

文章编号: 1007-4619 (2001) 02-0135-07

## 模型库系统平台的研究

肖劲锋, 杨巨杰, 宫辉力, 李京

(北京大学 遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

**摘要:** 模型库系统平台是一个独立于具体应用领域, 对模型进行分类和维护, 支持模型生成、存储、查询、运行和分析应用的软件系统。它是一个模型库系统的开发环境, 各个领域的专家和用户都能利用它快速有效地建立其特定领域的模型库。该文提出了模型库系统平台的思想与总体框架, 探讨了系统关键技术的实现以及系统的功能, 并给出了模型库系统平台在海洋渔业服务领域的应用实例和效果分析。

**关键词:** 模型库系统平台; 空间决策支持系统; 模型库管理系统; 模型库; 模型字典; 海洋渔业服务

**中图分类号:** TP79/P208      **文献标识码:** A

### 1 引言

今天的 GIS 引入了诸如关系数据库管理、强大的图形算法、内插和简化的网络分析等技术, 数据的采集、编辑、查询、制图、显示以及输出等功能相对较强, 而空间分析与模拟等功能则相对较弱, 还难以胜任复杂的决策支持任务, 这种状况模糊了大多数空间数据库的最终目的是支持资源、灾害和环境影响决策这一事实。在我们日益全球化的社会, 未来 GIS 技术在环境监测与城市规划等领域的成功很大程度上取决于其支持各级决策的能力, 许多学者都赞成将空间分析与空间模拟能力的提高放到 GIS 研究日程的优先位置上<sup>[1]</sup>。

目前 GIS 已开始向空间决策支持系统方向发展, 要完成这一转变必须以强有力的模型分析功能为基础。这种思想促进了模型库系统的提出和发展<sup>[2-7]</sup>, 模型库系统就是以支持强有力的模型管理与分析功能为使命的。

本文结合作者的课题研究, 提出了模型库系统平台的思想与总体框架, 探讨了系统关键技术的实现、系统的功能以及系统界面的设计, 并给出了模型库系统平台在海洋渔业领域的应用实例和效果分析。

### 2 模型库系统平台

模型库系统(Model Base System, 简称 MBS) 是对模型进行分类和维护, 支持模型的生成、存储、查询、运行和分析应用的软件系统。

#### 2.1 模型库系统平台的思想

人们希望能够类似数据库系统管理数据那样方便地管理模型, 模型库系统概念就是适应这种需要提出的, 但模型远比数据复杂, 因此目前模型库系统的设计与开发还是一个具有相当难度的工作。迄今为止, 虽然国内外在这方面都进行了不少研究, 但多是针对具体的应用领域而开发的系统, 这种系统一般只适用于该具体领域, 当面对其它应用领域的问题时, 又必须对系统进行较大的修改甚至需要重新开发, 而从头开始建立一个模型库系统无疑是一项很复杂、很费时的工作。一种更经济和更灵活的方式是开发一个模型库系统的开发环境, 以便各个领域的专家都能利用它来快速有效地建立特定领域的模型库。

基于以上思想, 我们认为应当开发一个模型库系统的通用开发工具, 或模型库系统平台, 模型库

收稿日期: 1999-11-04; 修订日期: 1999-10-10

基金项目: 国家自然科学基金(70073045); 国家 863 计划项目 818-07-02-D 课题。

作者简介: 肖劲锋(1975—), 男, 1997年毕业于兰州大学地理系获学士学位, 2000年毕业于北京大学遥感与地理信息系统研究所, 获硕士学位。主要研究方向为: 数据融合; 土地利用分类与变化监测; 模型库系统与空间决策支持系统等。已发表论文 2 篇。

系统平台是一个独立于具体应用领域的,对模型进行分类和维护,支持模型的生成、存储、查询、运行和分析应用的软件系统。模型库系统平台能方便用户快速建立其特定领域的模型库,同时尽量减少和避免不必要的重复开发,为各个应用领域的专家提供一个模型管理和维护,支持空间分析与模拟的通用工具。模型库系统平台的发展将促进空间决策支持系统的开发与应用。

## 2.2 平台的总体框架设计

模型库系统平台作为一个模型库的开发平台,对模型资源进行管理和维护,支持模型分析与模拟功能的工具,它主要包括模型库、模型库管理系统、以模型库为基础的应用程序和模型库管理员等 4 个组成部分。我们于 1998 年设计并开发了 Osprey 模型库系统平台,其总体框架如图 1。

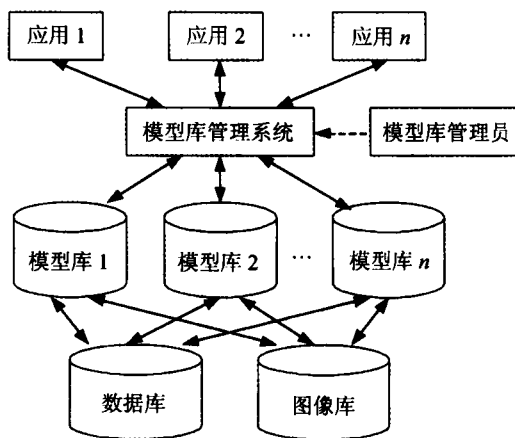


图 1 模型库系统平台的总体框架

Fig. 1 The architecture of model base system general platform

### 模型库

模型库(Model Base, 简称 MB)是为一定目的服务,以特定的结构存储的相关联的模型集合。在一个具体的应用中,往往需要建立多个模型库。人们可以按照模型的性质、用途等属性的不同来对模型进行分类和维护。

### 模型库管理系统

模型库管理系统(Model Base Management System, 简称 MBMS)是处理模型存取和各种管理控制的软件,实现对模型库的有效管理。以模型库为基础的应用程序必须通过 MBMS 来访问模型库。模型库管理系统是模型库系统中的关键部分,而模型库管理系统的核心是模型字典(Model Dictionary, 简称

MD)。模型字典包含模型库中所有模型的描述和存储信息,是关于模型描述信息即模型元数据的特殊数据库。

### 模型库管理员

对模型库进行规划、设计、协调、实现、维护和管理等工作的人员或集体称为模型库管理员(Model Base Administrator, 简称 MBA)。模型库管理员利用模型字典来收集和使用模型元数据,为模型管理获取全面的信息,从而实现对模型库和模型资源的有效管理。

### 应用程序

在空间决策支持系统中,专家系统就是模型库系统的应用程序。模型库系统作为空间决策支持系统的重要组成部分,与专家系统、空间数据库等系统共同完成空间决策支持任务。

### 数据库与图像库

数据库与图像库是模型库系统的数据源。

## 2.3 系统关键技术的实现

模型字典、系统数据接口以及建模技术等的设计是模型库系统设计中的关键问题。

### 模型字典的设计

模型字典是模型库管理系统的核心,模型库管理系统通过模型字典有效地组织和管理各种模型元数据以及其他相关文件,从而实现对模型资源的有效管理。在 Osprey 模型库系统平台中,设计的模型字典主要包括如下信息:

- (1) 模型名、模型原理、适用条件、使用方法、模型类型、所属模型库、开发信息、使用信息、相关模型;
- (2) 源程序文件、中间目标文件、可执行文件、实现语言、编译系统;
- (3) 函数编号、函数名、函数功能、函数类型、实际变量数;
- (4) 变量序号、变量名、变量含义、变量类型。

文献[5]讨论了基于关系数据库的模型库管理系统,提出用关系数据库进行管理。而事实上模型库管理系统是通过以上形式的模型字典对各种模型元数据和相关文件进行有效的组织和管理的,模型字典作为模型描述信息的特殊数据库,用关系数据库进行管理无疑是十分适合的。

### 系统数据接口的设计

模型库系统与数据库系统之间的数据接口是模型库系统设计的一个关键问题。我们建立数据交换

器解决模型与数据库之间的数据交换问题,提供统一的标准数据接口,这样做的优点在于每个模型都只需关注其算法本身,数据交换的功能由数据交换器统一完成,这样可以减少代码的冗余,提高系统的效率。

例如,针对系统与关系数据库之间的数据接口问题,我们采用 ODBC 采访问数据库,并设计了以下形式的数据交换参数:

Modelfunction(double \* \* pdData)

其中参数 pdData 的类型为指针的指针,pdData 的每个成员均为一个指针,存储相应参数的数据,实际参数的个数以及每个参数的名称、含义以及类型等则由模型参数表来表示(图 2),模型参数表也是通过模型字典管理的。

参数序号	参数名	参数类型	参数含义	数据块维数
------	-----	------	------	-------

图 2 模型参数表形式

Fig. 2 Table of parameters of a model

### 建模技术的实现

建模技术一直是模型库系统设计和开发中的一个热点问题。为了协助用户快速有效地创建新的模型,我们在模型库管理系统中建立了一个创建模型的模块。用户在创建新模型时,系统会自动产生模型体的基本框架,并提供统一的数据接口,这样用户只需采用合适的编程语言,编写模型算法本身的代码即可,这种方式减轻了用户的负担,大大方便了用户,使得新模型的高效创建成为可能。Osprey 模型库系统平台中创建新模型的过程如图 3。

## 2.4 系统功能的设计

模型库系统平台作为一个模型库的开发平台,对模型进行管理和维护,支持模型分析与模拟功能的工具,它具有如下主要功能:

(1) 方便用户快速建立特定领域的模型库。模型库系统平台是一种快速开发模型库的工具,能方便用户快速建立其特定领域的模型库,同时能尽量减少和避免不必要的重复开发。

(2) 对大量模型进行分类和维护。在每个具体的应用领域,模型分析与模拟的需求是多方面的,模型的数量也往往很多,模型库系统能够以模型库的方式对大量模型进行分类和维护,用户可按模型的性质或用途等属性的不同对这些模型进行有效的管理。

(3) 支持模型库和模型的动态扩充,快速有效

地创建新模型。模型库系统在开发时不可能包括所有应用模型。随着研究的深入,新的模型会不断地产生,因此模型库系统应具有动态可扩充性,支持新模型库的创建和新模型的生成。由于模型库系统面对的是多层次的用户,他们的需求、知识结构等不完全一样,因此系统提供的构模方式应能满足不同层次用户的需求,同时提供在多数空间分析技术和模型中都可能要用到的功能组件,并对其复杂的内部实现过程进行封装,使用户能在系统环境中方便地创建自己的模型。

(4) 支持模型库和模型的重构和动态变更,方便用户对模型进行修改。目前许多领域的研究都发展很快,某些模型在使用一段时间之后,由于问题本身的变化或人们对问题研究的深入,可能需要进行修改或甚至已经过时,因此系统应提供对模型进行修改或删除的功能。

(5) 协助用户选择合适的分析模型。对模型库的开发人员、管理员以及该领域的专家而言,选择合适的分析模型可能并不困难,但模型库系统同时也应面向普通用户,提供协助用户选择适合于解决其具体问题的模型的功能是有必要的。

(6) 支持外部应用程序调用模型库中的模型。模型库系统应当为模型提供合适的接口,支持外部应用程序如专家系统等调用模型库中的模型。

(7) 支持空间分析与模拟以及知识的提取。模型库系统的最终目的就提供强有力的空间分析与模拟功能,与 GIS 以及专家系统等共同完成决策支持任务。

## 2.5 系统界面设计

对于模型库系统而言,为用户提供良好的用户界面是很重要的。Osprey 模型库系统平台的主界面如图 4,这一界面风格类似于常用的数据库系统的界面,具有友好、灵活等特点,使用户能充分利用系统资源,对模型进行有效的管理和维护。

## 3 应用实例分析

渔业是我国沿海海洋支柱产业,但长期以来的不合理捕捞使渔业资源的组成与结构发生了很大的变化,渔业生产的发展受到了严峻挑战,建立持续高效发展的渔业生产已成为我国海洋渔业的当务之急。国家 863 高技术研究发展计划的技术与示范试验 818-07 海洋渔业遥感信息服务系统专题就是在

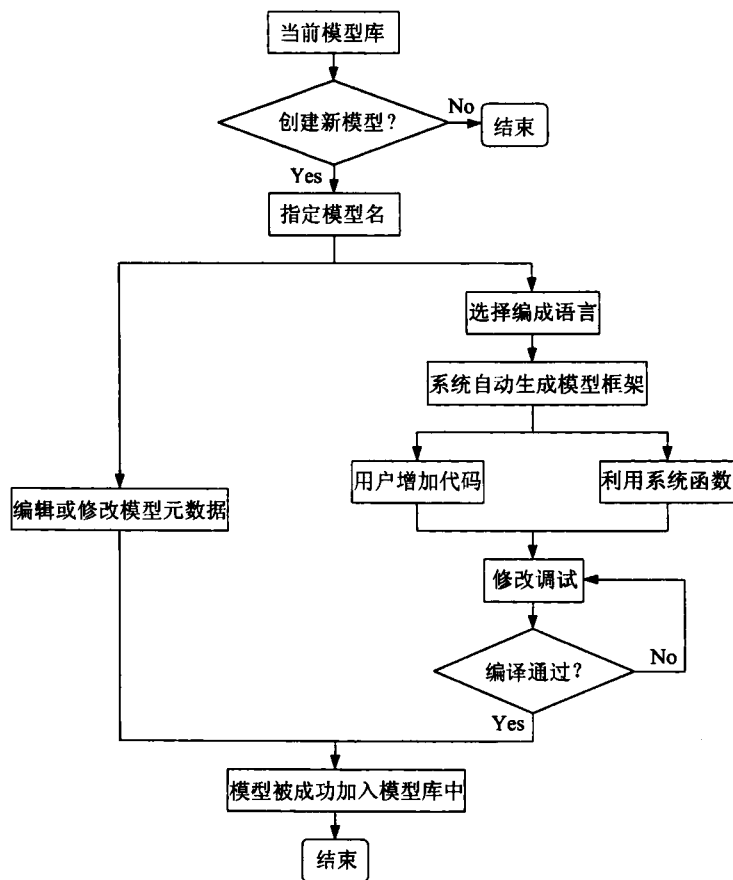


图 3 在当前模型库中创建新模型的过程

Fig. 3 The process of creating a new model in the current model base

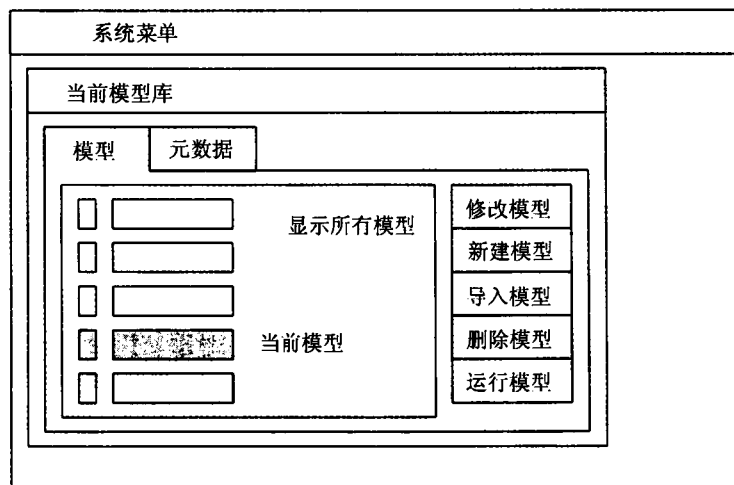


图 4 系统的主界面

Fig. 4 The main interface of the osprey model base system platform

这一背景下提出来的。“海洋渔业服务模型库系统”是该专题中的一个子课题,其主要技术目标如下:

(1) 评估模型库系统用于海洋渔业服务领域模型<sup>[8-10]</sup>管理的有效性;

(2) 开发一套业务运行的海洋渔业服务模型库系统;

(3) 进行海渔况速预报、渔业资源评估与预报以及渔政管理等。

### 3.1 海洋渔业服务模型库系统的实现

我们在 Osprey 模型库系统平台上,快速开发和建立了海洋渔业服务模型库系统,该系统目前已在 中国水产科学研究院东海水产研究所投入使用。该系统目前包括以下模型库:

- (1) 海渔况速预报模型库;
- (2) 带鱼资源量评估与预报模型库;
- (3) 鲈鱼资源量评估与预报模型库;
- (4) 马面鲈资源量评估与预报模型库;
- (5) 渔政管理模型库。

### 3.2 模型分析实例

马面鲈是我国东海渔区重要的经济鱼类,但由于长期的不合理捕捞,马面鲈的资源量已不断衰退,因而准确评估马面鲈资源数量,对持续合理利用东海马面鲈资源有重要意义。

我国东海渔区绿鳍马面鲈 1985—1993 年各年龄组渔获尾数如表 1 所示。我们利用马面鲈资源量评估与预报模型库中的实际种群法模型对绿鳍马面鲈历年资源尾数和可能渔获尾数进行了评估,并对 1994 年的资源尾数和可能渔获量进行了预报(表 2)。

表 1 1985—1993 年东海绿鳍马面鲈各年龄组渔获尾数

Table 1 Actual catches for different age groups of *thamnaconus septentrionalis* in the East China Sea fishery from 1985 to 1993

年份 \ 年龄	1	2	3	4	5	6	7	/10 <sup>6</sup> 尾
1985	2613.45	719.91	217.79	42.35	6.05	6.05	6.05	
1986	1325.01	3680.32	128.23	16.87	2.22	0.29	0.04	
1987	439.34	3242.11	751.77	93.00	38.02	12.83	4.12	
1988	506.30	1244.72	366.47	46.61	10.97	2.74	0.91	
1989	119.22	2963.00	689.17	107.59	18.90	4.36	0.01	
1990	2869.07	1710.29	361.16	66.30	10.55	1.51	3.52	
1991	209.85	1074.16	407.26	53.35	24.90	5.34	2.67	
1992	1290.63	277.02	49.39	95.56	57.98	15.03	5.37	
1993	72.32	422.84	72.27	4.00	3.22	1.81	1.20	

表 2 1991—1994 年东海绿鳍马面鲈资源量和渔获尾数估算

Table 2 Estimation of stock sizes for different age groups of *thamnaconus septentrionalis* in the East China Sea fishery from 1991—1994

年份 \ 年龄	1	2	3	4	5	6	7	合计	/10 <sup>6</sup> 尾
1991	资源尾数	957.16	1333.98	653.32	172.01	61.14	29.37	7.97	3214.96
	渔获尾数	211.70	1073.24	408.12	53.86	24.85	5.38	2.67	1779.82
1992	资源尾数	2438.03	492.52	92.29	128.47	75.71	22.35	16.02	3265.61
	渔获尾数	1287.80	276.25	49.48	96.56	57.97	15.07	5.37	1787.49
1993	资源尾数	1021.63	658.51	120.65	24.50	14.16	7.20	3.58	1850.23
	渔获尾数	72.32	422.84	74.27	4.00	3.22	1.81	1.20	579.66
1994	资源尾数	104.07	651.68	120.94	24.55	13.76	7.22	3.53	925.76
	渔获尾数	7.38	418.46	74.45	4.01	3.13	1.81	1.18	510.43

从表 2 可以看出,东海绿鳍马面鲈近两年来的资源尾数和渔获尾数逐年下降,而且 4 龄以上的年

龄组的下降趋势更加明显,资源量和渔获量主要集中在 3 龄以下的幼年鱼。因而,应当严格控制其捕

捞力量和渔获量的增长,以达到持续合理利用绿鳍马面鲀资源的目的。

### 3.3 应用效果分析

在对海洋渔业领域的应用模型进行详细分析和分类的基础上,我们在 Osprey 模型库系统平台上仅用了很短的时间就成功开发了海洋渔业服务模型库系统。海洋渔业服务模型库系统能对海洋渔业领域的模型进行有效的管理和维护,能协助用户快速有效地建立新模型,适合我国东海渔区的海渔况速预报、渔业资源评估与预报及渔政管理等应用。

海洋渔业服务模型库系统的成功开发证明了模型库系统平台用于快速开发具体应用领域的模型库系统的有效性,为模型库系统平台的应用提供了一个范例,证明模型库系统平台的思想与总体框架是可行的,模型库系统平台本身可独立于具体应用领域,各个领域的专家都可以利用它来建立其特定领域的模型库。

## 4 结果与讨论

本文提出了模型库系统平台的思想 and 总体框架,探讨了系统关键技术的实现以及系统的功能,并给出了系统平台在海洋渔业领域的应用实例和效果分析。值得指出的是,模型库系统平台的研究涉及到大量的理论和技术问题,还有待进行更深入的探讨。通过对模型库系统平台的研究,可以初步得出以下几点认识:

(1) 模型库系统的发展是从根本上改变当前 GIS 空间分析与空间模拟功能相对较弱的现状,最终实现 GIS 向空间决策支持系统转变的必由之路。

(2) 模型库系统平台是一种快速开发模型库的工具,能方便用户快速建立其特定领域的模型库,它的发展必将促进空间决策支持系统的开发与深入应用。

(3) 模型库系统平台为各个领域的专家和普用户提供了一个模型管理、维护,支持空间分析与模拟的通用工具。

(4) 模型字典、模型接口以及建模技术等是模型库系统设计的关键技术,它们设计的好坏将关系到整个系统的成败。

(5) 模型库系统平台与 GIS、专家系统等系统的集成方式将成为重要的研究内容,集成式耦合<sup>[11-13]</sup>可能成为最终采用的集成方式。

(6) 随着分布式数据库和网络 GIS 的发展,通过互联网进行空间数据的分析与模型的在线服务需求也会增加,因此基于互联网的模型库系统将成为一个新的研究方向。

(7) 模型库系统平台的出现,将极大地促进模型分析与模拟技术在各个领域中的应用,并最终实现人们希望类似数据库系统管理数据那样方便地管理模型的愿望。

致谢:陈卫忠副研究员提供部分数据,特此致谢。

### 参 考 文 献 (References)

- [1] Manfred Fischer, Henk J. Scholten, David Unwin. Spatial Analytical Perspectives on GIS [M]. London: Taylor & Francis Ltd, 1996.
- [2] Sun Yamei, Zhang Li. Design and Applications of Spatial Decision Support System and its Software Toolkit [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1993, 8(2): 147—159. [孙亚梅,张梨. 空间决策支持系统及其支撑软件的设计与应用[J]. 环境遥感,1993,8(2):147—159.]
- [3] Yan Shouyong, Tian Qing, Wang Shixin et al. Preliminary Study on Development of General Software Tool for Spatial Decision Support System [J]. *Remote Sensing of Environment*, 1996, 11(1): 68—77. [阎守邕,田青,王世新等. 空间决策支持系统通用软件工具的试验研究[J]. 环境遥感,1996,11(1):68—77.]
- [4] Wang Qiao, Wu Jitiao. Study on Application Models and Their Management [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 1997, 26(3): 280—283. [王桥,吴纪桃. GIS 中的应用模型及其管理研究[J]. 测绘学报,1997,26(3):280—283.]
- [5] Zhang Jianting, Wan Qing. Study on GIS Integration Platform Framework Architecture [J]. *Journal of Remote Sensing*, 1999, 3(1): 77—83. [张健挺,万庆. 地理信息系统集成平台框架结构研究[J]. 遥感学报,1999,3(1):77—83.]
- [6] Zhang Xianfeng, Cui Weihong. Spatial Decision Support System for Regional Sustainable Development of Agriculture [J]. *Journal of Remote Sensing*. 1997, 1(3): 231—235. [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.]
- [7] Ma Ruimin, Yuan Wencui, Zhu Yuxi. Decision Support System of Starlike Type Based on Knowledge and its Object-Oriented Design [J]. *Journal of Daqing Petroleum Institute*. 1991, 1: 43—46. [张瑞民,袁文翠,朱玉玺. 基于知识的星型决策支持系统及其面向对象设计[J]. 大庆石油学院学报,1999,1:43—46.]
- [8] Fei Hongnian, Zhang Shiquan. Science of Fishery Resources [M]. Beijing: Science Press of China, 1990, 336—646. [费鸿年,张诗全,水产资源学[M],北京:中国科学技术出版社,1990,336—646.]
- [9] Chen Weizhong, Hu Fen, Yan Liping. Stock Assessment of Scomber Japonicus from the East China Sea with Virtual Population Analysis [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1998, 22(4): 334—339. [陈

- 卫忠,胡芬,严利平. 用实际种群法评估东海鲈鱼现存资源量[J]. 水产学报,1998,22(4):334—339.]
- [10] Chen Weizhong, Li Changsong, Yu Lianfu. Estimation of the Maximum Sustainable Yield for Chub Mackerel and Round Scad in the East China Sea by the Surplus Production Models Fitting Expert System [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1997, 21(4): 404—408. [陈卫忠,李长松,俞连福. 用剩余产量模型专家系统(CLIMPROD)评估东海鲈鱼类最大持续产量[J]. 水产学报,1997,21(4):404—408.]
- [11] Nyerges T L. Coupling GIS and spatial analytic models: Spatial Data Handling [A]. Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Data Handling [C]. Charleston, South Carolina, USA, 1992, 2, 534—543.
- [12] Chou H, Ding Y. Methodology of integrating spatial analysis/modelling and GIS [A]. Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Data Handling [C]. Charleston, South Carolina. 1992, 2, 514—523.
- [13] Gong H L. Management of Groundwater in Zhengzhou City, China [J]. *Water Research*, 2000, 34(1): 57—62. [宫辉力. 郑州地下水水流场数值模拟[J]. 水资源研究,2000,34(1):57—62.]

## Research on Model Base System General Platform

XIAO Jin-feng, YANG Ju-jie, GONG Hui-li, LI Jing

(*Institute of Remote Sensing & GIS, Peking University, Beijing 100871, China*)

**Abstract:** Lacking analytical and modelling functions is widely recognized as a major deficiency of currently available GIS. Model Base System being put forward in recent years is aimed at providing powerful functions such as model management and analysis. Model Base System can be utilized to classify and maintain various models, and support their generation, storage, query, management and analysis.

Current research on MBS is primarily focused on specific application fields, and such systems can only be used in their specific fields. When faced with other fields, those systems need large modifications or to be developed from scratch. An economical and flexible way is to develop a general platform of MBS which experts in various fields can use to build their own model bases efficiently. In this case, we designed and developed an Osprey Model Base System General Platform. Its architecture is put forward, and the schemes of some critical techniques of the platform such as model dictionary, data interface and model-creating techniques are presented in detail. Then the main functions of the platform are outlined.

In National High-Tech Project 863-07, we built MBS for Marine Fishery Services efficiently on the Osprey Model Base System General Platform. This success demonstrates that the idea of the MBS platform is feasible. An example of model analysis-Virtual Population Analysis is also presented.

**Key words:** model base system general platform; spatial decision support system; model base management system; model base; model dictionary; marine fishery services