

# 歧北斜坡岩性油气藏成藏条件与有利区带优选

韩国猛, 司维柳, 石倩茹, 张莉华, 周可佳, 王 勇

(中国石油大港油田勘探开发研究院, 天津 300280)

**摘要:**歧北斜坡沙河街组发育多种沉积体系, 砂体类型多样, 油气资源丰富。从烃源岩特征、储层特征、油气运移条件、圈闭特征及成藏过程等方面研究了歧北斜坡油气成藏条件, 明确了坡折控砂机制。认为歧北斜坡具有油气大规模聚集成藏的条件, 并建立了坡折带的油气成藏模式, 预测了有利勘探区带, 指出了岩性油气藏为研究区今后有利的勘探领域。

**关键词:**歧北斜坡; 成藏条件; 岩性油气藏; 有利区带

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-1926(2010)04-0594-07

## 0 引言

歧北斜坡位于歧口凹陷西南缘, 南北夹持于滨海断层及南大港断层之间, 西为孔店凸起, 向东延伸到歧口主凹, 北陡南缓、东西方向存在多级坡折, 构造演化具有继承性发育的特征, 勘探面积为 700 km<sup>2</sup>(图 1)。截止目前, 在沙一段及沙三段发现

了周青庄油田、王徐庄油田以及多个含油构造。歧北斜坡发育多种沉积体系, 砂体发育, 为油气的储集提供了广阔的空间, 多类型砂体与构造相配置, 形成多种类型圈闭。歧北斜坡紧邻歧北生油凹陷, 油气资源丰富, 充沛的油源结合多种有利圈闭, 预示歧北斜坡必将是一个多层系岩性油气藏叠加连片的复式油气聚集带。

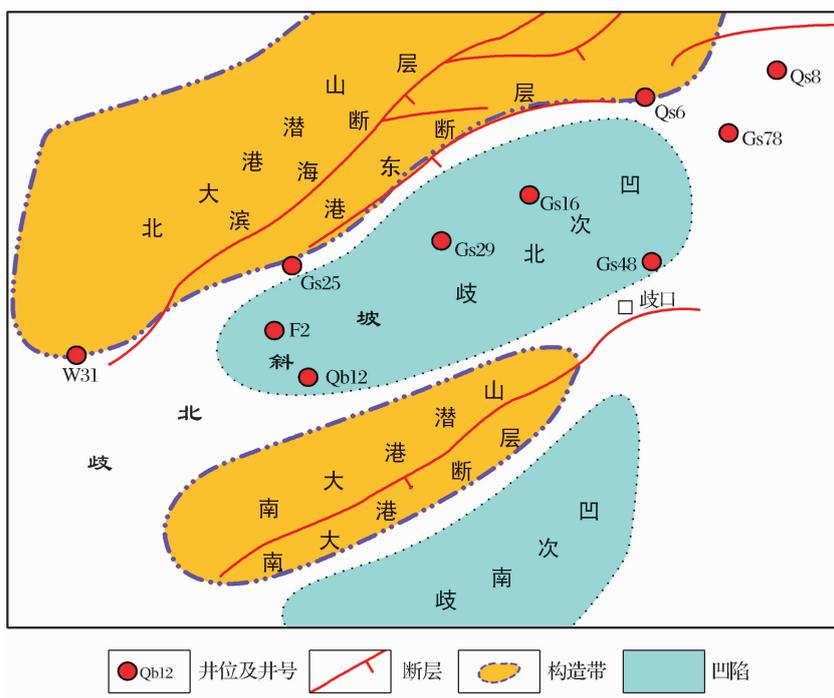


图 1 歧北斜坡位置示意

# 1 构造特征

## 1.1 三级坡折背景

歧北地区受燕山运动影响,南大港断层及滨海断层开始活动,基底翘倾,逐步形成港西潜山、南大港潜山及孔店凸起,受基底潜山、凸起及同沉积断层的影响,南北向受拉张应力及南大港潜山翘倾,自北

向南形成一系列的箕状断槽,为砂体的沉积及搬运提供了可容纳空间及输送通道。东西向由孔店凸起向东形成三级坡折带(图 2)。一级坡折带位于孔店凸起东缘,二级坡折带位于南大港潜山东缘,三级坡折带位于歧北次凹与歧口主凹的低隆起东缘。三级坡折带影响了古近系的地层厚度、沉积体系及砂体的展布,有利于形成岩性油气藏<sup>[1]</sup>。

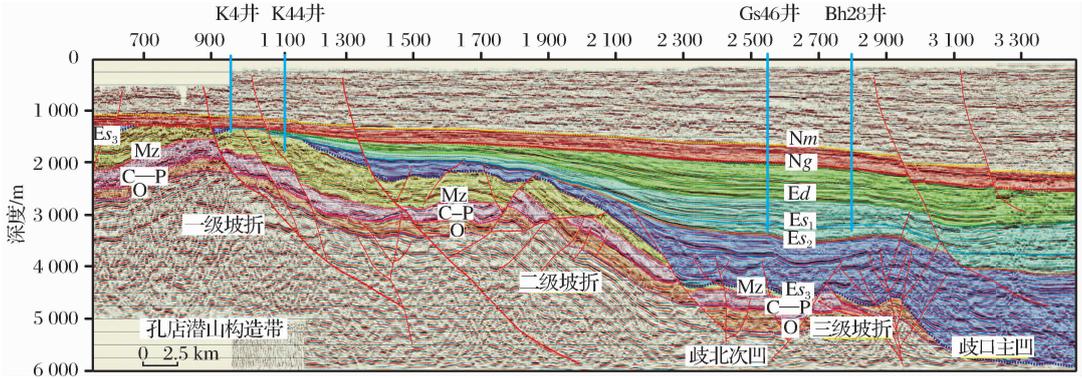


图 2 歧北斜坡东西向地震剖面

## 1.2 构造演化

歧北斜坡在中生界沉积时期为一个西低东高的斜坡,到了沙三段沉积早期,构造发生反转,东部地区受 Gs51 井断层分割形成挠曲坡折及歧北次凹。在沙二段、沙一段及东营组沉积时期为长期继承性发育的斜坡构造(图 3)。

## 2 古沉积背景分析

古沉积背景分析是开展岩性油气藏勘探研究的必要内容,通过古沉积背景分析可以明确砂体的输入通道及砂体沉积的可容纳空间,为砂体的平面展布研究及砂体的追踪刻画打下基础<sup>[2]</sup>。南部高斜坡区发育着 2 组反向断层,一组呈近东西向,另一组呈北西向,东西向反向断层与北西向断层交会,从而在高斜坡中形成多个东西向延伸的反向断槽带,地层沉积较厚,越过北西向延伸的反向断层至歧北次凹形成西高东低的斜坡构造。北部受滨海断层的控制,在滨海断层的下降盘形成箕状断陷,北东向延伸的水下古梁子,将周青庄箕状断陷与歧北次凹分割开(图 4)。

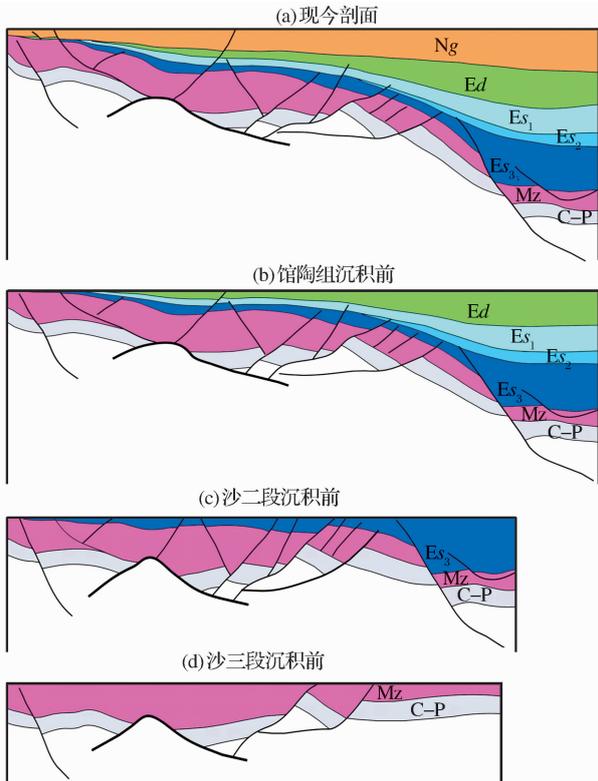


图 3 歧北斜坡构造发育史示意

沙二段沉积期为湖盆演化的初始期,继沙三段沉积末期隆升侵蚀后,沙二段沉积期再次发生水进沉积,二级坡折带控制了沙二段沉积期的湖盆岸线,地形总体比较平缓,形成大范围的浅水区,为大面积滩坝砂体的发育创造了良好的条件。

## 3 沉积特征

古构造、古地形决定控砂模式,断裂结构的不同影响了砂体的类型、规模、形态和分布<sup>[3]</sup>。歧北斜坡受不同物源及古沉积背景的影响,形成多种类型砂体。沙三段在北部的箕状断陷区,滨海断层的发育具有分段性,形成多个断层转换带,形成砂体的输送通道,北部物源砂体顺着转换带汇入箕状断陷区,形

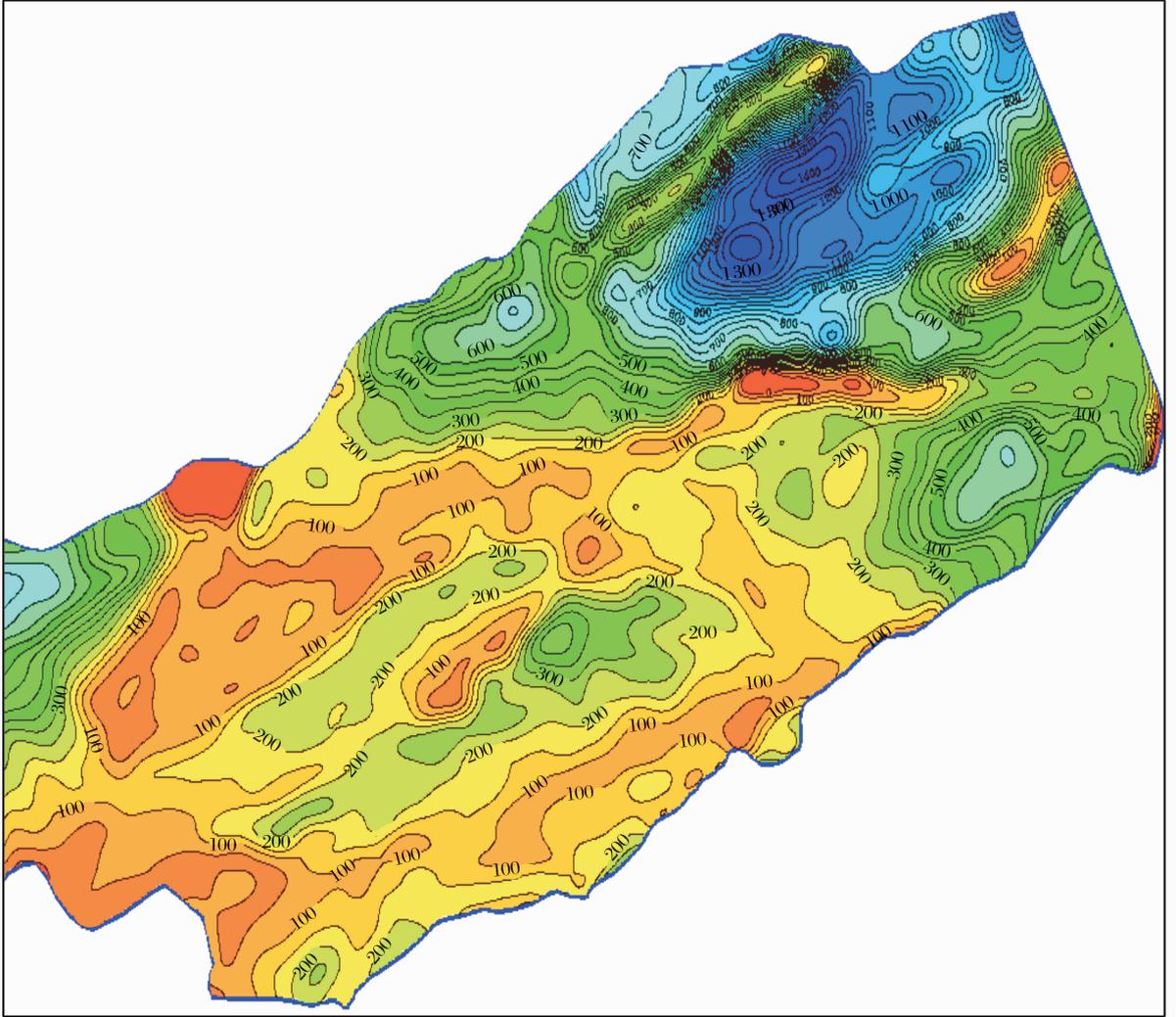


图 4 歧北斜坡 Es<sub>3</sub> 地层等厚线

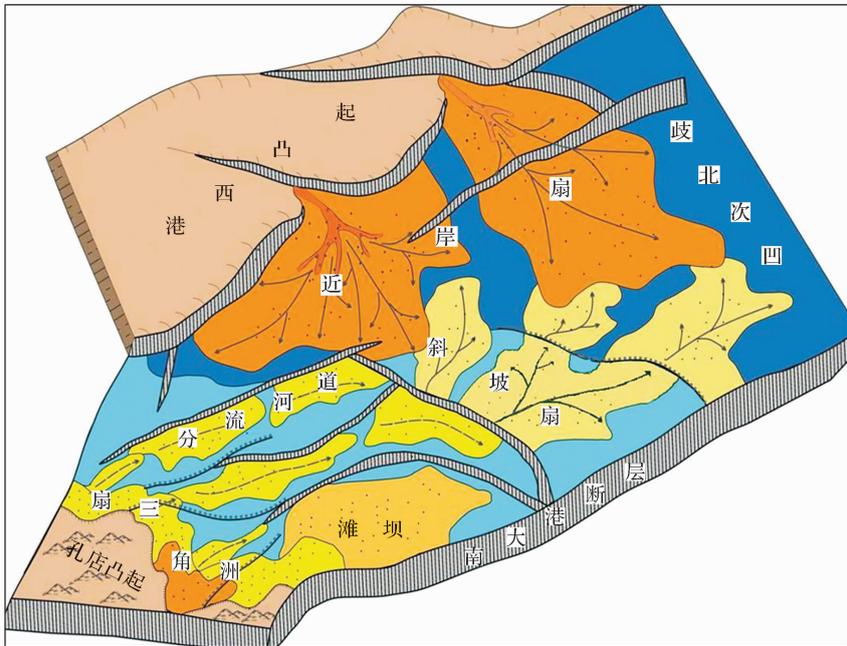
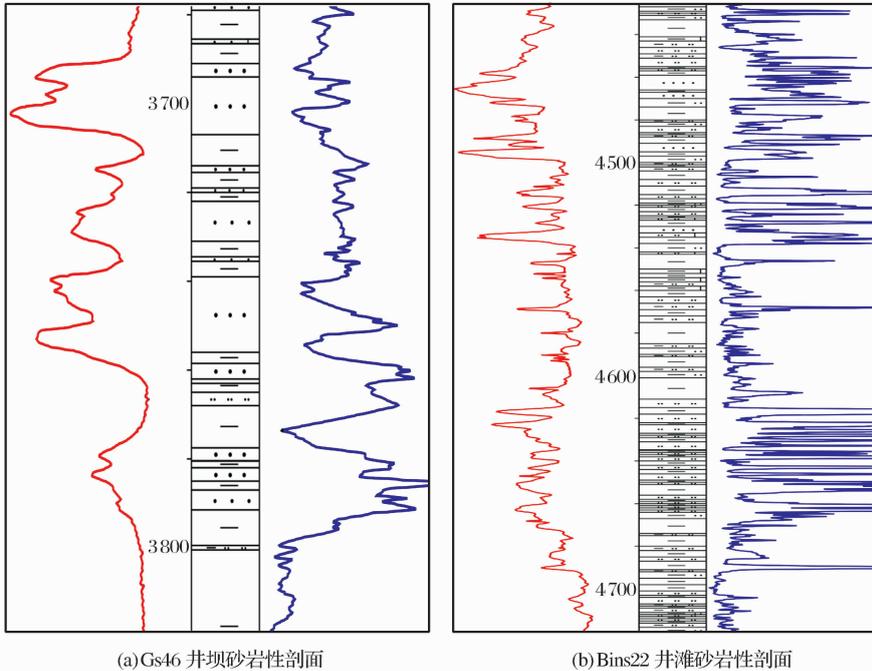


图 5 沙三段砂体沉积模式

成近岸水下扇,并向南部斜坡区逐渐尖灭;南部的高斜坡区发育多个东西向延伸的断槽,来自西部孔店凸起的扇三角洲水下分流河道砂体沿着断槽向东输送,并越过反向断层在斜坡区沉积形成多个斜坡扇,纵向上相互叠置,平面上叠加连片,受重力作用进一步滑塌在Gs51井断层根部形成断坡扇。歧北斜坡沙三段控砂模式可总结为:一级坡折带控制了孔店凸起物源的扇三角洲水下分流河道、滩坝砂体;二级坡折带控

制了斜坡扇及断坡扇,北部受断层转换带的控制箕状断陷控制了砂体的展布,形成了构造岩性圈闭;三级坡折控制了湖盆盆底扇。所以不同地区,不同砂体与构造配置形成多种类型的圈闭(图5)。

受古地貌条件、物源条件及水动力条件的控制<sup>[4]</sup>,沙二段易于形成平行湖岸的滩坝沉积。滩坝砂体主要分布在缓坡区滨浅湖环境,是湖内的碎屑物质再次搬运沉积而成<sup>[5]</sup>,成熟度很高,分选很好,



(a)Gs46 井坝砂岩性剖面

(b)Bins22 井滩砂岩性剖面

图6 滩坝砂体岩性剖面

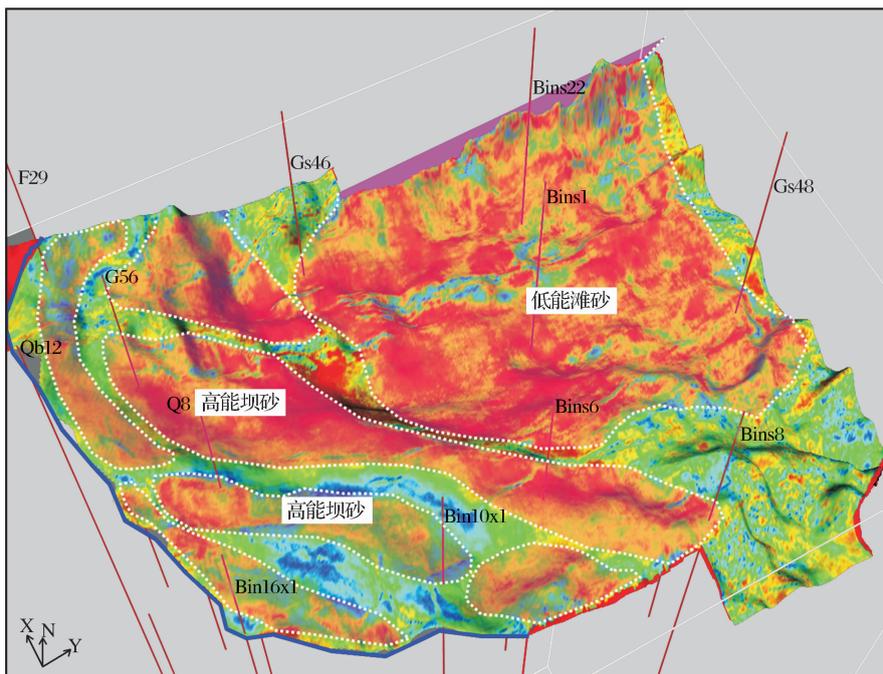


图7 沙二段构造与砂体叠合特征

一般平行于海岸线,呈宽条带状分布。歧北斜坡受物源间歇性供应并与滨浅湖沉积环境相匹配,形成大规模滩坝分布。

坝砂为粉—细砂岩,质纯,物性好,单层厚度较大(一般大于 2 m),自然电位曲线和自然伽马曲线分别表现为高一中幅箱状、指状和齿化箱状、漏斗状,不同部位存在差异(图 6)。向浅湖一半深湖区形成大面积的滩砂,为粉砂岩、泥质粉砂岩、灰质粉砂岩与泥岩的频繁互层,砂层多,但厚度薄,一般小于 2 m。自然电位曲线和自然伽马曲线表现为指状和齿化钟形。电阻率曲线多具有明显的尖峰,为沙二段油藏大面积发育提供了储集条件。歧北斜坡高斜坡自湖岸向东发育了 3 组坝砂,并在浅湖区发育

大面积滩砂(图 7)。

#### 4 油源条件

渐新世以来歧口凹陷湖盆稳定下沉,水体开阔,古近系沉积巨厚,沉积速度快,生油层位多,有效生油岩体积大。勘探情况表明,歧口凹陷长期继承性发育,在多期湖侵体系域中发育了沙三段、沙二段、沙一段及东营组等多套生油层系,其中以沙三段暗色泥质岩为主要烃源岩<sup>[6]</sup>,累计厚度可达 1 600 m(图 8)。歧口凹陷埋藏深,生油指标高,转化条件好。生油凹陷为油气藏的形成提供了物质基础。歧北斜坡大部分位于沙三段有效烃源岩范围之内,并且紧邻歧南凹陷,造就了歧北斜坡优越的供油条件。

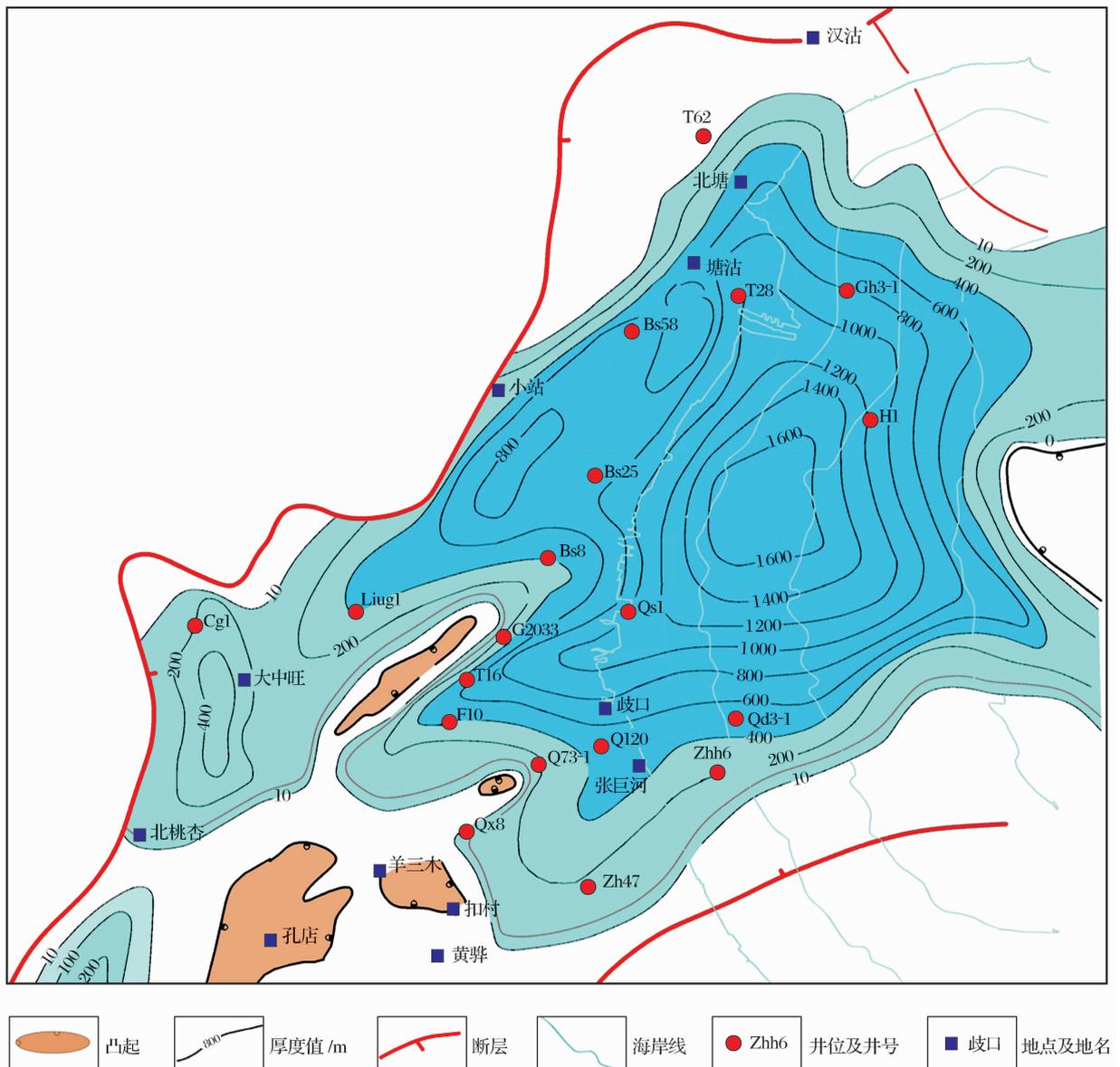


图 8 歧口凹陷沙三段暗色泥岩等厚线特征

通过分析,研究区存在3种类型原油:一是在北部的周青庄的箕状凹陷区的轻质中低粘度常规油,原油甾烷具有“L”型指纹特征,伽马蜡烷含量低,为高成熟原油,与研究区沙三段的生油岩具有亲缘关系,说明沙三段近岸水下扇砂体夹持于沙三段生油岩之内,油气主要来自本地,属于自生自储油气藏(表1);二是在二级坡折带斜坡扇区的轻质中粘常规油,原油甾烷具有“V”字型指纹特征,伽马蜡烷含量低,与歧北主凹生油岩具有亲缘关系,说明二级坡折带斜坡区原油主要来自于歧北凹陷;三是在南部的王徐庄地区的中质中粘度常规油,伽马蜡烷含量高,说明当时为咸水环境,与歧南次凹沙三段生油岩的沉

积环境是一致的,证实油气来自歧南凹陷,沿着南大港断层向上运移,在沙三段滩坝砂体中聚集成藏。

### 5 有利勘探区带

受坡折带及砂体的控制,歧北斜坡不同部位存在不同类型的地层岩性油气藏:一级坡折带形成地层超覆油气藏,二级坡折带形成上倾尖灭的构造一岩性油气藏及孤立砂岩体岩性油气藏(图9)。歧北次凹沙三段生油岩早期排烃首先沿着大断层及不整合面运移,在斜坡扇砂体里聚集,受反向断层遮挡在高斜坡断槽区油气难以注入,从而在二级坡折带形成沿反向断层展布的含油区带,随着向歧北次凹主

表1 歧北地区原油性质统计数据

区块	井号	层位	原油分析					
			比重(D420)	粘度(50℃)/(Pa·s)	含蜡/%	含硫/%	凝固点/℃	含胶量/%
周青庄	Xq24	沙三	0.834 1	3.87	10.36	0.086 5	18	6.27
	Q421	沙三	0.829 7	3.14	6.72	0.061 5	23	6.6
	Q410	沙三	0.832 8	3.46	0.89	0.079 4	21	6.18
	Bin23x1	沙三	0.81	4.69	11.34	0.08	23	17.63
斜坡区	Qb3	沙三	0.842 0	8.71	14.71	0.041 2	31	4.20
	Gs27	沙三	0.855 7	8.78	15.56	0.088 7	29	8.93
	Bin28x1	沙三	0.825 7	4.45	12.55	0.1	27	11.52
王徐庄	Q633	沙三	0.926 9	69.09	4.31	0.235 3	-29	14.65
	Q634	沙三	0.921 4	54.72	3.83	0.257 8	-32	19.56
	Q664	沙三	0.928 1	63.46	5.88	0.216 2	-23	21.9

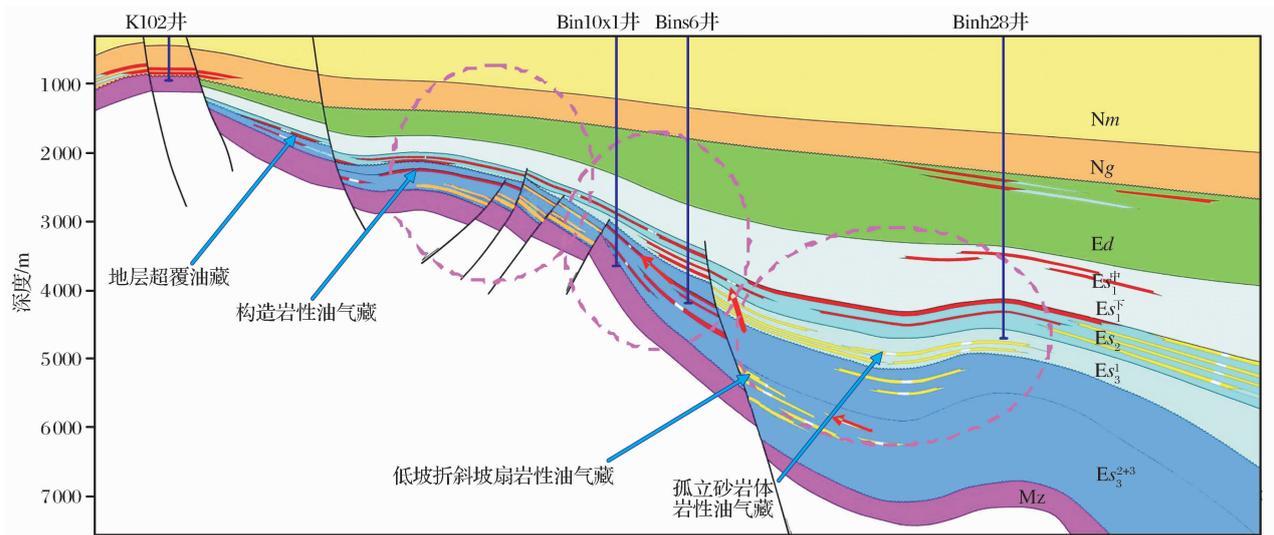


图9 歧北斜坡成藏模式

体埋深逐渐加大,受超压作用,油气在孤立砂体及薄层滩砂内聚集,形成孤立砂岩体油气藏。

研究表明,进一步明确了歧北斜坡有利的勘探

区带,即围绕二级坡折带寻找沙三段斜坡扇、断坡扇岩性油气藏及沙二段沿岸砂坝岩性油气藏;应整体评价北部近岸水下扇,寻找构造及构造一岩性油气

藏。这样可形成含油连片的探明含油区带。

## 6 结论

歧北斜坡从东向西具有三级坡折带,在坡折带控制下发育多种沉积体系,形成多种类型岩性圈闭,同时研究区及其周边还发育有以沙三段暗色泥质岩为主的多套烃源岩,具备形成大规模岩性油气藏的物质基础。岩性油气藏将是歧北斜坡今后主要的勘探领域,而有利的勘探区带则是围绕二级坡折带寻找沙三段斜坡扇、断坡扇岩性油气藏及沙二段沿岸砂坝岩性油气藏以及北部近岸水下扇寻找构造及构造—岩性油气藏。

### 参考文献:

- [1] Chen Qilin, Yang Zhanlong. Exploration techniques in lithologic reservoirs[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2006, 17(5): 616-621. [陈启林, 杨占龙. 岩性油气藏勘探方法与技术[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(5): 616-621.]
- [2] Yang Zhanlong, Chen Qilin, Guo Jingyi, *et al.* The study of geology course and experiment smulation for forming ultra-low water saturation in tight sandstones gas reservoirs[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2005, 16(2): 181-185. [杨占龙, 陈启林, 郭精

义,等. 胜北洼陷岩性油气藏成藏条件特殊性分析[J]. *天然气地球科学*, 2005, 16(2): 181-185.]

- [3] Liu Zhen, Zhao Yang, Liang Quansheng, *et al.* The Formation and Concentration the Subtle Reservoir[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007: 71-83. [刘震, 赵阳, 梁全胜, 等. 隐蔽油气藏形成与富集[M]. 北京: 地质出版社, 2007: 71-83.]
- [4] Wang Lin, Wu Wei. The beach-bar's sedimentary character and hydrocarbon's reservoir-forming rules in Fuxing sag[J]. *Inner Mongolian Petrochemical Industry*, 2007, (11): 262-266. [王林, 吴伟. 博兴洼陷滩坝砂沉积特征及油气成藏规律[J]. 内蒙古石油化工, 2007, (11): 262-266.]
- [5] Jia Chengzao, Zhao Wenzhi, Zou Caineng, *et al.* The Geologic Theory and Exploration Technology of the Lithologic Reservoir[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, Geological Publishing House, 2008: 80-94. [贾承造, 赵文智, 邹才能, 等. 岩性油气藏地质理论与勘探技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 地质出版社, 2008: 80-94.]
- [6] Zhou Lihong, Li Yong, Wang Zhensheng, *et al.* The Sedimentary System and Reservoir-Forming Dynamics of the Gentle Slope Zone in Continental Downfaulted Basin—an Example from Huanghua Depression[M]. Beijing: Science Press, 2009: 255-334. [周立宏, 李勇, 王振升, 等. 陆相断陷盆地缓坡带沉积体系与成藏动力学——以黄骅拗陷为例[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 255-334.]

## Conditions of Lithologic Reservoir Formation and Favorable Selection of Exploration Area in North Slope of Qikou Sag

HAN Guo-meng, SI Wei-liu, SHI Qian-ru, ZHANG Li-hua, ZHOU Ke-jia, WANG Yong

(Research Institute of Exploration and Development, Dagang Oilfield Company, PetroChina, Tianjin 300280, China)

**Abstract:** In Shahejie Formation of the north slope in Qikou sag, kinds of sedimentary systems are developed, with varied types of sand bodies. The abundant hydrocarbon resources exist in this area. In this paper, we discuss the reservoir formation (i. e. source rock, reservoir features, hydrocarbon migration, trap, and process of hydrocarbon accumulation) in the north slope in Qikou sag, and elucidate the slope-break controlling sand bodies. It has proved that the condition of hydrocarbon accumulation exists in this area. Then, we set up the model of hydrocarbon accumulation in slop-break zones, and forecast the favorable exploration area and preferential exploration direction of lithologic reservoirs.

**Key words:** North slope in Qikou sag; Reservoir accumulated condition; Lithologic reservoirs; Favorable exploration area.