

八、建立红层区地下水勘查遥感技术方法组合

遥感技术作为宏观、综合、动态、快速勘查和评价自然资源的有效手段，在快速、大面积勘查地下水中发挥着重要作用。红层地区地下水遥感勘查的依据是地下水与不同类型红层地貌、地层岩性、构造、地表水、植被、土壤水分和温度等遥感信息的相关性，通过分析遥感图像上与地下水有关的地表信息，了解地下水状况。通过对获取地表信息的提取与处理，微地貌形态、断层、破裂带影像特征解译，分析环境因子对地下水的依存、制约关系，确定有利的蓄水构造，并进行必要的野外验证，进而推断地下水富集区。

此次红层地区地下水勘查工作以丘陵和中低山两种地貌类型为研究对象，选择重庆荣昌和云南大姚为示范区，遥感解译工作包括红层区地貌类型、地质构造、地层岩性、地下水类型及其富水性等，取得了较好的解译效果。

1. 荣昌丘陵区地下水遥感解译主要成果

(1) 确定富水区及宜井区范围

利用卫星 ETM 和航空彩红外遥感图像，确定丘陵区地貌形态的影像特征，划分为长垣状低山、深丘、中丘、浅丘和缓丘五种地貌类型，采用计算机自动提取技术将示范区与浅层地下水信息相关的微地貌类型进行划分，并结合水文地质资料判释红层丘陵区风化带裂隙水的主要赋存环境：微地貌中的宽缓沟谷、宽缓坪坡、洼地、丘间洼地等；风化裂隙带和残坡积、冲洪积分布区；水系发育、汇水面积大。

针对荣昌县红层丘陵区风化带裂隙水主要赋存环境及其影像特征，通过多种图像处理方法提取其特征信息；根据该类型地下水补给、径流、排泄区的地貌及岩性等控制条件，圈定浅层地下水相对富水区；结合居民地分布特征，确定宜井区（图 24）。

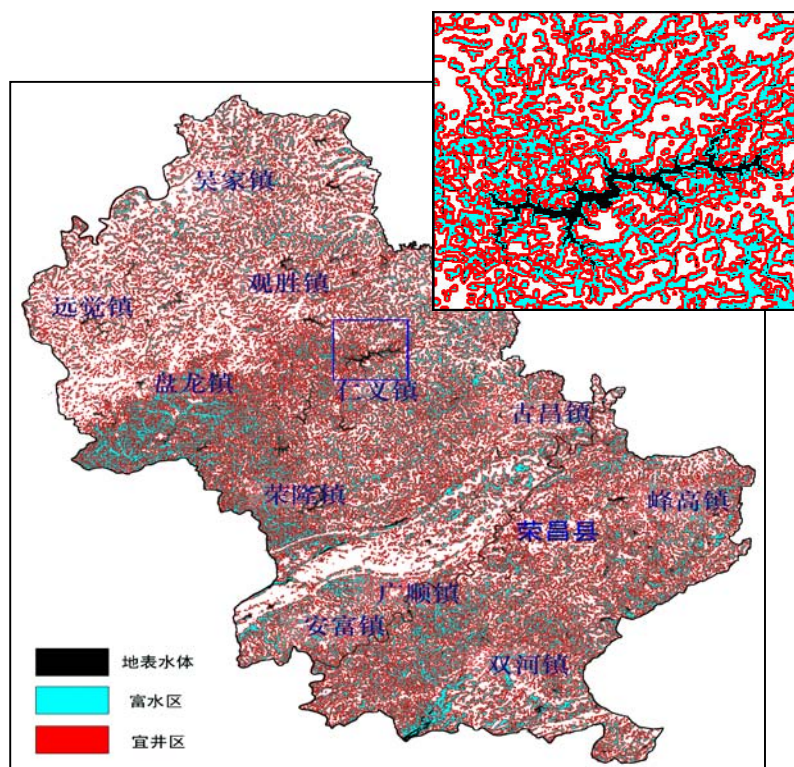


图 24 遥感解译宜井区分布图

通过不同类型风化带裂隙水的主要赋存环境解译，将宜井靶区圈定在分布于河谷和支沟地带及河谷中下游地下水的补给—径流地带，该地带相对富水，适宜解决分散农户人畜饮水问题。地下水主要接受大气降水及地表水的入渗补给，丘陵斜坡为地下水径流区，地下水沿风化裂隙向沟谷埋藏区径流或以下降泉的方式排泄。补给区及径流区上部斜坡无浅层地下水埋藏，径流区靠近埋藏区地段适宜布井。全县宜井区面积 185.32km²，占红层区面积 17.23%，非宜井区面积 890.05 km²，占红层区面积 82.77%。

(2) 成果验证

荣昌县铜鼓镇高山村靶区为深丘地貌类型区丘间谷地，构成小型汇水区（图 25、26、27）。区内断裂发育，在区内打成多眼水井，涌水量 0.5~14km³。

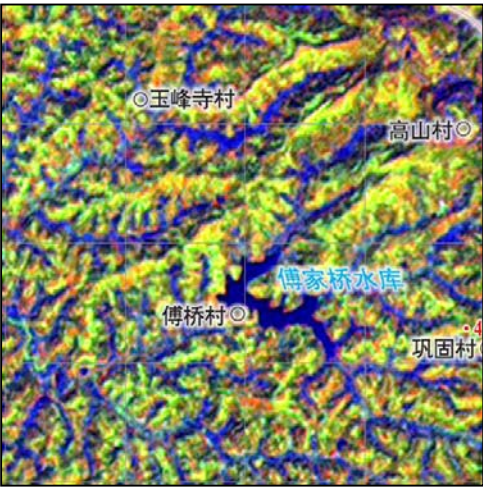


图 25 ETM 影像图



图 26 遥感水文地质解译图

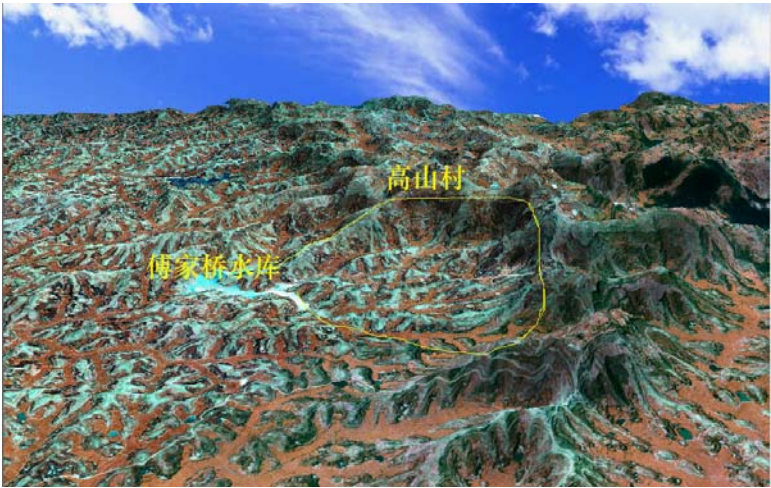


图 27 三维立体彩红外图

2. 云南大姚中低山丘陵区遥感解译主要成果

在大姚示范区，利用 ETM 数据解译线性构造，结合 SPOT5 数据解译划分地貌类型，在汇水盆地建立了三维可视化解译模型，通过立体解译分析微地貌形态与浅层地下水的赋存关系，使水文地质遥感解译从二维平面解译向可视化立体解译发展。

利用归一化植被指数法对工作区进行植被密度划分；利用 GIS 软件中的三维分析功能对 DEM 数据进行等级处理，进而完成地貌类型划分；利用不同分辨率数据融合，线性拉伸、定向滤波等图像处理，突出线性构造；根据影像色调区分不同岩性；根据图像纹理特征提取水系分布信息。通过对地貌、构造、水系、含水岩组等地质要素的解译和综合分析，划分出 4 种地貌类型、解译出 70 条构造、初步圈定出 10 个相对富水区。

(1)地貌解译

利用 DEM 数据经计算机自动划分高差等级并计算其相应高程，人机交互解译确定其成因类型，划分了高山陡坡、垄岗槽谷、宽谷残丘和河谷堆积盆地四种地貌类型。（图 28）。

高山陡坡地貌类型区居民地分散，需水量较小，该区居民生产和生活用水均取自沟谷中泉水。水量、水质基本可满足要求，因此，该类型区不作为工作重点区。

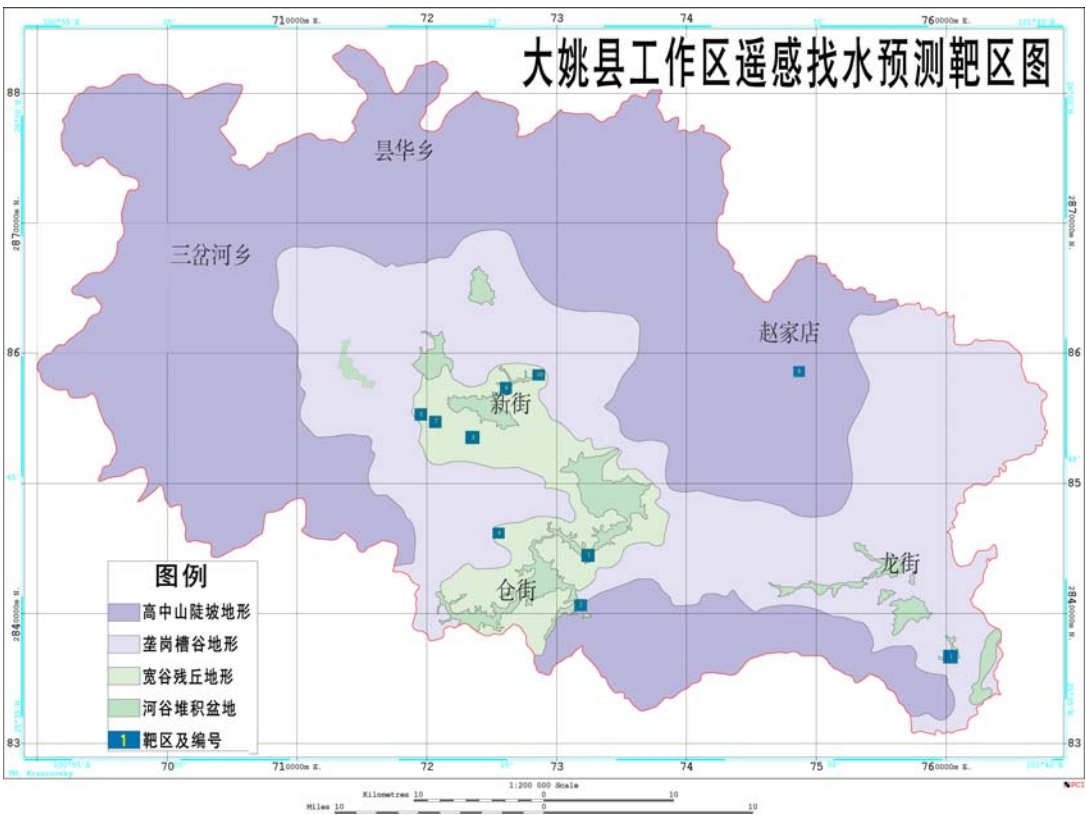


图 28 大姚县地貌及找水靶区预测图

(2) 植被解译

植被生长发育状况和分布特征可作为缺水寻找浅层地下水、确定构造和不同岩性的间接标志。从植被信息提取图上可以分辨出四种植被发育类型，即，植被发育茂盛区、植被覆盖中等区、植被稀少裸露区、农田种植区。

植被发育茂盛区多分布于工作区北部高山陡坡地貌区及部分垄岗槽谷区，地层基本为第三系始新统赵家店组紫红色厚层状细—粗粒长石石英砂岩及薄层泥岩；植被覆盖中等区在全区广为分布，密度不均，江底河组三段（ K_2j^3 ）地层植被普遍稀少；裸露区多分布于宽谷残丘地貌类型区，以江底河组三段分布区面积最大；农田种植区位于宽谷残丘和垄岗槽谷地貌

类型区的谷地，该浅部地层岩性基本为第四系松散堆积物，主要为冲积砂砾石、砂质粘土夹砂砾石质，岩性变化大。植被指数图见（图 29）。

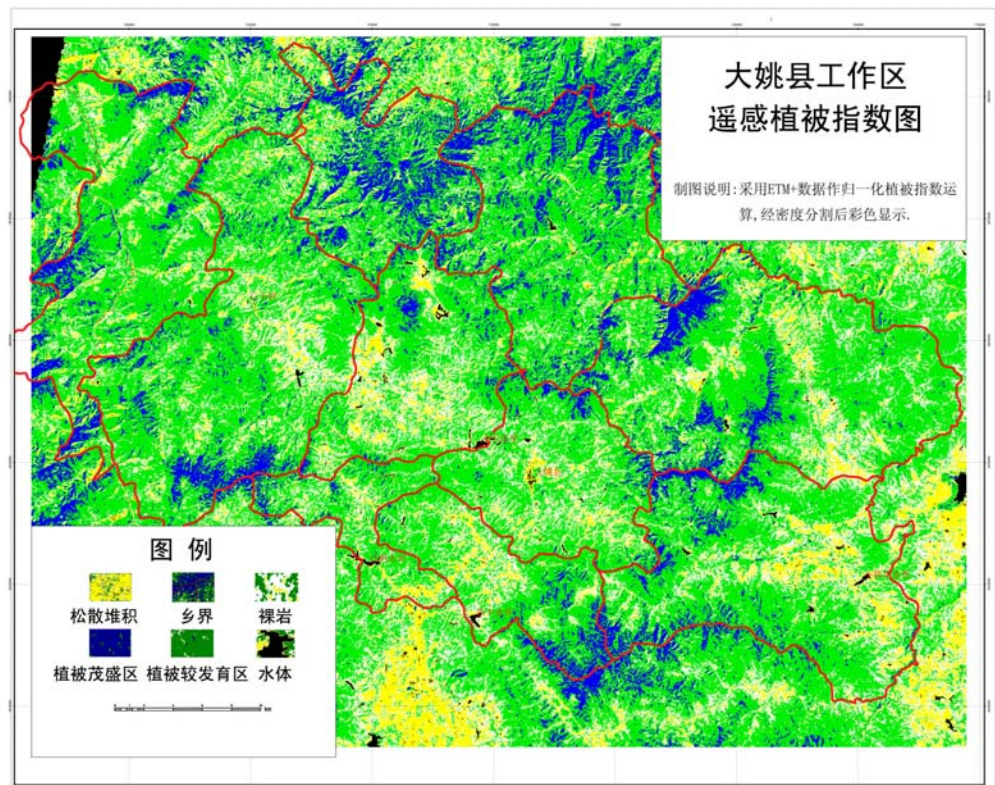


图 29 大姚县植被指数图

(3) 构造解译

ETM 卫星遥感图像解译发现有 70 条线形构造，主要集中分布于龙山向斜核部及周边，以核部为中心呈放射状展布，线状影像特征明显，造成地形线突转、控制着谷地发育。实地调查验证，岩体碎裂、产状突变，线状构造经过区泉点分布较多、流量较大，沿线状构造呈串珠状分布，对找水具有重要的指导意义（图 30）。

(4) 水文地质解译及验证

高山陡坡地貌类型区岩石风化裂隙发育，植被生长茂盛，有利于降水入渗，浅层地下水主要赋存于风化带裂隙中，以接受大气降水补给为主，地形坡度较大，沟谷切割深，径流途径短，常在谷坡中下部以下降泉的形式排泄，水量较大；垄岗槽谷地貌类型区岩石风化裂隙较发育，植被发育中等，浅层地下水主要接受大气降水和山区侧向径流补给，径流途径长，水交替相对滞缓，居民地相对集中，需水量相对较大，除继续利用现有供水水源（水库水）外，以槽谷中下部谷坡次级沟谷为找水有利部位；宽谷残丘地貌类型区表层多覆盖粘性土，居民地集中，农田种植区广布，供水相对集中，需水量大，浅层地下水以大气降水和地表水为主要补给源，深层地下水以外围侧向径流为主要补给，人工开采和蒸发为主要排泄方式，以泥质岩为主，透水性差，浅层地下水贫乏，且水质较差，除继续利用现有满足饮用水水质标准的地表水源外，可开发利用泥岩层间裂隙水、钙质泥岩及泥灰岩孔隙裂隙水、局部构造

通过遥感水文地质解译,在初步圈定出 10 个相对富水区中,有三个区得到当地打井验证(图 28)。其中夏家坝靶区为北西向断裂与南北向断裂交汇部位,地貌上为小型汇水盆地。在该区打成 4 眼水井,涌水量 $3.5\sim 8.2\text{km}^3$ (图 31—33)。

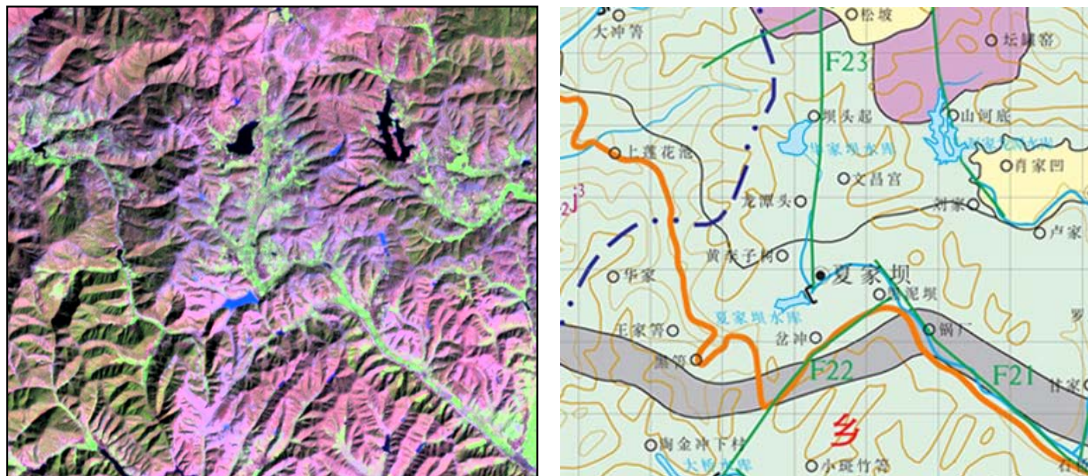


图 32 遥感水文地质解译图

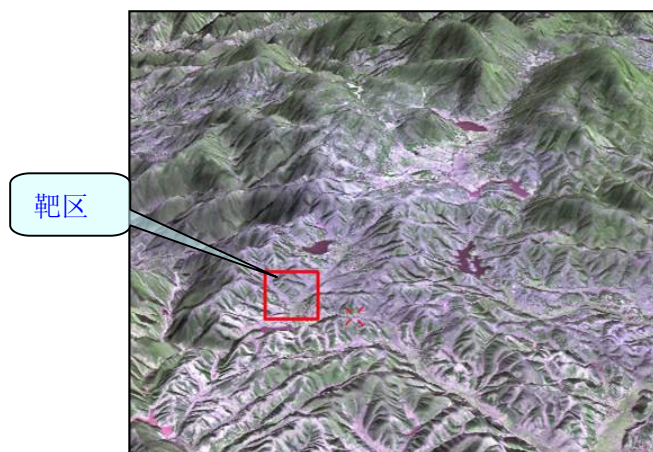


图 33 三维立体图

综上所述，西南红层地下水勘查遥感技术的应用提高了红层区地下水勘查工作效率。红层风化裂隙水遥感解译主要使用了 ETM 等中等分辨率遥感影像解译构造、地层岩性，划分不同含水层的分布范围，圈定控水和充水断裂的位置。然后利用高分辨率的 SPOT、彩红外航片等图像，通过计算机信息提取，划分微地貌形态，圈定地面汇水区范围，确定红层风化裂隙水埋藏区和宜井区的分布；构造裂隙水主要应用多光谱 ETM/TM、ASTER 数据判定构造的富水性，解译出红层区构造裂隙水水文地质条件，推断构造与地下水的补给、径流和排泄关系，圈定富水地段。为红层丘陵区地下水进一步勘查和布井提供科学的依据。