

# 花海—金塔盆地的含油远景

谢恭俭

(华北石油勘探开发设计研究院)

花海—金塔盆地处于甘肃省玉门市和金塔县境内。接近东西方向延伸,长约200公里,宽40—50公里,面积9688平方公里;沉积岩厚约5000米,体积24000立方公里(图1)。在下古生代基底上,主要发育有侏罗系、白垩系以及第三系等地层。它属台缘拗陷盆地。1954年开始地面地质调查和重磁力测量工作,1960年以后又进行过地震概查(局部普查),并钻探了一些深井和浅井,但未发现工业油流。

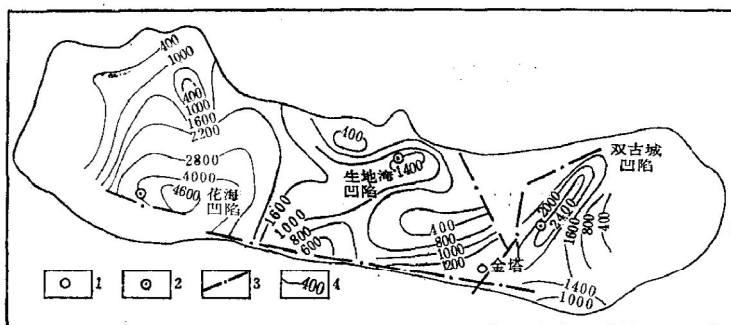


图1 花海—金塔盆地基岩等深线图

1—县; 2—重点井; 3—推测断层; 4—盆地基岩等深线(米)

对于这个盆地的含油远景,笔者根据在现场工作中的粗浅体会,仅从生油条件、储集条件和油气显示等三个方面进行初步探讨。

## 一、生油条件好

### 1. 有丰富的有机物质

花海—金塔盆地的生油岩为白垩系湖相黑色和灰黑色泥岩,厚度很大。在花海凹陷(图2),以花深1井为中心,生油岩最厚972米,一般厚700—800米,往四周减薄为300米;圈定生油岩面积400平方公里,体积633立方公里。此外,生地湾凹陷和双古城凹陷生油岩厚度都达到200米。

盆地内有机物质是丰富的,据5口井133块岩心分析,有机碳平均含量为2.86%。岩石中的烃类在1000ppm左右,最低都在260ppm以上,氯仿沥青“A”平均为0.224%。

白垩纪时,盆地处于温暖潮湿的深一半深湖

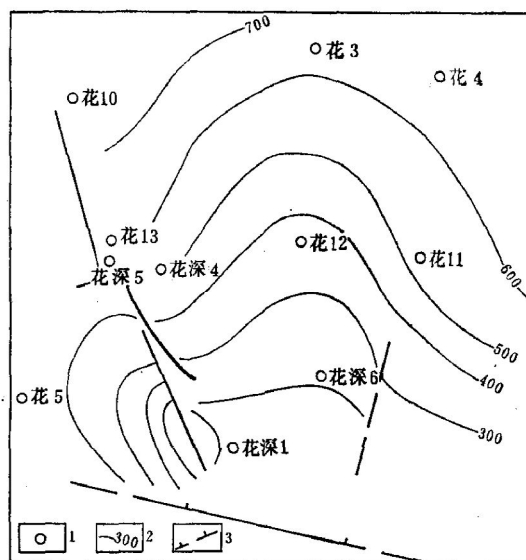


图2 花海凹陷T<sub>5</sub>构造图

1—井位; 2—地震T<sub>5</sub>反射层(第三系底面)  
等高线(米); 3—断层

相环境，生物繁茂，有着足够的有机质来源，为生成丰富的石油提供了物质基础。

## 2. 具有稳定的还原环境

盆地在白垩纪一个较长的地质时期中，处于稳定的、迅速沉积与持续下沉的环境。岩石中含有黄铁矿，还原硫平均含量为0.269%，铁还原系数K值平均为0.254（花深1井）， $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ 平均为20.47，说明水体相对停滞，氧化还原界面较高，是还原环境，有利于有机质的保存。

## 3. 具备转化条件

盆地内第四系和第三系的厚度较薄，在200—1200米左右，但是白垩系则具有足够的厚度。花海凹陷沉积岩厚约5000米，花深1井并深3223米还未钻穿白垩系，黑色泥岩埋深可达3100—3200米。关于生油岩的成熟深度，据中国科学院兰州地质研究所钱吉盛等对干酪根研究<sup>1)</sup>，认为在1800米已达成熟，在2100—2700米为最好，可见花海—金塔盆地中有机质具有向石油转化的条件（表1）。

表1 花海—金塔盆地地下新民堡群（ $K_1x_1^3$ ）干酪根演化阶段和生油带的划分

| 有机质的演化过程                   |                    | 干酪根演化阶段       | 成岩带分类<br>M. Shitbaoka et al | 石油“液体窗口”<br>W. C. Puser III | 煤化阶段<br>Rm % |
|----------------------------|--------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|
| 干酪根中自由基含量/中心数<br>克有机碳/克有机碳 | 顺磁中心数/克有机碳<br>埋藏深度 | 镜煤反射率<br>Rm % |                             |                             |              |
| 1500                       | 1500               | 1500          | 相对稳定阶段                      | 预生油带                        |              |
|                            |                    | — 0.50 —      |                             |                             |              |
| 2000                       | 2000               | 2000          | 解聚阶段                        | 生油带                         | 0.56 I       |
|                            |                    | — 0.70 —      |                             | 早                           |              |
| 2500                       | 2500               | 2500          | 裂解阶段                        | 油带                          | 0.74 II      |
|                            |                    | — 1.00 —      |                             | 中                           |              |
| 3000                       | 3000               | 3000          | 裂解—重聚平衡阶段                   | 带                           | 1.08 III     |
|                            |                    | — 1.30 —      |                             | 晚                           |              |
|                            |                    | 3000          | 凝析油带                        | 凝析油带                        | 1.36 IV      |

（据钱吉盛等，1978）

相邻含油盆地——酒泉西部盆地原油的OEP值为0.95—1.13，芳烃结构指数在0.85—1.41，取缩比值 $>0.7$ 。白垩系生油岩在地表的OEP值为1.14，芳烃结构指数为0.43（偏低），取缩比值3.14；在井下OEP值为1.04，芳烃结构指数为0.83，取缩比值1.41。而花海—金塔盆地的白垩系生油岩都达到了上述原油和生油岩的指标，OEP值为1.15，芳烃结构指数为0.86—1.00，取缩比值为2.60，说明它的转化条件好的。

花深1井的三个地化指标随深度的变化曲线（图3）<sup>2)</sup>，进一步说明了花海—金塔盆地有机质向油气转化的条件。

从图3看出，花海—金塔盆地芳烃结构指数在1900米以上大于0.8，到深部减少到0.4左右；OEP值深部在1.05左右，浅部也都在1.2以下；取缩比值在2100米以上大于1，往深部在0.7左右。由图可见，从1275米到3200米深的生油岩都达到了转化的要求。芳烃结构指数随深度的变化，花海—金塔盆地与松辽盆地相似。

据石油工业部石油勘探开发科学研究院资料，我国主要含油气盆地生油岩的有机碳含量为0.58—4.24%，氯仿沥青“A”含量为0.047—0.3%，OEP值为0.92—1.2。花海—金塔盆地应属此类。

对于油气成因的研究认为，生成石油最佳温度范围是65—150℃。赫德伯格认为，在50℃就可以生成石油<sup>3)</sup>。

1) 钱吉盛、彭亚兰、来常玉，1978，甘肃西部花海盆地地下新民堡群的有机地球化学——干酪根的演化问题。

2) 石油工业部石油勘探开发科学研究院，1977，中国陆相盆地石油地质特征及油气田分布规律。

3) 赫德伯格，1980，论石油的运移。北京石油地质国际学术会议报告论文集。

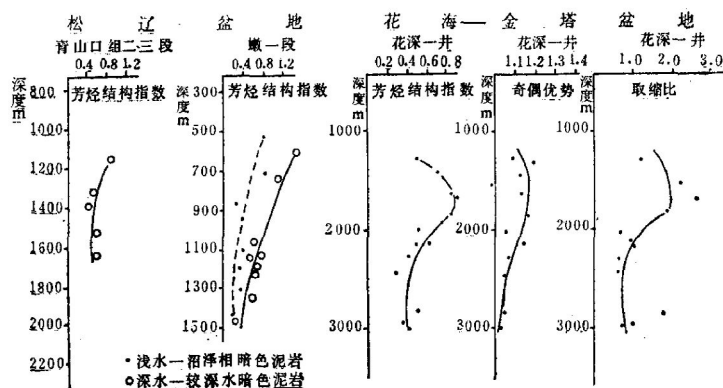


图3 花深1井三个地化指标随深度的变化曲线和松辽盆地对比

花海-金塔盆地1960-1961年地表平均温度为 $10.2^{\circ}\text{C}$ ，而花深1井测井温度在3200米处为 $91.2^{\circ}\text{C}$ ，故

$$\text{地温梯度} = \frac{91.2^{\circ}\text{C} - 10.2^{\circ}\text{C}}{32} \times \frac{1}{100\text{m}} = 2.53^{\circ}\text{C}/100\text{m}$$

已知成熟门限深度为1800米（见前），则门限温度为： $2.53^{\circ}\text{C} \times 18 + 10.2^{\circ}\text{C} = 55.74^{\circ}\text{C}$ 。所以，它和我国西部诸油田地温梯度（一般为 $2.2-2.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）相比，是具备转化条件的。

## 二、有储集条件

花海-金塔盆地是具备储集条件的，据统计，各井储层厚度见表2。

表2

| 井号        | 花深1     | 花5     | 花1   | 花深6  | 花深4 | 花深5 | 花12    | 花10  | 花3     | 花14   |
|-----------|---------|--------|------|------|-----|-----|--------|------|--------|-------|
| 储层厚度(m)   | 763     | 225    | 34.5 | 251  | 269 | 315 | 432    | 464  | 258    | 106   |
| 砂泥岩总厚度(m) | 1067.42 | 247.17 | 34.5 | 1290 | 649 | 864 | 531.51 | 806  | 510.56 | 199.5 |
| 砂质岩百分比    | 72      | 91     | 100  | 19.5 | 41  | 36  | 81.3   | 57.5 | 50     | 53.1  |

从图4看出，砂质岩百分比有两个高值区，一个是在花深1井至花5井一带，另一个是在花12井至花11井一带，均呈北西向展布。

又从图5看出，渗透率分三个区，花深1井至花深6井为低渗透区，渗透率为 $1\text{md}$ 左右；花深5井至花4井一带为中渗透区，渗透率为 $8.5-108\text{md}$ ；花10井至花3井为高渗透区，渗透率为 $187-1157\text{md}$ 。

萤光显示有二个带，一是以花深1井、花深6井一带最好，7—10级以上萤光占 $59.3-98.2\%$ ；二是花深4井到花3井一带较好，7—10级以上萤光占 $40-46.6\%$ 。

综合上述资料可以看出：花10井至花12井以北地区（包括花深6井北东地区），和花深1井至花5井一线及其以南地区是储集层较好的地带。

在花海凹陷并非只有薄砂层，还夹有较厚的砂层；此外在低渗透带中也有高的渗透层。砂层一般单层厚 $1-5\text{m}$ ，花深1井单层最厚 $7.2\text{m}$ 。据统计，花深1井在取出的岩心中，连续含油的砂层厚度在 $0.3\text{m}$ 以上有13层， $0.5\text{m}$ 以上8层， $1\text{m}$ 以上7层， $2\text{m}$ 以上2层。如在井深 $1700.48-1702.91\text{m}$ 井段有 $2.43\text{m}$ 的含油砂岩，在 $1882.52-1885.55\text{m}$ 井段有 $2.86\text{m}$ 含油砂岩（内有夹层 $0.17\text{m}$ ）。在149块岩心样品中，渗透率为 $1-10\text{md}$ 的有14块， $10-100\text{md}$ 有2块， $100-1000\text{md}$ 的有1块。在电测图

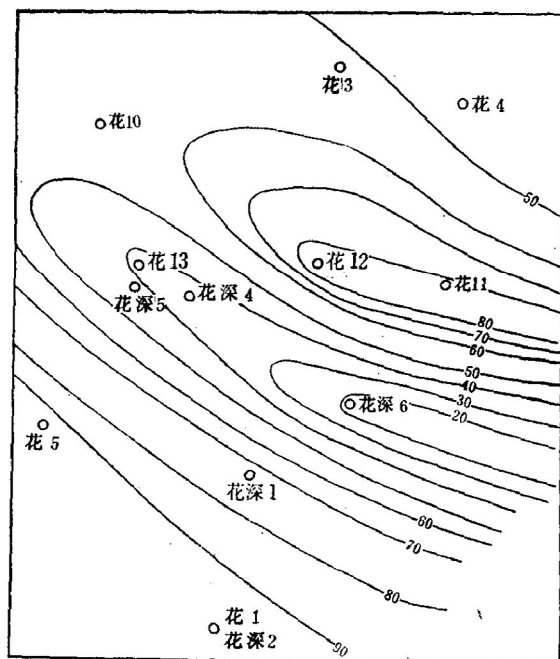


图4 砂质岩百分比图

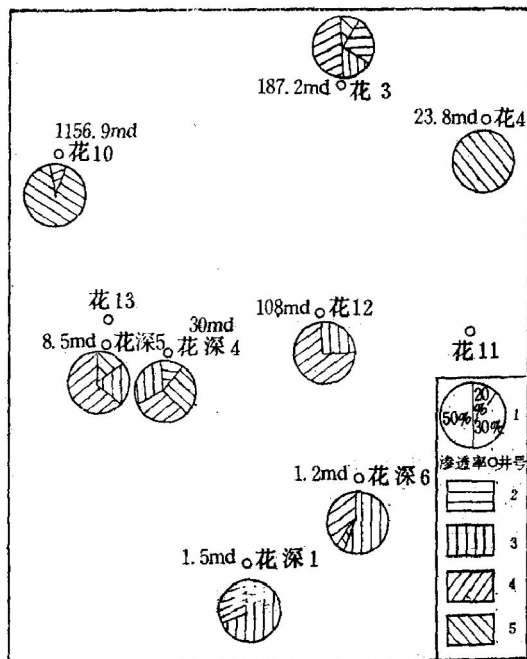


图5 砂岩渗透率与荧光显示分布图

1—荧光级别百分比；2—10级以上；3—7—10级；  
4—5—7级；5—5级以下

(据玉门石油管理局资料)

上也能看出，确有电阻与电位对应较好的砂层。

除此之外，还应注意裂隙含油。花深1井在1881—1885米井段取心，泥灰岩及泥质粉砂岩的裂面上有干原油，在2145—2150米井段，粉砂质泥岩、泥质粉砂岩岩心全部破碎，有169块裂面含油，且垂直裂隙发育；在2738—2739米井段，岩心裂隙有走向不同的三组，一组倾角 $65^\circ$ ，另两组为 $20-30^\circ$ ，裂面具有擦痕，附有新鲜原油。花深6井含油显示81处，其中裂隙含油就有46处。花12井6处全是裂隙含油。花深5井发育有裂隙型沥青脉。

综上所述，白垩纪时，花海—金塔盆地由于迅速沉积，发育了巨厚的生油岩系，并伴随有振荡运动，导致生储层间互，而生油层同时又是盖油层，那些厚的储集层将是有利含油井段。往凹陷四周是寻找有利相带的地区，尤以花12井以北、花深6井北东、花深1井北西及其以南地区较好。

### 三、油气显示丰富

在花海凹陷中油气显示极多，花深1井显示井段长达1865.21米（1357.41—3222.62米），其余各井亦见多处显示，表明该盆地含油是丰富的（表3）。

花深1井油气显示多达715处，其中有相对集中的井段（图6）。以1557—1768米、1800—1900米、2130—2180米、2400—2480米、2730—2840米等5个井段含油较好。

特别值得注意的是，花深1井钻进过程中显示很好，在井深1940米以下，每次下钻循环泥浆时，都有不同程度的油气侵，见黑色及黄绿色原油及气泡，气测值显著增加。此外在完钻测井后，停钻12天，再下钻循环泥浆时，气侵严重，棕色油气泡密集，并见有大块原油斑块，油气侵时间延续30分钟。

花海凹陷的构造特征。从图2可以看出，东、西、南三方都有断裂存在，往北为斜坡抬起，南、北、西三面已有六口井钻达基岩证实为隆起，因此凹陷的基本轮廓是一个中央凹陷、四周抬起的断

表 3

| 井 号    | 显示总数<br>(处) | 沥青<br>(处) | 油<br>(处) | 油 味<br>(处) | 备 注          |
|--------|-------------|-----------|----------|------------|--------------|
| 花深 1 井 | 715         | 27        | 622      | 66         | 荧光显示<br>荧光显示 |
| 花深 4 井 | 29          | 14        | 13       | 2          |              |
| 花深 5 井 | 43          | 5         | 38       |            |              |
| 花深 8 井 | 81          | 16        | 43       | 22         |              |
| 花 12 井 | 6           |           | 6        |            |              |
| 花 3 井  |             |           |          |            |              |
| 花 5 井  |             |           |          |            |              |

四、主要发育有三个方向的断层，一个是北北西方向，如花深1到花10井的断层，长约20公里，发育在侏罗系到白垩系中，推断向下延伸到基岩；一个是北北东方向，如花深6井东断层，长约7公里；一个是近东西方向的断层，如花深1井南断层，长约19公里，控制着侏罗系和白垩系的沉积，而且在断层附近，由于牵引作用，地层倾向很陡。总之，该地区断裂发育，因此我们要研究断裂对油气的控制作用，注意寻找与它有关的各类含油圈闭。

#### 四、含油远景及找油方向

花海-金塔盆地是一个有含油远景的盆地。盆地面积较大，为酒泉西部盆地的三倍；有巨厚的生油层，三个凹陷均能生油；侏罗系、白垩系可自生自储，基岩和第三系可形成次生油藏；侏罗系、白垩系自身的泥岩可作盖层；有断层、地层起伏、鼻状显示及重磁力高点等构造条件，加上多凸多凹，岩性岩相变化大，可形成有利的圈闭和多种油藏类型；已有良好的油气显示。因此勘探中要注意研究复式油气聚集带和油藏的分布序列。本区钻井速度相对较快，处于酒泉西部含油盆地北侧，地势平坦，交通方便。

本区尚存在一些问题,主要是圈闭条件不落实,地震未攻下深层关,二级构造带还不能正确划分。加之岩性岩相变化较大,断层发育,存在地层、岩相和构造问题亦多。花深1井油气显示丰富,尚需进行试油。

对于盆地有利地区初步预测如下:

花深1井南断层下降盘(北盘), 面临生油凹陷, 地层有牵引, 是岩性变好地带, 凹陷中钻井已见多处油气显示, 因此要寻找与断层有关的牵引构造和岩性上倾尖灭油藏。在断层上升盘(南盘), 由于生油岩与老地层接触, 宜注意寻找古潜山裂缝油藏。

花深1井西侧,也是岩性变好地带,同样在断层与地层形成圈闭处是有利地区,还要注意寻找两条断层交叉处的断块油藏。花深6井往东和东北方向的大断裂两侧也是油气聚集的有利地带。

凹陷中可能存在的隆起——凹中隆，北斜坡的重力高带和地层超覆与岩性尖灭带亦宜注意。

盆地东部勘探程度较低, 建议加快普查勘探步伐。

文中引用了石油工业部石油勘探开发科学研究院、中国科学院兰州地质研究所的部分资料和玉门油矿历年的研究成果,深表谢意。

| 层位  | 井深<br>(米) | 生油层或<br>储油层段 | 显示类型或效能<br>(每个符号代表一次)                                                          |
|-----|-----------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 第三系 | 1197      | 储            |                                                                                |
|     | 1211      | 生            |                                                                                |
|     | 1269      | 生            |                                                                                |
| 白   |           | 储            | GO GO                                                                          |
|     | 1494      | 生            |                                                                                |
|     | 1557      | 生            | VV<br>VVVVVV VVVVO<br>VVVVVV<br>VVVVVV<br>VVVVVV<br>VVVVVV<br>VVVVVV<br>VVVVVV |
|     | 1768      | 储            | VV<br>VV VVVVO<br>VVVVVV<br>VVVVVV                                             |
|     | 2000      | 生            | VO<br>O                                                                        |
|     | 2133      | 生            | VO VO<br>VO VO<br>VO VO                                                        |
| 丕   |           | 储            | VVVOOOOO<br>OOO                                                                |
|     | 2395      | 生            | GVVVVV<br>VVVVVV<br>VVVVVV                                                     |
|     | 2523      | 生            |                                                                                |
|     |           | 储            |                                                                                |
|     | 2730      | 生            | VVVVV<br>VVVVV<br><br>VVVVVV<br>VVVVVV                                         |
|     | 3000      | 生            | VO<br>OV                                                                       |
| 系   | 3095      | 储            | O                                                                              |
|     | 3160      | 生            | v 油                                                                            |
|     | 3223.62   | 生            | v 油                                                                            |

图6 花深1井油气显示分布图  
(据取心资料统计,不是全部录井显示)

(收稿日期 1981年5月28日)

## 参 考 文 献

- [1] 西北大学地质系石油地质教研室, 1979, 石油地质学. 地质出版社.  
[2] 李永康等, 1981, 松辽盆地陆相生油特征. 石油学报, 第2卷, 第1期.

## OIL PROSPECT IN HUAHAI-JINTA BASIN

Xie Gongjian

*(Huabei Research Institute of Petroleum Exploration and Development)*

## Abstract

Huahai-Jinta basin lies in Gansu province, occupying an area of 9,688km<sup>2</sup>, and filled with sedimentary rocks of about 5,000m thick. The lower Paleozoic basement was overlain mainly by Jurassic, Cretaceous and Tertiary rocks. The source rocks there have quite abundant organic matters, the maximum thickness is 972m, these rocks have a stable reductive environment and good conditions for oil generation. The threshold depth of oil generation is about 1,800m. Some indexes of oil generation is comparable with that of western Jiuquan basin and Songliao basin, the geothermal gradient is similar to that of other basins in the western part of China. Conditions for oil reservation is good and a lot of oil showings are found.

Huahai-Jinta basin is really a oil prospect one. It is necessary to find out various kind of oil traps, pay attention to complex zones of oil accumulation as well as the distributing sequences of oil pools.

A tentative prevision for favorable sections of the basin is made by the author in this study.