

地震勘探

# 亮点



顧  
功  
叙

石油地球物理勘探編輯部

地震勘探

# 亮 点

《石油地球物理勘探》编辑部编

中国地震局地球物理研究所图书馆

顾功叙 遗赠

专家赠书/刊纪念

石油化学工业部石油地球物理勘探局研究所

1975

# 目 录

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 前言.....               | ( 1 )  |
| 亮点技术概述.....           | ( 2 )  |
| 亮点记录的一般特征.....        | ( 3 )  |
| 亮点实例.....             | ( 9 )  |
| 为什么气田的亮点最强.....       | ( 16 ) |
| 亮点处理技术.....           | ( 23 ) |
| 波前扩散.....             | ( 23 ) |
| 吸收衰减.....             | ( 27 ) |
| 激发和接收条件变化的影响.....     | ( 32 ) |
| 对影响亮点因素进行补偿.....      | ( 33 ) |
| 亮点的彩色显示.....          | ( 35 ) |
| 假亮点的识别——综合解释.....     | ( 36 ) |
| 亮点——仅仅是直接找油找气的开始..... | ( 37 ) |

# 亮 点

## 前 言

地震反射法一直是寻找油、气藏的最有效的方法之一。在利用地震方法查明油气藏的过程中，基本上围绕着两个问题作努力。第一，尽量地把地震剖面上反射界面的位置搞准，即提高地震方法勘探地下构造的精度。第二，用地震方法划分地下地层的岩性，解决用地震方法直接找油找气的问题。

以往，地震工作的着眼点在于搞准构造和断层。这样的工作只能提供有利于油气聚集的构造部位，并不能完全确定有油有气。

由此看来，研究用地震方法划分岩性，直接找油找气乃是极为重要的，这也是地震工作者多年来非常向往的事情。在大庆油田和长庆地区，用地震方法研究底砂岩的分布，就是在这方面的初步尝试。事实上，从五十年代以来，人们已经试图运用地震波的动力学特点研究波和油、气的直接关系了。所谓动力学特点指的是那些与地震波的形状有关的特征，其中最主要的是地震波的振幅、频率和相位。另外，也有用地震波的速度这个特征的，因为波速和波形有着一定的

内在联系。但是传播速度对波形的影响是间接的，由于含有各种频率成份的地震波，其传播速度（相速度）不尽相同，从而引起每一不同时刻的波形发生变异。

过去直接找油找气的研究之所以成效甚少，关键在于地震波的振幅、频率搞不清楚。原因不外是所用仪器精度不高，加上处理手段不够用。无论是 51 型地震仪抑或是模拟磁带地震仪，为了能同时记录来自地下浅、中、深层的反射，都对地震波的波形进行了适当的“整形”。而这种整形在以后的处理中却是无法恢复的。随着数字地震仪的出现，情况发生了新的变化。虽然数字地震仪对地震波的波形也要进行整形，但是它被歪曲了的形态在处理中是可以恢复的，而其对地震波频率的限制也相对比较小，这就给我们创造了研究地震波的动力学特点——振幅和频率的条件，再加上用高效能的电子计算机可以实现各种各样的处理，就给用地震方法划分岩性，直接找油找气打下了基础。最近出现的亮点技术，便是这方面的一个新发展。

这本通俗读物的目的，主要是从感性上向广大从事地震勘探的工人、干部以及技术人员介绍亮点技术。以便广泛发动群众，更深入地开展用地震勘探方法直接找油找气的研究和实践。

## 亮点技术概述

亮点，也称为热点。指的是在地震时间剖面上出现的很强的反射。所谓很强，就是在剖面上这组强反射又粗又黑，

而其上下左右的反射几乎看不出来，正因为这样才把它叫作亮点。这种强反射很可能是由油气藏形成的。说它很可能而不做完全的肯定，是因为还有一些别的因素也可能形成“亮点”，这是在识别亮点时应该特别注意的。

亮点技术所要研究的问题是：亮点记录究竟有哪些特征？为什么油气藏的存在会形成亮点？如何得到明显的“亮点”记录剖面？等等。下面我们逐一地回答这些问题。

### 亮点记录的一般特征

图1是一张典型的亮点记录。图的左边是记录所对应的油气藏剖面。

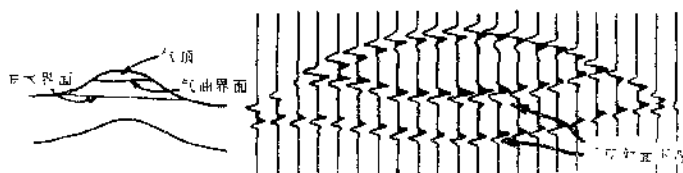


图1 亮点记录示意图

记录的外形像一只眼睛或像一个透镜体。在记录剖面上用相同比例尺显示的时候，噪声背景和其他非油气藏的反射都趋于平静，唯独油气藏的反射有较强振幅。应当强调说明，突出的强振幅是亮点技术的最主要的、也是最容易识别的特征。

为了更细致地了解亮点记录的特征，我们先看几个根据假设的油气藏的模型推算出来的合成理论亮点记录，然后再

介绍几个实例。

### 理论合成亮点记录

图 2 和图 3 都是背斜油气藏的理论合成地震记录。图 2 是一层厚约 45 米的砂岩模型及其记录。该层砂岩在 2.5 公里的范围高差可达 75 米，是一个背斜构造。天然气聚集在砂岩背斜的顶部，两侧有石油。页岩封闭了含油、气砂岩的顶部和底部。

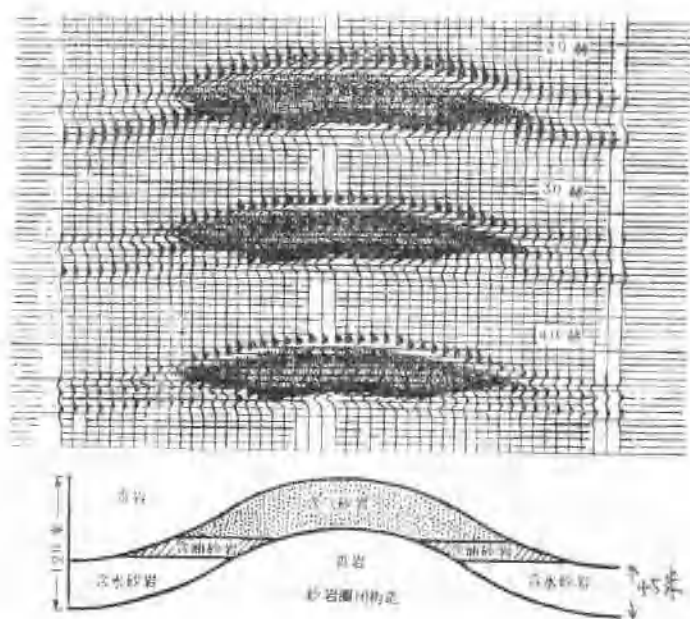


图 2 含油气砂岩模型以及对该模型所作的三种合成记录

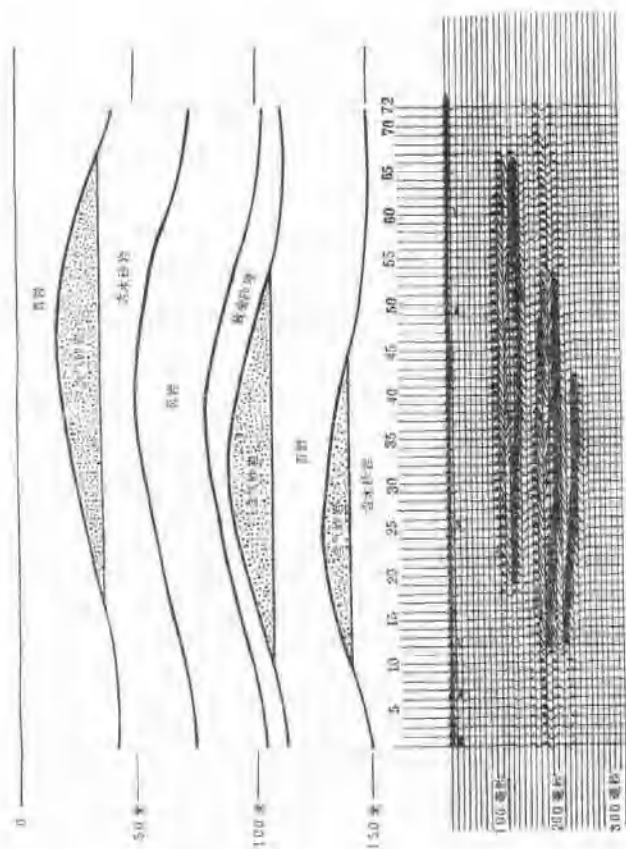


图 3 三个气砂岩的模型和它们相应的合成记录

针对这个模型，用三种频率（20 赫、30 赫、40 赫）作了三种理论合成亮点记录。

从这三种记录上，我们可以看到背斜油气藏（砂岩含油、气，页岩封闭）的亮点记录有下面一些特征。

1、非常强的反射振幅。与周围的弱振幅相比，亮点的粗黑波形极为突出。无论含气砂岩与页岩的接触面还是与含油砂岩的接触面都形成强反射的振幅。

2、背斜顶部变平。在构造部位，由于含气砂岩的速度比周围岩石的速度低，因此使反射波的到达时间变大，但构造隆起却使反射时间减小。这两种因素互相抵消的结果形成了相对平坦的气带底面。这与图 1 的反射面下弯，即气带底面下弯是不相同的。原因在于图 1 的模型中，气带的底面未与下面隆起的页岩直接接触，而与油接触，所以是平的。反射时间增大就会造成下弯。而图 2 中的气带底面与下面的隆起接触，气带底面本身是隆起的，所以反射时间增大使它变平了。综合这两种情况可以做出这样的结论：在亮点记录上，平的气带底面有下凹的形态；隆起的气带底面则变平。

3、偶极相位特征。对于图 1 的含气砂岩来说，其上部和下部分别都是页岩。含气砂岩的速度和密度都比页岩小。因此，含气砂岩的上界面形成一正一负相伴的两个反射波，构成所谓偶极相位特征。气带底部的反射是正极性的，在变面积时间剖面上是“涂黑”的强振幅，视觉上看既清晰又突出。相反，气顶是负极性的反射，振幅与气底反射同样强，但是却未“涂黑”，即“白”的，因此就不那么明显。但是，如果在回放时间剖面时，将极性反转，则气带顶的反射就被涂黑而突出出来，气带底的反射反而不那么明显了。所以在一般

条件下，为了更好地显示亮点记录的偶极相位特征，最好用两种极性回放时间剖面。在可以将剖面着色（彩色显示）的条件下，可用专门的彩色显示负的极性。

4、油水边界反射微弱。正好烘托出强振幅的亮点来。

5、在油、气、水、页岩接触的过渡段可以看到极性置换和干涉的现象。

由这三种合成亮点记录，我们还可以看出，使用的频率越高，亮点记录的分辨力越高。在图2上部，20赫的记录上，气带上、下界面间的偶极相位几乎可看成一个反射了。而在30赫和40赫的记录上，气带上、下界面的反射分的很清楚。

图3是有三层含气砂岩的剖面模型及其理论合成亮点记录。上面两层含气砂岩的厚度约18米，最下面那层的厚度约12米。这个模型剖面的目的是研究亮点记录对含气砂岩厚度的分辨率。

由理论亮点记录可以看出，厚约18米的两层含气砂岩的亮点显示，具备了前面所说的各种亮点特征：突出的强振幅，透镜体状的亮点外形，偶极相位的波形特征，气带底面的下弯（平气带底的特征）等。而12米厚的那层含气砂岩虽然有极强的振幅，气带底界也有一些下弯，但透镜体状的外形，偶极相位波形等亮点波的特征却已不大看得出来了。这说明能否产生亮点与含气层的厚度有关系。12米应当是刚刚能产生亮点的临界厚度。厚度小于12米在一般亮点记录上就很难反映出来了。

图4是上倾尖灭型地层油气藏的理论亮点记录。其亮点的特征与背斜构造的亮点特征的共同点是含气层反射的突出

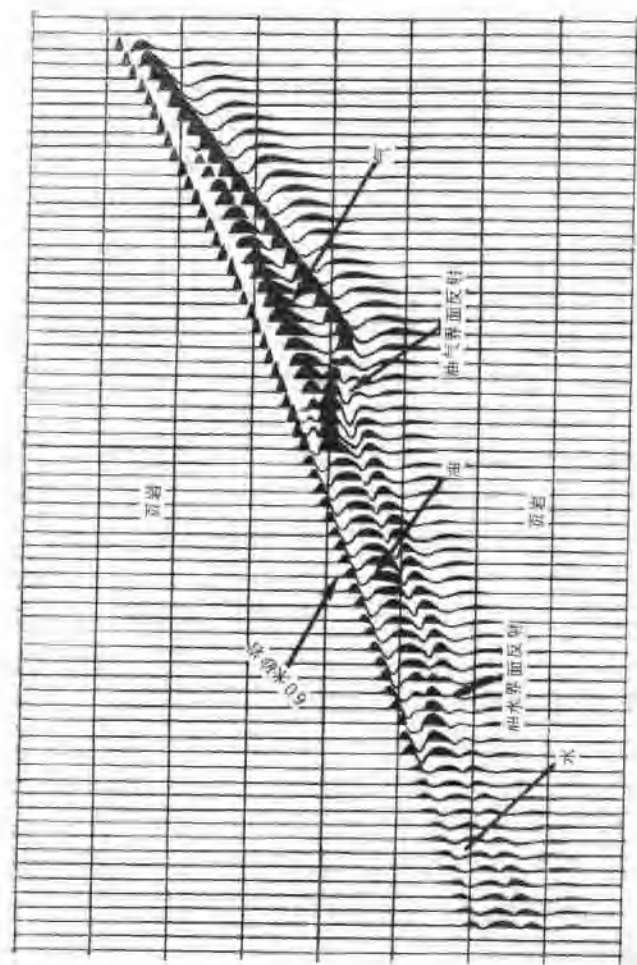


图 4 地层油气藏的理论亮点记录

的强振幅和偶极相位特征。所不同的是尖灭油气藏的偶极相位特征随着地层尖灭，含气层变薄而逐渐消失，同时在倾斜的地层中间，还出现油气界面和油水界面的反射。特别是油气界面的反射有突出的强振幅。

所以，上倾尖灭地层油气藏的亮点记录有下述特征：

- 1、突出的强振幅；
- 2、向尖灭点逐渐消失的偶极相位特征；
- 3、倾斜层中的强的水平的气带底面的反射和较弱的油水界面反射。

综上所述，亮点记录的特征如下：

- 1、透镜体或眼状的外形。
- 2、突出的强振幅。
- 3、偶极相位波形特征。
- 4、平坦的气带底面（尖灭和背斜型隆起的底面）或气带底面下弯（背斜的平气带底面）。
- 5、油、气、水和盖层接触面上的波形干涉及极性置换现象。
- 6、油水界面的小振幅反射。

### 亮点实例

图5为墨西哥湾的一条12次覆盖的地震剖面。该图已经用“相对振幅保持”（RAP）法进行过亮点处理。在剖面上的1.3处，看到了明显的“亮点波”。

这个亮点波的主要特征是具有突出的强振幅，以及明显的偶极相位特征。亮点波所处的位置（图5中两个短黑线范围之内），正好处在背斜构造的有希望的圈闭部位。在没有钻井控制的条件下，“亮点波”说明其含油气的可能性很

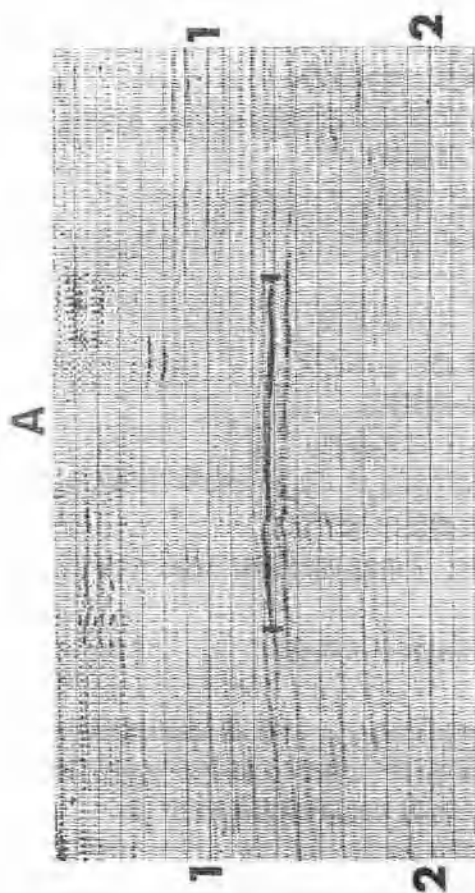


图 5 显示亮点波的时间剖面

大。事实上，这正是油田中的气饱和砂岩带，在中心处的厚度约为 30 米。

为了比较亮点的技术效果，我们再看看用普通方法处理的这条剖面，如图 6 所示。由于没有将各个反射的相对振幅关系保存下来，加以在各个处理阶段实际上都采用了自动增益控制，搞乱了振幅关系，结果在时间剖面上，纵横两个方向上的振幅都很均匀。这样的一条剖面，其反射波的良好连续性，对于一般的构造解释是相当不错的。但是用它直接解释有没有油气是不可能的。因为亮点波那一层的振幅强度已不那么突出了。

但是比较这两条剖面，我们可以看到普通的纯亮点处理剖面的一个缺点。那就是对地质构造的显示不清楚。以后我们将会看到，亮点的彩色显示弥补了这一缺点。当然，如果是显示一般的剖面，最好两种都有，综合进行解释，可以得到更好的结果。

图 7 和图 8，是另一个说明亮点剖面必须与普通处理剖面联合应用的例子。图 7 有显著的强振幅偶极相位的亮点波。在对应的普通剖面（图 8）上，这个亮点波的位置处于背斜构造的顶部，是有利于储油储气的部位。这是一个已为钻井证实的大气田。这一例也同时说明了亮点技术可以相当好地反映出背斜构造是否含有工业性油气藏，特别是气藏。

我们再来看一个地层圈闭的例子（图 9 图 10）。比较一下图 9 和图 10 是很有意思的。从图 9 的普通剖面上看，既没有发现有意义的构造起伏，也没有发现有意义的地层倾斜。但在图 10 的亮点处理剖面上，显然有一个突出的亮点波。其

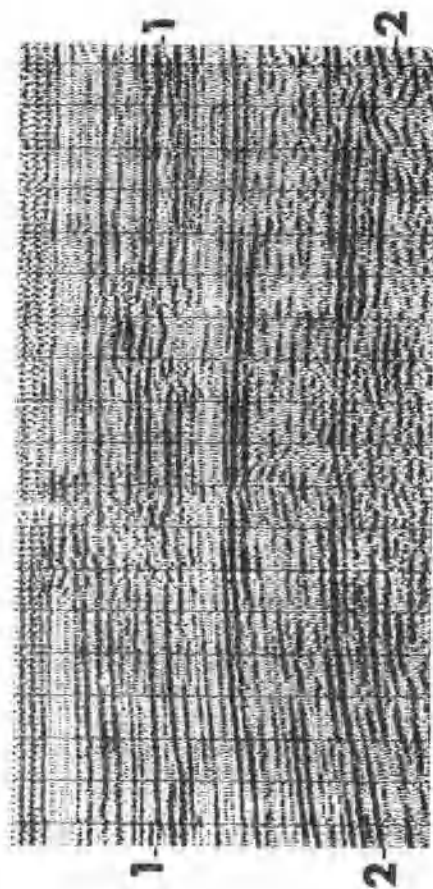


图 6 与图 5 相同的一般方法处理的剖面

与强振幅有关的天然气显示(相对振幅保持剖面)

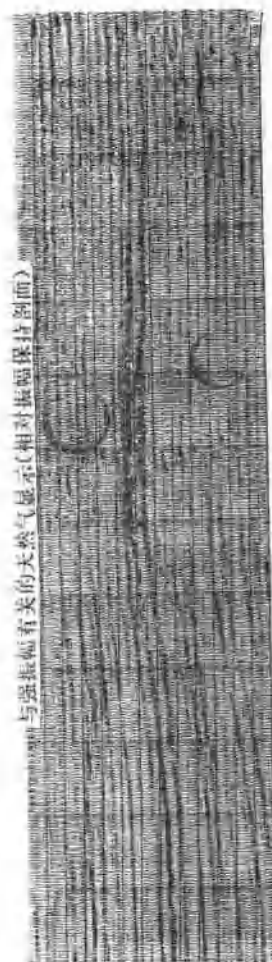


图 7 反映头气田的亮点剖面

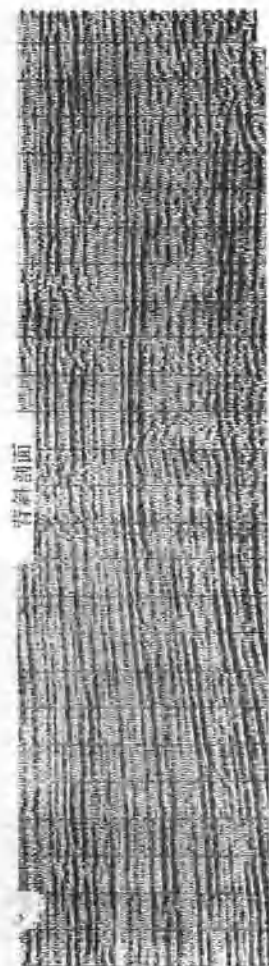


图 8 与图 7 对应的用普通方法处理的剖面

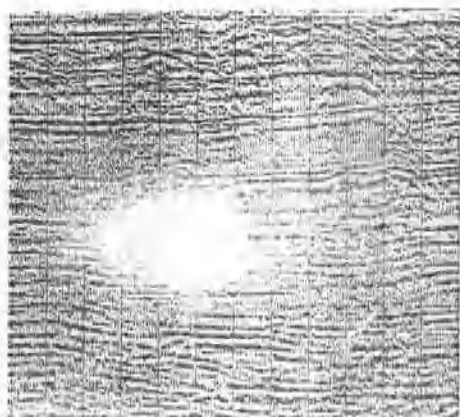


图 9 一条普通地震剖面

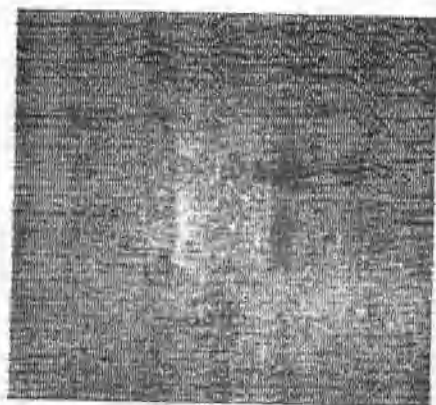


图 10 与图9对应的亮点剖面