

DOI: 10.5846/stxb201709071610

欧阳志云. 开创复合生态系统生态学, 奠基生态文明建设——纪念著名生态学家王如松院士诞辰七十周年. 生态学报, 2017, 37(17): 5579-5583.

开创复合生态系统生态学, 奠基生态文明建设 ——纪念著名生态学家王如松院士诞辰七十周年

欧阳志云

中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

摘要:王如松先生毕生致力于复合生态系统理论与可持续发展研究, 为生态学发展和我国生态文明建设做出了杰出的贡献。他与导师马世骏先生共同创建了社会-经济-自然复合生态系统理论, 开创了复合生态系统生态学新领域, 为可持续发展与生态文明建设奠定了理论基础。他率先开展城市生态学与产业生态学研究, 为生态学成为指导我国经济社会发展的科学基础发挥了引领作用。他提出了我国生态文明的内涵与建设途径, 探索了我国生态县、生态市、生态省的可持续发展模式。王如松先生学术思想充满深邃的生态智慧、深厚的文化修养、富于科学远见的学术创新, 所洋溢的爱国、爱民、爱科学的情怀, 为后辈生态学工作者的楷模。

关键词:

王如松先生毕生致力于复合生态系统理论与可持续发展研究。他与马世骏先生共同创建了社会-经济-自然复合生态系统理论, 开创了复合生态系统生态学新领域; 他创立的泛目标生态规划方法, 为调控人与自然的耦合关系提供了新方法; 他率先开展城市生态学与产业生态学研究, 为生态学成为指导我国经济社会发展的科学基础发挥了引领作用。他提出了我国生态文明的内涵与建设途径, 建立了生态县、生态省和生态市规划建设的理论基础与方法论, 探索了我国生态县、生态市、生态省的可持续发展模式, 为我国实施可持续发展战略与生态文明建设做出了重大贡献。

王如松先生的主要学术成就和贡献包括以下四个方面。

一、创建社会-经济-自然复合生态系统理论, 为认识和调控人与自然的耦合关系提供了新方法

王如松先生与马世骏先生共同创建了社会-经济-自然复合生态系统理论。为协调人与自然的关系, 推动我国可持续发展与生态文明建设奠定了理论基础。

早在 1984 年, 马世骏与王如松先生针对当时生态环境问题日趋严重, 人与自然的失调, 长期以来对以人类活动为主导的城市和区域系统认识的方法论, 已不能指导经济社会的可持续发展, 在国际上首次提出了社会-经济-自然复合生态系统理论, 并指出城市与区域是以人的行为为主导、自然环境为依托、资源流动为命脉、社会文化为经络的社会-经济-自然复合生态系统, “三个子系统既有各自运行规律, 也是相互作用的整体”, 复合生态系统中“人是最活跃的因素, 也受自然生态规律制约”^[1]。“自然子系统是由水、土、气、生、矿及其间的相互关系来构成的人类赖以生存、繁衍的生存环境; 经济子系统是指人类主动地为自身生存和发展组织有目的的生产、流通、消费、还原和调控活动; 社会生态子系统由人的观念、体制及文化构成”, 这三个子系统是相生相克, 相辅相成的。“三个子系统之间的生态耦合关系和相互作用机制决定了复合生态系统的发展与演替方向。复合生态系统理论的核心是生态整合, 通过结构整合和功能整合, 协调三个子系统及其内部组分的关系, 使三个子系统的耦合关系和谐有序, 实现人类社会、经济与环境间复合生态关系的可持续发展”^[2]。

王如松先生阐明了复合生态系统发展与演化的动力学机制来源于自然和社会两种作用力。自然力的源泉是各种形式的太阳能, 它们流经系统的结果导致各种物理、化学、生物过程和自然变迁。社会力的源泉有

三:一是经济杠杆——资金;二是社会杠杆——权力;三是文化杠杆——精神。资金刺激竞争,权力诱导共生,而精神孕育自生。三者相辅相成构成社会系统的原动力^[3]。自然力和社会力的耦合导致不同层次复合生态系统特殊的运动规律。进一步指出复合生态系统不仅遵从自然界的“道理”,也遵从人类活动的“事理”和人类行为的“情理”。生态控制论不同于传统控制论的一大特点就是对“事”与“情”的调理,并提出了各类自然和人工生态系统的控制论原理,即胜汰原理、拓适原理、生克原理、反馈原理、乘补原理、瓶颈原理、循环原理、多样性和主导性原理、生态发展原理、机巧原理^[4]。并特别指出“发展是一种渐近的有序的系统发育和功能完善过程。系统演替的目标在于功能的完善,而非结构或组分的增长;系统生产的目的在于对社会的服务功效,而非产品的数量或质量”^[3]。

他以复合生态系统理论为基础,提出了“循环再生、协调共生、持续自生”的“三生”原则^[5],从自然、经济、社会三个不同层次去调整资源利用效率,改善生态关系,拓宽生态位,增强复合系统的活力,促进城市与区域可持续发展,进而解决人类生存和发展问题。

为了调控复合生态系统,王如松先生创立了从量到序、从优化到进化、面向系统功能的泛目标生态规划,其原理是根据生态位因子的上下限,在现实生态位内不断改进和协调系统关系使系统功能的整体效益达到某一较理想的程度,实现系统机会和风险的平衡。局部决策运用数学模拟和规划的“硬”方法,而宏观决策则运用各种定性的、经验的、模糊的“软”方法^[6-8]。

复合生态系统理论开创了人与自然耦合机制与调控方法研究的新思路,为我国可持续发展战略和生态县、生态城市、生态省的规划与建设,以及生态文明建设奠定了理论基础。

二、开创城市复合生态系统生态学的新领域

王如松先生在系统总结国际上城市生态学研究各种理论的基础上,以复合生态系统理论为指导,开创了我国城市生态学研究。他认为,城市是一类以人的行为为主导、自然环境为依托、资源流动为命脉、社会体制为经络的人工生态系统^[6]。城市生态学目的是探索城市生态系统的动力学机制、控制论方法,辨识系统中各种局部与整体、眼前和长远、环境与发展、人与自然的矛盾冲突关系,寻找调和这些矛盾的技术手段、规划方法和管理工具^[3]。

王如松先生深入论证了城市生态系统的结构、功能及其相互关系。他认为“城市社会、经济、自然三个子系统交织在一起,相辅相成,相生相克,导致了城市这个复合体复杂的矛盾运动”^[9]。社会生态子系统以人口为中心,该系统以满足城市居民的就业、居住、交通、供应、文娱、医疗、教育及生活环境等需求为目标,为经济系统提供劳力和智力。经济生态子系统以资源为核心,由工业、农业、建筑、交通、贸易、金融、信息、科教等部分组成,它以物资从分散向集中的高密度运转,能量从低质向高质的高强度集聚,信息从低序向高序的连续积累为特征。自然生态子系统以自然环境与生物为主线,包括植物、动物、微生物、人工设施和自然环境等,对城市人口与经济活动的支持、容纳、缓冲及净化为特征。城市生态系统有三种功能:一是生产,为社会提供丰富的物质和信息产品,城市生产活动的特点是:空间利用率高,能流、物流高强度密集,系统输入、输出量大,主要消耗不可再生性能源,且利用率低,系统对外界的依赖性较大。二是生活,为居民提供生活条件和栖息环境,即一方面满足居民基本的物质、能量和空间需求,保证人体新陈代谢的正常进行和人口的持续繁衍;另一方面满足居民丰富的精神、信息和时间需求,让人们从繁重的体力和脑力劳动中解放出来。三是还原,保证城乡自然资源的永续利用和社会、经济、环境的平衡发展。即一方面必须具备消除和缓冲自身发展给自然造成不良影响的能力;另一方面在自然界发生不良变化时,能尽快使其恢复到良好状态,包括自然净化和人工调节两类还原功能。城市生态系统的功能是靠其中连续的物流、能流、信息流、货币流及人口流来维持的。它们将城市的生产与生活,资源与环境,时间与空间,结构与功能,以人为中心串联起来。阐明了这些流的动力学机制和调控方法,就能基本掌握城市这个复合体复杂的生态关系^[6,9-10]。

他进一步阐明了城市问题的生态学实质是人与自然间系统关系的失调,一是“流”或过程的失调。城乡

环境污染及区域资源耗竭的根源在于低的资源利用效率和不合理的资源开发行为,导致或者过多的物质能量释放到或滞留在环境中,或者投入少,产出多,自然生态系统得不到足够的补偿、缓冲和休养生息。二是“网”或结构的失调。城市是一个通过各种复杂的物理网络、经济网络和社会文化网络交织而成的时、空、量、序的复合系统。系统组分关系的不均衡耦合是目前城市发展中各种尖锐矛盾的系统根源之一。三是“序”或功能的失调。城市建设与管理只注重城市社会生产和生活功能,忽略资源、环境、自然的供给、接纳、缓冲及调控功能^[11]。

他提出城市生态建设的目标是效率、公平性、可持续能力。城乡生态建设是依据生态控制论原理,调节城市内部各种不合理的生态关系,提高系统的自我调节能力,通过各种技术的、行政的和行为诱导的手段,因地制宜地实现环境与经济的协调持续发展^[3]。强调指出,“协调的生态功能包括持续的资源供给能力、环境容纳能力、自然缓冲能力、经济协调能力和社会组织能力”。“它有赖于政府的宏观调控行为、企业的协同共生行为及民众的监督自理行为,其中任何一方面能力的削弱都会导致系统功能的紊乱”,城市生态建设主要任务有生态工程建设、生态体制建设与生态文化建设^[11]。

他提出了处理城市生态关系的生态控制论原理和共轭生态规划方法。并指出共轭生态规划是协调城市人与自然、资源与环境、生产与生活以及城市与乡村、外拓与内生之间共轭关系的复合生态系统规划,是平衡城市人与环境间开拓竞生、整合共生、循环再生、适应自生关系的规划,其核心理念是城市生态服务和生态建设。还以北京总规修编的共轭生态规划为例,论述了城市九类共轭生态关系和北京共轭生态规划六个层次中的部分内容和方法^[12]。

他阐明了城市生态管理目标与方法,指出城市生态管理旨在将单一的生物环节、物理环节、经济环节和社会环节组装成一个有强大生命力的生态系统。方法是从技术革新、体制改革和行为诱导入手,调节系统的结构与功能,促进城市物质、能量、信息的高效利用。城市生态管理必须体现生态学“天人合一”的系统观,“道法天然”的自然观,“巧夺天工”的经济观和“以人为本”的人文观,推进整合、适应、循环、自生型的生态调控。城市生态管理是通过对城市生态资产、生态代谢和生态服务的管理,提升城市自然环境对经济社会发展的支撑能力,保障城市生态安全与可持续发展^[13-14]。

同时,他还提出了生态安全、生态卫生、生态景观、生态代谢和生态文化五层次城市生态调控体系,成为国际城市生态建设的基本框架^[2]。

三、开拓我国产业生态学研究,为我国实施可持续发展战略与生态文明建设的产业发展方向奠定了科学基础

王如松先生是产业生态学研究的先行者,在国内率先开展生态学研究,他认为,“生态产业是一类按生态经济原理和知识经济规律组织起来的基于生态系统承载能力,具有完整的生命周期、高效的代谢过程及和谐的生态功能的网络型、进化型、复合型产业”^[15]。它通过两个或两个以上的生产体系或环节之间的系统耦合,使物质、能量可多级利用、高效产出,资源环境可持续利用。

他还提出了生态产业设计的原则与方法:包括横向耦合、纵向闭合、区域耦合、社会整合、功能导向、结构柔化、能力组合、信息开放、人类生态等。并强调“社会整合”要求企业将社会的生产、流通、消费、回收、环境保育及能力建设功能融为一体,在提供生产功效的同时,培育一种新型的社区文化并提供正向的生态服务。“功能导向”要求企业对社会的服务功能而不是以产品或产值为经营目标,产品只是企业资产的一部分,通过其服务功能、社会信誉、更新程度的最优化来实现价值。“人类生态”要求劳动不只是一种成本,也是劳动者实现自身价值的一种享受。提高劳动生产率的结果是增加而不是减少就业机会,员工是产业过程自觉的设计者和调控者,而不是机器的奴隶。

他并提出了产业生态管理的主要途径,即面向产品环境管理的“生命周期评价”,面向绿色产品开发的“产品生态设计”,面向功能整合的“生态产业园规划”,面向生态产业开发的“生态产业孵化”,以及面向可持续发展的“生态管理”。

他进一步指出,从传统工业经济向以生态产业为基础的循环经济转型需要一场生产方式、消费模式和生态影响方式的产业生态革命,其理论基础是经济生态、人类生态、景观生态和复合生态。产业生态转型的实质是变产品经济为功能经济,变环境投入为生态产出,促进生态资产与经济资产、生态基础设施与生产基础设施、生态服务功能与社会服务功能的平衡与协调发展^[16]。

王如松先生还通过农业生态产业、工业生态产业、废弃物资源化生态产业的工程示范研究,将我国传统生态工程实践与现代产业技术结合,创造了肇东玉米生态产业模式、广汉城市垃圾综合管理模式、海南橡胶生态产业模式等^[17-18]。

王如松先生在生态产业领域的开拓性工作,不仅推动了我国产业生态学的发展,还为我国环境保护从末端污染治理走向复合生态建设提供了系统方法和技术支撑,为我国实施可持续发展与生态文明建设指明了产业发展方向。

四、创建可持续发展生态建设模式,奠定了生态文明建设的科学基础

自 1987 年起,王如松先生主持开展了我国第一个生态县、第一个生态省和首批生态市的系统研究,通过大丰、马鞍山、扬州、日照、海南等地的实践,创建了不同层次政区生态建设模式和调控方法。

王如松先生主持大丰生态县规划和建设研究,建成以生态农业为基础的规模化农业循环经济、链网型生态工业、生态社区和能力建设体系。在全国生态县规划与建设中得到推广和应用。他主持扬州生态市规划与管理研究,开展生态产业、生态景观和生态文化三大领域多层次的生态建设研究,成为我国地级生态市建设的典范。他主持海南生态省规划与建设研究,与省政府合作编制的海南生态省建设规划,在全省实施并取得实质性进展,所创建的发展生态产业、建设宜居环境和培育生态文化的生态省建设模式在全国推广,并认为是我国“实施生态文明战略的最佳模式”。这些生态省、市、县的规划方法和建设模式已在全国得到广泛的应用和推广,为国家生态文明建设奠定了科学基础与社会基础。

王如松先生在国内率先开展生态文明建设研究,提出了生态文明的内涵与建设途径,为国家确立生态文明战略奠定了科学基础。他强调生态文明是物质文明、精神文明与政治文明在自然与社会生态关系上的具体表现,是天—人关系的文明,涉及认知文明、体制文明、物态文明和心态文明。认知文明是指人类对在认识自然、改造环境、管理社会、品味生态过程中积累的知识、技术、经验和方法,包括生态哲学、生态科学、生态工学和生态美学。尤其强调生态美学在生态文明建设中的意义,生态学和美学的结合点在于人与自然关系的和谐,是对人类理性的必然性和功利性的挑战和超越。体制文明是指建立有利于协调人与自然关系的制度、政策、法规、机构与管理机制。物态文明是人类改造自然、适应环境的物质生产方式、生活方式及消费行为,以及有关自然和人文生态关系的物质产品的发展态势。心态文明是人对待和处理自然生态和人文生态关系的精神境界、价值观和伦理观^[19-20]。

他运用复合生态系统理论,系统地阐述了生态文明建设五位一体的生态整合方法。生态文明融入经济建设,就是要处理好经济建设中生产、流通、消费、还原、调控活动与资源、市场、环境、政策和科技的生态关系,将传统单目标的物态经济转为生态经济、利润经济转为福祉经济,促进生产方式和消费模式的根本转变。生态文明融入政治建设,就是要处理好制度建设中眼前和长远、局部和整体、效率与公平、分割与整合的生态关系,促进区域与区域、城市与乡村、社会与经济、绿韵与红脉的统筹,强化和完善生态物业管理、生态占用补偿、生态绩效问责、生态控制性详规和战略环境影响评价等法规政策。生态文明融入文化建设,就是要处理好价值观念、思想境界、道德情操、精神信仰、行为规范、生活方式、风俗习惯、学术思想、文学艺术、科学技术等领域人与自然、人与人以及局部与整体的认知文明和心态文明问题,引导生态文化的传承与创新、人与自然关系的功利、道德、信仰和天地境界的健康发展。生态文明融入社会建设,就是要处理好城乡建设中自然生态涵养、生态基础设施保障、人居生态建设和社会生态服务的系统关系,通过复合污染防治、清洁生产管理、产业生态建设、生态政区建设和生态文明品质提升一体化的规划、建设与管理,强化生态基础设施建设、推进生态服务功能的完善和城乡

环境的净化、绿化、活化和美化,建设融形态美、神态美、机制美、体制美和心灵美于一体的美丽家园^[21]。

王如松先生治学严谨、学风正派、潜心科研,锐意创新,主持完成多项城市生态领域的国家重点、重大科技攻关项目和重要国际合作项目。他创建了中国科学院系统生态开放实验室,为城市与区域生态国家重点实验室的建设与发展奠定了坚实的基础。

王如松先生是我国自己培养的第一位生态学博士,于2011年当选中国工程院院士^[22]。他在国内外发表学术论文360多篇,论著、译著、编著40多部,培养硕士、博士60余人。担任《生态学报》主编、《城市环境与城市生态》副主编以及其他生态学、环境科学10余个国内外重要期刊的编委。王如松先生获国家科技进步二等奖2次、省部级科技奖12次。获得国际人类生态学会授予的“国际人类生态学突出贡献奖”、国务院颁发的“在科学技术事业中做出突出贡献的政府特殊津贴”“全国优秀科技工作者”、国务院学位委员会授予的“做出突出贡献的中国博士学位获得者”等10余项国际与国家级荣誉称号。他当选全国人大第十届、十一届和十二届代表,中国农工民主党第十三届和十四届中央委员会委员,北京市政协第九届和第十届委员,北京市人民政府参事等。由于他在系统生态、城市生态、生态工程与可持续发展科学领域的杰出贡献,先后当选中国生态学会理事长、国际科联环境问题科学委员会执行委员、第一副主席,国际人类生态学会副主席,国际生态城市建设理事会副主席、东亚生态学会主席、国际生态学会和国际生态工程学会执行委员等学术职务。王如松先生为生态学和环境科学的发展做出了卓越贡献,是享誉世界的生态学家。

王如松先生热爱祖国,具有强烈的使命感。在担任全国人大代表与北京市政协委员期间,完成有关生态文明建设、环境保护和生态建设的优秀提案共20余个,为推动我国可持续发展与生态文明建设发挥了重要作用。

王如松先生学术思想博大精深,他的论文、著作与学术活动充满深邃的生态智慧、深厚的文化修养、富于科学远见的学术创新,及洋溢的爱国、爱民、爱科学的情怀,堪称生态学工作者的楷模。值王如松先生70诞辰之际,重温他的学术思想,希望能为有志于生态学、可持续发展与生态文明建设的践行者进一步学习和了解王如松先生有所帮助。

参考文献 (References):

- [1] 马世骏,王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [2] 王如松. 生态城市建设的深圳宣言//第五届国际生态城市大会. 深圳, 2002.
- [3] 王如松, 欧阳志云. 生态整合——人类可持续发展的科学方法. 科学通报, 1996, 41(增刊): 47-67.
- [4] Wang R S, Li F, Hu D, Li B L. Understanding eco-complexity: social-economic-natural complex ecosystem approach. Ecological Complexity, 2011, 8(1): 15-29.
- [5] 王如松, 赵景柱, 赵秦涛. 再生 共生 自生——生态调控三原则与持续发展. 生态学杂志, 1989, 8(5): 33-36.
- [6] 王如松. 高效、和谐——城市生态调控原则与方法. 长沙: 湖南教育出版社, 1988.
- [7] Wang R S. Pan-objective ecological programming (POEP)—application of mathematical programming to ecological research//Korhonen P, ed. Multiple Criteria Decision Support, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1989, 356: 321-330.
- [8] 王如松, 欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展. 中国科学院院刊, 2012, 27(3): 337-345.
- [9] 王如松. 走向生态城——城市生态学及其发展策略. 都市与计划, 1991, 18(1): 1-17.
- [10] 王如松. 城镇可持续发展的生态学方法. 科技导报, 1996, 14(7): 55-58.
- [11] 王如松. 现代化的挑战——中国大陆都市发展的人类生态过程及对策分析. 城市发展研究, 1994, (1): 30-35.
- [12] 王如松. 绿韵红脉的交响曲: 城市共轭生态规划方法探讨. 城市规划学刊, 2008, (1): 8-17.
- [13] 王如松, 李锋. 论城市生态管理. 中国城市林业, 2006, 4(2): 8-13.
- [14] 王如松, 李锋, 韩宝龙, 黄和平, 尹科. 城市复合生态及生态空间管理. 生态学报, 2014, 34(1): 1-11.
- [15] 王如松, 杨建新. 产业生态学和生态产业转型. 世界科技研究与发展, 2000, 22(5): 24-32.
- [16] 王如松. 循环经济建设的产业生态学方法. 产业与环境, 2003, (增刊): 48-52.
- [17] 王如松, 颜京松, 徐成, 胡聃, 欧阳志云, 唐鸿寿, 刘平. 城市生活垃圾处理利用生态工程技术. 农村生态环境, 1999, 15(3): 1-5.
- [18] 王如松, 蒋菊生. 从生态农业到生态产业——论中国农业的生态转型. 中国农业科技导报, 2001, 3(5): 7-12.
- [19] 王如松, 林顺坤, 欧阳志云. 海南生态省建设的理论与实践. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [20] 王如松. 略论生态文明建设. 光明日报, 2008-04-08.
- [21] 王如松. 生态整合与文明发展. 生态学报, 2013, 33(1): 1-11.
- [22] 《王如松论文集》编写组. 王如松论文集. 北京: 科学出版社, 2017.