

# 辽宁西部 TM 图像逆冲断层解译 及找煤研究

李志兴

(东煤公司煤田地质局长春科学研究所)

1991年3月12日收稿

## 摘 要

辽西拗陷中的断陷盆地边缘逆冲断层发育。本文描述了逆冲断层的 TM 影像特征,解译划分了逆冲断裂带,并指出逆冲断层对找煤远景解译推断的意义。具体分析了南票、北票矿区外围的找煤远景,还应用影像特征探索性地对逆冲断层倾角进行了解译分类。

**关键词** 逆冲断层; 控煤构造

早在本世纪 20 年代末,翁文灏先生就在辽西北票矿区外围发现了南天门逆冲断层,并提出北票煤系逆掩于中、上元古界—古生界之下的论断。1988 年以来我们运用 TM 图像信息,解译了逆冲推覆构造,进而对老矿区外围的找煤远景做了构造分析。本工作说明在外来地质体覆盖的煤盆地也可以遥感找煤。

## 一、区域地质背景

辽西系指医巫闾山以西的辽宁省部分。根据大地电磁资料分析,辽西地壳厚度是由

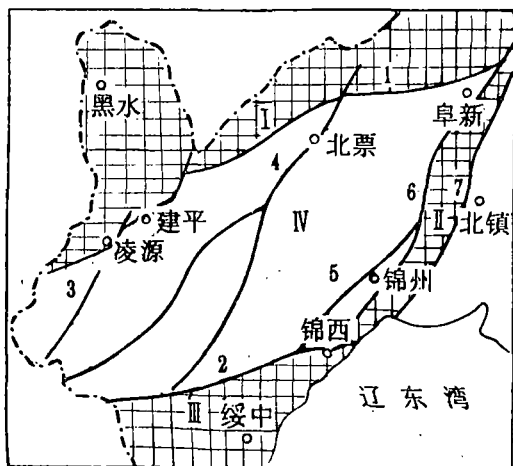


图 1 辽西拗陷 (IV) 格架图

- I. 建平隆起 II. 闾山隆起 III. 绥中隆起
1. 内蒙地轴南缘断裂 2. 青龙—锦西深断裂
3. 刀尔登深断裂 4. 松岭地体东缘断裂 5. 女儿河深断裂 6. 大巴—锦州断裂 7. 北镇—锦西深断裂

Fig. 1 The framework of Liaoxi sag

东南向西北递增变化。东南部的锦州—山海关一带地壳厚度是 34 公里,到西北部的敖

汉—黑水一带地壳厚度达到 38.2 公里。本区位于地壳厚度变薄或莫霍面变陡的斜坡带上。这一地壳厚度陡变带是中生代时期太平洋板块向欧亚大陆板块之下俯冲造成的,并引起弧后扩张,使中国滨太平洋构造域发育一系列陆相沉积盆地,这些盆地中,侏罗系地层发育完备。本区具体划分为下统坤头波罗组、兴隆沟组、北票组;中统海房沟组、蓝旗组、土城子组;上统义县组、九佛堂组、阜新组。其中坤头波罗组、海房沟组、是河流相粗碎屑岩建造;兴隆沟组、蓝旗组、义县组是陆相火山岩建造;土城子组、九佛堂组为湖相碎屑岩和粘土岩建造;北票组和阜新组为湖沼相含煤碎屑岩和粘土岩建造。

如图 1 所示,以青龙—锦西深断裂为界,北部是辽西坳陷,南部是山海关隆起。辽西坳陷自长城纪以来一直处于沉降状态,中元古代至古生代总沉降幅度达万余米。中生代印支—燕山旋回时活动性增强,在东西向构造格架上生成和发展,形成了北东向相间排列的盆地群。盆地边缘发育逆冲断层,基底断裂、盆缘断裂、逆冲断层三者的活动密切相关。叶俊林<sup>[4]</sup>总结了逆冲断层形成发育的过程——区域拉伸、基底断裂活动和断陷盆地发育→区域挤压、盆缘逆冲断层发育→盆缘进一步隆起、逆冲断层进一步发育。

## 二、逆冲断层解译标志

在逆冲断层解译之前,先进行主要线性构造解译,通过从已知到未知,从影像到地质的分析,居于地形高部位的主要线性构造表征逆冲断层线。即正向地貌背景上的线性构造,其两侧面状影像特征有明显差异,一般与山脊线重合或平行。在建立解译标志时,还结合了断层上、下盘的影像特征分析。

### 1. 逆冲断层上盘影像特征

构成逆冲断层上盘的是太古代变质岩系,和中、上元古代—古生代的沉积岩系。

太古代变质岩系——灰白色调,表面光滑,植被发育,其上布满耕地。主要分布在低山顶部,构成为东西向的山脊线或分水岭,但山系主体是北东向延展。一般与混合花岗岩的界线在影像上不易区分。

中、上元古代—古生代沉积岩系显示为块状影像,其线形边界清晰,内部纹饰特征明显。中元古界以条块状影像居多,古生界是团块状。也有带状影像,主要是晚古生界的影像特征。

### 2. 逆冲断层下盘影像特征

构成下盘的主要是侏罗、白垩纪火山—沉积岩系。它以构造盆地的影像特征显示,在盆缘出露的是火山岩,其中中侏罗世蓝旗组带状火山岩影像特征显著。

### 3. 逆冲断层线影像特征

(1) 上、下盘之间是连续的线性构造,显示为舒缓波状。如:图版 I 图 2a 和图 3a,线性构造走向以北东和东西向为主,延展很长。上盘属低山的顶部,并在线性构造旁伴生有环形构造,表征为次火山岩体。图版 I 图 2b 和图 3b 上盘是半圆形影像,与下盘共同构

成帽状山或高丘。由于岩性差异大, 两盘的水系特征不同, 但是两盘间为连续线性构造。图版 I 图 2c 和图 3c, 上盘是带状隆起, 向阳坡显示为浅色调的亮带。并与盆地边缘火山岩带构成陡坎

(2) 上、下盘之间是不连续的线性构造, 上盘是呈线状排列的多个孤立的高丘(图版 I 图 2d 和图 3d)。图版 I 图 2e 和图 3e 上盘是多条弧形构造组成的扇形隆起, 与下盘共同构成椭圆状山地。两盘间是由较短的不连续的线性构造形成的圆弧状组合。这是同向倾斜的逆冲断层控制的叠瓦扇的典型影像。

#### 4. 逆冲断层面倾角判读

逆冲断层的断层面倾向北西, 向南东逆冲, 断层面的倾角变化很大。据洪作民研究<sup>[2]</sup>, 只有在倾角平缓( $14^{\circ}-21^{\circ}$ )时才形成推覆体, 当倾角中等( $45^{\circ}-60^{\circ}$ )时是逆冲或逆掩断层, 若倾角较大( $70^{\circ}-85^{\circ}$ )断层面陡倾斜时, 即显示仰冲的特点。在航空像片上解译逆冲断层面倾角的变化是可能的, 在 1:10 万的 TM 图像上也可以由影像特征间接判读逆冲断层

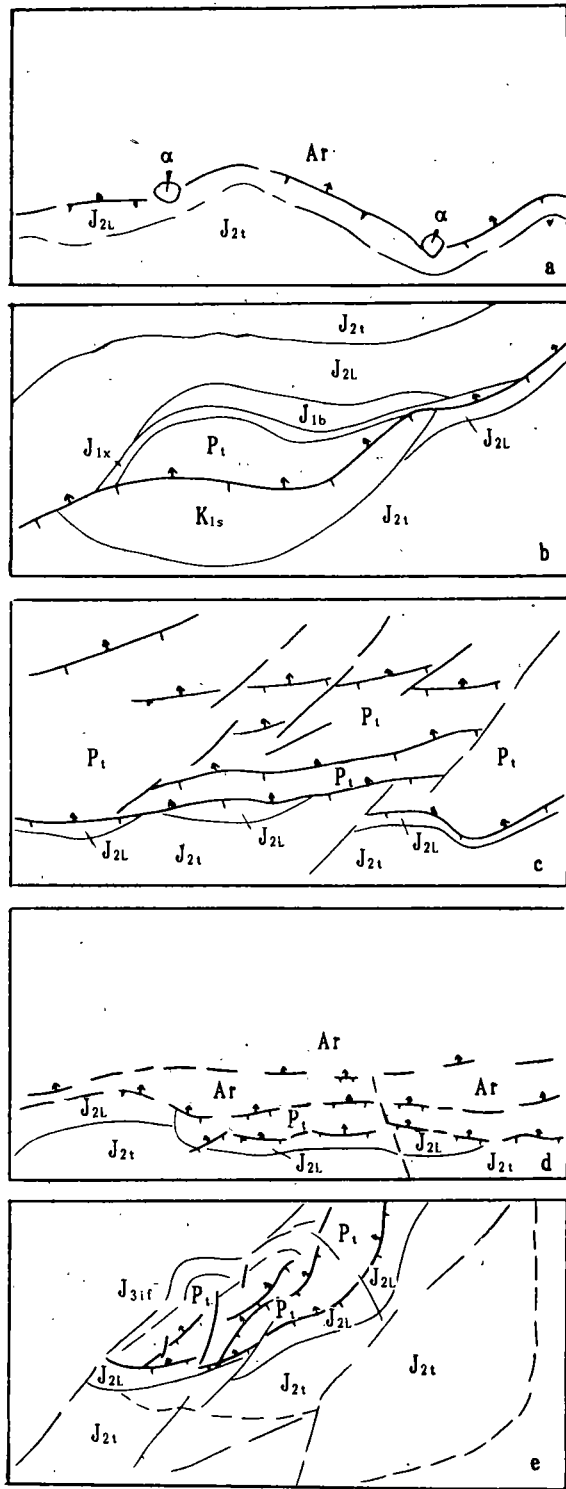


图 3 逆冲断层解译标志图  
Fig. 3 The distinguish features map of overthrust of reversethrust

面的倾角变化。据此可以推断是推覆构造,还是逆冲或逆掩断层,或是高角度逆冲断层。

### (1) 倾角平缓

在图版 I 图 2c,d 和图 3c,d 上,推覆体和盆地边缘的火山岩显示为平行带状影像,推覆体则是明显的隆起影像带。火山岩带有的地段出露良好,有的地段被超覆掩盖,给人以时隐时现的印象。断层线上见明显的锯齿状影像,陡坎发育。

### (2) 倾角中等

在图版 I 图 2a,b 和图 3a,b 上,冲断体显示板状岩席,或是浑圆状独立的岩体影像。与逆掩体为简单的线形接触,它们共同构成低山或是高丘。

### (3) 倾角较大

在图版 I 图 2e 和图 3e 上高角度逆冲断层成组出现,共同控制一个复杂的冲断体。除显示出扇形隆起外,还有几条平行的较窄的影像带组合成条块状隆起影像,与周缘影像有明显差异。隆起影像上这组平行的线性构造表征为高角度逆冲断层。

## 三、逆冲断层解译和对找煤研究的意义

### 1. 逆冲断层解译

辽宁西部逆冲推覆构造发育,在逆冲断层作用下,太古界、中、上元古界、古生界和侏

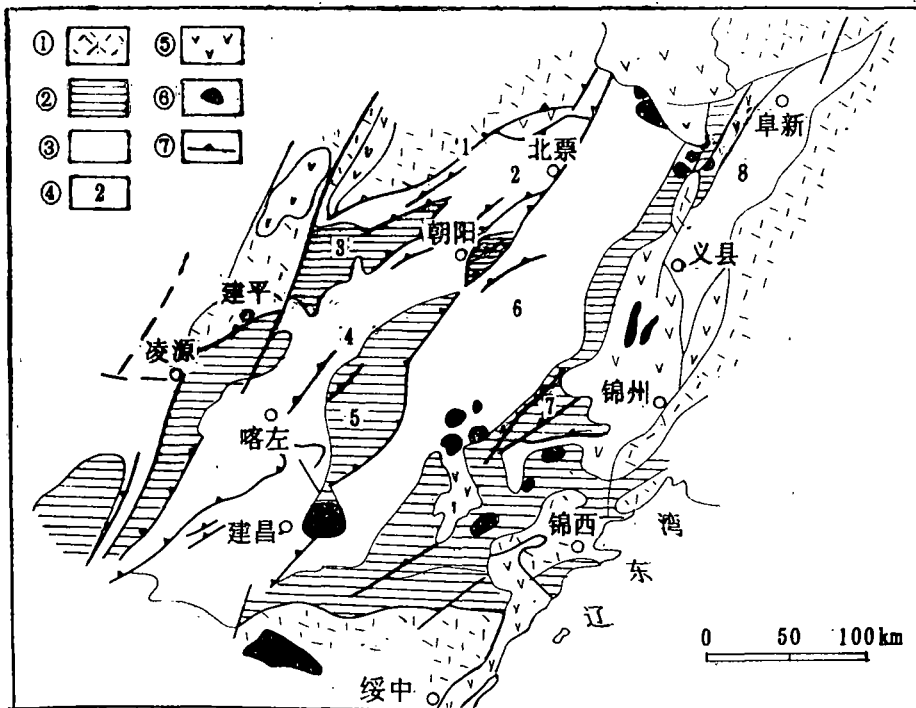


图 4 辽宁西部逆冲断层解译图

- ① 结晶基底 ② 稳定盖层 ③ 侏罗纪盆地 ④ 盆地及逆冲构造带编号  
⑤ 火山岩 ⑥ 侵入体 ⑦ 逆冲断层

Fig. 4 The interpretation map of overthrust in Liaoxi

罗系各套地层,从老到新依次逆冲推覆。侏罗系作为原地系统总是垫伏于下,所以,侏罗纪盆地是逆冲指向单元。不同时代的岩体常常卷入逆冲断裂之中,甚至成为无根岩体。结合盆地解译成果和分析席状外来岩系,以及楔状冲断体或推覆体的分布研究逆冲断层,在不同比例尺的影像图上,因结晶基底分布区影像标志显著,较易判读确定。依据稳定盖层主要是中元古界的影像特征,解译分析外来地层系统的分布情况,并结合活动盖层,即侏罗系的影像特征,解译的逆冲断层有(图 4): (1)十八台—沟门子逆冲断裂带, (2)北票—哈尔滨盆地构造带, (3)马山—刀尔登逆冲断裂带, (4)朝阳—建昌盆地构造带, (5)凤凰山—松岭逆冲断裂带, (6)金岭寺—羊山盆地构造带, (7)刘龙台—乌金塘逆冲断裂带, (8)阜新一义县盆地构造带。

组成逆冲断裂带的主要是楔状冲断体,也有同向倾斜的逆冲断层构成的叠瓦扇,以及背冲式或对冲式逆冲断层控制的上冲断块,还有较复杂的上叠式冲断体。

## 2. 逆冲断层的找煤意义

遥感找煤指依据影像特征进行找煤构造判读分析。近几年逆冲推覆构造研究表明,在席状外来岩系及冲断体或推覆体下掩盖有含煤岩系。所以在逆冲断层发育地区,逆冲推覆构造的判读也应作为遥感找煤的重要内容。分析逆冲断层及推覆体和冲断体的分布特征,对寻找煤田远景区及煤田预测有三点意义。

- (1) 逆冲断层使上盘一部分的北票组含煤岩系,由深部推置到浅部,以至出露地表。
- (2) 零星出露的石炭二叠纪含煤地层,构成冲断体或推覆体的一部分。
- (3) 在逆冲推覆体之下隐伏有石炭二叠纪及早侏罗世含煤岩系。

所以,辽宁西部找煤的有利构造位置,应是在上冲断块上找北票组,冲断体上或推覆体下找太原组和山西组。这样就为煤田预测扩大了靶区,为寻找隐伏煤田指出了构造部位。

## 3. 控煤构造的解释标志

在逆冲断层解译的基础上,建立控煤构造的解释标志,要在煤田地质特征指导下,依照遥感图像的可解程度,重点开发与找煤有关的影像信息(图 5)。

### (1) 晚古生代控煤构造

**残存的上叠式冲断体** 整体是块状影像,内部是平行带状影像组合,含煤岩系呈槽状特征。

**残破的向斜小盆地** 不完整的圆环形或舌状影像,内部可见多重环形的影纹。显示为低洼地的地貌特征。

**推覆体或冲断体** 个体较小,呈团块状或孤岛状。叠瓦扇显示典型的扇形影像,内含圆形低地,以及围绕低地的带状影像。

**逆冲推覆构造** 有的逆冲推覆构造使古生代含煤岩系垫伏其下而被掩盖。逆冲推覆体的影像为孤岛状,周缘较圆滑。隐伏煤系,有物探证实,解译才有意义。

### (2) 早侏罗世控煤构造

**背冲或对冲断块** 舒缓弧形展布的条块状影像。

时代	控 煤 构 造 示 意 剖 面			影像特征	
晚 古 生 代	冲 断 体	南 票  南票矿区	石灰窑  凤凰山南麓	马家沟  松岭东缘	平行状的带状影像组合
	向 斜 盆 地	杨家村  新台门	南营子  四合当		多重环带状影像
	逆 推 覆 构 造 冲 造	北子山 P <sub>2</sub>  桃花池			推覆体为岛状影像
早 侏 罗 世	背 冲 断 块	北 票  北票矿区			弧形带状影像
	上 冲 断 块	其林宝营  南票矿区外围	双 庙  郭家店煤矿		块状或多条带状组合
	逆 冲 推 覆 构 造	和尚沟  黑城子	红石砬山  杨家台	大于沟  桃花吐	推覆体为条带状影像
晚 侏 罗 世	双 断 陷 盆 地 面	新 丘  阜新矿区			负向块状影像
	单 断 陷 盆 地 面	李 金  阜新	七 道 泉  朝阳	冰 沟  建昌	四 官 营  天胜号

图 5 辽西控煤构造影像特征图

Fig. 5 Imagery feature of structure showed coal field

上冲断块 个体有限,为斑块状影像。

复杂的冲断块 多条较窄的带状影像组合。

逆冲推覆构造 往往在盆地的边缘(西缘居多),逆冲指向盆地,掩盖有早侏罗世含煤岩系。逆冲推覆体显示为条带状,与盆地长轴平行,往往与煤系上部蓝旗组火山岩构成台阶状影像。

(3) 晚侏罗世控煤构造

双面断陷盆地 整体是具有独立水系类型的负向块状影像，盆缘构造的线性特征明显。盆内有不同的微地貌单元。

单面断陷盆地 条块状影像，盆地一侧是线性构造，为主干盆缘断裂，它控制盆地的伸展长度，另一侧以弧形构造为主，盆内在短轴方向上的影像有差异。

依据控煤构造的影像特征和标志，辽宁西部的找煤远景解译单元有：晚古生代分布区及石炭二叠纪含煤岩系，早、中侏罗世盆地及早侏罗世含煤岩系，晚侏罗世盆地、含煤岩系，及火山岩盆地。

### 四、老矿区外围遥感找煤研究

为了在老矿区外围开展遥感找煤，在数字图像处理时，选择了三个子区，即黑城子子区、北票一九道岭子区、沈家台—南票子区。经过增强处理，获得了 1:10 万的子区假彩色合成影像图，据此进行了岩性、地层及构造解译，编制了各子区的影像地质图。

#### 1. 南票矿区外围

南票矿区范围仅限于小凌河—三家子之间，煤层走向北东—南西，倾向北西。含煤岩系属石炭二叠纪，总厚度不大于 150 米，含有 8 个煤层组。煤田构造位置属于刘龙台—乌金塘逆冲断裂带，是印支期北东向褶皱在燕山期解体后形成的单斜构造。在单斜构造体上发育多条与煤层走向平行或小角度相交的逆冲断层。自老到新较重要的有黄土坎—田家屯断裂、女儿河断裂、黄甲屯断裂、暖池塘—雷家沟断裂，都是高角度逆冲断层。断层走

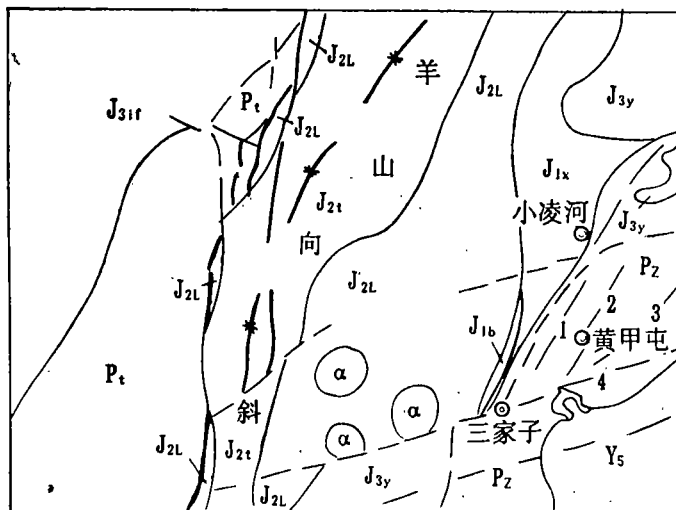


图 7 南票区影像解译图

1.暖池塘—雷家沟断裂, 2.黄甲屯断裂, 3.女儿河断裂, 4.黄土坎—田家屯断裂

Fig. 7 The image interpretation in Nanpiao region

向由近东西向转变为北北东向。在这组上叠式逆冲断层控制下,由断块、断片构成一个较复杂的冲断体。使南票煤田居于构造高位,火山爆发喷溢物未能掩盖它,以至晚古生代煤系地层出露地表。这一上叠式冲断体是寻找晚古生代含煤岩系的有利构造部位(图版 I 图 6 和图 7)。

南票冲断体是长期逐次上冲抬升形成的,由于这组逆冲断层由早到晚向左旋移动,造成单斜南北两端的地质走向有变化。南部三家子一带煤系走向是近东西向,以南没有找煤希望,因为南票冲断体不存在。冲断体北部经小凌河煤矿至后石灰窑煤系尖灭,火山岩超覆掩盖。有的资料认为,向北至沈家台在火山岩下有煤系存在,通过逆冲断层解译,暖池塘—雷家沟断层向北不发育,作为含有煤系的逆冲断层的上盘不存在,所以没有找煤希望。暖池塘—雷家沟断层的北端房身东沟发育有分支断裂,在影像上可以追索很远,走向转为近东西方向,这一控煤构造的北部是找煤远景区。

## 2. 北票矿区外围

北票煤田位于上冲断块上。煤田东南部是南天门逆冲断层,断层走向北东 $40^{\circ}$ ,以舒缓波状弯曲延伸,倾向北西,倾角 $30^{\circ}$ — $57^{\circ}$ 。煤田西北部有走向大体平行的塔营子逆冲断层,但倾向南东,倾角 $60^{\circ}$ 左右。这一对背冲式逆冲断层控制的隆起断块,使早侏罗世含煤地层,由深部上冲到浅部,以至出露地表(图版 I 图 8 和图 9)。

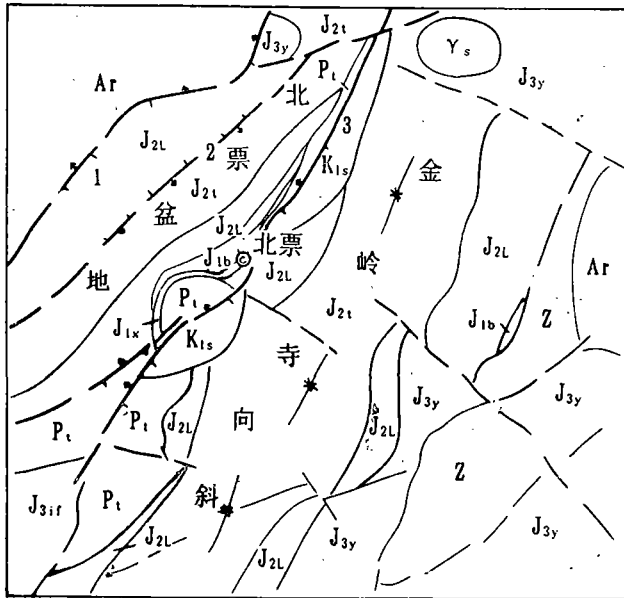


图 9 北票区影像判读图

1. 龙潭断层, 2. 塔营子断层, 3. 南天门断层

Fig. 9 Image interpretation in BEIPI Beipiao region

北票冲断体的东北端在上奈林皋,南天门断层仍向北东延伸,但是塔营子断层已不复存在。与南天门断层配套的是龙潭断层的北部延续段(属内蒙地轴南缘大断裂东段),这

两个断层之间不再是背冲式冲断体,赋存着土城子组和义县期火山岩。

这一冲断体的西南端在他拉皋。原向阳预测区(他拉皋一七道泉)的构造位置不属背冲式逆冲断层控制的冲断体,是相对下降的拗陷,所以地表出露有晚侏罗世九佛堂组和阜新组。钻探所见含煤地层相当于北票煤田的煤系地层上段,以泥岩为主,见 5 个煤层,仅 3 号煤层可采。获得一 600 米以上的地质储量 2 千多万吨。这一拗陷以西又发育一组逆冲断层,由南向北有沟门子一小南沟逆冲断层、泉盛合一朱杖子逆冲断层、大兴隆沟逆冲断层、马山推覆构造、边杖子逆冲断层和西五家子一大房身逆冲断层。断层走向由东西向左旋为北东东向,这组逆冲断层构成一个上叠式冲断体,局部出露早侏罗世以及石炭二叠纪含煤岩系。因这一冲断体的构造格局与南票冲断体相似,所以这一地区是寻找晚古生代含煤岩系的希望区。

辽宁西部遥感找煤解译主要是利用 TM 影像信息,根据已知煤田的构造位置,建立控煤构造的解译标志,通过逆冲断层的解译,进行找煤远景研究。虽然方法还不够成熟,但随着应用邻域的不断扩大,无疑将会总结出新的经验,使煤田遥感地质方法逐步趋于完善。

### 参 考 文 献

- [1] 叶俊林等,内蒙地轴南缘盖层中逆冲断层的样式及形成机制,地球科学,12(5),1987。  
[2] 洪作民等,辽西地区逆冲断层和推覆体构造,辽宁地质,(1),1985。

## THE STUDY ON INTERPRETATION OF OVERTHRUST AND COAL SEARCHING USING TM IMAGE IN THE WEST OF LIAONING PROVINCE

Li Zhixing

(Changchun Scientific Research Institutes of Coal Geology Bureau of NCIUC)

### Abstract

The overthrust had developed on the margin of the fault basin in the west of Liaoxi sag. In the paper, the characteristics of the fault are described by TM image. The fault zones are interpreted and classified too. The significance in searching coal according to the fault is shown. The prospect in searching coal is analysed concretely around Beipiao and Nanpiao mineral district and the dip angle of the overthrust is tried to classify by interpreting TM image.

**Key words** Overthrust Structure of Controlling Coal field

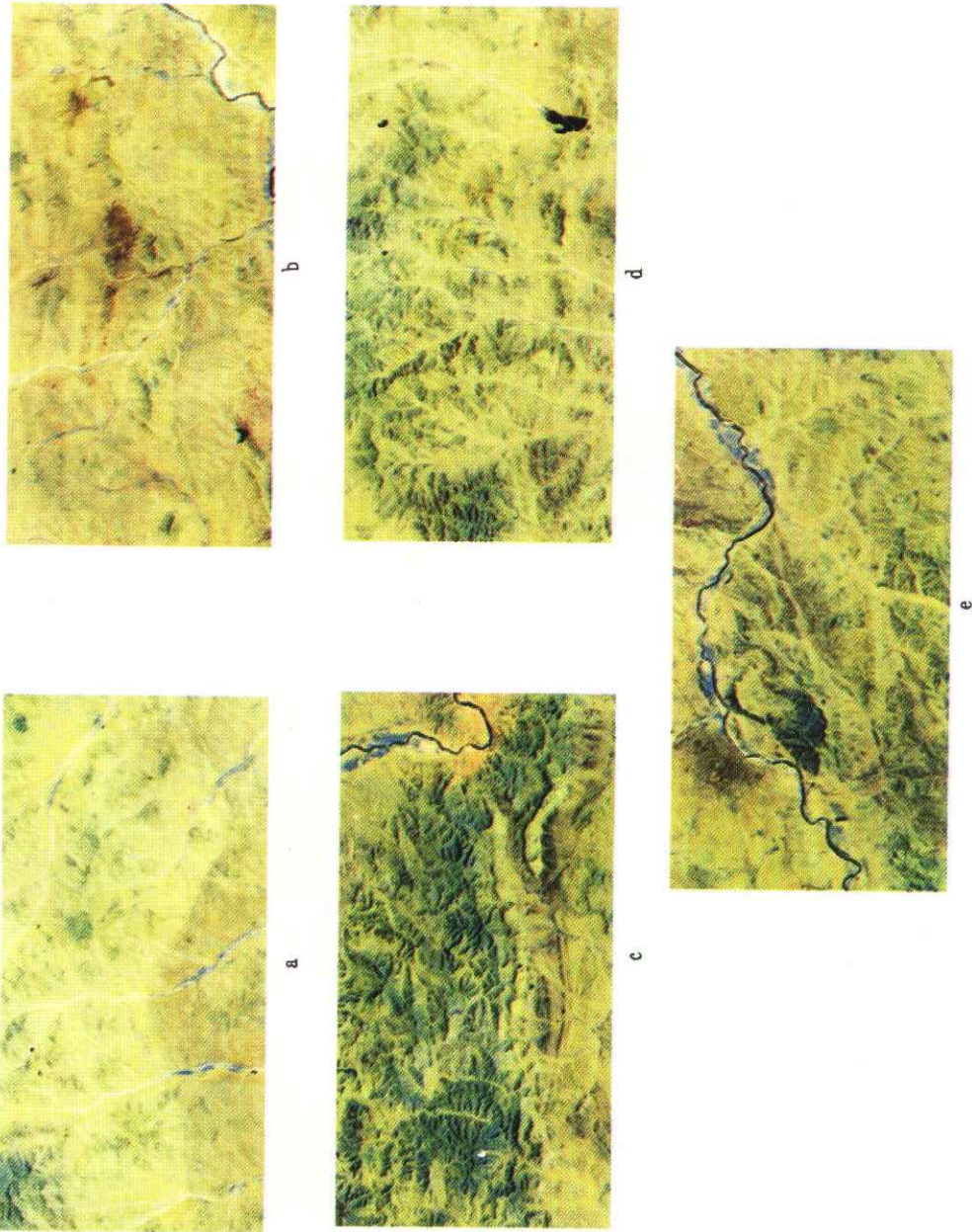


图 2 逆冲断层解译标志

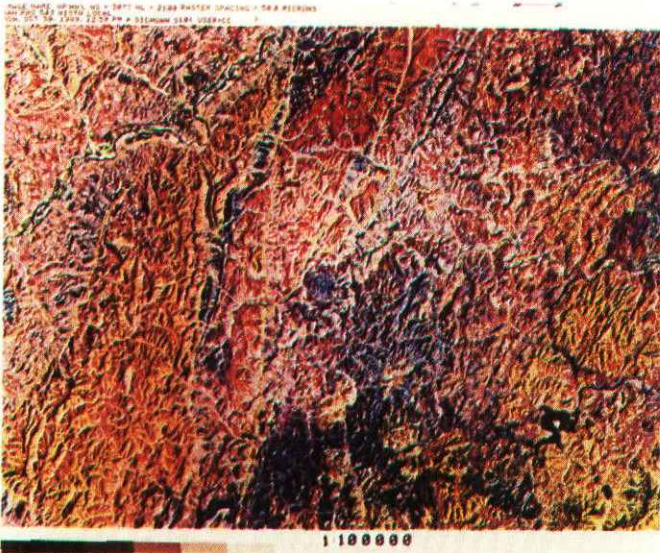


图6 南漂区影像

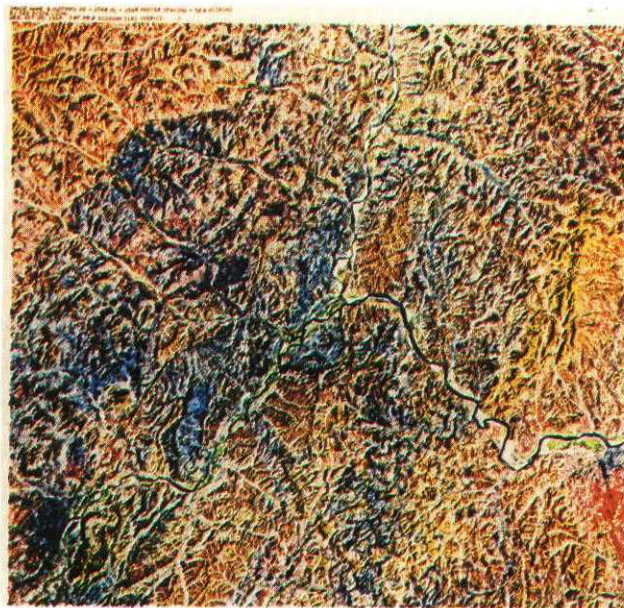


图8 北漂区影像