

地形对山地森林景观格局多尺度效应

郭 烁¹, 余世孝^{2*}, 夏北成¹, 许佐荣²

(1. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州, 510275 2. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 以 TM 影像和野外调查为数据源, 3S 技术为研究手段, 分析了泰山的森林景观结构、景观异质性动态变化以及景观格局高程的分异。选择相对高差较大的区域设计了 8 个地形方位, 采用 3 种由连续样方组成的辐射状样带, 在遥感影像上进行信息采集, 研究地形对森林景观格局的多尺度效应。分析了 10 个地形因子对森林景观分异的影响。结果表明: 1. 在景观尺度上, 地形方位、海拔、山地类型是影响森林景观镶嵌格局的控制因素, 坡向、坡度是重要因素, 坡形、坡位是不明显因素; 2 以 TM 影像为信息源, 从森林景观分异和梯度分析上, 首先要考虑海拔坡向指数、坡形坡位指数和海拔, 并立足于地形方位; 3 地形主要因子间存在着稳定的显著正相关, 明显地对森林分异多尺度格局具有较强的综合解释能力, 不论尺度大小对森林景观分异贡献率可稳定地达到 70% 左右, 其解释量随尺度增大而增加, 但可解释性减弱。

关键词: 地形; 尺度效应; 景观格局; 森林景观

中图分类号: Q948

文献标识码: A

地形地貌作为重要的环境因子, 其生态学意义和对景观格局的影响已有大量的定性和定量描述和分析^[1,2]。地形特征与许多生境因子有着密切的相关性, 在反映生境异质性方面有着突出的作用, 明显体现了对生境条件的综合性指示能力^[3,4]。作为生境条件的一种综合指示, 地形特征是一个多维变量, 其影响也存在不同的尺度特征, 需要一种等级性的观点来认识, 在某一特征度上不同的特征对植被格局的影响强度可能会发生不同的梯度变化。不同地形因子对山地森林植被的格局有不同的影响, 山地森林植被存在着多重尺度和方向的分异格局^[5]。

山地景观生态学理论与应用研究的发展, 使得地形对景观时空格局与生态过程的影响显得十分重要。随着空间信息技术尤其是 3S 核心技术在景观生态学中的应用, 地形特征的尺度效应、生态学意义及其对生态过程的影响已成为山地景观生态学的热

点之一。本文以山东泰山地区的山地森林植被为对象, 着重分析在 TM 遥感图像判读解译条件下, 地形因子对森林景观格局变化的贡献及其尺度效应。

1 研究区概况

研究对象是生长在暖温带半湿润大陆性季风气候条件下, 以油松、侧柏、刺槐、栎林为主的山地森林。研究区域位于山东泰山风景区, 该区域总面积 120.5 km², 森林覆盖率达 81.5%。主峰为玉皇顶, 海拔 1 545 m, 以其为中心已形成一个重要的森林旅游区, 同时也是生物多样性保护的核心区。由于地处温暖大陆性季风气候区, 山顶平均气温 5.3℃, 年平均降水量 1 124.6 mm, 山下年平均气温 12.8℃, 年平均降水量 715.0 mm。气候的垂直地带性分异十分明显, 植被类型为暖温带落叶阔叶林, 植被带的垂直分

收稿日期 (Received date): 2005-04-17; 改回日期 (Accepted): 2005-09-20

基金项目 (Foundation item): 教育部骨干教师基金和中山大学张宏达科学研究基金 [Financial Support by the Funds of Education Ministry and Zhang hongda Fund for Scientific Research of Sun Yat-sen University]

作者简介 (Biography): 郭烁 (1975-), 女, 博士后, 研究方向: 景观生态学与 3S 技术应用 [Guo Luo (1975-), female, PhD]

* 通讯作者 (Corresponding author): 余世孝 (1962-), 男, 中山大学生命科学学院, 教授, 研究方向: 植被生态学与 3S 技术应用 [Yu Shi-xiao (1962-), male, Corresponding author, Full Professor at the School of Life Science, Sun Yat-sen University, Major in vegetation ecology and application of 3S.]

布明显。其中松林、侧柏林、刺槐林、栎林四类森林类型的面积占据绝对优势。该区域地形复杂、地势险峻, 为中山和低山地貌。由于海拔相对高差大, 梯度变化明显, 坡向、坡度、坡位和坡形的状况复杂。

2 研究方法

2 1 连续样带的设置

本研究的数据源包括: (1) 1: 50 000 地形图, 1: 10 000 林相图 (2000 年森林资源 II 类调查成果) 和各小班调查因子登记表; (2) 1: 25 000 航空摄影平面图和判读标志调查表; (3) Landsat-TM 卫星影像图 (2000-11-20) 和目视解译标志表。在软件 ARC/INFO 支持下, 经图层配准叠加生成等高线—林相图 (包括小班因子属性库)、等高线—航摄图和等高线—卫星影像图。建立数字高程模型 (DEM), 生成坡度图、坡向图。在研究区 1: 50 000 地形图

上, 以主峰玉皇顶为中心, 按 8 个地形方位设置 8 条辐射样带, 在样带上分别设置 2 mm × 2 mm、4 mm × 4 mm、6 mm × 6 mm 三种连续样方, 实际面积为 100 m × 100 m、200 m × 200 m、300 m × 300 m, 即样方实际面积分别为 1 hm²、4 hm²和 9 hm²。样方数分别为 232 个、112 个和 72 个, 总计 416 个, 形成 3 种尺度连续 8 个地形方位的样方信息采集系列。为研究方便通过图形剪裁获得 8 个地形方位的带状图。

2 2 地形因子与赋值

依据地形划分标准^[6], 以地形图上等高线特征量测或判别地形方位 (X_1)、山地类型 (X_2)、海拔 (X_3)、坡向 (X_4)、坡度 (X_5)、坡形 (X_6) 和坡位 (X_7) 7 项地形要素并分级量化赋值 (表 1); 将山地类型与样带方位考虑为海拔坡向指数 X_8 、坡向坡度指数 X_9 、坡形坡位指数 X_{10} , 这 3 项指数的赋值为其两要素赋值的合计数。

表 1 样方地形因子与赋值
Table 1 The value and topographical factor of the sampling quadrats

赋值 Values	地形因子 Topographical Factor					
	山地类型 Mountain type	海拔 Altitude (m)	方位与坡向 Position & Exposure	坡度 Slope gradient	坡形 Slope shape	坡位 Slope position
1	低山 (1 000 m 以下)	< 200	N	0° ~ 5° 平坡	凹	谷
2	中山 (1 000 m 以上)	200 ~ 400	NE	6° ~ 15° 缓坡	平	下
3		400 ~ 600	NW	16° ~ 25° 斜坡	凸	中
4		600 ~ 800	E	26° ~ 35° 陡坡		上
5		800 ~ 1000	W	36° ~ 45° 急坡		脊
6		1000 ~ 1200	SE	46° 以上险坡		
7		> 1200	SW			
8			S			

2 3 森林景观分类

景观类型的划分以遥感影像的目视解译标志为基础, 并考虑 TM 影像数据监督分类的可解译性和森林景观格局分析的要求, 建立了以优势林分为主要依据的分类系统, 将研究区斑块状森林景观类型划分为松林 (*Pinus* forest)、栎林 (*Quercus* forest)、刺槐林 (*Robinia pseudoacacia* forest)、侧柏林 (*Platycladus orientalis* forest)、混交林 (mixed forest)、灌木灌丛 (shrub) 共 6 类。样方中森林景观要素的观测值和取值采用基准面积法 (SAM)^[7], 在带状取样图层上判读确定各连续样方的景观要素类型, 并连接相应的属性数据库和林相图, 确定优势景观类型在样方中所占面积, 设各景观要素在景观中为均匀分布,

若某个地形方位样带包括 N 个连续样方, 每个样方面积即基准面积为 a , 景观总面积 $A = a \cdot N$; 样方观测值 X_{ij} 为 i 样方中 j 类优势景观要素的面积占基准面积比, 即面积覆盖比, 则在 i 样方中 j 类优势景观要素实际面积为 $a_{ij} = X_{ij} \cdot a$, 景观中 j 类优势景观要素面积为 $A_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} = \sum_{i=1}^n X_{ij} \cdot a$, 公式中 n 为 j 类优势

景观要素的样方数, $\frac{a_{ij}}{a} = \frac{A_j}{A}$ 则样方取值为

$$\begin{aligned} X_{ij} &= NT(a_{ij}A/aA_j) \\ &= NT(a_{ij}n/A_j) \\ &= NT(X_{ij}N/\sum_{i=1}^n X_{ij}) \end{aligned}$$

2 4 数量分析

对在遥感影像上获得的取样值,采用空间格局分析法,分析和检验 3种尺度下的景观格局空间关系,采用去趋势典范对应分析 (Detrended canonical correspondence analysis, DCCA)排序法研究 10个地形变量在不同尺度上对景观要素格局的贡献和影响^[8-10]。DCCA是在去趋势对应分析 (DCA)的基础上改进而成。即在每一轮加权平均叠代运算后,用样方环境因子值与样方排序值作一次多元线性回归,用回归系数与环境因子原始值计算出样方分值再用于新一轮叠代计算,这样得出的排序轴代表环境因子的一种线性组合。然后加入去势算法去掉因第一二排序轴间的相关性产生的“弓形效应”而成为 DCCA,结果更理想。其为消除各因子取值与量测影响,分析中统一进行了标准化变换^[11]。公式如下

$$X'_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

式中 X_i 为原始数据, X_{max} 为最大值, X_{min} 为最小值。

3 结果与分析

3 1 海拔和地形方位对森林景观格局的影响

森林景观类型的空间分布受地形方位和海拔所控制,其格局分异特征十分明显,主要反映在不同地形方位上格局随海拔高度的变化。图 1列出了在 E、W、S和 N四个地形方位, TM 影像上 2 mm × 2 mm连续样方通过解译、分类得到的各优势森林景观要素镶嵌格局,描述了各个样方森林景观要素在海拔梯度上的分布趋势和范围。在坡形上,表现出

S方位与 E方位、N方位与 W方位的相似性特征;在各个样带的森林景观要素镶嵌格局上,从高海拔到低海拔表现出较为明显的规律,形成山顶灌木灌丛、松林、针阔混交林、栎林、刺槐林以及侧柏林的梯度分布格局。从图 1看出, S方位上主要分布阳坡侧柏密林、W方位上主要分布松林, E方位上主要分布阳坡松类密林、N方位上主要分布阴坡松林。综合四个方位,以阴坡松类林占绝对优势。从图 1看出在中山地貌上灌木灌丛和松林的顺序分布格局,在 E、S、W方位的低山地貌上松林、栎林、刺槐林、侧柏林的镶嵌分布格局,而在 N方位的低山地貌上只分布有松类林,其他的阔叶林只分布在 E、W方位的 350 m以下。分析结果表明,从景观层次角度研究海拔梯度上森林景观要素镶嵌格局,不应局限在坡向因子上,而应首先立足于地形方位这一控制因素。

3 2 影响森林景观格局的地形因素

研究区以泰山主峰玉皇顶为中心,呈斗笠状向八个大方位辐射状降低,形成上部为中山,下部为低山地貌,从宏观上控制着森林景观类型的变化,随着海拔的降低,变化格局又受坡向、坡度的影响。这表明,地形因子中坡向的影响最为显著,并在不同坡度、坡形、坡位上影响林分的分布格局。但从整体地形看,特别在中心高、相对高差大的山区,地形方位 (X_1)、海拔 (X_3)、山地类型 (X_2)是首要的控制影响因素,坡向 (X_4)、坡度 (X_5)是重要影响因素,而坡形 (X_6)和坡位 (X_7)的影响极不明显。通过分析各地形因子对森林景观格局变化的贡献(表 2),可知,海拔坡向指数 (X_8)、海拔 (X_3)对森林景观格局的影响最大,其次是小地貌指数 (X_9)、坡向 (X_4)。

表 2 地形因子对森林景观格局变化的贡献

Table 2 The effect of topographical factors on the forest landscape pattern

海拔坡向指数 Index of exposure	海拔 Altitude	坡向坡度指数 Index of slope shape position	方位 Position	坡向 Exposure	山地类型 Mountain type	坡度 Slope gradient	坡形坡位指数 Index of shape and position	坡形 Shape	坡位 Position
0.37	0.33	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.11	0.09	0.04

3 3 地形因子多尺度相关特征

虽然地形方位、海拔、山地类型控制了森林景观格局,但不可忽视其他重要地形因子对景观格局变化的影响。地形因子的权重大小明显受研究时取样大小、样方数量、取值方法、分析手段及研究内容的影响。表 3表 4表 5分别列出了在 TM 影像上 2

mm × 2 mm、4 mm × 4 mm、6 mm × 6 mm 三种取样尺度 10个地形因子间相关矩阵,反映了各地形因子在不同尺度上互为依赖以及相应生态过程间的相互作用。其中,地形方位、海拔、海拔坡向指数、坡向坡度指数及坡度均与其他地形因子存在着显著的正相关,且相关性随尺度增加而增加,并一直保持正相

关, 比较稳定。地形方位是样带在较大地形上的特征反映, 它不同于小地形特征上的坡向概念, 山地类型实质上是海拔因子上的分界, 与坡形、坡位负相关, 但随着取样尺度增加, 在 $6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ 尺度上都呈正相关, 海拔因子与海拔坡向指数的显著正相关, 均显示了大地貌特征。坡向与坡向坡度指数的显著正相关, 说明海拔与坡向两因子关系十分密切, 显示出小地貌特征。

表 3 $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ 连续样方地形因子相关系数矩阵 ($n = 232$)

Table 3 The correlation coefficient matrix of the topographical factors with sample size $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ ($n = 232$)									
系数	方位 X_1	山地类型 X_2	海拔 X_3	坡向 X_4	坡度 X_5	坡形 X_6	坡位 X_7	海拔坡向 指数 X_8	坡向坡度 指数 X_9
X_2	0.17*								
X_3	0.38**	0.43**							
X_4	0.57**	0.26**	0.22*						
X_5	0.29**	0.02	0.19	0.09					
X_6	0.18	-0.10	0.11	0.14	0.16				
X_7	0.04	-0.17	0.15	-0.11	0.28*	-0.14			
X_8	0.42**	0.24*	0.27**	0.31*	0.25	-0.12	-0.09		
X_9	0.36**	0.10	0.16	0.38**	0.23*	0.18	0.12	0.31**	
X_{10}	0.03	-0.15	0.07	0.17	0.06	0.26*	0.17*	0.02	0.08

* : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$

表 4 $4\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 连续样方地形因子相关系数矩阵 ($n = 112$)

Table 4 The correlation coefficient matrix of the topographical factors with sample size $4\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ ($n = 112$)									
系数	方位 X_1	山地类型 X_2	海拔 X_3	坡向 X_4	坡度 X_5	坡形 X_6	坡位 X_7	海拔坡向 指数 X_8	坡向坡度 指数 X_9
X_2	0.19*								
X_3	0.41**	0.42**							
X_4	0.60**	0.27**	0.26*						
X_5	0.23*	0.06	0.23	0.04					
X_6	0.17	-0.09	0.14	0.16	0.17				
X_7	0.01	-0.04	0.16	-0.12	0.30*	-0.13			
X_8	0.45**	0.28*	0.30*	0.31*	0.28*	-0.07	-0.09		
X_9	0.34*	0.13	0.13	0.36**	0.24*	0.20	0.15	0.36**	
X_{10}	0.04	-0.11	0.03	0.15	0.01	0.34*	0.21*	0.05	0.10

* : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$

表 5 $6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ 连续样方地形因子相关系数矩阵 ($n = 72$)

Table 5 The correlation coefficient matrix of the topographical factors with sample size $6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ ($n = 72$)									
系数	方位 X_1	山地类型 X_2	海拔 X_3	坡向 X_4	坡度 X_5	坡形 X_6	坡位 X_7	海拔坡向 指数 X_8	坡向坡度 指数 X_9
X_2	0.18								
X_3	0.52**	0.54**							
X_4	0.79**	0.30*	0.31*						
X_5	0.35*	0.07	0.27	0.10					
X_6	0.12	0.13	0.17	0.21	0.22				
X_7	0.05	0.09	0.17	-0.19	0.36*	-0.15			
X_8	0.61**	0.30*	0.36**	0.39*	0.35*	-0.08	-0.10		
X_9	0.55**	0.15	0.14	0.38**	0.27*	0.24	0.19	0.41**	
X_{10}	0.07	-0.17	0.08	0.11	0.06	0.39*	0.28*	0.11	0.14

* : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$

3 4 森林景观镶嵌格局的多尺度效应

随着地形样带上连续样方面积的增加,无论在地形林相图上或叠加了等高线的 TM 影像图上,地形各因子的判别难度增大,地形由简单趋于复杂,林相也由单一趋于混合,在 2 mm × 2 mm 上可判别的因子单纯,地形特征、森林类型及覆盖样方面积比例易判别,各因子的小尺度异质性明显;在 6 mm × 6 mm 尺度上地形因子相关显著性程度降低,图斑结构复杂,在 1: 50 000图上目视判读或解译以不大于 4 mm × 4 mm 为宜,计算机自动生成识别时,可考虑更小尺度。表 6显示了 3种取样尺度在不同地形方位上森林分异的尺度效应,随样方尺度的倍增,分辨率降低,解译难度增加。

在同一尺度上,不同地形方位综合权重变异不大,但显示了由 N[→] S 递增趋势,在同一地形方位上,综合权重变异,由小[→]大。3种取样尺度综合平均权重分别为 1. 75、2. 02、4. 72,解释量分别为 15. 02、26. 75、90. 25。2 mm × 2 mm 与 4 mm × 4 mm 尺度综合权重递增量较小,但解释量增加较大; 4 mm × 4 mm 与 6 mm × 6 mm 尺度综合权重递增量超过一倍,解释量却成倍增加。在不同尺度上采用样方多项地形因子和采用森林类型面积覆盖比单一因子对森林分异的贡献率几乎没变化,显示了地形因子较强的解释能力。

和生态过程,在景观层次上对于以地势中部高、四周低、相对高差大的中低山地区,地形方位、海拔、山地类型是控制因素,坡向、坡度是重要因素,而坡形、坡位是极不明显因素。以 TM 影像为信息源,在森林景观要素分异梯度分析上,可考虑海拔坡向指数、坡向坡度指数、海拔等因子,并立足于地形方位上的宏观控制。

通过去趋势典范对应分析 (DCCA) 分析能够较好地反映森林景观与环境因子的关系,不仅反映了森林的分异特征,而且反映了多个地形因子对森林景观格局的影响。通过对多个地形因子相关系数的分析表明,地形主要因子间存在着显著正相关,并具有稳定性,明显地对森林分异多尺度格局具有较强的综合解释能力,在叠加有 1: 50 000等高线的卫星影像图上,不论尺度大小,多项地形因子对单因子森林分异的贡献率可稳定地达到 70% 左右。其解释量随尺度增大而增加,但可解释性减弱。在 2 mm × 2 mm 尺度可判别因子单纯,地形特征、森林类型易判别,各因子的小尺度异质性明显;在 6 mm × 6 mm 尺度地形因子相关显著性程度下降,斑块结构复杂,森林景观类型目视判读和解译以不大于 4 mm × 4 mm 为宜。

应用地形因子进行森林景观要素分异分析过程中所产生的尺度效应与取样方法、样方大小与样方数量相关,森林景观要素的复杂性、多样化、分异性等以及具体地形地貌特征在分析过程中也起着重要作用,随着样方面积增大,数量的增多,景观要素的复杂化,变化因子和随机因素的影响就越大,森林景观格局的可解释性就越弱。由于没有研究标准的统一,对于不同的分析尺度、取样数量和研究对象,其分析结果的判定较困难。显然,地形因子在景观格局、生态过程中的影响及其尺度效应问题仍是一个有待深入研究的课题。

参考文献 (References)

[1] Jongman R. H. G, Braak C. J. F ter Tongeren O. F. R. van Data analysis in community and landscape ecology[M]. Pudo Wageningen 1987

[2] Turner M. G, Gardner R. H. Quantitative methods in landscape ecology[M]. New York: Springer-Verlag 1991

[3] Pinder J. E, Kroh G. C, White J. D. et al. . The relationships between vegetation types and topography in Lassen Volcanic National Park [J]. *Plant Ecology*, 1997, 131: 17~ 29

[4] [Shen Zehao A Multi- scale Study on the vegetation-environment Relationship of a Mountain Forest Transect [J]. *Acta Ecologica Sinica*

表 6 不同地形方位不同尺度森林分异解释量

Table 6 The interpreted percent of forest variation in different topographical position different scale

地形方位 Topographical position	特征值 EigenvaluesTM 影像取样尺度 Scale		
	2 mm × 2 mm	4 mm × 4 mm	6 mm × 6 mm
北 N	1. 37	1. 67	3. 34
东北 NE	1. 55	1. 71	3. 52
西北 NW	1. 46	1. 49	4. 11
东 E	1. 72	2. 13	5. 14
西 W	1. 48	1. 92	4. 23
东南 SE	2. 01	2. 24	5. 33
西南 SW	2. 13	2. 38	5. 63
南 S	2. 25	2. 59	6. 46

4 结论

水平地理位置对森林景观要素空间分布的影响是极为有限的,景观要素的格局变化更多地受地形特征的综合控制。地形因子明显影响森林景观格局

- ca 2002, 22(4): 461~470] [沈泽昊. 山地森林样带植被-环境关系的多尺度研究[J]. 生态学报, 2002, 22(4): 461~470]
- [5] Shen Zehao Zhang Xinshu Jin Yixing Gradient analysis of the influence of mountain topography on vegetation pattern[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, 24(4): 430~435 [沈泽昊, 张新时, 金义兴. 地形对亚热带山地景观尺度植被格局影响的梯度分析[J]. 植物生态学报, 2000, 24(4): 430~435]
- [6] State Forestry Administration. P. R. China Department of Forest Resource Administration Basic technical prescribe of forestry investigation[S]. Beijing 1986 [中华人民共和国林业部森林资源管理司. 林业专业调查主要技术规定[S]. 北京, 1986]
- [7] GuoJinpin YangHanxi ZhangYunxiang Studies on spatial pattern and dynamics for landscape elements in guandishan forest region Shanxi China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(4): 468~473 [郭晋平, 阳含熙, 张芸香. 关帝山林区景观要素空间分布及其动态研究[J]. 生态学报, 1999, 19(4): 468~473]
- [8] Zhang Jintun. Methods of quantitative vegetation-ecology[M]. Beijing Chinese Sciences and Technology Press 1995. [张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 科学技术出版社, 1995]
- [9] Ter Braak C. J. F. Canonical correspondence analysis a new eigen vector technique for multi variate direct gradient analysis[J]. *Ecology*, 1986, 67: 1167~1179
- [10] GuoJinping WangJunlian LiShiguang Distribution of landscape Element Along Environmental Gradients in Guandishan Forest Region [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, 24(2): 135~140 [郭晋平, 王俊田, 李世光. 关帝山林区景观要素环境梯度分布趋势的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 135~140]
- [11] Yu Shixiao An Introduction to Mathematical Ecology[M]. Beijing Scientific and Technical Documents Publishing House 1995 96 [余世孝. 数学生态学导论[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1995 96]

Analysis of the Multi-scale Effect of Topography on Forest Landscape Pattern of Mountains

GUO Luo¹, YU Shixiao², XIA Beicheng¹, XU Zuerong²

(1 School of Environment Sciences and Engineering Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275 China;

2 School of Life Sciences Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275 China

Abstract Based on the Landsat-5 TM images and field survey data, the change of altitude variation of landscape diversity, landscape heterogeneity and landscape dynamics in Mountain Taiwan were studied with the aids of 3S techniques. Eight topographical factors were planned to define the topographical characteristics of middle-low mountain land, and three radiant transects consisting of standard sequential sampling plots were applied to collect information on remote sensing images. The influence of forest landscape differentiation and correlation of varied topographical parameters were analyzed upon ten topographical factors. The result revealed: (1) the topographical orientation (position), elevation and mountain land type were critical factors at the landscape level. Slope exposure and gradient were important factors. Slope shape and position were not significant. (2) At the analysis of gradient and forest landscape differentiation, the indices of elevation, exposure, and slope shape and position, elevation were key elements. Under the consideration of topographical position, (3) there were a significant positive correlation among those main topographical factors and strong explanatory ability to forest landscape differentiation multi-scale pattern. The contributive ratio was about 70% at any scale. The explanatory percentage was increased with the scale increasing, but explanatory ability decreased with scale increasing. It revealed that the effect of topographical factors on forest landscape pattern and process was prominent, and scale effect remains an important problem to explore.

Key words topography; scale effect; landscape pattern; forest landscape