

油气勘探中的化探遥感 综合评价技术

姚俊梅¹, 夏响华¹, 张友焱²

(1. 中国新星石油公司化探中心, 合肥 230022; 2. 中国石油天然气集团公司勘探研究院遥感所, 北京 100083)

摘要: 油气化探和油气遥感虽然是两种不同的油气勘查方法, 但二者在油气勘查中具有相辅相成的关系。地表化探异常与遥感影像异常的空间分布具有一致性, 综合评价化探异常与遥感异常的油气指示意义, 可提高油气勘探效率。

关键词: 油气化探; 油气遥感; 综合评价

中图分类号: TE 19 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2000)03-0025-06

0 引言

由于能源的需求与日俱增, 而未查明的构造油气藏日趋减少, 以构造圈闭油气藏为主要勘探目标的传统地震方法难以满足目前油气勘探工作的需要。此外, 有待勘探发现新油气区的地域多为戈壁、沙漠、沼泽、高原或海域、森林, 勘探难度越来越高, 迫切需要适合于各种地貌景观、简便易行、廉价有效的油气勘探手段。油气地球化学勘探和油气遥感技术在各自的应用中均已显示出快速、廉价和有效等优势, 利用地表油气化探异常和遥感影像可直接检测烃类物质浓度及其蚀变产物的分布, 从而直接评价异常区的含油气性。

1 化探遥感油气综合评价的理论基础

地下油气聚集体中的油气组分在浮力及水动力等作用下, 沿着断裂和裂隙系统穿过盖层及上覆岩层垂直向地表运移, 此即为油气微渗漏。油气组分运移至地表引起一系列化学、物理及生物学变化, 在地表介质中产生烃类组分浓度异常、蚀变矿物浓度异常(如蚀变碳酸盐、粘土矿物等)、 Fe^{2+}/Fe^{3+} 比值变化、放射性异常、微生物异常及植被变异等。这些异常通常位于油气藏的垂直上方, 异常形态为规则或不规则的环状、环块状。受构造运动尤其是断裂活动影响, 可产生特殊形态的异常(如串珠状、带状异常)。

油气化探与遥感找油技术, 就是通过探测油气微渗漏产生的地表异常, 来预测地下的含油气性。油气化探通过采集地表、海底和地下深处等不同环境下的土壤、岩石、水体、气体等介质样品, 分析其中烃类及其相关物质的含量, 提取与油气有关的异常信息。遥感则是通过传感器

气有关的信息。

化探异常和遥感异常在平面上的分布形式可大致分为二种,一种是二者共生于油气藏上方呈顶端异常,另一种是二者共生于油气藏周边呈环状异常。

2 化探遥感综合评价技术试验研究结果

运用遥感手段与化探方法,可以揭示油气微渗漏在地表所导致的各种变化。长期的理论和勘探实践发现,地表化探与遥感影像异常的空间分布具有一致性,化探数据与遥感光谱数据之间具有内在的联系。综合评价化探与遥感异常的油气指示意义,可提高油气勘探效率。

2.1 国内外研究结果简述

为了达到准确预测油气藏目的,国内外学者主要从地表化探异常与遥感影像异常的空间分布、化探数据与遥感光谱数据相关性等方面开展了很多卓有成效的工作,得出了极为相似的结论。简述如下:

艾伦·M. 费得尔等研究认为,未被遥感探测到的与烃类相伴生的微渗漏现象可能是例外情况。阿瑟·J. 皮朗指出,卫星图像色调异常与地表地球化学变化在许多方面具有相似性,并且可能暗含着储集层上一种和多种导向要素的渗漏机制。M. D. 马修斯等研究表明,渗漏在很大程度上受裂隙或断层的存在所制约,在遥感图像上,这些裂隙或断层可用线性构造来认识。基思·H. 帕顿等在堪萨斯州西南部的卫星图像上观察到的色调异常与烃类微渗漏有关,在地面调查中发现的微渗漏与在卫星图像上观察到的断层和断裂等影像特征相吻合。唐纳德·西格尔在犹他州利士本谷地区通过对陆地卫星 MSS 和航空 TMS 数据分析发现,地表层矿物学异常与已知烃类的产出构造有关。谭青、王津义等利用 MSS 图像在塔里木盆地北部雅克拉构造上解译出一北东向环形影像,龚维琪等通过地表化探工作圈定的地球化学异常,与遥感环形影像的范围大体一致,该区沙参 2 并于 5 363~5 391 m 井段获得了高产油气流,表明该环形影像可能为油气微渗漏所致。邵震、杨金根等分别在不同的已知油气藏上方,通过地表化探数据与卫星 TM 资料的统计分析,认为烃类指标与 TM5、TM7 及 TM 某些波段的比值有显著相关关系。这些研究成果为油气化探和油气遥感的结合提供了依据。

2.2 近期试验结果分析

(1)松辽盆地南部万金塔—靠山屯地区化探遥感综合评价试验。该区位于第二松花江与伊通河之间,面积约 1 400 km²。在区域构造上,该区处于青山口背斜西南翼,东南与德惠凹陷毗邻。地震揭示该区有 3 个局部构造,是油气聚集的有利场所。在该区的化探遥感综合评价中,采用了 TM 图像解译及土壤反射率特征分析等手段,布置了 150 个化探测点,分析测试了土壤酸解烃、 ΔC 、热释汞、紫外吸收光谱及荧光光谱。根据土壤烃类异常、反射率异常及遥感环形影像,圈定了 3 个含油气有利区,其中两个与构造相吻合(图 1)。

(2)松辽盆地南部梨树凹陷化探遥感综合评价试验。在梨树凹陷十屋断陷区,采用不同方法(图像增强、比值变换、IHS 变换、主成分分析等)进行 TM 数字图像处理,解译环形影像及线性影像,编制线性影像密度等值线图。化探工作是在原有化探资料的基础上,补采 400 个土壤

样品,测试酸解烃、 ΔC 、吸附丝、微磁及碘等项目,编制化探指标叠合异常图(图 2)。从图 2 中可以看出,化探遥感异常区域较好地拟合了后五家户气田、四五家子油田及八屋含气构造。

(3)冀东油田某区化探遥感综合评价试验。工区面积为 20 km²,均匀布置化探测点 81 个,采用化探方法为酸解烃、 ΔC 、紫外吸收光谱、荧光光谱及热释汞 遥感资料为 TM 及 MSS 数据和图像。研究结果是,化探指标异常与 TM 各波段的比值异常 ($TM7/TM1$ 、 $TM5/TM1$ 、 $TM5/TM3$) 围绕南 16 井呈环状分布(图 3)。

(4)鄂尔多斯志丹油区化探遥感综合评价试验。志丹油区的地质资料较少,未能进行遥感图像解译及野外实地考察验证。研究工作是在获取了 92 个土壤样品的基础上,分析酸解烃、 ΔC

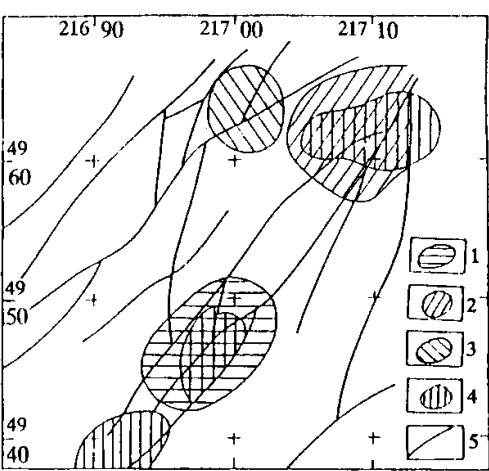


图 1 靠山屯地区遥感化探油气预测评价图
1—最有利区;2—有利区;3—较有利区;4—构造有利区;5—断层

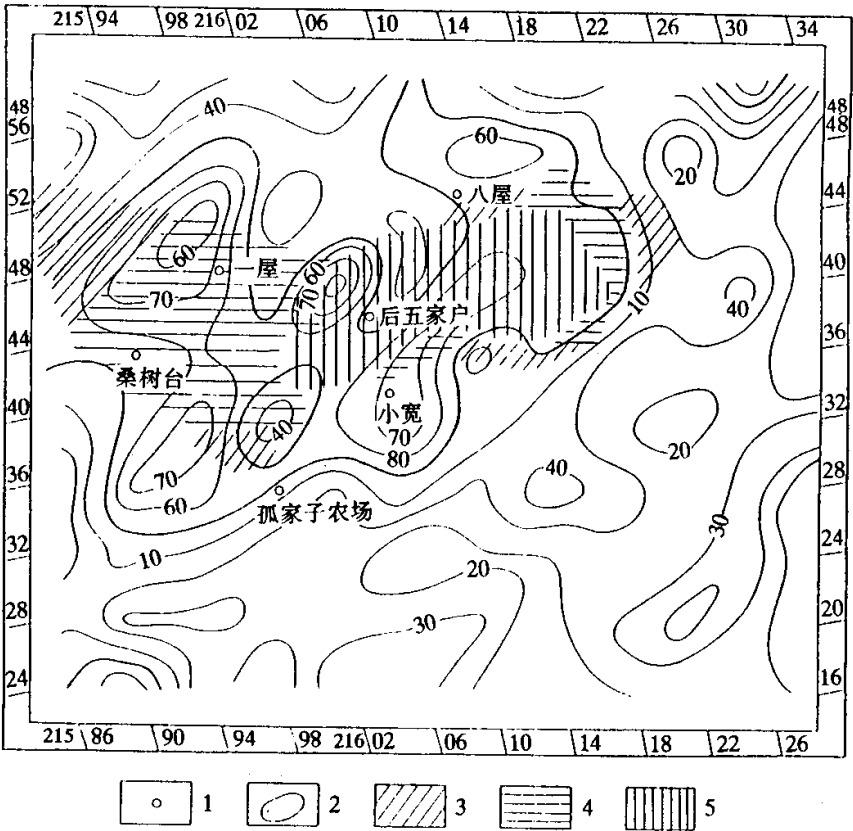


图 2 松辽盆地南部梨树凹陷化探遥感异常图

1—居民点;2—影像密度等值线;3—较有利区;4—有利区;5—最有利区

等化探指标并测试了土壤样品的反射率。根据化探指标异常与土壤波谱短波近红外波段相对吸收强度异常,编制了组合异常图(图 4)。从图中可以看出,已知油井均位于异常共生处。

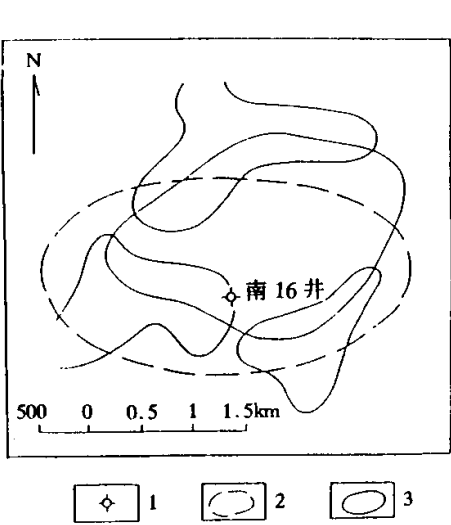


图 3 冀东油田某区化探遥感异常图

1—油井;2—化探综合异常;3—遥感综合异常

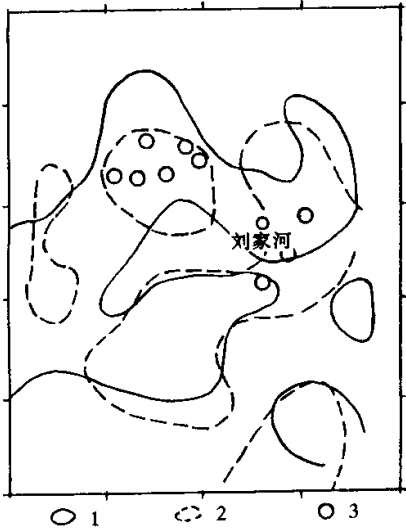


图 4 志丹油区化探遥感异常图

1—化探最有利区;2—高光谱综合异常;3—油井

综观已知区的异常图,可以认为,化探遥感组合方法各指标异常相互依存、共同存在于油气藏上方,异常范围与油气藏范围相仿。笔者将这种不同类型、有成因联系且共同存在的化探遥感指标异常叠合后,异常范围与油气藏范围相仿的指标叠合异常称为化探遥感共生异常。化探遥感共生异常是化探遥感组合方法预测油气藏的依据。

2.3 化探遥感综合评价技术的主要内容

化探和遥感方法通过检测烃类物质及其蚀变矿物的浓度异常,提供了寻找油气藏的直接信息。试验研究结果也表明,已知油气藏上方存在化探遥感共生异常。因此,将化探方法与遥感技术有机地结合起来,形成化探遥感综合评价技术,可以更好地排除地表干扰因素的影响,提高油气预测精度。化探遥感综合评价的技术思路如图 5 所示。

确定勘探区域之后,首先要选择有效的化探方法和遥感手段,然后提取化探及遥感异常信息,建立已知油气藏上方化探遥感共生异常模式,再结合石油地质资料和含油气系统资料,评价异常区的含油气性。

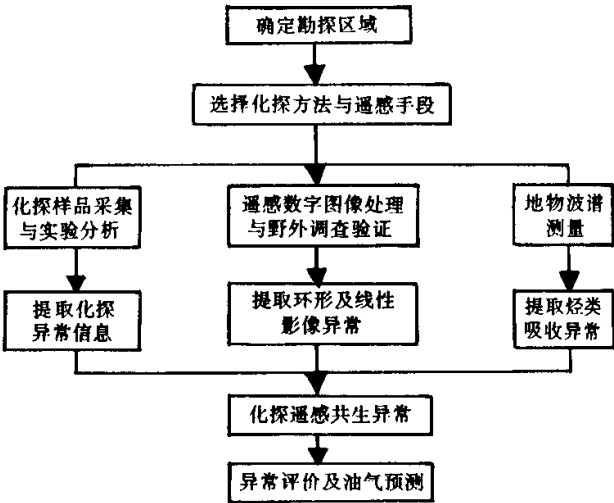


图 5 化探遥感综合评价技术思路

3 化探遥感综合评价技术讨论

通过化探遥感综合评价技术试验研究,得出的只是一个化探遥感综合评价技术的概念模型,在油气勘探中,应根据探区及其邻域的石油地质条件、构造运动历史和勘探目的等因素的变化而灵活应用。有关事项讨论如下:

(1)在试验研究中,采用了土壤酸解烃、 ΔC 、遥感影像特征、遥感光谱特征及地物波谱构成的化探遥感方法组合。已知油气区上方均检测出化探遥感异常,且异常范围基本上拟合了已知含油气区,说明化探遥感综合评价技术是一种有效的油气勘探手段。但不同的勘探区域可以根据方法指标的有效性,采用不同化探遥感方法组合。

(2)化探遥感共生异常分布于油气藏顶端或周边,化探异常与遥感异常呈共消涨或此消彼涨的分布形式,这是异常评价与油气预测的根本。

(3)土壤反射光谱提供的烃类物质和蚀变矿物信息,一方面可与油气微渗漏引起的地表油气化探异常相联系,另一方面可与航天、航空遥感相应通道的光谱数据相联系,据此,可建立油气藏上方地表油气化探异常、土壤反射光谱异常、空间遥感光谱异常之间的相关关系。在勘查的早期阶段,通过已知区上方化探异常、土壤反射光谱异常、空间遥感光谱异常关系的研究,利用遥感手段视野广阔的特点,可进行大范围内含油气远景区的预测。

(4)化探遥感综合评价技术的发展依赖于化探方法和遥感技术本身的发展,并需在勘探实践中不断完善。近年来,对油气垂向微渗漏机制的研究结果进一步明确烃类物质的迁移途径主要是微裂隙系统,浮力是烃类物质迁移的主要动力,烃类微渗漏的结果可以导致地表烃类物质浓度异常、蚀变物质浓度异常、放射性异常、土壤结构颜色变化、植被及浅层环境变化,这些成果为化探遥感综合评价技术提供了理论支撑。化探新方法如壤中游离气、轻芳烃不断涌现,化探分析技术日益提高,遥感资料精度也越来越高,信息更加丰富,加之计算机技术的飞速发展,这些都必定会推动化探遥感综合评价技术的进步。

(5)化探遥感综合评价技术的适用性 在不同的勘探阶段,由于取样密度及解译程度不同,化探遥感方法组合的构成及共生异常的指示意义也有区别。概查阶段方法组合简单,以遥感手段为主,化探方法为辅,共生异常用于含油气远景区评价;普查阶段加强化探工作,共生异常用于含油气区带及区块评价;详查(精查)阶段以化探方法为主,遥感精解为辅,共生异常用于有利含油气部位的确定。

(6)化探遥感综合评价技术应用于勘探新区,可以达到快速高效地评价含油气性的目的,缩小勘探靶区,降低勘探成本。它也可应用于已知油气田区或油气显示区,在油气藏上方建立化探遥感共生异常模式,利用已知模式评价邻近地区的化探遥感共生异常,拓展含油气范围。在探井部署前开展化探遥感综合评价可降低勘探风险。

参考文献:

- [1] 姜洪训. 综合地质物探化探多参数直接探测油气理论与方法[M]. 西安: 陕西出版社, 1995.
- [2] 朱振海. 油气遥感勘探评价研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [3] 郭德方, 叶和飞. 油气资源遥感[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1995.
- [4] 中科院航空遥感中心地理研究所. 石油遥感[M]. 北京: 能源出版社, 1989.
- [5] 代联善, 程同锦. 第四届全国油气化探学术会议论文集[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.

[6] Steven A Tedesco. Surface Geochemistry In Petroleum Exploration[M]. International Thompson Publishing Inc. ,1995.

EVALUATION TECHNIQUE OF INTEGRATING GEOCHEMICAL PROSPECTING WITH REMOTE SENSING IN PETROLEUM EXPLORATION

YAO Jun-mei¹, XIA Xiang-hua¹, ZHANG You-yan²

(1. *Petroleum Geochemistry Center, CNSPC, Hefei, 230022, China* ; 2. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China*)

Abstract : Oil/gas geochemical prospecting is closely related to oil/gas remote sensing in exploration principle, although they are two different techniques. Both of them are based upon the theory of hydrocarbon microseeping and supplemented to each other in oil/gas exploration. Surface geochemical anomalies coincide with remote sensing image anomalies in spatial distribution. The integration of the two makes evaluation of oil/gas indicating significance of anomalies more reliable and can raise oil/gas prospecting efficiency.

Key words : Oil/gas geochemical prospecting ; Oil/gas remote sensing ; Integrative evaluation

第一作者简介 : 姚俊梅 (1963 -), 女, 工程师, 长期从事油气化探情报工作, 并参与油气化探科研与生产实践, 合作出版著作《油气运移的近地表显示与地球化学勘探》, 发表油气化探译文 20 余万字。