

# 景观信息流及 GIS 对脆弱生态异质性制图的分析

张佳华 王长耀

(中国科学院遥感应用研究所全球室,北京 100101)

**摘要** 分析了依信息学确立的景观信息流在景观异质性制图的意义,及景观信息流的测度、特征和遥感与 GIS 对其获取的方法,探讨了景观信息流转换的表达方式。其次,把景观信息流反映在地学异质信息中,着重分析脆弱生态景观地学的异质性特征、响应以及利用 GIS 建立脆弱生态景观异质性制图的方法,对科尔沁沙地东南部的景观异质性特征作了分析。

**关键词** 景观信息流,脆弱生态,景观异质性制图,遥感, GIS

## 1 引言

景观尺度研究综合了地学和生态学,同时可借助于卫星遥感技术和 GIS 的方法进行深入探讨<sup>[1~3]</sup>。依景观信息完成景观异质性制图<sup>[4]</sup>,是当今景观生态研究的热点。随着空间卫星遥感技术的发展和 GIS 空间分析能力的运用,将会对景观格局、景观生态多样性和干扰扩散动态模型的建立起补充作用,监测和预测景观变化和干扰,从景观尺度实现对脆弱生态环境的管理。

## 2 景观与景观信息流

景观(Landscape)是由一组相互作用的植物群丛生态系统组成。自然地理景观的空间多样性、镶嵌性是各个地段不同历史发展的结果,其取决于太阳辐射和地球内能。景观生态学是研究景观的结构、功能和动态。景观结构要素指几个原生的嵌块体(Patch),4种类型的廊道(Corridor)和一个基质(Matrix)<sup>[4,5]</sup>。景观异质性(Heterogeneity)是系统或系统属性的变异程度,包括空间组成、空间构型、空间相关,结果导致景观格局的形成和变化<sup>[6]</sup>。

景观信息流是景观异质性的客观存在的反映,景观信息流的获取方法包括遥感和 GIS 以及台网

和地面观察等常规方法。景观信息流转化模式的研究,为景观分类和景观异质制图提供判断的依据,可通过建立信息流的转换模式来实现各生态等级的景观分类和景观异质模型。

### 2.1 景观信息流格局特征、获取及图形显示

依信息学确立景观信息流测度方法。常用测量方法为: $H = \lg S! / F! (S-F)!$ ,  $H$  为某镶嵌体的信息量,  $S$  为剖面线的字符长度,  $F$  为某镶嵌体在剖面线出现的字符长度,相当于绝对频率。

景观信息流依据下列方式转换:

(1) 依景观信息流可准确确定某些次一等级的结构和功能作用参数的值,解决信息流的反演和制图,如图 1;

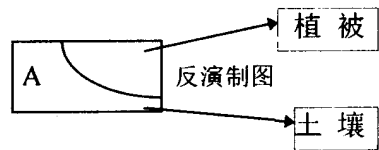
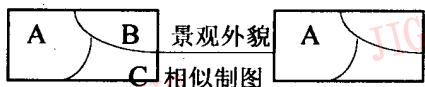


图 1  
Fig. 1

(2) 相似的景观信息,不是在景观外貌尺度上存在差异,而是在一年期间的持续时间和顺序性方面存在差异。如图 2:



具有短时间干旱的草甸相 具有长时间干旱的草原相

图 2 短时间干旱的草甸和长时间干旱的草原在景观外貌上的相似性

Fig. 2 Landscape appearance similarity of between meadow face of short-time and grassland face long-time arid

(3) 在年际中的一定时间内,垂直结构特征信息相似的景观,可能处于同一种状态。因而表现为信息流的相似性,如图 3;

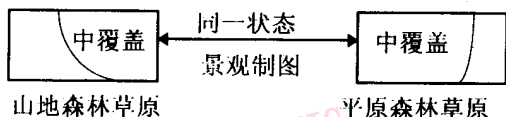


图 3 中覆盖下山地和平原森林草原处于同一景观状态  
Fig. 3 The same landscape state in forest-grassland between high mountain and plain under middle-coverage

(4) 来自前 3 个特征,它对于在空间上和时间内扩大景观信息流有意义,依这一特征,可在了解一部分景观状态和另一部分景观状态的基础上,对相似的景观结构和功能作用参数进行动态模拟和制图,如图 4:

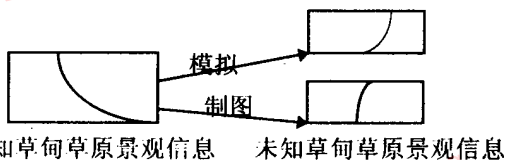


图 4 由已知草甸草原景观信息模拟未知草甸、草原景观

Fig. 4 Simulating unknown meadow and grassland landscapes based on known meadow-grassland landscape information

## 2.2 景观信息流特征

### 2.2.1 信息重演

陆地大洲某一区域景观分布模式与整个南、北半球的相同,反映出南、北半球景观分布特点。如中国长白山(42°N, 129°E, 海拔 2 744 米)的自然植被垂直带谱景观分布与北半球的温带、极地的自然植

被水平地带性景观分布相似。

### 2.2.2 信息模糊性

客观事物间过度的不分明性,包括场信息本身的差别如风沙侵蚀与流水侵蚀的交界地带,随季节变化的气候过渡带。凡渐变地带、敏感交错地带、混生地域都有着模糊现象。

## 2.3 景观信息获取: 遥感与 GIS 方法

### 2.3.1 图象信息

地物的多次多向反射、传输介质、光源与载体相对绝对位置等,以光谱形式综合反映在图象上,构成非线性的映射。图象信息除了表现地物本身属性和地学规律外,其内涵和外延有所变化。

### 2.3.2 多时相

地物在时间序列上表现为动态演绎,提取不同时期的同一景观数据,如林地景观发育生长状况、水系廊道变化、城市景观扩展变迁等都能识别掌握其运动和趋势。

### 2.3.3 多平台、多波段

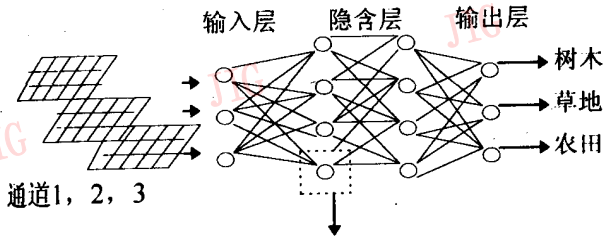
不同空间的波谱响应差异的信息可反映景观特征。如:景观斑块的温湿度、热特性等均有谱系特点。综合分析验证能提高识别精度。综合遥感(3S 一体化)、确定景观信息的定位定量和定性采用多种信息复合可确定除遥感信息所反映的表层时空特征和属性外的其它景观信息。

### 2.3.4 BP 神经网络法

景观信息、能量的空间分布和时间连续性,地物方向波谱特征的区域分异规律,导致地表与遥感信息存在泛逻辑随机模糊映射。神经网络实现与实际地表基本吻合的定位图象,如图 5 所示:可用于对景观网络中各网点、网眼信息量的分析,通过多层反射,用节点的输入、输出判断信息的度量<sup>[7]</sup>。

## 3 GIS 对脆弱生态景观异质性制图分析

脆弱生态环境景观处于过渡带,其气候、土壤、生物和农业生产活动处于经常波动之中,景观系统内部的反馈调节机制在其边缘的控制能力很弱,不能及时有效地对外界干扰作出自身反馈调控,系统容易受损,引起景观信息的多态转化和异质重新组合。景观生态学利用景观信息流格局完成景观各尺度信息的获取和转化,研究要素之间的相互关系,再通过遥感影像中景观的直接特征来推断间接特



节点  $j$  的输入为:  $net_j = \sum W_{ji} O_i$ ;

节点  $j$  的输出为:  $(O_j) = 1 / 1 + e^{-net_j}$ ;

图5 用BP神经网络法进行遥感数据的分类

Fig. 5 Classification of remote sensing data using BP neural network

征<sup>[7]</sup>。GIS 依获取的景观信息及其相关信息按照空间分布或地理座标,以一定的编码和格式输入、贮存、操作、分析、处理、输出、应用与管理,作为景观生态调查、管理和决策依据。

### 3.1 概念模型

影响脆弱生态环境景观空间异质的地学因子可分为气象水文因子、基质土壤地貌因子、人为影响因子、灾害干扰因子四大类,按上述完成下列概念模型,在GIS中作分层实现的系统框架。

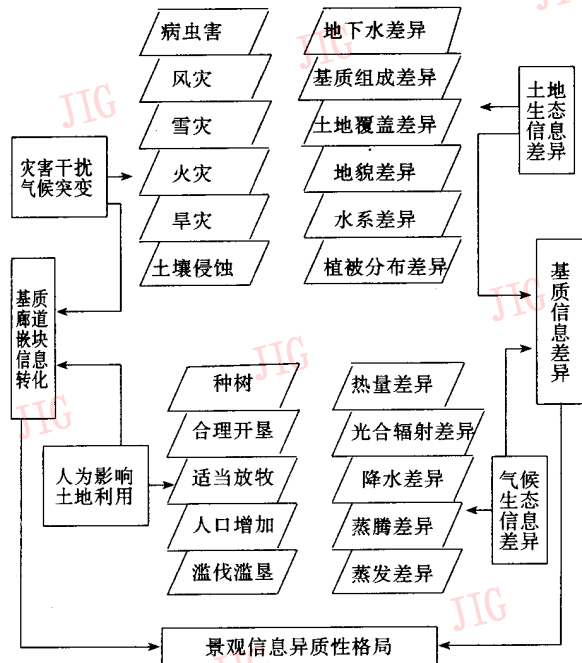


图6 脆弱景观生态异质性影响因子概念模型

Fig. 6 Scheme of concept modeling to fragile landscape ecological difference effect factor

### 3.2 分析模型与实例

#### 3.2.1 分析模型

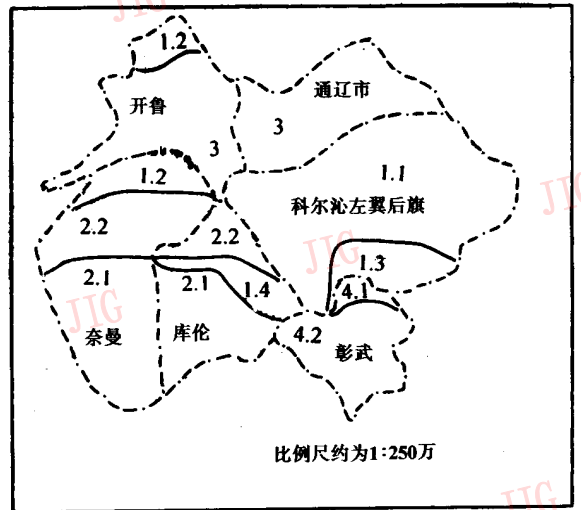
运用GIS监测、预测景观动态的模型包括:

- (1)从景观信息流格局以地形—植被、基质—地形—植被或能量—植被为分类体系建立景观分类模型景观格局异质性模型;
- (2)由景观多样性信息生成转化的基质—镶嵌体—廊道的景观异质性模型。
- (3)灰色系统预测模型可得到与实际地表基本吻合的相应定位图象马尔可夫模型,用转移概率表示。景观动态变化可看作灰色系统,建立抽象系统发展变化的动态信息模型。

(4)人为因子可控管理模型:景观人为干扰具有可控性,可为景观信息管理提供可能性。

#### 3.2.2 分析实例

结合实例分析景观异质性的制图。选取我国东部典型的脆弱生态景观地区分析景观异质性的制图。通过TM,NOAA的影像分析,结合反映能量、地貌、植被、土被和草畜结构等可将科尔沁沙地东南部的景观异质性划分如下。每一个景观生态系统的



1. 沙地景观 1.1 能量固定较弱平行垅甸沙地 1.2 能量固定弱沙沼景观 1.3 能量固定较弱垅甸镶嵌沙地景观 1.4 能量固定弱覆沙丘陵、垅甸景观
2. 低山黄土丘陵景观 2.1 能量固定较强黄土丘陵景观 2.2 能量固定较强黄土土地景观
3. 能量固定中等灌溉农业景观
4. 平原草地农业景观 4.1 能量固定较强的人工林网+农田 4.2 能量固定中等的次生林+草地

图7 科尔沁沙地东南部的景观异质图

Fig. 7 Landscape heterogeneity map in southeast Horqin sandy land

功能是通过绿色植物光合作用实现的,可将植物光合作用固定能量作为划分景观异质性的一类指标。其中最大的为人工杨树林,单位面积固定能量 $> 10\ 460\text{kJ} / \text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ,最小的为沙地( $< 1\ 250\text{kJ} / \text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )。

科尔沁沙地地处松嫩草原与内蒙古高原的过渡地带。同时又是典型的农牧交错带,气候属湿润半湿润气候和干旱半干旱气候的过渡带。加之降水年变率大,春旱多风和土壤基质为粘结力很差的风沙土,使生态环境脆弱,对外界干扰敏感,因而表现出较为多样脆弱生态景观类型。图8表示科尔沁地区东南部沙地景观动态变化图,由于气候变化和人类干扰,该地区沙地景观呈进一步扩大趋势。

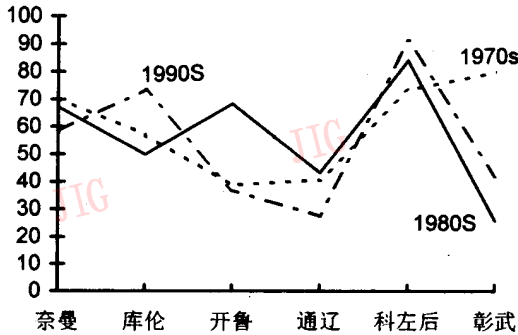


图8 科尔沁地区东南部沙地景观动态变化图(%)

Fig. 8 Potential desertification landscapes area in southeast Horqin sandy land (%)

#### 4 讨论与结语

(1) 景观信息流是景观异质性的反映,遥感和GIS作为景观信息流的获取方法,其对景观信息流的转化模式的研究,可为景观分类和景观异质性制

图提供判断的依据。

(2) 地学信息中多数据源多要素的景观分析利用遥感的手段获取数据,GIS技术快速获取景观分类图,依据概念模型、获取信息参量、完成分析模型构件,实现应用;同时获取实用的景观动态分析模型、监测分析模型及管理模型。

(3) 科尔沁沙地地处典型的农牧交错带,对外界干扰敏感,分析科尔沁沙地东南部景观表现出多样脆弱生态景观类型。遥感调查结果表明,气候变化和人口增加导致增加。

(4) 本文指就景观信息流格局及GIS在脆弱生态景观异质制图中的应用进行了一些分析,GIS结合景观信息流格局对脆弱生态景观异质性制图还需进一步的研究。

#### 参考文献

- 1 Plyusnin M. A remote sensing-based assessment of landscape modification in East Siberia. *Mapping Sciences and Remote Sensing*, 1995, 31(1): 9~20.
- 2 Kuznetsova T L. Landscape mapping of Cisbaykalia based on remote sensing. *Mapping Sciences and Remote Sensing*, 1995, 32(1): 71~79.
- 3 Jorgensen A F. et al. The use of satellite images for mapping of landscape and biological diversity in the Sahel. *Int. J. Remote Sensing*. 1996, 17(1): 91~109.
- 4 景观生态学理论方法及应用. 肖笃宁主编. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- 5 伍业钢, 李哈滨. 景观生态学的理论发展见: 当代生态学博论. 刘建国主编. 北京: 中国科学技术出版社, 1992, 30~39.
- 6 Turner M G. Spatial simulation of landscape change in Georgia: A comparison of 3 transition models. *Landscape Ecology*, 1987, 1: 29~36.
- 7 Schaale et al. Land surface classification by neural networks. *Int. J. Remote Sensing*, 1995, 16(16): 3003~3031.



张佳华,中国科学院遥感应用研究所博士生,研究方向为全球及区域生态环境遥感与GIS。

王长耀,中国科学院遥感应用研究所研究员,室主任,研究方向为资源环境与全球变化遥感。

# Analysis to Application of Fragile Ecological Heterogeneity mapping Based on Landscape Information Flow and GIS

Zhang Jiahua, Wang Changyao

(*Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

**Abstract** Fragile ecological environment is a unstable factor influence on live-supporting environment, lead to environment gradually deteriorated, in the paper processing from landscape and landscape ecology, first the meaning of mapping in landscape heterogeneity under landscape information flow determined by informatics, the measurement, the character and obtaining methods of landscape information flow have been discussed, in the meantime, the way and expression of transform in landscape information flow pattern have been introduced. Second, the landscape information effect in geoscience heterogeneity information has been discussed, in particularly the heterogeneity information in fragile ecological landscape has been analyzed. In further the mapping method of landscape heterogeneity in fragile landscape ecological environment based on GIS has been stated. Using data acquired by Landsat TM 1:250 000 and 1:500 000 around 1990s and GIS in southeast of Horqin Sandy Land, combining with dates of investigated to the area from 1970s to 1980s, fragile ecological landscape heterogeneity map and land cover in the area have been provided.

**Keywords** Landscape Information flow, Fragile ecology, Landscape heterogeneity mapping, GIS and RS