



遥感地质解译在增生杂岩专题 地质填图中的应用

——以柴达木盆地北缘托莫尔日特增生杂岩为例

李隽辉^{1,2)}, 闫臻²⁾, 付长垒^{2,3)}, 汪洋¹⁾, 陈雷²⁾, 李五福³⁾

1) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京, 100083;

2) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037;

3) 青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室, 青海省地质调查院, 青海西宁, 810012

内容提要:造山带内增生杂岩的准确识别和详细解剖不仅对确定古洋盆和古俯冲带存在具有直接的指示意义,而且对区域矿产资源勘探具有重要的指导意义。专题地质填图是识别和解剖增生杂岩的有效手段,然而,部分艰险地区海拔高,交通不便,给填图工作造成了一定困难。遥感地质解译可为专题地质填图提供重要参考,因此,本文尝试基于多光谱遥感数据对柴达木盆地北缘托莫尔日特地区进行遥感地质解译,来揭示研究区内出露的岩石组合类型、空间展布和构造特征,并提取该地区的矿化蚀变信息,为造山带内增生杂岩的识别和解剖提供新思路。结合区域地质资料、专题地质填图和遥感地质解译结果,综合分析认为柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段是具有“基质裹挟块体”结构特征,发育叠瓦状逆冲断层、双冲断层和同斜紧闭褶皱等构造样式和伴生有热液型造山带金矿床特征的增生杂岩。研究表明,基于多光谱遥感数据的遥感地质解译能够有效识别和解剖增生杂岩,可作为增生杂岩专题地质填图的一种实用手段。

关键词:增生杂岩;专题地质填图;遥感地质解译;多光谱遥感;柴达木盆地北缘

增生杂岩是洋盆俯冲过程中,俯冲板块遭受刮削、无序逆冲、底侵或底辟等作用堆叠在仰冲板块前端的楔形地质体(Karig, 1980; Isozaki et al., 1990; 付长垒等, 2018; 闫臻等, 2018, 2020; 张克信等, 2021),多发育“基质裹挟块体”结构特征和叠瓦状逆冲断层、双冲断层、同斜紧闭褶皱构造样式(Zhang Jien et al., 2010; Wakabayashi, 2015; Safonova et al., 2016; 闫臻等, 2018, 2021),常伴生大型—超大型金矿床(李继亮, 2004; 高俊等, 2019; 李廷栋等, 2019)。它的结构、组成和形成过程客观记录了大洋盆地演化、洋-陆转换过程以及大陆地壳增生历史(Xiao Wenjiao et al., 2003; Cawood et al., 2009; 张继恩等, 2018; 闫臻等, 2021)。因此,造山带内增生杂岩的准确识别和详细解剖不仅对确定古洋盆和古

俯冲带存在具有直接的指示意义,而且对区域矿产资源勘探具有重要的指导意义。专题地质填图是识别和解剖增生杂岩的有效手段(闫臻等, 2003, 2020),前人通过该手段开展了大量工作并取得了诸多成果,例如:王根厚等(2009)在藏北羌塘中部通过大比例尺岩性-构造填图识别出了由碎屑岩、泥质岩、硅质岩和枕状玄武岩组合构成的增生杂岩; Song Dongfang et al. (2014)在北山中部通过1:10000地质填图识别出了由变质碎屑岩、变质硅质岩、变质基性岩和大理岩组合构成的增生杂岩;付长垒等(2018, 2021a)在南祁连拉脊山口通过拉脊山专题地质填图识别出了由玄武岩、硅质岩、泥岩和灰岩组合构成的增生杂岩。

遥感地质解译是专题地质填图的一种重要手段

注:本文为国家自然科学基金项目(编号41872241、42072266)、中国地质调查局地质调查项目(编号DD20190006)、青海省地质矿产勘查开发局项目(编号[2021]61)和中国地质科学院地质研究所统筹科研项目(编号S2007)联合资助的成果。

收稿日期:2021-09-18;改回日期:2021-10-24;网络发表日期:2022-01-06;责任编辑:刘俊来;责任编辑:蔡志慧。

作者简介:李隽辉,男,1995年生。硕士,地质工程专业。E-mail:lijunhui19950706@163.com。通讯作者:闫臻,男,1970年生。研究员,主要从事造山带沉积学研究。E-mail:yanzhen@mail.iggcas.ac.cn。

引用本文:李隽辉,闫臻,付长垒,汪洋,陈雷,李五福. 2022. 遥感地质解译在增生杂岩专题地质填图中的应用——以柴达木盆地北缘托莫尔日特增生杂岩为例. 地质学报, 96(4): 1478~1487. doi: 10.19762/j.cnki.dizhixuebao.2022106.
Li Junhui, Yan Zhen, Fu Changlei, Wang Yang, Chen Lei, Li Wufu. 2022. Application of remote sensing geological interpretation in thematic geological mapping of accretionary complex: a case study of the Tuomoerrite accretionary complex in the northern margin of Qaidam basin. Acta Geologica Sinica, 96(4): 1478~1487.

(杨建民等,2007;王烜等,2019;李娜等,2021),它不仅能够从宏观角度高效地揭示岩石类型及其空间展布、构造特点及其分布特征以及矿化蚀变信息,还有助于野外调查工作的开展,从而提高专题地质填图的工作效率(杨德明等,1992;钱建平等,2013;赵小星等,2017;张磊等,2020)。目前,基于多光谱遥感数据的遥感地质解译已广泛应用于专题地质填图工作中,例如:张瑞丝等(2016)基于 ASTER 多光谱遥感数据识别出了新疆塔什库尔干地区的花岗岩、碳酸盐岩、碎屑岩和火山岩;张焜等(2015)基于“资源一号”02C 星多光谱遥感数据划分出了塔吉克斯坦帕米尔地区的断裂构造、褶皱构造和环形构造;邓素贞等(2010)基于 Landsat 7 ETM 多光谱遥感数据勘查出了张家口下双台地区的金矿化蚀变信息。然而,遥感地质解译在增生杂岩专题地质填图中的应用实例鲜有报道,其适用性和有效性值得进一步验证。

柴达木盆地北缘位于中央造山系中部(图 1a),是洋盆俯冲和陆-陆碰撞后形成的高压-超高压变质带(Song Shuguang et al., 2003; 吴才来等, 2004; Zhang Guibin et al., 2008; 周桂生等, 2017),区内发育大量由玄武岩、硅质岩、碎屑岩、灰岩等岩石组成的滩间山群,很可能保留有记录洋盆演化信息的增生杂岩。同时,该地区基岩出露好,地表植被、冰雪和云覆盖少,有利于应用遥感技术进行遥感地质解译。因此,本文尝试在柴达木盆地北缘托莫尔日特地区开展基于 Landsat 8 OLI 多光谱遥感数据的遥感地质解译工作,结合专题地质填图来揭示该地区出露的岩石组合类型,提取构造和矿化蚀变信息,进一步探讨遥感地质解译在增生杂岩专题地质填图工作中的适用性和有效性,为造山带内增生杂岩的识别和解剖提供新思路。

1 区域地质概况

柴达木盆地北缘位于青藏高原北缘,北侧以宗务隆-青海南山断裂与南祁连地块相邻,南侧以柴达木盆地北缘深断裂与柴达木地块相邻,呈狭长带状自西向东展布,全长约 700 km,宽 80~100 km(图 1b)。该地区出露的岩石包括前寒武纪岩石、早古生代火山-沉积岩(滩间山群)、中酸性侵入岩、蛇绿岩和高压-超高压变质岩以及泥盆纪沉积岩,其中,滩间山群沿赛什腾山、绿梁山、锡铁山和都兰沙柳河一带广泛发育,是一套中基性火山岩和碎屑岩夹硅质岩的岩石组合(张建新等,2015)。大量研究表明

这些岩石是洋盆演化和陆-陆碰撞过程中岩浆、变质和沉积作用的产物(史仁灯等,2003;王惠初等,2003;Zhang Jianxin et al., 2017)。

柴达木盆地北缘托莫尔日特地区位于柴达木盆地北缘东段(图 2)。该地区出露的岩石主要包括滩间山群、中酸性侵入岩和少量泥盆纪沉积岩,其中,滩间山群自北向南以中基性火山岩组合、碎屑岩夹硅质岩组合以及火山-沉积岩组合展布,且两两岩石组合之间均呈断层接触关系,中酸性侵入岩包括钾长花岗岩、二长花岗岩、花岗闪长岩、二长闪长岩和英云闪长岩,泥盆纪沉积岩以砾岩、砂岩和泥岩的岩石组合不整合于滩间山群之上(夏文静等,2014;曹泊等,2019,付长奎等,2021b)。

2 影像数据与处理

Landsat 8 是美国航天局于 2013 年成功发射的卫星,OLI(Operational Land Imager)陆地成像仪是搭载在该卫星上的传感器,其获取的影像数据包括空间分辨率为 30 m 的气溶胶波段(band 1)、可见光波段(band 2, band 3 和 band 4)、近红外波段(band 5)、短波红外波段(band 6 和 band 7)、卷云波段(band 9)和空间分辨率为 15 m 的全色波段(band 8)。

本文运用 ENVI5.3 对从地理空间数据云下载的影像数据 LC81340352016202LGN00 进行辐射定标、大气校正、裁剪、去除干扰、彩色合成、图像融合等预处理,获得了柴达木盆地北缘托莫尔日特地区的 Landsat 8 OLI 多光谱遥感数据。其中,在去除植被干扰过程中本文采用归一化植被指数 $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ (NIR: 近红外波段 band 5, R: 红色波段 band 4) (He et al., 2015; 张瑞丝等, 2016) 来估算植被覆盖度,并通过波段运算,将 $NDVI > 0.2$ 的像元作为植被掩膜。总体上,研究区影像较为清晰,植被、冰雪、水体和云覆盖少,适用于开展遥感地质解译工作。

假彩色合成和图像融合是图像增强的有效手段,在选择最佳波段时,应当满足波段信息丰富、相关性小、光谱差异大等原则(刘建平等,1999;王平等,2016;何文熹等,2019)。基于以上原则本文对影像数据的可见光波段、近红外波段和短波红外波段进行了多波段遥感数据的相关系数统计,统计数据(表 1)表明:band 2 与 band 5 的相关性小,光谱差异大;band 3 与 band 5 的相关性较小,光谱差异大;band 4 与 band 5 的相关性较小,光谱差异小;band

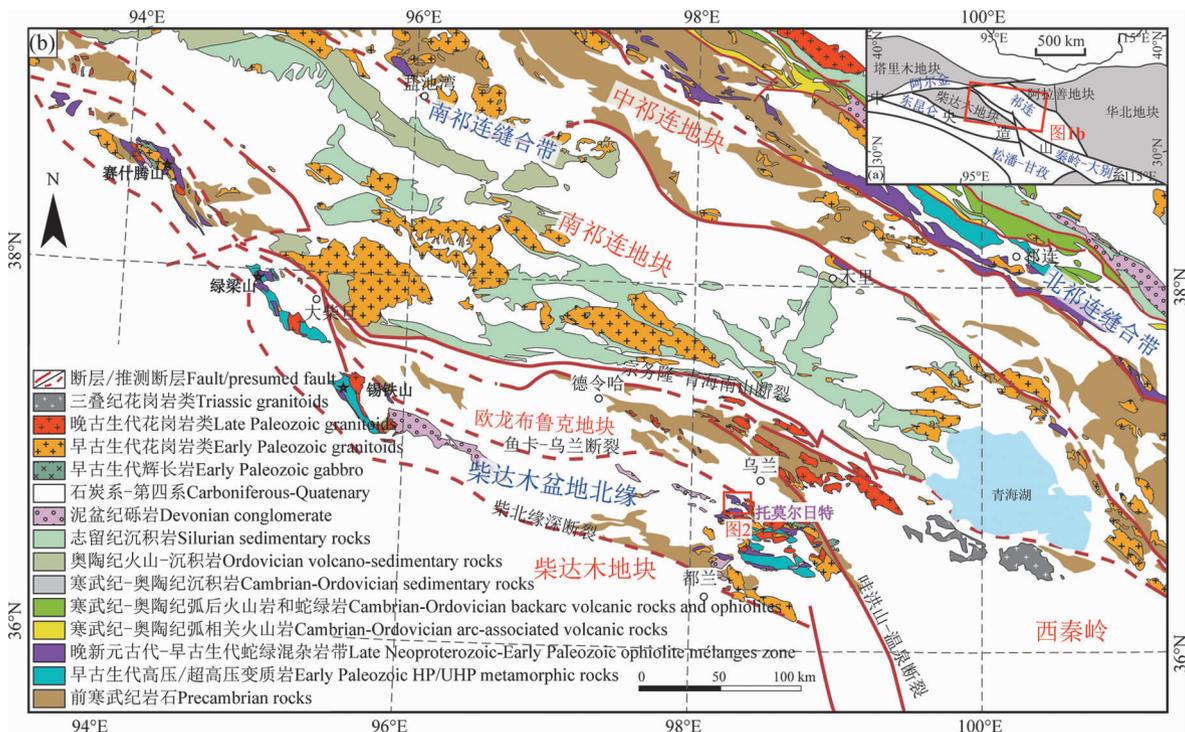


图1 中央造山系大地构造格架和柴达木盆地北缘位置(a)及柴达木盆地北缘及邻区地质图(b)(据付长垒等,2021b 修改)
 Fig. 1 Tectonic framework of the Chinese Central Orogenic Belt and location of the northern margin of Qaidam basin (a) and geological map of the northern margin of Qaidam basin and adjacent areas (b) (modified after Fu Changlei et al., 2021b)

5 与 band 7 相关性小,光谱差异大。而且,band 7 为地质学研究追加波段,含丰富的地质信息,因此,彩色合成最佳波段组合为 band 7(R)、band 5(G)、band 2(B)。为了提高影像数据的空间分辨率,本文还对 band 7(R)、band 5(G)、band 2(B)假彩色合成影像与全色波段进行了 GS 融合,并将融合结果作为遥感地质解译底图(图 2a)。另外,为了更加准确地区分不同岩石类型,本文对滩间山群南段影像进行了主成分分析。其中,主分量 PC 1 反映了总体的反射率,可以很好地反映主要地质单元的信息,主分量 PC 3 影像色调较暗,可以很好地区分岩石类型,主分量 PC 5 在 band 6 具有强反射,在 band 7 具有强吸收,可以反映 CO_3^{2-} 和 OH^- 的光谱特征。因此,PC 1(R)、PC 3(G)、PC 5(B)假彩色合成影像可以很好地反映地表地质单元的光谱响应特征。

本文运用 ENVI5.3 的卷积滤波和形态学分析工具对滩间山群南段构造信息进行增强处理,从而突出主构造信息,抑制一些噪音。首先对 band 2、band 3、band 4、band 5、band 6 和 band 7 共 6 个波段进行主成分分析,并对反映主构造信息的主分量 PC 3 进行低通滤波和窗口为 3×3 的中值滤波处理,然后进行 band 5(R)、PC 1(G)、PC 3 中值滤波

结果(B)进行假彩色合成,结合该假彩色合成影像、Google Earth 影像和区域地质图,运用直接判断法、对比分析法和合理推理法进行目视解译,来提取托莫尔日特地区滩间山区南段的构造信息。

表 1 可见光、近红外及短波红外波段间的相关系数
 Table 1 The correlation coefficient between visible, near infrared and short wave infrared band

波段	band 2	band 3	band 4	band 5	band 6	band 7
band 2	1.000					
band 3	0.985	1.000				
band 4	0.963	0.990	1.000			
band 5	0.672	0.749	0.756	1.000		
band 6	0.890	0.932	0.944	0.808	1.000	
band 7	0.912	0.925	0.928	0.627	0.954	1.000

本文还采用 Crosta 技术(Crosta et al., 1989),选取 band 2、band 5、band 6、band 7 特征波段进行主成分分析,来确定羟基蚀变信息的主成分,并采用切割标准 $X + K\sigma$ (其中 X 为均值,σ 为标准差, $K = 1.5, 2.0, 2.5$) 对羟基蚀变信息的主成分进行切割,来确定羟基蚀变信息的异常分级,并对切割后的二值图像进行窗口为 3×3 的中值滤波,剔除伪异常,异常打包,来提取托莫尔日特地区滩间山群南段的蚀变信息。

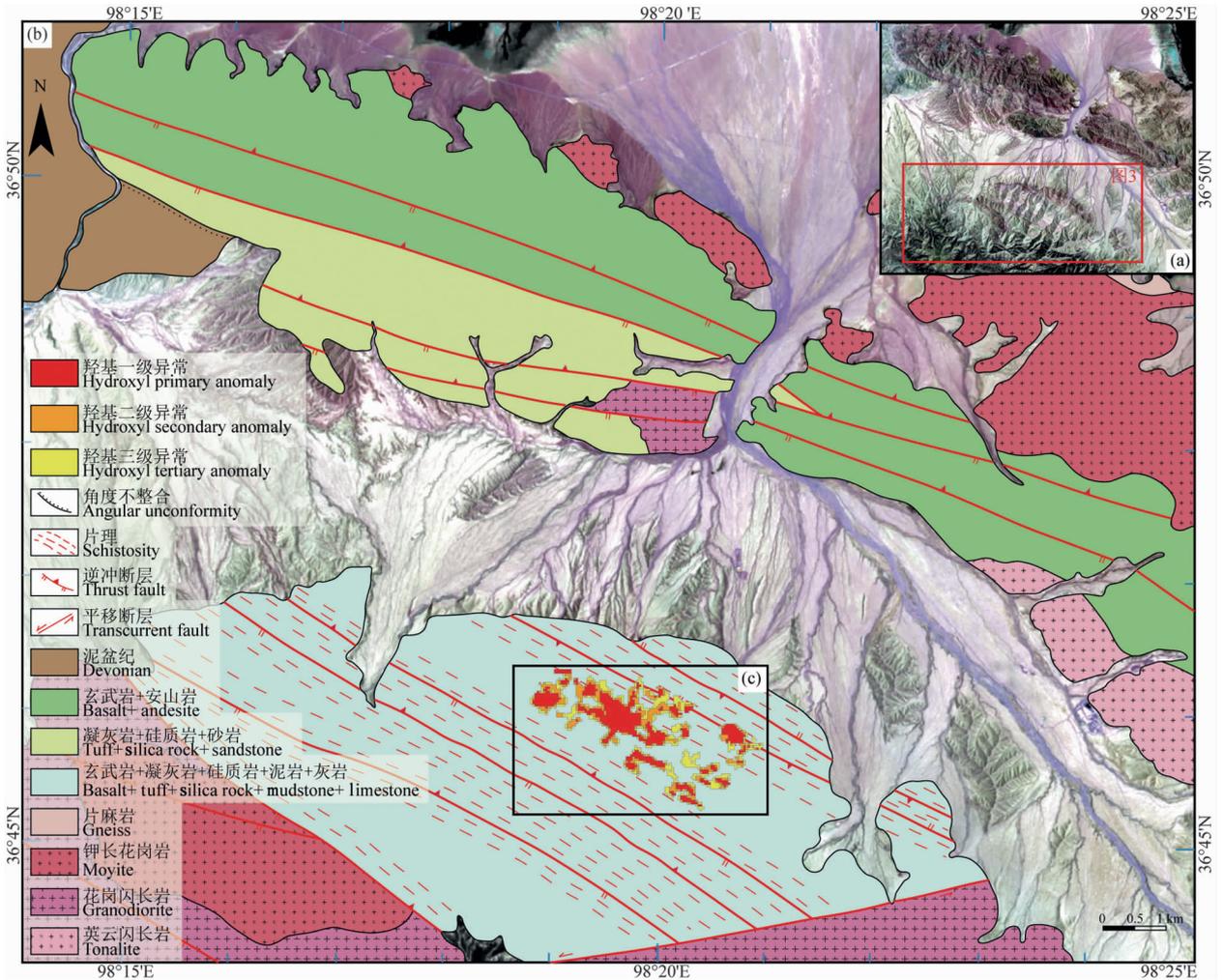


图 2 托莫尔日特地区遥感影像图(a)、遥感地质解译图(b)及蚀变遥感异常图(c)
Fig. 2 Remote sensing image (a) and remote sensing geological interpretation (b) and alteration remote sensing anomaly map in the Tuomoerrite area (c)

3 遥感地质解译

遥感地质解译是根据地物的波谱特征以及地物在影像上所表现出的颜色、色调和纹理特征来建立解译标志,利用目视解译或计算机解译的方法,从影像上识别、分析地质体和地质现象,并圈定出其边界线、揭示其空间产出状态和组合规律的过程(田淑芳等,2013)。本文结合区域地质资料和遥感影像特征,建立了柴达木盆地北缘托莫尔日特地区的遥感影像解译标志。

3.1 托莫尔日特地区遥感地质解译

根据区域地质资料,研究区出露的岩石包括滩间山群、中酸性侵入岩和泥盆纪沉积岩以及新生代沉积。根据遥感影像特征,滩间山群北段颜色为深灰黑色,色调为深色调,色调均匀,边界清晰,呈“条带状”、“蠕虫状”影纹特征;滩间山群中段颜色为灰

色,色调为中等色调,色调均匀,边界清晰,呈“条带状”影纹特征;滩间山群南段颜色为深灰黑色、灰色和灰白色,色调为深色调、中等色调和浅色调,色调不均匀,边界较模糊,呈“条带状”、“互层状”影纹特征;中酸性侵入岩颜色为浅灰色、浅灰绿色,色调为浅色调,色调均匀,边界清晰,呈“条块状”影纹特征;泥盆纪沉积岩颜色为灰绿色,色调为中等色调,色调均匀,边界清晰,呈“条带状”影纹特征;新生代沉积颜色为灰白色、浅紫色、浅肉红色,色调为浅色调,色调均匀,边界清晰(图 2a)。

为了提高遥感地质解译的准确性,本文结合区域地质资料对研究区线性构造的影像特征进行了详细辨别,并利用直接判断法、对比分析法和合理推理法目视解译判断出滩间山群北段岩性为玄武岩、安山岩;滩间山群中段岩性为凝灰岩、硅质岩、砂岩;滩间山群南段岩性为玄武岩、凝灰岩、硅质岩、泥岩、灰

岩;中酸性侵入岩岩性为钾长花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩、英云闪长岩;泥盆纪沉积岩为砂岩、砾岩;新生界为第四纪洪积、冲洪积、湖积、湖沼堆积和新近系油砂山组。根据目视解译结果,本文绘制出了托莫尔日特地区遥感地质解译图(图 2b)。

本文结合岩石类型的影像特征和线性构造的分布特点发现,托莫尔日特地区滩间山群南段颜色复杂,色调不均匀,呈现出“条带状”和“互层状”影纹特征,边界较模糊,构造信息丰富(图 3a)。因此,本文对滩间山群南段进行了更为详细的岩石类型识别和构造信息解译,并对该区域的矿化蚀变信息进行了提取。

3.2 托莫尔日特地区滩间山群南段岩性信息识别

为了圈定不同岩石类型的边界线,本文结合专题地质填图和托莫尔日特地区滩间山群南段遥感影像图(图 3a),在该区域建立了更加完善的岩性解译标志。玄武岩颜色为灰黑色,色调为深色调,色调均匀,边界清晰,呈“条带状”影纹特征;凝灰岩颜色为灰绿色,色调为中等色调,色调均匀,边界模糊,呈“条带状”影纹特征;硅质岩和泥岩颜色为灰白色,色调为浅色调,色调均匀,边界模糊,呈“互层状”、“次棱角状”影纹特征;灰岩颜色为浅灰色,色调为浅色调,呈“条带状”影纹特征;新生代沉积颜色为灰白色、浅蓝色、浅绿色,色调为浅色调,色调均匀,边界清晰。

在 PC 1(R)、PC 3(G)、PC 5(B)假彩色合成影像(图 3b)上玄武岩颜色为深红褐色,色调为深色调,色调均匀,边界清晰;凝灰岩颜色为灰绿色,色调为中等色调,色调均匀,边界清晰;硅质岩和泥岩颜色为浅蓝色,色调为浅色调,色调均匀,边界清晰;灰岩颜色为青色,色调为浅色调,色调均匀,边界清晰。根据目视解译结果,结合 PC 1(R)、PC 2(G)、PC 3(B)假彩色合成影像和专题地质填图,本文绘制出了托莫尔日特地区滩间山群南段遥感地质解译图(图 3c)。

3.3 托莫尔日特地区滩间山群南段构造信息提取

滩间山群南段构造信息直接解译标志主要有:岩性地层被切割、错开从而导致发生位移或者出现重复、缺失;地质构造不连续,某些构造线露头线影像突然中断、位错以及构造破碎带直接出露;发育构造透镜体。滩间山群南段构造信息间接解译标志主要有:沿断裂方向出现明显的色调异常;出现断层三角面,陡坎、断层崖呈现出线状展布或形成线性负地形;规模较大,延伸较长,构造线与山脊方向大体一致。

从托莫尔日特地区滩间山群南段遥感地质解译

图(图 3c)可以看出,该区域构造发育,多为 NWW 走向逆断层,而且影像宏观特征显示,该区域遭受了晚期 NE 向右行走滑韧性剪切作用的改造。

3.4 托莫尔日特地区滩间山群南段蚀变信息提取

在常见地层中,矿化蚀变类型主要包括铁染蚀变和泥化蚀变。其中,含羟基蚀变矿物以黏土矿物为主,常见有明矾石、伊利石、蒙脱石、高岭石(吴志春等,2018;张胜龙等,2020)。这些岩石矿物在可见光、近红外和短波红外波段上存在明显的波谱特征(毛晓长等,2005;吴小娟等,2015)。常见羟基蚀变矿物在 $1.60 \mu\text{m}$ 呈现较高的反射峰,该反射峰位于 band 6 波长范围内;在 $2.20 \mu\text{m}$ 呈现较大的吸收谷,该吸收谷位于 band 7 波长范围内。根据含羟基蚀变矿物的波谱特征,可以得到对羟基蚀变信息的判别依据:羟基蚀变信息在 band 6 波段具有高反射特征,band 7 波段具有强吸收特征。托莫尔日特地区 band 2、5、6、7 主成分分析的特征向量(表 2)反映 PC 4 主分量中的 band 5 和 band 7 为正值,band 6 为负值,其贡献系数符号相反,这符合含羟基蚀变信息的判别依据,因此将 PC 4 作为羟基蚀变信息的主成分。托莫尔日特地区滩间山群南段蚀变遥感异常提取结果(图 2c)反映,羟基蚀变遥感异常主要呈斑块状展布在滩间山群南段中,一、二、三级异常套合较好,与该区域热液型造山带金矿的成矿信息密切相关^①。

4 讨论

本文基于野外专题地质填图和室内遥感影像处理开展了遥感地质解译工作。野外专题地质填图可以为室内遥感影像处理来准确揭示岩石组合类型、空间展布和线性构造特点、分布特征提供背景数据,室内遥感影像处理可以为野外地质填图来高效制定工作计划,提高工作效率,两者相辅,可以互相进行验证和补充。

表 2 托莫尔日特地区 band 2、5、6、7 主成分分析的特征向量
Table 2 Principal component analysis of eigenvector for band 2, 5, 6 and 7 in Tuomoerrite area

PC	band 2	band 5	band 6	band 7
PC 1	0.261 645	0.539 129	0.604 017	0.525 400
PC 2	0.459 429	0.632 967	-0.279 589	-0.556 873
PC 3	0.821 019	-0.435 493	-0.222 898	0.294 263
PC 4	-0.215 395	0.345 020	-0.712 257	0.572 063

野外专题地质填图结果显示,柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段岩性为硅质岩、凝灰

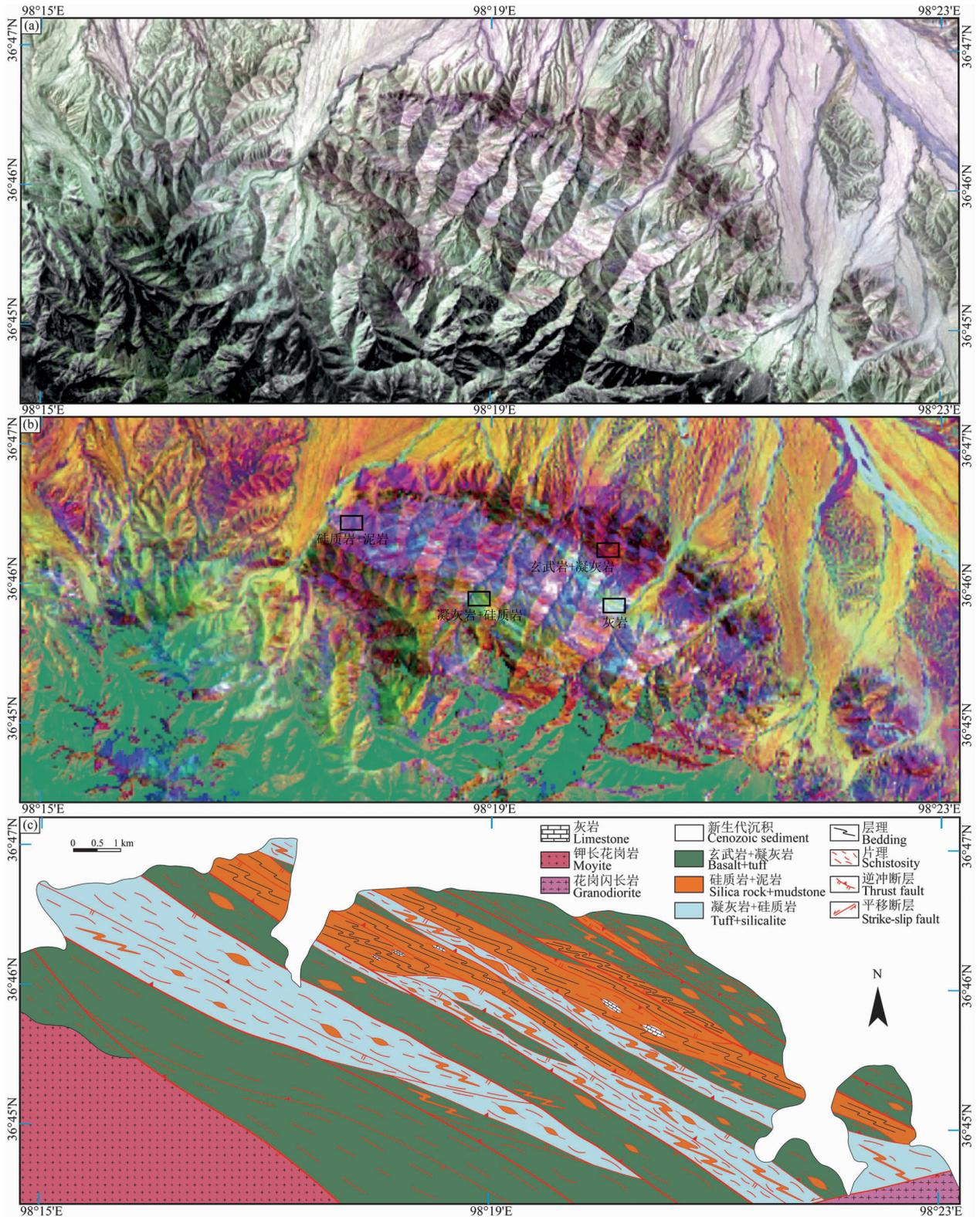


图 3 托莫尔日特地区滩间山群南段遥感影像图(a)、主成分分析图(b)及遥感地质解译图(c)

Fig. 3 Remote sensing image (a), principal component analysis image (b) and remote sensing geological interpretation map (c) of the southern section of Tanjianshan Group in the Tuomoerrite area

岩和硅质泥岩,同时裹夹宽度约为 7~9 m 的玄武岩、灰岩和硅质岩等块体,表现出混杂岩特征,而且

构造变形强烈,发育两期构造变形,第一期变形形成于大洋俯冲阶段,构造样式表现为双冲构造、逆冲断

层和同斜紧闭褶皱,第二期变形形成于陆-陆碰撞过程,构造样式表现为紧闭褶皱和叠瓦状构造;滩间山群北段岩性为玄武岩、安山岩、辉长岩和辉绿岩,构造变形较弱;滩间山群中段岩性为碎屑岩夹硅质岩,构造变形较弱(曹泊等,2019;付长奎等,2021b)。

室内遥感影像处理结果显示,柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段岩性为玄武岩、凝灰岩和硅质岩、泥岩,同时裹夹硅质岩和灰岩等块体,呈现出“条带状”影纹特征,构造变形强烈,早期NWW向逆断层遭受了晚期NE向右行走滑韧性剪切作用的改造,而且一、二、三级羟基蚀变遥感异常套合良好,与该区域热液型造山带金矿的成矿信息密切相关;滩间山群北段岩性为玄武岩、安山岩,构造变形较弱,不发育羟基蚀变遥感异常;滩间山群中段岩性为凝灰岩、硅质岩、砂岩,构造变形较弱,不发育羟基蚀变遥感异常。

野外专题地质填图结果和室内遥感影像处理结果共同表明,柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段具有增生杂岩特有的典型结构构造特征,而滩间山群北段和中段均不具有。因此,本文认为柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段是具有“基质裹夹块体”结构特征、发育叠瓦状逆冲断层、双冲断层和同斜紧闭褶皱等构造样式和伴生有热液型造山带金矿床特征的增生杂岩,而滩间山群北段和中段分别为岛弧火山岩和弧前盆地。柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段增生杂岩与北段岛弧火山岩以及中段弧前盆地构成了相对完整的沟-弧体系,并由其空间展布特征可以分析出古洋盆向北发生俯冲-增生造山作用(曹泊等,2019)。

由于增生杂岩是洋盆俯冲过程中,俯冲板块遭受刮削、无序逆冲、底侵或底辟等作用堆叠在仰冲板块前端的楔形地质体,包括玄武岩、凝灰岩、硅质岩、泥岩和灰岩等岩石类型,发育叠瓦状逆冲断层、双冲断层和同斜紧闭褶皱等构造样式,常伴生大型—超大型金矿,所以在柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段增生杂岩的遥感影像上,呈现出了不同岩石类型对应不同光谱反映、断层分割逆冲岩席呈条带状展布,羟基蚀变异常明显的影像特征。这些影像特征不仅是增生杂岩自身复杂性在遥感影像上的具体表现,也是遥感地质解译识别和解剖增生杂岩的鉴别标志。总体上,遥感地质解译结果与增生杂岩专题地质填图结果基本吻合,这表明遥感地质解译在增生杂岩专题地质填图中的应用具有良好的适用性和有效性。

5 结论

(1)柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段岩石类型为玄武岩、凝灰岩、硅质岩、泥岩和灰岩,发育叠瓦状逆冲断层、双冲断层和同斜紧闭褶皱等构造样式,伴生有热液型造山带金矿床。

(2)柴达木盆地北缘托莫尔日特地区滩间山群南段是具有典型结构构造特征的增生杂岩。

(3)遥感地质解译能够有效识别和解剖增生杂岩,可作为增生杂岩专题地质填图的一种实用手段。

致谢:审稿专家对本文提出了建设性修改意见,成文过程中河南理工大学向中林副教授和中国地质大学(北京)陈震讲师给予了指导,在此表示感谢!

注 释

① 河南省地质矿产勘查开发局. 2016. 1:5万《托莫尔日特幅》区域地质报告.

References

- Cao Bo, Yan Zhen, Fu Changlei, Niu Manlan. 2019. Component and deformation of the Saibagou accretionary complex northern margin of the Qaidam block. *Acta Petrologica Sinica*, 35(4): 1015~1032(in Chinese with English abstract).
- Cawood P A, Kröner A, Collins W J, Kusky T M, Money W D, Windley B F. 2009. *Accretionary orogens through Earth history*. Geological Society, London, Spectral Publications, 318; 1~36.
- Crosta A P, Moore J. 1989. Enhancement of Landsat Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minas Gerais State, Brazil: a prospecting case history in greenstone belt terrain. *Proceedings of the 7th(ERIM) Thematic Conference: Remote Sensing for Exploration Geology*, 1173~1187.
- Deng Suzhen, He Jiahui, Wang Yongjun. 2010. The application of ETM data to the extraction of gold mineralization and alteration information: a case study of Xiashuangtai area in Zhangjiakou. *Remote Sensing for Land and Resources*, 87(4): 56~59(in Chinese with English abstract).
- Fu Changlei, Yan Zhen, Wang Zongqi, Niu Manlan, Guo Xianqing, Yu Liangjun, Li Jiliang. 2018. Texture and composition of the Lajishankou accretionary wedge of the South Qilian belt, NW China. *Acta Petrologica Sinica*, 34(7): 2049~2064(in Chinese with English abstract).
- Fu Changlei, Yan Zhen, Wang Bingzhang, Niu Manlan. 2021a. Identification of the paleo-seamount in orogens: a case study from the geological mapping in Qingshashan and Donggou areas within the Lajishan suture zone. *Geological Bulletin of China*, 40(1): 31~40(in Chinese with English abstract).
- Fu Changlei, Yan Zhen, Wang Bingzhang, Chen Lei, Li Junhui. 2021b. Discovery of the Paleoproterozoic metamorphic basement in the Tuomoerrite area of North Qaidam: constraint on the location of Early Paleozoic suture. *Geological Bulletin of China*, 40(8): 1215~1230(in Chinese with English abstract).
- Gao Jun, Zhu Mingtian, Wang Xinchui, Hong Tao, Li Guangming, Li Jilei, Xiao Wenjiao, Qin Kezhong, Zeng Qingdong, Shen Ping, Xu Xingwang, Zhang Zhaochong, Zhou Jianbo, Lai Yong, Zhang Xiaohui, Sun Jinggui, Wan Bo, Wang Bo. 2019. Large-scale porphyry-type mineralization in the Central Asian metallogenic domain: tectonic background, fluid feature and metallogenic deep dynamic mechanism. *Acta Geologica Sinica*, 93(1): 24~71(in Chinese with English abstract).

- He J, Harris J R, Sawada M, Behnia P. 2015. A comparison of classification algorithms using Landsat-7 and Landsat-8 data for mapping lithology in Canada's Arctic. *International Journal of Remote Sensing*, 36: 2252~2276.
- He Wenxi, Wang Lei, Yang Yulong. 2019. Analysis of lithological classification effect in Chibi-Jiayu area based on Landsat 8 image. *Geology and Mineral Resources of South China*, 35(2): 261~269(in Chinese with English abstract).
- Isozaki Y, Maruyama S, Furuoka F. 1990. Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, 181(1-4): 179~205.
- Karig D E. 1980. Material transport within accretionary prisms and the "Knocker" problem. *The Journal of Geology*, 88(1): 27~39.
- Li Jiliang. 2004. Basic characteristics of accretion-type orogens. *Geological Bulletin of China*, 23(9-10): 947~951(in Chinese with English abstract).
- Li Na, Dong Xinfeng, Gan Fuping, Yan Baikun, Zhu Wanqing. 2021. Application of hyperspectral remote sensing technology to regional geological survey and mapping in bedrock area. *Geological Bulletin of China*, 40(1): 13~21(in Chinese with English abstract).
- Li Tingdong, Xiao Qinghui, Pan Guitang, Lu Songnian, Ding Xiaozhong, Liu Yong. 2019. A consideration about the development of ocean plate geology. *Earth Science*, 44(5): 1441~1451(in Chinese with English abstract).
- Liu Jianping, Zhao Yingshi. 1999. Methods on optimal bands selection in hyperspectral remote sensing data interpretation. *Journal of Graduate School, Academia Sinica*, 16(2): 153~161(in Chinese with English abstract).
- Mao Xiaochang, Liu Wencan, Du Jianguo, Xu Wei. 2005. Comparison between ETM and ASTER data for extraction of alteration information; a case study of Fenghuangshan orefield, Tongling, Anhui Province. *Geoscience*, 19(2): 309~314(in Chinese with English abstract).
- Qian Jianping, Zhang Yuan, Zhao Xiaoxing, Zhao Shaojie, Li Chengli. 2013. Extraction of linear and alteration information based on remote sensing image and ore-prospecting prognosis for Dongwu Banner, Inner Mongolia. *Remote Sensing for Land and Resources*, 25(3): 109~117(in Chinese with English abstract).
- Safonova I, Maruyama S, Kojima S, Komiya T, Krivonogov S, Koshida K. 2016. Recognizing OIB and MORB in accretionary complexes: a new approach based on ocean plate stratigraphy, petrology and geochemistry. *Gondwana Research*, 33: 92~114.
- Shi Rendeng, Yang Jingsui, Wu Cailai. 2003. The discovery of adakitic dacite in Early Palaeozoic island arc volcanic rocks on the northern margin of Qaidam basin and its geological significance. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 22(3): 229~236(in Chinese with English abstract).
- Song Dongfang, Xiao Wenjiao, Han Chunming, Tian Zhonghua. 2014. Polyphase deformation of a Paleozoic forearc-arc complex in the Beishan orogen, NW China. *Tectonophysics*, 632: 224~243.
- Song Shuguang, Yang Jingsui, Xu Zhiqin, Liou J G, Shi Rendeng. 2003. Metamorphic evolution of the coesite-bearing ultrahigh-pressure in the North Qaidam, Northern Tibet, NW China. *Journal of Metamorphic Geology*, 21(6): 631~644.
- Tian Shufang, Zhan Qian. 2013. *Remote Sensing Geology*. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Wakabayashi J. 2015. Anatomy of a subduction complex; architecture of the Franciscan complex, California, at multiple length and time scales. *International Geology Review*, 57(5-8): 669~746.
- Wang Genhou, Han Fanglin, Yang Yunjun, Li Yuanqing, Cui Jiangli. 2009. Discovery and geologic significance of Late Paleozoic accretionary complexes in central Qiangtang, northern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 28(9): 1181~1187(in Chinese with English abstract).
- Wang Huichu, Lu Songnian, Yuan Guibang, Xin Houtian, Zhang Baohua, Wang Qinghai, Tian Qi. 2003. Tectonic setting and age of the "Tanjianshan Group" on the northern margin of the Qaidam basin. *Geological Bulletin of China*, 22(7): 487~493(in Chinese with English abstract).
- Wang Pingping, Tian Shufang. 2016. Research on lithological information enhancement method based on World View 2 data: a case study of Zhagawusu in Inner Mongolia. *Remote sensing for Land and Resources*, 28(4): 176~184(in Chinese with English abstract).
- Wang Xuan, Wang Haipeng, Wang Ran, Wu Zijie, Gao Fuliang, Kang Ning, Wan Fanglai, Wang Yilong, Yang Huan, Liu Jie. 2019. Geological interpretation of remote sensing images based on data fusion of GF2 and Landsat 8; a case study of the Wafangdian 1: 50000 quadrangle map. *Geological Review*, 65(4): 918~928(in Chinese with English abstract).
- Wu Cailai, Yang Jingsui, Xu Zhiqin, Wooden J L, Ireland T, Li Haibing, Shi Rendeng, Meng Fancong, Chen Songyong, Persing H, Meibom A. 2004. Granitic magmatism on the early paleozoic UHP belt of northern Qaidam, NW China. *Acta Geologica Sinica*, 78(5): 658~674(in Chinese with English abstract).
- Wu Xiaojuan, Wen Jing, Xiao Chenchao, Cui Zhenying. 2015. Extraction of altered mineral information based on multi-source remote sensing data; a case study of Jiama copper polymetallic deposit. *Journal of Geomechanics*, 21(2): 228~240(in Chinese with English abstract).
- Wu Zhichun, Ye Fawang, Guo Fusheng, Liu Wenheng, Li Hualiang, Yang Yi. 2018. A review on application of techniques of principal component analysis on extracting alteration information of remote sensing. *Journal of Geo-information Science*, 20(11): 1644~1656(in Chinese with English abstract).
- Xiao Wenjiao, Windley B F, Hao Jie, Zhai Mingguo. 2003. Accretion leading to collision and the Permian Solonker suture, Inner Mongolia, China; termination of the central Asian orogenic belt. *Tectonics*, 22(6): 1069.
- Xia Wenjing, Niu Manlan, Yan Zhen, Wu Qi, Guo Xianqing, Fu Changlei, Li Jiliang. 2014. Sedimentary facies of the Maoniushan Formation in Maoniushan area along the northern margin of Qaidam terrane. *Acta Geologica Sinica*, 88(5): 943~955(in Chinese with English abstract).
- Yan Zhen, Wang Zongqi, Yan Quanren, Wang Tao. 2003. Advances on fluid of accretionary wedge in the orogene of subduction-accretion. *Geological Science and Technology Information*, 22(1): 7~12(in Chinese with English abstract).
- Yan Zhen, Wang Zongqi, Fu Changlei, Niu Manlan, Ji Wenhua, Li Rongshe, Qi Shengsheng, Mao Xiaochang. 2018. Characteristics and thematic geological mapping of mélanges. *Geological Bulletin of China*, 37(2-3): 167~191(in Chinese with English abstract).
- Yan Zhen, Fu Changlei, Zhang Jien, Niu Manlan, Qi Shengsheng, Cao Bo, Sun Yi, Li Xiucui, Liu Jianfeng. 2020. *Methods Geological Survey and Mapping of Mélanges*. Beijing: Geological Publishing House, 1~80(in Chinese).
- Yan Zhen, Fu Changlei, Niu Manlan, Zhang Jien, Xiao Wenjiao, Wang Zongqi. 2021. Recognition and significance of accretionary prism in orogenic belts. *Chinese Journal of Geology*, 56(2): 430~448(in Chinese with English abstract).
- Yang Deming, Hong Jingpeng. 1992. The application of remote-sensing geology in 1: 50000 mapping. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 22(2): 193~198(in Chinese with English abstract).
- Yang Jianming, Zhang Yujun, Yao Fojun. 2007. Lithology of the Weiya complex by means of ETM⁺ remote sensing. *Acta Petrologica Sinica*, 23(10): 2397~2402(in Chinese with English abstract).
- Zhang Guibin, Song Shuguang, Zhang Lifei, Niu Yaoling. 2008. The subducted oceanic crust within continental-type UHP

- metamorphic belt in the North Qaidam, NW China: evidence from petrology, geochemistry and geochronology. *Lithos*, 104: 99~118.
- Zhang Ji'en, Xiao Wenjiao, Han Chunming, Ao Songjian, Yuan Chao, Sun Min, Geng Hongyan, Zhao Guochun, Guo Qianqian, Ma Chong. 2010. Kinematics and age constraints of deformation in a Late Carboniferous accretionary complex in Western Junggar, NW China. *Gondwana Research*, 19(4): 958~974.
- Zhang Ji'en, Chen Yichao, Xiao Wenjiao, Chen Zhenyu, Song Shuaihua. 2018. Buoyant units on oceanic crust and their contributions to components of ophiolitic mélanges in orogenic belts. *Acta Petrologica Sinica*, 34(7): 1977~1990(in Chinese with English abstract).
- Zhang Jianxin, Yu Shengyao, Li Yunshuai, Yu Xingxing, Lin Yihui, Mao Xiaohong. 2015. Subduction, accretion and closure of Proto-Tethyan Ocean: Early Paleozoic accretion/collision orogeny in the Altun-Qilian-North Qaidam orogenic system. *Acta Petrologica Sinica*, 31(12): 3531~3554(in Chinese with English abstract).
- Zhang Jianxin, Yu Shengyao, Mattinson C G. 2017. Early Paleozoic polyphase metamorphism in northern Tibet, China. *Gondwana Research*, 41: 267~289.
- Zhang Kexin, He Weihong, Xu Yadong, Zhang Xionghua, Song Bowen, Kou Xiaohu, Wang Guocan. 2021. Reconstruction of main types for oceanic plate strata in the subduction-accretionary complex and feature of sequence for each type: an example from the Qinghai-Tibet Tethyan Permian strata. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 41(2): 137~151 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Kun, Li Zongren, Ma Shibin. 2015. Remote sensing geological interpretation based on ZY-1 02C satellite images: a case study of Pamir area, Tajikistan. *Remote Sensing for Land and Resources*, 27(3): 144~153 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Lei, Meng Linghua, Zhou Longtao. 2020. Application of remote sensing technology in regional geological survey with the scale of 1:50000 in Yamate area in Wenquan in Xinjiang Uygur autonomous region. *Shandong Land and Resources*, 36(3): 66~73(in Chinese with English abstract).
- Zhang Ruishi, Cao Hui, Zeng Min, Zhang Dexian, Li Guangxu. 2016. Scientific belt lithologic mapping based on ASTER spectral analysis: a case study from the Tashkorgan area (Xinjiang, China). *Acta Petrologica Sinica*, 32(12): 3835~3846(in Chinese with English abstract).
- Zhang Shenglong, Liu Lin, Geng Haijun, Jing Guoqiang. 2020. Remote sensing alteration extraction based on Landsat 8 OLI data in Zhaojiazhuang area, Longnan, Gansu Province. *Uranium Geology*, 36(6): 535~540.
- Zhao Xiaoxing. 2017. Extraction of linear structure and alteration information based on remote sensing images and ore-prospecting prognosis for Sangmugang in Tibet. *Geoscience*, 31(4): 851~859(in Chinese with English abstract).
- Zhou Guisheng, Zhang Jianxin, Li Yunshuai, Yu Shengyao, Yu Xingxing, Mao Xiaohong, Lu Zenglong. 2017. Redefinition of the polyphase tectonothermal events of the North Qaidam HP/UHP metamorphic terrane: evidence from zircon and monazite U-Pb geochronology of the Yuka HP metapelites. *Acta Petrologica Sinica*, 33(12): 3801~3814 (in Chinese with English abstract).
- 连拉脊山口增生楔的结构与组成特征. *岩石学报*, 34(7): 2049~2064.
- 付长全, 闫臻, 王秉璋, 牛漫兰. 2021a. 造山带中古海山残片的识别——以拉脊山缝合带青沙山和东沟地质填图为例. *地质通报*, 40(1): 31~40.
- 付长全, 闫臻, 王秉璋, 陈雷, 李隽辉. 2021b. 柴北缘托莫尔日特古元古代变质基底发现——对早古生代缝合线位置的约束. *地质通报*, 40(8): 1215~1230.
- 高俊, 朱明田, 王信水, 洪涛, 李光明, 李继磊, 肖文交, 秦克章, 曾庆栋, 申萍, 徐兴旺, 张招崇, 周建波, 赖勇, 张晓辉, 孙景贵, 万博, 王博. 2019. 中亚成矿域斑岩大规模成矿特征: 大地构造背景、流体作用与成矿深部动力学机制. *地质学报*, 93(1): 24~71.
- 何文熹, 王磊, 杨玉龙. 2019. 基于 Landsat 8 影像赤壁—嘉鱼地区岩性划分效果分析. *华南地质与矿产*, 35(2): 261~269.
- 李继亮. 2004. 增生型造山带的基本特征. *地质通报*, 23(9-10): 947~951.
- 李娜, 董新丰, 甘甫平, 闫柏琨, 朱婉菁. 2021. 高光谱遥感技术在基岩区区域地质调查填图中的应用. *地质通报*, 40(1): 13~21.
- 李廷栋, 肖庆辉, 潘桂荣, 陆松年, 丁孝忠, 刘勇. 2019. 关于发展板块地质学的思考. *地球科学*, 44(5): 1441~1451.
- 刘建平, 赵英时. 1999. 高光谱遥感数据解译的最佳波段选择方法研究. *中国科学院研究生院学报*, 16(2): 153~161.
- 毛晓长, 刘文灿, 杜建国, 许卫. 2005. ETM 和 ASTER 数据在遥感矿化蚀变信息提取应用中的比较——以安徽铜陵凤凰山矿田为例. *现代地质*, 19(2): 309~314.
- 钱建平, 张渊, 赵小星, 赵少杰, 李承礼. 2013. 内蒙古东乌旗遥感构造和蚀变信息提取与找矿预测. *国土资源遥感*, 25(3): 109~117.
- 史仁灯, 杨经绥, 吴才来. 2003. 柴北缘早古生代岛弧火山岩中埃达克质英安岩的发现及其地质意义. *岩石矿物学杂志*, 22(3): 229~236.
- 田淑芳, 詹寿. 2013. 遥感地质学. 北京: 地质出版社, 1~323.
- 王根厚, 韩芳林, 杨运军, 李元庆, 崔江利. 2009. 藏北羌塘中部晚古生代增生杂岩的发现及其地质意义. *地质通报*, 28(9): 1181~1187.
- 王惠初, 陆松年, 袁桂邦, 辛后田, 张宝华, 王青海, 田琪. 2003. 柴达木盆地北缘准山群的构造属性及形成时代. *地质通报*, 22(7): 487~493.
- 王平平, 田淑芳. 2016. 基于 World View 2 数据的岩性信息增强方法——以内蒙古扎嘎乌苏地区为例. *国土资源遥感*, 28(4): 176~184.
- 王烜, 王海鹏, 王然, 吴子杰, 高福亮, 康宁, 万方来, 王艺龙, 杨欢, 刘杰. 2019. 基于 GF2 号与 Landsat8 数据融合的遥感图像地质解译——以 1:5 万瓦房店市幅为例. *地质论评*, 65(4): 918~928.
- 吴才来, 杨经绥, 许志琴, Wooden J L, Ireland T, 李海兵, 史仁灯, 孟繁聪, 陈松永, Persing H, Meibom A. 2004. 柴达木盆地北缘古生代超高压带中花岗质岩浆作用. *地质学报*, 78(5): 658~674.
- 吴小娟, 温静, 肖晨超, 崔振营. 2015. 基于多源遥感数据的矿物蚀变信息提取——以西藏甲玛铜多金属矿为例. *地质力学学报*, 21(2): 228~240.
- 吴志春, 叶发旺, 郭福生, 刘文恒, 李华亮, 杨羿. 2018. 主成分分析技术在遥感蚀变信息提取中的应用研究综述. *地球信息科学学报*, 20(11): 1644~1656.
- 夏文静, 牛漫兰, 闫臻, 吴齐, 郭现轻, 付长全, 李继亮. 2014. 柴北缘牦牛山地区牦牛山组沉积相组合特征. *地质学报*, 88(5): 943~955.
- 闫臻, 王宗起, 阎全人, 王涛. 2003. 俯冲—增生型造山带增生楔流体研究进展. *地质科技情报*, 22(1): 7~12.
- 闫臻, 王宗起, 付长全, 牛漫兰, 计文化, 李荣社, 祁生胜, 毛晓长. 2018. 混杂岩基本特征与专题地质填图. *地质通报*, 37(2-3): 167~191.
- 闫臻, 付长全, 张继恩, 牛漫兰, 祁生胜, 曹泊, 孙毅, 李秀财, 刘建峰. 2020. 混杂岩地质调查与填图方法. 北京: 地质出版社, 1~80.
- 闫臻, 付长全, 牛漫兰, 张继恩, 肖文交, 王宗起. 2021. 造山带中增

参 考 文 献

- 曹泊, 闫臻, 付长全, 牛漫兰. 2019. 柴北缘赛坝沟增生杂岩组成与变形特征. *岩石学报*, 35(4): 1015~1032.
- 邓素贞, 贺佳惠, 王永军. 2010. ETM 数据在金矿化蚀变信息提取中的应用研究——以张家口下双台地区为例. *国土资源遥感*, 87(4): 56~59.
- 付长全, 闫臻, 王宗起, 牛漫兰, 郭现轻, 俞良军, 李继亮. 2018. 南祁

- 生楔识别与地质意义. 地质科学, 56(2): 430~448.
- 杨德明, 洪景鹏. 1992. 遥感地质解译在 1:5 万地质填图中的应用. 长春地质学院学报, 22(2): 193~198.
- 杨建民, 张玉君, 姚佛军. 2007. 利用 ETM⁺ 遥感技术进行尾亚杂岩体的岩性识别. 岩石学报, 23(10): 2397~2402.
- 张继恩, 陈艺超, 肖文交, 陈振宇, 宋帅华. 2018. 洋底凸起地质体及其对造山带中蛇绿岩组分的贡献. 岩石学报, 34(7): 1977~1990.
- 张建新, 于胜尧, 李云帅, 喻星星, 林宜慧, 毛小红. 2015. 原特提斯洋的俯冲、增生及闭合: 阿尔金—祁连—柴北缘造山系早古生代增生/碰撞造山作用. 岩石学报, 31(12): 3531~3554.
- 张克信, 何卫红, 徐亚东, 张雄华, 宋博文, 寇晓虎, 王国灿. 2021. 论从俯冲增生杂岩带重建洋板块地层主要类型与序列: 以青藏特提斯二叠系为例. 沉积与特提斯地质, 41(2): 137~151.
- 张焜, 李宗仁, 马世斌. 2015. 基于 ZY-102C 星数据的遥感地质解译——以塔吉克斯坦帕米尔地区为例. 国土资源遥感, 27(3): 144~153.
- 张磊, 孟令华, 周龙涛. 2020. 新疆温泉县牙马特一带 1:5 万区域地质调查的遥感技术应用. 山东国土资源, 36(3): 66~73.
- 张瑞丝, 曹汇, 曾敏, 张德贤, 李广旭. 2016. 基于 ASTER 光谱特征的科技廊带岩性填图: 以新疆塔什库干地区为例. 岩石学报, 32(12): 3835~3846.
- 张胜龙, 刘林, 耿海军, 荆国强. 2020. 基于 Landsat 8 OLI 数据甘肃陇南赵家庄地区遥感蚀变信息提取. 铀矿地质, 36(6): 535~540.
- 赵小星. 2017. 西藏桑木岗地区遥感线性构造和蚀变信息提取与找矿预测. 现代地质, 31(4): 851~859.
- 周桂生, 张建新, 李云帅, 于胜尧, 喻星星, 毛小红, 路增龙. 2017. 柴北缘 HP-UHP 变质带多期构造热事件的再厘定: 鱼卡地区高压变质泥岩锆石和独居石 U-Pb 定年. 岩石学报, 33(12): 3801~3814.

Application of remote sensing geological interpretation in thematic geological mapping of accretionary complex: a case study of the Tuomoerrite accretionary complex in the northern margin of Qaidam basin

LI Junhui^{1,2)}, YAN Zhen^{* 2)}, FU Changlei^{2,3)}, WANG Yang¹⁾, CHEN Lei²⁾, LI Wufu³⁾

1) School of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2) Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

3) Key Laboratory of the Northern Qinghai-Tibet Plateau Geological Processes and Mineral Resources, Qinghai Geological Survey Institute, Xining, Qinghai 810012, China

* Corresponding author: yanzhen@mail.iggcas.ac.cn

Abstract

The accurate identification and detailed dissection of the accretionary complex in orogenic belts is not only of direct significance for determining the existence of paleo-oceanic basin and paleo-subduction zone, but also for guiding exploration of regional mineral resources. Thematic geological mapping is an effective means to identify and dissect accretionary complex. However, the high altitude and inconvenient transportation in some dangerous areas make mapping work difficult. The remote sensing geological interpretation can provide useful information for thematic geological mapping. Therefore, this paper tries to carry out the remote sensing geological mapping of the Tuomoerrite area in the northern margin of Qaidam basin, to reveal the exposed rock combination types, spatial distribution and structure features, distribution characteristics, and to extract the regional mineralization alteration information, which can provide a new approach to the identification and dissection of the accretionary complex in orogenic belt. Combination with regional geological data, project geological mapping and remote sensing geological interpretation results, comprehensive analysis demonstrates that the southern section of Tanjianshan Group in the northern margin of Qaidam basin is accretionary complex, which has the structural characteristics of block-in-matrix, develops imbricate thrust faults, double thrust faults and homoclinal closed folds, and associated hydrothermal orogenic gold deposits. The results show that remote sensing geological interpretation can effectively identify and dissect accretionary complex, and can be used as a practical method for thematic geological mapping of accretionary complex.

Key words: accretionary complex; thematic geological mapping; remote sensing geological interpretation; multispectral remote sensing; northern margin of Qaidam basin