文章编号：1006-6616（2016）04-0882-11

遥感解译在内蒙古狼山戈壁荒漠地区1:50000地质填图中的应用

何　鹏，滕学建，刘　洋，滕　飞，郭　硕，
王文龙，田　健，段宵龙
（天津地质矿产研究所，天津 300170）

摘　要：针对内蒙古戈壁荒漠区特殊地貌地质填图工作，选择 ASTER 和 SPOT5 数据，通过图像融合、影像校正、影像增强等处理方法，提高图像的空间分辨率和光谱分辨率。利用遥感解译图像快速准确地获取地层、侵入体和构造的解译标志，通过遥感地质解译结合地面调查进行综合分析和解译，提高了填图的准确性，为特殊地质地貌区地质填图提供技术支持，对于在同类区域开展地质填图工作有指导意义。

关键词：遥感图像；遥感解译；戈壁荒漠地区；区域地质调查；狼山
中图分类号：P623；P627　　**文献标识码：**A

0　引言

遥感技术已经成为区域地质调查过程中的一个重要的工作手段，具有信息丰富、视域宽广的特点，其成果能够为区域地质调查研究提供丰富地质信息[1]。在基岩裸露区利用卫星数据进行遥感解译已取得显著的效果，但在戈壁荒漠区、植被覆盖区等区域进行遥感解译工作以及工作效果如何值得探讨。耿新霞等[2]以浅覆盖地貌的包古图斑岩铜矿岩体为研究对象，基于 ASTER 数据源进行遥感解译和蚀变信息提取，取得了较好效果。刘春国等[4]采用 Landsat7 ETM + 多光谱图像在内蒙古阿尔山市蛤蟆沟林场植被覆盖度较高地区进行遥感解译、蚀变异常提取，结果显示在浅覆盖区提取蚀变异常有可行性。陈星等[3]在浅覆盖草原区采用 ASTER 数据和 SPOT5 数据进行遥感影像处理，开展地层识别、地质构造解译工作，取得了很好的效果，但仍然存在一些问题，如：未实现真正意义的岩性解译，在定量研究上还存在一定差距。

本项目研究区为戈壁荒漠区地貌，覆盖物多为风成沙、第四纪洪冲积物等，需要遥感图像具有较高的空间分辨率和光谱分辨率。本次采用 ASTER 和 SPOT5 遥感数据通过图像融合、影像校正、影像增强等处理方法，有效排除地表覆盖物干扰，实现遥感地质信息的充分

收稿日期：2016-09-15
基金项目：中国地质调查局地质调查项目“特殊地质地貌区填图试点”（DD20160060）；中国地质调查局项目（12120113056300）
作者简介：何鹏（1987-），男，硕士，工程师，从事区域地质调查研究工作。E-mail：hepeng198761@163.com

提取，建立有效的遥感解译标志，提高遥感影像判读的精度和可靠性，进而提高戈壁荒漠区地层岩性识别、地质构造解译及填图准确度，并且与野外路线调查相互验证，为区域地质研究提供丰富地质信息[5~7]。

1　工作区地质特征

工作区不同时期所处大地构造位置不同，前寒武纪处于华北陆块（Ⅰ级）阴山—冀北陆块（Ⅱ级）的狼山—白云鄂博中元古代裂谷带[8]（Ⅲ级）；古生代跨越 2 个Ⅰ级构造单元，处于华北地台和兴蒙褶皱系的接合部位；中生代由古亚洲洋构造域转向滨太平洋构造域。工作区地层分布复杂，岩浆岩类型多样（见图 1）。

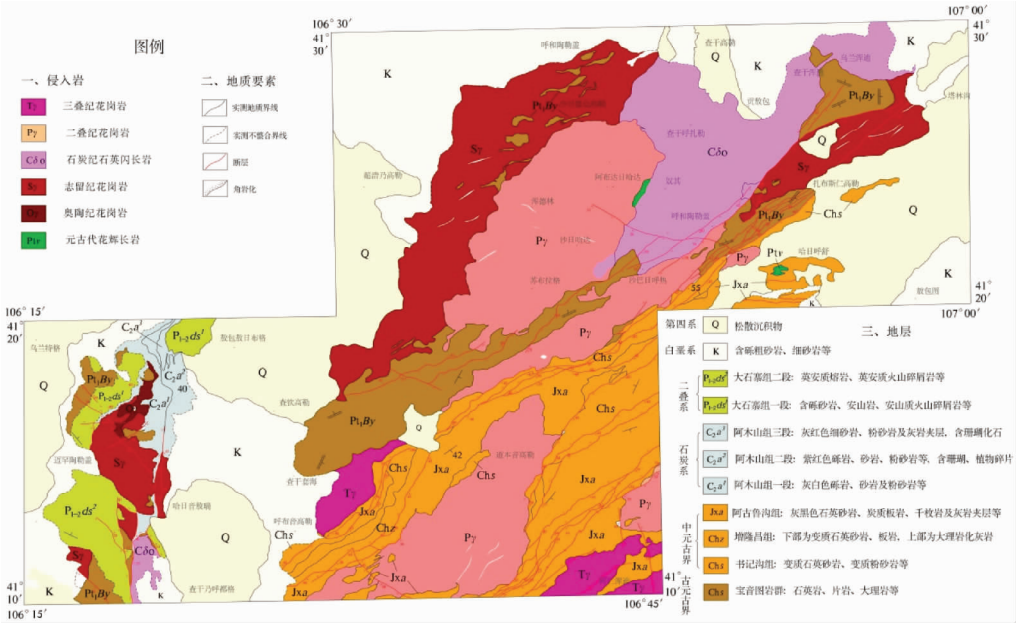


图 1　工作区地质简图

Fig. 1　Geological sketch of the study area

工作区内出露地层主要有：古元古代宝音图群，岩性为石英岩、石英片岩、石榴子石云母片岩、大理岩等；中元古代渣尔泰山群，岩性为石英岩、变质长石石英砂岩、炭质板岩、千枚状板岩、大理岩化灰岩等；古生代地层划分为阿木山组及大石寨组，其中阿木山组以砾岩、砂岩为主，大石寨组为一套玄武安山质、英安质火山岩。

工作区断裂、褶皱构造发育，根据断裂空间展布特征，可分为近东西向、北东向和北西向 3 组断裂系统。北东向褶皱规模巨大，分布广泛，作为宝音图岩群和渣尔泰山群的主体变形样式，与北东向断裂一起控制了工作区主体构造格局[9~10]。

侵入岩以古生代岩体为主，奥陶纪侵入岩主要为二长花岗岩及花岗闪长岩；志留纪侵入岩包括石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗伟晶岩及二长花岗岩等；石炭纪侵入岩为主要为石英闪长岩及花岗闪长岩；二叠纪侵入岩岩石类型复杂，辉长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩均有发育；三叠纪侵入岩主要为二长花岗岩与正长花岗岩。多种岩石组合在时空分布上的不一致性，表明工作区侵入岩可能为多种成因及构造背景下形成的[11]。

2 遥感影像数据源特征及选取

ASTER 传感器是搭载于美国 NASA Terra 卫星上的一个高分辨率传感器，它提供了 14 个波段的地面电磁反射、辐射信息，分别为可见光—近红外波段（VNIR）、短波红外波段（SWIR）及热红外波段（TIR）。其中可见光—近红外波段空间分辨率最高，达到了 15 m。与传统用的 ETM 数据相比，ASTER 数据具有分辨率高、波段多、价格便宜、黏土矿化可分性增强等优点，被认为是目前 1∶50000 区域地质填图中性价比最高的遥感数据，自 20 世纪 80 年代起便成为蚀变矿物填图中应用最普遍的数据源[12~14]。本次研究选择可见光—近红外和短波红外波段数据 VNIR1、2、3N 与 SWIR 4、5、6、7、8、9 波段数据作为信息源。

SPOT5 号卫星是 2002 年 5 月 4 日法国国家空间研究中心发射的一颗圆形近极地太阳同步轨道卫星。与 SPOT 系列其他卫星相比，SPOT5 具有更高的分辨率，其中多光谱影像分辨率为 10 m，全色映像分辨率为 5 m。SPOT5 卫星拥有 3 种光学仪器，分别为 2 个 HRG，VI，以及 HRS；拥有 PAN 全色波段、B1 绿光波段、B2 红光波段、B3 近红外波段、B4 短波红外波段等。

本次研究将 ASTER 与 SPOT5 影像联合使用，可充分发挥各自在空间分辨率和光谱信息方面的优势，且具有较高的性价比，是区域地质遥感调查较理想的数据源组合。

3 遥感影像图制作

由于购买的遥感数据有正射纠正后的数据，因此区域遥感图的编制主要包括了图像的假彩色合成、几何校正以及相关的增强手段。

3.1 ASTER 数据处理

3.1.1 ASTER 数据的旋转处理与融合

原始 ASTER 数据有角度，在处理之前需要进行旋转，依据旋转角度进行重采样，方式选择 cubic convolution，一次完成 4 组数据的旋转过程。旋转后的数据通过 VNIR 的 3N 波段（分辨率较高，为 15 m），对 SWIR（分辨率较低，为 30 m）使用 GRAM-SCHMIDT SPECTRAL SHARPENING 方法进行融合。

3.1.2 彩色合成、数据增强处理

根据遥感数据 ASTER 各波段的特征与应用范围及工作区实际特点，选择 ASTER 数据均值相近、方差最大、相关系数最小的 3 个波段 9、4、1 进行假彩色合成处理与直方图拉伸，以保证影像图上信息的丰富程度。

3.1.3 图像几何校正

卫星地面接收站发送的遥感数据一般都经过系统校正，存在的主要误差是点面的平面位移，采用控制点-多项式拟合校正方法加以纠正。由于控制点-多项式拟合校正方法是属于最小二乘法意义上的曲面拟合问题，所以，选择的控制点需要均匀分布，即像元的中心和 8 个象限上均有控制点。另外，还要有一定数量的多余观测点。在点位分布均匀的前提下，控制点数目以 12 ~16 个为宜。首先对工作区涉及到的 1∶50000 地形图进行纠正，然后以 1∶50000 地形图为基准，选取分布均匀、合理的控制点进行图像纠正，其中图像纠正函数采用一次多项式，采用三次方卷积，纠正后的图像平整无锯齿。

3.1.4　图像镶嵌

当影像图包含 2 景以上的卫星图像时，必须对图像进行数字镶嵌处理，以获取制图范围内完整的图像。一般认为，镶嵌后的图像应达到：①保证足够的几何精度，没有明显的几何错位现象；②整个图面色调均匀，同类地物色调尽可能接近，信息丰富；③接缝不明显。镶嵌后图像如图 2、图 3 所示。

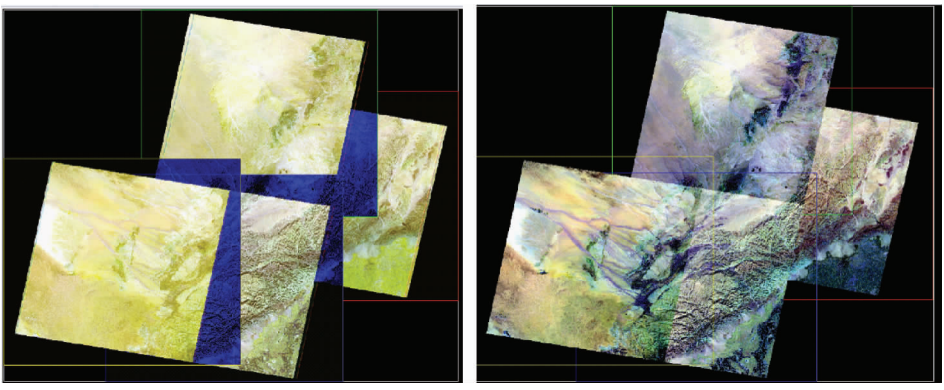


图 2　ASTER 数据掩膜前后镶嵌图像对比

Fig. 2　Comparison of mosaic images before and after ASTER data masked

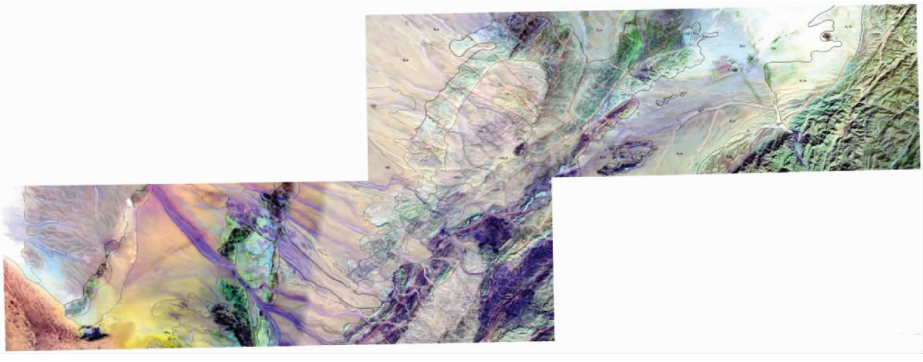


图 3　工作区 ASTER 数据遥感解译地质图

Fig. 3　Geological map of study area after ASTER data remote sensing interpretation

3.2　SPOT5 数据处理

3.2.1　正射校正

工作区海拔在 1200 ~ 1400 m 之间，相对高差最高可达 300 m，需要对数据进行正射校正，使其达到消除地形影像的目的，经数字模型处理，消除因地形起伏而导致的投影误差。

3.2.2　融合处理

将空间分辨率为 2.5 m 的全色波段与 10 m 的彩色波段进行数据融合处理，形成 2.5 m 假彩色遥感影像图。

3.2.3　几何校正

工作区在一完整的影像内，不需要进行镶嵌处理，只需对其进行几何校正即可。

3.2.4　色彩模拟处理

因 SPOT5 数据仅有红、绿波段，无法显示真实色彩，通过 PCI 遥感处理软件，对现有

波段进行处理，制作接近真实色彩的遥感影像图（见图4）。

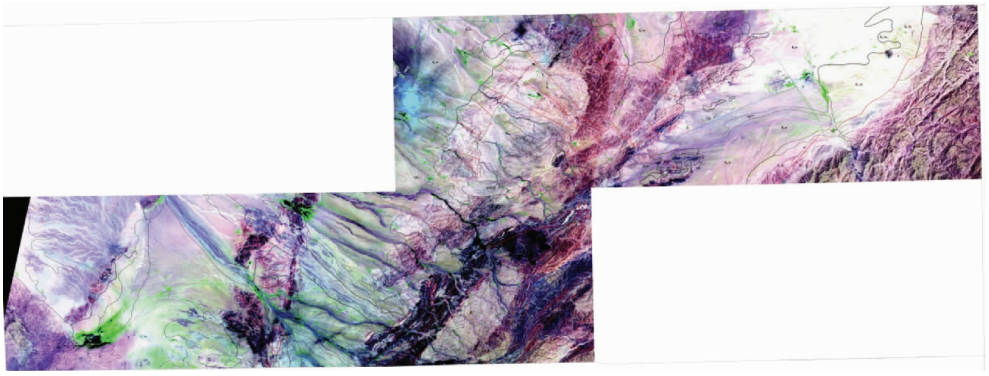


图4 工作区SPOT5数据遥感解译地质图

Fig. 4 Gedogical map of study area after SPOT5 data remote sensing interpretation

4 遥感影像地质单元解译

遥感地质解译标志是对影像中可以用来区分地质体或确定地质属性的遥感影像特征的总结，是开展全区地质解译的基础和标准。通过室内多重遥感信息提取及解译，建立了本区地层、侵入岩、构造的遥感解译标志[15~17]（见表1），在此基础上编制了遥感解译图（见图3、图4）。

4.1 地层解译标志

工作区出露古元古代宝音图群，中元古代渣尔泰山群；古生代出露的地层主要有晚石炭世阿木山组和早中二叠世大石寨组；中生代地层主要有白垩纪巴音戈壁组、苏红图组、乌兰素海组及第四系松散堆积物。

在遥感影像图上，碎屑岩粒度较粗的单元影纹粗糙，具斑点状、斑块状纹形，树枝状水系密集；粒度较细的单元影纹细腻，具斑块状纹形，水系较稀疏。在遥感影像图上可以一定程度地有效识别上述地层单位，不同地质体的纹形影像标志和特征见表1。

4.2 岩浆岩解译标志

工作区内构造岩浆活动强烈，以古生代侵入岩为主。古生代侵入岩分布在那仁宝力格—查干呼舒庙一带，总体呈带状展布，其中二叠纪侵入岩在测区分布较广，岩体规模较大，总体呈北东向分布，表明岩浆活动可能受区域构造活动控制。中生代三叠纪侵入岩集中分布于潮格幅，向北西延伸至居力格台幅。

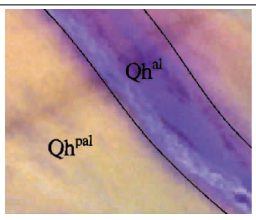
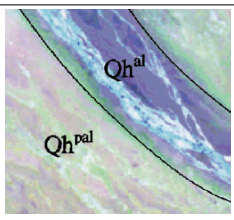
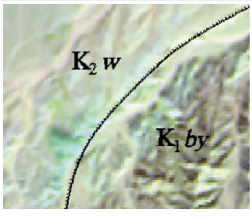
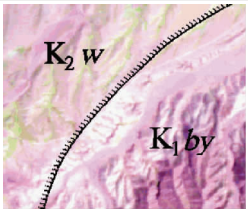
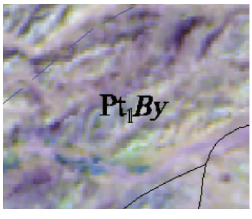
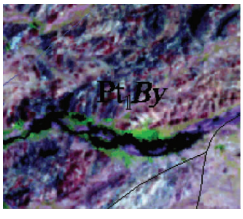
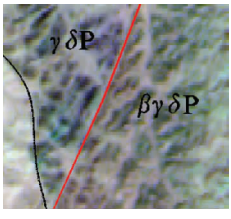
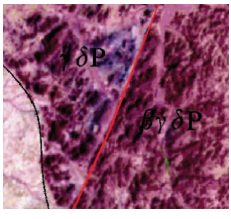
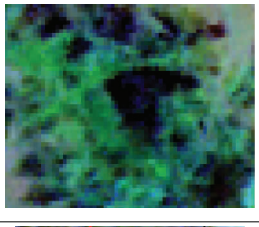
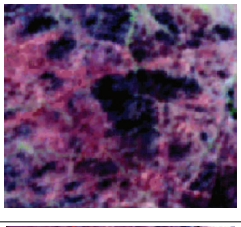
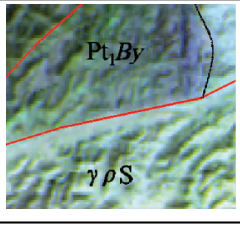
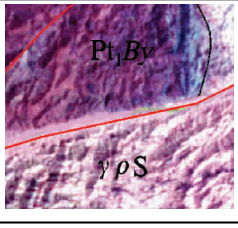
侵入岩遥感影像色调、影纹及微地貌特征较明显，主要表现为：地形切割较深，山脊多为尖棱状—半尖棱状；总体影纹结构细密，以较细密的树枝状及羽状水系为主，色调主要为灰绿色、灰紫色，较为均匀，但进一步解译程度较差。

4.3 构造解译标志

工作区地形上东高西低，东部为山地，中西部为荒漠高原。断裂构造较发育，主要为线性构造。区内北北东和北东向断裂发育，其中北东向断裂构造代表了本区主体构造线方向，以压性断裂为主，多形成逆断层（见图5）。构造形迹主要解译标志如下：

表 1　工作区遥感影像地质单元解译特征

Table 1　Characteristics of the geological units interpreted from remote sensing image

地层单位	岩性	水系、地貌特征	影像单元特征	ASTER 数据	SPOT5 数据
第四纪冲积物（Qh^{al}）、第四纪洪冲物（Qh^{pal}）	砾石砂土	树枝状、网脉状、带状水系；地形平缓、冲沟发育、界线明显	灰绿色、蓝色、青灰色，色调均匀，影纹光滑，宽条带状，影像特征明显，解译度高		
巴音戈壁组（K_1by）晚白垩世乌兰苏海组（K_2w）	砂岩砾岩	中等密度的树枝状、格状及角状水系，冲沟短、陡、切割深，呈V形；山脊走向稳定岩层三面发育	灰绿色、紫红色，砂岩影纹较细密，层状；砾岩影纹较粗糙，特征明显，解译度高		
宝音图群（Pt_1By）	石英岩石英片岩	栉状、树状、格状水系较发育；低缓丘陵或岗状地形、定向性、连续性强	以紫红色、蓝紫色为主，影像纹影杂乱，以线状构造为主，枝状冲沟，陡坎地貌发育，粗糙影像结构		
侵入岩（γδP）	花岗闪长岩	稀疏树枝状、环状、放射状水系，明显受裂隙控制；穹形、浑圆形、低缓、圆滑丘陵或较高山地；球形风化发育	整体呈蓝灰色、紫红色，团块影纹，与周围影线差异明显，总体特征显著，解译度高		
火山岩	英安质熔结凝灰岩、安山质角砾凝灰岩	树枝状、环状、放射状、平行状水系；火山地貌、舌状熔岩流、桌状山垄岗或台地、独具火山机构和流动构造，表面粗糙不平	影像以绿色、紫红色、紫色为主，影纹粗糙，解译度一般		
断层		弧线形排列负地貌、沟谷	直线\微弯曲线状，岩性、地层影像标志被切割和错开		

①明显的线形影像，直线状相连负地貌。当两侧地貌、水系发育特征和色调有明显差异，且延伸较远时，往往构成构造单元界线。

②线形凹地、两侧色调有差异、有线状地下水溢出、水系沿线形影像有拐折等现象，是活动或隐伏断裂的解译标志。

③地貌上的线状陡坎、断层三角面，线状鞍部地貌，山脊水系或纹形明显错断等，往往

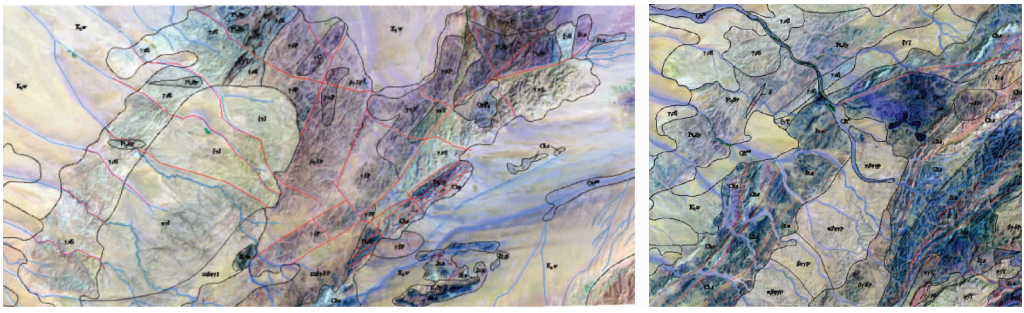


图 5 楚鲁庙、居力格台地区线性构造发育区影像特征

Fig. 5 Remote sensing image characteristics of linear structures in Chulumiao and Juligetai areas

是次级断裂的解译标志。

5 遥感图像地质解译程度分区

遥感影像地质解译程度主要以初步解译和野外踏勘验证的吻合程度为判定标准。在工作区遥感影像解译与踏勘验证的基础上，将可解译程度划分为 2 个等级（见表 2），分别为解译程度中等区和解译程度较高区。解译程度较高区能解译出不同类型的岩石，较准确地解译出全区的构造轮廓和大部分地质体之间的界线；解译程度中等区能解译到构造轮廓和部分地质体之间的关系，此区域大部分为荒漠覆盖区，是本次研究重点区域。

表 2 研究区遥感解译程度划分

Table 2 The remote sensing geological interpretation extent division of study area

解译程度	地理位置	区域地质特征	影像可解译要素
解译程度较高区	工作区中西部	解译程度较好的地质单元 βψδoS、ηγS、γδC、ψδoC、δψP、βηγP、K_1s	解译出岩体形态、岩性，不同类型岩石、主干断裂延展
解译程度中等区	工作区东西部	Pt_1By、Chs、Chz、Jxa、$P_{1-2}d$、C_2a、K_2w、ηγT、ξγT	可解译出主干断裂展布，部分地层、岩体边界、形态

6 遥感解译验证

6.1 遥感解译效果

遥感解译贯穿于整个调查工作的始终，是一个循序渐进、反复进行、逐级深化的过程。通过野外踏勘以及试填图阶段的工作，修正和重新建立了遥感影像解译标志；根据遥感验证路线、实测剖面和地质路线等与遥感解译效果进行对照，进一步补充和修正各地质体的解译标志，重点解决地质体岩性识别、组合及特征与遥感解译的一一对应性、普遍性和适应性。

经野外验证，本次工作采用的数据源合理，搭配得当，精度较高，遥感解译真实反应了工作区的实际情况，其次反映了环形影像特征之间的相互交切、包容叠置、移位等时空演变特点。本次解译工作建立起的解译标志及提取的蚀变信息准确，可信度高，可行性强，误差小于 30 m，满足 1∶50000 区调工作的技术要求及遥感地质解译路线的精度要求。

6.2 遥感地质解译剖面与实测地质剖面对比

遥感解译路线设计好后，根据遥感影像特征、解译标志及两侧的剖面、路线等资料，在

综合研究和遥感验证的基础上，对路线进行岩性、地层、构造、矿化蚀变等的解译，编制路线操作。

本项目将实测地质剖面与同一位置的遥感图像剖面进行对比（见图 6、图 7），结合遥感解译标志，通过遥感影像对剖面进行地质解译，总结遥感解译在实际应用中的优缺点。

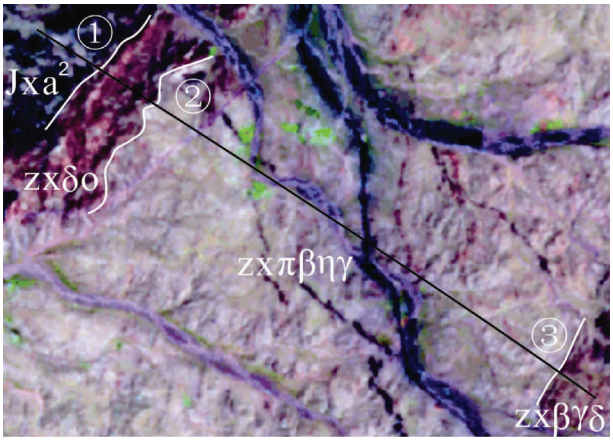


图 6　遥感图像中的选取的剖面位置（①②③为地质点位置）

Fig. 6　Profile position in remote sensing image

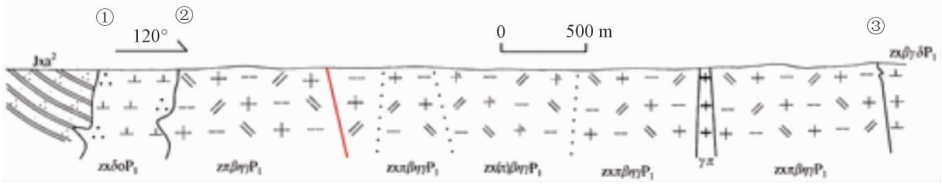


图 7　实测剖面示意图（①②③为地质点位置）

Fig. 7　The cross section sketch of the early Permian fine-grained porphyritic granite

6.2.1　地质点①

点北影像特征：蓝紫色、蓝色、灰紫色；线条相对粗糙，带状影纹，低缓丘陵或岗状地形，定向性、连续性强；整体地势较高，枝状水系。点北影像整体颜色较深，局部夹灰白色地质体，整体性强，呈北东向连续分布，其所反映岩性具有一致性。

解译为渣尔泰山群阿古鲁沟组，岩性为灰黑色变质石英砂岩、银灰色粉砂质板岩、灰白色块状石英岩等。影像整体颜色较暗，阴影发育，地形高低不平，线状影纹发育，说明此地层中断层发育。其中夹有灰白色影纹细腻地质体，推测为侵入其中的岩体，可与附近大套岩体对比。

点南影像特征：呈肉红色、灰红色；团块状影像，影纹细腻，与周围影线差异明显，总体特征显著，解译度高；地势为丘陵状，发育简单枝状水系。

依据影像特征，判断为侵入岩，解译为石英闪长岩。

地质界线：影像特征与北侧地层明显不同，色调反差大，结合处线状影纹发育明显，整体块状分布与细腻影纹显示出不同于地层的侵入岩特征。

6.2.2　地质点②

点北影像特征与地质点①的点南特征一致。

点南影像特征：灰白色、浅灰色；影纹细腻，整体均一性强，没有明显差异，带状影像特征，解译度高；发育枝状、网状水系，地形起伏小，内部冲沟发育。

依据影纹及整体特征判断为侵入岩地质体，根据实测地质剖面，解译为灰白色二长花岗岩。

地质界线：地质点南北两侧遥感影像均显示出侵入岩影像特征，但两者在图像颜色及影纹结构上存在区别，点南影像呈灰白色，颜色更浅，说明侵入岩具有更偏酸性的特征，显示出浅色图像；影纹更加细腻，阴影不发育，地势更为平坦。

6.2.3 地质点③

点北影像特征与地质点②的南侧特征一致。

点南影像特征：图像呈暗红色、灰红色；团块状影像，影纹细腻，与地质点②北侧影像相似，总体特征显著，解译度高；地势为丘陵状，发育简单枝状水系。

解译为灰色、灰白色花岗闪长岩，与石英闪长岩在遥感图像上相似。

地质界线：影像上两侧界线明显，具有侵入岩典型影像特征。与石英闪长岩对比，颜色稍浅，呈灰红色，阴影不明显，地势更平。

在实测地质剖面（见图7）中，沿剖面测制方向可以划分为渣尔泰山群阿古鲁沟组、二叠纪中细粒石英闪长岩、二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩、二叠纪中细粒黑云母花岗闪长岩。遥感地质剖面中，通过影像水系、地貌特征、影像颜色结构特征划分出4套地层及侵入岩地质体，清晰地表达出了不同岩性间界线。经对比可以发现，遥感影像解译缺点是对细节刻画不足，微小的岩性差异较难区分。遥感影像突出的优势在于不受露头限制，不受地质人员对岩性判断的影响，对确定不同地质体间的界线、划分侵入岩不同岩性以及解决断层、褶皱等构造作用空间展布等问题都有较好效果，尤其在填图及地质图成图过程中对重要地质界线的勾绘更加准确实用。

7 结论

针对研究区为戈壁荒漠区特殊地貌的特点，选择ASTER图像与SPOT5卫星图像进行融合，有效利用了两种影像的特性，在提高空间分辨率的同时，也提高了光谱分辨率。

解译程度中等区域是本次遥感工作重点内容，它们往往是荒漠覆盖区，但仍然显露出一定的地质遥感信息。通过踏勘及对遥感影像的判别，获得了影像地质单元解译标志；据此对浅覆盖区域地层、岩浆岩及构造进行详细地质解释，并与路线地质调查相结合，解译结果与野外地质体与地质界线相互验证，取得了较好的应用效果。

遥感解译在戈壁荒漠区的应用，其优点是不受地表覆盖物及地形限制，可以准确判断地质界线及构造形态，是对野外地质调查的有力补充；缺点是对细节刻画不足。

总体来看遥感解译是在戈壁荒漠区开展地质调查的一种有效方法手段，具有广阔的应用前景。

参 考 文 献

[1] 彭望碌，白振平，刘湘南，等. 遥感概论 [M]. 北京：高等教育出版社，2002.
PENG Wang-lu, BAI Zhen-ping, LIU Xiang-nan, et al. Introduction to Remote sensing [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.

[2] 耿新霞，杨建民，张玉君，等. ASTER 数据在浅覆盖区蚀变遥感异常信息提取中的应用——以新疆西准噶尔包古图斑岩铜矿岩体为例［J］. 地质论评，2008，54（2）：184～191.
GENG Xin-xia，YANG Jian-min，ZHANG Yu-jun，et al. The application of ASTER remote sensing data for extraction of alteration anomalies information in shallow overburden area：A case study of the Baoguto porphyry copper deposit intrusion in western Junggar，Xinjiang［J］. Geological Review，2008，54（2）：184～191.

[3] 陈星，张学斌，贾晓青，等. SPOT5、ASTER 数据的地层、构造信息提取应用［J］. 辽宁工程技术大学学报：自然科学版，2014，33（8）：1063～1069.
CHEN Xing，ZHANG Xue-bin，JIA Xiao-qing，et al. Information extraction and application of stratum and structures based on SPOT5 and ASTER data：A case study of Maodeng area of Inner Mongolia［J］. Journal of Liaoning Technical University：Natural Science，2014，33（8）：1063～1069.

[4] 刘春国，谭文刚. 基于 Landsat7 ETM＋图像提取蛤蟆沟林场浅覆盖区蚀变遥感异常［J］. 河南理工大学学报：自然科学版，2016，35（1），59～64.
LIU Chun-guo，TAN Wen-gang. Extraction of alteration anomalies based on Landsat7 ETM ＋ images in shallow overburden area of the Hamagou forest farm［J］. Journal of Henan Polytechnic University：Natural Science，2016，35（1），59～64.

[5] 郑硕. 基于 ASTER 多光谱遥感数据的花岗岩类岩性识别与提取［D］. 芜湖：安徽师范大学研究生院，2012.
ZHENG Shuo. Lithological identification and extraction of granitoids from ASTER multispectral data［D］. Wuhu：Graduate School of Anhui Normal University，2012.

[6] 时丕龙. 基于 ASTER VNIR—SWIR 多光谱遥感数据识别与提取干旱地区岩性信息［J］. 地质科学，2010，45（1）：333～347.
SHI Pi-long. Detecting lithologic features from ASTER VNIR-SWIR multispectral data in the arid region［J］. Chinese Journal of Geology，2010，45（1）：333～347.

[7] 余海阔，李培军. 运用 LANDSAT ETM＋和 ASTER 数据进行岩性分类［J］. 岩石学报，2010，26（1）：345～351.
YU Hai-kuo，LI Pei-jun. Lithologic mapping using LANDSAT ETM ＋ and ASTER data［J］. Acta Petrologica Sinica，2010，26（1）：345～351.

[8] 王楫，李双庆，王保良，等. 狼山-白云鄂博裂谷系［M］. 北京：地质出版社，1992.
WANG Ji，LI Shuang-qing，WANG Bao-liang，et al. The Langshan-Baiyun'ebo rift system［M］. Beijing：Geological Publishing House，1992.

[9] 孙爱群，胡骁，牛树银. 内蒙狼山地区活动构造的地质特征［J］. 河北地质学院学报，1990，13（1）：27～35.
SUN Ai-qun，HU Xiao，NIU Shu-yin. The geological features of the active tectonics of Langshan area，Inner Mongolia［J］. Journal of Hebei University of Geosciences，1990，13（1）：27～35.

[10] 沈存利. 华北陆块北缘西段渣尔泰山群及其成矿系统研究［D］. 中国地质大学（北京），2004：18～39.
SHEN Cun-li. On Chaertaishan Group and metallogenic system in the western part of northern margin of North China Block［D］. Beijing：China University of Geosciences，2004：18～39.

[11] 彭润民，翟裕生，韩雪峰，等. 内蒙古狼山造山带构造演化与成矿响应［J］. 岩石学报，2007，23（3）：679～688.
PENG Run-min，ZHAI Yu-sheng，HAN Xun-feng，et al. Mineralization response to the structural evolution in the Langshan orogenic belt，Inner Mongolia［J］. Acta Petrologica Sinica，2007，23（3）：679～688.

[12] 张玉君，曾朝铭，陈薇. ETM＋（TM）蚀变遥感异常提取方法研究与应用——方法选择和技术流程［J］. 国土资源遥感，2003，（2）：44～49.
ZHANG Yu-jun，ZENG Chao-ming，CHEN Wei. The methods for extraction of alteration anomalies from the ETM ＋（TM）data and their application：Methods selection and technological flow chart［J］. Remote Sensing For Land and Resources，2003，（2）：44～49.

[13] 杨建民，张玉君，姚佛军，等. 遥感找矿信息在新疆罗东镍矿发现中的主导作用［J］. 岩石学报，2007，23（10）：2647～2652.
YANG Jian-min，ZHANG Yu-jun，YAO Fo-jun，et al. Dominant role of remote sensing mineral exploration information in

the discovery of the Luodong Ni deposit, Xinjiang [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23 (10): 2647 ~ 2652.

[14] 周军, 陈明勇, 高鹏, 等. 新疆东准噶尔蚀变矿物填图及多元信息找矿 [J]. 国土资源遥感, 2005, (4): 51 ~ 55.
ZHOU Jun, CHEN Ming-yong, GAO Peng, et al. Alteration mineral mapping and multi-information ore prospecting in eastern Junggar, Xinjiang [J]. Remote Sensing For Land and Resources, 2005, (4): 51 ~ 55.

[15] 刘登忠, 李斌山. 四川南江地区 1:50000 遥感地质填图效果评价 [J]. 成都理工学院学报, 1997, 24 (2): 108 ~ 112.
LIU Deng-zhong, LI Bin-shan. Comparative evaluation of remote sensing to 1 : 50000 regional geological mapping in Nanjiang, Sichuan [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1997, 24 (2): 108 ~ 112.

[16] 方洪宾. 深变质岩区遥感地质填图方法研究 [J]. 国土资源遥感, 2000, 44 (2): 35 ~ 38.
FANG Hong-bin. The study of remote sensing geological mapping method in hypometamorphic rock area [J]. Remote Sensing For Land and Resources, 2000, 44 (2): 35 ~ 38.

[17] 王多义, 邓美洲, 童纯菡, 等. 川西石亭江地区遥感地质解译及构造解析 [J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2006, 33 (4): 390 ~ 393.
WANG Duo-yi, DENG Mei-zhou, TONG Chun-han, et al. Remote sensing geological interpretation and geostructural analysis in the area of Shiting River, Sichuan, China [J]. Journal of Chengdu University of Technology: Science & Technology Edition, 2006, 33 (4): 390 ~ 393.

APPLICATION OF REMOTE SENSING INTERPRETATION FOR 1:50000 GEOLOGIC MAPPING IN LANGSHAN GOBI DESERT AREA, INNER MONGOLIA

HE Peng, TENG Xue-jian, LIU Yang, TENG Fei, GUO Shuo,
WANG Wen-long, TIAN Jian, DUAN Xiao-long
(*Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources*, *Tianjin* 300170, *China*)

Abstract: In order to improve the spatial and spectral resolution of images, we adopt image fusion, image correction and image enhancement to process ASTER and SPOT5 data for geological mapping of special geological and geomorphic areas in Gobi desert of Inner Mongolia. As a result, interpretation markers for the stratum, intrusive bodies and structures can be established quickly and precisely. Then, the geological mapping accuracy can be improved after comprehensive analysis by combining field work and remote sensing image interpretation. So, this combination can be served as a guideline for geological mapping in similar areas.

Key words: remote sensing image; remote sensing image interpretation; Gobi desert area; regional geological survey; Langshan