

山东莱芜地区太古界露头裂缝特征 及其油气储层意义

张敬轩¹, 金 强²

(1. 胜利油田 地质科学研究院, 山东 东营 257015; 2. 石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061)

摘要: 变质岩常为基岩潜山油气藏的储集岩, 它的储集空间以裂缝为主。储层中的裂缝规模及分布规律是油气地质研究的一项难题, 开展地表露头分析将有助于对地下储层的认识。文中对与潜山油藏同层位、同构造背景和同岩性的露头裂缝进行了定性、定量分析, 所得到的裂缝描述参数对于揭示胜利油区基岩潜山裂缝储集空间的分布起到了指导作用。

关键词: 片麻岩; 露头; 裂缝; 储层描述; 太古界; 胜利油区

中图分类号: TE122. 2

文献标识码: A

随着油藏研究的不断深入, 石油地质工作者日益认识到仅依靠油田资料并不能完全解决目前油藏研究中面临的所有问题, 因此野外露头因可以为地质研究提供更具整体性和直观性的地质体而日益受到重视。对于裂缝性油藏, 从取心资料和测井资料中获得的裂缝属性往往只反映裂缝发育的部分特征, 缺少对裂缝发育特征的整体认识, 从而影响油藏勘探开发部署的科学性。在胜利油区埭北 30 太古界变质岩潜山地质特征的研究中, 作者考察了与油区相邻的胶东隆起和鲁西隆起的太古界岩性、构造发育特征, 选择了位于鲁东隆起的陈林村—西巍石一带进行裂缝属性测量并加以整理研究, 总结了裂缝发育规律及控制因素。利用该研究成果指导油藏储层研究, 取得了较好的应用效果。

1 地质概况

露头研究区位于山东省莱芜市北约 17km 的陈林村—西巍石一带, 面积 40km², 构造上属于鲁西隆起林家庄帚状构造带北段, 西界为莱芜断裂。该断裂延伸长度大于 100km, 走向 310°, 断面南西倾(倾角 70°~ 80°); 地质历史上, 该断裂既发生过左行扭动, 也发生过右行扭动, 形成复杂的断裂性质^[1, 2]。莱芜断裂在研究区分为南北两支, 下降盘出露中、新生界碎屑岩, 上升盘广泛分布太古界片麻岩, 南北两

支之间出露古生界碳酸盐岩, 在陈林村—谷堆山一线可见到古生界和太古界断层接触的断层角砾岩和大型煌斑岩侵入体。由于断层附近岩石破裂程度高、易风化, 在距边界断层 2km 距离以内地形较低平、海拔低于 300m(图 1)。裂缝是片麻岩中最可能的油气储集空间, 也是本文的研究重点。

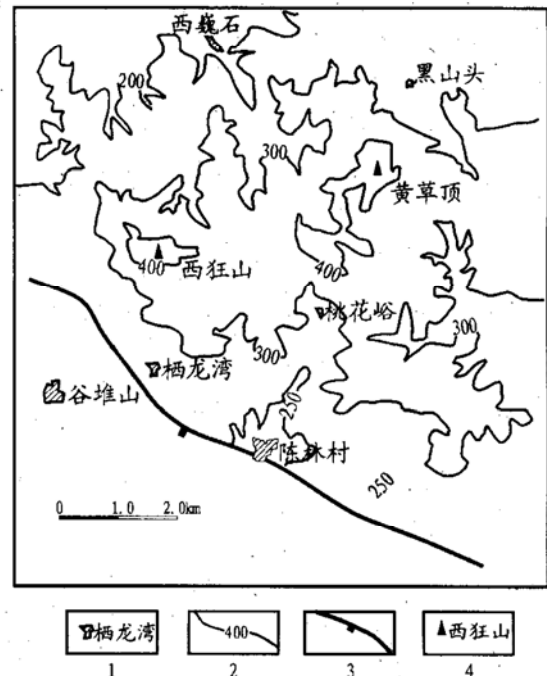


图 1 研究区地貌图

1. 村庄; 2. 等高线; 3. 断层; 4. 山峰

Fig. 1 Morphologic map of the study area

收稿日期: 2003- 02- 14; 修订日期: 2003- 06- 04.

基金项目: 中国石油化工集团公司“九五”课题(P99026).

作者简介: 张敬轩(1969—), 男(汉族), 山东鱼台人, 工程师, 主要从事油气田开发方面的地质研究工作。

2 露头裂缝调查

露头裂缝调查的目的是分析不同地质条件下裂缝的发育规律,进而阐明地下储层裂缝的分布规律。一般来讲,地面裂缝调查包括的内容非常广泛,与油气储层相关的主要参数有裂缝组系、倾角、倾向、宽度、密度和面孔率等,这些参数可以补充油田钻井的一孔之见^[3,4]。作者在野外获得了 26 个测点的裂缝参数,经过分析整理,对裂缝属性、分布规律和成因机制进行了研究。

2.1 裂缝组系

不同测点的裂缝走向有一定的变化,但主要有 4 个方向,分别为北北东、北东东、北北西和北西向(图 2)。其中北西向裂缝平行于主干断层,北北东向裂缝垂直于主干断层,另两组裂缝与主干断层斜交,两组裂缝的锐角方向与区域挤压应力轴一致,其中最发育的一组裂缝与主干断层交角约 45°。

多组裂缝在空间上相互交错形成裂缝网络系统,使裂缝性储层成为一个连通的整体(图 3a)。

2.2 裂缝倾角

裂缝倾角的分布具有双峰特征。裂缝倾角在 30°~ 40° 具有一个低峰,主要为剪切应力成因;在

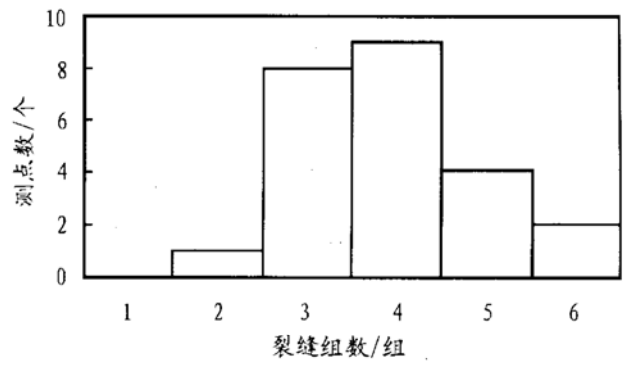


图 2 测点裂缝组系发育特征直方图

Fig. 2 Bar chart showing the developing characteristics of fracture sets in different measuring points

60°~ 90° 范围内具有一个高峰(图 4),该峰裂缝数占统计裂缝总数的 68%,即太古界以高角度缝最为发育。研究区内较为典型的露头特征是直立裂缝将岩体切割成板状或柱状(图 3b、c)。由于油藏钻井以直井为主,钻井资料揭示的裂缝发育程度可能远低于地下裂缝系统的实际发育程度。

2.3 裂缝宽度

裂缝宽度是指裂缝壁间的垂直距离。研究中依据裂缝宽度将裂缝划分为 4 级:大缝(> 5mm)、中缝(1~ 5mm)、细缝(0.1~ 1mm)和微缝(< 0.1mm)。微细缝最发育,占统计裂缝总条数的



a



b



c



d

图 3 研究区裂缝发育特征图

Fig. 3 Developing characteristics of fractures in the study area

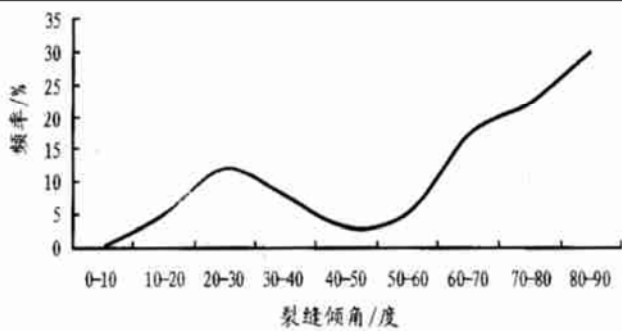


图4 研究区裂缝倾角分布趋势图

Fig. 4 Distributive trend of fracture dip angles in the study area

59.2%;中缝占40.8%。由于变质岩难于发生溶解作用,裂缝宽度一般小于5mm;但对于长期暴露的测点,也可见到裂缝因化学风化和物理风化造成的裂缝加宽现象,表明长期风化剥蚀可以改善硅酸岩储层的储集性能(图3d),胜利油区的王庄变质岩油藏是该类储层的典型实例。

裂缝平均宽度受边界断层的控制。靠近边界,断层裂缝宽度较大,1000m以内测点平均裂缝宽度可达1.9mm;远离断层,裂缝宽度变小,与边界断层相距4000m后,测点平均裂缝宽度减小为0.2mm。

2.4 裂缝密度

裂缝密度是指单位面积内裂缝发育的条数,它是描述裂缝发育程度的一项主要参数。据统计太古界裂缝密度一般为5.5~65条/m²,主要集中在10~30条/m²。裂缝密度受边界断层控制。断层附近,裂缝密度大,最高可达65条/m²;距边界断层距离2000m内,裂缝密度迅速减小到18条/m²;此后,裂缝密度减小速度减缓。

但在侵入体附近,裂缝密度可以发生较大变化。侵入体可以使裂缝发育程度得到较大幅度的提高。

2.5 裂缝面孔率

裂缝面孔率是指单位面积内裂缝的累计表面积。该地区裂缝面孔率最大可达10.2%,主要集中在0.18%~4.3%。但由于风化剥蚀的影响,储集空间最发育的断层角砾岩部分已经被剥蚀,目前可测量的区域均为相对致密地层,测量的最高值位于距主断层100m的位置,由于破裂岩石易于风化剥蚀,主断层附近的实际裂缝面孔率应远大于该值。受裂缝密度和裂缝宽度的影响,裂缝面孔率也受边界断层的影响。该地区裂缝面孔率受边界断层的控制更明显(图5),平面上裂缝面孔率大于3%的区域主要分布在距边界断层1500m以内的陈林村—栖龙湾一带,小于1%的地区分布在桃花峪—黑山头一带。

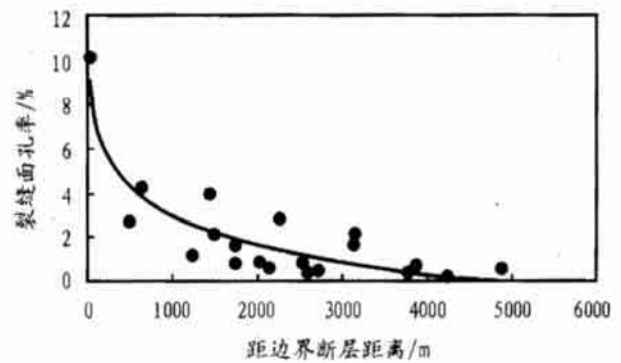


图5 裂缝面孔率与测点距边界断层距离关系曲线

Fig. 5 Relationship between the area pore ratio of fractures and the distance from measuring points to boundary faults

3 裂缝发育的控制因素及其石油地质意义

胜利油区太古界片麻岩中裂缝的发育程度主要受控于区域构造活动情况。越靠近大断裂,裂缝越发育,有利于油气储集的空间越发育,是油气藏形成的主要部位^[5]。溶蚀作用可以改善储层的储集性能,但是片麻岩中易溶蚀的矿物不多,所以露头观察到的片麻岩裂缝溶蚀现象不明显。

靠近断裂,裂缝组系相互切割形成裂缝网络系统,使裂缝性储层具有广泛的连通性,具有形成块状油藏的可能性。

露头观察表明,储集性裂缝以高角度裂缝为主,所以在这种储层中利用斜井和水平井可以钻遇多个裂缝,有利于裂缝性油藏的高效开发。

因此,野外地质研究对于油藏井位部署、井位轨迹设计和储层发育规律研究具有不可替代的作用,是油藏研究不可缺少的一部分,能够为合理开发裂缝性油气藏提供更科学的地质认识。

参考文献:

- [1] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991. 44-499.
- [2] 金振奎,刘泽容. 鲁西地区断裂构造类型及其形成机制[J]. 石油大学学报,1999,23(5):1-5.
- [3] 周文. 裂缝性油气储集层评价方法[M]. 成都:四川科学技术出版社,1998. 3-102.
- [4] 宋惠珍,贾承造,欧阳健. 裂缝性储集层研究理论与方法[M]. 北京:石油工业出版社,2001. 1-114.
- [5] 王端平,张敬轩. 胜利油区埕北30潜山储集性裂缝预测方法[J]. 石油实验地质,2000,22(3):250-255.

CHARACTERISTICS OF FRACTURES AND THEIR HYDROCARBON RESERVOIR MEANINGS FOR THE ARCHEAN OUTCROP IN LAIWU AREA, SHANDONG PROVINCE

ZHANG Jir-xuan¹, JIN Qiang²

(1. Research Institute of Geological Sciences, Shengli Oilfield, Dongying, Shandong 257015, China;

2. School of Earth Resources and Information, University of Petroleum, Dongying, Shandong 257061, China)

Abstract: Metamorphic rock, whose reservoir space is dominated by fractures, is often the reservoir rock for bedrock buried-hill oil pools. The scale and distributive rules of fractures in reservoirs are difficult problems to petroleum geological research, and the study on surface outcrop will be helpful to the understanding of underground reservoirs. In this paper, the outcrop fractures which having the same horizon, structural background and lithology with buried-hill oil pools were analysed qualitatively and quantitatively, and the fracture description parameters obtained took a directive role in revealing the distribution of reservoir space in the bedrock buried-hill fractures of Shengli oilfield.

Key words: gneiss; outcrop; fracture; reservoir description; Archean; Shengli oilfield

(continued from page 370)

POOL-FORMING PATTERNS OF HYDROCARBON AND CONTROLLING FACTORS OF HYDROCARBON ENRICHMENT IN THE DONGYING AND THE HUIMIN SAGS

TAN Li-juan, JIANG You-lu

(School of Earth Resources and Information, Petroleum University, Dongying, Shandong 257061, China)

Abstract: As two adjacent continental listric faults in the southern part of the Jiyang Depression, the Dongying and the Huimin sags have similar tectonic framework. They have similar petroleum geological characteristics, but their hydrocarbon-enrichment degree is apparently different. The major factors controlling hydrocarbon enrichment include oil-source conditions, structural features, volcanic activities and the collocation of source rock-reservoir-caprock assemblages to structures. Among them, the collocation of source rock-reservoir-caprock assemblages to structures is the direct reason to result in the differences of major hydrocarbon-bearing horizons and hydrocarbon-pool types in different tectonic position. Combined with oil-source features, source rock-reservoir-caprock assemblages and conveyance system characteristics, the pool-forming patterns of hydrocarbon in the Dongying and the Huimin Sags can be classified as five kinds, that is, the self-generating and self-reserving lateral migration pool-forming pattern in swale zones, the upper-generating and lower-reserving vertical migration pool-forming pattern in swale areas, the lower-generating and upper-reserving vertical migration pool-forming pattern in central uplift and northern steep-slope zones, the lower-generating and upper-reserving composite migration pool-forming pattern in southern slope zones and the new-generating and paleo-reserving composite pool-forming pattern in circumferential convex areas.

Key words: pool-forming pattern of hydrocarbon; hydrocarbon enrichment; controlling factor; the Dongying Sag; the Huimin Sag; the Jiyang Depression; the Bohaiwan Basin