

# 山地城镇迁建选址模型研究 ——以巫山县为例

唐先明<sup>1</sup>, 周万村<sup>2</sup>

(1. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院、水利部 成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:** 根据山地城镇建设的发展现状, 运用遥感和地理信息系统技术, 在获取、分析三峡库区综合环境指标如自然、技术、经济、城镇发展的区域状况等的基础上, 以巫山县为例, 建立了巫山县空间环境数据库, 并提出了巫山县县城修建性选址模型。结果证明, 好的迁建地多分布于长江及大宁河沿岸, 交通条件较优越, 靠近经济发达地区。此模型的建立可以为其它三峡库区城市迁建综合环境研究提供合理的方案和措施。

**关键词:** 山地环境; 三峡; 选址模型

中图分类号: P231.5 文献标识码: A

三峡工程是一项跨世纪的工程。三峡工程的修建, 将涉及库区内 19 个县市的搬迁与建设<sup>[1]</sup>。城市的改建或迁建, 需要选择合适的地址。从三峡库区的特殊地理环境出发, 怎样合理、快速、经济地选择一个城市(镇)的迁建地, 不仅是三峡工程前期工程必须解决的问题, 对其它工程建设也有一定的借鉴作用。

巫山县位于四川盆地东部边缘, 是一个典型的山地城镇。由于县城平均海拔低于 182 m, 位于长江三峡库区淹没范围内, 所以有必要迁建。我们根据巫山县特殊的山区地理环境, 运用 GIS (Geographic Information System) 和 RS (Remote Sensing) 等技术手段, 建立了巫山县县城修建性选址模型。此模型的建立, 可以为其它山区城市(城镇)的扩建、改建提供合理的城址选择方案和切实可行措施。

## 1 巫山县区域概况

巫山县位于四川盆地东部边缘, 全县幅员 2 954 km<sup>2</sup>, 现有 9 个行政区, 两个区级镇, 总人口 49 万人, 其中农业人口 47 万人。

巫山县地处大巴山弧、川东褶皱带、川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元的结合部位, 地质构造复杂。全县地势陡峭, 岩溶发育, 沟谷密布, 以中、低山为

主, 少有丘陵、平坝。全县分属三个一级地貌类型区, 即丘陵平坝区、低山区、中山区。平坝区, 有河流冲积坝和山间盆地两个类型, 高程 120 m ~ 800 m。巫山县县城就位于长江、大宁河冲积扇上, 属于三峡库区淹没范围之内, 必须搬迁。

全县气候温暖湿润, 属亚热带季风型湿润气候, 受境内巨大的地貌、海拔差异的深刻影响, 气候垂直分带明显。植被种类多样, 原生植被与人工植被并存。水利资源丰富, 长江自西向东横贯中部, 县境流域长 57 km。

## 2 迁建原则

迁建, 可分为近迁和远迁。按照长江三峡工程建设移民条例与山地建设的特点, 经过以上对巫山县区域地理环境的综合分析, 结合巫山县的实际情况, 我们认为巫山县宜近迁, 即在全县范围内, 选择一个合适的迁建新址。而迁建新址的选择, 又可分为两种类型: 一种为在全县已有的城镇里, 选择一个合适的城镇, 进行扩建; 另一种就是抛开现有的城镇, 通过地质勘察、分析, 新建一个县城。综合分析各种条件, 对于巫山县城, 其迁建的最佳途径就是在综合分析现有各区、镇的选址条件基础上, 找出一个最佳的迁建地点。本文在基于巫山县土地利用现状

收稿日期: 2000-04-07; 改回日期: 2000-09-06。

基金项目: 建设部资助项目“遥感与地理信息系统在山区城镇建设和区域规划中的应用研究”。

作者简介: 唐先明(1970-), 男, 四川平昌人, 博士。1977 年毕业于中科院成都山地灾害与环境研究所, 获硕士学位, 2000 年毕业于中科院遥感应用研究所, 获博士学位。现主要从事遥感与地理信息系统应用的研究工作, 已发表论文 3 篇。

调查、土壤概查报告基础上<sup>1)</sup>,提出了以下迁建原则:

(1)经济节约化原则。在充分考虑现有经济实力的基础上,避免浪费,通过统一规划与部署,在有限的资金投入范围内选择最佳的迁建地点。

(2)认真分析建设用地的区域环境条件,充分发挥巫山县现有的旅游资源和经济农作物资源优势,将新县城建设成为一个以旅游业、经济农作物业为主导产业的综合城镇。

(3)结合三峡库区总体城镇体系规划、交通轴线规划以及库区城镇发展等级,根据巫山县现有的发展水平,新的县城地址需要充分发挥大中城市的经济辐射影响力,力争发展为大中城市的卫星城市。

### 3 构建环境背景数据库

我们利用了巫山县的 SPOT 彩色卫星图象、1:6 万红外和 1:3 万黑白航空象片。依据影象的直接或间接标志,综合判译后运用 GIS 手段建立了全县环境背景图形数据库,包括巫山县土地利用图、巫山县水系分布图、巫山县坡度图、巫山县工程地质图等系列图件<sup>[3]</sup>。

城市迁建选址,除了考虑迁建处的自然环境因素外,还必须考虑迁建地的社会经济环境因素。为此,我们收集了巫山县一系列的社会经济统计数据,对其进行整理、预处理后,在 FOXPRO25 数据库管理系统环境下建成了巫山县城迁建选址社会经济统计数据库,以供选址时调用。主要的数据库有:巫山县村镇社会经济统计数据库(wsxjj.dbf)、巫山县村镇矿产资源数据库(wsxzy.dbf)、巫山县村镇交通情况数据库(wsxjt.dbf)、巫山县村镇自然环境状况数据库(wsxhj.dbf)、巫山县村镇土地利用现状面积数据库(wsxtldy.dbf)等(数据库内容略)。

### 4 巫山县城迁建选址模型的建立

根据迁建原则,为了进一步弄清全县各地区的具体情况,为迁建选址提供可靠的依据,有必要在综合分析巫山县各地区自然环境特点的基础上,对全县各地区进行迁建适宜程度分区。

#### 4.1 分区范围与原则

以工程地质条件为基础充分考虑地质环境特点和可能出现的环境地质问题,按迁建原则和标准进

行分区。

分区是在坡度分区与土地利用分区基础上结合有关工程地质条件和问题进行的,按巫山县的具体情况分为 6 类区,各区标准如下<sup>[3]</sup>(见表 1):

一类区:最适宜建筑场地,海拔在 182 m ~ 300 m 之间,交通方便,具有良好的自然环境,天然或人工给排水条件良好,地地质条件稳固,场地周围无重大环境地质问题。

二类区:适宜建筑场地,海拔在 300 m ~ 400 m 之间,交通良好,天然或人工给排水和三废排放条件良好,场地稳定,地质条件良好,无严重的工程地质问题。

三类区:较适宜建筑场地,海拔在 400 m ~ 600 m 之间,交通较方便,具有良好的自然环境,天然或人工给排水条件良好,地地质条件良好,场地周围无重大环境地质问题。

四类区:一般建筑场地,海拔在 600 m ~ 800 m 之间,交通较方便,天然或人工给排水条件较好,工程地质条件满足一般建筑要求,周围地质环境基本稳定,无重大环境地质问题。

五类区:控制使用场地,海拔在 800 m 以上,交通、排水条件及工程地质条件与四类区基本相同,场地整治工程量较大,不适宜一般建筑物或工程处理工程量大。

六类区:严禁使用场地,坡度在 25° 以上,土地利用类型为森林、水田,海拔在 1 000 m 以上,交通排水条件及工程地质条件很差,场地整治工程量大,不适宜修建。

#### 4.2 巫山县城迁建适宜程度分区图的获取

(1)矢量数据库准备:此次分析需要使用的图形数据库主要为巫山县土地利用图、巫山县坡度图、巫山县河流分布图、巫山县地形图等。

(2)对巫山县土地利用图按分区原则进行多边形的重新分类、边界消除与合并,编制了巫山县迁建土地利用适宜分级图。处理后的巫山县土地利用图共分为六类区,各类区标准见表 1。

(3)对巫山县坡度图、巫山县工程地质图按上述分区原则进行多边形的重新分类、边界消除与合并,编制了巫山县迁建坡度适宜分级图和巫山县工程地质分级图。处理后的巫山县坡度图共分为五类区,工程地质图分为四类区,各类区标准见表 1。

1) 巫山县农业区划土资组, 巫山县土地利用现状调查、土壤概查报告, 1985。

表 1 迁建适宜程度分类标准

Table 1 The grade scale of relocation suitability

类 型	第一类	第二类	第三类	第四类	第五类	第六类
土地利用	荒山草坡、居民地、裸地	疏林	灌木	旱地	森林	森林、水面
坡度	0 ~ 7°	7 ~ 15°	15 ~ 25°	> 25°	> 25°	> 25°
工程地质	很稳定	稳定	较稳定	较不稳定	不稳定	不稳定

(4)建立巫山县河流 50km 的缓冲区, 合并河流及缓冲区。

然后将叠加图形再与河流缓冲区图叠加。

(5)叠加巫山县迁建土地利用适宜分级图、巫山县迁建坡度适宜分级图和巫山县工程地质分级图,

6)消除伪多边形, 对叠加图进行重新分类、边界消除与合并, 最后得到巫山县城迁建适宜程度分区图(见图 1)。

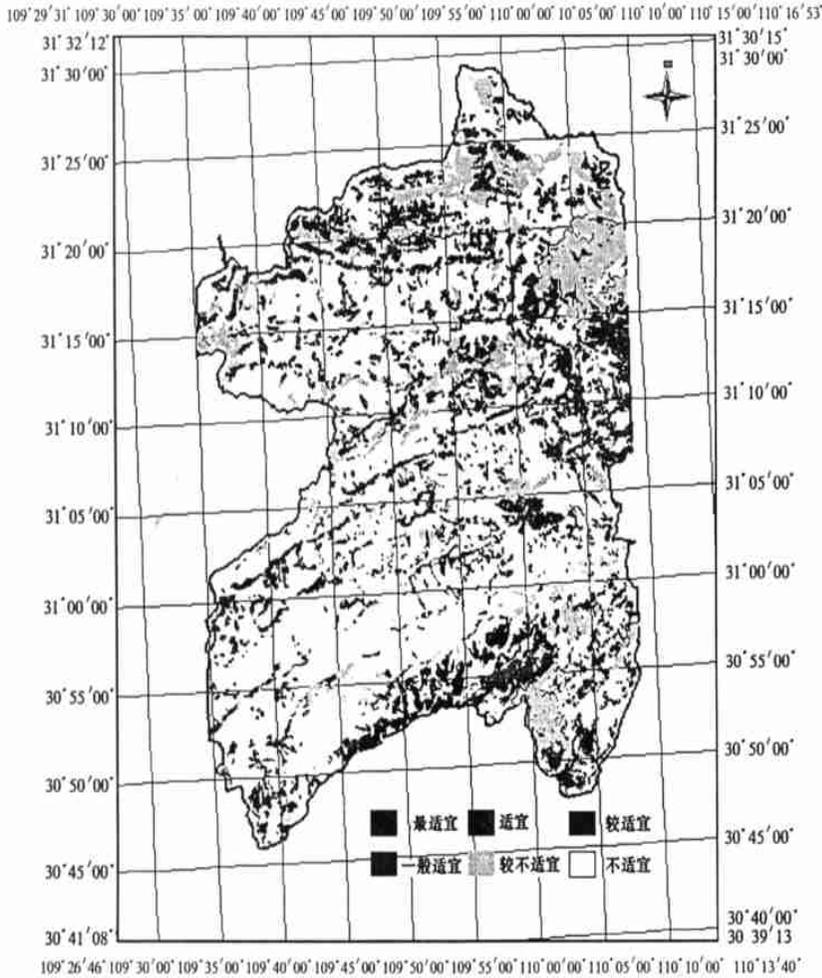


图 1 巫山县研究区迁建综合环境建筑适宜分区图

Fig. 1 The classification map of relocation integration environment in testing area of Wushan county

### 4.3 选址条件评价与分析

#### 4.3.1 选址条件评价

按照城镇发展的主导因素和职能, 条件评价可分两类进行<sup>[4]</sup>: 即专业化城镇评价和综合性城镇评价。专业化城镇如工矿城镇、旅游城镇等, 其职能单

一, 影响条件比较简单, 只要对影响城镇发展的主导部门及其相关条件进行分析评价, 即可弄清选址条件的优劣。综合性城镇(大多是县城), 职能构成复杂, 影响因素多样, 一般从自然、技术、经济、城镇发展的区域基础四方面考虑。为了消除指标间的相关

性以及指标选取的片面性,我们采用了主成分分析法<sup>[5]</sup>。

#### 4.3.2 综合评价因子与因子评定等级指标的确定

根据山地城镇建设的特点和建筑技术的要求,从众多的影响因子中筛选出对选址影响作用突出的地质条件、海拔、坡度等 16 个因素作为迁建选址适宜指数综合评价的依据。各指标内容见表 2。

表 2 中城镇发达程度指数<sup>[6]</sup>和运网发达程度指数<sup>[7]</sup>为复合性指标,其计算公式为:

$$\text{城镇发达程度指数 } D_1 = \sqrt{\frac{np}{A}} \frac{p}{p_0} \times 100\%$$

式中  $n$  为城镇个数,本次评价中  $n$  全部取为 1,  $P_0$  为城镇辖区总人口(万人),  $P$  为城镇非农业人口

(万人),  $A$  为土地面积( $\text{km}^2$ )。

$$\text{运网发达程度指数 } D_2 = \frac{L}{\sqrt{S \cdot P}} \times 100\%$$

式中  $L$  为交通线路总长度( $\text{km}$ ),本次评价选取了境内公路通车里程和水路通航里程; $S$  为区域面积( $\text{km}^2$ );  $P$  为区域人口(万人)。矿产资源开发潜力状况、旅游资源开发潜力、交通通达性、给水条件、公共设施状况四项指标均采用专家打分法确定指标值,现列出交通通达性的评价标准(表 3),余略。

利用迁建适宜分区图,提取巫山县县域内 27 个一二类选址处,调用属性数据库中的数据,将各处的 16 项指标(定性与定量)的原始数据共同组成原始指标数据矩阵  $X$  来进行主成分分析。

表 2 巫山县城迁建选址影响因子

Table 2 The relocation influence factor of Wushan county

指标编号	指标内容	单位	指标编号	指标内容	单位
1	地基强度	Kpa	9	给水条件	分
2	海拔	m	10	运网发达程度指数	%
3	坡度	°	11	公共设施状况	分
4	灾害情况	分	12	矿产资源开发潜力	分
5	交通通达性	分	13	投资大小	分
6	交通密度	$\text{km}/\text{km}^2$	14	城镇发达程度指数	%
7	建筑面积	$\text{km}^2$	15	腹地经济状况	分
8	人口密度	万人/ $\text{km}^2$	16	旅游资源开发潜力	分

表 3 巫山县城迁建新址交通通达性评估标准

Table 3 The evaluation standard of traffic convenience in new site of Wushan county

交通线路等级	得分	说 明
有国、省道通过者	6	若选址处有几条路通过,则将各线路得分相加。将各选址处的最终得分除以最大值,再乘以 10 便得到该处交通通达性指数指标值。
有县、乡道通过者	4	
有长江干流航线通过者	6	
有长江支流航线通过者	3	

#### 4.4 主成分评价数学模型的建立

##### (1) 原始数据标准化

$$\text{计算公式为: } Y_{ij} = (X_{ij} - \bar{X}_i) / \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}$$

其中  $i=1, 2, \dots, m$  ( $i$  为评价指标);  $j=1, 2, \dots, n$  ( $j$  为迁建点)。

##### (2) 计算相关系数矩阵 $R$

$$r_{ij} = \frac{\sum_{\beta=1}^n Y_{\beta i} Y_{\beta j}}{n}$$

其中 每个元素  $r_{ij} = \frac{\beta 1}{n}$ , (其中  $i, j=1, 2, \dots, m; \beta=1, 2, \dots, n$ ), 以获得各指标间的相关系数。

##### (3) 用雅可比法求解相关系数矩阵 $R$ 的非零特

征根  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_m \geq 0$  以及每个  $i$  所对应的特征向量  $e_i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ )。

(4) 计算贡献百分比和累计贡献百分比,一般当累计贡献率达 85% 以上时,前  $k$  ( $k \leq m$ ) 个主成分就足以反映原  $m$  个具体指标的信息。

##### (5) 计算主成分载荷:

$$\text{计算公式为: } L_{ki} = \sqrt{\lambda_k} e_{ki} \quad (i, k=1, 2, \dots, m)$$

##### (6) 计算主成分贡献率

$$\text{计算公式为: } p_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^k \lambda_i \quad (k \leq m)$$

##### (7) 计算主成分得分矩阵

$$\text{主成分得分矩阵 } z = (z_j)$$

其中  $z_{ij} = \sum_{i=1}^m L_{ij} Y_{ij} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$  表示第  $j$  个选址处中第  $i$  项综合指标得分。

(8) 计算城镇迁建适宜指数

$$Q_j = \sum_{i=1}^m P_i \circ Z_{ij}$$

式中  $i$  为评价指标,  $j$  为迁建地数,  $Z_{ij}$  表示第  $j$  个选址处中第  $i$  项综合指标得分,  $P_i$  为第  $i$  项指标的

贡献率, 第  $Q_j$  表示第  $j$  个迁建地的迁建适宜指数。

4.5 巫山县城迁建选址的主成分评价

(1) 评价结果

将原始指标数据矩阵  $X$  输入计算机, 经过一系列运算后, 可求出 16 项指标的第一主成分载荷及 19 个选址地的城镇迁建适宜指数 (按由大到小的顺序排列, 并根据迁建适宜指数的集中程度和聚集状况分为四级, 见表 4 和表 5)。

表 4 评估指标相对于第一主成分载荷

Table 4 The loadmeter of assessment index versus the first principal component

指标编号	第一主成分载荷	指标编号	第一主成分载荷	指标编号	第一主成分载荷	指标编号	第一主成分载荷
1	0.8783	5	0.3842	9	0.3053	13	0.2476
2	0.9335	6	0.4731	10	-0.4756	14	0.5769
3	0.9224	7	0.8367	11	0.2046	15	0.8542
4	-0.4566	8	-0.0133	12	-0.1742	16	0.2543

表 5 巫山县城迁建适宜指数及其分级

Table 5 The index and classification of suitability in relocation of Wushan county

等级	综合评估值	迁建处名称与迁建适宜指数	个数
I	9.7857 ~ 16.5324	巫山县城 (16.5324)	1
II	6.8524 ~ 9.7857	大昌镇 (9.7857) 庙宇镇 (6.8524)	2
III	2.3689 ~ 5.7694	白果乡 (5.7694) 五梁乡 (5.2658) 向家湾 (3.4076) 纪家湾 (2.9608) 骆家梁子 (2.4784) 百阳坪 (2.3698)	6
IV	-1.7654 ~ -0.4823	姜家湾 (-0.4823) 大坪 (-0.5709) 王家湾 (-0.5768) 官庄坝 (-0.6079) 云家湾 (-0.8676) 董关岭 (-0.9776) 安坝 (-1.3672) 大淌 (-1.4055) 桃花溪 (-1.5086) 彭家湾 (-1.7654)	10

(2) 结果分析与比较

根据第一主成分载荷表, 对巫山县迁建选址影响较大的因素是地基强度、海拔、坡度、建筑面积、腹地经济。前三者的第一主成分载荷均在 0.9 以上, 后二者的第一主成分载荷均在 0.8 以上。

根据迁建适宜指数序列表, 巫山县城仅巫山县城附近区域、大昌镇、庙宇镇、白果乡、五梁乡、向家湾、纪家湾、骆家梁子、百阳坪 9 处的迁建适宜指数均在平均适宜指数以上, 表现为迁建适宜指数为正值。而其它 10 处的迁建适宜指数均在平均适宜指数以下, 表现为迁建适宜指数为负数。可见, 县域内的可迁建处的迁建适宜程度相差悬殊, 仅少部分地方可以适合迁建, 而绝大部分地方的可迁建性不大。

第一级迁建适宜地是高于 182 m 的巫山县城城区附近区域。巫山县城位于长江、大宁河汇合处, 其基础设施较完备, 给排水条件好, 坡度适合建筑, 而且投资较小, 经济比较发达, 交通条件优越, 为县政府所在地, 因而是县域内的首选迁建地, 可以考虑地上迁到高于 182 m 的区域, 其周期短, 效率高。

第二级迁建适宜地有大昌镇、庙宇镇二处。其中大昌镇位于大宁河畔, 公共设施较完善, 交通条件优越, 给排水条件较好, 基础设施、公共设施较完善, 乡镇企业基础较好, 又是镇政府所在地, 其发展潜力较大, 因而是除县城以外的首选迁建地。庙宇镇距长江较远, 但其公路交通网较发达, 有一定的经济基础, 也是迁建适宜地之一。

第三级迁建适宜地有白果乡、五梁乡等六处。这些地方有的是乡政府所在地,坡度较小,城镇基础建设和乡镇企业已有一定基础,经济较发达,位于长江淹没线以上,经过建设与整治后也可成为迁建可选地。

第四级迁建适宜地有大坪、王家湾等 10 处,其迁建适宜指数均小于 0,城镇发达程度指数偏低,经济基础较弱,交通条件差,应加强基础建设,暂时还不能成为迁建地。

从迁建适宜地的空间分布上看,好的迁建地多分布于长江及大宁河沿岸,交通条件较优越,靠近经济发达地区;而迁建适宜指数为负数的地区,绝大多数过境公路少,或者离中心城镇较远,交通条件差,经济基础薄弱,必须加强经济基础建设。

致谢:参加课题的还有高世忠、郭洁、范建容,另外特别感谢重庆建筑大学黄光宇教授给予的指导和帮助。

#### 参考文献:

- [1] 陈国阶,徐琪,等.三峡工程对生态与环境的影响及对策研究[M].北京:科学出版社,1995:180~181.
- [2] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996:100~111.
- [3] 重庆建筑大学城市规划与设计研究院.巫山县县城修建性详细规划[R].重庆:重庆建筑大学出版社,1995:5~20.
- [4] 城乡建设环境保护部科研成果汇编组.现代海港城市规划[R].黑龙江:黑龙江人民出版社,1985:50~60.
- [5] 周国法,徐汝梅.生物地理统计学[M].北京:科学出版社,1998:20~25.
- [6] 曹桂发,陈述彭,林炳耀,等.城市规划与管理信息系统[M].北京:测绘出版社,1991:66~68.
- [7] 叶舜赞,马青裕.城市化与城市体系[M].北京:科学出版社,1994:98~102.
- [8] 陈述彭.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,1999:30~32.
- [9] Wichmann. Advanced high-resolution multispectral stereo scanner for Earth observation etc [J]. GEO-INFORMATION-SYSTEM, heft 1, 1993, 40~45.
- [10] Danemond, j. Geographic Database System [Z]. Geo-processing 1986, 1: 3, 17~29.

## A Study on the Site Selection Model of Mountain Town ——Take Wusham County as Exsample

TANG Xian-ming<sup>1</sup> and ZHOU Wan-cun<sup>2</sup>

- (1. Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101 China;
2. Institute of Mountain Disasters and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041 China)

**Abstract:** In order to resolve the problem which how to fast selects the location of a mountain city to relocate, we must obtain its integration environment data such as nature, technique, economy or region base of town development. Basing on analyses above data of Three-Gorge Reservoir, the paper expatiates on the development actuality of mountain town construction, establishes Wushan county spatial database and put forward to the rebuilding model of town construction to Wushan county by using tools of remote sensing and GIS. As a result, we can find better moving site frequently locate in the Changjiang river and along Changjiang river and area having superior traffic and developed district. The model would provide reasonable scheme of town construction and measure for other mountain town around Three-Gorge Reservoir.

**Key words:** mountain environment, Three-Gorge Reservoir, site selection model