

文章编号: 0253-9985(2002)01-0081-03

川北柏垭地区大安寨一亚段 储渗体特征及油气分布*

黎从军

(中国石化新星公司西南石油局研究院, 四川成都 610081)

摘要: 大安寨一亚段储渗体主要发育在碳酸盐岩浅湖中的高能介屑滩灰岩中。高能介屑滩灰岩是形成储渗体的物质基础, 重结晶作用和溶蚀作用使岩石变松、变脆和易于破裂, 发育溶孔、洞、缝; 两次大的挤压应力作用, 产生两组共扼剪切构造裂缝, 在构造高部位和构造变异部位会沿这些剪切裂缝产生重张缝和追踪张裂缝, 极大的改善了储集性能; 断裂是储渗体中油气运移的重要通道。强振幅、高波阻抗是识别厚层、质纯灰岩的重要标志; 高突变系数对储渗体孔洞缝的发育特别敏感, 是识别储渗层的重要参数。在此基础上运用多参数综合判别法对川北柏垭地区大安寨一亚段储渗体进行了分布预测, 预测结果得到钻井验证。

关键词: 大安寨段; 储渗体; 主控因素; 识别; 分布

作者简介: 黎从军, 男, 34 岁, 高级工程师, 石油地质

中图分类号: P618.130.2⁺1

文献标识码: A

储渗体是在致密岩层中非均一分布的孔、洞、缝相互沟通而形成的不规则的储渗系统, 是低渗透储集层在特定条件下孔洞层段与裂缝层段互相搭配的一种特有方式。大安寨段埋深为 2 800~3 100 m, 分为 3 个油气层, 本文只针对大安寨一亚段(以下简称大一亚段)油气层进行讨论。大一亚段储渗体的岩性主要为残余介屑灰岩, 储渗体中介屑灰岩孔隙度为 0.4%~2.2%, 渗透率为 $0.011 \times 10^{-3} \sim 0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (不含裂缝), 孔隙度与渗透率无相关性, 属标准的致密层。

1 主控因素

1.1 沉积相

碳酸盐浅湖中发育的高能介屑滩是大安寨段储渗体形成的有利相带。有利的岩相对大安寨段孔、洞、缝的发育有着直接的控制作用, 次生溶蚀孔洞缝主要分布在介屑灰岩和介屑灰岩夹泥质岩的岩性组合中。以泥质岩为主的层段, 无成岩裂缝, 构造裂缝也稀少, 由于粘土矿物有很强抗溶性, 因此也很少发育溶蚀孔洞。在页岩和介屑灰岩互层的层段中, 成岩压裂缝和构造叠加破裂缝主要发育

在化学性质较活泼的介屑灰岩中。介屑灰岩中溶蚀孔洞也很发育, 孔洞密度相对较高, 孔径大, 连通性好。在厚层质纯的介屑灰岩中, 构造期和构造期后缝发育, 并沿缝产生较多的溶蚀孔洞。该区介屑滩展布特征与局部构造的展布一致, 这是否有因果关系, 尚待进一步研究。

1.2 成岩作用

致密岩石要形成次生孔洞与建设性的成岩作用密切相关, 该区主要建设性成岩作用有重结晶作用与溶蚀作用。

重结晶作用分为 3 期, 即埋藏期(燕山中期)、构造期(燕山晚期)和构造期后(喜山期), 与储层关系密切的是埋藏期和构造期后的重结晶作用, 使岩石变松、变脆易产生裂缝及溶蚀孔、洞, 其强弱与岩石的泥质含量呈负相关, 与介屑含量呈正相关。质纯、厚度大的介屑滩有利于重结晶作用的产生, 如高产井川 43 井、石龙 2 井大一亚段产层主要为残余介屑灰岩。

溶蚀作用对形成次生孔、洞, 改善油气储渗条件十分有利。该区溶蚀作用可分 3 期: 成岩期、构造期和构造期后。成岩裂缝及溶蚀孔洞发育的部位, 是岩体最易破裂的部位, 在同等受力条件下, 构造破裂作用和构造期后的溶蚀作用, 往往优先选择这些薄弱部位进行。如石龙 2 井产层段发育的溶蚀孔洞即为在成岩期溶蚀孔洞上再叠加构造期及构造期后的溶蚀作用。据统计, 大一亚段井喷、井

* 本文内容属中国石化新星公司科技项目“川北阆中—南部地区千佛崖组、大安寨段油气富集带预测及勘探目标选择”科研成果部分内容。

收稿日期: 2001-08-20

漏及油气显示层段分布在距大安寨段顶 2~25 m。

有利的岩性条件是溶蚀作用产生的基础,化学性质活跃的介屑灰岩易形成溶蚀孔洞,因此大安寨段高能介屑滩是溶蚀作用产生的有利场所。

1.3 裂缝

阆中-南部地区在地史过程中曾受到过两次区域挤压应力作用,形成两组平面上共轭剪切的裂缝:NEE-SWW 向与近 S-N 向;NNW-SEE 向与近 E-W 向。

局部构造裂缝明显受褶皱、断层控制,区域裂缝分布则不受局部构造控制,但其后期改造与局部构造有关。在局部构造的顶部至倾没端等构造变异部位,区域裂缝产生重张缝、追踪张裂缝,它改变了早期压性剪切缝的性质,使其成为张开度较大、延伸较长的张裂缝系统。这些重张缝、追踪张裂缝构成了储渗体的主裂缝系统。

1.4 断裂

通过对柏垭地区大安寨段与千佛崖组钻井油气产量综合分析表明,该区大安寨段与千佛崖组油气产能呈现出此消彼长的紧密关系,大安寨段工业产能井在千佛崖组显示不好,反之,千佛崖组油气产能井在大安寨段无所作为。分析认为,这是由于大安寨段断到千佛崖组的断层对大一亚段油气的保存起到了破坏性作用,但在大安寨段与千佛崖组之间起到了油气运移的通道作用的结果。

2 储渗体的地震识别

由于储层物性以及充填在其中的流体性质的变化,都会造成地震波速度、振幅、相位、频率、波阻抗等地球物理参数发生相应的变化^[1],这些特征参数的变化达到了一定的限度时,就要在地震资料上表现出来,这些表现出来的特征就是储渗体的识别标志。

2.1 强振幅

由于大一亚段致密灰岩厚度大、密度高、地震波传播速度快,因此灰岩在地震资料上表现为强振幅特征。其振幅的大小与大一亚段灰岩的厚度、页岩夹层关系较大。页岩楔状夹层理论模型的地震响应(图1),反映了大一亚段介屑灰岩厚度与振幅之间的关系以及页岩夹层对振幅的影响。模型表明,随着页岩厚度的增加,地震反射波振幅减小,反之灰岩厚度增加,振幅增强。因此,利用振幅的大小可以定性预测灰岩的厚度。成岩作用研究表明,如果泥页岩含量相对较高,重结晶残余灰岩少,则产能

低或无产能,因此,振幅越强,灰岩厚度越大越纯,利于孔、洞、缝的发育和油气的聚集,因此,有高产井的介屑灰岩中不含页岩夹层。从大一亚段振幅异常图中(图2),高产井石龙2井就位于强振幅内。

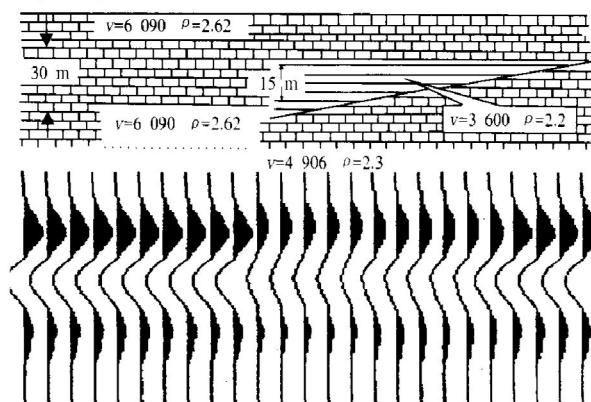


图1 灰岩中页岩楔形夹层模型的地震响应

Fig. 1 Seismic response of model for wedgy shale interlayers in limestones

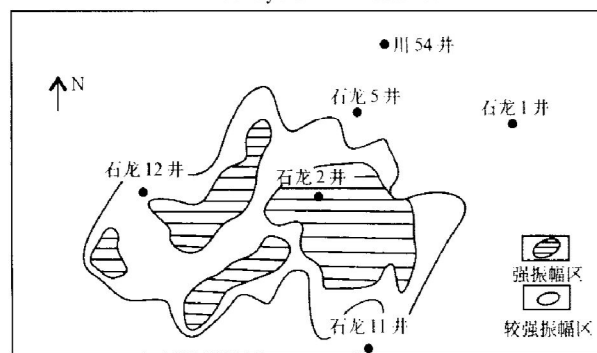


图2 柏垭地区大一亚段沿层振幅异常图

Fig. 2 Amplitude anomaly of Da'an'ai 1 submember in Baiya region

介屑灰岩中发育的孔、洞、缝及油气藏也会对地震波振幅有一定的影响,但是由于灰岩厚度大,如柏垭地区高产井石龙2井灰岩厚度达30.5 m,而实际孔、洞、缝(测井曲线上的跳波)仅为1.8 m,对于地震波的振幅的影响微不足道,可以忽略不计。

2.2 高波阻抗

大一亚段灰岩厚度大且致密,地震反射波速度大,即使孔、洞、缝发育,但由于厚度极为有限,对波阻抗的影响也较小,因此,灰岩在地震资料上表现为高波阻抗,高波阻抗区即为灰岩发育区。由于页岩对振幅影响较大,因此页岩也会导致波阻抗的下降。在灰岩发育区地震振幅与波阻抗两个参数较为一致,表现为强振幅与高波阻抗。

2.3 高突变系数

使用振幅和波阻抗参数可以较为准确地确定介屑灰岩的发育情况,但孔、洞、缝的发育情况,利

用上述两个参数是无法预测的。研究发现, 储层突变系数对大安寨段孔、洞、缝较为敏感。该技术是基于地下介质的地层在横向上是渐变的, 但是由于岩性突变, 裂缝发育以及含油气等情况具有突变的特点, 从而引起地震反射波的突变, 因而可以利用这种地震波横向上的突变, 揭示出孔、洞、缝的发育情况。突变系数反映了波阻抗变化的强烈程度, 而储层的含油气性与波阻抗变化的剧烈程度有关, 所以突变系数越高, 孔、洞、缝越发育, 含油气的可能性就越大。

因此, 大安寨段一亚段介屑灰岩(无泥页岩夹层最好)发育的次生溶蚀孔、洞、缝储渗体, 其油气地震识别标志为“强振幅、高波阻抗、高突变系数”。

3 分布预测

虽然对大一亚段储渗体有针对性地选用了振幅、波阻抗、突变系数进行识别和预测, 但为避免使用单一信息预测的局限性和多解性, 本文利用一种新的统计学模式参数判别函数, 使其含油气部分异常值尽可能大, 而不含油气区尽可能小, 以达到唯一解^[2]。基于上述思路提出参数综合判别法进行分布预测, 其线性判别函数为

$$Y_k = \sum_{i=1}^L C_i X_{ki}$$

式中 i 为贡献因子个数; L 为贡献因子总和; $C_i = C_1, C_2, \dots, C_i$ 为贡献因子; X_{ki} 为提取的地震信息; Y_k 为综合判别信息。

将对大安寨段一亚段介屑灰岩及孔、洞、缝较为敏感的振幅、波阻抗及突变系数除以门槛值并归一化后叠加, 便可得到大安寨段一亚段油气多参数综合预测图(图3)。据此并结合该区大安寨段断层

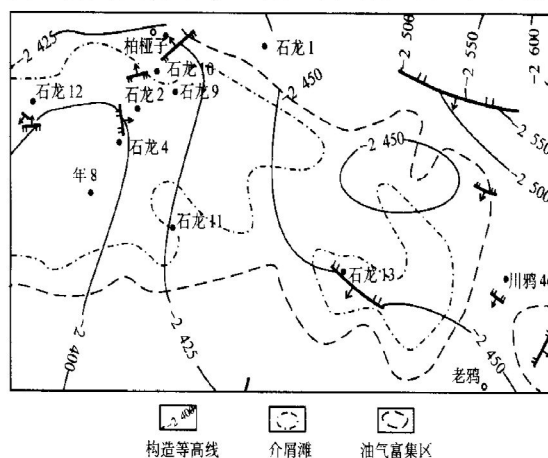


图3 柏垭地区大安寨段油气综合预测图

Fig. 3 Hydrocarbon prediction of Da'an'ai member in Baiya region

发育情况, 在老鸦构造上部部署的勘探井石龙13井获得了日产原油 80 m^3 , 天然气 $6.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的高产工业油气流, 从而实现了川北原油勘探新的突破。

致谢: 本文得到了杨克明、张晓鹏、李书兵、杜凤钦等专家的指导和帮助, 谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 李庆忠. 走向精确勘探的道路[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993
- 2 王志章, 石占中. 现代油藏描述技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999

OIL-GAS PREDICTION AND CHARACTERISTICS OF RESERVOIR BODIES FOR DA'ANZAI-1 SUBMEMBER IN BAIYA OF NORTH SICHUAN

Li Congjun

(Research Institute of Southwest Petroleum Bureau, SINOPEC, Chengdu, Sichuan)

Abstract: Da'an'ai-1 submember reservoir body developed in high energy shelly limestone of shallow lake carbonate facies. Recrystallization and dissolution made the shelly limestone loose and easy to be break. Solution pores, cavities and fissures developed well in it. Two compressional movements resulted in two sets of conjugate shear fractures, and also formed retensional fissures and extensional fissures on the higher part and mutation part of the structure along the shear fractures. This thus considerably improved reservoir's physical property. It has been proved that intense amplitude and high wave impedance are important evidences for the identification of thick limestone; high mutation factor is an important parameter for distinguishing porous reservoirs. This method was used to predict the distribution of porous reservoir in Da'an'ai-1 submember in Baiya region of North Sichuan, the result has been proved by well drilling.

Key words: Da'an'ai member, reservoir body; controlling factor; identification; distribution prediction