

文章编号: 1007-4619 (2002) 03-0168-05

空间决策支持系统中模型库的生成 及与 GIS 的紧密集成

——以厦门市环境管理空间决策支持系统为例

陈崇成¹, 王钦敏¹, 汪小钦¹, 黄 绚²

(1. 福州大学 地球信息科学与技术研究所, 福建 福州 350002;

2. 中国科学院 地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘 要: 以厦门市环境管理空间决策支持系统为例, 首先构造了以地理信息系统为中心的环境空间决策支持系统体系结构新类型, 进而在分析现有的模型库生成、组织的不足基础上, 提出了从数学模型群组→模型体系→模型库的建模和模型库组织新方法。介绍了集成系统开发中模型库与 GIS 紧密集成方案, 并完成运行系统在厦门市大气污染物扩散模拟与总量控制中的应用。

关键词: 环境管理; 空间决策支持系统; 模型体系; 模型库; 地球信息系统; 系统集成; 厦门市

中图分类号: TP79/P208 **文献标识码:** A

1 引 言

融合决策支持系统(DSS)的多模型组合建模技术与地理信息系统(GIS)空间分析技术形成的空间决策支持系统是当前 GIS 应用和空间建模领域研究的一个热点^[1-6]。DSS 的融入使 GIS 处理空间信息从空间探索和拓扑分析提高到模型模拟的高度, 从空间分析工具上升为空间决策支持工具; 同时 GIS 则为空间建模提供一个可视化的直观平台, 为模型分析过程中解决诸如空间分布式参数、空间多尺度和非均质等问题提供了一个强大的数据表达和处理方法^[7]。空间决策支持系统(SDSS)对空间模型库的组织与生成以及空间数学建模提出了新的要求。根据模型结构和算法的相似性原则, 将种类繁多、应用范围与目标不一的模型机械地堆砌在一起形成模型库的传统做法, 已不能适应面向具体工程解决问题的需要。本文以厦门市环境管理空间决策支持系统为例, 构造了以地理信息系统为中心的环境空间决策支持系统体系结构新类型, 在此基础上提出了从数学模型群组→模型体系→模型库的建模和模型库

组织新方法。介绍了模型库与 GIS 紧密集成的方案。最后给出了系统在大气污染物扩散模拟与总量控制中的应用例子。

2 集成体系结构

综合王宏伟等提出的城市环境规划决策支持系统组成和张显峰等的空间决策支持系统体系结构^[8,9], 本文提出一个以地理信息系统为中心的环境空间决策支持系统的集成体系结构(图 1)。其中地理信息系统不仅为决策支持系统提供一个数据分析和表达的直观平台, 而且为决策支持系统中多模型组合建模提供高效的空分布式环境参数的输入、组织和前、后处理功能。智能空间决策支持系统中专家系统是整个系统的控制中心, 组织协调系统各部分工作, 分配各种与用户定义问题有关的资源。

3 模型库生成与组织

环境空间决策支持系统涉及的环境数学模型种

收稿日期: 2001-01-02; 修订日期: 2001-03-27

基金项目: 国家“九五”重中之重科技攻关项目专题(96-B02-01-07)

作者简介: 陈崇成(1968—), 男, 福建闽清县人, 博士, 副教授, 现从事资源与环境信息工程、空间决策支持系统、城市与环境遥感等领域

教学与科研。已发表文章 10 余篇。

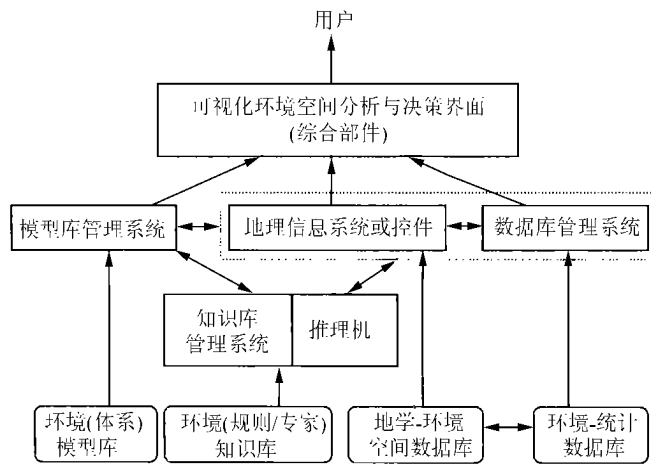


图 1 以地理信息系统为中心的环境空间决策支持系统的体系结构

Fig. 1 A integrated structure for GIS-centered, intelligent decision-making support system

类繁多、功能多样、层次不一，每一群组的环境模型包含的数学基础算法也差异很大。本文在王桥等^[10]、高洪深^[11]、Rizzoli 等^[12]研究基础上，在环境模型库生成与组织过程中引入环境模型体系新概念，为模型库及模型库管理系统提供基本的结构框架和基础。所谓的环境模型体系，是开发某一环境

决策支持系统或利用通用的环境决策支持系统解决某项具体的环境管理和控制工程时，将涉及的层次不同、种类不同、属于不同环境模型群组的模型组织成一个有机的体系。从模型群经模型体系到模型库是人们将模型在决策支持系统的作用及其组织、使用的认识有一个质的突破，三者的关系如图 2。

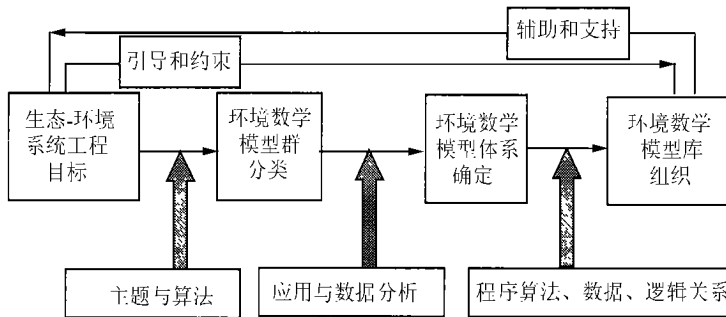


图 2 环境数学模型群、模型体系与模型库三者关系图

Fig. 2 The consequent relations between environmental mathematical model clusters, model systems and resulting model-bases

模型群(组)的定义和分类是面向主题和算法的，而模型体系的组织则是面向应用目标或实体系统的，如大气污染物排放总量控制模型体系等。同一模型群(组)强调模型间的求解思路、模型结构和算法的相似性，而模型体系则注重模型的有机联系和模型间数据流的相互关系。在实际应用中，特别是依靠较多模型联合解决一个具体问题时，单凭模型群来组织和生成模型库是不适合的，需要将模型群中的各种模型面向应用目标和运行系统进行有效地组织成一个模型体系。空间建模应遵循从模型群

组→模型体系→模型库的新的思路。图 3 是按这种环境空间建模新思路构造的厦门市城市大气污染物扩散迁移与总量控制模型体系。其中模型组织以污染物总量控制与优化削减为最高目标，既包括与此应用目标相关的数值和非数值优化规划决策模型，如有限差分和有限元法、线性规划法和多目标动态规划法等，也同时包括了为了求取有关污染物排放源强、各种扩散参数等应用公式和模型前、后处理各种计算方法等。各模型间通过数据流进出关系构成一个关系紧密的体系。

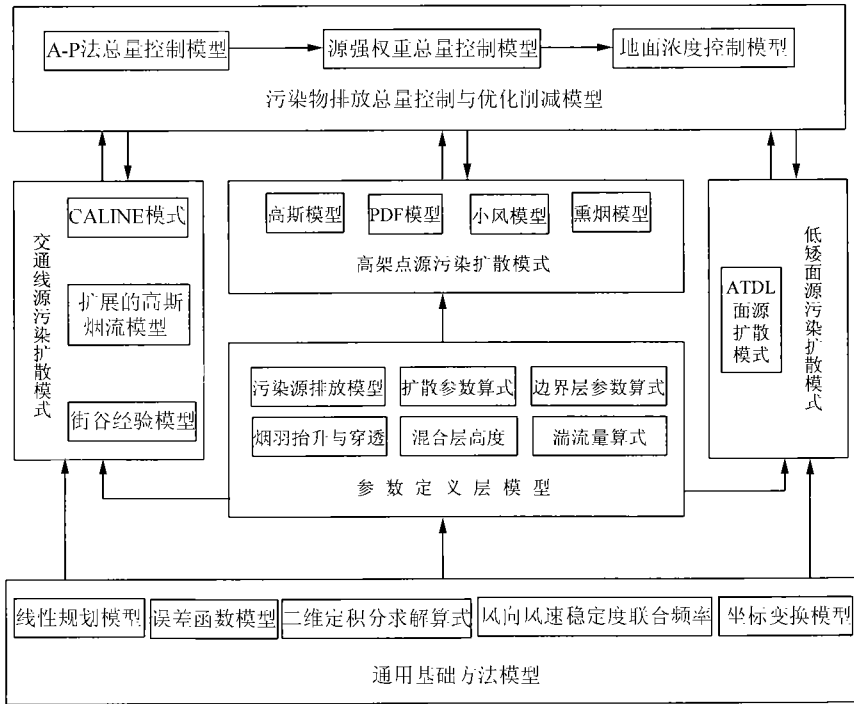


图3 厦门市环境空间决策支持系统中大气污染物扩散模拟与总量控制模型体系组织模式

Fig. 3 The organization pattern of model system for air pollutants dispersion simulation and total control in XMESDSS

4 系统集成方案

空间分析是GIS的特征功能,而GIS内制的时空分析模型是很有限的,而大量的环境污染模拟预测、规划决策分析主要通过建立独立于GIS系统的模型库实现的。本文采用Visual Basic为集成环境,通过Active数据对象(ADO)、数据访问对象(DAO)和数据环境(DE)等技术与环境监测属性数据库集

成,通过调用动态函数库(DLL)的方式实现ARC/INFO GIS, MapObject 与 Visual Fortran 应用模型程序之间的数据传递和数据表现,并且构成统一的无缝界面。其结构方案如图4。这是一种嵌入式紧密集成,具有数据文件共享、统一界面、内存消耗于一体和模型开发不依赖于GIS等特点。集成系统在厦门市环境污染源管理、大气污染物扩散可视化模拟中得到良好的应用。

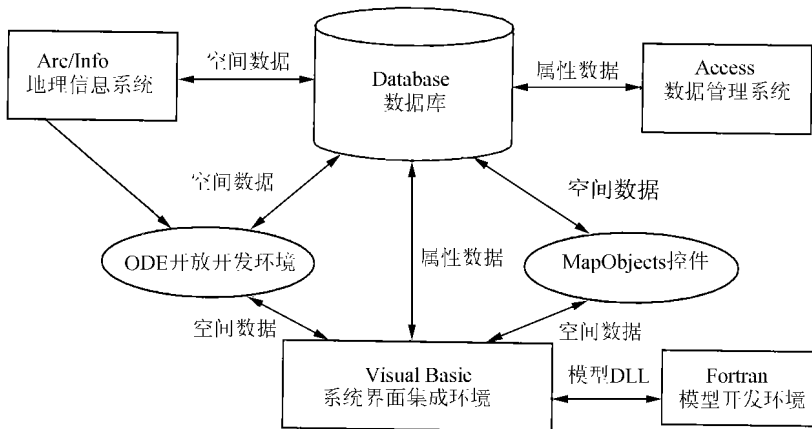


图4 环境管理空间决策支持系统的紧密集成方案
Fig. 4 A tightly integration scenario for environmental management-oriented SDSS

5 系统应用

图 5 为厦门市环境管理空间决策支持系统的大气污染模拟的用户界面。污染源地理空间位置和其他国土资源背景信息与污染排放信息等非空间信息

实现了联合管理和维护,大气污染物 SO₂ 在不同气象条件下空间分布模拟结果可直接采用等值线的方式表达。每一接受点的浓度值也可方便地得到浏览。这为城市大气污染源的管理和时空模拟提供了一个良好的可视化分析环境。

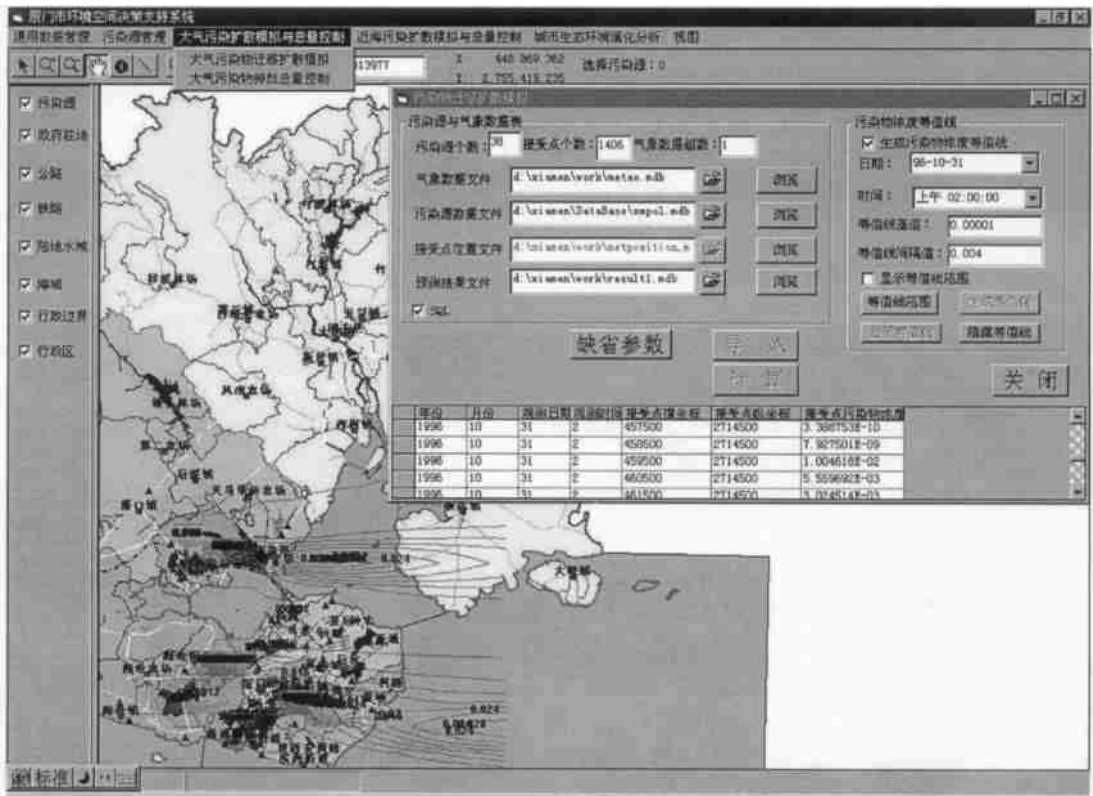


图 5 厦门市环境管理空间决策支持系统的用户界面
Fig. 5 The user interface of Xiamen environmental spatial decision-making support system (XMEDSS)

6 结论

通过对厦门市环境管理空间决策支持系统的建设与应用研究,得出以下结论:

- (1) 以 GIS 为中心的空间决策支持系统通过集成方式将多模型组合决策与空间分析技术紧密地结合在一起,为环境问题的解决提供了一个集成空间数据管理、空间应用模型分析与可视化空间决策的时空复合分析体系和运行系统;
- (2) 从模型群组→模型体系→模型库的空间应用建模方法为环境空间应用模型库的组织与生成提供了一个崭新的思路;
- (3) GIS 与环境模型的嵌入式紧密集成,具有数据文件共享、统一界面、内存消耗于一体和模型开发

不依赖于 GIS 等特点,具有重要的应用价值。

参考文献 (References)

- [1] Gui W H. Research on Making decision Support System for Regional Sustainable Development [M]. Beijing: Space Navigation Press, 1995. [崔伟宏. 区域可持续发展决策支持系统研究[M]. 北京: 宇航出版社, 1995.]
- [2] Bennett D A. A Framework for the Integration of Geographical Information Systems and Modelbase Management [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 1997, 11(4): 337-357.
- [3] Todini E, Marsigli M, Zamboni L. The Role of GIS in the Decision Support System OADSSEI (Open Architecture Decision Support System for Environmental Impact Assessment) [A]. Pascolo P, Brebbia C A. GIS Technologies and their Environmental Applications [C]. Computational Mechanics Publication, Southampton, UK, 1998.
- [4] Skidmore A K. An Operational GIS Expert Systems for Mapping Forest Soils [J]. *Photogrammetry Engineering & Remote Sensing*, 1996,

- 122;515—528.
- [5] Jankowski P, Nyerges, T Smith, A *et al.* Spatial Group Choice: A SDSS Tools for Collaborative Spatial Decision-Making [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 1997, **11** (6): 577—602.
- [6] Fedra K, Haurie A. A Decision Support System for Air Quality Management Combining GIS and Optimization Techniques [J]. *International Journal of Environment and Pollution*, 1999, **12**(2-3): 125—146.
- [7] Chen C C. Research on Hybrid Spatio-temporal Analysis of Urban Environment Based on Integrated Geospatial Information Techniques [D]. Institute of Geography and Resources, CAS, 2000 [陈崇成. 基于空间信息集成技术的城市环境时空分析研究[D]. 中国科学院地理科学与资源研究所, 2000.]
- [8] Huang H W. Urban Environmental Planning DSS Based on GIS [J]. *Progress in Environmental Science*, 1997, **5**(6): 17—22. [王宏伟. 基于 GIS 的城市环境规划决策支持系统[J]. 环境科学进展, 1997, **5**(6): 17—22.]
- [9] Zhang X F, Cui W H. Study on Methodology to Establish SDSS for Regional Agricultural Sustainable Development [J]. *Journal of Remote Sensing*, 1997, **1**(3): 231—236. [张显峰, 崔伟宏. 建立面向区域农业可持续发展的空间决策支持系统的方法探讨[J]. 遥感学报, 1997, **1**(3): 231—236.]
- [10] Wang Q, Yan S Y, Zhao J. Regional Planning Models and Their Management in GIS [M]. Beijing: Space Navigation Press, 1998. [王桥, 阎守邕, 赵健. 地理信息系统中的区域规划模型及其管理[M]. 北京: 宇航出版社, 1998.]
- [11] Gao H S. Decision-making Support System (DSS): Theory, Methodology and Case Study. Beijing: Tsinghua University Press, 1996. [高洪深. 决策支持系统(DSS): 理论·方法·案例[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.]
- [12] Rizzoli A E, Yong W J. Delivering Environmental Decision Support Systems: Software Tools and Techniques [J]. *Environmental Modeling & Software*, 1997, **12**(2-3): 237—249.

Research on Creation Mechanism of Model Base in SDSS and its Tight Integration with GIS: A Case Study in Xiamen City

CHEN Chong-cheng¹, WANG Qin-min¹, WANG Xiao-qin¹, HUANG Xun²

(1. The Institute of Geo-information Science and Technology of Fuzhou University, Fuzhou 350002, China;

2. LREIS, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: A new type of framework associated with Spatial Decision-making Support System (SDSS), in which GIS is a kernel component, have been established and taken Xiamen Environmental Management Spatial Decision-making Support System (XMEMDSS) as a case study. A new paradigm of environmental modeling and Model Bases organization, characterized by Model Groups → Model System → Model Base, is presented after the drawbacks and deficiency of current creation mechanism and organization pattern of Model Bases were explored. The approach to tightly integrate GIS with Model Bases is introduced during the process of integrated system development, and an example of system application in air pollutant dispersion and optimum total control is also presented.

Key words: environmental management; spatial decision-making support system; model system; model base; GIS; system integration; Xiamen city