

物探工作在青海省乐都、民和等严重缺水

地区地下水勘查中的效果

寇玉才

(青海省地质调查院)

1. 概述

乐都、民和盆地位于青海省最东部，东与甘肃省的海石湾（属民和盆地）毗邻，西与西宁盆地相接，北临达板山东端，南依拉脊山中段北麓。是青海省的主要工、农业生产区，这里重镇广布，居民点分布甚广，人口集中，工、农业生产较为发达。对水资源的需求量日益增大，尤其是部分新建厂矿供水问题十分紧迫，部分浅山地区人、畜用水十分困难，很多居民仍吃窖水。虽然湟水河由西向东贯穿乐都、民和盆地，但是湟水河流经西宁盆地后，工业污水对湟水河水的污染严重，导致湟水河流域两岸工、农业生产不能利用，人畜不能饮用。这些地区是黄土红层分布区，地形切割破碎，水土流失严重，气候干旱，缺水现象十分严重，已经制约了工、农业生产的发展。自 1959 - 1997 年近 30 年间有不同地质单位先后进行了不同地段、不同目的、不同比例尺的地质、水文地质工作，积累了丰富的地质、水文地质资料，为本次调查奠定了基础。从以往调查资料来看，调查采用的方法手段单一，未充分利用物探方法，在具体布置钻孔时有困难，多数钻孔未打出水来。本次调查采用多方法配合，在认真分析、研究以往水文地质资料的基础上，进行野外水文地质调查，选定富水有利地段，在此投入有效的物探方法，了解该区含水层位及其厚度、深度。为钻探工程确定孔位物探发挥了重要作用。2001 年度在该区施工的七个钻孔（ZK01-07）中均见水，找水效果显著，在该区找水取得了突破性进展，受到了当地政府和群众的好评，取得了良好的社会效益。

2. 地质、水文地质概况及其地球物理特征

2.1 地质特征

该区大地构造位置属于祁连加里东褶皱系拉脊山优地槽带。区内岩浆岩、断裂十分发育，局部发育白垩纪-第四纪陆相断陷盆地。区内第四纪地层主要是中更新世以来的风积物、冲积、冲洪积及冰水堆积物。

2.2 水文地质及其地球物理特征

根据地下水赋存条件、分布规律、水理性质及水动力特征，将测区地下水类型划分为四种主要类型：松散岩类孔隙潜水、碎屑岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩类

裂隙岩溶水和基岩裂隙水。

2.2.1 松散岩类孔隙潜水

松散岩类孔隙潜水有河谷区砂砾卵石层潜水、低山丘陵黄土及砂砾石层潜水。

河谷区地下水主要分布于湟水河及其支流的河漫滩与Ⅰ-Ⅱ级阶地内。赋存于砂砾卵石中的潜水与河水有着密切的水力联系。部分地段Ⅱ级阶地及其以上高阶地，受河流强烈切割，储水构造普遍遭到破坏，成为弱含水层或非含水层分布地带。该类型地下水位埋藏深度在河漫滩及Ⅰ级阶地内小于5m，Ⅱ级阶地内在5-20m间，Ⅲ级阶地多在20-30m间。含水层厚度受地貌条件控制，较厚地段往往是古河道。该含水层的视电阻率200-400 $\Omega\cdot m$ 左右，呈中高阻、较大半衰时电性特征。

低山丘陵黄土及砂砾石层潜水，该类地下水主要受气候、地貌及岩性等因素影响。在降水量大于400mm的低山丘陵区，潜水呈大面积连续状态分布；在降水量小于400mm的梁峁低山丘陵区，潜水只发育于沟谷，尤其是沟脑的掌形地地段。埋深和分布与黄土地貌及下伏基底性质、深浅、形态以及遭受侵蚀的程度有关。

2.2.2 碎屑岩类孔隙裂隙水

根据地下水分布特征及储水条件，可将碎屑岩类孔隙裂隙水分为潜水和承压自流水两种类型。

在盆地边缘及中央广泛裸露的碎屑岩层及风化裂隙内赋存着孔隙裂隙潜水。

碎屑岩类孔隙裂隙承压自流水在乐都、民和盆地均有分布。

2.2.3 碳酸盐类裂隙岩溶水

测区内碳酸盐岩多属下元古界湟源群东岔沟组大理岩和上元古界花石山群北门峡组结晶灰岩、白云岩和大理岩。在民和史纳北沟分布的东岔沟组岩性为砂糖状大理岩，溶洞发育，岩层破碎。

2.2.4 基岩裂隙水

测区内基岩裂隙水主要赋存于前侏罗系变质岩及加里东期侵入岩的风化裂隙、构造裂隙中，在不同地貌、岩性、构造条件下，地下水富水性极不均匀，埋深相差悬殊。该类型地下水水质良好，矿化度低，多为 HCO_3-C_a 型水。

上述三种类型含水层的电性特征是相对低阻或高极化、较大半衰时。

3 物探采用的方法技术

物探工作方法选择：根据以往找水经验，选择寻找地下水最有效的视电阻率

测深法、激电测深法为主要方法，辅以联合剖面法、瞬变电磁测量；观测参数为视电阻率、视极化率、半衰时等。工作电极距视各工区地质、地形及工作目的不同而灵活选用。电测深（AB/2）最大为 1000m，最小为小于第一层厚度。联合剖面法也使用两种极距进行观测。根据观结果来划分含水层，确定含（隔）水层位置和厚度，了解构造破碎带及其产状、为钻探定位提供依据。

4 物探工作效果

物探方法在乐都、民和盆地严重缺水区了解含水层的分布范围、确定含水层的厚度、深度；推断基底埋深、划定断层破碎带；确定钻孔位置等方面发挥了重要作用。现择其中乐都县城台乡新庄村物探方法找水效果一例介绍如下。

在乐都县城台乡新庄村布置物探剖面一条，长 4.48Km,剖面编号为 W1，剖面方位 33°，在该剖面上做了激电测深 11 个点，同时，又做了对称四极法剖面；另外近于垂直该剖面 152 点处做了一条长 1.2Km 的对称四极法剖面,剖面编号为 W3，剖面方位近东西向。

本工区的工作目的层是第四系砂砾石含水层。该层的视电阻率为 200-400 左右（相对高阻）。通过激电测深了解，各点测深曲线基本表现为 K 型。现择其中 152 点/W1 测深曲线进行反演，经反演计算:相对高阻层（砂砾石含水层）的顶板埋深 2.4m，底板埋深 8.2m，含水层厚度 5.8m; 半衰时(曲线)在该深度范围内有明显增加（表 1）。从整个剖面上测深曲线进行反演的情况来看,相对

表 1 新庄 152/W1 号点电测深反演解释及钻探结果对照表

层号	厚度（m）	层底深度（m）	电阻率值（·M）	推断结果	钻探（ZK01 孔）结果（m）		
					层底深度	厚度	岩性
1	0.6	0.6	62.3	砂土层	2.00	2.00	含砾亚砂土
2	1.8	2.4	225.1	砂层			
3	5.8	8.2	395.2	砂砾石层（含水层）	8.8	6.8	砂卵砾石（含水层,水位 3.8 米）
4	> 166.4	> 250	52.7 - 37.6	含砂砾泥岩层	9.0	0.2	含砾亚粘土
					15.0	6.0	砂卵砾岩
					23.30	8.3	含卵砂砾岩

高阻层（砂砾石含水层）的顶板埋深一般在 1.2m - 3.2m，底板埋深 2.3m - 9.1m。同时，半衰时参数在该深度范围内有明显增加的趋势。由此推断，此相对高阻层即为含水的砂卵砾石层。从图 1 可见，从 69/W1 号点—175/W1 号点之间近 2Km

的范围内，含水层（砂卵砾石层）厚度变化不大，其厚度基本在 10m 左右。在东西方向上，根据对称四极剖面 W3 的观测结果来看（图 2），其高阻层分布范围及最富水地段（即 TH 参数高值区）东西宽度约为 120m，W1 剖面刚好从其最厚的部位穿过。

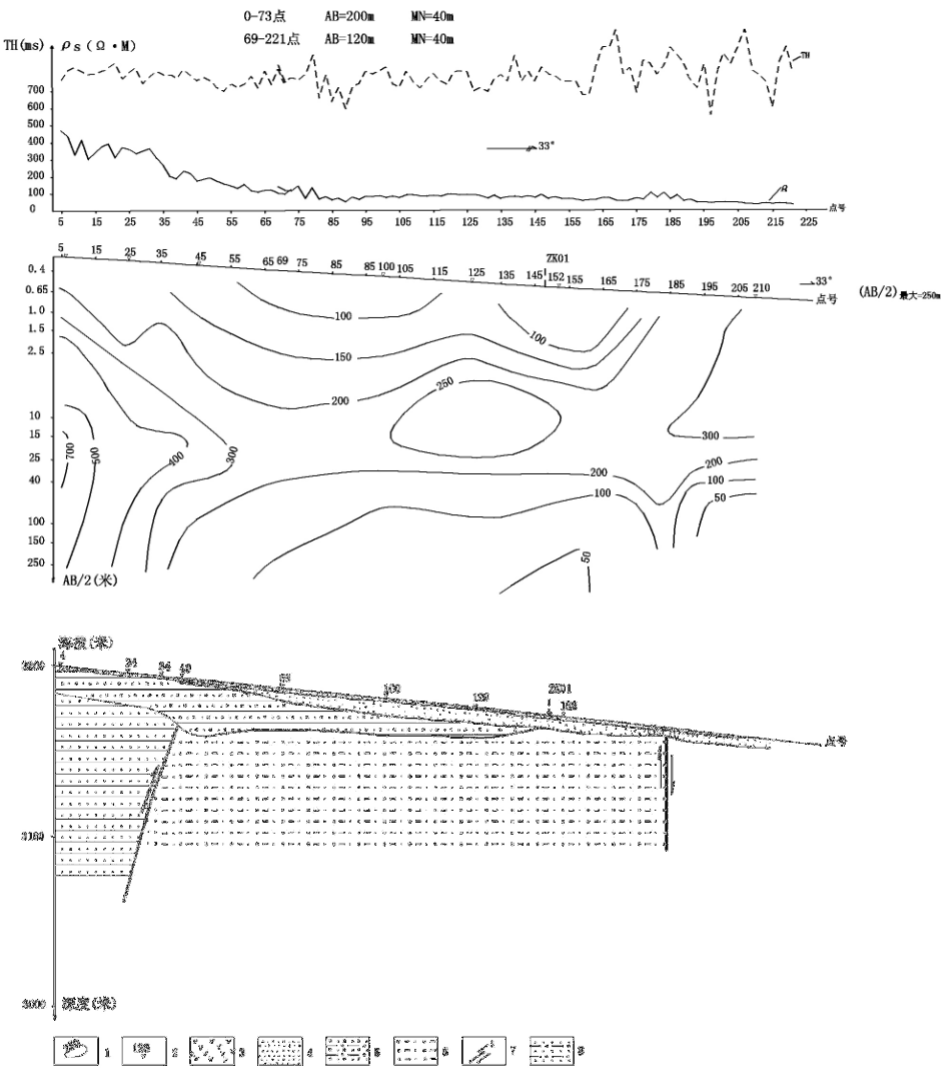


图 1 3乐都县城台乡新庄村W₁剖面电测深地电断面图

1. 砂 2. 砂卵砾石 3. 砂卵砾石(含水层) 4. 含砾砂层
5. 含砾砂层 6. 含砾砂层 7. 全新统层 8. 高阻砂层

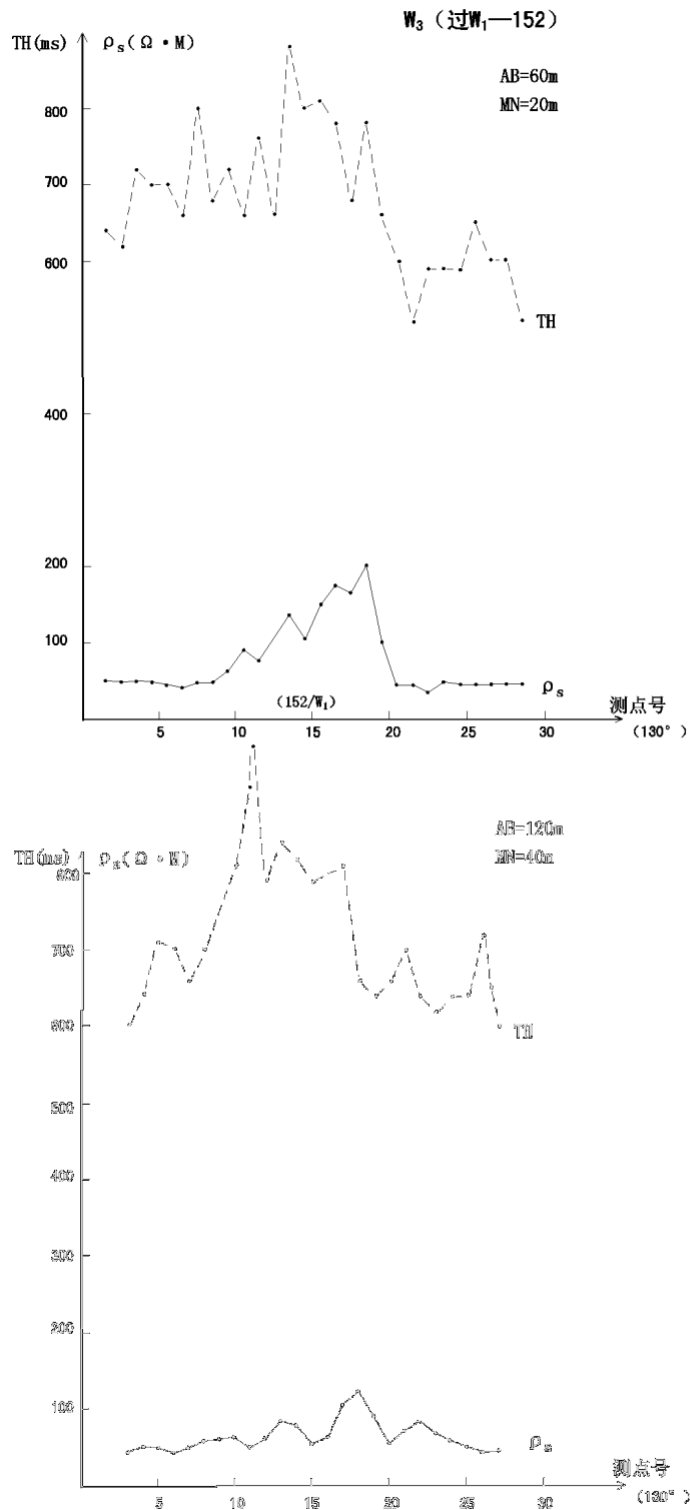


图 2 乐都县城台乡新庄村 W_3 剖面对称四极 ρ_s 、TH曲线图

根据以上推断及从施工条件、供水区范围等方面考虑,将孔位定在了 148/W1 号点处。

经钻探 (ZK01 孔) 验证: 含水层深度为 2.0m-8.8m, 厚 6.8m; 水位埋深为

3.8m (表 1), 与测深结果基本相符。

另外, 根据视电阻率测深断面图上反映出两处电性分界面 (图 3): 第一处位于 35/W1 号点, 电性由高阻突变为低阻, 据此推断该地段有断裂带存在。

第二处电性分界面位于 185/W1 号点附近, 电阻率曲线发生变化, 故推断该处也有断裂带存在。

综上所述, 在乐都、民和盆地严重缺水七个工区用物探方法指导找水取得了非常好的效果, 并取得了良好的社会效益。

5 结束语

通过此次找水工作总结, 我们发现在一个地区开展找水工作, 首先应充分收集该区以往地质、水文地质、地球物理、地球化学、遥感等资料, 认真分析、研究, 在综合研究的基础上, 选择找水靶区, 再到实地进行水文地质调查, 结合实际情况合理部署各项工作, 配合有效的物探方法, 进一步了解含水层的分布范围、确定含水层的厚度、深度; 推断基底埋深、划定断层破碎带; 确定钻孔位置; 提高钻孔命中率及找水效果。乐都县城台乡新庄村物探方法找水取得了良好效果, 就是其中物探方法找水成功的一个例证。

参加此次野外物探调查工作的人员有蔡秉源、俞吉英、唐卫军、程洪明、范长安等。蔡秉源负责完成了资料整理工作。

