

城市郊区基本农田安全风险研究 ——以眉山市东坡区为例^①

白根川, 夏建国*, 王昌全, 杨 娟, 王 鹏

(四川农业大学资源学院, 成都 611130)

摘 要: 基本农田生态风险区域的确定对保障粮食安全、实现经济社会的可持续发展具有十分重要的意义。本文基于 GIS 平台, 利用最小累计阻力模型, 对成都平原城市眉山市东坡区的基本农田生态风险区域进行了研究。在该研究以东坡区基本农田规划图中提取的基本农田数据作为累计阻力“源”, 选取了坡度、土地利用类型等 6 个因子作为阻力层进行分析。结果通过把最小累计阻力栅格的突变点作为临界点, 设定阈值, 划分出了基于阻力值的 4 个功能区: 基本农田生态安全重点区域、一般区域、过渡区域和非基本农田区域。基本农田安全风险区域的确定可为当地科学全面规划提供决策依据。

关键词: 基本农田; 最小累计阻力模型; 眉山市东坡区; 阈值

中图分类号: F301.23

基本农田保护区的划定是最大限度保护稀缺耕地资源、稳定农业基础主体地位的重要手段。目前在基本农田保护区划定过程中, 还存在较多简单地以基本农田保护率作为基本农田保护控制指标, 基本农田保护区“划远不划近”、“划劣不划优”的状况。有的虽采用了“指标控制与土地用途分区相结合”, 但仍然偏重指标控制, 而较为忽视土地用途分区的空间管制作用。目前已有相关学者针对基本农田保护区的合理划分方式进行了多方面研究, 在全面考虑耕地自然与社会经济影响因素、耕地自身生产能力等的基础上, 通过土地适宜性评价、农用地分等定级等方法^[1-5], 来划分基本农田的合理空间分布区域, 一定程度上提高了基本农田划分的科学性。但对于平原城市郊区, 其建成区的快速扩张方式多呈环状外扩的势态, 一方面城市化发展要求建设用地规模化集中布局, 其规模化发展很可能影响到城市边缘郊区的农用地甚至基本农田; 另一方面由于建设用地本身指标紧张、用地矛盾尖锐^[6], 其基本农田发生变化的可能趋势远远高出丘陵区城市和山区城市^[7]。因此平原城市建设发展过程中基本农田潜在被占用的风险明显偏高。本研究从基本农田生态安全风险的角度出发, 借助 GIS 空间分析技术, 研究基本农田因受周边各种土地景观的影

响而进行用途转换所需克服的各种阻力类型以及累计阻力大小, 得出基本农田潜在被破坏和被占用的不同风险空间区域, 从而为提出平原城市郊区基本农田保护区划定及保护措施的实施提供科学合理的依据。

1 研究区概况

眉山市东坡区位于 103°26′57″ ~ 103°59′15″E, 29°24′43″ ~ 30°16′56″N, 地处成都平原西南部, 北倚彭山, 南瞰夹江、青神, 东临仁寿, 西望丹棱、蒲江(图 1)。东坡区属亚热带湿润性季风气候, 年平均气温 17.1℃, 年平均降雨量大于 1 000 mm。全区地势西北高、东南低, 其中冲积平原约占 30%, 缓丘平坝约占 60%, 低山约占 10%。岷江纵贯县境东部, 境内流长 46 km^[8]。全区耕地主要分布在沿河谷阶地及中浅丘区, 耕地土壤酸碱度适中, 肥力中等偏高^[9]。基本农田主要分布在岷江流域及其支流沿地势相对平缓的区域。东坡区作为眉山市政治、经济、文化、商贸中心, 随着近几年来成都平原经济圈城市化进程的深入推进, 东坡区社会经济发展迅速, 在眉山市社会经济发展中的战略地位不断提高, 城市规模不断扩张, 其基本农田保护受到一定程度威胁。

^①基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD14B00)资助。

* 通讯作者(xiajianguo@126.com)

作者简介: 白根川(1977—), 男, 重庆梁平人, 硕士, 实验师, 主要从事水土资源及环境可持续研究。E-mail: 45826046@qq.com

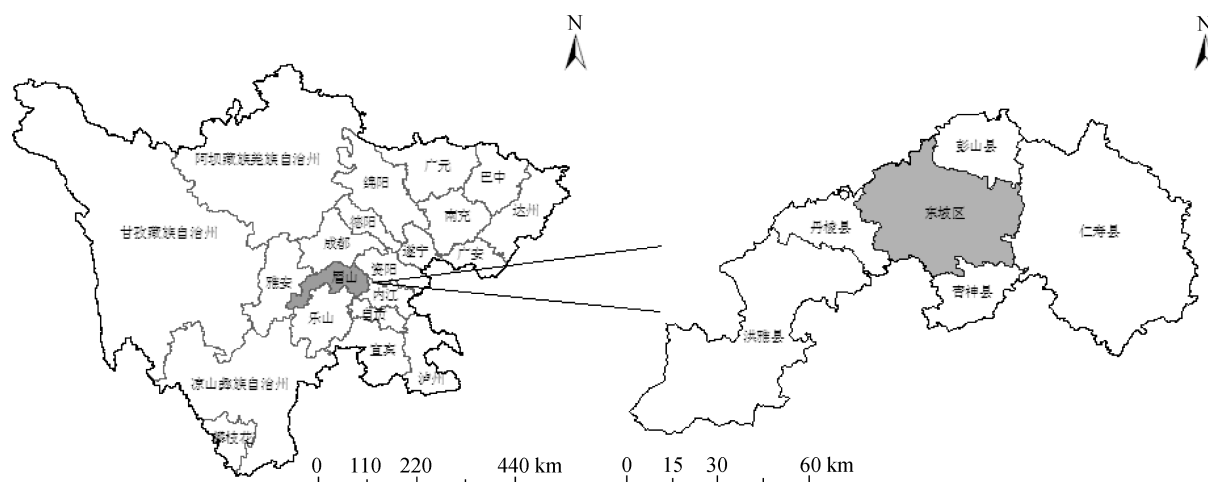


图 1 眉山市东坡区位置图
Fig. 1 Location of Dongpo district

2 研究方法

本研究中土地利用现状及基本农田分布数据信息来源于东坡区土地利用变更调查图(2013 年)及东坡区基本农田规划图(2010—2020 年),东坡区 DEM 数据来自中国科学院计算机网络信息中心国际科学服务平台。从土地利用现状图提取了道路、河流、坑塘等数据。将数据全部转为 ArcGIS 的 shape 格式并统一进行影像配准,投影到西安 1980 坐标系下,中央经线 105°,同时将所有矢量数据全部转化成 30 m × 30 m 栅格图像。

最小累计阻力模型是模拟某个物种在从“源”到达目的地运动过程中所需克服阻力而耗费代价的模型。该模型主要有 3 个要素:“源”、阻力层、阻力值,可通过综合计算从“源”到每一个介质单元的最小阻力值来衡量“源”到某点的易达性^[10-13],因此可用于反映基本农田变迁运动的潜在可能性及运动趋势。在本研究中,应用 ArcGIS 的空间分析功能,借助最小累计阻力模型,计算各阻力层斑块离基本农田“源”的最小累计阻力值,生成基本农田扩展的最小累计阻力表面,进而根据计算分析结果,确定各分区相应的阈值,最终划分得出东坡区基本农田生态安全重点区域、一般区域、过渡区域和非基本农田区域。

3 东坡区基本农田安全风险区域划分

3.1 基本农田扩展“源”的确定

“源”是事物维持和扩散的源点,它具有内部同质性和向四周扩张或向“源”本身汇集的能力^[14-16]。在本研究中,将东坡区基本农田规划图中提取的基本农田作为“源”。由于现状基本农田本身具有的良好自然属

性及相对较高的农业生产能力,因此将其提取作为本研究的“源”图层(图 2)。提取的基本农田面积为 64 096.00 hm²,占耕地总面积的 84.94%。

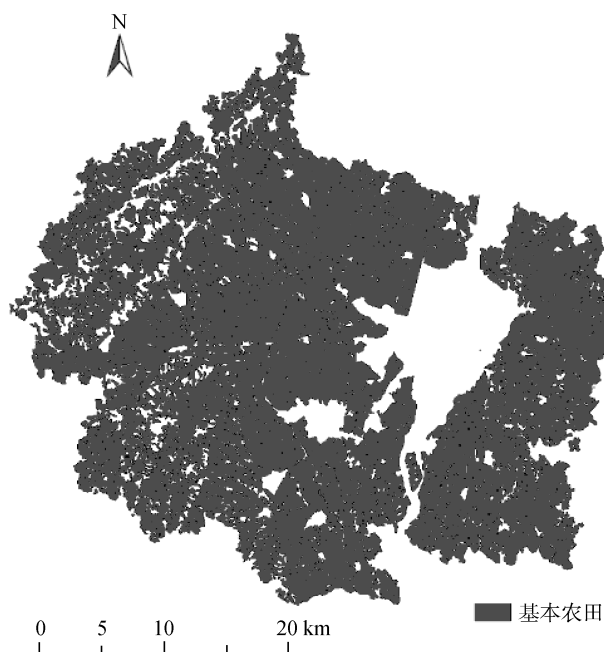


图 2 东坡区基本农田分布
Fig. 2 Prime farmland map of Dongpo District

3.2 基本农田扩展阻力层的构建

基本农田需要克服一定的土地利用景观阻力,即扩展影响因子来实现其扩张过程。原则上基本农田的分布主要受地形(海拔、坡度)、周边土地利用现状类型、交通情况、土壤质量、灌溉条件、土地连片程度、投入产出等诸多因素的影响^[17-18]。在本研究中,土壤质量等内在因素已通过“源”自身的划定进行了反映,即设定现状基本农田均为土壤质量较高、亟需保护的区域,重点在于分析基本农田分布受外界土地

利用景观阻力影响而产生未来变化的风险趋势，因此阻力因子选取主要考虑坡度、土地利用类型、主要道路、次要道路、河流水库分布、坑塘分布 6 个因素，作为基本农田生态景观阻力因素。基本农田扩展时通过景观介质的难易程度用阻力值表示，各种景观介质对事物扩展所造成的阻力是有差别的，该差别可以通过事物对景观的适宜程度及相互转换难度来确定。本研究采用权重赋值的方法来确定阻力值。本文设定 10 作为最大阻力值，并假定在阻力值达到 10 的情况下，基本农田将受到难以避免的严重威胁，而阻力值为 1 的像元则代表基本农田的最适宜生态地^[19]。各因子阻力值的确定方式如下：

坡度：根据国家退耕还林政策，坡度在 25° 以上的耕地将全部退耕还林，因此对坡度 25° 以上的用地区域赋予最大阻力值。同时在实际生产中，坡度越平缓越有利于土地的耕作利用，所以相应地坡度越大，其阻力就越大，反之则小。

土地利用现状：根据研究需要，将东坡区土地利用类型进行重分类，共分为农用地、建设用地、林地、水域、未利用地 5 大类。对于最小累计阻力而言，土地利用类型的影响主要表现在其与基本农田之间的相互转换趋势的难易程度^[20]。显然在这 5 大类用地

中，阻力最大的是建设用地，而阻力最小的是农用地。

道路：东坡区境内有成昆铁路、成乐高速和省道 103、106 线等交通线路，形成了到成都 1 小时、到各乡镇和邻县半小时的快速交通网。在本研究中道路是个双向指标，对于基本农田的扩展具有两方面的影响。对于主要道路(铁路、高速公路)而言，其自身的区域分割性、排外性严格限制着基本农田的发展。而对于村道、田间路等次要道路路网来说，其较高的密集度和与外界土地利用景观介质较强的相容性可以很好地提高基本农田之间及其与外界的通达度，有利于各项保护措施地开展，对于基本农田的生态保护能起到正面、积极的作用。因此在本研究中，设定距离主要道路越近，基本农田扩展阻力越大；距离次要道路越近，则阻力越小。

水域：水域的影响方式类似于道路，但又有其特殊之处。基本农田如果距离大型河流水库太近，会受到潜在被淹没的威胁，而距离太远水源又不利于灌溉，所以距离适中的区域的阻力是最小的。而坑塘作为农田小型水域，距其越近越有利于农田的灌溉，阻力也就越小。

由此，根据各种景观表面介质对基本农田的影响程度，在 0~10 之间对其赋予相应的阻力值(表 1)。

表 1 不同影响因子对基本农田扩展的阻力值
Table 1 Resistance values of different factors for prime farmland extensions based on expert advice and literatures

参数	权重	阻力因子分级及对应阻力值						
坡度(°)	0.2	>25°	15° ~ 25°	8° ~ 15°	5° ~ 8°	2° ~ 5°	<2°	
		10	8	5	3	2	1	
用地类型	0.3	建设用地	水域	林地	未利用地	农用地		
		10	9	7	5	1		
距主干道距离(m)	0.1	>5 000	2 000 ~ 5 000	1 000 ~ 2 000	500 ~ 1 000	100 ~ 500	50 ~ 100	<50
		1	2	3	5	7	8	9
距次干道距离(m)	0.1	>1 000	500 ~ 1 000	300 ~ 500	100 ~ 300	50 ~ 100	<50	
		9	8	6	4	2	1	
距河流水库距离(m)	0.1	>2 000	1 000 ~ 2 000	500 ~ 1 000	100 ~ 500	50 ~ 100	<50	
		7	6	5	3	2	4	
距坑塘距离(m)	0.2	>200	100 ~ 200	50 ~ 100	20 ~ 50	<20		
		7	6	3	2	1		

3.3 各因子阻力栅格与最小累计阻力栅格的建立

按照以上的阻力分级，对各阻力要素进行阻力栅格的建立，其中坡度和土地利用类型因子在处理时根据属性直接进行重分类赋予相应的阻力值，而另外的 4 个因子则需先采用 spatial analyst 里面的 straight line 分析，再根据要求进行重分类赋值(图 3)。然后根据各阻力因子对基本农田影响的大小赋予相应的权重，

并进行图层加权计算，生成最终的阻力栅格表面(图 4)，最后再通过最小累计阻力模块，计算生成最终的最小累计阻力图层(图 5)。

3.4 基本农田生态安全风险区域划定

阈值确定是划分基本农田不同生态安全风险区域类型的关键。在划分阈值时，参照阻力面格点频率及其拐点，采用“自然断点法”(natural breaks)，依据

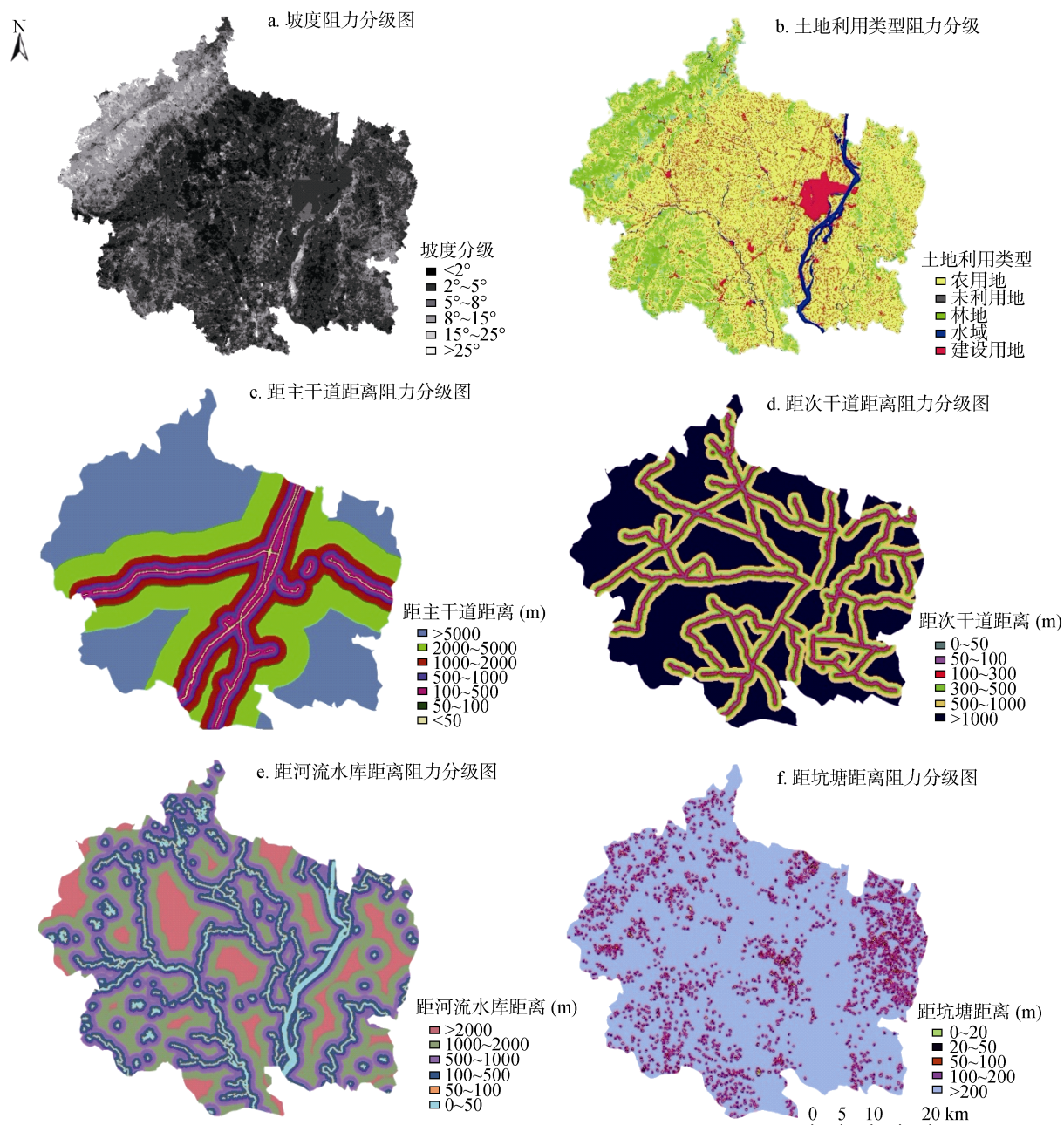


图 3 各阻力因子阻力分级图

Fig. 3 Resistance grading maps of different factors

实际农业需要划分。图 6 中 A、B、C、D 4 处阻力值前后的值突变明显,表明其两侧土地利用阻力差异较大,因而可作为划分基本农田生态安全风险区域的临界点。通过阈值划分,将东坡区基本农田生态安全风险区域用地分为 4 个类型:基本农田生态安全重点区域、一般区域、过渡区域和非基本农田区域(图 7)。基本农田生态安全重点区域总面积约 486 km², 约占耕地总面积的 81%。在该区域中“源”地占据绝大部分,其阻力值是 4 大区域中最小的,是基本农田的核心区域,必须得到充分的保护。一般区域面积 16.4 km²,阻力值稍大于基本农田区,该区域只要经过适

当的改造便可以在今后作为基本农田的后备土地。过渡区域面积 18.3 km²,主要是作为缓冲区域,该区阻力值大且变化复杂,不太稳定,主要是紧邻主要交通干道、工业区等干扰程度较高的用地类型。非基本农田区域则是阻力值最大的区域,主要是大型河流、道路所在区域,在将来的一段时间内基本上没有改造成为基本农田的可能性。

4 结论与讨论

1) 本文基于 GIS 平台,从现有基本农田变化趋势着手,通过最小累计阻力分析,以东坡区 2008 年

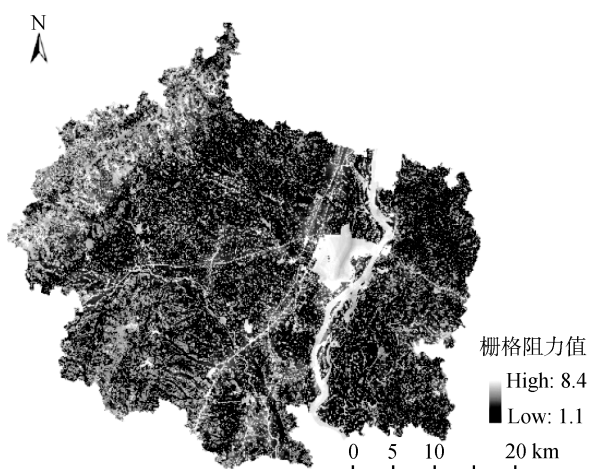


图4 阻力栅格图
Fig. 4 Resistance raster

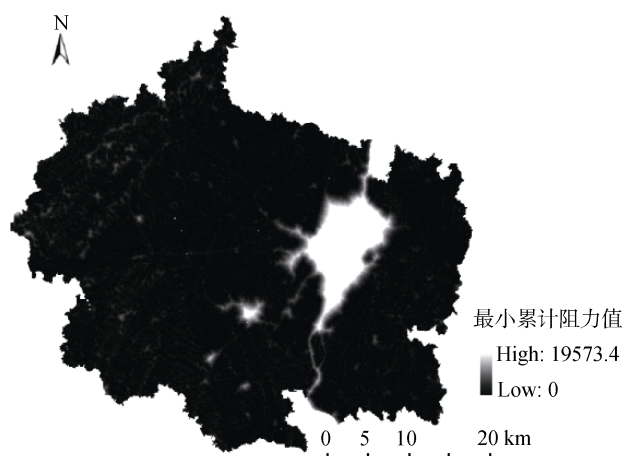


图5 最小累计阻力图
Fig. 5 Minimum cumulative resistance

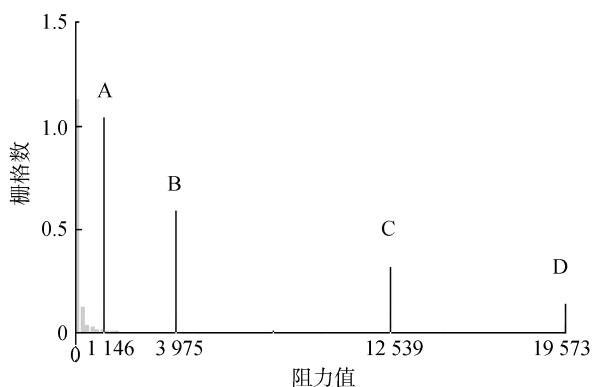


图6 阻力面格点频率序列及拐点图
Fig. 6 Pixel frequency sequence and inflexion of resistance surface

基本农田作为“源”，以该区坡度、用地类型、道路、水域分布等6个因子构建阻力面并得到相应的6个阻力图层，通过加权计算合并出最终的最小累计阻力栅格图层，将其与“源”图层在最小累计阻力模型下进行计算分析，通过把阻力值的拐点作为临界点，划分出了东坡区基本农田生态安全重点区域、一般区域、过

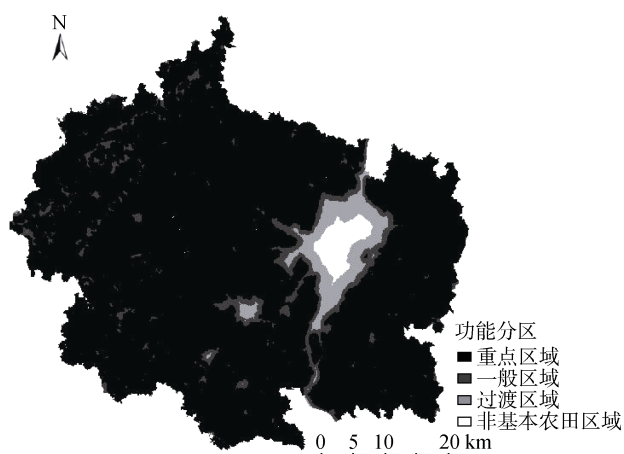


图7 东坡区基本农田保护功能分区图
Fig. 7 Function zoning map of Dongpo district

渡区域和非基本农田区域，可为该区基本农田的空间保护提供更多参考。

2) 目前国内外关于基本农田的划分研究仍是以对土地进行适宜性评价和分等定级的静态方法为主。而通过最小累计阻力模型进行的分析，则是一个逆向思维的动态方法，它通过分析基本农田克服各阻力因子而发展的趋势来划定基本农田安全风险范围，得出受到较大阻力威胁的基本农田区域以及扩张趋势显著的基本农田区域，由此可为基本农田的科学划定提供更科学的动态决策依据。

3) 尽管该方法相对适宜性评价法等而言更加客观，但在阻力因子的选取、阻力值的赋予及最终阈值的确定上仍存在一定的主观性，因此在最终划定区域后，还可结合实地确认，并结合当地政策对阻力阈值进行相应的科学调整。

参考文献：

- [1] 朱小娟, 刘普幸, 赵敏丽, 等. 甘肃省土地资源承载力格局的时空演变分析[J]. 土壤, 2013, 45(2): 346-354
- [2] 赵小敏, 张军. GIS支持下的鄱阳湖生态经济区耕地资源可持续利用评价[J]. 土壤学报, 2012, 49(1): 1-8
- [3] 宫继萍, 石培基, 杨雪梅. 黑河中游土地生态价值及生态风险动态研究——以甘肃省民乐县为例[J]. 土壤, 2012, 44(5): 846-852
- [4] 沈仁芳, 陈美军, 孔祥斌, 等. 耕地质量的概念和评价与管理对策[J]. 土壤学报, 2012, 49(6): 1 210-1 217
- [5] 董秀茹, 尤明英, 王秋兵. 基于土地评价的基本农田划定方法[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 336-339
- [6] 袁枫朝, 严金明, 燕新程. GIS支持下的大都市郊区基本农田空间优化[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊 1): 61-65
- [7] 宇向东, 郝晋珉, 鲍文东. 基于土地评价的基本农田划定方法[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊 1): 185-189

- [8] 白根川, 夏建国, 王昌全, 等. 基于地类空间转化趋势模型的眉山市东坡区土地利用转化分析[J]. 土壤学报, 2009, 31(10): 1 793–1 799
- [9] 张国清, 丁桑岚, 陈青玉. 眉山市不同土地利用类型土壤侵蚀分析[J]. 中国水土保持, 2008(10): 41–43
- [10] 周亮, 王挺, 马娜, 等. 基于 GIS 的城市公共绿地空间可达性研究——以武汉市汉口地区为例[J]. 云南地理环境研究, 2008(4): 11–20
- [11] 俞孔坚, 李伟, 李迪华, 等. 快速城市化地区遗产廊道适宜性分析方法探讨——以台州市为例[J]. 地理研究, 2005(1): 69–76
- [12] 刘孝富, 舒俭民, 张林波. 最小累积阻力模型在城市土地生态适宜性评价中的应用[J]. 生态学报, 2010, 30(2): 421–428
- [13] 张春英, 林从华, 张国坤, 等. 武夷山自然保护区珍稀动物生态安全格局的建立[J]. 福建工程学院学报, 2010(4): 312–315
- [14] Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape[J]. Landscape and Urban Plan, 1992, 23: 1–16
- [15] 赵筱青, 王海波, 杨树华, 等. 基于 GIS 支持下的土地资源空间格局生态优化[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4 892–4 901
- [16] 李纪宏, 刘雪华. 基于最小费用距离模型的自然保护区功能分区[J]. 自然资源学报, 2006, 21(2): 74–81
- [17] 韩婷婷, 杨俊宁, 阿拉腾图雅. 基于 GIS 技术的基本农田的确定与空间定位研究——以内蒙古多伦县为例[J]. 阴山学报, 2010, 24(2): 61–64
- [18] 郭姿含, 杨永侠. 基于 GIS 的耕地连片性分析方法与系统实现[J]. 地理与地理信息科学, 2010, 26(3): 59–62
- [19] 曲艺, 梁晓峰. 基于最小费用距离模型的东北虎核心栖息地确定与空缺分析[J]. 生态学杂志, 2010, 29(9): 1 866–1 874
- [20] 尹发能, 王学雷. 基于最小累积阻力模型的四湖流域景观生态规划研究[J]. 华中农业大学学报, 2010, 29(2): 231–235

Division of Prime Farmland Based on MCR ——A Case Study of Dongpo District in Meishan City

BAI Genchuan, XIA Jianguo*, WANG Changquan, YANG Juan, WANG Peng

(College of Resources, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

Abstract: Determination of basic farmland ecological risk region is important to ensure food security, sustainable economic and social development in China. Based on GIS and by using the minimum cumulative resistance model, basic farmland ecological risk region of Dongpo district in Meishan City, Chengdu plain city were evaluated. By choosing the basic farmland of Dongpo district as the ‘source’, and taking slope, land use types, distance from the main road, distance from the secondary road, distance from the river and distance from ponds as the resistance layer, minimum cumulative resistance grid point mutations as a threshold point, four function areas named as basic farmland key area, general area, transition area and non basic farmland area had been determined. Determination of basic farmland ecological risk region can provide scientific decision-making basis for the study area.

Key words: Basic farmland; MCR; Dongpo district in Meishan City; Threshold