

# 遥感技术在四川汉源地区煤炭资源 调查评价中的应用

李鸿军\*

(四川省煤田地质勘察工程设计研究院, 四川 成都 610072)

**摘要:** 卫星遥感技术在煤田地质勘察领域中的应用日趋广泛, 尤其在煤田地质填图、地质构造分析及成矿规律研究方面取得了显著进展。根据目前国内外卫星遥感技术研究成果, 结合四川汉源地区卫星遥感影像解译资料和野外地质调查, 对研究区三叠系须家河组含煤性及赋煤规律进行系统研究, 最终圈定了 3 个含煤远景区: 河西含煤远景区、清溪含煤远景区及三交-冷碛含煤远景区, 为该区进一步开展煤炭资源勘查工作提供了有利靶区。

**关键词:** 煤炭资源; 调查评价; 遥感技术; 汉源地区

中图分类号: P627 文献标志码: A 文章编号: 1672-9102(2017)01-0055-05

## Application of Remote Sensing Technology into Coal Resource Investigation and Evaluation in Hanyuan Area, Sichuan Province

LI Hongjun

(Sichuan Provincial Design and Research Institute of Coal Field Geological Prospecting, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** The application of satellite remote sensing technology tends to spread widely in the area of coal field geological exploration. Remarkable progress has been made in such areas as researches on coal geological mapping, analysis of geological structure, and mineralization regulation. Based on the current domestic and international research results of the satellite remote sensing technology and combined with the interpretation of satellite remote sensing data and geological surveys in Hanyuan area of Sichuan Province, coal-bearing strata in Xujiahe Formation of Triassic is comprehensively studied. Finally, it predicts the three advantaged coal-bearing areas, including Hexi, Qingxi and Sanjiao-Lengji. These researches have provided a favorable target for further exploration of coal resources.

**Key words:** coal resource; investigation and evaluation; remote sensing technology; Hanyuan area

卫星遥感技术是遥感技术与卫星探测技术的结合, 自 1981 年国家成立第一支煤炭遥感机构以来, 遥感技术在煤炭地质勘察领域的应用日新月异。30 多年来, 遥感设备和技术得到了巨大提升, 可见光、微波的超细化波段, 多探测通道到高分辨率、高性能传感器的诞生大幅度提高了遥感图谱分辨率。遥感技术, 特别是卫星遥感探测技术在信息捕获和处理方面具有直观、实时、快速、精确等特点, 尤其是可以做到动态监测和定量分析, 为后期图像对比、解译大大提供了方便, 这进一步奠定了遥感技术在地质勘察领域的地位<sup>[1-5]</sup>。目前, 国内外利用遥感影像进行煤田地质填图、构造分析及成矿研究逐渐走向了系统化, 精细

收稿日期: 2016-09-28

基金项目: 中国地质调查局南方缺煤省份煤炭资源资助项目 (12120113074700)

\* 通信作者, E-mail: 17177210@qq.com.

化<sup>[6-10]</sup>.本次利用遥感数据,通过遥感影像处理、解译,结合本区已有的地质资料,对汉源地区煤炭资源潜力进行系统性的评价,以期为本区煤炭资源勘探开发提供参考依据.

### 1 研究区地质概况

汉源地区位于四川省西南部,受大相岭、飞越岭和大凉山群峰环绕形成了外高内低的高山峡谷地貌.赋煤区带划分属于龙门山赋煤带西南缘的雅(安)荣(经)煤田<sup>[11,12]</sup>,区内成煤条件较好,以往受技术及交通条件所限,本区地质工作程度较低,尤其是区内煤田地质工作程度低,对该区煤炭资源赋存规律认识不清,严重制约着本区煤炭资源的综合开发,区内仅有少数几个小规模的企业进行煤炭资源开采.

研究区地理坐标为东经 102°12'00"~102°39'00",北纬 29°22'00"~29°47'00",总面积约 1 000 km<sup>2</sup>,行政区划隶属汉源县、泸定县所辖(图 1).大地构造单元位于扬子陆块区(Ⅰ级)-上扬子古陆块(Ⅱ级)-四川前陆盆地(Ⅲ级)-峨眉山断块(Ⅳ级)的荣经断凹(Ⅴ级)<sup>[13]</sup>.地层区划属扬子地层区龙门山分区二郎山小区,地层发育较齐全,含煤地层为上三叠统须家河组(T<sub>3x</sub>),在调查区内几乎全区分布,且具有较好的含煤性.

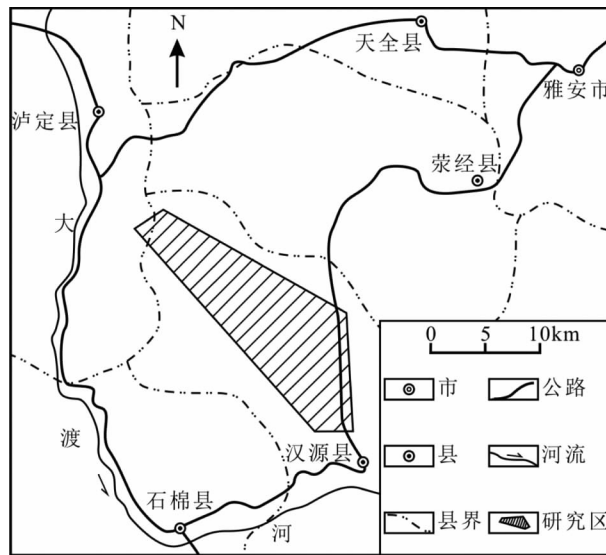


图 1 研究区交通位置图

## 2 数据来源与地质解释

### 2.1 数据来源与影像处理

遥感数据采用具有较高光谱分辨率和空间分辨率的 ETM, ALSO 及高分 1 号卫星等数据源,应用 ENVI 和 PCI 图像处理软件对图像进行几何精校正,使校正误差满足 1 : 5 万遥感解译图像要求,再辅以色彩均衡、数字图像增强处理和地理要素的复合处理,制作出色调均匀、影纹清晰,可以满足研究需要的卫星遥感影像图<sup>[4-10]</sup>.

### 2.2 影像特征与地质解译

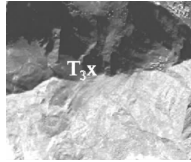
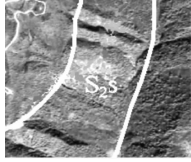

遥感解译遵循“从已知到未知、从区域到局部、从简单到复杂、从定性到定量,循序渐进、不断反馈、逐步深化”的原则.参照各地层遥感解译标志、各类岩石波谱曲线特征及各类构造解译特征,对研究区地质信息进行目视解译,对岩石类型进行识别并统计分析,对构造类型及其展布特征进行解译,尤其对含矿种的层系地质特征进行了详细的解译<sup>[6-10,14]</sup>(表 1).

#### 2.2.1 研究区地层解译

研究区内各地层单元依次对称出露于向斜两翼,利用各地层遥感解译标志和各类岩石典型波谱曲线特征差异,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 18 个地层单元进行了综

合遥感解译<sup>[6-10,14]</sup>,加强了煤系及其上覆重点地层解译.须家河组岩性组合以砂岩、页岩及泥岩为主,地层整体较松软,在地层分界处上覆地层常构成小陡坎地貌,须家河组形成负地形地貌.影像颜色多呈深灰、深绿色,色调总体较暗,且呈现出明显的条带影纹界线,根据上述特殊的影像特征较容易地将须家河煤系地层识别,并圈定出其分布范围.

表 1 解译区重点层段地质解译单位特征统计

地质单元	主要岩性	典型遥感影像截选	影像特征
三叠系上统 须家河组(T <sub>3x</sub> )	岩性为砂岩、粉砂岩、页岩、炭质页岩及煤层.中部产菱铁矿透镜体,底部为粗砂岩		以蓝灰色、深绿色、灰白色为主,局部为浅灰褐色块体.影纹较为杂乱,水系较为发育,以树枝状为主.斑块内部岩层形成的线状层理在遥感影像上较为清晰
志留系中统 纱帽组(S <sub>2s</sub> )	岩性为砂岩、泥岩夹灰岩,产石膏		主要呈绿色块体,整体上呈平行短条带平行排列,影纹结构粗糙,纹理较少,水系不发育
寒武系下统 梅树村组+九老洞组 (ε <sub>1</sub> )	岩性为细砂岩、粉砂岩、页岩、泥质白云岩,产磷矿		主要为深绿色、青灰色不规则斑块组成.水系不发育,影纹粗糙,结构均一

2.2.2 研究区构造解译

研究区大地构造属于荣经断凹,地处扬子准地台(I级)西缘,四川台坳与康滇地轴的过渡带.区内构造活动较强烈,断裂、褶皱较发育,以北西向为主,东西向与南北向次之,其中北西向构造为本区主要的后期控煤构造.

研究区褶皱构造在遥感图像上多以不同色彩、微地貌、水系、影纹结构特征的影像条带体呈北西向展布,并构成不规则的椭圆形影像体,区内褶皱体多呈“S”型,具有旋钮构造特征.断裂构造影像体特征表现为构成两侧不同色彩、地貌、水系影纹特征影像体的截然分界,大型线型影像体多呈束状,分叉,交接现象明显.根据遥感图像影纹特征,研究区共解译主要断裂构造有 15 条,其中正断层 2 条,逆断层 13 条;主要褶皱构造 16 条,其中向斜 7 条,背斜 9 条(图 2).其中边缘地带主要发育断裂构造,以 NW-SE 向的贯穿断裂最为发育,且向 SE 方向呈“扫帚状”散开,如金坪断裂.而中间地带多为 NW-SE 向的褶皱构造,如宜东向斜.区内背向斜形态均宽缓展布,两翼岩层相对平缓,核部或者翼部受与之近似平行的断裂构造切割,共同控制着区内含煤地层(表 2).

表 2 区内主要后期控煤构造特征及遥感影像标志

构造名称	地质特征	遥感影像标志
金坪断裂	断层位于解译区西南,走向北西—南东,倾向南西,性质为逆断层.断层北东盘出露地层:三叠系(T)、二叠系侏罗系(J),南西盘主要为元古代岩浆岩(γ <sub>2</sub> ,δ <sub>2</sub> 等)及震旦系流纹岩类(Z <sub>4</sub> λ)	断层北东盘色调呈青灰色、灰褐色,影纹结构较为杂乱,纹理不均一;而南西盘色调呈深绿色,影纹结构粗糙,纹理较均一,水系为树枝状.影像整体上断层位置显示为山前或者沟谷等负地形
宜东向斜	平面上呈“S”形展布,轴向 N30°~40°W,轴部地层为 J <sub>2sn</sub> ;T <sub>3x</sub> , J <sub>1-2zl</sub> ,J <sub>2s</sub> 组成向斜两翼,依次对称出露.北东翼较缓,倾角为 15°~40°.南西翼陡倾角为 40°~50°左右.为一基本对称宽缓开闭的向斜	向斜轴部地层由 J <sub>2sn</sub> 岩石组成,以灰黄色、灰褐色,为基色,局部深绿色块体,组成山坡、山脊.此影像及其以老地层影像在向斜两翼叠置平行展布,形成基本对称向斜,向斜北段于华林坪一带倾没封闭,南段呈槽状展布

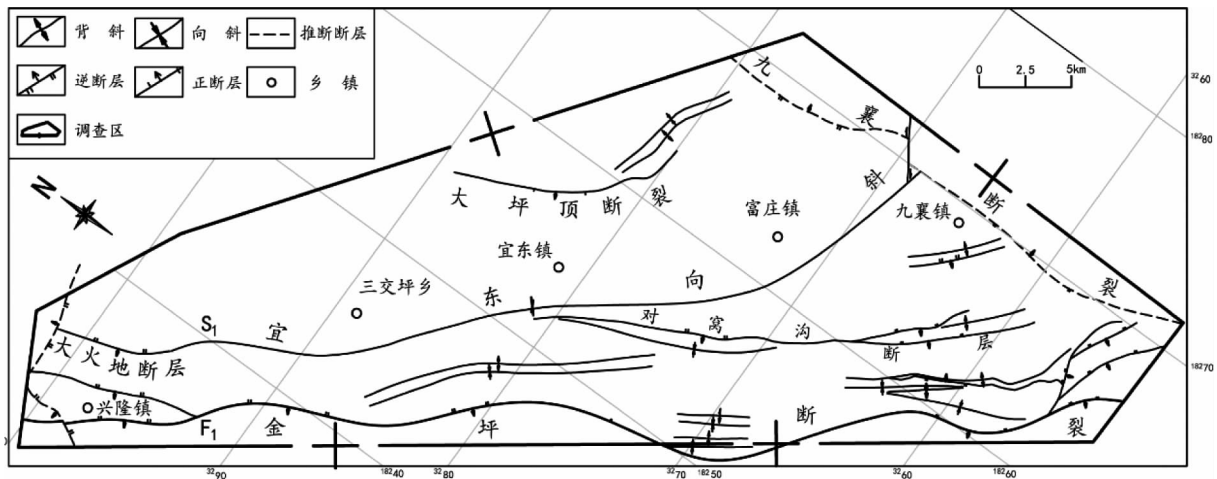


图2 研究区地质构造遥感解译简图

### 3 野外地质调查验证及综合分析

在1:5万遥感影像解译成果的基础上,按照填图规范要求,结合地质构造复杂程度及卫星图像可解译程度,共布设9条野外地质调查路线(间距约5 km),并配合山地工程及岩矿鉴定等多项调查分析手段,对调查区的地质构造、含煤地层及煤层进行调查验证。确定调查区总体构造格局为一基本对称的宽缓开阔向斜构造(宜东向斜),两翼地层倾角中等,次级断层褶皱较发育;含煤地层为上三叠统须家河组,其含煤性较好,煤层主要赋存于须家河组下段,较稳定及局部可采的煤层有1~3层( $C_3, C_4, C_5$ ),单层厚0.27~1.59 m,可采总厚为3.43 m,煤类为无烟煤。

### 4 聚煤作用分析及含煤远景区圈定

聚煤作用的发生受控于古气候条件、古植物门类、古地理环境及古构造活动等诸多因素,且诸因素之间既相互独立,又相互影响,共同构成了整个复杂的聚煤过程。其中古构造活动对区域构造格局有着直接性的控制作用,进而影响聚煤作用发生及后期对聚煤带的次生改造作用<sup>[15,16]</sup>。

汉源地区煤层赋存于三叠系须家河组,其主要形成于湖泊、沼泽沉积环境,古气候温润适宜,植物生长繁茂,为煤炭的形成提供了充足的物质条件。三叠世伴随着微弱构造活动,康滇地台继续隆升,而研究区处于四川台坳与康滇地台的过渡带,则发生缓慢沉降,植物残体随沉积物一同沉积,晚三叠世的聚煤作用则主要发生在这个时期,形成的岩石以泥质岩、粉砂质岩为主,主要分布在冷碛-宜东-唐家一带<sup>[15,16]</sup>。后期受印支运动的影响,研究区东北部发生隆升造成部分区域变质,含煤性随之变差。

根据遥感影像解译和野外地质调查验证结果,结合研究区聚煤作用规律及后期构造活动对煤层的次生改造作用研究,在研究区圈定了3个主要的含煤远景区:河西含煤远景区,清溪含煤远景区,三交-冷碛含煤远景区。其中,河西和清溪含煤远景区,无论从含煤规模,煤层厚度及含煤品质上都相对较好,三交-冷碛含煤远景区相对次之。

### 5 结论

- 1) 研究区发育主要构造有断裂构造和褶皱构造,其中断裂构造15条(正断层2条,逆断层13条),褶皱构造16条(向斜7条,背斜9条)。
- 2) 研究区聚煤作用主要发生在湖泊、沼泽沉积环境,受构造运动综合影响。
- 3) 研究区煤系地层为须家河组,稳定可采煤层有1~3层( $C_3, C_4, C_5$ ),煤类主要为无烟煤。
- 4) 研究区可圈定3个含煤远景区:河西含煤远景区,清溪含煤远景区,三交-冷碛含煤远景区。

## 参考文献:

- [1] 张强,李朝奎,董小姣,等.基于 CRUISE 决策树分类算法的遥感影像分类研究[J].湖南科技大学学报(自然科学版), 2015,30(1):97-103.
- [2] 李恩才.遥感技术在煤田地质中的应用[J].黑龙江科学,2016,7(13):19-20.
- [3] 闫云明,马梦娟,杨晓娜.遥感技术在煤田地质中的应用分析[J].山西煤炭管理干部学院学报,2016,29(2):57-58.
- [4] 王润生,熊盛青,聂洪峰,等.遥感地质勘查技术与应用研究[J].地质学报,2011,85(11):1699-1743.
- [5] 宁树正,曹代勇.中国煤田构造遥感应用进展[J].山东科技大学学报(自然科学版),2010,29(2):8-13.
- [6] 阳伟,苏时才,袁森林,等.遥感技术在四川省盐源地区煤炭资源调查评价中的应用[J].中国煤炭地质,2012,24(5):10-14.
- [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,2012,24(5):10-14.
- [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,2005,17(5):32-33.
- [9] 伍跃中,陈守建,周小虎,等.遥感技术在腾冲芒棒盆地煤炭资源调查中的应用[J].中国煤炭地质,2003,15(1):20-24.
- [10] 张景华,张建龙,欧阳渊.遥感技术在汉源县地质灾害调查中的应用[J].遥感信息,2010(5):89-92.
- [11] 李英娇,梁万林,邵龙义.四川省晚三叠世含煤地层层序地层及聚煤特征[J].中国煤炭地质,2011,23(8):32-37.
- [12] 梁万林,魏文金,陈忠恕.四川省赋煤构造单元划分及构造控煤作用分析[J].中国煤炭地质,2013,25(6):1-5.
- [13] 魏文金,梁万林,陈忠恕.四川煤炭资源赋煤区带划分及主要煤田赋煤特征[J].四川地质学报,2013,34(1):86-89.
- [14] 赵友年,陈斌.四川省主要构造单元及其特征[J].四川地质学报,2009,29(s2):88-94.
- [15] 蒙丽.四川汉源地区 200~800KaBP 湖相沉积记录的环境变化研究[D].北京:中国地质大学,2009.
- [16] 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.