

地表油气化探综合参数应用于冀中坳陷廊固凹陷 钻井含油气性判别的效果

周国华¹, 吴锡生², 谢学锦¹

ZHOU Guo-hua¹, WU Xi-sheng², XIE Xue-jing¹

1. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000;

2. 吉林大学地球科学学院 吉林 长春 130061

1. *Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang 065000, Hebei, China;*

2. *College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China*

摘要:以油气物质垂向运移理论为依据,从影响油气物质垂向运移及其地表油气化探异常的地质构造、地表土壤环境因素出发,分析了各类油气化探综合参数的意义。根据廊固凹陷油气田井场地表油气化探实测数据,计算了各井场油气化探指标的 MPV 、 MAV 、 A_i 、 V_i 值和烃汞比值、吸附烃总浓度等参数。已知油气井的多参数图解显示,地表油气化探综合参数能有效地识别钻井的含油气性,据此可以判别正钻井的含油气前景。

关键词:地表油气化探;井场;含油气性判别;综合参数

中图分类号: P618.13; P632 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2009)11-1662-06

Zhou G H, Wu X S, Xie X J. Pilot study of surface geochemical parameters to identify oil and gas potential at Langgu sunken in central Hebei depression, China. *Geological Bulletin of China*, 2009, 28(11):1662-1667

Abstract: This paper discusses the significance of integrated parameters of surface oil and gas geochemical survey based on the vertical transportation theory and the influencing factors including geological structure, soil properties and others. A few integrated parameters of surface oil and gas survey surrounding some wells were calculated at Langgu depressed including MPV , MAV , A_i , V_i , total soil absorbed hydrocarbon and the concentration ratio of hydrocarbon to mercury. It was shown that oil wells, gas wells and low-production oil have different distribution zone on the plots composed of these parameters. So that the oil and gas potential of drilling well can be expected by surface geochemical survey.

Key words: surface oil and gas geochemical survey; drilling site; oil and gas potential; integrate parameter

大量油气化探成果表明,应用土壤吸附烃、 ΔC 、 Hg 等指标能有效地圈定油气勘查靶区、缩小勘查范围。那么,根据地表油气指标能否有效地确定钻井的位置,成功率有多大? 由于油气藏形成受复杂的生油、运油、储油地质条件控制,特别是受到圈闭类型和盖层构造条件的影响,地表油气指标异常分布模式往往比较复杂,需要结合地质、地震资料才能进行

合理的推断解释。本文根据廊固凹陷油气田井场周围放射状采样分析资料,探讨了利用综合多参数指标判别钻井含油气性的思路和方法,以期起到抛砖引玉之功效。

1 研究区概况

廊固凹陷地处渤海湾含油气盆地冀中坳陷西北

收稿日期:2009-08-18;修订日期:2009-09-04

科技项目:华北石油管理局勘探部项目《廊固凹陷油气地球化学普查》资助

作者简介:周国华(1964-),男,博士,教授级高级工程师,从事应用地球化学研究。E-mail:zhouguohua9999@sina.com

部,属于大兴断裂下降盘,西部为大兴凸起,东部为柳泉-曹家务构造带。行政区划属北京市大兴县和河北省廊坊市安次区、固安县。

廊固凹陷油气勘探程度较高。早在 20 世纪 60 年代前期就开始油气钻探工作,并有 3 口钻井在近系明化镇组和古近系沙河街组打到了油气。其后,勘探工作几经起落,先后发现了一些油气田。直到 1980 年才有较大的发现,相继在兴 8、兴 9、固 15 等井获得了工业油气流。油气主要产于古近系沙河街组的沙三中段和沙四上段。区内断层多、断块小、构造复杂,油气富集程度差别大^[1]。油气在纵向上变化复杂,油气藏类型复杂多样。

1988 年本项研究进行时,廊固凹陷尚属于油气勘探程度较高但开发程度较低的地区,地表环境油气污染较小,同时,深部油气储层及其迁移动力学受到的开发扰动较小,适宜开展本项试验研究工作。

2 采样分析

选择了区域内具有较好代表性的 5 口油气井、2 口气井、2 口油井、3 口干井和 7 口正钻或待测试井(兴 7、兴 801、兴 14、兴 16、兴 19、兴 20、州 20,统称为正钻井),共 19 个井位。每个钻井布设 5 个样点,在井场附近避开泥浆池布设一个样点,在井场 4 个方位 250~400m 范围内呈放射状布设 4 个样点。避开水塘、肥堆、水渠、井场与道路污染,用洛阳铲采集 1.5m 深处的土壤样 500g。在野外现场将 200g 土样装入密封罐,送实验室测定 5 种吸附烃的含量(CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 、 iC_4H_{10} 、 nC_4H_{10});将 300g 土样装入布样袋,自然风干,敲碎过 60 目筛,研磨过 150 目筛后测定 Hg、 ΔC 等指标。

3 综合参数及其油气指示意义

在各种因素的驱动下,油气物质垂直向上运移被认为是地表油气异常形成的基本机理。但是,由于受到深部油气藏封闭条件、油气物质上升迁移通道(盖层构造)、地表油气物质保存条件等众多因素的影响,地表烃类等油气勘查直接指标的含量、空间分布,以及异常强度与深部油气田的关系往往较为复杂,单个参数的指示效果有时较差。基于地表油气指标与深部油气藏的成因联系,拟从以下角度建立综合参数与深部油气藏的关系模型:①地表油气物质

来自深部,油气藏为地表油气异常的形成提供了物质来源,因此,地表油气指标,尤其是烃类等直接指标的含量高低、异常强度大小是判别深部含油气性的重要指标,油气聚集区上方烃浓度等油气指标通常高于背景区;②深部油气物质向上迁移扩散的过程受到断裂、微裂隙等构造通道的影响,因而地表油气物质的空间分布存在不均匀性,特别是当扩散源浓度较大时,地表不同采样点上油气物质浓度的差异更大,因此,可以利用地表油气物质的变异性指标,如变异系数,作为判别深部含油气性的指标;③规模较大的开放性断裂对油气藏是一种破坏,可以造成地表烃类、Hg 等指标的强异常,因此,综合参数及其图解应具有消除断裂异常的特点。基于上述假设,本项研究采用了下列参数。

(1)土壤吸附烃浓度衬度和(A_i)

$$A_i = \sum_{k=i}^n \frac{\overline{X_{ik}}}{\overline{X_k}} \quad (1)$$

式中: $\overline{X_k}$ 指研究区土壤中某种吸附烃的浓度平均值,这里用 19 个井位 95 件土壤样的平均值,其中 k 为 1、2、3、4、5 时分别指 CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 、 iC_4H_{10} 、 nC_4H_{10} , i 为井位号,指 19 个钻井; $\overline{X_{ik}}$ 指 i 号井位 5 件样品中 k 类烃浓度的平均值。从理论上讲,油气聚集区上方 A_i 值通常高于背景区。

(2)矿化度估值(Z_i)

先计算 Z_{ik} :

$$Z_{ik} = \frac{\overline{X_k} - \overline{X_{ik}}}{S_{ik}} \quad (2)$$

式中: S_{ik} 为 i 号井 k 类烃的标准离差。在金属矿产异常评价时,指最低可采品位,这里采用本研究区 95 件井场样土壤 k 类吸附烃浓度的平均值。

根据公式(2)再计算 i 号井各类烃的综合矿化度估值(Z_i):

$$Z_i = \frac{\sum_{k=1}^5 Z_{ik}}{\sqrt{\sum_{k \times k} r}} \quad (3)$$

式中: $\sum_{k \times k} r$ 为烃类指标之间相关系数之和。

显然, $\overline{X_{ik}}$ 、 S_{ik} 越大, Z_{ik} 、 Z_i 越小,表示深部含油气性越好。然而,地表烃类等油气物质的浓度及其变异特征受构造通道的影响十分明显,因此,不能单一地根据矿化度值来推测深部的含油气性。

(3)综合变异系数(V_i)

$$V_i=\sum_{k=1}^5\frac{S_{ik}}{\overline{X}_{ik}}\tag{4}$$

式中各指标的含义同前。 V_i 常用以区分金属矿产异常是成矿异常还是非矿异常,平均值越高、离差越小的异常(即 V_i 值越小)成矿意义越小。由于地表油气物质的含量及其分布与油气物质迁移的通道有关,地表油气物质的浓度、变异程度与构造裂隙的发育程度有关,因此最好能综合地质构造因素运用该参数。

(4)综合参数 MAV 值

$$MAV_i=\sqrt{\frac{1}{5}\sum_{k=1}^5\left(\frac{X_{ik}}{\overline{X}_k}\right)^2}\tag{5}$$

式中: MAV_i 值同 A_i 值的性质类似。通常情况下 MAV 值越高,表示深部含油气性越好。然而,在油气藏顶部常缺失烃类正异常,甚至呈负异常出现,该指标只能作为判断深部含油气性的参数之一。

(5)综合参数 MPV 值

谢学锦等^[2-3]于 1988 年提出了 MPV 等综合参数法。大港油田地表油气化探试验发现油气田上方 MPV 值呈现很好的连续正异常分布,解决了油气田上方存在正、负复杂异常模式给解释评价带来的困难,研究认为 MPV 值能够提取隐藏于地表油气指标中的深部油气藏及地质构造信息,有效地消除原始烃类异常的不连续问题^[2-3]。应用该方法于廊固凹陷地表油气化探剖面也取得了良好的效果^[4]。因此,廊固油田井位试验引入了该 MPV 等参数对钻井含油气性进行判别。

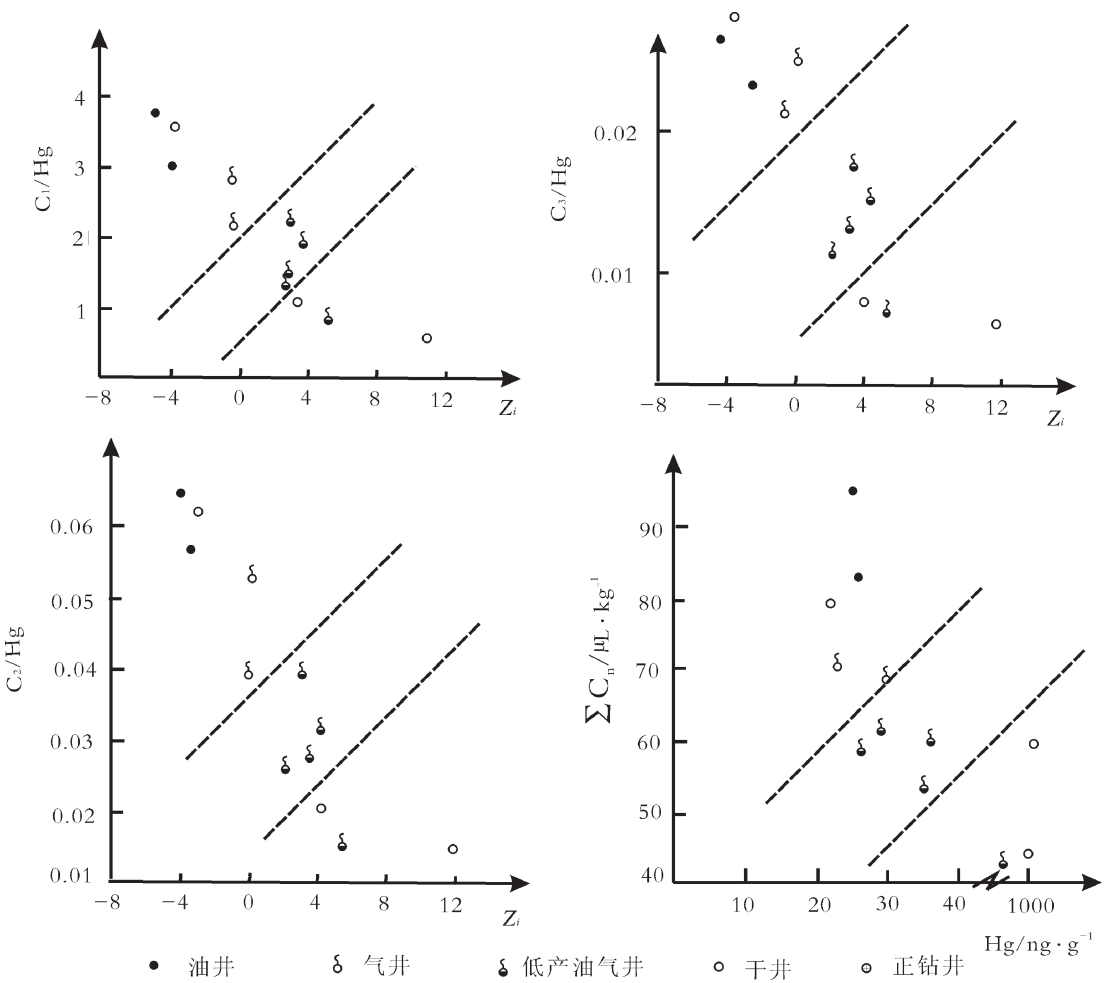


图 1 各井位土壤吸附烃、Hg 浓度与矿化度(Z_i)的关系
Fig. 1 Relationship of soil adsorptive hydrocarbon and mercury concentration with mineralization degree (Z_i) at each drilling site

通常情况下,MPV 值越高,深部含油气性越好。同其他参数一样,不能孤立地、机械地应用 MPV 参数。

4 结果讨论

4.1 土壤吸附烃、Hg 浓度与矿化度(Z_i)图解

调查发现,3 口干井中有 2 口井的土壤中 Hg 含量异常高、吸附烃总浓度低,而油井、油气井的烃类与 Hg 的比值均较大^①。如果以矿化度 $Z_i < -2$ 作为衡量钻井含油性的指标,成功率在 60%以上;以 $+6 > Z_i > -2$ 作为油气井矿化度指标,成功率为 85%以上;而 $Z_i > 6$ 可作为干井矿化度的范围。廊固凹陷油气化探普查成果显示,区域内 Hg 异常具有线性分布的特点,主要反映了构造通道。

由图 1 可见,虽然区内各井位土壤吸附烃的浓度变化较大,但以吸附烃浓度除以 Hg 浓度来消除构造因素的影响后,可见油井、气井、油气井的相对烃浓度高, Z_i 值较低,与干井、低产油气井分布区有明显的不同。因此,多参数图解能有效地识别钻井的含油气性。

4.2 综合参数 MPV 的油气指示性

根据 MPV 参数的含义,可以认为由井场地表化探数据计算得到的 MPV 值越大,钻井的含油气性越好,反之含油气性越差。

从廊固凹陷实测结果来看(图 2),3 口已知干井的 MPV 值全部小于 4.5,另外有 2 口低产油气井

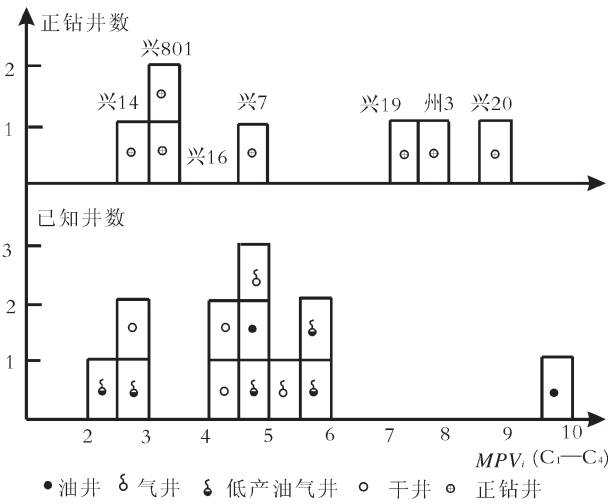


图 2 综合参数 MPV 值的油气指示性

Fig.2 Significance of integrated MPV value representing oil and gas potential

的 MPV 值也小于 4.5,而所有油井、气井及其他低产油气井的 MPV 全部大于 4.5。因此,可以将 MPV=4.5 作为判别钻井含油气性优劣的重要指标。据此,正钻井中的兴 7、兴 19、州 3、兴 20 井含油气性较好,而兴 14、兴 801、兴 16 号钻井含油气性较差。

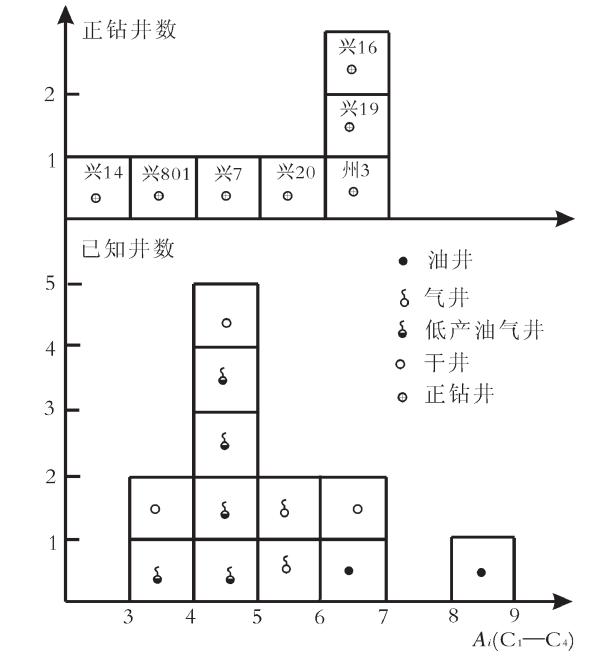


图 3 综合参数 A_i 的油气指示性

Fig. 3 Significance of integrated A_i value representing oil and gas potential

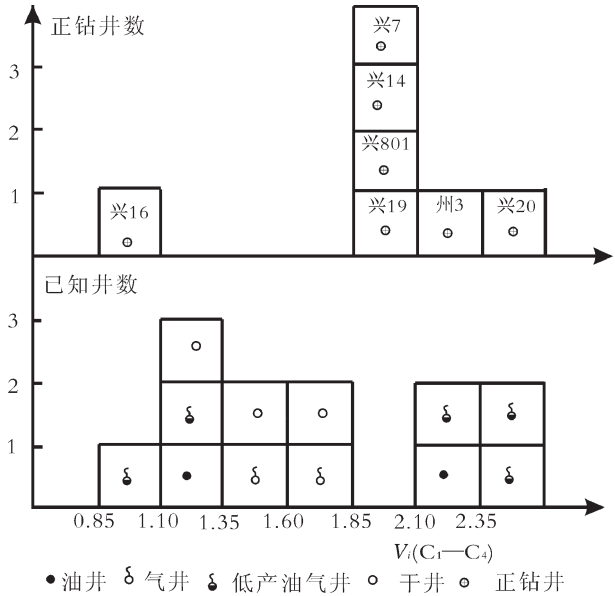


图 4 综合参数 V_i 的油气指示性

Fig. 4 Significance of integrated V_i value representing oil and gas potential

4.3 综合参数 A_i 的油气指示性

由图 3 所示的综合参数 A_i 值与钻井含油气性的关系可见, A_i 值具有一定的油气指示性, 油井、气井的 A_i 值全部大于 5, 但有 1 口干井的 A_i 值也较高, 在 6~7 之间, 如果以 $A_i > 5$ 作为油井、气井的判别值, 成功率达 80%; 2 口干井和全部低产油气井的 A_i 值均小于 5。

如以 A_i 值判断正钻井的含油气性, 则兴 16、兴 19、州 3、兴 20 井含油气性较好, 而兴 14、兴 801、兴 7 号钻井含油气性较差, 其结果与采用 MPV 值判断的结果基本相同。

4.4 综合参数 V_i 的油气指示性

由图 4 可见, 已知油井、气井、低产油气井与干

井之间综合参数 V_i 值的差异不是很明显, 2 口气井、1 口油井的 V_i 值与 3 口干井的 V_i 值落在同一区间, 表明综合参数 V_i 的油气识别能力较差。

对于正钻井来说, V_i 显示州 3、兴 20 井油气前景较好, 兴 16 井油气前景较差, 其他 4 口钻井的 V_i 值差异不明显, 难于对含油气性作出明确的判断。

4.5 ΔC 与综合参数图解

根据前述的地表油气化探各指标和综合参数的意义, 从图 5 所示各钻井综合参数的空间分布可见: ① ΔC 、 ΣC_n 、 MAV 、 MPV 值越小, 含油气性越好; ② Z_i 值越低, 含油气性越好。多参数(指标)图解可以较好地识别含油气井和干井, 已知井的含油气性判别成功率达 80% 以上。

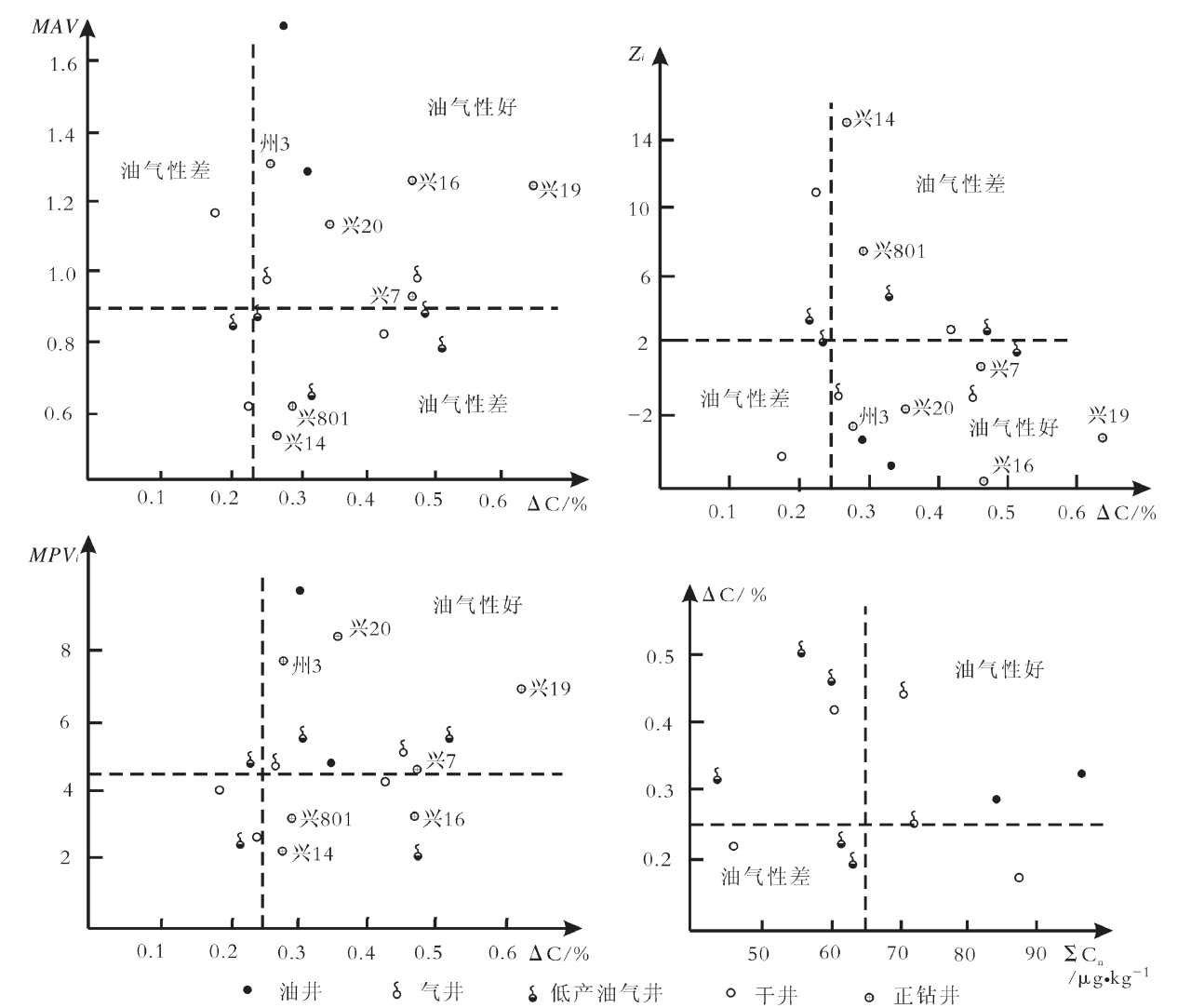


图 5 地表油气指标综合参数与钻井含油气性的关系
Fig. 5 Correlation of integrated soil parameter with oil and gas potential

如果上述钻井含油气性判别方法及其结果是可信的,那么可以对本项研究中 7 个正钻井或待钻井的含油气性作出初步的判断,并在完成钻井后得到验证。

5 结论与建议

针对廊固凹陷 12 个已知油气井的初步研究表明,以井场周边地表油气化探数据为依据计算出的多指标综合参数,在一定程度上能消除因受油气藏类型、上覆构造、油气物质运移通道等因素影响而导致的地表油气化探异常的复杂性与多解性,能有效地判别钻井的含油气前景。因此,在钻井前进行井场油气化探工作,对于合理选择钻井位置、提高钻井见油气率具有一定的效果。

由于没有研究区的相关资料,无法结合油气地质、上覆盖层构造和地球物理勘查资料进行综合分析研究,仅根据地表油气化探指标和综合参数的特征进行机械的判别,显然会影响到判别结果的准确性,也无法对出现的异常现象进行更加确切和合理的解释。

另外,由于研究经费所限,本次研究涉及的已

知油气井的数量较少,其代表性、数学统计意义也存在一定的局限性。建议结合地表油气普查工作,进一步研究和验证基于油气化探的多指标多参数油气识别方法技术,并有机地与地质、地球物理勘查成果相结合,进行综合分析和研究,为井位选择与布设提供依据。

致谢:研究过程中得到吉林大学杨丙中教授、孙春岩老师、学长严光生等的帮助和指导,项目工作得到原华北油田吴华元总工程师、勘探处康健处长、研究院范太雍总地质师等的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

参考文献

- [1]王雄北.对冀中第三系油气勘探的认识[J].石油勘探与开发,1988,15(4):30-38.
- [2]谢学锦,赖志敏.油气地表地球化学勘查的单参数和多参数方法[J].世界地质,1990,9(3):37-48.
- [3]谢学锦.局部和区域油气地球化学勘查[J].世界地质,1990,9(3):27-36.
- [4]谢学锦,吴锡生,周国华.廊固凹陷油气化探多参数异常特征[J].世界地质,1990,9(3):64-75.
- ① 吴锡生,杨丙中,孙春岩.廊固凹陷油气地球化学普查报告.内部资料,1988.