

城市水资源

——环境管理决策支持系统



宫辉力 林学钰 廖资生 著
西安地图出版社

城市，既是社会经济、政治、文化和科学技术发展的中心，又是信息资源的集散中心。到本世纪末，人类将有半数居住在城市。伴随着城市化的世界性潮流，城市水资源——环境问题已日趋严重。而科学技术水平的不断提高和研究程度的逐步深化，加速了城市水资源——环境信息的积累，其空间性、动态性亦愈来愈强。在这种背景下，合理、有效地开发利用这些宝贵的信息资源，最大限度地发挥其潜在的经济、环境和社会效益，为经济建设服务，已成为城市水资源——环境管理工作所面临的重要课题。因此，基于先进的地理信息系统（GIS）技术，建立功能强大、实用性能良好的“城市水资源——环境管理决策支持系统（CWEMDSS）”，对于改善和提高城市水资源——环境管理工作的效率、质量与科学决策水平，以及实现信息资源共享，都是非常重要的。

本书以“郑州市水资源——环境管理决策支持系统”为例，论述了基于GIS的CWEMDSS开发。全书共分7章，第1章介绍了决策支持系统和GIS的基本概念、国内外水资源——环境方面的应用现状与发展趋势；第2章探讨了CWEMDSS的总体设计与构成；第3章至第5章介绍3个重要的子系统，即具有交互式网络查询功能的用户查询子系统，属性统计制图子系统和应用模型库子系统；第6章概略地介绍了方法库中城市水资源——环境管理决策中一些较新的技术方法；第7章介绍了彩色数字化水资源——环境系列图的编制。

前言

本书的撰写得到地矿部水资源评价及系列模型研制重点开放实验室的资助。

限于作者水平，书中不妥之处，恳请指正。

作者

1996年5月10日

目录

第1章 概论	(1)
1.1 决策支持系统	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 DSS的构成及功能	(1)
1.2 地理信息系统	(2)
1.2.1 概述	(2)
1.2.2 GIS的软件系统	(3)
1.2.3 GIS的发展与现状	(3)
1.3 GIS与相近系统的关系	(4)
1.3.1 GIS与数据库管理系统(DBMS)	(4)
1.3.2 GIS数字地图	(5)
1.3.3 GIS与计算机辅助设计(CAD)	(5)
1.4 GIS在水资源——环境中的应用开发现状与趋势	(5)
1.4.1 以GIS为核心的决策支持系统(MDSS)	(5)
1.4.2 在地下水污染研究中的应用	(6)
1.4.3 区域水资源的综合研究	(6)
1.4.4 GIS是3S技术的核心	(7)
1.4.5 编制水文地质图	(7)
第2章 城市水资源——环境管理决策支持系统的设计与构成	(8)
2.1 系统的设计原则	(8)
2.1.1 易于应用和推广	(8)
2.1.2 以GIS为核心	(8)
2.1.3 储备有多种模型计算方法	(8)
2.1.4 功能具有可扩展性	(9)
2.2 系统的总体构成	(9)
2.3 系统GIS工具的主要特点	(9)
2.3.1 适合微机环境,运算速度快	(10)

目录

2.3.2	矢量、栅格数据结构共存	(10)
2.3.3	面向地学及环境专家设计	(11)
2.3.4	精美彩色制图	(11)
2.3.5	各类信息的一体化管理	(11)
2.4	系统的开发运行环境	(11)
第3章	用户查询子系统	(12)
3.1	自然条件模块	(12)
3.1.1	结构设计	(12)
3.1.2	自然条件信息	(13)
3.2	水环境模块	(27)
3.2.1	结构设计	(27)
3.2.2	水环境信息	(27)
3.3	地下水管理的基本程序	(33)
3.4	地下水管理实例	(33)
3.4.1	水文地质概念模型	(33)
3.4.2	数学模型及其解法	(36)
3.4.3	数学模型的识别	(38)
3.4.4	数学模型的验证	(41)
3.4.5	地下水流场的预报	(43)
3.4.6	地下水资源管理模型	(46)
3.4.7	水资源管理的综合决策	(51)
第4章	属性统计制图子系统	(53)
4.1	属性数据库制图	(53)
4.2	属性数据库制表	(53)
4.3	接口程序	(54)
第5章	应用模型库子系统	(55)
5.1	空间分析模块	(55)
5.1.1	专家权重模型	(57)

目录

5.1.2 专家命题模型	(58)
5.1.3 信息复合模型	(58)
5.2 数学模型库模块	(57)
第6章 方法库	(59)
6.1 地下水长期观测网的设计方法	(59)
6.1.1 克里格方法的简述	(60)
5.1.2 专家命题模型	(58)
5.1.3 信息复合模型	(58)
5.2 数学模型库模块	(57)
第6章 方法库	(59)
6.1 地下水长期观测网的设计方法	(59)
6.1.1 克里格方法的简述	(60)
6.1.2 观测孔的最优位置	(62)
6.2 人工生成径流系列方法	(62)
6.2.1 水文时间系列的主要特征	(64)
6.2.2 水文时间系列的相依性	(65)
6.3 水资源系统分析方法	(65)
6.3.1 水资源规划应遵循的原则	(65)
6.3.2 系统分析方法	(66)
6.4 灰色系统方法	(67)
6.4.1 灰色模型	(67)
6.4.2 灰色线性规划	(72)
6.5 模糊数学方法	(72)
6.5.1 模糊聚类分析	(72)
6.5.2 模糊综合评判	(76)
6.6 随机数学方法	(77)
6.6.1 自回归模型[AR(P)]	(78)
6.6.2 自回归滑动平均模型	(80)

目录

6.6.3 综合自回归滑动平均模型.....	(81)
第7章 彩色数字化水资源——环境系列图的编制	(83)
7.1 概述.....	(83)
7.2 信息的提取与表达.....	(83)
7.2.1 综合性图件的图层分离.....	(83)
7.2.2 注记层与属性数据库.....	(84)
7.2.3 图象的迭加复合.....	(84)
7.2.4 图象的数学运算.....	(84)
7.3 图层的数字化.....	(84)
7.4 水资源——环境制图符号库.....	(86)
7.5 调色操作.....	(86)
7.6 水资源——环境图编制流程.....	(87)
结语	(89)
参考文献	(91)
附录	(92)

第 1 章



概 论

1.1 决策支持系统

1.1.1 概述

计算机决策支持系统,简称决策支持系统(Decision Support System, DSS),是一种以计算机为基础,以支持决策为目的的人机交互式信息系统。决策支持系统的基本概念是1970年至1971年间,由美国科学家Gerrity、Scott Morton和Keen等人提出,当时称为人机决策系统或管理决策系统。为了强调这种系统对决策只能起辅助作用,而不是自动决策,后来将其名称改为决策支持系统,亦称辅助决策系统。决策支持系统有如下主要特征:

(1) 在信息系统数据库的基础上能对信息进行快速、有效的检索、分析、综合并传输给决策者;系统对外界信息的采集具有潜在的灵活性。

(2) 具有专门的结构存贮和研究备用的模型与方法,可提供模型比较和连接方面的功能。

(3) 采用主动权在决策者一方的人机交互对话方式,而且决策过程可控。

(4) 对于决策问题中的结构化部分,管理者通过系统的操作就可方便地提取系统中的数据,并应用模型和软件使之程序化;对于半结构化和非结构化部分,系统为管理决策者提供了充分参与、主导决策过程的人机交互环境。

(5) 系统对决策只能起辅助作用,虽然系统对问题的解决方法和结果的表达方法具有灵活性,但它不能代替决策者的判断。

(6) 系统各方面的功能均易于被修改和扩充完善,便于应用推广与移植。

1.1.2 DSS的构成及功能

决策支持系统的结构组成应包括:数据库及其管理系统(Data Base Management System, DBMS)、模型库及其管理系统(Model Base Management System, MBMS)、方法库及其管理系统(Method Base Management System, MBMS)及人机界面管理系统(Dialogue Generation Management System, DGMS),如图1-1。

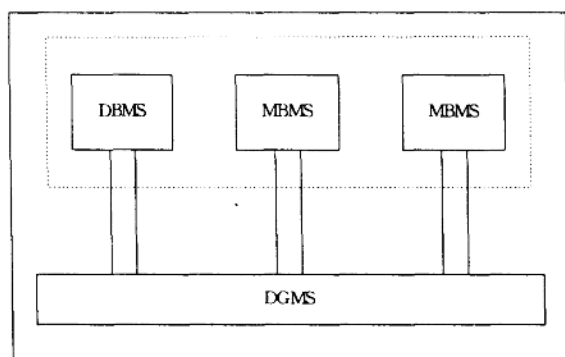


图 1-1 DSS 构成框图

1.1.2.1 数据库及其管理系统

在通常情况下, DSS 中的数据库是在逻辑上从系统的庞大数据库中独立出来的相对较小的数据库, 因此它所存储的数据是决策所需的数据, 而不是管理信息系统中庞大的数据。数据库管理系统 DBMS 负责管理与维护 DSS 所需要的各类数据, 实现模型库、方法库及人机界面的连接, 使 DSS 结构中的各部分能方便有效地调用各种数据, 完成各种数据操作和分析工作, 达到有效决策的目的。

1.1.2.2 模型库及其管理系统

模型库用来存贮辅助决策所需的各种模型, 例如, 确定性模型、非确定性模型、随机模型。应用模型在计算机中的存放形式通常有两种, 一种是把模型当作程序, 这样模型库就是程序库; 另一种情况是有些模型也可以看成一组用数据集表示的关系, 这样就可以作为数据存放, 从而使得模型库和数据库能用统一的方法来管理, 便于模型的修改与更新。

1.1.2.3 方法库及其管理系统

方法库是用来存放各种方法的, 例如, 各种评价方法、预测方法、优化方法等等。在计算机中, 各种方法通常都是以子程序的形式存放在方法库中, 这样方法库实际上就成为程序库, 与模型库没有什么区别。所以, 有些实用信息系统通常将方法库与模型库合二为一, 统称为模型库。

随着人工智能技术的普及应用, 于 80 年代初出现了智能化的 DSS。在智能化的 DSS 中, 不仅有数据库和模型库, 而且能够模拟决策者思维方式, 将决策者各种成功决策的宝贵经验, 组成知识库及其管理系统 (Knowledge Base Management System, KBMS), 并有相应的推理机构, 从而使查询、计算、分析和推理过程自动化。目前这一分支的实用性尚不够成熟。

1.2 地理信息系统

1.2.1 概述

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS 或 Geo Information System), 是在计算机软硬件支持下, 实现地理空间数据的输入、存贮、管理、检索、处理和综合分析的技术系

统。GIS 作为信息科学、地球科学和空间科学之间的交叉学科,在 30 多年的迅速发展中,其应用领域不断扩展,应用范围已远远超出了地理学的范畴,它已经成为具有处理空间属性信息功能的信息系统的统称。GIS 在形式上表现为计算机软硬件系统,在内容上是通过计算机程序的运行和信息操作来模拟变化着的客观实体。GIS 所采集的信息属于空间信息,其位置的识别是与数据联系在一起的,具有区域性和多维结构特征,即在同一个 XY 位置上具有多个专题和属性的信息结构。例如,在一个图层平面点上,可以提取分析降雨强度、地貌单元、高程、地表水体、入渗强度、包气带性质、含水层特征等多图层信息资料。为地质研究、区域规划与管理服务的 GIS 具有以下 3 个方面的基本特征:

(1) 具有信息采集、管理、分析、表达和更新的能力。

(2) 以支持区域研究和区域决策为目的,以空间模型方法为手段,具有空间分析和动态预测能力,进而产生更高层次的决策信息。

(3) 由计算机支持进行空间数据管理,并模拟物理实体,从而有效地对其属性进行空间定位和综合分析。

1.2.2 GIS 的软件系统

GIS 的软件系统是 GIS 的核心,并决定 GIS 的功能。图 1-2 是 GIS 的软件层次,由下向上软件水平逐步提高,其最下面两层为操作系统和系统库,它们是与硬件有关的,故称为系统软件;再往上一层为软件库,用以保证图形图象、空间数据库、窗口系统及 GIS 其它部分能够运行。下面三层统称为基础软件。上面三层包含了基本功能软件、应用软件和用户界面,它们代表了 GIS 的功能与用途。

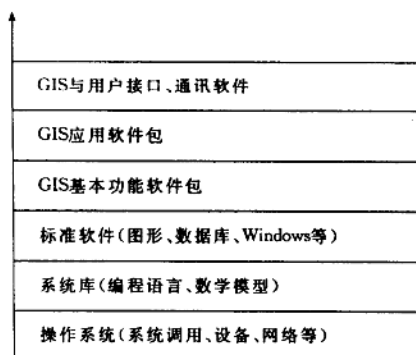


图1-2 GIS的软件层次结构

按照 GIS 对空间数据进行采集、加工、管理、分析和表达的功能,可将 GIS 软件系统中与用户有关的软件分为五个子系统,即数据输入与转换、图形与文本编辑、数据存储与管理、空间查询与空间分析、数据输出与表达,如图 1-3。

1.2.3 GIS 的发展与现状

50 年代以后,由于计算机科学的兴起和在各行业的广泛应用,使人们有可能用计算机来收集、存储和处理各种与空间分布有关的图形和属性数据;而计算机技术中的数据库管理技术、空间分析方法和图形技术则为 GIS 的形成与发展创造了技术条件。

1963 年,加拿大测量学家 R. T. Tomlinson 首先提出了地理信息系统这一术语,并领导建立了世界上第一个 GIS——加拿大地理信息系统 CGIS,用于土地资源管理与规划。稍后,美国哈佛大学研制了 SYMAP 系统软件。进入 70 年代,GIS 向着实用化的方向迅速发展。美国、加拿大、英、德、瑞士和日本等发达国家先后研制了不同专题、类型和规模的 GIS。80 年代是 GIS 取得重大技术突破的阶段。随着计算机软硬件技术的发展、图形图象功能日益强大,

GIS 技术日趋完善。进入 90 年代,随着 GIS 产业的建立和数字化信息产品在全世界的普及,使 GIS 技术向着标准化、一体化、智能化、多媒体等更高层次发展。

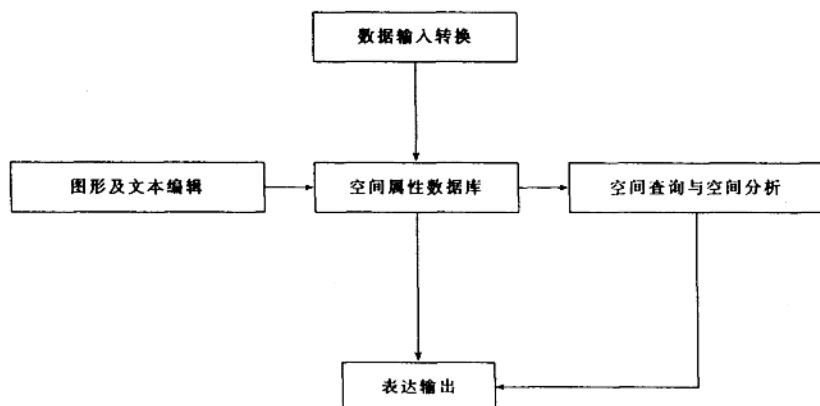


图 1-3 GIS 的主要软件子系统

我国地理信息系统的研制与应用起步较晚,但是起点高、发展迅速,其发展大体上可分为准备、试验和全面发展三个阶段。

准备阶段。我国 1974 年引进美国地球资源卫星图象,开展的遥感图象处理和解译工作,国家测绘局进行的一系列的航测工作等,都为国内 GIS 的研制与应用做了技术上的准备。

试验起步阶段。80 年代我国在技术引进、理论探索、规范研讨、区域实验、软件开发、人才培养和组织建设方面都取得了重要进展。这一时期资源环境信息系统主要有 1:400 万中国自然资源和自然环境信息系统;1:250 万中国水土保持信息系统;黄土高原、三北防护林、洞庭湖区、黄河三角洲等区域性信息系统。这一阶段也开发出一批 GIS 工具软件,例如,中国科学院遥感所的地学和遥感应用管理系统(GRAMS);北京大学遥感所的 SPACEMAN;北京大学计算机系的图形图象数据分析系统(DIDAS)等,都基本达到了产品化要求并进入市场。

全面发展阶段。90 年代以来,我国的 GIS 开发研制与应用进入了全面发展的新阶段,几种有代表性的 GIS 产品已经汇入国际潮流,有的甚至被联合国选做教学软件。

1.3 GIS 与相近系统的关系

GIS 是一门涉及多种学科领域的综合性技术科学,这些领域包括地球科学、测量遥感、数据库技术、计算机图形学、数字图象、机助制图等。GIS 与这些学科既有联系又有区别。

1.3.1 GIS 与数据库管理系统(DBMS)

GIS 与一般数据库管理系统的主要区别在于 GIS 处理空间属性数据。虽然 GIS 在数据库管理上借鉴了通用数据库管理系统的理论和方法,但它已具有对空间数据进行管理和查询的能力;GIS 除了具有通用的数据库,还具有图形数据库,而且要共同管理、分析和使用图形数据和属性数据。所以,GIS 在硬件和软件方面均比一般的数据库系统更加复杂,但在功能上也

比后者强大得多。例如, GIS 可以实现对某一实体空间关系的查询, 如方位、距离、相邻、包容和空间叠合关系等。

1.3.2 GIS 与数字地图

数字地图是模拟地图在计算机中的表示形式。它主要考虑地形、地物和各种专题要素在图上的表示, 并且以数字形式存贮、管理及在绘图设备上输出。而在 GIS 中是按数据库管理系统将图形数据和非图形数据分别存贮并相互操作的。数字地图强调的仍然是图, 而 GIS 强调则是信息及其操作。尽管数字图象处理技术是 GIS 与遥感(RS)结合与联系的纽带之一, 但是计算机图形学所处理的数据是不带空间属性的纯几何图形, 是空间数据的几何抽象, 它可以完成 GIS 底层的图形操作, 却不能完成数据的空间模型分析。

1.3.3 GIS 与计算机辅助设计(CAD)

GIS 与 CAD 系统的共同特点是二者都具有参照系, 都能描述图形数据的拓扑关系, 也都能处理非图形属性数据。它们的主要区别是 CAD 处理的多为几何图形及其组合, 图形功能极强, 属性数据库功能相对较弱。而 GIS 处理的多为自然因素, 具有分维特征, 因而图形处理难度大, 而且有丰富的属性库和符号库。GIS 有较强的多层片空间叠置分析功能, 图形与属性的相互作用十分频繁, 并且专业化特点突出。此外, GIS 容量大, 数据输入方式多样化, 也是 CAD 无法相比的。

1.4 GIS 在水资源——环境中的应用开发现状与趋势

经过近 30 年的迅速发展, GIS 作为建立在信息技术之上的多学科集成基础平台和综合环境, 它已经成为协调不同领域信息和不同信息源的理想工具。目前, GIS 已经走过了信息存贮、管理, 建立属性数据库, 查询检索, 统计分析和显示制图等基本功能实现的初期阶段, 而向着建立多功能、多目标、多层次的专业化综合分析信息系统和空间决策支持系统, 以及智能化的 GIS 方向开拓发展。同时 GIS 亦正与遥感(RS)和全球定位系统(GPS)相结合, 构建区域性甚至全球性的高速信息网络。

90 年代以来, 一些发达国家相继在地下水资源领域内广泛地开发和应用各种用途的地理信息系统, 深刻地影响和改变着当前地下水资源的开发利用和科学管理。

1.4.1 以 GIS 为核心的决策支持系统(MDSS)

1.4.1.1 专题性的管理决策支持系统

专题性的 MDSS 是为某一专门目的而开发的信息系统, 亦是目前最为流行的实用信息系统。该系统通常具有属性数据库和图形图象库。如美国马里兰州哥马利地区的非点源污染模拟地理信息系统(NPGIS, 1993), 用以支持无控制非点源污染质空间分布区域的监测与管理。按照美国环保局的定义, 这种污染主要来自城市径流、建筑、水文改变、采矿、农业、灌溉回渗、固体废物处置、大气积垢、河岸侵蚀和家庭污染水等。NPGIS 的主要功能是采用模拟模型与 GIS 结合的方式来评估非点状氮、磷、锌、铅、生物耗氧量和沉淀物质的空间分布。实践表明这

种以 GIS 为核心的专题性决策支持系统是实用、容易实现的系统,并能结合实际合理地开发所需的属性数据库和图形图象库。

1.4.1.2 综合性的管理决策支持系统

综合性的 MDSS 具有多方面的强大功能,可辅助解决综合性的复杂问题,该系统通常具有属性数据库、应用数学模型库、图形图象库和用户查阅咨询平台。如荷兰地学应用研究所(TNO)以 GIS 为核心,构建综合性区域水文地质信息系统(REGIS,1992),它以 GIS 为基础平台,集成其它数据库系统。首先把某一区域的各种地质、水文地质成果和背景资料输入 GIS 的数据库,构成一个区域水文地质信息系统,然后发展该系统与水文、地下水模拟模型的接口,方便地调用参数,及时地模拟水质、水量的变化状态。荷兰自由大学的 Arie Bieshuvel 完成的 REGIS 与地下水模拟模型的接口程序,利用 GIS 的数模转换功能,可自动生成模拟区内有限元网络,并可根据实际需要生成均匀或非均匀的剖分网络;将 GIS 数据库中已有的或是经 GIS 空间分析处理生成的参数值,如导水系数、入渗系数、蒸发系数,面状、线状、点状补给量、排泄量,含水层厚度、不同含水层的水头值等,自动地输入到网格的每一结点,从而使地下水模拟过程中的网络剖分、参数获取、数据输入等大量繁琐工作由 REGIS 辅助完成。GIS 参与地下水模拟不仅大大提高了工作质量和速度,而且更重要的是利用 GIS 的强大功能来获取更广泛、准确的空间参数,展示地下水流场的时空变化过程。地下水模拟的结果亦可在 GIS 中存贮、处理,以便产生更高层次的管理决策支持信息。

1.4.2 在地下水污染研究中的应用

地下水水质通常是地下水开发利用的一种限制因素,其化学组成经历了复杂的演化过程。既有水岩间的地球化学、水化学和生物化学的复杂作用,又有人类活动的强烈影响。使用多种信息的 GIS 有助于揭示其内在的规律性。位于法国奥尔良北部的博斯平原,分布有法国最富水的含水层,面积 4 900 km²。该区应用法国地理信息系统的 SYWERGIS(1993)进行地下水污染方面的研究,该系统有效地支持了下列问题的合理解决。

- (1) 污染源密度最大的区域及其时空演变状况;
- (2) 含水层抵御和防治污染的“自然能力”和最易损害的部位;
- (3) 控制地下水污染的各种因素及其作用;
- (4) 污染源、含水层易损性和地下水水质的相互关系;
- (5) 含水层系统缓冲机制的有效性。

1.4.3 区域水资源的综合研究

区域地表水与地下水的统一调度和科学管理一直是水资源领域突出的实际问题,GIS 的介入为这一问题的研究提供了有效的手段。

Maidment 等(1993)的研究成果表明:水文模型空间要素是由分水岭、排水通道、湖泊和三角洲等构成,而水流状况也受这些要素制约。在地下水模拟、资源评价与管理工作中,这些地表水方面的高质量的研究成果是非常宝贵和必不可少的。GIS 为区域地表水与地下水的联合研究,提供了高层次的综合环境。Mallants 等(1991)应用 GIS 进行了比利时 Voer 流域的降雨和径流相关状况的空间分析,为该流域的水资源规划与管理提供了科学依据。

1.4.4 GIS 是 3S 技术的核心

GIS 与 RS(Remote Sensing) 相结合主要用来解决区域性的空间问题。荷兰 Noord Brabant 省采用 GIS 与 RS 结合的方式,设计建立地下水水质监测网(1990),该网可以及时提供下列信息:

- (1) 人类活动对地下水水质的影响;
- (2) 政策法规运行的有效性;
- (3) 不同深度的地下水水质与土壤类型、土地利用和水文地质状况之间的关系;
- (4) 地下水化学成份的时空变化等。该系统在识别水流模式,尤其是评估污染质向深部含水层渗入方面具有突出优势。

GIS 与 GPS(Globe Position System)结合可以在地球表面任一点实现瞬时定位。这一技术已被南非共和国水利和林业部(DWAF)用于地下勘察控制和野外地下水钻孔定位(1994)。

1.4.5 编制水文地质图

国际水文地质学家协会(IAH)新近发布的《水文地质图编图指南和标准图例》(HMGSL, 1995),介绍了应用水文地质地理信息系统(HYGIS)编制新一代水文地质图。HYGIS 由水文地质数据库、工具方法库、用户界面和输入输出功能模块组成。数据库储存了与水文地质相关的各种信息(表格、图件、数字化和光电扫描资料、区域航片和卫星影像等);工具方法库可提供计算模型、编辑方法和结果的表达式。HYGIS 的图件制作系统附加了标准图例库,该系统具有图形输出(二维、三维、多维)、文本输出(文件、表格、图表)和数字化图象输出(磁带、磁盘、光盘)等多种功能。HYGIS 的图件制做是通过调用数据库中的若干相关图层和工具方法库中的数学模型或编图方法,并经过校正后实现的。

实际上,清晰、易于制做和理解的电子图件,有助于综合解决地下水领域中的各种重大问题。

国内 GIS 在水资源——环境方面的应用,目前还仅限于地表水,尚未检索到 GIS 在地下水方面较系统的应用研究成果。

第 2 章



城市水资源——环境管理决策支持系统的设计与构成

2.1 系统的设计原则

城市水资源——环境管理决策支持系统(CWEDSS)是根据以下几个原则进行设计的:

2.1.1 易于应用和推广

CWEMDSS 是面向城市水资源——环境管理工作人员的系统,因此,该系统首先应是一个能被用户接受的、易于操作和推广的实用信息系统。作者制作的 CWEMDSS 所展示的友好的菜单界面提示、网络式的交互查询、图象与数据库的迅速切换以及充分的空间分析功能等都是易于操作和推广的基础。

2.1.2 以 GIS 为核心

水资源——环境管理决策工作面向大量的空间分布和动态特征问题,而且这些问题的综合表达形式通常是水资源——环境系列图件。这就要求该系统不仅具有对历史资料和现状信息进行综合处理与表达的较强的功能,而且应具有描述未来变化的能力。GIS 正是解决这些问题的有力工具,它的加入为空间动态分析提供了有效的手段,同时 GIS 中的多图层与数据库联合的综合空间查询,亦是水资源环境管理决策当中最重要的定位空间信息形式之一。因此 CWEMDSS 在研制时充分考虑并开发了 GIS 在水资源——环境方面的应用功能。

2.1.3 储备有多种模型和计算方法

针对城市水资源——环境管理决策中存在的专业性强、计算方法多、编制计算机程序比较困难等实际问题,我们在 CWEMDSS 中专门开发了应用模型库(含方法库)及其管理系统,以便让用户能方便地调用数学模型(工具),在人机交互式对话环境下来分析、评价、预测水资源环境问题。

2.1.4 功能具有可扩展性

系统中信息的更新,包括信息源、信息处理和表达方式的更新是信息系统的生命。这在很大程度上取决于系统功能的可扩展性。为此,CWEMDSS既考虑了目前城市水资源——环境管理的实际状况需要,又为以后该系统功能的扩展提供合理的总体功能结构框架和良好的接口设计。同时亦兼顾未来CWEMDSS向相近专业领域的方便移植的问题。

2.2 系统的总体构成

城市水资源——环境管理决策支持系统(CWEMDSS)的总体构成应兼顾城市水资源——环境管理工作的实际需要和GIS工具本身的功能结构特点。在水资源环境管理工作中,经常需要查询、加工、表达某一地区的水资源——环境信息,如该区域的属性数据库、统计图表、水资源——环境系列图件等。因此,在CWEMDSS的设计与总体构成中力求充分体现信息查询、信息加工和信息可视化表达等三个方面的功能特点。系统的总体结构如图2-1。图中的I、II、III子系统均具有查询功能。如属性统计制图子系统是面向属性数据库的统计图形、图表形式查询;应用模型库子系统则是通过运行不同的空间属性分析模型和应用数学模型实现专题查询。但是用户查阅咨询子系统是更直接地面向文字图象、统计图表、图形图象和属性数据库的浏览查阅,是典型的查阅平台。该子系统由自然条件、地下水资源管理、供水节水管理和环境信息等四个模块组成,一共可存放8000张图象,完全可以满足大中城市水资源——环境管理工作的需要。该系统的查询功能具有以下特点:

- (1) 在图象任何点位处,可查询该点的属性数据库;
- (2) 可在图象任何位置放大局部细节、提取信息,并形成新的图象;
- (3) 在任何一个专题目录下,如在水文地质目录下的任何一幅图象的任一点上,可以查询该目录下的50层图象上具有相同平面坐标点的属性数据库,以能提取多图层的空间属性信息;
- (4) 四个模块的图象库、方法库之间具有网络式的交互查询能力,即在任一模块中可查阅其它三个模块的图象库和方法库。而II、III子系统均具有信息加工功能,如II子系统是通过应用模型运算加工信息的,I系统中的地下水渗流场的模拟、预报和水资源管理方面的计算程序均出自II子系统;III子系统是面向属性数据库加工水资源——环境信息的,如制作各种日常工作中所需的统计图形、报表等等。子系统VI主要是通过制作各种图象来表达水资源环境某一区域的平面、剖面 and 立体信息的。II、III和VI子系统加工、表达的水资源——环境信息的结果,均可存入I子系统,以备用户查阅咨询。

2.3 系统GIS工具的主要特点

系统GIS工具CITYSTAR是面向地学和环境专家设计的地理信息系统工具,其主要特色如下:

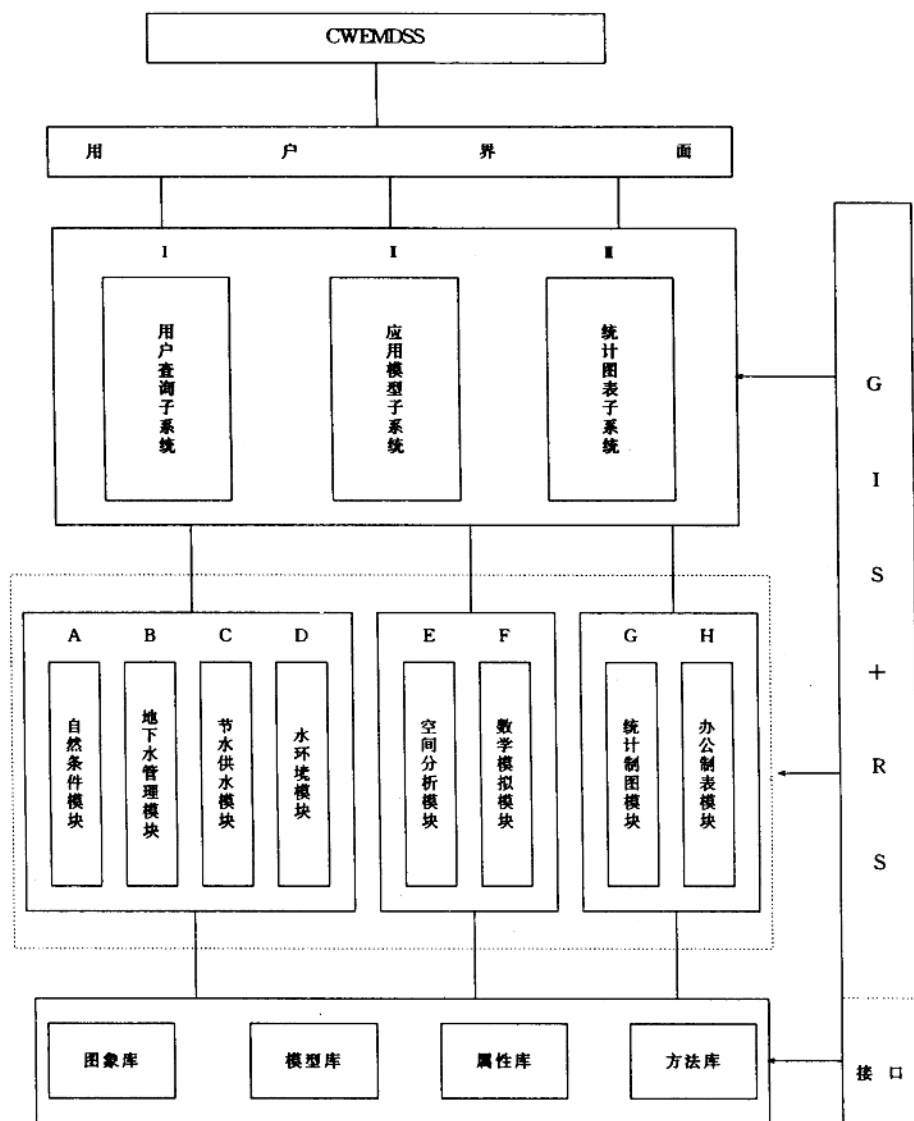


图 2-1 CWEMDSS 总体构成

2.3.1 适合微机环境,运算速度快

该系统从设计到开发均以微机为操作平台,在算法上大量采用和创新了一系列快速空间分析算法,如矢量栅格快速相互转换的边界代数算法(BAF—Boundry Algebra Filling)等,并广泛采用了高效图形图象压缩编码技术,使一般的图形压缩率达 95 % 以上。

2.3.2 矢量、栅格数据结构共存

栅格格式的数据结构使该信息系统可以方便地读取各类图象数据,并在模型运算、多图操