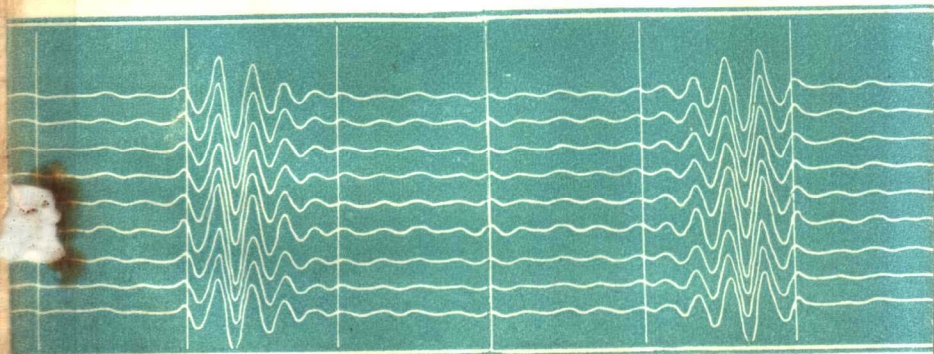


地震勘探专辑

第一輯



石油工业出版社

內 容 提 要

本書收集了十一篇有关地震勘探方面的文章，这些文章介绍了我国各地区应用地震勘探方法的一部分先进經驗，研究地震勘探方法的成果。

書中介绍了如何提高鑽井速度和測井質量的方法，如何在山区和平緩构造地区进行地震勘探並提高成果的精确度，电測炮井在选择激发条件方面的应用，在沒有标准層时如何应用反射法研究断層等。

書中也介绍了交点法的几种新形式、有关反射波的研究、改装国产地震仪为中、高频兩用地震仪、改装地震仪的APA綫路等方面的經驗。

本書可供从事地震勘探的人员学习和院校师生参考用，也可供从事其他地球物理勘探的人员参考。

統一書号：15037·906

地 震 勘 探 专 輯

第 一 輯

*

石油工业出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工部局內）

北京市書刊出版業營業許可証出字第008號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印张2 $\frac{1}{2}$ * 53千字 * 印1—2,500册

1960年5月北京第1版第1次印刷

定价（10）0.35元

編 者 的

大跃进以来，特别是自全国开展了以“技术革新、技术革命”为中心的群众运动以来，石油工业战线上的全体职工在党的正确领导下，在总路线的光辉照耀下，干劲冲天，发挥了敢想敢干的共产主义风格，千方百计地改进了工作方法、改革和创造新工具，促使生产不断向前发展。与此同时，地震勘探工作也获得了巨大成就和飞速的发展。为了及时总结、交流、推广大跃进中取得的各项先进经验，进一步促使地震勘探工作继续不断更大跃进，石油工业部地质司地球物理室特从石油部成都物探现场会议文件中选择有关地震勘探工作方面的11篇文章编成此专辑出版。

本书内容主要包括仪器的使用和改进、工作方法、解释方法等三方面的经验。例如将国产地震仪改装为中频地震仪、勘探平缓构造的经验、对多次反射波的研究，等等。

随着技术革新、技术革命运动的进一步深入开展，在地震勘探工作方法的革新和新仪器的创制等方面将陆续增添许多更加丰富的新内容。我们认为，及时总结、交流、推广这方面的经验对提高生产、完成或超额完成生产任务是很有大意义的。因此，我们将陆续编辑出版“地震勘探专辑”，欢迎地震勘探工作者踊跃投稿，并对这套“专辑”的编辑、出版工作提出宝贵意见。

目 录

- 一、交点法的几种新形式 俞寿朋 (1)
- 二、新疆紅山咀地区的多次反射問題的研究
新疆石油管理局独山子矿务局地調大队304队 (4)
- 三、电測炮井在选择激发条件方面的运用和效果
新疆石油管理局克拉玛依矿务局北准噶尔大队 (13)
- 四、頓、旋同用快速地震鑽井法
新疆石油管理局独山子矿务局地調大队 (25)
- 五、地震測井工作的几点經驗
玉門石油管理局地質勘探公司地質大队203队 (29)
- 六、在沒有标准层的情况下,用反射法研究断层的初步經驗
玉門石油管理局201/59地震队 (33)
- 七、山区地震工作的經驗 潘祖福 (45)
- 八、使用地震放大器自动振幅控制器 (APA) 的几点經驗
张 琪 (49)
- 九、用地震法勘探平緩构造精确度的探討
銀川石油勘探局內蒙勘探大队201队 (51)
- 十、华北各地多次反射波的研究 华北石油勘探处 (61)
- 十一、改装国产51型地震仪为高、中頻两用地震仪的經驗
貴州石油勘探局二〇一队 (71)

一、交点法的几种新形式

俞寿朋

用交点法构制剖面图，在地震勘探反射资料解释工作中得到了广泛地应用。因为，交点法是先求得虚爆炸点后，再求反射界面，所以手續比較麻煩、效率也較低。本文提出的几种新形式，既保持了交点法的特点又提高了效率。

为了討論方便，在以后的討論中都假定反射面是平面，反射面以上的介質是均匀和各向同性的，爆炸点和观测点都在同一水平面上。为了便于区分，以后討論中称交点法的一般形式为“虚爆炸点法”。

法 綫 反 射 点 法

当反射面很深时，用虚爆炸点法繪剖面图，由于半径 R 很长，工作非常不方便，利用几何相似形原理可將操作簡化。

如图1所示，反射面的法綫反 射点 N 位于爆炸点 O' 和虚爆炸点 O' 連綫的中点，設虚爆炸点 O' 是由观测点 A 、 B 以它們的观测時間与速度积 (Vt) 为半径画弧确定的。

过 $O'A$ 的中点 A' 和 OB 的中点 B' 同 N 点 所作的三角形 $AO'B$ 相似，所以 $\overline{NB'} = \frac{1}{2} \overline{BO'}$ ， $\overline{NA'} = \frac{1}{2} \overline{AO'}$ 。

因此，只要以观察点 A 和 B 的观测時間 同速度乘 积之半

($\frac{1}{2}Vt$) 为半径, 各以 A' 和 B' 为圆心画弧所得交点即为 N 点。

连接 ON 过 N 点作 ON 的垂直线即为所求的反射面。

反射面边界由过 A 点平行于 NA' 和过 B 点平行于 NB' 的两条直线限制。

虚 接 点 法

利用爆炸点和接收点互换原理, 像求虚爆炸点一样求得一虚接收点来确定反射面。

如图 2, 设在接收点 S 处接收到由爆炸点 O_1 和 O_2 所得到的同一界面的反射波, 到达 S 点时间分别为 t_1 和 t_2 , 就以 O_1 和 O_2 为圆心以 Vt_1 和 Vt_2 为各自的半径划弧交得 S_1 点 就是虚接收点, 反射面为 SS_1 连线的垂直平分线。

确定反射面的边界比较麻烦, 可对每一时距曲线的起点相对应的观测点, 求得虚接收点, 自虚接收点向对应的爆炸点连直线, 这两直线就限制了反射面的边界。

实用上以近似法确定反射面的边界。自每一支时距曲线起点同爆炸点之间的中点 S_1 和 S_2 点作反射面垂线, 垂足就近似地表示反射面的边界。

本法要求有一对互换的时距曲线, 並有重叠点, 适用于间隔排列或在爆炸点附近。由于各种原因不能追踪反射波的情况, 由于确定 S^* 点的 O_1 和 O_2 点距离较长, 因而提高了准确性。

假 定 法 接 收 点 法

由上述两种方法联合起来, 就很容易得到一种“假定法

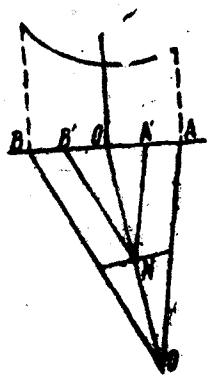


图 1

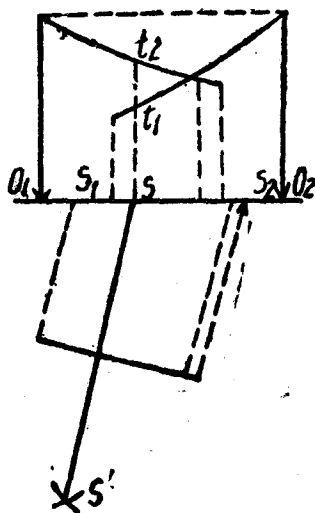


图 2

“法线反射点法”新形式。

如图 2 的情形，可以假定在 S 点爆炸，得到一双时距曲线，在 O_1 点观测时应为 t_1 ，在 O_2 点观测时应为 t_2 。这样就可以用法线反射点法作出反射面，反射面的边界用虚接收点法确定。

本法应用于间隔排列，反射波可连续追踪更方便。将各假定法线反射点连成平滑线就得到连续反射面。

二、新疆紅山咀地区 的多次反射問題的研究

新疆石油管理局独山子矿务局地調大队304队

1956年，24地震队在紅山咀地区工作时，就获得相当深的、记录品質較好的反射同相軸，同克29号井的鑽井資料对比，其反射层面的深度大大地超过古生代界面。該队在年終的总结报告中，曾怀疑是多次反射所引起的。1957年，509綜合研究队对紅山咀-克拉瑪依一带的資料进行了分析，初步肯定了多次反射的存在。

采用多次反射資料，进行地質解釋将会作出錯誤的推断，大大地影响到对地質结构的了解，造成对勘探任务的錯誤部署。1959年由于我們队采用了13个检波器的組合检波和适当地調节了检流計的阻尼和灵敏度，因而使记录的品質較1956年有了进一步地提高，也就是說多次反射的資料出現得更显明了。利用現有資料对該区一些深的反射同相軸的性質进行了研究。肯定地說，多次反射現象在紅山咀地区是存在的，尤其在激发层岩性良好、浅层反射強的地段，多次反射就表現得更明显。深于古生代的反射界面出現比較完整和系統的有26、28、30、19A、33、10A等測綫，其中以26、19A最連續，現着重地对26測綫加以分析。

26 測 綫 的 分 析

1. 在动力学标志方面，主要是观察波的强度关系，26測綫上最强的反射波来自中下侏罗紀内西山窑内部的强烈反射面，简称AA。最浅的一个强反射层是白垩系底界，简称BB。在AA以后一个较强的波，简称CC，相当于侏罗紀底部。如果发生多次反射，应同上述3个界面有关，其中首先是AA层，因为它連續对比最好、能量最强。其次是BB，因为它比较浅，在传播过程中波的能量损耗较小，其能量的强弱和連續性仅次于AA。

深的反射层有两个DD和A'A'，其中A'A'連續性最好，但它們均深于被鑽井資料所証实的古生代界面。

2. 运动学的标志

1) t_0 曲线法 选择水平座标为x (米)，比例尺为1:62500，垂直座标为 t_0 (秒)，比例尺1厘米等于0.1秒。將观察时距图簡化，对能連續追踪的时距曲线作成 t_0 曲线，单个时距曲线則按 t_0 值在爆炸桩号上只算出一个点，然后根据到达時間較早也較連續的(一般也是較強的)几个波的 t_0 曲线，計算出各种可能的多次反射波的理论 t_0 曲线。依据(26)測綫的資料划出AA、BB、CC三个反射 t_0 曲线，並作出(1) $t_0(A'A') = 2t_0(A)$ ；(2) $t_0(B'B') = 2t_0(B)$ ；(3) $t_0(AB) = t_0(A) + t_0(B)$ ；(4) $t_0(AG) = t_0(A) + t_0(C)$ 的理论 t_0 曲线。各个波的行程见图1。

將理论 t_0 曲线同实际 t_0 曲线对比，可查明(參看图2)：

(1) 最連續的一个深反射层 t_0 曲线和 $t_0(A'A')$ 曲线非常吻合，就是在傾角变化地段也是如此。(2) $t_0(B'B')$ 、 t_0

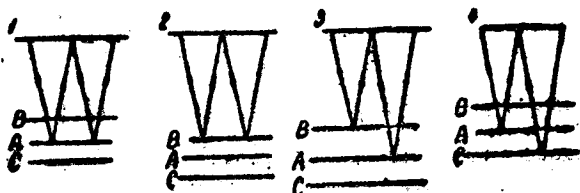


图 1

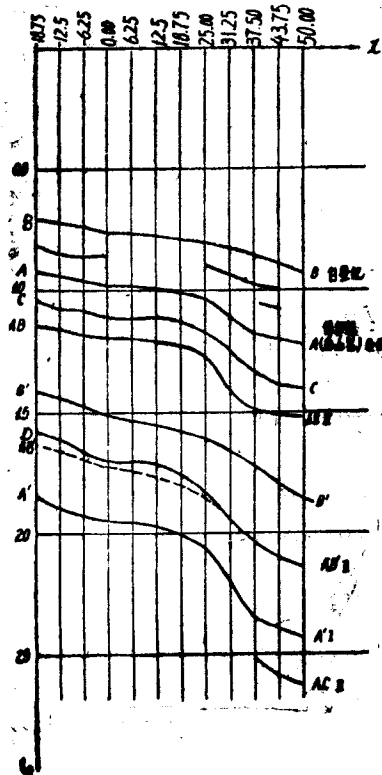


图 2



(AB)、 t_0 (AC) 附近虽然没有得到很连续的反射同相轴，但断断续续的反射同相轴是存在的，这仍可能是上述类型的多次反射所引起的。

2) 比较倾角变化法 由二次反射时距曲线方程式得知一次反射波所反映的反射界面的倾角为 ψ ，则二次反射波所显示的“反射界面”的倾角 $\psi' = 2\psi$ 。利用2400米/秒的恆速作26测线AA层和A'A'层的剖面（见图3），可求出AA层在倾角剧烈变陡地段的倾角为8度，A'A'层在相应地段为16.5度。从相当地段的倾角变化上可清楚地看到 ψ' 近似等于 ψ 角的2倍。这进一步说明了A'A'层为AA层的二次反射。

3) 视速度V的变化特征 比较一次反射波时距曲线和

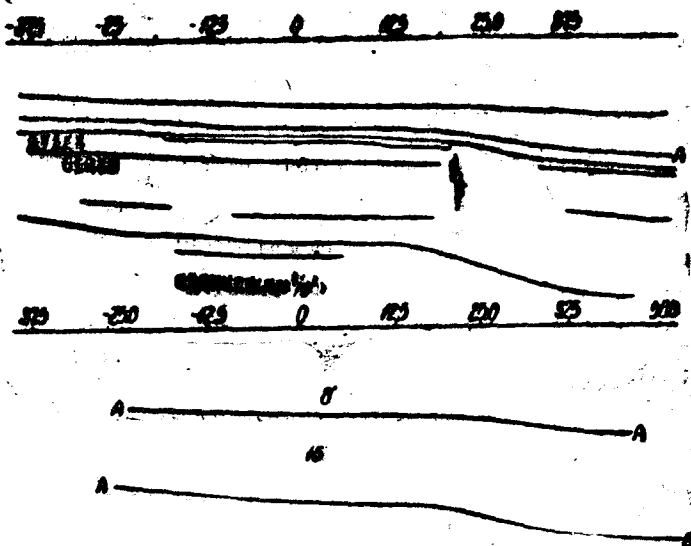


图 3

二次反射波时距曲线，在爆炸点附近所测定的视速 V_1 和 V_2 ，

間有下列关系式：
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin 2\varphi}{\sin \varphi} \cong 2$$

傾角在15—20度时，則上式可相当准确地認為等于2。在26測綫傾角变大的地段，利用AA和A'A'反射时距曲线資料，求出的視速度見表1。

表 1

桩 号	V_1 (AA) 米/秒	V_2 (A'A') 米/秒
3125	2333	900
2500	4500	2080

由表1中我們发现AA层和A'A'层的視速度 V_1 同 V_2 相互之間的比都近似等于2。

上述特征可用另一同它相当的特征来代替，即二次反射时距曲线和一次反射时距曲线的极小值 X_{02} 和 X_{01} 之比等于4。因为反射同相軸在不同程度上都受有干涉現象，所以求得的极小值 X_0 不够准确。但从表2中仍可近似地看出 X_{01} 比 X_{02} 为1同4之比。

4) 层間多次反射的研究 层間多次反射射线所經路程要比二次反射短，因而受吸收作用的影响也要小得多，产生层間多次反射的可能性是存在的。另外，层間多次反射波如果誤作普通的反射来解释，作出的假反射面可能在三迭紀內部，造成錯誤的地質解释的可能性就会更大，因此有无层間多次反射是很重要的問題。从26測綫上分析可能造成的层內

表 2

桩 号	X_{01} 米	X_{02} 米
1875	45	160
3125	35	152

多次反射 (见图 5、6)。

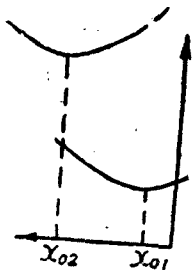
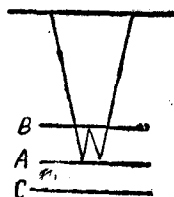
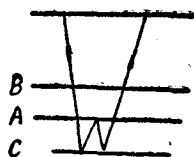


图 4

图 5 BA层内的
多次反射图 6 AC层内的
多次反射

$$t_0(\overline{AB}) = t_0(A) + t_0(AB);$$

$$t_0(\overline{AC}) = t_0(C) + t_0(AC)。$$

根据上两式作理论 t_0 曲线, 这两条曲线本身靠近和重合, 而其上又与不少反射同相轴靠近和重合, 除个别比较整齐外, 一般是不整齐、不连续的。在有些记录上, 在这段时间内, 只存在强度增加现象, 而不能进行相位对比, 可推断这两种反射波互相干扰造成复杂振动, 而使反射同相轴不能显示出来。

5) 横波的研究 纵波同横波速度比率为 $k \left(\frac{V_{\text{纵}}}{V_{\text{横}}} \right) =$

$$\sqrt{\frac{2(1-\sigma)}{1-2\sigma}} = 1.73, \text{ 假定岩石的泊松比 } \sigma = 0.25 \text{ 时,}$$

則 $k = 1.73$ 。因為我們所用的激发震动方法和接收方法一般对記錄橫波是不利的。所以只有非常強烈的橫波才能記錄下来，界面 AA 是我們首先考虑的对象。当 $k = 1.73$ 时作了 AA 的橫波 t_0 (AS) 曲綫。它和 t_0 (AB) 几乎重合。根据有效速度的計算結果，說明速度並無过大的降低現象，因此我們認為多次反射的可能性大。

6) 轉換波的研究 這個問題很难肯定，因为在多层介質中，轉換波的类型很多，現仅討論 AA 层的轉換波 PS (或 SP) 的情况。

PS 的 t_0 值应为 P 的 $(1+k)/2$ 。有效速度应为縱波的

$$\sqrt{(1+1/k) / 1+k}。 \text{ 当 } k = 1.73 \text{ 时, } P \text{ 波同 } PS \text{ 波的 } t_0 \text{ 值差 } 1.37$$

倍，即 PS 的有效速度为 P 的波的 0.76 倍。

$$k = \sqrt{\frac{2(1-\sigma)}{1-2\sigma}}。$$

理論 t_0 (PS) 曲綫几乎同上述的两种层間多次反射的 t_0 曲綫相吻合。如果有轉換波，就增加了这一段記錄的复杂性，造成分析的困难。

根据有效速度曲綫研究多次反射

为了研究多次反射，我們計算了 26、28、33、10A 等測綫的有效速度 (它的曲綫見图 7)。應該指出的是本区由西北向东南是一单斜，北—南高差大，基岩由 200 米、通过两个

断层后降到3000米，而且我們的測綫又沒有一條是平行地層走向的。因此算出的有效速度，往往是一次反射和二次反射的結果混在一起，加上求出的精確度不高，這就給根據有效速度曲綫分析多次反射帶來了困難。

分析本測區的有效速度曲綫，發現 t_0 在2秒附近有效速度突然變小，取平均值A點，其有效速度 $V_{\Phi} = 2450$ 米/秒， $t_0 = 2.035$ 秒。在 V_{Φ} 曲綫上找出A點的等速點A'，其 t_0 值等於1.017秒。

這說明了在A點附近有效速度變低，是由於利用了二次反射資料所造成的。

結 論 和 建 議

1. 紅山咀地區多次反射是存在的，地震剖面圖上比古生代還深的反射波是多次反射造成的。

2. 多次反射主要同中下侏羅紀西山窯層內部的強烈反射有關，除簡單的二次反射外，局部的層間多次反射是可能存在的，轉換波的存在也是可能的。

3. 根據上述資料的分析，我們知道26測綫是自北向南、從1.2秒到1.5秒之間、1.5秒到1.8秒之間的。由於BA、CA層內多次反射、BB層二次反射、A層的轉換波，使得在這段時間內造成複雜的振盪，而在這段時間內又恰恰是三迭紀底部的反射資料可能出現的時間。因為各種波的相互干擾，破壞了反射同相軸，根據推斷，上述理由可能是紅山咀三迭紀底部資料難以獲得的原因之一。

4. 在准噶爾盆地西北邊緣多次反射現象存在較為普遍，今後如何加強對多次反射的研究是很重要的問題。

我們的体会

1. 利用 t_0 曲线的比較法研究多次反射問題，可以在相当长的距离上同时研究很多时距曲线的运动学标志，得出完整时距系統，这是一种既简单（不需复杂的計算和繪图工作），又能說明問題的方法。

2. 利用等速构造剖面，才可能由傾角的变化特征来研究简单的二次反射波。反射层越深有效速度越大，这是变化的一般規律，而二次反射波是在同一个介質里行程了两次（即是在同速度层里行程了两次）；所以用等速构造剖面才能更好地說明問題。

利用傾角特征來說明层間多次反射的傾角变化关系，如把AA、BB之間的层間二次反射看作简单的二次反射，則

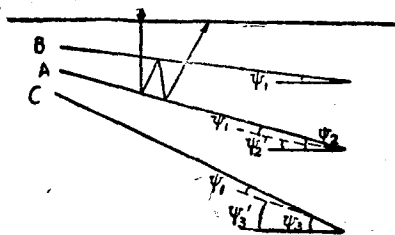


图 7

$$\psi'_3 = 2\psi'_2 \quad \psi'_2 = \psi_2 - \psi_1$$

$$\psi_3 = \psi'_3 + \psi_1$$

以B层为水平面

$$\psi_3 = 2(\psi_2 - \psi_1) + \psi_1 = 4\psi_2 - \psi_1$$

3. 利用有效速度的变化來說明多次反射的存在。一方面計算有效速度的精确度不夠，另一方面計算平行地层走向或

傾角变化不大的測綫的有效速度，才能得到較好的效果，否則一次反射的有效速度和二次反射的有效速度混在一起，就難以辨認。

三、电測炮井在选择激发条件方面的运用和效果

新疆石油管理局克拉瑪依矿務局北准噶尔大队

大跃进以来，新疆石油管理局为了获得良好的激发条件，在野外地震勘探工作中試用了电測炮井工作。两年来的經驗証明，在一般情况下，使用該方法能够取得适宜的激发深度，进而在小深度和少炸藥量的情况下，能获得能量強且干扰弱的地震記錄。

1958年北准噶尔大队305地震队和1959年301地震队，在陆梁地区工作时，因表層介質变化大，在激发条件的选择上造成了困难。在党的领导下，在管理局地調处（1958年）的积极支援下，掀起了大搞以技术革新和技术革命为中心的羣众运动，发挥了冲天的革命干劲，经过同一井同一炸藥量而不同深度的試驗，摸索出了电測炮井的工作方法。但是試驗結果还是不完整、不全面，現总结出来供其他地区参考。

电測炮井工作在下列情况中应用更为有效：

（1）表層介質无規律地变化，測区内不能常在某一深度附近取得良好激发层位。

（2）具有足够厚的粘土层或含水砂岩同干砂层交互构