

松辽盆地南部浅层地层水化学特征分析

王建强¹, 薛林福¹, 张建伟², 杨光¹

(1 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061, 2 青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071)

石油(天然气)与地层水是一对孪生姐妹,油气的生成、运移、聚集、保存和散失都是在地层水的环境里或是在地层水的参与下进行的(刘崇鲁等,1988)。地层水运动是油气运移聚散的动力和载体,其化学成分直接或间接地反映出油气赋存的环境与条件。地层水与油气在地质历史进程中的活动是相互依存、制约的因果关系(刘桂凤等,2007)。

1 地层水化学性质

1.1 矿化度

对松辽盆地 443 个水样数据分析,地层水总矿化度为 579.2~42628.5 mg/L,平均值为 11 022.56 mg/L,低于海水的盐度 35 000 mg/L,具有微咸水的特点(表 1)。

表 1 松辽盆地南部浅层油田水化学特征

	红岗阶地	扶新隆起带	华字井阶地	登娄库背斜	德惠凹陷
	双坨子、红岗、大安	新立、木头、前郭、扶余	孤店、大老爷附、双坨子	伏龙泉	农安、万金塔、布海
总矿化度/mg/L	579~30958	1106~36292.8	991.1~42628.5	1101~8306.9	6117.1~20450.7
Na ⁺ +K ⁺	187.1~8982.4	448.5~10493.6	335.4~12982	125.1~32883.1	2190.3~6845.5
Mg ²⁺	0.33~64.2	0~101.3	0.6~150.8	1.5~286.5	0.61~96.6
Ca ²⁺	1.44~125.3	0~422.4	2.4~447.3	5~1093.4	6.61~735.5
SO ₄ ²⁻	2.16~2341	0~1223.8	5.8~4898.6	12~2173.4	29~6687
CO ₃ ²⁻	19.5~1987.5	55.2~330.7	59.1~313	55.2~330.7	10~690.2
HCO ₃ ⁻	122~18891.8	28.1~2761.8	100.7~20670.5	28.1~2761.8	40~6174.1
Cl ⁻	35.5~5735.8	141.8~52945.3	107.4~13010.2	141.8~52945.3	2389.3~6845.5
pH 值	7~9	6~13	6.5~13	5.5~9	6~13

通过对四个地区水样数据资料分析得知:红岗地区水型以 NaHCO₃ 为主;登娄库地层水数据很少,现有的数据显示水型以 CaCl₂ 为主;扶新隆起地区水型以 NaHCO₃ 为主;华字井阶地地层水中出现了 CaCl₂、MgCl₂ 和 NaHCO₃ 混合型的水型;德惠凹陷出现了 Na₂SO₄ 和 NaHCO₃ 两种水型。

1.2 常规组分

松辽盆地南部浅层地层水中的常规离子中阳离子主要有 Na⁺+K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺,阴离子主要有 SO₄²⁻、CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻。其中阳离子中 Na⁺+K⁺>Ca²⁺>Mg²⁺,阴离子中 Cl⁻>HCO₃⁻>CO₃²⁻>SO₄²⁻。

1.3 微量组分

松辽盆地南部地层水中含有一定量的 Br、I、和 B 特征微量元素。B 含量:登娄库为 2.3~16.95 mg/L,红岗阶地为 0.74~29.99 mg/L,华字井阶地为 0.95~42.06 mg/L,扶新隆起带为 0~69.13 mg/L,德惠凹陷 1.73~18.58 mg/L。I 含量登娄库为 2.31~18.35 mg/L,红岗阶地为 0.61~25.16 mg/L,华字井阶地为 0.47~20.89 mg/L,扶新隆起带为 1.02~39.53 mg/L,德惠凹陷 0.42~20.49 mg/L。Br 含量登娄库为 1~9 mg/L,

红岗阶地为 1~17.5 mg/L, 华字井阶地为 1~25 mg/L, 扶新隆起带为 0~28.37 mg/L, 德惠凹陷 2~17.39 mg/L。

2 地层水化学特征

2.1 钠氯系数 (rNa^+/rCl^-)

钠氯系数是地层封闭性、地层水变质程度和活动性的重要指标(何生等, 1995)。通过对松辽盆地南部地层水中钠氯系数进行统计, 松辽盆地钠氯系数 (rNa^+/rCl^-) 分布在 0.6~3.45 之间, 主要分布在 0.8~1.3 之间, 封闭性好。

2.2 变质系数 (rCl^-Na^+/rMg^{2+})

该数值越大, 表明封闭程度好^[3]。松辽盆地南部浅层研究区所取水样的 rCl^-Na^+/rMg^{2+} 平均值均大于海水 (0.75), 各深度离子浓度分布不均, 但总体处于封闭环境。

2.3 地层水 Cl^- 、 HCO_3^- 和 Na^++K^+ 的成因分析

盆地中 Cl^- 主要来源: (1) 来自沉积岩中岩盐或其它氯化物的溶解; (2) 来自岩浆岩氯化物, 方钠石的风化溶滤; (3) 来自火山喷发物的溶滤。它的含量随矿化度的增高而不断增加。氯离子含量常用来说明地下水的矿化度, 认为这种相关关系是蒸发浓缩作用的结果。松辽盆地地层水中 HCO_3^- 含量与二氧化碳的气的含量具明显的相关性, 天然气中二氧化碳的含量高其储层地层水中 HCO_3^- 含量增加。由于二氧化碳在水中的溶解度高, 溶于水会产生高浓度的 HCO_3^- 和 H^+ , 从而造成地层水中 HCO_3^- 含量明显增加。此外, 当有二氧化碳进入地层水中, 水中 CO_3^{2-} 的增加量将明显 $< HCO_3^-$ 的增加量 HCO_3^- , 另外, 在酸性环境下钠长石、钙长石也会发生溶蚀作用形成 Na^+ 、 Ca^{2+} , 部分 Ca^{2+} 会与 CO_3^{2-} 结合形成碳酸盐胶结物, 是地层水中 Ca^{2+} 浓度降低, 而 Na^+ 可以保持较高的含量。

2.4 pH 值

松辽盆地南部地层水呈弱碱性, 主要分布在 7~10 之间, 最高可达 13, 主要是由于碳酸盐岩的溶解, 以及有机质生烃产生的 CO_2 数量、大气水渗入, 改变了水中 HCO_3^- 离子的浓度, 导致水的 pH 值发生变化。

3 结 论

(1) 松辽盆地南部浅层地层水所取水样的矿化度为 579.2~42 628.5 mg/L, 平均值为 11 903.23 mg/L, 低于海水的盐度 35 000 mg/L, 具有微咸水的特点。较高的矿化度反映出储层封闭性较好, 有利于油气藏的保存。

(2) 地层水的阳离子含量 $Na^++K^+>Ca^{2+}>Mg^{2+}$, 阴离子中 $Cl^->HCO_3^->CO_3^{2-}>SO_4^{2-}$ 。地层水型均为 $NaHCO_3$ 型, 此外登娄库背斜地区开始部分出现了 $CaCl_2$ - $MgCl_2$ 型流体, 同时出现了 $CaCl_2$ - Na_2SO_4 型流体。 Na^++K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- 与矿化度之间具有非常好相关性。

(3) 松辽盆地南部地层水分析结果显示, 地层水水型、水总矿化度的高低受到烃源岩的演化程度(岩石的成岩演化阶段)、碳酸盐矿物的溶解或有机质生烃产生的 CO_2 数量、大气水的渗入及所处的构造部位等因素的影响。

参 考 文 献

- 刘崇禧, 孙世雄. 1988. 水文地球化学找油理论与方法[M]. 北京: 地质出版社. 5-9.
- 刘桂凤, 吴云强, 等. 2007. 克拉玛依百口泉油田地层水化学特征与油气成藏关系[J]. 中外能源, 12 (1): 29-34.
- 何 生, 唐仲华, 等. 1995. 松南十屋断陷低压系统的油气水文地质特征[J]. 地球科学, 20 (1): 79-84.