

# 遥感技术在新疆东部主要含煤区地质解译中的应用

李新萍<sup>1</sup>, 郝多虎<sup>1</sup>, 段朋<sup>2</sup>, 于学政<sup>2</sup>, 盛佳良<sup>1</sup>, 何泉<sup>1</sup>, 吕铁硬<sup>1</sup>

(1. 中国矿业大学(北京), 北京 100083; 2. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

**摘要:**以卫星遥感技术为主要技术手段,采用 ETM 影像数据,进行融合、镶嵌、裁剪等处理,制作出影像图,以野外勘察为辅助手段,结合研究区地质资料分析,对新疆东部主要含煤区——三塘湖盆地、吐哈盆地,进行地层、线性、环形构造等遥感地质解译研究。研究表明区内主要地层为泥盆系、石炭系、侏罗系、第四系等,主要含煤地层为侏罗系;三塘湖盆地主要控煤线性构造为北西断裂构造,吐哈盆地则为北东、北西向两组断裂构造;含煤区环形构造主要为侵入体所致,并分析了主要含煤区的地质特征及煤炭的赋存规律,对今后的煤炭资源调查奠定了基础。

**关键词:**遥感技术; 主要含煤区; 地质解译; 聚煤规律

中图分类号:P627

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)02-0253-04

## Application of Remote Sensing Technology in the Main Area of Coal Geological Interpretation in Eastern Xinjiang Uygur Autonomous Region

LI Xin-ping<sup>1</sup>, HAO Duo-hu<sup>1</sup>, DUAN Peng<sup>2</sup>, YU Xue-zheng<sup>2</sup>, SHENG Jia-liang<sup>1</sup>, HE Quan<sup>1</sup>, LÜ Tie-ying<sup>1</sup>

(1. China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Satellite remote sensing technology is mainly utilized to collect statistical information of stratum and to interpret structural characterization in coal areas of eastern Xinjiang Uygur Autonomous Region. Analyzed data is derived from ETM images. The conclusion we obtained has been tested by field work. It is concluded that stratum of the studied areas are mainly Devonian, Carboniferous, Jurassic and Quaternary, and Jurassic is the main coal-bearing stratum. North—West rift tectonic is the coal-controlling structure in Santanghu Basin, North—East and North—West rift tectonic in Tulufan Hami Basin. It is also discovered that the main ring structures are caused by intrusive mass. Geological character and occurrence pattern of coal are summarized in order to provide the foundation for future investigation of coal resources.

**Key words:** remote sensing technology; main area of coal; geological interpretation; occurrence pattern of coal

新疆东部地区是我国西部矿产资源较为丰富的地区,蕴含着大量重要的矿产,其中煤炭资源极其丰富,大部分的低灰、低硫、低磷等优质煤都来自新疆东部地区。近年来,不少专家学者都对新疆东部主要含煤区做了大量的相关研究。李小彦等提出了西部煤炭“优质煤”的概念<sup>[1]</sup>,张泓、吴传荣等对西北地区侏罗纪煤的成煤地质条件进行了研究<sup>[2-3]</sup>,陈克明、赵长毅等对吐哈盆地煤的生烃潜力做了深入研究和探讨<sup>[4-6]</sup>。这些研究对地质调查与矿产勘查提供了思路和方法,但尚未对主要含煤盆地及含煤地层等地质条件等进行宏观系统解译划分与研究,未能构建含煤区

的区域宏观构造格架。随着遥感技术的广泛应用,利用卫星影像探测成矿的研究越来越系统。本文利用卫星遥感数据,通过遥感影像增强处理,结合已有的地质矿产资料,对新疆东部主要含煤区进行地层、线性、环形构造等地质解译研究,分析主要含煤区的地质特征及煤炭的赋存规律,旨在为本区开展地质调查与矿产勘查工作提供科学依据。

### 1 研究区概况

研究区位于北天山褶皱系东段的山间坳陷中,隶属于吐鲁番和哈密两个行政区,包括三塘湖和吐哈两

收稿日期:2011-09-15

修回日期:2011-10-28

资助项目:全国矿产资源潜力评价资助项目(1212030713203)

作者简介:李新萍(1986—),女,黑龙江佳木斯人,硕士,研究方向为遥感与地理信息在矿井地质领域中的应用。E-mail:lixinping678@163.com

通信作者:郝多虎(1965—),男,山西大同人,博士,副教授,研究方向为遥感与地理信息在矿井地质领域中的应用。E-mail:haoduohu@gmail.com

个含煤盆地,其地理坐标为东经  $87^{\circ}00'$ — $96^{\circ}00'$ ,北纬  $42^{\circ}00'$ — $45^{\circ}00'$ ,东西长约 725 km,南北宽约 325 km,总面积约 16.8 万  $\text{km}^2$ 。三塘湖煤田位于新疆东北部与蒙古国接壤的近边境线一带东准噶尔界山所辖的山间拗陷盆地中,吐哈煤田位于新疆东部,为东西走向的大型山间盆地,是新疆仅次于准噶尔盆地的巨型含煤盆地。

研究区尤其是含煤地层多被植被和第四系浅层覆盖,利用常规地质工作手段开展煤炭资源调查的难度大。但该区各地质历史时期沉积稳定,地层和岩石类型发育较齐全,不同岩石地层和地质构造所呈现的微地貌、水系、土壤和植被类型等具有明显的独特性和规律性。在遥感影像上所反映的特征较明显,遥感技术的应用条件优越,为遥感技术结合常规地质工作手段进行煤炭资源调查评价创造了条件<sup>[7]</sup>。本文利用遥感数据对全区进行遥感地质解译,对两个主要含煤盆地选择重点地区进行详细遥感地质解译,工作区影像图见图 1。

## 2 数据来源与地质解译

### 2.1 数据来源与影像处理

遥感数据源选用 ETM 数据,该数据具有较高的光谱分辨率和空间分辨率,全色波段(8 波段)分辨率为 15 m,1—7 波段空间分辨率为 30 m。应用 ENVI 遥感图像处理软件,对 ETM 图像进行校正、配准、镶

嵌及融合处理,选取可有效突出岩石地层及构造信息的 743 波段组合,对重点区域波段组合后再与 8 波段进行融合处理,并辅以色彩均衡、数字图像增强处理和地理要素的复合处理,制作出满足工作要求的卫星遥感影像图。

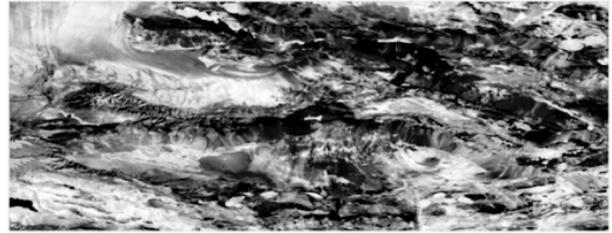


图 1 研究区遥感影像

### 2.2 影像特征与地质解译

根据各地层遥感解译标志和各类岩石典型波谱曲线特征分别进行地层目视遥感解译和岩石类型计算机自动信息识别,对区内地层单元进行了综合遥感解译,尤其对各含煤地层特征进行了详细解译。该区含煤地层的沉积和分布均较稳定,岩石组合含煤地层是一种比较稳定的沉积地层,由特定的岩性组合而成,不仅有地表出露厚度和长度,而且具有一定的影像特征。地层中不同岩性的组合及软硬岩层的差异分化,在影像上形成特殊的条带状影纹。因含煤地层多呈深灰色,其影像色调相应较暗。因此,利用这些特殊的影像标志容易将含煤地层识别<sup>[8]</sup>。区内主要地层岩性特征及遥感影像标志见表 1。

表 1 主要地层岩性特征及遥感影像标志

地层	岩性特征	遥感影像标志
泥盆系(D)	上部为一套浅海相火山岩及正常碎屑岩沉积。含丰富的腕足类及珊瑚、三叶虫化石。下部为灰绿色凝灰质砂岩层、凝灰岩与灰绿色、褐灰色泥岩互层	呈零星分布于工作区东部基岩隆起区内,在图像上总体显示褐红色或浅蓝色调,近似平行或杂乱分布的细条带纹理,地貌上水系不发育(图 2)
石炭系(C)	为浅海—滨海相灰绿、黄绿、灰紫、紫红色凝灰质粉砂岩、安山岩、玄武岩、硅质岩、复成分砂岩夹灰岩薄层。主要岩性为灰绿色浅海相粉砂—细砂岩、砂砾岩及火山碎屑岩	广布于区内基岩隆起区周围山前地带,在图像上总体显示典型树枝状图斑纹理,地表切割发育十分密集的“V”沟谷,并与周围地物标志形成明显的色调或纹理反差(图 3)
侏罗系(J)	主要灰色与深灰色粉砂岩、砂岩、细砂岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、砂砾岩、中砾岩等,含钙质或钙质结核,以水平层理及递变层理为主	是区内的主要含煤地层,在盆地山前地带或盆地内分布,在图像上它总体显示浅灰白色调,呈带状或蛇曲分布与周围第四系戈壁形成十分醒目的反差,在地貌上发育微突起的垄岗状山体,呈正地形标志(图 4)
第四系(Q)	主要为黄土、砂质黏土、细砂、砂砾、风成砂土、盐碱砂质黏土	在图像上显示盆地内覆盖的第四系沙土或戈壁滩上发育的微地貌类型标志特征较清晰,如戈壁或沙垄、冲洪积扇、坡积裙、现代河床、湖泊、湿地、水泉及沿含水带生长的植被等(图 5)

## 3 结果与分析

### 3.1 研究区地质构造分析

#### 3.1.1 线性构造 线性构造是指在遥感图像上与地

质作用有关或受地质构造控制的线状影像,它主要体现的是断层、隐伏断裂、破碎带、裂隙或岩体边界等。因此在进行详细的线性构造解译时,只确定那些具有地质意义的线性特性,要重点进行中、小型线性

构造的解译<sup>[9]</sup>。含煤区人工建筑物较少,遥感图像上的线性构造经筛除交通线、山脊、河流等要素后,绝大

多数是断裂构造的表现,可以反映区内基本构造格局<sup>[10]</sup>。

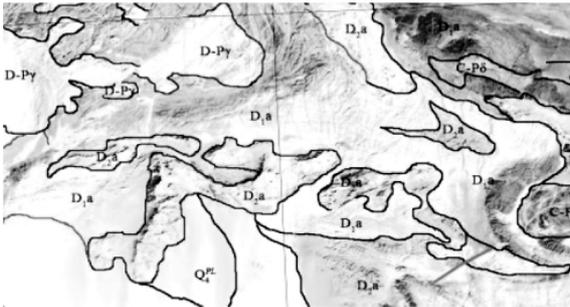


图 2 泥盆系标志特征

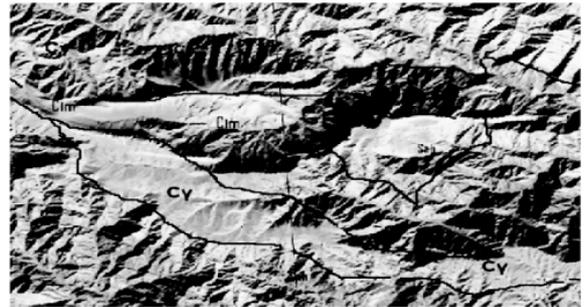


图 3 石炭系标志特征



图 4 侏罗系标志特征



图 5 第四系标志特征

在遥感图像上,三塘湖盆地呈北西向似走廊状分布,两侧基本受区域性大断裂(F<sub>2</sub>, F<sub>4</sub>)控制,煤盆地存在的含煤地层中下侏罗统宏观分布受北西向大断裂控制,而近南北向或北西向次级断裂在局部地段则主要起到控制含煤地层分布范围及分布形态的作用。三塘湖盆地区域构造解译见图 6。

吐哈盆地内两侧基岩隆起区与盆地内的山前地段东西,北东向、北西向两组大断裂(F<sub>5</sub>, F<sub>6</sub>)线性构造

以及覆盖区内隐伏线性构造形迹均显示非常醒目,总体呈菱形。在盆地内中侏罗统含煤地层大致沿吐鲁番—鄯善—三道岭东呈向北凸出近似东西向弧形断续分布,并经五堡向哈密南侧的大南湖地区延伸。由于受后期近南北或北西或北东向次级断裂构造活动的影响,导致该套含煤地层在个别地段出现不连续分布现象,致使地表形成微凸起山体或隐伏下陷形成平坦戈壁荒滩。吐哈盆地区域构造解译图见图 7。

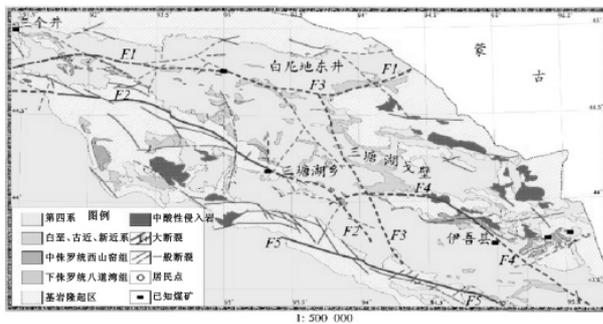


图 6 三塘湖盆地区域构造解译图

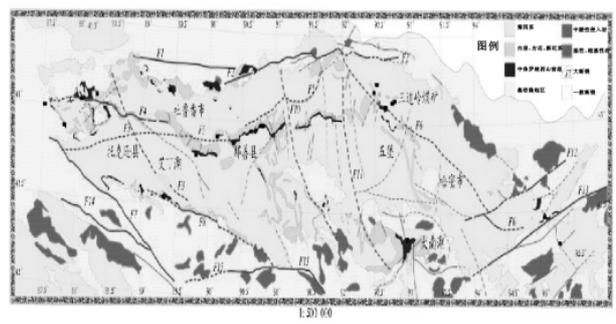


图 7 吐哈盆地区域构造解译图

3.1.2 环形构造 环形构造是指与地质构造有密切联系的环状影像,包括与岩株、斑岩体等浅成、超浅成岩浆岩侵入体相关的环要素;与花岗岩侵入体或侵入作用相关的环要素;与火山机构或火山作用相关的环要素;与围岩蚀变相关的环形封闭状影像;与构造活动相关的环形或类环形影像;与沉积岩层,环状褶皱相关的穹隆构造<sup>[11]</sup>等,环形构造可以促使裂隙的发

育。基岩区显示存在有环形影像,分析认为一般为侵入体所致,而盆地内有零星分布的不规则状环形影像,初步分析认为与隐伏的地层褶皱或弯曲有关,依据环形构造标志特征,并结合含煤地层分布特点对区内隐伏褶皱类型、形态、规模褶皱轴位置进行解译划分,对盆地内含煤地层的控制及分布状况等有所了解,详见图 8。

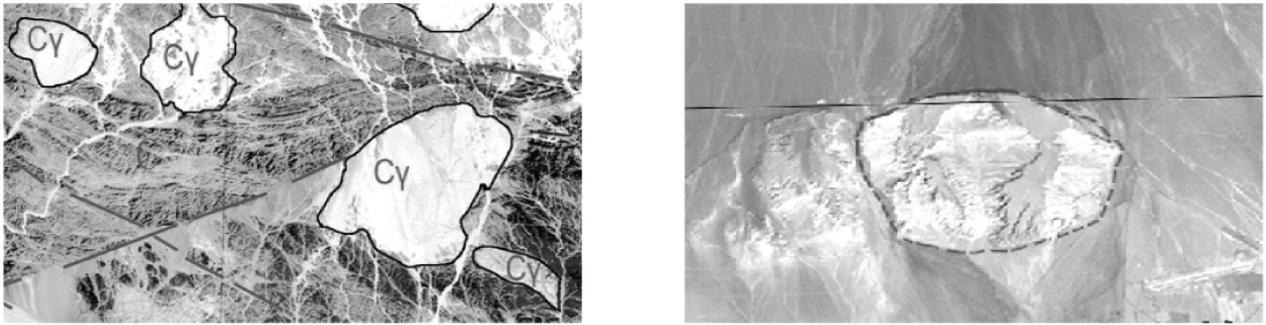


图 8 环形构造标志特征

### 3.2 聚煤规律分析

煤的聚集规律受古气候、古植物、古地理和古构造等多种因素的控制,这些因素既相互独立,又相互制约,构成一个复杂的聚煤作用系统<sup>[12]</sup>。其中区域构造格局对聚煤作用、煤形成后的改造作用以及赋煤状态都起着重要的主导作用<sup>[13]</sup>。三塘湖煤田与吐哈煤田煤层多集中于八道湾组以及西山窑组。

#### 3.2.1 三塘湖煤田 三塘湖煤田位于准噶尔盆地东

部,为湖湾环境、三台等隆起减弱了该区与准格尔盆地腹部的水力联系,使之处于半封闭状态,沉积物以泥质岩、细碎屑岩为主夹砂岩,并发育多层厚—巨厚煤层。同时也说明克拉麦里低山—博格达低山丘陵更加低缓。在构造活动微弱的条件下,碎屑供应减少。成煤期除在山前地带有少量河流及滨湖三角洲沉积外,东部广大地区均为湖湾沉积。三塘湖煤田聚煤规律见表 2。

表 2 三塘湖煤田含煤地层聚煤规律表

含煤地层	聚煤规律	含煤层数	可采层数	可采厚度/m	富煤带
八道湾组	早期湖水较浅,存在奇台—木垒隆起、三台隆起及帐篷沟隆起等,主要发育河流相,后期填平补齐及湖水漫覆,滨浅湖相范围扩大,泥炭沼泽有短期存在	15 层	1—11 层	0.80~36.5	沙丘河—火烧山—带及老君庙—北山煤窑地区
西山窑组	盆地整体振荡,在总体水退的基础上湖水仍有较频繁的进退,盆地凹陷中心及盆地中部以泥质、粉砂质为主的浅湖—滨浅湖相地层,外围滨湖三角洲及河流相广泛分布,泥炭沼泽普遍发育	16 层	3—15 层	57.11	君庙和北山煤窑地区

3.2.2 吐哈煤田 吐鲁番—哈密盆地南部为依连哈比尔尕山和觉罗塔格山,北部为博格达山和巴里坤中低山。盆缘断裂控制含煤盆地的范围和几何形态,南缘为南东东—东西—北西西向弧形展布的博罗科努—康吉尔—星星峡深断裂,北缘和西北缘为北东东向展布的博格达断裂和东西展布的喀拉乌成断裂,各

断裂展布方向联合构成东西向狭长的菱形构造向斜盆地。吐哈盆地早、中侏罗世煤系地层沉积历史与准噶尔盆地有一定的相似性,完全是陆相沉积。盆地中央长期存在一条由大南北侧至鄯善呈近东西向展布的次一级隆起带,隆起带及其古地理环境对聚煤作用起到了重要作用。吐哈煤田聚煤规律见表 3。

表 3 吐哈煤田含煤地层聚煤规律

含煤地层	聚煤规律	含煤层数	可采层数	可采厚度/m	富煤带
八道湾组	吐哈盆地重新沉降初期,盆缘断裂活动较强烈,地形高差悬殊,沉积物普遍较粗,主要是辫状河三角洲及曲流河三角洲体系沉积	14 层	1—12 层	1.5~28.48	艾维尔沟、克尔碱地区
西山窑组	在充填三工河期扩张了的湖盆过程中继续沉积,吐哈盆地盆缘构造活动已基本处于平静期,地形坡度比较平缓,西山窑组沉积物一般偏细,以砂岩、砾岩、泥岩为主	72 层	1—13 层	13.18~100.65	艾丁湖、沙尔湖和大南湖、野马泉、梧桐窝子一带

## 4 结论

在遥感技术的应用与野外调查验证的基础上,结合地质资料对研究区进行了地层、线性、环形构造等

遥感地质解译,研究区内解译的地层主要有:泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系—新近系、第四系,主要含煤地层为侏罗系八道湾组与西山窑组。

断裂附近是灾后泥石流集中暴发区域,其泥石流有固体物源丰富、峰值流量大、破坏力强、一次冲出量大等特点,其启动过程主要与沟内在强烈地震中或在降雨过程中形成的堵塞体及堵(拦)水流障碍物或“堤”“坎”的“蓄能—溃决”有关。通过对地震重灾区泥石流成生机制分析,面对灾区沟谷海量的松散固体物质,结合灾区恢复重建工作,提出“治沟与治坡相结合,工程措施的兴建应与其功能的维护(维修)相结合,将防灾与建设相结合,该类泥石流预警应关注堵塞体”的 4 条具体防治原则。

本次四川省“8·13”特大泥石流部分泥石流在之前均进行过治理,但对地震重灾区泥石流的启动和发展机理认识不够清楚,其相应措施针对性和预测性不强,导致原来的治理不成功。因此,从防灾的视角看,我国西部地震区泥石流治理尚有很多问题待探讨<sup>[10]</sup>,现场有很多珍贵的现象需要去解读。本文通过有限的调查和资料,进行了初步总结,一管之见,欢迎共同探讨,不当之处盼指正。

#### 参考文献:

[1] 李朝安,谭炳炎,胡卸文.汶川 5·12 地震公路灾害分析和防治对策[J].自然灾害学报,2009,18(6):97-104.

(上接第 256 页)

通过遥感地质解译图可以清晰地辨别出吐哈盆地主要由北东向、北西向两组大断裂控制,三塘湖盆地主要由近东西向、北西向两组大断裂控制。环形构造主要由侵入体所致,或与隐伏的地层褶皱或弯曲有关,环形构造可以为预测成矿区提高较好的解译依据。线性、环形构造的解译研究可以重新或深入地认识研究区构造发育和分布规律,充分体现出遥感技术在地质调查中的宏观应用,很大程度上降低了野外调查的难度,并提高了调查的准确度;综合分析了该区的两个主要含煤区的成煤条件与聚煤规律,为该区的煤炭资源调查提供了依据;编制了工作区区域构造解译图,遥感地质解译图,为今后的区域调查做了铺垫;随着卫星遥感信息获取技术的进步,对于解决煤矿地质中的构造规律,岩溶发育、地下水活动、煤层瓦斯分布具有重要的作用。

#### 参考文献:

[1] 李小彦,晋香兰,李贵红.西部煤炭资源开发中“优质煤”概念及利用问题的思考[J].中国煤田地质,2005,17(3):5-8.  
[2] 张泓,李恒堂,熊存卫,等.中国西北侏罗纪含煤地层与聚煤规律[M].北京:地质出版社,1998.  
[3] 吴传荣,张慧,李小彦,等.西北早一中侏罗世煤岩煤质

[2] 许强.四川省 8·13 特大泥石流灾害特点、成因与启示[J].工程地质学报,2010,18(5):610-621.  
[3] 唐川,李为乐,丁军,等.汶川震区映秀镇“8·14”特大泥石流灾害调查[J].地球科学:中国地质大学学报,2011,36(1):172-180.  
[4] 苏鹏程,韦方强,冯汉中,等.“8·13”四川清平群发性泥石流灾害成因及其影响[J].山地学报,2011,29(3):337-347.  
[5] 余斌,马煜,吴雨夫.汶川地震后四川省绵竹市清平乡文家沟泥石流灾害调查研究[J].工程地质学报,2010,18(6):827-836.  
[6] 张自光,张志明,张顺斌.都江堰市八一沟泥石流形成条件与动力学特征分析[J].中国地质灾害与防治学报,2010,21(1):34-38.  
[7] 马煜,余斌,吴雨夫等.四川都江堰龙池“8·13”八一沟大型泥石流灾害研究[J].四川大学学报,2011,43(增刊 1):92-98.  
[8] 沈军辉,朱容辰,刘维国,等.“5·12”汶川地震诱发都江堰龙池镇干沟泥石流可能性地质分析[J].山地学报,2008,26(5):513-517.  
[9] 李朝安,胡卸文,王良玮.山区铁路沿线泥石流泥位自动监测预警系统[J].自然灾害学报,2011,20(5):74-81.  
[10] 李朝安,魏鸿.西南地区泥石流灾害及防灾预警[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(3):34-37.

与煤变质研究[M].北京:煤炭工业出版社,1995.

[4] 程克明,熊英,曾晓明,等.吐哈盆地煤成烃研究[J].石油学报,2002,23(4):13-17.  
[5] 赵长毅,何忠华,程克明,等.吐哈盆地煤中基质镜质体生烃潜力与特征[J].科学通报,1994,39(21):1979-1981.  
[6] 赵长毅,程克明,王飞宇.吐哈盆地煤成烃主要贡献组分剖析[J].沉积学报,1997,15(2):95-99.  
[7] 李聪聪,孙顺新,王新民,等.遥感技术在云南省昭通地区煤炭资源调查评价中的应用[J].中国煤炭地质,2010,22(10):17-18.  
[8] 吕录仕,孙顺新,冯富成,等.西部煤炭资源调查评价中遥感技术的应用[J].中国煤炭地质,2005(5):32-33.  
[9] 谭克龙,夏镛华,卢中正.遥感技术在矿井地质中的应用研究[J].遥感信息,1995(3):19-21.  
[10] 林亮,曹代勇,占文锋,等.柴达木盆地北缘煤田构造特征的遥感解译[J].中国煤炭地质,2008,20(1):8-9.  
[11] 于学政,曾朝铭,燕云鹏,等.遥感资料应用技术要求[M].北京:地质出版社,2010.  
[12] 毛耀保.青海省杂多囊谦地区构造演化与聚煤作用分析[J].地球科学与环境学报,2010,32(3):228-229.  
[13] 宋维刚,宋生春,董琳,等.青海东北部木里煤田江仓矿区构造特征及其对煤系地层、煤层的控制[J].西北地质,2008,41(3):79-85.