

文章编号: 1672 - 058X(2009)01 - 0031 - 04

地理信息系统技术在环境科学中的应用

陈文锋, 戴宏民*, 周 均

(重庆工商大学 环境与生物工程学院, 重庆 400067)

摘 要:根据地理信息系统(GIS)的主要功能与结构,重点阐述了地理信息系统(GIS)的数据库以及空间分析在环境科学中的应用。从环境科学的角度出发,重点介绍了它在环境监测、环境影响评价、环境规划等各个领域的应用现状,并阐述了地理信息系统在环境科学中的应用前景。

关键词:地理信息系统(GIS);数据;环境科学;应用;

中图分类号: TP 391

文献标识码: A

20世纪 50年代末 60年代初,计算机成为地理信息存储和计算处理的工具。1963年加拿大测绘专家 R. F. Tomlinson 首先建立了世界上第一个 GIS(Geographical Information System)系统,即 CGIS(加拿大地理信息系统)。我国地理信息系统方面的研究工作从 20世纪 80年代初开始,以 1980年中国科学院遥感应用研究所成立的全国第一个地理信息系统研究室为标志^[1]。1987年底,中国国家计委和中科院建立的资源与环境信息系统国家重点实验室通过国家验收,由此在我国展开了 GIS技术在资源与环境方面的研究。1995年,世行技援 B - 1项目又帮助我国 27省、自治区级建立环境信息系统并选用 Arc/Info作为 GIS开发平台,从而使 GIS在我国环境领域的应用研究进入实施应用新阶段。

1 GIS概念及功能

按通常理解,地理信息系统是一种采集、储存、管理、查询检索、分析、显示和描述空间数据的计算机系统,是分析、处理、挖掘海量地理数据的通用技术^[2]。它是以地理空间数据库为基础,在计算机硬、软件环境的支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间相关数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。

GIS功能是指 GIS在地理数据处理工程中的作用,包括地理数据的输入、存储、图形图像处理、地理数据的操作、分析和显示(图 1):

(1) 数据的采集与输入。即在数据处理系统中将系统外部的原始数据传输给系统内部,并将这些数据从外部格式转换为系统便于处理的内部格式的过程;

(2) 数据编辑,主要包括图形编辑和属性编辑。图形编辑包括拓扑关系建立、图形编辑、图形修饰、图幅拼接、图形变换、误差校正等功能;属性编辑主要与数据库管理结合在一起完成,包括修改、增加、删除等功能;

(3) 数据存储与管理。数据存储是将数据以某种格式记录在计算机内部或外部存储介质上。其存储方式与数据文件的结构有关,关键在于建立记录的逻辑顺序,属性数据一般用关系数据库来管理;

(4) 空间查询与分析,包括数据操作运算、数据查询检索和数据综合分析。数据查询与检索是指从数据文件、数据库或存储装置中,查找或选取所需数据;GIS能分析所定区域内的各种现象和过程;

收稿日期: 2008 - 11 - 10;修回日期: 2008 - 12 - 18。

作者简介:陈文锋(1982 -),男,河南许昌人,硕士研究生,从事环境规划与管理研究。

*通讯作者:戴宏民(1939 -)男,浙江奉化人,教授,从事绿色包装研究。E-mail: daihm812@126.com

(5) 数据更新是以新的数据项或记录来替换数据文件或数据库中相对应的数据项或记录,它是通过删除、修改、再插入等一系列操作来实现的;

(6) 数据显示与结果输出。数据显示是中间处理过程和最终结果的屏幕显示。包括图形数据的数字化与编辑,以及操作分析过程的显示。结果输出形式通常有以下几种:在计算机屏幕上显示或通过绘图仪、打印机输出或通过 Internet 实现远程传输,实现可视化。

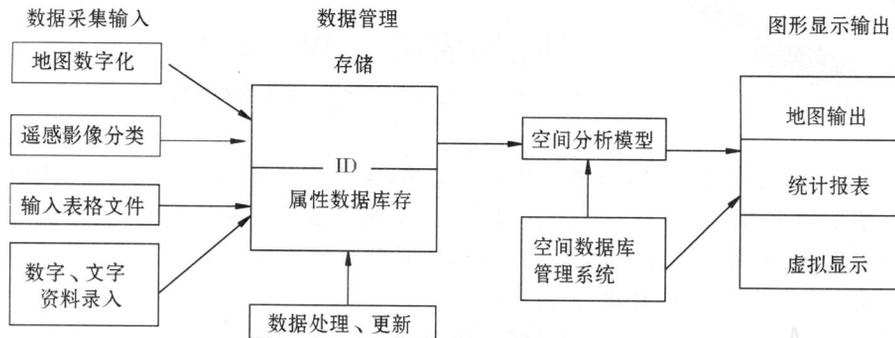


图 1 GIS 数据处理功能与过程

2 GIS 在环境监测中的应用

环境监测离不开环境信息的采集和处理,而环境信息 85% 以上与空间位置有关,因此地理信息系统就成为环境监测的有效工具。在地理信息系统的帮助下,可以方便地获取、存储、管理和分析各种环境信息,并且能为环境监测提供全面、及时、准确、客观和有效的环境信息。地理信息系统具有强大的空间分析和数据处理功能,充分利用 GIS 的功能模块结合选定的环境监测模型可以对多源环境信息进行处理,从中发现环境演变的动态规律,从而实现对环境的动态监测,并将环境的变化情况、规律制成图片直观地表达出来^[3]。

2.1 GIS 在大气环境动态监测中的应用

随着城市工业化的发展,城市工业企业数量和机动车数量都在急剧增加,有毒有害污染物大量排入到城市空气中,很多国家和地区都在为改善大气环境质量做着努力。而大气环境有着以下特点:它的空间尺度大,人类赖以生存的大气圈有上百公里的厚度;空气在自然环境中有着最好的流动性,地面是其不可逾越的固体边界^[4]。因此大气环境动态监测最适合用 GIS 技术进行监测和分析。引用地理信息系统技术和数据库管理技术,可以将所有对大气有污染隐患的企业及位置信息、主要污染物、污染物移动范围、周围地形进行收集、整理,并建立地理信息数据库。利用 GIS 空间分析和数据显示功能,可获得污染物在大气中的浓度分布图,进而可了解污染物的空间分布和超标情况。在这方面已经有了成功实例:欧洲的 RA NS 模式就是一个跨国界的 SO₂ 排放量计算机管理系统^[5],我国“七五”环保项目中“国家大气环境信息系统”^[4],都是通过 GIS 技术进行监测和分析的。

2.2 GIS 在水资源环境监测中的应用

水是人类生存和发展不可缺少的物资条件,是工农业的重要资源,然而,水源污染日趋严重并多以复合型污染为基本特征,造成大比例水不能用于饮用,因此有必要加强对水资源环境的监测和管理。水资源环境的特点是空间信息量大,而对空间信息的管理与分析正是 GIS 的优点。GIS 用于水资源环境监测,主要是对水质监测数据和空间数据进行科学有效的组织和管理,能够让管理人员方便地对各种空间信息进行查询、修改和编辑等;通过 GIS 强大的空间分析和图标分析功能,实现对空间和检测数据的分析和专题图的制作,进而为污染治理方案的制订提供有效的信息支持。比如 Adamus 和 Bergnan 采用 GIS 与筛选函数分析水域内无点污染源的载荷分布, Richard 和 Host 应用 GIS 与相关函数分析河流生物与上游土地应用及河流形状的关系^[4],中国环境科学院郝丙辉等应用 GIS 定量分析昆明市松华坝水库的流域面源污染^[6], Hudak 等人在利用 GIS 技术对地下水监测网络进行的设计中,对所选研究区域进行详细的场地监测和分析,从而有利于管

理地表和地下废物,及时发现潜在污染源,加强对水源井的保护,还能为填埋场选址提供决策支持^[7]。

3 GIS在环境影响评价中的应用

环境影响评价(Environmental Impact Assessment),是指对拟议中的建设项目、区域开发计划和国家政策实施后可能对环境产生的影响进行的系统性识别、预测和评估。环境影响评价的根本目的是鼓励在规划和决策中考虑环境因素,最终达到更具环境相容性的人类活动^[8]。目前,环境影响评价中的许多环境问题和环境过程都可以通过现有的成熟模型准确地描述出来,如水质模型、大气扩散模型等,但这些环境模型空间数据在操作、分析、显示方面仍存在一定的困难,并且很多都有明显的空间特性。而GIS技术可以将数据和地图相连起来,建立拓扑关系,进行空间分析、查询以及制作各类专题图,形象、直观地显示环境质量和污染状况;在评价过程中,可以选择各种评价方法进行单要素评价和区域综合评价,自动完成评价因子的分析、计算和评价成果的输出,大大减少了手工工作量,加快了评价工作进程。

3.1 GIS在项目环境影响评价中的应用

环境信息数据库是项目环境影响评价的基础。项目环境影响评价需要先期掌握区域自然与社会经济、区域环境质量、污染源、工程项目、环境标准和环境法规等环境信息。环境信息数据量大,来源广,且85%都与空间位置有关^[9]。可以用GIS集成与场地和项目有关的各种数据及用于环境评价的各种模型,进行综合分析、模拟和预测,来为环境质量现状进行分析和决策。GIS还具有很强的数据管理、更新和跟踪能力,以此来协助检查和监督环境影响评价单位和工程建设单位履行各自职责,并对环境影响报告书进行事后验证。

3.2 GIS在区域环境影响评价中的应用

区域环境影响评价一般是指应用科学技术的原理和方法,揭示该区域环境中正在发生的和即将发生的与发展过程相关的自然作用和人类活动及其相互关系的规律。进行区域环境影响评价的目的是为了确保或满足研究区域内的社会、经济和环境协调发展,使该区域达到可持续发展战略规划的总体要求。GIS在区域环境影响评价的作用主要体现在:能有效地管理一个大的地理区域复杂的污染源信息、环境质量信息及其他有关方面的信息,并能统计、分析区域环境影响诸因素(如水质、大气、河流等)的变化情况及主要污染源和主要污染物的地理属性和特征等;具有叠置地理对象的功能,对同一区域不同时段的多不同的环境影响因素及其特征进行特征叠加,分析区域环境质量演变与其他诸因素之间的相关关系,从而对区域的环境质量进行预测;将区域的污染源数据库和环境特征数据库(如地形、气象等)与各种环境预测模型相关联,采用模型预测法对区域的环境质量进行预测^[10]。

3.3 GIS在累积环境影响评价中的应用

累积环境影响评价是指系统分析和评估累积环境变化的过程,即分析和调查(包括识别和描述)累积影响源、累积过程并对各影响在时间、空间上的累积做出解释,估计和预测过去的、现有的或计划的人类活动的累积影响及其对社会经济发展的反馈效应,选择与可持续发展目标相一致的潜在发展行为的方向、内容、规模、速度和方式^[11]。由于累积环境影响评价拓展了环境影响评价的时空分析范围,更强调环境变化的时空放大作用,因此其更多地要求评价方法的能力,而GIS具有编辑、加工和评价长时段、大地理区域数据的能力及卓越的建模和影响预测能力,能够识别和分析环境影响在时间和空间上的累积特征,因此为进行累积环境影响评价提供了强大的可操作方法。

4 GIS在环境规划中的应用

环境规划是指对一个区域(或城市)进行环境现状调查、监测、评价、规划,预测由于经济发展可以引起的环境变化,并根据生态学原理提出调整工业部门结构、生产布局以及各种防治污染的途径,进行保护和改善环境的战略性部署^[12-14]。其目的是在发展经济的同时保护环境,防止和减少环境污染,使经济与环境协调发展,实现经济可持续发展。GIS用于环境规划中是将先进的GIS空间分析技术与基础数据和空间图形库结合起来,在环境数据的收集与管理、环境质量评价与预测及污染控制规划方面做出相应的处理,使环境

规划决策的过程更加直观、快速、实时和有效。而未来的环境规划管理重点发展方向是:能够快速应对错综复杂的环境问题,而且能够从时空的角度预测环境质量的变化趋势,为决策者提供专家经验,合理制定环境管理措施和方案^[15]。而 GIS作为一种技术手段,正好发挥其对数据及时更新,地理空间信息和属性数据实时查询,宏观把握和微观分析的决策支持等功能优势。

5 结束语

GIS具有的空间数据和非空间的属性数据的管理及空间分析能力是其他任何工具所代替不了的, GIS将多种空间数据和统计数据编辑、数据变换、建立拓扑关系等,对不同的空间对象进行点、线、面、注记 4 种不同的空间数据层来表达,分层输出各种专题图、统计图等,不仅节省大量的人力、物力、财力,最主要的是获得成果的速度快、精度高,随着 GIS技术的不断发展,相信它在环境领域的运用会进一步得到扩展和完善, GIS的应用必将为我国的环境科学领域做出巨大的贡献。就其应用发展前景而言,“3S 技术、应用模型开发、空间决策支持系统、WebGIS技术,虚拟地理环境被不断地引入环境科学领域,为环境科学领域的研究提供更加丰富而有效的研究手段或方式^[16]。

参考文献:

- [1] 王亚民,赵捧未. 地理信息系统及其应用 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2006
- [2] 陈述彭,周学军. 地理信息系统导论 [M]. 北京:科学出版社, 2002
- [3] 冯文博,李继军,戴塔根. GIS在环境工程中的应用 [J]. 湖南农业大学学报, 2001, 2(1): 16 - 18
- [4] 汪小钦. GIS与大气质量模型结合的探讨 [J]. 环境科学研究, 2000, 13(4): 50 - 52
- [5] 傅国伟. 当代环境规划的定义、作用与特征分析 [J]. 中国环境科学, 1999, 19(1): 72 - 76
- [6] 林琨,冯通,孙以义,等. 城市地理信息系统研究与实践 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 1996
- [7] 杜培军,周廷刚. 3S技术在城市环境管理中的应用 [J]. 环境保护, 1999, (3): 3 - 4
- [8] 陆书玉. 环境影响计价 [M]. 北京:高等教育出版社, 2001
- [9] 王桥,张宏,李旭文,等. 环境地理信息系统 [M]. 北京:科学出版社, 2004
- [10] 姚申君,吴建平,易敏,等. GIS在环境影响评价中的应用 [J]. 环境科学导报, 2007, 26(6): 77 - 80
- [11] 尹忠彦,李妮. GIS在环境影响评价中的应用 [J]. 矿山测量, 2003(3): 27 - 28
- [12] 蔡守秋. 环境法学教程 [M]. 北京:科学出版社, 2003
- [13] 黄莉敏. 浅谈环境规划中的公众参与 [J]. 能源与环境, 2005(3): 36
- [14] 韩沙沙. 论环境规划中的公众参与 [J]. 环境导报, 2001(1): 89
- [15] 荆平,王祖伟. 环境决策支持系统的设计技术及发展趋势 [J]. 环境科学与技术, 2006, 29(3): 50 - 52
- [16] 徐华山,任玉芬,向中林. GIS在环境科学中的应用 [J]. 干旱环境监测, 2007, 21(1): 42 - 46

Application of the GIS Technology in environmental science

CHEN Wen - feng , DAI Hong - m in , ZHOU Jun

(Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract : According to the Geographic Information System (GIS) of the main functions and structure, this article focuses on geographic information systems (GIS) database, spatial analysis in environmental science. From an environmental point of view of science, it focuses on environmental monitoring, environmental impact assessment, environmental planning and other fields of application of the status quo results, and describes Geographical Information System in Environmental Science Application.

Key words: GIS; data; environment science; application

责任编辑:李翠薇