

## GIS 技术在机场选址中的应用研究

王 健

中国电子工程设计院股份有限公司四川分公司, 广东 广州 510000

**[摘要]** 随着时代发展、科技进步, 地理信息系统 (GIS, Geographic Information System)、建筑信息模型 (BIM, Building Information Modeling) 等技术软件被广泛应用于社会各行各业的规划分析和生产建设。中国民用航空局提出建设“四型机场”更是进一步加快了 GIS、BIM 等技术在机场规划建设、运营管理中的应用。文章简要分析 GIS 技术在机场选址中的功能特点, 并以国内中南某市新机场选址为例, 研究分析 GIS 技术在机场选址中的应用。

**[关键词]** 地理信息系统; 四型机场; 机场选址

DOI: 10.33142/sca.v7i12.14728

中图分类号: U495

文献标识码: A

### Application Research on GIS Technology in Airport Site Selection

WANG Jian

Sichuan Branch of China Electronics Engineering Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

**Abstract:** With the development of the times and the progress of science and technology, Geographic Information System (GIS), Building Information Modeling (BIM) and other technical software have been widely used in the planning and analysis and production and construction of all walks of life. The Civil Aviation Administration of China (CAAC) proposes to build “four characteristics airport”, which further accelerates the application of GIS, BIM and other technologies in airport planning, construction, operation and management. The article briefly analyzes the functional characteristics of GIS technology in airport siting, and takes the siting of a new airport in a city in central and southern China as an example to study and analyze the application of GIS technology in airport siting.

**Keywords:** geographic information system; four characteristics airport; airport site selection

#### 引言

根据《全国民用运输机场布局规划》, 规划到 2025 年国内 (不含港澳台地区) 运输机场总量达 370 个; 同时各省也都出台了通用机场布局规划。截至 2023 年 12 月 31 日, 我国境内已通航运输机场 (不含港澳台地区) 共有 259 个、在册管理通用机场共有 449 个。随着国民经济快速发展、人民生活水平提高和培育新质生产力的提出, 航空业快速发展, 机场建设需求还有广阔的空间。

机场建设中最首要的一步是机场选址, 其对机场工程建设投资、发展潜力和辐射范围等有着至关重要的影响。然而随着城市发展, 社会活动联系愈加紧密, 影响机场选址的因素更加错综复杂, 科学确定机场场址难度也越来越大。为推动民航机场建设高质量发展、提升机场选址技术、提高选址效率和质量, 促进机场选址工作中地理信息系统、建筑信息模型、大数据等数字化技术融合应用<sup>[1]</sup>, 中国民用航空局 2024 年 3 月下发了《运输机场选址数字化辅助技术应用指南》, 进一步推动了机场选址从传统技术向数字化技术应用转变。

随着 GIS 技术在社会各行业的成功应用, 国内民航从业者也积极探索 GIS 技术在机场规划建设中的应用, 但大多只针对某方面进行研究, 如本场土方量计算<sup>[2]</sup>、障碍物评估和净空土方量计算<sup>[3]</sup>、交通可达性<sup>[4]</sup>、噪声预测<sup>[5]</sup>、用地适宜性分析<sup>[6]</sup>等。综合利用 GIS 各分析计算功能进行机场选址全过程实践的还较少, 因此本文以国内中南某市新机场选址为

例研究、展示 GIS 技术在机场选址各阶段的主要应用。

#### 2 机场选址方法简述

##### 2.1 传统选址方法

传统的机场选址方法以 Auto CAD 软件为主流计算、分析平台, 叠加各类因素基础资料构成工作空间, 通过分析主导因素、结合经验判断, 在 1:1 万或 1:5 万比例尺地形图上选出几处初选场址, 通过实地踏勘和地方政府各部门校核, 逐步确定首选场址。这种方法存在以下几个问题: (1) CAD 软件可兼容文件格式较为有限、资料集成度相对低; (2) CAD 软件中各类坐标系的转换、校正不便; (3) 分析计算自动化程度低, 人工计算工作量大、效率低; (4) 缺乏直观、有效、定量的综合分析方式; (5) 现场踏勘时无法从大的视角对场址进行完整把握<sup>[7]</sup>; (6) 没有较为直观、有效的可视化工具。

##### 2.2 GIS 技术选址方法

随着科技发展进步, 近些年“3S”技术 (遥感技术 RS、地理信息系统 GIS、全球定位系统 GPS) 也逐渐被应用到机场选址中, 但仍未在机场选址中全面铺开并熟练应用到选址全过程。因此研究、展示、推广新方法和新技术在机场选址全过程的应用, 提高选址效率和质量是非常必要的。

此外自然资源部为贯彻《中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》精神, 落实《自然资源部关于全面开展国土空间规划工作的通知》(自然

资发〔2019〕87号)要求,提出各地统一形成一张底图、建设完善国土空间基础信息平台、构建国土空间规划“一张图”。这就要求社会各类工程的规划建设需对接、融入以GIS为平台的国土空间规划中去。机场作为城市综合交通体系的一部分,推广机场选址和规划设计使用GIS技术,对接城市国土空间规划各要素,积极主动融入全国“一张图”,也是十分迫切且必要的。

GIS是具有强大空间数据处理、管理、分析、可视化展示功能的计算机系统,是机场选址新方法中不可或缺的技术,可为机场规划建设提供信息管理平台、可视化分析工具以及辅助决策支持。机场选址新方法以GIS技术为核心,通过叠加各类选址影响因素资料构建信息数据库、进行各场址空间分析计算并量化影响因素、提供二维平面、三维模型成果可视化展示,综合比选确定首选场址。这种方法相对传统选址有以下几个优势:(1)文件格式兼容性好,可汇总各类文件集成基础信息数据库;(2)提供坐标系转换,可导入、输出带各种坐标系的文件,满足各方需求;(3)自动化分析计算程度相对高且操作简便,特别是空间分析、量化计算;(4)可采用层次分析法、等级排序及质心法等进行定性、定量相结合综合分析;(5)可输出图集、三维模型等直观、有效的可视化成果,供决策者研判;(6)数据库可及时、有效更新基础信息,并随机场发展逐步演化,实现机场动态化管理。

### 3 机场GIS选址实例研究

国内中南某市新机场选址由于面临地形复杂、军民共存、生态环保三大突出难点,选址难度极大,迟迟未选出合适的场址。于近年通过GIS技术进行空地协同选址才寻找出较合适的场址,因此为了更好地研究、展示GIS技术在机场选址中发挥的功能和作用,本文以其为例,详细描述ArcGIS软件在该机场选址过程中的应用情况。

#### 3.1 工作流程

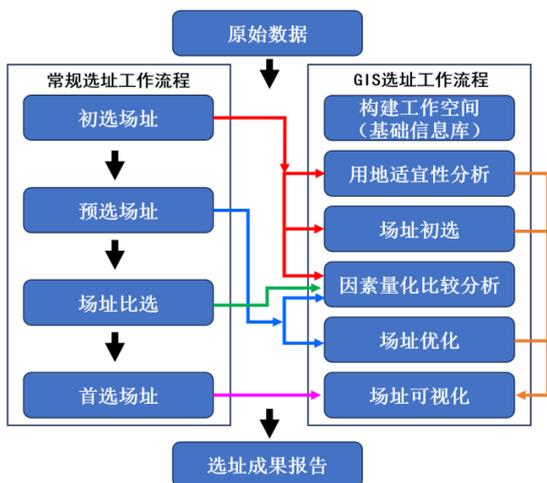


图1 选址工作流程图

根据《民用运输机场选址规范》MH/T 5037—2019和《运输机场场址审查办法》AP-158-CA-2020-01,机场常

规选址工作流程需包含初选场址、预选场址、场址比选、提出首选场址。在此框架内,根据GIS技术特点和功能,对工作流程进行细化,如图1。

#### 3.2 构建工作空间(基础信息库)

机场选址是一项复杂的系统工程,涉及的数据种类繁多,包括但不限于行政边界、人口分布、交通条件、城市公共设施、高压线、油气管道、土地性质、生态保护红线、基本农田、林地、水源保护区、河流、地形数据、地质灾害分区、地震断裂带分布、文物古迹、地下矿藏资源、气象条件、空域条件。同时所需基础数据来源广,通常由地方多个部门分别提供,文件格式、类型及坐标系等易存在差异。基于ArcGIS软件,以地形等高线或数字高程模型(DEM)数据构建三维地形模型,并以此为基础,通过软件的投影和变换功能统一各类资料坐标系,或使用地理配准功能悉数叠加,构建坐标统一、要素齐全、调取便捷的GIS数据库作为选址工作空间,如图2。以下展示数据为公众版数据。



图2 GIS多要素叠加示例图

#### 3.3 用地适宜性分析

用地适宜性分析基于GIS数据对选址范围内影响机场选址的工程技术、航行服务条件进行综合评估,分析得出适宜选址的区域。用地适宜性分析可通过ArcGIS软件的重分类和缓冲区功能对各类数据进行单要素适宜度分析,然后通过主观判断法(专家打分法)、层次分析法和等级排序及质心法等确定多要素指标权重,利用ArcGIS的栅格计算器叠合分析功能,将单要素适宜度分析结果经分类加权后多层叠加分析,输出多要素适宜度分析结果。此种方法利用ArcGIS的空间分析功能,将复杂问题进行一定程度的简化和抽象,快速排除不符合要求区域,并形成区域适宜性分析图,辅助筛选出场址适宜区域,提高选址效率。具体思路可参考基于GIS多因素加权叠加的机场选址方法<sup>[6]</sup>。

然而由于机场选址不仅涉及地面因素,还涉及空中因素,影响因素繁多复杂,且各机场选址侧重点不一,因此目前尚未建立适用于机场选址的用地适宜性评价指标和体系。在本次选址案例中主要通过叠加明显否决因素(空域、地形、生态核心区、城市建成区等)排除明显不适区域。从叠加成果可看出,城市北部为成片山体,南部沿海平原区域又多为城市建设用地,市域范围内分布有大量生

态保护区，同时城市两侧有其他机场空域（未展示），综合得出图3蓝色范围所示可选址范围。



图3 可选址范围图

### 3.4 场址初选

根据民用运输机场选址规范要求，初选场址数量宜不少于5个，因此通过 Arc GIS 叠加可选范围内的选址关键因素（地形、城市规划、旅游资源、综合交通、工程地质、地震断裂带、净空条件、空域条件、生态红线、土地性质、地下矿藏及文物古迹、气象），经综合叠加分析后，确定5处条件较好的重点区域进行场址方案研究。

由于该市地面、空中选址条件均十分复杂，跑道参数（构型、方位、标高等）、场区范围等调整均会带来场区土方、净空处理、空域关系等方面的连锁变化，因此各区域最佳场址的确定均需经过大量的场址方案研究和变量统计，此时 Arc GIS 软件的优势就十分明显，可更便捷高效、直观研判每个方案的情况。

地面层面操作：（1）制作标准化场区图块；（2）置入 GIS 数据库，根据跑道方案设置场区图块的位置、方向、标高、填挖坡率等，与 DEM 地形模型叠加分析，得出填挖方量、坡脚线和征地红线；（3）使用软件叠加分析和统计分析功能快速计算出征地红线内各选址因素占用情况，如图4左（基本农田占用计算）。

空中层面操作：（1）制作飞行程序和飞机性能各类限制面（OAS、PAOAS、离场、性能等）标准图块；（2）限制面置入 GIS 数据库，根据跑道方案设置图块位置、方向、标高等，与场区平整后的 DEM 地形模型叠加分析，得出净空处理范围和挖方量；（3）通过软件三维可视化可直观、有效判断各限制面与 DEM 地形模型、人工障碍物的相对关系，确定人工障碍物处理量，如图4右。

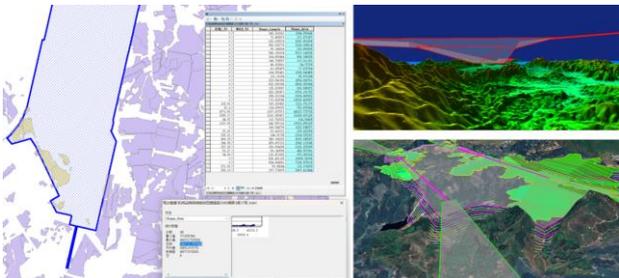


图4 选址因素 GIS 分析示例图

运用以上方法，对各区域进行场址方案研究，比选确

定5个区域各自的最佳场址方案作为初选场址，对初选场址各影响因素进行横向对比，综合确定3个预选场址。

### 3.5 场址预选

场址预选相对场址初选主要在影响因素数量、研究深度有所深化，在软件功能应用上基本一致，因此不再赘述。预选场址经工程技术条件比选（表1）、航行服务条件比选（表2）、工程经济比选后，综合确定出首选场址。

表1 工程技术条件比选

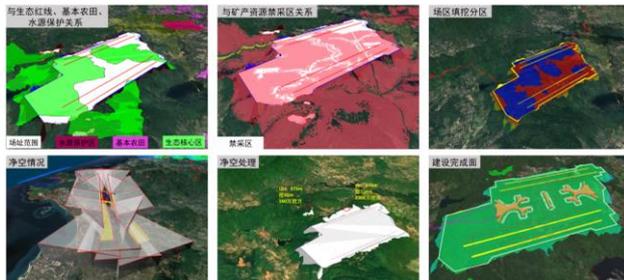
工程技术条件比选表						
序号	比较内容		A 场址	B 场址	C 场址	D 场址
1	地理位置	区位及辐射范围				
		机场基准点坐标				
2	跑道基本参数及场地发展条件	跑道长度、数量和构型				
		跑道方位、标高				
		场地年旅客吞吐量设计容量				
		场地发展条件				
3	规划符合度	与服务城市国土空间及专项规划的符合度				
4	机场自然和技术条件	气象条件				
		净空条件				
		工程地质条件				
		水文地质条件				
		地形地貌条件				
		地震条件				
		电磁环境				
		排水、防洪条件 地下矿藏及文物				
5	交通条件	城市至机场的交通方式及里程				
		与交通设施关系				
6	公用设施条件	供水条件				
		供电条件				
		通信条件				
		排水、污物处理条件				
7	供油条件	供油方案				
8	用地情况	占地面积、土地性质及分类情况				
9	拆迁及改建情况	村庄、学校、住宅、道路及其他				
10	土石工程量	场区、净空处理区				
11	环境条件	噪声影响				
		生态环境影响				
12	主要建筑材料源	主要建筑材料供应情况				
13	比较结论					

**表 2 航行服务条件比选**

航行服务条件比选表						
序号	比较内容		A 场址	B 场址	C 场址	比较结果
1	空域条件					
2	净空条件	飞行程序				
3		飞机性能				
4	净空处理	飞行程序				
5		飞机性能				
6	导航设施布置条件					
7	起飞爬升梯度					
8	下降角或梯度					
9	复飞梯度					
10	运行标准					
11	客(业)载					
12	比较结论					

### 3.6 可视化

Arc GIS 软件可视化不仅可实现图纸图集输出形成成果文件,更重要的是可通过三维模型实现三维场景漫游、飞行动画输出,为决策者提供更直观、有效的判断依据。以其中某场址为例展示主要选址因素分析和拟建设完成的三维效果图,如图 5。


**图 5 GIS 三维效果图**

### 4 结语

本文以国内中南某市新机场选址为例,研究、展示了 GIS 技术在机场选址全过程的主要应用,可看出利用 GIS 技术进行机场选址可以极大克服传统选址方法的局限性,其强大的空间分析功能从宏观上可较全面、高效地对选址范围进行筛查,缩小范围聚焦重点区域,微观上可对具体场址方案进行工程技术分析,并便捷量化各因素影响情况,分析过程、成果展示上更可提供更为直观的三维效果,从技术运用层面提高选址的效率和质量。当然机场选址是一项复杂的系统工程,影响因素众多且侧重各异,运用 GIS 技术进行机场选址仍有极大探索空间。

#### [参考文献]

- [1] 中国民用航空局机场司. 运输机场选址数字化辅助技术应用指南:AC-158-CA-2024-04[S]. 北京:中国民用航空局机场司,2024.
  - [2] 刘洲,蔡良才,李鹏,等. 机场选址过程中土方量的计算方法研究[J]. 四川建筑科学研究,2011,37(1):110-112.
  - [3] 白文喆. 基于 3D GIS 的机场辅助选址技术研究[D]. 四川:中国民用航空飞行学院,2021.
  - [4] 吴文佳,高斯瑶. 基于 GIS 的菏泽机场建设可达性分析[J]. 科技资讯,2013(21):27-28.
  - [5] 孟丽娜,闫兆进. 基于 GIS 的基础噪声预测管理系统[J]. 测绘与空间地理信息,2016,39(9):27-29.
  - [6] 何尧,舒富民,郑皓文. 基于 GIS 多因素加权叠加的机场选址方法[J]. 中国民航大学学报,2021,39(4):42-47.
  - [7] 何文斌,梁利姣. GIS 在机场选址中的应用研究[J]. 东莞理工学院学报,2010,17(1):27-31.
- 作者简介:王键(1994.10—),男,广东汕头人,助理工程师,本科,从事机场工程总体规划与设计。