

DOI: 10.5846/stxb202105101216

范育鹏,方创琳.生态城市与人地关系.生态学报,2022,42(11):4313-4323.

Fan Y P, Fang C L. Eco-city and man-land relationship. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(11): 4313-4323.

生态城市与人地关系

范育鹏^{1,2,*}, 方创琳^{1,2}

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101

摘要:生态城市作为当下探索人与自然协调共处、社会和谐进步、经济持续发展的实践,是实现可持续发展的重要举措。人地关系作为地理学研究的核心,是社会必须直面和探讨的重要问题。分别论述生态城市和人地关系相关研究的理念与框架、过程与机制、理论与方法的演变以及两者的区别。生态城市规划具备高度的综合性,在优化资源配置、调整空间布局、协调各项事业、改善城市功能等方面发挥重要作用,由单方面注重增长速度和规模转向重视城市增长容量、生态承载力、生活质量方面。人地关系研究旨在探索人地系统各要素间相互作用与系统行为及调控机制,其主旨问题随人地系统演变发生变异,准确分析人地关系面临着一系列理论、技术和数据方面的挑战。生态城市可以借助人地关系作为一个更加宏阔的系统框架,同时可为人地关系研究提供具体的工具和手段。复杂系统科学和系统集成方法是生态城市和人地关系的重点研究方向。生态城市与人地关系研究相互融合,能够更好地解决复杂问题,从而朝着共同目的——可持续发展迈进。

关键词:生态城市; 人地关系; 演变; 复杂系统; 耦合; 整合

Eco-city and man-land relationship

FAN Yupeng^{1,2,*}, FANG Chuanglin^{1,2}

1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

Abstract: As a practice of exploring harmonious coexistence between man and nature, harmonious progress of society, and steady economic development, eco-city is an important measure to achieve sustainable development. As the core of geography research, man-land relationship is an important issue that must be faced and discussed in social development. This study discusses the concept and framework, process and mechanism, the evolution of theories and methods of eco-city and man-land relationship research, and identifies their differences. Eco-city planning, being highly comprehensive, plays a key role in optimizing resource allocation, adjusting the spatial layout, coordinating various undertakings, and improving urban functions. It shifts its focus from the speed and scale of urban growth to urban growth capacity, ecological carrying capacity, and quality of life. The study of man-land relationship aims to explore the interaction of various elements of man-land system and the overall behavior and regulation mechanism. The major themes vary with the evolution of man-land system, and the accurate analysis of man-land relationship faces a series of challenges in theory, technology, and data. Man-land relationship can be applied as a broader system framework for eco-city study, and the methods of eco-city can be used as specific tools for studying man-land relationship. Our study also points out that the complex system science and comprehensive integration method are the key research directions of eco-city and man-land relationship. The integration of research on eco-city and man-land relationship can better solve complex problems and move towards a common goal—sustainable development.

基金项目:国家自然科学基金(42171287, 41590840); 科技部第二次青藏高原综合科学考察专题(2019QZKK1005)

收稿日期:2021-05-10; **网络出版日期:**2022-02-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fanyp@igsrr.ac.cn

Key Words: eco-city; man-land relationship; evolution; complex system; coupling; integration

生态城市是按照生态学原理构建的社会经济自然各维度各因素协调发展的城市生态系统,主要研究系统各种要素之间的关联关系。人地关系内涵是人类活动和地理环境相互关系,是地理学的研究核心领域。随着人类社会发生发展变化,城市作为人地关系反应剧烈的地区成为人地关系典型研究区域;人地关系中心目标是协调人地关系,重点研究人地系统的优化,并落实到区域可持续发展上。那么生态城市规划与建设与人地关系研究就不可避免地产生了重合和交叠。若能将两者融合,相互借鉴和渗透,会推进地理学以及可持续生态学理论和方法的创新和突破,协调人与自然关系,推进可持续发展。

1 相关文献计量分析

以“ecocity OR eco-city”或“urban ecology OR ecosystem”为关键词和主题词在 Web of Science(所有数据库)中进行检索,发现 2000 年以前的文献较少,2000 年以后呈逐年增长趋势(图 1),相关论文主要分布在环境科学生态学、生物多样性保护、动物学、地理学、城市研究、植物科学、林业等研究领域(图 1)。我国关于生态城市的研究很多,其论文数量占到全球总量的 37.93%。2000 年以来的高被引论文的研究主题主要集中在全球变化、城市绿色基础设施以及城市地区的生态系统服务方面。

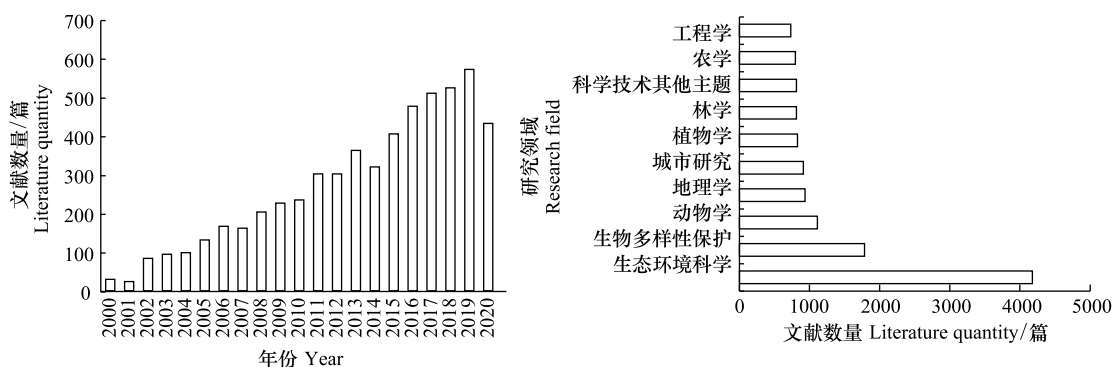


图 1 生态城市文献按时间和研究方向的分布

Fig.1 The literature distribution on eco-city according to time and research field

以“(human OR man) & (land OR nature OR environment) & (relation * OR interaction)”为关键词和主题词在 Web of Science(所有数据库)中进行文献检索,发现 2000 年以前的文献较少,每年发表数目基本上为个位数,2000 年以后呈逐年增长趋势(图 2),在环境科学生态学、地理学、生物多样性保护、经济学、地质学、人类学等研究方向均有分布。我国关于人地关系研究的论文数量占全球论文总量的比例较多,占比 32.09%。2000 年以来的高被引论文的研究主题主要集中在模拟土地利用和土地覆盖变化的多主体系统、生态系统服务以及气候变化的社会经济影响方面。

本文搜索了人地关系和生态城市共同为主题词和关键词的文献,共有 34 篇。说明将两者进行融合的研究还比较少,且大多是进行了概念的简单匹配。

人地关系的研究对象是人地系统,社会-经济-自然复合系统则是生态城市的研究对象,从本质上,社会-经济-自然复合系统和人地系统都是复杂系统;从内涵上,社会-经济-自然复合生态系统与人地系统极其相似。本文在总结生态城市和人地关系研究的基础上,介绍和评述在研究过程、格局、机制等方面的国内外研究进展,以期对地理学及人地系统研究有所启示,对生态城市建设研究有所拓展。从内涵、演变特征、理论与方法等对人地关系与生态城市两者的研究进展进行对比,梳理研究演化进程和潜在的融合点,以提供一个创新的解决当下复杂问题的视角和方法,促进可持续发展。

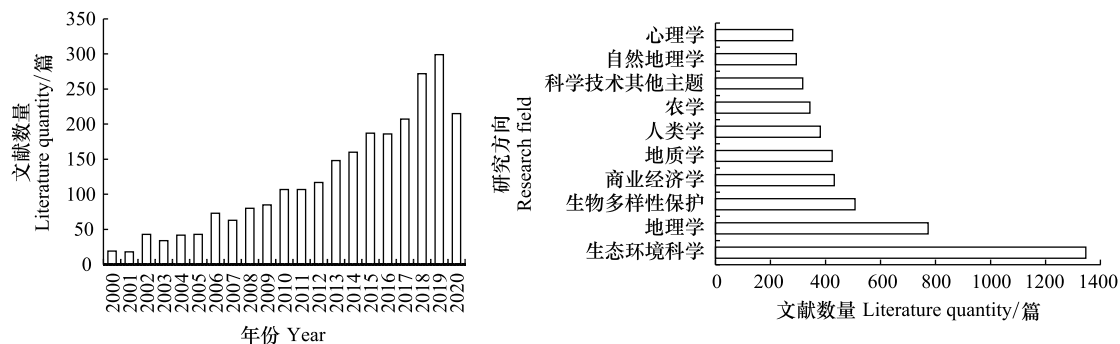


图2 人地关系文献按时间和研究方向的分布

Fig.2 The literature distribution on man-land relations according to time and research field

2 生态城市

生态城市建设的本质是要将单向线性发展模式转变为闭合循环发展模式。目前全球超过一半的人口聚集在不到陆地表面3%的城市^[1-2],到2050年将会有大约70%的人口居住在城市^[3]。过去,城市在发展理念、建设规划和驱动力量以及政策制定方面对应该采取的相互协调关系的举措和思路是不够重视的。

城市面临的关键挑战包括提供满足人类需求的基础设施和公共服务(电力、交通、教育、医疗等),提供保障人体健康的生态环境(清洁的大气、水等),具备抵御一定风险和灾害(洪涝等)的能力^[4]。面对城镇化、人口增长、资源紧缺与环境污染的压力以及气候变化的胁迫,生态城市建设通过空间产业规划、基础设施布局、环境治理、城市管理来提高资源利用效率,提升公共服务水平,改善人居环境质量,成为人类实现可持续发展的有力举措^[4-5]。国外许多城市都相继进行了生态城市建设的摸索与实践,如丹麦的哥本哈根市,澳大利亚的怀阿拉市,美国的伯克利、克利夫兰和波特兰都市区等^[6]。国内已有海南、黑龙江、吉林、山东、浙江等8省的百余城市编制了生态城市建设规划,而中西部众多城市也渐渐将生态城市建设纳入城市发展议程之中^[7-8]。

2.1 内涵及演变

生态城市是按照生态学原理建造的人居环境。一般认为霍华德的田园城市理论是生态城市的现代启蒙^[9]。建筑师保罗·弗朗西斯·道顿等首先提出这类城市理念,并创立“生态建筑”公司^[10]。1971年联合国教科文组织在“人与生物圈计划”中将生态学引入城市研究,提出“生态城市”的概念^[11-12]。随着社会的发展和技术的进步,生态城市的内涵不断丰富和拓展。城市生态化是通往生态城市之路,就是城市社会—经济—自然复合生态系统实现全面协同有序发展的演化途径^[8]。“生态化”已不再是单纯的生物学含义,而是相对综合整体的概念,包含社会—经济—自然复合生态的内容,即强调社会、经济、自然协调发展,实现人与自然和谐共生。上世纪末针对城市“膨胀”、交通拥堵、基础设施短缺等问题,欧美国家实施了生态城市项目,倡议创建紧凑城市,进行线性多中心开发。欧盟为应对气候变化于2003年提出建设低碳城市,以交通节能和建筑节能为主要措施。2007年研究人员针对高温、暴雨、洪水、海平面上升等极端事件,倡导建设“弹性城市”^[13]。

随着各国经济增长,各种问题日益凸显,生态城市从原初生态界和城市规划界的理论探讨与项目示范,向城市建设实践和推广转变。2015年联合国人居署理事会议通过《城市与区域规划国际准则》,为城市与区域规划制定了一个广泛适用的框架^[14]。2016年10月第三届联合国住房和可持续城市发展大会颁布《新城市议程》,指出要建设“公正、安全、健康、方便、可负担、有抵御能力和可持续的”城市,其中包含4个重要的价值导向:关注生态本底、创建网络结构、建造包容社会、完善政策制度^[15],指明了生态城市的发展方向。生态城市已跨越了单纯保护城市环境的层面,融合了经济、社会、历史、文化等因素,向更加整体协同的方向迈进,展示出广义的系统生态观。另外生态城市建设从社会、经济、自然等方面大目标的规划向微观过程的生态设计

和小尺度精细化管控方向发展。

2.2 理念及机制

生态城市建设必须依靠系统思维。就生态城市建设背景而言,国内外有明显差别,不应照搬国外的实践措施和经验模式,应探索与本地自然条件、环境特征、社会经济发展、区位条件、风俗习惯相匹配的发展模式。从整体上辨识城市生态系统中各个组织之间的关系,调控时、空、量、构、序^[16];把城市道路、交通、给排水系统以及各种污染物排放口等灰色基础设施与湿地、绿地、生态廊道等绿色设施相关联,构建有机网络,增加城市系统的弹性^[17]。

生态城市发展的目标是实现人与自然的和谐统一,蕴涵着人与人和谐、人与自然和谐、自然系统和谐三个层面,生态城市不仅能“维持调节”自然,也可满足人类发展的需求,达到“人和”^[3,5,8]。从哲学视角看,生态城市的价值认同只有人的意识理念、文化感知和社会关系达到一定程度才会达到^[8,18]。从生态经济学方面审视,生态城市的经济增长模式是集约式循环增长,使用生态技术既有利于保护生态价值,又有利于构建社会文化价值,创造生态化产业体系,促进生产和生活的生态化,加大资源能源节约和循环利用^[5]。从城市生态学方面讲,生态城市的结构稳定、功能合理、运转有序,保持动态平衡。其中物质流、能量流、信息流畅通有序,支撑着自然与社会的交互作用和演进过程^[3];从城市规划学方面讲,生态城市的空间结构布局合理,基础设施功能完善,生态建筑广泛应用,景观充分体现出城市之美^[19,20]。从地理空间方面讲,生态城市是城乡有机融合的城市化区域,与传统的城市和乡村对立的二元经济模式有本质区别^[21]。

2.3 规划原理与方法

城市系统的结构与环境共同决定着其功能与状态,这是理解城市发展过程,阐明城市内外关联机制,编制城市发展规划应当依照的基本道理^[22]。生态城市规划既需评估现状,确定单一目标的统计学方法和时序因果预测模型,更需应用可以反映多要素间相互关联结构、依存机制及其动态演变模拟的模型,以便能协同城市系统结构、功能和状态的内在关联优化^[20,23]。近年来在我国运用著名生态学家 H. T. Odum^[24]创立的系统生态学建模原理和模拟方法以及马世骏等提出的社会-经济-自然复合生态系统理论与方法^[25],进行了一些生态市、县的建设规划。这些工作主要揭示开放复杂系统的结构和状态的关联机制,按照多要素间关系整合多种模型方法,对城市社会、经济和生态的协同发展和策略进行解析。因此正好符合城市或区域发展的现实情况与决策要求,并使得研究范式和规划原理得以科学实践和完备。除此外,生态城市研究中常用的成熟的方法和工具包括生态位理念、系统生态指标体系、生态承载力评价、产业代谢分析、景观格局理论^[26-30]。

生态城市建设规划要立足于区位条件,依靠城市辖区内城镇规模调整,商贸、居住功能调节,产业结构升级和合理布局,以及建城区土地配置结构的优化与生态用地的建设,旨在能持续主导社会、经济的有序发展,且使得各建城区、工商业部门和村镇居住点经济发展、环境改善、人居舒适协同发展。

生态城市建设既需要政府自上而下的宏观调整,又需要公众自下而上的广泛参与。要遵循城市的自然、经济、社会和文化特征,制定合理的中长期目标和发展路线,制定应对未来变化和挑战的长期规划^[31]。要完善相关规划体制,制定评价准则和技术标准,将生态城市规划的细节落实到合同和设计图纸上。生态城市建设涵盖城市规划与设计、绿色建筑设计、生态产业与绿色交通规划与管理、环境保护规划、能源结构调整优化、水资源高效利用、废物管理等方面,需要大力引进先进的设计手段,提高对信息化技术的采用^[20]。现今对技术体系的实践应用大部分限于单项技术,亟待整合多种技术,建立集成的生态城市技术体系。生态城市建设不但应研究土地利用、绿色产业、绿色交通、绿色建筑、生态环境、资源能源循环利用、废物处置处理和信息化等规划技术,还应推广生态适宜性建设技术^[23]。

3 地理学中的人地关系

3.1 经典理论

人地关系的经典解释是人类与自然环境之间的关系^[32]。自古及今人地关系矛盾的协调过程都是地理学

和相关学科重点关注的命题^[33],从“天人合一”传统思想到人地关系协调理论,再递进到现代的“可持续发展”理念。人地关系研究一直以来都是地理学的研究核心,是地理学的传统命题之一。美国地理学发展报告《了解正在变化的星球:地理科学的战略方向》中写道“地理学家必须重视人与自然的相互关系……关注生物地球物理学和人类环境的演变特征”^[34]。吴传钧先生认为‘人’和‘地’两方面按照一定的规律发生关联,从而构成复杂巨系统,即人地关系地域系统^[35]。随着对全球变化和全球性问题的研究日益深入,导致对人地关系的认识也逐步加深,并站在事关人类社会可持续发展的高度研究人地关系,成为当下国际的研究热点和前沿。

3.2 演变过程

近代以来“human/man-land relation/relationship/interaction”是我国最常见的英文表达,2000 年以前西方国家以此为关键词的文章屡见不鲜。2000 年以后,以“环境”一词取代“土地”的现象不断出现,普遍以人与环境的关系(human-environment interaction)表达人地关系概念,表明了在地理学中环境研究的兴起。鉴于本土化倾向,本研究仍以“人地关系”表述西方“人与环境关系”的概念。地理学家关于人地相互作用的研究范式,已随着时间推移而发生演变^[36]。哈登指出以前人地关系研究方法存在的局限性,强调应重新定义问题寻求新机会^[37]。人地关系作为关系类型的结果或传统观点的研究片面性逐渐凸显。探索人类系统与自然生物物理系统的动态交互作用,将会给传统的人与地二分法带来新的认识角度。

随着地理学空间概念的“社会转向”和社会学中的“空间转向”,社会空间问题正成为学术研究的一个新的理论视角^[38-39]。“地”是地理或空间的概括,人类行为不可能离开特定的地理空间而存在。非经济要素如学习,知识,创新,信任伴随着地理学的关系转向、文化转向、制度转向,正成为影响区域发展的关键因素^[40]。人的主观能动性对于建立物质形态起着重要作用,也导致自然空间逐渐丧失^[41]。相应地,“地”的概念延展为人工环境,即“社会的产物”^[42]。人类与其活动的空间无论是生活空间还是生产空间都有密切关联,这是人地关系研究的矛盾点。

吴传钧先生强调人地关系一直是地理学研究的核心;地理学要“关注人地系统中人与自然的交互作用与机制”^[43]。按照人地关系地域系统研究的基本范式,城市发展研究聚焦在经济社会发展及其与资源环境的相互关联方面,包含三方面内容:不同空间内部的发展问题;相同尺度空间的交互影响及其差异;以及不同空间的格局与尺度转变中的问题。研究城市发展问题既要看重经济社会与资源环境的系统综合,又要关注不同系统内部各种因素的整合,包括传统的和新兴的因素。城市密集的人口、集聚的产业、剧烈的人类活动使得人地关系错综复杂,城市就成为人地关系地域系统研究的一个重要载体,城市研究的理论和方法也就成为人地关系地域系统理论和方法有机且重要的组成部分。

3.3 研究方法

3.3.1 传统方法

线性叠加:对于线性系统而言,整体可通过各个组件的线性叠加来分析;对于复杂的非线性体系,就不能通过线性叠加来分析,因为非线性关系会导致亏损或增益不按照线性的逻辑来发展,将复杂地理系统各要素直接线性叠加不可行。黄秉维先生提出复杂系统存在不同于“线性叠加”的亏损或增益,需加强研究地理系统各个要素之间相互关系。

统计学:各种统计分析主要是反映系统多要素作用关系的相关性分析。如尝试追踪系统的特定状态是比较复杂困难的,但统计物理网罗所有状态的集合相对容易,还可以提供相关信息的模型。那么相应来讲,统计分析是研究人地系统状态变化的有效方法。

承载边界:人类活动所消耗的自然资源是否在自然承载力允许的边界内。依据这一人地关系协调内涵,诞生出了一系列资源环境足迹反映人类活动程度的方法,包括资源环境承载力评价,生态足迹,水足迹,物质足迹核算等等^[44-46]。资源环境承载力评价是自然环境在不受损并保持良好状态的条件下,研究区域的环境容量和资源禀赋所能承载的人类活动规模;其关注人类活动与资源环境协调发展,是牵涉人与自然关系、关乎

人类命运的问题。生态足迹把人的活动产生的影响转化为其所占用的生物生产性面积,汇总之后与六种类型土地的综合生态承载力对比,判断一个地区是否超过了生态承载的上限,或者超出了多大程度。

综合评价指标体系:是一个分解对象的研究过程。综合评价的对象一般都很难以用单指标测量,比如人地关系等,这就需要从不同方面解构事物,再利用特定方法把研究对象的各个方面统一起来作为一个整体来看待;技术层面而言,多指标综合评价相当于一个数学映射变化的过程,实质是把高维空间中的样本点投影到一维直线上再进行比较和分析。

系统动力学(SD)^[47]:用 p 表示人类系统的一个纬度(例如人口), e 表示环境的一个子纬度,人与环境随时间 t 的变化就可以简单描述为

$$\begin{aligned} p'(t) &= r_1 p \left(1 - \frac{p}{C_1} + \sigma_1 \frac{e}{C_2} \right) \\ e'(t) &= r_2 e \left(1 - \frac{e}{C_2} + \sigma_2 \frac{p}{C_1} \right) \end{aligned}$$

r_1 为人类纬度的独立变化率, r_2 为环境的单独变化率, C_1 是人类系统的最大承载力, C_2 表示环境的最大容量, σ_1 表示环境对人的作用系数, σ_2 表示人对环境的作用系数。当 $\sigma_1 > 0$ 时,环境对人口增长的作用是正向的,当 $\sigma_1 < 0$ 时,环境对人口增长的作用是阻碍性的;当 $\sigma_1 = 0$ 时,环境对人口增长无任何作用。显然,环境对人口增长的作用要么是促进,要么是阻碍,绝不会毫无作用。当 $\sigma_2 > 0$ 时,人类对环境承载力的增长是有益的;当 $\sigma_2 < 0$ 时,人类对环境承载力的增长是有害的;当 $\sigma_2 = 0$ 时,人类对环境承载力的增减不起作用。系统动力学关注复杂系统的非均衡动态,本质上属于复杂系统科学,但传统研究中多进行了一些简单的假设和反馈循环的线性推理,本文中把它归为传统方法。

3.3.2 复杂系统科学与系统集成技术

人地系统中很多地理现象普遍带有非线性、多尺度性、多层次性、不确定性、交互性和非稳定性等复杂性现象的特征,复杂系统科学(complex systems theory/complexity science)由于其创新的视角已引起相关学科的广泛关注。复杂系统科学重点调查生物物理系统、资源环境系统、社会经济系统、认知思维系统等不同系统之间及内部各组分间的交互作用,因此基于网络分析和信息技术的系统集成方法将大力支撑其方法论。地理学家以及区域规划师已将该理论运用于城市健康、经济增长、交通运输和洪水灾害等领域^[48]。班尼特等以美国黄石公园为例探索了人地关系耦合与复杂性,指出复杂理论为解决系统恢复力、预测事件、评判可持续发展等提供了方法^[49]。

洞察人地关系的关键是把注意力从要素向要素间关联的转移。生态学中的“恢复力”(resilience)概念已经拓展到人地关系分析框架中^[50-51]。然而由于对“社会恢复力”的研究缺乏关注和规范性,这一概念在研究社会变化中的应用比较少见。关注复合生态系统中的滋扰因子和不确定性应通过生态管理、灾害防范等方法使得系统从干扰和讶异中恢复稳定,而人地关系研究则更看重目标导向和关联结果,达到人地之间关系更加协调^[52-56]。系统集成方法是分析解决人地关系系统复杂问题的有效工具。运用系统科学理论思考人类与自然构成的开放复杂的巨系统,要以系统集成方法从定性到定量研究人地关系巨系统的结构与功能(图3)。理解人地关系地域系统的复杂性应发挥地理学的特长,又要合理借助系统控制论、耗散结构理论、协同论、信息论以及社会学、环境学、生态学、经济学等多学科交叉方法,引进“3s”手段和人工智能技术,进而发展成为定性与定量相结合、科学与技术相融合的综合集成方法和技术体系,有望进一步揭示生态城市的复杂性。

4 生态城市与人地关系研究的融合发展

4.1 区别与联系

生态城市注重其系统的结构合理、功能高效和关系协调。面向“人与自然”二元均衡发展,自然环境要和城市融入一体;虽然具有相对宽泛的内涵(涵盖自然生态化、社会生态化、经济生态化),但把握住城市系统各组分的有机联系就抓住了生态城市建设的“灵魂”。以往生态城市的内涵对空间的概念并不十分突出。在人

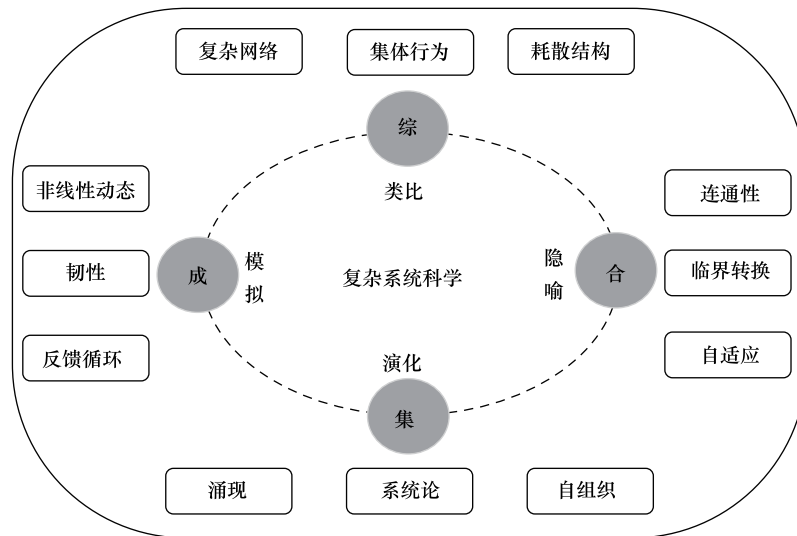


图3 复杂系统科学图解

Fig.3 Diagram of complex systems science

地关系地域系统理论体系中,人地关系思维作为统领,系统思维起支撑作用,空间思维则是本底,这些思维排列有序相互依存于一个整体之中。

生态城市是社会、经济、自然高度协调的复合生态系统,其物质能量流动和信息传播构成错综复杂的网络,具备实现物质充分利用、信息交流畅通、经济环境协同、人与自然协调发展的能力。广义上,生态城市是构建在对人与自然关系深入理解上的新文化观,是依照生态学原理建立的社会、经济、自然协同联动的社会关系,是高效利用资源实现可持续发展的新的生产、生活方式。狭义上,就是利用生态学思维建设高效、健全、融洽、可持续发展的人居环境。人地关系倡导人与自然和谐发展,促进人地关系地域系统可持续发展。从人地关系宏观背景入手进行生态城市研究更具系统性和整体性,借助生态城市的技术手段和工具可以弥补人地关系研究的宽泛性,使其更加具体,更具有解决实际问题的操作性。因此两者相互融合,可以促进城市发展研究从广度和深度上进一步深化和创新,提出解决城市复杂问题的新方法论。

因此地理学人地关系研究难点和生态城市研究关键点的融合十分必要且迫切。人地关系研究范围更加宏阔,涵盖人文和自然要素,要素相互关联,以及时空变化规律等,而生态城市则重点研究要素之间的关联而对于空间方面的阐述较为薄弱。对于各个要素的描述和分析已取得阶段性的成果,但由于这些要素间关联多为动态的非线性的,较为复杂,对此研究却是地理学研究面临的难点和挑战,同时也是生态城市的研究重点。

4.2 共同目的和理念

随着日益复杂的经济、社会、环境问题不断涌现,生态城市和人地关系的融合成为必要。生态城市从生态系统角度来审视城市,如果将其研究统一到一个大的人地关系框架之中将会更好地更全面地理解系统长期的动态演进过程。复杂问题的涌现本质是资源代谢在不同时空尺度上的停滞,结构功能在关系上断裂破碎,经济和生态在社会管理中的矛盾冲突。人地关系注重研究陆地表层人与自然的相互影响与反馈作用,探索人类和地理环境的关系演变特征规律。因此两者研究皆为达到人与自然关系和谐协同的状态。

生态城市理念趋向尽可能降低对资源的需求、对周围地域的依赖,也尽可能减少污染排放及人类活动对环境的影响,提高土地利用效率,减缓全球变暖,其中使用的手段和工具可更具体地反映和测量人地关系。因此生态城市对于促进人地关系和谐提供了更为具体的理论和方法。全球变化、环境污染和资源短缺、社会与政治矛盾、经济与文化冲突、疾病疫情的传播等问题都可归咎于人地关系的严重失调。而生态城市与人地关系的研究均旨在促进人与自然的和谐统一,解决矛盾激化导致的社会、资源环境等问题,达到一个协同发展状态。

4.3 解决复杂问题的需求——融合

传统的地理学人地关系研究方法和技术已然不能完善地阐明人地系统中发生的复杂问题,这些方法大体基于静态的线性理论,看重的是静态的空间平衡现象,不能有效解释动态的非线性复杂现象。另外传统的研究方法大多从宏观入手,着重地域性与综合性,缺乏从系统内部微观层次进行的探索;而用动态进化的观点来认识人地系统复杂的演化规律,微观组分行为和关联也许正好是导致系统复杂性的本源。相对而言生态城市研究的系统性和整体性较弱,而其具体方法和工具则比较成熟。生态城市是基于生态学理论创建的社会-经济-自然复合生态系统,是以一定区域为依托的综合体,不能脱离了区域背景而发展。城市系统微观层面的理论和方法难以处理系统与外部之间甚或系统内部的复杂问题,因此亟待以宏观和区域的视角来探讨生态城市研究理论和方法,促进区域结构生态化及城乡生态完整性。

随着社会和学科发展,城市系统的研究不再只是限于简单和静态的描述,更需关注现象发生的根源及演化机制。现代地理学由分析性向系统性思维转换,站在人地系统的高度研究人地关系,借鉴生态系统的思想审视人地关系。于是以“流”的形态(如物质流、能量流、信息流、资本流等)来探索人地关系中各要素之间及其与周围环境之间的关联逐渐兴起。人地系统研究运用了一些生态系统的思维,如系统与要素、局部与整体、结构与功能、格局和过程、信息与反馈、调节与协同、渐变与突变、动态平衡等概念,促进传统地理学的类比、归纳思维上升到逻辑思维层次,逐步与生态学思维融合(图4)。复合生态系统理论要求综合考虑社会、经济、环境等方面效益去构建一个合理的区域结构,其中自然和人工维度之间均达到生态平衡。建立协调的人地关系,必须摒弃人是自然主宰的观念,既要建立地理组分的协调关系,又要构建地域结构的协调关系。

生态城市和人地关系两者融合需要在模型方法、数据获取及实践运用上努力开拓,包含顶层设计方法,物质代谢调控技术,清洁生产技术和循环经济核心技术、全生命周期流域协同水管理技术、智慧城市技术、产业调整布局决策支持技术、绿色制造技术、区域协同管理等。把握总体的城市人地关系现状,通过调控具体的城市人地关系,来促进支撑生态城市的建设,把物质能量代谢过程与人地系统耦合机制进行相互映射,为多部门协同政策制定提供科学依据。最终要站在系统和全局角度进行合理规划和决策,一是精准施策到关联要素,二是落实到空间布局;不断归纳典型样本与案例,采取综合集成技术演绎城市系统的发展规律,促进城市人与自然关系的实时监控,继而调控优化生态化发展路径(图4)。

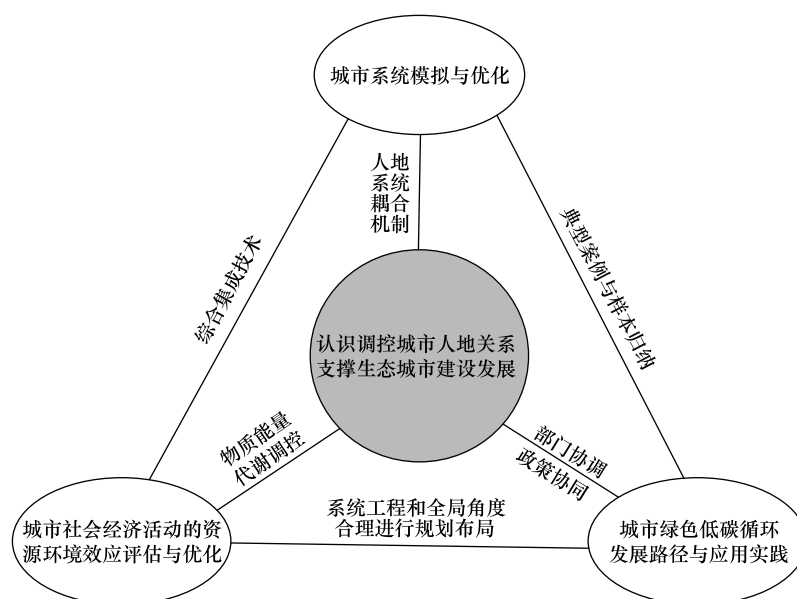


图4 生态城市与人地关系融合的主要研究方面

Fig.4 Main research on integration of ecocity and man-land relations

从应用角度来讲,人地关系始终面向陆地表层主要特征的演进和人类与环境间关系的演变。依托人地关系的地理学在主体功能区规划、污染防治及区域协同发展战略、生态文明建设等方面均发挥出了特色优势,为调节人类与自然环境相互关系提供了科学依据和实践指导。在区域规划编制、生态建设与环境保护、国土资源合理利用、区域可持续发展等方面人地关系研究都正在体现出其理论价值。生态学、环境科学、社会学和复杂科学等学科对于人地关系问题的思索也相继延伸到地理学的运用领域。城市中人地关系作用复杂剧烈,地理环境变迁显著,人地关系研究主要是通过探索人类活动的过程、强度以及其与典型地区相互作用的格局演变关系,着重分析城市系统物质与能量流动的特征、人地关系作用格局转化的驱动机制,提出修缮和改观人地关系促进城市可持续发展的原理及调控路径。剧烈活动区域的人地关系在短期内发生着显著变化,生态城市作为典型研究对象,十分有助于研究人地关系的地域空间特征和结构分异状况,并为归纳人地关系地域系统演变的基本规律提供基础。

5 结论和展望

本研究论述了生态学和地理学领域两个存在融合性的着力点—生态城市与人地关系的概念内涵,理论机制以及研究方法的动态进展,以及进一步融合的潜力,并提出了研究建议和展望。生态城市具有合理的社会—经济—自然复合生态系统结构和稳定的功能,达到了动态的平衡,人地关系研究人地系统各要素间的作用关系及其空间模式。从系统论来看,两者具有相似性,人地关系和城市是巨系统,都由诸多要素组成,不同要素的变化,不仅会引起子系统的变化,也会引起巨系统的变化,进而引起其它子系统及其要素的变化。生态城市自身带有具象特征,人地关系通常具备宏观的理念背景;生态城市研究中注重工具的适用性和精确性,试图通过“计算”为城市生态规划提供科学依据,以解决城市中人与自然的矛盾。技术推动了城市生态规划的发展,但某种程度上忽略了生态规划的初衷和意义,忽视了人地关系。人地关系提供了生态城市的本质奥义,是一个构建系统的总体灵魂,指导了具体技术的集成和应用,但存在理念“高高在上”、过于空泛宏观、落地性不够等问题。

生态城市规划基于生态学,开展城市生态化建设对生态本质的认知和遵循十分重要。首先,生态的界定主要依据物质流、能量流、信息流产生的功能;其次,人地关系的界定及优化,也是“生态”的一个重要的基本内涵。那么在生态城市建设过程中对以上两个角度的秉承也就非常重要。

生态城市因具有生态韧性等特征,不同城市的适应性和环境也有差异,更需要实行弹性管制,不能采取刚性的约束管控。需要对一刀切的刚性管控进行反思,纳入城市经济效益、民众诉求和生态补偿机制等弹性思维和弹性管制方法,探索经济发展与保护共赢之路,构建和谐的人地关系。

生态城市和人地关系研究离不开多学科的融合,融合需要纳入新鲜知识,集成新技术的应用。目前主要从3S技术、大数据、人工智能等新技术对生态城市进行研究。未来生态城市和人地关系研究将会继续在跨学科研究的基础上进行,城市生态韧性、智慧城市建设、城市系统安全与风险等将成为研究的重点方向,复杂系统科学和系统集成技术将会是两者融合发展的主要开拓方向 and 解决问题的重要途径。

需要开创性地运用生态城市与人地关系的理论,在创新中求发展,既要理念的融合,又要注重实践的应用融合。要将其理论应用到区别于传统研究地区的新的特殊地区。例如如何在青藏高原推动绿色高质量发展,青藏高原是人地关系特殊的地区,就需要厘清这一地区的时代背景、利益主体、矛盾冲突和人居空间的演变特征及互动机制,通过分析人地关系的各要素关联机制,从而提出青藏高原地区人地关系调控的重点和生态化发展路径。

参考文献 (References):

- [1] Balland P A, Jara-Figueroa C, Petralia S G, Steijn M P A, Rigby D L, Hidalgo C A. Complex economic activities concentrate in large cities. *Nature Human Behaviour*, 2020, 4(3): 248-254.
- [2] Chen S Q, Chen B, Feng K S, Liu Z, Fromer N, Tan X C, Alsaedi A, Hayat T, Weisz H, Schellnhuber H J, Hubacek K. Physical and virtual

- carbon metabolism of global cities. *Nature Communications*, 2020, 11(1): 182.
- [3] Nagendra H, Bai X, Brondizio E S, Lwasa S. The urban south and the predicament of global sustainability. *Nature sustainability*, 2018, 1(7): 341-349.
- [4] 方创琳, 周成虎, 顾朝林, 陈利顶, 李双成. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径. *地理学报*, 2016, 71(4): 531-550.
- [5] 王如松. 生态安全·生态经济·生态城市. *学术月刊*, 2007, 39(7): 5-11.
- [6] 谢鹏飞. 生态城市从理念到现实: 来自田园城市运动的启示. *现代城市研究*, 2011, (6): 25-28, 38-38.
- [7] 张泉, 叶兴平. 城市生态规划研究动态与展望. *城市规划*, 2009, (7): 51-58.
- [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] 何刚. 近代视角下的田园城市理论研究. *城市规划学刊*, 2006, (2): 71-74.
- [10] Tsutsui K. Rethinking Livability in Megacities: Applications of Jane Jacobs' Theories on Tokyo and Los Angeles[D]. 2020. Pomona Senior Theses. 216. https://scholarship.claremont.edu/pomona_theses/216
- [11] 王坤, 张丽君, 张超, 秦耀辰. 基于 CiteSpace 的生态城市发展研究动态分析. *生态学报*, 2021, 41(5): 2097-2105.
- [12] 傅伯杰. 新时代自然地理学发展的思考. *地理科学进展*, 2018, 37(1): 1-7.
- [13] 曹莉萍, 周冯琦. 纽约弹性城市建设经验及其对上海的启示. *生态学报*, 2018, 38(1): 86-95.
- [14] 联合国人居署, 沈建国, 石楠, 杨映雪. 城市与区域规划国际准则. *城市规划*, 2016, 40(12): 9-18.
- [15] 石楠. “人居三”、《新城市议程》及其对我国的启示. *城市规划*, 2017, 41(1): 9-21.
- [16] 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.
- [17] Ernstson H, van der Leeuw S E, Redman C L, Meffert D J, Davis G, Alfsen C, Elmqvist T. Urban transitions: on urban resilience and human-dominated ecosystems. *AMBIO*, 2010, 39(8): 531-545.
- [18] 赵运林, 傅晓华. 从可持续发展价值观透析城市生态化. *城市问题*, 2008, (2): 2-6.
- [19] 邵俊, 杨俊雷, 裴沛. 基于 GIS 和 AHP 的生态城市景观价值评估研究——以花山生态新城为例//多元与包容——2012 中国城市规划年会论文集(14. 城市规划技术与方法). 昆明: 云南科技出版社, 2012.
- [20] 丁鹏. 生态城市理念在城市规划设计中的应用. *城市建筑*, 2016, (36): 28.
- [21] 张敬赛, 马广金. 新时代城乡建设行业管理中的生态文明实现路径——生态城市建设管理工作机制探讨. *城市发展研究*, 2018, 25(8): 13-18.
- [22] Xu R H, Yang G F, Qu Z L, Chen Y, Liu J L, Shang L F, Liu S, Ge Y, Chang J. City components-area relationship and diversity pattern: towards a better understanding of urban structure. *Sustainable Cities and Society*, 2020, 60: 102272.
- [23] 李浩, 李建东. 生态城市规划实效论——兼议生态城市规划建设的矛盾性与复杂性. *城市发展研究*, 2012, 19(3): 53-57, 88-88.
- [24] Odum H T. Self-organization, transformity, and information. *Science*, 1988, 242(4882): 1132-1139.
- [25] 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.
- [26] 毛锋, 朱高洪. 生态城市的基本理念与规划原理和方法. *中国人口资源与环境*, 2008, 18(1): 155-159.
- [27] 刘哲, 马俊杰. 生态城市建设理论与实践研究综述. *环境科学与管理*, 2013, 38(2): 159-164.
- [28] 吕永龙, 王一超, 苑晶晶, 贺桂珍. 可持续生态学. *生态学报*, 2019, 39(10): 3401-3415.
- [29] Fan Y P, Fang C L. Research on the synergy of urban system operation—Based on the perspective of urban metabolism. *Science of the Total Environment*, 2019, 662: 446-454.
- [30] 孙然好, 孙龙, 苏旭坤, 陈利顶. 景观格局与生态过程的耦合研究: 传承与创新. *生态学报*, 2021, 41(1): 415-421.
- [31] 毛其智. 本期聚焦: 《新城市议程》的解读与实践-参加筹备“人居三”工作的回顾. *现代城市研究*, 2017, (8): 1-4.
- [32] 吴传钧. 论地理学的研究核心——人地关系地域系统. *经济地理*, 1991, 11(3): 1-6.
- [33] 樊杰. 人地系统可持续过程、格局的前沿探索. *地理学报*, 2014, 69(8): 1060-1068.
- [34] 韩勇, 余斌, 卢燕, 朱媛媛. 国外人地关系研究进展. *世界地理研究*, 2015, 24(4): 122-130.
- [35] 陆大道, 郭来喜. 地理学的研究核心——人地关系地域系统——论吴传钧院士的地理学思想与学术贡献. *地理学报*, 1998, 53(2): 97-105.
- [36] 史培军, 宋长青, 程昌秀. 地理协同论——从理解“人—地关系”到设计“人—地协同”. *地理学报*, 2019, 74(1): 3-15.
- [37] Harden C P. Framing and reframing questions of human-environment interactions. *Annals of the Association of American Geographers*, 2012, 102(4): 737-747.
- [38] 姚华松, 许学强, 薛德升. 人文地理学研究中空间的再认识. *人文地理*, 2010, 25(2): 8-12.
- [39] 王海荣. 空间理论视阈下当代中国城市治理研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019.

- [40] 王艳飞, 刘彦随, 严斌, 李裕瑞. 中国城乡协调发展格局特征及影响因素. 地理科学, 2016, 36(1): 20-28.
- [41] 峦峰, 李德华, 赵民. 改革开放以来快速城市空间形态演变的成因机制研究: 深圳和厦门案例. 上海: 同济大学出版社, 2019.
- [42] 毛汉英. 人地系统优化调控的理论方法研究. 地理学报, 2018, 73(4): 608-619.
- [43] 方创琳, 周尚意, 柴彦威, 陆玉麒, 朱竑, 冯健, 刘云刚. 中国人文地理学研究进展与展望. 地理科学进展, 2011, 30(12): 1470-1478.
- [44] 刘凯, 任建兰, 张理娟, 王泽楠. 人地关系视角下城镇化的资源环境承载力响应: 以山东省为例. 经济地理, 2016, 36(9): 77-84.
- [45] Hoekstra A Y, Mekonnen M M. The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(9): 3232-3237.
- [46] Wiedmann T O, Schandl H, Lenzen M, Moran D, Suh S, West J, Kanemoto K. The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, 112(20): 6271-6276.
- [47] 崔学刚, 方创琳, 李君, 刘海猛, 张蔷. 城镇化与生态环境耦合动态模拟模型研究进展. 地理科学进展, 2019, 38(1): 111-125.
- [48] 胡宏, 徐建刚. 复杂理论视角下城市健康地理学探析. 人文地理, 2018, 33(6): 1-8.
- [49] Bennett D, McGinnis D. Coupled and complex: human-environment interaction in the Greater Yellowstone Ecosystem, USA. *Geoforum*, 2008, 39(2): 833-845.
- [50] Liu H M, Fang C L, Fang K. Coupled Human and Natural Cube: a novel framework for analyzing the multiple interactions between humans and nature. *Journal of Geographical Sciences*, 2020, 30(3): 355-377.
- [51] 周晓芳. 社会-生态系统恢复力的测量方法综述. 生态学报, 2017, 37(12): 4278-4288.
- [52] Kirlik A, Miller R A, Jagacinski R J. Supervisory control in a dynamic and uncertain environment: a process model of skilled human-environment interaction. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1993, 23(4): 929-952.
- [53] Roosevelt A C. Twelve thousand years of human-environment interaction in the Amazon floodplain//Paroch C, Ayres J M, Pinedo-Vasquez M, Henderson A, eds. *Diversity, Development, and Conservation in Amazonia's Whitewater Flood-plains*. *Advances in Economic Botany*. New York: New York Botanical Garden, 1999: 371-392.
- [54] Kabisch N, Qureshi S, Haase D. Human-environment interactions in urban green spaces—A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact Assessment Review*, 2015, 50: 25-34.
- [55] Ison R. Governing the human-environment relationship: systemic practice. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2018, 33: 114-123.
- [56] Cartwright K S, Mitten D. Quantifying the human-nature relationship: a user's guide. *Research in Outdoor Education*, 2018, 16: 42-70.