

双源单缆方式采集的天然水合物三维地震 数据处理关键技术研究*

张旭东, 文鹏飞, 徐云霞, 张宝金

国土资源部广州海洋地质调查局, 广州, 510760

天然气水合物是一种绿色、潜在的能源,也是继石油、天然气之后具有商业开发前景的能源之一。地震勘探是天然气水合物勘探中应用最为广泛的方法,随着近几年技术和设备的发展,针对天然气水合物的地震勘探逐步由二维向三维过渡,与二维地震勘探相比,三维地震勘探具有大数据量、多信息、直观反映天然气水合物在地层的分布、精细刻画储层特性等优势(徐华宁等, 2009)。目前国内针对天然气水合物的三维地震勘探主要以单源单缆采集方式为主,近年广州海洋地质调查局采用双源单缆采集方式在琼东南海域获得了三维地震资料,其具有方位角较窄的特点,处理起来有一定难度。为此笔者对双源单缆方式采集的天然水合物三维地震资料处理方法(张光学等, 2003; 熊翥, 2009; 马在田, 1998)进行了研究,重点研究了三维观测系统定义、三维多次波压制(3DSRME)、信号处理、面元规则化、三维采集脚印压制、三维偏移成像等方面,确保了双源单缆方式采集的三维地震数据的处理结果能够对天然水合物识别提供保障。

1 三维地震成像关键技术

1.1 三维观测系统定义

双源单缆方式采集的三维地震数据处理观测系统定义包含导航数据检查与三维观测系统方位角二个重点(邬达理等, 2002; 刘学伟, 2004; 朱金平, 2011)。三维观测系统方位角定义准则是使 INLINE 方向的反射点来自尽可能少的测线, CROSSLINE 方向的反射点相对均匀的集中在面元中心。

1.2 三维多次波压制

三维 SRME 方法较之二维 SRME 方法的优势是可以有效压制来自平面外的多次波(李宏图等, 2009; 宋家文, 2014; 石颖, 2010)。另外应用三维 SRME 技术,基本可以取代以往处理中对近炮检距多次波进行的内切除。

1.3 信号处理

信号处理在水合物数据处理中不仅对极性识别有较重要的作用而且可以压缩子波,消除资料中的气泡效应和部分多次波(王西文等, 2002; 张剑, 2001),从而提高资料的分辨率和信噪比,改善各反射波的波组特征,使地层间的相互关系更加明显。

1.4 面元规则化

海上三维采集是拖缆方式进行的,排列的位置受到海流的影响,炮点与检波点往往偏离设计航线。海上三维采集工区存在覆盖次数分布不均匀的现象,采用面元规则化可以实现两方面改善(张振平等, 1989; 赵庆献, 2011):一是提高覆盖次数并使整个工区覆盖次数均匀;二是使每个 CDP 道集内偏移距的分布变化均匀,从而使叠加后的能量保持在一个统一的水平,达到保幅处理的目的。

1.5 三维采集脚印压制

海上地震资料采集脚印由于受到季节和洋流变化、海水温度、含盐度的变化及采集接收仪器、采集参数及研究区地质情况等多种因素影响产生(董世泰等, 2007; 骆宗强, 2012),而偏移前数据品质是叠前时间偏移成像的关键因素,因此偏移前进行采集脚印压制在保真保幅处理中是很有必要的。

1.6 三维偏移成像

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。
作者简介: 张旭东, Email: zhangxd_911@126.com。

三维地震资料偏移处理采用 kirchhoff 叠前时间偏移方法(谢玉洪, 2009; 潘文勇等, 2002; 李辛栗等, 2002; 梁劲, 2006), 该方法受观测系统不规则和横向覆盖次数变化剧烈影响较小, 具有高效的处理横向速度变化的能力, 并且对覆盖次数高、面积大的海上三维地震数据, 具有更高的运算效率。

通过采用上述三维地震成像关键技术对双源单缆方式采集三维地震资料处理后, 不仅能够获得准确的三维地震成像数据体, 也得到了三维速度数据体。三维地震数据体及速度体更有利于描述天然气水合物地层的地震反射特征。双源单缆方式采集的天然气水合物三维地震数据处理关键技术的研究对于刻画可能的天然气水合物地层分布有着重要意义。

参 考 文 献 / References

- 董世泰, 刘雯林, 乐金. 2007. 压制三维地震数据采集脚印的方法研究. 石油地球物理勘探, 42 (1): 7~10.
- 李宏图, 黄志, 李振勇, 等. 2009. 三维 SRME 技术及其在深海资料处理中的应用. 石油地球物理勘探, 44 (增刊 1): 60~62.
- 李辛栗, 刘文利, 马涛. 1997. 新建 Y 区三维资料速度场研究与应用. 石油地球物理勘探, 32 (1): 75~78.
- 梁劲, 王宏斌, 郭依群. 2006. 南海北部陆坡天然气水合物的地震速度研究. 20 (1): 123~129.
- 刘学伟, 尹军杰, 王德志, 等. 2004. 基于地震数据处理的三维地震观测系统设计—泌阳凹陷南部陡坡带三维地震观测系统设计实例. 石油地球物理勘探, 39 (4): 375~380.
- 骆宗强, 魏伟, 孙伟家, 等. 2012. 三维地震观测系统采集脚印定量分析. 地球物理学进展, 27 (2): 0548~0554.
- 马在田. 1988. 三维地震勘探数据处理的问题及其解决方法. 地球物理学报, 31 (1): 99~107.
- 潘文勇, 雷新华, 沙志彬, 等. 2010. Kirchhoff 叠前偏移在天然气水合物准三维地震资料处理中的应用. 现代地质, 24 (5): 986~992.
- 石颖, 刘洪, 邹振. 2010. 基于波动方程表面多次波预测自适应相减方法研究. 地球物理学报, 53(7): 1716~1724.
- 宋家文, 陈小宏. 2014. 基于地表数据分离的层间多次波压制. 石油物探, 53 (1) 1~7.
- 王西文, 周立宏. 2002. 三维地震资料拼接中的地震子波处理. 石油物探, 41 (4): 448~455.
- 邬达理, 杨子兴, 朱文杰. 2002. 复杂条件下三维地震资料处理中的几个关键问题. 石油物探, 41 (2): 179~185.
- 谢玉洪, 陈志宏, 朱江梅, 等. 海上地震数据处理中采集脚印分析与衰减处理. 天然气工业, 30 (9): 28~31.
- 熊翥. 2009. 高精度三维地震 (II): 数据处理. 勘探地球物理进展, 32 (2): 81~95.
- 徐华宁, 舒虎, 李丽青, 等. 2009. 单源单缆方式采集的天然气水合物三维地震数据处理技术. 地球物理学进展, 24 (5) .
- 张光学, 黄永祥, 陈邦彦. 2003. 海域天然气水合物地震学. 北京: 海洋出版社.
- 张剑. 2001. 子波反褶积在塔河油田联片三维地震资料解释中的应用. 石油物探, 40 (2): 98~101.
- 张振平. 1989. 海上三维地震资料处理面元覆盖均化技术. 石油地球物理勘探, 24 (6): 686~694.
- 赵庆献. 2011. 天然气水合物准三维地震调查面元参数优化研究. 热带海洋学报, 30 (1): 70~77.
- 朱金平, 董良国, 程致兵. 2011. 基于地震照明、面向勘探目标的三维观测系统优化设计. 石油地球物理勘探, 46 (3): 339~348.