

## 四川德阳合兴场气田投产前后周围土地覆盖变化研究

付永硕,郝芳华,成必新,郑玲芳

(北京师范大学环境学院,环境模拟与污染控制国家重点实验室,北京 100875)

**摘要:**选取四川德阳合兴场气田周围 1988 年和 2000 年遥感影像进行土地覆盖变化分析,绘制出气田投产前后的土地利用图。通过 ArcView 的 FRAGSTATS 模块,计算出土地覆盖变化值和景观格局分析指标,对气田周围土地利用变化和空间景观结构变化进行研究。研究表明:四川德阳合兴场气田投产前后对周围土地覆盖影响不大,气田建设前后主要的土地利用类型均为耕地,建设用地变化最为明显,从 1988 年的 166.68 km<sup>2</sup> 增加到 2000 年的 235.63 km<sup>2</sup>。但在 1988~2000 年间,景观空间格局呈现破碎化、多样化发展,说明气田开发对景观格局还是产生了一定的影响。

**关键词:**合兴场气田;土地覆盖;景观结构;四川德阳

**中图分类号:**X171.1;F301.24

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)03-0140-04

## RS-GIS-based Analysis of Land Cover Change in the Region of Hexingchang Gas Field in Sichuan Compared with Construction

FU Yong-shuo, HAO Fang-hua, CHENGBi-xin, ZHENGLing-fang

(State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control,  
School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:**According to 1988 and 2000 TM image of the surrounding region of Hexingchang gas mass in the basin of Sichuan Province, land cover change between before and after its construction was analyzed and two land use maps were made respectively. FRAGSTATS calculation method was used to analyze six representative quantitative indices of the landscape spatial structure and heterogeneity. Result showed that land cover in the region surrounding Hexingchang gas mass was moderately influenced by the construction. The main type of land use is crop field before and after the gas mass construction, and construct land is changed obviously, from 166.68 km<sup>2</sup> in 1988 to 235.63 km<sup>2</sup> in 2000. The analysis of landscape spatial structure and landscape heterogeneity showed that, landscape spatial pattern in the region has tended to become fragmented and diversified, which indicated that the construction of the gas mass may have had other important effects on land pattern.

**Key words:**Hexingchang gas mass; land cover; landscape structure, Deyang of Sichuan

四川德阳合兴场气田位于四川盆地西部,在德阳市以北,跨德阳市所辖绵竹市、罗江县及德阳市旌阳区等乡镇,距成都约 80 km,地理坐标为东经 104°11'~104°34',北纬 31°08'~31°20'。1984 年开始钻井试采,截至 2004 年底气井开采数量已达到 568 口,目前气田开发面积为 529.04 km<sup>2</sup>。大规模的气田开采对当地的土地覆盖产生了一定的影响。

随着遥感(RS)和地理信息系统(GIS)等技术的发展,传统实地勘察的土地利用调查已逐渐被遥感技术所取代。很多学者运用 RS 结合 GIS 进行土地利用调查和土地覆盖监测, Jerry<sup>[1]</sup>等以美国堪萨斯州为例,运用 RS 和 GIS 技术,以及流行的 FRAGSTATS 软件包,进行景观格局指数计算,并对其景观结构进行分析。郑玲芳,郝芳华<sup>[2]</sup>等利用天生桥一级梯级电站周边两期的 TM 影像进行土地覆盖变化研究,绘制出蓄水前后的土地利用变化图,并研究了土地利用类型变

化和空间景观结构。卢玲<sup>[3,4]</sup>等以 TM 影像图为数据源,使用 GIS 技术和景观结构分析软件 FRASTATS,分析了黑河流域近 20 年间景观结构的变化。

本文旨在通过对陆地卫星遥感影像的解译,分析大型气田工程对土地覆盖变化的影响,从而为保护气田周围生态环境保护提供科学依据。

### 1 研究区概况

研究区以德阳市与锦竹市交界的孝泉镇为中心,北至锦竹市齐天镇,南至德阳市八角井镇,南北直线距离约 31 km;西至什邡市灵杰镇,东至罗江县蟠龙镇,东西直线距离约 42 km。包括德阳市旌阳区、罗江县、什邡市和锦竹市的部分地区。该区域属亚热带季风性气候区,四季分明,多年平均气温 15.2℃,多年平均相对湿度 82%,多年平均降雨量 964.2

\* 收稿日期:2006-07-04

基金项目:国家自然科学基金项目-黄河流域内蒙古河套灌区非点源污染机理研究(编号 40471127)的支持

作者简介:付永硕(1979-),男,山东兖州人,硕士研究生,主要从事环境评价、规划与管理方面的研究;郝芳华(1963-),江苏连云港人,教授,博士生导师,主要从事环境评价、规划与管理方面的研究。

mm;地势西北高,东南低,主要为平原,东部有少量微丘地貌;土壤以灰色冲积水稻土为主;植被以农田植被和四旁植被为主,生物多样性程度低,自然植被受人为经济活动破坏严重;气田区域基本为平坦地形,水土流失不严重,属轻度 and 微度土壤侵蚀等级。

## 2 数据的采集与处理

本文采用 1988 年 5 月的 Landsat - 5 TM 影像,说明四川德阳合兴场气田初期开发时气田周围的植被覆盖状况,采用 2000 年 11 月的 Landsat - 5 TM 影像,说明四川德阳合兴场气田投产后气田周围植被覆盖状况,其中, TM 数字栅格影像的空间分辨率为 30 m × 30 m。

两期遥感影像通过假彩色合成、几何校正和去噪处理后,用遥感图像处理软件 ENVI 对上述两期的 TM 影像进行监督分类,结合使用图像处理软件 Photoshop 软件及 Arc/Info、Arcmap 和 Arcview 等 GIS 软件,绘制出四川德阳合兴场气田投产前后(1988 年和 2000 年)土地利用类型图(如图 1,图 2 所示)。根据气田所占区域尺度<sup>[5]</sup>,将土地利用类型分为耕地、林地、河渠、滩地、建设用地和未利用土地共 6 类。

## 3 土地利用类型变化分析

由图 1 和图 2 分析可知,四川德阳合兴场气田周围土地利用类型主要为耕地,人类活动范围较大,建设用地分布较均匀,两期 TM 影像解译结果如表 1 所示。

分析四川德阳合兴场气田周围土地利用类型统计结果,可以得出从 1988 ~ 2000 年耕地始终是气田周围区域分布最广的土地类型,其中 1988 年占总面积的 78.46%,2000 年占总面积的 73.38%,故耕地是气田开发区最主要的土地类型。

由表 1 可以得出,从 1988 年至 2000 年期间,气田周围变化最大的土地利用类型为建设用地,由 1988 年的 166.68

km<sup>2</sup> 增加到 2000 年的 235.63 km<sup>2</sup>,增幅为 41.37%;其次是耕地,由 1988 年的 1 038.38 km<sup>2</sup> 减少到 2000 年的 971.07 km<sup>2</sup>,减幅为 6.48%;可见,气田开采推动了当地社会经济的发展,加大了建设用地的数量,同时也使得耕地和林地面积减少,林地由 1988 年的 49.97 km<sup>2</sup> 减少到 2000 年的 49.20 km<sup>2</sup>;四川德阳合兴场气田所处地区气候降雨量季节变化较大,春季(3 ~ 5)月降雨量为 136.7 ~ 163.2 mm,秋季(9 ~ 11)月 195.6 ~ 253.7 mm。多年平均 5 月份的降水要小于 11 月份的降水,故 2000 年 11 月河渠面积增加,滩涂面积有所下降。

## 4 空间景观结构分析

### 4.1 景观结构指标介绍

#### 4.1.1 景观格局特征指数

景观格局特征指数选用了最大斑块指数 LPI、均斑块面积 MPS、面积加权平均形状指数 AWMSI、斑块数量 NP、斑块密度 PD 和面积加权平均斑块分维数 AWMPDF。

最大斑块指数 LPI 显示最大斑块对整个类型或景观的影响程度。单位:%,范围 0 < LPI < 1。

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} \quad (1)$$

式中:  $a_{ij}$  —— 斑块面积,  $A$  —— 总面积,以下同。

均斑块面积 MPS 用来描述景观粒度,在一定意义上揭示景观破碎化程度。单位:hm<sup>2</sup>,范围:  $MPS > 0$

$$MPS = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n_i} \quad (2)$$

式中:  $n_i$  —— 斑块数量,以下同。

面积加权平均形状指数 AWMSI 单位:无,范围:  $AWMSI > 1$ 。形状指数说明斑块形状更趋向于圆形还是长条形。

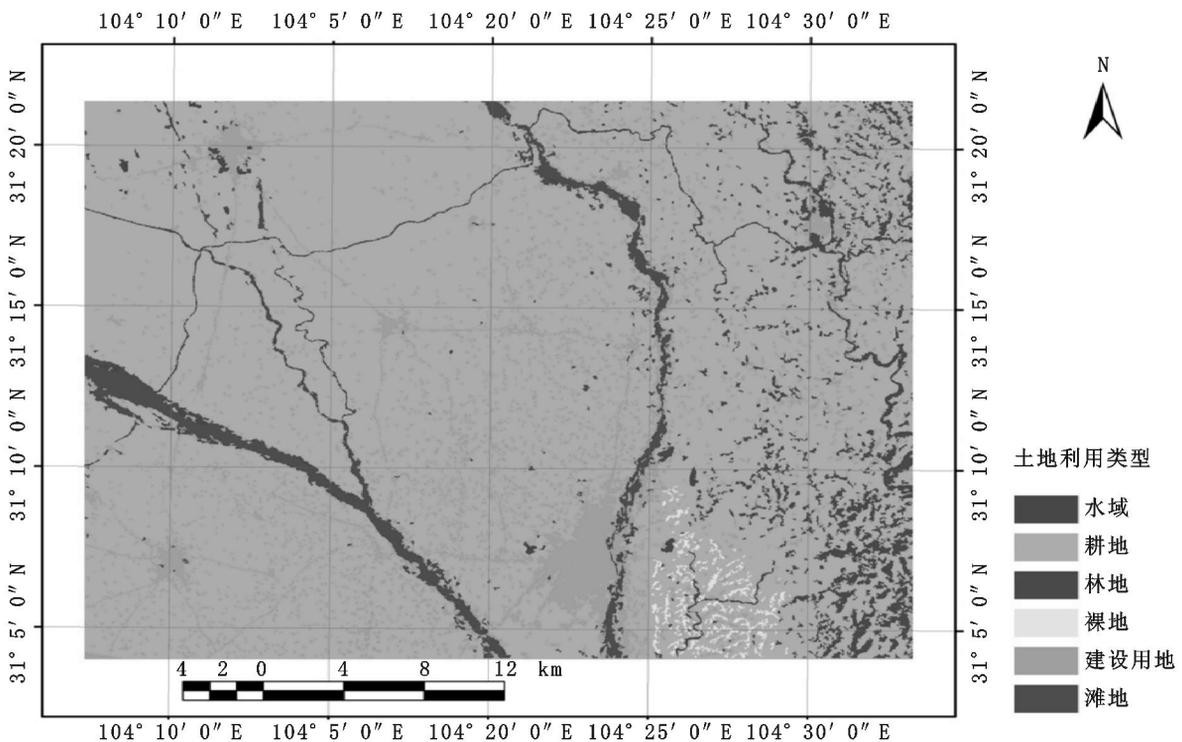


图 1 1988 年四川德阳合兴场气田投产前土地利用类型图

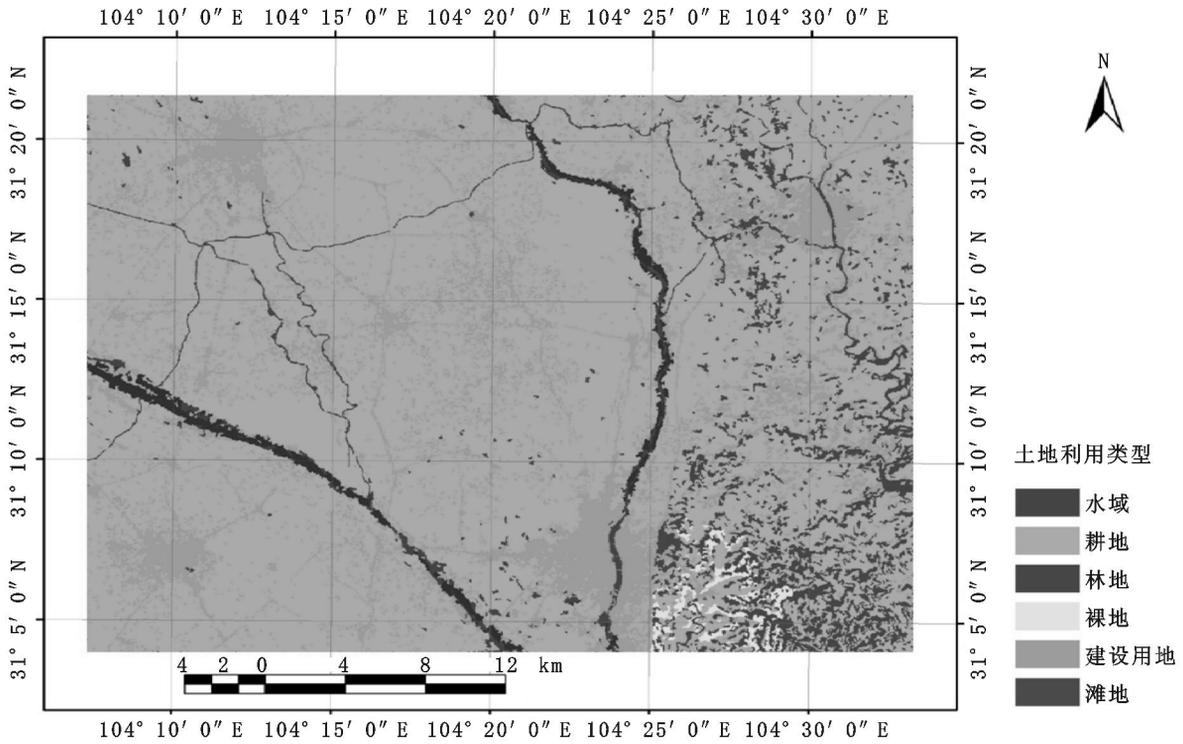


图 2 2000 年四川德阳合兴场气田投产后土地利用类型图  
表 1 四川德阳合兴场气田投产后周围土地利用分类统计

土地利用类型		象元数目/个		面积/km <sup>2</sup>		面积比例/%		变化	
一级类型	编码	二级类型	1988 - 5	2000 - 11	1988 - 5	2000 - 11	1988 - 5	2000 - 11	
耕地	1	合计	1153766	1078961	1038.38	971.07	78.46	73.38	- 5.08
	12	旱地	1153766	1078961	1038.38	971.07	78.46	73.38	- 5.08
林地	2	合计	55523	54661	49.97	49.20	3.78	3.72	- 0.06
	21	有林地	55523	54661	49.97	49.20	3.78	3.72	- 0.06
水域	4	合计	65958	64037	59.37	57.63	4.48	4.35	- 0.13
	41	河渠	22229	41670	20.01	37.50	1.51	2.83	1.32
	43	滩地	43730	22367	39.36	20.13	2.97	1.52	- 1.45
建设 用地	5	合计	185198	261814	166.68	235.63	12.59	17.80	5.21
	5	建设用地	185198	261814	166.68	235.63	12.59	17.80	5.21
未利用 土地	6	合计	9018	10990	9.01	9.89	0.68	0.75	0.07
	66	裸岩石砾地	10018	10990	9.01	9.89	0.68	0.75	0.07
总计			2940926	2940926	1323.42	1323.42	100.00	100.00	

$$AWMSI = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{p_{ij}}{2 \sqrt{a_{ij}}} \right) \left( \frac{a_{ij}}{a_{ij}} \right) \right] \quad (3)$$

式中： $p_{ij}$ ——斑块周长，以下同。

斑块数量  $NP$  单位：个，范围： $NP > 1$

$$NP = n_i \quad (4)$$

斑块密度  $PD$  单位：个/ $hm^2$ ，范围： $PD > 0$

$$PD = \frac{n_i}{A} \quad (5)$$

面积加权平均斑块分维数  $AWMPDF$  单位：无，范围：1  $AWMPDF$  2。分维数表征斑块边缘复杂性，反映人类活动的干扰程度，人类干扰活动强，斑块边缘几何形状趋于简单，具有较低的分维数。

$$AWMPDF = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{2 \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right) \left( \frac{a_{ij}}{a_{ij}} \right) \right] \quad (6)$$

#### 4.1.2 景观多样性指数

景观多样性指数选取了 Shannon 多样性指数  $SHDI$ 、Shannon 均匀度  $SHEI$  和破碎度指数  $F$ 。

Shannon 多样性指数  $SHDI$ ：多样性指数的大小反映景观类型功能的多少和各景观类型所占比例的变化。单位：无，范围：

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i) \quad (7)$$

式中： $P_i$ ——生态系统类型  $i$  在景观中的面积比例。

Shannon 均匀度  $SHEI$ ：均匀度指数描述景观中各组

分的分配均匀程度,其值越大,表明景观各组分成分分配越均匀。

$$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i)}{\ln m} \quad (8)$$

破碎度指数  $F$ :景观异质性的一个重要组成,描述景观的破碎化, $F$  越大则景观越为破碎化。

$$F = \frac{m}{\sum_{i=1}^m (n_i/A)} \quad (9)$$

#### 4.2 景观结构指标计算结果及分析

由四川德阳合兴场气田周围土地利用类型图分析得知,该区域景观类型是由耕地、河渠、滩地和建设用地组成,其景观环境质量现状由自然环境、各种生物同人类社会之间复杂的相互作用有关。景观结构由景观要素的数量、类型和形状所决定,空间景观多样性指标描述了景观中嵌块的复杂性,嵌块体类型的齐全程度或多样性状况<sup>[6]</sup>,本文通过 Arcview GIS 的 FRAGSTATS 方法,选取了以上 9 个指标对气田投产前后该区域的景观格局和景观多样性进行分析。表 2 给出了四川德阳合兴场气田周围 1988 年与 2000 年的景观格局特征指标的计算结果,表 3 给出了景观多样性指标的计算结果。结合表 1 所列出的景观面积以及表 2 和表 3 的数据可以看出:

占评价面积绝大多数耕地的平均斑块面积和面积加权平均形状指数明显减小,而面积加权平均斑块分维数、斑块数量以及斑块密度均增加,说明耕地的破碎化程度较高,受人类活动干扰强烈,而林地、水域也呈破碎化发展,建设用地的平均斑块面积明显增加,而分维数、斑块数量以及斑块密度均减小,由此说明,建设用地的连通性、完整性呈上升趋势。

1988~2000 年间,Shannon 多样性指数和 Shannon 均匀度指数都有所增加,而破碎度指数  $F$  减小,说明气田周围景观正朝着多样性、均匀化发展,但是也出现破碎程度增加的趋势。

### 5 结 论

本文对四川德阳合兴场气田投产前后周围土地覆盖变化的影响和景观格局变化进行了研究,研究结果表明:

(1) 1988~2000 年间,气田投产前后周围土地覆盖变化表现为:耕地面积明显减少;建设用地明显增加;林地面积和滩地面积有所减少;裸地由于几乎都是裸岩石,所以面积变化不大;水域面积由于遥感图片选择月份不同而有所变化。由此说明,气田的建设改变了气田周围土地利用类型,大面积分布式的气田开采施工使得耕地和林地向建设用地和其它土地利用类型转化。

#### 参考文献:

[1] Jerry A G, Edward A M, Kevin P P, Landscape structure analysis of Kansas at three scales[J]. Landscape and Urban Planning, 2000, (52): 45 - 61.  
 [2] 郑玲芳, 郝芳华, 杨胜天, 等. 天生桥一级水库蓄水前后库周土地覆盖变化研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 80 - 85.  
 [3] 卢玲, 等. 黑河流域景观结构分析[J]. 生态学报, 2001, 21(8): 1217 - 1224.  
 [4] 卢玲, 程国栋, 李新. 黑河流域中游地区景观变化研究[J]. 应用生态学报, 2001, (1): 67 - 74.  
 [5] 高峻, 宋永昌. 基于遥感和 GIS 的城乡交错带景观演变研究[J]. 生态学报, 2003, 23(4): 805 - 813.  
 [6] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.

表 2 四川德阳合兴场气田周围景观格局特征指数分析

土地利用类型	最大斑块指数/ %		平均斑块面积/ hm <sup>2</sup>		面积加权平均形状指数	
	1988 年	2000 年	1988 年	2000 年	1988 年	2000 年
耕地	21.42	6.72	158.22	52.07	15.18	9.71
林地	0.14	0.07	4.75	4.65	2.65	2.34
水域	0.11	0.14	3.76	4.49	2.59	2.63
滩地	0.71	0.27	18.14	8.83	4.23	2.62
建设用地	2.16	2.34	3.84	4.55	4.57	4.93
未利用土地	0.03	0.05	4.27	6.42	2.74	2.19

土地利用类型	斑块数量		斑块密度/ 个/hm <sup>2</sup>		面积加权平均斑块分维数	
	1988 年	2000 年	1988 年	2000 年	1988 年	2000 年
耕地	662	1865	0.5	1.41	1.41	1.45
林地	863	1059	0.65	0.8	1.37	1.36
水域	532	839	0.4	0.63	1.37	1.37
滩地	217	228	0.16	0.17	1.36	1.34
建设用地	4367	5174	3.3	3.91	1.4	1.4
未利用土地	190	154	0.14	0.12	1.39	1.35

表 3 四川德阳合兴场气田周围景观多样性分析

景观多样性指数	气田投产前(1988) 气田投产后(2000)	
	Shannon 多样性指数 SHDI	0.75
Shannon 均匀度 SHEI	0.42	0.48
破碎度指数 F	7.04	5.16

(2) 气田周围景观呈现破碎化趋势,其中耕地的破碎化程度最高,而林地、水域也呈破碎化发展,而变化明显的建设用地的连通性、完整性呈上升趋势;总体而言,气田投产后景观向多样化、均匀化发展,说明气田周围受人类活动的影响加重,气田的建设对周围区域人类经济活动起到了推动作用。

四川德阳合兴场气田开发对周围区域土地覆盖和景观结构产生的影响并不显著,如何在保存气田的经济效益、社会效益的同时,保持周围区域的景观连通性和完整性是我们所关注的,这需要当地土地主管部门、气田开发机构和环境保护部门共同努力,开展土地利用资源的合理利用、保护和动态监测。虽然研究表明气田开发对周围区域土地覆盖影响不大,但是考虑到德阳地区生态系统发达,自然生态恢复能力强,但是,对于生态系统脆弱区域,则有必要在项目开发之前,展开对周围区域土地覆盖的影响研究,并合理规划,在建设过程中进行监测,并制定相关缓减措施。