



移动阅读

刘海涛, 石司宇, 李让彬, 2025. 川东南碛江地区基底走滑断裂特征及控藏意义[J]. 沉积与特提斯地质, 45(2): 424-433. doi: [10.19826/j.cnki.1009-3850.2025.02005](https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2025.02005)

LIU H T, SHI S Y, LI R B, 2025. Basement strike-slip faults in the Qijiang area, southeastern Sichuan, and their significance in reservoir control[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 45(2): 424-433. doi: [10.19826/j.cnki.1009-3850.2025.02005](https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2025.02005)

## 川东南碛江地区基底走滑断裂特征及控藏意义

刘海涛<sup>1,2</sup>, 石司宇<sup>1,2</sup>, 李让彬<sup>1,2</sup>

(1. 国家能源碳酸盐岩油气重点实验室, 四川 成都 610041; 2. 中国石化勘探分公司, 四川 成都 610041)

**摘要:** 川东南碛江地区的油气勘探已经证实, 基底走滑断裂对油气成藏具有重要的控制作用。本文基于对最新获取的三维地震资料的解译, 对基底走滑断裂进行精细刻画, 分析其形成和演化对油气成藏的控制作用。研究表明, 碛江地区基底走滑断裂呈负花状、单条陡立状和多条陡立平行状三种剖面样式, 平面上主要呈线性构造、近平行构造、雁列式构造和走滑双重构造等组合样式。基底断裂的走滑拉分强度与东吴期的古地貌高差共同控制岩溶储层的发育, 主要表现为3种类型: 沿不整合面的表生岩溶、隔水层之上与断裂走向强相关的顺层岩溶, 以及与基底断面相关的断裂岩溶。这3类岩溶是川东南碛江地区形成碳酸盐岩优质储层的关键。东吴期活化并开启的基底断裂沟通上下烃源岩层, 为茅口组油气藏的运移提供了良好通道。位于碛江地区西南部的栗子-石龙峡地区整体处于岩溶斜坡有利带, 靠近基底走滑断裂, 规模岩溶储层发育, 同时断裂在东吴期活化沟通源岩, 盖层相对稳定, 为油气勘探有利区。

**关键词:** 碛江地区; 走滑断裂; 岩溶; 油气成藏

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

### Basement strike-slip faults in the Qijiang area, southeastern Sichuan, and their significance in reservoir control

LIU Haitao<sup>1,2</sup>, SHI Siyu<sup>1,2</sup>, LI Rangbin<sup>1,2</sup>

(1. State Energy Key Laboratory for Carbonate Oil and Gas, Chengdu 610041, China; 2. Sinopec Exploration Company, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Exploration in the Qijiang area of southeastern Sichuan has confirmed that basement strike-slip faults play an important role in the formation of oil and gas reservoirs. This study analyzes their controlling effect based on the interpretation of the latest 3D seismic data. The research identifies three main types of basement strike-slip faults: flower-shaped, single steep, and multiple steep parallel structures. There are mainly four planar combinations: linear, nearly parallel, goose align, and dual sliding structure. The sliding tensile strength of the basement faults and the topographic variations of the Dongwu paleogeomorphological jointly control the development of three karst types: surface karst along the unconformity, Bedding karst strongly related to the fault direction above the aquitard, and fault-related karst in the basement section; These karst features are key to the formation of high-quality carbonate reservoirs in the study area. The basement faults, which were activated and opened during the Dongwu period, connect the upper and

收稿日期: 2024-10-21; 改回日期: 2024-12-18; 责任编辑: 周小琳; 科学编辑: 杨平

作者简介: 刘海涛(1985—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事海相碳酸盐岩、断裂特征及控储控藏等相关研究工作。

E-mail: [407072733@qq.com](mailto:407072733@qq.com)

资助项目: 国家自然科学基金企业创新发展联合基金项目“海相深层油气富集机理与关键工程技术基础研究(U19B6003)”; 中国石化科技部重点科技项目“四川盆地走滑断裂带成因及控藏机制研究”(P20062-3); 中国石化股份项目“四川盆地及周缘资源评价”(P23221)

lower source rock layers, serving as the main migration pathway for oil and gas in the Maokou Formation. The Lizi–Shilongxia area in the southwestern part of Qijiang region is located within a favorable karst slope zone. Proximity to basement strike-slip faults has facilitated the development of large-scale karst reservoirs. The reactivation of faults during the Dongwu period established connections with source rocks, while the relatively stable caprock conditions make this area a promising target for oil and gas exploration.

**Key words:** Qijiang area; strike-slip fault; karst; hydrocarbon accumulation

## 0 引言

走滑断裂是一种特殊的平移断裂,指断层两侧块体以相对走滑位移为主要运动特征的断裂(张恺等, 1989; 夏义平等, 2007; 赵凡等, 2012),是油气运移的重要通道(康玉柱, 1990; 王燮培和谢宜德, 1989)。近年来国内油气勘探实践表明,含油气盆地内的基底走滑断裂带为一种新的高产油气富集带,油气勘探开发前景广阔(马永生等, 2022; 郑和容等, 2022; 冯志强等, 2022),如四川盆地安岳气田(焦方正等, 2021)、渤海湾盆地辽东湾地区(张正涛等, 2019; 赵野等, 2020),塔里木盆地塔中、塔北、顺北等地均发现了与走滑断裂关联密切的大中型油气田(漆立新, 2020; 杨海军等, 2020; Deng et al., 2019)。川东南綦江地区走滑断裂广泛发育,经历了多期次、多力源叠加改造,断裂类型较为复杂(段金宝等, 2023; 曾韬等, 2023; 潘磊等, 2020)。在前期工作中,由于断层断距小以及地震资料品质的限制,对走滑断裂的识别精度不高。本文利用四川盆地东南部綦江地区的高精度三维地震资料,运用构造精细解析、相干体属性和水平时间切片分析、断层生长指数分析、野外露头观测等多种方法,对走滑断裂进行精细刻画,明确断裂的纵向分布与平面展布,分析断裂的期次和演化过程及其对成储、成藏的控制作用。近期围绕走滑断裂,在研究区实施的两口钻井(FB1 井和 XT1 井)钻遇中高产工业气流,证实了基底走滑断裂对油气成藏具有重要的控制作用,为后期该区进一步开展油气勘探具有较好的启示作用。

## 1 地质概况

四川盆地整体可划分为 6 个二级构造单元,自西向东为川西低缓构造带、川北低陡构造带、川中平缓构造带、川西南低缓构造带、川南低陡构造带及川东高陡构造带(颜宇豪等, 2024; 段金宝等, 2023; 何江林等, 2017; 图 1a)。綦江地区位于川东

高陡构造带南段和川南低陡构造带东南段,表现为北收南散的帚状构造格局,主要构造带展布方向为北东向,呈隔挡式构造特征(曾韬等, 2023; 徐祖新, 2019)。研究区在前震旦纪基底之上发育了震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系及第四系地层(图 1b)。研究区常规勘探领域主要为中二叠统栖霞组—茅口组岩溶,上二叠统长兴组—下三叠统飞仙关组礁滩(冯许魁等, 2024)。

四川盆地作为典型的叠合盆地,地质历史时期经历了复杂的构造运动,与其他含油气盆地一样普遍发育走滑断裂(管树巍等, 2022; 李智等, 2024; 殷积峰等, 2013)。走滑断裂在储层改造、油气输导等方面都起到了积极的作用,同时,研究区三维地震的全覆盖,为走滑断裂的识别、刻画及其控藏研究奠定了资料基础(张旋等, 2022; 邹玉涛等, 2021; 王新岚等, 2021)。

## 2 基底走滑断裂特征及形成演化

### 2.1 走滑断裂的剖面与平面特征

本次研究采用高精度三维连片地震资料,通过构造精细解释、高精度相干体属性和水平时间切片分析,开展綦江地区及周缘断裂识别和刻画。基底走滑断裂在地震剖面上多表现为“单条直立型”(图 2a)、“负花状构造型”(图 2b-c)和“多条陡立平行型”(图 2d)。单条直立型断裂,为剪切应力集中产生,断面高陡直立,直插基底,向上断至二叠系内部(图 2a),这类断层平面上为 NWW 向线性展布,断裂间较为孤立(图 2e)。负花状构造型断裂表现为下窄上宽的貌似“花朵”的断裂带,主干断裂多直立深入基底,向上分叉、撒开形成花朵状,多向上断穿至茅口组顶界面(TP<sub>2</sub>)(图 2b-c),这类断层平面上表现为 NNE 向羽状平行展布和 NE-SW 向双重展布(图 2e)。多条陡立平行型断裂的断裂样式以直立状为主,大多数上断至志留系上部,局部上断至下二叠统(图 2d),平面上呈 NNW 向雁

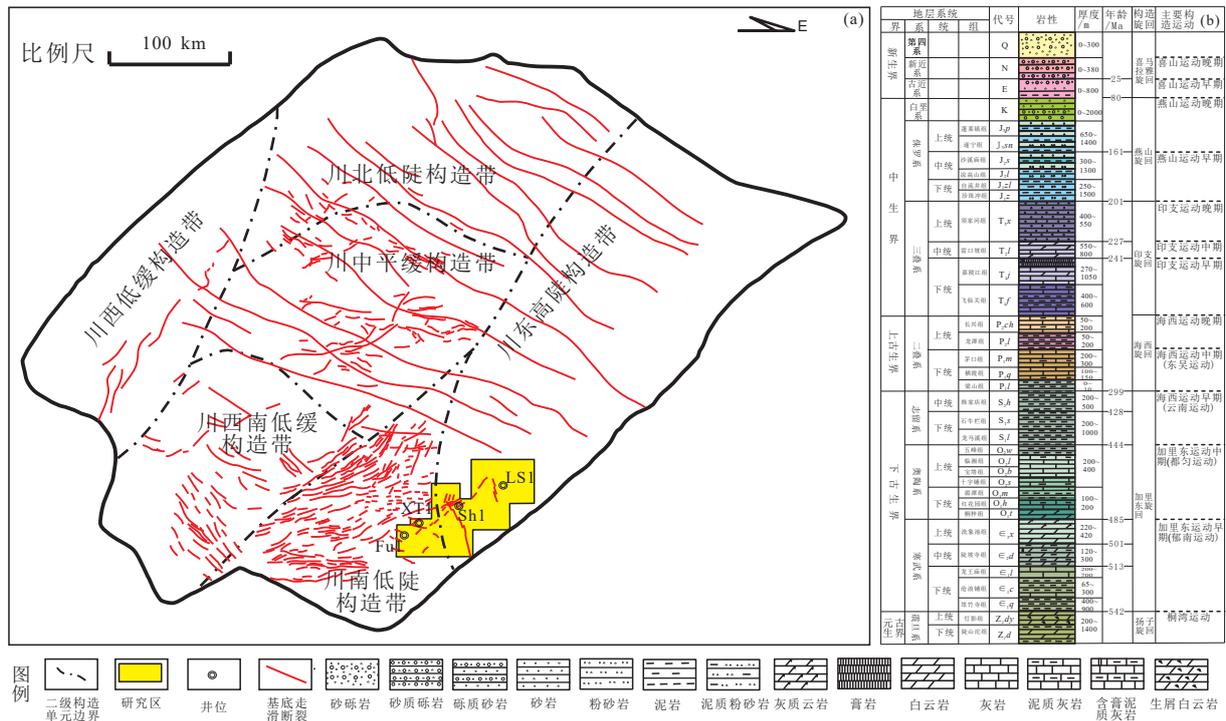


图 1 川东南綦江地区位置图 (a) 与地层综合柱状图 (b)

Fig. 1 Location map (a) and stratigraphic composite histogram (b) of the Qijiang area, southeastern Sichuan

列式展布(图 2e)。前人在研究区东北部的华蓥山二崖野外露头剖面发现上三叠统须家河组发育近 SN 向高角度花状断裂带, 断裂带内见宽约 20 cm, 高约 100 cm 的断夹块、雁列式排列溶蚀孔洞, 指示其所在区域曾发生近 SN 向的强烈剪切作用(曾韬等, 2023)。

### 2.2 基底走滑断裂的形成与演化

盆地多期伸展-聚敛旋回控制了断裂体系的形成及演化过程(何登发等, 2005)。通过对綦江地区断裂的特征、平面及剖面的展布、活动期次及强度分析, 认为自加里东运动以来, 研究区共经历了以下几个演化阶段: ① 加里东早期-印支期中期拉张裂解期(断裂初始-发育期): 在加里东运动早期, 受绵阳-长宁拗拉槽强烈不均衡的拉张作用的影响, 在研究区震旦-奥陶系碳酸盐岩为主的刚性地层中形成 NWW 走向的直立状基底断裂(图 2a, 2e)。海西运动中期(东吴运动), 受峨眉山地幔柱上升和大火成岩省影响, 在川南地区中部发育古隆起, 围绕古隆起形成环带状断裂带, 加里东期形成的基底断裂活化, 剖面上表现为深部断至基底、浅部分支断穿至茅口组(TP<sub>1</sub>界面), 并呈“负花状”或“半花状”形态(图 2c), 平面上主要为 NE-SW 向展布。断层生长指数通常用来反映断层的活动强度, 其值

越大, 表示断裂在相应时期的活动越强。比较生长指数相对数值大小可以从空间和时间上分析断层活动周期和运动迁移规律(雷宝华, 2012; 陈刚等, 2007; 赵密福等, 2000; Sun et al., 2021)。研究区 NE 和 NWW 向基底断裂的断距和生长指数都出现了双峰值的特征(图 3), 进一步证实了该区基底断裂至少发生了加里东中晚期和东吴期两期活动。② 印支晚期-燕山早期(断裂改造期): 扬子板块和华北板块自西向东碰撞闭合, 四川盆地全面进入陆内构造演化阶段, 研究区主要受到江南-雪峰造山带 NWW-SEE 向的挤压作用, 并由东北向西南发生了由强及弱的递进变形改造, 由此引起綦江地区的先存构造旋转, NE 断裂发生挠曲形变, 形成了 NNW 向复合压扭断裂(图 2b, 2e)。③ 燕山晚期-喜山期(断裂定型期): 印度板块与欧亚板块的碰撞拼合, 綦江地区受江南雪峰和大娄山造山带联合控制以及持续挤压, 为了协调两大造山带向盆内挤压的时期和速率差异, 产生了 NE 向左行左阶的张扭性雁列断裂和右行左阶的压扭 NW 走滑剪切断裂(图 2d)。

### 3 基底走滑断裂对油气成藏的控制作用

近年来, 以塔里木顺北油气田为代表的走滑断

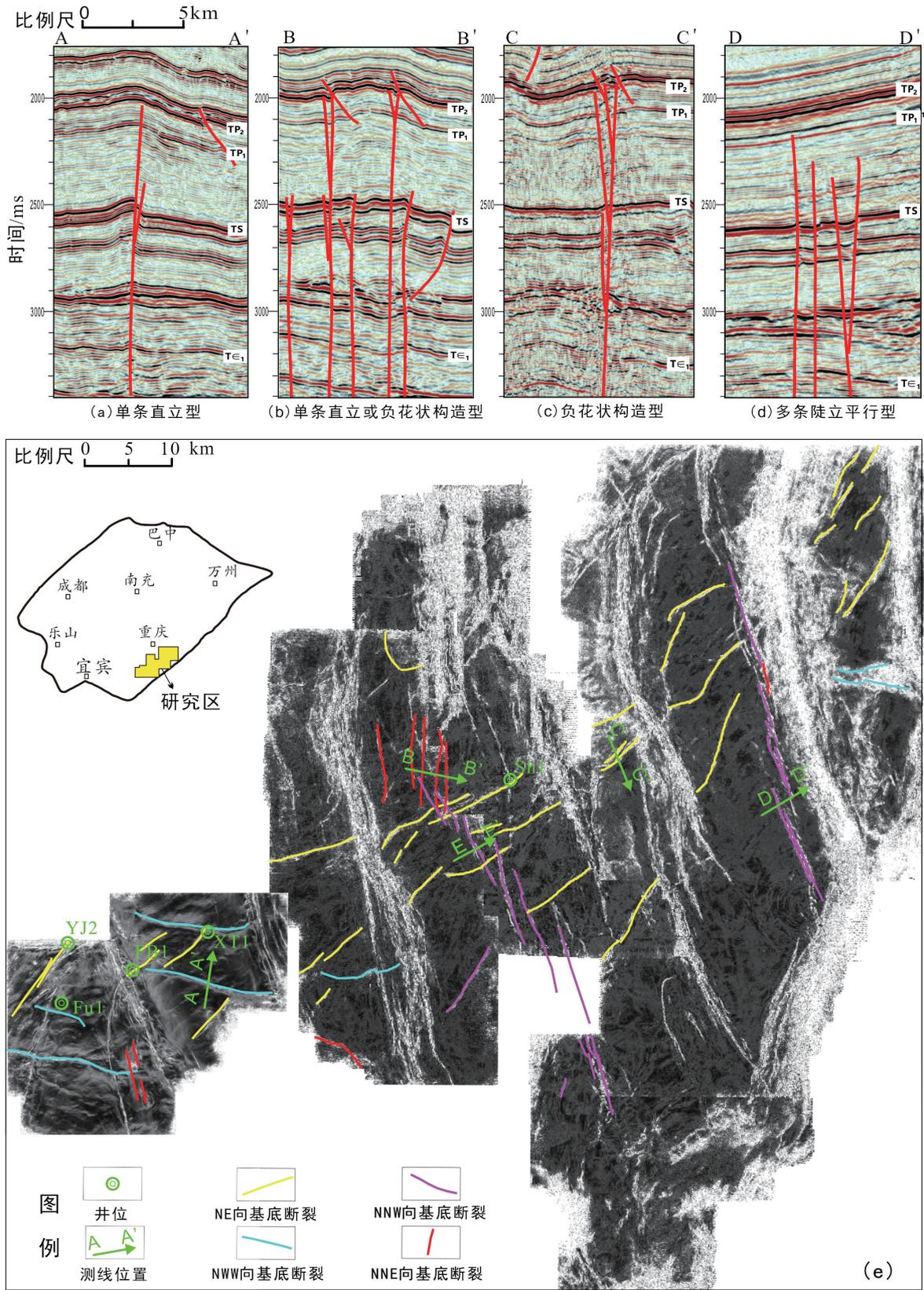


图 2 綦江地区走滑断裂典型剖面特征与平面分布图

Fig. 2 Characteristics of typical sections of strike-slip faults and plane distribution map of basement faults in the Qijiang area

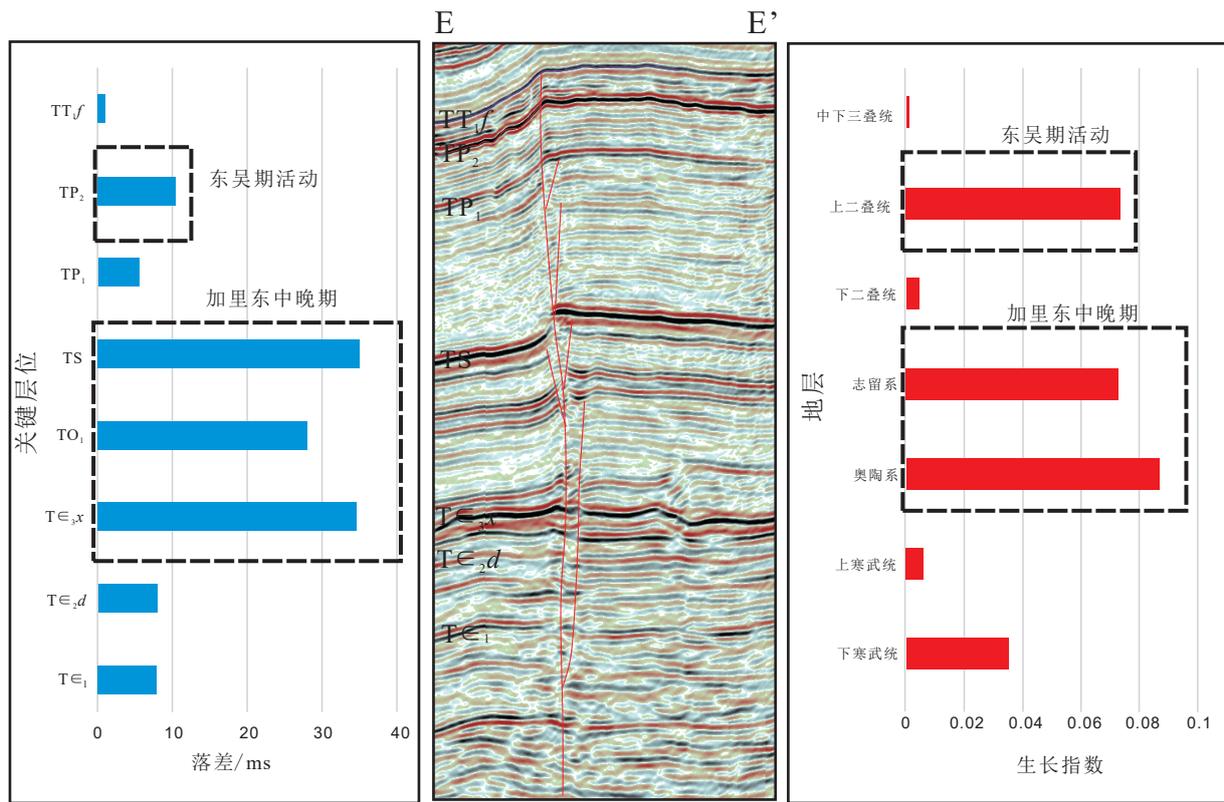


图3 綦江地区基底断裂活动强度分析图

Fig. 3 Activity intensity analysis of basement faults in the Qijiang area

控碳酸盐岩领域取得较好的勘探效果,证实了走滑断裂具有“控储、控藏、控富”的作用(漆立新, 2020; 韩俊等, 2021)。綦江地区基底断裂带与二叠系茅口组碳酸盐岩优质储层的发育相关性良好,同时可作为沟通烃源岩和储层的高速通道,对油气的运移成藏具有控制作用。

### 3.1 基底走滑断裂对储层的控制

綦江地区在东吴期整体处于岩溶斜坡有利带,具有“西高东低”的古地貌,二叠纪栖霞组—茅口组发育开阔台地浅滩相沉积,整体表现为滩点多、面广、单个滩体规模小,整体沉积环境能量不强(胡东风等, 2019)。成岩后期的溶蚀、破裂改造作用往往是该区形成优质储层的关键,而基底走滑断裂对碳酸盐岩岩溶具有明显的控制作用。

基底断裂的走滑拉分强度、东吴期的古地貌高差共同控制着岩溶储层的发育,主要表现为3种类型:一是表生岩溶,东吴期峨眉地幔运动导致地壳差异隆升,在研究区西部发育古隆起,围绕古隆起形成环带状断裂带,使得加里东期形成的基底断裂进一步活化改造,流体沿这些断裂及其分支形成沟谷地貌,古地貌高差越大,岩溶作用越强,形成缝

洞系岩溶带,纵向上范围不大,横向上独立(图4a)。二是顺层岩溶,一般发育在断裂带附近水系发育的部位,溶蚀的基岩为相对高能滩相生屑云岩、生屑灰岩,有稳定的隔水层作为底板,溶蚀作用主要是水平潜流,横向上延伸较远,形成顺层分布的规模储集体。优质储层主要发育在沟谷地貌“肩部”的残丘部位,残丘部位的丘滩体经历了径向和横向溶蚀后,孔缝通常被保留了下来,从YJ2井茅口组的岩心照片来看(图4b),该井岩溶作用强、充填作用弱、溶蚀孔洞发育,是储层发育的优势部位;而位于沟谷地貌的FB1井虽然溶蚀作用强,但溶蚀孔缝通常被渗流碳酸盐岩泥砂充填,形成垂向离解带,储层致密(图4c);XT1井虽位于残丘部位,但距离走滑断裂相对较远且井旁的断裂在东吴期活动强度较弱,其伴生的溶蚀作用也相对较弱,形成了弱溶蚀、弱充填孔隙型储层(图4d)。基底走滑断裂不发育的Fu1井地区,储层相对比较致密。三是断裂岩溶,上覆地层沉积后,基底古断裂上可沟通地表水发生溶蚀,下可沟通深部热液发生热液岩溶,还可补给顺层岩溶加速地下径流。基底断裂作为应力释放薄弱带,喜山期的逆冲推覆作用形成伴

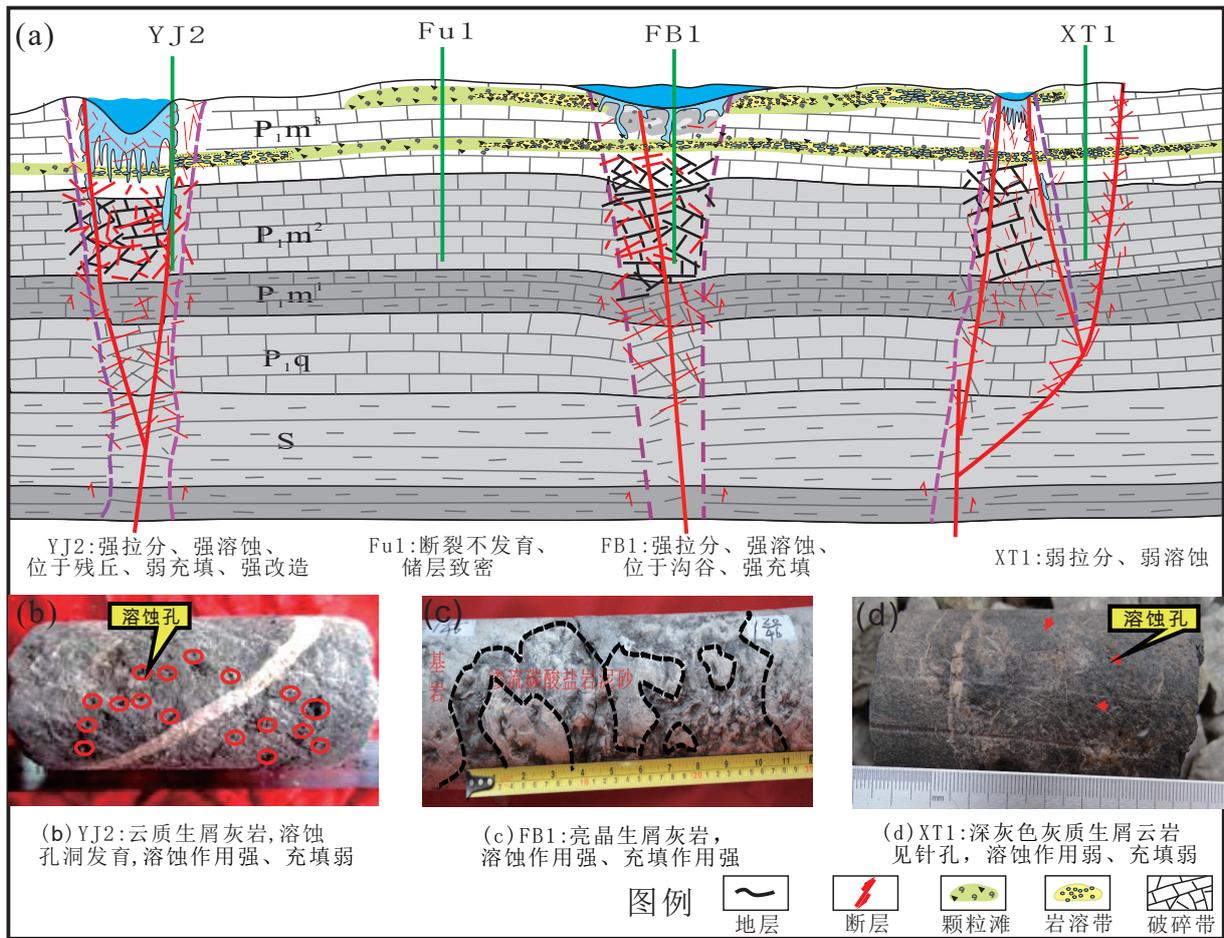


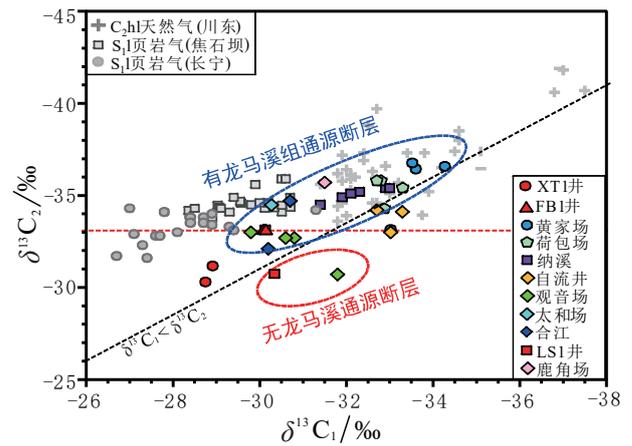
图 4 基底断裂对下二叠统岩溶储层发育模式的控制作用示意图

Fig. 4 The control of basement faults on the development model of the karst reservoir in the Lower Permian

生逆断层推覆下盘岩体, 使上盘更加破碎, 改善了储集空间和性能。

### 3.2 基底走滑断裂对油气运移的控制

走滑断裂是油气运移的主要通道, 研究区走滑断裂的多期次活动为茅口组储层的改造和油气运移充填提供通道。綦江地区发育志留系龙马溪组、二叠系茅口组等多套烃源岩, 通过气源对比研究发现, 茅口组高产稳产井产出天然气的碳同位素普遍发生倒转, 表明其具有混源的特征(图 5)。从自流井、太和场、黄家场等地区典型钻井来看, 茅口组天然气  $\delta^{13}C_1$  分布在  $-31.2\% \sim -34.2\%$  之间,  $\delta^{13}C_2$  分布在  $-32.4\% \sim -36.77\%$  之间, 与焦石坝、长宁地区龙马溪组页岩气以及川东气区来源于龙马溪组页岩的石炭系天然气的  $\delta^{13}C_2$  相近, 表明除了栖霞—茅口组的来源外, 可能混有来自下志留统龙马溪组烃源岩的天然气。研究区南部栗子区块 FB1 井位于走滑断裂附近, 碳同位素也显示出混源



綦江、焦石坝为自测数据, 其他数据据黄士鹏等, 2011; 徐祖新, 2019; 李海平, 2020; 王顺玉等, 2000

图 5 綦江地区及周缘二叠系茅口组天然气甲烷、乙烷碳同位素图

Fig. 5 Cross-plot of  $\delta^{13}C_1$  and  $\delta^{13}C_2$  values of natural gas in the Maokou formation

特征,而东北部隆盛区块 LS1 井距离走滑断裂较远,天然气碳同位素未见明显倒转。本区志留系韩家店—小河坝组为区域盖层,志留系烃源岩生成的油气向上运移,必须依靠活动断裂。前人研究表明綦江地区龙马溪组烃源岩在早海西期开始生烃(潘磊等, 2020; 徐二社等, 2015),而加里东期形成的基底断裂在海西中期开始活化,能够在改造储层的同时为油气垂向运移提供通道,有利于油气充注。

### 3.3 基底走滑断裂对保存条件的影响

二叠系气藏形成以后,走滑断裂的改造活动强度对油气保存条件具有重要影响。三叠系嘉陵江组膏岩盐为区域性盖层,可封堵二叠系气藏,走滑断裂由于晚期挤压反转,靠近主干断裂区域在挤压作用下应力集中释放。江南雪峰和大娄山对研究区的挤压应力导致从东北向西南的构造变形由强到弱。研究区西南部栗子地区受到的晚期改造作

用相对较弱,晚期分支断层一般不会断穿三叠系,保存条件较好,而中部石龙峡—中梁山地区基底断裂带活化强度大,向上继承性断穿三叠系,可能造成二叠系油藏的破坏(图 2),东北部隆盛地区晚期断层发育,可能会破坏盖层的完整性,导致后期保存变差。

## 4 勘探启示

綦江地区整体处于岩溶斜坡有利区带,基底走滑断裂的活动期次及强度控制茅口组规模岩溶储层的发育以及油气的运移输导和富集高产。综上所述,将油气富集有利区分为三类: I 类区为加里东时期强拉张产生直立基底断裂,东吴期强拉分产生伴生基底断裂,整体岩溶作用强,储层发育,同时喜山期逆冲断裂活动弱,未断穿三叠系,保存有利的地区(图 6)。II 类区为位于储层发育有利相带,

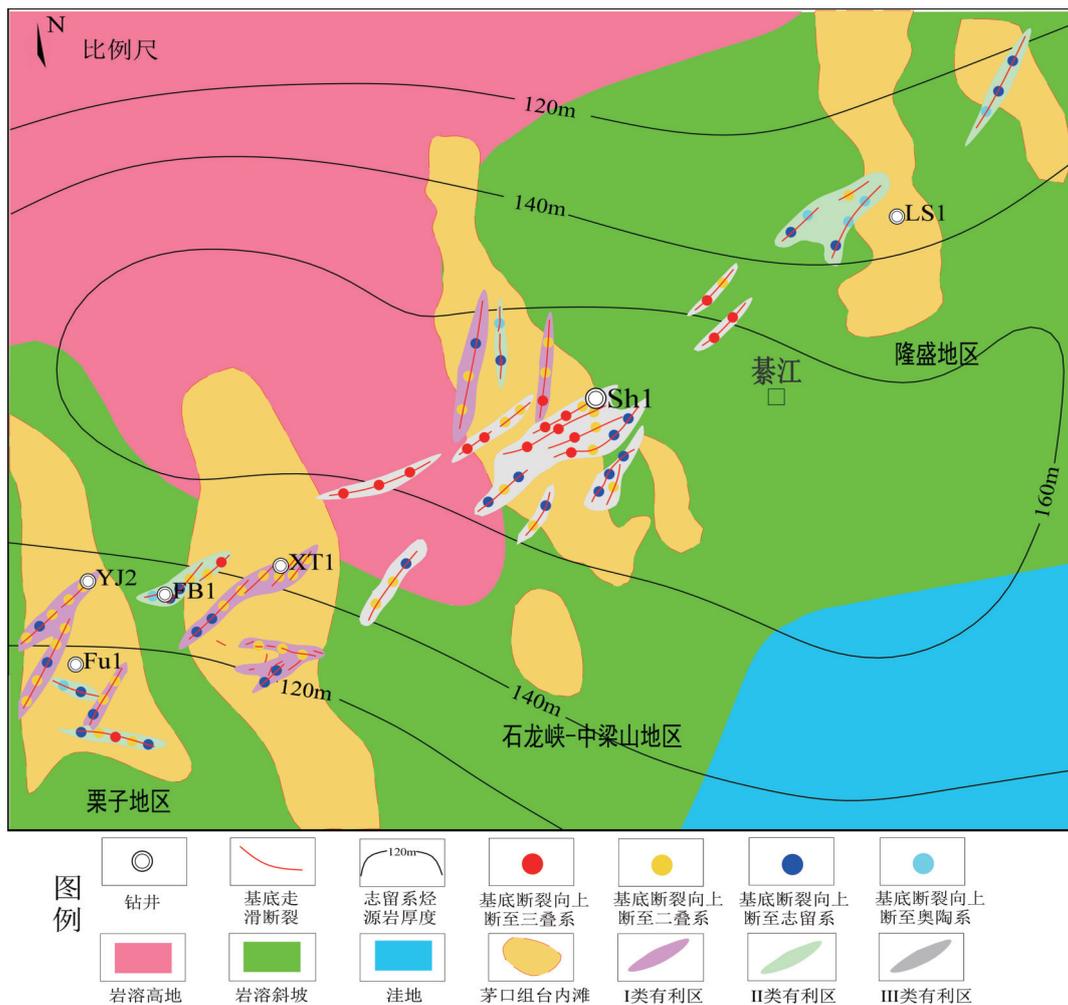


图 6 綦江地区有利区带综合评价图

Fig. 6 Comprehensive evaluation map of favorable zones in the Qijiang area

岩溶作用中等, 储层较发育, 喜山期逆冲断裂活动中强, 保存相对有利的地区。Ⅲ类区为整体岩溶作用弱, 东吴期岩溶作用和喜山期构造运动都未能充分将其改造成有效储层的地区。从目前的勘探情况来看, 位于Ⅰ、Ⅱ类区的YJ2、XT1、FB1等井在茅口组试获中高产工业气流, Ⅲ类区的Sh1获得低产工业气流, 而断裂不发育的Fu1钻探效果相对较差。

## 5 结论

(1) 綦江地区西南部走滑断裂发育, 地震剖面上多表现为“单条直立型”“负花状构造型”和“多条陡立平行型”, 平面上主要呈线性构造、近平行构造、雁列式构造和走滑双重构造等组合样式。

(2) 基底走滑断裂对碳酸盐岩岩溶具有明显的控制作用, 而岩溶作用是形成本区碳酸盐岩优质储层的必要条件, 本区与基底断裂相关岩溶主要有3类: 沿不整合面的表生岩溶、隔水层之上与断裂走向强相关的顺层岩溶和与基底断裂面相关的断裂岩溶。

(3) 基底断裂沟通志留系、下二叠统茅口组两套烃源岩, 作为连通上下烃源岩的主要油气运移通道, 使得该区具有双源充注的有利条件。

(4) 綦江地区西南部的栗子-石龙峡地区整体处于岩溶斜坡有利带, 靠近基底走滑断裂, 规模岩溶储层发育, 同时断裂在东吴期活化沟通源岩, 盖层相对稳定, 为油气勘探有利区。

## References

- Chen G, Dai J S, Ye X S, et al., 2007. A comparison of the fault growth index with fault throw [J]. *Journal of Southwest Petroleum University*, 29 (3): 20-23+16 (in Chinese with English abstract).
- Deng S, Li H L, Zhang Z P, et al., 2019. Structural characterization of intracratonic strike-slip faults in the central Tarim Basin[J]. *AAPG Bulletin*, 103 (1): 109-137.
- Duan J B, Pan L, Shi S Y, et al., 2023. Geometry, kinematic characteristics and evolution of No. 15 strike-slip fault zone in Fuling area, eastern Sichuan[J]. *Earth Science Frontiers*, 30 (6): 57-68 (in Chinese with English abstract).
- Feng X K, Yang Y, Zhu Y D, et al., 2024. Development characteristics, distribution patterns and favorable exploration zones of Permian reef shoals in Sichuan Basin [J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 44 (2): 278-294 (in Chinese with English abstract).
- Feng Z Q, Li M, Guo Y L, et al., 2022. Genetic analysis of typical strike-slip faults and related basins in China[J]. *Earth Science Frontiers*, 29 (6): 206-223 (in Chinese with English abstract).
- Guan S W, Liang H, Jiang H, et al., 2022. Characteristics and evolution of the main strike-slip fault belts of the central Sichuan Basin, southwestern China, and associated structures [J]. *Earth Science Frontiers*, 29 (6): 252-264 (in Chinese with English abstract).
- Han J, Kuang A P, Neng Y, et al., 2021. Vertical layered structure of Shunbei No. 5 strike-slip fault zone and its petroleum geological significance on hydrocarbon accumulation[J]. *Petroleum Geology of Xinjiang*, 42 (2): 152-160 (in Chinese with English abstract).
- He D F, Jia C Z, Zhou X Y, et al., 2005. Control Principles of structures and tectonics over hydrocarbon accumulation and distribution in multi-stage superimposed basins[J]. *Journal of Petroleum*, 26 (3): 1-9 (in Chinese with English abstract).
- He J L, Liu W, Yang P, et al., 2017. Genetic conditions of shale gas and delineation of the favourable areas in the Wufeng Formation-Longmaxi Formation on the southwestern margin of the Sichuan Basin[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 37 (3): 50-58 (in Chinese with English abstract).
- Hu D F, Wang L J, Huang R C, et al., 2019. Characteristics and main controlling factors of the Middle Permian Maokou dolomite reservoirs in the eastern Sichuan Basin [J]. *Natural Gas Industry*, 39 (6): 13-21 (in Chinese with English abstract).
- Huang S P, Wu X Q, Tao X W, et al., 2011. Geochemical characteristics and sources of natural gas reservoirs in Lower Triassic Jialingjiang Formation in Naxi-Hejiang area, Southern Sichuan Basin [J]. *Geochimica*, 40 (6): 525-535 (in Chinese with English abstract).
- Jiao F Z, Yang Y, Ran Q, et al., 2021. Distribution and gas exploration of the strike-slip faults in the central Sichuan Basin [J]. *Natural Gas Industry*, 41 (8): 92-101 (in Chinese with English abstract).
- Kang Y Z, 1990. Application of geomechanics for petroleum reconnaissance in tarim basin -to the 100 anniversary of the birth of professor Li Siguang [J]. *Geology of Xinjiang*, 8 (1): 1-11 (in Chinese with English abstract).
- Lei B H, 2012. Review of methods with quantitative studies of activity intensity of the growth fault[J]. *Advances in Earth Science*, 27 (9): 947-956 (in Chinese with English abstract).
- Li H P, 2020. Genetic, sources and transportation and accumulation patterns of natural gas in the Maokou and Jialingjiang Formations in southern Sichuan Basin[D]. Beijing: China University of Petroleum (Beijing) (in Chinese with English abstract).
- Li Z, Zhang Z P, Li S J, et al., 2024. Characteristics of fault systems and their reservoir control in the Qijiang area of southeastern Sichuan Basin[J]. *Natural Gas Geoscience*, 35 (11): 1999-2011 (in Chinese with English abstract).
- Ma Y S, Cai X Y, Yun L, et al., 2022. Practice and theoretical and technical progress in exploration and development of Shunbei ultra-deep carbonate oil and gas field, Tarim Basin, NW China[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 49 (1): 1-17 (in Chinese with English abstract).
- Pan L, Xu Z X, Li R B, et al., 2020. Basement fault characterization

- and hydrocarbon accumulation in fuling of southeastern Sichuan [J]. *Special Oil & Gas Reservoirs*, 27 (4) : 19 – 25 (in Chinese with English abstract).
- Qi L X, 2020. Characteristics and inspiration of ultra-deep fault-karst reservoir in the Shunbei area of the Tarim Basin [J]. *China Petroleum Exploration*, 25 (1) : 102 – 111 (in Chinese with English abstract).
- Sun Q Q, Fan T L, Gao Z Q, et al., 2021. New insights on the geometry and kinematics of the Shunbei 5 strike-slip fault in the central Tarim Basin, China [J]. *Journal of Structural Geology*, 150: 104400.
- Wang S Y, Dai H M, Wang H Q, et al., 2000. Natural gas geochemistry characters and origin of large gas field in marine carbonates of the Sichuan Basin [J]. *Natural Gas Geoscience*, 11 (2) : 10 – 17+4 (in Chinese with English abstract).
- Wang X L, Liang H, Zhu Y D, et al., 2021. Distribution characteristics of strike slip faults and their relationship with oil and gas accumulation in central and southern Sichuan [C]// *Proceedings of the 2021 Geophysical Exploration Technology Seminar of the Chinese Petroleum Society*. Chengdu: 964 – 967 (in Chinese with English abstract).
- Wang X P, Xie D Y, 1989. Finding flower structures in China's oil and gas bearing basins and its significance in petroleum geology [J]. *Geotechnical Intelligence*, 8 (2) : 59 – 66 (in Chinese with English abstract).
- Xia Y P, Liu W H, Xu L G, et al., 2007. Identification of strike-slip fault and its petroleum geology significance [J]. *Chinese Oil Exploration*, 17 (1) : 17 – 23 (in Chinese with English abstract).
- Xu E S, Li Z M, Yang Z H, 2015. Thermal and hydrocarbon generation history of Wufeng and Longmaxi shales in Pengshui area, eastern Sichuan Basin: A well PY1 case study [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 37 (4) : 494 – 499 (in Chinese with English abstract).
- Xu Z X, 2019. Genesis and source of gas in Middle Permian Maokou Formation of eastern Sichuan Basin [J]. *Special Oil & Gas Reservoirs*, 26 (2) : 16 – 22 (in Chinese with English abstract).
- Yan Y H, Chen A Q, Zhang B J, et al., 2024. Evolution of the Ordovician sedimentary system and paleogeographic reconstruction in the Sichuan Basin, China [J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 44 (3) : 600 – 612 (in Chinese with English abstract).
- Yang H J, Yu S, Zhang H Z, et al., 2020. Geochemical characteristics of Lower Cambrian sources rocks from the deepest drilling of Well LT-1 and their significance to deep oil gas exploration of the Lower Paleozoic system in the Tarim Basin [J]. *Geochimica*, 49 (6) : 666 – 682 (in Chinese with English abstract).
- Yin J F, Gu Z D, Li Q F, 2013. Characteristics of deep-rooted faults and their geological significances in Dachuanzhong area, Sichuan Basin [J]. *Oil and Gas Geology*, 34 (3) : 376 – 382 (in Chinese with English abstract).
- Zeng T, Fan R, Xia W Q, et al., 2023. Formation and evolution of strike-slip fault zones in the eastern Sichuan Basin and identification and characterization of the fault zones: A case study of the Fuling area [J]. *Earth Science Frontiers*, 30 (3) : 366 – 385 (in Chinese with English abstract).
- Zhang K, Lu Z K, Sheng X Z, 1989. *Oil structural geology* [M]. Petroleum Industry Press: 32 – 35.
- Zhang X, Ran Q, Chen K, et al., 2022. The controlling effect of strike-slip fault on Dengying Formation reservoir and gas enrichment in Anyue Gas Field in central Sichuan Basin [J]. *Natural Gas Geoscience*, 33 (6) : 917 – 928 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Z T, Lin C S, Li H Y, et al., 2019. Characteristics of the Neogene strike-slip faults and their controls on hydrocarbon accumulation in Shaleitian uplift, Bohai Bay Basin [J]. *Oil and Gas Geology*, 40 (4) : 778 – 788 (in Chinese with English abstract).
- Zhao F, Jia Z Z, Yuan J Y, et al., 2012. Study on Strike-slip fault and its control effect on Oil and Gas accumulation in western Qaidam Basin, China [J]. *Geological Review*, 58 (4) : 660 – 670 (in Chinese with English abstract).
- Zhao M F, Liu Z R, Xin Q L, et al., 2000. Fault activity features and its control over oil of Linnan area in Huimin depression [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 27 (6) : 9 – 11 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Y, Yang H F, Huang Z, et al., 2020. Strike-slip structural characteristics and its controlling effect on hydrocarbon accumulation in Miaoxinan Sag, Bohai Sea [J]. *Oil and Gas Geology and Recovery*, 27 (4) : 35 – 44 (in Chinese with English abstract).
- Zheng H R, Hu Z Q, Yun L, et al., 2022. Strike-slip faults in marine cratonic basins in China: Development characteristics and controls on hydrocarbon accumulation [J]. *Earth Science Frontiers*, 29 (6) : 224 – 238 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Y T, Zhang W R, 2021. Characteristics of strike-slip faults and hydrocarbon accumulation in LZ area, southeast Sichuan [J]. *China Petroleum and Chemical Standard and Quality*, 41 (16) : 128 – 129 (in Chinese with English abstract).

## 附中文参考文献

- 陈刚, 戴俊生, 叶兴树, 等, 2007. 生长指数与断层落差的对比研究 [J]. *西南石油大学学报*, 29 (3) : 20 – 23+16.
- 段金宝, 潘磊, 石司宇, 等, 2023. 川东涪陵地区 15 号走滑断裂带几何学、运动学特征及演化过程研究 [J]. *地学前缘*, 30 (6) : 57 – 68.
- 冯许魁, 杨雨, 朱亚东, 等, 2024. 四川盆地二叠纪礁滩体发育特征、分布模式及有利勘探区带 [J]. *沉积与特提斯地质*, 44 (2) : 278–294.
- 冯志强, 李萌, 郭元岭, 等, 2022. 中国典型大型走滑断裂及相关盆地成因研究 [J]. *地学前缘*, 29 (6) : 206 – 223.
- 管树巍, 梁瀚, 姜华, 等, 2022. 四川盆地中部主干走滑断裂带及伴生构造特征与演化 [J]. *地学前缘*, 29 (6) : 252 – 264.
- 韩俊, 况安鹏, 能源, 等, 2021. 顺北 5 号走滑断裂带纵向分层结构及其油气地质意义 [J]. *新疆石油地质*, 42 (2) : 152 – 160.
- 何登发, 贾承造, 周新源, 等, 2005. 多旋回叠合盆地构造控油原理 [J]. *石油学报*, 26 (3) : 1 – 9.
- 何江林, 刘伟, 杨平, 等, 2017. 四川盆地西南缘五峰组—龙马溪组页岩气形成条件与有利区优选 [J]. *沉积与特提斯地质*, 37 (3) : 50–58.

- 胡东风, 王良军, 黄仁春, 等, 2019. 四川盆地东部地区中二叠统茅口组白云岩储层特征及其主控因素[J]. 天然气工业, 39(6): 13-21.
- 黄士鹏, 吴小奇, 陶小晚, 等, 2011. 蜀南纳溪-合江地区嘉陵江组天然气地球化学特征及其气源[J]. 地球化学, 40(6): 525-535.
- 焦方正, 杨雨, 冉崎, 等, 2021. 四川盆地中部地区走滑断层的分布与天然气勘探[J]. 天然气工业, 41(8): 92-101.
- 康玉柱, 1990. 地质力学在塔里木盆地找油工作中的应用——纪念李四光教授诞生100周年[J]. 新疆地质, 8(1): 1-11.
- 雷宝华, 2012. 生长断层活动强度定量研究的主要方法评述[J]. 地球科学进展, 27(9): 947-956.
- 李海平, 2020. 蜀南地区茅口组与嘉陵江组天然气成因与来源及运聚模式[D]. 北京: 中国石油大学(北京).
- 李智, 张仲培, 李双建, 等, 2024. 川东南綦江地区断裂体系特征及其控藏作用[J]. 天然气地球科学, 35(11): 1999-2011.
- 马永生, 蔡勋育, 云露, 等, 2022. 塔里木盆地顺北超深层碳酸盐岩油气田勘探开发实践与理论技术进展[J]. 石油勘探与开发, 49(1): 1-17.
- 潘磊, 徐祖新, 李让彬, 等, 2020. 川东南涪陵地区基底断裂特征与油气成藏[J]. 特种油气藏, 27(4): 19-25.
- 漆立新, 2020. 塔里木盆地顺北超深断溶体油藏特征与启示[J]. 中国石油勘探, 25(1): 102-111.
- 王顺玉, 戴鸿鸣, 王海清, 等, 2000. 四川盆地海相碳酸盐岩大型气田天然气地球化学特征与气源[J]. 天然气地球科学, 11(2): 10-17+4.
- 王新岚, 梁虹, 朱亚东, 等, 2021. 川中-川南走滑断裂展布特征及与油气成藏关系[C]//中国石化学会2021年物探技术研讨会论文集. 成都: 964-967.
- 王燮培, 谢德宜, 1989. 中国含油气盆地中花状构造的发现及其石油地质意义[J]. 地质科技情报, 8(2): 59-66.
- 夏义平, 刘万辉, 徐礼贵, 等, 2007. 走滑断层的识别标志及其石油地质意义[J]. 中国石油勘探, 17(1): 17-23.
- 徐二社, 李志明, 杨振恒, 2015. 彭水地区五峰-龙马溪组页岩热演化史及生烃史研究——以PY1井为例[J]. 石油实验地质, 37(4): 494-499.
- 徐祖新, 2019. 川东地区中二叠统茅口组天然气成因及气源[J]. 特种油气藏, 26(2): 16-22.
- 颜宇豪, 陈安清, 张本健, 等, 2024. 四川盆地奥陶纪沉积体系演化与古地理格局重建[J]. 沉积与特提斯地质, 44(3): 600-612.
- 杨海军, 于双, 张海祖, 等, 2020. 塔里木盆地轮探1井下寒武统烃源岩地球化学特征及深层油气勘探意义[J]. 地球化学, 49(6): 666-682.
- 殷积峰, 谷志东, 李秋芬, 2013. 四川盆地大川中地区深层断裂发育特征及其地质意义[J]. 石油与天然气地质, 34(3): 376-382.
- 曾韬, 凡睿, 夏文谦, 等, 2023. 四川盆地东部走滑断裂识别与特征分析及形成演化: 以涪陵地区为例[J]. 地学前缘, 30(3): 366-385.
- 张恺, 陆克政, 沈修志, 1989. 石油构造地质学[M]. 石油工业出版社: 32-35.
- 张旋, 冉崎, 陈康, 等, 2022. 川中地区安岳气田走滑断裂对灯影组储层及含气富集的控制作用[J]. 天然气地球科学, 33(6): 917-928.
- 张正涛, 林畅松, 李慧勇, 等, 2019. 渤海湾盆地沙垒田地区新近纪走滑断裂发育特征及其对油气富集的控制作用[J]. 石油与天然气地质, 40(4): 778-788.
- 赵凡, 贾政造, 袁剑英, 等, 2012. 柴达木盆地西部走滑相关断裂特征及其控藏作用[J]. 地质论评, 58(4): 660-670.
- 赵密福, 刘泽容, 信荃麟, 等, 2000. 惠民凹陷临南地区断层活动特征及控油作用[J]. 石油勘探与开发, 27(6): 9-11.
- 赵野, 杨海风, 黄振, 等, 2020. 渤海海域庙西南洼陷走滑构造特征及其对油气成藏的控制作用[J]. 油气地质与采收率, 27(4): 35-44.
- 郑和荣, 胡宗全, 云露, 等, 2022. 中国海相克拉通盆地内部走滑断裂发育特征及控藏作用[J]. 地学前缘, 29(6): 224-238.
- 邹玉涛, 张文睿, 2021. 川东南LZ地区走滑断裂特征与油气成藏作用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 41(16): 128-129.