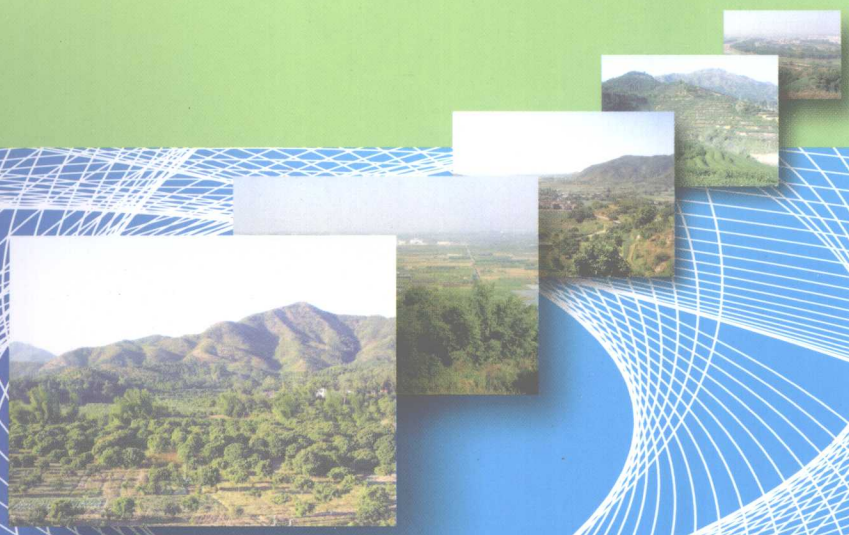
On the Comprehensive Eco-environmental Information Tupu

——A Case Study of Fujian Province



生态环境综合信息图谱的研究

——以福建省为例

陈 菁 著

气象出版社
China Meteorological Press

国家自然科学基金项目(40371096)
福建省青年科技人才创新项目(2006F3110)　　资助
莆田学院出版基金

生态环境综合信息图谱的研究
——以福建省为例

On the Comprehensive Eco-environmental Information Tupu
——A Case Study of Fujian Province

陈　菁　著

气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

生态环境是人类生存、发展的基础，生态环境建设是社会、经济发展的前提和保障。而生态环境综合信息图谱是在生态环境调查研究与动态监测的基础上，运用生态环境基础与动态数据库的大量数字信息，经过图形思维的抽象概括，并以计算机多维动态可视化技术，显示生态环境及其各要素空间形态结构与时空变化规律的一种方法与手段。本书以福建省的生态环境作为研究对象，在理论研究的基础上，从地学信息图谱的角度，论述了生态环境综合信息图谱的基本特点，并提出了福建省生态环境综合信息图谱的分类方案及其指标体系；在生态环境综合评价中引入地学信息图谱的方法，构建福建省生态环境综合评价信息图谱；运用最小方差法划分生态环境综合信息图谱的结构类型；进而提出了生态环境综合信息图谱数据库的概念，并初步建立了福建省生态环境综合信息图谱数据库系统。通过以上理论化、定量化和系统化研究，本书为福建省生态环境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。

图书在版编目(CIP)数据

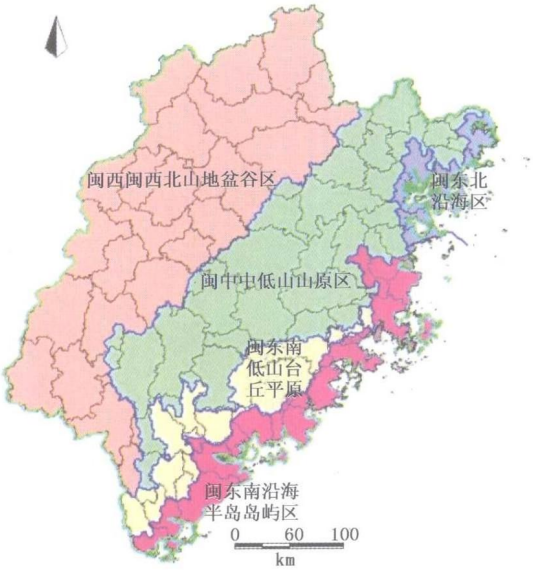
生态环境综合信息图谱的研究：以福建省为例/陈菁著.
—北京：气象出版社，2008.12
ISBN 978-7-5029-4640-1

Ⅰ.生… Ⅱ.陈… Ⅲ.地理信息系统-图谱-应用-生态环境-环境保护-福建省 Ⅳ.X321.257

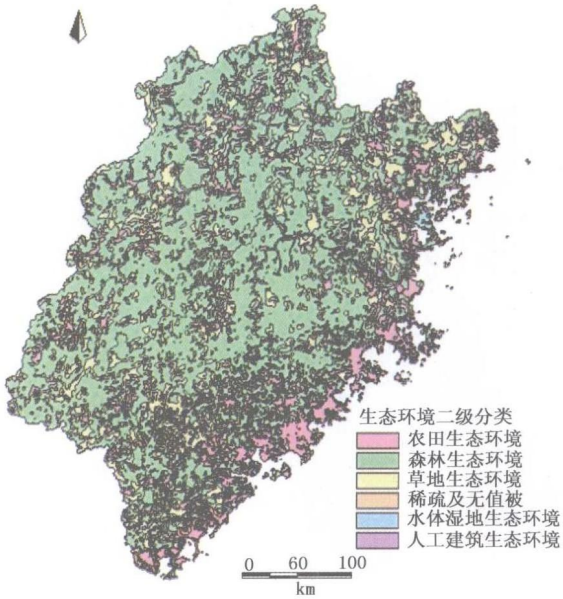
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 187346 号

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　　**邮政编码**：100081
总 编 室：010-68407112　　**发 行 部**：010-68409198
网　　址：http://cmp.cma.gov.cn　　**E-mail**：qxcbs@263.net
责任编辑：王萃萃　李太宇　　**终　　审**：周诗健
封面设计：顽童工作室　　**责任技编**：吴庭芳
责任校对：赵　媛
印　　刷：北京中新伟业印刷有限公司　　**插　　页**：2
开　　本：787mm×1092mm　1/16　　**印　　张**：10
字　　数：269 千字　　**印　　数**：1～800
版　　次：2008 年 12 月第 1 版　　**印　　次**：2008 年 12 月第 1 次印刷
定　　价：35.00 元

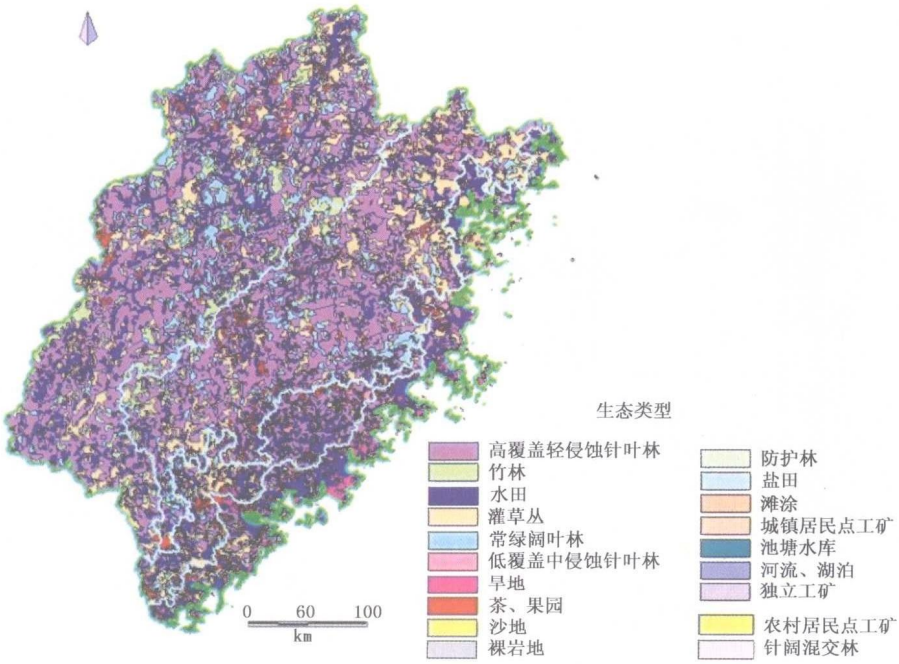
本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等，请与本社发行部联系调换。



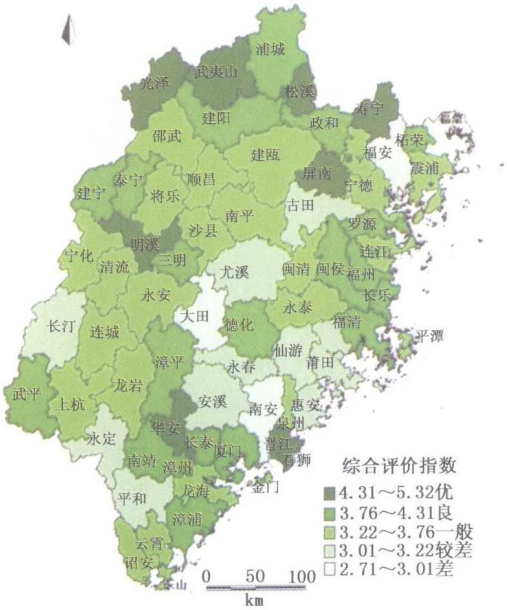
彩图 4-5　福建省生态环境综合信息图谱一级分类图



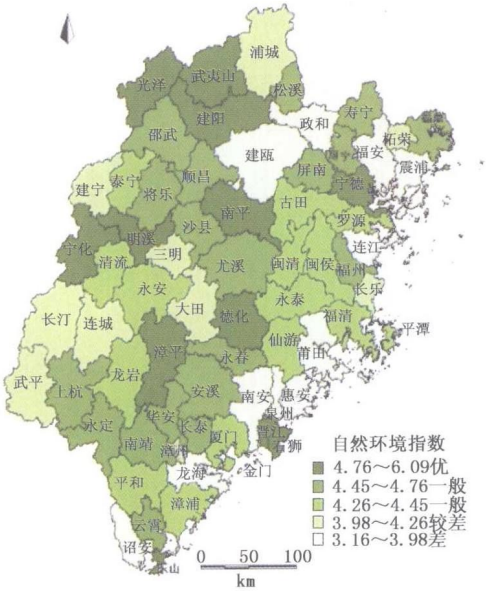
彩图 4-6　福建省生态环境综合信息图谱二级分类图



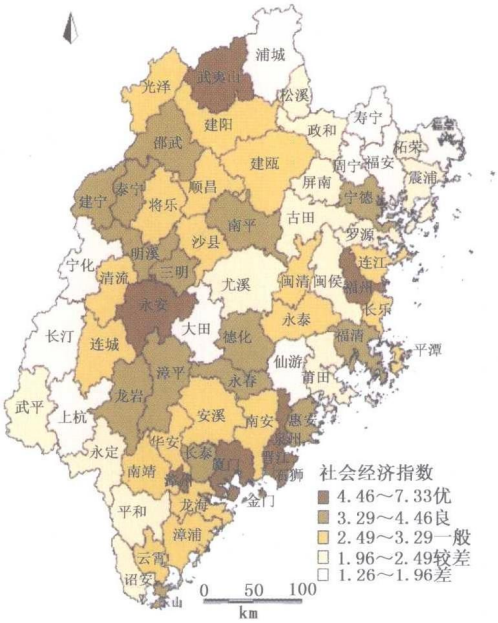
彩图 4-7　福建省生态环境综合信息图谱类型图



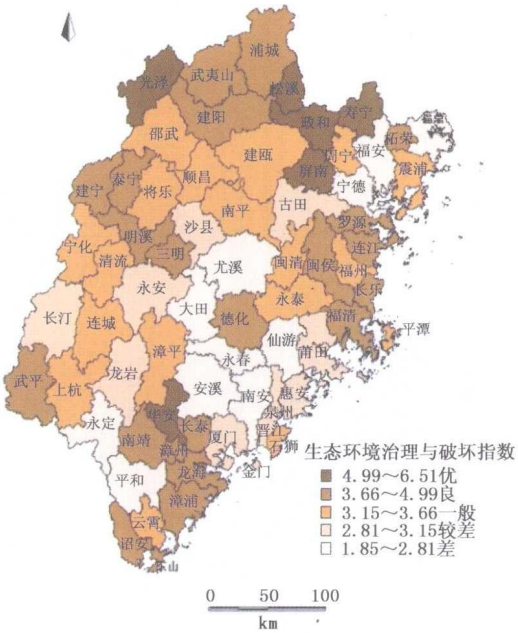
彩图 5-2　福建省生态环境综合评价指数空间格局图



彩图 5-3　福建省生态环境自然环境指数空间格局图

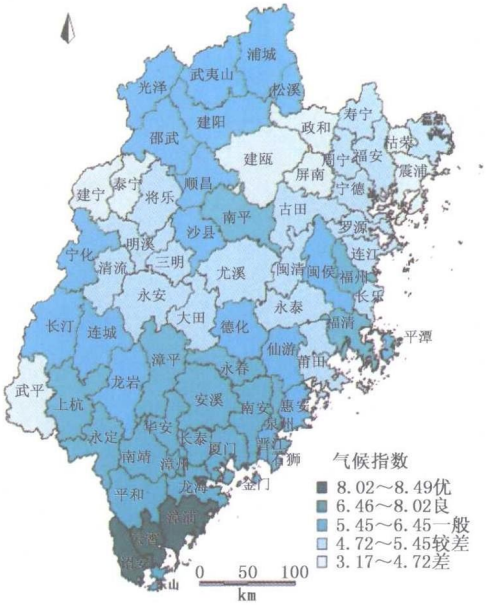


彩图 5-4　福建省生态环境社会经济指数空间格局图

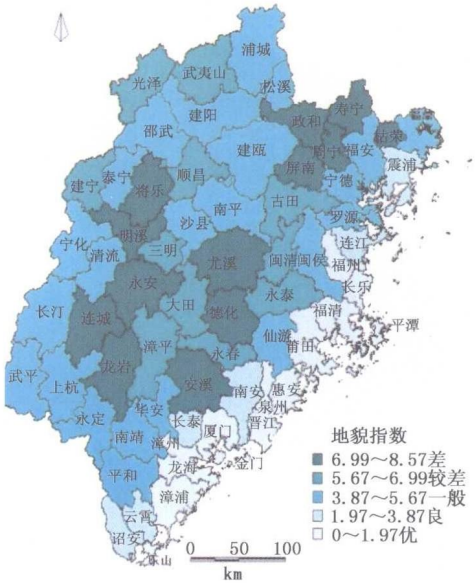


彩图 5-5　福建省生态环境环境破坏与治理指数空间格局图

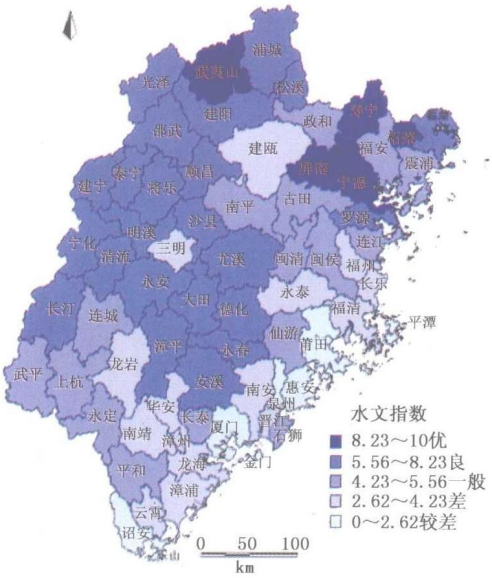
此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com



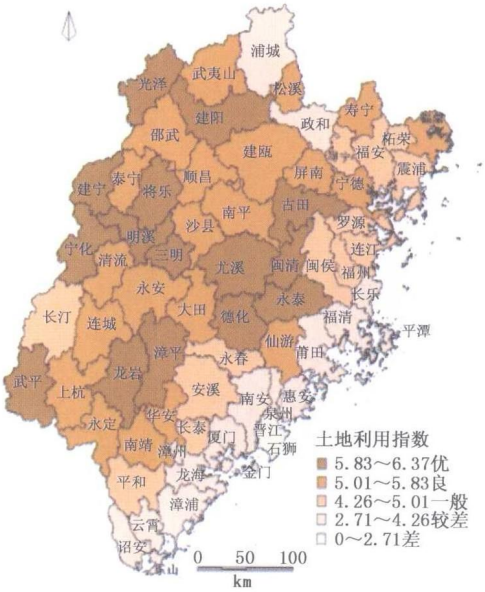
彩图 5-6　福建省生态环境气候指数空间格局图



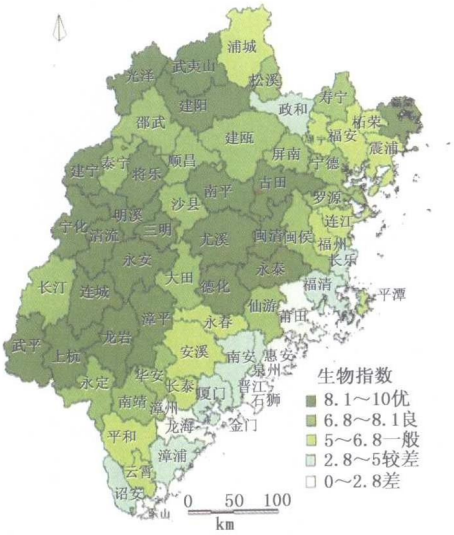
彩图 5-7　福建省生态环境地貌指数空间格局图



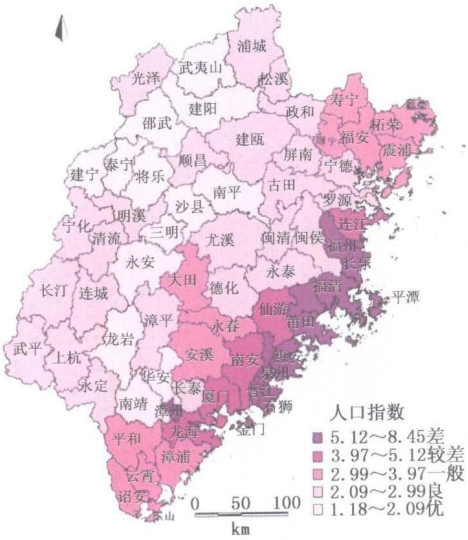
彩图 5-8　福建省生态环境水文指数空间格局图



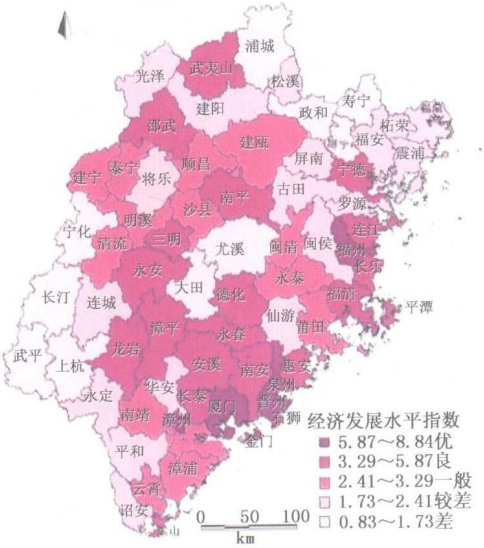
彩图 5-9　福建省生态环境土地利用指数空间格局图



彩图 5-10　福建省生态环境生物指数空间格局图



彩图 5-11　福建省生态环境人口指数空间格局图



彩图 5-12　福建省生态环境经济发展水平指数空间格局图

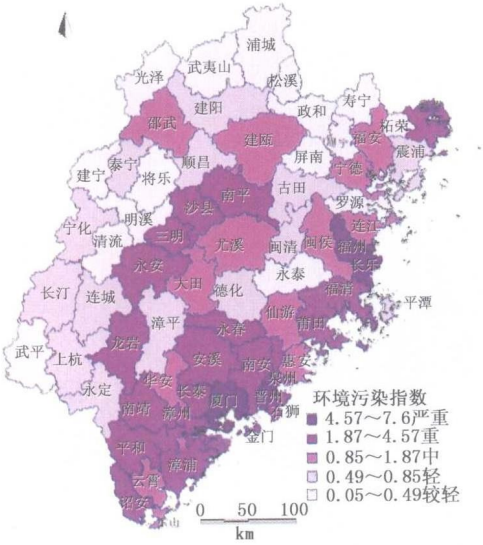


图 5-13　福建省生态环境环境污染指数空间格局图

序 言

20 世纪 70 年代以来，飞速发展的信息技术、空间技术、计算机技术、数字通讯技术以及多媒体技术，推动了遥感制图、计算机制图、全球定位系统、地理信息系统、以及多媒体电子地图、互联网地图的迅速发展，并在 80 年代兴起的地球系统科学的基础上，于 90 年代诞生了一门更高层次的信息科学与地球科学交叉的地球信息科学（Geo-informatics 或 Geo-information Science）。地球信息科学是通过对地球系统内部多源信息获取、传输、处理、感受、响应与反馈的信息机理及信息流过程的深入研究，揭示复杂地球巨系统各圈层相互作用与影响；阐明全球变化、人地系统、区域可持续发展中的物质流、能量流、信息流的过程及其时空变化规律，以及信息流对物质流与能量流的调控作用，为地球科学提供全新的研究技术手段，也为解决全球变化与区域可持续发展，以及人口、资源、环境同经济社会的协调发展提供技术支撑。但是，如何更有效地显示与分析研究地球信息的空间分异与时空变化规律，成为地球信息科学急需研究解决的前沿性重要难题。

在生物基因图谱取得突破性进展的启示下，又传承中国历来发展的图形与谱系相结合的图谱模式和方法，从 20 世纪 90 年代中期开始，陈述彭院士及其周围的一些学者在致力于创建地球信息科学这一新兴学科的同时，于 1997 年开创了“地学信息图谱”这一新的研究领域。当时组织中国科学院地理研究所、北京大学、北京师范大学、南京师范大学、浙江大学、解放军测绘学院等单位的专家教授多次开会进行研讨。这些单位的学者就地学信息图谱的概念（包括定义、内涵、分类）与理论方法开展了探讨，组织了有关地学信息图谱的课题研究，先后发表了一些论文。我本人也进行了自然景观综合信息图谱的研究试验。2001 年出版了由陈述彭院士主编、10 多位学者撰稿的《地学信息图谱探索研究》。从此，在国内掀起了研究地学信息图谱的热潮。来中国参加国际学术会议或进行学术交流的国外学者对中国学者提出的地学信息图谱的概念与方法也表现出很大的兴趣并加以赞赏。

“图”，主要是指空间信息图形表现形式的地图，也还包括图像、图解等其他图形表现形式。“谱”是众多同类事物或现象的系统排列，是按事物特性所建立的系统或按时间序列所建立的体系，亦称“谱系”。“图谱”是“图”与“谱”相结合，兼有“图形”与“谱系”双重特性，即同时反映与揭示事物和现象空间结构特征与时空动态变化规律。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方法与手段。这种空间图形谱系可应用于空间信息的各个领域，经过空间模型与地学认知的深入分析，可进行推理、反演与预测，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，或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。

地学信息图谱是地球信息和“数字地球”的重要表现形式与研究手段，是地球信息科学的重要组成部分，也是“数字地球”应用的重要形式。地球系统科学和地球信息科学的发展，为地学信息图谱的研究奠定了科学基础；而“数字地球”的发展也为地学信息图谱的建立提供了非

常丰富且取之不尽的信息源。因此地学信息图谱必将在地球信息科学与“数字地球”的应用中发挥极其重要的作用。

为了推动地学信息图谱的深入研究，我本人在担任福建师范大学特聘教授、博士生导师与地球信息科学研究中心主任期间，于2002年主持申请了“数字福建”重大应用项目《生态环境动态监测与管理信息系统》的建设，其中特意安排了“生态环境综合系列制图”和“生态环境综合信息图谱”两个相关的课题。生态环境综合信息图谱将在生态环境综合系列地图与数据库的基础上，经过抽象概括、综合集成、地学分析与模型设计，生成综合性的图形谱系，更好地显示全省生态环境的时空变化规律，为生态环境治理、保护、重建的规划与决策提供科学依据。同时我于2002年主持申请了国家自然科学基金项目“生态环境综合信息图谱的研究——以福建省为例”并获批准，这是国家自然科学基金批准的第一个地学信息图谱的项目。本人还以“地理信息系统与地学信息图谱”、“地球信息科学与地学信息图谱”的研究方向先后招收了三名博士研究生参加上述研究。陈菁副教授就是当时的博士研究生之一。她以极大的热情和虚心好学的态度参加了上述“生态环境综合信息图谱”的课题与项目，由于她的地学基础较好，地理信息技术也较熟悉，经过三年的系统深入的研究和探讨，不仅较好地完成了她所承担的课题任务，而且所撰写的博士论文获答辩委员会的高度评价，并被评为福建师范大学优秀论文一等奖。因此该专著具有较系统深入的研究基础，在分析掌握地学信息图谱现有理论方法的基础上，提出了构建福建省生态环境综合信息图谱和生态环境综合评价图谱的方法，在生态环境综合信息图谱和综合评价图谱的指标体系的建立、综合信息图谱和综合评价图谱的生成方法、图谱应用与生态环境空间变化规律的分析等方面有较多创新。目前，已出版的地学信息图谱方面的论著不多，该专著具有一定的学术水平与参考价值，我特意推荐给读者。

地学信息图谱是一个较大的领域，其研究和探讨刚刚起步，还需要向广度和深度拓展。为此，需要有更多的专家学者参与，我们希望更多硕士和博士研究生及年轻学者加入这一研究行列，即使不专门对地学信息图谱进行立项研究，也可以把地学信息图谱作为一种研究方法和手段应用到自己的研究工作和论文写作之中。我们深信，21世纪地学信息图谱必将获得广泛而深入的发展，将会设计和建立更多内容丰富、形式多样的各类信息图谱，而且会显示出越来越重要的作用，从而促进地球信息科学和地球系统科学及其应用的进一步发展。

廖克*

2008年8月31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

生态环境问题近年来日益受到国内外研究者和各国政府以及公众的重视，成为目前人类特别关注的问题之一。我国政府也非常重视生态环境管理和保护工作，并相继出台重要文件以推进此项工作。地学信息图谱是陈述彭院士等提出的一种借助于计算机存储海量信息，借助于可视化技术，能够多维地、动态地显示地球各类现象的形态结构特征与时空演变规律的图谱。各学科及人类活动对基础地学数据的迫切需要使得地学信息图谱有着无限广阔的拓展空间和应用前景。生态环境是人类生存、生活和繁衍的基本条件，其有序的发展更是迫切需要大量的地学信息数据。而地学信息图谱概念的引入及其与生态环境的结合，将不但使生态环境的发展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走向理论与实践相结合而进一步提高其自身活力，促进其真正成长为人类继基因图谱后获得的又一重大科学成就。本书基于地学信息图谱的思想和方法，通过构建福建省生态环境综合信息图谱数据库，实现生态环境信息的数字化，增强了福建省生态环境信息的可视化；提出了福建省生态环境综合信息图谱的分类系统和指标体系；在遥感和 GIS 技术的支持下，从地学信息图谱的角度，通过对自然、社会和经济因子的定量化分析，以有序数值阵列方法建立生态环境评价数字模型，对福建省的生态环境进行综合评价，并实现评价结果的可视化，为福建省生态环境的研究提供一种新的思路。

本书是国家自然科学基金项目“生态环境综合信息图谱的研究——以福建省为例”和福建省青年科技人才创新项目“基于地学信息图谱的福建省脆弱生态环境研究”的主要研究成果之一。

全书共分为六个部分：第一部分从典型信息图谱的基本概念入手，探讨了地学信息图谱的特点、内涵和实质。在理论上，借鉴其他学科的图谱成果，进一步归纳、总结和完善地学信息图谱的理论体系，提出生态环境综合信息图谱构建的理论基础及其设计和提炼的基本方法。第二部分以福建省为研究案例，通过对福建省的生态环境的各组成要素的深入剖析，阐述了各要素的时空分布格局和区域分异特点，归纳影响生态环境的主要因素，总结其发展变化趋势。第三部分讨论了生态环境信息的特点和生态环境信息遥感获取与处理分析利用的方法。依据地学信息图谱的方法论，借助遥感和地理信息系统等技术，构建生态环境综合信息图谱分类的系统，并以福建省为例，提出福建省生态环境综合信息图谱的分类系统，建立生态环境类型的指标体系。第四部分将地学信息图谱的方法引入到生态环境综合评价中，实现图谱和数学模型的结合，以图形图解的方式来表达生态环境的质量。生态环境综合评价信息图谱是基于信息时代的高科技的成果，能够实时更新、编辑和处理，为区域生态环境质量的预测和反演提供了数字化、矢量化的图形信息。第五部分阐述了生态环境综合信息图谱结构类型划分的原则和依据。运用最小方差法对其进行了生态环境结构类型的划分，并对福建省生态环境综合信息图谱结构类型的地域分异规律及开发利用方向进行探讨。第六部分通过对福建省生态环境综合信息图谱数据库的建设，以期利用可视化数据分析技术来拓宽传统的图表功能，使用户对数据的剖析更清楚。从不同侧面研究生成的一系列的图和表，构造福建省生态环境综合信息图

谱，利用图谱的方法分析福建生态环境空间格局的特点和变化规律。这有助于今后建立时空模型、地理仿真动态模拟，进一步为实现福建生态环境信息图谱的可视化奠定基础。

本书从选题、框架构筑、野外实地考察到最终成文定稿全过程都倾注了恩师廖克教授大量的心血，在此谨向恩师表示崇高的敬意和衷心的感谢！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。本书的出版得到莆田学院出版基金及其他项目经费资助。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、地理信息系统和生态环境等专业领域的研究、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，恳请有关专家和读者批评指正。

福建莆田学院　陈菁

2008 年 11 月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目 录

序言
前言
第 1 章 绪论……(1)
1.1 研究背景 ……(1)
1.2 国内外研究概况 ……(5)
1.3 研究内容与研究框架……(10)
1.4 小结……(12)
第 2 章 生态环境综合信息图谱的基本理论与方法 ……(13)
2.1 地学信息图谱的概念与内涵……(13)
2.2 地学信息图谱的特点和实质……(15)
2.3 地学信息图谱的理论基础……(17)
2.4 生态环境综合信息图谱的特点……(23)
2.5 生态环境综合信息图谱的设计与生成方法……(27)
2.6 小结……(29)
第 3 章 福建省生态环境的特征分析 ……(30)
3.1 福建省生态环境概况……(30)
3.2 福建省生态环境的要素分析……(31)
3.3 福建省生态环境要素的综合分析……(40)
3.4 人类活动对福建省生态环境的影响……(41)
3.5 小结……(42)
第 4 章 生态环境综合信息图谱指标体系及其图谱的构建 ……(43)
4.1 生态环境信息的基本特点……(43)
4.2 生态环境信息获取与处理的主要方法……(44)
4.3 福建省生态环境综合信息图谱的分类系统及指标体系……(49)
4.4 小结……(78)
第 5 章 福建省生态环境综合评价指标体系及其图谱构建 ……(80)
5.1 区域生态环境综合评价信息图谱……(80)
5.2 福建省生态环境综合评价信息图谱的指标体系……(82)
5.3 福建省生态环境的综合评价……(88)
5.4 福建省生态环境综合评价信息图谱的生成……(94)
5.5 福建省生态环境综合评价信息图谱的结构分析 ……(107)
5.6 小结 ……(115)
第 6 章 福建省生态环境信息图谱结构类型……(116)
6.1 生态环境信息图谱结构类型的分类方法 ……(116)

6.2 福建省生态环境信息图谱结构类型划分 …… (118)
6.3 福建省生态环境结构分类系统的确定 …… (120)
6.4 福建省生态环境信息图谱结构类型的特征分析 …… (121)
6.5 小结 …… (123)
第7章 福建省生态环境综合信息图谱数据库系统 …… (124)
7.1 空间数据与空间数据库概述 …… (124)
7.2 生态环境综合信息图谱数据库的设计 …… (130)
7.3 福建省生态环境综合信息图谱数据库系统的建设 …… (135)
7.4 小结 …… (139)
第8章 结论 …… (141)
8.1 结论 …… (141)
8.2 讨论与展望 …… (142)
参考文献 …… (143)

第1章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 人类基因图谱的启示

图谱自古就有之，主要是借助图形语言表达一系列的复杂现象与问题，是客观规律的体现。化学中早就有“元素周期表”，物理学在研究光谱、色谱和电磁波谱等方面已取得很多成果，如：通过对波谱、能谱、频谱等来度量物质的能量特征，进而可以判断物质的性状及其变化条件。图谱在生物学和医学中的应用也十分广泛，如：生物形态图谱、生物特征识别图谱、生物信息图谱，医学的解剖图谱、诊断图谱、治疗图谱等。尤其是近年来，在研究与测定基因图谱方面取得了很大的进展。2000年6月26日，人类基因组项目组(HGP)的发言人和克林顿总统共同宣布人类完成了“人类基因组DNA排序的工作草图”。随后在2001年2月HGP的官员正式公布了“人类基因组DNA的排序工作草图的原始分析”，即人类基因组32亿对碱基对的排序。这一排序决定人类遗传的全部指令，并存在于每一个人体细胞的细胞核内部。它将把人们引入一个分子医学的新时代，在这个时代里，人们将发现预防、治疗和治愈疾病的新方法。基因图谱研究就是揭示基因组信息结构的复杂性及遗传语言的根本规律，进而利用基因图谱，分析人类各种疾病基因的缺陷或变异，寻找基因治疗方案或发展各种生物基因工程。这不仅有助于认识遗传语言，读懂人类基因组全部DNA序列，认识人类自身，而且必将有助于揭示“信息结构”和“复杂性”的深刻内涵，以及遗传、发育和进化的联系。这大大丰富和发展了现有的物理学、生物学、化学、数学、信息科学和计算机科学的理论和方法，从而推动学科群的发展，成为自然科学中多学科交叉的新领域。基于这样的突破性成果，专家称人类基因组DNA排序的工作草图是继进化论、相对论和登月飞行之后，人类拥有的又一个伟大的里程碑。受此重大科学事件的启发，陈述彭院士等首次提出了“地学信息图谱”的研究(陈述彭，1998)，即借鉴人类基因图谱的研究经验和成果而开展地理学的“地学基因图谱”的研究。“引他山之石攻我山之玉”，地学信息图谱的研究可以从其他领域的“图谱”如指纹图谱、生物基因图谱、戏剧脸谱、医学图谱等的研究中借鉴他们的成功经验，得到一些有用的启示(齐清文，2004)(表1-1)。

表 1-1 相关领域图谱研究对地学信息图谱的启示

相关领域的图谱	对地学信息图谱的启示
(1)指纹图谱	①研究和掌握受试个体或地物的唯一特征图案，进行判读、归类、算法优化等，从而实现对该对象的类型和个体差异进行鉴别及自动识别的目标；②建立对象的系列图谱用于归纳和掌握成千上万个物体的标准特征图形，以建立地物的标准对照版用于判别和识别各种不同种类的地物。
(2)戏剧图谱	①图案化、归类和典型化，从复杂多变的地物中抽取最根本的、共性的特征，剔除其琐碎、个性化的细节，即挖掘其内在的本质规律，以典型化的图案及类型名称来表达，求神似而非形似；②符号具有认知、知识推理和固化知识等作用，在辅助人们发现地物分布规律、地物形式的转换过程等方面具有其他方法不可代替的作用。
(3)生物基因图谱	①把地理客观实体分解为最小单元，建立全数字化的地球体，在计算机环境下能够实现地球客体的任意重组、重建或局部调控与修复；②在识别和提炼出地学图谱的同时，又要考虑对象的整体功能，对资源环境中出现的各种“病症”，分析其“基因”的缺陷或变异，寻找科学、合理的调控和“治疗”方法。
(4)人像脸谱	①为地球上各个特征地物绘制出其典型的图像，作为该类型地物的“身份”或“种类”的鉴定标志；②通过虚拟重组，将一系列基本的单元虚拟重组成一个区域，形成全新的地物之间的时空格局，提出整治环境问题和合理利用资源的最佳方案。
(5)医学图谱	类似于医学中的解剖图谱、诊断图谱和治疗图谱，建立地学环境中典型灾害或典型脆弱生态环境的征兆图谱、诊断图谱和实施图谱，为环境整治提供成熟方案。
(6)中药指纹图谱	对典型区域的遥感图像采用一定的分析手段，得到能够代表该区域特征的光谱或色谱，从而全面反映区域所含的各种环境要素的种类和数量，进而反映区域的环境质量。

1.1.2 “3S”和数字地球的技术支持

随着航天遥感(RS)技术的迅猛发展，传感器探测的波段范围不断延伸，波段的分割越来越细，从单一谱段向多谱段发展。成像光谱技术的出现把感测波段从数百个推向上千个，探测目标的电磁波特性更全面地反映出目标物的性质，它使本来在宽波段遥感中不可探测到的物质被探测出来。多源遥感数据的获取总体上呈现 5 种趋势，即多平台、多传感器、多时相、多光谱和周期短。而激光测距与遥感成像的结合使得三维实时成像成为可能；各种传感器空间分辨率的提高，特别是像 IKONOS 这样 1m 级高空间分辨率的航天图像的出现，使得航天遥感具有航空遥感的精准特性。因此，由于得到了时空序列完整的遥感数据支持而使地学信息图谱的研究具有丰富的信息源。

此外，多种探测技术的集成，如雷达、多光谱成像与激光测高、全球定位系统(GPS)的集成可以同时获取经纬度坐标和地面高程数据，进行实时定位，以建立地球信息库或地图信息库。同时还可供作地图制图的地理空间定位，进行数据的实时更新。当今又是一个信息时代，计算机技术的突飞猛进促进了地理信息系统(GIS)的快速发展，为更好地管理与使用地理时空信息提供了工具与手段。通过地理信息系统的多媒体、网络、虚拟现实、仿真技术和多维可视化等对时空数据综合分析的处理功能，形成地学信息图谱研制的强大技术系统。

随着对地观测系统的发展，人类不断地积累着有关地球及其居住者的海量信息，而如何管理与利用这些数据成为人们面临的巨大挑战。自 1998 年美国副总统戈尔正式提出“数字地球”的构想，引起了全世界的广泛关注。严格地讲，数字地球是以地球系统科学、地球信息科学、认知科学等科学研究为理论基础，以遥感技术、计算机技术、大规模存储技术、网络技术、多媒体技术和

虚拟现实技术等为技术支撑，运用海量地球信息对地球进行的多维、多分辨率描述。通过数字地球，人们可以直观、生动、甚至犹如身临其境地探索地球的各个角落，认识地球及地球上的各种事物和现象，有利于发展数字农业、数字旅游、数字交通、台风预警、森林火灾监测、生物多样性保护等，增进人类对地球的认识，保护地球环境，改善人类的生活质量(廖克等，2001)。因此，数字地球的目标是建立一个完全信息化的地球系统，由于其时空尺度大、综合性强，它的实现已不是个别团体或国家可以实现的，必须联合多个学科、联合许多国家开展全球性的合作研究。数字地球的提出和实现都将从各个方面推动地球信息科学的发展。尤其是，数字地球的发展为地学信息图谱的建立提供了非常丰富且取之不尽的信息源以及强大的技术支持。

1.1.3 地球信息科学发展奠定的科学理论基础

地球信息科学(Geo-informatics 或 Geo-information Science)是20世纪90年代新兴的科学领域，是在全球定位系统、卫星遥感、地理信息系统、计算机制图与电子地图以及多媒体技术、虚拟技术和通讯网络技术等基础上，高度集中的科学技术体系，是80年代新兴的地球系统科学和70年代发展的信息科学交叉的前沿领域。而现代空间技术、计算机技术和通讯技术的迅速发展为地球信息科学提供了强有力的技术支撑，同时经济和社会可持续发展、全球变化以及资源、环境、灾害等问题的解决，又为地球信息科学的发展提供了新的机遇与挑战(廖克，2001)。

地球信息科学是地球科学或地球系统科学的组成部分，是地球科学的科学技术支撑体系。地球信息科学的本质是从信息流的角度来揭示地球系统发生、发展及其演化规律，从而实现资源、环境与社会的宏观调控。作为其理论核心的地球信息机理的研究主要包括：(1)地球信息的结构、性质、分类与表达；(2)地球圈层间信息传输机制、物理过程及其增益与衰减以及信息流的形成机理；(3)地球信息的空间认知及其不确定性与可预见性；(4)地球信息模拟物质流、能量流和人流相互作用关系的时空转换特征；(5)地球信息获取与处理的应用理论等(陈述彭等，1999)。地球系统是地球信息科学的研究对象，应用信息论、控制论和系统论来研究地球系统就形成了地球信息科学的方法论(图1-1)。它表明认识、分析地球系统和对于地球系统调控是不能截然分开的，他们是一个统一的、连贯的过程：认识是调控的基础，调控是认识的目的；认识越深刻，调控就越成功，而调控越成功就会使认识进一步深化。这促使地球信息科学呼唤一种全新的形一数一理一体化的方法论，并产生比现有地学信息表达形式有更高凝练程度的表达方式。这也就促使了地学信息图谱的诞生。而从另一方面看，随着地球系统科学的发展，对地球表层复杂巨系统的认识，包括各圈层之间的相互作用、物质与能量的迁移转化规律、全球气候与环境的变化趋势等的研究与认识不断深入，为地学信息图谱的建立提供了坚实的科学基础。

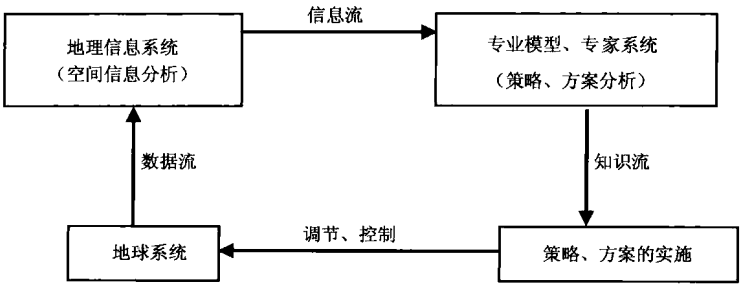


图1-1 地球信息科学方法

1.1.4 全球变化和可持续发展研究的需要

全球变化是当今环境研究的热点，也是地球信息科学的应用问题之一(陈述彭等，2001)。它为地理学综合研究提供了新的切入点和宏观视角。1984 年国际地圈生物圈计划(IGBP)提出从综合的角度开展地球环境变化研究。其基本思路是对全球变化进行描述、理解、模拟和预测，以认识控制整个地球系统的相互作用，着重物理、化学和生物系统过程；理解生命的独特环境，以及发生在该系统中的重大全球变化和人类活动的影响方式(张洪岩等，2004)。全球变化研究内容极其广泛，包括大量与地球相关的重大科学问题。自 20 世纪 60 年代以来卫星遥感技术的发展和随后的空间信息系统的发展，特别是 80 年代以来，以美国为首，欧洲、日本等国参与的全球对地观测计划(EOS)，使地学界对地球表层的研究进入一个崭新的阶段，也促进了全球变化研究的深入。各国科学家越来越感到人类活动对环境变化的影响，特别是人类的生存和发展对土地的开发利用以及引起的土地覆盖变化是全球变化的重要组成部分和主要原因。土地利用变化通过与气候、生态系统过程、生物地球化学循环、生物多样性和人类活动的相互作用来影响全球变化，它是全球环境变化的主要驱动力之一，也是全球变化研究的中心内容。在全球尺度上，土地覆盖变化是土地利用变化长期积累的结果。因为这些变化影响气候、土壤、植被、水资源和生物多样性等人类赖以生存的主要自然资源，所以它们在陆地生态系统中与可持续发展问题密切相关。发展和完善一种方法来反演土地利用和土地覆盖变化的过去和预测其未来，是全球变化研究的具体目标之一。而地学信息图谱正是适应这一研究目标的有效可选方法之一。地学信息图谱吸收了景观综合图简洁和数学模型抽象的特点，它的发展经历了景观制图实验(陈述彭，1957)、图谱概念的提出(陈述彭，1958)、图谱方法的应用(陈述彭，1964)和地学信息图谱理论(陈述彭，1998)的形成共四个阶段。地学信息图谱由征兆图、诊断图和实施图组成。征兆图是信息提取模型对有关数据的运行结果，可为我们进一步研究提供线索和依据(陈述彭，2000)；诊断图可表达为各种基础图的不同组合，可反映资源环境动态的变化与发展趋势(承继成，1998)；实施图以诊断图为依据，通过改变各种边界条件，分析推理不同控制条件下的决策方案，可为进行规划实验提供依据和预案(周成虎等，1998)。因此，分析全球变化中的信息图谱演化过程，为全球变化研究提供了新的思路和方法。

近年来，随着全球经济的发展，工业化进展的加快，人类也面临着一系列新的问题：如全球变暖、臭氧层破坏、生物多样性逐渐消失、大气与环境污染、水土流失、土地荒漠化等各种各样的环境问题。从 1987 年布伦特兰委员会首次提出可持续发展的概念以来，在 1992 年的联合国环境与发展大会上得到了肯定，作为 21 世纪全球的主题，已经成为了各国政府接受的一种发展目标和发展模式。但是，实施可持续发展战略是一个长期过程，其核心内容有三个：一是保护和恢复生态环境，使之免遭破坏和退化；二是合理和永续利用自然资源，促进区域经济稳定发展；三是社会进步，消除贫困，实现区域之间的公平发展。

实施全球或区域的可持续发展战略，关键在于监测区域的资源、环境的动态变化，协调区域经济、社会的发展不平衡，进行可持续发展的管理与规划。从这个意义上讲，获取全球不同尺度区域的资源、环境、经济与社会动态变化数据，建立全球可持续发展信息网络是实施可持续发展战略的基础。而地学信息图谱提供了一个良好的框架，它是应用地学分析的系列多维图解来描述现状，并通过建立时空模型来重建过去和虚拟未来(陈述彭，1998)。也就是说，地学信息图谱不仅应用于数据采集和数据开发利用，而且服务于科学预测与决策方案的虚拟。根据地学信息

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com