

常规电测深与瞬态面波技术于工勘中的应用效果

Application Effect of Conventional Electric Sounding and Transient Surface Wave Technique in Site Survey

王瑞鹏

Ruipeng Wang

河北省地质矿产勘查局第八地质大队 中国·河北 秦皇岛 066000

Hebei Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration, the Eighth Geological Brigade, Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

摘要: 论文通过河北某山区棚改新建住宅工程实例,介绍了常规电测深与多道瞬态面波技术的原理、方法要点,通过 Sufer 和 Geogiga Seismic Pro 面波软件形成综合剖面断面图,总结了此两种物探方法在河谷冲积区地层岩性的反应效果,为下一步岩土勘察工作的设计与施工提供了有力依据。

Abstract: This paper takes a shanty town reconstruction project in hebei as an example. This paper introduces the principle and key points of conventional electrical sounding and multi-channel transient surface wave technology, forms a comprehensive section section by Sufer and Geogiga Seismic Pro surface wave software, summarizes the response effect of these two geophysical methods on the formation lithology in the alluvial area of the valley, and provides a strong basis for the design and construction of the next geotechnical investigation work.

关键词: 视电阻率; 面波勘探; 岩土工程; 基岩界面

Keywords: apparent resistivity; surface wave exploration; geotechnical engineering; bedrock interface

DOI: 10.12346/se.v4i3.6768

1 引言

近年来,物探方法广泛应用于工程勘察中,用来解决场地内施工前后所遇到的各类地质问题。由于该场地位于滦河古河道冲积区内,表层为堆积的杂填土覆盖,下覆为卵石层,实施勘察孔钻探深度要想达到基岩界面工作难度大、勘察工期较长。经对场地地形地貌情况初步调查、综合分析,决定采用多道瞬态面波与常规视电阻率测深相结合的技术手段对地层结构进行勘探,用不同的岩性物性特征来反映地层信息,从而得到更准确的物探勘查成果。此两种方法虽有局限性,耗时耗力,但其测点密度可以人为控制,对岩性界面变化较大区域或基岩裂隙发育区可适当增加测点密度,所收集的信息量也会增大,同时对场地原状破坏较小。两种方法相互验证、相互补充,通过后期对勘探成果综合分析,确定了各岩性层界面深度,达到了良好的探测效果^[1]。

2 工作方法简介

①常规电测深是以不同地层之间视电阻率之差异为前提探查不同地质体分布的一种勘探方法,观测参数为地层视电阻率。本次电测深采用对称四极测深装置进行野外数据采集。其工作原理是在地面上以预定电测深测点为中心,向两侧对称布置供电电极 AB 和测量电极 MN,观测不同极距时 AB 的供电电流和 MN 之间的电位差。以下公式计算地层视电阻率 ρ_s 值:

$$\rho_s = k \frac{\Delta V_{MN}}{I}$$

其中, k 为装置系数; ΔV_{mn} 为 MN 间的电位差; I 为 AB 间供电电流强度。

②瑞雷波是一种在地球表面一定深度范围内传播的地震波,俗称面波。在层状介质中,瑞雷波具有频散特性,即瑞

【作者简介】王瑞鹏(1990-),男,中国河北秦皇岛人,本科,工程师,从事矿产与工程物探研究。

雷波的传播速度随介质的物理力学性质改变而改变,随振动频率的改变而改变^[2]。理论及试验研究表明,瑞雷波的能量主要集中在一个波长 λ 的范围内,而其传播速度 V_r 反映了1/2波长范围内的岩土体的物理力学性质,高频时,波长短,反映浅部信息。低频时,波长长,反映深部信息。在工作过程中,为达到勘探效果满足测量深度要求,通过试验的方式选择合适的排列长度及偏移距。

3 概况及地球物理特征

3.1 概况

该项目位于冀东北部山区滦河河道冲积区,地处燕山山脉之中,地势上多为河谷与山丘相间,地形起伏较大,地层岩性主要以第四系冲积、洪积、风化覆盖、燕山期变质岩为主,平均海拔106m。为快速准确查明该勘查区地层结构、基岩起伏等情况,采用综合物探方法结合钻孔验证进行综合勘探。

3.2 地球物理特征

根据区域地质及邻近工区钻孔资料显示,工区上层覆盖地层主要为第四系,岩性主要为杂填土、粉细砂与卵石;下伏基岩片麻岩。本区第四系厚度约20m,其视电阻率一般小于 $120\Omega\cdot\text{m}$,砂层横波速度一般小于250m/s,卵石横波速度一般在250m/s~360m/s。基岩视电阻率一般大于 $130\Omega\cdot\text{m}$,下覆基岩的横波速度一般大于360m/s。勘查区范围内各岩性层间存在明显电性弹性差异。为两种物探勘察手段同时提供了良好的地球物理前提条件。

4 工程资料解译与分析

4.1 勘探线布置与参数选择

按现场施工情况和工程进度要求,共布置4条物探剖面,其中L1与L3为物探综合剖面,剖面长度均为500m,测线间距100m,L2线为面波勘探剖面,与L1线平行布置,L4线面波勘探剖面为控制场地边界与综合剖面斜交布置,详见图1。

通过现场有效性试验分析,考虑勘查区地质复杂程度为达到勘探目的,本次工作电测深测量电极MN采用1m、5m,最大 $AB/2=74\text{m}$ 。面波勘探采样间隔 $100\mu\text{s}$,采样点数4096,接收检波器的固有频率4Hz,接收道数12道,道距1m,偏移距5m。

4.2 资料处理解译与验证

外业电测深资料处理通过Sufer软件原始采集数据录入、剔除坏点、滤波圆滑、绘图;面波勘探应用Geogiga Seismic Pro软件将各点频散曲线集合。最终形成综合剖面断面图,用从不同的物理特性差异推导地层岩性界面形态^[3]。

本次物探综合剖面反演解译论述如下:图2为主测线L3线综合剖面成果解译图,通过两种物探工作方法成果比较,地层信息显示直观,结合物性资料推断基岩界面形态较为平缓,深度约20m,界面视电阻率值约 $120\Omega\cdot\text{m}$,面波速度值 V_r 约为360m/s。上伏第四系地层中表层杂填土、砂层视电阻率值一般小于 $80\Omega\cdot\text{m}$,面波速度值 $V_r < 250\text{m/s}$,推断中间层为圆砾、卵石层,其视电阻率值在 $90\Omega\cdot\text{m}\sim 120\Omega\cdot\text{m}$,面波速度值 V_r 为250m/s~360m/s。结合地质调查和临近地区资料汇总揭示,本次勘查所推断的成果与资料显示较为吻

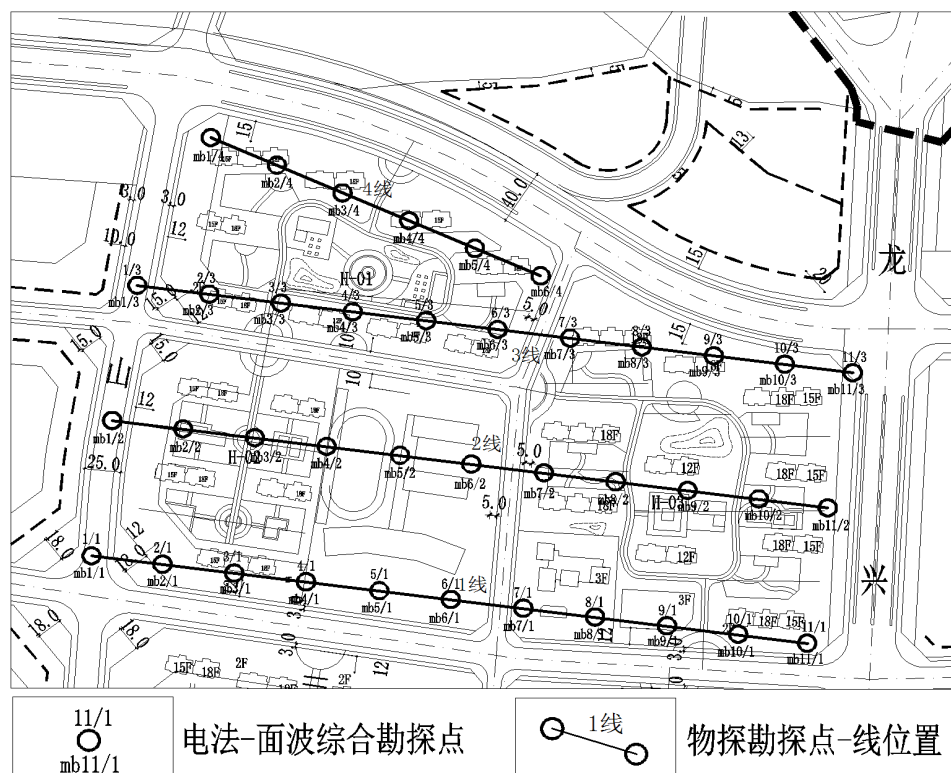


图1 勘查区物探综合剖面布置图

合, 河流冲积于此填充了大量的卵石、细砂, 下伏基岩形态由于风化作用表现为不均匀起伏。

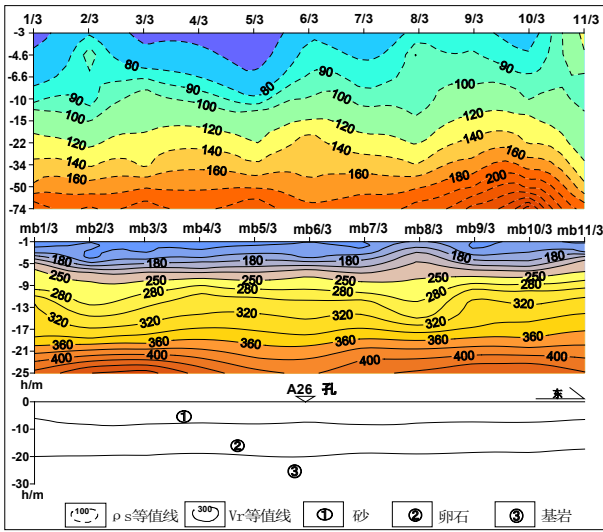


图 2 主测线 L3 线综合反演剖面成果图

L1 线剖面与主测线 L3 线平行布设, 位于其北侧 200m 处, 地层起伏形态大致与 L3 线相似, 说明场地范围内基岩界面起伏变化较小, 深度较稳定。表层第四系靠近河道附近较厚 (见图 3)。

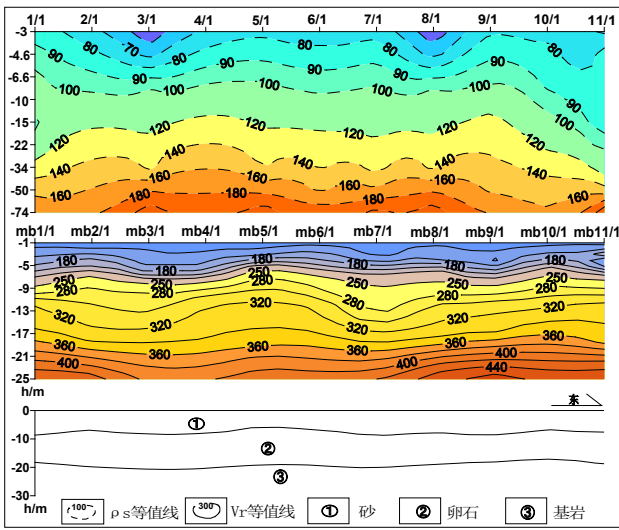


图 3 平行测线 L1 线综合反演剖面成果图

为验证物探综合剖面成果, 在主测剖面进行了勘察孔验证工作, 沿剖面方向自西向东依次布设 A1、A13、A26、A52 号 4 个钻孔。选取典型钻孔 A26 的资料与物探综合剖面对比可以看出 (见图 4), 地层结构与物探推断结果吻合, 各岩性层深度推断结果与验证结果基本一致, 最终钻探验证结果与物探两种勘查方法结论一致, 充分说明此两种物探方法运用在本次岩土工程勘察地层分析的精度和准确度较高, 结果可靠。

地层编号	地层名称	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	地层描述
①	杂填土		100.69	1.50	1.50		杂填土: 杂色, 松散状, 有砂性土和粉土组成, 含砾石块, 松散, 稍湿
②	粉细砂		98.29	3.90	2.40		粉细砂: 黄褐色, 长石, 石英均粒结构, 稍湿, 稍密, 局部有粉土夹层
④	圆砾		94.59	7.60	3.70		圆砾: 黄色, 饱和, 中密-密实, 圆砾以花岗岩和砂岩为主, 颗粒成分以花岗岩和砂岩为主, 中等风化, 次棱角形, 平均粒径 2-3mm, 最大粒径为 70mm, 粗粒砂充填
⑤	卵石		80.49	21.70	14.10		卵石: 杂色, 密实, 饱和, 卵石以花岗岩为主, 亚圆形, 平均粒径为 2-4cm, 最大粒径为 80cm, 粗粒砂充填, 级配良好
⑥	强风化片麻岩		75.19	27.00	5.30		强风化片麻岩: 灰褐色, 原岩, 结构大部分破坏, 矿物成分显著变化, 锤击钻进较困难, 冲洗液回钻钻进取出块状岩心, 岩心呈砂状, 随冲洗液冲出孔
⑦	中等风化片麻岩		72.19	30.00	3.00		中等风化片麻岩: 灰褐色, 结构部分破坏, 节理面有次生矿物, 风化裂隙发育, 冲洗液回钻钻进可取出短柱状岩心, 岩心采取率约 65% 左右

图 4 A26 钻孔柱状图

5 结语

①综合物探方法在岩土工程施工困难、地质结构复杂的条件下, 有较好的地层结构分析和基岩界面起伏形态成像探测的可行性。

②物探工作完成后进行少量的钻孔验证, 证实物探勘查的结论准确性和可信度。物探方法的合理利用可以提高测试效率, 节约勘察成本, 缩短工期^[4]。

③各种物探方法在运用时都要讲究地球物理条件和前提, 有针对性的布置勘察任务, 综合考虑到地质体与场地限制条件, 同时应考虑物探的多解性, 资料处理时再结合地质资料、钻孔资料才能获得较为客观的结论。建立起良好的相互对应、相互验证的关系, 才能在岩土工程勘察工作中取得较好的效果。

参考文献

- [1] 杨良权, 李波. 综合物探技术在园博园湿地垃圾坑勘察中的应用[J]. 工程勘察, 2013, 41(2): 88-95.
- [2] 郭鹏杰, 杨凤根. 高密度电法查明南京某工程基岩面起伏及构造变动的应用效果[J]. 勘察科学技术, 2015(6): 52-55.
- [3] 常铮. 物探在贵州某隧道岩土工程勘察中的应用[J]. 勘察科学技术, 2011(3): 62-64.
- [4] 吕耀志, 谭儒蛟, 徐鹏道, 等. 瞬态瑞雷面波技术在人工填土勘察中的应用[J]. 工程勘察, 2014, 42(1): 87-90.