

Application of RS Geological Survey Terminal in RS Anomaly Investigation in Perilous Areas of Northwest China

Ting Gao[#], Min Yang, Haihui Han, Jianqiang Li

Xi'an Center of Geological Survey, CGS, Xi'an 710054, China

[#]Email: gt8212@163.com

Abstract

The Geo REC is the digital remote sensing survey system which based on domestic satellites, and carry out a remote sensing anomaly verification field application test in Nachitai area of Qinghai. Field test checks the system intion, the stability of the system operation, the efficiency of read and show the romate image or vector data, the security of the data management system and the accuracy of BeiDou navigation; through the test data, the author indicate that the hardware and software systemstalla could satisfy the remote sensing anomaly verification work in field, also could convenient the workflow , improve the work efficiency, at the same time, in the course of the experiment, we also found some shortcomings of the system, and give some suggestions for improvement combining with the practical work for the system.

Keywords: Remote Sensing Geological Survey System; Remote Sensing Anomaly Verification; Field Test

遥感地质调查终端在西北艰险地区遥感异常查证中应用

高婷, 杨敏, 韩海辉, 李健强

中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054

摘要: 遥感地质调查系统 (GeoRSC) 是基于我国自主卫星研发的遥感调查系统, 通过运用其在西北艰险地区开展遥感异常查证的野外应用试验。并针对地质矿产遥感调查系统终端系统安装, 底图生产、遥感异常提取、基础影像制作及其批量导入, 以及野外实地异常验证进行了流程性试验; 通过试验所得数据, 笔者认为其该系统能够较好的满足野外遥感异常查证工作, 并便捷了遥感调查工作流程, 提高了工作效率, 同时, 在试验过程中, 还发现该系统存在的一些不足, 并结合实际的工作需要为该系统提出了改进建议。

关键字: 遥感地质调查系统; 遥感异常查证; 野外试验

引言

近年来, 在找矿突破战略行动的逐步展开中, 中国地质调查局在地质调查新技术、新方法的方面进行了探索研究和试点示范, 不仅大力推广遥感技术应用, 以提高地质调查工作的效率和质量, 而且在全流程信息化方面也加强了应用, 开发了区域地质调查数字采集系统, 实现了区域地质调查野外数据采集、室内整理和成果输出的主流程信息化

为满足地质调查工作不断向西部艰险地区、地质条件复杂的地区推进, 开展无人区、无通讯信号覆盖区野外地质工作管理的需求, 中国地质调查局组织实施“野外地质矿产调查服务与管理信息系统研建与应用”项目, 并获得国家发展改革委员会“高技术产业化示范工程”的资助下进行了国产卫星技术的应用研究与

推广试验。研发了集成海量基础数据、遥感数据处理、分发与服务、地质信息识别提取技术研究，空间信息承载和展示平台以及基于移动平板设备的地质矿产遥感调查系统。旨在满足野外地质调查工作的现代化、精细化、人性化的要求，建立基于自主卫星的我国野外地质调查业务运行和综合管理服务体系，从而保障了遥感地质作业人员的野外工作安全，提高了作业总体效率。

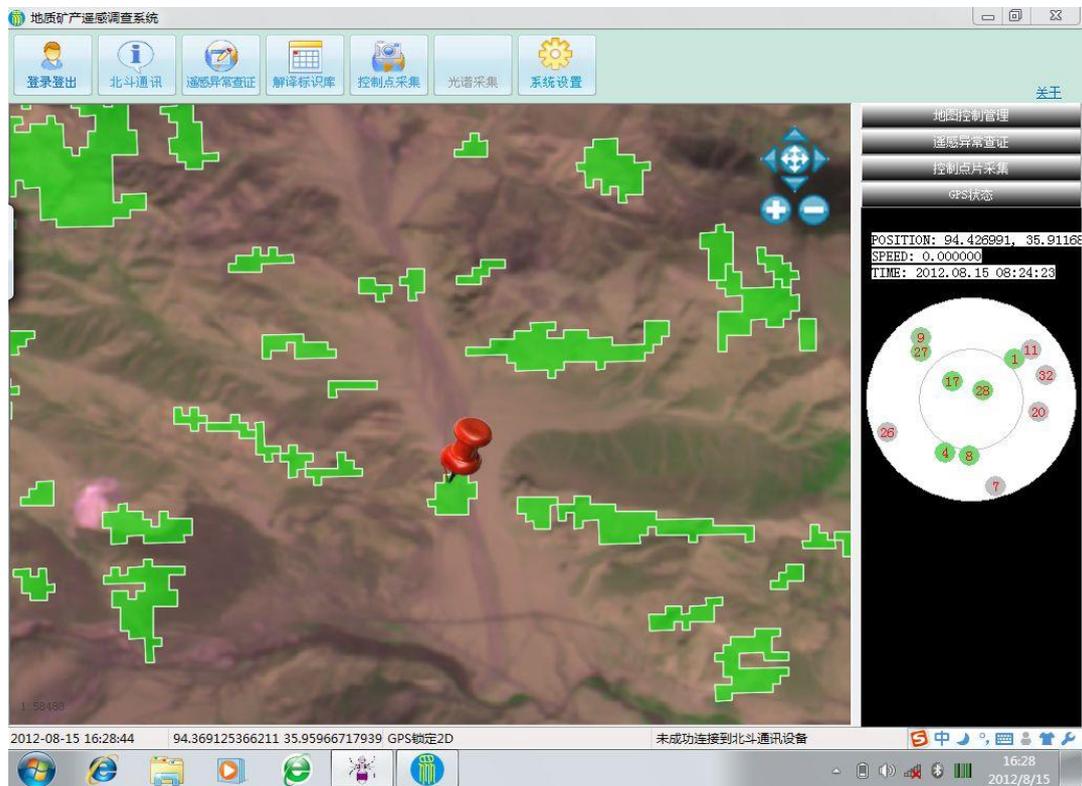


图 1 地质矿产遥感调查系统主界面示意图

表 1 遥感卫星数据服务系统各版本功能^[8]

版本	功能模块	技术指标
遥感数据服务中心版	常规数据处理	实现常规状态下遥感数据的处理，包括裁剪、拼接、融合、专题信息提取等
	遥感数据资源目录	常规状态下，遥感数据服务中心节点仅在地调专网环境下提供遥感数据资源目录，可查询公布的现有数据情况，但不提供数据下载功能
	应急数据快速处理	实现应急状态下的遥感数据快速处理，包括采用野外控制点片进行快速几何校正、裁剪、拼接、融合、应急专题信息解译等
	应急数据服务	实现应急状态下地调专网内从遥感数据服务中心节点向大区中心节点和专业应用中心节点的应急数据传输，覆盖范围10km×10km，高分数据，产品数据量2G，时间30min
	控制点片管理	连接到后台的野外控制点片数据库，实现控制点片的管理
	遥感异常查证成果管理	连接到后台的成果数据库，实现遥感异常查证成果的管理
专业应用中心版大区中心版	光谱曲线管理	连接到后台的光谱曲线数据库，实现光谱曲线的管理
	常规数据查询	常规状态下通过遥感数据资源目录可查询公布的遥感数据资源
	应急数据获取	应急状态下通过点对点方式获取遥感数据服务中心节点发送的应急遥感数据
	控制点片管理	管理移动驻地或外业终端汇交的控制点片数据，进入本地野外控制点片数据库
	遥感异常查证成果管理	管理移动驻地或外业终端汇交的遥感异常查证成果数据，进入本地成果数据库
移动驻地版	光谱曲线管理	移动驻地或外业终端汇交的光谱曲线数据，进入本地光谱数据库
	控制点片管理	管理外业终端汇交的控制点片数据，进入本地野外控制点片数据库
	遥感异常查证成果管理	管理外业终端汇交的遥感异常查证成果数据，进入本地成果数据库
	光谱曲线管理	管理外业终端汇交的光谱曲线数据，进入本地光谱数据库

1 地质矿产遥感调查的外业终端介绍

地质矿产遥感调查外业终端属于遥感卫星数据服务系统中的移动驻地版，根据遥感卫星数据服务系统建设方案（见表 1），主要实现遥感异常查证、控制点片采集、光谱曲线采集等遥感地质调查功能，并结合北斗卫星实现作业管理功能。具体为遥感影像与矢量数据显示、GPS 导航与定位、遥感数据及矢量数据导入导出、添加编辑观察点属性、控制点片采集、北斗通讯、光谱曲线采集、成果数据导出等。

2 地质矿产遥感调查终端异常查证试验

2.1 试验区自然条件

本文选择在青海格尔木纳赤台地区开展遥感地质调查系统野外试验。试验区内自然、经济地理条件极差，海拔标高平均 4500m 左右，最高海拔 5600m，山势陡峻，相对高差 500-1600m。除公路沿线外，大部分地方为通讯盲区。区内气候寒冷，冬长夏短，属干旱-半干旱类型，夏季干旱少雨，最高气温达 25℃。冬季漫长，风沙大，降雪不多，气候寒冷，最低气温可达-30℃左右。野外工作时间短，只能从 5 月中旬-9 月下旬。区内植被不发育，多为草本植物，一般沿山间河谷分布，东大滩、雪水河流域尤为集中，基岩裸露好，土壤类型以高寒荒漠土为主。区内绝大多数为无人区，经济发展很不平衡。

2.2 试验目的和内容

本试验根据野外工作环境需要，针对地质矿产遥感调查终端的软件平台的稳定性、准确性以及数据的安全性进行了测试试验；着重关注该平台新一代软件系统的使用稳定性，遥感数据及矢量数据读取与显示的流畅性，北斗卫星定位的准确性以及数据使用的安全性等四个方面进行试验。

基于此，我们选择了试验区中低分辨率和高分辨率两种遥感数据，Shape 格式以及 MapGIS 格式两种矢量数据以及 20 个图层，三种不同光谱分辨率的异常矢量数据进行测试。并选择了 30 个异常点进行异常查证流程进行了测试。并选择了高山环境和平原山丘环境，两个不同类型的地点对北斗定位的准确性进行测试。

2.3 试验工作流程

在室内进行系统安装调试为野外实验测试做好准备工作，首先由于系统软件的升级更新，需要为平板电脑及 PDA 中安装最新地质矿产遥感调查系统并完成在线注册。同时连接并安装 GPS 等外界设备的驱动程序。其次在室内基于 ETM 遥感数据，Aster 遥感数据以及 TASI/CASI 高光谱数据提取试验区的不同光谱分辨率的异常信息，用于验证本系统针对不同数据的适用性。应用中巴资源卫星 CBERS-2（中低分辨率数据）约 50M 以及 0.5 米航拍数据（高分辨率）约 300M 制作试验区的作业底图，用于测试系统的负载能力。并按照系统的使用流程将其分别加载进系统。在根据设计的查证点逐一进行野外查证，工作流程见图 2。系统将记录查证点的地质以及蚀变现象的内容，记录在数据库中（图 3），并对其进行存储于管理，如图 4 所示。

为验证和分析北斗一代蓝牙便携终端的定位能力和稳定性，进行了北斗静态单点长时间序列的定位精度验证测量，共设定了两套方案，一是选择单向通视条件下静态单点长时间序列定位精度测试，用于模拟山区环境，本次试验选择了野外驻地进行试验，北斗终端放置于南向单向通视条件较好的窗户上，对终端的定位数据进行长时间序列监控，以确定定位精度及其稳定性。经 7 小时连续定位（1 分钟间隔），得到 400 余个定位数据。二是各向通视条件下静态单点长时间序列定位精度测试，用于模拟平原低丘环境，选择格尔木市地震台基础站进行的。该处视野开阔，附近无高程建筑，可视为各向通视。该基础站有一三角点 (XZ01)，据国家测绘地理信息局提供数据，其西安 80 地理坐标为：纬度 36 度 25 分 57.854 秒，经度 94 度 52 分 28.11539 秒，高程：2749.660 米。现场采取不间断连续基站点定位测量，连续测量时长达到 8 小时以上，共计测得 438 个定位点。

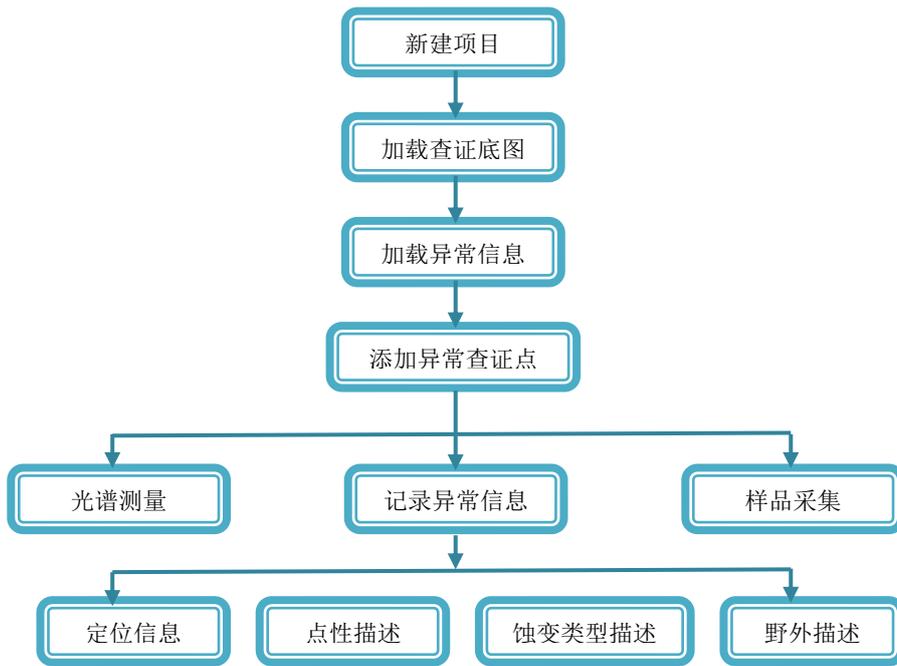


图 2 遥感异常查证流程示意图



图 3 野外遥感异常查证截图

Shape #	ID	EP_NAME	LAT	LONG	SLYP	TYPE_16	TYPE_17	PT_NAME	DESC	SP_FILE	SAMPLE_P	COLLECTOR	COLLECT_DT
点	01120102	48.970000	94.908400	1377	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:51
点	01120103	48.972000	94.910600	1378	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:54
点	01120104	48.910000	94.869600	1379	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:54:00
点	01120105	48.967000	94.884300	1380	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 13:54:22
点	01120106	48.970400	94.884300	1381	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:50
点	01120107	48.910300	94.884300	1382	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:52
点	01120108	48.970000	94.884300	1383	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:53
点	01120109	48.914400	94.828700	1384	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:53:00
点	01120110	48.910000	94.884300	1385	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:53:40
点	01120111	48.910000	94.884300	1386	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:53:17
点	01120112	48.940000	94.795600	1387	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 00:07:53
点	01120113	48.952000	94.884300	1388	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 00:07:50
点	01120114	48.910000	94.884300	1389	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 00:07:50
点	01120115	48.910000	94.795600	1390	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:20
点	01120116	48.910000	94.795600	1391	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 12:10:20
点	01120117	48.910000	94.795600	1392	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:20
点	01120118	48.910000	94.795600	1393	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:44
点	01120119	48.910000	94.795600	1394	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120120	48.910000	94.795600	1395	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120121	48.910000	94.795600	1396	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120122	48.910000	94.795600	1397	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120123	48.910000	94.795600	1398	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120124	48.910000	94.795600	1399	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120125	48.910000	94.795600	1400	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120126	48.910000	94.795600	1401	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120127	48.910000	94.795600	1402	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120128	48.910000	94.795600	1403	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120129	48.910000	94.795600	1404	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59
点	01120130	48.910000	94.795600	1405	构造异常点	构造点	异常点	异常点	异常点			李德胜	2011-10-10 15:48:59

图 4 外业终端导入影像及异常图层数据

2.4 地质矿产遥感调查终端野外测试结果

系统安装调试测试：系统安装过程中顺利，没有出现报错现象，联网激活收到互联网连接的影响会出现连接失败的情况；北斗导航及通讯系统需要通过蓝牙与平板电脑相连，受到蓝牙连接的影响，偶尔会出现查找不到设备的情况；GPS 模块需要通过 USB 数据线与平板电脑相连，设备连接正常。

数据加载测试：通过加载 2 个影像图层、20 个矢量图层的测试，本系统可正常加载单个矢量以及遥感数据（数据量小于 150M 的文件），批量加载文件会出现失败情况；不支持单个文件超过 150M 的遥感影像的加载与显示，需要将单张影像切片后能够正常加载；加载的总数据量超过 300M 时，图像拖动、缩放操控有显示延迟（本次测试时加载的总数据量约为 770M）；目前版本的软件系统不支持矢量图层自定义线型、符号和颜色，矢量文件辨识度不高。

数据安全测试：新版系统稳定性好，在作业过程中没有出现闪退的情况，保证了野外工作数据的安全。针对该系统数据存储的稳定性，我们将设计 30 个查证点的异常信息采集到数据库中，数据保存完整，查询及导出均正常。针对该系统针对大量数据管理的性能，我们分 5 天将设计的 30 个查证点，按照不同的顺序

采集到数据库中，数据存储没有出现混乱，查询以及导出均正常。

北斗定位准确度测试：经过试验，北斗一代蓝牙便携终端在通视条件较好地区，扣除系统误差（南向偏移量）后，其定位圆概率误差（CEP）约为 3.83 米，中误差（标准差）约为 5.09 米。通视条件越好，其圆概率误差及中误差越小。根据测绘 1:5 万地形图误差规定，北斗一代蓝牙便携终端能够满足 1:5 万及以小比例尺的地质简单测量、定位及导航工作需求。

3 主要优点与改进建议

3.1 主要优点

该系统能够较好的实现野外定位精度和实时的消息传递功能；并将平板电脑应用到遥感地质调查的野外查证工作中，将遥感调查从传统方式革命性的带入了信息化时代，取代了传统的实际材料图刺点以及纸质记录本记录的工作环节，可以有效提高工作的效率。便捷了野外实地显示和查看不同比例尺的遥感影像和遥感异常；实现了野外现场实时编录野外查证资料的数据库管理。

3.2 改进建议

在本次野外试验中，笔者发现了遥感系统存在的一些缺点和不足，主要包括：需要将外置 GPS 模块与北斗蓝牙通讯模块进行整合，以提高整个系统的便携性；平板电脑的电池续航能力较弱，需要配置备用电源，以延长其野外工作时间；需要增加北斗通讯历史记录实时保存功能，便于进行查询及同步管理。

4 结语

地质矿产遥感调查系统对于遥感工作来说这是质的飞跃，使得作业人员从单纯的手工记录跨越式的进入到数字化的时代，实现了遥感查证野外作业的数字化、智能化、实时化；并且该系统能够应用北斗通讯卫星对野外作业人员在线分组管理，实现外业人员位置实时监控、内外业信息即时交互，保障了外业工作人员安全，提高了作业总体效率。它标志着我们进入了应用自主卫星通讯技术应用、遥感地质调查工作动态管理的数字化、智能化、远程化的时代。虽然本系统还处在一个调试阶段，在某些硬件、软件方面还不尽人意，需要经过研究人员及使用人员的不断努力逐渐改进和完善。但该系统的应用前景非常广泛，会逐渐被广大野外工作者接受并采用。该系统的推广使用将大大提高我国自主技术的应用水平，加强了野外作业人员的动态管理，便捷了野外工作流程，使遥感技术能够更好的为我国的地质事业的发展服务。

REFERENCES

- [1] LI Chao-ling. The actualities and development trends of the studying of digital geological survey techniques in our country [J]. XINJIANG GEOLOGY, 2003.21(Z1): 1-6
- [2] YU Qing-wen, LI Chao-ling, ZHANG Ke-xin, et al. Digital geological mapping and its development [J]. Earth Science: Journal of China University of Geoscience, 2003, 28(4): 370-376
- [3] WANG Run-sheng, XIONG Sheng-qing, NIE Hong-feng, et al. Remote sensing technology and its application in geological exploration [J]. Acta Geologica Sinica, 2011, 85(11): 1699-1743
- [4] LIU De-chang, LI Zhi-zhong, WANG Jun-hu. The technology progress and developing future of remote sensing geological prospecting in China [J]. Journal of Geo-information Science, 2011, 13 (4): 431-438
- [5] Fan Yi-da, Zhang Bao-jun. Applications and prospect of Beidou Satellite Navigation System in disaster mitigation [J]. Aerospace China, 2010, (2): 7-9
- [6] HE Kai-tao, LI Zhi-zhong, WANG Da-ming. Overview on the design of the service and management system for field geological survey based on the remote sensing and beidou satellites [J]. Journal of Geomechanics, 2012, 18(3): 203-212
- [7] GAO Ting, YANG Min, LI Jian-qiang, HAN Hai-hui. Application of Digital Survey Terminals to Remote Sensing Anomaly Verification [J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2013, 30(6): 63-67