

激电找水资料处理解释软件系统及其应用

杨进

摘 要 简要介绍了激电找水资料处理软件系统的设计思路、框架结构、程序功能和系统软件使用的方法和技术,最后给出应用实例说明了软件系统的使用效果。

关键词 激电找水;资料处理;软件系统

THE DATA-PROCESSING AND INTERPRETATION SOFTWARE SYSTEM FOR IP WATER EXPLORATION AND ITS APPLICATION

Yang Jin

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract This paper makes a brief description of the data-processing software for IP water exploration, the train of thought of its designing, its framework, its program function and the method and technique for its utilization. Practical examples prove the software system to be effective.

Key words IP water exploration; data-processing; software system

随着工业生产的大规模发展,人类生活水平的逐步提高,人们对地下水资源的需求也逐年增大。然而就地下水资源来说,国内面临的形势非常严峻。据1991年调查资料表明:全国479个城市中有300多个城市缺水,100多城市严重缺水,全国城市日缺水量1 000万 m^3 。仅此1项影响工业产值1 200亿元。我国作为一个水资源并不丰富的国家,净水正在逐年大幅度地减少。因此,地下水资源的勘探、开发是当前面临的新任务。激电法^[1, 2]找水是近年来发展起来的找水新方法,在我国已得到广泛应用,并取得了一定的社会 and 经济效益。虽然在激电法找水的基本原理、方法理论、仪器装备等方面做了一些研究工作^[3],但在激电找水的资料处理解释方面仍不同程度地存在着一定的不足。在计算机已广泛普遍应用于生产、科研及各个领域的今天,目前国内外尚未有一系统、完整、实用和面向技术人员的软件系统对激电找水资料进行管理、处理、成图和反演解释。找水工作者对激电找水资料的处理和解释仍存在着问题和困难。十几年来,我国在西部山区打成深、浅井2万眼,这对解决人、畜吃水问题及工农用水、改变山区经济面貌起到了积极的作用,但是由于山区地质条件复杂、物探资料处理解释手段落后等因素的影响,出现了不少废井(这些井每眼少则十几万元,多则几十万元),给本来就很贫困的山区人民造成了很大的经济损失。为了提高野外实测资

料的处理及解释工作的效率和地质效果，为了便于资料的存贮、管理、交流和利用，应找水工作者的要求，我们研制了激电找水资料处理解释全汉化软件系统。

1 资料处理解释软件系统的主要内容

激电找水软件系统〔4〕主要包括正演模拟、反演解释、线性回归分析和图形处理〔5〕。

正演模拟是根据体极化条件下等效电阻率的概念或利用Cole-Cole模型所表示介质时域极化响应的极化二次电位表达式，对对称四极测深和五极纵轴测深装置计算水平层状介质的视电阻率、视极化率、视衰减度和视激发比。反演解释主要是在定性解释的基础上，为了得到目标体的几何特征，确定各电性层电学性质和其它有关信息，需要对实测资料进行定量解释。激电资料定量解释的方法分门别类，多种多样，这里只给出迭代解释方法的经验法、最优化法（改进的阻尼最小二乘法）。线性回归分析方法是在一元线性回归分析、多元线性回归分析和偏F检验法的基础上，用激电参数预报单位涌水量的相关分析方法。图形处理主要包括剖面曲线（实测测深曲线、K剖面曲线、联合剖面曲线等）、图形数据的网格化、断面等值线图、资料解释成果图的绘制。

2 系统的框架设计和使用功能

2.1 软件系统菜单结构（表1）

表1 激电找水数据处理解释软件系统汉化示意菜单

系统环境	数据处理	正演处理	反 演 解 释	图 形 处 理	图 形 输 出
使用手册	仪器输入	四极测深	经验法反演	绘制剖面曲线图	设置打印机号
维护工具	数据转换	五极测深	最优化法反演	图形数据网格化	显示与打印图
装入拼音	格式转换	其它测深	线性回归分析	绘拟断面等值线	自定义图输出
装入五笔	编 辑 器		其它方法反演	绘视地电断面图	
退出输入				绘制解释柱状图	
退出系统				绘目标地电断面	
				绘自定义图	
		计算 $\rho_s M_s$		曲面样条网格化	
		$\rho_s M_s J_s D_s$		最小二乘网格化	

2.2 软件系统功能

2.2.1 软件系统环境的基本功能

系统使用说明提供了用户使用帮助，系统维护工具能实现窗口下的文件拷贝、文件删除、文件浏览、文件编辑、文件改名等。汉化编辑器既可在西文状态下编辑，也可在中文状态下编辑。汉字输入可采用拼音输入法或五笔字型输入法。它可实现多窗口、多文件同时编辑。同时用户可根据自己的需要自定义编辑命令，进行二次开发。

2.2.2 数据输入功能

仪器数据传输是指把实测数据从电测仪器传输到计算机，然后把传输数据转换成激电找水软件系统的统一格式。手工输入数据是用本系统编辑器把手工记录的实测数据按照规定的数据格式输入到计算机形成数据文件。

2.2.3 正演计算功能

本系统可计算不同极距条件下各种物性层状介质中对称四极测深曲线和不同极距条件下各种等轴状体介质中五极纵轴测深曲线。可计算视电阻率 ρ_s 、视极化率 M_s 、视衰减度 D_s 、视激发比 J_s 和视半衰时 S_t 。

2.2.4 反演解释功能

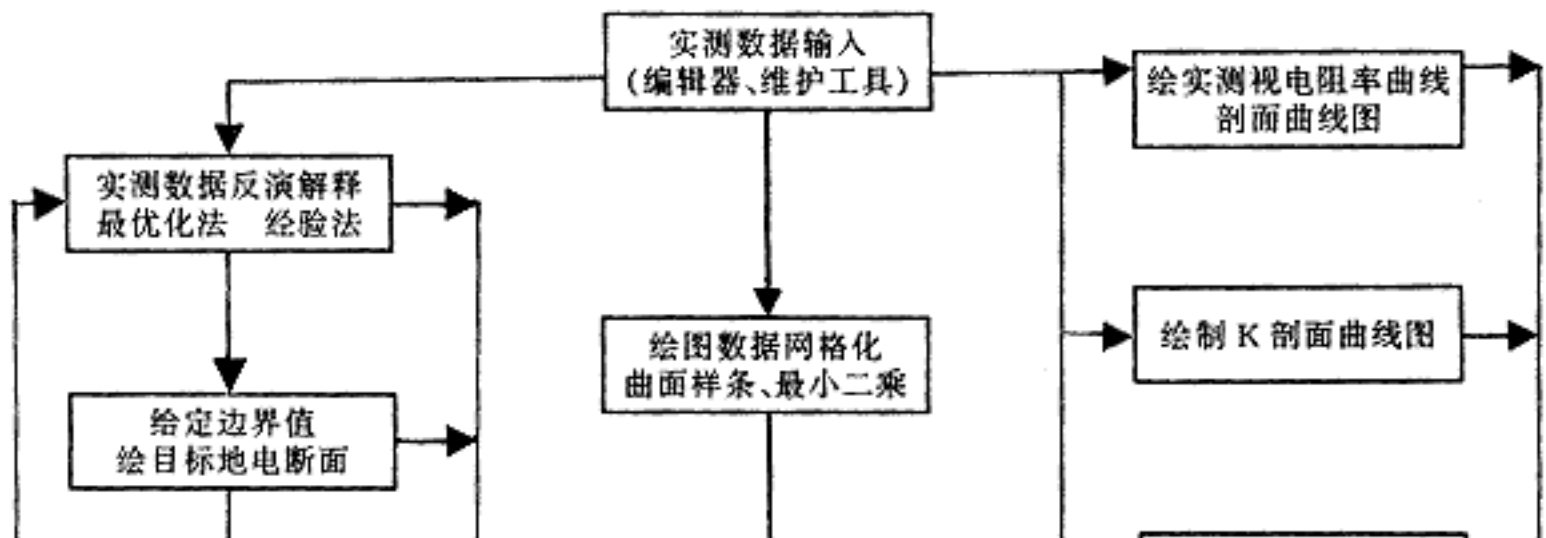
该系统反演解释可采用改进的阻尼最小二乘法反演和经验法反演，线性回归分析主要用于有部分已知井位的地区找水时，利用已知井位的电参数和已知井的单位涌水量求出多元回归方程，然后通过实测电法资料预报所测井的单位涌水量。

2.2.5 图形处理和图形输出功能

剖面曲线绘制模块主要绘制实测激电测深曲线图、K剖面曲线图和联合剖面曲线图。断面等值线图绘制包括图形数据网格化(曲面样条网格化和最小二乘网格化)、拟断面等值线、视断面等值线、实测数据解释柱状图、目标地电断面。图形输出主要有图形的屏幕输出和打印机输出。

3 激电找水软件系统的应用

3.1 激电找水资料处理解释流程



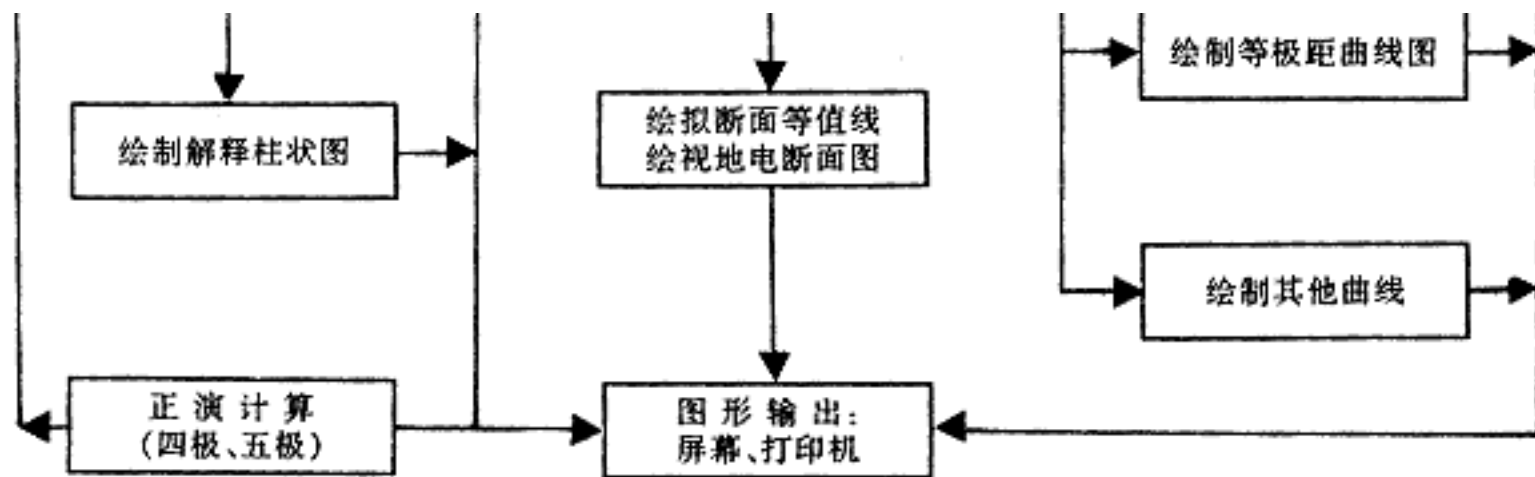
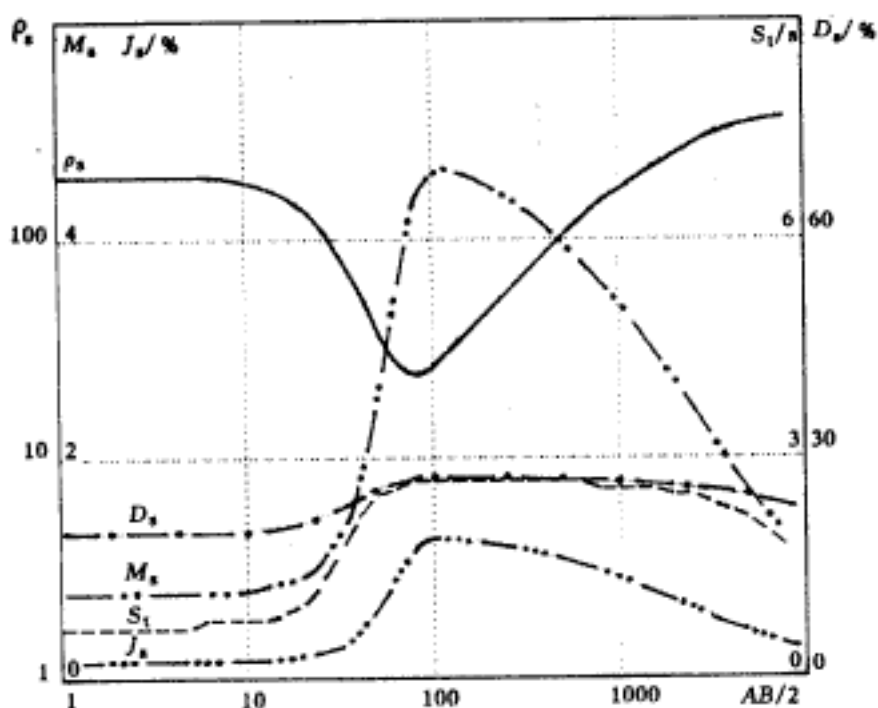


图1 激电找水资料处理解释流程

3.2 理论计算实例

对水平层状介质条件下对称四极测深和非层状介质条件下五极纵轴测深进行了正演模拟计算。在对称四极测深中, 3层地电断面的电阻率分别取 $\rho_1=200 \Omega \cdot \text{m}$, $\rho_2=10 \Omega \cdot \text{m}$, $\rho_3=400 \Omega \cdot \text{m}$, 层厚度为 $H_1=20 \text{ m}$, $H_2=50 \text{ m}$, 极化率分别取 $M_1=1 \%$, $M_2=5 \%$, $M_3=1 \%$, 时间常数分别取 $T_{01}=1 \text{ s}$, $T_{02}=2 \text{ s}$, $T_{03}=1 \text{ s}$, 相关系数分别取 $C_1=1$, $C_2=3$, $C_3=1$ 。图2给出了视电阻率 ρ_s 、视极化率 M_s 、视衰减度 D_s 、视激发比 J_s 和视半衰时 S_t 异常曲线的特征。五极纵轴测深中, 已知球状极化体半径 $r=20 \text{ m}$, 中心埋深 $H=30 \text{ m}$, 供电电极距 $L_{AB}=100 \text{ m}$, 供电点A距目标体中心的水平位置 $L_{AO}=0 \text{ m}$, 测点位置 $Y_n=30 \text{ m}$, 图形给出了一定地电参数条件下的异常曲线特征。图4说明了实测曲线反演的拟合精度和反演结果, 图5是反演结果相应的柱状图。



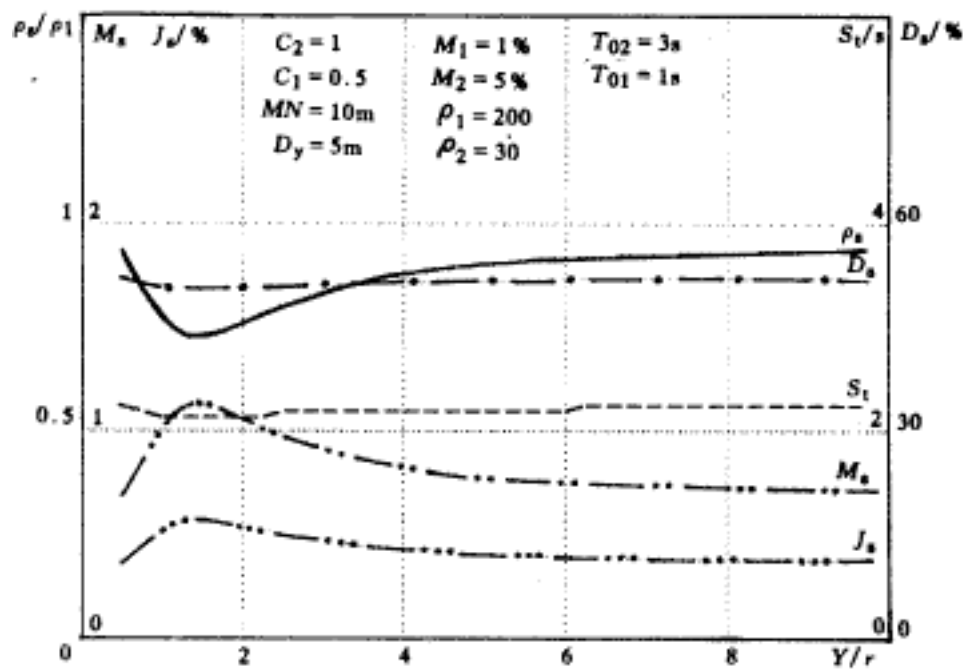
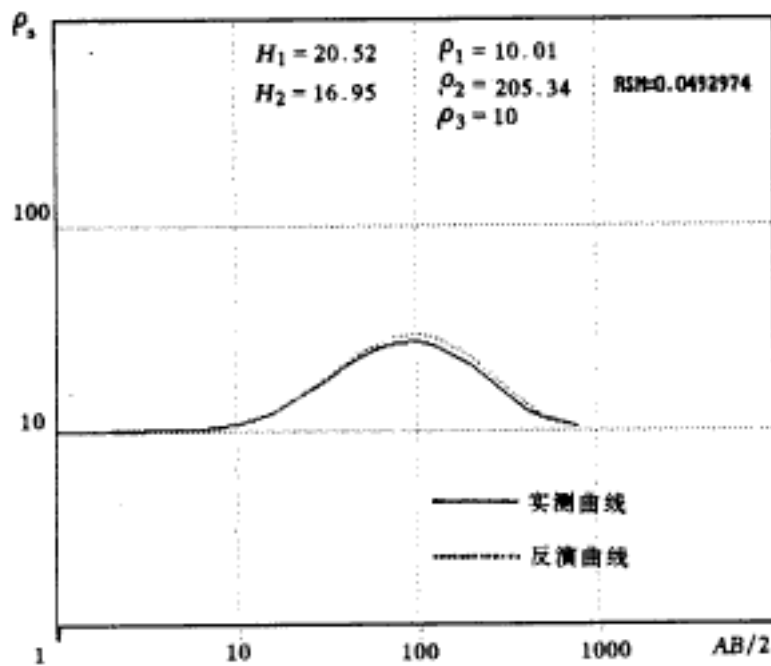


图2 对称四极测深曲线

图3 五极纵轴测深曲线



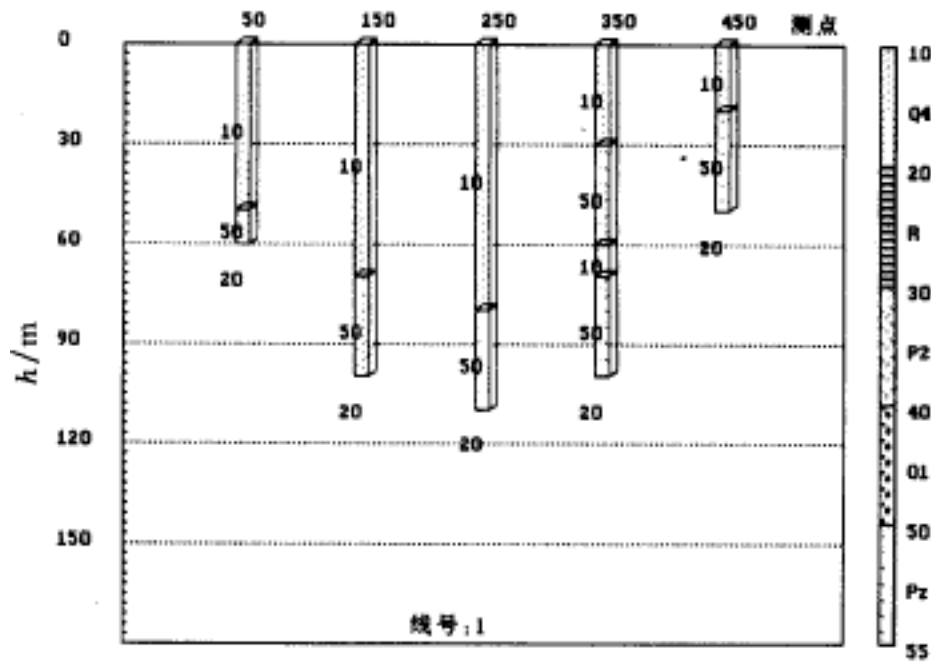


图4 实测曲线和反演解释曲线

图5 电测深曲线解释柱状断面

3.3 实际找水数据处理实例

山西平遥卜宜村位于平遥县东南12.5 km处的朵朵岭北坡黄土丘陵地带，人畜生活用水严重紧缺。特别是近几年来，天气干旱，地下水位下降，人们生活用水相当困难。农田水利是靠天吃饭。前几年曾在该村陆续打了7眼井（约500 m深），仅2眼井见水（水量不大）。后在村东、西各打一眼井（约400 m深，见基岩），全都无水，给本来贫困的山村人们造成严重的经济损失。因此，该村迫切需要打1口水井，解决人、畜用水和农田灌溉的困难。

该区地处黄土高坡上，海拔1 200 m，为构造剥蚀的中低山区。岩性主要为二叠系上石盒子组的砂页岩互层。构造较为发育，以北东—东南构造为主要构造格架，伴生有垂直构造线的次生构造控制着本区的地下水分布状态。因此该区具有构造裂隙水赋存条件。区内地层大致可分为3层：上层为第四系覆盖层，中间层为砂页岩互层，下层为基底灰岩。各层岩性具有明显的电性差异，具有物探找水的前题。

根据工作的目的，结合本区的实际地形条件，采用山西平遥卜宜仪器厂生产的JJ-3型激电仪，在岭北黄土高原区布置了3条测线15个测点进行实地测量。

在取得实测原始数据的基础上，采用激电找水资料处理软件系统分别绘出了各种定性图件（第3测线见图6~9）。分析这些图件认为该区有2条断层：主断层为东西向的正断层，断层倾角60°，断距500 m，大致位于1，5，10号测点的连线上；次一级断层为东西向的正断层，大致穿越3~4，7~8，13~14测点之间。根据 ρ_s ， η_s 等值线图，结合本区水文地质条件，认为该区7，12测点为地下水富集的有利地段。在定性分析的基础上，对测深曲线进行解释得出7测点第四纪覆盖层40 m，地下水位约50 m，建议钻井深度250~300 m。12测点（172 m处）第四系覆盖层厚70 m，地下水位约50 m，建议钻井深度250~300 m。

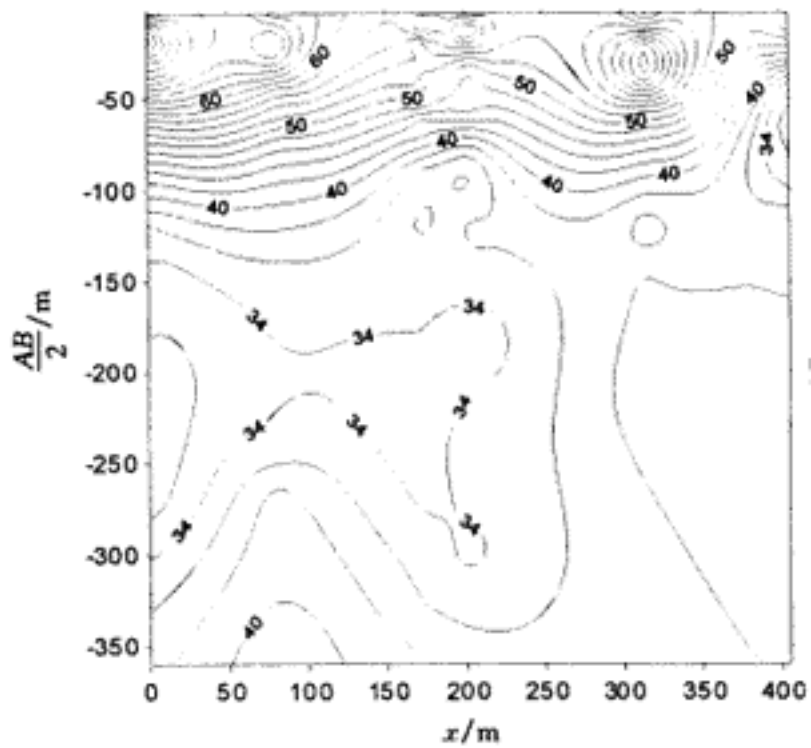


图6 实测 ρ_s 拟断面等值线

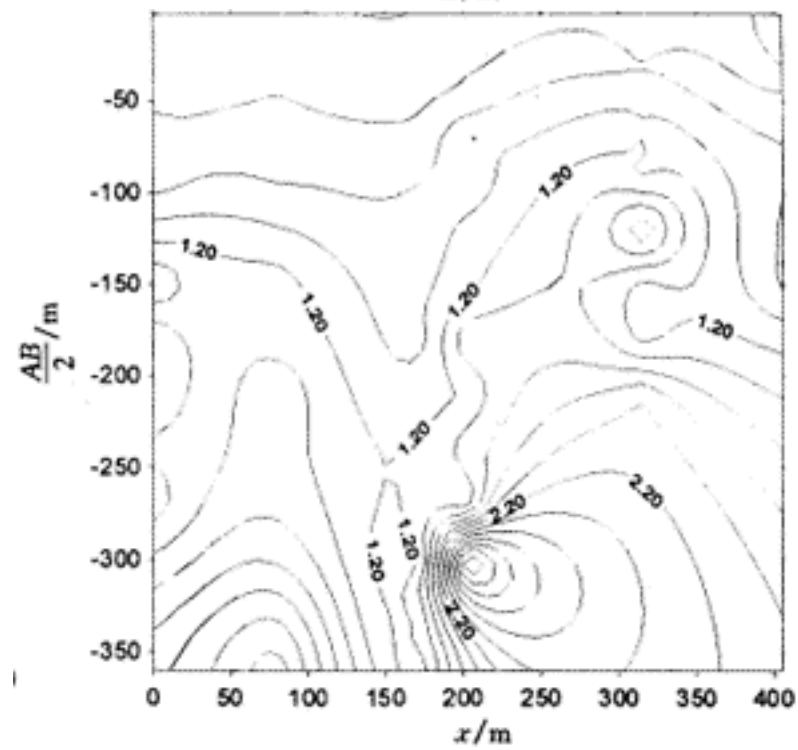
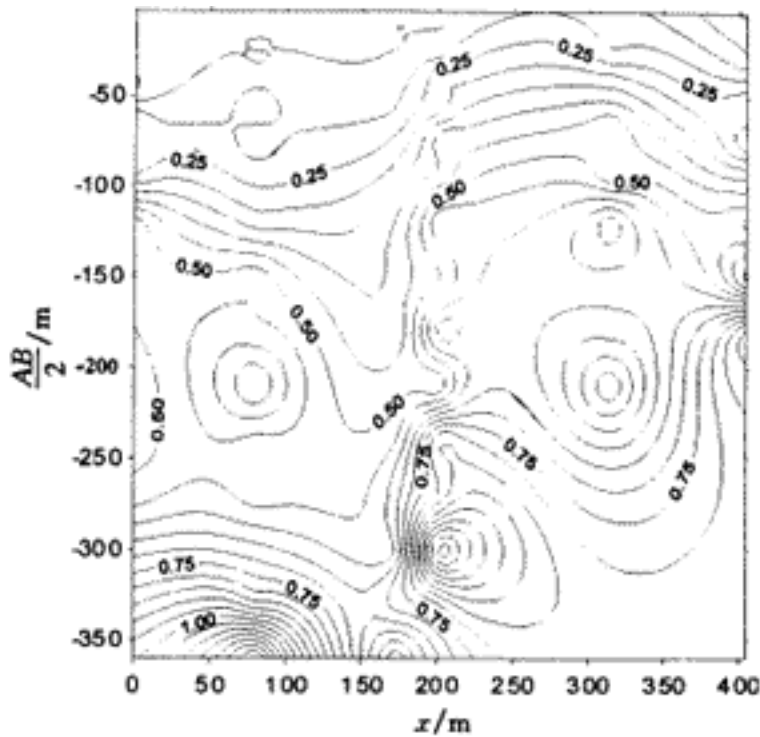
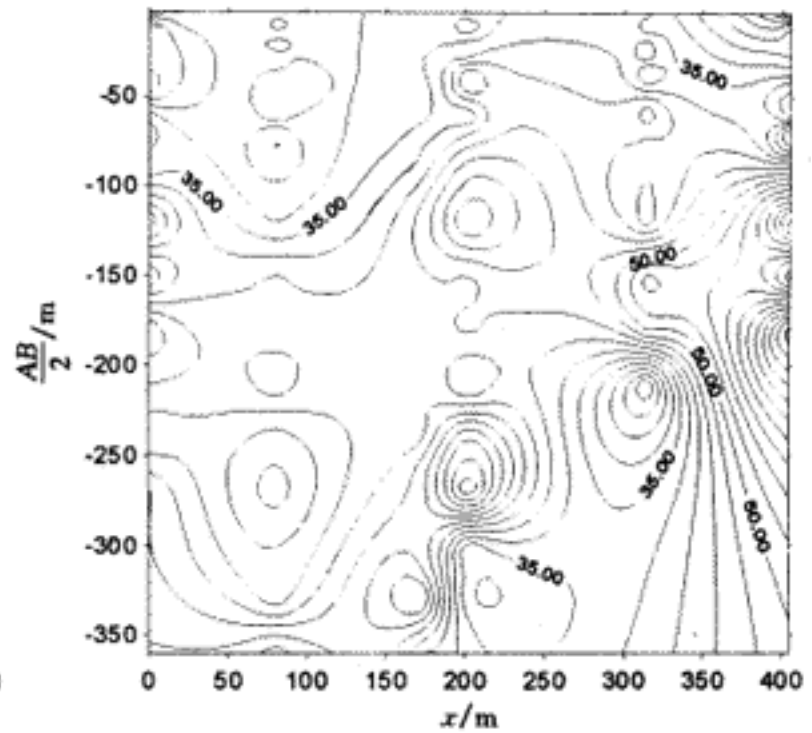


图7 实测 M_s 拟断面等值线

图8 实测 J_s 拟断面等值线图9 实测 S_t 拟断面等值线

1997年10月完成第一眼钻井，次年10月完成第二眼钻井。

第一眼井在7测点位置，第四系覆盖层42 m，地下水位52 m，钻孔深度250 m终孔，出水量80 t/h。第二眼井在12测点位置，第四纪覆盖层73 m，地下水位50 m，出水量77 t/h，降水深度10 m。

作者简介：杨进，男，1954年出生于山西。1992年毕业于中国地质大学（北京），获博士学位。现主要从事应用地球物理专业的教学和科研工作。出版专著1本，发表论文30余篇。

作者单位：（中国地质大学，北京 100083）

参考文献

- 1 傅良魁.激发极化法.北京：地质出版社,1993
- 2 李金铭.地质研究.见：激电找水专刊.中国地质大学(北京), 1989
- 3 钟新淮,陈居和.找水新法——激发极化法.北京：水利电力出版社, 1987
- 4 徐士良编.C常用算法程序集.北京：清华大学出版社,
- 5 刘岛, 梁启章.专题地图制图自动化.北京：测绘出版社, 1981

1999年6月16日收稿。