

# 黄土丘陵沟壑区土地利用空间结构的计量地理分析<sup>①</sup>

## ——以甘肃省天水市为例

石培基, 张学斌\*, 罗君

(西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

**摘要:** 根据 1996—2008 年土地利用详查和变更调查数据, 运用计量地理模型和 GIS 空间分析技术, 以天水市为例, 对研究区的土地利用空间结构现状及其变化进行了定量分析。结果表明: 天水市土地利用空间结构存在较大的内部差异, 土地利用空间结构的多样化指数较高; 近 12 年来, 园地和交通运输用地增加显著, 土地利用程度指数变化不大, 总体略有下降; 土地利用的信息熵总体增加, 土地利用整体趋于无序性, 土地的紊乱度在增加, 土地利用类型处在调整期。

**关键词:** 土地利用空间结构; 计量地理模型; 黄土丘陵沟壑区; 天水市

**中图分类号:** F301.24

土地利用结构是各类用地在一定区域范围内所占的面积和比例。一个区域的土地利用结构对本地区的经济和社会发展具有重要意义<sup>[1]</sup>。近年来, 很多学者运用各种方法对不同区域的土地利用空间结构及其时空的动态变化进行了研究, 如潘竟虎等<sup>[2-3]</sup>关于干旱内陆河流域土地利用空间结构和黑河下游土地利用的研究, 居玲华等<sup>[4]</sup>关于甘肃省土地利用结构动态演变及其驱动力分析, 杨杰等<sup>[5]</sup>关于河北省土地利用结构的计量地理分析, 沈非等<sup>[6]</sup>基于分维数和稳定性指数对苏州土地利用类型结构的变化研究, 周生路等<sup>[7]</sup>对近几十年来南京市土地利用结构变化特征研究, 他们从不同角度揭示了土地利用的特点和存在的问题, 提出了合理调整土地利用结构的措施和方案。张丽萍等<sup>[8]</sup>、李忠武等<sup>[9]</sup>、张希彪等<sup>[10]</sup>部分学者运用不同模型对黄土丘陵沟壑区的土地利用结构的演化过程、土地利用类型与生产力的关系及土地利用结构地域分异等方面进行了研究, 但基于计量地理模型和 GIS 空间分析技术分析黄土丘陵沟壑区土地利用空间结构及其变化机制的研究尚不多见。黄土丘陵沟壑区水土流失严重, 生态环境脆弱, 土地承载力较小, 人地矛盾突出, 如何合理利用本区域的土地资源, 改善生态环境, 促进社会经济可持续发展, 成为当前地理学研究的焦点。本文以黄土丘陵沟壑区的典型地区天水市为例, 利用多种计量地理方法从不同角度分析了天水市土地利用空间结构现状及其变化规律, 以期对黄土丘陵沟壑区土地资源合理利用以及区域土地可持续发展战略的制

定等提供科学依据。

### 1 研究区概况

天水市位于甘肃省东南部, 介于东经 104°35′~106°14′, 北纬 34°05′~35°10′ 之间, 东西长 197 km, 南北宽 122 km, 总面积 14 312 km<sup>2</sup> (图 1)。区内大部分地区属于黄土丘陵沟壑区, 地势由西北向东南倾斜, 平均海拔高度为 1 100 m, 地形由丘陵、梁峁、山地和小盆地组成。深居内陆, 地处暖温带半湿润半干旱气候区, 土地利用类型主要以耕地、林地为主。2008 年末, 全市总人口为 357.21 万人, 占甘肃省总人口 2 628.12 万人的 13.59%, 人口总数居全省第一。现辖秦州、麦积两区和秦安、甘谷、武山、清水、张家川 5 县。

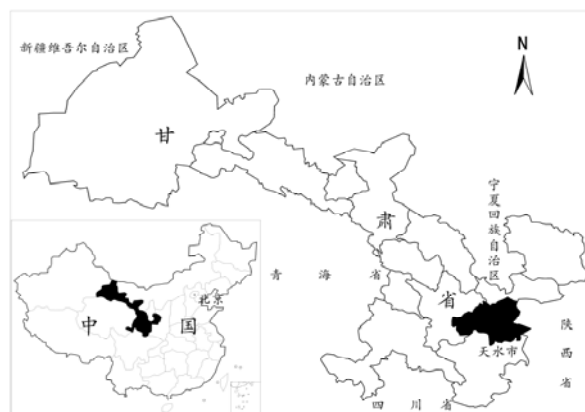


图1 天水市区位示意图

Fig. 1 Location of Tianshui

①基金项目: 国家自然科学基金项目 (40971078) 资助。

\* 通讯作者 (zhangxb428@163.com)

作者简介: 石培基 (1961—), 男, 甘肃临洮人, 教授, 研究方向为城市与区域发展。E-mail: shipji@nwnu.edu.cn

## 2 数据来源及处理

土地利用基础数据来源于天水市国土资源局提供的天水市 1996—2008 年土地利用变更调查数据,为使数据具有可比性,并结合研究区土地利用特点,土地利用分类系统仍采用《全国土地分类(过渡期间适用)》中二级地类分类标准,将研究区域土地利用类型分为耕地、园地、林地、牧草地、其他农用地、居民点及

独立工矿用地、交通运输用地、水利设施用地、未利用土地和其他土地 10 种土地利用类型。

## 3 土地利用的计量地理分析方法

综合学者对土地利用的各种研究方法,文章运用 7 种计量地理分析方法从静态和动态角度对天水市土地利用空间结构进行分析研究(图 2)。

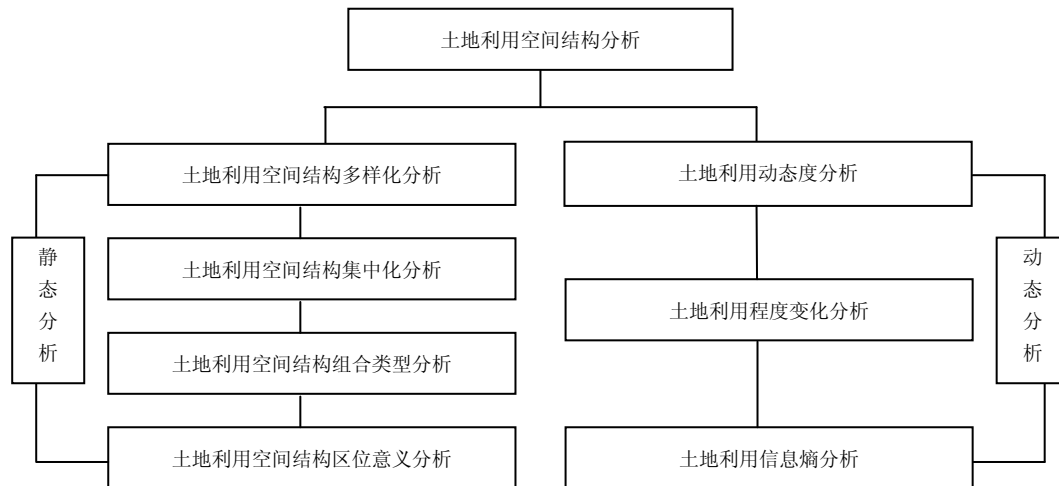


图 2 土地利用的计量地理分析方法

Fig. 2 Dimensional methods of analysis on land use

### 3.1 土地利用现状分析方法

**3.1.1 多样化分析** 土地数量结构多样化分析的目的是分析区域内各种土地的齐全程度或多样化状况<sup>[11]</sup>,本文采用了吉布斯-马丁(Gibbs-Mirtin)多样化指数<sup>[12]</sup>。计算公式为:

$$GM = 1 - \sum f_i^2 / (\sum f_i)^2 \quad (1)$$

式中,  $GM$  为多样化指数;  $f_i$  第  $i$  种土地利用类型的面积。多样化指数越小,说明该区域的土地利用类型越少,即齐全程度越低。

**3.1.2 集中化分析** 集中化指数是定量分析区域土地利用的集中化程度的一个指标,其计算公式<sup>[13]</sup>为:

$$I_i = (A_i - R) / (M - R) \quad (2)$$

式中,  $I_i$  为第  $i$  个区域的土地集中化指数,  $A_i$  为第  $i$  个区域各种土地类型累计百分比之和,  $M$  为土地集中分布时的累计百分比之和,  $R$  是高一层次区域(此处为天水市)各种土地类型的累计百分比之和,以  $R$  作为衡量集中化程度的基准。本文中,  $M$  为 1 000,  $R$  为 859.944 (以天水市 2008 年土地利用结构为标准计算

得出)。

**3.1.3 组合类型分析** 研究采用威弗-托马斯(Weaver-Tomas)组合系数法<sup>[14]</sup>来对土地利用空间结构的组合类型进行分析。其步骤为:①把各种土地类型按面积相对比例由大到小顺序排列。②假设土地只分配给一种类型,则这一种类型的假设分布为 100%,其他类型的假设分布为 0;如果仅分配给前两种类型,那么,这两种类型的假设分布为 50%,其他类型的假设分布为 0;依此类推,如果土地均匀分配给 5 种类型,则假设分布均为 20%。③计算和比较每一种假设分布与实际分布之差的平方和(称为组合系数)。④选择假设分布与实际分布之差的平方和最小的假设分布组合类型(即最小组合系数所对应的那种组合类型),这种组合类型即为该区域土地组合类型。

**3.1.4 区位意义分析** 采用区位指数研究土地的区位意义,可反映某一地区各种土地相对于高层次区域空间的相对聚集程度,其计算公式<sup>[11]</sup>为:

$$Q_i = (f_i / \sum f_i) / (F_i / \sum F_i) \quad (3)$$

式中,  $Q_i$  为区位指数,  $f_i$  为区域内第  $i$  种土地的面积,  $F_i$  为高层区域内第  $i$  种土地的面积。  $\Sigma f_i$  为该区域内各种土地类型的面积之和,  $\Sigma F_i$  为高层次区域内的各种土地利用类型的面积之和, 若  $Q_i > 1$ , 则该种土地具有区位优势,  $Q_i < 1$ , 则不具有区位优势。

### 3.2 土地利用结构变化分析方法

3.2.1 土地利用动态度分析 利用土地利用动态模型的单一土地利用动态度和综合土地利用动态度来分析。单一土地利用动态度公式<sup>[15]</sup>为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (4)$$

式中,  $K$  为研究时段内某一种土地利用类型动态度;  $U_a$ 、 $U_b$  分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量;  $T$  为研究时段长, 当  $T$  为年时,  $K$  的值就是该研究区域某种土地利用类型年变化率。

综合土地利用动态度公式为:

$$LC = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n LC_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (5)$$

式中,  $LC$  为土地利用变化率, 反映土地资源数量变化程度;  $LU_i$  为测量开始时第  $i$  类土地利用类型面积,  $LC_{i-j}$  是测量时段内第  $i$  类土地利用类型转化为非  $i$  类土地利用类型面积的绝对值;  $T$  为监测时段长度, 当  $T$  的时段设为年时,  $LC$  的值就是该研究区土地利用的年变化率。

3.2.2 土地利用程度变化分析 用土地利用综合程度指数的变化来衡量, 土地利用综合程度指数的计算公式为<sup>[16]</sup>:

$$L = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad L \in [100, 400] \quad (6)$$

式中,  $L$  为土地利用综合程度指数;  $A_i$  为第  $i$  类的土地利用程度分级指数, 采用庄大方和刘纪远<sup>[16]</sup>提出的土地利用程度分析赋值标准, 即未利用地取 1, 林地、牧草地和水域取 2, 耕地和园地取 3, 交通用地和居民点及工矿用地取 4;  $C_i$  为第  $i$  类土地利用面积与区域的土地利用总面积的比值。

3.2.3 土地利用信息熵分析 土地利用信息熵<sup>[17]</sup>计算公式为:

$$H = -\sum_{i=1}^m P_i \ln P_i \quad \text{其中 } P_i = \frac{A_i}{A} \quad (7)$$

信息熵变化量为:

$$\Delta H_{b-a} = H_b - H_a \quad (8)$$

式中,  $P_i$  是第  $i$  中土地利用类型占该区域土地总面积的比例。若  $\Delta H_{b-a} > 0$  则该区域土地利用变化趋于无序, 否则趋于有序性。

## 4 结果分析

### 4.1 土地利用空间结构的现状分析

相对甘肃省其他各市(州), 天水市土地面积较小, 总面积约 14 312 km<sup>2</sup>。按现行土地利用分类标准, 2008 年一级类 3 类土地面积中, 农用地 1 302 783 hm<sup>2</sup>, 建设用地 50 429.23 hm<sup>2</sup>, 未利用地 78 000.11 hm<sup>2</sup>, 分别占土地总面积的 91.03%、3.52%、5.45% (表 1), 土地利用率高高于甘肃省平均水平。

表 1 天水市土地利用空间结构现状 (hm<sup>2</sup>)

Table 1 Spatial structure of land use in Tianshui

一级类	二级类	土地面积	占土地总面积的百分比
农用地	耕地、园地、林地、牧草地、其他农用地	1 302 783	91.03%
	建设用地		
未利用地	未利用土地、其他土地	78 000.11	5.45%

4.1.1 多样化分析 多样化指数计算结果如表 2 所示, 以多样化指数为指标利用 SPSS16.0 进行聚类分析, 分为高多样化、中多样化、低多样化 3 个层次, 利用 ArcView 软件生成土地利用空间结构多样指数分布图 (图 3)。

由表 2 和图 3 分析得出, 武山县、秦州区和张家川县为高多样地区, 表明这些地区的用地类型齐全程度总体较高, 秦州区是天水市政治、经济、文化中心, 各类用地较为齐全, 而武山县和张家川县各类土地利用类型比例相差不大, 显现出土地利用多样化; 清水县、甘谷县和秦安县为中多样化区, 3 县耕地和林地占到全县土地面积比重较大, 土地利用多样化受到一定程度的影响; 麦积区处于低多样化区, 该区域内林地占到土地总面积的 65.03%, 占去了绝大部分土地资源, 影响到土地利用多样化程度。

4.1.2 集中化分析 集中化指数计算结果如表 2 所示, 以集中化指数为指标利用 SPSS16.0 进行聚类分析, 将土地利用分为高集中化、中集中化、低集中化 3 个层次, 并利用 ArcView 软件生成土地利用空间结

构集中指数分布图(图4)。由表2和图4分析得出,麦积区为高集中化区,土地类型比较单一,土地利用类型集中在林地;清水县和张家川县为中集中化区,武山县、秦州区、秦安县和甘谷县为低集中化区,通过土地多样化指数和集中化指数分析可以看出,土地利用类型多样化越高,集中化越低。

**4.1.3 组合类型分析** 组合系数计算结果如表2所示,在图3和图4的基础上,结合土地利用组合系数,利用 ArcView 软件生成土地利用空间结构组合类

型图(图5)。根据表2和图5可以分析得出,天水市各县区的土地利用组合类型最少2种,最多5种,耕地和林地优势显著,体现了黄土丘陵沟壑区以耕地为主的特点,在南部黄土丘陵沟壑区与西秦岭山脉结合带,土地利用类型则体现出以林地为主的特点。就全市而言,有耕地和林地两种组合类型。各县区中,甘谷县组合类型最多,有耕地、林地、其他农用地、未利用地和牧草地5种类型,而麦积区组合类型最少,只有林地和耕地2种类型。

表2 土地利用状况多样化指数、集中化指数及组合类型分析表

Table 2 Diversification index, concentration index and combination type of land use

行政单位	多样化指数 $GM$	集中化指数 $I$	组合系数 $W$	组合类型数	组合类型
天水市	0.736 4	0.000 0	690.346	2	耕地、林地
秦州区	0.745 0	-0.006 4	564.566	3	耕地、林地、其他农业地
麦积区	0.534 7	0.446 8	1 212.663	2	林地、耕地
清水县	0.716 8	0.178 6	471.590	3	耕地、林地、牧草地
秦安县	0.681 6	-0.009 1	1 441.574	4	耕地、林地、其他农用地、未利用地
甘谷县	0.714 4	-0.138 7	1 302.417	5	耕地、林地、其他农用地、未利用地、牧草地
武山县	0.748 1	0.018 6	419.172	4	耕地、林地、牧草地、其他农用地
张家川县	0.737 4	0.087 4	426.614	3	耕地、林地、牧草地



图3 多样化分布图



图4 集中化分布图



图5 组合类型分布图

Fig. 3 Space distribution of diversification index Fig. 4 Space distribution of centralization index Fig. 5 Space distribution of combination type

**4.1.4 区位意义分析** 区位指数计算结果如表3所示:相对于天水市而言,有6个县区的耕地具有区位意义,其中秦安县和甘谷县的区位意义较强;园地类型中,有3个县区具有区位意义,甘谷县和秦安县区位意义显著;林地中仅有麦积区具有区位意义;牧草地中,有3个县区具有区位意义,武山县最为显著;其他农用地中,有5个县区具有区位意义;居民地及独立工矿中,有4个县区具有区位意义,秦安县最为显著,这与这些县区的人口密度相吻合;交通运输用地中,有4个县区具有区位意义,以甘谷县最为明显;水利设施用地中,4个县区具有区位意义;未利用地中,秦安县和甘谷县具有区

位意义;其他土地中,4个县区均具有较强的区位意义,说明供进一步开发利用的土地资源较为丰富。

## 4.2 土地利用空间结构动态分析

**4.2.1 土地利用动态度分析** 动态度计算结果(表4)分析:天水市近12年来园地增加最为剧烈,动态度为4.699,各县均为正值,其中以甘谷县最为显著,由于近年来天水市农业生产结构的调整变化,农业种植方式由低收入的粮食作物转向高收入的林果类经济作物,且甘谷县水资源相对丰富,因此适宜于林果类经济作物种植。未利用地减少最为剧烈,动态度达到-1.640,其中以武山县和麦积区最为显著,说明天水市近年来大力开发整理未利用土地已经取得

表3 天水市各县(区)土地利用现状区位指数表

Table 3 Location index of land use in each regions of Tianshui

行政单位	耕地	园地	林地	牧草地	其他农用地	居民点及独立工矿	交通运 输用地	水利设施 用地	未利用土 地	其他 土地
天水市	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
秦州区	1.039 3	1.051 0	0.861 2	0.951 3	1.453 7	1.077 3	0.788 2	0.788 2	0.703 5	1.226 7
麦积区	0.526 1	0.961 5	1.993 7	0.039 9	0.470 0	0.707 4	1.203 6	1.203 6	0.951 9	1.301 8
清水县	1.130 6	0.571 4	0.818 4	1.765 5	0.993 4	0.800 5	0.485 3	0.485 3	0.102 1	0.590 2
秦安县	1.429 3	1.665 8	0.337 3	0.428 2	1.155 6	1.666 3	1.047 7	1.047 7	2.535 7	0.662 8
甘谷县	1.333 0	2.030 3	0.346 4	0.944 8	1.091 9	1.218 7	1.468 2	1.468 2	2.220 1	1.045 7
武山县	1.027 6	0.541 8	0.740 9	1.996 2	1.159 1	0.823 5	1.033 3	1.033 3	0.532 2	1.048 8
张家川	1.017 0	0.294 0	0.885 3	1.723 6	1.053 4	1.133 3	0.955 1	0.955 1	0.390 4	0.695 9

表4 1996—2008年天水市及各县(区)土地利用动态度

Table 4 Indexes of dynamic change of land use in each regions of Tianshui from 1996-2008

行政单位	耕地	园地	林地	牧草地	其他农用地	居民点及独立工矿	交通运 输用地	水利设 施用地	未利用 土地	其他土地	综合动 态度
天水市	-0.612	4.699	1.051	-0.217	-0.467	0.236	2.718	-0.079	-1.640	-0.271	0.399
秦州区	-0.190	1.872	0.324	-0.217	-0.181	0.082	3.527	-0.121	-0.610	-0.056	0.140
麦积区	-0.953	5.349	0.471	-0.250	-0.964	0.800	2.463	-0.256	-2.439	-0.285	0.398
清水县	-0.826	0.437	2.117	-0.019	-0.749	0.203	3.027	-0.023	-0.923	-0.065	0.465
秦安县	-0.620	0.916	6.310	-0.057	-0.635	0.032	5.886	-0.008	-0.124	-0.391	0.445
甘谷县	-0.671	31.835	0.639	-0.017	-0.555	0.260	1.611	-0.172	-0.144	-0.694	0.444
武山县	-0.761	8.317	4.478	-0.538	-0.265	0.045	1.844	-0.008	-5.228	-0.207	0.771
张家川	-0.110	-0.212	0.278	-0.102	-0.074	0.222	2.788	-0.106	-1.111	-0.316	0.092

成效,尤其在交通设施建设上为了避免大量占用耕地,最大限度利用了未利用土地。就全市而言,各县区的耕地、牧草地、其他农用地、水利设施用地、未利用地和其他土地都呈负值,而各县区园地(除张家川县)、林地都呈增长趋势,这与发展林果产业和退耕还林相符合。各县区居民地及独立工矿用地和交通运输用地都在增加,这与“西部大开发”以来城镇规模迅速扩大和交通设施的大规模建设相对应。

**4.2.2 土地利用程度变化分析** 土地利用程度指数计算结果(图6)表明,2008年天水市土地利用指数为250.06,近12年来土地利用程度指数变化不大,总体有所下降,减少了1.39。各区县中,清水县下降最多,减幅达5.25%;麦积区下降最少,减幅0.13%。究其原因,是因为天水市退耕还林工程的实施,耕地转化为林地的速度远大于居民点和工矿用地扩张的速度,说明天水市生态环境在进一步改善。清水县耕地转化为林地的土地面积所占总面积的比例很大,而居

民点和工矿用地、交通用地只有增加速度又相对缓慢,所以土地利用程度指数下降最快。

**4.2.3 土地利用信息熵分析** 计算结果如图7所示,近12年来天水市土地利用的信息熵总体增加, $\Delta H_{b-a} = 0.008$ ,反映出土地利用整体趋于无序性,土地的紊乱度在增加,土地利用类型处在调整期。就各县区而言,秦州区、清水县、秦安县和甘谷县土地利用的信息熵都在增加,其中甘谷县的变化最为显著, $\Delta H_{b-a} = 0.123$ ,高于天水市的总体水平,秦州区的变化最小 $\Delta H_{b-a} = 0.01$ ;麦积、武山和张家川3县区 $\Delta H_{b-a} < 0$ ,说明土地的紊乱度在缩小,土地利用类型处在稳定时期,其中麦积区最为显著, $\Delta H_{b-a} = -0.042$ 。

## 5 结论与讨论

(1)通过对天水市及各县区的土地利用空间结构进行定量分析,可以看出,天水市的土地利用空间结构存在一定的差异性,与实际情况基本相符,说明本

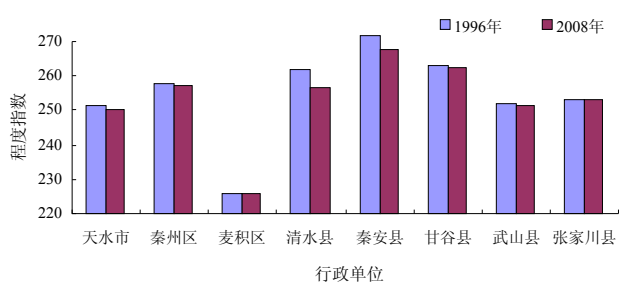


图 6 天水市及各区县土地利用程度指数

Fig. 6 Index of land use degrees of each regions of Tianshui

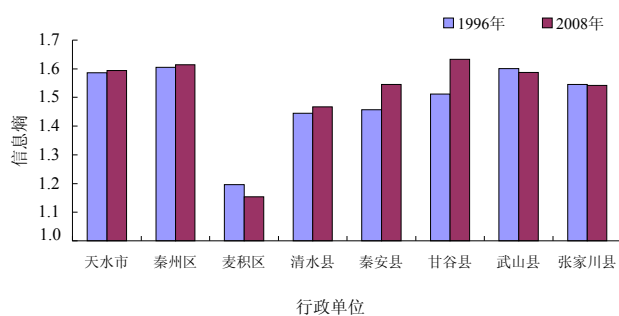


图 7 天水市及各区县土地利用信息熵

Fig. 7 Information entropy of land use degrees of each regions of Tianshui

文所采用的土地利用数据和计算模型能够较好地反映某一研究区域的土地利用空间结构差异状况。

(2) 从土地利用现状来看,天水市土地利用空间结构的多样化指数较高,土地利用组合类型有耕地和林地两种类型。就各县区而言,位于南部的麦积区属于西秦岭山脉,气候温暖湿润,土地利用类型以林地为主,多样化低指数低,集中化指数高;中部和北部的秦州区、甘谷县、秦安县和武山县人口密集,社会经济发展快,土地利用强度大,土地利用类型呈现出高多样化;东北部清水和张家川两县经济发展相对落后,土地利用类型多样化较低,土地利用组合类型主要以耕地、林地、牧草地为主,集中化指数较高。说明在黄土丘陵沟壑区,由于生态脆弱,人为因素对土地利用影响较大,因此做好该区域的土地利用规划,避免或减少人类对土地不合理利用,对该区域土地利用具有极其重要的意义。

(3) 从土地利用空间结构动态变化来看,天水市近 12 年来园地增加最为剧烈,其次为交通运输用地;未利用地减少最为剧烈,其次是耕地。由此可知,天水市有部分耕地转变成园地,产业结构由粮食作物向

经济作物转型,交通运输用地也占用了部分耕地和未利用地。土地利用程度指数变化不大,总体略有下降,土地利用的信息熵总体增加,土地利用整体趋于无序性,土地的紊乱度在增加,土地利用类型处在调整期。

#### 参考文献:

- [1] 殷少美,周寅康,濮励杰,赵翠微,赵姚阳. 马尔科夫链在预测土地利用结构中的应用——以湖南娄底万宝镇为例. 经济地理, 2006, 26(增): 120-130
- [2] 潘竟虎,石培基. 干旱内陆河流域土地利用空间结构的计量地理分析. 农业现代化研究, 2008, 29(2): 227-230
- [3] 潘竟虎,刘普幸,赵军. 黑河下游土地利用与景观格局时空特征分析. 土壤, 2008, 40(2): 306-311
- [4] 居玲华,石培基. 甘肃省土地利用结构动态演变及其驱动力分析. 广东土地科学, 2008, 7(5): 39-44
- [5] 杨杰,王印传,许峰,郜文军. 河北省土地利用结构的计量地理分析. 中国农学通报, 2008, 24(6): 429-435
- [6] 沈非,查良松,李军利,朱丽. 基于分维数和稳定性指数的苏州市土地利用类型变化分析. 土壤, 2007, 39(6): 964-967
- [7] 周生路,朱青,赵其国. 近十几年来南京市土地利用结构变化特征研究. 土壤, 2005, 37(4): 394-399
- [8] 张丽萍,程积民,王继军. 黄土丘陵固原上黄试区土地利用结构演变过程分析. 干旱地区农业研究, 2008, 26(3): 232-235
- [9] 李忠武,蔡强国,曾光明. 黄土丘陵沟壑区土地利用类型与土地生产力关系模拟研究——以王家沟小流域为例. 地理科学, 2007, 27(1): 53-57
- [10] 张希彪. 黄土丘陵沟壑区土地利用结构的地域分异研究. 农业现代化研究, 2005, 26(6): 435-439
- [11] 刘桃菊,蔡海生,邵建英,陈美球. 鄱阳湖区的土地利用结构定量分析. 江西农业大学学报, 2003, 25(6): 934-938
- [12] 王红梅,王小雨,李宏. 基于计量地理模型的黑龙省土地利用状况分析. 农业工程学报, 2006, 22(7): 70-74
- [13] 林炳耀. 计量地理学概论. 北京: 高等教育出版社, 1986
- [14] 王颖,邓良基. 四川省土地利用数量结构分析及土地可持续利用研究. 四川农业大学学报, 2006, 24(2): 194-200
- [15] 王宏志,李仁东,毋河海. 土地利用动态度双向模型及其在武汉郊县的应用. 国土资源遥感, 2002, 52(2): 20-22
- [16] 庄大方,刘纪元. 中国土地利用程度的区域分异模型研究. 自然资源学报, 1997, 12(2): 106-111
- [17] 陈彦光,刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述: 从信息熵到分维. 地理研究, 2001, 5(2): 146-152

## Analysis on Land-use Spatial Structure in Loess Hilly Regions Based on Quantitative Geographic Model

——A Case Study of Tianshui City

SHI Pei-ji, ZHANG Xue-bin, LUO Jun

(College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Based on the sift research and changing data of land use from 1996 to 2008, the current situation and changes of land-use spatial structure in Tianshui were analyzed by applying GIS technology and quantitative geographic model. The results indicated that there were obvious internal differences in land-use spatial structure. Firstly, the diversity index of spatial structure was comparatively high; Secondly, the garden plots and traffic lands increased obviously, though the index of land use degree fluctuated little since 1996, decreasing slightly as a whole; Thirdly, the information entropy of land use increased generally, and the total land use tended to random, the disorder degree of lands begins to increase and the types of land use are in a period of adjustment.

**Key words:** Land-use spatial structure, Quantitative geographic model, Loess hilly regions, Tianshui