

基于GIS的城市环境规划决策支持系统

王宏伟 程声通
(清华大学环境工程系, 北京 100084)

摘要

城市是由于人-地剧烈相互作用而形成的开放的、复杂的社会、经济与环境复合巨系统, 在城市环境规划工作中常伴随有大量的结构化、半结构化和非结构化并存的决策问题, 这就需要采取人一机交互式的决策支持系统方法来全面支持规划专家的规划活动, 同时, 城市环境规划本身也是个面向空间实体的操作过程, 这也决定了GIS将发挥基础性主导工具作用, 基于以上两点认识, 作者以GIS为基本框架, 设计了城市环境规划的空间决策支持系统原型方法, 实现了城市环境规划数据调查评价、预测、功能区划、规划方案生成与决策、制图等特定功能要求, 成为支持城市环境规划的有力工具。

关键词: 城市环境规划 GIS 决策支持系统

一、问题的提出

城市是经济、社会活动高度集中的地方, 也是环境问题比较突出的场所, 因此, 城市环境保护规划对城市的可持续发展显得特别重要, 也是整个环境保护规划体系的重点。1984年我国正式将环境规划纳入城市总体规划体系, 要求所有总体规划中必须包括环境规划的内容, 我国的环境规划工作才逐步得到了社会的认可和重视。作者通过参加多项城市总体规划中环境规划的实践任务认识到, 城市是由于人-地剧烈相互作用而形成的开放的、复杂的社会、经济与环境复合巨系统, 这就决定了城市环境规划常伴随有大量的结构化、半结构化、非结构化并存的决策问题, 人们对这些因素只能用数学模型进行必要的描述和求解, 尚有部分因素, 即城市环境规划中的半结构化和非结构化问题需要通过反复的人机对话, 发挥决策者的智慧、判断能力和长期积累的经验来解决。这就意味着计算机对城市环境规划的作用是有限的, 是为规划专家提供全面的支持, 而永远不能代替规划专家的重要思维和最终判断。规划专家的主观能动作用、经验、智慧和判断力在城市环境规划中将永远起主导作用。

城市环境规划的基础数据不但包括属性方面的数据, 如污染物排放量、人口现状、产业结构状况等, 而且包括地理(空间)数据, 如污染源的分布、城市现状平面图等, 因此城市环境规划工作最适合用地理信息系统(GIS)技术进行研究。GIS是在计算机软硬件支持下, 对描述客观世界的空间数据(包括与之对应的属性数据)进行管理和综合分析的一种计算机系统, 目前已在环境监测、管理和规划领域得到广泛应用。但是传统GIS的主要重

点放在了数据库的建立、维护、管理和空间分析上,模型与模型库管理系统在 GIS 中处于从属地位,因此应用传统的 GIS 技术进行城市环境规划研究就显得无能无力。GIS 将来能否获得成功,在很大程度上依赖于更加复杂的分析技术和模型模拟能力的开发。而目前蓬勃发展的决策支持系统(DSS, Decision Support System)理论,给传统的 GIS 注入了新鲜血液,使 GIS 从以数据库为核心的传统 GIS 阶段逐渐向以模型库为驱动核心的空间决策支持系统(SDSS, SpatialDSS)理论阶段发展,这将有助于 GIS 向纵向和横向渗透,扩大并提高其应用范围和效率。DSS 是依计算机技术、人工智能技术、数学方法和信息技术为手段,面向半结构化的决策问题,辅助支持决策者之决策活动的一种人机计算机网络系统。而 SDSS 是面向空间问题领域的 DSS,主要用于求解难于具体描述和模拟的结构化较差的空间问题,它能为决策者迅速地提供决策所需要的数据、信息和背景材料(图形或报表形式),帮助决策者明确决策目标,建立修改决策模型和进行空间复合运算,提供各种备选方案,并对各种方案进行评价和优选,通过反复地人机对话,充分发挥决策者的分析、判断和智能,为正确决策提供有力的支持和帮助。

SDSS 的着眼点是提高决策的效果,即以决策的有效性为目标,在不同的决策阶段提供不同的支持,支持决策的全过程(情报、设计、选择、实现四阶段),但决策支持系统只是支持决策,而决不能代替人脑的最终决策。

由上述城市环境规划的内涵和 SDSS 的定义,基本上决定了城市环境规划决策支持系统的总体框架,见图 1。可见城市环境规划 DSS 是由规划专家(者)、城市环境系统、SDSS 软件实体(包括数据库及其管理系统、模型库及其管理系统、方法库及其管理系统)、SDSS 硬件实体(包括计算机主机、数字化仪、扫描仪、打印机、绘图仪等)和用户系统

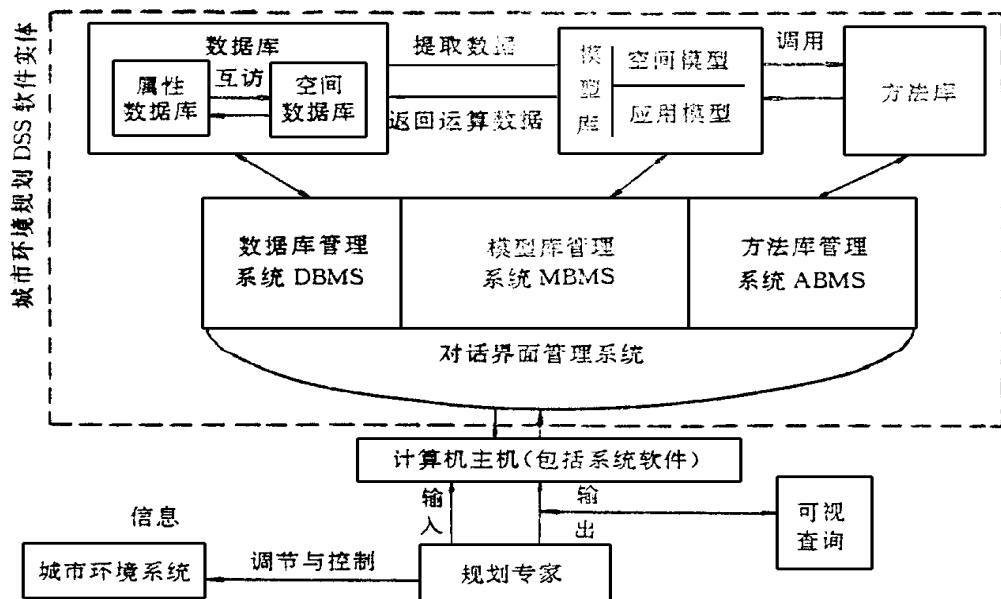


图 1 城市环境规划决策支持系统组成

界面五部分组成,规划专家则是最活跃、最本质的要素,城市环境规划 SDSS 从本质上讲在于人对作为客观实体的城市环境系统的规划,从更深的理论层次上讲,则是对人地关系

在城市区域的协调。

二、城市环境规划决策支持系统的设计

1. 设计目标

城市环境规划DSS以GIS为基本框架,是一个空间信息和非空间信息集成的系统,它具有数据采集、数据存贮和恢复、数据处理和分析、数据输出和打印等功能,以促进城市环境规划工作的深入开展及数据处理自动化。本系统的设计目标是建立城市环境规划的信息采集和处理,信息分析和存储,信息评价和预测,信息决策和管理的实用性面向对象、面向空间和面向用户的智能型支持系统,使其成为城市环境规划提供快速的、多层次、高质量的信息服务的规划辅助决策手段。在城市环境规划DSS设计中,始终要贯彻持续发展这条基本指导思想,因此在接口问题上,要是其功能有不断增加扩充的可能,同时模型的设计及指标的选取应以经济、社会、资源、人口和环境协调发展为依托,还要提供一定的构模工具,方便用户建模并进行各种分析,做到系统与区域条件相吻合,与未来的社会发展相适应。

2. 总体设计

城市环境规划涉及到的内容既包括规划单元的空间归属,也包括规划单元的属性特征,还必须包括基于专业知识对数据的处理方法。因此,城市环境规划DSS应至少包括四个子系统:数据输入编辑与数据库子系统、模型库子系统、方法库子系统和制图与输出子系统,采用人机对话的界面方式实现系统与外界的信息交流与通讯。系统的总体设计框架见图2。在这个系统中,信息的运转需要经过五个基本阶段,即数据采集—数据输入—数据处理—数据分析—数据输出。

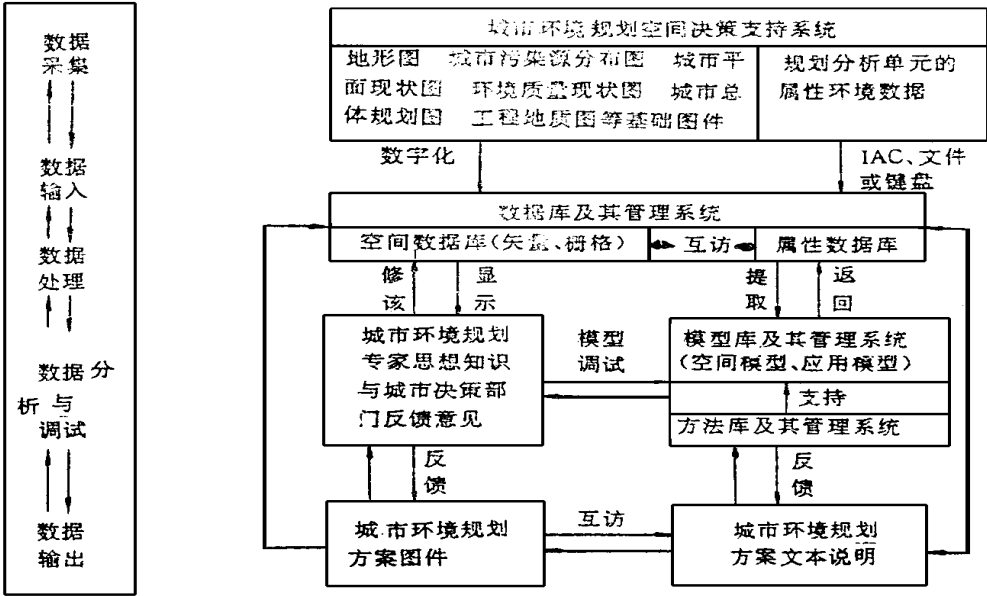


图2 城市环境规划决策支持系统总体设计框架图

3. 技术特点

(1) 本系统是在微机 Arc/Info 3.4.2 及 Arcview 2.1 GIS 软件的基础上利用面向对象技术二次开发而成, 开发环境为 Windows 3.x, 开发工具还包括 VB 4.0 和 Foxpro 2.5。Arc/Info 3.4.2 及 Arcview 2.1 软件提供了城市环境规划所需求的对图形及属性数据进行输入、空间分析、管理和输出方面的要求, 作者将注意力集中在两个方面, 一是城市环境规划决策支持系统界面的组织, 努力创造一个良好的决策环境, 以便充分发挥环境专家的智慧 and 创造性; 二是城市环境规划决策支持系统模型的设计及模型库管理系统的建立。

(2) 模型库及其管理系统的研制是城市环境规划决策支持系统的核心部分, 是建立本系统的目的所在。模型库系统主要作为决策者在完成环境规划工作中进行许多分析活动的基本工具, 支持的活动主要方面包括: 识别目标和问题表述; 进行预测、规划、推论、分析、建议; 提供各种备选方案, 并进行方案比较和评价; 优化处理和模拟实验等。

模型库的组成

Arc/info 软件本身提供了空间分析方面的模型, 作者将注意力放在了城市环境规划应用模型的开发, 主要模型包括:

环境质量评价模型(指数法)、污染源评价模型(等标污染负荷法)、宋键人口预测模型、环境功能区划模型、环境投入产出模型、环境预模型、废水宏观总量控制模型、大气污染物宏观总量控制模型、固体废物宏观总量控制模型、环境经济综合分析模型、环境决策模型等。

模型库与数据库接口

模型库与数据库的结合形式见图 3。每个模型都从数据库提取数据及参考值, 同时又将模型运算结果(输出)送回数据库, 实现模型库与数据库的资源共享。

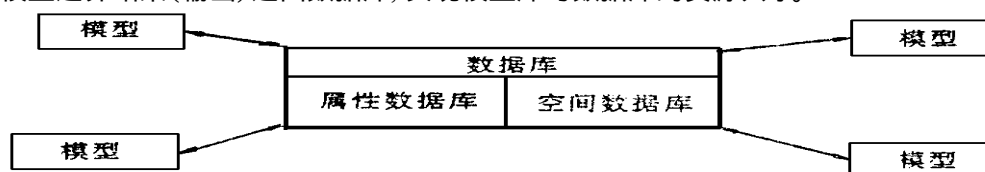


图 3 模型库与数据库之集成

模型库管理系统

模型库管理最重要的功能是保证决策者能充分利用模型库支持决策活动。模型的表示方法有多种, 而基于关系模型表示方法的模型库易被用户接受, 它包括各模型的执行程序文件库、数据文件库和帮助文库等, 模型库管理系统最主要的功能是保证规划分析者能充分利用模型支持环境规划工作, 功能包括生成、修改、更新、维护和操纵模型等, 并和模型库共同集成于综合环境中, 以提供友好的用户界面。

(3) 方法库作为对构模活动的基本支持, 它存储一些通用的、规范的算法模块, 常以函数(子程序)功能形式存储和表示, 可方便用户进行模型组合、更新和提取等操作。方法库主要包括以下几方面方法: 预测方法(灰色预测、增长率预测、时间回归预测、马尔可夫链预测等方法), 统计分析方法(一元、多元和逐步回归方法), 综合评价方法(双等差评价方法、模糊模式评价方法、综合评判方法等), 聚类方法(系统聚类、模糊聚类和模糊软划分聚

类等方法), 规划方法(线形规划、整数规划、目标规划、动态规划和多目标线性规划等方法), 其它方法(线形相关方法、灰色关联分析方法、AHP 方法、趋势面分析方法、主成分分析方法等)。我们利用 Microsoft 提供的 L B. EXE 库管理实用程序进行方法库管理。

(4) 用户系统界面对以决策者居主导地位的决策支持系统来说具有很重要的意义, 它的友好、灵活性直接关系到决策者决策的有效性。我们以 Arcview 2.1 的开发语言 Avenue 为工具, 以视图、表格、图表和输出图版为基础, 利用 Script 语言, 重新组织了 Arcview 的菜单条、按钮条和工具条等用户界面, 实现了交互式图形操作和问答方式的界面, 同时总控界面采用了 VB4.0 进行组织(见图 4)。总之, 该系统应用具有很大的灵活性。

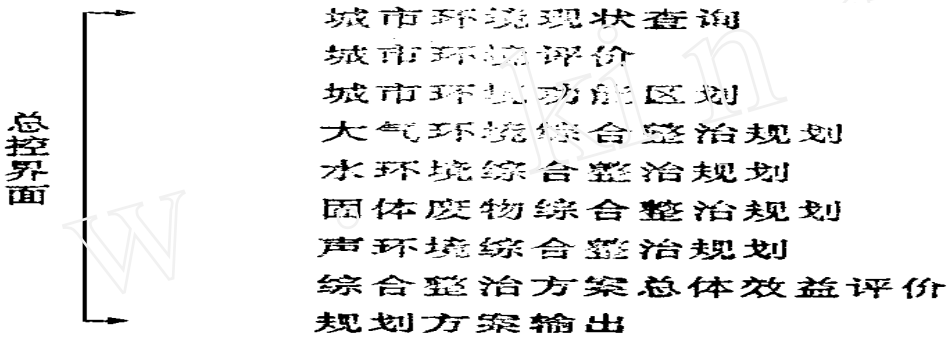


图 4 城市环境规划决策支持系统的总控结构

三、城市环境规划决策支持系统的应用实例

我们以城市环境规划决策支持系统为工具, 进行了哈尔滨松北新区和吉林省白山市的环境保护规划, 取得了较满意的结果。现在以城市固体废物综合整治规划为例说明城市环境规划决策支持系统的工作过程(见图 5)。

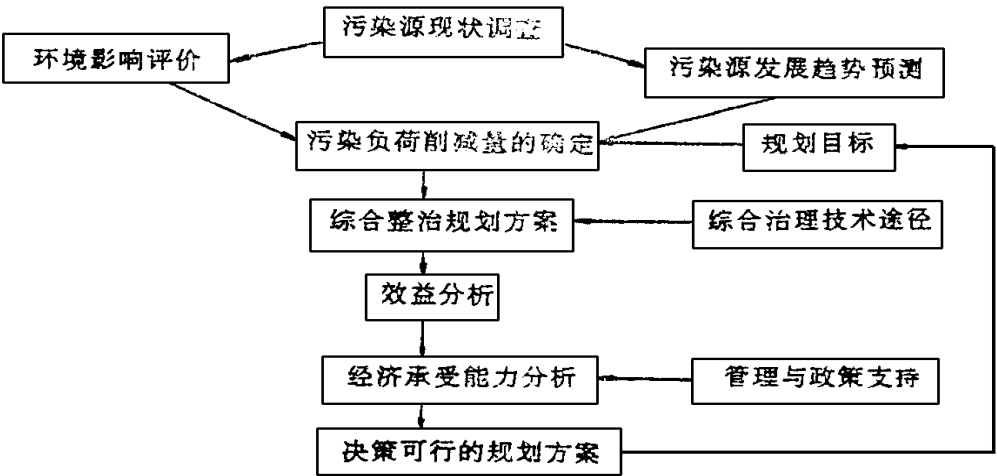


图 5 城市环境规划决策支持系统辅助城市固体废物综合整治规划流程

四、结束语

把 GIS 集成到城市环境规划决策支持系统中,不但能增强系统的功能,解决原先不好解决的部分半结构化决策问题,而且,由于 GIS 具有很强的空间分析和图形管理功能,能把决策分析的结果以地理分布图的形式表达出来,这将更能为决策者理解和接受。一张完美的图像胜过无数煞费苦心的语言。

参 考 文 献

- [1] Nijkamp P., Multidimensional Spatial Data and Decision Analysis, New York: Wiley, 45-47 (1987)
- [2] 国家环保局计划司《环境规划指南编写组》, 环境规划指南, 北京: 清华大学出版社, 1994 年

DECISION SUPPORT SYSTEM OF URBAN ENVIRONMENTAL PLANNING BASED GIS

Wang Hongwei Cheng Shengtong

(Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

ABSTRACT

Urban environmental planning has many non-structural and semi-structural decision problems. Based on GIS, a spatial decision support system of urban environmental planning has been set up by authors, that can accomplish with evaluation, forecasting, querying, management and plotting of urban environmental planning. This software is a strong tool for urban environmental planning.

Keywords: urban environmental planning; GIS; decision support system