

遥感技术在工程地质勘察中的应用

王南斌

(浙江省工程勘察设计院集团有限公司, 浙江 宁波 315031)

摘要 在工程地质勘察中, 遥感技术展现了其不可替代的优势。通过高分辨率影像和多波段数据的获取, 遥感技术能够提供全面、详尽的地质信息, 有效支持工程规划和设计。它不仅能快速识别地质构造、地形变化及潜在的地质灾害, 还能够较大范围内进行高效的监测和分析。遥感技术的应用极大地提高了勘察工作的精度和效率, 降低了现场调查的风险和成本, 为工程项目提供更准确的数据支持, 帮助优化设计方案, 保障工程安全。

关键词 遥感技术; 工程地质勘察; 数据处理

中图分类号: TP7; P64

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0016-03

遥感技术作为一种高效的信息获取手段, 在工程地质勘察中展现出广泛的应用潜力。传统的地质勘察方法往往依赖于现场调查和样本分析, 这些方法不仅耗时耗力, 还可能受限于勘察区域的可达性和复杂性。遥感技术通过使用卫星影像、航空摄影和激光雷达等手段, 能够在较大范围内快速获取地表信息, 为工程地质勘察提供了全新的视角。通过对遥感数据进行分析, 可以有效识别地质构造、地貌特征和土壤属性, 辅助评估地质灾害风险和土体稳定性。遥感技术的引入不仅提升了勘察效率, 还为复杂地质环境下的工程决策提供了科学依据, 从而大幅提高了工程项目的安全性和经济性。

1 遥感技术概述

遥感技术是一种通过测量和分析从地表或其他目标物体反射回来的电磁波来获取信息的技术。它通常依赖于传感器装置, 这些装置安装在卫星、飞机或无人机上, 以捕捉不同波长的电磁波, 包括可见光、红外线和微波等。遥感技术的核心在于其能够在不接触目标的情况下, 提供广泛区域内的详细信息, 并且具有较高的空间分辨率和时间分辨率。遥感技术的基本工作原理包括主动遥感和被动遥感。主动遥感通过主动发射电磁波(如雷达)并接收其反射信号来获取数据; 被动遥感则是利用自然光源(如太阳)反射回地面的电磁波进行测量。不同类型的遥感系统可以提供不同的数据类型, 如多光谱影像、超光谱影像、激光雷达数据等。这些数据能够揭示地表的地质、植被、水体和城市等特征。在遥感数据处理方面, 技术包括图像增强、特征提取、变化检测和分类等。现代遥感技术结合了大数据分析和人工智能算法, 能够处理大

量复杂的数据, 提高了分析的精度和效率。遥感技术的应用领域广泛, 包括环境监测、资源管理、城市规划、灾害评估和农业管理等^[1]。在环境监测中, 遥感技术能够跟踪气候变化、监测森林砍伐和水体污染; 在灾害评估中, 它能够快速评估地震、洪水和火灾的影响。通过提供准确、实时的地表信息, 遥感技术极大地提升了决策和管理的能力, 是现代科技在自然资源和环境保护领域的重要工具。

2 研究区域概况

在本研究中, 将对某省H河流进行深入分析, 研究的地理范围覆盖了1 010.3平方公里, 与之相关的土地面积更是达到了977.4平方公里。在这次地质勘察过程中, 遥感技术被广泛运用。为了确保对河流影像的全面捕捉, 研究区域被扩大至1 457.32平方公里。H河流的发育程度相对较低, 河床纵坡的数值大约为1.5%, 河道的宽度介于150米至650米之间。该区域属于大陆性气候, 日照条件相对优越。

3 遥感技术下数据处理

3.1 影像数据处理

影像预处理是遥感技术中的重要步骤, 可确保影像数据的准确性和可用性, 主要包括大气校正、几何校正和影像镶嵌三方面。首先, 大气校正旨在处理由于大气层对传感器获取的信号造成的反射和散射效应。这一步骤利用辐射传递模型, 考虑大气中的气体和颗粒对电磁波的影响, 从而纠正影像的辐射特性, 使其反映真实的地表信息。这对获取准确的地表反射率 and 进行进一步分析至关重要。几何校正是调整影像几何畸变的过程, 以确保影像与地球表面的实际位置和形状一致, 包括对影像进行空间对齐, 使其能够正确地

叠加在地图或其他地理数据上。几何校正需要考虑影像获取的视角、地形起伏以及地球曲率等因素,通常通过地面控制点(GCPs)和数字高程模型(DEM)来实现。通过将影像投影到地球的地理坐标系统中,几何校正确保影像能够准确对应到实际地理位置。这通常涉及利用地面控制点或数字高程模型进行影像配准,使其与地理坐标系统一致。最后,影像镶嵌是将多个影像拼接成一幅连贯的整体图像。为了提高镶嵌的精度,需要进行影像的色调调整和亮度匹配,以减少不同影像间的接缝和色差。这不仅提升了影像的视觉质量,也增强了数据分析的可靠性。

3.2 影像地图制作

影像地图制作是一项结合遥感技术和地理信息系统(GIS)的复杂任务,旨在详细描述地理空间特征。以 2015 年至 2020 年的数据为例,制作过程包括以下几个关键步骤:需要从遥感影像数据库中选择适合的影像数据,确保覆盖所研究区域,并能反映出地貌和水资源等主要特征。选择的影像应具有足够的分辨率和时间跨度,以保证数据的全面性和时效性。这一阶段包括大气校正和几何校正。大气校正旨在消除大气对影像的影响,使影像能够准确反映地表的真实情况。几何校正则修正影像中的空间畸变,通过将影像投影到地理坐标系统中,确保其与实际地理位置一致。利用影像处理技术提取所需的地理信息,如地貌特征、河流分布和水资源等。常用的方法包括图像分割、分类和特征提取。这些技术帮助识别和量化地理现象,为地图制作提供准确的数据基础。将提取的数据与地理符号相结合,进行地图设计。这包括选择合适的图例、符号和颜色,以便清晰地传达地理信息。设计应确保地图的可读性和准确性,使其能够有效地支持决策和分析。

3.3 遥感信息解译

遥感信息解译是利用遥感技术从影像中提取地表信息的过程。这一过程对于地质勘测、环境监测和城市规划等领域具有重要作用。解译工作主要包括直接解译和间接解译两种方法,每种方法有其独特的优点和应用场景。直接解译通过分析影像中的色调、纹理、形状等特征来识别地物^[2]。这种方法通常依赖于人的经验和直觉,能够直观地反映出目标物的不同特征。例如,通过对影像中色彩变化的分析,直接观察影像中的颜色、纹理、形状等特征,从而识别出不同的地表特征,如植被、水体、岩石等。利用不同波段的光谱信息,分析地表物质的反射和辐射特性,以区分不

同类型的地表覆盖。通过对影像进行监督或非监督分类,将地表特征划分为不同的类别,如农田、森林、城市区域等。可以判断地表覆盖类型,如森林、草地或水体。直接解译方法适合于简单或常见的目标物识别,操作直观且易于理解。

3.4 变化检测

变化检测是遥感技术中一个关键的应用领域,主要用于识别和分析地表在不同时间点之间的变化。这一过程对于监测环境变化、城市扩展以及自然灾害影响等方面具有重要意义。变化检测的方法多种多样,其中主要包括图像差异法、分类比较法、变化向量分析和前景提取等技术。图像差异法是最直接的方法,它通过比较不同时间的影像,计算像素值之间的差异,从而识别出变化区域。这种方法适用于简单的变化检测任务,但可能受到影像质量和光照条件变化的影响。分类比较法则先对每个时间点的影像进行分类,再比较不同时间的分类结果。这种方法能够更好地识别地物类别的变化,但前提是分类的准确性高。变化向量分析是一种基于多波段数据的高级方法,通过计算变化向量,分析影像中像素的变化幅度和方向,从而检测出细微的变化。此方法适合处理复杂的变化情况,可以提供更详细的变化信息。前景提取技术则通过时间序列分析,从影像中提取变化的前景区域,突出显示变化区域和类型,帮助研究人员更直观地理解变化情况。

3.5 特征提取

特征提取是遥感影像分析中的核心环节,其目的是从大量的影像数据中提取出关键信息,如地形特征、植被覆盖和水体分布,以支持后续的分析和决策。这一过程主要依赖于图像处理算法,通过对影像数据进行处理和分析,提取出具有实际意义的特征信息,地形特征的提取通常包括高程模型的生成和地形变化的识别。这些数据帮助工程师理解地形起伏、坡度和地质结构,从而为工程设计和施工提供科学依据^[3]。例如,通过数字高程模型(DEM)可以准确分析坡度、坡向及地形曲率等信息,识别潜在的滑坡区域或洪水风险区。植被覆盖的提取通过分析影像中的植被指数(如NDVI)来完成。这一步骤可以帮助识别不同类型的植被,评估其健康状况及分布情况,从而对生态环境进行评价和管理。对于工程项目,这种信息可以指导植被保护和恢复措施,确保工程活动对生态环境的影响最小化。水体分布的提取则涉及识别影像中的水体区域,如湖泊、河流和湿地。这些信息对于水资源管理和防

洪工程设计至关重要。通过对水体的监测和变化分析,可以更好地理解水文特征,合理的水资源利用和保护策略。

4 地质勘察中遥感技术的应用方法

4.1 地形地貌解读

在进行地形地貌解读时,使用了2019年3月通过328波段获取的遥感影像作为研究样本。在平顶山层面,影像呈现出灰白色,其形状并不规则,尤其在四周的纹理上具有明显的特点,而其他地势则相对平坦。在河流接地处,通常覆盖着植被,这使得影像呈现红褐色,其分布形态不规则。通过对遥感图像的截取和波段处理,得到了地表处理图像,这有助于解读地貌信息。在遥感图像上,地貌信息的直观表现主要是植被和水资源的分布,这些信息以不同的颜色在图像上展现出来,并且它们的组合形态多种多样。在对地貌信息进行解读时,可以根据不同的地形类型,如山区、平原、山地等,将遥感图像上的颜色和形态分为不同的阶段,从而更准确地理解地表的特征和结构。这种方法有助于更好地理解研究区域的地形地貌,为相关的地质勘察和环境研究提供基础数据。

4.2 地表水解读

在开展地质勘察作业时,主要关注的是地表水的类型和分布,特别是以H河流为主的区域^[4]。通过对2017年至2020年的卫星合成影像进行分析,重点关注了影像的形状和色调等特征,以构建水体解译标志。根据遥感影像分析,得到以下地表水特征。水渠呈现蓝黑色,形状为线状,色调均匀,与周围植被有显著差异。河流呈现深蓝色,色调不均匀,宽窄不一,形状为线状,与植被颜色差异大。水库呈现蓝褐色,形状为面状,色调均匀,与周围颜色差异明显,河塘呈现黑色沉淀状,形状规整。沼泽呈现浅黑色,形状不规则,色调均匀度不足。另外,对地表水进行解译。以2020年的数据为例,发现地表水总面积为137.46平方公里,其中天然水渠面积为61.00平方公里,水库面积为14.17平方公里,与2016年相比,水库面积有显著增加。由于河流通常发源于北部,河网面积相应较大。通过对比不同年份的数据,可以观察到地表水分布和面积的变化趋势,这对于了解区域的水文特征和土地利用变化具有重要意义。

4.3 水表环境解读

在影像解译过程中,了解地下水的深度对于获取准确的水文信息至关重要。这有助于我们绘制潜水埋深图,从而更全面地理解地下水资源的分布和利用潜

力。通过遥感技术与地面调查相结合,可以获取更全面的地下水信息。利用卫星影像、航空摄影等方式,我们能够识别出不同地形和土壤类型对地下水的影响。这些影像数据可以帮助我们判断水源的潜在位置以及水位的变化趋势。结合地质资料,我们可以评估地下水的储存能力和可开采性。不同的地质结构对地下水的渗透性和保水性有显著影响,因此,通过分析地层的组成与特征,可以更精准地定位潜水埋深,并确定水资源的可持续利用策略。在所研究的区域,由于降水量不足且蒸发作用强烈,地下水成为调节水资源的重要手段。在地下水丰富的区域,植物生长条件较好,而在深埋区域,由于大气降水蒸发量低,表层土壤通常保持干燥。在潜水面附近,土壤因地下水的作用而保持潮湿状态,有利于植物根系的生长。通常,将水位埋深与植物根系深度相近的数值视为临界地下水位。在样本区域,通常在半干半旱的环境中种植不同的植物。如果植物生长良好,地下水水位通常低于5米;如果水位高于5米,植物生长可能仅处于一般状态^[5]。因此,植被生长的状况可以作为判断潜水埋深的指标,并将这些信息与现有的水文地质资料相结合,以更准确地评估地下水资源。

5 结束语

遥感技术在工程地质勘察中发挥了关键作用,通过高效获取和分析地表信息,提升了勘察精度和效率。它能够快速识别地质特征和潜在风险,减少现场调查的成本和复杂度。未来,随着技术的不断进步和数据处理能力的提升,遥感技术将在工程地质勘察中发挥更大的作用,为工程建设提供更强有力的支持,推动工程安全和环境保护的双重目标实现。

参考文献:

- [1] 唐明明. 遥感技术在水利水电工程地质勘察中的应用研究[J]. 中国航班, 2022(05):15-18.
- [2] 李志磊. 水工环地质勘察及遥感技术在地质工程中的具体应用解析[J]. 中国战略新兴产业, 2022(20):99-101.
- [3] 李发艳. 遥感和GIS技术在工程地质勘察中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(10):53-56.
- [4] 李昆, 王帅, 夏建书. 水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的应用研究[J]. 大众标准化, 2024(09):129-131.
- [5] 饶建东. 测绘工程测量中无人机遥感技术运用探讨[J]. 建材发展导向, 2019(23):166.