

基于 GIS 的电厂环保管理信息系统的开发

程真¹ 姚瑾² 胡炳清³

(华东理工大学资源与环境工程学院¹, 上海, 200237;

长安大学地球科学与国土资源学院², 西安, 710054;

中国环境科学研究院³, 北京, 100012)

摘要 介绍了基于 GIS 的全国电厂环保管理信息系统的开发概况, 从开发平台到数据库设计, 较详细地介绍了系统功能, 并给出了该系统的特点, 希望能为其它污染源管理信息系统的研究开发提供借鉴和参考。

关键词 管理信息系统; 燃煤电厂; 地理信息系统

中图分类号 TP311 **文献标识码** A

The Design of GIS-based Management Information System for Power Plants' Environmental Protection

Cheng Zhen¹ Yao Jin² Hu Bingqing³

(1 School of Resources and Environment Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237 China)

(2 College of Earth Science and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054 China)

(3 Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012 China)

Abstract The article introduces the design of GIS-based management information system for power plants' environmental protection, including develop environment and database definition. It also talk about the system's function in detail, and discuss the system's peculiarity compared with others, with the destination of providing some references for other MISs of pollution sources.

Keywords MIS; coal-fired power plants; GIS

1 引言

目前, 由经济过快带来的环境污染问题已全面暴露, 环保工作形势非常严峻。要想进行环境治理和控制, 首先必须把污染源调查分析清楚, 而面对巨大、复杂的污染源数据, 必须利用现代信息技术建立管理系统进行存储、管理与分析, 才能更好地为污染的治理与控制服务。由于污染源分别广泛, 与空间位置联系紧密, 管理信息系统与 GIS 技术的结合应用显得非常必要。在大气环境中, SO₂ 的浓度及酸沉降的控制是重中之重^[1], 下面以 SO₂ 的主要排放源——燃煤电厂为例, 介绍基于 GIS 的电厂环保管理信息系统的开发。

2 开发平台

基础开发平台选用 Borland 公司的基于 Windows 的 Delphi7.0 开发环境, Delphi 具有丰富的控件、强大的数据库支持功能及运行稳定快速等性能。GIS 二次开发组件选用 ESRI 公

作者简介: 程真(1983-)男, 江西上饶人, 硕士研究生, 研究方向: 环境信息化与决策支持, Email: comflyer0590@gmail.com.

司的 ArcGIS Engine 9.0, ArcGIS Engine 作为当前功能最为强大的二次开发组件, 能满足应用开发中任何复杂的功能需求。数据库选择 Microsoft Access2003, 作为主要面向中小型企业的数据库, Access 具有操作使用简便、功能比较强大、成本低廉, 尤其符合中小型关系数据库。为将空间数据编辑及入库, 选用了 ESRI 公司的 ArcGIS Desktop9.0 系列软件。在将系统打包成安装文件后, 只要在使用的 Windows 平台上安装 ArcGIS Engine Runtime 9.0 即可安装运行。

3 数据库的设计^[2]

如前所述, 本系统采用ESRI的第三代标准数据结构——Geodatabase, 所有的空间和属性数据都存储在Access中^[3], 通过ArcCatalog软件实现各种数据的建立、导入与转换, 通过ArcMap软件实现空间数据的编辑。表1列出了存储在Access数据库中的所有地理要素和属性表格对象。

表1 空间及属性对象列表

对象类型	对象特征	对象名称	对象说明
地理要素	点状	电厂位置	包括电厂的空间位置、电厂名称、电厂编号等。
	面状	面省界	存储各省、直辖市、自治区信息。
	面状	面地区界	存储各地区级行政区信息。
	点状	省会城市、地级市	分别存储省会和地级市信息。
	点状	县级市、县名	存储各县级行政区信息。
属性表格	二维	电厂基本信息	存储电厂的各项基本信息, 包括名称、编号、地址、联系人等。
	二维	机组信息	存储电厂所有机组的各项信息。
	二维	烟囱信息	存储电厂所有烟囱的各项信息。
	二维	燃料信息	存储电厂所有燃料的各项信息。
	二维	锅炉信息	存储电厂所有锅炉的各项信息。
	二维	环保控制措施	存储对电厂的各项环保改革措施, 如脱硫等。
	二维	行政区划代码	存储各级行政区的唯一编号。

为了提高查询和检索效率, 需要对地理要素和属性表格的一些常用的字段建立索引, 如电厂基本信息及各项相关设备中用于标识电厂的电厂编号等。表2列出了数据库中所有建立的索引。

表2 索引表

索引名称	索引对象	索引字段	唯一
索引_位置_名称	电厂位置	Name	
索引_位置_编号	电厂位置	Factory_Code	√
索引_地区_名称	面地区界	Name	
索引_省_名称	面省界	Name	
索引_基本_名称	电厂基本信息	Name	
索引_基本_编号	电厂基本信息	Factory_Code	√
索引_锅炉_编号	锅炉信息	Boiler_Code	√
索引_锅炉_所属电厂	锅炉信息	Factory_Code	
索引_措施_编号	环保控制措施	Measure_Code	√
索引_措施_所属电厂	环保控制措施	Factory_Code	
索引_机组_编号	机组信息	Generator_Code	√

索引_机组_所属电厂	机组信息	Factory_Code	
索引_燃料_编号	燃料信息	Fuel_Code	√
索引_燃料_所属电厂	燃料信息	Factory_Code	
索引_烟囱_编号	烟囱信息	Chimney_Code	√
索引_烟囱_所属电厂	烟囱信息	Factory_Code	

为了将各地理要素和属性表格关联起来，避免数据的冗余和冲突，必须建立属性表格之间、地理要素与属性表格、地理要素之间的内外键关系。图 1 列出了数据库中对象间存在的各种关系。

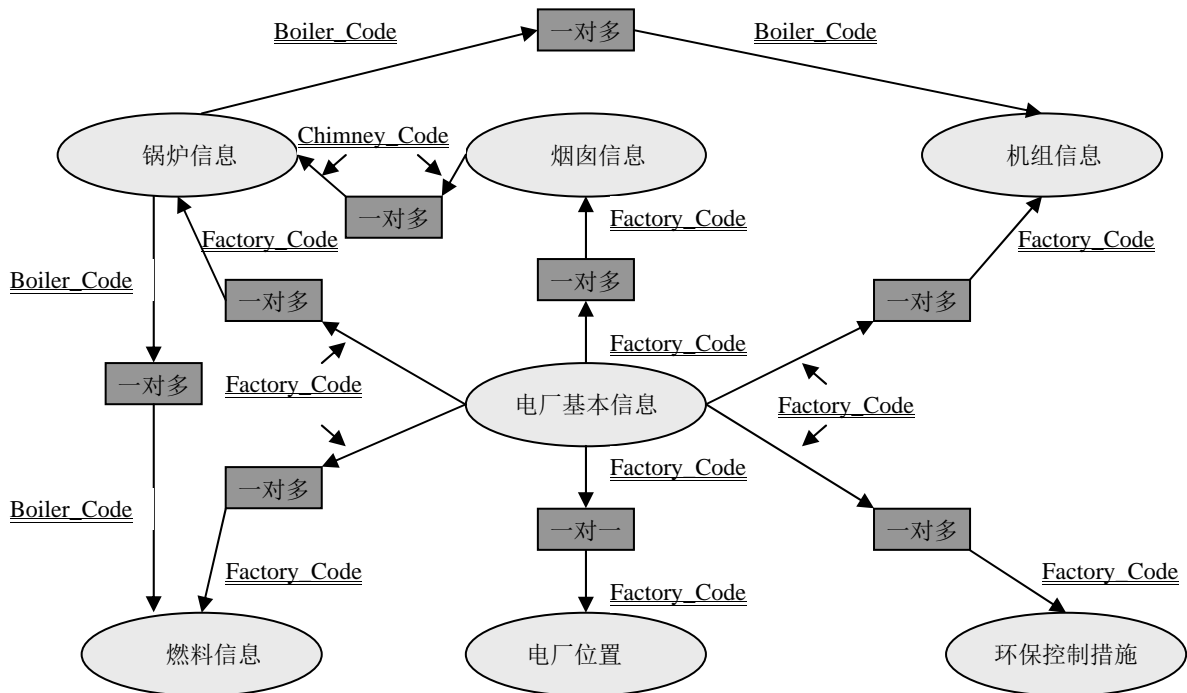


图 1 对象间关系图

4 功能概述

4.1 工程化文件

该模块主要实现了工程文件 MXD 文件的管理和调用。用户每次打开地图进行操作，需要把当前地图的比例、图层的显示顺序、可视性以及渲染属性设置都保存下来，以便下次无需重新设置。MXD 文件就是专门用来存储这些信息的工程文件格式，它可以直接被 ArcGIS 软件（组件）读取。“文件”模块包括“新建工程”、“打开工程”、“保存工程”、“另存工程”、“最近打开工程”等子菜单功能，“新建工程”让用户新建并保存一个新的空白 MXD 文件，“打开工程”让用户打开一个以前保存好的 MXD 文件，“保存工程”用于保存当前操作的 MXD 文件，“另存工程”用于将当前操作的 MXD 文件另存在其它位置，“最近打开工程”调用系统配置 INI 文件存储的用户最近打开过的五个 MXD 文件供用户选择打开。

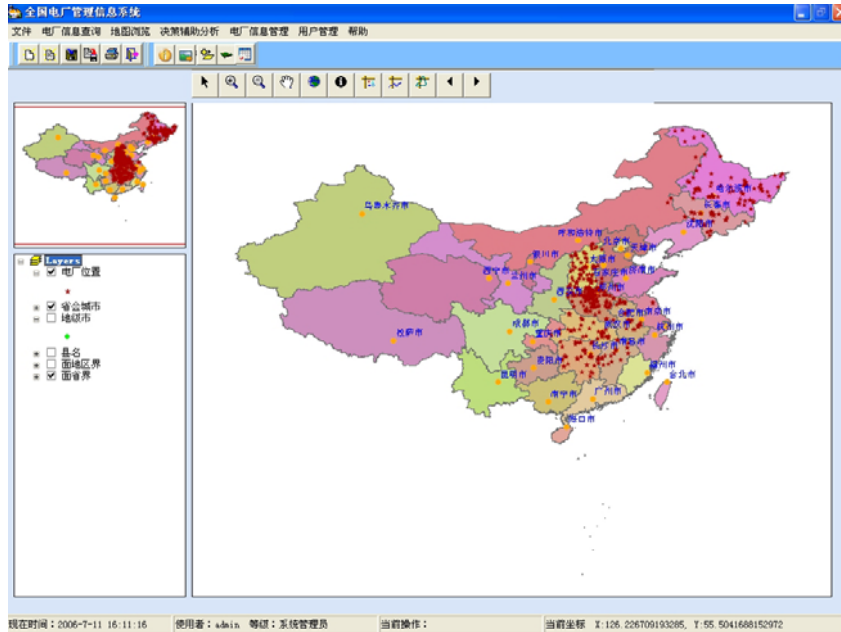


图 2 全国电厂管理信息系统主界面

4.2 电厂信息查询

该模块主要实现电厂的快速搜索查询，包括“属性查找电厂”和“空间查找电厂”两种方式，“属性查找电厂”通过用户输入电厂名称、建厂时间、是否两控区等属性进行模糊查询，“空间查找电厂”让用户既可通过点选查询、矩形查询、圆形查询、多边形查询等空间范围方式查询电厂，也可通过选择省及地级行政区进行空间查询。查询到的所有电厂的名称和编号信息在窗体中显示，在地图中这些电厂对象呈选中状态，用户可选择其中一个电厂进行闪烁并查看它的基本信息、机组、锅炉等详细信息。



(1) 属性查询

(2) 空间查询

图 3 全国电厂管理信息系统“电厂信息查询”

4.3 地图浏览

该模块主要实现地图的显示设置及与地图进行的一些交互式操作，包括“图层管理”、“地图显示”、“地图查询”、“地图测量”、“图层渲染”等功能。“图层管理”用于向当前的MXD文件从地理数据库中添加新图层、移出已有图层等；“地图显示”用于对地图进行放

大、缩小、全幅显示等；“地图查询”实现了用户通过点、线、多边形三种方式查询处于该位置内的所有图层的所有对象；“地图测量”让用户通过鼠标操作实现点位置、线长度、多边形周长与面积的测量；“图层渲染”让用户实现对某个图层的显示方式和显示符号的外观设置，包括“字段标注显示”以及“单一符号”、“唯一符号”、“分级符号”、“比例符号”、“点密度”、“图表”等六种专题图渲染^[4]。



图4 全国电厂管理信息系统“图层渲染”

4.4 查询统计分析^[5]

该模块主要实现用户对数据库的通用查询、统计，并依据查询结果进行图表分析功能。用户可以新建一个查询，也可打开一个以前保存的历史查询。通用查询分为显示字段、排序、WHERE条件及表关联四部分，显示字段的源表既可是属性表也可是空间表，显示格式既可是常规文本也可是计数、求和、最大值等统计格式，当添加一个新表时系统自动检测到并提醒建立该新表与已有表的关联。用户建立查询后点击“执行查询”即可得到查询结果，此时可以对查询结果进行“导出到EXCEL”、“图表分析”等操作，“图表分析”可以实现线图、散点图、饼图及柱状图等四种形式。



图5 全国电厂管理信息系统“查询统计”

4.5 电厂信息管理

该模块主要实现对包括电厂各项信息在内的数据库进行维护和更新,包括“新增投产电厂”、“修改电厂信息”、“删除已有电厂”、“地图维护”、“数据库维护”等功能,“新增投产电厂”用于新增一个电厂,用户输入各项基本信息后,通过地图(也可输入精确坐标)确定电厂位置,系统将保存这些属性信息并新生成一个代表该电厂的点状对象;“修改电厂信息”指对某个电厂的基本信息进行修改,对该电厂所有的锅炉、机组、燃料等相关设备进行添加、修改、删除等操作;“删除已有电厂”对用户查询到的某个电厂进行删除,此时属性表、空间点对象及该电厂的相关设施都将被删除;“地图维护”包括“导入新图层”和“删除已有图层”,前者实现从空间数据的其它格式诸如 SHP 文件、地理数据库转化导入到系统的地理数据库中,后者实现将已有图层彻底从数据库中删除;“数据库维护”包括“数据库压缩”、“数据库备份”、“数据库还原”,分别应用于提高数据库读取效率、备份当前系统数据库、当前数据库崩溃时从备份数据库中还原。

4.6 用户管理

该模块让当前登录用户实现自身密码的修改,对有最高权限的管理员,还可以对系统所有用户进行管理。在本系统中,用户分为系统管理员、数据管理员、数据查看员三个等级,数据查看员只能对系统的数据进行浏览,它不能进行数据库的修改维护;数据管理员不仅可以浏览,也可对数据库内容进行管理,但不能进行用户的管理;系统管理员不仅可以进行数据库内容的浏览和管理,还可以对所有用户进行添加、删除以及清空密码等操作。此外,本系统对用户密码实现了 MD5 加密,MD5 加密是一种不可逆的加密算法,这样使别有用心者即使得到密码字符串也无法反算出登录密码。

5 系统特点

当前,针对各种污染源数据库的管理信息系统开发方兴未艾,随着空间技术的发展传统的 MIS 系统和 GIS 的结合应用也越来越广泛。与其它基于 GIS 的污染源信息管理系统相比,本系统具有以下特点:

- (1) 数据库采用了新一代的空间数据格式 Geodatabase,空间数据和属性数据都存储在 Access 数据库中,不仅提供了读取检索效率,而且更加利于管理维护。
- (2) 实现了工程化管理,方便用户保存自己的个性设置,在本系统中体现在两方面:第一,用户可以保存 MXD 文件来保存浏览地图时的各种设置;第二,用户在进行数据库查询时可以保存查询条件以便以后调入。
- (3) 查询统计功能具有很强的通用性,可查询数据库中任意一个或几个表的信息,无论是属性表格还是地理对象都可查询。
- (4) 对用户进行分等级设置,使各种用户的分工更明确,并对用户密码实行不可逆的 MD5 加密极大提高了密码的安全性。

参考文献:

- [1] 周奔, 赵文晋, 董德明等. 中国燃煤电厂 SO₂ 总量控制地理信息系统数据库研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33(3): 360-362.
- [2] 党安荣, 贾海峰, 易善帆等. ArcGIS 8 Desktop 地理信息系统应用指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 582-647.

[3] 吴莉萍,赵大为. 基于GIS 的城市级污染源管理信息系统的建立[J]. 四川环境, 2005, 24(5):88-90.

[4] ArcGIS Developer 联机帮助[EB/OL]. 2000.

[5] 孙晓梅. 工业污染源地理信息系统研究[J]. 环境保护科学, 2002, 28:42-43, 48.

作者简介:

程真(1983—), 男, 江西省横峰县, 硕士研究生, 研究方向为环境信息化与决策支持系统。

姚瑾(1978—), 女, 陕西省富平县, 硕士研究生, 研究方向为地理信息系统技术与应用。

胡炳清(1963—), 男, 研究员, 研究方向为 GIS 在环境保护中的应用。

第一作者: 程真

联系地址: 北京市安外大羊坊 8#院 中国环境科学研究院 城市与区域大气研究室

邮政编码: 100012

电话: 13146120743

电子信箱: comflyer0590@gmail.com