

水溶液——油气遥感信息形成的主导因素^{*}

刘燕君 金丽芳

(北京大学遥感研究所, 北京 100871)

地下水溶液是传递深部油气信息的媒体, 压差和温差是传递深部信息的动力, 地表的土壤是深部信息的载体。油气地球化学和含水量的分析表明, 油气微渗漏蚀变晕的遥感信息是油气相关组份和无机组份的综合反映, 其中含水量较背景值显著增高的现象具有普遍意义。导油导气构造, 以张性破碎带为主, 遥感图像上呈现为一条贫水的浅色带; 以压性或压扭性构造或粘土层为主要封闭型的含油气构造, 遥感图像上呈现为一条富水的深色带。因此, 提取油气信息必须选择地面湿度适中的时相, 同时注意气象因素。

关键词 水溶液 遥感信息 传导 媒体 蚀变晕

第一作者简介 刘燕君 女 62岁 教授 遥感地质与找矿

现今盆地的面貌, 是盆地内、外地质应力综合作用的结果, 也就是说, 盆地中的地面要素(自然的和人工的), 受深部地质构造的控制, 故记录地面要素信息的遥感信息是能够间接地反映出深部的地质状况。但是, 遥感界对于遥感信息中是否包含隐伏地质信息尚未取得共识, 原因之一是, 不同时相的图像, 对隐伏地质信息的解译效果存在较大的差异^[1]; 原因之二是形成遥感信息的主导因素是什么? 油气信息是如何自下而上传导的等理论问题尚未解决。而这些问题正是解译和提取油气遥感信息, 并有效地用于油气预测工作的关键所在。

1 隐伏地质信息的传导和地表载体

通过深部油气的扩散作用和水溶液的循环作用, 对原沉积物的物质组份和结构进行改造, 使之带有深部组份的特色。这个后期改造作用的过程, 就是深部隐伏地质信息的传导过程。

由于复杂的地质构造影响, 地下深处不同部位之间存在压力差、温度差, 以及地下潜水的动力差异。在这些差异的影响下, 水溶液由高压、高温区向低压、低温区移动, 由高浓度油气藏向低浓度的四周扩散^[2], 引起地下水溶液沿裂隙和孔隙自下而上运动。当地下水溶液流经某些地质体时, 可以将溶液中的某些组份淀积下来, 或溶解并携带走某些组份, 结果改变了溶液的性质, 并使原沉积物中的矿物和化学组份被改造, 使其或多或少地带有下部物质的特征。当地下水溶液增温后, 其溶解能力或携带金属元素的能力均大大提高, 溶液将具有更鲜明的深部地质信息特征。就油气而言, 带有饱和的甲烷、轻烃和二氧化碳的水溶液, 对液态烃具有较高的容载能力^[3], 故水溶液是传递深部油气信息的主要媒体。

深部油气不断以液态或气态形式扩散出易挥发的组份, 并向上渗漏, 结果引起了土壤或第

^{*} 本文系国家“八五”项目(85-925a-08-02-05)的部分成果

收稿日期: 1995 06 07 改回日期: 1995 12 25

四纪沉积物中油气相关组份、某些无机组份,以及含水量等形成异常。也就是说隐伏信息主要是通过土壤或第四纪沉积物的有机和无机组份和含水量的特征变化及相关的植被生态异常而体现的。

油气组份向上渗漏的过程是复杂多变的,渗漏量的多少受上覆岩石的岩性、产状、破碎程度和断裂构造的影响。大部分浅埋的油气田地表蚀变晕较明显,多分布在断层的交汇部位,或沿控油、气构造分布,但地表部位与油气田之间并非垂直对应;埋藏深或上覆岩层致密、少破碎的油气田,地表则往往缺乏蚀变晕或不明显。无论那种情况,都说明单一依据油气异常晕难以正确预测油气田,还必须配合地表或深部其它资料综合分析。

反映油气信息的“化学组份”和“水分”是 TM 遥感波段反映敏感而又千差万别的因子。地域性的化学组份和水分特征性信息,以及由此引起的土壤质地、性状及植被种属、生态和覆盖度等区域性特征,既包含油气信息(或综合地质信息),也包括地表信息。就卫星遥感 TM 各波段的波谱特征而言,水分、土壤、植被的单项波谱曲线差别明显,易于识别^[4],但综合的遥感信息则远比各单项的和复杂得多。遥感图像上的信息往往是多变的,原因在于土壤(或第四系沉积物)和植物中含水量随季节、降雨量而变化;土壤中可溶性化学组份,随含水量的多寡而变化。一般而言,遥感图像上的色调线、色调环形影像和不同色调的界面,凡是非人工或外力地质作用形成者,都是隐伏地质构造或油气信息的反映^[5],但到达地表已较微弱,因此遥感信息具有很强的模糊性,且受遥感时相的左右,较难反映深部岩层的性质;但对于受构造控制的,向上渗透性较强的油气信息,大多是可以显示和识别的。

2 油气遥感信息的综合性和地域性

烃类微渗漏造成地表的“蚀变”(晕),并能被遥感器接收的有红层退色、粘土矿化、碳酸盐化、磁铁矿化及低价铁富集等,此外尚有热异常和伽马能谱异常以及植物生态的异常^[6],在遥感图像上,蚀变晕多表现为色调环形影像(简称色调环)。在生油盆地内的色调环可能是烃类微渗漏蚀变的反映,也可能是一般地球化学异常晕,这就需要加以区别。

2.1 油气遥感信息的综合性

遥感信息既包含油气微渗漏信息,也包含其它因素造成的异常信息和背景地物信息,故分析内容除与油气相关的项目外,还应包括反映地区背景的无机化学组份以及遥感敏感组份。一般而言环形影像的环内、外无差别的化学组份是背景地物的反映,有差别的组份再进一步根据其性质和共生关系辨别是否为油气蚀变。

在陇东黄土高原洪德与镇原间,根据遥感图像解译,有 6 个不同类型的色调环,仅一个包括已知出油井(Y-1 环)。为判断各环与油气的关系,我们曾穿环(剖面)取土样(未经扰动的表土)做化学分析,计有 27 项。其中除与油气有关的项目外,还有金属元素、盐基离子、pH 值、水和土壤粒度。为了定量表征环内、外的差异性,对各剖面的分析数据进行了方差分析,结果表明有 24 项指标在环内、外存在显著或极显著的差异。为进一步探讨色调环与油气的关系,以 Y-1 环为例,对环内各项指标做了主成份分析,其结果为,第 1 主因子的方差贡献为 35%,几乎集中了所有的烃类组份,其中重烃、甲烷、总烃及热释汞等的组合具有明显的油气指示意义;第 2 主因子方差贡献为 19%,包括钙、钠、硫酸根离子和碳酸钙,其异常指标也是由烃类微渗漏引起的,在黄土地区有代表意义;含水量属第 6 主因子,方差贡献仅为 5.7%,对油气异常而言是间接的指标。它们直接和间接地反映了 Y-1 环确实为油气晕的反映^[7]。

上述结果意味着遥感信息环内、外色调的变化是反映地表土壤地球化学元素共生组合及其环内、外差异的综合特征。含水量是遥感最为敏感的组份。为在地球化学综合信息中查明含水量的变化规律,我们曾在计算机上将Y-1环和其他含油区、无油区或仅有油气显示的色调环,做了6个亮度值剖面进行对比。结果表明,凡是含油区的色调环均具有如下特点:(1)TM 1~7各波段的亮度值数据(均值)环外大于环内;(2)含水量丰度值,环内显著大于环外,与无油区的特点相反^[7]。剖析Y-1环不难看出,就环形影像的化学组份而言,含水量虽然是第6主因子,但环内、外的差异却是最显著和带有普遍意义的,证明环内含水量的增高,是与第1和第2主因子的组份相伴而生的,或者说烃类组份向上微渗漏的作用是与水溶液同时进行的。

2.2 遥感信息的地域性

不同地区油气微渗漏造成的土壤地球化学异常指标是不同的。陇东地区碱、碱土金属及盐基离子在油田水中含量较高,因而土壤中碱、碱土金属、部分盐基离子和含水量的异常高值,构成了该区油气蚀变晕的地球化学指标之一;而在山东东营以西地区,由于区域普遍盐碱化,碱、碱土金属及盐基离子环内外无明显差别,不能构成油气蚀变晕。

油气环内含水量普遍高于背景的现象,可以间接说明烃类微渗漏作用对土壤质地和结构的改造,使之更易于吸附水分,但土壤中含水量的变化信息并不都能被遥感器接收到,例如冻土和久旱的季节或大雨后都难以反映出环内外的差异,只有当地表湿度适中时,才能有所反映,所以选择较好的时相甚为重要。

3 地下不同构造的遥感信息反映

3.1 导油导气构造

深埋于地下的断裂构造,不管破裂初期的力学性质为何,必然是裂隙和孔隙较多或结构较松散,气体和液体易于流动的透水性通道。根据地下水运动规律,地下水溶液向破碎带流动,在其上方潜水面出现线状漏斗,形成了一条负压带。进而影响潜水面以上松散沉积物中的水的渗漏速度,在地表形成一个贫水带(图1)。其实“贫水”和“富水”水量的差异是很小的,一般不易觉察,但遥感器对含水量的变化最为敏感,因而遥感信息出现了贫水的浅色带。能否精确区别取决于遥感时相的选择,在雨后不久的日子,地表物中充满了饱和水,背景差别微小的贫水带基本消失,只有当久未降雨时,地表尚能保持因线状漏斗造成的贫水带,在遥感图像上就能显示出浅色带。

陇东平凉以北黄土地区,在1978年6~8月久未降雨, MSS4~7各波段的图像上,均有一条NW向延伸的穿河谷及地形线的浅色调线性构造,长80 km以上,宽5~10 km,但8月24日的TM图像上,各波段未出现浅色带,原因是在此期间曾经降雨。另外,盐碱化、冻土以及农业灌溉都会掩盖微弱的水分差异,因此,选择时相时,应尽量避免上述因素的影响。

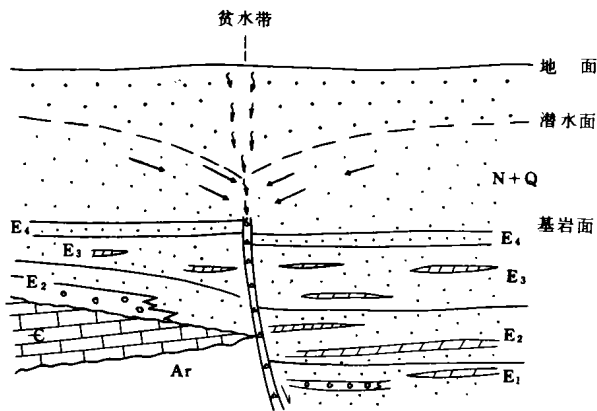


图1 导油、气构造地表水渗漏机制示意图
(箭头示地下水运动方向,弯曲箭头示渗漏速度较快的部位)

3.2 阻隔性构造

一般压性或压扭性的断裂构造多属于阻隔性构造。某些非压性的断裂构造若其上有发育的粘土层也属阻隔性构造。阻隔性构造在遥感图像上形成一条暗色调的富水带(图 2)。原因是基岩阻隔性断裂上盘岩石中的含水量较下盘丰富, 形成了潜水面上盘高于下盘的势态。当雨后表层水饱和时, 在向下渗漏的过程中, 由于两盘存在水压差, 下渗的速率上盘必然较下盘缓慢, 而且越接近阻隔构造越慢, 从而导致沿断裂线上盘一侧, 出现富水带, 遥感图像上呈一条暗色调的线(带)。一般而言, 该富水带与背景之间含水量的差别, 上盘相对较小, 下盘相对较大。

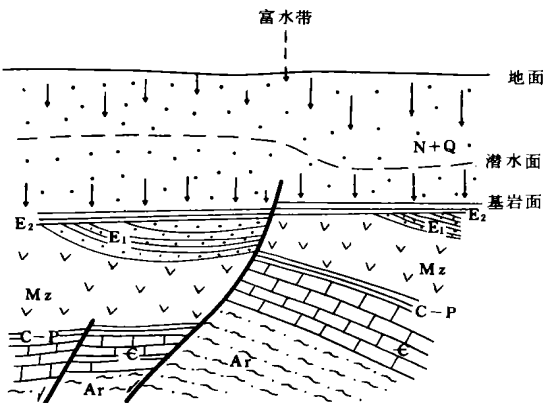


图 2 阻隔性构造地表水渗漏示意图
(箭头的长短示渗漏速度的快慢)

参 考 文 献

- 1 刘燕君. 遥感地质基础文集. 北京: 科技文献出版社, 1990. 21, 34
- 2 霍明远. 地下水资源系统勘查技术与综合评价方法. 北京: 科学出版社, 1992. 29~40
- 3 李明诚. 石油与天然气运移. 北京: 石油工业出版社, 1994. 228~246
- 4 孙星和. 宇航遥感物理基础. 北京: 地震出版社, 1990. 96, 131
- 5 刘燕君. 遥感找矿的原理和方法. 北京: 冶金工业出版社, 1991. 157~196
- 6 刘子贵, 李钦雄, 王斩. 烃类微渗漏的光谱遥感信息. 环境遥感, 1992, 7(1): 65~74
- 7 刘燕君, 金丽芳, 程承旗. 遥感图像上的油气晕. 环境遥感, 1992, 7(1): 59~65

WATER SOLUTION—A PRINCIPAL FACTOR FOR FORMATION OF HYDROCARBON REMOTE SENSING INFORMATION

Liu Yanjun Jin Lifang

(Institute of Remote Sensing, Beijing University, Beijing)

Abstract

Underground water solution is the medium of deep oil-gas information. The occurrence of pressure difference and temperature difference is the dynamics for the transission of deep-seated information. The analyses made in hydrocarbon geochemics and water content show that remote sensing information of the alteration halo of oil-gas microseepage could be considered as the comprehensive reflector of both organic and inorganic components. It is common that water content in alteration halo is considerably higher than background value. Structures of oil and gas passages are mainly closed extensional structures which appear to be light colour zones with low water-content in remote sensing images; oil-gas bearing structures sealed by compressional or transpressional structures and clay beds appeared to be dark zones with high content of water in the images. It is suggested that to extract oil-gas information, one should choose suitable humidity and also consider meteorologic factor.