

# 水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的运用

朱徐涛 刘 泉

核工业湖州勘测规划设计研究院股份有限公司 浙江 湖州 313000

**摘要:** 水工环地质勘察是对工程地质、水文环境进行的勘察,可以预测工程建设期间易出现的环境干扰,为工程建设作业安全开展提供支持。因此,简单介绍了水工环地质勘察内容,论述了水工环地质勘察及遥感技术的应用意义,探究了水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的应用,希望为水工环地质勘察作业的高效开展提供一些参考。

**关键词:** 水工环;地质勘察;遥感技术;地质工作

## 引言

确定水工环地质条件是水工环地质勘察的主要目标,在这一目标引领下,水工环地质勘察涵盖了地质构造、地下水位、地质岩性、地下水流动性等内容。同时在水工环地质勘察期间,可围绕地质稳定性、适应性、危险性等因子,借助现代科学技术手段进行区域地质、水文性质的综合评估,减少野外地质调查工作量。因此,探索在地质工作中综合应用水工环地质勘察及遥感技术的方法非常必要。

### 1 水工环地质勘察内容

对于地质,水工环地质勘察主要利用野外地质观察、取样分析等手段,分析记录岩性、地质构造、断裂带、地层厚度、断层位移等;对于水文,水工环地质勘察主要利用水质测验、水位测验、流量测验、水文模拟分析、水文统计分析等现代科学技术,连续监测记录地下水流量、地下水位、地下水压力等,旨在明确地下水对水工环的可能危害<sup>[1]</sup>。

### 2 水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的应用意义

#### 2.1 减少野外调查工作量

水工环地质勘察是区域资源开发利用与维护的基础性工作,早期水工环地质勘察以野外实地调查为主,受勘察区域恶劣自然环境、交通条件、人为因素的限制,存在调查资料不全、调查工作进程缓慢等问题。综合应用水工环地质勘察及遥感技术,可以弥补常规地质调查不足,提高区域水文地质调查工作效率。

#### 2.2 提高成果精确度

在地质工作中应用水工环地质勘察及遥感技术,可以借助多光谱遥感图像精准解译地层、岩性、土地利用、地质环境等问题,充分提取常规地质调查方法无法获取的信息,为环境地质图件填绘、环境地质参数收集、环境地质问题剖析提供充足参考,有助于加深对特

定勘察区域地质条件的认识。

#### 2.3 助力重点地质灾害剖析

预估重点地质灾害,是水工环地质勘察的重要任务之一,也是地质工作的重要内容。应用水工环地质勘察及遥感技术,可以区域地貌、地层、构造的遥感解译为基础,构建适应特定区域的地质体解译标志。地质体解译标志可为地质灾害的分类统计提供支持,进而助力重点地质灾害的详细统计。

#### 2.4 提高矿产资源勘察效率

我国矿产资源丰富,矿产勘测是矿产资源开采利用的前提。在矿产勘测领域应用水工环地质勘察及遥感技术,可以快速、全面掌握矿区情况,最大限度降低矿产资源勘察对地质环境的干扰。同时利用多光谱遥感影像解译的方式,可以立体展现矿山情况,辅助矿山绿色健康开采方案制定。

### 3 水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的整合

#### 3.1 梳理整合思路

在当前地质工作中,遥感技术与水工环地质勘察内容结合不紧密问题较为常见,存在地质信息管理分散、数据存储管理标准不一、多信息系统互操作性低等问题<sup>[2]</sup>。为从根本上解决上述问题,可以整合水工环地质勘察与遥感技术,即以基础设施云平台为载体,依托分布式数据库与数据同步交换组件,集中收集数据,收集数据后,统一处理不同格式的数据。基于基础设施云平台的水工环地质勘察及遥感技术整合过程需要从基础、数据、平台、应用多个层级着手,其中基础层级为云平台,负责支持资源共享、资源动态扩展、基础运行,辅助虚拟网络环境构建;数据层级为数据库收集与存储、查询、浏览、共享服务,囊括分布式关系数据库、Hadoop、分布式NoSQL;平台层级主要为安全管理、服务管理、数据服务、空间服务、资源访问、公共组件、中间件、计算管理调度等;应用层级主要为地下水系统、地质遗迹系

统、矿山系统、地质灾害系统等，与第三方应用直接对接，支持遥感专题成果在线共享。

### 3.2 完善整合体系

水工环地质勘查及遥感数据整合体系主要遵循“1+1+N”模式，将大数据管理系统、信息支撑系统、各种第三方遥感应用解译系统集成<sup>[3]</sup>。在整合体系中，大数据管理系统负责数据存储管理、同步交换；信息支撑系统负责支持资源访问、系统管理、统一登录管理；各种第三方遥感应用解译系统则为多业务领域提供服务，包括地下环境监测、地质灾害预警、找矿等。

为顺利实现水工环地质勘查及遥感数据整合，可依托iTelluro GIS三维地理信息系统，以面向Internet的分布式计算技术、Entity Framework、Dapper、前端Ajax技术为支撑，部署虚拟机服务器、数据中心、基础支撑平台、数据库与网页文件存储服务器。同时在专有环境下添加公有IP、SSL安全证书、二级域名，形成安全多源遥感地质解译环境。

## 4 水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的应用案例

### 4.1 勘察区域概况

地质勘察区位于高原山区大断裂带，地形起伏较大。初期勘测得出区域出露地层为第四系、第三系、上三叠纪。其中第四系为松散堆积层，残坡积层发育；第三系为典型磨拉石构造，由复成分砾岩段、砂岩段、砾岩段组成；上三叠纪为海相浊积复理石建造，岩石较为稳定。

### 4.2 遥感数据获取

根据勘察区域基本情况，选择陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱、World View-2高分辨率遥感数据，辅以Google EarthTM、数字高程DEM数据（地理空间数据云内）。陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱遥感波段较窄，投影表现为UTM横轴墨卡托投影，质量较佳，椭球体为WGS-84，整体影像获取自美国地质调查局网站，表现为无云量（接近0%），辐射分辨率达到16bit，空间分辨率达到30m，不同地物层次感较强，纹理细节无模糊之处，色调对比性较佳<sup>[4]</sup>。

World View-2高分辨率遥感空间分辨率达到0.5m，波段包括蓝色波段（450nm~510nm）、红色波段（630nm~690nm）、绿色波段（510nm~580nm）、近红外波段（770nm~895nm，860nm~1040nm）、黄色波段（585nm~625nm）、红色边缘波段（705nm~745nm）、海岸波段（400nm~450nm）等。World View-2高分辨率遥感数据影像获取自美国地质调查局网站，投影坐标系为

UTM横轴墨卡托投影，椭球体为WGS-84，整体影像几乎无云层覆盖，不同地物层次感较为突出，总体清晰度较高，纹理细节较为清晰。

### 4.3 遥感图像预处理

#### 4.3.1 正射与辐射校正

勘察区域地形起伏较大，易造成遥感影像空间畸变、几何畸变。为消除地形起伏的影响，第一步，在ENVI软件支持下，选择File中的Open External File，打开待校正陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱、World View-2高分辨率遥感数据以及数字高程DEM数据，绑定数字高程DEM数据、陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱影像<sup>[5]</sup>。

第二步，在ENVI主界面，选择Map中的“Orthorectification”，整幅均匀筛选适宜传感器校正模型以及地面控制点，进行精度校正。控制点源于基准影像，为分辨率高、变化幅度小的特征点，如河流分叉位置、主干道交叉点等。进而点击选择“Options”的“Orthorectify”，以重采样方式输出校正。

第三步，在ENVI主界面portal框内检验正射校正结果，确认无误后，将传感器记录电压（或数字量化值）转化为绝对敷设亮度值，完成绝对定标。进而利用基于MODTRAN5辐射传输模型的FLAASH大气校正法，进行大气校正，减弱大气对地物反应强度的干扰，促使波谱曲线更加自然，高度接近真实地质表面反射率曲线。

#### 4.3.2 图像镶嵌与裁剪

因勘察区域跨越大断裂带，为获得完整的影像，应进行图像镶嵌与裁剪处理。第一步，利用ENVI软件内置Mosaicking工具，选择“Seamless Mosaic”流程化，按提示拼接大断裂带两端的影像<sup>[6]</sup>。

第二步，以陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱遥感图像为对象，裁切勘察区域之外的影像，进一步明确勘察区范围界线，为后续遥感地质解译做好准备。

#### 4.3.3 图像融合与分析

在陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱遥感图像裁剪后，借助Gram-Schmidt Pan Sharpening融合方法，将其与同一获取时间段World View-2高分辨率遥感数据融合，高精度集成多光谱图像信息。

在光谱数据集成的基础上，根据勘察区数字高程DEM数据，进行整体地形地貌的初步分析。勘察区位于地形起伏显著的高原山区，DEM数据显示最低海拔3452m，最高海拔5622m，平均海拔4562.2m，坡度随着高程的增加而增加。同时将数字高程DEM数据与陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱遥感图像叠加，在立体维度判读层线性构造、环形构造。

#### 4.4 遥感地质解译

##### 4.4.1 地质遥感信息表现

遥感图像是地表目标反射、发射电磁辐射与地表相互作用、发射电磁辐射与大气相互作用的成果。根据多传感器接收记录的遥感图像,可以从宏观层面识别、划分岩石地层单元,并明确地质构造<sup>[7]</sup>。一般地质构造在遥感图像中表现为影像地质界线,影像地质界线在光谱模式、景观模式、纹理模式下表现各异,其中光谱模式是遥感图像基本信息,以目标地物的影像色调为标志,可以为多单元划界特征分析提供依据,如根据勘察区光谱模式下影像地质界线,可知勘察区建设用矿体为第三系;景观模式有助于信息的间接识别,如根据景观模式下影像地质界线,可以分辨勘察区裸露地表、岩石、潜水含水层;纹理模式可为地物线环构造空间分析提供依据,如根据纹理模式下影像地质界线,可以确定勘察区分布区域内岩石基本完整,顶部松散稍密,中下部中密—密实。

从灾害地质来看,勘察区典型崩塌堆积体以小规模分布,土体或岩体裸露明显,整体呈现黄色;勘察区滑坡多由松散堆积体组成,波谱反射能力较强,在遥感影像中呈现显著浅色调,地表色调、地物类型、地表纹理在景观环境中较为突兀。经野外遥感验证,勘察区滑坡类型包括基础岩石类滑坡、裸露土层滑坡等。基础岩石类滑坡表现为特殊浅亮色,色调与周边色调不协调;裸露土层滑坡则表现为浅灰色,色调与周边色调差异不明显。

##### 4.4.2 岩性构造解译

根据勘测区域岩石特征光谱,得出其在 $1.2\mu\text{m}$ 位置存在较强吸收谷,表明勘察区域存在超基性岩;在 $1.8\mu\text{m}\sim 2.2\mu\text{m}$ 位置吸收谷曲线较为平缓,形成一个宽度较大的吸收谷,涉及OH、H<sub>2</sub>O的振动特征集中到 $1.8\mu\text{m}$ 、 $2.2\mu\text{m}$ ,指示勘察区纯岩的蛇纹石化。具体到陆地卫星Landsat 8 OLI多光谱中,选择含目标地物特征吸收反射光

谱波段,根据数据离散程度以及可见光波段的相关性,在2%拉伸下集成不同波谱段的红通道波段、蓝通道波段、绿通道波段,减少信息冗余,得出勘察区第三系复成分砂砾岩主要分布于北部,显示蓝紫色,较软,断裂特征不明显,交切关系明显;蛇纹石化板岩则分布于南侧,显示蓝绿色,较坚硬,部分植被严重覆盖区域显示粉红色。

##### 结语

综上所述,遥感技术是水工环地质勘察中的重要手段,可以借助卫星遥感数据、航空摄影影像,综合分析、评估勘察区域内地貌、土壤、水系,明确深层次地质信息,为工程设计施工提供可靠数据支持。因此,在明确水工环地质勘察内容的情况下,技术人员应科学利用遥感技术进行地质勘察,明确遥感数据来源,及时进行图像镶嵌、裁剪等预处理,并利用恰当的方法进行遥感图像解译,充分发挥遥感技术优势,获得精准的地质信息,为相关地质规划管理提供充足参考。

##### 参考文献

- [1]陈天泽,肖纯文,杨星.水工环地质勘察在矿山勘查中的应用价值研究[J].新疆有色金属,2023,46(02):19-20.
- [2]陈富强,刘亚林,高旭等.遥感技术在中尼铁路工程地质勘察中的应用[J].自然资源遥感,2021,33(04):219-226.
- [3]余翔.生态环境保护大背景下水工环地质勘察[J].有色金属设计,2023,50(02):107-110.
- [4]刘桂卫,王衍汇,常天龙等.遥感技术在岩溶区铁路地质勘察中应用研究[J].铁道工程学报,2022,39(12):6-10+23.
- [5]谢靖斌,曾明松.水工环地质勘察常用技术要点探析[J].地下水,2023,45(03):195-197.
- [6]杨绪波,廖芳茂,金鋆等.综合地质勘察方法在复杂地质山区选线中的应用[J].公路交通技术,2022,38(03):38-45.
- [7]黎春霖.水工环地质环境勘察中的技术应用及关键点分析[J].西部探矿工程,2023,35(09):27-28.