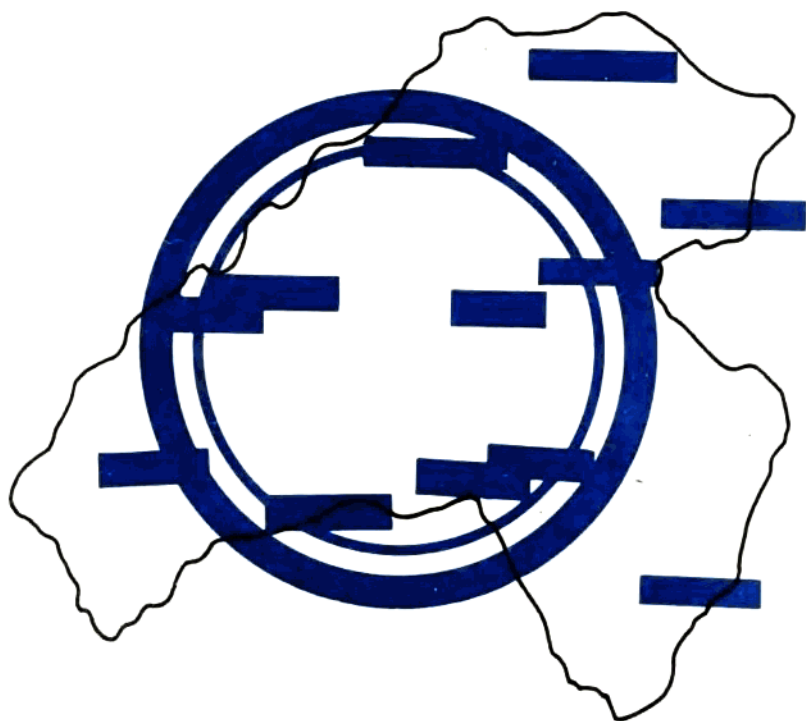


胜利复式油气区 勘探开发论文集

胜利油田地学开拓者基金会 编



石油工业出版社



登录号	085448
分类号	
种次号	

胜利复式油气区 勘探开发论文集

胜利油田地学开拓者基金会 编

5240/50



5240/16



石油工业出版社

内 容 简 介

本书收集了1987~1994年胜利油田青年地学工作者的优秀论文24篇。内容涉及石油地质、地球物理勘探、探井设计、油气田开发等领域。这些年轻人现在有的已步入中年,有的成为油田科研生产骨干,有的成为学科带头人,有的走上了领导岗位。

本书不仅可做为从事油气勘探开发的现场工作者及有关科研单位、院校师生的参考用书,而且对年轻的石油地质工作者有着极大的鼓励和启迪。

图书在版编目(CIP)数据

胜利复式油气区勘探开发论文集/胜利石油管理局地学开拓者基金会编. —北京:石油工业出版社,1995.9

ISBN 7-5021-1562-5

I. 胜…

I. 胜…

III. ①油田,胜利油田—油气勘探—文集 ②油田,胜利油田—油田开发—文集

IV. ①P618.130.8 ②TE3

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里2区1号楼)

胜利石油管理局地质科学研究院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开 10印张 240千字 印1—1000

1995年10月北京第1版 1995年10月北京第1次印刷

定价:18.00元

序

胜利油田地学开拓者基金会成立于1987年,其基金是以1985年国家科学技术进步特等奖——“渤海湾盆地复式油气聚集(区)带勘探理论与实践——以济阳拗陷为例”的基金为基础,在有关单位和热心赞助者的大力支持下逐步发展起来的,属科学技术方面的民间组织。地学开拓者基金会的宗旨是鼓励胜利油田年青地学工作者积极向上,努力为油田增储上产多做贡献,促进石油地质学出成果、出人才。本会每年评奖一次,七年来共评选出获奖年青地学工作者167人。从1994年起,基金会决定设立“胜利油田地学人才培养基金”和“胜利油田地学出版基金”,资助年青地学工作者攻读博士学位,并对承担国家地学科研课题的委培研究生设立奖学金,还选编出版历届获奖年青地质工作者的论文。

这次出版胜利复式油气区勘探开发论文集是为了检阅胜利油田年轻地学工作者的成果和研究水平,并为他们开辟一处英雄用武的写作园地,以期达到互通信息、相互学习、相互促进、共同提高的目的。

祝愿胜利油田地学人才辈出,在开拓中成长,在探索地球奥秘的事业中真正成为跨世纪的栋梁之才。

刘兴林
一九九五年一月十二日

目 录

石油地质

临清凹陷东部第三系烃源岩地球化学特征·····	张林畔 李学田 李佩珍等	(1)
油气化探异常模式探讨——关于微观地化异常模式·····	许卫平 孙 剑	(9)
济阳凹陷第三系天然气盖层·····	宋明水 李学田	(14)
乐安复式油气田地质特征·····	王 宁 王荣臣	(21)
桩西古潜山三维地震构造研究·····	王朝安 冯 斌	(27)
桩西地区东营组下段成油条件研究·····	王离迟 王朝安	(33)
复杂断裂带隐蔽油藏描述技术·····	孙龙德	(37)
砂岩孔隙度横向预测·····	蔡进功	(46)
地下水对原油蚀变机理的探讨·····	周德勇	(55)
拟合开采曲线计算气藏储量方法的探讨·····	李 敏	(61)
微型计算机油气储量计算系统(CLJS)·····	林 豪 张 玲 张明安 张丽艳	(65)

地球物理勘探

储集层厚度的振幅、频率综合反演技术·····	胡 强 刘富贵 冯德永 王立春	(71)
Geoquest 工作站综合解释方法在官 7 井区的应用·····	王金铎	(76)
三矿物解释程序 TCRA·····	于建芳	(81)
天然气测井评价技术及应用·····	张晋言	(85)
地球化学测井及应用效果分析·····	运华云	(92)

探井设计

高效探井轨迹的设计方法·····	刘希林 张日华 王立春 费立美	(101)
水平井钻头右旋与巷道井井位设计·····	刘魁元 康仁华 高崇伦	(110)

油气田开发

埕岛油田埕北 12 人工岛区三维地质模型研究·····	唐美芳 刘显太	(114)
乐安油田馆陶组砂砾岩稠油储集层特征·····	袁向春	(120)
透镜状砂岩气藏地质特征及气藏工程研究·····	李振泉	(125)
油藏岩石导热系数的测定及研究·····	张奎祥 袁是高 李向良	(132)
孤东油田小井距试验区复合驱油先导试验研究·····	沈娟华 张以根 曹绪龙	(137)
粘土颗粒堵剂封堵大孔道配套技术·····	梁开方 张 勇 田玉珠 安炳生 苏同起	(143)

临清拗陷东部第三系烃源岩地球化学特征

张林晔* 李学田 李佩珍

(胜利石油管理局地质科学研究院)

王铁冠 钟宁宁 侯读杰

(江汉石油学院)

摘要 利用有机地球化学测试技术和全岩光片显微光度法,系统地研究了临清拗陷东部第三系烃源岩中有机质的特征。对于有机质丰度的研究,除了运用传统的有机地球化学方法外,结合烃源岩显微组分含量评价方法,对该区烃源岩进行评价。研究表明:临清拗陷东部第三系具备聚集中、小规模油田的物质基础。有机质类型是烃源岩评价的质量指标,本文对该区烃源岩有机质从外部形态的组分特征到内部分子组成、元素组成、碳同位素组成和官能团光谱特征进行了全面剖析,从不同侧面揭示了有机质的性质。研究认为:该区烃源岩有机质主要为I型和I₁型,含有较好的生烃母质。有机质演化的研究表明,该区烃源岩演化程度普遍较低,具有明显的不均衡性和两段式特征,沙河街组三、一段是寻找低熟油气的主要层段,而洼陷中心沙河街组四、三段可以形成成熟的油气。

一、区域地质背景

临清拗陷东部系指武城—馆陶凸起以东、鲁西隆起区以西、宁津凸起以南和乐南凸起以北的北东向狭长拗陷区,位于渤海湾盆地向西南方向延伸收敛端,总面积为5910km²(图1)。该拗陷是华北地台古生界沉积基础上发育的中、新生代陷断盆地的一部分。中生界为杂色陆相碎屑岩,后期发育着第三纪沉积。本文研究的目的是第三纪沉积。

二、有机质丰度

沉积岩的生烃潜力首先取决于其中所含有机质的数量。在我国陆相烃源岩有机质丰度评价标准的基础上,根据临清拗陷东部烃源岩显微组分含量(TMCS₃%)、矿物沥青基含量(S₃%)和各项有机质丰度参数之间

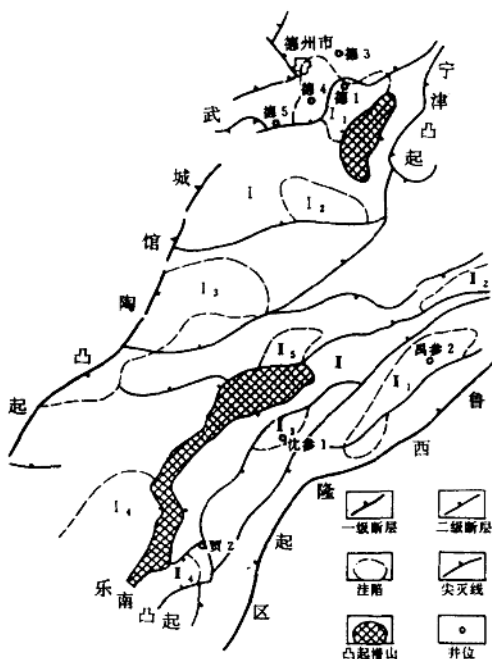


图1 临清拗陷东部构造分区图

•作者简介 张林晔,女,高级工程师,1955年12月出生,1976年毕业于南京大学化学系分析化学专业,1989年获胜利油田地质开拓三等奖。通讯地址:山东省东营市胜利石油管理局地质科学研究院,邮政编码:257015

的相关性,提出了有机岩石学丰度指标。这样,就可以同时从有机地球化学与有机岩石学两类实测参数评价临清拗陷烃源岩有机质丰度。

一般认为,德州凹陷与莘县凹陷各组段地层烃源岩有机质丰度指标的分布范围和平均值,需作出单项有机质丰度指标评价,在此基础上进行综合评价(表1)。根据表1的评价结果可看出:临清拗陷东部主要沉积了四套可能生油层系,即孔店组(莘县凹陷为主)和沙河街组四、三、一段(德州凹陷为主)。

表1 临清拗陷东部烃源岩有机质丰度综合评价

层位	有机地球化学指标评价					有机岩石学指标评价		综合评价	有机质丰度评价排序
	有机碳 %	氯仿沥青 %	总烃 mg/l	产油潜量 mg/g	HC/C mg/g	TMCS ₂ %	S ₂ %		
德州 Es ₁	3.84	0.2837	755	22.6	23.3	45.5	42.3	好烃源岩	I
	0.17~6.13	0.0042~0.8988	30~2837	23~40	8~56	14.5~65.5	11.3~63.7		
州 Es ₂	0.55	0.0136	46.5	—	—	28.2	21.8	较差烃源岩	Ⅵ
	0.48~0.62	0.0070~0.0198	34~58	—	—	24.8~31.6	15.8~27.8		
凹 Es ₃	2.55	0.0624	153	22.1	11.0	42.9	34.7	较好—好烃源岩	Ⅳ
	0.63~10.3	0.0114~0.2139	21~624	4~92	6~20	2.1~73.4	1.5~63.3		
陷 Es ₄	0.84	0.0730	130	7.63	12.0	44.6	32.8	好—较好烃源岩	V
	0.07~2.18	0.0022~0.1055	27~432	9~13	3.6~19.8	0.4~80.1	0.3~58.9		
E _k	0.12	0.0030	15	0.08	—	1.4	0.9	非烃源岩	Ⅹ
	0.07~0.31	0.0017~0.0055	7~23	0.05~0.12	—	0.8~2.0	0.38~1.45		
莘 Es ₁	2.05	0.0682	270	22.3	11	62.9	58.9	较好—好烃源岩	Ⅲ
	0.14~0.65	0.0084~0.1991	46~786	4~59	5~20	31.9~84.5	31.6~79.4		
县 Es ₂	1.05	0.0261	156	2.2	17	16.9	9.4	较差烃源岩	Ⅵ
	0.31~3.96	0.0084~0.069	97~244	0.5~4.9	6~58	7.4~27.8	0.1~26.7		
凹 Es ₃	1.49	0.1175	565	9.5	23.5	46.0	38.4	好烃源岩	I
	0.09~8.97	0.0015~0.6386	27~3909	0.230~34.75	3.2~61.1	4.4~95.2	0~89.9		
陷 Es ₄	0.52	0.0249	257	—	—	15.1	8	较差烃源岩	Ⅵ
	0.07~2.95	0.0040~0.1432	31~908	—	—	1.8~98.6	0~58.4		
E _k	0.30	—	—	—	—	—	—	不详	Ⅹ
	0.06~1.62	—	—	—	—	—	—		

德州和莘县两凹陷均钻遇孔店组,如德南洼陷、禹城洼陷和沈庄洼陷均属非烃源岩。但有机质丰度频数分析表明孔店组仍可能属烃源岩(如梁水镇洼陷孔店组),值得今后进一步研究。

沙四段分布较为广泛,现有分析数据表明,沙四段有机质丰度呈差异性分布,在凹陷内部沙四段具有较好的烃源岩(如德6井、莘2井),并且在沙四段有机质高丰度地带均找到了工业油流(德1井和贾2井)。因此沙四段是不容忽视的生油层系。

沙三段在临清拗陷分布广泛,暗色泥岩厚度较大。虽然许多取心井都打在洼陷边部,但各项丰度指标表明,莘县凹陷沙三段为好烃源岩,德州凹陷沙三段相当于较好—好烃源岩,尤其是沙三段中、下部有机质丰度比较高,应是该区主力生油层。

沙二段分布面积较小,在凹陷边部常缺失该段地层。从现有分析数据看,两凹陷的沙二段均属较差生油层。

德州与莘县两凹陷相比较,各项有机质丰度参数都表明,德州凹陷沙一段有机质丰度优于

莘县凹陷,尤其以德南洼陷最佳,属于好烃源岩范畴。莘县凹陷沙一段的好烃源岩主要分布于禹城洼陷。

综上所述,根据我国陆相烃源岩有机质丰度评价标准,临清坳陷东部第三系具备形成中、小规模油气聚集的物质基础。

三、有机质类型

有机质类型是评价烃源岩质量的主要指标,类型的差异将会影响烃源岩有机质的生烃潜力和烃类产物的差异。

利用不同的测试手段,对研究区的有机质从外部形态的显微组分特征(图2),到碳同位素组成(图3)、元素组成(图4)、官能团光谱特征(图5)、Rock-Eval 岩石热解(图6)等五方面进行全面分析,可从不同的侧面揭示有机质的性质。

研究结果表明:孔店组和沙四段沉积时期,由于气候偏干,沉积以红色泥岩为主,干酪根类型差,但靠近湖盆中心,有机质类型比较好,如德6井沙四段为I型、II₁型,莘2井孔店组、沙四段为II₁型。

沙三段是全区最大的水泛期沉积,水体较深,广泛发育半深—深湖相沉积。除禹城洼陷、沈庄洼陷沙三段上部的干酪根有部分III、II₂型分布外,其他洼陷沙三段均为I型和II₁型。禹城和沈庄洼陷沙三段中、下部全为I型。

沙二段只有德南洼陷一口井的干酪根数据为I型,而其他洼陷均为III型和II₂型。这是由于沙二段沉积时期湖盆收缩,水体变浅,不利于水生生物生长,因而有机质类型变差。

沙一段全区均为I型、II₁型干酪根,这可能由于沙一段沉积时湖盆扩大,水体变深,气候温暖潮湿,沉积了一套浅湖—半深湖沉积物,因而有机质类型好。

综上所述,该区主要烃源岩的有机质类型为I型、II₁型,含有较好的生烃母质。

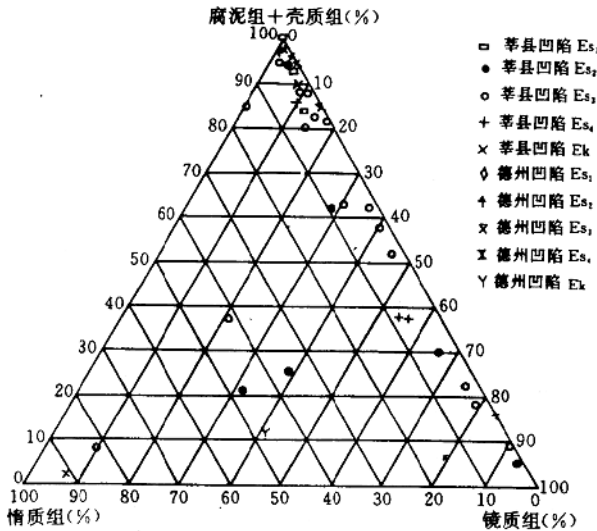


图2 干酪根显微组分三角图

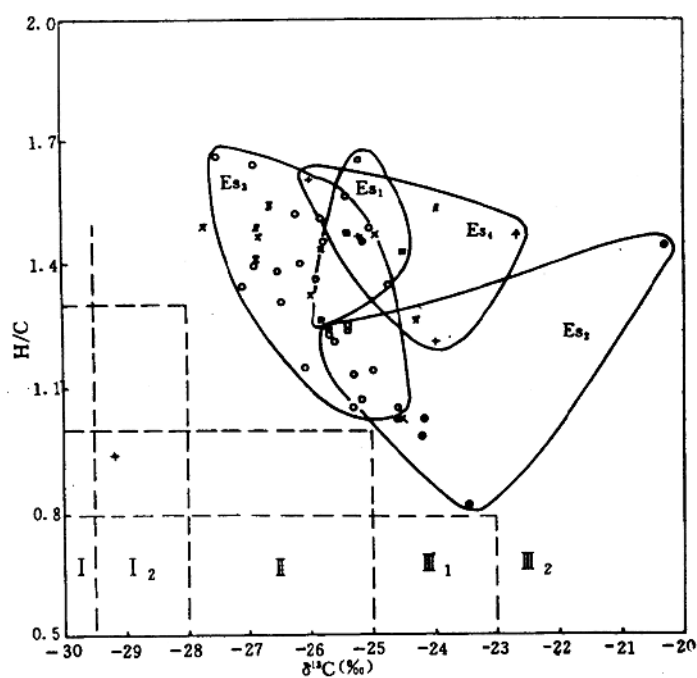


图3 干酪根 H/C 原子比与 $\delta^{13}\text{C}$ 干酪根关系图

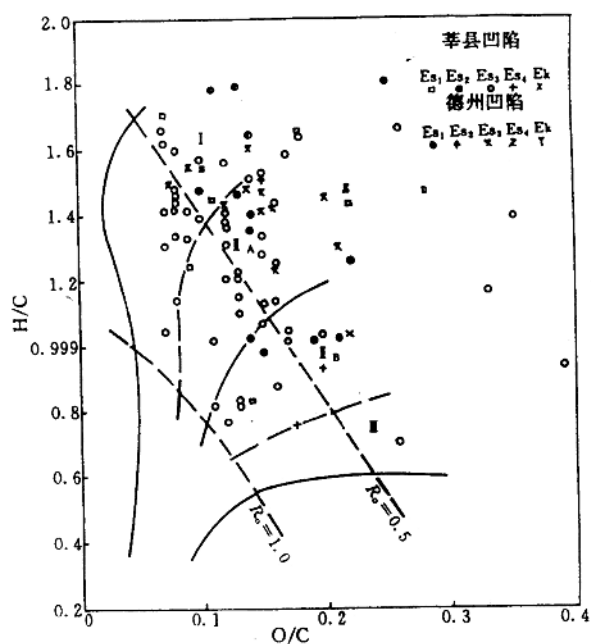


图4 干酪根 C,H,O 元素组成图

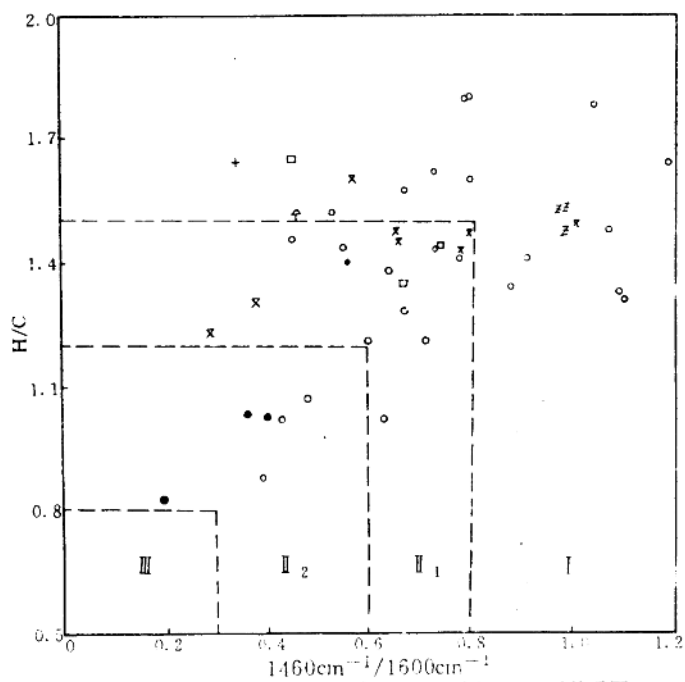


图5 干酪根 H/C 原子比与 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 关系图

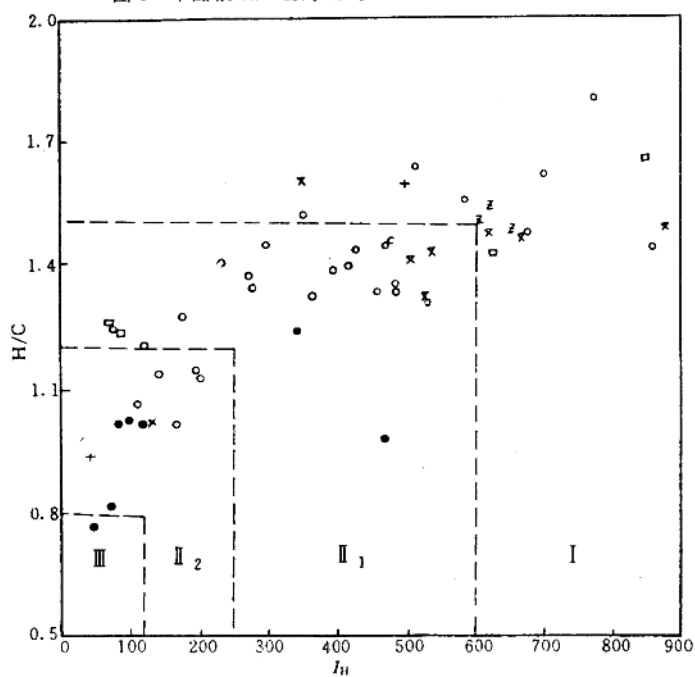


图6 干酪根 H/C 原子比与 I_H 关系图

四、有机质演化

有机质自进入沉积物后,伴随沉积物成岩演化而发生的一系列化学和物理—化学变化,都被认为是有机质的演化,而烃类的生成与这种演化过程中沉积有机物化学结构重整和成分改变密切相关。

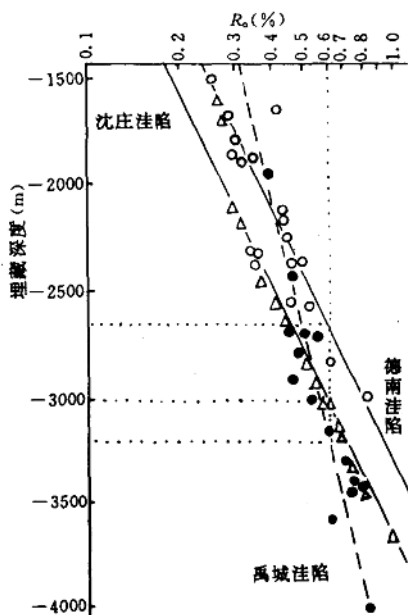


图7 烃源岩镜质组反射率与埋藏深度关系图

1. 镜质组反射率的变化

临清拗陷东部各洼陷内的第三系基本上为连续沉积,没有长时间的沉积间断和大规模的地层剥蚀。因此,沙河街组现今埋深代表了它曾达到的最大埋深,从正常地温场的角度考虑,烃源岩有机质演化主要取决于其埋藏深度。从图7可见,随样品埋藏深度的增加,镜质组反射率 R_o 值规律性地增大,从沉积1500m时约0.27%,到沉积3600m时达1.0%。在整个演化过程中, R_o 值保持平稳而连续的变化,能够很好地反映有机质演化的全过程。

德南、禹城 and 沈庄三个洼陷,沙三段样品 R_o 值的分布范围为0.30%~0.73%,其中 R_o 值小于0.5%的样品近50%。因为镜质组反射率 R_o 是表征镜质组分在演化过程中“晶体”的形成和向石墨型晶体演变的参数,故通常认为,由于在 R_o 小于0.5%时镜质组仍属腐殖凝胶,尚未显示“晶体”性质,导致这一阶段的反射率值具有很大离散性。所幸的是,临清拗陷埋藏较浅的样品即使出现了一定程度的 R_o 值离散,但并没有明显偏离随埋深增加的大趋势。

2. 显微组分荧光参数变化

众所周知,壳质组和腐泥组的荧光性不但是这些组分的重要鉴别标志,而且还反映了它们在演化过程中化学成分和结构的变化(Ottenjann等,1975;Teichmuller等,1977;钟宁宁等,1991)。

临清拗陷东部烃源岩孢子体的荧光光谱特征参数随埋藏深度变化,从1500~3500m埋深, λ_{max} 变化分为两段,变化范围大致为490~630nm;在浅部时, λ_{max} 的增加速率明显加快,相应的红绿比值(Q)变化范围为0.4~1.5。

总的说来,随着埋藏深度增加,孢子体的荧光色逐渐“红移”,荧光相对强度(I_{546})由强变弱。藻类体的荧光特征变化趋势与孢子体相同,随埋深增加虽然孢子体和藻类体荧光强度的变化是在不断地减弱,但变化过程并不平稳,有明显转折之处。孢子体 I_{546} 由埋深约1500m时大于5.0,减弱至3500m时小于2.0,在浅部时递减稍快。特别值得注意的是,藻类体 I_{546} 随深度变化的转折要较孢子体明显得多。

以藻类体为代表的腐泥组是临清拗陷烃源岩中最重要的富氢显微组分。藻类体的剖析表

明,藻类体荧光特征的变化,实际上成为富氢显微组分成烃演化的“显微探针”。

3. 生物标志物参数变化

临清坳陷东部烃源岩生物标志化合物演化参数以 C_{29} 甾烷 $\alpha\alpha\alpha-20S/20S+20R$ 和 C_{31} 藿烷 $22S/22R$ 最为特征。烃源岩演化程度从 $R_o \approx 0.6\%$ 的阶段, C_{29} 甾烷 $\alpha\alpha\alpha-20S/20S+20R$ 比较规则地增加,增加幅度为 $0.05 \sim 0.15$; $R_o > 0.6\%$ 时起, C_{29} 甾烷 $\alpha\alpha\alpha-20S/20S+20R$ 增长加快,数值变化为 $0.2 \sim 0.5$ 。 C_{31} 藿烷 $22S/22R$ 变化也大致以 $R_o \approx 0.6\% \sim 0.7\%$ 为界,在此之前比值小于 1.0,在界线之后比值大于 1.0。

综上所述,对临清坳陷东部烃源岩有机质演化阶段的划分如表 2。

表 2 临清坳陷东部烃源岩演化阶段划分

演化阶段	划 分 标 志							
	R_o	孢子体荧光光谱参数		藻类体荧光	非烃甾体荧光参数		$C_{29}-\alpha\alpha\alpha$	$C_{31}22S/22R$
	%	λ_{max}, nm	Q	I_{546}	λ_{max}, nm	Q	S/(S+R)	
阶段 I	0.2	490	0.4	10	500	0.20	0.05	0.1
阶段 II	0.6	560~580	1.1	2~4	~600	1.5	0.2	1.0
					荧光淬灭		0.5	1.5
	~1.2	未 见						

4. 烃源岩有机质演化的不均衡性

应该指出,图 6 中,德南、禹城和沈庄三个洼陷的 R_o -深度关系曲线表现出了不同的斜率和变化梯度,德南洼陷样品的镜质组反射率值一般都比莘县凹陷同样深度样品的值要高。禹城洼陷反射率值虽然和沈庄洼陷的值比较接近,但反射率随深度变化的梯度却较小。临清坳陷东部以德南洼陷反射率梯度最高,达 $0.061\%/100m$;沈庄洼陷次之,为 $0.041\%/100m$;禹城洼陷最低,仅 $0.031\%/100m$ 。

反射率梯度的差异意味着临清坳陷东部烃源岩的演化具有明显的不均衡性,在相同的埋藏条件下,出现了德南、沈庄、禹城这样由高到低的演化程度排序。造成这种演化的不均衡性与不同洼陷所处的构造位置及其他地质因素的差异有关。一般认为,要准确恢复有机质受热史受很多因素限制,但在 R_o 值范围相当的情况下,高的反射率梯度与较高的古地温梯度对应(杨起等,1987)。由于演化的不均衡性,不同洼陷烃源岩演化阶段界线深度是不一致的,根据 R_o -深度关系曲线,取 R_o 等于 0.6% 为演化阶段 I 和阶段 II 的分界,对于德南洼陷,界线深度约为 2600m,而沈庄洼陷和禹城洼陷的界线深度分别约为 3000m 和 3200m。

不同构造单元沙河街组烃源岩有机质演化阶段尚存有差异,然而整个临清坳陷东部沙河街组有机质的演化程度普遍较低。德南洼陷沙四段大部分现代埋深可达 2600m 以下,有机质演化可达阶段 II;沙三段埋深 2500~2800m,仅在洼陷中心部分埋深超过 2600m,有机质演化虽然跨 I、II 两个阶段,仍以阶段 I 为主;沙二段和沙一段埋深均在 2600~2500m 之内,有机质演化仅达阶段 I。禹城洼陷的沙四段和沙三段情况稍好,大部分地区的埋深都在 3000m 以

下,最大埋深达到 4400m 和 3700m,有机质演化多数达到了阶段Ⅱ,但 4400m 埋深的沙河街组仍未超越阶段Ⅱ。沈庄洼陷沙四段埋深多在 3000m 以下,有机质演化主要在阶段Ⅱ,从地震资料判断沙四段的埋深也未超过阶段Ⅱ下界;沙三段埋深在 2500~3900m 之间,有机质演化跨阶段Ⅰ和阶段Ⅱ;沙一段从未埋藏在 2000m 以下,故演化也仅能达阶段Ⅰ。

上述综合研究表明,该研究区凹陷中部的沙四段、全区广泛分布的沙三段下部和中部、沙一段应是本区的主力生油气层。有机质丰度和类型之间具有良好的对应关系,有机质丰度高的层段和地区,有机质类型也较好。烃源岩中显微组分和可溶有机质的研究表明,该区的烃源岩的演化具有二段式的特征, $R_o=0.2\%\sim 0.4\%$ 为阶段Ⅰ, $R_o=0.6\%\sim 1.2\%$ 为阶段Ⅱ,而沙四段多数进入阶段Ⅱ,沙三至沙一段多数处在阶段Ⅰ。因此,临清坳陷东部沙河街组烃源岩具备寻找低熟油气的前景,在烃源岩埋藏较深的部位也可能找到成熟的油气。

参 考 文 献

杨起.煤地质学进展.北京:科学出版社,1987

钟宁宁等.显微组分荧光性变化——烃源岩有机质演化的一个重要方面.江汉石油学院学报,1991

Ottenjann et al. Spectral fluorescence measurements of sporinites in reflected light and their applicability for coalification studies. In petrographic organique et potentiel petrolier, 1975

Teichmüller M et al. Application of fluorescence microscopy in coal petrology and oil exploration. J. Microscopy, 1977

油气化探异常模式探讨

——关于微观地化异常模式

许卫平^{*} 孙 剑

(胜利石油管理局物探公司)

摘要 化探异常模式是国内外地球化学家普遍关心且争议颇多的技术问题。传统的化探异常模式主要研究异常的平面组合特点,是一个宏观的概念。通过胜利探区近年来的勘探实践,本文提出了微观化探异常模式的概念,认为对于中国东部复式油气区,研究局部异常及具体地质构造所引起的地化效应更为重要。通过几个工区资料的研究,笔者建立了各种地质构造的判别模式。

化探异常模式是国内外地球化学家普遍关心且争议颇多的技术问题。一般有环状异常模式、港湾状模式、顶部异常模式和线状异常模式等。至于哪种模式是科学的,各家各派各执一词,学术界尚无定论。实际上,石油天然气地质条件是复杂、多变的,因此也不存在千篇一律的地化异常模式。即便存在宏观地化异常模式基本相似的两个地区,也不可能完全一样的地质内涵。对一个具体的工区,也可能存在不同类型的油气藏和与之对应的不同类型的化探异常模式。尤其是在中国东部复式油气区,这种横向上的差异表现的更加明显。

一方面化探异常模式与地质结构密切相关,另一方面与化探网点的分布、密度有关。对于同一个油气藏,施工因素不同也可以表现为不同的异常模式。化探采集密度足够大时,所反应的异常细节比较清楚,极有可能表现为规则的异常组合,如环状异常模式。当化探采集密度较小时,异常细节得不到充分体现,其异常只是零星部分,则有可能表现为顶状、线状甚至点状异常。例如,对于小的断层油气藏,当采样密度较小时就可能是这种情况(图1)。

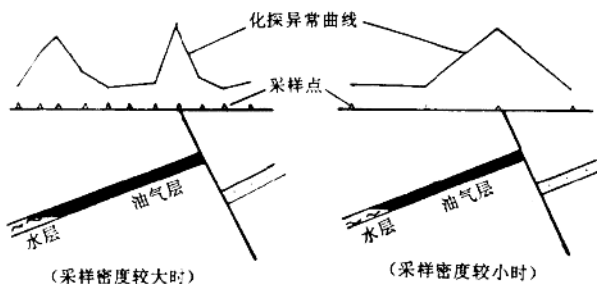


图1 不同采样密度下地化异常模式示意图

总之,石油天然气地质条件和施工因素的复杂性决定了化探异常模式的复杂特点。笔者认为,在这种复杂情况下,传统化探异常模式的概念只能引导研究者忽视具体的地质条件,片面地追求异常平面组合形态的研究,而得出错误的结论,是没有实际意义的。

既然不再进行传统的模式研究,那么就on须建立新的评价标准。笔者认为,结合各种地质

作者简介 许卫平,男,高级工程师,1958年出生,1982年毕业于华东石油学院石油地质专业,1988年获胜利油田地学开拓鼓励奖。通讯地址:山东省东营市胜利石油管理局物探公司,邮政编码:257000

资料,建立各种地质结构的化探异常模式并在实际工作中解译出这些局部异常的具体地质含义,才是化探解释的最基本的内容。

传统化探异常研究侧重于各种局部异常的平面组合形态,而不考虑各种局部地质结构的地化效应,在反演过程中不考虑局部异常的地质含义。与传统模式研究的最大区别在于,这里所倡导的模式研究强调各种具体的地质结构的地化效应研究,如各种性质的断层、油气藏边界等,在反演过程中重点解释各种局部化探异常的地质含义。为区别起见,不妨称之为微观地化异常模式,本文将介绍断层、油气边界和油层尖灭三种地化异常模式。

一、断层的地化效应

在济阳拗陷乃至整个中国东部地区,普遍发育着较密集的断层和断块构造。利用化探资料和其他勘探资料研究断层发育特点是一项重要研究内容。

从石油天然气地质学的角度分析,在任何一个断层油气藏中,石油天然气的聚集和逸散都是在不断进行的。当油气源条件较好时,补充和逸散平衡在圈闭中,有一定数量石油天然气聚集,这时认为形成的断层圈闭断层是封堵性的;当油气源条件较差时,补充和逸散平衡在圈闭中无石油天然气聚集,这时认为断层是开启性的。对于同一条断层,在不同的石油天然气地质条件下可能会表现出不同的属性。因而可以得到一个明确的概念:断层封堵性如何不仅仅是断层本身的问题,还涉及到区域地质背景、断层圈闭的石油天然气地质条件等问题。在目前所拥有的资料基础和研究水平上,定量地确定断层的封堵性是一个难度极大的课题,所以利用化探资料和地震资料综合判断断层的封堵条件还只能处于定性判别的阶段。由于断层为垂向运移提供了良好的运移通道,毫无疑问,对于断层构造化探具有明显的反映。但必须考虑到在以下两种情况下所产生的地质意义完全不同的两类地化异常:第一种情况,断层是封闭性的,断层圈闭是有效的,所观测到的化探异常是地下聚集的石油天然气沿断层微量运移的反映;第二种情况,断层是开启性的,断层圈闭是无效的,石油天然气沿断层运移到了地表,地下已无工业价值的石油天然气聚集,所观测的化探异常是地下油气藏被破坏的反映。如何定量地使用化探异常评价断层圈闭的有效性是一个必需解决的问题。

通过地化动力学特点研究,可有效地判断断层的封堵条件。在断层位置甲烷与丙烷比值呈高值时,说明断层有一定的封堵性。当甲烷与丙烷比值呈低值时,说明重烃物质沿断层面发生了大量运移,是开启性的。

除此之外,研究断层和近地表化探异常的平面组合关系可从另一角度了解断层的封堵条件。地震在浅层勘探中受到较大的限制,所解释的构造层位大都位于埋深几百至几千米的深度范围内,最浅的T₁反射层埋深也有几百米。这些断层是断到了地表,还是终止于地下某一层位?利用地震资料还不能做出有效地判断。近地表化探异常研究可较好地解决这个问题,对地震解释做出必要的补充。

当断层断至浅层时,其具有开启特点。近地表化探异常出现在地震解释的断层线的上倾方向,并有一定的偏移。偏移的距离取决于地震解释层位的埋深和断层向浅层延伸的程度。其层位较深且断层发育至极浅部位时,偏移距离较大;反之亦然。若地震资料较好,根据地震剖面上所反映的断层产状和化探异常偏移的距离,则可定性地判断断层向浅层延伸的幅度。

(1) 封堵性断层 对于封堵性断层,其地球化学场异常特点是甲烷有一定的异常幅度,乙

烷及重烃组分异常幅度较小,甚至没有异常。其地化动力学特点是甲烷与丙烷比值呈高值异常。上述两种高值异常均与地震解释的断层位置吻合较好,平面呈线状,在断层倾向方向上无偏移或偏移较小(图2)。

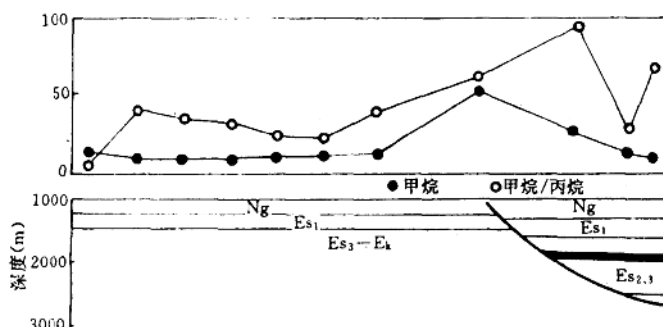


图2 瓦屋地区夏口断层综合分析图

(2) 开启性断层 开启性断层的地化异常特点是:①甲烷及重烃组分都表现出高值异常;②甲烷与丙烷比值呈低值异常。上述两种异常在断层走向上与地震解释的断层线平行,向断层面上倾方向偏移(图3)。

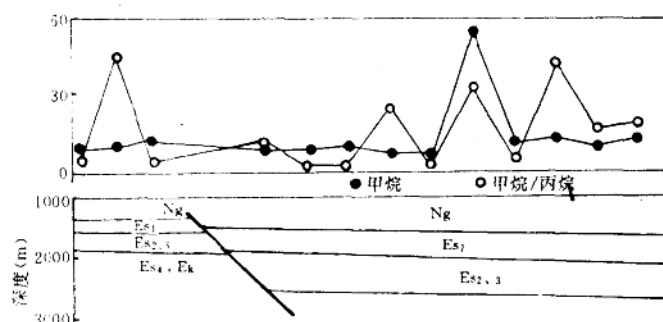


图3 江家店地区夏口断层综合分析图

二、油气边界的地化异常

在气藏构造高部位发育甲烷和甲烷与丙烷比的高值异常。在含气边界上述两项指标由高变低,最终趋向与背景值一致。无论是在气藏高部位还是在含气边界,乙烷及重烃组分的浓度都无明显的异常出现。

气藏及含气边界上述地化特点,是由地下轻烃资源分布特点所决定的。天然气藏中的烃类物质以甲烷为主,因而在天然气最富集的构造高部位,甲烷及甲烷与丙烷的比值都呈现高值,含气边界高值异常逐渐消失。

尤其是有边水存在的含油边界,7种烃类组分的浓度都有明显增加,呈高值异常特点。

在油水边界烃类浓度呈高值异常的机制有多种解释,然而部分原油物性在横向上呈有规

律的变化:在油水边界带原油粘度较大,分子量也较大。这是因为油藏的边水选择性地萃取了油层中分子量较小的轻烃组分,这些被萃取的轻烃以胶体粒径的微气泡存在于地层水中,并在浮力作用下产生垂向运移,最终在近地表形成高值异常。尽管油水边界不是地下油气最富集的区带,但由于具备良好的运移条件,有边水介入,却是垂向运移最激烈、最活跃的区带,所以表现为高异常特点。

另外,在油层埋深不大的地区(小于 1000m),地层温度不能阻碍细菌发育。油水边界带较其他含油部位的湿度环境更有利于细菌的活动,细菌作用很可能对大分子量的烃类组分产生降解,降解的小分子量烃类组分发生垂向运移,并在近地表形成高值异常。

对于稠油油田,在油水边界带不仅各种烃类组分呈高值异常特点,甲烷与丙烷比也呈高值异常。由于稠油中轻烃组分含量极低,致使在稠油油田上方甲烷比丙烷呈低值异常态势。其油水边界,地层水选择性地萃取轻烃组分,使其相对富集,所以甲烷与丙烷比呈相对高值。

昌 321 区块是一个具有油、气、水三层构造的含油气藏,油气边界的地化效应在该块得到了完整的体现(图 4)。

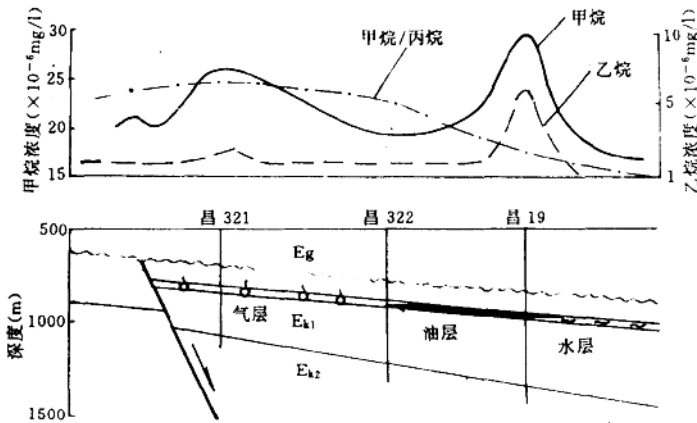


图 4 滩北地区昌 321 区块综合异常图

三、油层尖灭线的地化异常

油层尖灭部位各种烃类浓度呈高值异常,其中甲烷异常较其他重烃组分更为明显,且平面上与尖灭线走向基本一致,呈串珠状分布。烃类浓度异常的原因是,尖灭部位较其他含油部位是应力较为集中的构造部位。

油层尖灭部位甲烷与丙烷的比值也表现出高值异常。上倾尖灭部位油层内部轻、重组分的重力分异,使得在尖灭位置轻烃组分相对富集,因而甲烷与丙烷比为高值。

值得注意的是:这类异常的平面位置并不与油层尖灭线完全吻合,而是发育在尖灭线的上倾方向上,一般平面偏移距离为 300~500m 左右。造成这种现象的原因是:地层倾角干扰了垂向运移的方向,实际的运移既有垂向分量又有顺层向上倾运移的水平分量,是两者叠加的结果。

在草桥地区,油层尖灭线的地化特点得到了明显的反映(图 5)。