

句容盆地的遥感地质特征和油气综合勘探

杨金根

(华东石油地质局第六物探大队, 南京 210007)

遥感图像反映, 句容、宁镇山区曾解释为推覆的“叠瓦构造”的地震剖面实际为一系列北西向张扭性断裂线性体的误解。遥感 r -环-色模式反映, 油气色调晕圈主要分布在句容重力高东侧, 是油气圈闭的地面指示标志。对中、古生代海相碳酸盐岩复杂构造区的油气勘探, 应加强遥感、化探、放射性测量等非地震方法的综合评价研究。

关键词 句容盆地 叠瓦状断层 张扭性断裂 断裂线性体 环形构造 油气色调晕圈 r -环-色模式 油气圈闭

作者简介 杨金根 男 56岁 高级工程师 油气遥感地质

一、句容盆地的构造特征

句容盆地位于下扬子准地台宁镇断褶带的南陵-句容凹断褶束, 其中、古生代海相碳酸盐岩具有较好的生储油性能。它是印支-燕山运动以来形成的侏罗-白垩系断拗盆地。其北侧和北西侧为宁镇穹断褶束中、古生代基岩出露区, 东侧为茅山重力滑落带, 南西侧为侏罗系火山岩分布区。盆地被白垩系覆盖, 地貌上丘陵平原相间, 第四系和植被农作物广布。其下存在着下侏罗统底、上侏罗统底、上白垩统底三个强烈的不整合面; 同时存在着印支-燕山运动早期和燕山运动晚期两次重力滑落构造。

习惯上将句容盆地划分为湖熟-大卓凹陷、句容-葛村凸起、春城-溧水凹陷三个构造单元, 呈北东向的两凹一凸分布。油气显示集中在句容-葛村凸起的北东端的句容构造上。句容构造在布伽重力异常图上为一重力高, 在剩余重力异常图上为一系列 4×2 km $\pm$ 剩余重力异常。“六五”期间, 句容盆地被认为是中、古生界保存最全的地区之一, 推测在以印支面为底的盖层之下, 远离侵入体的部位, 可望发育长轴型及推覆型的良好圈闭。其中句容构造工作程度较高, 当时认为这是一个倒转逆冲的大型下古生代背斜圈

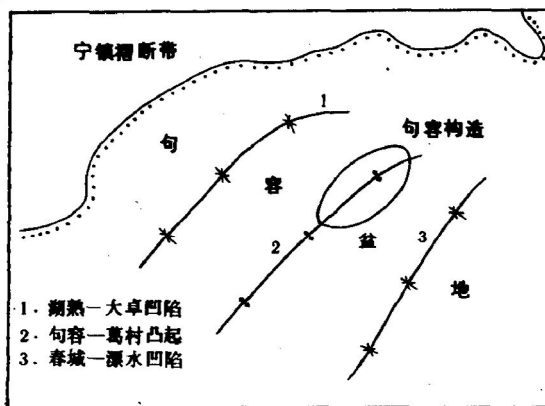


图1 句容构造位置略图

闭,构造走向与区域走向一致为北东向,并建立了逆掩断层成排分布的“句容模式”;它在地震剖面上是弧形的地层反射界面被直线形单向斜之断面所裹夹,潜没于表层推覆体之下的大型背斜,因而评价为最有利的圈闭,是今后的主要勘探目标(图1)。

二、句容盆地及其邻区的线性体组合

句容盆地及其邻区发育显著或隐伏的东西向弧形或直线形线性体和北西、北北西向线性体,以及北北东向 ν 线性体组合模式。此外,还有一组近南北向的强烈线性体分布。

东西向线性体在宁镇山区十分发育,它们反映了中、古生代断褶构造带后期的右旋剪切滑动,其中汤山-上党线性体带控制了句容盆地的北界,江宁-行香和二圣桥弧形线性体可能反映了隐伏逆冲断层。



图2 句容盆地及邻区影像简图

北西和北北西向线性体较为密集强烈,大部分可同宁镇和茅山山区基岩中的张扭性断裂对应。

南北向线性体较为细密,局部强烈,它们的出现同宁镇山区的冲沟和句容盆地中的垅岗有关,部分属基岩断裂,部分同 $T_1^1-T_1^2$ 构造图上的南北向断裂对应,部分反映了下白垩统葛村组(K_{1g})的凹陷。此组线性体在茅山东侧可南延至溧阳-郎溪间的山区,反映了茅山志留-泥盆系滑落体的滑动轨迹,指示了它们的滑落根部。

北北东向和北东向线性体同环形色调晕圈组成的 ν -环形构造-色调异常模式(ν -环-色模式)则控制了句容盆地的油气显示分布(图2)。

三、北西向张扭性断裂线性体同“叠瓦断层”的关系

句容盆地的101线是经中外学者解释的、有名的“叠瓦构造”地震剖面。但是,若把此剖面结合句容-宁镇地区的遥感图像分析,不难发现,该“叠瓦构造”不是推覆构造,而是一系列北西向张扭性断裂的剖面反映。图像清晰显示,在北山水库西侧至宝埭间有一个强烈的北西向线性体带,它们控制了北西向河谷平原和洼地的分布;在北山水库西侧的基岩区,它们表现为一系列东侧右行南错的张扭性断裂带,使志留至二叠系组成的背向斜平移错开,当

背斜移置于向斜之上或老地层移置于新地层之上时, 它们在剖面上即表现为貌似推覆的“叠瓦构造”(图3, 4), 故所谓推覆构造, 实际上是对一系列张扭性断层的误解。长期来对此“叠瓦构造”带上方的白垩系凹陷都作为推覆构造的后期断陷来认识的, 实际上这是一个上盘下降的拉张断裂带, 它形成于晚白垩世, 控制了上覆白垩系, 特别是上白垩统浦口组(K_{2p})凹陷的分布。研究这一构造性质的意义在于阐明“叠瓦构造”带本身是断裂陷落部位, 不是油气勘探的有利部位。其西侧张扭性断裂带下盘才是句容盆地内中、古生界海相碳酸盐岩系的构造隆起部位, 是有利的油气勘探部位, 这一部位与句容 ν -环-色模式的位置是一致的。



图3 北山水库示意地质图

(此区位于图2上方之方框部位)

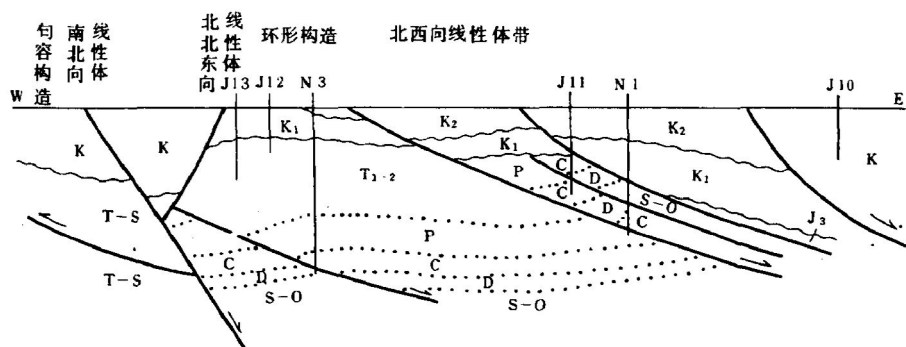


图4 101线示意剖面图

(剖面位置见图5)

图示张扭性断裂形成的“叠瓦构造”控制了上覆白垩系断陷

四、句容 ν -环形构造-色调异常模式

ν 模式由美国 Rax Peterson 首先提出^[1], 它是地质力学中入字型构造在遥感图像解释中的具体应用, 用它可圈出平移断层牵引褶曲的构造高点。若这一构造高点捕获了油气, 成为一个工业油气圈闭, 则圈闭在张应力和烃类及其伴生组分的垂向微渗漏迁移作用下, 出现环形构造和色调异常或环形晕圈, 笔者把这一 ν 模式、环形构造和色调异常三者空间上一致的

现象命名为“ ν 环形构造-色调异常模式”。未受破坏或后期破坏较弱的油气圈闭，一般呈简单的 ν 环形构造-色调异常类型，其环形构造呈一、二个层圈状，色调异常基本上集中在环形构造上大片分布，例如苏北的草舍油田、大庆的阿拉新气田；后期破坏强烈的油气圈闭一般呈复杂的 ν 环形构造-色调异常类型^{**}，其环形构造呈大环套小环的花瓣状、游星状复杂组合，色调异常分散分布，部分同几个小环一致，例如苏北的戴南油田、中生代海相碳酸盐岩复杂构造区的黄桥 CO_2 气田。句容构造具复杂的 ν 环-色模式特征，其主干断裂线性体位于春城凹陷西侧，地震资料反映，这是一条北北东向逆断层，其分支断裂位于句容构造两侧，与 T_3^0 构造斜坡和 $T_3^1-T_3^2$ 构造正断层一致，呈北东向弧形展布；在弧形线性体内侧，同句容构造一致，为一直径3.5—4 km的大环。一系列北西向线性体同构造斜坡或鞍部一致，其中，大卓-宝坨，土桥-二圣桥北西向线性体把 ν 构造分割成早期断块，密集的近南北向线性体又把它们分割成复杂的小断块。在句容构造东侧的北东和近南北向线性体交汇带，控制了一系列直径2—2.5 km、呈多字型排列的色调晕圈带，上述影像组成了句容构造的复杂 ν 环-色模式（图5）。

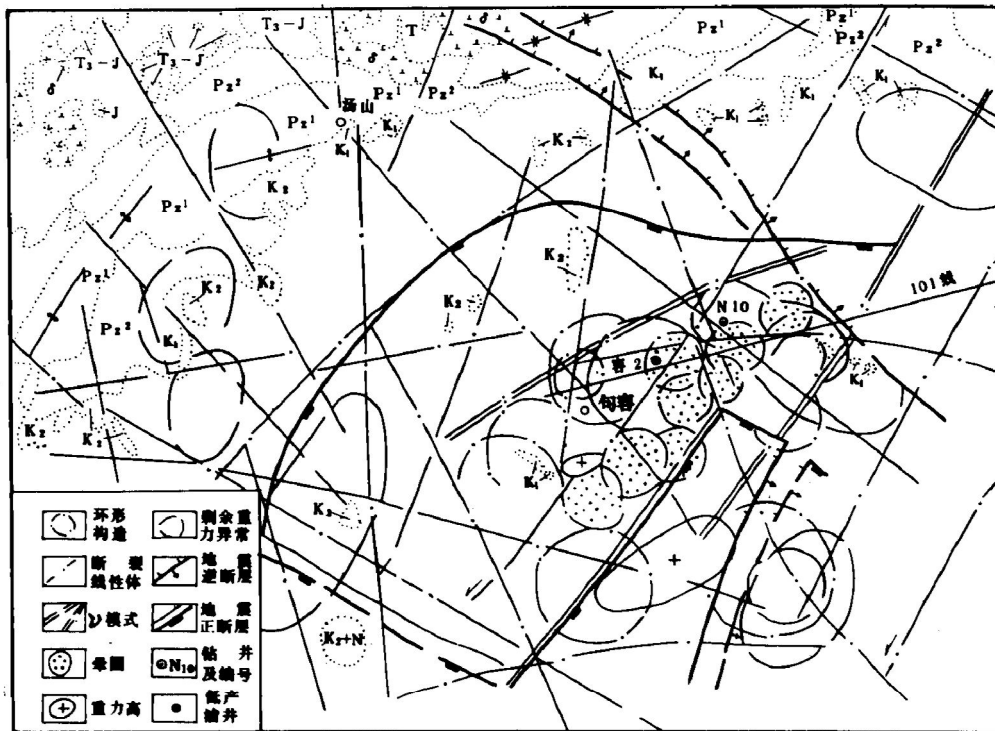


图5 句容盆地遥感地质简图

按照 ν 模式分析，句容盆地内的油气勘探方向也应该是具 ν 模式和环形构造特点的句容重力高（句容构造）。在此构造上，侏罗纪地层基本缺失或减薄，而在两侧凹陷内它们保存较好，反映了这是一个中晚侏罗世形成的构造，它以由水体、湿地或高地引起的大环为特征，控

^{*}, ^{**} 杨金根等. 南京-南通地区油气勘查中 ν 环形构造-色调异常模式. 江苏科技情报, 1991; (4); 杨金根在1990年11月郑州全国地质学术交流会上的发言.

制了油气的早期运移和储集。大环周围及通过大环的不同方向线性体, 则反映了断裂或裂隙对早期含油气构造的破坏。“晕圈”, 主要是指具特殊色调的小环, 它反映了早期含油气构造破坏后, 油气重新分布所形成的烃类及其伴生组分的微渗漏信息, 这些“晕圈”的边缘较为模糊。因后期破坏、改造的情况各异, 这些大小环和断裂线性体呈现了不同的组合形态。在已知含油气盆地的油气勘探中, 遥感研究的主要任务是着重识别这些大小环和晕圈, 研究断裂线性体同它们的组合、控制关系。在此基础上, 综合物化探资料, 说明这些“晕圈”的含油气性质和控油气构造属性, 提出有利的圈闭和勘探部位。句容构造的复杂“环-色”模式, 反映了它还有寻找断层裂隙型油气圈闭的条件, 盆地内的低产油井容2井即位于这一影像的晕圈带内, 另外两口类似的低产油井也具类似影像特征。从地震和钻井地质资料分析, 它们不具备推覆构造或大型背斜特征, 却具有受断裂控制的特点。据 $T_2^0-T_2^1$ 构造图分析, 句容构造东侧被北北东向断层逆冲, 其下盘被一组近南北向断裂分割成4—5个小断块, 在地震和钻井联井剖面上, 它们反映为在上侏罗统底及下白垩统底不整合面之下, 存在着一组压扭性断裂, 使石炭-二叠系逆冲于二叠-三叠系之上, 局部牵引倒转(图6, 7)。由N10井—华句11井剖面分析, 在井深717—1098 m上下, 为此断层的主断面, 其上之石炭-二叠系褶皱倒转强烈,

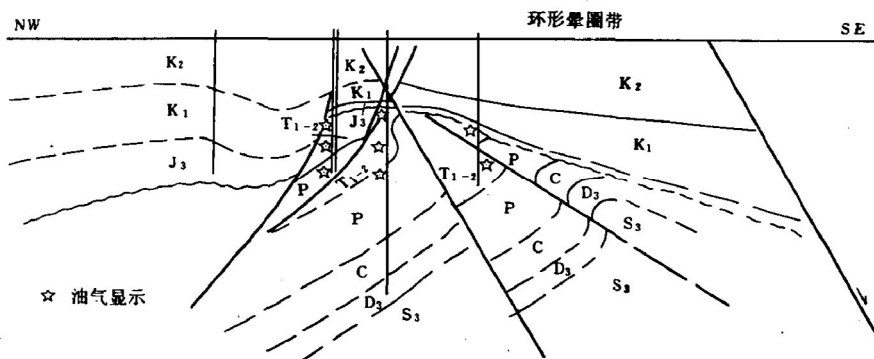


图6 句容构造钻井横剖面图



图7 NW 3554 地震剖面图

其下盘中、下三叠统-二叠系层序基本正常(表1)。在此主断面之下的上二叠统龙潭组(P_2l)和上泥盆统五通组(D_3w)砂岩中,普遍见裂隙油气显示,句容构造东侧的环形晕圈带即位于这一逆断层上方。

表1 N10-华句11钻井地层简表

	地层	N10	华句3	容2	容3	容4	句参2	句参1	华句11
上盘 T_1 -C 地层褶皱逆 冲重复	Q	K_2	21	12			13	20	15
	K_2	413	196.5	177.5	K_2-J			K_2-J	K_5P_5
	K_1		442	230.5	540	K_{483}	T_1 重复 加厚断 面深度 不清楚	418.5	1630.5
	T_1	715	706.5		662	657.5		605	716
	P_2	816.5	764		874	681		717	736
	P_1					$T_1 916$			
	C			640		$P_2 1098.5$			
主断面	T_1	1350	1000.5	798.5	1240.5	1180	1020.5	843	944
下盘层序正 常,偶有正断 层地层缺失	P_2	1383			1366	1253	1188	1080	
	P_1	1435			1672	1580	1355	1358	
	C						1549	1636.5	
	D						1685	1750	
	S_3						1786		
	S_2						2565		
	S_1						3195		

引起环形晕圈的原因还有待于深入研究。它既有土壤中粘土矿物和植被光谱变化的因素,也有地形因素。句容构造的环形晕圈带在12月份和5月份的TM图像中都可增强显示,在TM2、3波段和TM5/7、TM4/3中的增强效果更好。TM2、3和TM4/3主要同植被和叶绿素含量有关, TM5/7主要同粘土和碳酸盐矿物有关;但是,这些晕圈同丘陵区的地形起伏又有一定对应关系。因此,可能是该区的垂向微渗漏迁移作用引起的土壤蚀变中,存在着次生碳酸盐胶结或铁质矿物的变化,它们引起了土壤耐风化或耐蚀性的差异,所以在白垩系组成的平缓丘陵区,隐含着与土壤“蚀变”带一致的环形岗丘,它们又引起含水性或土壤湿度差异,所以在处理后的增强图像上能显示出与含油气构造一致的环形晕圈。

综上所述,早期句容构造已受到后期断裂破坏,油气迁移散失,所以其上普遍见到残留的油气显示,因而与句容重力高一致的大环形构造,只有构造意义。后期构造则在句容构造东侧,受北东向弧形逆断层下盘和近南北向断裂带控制,在上二叠统龙潭组和上泥盆统五通组砂岩的有利岩层中,形成一个个小型的断层裂隙圈闭。上述部位受上述两组断裂线性体交汇控制的环形晕圈,即为此类断层裂隙圈闭的地面标志。

五、句容盆地油气综合勘探小议

由上述分析可知,句容盆地的中、古生代海相碳酸盐岩的油气勘探应以断层裂隙型油气

圈闭为主, 其有利油气勘探部位应在句容构造东侧, 此类油气圈闭很难用单一的地震勘探技术予以探明。“六五”、“七五”以来的油气勘探成果表明, 虽然用重力和地震手段可以探明前白垩系基底起伏, 用地震手段可以获得海相地层的部分内部反射, 探测一些断裂和构造, 但是, 它们不能确定构造的含油气性。尽管句容盆地施工的大量钻井, 其油气井成功率极低, 但从下扬子区中、古生代海相碳酸盐岩的油气地质条件分析, 该盆地是一个较有代表性的、工作程度最高的油气勘查区之一, 若是舍去句容, 另辟新区, 遇到的可能是第二个、第三个……句容。因此, 欲在较短的时间内, 以较少经费, 在苏南或下扬子地区获得中、古生代海相碳酸盐岩的油气突破, 仍应选择句容地区开展油气综合勘探研究为好, 特别要加强非地震油气综合勘探的研究。

所有遥感、化探、航磁、放射性测量等非地震油气勘探技术的地质理论机制, 都建立在深部油气圈闭中的烃类及其伴生组分的垂向微渗漏迁移作用基础上, 这一机制已被国内外各种试验所证实。据研究, 烃类分子只需14天即能渗透300m的上覆岩层, 经过140天即能渗透3000m的上覆岩层达到地表。对句容盆地这类地震手段难以奏效的复杂构造区, 更应以非地震找油气、地震定构造的综合勘探思路部署工作。所谓综合勘探绝不是多种方法的叠加, 也不是在地震勘探的基础上, 用非地震资料来解释几个构造的含油气性, 而应是在油气勘查一开始, 即因地制宜地制定综合勘查方案。例如, 在断裂发育、油气显示丰富的复杂构造区, 其地质条件决定了地震得不到良好资料, 若是机械地以地震为主, 必然使勘探工作旷日持久。对此类地区应在遥感处理解释的基础上, 有目的地对高精度航磁、航放和高精度重力资料进行各种特殊处理, 互相检查核实与油气有关的异常, 再择优进行化探或放射性测量, 验证异常, 尽量弄清各种资料异常不一致的原因, 避免厚此薄彼, 减少主观偏见, 最后作出综合解释。对此类用多种非地震手段发现和确定的异常, 再用地震资料研究其构造控制因素, 建立油气圈闭的综合识别模式, 获得面上信息反馈, 从已知到未知, 由点到面, 点面结合, 面中求点, 进行验证, 才能获得海相碳酸盐岩复杂构造区油气勘探的方法突破。

参 考 文 献

- 1 庄培仁, 赵不亿主编. 遥感技术及地质应用研究. 北京: 地质出版社, 1986

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS WITH REMOTE SENSING AND COMPREHENSIVE HYDROCARBON EXPLORATION OF JURONG BASIN

Yang Jingen

(6th Geological Prospecting Brigade, East China Bureau of Petroleum Geology, Nanjing)

Abstract

Remote sensing images reveal that the nappe structures in Jurong Basin might relate to E-W or NEE striking arcuate linear structures in the basin. The tenso-shear fault linear

structural system in Ningzheng Mountains that stretches into the basin once had been interpreted to be imbricate structures in seismic profile by mistake rather than nappe structures. According to ν -circular structure-tonal anomaly model of remote sensing, hydrocarbon tone halos are mainly located in the east side of Jurong gravitational high, suggesting that the distribution of the halos is controlled by NNE-strike torsion structures and their subsidiary faults, and by NW-strike cross faults and near NS-directional faults. Thus the halos could be considered as ground indication of hydrocarbon traps. It is proposed that non-seismic techniques such as remote sensing, geochemical exploration, radioactive prospecting should be strengthened in the study area, and a synthetic assessment model of hydrocarbon traps should be established so as to make a break through in its oil and gas exploration. This is the general trend for hydrocarbon exploration in Paleozoic and Mesozoic carbonate rocks in the middle and lower reaches of the Yangtze River.