



海西城市群

生态安全及其图谱化研究

Study on Ecological Security of Urban Agglomeration in the West Coast of the
Taiwan Straits and Its Tupulization

陈 菁 吴端旺 著



气象出版社
China Meteorological Press

国家自然科学基金项目(40971273)

福建省自然科学基金项目(2012J01180)

福建省高校服务海西建设重点项目(2008HX05)

资助

莆田学院出版基金

海西城市群生态安全及其 图谱化研究

陈 菁 吴端旺 著



 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书以海西城市群为研究对象,首先利用遥感和信息图谱化等主要技术手段,以卫星遥感影像为主要数据源,运用多学科交叉综合研究的手段,在系统分析国内外生态安全和风险研究成果的基础上,全面调查与分析海峡西岸城市群生态安全管理方面的需求与运作机制,构建在快速城市化背景下海峡西岸城市群的脆弱性评价指标体系,建立生态安全评估程序与动态评估模型,创建城市生态安全数据管理范式。其次,利用地学信息图谱先进的方法论,集成开发海峡西岸城市群生态安全评估的图谱化工具集,从而为海峡西岸地区制定生态安全管理机制、减灾措施和城市发展战略提供坚实的理论依据与强有力的科学工具。通过以上理论化、定量化和系统化研究,本书为海西城市群的建设提供科学依据,同时也是地学信息图谱在区域生态环境建设中的实践性尝试。

本书可供地理科学、环境科学、地图学、地学信息图谱、地理信息系统和城市地理等专业领域的研究、教学使用,对区域可持续发展研究与实践的科研、教学亦有较高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

海西城市群生态安全及其图谱化研究 / 陈菁, 吴端旺著.

—北京:气象出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-5029-5670-7

I. ①海… II. ①陈… ②吴… III. ①城市群—生态安全—研究—福建省
IV. ①X321.257

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 021545 号

Haixi Chengshiqun Shengtai Anquan Jiqi Tupuhua Yanjiu

海西城市群生态安全及其图谱化研究

陈菁 吴端旺 著

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室: 010-68407112

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑: 李太宇

封面设计: 博雅思企划

印 刷: 北京京华虎彩印刷有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm

字 数: 370 千字

版 次: 2013 年 2 月第 1 版

定 价: 65.00 元

邮政编码: 100081

发 行 部: 010-68409198

E-mail: qxchs@cma.gov.cn

终 审: 袁信轩

责任技编: 吴庭芳

印 张: 14.75

印 次: 2013 年 2 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等, 请与本社发行部联系调换。

序 言

城市化是人类进步必然历经的过程，也是人类社会现代化的重要内容。由于工业化和市场经济的推动，我国已进入高速城市化的发展阶段。城市化和区域经济的快速发展，城市之间出现了协调发展和集群化的趋势，即在全国重点经济区域的基础上形成若干城市群。城市群是相对独立的城市群落集合体，其特点是各城市之间经济紧密联系，产业分工合作，交通与基础设施建设统一规划，社会生活相互影响等。例如改革开放之后相继出现和迅速发展起来的珠江三角洲、长江三角洲、京津环渤海、海峡西岸、山东半岛、辽东半岛、长株潭、武汉、成渝等城市群。这些城市群对全国和各省（区、市）经济与社会的发展起了关键性的作用。

以福州、厦门市为中心，包括漳州、泉州、莆田、宁德等城市构成的海峡西岸城市群，东与台湾地区一水相隔，北承长江三角洲，南接珠江三角洲，是我国沿海经济带的重要组成部分，在全国区域经济发展布局中处于重要地位。同时具有对台交往的独特优势，必将进一步促进海峡两岸经济紧密联系，互利共赢，推进祖国统一大业，因此具有重大的经济意义和政治意义。

当今世界土地荒漠化、水土流失、环境污染、物种灭绝等生态问题日益威胁着区域发展、国家安全甚至人类社会生存，因此许多国家都将生态安全提高到与国防安全、经济安全同等重要的地位，使其成为国家安全的重要组成部分。工业化和城市化的迅速发展，各种城市生态与环境问题更是接踵而来：城市热岛效应、水资源短缺不断加剧，生活污水和垃圾大幅增加，废气与噪声污染居高不下，许多城市污染物排放已大大超过了环境容量，城市生态系统受到了严重破坏。因此，城市生态环境的治理和生态安全就成为城市群发展规划和建设的重要组成部分。各个城市群都需要根据自己的自然条件和经济发展特点确定生态环境与生态安全建设的目标。

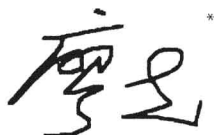
地学信息图谱是由遥感、地图数据库、地理信息系统与数字地球的大量数字信息，经过图形思维与抽象概括，并以计算机多维与动态可视化技术，显示地球系统及各要素和现象空间形态结构与时空变化规律的一种手段与方法。同时这种空间图形谱系经过数学模型与地学认知的深入分析，形成对事物和现象

更深层次的认识,有可能总结出重要的科学规律;借助于地理信息系统,提出各种具体明确的应用方案,而且可以进行动态模拟和地理过程分析,反演过去,预测未来。在此基础上为经济与社会可持续发展的规划决策与环境治理、防灾减灾对策的制定,提供重要的科学依据与明确的具体结论。

将地学信息图谱引入城市化和生态安全的研究中,不仅为生态安全和城市化的研究获取更多的空间信息,以直观的图谱方式展现城市化和生态安全在空间与时间上的分布规律;而且为生态安全和城市化提供空间分析的研究手段,进行定量与定性分析,建立数学评价模型,实现城市化和生态安全在图谱上反演、演化与预测等功能,为生态安全的规划决策提供重要的科学依据和具体的实施方案。

陈菁教授在攻读博士学位期间对生态环境综合信息图谱进行了较系统深入的研究,其博士论文被评为福建师范大学“优秀博士”论文,并在此基础上出版了《生态环境综合信息图谱的研究—以福建省为例》的专著。近年她又完成国家自然科学基金项目“基于快速城市化的海峡西岸城市群生态安全及其图谱化研究”,福建省自然科学基金项目“基于区域生态系统的海峡西岸城市群空间扩展过程及环境经济互动效应研究”,又取得了可喜的研究成果,在此基础上与他人合作撰写了本专著《海西城市群生态安全及其图谱化研究》。

目前国内对城市群生态安全的系统研究还比较少,对城市群生态安全图谱的研究更是空白。我相信,《海西城市群生态安全及其图谱化研究》不仅对海峡西岸城市群的生态安全的规划与建设具有重要参考价值,而且也其他为城市群的生态安全及其图谱化的研究提供了成功的范例和有益的经验。



2013年1月4日

* 廖克, 国际欧亚科学院院士, 中国科学院地理科学与资源研究所研究员, 博士生导师

前 言

生态安全的研究已成为地理学和相关学科研究的热点问题之一,许多学者利用地图、遥感影像和调查统计资料等对区域生态安全的时空变化和驱动力分析等方面进行了深入探讨和研究,但在快速城市化中城市群的生态安全研究中引入图谱化研究手段尚属少见。当今世界,全球变暖、环境污染、物种灭绝、水土流失等生态问题日益威胁着区域发展、国家安全甚至人类社会生存,生态安全已经与国防安全、经济安全同等重要,成为国家安全的重要组成部分。我国2000年底颁布的《全国生态环境保护纲要》中,明确将“国家生态环境安全”提升到国家安全的范畴。国家“十一五”规划纲要提出支持海峡西岸经济区的发展。2008年,建设部正式批复《海峡西岸城市群协调发展规划》。台湾海峡西岸城市群是继长江三角洲城市群、珠江三角洲城市群和京津冀环渤海城市群后正在崛起的、以产业分工合作为主要特征的我国第四大城市群。海峡西岸城市群以福州、厦门和泉州市为中心,形成东南沿海区域重要的城市圈。2007年,福建省颁发了《福建省建设海峡西岸经济区纲要》,其中“构建可持续发展的生态支撑体系”被明确列入重点建设的任务。同时,在“建设海峡西岸城市群”和“壮大中心城市”的目标中,明确提出要改善人居环境,走生态文明的发展道路,实现人与自然和谐。

改革开放以来,伴随着福建省经济的高速发展,海西中心城市的城市化进程也以前所未有的速度进行着,但也给区域生态环境带来了一定的风险,如城市热岛效应、水土流失、植被退化等。生态环境的恶化不仅严重影响本区经济发展和人民生活水平的提高,也影响区域资源环境的加速变化,最终影响区域生态安全。过去,对该地区的研究从环境演变、生态环境变化、土地利用等单方面研究较多,但对区域生态安全的定量评价尚未开展,生态安全的空间格局演变研究还处于空白。地学信息图谱概念的引入及其与城市化、生态环境的结合,将不仅使城市化和生态环境的研究得到更多更好的数据、信息及基础理论支撑,也将使地学信息图谱得以走向理论和实践相结合。传统的研究是从自然、人口、经济和土地利用/土地覆被等角度来考虑城市化与生态安全的耦合关系,研究方法或定性或定量,并且发展了一些评价模型,但是其中的参数以及指标的选取

常受到区域的限制而不能全面。

随着地学信息技术手段及其软硬件的不断升级,地学信息图谱得到了不断完善,将地学信息图谱引入城市化和生态安全的研究中,具有极大的研究优势。首先,它可以为生态安全和城市化的研究获取更多的空间信息数据;再者,地学信息图谱可以为生态安全和城市化提供空间分析的研究框架,以直观的图谱方式表现城市化和生态安全在空间上的分布规律;最后,地学信息图谱还可以与生态安全和城市化结合进行定量与定性分析,不断地发展数学评价模型,实现城市化和生态安全在图谱上反演、演化与预测等功能,使地学信息图谱走向理论与实践相结合的道路,充分发挥地学信息图谱的优势。因此,本书利用 3S 技术和地学信息图谱的方法论对海峡西岸城市群的生态安全和城市化进行动态评价,并实现图谱化的集成,不仅给社会学、城市学、经济学和生态学等的研究引入新的研究方案,同时还为福建省的城市和生态安全研究提供一种新的思路。

本书是国家自然科学基金项目“基于快速城市化的海峡西岸城市群生态安全及其图谱化研究”和福建省自然科学基金项目“基于区域生态系统的海峡西岸城市群空间扩展过程及环境经济互动效应研究”的主要研究成果之一。

全书共分为五个部分:第一部分从城市化的基本概念入手,探讨城市化的特点、内涵和实质。从城市化的地域结构理论和城市化进程的动力机制出发,探讨城市化的基本理论以及在城市化进程中所带来的生态环境问题。第二部分是对海峡西岸城市群的城市化进行实践研究,主要集中在城市化经济与环境的协调发展研究、城市化的动力机制研究、城市化的发展模式研究、城市化的发展预测研究等,深入探讨了海峡西岸城市化进程,为海峡西岸城市群的城市化又好又快发展提供了有效的实践依据。第三部分主要是对海西城市群的生态安全状况进行探讨,研究城市化进程中的生态安全评价模型、评价指标体系和评价方法,并对海西城市群的生态安全进行了评价实践,提出了海峡西岸生态安全的建设与发展策略。第四部分主要探讨如何利用地学信息图谱的方法对生态安全进行研究。首先,对地学信息图谱的理论和应用进行深入的探讨,尤其是信息图谱的处理与分析理论方法,为生态安全信息图谱的处理与分析提供了良好的基础。其次,利用生态安全信息图谱的理论方法对海西城市群的生态安全进行了深入的研究,建立海西城市群的生态环境信息图谱。第五部分主要是利用 C# 语言在 Visual Studio 平台上结合 ArcGIS Engine 对海西城市群的生态安全及其图谱系统进行开发,深入探讨了该系统的开发框架和功能实现的方案,实现了生态安全评价系统和图谱自动生成与管理,同时该系统还具备了图谱的反演、演化和预测等高级功能。该系统能够作为海西城市群生态安全建设和决

策的科学工具之一，这有助于今后建立时空模型、地理仿真动态模拟，进一步为实现海西城市群生态安全信息图谱的可视化奠定基础。

本书是在充分调研国内外相关研究成果的基础上，通过分析海西城市群生态安全的复杂性和独特性，经过长期研究实践，提出的研究成果。课题研究得到了恩师廖克教授、刘高焕研究员的悉心指导与热情支持，推进了本书理论与实践的探索。关于图谱系统平台的开发和建设是由张明锋博士等共同完成的。在研究过程中还得到诸多前辈的指点和同行的帮助、参考了许多同行的研究资料。同时，我的学生陈鑫彬、陈艺红、郑淑珍、李润泽等在文字校对和图片整理方面，付出了辛勤的劳动。本书的出版得到国家自然科学基金项目（40971273）、福建省自然科学基金项目（2012J01180）、莆田学院出版基金及福建省高校服务海西建设重点项目经费资助。笔者对此表示荣幸与感激，在此一并致以诚挚的谢意。

本书对从事地理科学、环境科学、地图学、地学信息图谱、地理信息系统和城市地理等专业领域的研究、教学以及区域可持续发展研究与实践的科研、教学有较高的参考价值。本书的内容虽然是在相关的专题研究基础上完成的，但由于水平所限，书中不当之处在所难免，敬请专家和读者批评指正，笔者将不胜感激。

著者 陈 菁 吴端旺
2012年9月

目 录

序 言	
前 言	
第 1 章 绪论	(1)
1.1 研究意义	(1)
1.2 国内外研究进展	(2)
1.3 主要研究内容与方法	(8)
参考文献	(12)
第 2 章 城市化理论与方法	(16)
2.1 快速城市化的概念和内涵	(16)
2.2 城市化的基本特征及发展趋势	(21)
2.3 城市化进程中的生态环境问题	(25)
2.4 城市化的基本理论	(35)
2.5 小结	(43)
参考文献	(43)
第 3 章 海西城市群生态安全的研究实践	(46)
3.1 海峡西岸城市化发展研究	(46)
3.2 海峡西岸经济区城市化进程分析与预测	(52)
3.3 海峡西岸经济区快速城市化动力机制分析	(63)
3.4 海峡西岸城市化与经济发展协调性分析	(71)
参考文献	(78)
第 4 章 海西城市群生态安全的研究	(83)
4.1 海西城市群生态环境概述	(83)
4.2 城市化进程中生态安全评价的理论与方法	(84)
4.3 快速城市化进程中的海峡西岸生态安全评价实践	(94)
4.4 生态城市建设的基本理论与实践	(129)
参考文献	(141)
第 5 章 生态安全信息图谱的理论与应用	(147)
5.1 生态安全信息图谱的基本理论	(147)
5.2 信息图谱的处理与分析	(151)
5.3 海峡西岸生态安全信息图谱的生态环境分类图谱研究	(156)

5.4	海峡西岸生态安全信息图谱的脆弱生态环境结构类型研究	(172)
5.5	海峡西岸海岸带脆弱生态环境信息图谱研究	(178)
	参考文献	(188)
第 6 章	海峡西岸生态安全及其图谱系统	(191)
6.1	地理信息系统开发概述	(191)
6.2	海西生态安全及其图谱系统的总体框架	(193)
6.3	海峡西岸生态安全及其图谱系统平台建设	(198)
6.4	小结	(219)
	参考文献	(220)
第 7 章	结论与展望	(222)
7.1	研究结论	(222)
7.2	研究启示与展望	(223)

第1章 绪 论

1.1 研究意义

随着经济的快速发展,全球气温变暖、环境污染加剧、物种灭绝迅速、水土流失严重等生态问题严重威胁到区域的发展和国家的安全甚至是人类的生存与工作。因此,生态安全问题与国家的社会安全、经济安全具有同等的重要,已成为国家安全的重要组成部分(陈星和周成虎,2005)。特别是在2000年底,《全国生态环境保护纲要》的颁布,标志着生态环境的安全问题已经提升到国家安全的领域。

改革开放以来,以福建省为主体的海峡西岸的城市化进程发展迅速,同时,区域的生态环境问题也日益凸显,如城市热岛效应、酸雨现象、植被退化、水土流失、城市灾害等(张浩等,2006;孙翔等,2008;李杨帆等,2007)。生态环境的恶化不仅给海峡西岸的发展带来严重的经济损失,也渐渐削弱区域的经济发展基础,同时还深深地影响区域的人民生活水平和区域的可持续发展,最终影响区域的生态安全(李晶和任志远,2008;高长波等,2006;任志远等,2005)。在海峡西岸生态安全的研究上,过去主要是从生态环境的演变、生态环境变化、土地利用变更等单要素进行研究(谢花林和李波,2004;龚建周和夏北成,2006;杨俊等,2008),但对区域生态安全的定量评价研究还是比较少,而对生态安全的空间格局演变研究更是处于空白阶段。

地学信息图谱是在现代空间技术和信息技术不断发展的支撑下,以GPS、RS、GIS、网络等软硬件为基础,实现地学信息的挖掘与处理分析(陈述彭,1998;齐清文,2004;廖克等,2001;廖克,2001)。地学信息图谱的处理与分析是在遥感、地图数据库、地理信息系统与数字地球的大量数字信息的基础上,经过图形思维与抽象概括,并以计算机多维与动态可视化技术,显示地球系统及各要素和现象空间形态结构与时空变化规律的一种手段与方法(张洪岩等,2004;廖克,2002)。随着地学信息技术手段及其软硬件的不断升级,地学信息图谱得到了不断完善,将地学信息图谱引入城市化和生态安全的研究中,具有极大的研究优势。首先它可以为生态安全和城市化的研究获取更多的空间信息数据;再者,地学信息图谱也可以为生态安全和城市化提供空间分析的研究框架,以直观的图谱方式表现城市化和生态安全的在空间上的分布规律;最后,地学信息图谱还可以与生态安全和城市化结合进行定量与定性分析(刘耀彬,2008;黄金川和方创琳,2003;宋学锋和刘耀彬,2006),不断地发展数学评价模型,实现城市化和生态安全在图谱上反演、演化与预测等功能,使地学信息图谱走向理论与实践相结合的道路,充分发挥地学信息图谱的优势。

因此,利用3S技术和地学信息图谱的方法论对海峡西岸城市群的生态安全和城市化进行

动态评价,并实现图谱化的集成,不仅给社会学、城市学、经济学和生态学等的研究引入新的研究方案,同时还有着广泛的应用价值和重要的科学意义。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 城市化研究进展

1. 城市化概念

城市化与城市的产生和发展息息相关,城市是城市化的载体(Brown M T and Vivas M B,2005;Kline J D et al.,2001;Allen J scott,2001;Takabito et al.,2002)。中外城市的发展已有数千年的历史,许多学者认为,城市化作为一种社会经济发展过程中的结构变迁或转换,它是伴随着工业革命的兴起而初露端倪的(Kuniko Fujita,2000;Friedman J,1995;Godfrey B,1995),马克思早在1858年《政治经济学批判》中就谈及城乡分离和城市发展,并使用了“城市化”的概念,提出了“现代的历史是乡村城市化,而不像在古代那样,是城市乡村化”的论断。随后,西班牙工程师 A. Serda 在1867年的著作《城镇化基本理论》一书中首先使用“urbanization”的概念。城市化所涉及的时空范围之广,使得专家学者们关于其定义的界定的观点呈现多样化,不同领域不同学科对城市化的理解不同。但是,总结起来,一般是从四个方面着手,即人口、土地、经济、社会。(1)从人口角度,城市化是农村人口向城市转移的现象。提倡用城镇人口比重、城镇人口规模等来衡量城市化水平,这是人口学家的代表观点。(2)从土地角度,城市化是农村地域、农村景观向城市地域、城市景观转变的过程。提倡用建成区面积、人均道路铺设面积等来衡量城市化水平,这是地理学家的代表观点。(3)从经济角度,城市化是从农村经济中的诸多要素集聚在城市并转化为城市化大生产的过程,是工业化的必然结果。提倡用人均GDP、人均工业产值等来衡量城市化水平,这是经济学家的代表观点。(4)从社会角度,城市化是农村生活方式转化为城市生活方式的过程,伴随着生活质量的提高。提倡用人均用电量、万人在校大学生数等来衡量城市化水平,这是社会学家的代表观点。

多数学者认为城市化是一个综合性概念,囊括上述四个方面的内容,但是各自的偏重不同,如陈亚辉、程春满等认为城市化是城市人口占全部人口的比重不断增加的趋势,农村人口向城市转移和聚集以及城市数目和规模不断增加和扩大的现象(陈亚辉和刘晓萍,1996;程春满和王如松,1998)。范春永认为城市化最本质的含义是第二、第三产业向城市集中,农村人口向城市转移,从而使城镇数量增加,城市规模扩大,城镇产业结构逐步升级的过程,同时还伴随着城市物质文明、生产方式、生活方式向农村扩散的过程(范春永,1997)。而从以上四个方面纵观我国城市化现象,当前我国的城市化呈现不平衡快速发展的现象,城市化水平大大超过了本国可以负荷的生产力水平,且相对于其他发达国家而言,尚处于滞后状态。

2. 城市化水平的评价指标体系

为了真实反映城市化与地域景观、经济结构、生活方式的协同演进状况,正确衡量城市化进程,要求选用适当的评价指标。早期的学者多采用单一指标,即用城市人口占总人口的比重

来衡量城市化水平。这是从人口城市化的角度出发,基于人口变动是城市化的最基本特征,并反映农村人口向城市转移的集中程度等建立起来的,但是,忽略了人口变动并不是城市化的单一特征。因此单一指标存在片面、不准确等缺点,已经难以正确测度城市化进程。

目前,存在不同的指标体系对城市化水平进行衡量测定,从指标的发展趋势来看,是从单一指标向综合指标转变。众多专家学者建立的体系,均覆盖人口、土地、经济、社会等四个方面,如城镇人口比重、建成区面积、人均GDP、人均用电量等,组成一定形式的体系,根据不同权重值,综合测度城市化水平。整个体系囊括了影响城市化进程的各种因素,相对于单一指标法而言,更加全面、完整、详尽,更能反映政府宏观调控力度、经济发展水平、基础设施建设、社会生活水平等现状,实现城市化指标度量体系从人口数量型向功能质量型的飞跃,准确预测城市化进程的动向。其中,国内代表性的指标体系,有宣国富、徐建刚、赵静等选取的人口类、经济类、社会文化类、地域景观类共18个指标进行测度(宣国富等,2005)。牛晓东重新界定了综合意义上的城市化概念,将区域城市化分为三个层次,总目标层为单一层,目标层包括区域人口城市化水平指标、区域产业城市化水平指标、区域城市发展水平指标、区域内城市体系完善程度指标四个方面,指标层包括13个具体指标(牛晓东,2007)。陈明星、陆大道、张华等借鉴已有的综合测度指标体系成果,从城市化概念的内涵出发,归纳了4个方面的指标:人口城市化类指标、经济城市化类指标、土地城市化类指标、社会城市化类指标,其下包括16项指标,416个原始数据,并给出16项指标的信息熵、效应值和权重值(陈明星等,2009)。这些指标体系的建立无一不是遵循着针对性、科学性、系统性、全面性、可行性的原则。

3. 城市化水平的权重与评价方法

在城市化评价过程中,关键的步骤是确定指标权重。确定权重是一个定量化评价的过程,而城市化过程则是一个长期的动态演化过程;根据定量的指标衡量动态的过程,同时,在此动态过程中,还存在指标的连带效应,更应考虑不同指标对同一城市化现象的作用重叠现象。因此,对城市化水平的评价首先要确定城市化水平评价的指标体系和各指标的权重的方法。确定指标权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法是一类根据评价者主观上对各指标的重视程度来决定权重的方法,客观赋权法所依据的赋权原始信息来源于客观环境,它根据各指标所提供的信息量来决定指标的权重。综合指数法即属于一种主观赋权法,它的基本思路是利用层次分析法计算的权重和模糊评判法取得的数值进行累乘,然后相加,最后计算出指标的综合评价指数。德尔菲、AHP法等均属于主观赋权法。典型的客观赋权法有熵值法,陆添超和康凯等给出了使用熵权法确定权重的3个步骤(陆添超和康凯,2009):原始数据矩阵归一化、定义熵、定义熵权。当指标值相差较大时,熵值较小,说明该指标提供的有效信息量较大,其权重也应较大;反之,若相差较小,熵值较大,说明该指标提供的信息量较小,其权重也应较小。当各评价对象的某项指标值完全相同时,熵值达到最大,这意味着该指标无有用信息,可以从评价指标体系中去除。同时,客观赋权法还包括主成分分析法、因子分析法、灰色关联法等。除此之外,不同领域的学者引用的权重确定方法不同。

(1) 模糊矩阵法

周宇峰、魏法杰等建立了模糊判断矩阵的特征矩阵和求解群集结矩阵的最优化模型,通过

矩阵之间距离度量判断信息自身逻辑一致性程度和群体相容性程度,给出了一种基于专家判断信息的可信度计算其后检验权重的方法(周宇峰和魏法杰,2006)。

(2)层次分析法和数据包络分析法

陈涛将层次分析法(AHP)和数据包络分析法(DEA)进行组合,进而确定权重,将使权重更为科学、合理(陈涛,2007)。

(3)权向量贴近度比较法

申锦标、吕跃进等针对多属性决策中属性权重的确定问题,提出了一种基于向量贴近度的主客观权重成方法,用权向量的贴近度作为不同赋权方法重要性的度量(申锦标和吕跃进,2009)。

(4)粗糙集理论法

鲍新中、刘澄等针对原有基于粗糙集理论的属性权重确立方法的不足,综合考察属性集中条件属性的整体重要度和系统中条件属性的个体重要度,提出了新的基于粗糙集理论的属性权重确定方法(鲍新中和刘澄,2009)。

(5)群体决策法

姜鹏远和赵夫来等运用群体决策方法来确定综合权重,在单一专家的情况下,运用层次分析法依次求出基本因素权重,接着利用CR求出群体决策中3位专家所获得的相对权重,对每一因素的权重进行线性加权,得出基本因素的最终权重,最后,采用同样的方法求得层次结构中每一层各定级因素的最终权重(姜鹏远等,2009)。

由此可见,权重确定方法的研究已经渗透到各个领域,在城市化进程中,我们可灵活应用各种方法来对城市化进行评价研究。对城市化的评价研究方法多是确定指标权重,然后再利用加权求和法来确定城市化水平的综合。而对于直接求取城市化水平的数学模型方法很少。

1.2.2 生态安全研究进展

生态安全是一个可以追溯到古代的古老话题而提出的新概念,它涵盖政治、经济和文化在内的自然生态环境以及人类活动所需的环境,涉及人、生物与环境之间相互生态关系的人类发展史(肖笃宁等,2002)。随着城市化和经济的快速发展,生态环境严重恶化,威胁着人类的生存和发展。生态安全作为保障人类生产和生活所必需的前提,是可持续发展的重要基础,成为当今世界普遍关注的核心问题。

在国际上,美国、英国、德国和加拿大以及北约、欧盟、联合国等国家与国家组织对生态环境与安全进行大量的研究和探讨,出现了许多具有重要性的著述和研究总结报告,如德国的《环境与安全:通过合作预防危机》、美国的《环境变化和安全:项目报告》、加拿大的《环境、短缺和暴力》、北约的《国际背景下的环境与安全》等。

1. 生态安全概念的发展

自从人类社会形成开始,就伴随着安全问题。目前,国内外许多学者从不同角度对生态安全的基本概念和内涵进行了阐述,但关于生态安全,目前尚未形成公认的定义。

1989年国际应用系统分析研究所在提出建立全球生态安全监测系统时,首次将生态安全

定义为在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全,组成一个复合的人工生态安全系统(李春艳,2008)。此种提法是目前最为直观的定义,此后国内外学者都是以此为基础作进一步的深入研究。

以人类的生存和发展为核心,肖笃宁等将生态安全与保障程度相联系,将其定义为人类在生产、生活和健康等方面不受生态破坏与环境污染等影响的保障程度,包括饮用水与食物安全、空气质量与绿色环境基本要素(周毅,2003)。他指出健康的生态系统是稳定的和可持续的,在时间上能够维持它的组织结构和自治,以及保持对胁迫的恢复力。

从国家层面上来看,左伟等指出生态安全是一个国家生存和发展所需的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态,即自然生态环境能满足人类和群落的持续生存与发展需求,而不损害自然生态环境的潜力(邹长新等,2003)。

从我国现阶段的实际情况,曲格平指出当前我国国土资源面临着诸多问题,构成了对生态安全的严重威胁,提出生态安全主要包括两个方面,一是防止由于生态环境的退化对经济基础构成威胁,主要指环境质量状况和自然资源的减少和退化削弱了经济可持续发展的支撑能力;二是防止环境问题引发人民群众的不满,特别是导致环境难民的大量产生,从而影响社会稳定(曲格平,2002)。

从生态系统来看,郭中伟认为“生态安全”是指一个生态系统的结构是否受到破坏,其生态功能是否受到损害(吴豪,2001)。

2. 生态安全评价发展

随着生态安全研究的进一步深入,其评价工作在积极吸收各相关领域研究成果的基础上,在方法上得到长足的发展,生态安全评价方法已由初期的定性描述发展为现今的定量模型分析。其评价方法可归结为数学模型法、生态模型法、景观生态模型法、数字地面模型法等4种方法(刘红等,2005;于娇,2008)(见表1.1)。

表 1.1 生态安全评价方法

评价模型	代表性方法	特点
数学模型	综合指数法	体现生态安全评价的综合性、整体性和层次性;但易将问题简单化,难以反映系统的本质
	层次分析法	是定性定量结合的系统分析方法;但是难以准确反映评价区域的实际状况
	BP 网络法	指标值自动适应调整并根据不同需要选取随意多个参数建模,具有很强的适应性
	灰色关联法	对系统参数要求不高,适应尚未统一的生态安全系统;但有一定的主观性,影响评价精确性
生态模型	生态足迹法	考虑了地区间的差异,表达简明,易于理解;但过于强调社会经济对环境的影响
景观生态模型	景观安全格局	可以从生态系统结构出发综合评估各种潜在生态影响类型
数字地面模型(3S)	GIS	GIS 能够集成与场地和建设项目的有关数据,具有很强的综合分析、模拟和预测能力

生态安全评价是生态安全研究的基础和核心,我国学者对此进行过较多的理论、方法和案例研究,主要是在与景观生态理论结合、与 3S 空间信息技术结合、对生态安全变化做预测预警等三个方面的研究。

首先,与景观生态理论结合,利用景观生态研究重视格局与过程关系,加强生态安全格局与过程分析,对区域生态安全格局设计及生态安全建设保障有重要意义。如俞孔坚提出景观生态安全格局理论(Kongjian Y,1996),角媛梅运用景观空间邻接特征研究生态安全所受威胁(角媛梅和肖笃宁,2004),李晓燕综合景观干扰度与景观脆弱度评价生态安全动态变化(李晓燕和张树文,2005),左伟和周旭结合景观生态理论建立生态安全评价指标体系等(左伟,2002;周旭,2006)。

其次,与 3S 空间信息技术结合,主要是用遥感和 GPS 获取生态安全空间数据,用 GIS 建立生态安全空间数据库、建模评价生态安全状况、建模分析生态安全格局和过程、可视化表达生态安全评价与生态安全格局设计成果,将相关研究数据、信息和知识落实到具体空间位置(马克明等,2004),对辅助区域生态环境管理和决策等具有重要意义。如左伟、周旭用遥感获取生态安全评价指标数据,胡秀芳基于 GIS 和模糊理论评价草原生态安全(胡秀芳,2004),贾艳红基于格网 GIS 评价牧区生态安全(贾艳红,2005),江洪等用 3S 提取水土流失信息辅助分析生态安全变化等(江洪,2005)。

第三,对生态安全变化做预测预警。随着相关理论、方法和案例研究的深入,生态安全变化分析预测预警研究越来越受重视。如杜巧玲等分析黑河中下游绿洲生态安全变化(杜巧玲等,2005),任志远等分析陕北黄土高原生态安全动态(任志远,2005),高长波等分析广东省生态安全时间序列动态(高长波等,2005),史培军等研究土地利用/覆盖变化的生态环境安全效应等(史培军等,2006)。

3. 生态安全预警的研究

近几十年来,国际上对生态环境的预警研究同样十分重视。最早的预警系统出现在军事领域,以预警机、预警雷达为代表,气象学领域的预报系统研究也属于预警系统范畴。19 世纪末,法国学者在 1888 年巴黎统计学会上对经济进行气象式的研究,开始了经济学领域的预警研究(顾海兵,1995)。随着偶发性和事故性环境污染事件的增加,20 世纪 70 年代,预警系统开始被应用在环境领域。早期的莱茵河流域水污染预警系统以及多瑙河流域水污染预警系统在区域污染的控制中都发挥了重要的作用(Gyorgy G Pinter,1999)。20 世纪末 21 世纪初,随着地下水环境监测动态网络的建立以及地下水模型研究的增多,地下水污染预警系统研究也日臻成熟。随着计算机技术的飞速发展,预警系统与 GIS 技术的结合成为未来预警系统的发展趋势。

我国生态安全问题在 20 世纪 90 年代初期已经提出,相关研究开展得更早,但是正式以生态安全为研究内容和研究对象则始于 1998 年,史培军等发表的“人地系统动力学与生态安全建设”标志着我国生态安全问题研究拉开序幕。

生态安全的预警研究内容目前主要集中在生态安全预警方法和预警系统构建两大方面。首先,在生态安全预警指标体系的构建方面,石明奎等、文传浩等借鉴环境指标 PSR 概念模型,建立了珠江上游少数民族农业区域和县域生态安全预警指标体系(石明奎等,2005;文传浩和彭昱,2008);沈静等参考 DPSIR 概念模型,构建了崇明城镇生态环境安全预警指标体系(沈

静等,2007);谢钦铭等基于PSR指标体系建立模式,进行了区域水环境生态安全预警研究(谢钦铭和泉清泉,2008)。傅伯杰、颜卫忠提出建立区域环境预警的指标体系及其方法(傅伯杰,2010;颜卫忠,2002)。韩晨霞基于模糊数学模型从压力—状态—响应三方面构建了石家庄市生态安全预警评价指标体系,并结合EXCEL程序,建立了生态安全预警评价计算模型(FE模型),对石家庄市的生态安全进行了预警评价和分析(韩晨霞等,2009)。其次,在生态安全预警系统构建方面,仇蕾等运用管理学和预警科学的基本理论和方法,依据反馈控制原理,构建了流域生态系统预警管理的基本框架,实现其独特的警报、纠错和免疫功能(仇蕾等,2005)。谢钦铭等提出预警系统的基本框架结构包括3个部分,即预警监测信息子系统、预警分析评价子系统和预警处理对策子系统(陈燕等,2006)。

1.2.3 地学信息图谱

在生物基因信息图谱和物理图谱测试的启发下,陈述彭等先生提出地学信息图谱的学术思想,引起了地学界的关注。随着制图与地图学的发展,在现代科学技术,尤其是3S技术与计算机技术的发展,使地学信息图谱产生前所未有的发展,尤其是在信息图谱的信息重组、虚拟现实、模式提炼等方面。在地学信息图谱的研究上,70年代国内外在遥感技术应用研究中,曾对各种地物(包括各类土地覆盖、作物、森林、草地、沙漠土壤、水面等)进行过光谱测定,建立了各类光谱曲线,但尚未系统整理成图谱(廖克等,2001)。进入90年代以来,中国科学家首创了一种新概念和新方法——地学信息图谱,它由著名地理学家陈述彭院士等首次提出。1997年初,陈述彭院士主持组织中国科学院北京地理研究所联合北京大学、浙江大学,以地球信息图谱为主题申报“973”国家重大基础研究项目,并组织初步的研究与探讨,发表若干篇论文;在1999年的香山科学会议上陈述彭院士曾经组织过讨论;在2000年又邀请专家商讨启动和策划研究动力学图谱等(陈燕等,2006)。

近年来,不少学者已将信息图谱运用于地学的各方面研究,并取得了一定的研究成果。研究主要内容:(1)生态环境方面的研究。如陈菁以福建省的生态环境作为研究对象,从地学信息图谱的角度,构建福建省生态环境综合评价信息图谱(陈菁,2008);陈媛媛、翟亮深入探讨了利用多维与动态可视化技术来表达和描述地学信息图谱方法和原理,并研制了生态环境综合信息图谱(陈媛媛和翟亮,2006);余明、祝国瑞、李春华等讨论了地学信息图谱图形与属性信息的双向查询与检索的方法,同时以福建某区域生态环境综合图谱为例进行了系统设计(余明等,2005)。(2)地质地貌方面的研究。如张百平、周成虎对中国山地垂直带信息图谱进行了探讨(张百平等,2003);齐清文研究并制作了黄土高原地貌形态信息图谱、中国多尺度水系网络信息图谱(齐清文,2004);吕红峰、王静爱等以科尔沁沙地典型样区为例,研制了土地利用结构优化图谱。(3)自然景观方面的研究(吕红峰等,2005)。如陈毓芬、廖克探讨中国自然景观综合信息图谱设计与提炼的技术路线,以及中国自然景观综合信息图谱与自然景观单要素信息图谱的提炼方法,并简要介绍了中国自然景观综合信息图谱信息系统的研制(陈毓芬和廖克,2003);程维明、柴慧霞等借鉴国内外传统景观制图方法和制图规范,在遥感、地理信息系统先进技术的支持下,通过地学信息图谱的方法,编制了中国1:100万景观生态图系(程维明等,