

# 蒙古高原地形与植被指数的特征尺度 及多尺度耦合关系

胡云锋<sup>1</sup>, 徐芝英<sup>1,2</sup>

(1.中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2.中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:** 基于 GTOP30 DEM 数据及 MODIS NDVI 数据, 应用小波变换和小波多尺度相关分析方法对蒙古高原地形因子、NDVI 因子的尺度特征及两因子间的多尺度相关关系进行研究。结果表明: ① DEM 在北部地区的变异程度较南部强烈, 在西部地区的变异程度较东部强烈。DEM 的空间分布呈现出一个约为 20 km 的特征尺度。② NDVI 空间分布格局的态势与 DEM 态势基本相同, 且呈现出 2 个特征尺度, 较小的特征尺度出现在 2~4 km 左右, 较大的特征尺度出现在 20 km 左右。③ DEM 与 NDVI 在 20 km 尺度上存在耦合关系, 即随着地形地貌在 20 km 尺度上发生较大变化, 植被生长状况的空间分布也随之发生变化。地形因子趋向于在宏观尺度上制约 NDVI 的空间分布。论文最后总结了小波分析方法在地学空间数据中具有特征尺度识别和多尺度耦合相关分析的能力, 同时也指出了该方法在连续尺度分析、特点位置多尺度相关分析以及二维小波分析方面的不足。

**关键词:** 小波分析; 尺度; DEM; NDVI; 蒙古高原

**中图分类号:** Q149

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0690(2014)12-1511-07

尺度是人类观察、测量、分析、模拟和调控各种自然过程的空间或时间单位, 是研究人员在现实确定的研究目标、技术水平、分析能力等约束条件下的被动选择。选择适当的尺度开展数据采集, 应用多尺度分析方法开展全面分析, 是研究走向深入的关键。自然地理学、生态学、水文学和气象学以及遥感等科学领域的研究人员对领域内的尺度选择及多尺度分析有很多理论和实验探索<sup>[1-4]</sup>。

小波是一种新兴的多尺度分析方法, 它能够有效地分析和处理多尺度、多层次、多分辨率的问题, 近年来被较多地应用于生态、遥感与地理信息科学等领域。例如, 李双成基于小波变换方法对生态与环境因子的多尺度特征、生态地理界线进行了分析与识别<sup>[5-7]</sup>。邱炳文利用离散小波变换对武夷山自然保护区的 NDVI 与地形因子进行了多尺度空间相关分析<sup>[8]</sup>。Grinsted 基于交叉小波分析对北极涛动指数与波罗的海冰记录 2 条时间序列数据开展多尺度相关分析<sup>[9]</sup>。Jordan 和 Schott 利

用小波分析对数字地形模型的构造地貌线的尺度特征及空间格局进行了识别和分析<sup>[10]</sup>。Biswas 应用连续小波变换及小波相干分析对土壤空间分布变换进行了识别检测<sup>[11]</sup>。

在蒙古高原地区, 由于政区的分割导致研究区难以达到, 不同地区经济社会发展水平也导致研究重点和研究水平存在差异。在中国, 大多数研究论文在地域上多局限于中国内蒙古地区, 少有囊括整个蒙古高原、从全局和整体角度把握该地区自然地理、生态背景及其结构和演替特征的工作<sup>[12-16]</sup>, 遑论应用小波分析等先进方法对地区自然地理格局、植被覆盖变化、自然过程耦合关系等角度开展深入分析。

针对上述问题, 本文拟基于 GTOP30 项目提供的 DEM 数据及 MODIS 项目提供的 NDVI 数据产品 (MYD13A3 NDVI), 应用小波变换和小波多尺度相关分析方法, 对蒙古高原的自然地理要素、生态环境要素的空间尺度特征开展识别, 并对两

**收稿日期:** 2013-07-11; **修订日期:** 2013-11-05

**基金项目:** 国家重点基础研究发展计划项目 (2010CB950904)、中国科学院方向性项目 (KZCX2-EW-306) 和国家自然科学基金项目 (40971223) 资助。

**作者简介:** 胡云锋 (1974-), 男, 江西赣州人, 博士, 副研究员, 主要从事资源环境遥感与地理信息技术应用研究。E-mail: huyf@lreis.ac.cn

者间的多尺度耦合关系开展分析。

## 1 研究区、数据和方法

### 1.1 研究区概况

蒙古高原位于 $87^{\circ}40'N\sim122^{\circ}15'N$ ,  $37^{\circ}46'E\sim53^{\circ}08'E$ 之间,大致包括了蒙古国全部、俄罗斯联邦西伯利亚部分地区、中国内蒙古自治区全部和新疆维吾尔自治区部分地区。蒙古高原东起大兴安岭西麓,西抵萨彦岭和阿尔泰山脉,北界为萨彦岭、肯特山以及雅布洛诺夫山脉,南部以阴山山脉为界。地貌以山地和高平原为主,整体地势西高东低,平均海拔为1 580 m。

蒙古高原远离海洋,周边为中、高山所环绕,是典型的大陆性气候区。冬季严寒漫长,夏季炎热短暂,降水稀少。高原年降水量约为200 mm,高原东部、东南部以及北部等山区降水可以达到400 mm以上,但绝大部分地区年降水量不足100~150 mm<sup>[17]</sup>。主要受气候、土壤控制,蒙古高原从东

北到西南依次分布着草甸草原、典型温性草原、荒漠草原和戈壁等生态景观类型,其中又以典型温性草原分布最广<sup>[18]</sup>。

### 1.2 样线布设

为反映蒙古高原地形地貌因子、陆地植被因子的空间分布格局及其多尺度特征,研究沿 $43^{\circ}N$ 、 $47^{\circ}N$  2条纬线及 $100^{\circ}E$ 和 $110^{\circ}E$  2条经线设置A、B、C、D共4条样线(图1、图2),并在上述4条样线上对DEM和NDVI进行了逐点采样。

样线A: 纬向南部样线( $43^{\circ}N$ ),自西向东主要穿越了阿尔泰山、戈壁、锡林郭勒草原、科尔沁沙地。在中西部,DEM值基本在1 000 m以上,在东部地区DEM呈明显下降趋势;NDVI在中西部值较低,变化较为平稳,而在东部NDVI值急剧上升。

样线B: 纬向北部样线( $47^{\circ}N$ ),自西向东依次穿过了阿尔泰山、杭爱山、草原区及大兴安岭。DEM在西部阿尔泰山、杭爱山地区的值较高,在中东部地区的值较低。NDVI变化较大,在西部的杭

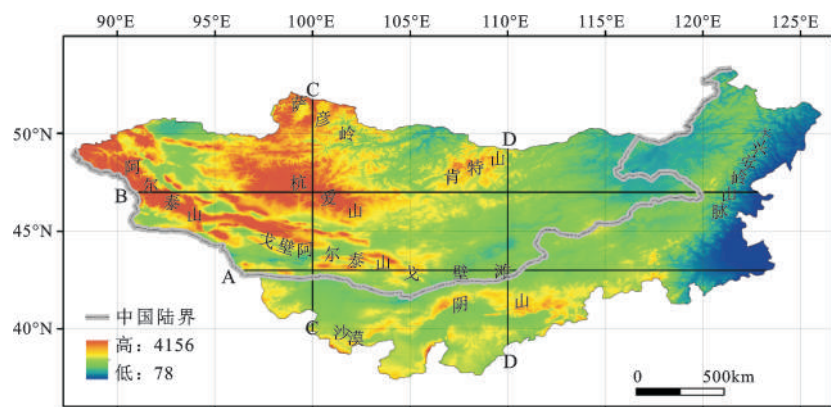


图1 蒙古高原DEM空间分布

Fig.1 The spatial distribution of DEM in the Mongolian Plateau

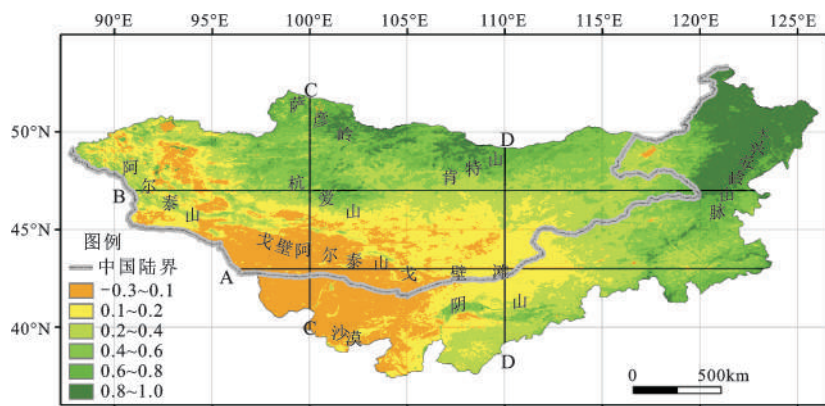


图2 蒙古高原NDVI空间分布

Fig.2 The spatial distribution of NDVI in the Mongolian Plateau

爱山及东部的大兴安岭区域NDVI值较大,在中部草原地区NDVI值较低。

样线C:经向西部样线(100°E),自北向南穿越了萨彦岭、杭爱山、戈壁阿尔泰山以及巴丹吉林沙漠。DEM因穿越不同山脉,呈高低起伏、变化多端趋势。NDVI值在南部中部地区较低,而在北部地区呈现高值。

样线D:经向东部样线(110°E),自北向南穿越了肯特山、草原区、戈壁以及乌兰察布草原、阴山等地区。DEM值与NDVI值均呈现在南北部较高,在中部较低的形态。

### 1.3 基础数据

地形数据来源于GTOPO30数据集,数据集由美国地质调查局(USGS)制作(<http://earthexplorer.usgs.gov/>)。GTOPO30高程数据,水平方向空间分辨率为30"(约1 km),其总体数据质量控制为90%置信水平上精度±160 m。

美国NASA提供了许多MODIS全球标准产品,这些标准产品由权威的专业团队研制生产,其中有许多产品通过了地面精度评估,在全球各地的区域生态系统综合监测、模拟和评估研究中得到广泛应用。本研究采用了基于MODIS影像合成的标准NDVI产品(MYD13A3)(<http://e4ftl01.cr.usgs.gov/PullDir/0302830356LSfhd/>)。该产品是2010年8月份的NDVI的月均值,空间分辨率为1 km。

### 1.4 小波分析方法

小波分析法是一种能够将时间或空间上的格局与尺度以及具体时、空位置联系起来的分析方法<sup>[17]</sup>。小波分析的核心是小波变换,对于一维数据,它可定义为:

$$W(a, x) = 1/\sqrt{a} \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\psi(x-b/a)dx \quad (1)$$

式中,  $f(x)$  为数据函数,称为分析小波,  $a$  是空间尺度参数,  $b$  代表小波在空间上的中心位置。  $\psi(x)$  为小波函数,也称为基小波。

小波变换将数据分解为低频信息和高频信息。低频信息是数据变量的近似,高频信息是数据变量的细节。从地理学角度看,近似信息反映了数据的本征信息,是全局变化态势;细节信息反映了数据在特定时空位置上的细节。随着分析尺度的增大,细节信息会被逐步过滤,研究人员将逐渐获得研究区的全貌信息。

小波方差是小波系数模离差的平方和。它是

地理环境变量在一定尺度和某一尺度下的结构信息函数,若某一尺度下的小波方差值越大,则说明其对应尺度下的结构信息越丰富<sup>[8]</sup>。因此,小波方差在一定程度上揭示了地理环境变量空间分布的特征尺度,反映了变量在地理尺度上的空间异质性。其公式为:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{u})^2 \quad (2)$$

式中,  $S^2$  为小波方差,  $c_i$  为小波系数,  $\bar{u}$  为小波系数的均值,  $n$  为小波系数数目。

小波多尺度相关分析,对提取的低频信息和高频信息进行相关分析,其公式如下:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

式中,  $r$  为Pearson相关系数,  $X$  为变量1,  $\bar{X}$  为变量1的均值,  $Y$  为变量2,  $\bar{Y}$  为变量2的平均值。

研究中,基于前文提及的A、B、C、D这4条样线,分别采样了2 174个、2 438个、1 200个、1 116个数据样点;继而应用小波变换方法,选取db6小波作为小波基<sup>[5-8]</sup>,对采样数据进行了8级分解;最后,基于详细小波系数进行小波方差和相关系数计算,由此完成对蒙古高原DEM和NDVI空间分布特征尺度及其耦合关系的分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 DEM的尺度特征

由DEM多尺度小波详细系数方差图(图3)可见:4条样线均显示大约在20 km附近存在1个特征尺度;从峰形上看,又以北部样线(DEM47)和西部样线(DEM100)更为明显。从绝对值对比来看,北部样线(DEM47)和西部样线(DEM100)的小波方差明显高于南部样线(DEM43)和东部样线(DEM110)。

对上述结果的地学解释是:本区典型地貌景观尺度为20 km左右,该特征尺度在高原西部和北部表现更为明显。高原北部和西部地形相对破碎,地势起伏变化较大,因此西部和北部地区DEM空间变异程度较南部和东部较大。对比分析蒙古高原地区地形图(图1)可以发现,蒙古高原西部和北部主要为阿尔泰山、萨彦岭、杭爱山、肯特山等山脉盘踞以及扎布汗河、拜德拉格河、伊德尔河、克鲁伦河等河流穿行。总结来看,针对蒙古高原地貌形态差



异的目视判读结果与基于DEM小波方差特征得到的尺度结构特征分析结果,两者是吻合的。

## 2.2 NDVI的尺度特征

由NDVI多尺度小波详细系数方差图(图4)可见:4条样线均显示存在2个特征尺度,较小的特征尺度出现在2~4 km处,较大的特征尺度出现在大约20 km处;从峰形上看,除NDVI43样线在20 km处的特征尺度不够清晰之外,其它3条样线在上述2个尺度上的波峰都比较清晰、容易识别。从小波方差绝对值对比来看,北部样线(NDVI47)和西部样线(NDVI100)的小波方差明显高于南部样线(NDVI43)和东部样线(NDVI110)。

对上述结果的地学解释是:本区典型的生态景观尺度有2个,分别为2~4 km和20 km。高原北部和西部生态系统更加多样,斑块更为破碎,植被生长和植被覆盖状况更加复杂,因此西部和北部地区NDVI空间变异程度较南部和东部较大。对比分析蒙古高原土地覆被和土地利用图(图5)可以发现,蒙古高原西部和北部受到垂直地理分带、地势切割、水分相对充足、河流相对发育等因素影响,生态系统类型多样,有灌丛、灌木林、常绿针叶

林、落叶针叶林、落叶阔叶林、混交林、草甸草原、典型草原等生态系统类型,景观类型多变,斑块面积相对较小;而东部样线和南部样线地区,则主要为荒漠、典型草原、农田等生态系统类型,景观单调,斑块面积巨大。总体来看,基于土地覆被和土地利用分布格局的目视判读分析结论与基于NDVI小波方差的尺度结果特征分析结果,其基本结论是吻合的、协调的。

## 2.3 多尺度耦合分析

从多尺度小波方差绝对值上看,无论是DEM还是NDVI,它们在高原北部、西部的小波方差均明显大于南部、东部。DEM多尺度小波方差在空间上的格局体现了本区地形地貌的整体格局,而NDVI多尺度小波方差在空间上的格局则体现了生态系统类型、DEM(地形地貌)等因子的综合影响。从多尺度小波方差的特征尺度耦合上看,DEM多尺度小波方差存在1个特征尺度,为20 km,而NDVI多尺度小波方差存在2个特征尺度,分别为2~4 km和20 km。显然,两者在20 km尺度上存在耦合关系。这表明:在蒙古高原地区,随着地形地貌在20 km尺度上发生较大变化,植被生长

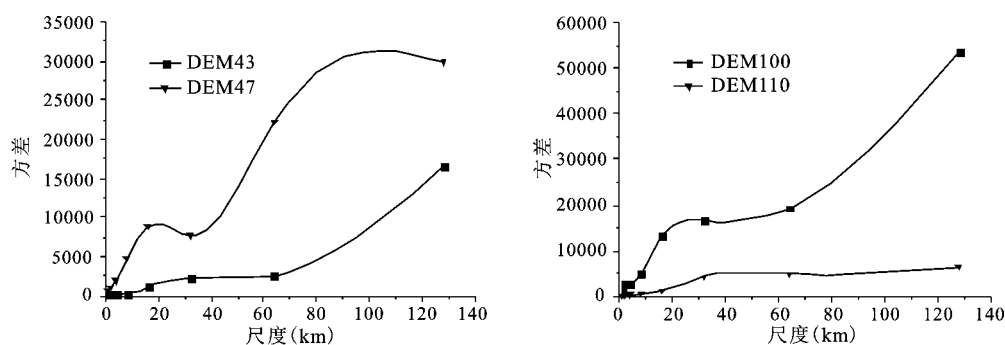


图3 不同样线上DEM的多尺度小波方差

Fig.3 The wavelet variances of DEM along transects

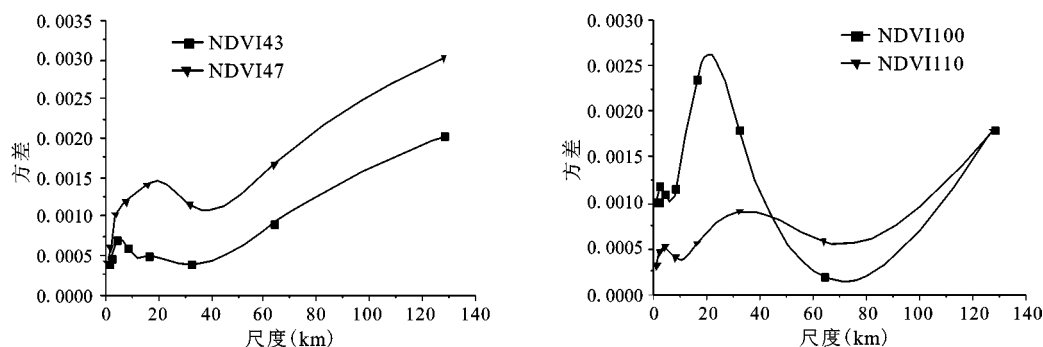


图4 不同样线上NDVI的多尺度小波方差

Fig. 4 The wavelet variances of NDVI along transects

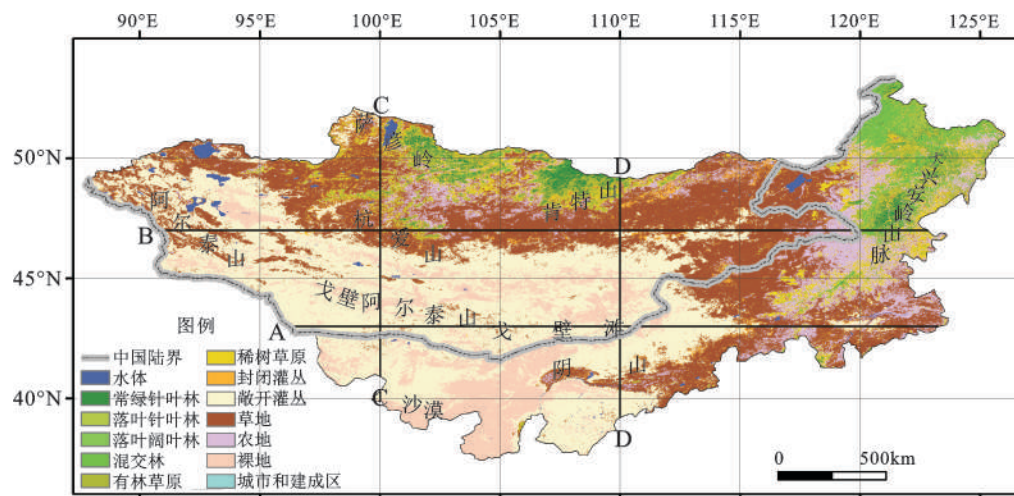


图5 蒙古高原土地利用空间分布

Fig.5 The spatial distribution of land use in Mongolia Plateau

状况的空间分布也随之发生变化。

从NDVI与DEM小波变换后低频系数的相关系数上看(表1):随着分析尺度的增大,DEM与NDVI的相关系数绝对值是增大的,这说明地形因子趋向于在宏观尺度上制约NDVI的空间分布格局。NDVI与DEM在43°N纬度样线上呈强负相关,这主要由高原到平原的过渡以及荒漠草原到林地的过渡造成的,而这种生态类型的过渡实质上又是由纬度方向的大陆性气候(尤其是降水)所控制的。NDVI与DEM沿47°N纬度样线上则呈弱负相关,这同样体现了气候因子的制约,只是这一纬度上的大陆性气候梯度性较南部纬度样线上的梯度性更弱一些。

从NDVI与DEM小波变换后的从高频系数的相关系数上看(表1):随着分析尺度增大,DEM与NDVI的相关性规律呈现不明显,这说明地形因子在局地尺度上并不是NDVI空间分布的主要控制因子。在小尺度上,DEM与NDVI的相关性极小,几乎可忽略。

上述分析总体表明,在宏观尺度上DEM(地形地貌)因子控制着生态系统的空间整体分布;同时在大约为20 km的尺度上,生态系统局域上的分布情势也受到DEM因子的显著影响。但是在更小的特征尺度(2~4 km)上,在地形地貌特征并没有太大变化的情况下,体现植被生长状况的NDVI因子因为受到其它因素影响,也有重要变化,这些因素可能包括局地的地形地貌、土壤、水分、光照等环境因子。未来在获取上述环境因子较高空间

分辨率数据后,可以就这些因子的特征尺度及其与植被生长之间的耦合关系开展深入分析。

### 3 结论和讨论

应用国际上公认的DEM和NDVI数据集,通过小波变换方法,计算了多尺度小波详细系数及其方差,并进一步开展特征尺度识别和多尺度耦合分析。主要结论有:

1) 蒙古高原DEM空间分布的整体态势为:北部地区变异程度较南部地区强烈,西部地区变异程度比东部地区强烈。DEM的空间分布格局显示一个大约为20 km的特征尺度。

2) 蒙古高原NDVI空间分布的整体态势与DEM基本相同,即北部地区的变异程度较南部地区强烈,西部地区的变异程度比东部地区强烈。与此同时,NDVI主要呈现出2个特征尺度,较小的特征尺度出现在2~4 km,较大的特征尺度出现在20 km。

3) DEM与NDVI在20 km尺度上存在耦合关系,即随着地形地貌在20 km尺度上发生较大变化,植被生长状况的空间分布也随之发生变化。总体上看,地形因子在局地尺度上并不是NDVI空间分布的主要控制因子,地形因子趋向于在宏观尺度上制约NDVI的空间分布。

总结起来:一方面,基于小波方差分析,可以识别出自然因子的各种特征尺度和尺度结构,而特征尺度则反映了区域地形地貌以及植被生长情况的空间分布特点,分析结果与使用地形图、土地

表1 NDVI与高程多尺度相关关系

Table 1 The multi-scale correlations between NDVI and DEM

低频 系数	尺度 (km)	样线				高频 系数	尺度 (km)	样线			
		43°N	47°N	100°E	110°E			43°N	47°N	100°E	110°E
a1	1	-0.6429	-0.1528	0.7213	0.2853	d1	1	-0.0223	-0.1132	0.0133	-0.0459
a2	2	-0.6486	-0.1545	0.7335	0.2883	d2	2	0.0001	0.0178	-0.1234	-0.0239
a3	4	-0.6583	-0.1562	0.7414	0.2905	d3	4	0.1281	-0.0370	0.1438	0.1423
a4	8	-0.6673	-0.1605	0.7595	0.2932	d4	8	0.1645	0.0638	-0.2583	0.0414
a5	16	-0.6772	-0.1774	0.7790	0.2943	d5	16	0.0945	0.4742	0.2999	0.3958
a6	32	-0.6913	-0.1939	0.8155	0.3172	d6	32	0.2324	0.4050	-0.0139	-0.1285
a7	64	-0.7148	-0.2000	0.8447	0.3360	d7	64	0.2907	-0.0468	0.2328	0.2015
a8	128	-0.8518	-0.2853	0.8890	0.4233	d8	128	0.6293	0.8194	0.8951	-0.2567

利用图目视判读和分析的成果相吻合。另一方面,通过多尺度小波相关分析,即计算不同要素在小波变换后低频系数之间和高频系数之间的相关系数,可以进一步理清不同要素之间的耦合特性,揭示不同因子在宏观尺度和局地尺度的影响方向和影响程度。

需要指出的是:虽然本文研究证明了小波分析方法在地学空间数据分析中具有上述能力和优点,但本文的研究实践也表明小波分析方法在地理空间数据分析中也存在一些问题。具体来说有:目前所采用的小波分析方法仅能给出断续尺度(即尺度必须为2<sup>n</sup>)上的小波方差及其相关系数,无法在连续尺度上开展计算和分析,这有可能遗漏一些重要的特征尺度、甚至造成对数据集尺度结构的误判。其次,本文所用研究方法仅能针对不同尺度上的2个因子间的相关关系进行判断,但无法将这种相关性落实到具体的空间格点上,这对于重视空间位置、空间关系的自然地理学、地理信息科学来说是一个缺憾。第三,目前大多数研究所采用的一维小波分析方法对于时间序列数据分析(如站点气象数据、站点水文监测数据等)足以胜任,但是它在二维空间上该如何使用还是个问题。除了通过构造多条径向、纬向样线的办法之外,是否还有其它更好方法? 未来研究中,除了通过精心设置样线之外,进一步拓展一维小波分析方法、发展二维小波分析方法,这应当是个重要方向。

参考文献:

[1] Lam N S N, Quattrochi D A. On the issues of scale, resolution, and fractal analysis in the mapping sciences[J].Professional Ge-

ographer,1992,44:88-98.  
[2] Blöschl G,Sivapalan M.Scale issues in hydrological modelling: A review[J].Hydrological Processes,1995,9 (3-4):251-290.  
[3] Goodchild M F.Scale in GIS: An overview[J].Geomorphology, 2011,130 (1-2):5-9.  
[4] 邬建国.景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M].北京:高等教育出版社,2007.  
[5] 李双成,高伟明,周巧富,等.基于小波变换的NDVI与地形因子多尺度空间相关分析[J].生态学报,2006,26(12):4198-4203.  
[6] 李双成,赵志强,高江波.基于空间小波变换的生态地理界线识别与定位[J].生态学报,2008,28(9):4313-4322.  
[7] Li S,Yang Z,Gao Y.Scale-dependent spatial relationships between NDVI and Abiotic Factors[J].Journal of Resources and Ecology,2010,1 (4):361-367.  
[8] 邱炳文,苏簪铀,陈崇成.基于小波变换的武夷山自然保护区NDVI与地形因子多尺度空间相关分析[J].生态学杂志,2009, 28(9):1915-1920.  
[9] Grinsted A,Moore J C,Jevrejeva S.Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series[J].Nonlin. Processes Geophys.,2004,11 (5/6):561-566.  
[10] Jordan G,Schott B.Application of wavelet analysis to the study of spatial pattern of morphotectonic lineaments in digital terrain models. A case study[J].Remote Sensing of Environment, 2005,94 (1):31-38.  
[11] Biswas A,Si B.Application of Continuous Wavelet Transform in Examining Soil Spatial Variation: A Review[J].Mathematical Geosciences,2011,43 (3):379-396.  
[12] 叶笃正,丑纪范,刘纪远.关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J].地理学报,2000,55 (5):513-521.  
[13] Uno I,Wang Z,Chiba M,et al.Dust model intercomparison (DMIP) study over Asia: Overview[J].Journal of Geophysical Research-Atmospheres,2006,111:D12213.  
[14] Zhang X,Gong S,Zhao T,et al.Sources of Asian dust and role of climate change versus desertification in Asian dust emission[J]. Geophys Res Lett,2003,30(24):2272.  
[15] Zhang X,Hu Y,Zhuang D,et al.NDVI spatial pattern and its dif-

- ferentiation on the Mongolia Plateau[J].Journal of Geographical Sciences,2009,19 (4):403-415.
- [16] 张雪艳,胡云锋,庄大方,等.蒙古高原 NDVI 的空间格局及空间分异[J].地理研究,2009,28(1):10~18.
- [17] Daubechies I.Different Perspectives on Wavelets[M]. Providence:American Mathematical Society,1993.

## Characteristic Scales and the Multi-scale Correlation Between DEM and NDVI Factors: A Case Study in the Mongolian Plateau

HU Yun-feng<sup>1</sup>, XU Zhi-ying<sup>1,2</sup>

(1. *Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;*

2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

**Abstract:** As one of multi-scale analysis methods, wavelet analysis can effectively solve multi-scale problems in geo-sciences research. In order to effectively analyze the spatial distribution pattern and identify the multi-scale features of DEM and NDVI, four sampling lines were set up along the longitudinal and latitudinal transects (43°N, 47°N, 100°E, and 110°E). And then supported by wavelet transformation using db6 as wavelet base, the wavelet variances and multi-scale relationships of DEM and NDVI were calculated to identify the characteristic scale and analyze the coupling relationship between DEM and NDVI. The results showed: 1) In Mongolian Plateau, the spatial variations of DEM in northern and western parts were stronger than that in the southern and eastern parts. Along the latitudinal and longitudinal transects, there existed one characteristic scale around 20 km. 2) The spatial variations of NDVI was similar to that of DEM in the whole Mongolia Plateau. While two characteristic scales of NDVI distribution were identified, with a small scale of 2-4 km and a larger scale of 20 km. 3) As to the DEM and NDVI factor, there existed a coupling relationship in the 20 km scale. As a great change of the topography(DEM) had taken place in the specific scales, a large change of vegetation (NDVI) then occurred correspondingly. Generally, the terrain factors tended to affect the spatial distribution of NDVI in macroscopic scale, instead of microscopic scale. This article finally summarized that the wavelet analysis method had the abilities indeed to recognize the characteristic scale and to quantitatively analyze multi-scale correlation among different factors. At the same time, the authors also pointed out that the method had some incapacities for the two-dimension spatial data analyses, including continuous scale analysis, the multi-scale correlation analysis in a specific position and two-dimensional analysis.

**Key words:** wavelet; scale; DEM; NDVI; Mongolia Plateau