

地震采集背景噪声分析方法

罗文, 孙健, 潘俊吉, 翁朝旭, 巫骏, 刘伟, 祝建军

东方物探公司西南物探分公司, 四川 成都

收稿日期: 2023年10月25日; 录用日期: 2023年12月20日; 发布日期: 2023年12月28日

摘要

干扰源调查是野外地震资料采集质量控制的重要措施, 干扰分析几乎贯穿了采集的整个过程, 减少或规避外界干扰提高地震采集质量一直是资料采集施工的工作目标。本文通过对干扰调查数据的可视化分析, 快速得到工区不同位置干扰强弱的变化规律以及干扰影响的范围和道数。为野外资料采集干扰分析提供了一套便捷的分析方法, 从而便利物探队制定针对性干扰控制措施。

关键词

地震采集, 背景噪声, 采集窗口, 干扰变化规律

Background Noise Analysis Method of Seismic Exploration

Wen Luo, Jian Sun, Junji Pan, Chaoxu Weng, Jun Wu, Wei Liu, Jianjun Zhu

BGP Southwest Geophysical Branch, CNPC, Chengdu Sichuan

Received: Oct. 25th, 2023; accepted: Dec. 20th, 2023; published: Dec. 28th, 2023

Abstract

The investigation of interference sources is an important measure for the quality control of field seismic data collection. Interference analysis is used throughout almost the entire acquisition process, so reducing or avoiding external interference and improving the quality of seismic acquisition has always been the goal of data collection construction. Through the visual analysis of the interference survey data, we quickly get the variation law of the interference intensity at different locations in the construction area, as well as the range and number of traces affected by the interference. This paper provides a set of convenient methods for the analysis of interference in field data collection, so as to facilitate the geophysical exploration team to formulate targeted interference control measures.

文章引用: 罗文, 孙健, 潘俊吉, 翁朝旭, 巫骏, 刘伟, 祝建军. 地震采集背景噪声分析方法[J]. 声学 & 振动, 2023, 11(4): 111-118. DOI: 10.12677/OJAV.2023.114012

Keywords

Seismic Acquisition, Background Noise, Acquisition Time Window, Interference Patterns

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

山地地震探区地表起伏剧烈、近地表结构复杂、出露岩性横向多变、人文环境复杂,噪声异常发育,单炮资料相似性差,山地三维地震采集的质量控制和质量管理遇到极大挑战[1] [2] [3] [4] [5]。物探队在采集施工前,都会对工区内发现的一些厂矿、电站等干扰源做详细的调查。干扰源调查的方式就是通过摆设与设计点位匹配的若干排列,然后每间隔半小时或1小时记录一次,持续24小时,在室内分析干扰源的影响范围和变化规律。在每一站排列铺设完毕进行采集前,也通过录制背景记录或生成日检文件,来监测背景噪声大小以便开始进行采集。在这两个过程中,都没有便捷的方法帮助物探队对这些资料进行快速直观分析来掌握背景噪声的强度和影响范围,确定采集时间窗口。为此如何快速提取干扰资料的干扰信息,直观展示干扰影响范围和变化规律,制定针对性干扰控制措施,这一直是采集生产的迫切需要。

2. 背景噪声分析方法

背景噪声资料有两种,一是干扰源调查录制的背景记录,二是仪器车生成的日检文件,他们是采集施工不同阶段的资料,阶段不同,背景噪声分析的目的也不同。背景记录噪声分析,是为了确定某一特定干扰源的变化规律和影响范围;日检文件噪声分析,可分析整体背景噪声情况。

2.1. 背景记录噪声分析

对干扰源调查录制的背景记录噪声信息的获取,通过计算每一道的均方根振幅,得到每道和整个记录的能量,它们就是背景噪声的强度。这对普通428XL仪器车录制的背景记录或节点仪切割的背景记录都适用。

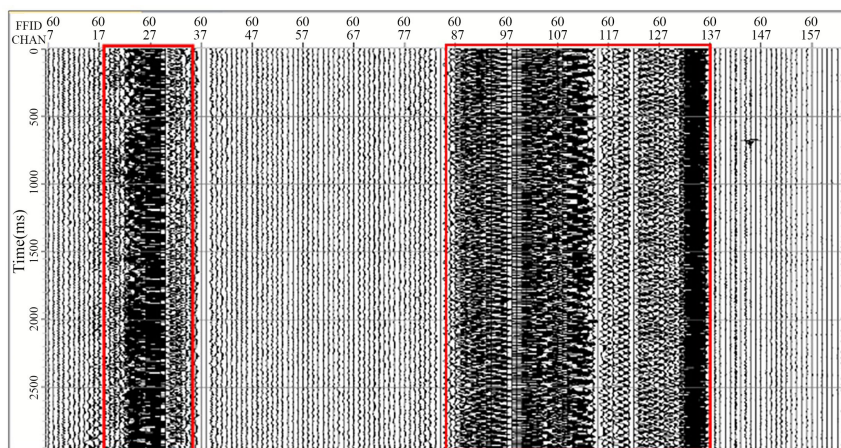


Figure 1. Confirm the number of affected channels by eye

图 1. 肉眼确定影响道数

1) 干扰源影响范围分析

在本方法之前,物探队对干扰源影响范围的分析主要肉眼查看背景记录剖面,估算干扰的影响道数(图 1)。

本文首先将某时刻背景记录的每一道的噪声强度投影到平面上,用不同颜色标记出不同的噪声强度(图 2),可直观看出布设排列上干扰源的影响范围。

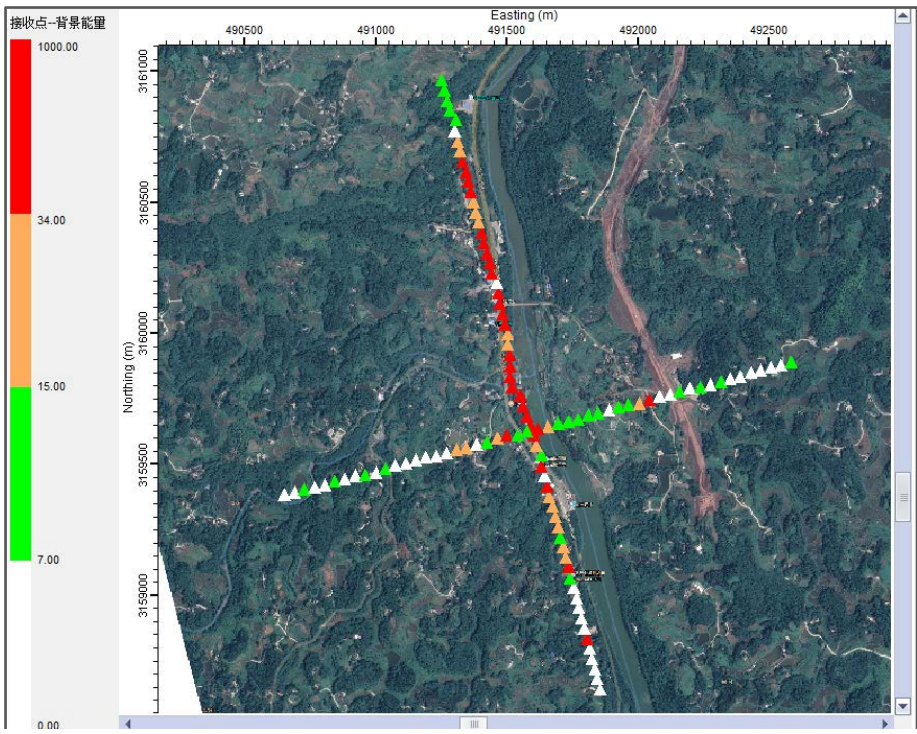


Figure 2. Noise strength projection
图 2. 噪声强度投影

同时,通过统计布设点位信息以布设范围内各噪声强度范围内包含的道数(表 1、表 2)来量化干扰源的影响大小,做到干扰源影响的全面把控。

Table 1. Statistics of affected points
表 1. 影响点位统计表

检线号	起点号	止点号	道数
1199	1206	1266	61
5309	1203	1303	51

Table 2. Statistics of noise strength
表 2. 噪声强度统计表

左范围(uv)	右范围(uv)	点数	比例(%)
0	7	59	52.68
7	15	25	22.32
15	34	12	10.71
34	100	10	8.93

2) 能量柱状图

为分析干扰源强度随时间的变化规律, 通过将背景记录的总能量用柱状图按时间顺序统计画出。能量柱状图上可直观地反映出干扰噪声相对较弱的时间段, 以此选择在噪声较弱的时间段进行采集作业, 如图 3。

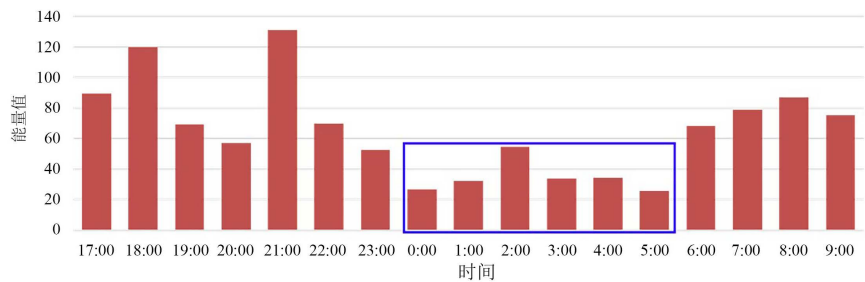


Figure 3. Noise strength histogram
图 3. 噪声强度柱状图

3) 噪声强度比例折线图

为排除异常背景噪声对整个记录能量的影响, 本文提出噪声强度比例折线图。通过统计每一个背景记录中不同噪声强度范围内包含的道数, 计算出其所占比例, 以时间为横坐标, 比例值为纵坐标, 将不同时刻的不同噪声强度的比例值连接形成曲线(图 4)。以图 4 为例, 可以分析看到 22:00 左右弱噪声道比例开始升高, 强噪声道比例开始下降, 从第二天 6:00 左右弱噪声道比例下降, 强噪声道比例开始升高, 那么在 22:00~6:00 之间, 干扰影响的道数相对少, 那么可以确定对于这个干扰源, 比较好的一个采集时间段范围是 22:00~6:00。

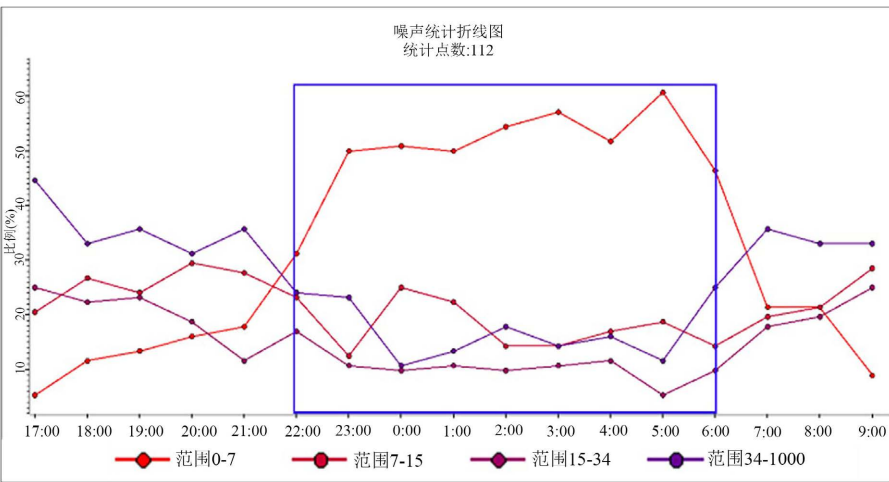


Figure 4. Noise strength ratio curve
图 4. 噪声强度比例

2.2. 日检文件噪声分析

对于仪器车生成的日检文件, 它是在每一站即将采集前记录的某一时刻的每一道检波器的信息, 里面包含有每一道背景噪声大小[6][7]。通过解析这个文件, 我们就可以得到每一道的噪声大小。若是节点仪采集, 就无法实时得到每道的干扰情况, 如表 3。

Table 3. List structure of noise test data
表 3. 噪声测试数据列表结构

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	...
类型	FDU 序列号	接收器 类型	线号	点号	点索引	点代码	东坐标	北坐标	高程	电阻(ohm)	噪声值(μv)	...

通过将日检文件的噪声值在平面上投影显示,可以直观查看当前采集的所有排列中噪声强度的大小和分布(图 5),结合卫片等底图快速定位可能存在的踏勘未发现未知干扰源。

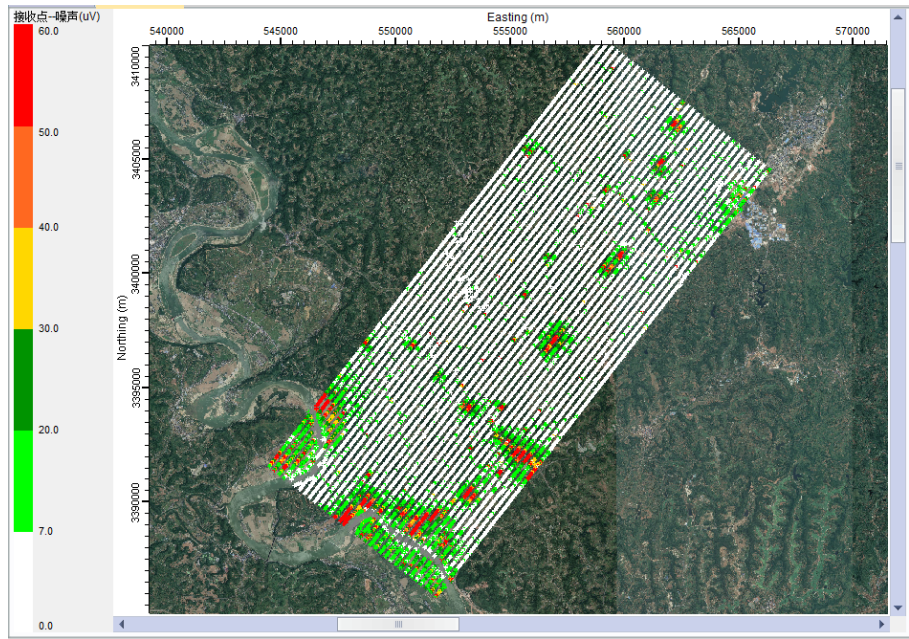


Figure 5. Noise distribution
图 5. 噪声分布

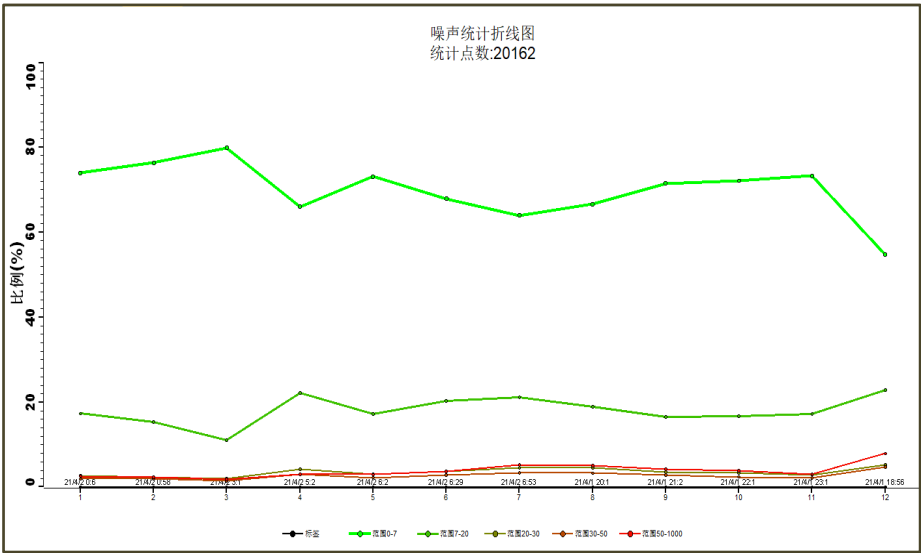


Figure 6. Noise strength ratio curve by daily inspection file
图 6. 日检文件噪声统计折线

与背景记录投影一样,可任意确定检波点范围,统计范围内各噪声强度包含的道比例,形成表 1 和表 2 的表格,从特定范围或整体上反映某一时刻的背景噪声的影响情况。

对日检文件的噪声强度比例分析,与干扰源调查的背景记录相比,则能更宏观地反映出背景噪声的总体变化情况(图 6),选择在弱噪声道数比例相对更多的时段范围内放炮,保证资料品质。

3. 实际应用

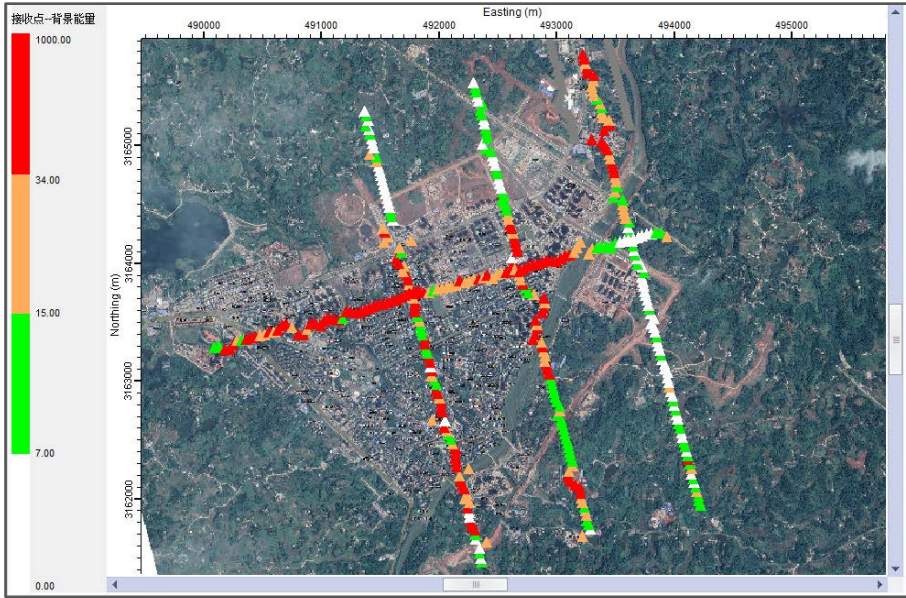


Figure 7. Background noise at 22:00 in Changning urban area
图 7. 长宁城区 22:00 背景噪声

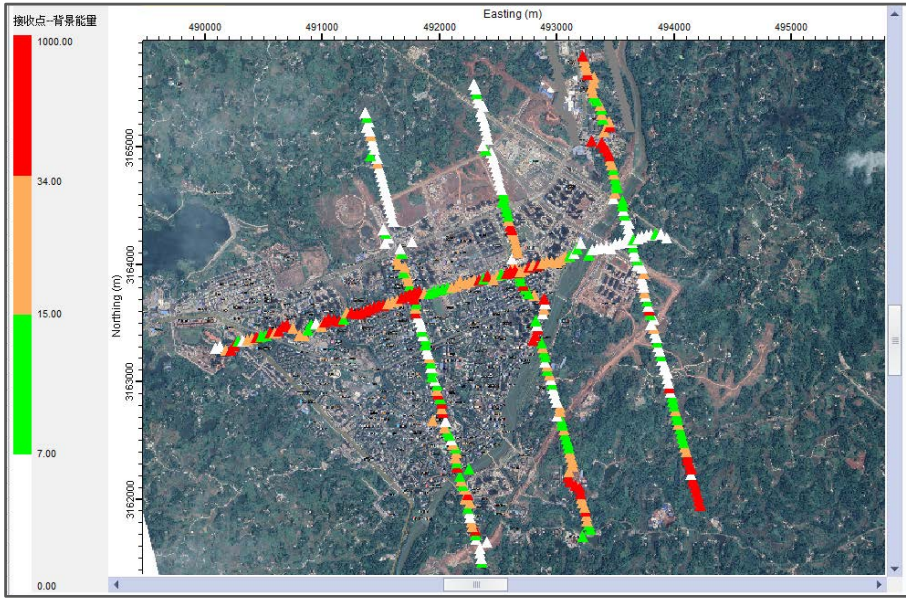


Figure 8. Background noise at 1:00 in Changning urban area
图 8. 长宁城区 1:00 背景噪声

本文方法已形成对应软件,在 2021 年度眉山北三维、遂宁 - 南充三维、老翁场 - 牟家坪三维、南雅

向斜三维等众多地震勘探项目的干扰源调查工作中和采集过程中应用。

以在 2021 年度老翁场 - 牟家坪三维中, 对长宁城区的干扰调查分析展示应用效果。物探队在长宁城区铺设了 4 条排列, 总共 400 道进行干扰调查。

通过将录制的背景记录能量在平面上投影, 可以看到长宁城区大概的影响范围(图 7、图 8)。

通过能量柱状图(如图 9)、噪声强度折线图(如图 10), 快速确定出在 22:00~7:00 时间段内, 长宁城区对资料的影响相对较小。

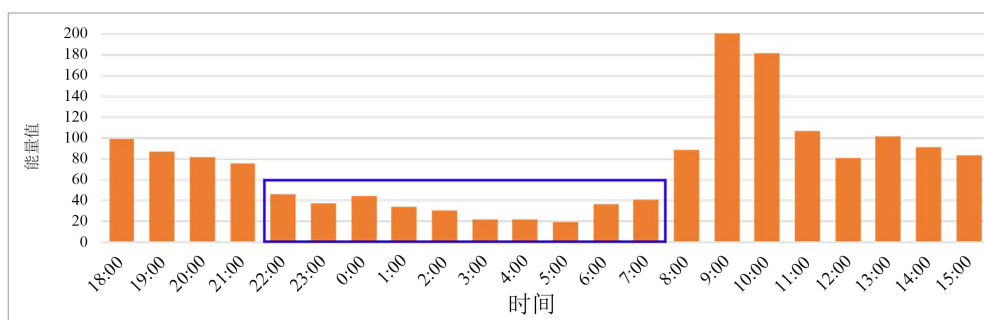


Figure 9. Changes of background noise strength in Changning urban area

图 9. 长宁城区背景噪声能量柱状图

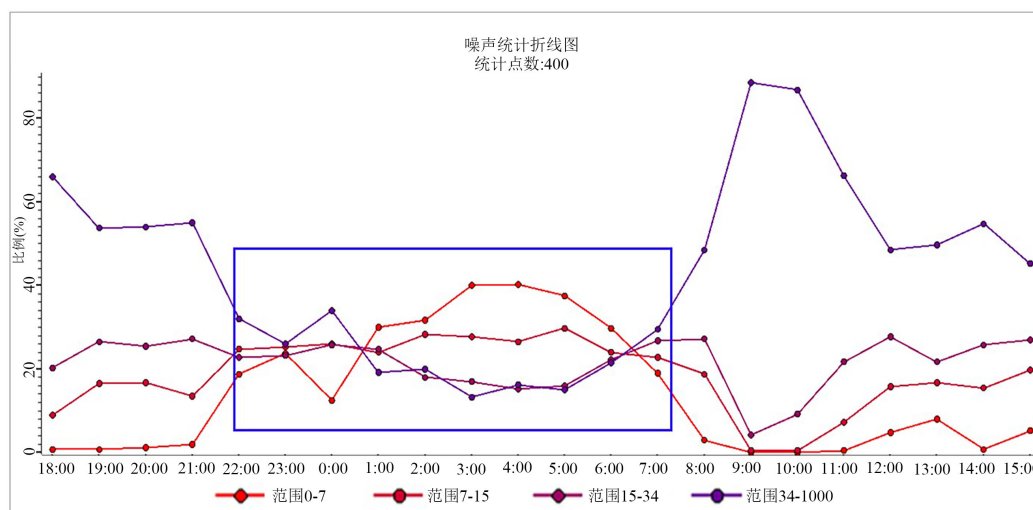


Figure 10. Noise ratio curve of Changning urban area

图 10. 长宁城区噪声强度折线图

通过本文所述方法对应软件, 在几分钟内就完成了对一个干扰源的分析, 效率相较以前提高 20 倍以上, 并节省大量人力。为物探队制定减少干扰影响, 提高地震资料质量的针对性措施提供依据。

4. 结论

通过实际应用, 显示出本文方法及对应软件在地震采集背景噪声分析和干扰控制上发挥了巨大作用, 可以得到以下结论:

- 1) 为物探队干扰的控制提供了高效直观的分析方法, 得到干扰源的变化规律, 快速确定采集时间窗口。
- 2) 采集前和采集过程中能实时分析背景噪声的分布和对资料质量的影响程度, 做到未雨绸缪。

3) 帮助物探队节省大量的干扰源调查统计分析时间和人力, 快速确定干扰的影响范围和大小。便于制定针对性质量控制措施, 提质增效效果显著, 满足生产迫切需要。

参考文献

- [1] 田春林, 成云. 野外地震资料采集质量监控技术的研究与应用[J]. 复杂油气藏, 2011, 4(1): 25-27.
- [2] 崔兴宝. 复杂地质条件下的地震采集质量监控[J]. 石油地球物理勘探, 2003, 38(1): 11-16.
- [3] 冷广升. 地震数据采集质量控制方法研究与应用[J]. 中国煤炭地质, 2010, 22(S1): 67-72+76.
- [4] 黄有晖, 朱运红, 蔡明, 等. 实时质量监控技术在复杂山地三维地震采集中的应用[J]. 天然气勘探与开发, 2015, 38(2): 31-34+4-5.
- [5] 张全胜, 罗春波, 杨宝珍, 等. Reland.SeisQC 系统在地震采集质量监控中的应用[J]. 物探装备, 2013, 23(1): 67-69.
- [6] 金辉. 地震勘探数据的格式及储存介质的分析与研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安石油大学, 2014.
- [7] 孙华东, 刘卫平, 夏颖, 王元. SEG-D 文件在野外大规模排列工作中的应用探讨[J]. 物探装备, 2013, 23(6): 390-392+402.