

环境科学、安全科学

# 乐山市建设用地扩展适宜性评价研究

王海军<sup>1,2</sup> 孔祥冬<sup>1</sup> 张勃<sup>2</sup> 田凤霞<sup>3</sup>

(成都理工大学工程技术学院<sup>1</sup>, 乐山 614000; 西北师范大学地理与环境学院<sup>2</sup>, 兰州 730070;  
中国科学院成都山地灾害与环境研究所<sup>3</sup>, 成都 610041)

**摘要** 近几年随着乐山市经济快速发展,城市化进程速度明显加快。在此背景下,针对乐山市的自然、社会特征,对城市扩展适宜性进行评价研究。利用地理空间分析技术对乐山市土地覆被、工程地质、生态环境、社会经济数据进行数据处理,结合实地实验调研数据,基于改进后的累计最小阻力模型对乐山市城市建设用地扩展情况进行了评价研究。结果表明:改进后的MCR模型,客观地对乐山城市扩展阻力进行了综合评价,在90 m×90 m尺度上,城市扩展阻力较小方向分别为牟子方向、棉竹方向、苏稽方向、车子方向;采用自然间断点法进行扩展适宜性分区,乐山市共计划分五类区域:扩展源、适宜扩展、较适宜扩展、限制扩展、禁止扩展。

**关键词** 乐山市 建设用地扩展 适宜性评价 累计最小阻力模型  
**中图分类号** X144 X192; **文献标志码** A

四川省近十五年间,城镇化年均增长率为7.21%,超过全国增长水平<sup>[1]</sup>。快速的城镇化势必造成生态用地和农田急剧减少,同时给区域生态安全造成威胁<sup>[2-5]</sup>。随着成绵乐高速铁路、乐山机场、高速公路网等一批重大项目的落地,城市对外扩张速度明显加快。因此,在城市扩张过程中,如何减少对生态功能胁迫,扩张方向如何确定,如何将非建设用地向建设用地合理转换等问题,是乐山城市发展必须面对和解决的。在此背景下,以乐山市科技局重点科研项目为依托,对乐山城市扩展适宜性进行评价,为乐山市城市发展提供科学参考。

目前,国内外学者进行城市扩展适宜性评价时采用的模型有两大类:第一类为空间动力模型,该类模型首先要探索城市扩张变化与影响因子的互动关系,以互动关系为基础,采用一些算法对城市扩张进行模拟,如Logistic-CA-Markov(Logistic-Cellular Automaton Markov)<sup>[6]</sup>、ANN(Artificial Neural Network)<sup>[7]</sup>、Sleuth<sup>[8]</sup>模型等;第二类为经验评价模型,

该类方法主要是通过传统经验、或者专家打分对评价因子进行权重分配,然后进行加权叠加,如OWA(Ordered Weighted Averaged)、AHP(Analytic Hierarchy Process)<sup>[9,10]</sup>等。两类方法都较好地城市扩张适宜性进行了评价,同时也存在不足:空间动力模型较为复杂,要求评价指标较多,算法实现难度较大;经验评价模型,影响因子的权重分配过于主观,不具备通用性。因此,基于生态学原理的最小累计阻力(Minimal Cumulative Resistance)模型<sup>[11]</sup>被引入城市扩张适宜性评价领域,其核心思想是:将城市对外扩张看作建设用地与其他用地竞争的过程,城市要进行扩张就必须克服扩张方向上各种阻力,该模型优点在于不仅考虑了影响因子对城市扩张的影响,同时也考虑了距离城市中心(Urban Geographic Center, UGC)远近的影响。在城市化进程中,一些学者对该模型进行了应用<sup>[12,13]</sup>。但是该模型也存在不足:①阻力基础面构建时,阻力因子获取仍以经验、专家打分形式获取;②该模型将已建成区视为是一个均质的区域,实际已建成区的区位度、开发强度、GDP分布,都是不同的。因此,本文参考空间动力模型对MCR模型进行改进,以改进后的模型作为研究方法,对乐山市城市扩展适宜性以及城市扩展方向进行了评价和模拟。

## 1 实验区概况

乐山市位于四川省东南部,地理跨度为103.3°E—104.1°E,29.0°N—30.0°N,北距成都120 km,

2016年11月24日收到 四川省教育厅自然科学基金(16ZB0402)  
和四川省乐山市科技局重点基金(16SZD030)资助  
第一作者简介:王海军(1984—),男,内蒙古呼伦贝尔人,博士,研究方向:城市遥感与LUCC研究。E-mail: wanghaiibo.2006@163.com。  
引用格式:王海军,孔祥冬,张勃,等.乐山市建设用地扩展适宜性评价研究[J].科学技术与工程,2017,17(15):339—344  
Wang Haijun, Kong Xiangdong, Zhang Bo, et al. The suitability evaluation of construction land expansion in leshan city[J]. Science Technology and Engineering, 2017, 17(15): 339—344

东距重庆 270 km。处于四川盆地向西南山地过渡地带,地势西南高东北低,地形以山地为主。全市气候宜人,具有多处世界历史文化遗迹,是国家重生态点旅游城市。全市下辖 4 区 6 县 1 市:市中区、五通桥区、金口河区、沙湾区、犍为、井研、夹江、沐川、峨边、马边县、峨眉山市。其中市中区坐落于岷江、大渡河、青衣江交汇处,共设 7 个街道和 27 个乡镇,城镇人口约为 140 万人。市中区的土地资源利用类型主要有:耕地、林地、草地、水域和城市建设用地。现有城区主要分布在河谷两侧的低级阶地上,可扩展和使用的建设用地资源有限。市中区城市发展定位是国际生态旅游胜地,对于现有山地生态恢复区、风景名胜保护区、岷江水源保护地和自然资源保护区设定生态红线,用以促进城市与生态协调发展。

## 2 数据与研究方法

### 2.1 数据来源

使用的数据及来源:四川省土地利用/土地覆被数据集(1:10 万,2011 年),由寒旱区科学数据中心提供;资源三号(ZY03)卫星遥感数据(5.8 m 分辨率,2015 年 7 月),购买自国家卫星数据应用中心;数字高程数据(分辨率为 30 m),数据下载自美国地质调查局(USGS);近 20 年的城镇人口、GDP 等统计数据由乐山市统计局提供;乐山市城市规划、土地利用专题图数据下载自乐山市国土局;地质灾害高频点分布、地基稳定性实测数据源自四川省 207 地质调查队。

上述数据进行了预处理:①对土地覆被数据集以资源三号卫星数据为基础进行更新并重分类,将原有的 22 种覆被类型按照地类代码(详见数据集说明)进行重分类,转换成林地、草地、耕地、水体、建筑用地、裸地 6 种覆被类型;②利用 ZY03 遥感数据进行了河网、路网、居民点、坑塘水库、绿地公园等提取,并且对路网、河网进行空间分析,转换成 30 m 分辨率路网、河网栅格数据;③对 GDP、人口、地灾高频等点值数据进行克里金插值,转换成 30 m 分辨率的栅格数据;④对上述数据均采用高斯投影、灰度标准化(DN:0—255)、边界裁剪处理等,完成数据的处理工作。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 阻力评价体系构建

阻力因子选取是构建阻力基面的根本。对于不同的地理环境,所选取的阻力因子差别较大,参考住房和城乡建设部《城乡用地评定标准》<sup>[14]</sup>中有关城市建设用地评价指标体系的阐述,根据乐山市所处的自然与社会环境,选取 4 类共 10 个阻力因子:高程、坡度、地质灾害、地基稳定性、自然保护区、景观

类型、城镇人口密度、交通便利度、GDP、给排水条件,作为城市扩展阻力的评价因子系统。

建立阻力因子与已建成区的逻辑回归关系[式(1)],计算出各阻力因子对城市扩展的影响( $\beta$ 系数)和最佳模拟尺度<sup>[6]</sup>,通过对多种尺度的监督训练,拟合结果表明最佳模拟尺度为 90 m × 90 m。此过程通过 MATLAB 2014 软件工具箱 Logistic Regression 模块实现:

$$\log \text{it}(p_i) = \ln \left[ \frac{p_i}{1-p_i} \right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m \quad (1)$$

式(1)中  $p_i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 表示已建城区扩展情况(未考虑距离因素); $\beta_0$  为回归模型常数项; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  为阻力权重; $x_1, \dots, x_m$  为阻力因子。在对于 Logistic 回归结果拟合度评价时采用 ROC(Relative Operating Characteristics)曲线,通过线下面积值来反映拟合程度,取值范围是 0.5~1,值大于 0.75 时表明回归结果拟合效果能够满足要求<sup>[15]</sup>。

#### 2.2.2 城市扩展综合阻力评价

对 10 个阻力因子进行细分:可克服阻力与非可克服阻力(生态障碍)并分级赋值(表 1),生成高程、坡度、地质灾害、地基稳定性、自然保护区、景观类型、城镇人口密度、交通便利度、GDP,单要素阻力图,结合节 2.2.1 中每个阻力因子的权重值,通过 Arcgis10.2 软件的 Spatial analyst 模块进行分析,得到综合阻力基面。乐山市中区下辖一个中心城区和 24 个乡镇,通过对每个区域的城镇土地开发强度(建设用地与土地总和之比)、GDP 和城镇人口数量进行等级划分,共计划分三个等级( $G_1, G_2, G_3$ )。由于景观类型因子中城市建设用地阻力赋值均为 1(表 1),无法体现辐射差异性,因此对城镇等级差异化赋值:中心城区为 0.8,周围重要城镇为 0.9,外围乡镇为 1。对上述的综合阻力基面和城市等级阻力进行地图代数运算,进行乐山市城市扩展综合阻力评价。

#### 2.2.3 城市扩展累计最小阻力

综合阻力基面仅考虑到十种阻力因子和扩展源等级对城市扩展的影响。没有考虑到城市扩展源(已建成区)距离扩建区的距离,因此采用改进 MCR 模型算法(式 2)。利用 Arcgis10.2 软件的 Cost-Distance 析模块对已建成区(扩展源)进行城市扩展累计最小阻力面计算。计算结果反映的是城市扩展“源”向外扩展所克服的 MCR。对 MCR 曲面进行 Cost path、Reclassify of Nature break 分析,分析结果反映出城市扩展的方向,并用于城市扩展规模情景模拟。

$$\text{MCR}_{\text{改进}} = f_{\min} \left( \sum_{j=n}^{i=m} D_{ij} R_i G_k \right) \quad (2)$$

式(2)中,  $MCR$  为累计最小阻力面;  $f$  为累计最小阻力与扩展过程的相关函数;  $D_{ij}$  为城市扩展源到某一景观的距离;  $R_i$  扩展过程中经过某景观单元克服的阻力(成本);  $G_k$  为 ( $k=1, 2, 3$ ) 城市扩展源辐射强度分级。

表 1 阻力因子分级赋值和权重分配

Table 1 The score and weight of resistance factors

| 一级因子     | 二级因子                           | 阻力分级           | 阻力赋值 | Logic 回归系数( $\beta$ 值) |
|----------|--------------------------------|----------------|------|------------------------|
| 地形坡度     | 高程/m                           | <374           | 1    | 0.10                   |
|          |                                | 374~400        | 3    |                        |
|          |                                | 400~431        | 5    |                        |
|          |                                | 431~478        | 7    |                        |
|          |                                | >478           | 9    |                        |
| 地形坡度     | 坡度/( $^{\circ}$ )              | <6.5           | 1    | 0.07                   |
|          |                                | 6.5~11.5       | 3    |                        |
|          |                                | 11.5~18.5      | 5    |                        |
|          |                                | 18.5~27.5      | 7    |                        |
|          |                                | >27.5          | 9    |                        |
| 工程地质     | 地灾/频次                          | <1             | 1    | 0.10                   |
|          |                                | 1~2            | 3    |                        |
|          |                                | 3~4            | 5    |                        |
|          |                                | 5~6            | 7    |                        |
|          |                                | >7             | 9    |                        |
| 工程地质     | 地基稳定性/<br>( $t \cdot m^{-2}$ ) | >70            | 1    | 0.11                   |
|          |                                | 55~70          | 3    |                        |
|          |                                | 40~55          | 5    |                        |
|          |                                | 25~40          | 7    |                        |
|          |                                | <25            | 9    |                        |
| 生态环境     | 景观类型                           | 建设用地           | 1    | 0.13                   |
|          |                                | 草地             | 3    |                        |
|          |                                | 耕地             | 5    |                        |
|          |                                | 林地             | 7    |                        |
|          |                                | 水域             | 9    |                        |
| 自然保护区 NR | 生态障碍                           | $+\infty$      | 0.12 |                        |
| 社会经济     | 城镇人口/<br>万人                    | >30            | 1    | 0.14                   |
|          |                                | 20~30          | 3    |                        |
|          |                                | 10~20          | 5    |                        |
|          |                                | 5~10           | 7    |                        |
|          |                                | <5             | 9    |                        |
| 社会经济     | 交通便利度/km                       | <1             | 1    | 0.10                   |
|          |                                | 1~2            | 3    |                        |
|          |                                | 2~3            | 5    |                        |
|          |                                | 3~4            | 7    |                        |
|          |                                | >4             | 9    |                        |
| 社会经济     | 人均<br>GDP/元                    | >100 000       | 1    | 0.13                   |
|          |                                | 50 000~100 000 | 3    |                        |
|          |                                | 30 000~50 000  | 5    |                        |
|          |                                | 10 000~30 000  | 7    |                        |
|          |                                | <10 000        | 9    |                        |

### 3 结果与分析

#### 3.1 城市扩展阻力评价

在不考虑距离城市扩展“源”远近时,通过对综

合阻力曲面的空间分析,来判断城市对外扩张过程中阻力。从城市地理中心(UGC)向东北扩展过程中主要的阻力为跨越岷江,并且表现为距离中心城区越远阻力值是逐渐增加的。沿青衣江和竹公溪向西北延伸至绵竹镇,平均阻力值小于 5,说明中心城区在向外扩张过程中,绵竹方向整体的阻力较小,适合城市扩张。以 UGC 向西扩张要经过生态绿心、越过青衣江,在阻力曲线图(图 1)上可以看到,在经过生态绿心和青衣江时,阻力陡增。从曲线图可以看出,阻力值仅仅是在生态障碍处(生态绿心公园)发生陡增,其余阻力值都小于 5,说明在向苏稽扩展过程中,只要绕过生态障碍,城市扩张所要克服的阻力较小,适合城市扩张。UGC 向南扩张的主要阻力是来自生态绿心和大渡河的阻力。生态绿心是城市扩张的障碍无法跨越,因此在向南扩张时应该绕过生态绿心,跨越大渡河。城市向东扩张难度较大,原因是乐山大佛景区位于岷江东岸,属于风景名胜保护区。同时来自地形等的阻力也较大。

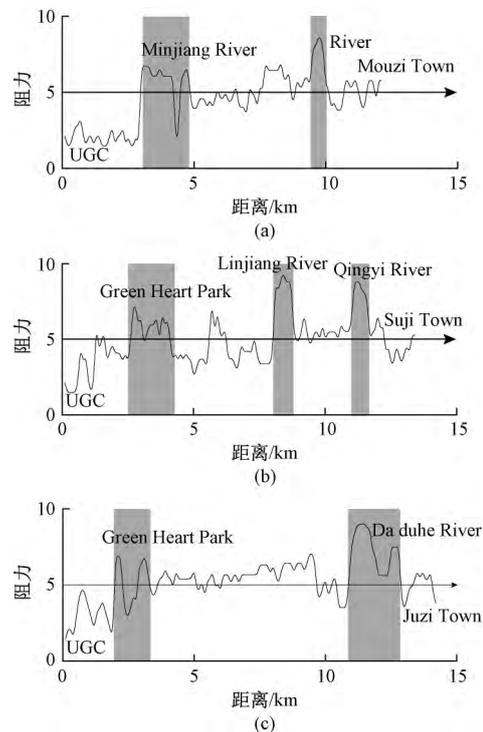


图 1 市中区城市扩张阻力曲线图

Fig. 1 The resistance curve of urban expansion in different direction

#### 3.2 城市扩展适宜性分区

对 MCR 曲面采用自然间断点法<sup>[16]</sup>重新划分成扩展源、适宜扩展区、较适宜扩展区、限制扩展区、禁止扩展区 5 类。该方法可较好地识别 MCR 曲面值发生显著变化的自然转折点,以此转折点作为不同类型划分的特征点,客观地反映出 MCR 曲面同类区

的均质性。

(1) 扩展源: MCR 为 0 的区域为 84.7 km<sup>2</sup>, 占全区的 9.92%。具体包括建成区和项目规划并且落地地区。主要分布在中区泊水街、大佛街、张公桥街、上河街、柏杨街、通江街和肖坝街。其余主要分布在绵竹、车子、苏稽、牟子等重要城镇。

(2) 适宜扩展区:  $0 < MCR \leq 2767$ , 面积为 199.5 km<sup>2</sup>, 占全区 23.5%。主要分布在中区向牟子、绵竹、苏稽、车子方向, 该区交通便利度高、地势较为平坦、不受洪水侵蚀、区位条件较好、地基承载力在 25 t/m<sup>2</sup> 以上。其中, 牟子方向是中心城区向市中区东北方向进行商品供给和原材料获取的通道; 向绵竹方向有成乐高速公路、铁路网基础设施较为完善, 具备较好的城市建设的条件。中心城区跨过大渡河向南进入车子, 继续向南延伸是进入五通桥区的重要通道, 道路沿线早期村镇分布较为广泛, 为城市扩张提供较好条件。

(3) 较适宜扩展:  $2767 < MCR \leq 9733$ , 面积为 231.1 km<sup>2</sup>, 占全区 27.3%, 该区具备轻度受洪水淹没区, 距离交通线较近、地势较为平坦、工程地质采取一定的工程措施, 经过工程处理后基本适宜建设的用地。主要分布在绵竹镇北、牟子-关庙镇沿线以及中心城区-沙湾区的沿线地区。

(4) 限制扩展区:  $9733 < MCR \leq 30633$ , 面积为 246.5 km<sup>2</sup>, 占全区 29.1%。自然保护区、风景名胜区缓冲区、森林公园其他用地、水源二级保护区、一般农业用地区、历史文化控制区、重点城镇隔离区以

及中山区和中低山丘陵区、各类保护用地范围之外的海拔 500 m 以下的山丘和丘陵等生态环境脆弱区、农村建设区。

(5) 禁止扩展区:  $30633 < MCR \leq 50000$ , 面积为 85.2 km<sup>2</sup>, 占全区 10.2%。主要包括乐山大佛风景名胜区及其缓冲区、碧山湖森林公园、中心城区生态绿心以及生态绿地。岷江水源一级保护区, 基本农田保护区, 市中区东北地区海拔 500 m 以上的山地区, 以及交通运输通道控制带和重大基础设施走廊都禁止建设。

### 3.3 城市扩展方向

乐山市中心城区发展是以“生态绿心”为基本理念, 在城市发展过程中, 将城区的生态绿心作为保护重点区域, 并且将生态绿心打造成市民休闲的绿心公园。同时生态绿心也成为市中区“氧吧”, 为城市空气净化起到重要作用。因此城市扩展过程中, 设定了沿生态绿心外围的绿心路作为城市向内扩展的生态红线。同时对于市中区西南、西北和东部地区海拔在 500 m 以上的地区作为山地生态恢复区, 禁止建设, 退耕还林。“生态绿心”、山地生态恢复区、大佛景区、碧山湖森林公园, 等生态保护区, 在城市扩展过程中是不可跨越的生态障碍。

适宜扩展方向, 是指以 UGC 为起点, 在 MCR 曲面上沿着最小阻力路径向外辐射。通过 Cost path 模块, 对 MCR 曲面提取了扩展谷线, 得到中心城区向周围乡镇扩展的最佳路径(见图 2), 其中扩展线的粗细表明城市对外扩展的强度、线的长短表明该

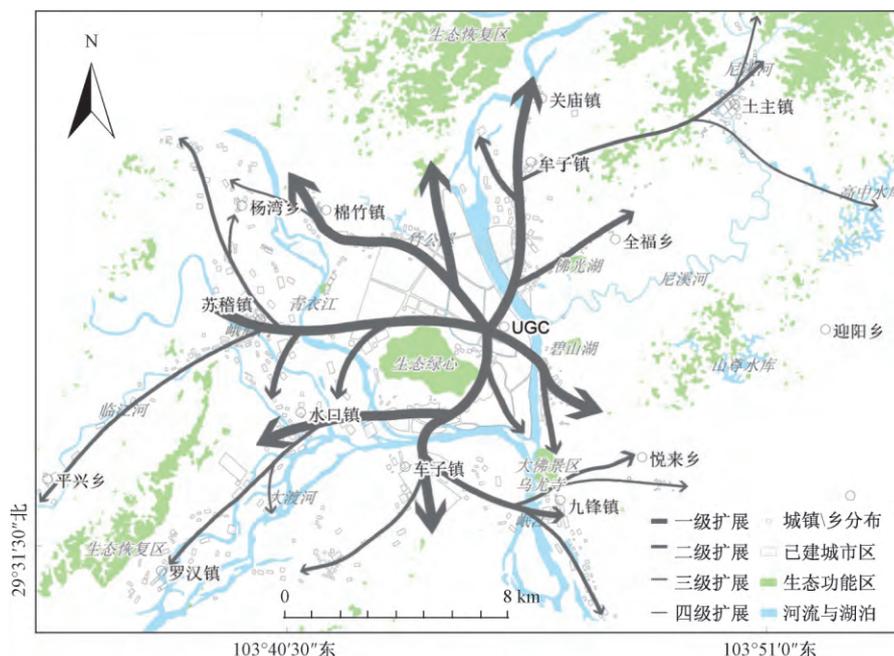


图 2 城市扩展方向与路径

Fig. 2 The direction and path of urban expansion in Leshan city

扩展路径可延伸的距离。如图 2 所示,中心城区向外扩展主要有四个主要方向:牟子方向(东北)、绵竹方向(西北)、苏稽方向(西)、车子方向(南)。第一,沿着岷江向北延伸到牟子、关庙镇,同时牟子向东北可以与土主镇连接,扩展过程中至山地生态恢复区扩展会停止或是绕行;第二,顺着竹公溪、峨眉河,中心城区可以与西北方向绵竹镇连接上,此方向与青江新区规划地重合,将是未来中心城区扩展最重要方向;第三,向西绕过城市“生态绿心”扩展苏稽,以苏稽为连接点继续向西向峨眉山方向扩展;第四,向南跨越大渡河到车子镇,往五通桥区发展。

## 4 结论

针对山地城市建设用地资源有限以及城市扩展的特性。对传统的 MCR 模型进行了改进。将空间动力模型的理念引入,寻求合理的“源”扩张过程中与诸阻力因子的关系,同时将“源”进行分级处理,构建出改进后的 MCR 模型,并应用到乐山城市扩展模拟中。通过改进的 MCR 模型生成的阻力曲面客观反映了以乐山 UGC 向外扩展过程中受到的阻力情况。能够反映出在阻力和阻碍共同制约下乐山城市空间扩展的趋势。相比 MCR 模型,改进后的模型在不同等级“源”对外扩张时,辐射能力更加符合城市扩展的实际情况。同时阻力基面 BSR 对“源”扩展的影响是客观的,体现“源”克服多个阻力因子付出的综合代价。

基于改进后的 MCR 模型对于城市扩展阻力评价具有较好的通用性和普遍意义。尽管阻力评价因子在不地区的城市扩展评价体系存在差异,可以根据城市定位和城市的环境承载状况来筛选的。阻力评价体系与城市扩展的关系以及各个阻力对于城市扩展的贡献可以采用改进后的 MCR 模型中的多元回归模型来确定。对于不同区域的城市扩展评价和模拟的一般步骤为:阻力评价指标选取—评价指标与现有城区的回归模型构建—基于回归结构建立综合阻力基面—基于综合阻力基面确定城市“多级源”的扩展能力和方向。

## 参 考 文 献

- 1 <http://www.stats.gov.cn/>. 2000—2015
- 2 郑圣峰,侯伟龙. 基于生态导向的山地城市空间结构控制. 山地学报, 2013; 31(4): 482—488  
Zheng Shengfeng, Hou Weilong. Based on the ecological orientation of city spatial structure control. Journal of Mountain Science, 2013; 31(4): 482—488
- 3 冒卓影,冒亚龙. 山地城镇规划的分形思维. 山地学报, 2016; 34(2): 223—232  
Mao Zhuoying, Mao Yalong. Fractal thinking about mountainous town planning. Journal of Mountain Science, 2016; 34(2): 223—232
- 4 王海鹰,秦奋,张新长. 广州市城市生态用地空间冲突与生态安全隐患情景分析. 自然资源学报, 2015; (8): 1305—1317  
Wang Haiying, Qin Fen, Zhang Xinchang. The scenario analysis on urban ecological land spatial conflict and ecological security hidden danger in Guangzhou. Journal of Natural Resources, 2015; (8): 1305—1317
- 5 曹珂,肖竞. 契合地貌特征的山地城镇道路规划. 山地学报, 2013; (4): 473—481  
Cao Ke, Xiao Jing. Road system planning based on topographic analysis. Journal of Mountain Science, 2013; (4): 473—481
- 6 Wang H J, Kong X D, Zhang B. The simulation of LUCC based on Logistic-CA-Markov model in Qilian Mountain area, China. Sciences in Cold and Arid Regions, 2016; 8(4): 350—358
- 7 He Ling, Jia Qijian, Li Chao, et al. Land use pattern simulation based on ecosystem service value and ecological security pattern. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2016; 32(3): 275—284
- 8 李明杰,钱乐祥,吴志峰,等. 广州市海珠区高密度城区扩展 SLEUTH 模型模拟. 地理学报, 2010; 10(65): 1162—1172  
Li Mingjie, Qian Lexiang, Wu Zhifeng, et al. The SLEUTH Model simulation of high density urban sprawl in Haizhu District of Guangzhou City. Acta Geographica Sinica, 2010; 10(65): 1162—1172
- 9 齐增湘,廖建军,徐卫华,等. 基于 GIS 的秦岭山区聚落地适宜性评价. 生态学报, 2015; 35(4): 1274—1283  
Qi Zengxiang, Liao Jianjun, Xu Weihua, et al. Suitability analysis of mountain settlements in Qinling using a GIS system. Acta Ecologica Sinica, 2015; 35(4): 1274—1283
- 10 常青,李双成,王仰麟,等. 基于稳定映射分析的深圳绿色景观时空演化及启示. 地理学报, 2012; 67(12): 1611—1622  
Chang Qing, Li Shuangcheng, Wang Yanglin, et al. Green landscape evolution and its driving factors in Shenzhen. Acta Geographica Sinica, 2012; 67(12): 1611—1622
- 11 Knaapen J P, Scheffer M, Harms B. Estimating habitat isolation in landscape planning. Landscape and Urban Planning, 1992; 23: 10—16
- 12 喻忠磊,张文新,梁进社,等. 国土空间开发建设适宜性评价研究进展. 地理科学进展, 2015; 34(9): 1107—1122  
Yu Z L, Zhang W X, Liang J S, et al. Progress in evaluating suitability of spatial development and construction land. Progress in Geography, 2015; 34(9): 1107—1122
- 13 黄丽明,陈健飞. 广州市花都区城镇建设用地适宜性评价研究. 资源科学, 2014; 36(7): 1347—1355  
Huang Liming, Chen Jianfei. Suitability evaluation of urban construction land based on features extraction of a MCR surface. Resources Science, 2014; 36(7): 1347—1355
- 14 叶斌,程茂吉,张媛明. 城市总体规划城市建设用地适宜性评定探讨. 城市规划, 2011; 35(4): 42—44  
Ye Bin, Cheng Maoji, Zhang Yuaming. Suitability evaluation of development land in urban master plan. City Planning Review, 2011; 35(4): 42—44
- 15 Zeng Yongnian, Jin Wenping, Wang Huimin, et al. Analysis and evaluation of cultivated land decrease in eastern part of Qinghai Plateau. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering

( Transactions of the CSAE ) ,2013;29( 21 ) : 214—222  
16 Wang S Y ,Liu J S ,Yang C J. Eco-environmental vulnerability eval-

uation the Yellow River Basin ,China. Pedosphere ,2008; 18( 2 ) :  
171—182

## The Suitability Evaluation of Construction Land Expansion in Leshan City

WANG Hai-jun<sup>1,2</sup> , KONG Xiang-dong<sup>1</sup> , ZHANG Bo<sup>2</sup> , TIAN Feng-xia<sup>3</sup>

( Engineering and Technical College of Chengdu University of Technology<sup>1</sup> , Leshan 614000 , P. R. China;  
The College of Geography and Environmental Science , Northwest Normal University<sup>2</sup> , Lanzhou 730070 , P. R. China;  
Institute of Mountain in Hazards and Environment , CAS<sup>3</sup> , Chengdu 610041 , P. R. China)

**[Abstract]** In recent years , with the rapid economy development of Leshan city , the process of urbanization has obviously accelerated. In this background , aiming at the natural and social characteristics of Leshan city , the suitability of urban expansion is evaluated , using the land cover data sets、the remote sensing data、ecological environment and social economic data , combined with the geo-spatial analysis technology. The result showed that: the minimal cumulative resistance surface of urban expansion and spatial trends of urban expansion are simulated , and the result is more accurate and objective; The less resistance of urban expansion: UGC to Mianzhu town ,UGC to Mouzi town ,UGC to Suji town and UGC to Juzi town; The surface of MCR were reclassified using natural breaks method to evaluate the suitability of urban expansion. The proportion for different types , such as expansion source , suitable expansion , more suitable expansion , limited expansion and the prohibition expansion.

**[Key words]** Leshan city construction land expansion suitability evaluation minimal cumulative resistance model