

用叠偏剖面直接编制构造图

刘素庚

摘 要

直接利用二维叠偏剖面编制构造图,一直是解释员最感兴趣的问题。理论证明,反射点在三维空间的偏移量可以分解为沿测线 x 方向上和垂直于 x 方向上的两个分量,它们恰好是沿这两个方向上的二维偏移量。应用叠偏剖面直接成图,表示已实现测线 x 方向的偏移,成图后,再做一次垂直于测线的校正,这样就完成了三维偏移的构造图。此做法十分类似于地震资料处理中的两步法偏移。直接利用叠偏剖面作图还涉及到交点闭合问题,通常不能直接闭合,需要根据叠偏剖面的 t_0 时间和倾角计算出相交测线上的 T_0 时间才能求得闭合。

ABSTRACT

Seismic interpreters are very interested in direct structural mapping from 2D migrated sections. Theory shows that the displacement of a reflection point in 3D space after migration can be decomposed into two components, one in x direction along the line, the other in y direction across the line which are equivalent to the displacements of the same point on the two directions in the 2D migration sections. Mapping from 2D migrated sections corresponds to the migration of x direction. After cross-line correction, structural map with 3D migration is obtained. This procedure is very similar to the two-step migration in seismic data processing. Mapping from migrated sections are involved with ties of intersections which could not be tied directly, therefore, the two way reflection time of the line intersections should be calculated based on the vertical time and dips in the migrated sections and then the intersection ties can be made.

目前作构造图的方法,一般都是用水平剖面通过交点闭合、勾绘等 t_0 图、三度空间归位(空校),完成构造图。

近几年来,数字技术的引进和应用,生产了大量的叠加偏移剖面。叠偏剖面 and 水平剖面相比,不仅地质现象清楚而且断点、断面波及反射波也都清楚可靠,所以叠偏剖面

已成为落实构造形态不可缺少的资料。但是,叠偏剖面的使用,给解释人员带来了繁锁的工序和庞大的工作量。一般地说,作图需要首先对比好叠偏剖面(用叠偏建立地质概念),然后将解释方案搬到水平剖面上,用水平剖面闭合。成图后还要和叠偏剖面对照一下,看一看构造形态和叠偏剖面是否一致(即合一)。由于地层产状的变化、异常波的存在干涉了水平剖面的对比以及 t_0 图勾绘不合理等问题,都会造成叠偏剖面和构造图不能合一。这就是在空校中常遇到的问题,即断层两盘不合理,断层校反了,两盘“打架”,裂开太宽,以及后面的点跑到前面,甚至跑到断块的外面。这时必须修改水平剖面的对比,修改等 t_0 图和构造图。经过一连串的修改后,还要再合一,再修改,反反复复,将叠偏结果搬到水平剖面上,又回到叠偏剖面上。归根结底还是用叠偏剖面控制构造形态。

能不能用叠偏剖面直接成图呢?这一直是解释人员所希望的。以前有些文章提出过用叠偏剖面直接成图的想法,但还没有脱离水平剖面的闭合。由于交点闭合问题和三维空间归位问题没有解决,所以用叠偏剖面直接作图的方法未能实现。

本文想就叠偏剖面直接成图的三维空间归位和交点闭合问题进行分析 and 讨论,提出用叠偏剖面直接成图的方法。

用叠偏剖面直接成图的基本原理

用叠偏剖面直接成图的关键是解决三维空间归位(空校)问题和交点闭合问题。

用叠偏剖面直接成图的空校原理

图1为一等 t_0 图, x 为测线, $y \perp x$,从 o 点空间归位到 o' 点,可以根据等 t_0 图直接查空校量版求得偏移距 oo' 和深度值 H 。也可以分两步归位,先从 o 点沿测线校正到 A 点,再沿垂直于测线方向从 A 校正到 o' 。

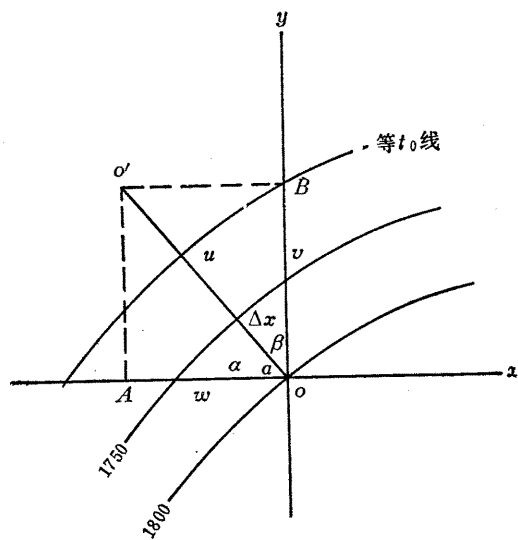


图 1

对于叠偏剖面来说,已完成了沿测线 x 方向的二维偏移,相当于在图1中完成了由 o 点到 A 点的二维偏移。现在只要证明某一反射点 o 的空间偏移量 oo' 在测线 x 上的投影 oA 等于 o 点沿测线 x 方向的二维偏移量即可。同理可证 oo' 在 y 方向的投影 oB 是沿 y 方向的二维偏移量。

证明 在图1中,设相邻两条等 t_0 线之间的深度差为 ΔH ,相邻两条等 t_0 线的线距为 Δx ,地层倾角为 θ 。令 $u=oo'$ (三维空间偏移距), $w=oA$ (x 方向二维偏移距), $v=oB$ (y 方向二维偏移距), a 为测线 x 上相邻的两条等 t_0 线之间的距离。

由图2知, $\sin \theta = \Delta H / \Delta x$,则偏移距为

$$u = H \sin \theta = H \frac{\Delta H}{\Delta x} \quad (1)$$

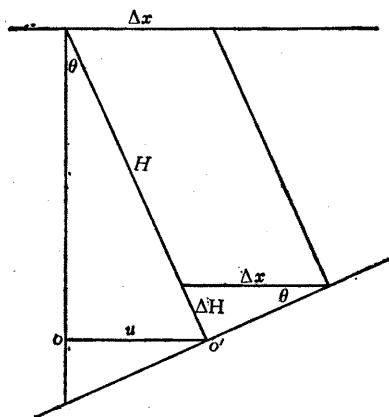


图 2

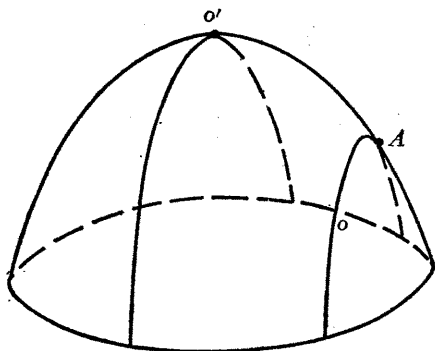


图 3

下面求图 1 中沿测线 x 方向上的偏移距 w 。测线 x 上两条等 t_0 线距为 $a = \Delta x / \cos \alpha$ ，在式(1)中用 a 代替 Δx 即可求出沿 x 方向的二维偏移量，即

$$w = H \frac{\Delta H}{\Delta x} \cos \alpha \quad (2)$$

将式(1)代入式(2)，得

$$w = u \cos \alpha$$

同理可证

$$v = u \cos \beta$$

以上的证明说明了三维空间偏移量 oo' 可以分解为测线 x 方向上和垂直于 x 方向上的两个分量，它们恰好是沿这两个方向上的二维偏移量。这就是说，用叠偏剖面直接成图时，只用一个方向的叠偏剖面的数据，成图后再做一次垂直于测线的校正，这样就完成了三维偏移。

上述道理和三维偏移处理方法中的两步法是一致的，即先做沿主测线方向的二维偏移，然后在垂直主测线的方向上抽取时间剖面再做一次二维偏移。如图 3 所示，绕射时距曲面上的 o 点，首先做二维偏移将 o 校正到 A 点，再在垂直方向上做一次二维偏移即归位到绕射点 o' 。

用叠偏剖面作图的交点闭合

叠偏剖面的主测线和联络测线交点是不闭合的，只有水平剖面交点才能闭合。用叠偏剖面直接成图，必须解决交点闭合问题。

如图 4 所示，对于一点 o ，叠偏剖面的 t_0 时间要比水平剖面的 T_0 时间大 Δt 。随着地层倾角 θ 的增加， Δt 增加。

我们根据叠偏剖面的 t_0 时间和不同的倾角可以计算出水平剖面上这点的 T_0 时间，见

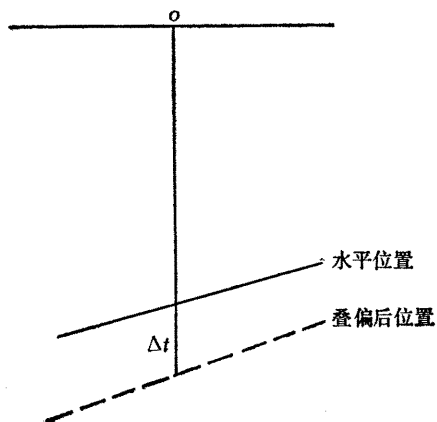


图 4

表1。根据叠偏剖面上的 t_0 时间和 Lx 水平距离,查表1就可知道水平剖面上的 T_0 时间。因此,两条相交的叠偏剖面可以用这种方法求出相应水平剖面上的 T_0 时间进行闭合;当然还可以将叠偏剖面和水平剖面混合使用。

主测线一般都垂直于构造走向,要用叠偏剖面;联络测线一般平行于构造走向,可用水平剖面。根据对比好的叠偏剖面上的 t_0 时间,在测线交点处利用表1找到水平剖面上的 T_0 时间,再和联络测线的水平剖面闭合。用这种方法完成闭合后,再用主测线叠偏剖面上的数据勾图,最后再做垂直于测线方向的校正。

用叠偏剖面直接作图的方法

用叠偏剖面直接作图的步骤:

1. 对比解释好主测线的叠偏剖面。
2. 闭合。根据叠偏剖面上交点的 t_0 时间查表,求出两条相交测线上交点处反射同相轴对应的水平剖面上的 T_0 时间,进行闭合。或者用主测线叠偏剖面换算出水平剖面上的 T_0 时间与联络测线的水平剖面闭合。
3. 用闭合后的主测线的叠偏剖面,参考联络测线的形态,勾绘二维偏移后的等 t_0 图。
4. 空校。如图5所示,作主测线的垂线交相邻两条等 t_0 线于 A_1 和 A_2 ,量取 A_1A_2 的长度为 Δx ,根据 t_0 时间和 Δx ,查空校量版求出偏移距 oo' 和深度值 H 。从 A_1 点沿 A_1A_2 向构造的上倾方向量取偏移距 $A_1A_1' = oo'$,标出深度值 H 。

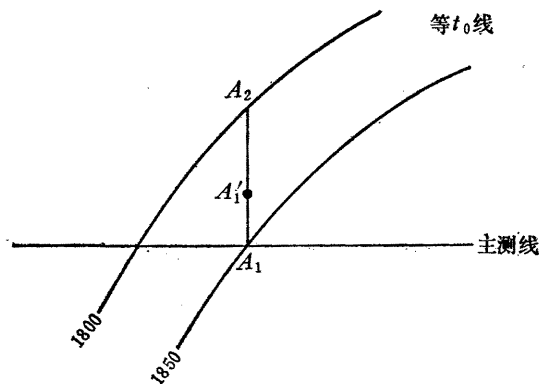


图 5

5. 根据空校后的数据,勾绘构造图。

几点说明:

1. 表1的用法。

在对比好的叠偏剖面上,过 A 点作反射界面的切线,量取相邻两条时间线(即100毫秒)上两个交点的水平距离 Lx (图6a),根据 A 点的 t_0 时间和 Lx 值查表1

得到水平剖面上的 T_0 时间。此表也可以反过来用,如在联络测线的水平剖面上,已对比好了一层,知道了它和主测线交点处的 T_0 时间,可以反查表求出主测线叠偏剖面上

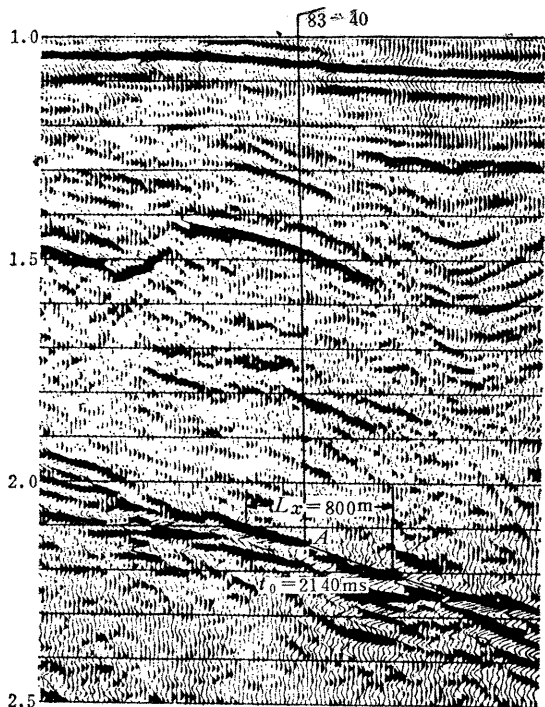


图 6a 83-314测线叠偏剖面

所对应的 t_0 时间。这样也可以达到闭合的目的。

例如对图 6 的 83-314 测线和 83-40 测线进行交点闭合。首先量取 83-314 测线叠偏剖面上与 83-40 测线交点处的 t_0 时间 $t_0 = 2,140$ 毫秒和两条时间线之间的水平距离 $Lx = 800$ 米，查表 1 得对应的水平剖面上 $T_0 = 2,110$ 毫秒，用 2,110 毫秒和 83-40 测线水平剖面进行闭合。图 6a 为 83-314 叠偏剖面，图 6b 为 83-40 水平剖面，图 6c 为 83-314 水平剖面。

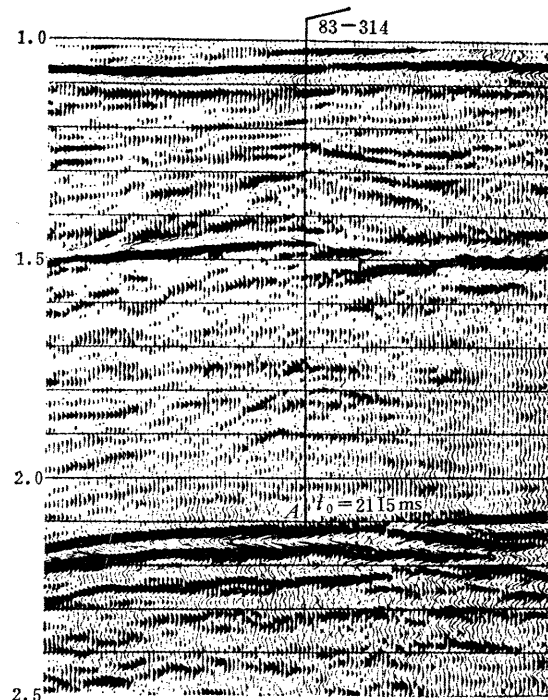


图 6b 83-40测线水平剖面

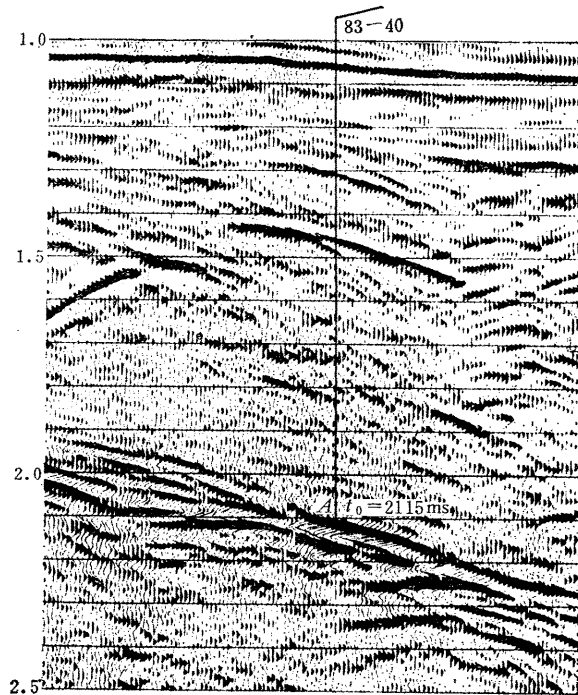


图 6c 83-314测线水平剖面

2. 表 2 的用法。

在特殊情况下，配合表 2 使用。表 2 是根据叠偏剖面上的 t_0 时间及产状，求出反射点的二维偏移量及该反射点水平剖面上的 T_0 时间。表 1 和表 2 的根本区别是：表 1 是同一地面点上水平 T_0 时间和叠偏 t_0 时间的互相换算；表 2 是同一反射点的水平和叠偏时间的互相换算。

当断块小、产状陡的情况下，叠偏剖面上有的小反射段，在其对应的水平剖面的同一桩号下找不到，而偏到了下倾方向，见图 7。这时不能用上述方法闭合，需要查表 2 解决。从表 2 中查出偏移量 CC' 和 DD' 以及各自对应的 t_0 时间，就可以知道反射段 AB 在对应的水平剖面上的位置及 T_0 时间，这时就可以用上述方法进行交点闭合了。

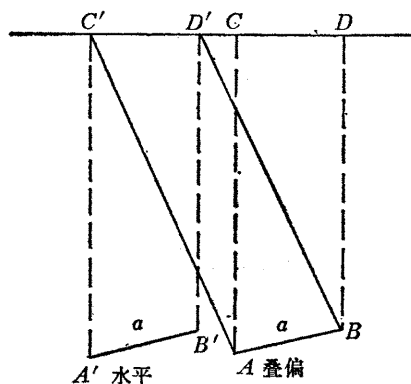


图 7

表 1

$Lx(m)$	200	300	400	...	1,800	2,000	3,000
T_0	t_0	t_0	t_0	...	t_0	t_0	t_0
1.4	1.195	1.298	1.340		1.397	1.397	1.399
1.5	1.276	1.388	1.434		1.497	1.497	1.499
1.6	1.352	1.476	1.526		1.596	1.597	1.599
⋮							⋮
3.0	2.427	2.697	2.816		2.990	2.992	2.996
⋮							⋮
4.0	3.178	3.557	3.727	...	3.985	3.987	3.994

表 2

$Lx(m)$	300		400		...	1,000		2,000	
T_0	oo'	t_0	oo'	t_0		oo'	t_0	oo'	t_0
1.3	575	1,385	445	1,350		180	1,310	90	1,300
1.4	640	1,495	495	1,460		200	1,410	100	1,405
1.5	700	1,605	545	1,565		220	1,510	110	1,505
⋮									⋮
2.5	1,500	2,720	1,170	2,635		490	2,525	240	2,510
⋮									⋮
3.5	2,495	3,865	1,935	3,720	...	410	3,510	275	3,500

3. 根据用叠偏剖面直接成图的需要, 主测线应尽力做好叠偏处理, 而联络测线可不作叠偏处理。这除了节省计算机的工作量之外, 还减少了时间剖面的初步整理工作。

4. 用叠偏剖面直接成图, 交点闭合并不复杂, 查表的次数是有限的。一般联络测线上产状较平缓, 地层倾角变化不大时, 查一次表可以闭合多个点。从表1还可以看出: 地层倾角小于 15° 时, 2.0秒以上同一点的水平剖面 T_0 时间和叠偏剖面 t_0 时间之差 Δt 小于半个相位; 当地层倾角小于 10° 时, 3.5秒以上的 Δt 小于半个相位。因此, 在产状平缓, 地层较浅的地段, 同一地面点的水平和叠偏剖面的时差 Δt 小于半个相位, 在闭合差之内, 可以不查表, 直接用叠偏剖面闭合。在断块小、产状陡、地层深时查表

