

文章编号:1007-3701(2007)03-0070-05

直流电法勘探中“干扰场”形成机理、 表现特征及应用浅析

周金华,黄经明,覃永炎,黄革非

(湖南省湘南地质勘察院,湖南 郴州 423000)

摘要:电法勘探野外观测中常遇到干扰电场,影响观测精度和工作效率,有时甚至使观测无法开展。对干扰场进行研究,从干扰场中获取有用信息,把干扰场应用于地质找矿中有着十分重要的意义。经观测发现,干扰场以直流脉冲型为主;以直流渐变型和低频波动型为辅。通过已知矿区的试验应用表明:在良导矿床和构造破碎带上,干扰场强度有明显的异常出现,表明干扰场异常与矿体及其他物化探异常有一定的对应关系,异常形态及走向与矿体的走向和产状有关,且干扰场异常具有重现性和规律性。通过对干扰场的研究,可解决一些地质问题。

关键词:电法勘探;干扰场;矢量测量;干扰场异常

中图分类号:P631.32

文献标识码:A

在直流电法勘探的野外观测中,经常遇到未知电场的干扰,其表现为指针摆动或读数有跳跃现象,影响观测精度和工作效率,有时甚至使工作无法开展。这种对电法勘探工作形成影响的未知电场称干扰场。在大、中型矿山、城市等用电量大的地区干扰场较强。而利用电法勘探方法在矿山周围及深部寻找新矿体、矿化带是地质勘察中方法手段之一;在寻找地下水、解决工程地质问题方面也得到了广泛应用。因而对干扰电场的形成机理、影响特征、克服方法进行研究,把影响减小到最低程度;从干扰场中获取有用信息,直接把干扰场应用于地质找矿中有着十分重要的意义。笔者在十余个矿区经过近两年对干扰场的观测,对干扰场有了一些初步的认识。

1 原理及工作方法

直流电法勘探的基本原理是在均匀介质中建

立人工电场,当介质中有不均匀电性体存在时,电流在介质中的分布发生畸变(异常);通过观测这种畸变(异常)来发现介质中不均匀电性体的存在和产出状况,从而达到解决地质问题的目的。直流电法勘探的基本原理同样适用于干扰场。当有不均匀电性体(地质体)存在时,也将产生异常。但干扰电场源的个数、位置和强度是未知和变化的,无法人为控制。在同一时刻完成剖面上各测点干扰场参数的观测,即各测点在相同条件下进行观测,就有可能发现在干扰电场源的作用下,地下地质体产生的异常^[1-2]。

为了对干扰场进行观测,专门研制了“多道微机电测仪”。对多测点(最多 16 个测点)(简称 16 测道)同时进行电位测量,每隔 0.5~32 秒(可调)观测一次,每次系统观测最多可观测 512 次(受仪器内存限制),最长观测时间为 4.55 小时。测量范围 0~2000 mV。电极均使用不极化电极,消除极化电位差的影响。测量形式可根据需要布设成剖面测量和矢量测量。

剖面测量——测点布置于剖面上(点距 20m),在远离剖面(剖面线长度的 5~10 倍)设一电极(类

收稿日期:2007-03-16

作者简介:周金华(1956—),男,工程师,长期从事物化探技术工作。

似于联合剖面法中的无穷远极)作为电位测量的参考极,观测同一时刻剖面上各测点的电位值。

矢量测量——测点按等角度间隔(45°)布设于圆周上,参考极布于圆心(半径一般取20m),观测同一时刻各测点相对于参考极的电位值(电位差),此时电位测量即梯度测量。各测点的电位值的正负、大小也就是参考极点沿各测点方向的梯度值的方向及大小。因为该装置可以测出电场梯度的方向及大小,故称为矢量测量。

主要图件:

(1) 监控曲线图:以观测次数(时间)为横坐标,测点不同时刻的电位值为纵坐标,绘制某测点电位随时间变化曲线(如图1)。从曲线图上可以看出干扰电场强度随时间的变化情况。

(2) 剖面曲线图:以测点(距离)为横坐标,剖面上各测点同一时刻电位值为纵坐标绘制剖面曲线图(如图2),它反映某一时刻剖面上各测点的电位高低情况。

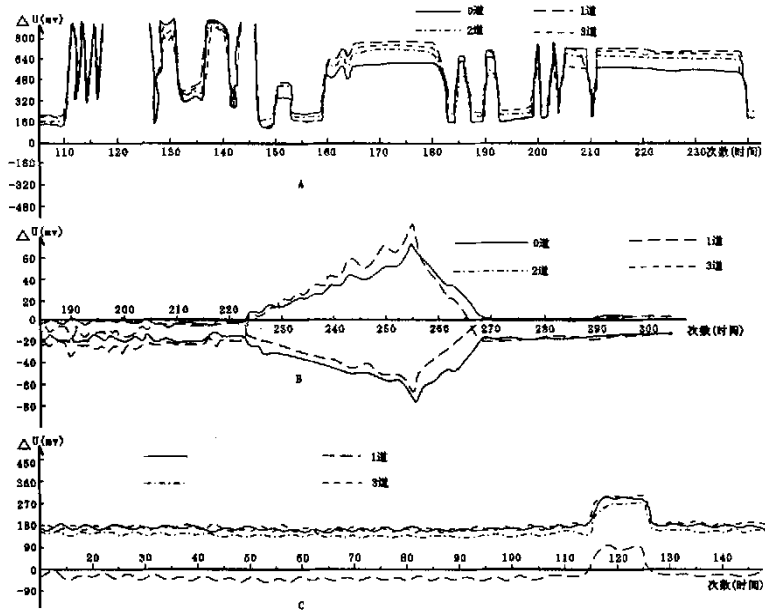


图1 干扰场强度变化曲线

Fig. 1 Variation curves of the intensity of disturbing field

a: 干扰场强度阶梯状态变化曲线; b: 干扰场强度连续变化曲线; c: 干扰场强度正弦波式变化曲线

(3) 矢量图:以矢量测量参考极为原点,以各测点矢量测量电位值为模,以各测点相对于参考极的方位和电位值的符号为方向(负电位指向参考极),绘制矢量图(如图3)。根据绘制的矢量图和矢量加法原则,用图解法很容易求出干扰电场在该点的总强度值和方向。当在多点同时进矢量测量时,各点干扰场总强度方向的交点即干扰场场源所在位置。

2 干扰场形成机理及变化特征

干扰场是指自然电场、大地电流场、各种游散

电流场和电线感应场的总和。按其成因又可分为天然干扰场和人工干扰场。天然干扰场主要由大地电流场、电离层波动、雷电活动、地下水的流动、氧化还原作用等因素所引起。人工干扰场主要由工农业生产中各种电机、电线感应等产生的游散电流所引起。其中天然干扰场变化速度慢,有规律性,可以用补偿、选择工作时段等方法加以克服。真正影响较大且难以克服的是人工干扰场,也是我们要探讨的重点。

人工干扰场具有多源性、随机性、位置不确定、多源叠加等特点,变化速度快,强度大,规律难寻,从实测的监控曲线图可以看出,主要有三种类型的

干扰场存在:

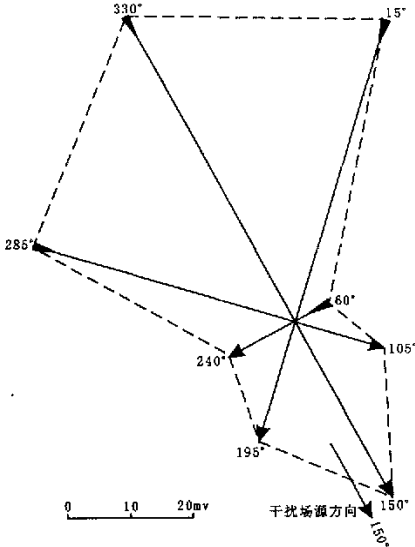


图2 上银山矿 I 号剖面干扰场源和自然电位曲线图
Fig.2 Curves map showing the disturbing field source and the self - potential of I profile in Shangyinshan mine

1. 石炭系下统样门桥组灰岩; 2. 石炭系下统测水组砂岩;
3. 石炭系下统石橙子组灰岩; 4. 砂卡岩; 5. 铅锌矿体
厚度(m)
品位(Pb-Zn)%
6. 铜矿体厚度(m)
品位%
7. 剖面钻孔及编号

(1) 直流脉冲式多阶梯状干扰场。从长时期的野外观测中发现干扰场以直流脉冲式为主,强度几十至几百 mV,最高可达 2 000 ~ 3 000 mV。图 1 a 为黄沙坪铅锌矿区 I 号剖面 0 ~ 3 号点监控曲线图。曲线显示干扰场强度呈阶梯状、脉冲式变化,且多个基质存在,最多时有 8 个基质,即有 8 种干扰场强度。以 0 号测点(0 道)为例:它分别为 100mV、140 mV、260 mV、320 mV、480 mV、680 mV、880 mV 和 >880 mV。强度的增强或减弱表现为随机性,无规律和周期可言。产生这种突变式多种强度变化的原因有二,一是主要有多个干扰场源存在。有多个干扰场源存在时,当一个或几个场源突然出现或消失,不同数目、不同位置、不同强度的干扰场源组合产生突变式多种强度变化的干扰场;二是干扰场源强度的突然变化。有一个或多个干扰场源存在时,当一个或几个干扰场源强度突然发生变化,同样可形成突变式多种强度变化的干扰场。如直流电机突然减速、负载变化、干扰电场源的接地条件突然变化等。

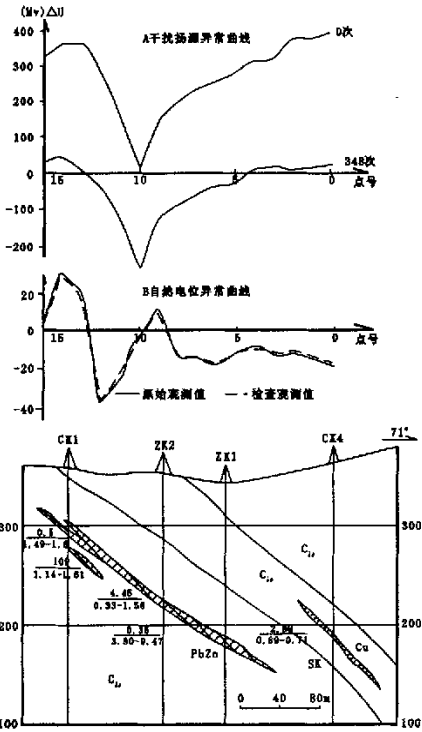


图3 汝城县清江矿区 I 剖面 7 号点矢量图
Fig.3 Vector map of point No. 7 of I profile of the Qingjiang mine in Rucheng county

(2) 强度随时间从低到高或从高到低成平缓连续而有规律变化的干扰场。大中型矿山井下及地表运输大多采用直流电动机作动力,电机通过铁轨或接地形成回路,有电流流经地下。因为运输车是移动的,便形成了移动的干扰场源。图 1 b 为黄沙坪铅锌矿仓库后铁路 NW 方向 100 m 处实测曲线。以参考极 N 为中心环形布极,即参考极 N 布于圆心,测量电极布于圆周上,半径 10 m。当运输车尚远离观测点时,干扰场处于较低水平(图中 190 ~ 222 之间);运输车逐渐接近观测点时,强度不断增加;离观测点最近时强度最强,当运输车逐渐远离观测点时,干扰场强度逐渐降低。当固定位置的干扰场源强度发生连续变化所形成的干扰场有类似特征。

(3) 正弦波式周期性变化的干扰场。图 1 c 为郴州市花根冲地区干扰场观测监控曲线。从图中可以看出干扰场具正弦波特征,呈周期性变化,周期约 2.5 秒,频率 0.4Hz,振幅约 20 mV。此类干扰场形成是某些机械振动(如电力机车经过铁轨连接处)而引起场源的接地电阻的变化或电线中甚低频

信号感应所引起。

似于充电法。

3 对干扰场异常的初步认识

4 试验应用实例

3.1 对剖面异常曲线的分析

干扰场监测曲线的起伏反应某点干扰场强度随时间的变化情况,而剖面曲线则反应某一时刻干扰场强度在剖面上的强弱情况。不同时期对同一剖面进行观测,有相似形态的剖面曲线出现。尽管干扰场变化非常复杂,但其剖面曲线还是有一定的规律性可循;

(1)呈连续上升或连续下降的曲线。当主要干扰场源(对测点处影响最大的干扰源)位于剖面线方向附近时,干扰场源对剖面的一端影响大、对另一端的影响小,并呈连续变化状态,形成一端高、一端低的特征曲线。

(2)相对平直的剖面曲线。当主干扰场源位于剖面线的垂线上时,测线近似位于干扰场等位面上,故而曲线相对比较平直。

(3)"V"形、倒"V"形或多峰状的剖面曲线。当有陡倾斜脉状良导体通过剖面且交角较大,干扰场源又位于良导体上或距离较近时,良导体近似于等位体,良导体上与周围介质上电位有明显差异。当干扰场源是低电位时,良导体为低电位,形成"V"形异常曲线;当干扰场源是高电位时,则形成倒"V"形曲线。如脉状良导体在剖面处有分枝现象。则可形成多峰状异常曲线。

当干扰场源位于剖面上测点附近时,也可能会有"V"形、倒"V"形异常曲线出现。当有异常出现时,应对剖面曲线进行仔细的分析,对实地进行观察并采用矢量测量方法确定测点附近是否有干扰场源存在,以利对曲线进行解释。

3.2 干扰场源异常曲线的定性解释

剖面曲线的高电位点(段)或低电位点(段)可能有良导体存在,当剖面曲线电位异常点(段)处无干扰源存在时必有良导体存在。当异常点(段)为高电位时,曲线下降较缓的一侧为良导体的倾斜方向;当异常点(段)为低电位时,曲线上升较慢的一侧为良导体的倾斜方向。利用多条剖面追踪异常的分布方向,即良导电型地质体的走向。其原理类

在不同时间对东坡矿区、金船塘矿区、汝城清江铅锌矿区、黄沙坪矿区和上银山等矿区进行了干扰场剖面和矢量观测,并在上银山矿区进行面积性测量工作。测量结果显示,不同时间、同一剖面有相似的干扰场源异常曲线出现;干扰场源异常在平面上有明显的规律性,与矿体的分布及产状有一定的联系。下面是黄沙坪上银山矿区的试验应用详细情况。

上银山矿区位于黄沙坪铅锌矿区的西侧,与黄沙坪有类似的成矿地质条件,出露的主要地层有石碇子组(C_{1s})、测水组(C_{1c})、和梓门桥组(C_{1z}),矿床的类型为接触交代砂卡岩型和中低温热液交代填充型,矿石的主要矿物为方铅矿、铁闪锌矿、硫银锡矿、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、硬锰矿、软锰矿等。矿石中金属硫化物的总含量可达30~40%,矿石一般为致密块状、团块状、浸染状。矿体具有低电阻、高极化率的特点,与围岩有明显的电性差异。

干扰场强度观测剖面(I号剖面)垂直并通过IV号矿体。IV号矿体为本区的主要矿体,呈透镜状分布于矿区中部上银山背斜之东翼,矿体长约100 m,宽3~15 m,走向NNE、倾向E,倾角约70°,多为隐伏状。

为了解干扰场异常与自然电场异常及矿体之间的关系,利用矿山停产干扰电场特弱时期进行了自然电场测量。观测结果表明:干扰场异常与自然电场异常及矿体的位置吻合较好(图3)。由干扰场剖面异常曲线可知,干扰场异常曲线在8~11号点为一低电位异常,曲线在大号点一端较陡,小号点一端相对平缓开阔,形成W陡E缓的异常曲线。异常曲线与已知矿体有较好的对应关系,异常中心与已知矿体顶部在地表的投影位置大体一致,异常曲线平缓开阔的一侧反映正好是已知矿体的倾向。为了解干扰场异常的重现性,不同日期对剖面进行了多次系统观测,其异常强度虽然有较大变化,但其异常形态、异常中心始终保持不变,说明干扰场异常有较好的重现性,异常是可靠的。

在剖面测量的基础上,开展少量面积性试验工作,共布置观测剖面 13 条,发现了低电位异常(见图 4),其异常呈条带状、沿地层界线呈 SN 向展布,走向长约 400 m,宽度约 40~80 m。异常 W 陡 E 缓。异常位置与层间破碎带位置相吻合。

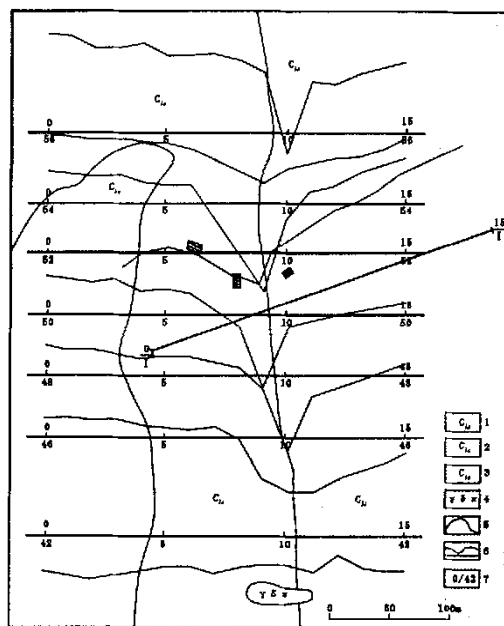


图 4 上银山矿区干扰场测量剖面平面图

Fig. 4 Profile in plan of disturbing field in the Shangyinsan mine

1. 石炭系下统梓门桥组灰岩; 2. 石炭系下统测水组砂页岩; 3. 石炭系下统石磴子组灰岩; 4. 燕山期花岗岩闪长斑岩; 5. 地质界线; 6. 剖面线及干扰场观测曲线; 7. 点、线号

5 结束语

通过对干扰电场的观测及试验应用工作,在良导电型矿化地质体上有较明显的干扰场异常出现,并具有重现性和一定的规律性。这表明通过观测干扰电场来找矿、解决地质问题和工程问题是有可能的。并有望发展成为一种新的勘探方法——干扰场源法。但由于干扰电场源的随机变化,各条测线上的观测条件不一定相同,获得的干扰场源异常曲线强度相差很大,不同测线上的异常对比困难;测量参数单一;有待进一步发展,研制新一代仪器,一次能观测多条线,利于不同测线异常的对比分析;间接监视干扰场强度的变化;增加供电装置和观测参数,既能进行干扰场强度观测,又能进行常规方法的电法勘探观测,实现一机多用的目的;对观测参数进行图形显示,监测出观测参数和干扰场的变化情况,提高工作效率和观测精度。

参考文献

- [1] 刘启顺,等. 干扰场源法在地质找矿试验中的方法可行性和效性研究[J]. 中国技术成果大全, 1992, 第十四期.
- [2] 杨 杰. 流散电流法在岩溶地区的试验成果及理论研究[J]. 物探与化探, 1982, 第一期.

Principle of Formation and Characteristics of Expression and Application of Clsturbing Field in D. C. Electric Method

ZHOU Jin - hua , HUANG Jing - ming, QIN Yong - yan, HUANG Ge - fei

(Southern Hunan Institute of Geological Survey, chenzhou 423000, Hunan, China)

Abstract: Disturbing field in D. C. electric method affects the precision and efficacy of field observation, sometimes, field observation can not be finished. So, there is an important significance that we study it, draw useful information from it and use it for prospecting. The authors summarize some results of disturbing electric field obtained in D. C. electric method prospecting of metal exploration and consider that the disturbing electric field can be divided into three types, the D. C. pulse, the D. C. gradual change and the low frequency wave motion. The D. C. pulse is the major type and the low frequency wave motion is an assistant. The experiment in several deposit field showing that the intensity of disturbing field relate to good conductor geological body and that the anomaly of disturbing field relate to ore body or other geophysical and geochemical anomalies and that the shape of anomalies relate to the attitude of ore body. Some geological problems will be solved when the disturbing field is studied.

Key words: electrical prospecting; disturbing field; vector survey; disturbing field anomaly