

永进地区侏罗系齐古组裂缝发育特征及控制因素研究

李聪

成都理工大学地球科学学院

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1609

[摘要] 通过野外露头、岩心观察、岩石薄片、扫描电镜以及测井曲线等的系统分析,明确研究区致密砂岩储层主要发育成岩缝(90%)以及少量构造缝(10%);并且裂缝发育受砂岩粒度影响,微裂缝主要发育在中-细砂岩;研究区裂缝发育主要受构造作用、岩性、沉积环境等共同控制。

[关键词] 致密砂岩储层;层理缝;成岩缝;裂缝特征

中图分类号: TE371 文献标识码: A

Characteristics of fracture development and controlling factors of the Jurassic Qigu Formation in Yongjin area

Cong Li

College Of Earth Sciences, Chengdu University of Technology

[Abstract] Through systematic analysis of field outcrops, core observations, rock thin sections, scanning electron microscopy, and logging curves, the dense sandstone reservoirs in the study area mainly develop into rock fractures (90%) and a small number of structural fractures (10%); the development of fractures is influenced by the particle size of sandstone, and micro fractures mainly develop in medium to fine sandstone; The development of fractures in the study area is mainly controlled by tectonic processes, lithology, sedimentary environment, and other factors.

[Key words] tight sandstone reservoir; bedding fractures; diagenetic fractures; fracture characteristics

引言

裂缝是岩石中由构造变形或物理成岩作用所形成的天然宏观面状不连续构造^[1],因其规模相对较小、识别预测难,历来是一个地质学界的研究难题。学者们主要从构造地质学的角度出发,对裂缝的类型、成因机制、分布特征及其构造变形意义进行了大量研究。部分研究人员提出了沉积微相决定裂缝的基础等相关理论,认为裂缝形成、发育、展布受沉积、构造与应力、成岩、成藏(烃类充注)下伏地层隐伏断裂、岩性非均质性等多种因素影响^[2]。前人对于裂缝系统成因研究充足,但是对于永进地区侏罗系齐古组裂缝的形态规模以及裂缝形成控制因素认识不足,制约了该区进一步开发、生产的部署实施,因此通过对该区裂缝的宏微观精细刻画以及其成因分析,将为永进油田齐古组的油气勘探提供新的思路。

1 地质概况

准噶尔盆地处于新疆北部,南、北夹持于天山与阿尔泰山之间,东、西为准噶尔界山^[3],平面形态呈南宽北窄的三角形,总面积为 $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。准噶尔盆地从东到西、由南向北不仅见到丰富的地表油气苗而且均已发现工业性油气藏,表现出“满盆”含油、全层系多层组含油的特点。

永进地区位于准噶尔盆地中3区块,区域构造上位于准噶尔盆地腹部,车莫古隆起南翼^[4],研究区目的层系为埋深5500—6000m的侏罗系齐古组,由于在晚侏罗纪盆地强烈构造运动,因此白垩系清水河组以平行不整合接触形式覆盖在侏罗系齐古组上部,西山窑组、头屯河组与齐古组之间以角度不整合接触。

2 研究区裂缝发育特征

2.1 岩心裂缝特征

研究钻井岩心样本是研究储层裂缝最直接、最有效的方法。根据对永进地区永进1-1井、永进1-3井、永进10井、永进12井和永进302井共5口取心井的岩心进行观察与统计,观察取心段169.94m,其中裂缝发育段总长4.78m,占总长的2.81%,整体裂缝发育段的裂缝线密度为23.22条/m。裂缝中层理缝占91%,构造缝占9%,表明研究区裂缝发育较集中,并主要为非构造裂缝,没有大规模延伸性裂缝。永进地区齐古组发育裂缝111条(表1),其中非构造裂缝101条,据统计分析,研究区非构造裂缝均为层理缝;构造缝发育10条,仅在局部有少量发育。

2.2 微观裂缝发育特征

2.2.1 偏光显微镜下特征

表1 永进地区齐古组不同井位取心段裂缝统计表

井名	取心长度(m)	层理缝数量(条)	构造缝数量(条)	裂缝线密度(条/m)	层理缝线密度(条/m)
永进1-3	68.01	57	8	0.96	0.84
永1-1	46.83	18	0	0.38	0.38
永进10	24.60	21	2	0.93	0.85
永进12	22.50	4	0	0.18	0.18
永进302	8.00	1	0	0.125	0.13
合计	169.94	101	10	0.65	0.59

通过对永进地区齐古组32块铸体薄片的镜下观察,共观察到15张薄片中有发育有微裂缝,发育微裂缝的薄片矿物颗粒以中粒、中-细粒为主,主要发育石英质岩屑砂岩。镜下可见石英颗粒中发育大量粒内缝,延伸长度 $10\mu\text{m}$ - $500\mu\text{m}$,开度 $2\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$;在石英和长石接触面上,发育部分粒缘缝;偶有微裂缝贯穿相邻的矿物颗粒,形成穿粒缝,穿粒缝方位复杂多变,不具备统一性,部分裂缝与颗粒接触面近垂直。永进15井5777.8m处,岩心能够明显观察到层理缝,通过显微镜发现层理缝与定向切穿颗粒的粒内缝共生,且发育方向近平行。三种微观裂缝其中粒内缝占比45%,穿粒缝占比32%,穿粒缝占比23%。

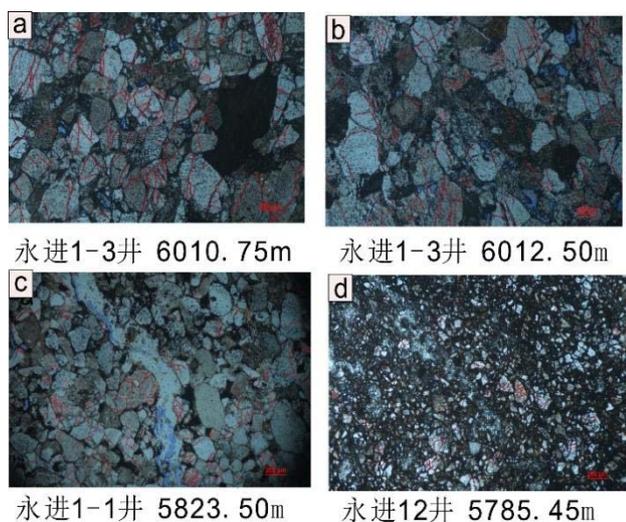


图1 永进地区齐古组微观裂缝发育特征镜下照片

2.2.2 扫描电镜下裂缝特征

本次研究共观察扫描电镜样品10个,在10个样品中观察到大量微米级别的微裂缝,破碎的石英颗粒间发育网状的粒内缝和粒缘缝,粒缘缝长度 $60\mu\text{m}$ - $320\mu\text{m}$ 之间,开度 $1.5\mu\text{m}$ - $3.5\mu\text{m}$ (图2)。

通过能谱仪分析出各样品中裂缝中充填物类型,上述10个样品中共做46条裂缝充填的能谱分析(图2c、d),其中充填物为有机物的裂缝有36条,充填物元素有C、O、Si、Al、Na等,C元素含量在27.62%-62.03%之间。

3 裂缝发育控制因素

3.1 沉积物粒度对裂缝发育的影响

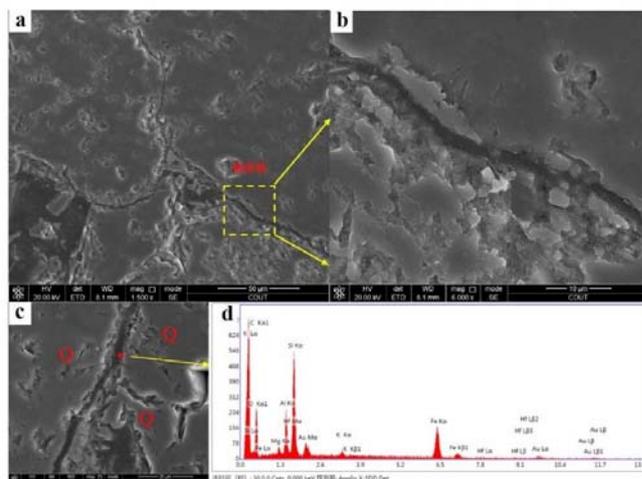


图2 扫描电镜下观察到微裂缝

采用薄片图像分析法,基于显微镜成像技术和计算机二维图像测量技术进行粒径测量^[6],明确了粒度对裂缝发育的控制作用。平均粒径越大越不利于裂缝发育,粒度标准偏差较大,说明裂缝段沉积物粒度分选、颗粒大小的匀称度较非裂缝段好;频率曲线的偏度在裂缝发育段较大,表明裂缝段混合沉积程度较高,非裂缝段差异较小;峰度数据主要体现在沉积物的被改造程度,裂缝段整体峰度较高,其中微裂缝段峰度较高,通过粒度曲线分析说明岩石颗粒内部微裂缝是经过改造形成的。

表2 裂缝段、非裂缝段粒度参数平均值差异

	平均粒径	标准偏差	偏度	峰度
裂缝段	2.49	0.85	0.2	1.14
非裂缝段	2.60	0.59	0.12	1.10

3.2 岩性控制

研究区物源来源主要为火成岩、部分石英类岩石以及少量其他类型碎屑,物源区岩石类型复杂,表明物源区经历了复杂的构造演化,碎屑物质经过运移以及沉积,不稳定组分转化为稳定组分,形成研究区中砂-细砂为主的岩屑砂岩。

其中陆源碎屑体积含量平均为95.4%,石英、长石、岩屑的平均含量分别为31.41%、5.75%、61.82%,结构成熟度属于中低程度,颗粒分选性一般,磨圆度较差。镜下可见岩石颗粒大小不均,在薄片观察中,个别薄片粒度分选较为集中,磨圆较好,这说明沉积物搬运方式略有差异,大部分主要在水体中运移,少量经过陆源搬运。

3.3 沉积相带

沉积相带中不同岩性组合、剖面结构控制裂缝的发育,岩性是影响裂缝发育最基本的内在因素,通过粒度、岩石成分、沉积构造等来控制裂缝发育。据岩心观察,永进10井、永进1-3井、永进12井和永进302井的裂缝共93条,均发育在水下分流河道微

相中,在永1-1井区,仅有1条裂缝发育于河口坝中,其余17条裂缝发育于水下分流河道微相中。

3.4 构造作用

侏罗纪中晚期,准噶尔盆地腹部隆升,形成北东向展布的车莫古隆起,从此改变了盆地腹部单倾的构造格局,出现了岩性圈闭与地层圈闭,并且是沿着隆起两翼分布的,这种构造演化是油气成藏储集的条件。随后在喜马拉雅构造演化期,车莫古隆起格局再次发生变化:北部抬升、南部急剧沉降,在此次运动中,前期在北部已形成的油藏圈闭受到影响而发生二次调整,也是现今盆地腹部深层有利的勘探领域^[7]。由于以上地质构造演变,在研究区可观察到近水平构造缝以及低角度构造缝,另外研究区沉积了大范围的三角洲前缘砂岩和泥岩,砂岩中斜层理发育,分支河道中的层理面沉积有较多的砾石,侏罗纪晚期,由于车莫古隆起的急剧抬升,促使层理缝开启。由于地层向北隆升,斜层理随着旋转,因此永进地区侏罗系顶部砂岩中的层理缝表现为水平状^[8]。

4 结论

(1)通过岩心观察、铸体薄片分析和扫描电镜分析等,识别出准噶尔盆地上侏罗系齐古组致密低渗砂岩储层发育构造缝、成岩缝2种大类的裂缝。

(2)通过对齐古组裂缝类型统计及岩心资料分析发现成岩缝(主要为层理缝)是最主要的裂缝类型,占裂缝总数的91%作用,构造缝占比9%左右,这些裂缝延伸均较短。

(3)研究区主要沉积岩屑砂岩,裂缝发育段岩性主要为中、细砂岩;裂缝主要集中在三角洲前缘水下分支河道中;岩石脆

性矿物含量较高的裂缝更发育;构造缝主要发育在盆地边缘古断裂活动相对较多的区域,而层理缝主要发育在盆地中心位置。

[参考文献]

[1]梁剑明,朱俊,陈国新.巴基斯坦某沿岸岛屿地裂缝发育特征及影响因素分析[J].工程技术研究,2022,7(11):219-222..

[2]罗群,魏浩元,刘冬冬.层理缝在致密油成藏富集中的意义、研究进展及其趋势[J].石油实验地质,2017,39(01):1-7.

[3]鞠玮,尤源,冯胜斌.鄂尔多斯盆地延长组长7油层组致密砂岩储层层理缝特征及成因[J].石油与天然气地质,2020,41(03):596-605.

[4]刘明.准噶尔盆地永进地区西山密组层序地层及沉积相研究[D].成都理工大学,2019.

[5]曹寅,朱樱,黎琼.扫描电镜与图像分析在储层研究中的联合应用[J].石油实验地质,2001,(02):221-225.

[6]赵兰.致密砂岩储层微裂缝发育特征及对物性的影响——以杭锦旗地区十里加汗区带为例[J].油气藏评价与开发,2022,12(02):285-291+312.

[7]赵宏亮.准噶尔盆地车莫古隆起演化及其控藏规律[J].新疆石油地质,2006,(02):160-162.

[8]贺振建,刘宝军,王朴.准噶尔盆地永进地区侏罗系层理缝成因及其对储层的影响[J].油气地质与采收率,2011,18(1):15-17.

作者简介:

李聪(1997-),女,汉族,甘肃平凉人,研究生在读,研究方向:矿物学、岩石学、矿床学。