

川南地区地震反射波强弱与二、 三叠系气藏气水分布关系

陈宗清

(四川石油地质勘探开发研究院, 成都610051)

川南地区下三叠统嘉陵江组顶界和二叠系阳新统顶界两个碳酸盐岩反射层的气水分布与地震反射波强弱有关:地震弱反射和异常反射井数与强反射井数之比值,成功率和孔缝发育率嘉陵江组分别为2.2及2.1,阳新统皆为1.6;其高、中产的弱反射和异常反射井数与强反射井数之比值,嘉陵江组为1.6,阳新统为2.3。这是地腹岩层孔缝发育程度在地震反射记录上的反映,故根据地震反射波可寻找孔缝发育带。

关键词 四川盆地 地震反射 二叠系 碳酸盐岩 气藏 侵蚀面

作者简介 陈宗清 男 61岁 高级工程师 石油与天然气地质

一、储层概况

1. 三叠系储层

川南地区三叠系储层主要为下三叠统嘉陵江组(T_{1j})。自下而上分五段:嘉一段(T_{1j1})为石灰岩,厚约170—220m;嘉二段(T_{1j2})以石膏岩及泥页岩为主,夹白云岩及石灰岩,厚约70—110m;嘉三段(T_{1j3})为石灰岩,厚约80—130m;嘉四段(T_{1j4})为白云岩夹石膏岩,或二者互层,厚0—160m;嘉五段(T_{1j5})为白云岩及石灰岩,厚0—130m。由于该区正处印支期泸州古隆起上,全区都不同程度地遭到了剥蚀,隆起核部(泸州偏北)已大片剥露嘉三段,缺失嘉四—嘉五段,向外依次保存了嘉四、嘉五段,除部分地区外绝大部分地区均已无中统雷口坡组(T_2l)。气主要产于石灰岩及白云岩中,产层主要为嘉二段—三段—嘉一段,次为嘉三—嘉四段,产于嘉五段者较少。尽管白云岩及石灰岩沉积后曾遭淡水长期溶蚀,形成了很多大小不等、形态不一和分布不均的溶蚀孔洞,但据大量岩芯分析结果,孔隙率一般 $<2\%$,渗透率很少 $>0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,说明孔洞连通不好,储层物性差。

2. 二叠系储层

川南地区二叠系储层主要为阳新统(P_1),由下向上分三组:梁山组(P_{1l})、栖霞组(P_{1q})及茅口组(P_{1m})。梁山组为铝土或碳质页岩夹石英砂岩、泥灰岩或煤层,一般厚5—10m。栖霞组下部为泥晶灰岩夹白云质灰岩,含泥质、白云质斑及燧石结核,上部为亮晶灰岩,厚约90—140m。茅口组分四段:茅一段(P_{1m1})为泥灰岩及页岩夹泥晶灰岩,厚约50—70m;茅

二—茅四段($P_1 m_{2-4}$)为泥晶灰岩及生物碎屑灰岩,含白云质斑及燧石结核,厚约110—210 m。气主要产于茅二—茅四段的石灰岩及生物碎屑灰岩中。尽管东吴期地壳回返为陆,泸州古隆起形成,全区曾遭到严重剥蚀,不但广泛缺失茅四段,而且部分地区甚至茅三段亦已剥蚀殆尽,并在石灰岩和生物碎屑灰岩中形成了许多溶蚀孔洞,但经大量岩芯分析结果,孔隙率一般亦 $<2\%$,渗透率很少 $>0.1 \times 10^{-3} \mu m^2$,也表明储层物性差,孔洞连通性不好。

井下放空表明,有的溶蚀孔洞规模不小。在无断层的情况下,茅口组于阳高寺气田阳深2井钻至茅二段放空3.95 m,嘉陵江组在五通场构造五2井钻至嘉二段—亚段—嘉一段放空1.57 m,而以塘12井栖霞组放空4.75 m最大。不少井还放空二次或多次。如傅13及老4井的茅口组,坛2井于茅二段放空三次;嘉陵江组放空二次的井有旺1、太4、打5、长6、合5、合11、纳28及阳59等井,放空三次的有旺2、五1、胜3及黄20井,甚至五2井竟放空五次。这些皆说明区内东吴和印支期两个侵蚀面以下的溶蚀孔洞是比较发育的,加上原生孔隙其储集空间是较好的。然而,从测试情况来看,其连通性较差,不仅五2井嘉二段—亚段—嘉一段放空1.57 m(加上嘉三段的四次共1.92 m)无气水,即使放空3.95 m的阳深2井的茅二段亦只产微气,无水,此外放空二次的合5与纳28井也无气水。说明只有气源和储集空间,而这些储集空间却彼此不相连通,气是不可能聚集为气藏的,只有当它们与周邻的孔洞相连通后才能聚集为气藏。因此,该区二、三叠系碳酸盐岩天然气富集的关键在后期构造缝的改造如何,即裂缝越发育,特别是张性缝越多,气则富集越多,反之则少或无。

为预测裂缝发育与否,笔者研究了区内二、三叠系地震反射波强弱与气、水分布关系,用勘探效果反证孔缝发育与地震反射波之间的关系,以预测油气分布。

二、地震反射波强弱与气水分布关系

排除人为因素影响的地震反射波强弱,在很大程度上反映了地腹岩层的形变程度。当地腹岩层连续、完整,地震反射的同相轴也连续、完整,称强反射。如果地震反射记录出现大段空白带或异常反射,则地腹岩层则可能有断层,或变形严重(岩层破碎、产状紊乱等)。若地腹岩层破裂严重,裂缝发育,岩层孔缝空间增大,但裂而未断,破而不碎,无论其孔缝中含的是何种流体,特别是含气体,都会使岩层总体密度降低,反射波速变小,频率降低,振幅改变,则可能出现同相轴不连续的弱反射(图1)。根据这一原理,笔者对川南地区历年所测560条地震反射解释剖面,结合实钻资料对嘉陵江组顶界及阳新统顶界两个反射层的反射波强弱与气水分布进行了研究。

钻井不一定都在测线上,井距测线远了则不能反映两者之间的真实关系,为此采用了研究井与测线间距离 <500 m的原则。结果发现

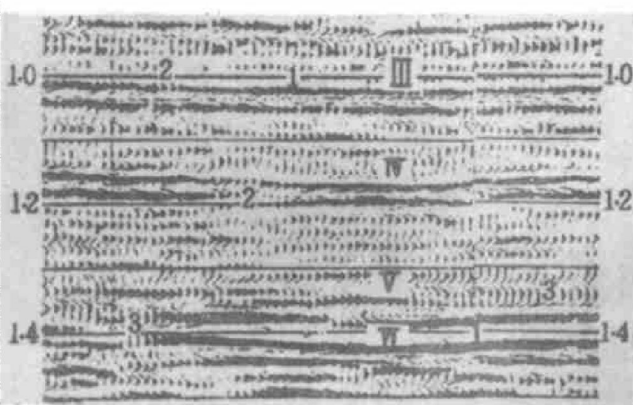


图1 阳高寺—坛子坝构造88<YZT>-D13测线时间剖面图

Ⅱ—下三叠统嘉陵江组(T_{1j})顶界; N—下三叠统飞仙关组(T_{1f})顶界; V—二叠系乐平统(P_2)顶界, M—二叠系阳新统(P_1)顶界; 1—强反射, 2—弱反射, 3—异常反射

气水分布与地震反射波强弱关系密切,对裂缝油气藏勘探和在老油气区进行二次勘探很有指导作用。

1. 嘉陵江组顶界地震反射波强弱与气水分布关系

共研究了327口井。表1明显表明,弱反射和异常反射(含无反射,以下同)区勘探成功率与孔缝发育率(即气、水井之和与总井数之比)均比强反射区高一倍以上,二者之和是强反射井的2.1倍。

表1 川南地区嘉陵江组顶界地震反射波强弱与气、水分布关系表

项 目	地 震 反 射 (井与测线距<500 m)			
	强	弱	异 常	弱+异常
井 数 (口)	208	54	65	119
气 井 (口)	43	26	27	53
成功率 (%)	20.7	48.1	41.5	44.5
气、水井 (口)	50	29	30	59
孔缝发育率 (%)	24.0	53.7	46.2	49.6

下面举两个地震测线最密、钻井最多的老气田为例,就更能说明问题:

(1) 纳溪气田:地震测线最密共测69条,在气田主体部分线距一般0.3—0.5 km,最密处甚至<0.2 km,两端较疏,但一般也不超过1 km(图2)。嘉陵江组共钻井60口,总成功率为20%,如表2,弱反射和异常反射井的成功率与孔缝发育率皆是强反射井的2.7倍。

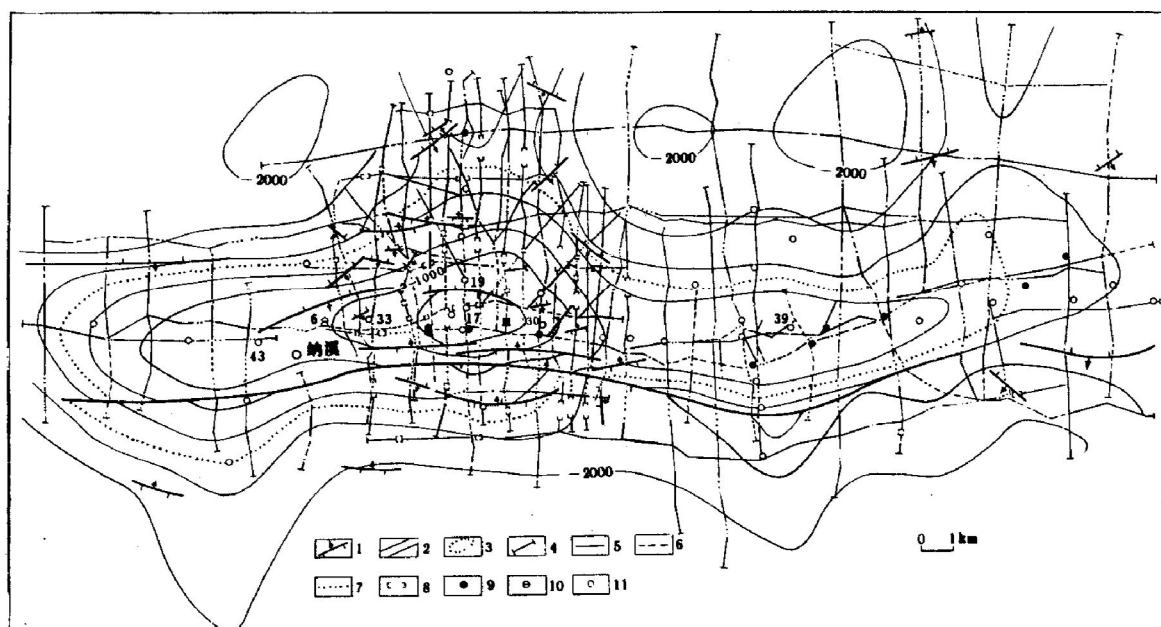


图2 纳溪气田嘉陵江组顶界地震反射波强弱与气水分布关系图

1—逆断层, 2—构造等高线, 3—圈闭线, 4—地震测线, 5—强反射, 6—弱反射, 7—无反射, 8—异常反射,
9—气井, 10—水井, 11—干井

(2) 傅家庙气田：地震测线 40 条，线距一般 1 km。共钻井 39 口，总成功率为 38.5%，其中弱反射和异常反射井的成功率与孔缝发育率比强反射井均高 3.3 倍以上（表 2）。

表 2 纳溪、傅家庙气田嘉陵江组顶界地震反射波强弱与气、水分布关系表

气田	项 目	地 震 反 射 (井与测线距 < 500 m)			
		强	弱	异 常	弱 + 异常
纳溪	井 数 (口)	34	10	8	18
	气井 (口)	5	6	1	7
	成功率 (%)	14.7	60.0	12.5	38.9
	气、水井 (口)	5	6	1	7
	孔缝发育率 (%)	14.7	60.0	12.5	38.9
傅家庙	井 数 (口)	7	4	26	30
	气 井 (口)	1	2	12	14
	成功率 (%)	14.3	50.0	46.2	46.7
	气、水井 (口)	1	2	13	15
	孔缝发育率 (%)	14.3	50.0	50.0	50.0

以上是从勘探成功率的数量上看，下面再从气井产量大小来看它们之间的关系，也就是说从质量上来看。为便于叙述和比较，这里将日产气 $> 50 \times 10^4 \text{ m}^3$ 井称高产井（图 3）， $10 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4 \text{ m}^3$ 井称中产井， $1 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 井称低产井（图 4）， < 1 （下限为 0.1 ） $\times 10^4 \text{ m}^3$ 井称小产井。图 5 常为干井或小产量井。

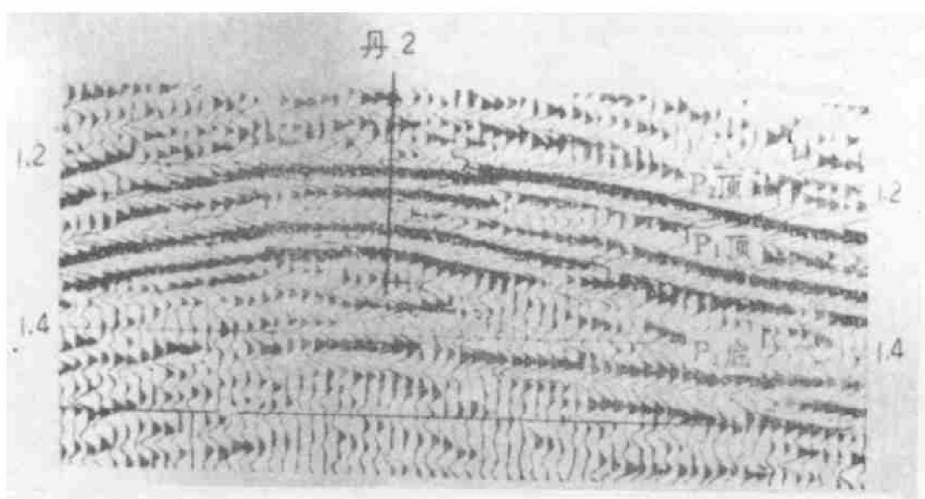


图 3 丹凤场气田丹 2 井地震反射时间剖面图

丹 2 井阳新统 (P_1) 顶界呈异常反射，同相轴并有下凹现象。钻至茅二段放空 0.1 m，漏浆，经测试阳新统产气 $54.48 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$

区内嘉陵江组共获气井 174 口（表 3）。高产井强反射井 7 口，占气井总数的 4%；弱反射和异常反射井 11 口，占 6.3%，是强反射井的 1.6 倍。中产井强反射井 13 口，占 7.5%；弱反射和异常反射井 21 口，占 12.1%，也是强反射井的 1.6 倍。从气田来看：

(1) 纳溪气田：嘉陵江组共获气井 12 口，无高产井。中产的强反射井 3 口，弱反射和异常反射井也是 3 口，均占气井总数的 25%（表 4）。

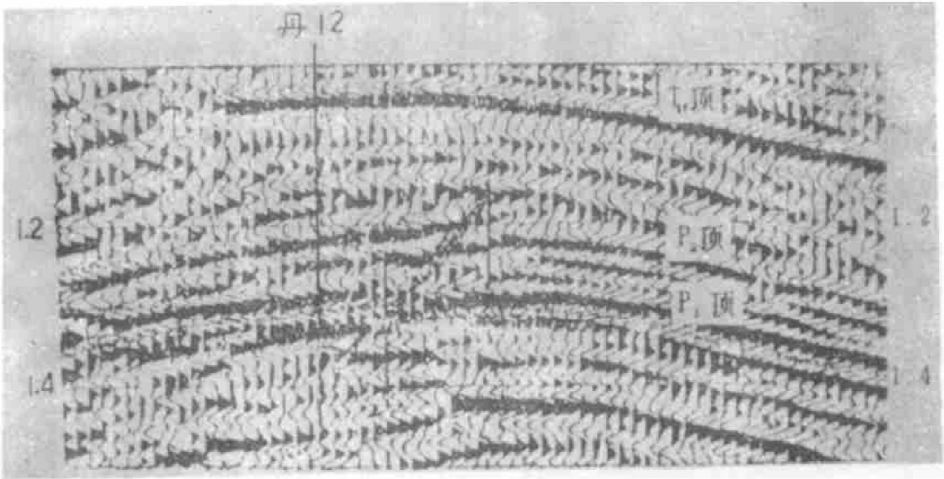


图4 丹凤场气田丹12井地震反射时间剖面图
丹12井阳新统 (P₁) 顶界呈弱 (或较弱) 反射, 经测试阳新统产气 $2.93\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$

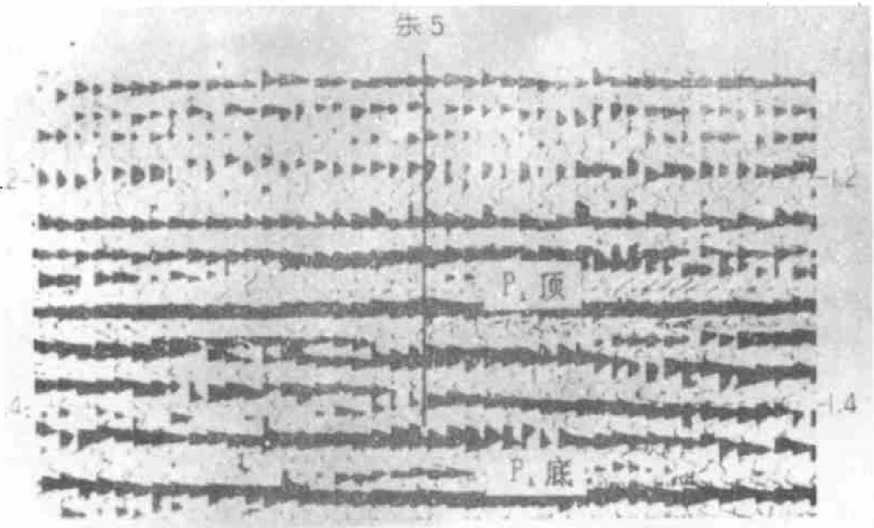


图5 朱沱气田朱5井地震反射时间剖面图
朱5井阳新统 (P₁) 顶界呈强反射, 经测试阳新统仅有微气

表3 川南地区嘉陵江组顶界地震反射波强弱与气井产量大小关系表

气井 (口)	气产量 ($1\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$)	地 震 反 射							
		强		弱		异常		弱+异常	
		井数	%	井数	%	井数	%	井数	%
174	<1	8	4.6	3	1.7	4	2.3	7	4.0
	1—10	15	8.6	8	4.6	6	3.5	14	8.1
	10—50	13	7.5	11	6.3	10	5.8	21	12.1
	>50	7	4.0	4	2.3	7	4.0	11	6.3

表4 纳溪、傅家庙气田嘉陵江组顶界地震反射波强弱与气井产量大小关系表

气田	气井 (口)	气产量 ($1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)	地震反射							
			强		弱		异常		弱+异常	
			井数	%	井数	%	井数	%	井数	%
纳溪	12	<1					1	8.3	1	8.3
		1—10	2	16.7	4	33.3			4	33.3
		10—50	3	25.0	2	16.7	1	8.3	3	25.0
		>50								
傅家庙	15	<1	1	6.7	1	6.7			1	6.7
		1—10					4	26.7	4	26.7
		10—50			1	6.7	4	26.7	5	33.3
		>50					4	26.7	4	26.7

表5 川南地区阳新统顶界地震反射波强弱与气、水分布关系表

项目	地震反射 (井与测线距<500 m)			
	强	弱	异常	弱+异常
井数(口)	120	53	69	122
气井(口)	53	38	46	84
成功率(%)	44.2	71.7	66.7	68.9
气、水井(口)	61	42	55	97
孔缝发育率(%)	50.8	79.3	79.7	79.5

(2) 傅家庙气田：嘉陵江组获气井15口（表4）。强反射井无高、中产井；弱反射和异常反射井中高产井4口，占26.7%，中产井5口，占33.3%。

可见，嘉陵江组顶界反射无论从气田或全区来看，弱反射和异常反射的高、中产井都远远多于强反射井。进一步证实了弱反射与异常反射区地腹孔缝较强反射区发育。

2. 阳新统顶界地震反射波强弱与气水分布关系

区内阳新统顶界井与测线距<500 m 的井共242口（表5）。其中弱反射和异常反射井的成功率和孔缝发育率皆比强反射井高，绝大部分是强反射井的1.6倍。下面再从气田来看：

(1) 纳溪气田：阳新统顶界共钻井45口，总勘探成功率为68.9%（表6），其中弱反射和异常反射井的成功率之和是强反射井的1.4倍。

(2) 傅家庙气田：阳新统顶界共钻井21口，总成功率为52.4%（图6）。勘探成功率及孔缝发育率，弱反射和异常反射井分别是强反射井的1.7及2.2倍（表6）。

再从气井产量大小来看它们之间的关系。全区共有气井268口（表7）。高产井中，强反射井11口，占气井总数的4.1%；弱反射和异常反射井16口，占6.0%，是强反射井的1.5倍。中产井中，强反射井11口，占4.1%；弱反射和异常反射井35口，占13.1%，是强反射井的3.2倍。相反，日产量<1×10⁴ m³的小产气井，强反射井却是弱反射和异常反射井的2.1倍。从气田看：

(1) 纳溪气田：阳新统共有气井31口。高产井中，强反射井2口，占6.5%（表8）；弱反射和异常反射也是2口，占6.5%。中产井中，强反射井3口，占9.7%；弱反射和异常反射井7口，占22.6%，是强反射井的2.3倍。小产井，强反射井却是弱反射和异常反射的3倍。

表6 纳溪、傅家庙气田阳新统顶界地震反射波强弱与气、水分布关系表

气田	项 目	地 震 反 射			
		(井与测线距<500 m)			
		强	弱	异 常	弱+异常
纳溪	井 数 (口)	16	11	8	19
	气 井 (口)	10	10	6	16
	成功率 (%)	62.5	90.9	75.0	84.2
	气、水井 (口)	10	10	6	16
	孔缝发育率 (%)	62.5	90.9	75.0	84.2
傅家庙	井 数 (口)	3	8	10	18
	气 井 (口)	1	6	4	10
	成功率 (%)	33.3	75.0	40.0	55.6
	气、水井 (口)	1	7	6	13
	孔缝发育率 (%)	33.3	87.5	60.0	72.2

表7 川南地区阳新统顶界地震反射波强弱与气井产量大小关系表

气井 (口)	气产量 ($1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)	地 震 反 射							
		强		弱		异 常		弱+异常	
		井数	%	井数	%	井数	%	井数	%
268	<1	17	6.3	2	0.8	6	2.2	8	3.0
	1—10	14	5.2	9	3.4	16	6.0	25	9.3
	10—50	11	4.1	20	7.5	15	5.6	35	13.1
	>50	11	4.1	7	2.6	9	3.4	16	6.0

表8 纳溪、傅家庙气田阳新统顶界地震反射波强弱与气井产量大小关系表

气田	气井 (口)	气产量 ($1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)	地 震 反 射							
			强		弱		异 常		弱+异常	
			井数	%	井数	%	井数	%	井数	%
纳溪	31	<1	3	9.7	1	3.2			1	3.2
		1—10	2	6.5	2	6.5	4	12.9	6	19.4
		10—50	3	9.7	5	16.1	2	6.5	7	22.6
		>50	2	6.5	2	6.5			2	6.5
傅家庙	11	<1			1	9.1			1	9.1
		1—10	1	9.1			2	18.2	2	18.2
		10—50			2	18.2	1	9.1	3	27.3
		>50			3	27.3	1	9.1	4	36.4

(2) 傅家庙气田：阳新统共有气井11口。强反射井无高、中产井；弱反射和异常反射井高产井4口，占36.4%，中产井3口，占27.3%（表8）。

上述众多事实，都说明弱反射和异常反射井地腹孔缝较强反射井发育，无论是嘉陵江组或阳新统，是局部构造或全区，是数量或质量，都是如此（表9），勘探成功率和孔缝发育率

都在1.6倍以上，高、中产井也多，这决不是偶然吻合，而是地腹岩层孔缝洞发育程度在地震记录上的反映。这是因为地震强反射同相轴的形成，主要是纵波穿过的岩层由低速突变为高速，即由低密度突变为高密度岩层所致。嘉陵江组和阳新统顶反射层，都是碳酸盐岩沉积后曾

表9 川南地区地震反射波强弱与勘探成功率、孔缝发育率综合表

层位	强反 射 (%)				弱+异常反射 (%)				弱+异常反射 强反射 比值		
	成功率	孔缝发育率	高产井	中产井	成功率	孔缝发育率	高产井	中产井	成功率	孔缝发育率	高产+中产井
嘉陵江组	20. 7	24. 0	4. 0	7. 5	44. 5	49. 6	6. 3	12. 1	2. 2	2. 1	1. 6
阳新统	44. 2	50. 8	4. 1	4. 1	68. 9	79. 5	6. 0	13. 1	1. 6	1. 6	2. 3

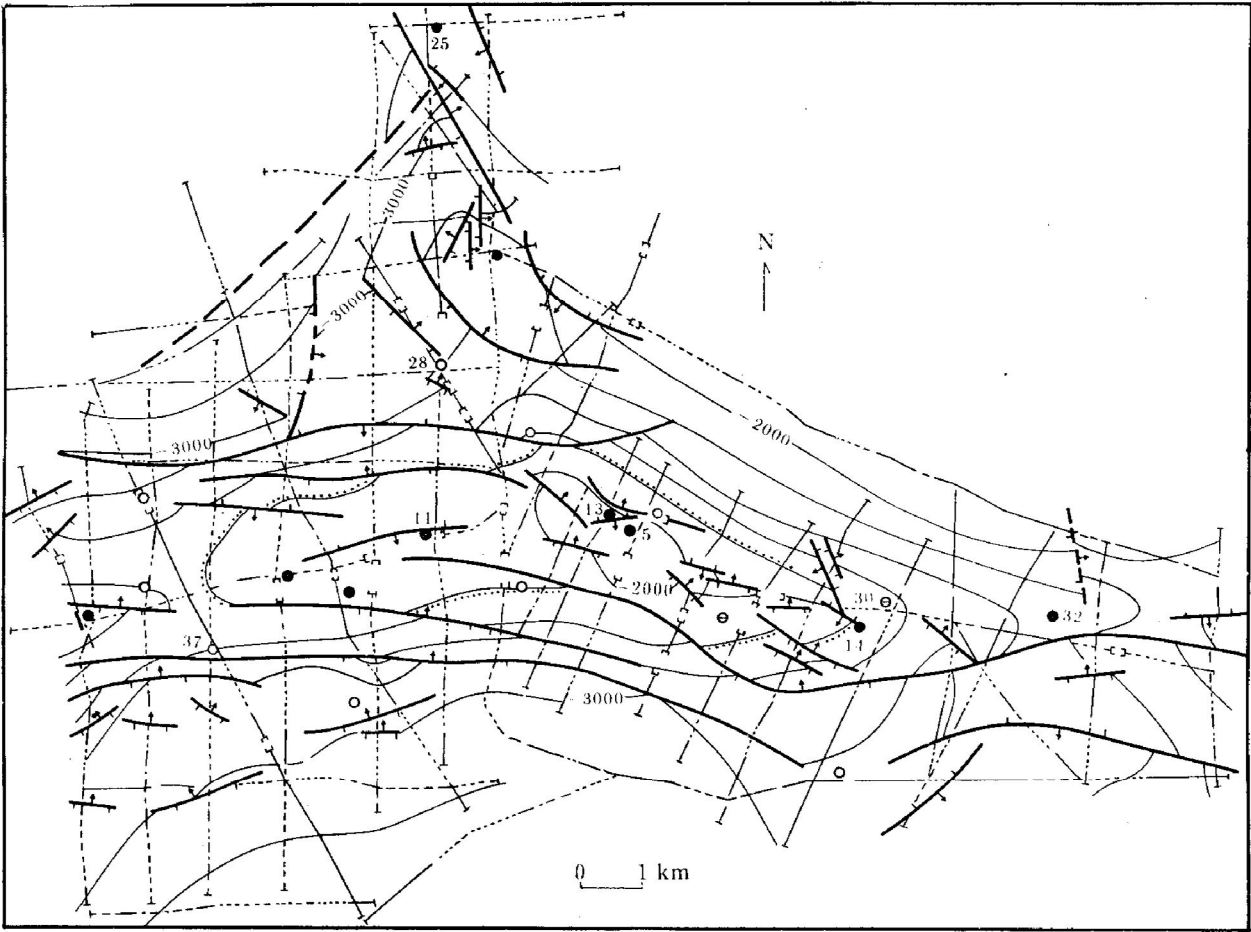


图6 傅家庙气田阳新统顶界地震反射波强弱与气水分布关系图
(图例见图2)

长期暴露地表遭受严重剥蚀的泸州古隆起顶部侵蚀面，当东吴运动泸州古隆起形成和其后印支运动初幕隆起继承性发展时皆作平缓上隆，该顶面附近必然会因张应力而产生许多纵张缝，并在其后的物理风化作用下使之不断增多增大，再经大气淡水的淋溶和潜溶，裂缝不仅会继续扩大，而且可以形成许多溶蚀孔洞，即使下次海侵到来部分孔缝可为龙潭组 (P₂l) 和香溪群 (T₃x) 的粘土质所充填，其余孔缝洞亦全被流体充满，但仍降低了岩层密度，而使反射波速、频率和振幅发生变化，改变同相轴的形态而呈不连续的弱反射或异常反射。渗入水对岩层

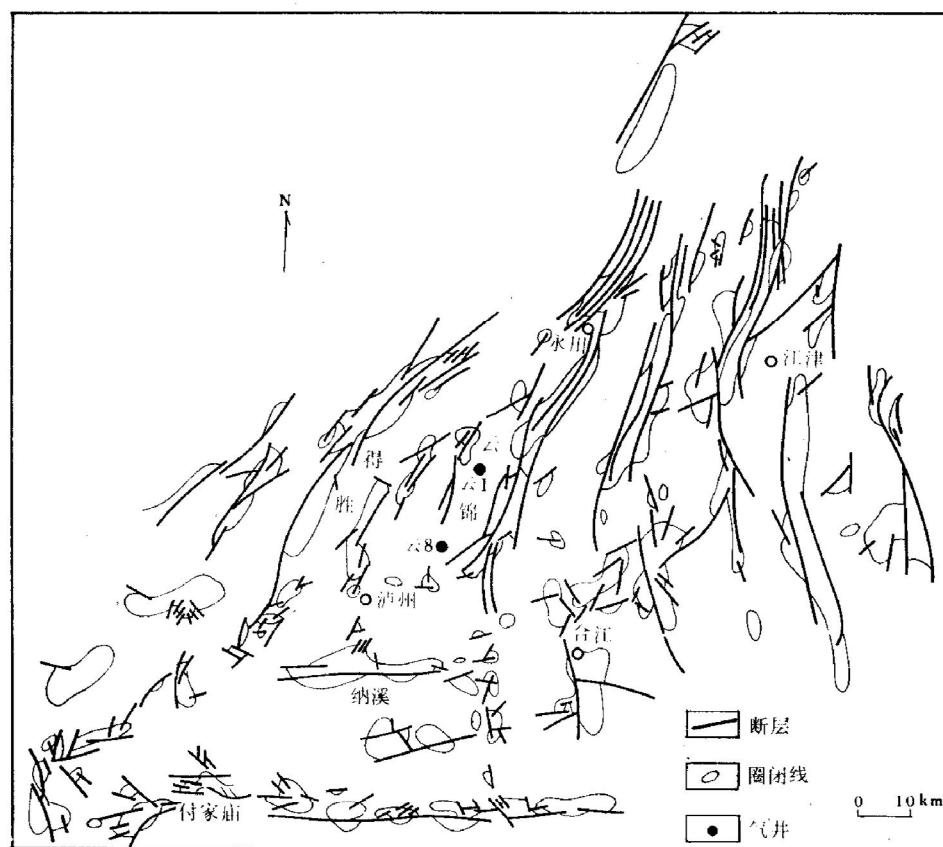


图7 川南地区二叠系阳新统顶界局部构造分布图

的溶蚀,除沿裂缝扩大其储集空间外,更重要的是随潜水面的起落形成一些近于水平的孔洞带。这些孔洞带可能是若干大小不定、形态不一、彼此互不连通的孔缝洞组成,它们与未溶原岩相互交接可以形成诸多构式,如果再加上断层错断则会更复杂,在经特殊处理后的地震反射记录上,于原来同相轴断续或空白处便可出现提前、延迟、扁豆状、眼球状、分叉、合并、扭曲和断错等情况。区内该两侵蚀面的溶蚀深度是较大的,以阳新统为例,于栖霞组已发现8口井放空,其溶蚀深度一般皆在侵蚀面以下200—300 m间,而以牟11井361 m最深,即使放空最大(4.75 m)的塘12井亦在侵蚀面以下270 m。嘉陵江组侵蚀面溶蚀更深,不少井于飞仙关组(T_1f)也遇放空。因此,碳酸盐岩地区地震的弱反射或异常反射区都可能是岩层孔缝洞发育或断裂破碎带在地震记录上的反映,如四川地区天然气储产量最大的自2井阳新统便呈杂散状反射空白区*,故据其即可预测地腹岩层孔缝洞是否发育,以指导勘探。

这些地震弱反射和异常反射带全区普遍存在,不但广泛见于背斜构造上,而且向斜内也有。由于对其认识不足,以往钻在这些孔缝发育、有利于油气聚集的弱反射和异常反射带的井不多,以钻井最多的纳溪气田为例,阳新统气藏共钻井45口,平均每2.2 km²一口井,获气井31口,除东西向的纳43、6及33井相互连通和南北向的纳17与19井相连通外,其余各井皆自成孔缝系统而不与其它井相连通,说明地腹孔缝连通性是比较差的。而在气藏上尚有很多弱反射和异常反射带未钻探,甚至气藏的主体部分也还有许多地区需要进一步勘探。从分别位于气藏主、次高点上的纳30及39井气水同产,前者日产气 8.97×10^4 m³、水138 m³,后者日产气28.31

* 高如曾等.地震信息在四川油气藏研究中的应用.1990

$\times 10^4 \text{ m}^3$ 、水 131.4 m^3 ，而位于构造部位低的井却是气来看，也说明井与井间互不连通，还可多打井。

向斜内地震反射波强弱与气水分布也有上述关系，可以位于泸州古隆起核部的得胜向斜（图7）为例，嘉陵江组顶界强反射井6口，获油气（或气水）井占50%，弱反射和异常反射井4口全为油气（或气水）井；阳新统顶界强反射井3口，获气井1口，占33.3%，弱反射和异常反射井2口，获水井1口，占50%。说明向斜内地震弱反射和异常反射井孔缝也较强反射井发育。云锦向斜的嘉陵江组、阳新统和况场向斜的阳新统也产气，从云锦向斜（图7）来看，云1井位于向斜核部，阳新统不但产气而且无水，云8井位于向斜南端轴线附近阳新统也产气，而比这两井偏翼部、偏高的云6井却气水同产，日产气 $28.1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 、水 96 m^3 ，说明向斜中孔缝系统彼此也不一定相互连通，否则云1、8井都应有水。嘉陵江组也一样，云2和云3井均位于向斜南端，前者在轴线附近嘉陵江组日产气 $37.81 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，无水，后者虽偏东翼，同一层位比前者高 69.5 m 却日产水 61 m^3 ，也说明嘉陵江组地腹孔缝系统也是不相连通的。然而，向斜里也有不少干井，说明孔缝洞发育和分布是相当复杂的，如何确定地腹孔缝发育区已是进一步勘探的首要问题。

三、如何正确确定孔缝发育区

前述大量事实证明，地震剖面上的弱反射和异常反射段孔缝较强反射段发育，因此只要在地震剖面某一反射层上找到弱反射或异常反射段，再经高分辨率处理后波形仍显异常或较弱，则一般即可认为是某反射层相应地层地腹岩层孔缝发育的反映。虽然，当前地震资料的好坏，尚受激发、接收条件、岩性岩相变化、资料处理和解释等因素的影响，但只要避开这些因素的影响，所得结果仍是可靠的。本文所用资料均尚未消除上述因素的影响，如果消除了影响，成功率可能还会更高。在未消除这些因素影响前，预测孔缝发育可取以下原则：

（1）反射层（或与相邻一个反射层一起）为局部弱反射或异常反射段，而其上、下反射层都是强反射。

（2）在两条测线交叉处都是弱反射或异常反射段，但不是大面积的弱反射或异常反射区。

（3）断层两侧反射层一般为 $<1.5 \text{ km}$ （包括上、下盘）的弱反射或异常反射段，而且相邻测线同一断层两侧的反射特征有相似性；如果 $>1.5 \text{ km}$ 则常产水，如傅28、傅30、傅37、胜7及阳31等井的阳新统。

如将按照上述原则选取之弱反射和异常反射段，应用现代地震技术作高分辨率处理后，则可见到这些弱反射、异常反射、甚至有的无反射段也有清晰的波形特征。这些特征有的反映了该反射层遭受侵蚀后岩层密度（或古岩溶）的变化情况，有的则是构造作用使岩层产生变形后的反映，或二者兼有。但它们俱是地腹岩层孔缝洞相对较发育在地震记录上的反映。这些经高分辨率处理后的异常波形反映愈强烈、影响面愈宽（在无大断层的条件下），其所连通的孔缝洞体积则可能愈大，气的储产量就愈大。因此，只要先用反射波强弱法在地震横剖面图上准确地选出弱反射和异常反射段，再用高分辨率技术将其进行处理，然后根据这些已处理的波形特征，精选出能量弱的异常带进行钻探，一般皆可获得高储产量。

四、结 语

川南地区天然气的勘探开发处于严峻困境,究其原因主要是既承认二、三叠系碳酸盐岩储层是以孔洞为其储集空间,裂缝为通道的裂缝性气藏,但又采取层状背斜气藏的勘探方法,而不敢大胆逾越雷池。虽然也曾用曲率、拱曲体、中性面以及遥感技术等方法研究裂缝分布,但成效甚微。尽管近年来应用地震新技术预测裂缝分布也取得了一些可喜的成果,但速度慢、成本高,不能大面积铺开,亦远远不能满足勘探开发的需要。如果采用本文论证的用地震反射波强弱法预测储层孔缝分布,并配以过去一些行之有效的勘探方法、经验和地震新技术,不仅资料大多现成,而且时间快、成本低,能大面积开展,更重要的是可大大拓宽勘探领域,快速发现高储产区。总之,川南的天然气勘探,决不是资源问题,而是勘探方法问题,只要勘探方法解决了,储产量失调的问题也就会迎刃而解。

RELATIONSHIP BETWEEN SEISMIC REFLECTION STRENGTH AND GAS - WATER DISTRIBUTION OF PERMIAN AND TRIASSIC GAS POOLS IN SOUTH SICHUAN

Chen Zongqing

(Sichuan Institute of Petroleum Exploration and Development, Chengdu)

Abstract

Studied the data of 327 wells in the Jialingjiang Formation and of 242 wells in the Yangxin Series, the specific value of well numbers of weak seismic reflection, abnormal reflections (with non-reflection) to that of strong reflection, and the specific value of success ratio to pore-fracture growth rate in the Jialingjiang Formation are 2.2 and 2.1 respectively, and these values of Yangxin Series are all 1.6; as for the productivities of gas wells, the specific value of well numbers of weak seismic reflection plus abnormal reflections to that of strong reflection of high and medium sized productivities of the Jialingjiang Formation is 1.6, and that of Yangxin Series is 2.3. This result is the reflection of pore and fracture development in subsurface rocks on seismic reflection records. The weak and abnormal reflection zones exist extensively not only in positive structures, but also in negative ones in Permian and Triassic, and even in old gas fields. So the exploration realm is still considerably vast.