

# 冀东地区油气微渗漏地植物的 遥感基础研究

黄秀华 张磊

(中国科学院遥感应用研究所)

1991 年 7 月 18 日收稿

## 摘 要

本文通过已知含油区及背景区地植物及地表土壤多种微量金属元素和吸附烃的综合分析,并利用遥感资料与物探资料作复合评价,讨论了冀东油气微渗漏地区的遥感植物地球化学标志。

**关键词** 油气微渗漏 地球化学异常 油气藏 遥感效应

## 一、地植物遥感研究的意义

地理环境中各种自然要素之间存在着相互依存,相互制约的关系,它们是一个统一的整体。如植被的类型与分布就与气候,土壤,地貌,地质等条件相适应,是对地理环境反映最好的标志,也是在遥感图像上能直接反映出来的信息<sup>[1]</sup>,它们可以不同色调的斑块及纹理结构等来反映其类型和特征,图形直观,较易识别。

油气微渗漏是由于地下油气藏中烃类气体的分布具有浓度差、压力差,比重差及温度差等物理化学现象,它们会从高浓度高压力的地下往低浓度低压力的地表发生扩散和渗透,由于烃类物质的集结,使地表发生地球化学异常。从植物生态学的原理来说,土壤中某些金属元素的异常含量能引起植物的直接响应,其响应过程,常表现由量变到质变的过程。一般来说,它们首先引起植物体内微量金属元素丰度值及活动方面的变化<sup>[2]</sup>。当这些元素经迁移而富集,其浓度超出生理所能适应的限度时,则发生显著的形态学变化,前者异常可以引起植物波谱反射特性的改变,后者在遥感图像上可直观地表现出来。本文讨论的遥感植物地球化学标志,主要是植物波谱反射特性的改变。

油气微渗漏的地植物遥感检测,就依据植物反射光谱异常及遥感影像上植物形态及色调异常的特征,结合地球物理勘探及石油地质综合评价,来预测油气聚集区,为地震,钻探缩小靶区,除此,还可利用土壤中吸附烃含量来预测地下原油及天然气的性质。在当今油气田勘探难度日益增大,勘探成本日益升高的情况下,快速、经济的遥感化探方法是一种有前景的勘查手段。

## 二、研究区实况试验数据的综合分析

### 1. 冀东地区地质地貌背景

本区北依燕山、南临渤海,东止马头营,西以唐山为界。在区域构造上位于昌黎—倬城—宁河近东西向断裂以南,第三纪和第四纪接受大量沉积。影响本区地貌的构造断裂有二条,(1)青龙河—滦县—倬城断裂,北北东向;(2)沿今滦河延伸的北北西向断裂,这两条断裂在滦县附近交汇。晚更新世以来,断层上,下盘地块之间具有不等量升降,直接控制了晚更新世后各地质时期的活动范围。区内主要地貌为滨海平原,北部包括一部分滦河冲积扇前带,第四系堆积主要为滦河水系所建造<sup>[3]</sup>,由北往南逐渐增厚。早更新统岩性以砂粘为主,砂层也多且厚,以中细砂为主,少有粘土和粘砂,厚度为 50—300 米;中更新统岩性以砂粘,粘砂为主,厚度为 30—180 米;晚更新统,岩性以粘砂为主,厚度达 30—60 米;全新统,岩性多为粘砂,砂粘,底部常夹泥炭层和淤泥质层,厚度因地貌而异。

从以上可看出,本区地貌受北北东及北北西二组断裂控制;第三系及第四系是油气藏的主要覆盖层,特别第四系滦河堆积物的砂粘结构,为地下烃气吸附及渗滤奠定了活动的基础。

### 2. 试验数据的综合分析

#### (1) 地植物化验数据的分析

冀东滨渤海平原上,自然植被稀少,在 1990 年 9 月拍摄的 1:5 万彩色红外航片上,大多为改良的水稻田,南部一带主要为盐场,所以研究区选在唐海县以北,东黄坨以南,东起

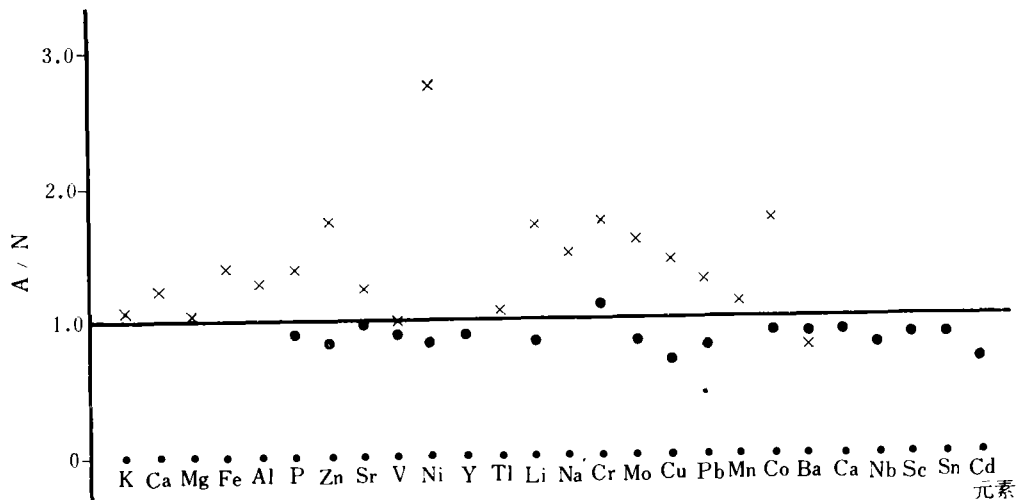


图 1 已知油区背景区植物灰分及土壤金属元素含量比值图

× 植物灰分比值    o 土壤元素比值

Fig. 1 Ratio of the metal element content of plant or soil in the known oil site to that in the background area.

× Ratio of element content for plant    o Ratio of element content for soil

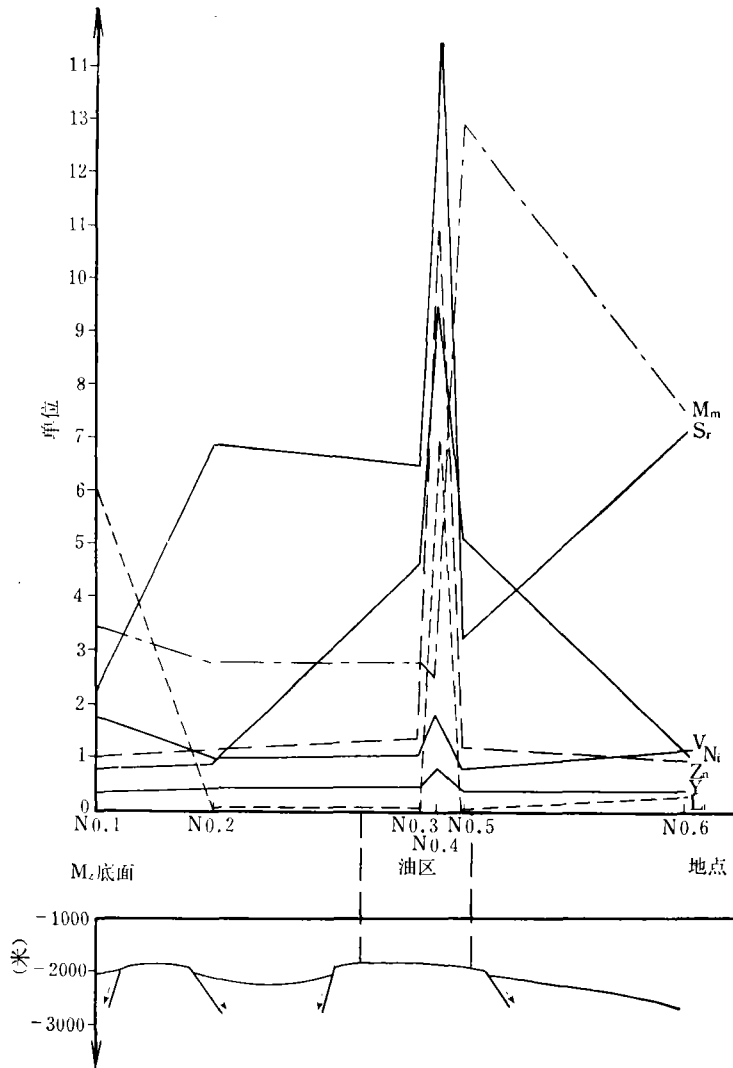


图 2 洋槐叶中某些金属元素含量分布图

纵坐标每个单位相当的含量；Li, V, Ni, Y 为 1ppm Mn, Sr 为 10ppm Zn 为 20ppm

Fig. 2 Variation of contents of some metal elements in the leaf of black locust related to the location of the known oil site.

郝各庄村,西止小双坨村西一公里处。该区为一控制含油区,在南 16 井中生界地层中见有工业油流。

区内主要树种,沿渠道及公路两旁种有人工洋槐,长势良好,地下水位较高的低洼处,生长有芦苇和蒲草,依据控制含油区范围及背景区,布置二条相互垂直的剖面,分别采集相当生长年龄,适当部位的洋槐树叶,芦苇及蒲草的根,茎,叶进行植物灰分分析,测定了 K, Ca, Mg, Na, Fe, Al, P, Zn, Sr, V, Ni, Y, Ti, Li, Cr, Mo, Cu, Pb, Mn, Co, Ba 21 项元素含量。

分析结果是:(a)除 Ba 元素含量含油区略低于背景区, Y 元素和背景区相同外,其

余 19 种元素含油区均高于背景区<sup>[4]</sup>,其中 Ni, Zn, Li, Cr, Mo 及 Co 元素含量增高较为明显(见图 1)。图 1 纵坐标中 A 为油区元素平均值, N 为背景区元素平均值。

(b) 洋槐叶微量金属元素含量,含油区明显高于背景区,其中以 Li, Mn, Sr, Zn 和 Ni 元素含量增高较为明显(见图 2)。蒲草微量金属元素含量,含油区略高于背景区,其中以 Zn, Sr, Cu, Ba 及 Ti 元素含量增高较为明显(见图 3)。芦苇微量金属元素含量,含油区及背景区无明显差异(见图 4)。

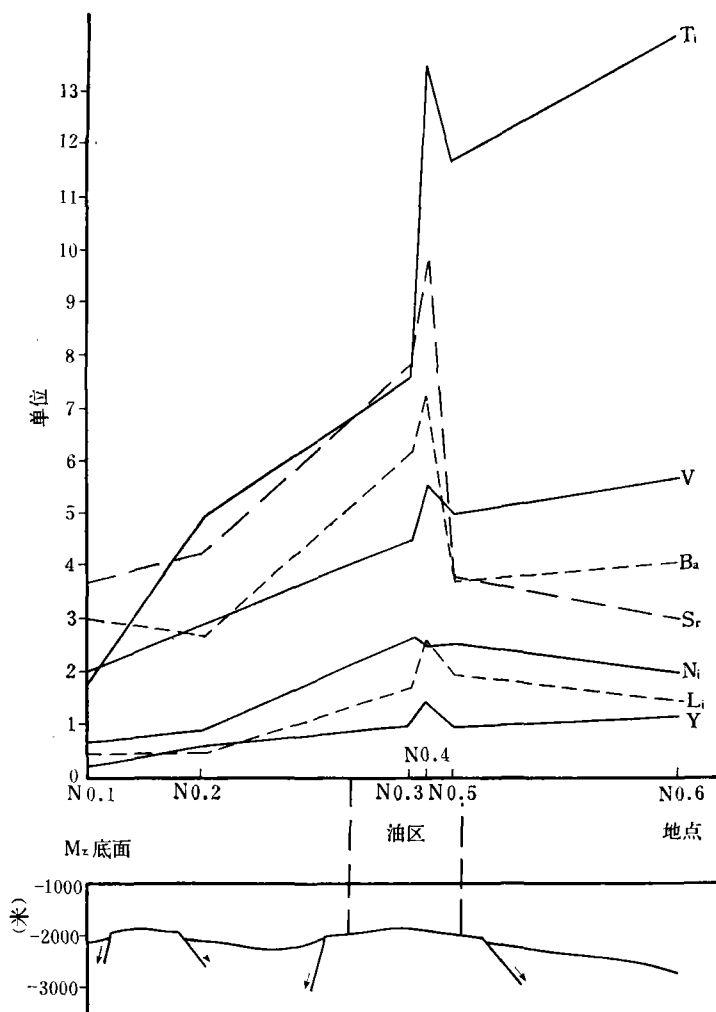


图 3 蒲草中某些金属元素含量分布图

每个单位相当的含量 V, Li, Ni, Y 为 1ppm Ti, Ba 为 5ppm Sr 为 10ppm

Fig. 3 Variation of contents of some metal elements in the leaf of cattail related to the location of the known oil site

## (2) 土壤数据分析

表层土壤样品分析了微量金属元素,氧化物含量,甲烷到丁烷及  $\Delta C$  (油气藏中的低

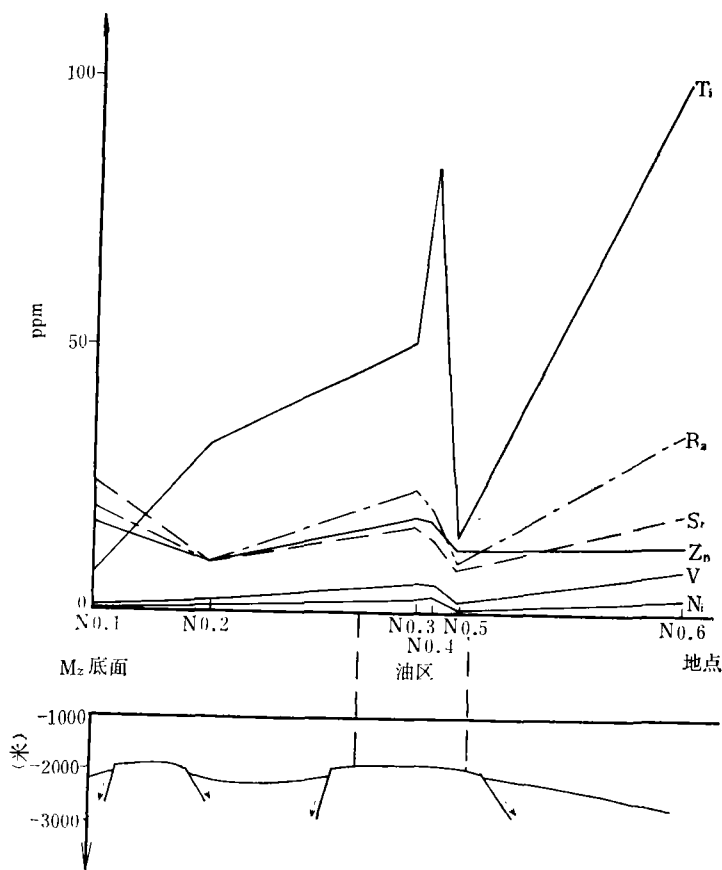


图 4 芦苇中某些金属元素分布图

Fig. 4 Variation of contents of some metal elements in reed [related to the location of the known oil site

分子量烃类气体, 穿越上覆盖层, 运移至近地表氧化环境中, 生成  $\text{CO}_2$ , 这种  $\text{CO}_2$  是在  $500\text{--}600^\circ\text{C}$  演变出的, 是一种特殊结构的碳酸盐, 它形成的地球化学晕和异常, 常可预示下伏地层有油气藏存在的可能性<sup>1)</sup>。)含量。金属微量元素测定了 P, Ba, Sr, V, Ni, Cu, Co, Cr, Mo, Zn, Ga, Nb, Sc, Sn, Ta, Y, Yb, Be, Ce, Cd, Pb, Zr, La, Li 等 24 种; 氧化物测定了  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  及  $\text{MnO}$  8 种。

分析结果是: (a) 土壤中金属微量元素含量与植物灰分含量相反, 除 Cr 元素外, 其它 23 种元素含油区都略低于背景区 (见图 1)。

(b) 以一个剖面为例, 从轻烃 ( $\text{C}_2 + \text{C}_3 + \text{C}_4$ ) 和  $\Delta\text{C}$  含量变化看出 (见图 5 和 6), 在含油区为低值, 背景区含量较高, 呈有规律的分布<sup>2)</sup>, 但异常分布界线不清, 其原因有待进一步探索。

总之, 依据本区地质地貌特点, 含油区及背景区都位于滦河冲积扇的扇前地带, Sr/Ba 比值均在 0.3—0.4 之间, 本区处于滨海相与河流相相互交接环境<sup>3)</sup>, 表层土壤氧化物的百分含量 (见表 1)<sup>4)</sup>, 除 MnO 外, 其余七种含油区与背景区基本相同或相近, 可说明它们

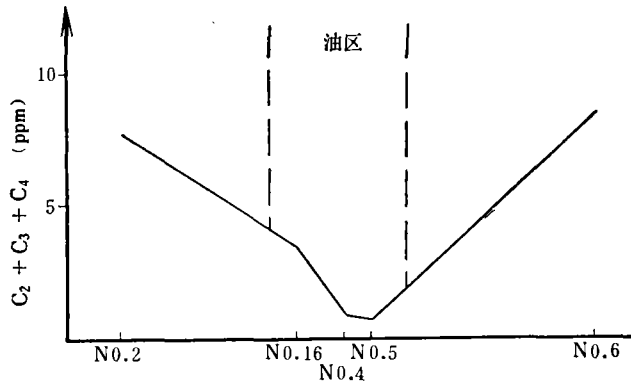


图 5 (C<sub>2</sub> + C<sub>3</sub> + C<sub>4</sub>) 含量曲线图

Fig. 5 Spatial Variation of (C<sub>2</sub> + C<sub>3</sub> + C<sub>4</sub>) content

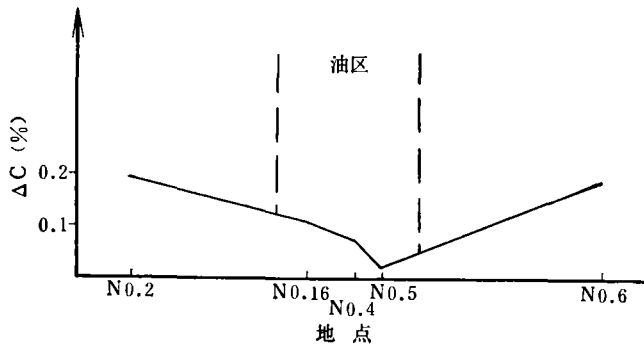


图 6 ΔC 含量曲线图

Fig. 6 Spatial Variation of ΔC content

间表层土壤化学性质差异不大,然而分析它们的常量及微量金属元素含量存在一定的差异,从中可得出,已知含油区上方地球化学异常是存在的。

表 1 已知油区及背景区地表土壤氧化物百分含量对比表

Tab. 1 A comparison of contents(%) of oxides in soil between the known oil site and the background area.

类型 百分含量	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO
对比区								
含油区	10.5	2.6	0.9	1.4	2.72	2.2	0.45	0.04
背景区	10.9	2.8	1.1	2.0	2.3	2.3	0.5	0.2

1) 罗斌杰等,石油天然气表面地球化学勘探——综述。

### 三、遥感资料与物探资料的对比分析

#### 1. 遥感资料分析

本次试验采用的信息源为 1990 年 9 月拍摄的 1:5 万彩色红外航空像片和新型的 19 通道成像细分光谱。

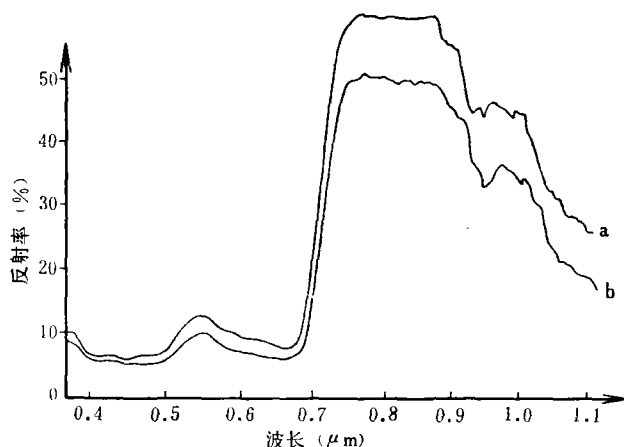


图 7 含油区与背景区洋槐叶反射率对比图

a 为背景值, b 为油区值

Fig. 7 A comparison of reflectivities of the leaves of black locust between the known oil site and the background area.

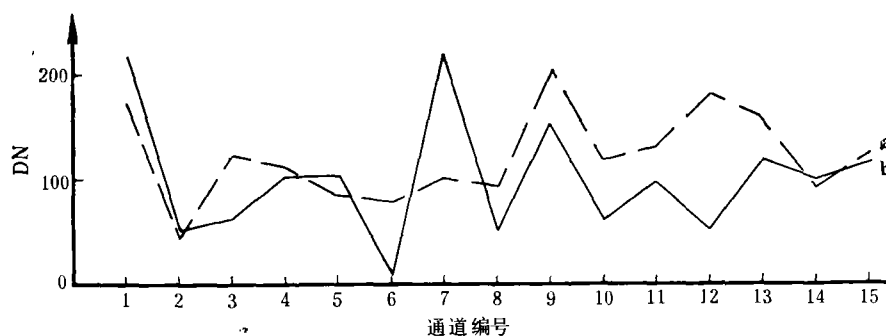


图 8 油区与背景区洋槐叶 DN 值对比图

Fig. 8 A comparison of DN values for the leaves of black locust between the known oil site and the background area.

a 为背景区, b 为油区

通道 1=0.52-0.54 $\mu\text{m}$ , 通道 2=0.54-0.57 $\mu\text{m}$ , 通道 3=0.57-0.61 $\mu\text{m}$   
 通道 4=0.61-0.65 $\mu\text{m}$ , 通道 5=0.65-0.69 $\mu\text{m}$ , 通道 6=0.69-0.73 $\mu\text{m}$   
 通道 7=0.73-0.77 $\mu\text{m}$ , 通道 8=0.77-0.81 $\mu\text{m}$ , 通道 9=0.81-0.85 $\mu\text{m}$   
 通道 10=0.85-0.89 $\mu\text{m}$ , 通道 11=0.89-0.93 $\mu\text{m}$ , 通道 12=0.97-1.01 $\mu\text{m}$   
 通道 13=1.55-1.75 $\mu\text{m}$ , 通道 14=2.08-2.35 $\mu\text{m}$ , 通道 15=8.00-12.5 $\mu\text{m}$

鉴于本区多年生植被分布零星,由地球化学异常引起的植物形态异常,在彩色红外航片上,含油区及背景区差异不明显,但在地面调查时有一定差异以洋槐为例,背景区的洋槐叶片大且茂盛,含油区的相对小且稀疏,反映在地物波谱曲线上(见图7),背景区洋槐叶的反射明显高于含油区,在0.8—0.9和0.9—1.1微米的两个波段范围差异最明显。在成像细分光谱图像上,提取15个通道的DN(Digital Number)值(见图8),在可见光波段差异不明显,近红外波段含油区反射率明显低于背景区,热红外波段,无太大差异。可见,进行油气微渗漏的遥感检测,宜选择0.85—0.89微米(第10通道),0.89—0.93微米(第11通道)及0.97—1.01微米(第12通道)的三种波谱段是较理想的。

## 2. 与物探资料的复合分析

从彩色红外航空图像上可以看到,本区土地利用类型较简单,耕地主要为水稻田,低洼积水处有小片芦苇及蒲草生长,公路两旁均种植洋槐,一级灌溉渠道贯穿南北,居民地散布其间(见图9)。在土地利用图上复合以物探资料。物探资料主要是M<sub>2</sub>(中生界)底

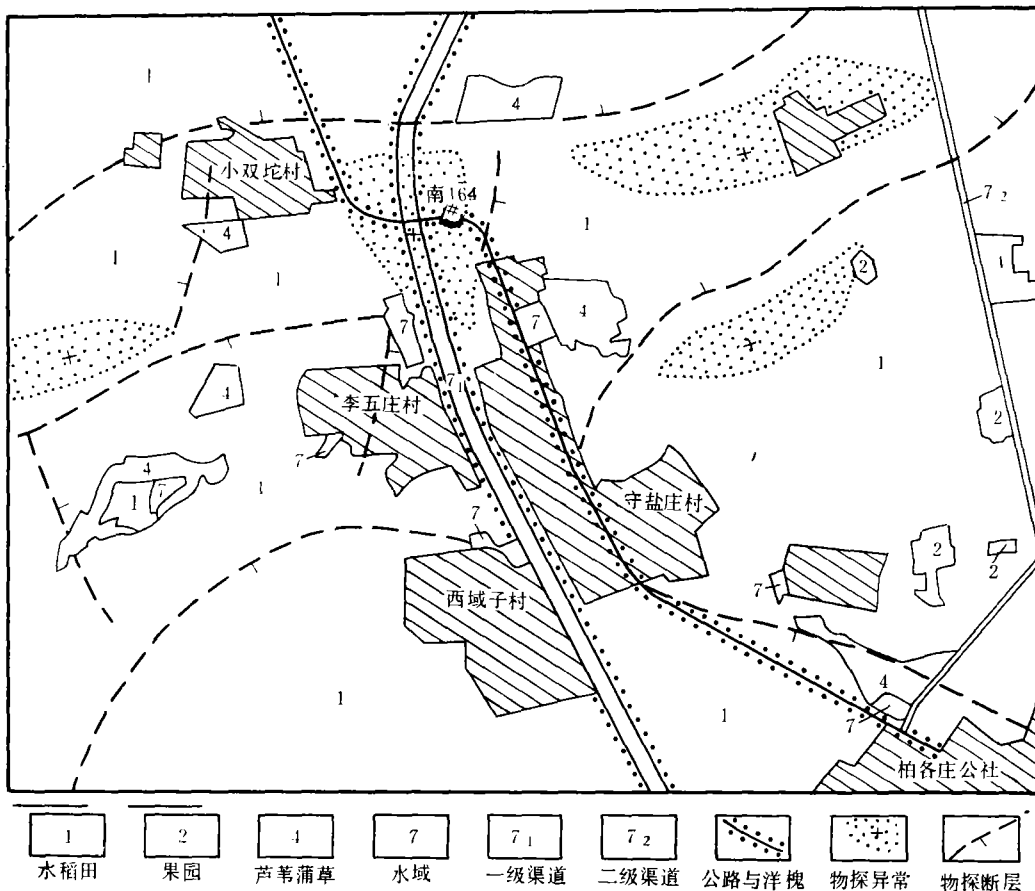


图9 遥感土地利用解译与物探资料复合图

Fig. 9 Land use map interpreted by remote sensing, combined with data of geophysical prospecting.

面,南部局部是  $N_m$  上(第三系明化镇组)顶面,图中南16井为见有工业油流的潜山油藏,正处于南、北、东、西断层的上升盘,是研究区内  $M_z$  底面最高位置。另外从图中可看出一级灌溉渠道正好通过潜山油藏中间,按常规一级灌溉渠道都在最高位置上挖掘的,从城镇居民点的集中也可看出;在研究区南部物探资料上( $N_m$  上)为凹陷,在地表上相对低平,在彩色红外图像上同是水稻田,但田块线条远不如其他地区清晰,明显,认为是刚改良不久的水稻田。 $M_z$  底面上其余几个圈闭构造,在地表上无明显特征。

#### 四、冀东地区油气微渗漏遥感效应的评价

油气微渗漏效应可以通过遥感技术被检测,然而油气微渗漏过程又是一个复杂的物理化学过程,它受到区域自然地理条件和区域地质构造等因素的影响,所以油气微渗漏遥感效应与该区油气藏的生油储层及盖层条件之间具有明显的相关性。

##### 1. 生油条件

生油条件好坏决定原油的性质,大致按原油的比重可分为三个等级,比重 $<0.8$ 为轻质油;0.85—0.90为中质油;大于0.9为重质油,轻质油较重质油易于上伏地层吸附与渗透。

##### 2. 储层条件

储层的规模与形成时代,直接影响油气微渗漏遥感效应,储层规模愈大,形成时代愈老,遥感效应愈明显。

##### 3. 盖层条件

盖层的厚度和结构与油气微渗漏效应密切相关,一般认为盖层厚度是地下油气藏烃气迁移的第一个巨大障碍,所以盖层厚度小,岩性结构为亚粘土的覆盖层,是进行油气微渗漏遥感效应检测最理想的地区。

冀东地区主要油气藏形成时代多为中生界,盖层岩性为一套砂泥结构,原油比重0.86,属中质油,对油气微渗漏的植物遥感研究提供较为有利的条件。但本研究区由于控制含油区规模小,人为活动频繁,在彩色红外航空像片上,由地球化学异常引起的植物形态异常不明显。

通过对冀东油气微渗漏地区的地植物遥感分析,可归纳为:

1. 进行油气微渗漏遥感效应的检测,成像光谱近红外波段0.85—1.01微米,可为研究地植物遥感效应的理想波段。
2. 应选择生油条件好,规模大,形成时代老,埋深浅的油气藏进行油气微渗漏遥感综合试验,效果最佳。
3. 人为活动频繁地区,不利于油气微渗漏遥感效应的研究。

#### 参 考 文 献

- [1] 陈述彭、赵英时,遥感地学分析,测绘出版社,1990年5月。
- [2] 林树道译,地球化学状况的植被响应,遥感信息,1988年。
- [3] 李凤林等,滦河变迁与冀东平原第四纪,河北水文地质工程地质,1980年。

- [4] 陈传霜,内蒙白音都兰凹陷植物反射光谱和油气藏的关系,遥感文选,科学出版社,1981年。
- [5] C. J. Simpson, J. R. Wilford, L. F. Macias, R.J. Korsch, Remote Sensing of Petroleum Gas Seepage Alteration Palm Valley Gas Field, Amadens Basin, Central Australia, Eighth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing, Denver, Colorado, USA, April, 1991.
- [6] 安凤桐,冀东平原第四纪沉积物地球化学特征及其古地理意义,地理研究,1985。

## **A Basic Study on Geobotanic Response to Oil and Gas Microseepage by Remote Sensing in East Hebei Province**

Huang Xiuhua    Zhang Lei

*(Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences)*

### **Abstract**

Remote sensing-biogeochemical indications to oil and gas microseepage in East Hebei province have been studied based on comparative analysis of various trace metal element and adsorbed hydrocarbon content in plant and soil samples between a known oil site and its surrounding background area combined with remote sensing and geophysical prospecting data. It has been shown by the study that content of Ni, Zn, Li, Cr, Mo and Co in the known oil site is higher than in the background area; meanwhile, ground spectral reflection of the mid-infrared waveband in the known oil site is lower than in the background area, which provides a scientific basis for remote sensing-geochemical prospecting of oil and gas in this area.

**Key words**    Oil and gas microseepage    Geochemical anomaly    Oil and gas deposit remote sensing effect