

用声波测井信息研究隐伏断层力学性质的尝试

刘泽容 楚泽涵

(华东石油学院)

吴乃苓

(地质矿产部石油地质研究所)

在覆盖区, 断层隐藏于地下, 但因其常伴有与原岩成分、结构、构造有明显差异的构造岩, 故应用声波测井信息也可以较好地鉴别其位置及力学性质。

一、岩石组构、物性与声波传播速度的关系

声波在岩石中的传播速度随岩石的密度、弹性模量以及含水量的加大而加大, 随孔隙度的增大、裂隙的发育而减小(图1)^[1]; 随压应力增加而加大, 随张应力加大和岩石缝洞的增加而降低^[2,3]。因此, 对于同岩性、同时代的沉积岩, 声波传播的速度或时差的大小能够反映岩石内部组构、物性差异及应力作用方式。

压性断层的构造岩常发生重结晶或形成新的变质矿物, 外来物质相对较少, 破碎物质多具定向排列; 岩石主要为压碎岩、糜棱岩、压扁岩等, 它们致密、坚硬, 孔洞不发育, 含水性和渗透性较差, 故声波传播速度比原岩相对较快, 衰减相对较慢。张性断层的构造岩常为疏松的角砾岩, 张裂带裂隙发育, 渗透性好, 声波在其中传播, 常常发生反射、折射、绕射、散射等现象, 故能量衰减快, 声速比同岩性非构造岩低^[4]。

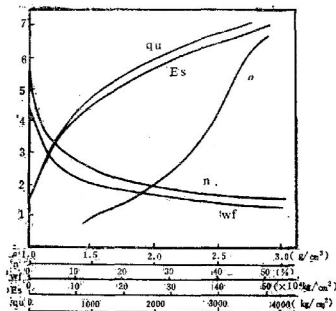


图1 声速与各种物理量之间的关系曲线
(据大久保彪等, 1971)

ρ —密度, n —有效孔隙率, wf —吸水率,
 Es —静弹性模量, qu —单轴压缩强度

二、利用声波测井信息研究断层力学性质

1. 压性断层的力学性质在测井信息中的显示

东营凹陷东辛构造带中, 断层极为发育, 其中辛23断层位于此构造带东部(图2), 长9公里, 走向近东西, 南倾, 倾角 25° — 60° ; 断层发育早, 活动时期长, 强度大, 沙三时活动强度最大, 落差达400米以上。营8断层贯穿东辛构造带(图2), 控制构造面貌

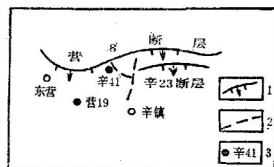


图2 营8、辛23断层位置图

1—正断层, 2—推测断层, 3—井位

及油气分布；该断层长度大于 15 公里，走向东西，南倾，倾角 $45^{\circ}-55^{\circ}$ 左右；自西向东断层活动强度增大，东营期活动最强烈，最大落差为 1100 米¹⁾。

上述两断层在横向上对油气起封闭作用。据胜利油田资料，穿过辛 23 和营 8 断层并有资料的井，分别为 22 和 21 口。在对上述 43 口井的测井资料进行了全面分析后，又对断点附近几百米至上千米井段的砂岩和泥岩分别作了声波时差-深度点图，此图可分为三种类型。

I 类：断点附近泥岩声波时差逐渐减小(即声速加快)，呈现明显偏离正常压实趋势线减小方向突出的弧形段。如辛 102、辛 70、辛 24 等井(图 3)，这类点图的井段一般埋藏较浅。

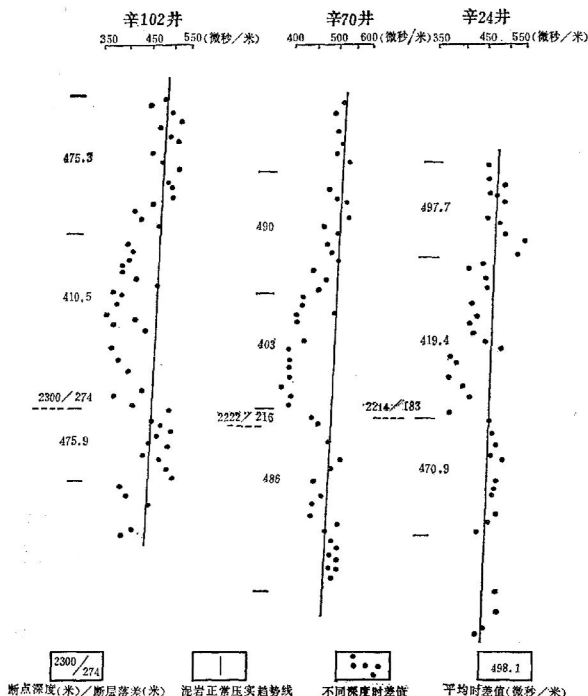


图 3 声波时差-深度关系点图(I 类)

II 类：断点附近声波时差明显偏离正常压实趋势线成台阶式急剧减小或来回跳跃。这类点图的井，断层落差及埋藏深度均很大，落差一般都大于 300 米，各井均未钻穿断裂带，如辛 18、辛 15、辛 106 等井(图 4)。

III 类：断点附近声波时差逐渐增大(即声速减慢)，呈现一明显向偏离正常压实趋势线增大方向突出的异常高值段。如营 12-1、营 12-9、营 12-8 等井(图 5)。

1) 胜利油田地质科学研究所，1977，济阳拗陷断块油田形成条件和详探开发方法。石油地质研究报告集。

上述43口井中,以Ⅰ、Ⅱ类点图为主(表1),各井的变化数值、变化幅度也不一样,但异常比(断裂带时差平均值与断裂带之上同岩性段时差平均值之比)多数小于1(表2、3)。而断裂带无明显异常显示并仅为9%。

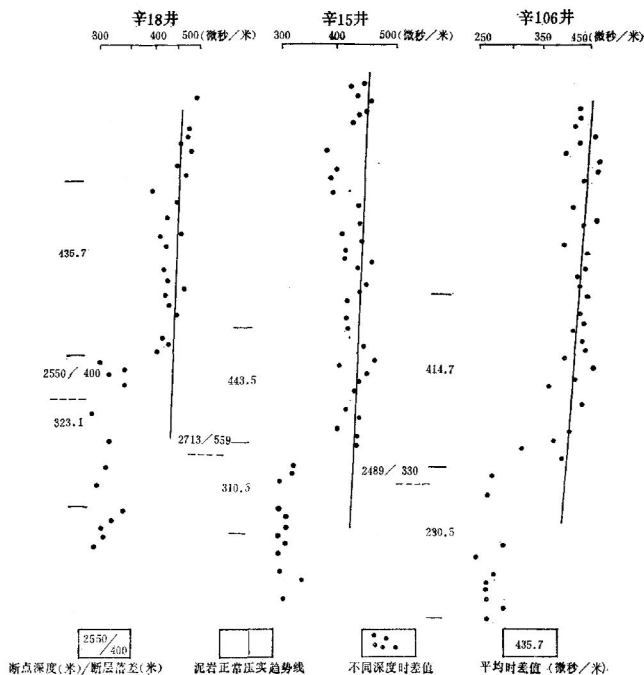


图4 声波时差-深度关系点图(Ⅰ类)

表1 辛23、营8断层声波时差-深度点图类型

项 目	总井数	Ⅰ 类		Ⅱ 类		Ⅲ 类		无 显 示	
		井 数	%	井 数	%	井 数	%	井 数	%
辛 23 断 层	22	9	41	11	50	/	/	2	9
营 8 断 层	21	9	43	6	29	4	19	2	9

2. 张性断层的力学性质在测井信息中的显示

已知江西赣江万安水利枢纽坝址的 f_{33} 和 f_{160} 为张性断层,并有断裂带岩心和声波测井资料,以及岩石强度及弹性参数资料。它们是区内较大的断层。 f_{33} 断层走向 $353-0^{\circ}$,东倾,倾角 $45-54^{\circ}$,延伸长度大于400米,断裂带一般宽8—10米;断裂带构造岩主要由围岩的碎块和角砾组成,夹糜棱岩和泥质物,角砾呈棱角状,大小悬殊,胶结疏松;岩心多呈碎块。 f_{160} 断层走向 $348-0^{\circ}$,东倾,

倾角 $40^{\circ}-49^{\circ}$ ，延伸长度大于 150 米，破碎带宽度不等；构造岩胶结疏松，裂隙发育。上述两断层构造岩密度小，为 2.2—2.6；泊松比较大，在 0.3—0.36 范围内；弹性模量为 $5-10 \times 10^4$ 公斤/平方厘米¹⁾。

从穿过 f_{33} 和 f_{160} 断层各井的声波时差-深度点图表明，断点附近声波时差变化规律基本一致，时差值变化与压性断层相反，呈现一向偏离正常压实趋势线增大方向突出的异常高值段（即声速减慢）；过断裂带之后，时差值又很快减小，并回到正常压实趋势线周围。这类曲线与压性断层 I 类点图呈镜像反映，如过 f_{160} 断层的 801、833 和过 f_{33} 断层的 818 等井（图 6）。

从表 4 看，张性断裂带的声波时差值大大高于断裂带上下正常地层，且时差变化幅度超过压性断层，各井的异常比均大于 1。通过实验室测试 f_{33} 断层断裂带岩心的声速，结果与测井信息基本一致，即断裂带时差值大于正常地层时差值。

3. 几点认识

通过对上述不同力学性质断层声波测井资料的分析、岩心的观察和测试、构造岩模拟试验，结合有关区域地质和油田地质资料的综合研究，初步得到以下认识：

(1) 压性断裂带声波时差值小（即声速快）于两盘，声波时差-深度点图多为 I、II 类型，即断裂带时差明显偏离正常压实趋势线，向减小方向呈不同曲率的弧形段或台阶式急剧减小并来回跳跃，同时异常比小于 1。

断裂带砂岩的时差变化与泥岩相似，即压性断裂带中砂岩的声波时差比正常地层的砂岩减小。图 7 是穿过营 8 断层的营 12-7 井在 1500—1820 米井段所有砂岩层的声波时差值分布曲线（横坐标为砂岩声波时差，纵坐标为机遇率，即某一井段中同样时差值砂岩的总厚度与该井段砂岩总厚度的比值），显然断裂带砂岩的曲线特征及时差数据与断裂带两盘砂岩截然不同。前者时差值分散，有多个峰值，并无规律可循；后者时差值则较集中，仅有一个峰值，曲线近于正态分布。

一般说来，岩石性质、地层年代、压实作用、埋藏深度、仪器误差、断裂活动等因素都可导致声波时差值发生变化^[5]，在解剖辛 23 和营 8 断层时，选用的都是下第三系不长井段的砂泥岩，即已考虑排除岩石性质和地层年代对时差的影响。按正常情况，一般在 400 米长的井段内，时差变化平均值应小于 20 微秒/米，变化幅度应小于 4—5%。在工作中，我们所取的断裂带及其上下两盘比较段总长度一般都小于 400 米，但获得的泥岩时差差值却大于上述正常压实趋势值。如辛 23 断层时差差值一般均大于 43 微秒/米，为正常压实趋势值的两倍以上；变化幅度大于 12%，为正常压实趋势值的 3 倍多。

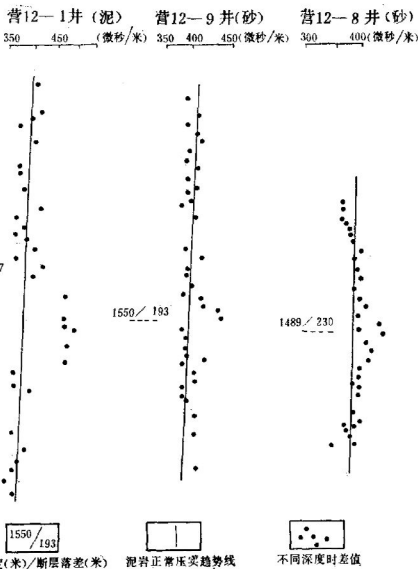


图 5 声波时差-深度关系点图 (II 类)

1) 长江流域规划办公室第三勘测队，1980，钱江万安水利枢纽岩体声波特征初步分析。

表2 辛23断层声波测井数据表

项 目 井 号	断 层 差 落 (米)	断 裂 带 深 度 (米)	断 裂 带 宽 度 (米)	正 常 值 (1) (断裂带上下 段时差值) (微秒/米)	异 常 值 (2) (断裂带时差 段时差值) (微秒/米)	正 常 值 (2) (断裂带上下 段时差值) (微秒/米)	时 差 差 值 (1) (正 常 值 (1)与 异 常 值 (2)之差) (微秒/米)	时 差 差 值 (2) (正 常 值 (2)与 异 常 值 (2)之差) (微秒/米)	变 化 幅 度 (1) (差 值 (1)与 正 常 值 (1)) (%)	变 化 幅 度 (2) (差 值 (2)与 正 常 值 (2)) (%)	异 常 比 (1) [异 常 值 (1)/ 正 常 值 (1)]	异 常 比 (2) [异 常 值 (2)/ 正 常 值 (2)]	点 图 类 型
辛39	62	1980	220	485.7	353.6	443.1	112.1	89.5	24	20	0.70	0.80	
辛23-1	82	1950	230	483	427.4	471.8	55.6	44.4	12	9	0.88	0.91	
辛24-1	200	2050	110	487.8	401.8	472.8	86	71	18	15	0.82	0.85	
辛72	118	2080	70	442.5	390	478.7	52.5	86.7	12	18	0.88	0.82	
辛70	216	2080	120	480	403.3	486	86.7	79.7	18	16	0.82	0.83	I
辛108	101	2100	30	447.5	386	441.7	61.5	55.7	14	13	0.89	0.87	
辛102	274	2100	200	475.3	410.5	475.9	64.8	65.4	14	14	0.86	0.86	
辛24	183	2140	70	438.5	387.5	470.9	51	83.4	12	18	0.88	0.82	
辛103	206	2150	50	445	381	440	64	59	14	13	0.86	0.87	
辛87	381	2280	240	478.5	435.3		43.2		9		0.91		
辛31	289	2420	100	469.2	413		56.2		12		0.88		
辛55	239	2440	220	484.8	394.6		90.2		17		0.81		
辛83	414	2440	160	455.7	356		99.7		22		0.78		
辛38	429	2450	230	448.3	322.1		126.2		28		0.72		
辛104	405	2451	100	436.5	303		133.5		31		0.69		
辛106	330	2480	160	414.7	280.5		134.2		32		0.82		
辛18	400	2500	200	435.7	323.1		112.6		26		0.74		
辛105	566	2580	40	410.7	300		110.7		27		0.73		
辛71	500	2608	240	486.7	370.8		115.9		24		0.76		
辛15	559	2713	150	443.5	310.5		133		30		0.70		

表3 管8 断层声波测井数据表

项 目	断 层 差 (米)	断裂带 宽 (米)	断裂带 深 (米)	正常带 上比 (微秒/米)	正常带 下比 (微秒/米)	异常带 时差 (微秒/米)	正常带 时差 (微秒/米)	时差差值(1) [正常带(1)与 异常带(1)之差] (微秒/米)	时差差值(2) [正常带(2)与 异常带(2)之差] (微秒/米)	变化幅度(1) [差值(1)/ 正常带(1)] (%)	变化幅度(2) [差值(2)/ 正常带(2)] (%)	异常比(1) [异常带(1)/ 正常带(1)]	异常比(2) [异常带(2)/ 正常带(2)]	点图 类型	备注
井号	211	130	1870	494.6	424.2	477.5	70.4	53.3	14	11	0.86	0.89			
管17-14	231	150	1800	498.1	437.5	461	60.6	23.5	12	5	0.88	0.95			
管17-12	246	230	1760	496.4	408.9	429.5	77.5	20.6	16	5	0.82	0.95			
管15	306	45	1995	508.3	438.3	489.6	70.0	51.3	14	10	0.86	0.90			
管54	389	125	1925	515.4	445.2	501.1	70.2	55.9	14	11	0.86	0.89			
管8-3	153	40	1395	362.5	345.1	387.3	17.4	22.2	5	6	0.95	0.94			
管12-7	228	65	1615	372.7	350.7	383.3	22	32.6	6	9	0.94	0.91			
管12-3	301	75	1885	331.9	306.4	328.8	25.5	22.4	8	7	0.92	0.93			
管12-4	331	80	1870	346.7	324.4	342.1	22.3	17.7	6	5	0.94	0.95			
管17-8	69		2274	475.8	341		134.8		28		0.72				
管44	89		2070	484.2	380.7		123.5		26		0.74				
管12-25	347		2018	453	407.2		45.8		10		0.90				
管47-5	414		2418	430	354.3		75.7		18		0.82				
管12-24	423		2090	403.2	364		39.2		10		0.90				
管23	475		2490	441.7	353.8		87.9		20		0.80				
管17-9	165	35	1435	380	401.6		-21.6	-15.4	6	4	1.06	1.04			
管12-9	103	30	1520	402.5	428.8		-26.3	-27	7	7	1.07	1.07			
管12-8	231	45	1435	397.5	411.7		-14.2	-19	4	5	1.04	1.05			
管12-1	197	50	2150	387.5	484.2		96.7	-113.4	25	31	1.25	1.31			

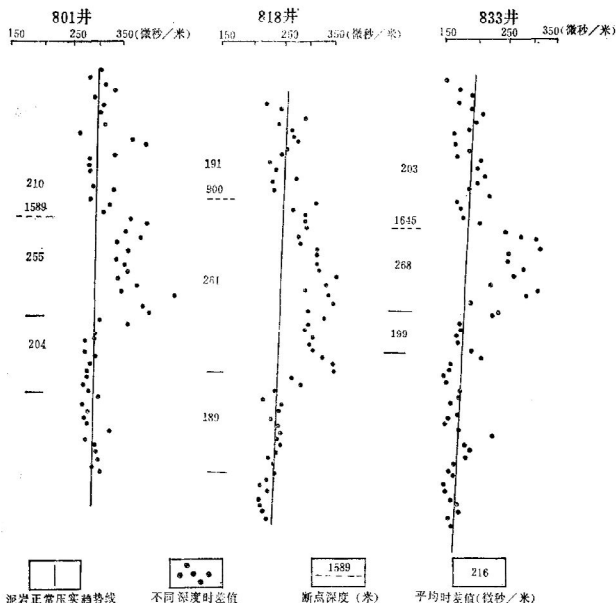


图6 f_{33} 、 f_{160} 断层声波时差-深度关系点图

(据长江流域规划办公室第三勘测队资料编)

所以, 上述时差差值不可能是差异压实作用形成。

在正常情况下, 仪器测量误差最大不超过 20 微秒/米, 故大于 40 微秒/米的时差差值不可能是仪器误差所产生。此外, 各井时差异常出现在不同深度井段, 恰与断点出现深度相吻合, 故也不可能是泥岩异常压力段。

综上所述, 穿过辛 23 和营 8 断层各井出现大于 40 微秒/米的声波时差差值和大于 12% 的时差变化幅度不可能是其它因素造成的, 而只能与断层存在有关, 这是在长期压应力作用下, 断裂带形成相对致密、坚硬和弹性较好的构造岩, 而导致时差值明显减小 (即声速加快) 的缘故。又如在研究辛 18、辛 39 等井时, 发现胜利油田原解释断点深度与声波时差异常深度段不相一致, 后经与油田同志共同复查, 确认原解释断点深度是错误的, 修改后, 6 口井的断点深度与声波时差异常段的位置恰相吻合。再如, 辛 53 井在井深 2600 米处, 原未解释断层, 但在该深度的点图中, 存在低于正常压实趋势线的弧形段 (I 类点图), 经复核, 在该深度确实存在一条落差为 50 米的断层。事实表明, 上述压性断层时差异常特征, 具有一定的普遍意义。

(2) 张性断层与压性断层相反, 断裂带声波时差值大于两盘, 声波时差-深度点图多为 II 类。断裂带时差明显偏离正常压实趋势线向增加方向, 呈不同曲率的弧形段, 同时异常比大于 1, 如穿过 f_{33} 和 f_{160} 断层的各井, 断裂带时差值一般为 181—222 微秒/米, 与两盘正常地层时差值相差 45—231 微秒/米, 变化幅度为 20—120%, 异常比大于 1.15。与研究压性断层一样, 工作中已考虑排除岩石性质、地层年代、压实作用、仪器误差及泥岩异常压力等因素, 故认为上述异常与断裂带的存在有关。

表 4 f_{160} 、 f_{33} 断层声波测试数据表

项 目	f_{160} 断 层						f_{33} 断 层			f 断 层
	801	803	805	806	807	833	818	821	821	
井 号										
断裂带 主要岩性特征	压碎岩、 粉砂岩	破碎岩， 成分为粉 砂岩	破碎岩， 成分为砂 岩	破碎岩	破碎岩， 原岩为砂 岩	破碎岩	破碎岩	压碎岩、 破碎岩、 角砾岩	角砾岩	角砾岩（断裂带 下为闪长岩）
断点深度 （米）	15.89	25.04	2.87	12.34	4.98	16.45	9.00	34.87		
断裂带宽度 （米）	4.5	0.6	6.6	1.2	1.2	4.2	8.7	1.8		
正常值（1） （微秒/米）	210	195		222	193	203	191	183	181	184
异常值 （微秒/米）	255	318	344	255	424	268	261	301	360	259
正常值（2） （微秒/米）	204	191	181	205	212	199	189	200	196	169
时差差值（1） [正常值（1）与异常 值之差]（微秒/米）	45	123		33	231	65	70	118	179	75
时差差值（2） [正常值（2）与异常 之差]（微秒/米）	51	127	163	50	212	69	72	101	164	90
变化幅度（1） [差值（1）/正常 值（1）]（%）	21	63		15	120	32	37	64	99	41
变化幅度（2） [差值（2）/正常 值（2）]（%）	25	66	90	24	100	35	38	51	84	53
异常比（1） [异常值/正常 值（1）]	1.21	1.63		1.15	2.20	1.32	1.37	1.64	1.99	1.41
异常比（2） [异常值/正常 值（2）]	1.25	1.66	1.90	1.24	2.00	1.35	1.38	1.51	1.84	1.53
测试方法	声 波 测 井						声 波 测 井		室内岩 心声波 测试	室内岩心声波测 试

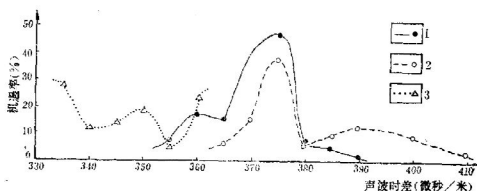


图 7 过营 8 断层管 12-7 井 1500—1820 米砂岩声波时差值分布曲线

1—断裂带之上砂岩分布曲线，2—断裂带之下砂岩分布曲线，3—断裂带砂岩分布曲线

f_{33} 和 f_{160} 断层埋藏较浅，虽有风化现象，但从图 6 和表 4 可以看出，位于断裂带上盘浅部易风化井段的岩石，其声速却高于不易风化的较深井段断裂带的声速，即深部的声波时差大于浅部，可见时差异常与风化作用无关。再从各井异常出现井段与前人解释断点位置相一致，并结合断裂带岩心破碎、缝洞发育、胶结程度差等现象（表 5），表明上述断层的构造岩具张性角砾岩的特征，是张应力的产物。综上所述，时差异常点图与压性断层呈镜像反映，是张性断裂带的显示，而不是其它因素形成。

（3）声波时差异常的变化幅度、异常范围与断层落差、断层形成时间及埋藏深度有密切关系。

表 5 f_{160} 、 f_{33} 断层构造岩及其声波时差特征表

项目	断层构造岩带	井号	声波时差 (微秒/米)	平均 值	构造岩特征
断层名称	构造岩带	井号	变化范围	平均 值	构造岩特征
f_{160} 断层	破	740	290	290	碎裂岩, 局部糜棱岩, 硅质和钙质胶结
		801	337—233	255	压碎岩, 岩心全为碎块及碎片, 夹黄泥, 有擦痕
		803	317—320	318	碎裂岩, 成分粉砂岩, 岩心碎块状
	碎	805	295—420	344	压碎岩, 粉砂岩, 裂隙密集, 劈理发育, 有擦痕, 硅化
		806	231—292	255	破碎岩, 岩心硅化, 有较多擦痕
		807	387—484	424	碎裂岩, 原岩为钙质砂岩及含团块的细砂岩, 钙质风化为孔洞
		833	308—324	316	碎裂岩, 硅化, 岩心全为碎块及薄饼状
	影响带	740	242—274	257	陡倾角裂隙发育, 岩心短柱状、半圆柱状
		801	233—263	247	粉砂岩, 裂隙发育, 岩心短柱状
		833	228—321	278	裂隙极发育, 岩心碎块状
f_{33} 断层	破碎带	818	233—297	264	碎裂岩, 方解石、石英、绿泥石胶结的角砾岩及糜棱岩, 岩心多为碎块
		821	272—326	301	碎裂岩, 角砾岩, 有少量白色高岭土, 岩心碎块状
		774	264—290	276	碎块岩及白色泥状物胶结的角砾岩, 裂隙为高岭土充填
		775	308	308	高岭土, 泥质物胶结的糜棱角砾岩, 裂隙为高岭土充填, 具塑性
	影响带	818	237—250	243	长石蚀变, 裂隙发育, 方解石充填, 岩心破碎
		774	194—210	202	裂隙发育或密集, 方解石、绿泥石充填, 岩心短柱状
		775	216—254	233	裂隙密集, 方解石、高岭土充填, 岩心短柱状

(据长江流域规划办公室第三勘测队资料改编)

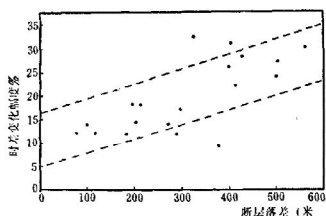


图 8 辛 23 断层声波时差变化幅度与断层落差关系

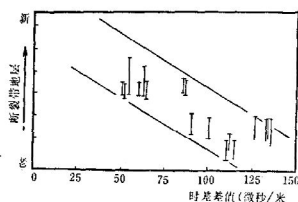


图 9 辛 23 断层声波时差差值与断裂带地层年代关系

一般说来, 断层落差大、形成时间早、埋藏深, 则异常幅度大、异常段长。反之, 则异常幅度和异常范围都相对较小(图 8, 9, 10)。据辛 23 断层统计, 落差小于 300 米, 时差值一般为 50—90 微秒/米, 变化幅度小于 18%; 落差大于 300 米, 时差差值增大为 90—130 微秒/米, 变化幅度则大于 20%。对钻遇辛 23 断层各井断裂带时差变化幅度, 断层落差和断点深度数据进行回归分析, 结果表明, 在 1700—2800 米深的井段内, 断裂带声波时差变化幅度与断层落差有如下关系:

$$Y = 10.78 + 0.0303 X$$

(1)

式中, Y 为声波时差变化幅度(%); x 为断层落差(米);
0.0303 为斜率。

x 与 Y 的相关系数 $R=0.609$, 大于临界值 0.561 ($\alpha=0.01, n-2=18$), 说明 x 与 Y 的相关性较好。断裂带声波时差变化幅度与断点深度有如下的关系:

$$Y = -28.1 + 0.00208x \quad (2)$$

式中, Y 为声波时差变化幅度(%); x 为断点深度(米);
0.00208 为斜率。

x 与 Y 的相关系数 $R=0.65$, 大于临界值 0.561 ($\alpha=0.01, n-2=18$), 故认为断点深度与时差变化幅度具有较好的线性关系。

声波异常的形成, 与形成断层的应力值大小有关。一般地说, 在同一方式应力作用下, 应力值大, 形成断裂带或影响带宽度和深度大, 断层落差也较大, 构造岩物性改变明显, 相应地出现显著增大的声波时差异常变化幅度和异常范围。相反, 应力值小, 形成的断裂带一般较窄, 断层影响范围小, 构造岩成分、结构和物性变化也相对小, 故声波时差异常反映较弱。

断层发育的时间对声波时差异常也有明显的影响。如辛 23 和营 8 断层是自沙三时到东营期长期活动的同沉积断层, 因此, 同一断层在深部老地层中出现的断点, 发育时代相对较早、活动次数较多、经历地质时期较长, 累计总应力值大(目前保留的应变痕迹是多次运动叠加的结果, 即多次应力方式叠加复合而成), 而浅部新地层中的断点, 形成时代晚、活动次数少、经历的地质时期短, 累计总应力值相对小。所以, 深部老地层中断裂带的声波时差异常幅度往往大于浅部新地层。

(4) 断层的倾角影响声波时差异常出现的范围和变化幅度。同一断层在倾角陡的地段, 声波时差异常井段长, 倾角缓的地方异常井段短。在穿过辛 23 断层的井中, 有两口井(辛 39、辛 23-1)出现时差异常变化规律与大多数井不相同, 即断距小, 断点位于新地层, 但异常幅度和异常范围却很大, 推测与断层倾角增大有关。

(5) 声波测井异常与地质资料反映的断层性质具有一致性。油田开发的动、静态观测资料表明, 辛 23 和营 8 断层属于封闭性断层, 从区域构造上看, 它们属于冀鲁带状构造体系中新生代的压扭性结构面。穿过该二断层的绝大多数井, 其断裂带声波时差显示压性特征。 f_{33} 和 f_{100} 断层经地质观察证实都属张扭, 它们的声波异常显示恰与压性断层相反, 即断裂带时差显著增大, 可见它们是张应力形成。

穿过营 8 断层的 21 口井中, 有 4 口井在断裂带时差值增大, 认为是局部地质因素造成, 它不具有普遍意义。

综上所述, 应用声波在构造岩中传播速度的变化来鉴定覆盖区断层的力学性质, 在理论上和实践上都是可行的。应当指出, 声波在岩石中传播速度受很多因素的影响, 在应用上述方法鉴定断层力学性质时, 必须与其它地质和地球物理方法配合使用, 才能排除干扰, 得出正确的结论。

本文曾得到孙殿卿先生的关怀和指导, 华东石油学院、胜利油田及长江流域规划办公室第三勘测队地质组的大力帮助, 在此一并表示衷心的感谢!

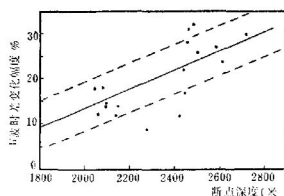


图10 辛 23 断层声波时差变化幅度与断点深度关系

主要参考文献

- [1] 大久保彪等, 1971, 岩石的物理性质和弹性波速度, 国外地质, 1974年, 第12期。
- [2] Ржевский, В.В. и Ямщиков, В.С., 1979, Акустические Методы. Исследования Контроля Горных Порода в Массива.
- [3] Абербук, А.Г., 1979, Аномалии кинематических и динамических характеристик волн, отраженных от нефтегазовых залежей. Прикладная Геофизика, Вып. 95.
- [4] 刘泽容、李德同, 1979, 浅谈覆盖区结构面的鉴定. 地质力学文集, 第3集, 地质出版社。
- [6] R.W. 莫斯曼等, 反射幅变化的原因. 物探数字技术, 1975年, 第3期。

A PRELIMINARY STUDY ON THE MECHANIC PROPERTIES OF CONCEALED FAULTS WITH INFORMATION OF ACOUSTIC LOGGING

Liu Zerong Chu Zehan

(Huadong College of Petroleum)

Wu Nailing

(Institute of Petroleum Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The mechanical properties of four faults concealed by loose Quarternary deposits in Shengli Oilfield are studied with the information of acoustic logging in the light of principals of mechanism geology. Various characteristics of time difference anomaly have been traced in faults of different mechanical properties, a new method for identifying them is simultaneously turned out in this paper. It is proved in the living example researched that tectonites within compressive fault belt give rise to a clearly smaller time difference of acoustic wave than those of lithologically the simillar non-tectonites, that is to say, a faster acoustic velocity is transmitted by the former, on the contrary, a larger time difference of acoustic wave have recorded in tectonites within tensional fault belts, i.e. the acoustic velocity within these belts is lower.