

## 典型地物特征提取的适宜尺度选择

杨旭艳,王旭红,胡婷,曹雅坤

( 西北大学 城市与环境学院 陕西 西安 710127 )

**摘 要:** 遥感图像的尺度与图像所表达的信息有着密切的关系,但是在使用遥感图像进行研究和应用的过程中,使用尺度和图像尺度之间存在一定的矛盾,现有尺度的遥感图像不一定能满足应用的要求。为了解决使用尺度与图像现有尺度之间的矛盾,采用基于分维数的尺度转换方法得到以原始图像为基础的大于或小于原尺度的图像,在形成的连续变化的系列图像上提取两种典型地物样本,分别用地物单元周长(  $P$  )、面积(  $S$  )、面状地物形状系数(  $F$  )、斑块分维数(  $D$  )这 4 个表征地物形态特征的因子在各尺度图像上进行对比分析,发现随着遥感图像栅格尺寸的增大,典型地物样本灰度值的灰阶不断减少,形状复杂度不断降低,地物边界钝化,内部纹理结构简单化、粗糙化。综合分析以上现象,提出利用形状综合指数(  $Q$  )来计算适宜表达典型地物形状特征尺度的方法。实验结果表明:尺度为 30 m 图像时是表达水体样本 1、居民地样本 1、居民地样本 2 形状的适宜尺度,图像尺度为 90 m 时,是表达水体样本 2 形状特征的适宜尺度;通过典型地物形状综合指数成功的计算出典型地物形状的适宜尺度,为表达复杂地物的适宜尺度奠定了基础,并且该方法简单易行,具有一定的实用价值。

**关键词:** 分维数; 尺度转换; 尺度效应; 特征提取; 适宜尺度

**中图分类号:** P237

**文献标识码:** A

目前,许多不同空间、时间分辨率的遥感传感器已投入使用。在实际应用过程中,通常需要将不同测量平台上的高空间分辨率数据与时间分辨率高的低空间分辨率数据进行整合,形成不同空间分辨率的系列遥感影像,为地表现象多尺度描述或应用提供丰富的数据源,这就涉及到尺度的转换问题。

在国内外,尺度问题已经越来越受到遥感地学研究者的关注,成为遥感研究的热点与前沿问题之一。苏理宏<sup>[1]</sup>等讨论了遥感研究中的尺度问题最新进展。柏延臣<sup>[2]</sup>等分析研究了基于特征统计可分性的遥感数据专题分类尺度效应。布和敖斯尔<sup>[3]</sup>提出了综合利用和尺度转换的有效方法。黄慧萍<sup>[4]</sup>等为获得精确的地表信息,提出多尺度遥感影像分析方法,解决不同地物在不同空间尺度影像

数据中提取的难题。通过空间尺度效应分析,阐述不同属性景观地物在同一分辨率或同一尺度影像中提取的不合理性。张华国<sup>[5]</sup>以系列空间分辨率遥感图像为数据源,采用分形几何方法研究海岸线遥感信息的空间尺度,提出了基于分形尺度依赖性的遥感信息空间尺度转换模型和基于比例尺的遥感信息空间尺度转换模型。徐青等(1998)<sup>[6]</sup>遥感数据的分形测量、江东等(2000)<sup>[7]</sup>遥感信息科学中的分形思维详细阐述了分形几何方法能够很好地描述遥感信息的空间尺度特征。万华伟<sup>[8]</sup>等研究植被波谱空间尺度效应及尺度转化方法,李小兵<sup>[9]</sup>基于多尺度遥感测量的区域土地覆盖格局研究,明冬萍<sup>[10]</sup>遥感影像空间尺度特性与最佳空间分辨率选择,朱晓华<sup>[11]</sup>研究土地利用类型结构的多尺度转换特征。

收稿日期( Received date ): 2011 - 10 - 12; 改回日期( Accepted ): 2012 - 06 - 19。

基金项目( Foundation item ): 国家自然科学基金项目( 41071271 ) 不同地貌类型区的遥感影像信息容量的差异性研究。 [ Research on otherness of remote sensing image Information Capacity in Different landform regions. ]

作者简介( Biography ): 杨旭艳( 1987 - ), 女, 汉, 陕西铜川人, 在读硕士研究生, 主要从事地理信息系统、遥感数据处理等研究。 [ Yang Xuyan ( 1987 - ), female, come from Tongchuan, master graduate student, mostly engage GIS and RS data processing study. ] Tel: 15319991090, E-mail: yangxuyan22@sohu.com 王旭红( 1968 - ), 女, 汉, 教师, 副教授, 工学博士, 从事遥感数据处理与应用、地理信息系统等方面的研究。 [ Wang Xuhong( 1968 - ), Teacher, Dr. master graduate student, mostly engage GIS and RS data processing study. ] E-mail: Jqy\_wxh@163.com

李小文院士研究团队<sup>[12]</sup>以反照率、叶面积指数等要素为对象,研究时空多变量要素随空间尺度的变换特征及其依赖因子。Goodchild 等<sup>[12]</sup>从地理学的视角出发,认为有关尺度的科学研究应考虑这样几个问题:①尺度在空间模式和地表过程检测中的作用,以及尺度对环境建模的冲击;②尺度域(尺度不变范围)和尺度阈值的识别;③尺度转换、尺度分析和多尺度建模方法的实现,可以看出尺度问题是广阔而复杂的。

本文在借鉴了前人研究成果的基础上,采用基于分形维数的方法进行遥感影像的尺度转换,并提出综合形状指数来计算最适合表达典型地物样本形状的适宜尺度。

## 1 研究区和数据

### 1.1 实验区概况

陕西宝鸡地处  $106^{\circ}18' \sim 108^{\circ}03'E$ ,  $33^{\circ}35' \sim 35^{\circ}06'N$ ; 东连咸阳,南接汉中,西北与甘肃天水和平凉毗邻,总面积  $1.82 \times 10^4 \text{ km}^2$ ; 基本的地貌特征:山地、丘陵面积大,坡度陡。

宝鸡地质构造复杂,东、西、南、北、中的地貌差异大,具有南、西、北三面环山,以渭河为中轴向东拓展,呈尖角开口槽形的特点。山、川、塬兼备,以山地、丘陵为主,山地占总面积的 56%。丘陵占总面积的 26.5%,川塬占总面积的 17.5%,呈现出“六山一水三分田”的格局。就其高度而言,在秦岭山地分水岭地带,山脊海拔一般在 2 000 ~ 3 000 m,最高达 3 767 m,而关中盆地最低海拔仅 540 m,高差达 2 000 m,地势高低悬殊,坡度巨大。

### 1.2 实验区数据

本研究使用的遥感数据为陕西省宝鸡市 ETM+ 影像的全色波段,分辨率为 15 m,数据获取时间是 2000 年 8 月,经过对图像的几何精校正、图像增强、波段选择等预处理后,从中截取大小为  $1\,241 \times 1\,528$  图像作为研究区(图 1)。

## 2 研究方法

### 2.1 实验流程图

本文结合宝鸡地区地貌类型的具体情况,制定了如图 1 ~ 2 所示的技术路线,分为 4 个主要部分:

1. 对原始图像进行预处理:几何校正,并且添

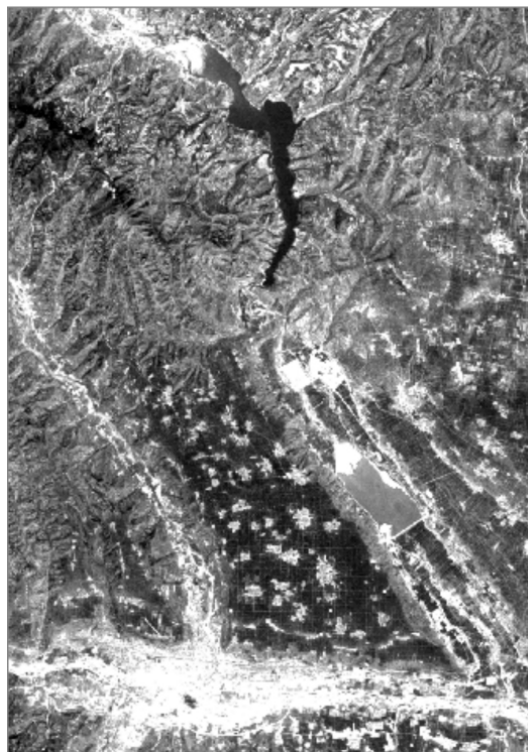


图 1 原始试验区 30 m

Fig. 1 The 30 m of aboriginal experimental area

加投影信息,裁切  $1\,241 \times 1\,528$  图像作为实验区。

2. 采用三角棱柱法来计算图像的分维数。

3. 对源图像进行尺度转换,结合实验区内的地貌类型,在 ETM+ 图像提取两种典型地物样本,并对这些样本进行特征提取。

4. 采用基于典型地物的综合形状指数,计算最适合表达该典型地物样本形状的尺度,寻找典型地物形状提取的适宜尺度。

### 2.2 基于分形的遥感影像的尺度转换模型

尺度转换是将遥感图像从一个尺度转换到另一个尺度的过程。主要有两种途径:尺度上推(Up-scaling)和尺度下推(Downscaling),所谓尺度上推就是将程精微尺度上的观察、试验以及模拟结果外推到较大尺度的过程,它是研究成果的粗粒化。从一般情况看,随着尺度增大,空间异质性将会降低,因为其间的很多细节将会被忽略,空间变异性随着尺度的增加而相对减小<sup>[13]</sup>。与此相反,尺度下推是将宏观大尺度上的观测、模拟结果推绎至精微尺度上的过程。尺度下推的主要任务就是从较粗糙的空间和时间分辨率转化为更详细的尺度异质性信息。尺度下推的目的就是将宏大的观测数据或模型模拟结果应用到局部区域,以解决当地的实际问题。

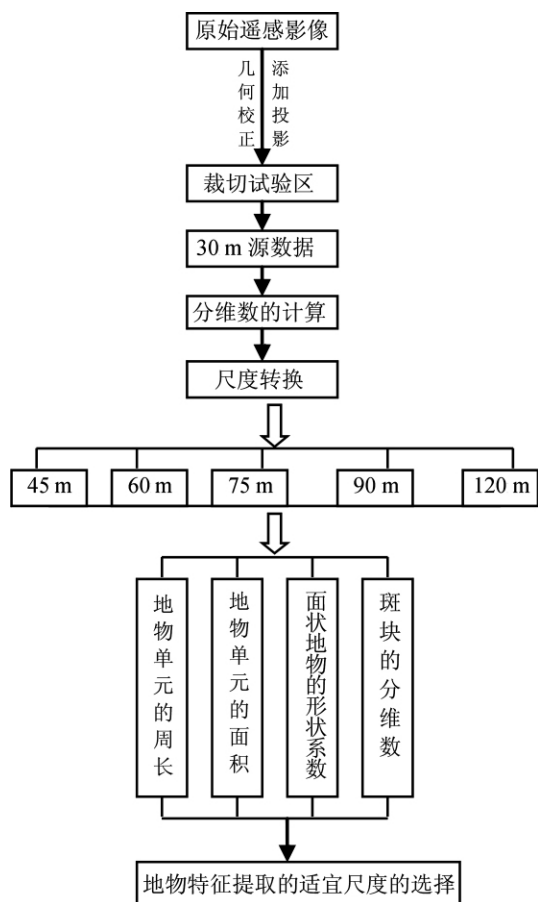


图2 实验流程图

Fig. 2 Experiment flowcharts

尺度转换的核心问题是转换模型,涉及模型的要素选择、系统过程的数学表达。目前,应用较多的尺度上推的转换,常用的有基于像元的转化研究方法,有局部平均法、中值采样法、最邻近法、双线性内插法和立方卷积法等。此外,利用分形几何理论进行遥感图像的尺度转换是现今研究的热点<sup>[5-7]</sup>。在选择尺度转换模型时,必须要考虑的一个重要问题就是尺度域,在同一尺度域中,由于过程的相似性,尺度转换容易,模型简单适宜,预测的准确性高;而跨越多个尺度域时,由于过程在不同尺度上起作用,尺度转换则必然复杂化<sup>[14]</sup>。在尺度域的过渡带多会出现混沌、灾变或者是其他难以预测的非线性变化。因此,一般的尺度转换模型特定的尺度域内成立,但当跨尺度域时不一定是适用的。

不同尺度上的结构变化具有分形的特色<sup>[14]</sup>,分形的模型有很多种,其中面积-周长、密度、扩散等模型是较为常见的(Milne, 1991),分形在描述空间格局复杂性的多种方法中,最适宜揭示多种景观特征的不规则空间结构斑块性(patchiness)(Mi-

line, 1988)。分形最重要的特征是自相似性,即研究对象的局部与整体之间存在某种形式的相似。地形表面长期受到各种随机因素的影响,形成了粗糙不平、形态多变的复杂景观,是分形表现的典型例证。Pentland 通过对自然景物纹理影像的研究,证明自然界中大多数表面映射成灰度的图像具有相同分形特征的分形表面,且大多数自然景物的灰度图像满足各向同性分数布朗随机场(FBR场)。

结合本文实验区(30 m 分辨率)的实际情况,采用分形几何理论来进行遥感图像的尺度转换。用分形理论进行图像尺度转换的原理是求算图像的分维数,将分维数作为遥感影像空间尺度的转换有效参数。一般地,二维复杂曲面求解分维数的基本模型是

$$S = Kr^{2-D} \quad (1)$$

式中  $S$  为在观测尺度  $r$  下的曲面面积,  $k$  为常数,  $D$  为曲面的分维数。对其两边取对数得到

$$\lg S = (2 - D) \lg r + \lg K \quad (2)$$

式中 给出了描述曲面面积特征随观测尺度变化的规律,是一种对数函数关系。因此,针对遥感影像,只要符合分形几何体特征的信息,其曲面面积与遥感的空间分辨率的关系就可以用式(2)进行描述。

现设遥感影像曲面的分维数为  $D$ , 因为  $D$  是尺度变化下的不变量,在不同空间分辨率的情况下,根据式(1)可得到以下两式

$$S_{r1} = Kr_1^{2-D} \quad (3)$$

$$S_{r2} = Kr_2^{2-D} \quad (4)$$

两式相除可得

$$\frac{S_{r2}}{S_{r1}} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^{2-D} \quad (5)$$

由于曲面的分维数  $D \geq 2$ , 所以上式可转换为

$$\frac{S_{r2}}{S_{r1}} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{2-D} \quad (6)$$

该式可以用来定量地描述曲面的面积随空间分辨率变化的关系。据此,式(6)就作为遥感影像空间尺度转换模型,在多分辨率的遥感影像综合应用中,可以进行遥感影像的空间尺度转换。

由式(6)可知,要把分形理论用于遥感图像的尺度转换之中,首先要解决的一个问题就是如何计算其分维数。在此,本研究采用了三角棱柱法来计算图像的分维数<sup>[16]</sup>。三角棱柱法能描述曲面整体的起伏变化程度,但对影像单个像元的计算却不适合。因此,本研究拟结合遥感图像是地面三维空间在二维表面的反映和地物分维数的无定标的特性,

在影像上采取类似卷积的方式,利用滑动窗口( $3 \times 3$ )实现单像元的遥感影像分维数的计算。其基本原理是采用一个相同网格尺寸的窗口沿着栅格单元自上而下,自左而右依次滑动,将窗口内的图像区域作为一幅图像,然后利用文献[16]介绍的计算整幅遥感影像进行分维数计算的模型计算滑动窗口( $3 \times 3$ )内图像分维数,将此分维数计为窗口中心像元的分维数,逐像素计算单像元分维数,直至完成对整幅图像的计算。

### 2.3 尺度转换分析

本文分别采用 45 m、60 m、75 m、90 m、120 m 五种不同的分辨率计算图像的面积,从而得到一个“尺度-表面积”序列,计算“尺度-表面积”在对数坐标上的斜率  $K$ ,  $D = 2.0 - K$  即为该图像的分维数,逐像素移动窗口,实现图像所有像素分维数的计算。通过这些滑动窗口序列,得到一组实验结果,用来分析地表复杂的变化情况。

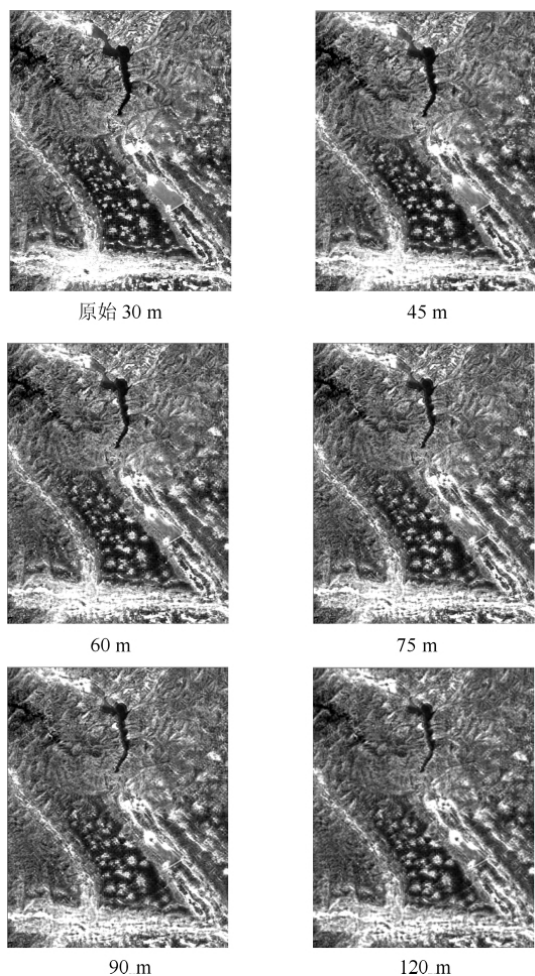


图3 尺度转换后遥感影像

Fig.3 The image after scaling

根据式(6)尺度转化模型,对遥感影像进行空间尺度的转换,得到下面的系列尺度图像。

根据实验区内土地利用/土地覆盖的具体情况,结合该地区 30 m 空间分辨率的图像进行判读,从实验区源数据和经尺度转换的这组图像中选取两种典型地物:居民地、水体。

由于地物所处图像的尺度不同,其轮廓以及轮廓内部所包含的信息也有所不同,同一地物的形状信息也会有所不同。利用实验区的多尺度数据,通过提取各典型地物和图像的光谱特征、形状特征以及纹理特征信息,来研究遥感图像经尺度转换后,信息的损失和转移趋势,以及不同典型地物在不同尺度上的光谱特征、形状特征以及纹理特征的不同。

下面的图4到图7是各个典型地物在不同尺度上的表现和变化情况。

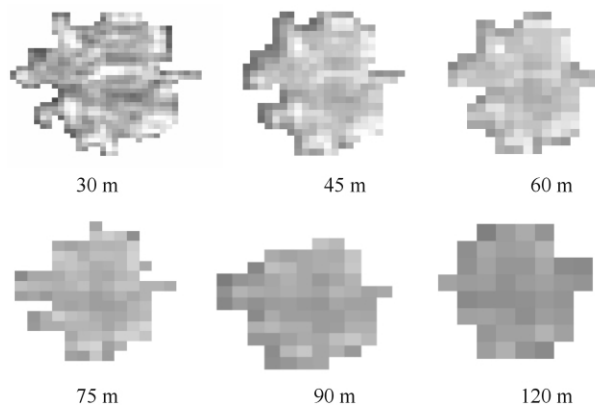


图4 居民地样本1在不同尺度上的形状

Fig.4 The shape of resident sample 1 in different scales

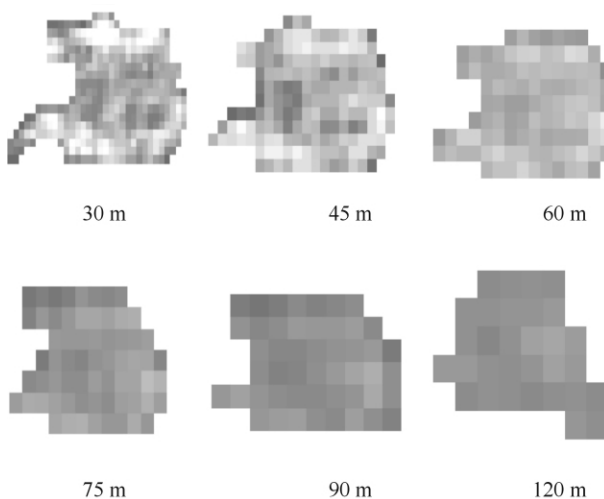


图5 居民地样本2在不同尺度上的形状

Fig.5 The shape of resident sample 2 in different scales

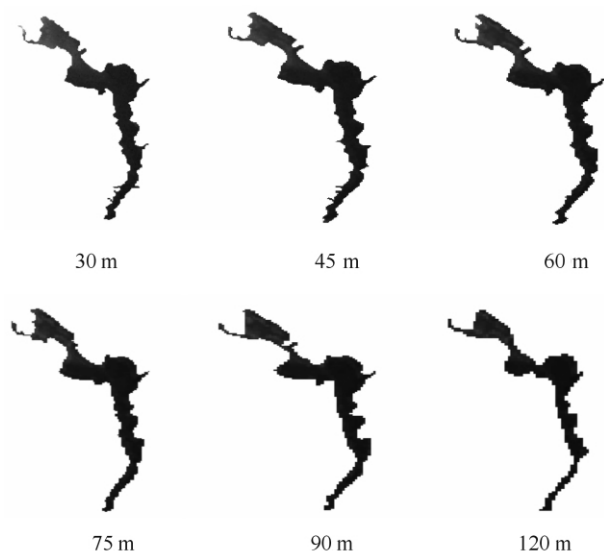


图6 水体样本1在不同尺度上的形状

Fig.6 The shape of water sample 1 in different scales

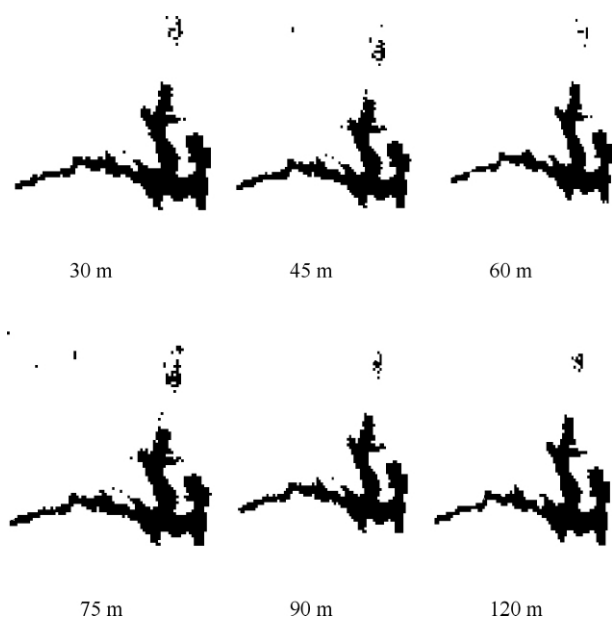


图7 水体样本2在不同尺度上的形状

Fig.7 The shape of water sample 2 in different scales

### 3 典型地物形状特征的提取及分析

#### 3.1 尺度转换

特征提取就是将地物或者整幅图像作为研究对象,从中获取或进行变换处理,得到地物或是图像的特征变量(例如:光谱特征、纹理特征等)。遥感图像的特征提取主要包括三个方面:光谱特征提取、纹理特征提取以及形状特征提取,其中地物形状特征提取是特征提取的重要研究内容之一。以面状地

物为研究目标,表征地物形态特征的因子有地物单元周长、地物面积、形状系数和分维数等。

##### 3.1.1 地物单元周长

地物单元周长 $P$ 是面状地物单元边界的长度。以链码形式记录时,其周长提取方法为设相邻像素间采用链码表示的长度为: $L_i = (\sqrt{2})^n$ ,式中, $n = \text{Mod}(2, \alpha_i)$ , $i = 1, 2, 3, \dots, 7$ ;  $i$ 为链码方向。 $P = \sum L_j$ ,  $j$ 为地物边界像素点的个数。将所有链码段的长度相加,即为周长 $P$ 。

##### 3.1.2 地物单元面积

地物面积( $S$ )可以利用边界点上的地理坐标求算面积。首先计算出面状地物每一行的面积 $S_k$ ,  $S_k = \Delta A(X_j - X_i)$ ,式中 $\Delta A$ 为每个像素对应的地面分辨率; $X_j, X_i(X_j > X_i)$ 为同一行中边界点上的 $X$ 地理坐标。则地物面积为 $S = \sum_{k=1}^M S_k$ ,式中 $M$ 为该地物的总行数。

##### 3.1.3 面状地物的形状系数

面状地物的形状系数 $F$ 用于描述地物形状,其计算公式为 $F = \frac{P^2}{4\pi S}$ ,式中 $F$ 为形状系数, $S$ 为面状物体的面积, $P$ 为该面状地物的周长。

##### 3.1.4 斑块的分维数

分维数<sup>[10]</sup>是用来测定斑块的复杂程度的。根据面积与周长的关系,将分维数定义如下(傅伯杰, 1995; Moody & Woodcock, 1995): $P = K \cdot (A^{D/2})$ 对于单个面斑块,取 $k=4$ ,有 $D = 2 \log(\frac{P}{4}) / \log A$ ,式中: $D$ 为分维数, $P$ 为斑块周长, $A$ 为斑块面积。 $D$ 值的范围为1.0~2.0,1.0代表最简单的正方形斑块,2.0表示等面积下周边最复杂的斑块的的分维数。

#### 3.2 典型地物形状特征

形状特征是针对面状地物提出的,针对这两种典型地物样本在不同尺度上形状和内部结构的差异性,采用4种表征形状特征的方法来计算典型地物不同尺度上表现情况。

为了更加直观的反映典型地物的特征因子随尺度变化的趋势,以尺度为横坐标,各典型地物的周长、面积、形状系数、分维数分别为纵坐标,绘制典型地物尺度折线图:

从图8中可以看出,水体样本1的周长最长,并随着图像栅格尺寸的增大而逐渐的变小,说明该样本多边形的边数较多,当栅格尺寸变大时,多边形的棱角就被融入到栅格当中,周长就会减小。相比

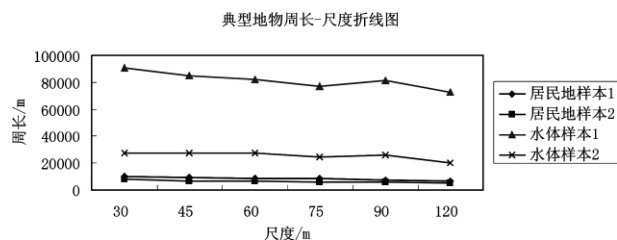


图8 典型地物周长-尺度折线图

Fig. 8 The line chart of typical objects perimeter and scale

较而言,居民地样本1、居民地样本2和水体样本2的周长变化较小,只有小幅度的下降。总体来说,当图像由高空间分辨率转换为低空间分辨率时,典型地物样本的周长一般都会呈现出逐渐减小的趋势。

表1 典型地物形状特征计算表

Table 1 Computational table of typical objects shape characteristic

样本名称	分辨率/m	周长 P	面积 S	形状系数 F	分维数 D
居民地1	30	9 780	550 800	3.718 3	1.180 4
	45	9 090	641 925	3.201 3	1.155 9
	60	8 280	619 200	2.969 1	1.145 1
	75	8 400	590 625	3.084 1	1.151 3
	90	6 840	639 900	2.412 7	1.113 7
	120	6 240	648 000	2.187 3	1.098 9
居民地2	30	7 620	350 100	3.633 8	1.183 2
	45	6 300	348 300	3.012 1	1.153 8
	60	6 480	381 600	2.959 9	1.150 0
	75	5 550	371 250	2.570 2	1.128 3
	90	5 580	396 900	2.499 2	1.123 3
	120	5 280	446 400	2.229 9	1.104 7
水体1	30	90 540	11 142 900	7.653 3	1.235 9
	45	85 140	11 016 000	7.238 1	1.229 2
	60	81 840	10 760 400	7.039 7	1.226 1
	75	77 100	10 597 500	6.682 8	1.219 9
	90	81 540	9 809 100	7.346 2	1.232 7
	120	72 960	8 568 000	7.033 2	1.229 2
水体2	30	27 300	6 177 600	3.099 3	1.129 2
	45	27 270	6 081 075	3.120 3	1.130 2
	60	27 480	5 853 600	3.204 9	1.133 9
	75	24 300	5 040 000	3.054 2	1.129 0
	90	25 560	4 082 400	3.569 5	1.151 3
	120	20 040	3 494 880	3.024 7	1.130 9

从图9中可以看出:水体样本1和水体样本2的面积变化幅度较大,其他样本的面积变化幅度相对较小。随着图像栅格尺寸的增大,典型地物样本的形状边界逐渐模糊化,不再是圆滑的,越加显得阶梯化、钝化,所以样本形状越复杂,其面积随尺度的变化就越大,而样本形状较简单时,其面积的变化则相对较小。

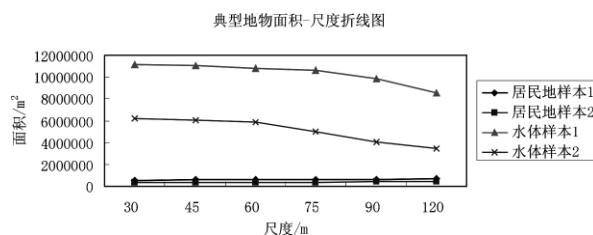


图9 典型地物面积-尺度折线图

Fig. 9 The line chart of typical objects area and scale

从图10中可以看出:水体样本1的形状指数比较大,居民地样本1、居民地样本2以及水体2的形状指数相差不多,都比较小。形状指数越大,说明样本地物的形状越复杂,形状较接近于扁长形;形状指数越小,地物的形状越接近于圆形,边界就越简单。随着图像栅格尺寸的增大,水体样本1和水体样本2形状指数增大,形状逐渐变的扁长;而居民地样本1和居民地样本2的地物形状指数有减小的趋势,形状逐渐变圆。总之,对于形状接近于扁平的地物,其形状系数随尺度的变化较大,而形状接近于圆形的地物,其形状系数随尺度的变化情况较不明显。

从图11中可以看出:水体样本1的分维数最大,而水体样本2和居民地样本1以及居民地样本2的分维数相对较小。分维数是测定面状地物复杂程度的一个指数,分维数越大的地物其形状越复杂,分维数越小的地物的形状越简单,当分维数趋于1时,地物的形状趋于正方形。水体样本1的形状较

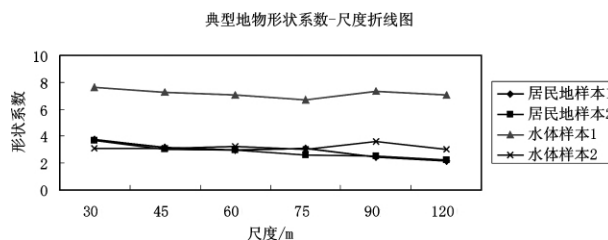


图10 典型地物形状系数-尺度折线图

Fig. 10 The line chart of typical objects shape coefficient and scale

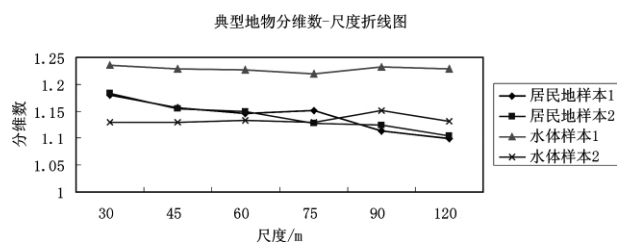


图 11 典型地物分维数-尺度折线图

Fig. 11 The line chart of typical objects fractal dimension and scale

为复杂、不规整,而居民地和水体样本2的形状较为简单,边界也较简单化,其分维数也比较小。

### 3.3 适宜尺度的选择

适宜尺度是根据某种研究内容,存在着比较适宜的遥感数据的尺度,而对于不同的应用,同样的地理过程或现象的适宜尺度有可能是不同的,所以适宜尺度的选择与研究区域的范围和研究对象的特征有关<sup>[17]</sup>。不同地物类型的形状、内部特征等属性决定了表达不同地物类型的适宜尺度会有所不同;相同的地物类型但是由于空间关系和布局的不同,其适宜尺度也会有所不同;同一地物在不同波段吸收的光谱不同,那么相同的地物类型有可能在多波段图像上不同波段中的光谱特征也有所不同。

目前适宜尺度的计算方法大致分为三种:基于单波段图像的计算方法、多波段间的计算方法和基于典型地物的计算方法。计算最优尺度的方法主要有:变异函数法、局部方差法和基于离散度的方法。根据本文研究区域选择了基于典型地物的综合形状指数(本文首次提出这一概念),来计算典型地物形状表达的适宜尺度。

典型地物的提取不仅依靠地物的光谱特征和纹理特征,还需要根据地物形状特征来进行识别。典型地物在不同尺度图像上的形状有所不同,形状特征也会随着图像栅格尺寸的增大而减小,边界信息愈加的概括化,但是总会在某个尺度的图像能够恰好的表达典型地物样本的形状,这样的尺度就是表达该典型地物的适宜尺度。地物的形状细节表达可以通过地物形状特征中的形状系数和分维数来计算,当这两个指数的值综合最高时的尺度,就认为是适宜表达该典型地物形状特征的尺度。计算公式

$$Q = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} + 2\log\left(\frac{P}{4}\right) / \log S$$

式中  $Q$  为综合形状指数,  $P$  为典型地物的周长,  $S$  为典型地物的面积。

这个综合形状指数中包含了表征地物形态特征

的4个主要的因子(周长、面积、形状系数、分维数),因此,采用这一指标来评价典型地物形状特征的适宜尺度在理论上是可行的。下面通过实验结果来证实综合形状指数的可行性。

根据上式计算典型地物的综合形状指数,其结果如表2。

表2 综合形状指数表

Table 2 Table of integrated shape index

分辨率/m	居民地1	居民地2	水体1	水体2
30	4.897 9	4.817 0	8.889 2	4.228 5
45	4.357 2	4.165 9	8.467 3	4.250 5
60	4.114 2	4.109 9	8.265 8	4.338 8
75	4.235 4	3.698 5	7.902 7	4.183 2
90	3.524 6	3.622 5	8.578 9	4.720 8
120	3.286 2	3.334 6	8.262 4	4.155 6

为更清楚的反映典型地物的综合形状指数随尺度的变换情况,以尺度为横坐标,各典型地物的综合形状指数为纵坐标,绘制典型地物的尺度折线图12。

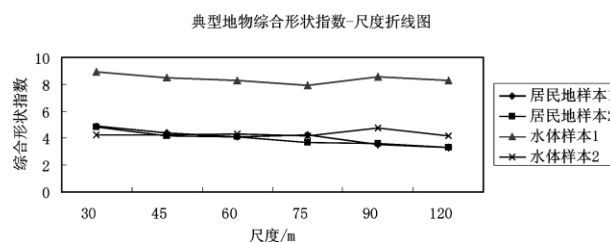


图 12 典型地物综合形状指数-尺度折线图

Fig. 12 The line chart of typical objects integrated shape index and scale

通过分析图12中得出,水体样本1在30 m图像上的综合形状指标最高,总体走势随着栅格尺寸的增大,综合形状指数总体上有缓慢下降的趋势,说明30 m图像是水体样本1在综合了形状和内部复杂度的适宜表达尺度;居民地样本1、居民地样本2在30 m图像上的综合形状指标最高,并且随着栅格尺寸的增大,呈下降的趋势,说明居民地的最适宜表达尺度也为30 m;水体样本2在图像尺度为90 m时的综合形状指标最高,可以认为90 m分辨率是表达水体样本2的较适宜尺度。总体来说,地物综合形状指数随着栅格尺寸的增大有所下降的趋势,地物的形状越是复杂,它的综合形状指数有下降的趋势越明显,地物的形状较简单的,则下降的趋势较为缓

慢。从实验数据上来看,综合形状指数和尺度变化之间的关系,与表征地物形状特征因子和尺度变化之间的关系具有一致性,这一结果证实了综合形状指数理论的可行性,并且是计算典型地物形状表达适宜尺度的有效方法,具有一定的实用价值。

## 4 小结

自然单元、人文单元以不同空间尺度客观存在着,对于这些不同的地物对象的地学描述和研究,需要按不同的尺度进行。在不同尺度上的图像所包含的信息的详细程度是不同的,不同的地物类型在不同的尺度的图像上的表达详细程度也不同,因此引入了适宜尺度这一概念。适宜尺度同时适用于研究区域和不同地物类型两个方面,研究区域的适宜尺度就是能够概括的表达整个研究区域的概况的较适宜尺度;地物类型的适宜尺度就是能够清楚地表达某地物类型的尺度。通过典型地物形状综合指数成功的计算其出典型地物形状的适宜尺度,为表达复杂地物的适宜尺度奠定了基础。

本文利用典型地物形状综合指数来计算典型地物表达的适宜尺度还只是处于试探阶段,计算的方法有一定的局限性,因此将典型地物的综合形状指数加以改进使其更加的完善,提高适宜尺度计算对象的范围,以及如何有效的将适宜尺度应用于实际问题中,是以后工作和研究的重点。

## 参考文献 (References)

- [1] Su Lihong, Li Xiaowen, Huang Yuxia. An review on scale in remote sensing[J]. *Advances in Earth Science* 2001, 16(4): 544 - 548 [苏理宏, 李小文, 黄裕霞. 遥感尺度问题研究进展[J]. *地球科学进展* 2001, 16(4): 544 - 548]
- [2] Bo Yanchen, Wang Jinfeng. Assessment on uncertainty in remotely sensed data classification: Progresses, problems and prospects[J]. *Advances in Earth Science* 2005, 20(11): 1218 - 1225. [柏延臣, 王劲峰. 遥感数据专题分类不确定性评价研究: 进展、问题与展望[J]. *地球科学进展* 2005, 20(11): 1218 - 1225]
- [3] BUHE Aosier, Ma Jianwen, Wang Qinxue et al. Scaling transformation of remote sensing digital image with multiple resolutions from different sensors[J]. *Acte Geographica Sinica* 2004, 59(1): 101 - 110 [布和敖斯尔, 马建文, 王勤学, 等. 多传感器不同分辨率遥感数字图像的尺度转换[J]. *地理学报* 2004, 59(1): 101 - 110]
- [4] Huang Huiping, Wu Bingfang. Analysis of the mutli-scale characteristics with objects extraction[J]. *Remote Sensing Technology and Application* 2003, 18(5): 276 - 281 [黄慧萍, 吴炳方. 地物提取的多尺度特征遥感应用分析[J]. *遥感技术与应用*, 2003, 18(5): 276 - 281]
- [5] Zhang Hauguo, Huang Weiliang. Study on spatial scale of shoreline remote sensing information based on fractal theory[J]. *Journal of Remote Sensing* 2006, 10(4): 465 - 471 [张华国, 黄伟良. 基于分形的海岸线遥感信息空间尺度研究[J]. *遥感学报*, 2006, 10(4): 465 - 471]
- [6] Xu Qing, Tan Gaunghua, Li Cuihua et al. Fractal Measurement of Remote Sensing Data[J]. *Journal of Remote Sensing*, 1998, 2(3): 186 - 191 [徐青, 谭光国, 李翠华, 等. 遥感数据的分形测量[J]. *遥感学报*, 1998, 2(3): 186 - 191]
- [7] Jiang Dong, Wang Jianhua. The fractal thought on remote sensing information science[J]. *Journal of Gansu Sciences*, 2000, 12(1): 53 - 57 [江东, 王建华. 遥感信息科学中的分形思维[J]. *甘肃科学学报* 2000, 12(1): 53 - 57]
- [8] Wan Huawei, Wang Jindi, Qu Yonghua. Preliminary r-esearch on scale effect and scaling-up of the vegetation spectrum[J]. *Journal of Remote Sensing* 2008, 12(4): 538 - 545 [万华伟, 王锦地, 屈永华. 植被波谱空间尺度效应及尺度转化方法初步研究[J]. *遥感学报* 2008, 12(4): 538 - 545]
- [9] Li Xiaobing, Chen Yunhao, Li Xia. Study on regional land cover patterns derived from multi-scale remotely sensing data[J]. *Acta Phytocological Sinica* 2003, 27(5): 577 - 586 [李小兵, 陈云浩, 李霞. 基于多尺度遥感测量的区域土地覆盖格局研究[J]. *植物生态学报* 2003, 27(5): 577 - 586]
- [10] Ming Dongping, Wang Qun, Yang Jianyu. Spatial scale of remote sensing image and selection of optimal spatial resolution[J]. *Journal of Remote Sensing* 2008, 12(4): 529 - 537 [明冬萍, 王群, 杨建宇. 遥感影像空间尺度特性与最佳空间分辨率选择[J]. *遥感学报* 2008, 12(4): 529 - 537]
- [11] Zhu Xiaohua, Li Yayun. On multi-scale characteristics of structure of land use[J]. *Geographical Research*, 2008, 27(6): 1235 - 1242. [朱晓华, 李亚云. 土地利用类型结构的多尺度转换特征[J]. *地理研究* 2008, 27(6): 1235 - 1242]
- [12] Goodchild M F, Quattrochi D A. Scale, multiscale, remoteness and GIS[C]//Quattrochi D A, Goodchild M F, eds. *Scale in Remote Sensing and GIS* Raton. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, 1997
- [13] Li Shuangcheng, Cai Yunlong. Some scaling issues of geography[J]. *Geographical Research* 2005, 24(11): 11 - 18 [李双成, 蔡云龙. 地理尺度转换若干问题的初步探讨[J]. *地理研究* 2005, 24(11): 11 - 18]
- [14] Zhang Jingxiong. The scale, uncertainty and multifractal of spatial information[M]. Wu Han: Wuhan University Press, 2008. [张景雄. 空间信息的尺度、不确定性与融合[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2008]
- [15] Li Xiaowen. Review of the project of quantitative remote sensing of major factors for spatial-temporal heterogeneity on the land surface[J]. *Advances in Earth Science* 2006, 21(8): 771 - 780. [李小文. 地球表面时空多要素的定量遥感项目综述[J]. *地球科学进展* 2006, 21(8): 771 - 780]
- [16] Guo Jianming. An analysis on scale transformation in remote sensing-based on Fractal Theory[D]. Xi'an: Northwest university,



- 2008 [郭建明. 分形理论在遥感影像空间尺度转换中的应用研究 [D]. 西安: 西北大学, 2008]
- [17] Hu Ting. The study of scale effects in typical objects' feature extraction from remote sensing image [D]. Xi'an: Northwest university, 2010 [胡婷. 遥感影像典型地物特征提取的尺度效应研究 [D]. 西安: 西北大学, 2010]
- [18] Zhao Jin, Chen Xi, Bao Anming et al. Choice of appropriate scale for land use monitoring: a case of the Tarim River Basin [J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(6): 659–668
- [19] Wang Liwen, Wei Yaxing, Niu Zheng. Spatial scaling of net primary productivity model based on remote sensing [J]. Journal of Remote Sensing, 2010, 14(6): 1007–1089 [王莉雯, 卫亚星, 牛铮. 净初级生产力遥感估算模型空间尺度转换 [J]. 遥感学报, 2010, 14(6): 1007–1089]

## Appropriate Scale in Typical Objects Feature Extraction

YANG Xuyan, WANG Xuhong, HU Ting, CAO Yakun

(College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710127, China)

**Abstract:** The scale of remote sensing image and the expression of the image information have a close relationship. However, in the process of using remote sensing images for research and application, using scales and image scales have a certain contradiction, the existing scale of remote sensing image may not be able to meet the application requirements. In order to solve the contradiction between using scales and image scales, this paper uses fractal dimension of the scaling method to get greater than or less than original scale of image from original image, we selected two samples of typical object from the formation of a continuous changes series, using the perimeter of typical objects, area of features unit, shape coefficients and the fractal dimension of plaques to calculate and contrastive analysis in the images of different scales, we can find that as grid size increases, the typical object in the gray value of gray-scale sample declines continuously, shape complexity reduce constantly, objects' boundary is faint, the internal grain structure become simplistic and roughening. Taking these phenomena into consideration, the article puts forward integrated shape index to calculate the appropriate scale to express the typical objects' shape features, through the experiment get the results that in the scale of 30m image is the appropriate scale to express the shape of water sample 1, resident sample 1 and resident sample 2, in the scale of 90 m image is the appropriate scale to express the shape of water sample 2; through the integrated shape index of typical objects have successfully calculated the appropriate scale to express shape of typical objects, laid a foundation for expressing appropriate scale of complicated objects, and this method is simple to use, have a certain practical value.

**Key words:** Fractal Dimension; scale transformation; scale effect; feature extraction; appropriate scale