

黄铁矿 成矿区, 遥感地质 找矿

第18卷 第3期
1996年7月化工矿产地质
GEOLOGY OF CHEMICAL MINERALSVol. 18 No. 3
Jul. 1996

· 应用技术 ·

239-251

长江中下游(江苏、安徽)黄铁矿成矿区
遥感地质研究

TD 618.3108

邢 耶*

(化学工业部化学矿产地质研究院)

摘要 运用计算机数字图象处理成果,对长江中下游地区陆地卫星5号TM图象及航空红外图象进行了详细解译(重点为线性、环形构造,古火山构造,隐伏岩体及主要岩石类型形象特征)的基础上,结合区域成矿规律分析,首次建立了该区铜陵、宁芜两个隐伏黄铁矿遥感地质综合找矿模式。对宁镇、宁芜、铜陵、繁昌、庐枞、贵池等六个成矿区提出A类预测区17处,B类5处,C类4处。

关键词 遥感信息 隐伏矿床 找矿模式 预测区

1 研究区地质背景

研究区范围:西起湖口,东至镇江,沿长江两岸,总面积约84 000km²。

该区是一个以元古宇变质岩系为基底,自震旦系以来的长期活动带。区内除未见太古宇和缺失中下泥盆统外,其余地层发育完整。

研究区属扬子准地台下扬子褶皱带,其北南分别为淮阳古陆和江南古陆。

该区发育有深断裂、基底断裂及盖层断裂。深断裂发育较早,大部分在晚元古代已存在,曾多次多期活动,控制着沉积盆地构造变形及岩浆活动。如:长江深大断裂带。基底断裂主要发生于印支期,其次为燕山期。常控制着中生代断凹(火山岩盆地)及岩浆活动空间,对盖层变形也有明显影响。盖层大断裂主要发生于燕山期,其次为喜山期,切穿沉积盖层,达到结晶基底。

该区岩浆岩十分发育,分布广泛,种类繁多。岩浆岩体主要是前震旦纪、中生代和新生代多旋回岩浆活动产物。其中以中生代印支—燕山期岩浆岩最为重要。前震旦纪岩浆岩

* 作者简介:邢耶,男,42岁,遥感地质,工程师。河北省涿州市,邮编 072754

收稿日期:1995-08-30;改回日期:1996-04-29

集中分布于研究区南北缘的古隆起区。中生代岩浆岩活动强烈、广布全区,岩石类型包括基性、中性、酸性和碱性,形成规模不等的侵入体及陆相火山岩系,该区内的内生金属和非金属矿产与之有密切成因联系。

2 研究区地球物理场解释

据研究区重磁异常平面的展布,该区涉及淮阳古陆异常区、江南古陆异常区和下扬子异常区“长江中下游(江苏、安徽)成矿带”。每一异常区都有明显的重磁梯度相隔。其中:下扬子异常区属于重磁同高区,重力异常为在较高的区域背景上叠加一系列走向明显、高低相间,呈条带状展布的异常带。其异常轴在九江—南京区段呈北东向,南京—镇江呈北东东—近东西向。在垂直走向上,东部或西部都存在明显的水平错动或垂直截切现象。

航磁异常与重力异常有明显的相关性。异常走向与前述之重力异常轴向相同,异常形态呈楔形,异常展布多处于高异常区范围。尤其是沿江中生代断隆及断凹区异常幅值增强,一般背景高达 $500 \sim 700\gamma$ ($1\gamma = 71.66 \text{ fA/log}$ ——下同),高者达 1000γ 以上,呈“重磁同高”关系显著,由沿江一带向南北两侧规模减弱。

研究区莫霍面深度图表明,区内淮阳古陆、江南古陆对应于莫霍面下沉,而下扬子褶皱带“长江中下游(江苏、安徽)成矿带”相对应于莫霍面鼻状隆起带,据遥感地质综合信息解译,该区构造展布、岩浆活动、内生矿产的形成与莫霍面构造形态存在一定的对应关系。

3 研究区遥感地质解译

3.1 主要岩石类型解译

研究区分布有:岩浆岩、沉积岩、变质岩。我们利用陆地卫星 5 号 TM 图象及航空彩红外图象对不同岩石类型进行了解译,尤其是重点对与内生成矿作用有关的火山岩、次火山岩及侵入岩体进行了较详细的解译。

火山岩集中分布于长江两岸宁芜、庐枞等中生代断凹盆地,最直观的是火山岩盆地的边界和火山机构,古火山机构及火山熔岩风化后形成的平台及环状构造影象十分清晰。破火山口形成的放射状、环带状裂隙均有清楚显示。另外火山穹窿构造也有清楚显示。

次火山岩主要与火山岩分布范围一致,与火山岩的区别是具有侵入岩的产状,在遥感图象上次火山岩的分布范围与环形构造相一致,围岩具有蚀变影象。并呈穹窿状或负地形。如向山—南山及凹山铁硫矿区隐伏次火山岩体。

侵入岩集中分布于长江两岸宁镇、繁昌(桃冲)、铜陵、贵池等中生代褶断区。多呈岩墙、岩株、岩脉产出,深部多为隐伏岩基,主要位于断裂构造交汇处及褶皱倾没端,在 TM 图象及航空彩红外图象上多呈单一色调、色彩,有时显示出岩体边缘相的蚀变带色彩差异,影象呈环状、椭圆状或透镜状。如凤凰山岩体。

3.2 线性、环形构造解译

根据研究区地质背景,我们在对区域线性、环形构造解译基础上,重点解译了研究区主要控岩控矿构造长江深大断裂带的影象特征。长江深大断裂是由一系列北东、北北东向

线性构造影象构成,控制着中生代断隆区及火山岩盆地及多金属硫化物矿产的形成与分布。其总体走向北东 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$,在南京—镇江略呈近东西向,区内总长度约400km。

在长江深大断裂带中轴线及两侧的中生代断隆及断凹区(火山岩盆地),线性构造多构成成矿区边界及内部构造,主要是受长江深大断裂影响和控制的北东、北北东向、北西向、近东西向及南北向基底和盖层线性构造极其发育。

环形构造集中发育于成矿区内。在中生代断隆区宁镇、繁昌(桃冲)、铜陵、贵池成矿区,主要为弧形断裂围限或短轴褶皱、环状岩体、环状蚀变带的间接或直接显示,环形构造多为复合环,大中型复合环形构造发育的次级环形构造多位于褶皱倾没端或轴部,在小环形构造与线性构造交切处,多发育中酸性岩体及矿床、矿化蚀变现象,如新桥铜硫金矿床。

在中生代断凹区“宁芜、庐枞成矿区”环形构造主要为弧形断裂围限、火山隆起、火山崩陷、古火山机构、环带状火山岩体的直接或间接显示。大中型复合环形构造受长江深大断裂带控制呈北东向,中小型次级环形构造之间受基底线性构造控制。在小环形构造与线性构造交切处,多形成火山-次火山气液型矿床。如向山、南山铁硫矿床。

3.3 古火山构造解译

古火山构造集中发育于中生代断凹区“宁芜、庐枞、繁昌(南部)成矿区”,主要为大中型火山隆凹构造,古火山机构、破火山口构造。如铜山-仙人山破火山口是最新发现的典型破火山口构造。

3.4 隐伏岩浆岩体解译

据遥感地质综合信息解译,研究区内成矿区地表岩体其深部皆为连成一片的隐伏岩基。航磁上延资料显示下面潜伏有多层岩浆岩房,其分布严格受长江深大断裂带呈现的鼻状隆起控制,呈北东、北北东向及近东西向。

4 计算机数字图象处理

我们重点选择了铜陵夕卡岩-接触交代型矿床成矿区和宁芜火山-次火山气液型矿床成矿区进行计算机数字图象处理,采用第二代陆地卫星5号TM数据(二景),主要进行了反差增强、多波段合成、比值增强、高通滤波、KL变换等多方案处理,增强和提取了隐伏线性、环形构造、隐伏岩体及矿化蚀变信息。

5 区域成矿规律分析

5.1 地质构造与成矿

据遥感地质综合信息详细解译认为:以线性构造、环形构造分段集结的长江深大断裂带是构成研究区成矿、控矿的主体构造。沿长江深大断裂带的区域重磁场由湖口—南京—镇江呈“重磁同高”异常。主要多金属硫化物矿床皆产于莫霍面鼻状隆起部位。

(1)线性构造控矿作用 研究区内以长江深大断裂带为“中轴线”,集中分布于成矿区内的多组基底线性构造组成的带状网络构造具有控岩、布矿作用。

(2)环形构造控矿作用 研究区内已发现的矿床几乎都分布于环形构造内外带,以及

环形构造受线性构造交切地段,其形成机理很可能与岩浆岩体有关。

大型复合环形构造反映了大型隐伏岩基的活动范围,次级环形构造往往反映了矿田、隐伏岩体蚀变晕、次火山岩体边界。小型环形构造与线性构造交切地段则可能是指示矿床、火山机构、次火山岩体及侵入岩体通道的位置,对成矿预测具有深远意义。

5.2 岩浆岩与成矿

夕卡岩—接触交代型矿床主要产于中生代断隆区,主要矿床集中分布于次级环形构造发育的褶皱轴部及倾没端。矿床及矿化点严格受侵入体接触带(包括捕虏体)控制。

火山—次火山气液型矿床均产于火山岩盆地。该类矿床主要与次火山岩辉长闪长玢岩体有成因联系,这些次火山岩体大多数是形成于 1.5km 以内的超浅成侵入体,围绕侵入体边界形成环形构造,深部一般都存在大型岩基。

5.3 地层、围岩与成矿

研究区以内生成矿系列为主,但地层围岩对矿化富集有一定影响,主要赋矿地层围岩为上古生界泥盆系、石炭—二叠系及中生代三叠系的砂岩、砂页岩、碳酸岩;侏罗—白垩系安山岩、凝灰岩等。

6 隐伏黄铁矿遥感地质综合找矿模式及找矿预测

6.1 铜陵找矿模式

在中生代断隆区“宁镇、繁昌(桃冲)、铜陵、贵池成矿区”是以铜陵成矿区为典型找矿模式(图 1)。该找矿模式中环形构造,特别是发育于褶皱轴部或倾没端的次级环形构造受线性构造交切地段构成主要控岩、控矿构造。主要矿床与花岗闪长(斑)岩、石英闪长岩等中酸性管状侵入体有成因联系,地层围岩是以上古生界泥盆系五通组、石炭—二叠系碳酸盐岩建造为主,在分布有物探甲乙类异常点地段,常形成夕卡岩—接触交代型铜硫为主(次为铁硫)的系列矿床。

6.2 宁芜找矿模式

在中生代火山岩盆地“宁芜、庐枞成矿区”是以宁芜成矿区为典型找矿模式(图 2),该找矿模式中环形构造,特别是环形构造受线性构造交切地段构成主要控岩、控矿构造。主要矿床与辉长闪长玢(斑)岩有成因联系,主要地层围岩为三叠系黄马青组粉砂岩、砂页岩及侏罗系大王山组凝灰岩、安山岩,在分布有甲乙类异常点地段,常形成火山—次火山气液型铁矿为主(次为铜硫)系列矿床。

根据成矿规律、找矿模式,我们选择了六个重点成矿区(宁镇、宁芜、铜陵、繁昌、庐枞、贵池成矿区)进行了隐伏黄铁矿成矿预测,提出 A 类预测区 17 处、B 类预测区 5 处、C 类预测区 4 处。相信,若能进一步开展大比例尺地质及遥感地质验证工作,很可能会有新的发现,扩大黄铁矿远景。

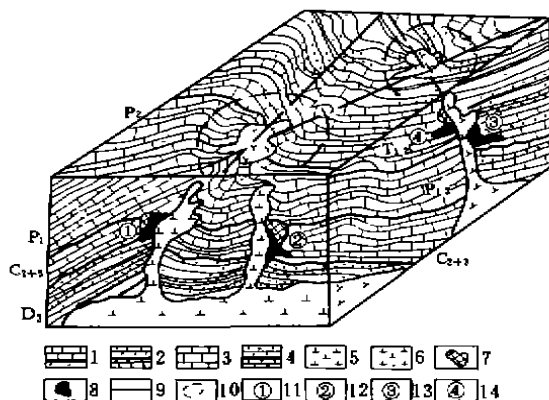


图1 铜陵找矿模式图

Fig. 1 A Tongling-style model for ore-hunting

1. T_1-2 三叠系中下统砂岩、页岩、灰岩; 2. T_1-2 二叠系中下统灰岩、砂页岩; 3. C_1-3 石炭系中上统灰岩; 4. D_1 泥盆系上统砂岩、页岩; 5. 闪长岩; 6. 花岗闪长岩; 7. 夕卡岩化大理岩化; 8. 铜硫矿; 9. 线性构造; 10. 环形构造; 11. 新桥黄铁矿 $C-P$; 12. 冬瓜山铜硫矿 C_2+3 ; 13. 西狮子山铜硫矿 T_1 ; 14. 凤凰山铜矿 $P-T_1$

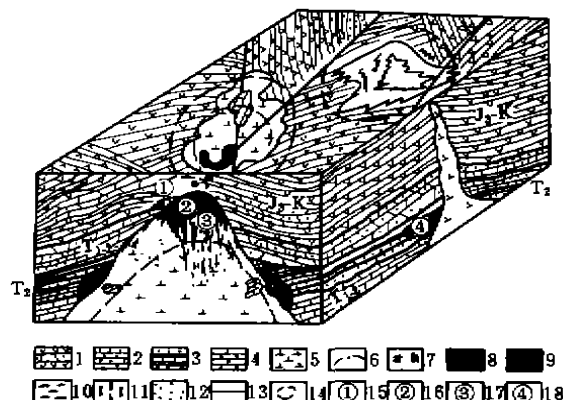


图2 宁芜找矿模式图

Fig. 2 A Ningwu-style model for ore-hunting

1. J_3-K 龙王山、大王山旋回安山岩、凝灰岩; 2. J_1-2 象山群砂岩; 3. T_2 黄马青组砂页岩; 4. T_1-2 青龙群灰岩; 5. δ_1 辉长闪长岩闪长岩类; 6. 蚀变带界线; 7. 黄铁矿脉; 8. 角砾带角砾状矿石; 9. 块状矿石; 10. 层状铁矿; 11. 磁铁矿、硫铁矿; 12. 浸染状磁铁矿; 13. 线性构造; 14. 环形构造; 15. 向山黄铁矿; 16. 梅山铁矿; 17. 凹山铁硫矿; 18. 云台山黄铁矿

RESEARCHES OF REMOTE SENSING ON THE PYRITE-GENETIC PROVINCES ALONG THE MIDDLE AND LOWER REACHES OF YANTZE RIVER IN JIANGSU AND ANHUI

Xing Ye

(MCI Geological Institute for Chemical Minerals, Zhuozhou City 072754, Hebei)

Abstract

Selective researches were made on the linear, annular, paleovolcanic structures as well as the surficial marks of buried rock bodies in the pyrite-genetic provinces along the middle and lower reaches of Yangtze river through visually explaining and computer processing the TM images from the No. 5 land-sat. With the results of the explanations and processings, coupled with the data from regional and geophysical investigations, were also decided the position of a principle rock- and ore-controlling structure, Yangtze profound fault, the locations of paleovolcanic apparatus and the

distributions of various-typed rocks. Comprehensive analysis suggests that the NE-NNE-EW trending Yangtze profound fault serves as a important rock- and ore-controlling structure, major metallic sulfide deposits all occur at the noselike upwelling areas above the Mohole plane, a network of many basemental linear structures also gave full play to emplacement of rocks and ores, and the mineralizations of the major deposits are confined to where annular structures are intersected by linear ones. The study area can be classified into Mesozoic fault-block basin and Mesozoic volcanic basin, both able to be surveyed respectively by a "Tongling-style model for ore-hunting" and a "Ningwu-style model for ore-hunting", while prospecting tasks are planned. Meanwhile, 17 class-A, 15 class-B and 4 class-C mineralization-promising zones were screened out from key pyrite-genetic provinces; Nanjing-Zhenjiang, Nanjing-Wuhu, Tongling, Fanchan, Luzong and Guichi.

Key words: remotesensing geology, lie hidden orebed, style model for ore-hunting, forecast

(上接 237 页)

proportions of all minerals, particularly the most dispersal, in the sample before it can be either labour-saving or reliable to screen out minerals of the most representative proportion for the experiment with uniformity. Precision of value-fixed items depends on the reasonability of testing methods and data processing, as requires strengthening the selection of testing methods, examining the initial links of testing procedure and in particular, inspecting the sources of the reagents needed by the testing work. All the data obtained in testing should be reviewed technologically before they can be processed. Out of consideration of reliability, it is desirable to use jointly Xizon and Gyubbs methods for defining which the abnormal values are. But it has to be handled with circumspection to weightedly average the abnormal values associated with both the methods.

Key words: standard sample, stability, uniformity, reliability

激发极化法在找水工作中的应用

曼继堂*

(化学工业部长春地质工程勘察院)

提 要 利用离子溶液与固体电解质的激电效应,以不同大极距联测与温纳激电测深配套找水是一种行之有效的办法。工作中应注意充分占有资料,对地质环境中的各种因素进行综合分析,尽力识别及避免诸多干扰,以便对异常性质做出正确判断,正确指导打井工作。

关键词 激电效应 联合剖面 温纳激电测深 水文地质条件 干扰因素

由于全球气候逐渐变暖,导致水源日渐匮乏,加之工农业用水量的增加,故解决找水方法问题,已成为地学工作者一项义不容辞的责任。

在我们激电找水实践中,按所用仪器及观测参数的不同,曾采用2种方法,其一是用JJ-2型仪器,观测整理视电阻率(ρ)、视极化率(η)、激发比(J)和衰减度(D)4种参数,这种方法未能坚持使用;而应用时间长达9年至今仍在用的是DWJ-1A型微机激电仪,观测和整理半衰时(S_t)、 η 和 ρ 3种参数。两种方法各有千秋。

1 激发极化找水方法原理的探讨

激发极化找水方法是利用离子导体的极化场衰减特性,利用离子溶液与固体电解质的激电效应寻找地下水源的新方法。水分子中 H^+ 和 O^{2-} 的电中心并不重合,水分子是一种具有特殊强极性分子结构介质的“极性分子”,在外电场作用下水分子将产生转向极化。水的介电常数是80,它远远超过地下一切岩石及矿物的介电常数,因此水在外激发电场作用下的极化能力很强,它对外电场的影响能力也很大。

地下含水层中激发极化效应的机制是复杂的,有“电容假说”、“薄膜假说”、“电渗析假说”、“双电层假说”等。经过我们9年多在各种复杂地质条件中找水实践,我们认为“双电层假说”可能是离子溶液与固体电解质激发极化效应的主要原因。地下水的赋存条件如颗粒度、孔隙度等,对衰减特性有直接的影响。地下水中的碳酸钙、氯化钠等矿物质在水中成

* 作者简介:曼继堂,男,57岁,地球物理勘探,高级工程师。长春市长乐公路,邮编130022
收稿日期:1995-07-30;改回日期:1996-04-02

正的和负的离子或离子团,由于岩石颗粒的吸附作用,在其表面吸附着一层负离子,又因静电引力,在负离子层外又吸引了一层正离子,这样就形成了双电层。当给地下通入强大电流后,在人工电场的作用下,双电层迎着人工电场的一面积累了大量的正电荷,而背着人工电场的一面又积累了大量的负电荷,此时岩石颗粒也就被极化了,当撤掉人工电场后,被极化的岩石颗粒就要通过周围的离子溶液放电。大颗粒岩石的两极积累电荷的放电回路长,其极化场衰减的就慢,由于颗粒大的含水层给水性好,所以对应富水段的半衰时 δ_t 值就大;而小颗粒岩石则反之,相应 δ_t 值也就小。关于岩石颗粒粒径变化对极化场衰减特性的影响关系是:含水量大于 15% 以上,随着粒径的增大,半衰时也增大,即二次场的衰减速度随粒径增大而逐渐变慢。但在含水量小于 15% 时,其关系尚待进一步探讨。有人证明,离子溶液与固体电解质激电效应与粘土关系非常密切,在粘土晶格中,有的四价硅离子被三价铝离子代替,或者三价铝离子被二价镁、铁离子等代替,晶格中离子的“同晶替代”的结果就使绝大多数的粘土颗粒带负电荷(也有极少数带正电荷的)。带负电的粘土吸引溶液中的正离子而排斥溶液中的负离子,所以在界面的溶液一侧积累了较多的正离子而形成了双电层,激电效应的强弱与粘土物质的离子交换量相对应。据有关文献表明:当粘土含量在 3%~8% 时可观测到激电效应的极大值;超过此限度时,激电效应反而减弱了。激电这种复杂的物理化学效应,见均匀场中视极化率 η_k 通用公式:

$$\eta_k = \eta_1 + (1 - \eta_1) \frac{2(K - K^*)F}{1 - 2K^* \cdot F}$$

$$\text{式中: } K = \frac{1 - \mu}{4\pi\mu + \pi(1 - \mu)}; \quad K^* = \frac{(1 - \eta_2) - \mu(1 - \eta_1)}{4\pi\mu(1 - \eta_1) + \pi[(1 + \eta_2) - \mu(1 - \eta_1)]};$$

$$F = \text{几何参数}; \pi = \text{退电系数}; \eta_1 = \text{围岩极化率}; \eta_2 = \text{矿体极化率}; \mu = \frac{\rho_{\text{岩}}}{\rho_{\text{矿}}}$$

由此可见,视极化率 η_k 的大小在客观上决定地质体的成分、颗粒含量、粒度大小、结构构造、湿度、离子的种类、电阻率、粘土含量及溶液浓度等。除此之外,在主观上还取决于供电时间长短与断电观测的延时时间的长短及供电电流等。因为 ΔV_2 多数为 ΔV_1 的 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ 数量级,为了能得到不超差的可靠数据,要尽可能采用较大功率电源供电。

2 工作方法与技术

在激电找水众多方法与技术工作中,下列几点应予以重视。

2.1 搜集资料,制定方案

寻找地下水正确的勘察方案,应是采用尽可能少的工作量获取最大的水文地质效果,提交出切实可行的地下水开发前期可行性物探论证报告。为此,在勘察工作开始之前要尽量搜集工作区的地质、地形、前人的水文地质、物探、已有钻孔的水井及民用井的资料,充分掌握工区各处的地层结构、地下水位、富水性、成井工艺及尽可能详细的地质和水文地质情况及地电条件。在此基础上,结合所要完成的任务,制定合理的勘察方案。

首先在工区内选择有代表性的、资料较齐全的已知井(无水的、贫水的、富水的)做井旁激电测深,获得各种已知参考资料。若在新开发区内无已知井可借鉴,也可找附近水文地质条件大体相同的水井资料参考之。

关于剖面线可按如下几种情况布置:应垂直洪积扇发育方向;火成岩地区垂直区域主构造线方向,设法寻找构造断裂带及厚层火成岩风化壳;应沿地形变化最大、穿越地貌最多的方向;应优先垂直主要地层走向方向或垂直主要地质构造线(断层、褶皱等)方向;应沿水文地质条件最复杂,变化最大的方向及已知井或泉水最多的地方布置剖面。

如果工作结果仍不尽理想,若在小范围内找井位则可垂直前述剖面方向再做一条剖面,即可做十字型剖面;若在大范围内找井位的话,则可考虑做井字型剖面。

2.2 注意干扰和供电问题

因为二次场很弱,所以在整个外业期间要设法识别,避免或减小天然大地电场及各种各样人为电场的诸多干扰。

供电电源,要求稳定,功率要大。最好配备大功率电法车;若用电池,要求其内阻要小,容量最大。要求供电电流在30s之内的变化必须小于5%。

关于供电时间,供电30s基本使二次场达到饱和值的75%~85%左右,故采用30s供电。

供电电流,既要从遵循欧姆定律出发,为了保证二次场的观测精度而加大电流;又要从经济角度出发,能找到井位,达到工作目的。工作实践表明,激电供电电流在野外即便达不到按公式 $I \geq \frac{10 \cdot e \cdot (AO)^2}{\eta_s \cdot \rho_s \cdot MN}$ 估算的数值,但据我们的经验也不要小于1500mA。

2.3 方法及装置类型选择

与众所周知的诸多找水方法比较,通过9年来的探索实践,我们认为不同大极距联合剖面法配合温纳装置激电测深是定单井位行之有效的配套好方法,做到了快速、准确、成本低、取得了高效益。

无论在何种地质环境下找水,裂隙水(断层水)都是重要的供水补给来源之一。而几十年来的理论和实践证明,联剖是寻找构造断裂带(当然挤压断裂不富含水)的好方法。在工作环境允许的情况下,尽可能采用两种以上较大极距的联剖,能增加勘探深度,确定断层倾向,指导确定井位。

从多年的理论到实践均证明温纳(Wenner)装置激电测深比常规对称四极垂向电测深具有很大优越性。首先,温纳装置在外业工作过程中始终保持 $MN=AB/3$ 的比例关系,可用较小供电电流而获得较强的二次场信息,这不但提高了二次场的观测精度,而且在一定程度上使供电系统装备轻便化了。第二,温纳装置测深经过实验表明,在有限体上的垂向分辨能力很强,而且大极距工作结果对浅部干扰体有相当明显的削弱或滤波作用,这样从小极距到大极距观测完后,就能将从地表到所要求的深度的各个层位地质断面查清楚了。只要因地(每种地质环境)制宜的适当加密温纳装置的某些极位找水,针对不同类型的水源,有的放矢的采用不同极距表,这样漏掉具有一定规模含水层位的可能性是不大的。第三,温纳装置测深在野外及时估算含水层上顶埋深的方法简单、易行,便于现场指导工作,当然最后还要做细致的定量解释。第四,激电找水最突出的优点是对水的反映直观,受地形的影响小。基于温纳装置在方法技术方面上述优越性,9年来的找水实践成井率相当高,特别是主要用半衰时 S_t 解释推断,基本上没失败过。

3 关于异常解释问题

3.1 正确判断异常性质

首先要识别电子导体与离子导体引起的异常,在这项工作中,视极化率 η_s 参数在区分电子导体形成的干扰时有着不可忽视的作用。从理论到实践统计资料表明:离子导体水的 η_s 小于 4%。当 η_s 大于 5% 时,则产生极化场的地质体很可能是电子导体。如图 1 为吉林省双阳县石溪粮库 41.7/I 号点实例,该处为灰岩,21~27m 处的 ρ_s 略有降低,而 η_s 为 7%~8%,在地下水开发前期可行性论证报告中推测这段地层中有少量低阻碳质存在,后经打钻验证推断正确。在 24m 处附近见含碳质灰岩破碎带。可见,根据水无明显的视极化率异常的特点,可以识别电子导体——碳质岩层对水异常的干扰。

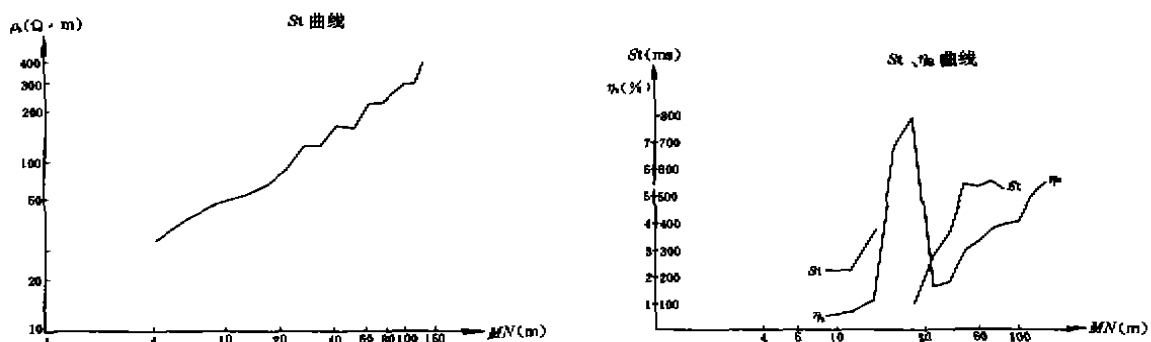


图 1 双阳县石溪粮库激电测深曲线图

Fig. 1 Curve of induced electrical sounding in Shixi grain depot in Shuangyang county

3.2 树立相对观点分析各种异常曲线

在同一个水文地质环境里,一般说来激发极化参数值越高,给水度越好,但在不同的水文地质单元里,激电参数值是不能比较的。因为它还与粘土的含量、粘土的种类、水溶液中所含离子的种类和浓度、温度等复杂因素有关,所以不同地质环境下的经验数字决不能无条件套用。更重要的在于该异常相对于正常场而言,其“相对异常值”有多大。例如图 2 是辽宁省北五家村的实测曲线,从图中可见真正的半衰时相对异常极大值, $\Delta S_t = 430\text{ms} - 200\text{ms} = 230\text{ms}$,绝大多数 ΔS_t 只有 100ms,可见 ΔS_t 之小,含水因素 $M_s = \int_{x_2}^{x_1} s(x) dx$ 也只有几十秒·米,这显然是红泥岩夹粉砂岩的反映,故推断此井出水量 1.5t/h 左右,打完井后每小时平均水量不足 2t,可见物探推断之正确。

3.3 综合利用各种资料,综合分析不同岩石类型水的 S_t 、 η_s 及 ρ_s 异常。

由于各地区的地质特点及赋水层位的地电特点存在着很大差异,特别是在有些水文地质条件比较复杂的地区,单凭某一种参数的异常或某一条曲线的局部异常来确定地下赋水层位状态显然是不可取的。

例如在第四系松散层或白垩系上部找水,通常要寻找粒径大些的粗颗粒的赋水程度

高的层位,要在这些低阻层位(8~35 $\Omega\cdot\text{m}$)中寻找高阻岩段。多年的找水实践表明了颗粒愈粗,其二次场放电的路径愈长,二次场衰减愈慢,半衰时 S_t 也愈高。也就是说在 S_t 与 ρ_a 有负相关的低阻区段,所反映的含水层的富水性好。如图3所示为四平师范学院1994年打的240m深水井,用半衰时“纯异常” ΔS_t 曲线计算的纯含水因素 $M_E = M_1 - M_2$ 。推断,出水量每小时17t,是优秀孔。

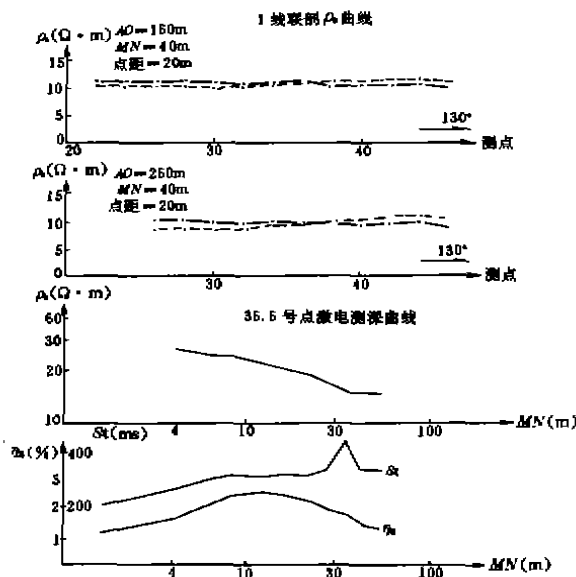


图2 昌图北五家联合剖面及36.6号点激电测深曲线

Fig. 2 Joint profiling and the curve of induced electrical sounding for the spot 36.6 in Beiwujia village of Changtu county

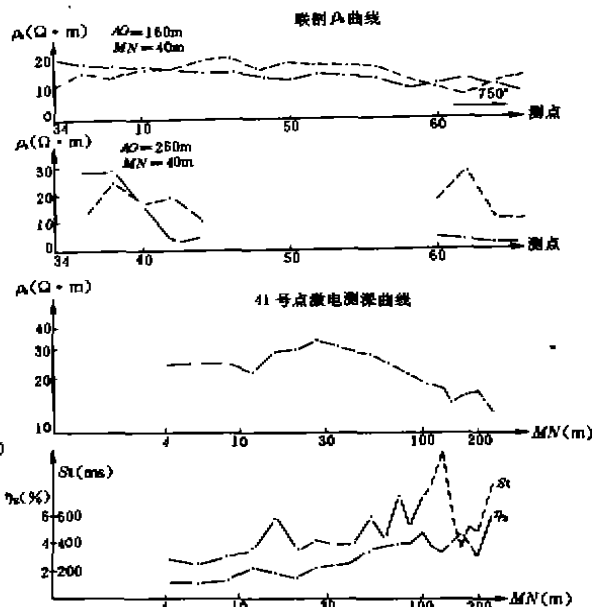


图3 四平师院联合剖面及41号点电测深曲线

Fig. 3 Joint profiling and the curve of induced electrical sounding for the spot 40 near Siping teachers college

若在花岗岩地区找水,最好用其它物探方法寻找较大的厚层风化壳的“凹盆地”,再寻找花岗岩裂隙带。这就要求物探工作者在花岗岩的高阻地区寻找低阻和高半衰时区段。从宏观的实践中认识到在 S_t 与 ρ_a 有正相关的高阻区间,反映出富水性差的道理。例如图4便是用半衰时 S_t 在花岗岩地区为双阳县劝农粮库找水的实例,用上述理论推断每小时出水量7t,实钻结果出水量9t/h。在火成岩地区找水还有一点要特别注意,有些火成岩中常含有微量电子导体引起部分激电干扰异常,容易误认为是水的反映,若不能做出准确判断,可能导致找水失败。

在火成岩及灰岩(如图1)找水中均是在高阻体中找低阻体,就其“低阻”值而言,也比第四系或白垩系找水时在低阻体中找高阻体的“高阻”值还高些。其道理不再赘述。

3.4 把好质量关,细致研究各异常曲线的微小变化

找水工作风险很大。为此,必须重视工作质量,要用科学观点研究异常曲线的微小变化。例如图1中的 ρ_a 曲线在26m、42m、62m附近的“台阶”状及图4中 ρ_a 曲线在52m附近的“台阶”状,并非观测质量所致,它们都是在那个相应深度附近地层的裂隙带在 ρ_a 曲线上的反映,均经钻探验证其客观存在。在推断解释中如果不研究这些微小的“台阶”状 ρ_a

曲线,将会导致解释推断的片面性。

几十年的工作成果表明,温纳装置视电阻率测深 ρ_s 曲线的“小台阶”状或曰“小锯齿”状,一般都是小低阻裂隙带的反映。

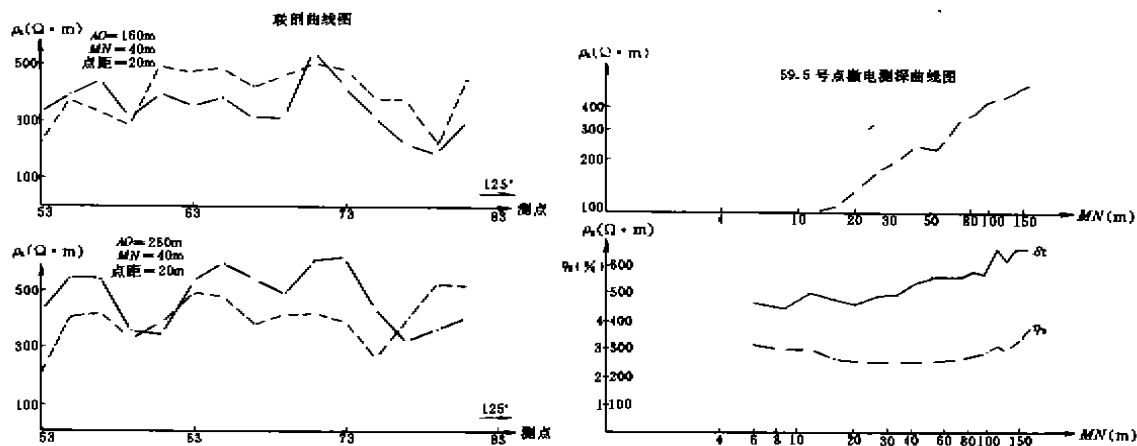


图4 双阳劝农粮库联合剖面及59.5号点激电测深曲线

Fig. 4 Joint profiling and the curve of induced electrical sounding for the spot 59.5 at Quannong grain depot of Shuangyang county

前已叙及,在低阻区间, S_1 与 ρ_s 的负相关以及在高阻区间, S_1 与 ρ_s 正相关的情况。而在灰岩与火山岩中找水经常遇到在中阻区间 S_1 与 ρ_s 不相关的情况这时可以用“相对衰减时” $S_R = S_1/\rho_s$ 作为主要参数进行解释推断,效果较好。因为 ρ_s 和岩性关系甚为密切,地层导电性的相对变化对激电测深曲线产生显著影响。所以无论在定性或定量解释中都要十分重视。

3.5 定量解释和图示

这里所谈定量解释均指温纳装置($MN=AM=BN=AB/3=a$)而言。温纳装置激电测深找水的定量解释工作主要有两个,其一是经验系数法;其二是量板法。目前经验系数法仍依各家具体情况确定,尚无定论。

量板法,分为温纳装置的视电阻率 ρ_{sw} 量板和视极化率 η_{sw} 量板。都是从基本公式 $\rho_{sw} = 2\pi a \frac{\Delta V}{I}$ 及 $\eta_{sw} = \frac{\rho_{sw} - \rho_{sw}^*}{\rho_{sw}^*}$ 出发整理而成,关于其的使用方法和注意事项在此不赘述。

致于图示,根据工作需要做出各方法的相应图件,若是单井,则做各方法及各参数的剖面图及综合剖面图;若是大面积的水源勘察,则还要做出各个参数(如 S_1 、 η_s 、 ρ_s 、 D 、 J 、 ΔS_1 及 M_s 或 M_E 等)的等值线断面图及其各自的等值线平面图,有多少个含水层位就要做多少个各自的图件,此处不多述。

最后定出:①地下是否有水;②在何处打水井,井深多少;③每口井予测能见到几层水,指出哪个含水层水量大与小;④指明各个含水层的大约上顶埋深;⑤估算出予计出水量,提交地下水开发前期可行性论证报告。

1986年笔者所在单位曾用前人的视电阻率法资料指导打水井,结果打出两个干井。

1987年开始探索用半衰时激电找水的途径。1988年开始运用此法找水。1989年采用 η 、 D 、 J 及 ρ_s 4个参数找水,并运用数学中的回归分析计算,进一步提高了找水的准确性。据统计,凡是采用激电法找的井位,均成井。

9年来,激发极化法已经为136口水井做出切实可行的可行性论证,至今没有失败过,取得了很大社会效益和经济效益。

参 考 文 献

- 1 柯马罗夫 B. A. 激发极化电法勘探(阎立光等译). 北京:地质出版社,1983.
- 2 曼继堂. 正负极极化法寻找硫铁矿床. 化工矿山技术. 1979,(6).
- 3 曼继堂. 激电异常的半定量解释及其地质效果. 化工矿山技术. 1981,(6).

APPLICATION OF INDUCED POLARIZATION METHOD TO SEARCHING FOR WATER RESOURCE

Man Jitang

(MCI Changchun Geological Engineering Prospecting Institute)

Abstract

Owing to its strong polarization of molecule, water can cause an induced electric effect between the ionic solution and the solid electrolyte, an effect in line with "hypothesis of double ionized layers". Induced effect generally varies, depending on the mineral composition, mineral granularity and organic contents of the geological body in question as well as artificial factors such as power-supplying methods, technical conditions and so on. Searching for water sources with the help of this geophysical technique, one should keep in mind collecting as many the related data as possible, working out a fact-finding prospecting scheme and analyzing various geological factors, available to impact on the explanation results so as to recognize and avoid their interferences. If polar distance-varying, joint-section method, equipped with a Wenner induced electricity depth profiling device, is used during field investigation, possibility of success in precisely locating deep water sources will be very high. Correct explanation of the anomalies, however, is decided highly by directly determining the relation of the nearby interfering factors to them, and fully understanding the geological situation of the study area and differentiating all the interferences. Only through following this working procedure can a well-drilling project for water-finding be smoothly conducted with a higher possibility of success.

Key words: induced electric effect, joint profile, Wenner induced electricity depth, interfering factor