

文章编号:1001-4179(2012)19-0045-03

Google Earth 在线性工程地质灾害调查中的应用

管振德¹, 庞贻鸿²

(1. 中国地质科学院 岩溶地质研究所, 广西 桂林 541004; 2. 广西交通科学研究院, 广西 南宁 530023)

摘要:线性工程穿越的地貌单元众多,地质条件复杂,包含的信息不仅数量庞大而且类型多样,为了全面反映沿线地质信息。结合 GIS、GPS、三维遥感技术,以 Google Earth 为平台实现了多源信息融合和可视化,以及全面、立体、多角度的地质信息管理,提高了复杂线性工程地质灾害调查的效率和质量。以某线性工程地质灾害调查为例,说明其在预调查中重点圈定、线路规划、实时修正调查路线等方面的优越性。

关键词:Google Earth; GPS; GIS; 线性工程; 地质灾害调查

中图法分类号: P64; P237 **文献标志码:** A

传统线性工程地质手段是通过收集沿线地质构造、水文地质、地层岩性、控制线路方案的主要不良地质类型及分布,然后结合不同比例尺地形图,采用人工现场测量和勘探的方式,完成各个阶段的勘察设计工作。这种方法不仅消耗大量人力资源,而且不能对沿线工程信息建立起全面而又直观的认识。随着遥感技术(RS)的发展及应用,其在线性工程中的作用越发重要,目前的线性工程地质灾害调查中,地质灾害信息类型多样,数据量大且具有时效性,传统的手段难以将这些信息全面立体地展示,在调查中遥感技术主要以二维解译、静态展示为主,很难实现多比例尺和多角度的展示。近年来,三维遥感技术得到了大力发展,能够实现对研究对象更加细致与全面的研究解译。因此,能够实现集成 DEM、高分辨率卫星影像、GPS、区域地质等多源空间数据的高精度三维遥感技术将成为新的亮点^[1-3]。随着 Google Earth(简称 GE)的出现,三维遥感应用的技术要求大大降低,结合 GPS、GIS 软件将多种地质信息融入其中,能够简单快捷地实现地质信息的可视化。本文结合某线性工程的地质灾害调查工作,说明结合 GIS、GPS 技术以 GE 平台建立起的三维遥感地质灾害调查与信息管理的优越性。

1 GE 简介

美国谷歌公司于 2005 年 6 月推出了 GE,它集成

了遥感图像、地理信息、地形三维、全球定位系统和网络在线浏览等高新技术,能够提供具有真实感三维地形背景的地理信息,操作灵活方便、标准开放的体系架构,形成了真正意义上的数字地球。它支持用户交互和数据共享,可以将各种类型的信息与空间位置联系起来,使人们能够对地理对象有深刻直观的印象和理解^[4]。

GE 改变了传统的地理信息以点、线、面为主的平面形式,能够实现立体三维遥感影像空间展示,并且其完全免费,任何人都可以通过网络进行数据访问。通过不断的数据更新,全球地貌影像数据有效分辨率大幅提高,部分城市的分辨率达到 0.6 m,一般区域能够实现 30 m 的分辨率,而且和真实的地球物理信息做了匹配,基本实现地形、海拔、经纬度等信息的重合。目前,该软件开始广泛在地质、资源、电力、环境、旅游、交通的领域得到应用。

2 三维遥感在线性工程中应用集成分析

2.1 多源信息集成

地质资料来源广泛、类型多样、数据量庞大,数据在精度、分辨率、数量、质量等方面也存在较大差异。结合 GIS、GPS 技术解决多源数据的集成问题和信息的空间定位问题,将多源、离散数据进行格式转换,建

立成连续的、兼容的数据集。

(1) 数据分析。从数据类型来分,主要为空间数据、非空间数据和多媒体数据。空间数据又分为矢量数据和栅格数据,一个是将属性数据存储于关系数据库中,另一个是通过灰度值来刻画和描述。非空间数据主要包括文本、表格等,多媒体数据主要是现场照片、视频等。在地质灾害调查中,需要从不同尺度与角度对沿线灾害体进行研究分析,这就导致信息数据类型的多样化、存储格式的差异性。首先根据资料的数据类型进行划分,将空间数据栅格化、非空间数据与多媒体数据通过 GPS 信息定位集成化,统一转化为 KML 或者 KMZ 格式,以 GE 为平台将地质信息直观展示。

(2) 具体方案实施。GE 中大部分地区具有较高分辨率的遥感影像图,一方面可以直接利用其提供的遥感影像图,另一方面也可以根据项目的实际需要购买的分辨率更高的遥感影像图导入定位叠加。三维遥感的关键在于正射影像图、DEM 等资料的定位配准。DEM 数据可以根据已有的等高线进行转换导入,也可以通过 SRTM 数据库的提取加工形成等高线数据^[5]。

在地质资料的空间数据中,矢量数据较多,特别是以 AutoCAD 类型为主,需将 AutoCAD 数据转化为 GIS 数据格式,并栅格化。由于工程地质数据繁杂,需要对数据进行空间叠加、提取、缓冲区操作等,形成新的属性关系和空间特征。GE 作为三维可视化平台,已经具有了多尺度三维遥感图像的可视化,只需将处理过的空间数据通过 GIS 软件转换为以 WGS84 坐标系的图件并转化为 KML 格式保存,再导入 GE 中,就实现了空间数据的可视化。

对于非空间数据与影像数据,可将其中的简单数据,例如基本情况简介、设计指标及施工设计图、边界和剖面处的平面及剖面图等添加到对应空间位置的属性信息中,照片可以通过拍摄信息中的 GPS 信息进行定位添加。复杂的数据,例如专业报告及图件、多媒体等可以作为空间位置的链接信息,采用“链接”方式进行集成。

GE 不仅可以对已存在信息定位导入,也可以通过其工具对地质信息进行加工,包括区划圈定,规划路线,漫游等。

2.2 地质信息分析与管理

(1) 三维遥感影像解译。相对于二维来说,三维遥感影像解译在地貌形态上可以反映细节及地形的坡长、坡向等;在地质构造上可以立体反映产状、规模等空间信息;在不良地质体的判释上可以从多角度多方位获取地质体的规模、方位,并可对稳定性进行初判预

测。

遥感解译的关键是建立解译标志特征,但在这之前根据调查区域背景资料对区域内的地形地貌、地层岩性、地质构造及新构造运动、河流水系、人类活动等多方面进行遥感分析,将有助于从区域背景上分析何种灾害发生占据主要位置,有助于标志的建立。

在地形地貌中,地形的坡度与坡向,地层岩性中的岩性分布特征,第四系松散堆积物的类型与人类活动的关系将影响灾害类型与分布。地质构造及新构造运动的线性展布,河流水系的营造力对地形地貌的控制性作用及其对灾害体的发育分布的关键作用,这些都应该在遥感解译中加以分析。

通过对区域背景的分析,结合各种类型的灾害体的特征,可建立本地区遥感影像特征。以滑坡灾害为例,滑坡一般具有明显的地貌特征,可以通过滑坡影像的形态、色调、阴影、纹理等进行直接辨认,再结合附近斜坡地形、地层岩性、地质构造、地下水露头、植被、水系等进行综合判释。三维遥感的优势在于可以从宏观的角度对滑坡进行观察,多角度观测滑坡的特征,并进行原因分析及预测发展趋势。同样,泥石流、崩塌、岩溶塌陷均可以根据其灾害体特征进行三维解译,再进行现场踏勘确认建立区域标识。

(2) 信息管理。通过遥感解译后,圈定沿线地质灾害体,再通过 GE 的标识功能进行标识,划分重点调查区域,初步建立平台信息。根据数据在平台中所起的作用不同,可以将数据分为基础通用数据,如区域等高线图、区域水文地质资料等;专门数据,如滑坡、泥石流、岩溶塌陷等分布、规模、水文地质条件等信息。基础通用数据可以作为常用文件放在同一文件夹进行调用,专门数据根据调查体的类型不同进行分类保存调用(见图 1)。通过空间定位的每一个灾害体的相关资料保存在同一文件夹内,实现以单个灾害体为单位的独立管理,一次调用就能全面反映该灾害体信息。同时也对相同灾害点进行归类管理,也可以通过区划管理,这些操作只需建立相应目录,通过拖拽、复制目录功能在相应目录下建立子目录即可实现。可见在 GE 中可以实现多种调用管理,解决了多次调用交叉管理难题。

3 应用实例

某油气管道为国家实施能源战略的重要项目之一,其中一分支管道在广西境内总长达 523 km,管线经过地区地势总体西北较高,向东、东南降低,相对高差近 800 m。经过的地貌类型为中山山地、高峰丛洼谷地、峰丛峰林谷地、峰林谷地、峰林平原、孤峰平

原、溶蚀平原、丘陵、剥蚀平原,总体上地貌类型多,地形复杂,部分地段,地形起伏大,切割较深,地形险峻。

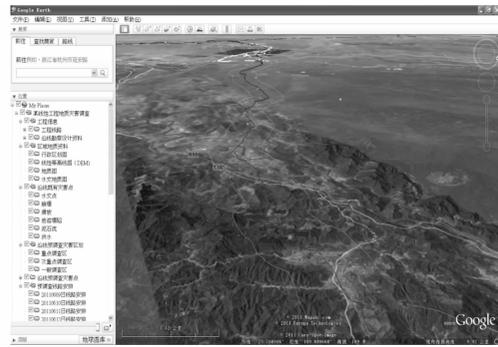


图 1 某线性工程地质灾害调查信息树状管理

针对沿线地质情况复杂、调查时间紧、任务重、沿线路况不佳的情况,开展以 GE 为平台的预调查工作。结合 GE 遥感影像,通过 GIS 软件将数字高程进行插值匹配转存 KML 格式导入 GE,叠加地理标注、1/1 万路线、区域地质图、已收集地质灾害等信息,建立解译标志,逼真地展示沿线地质地貌、不良地质信息。通过三维漫游方式对沿线地质灾害进行预判,进行重点区域的圈定,规划设计调查线路,进而进行现场调查验证。

现场调查验证耗时 20 d,调查采用前期规划路线,结合 Garmin 导航设备,将 GPS 信息同 GE 平台连接,进行实时定位,不断修正无法预测的调查路线工作,提高了有效工作时间,大大缩短了传统的调查时间。通过管线分布情况等信息,将工作区域划分为两条线路,再根据每条线路灾害点分布、水文地质条件等地质信息划分出重点调查区域及灾害类型。调查线路规划上,原则是根据 GE 与地形图综合选择穿越线路,并根据 GPS 在 GE 上定位信息实时修正。本次调查采用实时修正线路的方法,较传统方式节约了 20% 的时间。经解译,圈定重点调查灾害点 66 处,重点区段 25 段。现场调查地质点 106 处,其中灾害点 76 处,地下河 33 条,采集观测点照片 530 张。确认灾害点 48 处,分别为崩塌 20 处、不稳定斜坡 9 处、泥石流 2 处、季节性洪水易发区 2 处、岩溶塌陷 15 处,重点危险段 21 段,灾害点准确度达到 72.7%,危险段划分遥感解译准确度达到 84%。

以某分输站经过洪水易发区的解译及验证为例,效果见图 2、图 3。

对该处地势低洼,有 2 条地下河分布,且有 4 个泉点,初判断为洪水易发区。经现场调查,每年 6~8 月份发生季节性洪水,降雨量较大年份,在泉点处有携带大量泥沙的洪水涌出,排泄不畅,造成洪灾,图 3 为洪水造成的冲沟。

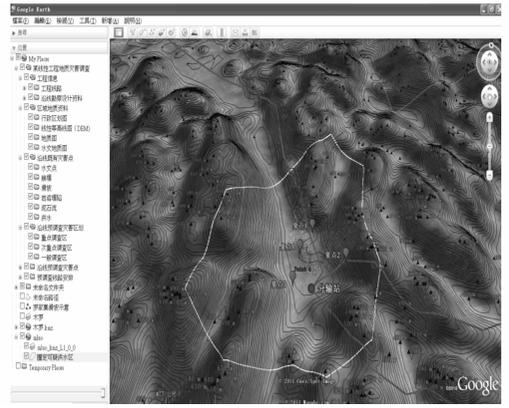


图 2 预判线路经过的某季节性洪水易发区

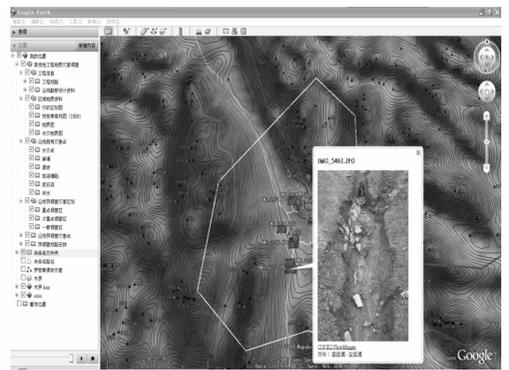


图 3 现场洪水冲沟

4 结语

通过基于 GIS、GPS、GE 建立的地质灾害信息平台,将大量多源地质信息进行了三维展示,实现多尺度浏览,有效地指导了前期的预调查工作,大大提高了调查工作效率。在现场验证阶段,GPS 与 GE 平台的实时联动,实时修正规划路线,提高了有效工作时间,并可以实时结合资料对调查体进行全面分析验证,后期可以通过该平台对调查信息进行补充,实现全面而立体的多角度的地质灾害信息管理,提高了复杂线性工程地质灾害调查的效率和质量。

参考文献:

- [1] 王泽怀. 卫星遥感和航空摄影技术在长输管道勘察设计中应用的探讨[J]. 石油库与加油站, 2009, 18(6): 30-32.
- [2] 高山, 冯光胜. 三维遥感铁路工程地质勘察技术应用研究[J]. 铁道勘察, 2009, (1): 36-39.
- [3] 高发光, 陈向新. 山区复杂地段管道选线和勘察方式[J]. 油气储运, 1998, 17(12): 38-40.
- [4] 李云星, 张坤. Google Earth 在地质灾害信息管理中的应用[J]. 湖南理工学院学报: 自然科学版, 2007, 20(2): 81-83.
- [5] 刘金辉, 窦金龙. Google Earth 在地质勘查初期中的应用[J]. 中国矿业, 2009, 18(12): 100-101.

(编辑: 赵凤超)

(下转第 71 页)

Influence of simulation of layered pouring on deformation and stress of gravity dam

ZHAO Fei¹, FAN Shuli²

(1. National Disaster Reduction Center of China, Ministry of Civil Affairs, Beijing 100124, China; 2. State Key Laboratory of Coastal and Offshore Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China)

Abstract: In the numerical analysis of stress and deformation status of dam body of high concrete gravity dam, the consideration of concrete layered pouring and stepped application of dead weight has important influence on the deformation and stress results. The layered pouring is simulated using the finite element method based on the life and death function of the ANSYS. We apply the dead weight of the dam step by step to obtain the deformation and stress status in the dam body, and compared it with the result by the method of onetime self-loading so as to study the influence of layered pouring on deformation and stress. The study shows that the dam deformation towards the upstream increases by onetime loading method, and compressive stress in dam heel and tensile stress in dam toe are also larger. Consequently, the calculated results accord with the truth much better with consideration of layered pouring.

Key words: layered pouring; construction simulation; deformation and stress; FEM; concrete gravity dam

(上接第 47 页)

Application of Google Earth in geological disaster survey of linear project

GUAN Zhende¹, PANG Yihong²

(1. Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin 541004 China; 2. Guangxi Transportation Research Institute, Nanning 530023, China)

Abstract: A linear project usually goes through numbers of geomorphic units and is characterized by complex geological conditions that contain large quantity and diverse information. In order to fully reflect the geological information along the route, aided by GIS, GPS and 3D remote sensing technologies, the Google Earth forms a platform that realizes the fusion and visualization of multi-source information, and provides a comprehensive and multi-perspectives of management of geological information, which improves the efficiency and quality of geological disaster survey of complex linear project. The method show its superiority in the aspects of key point determination during pre-survey, route planning, and real-time correction for route survey by an example of geological disaster survey of a linear project.

Key words: Google Earth; GPS; GIS; linear project; geological disaster survey

(上接第 50 页)

Study on multi-correlation of physical and mechanical parameters of dredged filler

QIN Xianjun¹, WEI Guofang², ZHANG Ming³

(1. Hebi Profession Technology Institute, Hebi 458030, China; 2. Sanmenxia Profession Technology Institute, Sanmenxia 472000, China; 3. Department of Civil Engineering, Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China)

Abstract: The relationship of physical and mechanical parameters of soil masses can not be reflected by simple correlation, and the multi-correlation among variables can be evaluated by partial correlation coefficient if the samples of physical and mechanical parameters are insufficient. The in-site sampling of high water content dredged filler of land reclamation projects in coastal towns is difficult, so the obtained samples reflecting physical and mechanical parameters are rare. The partial correlation coefficient is adopted to accurately measure the multi-correlation among the variables. Based on least squares regression theory, the method of partial correlation coefficient is introduced to measure the relationship of physical and mechanical parameters of dredged filler. The results show that, due to the interactive relations of multi-variables, there is a significant difference between partial and simple correlation coefficient. Analysis on multi-correlation will provide an effective method for establishing forecasting model and optimization screening of physical and mechanical parameters.

Key words: partial correlation coefficient; multi-correlation; least squares method; physical and mechanical parameters; dredged filler