

文章编号: 1001-1749(2023)04-0592-05

井震联合地震采集技术在加纳热带丛林的应用

苏海阳

(中国石油天然气集团公司 东方地球物理勘探公司辽河物探处, 盘锦 124010)

摘要: 加纳某区块处于热带丛林地区, 面积广、地表复杂、旱雨季交替。地震勘探处于初始阶段, 没有现代地震勘探采集方法可以参考。针对加纳热带丛林地区的特点及施工难点, 2019 年到 2021 年东方公司某项目开展了采集技术攻关, 施工过程中采用井震联合激发的采集方法, 采用 EV56 高精度可控震源激发, 有效拓展了地震资料频带宽度。雨季施工中因地制宜改造钻机、电子雷管及配套启爆系统的应用, 提高了施工效率, 保证了钻井和下药质量, 提升了激发质量效果。

关键词: 热带丛林; 低频可控震源; 旋转相位; 井震联合; 电子雷管

中图分类号: P 631.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1749.2023.05.05

0 引言

加纳位于西非几内亚湾北侧, 有黄金海岸的美誉。V 区块所处盆地为西非加纳第一大陆上盆地, 面积约 100 000 多平方公里。本地震勘探采集也是加纳从上世纪 70 年代至今 50 年来的首个地震勘探项目, 区块也有很大的油气资源潜力。V 区块气候为典型的热带草原气候, 一年旱季和雨季交替, 雨季施工难度大。工区跨度大, 地表复杂多变, 沼泽、农田和岩石出露交错分布, 横向速度变化大, 尤其是地表覆盖的火山岩, 对地震勘探激发要求较高^[1-2]。从地球物理航磁解释成果上看, 基地深度达 5 000 m 到 6 000 m, 地震勘探目标埋藏较深。

1 地质概况

1.1 地质任务

地质任务以完成的航磁勘探解释成果(图 1)为

主要依据, 通过地震勘探准确了解盆地的基底深度及延伸情况, 识别已部署地震测线沿线的地下地层层位、深度及发育情况, 发现有利构造, 为进一步部署地震勘探及钻探提供依据。

1.2 地表条件

地表植被主要为低矮稀疏丛林、草地、水草; 地势北部较为平坦, 南部起伏较大; 南部河流支流较多, 雨季沼泽积水区大。农田、原始土屋分布广, 穿越部分人口密集大型城镇, 地表多出露红褐色多孔火山岩。

2 井震联合采集技术

2.1 EV56 高精度可控震源激发技术

东方公司自主生产的 EV56 低频高精度可控震源近几年应用越来越广泛, 它采用长信号连续扫描, 能够保证更多有效的地震勘探激发能量。EV56 低频高精度可控震源首次在西非地区采用, 利用其低频信息丰富、下传有效信号能量强的优势^[3-4], 降低

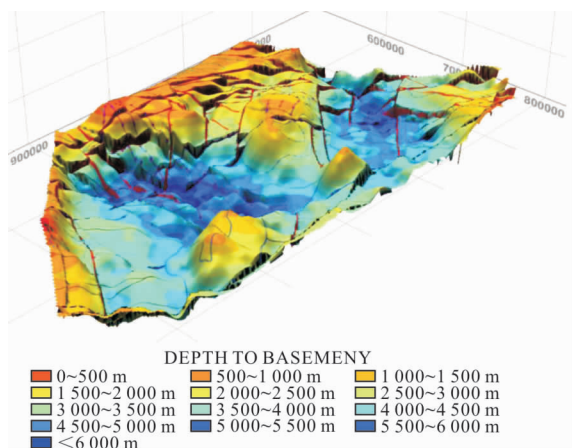


图 1 工区航磁解释立体图

Fig. 1 Aeromagnetic interpretation stereogram

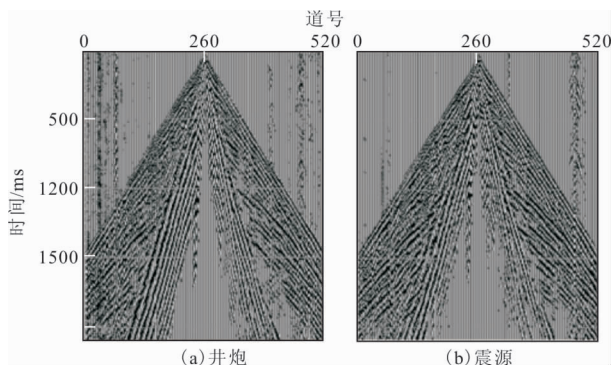


图 2 井炮和震源单炮对比

Fig. 2 Comparison for single shots

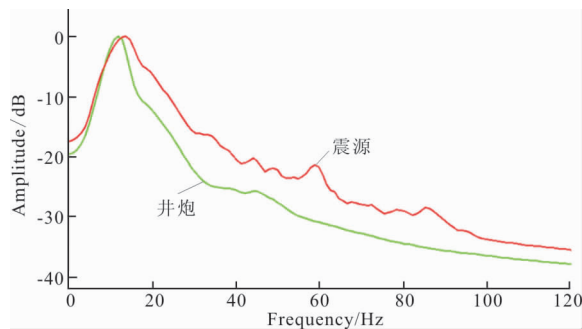


图 3 井炮和震源单炮频谱分析对比

Fig. 3 Comparison for single shot spectrum analysis

了火山岩出露这种不利因素影响。从图 2 和图 3 可以看出,在火成岩地表条件下激发,震源单炮相较井炮,低频以及高频部分信息都较为丰富。

施工过程中,对一测线某段连续的 14 个点位分别进行了井炮和震源激发试验,从图 4 可以看出, EV56 采集地震剖面资料相较井炮采集的资料,层位反射频率信息更丰富,同相轴的连续性更好。

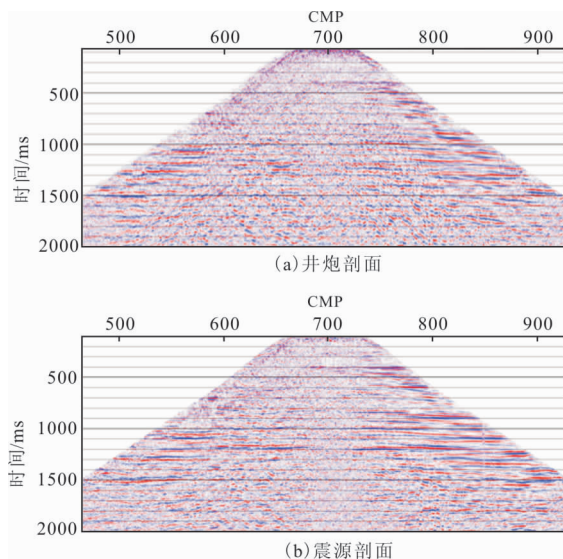


图 4 井炮和 EV56 可控震源采集的剖面图对比

Fig. 4 Section comparison between dynamite data and EV56 vibroseis data

2.2 可控震源旋转相位技术

由于震源重锤和平板振动过程中存在非线性环节,所以在输出力频谱曲线里有谐波干扰,输出的信号就会存在畸变而使得震源有出力减小,仪器记录的资料能量就会减弱。在施工中,震源组合在 4 次扫描过程中就采用了旋转相位扫描方式,其技术优点为通过不同的扫描初始相位,通过叠加剔除的方法压制震源谐波干扰^[5-6]。相比固定相位扫描方式,只需在仪器中设置相应参数,不会带来其他成本。在 428XL 与 VE464 箱体连接前,需要注意基本类型参数、采集类型参数和处理类型参数三个关键参数的设置。初始相位设置依次为 0° 、 90° 、 180° 、 -90° ;参考信号相位设置必须与相应扫描信号的相位一致,才能保证信号相对应并正确相关之后叠加。如果设置正确,得到的资料能量较强,背景噪音压制效果也较好;如果设置错误,参考信号和扫描信号相位不一致而相关叠加,则单炮资料品质会有较大下降,从图 5 的单炮记录上看,正确设置旋转相位和设置错误后的单炮资料品质相差很大。

2.3 因地制宜改装钻机

在雨季施工中,针对地表岩石出露区,改进了拖拉机装载的 HY-T100 水钻钻机,将原泥浆泵供水钻井改为空气压缩机钻井,通过冲击钻头敲击岩石的方式,提高了岩石出露区的钻井效率。

雨季积水多,道路泥泞,拖拉机钻机行进困难,

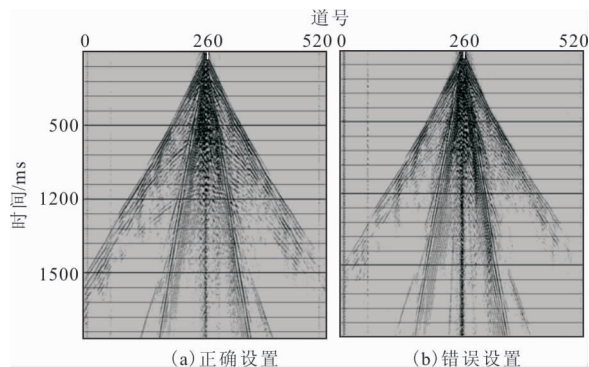


图 5 正确设置旋转相位参数与错误设置记录的单炮对比

Fig. 5 Single shot comparison between right and wrong rotational phase parameters

效率低,将原一取样钻机 TGQ-15 钻机机头、变速箱和便携圆盘钻机科学结合组装,通过选用水泵或空压机,实现水气两用,转运携带轻便,解决了积水泥泞地表的钻井问题^[7]。

在 V 区块项目中钻井工作量占采集总工作量的 10.3%,其中单井 3 822 个井位(拖拉机钻),组合井 230 个井位(便携钻机)。通过井炮的补充,在工区震源不适合施工的低洼积水地区补齐缺口,保证了覆盖次数的均匀性和资料的完整性。

2.4 电子雷管及配套启爆系统

为了降低炸药使用带来的风险,有效防止静电或电场引起的意外爆炸,本项目在井炮施工中(尤其敏感地区或雷电区),使用了 RIOTRONIC 电子雷管及相应的配套启爆系统,采用电子雷管这种高安全性和高精度性的施工方法在国外的井炮施工中越来越普遍^[8-9]。

在施工中,电子雷管、爆炸机 ShotPro 和安全启爆器的连接使用方法进行了示意:①针对电子雷管的属性,需要根据手册在 ShotPro 爆炸机中将雷管类型由 Normal Cap 改为 Smart Cap,井口时间延迟根据电子雷管使用手册中的延迟时间参数做相应的调整;②电子雷管安全起爆盒子作为中间单元,图 6 为连接爆炸机、电子雷管和配套安全启爆系统设备的示意图。

2.5 优选闷井工艺

加纳丛林地区雨水渗透慢,井口内含水大,闷井效果差,井喷率高。针对这一问题,就地取材,选用当地分布广泛的铁矿砂砾、经过筛选、提前运输到测线。从应用效果看,该方法具有不易卡井、挤出水分

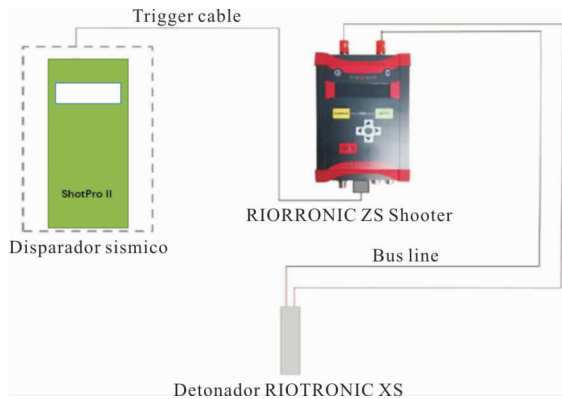


图 6 电子雷管及配套启爆系统连接图

Fig. 6 Connection for electronic detonator, blaster and Riortronic system

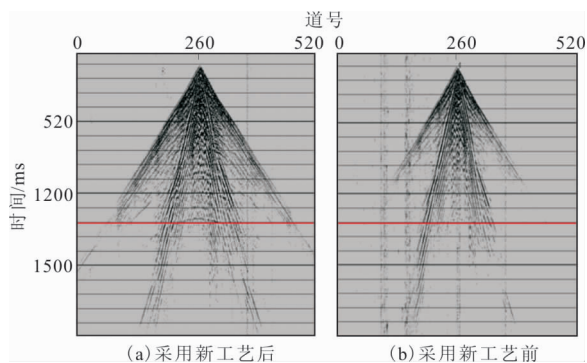


图 7 采用砂砾闷井后与采用前单炮对比

Fig. 7 Single shot comparison between new method and previous method

快、重量大、压实效果好的特点,从而避免了井喷。从图 6 采用此工艺前后的单炮和频谱分析对比上可以看出,采用新闷井工艺后的单炮能量较强,信噪比较高,较大地提高了地震采集资料品质。

3 应用效果

在加纳 V 区块根据热带丛林地区的地表和气候等实际情况,项目对井炮和 EV56 高精度低频可控震源相关地震采集技术的结合应用,达到了地震资料的采集目的。

从图 7 可以看出,通过井炮和 EV56 高精度可控震源联合采集技术的应用,V 区块测线的现场地震剖面信噪比较高,盆地基地接触关系清晰,断层、潜山等构造形态明显可靠,层间信息丰富,剖面宏观和局部构造反映的潜在地质构造得到了真实显现。

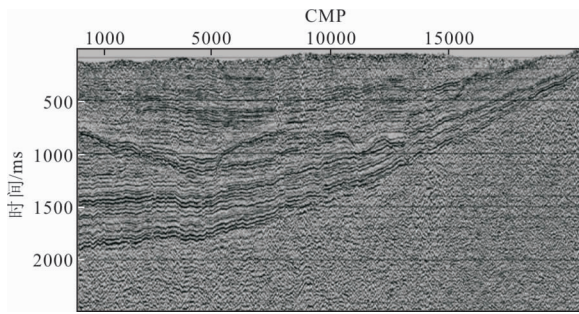


图 8 某测线现场处理剖面图

Fig. 8 Section of one seismic line

4 结论

通过加纳热带丛林 V 区块一系列地震采集技术的应用和实践,有如下结论:

1) 低频可控震源 EV56 及相关技术在加纳沃尔坦盆地热带丛林的应用,有利于火成岩出露地区地震资料的采集,有效克服了火成岩对地震波的吸收衰减,进而提高了地震采集资料的信噪比和能量。

2) 利用现场可用的设备资源,对现场钻机进行的创新改造,优化的闷井工艺以及电子雷管和相应安全爆炸系统的应用,使得地震队能够在热带丛林雨季继续施工,提高了井炮资料品质,实现了地震项目的安全顺利完成。

3) 可控震源和井炮相结合的地震采集施工方式,在热带丛林地表复杂地区保证施工效率、保证施工连续性和高质量地震资料采集方面是适用可行的。

参考文献:

[1] 王瑞贞,白旭明,王金宽,等. 朝克乌拉凹陷火成岩覆盖区地震勘探方法研究[J]. 石油物探, 2020, 59(3): 382-395.
WANG R Z, BAI X M, WANG J K, et al. Seismic exploration methods for igneous rock-overlain region in the Ghaokewula Sag[J]. Geophysical Prospecting Petroleum, 2020, 59(3): 382-395. (In Chinese)

[2] 石彦民,吴炜强,刘菊,等. 福山凹陷浅表层火山岩对地震资料品质的影响浅析[J]. 华南地震, 2007(3): 9-25.
SHI Y M, WU W Q, LIU J, et al. Analysis of seismic data quality influenced by igneous rock in FuShan[J].

South China Seismic, 2007(3): 9-25. (In Chinese)

- [3] 张丽艳,李昂,于常青. 低频可控震源“两宽一高”地震勘探的应用[J]. 石油地球物理勘探, 2017, 52(6): 1236-1245.
ZHANG L Y, LI A, YU C Q. Application of "two wide and one high" seismic exploration of low frequency vibrator[J]. Petroleum Geophysical Prospecting, 2017, 52(6): 1236-1245. (In Chinese)
- [4] 陶知非,刘志刚,马磊,等. EV-56 高精度可控震源技术[J]. 物探装备, 2018, 28(5): 3.
TAO Z F, LIU Z G, MA L, et al. EV-56 high precision vibroseis technology[J]. Equipment for Geophysical Prospecting, 2018, 28(5): 3. (In Chinese)
- [5] 张宏乐. 一种改善相关子波特征的扫描信号——“旋转相位,对数分段”扫描信号[J]. 物探装备, 1999(03): 17-20.
ZHANG H L. A scanning signal to improve the correlation wavelet characteristics — "rotational phase, logarithmic segment" scanning signal [J]. Equipment for Geophysical Prospecting, 1999(03): 17-20. (In Chinese)
- [6] 颌志平,聂木杰,解渭红. 428XL 仪器连接 VE432 的系统参数设置——旋转相位主要参数的正确设置及实例分析[J]. 物探装备, 2015(02): 92-110.
JIE Z P, NIE M J, JIE W H. System parameters setting of 428XL operation with VE432[J]. Equipment for Geophysical Prospecting, 2015(02): 92-110. (In Chinese)
- [7] 贺子延,杨凤申,刘坤. 新型轻便气动钻机的开发与应用[J]. 物探装备, 2018(02): 108-111.
HE Z Y, YANG F S, LIU K. Development and application of new portable pneumatic drill[J]. Equipment for Geophysical Prospecting, 2018(02): 108-111. (In Chinese)
- [8] 侯俊卿,林树龙,冯亚军,等. Oseis 电子雷管在中东地区地震勘探中的应用[J]. 物探装备, 2018(02): 99-103.
HOU J Q, LIN S L, FENG Y J, et al. The application of Oseis electronic detonator in seismic exploration in North Iraq [J]. Equipment for Geophysical Prospecting, 2018(02): 99-103. (In Chinese)
- [9] 徐金泉,田磊,赵胜敏,等. 电子雷管启爆时间测试及其校正补偿方法的尝试[J]. 物探装备, 2016, 26(5): 333

—337.

XU J Q, TIAN L, ZHAO S M, et al. Test for the initiation time of electronic detonator and method for its

correction and compensation[J]. Equipment for Geophysical Prospecting, 2016, 26(5): 333—337. (In Chinese)

Application of combined dynamite and vibroseis seismic methods in jungle of Ghana

SU Haiyang

(Liaohé Branch of Bureau Geophysical Prospecting, CNPC, Panjin 124010, China)

Abstract: The V Block is located in the tropical jungle area of Ghana, with a wide area, complex surface, alternating drought, and rainy season. Seismic exploration is still in its initial stage, and no modern seismic exploration and acquisition method exists. In this paper, aiming at the characteristics and construction difficulties of tropical jungles in Ghana, a project of BGP carried out acquisition technology research from 2019 to 2021. During the operation, the acquisition method of combined vibroseis and dynamite seismic method was adopted, and EV56 high—precision vibroseis excitation was used to expand the frequency bandwidth of seismic data effectively. During the rainy season, applying a drilling rig, electronic detonator, and matching initiation system following local conditions improves work efficiency, ensures the quality of drilling and charging, and improves the quality effect of excitation. The seismic acquisition methods used in the project are introduced here.

Keywords: jungle; low—frequency vibriosis; rotational phase; combined vibroseis and dynamite; electrical detonator