

文章编号: 0529-6579 (2000) 03-0097-05

水环境管理决策支持系统的研究和应用^{*}

黄 平

(中山大学环境科学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 提出了研制水环境管理决策支持系统(WEMDSS)的设计原则与实现功能, 对 WEMDSS 结构特征进行了分析. 文中以广东省潭江的 WEMDSS 为例, 阐述了 WEMDSS 的模块组成和主要菜单以及该系统的特点.

关键词: 水环境管理; 决策支持系统; 模型库; 数据库; Visual Basic

中图分类号: X323 **文献标识码:** A

决策支持系统(Decision Support System 简称 DSS)一般是指对决策提供支持的计算机系统^[1]. DSS 是信息系统研究的最新发展阶段, 自美国麻省理工学院的 Morton 和 Keen 于 70 年代首次提出“DSS”以来, 许多研究者对 DSS 的理论研究与开发应用进行了卓有成效的工作. 通常认为 DSS 具有如下的结构特征: ① 模型库及其管理系统; ② 交互式人机对话系统; ③ 数据库及其管理系统; ④ 图形及其显示装置; ⑤ 对用户友好的建模语言. 有的研究者则把 DSS 的结构特征概化为知识库, 模型库, 数据库和方法库. 模型库及其管理系统是 DSS 的最显著的特征, 被认为是区别于管理信息系统(MIS)的一个重要结构.

环境决策支持系统(简称 EDSS)是将 DSS 引入环境规划、管理、决策工作中的产物. 早在 1977 年, 美国 Purdue 大学就研制了一个简单的河流规划决策支持系统 GPLAN, 它仅有 3 个构件: 对话部件、模型库、数据库. 之后, 许多研究者开始了这方面的研制工作^[2,3]. 由于计算机技术的迅速发展, 早期建立在 DOS 系统下的或建立在苹果公司的信息处理工具下的 EDSS, 已经落伍. 近几年来, 利用 VB 或 VC 等面向对象的程序设计方法, 并结合 GIS(地理信息系统)功能来开发 EDSS, 已成为 EDSS 开发人员的共识.

1 水环境管理决策支持系统(WEMDSS)的设计原则与功能

1.1 WEMDSS 的设计原则

水环境管理是环境管理中的一个最重要的方面, 它的基础是水环境质量评价和水质规划, 它的主要内容是控制水质污染. 水环境管理的决策过程经常依赖于水环境数学模型的计算结果. 因此, 在 EDSS 的开发中, 水环境方面的决策支持系统倍受研究者的注重.

^{*} 基金项目: 广东省碧水工程资助项目

收稿日期: 1999-07-09; 作者简介: 黄平(1957~), 男, 副教授.

为了使环境管理部门能够利用计算机快捷地完成水环境管理方面的决策过程, 本文研制的 WEMDSS 将采用如下的系统设计原则.

实用、操作简单是该系统设计的第一原则. 实用性主要由系统的功能来体现, 该系统的多种功能将在下面有详细叙述. 为达到操作简单, 本系统要求对操作者任选的一个河段, 系统都可完成多种模拟计算功能, 而不必因为河道的更换而需要对程序进行修改. 另外, 在应用数学模型时, 操作者完全不用了解模型的计算过程和计算方法, 只需用鼠标根据菜单内容或提示按键, 在电子表格上输入相应数据, 就可得到计算结果, 整个过程操作十分简单.

采用模块化结构设计方法是该系统设计的第二原则. 不同的客户对系统功能有不同的要求, 采用模块化结构的设计方法, 不但可动态、适时地给系统增加功能, 还可将原系统拆散, 按模块重新组合.

界面清晰、友好, 有较好的观赏性是该系统设计的第三个原则. 本系统要求前台显示电子地图、菜单和按钮, 后台为程序运行与数据库. 查询结果和计算结果要用线状图、柱状图及电子表格显示出来, 污染物在水中的迁移扩散则用动画显示, 这样系统就将具有较好的观赏性.

紧跟微软步伐是该系统设计的第四个原则. 本系统要求系统设计的主要软件要使用美国微软公司近几年投放市场的产品, 计算机操作系统使用 Windows 95 或 98、Windows NT4.0、计算机编程采用面向对象的程序设计语言 Visual Basic 5.0 (简称 VB)、数据库采用 access 7.0 等. 这些软件生命力强, 持续性好, 拓展面宽.

1.2 WEMDSS 的系统功能

输入功能: 分别用键盘、数值化仪和扫描仪录入数据和图件.

查询功能: 将电子地图与数据库操作技术结合在一起, 实现空间定点的查询、修改、补充、删除.

水质现状评价功能: 对于水质监测断面数据的查询结果和选定的评价标准, 系统自动生成电子表格, 显示各要素的实测值及相应的标准值.

模拟、预测功能: 对于任一选定的河段, 系统可进行一、二维稳态、动态的水流、水质模拟及水环境容量计算.

输出功能: 对查询或模拟结果, 自动生成线状图、柱状图和表格, 并可在电子地图上动画显示污染物在河道中迁移扩散过程.

动态更新功能: 每年数据库数据的更新, 系统可把水环境监测数据自动转换成数据库数据.

保密和使用权限规定功能: 不同的使用者对数据库的数据使用享有不同的权限, 避免随意修改记录的行为及保护密级资料.

多媒体功能: 系统可以产生语音、音乐、动画、视频图像.

2 WEMDSS 的结构特征

2.1 数据库子系统

该子系统由属性数据库和图形数据库组成. 前者包括水质监测数据库、主要污染源数据库、水质标准数据库、河道地形数据库、河道基本水文资料数据库, 后者包括水污染源

分布图、水质监测断面分布图、水环境功能区划图、流域概况图、一、二维水流、水质模拟专用图等。

2.2 模型库子系统

该系统由一、二维水流、水质数学模型组成。

一维水流数学模型采用一维非恒定流偏微分方程组(圣维南方程组),待求的未知函数为计算断面上的水位、流量或水深、流速,它们都是距离与时间的函数。

二维水流的数学模型采用二维非恒定流偏微分方程组(二维浅水方程组),待求的未知函数为计算点上的水位、 x 坐标轴上的流速分量、 y 坐标轴上的流速分量,它们都是 x, y 与时间的函数。

一维稳态的水质模型采用 $C(x) = C(0)\exp(-Kx/U)$

式中, $C(x)$ 为距排污口距离为 x 处的河道断面平均浓度, $C(0)$ 为排污口断面处的平均浓度, U 为河道平均流速, K 为衰减系数。事故性(突发)排放情况下,一维水质模型为

$$C(x, t) = UC_0 / (4\pi Et)^{1/2} \exp[-(x - Ut) / (4Et)] \exp(-Kt)$$

式中, x 为距事故地点的距离; t 为时间; $C(x, t)$ 为污染物浓度; C_0 为事故地点断面处的平均浓度, $\pi = 3.1416$; E 为扩散系数。

二维稳态的水质模型采用累积流量模式,待求的未知函数为计算点上污染物浓度,它是累积流量和河道长度的函数。

在突发性排放情况下的二维水质模型为

$$C(x, y, t) = W / (4\pi h E_y t) \exp\{-[y^2 + (x - Ut)^2] / (4E_y t)\}$$

式中, x, y 分别为河长、河宽方向上的坐标; t 为时间; C 为污染物浓度; W 为进入水中的污染物数量; h 为水深; E_y 为 y 方向上的扩散系数。

一维动态水质模型采用一维对流扩散偏微分方程,待求的未知函数为计算断面上的污染物浓度,它是距离与时间的函数。

二维动态水质模型采用二维对流扩散偏微分方程,待求的未知函数为计算点上的污染物浓度,它是平面坐标点 x, y 与时间的函数。

上述数学模型的详细表述可见文献[4]。

2.3 方法库子系统

该系统能够提供求解各水流、水质数学模型的方法;提供将各种数据变成图形、动画的方法;提供操作电子地图(放大、缩小、滚动、切割等)的方法;提供由电子地图上的特征来查询相应数据的方法;提供操纵各子系统运作和协调各子系统的运作的方法。

2.4 交互式人机对话子系统

人机对话子系统能让用户与计算机系统相互传递信息,其设计是否合理直接关系到系统使用的方便和运行效率。该系统提供窗口、菜单、按钮、对话框、文本框、电子表格、语音、图形、动画等形式给用户发布命令、输入数据和回答计算机的提问。

2.5 输出管理子系统

分屏幕输出和打印机输出两个部份。屏幕输出包括电子表格、线状图、柱状图和动画显示。打印机输出包括打印表格、各种图形等。

3 实例研究——潭江水环境管理决策支持系统的研制

潭江自广东阳江市阳东县牛围岭发源后经过很短的流程便进入广东江门市境内,流经

恩平、开平、台山和新会，从崖门口入海。潭江流域的面积为 6 026 km²，是江门市工农业生产和商贸的主体及核心地带。近年来由于城市和工商企业的迅速发展，排入潭江的工业废水和生活污水逐渐增加，水质有下降的趋势。为保护好潭江水资源，控制水质污染，广东省政府将潭江水质规划和潭江水环境管理决策支持系统的研制列入了广东省“碧水工程”计划。

潭江水环境管理决策支持系统的研制完全遵循了上述 WEMDSS 的设计原则，整个系统由标题、水质现状评价、一维水质计算、二维水质稳态计算、二维水质动态计算 5 个模块（窗体）组成。

(1) 标题窗体。该窗体用来显示系统标题名称及制作单位，窗体下部有 5 个按钮给操作者选择，内容为：水质现状评价；一维水质计算；二维水质稳态计算；二维水质动态计算；退出。

该窗口的性质就好像是一本书的封面和目录。

(2) 水质现状评价窗体。该窗体显示流域概况，主要污染源分布，水质监测断面分布等情况，并可进行污染源查询，水质监测数据查询与水质现状评价。窗体形式见图 1。该窗体的主要菜单有：污染源查询，水质查询与评价，图形控制，变换窗口。

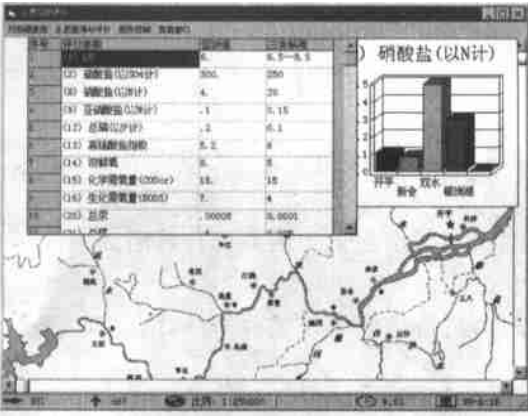


图 1 水质评价窗口

Fig 1 Window for water quality assessment

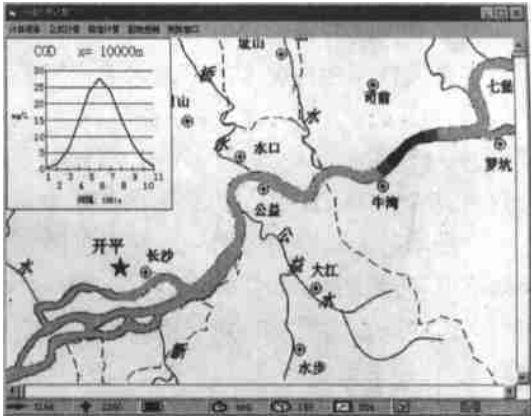


图 2 一维水质计算窗口

Fig 2 Window for 1-D water quality simulation

(3) 一维水质计算窗体。该窗体用于显示计算河段及该河段上计算断面的划分，污染源位置及其数量，计算结果用线状图、柱状图及详细数据给出，污染物在河道上的迁移用动画显示。窗体形式见图 2。

该窗体的主要菜单包括计算准备，公式计算，数值计算，图表控制和变换窗口。

(4) 二维水质计算（公式法）窗体。该窗体用于显示计算污染带的河段情况，并可动画显示污染带的形成过程。排污口可以是岸边排放形式，也可以是河道任一点（图 3）。

该窗体的主要菜单包括坐标与参数，污染带计算，图表控制和变换窗口。

(5) 二维水质计算（数值法）窗体。该窗体用于显示宽阔河流或河口、湖泊、海湾污染带，并可显示潮流往复运动的流场以及污染带随潮流运动的情形。其主要菜单有：网格与参数，水流与水质计算，图表控制，变换窗口。

4 结 语

① VB 在界面设计、连接数据库、操作电子地图、显示电子表格，各种图形等方面有许多优点，利用其开发水环境方面的 DSS，有事半功倍的效果。

② 在水环境方面的 DSS 中，采用包含大量空间地理信息的电子地图，可以取得更好的应用效果，这也是 EDSS 发展的必然趋势。

③ WEMDSS 具有一个特点：首先是系统中各种不同类型的模型使用简单，很容易上手，达到第一设计原则的要求；其次是模型计算结果能在电子地图上鲜明地表现，有较好的观赏性，如污染物在河道中的迁移，河道排污口附近的污染带等。

④ WEMDSS 具有良好的移植性，方便推广应用，它能做到：在处理不同的应用区域（即处理不同的电子地图）时，不必修改任何系统程序也可保证系统的功能正常发挥。

参考文献：

[1] 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, 1998. 3~ 45.
[2] 刘首文, 冯尚友. 环境决策支持系统研究进展[J] . 上海环境科学, 1995, 14(4): 20~ 23.
[3] 彭志良, 林奎, 曾凡棠. 环境管理决策支持系统的研究[J] . 环境科学, 1996, 17(5): 48~ 52.
[4] 黄平. 水环境数学模型及其应用[M] . 广州: 广州出版社, 1996. 6~ 120.

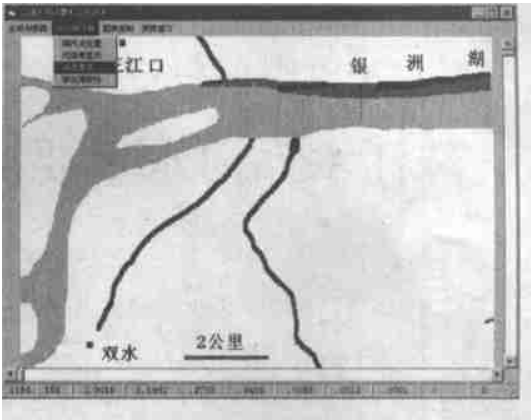


图 3 二维水质计算窗口
Fig 3 Window for 2-D water quality simulation

Development and Application of Water Environment
Management and Decision Support System

HUANG Ping^{*}

Abstract: The design principles and the function of Water Environment Management and Decision Support System (WEMDSS) are put forward, and the structure of WEMDSS is analysed. A WEMDSS developed for Tanjiang River in Guangdong Province is taken as an example to describe the modules and main menu of the system.

Keywords: water environment management; decision support system; model base; data base; visual Basic

^{*} Department of Enviomental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China.
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>