

可持续发展与循环经济 信息化

崔 伟 宏

等著

[俄罗斯]巴克拉诺夫



中国科学技术出版社

可持续发展与循环经济 信息化

崔 伟 宏

等著

[俄罗斯] 巴克拉诺夫

中国科学技术出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

可持续发展与循环经济信息化 / 崔伟宏, [俄罗斯]巴克拉诺夫, 等著. —北京: 中国科学技术出版社, 2009. 7
ISBN 978-7-5046-5467-0

I. 可… II. ①崔…②巴… III. ①信息技术-应用-可持续发展-研究②信息技术-应用-自然资源-资源利用-研究 IV. X22-39 X37-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 101866 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

著作权合同登记号 01-2009-4042

内容提要

本书汇集了作者在可持续发展与循环经济信息化方面的主要研究成果。主要介绍了可持续发展的历史背景与科学内涵及现实意义; 若干相关信息技术及理论, 包括区域空间信息系统基本概念、分布式区域可持续发展信息系统的原理 (WebGIS)、元数据及元数据管理、数据模型和数据组织、信息分类标准及编码、时空信息查询、分析等; 区域可持续发展信息化, 包括区域可持续发展若干理论问题、区域可持续发展信息化应用与若干实践、区域可持续发展综合评价与系统集成; 俄罗斯在中俄边境地区可持续发展方面所做的一些研究; 循环经济信息化方面的研究成果, 包括循环经济的内涵、科学基础、运行机理、循环经济技术支持体系和循环经济信息化、分析和初步总结了各地开展循环经济的经验、对生态城与新农村建设的循环经济进行案例研究和探索。

本书可作为高等院校地理信息系统、遥感技术与应用等专业和研究生教育的参考书, 也可供农业、林业、信息资源开发、地理、生态环境管理、可持续发展、循环经济等领域的科研及管理人员参考。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62173865 传真: 010-62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 34 字数: 780 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—1100 册 定价: 88.00 元

ISBN 978-7-5046-5467-0/X·104

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

导 读

循环经济的理念，是20世纪60年代美国经济学家波尔丁提出的，他把人类生活的地球，看做是一艘宇宙飞船，飞船上的太空人，就是过着循环经济的生活。20世纪90年代，联合国召开环境与发展大会，倡导可持续发展战略，循环经济的思潮重新面世。德国率先制定《废物处理法》、《循环经济和废弃物管理法》，推行之后，在GDP增长2倍的同时，污染物排放却减少了将近二分之一。日本颁布《推进建立循环经济型社会基本法》等7项法律，美国颁布了《资源保护回收法》，掀起了循环经济法制化、全球化的浪潮。

2002年，时任国家主席江泽民在全球环境基金成员国会议上，强调指出：“只有最有效利用资源与保护环境为基础的循环经济之路，可持续发展才能得以实现。”2004年，胡锦涛主席在中央人口、资源环境工作座谈会上的讲话中明确指出：“要加快经济增长方式，将循环经济的发展理念，贯穿到区域经济发展、城乡建设生产的实践中，使资源得到最有效的利用。”国家发改委确定了第一批重点行业试点，包括钢铁、有色金属、煤炭、电子、化工、建材、轻工七个行业和再生资源回收利用、废旧金属再生利用，废旧家电的回收利用和再制造等四个重点领域。部署在10个省区、9个产业园区试点。借鉴国际经验，结合我国国情，提出了“大、中、小”循环加上废物处理和再生产业的“3+1”模式。小循环是指企业层面减少物资和能源的使用量，实现杂物排放的最小化。中循环是指区域层面上，将一系列彼此关联的生态产业链组合在一起，通过企业之间的废物交换循环利用，实现清洁生产和杜绝废弃物的排放。大循环制造指社会层面上通过废旧物资的再生利用，实现消费过程的物资与能源的循环。通过五个统筹，废物与资源的再生产业，从源头上着手，来实现节能、降耗，又好又快的社会经济协调和谐，可持续发展的大问题。

循环经济和可持续发展如何切入呢，经济增长方式的转变和产业结构的调整从何着手呢？国家发布了《2006—2020年国家信息化发展战略》，推进国民经济发展的信息化。通过信息流来调控城乡建设中的人流、物流和能量流。“哪一个现代化也离不开信息化”（江泽民）。信息化是实现循环经济和可持续发展的必由

之路。因为，循环经济本质上是一种生态经济，其作为当代可持续发展的一种实践模式，要求把社会经济参照自然生态系统的模式，组织成“资源—产品—再利用”的反复循环的流程，追求低开采、高效率、低排放。实现“减量化、再利用与再循环”的“3R”原则。它是一种高度信息化的系统工程。从生物量的遥感监测，土地资源的评价，乃至循环经济评价指标体系，都需要量化数据库和空间分析模型来测算的。从精准农业、数字畜牧、立体生态农业，到生态园区的建设规划与管理，无一不是改用数字来表达的，无一不是在多维、多分辨率的虚拟数字地球以及网络环境下来进行的。

国际欧亚科学院院士、中国科学院遥感应用研究所研究员崔伟宏教授，与俄罗斯科学院院士、太平洋地理研究所所长巴克拉诺夫教授，长期联手合作，编著力作《可持续发展与循环经济信息化》，即将由中国科学技术出版社出版发行。洋洋数十万言，融会贯通欧美、中俄有关循环经济与可持续发展的理念；博取美国宏观经济空间分析方法与俄国微观景观生态系统研究方法之所长，全面系统地介绍作者们在推进可持续发展与循环经济信息化方面的实践经验和科技创新成果。特别是作者们在中俄跨国生态经济考察和华北地区规划的生动案例，对于深入理解循环经济产业链中一系列核心技术，包括替代、减量化、再利用、零排放、产业链技术；以及资源化、系统化、信息化等一系列创新的科学方法，大有裨益。深入浅出，如数家珍。其中许多观点和事例，对我来说，也是振聋发聩，发人深省的。

陈述彭

中国科学院 院士

国际欧亚科学院 院士

第三世界科学院 院士

序

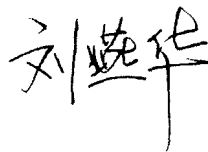
可持续发展是已被世界各国广为接受的一种发展战略与思想。它强调人与自然和谐共存，是人类对发展认识的深化。我国于1994年推出《中国21世纪议程》等纲领性文件，将可持续发展作为制定我国国民经济和社会发展规划的指导思想。

循环经济倡导在物质不断循环利用的基础上发展经济，是符合可持续发展战略的一种全新发展模式，为工业化以来的传统经济转向可持续发展的经济提供了战略性的理论范式。循环经济要求以环境友好的方式利用自然资源和环境容量，实现经济活动的生态化转向。发展循环经济、建立循环型社会是实施可持续发展战略的重要途径和实现方式。

对循环经济的研究，特别是循环经济科学技术的研究必须引起社会各界的广泛重视。循环经济是建立在产业支持体系、技术支持体系、法律保障体系、公众支持体系、运行监管体系基础之上的一种经济发展模式，既需要加强促进循环经济发展的行政措施和经济手段，也需要加快循环经济技术支持体系的形成。2006年颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中已将引导和支撑循环经济发展作为其一项重要内容。

进入21世纪以来，信息化对经济社会发展的影响越来越深刻，加快社会各领域信息化的发展，已经成为世界各国的共同选择。我国发布的《2006—2020年国家信息化发展战略》中明确指出，广泛应用信息技术，是促进我国经济增长方式由主要依靠资本和资源投入向主要依靠科技进步转变，推动我国经济结构战略性调整，提高经济增长的质量和效益的重要手段。为此，大力推进信息化技术进步，将为发展循环经济，实施可持续发展战略提供重要技术支撑。

本书由国际欧亚科学院崔伟宏院士和俄罗斯科学院巴克拉诺夫院士共同主编。多年来崔伟宏院士一直从事可持续发展信息化研究，成果显著。特别是近几年，又在循环经济信息化方面潜心研究，奋力开拓，初步构建起循环经济信息化研究的学术框架。巴克拉诺夫院士在自然资源动态评估、自然资源可持续利用、区域可持续稳定发展和管理方面研究成果丰硕，获得多项政府奖励。本书在两位院士多年深入研究可持续发展的基础上，阐述了区域空间信息基础理论与方法，并运用信息技术在区域可持续发展信息化、循环经济的信息化方面进行了可喜的探索，介绍了双方在循环经济可持续发展信息化中的若干实践，集思广益，汇集中俄双方专家的有关研究，做了一项很有意义的工作，对拓宽可持续发展与循环经济科学技术研究思路，加强信息技术的支持，推动可持续发展战略的贯彻实施，有重要的参考价值。



中华人民共和国科技部 副部长
国际欧亚科学院 院士

前言 1

世界环境与发展委员会(WCED)于1987年发表了《我国共同的未来》(*Our Common Future*)提出了“可持续发展战略目标”,要实现“既满足当代人的需求,而又不对后代人满足其需求能力构成危害”的发展,要求在人口、资源环境的经济和社会协调发展的基础上充分考虑增长的质量和可持续性。可持续发展这样一个战略目标与模式已经被世界各国所普遍接受,纷纷制定了可持续发展规划,开展了以“21世纪”议程为中心的大规模国际合作和推行一系列资源、环境与发展的重大措施。在这30年的实践中,迅速发展了实现可持续发展的重要途径——循环经济。循环经济倡导在物质不断循环利用的基础上发展经济,循环经济已成为实现可持续发展的全新发展模式,得到各国的公认。

2002年江泽民在全球环境基金成员大会上发表了《只有走以最有效利用资源和保护环境为基础的循环经济之路,可持续发展才能得以实现》的报告。胡锦涛总书记在中央人口资源环境工作座谈会上指出:“要加快转变经济增长方式,将循环经济发展理念贯穿到区域经济发展,城市建设和产品中,使资源得到最有效的利用。”2008年8月,全国人大正式批准了我国《循环经济促进法》,用法律形式推动经济增长方式的转变,推动循环经济的进一步发展。

可持续发展是我们发展的战略目标,循环经济是实现这一战略目标的必由之路。循环经济的发展,既需要得到法律保障和行政措施的促进,也亟须得到科学技术上的支持,科学技术是第一生产力,同样体现在循环经济的发展上。

信息技术是循环经济技术支持体系中关联度最高的技术,正如我国2006~2020年国家信息化发展战略中所指出的:“广泛应用信息技术是促进我国经济增长方式,由主要依靠资本和资源的投入向主要依靠科技进步转变,推动我国经济结构战略性调整,提供经济增长质量和效益的重要手段。”因此,无论是实现“可持续发展”战略目标,还是发展“循环经济”,信息化成为重要的手段和科学的依托。

本书的编写正是上述背景下完成的,是可持续发展和循环经济信息化的理论方法和实践的总结和提炼,开拓与探索。

总结和提炼包含两方面:一是总结和提炼可持续发展信息化应用方面的科研成果,包括我们承担的以及与中国科学院生态环境中心高林教授、中国科学院地理研究所甘国辉教授共同承担的国家重点攻关项目,如“黄淮海地区可持续发展信息系统”,山东蓬莱、周村,江苏铜山、大丰,河北正定等地区“可持续发展决策支持系统与网络系统”,“农业专家决策信

息系统”，“农业信息分类系统”，“农业产业结构调整系统”等的科研成果，以及承担 UNDP 缅甸中部干旱地区可持续发展规划和中俄边境地区可持续发展研究等国际合作项目的研究成果。另一方面是总结和提炼若干应用基础理论研究的成果，在作者发表的《空间数据结构》一书的若干重点的基础上进行了扩展和深入研究，包括自然科学基金（4937105, 4880055）香港 SAR 研究委员会资助项目（poly/5093）等支持下与香港理工大学史文中教授共同进行的对基于特征地理信息系统研究。超图数据结构及应用研究，时空数据模型研究等成果进行了总结和提炼。

开拓和探索：循环经济信息化是一个新的研究领域，我们主要探索了循环经济的科学基础，包括物理学基础、生态学基础、系统科学基础和区域科学基础，以及循环经济运行机理。提出了循环经济技术支持体系及循环经济信息化和初步框架，结合我们承担“中新天津生态城”循环经济规划任务，进行了循环经济在生态城和社会主义新农村建设信息化的新探索，抛砖引玉，以便促进这一领域的新发展。

本书是和俄罗斯著名地理学家、俄罗斯科学院太平洋地理研究所所长巴克拉诺夫院士所领导的集体，在长期合作的基础上共同完成的研究。俄罗斯科学家以景观生态学为基础研究可持续发展，很有特色，他们提出的可持续发展类型划分、评价指标体系、动态关联、资源与环境评估等都有相当深厚的科学基础，本书汇集双方专家的研究成果，具有重要国际意义。

国家科技部副部长、国际欧亚科学院院士刘燕华，热情鼓励和积极支持本书的编写，为本书写了序。刘燕华副部长的序不仅对作者是莫大的鼓舞，同时也对可持续发展与循环经济信息化指明了方向，在此，谨向刘燕华副部长表示由衷感谢。

我国地球信息科学的开创者和奠基人陈述彭院士生前十分关注循环经济信息化，他多次关心本书进展情况，并对本书进行了悉心指导，还在百忙之中为本书写了导读，临终前三一个星期还关切地问到天津中新生态城的建设情况，并就生态城的生态环境和生态城的建设提出了十分重要的建议。本书的出版暨是对陈先生在天之灵的深情告慰，同时也是对陈先生的深切怀念。

崔伟宏

国际欧亚科学院

中国科学院遥感应用研究所

俄罗斯科学院太平洋地理研究所

院士

教授、博导

荣誉教授

前言 2

这本书的诞生与俄罗斯科学院太平洋地理所的俄罗斯科学家和在国际欧亚科学院崔伟宏院士带领下的中国科学家之间进行的长期卓越合作是分不开的。我们之间进行了多次的考察、会谈和讨论。通过这样的合作交流，我们清楚地认识到，俄罗斯和中国都在积极地进行以下领域的研究和发展：国家地区的可持续发展，地理信息技术和手段，循环经济模式的构成等。我们之间能够也应当在这些领域进行交流和探讨。此外，这也符合现阶段全球社会和经济发展的需求。例如，一个地区的可持续发展可以通过形成闭合循环的经济模式来成功实现，该方式可以为区域发展和可持续自然管理提供较高的经济、社会和环境质量。同时，对这些复杂区域模式的建立和有效管理只可能通过地理信息基础来实现。

国家地区的发展是一个复杂、多维的进程，会同时出现在经济、社会和生态领域。所有这些领域都是密切关联的，因此任何经济改革都会导致社会和生态领域的相应变化，反之亦然。发展过程中的特殊复杂之处在于其地理形式的实现，即一些在不同层次整合与分化的自然和经济地域模式的实现。

作为可持续发展模型的基础，地区和国家在各个领域的稳定均衡发展，是我们要解决的主要科学和实际问题。同时，某些周期性是经济发展和全面发展中存在的客观规律。在一定时间段内的一种动态类型会被其他在这一新的环境条件下更有效的动态类型所替代。因此，对在各自领域及联合领域的动态变化和发展进行定性和定量测度都很重要。其测量标准和测量方法更加重要。类似的测量标准和测量方法也应该应用于各种地域模式，如国家、地区、地方模式等。

对于像中国和俄罗斯这样领域广阔的国家来说，这些措施尤为重要。地域之间的巨大差异性使得这些国家有必要进行具体的地域分类和区划。可持续均衡发展的具体措施、标准、约束和模式应该针对不同类型的地区来制定。当然，在研究和预测、规划和管理阶段所有这些分类和区划都应当包含自然和经济地域系统的整体性。

地理信息系统和技术、地理信息建模应该成为评价这些规划和管理是否合理的有效工具。在这部专论中，中俄两国作者广泛围绕着区域发展问题，对各自的团队成果做出总结，并探讨关于可持续发展，区域发展结构化，自然资源评估及其动态变化的相关理论问题。

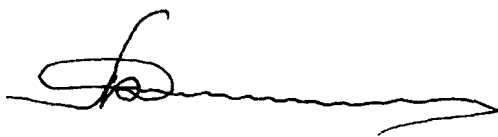
这部专著的显著成果在于给出了空间（地理）信息系统及其在区域分析中的应用。此外，中国、俄罗斯以及其他国家的地理信息系统的基本特征被一一列举，在区域模式发展中使用它们的方法和区域管理中的可持续发展项目也被进一步描述。

书中也涉及诸如跨境地区和地理系统的可持续发展之类的重要问题。中俄的边境一些被行政界线分割的地区是被同一河流的流域（黑龙江，乌苏里江）或边界湖泊（Khanka湖）所包括，这些跨境地区是统一跨境地理系统的构成部分。

我们的共同研究表明，对这些地理系统进行复杂的研究，评估其自然资源潜力、发展模式以及合理性自然管理和可持续发展计划，只有通过双方的共同努力，进行密切的国际合作才能够实现。最终，它将造福中俄两国人民。我们非常希望这部共同编写的专著能够实现其应有的价值。

局部范围内的可持续发展和自然管理可以在减少技术浪费的基础上，通过整合多个环节的活动来实现。在一定领域内整合这些相关环节的活动，达成周期性的循环优化，就形成了特殊的循环经济。中国科学家在这一领域所做的研究有着非常重要的意义。

作为本书的作者，我们希望类似的循环经济发展模式将在中俄两国积极落实，并在其他国家广泛推广。另外，我们要特别感谢著名的中国科学家、国际欧亚科学院崔伟宏院士为创作此书做出的卓越贡献。



Baklanov P. Ya.

俄罗斯科学院 院士
俄罗斯科学院太平洋地理所 所长

FOREWORD 2

The birth of this book is related with long fruitful cooperation of a group of Russian scientists from Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences and a team of Chinese scientists under direction of academician IEAS Cui Weihong from the Institute of Remote Sensing of the Chinese Academy of Sciences. We held many trips, meetings, seminars and discussions. As a result of this teamwork we have well understood that the research fields actively being developed in Russia and China, like sustainable development of countries and regions, geoinformation technologies and tools, formation of cyclic economy patterns, can be and should be interconnected among themselves. Finally, it is a requirement of the current stage of the world social and economic development. For example, the sustainable development in a region can be successfully achieved by means of forming closed cyclic patterns of the economy which can provide high economic, social and environmental qualities of regional development and sustainable nature management. At the same time creation and efficient governance of these complex regional patterns is possible only on the geoinformation basis.

Development of country, region is a complex, multi-dimensional process which occurs simultaneously in economic, social and ecological spheres. All these spheres are closely interconnected among themselves. Therefore, for instance, any economic changes lead to the certain social and ecological changes, and vice versa. A special complexity to the development processes is given by their realization in geographic form, namely in the certain natural and economic territorial patterns of various levels of integration and differentiation.

An achievement of stable, balanced development of region, country in all spheres that makes a basis of the sustainable development model is the major scientific and practical problem. At the same time the certain cyclicity is an objective law in both economic and integral development. One type of dynamics in a certain period of time is replaced by other type of dynamics, more effective for the new changed conditions. Therefore, the measures, quantitative measurements of dynamics and development both in separate spheres and in their combination, are important. The measures and criteria of quality and development are even more important. Similar measurements should be applied to the territorial patterns like countries, regions, local formations as well.

It is especially important for so great countries like China and Russia. The huge geographical differentiation of territories of these countries necessitate a carrying out of special kinds of partitioning and zoning of their territories. The specific measures, criteria, restrictions and models of the sustainable balanced development should be developed for different types of areas. However, the integrated natural and economic regional systems at stages of studying and estimations, planning and management

should be embraced in all the cases.

Geoinformation systems and technologies, geoinformation modeling should become an effective tool for these estimations of planning and management. In the given monography, a collective of the Chinese and Russian authors sums up the certain results of teamwork on broad circle of issues of regional development. Some theoretical issues of sustainable development, structurization of regional development, assessment of natural resources, and their dynamics are considered.

A significant place in the monograph is given to the spatial (geographical) information systems and their application in the regional analysis. At that, the basic features of geoinformation systems in China and in Russia, in other countries are examined, and some approaches to their use in the development of regional models and programs of sustainable development, in regional management are outlined as well.

Such an important problem as sustainable development of transboundary territories and geosystems is mentioned also in the monography. Many frontier areas of China and Russia are included into common watersheds of the rivers (Amur, Ussuri) or lakes (Khanka Lake) crossed by the state boundary, hence these transboundary territories are parts of united transboundary geosystems.

As our joint researches show, a complex studying of these geosystems, assessing their natural resources potential and developing models and programs for rational nature management and sustainable development are possible only through joint efforts, in framework of close international cooperation. Finally, it will benefit to peoples of China and Russia. We do hope that our joint monograph will make its endowment to it.

The sustainable development and nature management at local level can be achieved through combining various kinds of activities on the basis of waste less technologies. Combinations of such interrelated activities, periodically changing, within a certain territory are the peculiar cyclic economies. Workouts of the Chinese scientists in this field has exclusively important meaning.

We, all the authors of this book, hope that similar models of the economy development will be actively implemented both in Russia and in China, and in other countries of the world. And, here we would like to pointed to especially great contribution to the creation of this interesting book made by well-known Chinese scientific academician IEAS, Professor Cui Weihong.



Baklanov P. Ya.

Academician of Russian Academy of Sciences
Director General of the Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences

目 录

导读	
序	
前言 1	
前言 2	
FOREWORD 2	

绪 论	1
1 历史背景	1
2 科学内涵	2
3 现实意义	4

第一篇 区域空间信息基础

第 1 章 区域空间信息系统基本概念	10
1.1 主要特征	10
1.2 系统构成	10
1.3 遥感	11
1.3.1 遥感概述	11
1.3.2 遥感技术发展概况	12
1.3.3 遥感技术应用	14
1.4 地理信息系统	14
1.5 全球定位系统	16
1.5.1 GPS (Global Positioning System)	16
1.5.2 GLONASS (Global Navigation Satellite System)	17
1.5.3 GPS-GLONASS 双星接收系统	17
1.5.4 Galileo (伽利略) 导航卫星	18
1.5.5 北斗导航卫星	18
1.5.6 印度区域导航卫星系统 (IRNSS)	18
1.6 决策支持系统	19
1.7 GIS、RS 和 GPS 集成技术	22
1.7.1 GIS 与 GPS 的集成	22
1.7.2 GIS 与 RS 的集成	22
1.7.3 GPS 与 RS 的集成	22

第 2 章 分布式区域可持续发展信息系统	24
2.1 Web GIS 主要特点	24

2.1.1 Web GIS 的概念	24
2.1.2 Web GIS 的特点	24
2.1.3 Web GIS 的实现技术	25
2.2 Web Service 体系	27
2.2.1 Web Services 的概念和特点	27
2.2.2 Web Services 的发展的意义	28
2.2.3 Web Services 的结构体系	28
2.2.4 GIS Web Services	29
2.2.5 GIS Web Services 开发技术	30
2.3 WebGIS 系统结构	31
2.4 基于 Java 的 Web GIS	33
2.4.1 Java 介绍	33
2.4.2 基于 J2EE 的 Web GIS 构建	34
2.5 基于 ArcIMS 的 Web GIS	35
2.5.1 ArcIMS(IMS—Internet Map Server)介绍	35
2.5.2 使用 ArcIMS 开发 Web GIS 的方式	39
2.6 基于 Web GIS 的可持续发展信息系统的实现	40
第 3 章 元数据及元数据管理	44
3.1 元数据概念	44
3.2 元数据标准	45
3.2.1 美国 FGDC 元数据标准	45
3.2.2 ISO/TC 211 元数据标准	46
3.2.3 国内的 NREDIS 信息共享元数据内容标准草案	47
3.3 元数据库设计	47
3.4 元数据库管理系统	48
3.5 可持续发展公共信息网中的元数据和元数据管理系统	51
第 4 章 数据模型、数据结构和空间分析	55
4.1 空间数据结构与空间数据模型概念上的区分	55
4.2 空间数据模型	56
4.2.1 空间数据模型的基本类型	56
4.2.2 矢量模型	56
4.2.3 镶嵌模型 (Tessellation models)	61
4.2.4 混合模型 (Hybrid model)	63
4.2.5 矢量和栅格模型的相互转换	65
4.2.6 关于大尺度空间数据库和数据的中间转换问题	67
4.3 空间数据结构	68
4.3.1 层次结构	68
4.3.2 关系结构	68

4.3.3 网络结构	69
4.4 空间分析	69
4.4.1 两种不同的空间分析方法	69
4.4.2 空间层次分析理论	69
4.4.3 空间目标分析理论	78
第5章 超图数据结构和地理特征	81
5.1 超图数据结构(HBDS)	81
5.2 HBDS 的基本概念	81
5.2.1 图论和超图概念	81
5.2.2 超图	83
5.2.3 超图中的轮环	85
5.2.4 等角超图	89
5.2.5 超图的图表示	92
5.2.6 HBDS 超图数据结构模型	101
5.2.7 超图数据结构的层次结构模型	102
5.2.8 超图数据结构的非层次结构模型	104
5.2.9 多连接、超类、超连接和超多连接	105
5.2.10 HBDS 结构化属性	106
5.2.11 HBDS 数据结构的提取和分解	108
5.2.12 HBDS 的 ADT 运算	109
5.2.13 HBDS 对模糊数据的处理	110
5.2.14 HBDS 的传送	116
5.3 HBDS 数据库的设计	117
5.3.1 在联合处理中的数据同步分配	117
5.3.2 数据记录中的可能事件	118
5.3.3 关于分配能力结构	119
5.3.4 在 HBDS 中的数据共享算法	120
5.3.5 系统分配	121
5.3.6 字符内部链 DSS 及其逻辑存贮	121
5.4 地理特征	122
5.4.1 地理特征的概念	122
5.4.2 特征的相对性与可复合性	122
5.4.3 ISO / TC211 中的通用特征模型 (GFM)	123
5.4.4 面向对象基于特征的 GIS 建模方法	126
5.4.5 基于特征的数据模型与传统数据模型的区别	128
5.4.6 基于特征的数据模型和超图数据结构的相关关系	129
第6章 时空信息查询、分析	131
6.1 地理信息的时态 (Temporal) 组分	131

6.1.1 地理信息时态组分的分类	131
6.1.2 时态特征属性和时态元数据元素	131
6.1.3 时态特征功能 (temporal feature functions)	133
6.1.4 时态特征关联	134
6.2 地理信息的空间信息组分	135
6.2.1 基本的几何类型	136
6.2.2 基本的空间关系	136
6.2.3 基本的空间操作	137
6.3 时空推理	137
6.3.1 时空模型	137
6.3.2 基于特征的时空数据模型新探讨	140
6.3.3 时空分析与时空推理	151
6.4 空间引擎	154
6.4.1 空间索引	154
6.4.2 时空引擎	158
6.5 空间数据挖掘	164
6.5.1 空间数据挖掘的基础	164
6.5.2 空间数据挖掘的方法	167
6.5.3 空间数据挖掘的实例	173
6.5.4 空间数据挖掘与相关学科的关系	175
第7章 信息分类标准及编码	179
7.1 信息分类	179
7.2 信息编码	179
7.3 美国国家数字制图标准	180
7.4 俄罗斯电子地图元数据标准和分类	181
7.4.1 绘图的电子地图元数据	181
7.4.2 地理信息系统标准	183
7.4.3 电子地图各层和元素代码的分类标准	184
7.5 ISO/TC211 地理信息标准	186
7.6 Open GIS 地理信息标准	191
7.7 中国 21 世纪办公室“可持续发展信息分类”	193
7.8 多维区域可持续发展信息分类及编码	194
7.8.1 可持续发展信息	194
7.8.2 可持续发展信息的编码	196
第8章 生态环境遥感	199
8.1 生态环境参量遥感测度	199
8.1.1 植被指数遥感监测	199
8.1.2 植被覆盖度遥感监测	205

8.1.3 叶面积指数遥感监测	207
8.1.4 陆地净初级生产力遥感监测	208
8.1.5 生物量遥感监测	212
8.2 生态环境遥感应用	215
8.2.1 植被遥感	215
8.2.2 土地利用/土地覆盖遥感	223
8.2.3 水体遥感	230
8.2.4 土壤遥感	231
8.2.5 水土流失遥感监测	232

第二篇 区域可持续发展信息化

第9章 区域可持续发展若干理论问题	236
9.1 复合生态理论	236
9.1.1 区域复合生态系统	236
9.1.2 自然亚系统	236
9.1.3 社会亚系统	237
9.1.4 经济亚系统	237
9.2 人地关系理论	237
9.2.1 人与自然和谐	238
9.2.2 生产与消费	239
9.2.3 能量转化	240
9.2.4 发展与保护	240
第10章 区域可持续发展信息化应用与若干实践	243
10.1 国家社会发展综合实验区可持续发展决策支持系统	243
10.1.1 可持续发展信息化系统特点与系统结构	243
10.1.2 建立分布式区域可持续发展决策支持系统	247
10.2 土地资源定量评价与土地后备资源管理开发分析	250
10.2.1 土地资源定量评价	250
10.2.2 土地后备资源管理与开发分析	253
10.3 水资源优化管理模型与水资源综合利用决策支持	256
10.3.1 水资源优化管理模型	256
10.3.2 水资源利用综合决策支持	257
10.4 地下水埋藏深度的动态模拟	259
10.4.1 地下水变迁数据库建立	259
10.4.2 地下水变迁动态模型	260
10.4.3 地下水变迁模拟	261
10.4.4 地下水变迁分析以及对策研究	262