

多源遥感技术在铁路工程地质勘察中的应用研究

翟艳龙

中铁第一勘察设计院集团有限公司 陕西西安 710043

摘要: 现阶段,在中国铁路工程的地质勘查项目中,遥感技术已经成为其一种重要的勘查手段。然而仅仅通过传统的判释方法和单一的数据源,并不容易达到其地质勘查的较好效果,地质勘查的不同阶段的不同需求也很难得到满足。为了使铁路工程的地质勘查的工作质量和工作效率得到提高,为了提供新的技术方案,笔者在本文中,结合自身的工作经验,对遥感勘查在铁路工程中的应用现状、铁路工程中遥感技术的技术体系以及遥感在铁路工程地质勘查中的关键技术等方面做出了详细地阐述。

关键词: 遥感技术; 铁路工程; 地质勘查

Application of Multi-source Remote Sensing Technology in Railway Engineering Geological Survey

Yanlong Zhai

China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi 710043

Abstract: At present, in the geological survey project of Chinese railway engineering, remote sensing technology has become an important means of exploration. However, it is not easy to achieve the better effect of geological exploration only by the traditional interpretation method and single data source, and the different needs of different stages of geological exploration are also difficult to be satisfied. In order to improve the quality and efficiency of the geological survey of railway engineering and to provide new technical schemes, the author, in this paper, combined with his own work experience, the application status of remote sensing survey in railway engineering, the technical system of remote sensing technology in railway engineering and the key technology of remote sensing in railway engineering geological survey are described in detail.

Keywords: Remote sensing technology; Railway engineering; Geological exploration

1 概述

遥感技术作为铁路工程地质勘察的有效手段之一,在铁路勘察设计的各个阶段得到了广泛应用。在铁路工程地质遥感调查工作中,单一数据源及传统判释方法往往很难达到较好的调查效果,多源数据融合及三维遥感技术的发展为线路工程地质调查提供了新的发展方向,但多数的研究都集中在基于DEM数据和遥感影像数据创建的三维环境中,此方法对DEM数据的精度要求较高,往往也不

能较好地反映地表真实地形状况,对大比例尺不良地质的判释效果不佳。本文依托某新建铁路,探讨多源遥感技术在铁路工程地质调查中的新方法,针对不同影像数据源建立不同的三维判读环境,通过不同尺度层次的遥感数据取长补短,以满足铁路工程不同地质勘察阶段的需求。

2 遥感勘查在铁路工程中的应用现状

对遥感技术在铁路工程地质勘察中的应用现状,做出以下几点总结。

首先,解释基础数据由比例尺不同的航卫图片组成,专家进行手工标注和判释工作的时候通常是通过相关软件工具或是立体镜来完成的,如此一来,便会造成人工劳动的强度较大,并且其工作效率也会受到负面影响。目前,还不能完全实现对单个地质体进行定量分析与岩性的定量识别,并且解释基本为定性的描述,且其局限

通讯作者简介: 翟艳龙,出生于1990年08月,汉族,性别:男,籍贯:河南周口,单位:中铁第一勘察设计院集团有限公司,职位:职员,职称:中级工程师,学历:硕士研究,邮编:710043,邮箱:1007600561@qq.com,研究方向:工程地质。

性比较大,详细程度受到约束。在勘察的后续阶段的弃渣场选址、勘探孔布置以及供电测绘等工作便难以拓展。遥感勘察的手段相对比较单一,对高陡坡激光雷达成像的量化与高精度和地表形变监测等遥感技术的利用较少。对于综合利用基础数据的效率不高,受到主管思维模式的禁锢,从而对与铁路工程的地质条件产生定性评价和分析,从而导致缺少同时拥有信息提取、数据集成为以及定量评价等行之有效的信息系统。

3 研究区概况

此新建铁路走行于湖南省西北部的低中山区,线路沿线地形陡峭、沟谷深切,地貌多变。区域地质构造复杂,褶皱及断裂构造发育,岩性多变,碳酸盐类可溶岩

呈大面积分布,岩溶强烈发育,其间岩溶洼地、槽谷、漏斗、落水洞、井泉、溶洞密布,地下暗河系统错综复杂,地质环境复杂,植被茂盛,基岩裸露少,给野外地质调查带来很大难度,利用遥感技术进行该区域工程地质勘察不失为一种有效手段。

4 数据选择及处理

4.1 遥感数据源

根据铁路沿线不良地质发育特征和勘测需求,优选 Landsat-7、Landsat-8 卫星影像、高分二号(GF-2)卫星影像、高分三号(GF-3)雷达影像及 MODIS 热红外影像,同时收集 30 m ASTER GDEM V2 数字高程模型等数据,如表 1 所示,开展沿线工程地质遥感解译工作。

表 1 工程应用的遥感数据源

| 数据类型 | 传感器 | 发射时间 | 国家 | 多光谱波段 | 空间分辨率/m |
|----------|------------|------|----|--------------|------------------|
| 多光谱遥感影像 | ETM+ | 1999 | 美国 | 蓝、绿、红、近红外 | 全色:15 多光谱:30 |
| | OLI | 2013 | 美国 | 绿、红、近红外、中远红外 | 全色:15 多光谱:30 |
| 热红外遥感影像 | ETM+ | 1999 | 美国 | 热红外 | 120 |
| | MODIS | 2008 | 美国 | 36 个波段 | 250、500、1 000 |
| 高分辨率遥感影像 | 高分二号 | 2015 | 中国 | 蓝、绿、红、近红外 | 全色:0.81 多光谱:3.24 |
| 雷达影像 | 高分三号 | 2016 | 中国 | C 波段雷达 | 1、10 |
| 数字高程模型 | ASTER GDEM | 2009 | 美国 | - | 30 |

4.2 遥感数据处理与信息提取

根据该铁路工程地质勘察内容,采用多源多类型遥感技术综合解译方法,开展沿线断层、高地温、滑坡、崩塌、泥石流、岩堆、岩屑坡、不稳定斜坡、冰川融蚀等地质问题的勘察。在遥感图像处理的基础上,利用多光谱遥感、雷达遥感和高分辨率遥感相结合的方法,开展沿线断层遥感解译,解决植被及冰雪覆盖等问题;利用高分辨率三维遥感技术,开展沿线滑坡、崩塌、泥石流等不良地质解译;利用热红外遥感技术,开展沿线高地温定量反演^[1]。

5 地质遥感调查分析

中小比例尺卫星影像数据主要用于工作区宏观背景的调查,从宏观上初步查明控制线路方案的岩带、构造、富水带及主要不良地质问题,满足铁路勘察预可研阶段设计的需求;而大比例尺的航空影像或高分辨率的卫星影像数据则是进一步详查线路走向一定范围的地质情况,查明影响线路工程的不良地质分布情况,满足铁路勘察初测阶段设计的需求。地质遥感调查按不同阶段侧重点的不同有以下几个方面。

5.1 构造的判释

卫星影像覆盖范围大的特点使地质构造的解译标志在影像上都比较明显,褶皱构造一般呈现地层相间分布

的特点,具有核部和翼部的景观特征,而断裂构造多呈线性负地形展布。经遥感判释,本工作区以褶皱构造为主,在卫星影像上可识别的大型褶皱构造有数十条左右,在 SPOT5 10 m 尺度影像中均具有典型特征,如分布于龙山县的猛必向斜(图 1、图 2),地层条带呈北东向展布,核部呈负地形,而两翼逐渐抬升,各地层间界线明显^[2]。工作区内断裂构造多以褶皱过程中形成的半生断裂为主,多呈现线性负地形展布或有强烈的地貌差异指示。

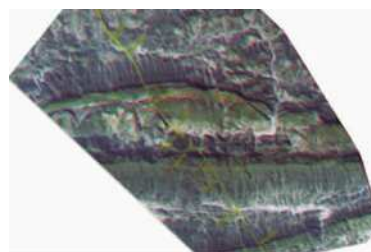


图 1 猛必向斜三维景观图(红蓝模式)

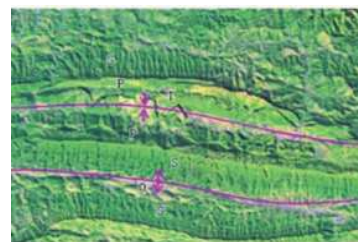


图 2 猛必向斜判释图

5.2 岩性的判释

岩性的判释过程一般难度较大，特别是在植被覆盖率较高的区域。岩性判释具有明显的区域性特点，不同地区的岩性判释标志很难相互引用，应根据区域特点，通过遥感图像的地貌状况、纹理色彩、水系径流、地表分化差异、植被覆盖的迥异等综合因素建立各时代地层的解译标志。本工作区广泛发育有可溶性岩层，这是影响线路走向的主要因素之一。在卫星影像上，与其他非可溶性岩层相比，可溶性岩层表现为典型的溶丘洼地、峰丛沟谷或峰丛洼地的景观特征，山体一般呈串珠状分布，地表水系则呈树枝状、格状或角状分布，并广泛发育有岩溶漏斗等不良地质现象。另外，同一可溶性岩层在影像上的解译标志也呈现不同的特征，如可溶性三叠系岩层，巴东组（T2b）呈现为中低山地貌，有明显地表水径流，河网自由摆动，冲沟短陡，切割较浅；嘉陵江组（T2j）则呈现为典型的峰丛沟谷及峰丛洼地的景观特征，广泛发育岩溶漏斗；大冶组（T1dy）则呈现为大型峰丛地貌^[3]。

5.3 热红外遥感地温反演结果与分析

利用收集的ETM+和MODIS热红外影像，开展该线地温遥感反演。由TEM+热红外波段反演结果看，昼间地表温度明显受太阳辐射影响，不同地物温度差异较大，山体阳坡和阴坡温度相差较大，植被覆盖区温度较基岩裸露区低，很难提取基底热异常信息（图3）。进一步开展MODIS夜间成像热红外地温反演，以探查地物本底发热特征。利用2018年冬季夜间MODIS热红外影像开展地温反演，结果表明河流等水体呈现高温特征，由于MODIS影像热红外波段分辨率较低（1 km），部分出露面积小的温泉等地热异常点并没有得到反映。综合昼夜间热红外地温反演结果可见，传感器、太阳辐射、地貌、

构造等对地表热辐射影响较大，利用热红外遥感反演技术提取地热异常，需要充分考虑以上因子的影响。此外，遥感技术反映的是地表或浅部的地温变化，利用其提取地下热异常存在一定的局限性。

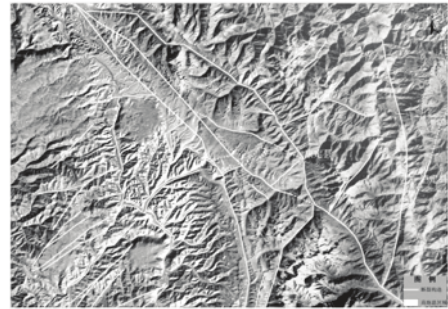


图3 Landsat热红外遥感地温反演结果

6 结论

采用多源遥感技术进行不同尺度层次地质遥感信息的提取，能够有效地发挥数据各自的优势，实现不同尺度层次上数据的相互验证、相互控制，满足铁路工程勘察各阶段的需求。在今后还应加强高光谱影像数据及物、化、探等非遥感数据在铁路工程地质遥感调查中的应用，使地质遥感调查的范围延伸至地下深部，以提高判释结果的精度，促进遥感技术在铁路工程勘察中更大的应用。

参考文献：

- [1]卓宝熙, 甄春相. 遥感技术在铁路工程地质勘察中的应用[J]. 铁道工程学报, 2005(增1): 399-406.
- [2]方利, 车晓明. 宝天铁路增建二线滑坡与崩塌调查中的遥感技术应用[J]. 铁道工程学报, 2006(S): 243-247.
- [3]邵虹波, 唐川, 李为乐. 滇西某铁路拟选线路地质灾害遥感解译特征研究[J]. 防灾减灾工程学报, 2009(3): 342-345.