

基于 GIS 的渭河流域水污染控制支持决策系统

刘银凤, 程永清, 张雪娇, 陈娜

(西北工业大学理学院, 西安 710072)

摘 要:以结构化系统分析为主要技术路线,介绍了 GIS 在渭河流域水污染控制决策系统中的应用。文中采用了 GIS 软件 Arcview、Mapinfo 结合 Visual Basic6.0 语言开发渭河流域水污染管理系统,实现了对渭河全流域的基础地理信息、水污染信息、水质信息等的查询,并利用水质预测模型、污染扩散模型进行评价、预测,从而为环境管理者做出正确的决策提供信息支持。

关键词:水环境管理; 地理信息系统; 污染控制

中图分类号:X21 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-6504(2006)01-0059-03

随着社会经济的发展,流域环境污染日益严重。加强国家环境监测网络、信息系统以及环境应急响应系统建设的任务已列入了《国家环境保护“九五”计划和 2010 年远景目标》^[1]。所以加快环境信息化建设,提高实时决策水平已成为环境保护部门迫切需要解决的课题。地理信息系统(GIS)是近年来新崛起的分析、处理地理空间数据及其相关属性数据的重要技术手段^[2]。环境信息系统的开发基于 GIS,集成应用模型,不仅反映了环境数据空间地理定位的特征,而且实现了模型运行结果的可视化表达^[3]。GIS 这一新技术为流域环境评价、环境管理、流域灾害预测和环保投资提供科学的辅助决策信息,得到了广泛的应用。

渭河流域是黄河的最大支流,地跨甘肃、宁夏及陕西 3 省(区),其流域面积、年径流量和年输沙量,分别占黄河的 17.9%、16.5%和 32.5%。渭河流域是西北地区的精华,是沟通我国东、西部,连接欧亚大陆桥的咽喉要道,具有承东启西的经济地理区位,在西部大发展中具有重要战略地位和作用。近年来,随着渭河沿岸工农业生产的迅速发展和人口急剧增长,大量的废水排入造成渭河水体的严重污染,近几年水质几乎全段为劣 V 类。渭河流域水环境管理已迫在眉睫。

为了有效的控制渭河流域污染,恢复其应用的水环境功能,作者在现有的基础上开发出渭河流域水污染控制决策 GIS 支持系统。该系统将渭河流域水环境质量、水污染信息、地理信息等集合在一起,结合水质预测数学模型、评价模型与 GIS,实现了污染浓度扩散等的实时查询与模拟计算,并对其进行综合分析,为有效的控制渭河流域的污染提供决策支持。

1 系统目标

基金项目:陕西省科技厅基金支持项目

作者简介:刘银凤(1978-),女,在读研究生,研究方向为环境信息及管
21511(电子信箱)tyels@jnu.edu.cn。

渭河流域水污染控制决策支持系统是以 GIS 和数据库为开发平台,以空间信息和水环境信息为基础,面向环境管理与决策的 GIS 系统。系统以渭河流域的自然环境地理信息为基础,利用 GIS 将空间数据与属性数据相结合,对流域进行综合信息的处理与分析,直观的显示、分析渭河流域水环境现状、渭河水质状况及分析、流域水环境质量现状评价、水环境污染模拟预测等,为渭河流域水环境管理和环境决策提供有力的信息技术支持。

2 系统分析

2.1 系统数据分析

本系统所需信息包括以下两个方面:空间信息数据和属性数据。

空间信息包括陕西省行政区图、渭河流域全图、及流域流经城镇的地理信息。全流域地理要素包括渭河干、支流,常规监测站点及县域交接站位图,渭河各河段及点位、监测断面、行政区边界、排污口、水文站等。

环境属性数据即环境专题图以我们所关心的各种环境项目为主,根据面向图形的思想方法紧密地与空间数据相联^[4]。包括监测断面(断面名称、坐标、断面位置、监测方式、监测数据等),河段及点位月报数据,流域排污口信息,主要污染源信息以及渭河水文信息、人文经济信息等。

2.2 系统开发软件

系统选用美国 ESRI 公司的 MapInfo 6.0 和 Arcview V3.2。用 Arcview3.2 作图层属性数据编辑软件和主要的空间数据库开发软件,用 MapInfo 6.0 作为图形编辑软件。由于 Arcview3.2 可直接使用 dBASE 文件和 info 文件,因此在专业数据库 SQL Server7.0 软件中编辑环境属性数据库。水质预测模型用 Fortran 编程,界面及接口用 Microsoft Visual Basic6.0 结合 MapObject 实现。

2.3 系统信息流程图

系统的信息流程图见图1。

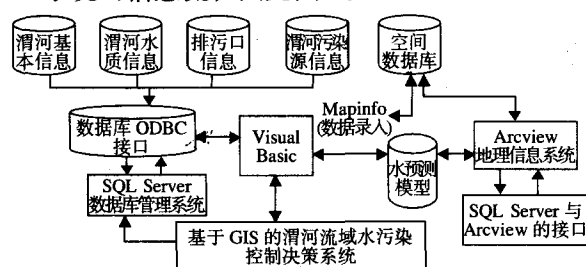


图1 基于GIS的渭河流域水污染控制决策系统

3 系统设计

本系统采用C/S分布式数据库管理系统。系统数据库包括空间数据库和属性数据库,数据库的建立是系统运行的基础。空间数据存放在关系数据库SQL Server中,通过ArcSDE(空间数据引擎)存取,属性数据也用SQL Server存取。

3.1 空间数据库的建立

Arcview可以帮助用户从空间意义上查询、分析地理数据,并将地理信息作可视化处理^[5]。Arcview3.2中的数据库采用混合型的空间数据结构,分别采用不同的模块储存空间数据和属性数据。空间数据以视图(view)的形式来管理,每个视图(view)下可包含若干个主题图层(Theme)。通过主题图层(Theme)可以将种类繁多的地理实体按类型分离成多个独立的信息层,将不同的地理信息分别表现出来^[6]。

3.2 属性数据库的建立

属性数据以表(Table)的形式来管理,数据模型采用关系模型。Arcview在创建每个图层(Theme)时,都要为其建立一张相应的主题属性表(Table),通过这种方式将空间数据与属性数据建立联系,形成于点、线、面实体相关的属性数据库^[7]。其它属性数据可建立关键字索引,用Link工具通过相同关键字与主题属性表相联结。

3.3 数据库的链接

空间数据库与属性数据库在物理上分开、逻辑上相连,即属性数据库单独存储,通过ArcSDE提供的API(应用程序接口)与空间数据库连接,来实现数据的高速输入、查询、输出等。

3.4 数据库建立过程

在全面收集、研究现有资料的基础上,筛选出地理空间要素(包括渭河水域、行政分区、水功能划分等)和环境空间要素(环境监测点、污染源分布、排污口等),经扫描仪进行扫描数字化为图象栅格数据,再用矢量化软件自动矢量化为DXF格式文件。为了修改此过程中的数字化错误,在Mapinfo中进行图形编辑。Mapinfo6.0提供了功能强大的编图工具箱,用户可以对各种图形元素任意进行增加、删除、修改等基本编辑操作且操作简单、方便。

图形文件在Mapinfo中编辑好后,再用Export命令将其转出形成DXF格式文件,供Arcview调入进行属性输入和空间数据的分析。Arcview3.2能自动建立图层属性表并可以自由编辑属性表,可以同时打开图层和属性表,而且各窗口可以自由移动、改变大小,因此选取Arcview3.2作为图层属性数据编辑软件^[8]。把调入Arcview3.2中的属性表和图形的主题属性表分别以相同的字段建立关键索引字段,查询时分别在Project中调入,用Link工具建立连接,就可把属性表接到图形中显示^[9]。最后还应进行图元与属性一致性检查,数据质量检查等。

4 系统功能简介

根据系统开发的实际,结合数据分析与用户需求分析,将渭河水污染管理信息系统分为5个模块,各模块有机的结合在一起组成完整系统实现下述各功能:

(1)显示地级市、县级市界、主要单双河线、江河河段、监测断面、自动监测站等空间信息;

(2)实现渭河流域河段及点位、监测断面、水质状况等的查询、数据分析;

(3)实现渭河流域主要的排污口、排污单位、主要污染物的信息查询与分析;

(4)采用点污染—维河道水质模型;

(5)根据用户输入的数据和参数进行流域水质预测,动态模拟单污染源、多污染源叠加影响时污染的扩散及浓度分布等,并在ArcView“视窗”中可视化的显示水质模拟结果;

(6)污染源空间分析功能,包括缓冲区分析和空间重叠分析。系统功能示意图见图2。

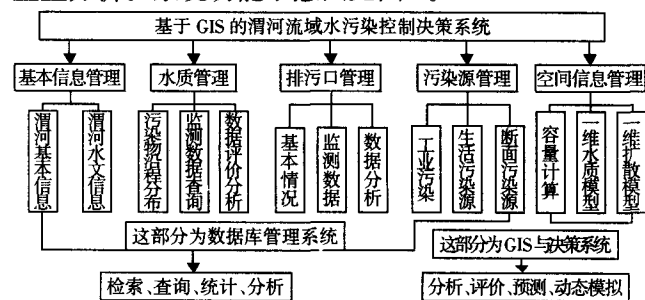


图2 GIS系统功能示意图

5 系统技术特点

(1)交互性:为方便用户,系统采用了交互式的方法实现了图文双向查询。用户可以在图上看到数据的变化,同时又可以在图表任一位置到相应的具体数据,能使非计算机人员易于以对话方式使用,协助和支持决策者做好决策。

(2)可扩展性:系统采用可扩充的数据存储结构,当监测项目有增减时,只需改变某些属性的设置而不需要

(下转第68页)

事实上,为解决东湖的污染问题,近几年来政府采取了一系列的治理措施,如沿湖周边的截污工程,

以及小庙湖和水果湖的清污整治工程等。从上面的评价结论可以看出,这些治理措施取得了一定成效。

表1 面积加权法评价东湖水质现状结论

时间	监测点位水质现状(加权面积%)					功能类别	面积加权法评价东湖水质现状结论(%)
	汤菱湖	郭郑湖-磨	郭郑湖-水	后湖	庙湖		
	23.2	46.6	2.5	21.2	6.6		
2002-7	Ⅳ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~劣Ⅴ类水质为主(100.0)
2002-8	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以劣Ⅴ类水质为主(100.0)
2003-1	Ⅳ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~劣Ⅴ类水质为主(100.0)
2003-2	劣Ⅴ	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~Ⅴ类水质为主(67.8)
2003-4	Ⅳ	Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~Ⅴ类水质为主(69.8)
2003-5	Ⅳ	Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~Ⅴ类水质为主(69.8)
2003-7	Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~劣Ⅴ类水质为主(100.0)
2003-8	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以劣Ⅴ类水质为主(100.0)
2004-1	Ⅳ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~Ⅴ类水质为主(91.0)
2004-3	Ⅳ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~Ⅴ类水质为主(91.0)
2004-5	Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅴ类水质为主(91.0)
2004-7	Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅲ	以Ⅳ~Ⅴ类水质为主(91.0)

3 结论及建议

[参考文献]

(1)使用面积加权法评价东湖水质状况更为客观。面积加权法考虑的不仅仅是超标项目和超标倍数,它把每个监测点位所代表的面积引入到评价过程中,进行综合考虑,由于同时考虑各子湖的水质状况和它们在参评湖泊面积中所占的权重,所得结论为东湖水质类别以IV~V类和V类水质为主的占58.3%,劣V类水质为主的占16.7%,IV~劣V类水质为主的占25%。

(2)在评价类似东湖水系的湖泊时,建议优先采用面积加权法进行水质类别评价。

- [1] 中国环境监测总站.环境质量综合评价技术导则[S](征求意见稿),2004.4.
- [2] GB3838-2002,地表水环境质量标准[S].
- [3] 武汉市环保局.环境质量报告书[R].武汉市环境监测中心站,2004.
- [4] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法(第四版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002.10.
- [5] Carpenter S R, Kitchell J F. Consumer control of lake productivity [J].Bio Science,1988,38:764-769.

(收稿 2004-08-24;修回 2005-01-13)

(上接第60页)

改变数据库结构和程序,就可以适应新的实际需要。

(3)实用性:DSS系统的输入和输出、起源和归宿都是决策者,因此,分析和设计时首先要考虑决策人员在系统中的主导作用^[9]。本系统以地图、文本、图表等方式非常直观、生动的显示渭河流域信息,使得决策者很快的掌握有关信息,从而做出正确的决策。

(4)结合性:系统开发过程中,把不同的GIS软件结合起来(例如,本系统中利用了Arcview较强的空间分析和二次开发功能,利用了Mapinfo的空间数据采集功能),取长补短,提高系统建设速度,完善系统功能。

6 结语

基于GIS技术的环境决策信息系统将通过图文双向查询、空间分析、环境评价与水质模拟等一系列功能,为渭河流域水环境的规划、管理和决策提供重要的空间信息管理工具和辅助决策的支持手段。作为一个流域环境管理信息系统,其开发工作是一项复杂的系统工程,需要各方面的配合、支持和协作,同时作为一个应用系统,它更有待于在实践中进一步加以完善。

[参考文献]

- [1] 马新辉,文斌.基于GIS的流域环境信息系统设计与开发[J].计算机应用,2002,(8):106-108.
- [2] 张超,陈丙成.地理信息系统[M].北京:高等教育出版社,1995.3-14.
- [3] 傅肃性.地理信息系统的理论与应用发展[J].地理科学进展,2001,20(2):194-195.
- [4] 赵玉霞,赵俊琳.GIS技术及其在区域水环境管理中的应用[J].水科学进展,2000,(9):25-26.
- [5] ESRI INC. ArcView User's Guide[M].Redlands,CA,USA:ESRIINC,1994.5.
- [6] 吴欢,宋书巧,周兴.习江流域矿区环境信息系统(MEIS)的设计与开发[J].广西师范学院学报(自然版),2003,20(1):74-77.
- [7] ESRI White Paper.Understanding ArcSDE [M].ESRI Press,2001.
- [8] 邝孔武,王晓敏.信息系统分析与设计[M].北京:清华大学出版社,2001.234-321.
- [9] Stephen Walther.Active Server Pages2.0 Unleashed.揭密[M].北京:希望电子出版社,2000.
- [10] 黄海水,黄贞益,王大龙.环境信息系统的设计与实现[J].计算及应用研究,2000,(11):44-46.
- [11] 梁媛,孙亚军,杨国勇.基于MapObjects的城市环境信息系统设计与实现[J].环境科学与技术,2002,(12):48-49.
- [12] 刘传胜,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等.克里雅河流域生态环境信息系统的设计与研究[J].新疆大学学报(自然版),2001,18(4):415-417.

(收稿 2004-09-20;修回 2005-01-04)