

01/3
叶和飞 著

叶和飞 油气地质遥感 论文集

YE HEFEI
YOUQI DIZHI
YAOGAN LUNWENJI



地质出版社

YE HEFEI YOUQI DIZHI YAOGAN LUNWENJI

叶和飞油气地质遥感论文集

叶和飞 著

地质出版社

· 北 京 ·

内容提要 “论文集”约 35 万字（含插图），包括“卫星遥感技术在中国陆上油气勘探中的应用”等 18 篇论文。这是作者自 1977 年进入遥感地质界之后，从事滇黔桂地区、中原地区及江苏、辽河、山东、江汉、四川和青藏高原等不同地质、地貌单元和不同油气田类型的遥感油气地质调查研究所取得的一系列成果（其中有些属国家、石油天然气总公司科技攻关项目成果，部分成果曾获国家级、省级、部级科技进步奖）的总汇。

图书在版编目（CIP）数据

叶和飞油气地质遥感论文集/叶和飞著. -北京：地质出版社，2001.3

ISBN 7-116-03271-1

I. 油… II. 叶… III. 遥感-应用-油气勘探-文集 IV. TE19-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 59842 号

地质出版社出版发行

（100083 北京海淀区学院路 29 号）

责任编辑：刘淑春 郝梓国 王章俊

责任校对：李 玫

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销
开本：787×1092¹/₁₆ 印张：14 彩图：8 页 字数：325 千字

2001 年 3 月北京第一版·2001 年 3 月北京第一次印刷

印数：1—310 册 定价：40.00 元

ISBN 7-116-03271-1
P·2157

（凡购买地质出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社发行处负责调换）

序

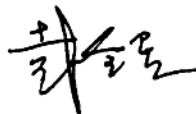
数字地球是高科技的体现和结晶,油气地质遥感是数字地球的组成部分之一。因此油气地质遥感把传统的油气地质向高科技发展推进了一大步,使油气地质工作增加了活力和手段。无疑,《叶和飞油气地质遥感论文集》的问世,为充满活力的油气地质遥感研究起到了锦上添花的作用。

《叶和飞油气地质遥感论文集》中的18篇论文所反映的内容,是叶和飞从事油气地质遥感近四分之一世纪研究成果中的精品,是我国年轻的油气地质遥感学科系列成果中的重要组成部分。她反映了我国油气地质遥感研究的起始和发展概况——从探索逐步走向成熟,从应用尝试到在油气勘探中取得经济效益。该《论文集》既有全国性油气地质遥感研究,又有重点油气区油气地质遥感研究,如中国东部油气区、四川盆地和塔里木盆地。更可贵的是有地质研究程度很低地区的遥感地质研究(“青藏高原羌塘—昌都地块遥感构造分析”)。这些成果丰富了我国油气地质理论,拓宽了油气地质的研究领域。

叶和飞是我大学里的同窗学友,同为大地构造专业,并且都是浙江同乡。在45年前同进南京大学地质系后,我们均热爱地质事业,并努力学习专业,同时从1956年起我们都积极参加勤工俭学野外地质调查工作,并开始研究工作。记得叶和飞1958年在皖南从事区域地质填图时,发现一套前震旦纪的变质火山岩地层,初露才华,在学生时代对地质事业作出了贡献。大学毕业后我们又都被分配到石油部门的不同单位从事石油地质工作。在大学五年中,我们未曾学过石油方面的课程,与毕业后所从事工作的专业有着较大的距离,摆在我们面前的专业负担是沉重的。但我们都毅然从头学习与工作有关的专业知识。在工作中学习,在工作中研究,在工作中提高,他终于成为油气地质遥感方面的有名专家,成果累累;我在天然气地质和地球化学专业上研究也有所进展。地质界有一种说法,即大地构造学科是地质学的哲学,这也许是因为我们是科班的大地构造专业人,也许是天赋给我们在转学地质学其他专业时有所“灵通”。

国民经济飞速发展对油气产量提出了更高更大的要求。油气地质遥感是进行油气勘探的一种重要手段。因此,《叶和飞油气地质遥感论文集》面世,对油气勘探有重要的意义,故该专著的出版是可喜可贺的,同时我也把该书推荐给地质界和油气地质与勘探部门的同行们,如有机会阅读,定会受益匪浅。

中国科学院院士
中国石油勘探开发研究院教授级高级工程师



自 序

1978年初,作者有幸在组织安排下参加了原石油部、地质矿产部及北京大学联合举办的第二期石油地质遥感学习班,同年7月又参加了由北京大学开设的遥感地质研究班,学习结束后一直从事遥感技术的石油地质应用研究。当时确定的主要任务:一是配合其它勘探方法,在已取得资料的基础上应用遥感技术对含油气盆地及其赖以形成和发展的区域地质背景进行宏观的、局部的地质构造及其形成规律的研究,为盆地和有利勘探目标评价、预测提供依据;二是利用遥感技术获得资料真实、形象和迅速的优势,对新区新领域进行油气地质调查和评价研究,为选择油气勘探后备基地作前期准备。尽管这是一项初次涉足的新技术,但由于石油部(后来的石油天然气总公司)领导的重视,不仅及时引进了先进的遥感图像的处理设备,而且还曾组织几次有兄弟部门、各油田单位参加的规模较大的联合研究活动,为迅速推广应用该项新技术创造了良好条件。本论文集就是在上述总目标下众多油气地质遥感工作者实践、研究取得的地质应用的部分成果,虽然水平有限,但却基本反映了它不间断的进程。可喜的是,这些成果在油气勘探中起到了积极的作用,尤其对油气区深部的宏观地质结构及构造,从遥感角度参与了讨论,提供了重要的参考。而且就目前回顾的情况来看,已在一些油田的遥感预测区陆续获得了工业油气流,取得了显著的经济效益。相信,只要深入研究并不断总结经验,今后定当会有更大的作为。

本论文集共包括18项研究成果内容,其中大部分论文已在不同杂志上发表过,这次出版的部分成果,在原基础上作了部分的补充和修改。

仍如上文已指出的那样,油气地质遥感成果的取得是与众多石油地质工作者的共同努力分不开的。这里应特别提出的是先后直接参与项目研究的齐小平(高级工程师)、赵建新(高级工程师)、曹宇(工程师)、曹秀娟(硕士)、刘忠(高级工程师)、张昭贵(博士)等(本所)及各油田的协作者,陆锦标(高级工程师)、马德称(高级工程师)(滇黔桂石油勘探指挥部石油地质研究所)、赵绍奎(高级工程师)、李亚玉(工程师)、唐际友(工程师)(河南油田勘探开发研究院)、王正元(高级工程师)、潘国恩(教授)、王柏松(工程师)、戴汉地(工程师)(江汉油田勘探开发研究院)、李淑娴(高级工程师)、蔡兴华(工程师)(辽河油田勘探开发研究院)和刘东鹰(工程师)(江苏油田勘探开发研究院)等。此外,本论文集的出版得到了中国石油天然气总公司勘探局的领导,特别是赵政璋局长的大力支持,也得到遥感所有同志的帮助,文中的图片、插图均由遥感所计算机图像处理室、计算机制图室完成,文稿打印、初排由陈晓莉同志完成,笔者特借此机会致以深切的谢意。

2000年2月于北京

目 录

卫星遥感技术在中国陆上油气勘探中的应用(代前言)	1
南盘江地区卫星相片地质解译及构造模式初建	9
藏北伦坡拉盆地星载图像的地质应用	24
遥感图像在东濮凹陷油气勘探中的应用	31
周口地区遥感图像的地质构造分析	42
河南及邻区中、新生代沉积盆地形成的区域构造特征	49
辽河盆地及其邻区遥感图像的石油地质分析	60
遥感在江苏区域油气勘探中的应用	69
遥感技术在中国东部油气勘探中的应用	82
计算机组合处理图像及其地质应用分析	89
胜利油田燃煤电厂选址遥感地质论证	96
湖北监利—湖南新宁—广西钦州地质大剖面遥感浅析	104
湘鄂西区域油气勘探构造分析	109
永顺旋卷构造的遥感发现及其在湘西北区域油气勘探中的意义	133
川东大天池构造带五百梯及邻区天然气遥感地质研究	137
四川盆地已知气田构造背景的遥感分析兼论油气微渗漏地面效应遥感识别	152
塔里木盆地油气地质信息遥感探测研究	171
青藏高原羌塘—昌都地块遥感构造分析	183

卫星遥感技术在中国陆上 油气勘探中的应用^{*}

(代前言)

First of all, the author summarizes the application and results of remote sensing technology in petroleum exploration in land oil-bearing basins. Then the author illustrates the features of remote sensing technology in researching geological framework, dynamics and patterns of basin structure, distribution of the interior bearing oil structure belts (areas), comparing the remote sensing features between known oil fields and area under research, and then proceeds to predict new potential areas. According to the theory of oil-gas seepage and its surface paragenesis effect, we can search the possibility of using remote sensing technology to detect new oil-gas fields directly, and great advances can be made in application of remote sensing technology. Specially pointed out, new industrial oil has been gained in the potential structure belts that we predicted in Dongpu and lower Liaohe areas in 1983 and 1986. All these would heighten our confidence further in direct detection of new potential areas using remote sensing technology that will be an essential method in petroleum exploration.

石油勘探与其它有关领域一样, 由于卫星遥感技术的迅速渗透而充满生机。尽管卫星遥感在我国石油行业中应用起步较晚, 但从 1978 年对新疆塔里木盆地(西部)进行遥感石油地质应用研究以来, 曾利用遥感技术先后在河南、西藏、内蒙古、辽宁、山东、山西、江苏、四川及滇黔桂等 15 个省(区)内进行了近 500 万 km² 的石油地质应用研究, 涉及了不同地质单元和地貌类型, 其中新解译的局部构造或构造带近千个, 断裂上万条, 并预测了一批有勘探远景的含油气构造带。实践证明, 各种隐伏地质体及其结构, 常常同地表各种因素之间有着一定的内在联系。因此, 利用这些通常看来不显眼, 甚至孤立的因素进行组合的、全面的和综合的分析, 就能获得揭示地下地质规律的有价值的地质资料。卫星遥感图像不但形象、真实, 而且具有宏观性的特点, 这是其它资料无法比拟的。因此, 遥感技术不但在勘探前期的石油地质条件, 包括含油气盆地的区域地质背景的研究, 盆地形成的时空规律及形成机制等方面的研究有着重要的作用, 而且在研究盆地本身结构特点, 含油气构造带的分布和利用已知油气田图像特征类比分析, 预测新油气田方面也能作出积极贡献。同时, 由于卫星遥感图像具有宏观、真实和形象的特点, 又有多时相的对比分析, 因此在油气勘探的工程设计、环境监测方面同样有着广泛的应用前景。现就石油

● “遥感技术在中国陆上油气勘探中的应用”系列成果获 1990 年度国家科技进步三等奖。本文是摘要, 刊于《中国航天》(1995 年第 1 期)。后被选人朱光亚、周光召主编《中国科学技术文库》天文学、地球科学专集(科技文献出版社, 1998)。

勘探中首要的地质问题讨论如下。

一、卫星遥感在区域油气勘探中的作用

没有比较,就没有重点,区域油气勘探是选择重点和确定有效勘探靶区的方法和手段。由于卫星遥感不但有真实感,而且具有广阔的视域,因而能帮助人们迅速和较全面地掌握地物或地质体的宏观规律,事半功倍地实现从点到线、从线到面的传统工作过程所要达到的目的。此外,它的真实性还填补了上述工作过程中人为因素造成的失真现象,这是卫星遥感在区域地质调查和区域油气勘探中的最大优势之一,具有特别重要的实际意义。而有效勘探靶区的选择又是取得石油勘探成功的重要一环。对于石油地质工作者来说,通常都把沉积盆地从有机质伴随沉积物堆积至石油生成、运移、聚积和保存看作是油气勘探的基本地质单元。因此,石油工作者的首要任务是在区域地质背景研究的基础上,发现和圈定各种沉积盆地。而卫星遥感图像所具有的真实、宏观的特点,恰恰能为直接确定沉积盆地及其几何形态提供精确和形象的资料。所以,对了解和研究那些通行困难、人迹罕至的高山与荒漠地区的沉积盆地,卫星遥感图像更具有卓著的功效。位于中国西北地区的塔里木盆地,就是典型的一例。

塔里木盆地面积达 56 万 km^2 ,为一夹持于天山、昆仑山褶皱山系之间的巨大叠合型沉积盆地。其地表广为第四系覆盖,而且沙漠面积占其 1/3。盆地基底为前震旦纪变质岩,盖层由古生界和中、新生界构成,最大厚度为 15000 m。从钻井资料看,盆地中各时代的岩性与外围出露的相应层位基本一致。目前已在古生界及中、新生界有关层位中获得工业油流。盆地西部遥感资料的地质解译表明,卫星遥感不但能从宏观上使人迅速建立起盆地的区域地质概念,而且对确定与油气聚集有关的局部构造也十分有效。据统计,盆地西部共解译出环状构造 86 个,其中 55 个与地表构造有关,其有效率可达 64%。需要特别指出的是,已获工业油流的 168 号潜伏构造最初就是由卫星遥感资料发现的。1989 年在著名的轮南构造以西的塔北地区,通过 TM 图像的地质解译发现了一条宽为 2~5 km,长达 100 余公里的北东向巨大潜伏断裂隆起带(见图 1 L107—L108)。人工地震也证实,该断裂隆起带是由两条断层夹持的古生界地垒式构造。当时根据该构造带所处的区域构造位置及图像信息显示的特征推断,该断裂隆起可能为一含油构造带。后来的钻探证实,在该断裂隆起带的两侧及隆起上均获得了多处工业油流,并将其命名为某 7 含油构造带。与此同时,在塔里木河两岸的大片荒漠区,根据水系刻划的微地貌特征,以及该区微地貌特征与地下潜伏构造之间存在相关性的普遍规律,发现了受水系包抄或河流环绕的雀羚斯特和阿克库木等潜伏构造(图 1 R116, R114-2)。前者被人工地震资料证实为奥陶系构成的潜山型隆起,四周为石炭系所披覆,后者为见油气显示的奥陶系潜山头。又如,镶嵌在昆仑山、祁连山和阿尔金山之间的柴达木盆地,1982 年中美合作应用 MSS 资料进行石油地质解译,也取得了良好的效果。该盆地面积 10 万 km^2 ,是中国西部大型中新代沉积盆地之一。地表广泛出露新第三系,东部和南部被第四系及沙漠覆盖,植被稀少,是遥感找油的良好试验区。工作结果表明,全区共解译出地面背斜 131 个,断裂 87 条。经验证,卫片解译的背斜和断裂分别占已查明数的 75% 和 74%。而解译的 28 个隐伏构造,有 6 个已被地震勘探所证实。

0 4 8 12 km



图 1 轮台—库车地区 TM 地质解译图

二、组合处理图像可揭示第四系覆盖区地下地质信息

中国东部的含油盆地，几乎都深埋在第四系之下，石油地质调查研究完全依靠昂贵的物探方法。但河南、江苏等地的遥感石油地质应用表明，使用 MSS 的线性扩展、灰度调整、局部增强和彩色级上色四个程序处理并形成新图像，可以获得地下地质结构及其特征的信息。也就是说，应用组合处理图像资料，可以在很短时间内，用有限的人力和资金，达到需要大量物探工作才能完成的石油地质调查任务。其中包括坳陷的范围和其中的二级构造带及大型局部构造。辽河坳陷就是典型例子之一。

辽河坳陷位于辽东湾北岸，是渤海湾新生代沉积盆地的组成部分。陆地面积 12000 余平方公里。坳陷基底由前震旦纪变质岩构成，局部有少量古生界和中生界，油气勘探的目的层为老第三系。由于古生界和中生界在发育时间和空间上的差异，使老第三系与前震旦系、震旦系的不同层位接触，也因此为本区潜山系找油提供了条件。新第三系—第四系层厚 800~1500 m，是本区最广泛的覆盖层。辽河坳陷的范围相当于由卫片上反映出来的大型深色圆形影像北部边界的沙岭—高升—沟邦子弧线以南的整个辽南地区。环形影像的南半部因受海水影响显示不清。据测算，长半径达 37.5 km，环形影像之陆地部分的面积约 400 km²（见图 2）。

据统计，由辽河坳陷遥感图像的石油地质解译与分析所作的预测结果与事先尚未掌握已知油田资料的实际油田吻合率可达 70%，而且其中的海外河预测区最近也获得了工业油流。

1983 年在南襄盆地的广大第四系覆盖区，组合方法处理的图像不但准确而形象地反映了各个次级凹陷的位置及空间特点，而且，对各凹陷内部的结构也跃然纸上，尤其位于南襄盆地东北部的泌阳凹陷。

泌阳凹陷位于豫、鄂接壤区的河南省境内，系南襄盆地的次级构造单元，是中生代晚期（K—R）在北西西与北东向两组断裂构造严格控制下形成的陆相沉积凹陷。虽然总面积只有 4700 km²，但沉积物厚度可达 9000 m，其中白垩系厚 2000 m，第三系厚 7000 m。由于地表被 100 余米的第四系覆盖，凹陷内的基本地质结构全由物探方法查明。现已发现一批第三系油田，勘探正向纵深发展。为了扩大油田面积，增加后备储量，曾在当时资料的基础上，利用陆地卫星 MSS 图像进行了南襄盆地的形成机理及盆地局部构造分布规律的研究，同时通过该盆地已知油田遥感、物化探信息特征的总结，并以此作为类比手段，对具有相似地质背景的局部构造进行了预测研究。10 年的勘探实践证明，上述工作的结果已得到验证并取得了明显的效果。

泌阳凹陷以泌阳河为界分为南北两部分。北半部遥感显示其构造线为北北东向，钻井揭示第三系生油岩变差，目前，尚未发现油田。南半部则以北西向和近东向构造线为主，遥感解译发现一批环状构造，它与物探方法确定的局部构造绝大部分相吻合（图 3）。尤其是 R1-1-3、R1-1-9、R1-1-8、R1-4 和 R1-1-5 等几个环形构造分别与双河、安棚、下二门、井楼及赵凹油田基本一致。更重要的是在其后的勘探中于东西走向的 R1-12 预测区发现了付弯等两个第三系油田。

以上事实进一步说明了组合处理方法在提取第四系覆盖区地下地质信息方面的明显功效。

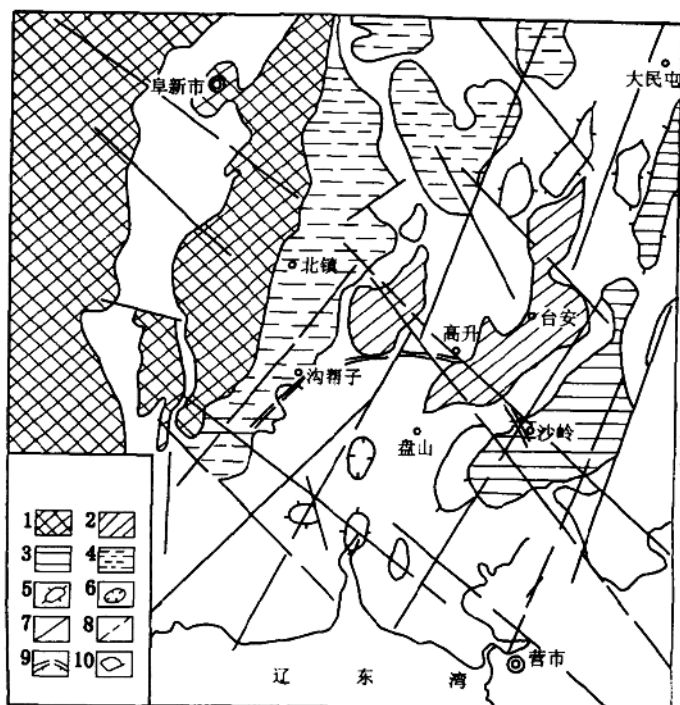


图 2 辽河坳陷卫片组合处理图像地质解译略图

1—前白垩系连续露头分布区；2—前震旦系为主的潜伏隆起区；3—古生界和部分中生界基底分布；4—中生界为主的斜坡或基底；5—局部隆起；6—局部凹陷；7—明显线性构造；8—较明显线性构造；9—巨型环状构造；10—湖泊、水系

三、油气的遥感检测

由于一些显而易见的勘探目标越来越少，而随着现代经济的发展，能源需求量却越来越大，这就迫使石油勘探工作者不得不去寻求各种新技术和新的勘探方法以对付那些极为隐蔽和工作难度很大的勘探目标。油气信息的遥感检测，就是探测隐蔽油气藏的前缘技术之一。作为特殊地质体的地下油气藏，在其平衡条件被打破后，油气或烃类物质就要发生逸散或迁移。如地面经常见到的油气苗及沥青等，这是众所周知的事。本文在这里讨论的即是借助仪器才能发现的微渗漏造成的“微油气苗”。卫星遥感方法不仅在于识别微油气苗本身，更多的和更重要的，还在于识别由于微渗漏而产生的地表蚀变效应。因为只有蚀变区（带）才会留下该区波谱特征的异常记录，从而成为人们检测油气的可能标志。研究表明，油气渗漏造成的蚀变效应，是一个地质、地球物理、地球化学和生物作用的综合体。它不仅可以反映在异常的波谱特征上，也可以反映在地球物理场、地球化学场及土壤和植被群落的异常变化上。当然，油气微渗漏造成的地表共生蚀变效应，可因季节、地域

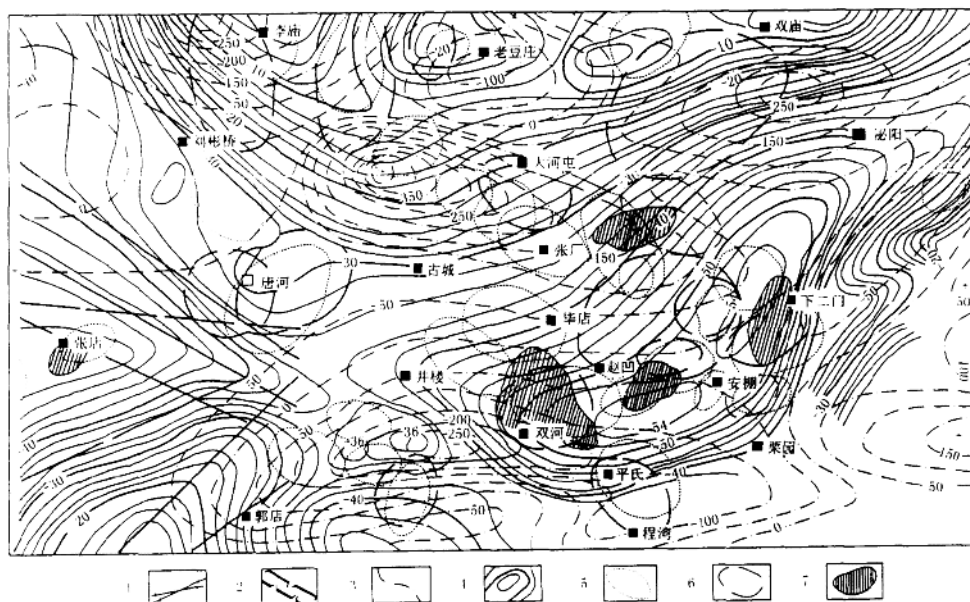


图3 泌阳凹陷重力航磁异常与遥感影像异常叠合图

1—线性异常影像；2—带状异常影像；3—重力等值线；4—磁力等值线；5—特殊处理图解释的环形影像；
6—普通拉伸图解释的环形影像；7—已知油区

的变化而有所不同，但就其本质而言是一样的，只是蚀变效应的程序和方面有所差别而已，何况油气的遥感检测，是以所处的地质、地理背景中的已知油气田信息特征为类比前提的。从中国东部众多油田遥感信息特征的总结中可以看出，卫星图像的特殊色调→光谱及地球物理、地球化学特征→微地貌景观特征→地下地质结构→油气田之间有着必然的联系。1985年对中原油田东濮凹陷的西斜坡及南北构造带进行了预测，现在已陆续获得工业油气流。

东濮凹陷是中、新生代的构造盆地，面积5000余平方公里，主体位于冀、豫、鲁接壤的河南省内。勘探目的层深达3000~5000m，地表被厚130余米的第四系覆盖。凹陷的东侧受兰聊断裂的严格控制，基底由古生代及部分太古宙变质岩构成。该基底正如重、磁资料反映的那样，是由西北的内黄隆起向东南呈急倾状潜入巨厚的中、新生代沉积物之下，并为后期断裂复杂化了的、走向北东的单斜构造。凹陷的东部基底最大埋深达9000m，向东越过兰聊断裂之后就逐渐抬升，并成为鲁西隆起西缘的组成部分。就在兰聊断裂带的西北侧，有一宽25~30km，长大于200km的南北走向浅色影像异常区，南起河南杞县，向北包括兰考、东明等地，并从南乐、范县之间一直伸向山东境内（图4）。该浅色特殊影像异常与众多已知油田的图像特征基本一致，又具有相似的地质背景，因此，经类比后认为，这是油气微渗漏所造成地面效应的重要方面，故而预测为有利含油气区。经过多年的勘探证明，该预测区为油气的主要富集带，是本凹陷油气新增储量的主要基地，目前已陆续投入开发。

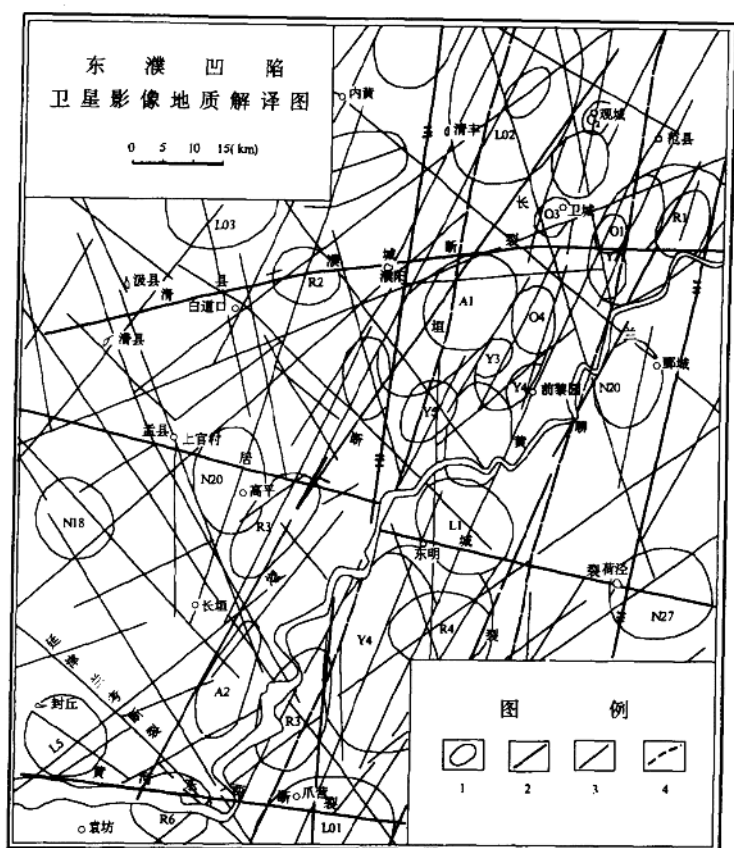


图4 东濮凹陷卫星影像地质解译图

1—环状构造；2—主要断裂；3—次要断裂；4—远景区；L—与基底隆起有关的环状构造；N—与隆起有关的环状构造；A—与凹陷有关的环状构造；R—与玄武岩有关的环状构造；O—与已知油田有关的环状构造；Y—预测含油气构造

1987年对苏北金湖凹陷某地区根据上述原则进行了同样的预测，结果也获得了良好的油气显示，目前正在继续勘探。因此，可以说油气的遥感检测是有广阔前景的。尤其，目前正从油气微漏地面共生效应（蚀变区、带）的地球化学场和包括地面波谱特征研究在内的地球物理场等微观上进行科学的分析，以便探索油气地面共生效应的形成机制，使遥感检测有可靠的科学依据。但必须指出，上述规律是以特定的地质背景为出发点的。要使油气的遥感检测取得最佳成效，还必须考虑具体的石油地质条件和一定的地理环境。

上述实践说明，卫星遥感技术在石油勘探中的应用是大有可为的，而且将成为一种不可缺少的手段，尤其在加速石油勘探进程，缩短石油勘探周期，节省勘探投资和提高经济效益等方面有着重大的实际意义。

参 考 文 献

马蔼乃. 遥感概论. 北京: 科学出版社, 1984

朱亮璞主编. 遥感地质学. 北京: 地质出版社, 1991

中国石油地质志. 卷三. 辽河油田, 北京: 石油工业出版社, 1987

中国石油地质志. 卷五. 华北油田, 北京: 石油工业出版社, 1987

中国石油地质志. 卷六. 胜利油田, 北京: 石油工业出版社, 1987

中国石油地质志. 卷七. 中原、南阳油田, 北京: 石油工业出版社, 1987

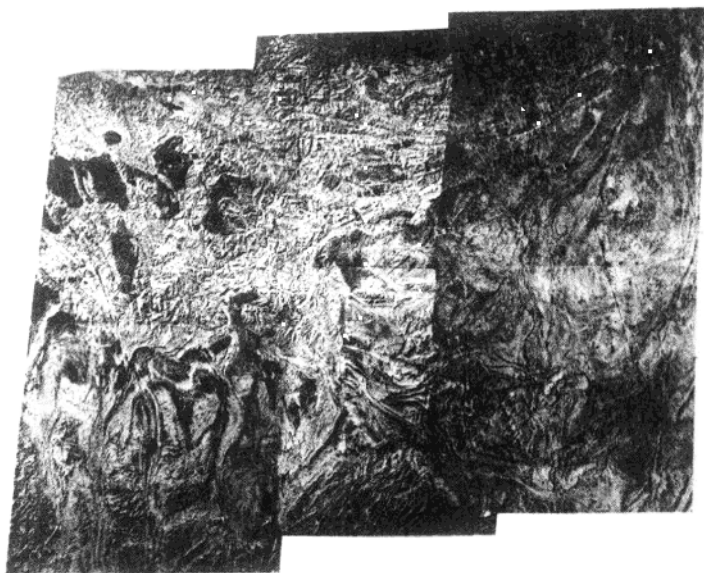
南盘江地区卫星相片地质 解译及构造模式初建[●]

现代航天遥感技术，将人们对地物的感知距离由一般的航空高度，扩展到遥远的外层空间，且将观察手段，由较窄的可见光扩大到紫外、红外以及微波等电磁波谱的广阔范围。陆地卫星（LANDSAT）所记录的丰富信息，通过一定的处理方法，能有效地感知地面地质现象的存在与变化，可以用来判读人迹罕至的沙漠、高山地区的地质现象，对第四系覆盖与水下一定深度的地质结构，也有独特的反映能力。

滇黔桂地区是我国南方碳酸盐岩油气勘探的重要领域，面积近 40 万 km²。其中的南盘江流域，是这次卫片目视解译的重点区。

一、地质概况

本区东连江南隆起，西以南北向小江断裂带与古老的康滇隆起相隔，南系南华台块，



照片 1 南盘江地区卫片镶嵌图
(南盘江地区从影纹结构上明显地分为 A、B、C 三大区)

● 原载于《石油勘探与开发》(1980 年第五期)。

北接黔中隆起,并与四川盆地(地块)相望,是处在各大地构造单元交接带上,以负向构造运动为主要发展历史的三叠系广泛覆盖区。本区构造线纵横交错,但以东北和北西两组最醒目。南北和东西走向的构造线,在1:50万卫片镶嵌图上才有清晰的显示(照片1),如横亘东西的普定—惠水带与纵贯南北的贵定—东兰带等。这些现象同样记录着本区复杂的地史过程。



照片2 广西潯城中三叠统浊积岩中的槽模结构

本区册亨—罗甸断裂带以北,变质基底属扬子型,由前震旦系昆阳群(或板溪群)板岩或千枚岩构成,仅出露于解译区的东北及西南部。在不整合面之上,震旦系和下古生界为夹碳酸盐岩之碎屑建造,厚3000~4000m,出露于西部和一些高背斜核部。断裂带以南,盖层缺失奥陶系、志留系,岩性有向南华型过渡之势。

晚古生代,黔中、江南隆起较高,出露水面而成为重要的物源区。区内在隆起或一些高背斜带上出现超覆现象,普安—龙吟、罗甸以北尤为明显。东吴运动之后,构造格局有了变化,中生代早期,本区海水有变深之势,三叠纪时沿福泉—安顺—册亨—丘北构成一条醒目的相变带,成“S”形蜿蜒长达500余公里,且沿带发育着串珠状生物礁。带之东南以浊流沉积(照片2)为主的砂泥岩相区,厚3000~4000m。带之西北为浅海台地相的碳酸盐岩分布区,厚约3000m。印支、燕山运动,使那些在加里东、海西期古构造格架控制下形成的盖层,发生褶皱和断裂,并为现今构造布局奠定基础。

二、多波段卫片的影像特征及其地质含义

地表或地下一定深度的地质体,对电磁波辐射及反射能力,在不同波谱范围内有着不同的特性。它通过一定几何形态的色调异常记录在卫片上。人们利用记录在多波段(MSS)卫片上的各种影像及其组合关系的对比分析,揭示地质体属性及本质,以达到认识地质体的目的。卫片上不同几何形态的色调及组合,首先是地貌景观的反映,但地貌景观与地层、岩体、地质构造作用直接有关,因此,分析研究各种影像特征,是进行地质解译的重要环节。现以1:50万之7波段镶嵌图为基础,从色、形、影三要素入手,讨论各影像特征及所包含的地质意义。

(一) 影像的综合特征是区域地质概貌的反映

本区在7波段镶嵌图上,以灰色和浅灰色调为主,夹有深灰、黑灰及少量白色调。从整体来看,由东南向西北色调变深,黑及黑灰与浅灰相间构成的条带状、线状及被其分割的块状影像,成为本区卫片影像的宏观特征。据色调组合,本区以泸西—册亨—罗甸及册亨—普定连线,大体可分为东南(A)、东北(B)及西南(C)三部分(照片1)。

东南部:由灰、浅灰色调构成,具有粗糙感之细碎树枝状影纹结构,其中点缀着为数