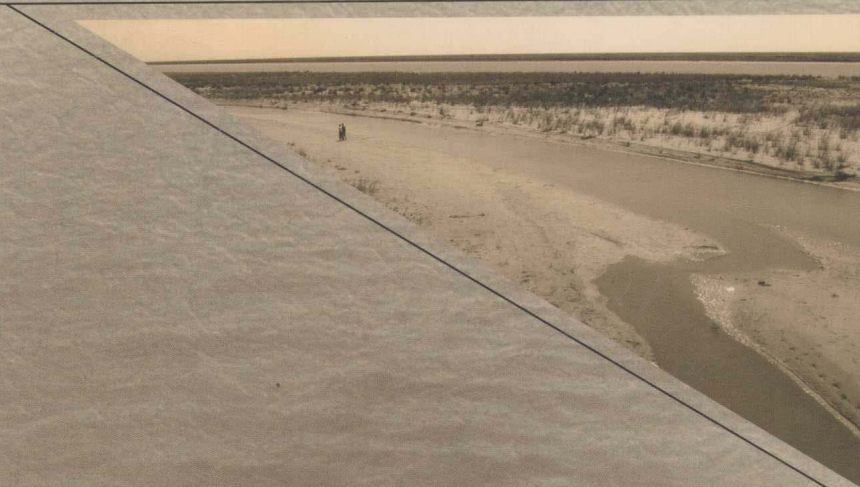


叶庆华 著◎

THE YELLOW RIVER DELTA
黄河三角洲

景观信息图谱的时空特征研究

SPATIAL-TEMPORAL FEATURES OF LANDSCAPE-INFORMATION TUPU



942.2
438

 气象出版社
China Meteorological Press

本书由国家自然科学基金面上项目(40771172)、国家
(2002CB412408、2009CB723901)、国家科技支撑计划项
学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室开放基金

制项目
中国科

黄河三角洲景观信息图谱 的时空特征研究

叶庆华 著

 气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书从近、现代黄河三角洲体的物理发育过程(1855—2000年)、现代黄河三角洲新生湿地生态演替过程(1984—2000年)以及人类活动的土地利用变化过程(1956—1996年)三个方面,研究了黄河三角洲体“空间格局与变化过程”景观信息图谱的时空特征。通过详细研究黄河尾间河道摆动过程与七个亚三角洲体发育过程的景观图谱特征,论证了适时改道是黄河河口问题的解决良策。同时,作者将地学信息图谱反映空间格局和时间演化的图形思维方式与景观生态学的格局和生态学过程研究的定量思维方式集成,充分发挥了地学信息图谱与景观生态学各自的优点与长处,初步形成了景观信息图谱研究方法研究体系,探索了景观生态学/地学“格局与过程”一体化的综合研究途径,在景观时空耦合特征的研究方法上为同行提供一种可供借鉴的思路。

本书适合于从事地理学、景观生态学、遥感、土地利用/覆被变化以及水文水资源等方面研究的科研人员、管理人员及学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

黄河三角洲景观信息图谱的时空特征研究/叶庆华著.

北京:气象出版社,2009.12

ISBN 978-7-5029-4906-8

I. 黄… II. 叶… III. 地理信息系统-应用-黄河-三角洲-景观-研究
IV. P942.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 230274 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

总编室:010-68407112

网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:蔺学东

封面设计:博雅思企划

印刷:北京京科印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

字数:192 千字

版次:2010 年 3 月第 1 版

定价:20.00 元

邮政编码:100081

发行部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印张:9.5

彩插:2

印次:2010 年 3 月第 1 次印刷

序

叶庆华博士的新著问世，是地理信息系统科学领域的一部开拓性的力作。其亮点有三：一是继续发扬自然地理过程综合研究的传统；二是深入运用地理信息图谱的方法；三是以黄河新三角演变规律作为实证对象例。三者综合等外，融为一体，开疆创新，独树一帜。无论是对于景观学、生态学研究，或是从空间格局动态分析的角度，都可以从中获得启迪，有所借鉴。

她是黄河新三角开拓者的新一代。凭着对乡土的热爱，苦心孤诣，面对坎坷不羁的黄河，在科学院专家的指引下，探索建设人与历史和諧社会的新思路。在这部著作中，既有她生活体验的呼喚，也有她披星戴月、实地

勤奋的纪录；更有力地促进地理科学的升华。

她在地理学大师黄秉维院士的高足，师从黄先生攻读硕士学位，对地理学的综合研究理念，接受了深厚的熏陶。又遵照黄先生的指导，强化了构造技术与地理信息系统的科技训练，参加了刘国镇、杨卫所研究员等在黄河三角洲的合作研究项目，从丰富的科学实践中，锻炼出许多独到的新见解。不仅取得了创新的效果，也曾为黄河三角洲的区域可持续发展献计献策；为环渤海沿岸带生态功能区划与城乡建设规划，提供重要的科学依据和科学的支持。黄先生博士，不愧为母亲河的好儿女！

陈述彭

2005年11月30日

注释：①陈述彭(1920—2008)，著名地理学家和地图学家，我国现代地图学的开拓者、遥感与地理信息系统的奠基人，中国科学院院士。

②2005年11月作者从各拉丹东冰川考察回到北京后开始着手撰写对黄秉维先生的追忆，并整理书稿、准备出版，陈述彭先生得知后欣然亲笔作序，但由于种种原因，该书至今才得以正式出版。

前 言

黄河河口不仅是多种物质交汇、多种动力系统交互作用的脆弱生态界面,而且是自然灾害多发的孕灾环境基础。黄河三角洲成陆时间短,生态系统尚处在一种初期阶段,对它的开发利用尤其要特别谨慎。从 1999 年起,笔者在黄秉维先生的指导下,开始黄河三角洲环境变化研究。这项研究得到了陈述彭先生和刘高焕研究员的大力支持和帮助。陈述彭院士生前一直关注着黄河问题,指导着黄河三角洲的科研工作,并把它作为地学信息图谱的研究示范区,从河、海、陆、气交互作用出发,研究地球信息机理和全球变化,这些都为现在和今后的有关研究工作指明了方向。2003 年 4 月,笔者随陈述彭先生去山东省东营市参加国家水利部召开的“黄河河口问题及治理对策研讨会专家论坛”,通过会议期间的交流,笔者认识到,由于出发点和侧重点不同,各部门对于黄河河口治理的方向、原则、措施等存在着诸多争议,今后“黄河口如何治理”,问题矛盾重重,亟待统一各方面认识,尽早规划。由于“黄河口水沙治理”关系到黄河三角洲子孙后代的安危,大型工程上马需要慎之又慎,维持黄河清水沟流路 50~100 年不变的水利工程措施耗资巨大且可能后患无穷,黄河口水沙问题的治理万万不可急功近利,不能盲目简单采用植树造林的措施,要保护新生湿地、进行生态建设等,需要全面科学论证后,再选择合理方案。

本书从近、现代黄河三角洲体的物理发育过程(1855—2000 年)、现代黄河三角洲新生湿地生态演替过程(1984—2000 年)以及人类活动的土地利用变化过程(1956—1996 年)三个方面,研究黄河三角洲体“空间格局与变化过程”景观信息图谱的时空特征。通过详细研究黄河尾间河道摆动过程与七个亚三角洲体发育过程的景观图谱特征,结合 2003 年“黄河河口问题及治理对策研讨会专家论坛”各方的意见与建议,论证了适时改道是黄河河口问题的解决良策。黄河改道新流路“填洼与造陆并行”、故河道“蓄水与泄洪并举”,可为黄河三角洲创造新的湿地、带来新的生机。目前,清水沟行水潜力已经非常有限,依靠耗巨资清理河道维持行水。我们要尊重自然规律,因势利导运用自然力量,为人类选择合理的行为方式,使人类“与自然和谐共处”,最终为人类的可持续发展服务。

为了构建景观生态学“格局与过程”的综合研究体系,本书将地学信息图谱反映空间格局和时间演化的图形思维方式与景观生态学的格局和生态学过程研究的定量思维方式集成,充分发挥了地学信息图谱与景观生态学各自的优点与长处,初步形成景观信息图谱技术方法研究体系,探索景观生态学/地学“格局与过程”一体化的综合研究途径,以期“抛砖引玉”,在景观时空耦合特征的研究方法上为同行提供一种可供借鉴的思路。

黄秉维先生说:“地理学的最大困难在于你不能耕得深又耕得广。所以,地理研究需要靠经验的积累……地理学要进行综合性研究,……但必须明确:多学科研究不是综合研究,只有跨学科研究,融会贯通,才能算是综合研究,……综合之路存在,但要靠艰苦找寻……”。笔者深知自己目前的学识还非常有限,尤其是近六年转向了青藏高原上典型区域冰川、湖冰、湖泊变化的研究,青藏高原各圈层之间的能量传递与物质循环(主要是以水为载体以及水循环)及其与全球环境变化关系的综合与集成研究,更是任重道远,步履维艰,需要一步一步地积累数据和经验。先生们的言传身教犹在眼前,激励着我们坚持下去,不断地向各个领域中的新同仁、老前辈学习……今后还有更多工作需要在更大尺度上、跨学科深入与开展,期望有更多同仁一起协力去找寻这条地球系统科学的“综合之路”……

本书最终出版于黄秉维先生逝世9周年、陈述彭先生逝世1周年之际,是以作为学生对两位恩师的纪念。

“学然后知不足”,由于学识所限,书中会有很多不足之处,缺点和错误在所难免,敬请广大读者指正。

叶庆华

2009年11月25日

北京·双清路18号

目 录

序

前 言

第1章 地学信息图谱与景观	(1)
1.1 图谱方法	(1)
1.2 地学信息图谱理论和方法	(4)
1.3 主要的景观思想	(10)
1.4 景观研究的主要方法	(13)
1.5 景观信息图谱的研究基础	(19)
1.6 景观信息图谱的研究方法	(24)
1.7 主要研究内容	(29)
第2章 黄河三角洲体景观发育图谱	(30)
2.1 近、现代黄河三角洲体的地理位置	(31)
2.2 黄河尾间河道演变图谱	(31)
2.3 黄河三角洲近、现代亚三角洲体的发育过程图谱	(37)
2.4 黄河尾间摆动景观发育过程的时空演变规律	(48)
2.5 近、现代黄河三角洲体海岸带发育过程图谱	(55)
2.6 近代黄河三角洲体地貌发育景观特征	(59)
第3章 黄河三角洲新生湿地的生态演替图谱	(63)
3.1 典型的多重生态界面环境	(64)
3.2 新生湿地覆被自然演替规律	(66)
3.3 新生湿地土地覆被变化数据处理	(67)
3.4 土地覆被景观信息图谱	(69)
3.5 土地覆被变化演替图谱	(72)
第4章 黄河三角洲土地利用变化图谱	(82)
4.1 土地利用数据来源和数据处理	(82)
4.2 黄河三角洲土地利用图谱合成	(83)

4.3	黄河三角洲土地利用变化景观信息图谱特征	(84)
4.4	40 年(1956—1996 年)黄河三角洲土地利用模式图谱区域分异特征 ...	(97)
4.5	小结	(105)
第5章	黄河河口治理争议问题及其科学建议	(107)
5.1	黄河河口治理的主要争议问题	(107)
5.2	黄河河口治理出路的建议	(109)
5.3	黄河三角洲土地资源可持续利用的生态策略	(113)
第6章	结语和展望	(117)
6.1	主要结论	(117)
6.2	研究成果	(125)
6.3	研究展望	(128)
参考文献		(130)
后 记		(137)
致 谢		(142)

第1章 地学信息图谱与景观

“把简单的事情考虑得很复杂,可以发现新领域;把复杂的现象看得很简单,可以发现新定律。”

——牛顿(英国)

当我们对复杂系统的机理还不了解或认识较模糊、利用系统状态变量来描述系统的行为特征较为困难或根本不可能建立起解析模型时,我们可借助于图形来定量地描述系统的初步状态及其边界条件,利用序列化的专题图来反映系统多尺度状态或不同条件下的形态特征、变化,并在此基础上进行逻辑推理演算,尤其进行图形运算(如空间拓扑叠加),制订数据挖掘的规则、解释数据挖掘的结果,理解其地学机理(陈述彭,2001)。

1.1 图谱方法

“图谱”是以图表的方式来表示事物的类别或系统。“图谱”既是人类对客观世界认知的结果,也是人类认知现实世界的手段。在科学研究中利用“图示”的方法开展研究是非常普遍的,在这些图示方法中,有许多从本质上说就是“图谱”方法。如中国传统医学所采用的人体经络图,就是通过无形的经络来说明人体机理的“图谱”,以宏观的、整体的诊断方法,强调人体内外环境的统一以及体内各脏腑间的功能协调,通过“望、闻、问、切”四诊合参,辩证论治人体内统一协调关系失常的原因、性质、部位、阶段、邪正盛衰以及发病机制变化。这样得出的综合性的“症”结论,是进一步决定治疗方针和对策的主要依据。

在物理学的研究逻辑中,“图谱”本身既是一种客观存在,又是一种技术手段。物理学通过波谱(色谱)、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。在天体物理学中,通过分析遥远天体的光谱特征,可以证明宇宙正在不断地向外膨胀,此时图谱是推断动态过程的依据。一些数学上的逻辑推演也需

要以从“图谱”本身所获得的数据作为出发点。

综观生物科学的发展历史,“图谱方法”的应用归结为两个主要阶段:起源较早的生物学分类谱系和现代的基因谱系研究(陈述彭,2001)。生物学通过基因测序所建立起来的图谱可以用来表示生物物种的特性,进而成为区分物种的重要标志。现代基因谱系研究最重要的两个领域是人类基因组计划和信息生物学,紧密围绕着遗传信息传递的中心法则,研究目标是揭示“基因组信息结构的复杂性及遗传语言的根本规律”,可见“图谱”信息的重要性。生物信息学是本世纪自然科学和技术科学领域中“基因组”、“信息结构”和“复杂性”这三大科学问题的有机结合。它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,大大丰富和发展现有的物理学、生物学、化学、数学、计算机科学、信息科学和系统科学的理论和方法,从而推动学科群的发展,成为自然科学中多学科交叉的有活力、有影响的新领域。

地理学应充分借鉴现代生物学的思想,加强彼此之间的联系(陈述彭,2000)。事实上,不论从研究对象,还是从学科的发展历程来看,两个学科之间都有着非常紧密的联系。只是彼此在研究的侧重点和尺度上有所差别。景观生态学能够同时被双方认可,并且能够很快得到重视和发展,恰恰说明了一个问题:生物学需要加强对宏观尺度的关注,地理学需要强化对微观的研究能力,而景观生态学恰好处在这两种需求的结合点上(邬建国,2000)。从生物学方面,生态学是与地理学最为接近的子学科。生态学要取得发展,很重要的是要解决宏观研究与生命微观研究相脱节的矛盾。因此,未来在宏观与微观的结合部将蕴含着重大的科学突破,这将对生物科学家与地理科学家同样重要的挑战(邬建国,2000)。发展景观生态学不仅对解决地理学当中的尺度问题会有很大帮助,而且会进一步强化地理学与生物学之间的关系,使之成为相得益彰的两个学科。从地理学的角度来看,这将是地理信息科学的着陆点,也是地学信息图谱研究的重要切入点。

1.1.1 地学图谱方法

地学图谱自古有之,主要是运用图形语言进行时间与空间的综合表达与分析。图(carto or graph)通常用于表述空间(spatial)分布或空间分析;谱(diagram)一般用于展示时态序列的变化过程(陈述彭等 2000)。广义上的图谱既包括反映各种专题要素在某一时刻空间分布特征的图,也包括反映各种专题要素在时间序列上某一特征(空间特征或者属性特征)变化规律的谱。图与谱,是图谱概念中两个不同的侧面,两者都是特定意义上的图谱,只不过侧重点不同而已。由于地图是地学信息的主要载体,所以它也是最重要的一种地学图谱(陈述彭,2001)。从这个意义上来说,图谱的

出现可以追溯到人类文明之初,包括各种文字、符号、地图、谱系等,如清末杨守敬主编的《中国历代疆域沿革地图(集)》(12卷),现代谭其骧主编的《中国历史地图集》(8卷),都是图、史合一的名著(陈述彭,2001)。

地学图谱方法在地球科学领域的研究也源远流长,而且不乏经典成功之作。著名的魏格纳的大陆飘移学说、柯本(Koeppern)的气候类型和道库恰耶夫的自然地带谱,都是借助于时空融合的图谱方法,有力地推动了地球科学的进步(陈述彭,2001)。中国地学界的先驱李四光的大地构造模式和竺可桢的五千年气候变迁,更是脍炙人口的地学图谱的典范。20世纪,国内外地学家广泛地运用时空融合的图谱法,研究空间格局演化过程的轨迹,例如地极的迁移、区域人口重心和科学中心(日本、汤线光朝)的位移、河流中泓线与岸线的摆动、交通线路摆动的弦律、三角洲的动态演化、景观垂直与水平地带的季相变化等等,无论是自然的还是人文的,都可以通过抽象、概括、综合的图形思维去实现更深层次的科学凝炼、转化和多维显示,获得更加简洁的、一目了然的、新的规律性的理解(陈述彭,2001)。

全球尺度(global scale)的图谱研究由来已久,历久不衰。早期着眼于纬度地带,以道库恰耶夫的自然地带为代表;继而是柯本的气候分类,增加了海陆分布、季风影响和植被、土壤森林地带性的因素,进而研究水平地带与垂直地带谱系的综合图谱,对阿尔卑斯安第斯山地进行过典型的研究(陈述彭,2001)。郑度等利用青藏高原的自然地带的图谱,对这个世界第三极的极端性变异作了长期深入的研究和细致的描述(郑度,1996)。

1.1.2 地学信息图谱方法

表 1.1 图谱的一般性认识(周成虎,1998)

1	图是可感知的外部特征表现,谱则是内在规律
2	图表现静态现象特征,而谱则表现为动态,包括方向性、过程性
3	图是可感知的现象,谱则是推演得出的规律
4	图表现空间单元特征,谱则表示事件发展之起点与过程
5	图用二维表达非线性源,谱则用时间维表达变化规律,实现多维分析
6	图描述复杂系统的初始与边界条件,而谱是运动规律描述的主导方程

地学信息图谱是在陈述彭院士的倡导下,以地球空间信息认知理论为基础,以遥感、地理信息系统、网络通信、虚拟现实、计算机制图技术为支撑发展起来的一种时空复合分析方法论。地学信息图谱是形、数、理的有机结合(周成虎,1998)。形是指地形、图像、表格等;数是指定量化的模型与方法;理是指机理、规则和知识等。地学信

息图谱是利用形与数来推知理、表达理的技术体系。它的形成与发展经历了4个阶段(岳天祥,2001):景观制图实验(陈述彭,1955—1956),图谱概念的提出(陈述彭,1961),图谱方法应用状况(陈述彭,1964)和地学信息图谱理论的初步形成(陈述彭,2000)。

目前,围绕国家经济建设的重大战略部署,中国科学家积极开展地学信息图谱研究和实验工作。例如,对黄河中泓线的迁移、三角洲的淤长、长江岸线变化与荆江河道变迁的图谱研究,在对防洪大堤工程与河港选址中发挥了直接的作用;海岸带分形分维与海洋潮汐的模拟,对渔汛和赤潮的监测及时提供了动态信息;土地承载力与初级生产力的评估模型的改进,使作物估产和生态环境评估的定量水平有所提高;城市生长与城镇体系的历史剖析,避免了对城市化发展方向的误导;地球生物化学元素丰度制图,为地质找矿和环境本底调查指出了战略性的、前瞻性的规律,得到了国际同行的认同。自1998年开始,陈述彭(1998)、周成虎(1998)、承继成(1998)、闫国年(1998)、鲁学军(1998)、齐清文(1998)、骆剑承(2000)、岳天祥(2001)、李军(2001)、程维明(2003)等先后从不同角度介绍了地学信息图谱的理论、技术方法和应用实例,已发表的论文和专著主要包括《地学信息图谱的探索研究》(陈述彭,2001),《地学信息图谱研究及其应用》(陈述彭,2000),《地学信息图谱刍议》(陈述彭,1998),《地球空间信息图谱初步探讨》(周成虎等,1998),《地学信息图谱与区域可持续发展虚拟》(励惠国等,2000),《空间异质性定量研究方法》(岳天祥,1999),《资源环境信息图谱机理探讨》(承继成,1998),《流域结构信息图谱研究》(闫国年等,1998),《基于GIS的时空复合体——土地利用图谱模型研究方法》(叶庆华等,2002),《我国西部水资源供需关系地区差异性图谱研究》(程维明,2001),等等。其中,《地学信息图谱的探索研究》是最系统、最全面地介绍了地学信息图谱的理论、技术方法和应用的最新专题论著,它囊括了到目前为止在地学信息图谱领域中的主要学术成果。“地学信息图谱”将对地球系统科学研究产生深远的影响,成为“数字地球”战略的应用理论基础和新领域开发研究的核心。

1.2 地学信息图谱理论和方法

地学信息图谱理论不仅要研究地球信息的表达和表现形式,以及信息获取、分析、分解、综合和解译的数理解析方法,信息的发生、传输、认知的机理机制,还要研究上述表现形式、数理解析方法和机理机制之间的关系。因此,地学信息图谱是有关资源环境信息形、数、理一体化的理论,也是利用形与数来推知理、表达理的技术体系,因而它也是一种方法论(陈述彭,2001)。

随着国际上有关土地利用/覆被变化(LUCC)研究的大量开展,国内外对土地利用变化“空间与过程”的集成研究日益重视。我国学者紧跟国际研究动态,尝试采用时空复合分析方法来研究 LUCC 的规律,对区域性土地利用变化“空间格局”与“时间过程”特征进行探索性集成研究(刘纪远,2002),在全球环境变化研究中发挥着积极的作用。

土地利用与景观衔接也应该图谱化(刘纪远,2001)。为了构建“格局与过程”的规范化研究体系,从不同时空格局动态中进一步深化景观变化过程研究,本书试用地学信息图谱理论和方法从区域性景观空间格局及其变化过程的表象出发,通过对变化过程进行多尺度的图形运算,建立景观格局变化及其地域因素之间的规律性的空间关系,为确定变量之间明确的空间关系及其变化的驱动力诊断与机理模型的构建提供依据。

1.2.1 基于 GIS 的时空复合分析方法

在地理信息系统(GIS)中,空间分析是对地理事件进行分析的一系列技术(何建邦,1993)。空间分析方法主要有:①对地图的空间分析技术;②空间动力学分析,如水文模型、空间价格竞争模型、空间择位模型等;③空间统计分析(王劲峰,2000)。自从时间、空间、属性作为 GIS 的基本要素观点(Dangermand,1989)提出以来,许多学者就开始了时间要素在 GIS 中的位置以及有关时间序列信息的概念模型进行系统研究。在 GIS 中加入时间因子,本质上就是 GIS 中的时空复合问题。目前,在 GIS 中的时空复合方面已做了大量开拓性研究工作,如区域时间(RT)模型(郭爱群,1993)、时空交集(STIN)模型(林珏,1993)与时空复合体野火模型(Wiliams,1971)等。

可见,时空复合体是指可以充分表现时间性和空间性的模型物或模拟对象,它可以同时量测地理现象的时空变化特点(唐中实,1996),这与陈述彭先生提出的地学信息图谱实质是相同的(陈述彭,1997)。地学信息图谱其实就是地学信息的时空复合体,图表现空间单元特征,谱则表示事件发展之起点与过程;图是某一时刻凝固的谱,谱则是某一特征流动的图;图谱合一所形成的图谱,则是空间与时间动态变化的统一表述,即在时间演化过程的系统中,同时表达了地区(空间)差异,是真正意义上的时空复合体(周成虎和李宝林,1998)。它将发挥图形信息压缩、时空尺度转换与数据挖掘等技术优势,运用图谱的多维组合、转换与显示,既能系统地应用地学分析的系列多维图解来描述空间格局,发现地学规律,又可以从科学的现状反演历史的过程或推断未来的态势(陈述彭,2001)。

正是因为地学信息图谱是以直观、形象的方式来表达复杂地学过程的,是形象思维方式,而形象思维的认识过程又都表现为一定的“象”(包括图形、图像和图式),所

以,地球空间信息认知理论的研究构成了图谱理论研究的重要组成部分,其中地理事物空间意象的认知过程的研究尤为重要(鲁学军,1998)。

1.2.2 空间意象

人们在认识和理解复杂的地理世界的过程中,产生了各种各样的空间意象(geographic mental images)。空间意象是一种具有自学习能力的具有空间形象感的地理形象化思维模式,它既提供了一种地理信息的组织方式,同时,它又为地理信息、知识提供了一种形象化的表达模式(党安荣,1997)。可见,空间意象是地理思维的产物,同时,它也是地理思维得以进行的“载体”(骆剑承,2000)。从它产生开始,空间意象就把“描述性思维”与“形象化思维”结合进行地理思维,使人类建立描述地理世界变化的地理概念计算模型,从而有能力认知纷繁复杂的现实世界的地理规律和规则。因此,没有空间意象就没有地理概念(陈述彭等,2000),也就没有对地理学研究对象的理解。

空间意象的一般模式分为4种类型(鲁学军等,1998):地理区域、综合体、地理景观、区域地理系统。虽然这几种类型的界定并不明确,还有待于今后进一步的研究和探讨,但是它们存在的依据都是在一定组织水平上具有相对“均质性”的“基本单元”,或称为“地理单元”。所以,也可以说,地理单元是空间意象的基本单元,是地学家进行空间意象思维、组织地理信息、建立地理概念计算模型、理解和认识现实世界地理规律的“基本空间功能单元体”。可见,地理单元的研究对地球系统科学研究具有重要的理论和现实意义。

1.2.3 基本单元

在地球表层存在着自然地理特征最一致的地段,不仅其自然地理组成成分一致,而且综合自然地理环境也非常一致。由于它提供一致的自然条件和自然资源,土地利用的适宜性和限制性相同,因此在经济利用上往往是一致的,可获得相同的经济效益,所以,人类利用、改变和管理自然资源,首先是从这个简单的自然单元开始的(索恰瓦,1991)。

1) 地理单元

地学研究的地理环境中最简单的不可再分的地理实体(在地学研究进行的全部尺度范围或者组织水平上),称之为“最小地理单元”。各地学分支学科由于研究目的、划分方法不同,对“最小地理单元”的称谓也不尽相同,在综合自然地理学中,称之为“自然地理综合体”;在土地科学中,伊萨钦科称之为“相”,澳大利亚学者称之为“立地(site)”;D. L. 林顿称之为“不可再分的单元体”,波雷诺夫称之为“单元景观”。在不

同的学科领域中,都有对最小单元或者最小实体的界定(郑度,1999;杨勤业和李双成,1999),但因研究对象的差异而不同,如物理学中的原子、化学元素等。在计算机制图中有“最小地理单元图斑”(齐清文,1998);马蔼乃的“最小图斑”也是具有均质意义的最小化“形式区域”,其最小图斑的大小由所选定的一组地理属性来决定(马蔼乃,1996)。

地理单元通常是多级别、多尺度的(蔡运龙,1991)。地理单元是在一定的组织水平上(即特定的空间尺度),是地理环境条件基本一致的空间单元。基于不同的组织水平,或者不同的研究尺度,地理单元可分成不同的等级,其中最小地理单元是最低级、最简单、不可再分的地理实体,它是高级地理单元形成的基础。地理综合体的异质程度随地理单元的等级升高和单元规模扩大而增大(苏时雨,2000)。每一级别的地理单元都可以建立自己的一个分类体系(陆洲,2001;叶庆华等,2002)。图 1-1 表明了地理单元的等级系统与类型系统的关系。伊萨钦科等把景观视为有一定分类等级的单元,就是把景观作为地理单元从不同尺度上来进行研究的。

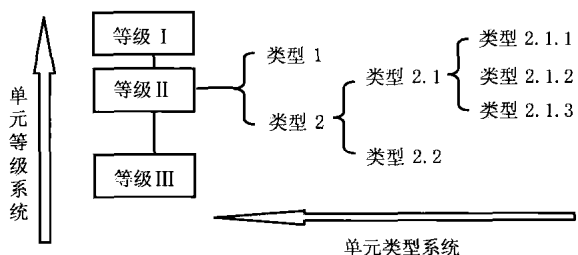


图 1-1 单元等级系统与类型系统的关系

2) 图谱单元

地理单元包含多种特征(包括空间特征和属性特征),历史发展特征也是地理单元的重要性质。现代地理学对于地理景观的研究方法——“空间与过程研究”,实质上就是在特定的时空尺度范围内,根据地理过程的变化来研究地理空间分异,即通过地理事件发生的过程来研究地表事物之间规律性的空间关系。而目前地理单元通常是为了认识整个区域的空间差异性而划分出的内部性质相对均一的空间单元,缺乏为了认识时间序列变化—地理过程的时序差异性而划分的内部事件相对均一的时间单元。

所以,有必要寻求这样的一种地学信息单元或者称为时空复合体,它能同时记录地理实体、地理现象的空间变异与时间动态变化特点,以实现现代地理学对“空间与过程研究”的统一和对地理景观这种“事、空、时的动态系统”的研究,记录这种时空复合体信息的基本单元,就是“图谱单元”(叶庆华等,2004),对于地学信息图谱而言,则称为“地学信息图谱单元”。这样,通常意义上的地理单元就可以看作是最重要的一

类图谱单元,地理单元(可用“图”来表现的空间单元)与时间单元(可用“谱”来表征的时序单元)一样,都是图谱单元中两个不同的侧面,也都是广义上的图谱单元。对于记录那些划分出来的“最均一过程”和“最均质空间”的地学信息图谱单元,则称为“最小地学信息图谱单元”,它最大限度地保证了空间上的“同质性”和其上所发生事件过程的“单一性”、“不可分性”,与地理景观研究中的“最小空间功能单元体”(鲁学军,1998)、“景观单元”、“不变基元”(索恰瓦,1991)等概念近似。

图谱单元与地理单元一样,也是多级别、多尺度的,可以依据时空尺度、研究目的,以及特定的原则,进行综合、分类、分级,建立多级别的图谱单元分类体系。地学信息图谱单元既包含了地理实体、地理现象的空间差异性信息,又包含着地理过程时序变化的信息,它能够将时空变化二者结合为一体,加以分析研究,能够解决“空间与过程集成研究”的这个难题。所以,地学信息图谱单元是地学信息图谱研究的基本单元。对地学信息图谱的研究,可以建立在对图谱单元的获取、计算和制图等一系列的过程之上。

1.2.4 分形分维

分形理论主要研究利用来度量自相似性,即如何定义及其测算方法。在应用上主要分析哪些现象具有自相似性,并算出其分数维值。由于地学信息图谱主要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。因此,可尝试运用多重分形分维的方法去表达地学信息图谱。多重分形也被称为“多标度分形”、“复分形”等,它被用来表示仅用一个取决于整体的特征标度指数(即分数维数)所不能完全描述的奇异几率分布的形式,或者说用一个谱函数来描述分形体不同层次的生长特征,从系统的局部出发来研究其最终的整体特征(陈述彭,2001)。

1.2.5 地学信息图谱概念模型

在地球信息科学中,解决和反映时空信息问题主要采用的方法有三种:一是数学模型方法,即用连续数学方程和离散数学方程等进行地学分析;二是地图模型方法,即使用地图这一地学的形象—符号模型进行时空分析;三是知识推理方法,即运用专家的成熟经验和知识,通过推理机制,对地学问题进行评价和调控。但这三种方法都有各自的局限性,特别是对于复杂系统的时空格局变化过程问题,更显得捉襟见肘。因此,地学信息图谱应运而生,它以图形思维为基础,并对图形加以数学参数描述和知识规则分析,以达到形(图形)—数(数学模型)—理(知识规则)的一体化,是图形思维和信息思维高度结合的一种行之有效的新方法(励惠国和岳天祥,2000)。

地学信息图谱单元是地学家组织地理信息、建立概念计算模型或者数理模拟模