

文章编号: 1672-7479(2010)03-0024-03

# 铁路工程地质遥感调查中的图像解译质量分析

高山<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)研究生院, 湖北武汉 430074; 2 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北武汉 430063)

## Analysis on Interpretation Quality of Images in Geological Remote Sensing Investigation of Railway Engineering

Gao Shan

**摘 要** 铁路工程地质遥感调查中,由于地质现象的特殊性和解译环境的复杂性,常造成工程地质特征信息多具不确定性和多解性,影响了遥感图像解译质量。重点研究了遥感图像解译质量影响因素,分析了图像分辨率、成图比例尺和解译精度的相互关系。最终得出以下结论:在给定的成图比例尺可以计算出最适合分辨率的遥感图像;图像地面分辨率是评价图像质量的关键指标,是定量分析工程地质特征解译精度、成图比例尺的可靠依据;采用多源遥感与地学空间数据整合方法,有利于解译质量的提高。

**关键词** 铁路选线 工程地质 遥感 图像分辨率 图像解译

**中图分类号**: P627 **文献标识码**: B

铁路工程地质遥感调查是通过各种手段和方法,对图像进行分析,查明铁路工程沿线地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、水文地质等地质现象的过程<sup>[1]</sup>。尤其适用于地形地质条件复杂、不良地质现象发育、现场地质测绘困难地区,为铁路工程地质勘察提供准确可靠、现势性强的可视化地质资料。遥感解译的目的主要是为了从遥感图像上取得地物组成部分和存在于其他地物的内涵信息,解译质量受到传感器分辨率、地物光谱特征、大气条件、季节天气、地理位置、地质特征、图像处理方法、解译人员认知水平等诸多因素制约。需要找出影响遥感图像解译质量的主要因素和提高解译质量的有效办法,保证遥感解译资料的可靠性和准确性。

### 1 遥感解译环境

遥感图像解译主要是对遥感影像的色和形信息进行分析。色:色调、颜色、阴影、反差;形:形状、大小、空间分布、纹理等。遥感图像中地物信息传递受到多种因素影响,包括地物信息获取的目的、图像处理人员的知识和经验、数据获取和图像处理的方法、地质解译人

员知识和经验、地质信息处理方法和手段。遥感图像实质上是由传感器代替人有计划、有目的、有选择地直接观测地学环境,运用相关的专业知识和技能确定实物、现象与图像信息之间的关系。遥感信息获取过程中,会在传输中消耗能量、噪声介入,并且地物光谱特征具有不确定性,所以实物、现象与遥感图像之间关系的确定是一个困难的过程。因此,遥感图像信息所反映的工程地质环境的综合性和复杂性,以及遥感信息本身的综合特点,决定了工程地质遥感信息具有不确定性和多解性<sup>[2]</sup>。

通过有选择性地观测地学环境,解译人员可以得到反映工程地质地学环境的数据。但遥感提供的是一种综合的信息,是由相互关联的自然及社会现象所构成的,是不同空间分辨率、光谱分辨率、时间分辨率的遥感信息综合。原始图像经图像处理、符号表示、语义生成等,逐步转化为更有次序和用途的信息,而数据量则随着过程的进行而逐步压缩。经过图像信息的组织和管理建立图像数据库,解译人员由图像的集合和辐射信息得到工程地质现象的几何位置、属性、数量指标等信息。

解译过程中由于同物异谱、异物同谱现象存在,使解译成果具有不确定性。同一地质现象在不同区域表

收稿日期: 2010-02-20

作者简介:高山(1975—),男,2004年毕业于中国地质大学(武汉)研究生院遥感地质专业,工程师,在读博士研究生。

现形式不一,如花岗岩类侵入岩裂隙有的呈放射状,有的呈网格状,有的呈环形;而表现形式相同的,也未必是同一地质现象,如白垩纪红色盆地中断层与地层界线常都表现为平直的线形。因此必须在识别地质现象时,把它与区域地质背景联系起来,进行综合分析,探索工程地质条件影响因素以及研究地学环境条件,从而揭示工程地质现象的发生、发展和空间分布规律,找出事物的内在联系。

## 2 遥感图像分辨率与成图比例尺关系

在选择遥感影像的空间分辨率时需要考虑两个因素,一是遥感解译图比例尺,二是最小地物的大小。遥感解译精度主要体现在解译对象的性质、位置准确性和解译图的空间尺度。铁路工程地质勘察规范规定的成图比例尺有 1:200 000、1:50 000、1:10 000、1:2 000<sup>[3]</sup>,相应地遥感图像解译精度在空间尺度上也应符合相应要求。

### 2.1 遥感空间分辨率与解译要素关系

卫星影像(或航片)是平面几何精度与地物类别

表 1 图像空间分辨率、成图比例尺、工程地质解译要素对应关系

遥感图像	空间分辨率	成图比例尺	工程地质解译要素
ETM +	15 m	1/200 000 ~ 1/100 000	大地构造、地震烈度区划、区域断裂、地貌分区、岩性分类、一二级水系
SPOT5	5 m	1/50 000 ~ 1/25 000	区域构造、工程地质分区、二级以下水系、工程地质岩组、中大型不良地质
Ikonos	1 m	1/5 000 ~ 1/10 000	工程地质岩组、次级断层、中小型滑坡、岩溶、崩塌、堆积体规模、塌陷、地裂缝
Quick bird2	0.61 m	1/2 500 ~ 1/5 000	工程地质岩组、小型滑坡、坍塌、岩层产状、节理密集带、暗河、坑口
大比例尺航片	25线对/mm	1/2 000	工程地质岩组、小型不良地质、泉眼、岩层产状、岩层出露厚度、断层破碎带规模

### 2.2 最小地物与空间分辨率

最小地物是地图呈现地物的最小极限值,对卫星数据空间分辨率的要求起决定作用。遥感图像的空间分辨率应小于最小地物的大小,图像信息才能全部被人识别。空间分辨率越高,地物的细节表现的更加明显。如果设  $R_{min}$  为最小地物的尺寸,则  $R$  (空间分辨率)  $R_{min}^{[5]}$ ,遥感解译所选用的遥感影像空间分辨率的范围为

$$R = \{ (L \times M) / 2 \sim R_{min} \} \quad (1)$$

式中  $L$ ——人的视觉分辨率 0.2 mm;

$M$ ——成图比例尺;

$R_{min}$ ——最小地物尺寸。

依据铁路工程地质不同勘察阶段<sup>[3]</sup>,可按公式

(1)计算出相应阶段遥感图像空间分辨率(见表 2)。

### 2.3 遥感图像空间分辨率的选择

遥感地质解译欲选用最佳空间分辨率的遥感影像,需要考虑以下两点:

(1)遥感图像的三个分辨率是制图的基础。图像

精度的统一,图像空间分辨率是决定影像精度的一个重要指标,影像精度要满足相应成图比例尺对于影像识别能力的要求。冗余的分辨率会增加影像购买成本和加重内业处理的负担;而若分辨率达不到一定要求,细小的地物就无法判读、影像控制点精度得不到保证,满足不了成图精度<sup>[4]</sup>。

人的视觉分辨率是指人眼明视距离(25 cm)能分辨的空间两点之间最短距离。为了保持地表细节的清晰度,比例尺越大,要求影像的空间分辨率也就越高。对于一个固定空间分辨率的遥感影像来说,若空间分辨率过高则存在信息和数据的冗余,解译工作量大大增加;空间分辨率过低,则不能满足勘察精度。空间分辨率以及比例尺的选择也要考虑影像所包含的地物内容和纹理特征,如:制作预可研阶段铁路工程 1/20 万 ~ 1/50 万遥感地质图,解译内容是以区域构造、深大断裂、地貌分区、岩性分类为主,可以选择空间分辨率较低的 TM 或 ETM + 卫星影像。图像空间分辨率、成图比例尺、工程地质解译要素对应关系见表 1。

的空间分辨率、光谱分辨率、时间分辨率是遥感图像信息的基本属性。其中空间分辨率的选择是关键。

表 2 成图比例尺与遥感图像空间分辨率

勘察阶段	踏勘	加深地质	初测	定测
成图比例尺	1/50 000 ~ 1/200 000	1/10 000 ~ 1/50 000	1/10 000	1/2 000
实际空间分辨率 $R$ / m	5 ~ 20	1 ~ 5	1	0.2

(2)结合工作任务的比例尺要求,可适当放宽对遥感影像空间分辨率的要求。一是考虑可判的最小地物尺寸;二是对地物的识别可以从研究对象的地质特性、生态特性及综合特性分析,地物的空间信息和属性信息在不同尺度上的特点和需求是不同的。如铁路选线可研阶段要求高空间分辨率的遥感图像,而在预可研选线阶段分辨率要求相对较低。

### 2.4 遥感图像和地形图配准

卫星遥感图像空间分辨率  $R$  (单位为 m)与可制作的合理成图比例尺  $M$ ,以及图件要求的误差范围  $L$  (单位为 mm)存在以下关系<sup>[6]</sup>

$$L \times 10^{-3} \times 1/M = C \times R \quad (2)$$

式中  $C$ ——影像几何校正系数,以像元为单位;

$L$ ——人的视觉分辨率,通常采用  $0.2 \text{ mm}$ 。

式(2)左边是一般图件允许的实地误差(以  $\text{m}$  为单位),而右边是遥感影像校正后存在的实地误差,这两个误差在遥感解译图中应当相等。几何校正系数  $C$  是一个待定变量。以 RTK GPS 测量值作为真值,求出精校正遥感影像与真值的误差,计算得到误差的均方根差,就可以求出精纠正遥感影像均方根差的像元个数,即  $c$  的值。 $C$  值确定后,可以计算出此遥感影像可以制作的合理成图比例尺。遥感影像空间分辨率越低,几何校正系数  $C$  就应设置越大,这是因为空间分辨率越低,影像边缘几何变形就越大,几何校正的效果就越差。

将地形图进行扫描,然后选择控制点,根据所选控制点的坐标与扫描地形图图像的像元坐标拟合多项式。遥感影像采用地形图为标准坐标空间,采取同名点对遥感影像进行几何精校正,选择地形图上不变的明显地物标志(如线状地物交叉点)作为控制点,首先在遥感影像的四个角选取控制点,然后均匀加密,以确保均方根差小于 1 个像元,每标准分幅选取 25 个左右的控制点,然后采用二元二次多项式进行空间几何位置变换,最后采用三次卷积方法对原始影像进行灰度重采样,得到带有标准地理坐标的遥感影像。

### 3 遥感图像分辨率与解译精度关系

遥感图像分辨率不同表现为解译精度不同,铁路工程不同勘察阶段就需要提供不同精度及内容的工程地质遥感信息。预可研阶段常采用 Landsat 7 ETM+ 卫星  $15 \text{ m}$  空间分辨率遥感图像,进行区域性大地构造、地貌单元、深大断裂、工程地质分区,宏观上评价各方案工程地质条件;加深地质阶段常采用 SPOT 5 卫星  $5 \text{ m}$  空间分辨率遥感图像,进行中大规模的不良地质、断裂构造、褶皱构造、工程地质岩组、节理密集带调查,进一步方案比选和优化;可研阶段采用中大比例尺航片(11万~12.5万)或 Quick bird 卫星  $0.61 \text{ m}$  空间分辨率遥感图像,对控制线路方案的不良地质体、长大隧

道、特大桥、高边坡工点进行高精度工程地质条件分析。

需要注意的是,遥感图像空间分辨率的大小不等于解译时能观察到像元尺寸的地物,这与传感器瞬时视场跟地物的相对位置有关。若地物大小和形状与一个像元一样,正好落在扫面时瞬间视场内,则在图像上能很好地解译出它的形状及辐射特性,但最小地物不一定恰好在扫描线上,可能跨两条扫描线,只有地物大于两个像元时才能从图像上正确分辨出来。假定像元宽度为  $a$ ,则地物宽度至少在  $2\sqrt{2}a$  时才能被分辨出来,这个大小称为图像地面分辨率  $R_G^{[7]}$ 。

工程地质遥感解译特征表现为点、线、面三种几何图形。点:泉眼、落水洞、坑口、矿洞等;线:水系、阶地、冲沟、山脊、断层构造、地裂缝、地质界线、节理、褶皱等;面:滑坡、泥石流、崩坍、堆积体、塌陷、溜坍、溶蚀洼地、采石场等。要判读工程地质特征的最小目标,不但要求它具有光谱成像特征,而且要求它能构成保持其基本几何特征的影像。通常认为 3~4 个像元的成像范围就构成了几何图形的最小单元,如要识别规模为  $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$  小型滑坡,则要求图像地面分辨率为  $10 \text{ m}$ 。但对于线状特征目标,判读的最小单元尺寸能够达到图像地面分辨率尺寸,则在影像上是可以判读,大量遥感图像判读说明,线状地物的地面分辨率高于点状和面状目标,线状目标中,水系又高于道路等线状目标。

不同类型传感器获取的遥感影像,其点状特征解译精度  $p$  与图像地面分辨率  $R_G$  大小相当,线状特征解译精度均小于图像地貌分辨率,面状目标解译精度约为图像地面分辨率 3 倍。根据以往遥感图像判读的结果分析,地面影像分辨率  $R_G$  与图像空间分辨率在地面的覆盖宽度  $a$ 、地面线状地物分辨率  $P$ 、地面面状地物的分辨率  $P$  有以下近似关系

$$R_G = 3P = \frac{1}{3}P = 2\sqrt{2}a \quad (3)$$

根据公式(3),可确定遥感图像空间分辨率、地面分辨率、工程地质特征解译精度及成图比例尺关系(见表 3)。

表 3 工程地质特征解译精度

遥感图像类型	空间分辨率 $R/\text{m}$	地面分辨率 $R_G/\text{m}$	点状特征解译精度 $p/\text{m}$	线状特征解译精度 $P/\text{m}$	面状特征解译精度 $P/\text{m}$	遥感解译成图比例尺
ETM+	15	42	42	14	126	1/100 000 ~ 1/200 000
SPOT 5	5	14	14	4.7	42	1/50 000 ~ 1/25 000
Quick Bird	0.61	1.7	1.7	0.57	5.1	1/5 000 ~ 1/10 000
航片	0.2~1	0.56~2.8	0.56~2.8	0.2~1	1.7~8.5	1/2 000 ~ 1/10 000

文章编号: 1672- 7479(2010)03- 0027- 05

# 基于 ArcEngine 的 GPS 定位跟踪系统设计与实现

陈祥葱<sup>1</sup> 焦德杰<sup>2</sup> 李 浩<sup>1</sup>

(1. 哈尔滨市勘察测绘研究院, 黑龙江哈尔滨 150010; 2. 黑龙江省城市规划勘测设计研究院, 黑龙江哈尔滨 150040)

## Design on Positioning and Tracking System of GPS Based on ArcEngine as Well as Its Realization

Chen Xiangcong Jiao Dejie Li Hao

**摘 要** 结合项目实际需求,分析借鉴现有系统的经验教训,通过模块化设计,基于 Arc Engine 组件设计,开发了具备良好移植性、扩展性和稳定性的 GPS 定位跟踪系统,并实现了定位数据存储、高时态地图绘制、网络数据通信等关键技术。

**关键词** GPS 跟踪定位 Arc Engine 系统开发

**中图分类号**: P228.4 **文献标识码**: B

GPS 提供了覆盖全球范围、全天候、高精度的定位

导航服务。目前,随着通信技术的发展和硬件成本的减低,基于 GPS 的跟踪定位服务逐渐由特殊领域走向普通大众,被广泛的应用于车辆管理、车辆调度、车辆防盗、人员定位等领域,成为空间位置服务的重要内容

收稿日期: 2010-03-17

第一作者简介:陈祥葱(1984—),男,2008年毕业于武汉大学大地测量学与测量工程专业,助理工程师,工学硕士。

对于不同比例尺解译图而言,图像地面分辨率虽是评价图像质量的主要指标,但受到图像获取系统性能、地面目标光谱反射特性、摄影时刻大气条件、地理位置和图像处理等因素的影响。例如相对于边坡崩塌图像表现为灰白色,其相对亮度高,容易识别,但构像后尺寸比实际地物大些;而岩溶地区落水洞、陷穴按图像地面分辨率分析可以显示的,但实际显示不良,造成判读困难。因此,遥感解译应在不同勘察阶段采用多尺度、多时段、多平台遥感影像资料,以及参考区域地质、水文地质、地震、矿产、物探等资料,运用 GIS 多源地学信息整合和空间分析方法方法,便于建立准确、稳定的解译标志,有利于解译质量的提高。

### 4 结束语

综上所述,铁路工程地质遥感调查中由于地质现象的特殊性和解译环境的复杂性,常造成工程地质特征信息多具不确定性和多解性,影响了遥感图像解译质量。通过研究遥感图像解译质量影响因素,分析图

像分辨率、成图比例尺和解译精度的相互关系。最终得出以下结论:在给定成图比例尺可以计算出最适合分辨率的遥感图像;图像地面分辨率是评价图像质量的关键指标,是定量分析工程地质特征解译精度、成图比例尺的可靠依据;采用多源遥感与地学空间数据整合方法,有利于解译质量的提高。

### 参 考 文 献

- [1] TB10041—2003 铁路工程地质遥感技术规程[S]
- [2] 泽 群,刘继琳.遥感图像解译[M].武汉:武汉大学出版社,2007
- [3] TB10012—2007 铁路工程地质勘察规范[S]
- [4] 初艳锋,李二森,等.卫星影像空间分辨率与成图比例尺的适应性分析[J].海洋测绘,2007,7(4): 47-50
- [5] 龚明劼,张 鹰,张 芸.卫星遥感制图最佳影像空间分辨率与地图比例尺关系探讨[J].测绘科学,2009,7(4): 222-223
- [6] 潘家文,朱德海,严泰来,等.遥感影像空间分辨率与成图比例尺的关系应用研究[J].农业工程学报,2005(9): 124-128
- [7] 韩 玲,李 斌,顾俊凯,等.航空与航天摄影技术[M].武汉:武汉大学出版社,2008