

城市发展中的门槛分析法及工程选址方案的 F-G 局势决策

徐肇忠

摘 要 城市规划与城市发展决策有着丰富的经济内涵。只有把规划工作与经济学有机地联系起来,规划与决策才能真正地有效地影响和驾驭城市发展过程。门槛理论在规划领域中的应用已经形成一种专门的方法——门槛分析法,该方法把规划与经济紧密联系起来。城市工业和市政建设中,工程建设选址可能有许多方案,但综合地考虑各方面的因素影响,可以优选出最优方案。本文中,首先介绍城市发展中的门槛分析法,并在此基础上,对工程建设选址方案采用 Fuzzy-Grey 局势决策择优,图形及数据处理在微机上进行。

关键词 城市规划;门槛分析法;映射;F-G 局势决策

1 引言

随着我国改革、开放国策的深入贯彻,为了改善投资环境,各城市都在拟定城市发展规划。众所周知,规划与经济是密切相关的,城市规划工作与经济建设有机的联系在一起,规划与决策才是科学的、现实的、有效的,才能真正地制约和影响城市发展的过程。早在60年代初,欧洲的学者曾提出“门槛理论”,并很快地应用于城市规划之中,逐步地发展成一种专门的方法,即“门槛分析法”,门槛分析法在城市发展中的应用范围十分广泛。与城市规划密切相关的另一实际问题是工程选址,即根据工程建设项目要求,对城市发展用地进行选址方案选优工作。在本文中,把模糊概念引入灰色局势决策之中,把各因素对工程选址的模糊程度映射到灰色局势决策的各个局势上,使之构成各局势上的效果测度,再由决策选出最优局势来确定其最优方案。

2 城市发展用地的门槛分析法

随着改革、开放的不断深入,城市的空间也会不断地扩大。城市的空间发展会遇到各种各样的限制,其中有自然地理条件的限制,有基础设施条件的限制,也有城市内部结构与功能布局条件的限制。制约城市空间发展的这些限制通称为城市的“门槛”。城市要发展就须“跨越”这种种“门槛”,而跨越门槛就必须额外投资,这种城市发展而跨越门槛所需的投资费用称之为“城市发展门槛费用”。

城市发展的规划与决策都有阶段性、时效性。城市发展规模受到经济、人口以及投资金额的约束,因此,世界上没有任何一个国家能为今后 100 年的城市发展规模进行一次性跨越所有门槛的基础建设投资,因为这脱离了现实经济基础和经济建设速度,投资也是一个惊人的天文数字,是任何当局财政都不可能承受的。同时也不可能充分的依据预测 100 年以后城市究竟会发展到什么地步。因此,城市发展必须遵循以跳跃方式接连地跨越一个又一个门槛而逐步发展的规律。它与国民经济分阶段发展(如“八五”、“九五”规划)应该是协调的。

城市的空间需要扩大的基本原因之一是城市人口规模不断地扩大。城市人口规模与建设投资费用之间的关系也是从跨越一个再一个门槛阶梯式变化的关系(如图 1)。

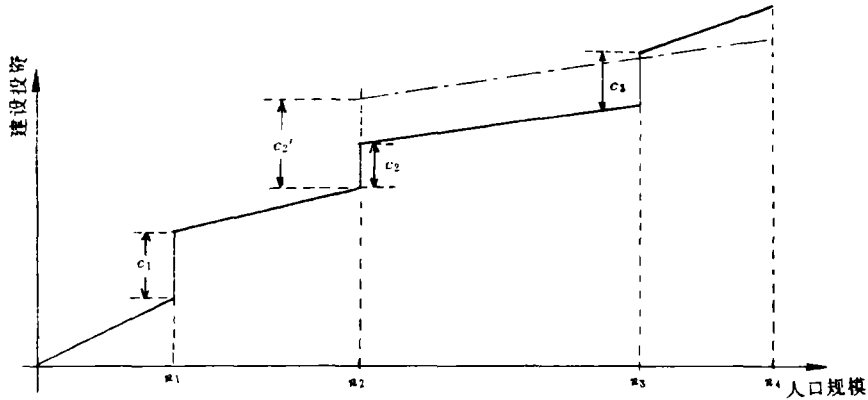


图 1 城市人口规模与城市建设投资费用之间的变化关系

从图 1 中,可以看出,城市人口从 $0 \rightarrow n_1$ 增加时,城市发展没有门槛问题,城市的空间无需扩大,仅通过旧城区改造和提高现有土地利用强度,提高人口密度来安置新增加的城市人口,此时安置城市人口数与城市建设投资费用呈简单的线性函数关系。城市人口规模如果再扩大,一旦超过 n_1 时,城市空间必须向外发展,也必然地会遇到门槛,只有附加跨越或克服门槛费用 c_1 后,安置城市人口数与城市建设投资费用才能持线性关系。 C_1 的大小取决于一定时间内城市人口规模发展的大小,即 n_2 的大小。如果国家财政允许,一次性门槛费用投资多一些。使跨越门槛后可以多安置一些城市增加的新居民。如图 1 中点线构成的 $n_2 \rightarrow n_4$ 区间的线性关系,这样一次性投资门槛费用 C' ,就可以满足城市人口数从 n_2 增至 n_4 。

城市发展用地的门槛分析涉及的因素很多,分析范围相当广泛,分析的内容相当丰富,而且是多因素、多层次、多目标的分析过程。下面介绍城市发展用地门槛分析方法的具体步骤与过程:

1) 根据城市发展中所遇到各类门槛,按其类型中各单因素分成若干级不同的门槛,如地形因素中的坡度门槛可以分成 I ~ V 级: I 级($0 \sim 5^\circ$)为不需土地平整无土方工程的建筑场地(最适合); II 级($5 \sim 10^\circ$)为只需少量土方工程就能使用的建筑场地(较适合); III 级($10 \sim 15^\circ$)为需进行较多土方工程的城市建筑场地(中等适合); IV 级($15 \sim 20^\circ$)为需进行大量土方工程的建筑场地(不很适合); V 级(20° 以上)为根本不适合的建筑场地(或门槛费用太高难以承受的)。每种因素的门槛分级后,在 1:2000 比例尺的资料图(地形图)上标描出各级门槛的范围界线(也可在同一资料图上用不同颜色描出各类不同的门槛界线)。

2) 用基于栅格数据结构,具有叠加功能的软件包(如 USEMAP)分别数字化各个因素的门槛

槛范围界线,不同的门槛范围赋给不同的属性特征值,就可得到若干个图形(矢量)文件,并由软件打印输出各个门槛范围的面积值。

3)计算跨越多单因素各个门槛所需的费用,此项工作很复杂,需与与有关单位合作或到有关单位进行详细调查,如地形因素中坡度门槛的第 I 级,从分级中可知该级范围内的坡度是 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$,平均坡度可以从地形图上量测出来,按设计地面平均高程平整土地可以估算挖方和填方(此计算由 USEMAP 软件自动输出)的数量,再与输出该门槛范围面积一道可以计算出跨越坡度第 I 级门槛所需的门槛费用。

各个因素中第 i 级门槛费用 C_i ,则有

$$D_i = C_i/A_i \quad (1)$$

式中: D_i ——某因素中第 i 级门槛范围内,单位面积上的费用,单位是万元/ km^2 ; A_i ——某因素中第 i 级门槛范围的面积,单位是 km^2 。

一般来讲,城市发展地区,平均人口密度 \bar{M} 规划值是有规定的,如 0.6 万人/ km^2 ,于是有

$$P_i = A_i \bar{M} \quad (2)$$

式中: P_i ——某因素第 i 级门槛范围内可容纳新增加城市人口数,单位:万人。

$$K_i = C_i/P_i \quad (3)$$

式中: K_i ——某因素第 i 级门槛范围内新增加城市人口的人均门槛费用,单位:万元/人。

4)用各因素中 K_i (人均门槛费用)值取代原各自对应图形文件中门槛范围多边形的属性特征编码值,这样各因素各级门槛范围内的属性编码值就为该因素某级门槛内人均门槛费用值(也可以用该因素某级门槛内单位面积上的门槛费用值 D_i 来取代之)。

5)用基于栅格数据结构的软件包(如 USEMAP)的叠加功能(如,Combine)将所有单因素图形文件叠加处理(等权叠加,因为属性编码已用费用取代,费用多少就表示权重大小,再不须加权处理),形成一个综合的门槛图形文件。在综合门槛图上将会出现有各种各样的复杂的门槛范围,每一个门槛范围内都有一个属性编码值,该属性编码值是由软件自动相加而形成的,它的值就是该范围内的综合人均门槛费用值。最后由软件输出各级门槛的面积,人均门槛费用,综合门槛分析图等表格和图形。由于综合门槛范围,级别甚多,需用许多不同的颜色和符号才能分辨出来,考虑到篇幅制版的困难,本文未给出输出的综合门槛分析图表。仅以图 2 表示城市发展用地的门槛分析法过程,软件选择 ITC 提供的 USEMAP 软件包。

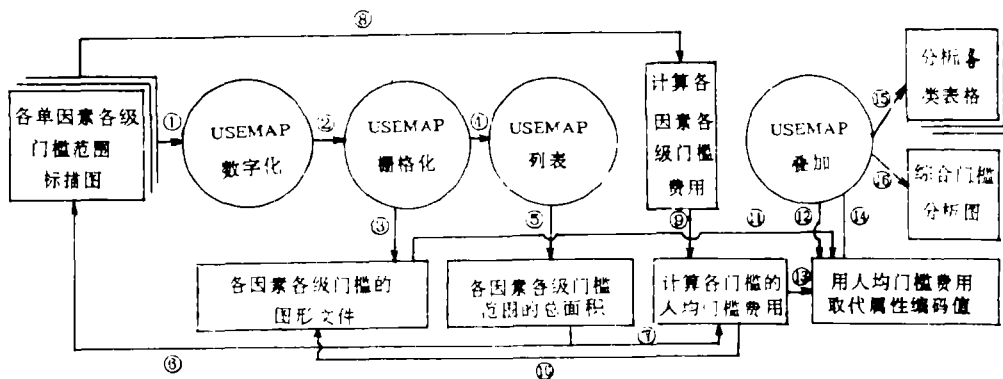


图 2 城市发展用地门槛分析方法图

3 工程项目选址方案的 F-G 局势决策

城市发展用地进行门槛分析后,可得到许多表格定量数据,同时得一张综合门槛分析图,该图中包含众多复合的门槛范围界线,每一范围界线内的属性编码值表示其范围内人均门槛费用值。工程项目选址就在该图上进行。任何工程项目在申报中都会有需用占地的数量预算,或是工程项目需安置人口数指标,因而在选址中根据各方面因素的影响和预算指标限制在综合门槛分析图上选择出若干个不同的方案。这项工作采用 USEMAP 软件包直接用键盘输入,通过光标在显示出综合门槛图的屏幕窗口内进行工程项目选址范围的确定,并立即可输出每一方案中用地总面积,总面积内包括哪几种门槛范围以及在总面积内各门槛范围的面积,同时可以计算出该方案所需的总门槛费用,总面积内平均人均门槛费用,以及总面积内可容纳城市居民数等。

3.1 门槛面积与门槛费用计算

$$S_k^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_i^{(k)} \quad (4)$$

$$\bar{C}_k^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i^{(k)} \cdot S_i^{(k)} / S_k^{\Sigma} \quad (5)$$

$$P_k^{\Sigma} = \bar{M} \cdot S_k^{\Sigma} \quad (6)$$

式中: S_k^{Σ} ——第 k 方案中工程项目占地总面积;

$S_i^{(k)}$ ——第 k 方案中所含第 i 个门槛范围的占地面积;

\bar{C}_k^{Σ} ——第 k 方案中平均单位面积门槛费用;

$C_i^{(k)}$ ——第 k 方案中所含第 i 个门槛范围内单位面积门槛费用;

P_k^{Σ} ——第 k 方案中工程项目用地上可容纳的人口数;

\bar{M} ——城市发展用地上规划人口密度平均指标值。

当然也可以采用平均人均费用模型:

$$\bar{C}_k^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i^{(k)} \cdot S_i^{(k)} / S_k^{\Sigma} \quad (7)$$

其结果与 \bar{C}_k^{Σ} 是一致的,不同的是 $\bar{C}_i^{(k)}$ 以每个门槛范围的面积 $S_i^{(k)}$ 为权的加权平均值。

3.2 影响工程选址的定性评语数量化

影响工程项目的选址并非仅门槛费用是唯一的,其它还有许多应考虑的因素,而且有些甚至比门槛费用更为重要,如生态影响,环境质量等对工程项目选址也很重要。因而门槛费用仅作为影响工程项目选址的因素之一。

城市发展用地上工程项目选址是一项多因素、多层次、多目标的综合评价问题,其中有的因素是可以通过数学方法计算出具体数值进行定量分析(如门槛费用),但更多的因素是不可能直接用模型来计算的(如生态影响),只能凭专业知识、专家经验得出定性结论,如“很好”、“好”、“一般”、“不好”、“差”等。这类定性结论带有很大的“模糊性”,难以参与运算,更不便于计算机处理。为了解决这个问题,首先应把这些模糊概念映射成各等级定性的隶属度进行仿数量化,并把它们引入灰色系统的各局势上的效果测度之中。

设:影响工程项目选址的诸因素定性的评语集 $V = \{\text{很好}(v_1)、\text{好}(v_2)、\text{一般}(v_3)、\text{不好}(v_4)、$

差(v_5 }),而且对应的评价集 $U = \{优(u_1)、良(u_2)、合格(u_3)、不合格(u_4)、劣(u_5)\}$,它们之间对应的模糊映射如表 1。

表 1 中 V 集中模糊概念(如很好),对应到 U 集中应有一个等级(如优),但其隶属度并非只反映在该等级上,而且对其它

表 1 从 V 到 U 的模糊映射

	优	良	合格	不合格	劣
很好	0.67	0.33	0	0	0
好	0.25	0.50	0.25	0	0
一般	0	0.25	0.50	0.25	0
不好	0	0	0.25	0.50	0.25
劣	0	0	0	0.33	0.67

等级也有反映,只不过在对应的等级上反映的隶属度最大(如,0.5 或以上)。这如同评价一个人一样,说某人很好,并非此人什么都好,“人无完人”,此人一定在某地方存在有缺点,

也就是说在其它等级上也应有隶属度反映。

如果有的因素在评语集与评价结果之间可以建立函数关系,那么应尽量地选择合适的隶属函数来进行各评价结果上的隶属度计算。

3.3 F-G 局势决策原理简述

灰色局势决策是指在“事件”、“对策”、“目标”和“效果”统一的前提下,对明显含有灰元的系统进行决策。而 F-G 局势决策则是把“事件”与“对策”组成的局势集中通过上述的模糊映射后,获得在评价等级上的隶属度,并用其隶度取代各局势上的效果测度。这就是所谓的模糊—灰色局势决策。应用灰色系统理论,在各个可能的“对策”方案中,选择一个效果测度最大的局势所对应的方案来。

事件集 A ,对策集 B ,效果集 C 组成决策空间 $W = \{A, B, C\}$,事件集中 A 与对策集 B 的卡迪逊积的全体为局面:

$$A \times B \rightarrow S = \{S_{ij} | i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m\} \quad (8)$$

局势到效果的映射为:

$$T: S \rightarrow \tau(S_{ij} \rightarrow \tau_{ij}) \quad (9)$$

事件集中 A 中 a_i ,对策集 B 中 b_j 和效果集 C 中的效果 τ_{ij} ,构成一个整体,称之为对策元 d_{ij} ,记 $d_{ij} = \tau_{ij}/S_{ij}$ 。

对于同一事件 a_i ,且 $a_i \in A$,若用对策 $b_j \in B$ 去对付,便有局势集 $\{S_{ij}\} = \{(a_i, b_1), (a_i, b_2) \dots (a_i, b_m)\}$ 。作映射 T ,有 $T\{S_{ij}\} = \{T(a_i, b_1), T(a_i, b_2) \dots T(a_i, b_m)\}$ 。应对于 $\{S_{ij}\}$,有决策行向量 $d(i) = [\tau_{i1}/S_{i1}, \tau_{i2}/S_{i2}, \dots, \tau_{im}/S_{im}]$ 。同理有决策列向量 $d^T(j) = [\tau_{1j}/S_{1j}, \tau_{2j}/S_{2j}, \dots, \tau_{nj}/S_{nj}]$ 。

决策的任务是从各局势中选出的效果最佳者,按行、列的最佳局势挑选,如表 2。

表 2 最佳局势挑选方法

说 明	最佳效果	最佳对策元	最佳局势
行最优,记对策 b_{j_0} 为对付事件 a_i , $V_{i_0} \in \{a_i i = 1, 2, \dots, n\}$ 的最佳者。	$\tau_{i, j_0} = \max\{\tau_{i1}, \tau_{i2}, \dots, \tau_{im}\}$	$d_{i, j_0} = \tau_{i, j_0} / S_{i, j_0}$	$S_{i, j_0} = (a_i, b_{j_0})$
列最优,记对策 b_j 与事件 a_{i_0} 匹配效果最佳者,且 $V_{j_0} \in \{b_j j = 1, 2, \dots, m\}$ 。	$\tau_{i_0, j} = \max\{\tau_{1j}, \tau_{2j}, \dots, \tau_{nj}\}$	$d_{i_0, j} = \tau_{i_0, j} / S_{i_0, j}$	$S_{i_0, j} = (a_{i_0}, b_j)$

3.4 实例应用

工程项目选址所考虑影响因素中,对其影响的重要程度是各不相同的,因而反映出各个因素的权重分配不一样。各因素的权系数确定的方法很多,如专家评定法、调查统计法等,本文采用层次分析法来确定其权系数。所谓层次分析法就是把所有因素两两进行比较并在九标度表中查出比较对应的数值构成一个构造矩阵,解出该构造矩阵的特征值。在一致性收敛条件下,构造矩阵的特征值向量就是对应因素集中各因素的权系数。由于篇幅的限制,这里不详细介绍,只将计算机程序输出的特征值作为各因素的权系数列入表3中。

表3 影响工程选址的诸因素以及权系数

主 因 素			子 因 素		
因素类别	编号	权系数	因素名称	编号	权系数
用地门槛费用	I	0.26	占用农田的赔偿费用	I ₁	0.16
			供水设施的建设费用	I ₂	0.16
			排水系统的建设费用	I ₃	0.17
			修路、建桥的费用	I ₄	0.17
			平整土地的费用	I ₅	0.17
			拆迁安置的费用	I ₆	0.17
生态环境保护	II	0.34	对大气、水资源、土壤的保护	II ₁	0.30
			绿地、树林的保护与利用	II ₂	0.25
			噪声对环境的影响	II ₃	0.25
			自然环境的利用	II ₄	0.20
工程的空间结构	III	0.17	生产区与生活区用地的比例	III ₁	0.15
			工程内部空间分布的布局	III ₂	0.25
			生活区至生产区的便利情况	III ₃	0.35
			工程四周围墙及安全措施	III ₄	0.25
交通便利程度	IV	0.14	至城区中心	IV ₁	0.18
			至车站、码头、飞机场	IV ₂	0.17
			至其它城市与地区	IV ₃	0.16
			至其它有关工程项目	IV ₄	0.15
			至公园、文化娱乐场所	IV ₅	0.18
商业、文化教育设施的布局	V	0.09	商业网点的布局	V ₁	0.20
			中、小学的分布	V ₂	0.25
			菜场、集贸市场的布局	V ₃	0.25
			工程空间发展的可能性	V ₄	0.20
			城市功能区对工程项目的影	V ₅	0.10

表3中各个主因素都包含若干个子因素,每个主因素都可采用上述城市发展用地的门槛分析法进行处理,不同点是属性编码值的数据处理不完全相同,也同样可以采USEMAP软件包来处理。

设:在城市发展用地的综合门槛分析图上,用键盘驱动屏幕上窗口内的光标,勾绘出某工程项目选址的四个方案,由计算机软件输出数据(门槛费用)和有关人员表3中各个因素进行定性评语,结果列入表4之中。

用主因素II(生态环境保护)中各子因素在方案1中诸因素的评语为例,说明采用表1中

映射成在各评语等级上的隶属度,如表 5 所示。

表 4 各方案中各因素的评语定性结论

主因素	子因素	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
I (万元)	I ₁	651(不好)	342(最好)	704(劣)	411(好)
	I ₂	320(一般)	321(一般)	303(好)	350(不好)
	I ₃	170(好)	180(一般)	185(不好)	168(好)
	I ₄	250(一般)	320(不好)	107(好)	350(不好)
	I ₅	181(一般)	113(好)	93(最好)	209(不好)
	I ₇	114(好)	101(好)	246(不好)	132(一般)
II	II ₁	不好	好	一般	好
	II ₂	好	一般	好	不好
	II ₃	劣	很好	不好	很好
	II ₄	不好	一般	很好	一般
III	III ₁	好	一般	一般	好
	III ₂	很好	不好	好	好
	III ₃	一般	很好	很好	不好
	III ₄	不好	好	很好	劣
N	N ₁	不好	一般	好	一般
	N ₂	劣	好	很好	好
	N ₃	不好	不好	很好	好
	N ₄	好	劣	好	不好
	N ₅	一般	一般	好	不好
	N ₇	不好	不好	好	一般
V	V ₁	不好	一般	好	不好
	V ₂	不好	一般	好	不好
	V ₃	劣	好	一般	一般
	V ₄	好	不好	不好	不好
	V ₅	不好	一般	好	一般

表 5 定性评语到评语等级的各级上的模糊映射

方案	主因素	子因素	定性评语	评语等级				
				优	良	合格	不合格	劣
I	I	I ₁	不好	0	0	0.25	0.50	0.25
		I ₂	好	0.25	0.50	0.25	0	0
		I ₃	劣	0	0	0	0.33	0.67
		I ₄	不好	0	0	0.25	0.50	0.25

采用模糊综合评判数学模型:

$$B = A \cdot R \quad (10)$$

来计算。式中 A 当权向量(由层次分析法计算而来),“ \cdot ”为模糊运算的复合算子(这里采用“ \cdot ”,“ $+$ ”)。 R 为从表 5 中获得的模糊矩阵。则有:

$$B = (0.30 \ 0.25 \ 0.25 \ 0.2) \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.25 & 0.50 & 0.25 \\ 0.25 & 0.50 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0.67 \\ 0 & 0 & 0.25 & 0.50 & 0.25 \end{bmatrix}$$

$$= (0.0625 \ 0.01250 \ 0.1875 \ 0.3325 \ 0.2925)$$

归一化处理后 $B = (0.0625 \ 0.121 \ 0.180 \ 0.317 \ 0.279)$ 。 B 向量元素 b_j 是方案 1 中主因素 I 在各评语等级上各子因素综合的隶属度值。 b_j 中 $j=1,2,3,4,5$, 分别为“优”、“良”、“合格”、“不合格”、“劣”五个等级。

用完全相同的方法,可以把表 4 中四个方案中所有主因素进行上述的模糊映射,如表 6 所示:

表 6 各方案中各主因素中诸子因素综合模糊映射

	方案 1					方案 2					方案 3					方案 4				
	优	良	合格	不合格	劣	优	良	合格	不合格	劣	优	良	合格	不合格	劣	优	良	合格	不合格	劣
I	0.0850	0.2950	0.375	0.205	0.0400	0.1920	0.3050	0.293	0.168	0.042	0.196	0.221	0.168	0.223	0.192	0.0860	0.2160	0.305	0.305	0.088
II	0.0610	0.1210	0.180	0.317	0.2790	0.2420	0.3450	0.300	0.113	0	0.2010	0.2720	0.281	0.182	0.0640	0.2620	0.2780	0.202	0.189	0.069
III	0.2050	0.2450	0.275	0.213	0.0620	0.2970	0.2780	0.200	0.163	0.0620	0.4640	0.3600	0.138	0.038	0	0.1000	0.2000	0.188	0.257	0.255
IV	0.0380	0.1200	0.252	0.341	0.2390	0.0420	0.1620	0.293	0.290	0.2140	0.3920	0.4320	0.167	0	0	0.0830	0.2500	0.334	0.250	0.083
V	0.0500	0.1000	0.188	0.358	0.3040	0.0620	0.2620	0.388	0.236	0.0500	0.1370	0.3380	0.313	0.162	0.050	0	0.0880	0.337	0.412	0.163

根据灰色理论,把“方案”、“评语等级”、“各因素”和各因素在评语各等级上的“隶属度”分别与 $F-G$ 局势决策中的“事件”、“对策”、“局势”和“效果”一一对应起来,则有:

事件集 $A = \{a_1(\text{方案 1}), a_2(\text{方案 2}), a_3(\text{方案 3}), a_4(\text{方案 4})\}$;

对策集 $B = \{b_1(\text{优}), b_2(\text{良}), b_3(\text{合格}), b_4(\text{不合格}), b_5(\text{劣})\}$

局势集 $G = \{g_1(\text{用地门槛费用, I}), g_2(\text{生态环境保护, I}), g_3(\text{工程空间结构, III}), g_4(\text{交通便利程度, N}), g_5(\text{商业、文化等布局, V})\}$;

效果集 $C = \{c_1(g_1 \text{ 在各评语等级上隶属度}), c_2(g_2 \text{ 在各评语等级上的隶属度}), c_3(g_3 \text{ 在各评语等级上的隶属度}), c_4(g_4 \text{ 在各评语等级上的隶属度}), c_5(g_5 \text{ 在各评语等级上的隶属度})\}$ 。由于效果集 G 中元素 c_i 是一复合型参数,记 c_i 为

$$C_i = r_{ij}(g_i) \quad (11)$$

即是一个行向量。每一个事件 a_i 都有自己的一个 C_i 行向量,因而事件集 A 可构成一个局势决策矩阵 $D^{(a)}$ 。以 g_1 (用地门槛费用, I) 为例。从表 6 中查出 c_i 可得 g_1 的局势决策矩阵

$$D^{(1)} = \begin{bmatrix} \frac{0.085}{S_{11}} & \frac{0.295}{S_{12}} & \frac{0.375}{S_{13}} & \frac{0.205}{S_{14}} & \frac{0.040}{S_{15}} \\ \frac{0.192}{S_{21}} & \frac{0.305}{S_{22}} & \frac{0.293}{S_{23}} & \frac{0.168}{S_{24}} & \frac{0.042}{S_{25}} \\ \frac{0.196}{S_{31}} & \frac{0.221}{S_{32}} & \frac{0.168}{S_{33}} & \frac{0.223}{S_{34}} & \frac{0.192}{S_{35}} \\ \frac{0.086}{S_{41}} & \frac{0.216}{S_{42}} & \frac{0.305}{S_{43}} & \frac{0.305}{S_{44}} & \frac{0.088}{S_{45}} \end{bmatrix}$$

其余的四个局势(g_2, g_3, g_4, g_5)的局势决策矩阵 $D^{(2)}, D^{(3)}, D^{(4)}, D^{(5)}$ 同法可以构成,由于篇幅所限这里不一一列出。而局势集 G 的综合决策矩阵 $D^{(\Sigma)}$ 为:

$$D^{(\Sigma)} = (d_{ij}^{(\Sigma)}) \quad (12)$$

$$\text{式中 } \bar{r}_k(\Sigma) = r_{kj}(\Sigma) / S_{kj} \quad (13)$$

$$r_k(\Sigma) = \sum_{j=1}^N r_{kj}(\Sigma) / N \quad (14)$$

$$\text{或者 } r_k(\Sigma) = \sum_{j=1}^N r_{kj}(\Sigma) \cdot W^{(k)} \quad (15)$$

式中: N 是主因素的数目, $W^{(k)}$ 是第 k 个因素的权系数. 式(14)是等权平均, 式(15)是加权平均. 本例是采用式(11)来计算.

本实例采用 Quick Basic 语言编程, 在 IBM PC/AT 微机上运行, 只需输入每个方案中各因素评语量化数据, 立即可输出各方案的最佳局势, 并自动地挑选出一个最优方案来. 为了分析, 这里拿出中间结果一局势集 G 的综合决策矩阵 $D(\Sigma)$ 来说明:

$$D(\Sigma) = \begin{bmatrix} \frac{0.089}{S_{11}} & \frac{0.189}{S_{12}} & \frac{0.262}{S_{13}} & \frac{0.281}{S_{14}} & \frac{0.179}{S_{15}} \\ \frac{0.194}{S_{21}} & \frac{0.290}{S_{22}} & \frac{0.288}{S_{23}} & \frac{0.172}{S_{24}} & \frac{0.056}{S_{25}} \\ \frac{0.265}{S_{31}} & \frac{0.302}{S_{32}} & \frac{0.214}{S_{33}} & \frac{0.140}{S_{34}} & \frac{0.078}{S_{35}} \\ \frac{0.140}{S_{41}} & \frac{0.228}{S_{42}} & \frac{0.257}{S_{43}} & \frac{0.259}{S_{44}} & \frac{0.116}{S_{45}} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{行最佳局势:} \\ S_{14} = 0.281 \quad (a_1, b_1) \\ S_{22} = 0.290 \quad (a_2, b_2) \\ S_{32} = 0.302 \quad (a_3, b_2) \\ S_{44} = 0.259 \quad (a_4, b_4) \end{array}$$

$$\text{列最佳局势:} \quad \begin{array}{ccccc} S_{31} = 0.265 & S_{32} = 0.302 & S_{23} = 0.288 & S_{14} = 0.281 & S_{15} = 0.179 \\ (a_3, b_1) & (a_3, b_2) & (a_2, b_3) & (a_1, b_4) & (a_1, b_5) \end{array}$$

由 $D(\Sigma)$ 中可得表 7

表 7 各方案中行、列最佳局势

方案	行最佳局势	行最佳效果	列最佳局势	列最佳效果
1	$S_{14} = (a_1, b_4)$	0.281	$S_{14} = (a_1, b_4)$ $S_{15} = (a_1, b_5)$	0.179
2	$S_{22} = (a_2, b_2)$	0.290	$S_{23} = (a_2, b_3)$	0.288
3	$S_{32} = (a_3, b_2)$	0.302	$S_{31} = (a_3, b_1)$ $S_{32} = (a_3, b_2)$	0.265 0.302
4	$S_{44} = (a_4, b_4)$	0.259	-----	-----

从表 7 中可以分析出来, 方案 3 不论是行、还是列的最佳局势都处在 b_2 以上(其中还有一个在 b_1 上), b_2 为“良”级, 因此方案 3 应当为“良上”水平. 同理分析方案 2 应为“良下”水平, 方案 1、4 都处在“不合格”(b_4 或 b_5)的等级上, 不难看出方案 3 应是这四个方案中的最优方案.

4 结束语

门槛分析法在城市规划中的应用前景很宽广, 在地理信息系统和电子计算机发展的今天, 对数据的定性、定量、定形、定位都变得相当方便, 为门槛理论的发展和运用提供了条件. 而工程项目的选址方案的选优是当前城市建设和发展中经常遇到的实际问题. 本研究提出一种新的 F-G 局势决策法具有损失信息少, 结论可靠准确的特点, 也为灰色理论在城市规划中的应用作了有益的尝试, 并得到了满意的结果.

参 考 文 献

- 1 Jerzy K. Threshold Approach in Urban, Regional and Environmental Planning. Universty of Queensland Press, 1986.
- 2 区域与城市规划. 建设部规划局, 1986.
- 3 徐肇忠. 多层次模糊模型综合评定城市环境质量. 武汉测绘科技大学学报, 1990(4): 34~35
- 4 徐肇忠. 城市环境规划. 武测教科讲义, 1990.
- 5 邓聚龙. 灰色控制系统. 武汉: 华中工学院出版社, 1985.
- 6 汪培庄. 模糊数学及其应用. 北京师范大学出版社, 1986.
- 7 徐肇忠. 专题制图中多因素数据的 Fuzzy-Grey 局势决策分类. 测绘学报, 1992(3)
- 8 徐肇忠. 用基于栅格数据结构的 USEMAP 软件包制作多因素叠加专题图. 地图, 1991(3): 33~35

Threshold Analysis in Urban Development and Fuzzy-gery Situation Decision is Select Site for Engineering Construcion

Xu Zhaozhong

Abstract In urban development, there is a close relationship between the planning and the economy. Urban plannings and decisions have a rich economic internal relation. As long as the plannings combine effectively with economy, the plannings and decisions can affect and confine the whole process of urban development. Threshold theory and it's applications have become a tool for urban planning, e. g. Threshold Analysis Method. It ushers a new way for the plannings connecting with economy. On the lands in area of urban development, to select the positions of an engineering construction may have several projects, but one of them should be the optimization. The procedure of Threshold Analysis Method of urban development is described firstly, finally it discusses the optimization to the programs of position finding of engineering by the Fuzzy-grey situation decision.

Key words urban planning; threshold analysis; projection; Fuzzy-grey situation decision