

DOI: 10.5846/stxb202003110495

王丽娜, 李爽, 吴迪, 邓红兵, 吴钢. 景感生态学: 生态安全研究与实践的重要途径. 生态学报, 2020, 40(22): 8028-8033.

Wang L N, Li S, Wu D, Deng H B, Wu G. Landsenses Ecology: an important approach to research and practice of ecological security. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(22): 8028-8033.

景感生态学: 生态安全研究与实践的重要途径

王丽娜^{1,2}, 李爽^{1,2}, 吴迪³, 邓红兵^{1,*}, 吴钢^{1,2}

1 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

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 中科院建筑设计研究院有限公司, 北京 100086

摘要: 景感生态学是指以可持续发展为目标, 基于生态学的基本原理, 将自然要素、物理感知、心理感知、社会经济、过程与风险等相关因素综合考虑, 来研究土地利用规划、建设与管理的科学。不合理的资源和土地开发利用活动常常会带来各种生态风险, 从而导致生态安全方面的问题; 而景感生态学的主要研究内容涉及土地利用, 其目标是与可持续发展相关的人类愿景和社会需求。在追求的目标、遵循的原理、研究尺度及内容上, 景感生态学与生态安全研究有许多契合的地方, 有必要将景感生态学研究与生态安全研究结合起来。在简要解析生态安全内涵及其主要特点的基础上, 探讨了如何将景感生态学思想与方法应用于生态安全研究, 重点说明了作为景感生态学主要研究手段的趋善化模型、迷码数据以及物联网如何在生态安全研究中应用于数据获取、评价与预警、以及趋善化模型的构建。随着景感生态学研究的深入, 其关注点可以从土地规划和利用扩展到生态安全格局构建与维护, 从而更好地将人的愿景及福利与土地利用、生境质量和生态安全结合起来, 为区域可持续发展提供科学参考。

关键词: 景感生态学; 生态安全; 生态风险; 趋善化模型; 迷码数据

Landsenses Ecology: an important approach to research and practice of ecological security

WANG Lina^{1,2}, LI Shuang^{1,2}, WU Di³, DENG Hongbing^{1,*}, WU Gang^{1,2}

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Institute of Architecture Design and Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086, China

Abstract: Landsenses ecology is a scientific discipline mainly focusing on land-use planning, construction and management towards sustainable development based on ecological principles, with natural elements, physical and physiological senses, social economy, as well as processes and risks in consideration. Unreasonable resource utilization and land development often bring various ecological risks, which leads to problems in ecological security. The main research content of landsenses ecology involves land-use, and its goal is human vision and social needs related to sustainable development. To some extent, landsenses ecology consists with ecological security researches especially in their goals, basic principles, study scales and contents, so it is necessary to combine landsenses ecology with ecological security research. Based on the brief analysis of the connotation and main characteristics of ecological security, we discussed how to apply the idea and method of landsenses ecology into ecological security researches in this paper. Therefore, the primary methods in landsenses ecology, like melioration models, mix-marching data, and Internet of Things can also be adopted in data acquisition, evaluation and

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFC0502106)

收稿日期: 2020-03-11; 网络出版日期: 2020-09-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: denghb@rcees.ac.cn

prediction, and modelling of ecological security researches. With the development of landscape ecology research, landscape ecology could expand its concerns from land-use to the construction and maintenance of ecological security pattern, which can better link human vision and welfare to land-uses, habitat quality and ecological security so as to contribute to a sustainable development of the region.

Key Words: Landscape ecology; ecological security; ecological risk; melioration model; mix-marching data

景感生态学是指以可持续发展为目标,基于生态学的基本原理,将自然要素、物理感知、心理感知、社会经济、过程与风险等相关要素综合考虑,来研究土地利用规划、建设与管理科学^[1-3]。随着现代科学技术的快速进步,以及土地开发利用所产生的各种环境问题备受重视,景感生态学的诞生有其必然性。从技术层面而言,景感是将物联网、地理信息系统和专家系统综合在一起的技术体系,这一体系能确保设计师的理念和其设计的规划遵循自然法则^[3],并有利于实现可持续发展的目标。科技的发展使得环境信息感知与融合成为生态环境科学研究的重要手段,基于个体感知或者公众参与式的社会尺度传感器网络均可获得所处环境的环境质量信息及其发育演化过程^[4-5]。景感生态学是将景观生态学和人们的愿景、社会的需求相融合的科学体系,其思想主要来源于土地利用规划与建设、生态环境建设、受损生态环境的景感营造、生态服务的提升等实践,也将指导和服务于这一实践^[1]。

由于人口增长、经济发展以及快速工业化、城镇化加速导致的一系列生态环境问题已开始影响到人类的愿景,威胁到人类的生存和发展,甚至威胁到区域乃至国家的生态安全。这些生态安全问题的出现,从根本上是不合理的资源和土地开发利用活动的结果^[6]。而各种不合理资源和土地开发利用活动,往往是因为缺乏科学的资源和土地利用规划及科学合理的监管^[7-9],景感生态学思想及其方法恰恰可为这些工作的研究和实践提供有效途径。

将景感生态学与生态安全研究相结合,需要回答“为什么”和“怎么办”两个问题。首先,不合理的资源和土地开发利用活动常常会带来各种生态风险,从而导致生态安全方面的问题;而景感生态学的主要研究内容涉及土地利用,其目标是与可持续发展相关的人类愿景和社会需求。所以在生态安全研究特别是生态安全格局构建等关键问题中纳入景感生态学的思想和方法是可能的,这种结合既可以从景感的角度和途径去理解和开展生态安全研究,也可以通过景感生态学在生态安全研究上的应用来丰富和发展景感生态学的研究内容。而如何将景感生态学思想及主要方法应用于生态安全研究,将是本文要探讨的关键内容。因此,本文在简要解析生态安全内涵及其主要特点的基础上,针对当前生态安全研究与实践存在的一些关键问题,提出了利用景感生态学思想及景感营造的技术方法来解决这些问题的具体途径,以期对景感生态学的发展及生态安全研究的完善提供思路。

1 生态安全的内涵

生态安全是指人的生活、健康、安全、基本权利、生活保障来源、必要来源、社会次序、人类适应环境的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全、社会生态安全^[7-8]。生态安全作为一个如今受到广泛关注的概念,其内涵丰富^[8],不同研究者关注的重点也有所不同,无论如何,生态安全主要包括两个方面含义:一是生态系统自身的安全,即其自身结构和功能是否保持完整和正常;二是生态系统对于人类生产生活的支撑服务安全,即生态系统在不对人类生产生活构成威胁的基础上,其提供给人类生存所需的资源和服务是否持续且稳定^[9]。

生态安全的另一面是生态风险;因此,不论是研究还是相关实践,生态安全需要关注生态脆弱性和生态风险,同时还应该认识到生态安全的实现是一个动态过程,需要通过脆弱性的不断改善,实现人与自然是健康和有活力的和谐共生发展状态^[10]。也就是说,生态安全的科学本质是通过脆弱性分析与评价,利用各种手段

不断改善脆弱性,降低风险^[11]。

基于生态安全的内涵及本质^[6-12],可知:

(1)生态安全不仅是一种状态,也代表着一种过程,动态性是其重要的特征;这也说明生态安全是可以通过一定的科学手段进行调控的。评价是生态安全研究与实践的基础,但注意到并且针对生态安全的动态性来进行合理调控才是目的。

(2)生态安全是一个相对的概念。生态风险也许是经常存在的,但没有绝对的生态安全,这也与生态安全强调以人为本以及具有一定的空间地域性有关。不同的对象对于风险可能有不同的感受、阈值或者对策,构建生态安全格局或者调控过程中除了普适性的原则外,还有基于自身心理及所处环境的愿景。生态安全虽然是一宏观概念,但其强调尺度,生态风险往往具有区域性和局部性。

(3)生态安全虽然是相对的,但其目标的达成不是一蹴而就或一劳永逸,不同的环境和生态安全状态下,人类对于生态安全的愿景也会有所不同。此外,由于生态安全的复杂性和难达性,构建生态安全格局以及维护生态安全均需要成本。

(4)生态安全某种程度上可以理解为对生态风险的防控,但有的生态风险是难以甚至是不可防控的,此时对于风险的规避是必要的,这需要完备的预测和预警手段。因此,对于风险的预测和预警也是生态安全研究的重要内容^[12-14]。

(5)生态安全研究更多是在生态系统、景观及区域尺度上开展,生态系统评价、景观格局分析以及区域生态学为生态安全研究提供了重要的支撑^[15-17]。景观是生态安全研究中非常重要的尺度,景观生态学的一些原理与方法是当前生态安全研究的主要遵循^[16, 18-19],景观生态学的一些重要问题如景观格局及其动态、尺度变化以及景观异质性等也是生态安全研究中需要重点关注的问题。

2 景感生态学在生态安全领域的应用

Zhao 等提出景感生态学以可持续发展为目标,遵循生态学的基本原理,且主要研究土地利用规划、建设与管理^[1],这很大程度上与生态安全的研究是契合的。生态安全既是可持续发展的目标之一,又是实现可持续发展的基础。生态安全研究遵循生态学的基本原理,且土地利用特别是相关的生态安全评价、生态安全格局构建与维护、以及生态风险的预测预警是其主要内容^[20-26];在此过程中,注重土地格局—生态过程—生态服务系统的联系^[27]。考虑到生态安全及景感均着眼于土地利用且均以可持续发展为目标,在合适的尺度(比如区域或者城市)和相似的研究内容(土地利用)上,两者的研究有很大重合,可以考虑把景感生态学的思想和方法作为生态安全研究的有效手段和补充。

当前景感生态学颇具特色的研究手段和方法主要包括:趋善化模型(Melioration model)的建立,迷码数据(Mix-Marching data)的获取、存储和处理,以及物联网(Internet of Things)的应用^[1]。这些同样可以在生态安全研究中得到应用,且可能为当前生态安全研究的难点或关键问题提供解决途径(图1)。

趋善化模型^[1-28]的核心思想是“没有最好的结果,只有更好的途径”,体现了过程运行中的调控和不断趋善,其最终实现的目标不是单一或某一阶段的优化,而是强调目标与约束条件的同步交叉、相互协同与调控,进而实现综合目标的不断完善^[1]。动态性和相对性是生态安全的重要特征,但在具体研究中却因为缺乏相关模型,定量描述它们存在困难,因此往往被无意或有意忽略。虽然模型方法在生态安全研究一直被强调,比如多种模型用于生态安全评价^[29-31],以及一些数量优化模型以及空间优化模型在区域生态安全格局构建上的应用^[32-34],但这些模型在解决特定问题上同时具有优势和局限性^[35]。考虑到生态安全问题是涉及多学科、多尺度、多层次的综合性问题,且需强调动态性和相对性,也许确定性的最优化模型是不适合的,趋善化模型的思路有可能提供了一种解决方案。当然,这需要针对生态安全去发展相应的趋善化模型,同时将其与现有的模型结合起来,可以在方法及结果上提供比较与参考,更好地促进模型在生态安全研究领域的应用与发展。另外一种思路是利用现有的生态安全评价、预警、规划及优化模型,通过模型模拟得到新的“行进”数据、目标

与约束条件,经过评估,利用新的数据、目标与约束条件进行模拟,使得系统逐步实现更小的生态风险与更强的可持续性,从而实现良性循环的、动态的生态安全(图1)。

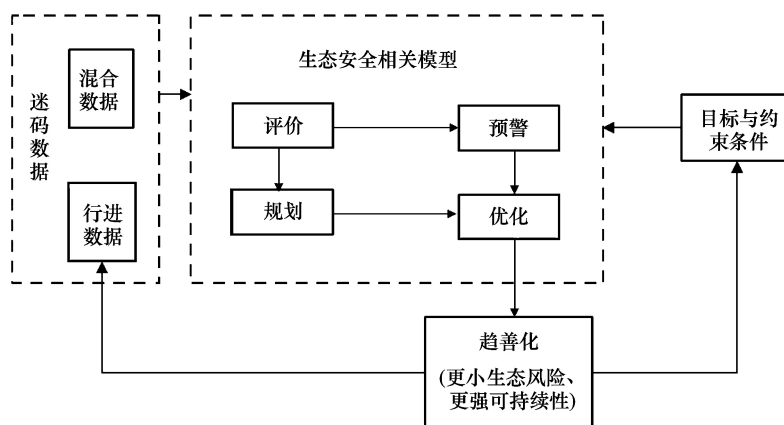


图1 基于景感的生态安全研究框架图

Fig.1 Research framework of ecological security based on landsenses ecology

趋善化模型需要“混合”数据(mixing data)和“行进”数据(marching data)的支持,这两类数据合称为迷码数据^[1]。在生态安全评价与格局构建工作中,因其复杂性,经常会用到多来源、多尺度、多类型的数据^[2],这属于“混合”数据的使用(图2)。由于景感更注重于人与自然的协调性,这一方面需要更多的数据收集、分析与挖掘方法,另一方面要求充分利用居民的感觉数据^[2]。研究表明,在有利益相关者知识的参与基础上,通过共同思考与合作学习的规划方式更有助于综合规划。“行进”数据则是事先不知道或者无法采集,在研究或者实施过程中出现的数据。“行进”数据与趋善化模型密不可分,它有可能是模型运行中原有数据的变化与更新,也可能是新产生的一类数据^[1],比如趋善化模型模型得到的阶段性结果。这些变化与更新的原有数据或者阶段性结果又可作为新的数据集使用于趋善化模型,构成一个“目标逐渐趋善、数据不断行进”的反馈过程(图1)。“行进”数据是一个新的概念,其应用在当前是一个新的课题。考虑到生态的安全动态性,一些复杂的研究需要“行进”数据或者迷码数据的支持才能有效地开展,因此迷码数据的获取是重要前提。

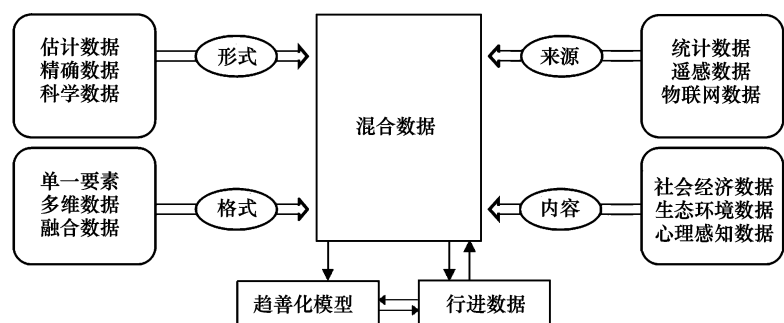


图2 基于景感的迷码数据结构图

Fig.2 Structure of Mix-Marching data based on landsenses ecology

物联网则是获取迷码数据的有效手段之一,它可保证对生态及相关动态过程进行长期、实时、原位的观测,从而为趋善化过程与模型的实现提供了可行的途径^[1, 36]。针对生态安全需要考虑的要素或指标,设计数据采集器,通过物联网手段可以为趋善化模型以及常规模型提供海量生态环境实时数据,这是客观的“感”。同时物联网还可以使得出现在研究区域及其附近的人成为数据提供者,其提供的数据除了生态环境实时数据外,还可以包括数据提供者对于这些数据的评价以及对周围环境的主观感知,这符合生态安全强调以人为本

的理念。不同的对象对于风险可能有不同的感受、阈值或者对策,这在以前的生态安全研究中是难以有效定量的,而物联网手段则提供了一种可能。另外,通过物联网进行实时监测并传输到系统平台进行综合分析,可以更好地实现对于生态风险的预警与规避,这在中国西南地区地质灾害的一些预警工作中已得到有效应用,并且可以通过物联网实现人人参与数据提供与灾情判断^[37]。

3 结语

随着科学的发展和技术手段的丰富,以及对人及其感知的重视,景感生态学的诞生有其必然,这也是应用生态学在相关方面的发展。景感生态学源于土地利用规划与建设,但应该并不局限于土地利用规划与建设,还可以为其他一些学科和领域提供一种新的视角和途径。当然,景感生态学作为本身还需要得到足够的发展,丰富其理论体系、分析方法和技术手段;值得指出的是,通过一些学者的努力,景感生态学的内涵与外延通过与生态系统服务和可持续发展更有效的结合得到扩展^[38]。

在追求的目标、遵循的原理、研究尺度及内容上,景感生态学与生态安全有许多契合的地方。景感生态学的主要研究手段和方法可以在生态安全研究中得到应用,且能够为解决当前生态安全研究的难点或关键问题提供思路。相信随着景感生态学研究的深入,其关注的重点从土地利用扩展到与国土生态安全格局构建及生态系统服务等内容的相结合,更好地将人的感知和福利同土地利用、生境质量和生态安全结合起来,为区域可持续发展提供其作为一个学科的贡献。

参考文献 (References):

- [1] Zhao J Z, Liu X, Dong R C, Shao G F. Landsenses ecology and ecological planning toward sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2016, 23(4): 293-297.
- [2] Dong R C, Liu X, Liu M L, Feng Q Y, Su X D, Wu G. Landsenses ecological planning for the Xianghe Segment of China's Grand Canal. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2016, 23(4): 298-304.
- [3] 石龙宇, 赵会兵, 郑拴宁, 于天舒, 董仁才. 城乡交错带景感生态规划的基本思路与实现. *生态学报*, 2017, 37(6): 2126-2133.
- [4] 涂子沛. 大数据: 正在到来的数据革命(第二版). 桂林: 广西师范大学出版社, 2013.
- [5] Li C M, Chen D K, Wu D, Su X D. Design of an EIoT system for nature reserves: a case study in Shangri-La County, Yunnan Province, China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2015, 22(2): 184-188.
- [6] 谢花林. 土地利用生态安全格局研究进展. *生态学报*, 2008, 28(12): 6305-6311.
- [7] 陈国阶. 论生态安全. *三峡环境与生态*, 2002, 24(3): 1-3, 18-18.
- [8] 曲格平. 关注生态安全之一: 生态环境问题已经成为国家安全的热门话题. *环境保护*, 2002, (5): 3-5.
- [9] 刘丽梅, 吕君. 生态安全的内涵及其研究意义. *内蒙古师范大学学报: 哲学社会科学版*, 2007, 36(3): 36-42.
- [10] 丁丁. 对生态安全的全面解读. *经济研究参考*, 2007, (13): 51-60.
- [11] 崔胜辉, 洪华生, 黄云凤, 崔雄志. 生态安全研究进展. *生态学报*, 2005, 25(4): 861-868.
- [12] 叶鑫, 邹长新, 刘国华, 林乃峰, 徐梦佳. 生态安全格局研究的主要内容与进展. *生态学报*, 2018, 38(10): 3382-3392.
- [13] Xie H L, He Y F, Choi Y, Chen Q R, Cheng H. Warning of negative effects of land-use changes on ecological security based on GIS. *Science of the Total Environment*, 2020, 70: 135427.
- [14] Chen Y, Wang J L. Ecological security early-warning in central Yunnan Province, China, based on the gray model. *Ecological Indicators*, 2020, 111: 106000.
- [15] 傅伯杰, 刘世梁, 马克明. 生态系统综合评价的内容与方法. *生态学报*, 2001, 21(11): 1885-1892.
- [16] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 王仰麟. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2001.
- [17] 王薇, 陈为峰. 区域生态系统健康评价方法与应用研究. *中国农学通报*, 2006, 22(8): 440-444.
- [18] 王根绪, 程国栋, 钱翰. 生态安全评价研究中的若干问题. *应用生态学报*, 2003, 14(9): 1551-1556.
- [19] 吴结春, 李鸣. 生态安全及其研究进展. *江西科学*, 2008, 26(1): 105-108.
- [20] 马克明, 傅伯杰, 黎晓亚, 关文彬. 区域生态安全格局: 概念与理论基础. *生态学报*, 2004, 24(4): 761-768.
- [21] 石小亮, 陈珂, 何丹. 生态安全及其预警研究进展. *中国林业经济*, 2017, (5): 1-5.
- [22] 张虹波, 刘黎明. 土地资源生态安全研究进展与展望. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 77-85.

- [23] 王耕, 吴伟. 区域生态安全机理与扰动因素评价指标体系研究. 中国安全科学学报, 2006, 16(5): 11-15.
- [24] 陈百明, 谷晓坤, 张正峰, 周小平, 柴铎. 土地生态化整治与景观设计. 中国土地科学, 2011, 25(6): 10-14.
- [25] 彭慧, 昌亭, 薛红琳, 戴靓. 土地生态评价研究综述. 国土资源科技管理, 2013, 30(6): 28-35.
- [26] 傅伯杰, 张立伟. 土地利用变化与生态系统服务: 概念、方法与进展. 地理科学进展, 2014, 33(4): 441-446.
- [27] 傅伯杰. 土地资源系统认知与国土生态安全格局. 中国土地, 2019, (12): 9-11.
- [28] 赵景柱. 关于生态文明建设与评价的理论思考. 生态学报, 2013, 33(15): 4552-4555.
- [29] 柳思, 张军, 田丰, 杨峰. 2005—2014 年疏勒河流域土地生态安全评价. 生态科学, 2018, 37(3): 114-122.
- [30] 樊伟, 齐鹏, 马丁丑. 基于 PSR 模型的张掖市农业生态安全评价. 国土与自然资源研究, 2020, (1): 12-17.
- [31] 王毅, 魏江超, 孙启元, 王菲凤. 基于 ARIMA-ANN 模型的生态安全评价及预测——以河西走廊城市群为例. 生态杂志, 2020, 39(1): 326-336.
- [32] 王琦, 付梦娣, 魏来, 韩煜, 史娜娜, 李俊生, 全占军. 基于源-汇理论和最小累积阻力模型的城市生态安全格局构建——以安徽省宁国市为例. 环境科学学报, 2016, 36(12): 4546-4554.
- [33] 刘道飞, 宋崴, 王冬明, 常守志, 丁新亮, 韩维峰, 孙丽娜. 基于最小累积阻力模型的长吉生态安全格局构建. 地理空间信息, 2019, 17(11): 87-91.
- [34] 熊星, 唐晓岚, 刘澜, 王军围. 基于“源-汇”理论的传统乡村景观安全格局构建. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2019, 43(6): 143-151.
- [35] 刘洋, 蒙古军, 朱利凯. 区域生态安全格局研究进展. 生态学报, 2010, 30(24): 6980-6989.
- [36] Zhao J Z, Zheng X C, Dong R C, Shao G F. The planning, construction, and management toward sustainable cities in China needs the environmental internet of things. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2013, 20(3): 195-198.
- [37] 李波, 杨江涛, 李伯宣, 罗兰, 景泽. 基于物联网的地质灾害自动化实时监测体系设计与实践. 矿产勘查, 2019, 10(9): 2429-2435.
- [38] Zhao J Z, Yan Y, Deng H B, Liu G H, Dai L M, Tang L N, Shi L Y, Shao G F. Remarks about landsenses ecology and ecosystem service. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2020, 27(3): 196-201.