

·方法与应用·

数字区调新技术新方法——遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析

杨武年¹ 廖崇高¹ 濮国梁¹ 徐强² 于庆文³ 徐凌¹

(1.成都理工大学国土资源信息技术与应用国土资源部重点实验室遥感与GIS研究所 四川 成都 610059;

2.中国地质调查局成都地质矿产研究所 四川 成都 610082;3.中国地质调查局 北京 100035)

摘要 提出遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析新方法,综合利用3S技术、遥感图像数字处理技术、虚拟现实和全数字摄影测量等高科技,通过遥感图像的正射影像处理、多类型遥感图像数据融合、高精度DEM生成和影像复合等工序,按照一定比例尺和飞行路线生成测区的虚拟三维影像动画系列图,以解决高原区数字区调工作者面临的实际问题,弥补其不足。

关键词 3S技术;地质解译三维可视化;三维影像动态分析;区域地质调查;数字区调

中图分类号 P623.1 P627 **文献标识码** A **文章编号** 1671-2552(2003)01-0060-05

区调填图是综合性很强的基础地质工作之一,不仅服务于地质找矿与科学研究,更要面向社会为国民经济建设提供科学依据^[1]。区域地质调查的首要任务就是进行地质信息的获取,而野外现场地质数据的采集又是信息获取的重要来源。中国西部地区自然环境恶劣,区调工作十分艰难。遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析方法,就是综合利用3S技术(RS、GIS和GPS)、遥感图像数字处理技术、虚拟现实和全数字摄影测量等高科技^[2-11],通过遥感图像的正射影像处理、多类型遥感图像数据融合、高精度DEM生成和影像复合等工序,按照一定比例尺和飞行路线生成测区的虚拟三维影像动画系列图,以解决高原区调工作者面临的实际问题,弥补其不足^[2-6]。制作高精度的三维影像动画系列图(图1),对于宏观观察者(如领导干部、项目决策者)而言,其实际效果相当于乘坐在一定高度的飞行器上进行航空路线观察(飞行高度可调);对于遥感图像解译者(具体的区调工作人员)而言,高精度的三维影像动画系列图提供了可供反复使用的真实、客观、信息连续的宏观分析地面景观影像。“遥

感图像地质解译三维可视化及影像动态分析”方法(概念)的提出,为高原区调工作开拓了新思路,对加快数字区调现代化进程具有重要意义和实用价值。

1 遥感图像三维可视化系列动画图制作工序

遥感图像地质解译三维可视化与影像动态分析系列动画制作工序主要包括以下内容。

(1)遥感图像数字处理 遥感图像数字处理是数字区调工作中信息提取的重要环节。图像处理的目的的是对原始遥感图像进行辐射校正、几何校正和投影差改正、地理编码、图像镶嵌、图像增强以及不同时相、不同传感器、不同分辨率的多波段遥感图像数据融合等,最终制作出统一规格标准的高质量遥感图像,提高数字区调地质解译应用效果^[2-4]。

多类型遥感影像数据融合是一种通过高级影像处理技术来复合多源遥感影像数据的技术,其目的是将单一传感器的多波段信息或不同类传感器所提供的信息加以综合,消除多传感器信息之间可能存在的冗余和矛盾,加以互补,降低其不确定性,减少模糊度,以增

收稿日期 2002-07-10;修订日期 2002-08-05

地调项目 国土资源部“十五”重点项目(2000201)资助。

作者简介 杨武年,1954年生,男,教授,博士生导师,从事3S技术及应用研究。E-mail: ywn@cdut.edu.cn

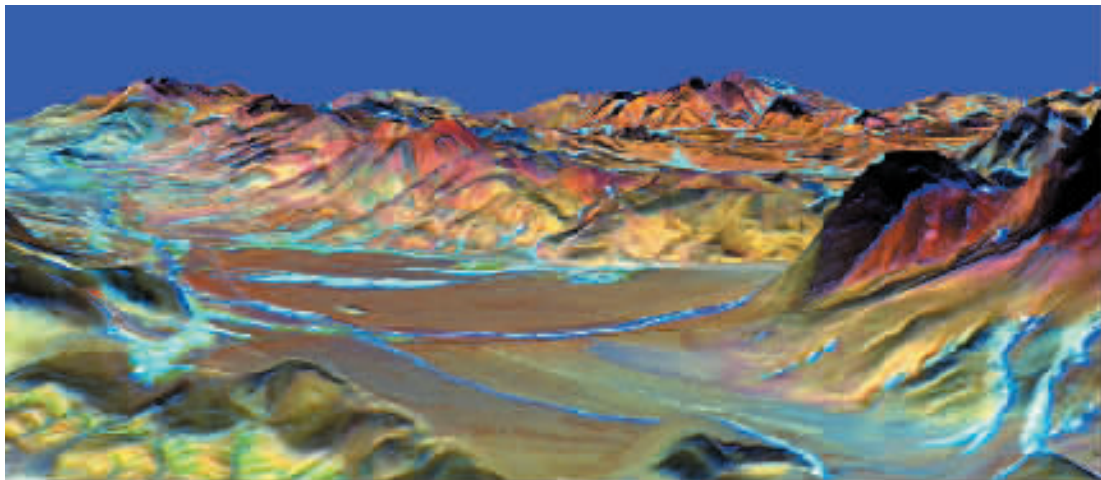


图1 西藏巴隆地区的卫星遥感地质解译三维影像图

Fig. 1 3D image map used in geological interpretation of RS images of the Barun area , Tibet
(系列动画之一帧 ,TM741合成与ETM8融合 ,空间分辨率15m ,图像上地质构造、地貌等特征显示清楚)

强影像中信息透明度 提高图像解像力和解译精度^[5-6]。

(2)高精度DEM生成 :高精度三维立体图像需要高精度的DEM来支撑 ,遥感图像的正射处理中各像点的投影差改正也需要对应点的高精度DEM^[4]。高精度DEM生成常用的有3种方法 ①利用地形图数字化求得 ;②利用立体像队(具有立体效果的航片、卫星图像等)使用专门的软件求得 ;③利用干涉雷达图像处理技术求得。

(3)三维飞行路线选取 :即根据工作区的地质构造复杂程度和工作需要 ,按照一定的规则进行飞行勘察路线布置。

(4)三维可视化系列动画产品制作 :首先进行三维飞行的参数设置 ,如航高、时速、夸大系数、屏幕大小、视角设置及背景效果等 ;然后根据布置的飞行路线完成三维动画制作。

(5)三维可视化产品输出 :根据选择的飞行路线 ,逐条生成遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析系列动画 ,并把这些产品转化成通用动画所支持的格式打包 ,如QuickTime Movie格式等 ,刻盘提交给有关的工作人员使用。

(6)信息提取 地质解译和影像判读等。

作者等根据工作需要 ,在青海阿拉克湖幅中选取了4条飞行路线。其中南北走向的飞行线路3条 ,分别位于测区的西部、中部和东部 ,目的是为了调查测区的总体区域地质构造格局及岩层的分布情况 ;东西走向的飞行线路1条 ,主要调查控制阿拉克湖附

近的深大隐伏断裂及周边环境的一些地质构造情况。在巴隆公社幅中选取了3条飞行路线(图2),目的是查明实验区的区域地质特征及总体构造格架。此外,在西藏萨嘎幅和昌务场幅实验区也选择了多条飞行路线。上述的飞行路线 ,均生成了遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析系列动画 ,并把这些产品转化成了通用动画所支持的 QuickTime Movie格式 ,刻盘提交给工作人员使用。

2 遥感图像三维可视化及影像动态分析方法在数字区调中的作用与优势

实践表明 ,遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析系列动画在下述方面可取得良好效果。

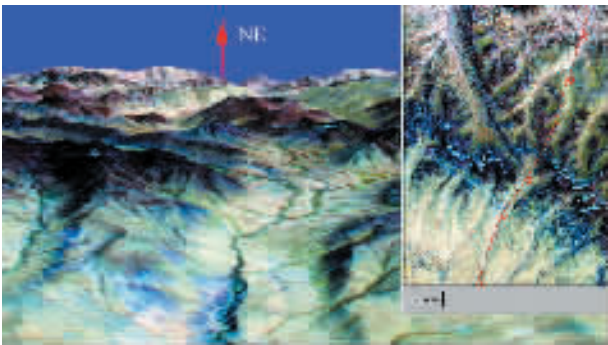


图2 遥感图像三维可视化(右上角为飞行路线示意图)

Fig. 2 3-dimensional visualization of RS images
(the small picture at the right corner shows the selected flying line for geo-survey)

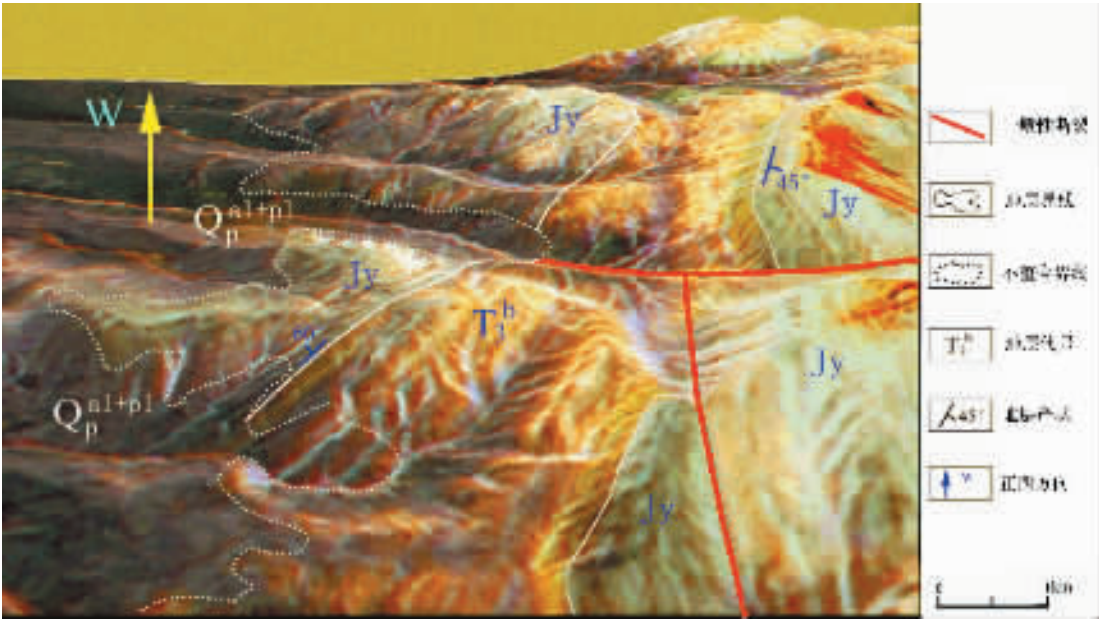


图3 遥感图像三维可视化模型用于地质解译(系列动画之一帧,青海巴隆幅局部)

Fig. 3 3-dimensional visualization model used in geological interpretation of RS images of Barun area, Qinghai

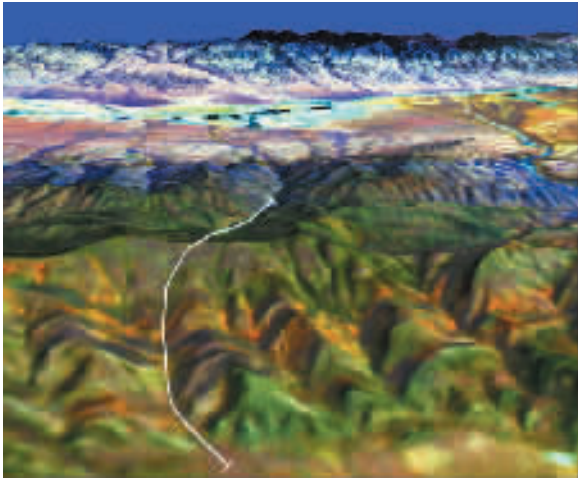


图4 遥感图像三维可视化用于地质剖面的选取

Fig. 4 3-dimensional visualization of RS images used in selecting geological profiles

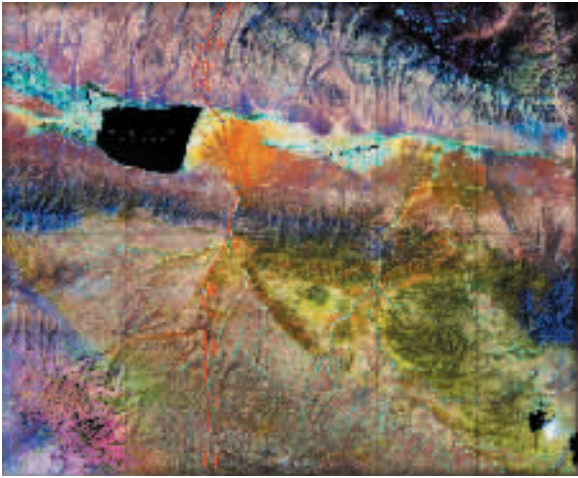


图5 遥感图像三维可视化用于地质路线的选取

Fig. 5 3-dimensional visualization of RS images used in selecting geological survey lines

2.1 遥感图像三维可视化及影像动态分析方法
用于指导区调工作部署

遥感图像是地面景观物体按一定比例缩小了的立体模型,地质构造形迹的总体和个体的地表几何形态和电磁波辐射特征被真实、客观、连续、全面地记录下来,具高度的概括性,同时含有大量地下一定深度隐伏地质构造的信息特征。遥感图像上的这些信息特征(解译标志)反映的是地物在内外动

力作用过程中、在一定地质、地理条件下物质成分、结构构造、物理性质等方面的差异。隐伏构造信息则通过地壳的机械变形以及地表的地球物理化学场改造乃至生物圈、大气圈发生异常等方式而显示出来。而且,多波段遥感图像信息特征中除可见光波谱部分外,许多波段的信息特征位于人肉眼光敏区以外,如红外、微波图像等。这类图像揭示了大量肉眼看不见的地物信息特征,大大增加了鉴别地物

属性特征的信息量。因此,用遥感图像解译、分析地质构造变形特征及其空间分布规律,不但真实、客观,而且克服了常规地质方法由于点线观测“不识庐山真面目,只缘身在此山中”的局限性,大大开拓了视野,获得连续、系统、大量的信息特征^[23-27]。

前以述及,高精度的遥感图像三维可视动画系列图,对于宏观观察者(如领导干部、项目决策者)而言,实际效果相当于乘坐在一定高度的飞行器上进行航空路线观察。在区调地面填图之前,通过图像观察和判译,可以从中提取出区内各种宏观地质信息,填制区域地质草图,指出岩性、岩相、构造变动的复杂地段,指导踏勘、剖面测制和填图扫面路线布置等工作。通过飞行观测,人们还可获得测区山川地貌、通行条件、地质构造复杂程度及其特征的超前认识。

2.2 遥感图像三维可视化及影像动态分析方法

用于局部地质构造详细解译

所谓遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析方法,是将二维平面遥感影像图转化为三维空间的立体动态模型,从而突出了地物的空间特征,使人眼睛易于辨认目标和确定其空间位置,然后利用传统的解译方法从二维和三维空间对要解译的目标信息进行详细解译。填图过程中,通过高精度三维图像的动态分析,可以进一步提取出某些地面上因露头、路线限制而难以观察到的信息,如地层超覆趋势、整个岩体边界形态、大型褶皱空间形态、断层交切关系等。另外,许多前人资料,多以点线观测的局部地面露头现象为依据,遥感图像可以从另一个角度提供一些非常有用的信息特征,弥补其不足。实践证明,该方法对青藏高原区调工作局部地质构造解译和地层界线的圈定等具有很大优势(图3)。

2.3 遥感图像三维可视化及影像动态分析方法

用于地质剖面选取

这一方法用于地层剖面选取的优势在于:根据遥感影像三维立体显示的色调、纹理特征,利用遥感视阈广、宏观性强等优势,地质人员可以从三维空间不同角度进行观测测区总体地质概况、地质构造格架,最终确定要选的标志性地层剖面(图2)。这样,不仅在人力、物力和财力方面节约不少,而且可以缩短填图周期、提高工作效率和填图质量。图4中,根据遥感影像的色调、纹理等特征,结合三维模型的地形、地貌特征选取了第三系的地层剖面。

2.4 遥感图像三维可视化及影像动态分析方法

用于地质观测路线选择与布置

与传统方法比较,应用遥感图像三维可视化及影像动态分析方法选择野外地质观测路线有诸多优势,可达事半功倍之效果。(1)通过遥感影像的宏观和“微观”分析,选择和布置的观测路线能完全控制测区主要地质体和构造形迹的空间展布,研究、分析测区不同地质体和地质构造的影像特征及其相互关系,确定地质体划分原则及其特征解译标志。(2)通过三维影像分析并根据测区建立的遥感地质解译标志,地质观测路线可布置在通行条件最好、穿越的影像岩石单位最多的地区。(3)地质观测路线一般以垂直于区域构造线方向的穿越路线为主,适当辅以追索路线。(4)如果岩性岩相变化较大,地质体走向延伸关系不清,为了解某些重要接触关系、矿化带及重要构造现象的空间延伸情况等,穿越路线又不能达到目的,可布置专门追索路线加以控制。以上工作,利用遥感图像三维可视化与影像动态分析方法都容易实施。例如,通过对青海阿拉克湖幅全区情况进行宏观了解后,选取了一条填图路线(图5)。

2.5 遥感图像三维可视化及影像动态分析系列

动画用于成果表达及成果验收

通过遥感图像处理得到的高精度三维可视化遥感正射影像图可以作为各种专题信息的载体,如将各种解译的线性构造、岩体、地层界线、物化探数据等形象地显示在三维可视化遥感正射影像图上。成果验收是区域地质调查的一个关键环节,在成果验收阶段应用三维可视化技术无疑将为决策者和管理者提供很好的检验区调工作进度和质量的手段。特别是在地形条件险恶、气候条件十分恶劣的地区,如青藏高原。

3 结论与讨论

本文将遥感图像三维飞行引入数字区域地质调查,提出了数字区调新技术新方法——遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析:综合利用3S技术、遥感图像数字处理技术、虚拟现实和全数字摄影测量等高科技,通过遥感图像的正射影像处理、多类型遥感图像数据融合、高精度DEM生成和影像复合等工序,按照一定比例尺和飞行路线生成测区的虚拟三维影像动画系列图,以解决高原区数字区调工作者面临的实际问题。

“遥感图像地质解译三维可视化及影像动态分析”方法(概念)的提出,改变了传统遥感地质解译的思维方式,从图像的三维可视化与动态分析角度进行测区宏观路线观察和有效地进行局部地质、矿化蚀变和构造等遥感信息的提取,为数字区调遥感技术应用开拓了新思路,对加快数字区调工作现代化进程具有重要意义和实用价值。

参考文献:

- [1] 张洪涛,王平. 论地质调查中的科技进步与创新[J]. 地质通报, 2002, 21(2): 49~54.
- [2] 杨武年,廖崇高,濮国梁,等. 3S技术在数字区域地质调查中的应用[J]. 物探化探计算技术, 2002, (增刊).
- [3] 杨武年,朱章森. 遥感信息场“分层”解析与构造应力场定量研究[J]. 地质学报, 1997, 71(1): 86~96.
- [4] 濮国梁,杨武年,徐凌,等. 数字区调新技术新方法——RS-OrthoMapper系统研制开发[J]. 遥感信息, 2002, (增刊).
- [5] 廖崇高,杨武年,濮国梁,等. 多时相多类型遥感图像数据融合在区域地质调查中的应用[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(4) (待刊).
- [6] YANG Wu-Nian, CAUNEAU F, PARIS J P, et al. Fusion of SAR and SPOT images for the detection of geological features over the Three Gorges Dam site, China[A]. In Pro-

ceedings of the third conference “Fusion of Earth data: merging point measurements, raster maps and remotely sensed images” [C]. Sophia Antipolis, France, January 26-28, 2000, T. Ranchin and L. Wald Editors, published by SEE/URISCA, Nice, France, 2000, 137~142.

- [7] 杨武年,丁纯勤,王大可,等. 正射遥感影像地图在四川南江地区区调研究及成矿预测中的应用[J]. 地球科学, 1998, 23(2): 188~192.
- [8] 李天文,马智民. GPS与GIS结合进行1:5万地质填图的研究[J]. 西安工程学院学报, 1998, 20(3): 78.
- [9] 赵文吉,张松梅,晋佩东. GIS技术在区域填图中实施方法与数字地图[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(3): 286~288.
- [10] 潘宝玉,王贵祥. 3S技术集成及其在地质领域中的应用[J]. 山东地质, 1998, 14(4): 50~55.
- [11] Wunian YANG, Guoliang PU, PARIS J P et al. Applications of the Orthophotomaps and Fusion of Landsat TM, SPOT and SAR Images in the Studies of the Events to Stop up Water Body and Ecological Environment in The Yangtze Three Gorges Project Region(China) [A]. Jin: William L Smith, Yoshifumi Yasuoka, Editors. In the Proceedings of SPIE's Second International Asia-Pacific Symposium on Remote Sensing of the Atmosphere, Environment and Space“Hyperspectral Remote Sensing of the Land and Atmosphere” [C]. 9-12, Oct. 2000, Sendai, Japan. SPIE.USA 2001, 4151: 189~196.

A new method for digital regional geological survey: 3D visualization of geological interpretation of remote sensing images and image dynamical analysis

YANG Wunian¹ LIAO Chonggao¹ PU Guoliang¹ XU Qiang²
YU Qingwen³ XU Ling¹

(1. Ministerial Key Lab of Information Technology & Application of Land and Resources/Institute of Remote sensing & GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;

2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan China;

3. China Geological Survey, Beijing 100083, China)

Abstract: The paper brings forward a new method—3D visualization of geological interpretation of remote sensing images and image dynamical analysis for the regional geological survey, which integrates the roles of advanced technologies including “3S” (RS, GIS and GPS) techniques, remote sensing image digital processing, virtual reality and digital photographic measurement technique and so on. Based on this method, 3D virtual images are created according to certain scales and flight routes. The method commendably solves practical problems for digital regional geological survey in altoplano and makes up for some deficiency in the traditional regional geo-survey by a series of working procedures such as RS orthophoto processing, data fusion of multi-types RS images, high precision DEM building and image synthesizing.

Key words: “3S” technology; geological interpretation 3D-visualization of remote sensing images; imaging dynamical analysis; virtual reality, digital photographic measurement; regional geological survey