

直流激发极化法中的视电阻率参数及二次场采样

赵聚林, 薛斌义, 冯军, 何海军

(甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 目前的直流激发极化法仪器, 一次场采集于供电方波的末端时间, 包含了被激发形成的二次场, 在高极化率地质体上, 仪器反映的视电阻率将削弱其低阻特性或放大高阻特性。以甘肃北山地区某铜铁矿测量为例, 说明在野外工作中, 做适当的数据处理, 可降低这种影响。

关键词: 直流激发极化法; 一次场; 二次场; 视电阻率

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 8918 (2009) 01 - 0046 - 03

直流激发极化法是目前应用广泛的成熟方法, 其优点是长脉冲供电时可以获取最大限度的激发极化异常, 有利于发现极化效应较弱的地质体和较小的目标地质体, 在断电后观测和研究二次场的时间特性, 以了解探测目标的电性特征。但是, 当探测目标为高极化体时, 无论是体极化还是面极化, 当其电性特征一定时, 供电电流一般是保持稳定而可近似看作不变, 由采集于供电时间末端的一次场计算得到的视电阻率将偏离真实值而放大, 且随供电时间 (或周期) 的不同, 会有不同的视电阻率值对应, 这也失去了探测目标电阻率的唯一性。此种现象的存在, 使得人们降低了对所探测地质体的电性辨别能力, 至少是增加了从围岩背景中区分目标体的模糊性。

1 原理简介

直流激发极化法中, 岩矿石的极化率 $\rho(T, t)$ 是充电时间 T 与放电时间 t 的函数 (图 1): $\rho(T, t) = U_2(t) / U(T) \times 100\%^{[1]}$, 其中, $U(T)$ 为供电时刻 T 的总场电位差, $U_2(t)$ 为断电后 t 时刻的二次场电位差。观测发现, 不同岩矿石的 $U(T)$ 达到饱和和所需时间不同, 一般来说, 浸染状矿石和离子导电的岩石充电达到饱和的时间短 (几十秒), 而连续性较好的矿石则时间较长 (几分钟)。直流激电仪器中所设计的双向短脉冲, 占空比 1:1, 向地下正、反向供电, 脉冲持续时间一般为 2~20 s。正、负脉冲断开后, 延迟 20~200 ms, 按一定的时间间隔序列, 分别测量正、负 2 个方向的视极化率, 取其平均值作为观测值。

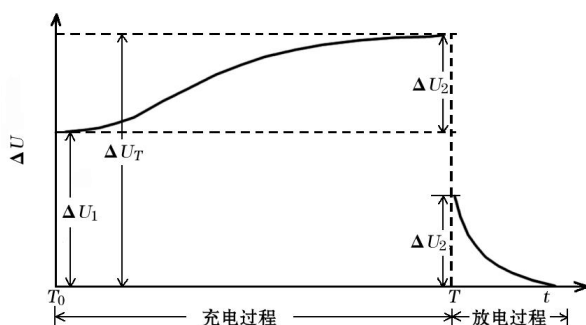


图 1 激发极化法充电过程示意

若图 1 是某一极化体的充放电曲线, 在 T_0 采集 U_0 , 充电至 T 时刻采集 U_2 , 设装置系数为 K , 则充电至 T_0 、 T 时刻的视电阻率 ρ_0 、 ρ_T 分别为 $\rho_0 = K U_1 / I$, $\rho_T = K U_T / I = K (U_1 + U_2) / I = \rho_0 + \rho_t$ (T, t)。由此可得 ρ_0 与 ρ_T 的近似关系式

$$\rho_T = \rho_0 / [1 - \rho(T, t)] \quad (1)$$

当 T 时刻的极化率达到 50%~80% 时, ρ_T 相当于 2~5 倍的 ρ_0 , 若充电曲线按指数上升规律, 实际上这个值可能还要增加数倍。

2 实例分析

甘肃北山地区某铜铁矿, 产于震旦纪马鬃山混杂砂岩、板岩和奥陶纪窑洞努如火山岩岩片、凝灰岩、闪长岩、橄榄辉石岩、英安岩、流纹岩、石英闪长岩、花岗闪长岩夹二长花岗岩。矿体呈豆荚状、囊状形成于近直立的东西向断裂带中。主要矿物均是高极化率的黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、磁黄铁矿和高磁性的磁黄铁矿, 厚度 0.1~1.7 m, 产状受所在断层控制。野外标本取样分析, 极化率在 30%~50%, 各种围岩的极化率在 1%~2.8% 之间, 矿体电阻率

为 70 ~ 250 Ω·m,各种围岩的 ρ_s 为 300 ~ 680 Ω·m(表 1)。在近于垂直矿体走向布设的三极等比装置激电测深剖面,采用重庆地质仪器厂产的 DWJ 型

表 1 北山地区岩石和矿物标本电性参数测定

岩石	块数	$\rho_s / (\Omega \cdot m)$	$\eta_s / \%$		
			极大值	极小值	均值
凝灰岩	4	542 ~ 678	1.29	0.67	0.91
流纹、英安岩	11	302 ~ 410	2.12	0.35	1.18
辉长、闪长岩	5	480 ~ 629	1.73	0.86	1.18
安山岩	7	320 ~ 530	2.25	0.93	1.39
橄榄辉石岩	6	390 ~ 486	5.07	0.43	2.74
黄铁矿、黄铜矿	11	20 ~ 180	63.08	13.63	38.34
黄铜矿	5	70 ~ 250	53.23	45.23	49.23

多功能仪完成,该仪器二次场延时 200 ms,共采集 7 个二次场模块。

剖面成果显示,经推断极化率剖面(图 2a)上的高值异常均由豆荚状、囊状矿体引起,矿体地表出露位置与剖面上浅部高极化率异常相对应。没有处理的 ρ_s 剖面(图 2b)对矿体的反映比较模糊。经用式(1)换算成图后(图 2c),明显出现了低阻异常与高极化率的对应,在近地表出露矿体的 1~4 号点、37 号点附近都出现明显的低阻异常,中、深部的高极化率异常均有好的低阻异常区反映。其实,三极直流电阻率测深,在一定条件下,对高、低阻目标地质体的区分能力远高于对称四极测深。

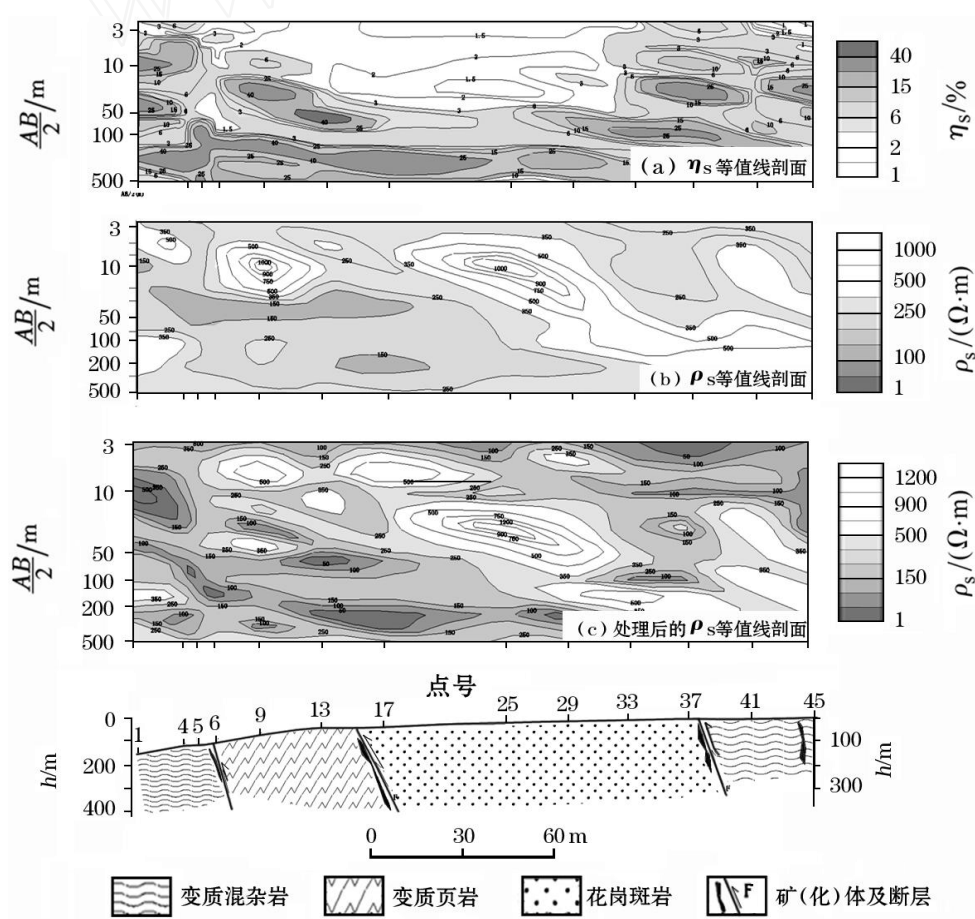


图 2 甘肃某板岩铜矿激发极化测量成果

3 讨论

目前国内各仪器厂家,对于直流激发极化法的二次场 U_2 的采集都是沿用以前机械式表头仪器的设计方法,考虑到技术上的可行性和数据的可靠程度,在断电 50 ~ 200 ms 之后分时间段进行采样,计算某时间段内的 U_2 平均值求得 ρ_s 。现在的电子技术已做到了在断电 50 ~ 200 ms 之后,按延长增加的时间序列,分时间段依次采集 U_2 的递减序列

值,得到放电曲线,从而通过研究所探测的各种目标地质体的放电衰减特征去了解其充电特性,依此推断含矿性。既然目前已具备实时采集放电过程的任一时刻的 $U_2(t)$,那么诸仪器厂家能否用 $U(t)$ 与初始时刻的差去得到 1 条充电曲线呢?

实时监控目标地质体的充电状态,比在断电后去观测二次场可能要容易做到。这种设想如果实现,将获得目标极化体的更多信息,将是一场直流激发极化法的革命。

4 结论

直流激发极化法在探测高极化率地质体时由于加进了激发极化效应,使观测到的高、低阻的高极化地质体的视电阻率相对真实值均有不同程度的偏离,特别是在极化率高达 50% ~ 80% 时,偏离显得更为严重。实际工作中,许多矿体都具有高极化率特征。直流激发极化法通过很长时间的的发展,基本趋于成熟。过去由于电子技术的局限性,一次场的采集仅限于每次供电末端的电平。对二次场,各仪器厂家采用了许多技术方法,采集了断电后 20 ~ 200 ms 的衰减曲线。这种设计获得的,将削弱探测目标体的低阻特性或放大高阻特性。按现阶段的

电路采样技术,是可以实现实时采集充电过程中的充电电平与初始电平之差,得到更为完整精确的充电曲线。此设想如果能实现,对高极化目标地质体充电特性的研究会上升到一个新的阶段。

参考文献:

- [1] 傅良魁. 电法勘探教程 [M]. 北京:地质出版社, 1983.
- [2] 赵聚林. IP找水与 DJ-1 型仪器野外数据采集 [J]. 物探与化探, 2003, 27 (4).
- [3] 孟贵祥. 小热泉子铜矿区物探找矿效果及综合找矿模式 [J]. 物探与化探, 2002, 26 (2).
- [4] 温佩林,赵秋梅. 大深度激发极化法初步探讨 [J]. 物探与化探, 1996, 20 (5).

THE APPARENT RESISTIVITY PARAMETERS IN DIRECT CURRENT IP METHOD AND THE SECONDARY ELECTRIC FIELD SAMPLING

ZHAO Ju-lin, XUE Bin-yi, FENG Jun, HE Hai-jun

(Gansu Institute of Geological Survey, Lanzhou 730000, China)

Abstract: In the direct current IP instrument used at present, the terminal time of the power supply square wave of the primary electric field sampling contains the secondary electric field formed by induction. In the high polarizability geological body, the apparent resistivity reflected by the instrument will weaken its low resistivity or enlarge its high resistivity characteristics. In field work, therefore, proper data processing should be conducted so as to reduce such influence.

Key words: direct current IP method; primary electric field; secondary electric field; apparent resistivity

作者简介: 赵聚林 (1962 -), 男, 甘肃康县人。1988年毕业于成都地质学院地球物理勘查专业, 高级物探工程师。从事地球物理勘查多年, 发表论文 10 余篇。

上接 45 页

Abstract: In this paper, some major methods for measuring relative dielectric constants of media have been discussed in detail from theory to practice. These methods are applied to GPR (ground-penetrating radar) exploration no matter whether its transmitting antenna and receiving antenna are separated or integrative. Tests show that these methods can meet the requirements in practical work.

Key words: ground-penetrating radar; relative dielectric constant determination method; known objective depth method; point source reflection body method; common central point method; layered reflection body method

作者简介: 邓小燕 (1977 -), 女, 西北民族大学讲师, 主要从事物理教学工作。