

合成孔径雷达图像填图方法与应用探讨

赵福岳, 张瑞江, 杨清华

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 以 ERS-2 和 RadarSat-1 卫星雷达数据为信息源, 通过新疆 1:25 万大黑山幅遥感地质填图研究, 从方法与应用角度分析论述了雷达图像的地质反映, 总结出回波强度与地形单元和岩石之间变化规律、宏观粗糙度对回波强度的控制以及灰度-结构单元作为填图基本单位的方法技术和填图含义。

关键词: 合成孔径雷达; 回波强度; 地质填图; 制图单元

中图分类号: TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2007)04-0100-06

0 引言

雷达图像能揭示包括地质构造及岩性等在内的地质信息, 已成为地质制图综合研究手段之一。加拿大遥感中心一直致力于全国范围的 1:250 万和 1:100 万的微波遥感成图。在矿产资源勘查中, 最近几年的研究更加充分展示了 SAR 应用的前景, Madon 等^[1]利用机载和星载 SAR 图像在 Ontario 进行地质研究和绿岩带的编图。Sharma^[2]等利用雷达数据对魁北克西部地区的主干区域构造进行了识别。从 20 世纪 60 年代中期以来, 微波遥感技术已被广泛应用于地质调查^[1,3,4]。为了探索雷达图像在 1:25 万区域地质填图中的方法与应用, 本文以新疆 1:25 万大黑山幅为试验区, 分别以 ERS-2 和 RadarSat-1 卫星的两期数据为信息源, 通过解译分析、野外地质调查和成果图件编制, 总结提出了灰度-结构单元填图法。

1 地质背景

研究区以中天山北缘的阿其克库都克近东西向深断裂和中天山南缘的库尔勒-兴地东西深断裂为界, 分割成为北部的北天山构造带、中部的中天山构造带和南部的塔里木构造带, 共同组成一个地质性质复杂的多地块拼合体(图 1)。

太古宇、元古宇为中天山构造带和塔里木构造带的主要地层。太古宇出露面积较大, 为一套深成变质的变质岩系, 按岩石类型可分为花岗质变质深成岩体和表壳岩系, 共同组成古老的结晶基底。元

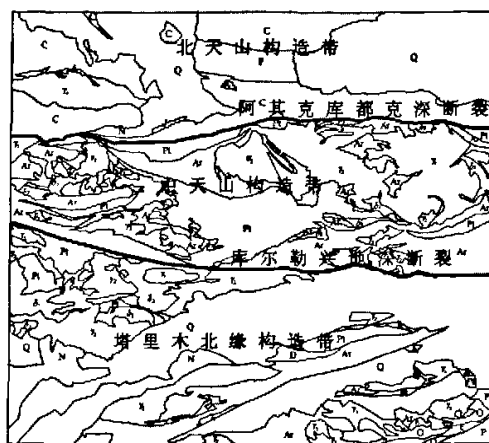


图 1 大黑山区域地质背景

古宇为一套浅变质岩石组合, 由古元古界兴地塔格群(Pt₁xd)、长城系杨古布拉克群(Chyi)、蓟县系爱尔基干岩群(Jxar)、青白口系帕尔岗岩群(Qbpr)和下震旦统贝义西组(Z₁b)组成。古生界出露于北天山构造带, 在中天山构造带和塔里木构造带呈零星出露, 岩性为砂岩、千枚岩、泥岩、硅质岩、灰岩和火山岩。局部地段发育早-中侏罗世河流相、沼泽相砂岩及泥岩等。元古代、古生代侵入岩发育。北天山构造带内出露的侵入岩为华力西期二长花岗岩、闪长岩; 中天山和塔里木构造带内出露的侵入岩以新元古代为主, 另有少量加里东晚期、华力西期, 岩性为二长花岗岩、钾长花岗岩、闪长岩及辉长岩。由于中天山构造带和塔里木构造带受后期花岗岩类岩体侵入的影响, 部分地层已被支解, 原有形态保存不完整, 但绝大部分地层仍能保持原岩的几何形态, 近东西走向的条带状层理、片麻理发育, 团块状侵入岩体结构清

收稿日期: 2007-08-20

基金项目: 863 课题“微波成像技术在资源调查灾害监测中的应用技术”(2001AAB6020-3)。

晰,为雷达图像填图方法应用提供了地质基础。

2 雷达技术特性

2.1 卫星系统特征

ERS-2: 发射日期1995-04-21,设计寿命3 a,轨道高度785 km,波段C,波长3.75~7.5 cm,极化方式VV,侧视角23°,幅宽100 km,分辨率30 m。

RadarSat-1: 发射日期1995-11-28,设计寿命5 a,轨道高度798 km,波段C,波长3.75~7.5 cm,极化方式HH,侧视角10~60°,幅宽45~500 km,分辨率6.25~100 m。

2.2 应用数据参数

ERS-2 数据: 接收日期为2002-09-07和2003-01-29,模式W2,产品类型SGF,像元大小12.5 m,传感器SAR SB,数据格式CEOS,影像列数8 000,影像行数18 473。

Radarsat-1 数据: 接收日期为2002-06-14和2003-01-29,产品类型PRI,像元大小12.5 m,传感器SAR,数据格式CEOS,影像列数8 000,影像行数8 200。

2.3 雷达图像特征

近距离压缩、透视收缩、雷达叠掩及雷达阴影是雷达图像的空间特性,而极化方式、地物表面粗糙度和地物的复介电常数又是直接影响雷达回波强度和导致图像特征变化的决定因素,具体表现就是图像的灰度和影纹结构特征的变化。现结合ERS-2和RadarSat-1两种图像的实际应用情况,得出如下结论:

(1)极化方式不同,图像的立体感和灰度等级特征不同。主要表现是垂直同极化方式(VV)的ERS-2图像的立体感强,灰度等级可分为黑色、灰白和白色3个等级;而水平同极化方式(HH)的RadarSat-1图像,因灰度层次较小,图像灰度整体显暗灰-灰白色,立体感较弱。因此,在显示出的影像组合规律和地质解译效果方面,垂直同极化方式(VV)图像优于水平同极化方式(HH)。

(2)地物表面粗糙度取决于地貌单元组合的变化。通常情况下,地物表面粗糙度对回波强度控制明显,主要表现为粗糙度低回波强度弱、粗糙度高回波强度强的变化规律。这种变化规律与地表地形宏观粗糙度呈正相关关系,与微观粗糙度之间的相关性有待进一步研究。应用研究表明,粗糙度高低受地形高度、形态、坡度和地形组合等因素直接控制,因此,地形组合的样式,地形形态和地表地形组合单元中各单体地形相互排列的疏密程度不同,反映的地形(宏观)粗糙度不同。当地形坡度陡,由单体地

形密集组合时,表现为宏观粗糙度大,单元组合回波强度大,图像显亮色(白色);当地形坡度缓、地形高度低、地形组合稀疏时,单元组合回波强度弱,图像显暗灰-灰色;当地形相对平坦时,图像显黑-暗灰色;当地形由单一岩石或夹层、互层状的层状岩石组成时,图像则以单色、夹层色、互层色或递变色等灰度显示。所以,对于地形高度、坡度和形态一致的地形单元组合,回波强度相同,影像特征一致,反映的岩性或岩组一致;而3者不同的地形单元组合,回波强度不同,影像特征不同,反映的岩性或岩组不同。由此可以看出,粗糙度变化是地形组合的直接反映,它是由岩石组合规律性变化所引起,这一规律认识深化了利用雷达图像填图中粗糙度概念的应用。

(3)地物的复介电常数是描述物体表面电性能的复数常数。影响地物介电常数的主要因素是地物含水量,所以介电常数随单位体积内液态水含量呈线性变化,含水量大介电常数大,反射率高,回波强,影像灰度亮,色调浅,反之色调深。实际应用表明,介电常数的变化反映往往与粗糙度混淆在一起难以分辨,但对于特殊岩石类型而言仍有差异。例如盐湖,从ERS-2和RadarSat-1两种图像分析,卤水和盐碱壳的影像特征相同,卤水显黑色调,盐碱壳显白色调,前者与镜面反射有关。分析认为,产生这种反变化规律的主要原因是水体为镜面地形,粗糙度反映抑制了电性能反映,后向散射回波为零,导致影像色调暗;而盐碱壳则不同,它之所以回波强,是受介电常数和粗糙度双重因素控制。野外调查表明,盐碱壳表面广布着星散状面形结晶盐硝,增强了盐碱壳的电性能,即介电常数增大,虽然盐碱壳地表地形平坦,且“犬齿林”状微地貌增强了盐碱壳的粗糙度,这样两者一大一强的叠加反映,抵消了因地形平坦、影像灰度低而显示出强回波特征的变化规律,并产生盐湖雷达图像调查的特殊应用效果。

3 地质体的雷达影像特征

雷达图像记录的是地表地形回波强度信息,其回波强弱取决于地表地形高度、地形形态及地形形态组合的变化,或称之为地表粗糙度的变化。通常情况下,依地形高度由低向高、地形形态由平缓向陡峭和地形形态组合由简单向复杂的变化,回波强度表现为由弱到强的变化,而在图像的灰度上则显示出从黑色向灰白色到白色的等级规律。究其原因,上述变化虽由地形引起,但岩石类型和岩石组合的空间分布规律又是地形地貌变化的主因。因此,地表地形组合单元的形成与矿物成分、结构构造、岩石

性质、岩石组合形式及产出状态存在规律性变化。

3.1 特定岩石类型形成特定的地表地形单元

指通过雷达图像直接判定的一类岩石类型。因其地形高度、地形形态、地形形态组合受岩石性质控制,所形成的地表地形单元具独立性,不易与其它岩石形成的地表地形单元相混淆。

(1)盐碱壳类。地形相对高度 10~20 cm,微地形形态为波浪状、尖角状;地形形态组合为“犬齿林”;影像纹理结构为面型,灰度亮,显白色(图 2)。

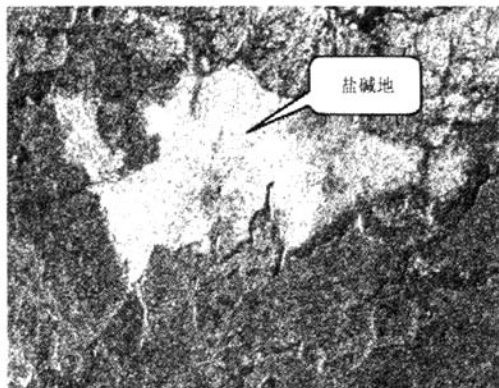


图 2 盐碱壳雷达影像

(2)淤积泥土类。形成于平坦地形,表面光滑,局部发育龟裂地;影像纹理结构为面型,灰度暗,呈黑色(图 3)。

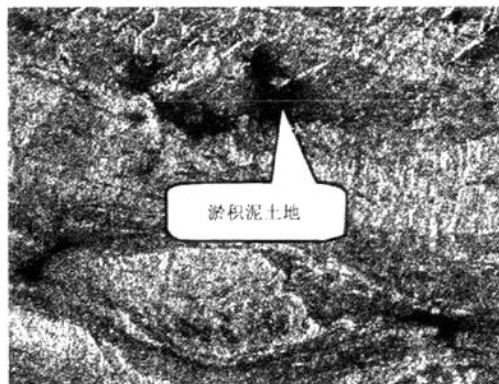


图 3 淤积泥土雷达影像

(3)冲、洪积堆积物类。地形相对高差为 0.5~2 m;地形形态为扇状、束状或透镜状;地形形态组合为复合扇及冲、洪积平原;影像显示为灰度中等,为深灰-灰白色。

(4)碳酸岩盐类。地形相对高差为 20~30 m;地形形态为窝头状或薯垒状;地形形态组合为“驼峰林”单元;影纹结构为层型,灰度亮,显白色。

(5)变质片岩、片麻岩类。地形相对高差 5~10 m;

地形形态为扁平状或垄岗状丘包;地形形态组合为漫包体单元;影纹结构为层型,灰度中等,显深灰白色。

(6)脉岩类。地形相对高度依地质体性质不同而变化,但单体地形形态为垄岗状;地形形态组合为网格、条带状单元;影纹结构为条带型,灰度中等,显深灰白色。

3.2 矿物成分等形成的地表地形单元

主要是指侵入岩类受其矿物成分、结构构造、岩石类型及产状等多因素控制,地表地形单元特征依上述因素变化而不同。主要变化形式为:

(1)矿物成分、结构构造、岩石性质相同的侵入岩类形成的地表地形、灰度-结构单元特征基本一致。分析认为,导致这种规律产生的主要原因是由于岩石的矿物成分、结构构造、岩石性质相同,抗风化剥蚀的程度相同,所形成地貌特征相同的而致。如基性岩类,其地形相对高度 2~5 m,平包地形,地形单元为“平包”组合;闪长岩类,地形相对高度为 2 m,微起伏的平坦地形;花岗岩类,地形相对高度 20~30 m,不规则状山包地形组合;钾花岗岩类,地形相对高度 5~10 m,平坦地形内发育浑圆山包。

(2)矿物成分、岩石性质相同,但结构构造不同的侵入岩体,形成的地表地形和灰度-结构特征不同,这主要是由于岩石结构差异,导致抗风化剥蚀的程度不同而致。如中粗粒二长花岗岩,地形相对高度 80 m,垄岗山丘连续分布,构成“岭垄”状地形单元为组合;中粒二长花岗岩,地形相对高度 15 m,浑圆山丘,等密度分布,构成“漫包”状地形单元为组合;中细粒二长花岗岩,地形相对高度 30 m,脉岩体发育,尖脊形山包,构成“拥挤漫包”状地形单元组合。

(3)矿物成分、岩石性质不同,但结构构造相同的侵入岩体,基本形成一致的地表地形形态和灰度-结构单元。这主要是由于岩石结构构造相同,导致抗风化剥蚀程度一致性而致。如斑状粗粒二长花岗岩,地形相对高度 5~10 m,丘包地形,地形单元为“漫包”组合;斑状粗粒钾长花岗岩,地形相对高度 5~10 m,丘包地形,地形单元为“漫包”组合。

3.3 特殊的岩石组合形成特定的地表地形单元

指构成条带状地形单元的层状岩石组合。因其成层性明显,地形延展性好,多形成条带状、板状等地形组合单元。但由于层状岩石形成于复杂的地质作用中,包括沉积作用、构造作用及变质作用等,形成的地形特征和灰度-结构特征依岩石类型或岩石组合类型的变化而不同。主要类型包括:

① 单层状岩石类型。形成垄岗状、板条状及块状地形单元,影纹结构为层型,以一种灰度显示;

② 互层状岩石组合类。形成的地形组合为正负相间条带状地形单元,影纹结构为层型,以相间灰度显示;

③ 夹层状岩石组合类。所形成的地形组合为两垄夹一洼、一垄担两洼的地表地形单元。影纹结构为层型,以间加灰度显示。

3.4 地表地形单元的混淆

这主要是指层状岩石、侵入岩体与松散堆积物之间,侵入岩体与层状岩石之间存在的地形混淆,而无法正确区分岩石。分析认为,产生这种混淆的主要原因为:①呈星散状出露于松散堆积物之中层状岩石或岩体,出露面积较小,且二者地形高度一致,不易形成特定地形形态;②由于岩体顺层侵入,受其规模和产状影响,岩体与层状岩石的地形特征难以区分;③由于地质体规模较小,形成的包容现象。

4 雷达图像填图应用

雷达图像为单波段图像,是以黑白图像的方式记录和显示地质体的信息,其地质体的属性特征和差异是通过图像灰度和影纹结构标志的变化来显示,因此,以灰度、结构标志为基础建立的灰度-结构单元是解译区分地质体或建立划分填图单元主体方法。

4.1 雷达图像灰度-结构单元建立与划分

实际上,灰度和结构标志是灰度-结构单元建立划分的基础,灰度等级是由于地形组合单元变化所引起,而结构则是由组成地形组合单元的岩性不同所造成,因此,针对不同性质的地质体而言,灰度和结构标志既可独立存在,也可以相互兼容,但总体以混合特征显示。

4.1.1 灰度标志单元建立

图像灰度反映的是地形高度、地形形态及地形形态组合产生差异,导致地形粗糙度变化而影响后向散射回波强度差异而致图像亮度的差异变化。野外调查结果表明,在多数情况下,灰度变化间接反映岩石类型的差异,具有岩性划分意义,其灰度不同反映岩石类型、岩石组合类型的不同。通常依据图像灰度深浅变化规律建立划分为黑色、暗灰-灰白色和白色3个等级的灰度单元。

(1) 黑色灰度单元。反映的地表地形相对平坦,粗糙度低,后向散射回波弱。区内代表的岩性有淤积泥土、泥岩、花岗闪长岩、石英闪长岩、超基性岩和水体等。

(2) 暗灰-灰白色单元。反映的地貌单元为丘陵地形,表面波状起伏,相对高差为5~20 m,粗糙度中等,后向散射回波较强。代表的岩性为松散堆积

物、碎屑岩、片岩、片麻岩、花岗岩和二长花岗岩等。

(3) 白色单元。反映的地貌单元为中-低山地形,地形起伏明显,地形相对高差为20~50 m。代表的岩性多为碳酸岩盐、花岗岩和二长花岗岩等。

另外,干枯盐湖(盐碱壳)也以白色单元显示。分析认为,虽然它的相对地形高度只有5~10 cm,接近平坦地形,但因其表面以“犬齿林”状态微地形单元显示,粗糙度和复介电常数大,导致回波强度高,并以白色单元显示。应该强调的是,这一突出效果是其它航天遥感图像无法比拟的。

4.1.2 结构标志单元建立

结构标志单元是由组成地形单元的岩石或岩石组合特征,并通过灰度特征组合而显示出的层型、非层型、环型等纹理特征的规律性变化为基础而建立的。按其结构特征可划分7种主要单元类型:

(1) 束状结构标志单元。它是一种以束状结构特征显示冲洪积堆积物和沿构造裂隙贯入的脉岩体或脉岩群(带)的影像体。通常以扇状和帚状、束状等影纹结构特征显示。

(2) 层状结构标志单元。它是一种以层状结构特征展示层状岩石存在的影像体。依据岩石组合变化划分3种亚型:①单层型结构单元,它是以同一结构特征显示单一岩石类型的存在;②夹层型结构单元。它是由2种结构特征不同的影像体显示组合岩石类型的存在;③互层型结构单元,它是由2种结构体规律性重复出现,显示互层型岩石组合的存在。

(3) 面状结构标志单元。它是一种边界清晰,形态不规整,且表面平坦,具细微结构特征变化的影像体。在基岩分布区所代表的岩性多为侵入岩类,在盆地则为干枯盐湖和淤积泥土类。

(4) 环状结构标志单元。它是一种呈环状结构特征展布影像体。分单环、同心环和复式环3种结构形式,单环以一条环形边界显示,依据地质属性不同,影纹结构有不同变化;同心环以多条呈同心圆状分布的环形体显示,环带结构特征不同,反映的岩性特征不同;复式环由多个环形影像体叠加而成,其结构特征不同,反映的岩性特征不同。

(5) 线状结构标志单元。它是断裂构造的产物,是由岩石裂解或破碎而导致地形地貌单元、层状结构单元、面状结构单元及环状结构单元等影像结构体的错位、斜接等产生,并以线性体显示。

(6) 块状结构标志单元。它是一种由断裂作用而产生的块状影像体。包括透镜状、菱块状及板块状等,可用来解译裂谷、韧性剪切带或构造块体等构造。

(7) 网格状结构标志单元。它是一种由网格状结构指示断裂和脉岩存在影像体。

4.1.3 灰度 - 结构单元建立

它是以灰度和结构为一体,用来描述地质体属性的一种混合标志单元。其单元特征属于灰度标志单元与结构标志单元特征的复合,而主要单元类型以 7 种结构类型相吻合,只是随灰度变化产生多种变异而已,如暗灰色线状结构单元、白色层状结构单元、暗灰与灰白色条带相间的层状结构单元、暗灰色面状结构单元、灰白色网状结构单元、灰白色束状结构单元及暗灰色与白色条带相间的同心环状结构单元等等。

4.2 灰度 - 结构单元填图含义

灰度 - 结构单元是雷达图像填图的基本单位。它是依据单元岩性特点是否符合填图单元建立划分标准而确定的。当一个灰度 - 结构单元的岩性特点符合填图单元建立划分标准时,它即可定义(确定)为一个填图单位;而当其岩性特点不符合填图单元建立划分标准时,可通过野外地质调查,进行单元归并、边界修正后使其达到或满足填图单元建立划分标准,并成为填图单位。实际应用表明,特征不同的灰度 - 结构单元反映的地质体属性特征不同,填图意义及填图单位种类建立划分的方案有所不同。

4.2.1 层状灰度 - 结构单元

它是岩石地层单位划分方案建立的基础,填图单位种类包括群(岩群)、组(岩组)、段(岩段)。

(1) 群(岩群)。它反映是层状灰度 - 结构单元的区域性影像大类分区。不同构造单元或同一构造单元内特征不同的层状灰度 - 结构单元往往是群(岩群)级填图单元建立划分的基础,实用性强,划分准确率较高。

(2) 组(岩组)。它属于区域性影像大类分区内部层状灰度 - 结构单元的规律性组合变化,如单层型、夹层型、互层型、不规则互层型灰度 - 结构单元。它们通常与组(岩组)级填图单元建立划分相吻合。

(3) 段(岩段)。它属于组级层状灰度 - 结构单元的细则,反映的是相邻岩层不同岩性特征的变化。

4.2.2 面型(非层型)、环形灰度 - 结构单元

它是花岗岩类岩石谱系单位或岩石年代单位划分方案建立的基础,填图单位种类为序列(侵入期)和单元(侵入次)。

(1) 序列(侵入期)。它反映的是面状灰度 - 结构单元的区域性影像大类分区,代表的是同源岩浆的多次侵入,如岩浆侵入中心和地幔柱等。面状灰度 - 结构单元特征依据岩石类型变化而不同,但总体以面状、块状及带状展布的复式灰度、影纹结构体显示。其解译判定规律是出露于同一构造单元内特

征不同的灰度 - 结构单元复合区,基本反映不同期岩体侵入;出露于不同构造单元内的面状灰度 - 结构单元复合区应属于不同期岩浆侵入作用之结果。

(2) 单元(侵入次)。它属于组成面状灰度 - 结构单元的区域性影像大类分区内部次级面状灰度 - 结构单元体。影像特征以某种灰度体、影纹结构体或灰度 - 结构单元体显示,反映的岩性为单一岩石类型。其解译判定规律是灰度、影纹结构特征相同的影像单元体可作为同一个单元建立;灰度、影纹结构特征不同的影像单元体可分别建立单元。

4.2.3 线状、块状灰度 - 结构单元

它是解译圈定断裂、区分类型及划分构造单元的直接依据。包括线状灰度 - 结构、块状灰度 - 结构和网状灰度 - 结构 3 种单元类型。

(1) 线状灰度 - 结构单元。它是以直线形、曲线形、弧线形等形态信息和暗 - 深灰色色调的灰度信息存在组合的存在直接提取断裂构造。

(2) 块状灰度 - 结构单元。它是以块状形态信息和暗色色调灰度信息组合的存在,直接提取挤压破碎带、韧性剪切带等构造现象。

(3) 网状灰度 - 结构单元。它是以几何结构信息或暗色色调灰度信息所显示出的“格子状、井字状、田字状”等几何结构图形直接提取断裂构造组合。该单元信息多发育于岩体之内。

4.3 填图单元建立原则

灰度 - 结构特征稳定的单元,可作为一个填图单元建立;灰度 - 结构特征相同的单元,可作为相同单元建立;灰度 - 结构特征不同的单元,可分别建立单元;灰度 - 结构单元的边界特征可以是灰度突变线、渐变线,也可以是地貌单元分界线,还可以是不同影纹结构体变化线及其它变化形式;灰度 - 结构单元需具有一定的规模。一个灰度 - 结构单元内,不应存在不整合构造界面。

5 结论

(1) 应用雷达图像可进行 1:25 万区域地质调查,解决基础地质问题,填图效果良好。其填图单元的解译划分是通过灰度 - 结构单元建立来实现,而地形粗糙度则是影响灰度 - 结构单元或填图单元准确建立与划分的主要因素。这主要取决于不同填图单元的岩石依物理风化作用而产生的地形地貌、地形组合及微地形等特征。

(2) 雷达图像记录的是地表地形回波强度信息,其回波强度变化规律依地形高度由低向高,地形形态由平缓向陡峭,地形形态组合由简单向复杂的变化表现为由弱到强的变化,而在图像的灰度上则

显示出从黑色向灰白色到白色的等级差异,而这种差异恰好是填图单元建立划分的依据。

(3) 灰度-结构单元是雷达图像填图的基本单位。它是在灰度-结构影像单元划分建立的基础上结合岩性特点而建立的,当灰度-结构单元的岩性特点符合或基本符合填图单元划分理论时,可直接作为填图单元建立,对于那些岩性特点不完全符合填图理论的单元,可通过单元归并、单元修订晋升为填图单元建立。

(4) 侧视雷达图像对于枯盐湖解译具有特殊效果,圈定范围准确,优于其它航天多光谱图像。

参考文献

- [1] Madon Z, Trowell B, Berger B, et al. Geological Investigations and Data Integration of "Typical" Canadian Shield Terrain Using Airborne and Satellite Imagery Including RADARSAT Radar - Lighting River Area, Abitibi Greenstone Belt, Ontario [J]. Canadian Journal of Remote Sensing, 1999, 25(3): 229-244.
- [2] Sharma K N M, Singhroy V H, Madore L, et al. Use of Radar Im-

ages in the Identification of Major Regional Structures in the Grenville Province, Western Quebec. Canadian [J]. Canadian Journal of Remote Sensing, 1999, 25(3): 229-244.

- [3] Schaber G G. SAR Studies in the Yuma Desert, Arizona: Sand Penetration, Geology and Detection of Military Ordnance Debris [J]. Remote Sensing of Environment, 1999, 67: 320-347.
- [4] McCauley J F, Schaber G G, Breed C S, et al. Subsurface Valleys and Geoarchaeology of the Eastern Sahara Revealed by Shuttle Radar [J]. Science, 1982, 218: 1004-1020.
- [5] Blom R, Crippen R E, Elachi C. Detection of Surface Features in Seasat Radar Images of Meads Valley, Mojave Desert [J]. California Geology, 1984, 12: 346-349.
- [6] 陈述彭,等. 遥感信息机理研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [7] 郭华东. 雷达对地观测理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [8] 郭华东. 雷达图像分析及地质应用[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [9] 赵福岳. 1:25万遥感地质填图方法及应用[J]. 地质通报, 2002, 21(12): 891-897.
- [10] 朱亮璞,等. 遥感地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1994

GEOLOGICAL MAPPING METHOD BASED ON SYNTHETIC - APERTURE RADAR IMAGE AND ITS APPLICATION

ZHAO Fu - yue, ZHANG Rui - jiang, YANG Qing - hua

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Centre for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Taking ERS - 2 and satellite Radarsat - 1 radar data as the main information, this paper discusses the regional geological mapping units on radar image in the regional geological mapping (1:250 000 scale) of Daheishan sheet in Xinjiang province. The changing regulations among echo intensity and topography units and the lithologic characteristics are summarized, and the relationship between echo intensity and roughness is analyzed. The results show that the gray shade of pixels in the radar image can represent special geological mapping units, and different gray units can be used as basic ones in regional geological mapping. The authors have studied the methods and techniques when the radar image is used as the key information source in regional geological mapping. The results obtained can offer technical support for SAR technique applied in 1:250 000 regional geological mapping.

Key words: Synthetic - aperture radar (SAR); Echo intensity; Geological mapping; Units of mapping

第一作者简介: 赵福岳(1953 -),男,教授级高工。主要从事区域地质、矿产地质及生态地质环境遥感调查和研究工作,先后主持过多个国家级科技攻关和省部级调查与科研项目,首次提出矿源场-成矿结-遥感信息异常找矿模式和遥感影像岩石单元填图等理论方法。已发表论文10余篇,专著2部。

(责任编辑: 李瑜)