

黔南地区下寒武统牛蹄塘组页岩气顶底板特征研究

门玉澎^{1,2}, 闫剑飞^{1,2}, 戚明辉³, 熊国庆^{1,2}, 马龙^{1,2}, 杨菲^{1,2}, 康建威^{1,2}

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081; 2. 沉积盆地与油气资源重点实验室, 四川 成都 610081; 3. 四川省科源工程技术测试中心, 四川 成都 610071)

摘要:下寒武统牛蹄塘组顶底板条件是评价区域页岩气保存条件的重要因素之一。本研究在对黔南地区地表剖面和钻井资料分析的基础上,将该区域牛蹄塘组底板按岩性分为溶孔白云岩区、硅质岩-白云岩混合区和硅质岩区三个岩性组合类型区。硅质岩区具有超低孔、超低渗、高突破压力的特征,对页岩气的封存效果好,底板条件好;硅质岩-白云岩混合区由于白云岩具有溶蚀孔洞且低突破压力的特征,对上部页岩气封堵效果较差,底板条件较差;溶孔白云岩之上存在的暴露不整合面是页岩气散失重要通道,底板条件差。顶板按岩性分为泥岩区和灰岩区,其中泥岩区具有低孔、低渗、高突破压力的特征,顶板条件好,灰岩区次之。以底板为主控因素,综合顶板条件,综合研究结果认为岑巩-三都以东地区顶底板条件好,瓮安-福泉以西顶底板条件较差。黔南地区经历多期次构造运动,泥岩、硅质岩、灰岩在构造抬升改造后易产生裂缝,使得其对页岩气封盖能力变差,提出瓮安-福泉以东构造稳定区是牛蹄塘组页岩气顶底板条件较有利区。

关键词:黔南;页岩气;顶底板;突破压力;硅质岩

中图分类号:TE132.2

文献标识码:A

中上扬子地区下寒武统牛蹄塘组具有丰富的页岩气资源潜力^[1-3],已在四川盆地内威远、井研-犍为地区钻遇工业气流,多地勘探发现页岩气显示或低产气流。国内众多学者认为牛蹄塘组页岩气的保存条件是制约页岩气勘探的重要因素^[4-8]。与龙马溪组页岩气保存条件相比,构造改造强度、有机质成熟度以及顶底板条件可能是牛蹄塘组页岩气保存条件更应该考虑的评价指标。其中,顶底板对页岩气是否构成一个封闭的环境以防止气体逸散是保存条件中很重要的一个评价指标^[9-10]。胡东风等人认为牛蹄塘组与灯影组平行不整合面也是页岩气散失的主要通道^[4]。

黔南地区牛蹄塘组页岩气物质基础好^[11-14],顶底板条件分析是评价研究区页岩气保存条件的关键,对优选黔南地区页岩气勘探有利区具有重要指导意义。本研究通过对黔南地区牛蹄塘组钻井资料和地表调查分析,总结富有机质泥页岩顶底板岩性特征,结合孔渗物性特征和突破压力参数优选顶底板发育有利区,为研究区页岩气保存条件评价提

供重要参数。

1 页岩气地质背景

受宜昌下寒武统页岩气“古隆起边缘成藏模式”启示^[15],黔中隆起和雪峰隆起边缘是寻找页岩气富集的重点区域。黔南地区横跨黔中隆起、黔南拗陷、武陵拗陷和雪峰隆起构造带(图1)。在黔南拗陷、武陵拗陷地区牛蹄塘组富有机质泥页岩发育,钻井揭示龙里地区厚度不足20米^[14],余庆-黄平-三都地区厚达百米,尤其三都以东地区渣拉沟组富有机质泥页岩厚达200-300米,镇远-岑巩地区厚度介于40-60米,呈现出自北西向南东方向富有机质泥页岩厚度增厚趋势(图1)。

研究区深大断裂有镇远-贵阳断裂、紫云-罗甸断裂和铜仁-三都断裂,具有形成时间早、深达基底、控相性特征。次级断裂以南北向逆断层为主,发育在背斜核部区域,形成于燕山-喜山期,对牛蹄塘组页岩气保存影响巨大。残留牛蹄塘组主要分布在雪峰隆起西侧,局部地区背斜核部牛蹄塘

收稿日期:2019-10-09; **改回日期:**2020-01-10

作者简介:门玉澎(1981-),男,高级工程师,从事页岩气资源评价研究。E-mail:404582779@qq.com。

资助项目:中国地质调查局“贵州凯里-都匀地区页岩气地质调查”(DD20190722)资助。

组剥蚀殆尽。牛蹄塘组富有机质泥页岩埋藏深度与断裂和上覆地层厚度、构造形态有关。距离断层较远、地层产状平缓、早古生代地层出露地区牛蹄塘组底板埋藏深度普遍小于4000米,如岑巩、黄平、麻江、龙里等地区(图1)。

2 底板特征

2.1 底板岩性特征

福泉桅杆坪和瓮安骆背剖面揭示牛蹄塘组富有机质泥页岩与灯影组溶孔白云岩呈暴露不整合接触,白云岩之上可见厚约3厘米-10厘米风化壳,无硅质岩沉积(图2)。余庆小腮、麻江基东和镇远报京剖面富有机质泥页岩与溶孔白云岩间沉积薄层状硅质岩(图2)。镇远大坪、黑岩、律令以及天柱大河边富有机质泥页岩底部与硅质岩整合接触,不发育溶孔白云岩(图2)。

综合上述不同剖面点底板岩性分布,牛蹄塘组底板岩性受晚震旦世灯影期和寒武纪早期古地理环境控制^[16-18,30]。灯影期研究区自西向东由碳酸盐岩台地相变为大陆架斜坡-盆地相,沉积物由白云岩相变为硅质岩,桐湾运动导致台地相碳酸盐岩

隆升地表遭受剥蚀。寒武纪早期海水自东向西逐步上超于灯影期碳酸盐岩之上,沉积环境自西向东由深水陆棚相变为大陆架斜坡-盆地相,沉积物由炭质泥岩相变为硅质岩、炭质泥岩。研究区牛蹄塘组底板自西向东亦具有不同的岩性组合。瓮安-福泉-龙里以西地区灯影期岩性以白云岩为主,经桐湾运动抬升暴露溶蚀形成溶孔白云岩。寒武纪早期继承灯影期古地貌,在海侵背景下沉积物以暗色泥页岩为主。瓮安-龙里以东、镇远-三都以西地区灯影期岩性以白云岩为主,具有丰富溶蚀孔洞,顶部轻微硅化。寒武纪早期水体较深,以薄层状硅质岩为主。该区硅质岩厚度普遍小于20米,硅质岩下部地层为灯影组溶孔白云岩。镇远-三都以东地区灯影期岩性以薄-中层状硅质岩为主,寒武纪早期岩性为薄层状硅质岩。该地区硅质岩总体厚度20-40米。

2.2 底板物性特征

根据范明等学者对泥岩的封盖能力研究^[19-28],本文对牛蹄塘组富有机质泥页岩下部底板硅质岩和白云岩进行分区采样,进行孔隙度、渗透率和突破压力测试(表1),探讨非泥岩底板对页岩气的封

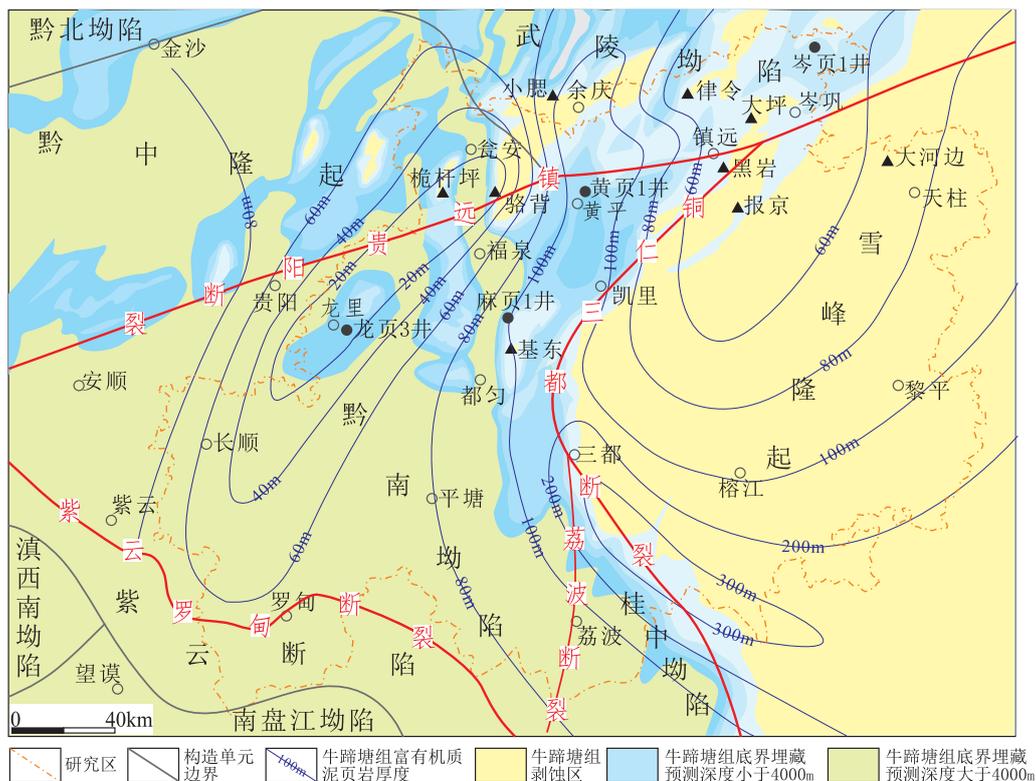


图1 研究区构造单元划分及观察点分布图

Fig. 1 A map of structural unit division and distribution of data location in Qiannan area

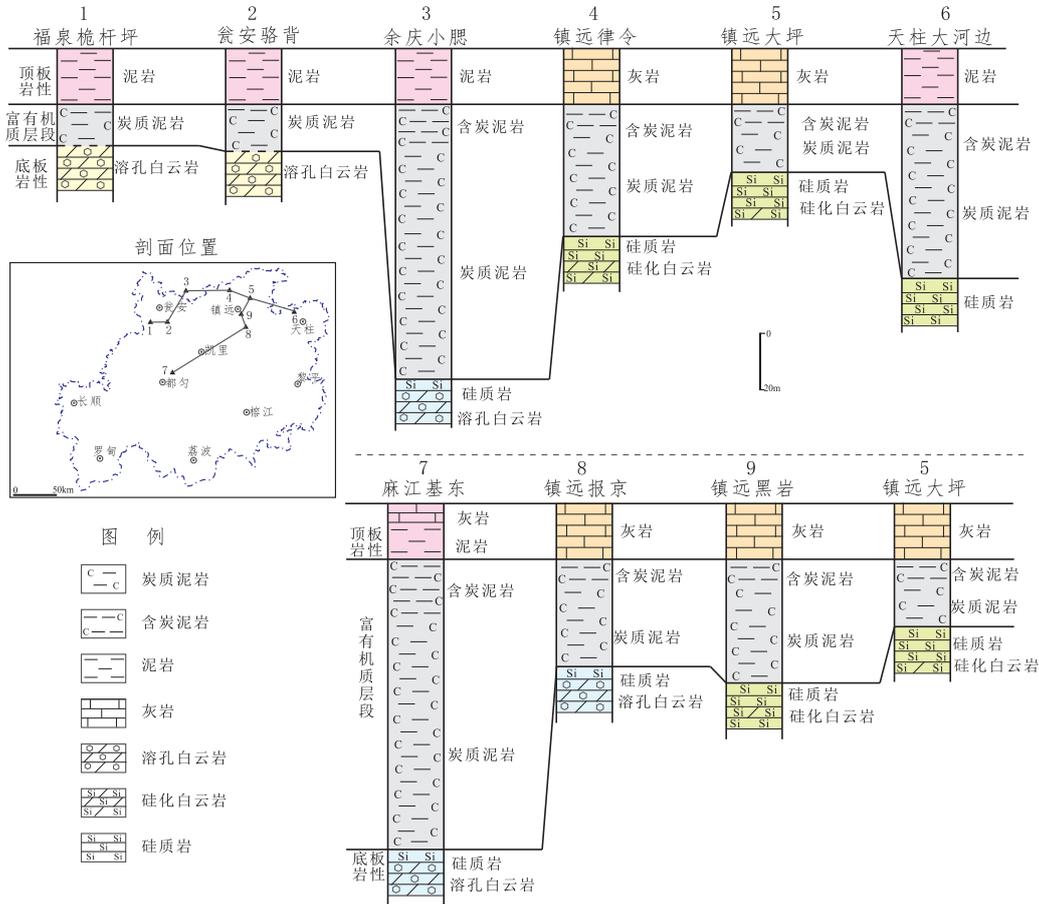


图2 黔南地区牛蹄塘组顶底板岩性对比图

Fig.2 Lithologic comparison of roof and floor of the Niutitang Fm. in Qiannan area

堵效果。

白云岩孔隙度 2.99%-3.89%，平均 3.14%。渗透率 $26.32 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$ - $205.02 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$ ，平均 $88.11 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$ 。在 75℃ 温度下，突破压力 1.88 MPa -3.77 MPa，平均 2.76 MPa。白云岩底板具有

低孔隙度、低渗透率、低突破压力特征，对上部页岩气封堵效果较差。

硅质岩孔隙度 0.37%-0.91%，平均 0.62%。渗透率 $0.14 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$ - $0.72 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$ ，平均 $0.46 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$ 。在 75℃ 温度下，突破压力 15.99 MPa-

表1 牛蹄塘组底板孔渗物性及突破压力表

Table 1 Porosity, permeability and breakthrough pressure of floor of Niutitang Fm.

样品编号	岩性	孔隙度 (%)	渗透率 ($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)	突破压力		
				模拟温度(℃)	模拟地层压力(MPa)	突破压力(MPa)
LBPO-YP1	白云岩	3.89	0.114233	75	15	1.88
BYPO-YP1	白云岩	3.11	0.067219	75	15	2.61
XSP0-YP1	白云岩	2.66	0.027783	75	15	3.77
LLPO-YP1	硅质岩	0.91	0.000136	75	15	17.65
DPP0-YP1	硅质岩	0.37	0.000722	75	15	15.99
DHP0-YP1	硅质岩	0.66	0.000281	75	15	19.16
JDPO-YP1	白云岩	2.99	0.205023	75	15	3.35
BJPO-YP1	白云岩	3.06	0.026317	75	15	2.19
HYP0-YP1	硅质岩	0.53	0.000719	75	15	20.83

20.83MPa,平均18.40MPa。硅质岩底板具有超低孔、超低渗、高突破压力特征,对上部页岩气具有较好的封堵效果。

2.3 底板有利区

根据底板岩性、物性特征,将研究区底板划分为溶孔白云岩底板区、硅质岩、溶孔白云岩混合底板区和硅质岩、硅化白云岩底板区(图3)。

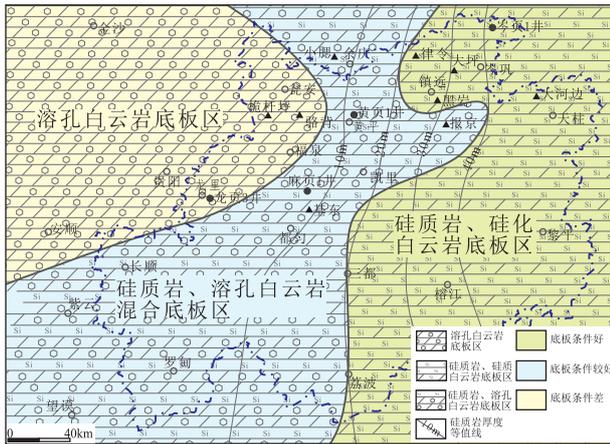


图3 黔南地区牛蹄塘组底板岩性分区及有利区

Fig. 3 A map showing the lithologic division and favorable area of the floor of Niutitang Fm. in Qiannan area

溶孔白云岩底板区分布在翁安-福泉-龙里以西地区。牛蹄塘组富有机质泥页岩直接沉积于白云岩之上,岩性界面处可见明显风化壳,缺失梅树村期沉积物。灯影组白云岩溶孔发育,具低孔隙度、低渗透率,低突破压力特征,尤其白云岩与炭质泥岩间的风化壳被众多学者认为是页岩气散失的主要通道^[4-5]。风化壳导致该地区牛蹄塘组下部页岩气散失,底板条件较差(图3)。

混合底板区分布于瓮安-龙里以东、镇远-三都

以西地区。牛蹄塘组富有机质泥页岩下部沉积厚度普遍小于20米薄层状硅质岩,属于梅树村期沉积产物,硅质岩下部为灯影组厚层状溶孔白云岩。硅质岩在平面上呈现由西向东增厚趋势,其中小腮剖面厚6.8米,基东剖面厚9.79米,黄页1井钻厚15米。硅质岩具超低孔、超低渗、高突破压力的特点,对上覆页岩气具有较好的封堵作用,自西向东底板条件由差变好,总体评价该区底板条件较好(图3)。

硅质岩底板区分布于镇远-三都以东地区。牛蹄塘组富有机质泥页岩下部沉积硅质岩(硅化白云岩)厚度普遍超过20m,属于灯影期(老堡组)-梅树村期沉积产物。其中镇远黑岩剖面厚28.46米,台江五河剖面厚38.0米,岑页1井钻厚大于48米,平面上呈西薄东厚展布,具超低孔、超低渗、高突破压力特征,对上覆页岩气散逸具有较好的阻挡作用,底板条件好(图3)。

3 顶板特征

3.1 顶板岩性特征

根据剖面调查和钻井分析(图2),福泉桅杆坪、瓮安骆背牛蹄塘组富有机质泥页岩顶板为明心寺组灰绿色、灰黄色泥岩,镇远-麻江地区顶板为九门冲组致密灰岩,天柱大河边顶板为杷榔组灰黑色、灰绿色泥岩。

3.2 顶板物性特征

根据物性结果分析(表2),明心寺组泥岩平均孔隙度0.71%,平均渗透率 $0.76 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$,平均突破压力12.30MPa。杷榔组泥岩孔隙度为0.39%,渗透率 $0.98 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$,突破压力13.69 MPa。九门冲组灰岩平均孔隙度1.29%,平均渗透率 $6.11 \times 10^{-6} \mu\text{m}^2$,平均突破压力8.83MPa。泥岩顶板具有超低孔、超低渗、高突破压力特征,比灰岩顶板封盖能力好。

表2 顶板孔渗物性及突破压力表

Table 2 Porosity, permeability and breakthrough pressure of the roof of Niutitang Fm.

样品编号	岩性	孔隙度 (%)	渗透率 ($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)	突破压力		
				模拟温度(°C)	模拟地层压力(MPa)	突破压力(MPa)
LBP7-YP11	泥岩	0.78	0.000736	75	15	10.77
BYP7-YP10	泥岩	1.03	0.000922	75	15	10.31
XSP7-YP14	泥岩	0.33	0.000615	75	15	15.83
LLP19-YP42	灰岩	0.89	0.001132	75	15	8.65
DPP18-YP29	灰岩	1.25	0.009711	75	15	8.99
DHP8-YP10	泥岩	0.39	0.000983	75	15	13.69
JDP20-YP25	灰岩	1.79	0.010031	75	15	9.72
BJP5-YP12	灰岩	1.33	0.006157	75	15	7.99
HYP27-YP32	灰岩	1.18	0.003521	75	15	8.79

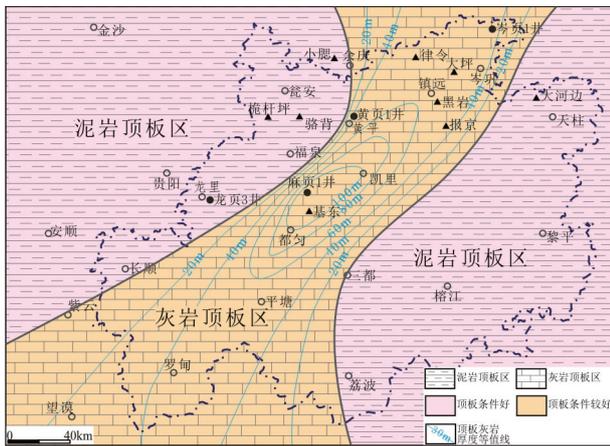


图4 黔南地区牛蹄塘组顶板岩性分区及有利区

Fig. 4 A map showing the lithologic division and favorable area of the roof of Niutitang Fm. in Qiannan area

3.3 顶板有利区

根据顶板岩性可以将研究区分为泥岩顶板区和灰岩顶板区(图4)。泥岩顶板区分布在余庆-福泉以西以及岑巩-三都以东地区,具有超低孔、超低渗、高突破压力的特征,厚度普遍过百米,对牛蹄塘组页岩气具有较好的封盖作用,是顶板有利区。灰岩顶板区分布在余庆-福泉以东、岑巩-三都以西地区,厚度普遍大于20米,其中麻页1井钻厚225米,黄页1井钻厚52米,岑页1井厚42米,剑河五河剖面厚41米。具有低孔、低渗、较高突破压力的特征,对牛蹄塘组页岩气具有一定的封盖作用,是顶板较

有利区。

4 顶底板综合评价

4.1 顶底板评价标准

本研究综合底板和顶板岩性、物性特征,以底板条件为主控因素,初步建立了黔南地区顶底板评价标准(表3)。在底板为硅质岩地区,顶板为泥岩区条件最好,顶板为灰岩区次之。在混合底板区,顶底板条件均一般,溶孔白云岩底板区顶底板条件最差。

4.2 顶底板综合评价

根据上述建立的评价标准,对研究区顶底板进行综合评价(图5)。

岑巩-三都以东地区底板为巨厚层硅质岩,顶板为杷榔组泥岩,对牛蹄塘组页岩气具有很好的封盖作用,顶底板条件好。镇远-三都以东、岑巩-三都以西地区底板为厚层硅质岩,对页岩气封堵效果好;顶板为致密灰岩,对页岩气具有一定封盖作用,顶底板条件较好。瓮安-福泉以东、镇远-三都以西地区底板为硅质岩、白云岩,对页岩气具有一定的封堵作用;顶板为致密灰岩,对页岩气具有一定封盖作用,顶底板条件一般。瓮安-福泉以西地区底板为溶孔白云岩,与牛蹄塘组富有机质泥岩暴露不整合接触,不整合面为页岩气散逸通道,底板条件较差,顶板为泥岩,综合评价顶底板条件较差。

表3 顶底板条件评价标准

Table 3 Standard for evaluating the roof and floor condition

综合评价	顶底板条件好	顶底板条件较好	顶底板条件一般	顶底板条件较差
底板条件	硅质岩底板	硅质岩底板	硅质岩、白云岩混合底板	溶孔白云岩底板
顶板条件	泥岩顶板	灰岩顶板	灰岩顶板、泥岩顶板	泥岩顶板

前人研究认为泥岩、硅质岩和灰岩在构造抬升改造下易产生裂缝,页岩气封盖能力变差^[26-28]。黔南地区震旦-寒武系地层经历了多期次构造运动^[13],加里东运动中后期牛蹄塘组富有机质泥页岩受埋深和热活动作用达到生排烃高峰,顶底板处于深埋藏期,物性稳定,封盖效果好,油气散失规模小。海西运动期间的峨眉山玄武岩喷发和广西酸性岩浆侵入等巨大热能加速了牛蹄塘组富有机质泥页岩的生气热演化^[29],顶底板仍处深埋藏期,物性稳定,封盖效果好,油气散失规模小。印支期-喜山期的剧烈抬升作用,古生代-中生代地层褶

皱,导致顶底板抬升揉皱,裂缝发育封盖能力变差,油气散失严重。

综合顶底板静态物性特征和构造活动的动态因素,黄平、岑巩地区地层平缓,揉皱不发育,顶底板对牛蹄塘组页岩气封盖能力好,底板的差异性使得岑巩地区优于黄平地区。

5 顶底板与页岩气成藏

页岩气成藏受生烃、储集和保存等诸多条件控制^[31-33]。前文已谈及黔南地区牛蹄塘组页岩气物质基础好,具有极好的生烃潜力和较好的储集空间,

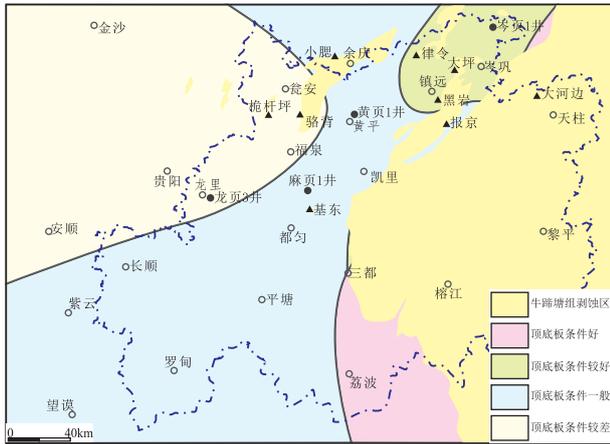


图5 黔南地区牛蹄塘组顶底板条件综合评价

Fig. 5 A map showing comprehensive evaluation of the roof and floor condition of Niutitang Fm. in Qiannan area

影响页岩气成藏主控因素是保存条件。顶底板是保存条件评价的重要参数,对比涪陵龙马溪组页岩气藏顶底板,黔南地区牛蹄塘组底板差异明显。

黔南瓮安-龙里地区牛蹄塘组富有机质泥页岩底部为低孔隙度、低渗透率、低突破压力特征的白云岩,桐湾运动形成的暴露不整合面可能是该地区牛蹄塘组底部页岩气散失的重要通道,底板条件差导致页岩气成藏条件变差。

自瓮安-黄平到镇远-岑巩,牛蹄塘组富有机质泥页岩底部由白云岩相变为硅质岩,硅质岩自西向东逐渐增厚,黄平以东地区硅质岩厚度超过10m,底板封闭性较西部地区佳。自西向东页岩气成藏底板条件变好,东部构造稳定区是页岩气成藏最有利区。

6 结论

本文在对黔南地区牛蹄塘组顶底板岩性、孔渗物性和突破压力分析的基础上,将顶底板的岩性进行了总结分类,初步建立了黔南地区顶底板对页岩气封存条件的评价标准,静态评价了研究区顶底板对页岩气的封盖作用,优选出镇远-三都以东地区为顶底板条件有利区。黔南地区经历多期次构造运动,顶底板岩性在构造改造下易产生裂缝,页岩气封盖能力变差,在勘探过程中瓮安-福泉以东地区的构造稳定区是顶底板条件较有利区,也是牛蹄塘组页岩气成藏有利区。

参考文献:

- [1] 胡明毅,邓庆杰,胡忠贵. 上扬子地区下寒武统牛蹄塘组页岩气成藏条件[J]. 石油与天然气地质,2014,35(2):272-279.
- [2] 孙玮,刘树根,冉波,等. 四川盆地及周缘地区牛蹄塘组页岩气概况及前景评价[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2012,39(2):170-175.
- [3] 闫剑飞,余谦,刘伟,等. 中上扬子地区下古生界页岩气资源前景分析[J]. 沉积与特提斯地质,2010,30(3):96-103.
- [4] 胡东风,张汉荣,倪凯,等. 四川盆地东南缘海相页岩气保存条件及其主控因素[J]. 天然气工业,2014,34(6):17-23.
- [5] 魏祥峰,李宇平,魏志红,等. 保存条件对四川盆地及周缘海相页岩气富集高产的影响机制[J]. 石油实验地质,2017,39(2):147-153.
- [6] 赵文智,李建忠,杨涛,等. 中国南方海相页岩气成藏差异性比较与意义[J]. 石油勘探与开发,2016,43(4):499-510.
- [7] 王濡岳,丁文龙,龚大建,等. 黔北地区海相页岩气保存条件——以贵州岑巩区块下寒武统牛蹄塘组为例[J]. 石油与天然气地质,2016,37(1):45-55.
- [8] 谢丹,韩书勇,周伟韬,等. 井研——犍为地区筇竹寺组页岩气保存条件研究[J]. 天然气技术与经济,2018,12(2):24-27.
- [9] POWLEY D E. Pressures and hydrogeology in petroleum basins [J]. Earth Science Reviews,1990,79:215-226.
- [10] GUOTonglou, ZENG Ping. The Structural and Preservation Conditions for Shale Gas Enrichment and High Productivity in the Wufeng-Longmaxi Formation, Southeastern Sichuan Basin. Energy Exploration & Exploitation, 2015,33(3):259-276.
- [11] 贺训云,姚根顺,蔡春芳,等. 黔南坳陷下寒武统烃源岩地球化学特征及成因[J]. 沉积学报,2012,30(4):761-769.
- [12] 卢树藩,陈厚国. 黔南地区麻页1井寒武系牛蹄塘组页岩特征及页岩气勘探前景[J]. 中国石油勘探,2017,22(3):81-87.
- [13] 岳来群,康永尚,陈清礼,等. 贵州地区下寒武统牛蹄塘组页岩气潜力分析[J]. 新疆石油地质,2013,34(2):123-128.
- [14] 张培先. 黔中隆起及邻区下寒武统页岩气成藏特殊性分[J]. 石油实验地质,2017,39(2):162-168.
- [15] 翟刚毅,包书景,王玉芳,等. 古隆起边缘成藏模式与湖北宜昌页岩气重大发现[J]. 地球学报,2017,38(4):441-447.
- [16] 汪泽成,姜华,王铜山,等. 四川盆地桐湾期古地貌特征及成藏意义[J]. 石油勘探与开发,2014,41(3):305-312.
- [17] 刘静江,李伟,张宝民,等. 上扬子地区震旦纪沉积古地理[J]. 古地理学报,2015,17(6):735-753.
- [18] 李伟,刘静江,邓胜徽,等. 四川盆地及邻区震旦纪末-寒武纪早期构造运动性质与作用[J]. 石油学报,2015,36(5):546-556.563.
- [19] 秦建中,刘伟新,范明,等. 泥岩研究与盖层评价技术[J]. 石油实验地质,2013,35(6):689-693.
- [20] 林潼,王孝明,张璐,等. 盖层厚度对天然气封闭能力的实验分析[J]. 天然气地球科学,2019,30(3):322-330.
- [21] 邓祖佑,王少昌,姜正龙,等. 天然气封盖层的突破压力[J]. 石油与天然气地质,2000,21(2):136-138.
- [22] 李双建,沃玉进,周雁,等. 影响高演化泥岩盖层封闭性的主控因素分析[J]. 地质学报,2011,85(10):1691-1697.

- [23] 范明,陈宏宇,俞俊杰,等. 比表面积与突破压力联合确定泥岩盖层评价标准[J]. 石油实验地质,2011,33(1):87-90.
- [24] Renshaw C. E., Schulson E. M. . Universal behavior in compressive failure of brittle materials. *Nature*, 2001, 412(6850):897-900.
- [25] DAVIESRussellK., ANLinji, JONES, Paul, MATHIS Anne, CORNETTE Carol. . Fault-sealanalysis South MarshIsland36field, Gulf of Mexico. *AAPG Bulletin*, 2003, 87(3):479-491.
- [26] 周雁,金之钧,朱东亚,等. 油气盖层研究现状与认识进展[J]. 石油实验地质,2012,34(3):234-245. 251.
- [27] 杨传忠,张先普. 油气盖层力学性与封闭性关系[J]. 西南石油学院学报,1994,16(3):7-13.
- [28] 付晓飞,吴桐,吕延防,等. 油气藏盖层封闭性研究现状及未来发展趋势[J]. 石油与天然气地质,2018,39(3):454-471.
- [29] 陈能贵,杨斌. 中国南方海相地层区烃源岩有机质热演化特征[J]. 海相油气地质,1999,4(1):1-6.
- [30] 赵志强,贺同军,孙小浩,等. 贵州印江县铁厂村老堡组硅质岩地球化学特征及沉积环境探讨[J]. 沉积与特提斯地质,2019,39(03):48-54.
- [31] 陈春峰. 新构造运动在南黄海盆地的表现及其对油气成藏的影响[J]. 沉积与特提斯地质,2019,39(03):84-91.
- [32] 李斌,崔春兰,张跃恒,胡博文,罗群. 湖南保靖地区震旦系陡山沱组页岩气成藏地质条件分析[J]. 沉积与特提斯地质,2019,39(1):60-67.
- [33] 汪正江,余谦,杨平,刘伟,杨菲,刘家洪,熊国庆,何江林,邓奇. 川滇黔邻区龙马溪组页岩气富集主控因素与勘探方向[J]. 沉积与特提斯地质,2018,38(3):1-15.

Effects of bottom and top layers of Niutitang Formation on preservation of shale gas in southern Guizhou

MEN Yupeng^{1,2}, YAN Jianfei^{1,2}, QI Minghui³, XIONG Guoqing^{1,2}, MA Long^{1,2}, YANG Fei^{1,2}, KANG Jianwei^{1,2}

(1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu, Sichuan 610081, China; 2. Key Laboratory of Sedimentary Basin and Oil and Gas Resources, Ministry of Natural Resources, Chengdu, Sichuan 610081, China; 3. Sichuan Keyuan Engineering Technology Testing Center, Chengdu, Sichuan 610081, China)

Abstract: Lithology of the bottom and top layers of the Lower Cambrian Niutitang Formation plays an important role in evaluating the preservation conditions of shale gas in southern Guizhou. Based on outcrops and drilling data of the bottom layers of the Niutitang Formation, the studied area can be divided into the dolomitic rock zones, the mixed siliceous-dolomitic rock zones and the siliceous rock zones. Due to its ultra-low porosity, ultra-low permeability and high breakthrough pressure, siliceous rock is the best bottom layers for the preservation of shale gas. According to outcrops and drilling data of the top layers of the Niutitang Formation, the studied area can be divided into mudstone zones and limestone zones. The mudstone zones with low porosity, low permeability and high breakthrough pressure, so they are better than the limestone zones in the preservation of shale gas. Eastern Cengong-Sandu region is the most favorable area for exploring shale gas because of its siliceous rock bottom layers and mudstone top layers.

Key words: shale gas; bottom layer; top layer; breakthrough pressure; siliceous rock