

赵元,胡月明,张新长,等.农村居民点耕作距离空间分布特征估测分析[J].地理科学,2016,36(5):760-765.[Zhao Yuan, Hu Yueming, Zhang Xinchang et al. Spatial Pattern of Farming Distance in Rural Area Using ESDA. Scientia Geographica Sinica,2016,36(5):760-765.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.05.014

农村居民点耕作距离空间分布特征估测分析

赵元^{1,2,3},胡月明^{1,3,4,5},张新长²,王璐^{1,3,5},陈飞香^{1,3,5},赵之重⁴

(1. 华南农业大学资源环境学院,广东 广州 510542;2. 中山大学地理科学与规划学院,广东 广州 510275;
3. 国土资源部建设用地再开发重点实验室/广东省土地利用与整治重点实验室/广东省土地信息
工程技术研究中心,广东 广州 510642;4. 青海大学农牧学院,青海 西宁 810016;
5. 广州市测绘地理信息行业工程中心,广东 广州 510642)

摘要:基于探索性空间数据分析(ESDA)思想,提出一种耕作距离空间估测方法,定量分析农村居民点耕作距离的分布格局与分异特征。以广东省阳山县为案例,研究表明:①耕作距离与耕地质量及地形等别存在一定的相关性,耕作半径愈小,地形愈低平的地区,居民点与较优的耕地愈集中;②耕作距离在空间上呈现不均衡状态,随着距离尺度的增加,耕作距离的变化由低值聚类转为高值聚类状态,表明研究区耕地格局随耕作距离尺度上升变得更加分散;③估测方法考虑了农村居民点与耕地之间的关系,可以有效分析耕地与居民点之间的空间分布随耕作距离变化的规律,对农村居民点调整、高标准农田建设等工作的合理开展具有参照和一定指导意义。

关键词:农村居民点;土地资源;耕作距离;探索性空间数据分析

中图分类号:P208 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2016)05-0760-06

农业区位论产生于19世纪20~30年代,其标志是1826年德国农业经济学家杜能著作《孤立国》的出版。人们依据他在这部著作提出的“杜能环”模型,发现农业用地的利用强度随着距离城镇的增加,呈现不断下降的趋势。虽然该模型被认为过于简化而经常受到批评,但经过后人不断的充实调整,模型仍然得到继续发展并被应用到越来越多的研究领域。

在过去几十年中,部分地理学家和农业经济学家根据杜能模型的思路,对农民的空间活动与耕地分布之间的关系也展开了一系列研究,分别发现其研究对象与耕作距离呈现出规律现象^[1-5]。近来研究也表明,耕作距离与聚落格局存在制约关系^[6,7];耕作距离对撤村并点也有较大影响^[8],即撤村并点后如何保证一定的耕作半径,使得农民的生产不受影响。同样,土地整理或居民点整理要考虑耕作半径的大小设置问题^[9]。已有的一些

方法如问卷调查法^[10,11]、等面积缓冲区法^[6,12]与固定面积缓冲区法等^[13]虽然已经注意到耕作距离在农业活动中的重要性,但对耕作距离的确定较为机械,并且缺乏对耕作距离空间分布特征的研究,对于撤乡并镇的规模确定及未来乡村居民点布局等很难给出定量依据,存在随意性。

在中国乡村地区撤乡并镇与土地整理活动中,规模的确定及未来乡村居民点的布局等问题都缺乏诸如农业区位论等理论的指导,存在随意性很大的问题。以上研究指出耕作距离在农业活动中的重要性,但对于耕作距离的定量确定与在空间上的分布特征研究成果较少。本文以传统农业区为案例,通过覆盖度估测耕作距离在空间分布特征,进一步以空间联系局部指数方法^[14-18]分析耕地分布与耕作半径的关系,从而在空间上显示耕作距离的空间分布规律,以期为农村居民点撤并、土地整治等工作提供思路。

收稿日期:2015-02-28;**修订日期:**2015-06-04

基金项目:广东省科技计划项目(2013A061402012, 2014B020206002)资助。[Foundation: Guangdong Provincial Science and Technology Project (2013A061402012, 2014B020206002).]

作者简介:赵元(1977-),男,江苏徐州人,博士,副研究员,主要从事地理信息建模研究。E-mail: giszy@163.com

通讯作者:胡月明,教授。E-mail: ymhu163@163.com

1 研究区概况与数据预处理

1.1 研究区概况

研究区位于广东省西北部山区县——阳山县,地理位置为东经 $112^{\circ}22'$ ~ $113^{\circ}01'E$,北纬 $23^{\circ}57'$ ~ $24^{\circ}56'N$ 之间(图1)。全境东西宽67 km,南北长104 km。属南岭山脉南麓,连江中游,辖17个乡镇,总面积3 418 km²。东临韶关市乳源县、英德市;南连清新县、肇庆市广宁县;西及连南县、肇庆市怀集县;北邻连州市,并与湖南省宜章市接壤。境内内地形复杂,由大陆架隆起的山地、丘陵和少量冲击性平原、滩地等组成。气候温和,年平均气温20.3℃,年降雨量1 850 mm,垂直气温差达到9℃。土地利用整体结构以农用地为主,其余大部分为林地。农业资源丰富,农业产品繁多,农用地以种植经济作物为主,其中粮食作物居多。总面积为332 953 hm²,其中耕地资源总量38 738 hm²,占土地总面积的11.6%。2009年末总人口数为54.24万,其中农业人口为47.42万人,非农业人口为6.82万,农业人口约占全县总人口的87.43%,是广东省的一个典型的农业县。

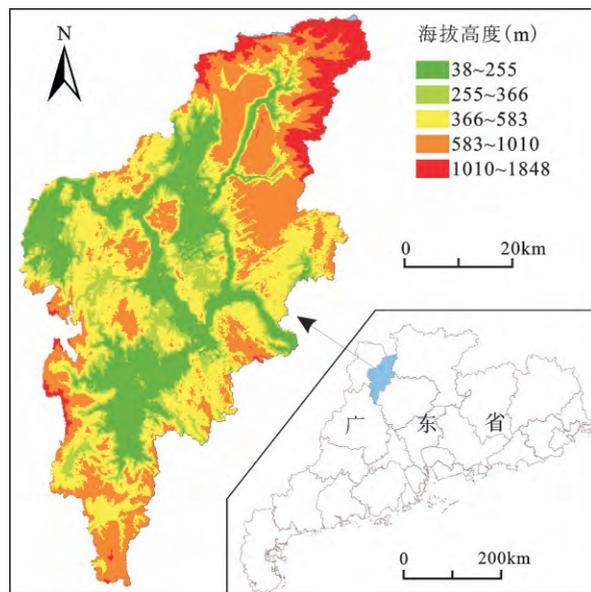


图1 研究区地形及所在地理位置

Fig. 1 Landscape and location of the study area

1.2 来源及预处理

研究数据以第二次全国土地调查数据库为基础,包括居民点分布、耕地分布、耕地质量分布、高

程分布等信息。为了明晰农村居民点与耕作田地的关系,本文以村(居)委会权属范围为划分空间单元的主要依据;对个别村(居)委会权属范围是由空间上不相邻的几个较大片块组成,则将其分成几个独立的单元;对于研究区林场内的耕地,因为面积较小且缺乏居民点,故将其剔除。最终从159个村(居)委会权属范围中,分出161个独立研究单元。

2 研究方法

假定农民生活与工作主要在其居住区与耕作区之间,对耕作距离变化的空间分布的估测:
① 将居民点视作居民居民进行耕作活动的起点,以一定的步长 d 作为反映空间尺度变化的单位,以区域内所有居民点至其所耕作的土地最远的点之间的距离之中的最大距离作为 D ,那么显然 $d \leq D$ 。如果用 r 表示覆盖区域内所有点所需达到的步长数,那么 r 约等于 D/d ;
② 为了贴近实际情况,考虑居民点的形态、大小等蕴含的重要因素对耕地的空间分布有影响,本文采用居民点的周围面状缓冲区直接进行计算。设置迭代次数 i 初始值为1;记空间距离 $h=d \times i$,以 h 为半径在区域中每个居民点 i 的周围创建缓冲区;
③ 对于每个居民点,计算距离为 h 的缓冲区与其耕作区之间的相交部分占耕作区的覆盖比值,用 $N(h)$ 来表示;
④ 将缓冲区的半径增大 d ,即缓冲区半径增大 d ;
⑤ h 值每增大一个 d ,便重复步骤3、4、5,直到 $g=r$ 或 $g=D/d$ 。

可以看出,采用上述方法的计算,如果耕地紧密的围绕在一个居民点的周围,则较小的 h 值对应着较大的覆盖度,并且当 h 增大到一个相对较大的水平时,覆盖度的增长便会放缓。相反,如果耕地较为分散在居民点的周围,那么当 h 较小时,覆盖度也会比较小。

如果要反映整个区域上的农户耕作的分布情况,在空间距离 h 下平均覆盖度为:

$$K(h) = \frac{\sum_{i=1}^n N_i(h)}{n}$$

该函数反映了整个区域上耕作缓冲区上,覆盖率随着空间距离 h 变化的规律, n 为居民点个数。

3 实证分析

3.1 研究区耕地覆盖度与耕作距离关系

根据式(1),计算出研究区的161个居民点与耕地之间随着空间尺度 h 变化下的覆盖度 $K(h)$ 。

同时将覆盖度固定,求出在指定覆盖度下的耕作距离。其中达到覆盖度为100%时的离村耕作距离称为耕作半径,这个距离在一定程度上反映了区域内农户耕作完所有区内耕地需要投入的劳动力的多少。如果农户的可接受耕作距离小于这个半径,则很可能一些耕地因投入产出比过低而造成农户对其投入过少。

根据研究区数据分别算出不同覆盖度,其耕作距离情况如图2所示。结果发现,随着覆盖度的值变大,平均耕作距离增幅越来越大。在数值上,覆盖度为90%时,达到平均耕作距离为570 m;覆盖度为100%时,平均耕作距离上升到1 134 m。两者相比可以发现,如果要完全利用距离居民点最远的10%的耕地,几乎相当于耕完90%的耕地所需的距离。考虑到农民意愿,如果以90%覆盖度作为阈值,可以认为本研究区农户可接受平均耕作半径约为570 m。

3.2 研究区耕作距离在空间上分异特征

将耕作距离成果关联到到研究区行政区划图上,以自然断点分级为参考进行分类,可以分为1~300 m, 301~570 m, 570~870 m, 870 m以上4个等级。在分类数量上一级分类单元有22个,占研究单元总面积的9.53%;四级有15个,却占研究单元总面积的19.23%,个数比第一级少7个,面积却是第一级的两倍多,可以发现这些区域多为面积较大的行政村;二级和三级的面积基本持平,整个分级基本符合正态分布的分布规律,呈现中间大两头小的梭子状。

图3反映了10%,50%,90%共3组不同覆盖度下的耕作半径分布结构。从地理范围方面分析,耕作半径最大的区域主要分布在东北部、西南部

与东南部的山地;耕作半径较小的区域,主要分布在中部及其偏南方向,尤其是中部偏南的区域比较集中。值得关注的是,部分地区,如西部地区 and 西南部地区和中东部地区,耕作半径随着覆盖度的变化出现了较大的变异性。

通过 ArcGIS 软件进行 LISA 分析,得到结果如图4所示,图上分别展现10%,50%,90%共3组不同覆盖度下耕作半径在局部尺度下空间变异情况。与图3相比较,图4采用LISA分析可以更好的发现研究区上的耕作半径上的变异情况。可以看出,研究区的西部、北部、东南部部分地区由低值聚类转为高值聚类状态,说明了这部分地区的耕作半径随着覆盖度上升,出现了快速增长现象,并基本保持相似增长状态;研究区的东部由高值聚类转为随机,说明这部分地区的耕作半径随着覆盖度的上升,耕作半径由趋同转向差异较大的状态。

3.3 耕作距离与耕地质量关系

对研究区的耕地质量空间分布与耕作半径进行空间关联,发现耕地质量与耕作距离之间存在相关关系。由表1可见,尽管一级单元只有22个,占研究区的面积仅有9.53%,但较高质量的耕地12等和13等却分别占到了22.12%和27.1%。一级和二级合计约占研究区面积的50%,12等和13等合计共占整个研究区的68.45%和66.81%,表明较低的耕作距离区间,特别是小于300 m的耕作距离区间,尽管耕地面积较少,但区域内最优良耕地接近30%。可见,耕作距离愈小,较优的耕地愈集中。

3.4 耕作距离与地形关系

由于村庄覆盖的土地存在地形上的差异,进一步将研究区内200 m以下坡度在5°以下的较大片的区域视为地势低平区进行对比。计算发现,在

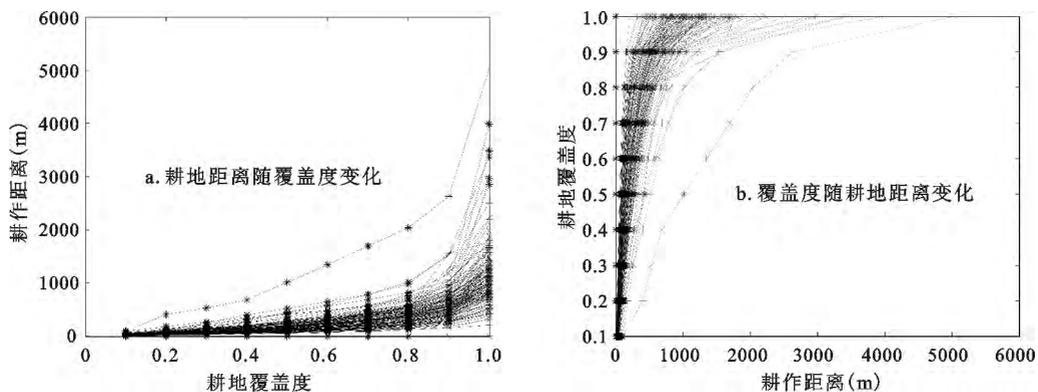


图2 研究区耕作距离与耕地覆盖度的统计
Fig. 2 Estimation of farming distance in study area

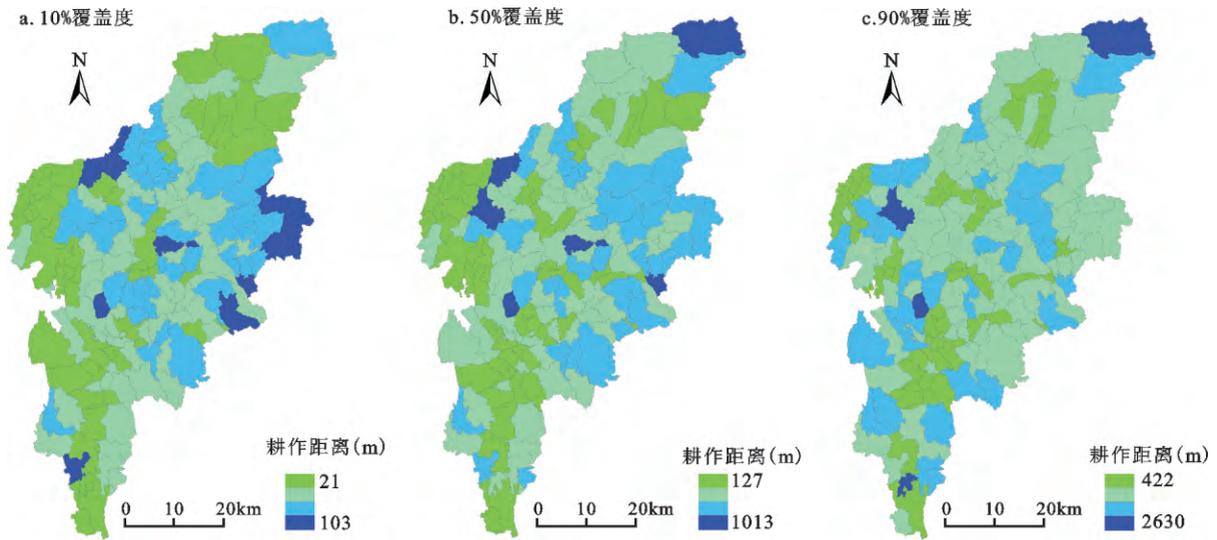
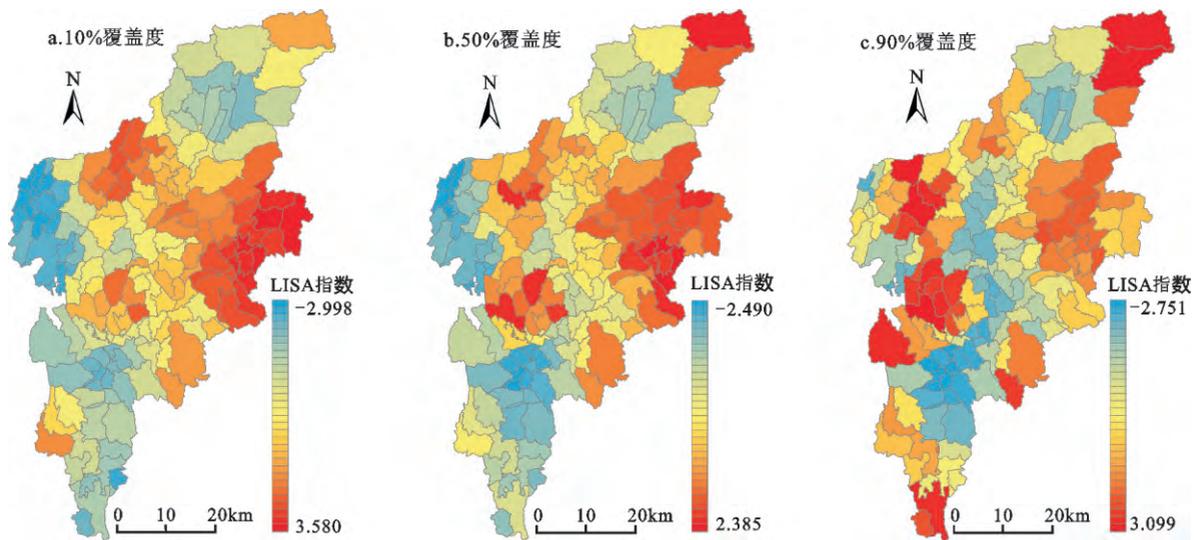


图3 不同覆盖度下居民点耕作距离空间分异

Fig. 3 Spatial differentiation of farming distance with variable coverage rate



偏蓝色表示低值相近分布情况,偏红色表示高值相近分布情况

图4 不同覆盖度下居民点耕作距离的LISA指数分布

Fig. 4 Spatial differentiation of farming distance with variable coverage rate

表1 耕作距离与耕地质量关系

Table 1 The relationship between farming distance and coverage rate

耕作距离	9等		10等		11等		12等		13等		总计
	面积 ($\times 10^3 \text{hm}^2$)	比例 (%)	面积 ($\times 10^3 \text{hm}^2$)								
0~300 m	1.37	6.50	1.44	10.15	0.05	1.08	3.17	22.12	0.79	27.13	6.81
301~570 m	9.30	44.23	7.06	49.85	1.37	30.59	6.64	46.33	1.15	39.68	25.50
570~870 m	8.50	40.42	4.32	30.48	2.70	60.16	3.30	23.07	0.71	24.62	19.50
870 m 以上	1.86	8.84	1.35	9.52	0.37	8.17	1.22	8.48	0.25	8.58	5.040
总计	21.00	100.00	14.20	100.00	4.49	100.00	14.30	100.00	2.90	100.00	56.90

地势低平区,研究区耕作距离的变化随着耕作覆盖度的变化较快,平均耕作距离仅需 339 m 可使耕地覆盖度达到整体的 90%,这要比全区域耕作半径为 570 m 要小的多。说明在地形平缓区域,临近居民点的耕地更容易被开发且容易被村民所使用,而在地形变化较大的区域,由于耕作难度的加大,村民耕作合适的土地距离居民点也愈来愈远。

4 结论

在农村居民点调整、高标准农田建设中,为满足当下精细农业的建设和建设用地与农用地的协调发展,平衡农民意愿及利益与耕地可持续,应该综合考虑居民点特征、耕作距离与地形因素对耕地质量的影响,合理计算耕作距离。本文提出的基于探索性空间数据分析的耕作距离估测方法,结果表明:① 耕地耕作距离与耕地质量及地形等别存在一定的相关性,耕作半径愈小,地形愈地平的地区,居民点与较优的耕地愈集中,说明在长期的农业生产中,农民已经与土地结成稳定的农业生产区位格局;② 耕作距离在空间上呈现不均衡状态,随着距离尺度的增加,耕作距离的变化由低值聚类转为高值聚类状态,表明研究区耕地格局随耕作距离尺度上升变得更加分散;③ 农村居民点分布复杂,不能将其简化为点,需要根据其形态、大小特征,对耕地离村距离进行折算,才能更准确表达耕地与居民点之间的耕作距离变化规律。

由于研究区特征特点,本方法存在一定的区域限制性。未来应该进一步从区域特征出发,针对不同地区的居民点与耕地类型分析耕作距离空间分布异同规律,为推动农村居民点调整、高标准农田建设等工作的科学开展提供更具有广泛意义的建议。

参考文献(References):

- [1] Liu L. Labor location and agricultural land use in Jilin, China [J]. *The Professional Geographer*, 2000,52(1):74-83.
- [2] Blaikie P M. Spatial organization of agriculture in some North Indian villages: part I[J]. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 1971:1-40.
- [3] Found W C. Towards a general theory relating distance between farm and home to agricultural production[J]. *Geographical Analysis*, 1970,2(2):165-176.
- [4] 李小建,高更和. 中国中部平原村庄农业生产区位研究——以河南南阳黄庄为例[J]. *地理科学*, 2008, 28(5):616-623. [Li Xiaojian, Gao Genghe. Agricultural location at the village level in Central China: A case study for Huangzhuang village in Nanyang city, Henan Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(5):616-623.]
- [5] 李小建. 农户地理理论[M]. 北京: 科学出版社, 2009. [Li Xiaojian. *Geography of Rural Households*. Beijing: Science Press, 2009.]
- [6] 角媛梅, 胡文英, 速少华, 等. 哀牢山区哈尼聚落空间格局与耕作半径研究[J]. *资源科学*, 2006,28(3):66-72. [Jiao Yuanmei, Hu Wenying, Su Shaohua et al. Spatial Pattern and Farming Radius of Hani's Settlements in Ailao Mountain Using GIS. *Resources Science*, 2006,28(3):66-72.]
- [7] 王智平, 胡春胜. 村落与农田及土地利用关系的生态学探讨[J]. *生态学杂志*, 1999,18(1):74-78. [Wang Zhiping, Hu Chunsheng. Ecological Consideration of Relationship between Village and Farmland or Land Utilization. *Chinese Journal of Ecology*, 1999,18(1):74-78.]
- [8] 陈有川, 尹宏玲, 孙博. 撤村并点中保留村庄选择的新思路及其应用[J]. *规划师*, 2009,(9):102-105. [Chen Youchuan, Yin Hongling, Sun Bo. Determining which Villages to Preserve in Rural Village Consolidation. *Planners*, 2009,(9):102-105.]
- [9] 刘艳芳, 孔雪松, 邹亚锋. 不同农村居民点整理模式下的耕地潜力评价模型[J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2011,(9):1124-1128. [Liu Yanfang, Kong Xuesong, Zou Yafeng. Evaluation Model of Cultivated Land Potential on Different Modes of Land Consolidation of Rural Residential Areas. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2011,(9):1124-1128.]
- [10] 潘娟, 邱道持, 尹娟. 基于农户意愿的农村居民点宜居性调查研究——以重庆潼南县桂林街道八角村为例[J]. *中国农学通报*, 2011,(23):189-192. [Pan Juan, Qiu Daochi, Yin Juan. Investigation of Livability of Rural Residential Areas Based on Households' Willingness—A Case Study of Bajiao Village, Guilin Town, Tongnan Country, Chongqing City. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011,(23):189-192.]
- [11] 申翔. 江苏省村庄建设与发展调研[J]. *城市规划*, 2006,(8):56-60. [Shen Xiang. Survey of village construction and development in Jiangsu province. *City Planning Review*, 2006,(8):56-60.]
- [12] 角媛梅, 肖笃宁, 马明国. 绿洲景观中居民地空间分布特征及其影响因子分析[J]. *生态学报*, 2003,23(10):2092-2100. [Jiao Yuanmei, Xiao Duning, Ma Mingguo. Spatial pattern in residential area and influencing factors in oasis landscape. *Acta Ecologica Sinica*, 2003,23(10):2092-2100.]
- [13] 杨庆华, 杨世先, 马文彬, 等. 山地农业区耕地资源空间分布状况——以云南省玉溪市为例[J]. *山地学报*, 2005,23(6):6749-6755. [Yang Qinghua, Yang Shixian, Ma Wenbin et al. Space Distributing and Using of Cultivated Land in a Mountains Area. *Journal of Mountain Research*, 2005,23(6):6749-6755.]
- [14] Anselin L. Local indicators of spatial association—LISA[J]. *Geographical Analysis*, 1995,27(2):93-115.
- [15] Majure J J, Cook D, Cressie N et al. Spatial CDF estimation and visualization with applications to forest health monitoring [J]. *Computing Science and Statistics*, 1996, 27:93-101.

- [16] Wong D W. Location—Specific Cumulative Distribution Function (LSCDF): An Alternative to Spatial Correlation Analysis [J]. *Geographical Analysis*, 2001,33(1):76-93.
- [17] Wiegand T, A Moloney K. Rings, circles, and null-models for point pattern analysis in ecology[J]. *Oikos*, 2004,104(2):209-229.
- [18] 郭福涛, 胡海清, 马志海. 应用空间点模式方法研究大兴安岭雷击火空间分布格局[J]. *生态学报*, 2009,29(12):6741-6747. [Guo Futao, Hu Haiqing, Ma Zhihai. Spatial point process for spatial distribution pattern of lightning-caused forest fires in Daxing'an Mountains. *Acta Ecologica Sinica*, 2009,29(12): 6741-6747.]

Spatial Pattern of Farming Distance in Rural Area Using ESDA

Zhao Yuan^{1,2,3}, Hu Yueming^{1,3,4,5}, Zhang Xinchang², Wang Lu^{1,3,5}, Chen Feixiang^{1,3,5}, Zhao Zhizhong⁴

(1. *Colledge of Natural Resources and Environment of South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China;*
 2. *School of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, Guangdong, China;* 3. *Key Laboratory of the Ministry of Land and Resources for Construction Land Transformation & Guangdong Province/Key Laboratory of Land Use and Consolidation & Guangdong Province/Land Information Engineering Research Center, Guangzhou 510642, Guangdong, China;* 4. *College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016, Qinghai, China;*
 5. *Guangzhou Geoinfomation Engineering Research Cente, Guangzhou 510642, Guangdong, China)*

Abstract: On the background of the increase of population and the decrease of arable land, how to improve efficiency and quality of farmland use is an important issue in China. We noticed that the administrative villager council as the unique legitimate and formal institution in countryside and the cultivators is restricted in their administrative village. To some extent, the cultivators' activity in the rural area are bound to their contracted land within a certain farming distance. However, the ideas on how to estimate the effect on spatial patters by the farming radius are vague in recent studies because the analysis on the relationship between rural settlements and arable land is qualitative and patial. To compare and evaluate the spatial pattern of cultivated land, we proposed a mothod to estimate the spatial distribution of the farming distance between settlements and farmland using exploratory spatial data analysis (ESDA) and the local indicator of spatial association (LISA). The study area is the Yangshan County located in the northwest Guangdong Province, which is one of the most representative county in the traditional mountain farming district. By this method, we found that the average farming distance changed more quickly than the coverage rate did with the increase of the coverage rate. When the coverage was up to 90%, the average distance increased up to 570 m, and the coverage was up to 100%, the average distance of the eincreased to 1 134 m. In other words, it is equivalent to the distance required to complete 90% of the cultivated land if the cultivators want to completely use 10% of the rest cultivated land with the greater distance. Simultaneously, we found the variation of farming distance in the study area was more accurately according to LISA statistical method. The result showed that: 1) The farming distance was affected by many factors such as quality of arable land and level of terrain, and there is a stronger correlation between farming distanc and quality of arable land and level of terrain. 2) The spatial distribution of farming distance was nonuniform and the changes from low clustering value to a high value of farming distance indicated that the pattern of arable land in the study area became more decentralized with the increase of the distance scale. 3) the proposed method can expose the spatial differentiation of farming distance in the whole region using exploratory spatial data analysis and it is particularly useful to guide the formulation of public policies for adjustment of rural residential area and the construction of high standard farmland.

Key words: rural settlements ; land resources; farming distance; ESDA