

干旱区绿洲生态景观信息图谱的研究与应用

李 锦, 张慧芝, 王让会, 徐晓芳, 薛 英, 林 毅

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 利用 2000 年 Landsat TM 及 2005 年 CBERS-2/CCD 影像数据作为主要信息源, 综合各种属性数据和统计资料, 在 GIS 软件平台上, 进行模式识别、专题分类、图谱表达, 利用 GIS 的空间分析功能建立鄯善绿洲景观要素类型变化信息图谱, 并创立属性数据库, 从地学图谱的角度来分析干旱区绿洲景观要素在时间和空间上的特征变化, 进行景观要素量化指标的统计, 分析复杂的生态景观时空变化。

关键词: 地学信息图谱; 生态景观; 信息图谱; 干旱区; 绿洲; CBERS-2/CCD 数据

中图分类号: X171.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)01-0106-06

地学信息图谱是计算机化的图谱, 它继承了图谱的图形思维方式, 又进一步发展具有定量化和模拟分析的功能, 其具体的特征包括: (a) 图形思维模式; (b) 全数字化; (c) 动态模拟分析。图谱可通过图形运算对地理过程进行模拟, 反演过去, 模拟未来。尽管这种模拟很难与精确的预测相比, 但仍具有重要的意义。

1998 年, 陈述彭先生提出了地学信息图谱的学术思想^[1], 并指出“它是空间时代与信息时代的产物, 是表示区域自然过程与社会经济可持续发展的时态演进与空间分异。既再现它的历史, 又虚拟它的未来, 成为人们研究区域自然环境与社会发展的一种现代化的科学方法和高新技术手段”。

地学信息图谱的建立, 首先必须对图谱信息进行广泛搜集与深入分析, 对图谱的对象进行深入研究 with 深刻认识, 然后进行实质性的抽象概括, 建立定性定量指标体系与数学模型, 进行计算机多维与动态可视性设计, 建立数据库与检索体系, 最后形成完整的图形谱系。

因此地学信息图谱命题的创新点在于^[2]: 首先, 创造性地采用图形思维、地学认知与信息思维相结合的方法, 并结合数值模拟方法, 对地学信息的时空变化规律进行抽象概括、归纳和描述; 其次, 从地学领域最基础的图形单元入手, 借鉴生物基因测序的思路和方法, 从纷繁复杂的地球客体中提取地学的“基因”图谱; 第三, 运用计算机多维动态可视化技术, 研究各类地学信息图谱的表现形式与综合集成

方法。

在知识创新领域前沿项目“地学信息图谱的理论与方法研究”中, 除进行理论基础和标准化模式研究、归纳和提炼方法研究之外^[2], 还从城市、区域和全国三个尺度上进行了地学信息图谱的实例研究。其中城市尺度是以澳门为例^[3], 利用信息图谱的方法对澳门城市自然与人文现象的时序规律进行了定量与定位分析, 研究了澳门城市的演变规律并预测了未来的演变趋势; 用于城市发展的信息图谱的研究还有很多, 例如: 福建省生态环境综合信息图谱研究^[4,5]、大福州城土地利用信息图谱研究、余姚市土地利用信息图谱^[6]的研究等等; 区域尺度是以黄土高原^[7]为例, 集中研究黄土高原地貌形态与土壤侵蚀信息图谱的归纳和提炼; 在全国尺度上, 主要进行了全国水系信息图谱、自然景观综合信息图谱^[8]、山地垂直带信息图谱^[9]和 1:100 万景观生态图^[10]的研究, 除此以外, 还有利用生态信息图谱的思想来改进和完善草原综合顺序分类法检索图^[11]。在此基础上, 下一步的目标是总结、归纳和提炼出中国全国、区域和城市的资源、环境、社会、经济等诸多方面的地学信息图谱, 综合研究上述不同空间尺度区域组成的“空间层次系列谱”。

对于新疆干旱区生态景观类型的研究, 仅利用景观生态学定量的研究方法来分析景观格局的变化, 既不直观, 又存在表达不精确。采用地学信息图谱的方法研究干旱区景观要素的动态变化, 能够以图形思维的方式, 将自然状况与人文、生态等因素进

收稿日期: 2006-11-03
基金项目: 中科院知识创新领域前沿项目 (KZCX-XJ02-02); 重要方向性项目 (KZCX3-SW-327-04) 及国家重点基础研究发展规划项目 (G1999043509) 资助
作者简介: 李 锦 (1981-), 女, 山东嘉祥县人, 硕士, 主要从事干旱区生态景观信息图谱的研究。E-mail: lijn04@mails.gucas.ac.cn。

行综合考虑,有助于对典型景观类型的变化进行分析,从而解决生态环境问题。其次,应用地学信息图谱的方法研究干旱区景观类型,将大大提高和加强生态景观制图的水平 and 能力。第三,能够揭示过去,虚拟和预测未来。地学信息图谱研究的一个重要目的,就是通过图谱建立来反演时空变化,从而认识客观世界,揭示和再现过去,提供预测未来的多种设想和可能方案。

1 生态景观信息图谱的建立

1.1 研究区概况及数据来源

连木沁镇位于鄯善县西部火焰山北麓,地处东经 89°30′~91°54′、北纬 41°12′~43°33′。镇政府距县城 18 km,东界与辟展乡相邻,西与吐峪沟乡、苏巴么村相接,南界为火焰山,北以兰新铁路为界。镇域面积 2 400 km²,海拔 300~400 m。连接外部的道路是 312 国道和兰新铁路,镇域支路有通向北端五村的乡村支路和南端通向鲁克沁等乡镇的乡村支路。

鄯善绿洲生态景观信息图谱的归纳和提炼是以 2000 年 Landsat TM4、3、2 波段数据以及 2005 年 6

月 12 日 CBERS-2/CCD2、3、4 波段数据为主要素材,结合 1:10 万地形图,使用 ERDAS、ARC/INFO 等遥感与 GIS 工具,综合应用遥感地学分析及景观生态学的方法,进行景观分类,提取景观要素,建立属性数据库,生成鄯善绿洲两个时期的景观信息图。

1.2 分类体系与技术流程

依据干旱区山地-绿洲-荒漠系统以及干旱区所特有的自然景观特征,将该研究区的景观类型划分为 5 大类(表 1),其中居住地景观是人类活动强度最大、自然景观破坏程度最深的斑块,其次水资源对于干旱区的生态环境的变化又具有特殊意义,所以将这两个斑块从绿洲景观中特别划分出来。本文提出的生态景观信息图谱的技术路线如图 1 所示。

1.3 成果图及图谱特征

本研究以各景观要素类型的变化为主要研究对象,将处理后的生态景观图导入 ARC/INFO 软件中,利用 GIS 空间分析功能分别建立 2005 年鄯善绿洲景观格局信息图谱(图 2)和 2000~2005 年鄯善绿洲景观要素类型变化信息图谱(图 3)。

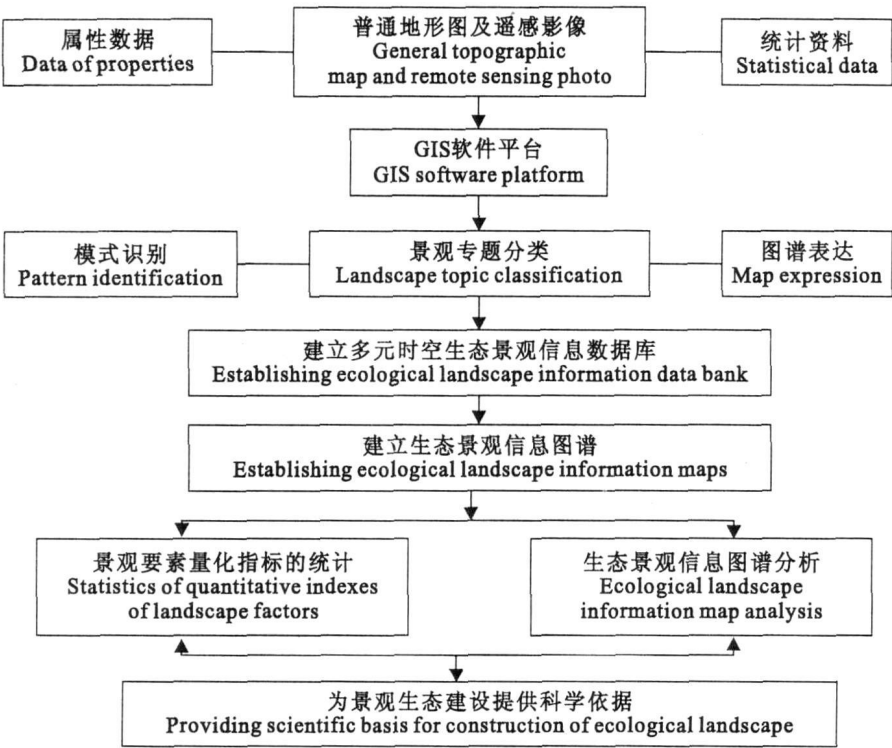


图 1 生态景观信息图谱技术路线

Fig.1 The technical routes for ecology landscape information spectrum

表 1 鄯善绿洲景观分类系统

Table 1 Landscape classification system of Shanshan oasis

代号 Code	景观类型 Type	类型说明 Explanation
1	山地景观 Mountains	海拔位于 800 m 以上的山体 Mountains higher than 800 m above sea level
2	绿洲景观 Oasis	指种植农作物的土地、各种林地和以生长草本植物为主、覆盖度在 5% 以上的各类草地 Farmland, woodland and grassland with over 5% vegetation coverage
3	居住地景观 Residential quarter	乡村居民点及其以外的工矿、交通等用地 Residential quarters in urban and rural areas and land for industries and transportation
4	水域景观 Water	天然形成或人工开挖的水体用地, 包括河流、水渠、水库、湖泊、坑塘和水利建筑等 Natural and artificial water body, including rivers, channels, reservoirs, lakes, ponds and buildings for water conservancy
5	荒漠景观 Desert	指地表为沙、砾石覆盖、植被覆盖度在 5% 以下的土地, 包括沙漠、戈壁 Land with less than 5% vegetation coverage, including desert, Gobi and others

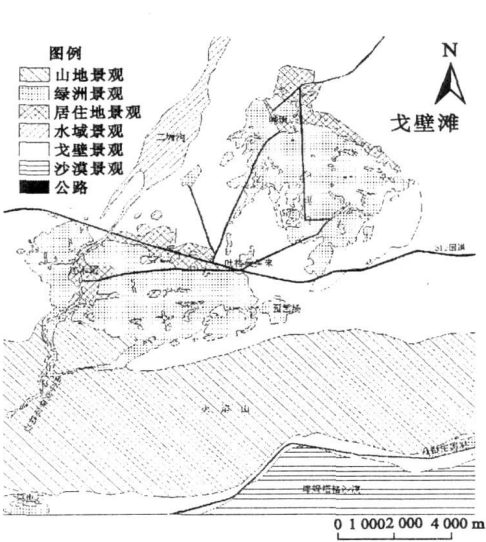


图 2 2005 年鄯善绿洲景观格局信息图谱

Fig.2 Landscape pattern information spectrum of Shanshan oasis in 2005

图 2 和图 3 表明,2005 年鄯善绿洲生态景观类型的主要特点是荒漠景观面积较大,它包括沙漠、戈壁、石砾地、盐碱地及撂荒地等,占景观总面积的 52.65%。从 CBERS-2 影像上清晰可见农田周围有大片撂荒地,反映出在人类与自然的相互影响和相互作用过程中,由人工植被向天然植被的演替,是

人类对土地资源利用不当造成的后果,是生态环境退化的表现。其次是山地景观,研究区中所指为火焰山,面积为 81.58 km²,占总面积的 27.12%;绿洲景观包括耕地、耕地周围的防护林地以及各种林地、草地,面积为 43.24 km²,占总面积的 14.37%;其余景观类型面积所占比例均小于 4%;其中面积最小的是水域,只有 7.53 km²,占 2.50%。

2 生态景观时空变化信息图谱的分析

利用 GIS 空间分析方法获得 2000~2005 年鄯善绿洲各景观要素类型特征值,从中可看出各景观类型的斑块数目和面积所占比例的明显变化,表 2 是 2000 年和 2005 年两年的各景观类型的斑块数目和面积所占比例。

2.1 山地景观的演变分析

本研究区所指为火焰山一段。火焰山由红色砂岩组成,形似一条赤色巨龙,东起鄯善,西至吐鲁番,横卧于吐鲁番盆地中部,全长 98 km²,南北宽 9 km²,一般高度 500 m 左右。山地景观的变化是以地质时间来衡量的,所以在这短短 5 年时间内是很难看出有什么大的变化的。从 CBERS-2 的影像上看到的还是无植被覆盖,裸露岩体,常年无积雪。

表 2 2000 年和 2005 年各景观类型的斑块数目和面积所占比例

Table 2 Patche number and area proportion of the varies landscape patterns in 2000 year and 2005 year

景观类型 Landscape patterns	代码 Code	2000		2005	
		斑块数目(个) Patch number	面积所占比例(%) Proportion	斑块数目(个) Patch number	面积所占比例(%) Proportion
山地景观 Mountains	1	3	26.6	2	27.12
绿洲景观 Oasis	2	17	13.39	62	14.37
居住地景观 Residential quarter	3	9	2.44	30	3.35
水域景观 Water	4	8	3.09	24	2.50
荒漠景观 Desert	5	19	54.48	27	52.65

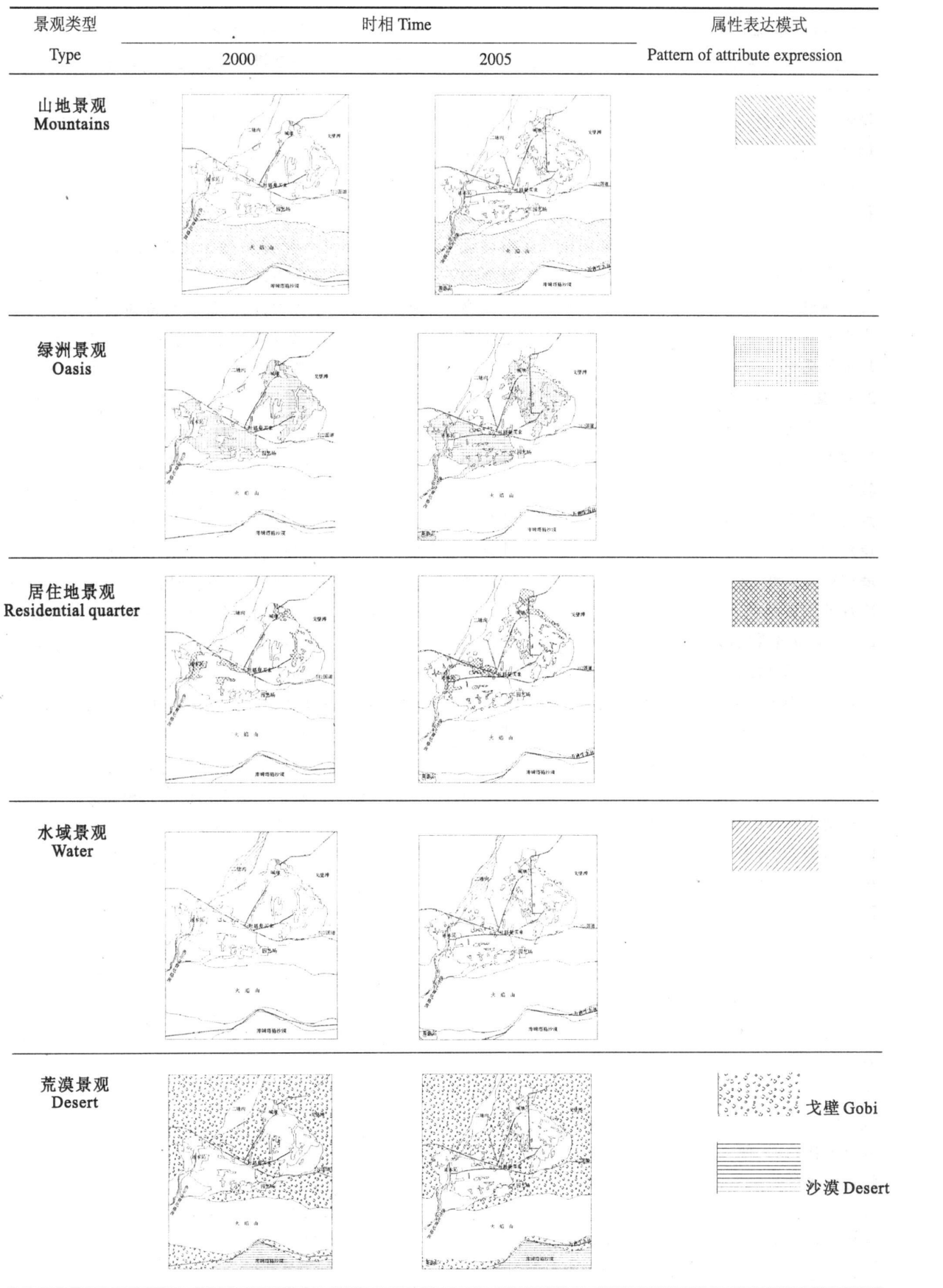


图 3 2000~2005 年鄯善绿洲景观要素类型变化信息图谱

Fig.3 Change of landscape essential factor type information spectrum in Shanshan oasis from 2000 to 2005

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2 绿洲景观的演变分析

由图 3 可知,绿洲面积有不断扩大的趋势,新的开荒地大量出现,这主要是人口数量的不断增长所导致的;表 2 显示,在 5 年时间内,绿洲面积所占比例由原来的 13.39% 增加到了现在的 14.37%,斑块数目由原来的 17 个增加到了 62 个,其中有一部分是由于新居民地的出现使得原有绿洲大块被分割成了小块。在干旱区绿洲系统中,绿洲是人类活动最为集中,人地关系最为复杂和敏感的区域。绿洲的发展通过资源利用和能源消耗不断向区域排放废物来影响环境质量,对生态环境造成了压力,反之生态环境的恶化又会对绿洲的发展产生制约。

2.3 居住地景观的演变分析

图 3 显示,2000 年居民地面积所占比例只有 2.44%,而且各斑块之间距离比较远,单个斑块面积较小;到 2005 年,斑块明显增多,较分散,旧的居民点的面积有较明显的扩大,增加到 3.35%,沿交通道路两旁的居民点的出现,表明交通设施在城镇发展中的必要性,从图 3 可以看出新旧居民点有连接成片的发展趋势。

2.4 水域景观的演变分析

随着绿洲面积的逐渐扩大,人民生活生产中对水资源的需求压力也在增加,再加上人类活动干扰和气候变化,雪线后退,产流减少,导致了流域径流量逐渐减少,图 3 显示,斑块数目有所增加,但是面积由原来的 8.95 km^2 减少到了 7.53 km^2 ,而这种天然地下水补给量的减少,再加上工农业对地下水的严重超采,势必会导致地下水位的下降,反过来这种地下水位的继续下降,会影响社会经济的发展,阻碍绿洲面积的扩大。严重的会使天然林地、草地、野生动物栖息地和水域缩小。

2.5 荒漠景观的演变分析

荒漠景观的面积在 5 年间共增加了 0.7 km^2 。人口数量的增长使得开荒面积不断增加。虽然绿洲景观的面积有所增加,但是由于弃耕情况严重使得当地的自然环境进一步恶化。具体表现为耕作粗放,作物产量低,一般耕种 2~3 年后,薄薄土层中的养分消耗殆尽,便弃耕另垦新地。弃耕的荒地在无植被保护的情况下,很快沙化和风蚀,变成流动和半固定沙地,以前在绿洲与沙漠之间有大量天然灌木丛作为过渡带,有力地保护着绿洲。但是这些过渡带被开垦成了农田,又很快被畅通无阻的风沙变成了沙丘,沙漠化严重。在绿洲区,由于受地形和灌溉用水的影响,在绿洲边缘和绿洲中部地势相对较低的部位,出现了土地次生盐渍化。大水漫灌提高了

地下水位,强烈的蒸发使盐分向地表聚集。水资源地区间不合理分配进一步促进土地次生盐渍化。下游地区本来水位比较高,在水利工程建设中又过量地引进了地表水,相对减少了取用地下水,使地下水位进一步抬高,而产生了土地次生盐渍化。

3 结 论

1) 与 TM 影像精度相比,CBERS-2/CCD 遥感影像数据能更清晰地再现地物要素的自然特征,在目视解译过程中,以及最后所得到的各其分辨率为 19.5。以此作为基本信息源,再结合其它地学资料解译后获得的景观信息图,按照景观生态学的原理与方法,进行景观格局的信息图谱分析是可行的、有效的。

2) 地学信息图谱作为一种正处在探索阶段的地理学研究方法,为进行干旱区绿洲生态景观格局变化机理的研究开辟了一条新的途径。由于受已有资料的限制,本研究只利用了两个不同时点的遥感数据,但通过实例分析得出,利用信息图谱来研究复杂的生态景观要素的变化,能较清楚地反映出景观各要素在时空上的分布变化及其主要的发展趋势。

3) 与人类进行了几十年的基因图谱系统研究相比,地学信息图谱的研究还刚刚开始。但是,现代科学技术发展和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。用信息图谱的思想和方法来研究干旱区绿洲生态环境问题是一种提高,也是一种挑战,其中还有许多问题有待于分析和解决。

参 考 文 献:

- [1] 陈述彭.地学信息图谱刍议[J].地理研究,1998,17(增刊):5-8.
- [2] 齐清文,池天河.地学信息图谱的理论和方法[J].地理学报,2001,56(增刊):8-18.
- [3] 齐清文,成夕芳,纪翠玲.黄土高原地貌形态信息图谱[J].地理学报,2001,56(增刊):32-37.
- [4] 唐中实,李小乙.澳门城市遥感信息图谱[J].地理学报,2001,56(增刊):38-42.
- [5] 武国胜,林惠花,廖克.福建省生态环境空间格局图谱研究[A].中国地理学会.全国地图学与GIS学术会议论文集[C].福州:中国地理学会,2004.298-305.
- [6] 廖克.生态环境遥感综合系列制图方法[J].地理学报,2005,60(3):479-486.
- [7] 万江波,祝国瑞,彭秋苟.土地利用信息图谱的研究与应用[J].武汉大学学报·信息科学版,2005,30(4):355-358.
- [8] 陈毓芬,廖克.中国自然景观综合信息图谱研究[J].地球信

息科学, 2003, 3, 97—102.

[9] 张百平, 周成虎, 陈述彭. 中国山地垂直带信息图谱的探讨[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 163—171.

[10] 程维明, 柴慧霞, 龙 恩. 中国 1:100 万景观生态制图设计[J]. 地球信息科学, 2004, 6(4): 19—24.

[11] 赵 军, 胡自治. 从生态信息图谱的角度看草原综合顺序分类法检索图[J]. 草原与草坪, 2005, 2: 12—14.

[12] 张慧芝, 彭如燕, 王让会, 等. 干旱区生态景观制图的谱型特性与模式方法[J]. 地球信息科学, 2003, 2: 20—22.

[13] 王让会, 于谦龙, 李凤英, 等. 干旱区景观生态研究的方法与案例分析[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(3): 16—20.

[14] 张慧芝, 彭如燕, 黄 青, 等. 中国西部干旱区生态景观制图

的若干问题[J]. 干旱区地理, 2005, 28(5): 692—696.

[15] 陈述彭. 地学信息图谱的概念[A]. 陈述彭. 地学的探索. 第六卷. 地球信息科学[C]. 北京: 科学出版社, 2003. 222—224.

[16] 郭 明, 马明国, 肖笃宁. 基于遥感和 GIS 的干旱区绿洲景观破碎化分析—以金塔绿洲为例[J]. 中国沙漠, 2005, 24(2): 201—206.

[17] 程维明, 张 , 刘海江, 等. 中国 1:100 万遥感地貌制图方法初探——以南京幅为例[A]. 中国地理学会. 全国地图学与 GIS 学术会议论文集[C]. 福州: 中国地理学会, 2004. 48—54.

[18] 周华荣. 新疆北疆地区景观生态类型分类初探—以新疆沙湾县为例[A]. 肖笃宁, 王根绪, 王让会. 中国干旱区景观生态学研究进展[C]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2003. 211—2140.

Space-time change of oasis ecological landscape
information spectrum in arid areas

LI Jin, ZHANG Hui-zhi, WANG Rang-hui, XU Xiao-fang, XUE Ying, LIN Yi

(Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: The ecological landscape information spectrum is one kind of the geo-info-spectrum. Regarding the research of ecological landscape type in arid areas of Xinjiang, analyzing the change of landscape pattern by using quota research technique of the landscape ecology can not get a direct viewing and precise expression. Using geo-info-spectrum method to study the dynamic change of landscape essential factors in arid areas, by taking the mode of the graph, and making natural, humanities and ecological factors and any other conditions together to the overall evaluation is helpful to study the change of typical landscape type and to solve the ecological environment problems. The basic data are Landsate TM data in 2000, CBERS—2/CCD data on 2005—06—12, the attribute data and statistic data. They are computed with the software of GIS, to identify mode, to classify landscape and to express the classification. Finally, the change information spectrum of Shanshan oasis landscape essential factor type is established to get the attribute database by using the GIS spatial analysis function. From the point of view of geo-info-spectrum we can analyze the space-time change of arid areas oasis landscape essential factor and make statistics of the value of the landscape factors, which can serve as the reference for the construction of landscape.

Key words: geo-info-spectrum; ecological landscape; information spectrum; arid area; oasis; CBERS—2/CCD data