

基于 GIS 的石嘴山市水环境信息数据库的建立与功能设计

吴璞周¹, 卫海燕¹, 汤育红²

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 西安 710062; 2. 宁夏测绘局 基础地理信息中心, 银川 750021)

摘 要:地理信息系统能支持与水环境有关的地理空间数据的获取、管理、分析、模拟和显示,以解决复杂的水环境综合治理问题和水污染控制问题;同时,建立完善的空间数据库和属性数据库,为环境保护部门和科研部门提供研究与决策支持。论述了如何利用 GPS、GIS 来建立水环境地理信息数据库。

关键词:GPS; GIS; 水环境; 数据库

中图分类号:TV213.4; P208

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)05-0096-03

Establishment of the Water Environmental Information Database of Shizuishan Based on GIS and Its Function Design

WU Pu-zhou¹, WEI Hai-yan¹, TANG Yu-hong²

(1. College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. Geomatics Center, Ningxia Surveying and Mapping Bureau, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The Geographical Information System (GIS) can support obtaining, management, analysis, simulation and showing of the data of geographical space related to water environment, in order to solve the complicated water environmental comprehensive administration problem and water pollution control problem; Meanwhile, set up perfect space database and attribute database, offer research and decision support for environmental protection department and scientific research department. The authors expounded the fact how to make use of GPS, GIS to set up water environment geographical information database.

Key words: Global Positioning System; Geographical Information System; water environment; database

目前,全国各地的水环境监测部门花费了不少经费监测和积累了大量水环境数据,为有效开展水环境治理管理工作奠定了重要基础。但从现状看,所采取的处理手段都比较原始,数据流程过程过长,工作效率低,远不能满足现代水资源水环境管理的需要。同时水环境管理工作涉及面广,信息量大,如果没有科学高效的管理手段,势必会影响到科学决策的实施与资源利用和环境整治的实际效果。因而,以地理信息系统(GIS)技术,计算机信息处理技术、数据库技术等为基础,设计针对水资源水环境保护管理实际需求的水环境地理信息数据库已是一项重要的工作^[1]。为此,以石嘴山市为例,通过对石嘴山市水环境功能的区划,将零碎、分散的数据系统化、条理化、建立功能区划水域—入河排污口—主要污染源基本构架及其数据支撑,引导以水环境功能区为基础单元和水环境的管理思想,将水环境管理的全部工作都与水环境功能区挂钩,服务于新时期水环境管理的新实践。

1 数据库建立的目标及依据

1.1 目 标

利用全球定位技术(GPS)采集工矿企业、机关事业单位排污口的空间地理坐标;利用地理信息系统(GIS)技术建立石嘴山市 1:50 000 水环境地理信息数据库。

1.2 作业依据

- (1) 建设部 1997 年颁布的《全球定位系统技术规程》。
- (2) 中国环境规划院 2002 年 10 月编写的《全国环境保护重点城市水环境功能区划工作指南》。
- (3) 国家测绘局颁布的《1:50 000 地理信息数据库建立规定》。

1.3 资料应用

- (1) 石嘴山市 1:50 000 DRG 栅格图像和湿地分布图。
- (2) 1:50 000 地名数据库。
- (3) 城市编码表、监测断面数据调查表、主要污染源调查表、入河排污口数据调查表。

2 软硬件配置

2.1 软 件

- (1) 操作系统要求 Windows9X/2000/XP 或更高。
- (2) MapInfo 7.0 用于图像配准、制作数字线划图以及建立属性数据库。
- (3) Excel 用于相关数据的登记。
- (4) ArcGIS 9.0 用于建立数字线划要素之间的拓扑关系以及转换数据格式。

收稿日期:2006-09-01

基金项目:国家自然科学基金项目(40271037)

作者简介:吴璞周(1983—),男,西安市人,硕士研究生,主要从事地理信息数据库与 GIS 应用研究。

(5) Arcview 3.2 用于数据库的合成及表链接。

2.2 硬件

计算机主机:CPU 主频 500 Hz 以上、内存 128 MB 以上、硬盘 40 G。输入设备:数字化仪、扫描仪、GPS 接收机。数据存储设备:磁带、磁盘、光盘及相应的驱动设备。数据输出设备:图形终端显示设备、光盘刻录机、多媒体输出设备。

3 技术路线

数据库的建立是以 Arcview 3.2 为地理信息平台,并采用 MapInfo 7.0 及 ArcGIS 9.0 辅助而成,技术路线如下:

3.1 全球定位技术(GPS)采集污染源及排污口地理坐标

以大地点(石灰厂、人峰矿、陶乐渔场)为起算点,布设 GPS 网,实际作业中:GDOP<8、有效观测卫星数>4、卫星高度角>15°、观测时段长度>10 min。采用二维无约束平差(B, L)和三维约束平差(X, Y, Z),经投影变形转换后输出 1980 年西安坐标系,精度评估满足如下要求:

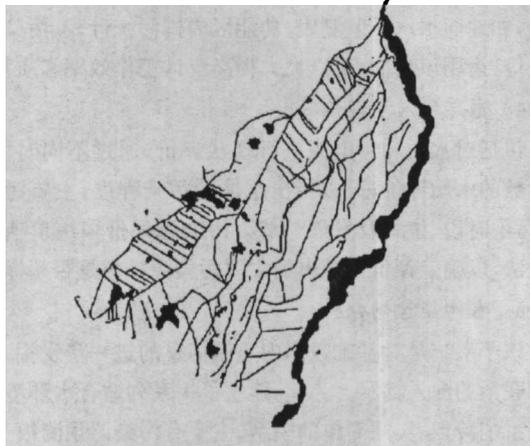


图 1 水系图层

基础图层主要包括政区面层、居民点的市县层、居民点的乡镇层、铁路层、高速公路层、主要公路层、自然保护区层等,是通过底图处理加以完成,如图 2 所示。

核心图层是将监测断面层、主要污染源层、入河排污口层等按照一定顺序叠加在一起形成的,如图 3 所示。

实际作业中,在“文件”菜单中运行“新建表”,定义表文件类型为 TAB 格式,投影面设置为“Non-Earth(Meters)”；在 1:50 000 DRG 栅格图像上采用 MapInfo 7.0 中的线画工具按地图表示的居民地、水系、交通、绿地、地貌、境界 6 大类分层、分属性绘制。

3.3.2 建立属性数据库

采用 MapInfo 7.0 中的浏览窗口输入地图要素线画 CODE、名称、地址、字段长等属性信息。监测断面层、主要污染源层、入河排污口层的地理数据根据 GPS 采集的坐标及属性信息录入完成。数据录入完成后,将数据转换成经纬度,以便与 GPS 采集的监测断面、主要污染源、入河排污口等数据相接。

3.4 水环境信息数据库的建立

水环境信息数据库是指对城市水环境进行监测断面、入河排污口、主要污染源对应数据库的建立。是在水系图(转换成经纬度后)的基础上,根据监测断面及城市编码表,将功

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \leq 2 \sqrt{3n} \cdot \delta \quad (1)$$

$$\delta = \sqrt{a^2 + (bd)^2} \quad (2)$$

式中:W——闭合差;n——独立环的边数;δ——标准差(基线向量中误差 mm);a——固定误差(mm);b——比例误差系数(1×10⁻⁶);d——相邻点间的距离(km)。

3.2 MapInfo 7.0 中的 DRG 栅格图像配准

在“文件”菜单中运行“打开表”,定义表文件类型为“栅格图像”,对图像进行 5 个点(公里网)的大地坐标配准,投影面设置为“Non-Earth(Meters)”。

3.3 MapInfo 7.0 中数字线划图制作及属性数据库的建立

3.3.1 数字线划图制作

数字线划图分为水系图层、基础图层、核心图层 3 个大层。其中:

水系图层包括单线水系层、双线水系层,主要表现为经过底图处理、水体提取后得到的主要水体,如图 1 所示。



图 2 基础图层

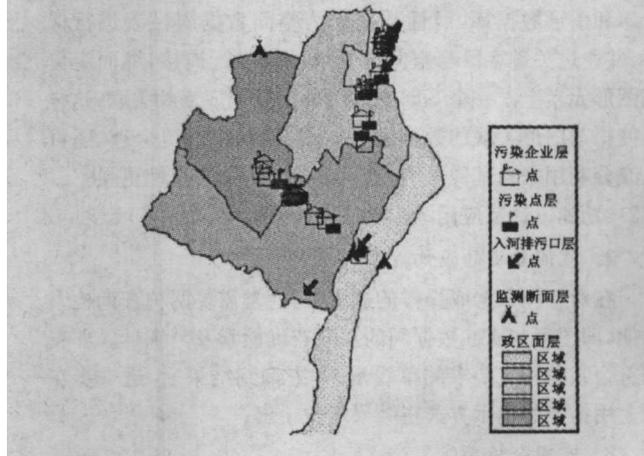


图 3 核心图层

能区水体进行提取、分割、建立属性项、录入属性等完成的。数据采用 Excel 登记制作:

(1)监测断面内容包括:监测断面名称、位置、级别、现状水质、超标因子名称等。

(2)入河排污口内容包括:水体水域、监测断面位置、排污口顺序码、代码、名称、位置、COD 量(t/a)、废水量(t/a)。

(3)主要污染源内容包括:监测断面位置、排污口代码、污染源名称、顺序码、代码、位置、所属行业、排水量(t/a)。

COD量(t/a)、特别污染源名称。

将登记的 Excel 表格式转化为 Dbase IV 格式,利用属性共有功能代码字段与属性库链接,将转化格式的登记表读入 Arcview 中,利用 Arcview 库链接功能实现图表的链接,从而形成水环境的属性数据库。

3.5 ArcGIS 中建立数字线划要素的拓扑关系及数据格式转换

运用 ArcGIS 中的 Project. prj 进行高斯-克吕格投影,中央经线选 105。运用 ArcToolbox 都要将其 MapInfo 的 Tab 格式转换成为 ArcGIS 的 Coverage 格式,在 ArcGIS 中视图层的几何特征(点、线、面)做 Build 和 Clean 建立拓扑关系,然后在 Arcedit 中对不合理的要素关系进行处理,全部修改完成后,再重新建立拓扑关系,将最终的数据格式转换成 Sapefile 格式。

3.6 Arcview 3.2 中的数据合成及表链接

在 Arcview 3.2 中将 Shapefile 格式的数据加载到 View 中,对每一图层的名称、属性项、图例等按《全国环境保护重点城市水环境功能区划工作指南》进行规范及调整好图层顺序。将 dbf 格式的城市编码表、监测断面数据调查表、主要污染源调查表、入河排污口数据调查表加载到 Tables 中。运用 Join 命令将具有相同功能代码字段的图和表进行链接。监测断面层与监测断面数据调查表链接、主要污染源层与主要污染源调查表链接、入河排污口层与入河排污口数据调查表链接、水环境功能区层与城市编码表链接。至此水环境的属性数据库已建立完成。

4 数据库的结构与功能应用

4.1 水环境信息系统数据库结构

经过对系统结构及用户需求的分析(图 4),分为属性数据库和图形数据库,属性数据作为空间数据属性表进行保存,并通过关键字段与空间数据属性表进行连接,继而定位到图形元素上。一个 GIS 与多个外部数据库表相关联,这样可使得与图形关联的数据种类更多,数据组织更合理,还可以充分利用来自其他系统的数据,使数据的共享性更强^[2]。

4.2 功能设计及应用

4.2.1 空间数据的查询检索

在对空间数据库操作的过程中,通常需要两种查询检索功能,即图形与属性数据间的双向查询检索及其统计。如查询符合某种特定要求的单线水系,查询到结果后,进一步在图上用指定的显示方式将结果定位绘出。

4.2.2 空间分析功能

主要指空间缓冲区分析和空间叠加分析。空间缓冲区分析是指根据分析对象的点、线、面实体,自动建立他们周围一定距离的带状区,用以识别这些实体或主体对邻近对象的辐射范围或影响度^[3]。如建立主要污染源所影响的周围一定空间范围等等。GIS 中的叠加分析是将有关专题层面进行叠加产生一个新的数据层面,其结果综合了原来两层或多层要素所具有的属性^[4]。如将多个图层进行综合叠加,产生一个新的数据层面,以提取出重要的隐含信息,便于解决特

定的问题。

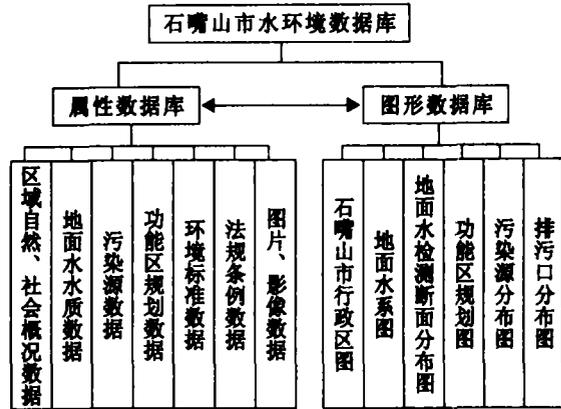


图 4 水环境信息数据库结构

4.2.3 数据统计

各类数据统计是水环境管理工作的一项重要内容,该功能可按照日常工作要求,对基础数据进行统计,形成相应的报表,如地面水水质监测表、功能区内排污统计表、污染源调查表等,运用该功能,可以大大提高统计工作效率和质量。

4.2.4 水环境质量评价

包括对水质和污染源进行现状评价,通过不同时段、不同参数的水质评价,可以指出水体的污染程度,主要污染物、污染时段、位置及发展趋势。污染源评价采用单项污染指数法,以确定评价区域内的主要污染源排放是否超标^[5]。

4.2.5 水污染控制分析

该子系统是对基础数据内蕴涵信息的进一步发掘,对其内部联系的深入揭示。为此,建立了一系列适合水环境信息管理系统特点、实用简单的模型、主要有污染源预测模型,一维、二维水质模型。利用这些模型,可以进行污、废水排放量预测、主要污染物排放量预测、地面水污染物允许排放量计算,地面水水质预测,污染物负荷消减量计算等。在此基础上,采用污染物总量控制负荷量优化分配模型,对各种治理方案进行优化选择,通过综合平衡,最终得到环境、技术、经济效益兼顾的可供实施的总量控制方法^[6]。

4.2.6 数据库的维护与更新

数据库的维护功能是指对现有系统中数据的更新及数据库项目、结构、功能等的更新维护等。水环境信息数据库的维护与更新主要是指水质监测数据的动态加载,动态加载水质监测记录除了可以采用逐条增加的编辑方式之外,还可以成批加载,即通过读取外部文件,直接将多条新纪录同时增加到水质监测数据表中。同时,还建立了帮助索引,用户可以方便的获取各种帮助信息。

5 结语

随着社会经济的发展与科学技术的进步创新,环境保护的管理方法、手段、及管理模式,也发生着深刻的变化。一方面,人们对环境保护有了更深刻的认识;另一方面,政府及各级部门均希望能够掌握快速、动态的环境保护的相关信息,能够为政府决策提供最新、最科学的数学依据。本次项目的

(下转第 145 页)

水土流失防治中必须做到预防为主,开发建设与水土流失防治并重。只有切实保证各项水土保持措施的实施,才能达到控制水土流失、保护水土资源、维护生态环境、确保公路安全运行、促进经济发展的总体目标。

参考文献:

- [1] 郑科,朗南军,等.水土保持生物措施的研究[J].水土保持研究,2003,10(2):73-75.
- [2] 席承藩,许琪,马毅杰,等.长江流域土壤与生态环境建设[M].北京:科学出版社,1994.
- [3] 祝列克,等.全国林业生态建设与治理模式[J].中国林业出版社,2003.
- [4] 卓慕宁,李定强,等.高速公路边坡快速绿化技术的应用与水土保持效果[J].水土保持研究,2004,11(3):106-108.
- [5] 潘树林,等.论边坡的生态恢复[J].生物学杂志,2005,24(2):217-221.
- [6] 舒翔,杜娟,等.生态工程在高速公路岩石边坡防护工程中的应用[J].公路,2001,(7):86-89.
- [7] 赵华,黄润秋.岩石边坡生态护坡特点及其关键技术问题探讨[J].水文地质工程地质,2004,(1):87-90.
- [8] 李绍才,孙海龙.中国岩石边坡植被护坡技术现状及发展趋势[J].资源科学,2004,(26):61-66.
- [9] 章梦涛,丘金淡,颜冬.客土喷播在边坡生态修复与防护中的应用[J].中国水土保持科学,2004,2(3):10-12.
- [10] 张昌松,等.山区公路建设水土流失的原因及防护[J].湖北民族学院学报,2003,21(2):94-96.
- [11] 李玉娥,等.洛三高速公路弃土场、取土场类型与防护措施[J].中国水土保持,2003,(4):29.
- [12] 伍卫良,等.开阳高速公路水土流失成因与综合防治[J].公路,2003,8(上):127-130.
- [13] 袁平成,等.泰井高速公路的边坡绿化[J].江西林业科技,2005,(1):27-28.
- [14] 周长军.三维植被网路基边坡防护工艺[J].交通科学与经济,2004,(21):30-33.
- [15] 欧宁,李轩,等.高速公路岩质及不稳定边坡工程与生物防护结合技术研究[J].公路,2003,(1):106-111.
- [16] Gray D H, Sotir B R. Biotechnical and soil bioengineering slop stabilization; a practical guide for erosion control [M]. Toronto: John Wiley & Sons, 1996.
- [17] Brow F, Clark J. The west Coast Road in St Lucia, an approach to slop stabilization [A]. Barker D H. Vegetation and Slopes Stabilization, protection and ecology [M]. London: Thomas Telford, 1995. 172-183.
- [18] Ministry of Works and Thansport(Nepal). Use of Bioengineering in the Road Sector (Geo-environmental Unit)[Z]. 1999.
- [19] Nordin A R. Bioengineering to ecoengineering. Part one, the many names[J]. International Group of Bioengineers Newsletter, 1993, (3): 135-139.
- [20] Morgan R R C, Rickson R J. Slope stabilization and erosion control: A Bioengineering Approach [M]. London: E & EN Spon, 1995. 274.
- [21] Horton J L, Kolb T E, Harts S C. Responses of riparian trees to interannual variation in ground water depth in a semi-arid river basin[J]. Plant Celland Environment, 2001, 24(3): 293-301.
- [22] Brunke M, Gonser T. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater [J]. Freshwater Biology, 1997, 37: 1-33.

(上接第98页)

建设,只是石嘴山市水环境功能区划的一部分,项目采用了先进的GPS、GIS技术进行数据的采集、合成,真实地反映了目前石嘴山市的水环境的功能、地理空间等属性数据,为石嘴山市的远景规划提供了科学的数学依据。本文只是对建立水环境功能信息数据库进行了一些简单的探讨,很多问题还有待于在今后的实践中研究。

参考文献:

- [1] 庞治国,李纪人,徐美.全国水环境信息数据库的设计与实现[J].煤田地质与勘探,2003,31(2):45.
- [2] 金建华,曾德飞,杨晓芳. GIS在水污染控制中的研究与探讨[J].新疆环境保护,2004,26(2):1-4.
- [3] 黄杏元,马劲松,汤勤.地理信息系统概论[M].北京:高等教育出版社,2001. 165.
- [4] 汤国安,陈正江,赵牡丹. ArcView 地理信息系统空间分析方法[M].北京:科学出版社,2002. 107.
- [5] 尹魁浩,翁立达.地理信息系统技术在水资源开发利用和保护领域中的应用[J].水资源保护,1999,(1):10-14.
- [6] 林侃.地理信息系统在水环境功能区工作中的应用[J].福建环境,2003,20(4):27-28.