1990年削减SO₂排放量5×10⁴t/a, 年需石灰石费用为220万元, 增加电费480万元/年^[4]。在收益方面, 由于沸腾炉可节能约20%, 并可利用价廉的区内产高硫煤, 从这些方面每年可获利1800万元, 估计投产三年后即可收回全部投资。若同时考虑回收硫等资源和灰渣的综合利用, 则经济效益会更高。

综上所述, 南宁需在“七五”期间达到控制酸雨, 削减SO₂排放量5×10⁴t/a的目标, 可行的对策系以型煤和沸腾燃烧为主, 城市煤气化为辅, 即将大中型锅炉改造为循环沸腾炉, 并增设二级除尘的配套系统, 对未改造的中小型锅炉则采用型煤作燃料。此两项措施的实现即可满足上项要求, 如同时加速城市煤气化建设, 不仅这里丰富的褐煤资源得以充分的合理利用, 而且环境污染可以得到控制并进而有所改善。

致谢 在本项研究进行中, 得到了南宁市环境监测站的大力支持、帮助, 在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 广西壮族自治区通志馆, 广西市县概况, 3页, 广西人民出版社, 1985年。
- [2] 南宁市环境保护监测站酸雨课题组, 南宁市酸雨现状及成因初探, 1985年。
- [3] 南宁市环境保护局等, 南宁市降雨酸度研究, 1983年。
- [4] 南宁市环境保护监测站, 南宁市二氧化硫扩散研究, 2页, 1986年。
- [5] 赵殿五等, 我国的酸雨及降水化学, 6—7页, 1984年。
- [6] 周玉昆, 环境科学丛刊, 5(11), 54—64页。
- [7] 全国环境保护科技长远规划组, 大气污染防治技术与能源环保对策, 海洋出版社, 1984年。
- [8] 李金昌, 环境保护, (8), 6(1985)。

环境管理信息系统的设计

盛学良 刘育民

(南京大学地理系)

一、问题的提出

环境系统是一种具有独特形态、结构和特定功能的物质信息系统, 是自然环境要素与人类活动要素相互作用过程中形成的复杂综合体。自然要素与人文要素之间的主要关系表现为人类通过各种活动对自然环境的污染、破坏、调节、控制和改造, 以及自然环境对人类的反馈作用。环境系统通常具有区域性、多元性、层次性、相关制约性、模糊随机性和高度综合性等特点。

为了使环境系统向人们所期望的方向发展, 为了实现经济建设、城乡建设和环境建设的“三同步”, 以及经济效益、社会效益和环境

效益的“三统一”, 迫切需要全面系统地、及时正确地掌握以环境信息为中心的与环境系统有关的一切信息资源, 以便为加速环境管理现代化的进程准备物质基础和技术条件, 为环境决策机构和决策者提供科学决策依据。而其唯一的技术途径就是尽快建立起现代化的环境管理信息系统, 科学地管理和控制环境系统中物质流和信息流的流量和流向。

二、环境管理信息系统的设计原则

环境管理信息系统, 就是以现代数据库技术为核心把环境信息存储在电子计算机存储器上, 在计算机硬件和软件的支持下实现对环境信息的输入、输出、更新(修改、增加、

删除等)、传输、保密、检索和计算等各种数据库技术的基本操作,并结合统计数学、优化管理分析、制图输出、预测评价模式和规划决策模型等应用软件构成的一个复杂而有序的、具有完整功能的、研究环境信息的技术系统工程。

环境管理信息系统是把环境管理结构、信息系统和计算机应用结合的体系,是新产业革命的神经中枢。它的建立和应用标志着国家环境资源的调查、研究和管理进入了全盘自动化的新阶段,也是国家环境管理现代化的综合标志。一个完善的环境管理信息系统或系统网络可视为国家一种基础资料档案和环境建设的咨询机构。该系统的建立和应用将导致环境管理的有序性,提高环境-经济-社会系统的整体化程度,从而实现管理决策的民主化和科学化。

我国是一个幅员广大、人口众多,环境资源丰富而环境质量和环境性质差异悬殊的国家,因此除了尽快建立国家级的环境管理信息系统外,还应建立开发部门级的专业系统,省级或跨省级的区域系统和各级基层系统(主要是县市级的环境管理信息系统)。当然在解决了信息分类编码标准化、数据处理和统计方法标准化、机型统一化(包括兼容)以及软件系统标准化等重要环节后,各种专业系统、区域系统和基层系统就能联网,有机地综合成一个全国性的在统一规范指导下的分布式(或积木式)的环境管理信息系统,同时也实现了环境管理信息系统的网络化。根据环境管理信息系统的具体特点,目前环境管理工作的性质和要求以及现有计算机软硬件系统的条件,作者对开发设计环境管理信息系统提出了下列基本设计原则。

1. 建立环境管理信息系统首先要能满足本地区、领域、专业部门和单位制定环境规划、进行环境模拟和决策的要求,以实现环境系统的科学管理;

2. 采用容易在基层推广的国家优选微型

机和小型机来建立开发系统,并且根据计算机功能和本专业的需要,开发设计应用软件系统。同时要积极引进国外已相当成熟的先进软件,并进行再开发和创新优化。但需注意,有时引进并不比自制的技术要求低;

3. 在将来条件成熟的情况下,国家环境保护部门在实现办公室自动化的同时,应结合国际通用标准体系,并兼顾国内其他部门的要求,及早地制订出科学稳定的环境管理信息系统的具体技术规范 and 标准体系。这样就可 在通讯网络未建成之前,先用软盘等磁性介质传递数据信息,同时应大力发展通信网,并从大城市以及条件较好的京津唐地区和长江三角洲开始试点,以点带面,逐步联网,最终建成具有灵活反应功能的系统网络,并同其他有关信息系统相联接,提高广大用户的思维效率,使全社会最大限度地实现对环境信息资源的共享;

4. 努力使环境管理信息系统汉化。如果开发设计出的系统没有汉字处理功能,那么计算机化环境管理信息系统在我国就不可能得以推广和应用。在实现汉字化的同时,应设法通过通信卫星充分利用全球传播网,与国外先进的环境管理信息系统相联接,进行国际间的环境信息资源的共享和管理软件的交换;

5. 要建立完善高效的环境管理信息系统,必须进行多学科的协作和攻关,尤其是信息科学、管理科学、系统工程、计算机科学、应用教学、通信科学和环境科学及模拟仿真技术等相互配合。环境管理信息系统实质上就是这些多学科组成的应用实体。在系统的开发过程中要把这些学科结合起来,并希望专家与通才的结合。国际上普遍认为,衡量一个地区和国家信息化发展水平的重要指标有:拥有信息系统和信息库的数量和种类;现有库存量的规模;库存信息被用户查询利用的频度。因此在设计和运行系统的整个过程中,应把用户看成是该系统的有机构成成份,

作为系统运行环境的一个重要因素,并且重视用户使用系统过程中的信息反馈,重视对用户进行必要的培训和教育。这样才能不断改进和完善环境管理信息系统,不断提高其效能。切不可脱离用户需求而一味追求先进性和技术性,而应以用户第一的原则开发设计系统,因为用户对系统的要求是环境管理信息系统得以存在和不断完善发展的条件;

6. 在建立环境管理信息系统的同时,必须加强环境监测网的建设 and 健全工作,并制订出统一的数据统计处理汇总方法和统一的数据代码与编码。否则,如果只重视计算机本身的处理和模拟决策功能,而忽视了系统的“数据信息源”,那么表面上即使系统的功能很强,但实际上进行的只是高级纯数学游戏。这将给环境管理决策工作带来严重的失误。

三、环境管理信息系统的结构和内容

管理信息系统在 1958 年 Stoller 和 Van Horn^[1] 就提出来了,但真正开始发展是在六十年代末到七十年代初,而对其内容的解释不尽一致。许多专家提出了各种一般性的信息系统模型^[1]。例如, Dickson 在经典著作《管理信息——决策系统》中描述和确定了层次系统为事务系统、信息系统、决策系统、交互系统和程序系统等层次系统。Aron 也给出了三个层次:数据处理系统、信息检索系统和管理信息系统。而 Kriebel 则把管理信息系统命名为四个层次:纯数据层、数据外推断层、数据加外推断层、评价层以及决策层。

本文采用 B. E. Meyer 和 H. J. Schneider^[2] 提出的管理信息系统模型,即结合数据库、方法库和模型库,为用户提供对话接口的信息系统模型。根据他们的思想,笔者设计了由环境数据库、环境方法库和环境模型库三个子系统组成的环境管理信息系统,其

核心是环境数据库。

(一) 环境数据库 (Environmental Data Base) 子系统

环境数据库是本系统的基础和支持,主要功能是及时、准确地收集、管理和提供可靠的环境数据和信息情报资料。

环境数据库可以建立在已经具备的通用数据库管理系统 DBMS 的基础上,不必专门设计复杂的 DBMS; 而且实践已证明,利用现有的 DBMS 软件,是建立环境数据库和信息系统的捷径^[3]。

我们采用目前最为流行的 DBMS 微机系统软件——C-dBASE II2.41 汉字系统,在 CCDOS 2.0 磁盘操作系统支持下,在 IBMPC/XT 机上建立了三类环数据库:数值型数据库,采集的数据为常州市环境调查监测数据;事实标准型数据库,内容为国内目前采用的各类环境标准和污染物毒性症状信息;期刊文献的书目数据库,存贮有自 1974 年以来各类环境杂志上发表的科技文献。

在该数据库子系统的设计和实现过程中,运用了软件工程的思想方法和技术,采取自顶向下,逐步求精,分层结构化和模块化等设计方法,并广泛采用覆盖技术来交替占用内存运行,用多级汉字菜单嵌套形式来表达系统工程的流程,具有良好的用户接口性能,用户可方便地选择功能键来进行状态的选择和操作的变换,能进行人机对话,充分体现了用户的思路习惯,在自然语言上达到了较大程度的协调一致。

本子系统开发设计有七个功能模块,主控模块、检索模块、更新(插入、修改、删除等)模块、制表模块、排序模块、打印模块和统计模块。库存数据可通过其文本文件.TXT 与方法库和模型库中的应用程序相接口,但需进行模式输入输出适应性要求的调整。

(二) 环境方法库 (Environmental Methods Base) 子系统

环境方法库子系统为用户提供环境数据

统计分析、优化分析和图件输出的应用软件；方法库实质上是各种统计数学方法、最优化分析方法和计算机辅助制图方法有机地结合而形成的应用程序数学软件包的高级表现形式。

常用的数理统计方法和线性规划方法是分析环境信息特征并进行优化分析和规划决策的有效工具。而计算机辅助制图则是环境研究和数字分析的一种图形表示手段，它的应用使环境管理信息系统具有图象存储和数字存储兼容系统的成份。我们在 IBMPC/XT 机和矢量式平板绘图仪上研制开发了下列应用程序^[4-7]：

- 1. 环境数据统计特征分析程序；
- 2. 环境数据回归分析程序：包括线性和非线性的，一元、二元和多元回归以及逐步回归；
- 3. 环境要素的主成分分析程序；
- 4. 环境要素的判别分析程序，包括两级、多级和逐步判别分析；
- 5. 环境要素的趋势面分析程序；
- 6. 环境要素的聚类分析程序，包括系统聚类分析、模糊聚类分析和最优分割计算分析；
- 7. 环境要素的线性规划程序——单纯形法；
- 8. 环境质量评价图的网格法输出程序；
- 9. 环境污染物的浓度等值线程序（网格法）；
- 10. 环境要素直方图和各类变化过程曲线图输出程序；
- 11. 河流水环境质量评价图的线状符号图程序；
- 12. 环境污染源和监测点分布的离散点分布符号图程序。

(三) 环境模型库 (Environmental Models Base) 子系统

环境模型库是综合模拟环境系统的软件工具库，其应用程序属于决策型信息管理应

用软件，通过计算机求解模型来完成环境预测和规划方案选优等多种功能，以便作出对社会、经济和环境发展有全局影响的科学决策。而数据库子系统中的应用程序则属于事务型信息管理应用软件，其目标是管理数据库，及时准确地处理大量信息，提高环境事务性管理工作的效率和水平。

我们按照环境管理信息系统的设计原则，引进开发了美国水资源工程师协会的多组分水质模型 QUALII，同时设计了下列几个模型程序：

1. 环境质量评价多功能综合模式 本程序能和方法库子系统聚类分析和绘图程序配套使用，输出质量评价结果和图件；

2. 河流水质模型 按其功能和性质分为：

(1) 水质模型 I^[8] 以有机需氧物为主要研究组分，以溶解氧为河流水质综合指标，采用氧平衡方程：

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial t} + u \frac{\partial L}{\partial x} &= K \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} - (K_1 + K_3)L \\ \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} &= K \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - K_1 L \\ &+ K_2(c - c) + P - R - S - N \end{aligned} \right\} (1)$$

并对上式略去弥散项，只考虑稳态解；采用欧拉法差分求解*。

(2) 水质模型 II^[9] 采用基于 Streeter-Phelps 方程基础上的推导式：

$$\left. \begin{aligned} \bar{L}_i &= u\bar{L} + \bar{m} \\ \bar{O}_i &= v\bar{L} + \bar{n} \end{aligned} \right\} (2)$$

本程序除了模拟河流 BOD 和 DO 的分布情况外，稍加改进还能模拟、控制规划河流中有机毒物和某些重金属污染物。

(3) 水质模型 III^[10] 本模型适用于较复杂的河网地区，其基本模式仍是 Streeter-Phelps 方程，采用左玉辉同志提出的推导式：

* 符号的物理意义详见有关参考文献。

$$\left. \begin{aligned} \bar{L}_0 &= A_1 \bar{W} + B_1 \bar{L}_a + E_1 \bar{L}'_0 \\ \bar{D}_1 &= R \bar{W} + S \bar{L}_a + T \bar{D}_B + V \bar{D}_0 \\ &\quad - V \bar{O} + V \bar{C}_p + Z \bar{D}'_0 + M \bar{L}'_0 \end{aligned} \right\} (3)$$

作为上述几个水质模型程序的附件,我们还编制了若干水质参数估值程序,包括单一参数估值和所有参数同时估值的最优搜索法程序。

3. 大气扩散烟流模式

(1) 高架连续点源的地面浓度模型^[11]

其基本式为:

$$\begin{aligned} C(x, y, z, H_c) &= \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \\ &\quad \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H_c)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right. \\ &\quad \left. + \exp\left[-\frac{(z+H_c)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

对式中的有效源高 H_c , 用户可选择其中与实际情况相吻合的一个烟气抬升公式进行计算。

(2) 面源模式 本系统采用后退虚拟点源近似代替面源的方式来推定预测面源的扩散结果。

4. 水污染控制系统规划模型^[9] 本系统仅讨论水污染控制系统中研究最多、技术上最成熟的水质规划问题,即排放口最优化处理。其数学模式为:

$$\left. \begin{aligned} \min Z &= \sum_{i=1}^n c_i(\eta_i) \\ \text{st. } u\bar{L} + \bar{m} &\leq \bar{L}_0 \\ V\bar{L} + \bar{n} &\geq \bar{O}_0 \\ \bar{L} &\geq \bar{Q} \\ \eta_i &\leq \eta_i \leq \eta_i^i \quad \forall i \end{aligned} \right\} (5)$$

计算机程序中包括处理费用函数的线性化,河流 BOD、DO 稳态响应矩阵的求取,最后

调用线性规划单纯形法程序求解排放口最优化处理结果。

四、结 语

本系统主要是为环境研究、环境管理规划服务的,它是一个综合性的专业管理信息系统,建立在普遍使用的 IBMPC 机上,实用性较好,易于推广。但因受到微型机存贮空间和运算速度等限制,本系统未能充分发挥有关功能,这需在使用过程中不断加以完善。在编制软件时,根据信息科学的广义时空互易原理^[12],有的软件采用牺牲存贮空间来换取时间的方法,以提高运算速度;而有的则牺牲时间来换取空间,以弥补微机存贮空间的不足,保证功能的实现。

参 考 文 献

- [1] Dickson, G. W., *Advances in Computers*, 20, 1—37 (1981).
- [2] 陈禹,信息系统分析与设计,123页,电子工业出版社,1986年。
- [3] 王泽深 董汉飞 何建邦,遥感在规划、管理和决策中的应用与发展论文集,122—127页,测绘出版社,1985年。
- [4] 周光亚 赵文等,多元统计分析,110—127页,地质出版社,1982年。
- [5] 汪培庄,模糊集合论及其应用,54—84页,上海科学技术出版社,1983年。
- [6] Gillett, B. E., *Introduction to Operation Research—a computer oriented algorithmic approach*, pp. 68—128 McGRAW-Hill Book company New York, 1976.
- [7] 刘岳 梁启章,专题地图制图自动化,122—149页,测绘出版社,1981年。
- [8] 张孟威,环境科学情报资料,(8),28—36(1981)。
- [9] 傅国伟 程声通,水污染控制系统规划,47—51页,185—215页,清华大学出版社,1985年。
- [10] 左玉辉,环境系统工程导论,112—129页,南京大学出版社,1985年。
- [11] D. B. 特纳尔,大气扩散估算手册,5—29页,科学技术文献出版社,1978年。
- [12] 胡平,系统工程,4(5),11—14 (1986)。