

地下线状长导体对激发极化场的影响

——以胶东地区为例

董寿志

(武警黄金第七支队, 山东烟台 264004)

摘要:线状长导体,如金属管道、裸金属线、光缆等,其直径相对于埋深虽然很小,但受到激发时,能够产生很大的极化场,生产实践中对极化率的影响很大。该文主要研究了中梯和联剖2种装置下地下线状长导体的异常特征,分析了异常产生的原因,并提出了辨别这种干扰因素的方法。

关键词:线状长导体;极化效应;视极化率;异常特征;胶东地区

中图分类号:P631.3⁺24

文献标识码:B

0 引言

地下线状长导体,如金属管线、裸金属线、光缆等,其直径相对于埋深虽然很小,但受到激发时,能够产生很大的极化场,形成的异常范围广、强度大,异常形态与电极排列方向相对于其走向的夹角及其与供电点A、B的相对位置有关,生产实践中往往形成假异常,是成果解释的干扰因素。

在胶东地区,由于经济较为发达,地下各种金属管线、各种光缆等分布较多,在这种地区施工,极易形成假异常,尤其在光缆通过的地方,由于其延长相对于埋深为无穷大,早期的各种光缆外部为一层钢丝铠装或铅铠,导电性良好,可视为线状长导体,能够产生较强的激电异常。后期铺设的光缆,有的在铠装外部还有一层聚乙烯外护套,起到了屏蔽作用,这种光缆不会产生激电异常。

1 激电异常特征

1.1 实验结果

实验表明^[1],当线状长导体位于一次场中心时,其极化效应较弱,几乎无异常反应,偏离中心越大,其极化效应越强,异常越大。图1为大水槽模型试验结果,裸铜线直径 $2r_0=0.2\text{ cm}$;走向长度 $2l=$

320 cm ;埋深 $h_0=1.3\text{ cm}$; $AB=90\text{ cm}$, $MN=2\text{ cm}$;横坐标原点选在AB中心,靠近A时 x 为负值。裸铜线位置1: $x=0$;2: $x=-10\text{ cm}$;3: $x=-20\text{ cm}$;4: $x=-30\text{ cm}$ 。

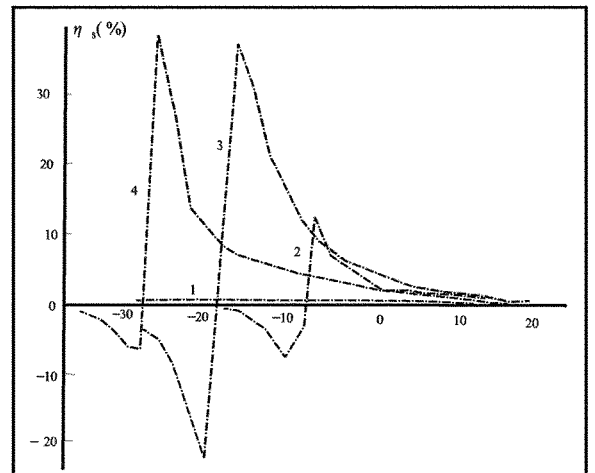


图1 水平裸铜线相对于供电电极为不同位置时的激电纵向中梯模型实验曲线

由图1可见,当线状长导体对称地位于两供电电极中间时,几乎无异常反应(曲线1)。当线状长导体逐渐靠近供电电极时,开始出现视极化率异常,且异常强度逐渐增大。异常形态为:线状长导体上方 $\eta_s \approx 0$,其两侧分别出现一个正的和负的视极化率极值,靠近供电电极的一侧出现负异常,另一侧出现正异常,且正异常幅度远大于负异常(曲线2)。当

* 收稿日期:2011-09-26;修订日期:2011-12-20;编辑:曹丽丽

作者简介:董寿志(1972—),男,山东昌邑人,助理工程师,主要从事地球物理找矿工作;E-mail: ytdfn@126.com。

线状长导体距供电电极约为供电电极距 AB 的四分之一处时,正负异常幅度最大,梯度变化最明显,呈尖锐脉冲形(曲线 3)。线状长导体继续靠近供电电极,异常幅度又减小,特别是负异常,幅度减小更明显,曲线也渐趋圆滑(曲线 4)。

1.2 实测中梯装置下异常特征

图 2 为某区光缆上方激电异常曲线,采用中梯装置, $AB=800\text{ m}$, $MN=40\text{ m}$,点距 20 m 。光缆位于 210 点处,距离 A 极 150 m ,距离 B 极 650 m ,该区极化率背景值约为 1.0% 。由图 2 可见,曲线在光缆位置处接近背景值,在光缆左侧(靠近供电电极一侧) 100 m 范围内 η_s 值低于背景值,且曲线变化较平缓。在光缆右侧曲线急剧上升,呈尖锐脉冲型, $\eta_{s,\text{max}}$ 接近 9% ,其后在约 50 m 范围内曲线急剧下降,达到约 $1/2\eta_{s,\text{max}}$ 后开始平缓下降,逐渐接近背景值,异常范围大于 300 m 。异常形态与图 1 中曲线 4 相似。

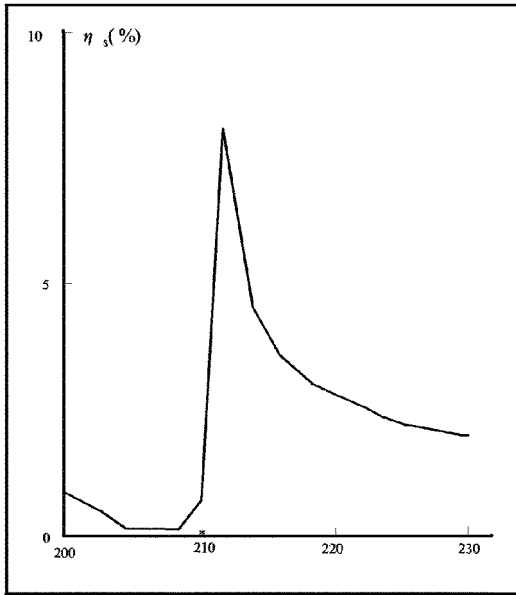


图 2 胶东某区光缆上方激电中梯 η_s 曲线图

1.3 实测联合剖面装置下异常特征

图 3 为某区光缆上方激电异常曲线,采用联合剖面装置,光缆位于 488 号点处,该区背景值约为 1.0% 。 $AO=110\text{ m}$, $MN=40\text{ m}$,点距 20 m 。

由于光缆所在区第四系覆盖较厚,且为农耕区,地表电性不均匀,所以视电阻率曲线多呈锯齿状跳跃,但在光缆位置处,不论是视电阻率还是视极化率,均有明显的交点,尤其是视极化率,异常形态规

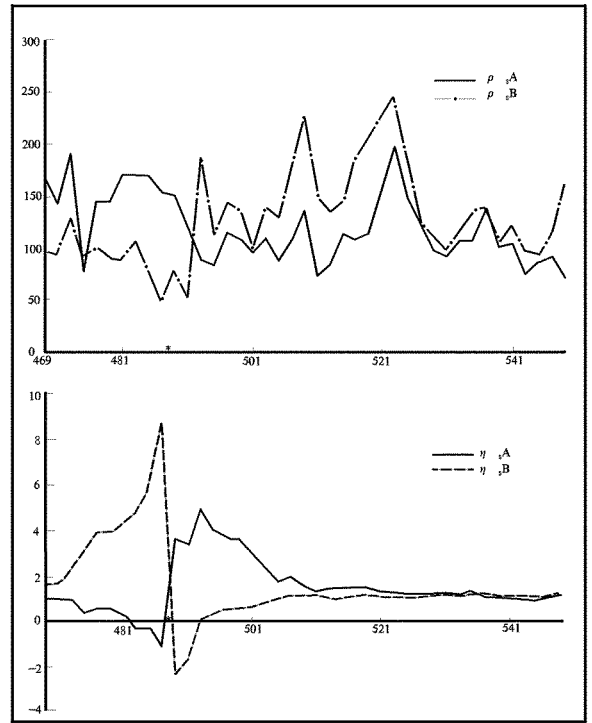


图 3 胶东某区光缆上方激电联合剖面 η_s 曲线图

则,曲线分离程度大,在光缆两侧 $\eta_{s,A}$ 曲线和 $\eta_{s,B}$ 曲线分别出现负值, $\eta_{s,\text{max}}$ 接近 9% , $\eta_{s,A}$ 曲线和 $\eta_{s,B}$ 曲线形态皆与图 1 曲线形态相似。

图 4 同为该区光缆上方激电联合剖面曲线,不同的是剖面上有 2 条光缆通过,一条位于 489 号点,另一条位于 503 号点,其中只有第一条光缆上方出现了视极化率反交点,另一条光缆上方无异常反应^[2],这是由于光缆外覆材料不同引起的。 $AO=110\text{ m}$, $MN=40\text{ m}$,点距 20 m 。

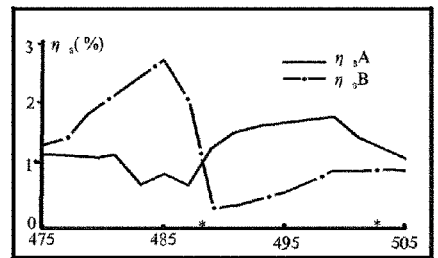


图 4 光缆上方激电联合剖面 η_s 曲线图

2 引起异常的原因

金属管道、光缆等地下线状长导体,其直径相对埋深通常很小。如地下光缆的直径 $2r_0$ 一般不超过 10 cm ,而其中心埋深 h_0 一般 $50\sim 120\text{ cm}$ 。按均匀

外电场中良导性水平圆柱状(二维)面极化体的视极化率公式^[2]:

$$\eta_s = \frac{\frac{4\lambda}{\lambda + r_0} \times r_0^2 \times \frac{h_0^2 - x^2}{(h_0^2 + x^2)^2}}{1 + 2 \frac{\lambda - r_0}{\lambda + r_0} \times r_0^2 \times \frac{h_0^2 - x^2}{(h_0^2 + x^2)^2}}$$

可以计算出在这种地下电缆上,纵向中梯装置的最大异常(取 $r_0 = 5 \text{ cm}$, $h_0 = 50 \text{ cm}$, $x = 0$, 面极化系数 $\lambda = 100$)约为 4%,异常宽度(以异常零值点间距计算)仅约为 $2h_0 \approx 1.1 \text{ m}$ 。但实际情况远非如此,有时甚至引起很宽很强的激电异常。

在胶东地区,实际生产中由光缆引起的激电异常($\eta_{s, \max} > 9\%$)远大于由黄铁矿化(约 3%~5%)、石墨化($\eta_{s, \max}$ 约 5%~7%)等干扰因素引起的异常。

为什么会出现这种情况呢?以中梯装置为例,在生产实践中,装置 AB 中间 2/3AB 范围内,一次电场可以被认为水平均匀分布的,但实际上一次电场是在一个地下水平半球体内不均匀分布,只有在 AB 中垂面上才是水平均匀的(图 5)。

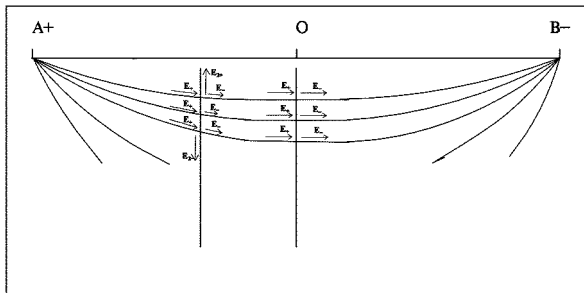


图 5 中梯装置一次电场分布示意图

当线状长导体位于 AB 中垂面上时,在线状长导体上任意一点一次电场都是垂直于线状长导体通过的。当线状长导体位于装置一侧时,由于一次电场的非均匀,除与 AB 断面相交的一点外,在线状长导体上其他部位,一次电场都不是垂直通过的,由于场的分解,必然存在平行于线状长导体走向的电场分量,因而使线状长导体沿走向方向极化,形成二次电场,且在线状长导体两侧电场分量及二次场基本是对称的,其大小相等,方向相反,在靠近供电电极一侧产生负激电异常,另一侧产生相等的正激电异常。线状长导体越是靠近供电电极,平行于线状长导体走向方向的电场分量越大,则沿走向方向的极化越强,激发二次场越大,异常强度也越大。但当线状长导体很靠近供电电极时,由于一次电场急剧增大,靠近供电电极一侧激发二次场受到一次电场的

压制,强度减小,所以激电异常反而下降。二次场电位差的实验观测数据证明上述分析是符合实际的^[1]。

3 消除干扰的方法

在生产实践中,这类人工导体产生的极化场是无法消除的,但可以将其影响降到最小,或是将干扰异常与有用异常区分开来。

由以上分析可见,由地下线状长导体引起的异常有 2 个显著特点,一是异常强度特别大,在胶东地区,视极化率极大值 $\eta_{s, \max}$ 一般在 9% 左右,远远大于一般极化体引起的异常。二是异常形态规则, η_s 曲线变化梯度大,在靠近供电电极一侧甚至会出现负异常。根据以上特征,在生产实践中不难将其区分出来。特别是如果异常是由光缆引起,在光缆通过的地方都会有明显标志,施工生产或是现场踏勘时不难发现。如果异常是由金属管道等喷、灌管线引起,其延长一般与喷、灌范围相同,通过调查也不难验证。此外还有一个有效的验证方法,就是将异常置于装置中间部位(异常源置于 AB 中垂线上),一旦异常消失或是明显减小,则可确定是由线状长导体之类引起。同理,在生产实践中,一旦确定工作区内有光缆、金属管线等线状长导体存在,在布设测线时,应适当选择供电电极 AB 的位置,尽量将其置于装置的中间部位,以最大可能的减少影响。但容易证明,对于联剖装置,这类干扰异常是不可避免的。

4 结语

地下线状长导体,如金属管道、裸金属线、光缆等,其直径相对于埋深虽然很小,但受到激发时,能够产生很大的极化场,可以产生非常强的干扰异常,生产实践中对极化率的影响很大,相对于石墨化、黄铁矿化等所谓的矿化岩石产生的非矿异常,这类干扰异常特征明显,范围明确。实际工作中,只要合理选择供电电极 A、B 的位置,置其于 AB 中垂线上,即可减小直至消除其干扰,同时也可由此识别这类干扰异常。

参考文献:

- [1] 傅良魁,电法勘探教程[M].北京:地质出版社,1983.
- [2] 李金铭,激发极化法方法技术指南[M].北京:地质出版社,2004.

The Influence of Underground Long Linear Conductor to IP Field

——Setting Jiaodong Area as an Example

DONG Shouzhi

(No. 7 Gold Detachment of Chinese People's Armed Police Force, Shandong Yantai 264004, China)

Abstract: The long Linear conductor, such as metallic pipeline, the bare metallic line, optical cable etc, although their diameter is small to their burying deepness, when it was induced, they are polarized and can produce a big polarization field. In the practice, the influence is very large to the polarizability. The anomaly characteristics of the underground long linear conductor in medium gradient and unite section survey have been studied, the cause of the anomalies have been analyzed, and the method for identifying this kinds of interfere has been pointed out.

Key words: Long linear conductor; polarization effect; polarizability; anomaly characteristics; Jiaodong area