

GIS 发展动态及其应用软件选择

李云¹, 吴雷¹, 吴时强¹

(1. 南京水利科学研究所, 江苏 南京 210029)

摘要:地理信息系统以其独特的空间图形和属性数据库的有机结合的特点广泛应用于许多领域。随着计算机技术的发展, GIS 软件本身也得到了迅速的发展, 出现了众多相应软件。怎样结合本领域的实际情况选择一套合适的 GIS 软件, 是一个重要而且十分突出的问题。本文在介绍了 GIS 的发展及基本特征的基础上, 对国内外多种 GIS 软件进行了分析比较, 并结合水利科研领域的特点, 认为 Arcview 是较为适合该领域科研的软件开发工具。

关键词: GIS; Arcview; 数据库; 空间分析

中图分类号: TP399 **文献标识码:** A

地理信息系统是在计算机硬件和软件的支持下, 运用系统工程和信息科学的理论, 科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据, 以提供对规划、管理、决策和研究所需要的技术系统^[1]。随着计算机技术的发展, GIS 成为一门功能强大的数据分析、可视化及虚拟世界模拟的技术系统, 也随着计算机技术的普及渗透到环境保护、商业、金融业、保险业、卫生保健、运输与导航、移动通讯、公共事业等领域, 并可以通过 Internet 网络进入千家万户, 成为人们日常生活中不可缺少的一部分。在水利工程科研中有大量的科学模型和软件, 这些模型和软件在计算上功能强大, 解决了许多实际问题, 但是计算结果大部分是以表格数据形式表现, 无法直观显示不同类型的计算结果之间的关系, 这些工作大部分是手工操作, 具有数据量大、步骤繁琐、误差偏大的缺陷。而 GIS 软件的出现正是弥补了这一不足, 因此, 结合水利科研的特点, 选择一套合适的 GIS 软件, 是十分必要的。

1 GIS 发展动态

1.1 GIS 的产生、发展和应用 20 世纪 40 年代末、50 年代初, 由于计算机科学、地图学和航空摄影测量技术的发展, 逐步利用计算机来汇总、处理、分析各类数据, 为决策者提供信息, 尤其是计算机分析、处理地图信息的能力, 具有手工所不能达到的作用, 这是最早的地理信息系统萌芽。GIS 主要经历了二个发展阶段:

20 世纪 50 年代末和 60 年代, 计算机获得广泛应用后, 很快被应用于空间数据的存储和处理, 主要作用是存储和处理地图信息; 诞生了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统, 并完成全国土地资源潜力的估算; 同时还研制了哈佛大学的 SYMAP, 还有 GRID、MLMIS 等系统。

20 世纪 70 年代, 计算机发展到第三代, 内存容量大增, 运算速度达到 10^6 s 级, 出现大容量存储设备——磁盘。地理信息系统的应用从自然资源管理和土地规划开始, 已进入政府、商业、高等院校。本阶段的主要特征为具有完善的输入、输出设备, 人机对话和随机操作的实现, 结束了手扶跟踪数字化现象。

20 世纪 80 年代以后是地理信息系统普遍发展和推广应用的阶段, 出现了面向数据管理的数据库系统

收稿日期: 2003-04-28

作者简介: 李云(1962-), 男, 江苏人, 教授级高级工程师, 主要从事水工水力学与计算机应用等方面的研究。(DBMS),

通过操作系统(OS)管理数据,数据处理和数学模型、模拟等决策工具相结合。地理信息系统的应用也从简单的规划转向综合区域的开发,地理信息系统已开始应用于解决全球性问题,如全球沙漠化、ALNI NO现象及酸雨等问题。

GIS自80年代进入我国以来,GIS技术在我国取得了重大进展和实际应用效果。1981~1993年建立我国第一个区域信息系统模型;1984年建立全国人口数据库和国土基础信息系统,标志着我国GIS事业的起步。90年代至21世纪初GIS技术在中国各行各业的应用十分广泛。具体说来,GIS在以下几个方面取得重大成绩:

(1)数字测绘技术方面:针对国际测绘科技的发展动向,研究并建立了数字化测绘技术体系,初步形成了基础地理数据采集、处理和管理能力,建成1:25万地形数据库、地名数据库、数字高程模型,形成以空间信息为背景的应用系统。

(2)在区域发展方面:针对不同的生态脆弱带如黄淮海平原进行区域综合治理与开发及可持续发展进行研究,研究并建立了我国第一个在遥感、地理信息系统和多媒体技术共同支持下具有多目标、一体化集成的黄淮海地区县级农业可持续发展决策支持系统。

(3)在资源调查方面:建立区域矿产资源评价和靶区优选应用模型,提高了矿产资源勘查评价技术水平;利用地理信息系统和遥感技术并结合野外调查,提出农作物播种面积的估算方法,建成一个重点产粮区农作物估产信息系统。

(4)在自然灾害监测、评估和应急管理方面:对七大类自然灾害监测与评估及综合应急管理的研究与应用取得了重大进展,尤其洪水实时监测传输方面居于世界领先水平,在全国范围内建立了重大自然灾害的背景数据库、灾害数据库、评价分析模型和技术支持系统。

(5)城市规划与管理方面:开展了城市地理信息系统的标准化研究;应用地理信息系统和全球定位系统研制了城市交通实时空间管理系统。

(6)在水利领域方面:建立了基于GIS技术的雨情、水情、工情、险情、灾情等信息服务系统,并逐步应用于省、市级防汛指挥及河流、水系防洪决策支持系统。

1.2 GIS组成模块

(1)数据输入及编辑:根据指定的地理坐标和范围,通过矢量化工具(数字化仪、矢量化软件)将底图中的点、线、区域等地理要素转换成具有一定空间坐标的矢量数据,生成空间数据间的拓扑关系,实现修改检索和校正拓扑的功能,同时对输入的点、线、区域等图形,通过编辑工具编辑,修改各图形的空间位置及图形的属性。

(2)地理数据库:地理数据库是GIS软件的核心,是所有地理操作的基础和来源,它的数据模型的选择决定了GIS软件的有效性和运行效率。常用的模型有层次数据模型、网络数据模型和关系数据模型,大多数GIS软件都采用关系数据模型。

(3)数据处理和分析:该部分是GIS软件区别于其他数据库软件、制图软件的主要部分。空间数据处理分为编辑处理和用户处理。编辑处理主要对空间数据库进行“净化”;用户处理主要是建立用户满足的数据文件。数据分析主要是分析类型、叠加类型、多边形包含分析、最短路径分析、距离、相邻、相接分析、缓冲区分析等。

(4)数据显示与输出:GIS可以和普通地图一样显示不同要素和位置如水系、居民点等;也可以由专

题图来表达只含有某一种属性数据信息并用形状、颜色来表达所代表的信息。利用打印机、绘图仪可以将用户所需要的信息输出。

(5) 接口：分用户接口和程序接口。用户接口指用户通过键盘、鼠标输入信息和通过显示器、打印机等输出信息。程序接口指 GIS 软件同其它软件之间的合作，如遥感技术 (RS)、全球定位技术 (GPS) 及动画技术等。

1.3 GIS 的基本功能 GIS 具有以下基本功能：(1) 地图展示与专题制图。(2) 数据查询。(3) 空间查询。(4) 数据集成与更新。(5) 线路和最短路径。(6) 缓冲区：缓冲区是围绕某地要素画出的定宽地区。(7) 叠加分析。(8) 距离、相邻、相接分析。

2 GIS 软件不同指标的比较

目前国外流行的 GIS 软件中有 ARC/INFO, MapInfo, MGE, Genamap 等, 其中 ARC/INFO 系列产品占世界 GIS 市场的 85% 以上, 其次是 MapInfo。国内的 GIS 软件发展也较快, 比较突出的有 Geostar, MapGIS, WinGIS, TWGIS 等; 每种软件都有自己的特点, 有的是基础软件, 有的是应用软件; 有的是综合软件, 有的是专业软件, 价格也相差很大。如何在众多的软件中选择一种适用于水利科研的 GIS 软件, 是一个十分关键的问题。对各种 GIS 软件的性能进行比较, 首先找出符合自己功能要求的 GIS 软件, 一般来说比较不同的 GIS 软件可从以下几个方面进行:

2.1 GIS 软件的核心功能比较

(1) 系统可以接受的输入数据格式和系统可以提供的输出数据格式: 各种商业化 GIS 软件能够提供的数据格式不尽相同, 目前基本的图形数据格式有: ARC (ARC/INFO)、AVHRR (气象卫星数据)、DEM (数字高程模型)、DIME (双键码)、DLG (数字化线图)、DXF (CAD 数据)、ELAS 与 ERDAS (ERDAS 软件) 等 14 种。

(2) 地图代数功能: 地图代数功能是指对于专题地图的图形图像数据的数学交换, 包括: 地图的加、减、乘、除常数运算, 地图的指数、三角、微分运算等。

(3) 多边形操作功能: 是指对于同一层或不同层的多边形实体间或多边形实体与其它类型的实体间的几何操作。包括: 多边形复合分析, 进行面积计算和面积统计; 产生泰森多边形, 常用于水文测量。

(4) DEM (数字高程模型) 的地形分析功能: 主要是用一系列的有关地形参数的计算, 包括: 计算坡度、坡向, 内插高程, 景物视线分析 (可见性计算); 产生高程等值线; 排水网络模型; 地形断面图的产生; 地形的挖方/填方计算。

(5) 其它空间分析功能: 走廊分析; 多幅图的布尔操作; 多个专题的布尔操作; 最邻近地物搜索; 移动窗口过滤器; 计算最优路径和加权的最优路径; 坐标几何计算; 网络分析; 矢量与网格格式的相互转换。

2.2 GIS 软件功能比较 根据 GIS 软件的核心功能及外部特征, 将不同类型的、目前流行的 GIS 软件进行列表, 见表 1 (限于篇幅仅列出了国外商业化 GIS 软件的功能比较)。就软件的功能而言, ARC/INFO 及 MGE 属于功能较齐全的软件, 从输入模块到输出模块, 以及空间分析、DEM 分析和地图处理功能, 该软件都明显优于其它软件, 价格也是相当高的一类。国产软件明显在功能上要少于国外软件, 主要特点是在具有一般的 GIS 功能外, 具有全汉化水平, 价格也低于国外软件。相比之下, Arcview 和 ARC/INFO 来自同一厂商 ESRI, 具有 GIS 软件的大部分功能, 且发展前景比较乐观。

3 适用于水利领域的 GIS 软件—Arcview

GIS 是一项综合的空间信息系统技术,与其相关的学科有土木工程、土地调查、遥感、水利、水文地质学及计算机辅助设计(CAD),通用的GIS软件可以满足广泛的要求,一些专业应用软件就只能满足部分的要求。因此,选择一套适用于水利科研领域的GIS软件,要考虑水利研究领域的特点及相关技术的关系如:计算机辅助制图(CAM)、计算机辅助设计(CAD)、图象处理软件(ERDAS,EMI等)、管理信息系统等。

3.1 Arcview 可以满足大部分水利科研领域的需求 水利领域具有很广的覆盖面以及悠久的历史,形成了自己独特的研究手段和方法,数学模型成功地解决了大量实际问题。但在数学模型计算中出现了数据量大、计算结果可视化程度低、系统模拟仿真程度小等薄弱环节。GIS技术以其独特的功能成功地弥补了这一环节,从前面的分析中可以发现,GIS将数据与图形有机结合,具有图形表示综合数据、数据在图上定位的特点。尤其GIS中的专题地图不仅可以具有普通地图的功能,还可以进行不同的专题图的任意组合(如将流速场、温度场以及地形图叠加在一起),以及对属性数据进行各种空间分析,向用户提供图形、表格、图象及多媒体等直观的结果。

不同的GIS软件也千差万别,从表1中进行综合比较。建议采用Arcview作为水利科研的软件工具。适合用户的功能是GIS软件的首选条件。Arcview的功能具备大部分GIS软件的分析功能,可以满足水利科研的需求。比如:

(1) 图形输入和编辑功能,即空间数据的输入和编辑,Arcview提供数字化仪的接口,支持多种数字化仪的直接输入;不仅可以从纸图上直接输入,还可以以扫描图为基础进行跟踪矢量化;另外,还可以显示和转换CAD的文件(DXF);在图形编辑方面,Arcview提供了大量的图库可以让用户进行编辑,基本的有三种类型(点、线、区域),用户通过键盘和鼠标在屏幕上任意更改。

(2) 空间查询及统计图表的显示。Arcview具有在地图上表现数据的能力,经数学模型计算后的结果可以通过图形表现出来,利用颜色和形状等一系列属性来直观地表示数学模型的计算结果,将计算结果用图形及表格输出,同时还可以对计算结果进行动态比较分析,建立各种统计图表,这尤其适用于大数据量和范围较大的研究区域计算。

(3) 空间分析。在Arcview中,地图上的每一点都和一定的空间坐标相匹配,而每一坐标都对应着一个或多个属性值,用户可以利用这种特性解决各种实际问题,如在进行各种因素的计算之后进行港口、码头的选址工作,在一个区域内的不同单元中的各种要素计算后,Arcview可以给出最优(或次优)的选址地点:可以在交通图或电网图上通过网络分析功能给出设计或行进的最佳路径:可以通过缓冲区分析来确定河流或空气中的污染物分布范围内的物体数量的属性等。

(4) 三维显示功能。可以根据一定的视角及太阳照角生成三维表面视图,用来模拟实际物体及环境。

(5) 二次开发工具。Arcview内嵌二次开发语言(Avenue),可以根据用户需求开发出用户满意的应用软件。这是国内所有软件所没有的。而国外的软件如ARC/INFO有AML,Mapinfo有MapBasic,这也是比较重要的一方面。

3.2 标准化、开放性及发展 Arcview具有数据开放性。它与ARC/INFO是同一厂家出品,可以接收ARC/INFO的Coverage。可以直接读取CAD的DXF文件;且具有转换Mapinfo的MIF文件接口;还支持IMAGE及JFF等图象文件格式。通过SDE,支持多用户开放体系结构、各类大型数据库:支持ODBC,可以同其他数据直接通讯,如DBF等。同时,Arcview有Windows版本,有标准化的输入、输出格式。支持各类打印机、绘图仪。由于ARC/INFO是世界上最流行的GIS软件,目前,各GIS软件厂家均以ARC/INFO为约定俗成的标准,ARC/INFO主要是面向工作站,今后的发展是利用Arcview微机上实现ARC/INFO功能。大部分的水利工程的设计软件都可输出DXF格式,而且数学模型的计算结果也可以用DXF和数据库的形式输

出。

表 1 目前主要国外商业化 GIS 软件的功能比较

软件名称	ARC /INFO	Arcvie w	MAP INFO	MGE	Genama p	软件名称	ARC /INFO	Arcvie ew	MAP INFO	MGE	Genama p
测 直线距离	*	*	*	*		D E M 分 析 功 能	计算坡度	*		*	*
量 曲线距离	*	*		*	计算坡向		*			*	*
功 可近度分析	*	*	*	*	内插高程		*			*	*
能 面积测量	*	*		*	可见性计算		*			*	*
缓 点周围	*	*	*	*	高程等值线		*	*		*	*
冲 多边形周围	*	*		*	排水网络模型		*				*
区 沿直线	*	*		*	地形图断面		*			*	*
功 沿曲线	*	*		*	挖方与填方		*			*	*
能 加权缓冲区	*	*									
地 加减常数	*	*	*	*	走廊分析		*		*	*	*
图 乘除常数	*	*		*	地图布尔操作	*	*		*	*	
代 指数变量	*	*		*	专题布尔操作	*	*		*	*	
数 三角变换	*	*		*	邻近搜索	*	*		*	*	
					其他 移动窗口过滤						
多 多边形复合	*	*	*	*	功 最优路径	*	*		*	*	
边 点在多边形内	*	*	*	*	能 加权最优路径	*	*		*	*	
形 线在多边形内	*	*	*	*		*			*	*	
操 多边形合并	*		*	*	网络分析	*			*	*	
作 删除多边形复合	*	*		*	矢量转网格	*	*	*	*	*	
					网格转矢量	*			*	*	
					投影变换	*	*		*	*	

注：表中*表示有此项功能。

3.3 Arcview 同相关技术的关系 相关技术指和 GIS 关系较密切的技术领域如：计算机辅助设计 (CAD)、图象处理软件 (ERDAS、ENVI 等) 管理信息系统 (MIS)、决策支持系统 (DSS)、专家系统 (ES)、遥感 (RS)、全球定位系统 (GPS) 等等。Arcview 同以上的技术领域关系密切, 可以直接读取 (CAD、遥感图像等); 或通过 ARC / INFO 数据转换达到和其他软件的数据通讯的目的。

3.4 理想的用户界面、硬件平台及合理的价格 Arcview 是基于 Windows 平台, 基于菜单操作, 十分方便。而且用户可以根据自己的需要改变界面及菜单, 具有很大的灵活性。还具有可以接受的价格, 对硬件平台的要求也不高, 是基于微机平台的。其它的软件如 ARC / INFO、MGE、Genamap 也可以达到要求, 但是价格十分昂贵, 且是基于工作站 (UNIX) 的, 对于一般用户十分不便。国内的一些 MapGIS、Geostar 价格也相近, 但在功能上及开放性标准上较差, 尤其二次开发工具没有具备, 因此, 目前还无法满足开发要求。

4 结 语

GIS 技术自诞生后, 就在全球内迅速推广, 目前已广泛应用在自然资源调查、区域开发与国土整治、环境监测与保护、自然灾害监测、城市规划与管理、市政管理与维护等领域。在国外还用于商业、企业、

保险业、邮政事业、电力、电信等领域，随着计算机技术的发展，GIS 一定会向更多的领域渗透，成为一门无处不在的技术。Arcview 在功能上具备 GIS 软件的大部分功能和部分扩展功能，可以满足水利科研领域的需求。同占有世界 GIS 市场 85% 以上的 ARC / INFO 软件出自同一软件公司 (ESRI)，具有标准化及数据开放性，而且与相关技术如：计算机辅助设计 (CAD)、图象处理软件 (ERDAS、ENVI 等) 管理信息系统 (MIS)、决策支持系统 (DSS)、专家系统 (ES)、遥感 (RS)、全球定位系统 (GPS) 等相关密切，Arcview 具有基于 Windows 平台及菜单操作，有理想的用户界面及可以接收的价格，可以选用 Arcview 作为软件开发。

参 考 文 献：

- [1] 黄杏元，汤勤. 地理信息系统概论 [M]. 北京：高等教育出版社，1989.