

ESS200 电落锤性能分析*

李正光, 虎雄林, 郑定昌, 刘学军, 卢吉高

(云南省地震局, 昆明 650224)

摘要: 美国 ESS200 型电落锤是一种重复性好、便于运输和移动、可操作性强、经济实惠的绿色环保人工震源。可用于结构探测, 又可用于地下介质物性变化的动态监测。在野外使用过程中, 由于设计缺陷, 容易发生故障, 针对在使用过程中出现的一系列故障和问题, 提出了针对性的分析和解决方案。并通过加装可编程逻辑控制器等处理措施, 使之成为自动控制的编码震源。

关键词: ESS200 电落锤; 编码震源; 逆变电源; 故障分析

中图分类号: P315. 62 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 0666(2009)增刊 - 0512 - 04

0 引言

人工震源通常包括炸药震源、震源枪、气枪震源、落重震源、锤击震源、气爆震源、撞击式震源、电火花震源、可控震源等。采用人工震源可将对地下状态和结构的被动监测变为主动探测(陈颢等, 2006; 潘纪顺等, 2002)。利用小当量人工震源研究区域地下结构是结构探测的一个发展方向。人工震源激发具有可控性强、定位精度高和重复性好等优点。在不同环境和尺度的实验场, 可以选择最为合适的震源(罗桂纯等, 2006, 2008)。人们通常采用同一地点或小范围多次激发的方式提高人工震源的探测能力。同一台站接收到的多次激发信号, 由于震源位置、震源机制和

射线路径几乎相同, 使得信号具有很高的相似性和很好的重复性(唐杰等, 2009)。

一般的锤击震源能量较小、穿透有限、重复性较差; 随机可控震源由于对数据采集硬件有较高的要求, 投资成本大; 车载可控震源投资更大。美国生产的 Gisco ESS200 型电落锤是一种重复性好、便于运输和移动、可操作性强、能量较大、激发波形好、时间触发测量准确、经济实惠的绿色环保人工震源; 震源车配备汽油发电机, 具有有线或无线触发遥控装置, 非常适合野外连续作业, 是一种性价比高的浅层地震勘探震源。既可用于结构探测, 又可用于地下介质物性变化的动态监测。利用小能量震源获得远距离的探测和高分辨率, 是一种具有广阔发展前景的人工探测技术, 尤其适合浅层地震勘探的需求(表 1、图 1)。

表 1 几种主动震源波速变化动态监测的实验参数(罗桂纯等, 2008)

Tab. 1 Contrast of researching parameters

研究者	Dr Fazio (1973)	Reasenber, Aki (1974)	Leary (1979)	Yukutake (1988)	Sano (1999)	Yamamura (2003)	CRG 研究 (2006)
人工震源	可控震源	气枪	气枪	压电陶瓷	压电陶瓷	压电陶瓷	电落锤
持续时间	40 h	68	3 个月	8 d	6 a	1 a	1 个月
观测时间间隔	20 s	50	2 ~ 4 h	90 min	30 min	30 min	1 ~ 12 h
基线长度/ m	300	200	120 ~ 8 500	11	15	12	14 ~ 248 浅勘 1030 微震
观测精度	1. 00E - 04	1. 00E - 03	1. 00E - 03	2. 00E - 04	1. 00E - 06	1. 00E - 04	1. 00E - 05
速度变化	1. 00E - 03	5. 00E - 03	1. 00E - 03	1. 00E - 03	1. 00E - 06	3. 00E - 03	1. 00E - 05
波速对应力的敏感性	1. 00E - 06	2. 00E - 06	1. 00E - 07	5. 00E - 09	5. 00E - 07
所检测到的潮汐分量	半日	半日	日波, 半日	半日	半日	O1, K11, M2, S2, M3, M4	M1, M2, O1

* 收稿日期: 2009 - 10 - 26.
基金项目: 云南省地震局十五重点项目“昆明市活断层探测与地震危险性评价”资助。

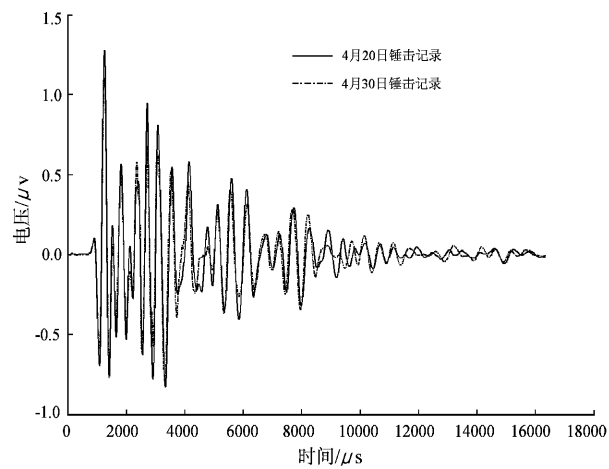


图 1 ESS200 电落锤两次锤击记录图

Fig.1 The recordings of ESS200 electric drop hammer

编码地震进行地震波速度变化的精确测量是一种新方法的尝试（葛洪魁等，2006），要求震源性能稳定，有良好的重复性。我们在昆明附近进行的人工震源地震波速度变化野外精确测量试验，利用震源编码、解码、信号叠加、相关性分析等方法可大幅提高地震波速度野外探测的距离、深度、信噪比和测量精度。探测距离从 600 m 提高到 1 000 m 以上并且证明 ESS200 具有良好的稳定性、重复性（图 1、表 2）。

十五期间中国地震局购买了多台 ESS200 电落锤，由于设计缺陷，容易发生故障。针对近年来在野外操作过程中电落锤出现的故障和问题，本文提出了针对性的分析和解决措施，并对出现的问题及故障处理方法进行了系统总结。

表 2 几种人工震源的工作参数（潘纪顺等，2002）

Tab.2 Parameters of several artificial sources					
序号	震源名称	击振力	频率范围/HZ	勘探深度/m 探测距离/m	适用范围及特点
1	炸药震源	几克~几吨	35~120	几米~几百千米	空旷野外
2	SG-23 震源枪	20.6 kJ	10~130	500~1000	须有水，可组合
3	夯机振动源	56 N·m	90~100	<300	能量偏小
4	Minivib6500 可控震源	50~100 kg	10~500	<500	成本太大
5	锤击震源	2.7~10.9 kg	80~120	<100	能量太小
6	ESS200 电落锤	>100 kg	30~90	<500 635~1 035	适中
7	WDA-T885 真空落锤	100 kg	40~140	<500	适中
8	电火花震源	20 J~200 kJ	几百	300~1 000	野外无电缆管网、有水

1 注意事项、故障分析及排除方法

1.1 注意事项

- (1) 有线触发：插头接线的时候要注意极性两端插头必须 A 对 A、B 对 B，否则无法触发浅层勘探。
- (2) 无线触发：摩托罗拉对讲机出厂设置为 13 频道，为使无线零时触发信号输出功率大一些，传输距离远一些，发射和接收对话信道一般调到 15 频道以上（1~7 和 15~22 频道的输出功率均为 1 W，8~14 频道为 0.5 W），多耗电池电能使无线触发的接收信号更可靠一些。在不同地区的地形条件下需要用实验来确定选用的频道。
- (3) 摩托罗拉对讲机电池充电器：应特别注意配置电压为 120 V，与我国标准不符。使用干电池很浪费，最好用 6 V 蓄电池代替，或改用 220 V

- 的充电器。
- (4) 电池充电：充电和锤击同时进行会严重干扰信号，美国的 12 V、55 A/时蓄电池性能很好，可以连续锤击约 200 次，且过载能力较好，可大电流充放电（充电电流 20~25 A，空载电压可达 13.2 V 左右）。可在锤击间隔期进行充电以补充电能。
- (5) 润滑油：按使用说明书润滑油须用“聚硅氧油”，但市场上无此类润滑油，可用一般润滑油代替。
- (6) 日常维护：锤击钢板上的螺母需要每天紧固，车体应基本水平才能保证锤头在导管里基本垂直，锤击钢板平面应以轮胎底部一致。为保证电落锤每一击的能量都一致，每天松紧橡皮带的人应为同一人，两端齿轮松紧的齿数应一致，锤不用时应用控制手柄的 JOG 键，将橡皮的弹力释放至不受力状态。

以保证电路板和机械的正常运行。无线零时触发的发射和接收信号必须改进,保证不误触发和有可靠的信号接收。电池充电器应改用我国的 220 V 标准。零时加速度计引线固定螺母应由塑料改成铁质的且应加弹簧垫圈。应增加易损零件如皮带、限位开关、零时加速度计、无线零时触发控制器的备份。原来的锤击钢板太薄,仅 1.5 cm 厚,已经变形,应改成 4~5 cm 厚的以增加刚度。增加防雨棚。拖车挂钩要改造成适用于我国车型的挂钩。

参考文献:

- 陈颢,张尉,陈汉林,等. 2006. 地震雷达[J]. 地球物理学进展,21(1):1-5.
- 葛洪魁,林建民,王宝善,等. 2006. 编码震源提高地震探测能力的野外实验研究[J]. 地球物理学报,49(3):864-870.
- 何正勤,陈宇坤,叶太兰,等. 2007. 浅层地震勘探在沿海地区隐伏断层中的应用[J]. 地震地质,29(2):363-372.
- 何正勤,叶太兰,丁志峰,等. 2001. 城市活断层探测中的浅层地震勘探方法[J]. 国际地震动态,3:1-6.
- 罗桂纯,葛洪魁,王宝善,等. 2008. 利用相关检测进行地震波速变化精确测量研究进展[J]. 地球物理学进展,28(1):56-62.
- 罗桂纯,王宝善,葛洪魁,等. 2006. 气枪震源在地球深部结构探测中的应用研究进展[J]. 地球物理学进展,21(2):400-407.
- 潘纪顺,刘宝金,朱金芳,等. 2002. 城市活断层高分辨率地震勘探震源对比试验研究[J]. 地震地质,24(4):533-541.
- 唐杰,葛洪魁,王宝善,等. 2009. 人工地震信号检测中相位信息的利用[J]. 大地测量与地球动力学,29(3):74-79.
- 唐杰,王宝善,葛洪魁,等. 2009. 大容量气枪震源的实验与模拟研究[J]. 中国地震,25(1):1-10.
- 唐杰,王宝善,葛洪魁,等. 2008. 小当量激发的远距离信号检测研究[J]. 地球物理学报,51(6):1180-1187.
- 张海鹰,屈学贤,都兴峰,等. 2007. 城市活断层控制性浅层地震探测方法分析[J]. 吉林地质,26(3):48-52.

ESS200 Electric Drop Hammer Performance Analysis

LI Zheng-guan, HU Xiong-lin, ZHENG Ding-chang, LIU Xue-jun, LU Ji-gao

(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract

ESS200 Electric Drop Hammer is a green artificial seismic source which is characterised by its repetitive use, convenient carriage and movement as well as its strong operability and economical price. The article targets to a spectrum of feasible suggestions and solutions related to problems and errors results in the using process of electric drop hammer. Then, ESS200 Electric Drop Hammer can be further improved as an automatically controlled coded seismic source by installing programmable logic controllers.

Key words: ESS200 Electric Drop Hammer, coded seismic source, contravariant power source, malfunction analysis