

# 基于 GIS 的机场功能区规划用地适宜性评价

王 治, 蔡良才, 种小雷

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘 要:**为从定性转为定量进行机场功能区规划用地适宜性综合评价;将模糊综合评判原理应用于用地适宜性评价,通过与 GIS 技术结合,并以某机场的功能区规划用地适宜性评价为例,探索了定量评价的方法;结果较好地反映了机场各功能区规划的内在要求,评价模型最接近地表现出了各因子对功能区规划适宜性的作用;为最终实现机场规划计算机智能辅助决策系统奠定了基础。

**关键词:**GIS;机场;规划;适宜性;模糊模型

**中图分类号:** V35      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1009 - 3516(2006)04 - 0023 - 03

随着国民经济和航空运输业的发展,机场改扩建工程逐年增多,机场的规模越来越大。机场的占地面积通常为数千亩至万余亩,在做进一步的扩建时,存在着规划不合理、功能区布置随意性大的现象。针对这种状况,本文旨在基于飞行场地设计方案明确的前提下进行功能区规划适宜性评价,为把机场总体规划上升到系统化、科学化的水平,着重对机场功能区平面规划进行了系统分析和研究,根据机场的要求和特点,提出一条将定性分析与定量分析相结合、经验决策与计算机辅助决策相结合的机场规划优化之路,为最终实现机场规划计算机智能辅助决策系统进行基础性研究。机场选址和总体规划除考虑自然条件、环境影响、投资和社会效益等客观因素外,尤以飞行场地方案的影响为最大。这是由于跑道的方位、坡度和机场净空限制均有严格的要求,是矛盾的主要方面。实际上每个机场的总体规划首先是从飞行区跑道开始的,在确立满意的飞行场地方案之后,再以此为基础进行其余功能区的配置和优化<sup>[1-2]</sup>。

## 1 模糊综合评判的基本方法与步骤

### 1.1 建立评价因素集 $U$

影响功能区规划用地适宜性的因素是多方面的,由专家知识和经验积累可建立综合评价的层次体系。针对某机场的具体情况,以航行管制室为例进行模糊综合评判。航行管制室用于航行管制人员执行航行管制任务,掌握空中飞机活动情况,申请、监督飞行计划,进行飞行调配,对进出机场的飞机实行指挥。航行管制室应当位于滑行道中部外侧,距跑道中线 200 - 400m。其主要设施有航行管制值班室、航行管制塔台等。综合考虑各方面的因素,影响航行管制室规划用地适宜性的主要因素可描述为:①功能设置齐全;②视野开阔;③交通方便;④可以遥控场道灯光;⑤可以监视导航情况;⑥位置与滑行道、跑道的关系。即  $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\} = \{\text{功能设置, 视野, 交通, 遥控场道灯光, 监视导航情况, 位置与滑行道、跑道的关系}\}$ 。

### 1.2 确定权重 $W$

权重的确定采用层次分析法求得,在多次专家咨询的基础上确定判断矩阵,它是定性思维过程的量化。在  $W_i$  的确定过程中,必须求出判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max}$  和最大特征向量。在本例中  $\lambda_{\max} = 6.2389$ , 则有:  $C_i = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) = (6.2389 - 6)/6 - 1 = 0.04778 < 0.10$ 。式中:  $C_i$  为相容性指标,若  $C_i \leq 0.10$ , 就可以认为判断矩阵有相容性,据此而计算的特征向量值是可以被接受的;  $n$  为判断矩阵的阶数。

收稿日期:2005 - 11 - 03

基金项目:空军工程大学工程学院优秀博士论文创新基金资助

作者简介:王 治(1977 - ),男,陕西宝鸡人,博士生,主要从事机场规划设计与环境保护研究;

蔡良才(1960 - ),男,浙江宁波人,教授,博士生导师,主要从事机场规划设计与环境保护研究。

由上可见,该判断矩阵具有相容性,因此权重计算结果是可以被接受的,见表 1。(数字含义由 1~9 标度描述,见文献[4])。

表 1 各评价因素的判断矩阵及权值

	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$	$u_5$	$u_6$	$W_i$	$W$ (归一化)
$u_1$	1	5	7	1	3	7	0.770 2	0.392 7
$u_2$	1/5	1	3	1	3	5	0.356 5	0.181 8
$u_3$	1/7	1/3	1	1/5	1/3	1	0.090 1	0.046 0
$u_4$	1	1	5	1	3	5	0.484 1	0.246 8
$u_5$	1/3	1/3	3	1/3	1	1	0.171 1	0.087 2
$u_6$	1/7	1/5	1/5	1/5	1	1	0.089 2	0.045 5
$\lambda_{\max}$							6.238 9	

### 1.3 选择模糊矩阵 $R$ 和求取评判结果 $B$

根据人们定性区分事物的能力,一般划分 3~5 个等级,即可满足判断需要。这里对机场航行管制室规划适宜性评价集可定为  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\} = \{\text{很适宜}, \text{适宜}, \text{不适宜}, \text{很不适宜}\}$  4 个等级,选择合适的模糊分布函数构造从  $U$  到  $V$  的模糊矩阵  $R = r_{ij}$ ,其中  $r_{ij}(i=1-6, j=1-4)$  可由下面正态分布函数求得。

$$r_{ij}(x) = e^{-((x-a_{ij})/b_{ij})^2}; a_{ij} = (c_{ij} + c_{ij+1})/2; b_{ij} = |c_{ij} - c_{ij+1}|/2\sqrt{\ln 2}$$

所求得的  $R$  相当于单因子评价,通过与权重  $W$  的模糊运算可得最后的综合评判结果  $B$ ,即:  $B = W \cdot R = (B_1, B_2, B_3, B_4)$ 。其结果为行向量,表示综合各种因素后,被评价对象隶属于各级标准的程度。在本例中  $B = (0.272, 0.631, 0.054, 0.043)$ 。则根据最大隶属度原则,0.631 为最大,表示该评价单元隶属于第二等级,是适宜规划建设用地。

### 1.4 对评判结果的进一步改进处理

由于综合评判的结果是向量,并不是具体的量化数据,不适用于 GIS 中的数值型查询的需要,所得的结果是判断性结论,只能用于规划者作辅助参考。从构造便于规划者理解操作的专业应用模型出发,同时使评价的结果满足在 GIS 数值系统中查询、统计、运算等要求,寻求一种评价结果的更直接的表达方法,将综合评判的结果表达为具有可比性的数字型数值,并作为该地块单元的属性存储。规划者可根据机场各功能区用地规模预测,在确定建设用地面积的基础上,运用 GIS 的分析查询功能,方便地选择机场规划建设用地。模型的改进有利于规划设计人员对评价结果的理解和应用。其转换可通过对评价集即评价等级赋值,再与综合评价结果作数学运算求得,其结果  $S = V \cdot B^T$  即为机场功能区用地适宜性的综合评分。

评价集的赋值采用如下原则,从而保证评价结果的可比性:①在  $[0, 1]$  范围内取值;②评价集的等分原则;③最高等级即第一等级应取 1,以下依次递减。

该地规划适宜性评价为 4 级,依据等分原则,以 1/4 为基数依次递加,故  $V = \{1, 0.75, 0.50, 0.25\}$ 。

应用以上方法,可以求出机场各功能区规划适宜性模糊综合评判结果。

## 2 模糊评判模型与 GIS 技术的结合

根据模型的求解分析和 GIS 本身特点,需要对空间数据和属性数据进行处理。GIS 对空间地理数据的存储和管理以层的形式进行,规划用地评价单元在 GIS 空间数据库中表现为具有拓扑关系的矢量多边形,所有影响土地规划适宜性的因素都可作为该多边形的属性特征。借助模糊评判模型,应用 GIS 技术对多边形的属性特征进行综合分析,用改进的方法给予每一多边形综合评分,其结果作为属性特征存贮。GIS 的图文双向查询以及 SQL 查询,使规划设计人员在确定用地规模后,可根据所需用地面积及综合评分进行近远期用地选择、方案比较,并可直观显示、输出决策方案,从而为机场建设的选择和各项专题规划提供科学依据。

本例以 ArcView 为开发平台,在 VB 中编程实现图形属性数据的存取,通过宏调用和 ArcView 自身的拓扑运算功能实现该规划适宜性评价模型与 GIS 的结合。根据综合评价得分,可以制作满足规划需求的土地规划评定图,见图 1。

该模糊综合评判模型在机场功能区规划适宜性评价中,较好地反映了机场各功能区规划的内在要求,与模糊综合评判进行之前所预期的结果相吻合,从分析评价的结果来看,在一定程度上,该模型最接近地表现



出了各因子对功能区规划适宜性的作用。

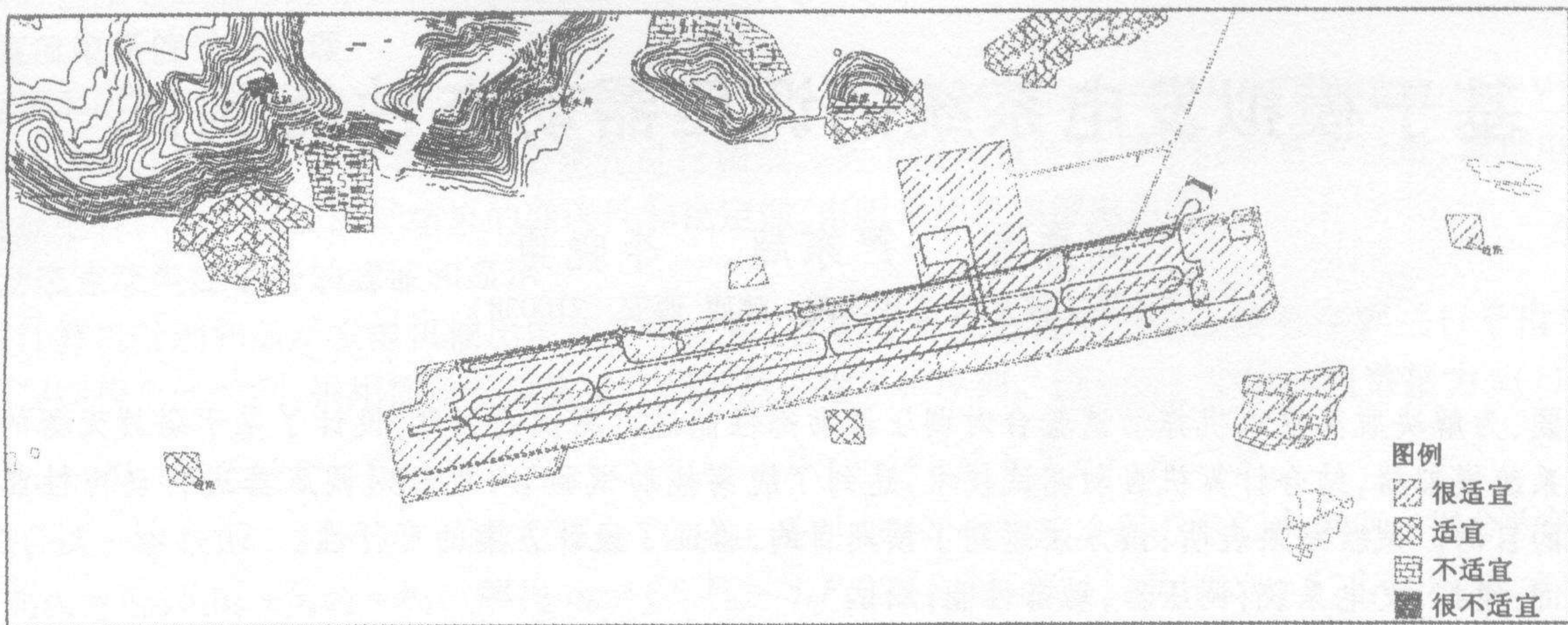


图1 机场功能区规划适宜性评价结果图

### 3 结束语

本文针对机场平面规划设计中普遍存在的主观性较多,缺乏科学依据的现状,从机场规划的影响因素、机场系统结构层次和功能分析入手,就机场功能区平面规划的数学方法问题进行了较深入的探讨和研究,取得了一定成果。但机场规划设计是一项内容丰富、关系复杂的系统工程,本文还需要在以下3个方面作进一步研究:①本文研究的对象是机场完全处于平原地带,即二维平面的理想情况,而实际上机场有相当多的情况是具有起伏多变的地形,使各功能区出现较大的坡度梯次,即位于三维空间中,其规划影响因素和解决方法将更加复杂化,尚有许多工作要做;②在构造判断矩阵的过程中,人的主观因素作用较大,从而直接影响到计算和判断结果。因此需要评定者有一定的专业经验,采取专家群体判断的方法是克服这一缺点的有效途径。但最终采用计算机专家智能化系统应该是将来的发展趋势;③继续探索理论成果在机场规划设计实践中的转化和应用工作,进一步发现问题和解决问题,尤其对判断矩阵真实性、权重的可靠性以及计算方法的简便性等方面要做进一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] Iftikhar Ahmed, Franklyn Greenaway. GIS Application for Land Planning and Management in Montserrat[A]. West Indies. Proceedings of the Open Source GIS - GRASS Users Conference 2004 - Trento[C]. Italy 11 - 13 September 2004.
- [2] Michael T McNerney. The State - of - the - art in Airport Infrastructure Management Using Geographical Information System [A]. A Paper Submitted for Presentation at the Annual Meeting of the Transportation Research Board[C]. Washington, D C, January 2005.
- [3] 种小雷,蔡良才,杨 锐. 基于 GIS 的机场净空评定方法[J]. 测绘通报,2002(11):52 - 53.
- [4] 杨 锐,蔡良才. 应用 GIS 进行机场选址的探讨[J]. 智能建筑与城市信息,2003(11):67 - 68.

(编辑:姚树峰)

## Study of Airport Functional Section Suitability Evaluation Based on GIS

WANG Zhi, CAI Liang - cai, CHONG Xiao - lei

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

**Abstract:** For the sake of transferring qualitative evaluation into quantitative one in the airport functional section suitability evaluation, the principle of fuzzy comprehensive appraisal is applied to this subject and the plan of certain airport is taken for example in exploring some key techniques in this process in combination with GIS. The result of evaluation reflects the internal request of each airport function section preferably. The model of evaluation expresses the effect of each factor on the suitability of function section planning closely. This sets up the foundation for carrying out the airport planning computer decision system finally.

**Key words:** GIS; airport; plan; suitability; fuzzy model