

珠江口盆地西部潜山油气成藏条件与勘探实践

陈林, 邓勇, 李明, 胡德胜, 孙文钊, 童传新, 刘昆

中海石油(中国)有限公司湛江分公司, 广东湛江, 524057

关键词: 珠江口盆地西部; 古潜山; 火成岩; 储层特征; 成藏模式

潜山是油气勘探中重要的圈闭类型, 近年渤海湾盆地潜山获丰富油气发现(邓运华, 2015; 叶涛等, 2021), 潜山成为中国近海油气勘探储量增长点。珠江口盆地位于南海北部海域, 为新生代陆缘拉张型断陷盆地。珠江口盆地西部文昌凹陷是主要生烃凹陷(陈林等, 2021), 凹陷周缘发育琼海凸起、神狐隆起、阳江低凸起等多个大型正向构造单元, 潜山勘探潜力大, 是重要勘探领域。早期兼探前古近系潜山未获油气发现, 主要面临岩性复杂, 潜山储层与成藏机制认识不清, 制约油气勘探。本文利用三维地震、钻井和实验分析等资料, 通过薄片鉴定、锆石测年、元素分析、地震相对比等方法, 系统研究潜山储层与成藏条件, 建立潜山成藏模式, 指导该区潜山油气勘探。

1 潜山岩性特征

珠江口盆地西部前古近系潜山基底岩石类型多样, 主要为火成岩, 少量砂岩, 其中火成岩包括岩浆侵入岩和火山喷出岩。侵入岩主要为花岗岩, 少量花岗闪长岩。喷出岩主要为英安岩和流纹岩、凝灰岩, 流纹岩常具有流纹构造, 岩石多发育霏细结构、少见斑状结构, 斑晶主要为长石和石英。此外, 局部区域见前古近系砂岩, 砂岩碎屑结构明显, 分选磨圆中等, 成分主要是石英、长石和岩屑, 岩屑主要为喷出岩, 颗粒风化明显。

锆石 U-Pb 同位素测年表明研究区潜山地层发育于侏罗纪和白垩纪, 其中侵入花岗岩形成时间主要分布于 146~156 Ma 和 110 Ma, 火山喷出岩形成时间主要分布于 141~160 Ma 和 105 Ma (表 1), 形成于侏罗纪和白垩纪燕山运动。通过少量井锆石测年和地层接触关系, 砂岩主要分布在白垩纪喷出岩之下, 为中侏罗系沉积岩。基底不同类型岩性单

元地震反射特征差异, 沉积岩地震反射特征主要表现为层状连续、平行、中强反射, 地震同相轴分布稳定, 局部暴露于基底表层; 花岗岩地震反射特征主要为低频—弱连续或高角度网格状反射结构、振幅中等—强; 流纹岩—火山角砾岩主要为高频—弱连续、杂乱—亚平行、中振幅地震反射; 凝灰岩主要为中低频、亚平行、中—弱振幅地震反射。井—震结合预测基底岩性平面分布, 琼海凸起主要为喷出岩流纹岩、凝灰岩和火山角砾岩, 局部出露中生界沉积岩。珠三南断裂带—神狐隆起基底主要以侵入花岗岩, 局部发育喷出岩流纹岩、凝灰岩和中侏罗系沉积岩。阳江低凸起岩性主要为花岗岩, 局部流纹岩和凝灰岩。由于地震反射特征与基底岩性、上覆地层及地震资料品质相关, 因此, 无井区岩性预测存在一定的不确定性。

表 1 潜山岩性与锆石 U-Pb 同位素测年表

构造带	井名	井深(m)	岩性	U-Pb 测年 (Ma)
阳江凸起	D21-1-1	1656	流纹岩	105.0±1.5
	D26-1-1	1703	凝灰岩	105.5±5.1
	D2-1-1	3641	花岗闪长岩	146.1±5.8
琼海凸起	D8-2-1	2730	流纹岩	140.9±3.0
	D13-2-1	1393	流纹岩	146.7±1.5
	D13-1E-1	2022	流纹岩	149±1.5
神狐隆起	D1-1-1	1904	流纹质凝灰岩	148.0±2.3
	D16-2-2	2244	砂岩	164±1.2
	D15-1-3	1480	花岗岩	110.7±2.9
	D14-3N-1	3464	花岗岩	152.4±1.6
	D16-1-1	2079	凝灰岩	156.9±4.8

2 潜山储层类型

潜山储层类型以裂缝型储层为主, 储集空间主要为裂缝, 少量溶蚀孔隙。其中花岗岩主要为微裂缝和裂缝伴生的溶孔, 孔隙发育较少; 流纹岩为酸性火山熔岩, 见长石和石英斑晶, 储集空间为裂缝, 少量伴生扩溶缝和斑晶溶孔; 凝灰岩多为隐晶质凝灰岩, 少量晶屑凝灰岩, 基本无孔隙。常规物性测试结果表明花岗岩和流纹岩储层物性较致密, 孔隙

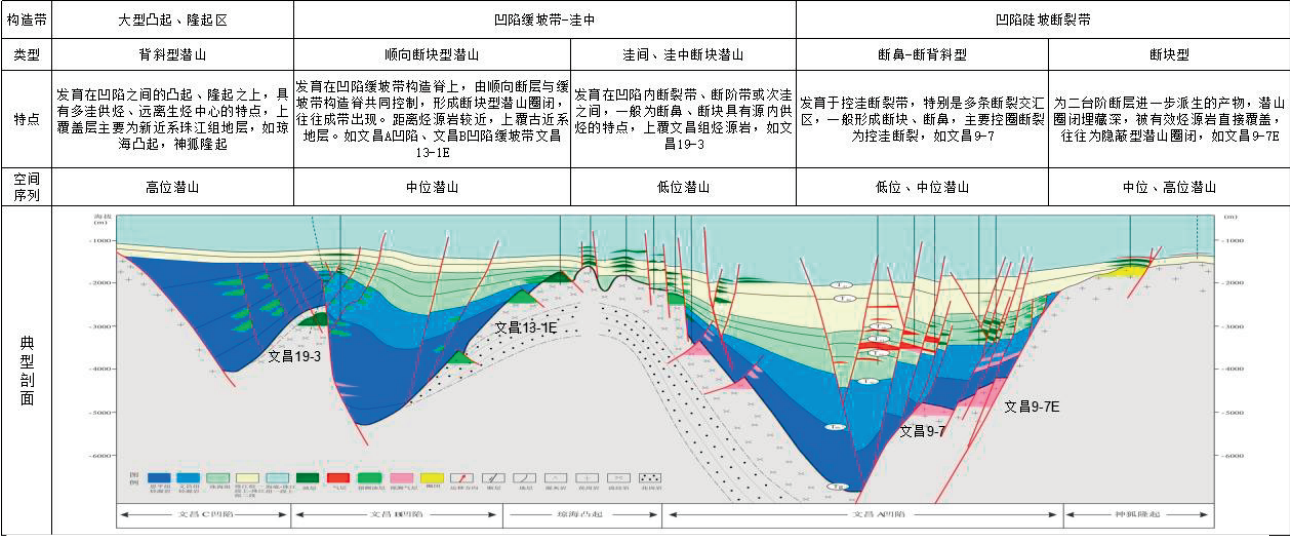


图1 珠江口西部潜山类型与成藏模式图

度分布于 0.3%~11.5%，平均 4.1%，渗透率一般小于 $0.05\times10^{-3}\mu\text{m}^2$ ，部分样品发育裂缝和溶孔，渗透率可达 $40.4\times10^{-3}\mu\text{m}^2$ 。储层主要受裂缝控制，纵向上靠近基底顶面 50~100 m，裂缝发育密度较大，裂缝密度平均 2~5 条/m，距离基底顶面越深，裂缝发育程度明显降低至 0~2 条/m，平面上靠近基底断裂带，裂缝发育程度高。

3 潜山成藏模式

潜山与烃源位置关系、盖层厚度和储层共同控制潜山油气成藏。断裂带、斜坡区和凸起区潜山油气成藏条件存在差异。琼海凸起紧邻文昌凹陷，已证实为原油富集区，潜山上覆珠江组发现多个大中型油田，但潜山钻井仅少量油气显示，无油层发现，主要原因是珠江组二段砂岩发育，砂地比 60%~70%，潜山缺乏有利盖层；且基岩主要为流纹岩，局部发育少量裂缝，盖层和储层控制琼海凸起潜山油气成藏。文昌凹陷缓坡带发育中位和低位潜山，靠近烃源岩，上覆恩平组浅湖相泥岩盖层和珠海组潮坪泥岩盖层，在构造脊区油气汇聚成藏，钻井获得厚层油层，储层和汇聚条件控制斜坡区潜山油气成藏。珠三南断裂带发育断块潜山，潜山岩性纵向多层结构，上部发育厚层凝灰岩，厚度 50~150 m，中部发育流纹岩、英安岩，厚度 150~200 m，深部发育花岗岩、闪长岩，厚度超过 200 m。文昌 19-3 为凹陷间低位潜山，上覆地层为恩平组、文昌组，潜山与成熟烃源岩对接，油气直接充注；钻井揭示上部为凝灰岩，下部为流纹岩、英安岩，局部发育裂缝。通过烃源岩和油气运移条件分析，建立

断裂带潜山“源—储对接”和斜坡区潜山“构造脊—区域盖层”两类油气运移成藏模式（图 1），文昌凹陷南断裂带潜山和缓坡带构造脊前排近源断阶潜山是勘探有利区带。在以上认识的指导下，珠江口盆地西部潜山首次获得油层，在文昌凹陷斜坡区文昌 13-1E 钻遇为含角砾流纹岩，发育裂缝型储层，获油层 56 m，在南断裂带文昌 19-3 钻遇裂缝型储层，获油层 65 m。珠江口盆地西部火成岩潜山勘探仍存在裂缝型储层分布预测难题。

参 考 文 献 / References

邓运华. 2015. 渤海大中型潜山油气田形成机理与勘探实践. 石油学报. 36(3): 253~261.

高阳东, 张向涛, 张丽丽, 吴哲, 劳妙姬, 李洪博, 吴婷婷. 2022. 珠江口盆地中生代陆缘岩浆弧地质特征及构造背景. 地球科学, 47(7): 2317~2327.

陈林, 范彩伟, 刘新宇, 李明, 雷明珠. 2021. 珠江口盆地西部文昌 A 凹陷油气富集规律与有利勘探方向. 中国海上油气. 33(5): 14~23.

叶涛, 牛成民, 王清斌, 代黎明, 李飞. 2021. 渤海湾盆地大型基岩潜山储层特征及其控制因素——以渤中 19-6 凝析气田为例. 地质学报. 95(6): 1889~1902.

CHEN Lin, DENG Yong, LI Ming, HU Deshen, SUN Wenzhao, TONG Chuanxin, LIU Kun: Hydrocarbon accumulation condition of buried hill and exploration practice in the western of Pearl River Mouth Basin

Keywords: Western the Pearl River Mouth Basin; buried hill; igneous rock; reservoir characteristics; hydrocarbon accumulation mode