

# 河南油田 研究生论文集

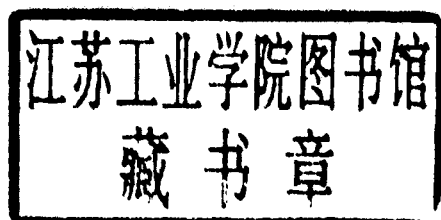
《河南石油》杂志社编  
河南油田科协研究生分会

中州古籍出版社

# 河南油田 研究生论文集

POSTGRADUATE'S THESES  
OF HENAN OILFIELD

《河南石油》杂志社 编  
河南油田科协研究生分会



中州古籍出版社

(豫)新登字 05 号

责任编辑 靳 新

封面设计 黄嘉生

版式设计 李雅颂

河南油田系列丛书之三

## 河南油田研究生论文集

《河南石油》杂志社 编  
河南油田科协研究生分会

---

中州古籍出版社出版发行 (郑州市农业路 73 号)  
《河南石油》杂志社排版 《河南石油报》印刷厂印刷  
787×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 210 千字  
1994 年 5 月第 1 版 1994 年 5 月第 1 次印刷  
印数: 001—2500 册 定价: 9.00 元

---

ISBN 7-5348-0912-6/K·406

# 走 向 未 来

## ——《河南油田研究生论文集》序

《河南油田研究生论文集》得以正式出版，我对此表示衷心的祝贺，同时也感谢有关同志的辛勤工作。

这本论文集收入了河南油田研究生的 29 篇论文，是近年来我局研究生研究成果的代表。它的出版，将有助于新理论、新技术、新方法在生产建设中的应用与推广，有助于我局“尊重知识、尊重人才”良好风气的形成和光大。

我认为，这本论文集有这样几个特点：第一，广泛的代表性。首先是专业的代表性。论文涉及勘探、开发、机械、工程、医学、经济、管理等多方面内容，较好地体现了我局研究生专业齐全的特点；其次是成果的代表性。近年来，我局研究生在油田建设中发挥了较大作用，取得了丰硕的成果。本论文集收入的是其中的精华。第二，较强的实践性。这些论文大多围绕油田生产建设选题，实用性强，操作性强。因此，这本论文集正是我局研究生坚持理论与实践相结合的真实记录。第三，较高的层次性。这些论文立意新颖，见解独到。有的已在全国性刊物上发表，有的已经获奖。体现了我局研究生的科研水平。

科学技术是第一生产力。振兴经济，必须依靠科技。我局的 80 余名研究生是我局的一笔巨大的财富。我殷切期望全体研究生能更加紧密地结合油田实际，多干实事，多出成果，为我局的生产建设发挥更大的作用。

周 蔚 云

1994 年 2 月 21 日

# 目 录

## 走向未来

|                      |     |
|----------------------|-----|
| —《河南油田研究生论文集》序 ..... | 周蔚云 |
|----------------------|-----|

## 第一部分 石油勘探

|                                |             |    |
|--------------------------------|-------------|----|
| 南阳凹陷下第三系油气初次运移效应及二次运移研究 .....  | 孙尚如         | 3  |
| 泌阳凹陷南缘逆断层的存在、形成机制及石油地质意义 ..... | 郑求根 魏新善     | 12 |
| 泌阳凹陷栗园油苗区杂砾岩的成因类型及粒度分布特征 ..... | 杨玉卿         | 18 |
| 对宜阳地区地质构造特征的初步认识 .....         | 孙自明 白海琴     | 26 |
| 预测孔隙度的 Cokrig 方法及其应用 .....     | 孙耀华 雷 晓 邓荣来 | 33 |

## 第二部分 油田开发

|                                                      |              |    |
|------------------------------------------------------|--------------|----|
| 核磁测井方案分析 .....                                       | 李保国          | 45 |
| 测井仪器调试系统 .....                                       | 杜海鹏 凌寿培 王灵奎  | 52 |
| 用介电常数确定含水饱和度的方法研究及应用 .....                           | 李玉玲          | 58 |
| 用测井方法研究岩石的孔喉中值半径 .....                               | 张宇晓          | 63 |
| 用地层倾角测井资料判断丘陵油田断层 .....                              | 张宇晓          | 69 |
| 双河油田 II <sub>4-6</sub> 、VIII IX 油组井网二次加密调整效果分析 ..... | 孙建平          | 73 |
| 单纯形法在稠油热采自动拟合中的应用 .....                              | 郑庆生 苗自贵      | 79 |
| 古城油田 B123 块碱/聚合物驱试验研究 .....                          | 绳德强 邓志展 李军营等 | 86 |

## 第三部分 石油工程

|                                      |              |     |
|--------------------------------------|--------------|-----|
| 机械水力联合破岩模型的研究 .....                  | 袁建强 沈忠厚      | 97  |
| Al-Li 合金的断裂韧性 .....                  | 赵旭平 周敬恩 刘建新等 | 103 |
| 机械产品可靠性模型分析方法 .....                  | 尹永晶 吴宗泽      | 106 |
| 三腔组合液缸在机械工业中的应用 .....                | 马青芳          | 110 |
| 抽油机减速箱窜轴的机理分析 .....                  | 马青芳          | 114 |
| 在等高线图上计算土方量与坡地面积的方法 .....            | 孟晓明          | 119 |
| 河南油田水煤浆代油技术应用研究 .....                | 方 云 田福丁 潘玉琦  | 124 |
| CO <sub>2</sub> 气体保护焊在容器制造中的应用 ..... | 周冠军          | 129 |
| 重力式油水分离设备技术综述 .....                  | 陆耀军 潘玉琦      | 135 |

#### 第四部分 油田医学

- 控制性再灌注的温度对缺血心肌复灌期心肌保护的实验研究 ..... 高廷朝 147
- 病毒性肝炎合并胆囊损害发病机理的初步探讨 ..... 赵登蕴 154
- 病毒性肝炎时甲状腺激素变化的初步观察 ..... 赵登蕴 王好林 159

#### 第五部分 企业管理

- 竞争机制下的企业规模最优化决策方法 ..... 孟晓明 165
- 关于油田企业培育和建立内部市场体系的探讨 ..... 何 静 173
- 产品定价决策与经营管理 ..... 康顺昌 杨玉朝 李树基等 178
- 贝叶斯决策在油田建设野外施工投标决策中的应用 ..... 李社文 185

# 第一部分

## 石油勘探



# 南阳凹陷下第三系油气 初次运移效应及二次运移研究

孙 尚 如

( 石油勘探开发研究院 )

**摘 要** 对南阳凹陷下第三系油气初次运移过程中产生的地球化学效应即生油岩的贫化效应和生油岩的色层效应, 油气二次运移型式和距离的探讨, 时间及构造发育史与油藏形成的关系, 构造发育特征与油气二次运移的模式等进行了研究。

**主题词** [南阳凹陷] 油气运移 模式 地球化学 效应

**ABSTRACT** This paper researches Nanyang Sag Eogene hydrocarbons migration. It include two contents: During hydrocarbons primary migration produced geochemistry effect, source rock dilution effect and chromatographic effect. Hydrocarbons secondary migration style, distance, time and structural history have to do with reservoir, structural feature and hydrocarbon secondary migration model.

## 油气初次运移效应

通过对南阳凹陷张 15 井和龙 22 井系统的地球化学分析数据研究, 在初次运移过程中, 生油岩内部有机质发生了一系列变化, 主要表现在生油岩发生贫化效应和色层效应, 由于烃类化合物比非烃类化合物易于运移、饱和烃比芳烃易于运移, 正构烷烃比异构烷烃易于运移, 在芳烃化合物中, 环数低的化合物比环数高的化合物易于运移, 因而产生了初次运移过程中色层分离效应, 使得生油岩中的残余烃类不论从有机质的丰度上, 还是从各种化合物组成的相对含量上, 都大大区别于原始组成。

### 1. 贫化效应

由于运移效应的影响, 南阳凹陷生油岩中的贫化效应表现得非常明显<sup>[1]</sup>, 不论是厚度较薄的生油岩, 还是大套的生油岩都具有这种现象 (图 1a)。在张 15 井 2336.5 ~ 2344m 井段中, 有近 6m 厚的泥岩, 在其中部 2339.5m 处, 氯仿 A 最高值为 2855ppm, 而在这一点的上下部接近泥质粉砂岩的地方其泥岩中氯仿 A 的含量降低, 在 2337.5m 处为 362ppm, 在其向下的部位氯仿 A 值仍有降低的趋势。在 2344 ~ 2356m 井段中的 2351m 处, 由于夹有少量砂质条带, 使其渗透率增强, 排烃条件变好, 因此就出现局部贫化现象, 氯仿 A 值从 6264ppm 降到 2987ppm。

孙尚如 女, 地质工程师, 1964 年生。1988 年毕业于中国地质大学 (武汉) 石油地质专业, 硕士。取得科技成果三项, 发表论文两篇。现从事泌阳凹陷深层系找油工作研究。地址: 河南南阳 邮编: 473132 电话: 837465

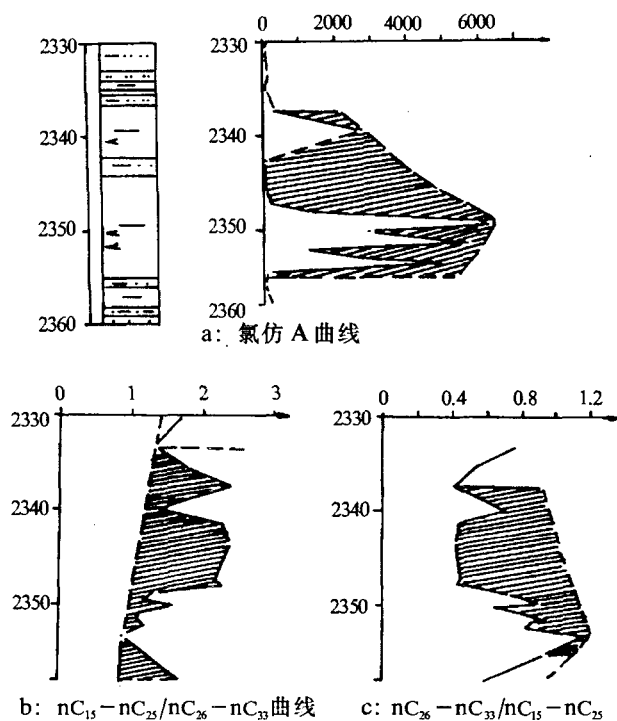


图1 张15井油气初次运移产生的地球化学效应

(1) 正构烷烃的轻质组分与其重质组分在排烃程度上的差异 从图1b、图2b中可以看出, 正构烷烃  $nC_{15}-nC_{25}/nC_{26}-nC_{33}$  的比值变化有一定规律性。将其与图1c、图2c相比较, 可以发现生油岩出现贫化的地方, 其比值较大。这说明正构烷烃的轻质组分比其重质组分容易运移, 在邻近砂岩的地方富集起来, 更进一步证实了生油岩中有机质贫化是运移的结果。

在厚层生油岩中, 也同样具有贫化现象 (如图2a), 龙22井在2240~2304m的64m井段中, 主要以泥岩为主, 中间夹有极薄的泥质粉砂岩和砂质条带, 因此就在含砂质较多渗透性较好的位置, 以及其顶底与砂岩接触的地方, 出现明显的贫化现象, 在2251.5~2245m井段氯仿A从4689ppm降到104ppm, 底部2300.5m到2304m氯仿A值从4144ppm降到149ppm。在其中部2260~2252m处由于生油岩中含有少量砂质, 氯仿A值从4411ppm降到3658ppm。因此不论是大套生油层, 还是较薄的生油层, 贫化现象不仅发生在生油岩的顶底部与渗透层接触的地方, 而且在生油岩的内部, 如含砂质较多或夹砂质条带的部位同样可以出现贫化现象。

## 2. 色层效应

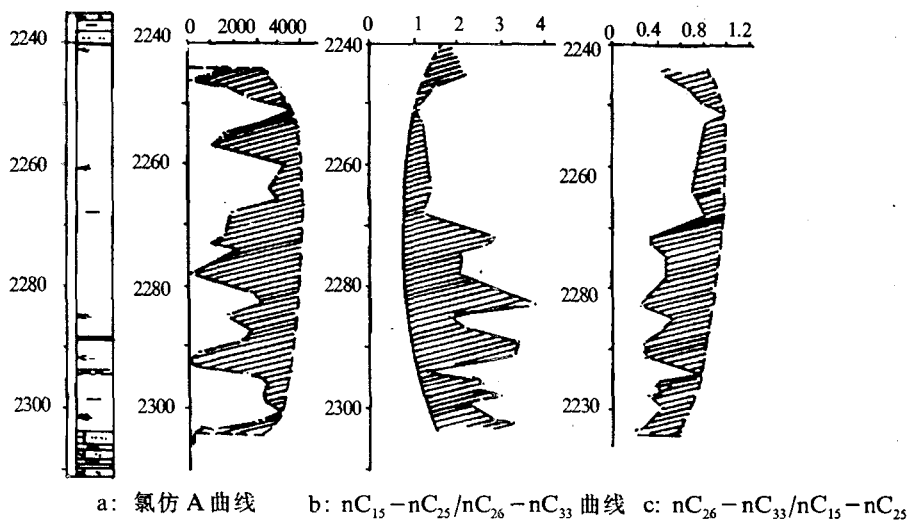


图2 龙22井油气初次运移产生的地球化学效应

(2) 生物标志化合物 (甾、萜化合物) 运移程度的差异 从表 1、表 2 可以看出生物标志化合物在初次运移过程中发生了一系列变化, 并且发现甾、萜化合物中具有明显运移效应的萜烷, 而对整个  $C_{27} \sim C_{29}$  的甾烷来说, 具有明显运移效应的是  $5\alpha(H)$ 、 $14\alpha(H)$ 、 $17\alpha(H)$ S 型的  $C_{28}$ 、 $C_{29}$  甾烷化合物, 其  $20S/20R$  和  $20S/20R + 20S$  两比值呈较规律的变化。在张 15 井含油砂岩中的  $20S/20R(\alpha\alpha\alpha)$ 、 $20S/20R + 20S$  比值大于较厚生油岩中的比值, 说明含油砂岩中  $5\alpha$ 、 $14\alpha$ 、 $17\alpha$ S 型的  $C_{28}$ 、 $C_{29}$  甾烷的富集是运移效应的结果, 因而得出  $5\alpha$ 、 $14\alpha$ 、 $17\alpha$ S 型的  $C_{28}$ 、 $C_{29}$  甾烷比  $5\alpha$ 、 $14\alpha$ 、 $17\alpha$ R 型的  $C_{28}$ 、 $C_{29}$  甾烷易于运移, 而  $\alpha\beta\beta$  型的甾烷运移效应不明显, 它的变化比较稳定。

表 1 南阳凹陷张 15 井甾烷各种参数比值

| 深度<br>(m) | 岩 性  | S/R(aaa) |          | 20S/(20S+20R) |          | $\frac{a\beta\beta/aaa+a\beta\beta}{C_{29}}$ |
|-----------|------|----------|----------|---------------|----------|----------------------------------------------|
|           |      | $C_{28}$ | $C_{29}$ | $C_{28}$      | $C_{29}$ |                                              |
| 2348.9    | 泥 岩  | 0.300    | 0.496    | 0.428         | 0.985    | 0.433                                        |
| 2359.1    | 含油砂岩 | 0.340    | 0.553    | 0.514         | 1.237    | 0.432                                        |
| 2362      | 含油砂岩 | 0.442    | 0.568    | 0.791         | 1.315    | 0.436                                        |

表 2 南阳凹陷张 15 井萜烷各参数比值

| 深度<br>(m) | 岩 性  | $C_{29} \frac{\beta a}{a\beta}$ | $C_{30} \frac{\beta a}{a\beta}$ | 三环萜烷<br>五环萜烷 % | H/(H+M)  |          | r<br>$C_{30}a\beta H$ | 22S/(22S+22R) |          |          |
|-----------|------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|----------|----------|-----------------------|---------------|----------|----------|
|           |      |                                 |                                 |                | $C_{29}$ | $C_{30}$ |                       | $C_{31}$      | $C_{32}$ | $C_{33}$ |
| 2348.9    | 泥 岩  | 0.0819                          | 0.131                           | 10.179         | 0.924    | 0.884    | 0.102                 | 0.599         | 0.578    | 0.601    |
| 2359.1    | 含油砂岩 | 0                               | 0.0854                          | 10.41          | 1        | 0.921    | 0.247                 | 0.595         | 0.588    | 0.646    |
| 2362      | 含油砂岩 | 0.048                           | 0.107                           | 10.247         | 0.954    | 0.904    | 0.205                 | 0.596         | 0.597    | 0.596    |

从表 2 可以看出萜烷化合物的运移效应非常明显具有如下特征: 三环萜烷比五环萜烷更容易运移; 藿烷比莫烷更容易运移; r 腊烷比  $C_{30}\alpha\beta$  藿烷更容易运移。

(3) 芳烃化合物运移程度的差异 利用芳烃化合物研究运移效应, 是比较有效的方法, 通过对张 15 井两个芳烃样品 (一个生油岩样, 一个油砂样) 的色谱/质谱的分析, 发现芳烃化合物的某些系列运移效应十分明显。从表 3 可以看出芳烃化合物中比较稳定的系列是非系

表 3 南阳凹陷张 15 井芳烃各系列化合物含量表 (%)

| 深度<br>(m) | 岩 性  | 萘系列   | 菲系列   | 蒽系列  | 二苯并<br>噻吩系列 | 联苯系列 | 二苯并<br>呋喃系列 | 芴系列  | 三芳<br>甾烷 | 其它<br>系列 |
|-----------|------|-------|-------|------|-------------|------|-------------|------|----------|----------|
| 2348.9    | 泥 岩  | 6.40  | 60.63 | 4.39 | 1.97        | 1.16 | 2.54        | 1.14 | 17.18    | 4.68     |
| 2362      | 含油砂岩 | 11.79 | 63.10 | 4.47 | 2.99        | 2.59 | 5.71        | 1.41 | 6.01     | 1.93     |

列、蒽系列及芴系列化合物, 这三个系列化合物的运移效应不明显, 两个样品中的含量近于相等, 具有明显运移效应的芳烃化合物是: 轻组分芳烃化合物。这类化合物主要有四个系列: 萘系列、二苯并噻吩系列、联苯系列、二苯并呋喃系列。这四个系列的化合物运移效应很明显, 在含油砂岩中, 其明显大于生油岩中的含量, 是生油岩中的 1.5~2.25 倍, 说明芳烃化合物中的轻组分容易运移; 重组分芳烃化合物中包括三芳甾烷系列和其它系列的芳烃化

合物, 这种重组分的芳烃化合物在油砂中的含量小于生油岩中的含量, 三芳甾烷在生油岩中的含量为 17.18%, 而在油砂中的含量只有 6.01%, 生油岩中的含量是油砂中含量的 2.86 倍。其它系列化合物在生油岩中的含量为 4.68%, 砂岩中为 1.93%, 是油砂中的 2.42 倍。这种现象说明重组分的芳烃化合物不如轻组分的芳烃化合物容易运移, 所以被保存在生油岩中。

## 油气二次运移研究

南阳凹陷油气的二次运移主要是由凹陷的构造特征决定的。南阳凹陷的基本构造格局是两凹一隆。两凹为黑龙庙—牛三门次凹和施庵—东庄次凹, 一隆为魏岗隆起, 往北是张店鼻状构造和北部斜坡带, 往东为唐南构造带 (如图 3)。因此南阳凹陷的油气在不同的构造带其运移型式、方向、距离及时间有所不同。

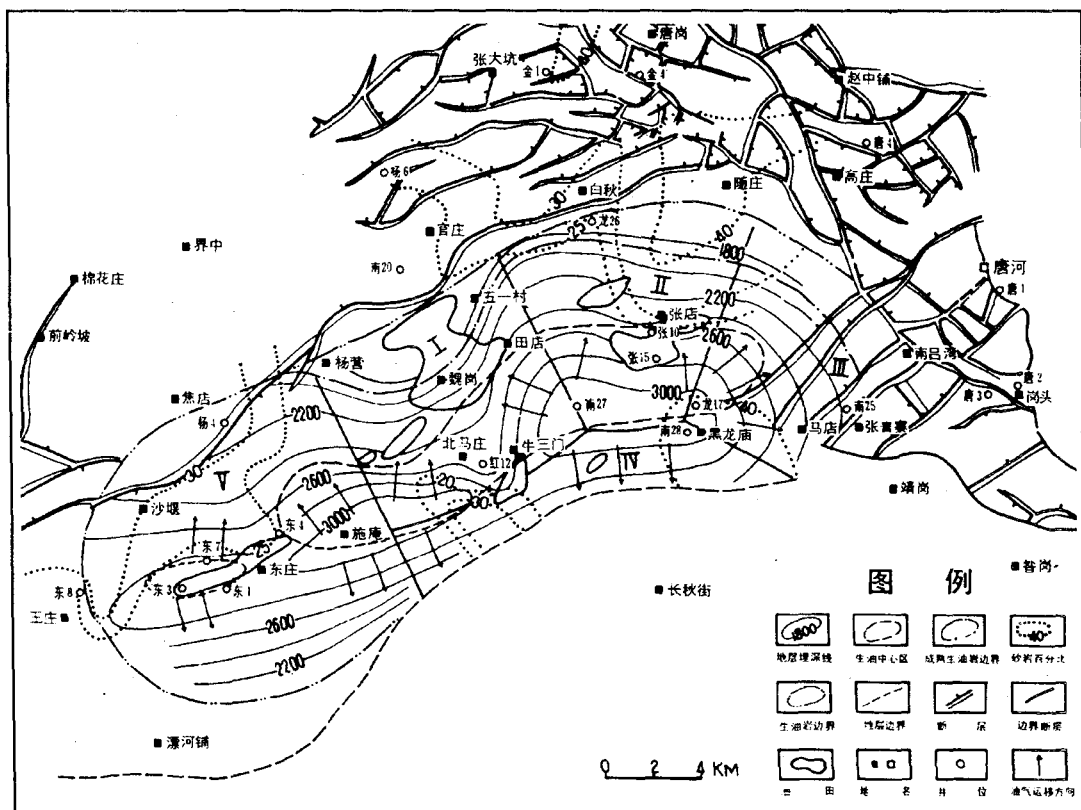


图 3 油气运移形式及供油单元划分图

### 1. 油气二次运移型式

油气的二次运移, 一般情况下, 沿着疏导层的上倾方向, 按最短的路线运移, 根据南阳凹陷疏导层所处的构造特点, 可分为三种运移型式: 汇聚流、发散流和平行流。并根据主要目的层的核二段底构造图为依据, 在成熟生油区内, 按油气运移的型式和方向, 可划分为五个供油单元, 各供油单元的运移如 (图 3、表 4) 从型式讲, 汇聚流最好, 发散流最差。

### 2. 南阳凹陷油气运移距离的探讨

表 4 南阳凹陷供油单元的划分

| 供油单元 | 名 称        | 运 移 类 型 |
|------|------------|---------|
| I    | 魏岗构造带      | 汇聚流型    |
| II   | 张店—北部斜坡构造带 | 主要为平行型  |
| III  | 马店—南吕湾构造带  | 发散型     |
| IV   | 南部断阶构造带    | 平行型     |
| V    | 东庄构造带      | 平行和汇聚型  |

油气运移的距离在油气运移研究中是一个重要而复杂的问题, 主要影响因素有: 油源是否充足; 疏导层条件的好坏; 断层的影响。过去一般认为南阳凹陷油气运移的距离不很远, 主要根据是: 油气显示除金 1 井具有一点气显示(成因不明)外, 都在成熟区域内或附近, 并且显示层位与相应的成熟生油岩

是一致的, 若按核桃园组各亚段成熟生油岩中心估算, 侧向运移距离在 4~8km 之内。

现根据各供油单元初次运移量计算的结果, 用如下方法, 探讨南阳凹陷油气运移距离。

油气聚集量公式:

$$Q_{\text{聚}} = A \cdot Q_{\text{供}}$$

式中:  $Q_{\text{聚}}$  — 供油单元排出的油气在圈闭中聚集的值;

$Q_{\text{供}}$  — 供油单元的初次运移量;

$A$  — 运移系数。

运移系数为油气在运移过程中不同距离的运移量与油气初次运移量之比, 即

$$A = Q_l / Q$$

式中:  $Q_l$  — 不同距离处的油气运移量

$Q$  — 油气初次运移量

一般对于一定的油气运移量, 在初始运移时, 因为运移距离为零,  $A$  为 1; 随着运移距离的增加, 运移系数将不断减小, 当运移量枯竭时, 即达到最大运移距离处, 运移系数则趋于零。因此模拟运移系数的基本衰减规律, 成为计算油气聚集量和推断最大的油气运移距离的关键, 一般情况下, 选取正态模拟函数, 这主要是因为多数地质因素的变化符合正态分布规律, 所以

$$A = e^{-kl^2}$$

式中:  $k$  — 待定系数, 与油气运移距离有关, 它的大小取决于运移距离的增加及  $A$  衰减的快慢程度,  $l$  — 运移距离。

于是

$$Q_{\text{聚}} = e^{-kl^2} \cdot Q_{\text{供}}^{[2]}$$

根据表 5 不同供油单元初次运移量计算的结果, 第 II 供油单元(张店构造带)的初次运移量为 6980 万 t, 目前只找到 123 万 t 的地质储量, 只占初次运移量的 1.8%。假设这个供油单元中的油气大部分向北方向运移, 根据凹陷的地质特征和油藏规模, 凹陷北部斜坡带位于禹桐断裂以北的圈闭距离凹陷生油中心区最大距离约为 20km, 目前发现最小规模的油藏是

北马庄油田, 地质储量为 79 万 t。因此不防设南阳凹陷中小于 10 万 t 的油藏就不具备工业开采价值, 则有 6980 万 t 油气经过 20km 的运移后并聚集成 10 万 t 以上的油藏。那么根据上式有,  $A=0.0014$ ,

表 5 南阳凹陷各供油单元初次运移量 (万 t)

| 供油单元  | I    | II   | III  | IV   | V    |
|-------|------|------|------|------|------|
| 初次运移量 | 3980 | 6980 | 2750 | 1230 | 2665 |

$k=0.016$

因为  $A$  是运移距离  $L$  的函数 (如图 4), 根据表 5, 利用公式可以求出各供油单元的不同运移距离可能形成的聚集量。通过计算, 我们可发现南阳凹陷油气最大运移距离为 15km。超

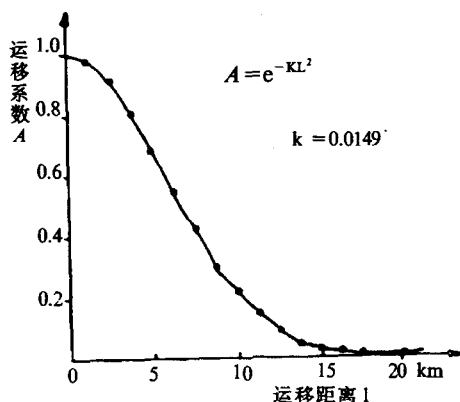


图 4 运移系数随运移距离衰减曲线

过这个距离, 很难形成具有工业价值的油藏 (即储量在 10 万 t 以上的油藏), 根据各供油单元的初次运移量的差异, 不同地区的运移距离也有所不同, 张店和魏岗构造带最大的运移距离为 15km, 一般为 10~15km, 最佳运移距离小于 10km。在东庄和唐南地区最大运移距离为 10km, 一般小于 10km, 最佳为 5km。

这项研究成果从目前应用的结果来看是正确的, 根据这项研究成果在南阳凹陷张店鼻状构造和北部斜坡地区布署了三维地震, 经过精细解释, 布署的南 45 井, 完井后经电测解释发现油层厚度为 6m, 油质介于稠油和稀油之间, 进一步证实了上述研究成果, 打破了南阳凹陷油气

不能运移很远的结论。

### 3. 油气二次运移的时间及构造发育史与油气藏形成的关系

经过研究, 南阳凹陷的油气初次运移的排烃深度为 1850m, 所以, 核桃园组各层段的生油岩, 只要埋深达到这个深度就具备开始初次运移的条件。而初次运移和二次运移在时间上是连续的。一般南阳凹陷核桃园组各层段生油岩的运移时间是: 核三段生油岩中的油气在核二<sup>1</sup>段沉积末期开始运移; 核二<sup>3</sup>段的油气在廖庄组沉积的中期开始运移; 核二<sup>2</sup>段的油气在廖庄组沉积的晚期开始运移; 核二<sup>1</sup>段的油气在上寺组沉积时期开始运移。南阳凹陷的三个主力生油层核三段、核二<sup>3</sup>段、核二<sup>2</sup>段开始运移的时间都是在廖庄组末期的构造运动之前。但是二次运移的高峰期应是廖庄组末期的构造运动时期, 因为它为二次运移提供了良好的动力和通道。由于南阳凹陷各地区地质条件的差异, 因此不同的地区其运移时间也不相同

(如表 6), 黑龙庙地区生油岩中的油气运移最早, 其次为施庵地区, 东庄地区最晚。综合分析油气的生成期, 运移期及构造发育史, 发现它们与油藏的形成有密切的联系。在牛二门—黑龙庙地区的生油岩大量向石油转化的时间要早于东庄地区, 而且运移时间也早于东庄地区。从构造形成时期来看, 魏岗鼻状构造在核三<sup>1</sup>已具雏形, 定形于核桃园组末期, 而上述三个主力生油层油气从核二<sup>1</sup>—核一时期开始运移, 与其构造形成基本相匹配, 因此

表 6 南阳凹陷不同地区核桃园组成熟生油岩各层段油气运移时间

| 层 位               | 黑 龙 庙               | 施 庵   | 东 庄      |
|-------------------|---------------------|-------|----------|
| 核二 <sup>1</sup> 段 | 廖庄时期                | 廖庄时期  | 上第三纪—第四纪 |
| 核二 <sup>2</sup> 段 | 核一段时期               | 核一段时期 | 上第三纪—第四纪 |
| 核二 <sup>3</sup> 段 | 核一段时期               | 核一段时期 | 廖庄时期     |
| 核三段               | 核二 <sup>1</sup> 段时期 | 核一段时期 | 核一段时期    |

形成了具有一定富集程度的油藏。东庄地区的生油期, 运移期都较晚, 构造形成的时期较早, 其陈营高断块在核二<sup>1</sup>沉积前已具雏形, 东庄背斜在核一沉积前已具雏形, 其整个构造包括东庄背斜和陈营高断块都是在廖庄组沉

积前定型, 之后在上第三系沉积前被断层复杂化形成目前的构造特征 (如图 5), 其生成期、运移期与构造的形成不匹配。因此东庄地区的油藏可能是在廖庄组时期或上第三系时期形成, 晚于魏岗油田的形成。

#### 4. 构造发育特征与油气二次运移的模式

前面讨论了根据构造特征油气二次运移在平面上可分为汇聚流、平行流和发散流三种型式。下面讨论的是由于构造特征的差异油气二次运移在剖面上具有的模式。

(1) 单向断阶式运移 这种运移模式主要发育在张店构造和北部斜坡带, 由于此处的构造发育特征为南断北超, 地层区域性地向北呈阶梯状抬升 (如图 5a)。由于凹陷中心在南部, 因此油气从南向北作二次运移。如果途中遇到圈闭就能聚集形成油藏。

(2) 单向断鼻、断块式运移 北马庄—魏岗油田的油气藏的形成就是这种运移模式。地层从南向北抬升, 并在抬升过程中逐渐形成魏岗—北马庄断鼻构造, 油气运移方向也是从南向北运移, 并在其断鼻或断块圈闭中富集起来形成油藏 (如图 5b)。

(3) 双向背斜断块式运移 这种运移模式主要发育在东庄地区。东庄地区的构造发育特征与前两个地区有所不同, 控制东庄沉积的是两条断层, 北为东 1 号断层, 南为控制东庄背斜形成的断层, 其沉积中心在东 7 井附近, 从剖面中可以看到, 其北为东 10 井所在的陈营高断块, 其南为被断层复杂化的东庄背斜, 油气运移是从其中心向北陈营高断块和向东南东庄背斜运移形成油气藏 (如图 5d)。

(4) 油气二次运移的重力分异作用 通过对凹陷的魏岗油田和北马庄油田油藏剖面的各砂组的油层进行研究, 发现其中的原油在二次运移过程中的重力分异作用十分明显 (如表 7), 在这个油藏剖面中从南到北同一砂组的埋藏深度由深变浅, 随着运移距离的增加, 其各砂组中原油的比重、粘度、凝固点、含蜡量都具有由大变小的规律, 其中表现最明显的是核二<sup>3</sup>IV 砂组底部油层中的原油 (如表 7), 这种变化特征是油气二次运移的结果。

(5) 油气二次运移的地质色层作用 油气的二次运移与初次运移一样, 同样具有地质色层作用, 通过对图 5c 中的 12 个原油样品的饱和烃气相色谱分析, 发现原油中的饱和烃在二次运移过程中具有明显的地质色层作用。最突出的表现在魏 14 井到魏 23 井中的核二<sup>2</sup>段 IV 砂组和核二<sup>3</sup>段 IV 组顶部油层的原油。对其饱和烃气相色谱资料分析, 具如下特征: 从魏 14 到魏 23 井, 正构烷烃的主峰碳数从  $C_{27}$  移到  $C_{23}$ , 并且正构烷烃的轻重组分比  $\sum C_{21}^- / \sum C_{22}^+$  从 0.719 增加到 0.876,  $nC_{21} + nC_{22} / nC_{28} + nC_{29}$  从 0.892 增加到 1.175。这种增加说明: 正构烷烃的轻质组分比其重质组分更容易运移, 因此上述指标的变化, 是油气二次运移的结果, 所以以此作为二次运移的地化指标。这种变化在魏 40 井到魏 31 井中的核二<sup>3</sup>段 IV 砂组底部油层中原油也存在上述特征,  $\sum C_{21}^- / \sum C_{22}^+$  从 1.141 ~ 1.156,  $nC_{21} + nC_{22} / nC_{28} + nC_{29}$  从 1.03 ~ 1.165。这种原油经过二次运移所表现出的明显的色层作用也说明了南阳凹陷的油气是经过一段距离运移的结果。

(6) 油气二次运移疏导层的研究 将南阳凹陷主要目的层的核二<sup>2</sup>—核二<sup>3</sup>段的砂岩各分为四个砂组, 探索性的研究油气二次运移的疏导层, 通过对各砂组的平面展布特征的分析研究, 以及对各油藏的砂组剖面研究, 发现不同地区, 油气二次运移的主要疏导层也不同, 魏岗油田核二<sup>2</sup>段以 II、III、IV 砂组为主, 核二<sup>3</sup>段以 I、IV 砂组为主; 东庄油田核二<sup>3</sup>段以 IV 砂组顶部的砂层为主; 张店油田核二<sup>2</sup>段以 II 砂组为主, 核二<sup>3</sup>段以 I、

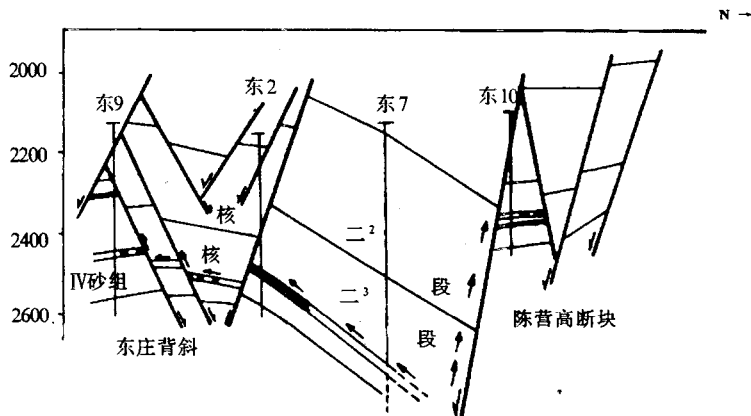
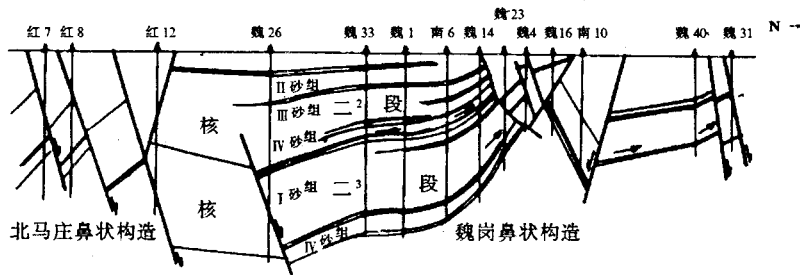
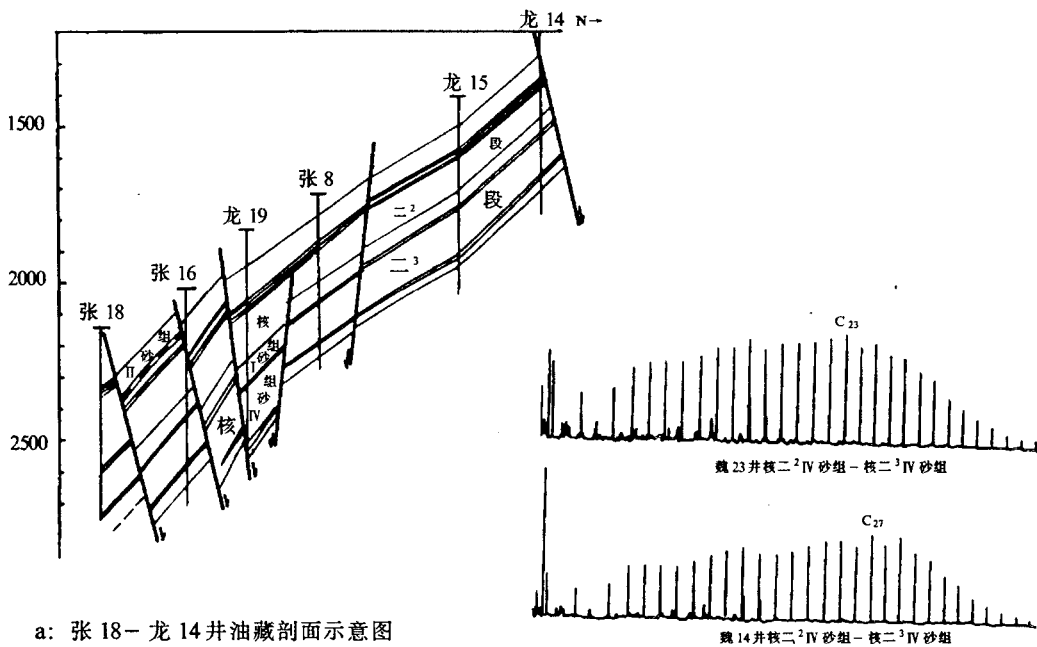


图 5 南阳凹陷油气二次运移模式

IV 砂组为主, 这些主要的疏导层是与那些砂体分布范围广、厚度大, 延伸到凹陷中心的砂组相一致的。另外根据以前的研究成果, 在这些主要的疏导层中, 砂岩的孔隙度值较高, 说明砂岩的物性较好, 因此它不是良好的疏导层, 同时也是有利的油气聚集场所。

表 7 南阳凹陷魏岗油田原油物性分析

| 井号   | 深度<br>(m)       | 层位                                                       | 比重     | 粘度 70℃<br>(mpa·s) | 凝固点<br>(℃) | 含蜡量<br>(%) | 备注                                |
|------|-----------------|----------------------------------------------------------|--------|-------------------|------------|------------|-----------------------------------|
| 魏 33 | 1546 ~ 1553     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8590 | 11.71             | 47         | 49.7       | H <sub>2</sub> <sup>2</sup> IV 砂组 |
| 南 6  | 1218 ~ 1484     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8553 | 8.54              | 47         |            | 顶部油层                              |
| 魏 14 | 1436.6 ~ 1437.8 | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8475 | 9.71              | 49         | 44.9       |                                   |
| 魏 33 | 1584 ~ 1595     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8598 | 11.02             | 50         | 49.6       | H <sub>2</sub> <sup>2</sup> IV 砂组 |
| 魏 14 | 1476 ~ 1514     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup> -H <sub>2</sub> <sup>3</sup> | 0.8540 | 8.34              | 55         | 50.3       | 底部油层                              |
| 魏 4  | 1449 ~ 1505.6   | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8542 | 13.4              | 49         | 49.5       |                                   |
| 魏 14 | 1673 ~ 1674     | H <sub>2</sub> <sup>3</sup>                              | 0.8644 | 13.9              | 55         | 49.9       | H <sub>2</sub> <sup>3</sup> IV 砂组 |
| 魏 23 | 1597.6 ~ 1599.4 | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8557 | 12.6              | 42         | 48.7       | 底部油层                              |
| 魏 4  | 1597 ~ 1602.5   | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8489 | 8.9               | 42         | 47.7       |                                   |
| 魏 16 | 1508 ~ 1987     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup> -H <sub>3</sub>              | 0.8540 | 8.12              | 43         |            |                                   |
| 南 10 | 1483 ~ 1572     | H <sub>2</sub> <sup>3</sup>                              | 0.8500 | 9.92              | 49         | 48.01      |                                   |
| 魏 40 | 1238 ~ 1384     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8584 | 10.92             | 42         | 49.6       |                                   |
| 魏 31 | 1353 ~ 1381.4   | H <sub>2</sub> <sup>2</sup> -H <sub>3</sub>              | 0.8542 | 9.82              | 50         | 39.46      |                                   |
| 红 7  | 2572 ~ 2580     | H <sub>2</sub> <sup>3</sup>                              | 0.8455 | 5.38              | 38         | 42.4       | H <sub>2</sub> <sup>3</sup> IV 砂组 |
| 红 8  | 2491 ~ 2498     | H <sub>2</sub> <sup>2</sup>                              | 0.8377 | 4.35              | 45         | 48.1       | 油层                                |

## 结 论

通过上述对南阳凹陷油气运移的研究得出如下结论:

1. 油气初次运移过程中所表现出的贫化效应和色层效应非常明显;
2. 油气二次运移过程中具有明显的重力分异作用和地质色层作用;
3. 油气二次运移的三种不同型式对油气藏的形成具有不同的意义。首先是汇聚流的运移型式对油气藏的形成最有利; 其次是平行流的运移型式; 最后是发散流的运移型式, 它对油气藏的形成最不利;
4. 油气二次运移的距离可以通过正态分布函数的模拟来定量的估算;
5. 油气二次运移时期及构造发育史与油气藏的形成时间有密切的关系, 同一凹陷不同地区, 由于地质条件的差异其二次运移的时期及油藏形成的时间也不完全一致。

## 参 考 文 献

- 1 李美江. 生油岩中石油烃类的排烃. 自然. 1983,301(5900)
- 2 况军. 试探油气运移中的聚散及计算模式. 油气运移讨论会论文, 1987

(编辑 李水会)