

砂岩成岩作用的几个问题

王留奇 姜在兴 刘孟慧 赵微林 操应长

(石油大学, 山东东营 257062)

韩文涛

(胜利石油管理局, 山东东营 257000)

本文讨论了成岩演化深度、成岩事件的共性与继承性、成岩作用的非均质性、成岩水介质 pH 值演化以及成岩信息在测井曲线上的反映等问题。

关键词 成岩作用 成岩演化 成岩相 成岩水 测井曲线

第一作者简介 王留奇 男 28岁 讲师(硕士) 沉积学及层序地层学

一、成岩演化与深度^[1-2]

研究成岩作用的一个重要方面就是研究成岩演化史。近年来文献中出现了许多种划分成岩阶段的标志,常用的有镜质体反射率(R_o)、孢粉指数(TAI)及蒙皂石混层比等指标,它们主要是温度的函数,也可直接用温度指标来划分成岩演化的阶段。同时,为求得成岩与成烃的一致性,这些指标又必须与有机质成熟度相对应,并确定有机质的成熟深度。

我国东部中、新生代断陷湖盆,由于构造活动、盆地内部分割及沉积岩发育情况的独特性及复杂性,不同沉积盆地及其不同构造部位成岩演化深度不一。二连盆地阿南凹陷中央近东西向的阿尔善大断层南侧下降盘各构造部位其镜质体反射率值递增不一,显然反映不同构造部位沉积物(岩)成岩演化深度各异(表1)。

阿3井位于断层下降盘逆牵引背斜高点部位,哈20井为深洼槽。前者在1300 m左右 R_o 值即达0.5%,而后者在1600 m左右才达到此值。显然,构造高部位 R_o 值递增较快,孔隙发育带深度相对较浅。由于大量油气来自深洼,这就需要在研究有利储层分布及划分成熟深度时,同时

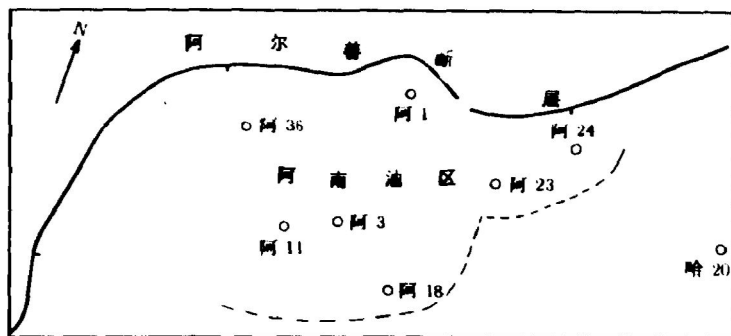


图1 阿南凹陷西南部构造井位图

考虑油气生成及聚集的因素。基于阿南油田实际情况,笔者曾将该区 1300—1600 m 划分为成熟阶段 A_1 期,在这一深度范围内阿南油区(逆牵引背斜部位)已处于成熟阶段。阿 11 井 1412.4—1543.2 m 饱和烃分析结果表明, $CPI=1.16$, $OEP=1.15$, 有机质显然已经成熟。1600—1800 m 划分为成熟阶段 A_2 期(以阿 3 井为代表),此深度段深洼槽部位也已成熟,属油气供应最丰时期。实际勘探结果表明,阿南油田最佳储层发育段为 1450—1700 m 左右,在这一层段储集空间及油气运移配合最好。

表 1 阿南凹陷南部镜质体反射率值

阿 3 井		阿 18 井		哈 20 井	
深度 (m)	R_o (%)	深度 (m)	R_o (%)	深度 (m)	R_o (%)
616.51	0.31	1285—1300	0.37	800—820	0.34
1207.01	0.45	1380—1400	0.38	1280—1300	0.40
1267.30	0.53	1480—1500	0.51	1670—1690	0.50
1369.70	0.50	2305.92—2313.02	0.76	2060—2070	0.56
1518.69	0.61	2420—2440	不准	2191—2201	0.73
1964—1967	0.94	2505—2515	0.91	2291—2295	0.90
2047—2049	1.03	2640—2657	无镜煤	2822—2828	1.15

(据华北油田研究院, 1989)

二、成岩相及其划分^[2]

所谓成岩相,包括成岩环境以及该环境下形成的成岩产物。在成岩相划分中需注意下述两个特征:

1. 成岩事件的共存性及继承性

所谓共存性是指在某个样品中可发现多个成岩事件。所谓继承性,即不同成岩阶段可连续发生某种成岩事件。图版 1-1 所示的溶蚀溶解成岩相中,可见到黑云母受机械压实作用的标志,但仍以碳酸盐组分的溶解作用以及长石、火山玻璃质的溶蚀作用为主要成岩事件,其中机械压实作用是具有继承性的。图版 1-2 所示碳酸盐交代胶结成岩相中,在以碳酸盐矿物交代、胶结为主要成岩事件的同时,仍可看到石英次生加大及不稳定组分溶解、溶蚀作用的标志。所有这些都属成岩事件的共存性和继承性。

2. 成岩作用的非均质性

由于构造运动、断块分隔、岩相、地下水性质等方面的差异,所以无论是纵向还是横向上成岩作用均具有非均质性。即使在同一含水层系统中,也可以发生横向地球化学相变。因此,划分成岩相时必须考虑这种非均质性。只有在搞清非均质特征以后才能准确定相,并依此研究油气储层的非均质性。

在充分考虑了成岩事件发生的共存性、继承性以及非均质性以后,我们所划分的成岩相实际就成了一种端点成岩相,端点之间必有其过渡类型。例如阿南油田阿 403 井下白垩统为一套扇三角洲-湖泊沉积,岩石类型以火山岩屑质砂岩为主,含有大量不稳定组分(如长石、火

山玻璃质等)。在 1372.00 m 处,以早期碳酸盐胶结为主要成岩特征(图版 I-2 中的 C),有极少量的次生溶孔(图版 I-2 中的 P);1587.50 m 处碳酸盐胶结-不稳定组分溶解成岩相中(图版 I-3),碳酸盐胶结物及长石的溶解、溶蚀作用,是形成次生溶孔的主要因素,碳酸盐含量 5% 左右,面孔率 3%;至 1635.70 m,溶解及溶蚀作用普遍发育,碳酸盐胶结物少见,面孔率可达 10% 以上(图版 I-1),构成纵向上的过渡特征。这种现象在深洼与构造高部位的过渡带亦可发生。

三、成岩水介质的 pH 值^[1]

成岩水介质化学性质的变化是成岩作用发生的重要外因,尤以 pH 值的变化十分明显地控制了化学成岩作用的发生及演化,既造成了各种成岩矿物的产生及其演化,又促进了储集物性的演变。

首先,碱性水介质的形成与水介质中离子成分及矿化度有密切联系。当溶液中富含碱金属及碱土金属离子时,水介质则易偏碱性。例如阿南油田下白垩统中富含火山玻璃质,在酸性水介质作用下,岩石中的不稳定组分与酸性水发生反应,产生了 Na^+ 、 K^+ 、 Fe^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等,使 pH 值升高,形成在偏碱性环境下稳定的蒙脱石,并逐渐造成大量碳酸盐矿物的沉淀。

其次,在埋藏成岩过程中,酸性水介质可多次形成,并促使在纵向上形成多个次生孔隙带。成岩早期(相当于应风祥划分的同生期及早成岩 A 期*)的水介质主要受酸性大气水及生物化学作用的影响而偏酸性。在成熟阶段(相当于应风祥划分的晚成岩 A 期),随着有机质热演化,逐渐趋于成熟并向油气转化,可产生大量有机溶剂(如草酸、醋酸和酚等)及 CO_2 (如 $\text{RCOOH} \rightarrow \text{RH} + \text{CO}_2$),使地下水偏酸性,这一时期的酸性地下水对有效次生孔隙的形成具有十分重要的意义。另外,张性大断层活动以及地壳抬升可使酸性大气水沿着各种裂-溶缝渗入地层中,促使次生孔隙的形成,它对后期储层的形成具有一定的意义。如阿南地区阿 3 井 1300 m 左右,即形成了约 13%—15% 的次生孔隙度, R_v 值刚过 0.5%,这一次生孔隙发育带的形成与有机质热演化及酸性大气水渗入有关。其中,酸性大气水渗入与张性的阿尔善断层活动及地壳略有抬升有关。在较深部位,无机矿物之间的反应也可产生 CO_2 ,如白云石与高岭石及石英发生反应生成绿泥石、方解石和 CO_2 ,东濮凹陷文东地区沙三段三亚段深部次生孔隙发育带的形成即与之有关。

四、成岩信息在测井曲线上的反映^[1,2]

随着现代测井技术及其资料解释的快速发展,人们从测井资料中可获得越来越多的地质信息,其中也包括成岩信息,如孔隙度、渗透率、岩石组分、地温、地下流体性质等与成岩作用有关的一些信息。

成岩粘土矿物在岩石中含量甚微,一般不超过 5%,对自然电位、自然伽马值影响不大;但由于粘土矿物表面导电性及异常高的表面积而利于电流通过,可造成电阻率值降低。这种现象易于与含水层造成的电阻率值降低相混淆。欲准确判定成岩粘土矿物的存在及含量,必

• 应风祥. 石油与天然气碎屑岩成岩阶段划分及鉴定标志. 1991

须通过未取芯井的测井资料与取芯井的测井资料及取样分析结果的对比,以确定成岩粘土矿物在空间上出现的位置及丰度。我们在对阿南油田下白垩统进行研究时,发现有些井段中测井曲线似为含水层的低电阻率砂岩层,岩芯具油迹或油斑,通过偏光镜及扫描电镜鉴定结果表明,自生的高岭石、蒙皂石及伊利石/蒙皂石混层粘土矿物含量达5%以上,火山岩屑及长石明显遭到溶蚀,面孔率达4%—8%,实际为中等甚至较好的储油层。

目前在测井解释领域出现了许多新方法、新程序,均是针对测井信息进行综合分析,力求科学地识别成岩信息(主要为粘土矿物、黄铁矿等),以避免人为误差。然而,诸如石英次生加大级别、胶结物分布方式、喉道的形态及其演化等方面的成岩信息,仍需要取样做一系列分析才能识别。因而将沉积作用、成岩作用及地球化学研究与地球物理资料分析有机地结合起来并建立有效的空间模型是十分重要的。

致谢:本文在工作及写作过程中曾得到贺自爱主编、信荃麟教授、周自立及李载铎高级工程师的热心指导与帮助,谨表衷心感谢!

参 考 文 献

- 1 赵霖林,刘孟慧. 内蒙阿南凹陷中生代储层沉积特征和地质模式. 石油大学学报, 1991; 15 (2): 10—19
- 2 王留奇,赵霖林,刘孟慧. 阿南油田阿三油组火山碎屑沉积成因探讨. 石油大学学报, 1991; 15 (4): 1—7

SOME PROBLEMS RELATING TO SANDSTONE DIAGENESIS

Wang Liuqi Jiang Zaixing Liu Menghui

Zhao Chengling Cao Yingchang

(Petroleum University, Dongying, Shandong)

Han Wentao

(Shengli Petroleum Administration, Dongying, Shandong)

Abstract

This paper deals with the depth of diagenetic evolution, the coexistence and inheritance of diagenetic event, diagenetic anisotropy, the variation of pH value in diagenetic water and the reflection of diagenetic information on log curves.