

多道瞬态面波勘探频散曲线唯一性问题

夏学礼¹, 仇恒永¹, 孙秀容², 王治华³, 王书增³

(1. 安徽省地质矿产局 第一水文队, 安徽 蚌埠 233000; 2. 上海申丰地质新技术应用研究有限公司, 上海 201106; 3. 上海市地质调查研究院, 上海 200072)

摘要: 针对多道瞬态面波勘探在频率-波数域提取频散曲线会出现多解性这一现象进行了研究, 并利用3种不同的激震方式在多处进行了对比试验, 给出了不同激震方式在频率-波数域提取频散曲线唯一性的深度范围, 认为频散曲线的唯一性是进行正确地质解释的依据。

关键词: 多道瞬态面波勘探; 频散曲线; 唯一性

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2008)02-0168-03

多道瞬态面波勘探是由我国工程物探技术人员自主创新的新方法、新技术, 10年来在工程勘察中得到了广泛的应用, 并取得了较好的效果。这方面的研究也十分活跃, 尤其是对多道瞬态面波勘探频散曲线“之”字型的讨论, 频散曲线正、反演的研究及各种应用效果的文章见诸于各类学术杂志刊物。但是, 关于频散曲线唯一性问题却很少有文章发表和讨论, 在笔者与同行们的讨论中, 大家也都普遍感到的确存在这一问题。笔者认为频散曲线的唯一性是指: ①对同一时间域多道瞬态面波数据按资料处理原则进行2次处理的结果应一致; ②对同一排列2次激震得到的时间域多道瞬态面波数据按资料处理原则进行处理其结果也应是一致的。众所周知, 评价重、磁、电等物探方法, 对采集的数据进行质量评价时, 要求对同一测点的数据要有重复和检查测量, 且必须满足规范要求的误差范围才能对其进行解释。多道瞬态面波勘探在野外采集的是时间域波形, 《多道瞬态面波勘察规范》也仅对此做了质量评价的要求, 而在频率-波数域提取的频散曲线才是进行地质解释的依据, 但《规范》却没有对其做出评判合格与否的规定, 所以, 具有唯一性的频散曲线才能进行正确的地质解释, 否则会得出错误的结果, 笔者认为这一点是非常重要的。

1 频散曲线唯一性的试验研究

为了研究频散曲线的唯一性, 我们设计了3种震源: 普通常用的锤击(18磅大锤人工锤击)、落锤(60 kg、120 kg的铁锤从1.8 m高度自由落体锤击

地面)和沙袋(60 kg沙袋从1.8 m高度自由落体击震地面), 并利用这3种震源在同一排列分别进行2次激震, 然后将各自取得的频散曲线进行比较, 并从这些比较中得到频散曲线唯一性深度范围的结论。

1.1 上海朱泾的试验

在上海市三维城市地质调查项目中, 兴塔—朱泾SH波反射勘查剖面上施工了2个地质钻孔JSQ1和JSQ2, 为此, 在该2孔处布置了2个面波排列进行试验。试验采用的采集参数为: 道距3 m、偏移10 m, 震源选取用60 kg落锤, 高1.7 m自由落下, 每个排列分别激震2次, 图1是JSQ1和JSQ2孔2次激震的频散曲线对比。从图可见, 在深度20 m内两次激震频散曲线完全一致, 重复性极好。JSQ2孔在深度25 m以内频散曲线重复性也很好, 但在深20 m(JSQ1)和25 m(JSQ2)以下频散曲线则出现离散。虽然频散曲线在深部也有收敛的特征, 若利用其进行地质解释也是会出问题的。

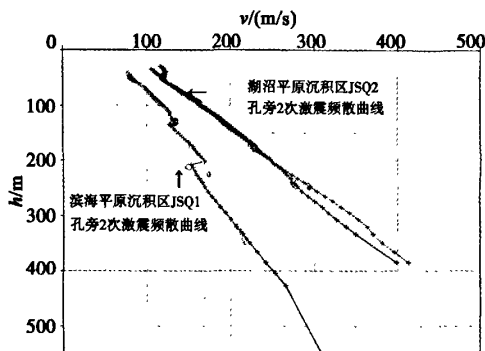


图1 JSQ1、JSQ2孔旁重复激震对比频散曲线

1.2 同一震源重复激震的频散曲线唯一性

在浙江杭州 2 处分别采用锤击、落锤(120 kg, 1.8 m 自由落地)、砂袋震源进行了(60 kg, 1.8 m 自由落地)试验,采集参数为:排列长度 69 m 和 46 m, 偏移距均为 10 m。

(1)锤击震源。这是目前进行多道瞬态面波勘探最常用的震源,它轻便、灵活,也是多道瞬态面波勘探较稳态面波勘探具有的突出优势。图 2a 及图 2b 是在浙江杭州 2 个不同的地质单元锤击震源的重复性对比图,可见图 2a 中在深度 13 m 以上频散

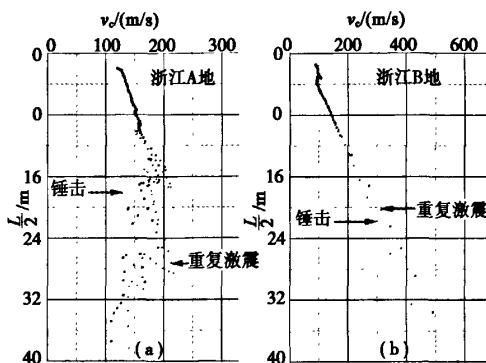


图 2 两地锤击震源重复激震对比频散曲线对比

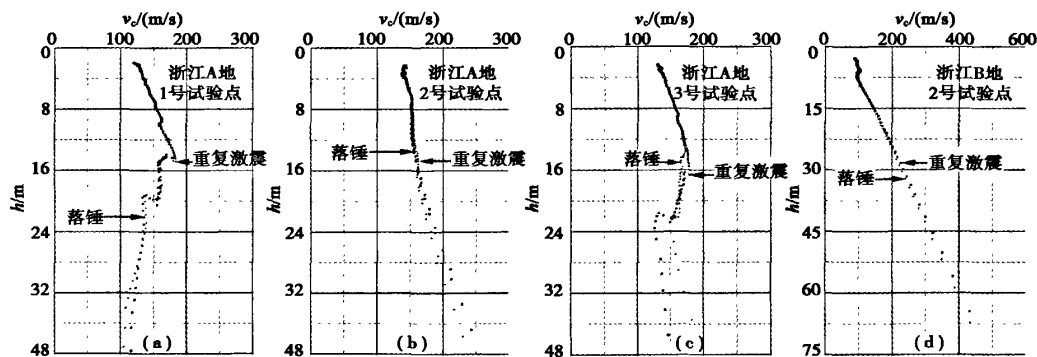


图 3 不同试验点落锤震源重复激震频散曲线的对比

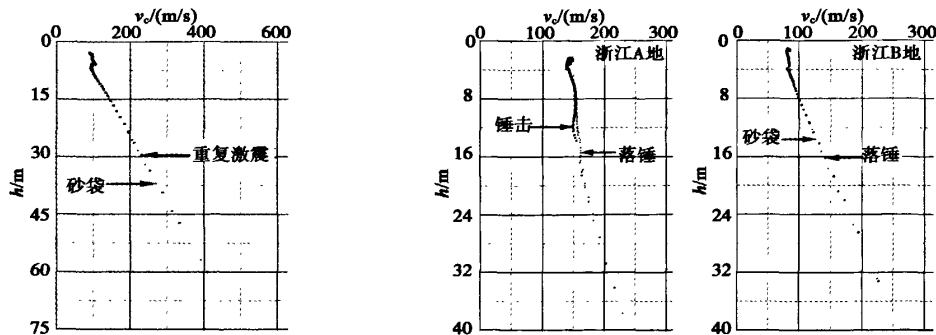


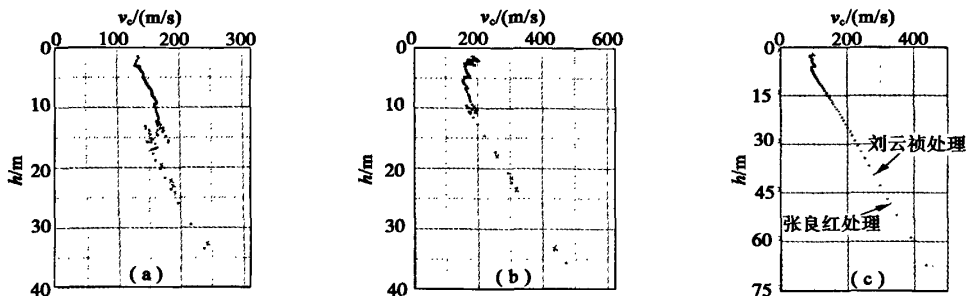
图 4 砂袋震源重复激震频散曲线的对比

曲线完全一致,而在 13 m 以下则十分离散。图 2b 中在深度 18 m 以上频散曲线密而一致,而在 18 m 以下频散点稀疏,且已离散。可见,锤击震源在一般的情况下,其有效的勘探深度也仅 10 余 m,且锤击震源不稳定,它还因人而异。

(2)落锤震源。图 3 中的 a、b、c、d 是在浙江杭州 2 处用落锤震源所做的频散曲线重复激震唯一性试验。可见图 3a 在深 30 m 以上一致性很好,30 m 以下已出现离散,但 2 次激震频散差异不大;图 3b 在 25 m 以上一致性较好,25 m 以下出现离散,且和图 3a 一样其基本形态还是一致的;图 3c 也是在 25 m 以上一致性较好,25 m 以下出现偏差,且频散曲线的畸变点仍能对应,仅是其深度有一点偏移;图 3d 的一致性则是相当好。初步试验可知,落锤震源在 25 ~ 30 m 深度以上频散曲线的唯一性较好,落锤震源增加了勘探深度近 10 ~ 15 m。

(3)砂袋震源。图 4 是砂袋震源 2 次激震频散曲线的对比,从图可见,其重复性相当好,当然仅凭这一条频散曲线来判断其有效的勘探深度是远远不够的,但有一点可以肯定,60 kg 的砂袋从 1.8 m 的高度自由落体锤击地面所能达到的勘探深度不会小于 120 kg 落锤从 1.8 m 的高度锤击地面所能达到

图 5 浙江 A、B 两地不同震源频散曲线对比



a—锤击 2 次处理结果；b—砂袋 2 次处理结果；c—落锤不同人处理结果

图 6 同一时间域面波数据 2 次处理结果的对比

的勘探深度,仅此就为野外采集带来了方便。在本次研究中仅是对砂袋自由落体锤击地面震源做了初步试验,从已获资料可见,它在多道瞬态面波勘查中的应用前景应得到关注。

1.3 不同震源同一排列频散曲线对比

图 5 是在浙江两地的试验结果,其中图 5 左是对同一排列,采用相同的采集参数锤击和落锤分别激震得到的频散曲线,明显可以看到在深 15 m 以上,频散曲线完全吻合,而在 15 m 以下其形态完全不同。若分别用 15 m 以下的频散曲线进行解释会得到不确定的结果。图 5 右是在同一排列分别用落锤和砂袋激震得到的频散曲线,其形态完全一致。

1.4 同一时间域 2 次处理频散曲线对比

图 6 是对分别采用锤击、砂袋、落锤在同一排列采集的时间域面波数据,不同的人或同一人 2 次进行处理频散曲线间的对比。图 6a 为锤击震源,图 6b 为砂袋震源,图 6c 为落锤震源,可见,落锤、砂袋震源两次处理的结果完全一致,而锤击震源在 14 m 以浅也完全一致,而在 15 m 以深则出现偏离。

2 讨论

(1)多道瞬态面波勘探是我国工程物探技术人员自主创新的新方法、新技术,应用 10 年来取得了可喜的效果,毋庸置疑尚存在许多问题,笔者仅就多道瞬态面波勘探在频率波域频散曲线提取中的一些问题进行了初步试验研究,初步实践得知,利用唯一性好的频散曲线进行地质解释是取得较好勘查效果的前提条件。

(2)通过试验得到,应用人工锤击震源的有效勘探深度不会大于 15 m,这和现行规范的规定基本吻合,但也应注意到,不同的地质条件,其勘探深度也不尽相同。落锤震源的有效勘探深度在 25 ~ 30 m,一般不会超过 30 m,增加落锤重量对勘探深度的增加是有限的。砂袋震源的有效勘探深度本次试验

由于试验点较少尚无明确的结论,但从试验结果来看,60 kg 的砂袋和 120 kg 落锤从同样的高度自由落体锤击地面所能达到的勘探深度是相同的。因此,砂袋震源应值得关注和进一步试验研究。

(3)瑞雷波勘探中稳态法虽然较成熟,但由于受到多方面的限制,要提高其勘探深度是十分困难的;相反,多道瞬态面波法勘查只要数据采集硬件(传感器、仪器)上进行开发,尤其是激震震源上进行试验研究、探索,增加其勘探深度尚有很大的空间,因此它应是瑞雷波勘探的发展方向。

参考文献:

- [1] 刘云楨,王振东.瞬态面波法的数据采集处理系统及其应用实例[J].物探与化探,1996,20(1).
- [2] 黄嘉正,周鸿秋,关小平.工程地质中瑞利波勘探的理论初探[J].物探与化探,1991,15(4).
- [3] 肖柏勋,凡有华,刘家奇.瑞雷波勘探方法研究现状分析[J].工程物探,2002Q(2):138.
- [4] 张碧星,鲁来玉,鲍光淑.瑞雷波勘探中“之”型频散曲线研究[J].地球物理学报,2002,45(2):3.
- [5] 黄嘉正,周鸿秋,关小平,等.工程地质中瑞利波法勘探的理论初探[J].物探与化探,1991,15(4):268.
- [6] 杨天春,何继善,吕绍林,等.三层层状介质中瑞利波的频散曲线特征[J].物探与化探,2004,28(1):41.
- [7] 黄真萍,刘振干.瞬态振动法瑞雷面波采集质量的探讨与分析[J].物探与化探,2005,29(2):179.
- [8] 杨天春,易伟建,何继善,等.求取道路结构型地层瑞利波频散曲线的方法[J].物探与化探,2005,29(5):459.
- [9] 王振东.面波勘探技术要点与最新进展[J].物探与化探,2006,30(1):1.
- [10] 杨天春,杨立新,郑京杰.地层中存在裂缝情况下的瑞利导波频散特征[J].物探与化探,2007,31(4):361.

参考文献:

- [1] 叶庆生,李崇儒.自然伽马测井在煤田勘探中的应用与讨论[J].物探与化探,1980,3(3):39.
- [2] 牛一雄,潘忠平,王文光,等.中国大陆科学钻探主孔(0~2000 m)地球物理测井[J].岩石学报,2004,26(1):165.
- [3] 梁齐瑞,赵世龙.自然伽马测井曲线的分形特征分析[J].物探与化探,2006,30(3):240.
- [4] 劳林娟.太原西山太原组蚀变流纹质沉凝灰岩的发现[J].煤田地质与勘探,1994,22(1):9.
- [5] 佟再三.甘肃山丹煤田二叠系中火山碎屑岩的发现及其主要特征[J].沉积学报,1988,6(1):102.
- [6] 黄志诚,黄钟谨,陈智娜.下扬子区五峰组火山碎屑岩与放射虫硅质岩[J].沉积学报,1991,9(2):1.

A MISTAKE IN THE INTERPRETATION OF GAMMA LOG CURVE FOR THE STUDY OF VOLCANIC SEDIMENTARY ROCKS AND RELATED ORE DEPOSITS

FENG Bao-hua

(Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: Based on the natural gamma log curves of acid tuff and clay rocks of acid volcanic events, the author here queries the arguments that radioactive intensity of sedimentary strata will grow with the increasing argillaceous materials and that the natural gamma value and the empirical equation can be used to calculate contents of argillaceous materials. The natural gamma curve of acid tuff has high anomaly response, which can not be interpreted as the response of the mudstone. If we regard the gamma curve of high anomaly exclusively as anomaly of mudstone, the viewpoint is obviously one-sided. The gamma values of clay rocks of various volcanic events are different very considerably, and hence the utilization of the gamma values to calculate the contents of argillaceous materials is likely to result in remarkable errors. In the end of this paper, the author has explained in brief the gamma curve of the bauxite bed and discussed the prospects of the nuclear log.

Key words: acid tuff; clay rock of volcanic event; natural gamma log curve; anomaly interpretation

作者简介:冯宝华(1929-),男,副研究员,1955年毕业于长春地质学院,北京大学进修沉积岩学2年,从事沉积岩石学教学和沉积型高岭石矿床的研究。

上接 170 页

A DISCUSSION ON THE DISPERSION CURVE UNIQUENESS IN MULTI-CHANNEL TRANSIENT SURFACE WAVE EXPLORATION

XIA Xue-li¹, QIU Heng-yong¹, SUN Xiu-rong², WANG Zhi-hua³, WANG Shu-zeng³

(1. No. 1 Hydrogeological Party, Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources, Bangbu 233000, China; 2. Shanghai Shenfeng Corporation of New Geological Technology 201106, China; 3. Shanghai Institute of Geological Survey, Shanghai 200072, China)

Abstract: The drawing of the dispersion curve in the frequency-wave number domain often yields different results. This paper studied this problem in multi-channel transient surface wave exploration, carried out the contrast experiment by using three different seismic sources, and produced different dispersion curves, which have different unique depth ranges. It is thus held that the dispersion curve uniqueness makes up the basis of the correct geological interpretation.

Key words: multi-channel transient surface wave exploration; dispersion curve; uniqueness

作者简介:夏学礼(1939-),男,汉族,安徽人,高级工程师,1962年毕业于北京地质学院物探系,长期从事工程物探工作,公开发表学术论文数篇。