的春天”、“生存的蓝图”、“增长的极限”为代表的国际社会对城市化、工业化所引起的生态危机的普遍关注下,国际上又掀起了城市生态研究的第二次高潮。特别是1971年联合国MAB计划,提出了开展城市生态系统的研究,内容涉及城市生物、气候、代谢、迁移、土地利用、空间布局、环境污染、生活质量、住宅、城市化胁迫效应、城市演替过程等多层面的系统研究,使城市生态学的理论与方法不断完善。目前已有113个国家和地区参加了该项计划,如意大利的罗马、英国的伦敦、日本的东京、前苏联的莫斯科、德国的法兰克福、加拿大的多伦多、墨西哥的墨西哥城、韩国的汉城、巴布亚新几内亚的莱城、匈牙利的布达佩斯等,这些城市先后开展了城市生态的研究,取得了丰硕的研究成果。

在城市生态评价上,美、英等国从70年代中后期起,在治理老污染的同时,逐步建立了环境影响评价制度,采用模型预测法,对城市规模扩大、经济增长、人口变化等因素给生态环境造成的影响进行研究与评价,预测环境质量的动态变化,确定保护目标。其评价的重点主要在两个方面,一是从水文、地质、生物等方面考虑土地利用的生态适宜度;二是从区域环境容量方面考虑区域发展的承载力,以了解和掌握城市发展的生态潜力与制约因素。经过20多年来的生态研究、保护与整治,生态环境有了很大的改善。自1976年以来,美国大气环境中CO的浓度减少了36%,SO<sub>2</sub>浓度减少了42%,NO<sub>2</sub>浓度减少了11%(黄永祺,1992)。首都华盛顿绿树成荫,人均绿地达40.8米<sup>2</sup>;匹兹堡市曾素有烟都之称,经治理后降尘量从51.5吨/(月·公里<sup>2</sup>)降为30.5吨/(月·公里<sup>2</sup>),SO<sub>2</sub>浓度减少了39.8%。英国在1981~1985年间工业排放有害废水量减少了22%左右,50年代初曾由于“烟雾事件”出名的伦敦已成为比较清洁的城市,过去污染严重的泰晤士河也逐渐变清,开始鱼虾成群。

日本、德国等开展了城市气候的生态评价,研究城市在人类活动强度加大,工业化加速,建筑材料质量改变,建筑密度增大,道路、广场等不透水性下垫面增加,绿地、水面减少等因素作用下,城市各时期大气质量状况、气候变化规律和雨雪、旱涝等生态灾害问题,为城市规划和管理部门提供气候生态资料。澳大利亚等国结合城市水域管理,从城市给排水、污水处理、河流状况、水质变化等方面开展了城市水文生态研究,对城市化给河流、地区水文带来的影响进行了分析评价。前苏联、东欧和前西德开展了城市动植物生态研究,通过城市植被类型分布、生活形态、物候、遗传、生理功能及区系的变化来探讨城市生态演替过程,来测定城市人类活动强度;通过城市植被生态功能的研究来规划设计城市园林绿地系统,起到调节、改善城市生态功能的作用。

捷克与斯洛伐克对科希策市作了生产—居住地上的树木对工业污染防治的功能评价以及绿地与水分合理模式对城市群生态稳定的功能评价。意大利罗马在城市生态方面开展了 17 个亚课题的研究,包括植物区系、环境污染、城市扩展等方面。日本东京都将城市生态系统的研究分为四个阶段:第一阶段为 1971 ~ 1975 年,研究城市环境影响下动物、植物、微生物群落的动态及城市环境的特征;第二阶段为 1974 ~ 1977 年,是以动物、植物为中心的多学科综合研究;第三阶段为 1978 ~ 1980 年,是以人为中心的多学科研究,包括水、土、气、植物、动物、人类行为、土地利用、人口统计与健康以及城市规划等 9 个方面;第四阶段即 20 世纪 80 年代以来,围绕水资源及其循环完成城市生态系统结构与功能的综合研究。德国法兰克福将城市看成是一个生态系统,用生物监测大气污染状况,建立了城市灵敏度模型,应用该模型可以从城市某些组分的变化中,预测城市的生态发展方向,并通过调控使城市向最优化的方向发展。

在生态规划、设计与建设上,从 20 世纪 70 年代初起,一些发达国家在治理城市环境污染时,为有效控制、防治新的污染,相继

开始研究、编制城市环境规划。在城市社会经济发展研究中,不单纯考虑经济因素,而要把自然资源、生态环境也考虑在内,做到既发展社会经济,又不致使当地的生态环境遭受破坏。进入 20 世纪 80 年代以来,随着环境规划逐渐向生态学方向发展,前苏联、日本、德国、捷克、美国、意大利、瑞典等国开始研究城市生态规划,其特点是不只局限于经济发展过程中的环境治理、污染控制和保护,而是把当地的地球物理系统、生态系统和社会经济系统紧密地结合,进行多功能、多层次、多目标控制的综合研究与规划,据此进行城市结构调整、规模设计、生产布局、资源开发、环境保护的规划建设。在莫斯科的城市规划建设中就应用了生态规划的思想。在发展城市工业时,不在市区建设耗水、耗能、耗原材料大及运输量大的企业,并将没有发展前途的、污染环境的工厂迁出市区,在郊区组建多部门生产区。生产区由性质相近的专业化工厂群组成,工厂与工厂之间在产品或资源上形成链式结构,即某个工厂的产品或废料可作为其他工厂的原材料或能源被就地消化吸收。

日本以东京南部地区和整个国家为对象进行生态规划研究,内容包括工农业生产、城市活动、公民福利、消费水平及生活方式、绿地、国家抵御食物危机和自然灾害的最低能力、社会矛盾等,并建立了社会系统、生物系统和地球物理系统相结合的国家生态规划模型。

捷克与斯洛伐克在著名的钢铁中心俄斯特拉发开展生态规划研究,其工作可划分为两个阶段,第一阶段:充分利用在环保和自然资源利用方面的基础资料和科研成果,并逐步纳入各个生产部门的技术—经济—区域规划系统中解决最为迫切的生态问题。第二阶段:全面分析经济与生态的相互关系,在生态规划中对土地、景观利用的生态最优化进行综合性的科研设计,生态规划内容则作为各生产部门生产发展的一部分,纳入国家发展规划和科技规划之中。

进入 20 世纪 60 年代以来,北欧一些科学家根据现代城市出

现的一些弊端,提出在城区内和郊区发展森林,将森林引入城市,使城市坐落在森林中。美国、英国许多城市在城郊都有森林区。新加坡的公园及娱乐区基本都采用了城市与乡村结合的思想,在城郊建设“原始公园”,将农田和森林及其他一些景观揉进“田园城市”的建设中。这些森林带对于保证城市的发展及补充城市绿地的不足,改善城市生态环境都有着不可或缺的作用。

近 15 年来,在欧洲和北美的城市中,以生态要求为基础的城市自然保护规划得到了蓬勃发展,从小型的野生动物公园和社区的天然公园,到广泛的城市边缘的森林和网络化的绿色走廊,城市自然保护规划都发挥了重要的作用,以适应人们在城市环境中享受自然的需求。英国的许多城市当局采用保护自然的策略,他们提供政策框架,列出自然保护的目标、范围、重点内容和适合生态管理的必要政策,通过规划来确定城市自然保护的具体措施。在这些规划中,都非常强调自然环境对野生动植物生存空间和对当地城市居民的价值。如英国大伦敦的城市自然保护工作近 10 余年来已取得了很好的成绩,大伦敦议会(The Greater London Council)于 1984 年发行了科普手册,他们要求地方政府认定并提供对具有自然保护价值的场地的保护,在新的发展计划中考虑生态因素,强调把重点放在自然环境,鼓励生物多样性,特别是在缺乏野生动物的城市区域。从那时起,伦敦的生态研究所(London Ecology Unit)就分别对大伦敦所属的 20 多个自治市制定了城市自然保护规划的详细策略。内容包括对全部地区的综合观测和评估,更多的是保护公园和公共场地在内的自然保护场所,根据这些地区的作用在伦敦范围内进行分类,市级的和地方级的,共确认了 130 处大都市重要的自然保护场所。这些场所是各自市内植物生长最好的样地,意义特别重大。

由于开展了较好的城市自然保护工作,在伦敦市中心的皇家公园有 40~50 种鸟类繁衍,与此相比,城市周边地区,平均只有 12~15 种。他们的成功,靠的是大范围的多类型的混合生境,配置

了从低矮灌木到高大的树木良好的群落,另外池塘和湖泊也起到了重要的作用。

在将自然引入到城市公园的工作中,英国的工作方法一般包括以下一些步骤:① 观测公园生态特征现状及利用情况;② 评估增强生态的潜力,创造全新的动植物环境;③ 向公园游客咨询;④ 为生态管理制定目标清晰的管理规划;⑤ 征询建议。

在城市生态环境立法上,世界上许多国家都根据本国的实际情况制定了一系列生态与环境保护的法规条例。英国早在 1938 年就正式颁布了大伦敦的环城绿带保护法(Green Belt Act),确定在伦敦市区周围保留 2 000 多平方公里的绿带面积,绿带宽 13 ~ 24 公里。美国也是环境立法最早的国家之一,目前约有 120 余项环境法规,其中由美国国会通过的主要有 15 个,如美国国家环境政策法(1969)、水法(Clean Water Act)、大气法(Clean Air Act)、有毒物质控制法(Toxic Substance Act)、资源保护和回用法(Resource Conservation and Recovery Act)、环境责任补偿法(Superfund Act)等,在美国国家环境政策法的第五款和第六款中分别规定:“使人口和资源使用达到平衡,以使人们享受高度生活水准和广泛的生活舒适”及“提高可更新资源的质量,使易枯竭资源达到最高程度的再循环”。美国还于 1975 年公布了禁止倾入水道的 300 种有害化学物质的名单;日本于 1967 年颁布了“公害对策基本法”,后来又相继于 1970 ~ 1974 年间进行了修改,并制定了一系列大气、水质、土壤和噪声等环境标准,至 1984 年时,日本已有主要的环境法规 78 项;前苏联正式颁布的环境法规条例达 110 项,同时还对 446 种物质及其与大气有关的 36 种混合物、800 多种化学物质在水中的最高允许浓度制定了标准;前联邦德国(1976)颁布了“废水收费法”;此外,国际间就生态环境与资源的保护也公布了许多合作公约,如“世界自然资源保护大纲”,“大陆架公约”(1958,日内瓦),“关于特别是水禽生境的国际重要湿地公约”(1971,拉姆萨尔),“保护世界文化和自然遗产公约”(1972,巴黎),“濒危野生动植物物种国际贸

易公约”(1973, 华盛顿),“保护臭氧层维也纳公约”(1985, 维也纳),“关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书”(1987, 蒙特利尔),“气候变化框架公约”(1992, 里约热内卢),“生物多样性公约”(1992, 里约热内卢)等。

在生态工艺和技术方面,20世纪70年代末期,生态工程思想和理论的诞生受到了国际上广泛的关注,愈来愈多的国家开始根据生态最优化的原理设计和改造城市的生产和生活系统,疏通物质循环和能量流通的渠道,以达到最佳的经济、社会和生态环境效益。新加坡、前苏联、美国、英国、日本、法国、荷兰等国家,在工业布局和企业流程设计中都大力推行生态工艺,努力实现工业的合理布局、资源共享和工艺过程的闭路循环,在生产和消费过程中尽量采用高效、少废的技术和设备,合理利用和循环使用各种原材料和能源,尽可能减少或不产生废弃物,从而将传统工业生产中物质转化过程的单向消耗开环闭合起来,形成与自然生态系统中物质转化的再循环。美、英、德等国家也都利用植物—土壤—微生物为主的生态工程开展了固体废弃物处理、园林绿化、土壤改良和生态公园建设等,在城市区域内恢复和建立良性循环的、接近自然的生态环境,如伦敦的Camley Street Natural Park和Gillespie Park就是在城市垃圾堆场和废弃地上应用这种生态工程进行改造、建设而成的生态公园,取得了很好的社会效益和环境效益,在青少年和社区居民的生态与环境教育中发挥了很大的作用。

进入20世纪90年代以来,城市生态的研究更成为可持续发展及制定21世纪议程的科学基础,国际生态学会专门成立了城市生态专业委员会。世纪之交,全球正在迅速城市化、工业化和现代化,城市人类生产与生活活动对城市本身,对城郊、区域以及全球生态系统的影响已成为各国政府面临的一项重大政治议题。目前城市地区的人口占世界总数的50%,国民生产总值占90%,辅助能源占80%,其物质能量高度集聚、人类活动密集、环境变化剧烈,已成为当今国际生态研究的热点地区和紧迫任务。前国际

生态学会主席 F. B. Golley(1990)在第五届国际生态学大会上指出,未来国际生态学的三大重要任务之一就是发展城市生态学;美国国家自然科学基金委员会也已将城市生态学列为今后重点支持的领域之一。

近年来,各种类型的国际城市生态学术会议和活动得以蓬勃开展,仅1991年以来在美洲、澳洲和非洲就举行了3次国际生态城会议;1996年12月在土耳其伊斯坦布尔举行了“联合国人居环境大会”,会议提交了大量的城市生态研究论文,可以说是对全球城市生态与可持续发展研究进行了全面的检阅;1997年6月,在德国莱比锡又召开了国际城市生态学术研讨会。

虽然近年来国际城市生态学的研究涉及城市气候、植被、土壤、水文、能源、废弃物管理、土地利用规划、交通、住房、基础设施、政策与管理等领域,但一个明显的趋势是将研究的目标都逐渐集中在城市可持续发展的城市生态学基础上,包括以下三个层次:

(1) 认识论层次。如何系统地辨识城市社会、经济、环境之间复杂而耦合的联系。

① 趋势是从物到人、从链到网、从单因子到多因子、到多属性综合。

② 系统化、工程化、生态化。

③ 时、空、量、构、序多层次耦合。

④ 自然生态、技术物理、社会文化因素耦合体的等级性、异质性和多样性。

其研究热点集中在生态资产、生态健康、生态服务功能和3M,即:城市代谢(Metabolism)、城市交通(Mobility)和城乡生态关系维护(Maintenance)上,人们开始从认识论上选择有利于环境的绿色生活方式,追求5R新时尚,即节约资源、减少污染(Reduce);绿色消费、环保选购(Reevaluate);重复使用、多次利用(Reuse);分类回收、循环再生(Recycle);保护自然、万物共存(Rescue)。

(2) 方法论层次。如何从技术、体制和行为三方面去调控城



市的生产、生活与生态服务功能。

① 加强生态环境影响评价与环境管理体系(ISO14000)的建立、关系整合、体制调控、指标测度、动态监控、系统模拟、强化宏观生态调控,其基础是生态规划、生态设计与管理。

② 产业生态学(Industrial Ecology)、清洁生产工艺(Clean Production Process)思想和生命周期分析理论(Life Cycle Analysis)的兴起在研究工农业生产中资源、产品及废物的代谢规律、促进资源的有效利用和环境的正面影响上发挥了很大的作用。

③ 人居生态学(Built Ecology):研究按生态学原理将城市住宅、交通、基础设施及消费过程与自然生态系统融为一体,为城市居民提供适宜的人居环境。

④ 景观生态学(Landscape Ecology):研究城区、城郊及城市支持系统的景观格局、风水过程、生态秩序、环境容量及生态服务功能等。

(3) 技术手段层次。研究如何将生态学原理应用到城市产业、社区及景观生态设计、规划与建设中去,促进城市及其区域生态支持系统的持续协调发展。目前在全球范围内已出现了从可持续发展的口号走向生态建设的具体行动:

① 生态城(村、镇)、生态住宅、生态交通、生态建筑、生态代谢、生态能源、生态恢复、生态产业的规划设计、试验和管理已愈来愈深入人心。

② 产业生态工程、人居生态工程和区域生态工程已成为城市及人口密集区可持续发展事业的三大前沿工程。

### 三 我国城市生态研究的进展

我国城市生态的研究起步于 20 世纪 80 年代,近年来逐渐增多。我国城镇人口预计到 20 世纪末超过 5 亿,随着国民生产总值的翻番和城市人口的进一步集聚,许多城市问题和环境问题还将