

文章编号: 1008-2786-(2008)1-76-08

粤北山区地形因素对耕地分布及其动态变化的影响

韦乐章^{1,2,3}, 邓南荣^{2*}, 吴志峰², 高杨^{1,2,3}, 柴敏²

(1 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640 2 广东省生态环境与土壤研究所, 广东 广州 510650;

3 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 地形因素是影响土地资源结构和变化的重要因素之一。以翁源县为例, 在遥感与 GIS 技术支持下, 采用改进的地形分布指数来分析粤北山区地形对耕地的分布与变化的影响。结果表明: 耕地的空间分布与变化对地形十分敏感。研究区内, 耕地分布频率最高的地形范围是坡度 2°~4°和海拔 0~200 m。1993~2005 年 12 a 间, 耕地面积增加了 94.9 km²。增加的耕地主要处在低海拔、缓坡区域 (100~200 m 范围内耕地增量占总的耕地增加量的 94.8%, 0°~2°范围内耕地增量占总的耕地增加量的 82.8%)。新增的耕地主要是作为后备耕地资源的林草地转化而来, 耕地分布有向高海拔区域扩展的趋势。地形不但影响耕地的空间分布, 还影响耕地的质量, 并且海拔和坡度对耕地质量的影响机制也不同。改进的地形指数能更有效的描述和比较土地利用的空间分布及动态变化。

关键词: 耕地; 空间分布; 地形分布指数; 粤北山区

中图分类号: F319.9

文献标识码: A

地形是影响人类生产、生活的一个十分重要的环境因子。地貌条件对区域的水、热、养分有再分配的作用, 交通建设、工矿企业选址、农业生产等人类活动都受制于地形因素^[1]。许多学者对此做了深入的研究。邱扬等^[2-3]就地形对土壤养分和物理性质的影响进行了研究, 结果表明全磷和速效磷含量与坡度互为显著负相关; 随着海拔的升高, 表层土壤有机质、全氮、全磷、碱解氮和速效磷都显著降低, 不同的坡型和坡向的土壤养分也有差异; 土壤的颗粒大小、粘性、饱和含水量、入渗性也与坡型和海拔有关系。黄奕龙等^[4]分析了坡向对土壤水分变异格局的影响。连纲等^[5]认为在黄土高原丘陵区土壤有机质与高程呈现负相关关系, 与坡向的余弦值正相关, 与复合地形指数正相关。周万村^[6]对 1980~1996 年三峡库区主要县、市农业年产值与自然坡度和高程进行定量分析比较, 发现它们之间存在着明显的反比例关系。罗云云等^[7]通过实例分析得出

坡度和高程对流域经济发展方向和速度也有较大影响的结论。土地利用分布的格局以及时空变化也受地形因素的影响^[8-17], 以往研究多是在 IUCC 或景观斑块变化研究过程中分析地形对各种土地利用类型的影响作用, 专门针对山区耕地数量和质量的分布及动态变化受地形影响的研究不多。粤北山区地处长江水系与珠江水系分水岭——南岭的中段, 是广东省后备耕地资源重要分布区, 同时也是珠江三角洲地区天然的生态屏障, 研究该区域的地形与耕地分布与变化的关系具有重要的意义。地形分布指数作为描述不同地形文以翁源县为例, 利用遥感和 GIS 技术, 主要通过改进的地形分布指数来探讨粤北山区地形对耕地的分布、动态变化的影响作用。

1 研究区概况

粤北山区山峦起伏, 地貌沟谷排列有序。北部

收稿日期 (Received date): 2007-09-03; 改回日期 (Accepted): 2007-11-30.

基金项目 (Foundation item): 广东省自然科学基金项目 (04201163 06105558), 广东省科技攻关项目 (2005B30801004) [The Natural Science Foundation of Guangdong Province (04201163 06105518); Key Project of Science and Technology of Guangdong Province (2005B30801004)].

作者简介 (Biography): 韦乐章 (1984-), 男, 安徽临泉人, 硕士研究生, 主要从事遥感与地理信息系统应用研究, 联系电话: 020-87024633. E-mail: bjyq_2006@126.com. [Wei Yuezhang (1984-), male, Linquan, Anhui, master, mainly engaged in application of RS & GIS].

* 通讯作者 (Author for correspondence) E-mail: nndeng@soil.gd.cn

的蔚岭-大庾岭山系、中部的大东山-石人嶂山系、南部微青山-云山山系都向南呈弧状分布,三山系之间夹着两个谷地,构成了“三山两谷”的独特地形。研究区翁源县(图 1)位于 $24^{\circ}07' \sim 24^{\circ}40'N$, $113^{\circ}30' \sim 114^{\circ}18'E$ 之间,地处粤北山区中部和南部山系之间的滄江盆地。流水和岩溶作用形成了翁

源县典型的山区地形地貌。境内山地 $1\,271.3\text{ km}^2$, 占全县面积的 57.7% ; 丘陵为 384.2 km^2 , 占 17.4% ; 岗地为 101.4 km^2 , 占 5.6% ; 阶地和平原分别为 253.3 km^2 和 170.7 km^2 , 各占 11.5% 和 7.7% 。^[18]

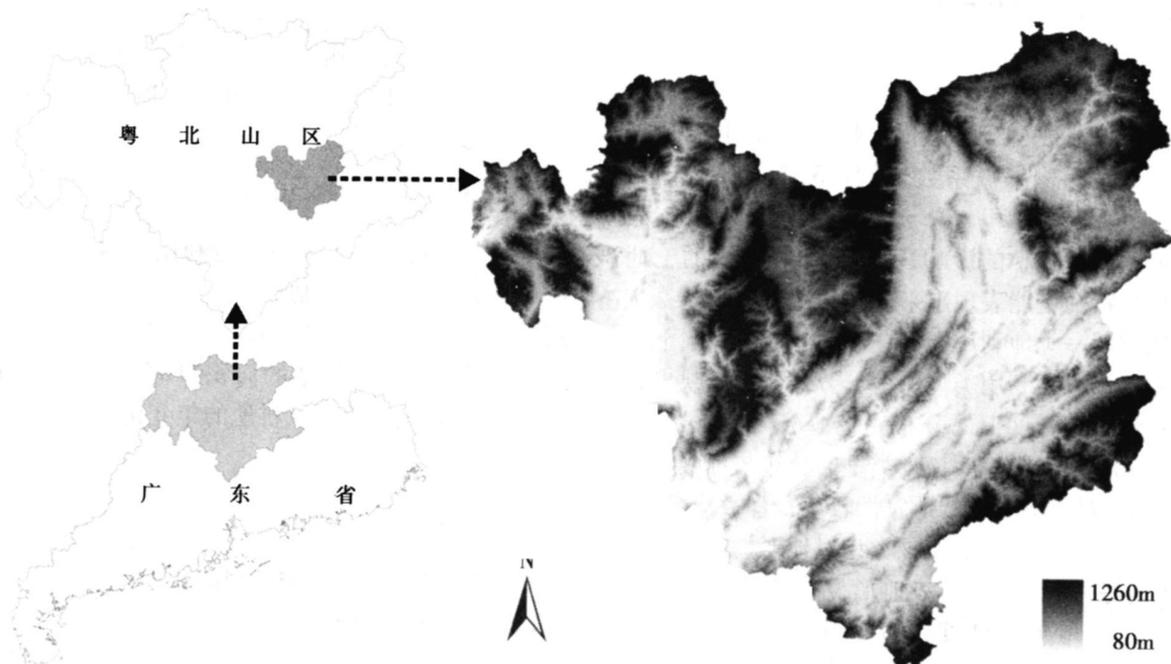


图 1 翁源县的地理位置及数字高程模型

Fig 1 Geographic location and DEM of Wengyuan County

2 数据来源和方法

2.1 数据来源

本次研究主要数据有 1:5 万的数字等高线图、1993-10-25 和 2005-11-23 的 TM 遥感影像数据、2006 年农用地分等定级成果数据; 以 2004 年土地利用现状详查数据和土地利用专题数据(包括县建设用地分布图, 耕地、园地、林地分布图, 交通道路图、河网水库图等矢量数据) 为辅助数据。

2.2 研究方法

利用 1993 年和 2005 年两个时段的遥感影像数据参考土地利用专题图进行监督分类。结合土地利用分类标准和研究的需要将其分为林草地(包括林地、园地、草地)、耕地、建设用地、水域、未利用地。利用 1:5 万等高线生成网格为 $28.5 \times 28.5\text{ m}^2$ 大小的 DEM 栅格数据, 在此基础上生成坡度图。对地形

与耕地分布及变化的关系从两个方面进行分析。第一, 主要利用坡度和高程分布指数分析耕地的分布、不同质量的耕地分布与地形的关系。第二, 对两个时期的土地利用分类图在 ARC/INFO 下通过 IF-THEN-判定语句得到不同的土地利用变化方向图。将坡度图和高程图分别与土地变化方向图进行叠加分析。分析过程中采用了以下三个指数: 地形分布指数、景观斑块破碎度指数和土地利用变化速度。

度量各个地形段的土地利用类型的分布的情况可以利用土地利用覆被类型的面积-频数分布以及土地利用类型的地形分布指数。土地覆被类型的面积-频数分布 p 计算公式为^[19]

$$p = \frac{A_{ie}}{A} \quad (1)$$

式中 e 代表高程、坡度、坡向地形因子的等级, A_{ie} 代表某地形因子 e 等级下 i 土地覆被类型的面积, A 是整个研究区的面积。

土地利用的高程和坡度分布指数计算公式为^[14-15]

$$P = \left(\frac{S_{ie}}{S_i} \right) / \left(\frac{S_e}{S} \right) \quad (2)$$

式中 P 代表地形分布指数 (无量纲), e 代表地形因子, 分别为: 坡度、高程, S_{ie} 代表 e 地形因子特定等级下的 i 地类的面积, S_i 是 i 地类的面积, S_e 是整个区域 e 地形因子特定等级下的总面积, S 是整个区域面积。由该公式可分别得到坡度、高程分布指数。

与土地覆被类型的面积 - 频数分布相比, 地形指数增加的一个缩放系数, 即 Se/S , 表示某种地形因子等级下土地面积与总土地面积的比, 在一定程度上消除面积大小的影响, 而使分布相对少的土地利用类型特征也能表现出来。利用地形分布指数 P 可以比较某一土地利用类型在不同的地形等级下的分布差异。土地利用类型的地形分布曲线反映出该类型在地形位梯度上的分布变化情况, 若曲线比较平缓, 起伏不大, 则表明该种类型的分布与标准分布偏离不大, 对地形差异的适宜性较广; 若曲线起伏较大, 有明显的峰或谷, 表明该类型对地形具有较强选择性 (偏好性)。在其优势地形位上这种类型发育较多^[14]。但在同一坡度或高程等级各个土地利用类之间没有可比性。因为, 对于同一地形等级来说, 公式 (2) 中的 Se 是相同的, 而 S 也是相同, P 值就决定于 S_{ie}/S_i 表示的是某地形等级下 i 土地利用类 (如 0~100m 高程范围内的耕地) 的面积占区域中该类总面积 (如耕地总面积) 的百分比, 他们之间没有可比性。为了能使各个类之间也有可比性, 作者对地形指数进行了改进, 采用改进的地形指数 P' 来替代 P

$$P' = \frac{S_{ie}}{S_e} \quad (3)$$

他们的关系是 $P = P' * S_i/S$ 。在进行土地利用类型类内的各个地形等级的比较时, 由于某土地利用类型的总面积 S_i 和区域总面积 S 是一样是固定的, 所以得到的 P' 的曲线和 P 的曲线趋势完全一致。类内的可比性没有改变。在进行类间的对比时, P' 表示的是在某个等级下, 各个类的面积对比关系。例如, 在 0~100m 等级内, 耕地的 P' 值大于林草地的 P' 值说明在该等级下耕地的面积大于林草地的面积, 而如果耕地的 P 值大于林草地的 P 值只能说明该等级下, 耕地的面积占区域耕地总面积的百分比大于林草地的面积占区域中林草地总面积的

百分比, 而不是耕地的面积大于林草地的面积。

景观斑块破碎度指数

$$C = T/A \quad (4)$$

其中, T —耕地斑块数目, A —耕地面积, C 值越大, 耕地资源分布越破碎。破碎度分析主要是考察耕地资源地块的完整性, 通常比较完整的大规模耕地地块是重要的农产品生产基地, 相对破碎的地块而言更能发挥耕地地力优势。^[19]

土地利用变化速度 (动态度) 可分为单一土地利用变化速度和综合土地利用变化速度。单一土地利用变化速度计算公式是^[20]

$$K = \frac{Ub - Ua}{Ua} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (5)$$

K 为研究时段内某一土地利用类型变化速度; Ua , Ub 分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究时段长。当 Ua , Ub 表示研究期初及研究期末耕地的面积, T 的时段设定为年时, K 的值就是该研究区耕地的年变化率。

3 结果与分析

3.1 耕地的空间分布与地形的关系

3.1.1 耕地空间分异性描述

利用监督分类得到 1993 年和 2005 年土地利用现状图。研究区内, 林草地的面积最大, 属于该区域的基质景观类型。农田斑块镶嵌在林草地景观之中, 呈条带状分布。图 2 所示的是两个时期的耕地随地形的分布情况。图上可以看出: 耕地主要分布在河流两侧低海拔、坡度小的区域, 这些区域属于由滙江及其支流冲积形成的盆谷地平原、台地、阶地地貌, 区内河网密布, 水源充足, 土壤肥力高, 且地势起伏不大, 交通方便便于耕作, 有良好的农业生产基础。低山丘陵地带也有部分的旱地和坑田。该区海拔一般小于 400 m, 地势起伏较大, 一般为 $15^\circ \sim 25^\circ$, 是农业耕作区与天然林草区的过渡地带, 区内林木、灌丛、荒草丛生, 部分低平的山麓坡地被开垦为耕地。

3.1.2 耕地分布的地形分布指数分析

地形分布指数 P' 能够很好的体现该区域的土地利用类型分布。同一土地利用类型在不同地形条件下的地形分布指数体现了土地利用对地形的偏好程度, 地形分布指数大说明该土地利用类型在此地形条件下的分布频率高 (并不一定是绝对面积多); 同一地形等级下, 地形分布指数的大小体现了

土地利用类型面积的大小, 某土地类型的指数越大, 其面积比例越大, 这一点从地形指数 P 中无法得出。

从耕地分布的地形指数看, 耕地分布对于地形十分敏感。耕地主要分布在坡度 $0^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 、海拔 $0 \sim 300\text{m}$ 的区域内。1993 年, 全县耕地面积为 274.4 km^2 , 其中 $0^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 的区域的耕地为 211.1 km^2 , 占当年耕地总面积的 76.95% ; 2005 年, 全县耕地 369.2 km^2 , 其中, $0^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 区域内的耕地为 315.1 km^2 , 占当

年耕地总面积的 85.34% 。耕地出现频率最高的坡度范围是 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$, 而不是 $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 。这是由于该区域平坦的土地有限, 建设用地广泛分布 $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 范围内。研究区的耕地多是坡耕地, 尤其缓坡耕地特别多。耕地出现频率最高的高程范围由 1993 年的 $0 \sim 100\text{m}$ 变成 2003 年的 $100 \sim 200\text{m}$, 说明城市化水平的不断提高, 城镇建设用地的扩张, 耕地有向高海拔扩展的趋势。

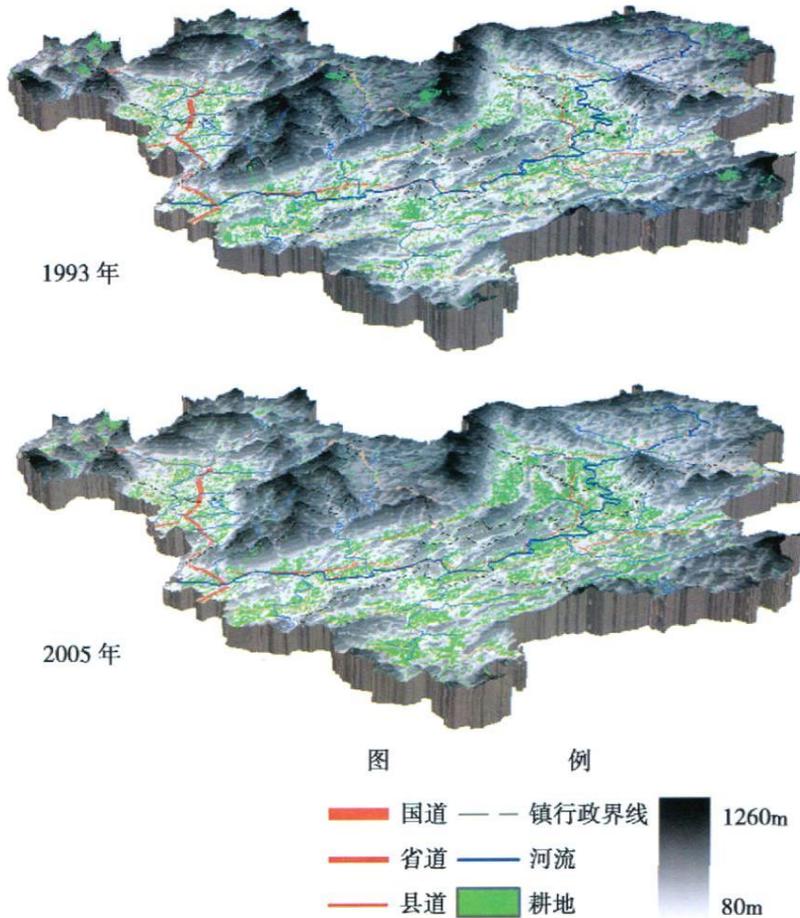


图 2 1993、2005 年翁源县耕地分布与地形

Fig. 2 Distribution of farmland and topography in Wengyuan County in 1993 and 2005

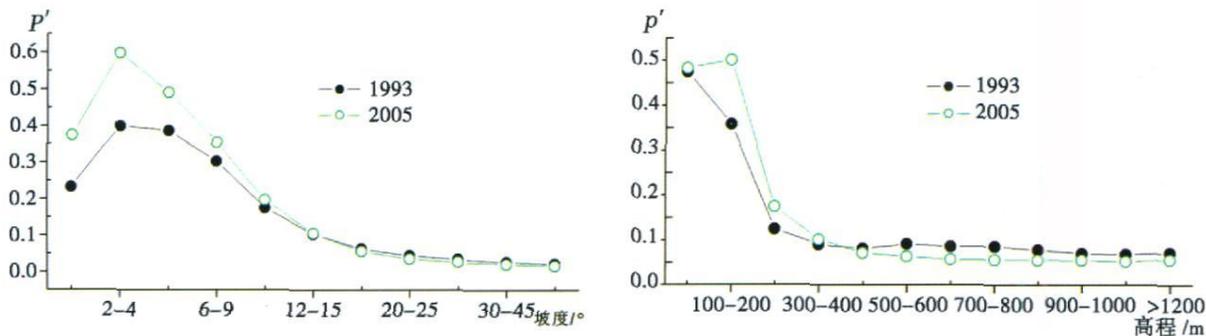


图 3 1993 和 2005 年翁源县耕地的地形分布指数

Fig. 3 Topography distribution index of farmland in Wengyuan County in 1993 and 2005

3.1.3 耕地斑块的破碎度分析

地形不但影响耕地的分布,而且对耕地斑块的大小也有影响。图4显示,随着坡度的增加,耕地斑块的破碎化指数增大。这表明坡度大的地区的耕地斑块相对破碎;平坦地区的耕地斑块比较大,是该全县的粮食主产区。2005年,缓坡地区的破碎度指数明显变小,说明缓坡地区的耕地出现向四周扩展并呈连片分布的趋势。

3.2 地形对耕地变化的影响

3.2.1 耕地变化速率分析

如表1所示,1993~2005年,研究区内的耕地增加了94.9 km²,年耕地变化速率为2.9%。不同的地形条件下的耕地的变化也不同。从海拔上看,100~200 m地段的耕地增加的最多,为90.0 km²,占耕地增加总量的94.8%。虽然200~300 m地带耕地年增加速率最大,但耕地增加的数量不是最大

的。这是由于1993年该高程段的耕地总量不多的缘故。耕地增量最大的坡度范围是0°~2°,为78.6

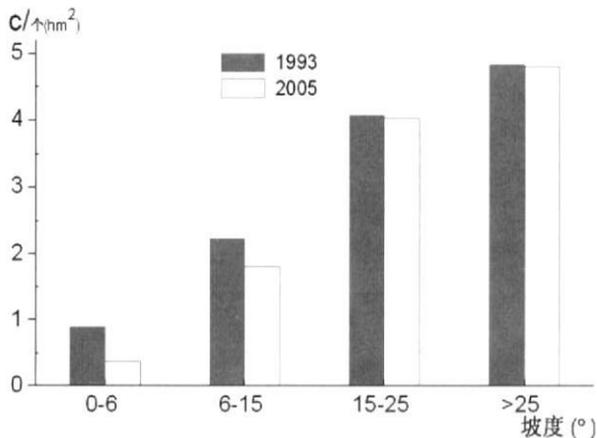


图4 1993和2005年翁源县耕地斑块的破碎度指数

Fig.4 Fragment index of farmland in Wengyuan County in 1993 and 2005

表1 1993-2005年翁源县各个地形段的耕地变化

Table1 Change of farmland in different topography in Wengyuan County from 1993 to 2005

海拔 (m)	< 100	100~200	200~300	300~400	400~500	500~600	600~700	700~800	> 800
Δs (km ²)	0.2	90.0	19.5	3.7	-2.5	-6.7	-4.8	-2.7	-3.9
k(%)	0.2	3.9	5.6	2.5	-2.5	-5.6	-6.7	-7.0	-6.7
坡度 (°)	0~2	2~4	4~6	6~9	9~12	12~15	15~20	20~25	> 25
Δs (km ²)	78.6	15.5	5.1	3.2	1.7	0.2	-2.1	-2.8	-3.8
k(%)	5.1	4.2	2.3	1.4	1.0	0.1	-0.9	-1.7	-1.8

注: Δs 为变化的面积, k为耕地的年变化速率。

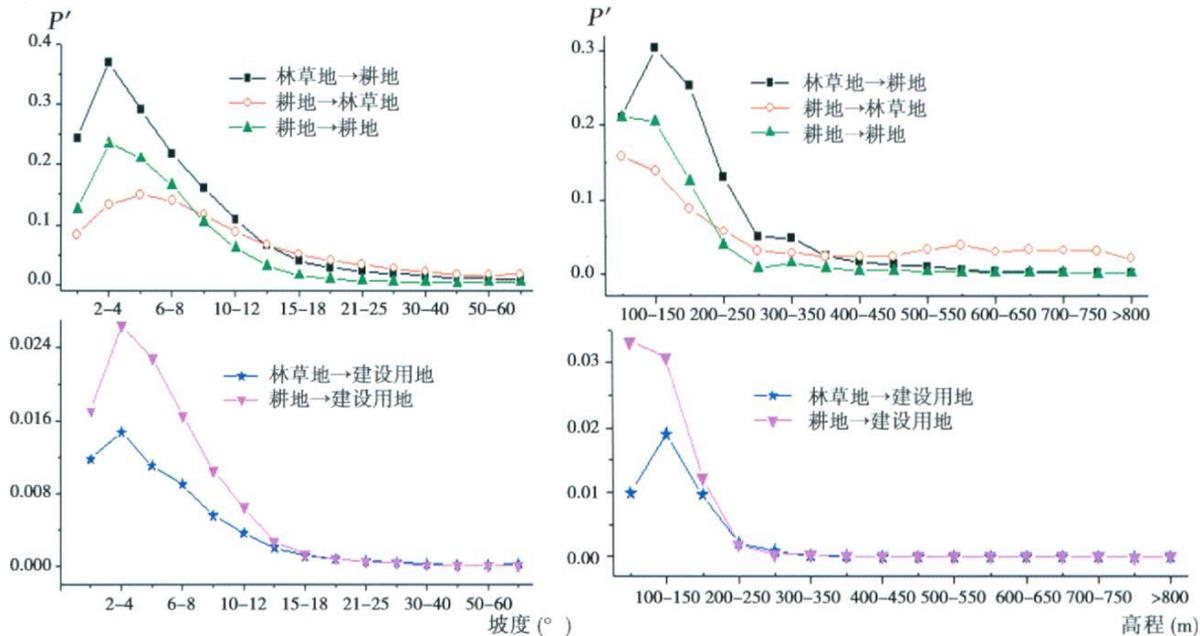


图5 1993-2005年翁源县各类土地类型变化的地形分布指数

Fig.5 Topography distribution index of land use change in Wengyuan County

km²,占耕地总增量的 82.8%。高海拔和坡度大的区域耕地都有所减少。

3.2.2 耕地变化方向分析

通过对两个时相的土地利用类型图的判别分析得出耕地转化为林草地,林草地转化为耕地,耕地、林草地变为建设用地,耕地没有变化的空间分布图。然后计算其在各个类型的高程和坡度分布指数 P' 。

耕地及与之相关的地类(林草地、建设用地)的变化在不同的地形段的差别很大。如图 5 林草地转化为耕地的曲线在 $< 12^\circ$ 段始终是最高的,说明在低坡度地区景观变化最为强烈的是林草地转化为耕地。在 $> 12^\circ$ 时,耕地转化为林草地的分布指数略高于同一地形下其他四类的。这些是退耕还林的政策实施,坡度较大的区域的耕地转为林草地的结果。高程分布指数方面,耕地变化为林草地和建设用地,耕地没有变化的分布指数可以拟合为 $y = ax^b$ ($b < 0$)的递减函数曲线,表明耕地与林草地的相互转化、耕地转为建设用地主要发生在低海拔区域,尤其在 300 m 以下,300 m 以上上述类型的面积较少;相对而言,耕地没有变化以及耕地变化为建设用地受高程的影响大一些,耕地变化为林草地在高程对比上没有他们明显。另外,高海拔的耕地减少,转为林草地。整体看来,建设用地的来源主要是坡度小、海拔较低地区的耕地和林草地,且耕地居多;从耕地的“占”与“补”的角度来说,高程 < 300 m、坡度 $< 12^\circ$ 的地区林草地转为耕地的 P' 值

大于相同地形等级下的耕地转为建设用地和林草地的 P' ,表明这个时间段翁源县实现耕地“占补

平衡”的关键地区是低海拔、坡度小的地区。

3.3 不同质量等级耕地的空间分布与地形的关系

耕地定级涉及自然、社会、经济等因素。定级过程中,地形作为一个明确的因子只是在自然因素中考虑进去,权重也不大。实际上,地形在自然、社会、经济各个因素上都有作用,通过影响交通通达度、离市场的距离、耕作便利条件来间接体现出来。下面综合自然、社会、经济等各个方面来探讨地形因素对耕地质量等级影响作用。从坡度分布指数图(图 6)上可以看出,翁源县的 2、3 级耕地的面积比较多。整个坡度分布指数规律性很强;随着坡度的增大,1、2、3 级耕地是减少的且变化趋势大体一致,第 4 级耕地则增大。表明坡度对 1、2 和 3 级耕地影响的差别不是太大;在坡度较大的丘陵区域,水分和肥力的保持能力较差,交通不便,农业投入较少,所以该区域的坑田和无灌溉保证的“望天田”多属于第 4 等级的耕地。1 等耕地全部分布在海拔 300 m 以下;海拔 700 m 以上的耕地全部是 4 级耕地;总体来说,质量好的和较好的耕地(1、2、3 级耕地)多是分布在 400 m 以下,400 m 以上的耕地整体质量都不高。海拔高的区域的水、热、自然肥力等并不比低海拔的差多少,耕地质量不高主要是与人为活动因素的有关。海拔较高的区域人类的活动相对较少,交通比不上低海拔的方便,相应的农业投入相对较少。有此也可以看出,地形不但可以在自然因素方面来影响耕地的质量等级,而且在社会、经济因素方面来影响耕地的质量等级。

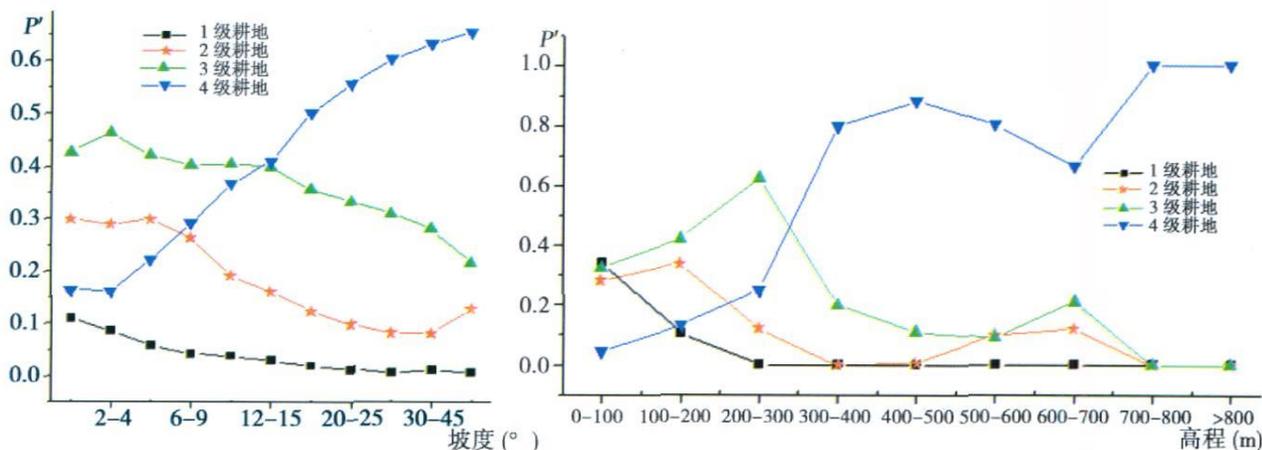


图 6 翁源县不同质量等级的耕地的地形分布指数

Fig. 6 Topography distribution index of different grade of farmland quality in Wengyuan

4 结 论

耕地空间分布与变化对地形比较敏感。耕地主要分布在海拔 < 300 m、坡度 < 12° 的河谷冲积平原、台地、阶地上。少数耕地位于海拔高、坡度大的丘陵低山地区。耕地分布频率最高的地形范围是 2° ~ 4° 和 0 ~ 200 m, 坡度越大, 耕地斑块的破碎化程度越大。1993 到 2005 年, 全县年耕地变化速率为 2.9%, 净增加量为 94.9 km², 其中, 0° ~ 2° 范围内增加量占 82.8%, 100 ~ 200 m 范围内增加量占 94.8%。新增的耕地主要是作为后备耕地资源的林草地转化而来。耕地由于建设用地的占有有向海拔高的区域扩展的趋势。0 ~ 300 m 和 0° ~ 12° 的地区是人类的频繁活动、土地利用方式发生剧烈变化的区域。监测耕地及相关土地利用类型变化的地形分布指数可以分析该区域的土地利用结构转化是否合理, 对农业布局与结构调整、土地规划管理有一定指导意义。

地形对耕地质量的影响也可以从地形分布指数上体现出来。从地形分布指数上看, 研究区内的 2、3 级耕地分布的最广。1、2、3 级耕地多分布在 400 m 和 15° 以下的地区。质量差的耕地多分布在坡度大或海拔高的区域, 坡度和海拔对耕地质量的影响机制不同。坡度大的区域, 自然因素的导致耕地质量不高, 海拔高的区域主要是人的因素使得耕地质量不高。

地形分布指数将纯量化的土地利用及变化的数量与的空间分布结合起来, 能够很直观的反映各种类型的数量和大致地形分布。 P' 和 P 之间存在 $P = P' \times Si/S$ 定量的关系。地形分布指数 p 能够有效地描述土地利用类型随着地形的变化的分布情况。改进的地形分布指数 P' 不但能够表达土地利用类型随地形变化的分布情况, 而且能够比较同一地形等级下不同土地利用类型的面积差异。

参考文献 (References)

[1] Chen Yeyu Huang Changfa Applied Geomorphology [M]. Shanghai East China Normal University Press 1994. [陈业裕, 黄昌发. 应用地貌学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1994.]

[2] Qiu Yang Fu Bojie, Wang Jun, et al Spatiotemporal variability of soil nutrients and its relation to the influencing factors on the loess plateau [J]. *Progress in Natural Science* 2004 14(3): 294~299 [邱扬, 傅伯杰, 王军, 等. 黄土高原小流域土壤养分的时空变异及其影响因子 [J]. 自然科学进展, 2004, 14(3): 294~299]

[3] Qiu Yang Fu Bojie, Wang Jun et al Variability of the soil physical properties on the loess plateau [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002 57(5): 587~594 [邱扬, 傅伯杰, 王军. 黄土丘陵小流域土壤物理性质的空间变异 [J]. 地理学报, 2002 57(5): 587~594]

[4] Huang Yibing Chen Liding Fu Bojie et al The influence of topography land use on soil moisture spatial-temporal pattern in the hilly area of loess plateau [J]. *Quaternary Sciences* 2003 23(3): 334~342 [黄奕龙, 陈利顶, 傅伯杰, 等. 黄土丘陵小流域地形和土地利用对土壤水分时空格局的影响 [J]. 第四纪研究, 2003, 23(3): 334~342]

[5] Lian Gang Guo Xudong Fu Bojie et al Spatial variability and prediction of soil organic matter at county scale on the loess plateau [J]. *Progress in Geography*, 2006 25(2): 112~121 [连钢, 郭旭东, 傅伯杰, 等. 黄土丘陵沟壑区县域土壤有机质空间分布特征及预测 [J]. 地理科学进展, 2006 25(2): 112~121]

[6] Zhou Wancun. Impact of land nature slope and sea level elevation on the economic development in the Three Gorges area [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2001, 10(1): 15~21 [周万村. 三峡库区土地自然坡度和高程对经济发展的影响 [J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(1): 15~21]

[7] Luo Yunyun Li Ruixue Qu Ming. Impact of land slope and elevation on the land use and economy development in mountain watershed Chongqing [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004 22(2): 254~258 [罗云云, 李瑞雪, 屈明. 重庆石碛溪小流域坡度和高程对土地利用及经济发展的影响 [J]. 山地学报, 2004 22(2): 254~258]

[8] Zhou Aixia Ma Zehong Zhou Wancun. Influences of slope and aspect on distribution and change of land use and cover in Daninghe river watershed [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004 18(2): 126~129 [周爱霞, 马泽忠, 周万村. 大宁河流域坡度与坡向对土地利用覆盖变化的影响 [J]. 水土保持学报, 2004 18(2): 126~129].

[9] Ma Zehong Zhou Aixia Jiang Xiaoba et al Influences of altitude and slope on dynamical changes and status quo of landuse/cover in Wushan county [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003 17(2): 107~109 [马泽忠, 周爱霞, 江晓波, 等. 高程与坡度对巫山县土地利用覆盖动态变化的影响 [J]. 水土保持学报, 2003 17(2): 107~109]

[10] Liu Ruimin, Yang Zhifeng Shen Zhenyao et al Study on land-use/cover change in upper reach of Yangtze river basin based on the DEM data [J]. *Progress in Geography*, 2006 25(1): 102~108 [刘瑞民, 杨志峰, 沈珍瑶, 等. 基于 DEM 的长江上游土地利用分析 [J]. 地理科学进展, 2006 25(1): 102~108]

[11] Qiu yang Fu Bojie, Wang Jun, et al Spatio-temporal distribution of land use in relation to topography in a gully catchment of the Loess Plateau China [J]. *Journal of Natural Resources* 2003, 18(1): 20~29 [邱扬, 傅伯杰, 王军, 等. 黄土丘陵小流域土地利用的时空分布及其与地形因子的关系 [J]. 自然资源学报, 2003 18(1): 20~29]

[12] Feng Chaoyang Yu Yong Gao Jixi et al Influences of topographic on distribution and change of land use and cover in Mentougou District, Beijing [J]. *Journal of Mountain Science* 2007 25

- (3): 274~ 279 [冯朝阳,于勇,高吉喜,等.地形因子对京西门头沟区土地利用覆盖变化的影响 [J].山地学报, 2007, 25 (3): 274~ 279]
- [13] Jià Níngfēng Duàn Jiānnán Qiào Zhīmí Analysis method of spatial distribution of land use in relation to topography [J] Economic Geography [J]. 2007, 27 (2): 310~ 312 [贾宁凤,段建南,乔志敏.土地利用空间分布与地形因子相关性分析方法 [J].经济地理, 2007, 27 (2): 310~ 312]
- [14] Yu Hong Zeng Hui Jiāng Zīyíng Study on distribution characteristics of landscape elements along the topography gradient [J]. *Geographical Research*. 2001, 21 (1): 64~ 69 [喻红,曾辉,江子瀛.快速城市化地区景观组分在地形梯度上的分布特征研究 [J].地理科学, 2001, 21 (1): 64~ 69]
- [15] Sun Lǐ Chen Huanwēi Pán Jiāwén Analysis of the land use spatiotemporal variation based on DEM—— Beijing Yanqing County as an example. [J] *Journal of Mountain Science*, 2004, 22 (6): 762~ 766 [孙丽,陈焕伟,潘家文.运用 DEM 剖析土地利用类型的分布及时空变化——以北京延庆县为例 [J].山地学报, 2004, 22 (6): 762~ 766]
- [16] Arne Mottet Sylvie Ladet Nathalie Coque *et al* Agricultural land-use change and its drivers in mountain Landscapes A case study in the Pyrenees [J] *Agriculture Ecosystems and Environment* 2006 114: 296~ 310
- [17] Ning Wu, Chengqi Cheng Shide Guo *et al* A study of farmland landscape pattern with TM & DEM—— Case study in Yongsheng county, Yunnan province, P. R. China [J]. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2004 5 3420~ 3423
- [18] Hilly Land Interdisciplinary Study Group of Guangdong Academy of Sciences The Physiognomy of Guangdong Mountainous Area [M]. Guangzhou Guangdong Science and Technology Press 1991 [广东省科学院丘陵山区综合科学考察队.广东山区地貌 [M].广州:广东科技出版社, 1991]
- [19] Wu Zhifeng Kuang Yaoqiu Huang Ningsheng *et al* Diversity and fragmentation analysis on cultivated land of Guangzhou city based on GIS [J]. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture* 2004 20 (4): 258~ 260 [吴志峰,匡耀求,黄宁生,等.基于 GIS 的广州市耕地资源多样性与破碎度分析 [J].农业系统科学与综合研究, 2004, 20 (4): 258~ 260]
- [20] Wang Xiu lan Bao Yuhai Study on the methods of land use dynamic change research [J]. *Progress in Geography*. 1999 18 (1): 81~ 87 [王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨 [J].地理科学进展, 1999, 18 (1): 81~ 87]

Effects of Topography on Distribution and Change of Farm land in Mountainous Area of North Guangdong Province, China

WEI Yuezhang^{1 2 3}, DENG Nanrong², WU Zhifeng², GAO Yang^{1 2 3}, CHA IM in²

(1 Guangzhou Institute of Geography, CAS, Guangzhou 510640, China; 2 Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Sciences Guangzhou 510650, China; 3 Graduate University of the Chinese Academy Sciences Beijing 100049, China)

Abstract Topography is one of key factors that affect spatial structure and change of land resource. Basing on RS & GIS technology, the effects of topography on distribution and change of farmland are analyzed in mountainous area of north Guangdong province using modified topography distribution index, a case study in Wengyuan County. The results indicate: Spatial distribution and change of farmland is sensitive to topography. In the study area, the distribution frequency of farmland locating in areas with elevation below 200 m or slope 2~ 4 degree is highest. Farmland increased about 94.9 km² from 1993 to 2005, and the increased farmland mostly locates in areas with low elevation or gentle slope (the percent are 94.8% in 100~ 200 m, and 82.8% in 0~ 2 degree). Woodland and grassland used to be considered as reserved farmland resource transformed to farmland. There is a trend that farmland was sprawling to the areas with higher elevation. Topography not only impacts on spatial distribution, but also the quality of farmland. Moreover, elevation and slope affect the quality of farmland in different ways. Modified topography distribution index is more effective to describe and compare spatial distribution and change of land use.

Key words farmland; spatial distribution; topography distribution index; mountainous area of north Guangdong province