

GIS 三维可视化技术在天山公路地质灾害评价与决策信息系统中的应用研究

尹江涛^{①,②},杨斌^{①,③},何政伟^{①,④},汪宙峰^①,杨洋^①,张俊峰^①,袁明^①

(①成都理工大学 数字国土与生态科学研究所,成都 610059;②四川里伍铜业股份有限公司,康定 626000;

③中国地震局 地质研究所,北京 100029;④首都师范大学 资源环境与地理信息系统北京市重点实验室,北京 100037)

摘要:从 GIS 的三维可视化技术在天山公路地质灾害评价与决策信息系统中的应用研究入手,分析探讨了利用 ArcEngine 和 C# 集成方法制作三维可视化界面的关键技术,同时研究了运用 ArcEngine 集成技术在地质灾害属性查询、地形剖面图分析等一系列过程。分析研究了将二维数据转换为三维数据的技术流程,为实现三维可视化分析和构建三维虚拟现实系统提供了解决方案。研究表明,GIS 三维可视化技术与公路地质灾害评价决策结合在一起,能更直观、生动、形象地反映出公路沿线地质灾害情况,为正确的决策支持方案提供科学的依据。

关键词:三维可视化;GIS;ArcEngine;地质灾害;集成开发

中图分类号: TP399 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 3177(2008)100 - 0081 - 04

1 引言

天山公路处于新疆“二纵三横”公路主骨架中第二纵线中段,是国家规划西部重点公路建设的组成部分,更是国防公路网中的重要组成线路。由于其复杂的地形地质条件和恶劣的气候环境等因素,公路沿线地质灾害(滑坡、崩塌、泥石流)频繁发生,严重影响公路畅通。针对天山公路现状,通过现代测量技术和多媒体技术获取天山公路沿线地质灾害数据、地形影像数据和多媒体属性数据按 GIS 数据模型进行集成管理,在此基础上提供三维动态可视化查询和分析功能。GIS 三维可视化技术解决了传统的二维显示的局限性,为相关设计管理部门提高天山公路地质灾害防治管理水平和进行地质灾害的有效防治、评价决策等方面提供了依据^[1]。

GIS 三维可视化技术最重要的表现形式是三维显示模块,可以通过对高程数据的操作实现对地形地物的三维显示,给人创造出一种直观、身临其境的感觉,其显示方式也可以满足于人们在综合处理、分析、评价、决策以及可视化等方面的需求^[2]。基于 ArcGIS Engine 平台开发了一套适用于天山公路地质灾害评价与决策的三维地形可视化软件,实现了

三维浏览、信息查询、地形分析等功能,系统的实现为相关管理决策部门提供一种综合应用的信息管理评价决策平台。

2 GIS 三维可视化技术在系统中的框架体系

系统实现所用到的 GIS 三维可视化技术是根据 ArcEngine 提供的顶层 SceneViewerControl 数据接口来进行三维图形可视化显示及对鼠标操作响应等功能。系统的数据集成按 GIS 统一的空间数据模型,将不同细节层次的多种类型数据进行一体化组织管理,并建立 GIS 空间数据库。这些数据包括地质灾害数据、地形数据(DEM)、影像数据和多媒体属性数据(如图像、视频和音频)。根据天山公路沿线所涉及到的场景大小、复杂程度、目的要求选择所需的数据类型,划分合理的细节层次。图 1 为 GIS 三维可视化的技术体系结构图。

GIS 三维可视化技术根据所建立的场景模型以及场景中各实体对象运行时的参数来生成实时场景,这有助于用户对空间数据相互关系的直观理解。三维可视化模型不仅作为信息表示的一种输出媒体形式,而且还提供动态的可视化交互查询和分析功

收稿日期:2008 - 04 - 14 修订日期:2008 - 05 - 28

基金项目:西部交通建设科技项目(200431800003)《天山公路工程地质病害研究》;四川省杰出青年学科带头人培养计划项目(06ZQ026 - 014);四川省教育厅自然科学重点项目(2006A116)。

作者简介:尹江涛(1975~),男,博士研究生,专业为地球探测与信息技术,研究方向是环境遥感。

E-mail:cdutyjt@yahoo.cn

能,为进一步提高空间决策服务水平奠定了基础。

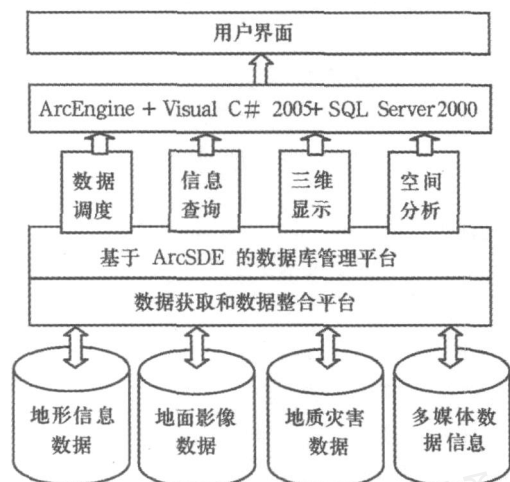


图 1 GIS 三维可视化技术体系结构

3 系统功能分析及实现

系统研究区域为国道 217 线独山子 - 库车段,首先在收集独库公路沿线已有基础地理、综合地学、勘察监测等资料的基础上,对照实地工作和遥感影像成果,按数据库规则进行相应的综合、整理、筛选、归纳及转换,建立起以 ArcGIS 为平台的基础地理数据库、综合地学数据库、地质灾害数据库,系统基于 C/S 构架设计完成的,采用 ArcEngine 集成开发技术,在 Visual C# 2005 开发环境下,通过 ArcSDE 数据引擎访问 SQL Server2000 中的空间数据库,为天山公路区域稳定性评价、地质灾害防治决策以及选线优化分析提供信息服务平台。系统实现的主要功能模块划分为以下 3 个部分:

(1) 电子地图模块:包含了 GIS 的基本功能和一些扩展功能。该模块能对所研究区域的所有图层进行图形操作(如放大、缩小等)、图形编辑(如旋转、添加、属性修改等)、图层管理等功能,还能对专业特有图层进行分幅管理,也就是说可以将天山公路沿线的各个区段的地质灾害信息数据按照所管辖的单位进行分幅管理,最终汇总到系统中,供管理人员使用。同时基于天山公路地质灾害研究的特殊性,提供了根据公路里程桩号进行动态分段查询定位的功能,管理人员可以准确地定位到在 G217 线上距 K693 里程桩号 900m 处的地理位置。

(2) 稳定性分析及选线分析模块:根据工程地质类比法,运用 GIS 技术手段分析并计算公路沿线区域稳定性指标,结合 GIS 数据特点,利用矢量叠加法原理,为天山公路选线及线路优化提供重要评价指标,并能直接在地图数据窗口中描绘出选定的

优化线路。

(3) 三维可视化分析模块:提供一个可靠的空
间三维可视化分析操作平台,能让管理人员和用户直观了解天山公路沿线区域的地形地貌情况、地质灾害分布情况,并能对沿线地质灾害数据进行信息查询,还可在研究区域内任意选取 2 点进行地形剖面图分析功能,同时还具备了将分析结果进行打印、输出等功能^[4]。

系统的主要功能模块结构图如图 2 中所示。

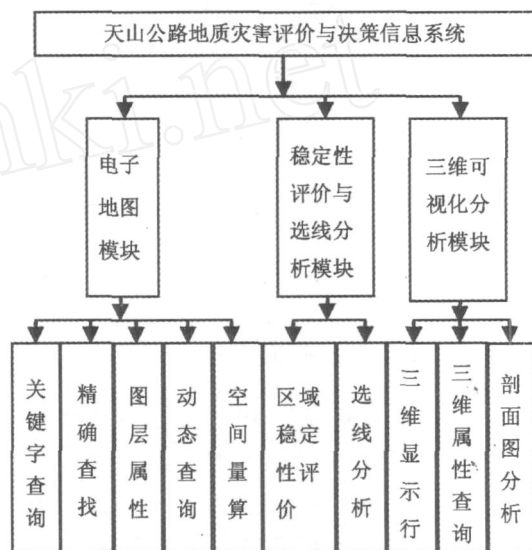


图 2 系统主要功能模块结构图

4 系统主要功能的实现过程

4.1 ArcEngine 三维可视化功能的实现

ArcEngine 是基于 COM 技术的,对外提供了大量的接口可进行定制、扩展和开发,通过这些对象接口可以进行地图三维可视化显示、管理、分析等操作。三维可视化功能的实现需要基础高程以及拉伸系数,可以将研究区域的矢量和栅格图层按照基础高程数据拉伸来实现,系统中采用 DEM 作为基础高程,拉伸系数默认设置为 2.5 倍。三维可视化功能流程图如图 3 中所示。

同时, ArcEngine 对象库中提供了 IMap、IDisplay、IRubberBand 和 IEnvelope 接口,可以将当前二维视图中的信息传递到三维视图窗口中。ArcEngine 结构库中的 axSceneControl 负责传递图层的三维显示以及鼠标操作响应功能。位于 axSceneControl 下一层的 Scene Graph 和 Scene 实现对图层(Layer)的管理功能,包括图层的添加、移除、显示、隐藏等;Scene 下层的 Viewer 负责管理用户所看到的画面,每个 View 对应一个 Camera 对象完成类似

相机镜头的功能,包括视角的选取、观察对象的设定、观察者位置的设定等;位于 Layer(图层)下一层的 3DProperties 负责完成图层在三维可视化显示中的一些特殊效果,比如高度夸张、图层叠加、光照渲染等功能。

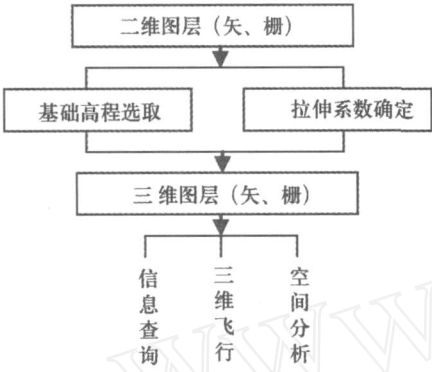


图 3 三维可视化功能流程图

4.2 信息浏览查询功能的实现

对于三维查询,则类似于二维查询,可以直接通过鼠标点击三维视图下显示的地质灾害对象提取其相应的属性信息,并可切换查看地质灾害点的明细信息(地形、地质、气候等)和多媒体信息(现场图片、地形图及工程简图等),同时还可以对其提取到的灾害信息进行稳定性分析计算。实现界面如图 4 所示。



图 4 信息浏览查询界面

4.3 地形剖面图分析功能的实现

为了能更加直观了解天山公路沿线区域的地形地质情况,地形剖面分析功能给管理人员提供了一种全新的应用操作平台,只需在天山公路研究区域内任意选择两点,就可以立刻生成这两点间所经过线段的地形剖面图。地形剖面图的实现要用到 ArcEngine 组件库中的 ISpatialReference 和 IGeome-

try 两个接口。它们主要负责完成一些常用的三维空间分析功能,比如地形剖面分析、几何分析计算、拓扑分析等。代码及实现的主界面(见图 5)如下所示:

```
if (pScenePoints == null)
{
    pScenePoints = new PolylineClass();
    IGeometry pGeom = pScenePoints as IGeometry;
    try
    {
        pGeom.SpatialReference = ipSR;
    }
    pScenePoints.AddPoint(pPnt, ref missing, ref missing);
    count = pScenePoints.PointCount;
    if (count == 2)
    {
        pClone = pScenePoints as IClone;
        pCline = pClone.Clone();
        polyline = pCline as IPolyline;
        popupMenu1.ShowPopup(Control.MousePosition);
        pScenePoints = null;
    }
}
```

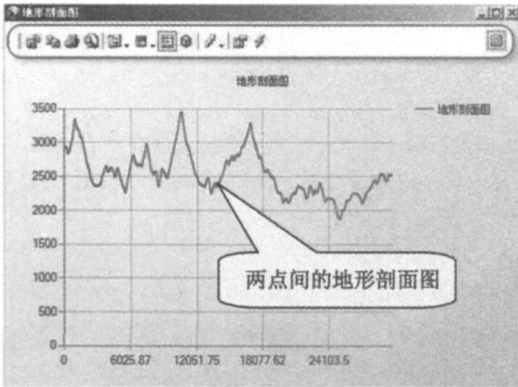


图 5 地形剖面分析图

5 结束语

在天山公路地质灾害评价与决策信息系统中,运用 ArcEngine 三维可视化集成开发技术,在三维场景中能直观地显示出天山公路沿线的地形地质全貌,能大大提高对天山公路沿线地质灾害分析效率,缩短大量的野外调查时间,且为分析人员提供灾害评价决策支持信息平台,便于分析人员迅速做出解决方案。基于 ArcEngine 平台建立的天山公路 GIS 三维可视化模块,整合不同类型的数据资料和多媒

体信息,提供了基于三维的空间信息查询和空间信息分析功能,并能以逼真的人机交互访问表现形式提供给操作人员,系统的实现必能为国土资源和交

通建设管理部门提供一种可靠的信息管理平台,为更加直观、合理、有效地了解偏远地区的地质灾害情况提供了一种解决方案。

参考文献

- 1 赵卫萍,张淑英. GIS 技术在兰州市地下综合管网规划管理中的应用[J]. 甘肃科学学报,2003,15(1):120~123.
- 2 郑伟龙,司刚平,郑秀华. 城市环境岩土工程的地下水灾害问题[J]. 中国地质灾害与防治学报,2005,16(3):67~70.
- 3 李金平,薛泮成,孟祥来. 城市地下管网信息系统的设计与实现[J]. 测绘工程,2004,13(4):25~29.
- 4 关跃华,刘志强. 多指标供水管网爆管快速定位[J]. 山西建筑,2007,33(28):30~31.
- 5 董娜,朱杰勇,陈刚,等. 基于 GIS 组件的城市综合管网信息系统设计与实现[J]. 四川测绘,2007,30(3):130~135.
- 6 黄溯航,张志强,高铁军. 基于 ArcGIS 的城市燃气管网地理信息系统研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版),2007,28(4):72~76.
- 7 乔志勇,叶群峰,叶长煌. 城市地下综合管网信息系统的设计与实现关键技术[J]. 测绘科学,2007,32(S1):107~116.

Application and Research of 3D GIS Visualization in Tianshan Highway Geo-hazard Appraisal and Decision Information System

YIN Jiang-tao^{①,②}, YANG Bin^{①,③}, HE Zheng-wei^{①,④} WANG Zhou-feng^①,
YANG Yang^①, ZHANG Jun-feng^①, YUAN Ming^①

(^① Institute of Digital Land and Ecological Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

^② Sichuan Liwu copper industry Ltd., Kangding 626000;

^③ Institute of Geology, China Earthquake Administration Beijing 100029;

^④ Beijing Municipal Key Laboratory for Resource Environment and Geo-Graphic Information System,
Capital Normal University, Beijing 100037)

Abstract: This paper starts with 3D GIS visualization technology in the application of Tianshan highway geo-hazard appraisal and decision information system. It analyzes and discusses the key interface of 3D GIS visualization using the integrate exploitation of ArcEngine and C# and it handles the attribute query in geo-hazard and the analysis of terrain-section chart by using the integrate technology of ArcEngine. Analyzing the technology flow of 2D data to 3D data, it offers the resolve scheme with the 3D visualization analysis and the foundation of 3D VR. It indicates that the combination of 3D GIS visualization technology and highway geo-hazard estimate decision can make circls of highway geo-hazard more intuitively, vivid, visually and can offer the scientific way for the right decision.

Key word: 3D visualization; GIS; ArcEngine; geo-hazard; integrate exploit

(上接第 57 页)

Study on Point Precision of 3D Laser Scanning Based on HDS3000

XIE Rui^{①,③}, HU Min-jie^②, CHENG Xiao-jun^①, ZHANG Jing-nan^①, ZHOU Shi^①

(^① Department of Surveying and Geo-Informatics, Tongji University, Shanghai 200092;

^② Shanghai Merchant Ship Design and Research Institute, Shanghai 200032;

^③ Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191)

Abstract: This article conducts a research on the point accuracy of the 3D laser scanning under the different experimental conditions. The results show that the scanning distance error increases with the distance increasing; the angle, reflecting surface and environmental factor are not main sources of error, and the point error is mainly caused by the instrument itself.

Key words: 3D saser scanning; points precision; target