

泌阳凹陷油田水微量元素分布特征 及其与油气的关系

朱沿云 杨学良

(石油工业部河南油田勘探开发研究院)

研究油田水中的微量金属元素及其分布规律,对判断油气的形成、运移和聚集,指导石油普查勘探具有重要意义。

本文通过对泌阳凹陷194个油田水样品的系统分析,研究微量元素与沉积环境及水文地球化学相带的关系,对进行油源对比,追索石油运移的方向,推断油气的聚集、分布,将提供一些有益的信息。

一、石油地质特征

泌阳凹陷是南襄盆地的四个凹陷之一,位于盆地的东北部,面积约1000平方公里,它是在燕山运动末期,秦岭褶皱带的块断陷落形成的一个山间凹陷。

该凹陷由近东西向和北东向两组断层控制,沉积地层以下第三系为主,核桃园组是该盆地勘探目的层。勘探资料表明,沉积盆地大体经历了三个发展阶段:①断陷充填阶段;②持续下沉的湖盆发展阶段;③湖盆缓慢上升萎缩阶段。因此泌阳凹陷由下沉到上升,构成了一套红—黑—红,粗—细—粗,由洪积河流相—湖相—洪积河流相的沉积旋回。

该凹陷的核桃园组,是一个古湖盆从发生→扩大→收缩的较完整过程的缩影。核三段正好是古湖盆扩大的全盛时期,当时古气候比较干燥,湖盆面积较大,水体较深,沉积物粒度最细,有机质来源丰富,暗色泥岩相当发育,因此核三段是主要成油层段。

核桃园组中有机质的丰度是核三段高、核二段次之、核一段较低。

二、油田水微量元素的地球化学特征

1.泌阳凹陷油田水中的微量金属元素以Fe含量最高,Cu含量最低,Ni、Mn、Li含量介于两者之间。原油、非油田水也有同样的规律,各元素含量及Ni/Cu比值均为原油>油田水>非油田水。Mn/Fe比值在非油田水中则出现高值(见表1)。

表1 微量元素在原油、油田水、非油田水中的含量表 (ppm)

样 品	Cu	Ni	Mn	Fe	Li	Ni/Cu	Mn/Fe
原 油	0.54	5.55	0.48	18.70	2.00	10.28	0.03
油 田 水	0.04	0.05	0.29	8.70	1.22	1.25	0.03
非 油 田 水			0.24	0.63	0.01		0.38

2.统计核桃园组一、二、三段油田水各微量元素含量(表2、图1),可归纳如下分布规律:(1)Cu、Ni、Li、Ni/Cu、Mn/Fe随地层深度增加而增高;(2)Cu、Ni、Li、Mn按较深湖相→浅湖相→滨湖相→洪积河流相顺序依次递减。

表2 凹陷各层段微量元素含量变化表 (ppm)

层 段	Cu	Ni	Mn	Fe	Li	Ni/Cu	Mn/Fe
核 一	0.02* 0.01—0.03	0.01 0.00—0.02	0.12 0.05—0.18	5.16 2.60—7.72	0.07 0.03—0.11	0.50	0.02
核 二	0.03 0.00—0.09	0.02 0.00—0.05	0.38 0.03—1.38	12.18 0.08—56.50	0.14 0.06—0.36	0.67	0.03
核 三	0.05 0.00—1.68	0.05 0.01—0.35	0.39 0.02—5.90	5.59 0.04—63.20	1.95 0.06—25.10	1.00	0.07

• 上行为平均值、下行为范围值

3.表3为核三段油田水微量元素分布情况表,可以看出,Cu、Ni、Li、Ni/Cu、Mn/Fe以赵凹和安棚油田为最高、下二门油田为最低;Mn、Fe以双河油田为最高、下二门、王集油田为最低。

表3 各油田核三段油田水中微量金属元素含量表 (ppm)

元素及比值 油 田	Cu	Ni	Mn	Fe	Li	Ni/Cu	Mn/Fe
双 河	0.03	0.03	0.60	9.75	0.82	1.00	0.06
赵凹和安棚	0.07	0.08	0.27	2.63	3.47	1.14	0.10
下 二 门	0.01	0.01	0.09	1.75	0.20	1.00	0.05
王 集	0.01	0.04	0.06	2.12	0.37		

4.不同产层的地下水微量元素含量也有明显差别。表4所示,Cu、Ni含量以贫水层为最高,油水层次之,水层最低;Mn、Fe按贫水层、水层、油水层递减;Li在油水层

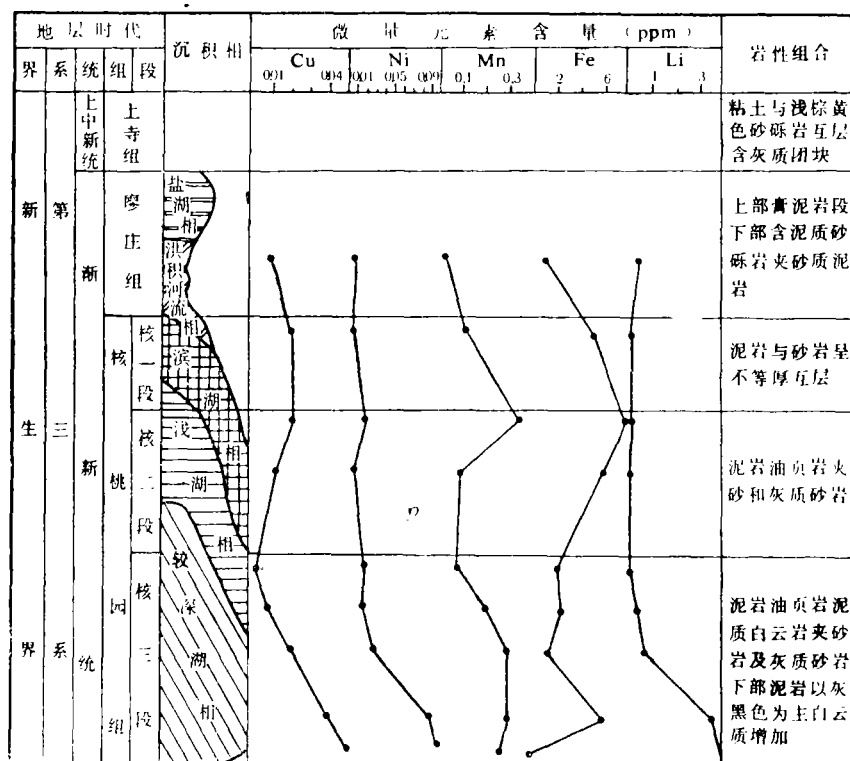


图1 泌阳凹陷沉积特征与微量元素分布图

富集，贫水层反而最低。

表4 微量金属元素在不同产层地下水中的含量分布表 (ppm)

层 次	元 素	Cu	Ni	Mn	Fe	Li
贫 水 层		0.14	0.06	0.72	14.29	0.56
油 水 层		0.03	0.05	0.28	4.76	1.66
水 层		0.03	0.03	0.55	9.74	1.23

5. 从图1、2及表5中可知，泌阳凹陷油田水中微量金属元素含量与沉积相、水文地质分区（带）有着密切关系。

元素在各沉积相区的含量分布大致如下：（1）Cu、Ni、Mn、Fe、Li元素在较深湖相区的含量大于浅湖相区的含量，在冲积扇端的含量大于扇中的含量（其中Fe、Mn有异常）；（2）Cu、Ni、Li在各沉积相区油田水的含量排列为：较深湖相区＞浅湖相区＞扇端＞扇中＞三角洲侧缘相；Fe、Mn的平面分布是以冲积扇的扇端和扇中含最高，三角洲侧缘相区的含量最低，湖相区的Fe、Mn含量介于两者之间。（3）Ni/Cu比值以

表 5 油田水微量金属元素在各沉积相区的含量 (ppm)

元素及 沉积相	层 段	Cu	Ni	Mn	Fe	Li	Ni/Cu	Mn/Fe
较深湖相	核二							
	核三	0.09	0.10	0.29	2.48	4.43	1.11	0.12
浅湖相	核二	0.01	0.02	0.14	2.42	0.78	2.00	0.06
	核三	0.03	0.04	0.23	2.96	1.38	1.33	0.08
三角洲 前缘相	核二	0.03	0.03	0.47	15.76	0.13	1.00	0.03
	核三	0.01	0.02	0.09	1.85	0.25	2.00	0.05
扇端	核三	0.03	0.04	0.50	7.41	0.99	1.33	0.07
扇中	核三	0.03	0.03	0.58	3.76	0.71	1.00	0.15

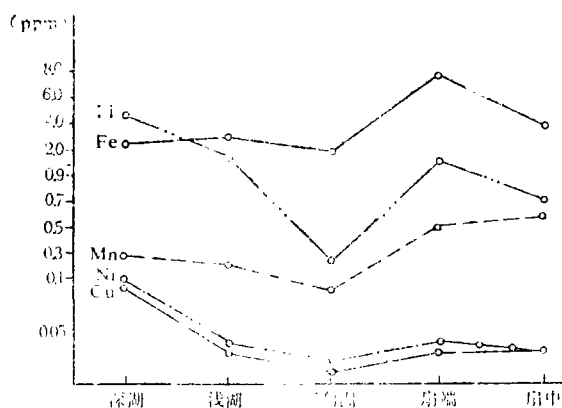


图2 微量元素在各沉积相的含量变化图

关,即在水交替活跃带上元素含量较低,在水交替停止带上含量较高;(4)凹陷内各油田均位于微量元素含量高—低值的过渡带上。

图6.对凹陷油田水的统计结果,Li含量与矿化度呈很强的线性关系。其核二段相关系数在0.7588—0.9700之间变化,核三段在0.9365—0.9655的范围内波动。图4更清晰地反映出Li—矿化度的消涨关系。

7.白云岩与天然碱的存在,反映出当时湖盆是趋于咸化阶段的强还原环境,由于水的交替作用停滞,因此微量元素(除Mn外)都有较高的丰度。

由表6可知,白云岩地层水中Cu、Ni、Li、Fe元素含量成倍地高于油田水。

较深湖相、浅湖相、三角洲侧缘相的顺序递增,Mn/Fe比值则依次递减。

从图3中又可以看出,(1)深湖相区的双河一起凹和安棚的Cu、Ni、Li、Mn、Fe含量最高,随着远离深湖区含量逐渐减小,(2)各元素随岩性变细含量增高,即在泥岩中的含量最高,在粗砂岩中的含量最低。如各元素在双河水下扇中的分布为扇端>扇中>扇根;(3)这些微量元素分布与水文地质作用有

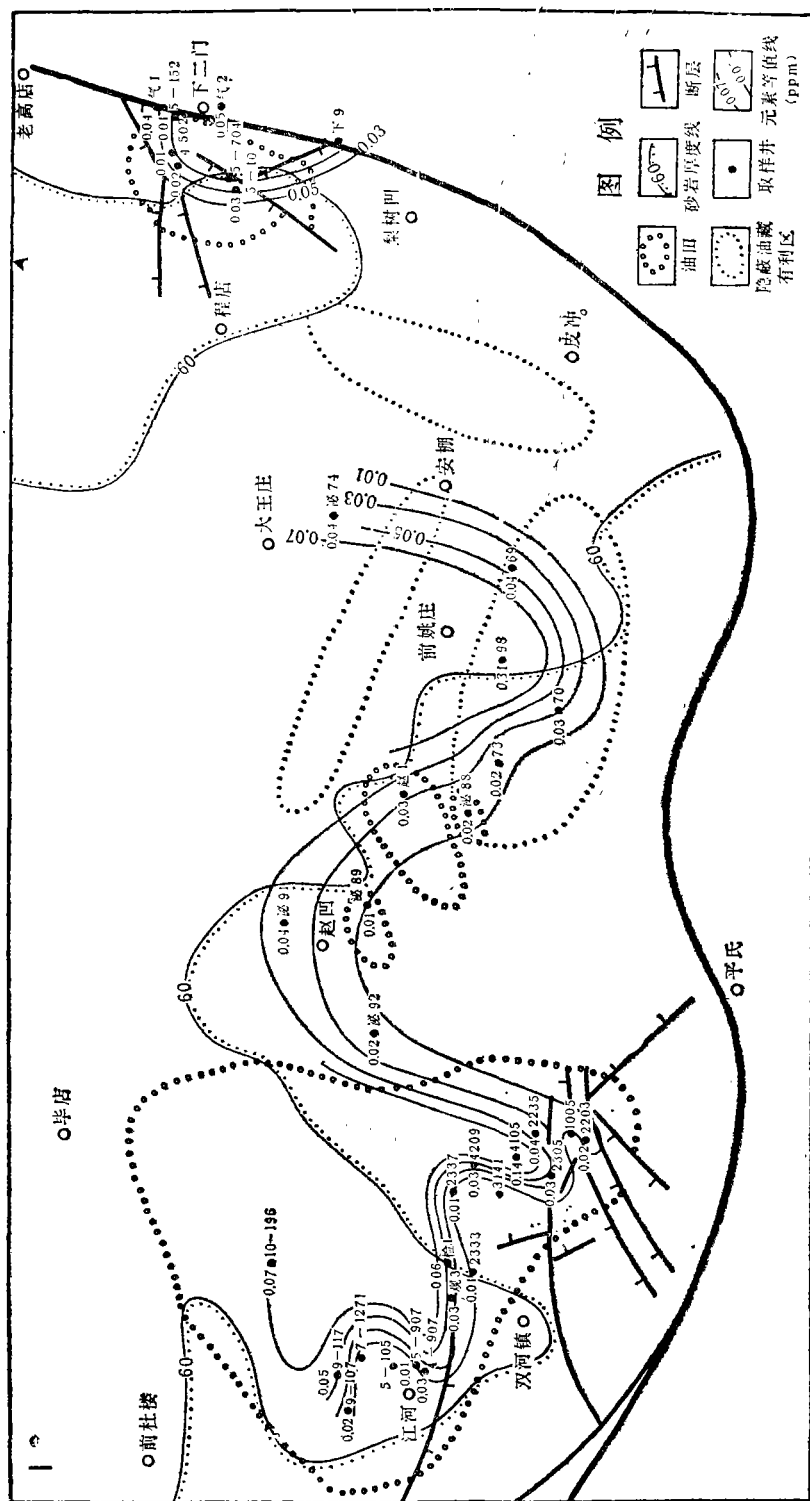
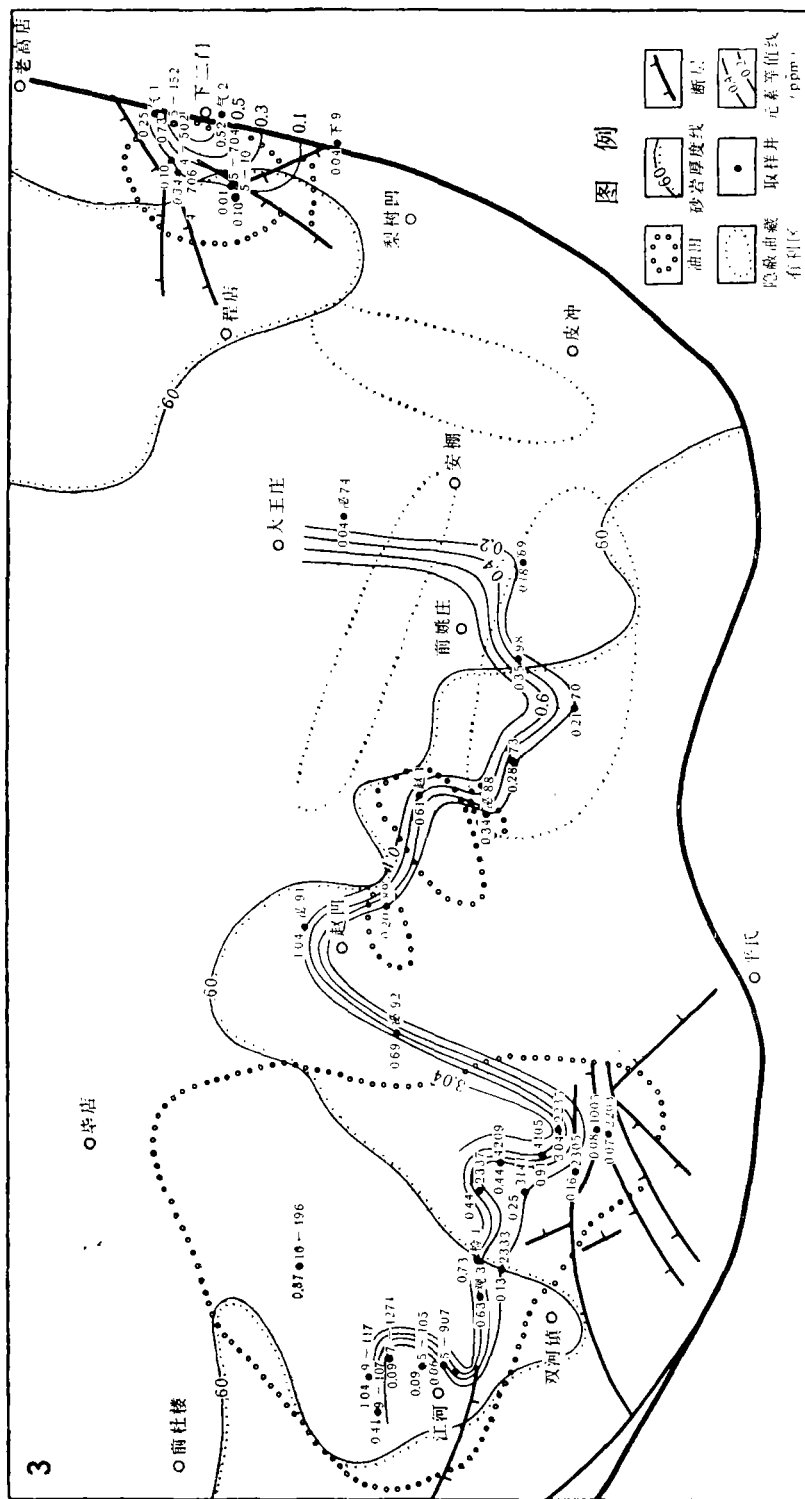


图3—1 泌阳凹陷核三段微量元素等(Cu)值线图



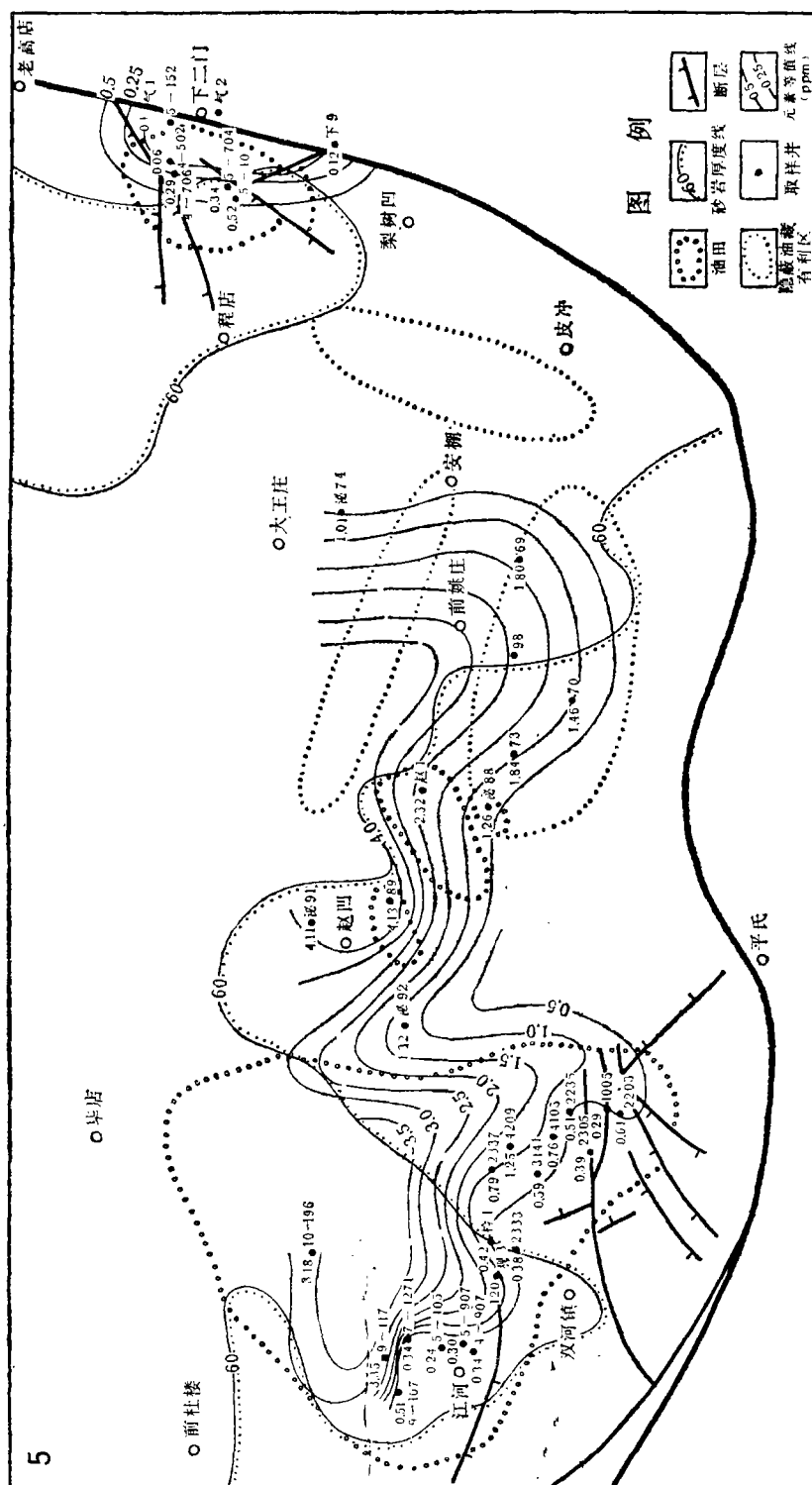


图3—5 泌阳凹陷核三段微量元素等(Li)值线图

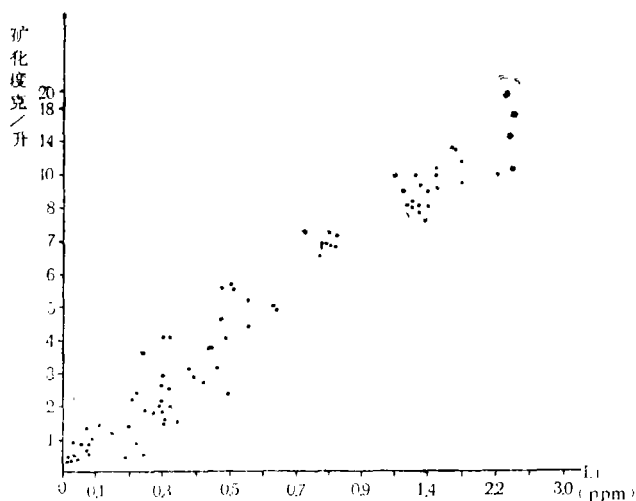


图 4 Li-矿化度的相关性表

表 6 油田水与白云岩层间水中的元素含量对比 (ppm)

元 素 样 品	Cu	Ni	Mn	Fe	Li
油 田 水	0.04	0.05	0.29	8.70	1.22
白云岩层间水	0.18	0.21	0.22	43.06	6.77

三、微量元素与油藏的关系

含油气盆地不仅控制着油气的形成、运移和聚集,同时也控制着含水层系的埋藏、分布、水化学类型和演化,形成一些与油气相联系的水化学特性。从泌阳凹陷油田水微量元素分布特征来看,也基本遵循这一规律。

1. 已探明油田与微量元素的关系

在分析油田水的基础上,还分析了一些原油样品(如表1),可以看出Cu、Ni、Mn、Fe、Li元素及Ni/Cu比值在非油田水、油田水、原油中的含量变化有递增的规律,说明油田水中微量元素含量变化与原油及围岩等有一定的联系。非油田水(地表水)微量元素含量甚微,可以说与油田水、原油不发生直接联系。

将试油结果中的贫水层、油水层、水层等分析资料整理(表4)Cu、Ni、Mn、Fe元素在贫水层中的含量普遍较高,在油水层和水层中的含量明显降低。其中Cu、Ni的分布贫水层>油水层>水层的规律最明显;Fe、Mn的规律性不强;而Li则以油水层的含量最高。这些特征也充分说明与油气分布密切相关。

另外,从微量元素在各油田的含量变化来看,赵凹和安棚油田最高,双河油田稍降,下二门和王集油田最低。这主要与它们特定的地质条件有关,赵凹和安棚油田位于

较深湖相区内，靠近湖盆的中心，这里水体最深，具有良好的还原条件，有机质丰富，是主要的生油区。另一方面，由于直接受双河镇冲积扇，候庄三角洲，以及栗园、梨树凹等砂体环绕分布的影响，这里是生储油最有利的地带，因此各微量元素含量最高。下二门油田位于浅湖区和三角洲前缘相一侧，水体较浅，地表水与地层水交替作用活跃，该区有机质丰度较低，且保存条件不够好。因此微量元素含量较低。

2. 根据元素分布规律推测有利的含油气地带

据已探明泌阳凹陷油田水中微量金属元素分布规律表明，有机质丰度受沉积环境的影响，而有机质又影响着微量元素的分布，如果发现微量金属元素浓度较高，特别是Cu、Ni、Li元素含量较高时，可能有较丰富的有机质，说明此区域具有良好的还原条件，很可能是一个有利的生储油气地带。分析认为：泌阳凹陷深凹区、双河水下扇的扇中和扇中到扇端过渡带，以及候庄三角洲的河口砂坝和至远砂坝的过渡区，是凹陷生储油条件最好的地区，如果在该地区继续深查细找，可能会有新的发现。

(收稿日期：1985年11月5日)

参 考 文 献

- [1] 汪义先，泌阳凹陷油田水地球化学特征及其与油气的关系，石油实验地质，5卷4期，1983年。
- [2] 刘崇禧，我国油田水的离子组合特征，石油学报，2卷2期，1981年。
- [3] 朱水安等，河南泌阳凹陷的石油地质特征，石油学报，2卷2期，1981年。

THE DISTRIBUTIVE CHARACTERS OF TRACE ELEMENT IN OILFIELD WATER OF BIYANG DEPRESSION AND ITS RELATIONSHIP TO OIL AND GAS

Zhu Yanyun Yang Xuelian

(Henan Research Institute of Oilfield Exploration and
Development, Ministry of petroleum Industry)

Abstract

Through the systematic analyses of 194 water samples from the oil fields in Biyang Depression, the relationships of the trace elements to the depositional environments, and hydro-geochemical zonation are studied. Then, the oil and source rocks are correlated in order to trace out the direction of oil and gas migration. Thereafter, the accumulation and distribution of oil /gas are inferred that it would undoubtedly provide some helpful informations for petroleum exploration.