

济阳拗陷车西洼陷北部潜山油气藏特征*

渠效文

(胜利石油管理局地质录井公司, 山东 东营 257064)

摘要:车西洼陷北部潜山油气藏沿箕状断陷深大断裂下降盘一侧呈断续的条带状分布,存在着3套较好的储层,油源丰富,储封盖体系良好,形成了潜山顶部风化壳型油气藏和潜山内幕油气藏。

关键词:车西洼陷;滑脱潜山;油藏特征

中图分类号:TE122.3⁺21;TE155

文献标识码:A

0 引言

车西洼陷是指济阳拗陷最北部的车镇凹陷的西部,南北夹于无棣-义和庄凸起与埕子口凸起之间,西为庆云凸起,东部以套尔河为界,东西长约46 km,南北宽约16~28 km,勘探面积约为1 100 km²(图1)。车西洼陷北部潜山是指东起车3三维探区,西至车20北三维探区内沿北部埕南大断层下降盘呈带状分布的一系列下古生界潜山。

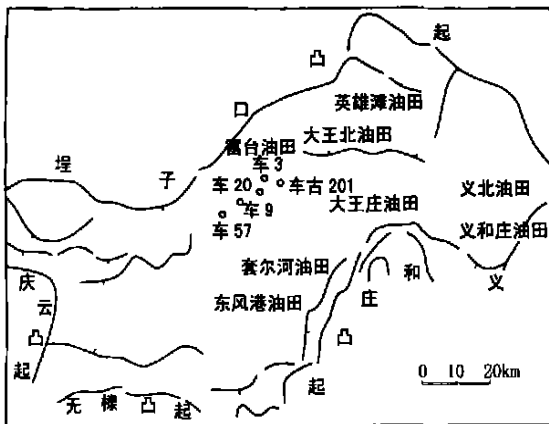


图1 车西洼陷区域构造位置图

经过近几年来勘探投入的不断加大,新勘探技术的采用,综合研究力度的加强,地质认识的不断深入,取得了车西洼陷北部潜山构造带30多年来勘探上的首次突破。自东向西先后发现了车古20、车9、

车57、车31潜山,并在车古20、车57潜山油气勘探中获得重大突破——车古201井、车古204井、车571井连续获得百吨高产工业油气流。目前仅车古20潜山一次性上报探明储量近1200万吨,待报的探明储量仍有约1000万吨。该区在2000年被命名为富台油田,充分展示了该区潜山油藏的良好勘探前景。本文研究了车西洼陷北部潜山构造带的构造特征、储层特征、成藏条件及油藏类型等。

1 构造特征

车西洼陷北部潜山沿埕南断层走向分布,在埕南大断层下降盘南北宽2.5~5.5 km范围内呈二台阶带展布,但由于其所处局部构造位置差异,形成的潜山构造特征既表现出一致性,又各具特点。

1.1 潜山与洼陷边界大断层相伴生

在中生代末期,由于强烈的构造运动,埕子口凸起迅速上升,原较水平的地层向现在洼陷方向倾斜,并发生了车古201南二台阶断层的正断作用,该断层在车古201潜山东侧为SN走向,至车古201井南转向西延伸至车古25、车57及车31南,是一条造洼的基底断层。

由于该断层落差巨大,断面陡,上升盘地层失去支撑,加之中生代地壳运动频繁,使得上升盘的古生代地层沿该断面倾向方向发生滑移,形成了一系列的滑脱潜山——二台阶潜山带,滑脱山的滑脱面与二台阶断层相交接触,而成为洼陷的盆边断层——埕

*收稿日期:2003-06-19;修订日期:2003-07-10;编辑:孟舞平

作者简介:渠效文(1968-),男,内蒙古凉城人,工程师,从事石油地质研究工作。

南大断层。

1.2 潜山内幕受多次构造运动改造,形成复式潜山构造

研究表明,本区潜山主要受加里东、海西和燕山运动等多次大的构造运动的改造^[1,2],自下而上形成寒武—奥陶系、石炭—二叠系二套复式潜山构造,上覆被新生界沙河街组沙三、沙四段所覆盖。

1.3 多深埋于洼陷中心底部附近

由于中、古生界地层在构造力作用下沿主断面下滑,在断面缓、断距相对较小处形成的滑脱体体积也较小,易于在主断面缓坡处停止滑动而成为潜山,并成为新生界的基底,在此基底上接受新生界的沉积,因此,该潜山带位于洼陷沉降中心的底部附近(图2)。

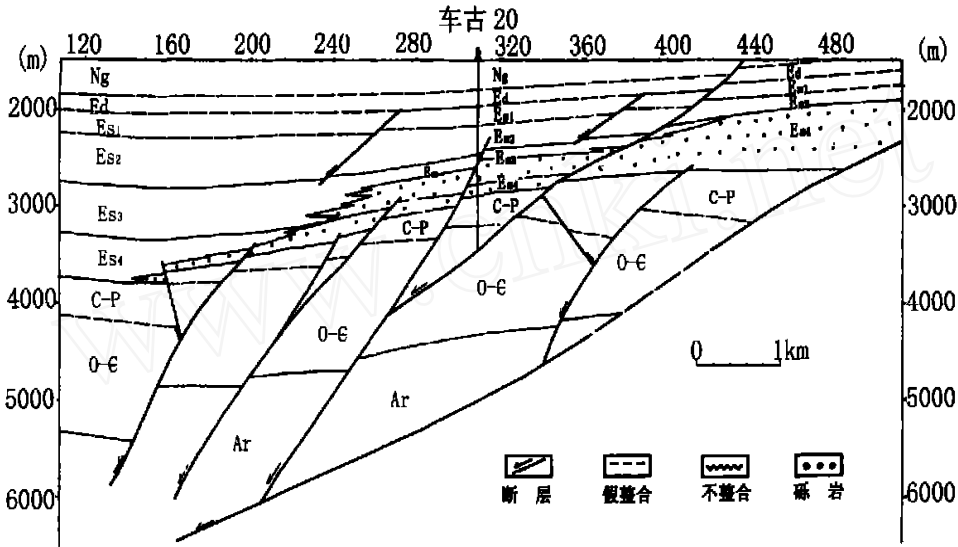


图2 车西车三区三维南北向 113 测线方向构造剖面图

1.4 潜山顶面遭受剥蚀程度不同

在不同的台阶上,潜山的埋藏高度不同,所遭受的风化剥蚀及淋滤等作用的程度也不尽相同,一般高部位剥蚀严重,保留地层少,仅残存寒武系,低部位剥蚀较轻,保留地层较全,残存奥陶系—石炭—二叠系。

1.5 次级断层使潜山复杂化

在潜山形成过程中,由于滑脱体的大小不同和脱落后接受支撑形式不同,受到地应力作用的不同,各潜山内部构造存在一定的差异:车古 20 潜山为一轴部 NW 向延伸的短轴背斜,潜山主体先被数条 NW 向断层切割,后被活动时间较长的 4 条近 NE 向断层复杂化,把潜山分割成南北高中间低的一系列断块,并在滑脱面附近形成回倾,但潜山总体形态保持相对完整。车 57、车 9 潜山为一断鼻形态的单面潜山。主要被 2 条近 EW 向的正断层分割,北边一条北掉,南边一条南掉,把潜山分割成地垒形态。车

31 潜山先被数条 NW 向东、西掉正断层切割,后被一条南掉 EW 向正断层复杂化,把潜山分割为高低不同、大小不一的块体,但总体上具单面山形态。

2 潜山储层特征

本区潜山带主要存在 3 套较好的储层:奥陶系八陡组—上马家沟组、奥陶系冶里—亮甲山—寒武系凤山组及寒武系府君山灰岩—太古宙片麻岩。尤其前 2 套储层更好,是本区油气主要集中分布的储层。

2.1 奥陶系八陡组—上马家沟组

储层岩性:主要为厚层隐晶—显微晶灰岩、白云岩、泥灰岩、泥质白云岩、白云质灰岩等过渡岩性为次。碳酸盐岩占地层厚度的 80%~90%。

储集空间类型:以裂缝为主,次为溶蚀、晶间、粒间孔洞。

储层物性特征:裂缝发育,分布不均,裂缝可分

为高导缝、高阻缝 2 种,高导缝分布相对较发育,车古 20 潜山主要分布于上马家沟组的下部,车 57 潜山主要分布于上马家沟组的中上部,高阻缝仅局部发育。按延伸方向可分 2 组,其一 NW—SE 向,倾角一般在 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ (为高角度缝);其二 NE—SW 向,倾角一般小于 50° ;以 NW—SE 向缝最发育。车 57 潜山还发育一组 NNW—SSE 向,倾角一般小于 40° 的高导缝。裂缝宽为 $0.5 \sim 40$ m。裂缝密度 $15 \sim 48$ 条/m,部分被方解石充填,开启度 $10\% \sim 15\%$,主要为构造成因缝。溶蚀孔洞主要沿裂缝分布,多见于未全部充填的缝中,溶蚀孔洞大小不等。缝洞分布不均,形成缝连洞的立体交叉储集网。储层非均质性较强。测井总孔隙度最大可达 12.22% ,次生孔隙度可达 9.77% ,解释 , , 类层,多见 , 类层。经测井对比物性,车 57 潜山八陡组物性比车古 20 潜山差,上马家沟组物性比车古 20 潜山好。

2.2 奥陶系冶里—亮甲山—寒武系凤山组

储层岩性:主要为厚层中—细晶、显微晶、隐晶结构的白云岩、燧石白云岩等。车 57 潜山还发育以原生燧石及白云岩、泥岩岩块为主要成分的角砾状灰岩、白云岩等。

储集空间类型:主要为溶蚀孔洞、次为裂缝。

储层物性特征:溶蚀孔洞全段发育,分布较均匀,大小不等,主要以晶间孔隙、晶洞、晶间缝、溶蚀洞等形式存在(图 3)。溶蚀孔洞直径一般为 $2 \sim 3$ m,孔洞密度 10 个。裂缝全段不发育,仅见微裂缝,局部集中,多为高角度高导缝,局部裂缝密度达 $16 \sim 20$ 条/m。溶蚀缝洞中被自形、半自形方解石半充填,开启缝以高角度裂缝为主,裂缝开启度 $30\% \sim 40\%$ 。宽窄不一的微裂缝将各种类型的孔洞串连在一起,形成缝连洞、缝中洞的立体网状储集空间。测井总孔隙度最高达 7.675% ,次生孔隙度达 5.854% ,多解释为 , 类层。车古 201 井在该层段试油,日产油 123t,车 571 井获日产油 252t,充分说明该套储层储集性能良好。

2.3 寒武系府君山灰岩—太古界片麻岩

储层岩性:主要为灰色含燧石显微晶灰岩及肉红、灰白色片麻岩。该套储层仅车古 201、车古 202 井钻遇。

储集空间类型:裂缝、孔洞型。

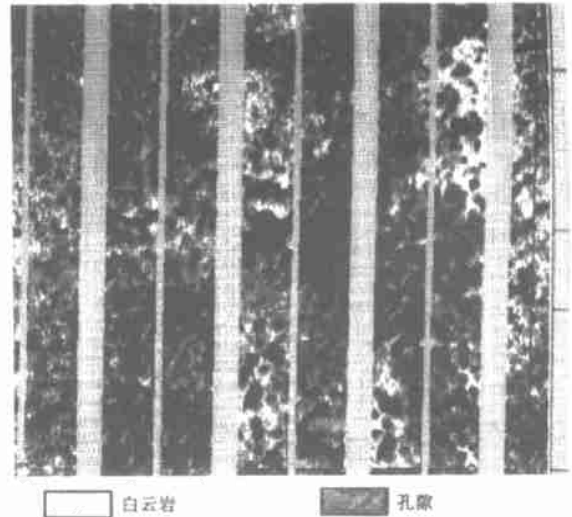


图 3 凤山组孔洞特征

储层物性特征:府君山灰岩为较好的孔洞型储层,分布极不稳定。前震旦系为孔洞—裂缝型储层,分布较稳定。成像孔隙度 $3\% \sim 4\%$ 。测井总孔隙度 $2.69\% \sim 6.34\%$,次生孔隙度 $0.02\% \sim 2.36\%$,渗透率 $5.5 \sim 19.0 \times 10^3 \mu\text{m}^2$,测井解释以 类层为主,次为 , 类储层。储层物性相对较好。

总体看,八陡—上马家沟组、冶里—亮甲山组、府君山灰岩—太古宙片麻岩储层发育不均衡,车古 20 潜山有由南向北逐渐变差的趋势。凤山组储层全区发育良好,分布稳定。本区储层储集空间类型多、非均质性强,裂缝、溶蚀孔洞、晶间粒间孔隙发育,具有良好的储集性能。

3 潜山成藏条件

3.1 具有利油源

由于新生界的基底就是该类潜山,因此潜山一般紧邻生油岩之下或侧面,有些位置的潜山甚至三面环洼。潜山顶面多为风化、剥蚀面,潜山内部发育的断层多与风化壳相通,生油岩多直接超覆其上,决定了潜山具有良好的油源。以车 57 潜山为例,潜山位于车西洼陷生油中心的西侧,潜山顶部被沙三段生油岩直接覆盖,东侧与生油最好的西次洼通过断剥面相接,洼陷中心沙三生油岩底埋深超过 5200 m,有机质丰度高,类型好,有机碳含量超过 2.43% 。潜山最高点埋深约为 3700 m,油气通过不整合面及侧向断剥面即可进入潜山,因此具有油气运移通道多、生油岩与潜山接触面积大等有利特点。

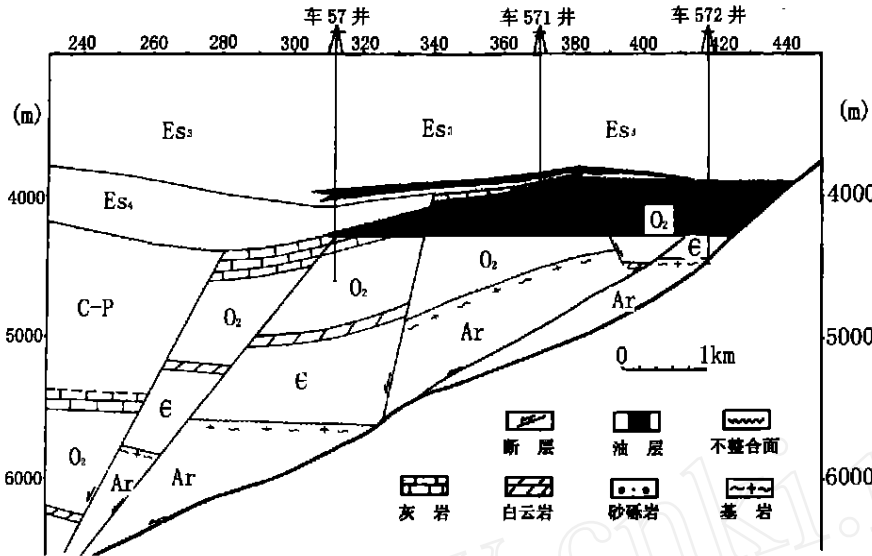


图4 车 57 - 车 571 - 车 572 连井地质构造剖面图

造破坏。潜山之间多存在落差较大的断层相隔,彼此形成各自独立的油气水系统。因此潜山一般具有小而肥的特点,易形成高产富集潜山油气藏。

4 潜山泊藏类型

根据油层分布位置、油层压力特点、油气性质等研究认为,该带存在两种类型的潜山油气藏,其一为潜山顶部风化壳型油气藏,油气主要分布在下古生界顶部风化壳附近,车古 20 潜山八陡—上马家沟组油层、车 57 潜山油层属此类;其二为潜山内幕

油气藏,油层远离风化壳,油气通过断层进入储层,车古 20 潜山冶里—亮甲山—凤山组油藏属此类风化壳。不同的潜山油气藏具有不同的油气水系统。

3.2 具良好的储、封、盖配置系统

潜山储集空间一般为裂缝、溶孔或缝-洞组合型。缝-洞串联形成立体储集网,使储层储集性能大大提高。潜山顶部一般超覆沉积了厚度不等的以泥质岩为主的生、盖层或覆盖着以泥质岩为主的上古生界地层,它们不但将陡坡带粗砾岩相与潜山隔开,一方面这些超覆沉积的古近系泥质层不但是潜山的盖层,超覆至潜山北部高部位大断面上在泥质层也能对大断面形成封堵;另一方面,边界大断层在形成过程中,沿断面可能形成封堵性良好的断层泥,也能对潜山形成封堵山^[2,3],获高产工业油气流的车 57 潜山就属于此类(图 4)。上古生界地层在滑落过程中,在北部高部位大断面附近易形成回倾,对潜山形成封堵(车古 20 潜山)。在潜山形成过程中,潜山周边一般有正断层发育,这些断层下降盘沉积古近系厚层泥质岩,在侧向上形成良好封堵。潜山的这种良好储、封、盖体系,对油气的聚集十分有利。

3.3 具备形成高产富集区块的条件

该带潜山埋藏深度一般 > 3 500 m 以上,因此地层压力相对较高。潜山位于断阶带内,潜山内部次级断层又十分发育,因此潜山整体为一地应力低压区。由于构造活动强烈,地层裂缝、溶孔十分发育,且常呈串珠状分布,形成立体交叉储集网,因此具有良好的储集空间。潜山顶部多为生油岩所包围,油源不但丰富,也易进入低压区,且油藏后期不易被改

5 远景预测

钻探表明,车西洼陷北部潜山油气藏规模大小不等,但多油气富集高产,并沿控凹主断裂走向以独立的山头形式呈带状分布,因此油气藏的分布有一定规律,在长度约 46 km 的车西北部陡坡带内,就已发现了 4 个上述类型的潜山,其中,已钻探的车古 20、车 57 潜山已获高产工业油气流。中段的车 9 潜山埋藏较深,位于该潜山较低部位的车古 25 井虽未钻达上古生界潜山,但北部高部位仍有突破的希望。西段的车 31 潜山埋藏较浅,分布面积较大,油气已运移至该区,应是今后一段时期勘探的主战场。在车东地区也相继发现了类似的潜山油藏。济阳坳陷的东营、惠民、沾化凹陷,具有与车西洼陷类似的大构造背景——北断南超箕状式构造格局。北部为控凹大断裂,一般由多级断层组成,形成一断裂陡坡带,第三系以此为基底,沉积了巨厚的粗相砂砾岩。车西洼陷存在此类潜山油气藏,其他凹陷的北带也应存在。因此,在济阳坳陷各凹陷北部深大断裂带内寻找类似潜山油气藏的勘探前景十分广阔。

(下转第 89 页)

成、靠近断层”的特点,应顺着白桥大断层东侧,尤其应顺着任凤、王判镇大断层南侧寻找有利圈闭,以期获得 CO₂ 气突破。

巫正礼教授给予了鼎力指导,在此深表谢意。

参考文献:

- [1] 宋岩,赵文智,夏新宇,等.论我国天然气勘探方向的转移[J].天然气工业,2000,20(2):3-7.

- [2] 戴金星,裴锡古,戚厚发.中国天然气地质学(卷一)[M].北京:石油工业出版社,1992,104-111.
- [3] 赵文智,窦立荣,宋岩.我国天然气地质研究与勘探的新进展[J].天然气工业,2000,20(3):1-6.
- [4] 蒋有录.渤海湾盆地天然气聚集带特征及形成条件[J].石油大学学报(自然科学版),1999,23(5):9-13.
- [5] 赵庆波,李五忠,孙斌,等.煤成气地质与勘探技术[M].北京:石油工业出版社,1999,13-66.

Ore - forming Condition Analysis in Ordovician Wangpanzhen Buried Hill Belt in Jiyang Depression

YAO Jin - zhi , BING Yao - zhong , DENG Mei - yin , MA Guang - qiang

(*Geological Logging Company of Shengli Oil Field , Shandong Dongying 257064*)

Abstract: Baiqiao , Renfeng and Wangpanzhen deep fault belts developed in Wangpanzhen buried hill belt , which can be divided into , , hills from north to south part . Encirclement forming time was earlier than Carboniferous —Dias second gas - forming and concentrating period . Magmatic movement is very frequent in this area and igneous rocks distribute widely . Ordovician has a good reserve condition , while gas in second gas - forming center of Jiyang fault trough and Qudi horst has little contribution for gas - forming . In and hills , northeast part is second gas - forming center , has gas - source condition . Carboniferous —Dias muddy rocks and bauxitic muddy rocks , limestone are good cover , which are favorable areas for looking for gas and mantle source gas and mixed source gas . hill has no gas - source condition , while with gas - source condition is favorable area for looking for mantle source gas .

Key words: Wangpanzhen buried hill belt ; Jiyang depression ; Ordovician ; ore - forming condition ; exploration future ; Shandong province

(上接第 84 页)

参考文献:

- [1] 李春光.济阳拗陷的古潜山油气藏[J].古潜山,1997,(4):912.
- [2] 潘元林.油气地质地球物理综合勘探技术[M].北京:地震出版社,1998,144-173.
- [3] 吴永平,王喜双.渤海湾盆地北部奥陶系潜山油气藏组合及勘探技术[J].石油勘探与开发,2000,27(5):1-4.

Oil and Gas Deposit Characteristics of Buried Hill in North Part of Chexi Depression in Jiyang Depression

QU Xiao - wen

(*Geological Logging Company of Shengli Oil Field , Shandong Dongying 257064 , China*)

Abstract: Buried hills oil and gas deposit in north part of Chexi depression distributes in strip along garben deep fault downcast side , which has 3 sets of good reservoir with rich oil source and good reserve covering system . Crust of weathering type oil and gas deposit in top of buried hill and inner part of buried hill oil and gas deposit are formed in this area .

Key words: Chexi depression ; detached buried hill ; oil deposit characteristics