

探究遥感Landsat TM数据在水文地质测绘中的应用

韩丙红

安徽省地勘局第二水文工程地质勘察院

摘要:在水文地质调查过程中涉及诸多方面的问题,想要确保信息数据得到有效提取、验证,为后续的水环境生态保护工作提供参考,还需要让测绘技术水平得到提高。遥感Landsat TM数据相比较其他遥感数据而言,具有不可替代的优势。基于此,本文从水文地质测绘工作入手,深入分析遥感Landsat TM数据的具体应用情况,以求让水文地质测绘工作得到高效率落实,最大程度确保水环境建设工作的经济效益和社会效益。

关键词: 遥感Landsat TM数据; 水文地质测绘; 数据处理; 技术应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.116

引言:水资源在国家发展建设过程中的重要性不言而喻,其本身所具有的环境效益、经济效益、社会效益不容忽视,近几年来,国家对水环境的重视程度不断提高,相应的水文地质测绘工作也随之落实。但水环境本身较为脆弱,会受到多方面因素的影响,想要解决这一问题,必须要综合考虑水文地质本身情况,加强遥感Landsat TM数据在水文地质测绘中的应用,确保生态环境得到可持续发展。

一、遥感Landsat TM数据的应用概述

在寻找水源的过程中,将遥感技术方法用于绘制工作中,充分发挥出遥感技术在水文地质测绘过程中所具有的强大优势,从实际应用效果来看,不仅可以为绘制提供了非常好的环境,它所起到的作用也是非常大的,其主要优势如下:

第一,遥感Landsat TM数据极大地提升了工作效率,减少了绘制过程中的一些先期信息,同时还可以根据图像解释图来进行实地调查,这样就可以在进行路线调查时,根据图像解释图来进行实地调查,这样就可以在一些岩石性质比较单一且比较稳定的区域中,可以将其进行稀释,这样就可以在一些重点区域和复杂区域中,可以对其进行加密绘制,这样就可以大大地提升了工作的效率和准确性。

第二,通过对卫星资料的判读,借助遥感Landsat TM数据可以有效地改善地图的品质,从而找出一些在传统的测绘和调查中很难找到、很难区分比较的信息数据。

第三,遥感Landsat TM数据在用于分析复杂地形的测绘区上效果突出,尤其是沟壑纵横,地形复杂的环境

内,将遥感Landsat TM数据与图像解释结合在一起,更好地引导测量人员,更好地规划测量线路,实现相应的测绘目标。

第四,利用卫星影像技术,将卫星影像与实地考察,可以更加精准地识别出具有重要水资源供给价值的寻水靶区,并在其中两个靶区实现了在西北部寻水方面的突破。

总的来说,遥感Landsat TM数据在水文地质测绘中的应用提高了工作效率,缩短了时间,降低了现场的工作量,成功地进行了制图,从而获得了较好的经济效果,为未来的勘察工作奠定了坚实的基础,并为未来在西北干旱区寻找水源工程等其他领域的推广提供了坚实的理论依据,至于其中没有被有效利用的新资料,还需要进一步地探索和运用。

二、水文地质测绘中遥感Landsat TM数据的应用概述

水文地质测绘的主要对象包括海、湖、冰、库和江河等,占据了陆地面积的70%左右。地表水体是一个区域甚至是全球的关键,从局部水循环到全球水循环,都需要水,而气候的改变,以及生态系统的稳定,都需要水的参与。湖泊水位变化是湖泊所在地区水资源平衡的一个重要指标,它对人类活动和环境影响很大[1]。遥感技术在水质动态监测方面表现出较好的应用前景。卫星影像具有同步观测范围广、获取速度快、时序较短等特点,可为长时序水文数据的准确获取提供必要数据。近年来,水文地质测绘中遥感Landsat TM数据的应用频率不断提高,从遥感影像中获取水体信息准确性、可靠性也在不断提升。从目前的研究来看,水文地质测绘中遥感Landsat TM数据的应用方法如下:利用遥感影像的波段计算,在水体与非水体之间建立一个灰度差,来区分水体与非水体,此方法可归纳为波段计算法。常见的计算方法包括了归一化的水体指数法、单波段阈值法、多波段时间相关法等方面。此外,在实际应用过程中,也可以依据研究区所能获得的地质样本,通过一定的方法(如最大似然方法等),实现对不同类型地质样本的有效识别。但是,针对大规模、长时间序列的水体数据,目前采用的有监督的分类算法存在着数据量大、样本选择困难等问题。因此,水文地质测绘中遥感Landsat TM数据的应用必要性进一步突出。

以遥感Landsat TM数据为依据,还需要对波段计数

方法在水文地质测绘信息数据的提取方式、方法进行分分析。根据实际测绘工作开展经验来看, LandSat MSS卫星图像数据, 发现在 $0.7\sim 0.9\mu\text{m}$ 时, 水体具有强吸收、弱反射的特征。从归一化差分水分指数方法来看, 用于从卫星影像中获取水文地质参数较为有效。此外, 基于NIR与MIR两种遥感影像中归一化比指数, 用以分析植被中的水分状况, 从而得到植被中的水分含量。随着技术手段的升级, 水文地质测绘中遥感Landsat TM数据还可以改进的标准化水质指数对水体进行了分类, 从实际情况来看, 改进后的标准化水质指数对水体的精细特征有较好体现, 对阴影与水体有较好的区分能力。

基于 ETM影像, 对比分析归一化的植被指数、归一化的水域指数以及修正后的归一化的水域指数三种方法展开水文地质测绘工作分析, 修正后的水域指数所获得的水域资料精确度最高。除了上述技术手段之外, 利用TM影像, 采用NDWI、MNDWI、NDWIL、NDVI、EVI、TM5等6种单波长采样技术, 也可以开展水文地质测绘数据分析工作, 而其中以 MNDWI具有最好的采样精度和采样范围效果突出。总的来说, 采用 MNDWI技术、改进后的归一化差异性水质指数, 在水文地质测绘工作上效果最为突出, 可以实现动态监测, 并对其动态变化进行系统分析, 能很好地分辨出阴影和水面, 并能很好消除高纬度地区的地形和阴影的影响。

三、水文地质测绘中遥感Landsat TM数据的应用案例

(一) 案例概述

以某县为例, 基于LandSat时序影像数据, 采用改进的湖泊质量指标, 通过对当地四大湖泊进行长时间、连续的湖泊面积尺度上的湖泊质量指标监控。从实际结果来看, LandSat TM/OLI卫星影像对水体质量进行了准确评价, 得到了良好的评价。水文地质测绘中遥感Landsat TM数据的应用, 能够明显看出湖泊变化趋势, 四大湖泊中, 无论是单个湖泊或每年平均水量, 都呈现出先降后升、后降、再降、再降的趋势。1990年至2020年度, 其中一个湖泊减少了 7.9702km^2 , 达到了最大值, 其次, 减少了 4.2843km^2 、 1.064km^2 、 0.4815km^2 。根据数据来看, 各个湖泊的水量均呈下降趋势。其中, 阿涌乌尔马错的降水量最多, 降水量达 5.0087km^2 , 水位变动率为 -0.5119% , 2020年除两个湖泊有增加之外, 其余湖泊均有减少趋势, 四大湖泊的平均水位变化率为 2.7064% , 湖泊水位变化率最大的是 -0.6110% , 但四个湖泊均呈现出扩张趋势, 其中最显著地扩张了 5.5802km^2 , 变化系数为 1.3387% 。

(二) 数据分析

遥感资料与影像是对于影像资料进行解译与解析的主要基础, 解译采用Landsat TM2.3.4光谱合成彩色影

像, 经系统校正后, 影像分辨率达110万, 立体影像分辨率高, 地貌辨识能力强, 视野开阔, 可用于解译与解释。针对该区的地质特点, 本项目拟选用TM2.3.4为研究对象, TM2.3.4为 $0.57\sim 0.61\mu\text{m}$ 的可见光波段, 其穿透性较强, 能够达到 $10\sim 20\text{m}$ 的深度, 有利于对近岸和近岸区域的地貌、河流、河流以及近岸和近岸区域的地貌、河流和河流的演变进行研究。TM3 (TM3) 在 $0.63\sim 0.69\mu\text{m}$ 的红外波段, 是一种叶绿素的主要吸收谱, 其蕴含的信息量最大, 可用做一种植被的通用谱, 并可用于对水体中植被进行识别。

在解译过程中, 利用图像中的不同波段所反映出来的色彩, 依据人眼可辨别的原则, 对图像进行可视化解读。该方法遵循着“先宏观后微观, 后整体后局部, 后已知后不明, 由简单到困难”的原则, 并紧密结合以往的地质、水文、地质等资料, 将其与各类地质特征进行对比, 构造出反映地质现象的影像特色。

解译工作主要包括两个步骤: 预译和详细解释。初始解译是利用1:200000区域水文地质测绘资料, 采用的方法是以实验室目视解译, 进行现场验证, 着重解译出影像特征非常明显的地质水系地层的系群岩组及直线构造体, 并进行现场的检查。在此基础上, 制作了一幅初步的卫片剖面图谱, 并对其做了详尽解释。然后, 根据确定的间距, 配合地质勘测, 进行穿越工作。采用影像与地形图“双点”作画填图方法, 提高了地表水文学观测站点位置的准确性。在野外影像解译中, 由点线的分散资料扩展到影像的连通性, 提高了地表水文学的精度。在此基础上, 选取各地形系统中的构造、地质单元, 建立各地形系统的精细解释指标。在对其作了初步阐释后, 进一步对其做了详尽阐释, 将其分为地形、水系等地层单元和线状构造, 并制作了多种解读图。受成像条件、分辨率及人为因素等因素的制约, 目前的遥感图像判读方法在某些地质体解译上存在着缺陷, 而在岩石力学性质方面, 如泉水、河流、水量、沉陷、断裂断层等定量指标上, 遥感图像判读方法无法准确反映岩石力学性质, 因此, 遥感图像判读方法的可信度和准确度有待于进一步的野外调查。

表1 水系判释标志及影像特征

类型	色调	形态	其他
河漫滩	灰色浅蓝或红色	宽带状不均匀地分布于河床两侧	地势低平多发育在平原
地区植被稀少	地表分水岭阴阳坡色调差异界面	曲线状或锯齿状	一侧阴影发育一侧无
水库及湖泊	深蓝蓝色	团块状齐头为坝	蓝色色调深浅反映水体深浅

（三）经验总结

遥感Landsat TM数据在水文地质测绘中的应用划分为水系解释、地形解释、地层解释、结构解释等四个方面,在实际分析过程中,需要给出相关的解释标志和影像特征。利用卫星影像资料,绘制一组包含水系、地貌、地层和构造等资料的解译图谱,经现场勘测证实,其解译成果比较全面地反映了工作区水系发育特征,地貌特征和第四纪成因,并对地层和构造特征进行了初步界定,并据此查明了4条新断层构造,并据此查明了本区富水地区和主要含水岩群,并在两处富水地区,开发出了1000吨/日和800吨/日的高质量喀斯特地下水,为本区找水开辟了新的突破点^[2]。

根据遥感Landsat TM数据影像显示,该区水系发育特征清晰、直观、明显,其特征指标相对较稳定,确定了流域的分布区,确定了流域的确切方位,将流域划分为4-5级,并将流域划分为5-6级,其中2级是与灰岩山区地下水资源密切联系的。本次地貌解释根据不同的地貌单位、不同的地形和不同的地形条件,将不同地形条件下的地形、地形、地形等地形条件分成3个地形类型^[3]。由于该地区面积大,且被第四系黄土所覆盖,一般都是隐匿型,仅少数几个断块孤丘陵和深层沟壑的形态通过遥感技术获得较好的效果,共划分出29个地层图像单元,并建立了一个地层解释标志和图像特点。在利用卫星图像进行构造解释时,因其市场大、三维度高、信息量大等优点,在区域构造解释中具有较大优势,利用卫星图像与地质资料,并进行野外调查,建立了一个解释指标,对区域内的主要构造要素的分布与分布特征进行了初步的研究。鉴于该地区的找水特征,基于遥感影像资料,对该地区的地形地貌、水系地貌、地质结构等进行系统分析,确定了以寒武奥陶统储层为主体、受断裂控制的含水岩组富水区,确定了6个重点目标,并对其进行了现场勘查,进一步确定了2个目标区域,并在此基础上,进行了深层次的水文地质测绘勘探^[4]。

从上述案例分析来看,将Landsat5 TM遥感图像中提取的信息作为自变量,根据水文地质信息以及样品总数分别构建了一元线性回归模型、一元曲线回归模型和多元线性回归模型,并将两种生物量估计模型与土地覆盖数据和TM数据相结合,利用两种生物量估计模型,可以展开高效率的水文地质测绘数据分析工作。以水文地质测绘工作中的生物量统计分析为例,在实际应用过程中,可以运用GIS技术对洪河沼泽的生物量进行了空间分布和分布规律的研究。经过土壤覆盖分级后,遥感

因素与草甸湿地和沼泽湿地植物生物量的相关程度明显大于与湿地样品整体观测生物量的相关程度。不同的遥感信息与不同的植物类型生物量的关联度也有差异,在草甸湿地植物中,NDVI是相关性最高的遥感信息,相关系数是0.8629,在沼泽湿地植物中,TM3是相关性最高的,相关系数是0.8936,而样品整体生物量与TM4的关联度只有0.247。在此基础上,借助Landsat5 TM遥感图像构建草甸湿地、沼泽湿地及湿地样品中总的地面生物量与遥感参数的线性回归模型,线性回归模型,非线性回归模型及多线性回归模型。基于单个植物生物量构建的草地、沼泽等典型湿地生态系统的模拟结果,其模拟结果与整体模拟结果相比有较大差异。以TM7为因变量的一元二次回归模式是最优估计模式,而以TM7、NDVI、WET为因变量的一元二次回归模式则是最优估计模式,拟合系数为0.755、0.825^[5]。

总结:综上所述,在水文地质测绘工作中,将遥感新技术运用到Landsat TM影像上,提高了工作效率,缩短了时间,降低了现场的工作量,成功地进行了制图,从而获得了较好的经济效果,为未来的勘查工作奠定了坚实的基础,并为未来在西北干旱区寻找水源工程等其他领域的推广提供了坚实的理论依据,至于其中没有被有效利用的新资料,还需要进一步地探索和运用。

参考文献

- [1] 张吕成, 张一帆, 董灵波. 基于Landsat TM数据的大兴安岭森林景观空间格局及其关联性[J]. 森林工程, 2021, 37(06): 1-9.
- [2] 董灵波, 高小龙, 朱宇, 刘兆刚. 基于Landsat TM数据的大兴安岭盘古林场森林健康评价[J]. 北京林业大学学报, 2021, 43(04): 87-99.
- [3] 崔鹏艳. 基于Landsat TM数据的太原市2000—2010年土地利用变化研究[J]. 价值工程, 2020, 39(10): 203-205.
- [4] 韩永婷, 韩颖. 基于Landsat TM数据的洪河湿地植被地上生物量遥感估算模型[J]. 辽宁科技大学学报, 2019, 42(06): 474-480.
- [5] 梁铭. 基于Landsat TM数据的土地利用/覆盖分类方法比较研究[J]. 北京测绘, 2018, 32(12): 1512-1516.

作者简介: 韩丙红(1987年11月), 汉族, 男, 安徽安庆, 本科, 地质测绘工程师, 研究方向: 测绘工程。