

# 漳州平原变性土粒径分布分形维数特征

陈明霞<sup>1,2</sup>, 朱鹤健<sup>2</sup>

1. 莆田学院资源与生命科学系, 福建莆田 351100
2. 福建师范大学地理研究所, 福州 350007

**摘要** 分形是许多自然事物和现象的客观特征之一。根据不同地形及土地利用/土地覆盖, 从漳州平原不同地域分别采集 22 个 0~60cm 土层土壤样品, 测定土壤各粒径质量分数, 结果说明变性土土壤颗粒具有一定的分形特性。在此基础上, 论述了漳州平原变性土粒径分布分形维数的变化特征以及土壤粒径分布分形维数与土壤性状间的关系。结果表明, 漳州平原 22 个土壤样品粒径分布分形维数介于 2.756~3.002 之间, 在垂直方向上, 土壤粒径分布分形维数具有随着土层深度增加而增大的变异规律。通过回归分析发现, 土壤粒径分布分形维数与各粒级颗粒质量分数明显呈线性关系, 正负相关性以粒径  $r=0.1\text{mm}$  为界, 即其分形维数与  $r>0.1\text{mm}$  的颗粒质量分数负相关, 与  $r<0.1\text{mm}$  的颗粒质量分数正相关。土壤粒径分布分形维数随着植被覆盖度的增大而增加, 并且土壤粒径分布分形维数随地形发生变化, 表现为坡下>平地>坡上。

**关键词** 变性土; 漳州平原; 粒径分布分形维数; 土地利用

**中图分类号** S157

**文献标识码** A

**文章编号** 1000-7857(2010)23-0086-05

## Fractal Dimension of Vertisol's Particle Size Distribution in Zhangzhou Plain

CHEN Mingxia<sup>1,2</sup>, ZHU Hejian<sup>2</sup>

1. Department of Resources & Life Sciences, Putian University, Putian 351100, Fujian Province, China
2. Institute of Geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

**Abstract** The fractal dimension is an objective characteristic of many natural phenomena and things. This paper shows that the vertisol's particle-size distribution has the fractal characteristic. In terms of the different terrain and land use / land coverage, 22 soil samples from different profiles (0~20cm, 20~40cm, 40~60cm) were collected from different regions in Zhangzhou Plain. The variations of the fractal dimension of vertisol's particle-size distribution in Zhangzhou Plain and the relationship between the fractal dimensions and the vertisol's properties were investigated. It is shown that the fractal dimension of the soil particle-size distribution (0~40cm) ranges from 2.756 to 3.002 for the 22 soil samples. The fractal dimension increases with the depth. In addition, the regression analysis indicates that the boundary between positive and negative correlations is 0.1mm. The fractal dimension of the soil particle-size distribution is negatively correlated with the amount of particles with diameter  $>0.1\text{mm}$  and positively correlated with the amount of particles with diameter  $<0.1\text{mm}$ . The fractal dimension increases with the increase of the grass cover ratio. Also, the fractal dimension varies with the terrain, among which the downslope has the highest dimension and the terrace has the lowest.

**Keywords** vertisols; Zhangzhou Plain; particle-size distribution fractal dimension; land use

### 0 引言

分形是许多自然事物和现象的客观特征之一, 土壤因其

结构性状具有统计意义上的自相似性质, 被认为是一种具有分形特征的分散多孔介质。1967 年, Mandelbrot<sup>[1]</sup>首次提出分

收稿日期: 2010-10-25; 修回日期: 2010-11-15

基金项目: 2008 年福建省教育厅 A 类科技项目 (JA08197)

作者简介: 陈明霞, 博士研究生, 研究方向为土壤侵蚀与环境生态, 电子信箱: envcmx@163.com; 朱鹤健 (通信作者, 中国科协所属全国学会个人会员登记号: S11000425H, A033500034M, S300000013M), 教授, 研究方向为土壤与土地资源, 电子信箱: hjzhu6@163.com

形理论,之后被广泛应用于各门学科中,并成功地描述了土壤颗粒及孔隙的形态和分布。1993年,杨培岭等<sup>[2]</sup>用土壤质量代替土壤的体积,推导出计算土壤粒径分布分形维数的重量分布模型,该模型被许多学者<sup>[3-7]</sup>应用于土壤物理特征研究。但是对变性土粒径分布分形维数的相关研究还未见报道。

变性土是具有强烈胀缩和扰动特性的黏质土壤<sup>[8]</sup>。漳州平原变性土主要分布在漳浦及龙海等沿海一带,历史上曾视同砖红壤性红壤,通过朱鹤健等<sup>[8-10]</sup>的研究,将它从砖红壤中划分出来,定名为变性土,解决了长期以来把两种属性差异悬殊的土壤混同于一个土类的不合理做法。在变性土的成因、特性和分布取得突破的基础上,又在变性土的肥力特点及农业利用研究上取得进展,在生产应用中取得明显效益。近年来,对本区变性土土壤粒径分布分形维数的相关研究还未见报道。本文探讨并分析影响变性土粒径分布分形维数的因素及其形成机制,以期为该区的其他物理属性研究提供重要参考,为该区土地开发利用提供一定科学依据。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 区域概况

漳州平原地处福建省南部,纬度在 24~25°N 之间,海拔大多在 50m 以下,地势平坦,面积居福建省 4 大平原之首,属亚热带海洋性季风气候,年平均气温 21℃,年降水量 1430mm,但因风力大,蒸发力强,年蒸发量 1250mm<sup>[10]</sup>(据 Penman 公式计算的水面蒸发),干燥度多为 1.0~1.5,为湿润地带相对干旱地区,干湿季分明,其中 4—9 月为湿季。母岩为第三纪末和第四纪初喷发的玄武岩。

漳州变性土为一种发育在低丘和台地暗色气孔状玄武岩风化物上的暗色黏质土壤,与地带性土壤——砖红壤性红壤复区分布,多分布在砖红壤性红壤的下段或低平地带,地势低平,土层深厚,既利于作物根系伸长和发育,又便于耕作。

### 1.2 样品采集和测定

样品采集于 2008 年 9 月 9 日,选取漳浦前亭大社村和圩仔村,在香蕉坡地及空心菜地进行分层采样,为了增加样品的典型性和代表性,在各层最典型的中部采样。采样深度为 0~20、20~40 和 40~60cm,共 22 个土壤样品。将样品置于室内风干测定。土壤颗粒的机械组成采用铜筛分法和按照国际制用筒易比重计法测定。

### 1.3 土壤粒径分布分形维数模型

分形维数是分形理论中最核心的概念,其值是对事物复杂程度的一种量度<sup>[11]</sup>,是描述复杂结构的主要工具。Paris 等<sup>[12]</sup>研究了土壤颗粒的分形现象及其分形维数的计算方法,但些方法难以直接利用常规实验数据进行计算,张世熔等<sup>[13]</sup>改进了 Paris 等的研究结果,即改进成土粒粒径质量分数、粒径与土粒分布分形维数的关系式。该方法的优点在于求出的分形维数既有明确的分形学意义,又能直接利用常规实验数据

进行计算。土壤粒径分布分形维数可简单表示为

$$D=3-\frac{\lg\left(\frac{M(r<\bar{R}_i)}{M_T}\right)}{\lg\left(\frac{\bar{R}_i}{R_{\max}}\right)} \quad (1)$$

其中,  $\bar{R}_i$  为两次筛分粒级  $R_i$  与  $R_{i+1}$  之间的粒径算术平均值,  $M_T$  为全部土壤颗粒总质量,  $R_{\max}$  为最大土壤颗粒粒径,  $r$  为半径。土壤粒径分布分形维数  $D$  的计算步骤如下:

1) 土壤颗粒粒径分级区间的上下限的算术平均值作为  $\bar{R}_i$ , 计算出其与最大土壤颗粒  $R_{\max}$  的比值,将其转化成对数形式;

2) 统计出大于各分级区间代表粒径的土壤颗粒累积质量  $M(r<\bar{R}_i)$  与总质量  $M_T$  的比值,将其化成对数形式;

3) 进行线性回归分析,即得

$$\frac{\lg\left(\frac{M(r<\bar{R}_i)}{M_T}\right)}{\lg\left(\frac{\bar{R}_i}{R_{\max}}\right)}$$

可求出  $D$  值。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤粒径分布分形维数的统计特征

由表 1 可知,粒径  $r<0.1\text{mm}$  的土壤颗粒累积质量与总质量比值平均为 67%,说明变性土壤质地黏细。研究区域土壤粒径分布分形维数为 2.756~3.002,具有显著相关性。因为土壤颗粒的拓扑为 2,所以分形维数增值在 0.756~1.002 范围。

水平分布上,圩仔村平均土壤粒径分布分形维数为 2.917,大社村平均土壤粒径分布分形维数为 2.884,两地土壤粒径分布分形维数变化较小。垂直方向上,研究区域深度为 0~20cm 的土壤颗粒平均粒径分布分形维数为:大社香蕉林地 2.848,大社空心菜地 2.898,圩仔香蕉林地 2.871;深度为 20~40cm 时,土壤粒径分布分形维数依次为 2.867、3.002 和 2.963;土壤粒径分布分形维数有随着土层深度增加而增大的变异规律(图 1)。垂直方向上,与邓良基等<sup>[14]</sup>所得成都平原土壤颗粒分形规律的结论相反,原因在于研究区变性土壤具有强烈的胀缩和扰动特性,阻碍了土壤的自然演化进程。从土壤结构的图像分析表明,在自然无干扰状态下,随着时间的推移,土壤中团聚体由小变大,土体趋于紧实,小团聚体和小孔隙减少,而大团聚体和大孔隙增加<sup>[15]</sup>。但由于研究区土壤受强烈的胀缩及扰动特性的影响,土壤中的团聚体难以变大,从而使小团聚体和小孔隙的大小及数量得以维持。另一方面,变性土的巨大膨胀收缩性使其在饱和—干燥收缩过程中容易产生表面下陷和裂隙,水分和溶质通过收缩裂隙优先运移到下层土壤和地下水中,而土壤在干燥—饱和过程中,膨胀引起裂隙封闭和土表向上运动,深层的土壤比表层保留更多的土壤细粒物质,所以深层土壤粒径分布分形维数增大。

表 1 变性土各粒径土壤质量分数与土壤粒径分布分形维数统计表  
Table 1 Statistics of the soil content and the fractal dimensions of particle-size distribution

样品编号	采样地点	地形	生草覆盖	深度/cm	质量分数/%						粒径分布分形维数	相关系数
					>2mm	1~2mm	0.5~1mm	0.25~0.5mm	0.1~0.25mm	0~0.1mm		
1	大社香蕉林地	坡地(坡上)	有	0~20	0	0.79	2.17	7.29	28.99	60.77	2.857	0.795
2	大社香蕉林地	坡地(坡上)	有	0~20	0	0.41	1.27	10.39	25.99	61.94	2.856	0.804
3	大社香蕉林地	坡地(坡下)	有	0~20	0.63	0.18	1.04	5.28	19.21	73.66	2.914	0.795
4	大社香蕉林地	坡地(坡下)	有	0~20	0.63	0.84	1.34	3.34	16.37	77.49	2.929	0.809
5	大社香蕉林地	坡地(坡下)	无	0~20	0.65	2.20	6.86	17.48	28.93	43.89	2.756	0.891
6	大社香蕉林地	坡地(坡下)	无	0~20	0.49	2.48	7.52	13.07	30.39	46.08	2.774	0.883
7	大社香蕉林地	坡地(坡上)	有	20~40	1.81	1.33	0.64	1.26	31.39	63.58	2.882	0.693
8	大社香蕉林地	坡地(坡上)	有	20~40	2.19	1.00	1.00	1.98	30.89	62.94	2.879	0.708
9	大社香蕉林地	坡地(坡下)	无	20~40	0	1.84	3.61	10.96	12.52	71.08	2.895	0.940
10	大社香蕉林地	坡地(坡下)	无	20~40	0.32	2.08	5.33	7.27	10.97	74.02	2.909	0.970
11	大社香蕉林地	坡地(坡下)	有	20~40	0	2.29	6.19	16.78	17.62	57.13	2.827	0.937
12	大社香蕉林地	坡地(坡下)	有	20~40	0.33	2.87	6.84	19.28	16.04	54.63	2.812	0.943
13	大社香蕉林地	坡地(坡下)	有	40~60	1.87	7.42	4.84	6.18	12.38	67.32	2.892	0.990
14	大社香蕉林地	坡地(坡下)	有	40~60	1.43	10.36	6.79	4.02	11.73	65.66	2.896	0.994
15	大社菜地	平地	有	0~20	0	0.05	0.84	1.29	28.29	69.53	2.900	0.987
16	大社菜地	平地	有	0~20	0.52	0.38	2.24	1.00	27.17	68.69	2.896	0.994
17	大社菜地	平地	有	20~40	1.24	4.56	3.57	2.44	14.26	73.92	3.001	0.884
18	大社菜地	平地	有	20~40	1.89	2.20	3.99	2.08	10.44	79.39	3.002	0.958
19	圩仔香蕉林地	平地	无	0~20	1.23	0.54	2.69	7.11	23.15	65.27	2.880	0.830
20	圩仔香蕉林地	平地	无	0~20	1.88	1.18	5.69	10.75	18.57	61.93	2.861	0.920
21	圩仔香蕉林地	平地	无	20~40	0.13	0.79	0.64	0.94	6.81	90.70	2.973	0.830
22	圩仔香蕉林地	平地	无	20~40	1.07	0.52	2.29	6.40	3.54	81.54	2.953	0.937

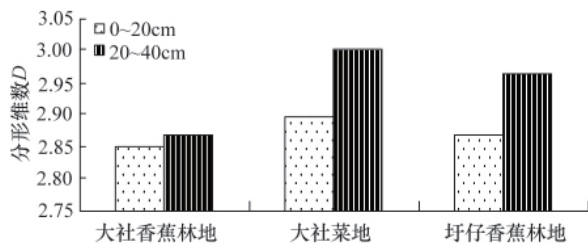


图 1 土壤粒径分布分形维数垂直分布特征

Fig. 1 Upright character of soil particle-size distribution fractal dimensions

2.2 土壤粒径分布分形维数与土壤各粒径质量分数的关系

由式(1)土壤粒径分布分形维数模型计算过程可知,各土样粒径与该粒径质量分数的对数的相关系数极显著正相关。在此基础上,对土壤粒径分布分形维数  $D$  与各粒径土壤质量分数  $x$  之间的关系做进一步探讨,结果如表 2 所示。可以得到如下结果:

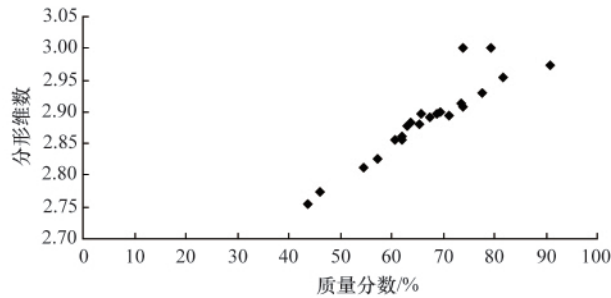
1) 变性土各粒径颗粒质量分数与粒径分布分形维数呈明显线性关系。粒径越小,相关性越显著,尤其是  $r < 0.25\text{mm}$

表 2 土壤粒径分布分形维数与不同粒径质量分数关系  
Table 2 Regression relation between particle-size distribution fractal characteristic and the content of vertisol's particles

$r/\text{mm}$	回归模型	相关系数
1~2	$D = -0.721x + 2.893$	0.0376
0.5~1	$D = -1.235x + 2.910$	0.3415
0.25~0.5	$D = -0.716x + 2.937$	0.4258
0.1~0.25	$D = -0.477x + 2.989$	0.6068
<0.1	$D = 0.491x + 2.556$	0.8807

的土样,土壤粒径分布分形维数与各粒径土壤颗粒质量分数呈显著线性关系; $r > 0.25\text{mm}$  的土壤颗粒质量分数与土壤粒径分布分形维数的相关性未达到显著水平,这可能与该区土壤质地黏细, $r > 0.25\text{mm}$  的粒径较大且不同粒径土壤颗粒分布不均有关。

2) 通过相关性分析发现, $r < 0.1\text{mm}$  与土壤粒径分布分形维数相关性显著(图 2),说明土壤粒径分布分形维数主要受

图2  $r < 0.1\text{mm}$  颗粒质量分数与粒径分形维数的关系Fig. 2 Relation between content of  $r < 0.1\text{mm}$  and particle-size distribution fractal dimensions

细颗粒物质量分数的影响,即土壤细颗粒物越多,土壤粒径分布分形维数越大;土壤细颗粒物越少,土壤粒径分布分形维数越小。

3) 变性土粒径分布分形维数与  $r > 0.1\text{mm}$  土壤颗粒质量分数负相关,与  $r < 0.1\text{mm}$  土壤颗粒质量分数正相关,正负相关性以  $r = 0.1\text{mm}$  为界(表2)。而宁丽丹<sup>[16]</sup>、刘毅<sup>[17]</sup>等在对土壤团聚体或土壤结构体的研究中,认为分形维数以  $r = 0.25\text{mm}$  为界,即其分形维数与  $r > 0.25\text{mm}$  的土壤结构体质量分数负相关,与  $r < 0.25\text{mm}$  的土壤结构体质量分数正相关。这主要是因为所研究对象不同,宁丽丹、刘毅等主要用土壤团粒结构大小来表征土壤分形维数,而本文以土壤颗粒作为研究对象。但以上结论均表明,土壤细颗粒物( $r < 0.1\text{mm}$ )质量分数越大,土壤质地越黏,土壤分形维数越大;细颗粒越少,土壤粒径分布分形维数越小。

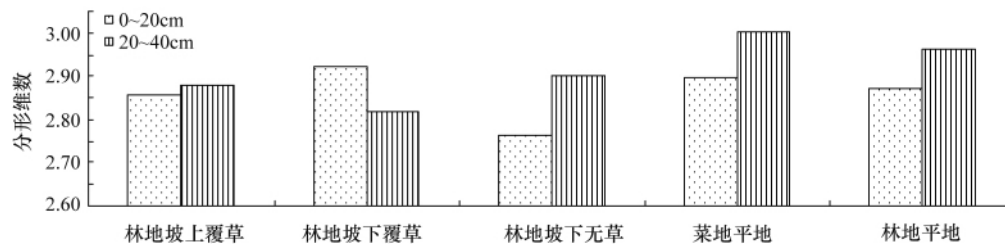


图3 不同地形、土地利用/土地覆盖下土壤粒径分布分形维数

Fig. 3 Fractal dimensions of soil particle-size distribution under different landforms or land use/land coverage

### 3 结论

1) 漳州平原 22 个土壤样品的土壤粒径分布分形维数为 2.756~3.002,垂直方向上,深度为 0~20、20~40cm 的土层平均土壤粒径分布分形维数分别为 2.862、2.913,具有随着土层深度增大而增大的变异规律。

2) 土壤粒径分布分形维数主要受细颗粒物质量分数的影响,即细颗粒物越多,土壤粒径分布分形维数越大;细颗粒物越少,土壤粒径分布分形维数越小。土壤粒径分布分形维数与各粒级的质量分数呈明显线性关系。正负相关性以  $r = 0.1\text{mm}$  为界,即分形维数与  $r > 0.1\text{mm}$  的颗粒质量分数负相关,与  $r < 0.1\text{mm}$  的颗粒质量分数正相关。

### 2.3 土地利用、土地覆盖和地形对土壤粒径分布分形维数的影响

已有研究表明,土壤粒径分布分形维数随土地利用、土地覆盖的不同而发生规律性的改变<sup>[18]</sup>。将变性土粒径分布分形维数按土地利用/土地覆盖及地形进行分类统计,结果如图3所示。可以看出,林地坡上覆草、林地坡下覆草、菜地平地 and 林地平地土壤粒径分布分形维数均呈现随土层深度增大而增大的变异规律。而林地坡下覆草表层土壤粒径分布分形维数比深层更大,是因为在坡下位处低平地带,而低平地带不仅会减弱土壤淋溶-化学风化作用,而且可能汇集来自周围高地迁移而来的黏粒<sup>[19]</sup>,由于土壤粒径分布分形维数与土壤细颗粒含量间显著的正相关性,覆草能将侵蚀带来并沉降下来的土壤细颗粒固定,并成为自身土壤的一部分,因此坡下的土壤粒径分布分形维数大于平地,而且高于深层的土壤,改变了土壤粒径分布分形维数随土层深度的增大而增大的垂直变异规律。而该区风力大,覆草具有保持水土的作用,坡上覆草的土壤粒径分布分形维数大于坡下无草的土壤粒径分布分形维数。对于平地而言,由于菜地受农耕活动的影响,土壤经常进行翻动,而林地土壤受农耕扰动少,有利于土壤的自然演化,因此,随着时间的推移,林地土壤中团聚体变大,导致其土壤粒径分布分形维数较小。

由此可见,土壤粒径分布分形维数随着地形、土地利用、土地覆盖的不同而发生规律性变化,总体而言,植被覆盖度越高,土壤粒径分布分形维数越大;地势低平,土壤粒径分布分形维数越大。

3) 地形和土地利用/土地覆盖会影响土壤粒径分布分形维数,改变变性土土壤粒径分布分形维数的垂直分布规律。总体趋势为,植被覆盖度越高,土壤粒径分布分形维数越大;地势低平,土壤粒径分布分形维数越大,这些因素甚至会改变变性土粒径分布分形维数随着土层深度增大而增大的变异规律。

### 参考文献 (References)

- [1] Mandelbrot B B. The fractal geometry of nature [M]. San Francisco: Freeman, 1982.
- [2] 杨培岭, 罗远培, 石元春. 用粒径的重量分布表征的土壤分形特征[J]. 科学通报, 1993, 38(20): 1896-1899.

- Yang Peiling, Luo Yuanpei, Shi Yuanchun. *Chinese Science Bulletin*, 1993, 38(20): 1896-1899.
- [3] 李保国. 分形理论在土壤科学中的应用及展望 [J]. 土壤学进展, 1994, 1(22): 1-10.  
Li Baoguo. *Progress in Soil Science*, 1994, 22(1): 1-10.
- [4] 王素娜, 吕军. 分形及其在土壤科学中的应用 [J]. 土壤通报, 2005, 2 (36): 249-252.  
Wang Suna, Lu Jun. *Chinese Journal of Soil Science*, 2005, 2 (36): 249-252.
- [5] 黄冠华, 詹卫华. 土壤颗粒的分形特征及其应用[J]. 土壤学报, 2002, 4 (39): 491-479.  
Huang Guanhua, Zhan Weihua. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 4 (39): 491-479.
- [6] 曾宪勤, 刘和平, 路炳军, 等. 北京山区土壤粒径分布分形维数特征[J]. 山地学报, 2008, 26(1): 65-70.  
Zeng Xianqin, Liu Heping, Lu Bingjun, et al. *Journal of Mountain Science*, 2008, 26(1): 65-70.
- [7] 徐永福, 孙婉莹, 吴正根. 我国膨胀土的分形结构的研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 1997, 1(25): 18-23.  
Xu Yongfu, Sun Wanyin, Wu Zhenggen. *Journal of Hohai University: Natural Sciences Edition*, 1997, 1(25): 18-23.
- [8] 朱鹤健, 何宜庚. 土壤地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1992: 218-224.  
Zhu Hejian, He Yigeng. *Soil Geography* [M]. Beijing: Higher Education Press, 1992: 218-224.
- [9] 朱鹤健, 江用锋, 谭炳华. 福建变性土肥力特征和农业生产特性的研究[J]. 土壤学报, 1996, 33(1): 37-47.  
Zhu Hejian, Jiang Yongfeng, Tan Binghua. *Acta Pedologica Sinica*, 1996, 33(1): 37-47.
- [10] 朱鹤健, 谭炳华, 陈健飞. 福建省变性土特性的研究 [J]. 土壤学报, 1989, 26(3): 287-297.  
Zhu Hejian, Tan Binghua, Chen Jianfei. *Acta Pedologica Sinica*, 1989, 26(3): 287-297.
- [11] 骆东奇, 侯春霞, 魏朝富, 等. 不同母质发育紫色土团粒结构的分形特征研究[J]. 水土保持学报, 2003, 1(17): 131-133, 182.  
Luo Dongqi, Hou Chunxia, Wei Chaofu, et al. *Journal of Soil Water Conservation*, 2003, 1(17): 131-133, 182.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.  
Bao Shidan. *Soil agriculturalization analysis* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [13] 张世熔, 邓良基, 周倩, 等. 耕层土壤颗粒表面的分形维数及其与主要土壤特性的关系[J]. 土壤学报, 2002, 2(39): 221-226.  
Zhang Shirong, Deng Liangji, Zhou Qian, et al. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(2): 221-226.
- [14] 邓良基, 林正雨, 高雪松, 等. 成都平原土壤颗粒分形特征及应用[J]. 土壤通报, 2008, 39(1): 38-42.  
Deng Liangji, Lin Zhengyu, Gao Xuesong, et al. *Chinese Journal of Soil Science*, 2008, 39(1): 38-42.
- [15] 李德成, Velde B, Delerue J F, 等. 免耕制度下耕作土壤结构演化的数字图像分析[J]. 土壤学报, 2002, 39(2): 214-220.  
Li Decheng, Velde B, Delerue J F, et al. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(2): 214-220.
- [16] 宁丽丹, 石辉, 周海军, 等. 岷江上游不同植被下土壤团聚体特征分析[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1405-1410.  
Ning Lidan, Shi Hui, Zhou Haijun, et al. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(8): 1405-1410.
- [17] 刘毅, 李世清, 李生秀. 黄土高原不同生境土壤结构体分形维数研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(1): 86-100.  
Liu Yi, Li Shiqing, Li Shengxiu. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 2008, 36(1): 86-100.
- [18] 胡云锋, 刘纪远, 庄大方, 等. 不同土地利用/土地覆盖下土壤粒径分布的分维特征[J]. 土壤学报, 2005, 42(2): 336-339.  
Hu Yunfeng, Liu Jiuyan, Zhuang Dafang, et al. *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42(2): 336-339.
- [19] 朱鹤健, 郑建闽, 谭炳华. 母质和微地形条件对变性土形成的影响[J]. 土壤学报, 1992, 29(2): 226-231.  
Zhu Hejian, Zheng Jianmin, Tan Binghua. *Acta Pedologica Sinica*, 1992, 29(2): 226-231.

(责任编辑 刘志远)

## ·学术动态·

## “第十三届国际体视学大会”征文



由国际体视学会主办,中国体视学学会承办的“第十三届国际体视学大会”将于2011年10月19—23日在北京召开。会议主题为交流体视学理论方法和体视学应用领域的最新研究成果。

征文内容: 体视学方法 (Stereology; Geometrical and Topological tools; Main mathematical and physical transforms; Mathematical Morphology; Stochastic geometry; Spatial Statistics; Space-time dynamics; Pattern analysis; Texture evaluation; Fractals; Image enhancement; 3D reconstruction; Colour images); 体视学应用 (Micro- and nano-structures; Biology and Medicine; Biotechnology; Agriculture, Materials, Tomography, X-ray Scanner; PET-scan; High resolution imaging in remote sensing; Vision, industrial control, real time aspects, electronic architectures; Microelectronics; Secure Information Systems)。

征文截止时间: 2011年7月15日。

地址: 清华大学工物系(100084); 电话: 010-62776336, 刘卿楼; 电子信箱: tscss@mail.tsinghua.edu.cn。

会议网站: <http://www.tscss.org>。