

韩国东海 Ulleung 盆地天然气水合物沉积层的地震属性分析

Snons Cheong, Wonsik Kim, Namhyung Koo

地震属性可以由多种地震子波的特征来定义,并且根据不同的标准分类。选择叠前地震数据特征可提供丰富的诸如偏移和方向的资料,此次研究中,我们将限制叠后地震数据以提取地震属性,叠后地震数据可以通过子波特征和瞬时特征来分类。

子波特征处理峰时附近或任何构造窗的数据,二者任选其一的意图是响应特征。相反,瞬时特征是部分特殊时间点的值。正如 Brown (1996) 指出的,瞬时特征给出的是关于层位的简洁信息。基于初查天然气水合物存在的目的,我们计算了瞬时振幅、瞬时相位和瞬时频率。选择这 3 种特征的原因是振幅和频率行为可以有助于指示含天然气水合物带,而相位可以在不同的反射率中细致地区分出一个层位。

1 研究区域和多道地震数据

调查区位于韩国和日本之间的 Ulleung 盆地,SW 向为浅大陆坡,NE 向为深水盆地。Ulleung 盆地与日本盆地和 Yamato 盆地相邻,海底深度变化在 100 m 至 2 000 m 之间。选择 2005 年采集的 EW 向地震测线 05GH-022。

KIGAM 在远景区实施了 2 维多道地震调查,韩国国家石油公司(KNOC)承担了勘探项目费用。记录道数 240,道间距 12.5 m。采用 25 m 间距的气枪震源,确保 60 次覆盖。图 1 是所选测线正常速度分析的叠加剖面,在 CDP14 000~16 000 处存在强的 BSR。数据集

采用了带通滤波(8-12-120-250 Hz)、增益覆盖(3 dB/s)、自适应道归零和倾斜时差(DMO)处理程序。处理软件是 Schlumberger 的 ProMax 2D。

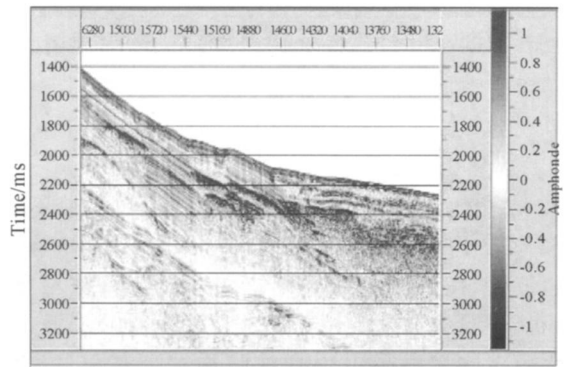


图 1 05GH-022 的叠加剖面,水平轴的中部是 BSR

Fig. 1 Superposed section of 05GH-022

假设声波在海水中的速度是常量,为 1 480 m/s,水深变化范围为 1 000 m~1 700 m。海底 200 ms 之下,CDP 约 14 300 处可观察到亮点。虽然任何强的反射沉积物都可以引起亮点,但可确认这是 BSR,因为它的深度不超过海底深度 300 m,而且那里没有地质非均质体。因此,该叠加剖面暗示该区可能是天然气水合物稳定带。这些地震道的某些特征使得我们可以详细区分目标沉积物中的天然气水合物层和游离气层。

2 瞬时特征

反射强度可以区分声阻抗、亮点、层序边界和薄层调谐作用。为了证实反射强度,利用 Hilbert 转换获得了合成地震道。合成地震道的包络作用(绝对值)形成了每个时间点的反射强度。地震测线 05GH-022 的反射强度显示了高阻抗和低阻抗在 CDP14 000~15 400、双程走时 2 200~2 400 ms 时存在强的阻抗反差。通常在松散介质孔隙空间中,甲烷颗粒可促进地震波速度的提高,因此,含水合物沉积层往往具有高的 P 波速度和低的密度。游离气层具有 P 波速度降低快和密度变化小的特点,天然气水合物稳定带和游离气层之间的过渡带会显示出突然增高的反射强度。在反射强度剖面的亮点之下区域内观察到振幅空白,这可能是由于游离气区地震波被削弱所致,所以反射强度剖面强有力地指出了天然气水合物带和游离气带的存在。但是反射强度因仅包括振幅反射信号而有其局限性,需要结合频率信息来确定天然气水合物稳定带。

瞬时相位是同一时间与波前相联系的一种物理性质,可以通过瞬时相位看到地下的横向连续性。如果在合成地震道剔出振幅条件,每一个反射事件将以同样的方式充分排列,因此,我们保留了该条件,并利用瞬时相位追踪地层痕迹。瞬时相位常常有效地显示沉积物的不整合面、断层、尖灭和不同倾向层位的反射信号。

瞬时相位的计算始于 Hilbert 转换,这与反射强度类似。在这些合成成分中,去除高量值,取指数项的倒数,得到相位数据。层位沿着深海盆地东部海底斜坡延伸,并与水平沉积的沉积物相交。亮点附近横向连续性变化轻微。目标地区的反射率变化可能由物性引起,而不是地质转换引起的,因为瞬时相位的稳定性胜

过反射强度。

瞬时相位对时间的一阶导数为瞬时频率。瞬时频率是一个强大的碳氢化合物指示剂,频率异常与岩性变化有本质上的关系。此外,根据岩石物性异常,频率资料可以指示断裂或薄页岩层。利用频率特征识别页岩和粉砂隔板在油砂开发中是最重要的技术。

未固结孔隙中的碳氢化合物会提高地震波的频率,碳氢化合物层的底层通常显示一个低频空白带。地震衰减与光程周期持续时间有关,具有高衰减性质的一种介质对高频能量的影响比低频能量影响大。在游离气区,高频吸收非常明显,表示为研究区低频盲区。虽然目标沉积物在瞬时相位分布上显示非常好的连续性,瞬时频率具有高偏差变化,特别是在 BSR 之下。对其他 BSR 来说,低瞬时频率具有小的反射率变化,但是这个盲区可以通过固体天然气水合物带和液体游离气带之间的相对相变来识别。上部 BSR 区的瞬时频率比下部游离气区高 3 倍,这种反差在 CDP14 900 比在 CDP 15 500 明显,意味着游离气带在研究区的分布不均匀,可以得出游离气从深部区域向 BSR 迁移的结论。

3 讨论

韩国东海地震数据的 3 种地震属性证实有天然气水合物存在的迹象:反射强度高,瞬时相位显示沉积层横向连续,低频异常紧跟高频异常。此次研究可以用于确定天然气水合物开发区的位置。为了获得水合物更精确的地球物理属性,AVO、Q 因子分析或弹性阻抗分析可能是较好的技术手段。

孙 萍 编译自《Proceedings of
ICGH 2008》