

基于 GIS 的机场噪声评价系统

杜 浩, 袁 捷

(同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804)

摘 要: 为适应现代机场噪声评价与管理的需求, 综合利用地理信息系统、数据库及面向对象编程等信息技术, 并集成机场噪声评价和分析模型, 研究开发了一套机场噪声评价系统。该系统通过方便快捷的界面操作, 实现数据的采集、存储、计算、分析、表达与查询等功能。实验结果表明, 该系统的应用能有效提高机场噪声评价与管理工作的效率和质量, 为机场规划与噪声环境优化提供及时、准确的决策辅助信息。

关键词: 地理信息系统; 机场噪声; 评价系统

Airport Noise Assessment System Based on GIS

DU Hao, YUAN Jie

(Key Lab of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804)

【Abstract】 To meet modern noise assessment and management needs in airports, this paper uses such information technologies as Geographic Information System(GIS), database, and Object-oriented Programming(OOP), and integrates the analysis models of noise assessment to develop an airport noise assessment system. This system can realize such functions as noise data acquisition, storage, computing, analysis, and expression and inquiry, through series of convenient interface operations. Experimental results show this system can improve the efficiency and quality of airport noise assessment and management greatly, and provide timely and accurate decision-support information for airport planning and noise environment improvement.

【Key words】 Geographic Information System(GIS); airport noise; assessment system

1 概述

机场噪声不仅与污染源的状态和位置有关, 而且还与机场场区规划、周边城市的生态布局、接受点位置等有关, 具有很强的时间性、动态性和空间复杂性。因此, 机场噪声数据具有明显的空间地理属性。由于传统的评价方法建立在纸质地图的基础上, 依靠人工进行计算、统计和分析, 因此存在较多缺点, 如重复工作量大、精度不高, 信息化程度低, 评价结果难以高效、直观体现噪声环境污染的地理特性及其动态变化情况, 已越来越不适应现代噪声评价与管理的需求。因此, 需要借助计算机技术开发高效率、高质量的环境评价与管理, 对机场噪声进行科学、高效地评价和管理。

地理信息系统是采集、处理、存储、查询、分析和显示与地球表面空间相关数据的计算机系统, 以其独特的空间数据采集与分析、空间与非空间数据的显示查询等功能被广泛应用于各个领域。近年来 GIS 在噪声评价方面的应用也越来越多, 但主要用于城市和道路交通噪声分析与评价^[1-3], 而在机场噪声方面的应用很少, 国内还没有专门针对机场噪声的评价系统。

本文应用地理信息系统技术和机场噪声评价模型, 建立基于 GIS 的机场噪声评价与管理, 实现机场噪声计算、评价和预测、数据统计分析与图形显示, 提高评价工作的效率和效果, 并通过噪声的模拟分析, 为噪声减缓措施设计、机场与周边环境相容性规划提供科学依据。

2 系统总体设计

2.1 系统设计目标

根据机场噪声影响评价和管理的主要内容和目的以及评

价方法现状中存在的问题, 本系统设计目标为: (1)系统的开发和使用的可以为机场管理部门的相关决策提供依据; (2)具备对机场噪声数据、地理信息等进行采集、存储、关联分析等功能; (3)建立机场噪声影响评价指标模型库, 进行噪声影响现状评价、预测及内部噪声的模拟; (4)提供空间数据融合、图形显示分析等功能, 通过 GIS 地图和专题图显示噪声影响状况, 为机场噪声减缓措施设计提供依据; (5)系统能方便地进行模型更新和功能模块的扩充, 并具有较高的安全性, 同时系统要有良好的用户界面, 能通过简单的操作, 实现系统的功能。

2.2 系统结构设计

系统总体结构如图 1 所示, 主要分 3 个层次:

(1)底层为数据层, 为噪声评价与管理提供信息支持。主要包括由机场区域地理信息组成的空间数据库、属性数据库以及噪声数据库。

(2)中间层为业务处理层, 包括 GIS 通用功能模块、噪声评价模块、信息管理模块。为用户提供 GIS 通用操作、专业应用、报表输出等功能。使系统在数据层的支持下独立运行, 相互关联, 实现机场噪声的实时监测、评价与预测、管理和决策一体化。

(3)顶层为用户操作层, 系统通过人机交互界面, 以区域电子地图为背景, 利用 GIS 工具, 为噪声评价信息的查询、

作者简介: 杜 浩(1981-), 男, 博士研究生, 主研方向: 机场工程; 袁 捷, 讲师

收稿日期: 2008-09-20 **E-mail:** kgduhao@163.com

统计等提供便捷方式，并实时动态显示结果。

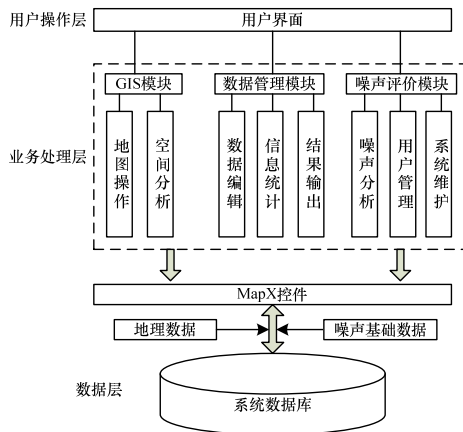


图1 系统结构

2.3 系统功能设计

噪声评价系统主要由3个功能模块组成，系统通过各模块的功能设计实现系统的总体功能：

(1)GIS 模块功能：1)具有对地图进行放大、缩小、漫游等显示功能；2)具有对地图要素的移动、编辑等基本操作功能，同时还提供了对不同地物的多种选择功能；3)具有专题地图的生成与修改功能；4)具有图形和属性数据的交互检索显示功能；5)系统具有缓冲区分析、叠置分析、面积距离量测等空间分析功能。

(2)噪声计算评价功能：噪声计算评价是系统的主要功能，通过建立噪声评价指标计算模型库，实现单个敏感点和方格网节点噪声值的自动或半自动计算，并完成等值线图的绘制和渲染显示。用户可将计算噪声值与标准值进行对照，进行噪声影响评价，并结合其他模块功能，统计影响人数、区域面积等，生成统计图表；同时用户可根据不同的评价要求，选择不同的噪声模型实现机场噪声评价预测及内部噪声的模拟分析，为噪声减缓措施设计与优化提供依据。

(3)信息管理模块：1)具有数据采集、存储、修改及数据表添加删除功能；2)具有非空间数据查询检索功能，满足查询条件的对象将在窗口高亮显示；3)具有数据记录的编辑、更新功能；4)具有用户管理、权限设置、数据备份等管理功能；5)系统提供2种输出方式：一种是输出到文件，系统产生的数据成果经过统计和分析后以多种文件形式(Excel, JPEG, BMP等)输出；另一种是根据用户的需求，利用GIS控件提供的地图输出开发接口，直接输出到打印机，完成整幅地图和指定区域的地图。

3 系统实现

3.1 系统开发环境

利用组件技术开发已成为GIS应用系统的主流开发模式，它具有开发简单、可脱离开发环境独立运行等优点。本系统采用MapInfo公司推出的面向中小型用户的MapX控件作为GIS功能开发平台。MapX是一种基于ActiveX技术和对象库，可以实现制图与GIS功能的组件式控件^[4]，具有开发简单、适用性强等特点。MapX针对Windows环境下的常用开发语言都提供支持，而在不同的开发环境中，VB对MapX编程最为简单。基于这种考虑，本文采用VB+MapX的技术方案设计基于GIS的机场噪声评价系统。

3.2 系统数据库建立

(1)数据存储与关联：数据库是噪声评价系统的基础，负

责对整个系统所涉及的数据进行统一、有效地管理，为各个子系统提供数据服务。本系统涉及的数据包括空间数据、属性数据和噪声数据。一般为了增强整个系统数据处理的灵活性，这些数据采用分开存储的方法，通过索引机制实现数据管理和共享。具体方法是：空间数据以MapInfo空间数据文件格式(*.map)存储，每个图层都是一个独立的空间数据文件；各个地物属性数据及噪声数据以数据表的形式存储，采用外部数据库软件Access进行管理，系统中部分数据与功能相互关系如图2所示。

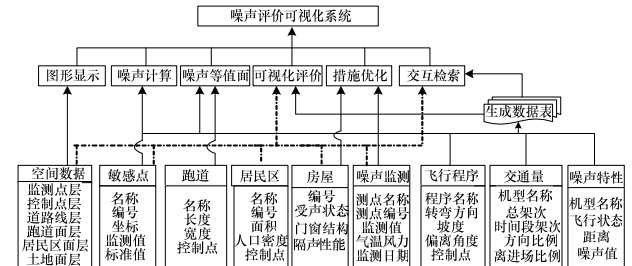


图2 部分数据表与功能关系

图中的每个地物具有与其对应的惟一标识ID号，各个图层的MapInfo内置属性数据文件(*.dat)并不实际存放重要属性数据，而是通过标识号与外部数据关联；外部数据库中各地物属性记录的关键字为图形文件中该地物的ID号，由此便实现了图形文件与外部属性数据的一一对应。空间数据与属性信息数据之间通过调用MapX中DataSets方法进行绑定和关联，外部数据采用DAO方式进行访问。

(2)数据采集：系统空间数据文件的建立主要采用2种方法：1)栅格图矢量化，采用MapInfo中矢量化方法实现；2)已有地图的格式转换，如CAD图形文件、shape文件等，通过MapInfo提供的通用格式转换器进行格式转换、属性编辑及存储。

属性数据中一部分在地图矢量化过程中自动生成，而对人口、编号、建筑用途等描述的部分需要人工输入，保存于数据表中。对一些具有特殊意义的属性数据，可以通过MapInfo软件，根据实际地理坐标在基本地图上自行添加图元予以表现，专业数据通过手工录入。

3.3 系统模型建立

(1)噪声模型。我国机场噪声评价指标为计权等效连续感觉噪声级 L_{WECPN} 。该指标不适用于一次飞机起飞事件。因此，还应该采用最大A声级(L_{Amax})进行限制^[5]。机场噪声影响评价时，通常只就对机场外部影响评价，而忽视对内部的影响。事实上飞机噪声对内部的影响比对外部的影响大的多。为反映机场内部噪声影响程度，系统采用 L_{eq} 对飞机滑行噪声进行模拟。

(2)模型集成。系统模型的集成采用2个方法：1)在程序中直接引用实现；2)通过系统扩展接口进行外部调用。系统直接嵌入引用模型为计算过程简单，计算量较小的一类函数或过程。扩展模型则为计算过程复杂的、可共享的模型，对于这一类模型系统采用调用动态链接库(DLL)的方式实现，本系统扩展模型主要为 L_{WECPN} 计算模型和等值线绘制模型。 L_{WECPN} 计算参数多、过程繁琐，而噪声等值线绘制模型算法复杂计算量大，在一定程度上会影响分析速度。因此，系统将这些模型进行封装，采用C语言编制成DLL形式，而输出类型与系统中的输入类型对应。这不仅减少了应用程序的大小和对内存空间的需求，而且系统可以不受编程环境的限制，

集成其他高效率语言环境编制的 DLL 模块,提高程序运行效率。

3.4 地图操作

(1)地图显示与编辑。系统地图的显示和图元编辑功能主要依靠 MapX 提供的标准工具和自定义工具实现,标准工具使用方法很简单,只需设置对象的 CurrentTool 属性即可,自定义工具由 CreatCustomTool 方法创建,通过编写自定义工具的处理过程实现。

(2)图层处理。MapX 组件可通过 Layer 对象属性和方法实现单一图层编辑处理,包括图元的添加、删除、搜索等相关操作。使用 Layers 集合方法,进行图层集的处理,还可创建临时层,显示临时数据或按特殊条件生成的数据。

(3)专题图和统计图的生成。为强化系统分析和表现数据的能力,系统提供专题图和统计图的生成方法。MapX 中通过 Themes 集合和 Theme 对象实现对专题地图的支持,对于每个特定的专题图,通过 Theme 对象控制其属性。专题地图的添加与删除方法如下:

Themes.Add[类型], [字段名], [名称];

Themes.Remove[名称];

系统通过数据库关联将噪声数据与 GIS 组件连接,用户可按照不同的条件进行查询、统计分析,并生成相应的统计图。统计图采用 VB 自带的 MSChart 控件的生成,具体方法是:通过设置 MSChart 的 ColumnCount 和 RowCount 属性定义要显示的行列数,然后将需要显示的指标值从数据库中读取出来,按照 MSChart 阵列显示的顺序,赋给 MSChart 控件 Date 属性即可。生成统计图如图 3 所示。

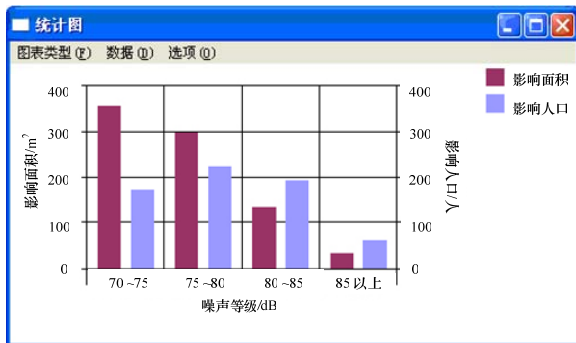


图 3 统计分析示意图

4 系统应用

按照系统设计目标和功能要求,采用可视化面向对象编程技术进行系统开发实现,系统界面如图 4 所示。

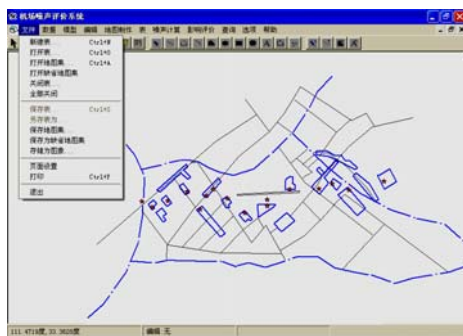


图 4 系统主界面

为展示系统主要功能,以下将采用某机场的噪声数据,给出几个典型的应用情形。

(1)噪声计算与评价。用户将机场噪声基础资料输入系统

后,对飞机噪声特征进行修正,标定系统模型参数,并建立系统数据库。利用系统噪声评价功能,可计算任意点的 L_{WECPN} 值,也可以方格网形式自动计算各节点 L_{WECPN} 值,并自动绘制不同噪声等级的等值线图,与地图图形进行叠加,实现计算结果的图形显示,如图 5 所示。

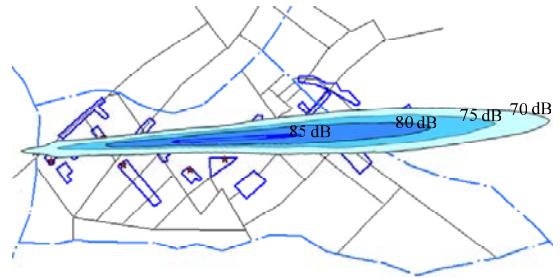


图 5 L_{WECPN} 等值线

在此基础上对照相关标准,进行噪声污染状况的分析与评价。同时用户可采用系统中噪声计算与评价的方法步骤,对不同交通量、时间分布和飞行程序等多种情形下的噪声进行模拟和分析,考虑不同因子对机场噪声污染状况的影响,以便制定合理的噪声减缓方案。

(2)内部噪声模拟。由于机场内部噪声污染比周围区域更严重,因此系统采用 L_{eq} 噪声模型进行机场内部噪声的模拟,评价人员可根据噪声模拟的结果,进行场区规划或进行噪声减缓措施设计。噪声模拟值与实测值的比较结果如表 1 所示。

监测点	模拟值	实测值	绝对误差
停机坪	98.7	95.5	3.2
塔台	88.5	85.3	3.2
机务室	80.3	76.8	3.5
电话室	72.1	68.0	4.1
场务室	80.9	77.6	3.3

由于模拟计算中没有考虑植被、障碍物以及大气吸收引起的噪声衰减,因此模拟值比实测值偏大。但这种近似方法用于机场内部规划的噪声分析是能够满足要求的,且是偏于安全的。

(3)专题地图分析。用户得到噪声计算与评价结果后,采用系统提供统计分析功能和专题图制作功能,按照用户的特定分析条件和显示要求,对某些指标值,如噪声值、超标量、影响面积及人口等采用专题图进行分析,如图 6 所示。



图 6 专题分析

5 结束语

将数据库技术与 GIS 技术引入机场噪声分析与评价工作中,开发建立一个操作简单、功能齐全的可视化噪声评价计算机辅助系统。改变了传统评价方式下重复、低效的手工操作模式,适应现代化机场噪声评价的需求,利用该系统进行

(下转第 282 页)