

文章编号: 1000- 0690(2001) 05- 0463- 04

# 龙口市水资源环境管理决策支持系统构建研究

吴 泉 源

( 山东师范大学地理系, 山东, 济南 250014)

**摘要:** 水资源危机已成为全球性社会环境问题, 它将长期成为人类社会生存和发展的主要障碍。以龙口市为例介绍了以 GIS、RS、DSS 为基础构建水资源环境管理决策支持系统的主要过程以及所具有的基本功能, 该系统的建成, 将帮助管理者提高水资源决策的自动化和科学化, 使有限的水资源持续产生最大的经济效益。

**关 键 词:** 遥感; 地理信息系统; 决策支持系统; 数据库

中图分类号: TV213. 9 文献标识码: A

## 前 言

水资源的有限性与需水量的不断增加以及伴随而来的环境恶化是当前世界各国所共同面临的头等大事。可以说, 缺水问题已成为人类社会生存和发展及生态环境稳定的失衡条件和制约因素<sup>[1]</sup>。为使有限的水资源得到充分利用, 防止生态环境恶化, 迫切需要将高新技术引入到水资源开发与管理。水资源环境管理决策支持系统就是近几年新兴的研究领域, 也是当前的热点之一<sup>[2- 4]</sup>。它的应用将使水资源的开发与管理走向科学化、法制化, 使有限的水资源持续产生出最大的社会效益、经济效益和最佳的生态效益。龙口市水资源环境管理决策支持系统的构建及其应用, 进一步说明了高新技术在水资源开发和管理中的重要性 and 必要性。

## 1 水资源环境管理决策支持系统的组成

水资源环境管理决策支持系统是在遥感(RS)技术、地理信息系统(GIS)、决策支持系统(DSS)和水资源模拟模型的基础上发展起来的。将 RS、GIS 和 DSS 应用到水资源开发管理中, 便构成了水资源环境管理决策支持系统<sup>[5]</sup>。

遥感(Remote Sensing)技术是一种以飞机和卫星作为运载工具, 使用电磁能控制和量度地球表面性质的技术手段<sup>[6]</sup>。RS 以其空间特性、光谱特性、时

间特性及时准确的为水资源环境管理决策支持系统提供和更新空间环境信息; 地理信息系统(Geographic Information System)简称 GIS, 是多学科交叉产生的一门新技术, 是一种特定而又十分重要的空间信息系统。它的核心是由数据库管理系统、图形处理和空间分析三个基本部分构成, 具有对水资源环境管理决策支持系统所需的空间数据库和属性数据库进行存储、查询、检索、预测、决策和输出等功能; DSS 是决策支持系统(Decision Support System)的英文简称, 是以管理学、运筹学、控制论和行为科学为基础, 以信息仿真和计算机技术为手段, 综合利用现有的各种数据库、信息和模型来辅助决策者解决结构化和半结构化问题的人机交互系统。DSS 以提高决策效果为目标对决策者起着“支持”、“辅助”作用, 帮助决策者利用社会大脑进行高水平的决策。

## 2 系统的构建方法

### 2.1 数据源

遥感信息是水资源决策支持系统重要的数据更新源。本次研究新购置了 2 个时相的美国陆地卫星遥感信息, 其中 1996 年 8 月的 TM 卫星遥感信息包括 7 个波段, 1998 年 6 月的 TM 卫星遥感信息是 1: 10 万假彩色合成图像。此外, 研究区还保存有 1985 年以来不同比例尺的 5 个时相的卫星图像, 以及有关单位在该区域测试的地物光谱信息。

收稿日期: 2000- 03- 28; 修订日期: 2000- 09- 17

基金项目: 山东省科委资助项目(991216204)

作者简介: 吴泉源(1959- ), 男, 1959 年生, 副教授, 从事遥感技术的教学和科研。

常规信息源是构建空间数据库和属性数据库的基础,包括各种图形文件信息、水文信息、气象气候信息及社会信息等。图形文件是指研究区 79 幅 1:1 万地形图、10 幅 1:5 万地形图、1 幅 1:20 万地质图、1 幅 1:20 万水文地质图、20 幅 1:1 万土地利用图、不同比例尺的水利工程图、钻孔柱状图;水文信息包括 4 个水文观测站历年观测、实验数据和 78 个地下水观测井的历年观测数据以及所有的井、泉抽水实验数据等;气象气候信息包括 28 个气象台(站)和雨量观测站历年观测的降水资料;社会信息是指人口、工业、农业、公用事业等各部门和各单位的数据资料。

## 2.2 系统的环境条件

包括硬件环境和软件环境两大部分。由于水资源环境管理决策支持系统需要存储和分析大量的空间数据、属性数据和分析模型,因此,本次构建研究选用 Pentium 微机作为分析平台,此外还需要配备网卡、扫描仪、数字化仪、绘图仪、喷墨打印机等网络和输入输出设备。分析软件选用 ARC/INFO 7.1、ARCVIEW3.0 和 VISUAL FOXPRO 6.0。图象处理软件选用 PHOTOSHOP5.5 和 IDRISI 2.0。ARC/INFO7.1 是一种空间分析软件,可以完成各种空间数据的分析任务,是水资源环境管理决策支持系统的核心软件;ARCVIEW3.0 除具有一定的分析功能外,显示、查询、输出功能有独到之处;VISUAL FOXPRO6.0 是一种通用的数据库软件,具有数据库管理、数据模型模拟分析以及远程视图(remote view)和连接等功能,他的数据库存储格式具有良好的兼容性,与 GIS 和 RS 软件保持了良好的接口,只要将数据文件与 GIS 和 RS 软件处理下的项目数据建立了关联,可以很方便地进行项目的一些属性数据的修改、查询、输出。本系统中的模型库、逻辑分析库、DSS 以及数据查询、演示均是在该软件的基础上开发而成的;PHOTOSHOP5.5、IDRISI2.0 等软件的图像处理功能较强,是本系统今后更新空间信息源的主要处理手段。

## 2.3 数据库构建

1) 空间数据库构建 空间数据库包括波谱库、影像库、图形库三个数据库。将研究区不同地物的反射光谱由短波段至长波段按统一格式输入计算机,或由 Statistics 模块制成波谱曲线图即构成了波谱库。波谱库的内容涉及到研究区主要农作物、植被、水体、道路、工程建筑、地层等在不同季节、不同气候和不同的地貌条件(坡向、坡度、高度等)下的反射光谱。影像库包括不同时期不同种类的航空像片

和卫星遥感图像,共计 18 种影像文件,它们均以 tif 格式输入计算机,并经过坐标转换,使其坐标系与研究区地形图坐标系一致。波谱库和影像库是提取和更新决策支持系统信息源的主要依据。图形库是在 ARC/INFO 系统下通过数字化、编辑等一系列工作构建的,内容包括地形图、地质图、水文地质图、水系图、水利工程图、土地利用图等 23 个图形文件。

2) 属性数据库构建 属性数据库采用 Visual Foxpro 6.0 数据库管理系统构建。依据指标体系选取数据内容采集数据,并设计数据库结构,然后将数据逐一通过键盘录入方式存储在硬盘上,经过规范化、标准化处理,即建成了属性数据库。属性数据库的主要内容包括大气降水、地表径流、地下水、陆地蒸发量、水面蒸发量、农业灌溉用水量、工业用水量、农作物生态需水量、农村人口需水量、城镇人口需水量、牲畜需水量、公用事业用水量、城镇生活废水排放量、城镇工业废水排放量、乡镇企业废水排放量、单井涌水量、抽水量、地表蓄水工程入库量和弃水量等。

3) 模型库构建 模型库是决策支持系统计算水资源量的主要分析手段,它由各种数学模型组成。数学模型的构建是以空间数据库和属性数据库分析结果为基础,以 Hoxton 地貌律、Rodriguei-Iturbe 和 Valdes 地貌瞬时单位线(简称 G 理论)为指导,运用 Statistics 模块,通过对空间数据与属性数据的分析(如降水和径流与坡向、坡度、高度的分析,地下水补给与地层的分析等),构建降水、径流、地下水、山前侧向补给、三水转换、蒸发、地表水可利用量、地下水可利用量、地下水库库容量、地表蓄水工程蓄水量、农作物生态需水量、农业灌溉量、生活用水量、工业用水量、公用事业用水量、各行业废水排放量和人口、工业产值、农作物种植面积等与水资源有关的数学计算模型以及以上述模型为基础构建的水资源优化调度数学模型等。

4) 方法库(逻辑库)构建 方法库是用以存储各种不易量化处理的非结构化知识和信息,诸如专家或领导的决策经验、逻辑分析方法以及政策、法规和条例等,采用键盘录入法构建。主要内容包括水资源法、环境保护法、河道保护条例、地下水保护条例、水库运行调度条例、工程分水比、用户需水供给顺序、水源利用顺序、损失水量最小调度原则、城市工业分水原则等。

### 3 水资源环境管理决策支持系统主要功能开发

1) 查询功能 查询前人有关的研究成果、知识、基本原理、方法及相关的法律和条例;对龙口市历年观测的水文资料进行检索,如降水、径流、地下水、水库蓄水量等;对用户的用水量和废水排放量进行查询;对龙口市主要流域或某一乡镇的任意典型年的降水量、径流量、地下水资源量、水利工程蓄水量、地下水资源可利用量、地表水资源可利用量、区域水量平衡、山前侧向补给量、农业用水量、工业用水量、生活用水量、公用事业用水量进行快速分析和查询;对系统内存储的地物波谱信息、遥感信息和各种图形文件进行查询,对钻孔资料(包括柱状图、抽水实验等)可进行定点查询。

2) 预测分析和水资源定量模拟功能 利用属性数据库和模型库对某些要素进行预测和对水资源进行定量模拟计算。如某一乡镇未来某一特征年份农业需水量、工业需水量、生活需水量、公用事业需水量、地表水可利用量、地下水可利用量;某一流域在给定降水量条件下的地表径流模拟;某一水文地质单元在给定地下水位条件下的地下水资源量的模拟计算等。

3) 推理判断功能 运用逻辑库或方法库处理非结构化知识和信息的推理判断功能,对由决策支持系统预测和模拟出的各种结果,通过人机对话途径进行分析判断。这里有些推理、判断可以由计算机实现,但有许多现象是无法做到由计算机进行判断,还要靠使用者的直觉进行。

4) 空间分析功能 利用 ARC 模块对组成流域下垫面各项单要素进行空间立体分析和空间叠加分析。前者包括 TIN 分析和 LATICE 分析。例如三维立体模型的表面积分析和地形表面上任意两点间的水平距离测试、任意两点间(或两点以上)的立体剖面分析、地下含水层空间体积计算、任意河谷断面上的空间体积计算、某一水平面的水库库容量分析、等高线或等值线加密、坡度、坡向、高程等级划分、根据观测站的实测数据自动生成降水和径流等值线图并计算出降水量和径流量;后者通过对各种 Coverage 图形文件进行拓扑叠加、特征值提取及合并,产生新的 Coverage 图形文件,并通过 INFO 模块下的逻辑表达式和计算表达式对某些特征进行分析,获取流域下垫面特征值,为修建水利工程提供依据。

5) 优化调度功能 在水资源供给出现问题时,决策支持系统可以在保证生活用水的基础上,根据农业、工业等各部门在当时国民经济中所起到的作用和生产现状等各项指标,运用优化调度模型,在逻辑库或方法库的支持下确定最佳的供水方案,使有限的水资源发挥出最大的经济效益。

6) 人机对话功能 通俗友好的界面设计,使决策支持系统具有灵活、方便的人机对话功能,从而最大限度地发挥人的主动性,避免决策失误,既克服了用水资源模型、管理模型等来代替决策者的决策,造成选择余地小的缺点,又克服了完全依靠决策者的主观直觉进行决策的随意性。它在加强了认识的主体—人的思维能动性的同时又充分发挥了模型、知识乃至社会大脑的作用,从而提高了决策管理水平。

7) 远程访问功能 要建成一个开放式的水资源环境管理决策支持系统,就必须具备远程访问功能。远程访问就是要经过一定的程序设计,迅速获取其它单位(或系统)的信息,如降水量、径流量、水利工程蓄水量、用户用水量等。本系统使用了 SQL 结构化查询语言访问远端数据,因而数据共享、迅速、方便。

8) 图像处理功能 遥感图像是决策支持系统空间数据库更新的主要来源,诸如耕地、道路、水系、水利工程、城市发展、厂矿企业布局等。本系统能运用图像处理软件根据地物波谱信息和所要提取的信息内容,对遥感图像进行合成、增加以及监督或非监督分类等项处理。

9) 输入、输出和修改功能 各种图形文件、表格、文字均可实现快速输入、编辑。各种分析结果可实现快速全景式屏幕显示或打印输出。随着空间信息和属性信息的不断积累,原有的数学模型有可能不再适用,为保证系统分析结果的可靠性,随时可对各种模型进行必要的修改。

### 4 结束语

龙口市水资源环境管理决策系统目前尚未全部完成,某些数学模型有待进一步完善,GIS 与水资源模型的藕合问题还要进行改进,数据库的内容还需要充实。尽管如此,本决策支持系统已经发挥出了它应有的作用,如为龙口市修建水利工程提供了前期基础资料,为今年春天百年一遇的枯水期提供了优化调度方案。可以预见,水资源环境决策支持系

统将会对龙口市经济的发展起到巨大的推动作用。

## 参考文献:

- [1] 高彦春. 区域水资源供需协调评价的初步研究[J]. 地理学报, 1997, **52**(2): 21~ 23.
- [2] 梁季阳, 蒋业放, 成立等. 柴达木盆地水资源决策支持系统的设计与发展研究[J]. 自然资源学报, 2000, **15**(1): 75~ 83.
- [3] 王劲峰, 陈红炎, 王智勇等. 区域发展和水资源利用透明交互决策系统[J]. 地理科学进展, 2000, **19**(1): 9~ 16.
- [4] 徐冠华, 田国良, 王超等. 遥感信息科学进展与展望[J]. 地理学报, 1996, **51**(5): 385~ 397.
- [5] 靳孟贵, 梁查, 刘予伟. 水资源—环境管理决策支持系统及其研究现状[J]. 水资源研究, 1995, **15**(2): 34~ 37.
- [6] 马蔼乃, 地理遥感信息模型[J]. 地理学报, 1996, **51**(3): 267~ 271.

# The Research on the Establishment of Management Decision Support System of Water Resource Environment of Longkou City

WU Quan-yuan

( *Geography Department of Shandong Normal University, Jinan, Shandong 250014* )

**Abstract:** The crisis of water resource has been one of the social and environmental problems of the globe, which would be the main barrier of the living and development of the society in the long period. In order to exploit and utilize the water resource in maximum extent, high technology is eagerly introduced into the exploitation and the using of water resource. Management decision support system water resource environment is a rising research subject. It's foundation and application will help the administer improve the automation and science of water resource's decision, and make the limited water resource lastingly produce the maximum social economical and ecological benefit. The basis of establishment of management decision support system of water resource environment of Longkou is the technique of RS, GIS, DSS and the simulated model of water resource. The structure's design and establishment of management decision support system of water resource environment of Longkou is stressfully introduced in this article. For example, the environmental condition of the system, the establishment of spatial database, the attributed database, the methodological database and the main function that the system have, including the function of query, forecast and simulated analysis, spatial analysis, optimized dispatch, dialogue between man and computer and long-distance visit.

**Key words:** RS; GIS; DSS; Database