

高邮凹陷深凹带戴一段古水体特征

杨彦敏¹, 奥立德², 刘金华², 葛政俊², 姚富来²

(1. 中国石化股份江苏油田分公司 物探技术研究院 江苏 南京 210046;

2. 中国石化股份江苏油田分公司 地质科学研究院 江苏 扬州 225012)

摘要: 在油气勘探和开发研究中, 对于古水体盐度、古气候、古水深等方面的基础研究十分薄弱。利用粘土矿物、古生物、微量元素分析古盐度, 利用孢粉特征分析古气候, 利用泥岩颜色分析古水深, 从而分析高邮凹陷深凹带戴一段古水体特征。研究区粘土矿物以绿泥石为主, 其次为蒙伊混层, 伊利石含量较少; 古生物主要有介形类、轮藻和腹足类等; 锶钡比值平均为 0.98, 铷钾比值平均为 0.003 9, 硼镓比值平均为 3.95, 说明研究区戴一段处于陆相淡水湖泊环境; 孢粉特征反映高邮凹陷戴一段沉积时期气候温暖而潮湿。泥岩颜色反映了研究区水体深度不大, 常常暴露于地表, 处于氧化环境。纵向上, 研究区岩心泥岩颜色由深灰色—棕红色—灰色—深灰色变化, 反映了古水深逐渐增加的过程。

关键词: 古盐度 古气候 古水深 古水体 高邮凹陷

中图分类号: TE111

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2012)04-0027-04

近几年, 沉积学在石油、天然气的勘探中发挥着越来越重要的作用, 进入 21 世纪后, 其应用性更加突出。随着油气勘探的深入, 沉积学的研究在方法和技术手段上也发生了巨大变化。特别是在隐蔽性油气藏的勘探中, 在高分辨率地震、测井技术的支持下, 深入开展盆地沉积学、层序地层学研究对寻找地层、岩性圈闭具有很大帮助。其中, 对有关储层、构造等与油气有直接关系的方面研究很多, 而对于古水体的盐度、古气候、古深度等的研究则十分薄弱^[1-3]。笔者以高邮凹陷深凹带戴一段古水体为研究对象, 对粘土矿物、古生物、微量元素和孢粉特征等实验结果进行分析, 从而获取研究区古盐度、古气候、古水深等方面的信息, 此类研究对深化研究区的整体地质认识具有重要的意义, 对油气的勘探和开发也具有重要的借鉴意义。

1 区域概况

苏北盆地为苏北—南黄海盆地的陆上部分, 西邻郯庐断裂及鲁苏隆起, 东至南黄海海岸, 面积约为 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。高邮凹陷是苏北盆地南部东台拗陷中的一个次级凹陷, 东起柘垛低凸起与白驹凹陷相

邻, 西至菱塘桥低凸起, 南以断层与江都隆起相接, 北侧由深凹经汉留断裂后, 以缓坡形式逐渐向柘垛低凸起过渡。凹陷受控于南部的边界大断层, 总体呈南断北超的箕状断陷结构^[4-7]。

高邮凹陷构造单元由南向北依次为南断阶、深凹带和北斜坡, 其中真①与真②断层所夹持的区域为南断阶, 真②断层与汉留断层所夹持的区域为深凹带, 汉留断层以北为斜坡带。深凹带自西向东又分为邵北、樊川和刘五舍 3 个次凹。凹陷内沉积岩系发育, 生油环境好, 油气藏类型多, 油气富集程度高, 是勘探程度较高的含油气区之一^[8-9]。戴一段 (E_2d_1) 是高邮凹陷主力含油层系之一, 自下而上分为 $E_2d_1^3$ 、 $E_2d_1^2$ 和 $E_2d_1^1$ 共 3 个油层组。真武和富民地区位于高邮凹陷深凹带东部, 紧邻南断阶, 已在戴一段获工业油流。

2 古盐度

2.1 粘土矿物

研究区砂岩中粘土矿物以绿泥石最多 (表 1), 其次是蒙伊混层, 伊利石的含量相对较少, 不含蒙皂石。说明戴一段沉积时期水体盐度不高, 同时绿泥

收稿日期: 2012-05-17。

作者简介: 杨彦敏, 女, 工程师, 从事地震资料解释和储层预测工作。联系电话: 15262248940, E-mail: yangyanmin3@126.com。

基金项目: 中国石油天然气股份有限公司科技风险创新基金项目“油气储层裂缝及其有效性预测技术”(060511-1-8)。

表 1 高邮凹陷深凹带戴一段砂岩中粘土矿物含量 %

井号	岩性	混层比	蒙伊混层	伊利石	高岭石	绿泥石
真 80	粉砂岩		28.6	33.4	38.0	
曹 13	粉砂岩		22.1	39.9	14.6	23.4
曹 9	粉砂岩		30.0	48.6	11.0	10.4
富 14	含泥砾状砂岩	20.0	40.0	24.0		36.0
富 14	细砂岩	20.0	40.0	24.0		36.0
富 31	细砂岩	25.0	29.0	45.0	4.0	22.0
富 38	细砂岩	20.0	27.0	9.0		64.0
富 38	细砂岩	20.0	27.0	9.0		64.0
富 43	细砂岩	25.0	50.0	12.0		38.0
富 46	细砂岩	15.0	27.0	15.0		58.0
富 48	细砂岩	25.0	25.0	17.0	39.0	19.0
富 53	细砂岩	30.0	45.0	23.0	13.0	19.0
平均值		22.2	32.6	25.0	19.9	35.4

石含量较高,说明水体中铁的含量较高。

2.2 古生物

生物对环境的反映最为敏感,因此,通过古生物的研究可以反映沉积环境。戴一段古生物主要有介形类、轮藻、腹足类、孢粉、鱼骨及植物碎片等。

介形类 据研究区及邻近区块的戴一段样品分析结果,介形虫组合主要有金星介、玻璃介、真星介等亚科,其中主要有中华金星介、德卡里金星介、网纹中华金星介、高邮土星介、三角形中华金星介、玻璃介、后双脊湖花介等种类^[10]。介形虫组合以陆相淡水湖泊相属种为主,其中玻璃介、土星介、湖花介等亚科都有不同程度的广盐性,因此,介形类反映研究区戴一段沉积时期主要以陆相淡水环境为主。

轮藻 戴一段中轮藻分布较普遍,在 27 口井 341 块样品中主要以新轮藻属为代表的一套组合:华南新轮藻、微波状新轮藻、高大新轮藻、常州厚球轮藻、长柱形钝头轮藻、横棒轮藻^[10],还有冠轮藻、

亚球形培克轮藻、拟孢状栎青轮藻、蓝坪钝头轮藻、强状冠轮藻、花家庄扁球轮藻等。现代轮藻是生活于陆相淡水—半咸水的浅水—极浅水体中的绿色藻类植物,戴一段轮藻化石特征及与陆相介形类等化石共生现象反映当时高邮凹陷处于陆相淡水湖泊环境。

腹足类 高邮凹陷南岸陡坡马家咀、真武、曹庄等地区见到少量腹足类化石,经鉴定为:邗江豆螺、小旋螺、金坛河边螺、近水螺、奇片螺。这些螺类均为陆相生物,河边螺、近水螺主要生活在浅水的近岸潮湿环境。螺化石的组合面貌反映了研究区在戴一段沉积时期为近岸湖泊环境。

2.3 微量元素

根据研究区 5 口井的泥岩微量元素分析结果(表 2),对戴一段微量元素含量及其比值进行分析。

锶钡比值(Sr/Ba) 确定古盐度一般利用 Sr/Ba 值。前人研究认为, Sr/Ba 值大于 1 为海相沉积,小于 1 属陆相淡水沉积^[2]。研究区 12 块样品的 Sr/Ba 值平均为 0.98,应属陆相淡水环境。戴一段底部 Sr/Ba 值较大,可达到 1.16;向上至 E₂d₁¹油层组上部,一般均小于 1,最低为 0.77,说明戴一段沉积时期水体属淡水—微咸水,早期水体偏咸。

铷钾比值(Rb/K) 铷主要富集于海相页岩中,而陆相湖、河的泥、页岩中含量较低。前人统计表明,海相 Rb/K 值大于 0.006,微咸水为 0.004 ~ 0.006,淡水则小于 0.004^[3]。研究区 5 个样品 Rb/K 值平均为 0.003 9。而金湖凹陷阜二段—阜四段粘土的 Rb/K 值为 0.005 142,因此,研究区戴一段的 Rb/K 值比阜宁组的偏低,说明当时的水体更接近于陆相淡水—微咸水环境。

硼镓比值(B/Ga) 海相沉积中硼含量约为 100 × 10⁻⁶或更高,陆相沉积中低于 70 × 10⁻⁶。海相

表 2 高邮凹陷深凹带戴一段泥岩微量元素分析结果

井号	Sr/10 ⁻⁶	Ba/10 ⁻⁶	B/10 ⁻⁶	Ga/10 ⁻⁶	V/10 ⁻⁶	Ni/10 ⁻⁶	Rb/10 ⁻⁶	K/10 ⁻⁶	Sr/Ba	Rb/K	V/Ni	B/V	B/Ga
曹 21	278.0	338.0	79.0	29.5			167.5	38 000	0.82	0.004 4			2.68
	329.0	426.0	135.0	28.0			134.0	36 200	0.77	0.003 7			4.82
真 81	598.0	500.0	90.2	17.8	100.0	35.7			1.20		2.8	0.90	5.10
	378.0	393.0	69.4	16.2	85.0	32.1			0.96		2.65		4.28
富 11		307.0	89.1	29.9	105.6	36.3					2.91	0.84	2.98
		213.3	123.0	32.9	99.1	50.0					1.98	1.24	3.74
富 14		303.9	78.9	28.2	108.8	42.0					2.59	0.73	2.80
曹 5	433.8	375.3	145.0	28.0	106.0	73.1	126.5	34 300	1.16	0.003 7	1.45	1.37	5.18
平均值	403.4	357.1	101.2	59.5	100.8	44.9	142.7	36 167	0.98	0.003 9	2.40	1.02	3.95

B/Ga 值大于 4.5~5.0, 陆相淡水小于 3.0~3.3, 而过渡相则介于两者之间^[11]。研究区 B/Ga 值平均为 3.95, 说明戴一段沉积时期处于海陆过渡环境, 但以陆相为主。

从淡水至海水, 随着环境的不同, 粘土岩中 B, Ga 和 Rb 这 3 个元素之间的相对含量有规律的变化。研究区戴一段 32 个泥岩样品的 B—Ga—Rb 三角关系(图 1)表明, 所有的点都落在陆相淡水区, 靠近海相区的附近。

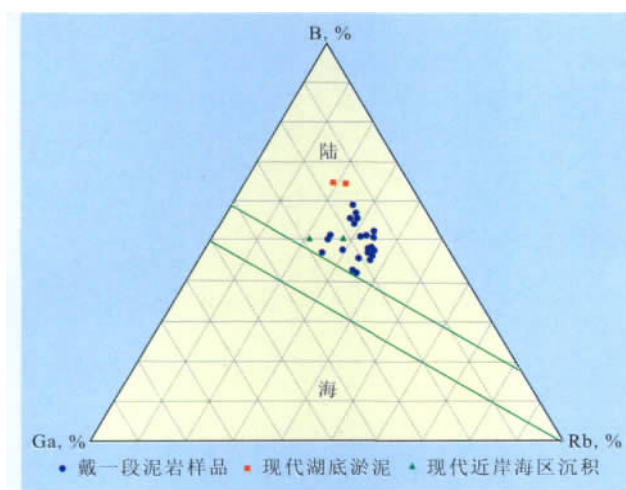


图1 高邮凹陷深凹带戴一段 B—Ga—Rb 三角关系

硼钒比值(B/V) 海相淤泥中硼含量高于淡水淤泥, B/V 值大于 1, 而陆相淤泥 B/V 值小于 1^[12]。研究区 5 个泥岩样品 B/V 值平均为 1.02, 其中 2 个样品的 B/V 值大于 1, 都分布在戴一段底部, 因此戴一段水体应属淡水—微咸水。

在戴一段沉积初期, 受吴堡运动影响, 阜宁组沉积时期的统一湖盆被分割成若干个残留湖盆, 水体尚保留一定咸度, 随着地表径流的不断注入, 湖水被淡化, 逐渐由微咸水过渡为淡水。从砂岩胶结物来看, 戴一段沉积早期砂岩中有较多的白云质、钙质、石膏质胶结物, 也说明其处在水体相对较咸的环境。

3 古气候

从戴一段 26 块样品的资料分析可知, 孢粉组合中以被子植物花粉占优势, 约占 50%, 其中又以榆粉为主, 其次是桦科(栎粉、褶皱粉、苗榆粉、桦粉)和山核桃属(山核桃粉、三孔粉), 还有少量忍冬粉、眼子菜粉和元患子粉。裸子植物花粉占 14%~46%, 以杉科的破隙杉粉为主, 其次为松科(松粉、落叶松粉、云杉粉、雪松粉等), 还有罗汉松粉属(维

囊粉、单远极沟粉、罗汉松粉)和无口器粉属。蕨类植物含量极少, 占 4%~8%, 有凤尾蕨孢和具唇孢等。

从戴一段孢粉组合来看, 属于热带、亚热带型的植物花粉少见, 草本植物花粉少量出现, 以木本植物花粉为主, 属榆粉—山核桃粉—杉粉—松粉组合, 反映了森林类型孢粉组合。以榆科、桦科、山核桃树、漆树等阔叶成分为主, 以杉科、松科的针叶成分为次, 组成了阔叶混交林。根据现代植被分布情况, 这种组合面貌分布于温暖、潮湿的温带—亚热带气候区, 反映了高邮凹陷戴一段沉积时期的气候是温暖而潮湿的。热带与亚热带植物花粉出现不多, 草本植物花粉只零星出现。上述组合反映了戴一段沉积时期总的气候是温带—亚热带型, 温暖潮湿, 后期水流增多, 湖区扩大。

4 古水深

不同的沉积环境, 其泥岩颜色不同, 泥岩颜色是沉积环境和古水深判别的重要标志。通常还原环境下泥岩颜色较深, 为灰色、深灰色; 由还原环境逐渐向氧化环境转变时, 泥岩颜色逐渐由深色向浅色、棕色转变。气候潮湿或水下形成还原环境, 气候干燥或水上形成氧化环境。岩心观察发现, 研究区戴一段泥岩颜色有棕色、褐色、灰色、深灰色, 但以棕色和褐色为主。反映了研究区水体深度不大, 常常暴露于地表, 处于氧化环境。

纵向上, 戴一段 $E_2d_1^3$ 油层组下部的泥岩颜色以灰色和深灰色为主, 中部泥岩颜色以棕色为主, 上部泥岩颜色为棕色和褐色, 夹灰色泥岩; $E_2d_1^2$ 油层组下部的泥岩颜色以棕色为主, 夹灰色和深灰色, 上部泥岩颜色以灰色为主, 夹棕色和褐色; $E_2d_1^1$ 油层组的泥岩颜色以灰色和深灰色为主, 夹少量的棕色。自下而上, 泥岩颜色由深灰色—棕红色—灰色—深灰色变化, 反映了古水深增加的过程。

平面上泥岩的颜色变化也具有一定特点, 靠近断阶带的灰色和深灰色泥岩比例低, 向深凹带灰色和深灰色泥岩比例增加。富民地区的灰色和深灰色泥岩比例比真武地区的低, 而且灰色泥岩比例呈现南、北两端较低, 中部相对较高的特征。若以灰色和深灰色泥岩比例为 0.5 为界划分水上和水下环境, 那么真武地区水上环境的宽度距真②断层约为 1 100 m; 富民地区水上环境的分布范围大, 整个油田几乎都在水上环境中发育, 因而富民地区古水体

较真武地区古水体要浅。

5 结论

从古生物特征、微量元素分析来看,高邮凹陷深凹带戴一段早期锶钡比值平均为 0.98,钡钾比值平均为 0.003 9,硼镓比值平均为 3.95,硼钒比值平均为 1.02,说明戴一段沉积初期水体尚保留一定咸度。随着地表径流的不断注入,湖水被淡化,逐渐由微咸水过渡为淡水。孢粉特征反映戴一段沉积时期总的气候是温带—亚热带型,温暖潮湿,后期湖区扩大。研究区泥岩颜色在纵向上的变化特征为深灰色—棕红色—灰色—深灰色,反映了古水深逐渐增加的过程;平面上靠近断阶带的灰色和深灰色泥岩比例低,向深凹带灰色和深灰色泥岩比例增加,并且富民地区的灰色和深灰色泥岩比例比真武地区的低,因而富民地区古水体较真武地区古水体要浅。

参考文献:

- [1] 张喜林,朱筱敏,郭长敏,等.苏北盆地高邮凹陷古近系戴南组滨浅湖沉积中的遗迹化石[J].沉积学报,2006,24(1):81-89.
- [2] 许璟,蒲仁海,杨林,等.塔里木盆地石炭系泥岩沉积时的古盐度分析[J].沉积学报,2010,28(3):509-517.

- [3] 钱焕菊,陆现彩,张雪芬,等.东营凹陷沙四段上部泥质烃源岩元素地球化学及其古盐度的空间差异性[J].岩石矿物学杂志,2009,28(2):161-168.
- [4] 姚玉来,林春明,高丽坤,等.苏北盆地高邮凹陷深凹带东部古近系戴南组二段沉积相及沉积演化[J].沉积与特提斯地质,2010,30(2):1-10.
- [5] 高丽坤,林春明,姚玉来,等.苏北盆地高邮凹陷古近系戴南组沉积相及沉积演化[J].沉积学报,2010,28(4):706-716.
- [6] 徐田武,宋海强,范卫平,等.高邮凹陷晚白垩世泰一段沉积时期物源及沉积相定量分析[J].油气地质与采收率,2008,15(6):29-31.
- [7] 伊伟,王伟锋,辛也.高邮凹陷深凹带南部戴南组沉积演化研究[J].复杂油气藏,2010,3(2):13-16.
- [8] 李儒峰,陈莉琼,李亚军,等.苏北盆地高邮凹陷热史恢复与成藏期认识[J].地学前缘,2010,17(4):151-159.
- [9] 张喜林,朱筱敏,钟大康,等.苏北盆地高邮凹陷古近系戴南组沉积相及其对隐蔽油气藏的控制[J].古地理学报,2005,7(2):207-218.
- [10] 孙非非,张菡漪,巩俊成,等.柴达木盆地上新世晚期以来古气候演变的孢粉环境指标重建[J].地质论评,2010,56(5):621-628.
- [11] 李进龙,陈东敬.古盐度定量研究方法综述[J].油气地质与采收率,2003,10(5):1-3.
- [12] 张立强,李秀国.准噶尔盆地南缘安集海河组砂岩碳酸盐胶结物特征[J].油气地质与采收率,2011,18(5):6-8.

编辑 经雅丽

(上接第 26 页)

储层物性的差异对油气富集程度具有一定的影响。研究区油气成藏的控制因素复杂,形成多种类型油气藏,C7段以断背斜或背斜油气藏为主,C5段主要发育岩性—断鼻、岩性—断层和断层—岩性3种复合油气藏。

参考文献:

- [1] 朱毅秀,刘洛夫,金强.亚诺斯盆地油气地质特征及有利区带预测[J].新疆石油地质,2004,25(1):110-113.
- [2] 刘亚明,张春雷.哥伦比亚油气地质与勘探[J].石油实验地质,2011,33(3):226-232.
- [3] 周新源.前陆盆地油气分布规律[M].北京:石油工业出版社,2002:241-260.
- [4] Cooper M A, Addison T T, Alvarez R, et al. Basin development and tectonic history of the Llanos Basin, Eastern Cordillera, and Magdalena Valley, Colombia[J]. AAPG Bulletin, 1995, 79(10):1 421-1 443.

- [5] Villamil T. Campanian - Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and western Venezuela [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1999, 153(1):239-275.
- [6] Cazier E C, Hayward A B, Espinosa G, et al. Petroleum geology of the Cusiana field, Llanos Basin foothills, Colombia[J]. AAPG Bulletin, 1995, 79(10):1 444-1 463.
- [7] Pratsch J C. 寻找大型油气田的位置:安第斯前陆的实例[J].庞雄奇,译.国外油气勘探,1995,7(2):175-182.
- [8] 田纳新,陈文学,殷进垠,等.安第斯山前典型前陆盆地油气成藏特征及主控因素[J].新疆石油地质,2011,32(6):692-695.
- [9] 田继军,姜在兴,李熙喆,等.川西前陆盆地上三叠统岩性地层圈闭勘探前景分析[J].油气地质与采收率,2009,16(1):22-25.
- [10] 沈朴,张善文,林会喜,等.油气输导体系研究综述[J].油气地质与采收率,2010,17(4):4-8.

编辑 邹淑滢

Key words: foreland basin; forebulge slope; reservoir occurrence rule; reservoir accumulation mode; Llanos basin
Zhang Jinwei, Sinopec International Petroleum Exploration and Production Corporation, Beijing City, 100083, China

Yang Yanmin, Ao Lide, Liu Jinhua et al. Study on characteristics of connate water in the first member of Dainan Formation, deep concave belt of Gaoyou sag. *PGRE*, 2012, 19(4): 27–30.

Abstract: In recent few years, in the research of the exploration and the exploitation of the oilfield, the research on the paleosalinity, paleoclimate and palaeobathymetry is very limited. In this research, we use the result of the tests, such as the clay mineral, microelement, palaeontology and palynomorph, to infer the information of the paleosalinity, paleoclimate and palaeobathymetry. The characteristic of palaeontology shows that the environment of the deep concave belt of Gaoyou sag in the first member of the Dainan Formation is freshwater lake of continental facies, and by the analysis of the microelement, the paleosalinity of the research area changed from the brackish water to freshwater. And, we use the color of the mud stone to analyze the palaeobathymetry, and in the well, the color of the mud stone changed from the deep grey to brown, grey, and to deep grey again, this shows that the palaeobathymetry is increased in the process.

Key words: paleosalinity; paleoclimate; palaeobathymetry; paleo-water; Gaoyou sag

Yang Yanmin, Geophysical Research Institute of SINOPEC Jiangsu Oilfield Company, Nanjing City, Jiangsu Province, 210046, China

Du Zhenjing. Analysis of hydrocarbon accumulation of buried hill in east Chengdao area. *PGRE*, 2012, 19(4): 31–33.

Abstract: In accordance with complicated geological framework and hydrocarbon accumulation rules and insufficient understanding for reservoir characteristic, comprehensive analysis of drilling, borehole logging, structure interpretation and testing data was put forward to study its structure and strata characteristics, petroleum distribution rules and master control factors for hydrocarbon accumulation. Result shows that the strata of research area are distributed irregularly as the result of multiphase tectonic movement and rollover. Strata in different structural zone or different place of the same structural zone have deviation. There is variable degree of petroleum enrichment in Archean, lower Paleozoic, upper Paleozoic, and Mesozoic along the vertical section. Lower Paleozoic has the most enrichment and petroleum mainly accumulates in high part of structure. Along the horizontal section, oil distribution horizon varies from older to newer and oil reservoir styles varies from fault block and residual hill to unconformity crossing the structural main part to the limb. Dissection of typical wells shows that the reservoir–cap relationship and lateral sealing condition are main control factors of hydrocarbon accumulation, and the hydrocarbon accumulation mode is herein constructed.

Key words: weathering crust; fault block and residual hill oil reservoir; oil distribution rule; main control factors of hydrocarbon accumulation; buried hill in east Chengdao area

Du Zhenjing, Department of Petroleum Exploration, Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying City, Shandong Province, 257000, China

Jin Qiang, Wu Aijun, Jin Fengming et al. Estimation of source rocks by seismic attributes in the Damengzhuang sag, Wuqing depression. *PGRE*, 2012, 19(4): 34–37.

Abstract: It is rather difficult to conduct source rock evaluation in low degree of exploration area for shortage of drill–well data. Based on differences in the average amplitudes and energies between the source rocks and non–source rocks, an estimating method for identification of the source rocks is established by research on the sequence and seismic stratigraphy on the seismic profiles, i. e. to remove sandy contents in the source rock interval by seismic velocity spectrum plot, to establish relationship between the seismic attributes and TOC contents measured from the source rocks, and to estimate the source rocks on the seismic profiles. Therefore, source rocks in the upper forth member, lower and middle third member of the Shahejie Formation are estimated by this method. The TOC contents are distributed in the studied area as “west high and east low, and south high and north low”, the belt in the southern studied area from well Jing–24 to well Wugu–1 is estimated as favorable place for oil and gas accumulation as high TOC contents in the source rocks.

Key words: source rocks; seismic attributes; quantitative estimate; seismic prediction; Wuqing depression

Jin Qiang, School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao City, Shandong Province, 266555, China

Sui Shuling, Tang Jun, Jiang Yubing et al. Technical characteristics and applicable conditions analysis on seismic inversion traditional methods. *PGRE*, 2012, 19(4): 38–41.

Abstract: Different seismic inversion methods have different technical characteristics and applicable conditions. Seismic inversion methods usually applied in petroleum occupation, such as geological based model inversion, constrained sparse spike inversion, reservoir characteristic attributes inversion, frequency–divided inversion and geological statistics inversion, are analyzed in basic principles, technical keys, advantages and disadvantages. Technical characteristics and applicable conditions of these methods are also analyzed combined with some applying cases in different blocks, series of strata, reservoir feature and reservoir types. Researching results indicate that, in view of complicated geological designation, only proper seismic inversion methods are defined by optimizing, and inversion results obtained are combined with attributes analysis, can enhance the precision of reservoir description, and attain the aim of resolving complicated geological problems.

Key words: seismic inversion; reflection coefficient; impedance; seismic attributes; variogram; acoustic time

Sui Shuling, Geoscience Research Institute, Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying City, Shandong Province, 257015,