

四川东北部长兴-飞仙关组沉积相展布及储层发育

刘文波¹ 汪益宁² 赖枫鹏³

(中国石化集团国际石油勘探开发有限公司¹, 北京 100083;

华油地智能源工程技术中心², 北京 100083; 中国地质大学能源学院³, 北京 100083)

摘要 四川盆地东北部长兴-飞仙关组是近年来我国发现的重要天然气储集层, 已成为我国油气的重点勘探地区之一。通过对川东北长兴-飞仙关组地层沉积相特征的分析, 探讨其储层发育的机制。研究发现, 川东北地区长兴-飞仙关组主要发育有陆棚、缓坡、开阔台地、局限台地及台地边缘礁滩等沉积单元, 台地边缘礁滩相为该区最有利的储层微相, 礁、滩相发育有关的各种颗粒岩、泥粒岩或鲕粒岩, 经白云石化和选择性埋藏溶解作用形成的各种次生孔、洞、缝的储渗体, 它们被周围致密岩体的包围、封堵及上覆含泥质、膏质岩层封盖而形成圈闭。

关键词 沉积相 储层 发育 长兴-飞仙关组 川东北

中图法分类号 TE122.11;

文献标志码 B

四川盆地东北部长兴-飞仙关组是近年来我国发现的重要天然气储集层, 可采储量已达到 $5\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右, 川东北已成为我国油气的重点勘探地区之一。川东北地区长兴-飞仙关组主要发育有陆棚、缓坡、开阔台地、局限台地及台地边缘礁滩等沉积单元。普光、罗家寨、渡口河、铁山坡等大气藏都位于碳酸盐台地边缘礁滩相, 海平面的多旋回升降造就了该区沉积巨厚的台地边缘高能鲕粒碳酸盐岩, 勘探证实这类高能环境下发育的粗结构颗粒岩最易形成优质储层; 而成岩过程中的埋藏白云化作用及多期溶蚀是川东北构造储层储集性能进一步优化的关键因素。本次通过对川东北长兴-飞仙关组地层沉积相特征的分析, 探讨其储层发育的机制。

1 长兴-飞仙关组沉积相展布特征

1.1 长兴期

四川盆地东北部, 长兴期主要发育有陆棚、开阔台地、局限台地及台地边缘礁滩等沉积相单元^[1-3](图1)。



图1 四川盆地东北部长兴组岩相古地理图

2011年6月22日收到, 6月29日修改

第一作者简介: 刘文波(1966—), 男。石油大学(华东)勘探系石油地质专业学士。E-mail: linwenbo_beijing@163.com。

四川北部及东部地区下沉快, 早期为浅海陆棚沉积环境, 沉积吴家坪组含燧石结核灰岩; 晚期发

生分化,局部地区快速下沉,成为深水盆地,沉积大隆组硅质岩,部分地区下沉慢,为台地沉积环境,沉积长兴组碳酸盐岩。台地与盆地间地形坡度小,表现为碳酸盐缓坡沉积模式,在台地边缘发育有生物礁及浅滩相,沉积生物碎屑灰岩、砂屑灰岩,生物礁虽小,但与其共生的浅滩面积广,形成规模巨大的台缘礁滩相白云岩组合储层,该储层沿东部及北部台地边缘分布。主要分布在鄂西陆棚及广旺陆棚边缘,分布在通江-开县碳酸盐台地东西两侧。东侧礁滩组合相带出露于盘龙洞、羊古洞、开县红花及马槽等地,推测该相带要向北西及南东延伸,在区内延伸约 150 km,最宽 20 km。

边缘礁的礁组合厚度一般较大,如五百梯构造的天东礁各井的礁组合厚度一般大于 100 m。但纵、横向各礁井的礁组合变化也大,构造顶部的天东 10 井的礁核相不仅层位靠下,而且有 2 个礁核相,而位于构造南东翼的天东 11 井、天东 21 井和天东 53 井则只有 1 个礁核相,且层位偏上,表明同一个礁体的发育在纵横向都很不一致,其形态也很不规则。但由于是一个礁体,气藏可能具有统一的压力系统,据王一刚等的资料,天东 10 井与天东 21 井相距 6.7 km,其折算地层压力却相等,说明该礁气藏的储集层相互连通、礁储集层较好。

1.2 飞仙关期

飞仙关组期基本继承了长兴期岩相古地理格局,为一高两低地貌景观。相带北西南东展布,中部地势高,为台地蒸发岩,两边地势低,为开阔台地。发育有开阔台地、浅滩及台地蒸发岩等相单元。

早三叠世飞一时,北部广旺陆棚逐渐变浅,由深水盆地相演变为缓坡相,缓坡上沉积泥晶灰岩、泥灰岩夹少量钙屑浊积岩及碎屑流,南部地区为开阔台地环境,沉积泥晶灰岩、泥灰岩;飞二时,全区海平面有所下降,北部广旺陆棚完全关闭,通南巴地区演变为潮坪-泻湖沉积环境,沉积紫红色泥岩、泥灰岩。南部渡口河、普光、毛坝等地区,可能由于基底隆升成为隆起区,早期为浅滩沉积环境,沉积鲕粒灰岩、砂屑灰岩,晚期海平面下降,浅滩暴露,发生溶蚀作用,形成残余鲕粒灰岩、溶孔灰岩等

孔隙度高的岩石,隆起区四周低洼地区为开阔台地沉积环境,沉积大套灰岩为主;飞三时,川东北地区发生海侵作用,浅滩向西北方向迁移,通南巴地区发育大规模浅滩,沉积亮晶鲕粒灰岩、亮晶砂屑灰岩为主。宣汉-达县地区为开阔台地沉积环境,以沉积泥晶灰岩、泥灰岩为主;飞四时,由于海平面下降,全区演变为台地蒸发岩-局限台地沉积环境,沉积紫红色泥岩、泥灰岩、石膏及白云岩(图 2)。

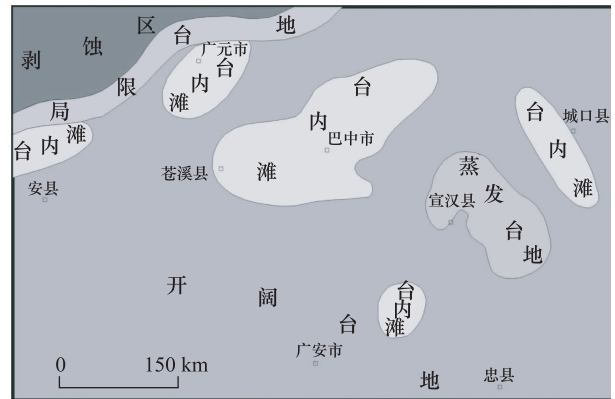


图 2 四川盆地东北部飞仙关组一、二段岩相古地理图

2 长兴-飞仙关组储层发育特征及孔隙类型

川东北长兴-飞仙关组储层沉积相特征分析表明,台地边缘礁滩相为该区最有利的储层微相,礁、滩相发育有关的各种颗粒岩、泥粒岩或鲕粒岩,经白云石化和选择性埋藏溶解作用形成的各种次生孔、洞、缝的储渗体,它们被周围致密岩体的包围、封堵及上覆含泥质、膏质岩层封盖而形成圈闭^[4,5]。

表 1 所示,长兴组生物礁滩具有产能较高、稳产期长、规模成藏的特点。该储层往往发育于台地向盆地过渡的台地边缘相带,勘探程度较高的开江-梁平东侧,已发现普光礁、七北礁、黄龙礁、天东礁、铁山礁、云安礁及龙岗礁等 7 个边缘礁气藏,预测总储量可达 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上。主要的储集空间为晶间孔、粒内孔、粒间溶孔、铸模孔、溶洞等,是溶蚀和白云岩化两种成岩作用的产物。长兴组表现出孔隙发育的特征,同时又有较好的溶蚀孔发育,形成孔隙-裂缝型储层。储层孔隙度较高,为 1.1% ~

23.1%,平均值为7.33%,渗透率为 $0.0183\times10^{-3}\sim9\,664.887\times10^{-3}\,\mu\text{m}^2$,平均值为 $173.0\times10^{-3}\,\mu\text{m}^2$ 。

与长兴组生物礁类似,飞仙关组鲕粒白云岩储层也主要发育于台地边缘隆起的高地处。如东北侧的普光、铁山坡、罗家寨和渡口河等气田,储层质量较好,一般为Ⅰ—Ⅱ类储层;纵向上,储层主要集中在分布在飞一段—飞二段的白云岩中,单层厚度(10~50)m,最厚可达80余米;以及在通南巴东北部发现飞三段的河坝气藏。岩性为鲕粒白云岩、残余鲕粒白云岩、砂砾屑灰岩、砂屑泥晶白云岩和白

云化鲕粒灰岩等,其中鲕粒白云岩和残余鲕粒白云岩是最主要的两种类型。飞仙关组储层物性以中孔中渗、高孔高渗储层为主,储集性能较好。飞仙关组储层段孔隙度介于(2~28.86)%,平均为8.11%,主要介于(6~12)%。渗透率变化大,最小值为 $0.0112\times10^{-3}\,\mu\text{m}^2$,最大值可达 $3354\times10^{-3}\,\mu\text{m}^2$,以大于 $1.0\times10^{-3}\,\mu\text{m}^2$ 占优势,具有较好的渗透性。主要的储集空间为孔隙与裂缝及其组合,是后生成岩作用的产物

表1 川东北礁滩-白云岩储层综合评价表

层位	岩性	沉积相	物性	白云石化	溶蚀作用	储层分类	储集类型	储层分布	综合评价
飞仙关组	溶孔鲕粒白云岩	边缘鲕粒滩	极好好	埋藏云化	强	Ⅰ—Ⅱ类	溶孔型	达县-宣汉地区、通南巴	最有利储层
	白云岩、鲕粒灰岩	蒸发坪	较好	埋藏云化	强—中等	Ⅱ—Ⅲ类	裂隙-孔隙型	东北部西向走廊带	有利储层
	鲕粒灰岩	鲕粒滩	较差	无云化现象	中等—弱	Ⅲ—Ⅳ类	孔隙-裂缝型	通南巴及其西部地区	较差储层
长兴组	礁白云岩、鲕粒白云岩	礁滩相	中等至较好	埋藏云化	强—中等	Ⅰ—Ⅱ类	溶孔型	达县-宣汉地区、通南巴	最有利储层
	砂屑白云岩、泥微晶白云岩	局限台地蒸发坪	中等	埋藏云化	强—中等	Ⅱ—Ⅲ类	裂缝—孔隙型	东北部西向走廊带	有利储层
	海绵礁灰岩、灰岩	生物礁、开阔台地	较差	无云化现象	弱	Ⅲ—Ⅳ类	裂缝型	通南巴构造东北部地区	较差储层

3 结论

川东北地区长兴-飞仙关组主要发育有陆棚、缓坡、开阔台地、局限台地及台地边缘礁滩等沉积单元。海平面的多旋回升降造就了该区沉积巨厚的台地边缘高能鲕粒碳酸盐岩,川东北长兴-飞仙关组储层沉积相特征分析表明,台地边缘礁滩相为该区最有利的储层微相,礁、滩相发育有关的各种颗粒岩、泥粒岩或鲕粒岩,经白云石化和选择性埋藏溶解作用形成的各种次生孔、洞、缝的储渗体,它们被周围致密岩体的包围、封堵及上覆含泥质、膏质岩层封盖而形成圈闭。

参 考 文 献

1 马永生,牟传龙,离彤楼,等. 四川盆地东北部长兴组层序地层与储层分布. 地学前缘(中国地质大学), 2005; 12(3): 179—185

2 黄尚瑜,宋焕荣. 油气储层的深岩溶作用. 沉积学报, 1997; 16(3): 2—10

3 牟传龙,马永生. 川东北地区上二叠统盘龙洞生物礁成岩作用研究. 沉积与特提斯地质, 2005; 25(2): 10—12

4 苏立萍,罗平. 川东北罗家寨气田下三叠统飞仙关组鲕粒滩成岩作用. 古地理学报, 2004; 6(2): 21—23

5 林峰,王廷栋. 四川盆地碳酸盐岩储层中固体运移沥青的性质和成因. 矿物岩石地球化学通报, 1998; 17(3): 54—56

Northeast Sichuan Changxing-Feixianguan Sedimentary Facies and Reservoir Development

LIU Wen-bo¹, WANG Yi-ning², LAI Feng-peng³

(Sinopec International Petroleum Exploration and Production Corporation¹, Beijing 100083, P. R. China;
Center of Intelligence Sources Engineering², Beijing 100083, P. R. China;
School of Energy Resources, China University of Geosciences³, Beijing 100083, P. R. China)

[Abstract] Xing Northeastern Sichuan Basin-Feixianguan is found in China in recent years, an important gas reservoir, has become the focus of China's oil and gas exploration areas. Through the northeastern Sichuan Changxing-Feixianguan sedimentary facies analysis, reservoir development to explore its mechanism. The study found that in the northeastern Sichuan Changxing-Feixianguan mainly developed with shelf, slope, open platform, restricted platform and platform margin depositional units such reef, platform margin reef area with the most favorable reservoir facies, reef, shoal development on a variety of rock particles, soil particles or rock oolite, buried by selective dolomitization and dissolution to form a variety of secondary holes, holes, seam seepage reservoir body. They are surrounded by dense rock body surrounded by block and overlying argillaceous, cream quality rock blocks formed traps.

[Key words] facies reservoir development Changxing-Feixianguan Northeast Sichuan

(上接第 6945 页)

- 4 扈玉红,左东风,李东平. 延长胃管置入长度对改善胃肠减压效果的作用. 中国实用护理杂志, 2006; 22(7): 42
- 5 吴继红,陈学茹,林建山,等. 胃肠减压患者胃管留置长度与身高相关性的临床研究. 中国实用护理杂志, 2007; 23(7): 35—36
- 6 鞠贞会,周进英. 口含维生素 C 片插胃管效果观察. 中国实用护理杂志, 2005; 21(8): 35
- 7 刘玉芬,田 萌,梅 嶸. 胃癌手术患者不同途径留置胃肠减压效果的比较. 中华护理杂志, 2008; 43(4): 299—302

Clinical Study of Different Methods of Indwelling Catheterization in Patients Underwent Gastro-intestinal Decompression

PAN Li-ru, MU Lei, XUE Xiang-xiang

(Department of General Surgery, PLA General Hospital, Beijing 100853, P. R. China)

[Abstract] This study was performed to evaluate the effects of the improved method of gastrointestinal decompression catheterization. 120 patients before operation who need gastrointestinal decompression were divided randomly into the control group and experimental group. The traditional method was performed in control group($n=60$), and the improved method was performed in experimental group($n=60$). Rapidness, success ratio, comfortability and decompression effect in two groups were compared. It is resulted that improved method is superior to traditional method in rapidness, in success ratio, comfortability and decompression effect. It is concluded that improved method is superior to traditional method.

[Key words] catheterization gastrointestinal decompression effect