

# 四川省矿区环境评价信息系统设计与应用

何勇<sup>1,3</sup>, 辜寄蓉<sup>2</sup>, 王勉<sup>2</sup>, 江浏光艳<sup>2</sup>

(1 成都理工大学, 成都 610059; 2 四川师范大学地理与资源科学学院, 成都 610068;

3 四川省国土资源厅信息中心, 成都 610072)

**摘要:** 在矿产开采中废弃物及开采所导致的地质灾害等因素对矿区环境产生了很大的影响, 传统的评价技术已不能满足矿区环境保护的要求, 本文采用 GIS 技术评价矿区地质环境, 结合矿区基础地理数据与矿山环境、地质灾害、基础类、地质等专题数据, 构建基于 B/S 和 C/S 的系统的核心矿区空间信息框架, 为矿区可持续发展综合评价提供决策支持。

**关键词:** 矿区; 地质环境评价; 空间数据库; GIS

## 1 引言

矿区开采安全生产是最重要的, 矿区环境评价信息系统是实现科学管理的一重要技术保证。对此, 结合我省矿区的 GIS 建设具有深远的意义。四川省位于长江上游, 地跨我国二、三级地形台阶, 地形高差悬殊, 气候多变, 地层岩性复杂, 褶皱断裂发育, 新构造运动活动强烈, 地震、泥石流、滑坡、崩塌等灾害较为频繁, 为我国地质灾害最多的省份之一, 且具有点多、面广、规模大、成灾快、暴发频率高、延续时间长的特点。四川省又是一个矿业大省, 近年来由于采矿活动的深度、广度日益扩大, 不合理开采现象时有发生, 因此造成的矿山地质环境恶化有明显的上升趋势, 给矿山企业及当地居民的生产和生活造成了巨大的影响。相关部门缺乏详细、准确的矿区环境资料, 所以迫切需要利用现代的 GIS 等新技术, 建立全省地质环境与地质灾害监测及监控体系; 构建评价地质环境与地质灾害的信息系统, 以作分析评价和防灾减灾决策应用, 并通过网络传输的手段, 实现信息的全社会服务体系, 为各级政府决策提供科学依据。

## 2 系统结构与功能模块设计

### 2.1 系统体系结构

系统采用 C/S+B/S 的体系结构, 其中 C/S 部分

实现决策支持功能, 供领导管理和决策使用, 实现数据系统维护。另由 B/S 模式搭建系统的信息门户, 实现资源的共享。故将系统设计为:

表现层, 处理应用服务和门户相关的 WEB 页面; 业务逻辑层, 实现系统提供的各种业务功能和服务; 平台层, 提供对地理数据的操作和发布; 数据层, 存储和管理各种数据。

(1) 系统软件结构, 以 ArcGIS (ArcSDE、ArcIMS、ArcInfo 等) 和数据库 (ORACLE 9i) 为核心, ArcGIS 为多用户的 GIS 应用提供框架, 在此框架上创建多种基于 GIS 的统计分析、数据维护。

(2) 系统物理结构, Internet 采用国土网; 数据维护、决策分析等采用 C/S 结构; 查询、浏览等功能在 B/S 结构上实现; 数据库服务器是整个系统的核心, 从目前的数据量和操作系统的情况, 采用 HP LH3000, WEB 服务器和地图服务器, 也采用 HP LH3000 服务器; 数据库服务器采用 ArcSDE 作为空间数据库引擎, 地图服务器采用 ArcIMS, 数据库采用 ORACLE 9i。通过 IMS 将所有的这些应用发布到 WEB 上, 形成三层体系结构。

### 2.2 系统功能结构与模块应用分析

四川省矿区系统数据库由基础地理类数据和专题类数据构成。基础地理类数据包括: 居民区、等高线、道路、河流、矿山区、桥梁。专题类数据包括: 矿山环境 (矿渣堆、采场陡边坡、地面塌陷)、地质灾

害(泥石流、危岩、开采陡壁、滑坡、地面裂(缝)隙)、地质类(褶皱、地层界线、基岩地层单位、矿带)以及其他类数据(矿井口、断线、水质取样点等)。每一类图层按照相应国家标准制定和命名规范及属性表格式。建立四川省矿区 Geodatabase 数据库。旨在集成上述各类数据,设计各类应用模型为矿区管理分析评价等服务,系统功能结构见图 1。

(1) 系统管理模块:是整个信息管理系统的基础,系统的数据管理、用户管理、权限管理均由该功能模块提供支撑: 数据管理:负责数据后台添加、更新和删除等操作,主要针对不同的数据库建立相应的数据管理页面,由各单位将各自的 Geodatabase 和元数据描述信息提交给信息中心,由信息中心的管理人员通过系统管理页面提交到数据库中。 用户管理:主要包括用户设置、机构设置,包括用户信息的增加、删除、更新和机构信息的增加、删除和更新,同时包括 guest 用户的信息管理。 权限管理:主要针对数据的保密与公开进行合理的权限分配,不同机构有不同的数据操作权限,同机构的不同工作人员也有不同的操作权限,对于这种情况系统将通过设置不同的角色进行访问控制。

(2) 信息发布模块:是面向所有用户的数据信息发布平台,为其他国土资源相关部门以及公众用户搭建信息共享平台。在这个模块中,用户可以按照一定的权限、角色浏览相应的地质环境数据,比如:公众用户可以以 Guest 身份进入系统后,就可对数据库中的所有数据进行查询浏览,用户关注哪方面的数据就可以加载相应的图层。该系统主要功能的基本查询浏览功能,主要包括:漫游、放大、缩小、固定放大、固定缩小、全屏、鹰眼、图元识别(图 2)。

(3) 统计分析模块:是系统的核心模块,包括空间查询、定制查询、统计输出。其中空间查询是为确

图 1 系统功能结构图  
Fig.1 System function framework

定统计分析的区域范围而进行查询,空间查询的结果在地图上进行高亮度显示,在此基础上进行定制查询。定制查询是在空间查询的结果区域内进行的查询,查询结果可以进行统计输出,以报表、统计图表的形式展现给用户(图 3)。

(4) 矿山环境评价模块:这是系统中用以分析评价应用的重要组成部分。它包括对矿区地质环境、自然灾害发生发展与灾情评估的预警等内容。

### 3 系统实现与应用

C/S 系统采用 C#、ARCOBJECTS 开发, B/S 系统

图 3 统计分析界面

Fig3 Statistic analysis

采用 C#、ARCIMS 开发。下面就系统开发中统计分析模块和矿山环境评价模块作重点分析。

3.1 统计分析模块的实现应用

系统涉及到的矿区统计数据的内容，包括：矿区基本信息、地质灾害、废水废液、矿坑排水、土地影响、尾矿固体废弃物。这 6 类数据分列放在不同的属性表中进行管理，属性表之间通过关键字段进行关联。

统计分析以两种方式进行，一种是基于属性表进行统计分析，另一种是基于空间分析进行属性筛选后再对选中的数据进行统计分析。

(1) 基于属性表的统计分析。在 C/S 中采用 AO 实现：

```
通过得到记录行
IRecordCount = m_lvwList.ListItems.Count
ReDim arrData(1 To IRecordCount, 1 To 2)
strField = CStr(m_frmDropDown.m_pNode.Key)
strTable = CStr (m_frmDropDown.m_pNode.Parent.
Key)
Set pQueryFilter = New QueryFilter
Set pTable = pFeatureWorkspace.OpenTable(strTable)
IIndex = pTable.Fields.FindField(strField)

得到该字段的值
For l = 1 To m_lvwList.ListItems.Count
strCode = CStr(m_lvwList.ListItems(l).Key)
```

```
pQueryFilter.WhereClause = "TYBH =" + strCode + " "
lstLegend.AddItem "C" + CStr (l) + " " + CStr
(m_lvwList.ListItems(l).SubItems(1))
```

```
再查询相应矿区
arrData(l, 1) = "C" + CStr(l) 'strCode 'CStr
(m_lvwList.ListItems(l).SubItems(2))
```

在 B/S 中由于 IMS 没有提供统计模块，我们采用了 Chart 图标控件进行统计。

```
整个矿区灾害的统计图表
case "0":
this.Chart1.Titles.Clear();
this.Chart1.Titles.Add(" 矿区灾害的统计", Dock-
ing.Top, font, Color.White);
break;
case "0.0":
this.Chart1.Titles.Clear();
this.Chart1.Titles.Add(" 矿区灾害的统计", Dock-
ing.Top, font, Color.White);
this.Chart1.Series.Clear();
series=Chart1.Series.Add(" Zai Hai YXFW");
series.LegendText=" 影响范围";
dt=queryInfo.GetStaZai Hai (TYBHValue);
dv=new DataView(dt);
this.Chart1.Series ["Zai Hai YXFW"].Points.
DataBindXY(dv, " 矿区名称", dv, " 影响范围");
Chart1.DataBind();
```

break;  
其他如矿区废水统计、矿区土地统计、矿区尾矿统计等与此类似。

(2) 基于空间数据的统计分析。主要采用 BUFFER 和 OVERLAY 空间分析手段进行空间数据的选定, 在 C/S 中采用 AO 接口实现。缓冲生成代码如下:

```
Set pSpatRef = pDoc.FocusMap.SpatialReference
pSS.Search Nothing, False, pFCursor
Set pFeature = pFCursor.NextFeature
If pFeature Is Nothing Then
    MsgBox "请选择你要缓冲区的要素"
Else
    frmbuff.Show
End If
End Sub
```

叠合操作代码如下:

```
Set pFeatGeom = pPolygon ' 查询本区域内的要素
Set pSpatialQuery = New SpatialFilter
    With pSpatialQuery
        Set .Geometry = pFeatGeom
        .SpatialRel = esriSpatialRelIntersects
    End With
    QuerySpace.LineStyle = twwRootLines
    i = 1
    pld = " {E156D7E5 - 22AF - 11D3 - 9F99 - 00C04F6BC78E}"
    Set pEnumLayer = m_pMap.Layers(pld, True)
' featurelayer
    pEnumLayer.Reset
    Set pLayers = pEnumLayer.Next
    在 B/S 中, 采有如下代码实现:
public StudioAT.IRect2 SelectFeature (string strFeatureField,string layerID) //在地图上选要素
{
    ConnectToImsClass    ConnectToImsConn =new
ConnectToImsClass();
    ESRI.ArcIMS.Server.ServerConnection imsConn=
ConnectToImsConn.GetImsConn; //获取与 IMS 服务器连接
    //向服务器发送查询消息
    string response;
    string strReq="<?xml version='1.0' encoding=
```

```
"UTF- 8"?'>"<ARCXML version='1.1'>" +
    "<REQUEST>" + "<GET_FEATURES featurelimit='25' beginrecord='0' outputmode='newxml' geometry='false' envelope='true' compact='true' attributes='false'><LAYER id='"+layerID+"' /><QUERY subfields='#ALL#' where ='NUM like" +strFeatureField + "'></QUERY></GET_FEATURES></REQUEST></ARCXML>";
    response=imsConn.Send(strReq);
    //应该只有一个节点
    try
    {
        //处理 response 字符串
        System.Xml.XmlDocument xmlDoc =new
XmlDocument();
        xmlDoc.LoadXml(response);
        XmlElement root =xmlDoc.DocumentElement;
        XmlNodeList nodeList=root.GetElementsByTagName("ENVELOPE");
        string strMinx="0",strMiny="0",strMaxx="0",strMaxy="0";
        for(int i=0; i<nodeList.Count; i++)
        {
            XmlNode Node=nodeList.Item(i);
            XmlElement XE=(XmlElement) Node;
            strMinx= XE.GetAttribute("minx");
            strMiny= XE.GetAttribute("miny");
            strMaxx=XE.GetAttribute("maxx");
            strMaxy=XE.GetAttribute("maxy");
        }
        StudioAT.IRect2 pRect=new StudioAT.Rect
(double.Parse(strMinx) - 0.03f,double.Parse(strMaxy) +
0.03f,double.Parse (strMaxx) +0.03f,double.Parse (strMiny)- 0.03f);
        return pRect;
    }
}
```

3.2 矿山环境评价模块的实现与应用

此模块只在 C/S 下实现, 主要是在预测预报, 灾害评估方面的实施应用。  
在预测预报模块中, 我们针对自然灾害和专题

灾害进行了预警预报。

(1) 自然灾害预警预报, 依据系统数据库中的分析数据, 通过对专题数据库整理分析, 建立了灾害现状数据库(其包含大量的统计图表), 通过对相同地点或者该区域过去不同时段发生灾害的频率与灾害程度的对比, 估算将来某一时刻点, 相同地点发生灾害的可能性。

另外, 结合对比以往的自然条件数据, 对于变幅较大的关键影响因素数据进行分析处理, 假如变幅超过一定程度(系统给定的一个变化最大值)或者更新的关键影响因素数据值超过界限(系统给定的一个阈值), 那么系统给出报警提示信息, 首先是在地图上突出显示该自然灾害点, 然后在自然灾害点旁边给出一定的文字提示, 即将可能发生的灾害类型、等级以及预测依据。

图 4 系统监测预警

Fig.4 Monitoring and warning

(2) 专题灾害预报。自然灾害的发生通常会影响到自然灾害发生地点附近的专题要素。比如, 发生泥石流灾害可能会影响到周围矿泉水点的水化学成分, 对系统已经预警的自然灾害点或者已经发生灾害点, 进行灾害影响范围的缓冲区分析, 包含在灾害影响缓冲区内的专题信息。首先是在地图上突出显示受影响的专题数据, 然后在该专题数据旁边给出一定的文字提示。同时根据用户关注区域的专题数据进行其影响范围的缓冲区分析, 在专题数据缓冲区范围内如果存在系统已经预警的自然灾害点或者已经发生灾害的自然灾害点, 系统依然会给出报警提示信息。根据用户关注区域的专题数据进行专题数据指标分析, 在专题数据指标范围内, 给

定阈值, 当系统内的数据超过预定范围的时候, 系统同样会给出上述报警提示信息。

图 5 事故报告图

Fig.5 Disaster alarming

其实现代码如下:

```
case "0.1":
    this.Chart1.Titles.Clear();
    this.Chart1.Titles.Add("矿区灾害的统计",
        Docking.Top,font,Color.White);
    this.Chart1.Series.Clear();
    series=Chart1.Series.Add("Zai Hai JS");
    series.LegendText="灾害经济损失";
    dt=queryInfo.GetStaZai Hai(TYBHValue);
    dv=new DataView(dt);
    this.Chart1.Series["Zai Hai JS"].Points.
        DataBindXY(dv,"矿区名称",dv,"经济损失");
    Chart1.DataBind();
    break;
case "0.2":
    this.Chart1.Titles.Clear();
    this.Chart1.Titles.Add("矿区灾害的统计",
        Docking.Top,font,Color.White);
    this.Chart1.Series.Clear();
    series=Chart1.Series.Add("Zai Hai SW");
    series.LegendText="灾害死亡人数";
    dt=queryInfo.GetStaZai Hai(TYBHValue);
    dv=new DataView(dt);
    this.Chart1.Series["Zai Hai SW"].Points.
```

```
DataBindXY(dv,"矿区名称",dv,"死亡人数");  
    Chart1.DataBind();  
break;
```

价,涉及到人员伤亡情况统计,财物损失情况的统计分析,灾害处理情况的评估报告。所有的情况和信息都以综合报表的形式输出。报表使用用户提供的标准模板(详见图 6, 7)。

(3) 灾害评估是对事故处理结果的一个综合评

图 6 灾害评估图

Fig.6 Disaster assessment

图 7 灾害统计报表

Fig.7 Disaster statistical report



## 4 结语

四川省矿区地质环境评价信息系统是以 ARCGIS 为平台, 结合网络技术等开发的矿区环境评价 B/S 及 C/S 系统。其为实现全省范围内矿产管理信息化打下了基础。它为矿区生产管理提供了先进的手段。但系统在矿区管理时空综合多元分析应用模型的构建方面有待深入的研究。

## 参考文献

- [1] 陈 静, 张树文. 面向对象空间数据模型 Geodatabase 及其实现. 国土与自然资源研究, 2003, (2).
- [2] 周 卫. Arc/Info 的新型数据模型 Geodatabase 及其操作.

计算机与地图.

- [3] 周泽兵. 混合模式 GIS 空间数据的分类分散维护. 中国科技论文在线, 2006- 3- 8.
- [4] 王家耀. 空间信息系统原理. 北京: 科学出版社, 2001.
- [5] 潘瑜春, 钟耳顺, 赵春江. GIS 空间数据库的更新技术, 2004, 6(1): 36~40.
- [6] 罗智勇, 刘湘南. 基于 Geodatabase 模型的空间数据库设计方法. 地球信息科学, 2004, 6(4).
- [7] 熊丽华, 杨 峰. 基于 ArcSDE 的空间数据库技术的应用研究. 计算机应用, 2004, 24(3): 90~91, 96.
- [8] 金江军, 潘 懋. 电子政务数据资源的开发利用. 地理与地理信息科学, 2003, 19(6): 42~46.
- [9] 张晓祥(译). 为我们的世界建模. 北京: 人民邮电出版社, 2004.

# The Design of Sichuan Mining Area Environment Appraisal Information System and Its Application

HE Yong<sup>1,3</sup>, GU Jirong<sup>2</sup>, WANG Mian<sup>2</sup>, JIANG Liuguangyan<sup>2</sup>

(1 Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2 Geography and Environment of Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China;

3 Information Center of the Land and Resources Department of Sichuan Province, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** In mineral exploitation, the factors such as waste products and geologic disasters have generated great effect on mine environment. The traditional appraisal methods can not meet the demand for mining environmental protection, we thus use the GIS technology to collect spatial geographic information which includes the geographic data and mine environment data, the geologic disaster data and geologic special data. The core mining area spatial geographic information main framework was constructed and the B/S and C/S system was created for the realization of effective data storage, management and transmission of every mining area in Sichuan. The research achievement can provide decision support for the synthetic evaluation of the mining area sustainable development.

**Key words:** mining area; geologic environment appraisal; spatial database; GIS