

# A GIS Based Mode Research for Urban Industrial Solid Waste Management and Exchanges

Golin ZHENG, Wenbin PAN\*

College of Environment and Resources, Fuzhou University, Fuzhou, China

Email: [WenbinPan@fzu.edu.cn](mailto:WenbinPan@fzu.edu.cn)

**Abstract:** Nowadays, our country's urban industrial solid waste as a kind of resources was faced the problem of high consume, large waste, low recycling rate, serious pollution besides lacking scientific management mode. On these background this paper intended to explore a GIS based mode for urban industrial solid waste management. The mode made the best of the function of GIS, such as data collection and edit, map operation, information query builder, database management, spatial analysis, second exploitation and so on. The mode firstly based on the large data collection to build a related database, and next used program software adding GIS controls to design the application program. Thereby, we established the information system of urban industrial solid waste management. It can also be used to make a sensible plan or choose the disposal site. At the same time, we can design a WebGIS based website for urban industrial solid waste exchange which will help us to make wise decisions for waste exchange and other kinds of disposal. Finally, the paper assessed the mode to draw the final conclusions of it's innovation and weaknesses.

**Keywords:** Industrial Solid Waste; Management Information System; Solid Waste Exchanges; GIS; Mode Research

## 基于 GIS 的城市工业固体废物管理与交换处置模式探究

郑冠凌, 潘文斌\*

福州大学环境与资源学院, 福州, 中国, 350108

Email: [WenbinPan@fzu.edu.cn](mailto:WenbinPan@fzu.edu.cn)

**摘要:** 本文在我国工业固体废物资源消耗高、浪费大、利用率低、污染严重以及缺乏科学的管理模式的背景下, 探究基于 GIS 的城市工业固体废物管理与交换处置模式。本模式充分利用 GIS 的数据采集与编辑、地图操作、信息交互查询、数据库管理、统计制图、空间分析、二次开发等功能, 在大量的数据基础上构建数据库并利用编程软件加载 GIS 控件进行应用程序设计, 从而建立城市工业固体废物管理信息系统。利用它对工业固体废物交换处置中心进行合理规划和选址, 同时设计开发基于 WebGIS 的工业固体废物交换信息平台, 结合该平台对不同类型工业固体废物做出不同的处置方案。最后, 对本模式的创新点和不足之处做出结论和展望。

**关键字:** 工业固体废物; 管理信息系统; 固体废物交换; GIS ; 模式探究

### 1 引言

随着我国国民经济的快速发展和城市化进程的加快, 工业固体废物的产生量越来越大、种类越来越繁杂、性质越来越复杂, 且产生源数量分布广泛, 管理难度较大。并且由于长期缺乏科学的管理模式和配套

资金项目: 福州市经济委员会资助项目

作者简介: 郑冠凌 (1985-), 女, 硕士研究生, 主要从事区域与流域环境规划与管理研究; \*通讯作者, 副教授, 硕士生导师。

的处理处置技术, 资源消耗高、浪费大、利用率及利用层次低, 不仅使企业成本上升、经济效益低下, 而且由于废弃物排放量大, 对环境造成严重污染。因此, 如何加强工业固体废物的管理, 利用当今飞速发展的信息化技术和手段, 尽快缩短与国外发达国家在工业固体废物管理水平上的差距, 以最大限度地减少对人群健康的威胁和生态环境的破坏, 是一个亟待解决的问题。

由于固体废物具有空间分布特征，使 GIS 被引入应用于固体废物管理领域，国内外也有许多研究案例<sup>[1-5]</sup>。地理信息系统（Geographic Information System，简称 GIS）是计算机科学、地理学、测量学、地图学等多门学科综合的技术，是为了解决各种复杂的规划与管理问题而设计的用于支持对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示的计算机硬件、软件系统和处理过程，是一种管理和决策支持工具<sup>[6-7]</sup>。因此，将 GIS 引入到城市工业固体废物管理中，充分利用它强大的空间信息管理与分析功能，探究 GIS 支持下的城市工业固体废物管理模式，势必提高管理工作的效率和科技含量。

固体废物的处理、处置应当遵循“资源化”、“无害化”、“减量化”的原则，而固体废物有序的交换、转移、利用及处理处置是实现三项原则的重要途径。目前国内有不少废物交换中心，它们也建设了相关的交换网站，但是仅凭这样规模的机构对于我国这样一个固废污染严重的国家来说，是远远不够的。此外，我国目前各行各业之间信息和实物的合作与交流尚不完善，这样直接导致跨行业跨部门的废物综合利用出现了困难<sup>[8-9]</sup>。如果将 GIS 合理应用到工业固体废物交换、转移及处理处置规划中，建立基于 WebGIS 的工业固体废物信息交换平台，探究 GIS 支持下的工业固体废物交换处置模式必将使固废“三化”目标更加易于实现。

## 2. 模式基本思路

本模式构成的基本思路如图 1 所示。它充分利用 GIS 的数据采集与编辑、地图操作、信息交互查询、数据库管理、统计制图、空间分析、二次开发等功能，在大量的数据基础上构建数据库并利用编程软件加载 GIS 控件进行应用程序设计，最终建立起城市工业固体废物管理信息系统。它可以将已经编码的空间数据组合起来，并确定其地理位置，同时揭示不同信息间的相互关系，尤其可建立各种应用模型对空间数据进行分析 and 运算，从而用于日常管理、数据分析、决策支持以及规划指导。

在搜集大量数据的同时，对工业固体废物循环利用技术方法、案例以及相关的法律法规政策资料信息进行收集整理，结合 GIS 建立工业固体废物交换处置模式。利用已建立的城市工业固体废物管理信息系统

对工业固体废物交换处置中心进行合理规划和选址，并对该中心收集到的不同类型工业固体废物做出不同的处置方案：1) 通过基于 WebGIS 的工业固体废物交换信息平台确定有交换需求的工业固体废物类型进行跨行业跨部门的交换、转移和利用，使固体废物再次进入生产过程的物质循环，由废物转变为原料，成为有用而廉价的二次资源，从而实现固体废物的资源化利用；2) 对有资质的专业处置单位可以处理处置的工业固体废物类型特别是危险废物，通过安全转移，把固体废物委托给它们代为处置<sup>[10]</sup>；3) 对区域性产量较大且利用空间大的工业固体废物类型进行资源利用或

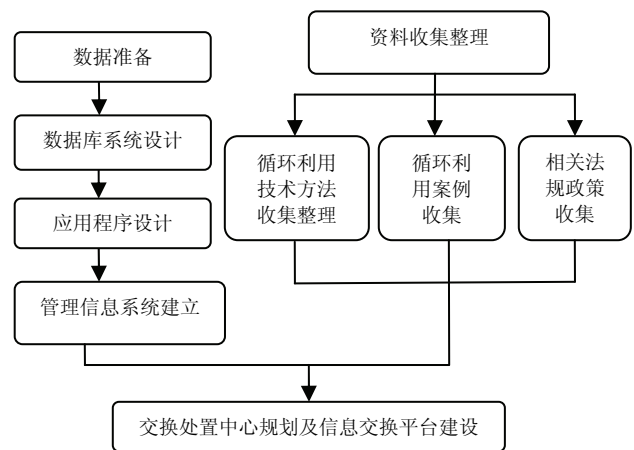


Figure 1. Basic model chart

图 1. 模式基本思路图

## 3 城市工业固体废物管理信息系统设计

### 3.1 系统开发流程

具体开发流程见图 2。

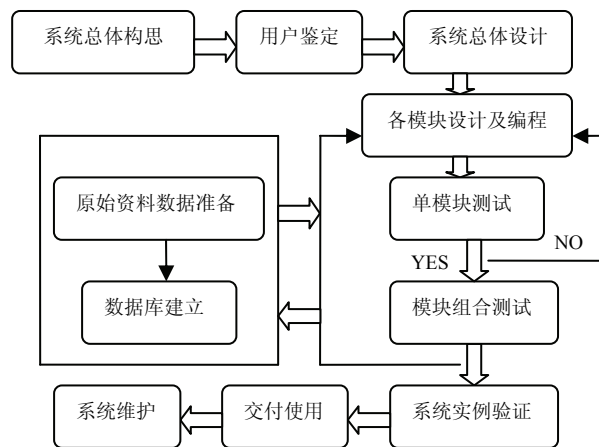


Figure 2. System R&D flow chart

图 2. 系统研发流程图

处理技术引进或研发,把它们收集到交换处置中心后就地利用。通过该交换处置中心对众多类别的城市工业固体废物做出合理的处置方案后,可以最大限度地提高资源利用率及利用层次、减少最终排放量、节省处置场地、降低对人群健康的威胁和生态环境的破坏,达到“三化”目标。

### 3.2 系统功能简介

工业固体废物信息管理系统是在组件式 GIS 的基础上,经过二次开发而得到的应用型 GIS 系统。因此,它基本上体现了 GIS 软件提供的主要核心功能功能,同时又是一个以工业固体废物信息为主要对象的 GIS 管理系统。该系统集成和挖掘了 GIS 开发控件基本功能,并结合工业固体废物管理信息系统建设的所涉及的空间数据特点,实现了城市工业固体废物空间属性数据的采集、简单编辑和组织管理,通过空间数据与属性数据的字典功能<sup>[1]</sup>,轻松建立符合行业地理信息数据属性设计标准或特点的数据集或图层,从而可以进行专题图制作以及数据查询结果输出等功能。

### 3.3 数据准备

全面准确地收集、汇总、整理、分析、录入、存储与编辑数据是系统分析阶段必须进行的最基本、最重要的工作。可通过发放问卷、实地调查和数据购买等手段搜集该城市辖区范围内各工业企业的基本信息、空间位置信息(如经纬度)、生产原料及其使用量、固体废物产生的种类和产生量及其处理处置方式等信息,此外,还需搜集该城市区镇界图、主要道路分布图、土地利用类型图、遥感影像以及统计年鉴等数据信息。

### 3.4 数据库建立

数据库系统分为空间数据库和属性数据库<sup>[12]</sup>,地图数据通过坐标系变换、数据名称标准化、错误数据的更正、位置配准、栅格矢量化等处理生成图层文件存储在空间数据库中,属性数据以服务空间数据为目标,可以将搜集到得信息储存在 ACCESS 或 SQL server 数据库中,两者之间通过唯一性标识相互联系构成系统数据库。这种方法对两种数据的检索和维护都可以单独进行,存储和检索比较有效<sup>[13]</sup>。

### 3.5 应用程序设计

#### 3.5.1 模块功能设计

该系统由用户登录管理模块、地图基本操作模块、数据双向查询模块、模型库管理模块以及应用和输出模块等部分组成。

1)用户登录管理模块。利用该模块对不同用户(普通用户、科研人员以及系统管理人员)设置不同的操作权限,实现用户登录管理功能。

2)地图操作模块。包括地图空间数据的输入、放大、缩小、漫游、选择、全幅显示、刷新以及三维场景演示等操作。

3)数据双向查询模块。可以从空间图形查询属性信息,也可根据一定的属性条件查询空间图形,即实现图形数据和属性数据的交互查询,并且可以作一些简单的分析。

4)模型库管理模块。负责对工业固体废弃物分析、预测及规划等各种应用模型的建立、查询、修改。

5)应用和输出模块。以数据库为基础,在空间分析、空间操作等功能的支持下,利用模型库中的各种应用模型,对固体废弃物进行分析、预测及规划,并将结果输出,为政府部门的决策提供依据。

#### 3.5.2 系统工程框架及主界面设计

利用编程软件加载 GIS 控件进行二次开发设计。由于 Microsoft Visual Basic 6.0 是当今世界上使用最广泛的编程语言之一,对非计算机专业的人员进行程序设计是最简单实用的,是一种可视化的、面向对象和采用事件驱动方式的结构化高级程序设计语言,功能强大<sup>[14]</sup>。利用它进行工程框架设计步骤包括创建工程后添加控件、模块、类模块、相关文档和窗体等,并对它们分别进行编程设计。此外还需进行主界面设计包括菜单栏、工具栏、树型地图目录、图例、地图显示窗口及状态栏等方面的设计。

## 4 工业固体废物交换处置中心规划

### 4.1 交换处置中心职能

其职能主要有如下三个方面:1)开展工业固体废弃物的收集和预处理,之后根据不同工业固体废物类型做出不同的处置方案,或中转或利用或集中处理;2)建立基于 WebGIS 的工业固体废物交换信息平台,借助它对不同类型的工业固体废物做出不同的处置方案



并为产废企业和利用、处置单位提供信息交换中介服务；3) 开展工业固体废物的贮存、转移、利用、技术开发、服务与转让等工作。

#### 4.2 交换处置中心部门设置

拟设立4个作业部门：固体废物贮存站、固体废物处理站、资源循环利用站和工业固体废物调度中心。其中固体废物贮存站主要负责回收废物的分类堆积贮存、计量和副产品的存放、计量；固体废物处理站在再生利用废物之前对废物进行预处理；资源循环利用站开发或引进物料循环生产技术，利用已有废物为原料通过新型生产工艺生产符合市场需要的副产品；工业固体废物调度中心则是依托基于WebGIS的工业固体废物交换信息平台对不同类型的工业固体废物做出不同的处置方案，适时调度废物运输车辆。

#### 4.3 交换处置中心选址

该中心的选址可利用已建成的城市工业固体废物信息系统模型库中的选址模型对其进行科学选址。它主要根据城市工业固体废物的空间分布、产废利废平衡分析、交通道路空间分布、地形DEM (Digital Elevation Model 数字高程模型) 数据、城市主导风向等方面数据信息整合到系统中，考虑各种影响及限制因素并制定权重因子，利用模型库中的选址模型最终确定交换处置中心的建设位置。

#### 4.4 工业固体废物交换信息平台设计

在前期大量的数据准备、数据库系统以及信息管理系统的基础上，使用编程软件、数据库软件、WebGIS网络服务式开发平台以及Microsoft Expression Studio艺术类综合设计工具开发B/S架构的工业固体废物交换信息平台。它具备了地图的基本操作、企业空间位置及信息双向查询、空间分析模块以及路线优化模型，通过产生固体废物企业的申报登记管理、企业产品原料信息管理以及转移联单管理，并结合GPS对工业固体废物特别是其中的危险废物其交换转移过程进行全程监控，达到废物的安全转移、利用和处理处置。

## 5 结论与展望

本模式将近年来飞速发展的GIS技术引入到城市工业固体废物管理和交换处置过程中，以提高管理

工作的效率和科技含量，并使固废“三化”目标更加易于实现。当前，加强城市工业固体废弃物科学高效的信息化管理，促进废物交换模式探究是发展循环经济的重要环节，也是建设循环型社会的前沿领域。而国内对工业固体废物GIS信息化管理以及交换处置均处在独立研究和探讨阶段，尚未有将两者相结合并引入GIS的固体废物综合管理与循环利用一体化的模式研究。由于现有的模型多是面向某一地区特定条件下建立的，尚不具有空间和时间上的可移植性，因此，在固体废物信息化建设的起步阶段统一标准，相应地研究开发具有普适性的基于GIS的工业固体废弃物管理规划系统可以避免低水平的重复开发建设，有效地降低开发费用。另外，随着计算机的普及和网络技术的不断发展，借助Internet和WebGIS技术，充分共享信息资源，同时利用网上信息发布的实时性和高效性，进一步提高管理的响应能力，以缩短环境管理的空间距离<sup>[15-16]</sup>，这使得深入研究开发基于WebGIS的城市工业固体废弃物信息管理及规划决策支持系统成为一大趋势，本模式提出正是顺应了上述发展趋势，对于区域工业固体废物管理与交换处置具有现实意义。

## References (参考文献)

- [1] M.K.Ghose, A.K.Dikshit, S.K.Sharma. A GIS based transportation model for solid waste disposal- A case study on Asansol municipality[J]. Waste Management, 26(2006), 1287-1293.
- [2] P.Haastrop, V.Maniezzo, M.Mattarelli, F.MazzeoRinaldi, I.Mendes, M.Paruccini. A decision support system for urban waste management[J]. European Journal of Operational Research, 109(1998), 330-341.
- [3] J.K.Seadon. Integrated waste management – Looking beyond the solid waste horizon[J]. Waste Management, 26(2006), 1327-1336.
- [4] Oliver Heidrich, Joan Harvey, Nicola Tollin. Stakeholder analysis for industrial waste management systems[J]. Waste Management, 29(2009), 965-973.
- [5] QIN Li, CHEN Bo, HU Ju, LI Guo-xue. Application of GIS to solid waste management and planning[J]. Environmental Science & Technology, 2009, 32(1), 194-196.  
秦莉, 陈波, 胡菊, 李国学. GIS在固体废物管理规划中的研究应用[J]. 环境科学与技术, 2009, 32(1), 194-196.
- [6] CHEN Shupeng, LU Xuejun, ZHOU Chenghu. Guide of geographical information systems[M]. Beijing: Science Publishing Company, 2000. (in Chinese)  
陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [7] BIAN Fuling. Principles and methods of geographical information systems[M]. Beijing: Mapping Publishing Company, 1996. (in Chinese)  
边馥蓉. 地理信息系统原理和方法[M]. 北京: 测绘出版社, 1996.
- [8] YE zirui. Preliminary discussion on waste Exchanges[J]. Environmental Management in China, 2004, 6, 4-6.  
叶子瑞. 废物交换制度浅析[J]. 中国环境管理, 2004, 6, 4-6.
- [9] HE Yan. Preliminary discussion on solid waste exchanges[J]. Environmental Science Herald, 2008, 27(6), 23-25.

- 何燕. 浅析固体废物交换[J]. 环境科学导刊, 2008,27(6), 23-25.
- [10] SHI Yan. The marketing and standardization of the exchange and transference of solid waste[J]. Environment Herald, 2000,3,21-22. 时炎. 加强固体废物交换、转移的市场化与规范化[J]. 环境导报, 2000,3,21-22.
- [11] LIN Jianwei, WANG Li-ao, YUAN hui, LIU Yuanyuan, HUANG Bensheng. A GIS based information system of solid waste management in Chong-qing[J]. Journal of Chongqing University, 2002.10,25(10), 125-127. 林建伟, 王里奥, 袁辉, 刘元元, 黄本生. 基于 GIS 的重庆市固体废物管理信息系统[J]. 重庆大学学报, 2002.10,25(10), 125-127.
- [12] LI Jin, WANG Hua. Establishment of information system for municipal solid waste planning and management based on MapX[J]. Engineering of Surveying and Mapping, 2008.2,17(1), 60-63. 李劲, 王华. GIS 支持的城市固体废弃物规划管理信息系统构建[J]. 测绘工程, 2008.2,17(1), 60-63.
- [13] XIE Hongxia. The design of environmental management information system based on GIS - A case study on Yong-kang city [Master's Degree Paper]. College of Environment and Resources, Zhenjiang University, Hangzhou, China, 2004.1. 谢红霞. 基于组件式 GIS 的环境管理信息系统开发——以永康市环境管理信息系统为例[硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 环境与资源学院, 2004.1.
- [14] GONG Peizeng, LU Weimin, YAN Zhiqiang. Visual Basic programmer tutorial[M]. Beijing: High Education Publishing Company, 2000. (in Chinese) 龚沛曾, 陆慰民, 杨志强. Visual Basic 程序设计教程(6.0版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [15] Chen Liyan. The design and research of solid waste management system based on WebGIS [Master's Degree Paper]. Guangzhou Geochemistry Research centre, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, China, 2006.6. 陈利燕. 基于 WebGIS 的广东省固体废物管理信息化体系设计与研究[硕士学位论文]. 广州: 中国科学院广州地球化学研究所, 2006.6.
- [16] WANG Weiping, HONG Huasheng, CHEN Zongtuan. The design of hazard waste management system based on WebGIS[J]. Journal of Xiamen University (Natural Science), 2004.8, 43, 226-229. 王卫平, 洪华生, 陈宗团. 基于 WebGIS 的危险废物管理系统开发[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2004.8, 43, 226-229.