

# 基于村落尺度的丘陵山区人口分布特征与规律 ——以甘肃天水为例

牛叔文<sup>1</sup>, 刘正广, 郭晓东, 李国柱, 王志峰  
(兰州大学资源环境学院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 在以农业生产为主的丘陵山地, 人口分布具有明显的分散性和差异性。基于村落尺度分析人口分布更接近实际。位于秦岭山地向黄土丘陵区过渡的天水地区, 从市域、县域、乡镇到村落, 随着分辨尺度的缩小, 人口空间分布上的疏密不均现象越突出, 变异系数迅速扩大。在 7 915 个由城镇、村落和居民点构成的斑块上, 面积在 1.0 ~ 10 km<sup>2</sup> 范围的较小斑块占 84.7%, 表明分散的、小规模村落仍是人口分布的主要形式。用非线性函数分析人口密度与村落用地比例、单位面积上的斑块数量、斑块大小的关系, 可以较好地揭示人口分布上的一些特征和规律。天水人口分布在地域上明显地表现为河谷高密度区、丘陵中密度区、山地低密度区三种类型, 反映人口分布特征的劳作半径和村落间距离在三种类型中都有显著差异。

**关键词:** 人口密度; 人口分布; 村落; 丘陵山区; 天水地区

**中图分类号:** C922

**文献标识码:** A

人口分布既是自然环境和社会经济状况的反映, 又对自然环境演变和社会经济发展产生着深刻影响。研究人口分布的特征和规律对于协调人地关系, 科学管理人口、资源和环境具有现实意义。城市化、工业化过程的推进使得人口向城镇高度集中, 西方学者提出了一系列数学模型来表达城市体系的规模分布和城市内部人口分布规律<sup>[1-7]</sup>。近 20 多年来我国城市化过程的迅速推进, 国内学者对以城市为中心的区域人口分布问题也进行了较多的研究<sup>[8-11]</sup>。分析表明, 我国区域人口分布特征同西方国家一样, 呈现出距离衰减特征, 即随着离城市距离的增加, 人口密度逐步下降。但对乡村地区人口分布问题的研究较少。有的学者对农村聚落形态、村镇及居民点的分布特征进行了探讨, 提出了一些有价值的结论<sup>[14-16]</sup>。相对于人口众多、地域广阔、差异巨大的中国农村来说, 现有的研究仍是薄弱的。

过去常用人口密度来表示人口分布, 即通过不

同区域间人口密度的差异来反映人口分布特征。但人口密度是一个平均指标, “掩盖了所计算范围内的内部差异”<sup>[8]</sup>, 也出现了不同区域边界线上人口密度的陡然变化。为了消除这种局限性, 学者们用格网法将人口密度内插到一定分辨率的格网上, 特别是将与人口分布相关的因素如铁路、公路、河流、土地利用、夜间灯光等一并加以考虑。研究表明“人口密度格网化比传统的人口密度行政单位更接近人口的实际分布”<sup>[17]</sup>。有的学者还提出了人口密度的递归算法<sup>[18]</sup>。这使得人口密度在空间变化上具有较好的连续性。GIS 遥感技术以及分形理论的应用都使人口密度的模拟更加符合实际。然而, 这种研究以县级行政区为基本单元, 适于概括较大地域范围的宏观趋势, 如模拟一个省、全中国或北美洲地区的人口空间分布。有些研究虽将栅格定位于 1 km, 但要消除栅格间存在的种种差异十分困难。对于市域、县域范围的人口分布, 需要缩小尺度, 进行

收稿日期 (Received date): 2006-03-11; 改回日期 (Accepted): 2006-06-30.

基金项目 (Foundation item): 国家软科学研究项目 (编号 2003DGS3B039) 和甘肃省科技攻关项目 (编号 2GS052-A41-008-08) [National soft science research project (No. 2003DGS3B039) and key scientific and technical project of Gansu province (No. 2GS052-A41-008-08)]

作者简介 (Biography): 牛叔文 (1955-), 男, 甘肃榆中人, 硕士, 教授。研究方向: 区域发展, 生态经济。电话: 0931-8914027。 (Niu Shuwen (1955-), male, home place: Yuzhong county of Gansu province. Master professor. Study direction: region development, ecological economics. Email: shuwenn@lzu.edu.cn)

深入分析。

从人口分布的已有研究成果看, 对城市研究多, 农村少; 平原多, 丘陵山地少; 宏观尺度的多, 微观尺度的少; 发达地区多, 欠发达地区少。本文以城镇化水平低的天水市域为对象, 基于村落微观尺度, 探讨丘陵山区人口分布的规律和特征, 为推进城镇化进程, 提高人口、资源和环境的科学管理提供基础。

## 1 研究区域概况

天水市位于甘肃东南部, 介于  $104^{\circ}34' \sim 106^{\circ}43'E$ ,  $34^{\circ}05' \sim 35^{\circ}10'N$ , 渭河从西向东横穿全境, 地形以丘陵山地为主, 渭河以北多为黄土丘陵, 只有东缘一线为陇山山地, 渭河以南多为西秦岭山地, 国土总面积  $14\,325\text{ km}^2$ 。渭河、葫芦河、籍河的河川道面积不大, 但热量和水土条件组合较好, 历来是陇上农业的精华地带。黄土丘陵地区土地垦殖率高, 植被稀疏, 水土流失极为严重。西秦岭和陇山山地为林地, 植被覆盖较好, 生物资源丰富, 但耕地少。天水气候温暖, 为半湿润半干旱的过渡带, 水热条件较好, 年平均气温  $10^{\circ}\text{C}$  左右, 无霜期达  $190\text{ d}$  左右, 年平均降水量  $534\text{ mm}$ 。由于降水的时空变率大, 耕地多为坡地, 生产水平不高。

天水位于黑河—腾冲一线的西侧, 人口密度达  $241\text{ 人}/\text{km}^2$  (2002年), 低于东侧  $274\text{ 人}/\text{km}^2$  的平均水平, 远高于西侧  $12.8\text{ 人}/\text{km}^2$  的平均水平<sup>[9]</sup>, 是甘肃省内人口最稠密的地区。天水管辖 5 县 2 区, 149 个乡镇, 3 012 个行政村。市域内有一个 45 万人口中等城市, 即秦州、麦积两区的城区。建制镇 42 个, 常住人口 24 2 万, 工业薄弱。人口的城镇化水平为 20%, 仅为全国平均水平的 53%。2002 年, 天水人均 GDP 3 136 元, 农民人均纯收入 1 330.2 元, 城镇居民人均可支配收入 5 819.85 元, 城乡居民收入差距大。概括地说天水地区是一个典型的人口密度较高、城市化水平低、经济欠发达的区域。

## 2 研究思路和数据资料

### 2.1 研究思路

以农业生产为主的地区, 农户居住分散, 城市化水平低, 丘陵山地产生的地理阻隔又使得人口密度随距离中心城市衰减的规律不明显。人口分布与农业生产所依赖的农业资源组合具有较大的相关性。

日出而作、日落而息的工作方式决定了人口经济活动的半径和人口分布上的离散性。有的学者指出“在大规模的农业机械化生产出现之前, 特别是在南方地区, 农业人口的劳作半径不超过  $1\text{ km}$ ”<sup>[9]</sup>。显然, 在研究人口分布时, 计算人口密度的区域尺度较小时, 就更接近实际的人口分布。

区域人口在宏观上可表示为连续分布模型, 反映人口分布的趋势, 但实际上人口分布是离散的、不连续的, 在微观上人口总是以城镇、村落和居民点的形式呈“斑块状”分布的。人口定居的最小单元是户, 但绝大多数情况下由若干户组成居民点和村落, 更多人口的聚集地便形成了乡镇和城市。在相同的地理环境与社会经济条件下, 相同面积的斑块上居住的人口数量相差不大。如把人口数量落在这些由居民点、村落、乡镇组成的斑块上, 就可以根据斑块的大小、密度及相互之间的距离, 通过统计分析和数学模型反映区域人口的空间分布特征和规律。

### 2.2 数据资料

从天水市 5 县 2 区的统计年报中取得以乡、镇为单元的人口数量 (2001~2003 年), 将天水市区作为一个单元, 这样分析单元共有 150 个。用 2000 年天水的航片进行遥感分析, 获得城镇、村落和居民点——斑块的分布资料。通过 ARC/INFO 软件提取其中的乡、镇、市区的行政边界, 结合土地资源详查资料, 经过核校和对比, 得到天水 150 个分析单元的土地总面积、斑块的数量与面积。天水市 2000 年土地资源详查结果中, 建设用地  $490\text{ km}^2$ , 其中居民点及工矿用地  $450\text{ km}^2$ <sup>[20]</sup>。此次提取的天水市域的斑块共有 7 915 个, 合计面积  $434\,416\text{ km}^2$ , 与土地详查资料相差 3.46%, 说明结果具有较高的可靠性。

## 3 丘陵山区人口空间分布特征

### 3.1 不同尺度上的人口密度变异显著

从市域、县域、乡镇到村落, 用变异系数 ( $C_v = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ ) 分析天水市不同区域尺度的人口密度, 显示出巨大变异, 即随着分辨尺度的缩小, 人口分布上的疏密不均现象越突出。虽然, 分析单元的土地面积同样存在着变异, 但相对于人口密度的变异要小, 见表 1。从 7 个县区来看, 甘谷县的平均人口密度最大, 为  $377.7\text{ 人}/\text{km}^2$ , 清水县最低, 为  $153.1\text{ 人}/\text{km}^2$ , 相差约 1.5 倍。从 150 个乡镇单元

来看,天水市区的人口密度最大,达到 9 650 5 人 / km<sup>2</sup>,而人口密度最低的麦积区党川乡人口密度仅为 8 人 / km<sup>2</sup>。从 7 915个斑块来看,人口密度最大的是甘谷县城关镇,为 22 323人 / km<sup>2</sup>,斑块最稀疏的地方仍在党川乡,人口密度仅为 0 5人 / km<sup>2</sup>。

3 2 斑块规模差异巨大,小规模村落占绝大多数  
天水 14 325 km<sup>2</sup>土地上共有 7 915个居住人口的斑块,最大的有 6 045 km<sup>2</sup>,人口规模达 12万人。最小的 0 000 764 km<sup>2</sup>,仅居住 1~ 2户人家。用频数累计曲线(图 1)来分析,斑块面积 < 20 hm<sup>2</sup>的频数达到 97 7%,而面积在 20~ 600 hm<sup>2</sup>数量仅占 2 3%,变化幅度大,数量稀少。

表 1 天水市不同尺度上的土地面积和人口密度变异

Table 1 Variance of land acreage and population density on differer scales in Tianshui district

| 项目       | 土地面积                    |        | 人口密度                        |        |
|----------|-------------------------|--------|-----------------------------|--------|
|          | 变化范围 (km <sup>2</sup> ) | Cv     | 变化范围 (人 / km <sup>2</sup> ) | Cv     |
| 天水市      | 14 325                  | 0      | 241 3                       | 0      |
| 7县区      | 1 311 8~ 3 474          | 35 46% | 153 1~ 377 7                | 35 42% |
| 150个乡镇   | 14 2~ 727               | 84 95% | 8~ 9 650 5                  | 119 3% |
| 7 915个斑块 | 0 000 764~ 6 045        | 204 6% | 0 5~ 22 323                 | 712 5% |

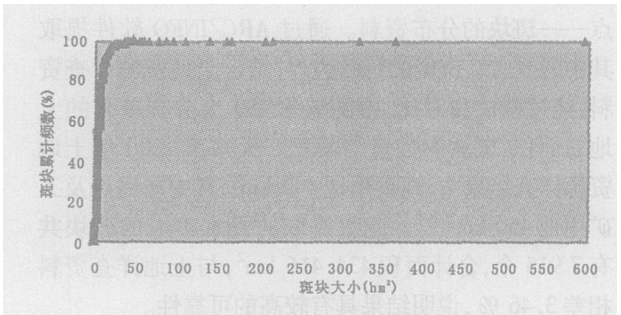


图 1 天水地区斑块大小的频数累计曲线  
Fig 1 The accumulative frequency curve of spot scale in Tianshui district

经统计,天水市域内 > 100 hm<sup>2</sup>的大斑块有 9 个,其中市区 4个,还有张川镇、甘谷城关镇、秦安兴国镇、清水镇 4个县城,以及麦积区的跑马泉镇。面积在 20~ 100 hm<sup>2</sup>范围的次大斑块有 172个,除了武山县城外,主要是乡、镇所在地。中等规模(面积 10~ 20 hm<sup>2</sup>)的斑块有 691个,主要分布于渭河川道及秦岭山地的一些沟谷中。面积在 1 0~ 10 hm<sup>2</sup>范围的较小斑块数量众多,有 6 705个星罗棋布于各种地形,其中黄土丘陵地区居多。面积 < 1 0的小斑块有 338个,主要分布于深山区、地表破碎的丘陵沟

壑地区。这表明,在城镇化进程缓慢的丘陵山地,分散的、小规模村落仍是人口分布的主要形式。

3 3 村落尺度上的人口分布特点和规律明显  
村落为天水农村人口分布的主要形式,其数量、大小及疏密与人口的空间分布有着密切的关系。在不同地形的区域内,构成村落的斑块有大有小,有密有疏,一定数量的人口既可以分布在数量较少、面积较大的若干个斑块上,也可以分布在数量较多、面积较小的若干个斑块上。以斑块个数或是以斑块大小来计算都难以反映村落和人口的密度大小及分布上的离散特性,在区域之间也会出现较大误差。用村落用地比例、斑块数量和大小、劳作半径和村间距离可以表述人口分布的特点与规律。

3 3 1 村落用地比例与人口密度的拟合  
在天水平均 1 81 km<sup>2</sup>土地上有 1个 0 054 8 km<sup>2</sup>大小的斑块,平均人口规模为 434 4人。也就是说农民人口居住地面积为 0 054 8 km<sup>2</sup>,1 81 km<sup>2</sup>的土地为 434 4人所依赖的生存空间范围,可简称为“村域”。由于土地为农民的基本生存资源,其集体所有的性质使村与村之间存在着边界,也即每个村庄都有与其他村庄不重叠的地域范围。按国家政策要求,每户农村居民占用的宅基地面积相近。在土地资源条件相差不大的情况下,斑块面积占村域面积的比例越大,则人口密度越大。村落用地比例可用下式表达

$$X = \frac{1}{T_s} \sum_{i=1}^n A s_i$$

式中 X 为村落用地比例, Ts 为区域总面积, A si 为第 i 个斑块的面积。

对 149个乡镇(除天水市区)的人口密度和村落用地比例进行回归分析,二次多项式具有较高的精度,如图 2。人口密度随着居民点用地比重的增加而增加。

3 3 2 斑块数量、大小与人口密度的函数  
村落用地比例取决于 2个变量,即单位面积的斑块数量 N 和斑块大小 S。N、S和人口密度 P 存在着类似于 Cobb-Douglas 生产函数的关系,其形式为  
用 MATLAB6 0将 150个乡镇的相关数据进行处理,建立起如下模型

$$\ln P = 14 011 04 + 0 944 808 \ln N + 1 227 624 \ln S$$

或

$$P = 14 011 04V^{0 944808}S^{1 227 624}$$

检验值  $F = 441.03 > F_{(0.01)}(2, 146) = 19.5$  置信度高。实际值与估计值之间的误差小, 回归效果好。参见表 2 中的方差分析。待估参数  $a_1 = \frac{\partial P}{\partial N} / \frac{P}{N}$ ,  $a_2 = \frac{\partial P}{\partial S} / \frac{P}{S}$  实际上为斑块数量和大小的变化所引起的人口密度的变化。上式表明, 在水天这样的丘陵山区斑块大小比斑块数量对人口密度的影响更大一些。

3.3.3 劳作半径、村落间的距离与人口密度关系。  
当区域内的人口密度一定时, 村落之间的距离就反映了人口分布的集中程度。这个距离小, 意味着人口劳作的平均半径小, 分散性强。反之, 这个距离大, 意味着人口劳作的平均半径大, 居住上的集中性强。如果村落和“村域”是圆形的, 则天水人口劳作的平均半径的为:  $r = \sqrt{s/\pi}$  ( $s$  为村落面积) =  $\sqrt{1.81/3.14} = 0.76$  (km); 如果村落和“村域”是正方形的, 其村界边长为 1.345 km, 即村之间的距离为 1.345 km。这比南方地区“一里一村”的村距要稀疏一倍以上<sup>[15]</sup>, 农民劳作的半径也较长。村落之间的距离反映了传统农业社会对土地的依赖, 为提高农事作业效率, 居住地必需接近于耕作的土地。

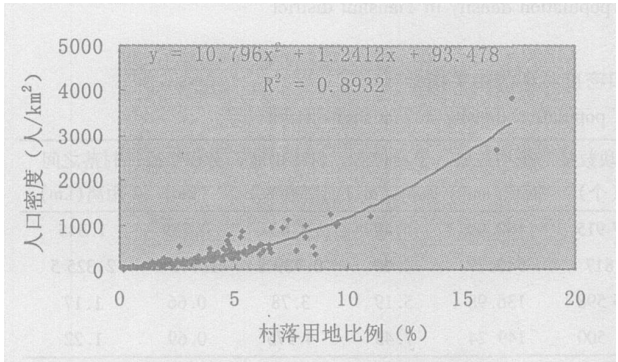


图 2 村落用地比例与人口密度的回归  
Fig 2 Regression of land-use proportion and population density

表 2 斑块数量、大小与人口密度回归的方差分析

Table 2 Variance analyse on regression of amount and scale of spots with population density

| 方差分析 | df  | SS         | MS       | F        | Significance F |
|------|-----|------------|----------|----------|----------------|
| 回归分析 | 2   | 103.955151 | 51.97753 | 441.0277 | 1.31994E-62    |
| 残差   | 146 | 17.20690   | 117.855  |          |                |
| 总计   | 148 | 121.162    |          |          |                |

区域内总有人口相对稠密的部分和相对稀疏的部分, 而稠密部分又有人口更密集的区域和不够密集的区域, 稀疏的部分也有人口相对密集的区域和人口更稀疏的区域。可以说, 随着分辨尺度的缩小, 人口密度向疏、密两端分异。一端是人口高度集中的城市区, 人口密度不断增加; 另一端是人口稀少的山区农村, 人口密度不断减小。可运用分形原理来描述具有自相似性和无标度性的人口分布现象。假设在市域尺度上, 全部人口集中于面积为 434 416 km<sup>2</sup> 的一块中心区域, 人口密度为 241 人/km<sup>2</sup> (表 3)。随着分辨尺度的缩小, 居住人口的斑块数量增加, 面积减小, 并在空间上分散开, 直到村落尺度, 面积相同的不同斑块间人口密度形成巨大的梯度差异。人口密度向疏、密两个方向变化的同时, 分辨尺度相对应的劳作半径、村间距离也变小。

表 3 分辨尺度缩小时人口密度向疏、密两端分异  
Table 3 Polarization of population density to sparseness and denseness along with scale distinguish shrinking

| 分辨尺度     | 最小人口密度<br>(人/km <sup>2</sup> ) | 最大人口密度<br>(人/km <sup>2</sup> ) | 劳作半径<br>(km) | 村落距离<br>(km) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 1(全地区)   | 241                            | 241                            | 67.54333     | 119.6871     |
| 7(县区)    | 153.1                          | 377.7                          | 25.52898     | 25.52898     |
| 150(乡镇)  | 8                              | 9650.5                         | 5.51489      | 9.77241      |
| 7915(斑块) | 0.5                            | 22323                          | 0.759201     | 1.345308     |

4 不同地理条件下人口密度差异分析

人口分布是人口数量与空间区位的结合, 即把一定数量的人口定位于位置上。在地形复杂的丘陵山区, 从微观尺度上看, 各个斑块的形状、人口规模以及所处的地理条件不尽相同, 在地域空间上的分布带有序性、随机性。但从宏观尺度上看, 斑块的分布方式、大小和人口密度在一定地域范围内表现出相似性, 在地域间显示出差异性。天水的人口分布在地域上明显地表现为三种类型 (图 3), 即河谷高密度区, 丘陵中密度区, 山地低密度区。在三种类型各取 100 km<sup>2</sup> 面积 (其位置如图 3 中 a b c 所示) 比较, 相同面积中的斑块数量、大小及分布方式具有较大差异。将三种类型区的有关指标进行统计分析 (表 4), 可以进一步揭示人口分布上的特征、规律。

4.1 河谷川道人口高密度区

天水河流众多, 但河谷较宽、人口稠密的主要是渭河、葫芦河、西河、散渡河、清水河等较大的河流。

这些河谷川道地势平坦, 土壤肥沃, 有灌溉条件, 热量充足, 良好的资源组合为农业生产提供了好的基础。村镇和居民点的斑块大且密, 沿河道两岸成明显的带状分布。村落的平均面积达 7.35 hm<sup>2</sup>, 村落用地比重接近 5%, 村落之间的平均距离为

1.216 km, 劳作半径为 0.686 km, 人口密度比全市平均值高 1 倍以上, 人口相对集中, 是市域内的人口重心所在。不仅有人口高度密集的市区, 还集中了 4 个县城和 17 建制镇, 占全市建制镇数量的一半。村落分布如图 4 所示。

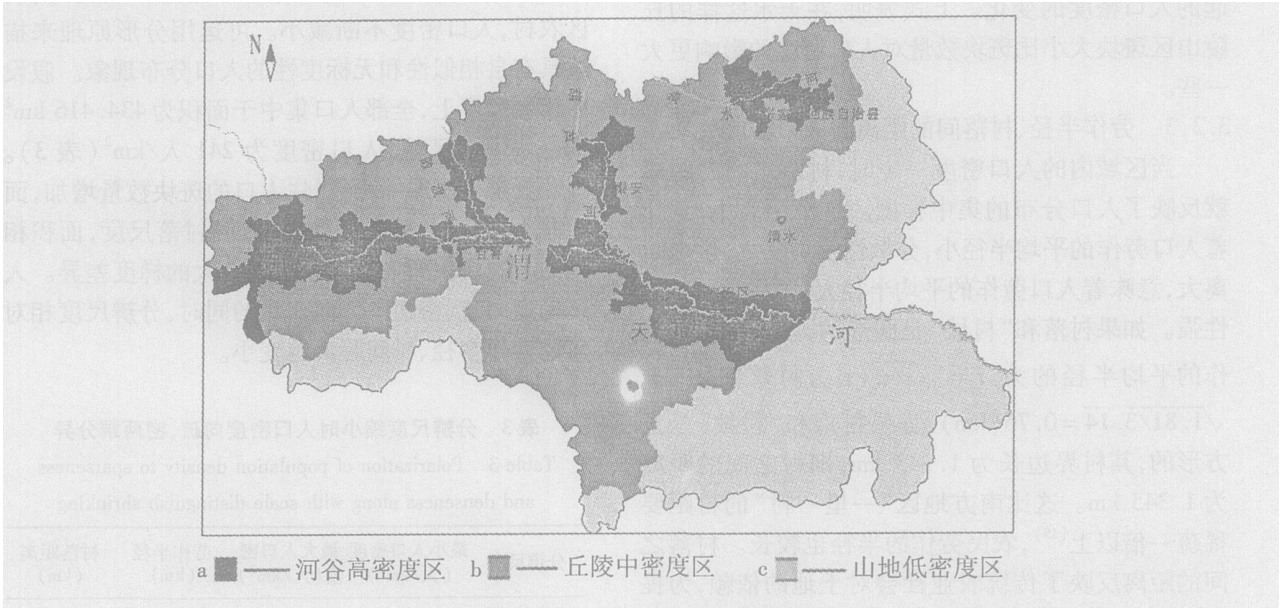


图 3 天水地区三种人口密度类型的空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of 3 types of population density in Tianshui district

表 4 天水地区三种人口密度类型的相关指标

Table 4 Correlation targets of 3 types of population density in Tianshui district

| 项目 | 涉及乡镇 | 总人口<br>(万人) | 土地面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 人口密度<br>(人 / km <sup>2</sup> ) | 斑块总面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 斑块数量<br>(个) | 平均村域<br>面积 (hm <sup>2</sup> ) | 平均村落<br>面积 (km <sup>2</sup> ) | 村落用地<br>比例 (%) | 劳作半径<br>(km) | 村落之间<br>距离 (km) |
|----|------|-------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--------------|-----------------|
| 全市 | 150  | 345.6       | 14 325                     | 241                            | 43 441.6                    | 7 915       | 180.99                        | 5.49                          | 3.03           | 0.759        | 1.345           |
| 山地 | 29   | 20.301      | 4 418.13                   | 45.59                          | 3 268.5                     | 817         | 540.77                        | 4.00                          | 0.7398         | 1.3123       | 2.3255          |
| 丘陵 | 93   | 212.1       | 7 668.23                   | 276.6                          | 29 029.6                    | 5 598       | 136.98                        | 5.19                          | 3.78           | 0.66         | 1.17            |
| 川道 | 39   | 113.2       | 2 238.64                   | 505.3                          | 1 1143.5                    | 1 500       | 149.24                        | 7.43                          | 4.975          | 0.69         | 1.22            |

注: 部分乡镇存在 2 种类型。

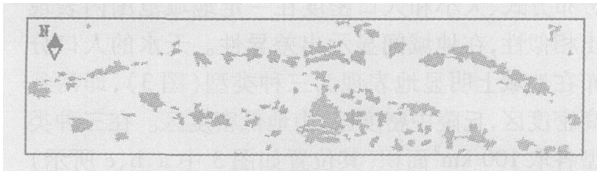


图 4 甘谷渭河川道带状分布的斑块 (5 km × 20 km)

Fig. 4 Spots distributing like a cingulum in Weihe valley of Gangu county (5 km × 20 km)

4.2 丘陵人口中密度区

丘陵地区面积大, 主要分布于渭河以北, 渭河以

南、社棠以西也有分布。由于地表破碎, 土地垦殖率高, 土壤侵蚀强烈, 耕地基本为坡地和旱地, 农业生产条件较差。人口密度 274.72 人 / km<sup>2</sup>, 正好为河谷和山地的平均值。村落平均面积、居民点用地比重大于山区但小于河谷地区, 但村域面积、劳作半径、村落之间距离却是三种类型中最小的。这表明, 丘陵地区人口分布分散。事实上丘陵地区的人口多分布于山坳、梁峁、坡面上, 地形限制了较大规模村镇的形成, 村落在空间上星罗棋布, 缺乏规律 (图 5)。需要说明的是, 表 4 中给出的劳作半径是平面的直线距离, 实际

上劳作时需上坡下沟, 半径要大于理论计算值。

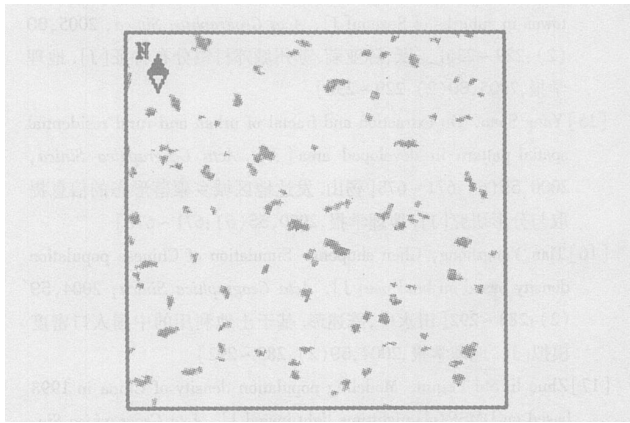


图 5 秦安黄土丘陵地星罗棋布 (10 km × 10 km) 的斑块

Fig 5 Spots scattered all over like stars in the sky  
in Loess hill of Qin'an county

#### 4.3 山地人口低密度区

西秦岭和陇山山地主要为林业用地, 降水虽多, 但地势陡峭, 耕地少且多为山坡地。人口主要居住在狭窄的沟谷和山间凹地之中, 在空间上呈稀疏的点状分布 (图 6)。山地人口密度 45~59 人/km<sup>2</sup>, 不到丘陵地区的 1/5。村落的面积小, 而村域的面积较大。劳作半径、村落之间距离也是最大的。其实耕地总是分布于村落周围不远的地方, 1 km 以外的地块并不多。山地人口虽然少, 但并不意味着人地关系不紧张, 现有的 20.3 万人分散于林区或林缘区, 事实上已经对森林生态系统造成了巨大的压力。

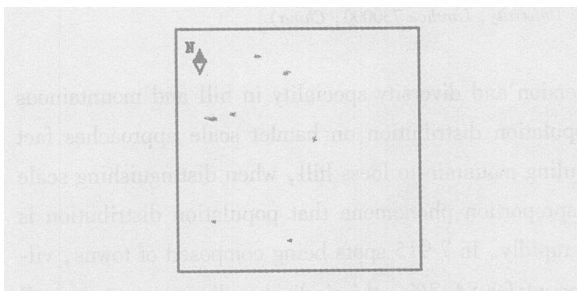


图 6 西秦岭山地稀疏分布的块 (10 km × 10 km)

Fig 6 Spots distributing sparsely in western  
Qinling Mountain region

## 5 结论

在以丘陵山地为主的地理背景和农业生产为主的经济背景下, 人口分布具有较高的分散性。宏观

上可表示为连续的人口分布, 实际上是离散的、不连续的, 微观上人口总是以城镇、村落和居民点的形式呈“斑块状”分布。以村落尺度分析人口分布更接近实际。用遥感和 GIS 方法取得的斑块面积, 与土地详查的居民点用地面积具有较高的一致性。

从市域、县域、乡镇到村落, 随着分辨尺度的缩小, 人口空间分布上的疏密不均现象越突出, 变异系数迅速扩大。天水市域内可判读的斑块共有 7 915 个, 面积在 1.0~10 km<sup>2</sup> 范围的较小斑块占 6 705 个, 数量众多, 表明分散的、小规模村落仍是人口分布的主要形式。

分析表明, 人口密度与村落用地比例的二次多项式具有较高的关系, 也与斑块的数量、大小具有类似于 Cobb-Douglas 生产函数的非线性关系, 且拟合精度高。其中, 斑块大小比斑块数量对人口密度的影响更大一些。平均 0.76 km 的劳作半径和 1.345 km 的村落间距离也反映人口的空间分布特征和规律。

天水人口分布在地域上明显地表现为河谷高密度区、丘陵中密度区、山地低密度区三种类型, 人口密度及相关指标斑块大小、单位面积的斑块数量、劳作半径和村落间距离都有显著差异。

深刻认识丘陵山地人口分布上的这些特征与规律, 对于推进城镇化过程、协调人地关系、加快人小康社会建设具有实际意义。

## 参考文献 (References)

- [1] Sherratt G G. A model for general urban growth [A]. In: Churchman C W, Verhulst M (eds). *Management Sciences: Model and Techniques* Proceedings of the Sixth International Meeting of Institute of Management Sciences (Vol 2) [C]. Elmsford NY: Pergamon Press, 1960. 147~159
- [2] Clark C. Urban Population Densities [J]. *Journal of Royal Statistical Society*, 1951, 114: 490~494
- [3] Griffith D. Modelling urban population density in a multi-centered city [J]. *Journal of Urban Economics*, 1993, 9: 298~310
- [4] Treitz P M, Howarth P J, Gong P. Application of satellite and GIS technologies for land-cover and land-use mapping at the rural-urban fringe: a case study [J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1992, 58 (4): 439~448
- [5] Small K A, Song S. Population and employment densities: structure and change [A]. *Journal of Urban Economics*, 1994, 36: 292~313
- [6] Heikkilä E, Gordon P, Kim J, Peiser R, et al. What happened to the CBD-distance gradient: land values in a polycentric city [J]. *Environment and Planning A*, 1989, 21: 221~232
- [7] Dobson J E, Bright E A, Coleman P R. Landscape: a global population database for estimating populations at risk [J]. *Photogrammetric Engineering*

- gineering and Remote Sensing, 2000, 66(7): 849~ 857
- [ 8 ] Zhang Shanyu. China's Population Geography [ M ]. Shanghai: East China Normal University Press, 1997. 11~ 286 [ 张善余. 中国人口地理. 上海: 华东师范大学出版社, 1997. 11~ 286 ]
- [ 9 ] Chen Yanguang. The fractal model of urban population density [ J ]. *Journal of Xinyang Normal College*, 1999, 12(1): 60~ 64 [ 陈彦光. 城市人口密度衰减的分形模型及其异化形式 [ J ]. 信阳师范学院学报, 1999, 12(1): 60~ 64 ]
- [ 10 ] Feng Jian. Modeling the spatial distribution of urban population density and its evolution in Hangzhou [ J ]. *Geography Research*, 2002, 21(5): 635~ 646 [ 冯健. 杭州市人口密空间分布及其演化的时空分布 [ J ]. 地理研究, 2002, 21(5): 635~ 646 ]
- [ 11 ] Liu Miaohu, Chen peng, Fen Yunjiu. Time-space evolution and regional differences of population fractal in Shanghai [ J ]. *China Population Science*, 2005(1): 51~ 60 [ 刘妙龙, 陈鹏, 冯永玖. 上海市人口分形的时空演化与区域差异研究 [ J ]. 中国人口科学, 2005(1): 51~ 60 ]
- [ 12 ] Jin Qiming. The history and current trends of research on rural settlement geography in China [ J ]. *Acta Geographica Sinica*, 1988, 43(4): 311~ 317 [ 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及其近今进展 [ J ]. 地理学报, 1988, 43(4): 311~ 317 ]
- [ 13 ] Tian Guangjin, Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang *et al.* Study on Chinese rural settlements by remote sensing and GIS [ J ]. *Journal of remote sensing*, 2002, 6(4): 307~ 312 [ 田光进, 刘纪元, 张增祥, 等. 基于 GIS 的中国农村居民点规模分布特征 [ J ]. 遥感学报, 2002, 6(4): 307~ 312 ]
- [ 14 ] Wang Yue, Chen Yali. Distribution characteristics of villages and towns in suburbs of Suzhou [ J ]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(2): 229~ 236 [ 王跃, 陈亚莉. 苏州城郊村镇分布特征 [ J ]. 地理学报, 2005, 60(2): 229~ 236 ]
- [ 15 ] Yang Shan. On extraction and fractal of urban and rural residential spatial pattern in developed area [ J ]. *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55(6): 671~ 678 [ 杨山. 发达地区城乡聚落形态的信息提取与分形研究 [ J ]. 地理学报, 2000, 55(6): 671~ 678 ]
- [ 16 ] Tian Yongzhong, Chen Shupeng. Simulation of Chinese population density based on land use [ J ]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(2): 283~ 292 [ 田永中, 陈述彭. 基于土地利用的中国人口密度模拟 [ J ]. 地理学报, 2004, 59(2): 283~ 292 ]
- [ 17 ] Zhuo Li, Shi Peijun. Modeling population density of China in 1998 based on DMSP/OLS nighttime light image [ J ]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(2): 266~ 276 [ 卓莉, 史培军. 基于夜间灯光数据的中国人口密度模拟 [ J ]. 地理学报, 2005, 60(2): 266~ 276 ]
- [ 18 ] Li Anmin, Liu Haiqi. Population density algorithm based on areal interpolation [ J ]. *Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning*, 2002(1): 35~ 40 [ 吕安民, 刘海启. 人口密度的面积内插算法研究 [ J ]. 中国农业资源与区划, 2002(1): 35~ 40 ]
- [ 19 ] Chang Zenguo, Niu Shuwen. Exploitation, Use and Protection of Country Resources in Gansu Province [ M ]. Lanzhou: Gansu People's Press, 2005. 6 [ 常正国, 牛叔文. 甘肃省国土资源开发利用与保护 [ M ]. 兰州: 甘肃人民出版社, 2005. 6 ]

## Population Distribution Characteristics and Pattern on Hill and Mountainous Region Basing on Village Scale

——Taking Tianshui as an Example

NIU Shuwen, LIU Zhengguang, GUO Xiaodong, LI Guozhu, WANG Zhifen

(Institute of Resources and Environment of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

**Abstract** Population distribution is provided with obvious dispersion and diversity speciality in hill and mountainous region there agriculture production is dominant. Analyzing population distribution on hamlet scale approaches fact much more. Tianshui is located to the transition region from Qiling mountain to hilly area when distinguishing scale reduces from all territory, county, township to village, the disproportion phenomena that population distribution is sparse or dense in space stands out more and more, it expands rapidly. In 7915 spots being composed of towns, villages and settlements, less spots with 1.0~10 hm<sup>2</sup> acreage account for 84.7%, this indicates dispersive and small scale villages are still primary form of population distribution. The relationships among population density and land-use proportion of villages, spot number on unit acreage and spot size are analyzed by non-linearity function, some characteristics and pattern in population distribution may be revealed well. Population distribution of Tianshui represent obviously three categories: river valley area with high density, hilly area with medium density and mountainous area with low density. labour radii and distance among villages exist huge difference in three categories.

**Key words** population density; population distribution; village; hilly and mountainous area; Tianshui