

环境管理决策支持系统的研究*

彭志良 林 奎 曾凡棠

(华南环境科学研究所, 广州 510655)

摘要 环境管理决策支持系统(EDSS)是实现环境管理科学化和现代化的重要手段。通过对决策支持系统的论述, 提出了便于 EDSS 实现的新的决策支持系统结构图。给出了环境管理决策支持系统的严格定义、组织内容、系统组织方法、各部分的接口方法及系统实现中需注意的问题。最后介绍了以该系统组织方法为指导思想建立的求解经济活动-水质响应及给定水质要求-区域污水终端控制优化的区域水环境管理决策支持系统。

关键词 环境管理, 决策支持系统, 数据库, 模型库, 知识库, 系统, 程序, 接口。

决策支持系统(DSS)是目前计算机技术应用方面继信息系统、预测系统后, 管理信息系统中最新活跃的研究领域。国内环境界正在尝试将这些技术应用于环境管理中, 建立实用化的环境管理决策支持系统, 使决策科学化。

1 决策支持系统

广义上讲, 决策支持系统(DSS)是对定结构化, 半定结构化或不定结构化问题方面的知识进行描述、组织, 进而利用它协助人们完成管理决策的支持技术。DSS 与信息系统(MIS)、预测信息系统(PMIS)既有联系又明显不同(见图 1)。它是协助人们求出解决问题的方案而提出来的, 可用图 2 来表示。语言系统是提供给决策者的所有语言能力的总称。知识系统是有关问题领域的知识主体, 包含大量的事实数据、过程性数据(即数学模型)和规律性规则。问题处理系统是针对实际问题, 提出问题处理方法、途径, 利用语言系统对问题进行形式化描述, 写出问题求解过程, 利用知识系统提供的知识进行实际问题求解, 最后得出问题的解答。

图 2 这种结构图突出了问题的处理及决策支持的概念, 但不利于实际系统的设计及组织。因此, 许多学者直接将 DSS 描述为由人机对话系统、数据库系统、模型库系统及知识库系统 4 部分组成(见图 3)。这样对 DSS 的组成一目了然,

便于实际 DSS 系统的建造。这 4 部分的具

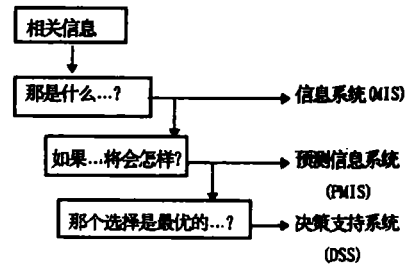


图 1 DSS 与 MIS 及 PMIS 之间的关系

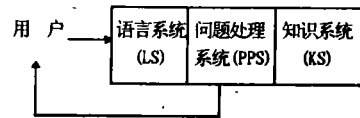


图 2 DSS 的结构图

体内容是:

1.1 人机对话系统

决策支持系统不能代替人的决策, 它只能支持人的决策, 因此人机对话系统是 DSS 的重要组成部分, 它一般应具有 3 方面的功能: ① 提供多种多样的显示和对话形式, 如菜单、窗口、多媒体及命令或自然语言等; ② 输入输出

* 获广东省 1995 年科技进步奖三等奖

收稿日期: 1995-12-17

转换,即将系统与用户的对话转换成 DSS 能够理解和执行的内部表示形式及将运行结果按一定格式显示或打印给用户;③ 问题处理,即利用 DSS 语言系统编制实际决策问题的程序,用于控制人机交互,模型运行、数据调用达到有机统一,解决决策问题。

1.2 数据库系统

数据库系统包括数据库和数据库管理系统。经过几十年的发展,该技术趋于成熟,已有比较成熟的数据库组织方法和数据库管理系统。作为 DSS 的一个部件,数据库管理系统应提供一个语言体系供用户使用数据库或与某种程序设计语言的接口。

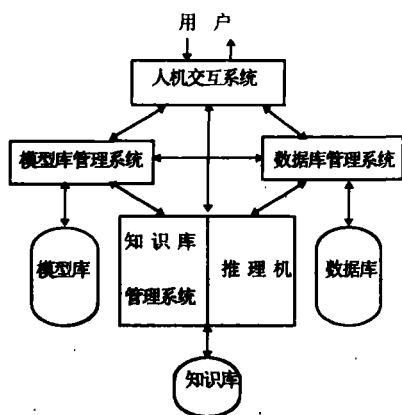


图3 DSS的另一种结构图

1.3 模型库系统

模型库系统由模型库和模型库管理系统组成。模型库用来存放模型。模型具有模型名称及相关的计算机程序,模型功能的分类,模型的输入输出数据及控制参数等静态属性,同时在动态上可表现为模型以某种方式运行。模型库管理系统用于管理模型库,可对模型进行建立、增加、删除、修改及模型字典的维护等静态管理,同时也可以对模型进行组合、控制模型运行,负责模型与数据库系统之间的联系等动态管理。

1.4 知识库系统

知识库系统由知识库、知识库管理系统及推理机三者组成。知识库由大量的产生式规则、框架、语义网络及表示经验性数据的可信度等

不同表示形式的知识组成。知识库管理系统对知识进行输入、增加、删除、修改及对知识的一致性进行检查。推理机完成对知识的搜索和匹配。

按图3结构描述的DSS系统表明了DSS的组成,但没有表征决策支持的内在本质。

2 环境管理决策支持系统

环境管理决策支持系统(EDSS)是用于环境管理方面的决策支持系统,是DSS在这一领域应用的总称,为了便于EDSS的组织和实施并突出决策支持的概念,将DSS表示为图4形式,这样既表现了DSS的组成又表现了决策支持的概念,也便于实际决策支持系统的程序实现。

由于环境管理决策问题大部分是半定结构化和定结构化问题(如给出污染源求指定水体水质响应属定结构问题,给出经济发展指标求污染源负荷属半定结构问题)。因此,图4中人机交互系统及问题处理系统在整个EDSS中起着十分重要的作用。这2部分不但完成人机对话,而且完成对决策问题的描述、建立决策问题的总模型,联接模型库系统、数据库系统及知识库系统之间的关系,使决策问题能在计算机上有效地运行,达到支持用户决策的目的。其它各子系统的作用基本同前面所述,下面对各部

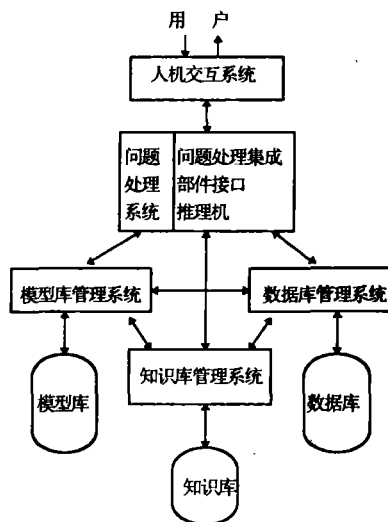


图4 EDSS总体结构图

分的具体内容进行逐一说明。

2.1 模型库系统

该系统包含人口发展预测模型,工业发展预测模型,资源需求预测模型,污染源预测模型、降雨与径流的关系,污染源与水质或大气质量的响应关系,污染控制规划模型,区域发展规模与环保费用关系模型,污染控制优化模型,行业可行性决策模型等模型库及这些模型(同一类模型中由于算法的不同及处理实际对象的条件不同还可再分为相互并行的或相互重叠的子模型)的相互关系。目前这些模型特别是对定结构问题抽象出的模型均比较成熟,只要略作修整即可用于 EDSS 中。

2.2 数据库系统

该系统包含描述环境要素数据(大部分是数值型的)及政令法规数据(大部分是文字型及规则型数据)等实质性数据。环境要素数据主要是行政分区、土地类型分布、人口分布、工业布局、污染源分布、自然资源分布、水系分布、水土流失、地形地貌(以上内容属 GIS 范畴)、水体特征、大气特征、水质现状、点、面源现状,经济发展现状、法规与相关标准等内容。由于大部分环境要素具有时空特征,可以结合地理信息系统与数据库管理技术完成数据库及数据的管理。

2.3 知识系统

该系统主要对环境管理决策的一些规则如自来水厂吸水口上下游几公里内不得有排污口、求污染物扩散浓度场需先求出流场等决策过程的基本知识进行整理,通过各种知识的描述方法组织成基本知识集。

2.4 问题处理系统

该部件是将实际的环境管理决策问题进行归纳整理并建立一个解决该决策问题的总模型,它集所需的基本模型(来自模型库)、所需的数据(来自数据库)、所需的知识(来自知识库)进行必要的人机对话达到决策问题的求解、支持用户决策。在集成各部件(数据、模型、知识、人)时需利用这些部件之间的接口,联接各部件成为有机的整体。问题处理系统是 EDSS 的核

心部分,也是建立 EDSS 系统的难点之一。

以用户需要了解增加污染源对水体造成的环境影响程度这样一个具体问题为例,说明该部件的一些特性。问题处理系统首先在知识库中查找“影响程度”的实际物理意义,并在判断该区域环境的敏感性后选择可用的环境指标与用户交流,定出最终的一个或多个环境指标变化作为“影响程度”的数据;根据知识库中所含的知识找出求解这些指标所需要的模型和步骤;在模型库中找出合适的模型组——一维或二维(视具体区域自动选择)水质响应模型、水流或潮流模型和其它相关的模型进行重组;按这些模型的要求在数据库中找到合适的数据库——关心区域附近的水文参数和水质现状参数、污染源参数等或生成合适的数据库——将水体进行量化求出网格高程或河段特征等,在数据不足时还要求用户新增数据;将这些数据传递给模型组进行计算;最后将计算结果传递给人机交互接口按一定的要求显示出来,供用户参考。

以上这些过程不是固定的,随着所处理的问题不同或用户的参与程度不同有很大的变化,因而即使对同一问题由于用户的要求不同,处理出的结果也是有差别的,这正是决策支持系统有别于信息预测系统能支持用户作出合理决策的原因之一。大部分的环境管理问题属于半定结构化问题,很难求出最优解,只能通过决策者的参与求出相对合理的一系列解,供决策者参考。

2.5 人机交互系统

人机交互系统起用户与 EDSS 交互传递信息的功能,其组织的合理与否直接影响到用户对 EDSS 的使用方便性及 EDSS 运行的效率,该系统包含窗口、菜单、按钮、对话框、图形、数据表等内容。菜单按钮及对话框主要接受用户的命令,图形和表格主要用于结果输出和数据分析。对于环境决策问题、图形显示方式包含了区域地形地貌、决策对象的地理分布图、各种环境工程的管线布局结果图、流场、浓度场的动态过程图、数据的过程曲线图、块图、直方图、圆饼图等子图或它们的叠加等内容。

在实际组建 EDSS 系统时,为便于组织管理和编程,以上 1—5 子系统有时是相互重叠、相互渗透的。如为了求二维网格量化水体的每一格栅水深,需用到高程模型,而这模型放在数据库管理系统中比放在模型库中要容易实现得多。此外,为了使各子系统能组成一个联系紧密的整体,各子系统之间的分界面常常是模糊的。

3 EDSS 系统组织中必需考虑的问题

从图 4 可以看出,EDSS 是一个复杂的系统工程,需要考虑和解决的问题很多,有的问题可能无法马上解决。实践中发现如下几方面内容在系统实施中需优先考虑。

3.1 模型库组织和管理

通过近十几年的努力,国内环境界已建立了一系列解决特定问题的行之有效的数学模型,但这些模型未必都能适用于 EDSS,需要考虑它们的适应性、稳定性及计算速度和精度。在考虑它们的数据交换能力时,这些模型几乎均需要重写。将算法和数据分离,并对算法作进一步的抽象,列出模型的适用范围、所需的数据内容、输出的结果及模型运行过程的表现特征,作为模型组织和管理的基础,此外还应提供用户增改模型的能力,才能改进 EDSS 的适应范围。

3.2 现有的数据库的利用

各个用户均有部分环境指标的数据库,这些数据库并不统一,而且大部分只是纯数值型数据,没有包含数据的时空特征及一些非数值型数据。有些利用地理信息系统(GIS)建立的环境数据库数据的表达能力不足,没有提供必要的手段使数据对外开放。因此完全有必要对各种环境指标及与环境有关的数据重新进行分析分类,利用 GIS 技术(不是现有的 GIS 本身)将数据的时空特征及数据本身综合起来,并提供必要的数据库存取手段供其它子系统使用,才能发挥数据库在 EDSS 中的作用。

3.3 环境管理基本知识的抽取和表示

环境决策问题包含了大量的子问题,实际

建立的系统不可能包括所有这些问题。组建系统前需列出要解决的问题对象,并对解决这些问题的基本知识进行抽取,按知识库管理的要求组建决策基本知识库。同时要提供增加知识的能力,才能不断充实决策基本知识,解决新的决策问题。

3.4 各库间的接口技术

模型程序一般采用数值计算语言编制。数值计算语言如 FORTRAN, PASCAL 等不具有数据库操作功能,而数据库语言如 dBASE III, FOXBASE 等主要进行数据处理工作,对数值计算功能很弱,更不具有指针链表,集合运算,递归运算等功能。EDSS 又需要把数值计算和数据处理结合起来,目前还没有一种计算机语言具有两者兼顾的功能,有效的途径是解决好模型存取数据库的接口。

同样地在知识推理中要使用数据库中的数据,而且知识库中的知识主要是定性分析知识,在知识推理中经常要调用数值计算模型,但一般的知识推理语言如 PROLOG、LISP 语言均不具有这些能力,同样需要解决它们之间的接口。

将数据库、模型库、知识库分开处理是解决 DSS 自身复杂性的需要。要将它们既分开又联系为有机的整体,它们之间的接口就显得非常重要了。一般常用的接口方法是通过文件交换实现的,在 Windows 环境下还可以使用动态数据交换(DDE)技术进行各部件之间的沟通,它比文件交换速度要快,但技术实现相对复杂一些。

在 EDSS 中,由于数据库本身要求使用 GIS 技术。因此,其中的数据库包含了综合能力较强的 C 或 C++ 语言或其接口,在笔者研制的 EDSS 中,使用 C++ 语言自己编制知识库系统及人机交互系统、用 C++ 与 POXPRO 编制包含 GIS 在内的数据库系统,很好地解决了它们之间的信息交流问题,而且使得组成的系统非常紧凑。但这样做却大大增加了编程工作的难度和工作量。

3.5 系统的统一集成技术

EDSS 中各个子系统是 EDSS 的组成部分,

只有利用 DSS 集成语言,对决策问题进行形式化描述,形成统一集成的系统才能协调工作.达到决策支持的目的,这部分工作是由问题处理系统完成的.但是目前还没有一种语言同时具有人机交互,数值计算、数据处理、模型调用、知识推理多种功能.笔者是选择功能较强的 C++ 作为缩主语言,增加一些它不足的功能语句,如数据处理功能语句、知识推理语句,作为集成语言,有效地解决了决策支持系统部件集成的需要.

4 EDSS 的一个实例

华南环境科学研究所从 1991 年开始组织人力物力研制 EDSS 实用化系统,并在 1992 年底提交了区域水环境决策支持系统 EDSS 1.0 版给用户使用,最近又对它作了重大改进,完成了全汉化和图形化的 EDSS 2.0 版(DOS 平台),并且 Window 版的区域水环境决策支持系统 WINEDSS V1.1 版也将出台.

EDSS V2.0 中除模型是用 FORTRAN 及 C++ 编写的外,其余部分全部使用 C++ 编制,使得整个系统非常紧凑,使用极为方便,用户只要使用菜单、按钮和对话框即能对系统进行控制,输出结果也是全图形化的.可轻松地进行整个决策支持过程.

EDSS V2.0 中提供了解决如下几方面问题的能力:水体流动特征的预测,污染源变化对河网一维水体的水质动态响应,二维水体(包括

海洋)的水质动态响应、人口变化对水体的水质动态响应,地形变化(如增加防坡堤或更改河道)对水流特性的影响及水质的影响,给定控制条件(如某几点的水质)污水处理厂点的合理布局优化,并估算出工程的造价,工程的要求(处理率及水量)等内容.

系统的输出方式有结果表,流场动态过程图、浓度场动态过程图、潮位过程线、河网的流量分配图、水质变化过程线、污水处理厂优化布局图、污水管线走向图、区域行政图、地形图、人口及污染源分布图、水系分布图等内容.

经多家单位使用证明该系统运行稳定、能方便快捷地了解经济活动对水质的影响,能提供较合理的污水终端控制规划.使得人们以前惯用的给出污染源求水质响应的技术大大推进了一步.

参 考 文 献

- 1 Sprague R H. Decision Support System, DSS in Context, 1987; V3, 197—202
- 2 Michall W Davis. Applied Decision Support. Addison Wesley Publishing Co. MA, 1988; 84—95
- 3 Guariso G and H Werthner. Environment Decision Support System. Chichester Ellis Horwood, 1989
- 4 AnDrew P sage. Decision Support System Engineering. 1991; 72—78
- 5 Mikiko Kainuma. IEEE TRANS SYSTMAN and CYB, 1990; 20(4); 777
- 6 孙启宏等. 环境科学研究, 1994; 7(6); 51

Study on the Residual Dynamics of Cyhalothrin in Soybean and Soil. Li Zhixiang et al. (Institute of Agro-environmental Protection, Tianjin, 300191); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 36—38

In order to make up the standards for safe use of cyhalothrin on soybean, a field experiment was conducted to study the residual dynamics of cyhalothrin in soil and leaves of soybean. The residues of cyhalothrin in green soybean, mature soybean and soil were determined by GLC. Results of two years' study showed that cyhalothrin dissipated rapidly from leaves and soil. Its half lives in leaves and soil were 6.6—7.1 and 6.7—11.6 days, respectively. The soybean field was sprayed twice with cyhalothrin at a rate of 15 g a.i./hm². At harvest, the final residues of cyhalothrin in soil was 0.008 mg/kg, the residues of cyhalothrin in green and mature soybean were all below their detectable limits (0.004 mg/kg). Cyhalothrin is a pesticide of easy dissipation ($T_{1/2} < 30$ d). It is safe if applied twice at a recommended rate (7.5 g a.i./hm²).

Key words: cyhalothrin, soybean, residue, GLC, soil.

Application of Solvent Extraction for Treatment of Wastewater from Luminous Powder (ZnS) Manufacturing Process. Zhu Wapeng and Yang Zhihua (Dept. of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 39—41

A solvent extraction process for zinc recovery from wastewater from luminous powder (ZnS) manufacturing process was studied. The optimum operation parameters of each unit were determined in laboratory. The zinc ion (I) in wastewater was extracted by D₂EHPA (di-(2-ethyl-hexyl)-phosphoric acid) in the state of saponification-kerosene solution and extracted back by sulfuric acid solution. The zinc recovery rate was more than 95%, nickel in wastewater was not extracted and extraction rate of copper in wastewater was less than 7%. The concentrated zinc solution could be reused in luminous powder (ZnS) manufacturing process. Concentration of zinc, copper and nickel in effluent, after treated by using lime, are lower than the National Wastewater Discharge Standards.

Key words: solvent extraction, zinc, D₂EHPA, di-(2-ethyl-hexyl)-phosphoric acid, luminous powder (ZnS).

pH Value Effect on the Reaction Mechanism of Wet FGD with Lime/Limestone. Chen Zhaoqiong et al. (Dept. of Chemical Eng., Xiangtan University, Xiangtan 411105); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 42—44

The reaction mechanism of wet FGD with Lime/Limestone was studied. The results showed that the species of ions and compounds in the solution effected significantly the reaction mechanism of wet FGD. While pH of the system < 7, main species of sulfur negative ions is HSO₃⁻ and desulphudation are forming Ca(HSO₃)₂ mainly. pH of the system > 7, then main species of sulfur negative ions is SO₃²⁻ and desulphudation are forming CaSO₃ · 1/

2H₂O or CaSO₄ · 2H₂O mainly.

Key words: pH value, FGD with lime/limestone, mechanism.

Designing and Implementation of Acidic Deposition Management Information System in Liuzhou. Guo Jinghai and He Kebin. (Dept. of Environ. Eng. Tsinghua University Beijing, 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 45—47

According to analysis on environmental information regulator regime and combined with the feature of acidic deposition in Liuzhou, the structure and function of management information system of acidic deposition were analyzed systematically, system analysis, requirement analysis and software design were made in detail, on which the overall frame of system were established and five subsystem including database operating, chart, picture, database repairment and model were designed.

Key words: acid rain, acidic deposition, management information system.

Environmental Decision Support System. Peng Zhiliang et al. (South China Institute of Environmental Sciences, NEPA, Nanjing 510655); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 48—52

In this paper a new structure map for decision support systems (DSS) was presented and the concept, content and design guidelines of environmental decision support systems (EDSS) were discussed. An example based on the design guidelines above mentioned was given to illustrate the application of EDSS to regional water quality management.

Key words: environmental management, decision support system, environmental decision support system.

Determination of Nitrite and Nitrate in Water by Capillary Electrophoresis. Ren Hongxing et al. (Laboratory of Electroanalytical Chemistry, Changchun Institute of Applied Chemistry, Chinese Academy of Sciences, National Analytical Research Center of Electrochemistry and Spectroscopy, Changchun, 130022); *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(5), 1996, pp. 53—55

Nitrite and nitrate in mineral water and well water have been determined by capillary electrophoresis with internal standard method at 211 nm in pH 8.2 borate buffer. Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) was used as electroosmotic flow modified (EOF) reagent, and the reproductivity RSDs of migration time for nitrite and nitrate anions were less than 1.5%. Dimethyl sulfoxide (0.05%) was applied as the internal standard in this detection, and the RSDs of peak high ratio of anions to dimethyl sulfoxide were around 20% for the concentration at µg/g level. Detection limits for nitrite were 2.5×10^{-11} mol, and 1.8×10^{-11} mol, respectively. The results were good agree with the results of ion chromatography.

Key words: nitrite, nitrate, internal standard method, capillary electrophoresis.

The petroleum Hydrocarbons in Economical Shellfish along the Coast of Huanghai and Bohai Seas. Shang