

两种常规物探方法在探测河床覆盖层中的 试验研究

安 鑫

(新疆水利水电勘测设计研究院, 新疆 昌吉 831100)

摘要: 浅层地震折射、对称四极电测深是探测河床覆盖层常用的方法,但单一的物探方法都有它的适用范围和局限性。本文通过对典型工程实例进行总结,证明两种探测方法在地层波速和电阻率差异明显的地层可以相互验证,在地球物理参数差异不太明显的地层也可以相互补充。

关键词: 河床砂卵砾石层; 地震折射; 四极电测深; 钻孔验证

中图分类号: TU195+.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 04-0020-05

Experimental study on two routine geophysical methods to overburden layer exploration in river bed

AN Xin

(Xinjiang Survey and Design Institute of Water Resources and Hydropower, Changji 831100, Xinjiang)

Abstract: Shallow seismic refraction and symmetrical quadrupole electric sounding are commonly used in the detection of river bed cover. But single geophysical method has its own applicable scope and limitations. The typical engineering examples are summarized in this paper. These two methods using in the layers of different formation velocity and resistivity can validate each other, can supply with each other in the layers having no obvious difference of geophysical parameters too.

Key words: riverbed sand gravel; seismic refraction; quadrupole sounding; drilling test

1 引言

目前,查明河床覆盖层的方法主要有物探和钻孔,但在覆盖层上打钻的技术要求较高,难度大,而且对于大面积的勘探工作,钻探的勘探成本也比较高。利用物探方法对河床砂卵砾石层进行探测主要采用地震(反射、折射)方法、电测深法,由于单一的方法存在多解性,对于资料的解释存在一定的困难;电法可以探测具有一定埋深的覆盖层,且方法简单、经济,但易受地形影响定量效果

相对较差,特别是当接地条件差(地表含有冻土层、沙漠或干燥的砂卵砾石层分布,供电困难;地表有高阻屏蔽层时则需要加大电源功率),会影响电压或电流的观测精度,进而影响探测结果的准确性。浅层地震折射波法虽然可以比较经济快捷的解决 30 m 以上的覆盖层埋深问题,但是遇到地表的虚土层高频波容易衰减,且存在一定的盲区,当下覆层的波速低于上层的波速时也观测不到折射波。若利用两种或两种以上的物探方法进行综合解释,相互印证,可以在一定程度上提高物探

收稿日期: 2016-01-05

作者简介: 安鑫(1988-),男,助理工程师,主要从事水利水电工程物探工作。

的工作效率和精度。

1 勘探原理与技术

1.1 浅层地震折射

二层介质中($V_2>V_1$)折射波的传播如图 1 所示, 对于浅层地震折射而言, 在 O 点激发, 随着入射角的增大, 当入射角达到临界角 i_p 时, 将会沿 V_1 和 V_2 界面产生滑行波; 根据惠更斯原理, 滑行波的传播将会在上部介质中引发新的波动, 并传播到地面 M 被检波器接收到的就是折射波^[1]。

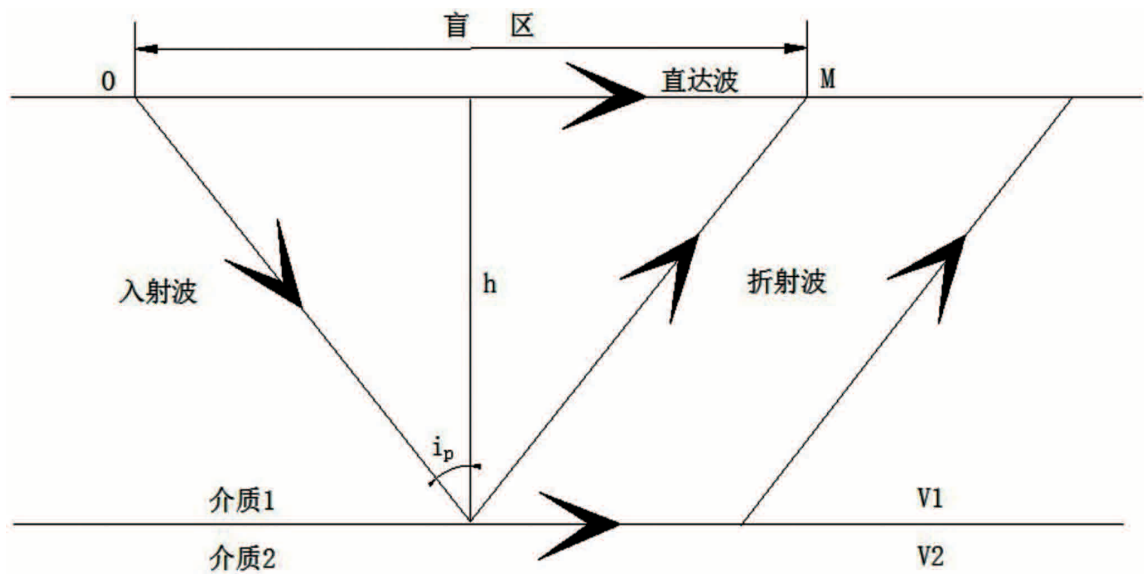


图 1 折射波的传播示意图

1.2 对称四极电测深法

电测深法是利用人工激发的直流电场在地下的传播规律, 在 O 点观测, A、B 为供电电极, M、N 为测量电极, 在同一测点, 随着 A、B 的不断增大, M、N 也成比例的增大, 勘探的深度也在不断加大, 所测得视电阻率 P_s 的变化也将直观的反映测点下方电性差异比较明显的岩体分布状况。图 2 为对称四极电测深装置^[2]。

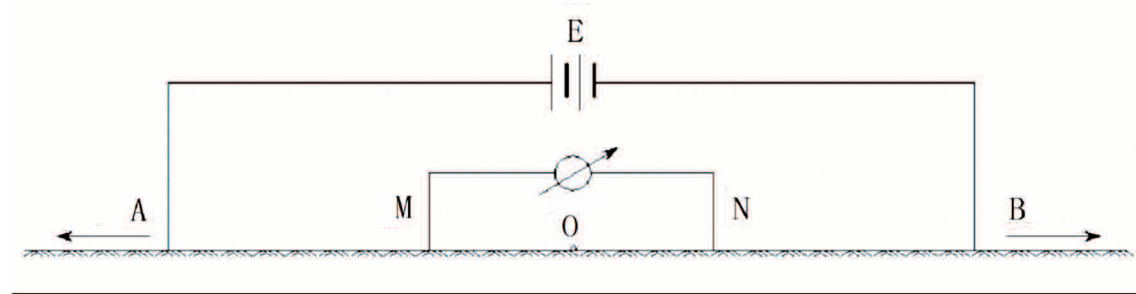


图 2 对称四极电测深示意图

2 工程实例

2.1 取水工程

工区(取水首部)位于一条宽约 200 m 的河床中间, 河床地层为第四系的砂卵砾石地层, 河床有小股常年流水, 河床两侧出露基岩为侏罗纪砾岩。

2.1.1 数据采集、分析与处理

(1) 地震折射波法外业采用相遇追逐观测系统, 检波器之间的距离为 10 m, 接收所用的检

波器频率为 38 Hz, 用人工重锤激发。对于采集的资料, 应用专用软件进行判读, 获得初值并用 AotoCAD 画出所测得时距曲线(见图 3), 然后用 t_0 差数时距曲线法进行解释。

地震勘探成果表明, 该取水首部地层的结构比较简单, 上部为 Q_4^{al+pl} 砂卵砾石层, 饱水, 颗粒较大, 纵波速度为 1550 ~ 1900 m/s, 厚度为 8.5 ~ 10.8 m; 下覆砾岩的纵波速度 2900 ~ 3200

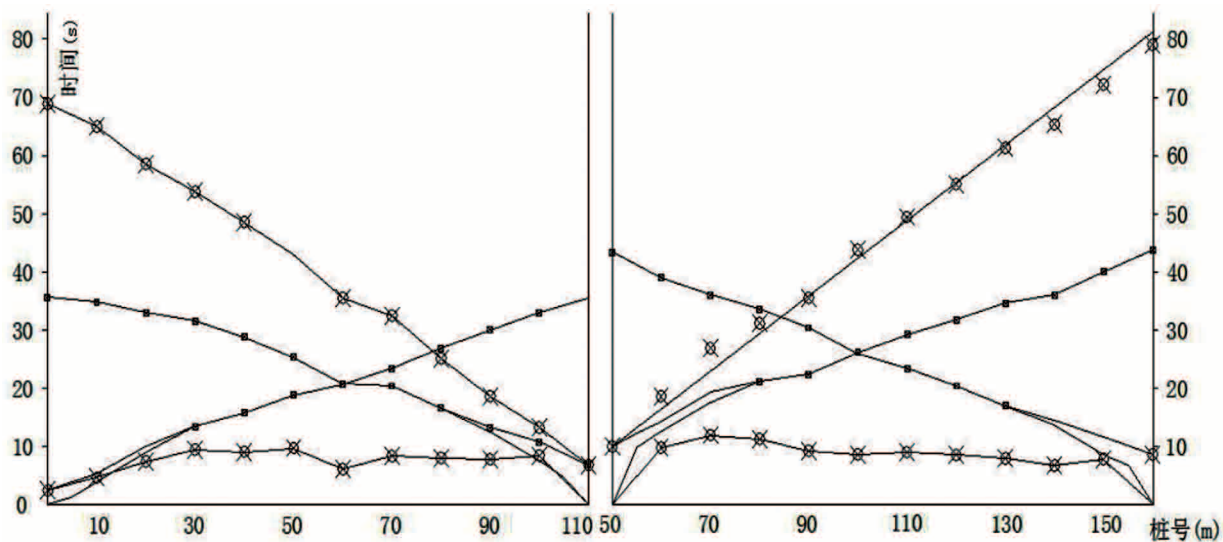


图3 试验段测线时距曲线图

m/s, 河床段基岩整体较平坦, 起伏不大。

(2) 电测深采用四极对称装置 $AB:MN=10:1$ 。测试最小 $AB/2=2$ m, 最大极距以所测得曲线类型完整并符合规范的要求为止。资料解译用理论曲线和实际曲线对比的量版定量解释和反映测曲电性变化的各种定性图件的定性解释, 获取地层的埋深及各地层的电阻率参数 (见图4)。第一层砂卵砾石的电阻率为 $200 \sim 950 \Omega \cdot m$, 厚度为 $8.0 \sim 10.5$ m; 下覆砾岩的电阻率为 $200 \sim 950 \Omega \cdot m$ 。

2.1.2 成果分析

根据地震折射和电测深解释的结果, 该取水口河床覆盖层的厚度在 9.0 m 左右, 河床主体起

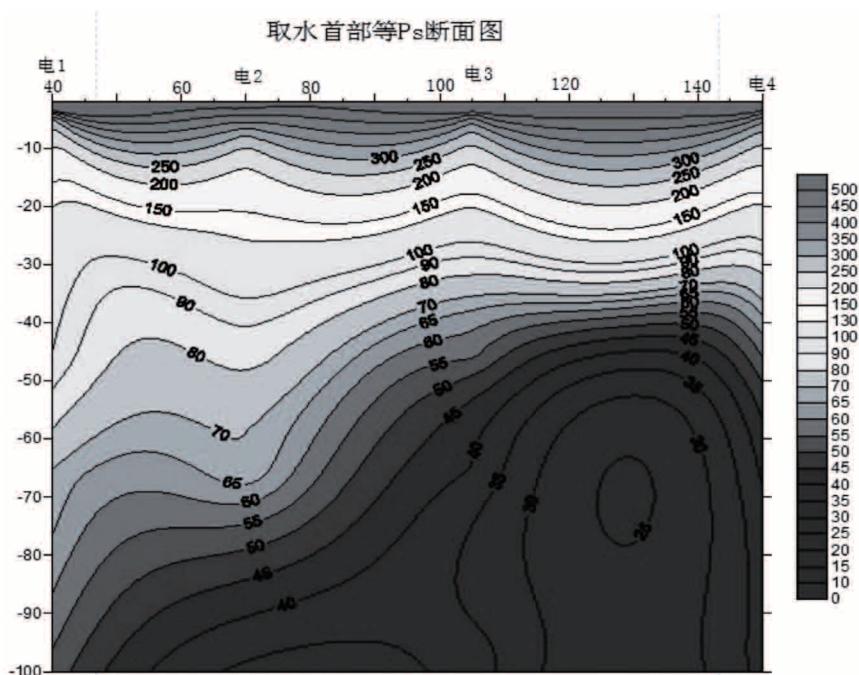
伏不大; 地质方在 $0+100$ 处布置了一个钻孔, 钻孔揭露的河床覆盖层厚度为 8.7 m, 与物探解释资料 8.4 m 的相对误差为 3% , 基本吻合, 探测成果基本客观真实 (见图5)。

2.2 跨渡槽工程

该工程位于山前倾斜平原区, 河床宽约 650 m, 河床左岸出露的为 $Q3$ 弱胶结地层, 右岸出露的为第三系肉红色砂泥岩, 要求物探查明河床覆盖层的厚度, 并找出 $Q3$ 和砂泥岩地层的分界线。

2.2.1 数据采集、分析与处理

(1) 地震折射波法外业采用相遇追逐观测系统, 检波器之间的距离为 10 m, 接收所用的检波

图4 取水口等 P_s 断面图

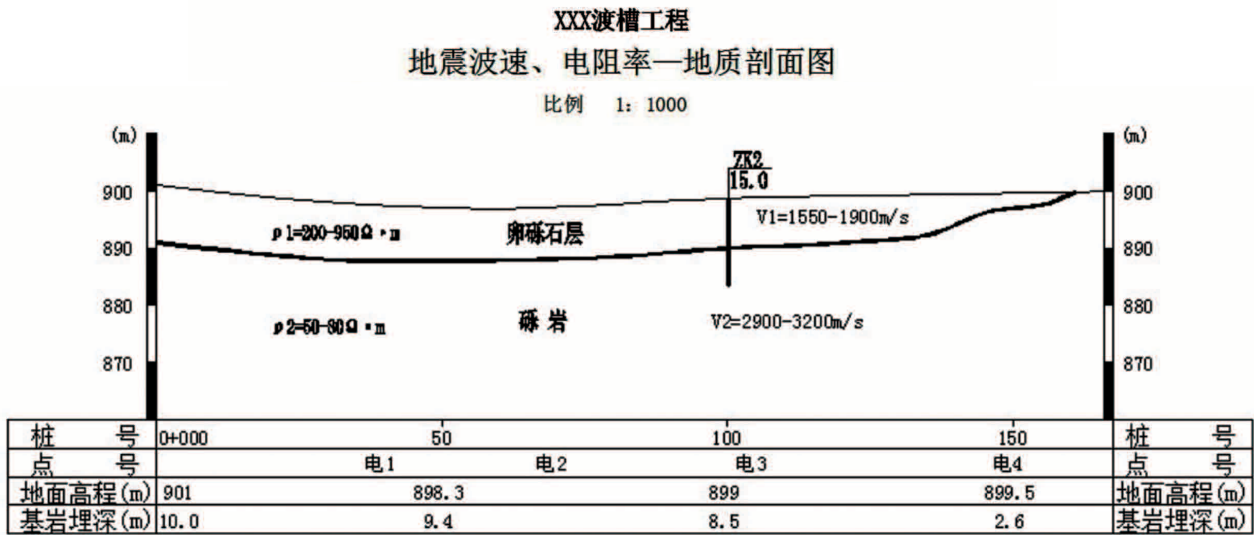


图 5 取水口物探成果剖面

器频率为 38 Hz, 用人工重锤激发。对于采集的资料, 应用专用软件进行判读, 获得初值并用 Aoto CAD 画出所测得时距曲线(见图 6), 然后用 t0 差数时距曲线法进行解释。

根据地震折射成果表明, 该河床地层在浅部可分为上下两层, 其中上部为 Q_4^{al+pl} 砂卵石层, 地层纵波速度为 800 ~ 1100 m/s, 厚度为 6 ~ 7 m; 下部地层纵波速度比较稳定, 在 2000 ~ 2070 m/s, 河床段基岩整体较平坦, 无明显的波速变化。

(2) 电测深采用四极对称装置 AB:MN=10:1。外业数据采集时 AB/2 的最小极距为 2.0 m, 最大极距以所测得曲线类型完整并符合规范的要

求为止。资料解译用理论曲线和实际曲线对比的量版定量解释和反映测曲电性变化的各种定性图件的定性解释, 获取地层的埋深及各地层的电阻率参数(见图 7)。第一层砂卵石层的电阻率为 350 ~ 1500 $\Omega \cdot m$, 厚度为 6.0 ~ 7.0 m; 下部地层的电阻率变化较明显, 以 0+450 桩号为分界线, 小桩号为 Q3 地层, 电阻率值在 150 ~ 200 $\Omega \cdot m$; 大桩号段为砂岩, 电阻率值在 40 ~ 60 $\Omega \cdot m$, 且岩层接触面呈陡立状。

2.2.2 成果分析

根据地震折射和电测深解释的结果, 沿渡槽河床覆盖层的厚度在 6.0 ~ 7.0 m 左右, 河床主体

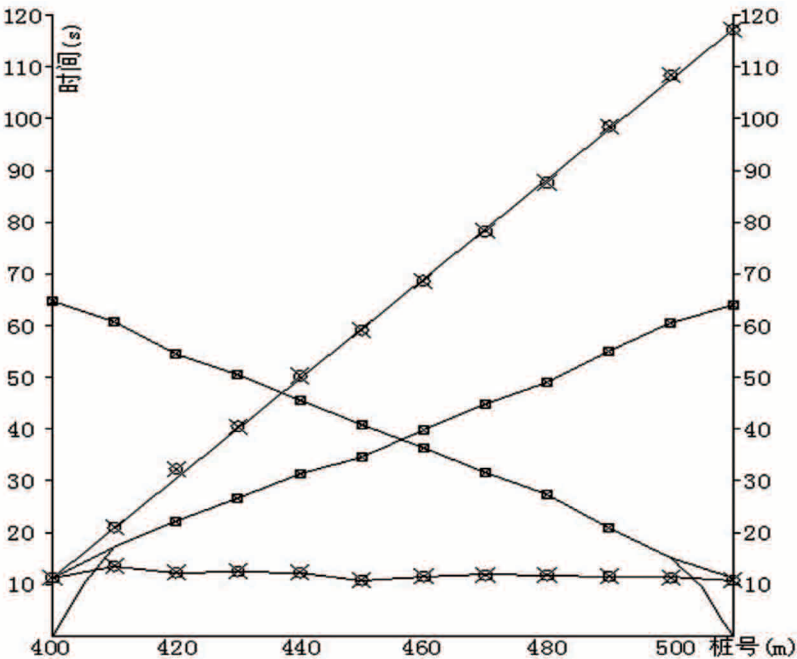


图 6 试验段测线时距曲线图

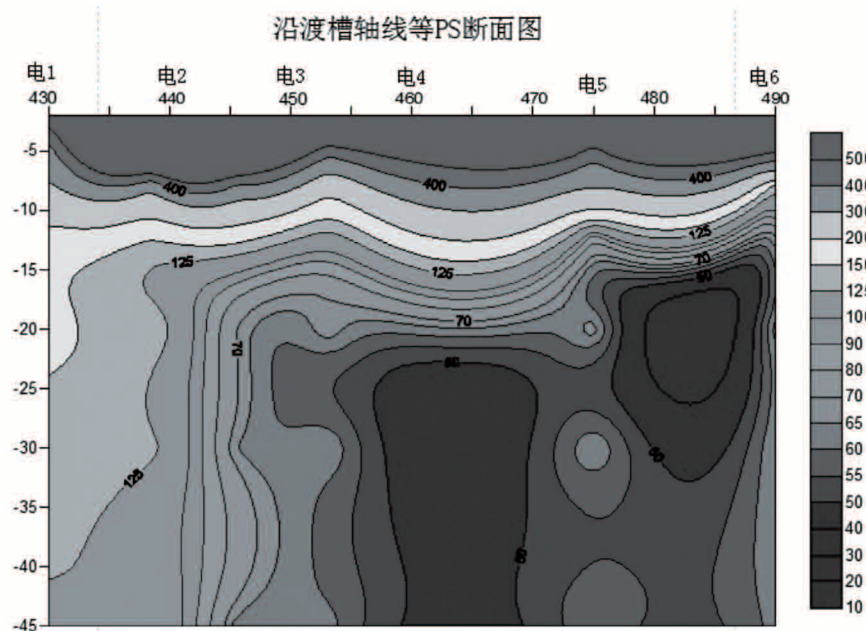


图 7 取水口等 Ps 断面图

起伏不大;在以 0+450 桩号为断层面,虽然地震波速区别不大,但电性参数反映很明显。后经钻孔和开挖验证,该桩号确实为 Q3 和砂岩的断层接触面,物探成果真实可靠(见图 8)。

电性差异小而引起的物探解释所存在的多解性问题,并通过钻孔验证,证明本次试验方法布置是合理的,勘察结果是准确的,完全满足工作任务的勘探要求。

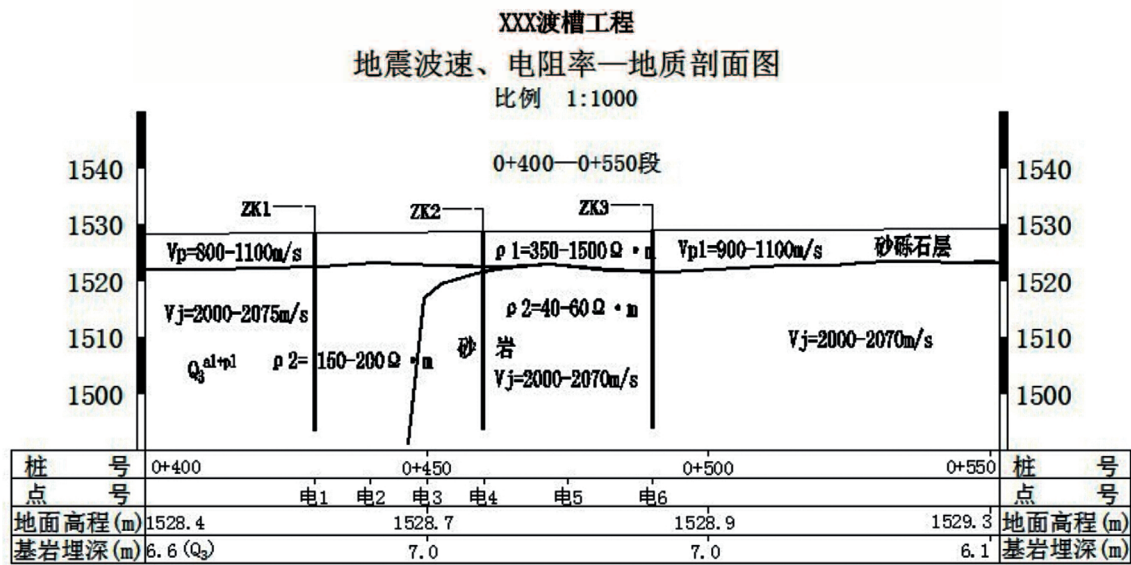


图 8 取水口物探成果剖面

3 结论

浅层地震折射波法能准确的查明砂砾石层的厚度和基岩埋深,对称四极电测深法对有电性差异的地层能够有较高的分辨率。本次实验将浅层地震折射波法和对称四极电测深法成果用于河床覆盖层探测,解决了由于地层波速差别不明显或

参考文献:

[1] 王奇.《浅层地震折射波法在工程应用中的研究》[D]. 成都理工大学硕士学位论文, 2010-05.

[2] 雷宛,肖宏跃,邓一谦,等.《工程与环境物探教程》[M]. 北京:地质出版社, 2006: 215-218

(责任编辑:王宏伟)