

文章编号: 1000-0550(2008) 05-0881-05

# 珠江口盆地恩平凹陷文昌组浊积体含油气性分析<sup>①</sup>

陈国俊<sup>1,2</sup> 吕成福<sup>1,2</sup> 李玉兰<sup>1,2</sup> 何仕斌<sup>3</sup> 王天奇<sup>4</sup> 刘得文<sup>1,2</sup> 杜贵超<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所气体地球化学重点实验室 兰州 730000; 2 中国科学院研究生院 北京 100049  
3 中国海洋石油研究中心 北京 100027; 4 中国石油勘探开发研究院西北分院 兰州 730030)

**摘 要** 岩性油气藏是目前油气勘探开发的重要方向和热点研究领域。珠江口盆地恩平凹陷古近系文昌组发育一厚 300 余米、面积约 140 km<sup>2</sup> 的浊积砂体, 其上下岩性均为深湖—半深湖相暗色细粒沉积物。文昌组是该盆地最主要的烃源岩, 具有形成岩性油气藏的物质条件。以地震资料为主, 结合地质和测井等综合技术, 对该浊积体的含油气性进行了综合分析。研究表明, 浊积体具有低频振幅能量增强、高频振幅能量降低的特点; 同时 AVO 异常, 在浊积体下部表现出同相轴下拉现象。EP17-3-1 井钻遇该浊积体边缘, 在浊积砂体深度 (4 552~4 642 m) 出现异常高压。这些特点都是含油气的表现。因此, 该浊积砂体是有利的勘探目标, 也是该区获得油气勘探开发重大突破的希望所在。

**关键词** 油气 浊积体 文昌组 恩平凹陷

**第一作者简介** 陈国俊 男 1967 年出生 研究员 博士研究生 油气地质学 E-mail gjcher@lzb.ac.cn

**中图分类号** P512.2 TE122.1 **文献标识码** A

岩性油气藏勘探开发是目前油气勘探的重要方向和热点领域。珠江口盆地珠江坳陷年原油产量已超过千万吨, 但其次级构造单元——恩平凹陷至今未发现有工业价值的油气藏<sup>[1,2]</sup>。本文以地震资料为主, 结合地质和测井等综合技术, 对珠江口盆地恩平凹陷古近系文昌组浊积体的含油气性进行了综合分析。

## 1 区域地质背景

珠江口盆地位于华南大陆南缘, 处于欧亚、太平洋和印度洋三大板块交汇处附近<sup>[3]</sup>, 多期构造运动

造就了珠江口盆地目前“三隆两坳”构造格局<sup>[4]</sup>, 即北部隆起断阶带、北部坳陷带、中央隆起带、南部坳陷带和南部隆起带, 各个构造单元又可分为若干个凹陷和低隆起。其中, 北部坳陷带又可划分为西部的珠 III 坳陷和东部的珠 I 坳陷, 恩平凹陷位于珠 I 坳陷西南缘 (图 1)。早—中始新世 (E<sub>2</sub><sup>1-2</sup>), 受珠琼运动一幕影响<sup>[5]</sup>, 恩平凹陷西部北东主干断裂和东部近东西向主干断裂进一步发育, 断层断距迅速增大, 形成北断南超的格局, 同时湖盆扩张, 沉积水体加深。

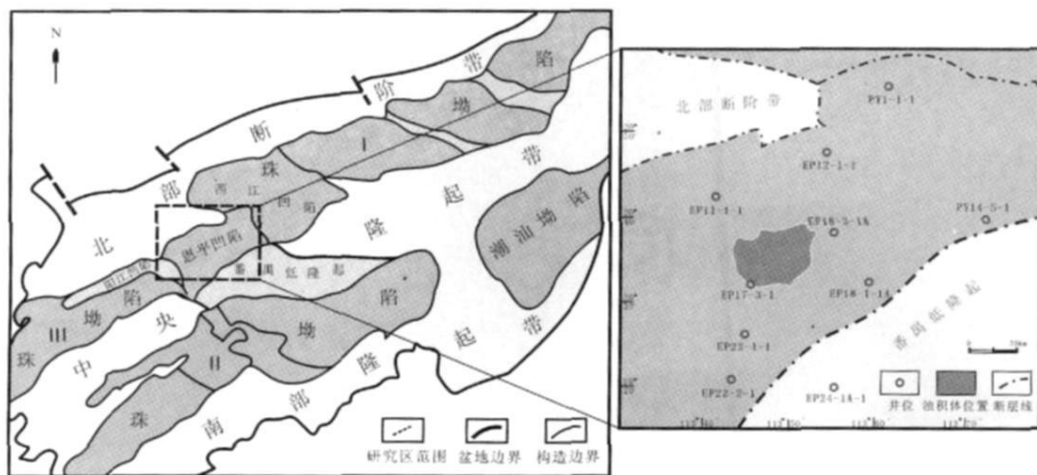


图 1 研究区构造位置及浊积体分布示意图

Fig 1 Sketch map of tectonic location and distribution of turbidite

①中国科学院“西部之光”人才培养计划及甘肃省自然科学基金项目 (3YS051-A 25-007) 资助。

收稿日期: 2007-12-20 收修日期: 2008-04-24

研究区仅有 EP17-3-1 井钻遇文昌组地层, 揭示的地层厚度 294 m, 为整个文昌组厚度的 2/3 自下而上可划分为三段(图 2)。下段岩性为深灰色泥岩、粉砂质泥岩与粉砂岩不等厚互层, 属于半深湖环境。本文所述的浊积体发育在此段。中段岩性为粉砂岩、泥质粉砂岩为主夹细—粗砂岩, 属于三角洲前缘环境。上段岩性以褐色泥岩和褐色砂质泥岩为主, 属于三角洲平原环境。

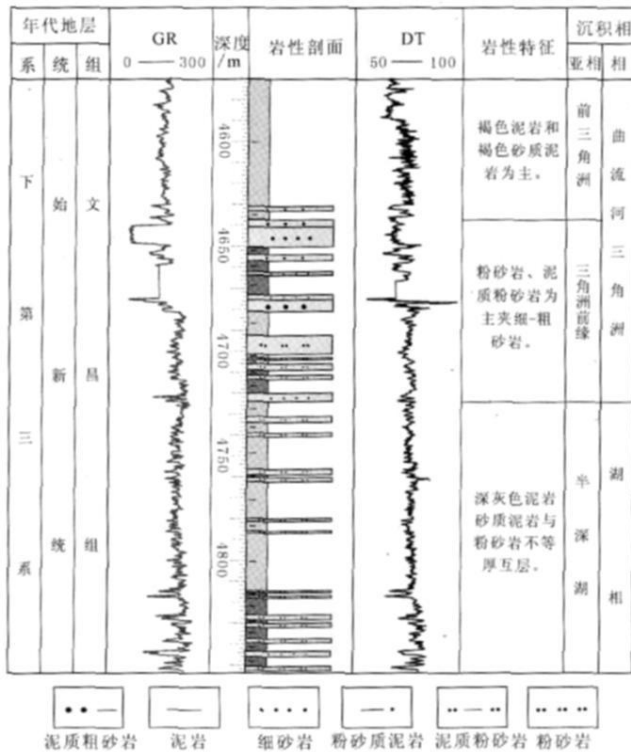


图 2 恩平凹陷 EP17-3-1 井文昌组综合柱状图

Fig 2 Stratigraphic column of Wenchang Formation of Well EP17-3-1 in Enping depression

## 2 含油气性分析

自 20 世纪 50 年代早期许靖华等<sup>[6]</sup>发现浊积砂体可成为油气重要的储集层以来, 世界各地陆续发现

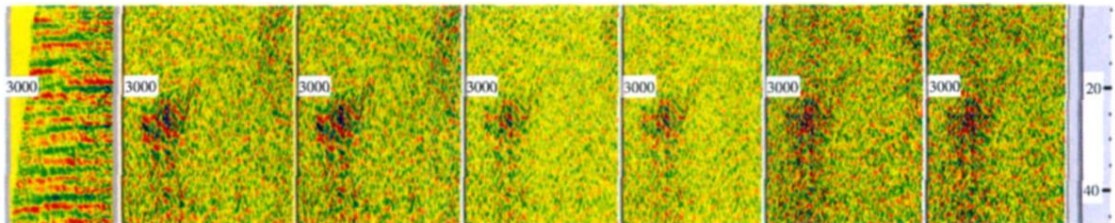


图 4 浊积体叠前 AVO 属性特征

Fig 4 Prestack AVO attributes characteristic of turbidite

以浊积砂体作为油气储层的油气藏。国内先后在辽河油田、渤海湾盆地等地发现了与浊积砂体有关的油气藏<sup>[7~11]</sup>。由于地下地质情况的复杂性和地震信息的影响因素很多, 单凭地震信息是不能够准确地确定含油气性, 本文结合其它资料对浊积体含油气性进行综合分析。

### 2.1 地震属性特征

地震属性技术是将地震道中提取的各种地震属性应用神经网络、统计分析等手段进行综合分析, 从而可以进行储层预测及含油气性研究<sup>[12]</sup>。本文应用地震信息进行频谱分析, 以推断其含油气性。研究区浊积体表现为地震低频(0~20 Hz)能量增强、频率降低、吸收系数增高、强振幅的特点(图 3)。从分频地震剖面看, 0~20 Hz 低频地震剖面振幅能量较强, 20~50 Hz 高频地震剖面振幅能量有所降低; 从对比分析来看, 浊积砂体相对围岩有低频带能量增强、高频带能量降低的特征。

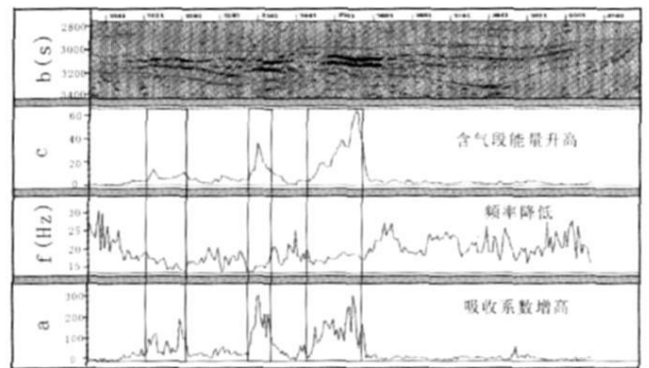


图 3 浊积体含气检测结果

Fig 3 Testing result of gas-bearing feature of the turbidite

### 2.2 叠前 AVO 属性特征

利用叠加道集与速度资料提取不同入射角度叠加数据体进行分析来看, 近中远角叠加剖面, 在浊积体地震特征表现为明显强能量, 因而浊积体具有亮点显示, 且具有 AVO 异常, 是含油气引起的现象(图 4)

### 2 3 层位下拉现象

从地震剖面响应特征来看, 浊积体下部明显表现为同相轴下拉现象(图 5)。从四川某气田地震剖面来看, 叠加时间域叠加数据体同相轴下拉, 叠前深度偏移数据体却没有下拉现象(图 6); 青海南八仙气藏同相轴也有下拉现象(图 7), 都已证明地层含气, 导致地震时间剖面因含气而引起同相轴下拉现象。

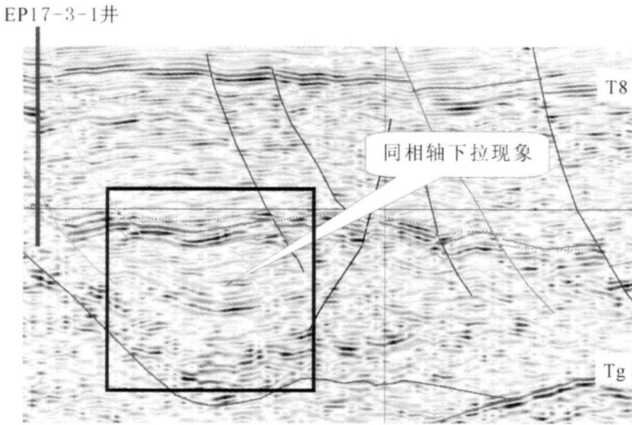


图 5 浊积体含油气导致的地震反射现象  
Fig 5 Seismic reflector for oil-gas of turbidite

### 2 4 高压异常

从 EP17-3-1 井 4 552~ 4 642 m 井深测得的压力可知, 文昌组发育的浊积体附近具有高压异常, 压力系数达到 1.5(图 8), 说明该地层还没有释压, 如果存在气藏的话, 并没有被破坏。

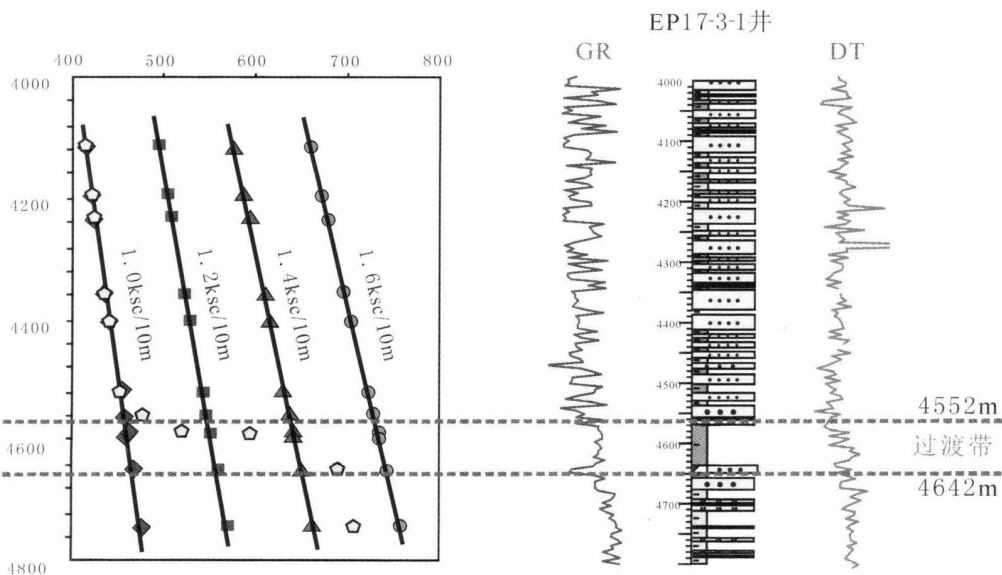


图 8 EP17-3-1 井高压异常现象

Fig 8 Phenomenon of abnormal high pressure of well EP17-3-1

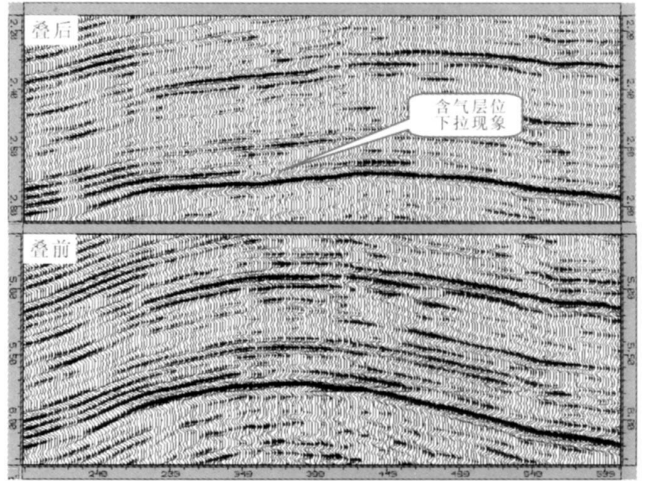


图 6 四川某气田同相轴下拉现象

Fig. 6 The events down warping of somewhere gas field in Sichuan

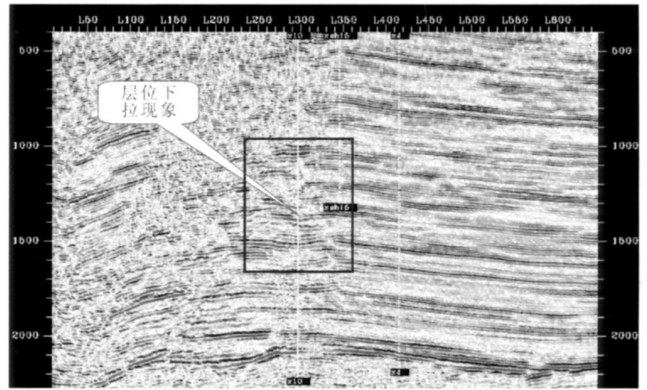


图 7 青海南八仙气藏同相轴下拉现象

Fig. 7 The events down warping of Nanbaxian gas field in Qinghai

### 3 勘探前景

恩平凹陷文昌组中下部沉积时为深湖—半深湖环境,沉积了大套的暗色泥岩,古生物和有机地球化学的研究结果均表明文昌组泥岩是本区的主要油气源岩<sup>[13,14]</sup>,烃源岩有机质丰富,TOC含量大于2%,氯仿沥青“A”大于0.1%<sup>[15]</sup>。据陆相油源岩级别划分标准,属于好油源岩。充足的油源为油积体形成岩性油气藏奠定了物质基础。

异常高压的保护作用往往是深部优质储层形成的主要条件,一般以高地温梯度和超压为特征。根据模拟研究,在油气充注的关键时刻,恩平组下段和文昌组大部分储层的埋深已经超过3800m,已经超过门限深度,烃类充注后对储层有保护作用。EP17-3-1井在该层段检测到高压含气层。浊积砂体表现为中低孔低渗特点,也可能存在微裂缝,同时该浊积砂体被大量深湖相泥岩包围,毗邻烃源岩,封盖条件较好,具有“近水楼台先得月”的有利成藏条件。通过地震资料分析,浊积体分布面积约140km<sup>2</sup>,最大厚度为340m,可见,该浊积砂体是有利的勘探目标。可以预见,随着勘探工作的不断深入和酌情布井,珠I坳陷的油气勘探开发将获重大突破。

### 4 结论

(1) 从地震勘探解释成果可知,浊积砂体发育在文昌组大段暗色泥岩—粉砂岩组合中,文昌组是该区最主要的烃源岩,具有形成岩性油气藏的有利条件。

(2) EP17-3-1井位于浊积体边缘,具气测异常和AVO异常。相对围岩,浊积体具有低频带能量增强、高频带能量降低的地震特征,以及因含油气造成的层位下拉现象,这些特点都是含油气的表现。因此,该浊积砂体是有利的勘探目标。

#### 参考文献 (References)

- 1 陈长民. 珠江口盆地东部石油地质及油气藏形成条件初探 [J]. 中国海上油气(地质), 2000, 14(2): 73-83 [Chen Changmin Petroleum geology and conditions for hydrocarbon accumulation in the Eastern Pearl River Mouth Basin [J]. China Offshore Oil and Gas(Geology), 2000, 14(2): 73-83]
- 2 黄丽芬. 层序地层学在陆相沉积凹陷分析中的应用——以珠江口盆地恩平凹陷为例 [J]. 中国海上油气(地质), 1999, 13(3): 159-168 [Huang Lifen The application of sequence stratigraphy for analysis in nonmarine depression with example of Enping Sag Pearl River Mouth Basin [J]. China Offshore Oil and Gas(Geology), 1999, 13(3): 159-168]
- 3 钟建强. 珠江口盆地构造特征及盆地演化 [J]. 海洋湖沼通报, 1994, 1-8 [Zhong Jianqiang Characteristics of geology structure and basin evolution in Pearl River Mouth Basin [J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 1994, 1-8]
- 4 邵磊, 雷永昌, 庞雄, 等. 珠江口盆地构造演化及对沉积环境的控制作用 [J]. 同济大学学报(自然科学版), 2005, 33(9): 1178-1181 [Shao Lei Lei Yongchang Pang Xiong et al Tectonic evolution and controlling for sedimentary environment in Pearl River Mouth Basin [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2005, 33(9): 1178-1181]
- 5 丁原章. 珠江口盆地及邻近地区的活动断裂与地震活动 [J]. 中国地震, 1994, 10(4): 307-319 [Ding Yuanzhang The active faults and the seismic activity in the Pearl River Mouth Basin and its vicinity areas [J]. Earthquake Research in China, 1994, 10(4): 307-319]
- 6 吴崇筠. 对国外浊流沉积和扇三角洲沉积研究的评述 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1986, 1-19 [Wu Chongyun Comment on the Study on the Deposition of Turbidity Currents and Fan Delta Deposits Abroad [M]. Beijing Petroleum Industry Press, 1986, 1-19]
- 7 赖婉琦, 顾家裕. 渤海湾含油气盆地中的浊积岩 [J]. 沉积学报, 1980, 17(17): 799-801 [Lai Wanqi Gu Jiayu. Turbidity fan in the oil and gas bearing basin in Bohai Bay [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1980, 17(17): 799-801]
- 8 高延新, 吴崇筠, 庞增福, 等. 辽河盆地大湾河油层湖底扇沉积特征 [J]. 沉积学报, 1985, 3(4): 83-94 [Gao Yanxin Wu Chongyun, Pang Zengfu et al The sedimentary characteristics of the lacustrine fans in the dalinghe oil bed of Liaohhe Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1985, 3(4): 83-94]
- 9 雷怀玉, 邹伟宏, 王连军, 等. 岔西地区浊积岩的发现及其油气勘探意义 [J]. 沉积学报, 1999, 17(1): 89-94 [Lei Huanyu Zou Weihong Wang Lianjun, et al. The turbidite found in Chaxi area and its importance for exploration petroleum [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(1): 89-94]
- 10 高永进, 邱桂强, 陈东霞, 等. 牛庄洼陷岩性油藏含油气性及主控因素 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(3): 284-287 [Gao Yongjin, Qiu Guiqiang Chen Dongxia et al. Oil/gas shows in lithologic reservoirs in Nizhuang Sag and their main controlling factors [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(3): 284-287]
- 11 孟万斌, 张善文, 田波, 等. 沾化凹陷五号桩地区沙河街组三段浊流沉积特征及储集性能 [J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(4): 504-510 [Meng Wanbin Zhang Shuwen Tian Ba et al. Depositional characteristics and reservoir Properties of Turbidites in the 3rd member of Shahejie Formation in Wuhaozhuang area eastern Zhanhua Depression [J]. Oil & Gas Geology, 2007, 28(4): 504-510]
- 12 刘企英. 利用地震信息进行油气预测 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994, 9-11 [Liu Qiyang Oil and Gas Prediction via Seismic Information [M]. Beijing Petroleum Industry Press, 1994, 9-11]
- 13 江德昕, 杨惠秋. 珠江口盆地早第三纪油源岩形成环境 [J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 469-474 [Jiang Dexin Yang Huiqiu Original environment of Eocene petroleum source rocks in the Pearl River Mouth Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(3): 469-474]
- 14 蒋仲雄, 曾麟, 李明兴. 中国油气区第三系 (V III) 南海北部大陆

架油气区分册 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994: 1-145 [ Jiang Zhongxiong Zeng Ling Ling Mingxing Tertiary in China Petroleum Province(V III) the Fascicle of Continental Shelf Petroleum Province in the South China Sea[M]. Beijing Petroleum Industry Press 1994: 1-145 ]

15 黄正吉. 珠江口盆地陆相烃源岩与油气生成 [ J]. 中国海上油气 (地质), 1998 12(4): 255-261 [ Huang Zhengji Nonmarine source-rock and petroleum formation of Pearl River Mouth Basin [ J]. China Offshore Oil and Gas(Geology), 1998 12(4): 255-261 ]

## Analysis of the Oil- and Gas-Bearing Turbidite Within Wenchang Formation in Enping Depression, Pearl River Mouth Basin, China

CHEN Guo-jun<sup>1,2</sup> LV Cheng-fu<sup>1,2</sup> LI Yu-lan<sup>1,2</sup> HE Shu-bin<sup>3</sup>

WANG Tian-qi<sup>4</sup> LIU De-wen<sup>1,2</sup> DU Guo-chao<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Gas Geochemistry Chinese Academy of Sciences Lanzhou 730000

2 Graduate School of Chinese Academy of Sciences Beijing 100049; 3 CNOOC Research Center Beijing 100027;

4 Research Institute of Petroleum Exploration and Development CNPC, Lanzhou 730030)

**Abstract** Exploration and development of lithologic oil-gas reservoirs are important directions and hot research areas. Zhu-1 Depression of Pearl River Mouth Basin has an annual crude oil output over 10 million tons, but the industrial value of the reservoir has not been found in sub-tectonic units Enping Depression. In lower Tertiary Wenchang Formation in Enping Depression, there is a set of turbidite sand with 300 meters thickness and 140 km<sup>2</sup> area and up and down it are half-deep to deep lacustrine sedimentary facies fine sediments. Geological and geochemical study shows that the main hydrocarbon source rocks from Wenchang Formation developed well and there is the condition to form lithologic oil-gas reservoirs. Based on seismic data combined geological and logging technology, hydrocarbon potential of turbidite has been comprehensively analyzed in Enping Depression from Lower Tertiary Wenchang Formation. Seismic information indicates that the turbidite has a low frequency energy boost up and high frequency energy depressed character. AVO anomaly in the same time, in-phase axes descend in the below of the turbidite. Well EP17-3-1 is the margin of the turbidite, an anomaly high pressure has been detected in the 4552-4642 meters depth. All the above shows oil-gas bearing character. So, the turbidite is a favorable exploration object and of the hope for the exploration and development of oil-gas reservoirs in Enping Depression.

**Key words** oil and gas turbidite, Wenchang formation, Enping depression