

· 处理技术 ·

PROMAX 系统用于三维地震数据的快速评价

于明* 吴琳

(东方地球物理公司研究院海外业务部,河北涿州 072751)

于明,吴琳. PROMAX 系统用于三维地震数据的快速评价. 石油地球物理勘探, 2008, 43(增刊 1): 19~23

摘要 PROMAX 处理系统具备对三维数据中的激发能量、激发子波、高频干扰和信噪比等参数进行定量分析的功能,因此该系统可用于三维地震数据的快速评价。本文通过对实际地震资料的应用结果表明:这些功能具有较强的实用性,不仅较精确地给出了定量的分析结果,而且缩短了大量的分析时间,降低了分析材料消耗,节省了人力资源,而且对正确制定处理流程和选择合理的处理参数均十分必要。

关键词 PROMAX系统 地震数据 快速评价

1 引言

随着地震勘探技术的发展,地震采集数据的接收道数增多,覆盖次数增加,面元变小,数据量巨大。面对海量地震数据往往在正式确定处理流程之前需要定性、定量地对地震资料进行评价。PROMAX 处理系统具备了对三维数据中的激发能量、激发子波、高频干扰和信噪比等参数进行定量、系统、直观地分析的功能,为科学地制定后续处理流程以及快速、有效地实现对处理数据的全面质量控制提供了依据。

2 激发能量分析

实际地震勘探中激发能量受各种因素的影响而发生变化,传播路径、储层物性、地表岩性、激发井深和爆炸药量等因素均会对激发能量造成影响。激发能量的变化又将直接影响激发频率和激发子波的变化。因此在地震资料处理前有效地分析各炮的激发能量变化,依据近地表资料和静校正分析结果为后续地震资料处理提供炮集质量的变化和近地表变化的信息。PROMAX 软件拥有的统计功能为快速分析各炮激发能量提供了手段。

2.1 方法原理

利用希尔伯特变换能有效地从地震信号中提取复杂信号的瞬时参数——瞬时振幅、瞬时频率、瞬时相位。设一个解析信号可表示为依赖于时间变化的复变量,即

$$U(t) = X(t) + jY(t) \quad (1)$$

式中: $X(t)$ 为信号本身; $Y(t)$ 为它的正交。正交是记录信号的 90° 相移。对 $X(t)$ 进行希尔伯特反变换就可以得到

$$Y(t) = \frac{1}{\pi t} X(t) \quad (2)$$

代入式(1)得

$$U(t) = X(t) + j \frac{1}{\pi t} X(t) = \left(\delta(t) + j \frac{1}{\pi t} \right) X(t) \quad (3)$$

$U(t)$ 的指数表达式为

$$U(t) = R(t) e^{j\phi(t)} \quad (4)$$

式中: $R(t)$ 为瞬时振幅; $\phi(t)$ 为瞬时相位。

希尔伯特瞬时振幅变换能使地震剖面上能量包络更加清晰,PROMAX 系统的统计模块具有利用希尔伯特变换得到的振幅包络对属性参数进行统计分析的功能。在统计激发能量时,它将分析时窗分成7个子时窗分别统计,最后求取平均值。

2.2 能量分析

图1是根据PROMAX系统的炮集能量统计得到的A工区三维数据激发能量统计平面图。图中每个点代表一炮,分析时窗为目的层1100~1300ms,分析频率范围为16~45Hz。从图中可以清楚地看出全工区各炮反射能量的变化,炮A指示区域能量最强,炮C指示区域能量弱,炮B指示区域能量介于两者之间。地震资料处理时可在平面图中显示的能量差异区域选择相应的原始监控炮记录(图2)。同样,炮A能量最强,炮B次之,炮C最弱。根据以

* 河北省涿州市 11 信箱,072751
本文于 2008 年 5 月 13 日收到。

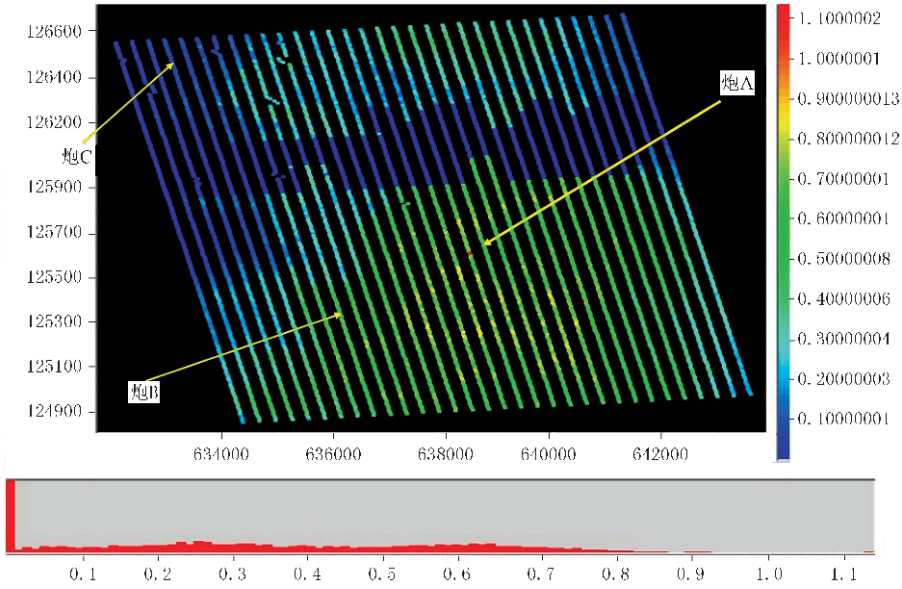


图1 激发能量平面图

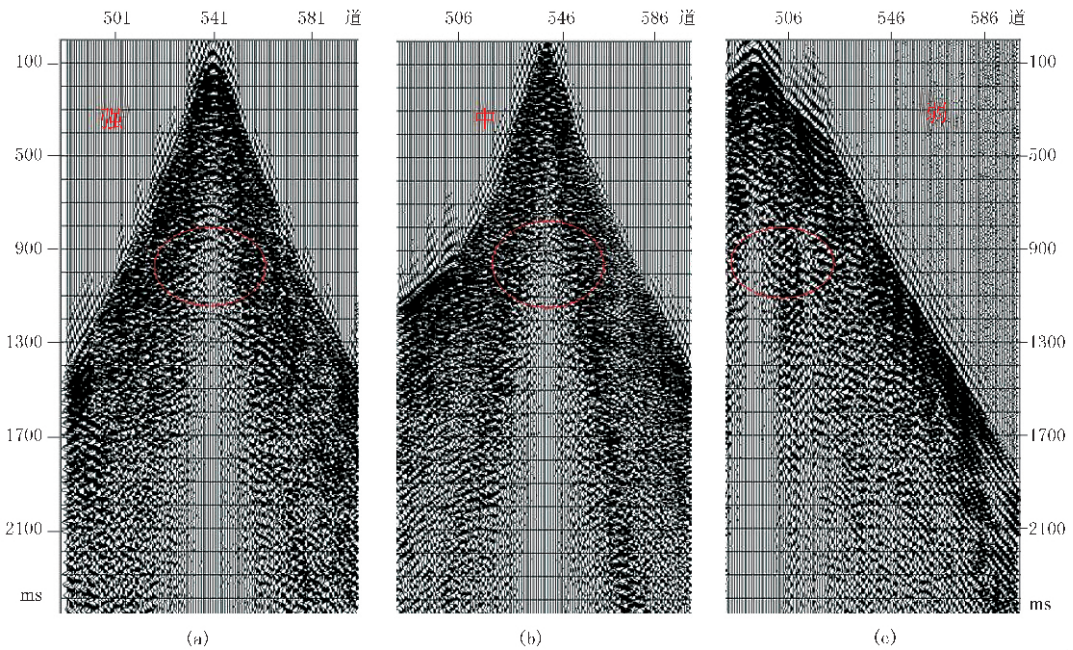


图2 能量对比

(a)炮 A; (b)炮 B; (c)炮 C

上的分析结果,处理人员不仅可以全面了解原始资料的品质,而且可以通过平面监测与监控炮相结合的方式全程监控整个处理过程。

3 激发子波分析

众所周知,大地吸收衰减、井深、岩性、地表起伏和药量等因素均能引起激发子波的变化。通过地表

高程、静校正量和采集班报等信息可分析引起激发子波变化的原因。运用 PROMAX 系统的炮集统计自相关分析可实现对整块三维数据激发子波的平面监控分析。图 3 为全工区激发子波平面分析图,图中色标的变化清楚地反映了激发子波受近地表变化的影响。根据色标变化剧烈程度的不同分别在相应的区域选择 3 条炮线 S-524,S-590,S-662 作为控制线进行统计自相关分析(图4),从中可以看出由于近

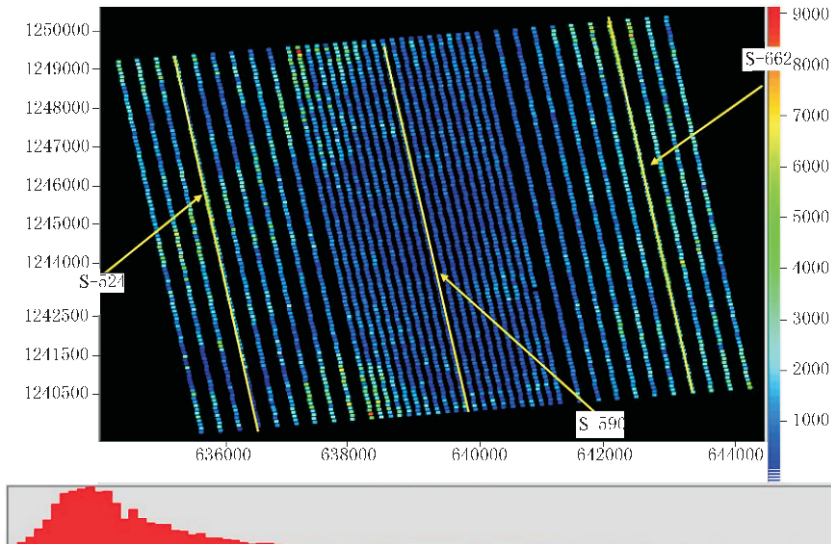


图 3 激发子波平面分析

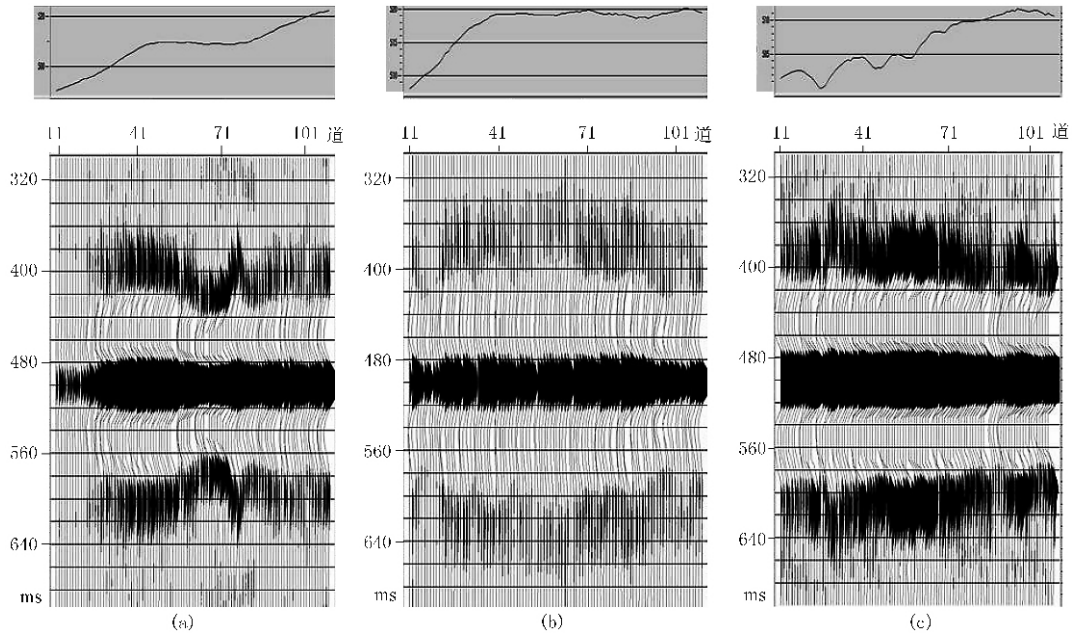


图 4 激发子波分析

(a)S-524 炮线; (b)S-590 炮线; (c)S-662 炮线

地表的空变化对激发子波空间变化的直接影响。

4 干扰能量分析

地震资料采集中经常遇到的干扰波主要分为规则干扰和环境干扰两类。去除规则干扰的方法很多,但对于环境干扰至今仍缺少一种快速、有效的分析方法在处理前对原始数据中干扰波的分布进行统计分析,而 PROMAX 处理系统却具备这种快速检测原始数据中高频非规则干扰波能量的功能。

该系统可根据高频非规则干扰波在炮集中自上而下的分布特点,选择初至波以前部分按道进行能量统计,选择时窗后要抽样检查该时窗是否在整个工区内适用,是否避开了初至能量。然后在时窗内进行道统计,根据单炮求取平均值。在平面分布图上能量强的部分对应的是高频干扰。根据干扰波在平面图上的分布可以快速筛选出存在高频干扰的炮集。图 5 是 A 工区的高频干扰能量快速统计平面图。图 6 是根据平面图能量分布确定的代表干扰波强、中、弱的炮记录。

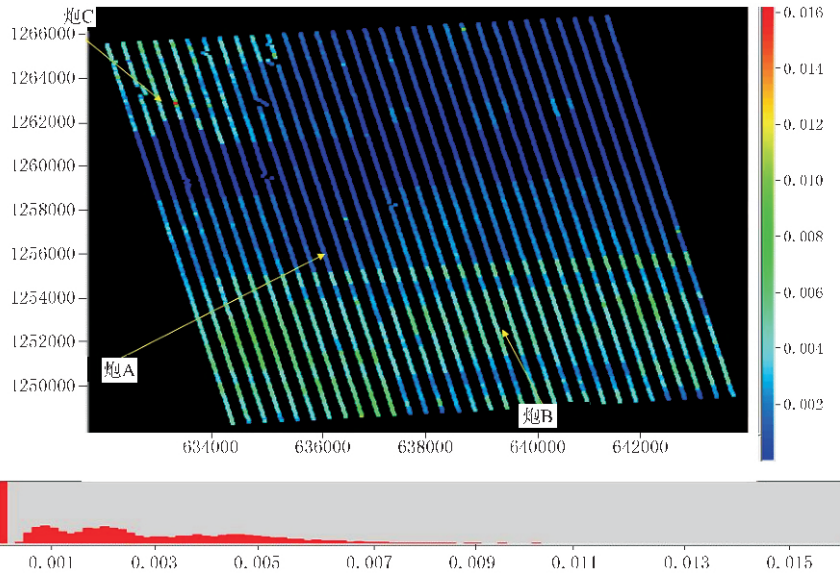


图 5 干扰能量分析

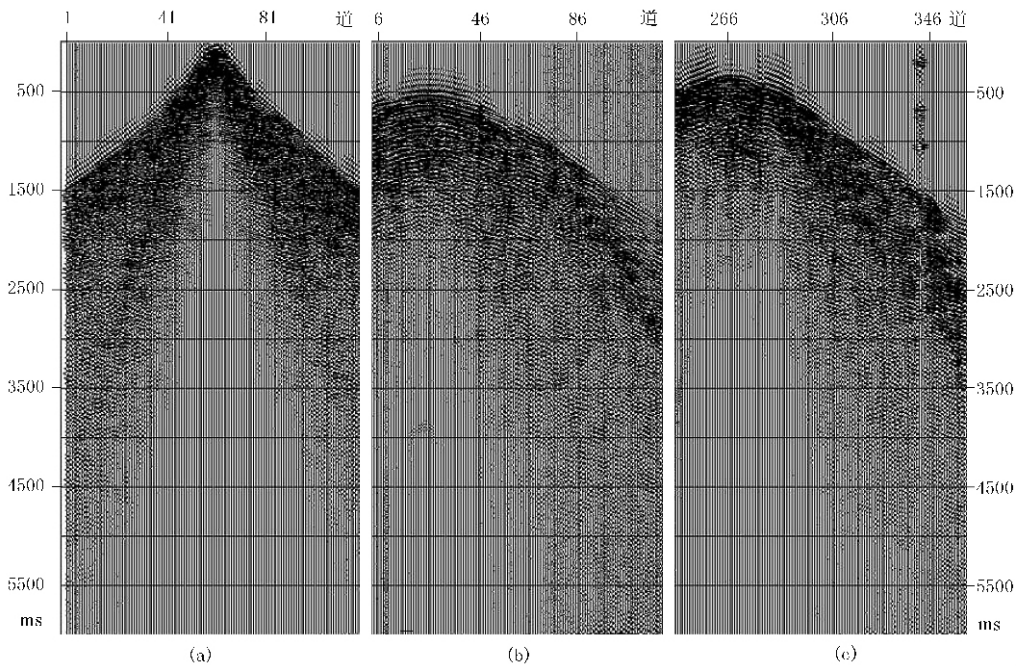


图 6 干扰能量对比
(a)炮 A; (b)炮 B; (c)炮 C

5 信噪比分析

信噪比一般定义为有效信号与噪声的能量比或振幅比。由于缺乏充分的量化数据做参考,尤其是在采集资料的质量相差不大时,仅根据图件上直观性的评价分析难以得到满意的结果。

在实际剖面中信噪比与分辨率密切相关,噪声

对于同相轴的可分辨性影响很大。当地震资料的信噪比很低时,即使拓宽了反射波的频带宽度也很难提高地震资料的分辨率。

PROMAX 的道统计结合数据体统计功能可为信噪比分析提供方便。信噪比分析主要针对目的层反射信号时窗内的地震资料进行振幅能量和频率的统计平均,求取分贝值。

图 7 展示了工区内按单炮显示的信噪比平面图

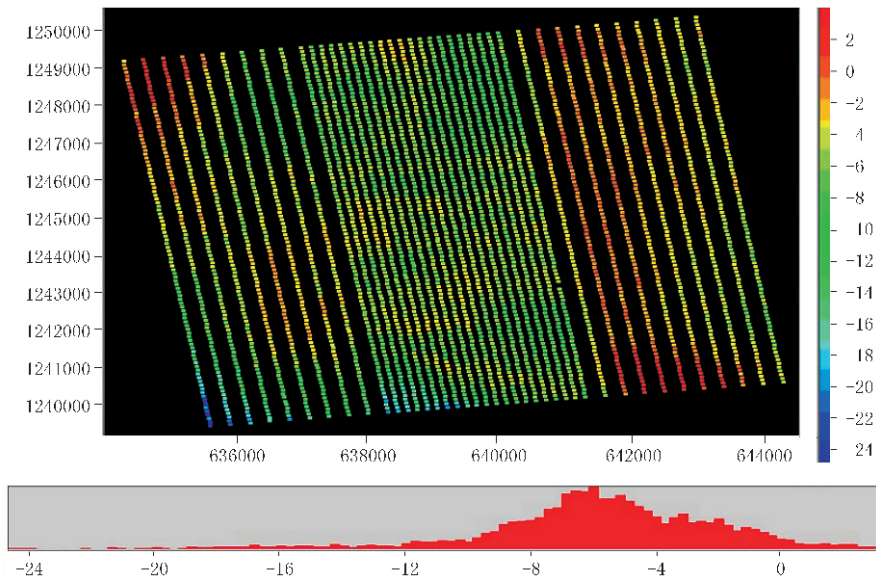


图 7 信噪比分析平面图

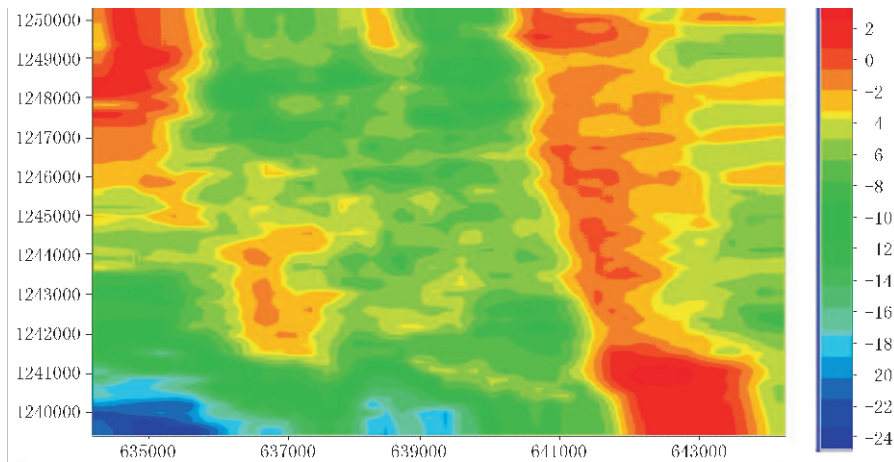


图 8 信噪比分析场强(FIELD)图

(以目的层为时窗参考范围),从图中可以看出整个工区内信噪比的区域性差异。我们也可以利用 PROMAX 的交互功能直接将信噪比平面图影射到炮记录中。图 8 根据 PROMAX 数据库显示的三维场强(FIELD)图,信噪比的差异更加直观。

6 结束语

PROMAX 系统中对激发能量、激发子波、干扰波分析、信噪比统计的功能具有较强的实用性,不仅较精确地给出了定量的分析结果,而且缩短了大量的分析时间,降低了分析材料消耗,节省了人力资

源。对实际地震资料的处理结果表明,该系统对正确制定处理流程和处理参数十分重要。

参考文献

- [1] 牟永光.地震勘探资料数字处理方法.北京:石油工业出版社,1981
- [2] 凌云.大地吸收衰减分析.石油地球物理勘探,2001,36(1):1~8
- [3] 羊屋三维处理、解释一体化方法研究组.三维地震数据的分析和监测方法研究.石油地球物理勘探,2002,37(5):433~440
- [4] 段云卿.地震资料品质自动评价系统.勘探地球物理进展,2006,29(3):220~224

(本文编辑:金文昱)