

激发极化法曲线册

上册

地质部

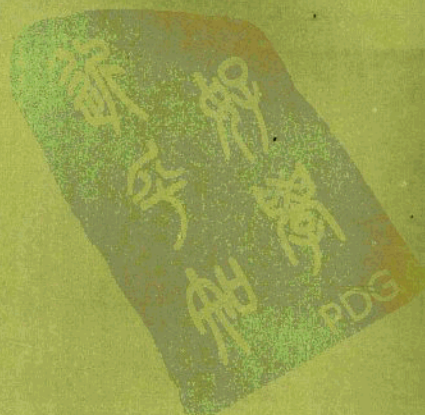
503
13 (2-1)
3002

编

电法勘探用

激发极化法曲线册

上册



地质部物探研究所编

电法勘探用

激发极化法曲线册

上 册

地质部物探研究所编

1982

内 容 提 要

本文集搜集了激发极化法模拟实验成果9项,包括各种装置和方法的大量曲线图册。每项图册前均有详细介绍或说明。文集是从事电法勘探技术人员必备之工具书,供进行定性解释和半定量解释之用。也可供大专院校和中等专业学校师生参考。

本文集分上下两册出版。上册为梯度、偶极、联剖、充电等装置的曲线册;下册为测深、井中激电和各种装置对比的曲线册。

电 法 勘 探 用
激发极化法曲线册(上册)
地质部物探研究所编

• •
河北省遵化县印刷厂印刷
地质部物探研究所发行

• •
1982年5月第1版
印数0001—4000

上册目录

绪言	(1)
激电梯度装置模型实验曲线册	江西省地质局第一综合物探大队 (7)
偶极装置几种二度体激电异常模拟曲线图册	青海省地质局物探队等 (37)
激电联合剖面法曲线册	山西省地质科学研究所、山西省地质局物探队 (89)
激电联合剖面装置二度体模拟曲线图册	青海省地质局物探队 (171)
激电充电法模型实验曲线册	山东省地质局物探队 (211)

绪 言

我国从1973年开始,在地质部物化探局(原国家计委地质局物探组)领导下有组织地进行了激发极化法模拟实验和编制曲线图册的工作。先后有青海、江西、山东、山西、内蒙地质局物探队,地质部第二物探大队,武汉地质学院物探系,地质部物探研究所和山西地质科学研究所等单位参加了这项工作。1978年7月间,有关人员已取得成果进行了交流,并对进一步工作进行了调整。到1980年底,该项工作已告结束。其最终成果的体现就是这本曲线册。编制曲线册的主要目的在于总结历年来激电模拟的成果和经验,为野外激发极化法工作提供有关解释推断方面的工具书,而其直接目的则是为配合颁布《激发极化法工作手册》提供附录性质的技术资料。

在编辑本曲线册过程中遇到的主要困难是“统一形式”问题。当初我们以为统一符号、统一编录、统一术语和统一说明是必要的。这样做可使这本书在结构上更为严谨,在读者使用上也更为方便。我们几个单位的主要参加人员也在一起研究过,在许多方面取得了一致意见,并做了尝试。其结果已体现于本曲线册中。

但是统一形式的工作确实是困难的。许多问题短时间难以解决。例如,九个实验单位,分散于全国各地。他们的实验条件、绘图条件都不一致。各种装置的异常效应各有其特点。还有一些术语和参数符号,各家尚有争议,在这里也不便于统一。

最后,我们终于选择了现在所采用的“文集”形式。这就是每种装置的模拟结果均作为一篇独立的文章。每篇文章均包括文字说明和曲线册两部分。文字说明中,有的写说明,有的写简介,也有的写解释推断方法。这样,形式上虽然不拘一格,但内容上却着重于该装置异常效应特点介绍。由于形式上没有强求统一,实验人员、作者和编者都为之快,使他们少做许多费力又伤脑筋的事。这样一来,《曲线册》的内容和质量均有所提高。

应当说明的是,曲线册中介绍的是大部分模拟实验结果,由于实验技术和条件等原因,使得个别结果不尽一致,这从各家结果的相互比较中就可以看得出来,这是不足为奇的。这里也没有强求统一,至于谁的更为正确,只好请读者自己去判断了。

激发电化法曲线册分梯度、偶极、联剖、充电、测深、各种装置对比和井中激电等七部分。各部分内容简介如下。

1、江西地质局第一综合物探大队利用水槽实验方法制作了《激电梯度装置模型实验曲线册》。模型有铁质似椭球体、石墨厚板体、紫铜夹玻璃薄板体和铜质球体。在模型实验结果说明中对全域梯度法作了介绍。如对直立极化体不同位置和埋深、倾斜极化体位于不同位置和埋深、极化体埋深不变时和直立、水平极化体在平面、平剖面上的激电异常特征等均作了介绍。在说明中也对单极梯度法实验结果作了介绍。如对球体和倾斜薄板体的实验进行了分析。通过实验共制作曲线图29张。

2、青海地质局物探队等单位利用RM-1型电阻网络模拟机和导电纸模拟技术制作了《偶极装置几种二度体激电异常模拟曲线图册》。

该曲线提供了偶极装置各种形体视百分频率效应(bf)的剖面图和拟断面图共44张,可以帮助了解不同产状极化体的异常特征。在熟悉曲线册的基础上,根据实测曲线可以定性地估计极化体的形态、埋深、顶点位置(或中心点位置)及倾向等。曲线可分为四大类:(1)平坦地形条件下,单一二度体模拟曲线;(2)平坦地形条件下,复合二度体模拟曲线;(3)平坦地形低阻复盖条件下,单一二度体模拟曲线;(4)起伏地形条件下,水平圆柱体模拟曲线。由于直流激发电化法的视极化率(η_s)与变频法的百分频率效应(bf)一一对应,因此,本曲线册对直流激发电化法和变频法均适用。

在曲线册的说明中,介绍了曲线的制作方法,还对几种矿体模拟曲线的特点进行了分析。包括水平板状、直立板状、倾斜板状和水平圆柱体的模拟曲线;包括两个水平板状、三个水平板状两个直立板状、三个直立板状、两个倾斜板状、“八”字形、交叉形和“多”字形等八种不同情况的复合矿体的模拟曲线;也包括有无限山谷、无限山脊、有限山谷、有限山脊、两个山谷一个山脊、两个山脊一个山谷等六种起伏地形下存在水平圆柱体的模拟曲线。

在曲线册的说明中,还介绍了几种利用实验曲线估计极化体产状的方法。

3、山西地质科学研究所和山西地质局物探队根据水槽模型实验结果编制了《激电联合剖面法曲线册》,曲线图共108张。包括正方形导体和球体、二度体的圆柱形和双柱形导体、似二度体的圆柱体及各种地形条件下埋藏于不同位置的圆柱体的异常曲线;包括扁旋转椭球体(导体和浸染体)、球体(导体和浸染体)的异常曲线。在文字说明中对激电联剖曲线特征进行了细致的分析。认为这种方法加大了激电方法的勘探深度,并且更适于确定异常地质体的产状因素。因此,比常用的激电方法会提供更多的产状要素数据。但应指出,由于模拟条件和观测上的原因,有少量数据的质量较差,致使曲线出现跳动现象。

青海地质局物探队利用导电纸模拟技术制作了一套《激电联合剖面装置二度体模拟曲线图册》,以补山西模型实验之不足。模型有板状体、水平圆柱体和水平椭圆柱体,

共有32张模拟曲线图。从曲线上可以明显看出,在勘探深度上和分辨能力上,激电联剖装置均大于激电中梯装置。

4、山东地质局物探队利用水槽模型实验方法制作了《激电充电法模型实验曲线册》。所用的是井中充电地面测量的方式,称为井-地方式。实验工作所采用的面极化模型材料为紫铜或黄铜,体极化模型材料为石墨、水泥、黄砂、锯末等加水混合凝固制成。所制模型有球体、柱体和板状体。充电点的位置分极化体顶部、中心埋深、下缘及走向端点等。模型上缘埋深有 h 、 $2h$ 、 $3h$ 、 $4h$ 。板状极化体的产状有直立、水平、倾角为 60° 、 45° 、 30° 等。观测剖面分通过极化体中心的主剖面及通过极化体端点的剖面,其端点投影以外的剖面等。选取了一部分剖面绘制了 ΔV^* 、 ΔV_x^* 、 η_p^* 、 v 曲线以及 E 、 E_z 矢量图112张。有关人员写了模型实验成果介绍,比较详细地介绍了实验条件、二次场的空间分布、向量测量的有关问题、充电点的选择和基本曲线特征分析等问题,并初步总结了六点结论。

5、地质部物探研究所在大量模型实验工作基础上,讨论了关于应用激发极化测深估算矿体的埋藏深度问题,得出了一系列经验公式,其中包括了存在简单起伏地形的情况。所附100余条模型实验曲线是经验公式的基础资料,便于读者查阅、核对,也可直接使用。模型实验是在六十年代进行的,这里的文字说明《用激发极化测深估算极化体深度曲线册》是根据当时的文字资料重新改写的。

地质部第二物探大队利用水槽实验制作了《激电测深模型实验曲线册》。实验所用模型为石墨制品,分球体、板状体、椭球和圆柱体四种。测量仪器用DDC-2型电子电位计。测量采用双向短脉冲法。曲线册中共包括正演曲线323条,其中球体112条,板状体66条,椭球体41条,圆柱体50条,组合模型16条以及球体理论计算曲线48条。该曲线册可用于定性解释,也可当量板用于定量解释。在该曲线册的基础上进行新的定性定量解释方法研究,也是有前景的。

6、青海地质局物探队利用导电纸模拟技术制作了《各种装置激电异常断面及剖面曲线对比图册》。图册中对水平板、倾斜板、垂直板和水平圆柱体四种情况的断面图、剖面图和剖面曲线对比图作了介绍,给出了17张标准曲线图。该图册对于分析各种具体情况下各种方法使用的优缺点方面能起到重要的作用。

7、内蒙地质局物探大队和武汉地质学院物探系开展了井中激发极化法水槽模型实验研究,对某些复杂情况,还应用电子计算机进行了数学模拟。共完成图册71张。矿体模型有两种,一种是紫铜板,用来模拟良导性表面极化薄板状矿体;另一种是钢砂水泥板用以模拟浸染状体积极化板状体。图册分地-井方式、井-地方式和井-井方式三部分。在图册说明中,对实验结果和图册做了分析。图册可以作某些定性和半定量解释。

有了上述七种曲线册,加上不久前冶金地质研究所的激电计算曲线册,可以认为用于定性、半定量解释方面的工具已有了基础。

电探方法的模拟实验研究,近年来在国内国外都得到了重视。如1976年12月在美国犹他州盐湖城举行的“探测和圈定非能源不可再生资源的应用地球物理学”会议上,把“扩大电阻率、激发极化和电磁法的模拟实验研究”列为应予优先考虑的七个项目之

一。又如1980年在中国安徽蚌埠召开的电法座谈会上，把电法的模拟实验看作开展电性研究和解释推断研究的重要手段之一。事实说明，我国电探人员一向重视模拟实验研究，开展模拟实验研究的历史相当悠久，可以追溯到五十年代中期。从1973年开始发动许多单位大规模有组织地开展激发极化法模拟实验研究，也是举世少有的。在某些技术发达的国家里，认为目前物探仪器在质量和精度上足以满足实际工作需要（在中国还未办到），当前重要的问题在于从实测资料中抽取有用信息，加强解释推断工作。因此，模拟实验工作在编制电法正演曲线和进行电场的机制研究等方面就显得非常重要了。激电曲线册，就它的内容范围和模拟规模，以及就它的完整性和系统性来说，不能不认为是一项适用于解释推断方面的重要科研成果，是一本出版适时的工具书。

模拟方法可粗略分为物理模拟（比例模拟）和数学模拟两种。电法勘探所遇到的电场相当复杂，用数学模拟困难较多，花费也大。目前只能对极简单的几何形体做近似模拟。随着新方法手段的产生，数学模拟的花费也许会降低，模拟的内容也许会多起来。物理模拟就简单得多了。但是模拟精度受模拟条件的限制和影响，不易提高。目前这种资料用于定量解释还有困难。但是，目前采用物理模拟是切实可行的。本书曲线大部分为物理模拟成果，只有少部分为数学模拟成果。

近年来，在激发极化法的物理模拟中，有几项模拟技术取得了进展。例如：

1、等效电阻率法为激发极化法的模拟提供了先决条件。苏联的B·A·柯马洛夫首先提出了这种方法。从面极化、体极化和无极化（即一次场）在稳定电流场情况下边界条件的比较中可以看出：只要把无极化时一次场电位 V_1 表达式中各介质的电阻率 ρ_i 换成 ρ_i^* ，所得到的就是体极化时电位 V 的表达式，其中

$$\rho_i^* = \frac{\rho_i}{1 - \eta_i}$$

ρ_i^* 称为“等效电阻率”。因而，通过用模拟直流电法的方法可以模拟激发极化法。其公式为

$$\eta_s = \frac{\Delta V_2}{\Delta V} = \frac{\Delta V - \Delta V_1}{\Delta V} = \frac{\rho_s^* - \rho_s}{\rho_s^*}$$

因为极化率 η 与百分频率效应 bf 本质上相同，所以用等效电阻率法也可以模拟交流激发极化法。

2、激发极化法模拟的相似原则形成了初步看法。模拟实验时必须注意模型的相似性和遵守一定的相似条件。所谓相似性，一般是指：（1）模型的线度（空间几何形态，如矿体的形状、大小、埋深、地形及所采用装置的电极距、点距等）与野外实际情况成比例；（2）模型上的电场分布与野外实际情况呈几何相似，其对应点电场数值相等（或以围岩参数为标准做归一化处理后的电场数值对应相等）。

为使激发极化法模拟试验附合上述相似性定义，应该满足的条件是

$$\text{面极化} \quad \frac{k}{L} = \frac{k_m}{L_m}$$

$$\text{体极化} \quad \eta = \eta_m$$

式中 k 、 k_m —实际的和模型的表面极化系数， L 、 L_m —实际的和模型的线度， η 、 η_m —实际的和模型的极化率。

也就是说，在面极化情况下，当实际线度 L 按同一比例尺缩小为模型的线度 L_m 后，表面极化系数也必须按同一比例尺减小成 k_m ，才能满足上述相似定义。对于体极化情形则仅要求野外实际的极化率 η 与模型的极化率相等就可以了。在具有面极化和体极化同时存在的复杂地电断面条件下，按上述要求进行模拟也应该是合理的。

3、模拟手段的增加给激发极化法的模拟，带来很多方便。目前常用的模拟实验方法有土槽、水槽、薄水层、导电纸、电阻网等。土槽主要用于解决三度问题；导电纸、电阻网和薄水层则用于解决二度问题。

目前模拟激发极化法的实验，仅导电纸和电阻网模拟手段可以使用等效电阻率法。因为容易造型，短时间实现两次模拟颇为方便。其他模拟手段均采用直接观测模拟。

4、电子计算机的应用将加快模拟速度。目前国外已出现多技能的比例模型试验设备。其设计思想是，尽可能使操作完全由微型计算机控制，包括最先进的程序设计和电子设计。多伦多大学已有这种设备。我国亦应在这方面加以发展。

模型的制作、提高模拟的精度与速度、模拟的相似原则、用模拟实验方法研究激发极化的机制以及模拟出更多的激发极化法曲线等都是目前被人们注意的研究课题。

本书由地质部物探研究所编。何裕盛、吴海成参加了统筹规划和文集编选工作，赵维勇参加了编辑和校对工作。青海、江西、山东、山西、内蒙地质局物探队，地质部第二物探大队，武汉地质学院物探系，地质部物探研究所和山西地质科学研究所等单位都参加了具体模拟实验、分析总结、撰稿、绘图和清绘工作。本曲线册是这些单位的共同研究成果。由于业务水平所限，编选中的缺点、错误在所难免，请读者批评指正。

编 者

1982年3月

激电梯度装置模型实验曲线册

尹梅春 王龙芳 谢人颖 龙学军

江西省地质局第一综合物探大队

我们在1974—1975年的实验中，主要选用了全域梯度装置，做了似椭球体、厚板体、薄板体和球体的模型实验，实验结果整理成图29张。

众所周知，当前激电生产常用的电极排列不外乎中梯、联剖、测深等。根据它们的不同特点，进行面积工作时常用“中梯”。通过模型实验，我们觉得“全域梯度法”具有它独特之处。是一种优于“中梯”的普查找矿方法。

从全域梯度法的装置特点来看。它一次布极后，MN可在AB的有效电场内进行全域观测。它同“中梯”相比，更能全面地反映极化体的二次场在半空间的分布特征；勘探范围大， η_s 异常也不易漏掉。这将有助于提高劳动生产率。

现在野外施工的灵活性是很低的，如果采用全域梯度装置，就可机动灵活地把AB布设在地形、接地条件好的地方。既节省了时间，减轻了劳动强度，又提高了有用讯号，保证了观测质量。

实验条件和方法

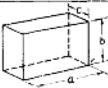
模型实验工作是在 $(3.2 \times 2 \times 2)M^3$ 的水槽中进行的：在其中央设置模型，沿其长边方向布设电极。实验模型的几何、物理参数见表。从表可知，他们和水之间皆有明显的电性差异。

工作装置见图a和图b所示。AB和MN电极放置在调平的固定标尺架上，根据需要可灵活移动，AB电极用铜棒制成，MN电极用有机玻璃管制成。

实验仪器为DDC—2型电子电位计加手控面板。电源用45伏乙电，通过可变电位器使工作电流恒定40毫安。观测方法采用双向短脉冲，供电时间为10秒，延时为0.25秒视极化率 η_s 从下式取得：

$$\eta_s = \frac{\frac{\Delta V_{1+} + \Delta V_{1-}}{2}}{\frac{\Delta V_{1+} + \Delta V_{1-}}{2}} \times 100\%$$

实验模型几何、物理参数表

名 称	规 格 mm	电阻率 $\Omega\cdot m$	极化率 %	模 型 图 示
铁质 假椭球体	$a=8.5$ $b=3.5$ $c=2.5$	0.13×10^{-6}	37	
石墨 厚板体	$a=30$ $b=20$ $c=10$	0.15	38	
紫铜夹玻 璃薄板体	紫铜板 $38 \times 20 \times 0.05$ 玻璃板 $38 \times 20 \times 0.3$	0.17×10^{-6} 5×10^{-7}	43 0	
铜质 球体	$R=3.5$	0.07×10^{-6}	47	
附 注：水的电阻率和极化率分别为 $10 \Omega\cdot m$ 和 0.01%				

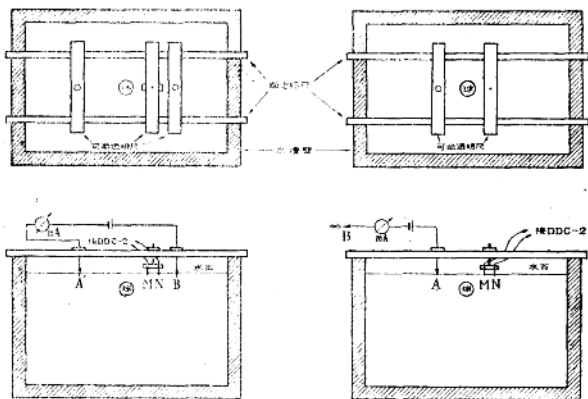


图 2

“全城梯度”装置

图 b

“单极梯度”装置

全域梯度法实验成果介绍

“全域梯度法”实际上是“中梯”的扩展：供电极AB固定后，测量极MN可以在AB的有效场范围内进行全域测量——MN不仅可在AB内域，而且还可在外域进行观测。实验极距为：AB=60CM；MN=4CM；点距=2CM。

1. 直立极化体于不同位置和埋深时的 η_s 异常特征

从图1、2、15、23可知，似椭球体与厚板体、球体的 η_s 异常特征基本相同。现以图1和图2似椭球体的实验结果为例叙述。

(1) 当似椭球体置于AB中心位置时： η_s 曲线的极大值(η_{smax})和似椭球体顶端投影 O_1 相对应，曲线且对称。随着顶端埋深 h 的增大， η_s 的强度明显减弱， η_{smax} 点对应 O_1 的位置不变。

(2) 似椭球体在AB/3位置时： η_s 曲线呈现明显的不对称，近离似椭球体的供电极一侧 η_s 曲线偏陡， η_{smax} 点和 O_2 不对应，随着 h 的增大， η_s 的强度明显减弱， η_{smax} 点的投影点向远离似椭球体的供电极一方偏移， h 愈大偏移愈大。

(3) 似椭球体在供电极B正下方时：在其两侧展现为一宽缓的基本对称的 η_s 双峰曲线（外域 η_s 略大），这时 η_{smax} 点偏离似椭球体投影的距离达到最大， η_s 的强度减小到最小。随着 h 的增大，至使 η_{smax} 点渐不明显。

(4) 把似椭球体移到AB范围之外的AB/3处时： η_s 异常只在靠近似椭球体的外域有显示， η_s 的强度大于上述位置，其它特征和(2)类同。

2. 倾斜极化体于不同位置和埋深时的 η_s 异常特征

从图3和图16可见似椭球体和厚板体的 η_s 异常特征类同，下面仅叙述似椭球体图3实验结果。

(1) 似椭球体置于近AB中心位置时： η_s 曲线呈现明显不对称， η_{smax} 点偏离似椭球体顶端投影位置并向上盘位移。随着 h 的增大， η_s 强度明显减弱，曲线变缓，异常展宽， η_{smax} 点偏离模型顶端投影的距离也略增大。

(2) 似椭球体在AB/4时： η_s 曲线的形态基本同上，但 η_s 的强度大于其它三种位置。

(3) 似椭球体在供电极B正下方时：在其两侧呈现一明显不对称的 η_s 双峰曲线，主 η_{smax} 在内域-似椭球体倾向一侧，其它特征均同直立放置时。

(4) 似椭球体移到AB外域AB/4时， η_s 异常特征和(1)相同。

上述仅为模型倾斜45°时的情况，那么模型由90°向0°变化时， η_s 异常又是怎样变化的呢？图4实验结果告诉我们，当似椭球体由直立(90°)向水平(0°)变化时， η_s 异常的强度和宽度明显增大， η_{smax} 点明显偏离似椭球体顶端投影，并往倾向一侧位移。

3. 极化体埋深不变时的 η_s 异常特征

图24为球体和倾斜薄板的实验成果，它们的顶端投影位置一一对应，埋深均为5cm。从总的 η_s 曲线形态看，在它们之间存在着很大差异，现分述如下。

(1) 球体的实验：

a. 从 η_s 异常曲线的全貌看：只有球体在AB/2时， η_s 曲线才呈现对称， η_{smax} 点均

偏离球心投影。其它位置获得的 η_s 曲线均呈明显不对称,同时 $\eta_{s\max}$ 点均偏离球心投影。随着球体靠近供电极, $\eta_{s\max}$ 点偏离球心投影的距离逐渐增大。一般来讲,球体在AB外域获得的 η_s 强度较内域偏大,即使第4和第10位置获得的 η_s 双峰曲线也符合这一特征。就 η_s 曲线的形态看,总是靠近球体的供电极一侧偏陡。

b.图21可见,随着供电极靠近球体, η_s 异常幅值有一个“增大再渐小”的量变过程,而 $\eta_{s\max}$ 投影点偏离球体顶端的距离则愈大。这一特征无论球体在AB内域或外域时均成立。

c.图22的结果说明:在球体两侧尽可能大距离移动二次AB排列,无论球体在AB内、外域,总可得到二条 η_s 曲线。从它们组合的 η_s 曲线来看:当二组AB相对球心投影点等距($L=|-L|$)时, η_s 曲线相对球心投影呈镜像关系,二条 η_s 曲线的交点投影基本对着球心;若 $L \neq |-L|$ 时,二条 η_s 异常曲线差异明显,其交点投影偏离球心。但是,利用“圆弧交会法”求其中心埋深的结果均与实际相近。

(2) 倾斜薄板体的实验:

a.从图24可见,无论倾斜薄板体在AB内、外域某一位置,所得 η_s 曲线均呈明显不对称。一般来讲,倾斜薄板体在AB外域获得的 η_s 异常幅度较内域大,但在第4和第10位置时, η_s 双峰的主 $\eta_{s\max}$ 都位于倾向一侧。显而易见,在极化体下盘和上盘供电,它们获得的 η_s 异常强度、曲线变化规律是不相同的,下盘供电的 η_s 异常强度要大些, η_s 曲线形态也较简单。

b.见图19和图20所示,无论倾斜薄板体位于AB内域还是外域,在它的左右各布设一组AB排列,这二组AB获得的 η_s 异常曲线具有如下的特征:供电极位于极化体下盘一侧获得的 η_s 异常,要较位于上盘一侧获得的 η_s 异常强度大;二组 η_s 异常曲线的交点基本对应极化体的顶端位置,但交点投影略往倾向一侧位移;用“圆弧交会法”求极化体的中心埋深也是可行的,其效果同后述“单极梯度法”。

综上极化体模型在不同条件下的 η_s 异常的叙述。使我们清楚地了解:极化体相对AB的位置不同, η_s 异常的强度及其曲线形态也不同; η_s 异常明显与否和极化体的埋深 h 关系甚大,因此最佳AB极距的选择是很重要的;对同一条件下的极化体,一般外域获得的 η_s 异常强度大于内域;在同一极化条件下,不同形状极化体的 η_s 曲线的变化规律是一致的。

4. 直立、水平极化体在平面、平剖面上的 η_s 异常特征

(1) 直立极化体与测线相垂直时:

图5—12为似椭球体相对AB四种不同位置时的实验结果,在中心剖面上AB垂直似椭球体的a、b轴,与c轴平行,顶端埋深 h 为2cm。就四种位置的结果分述如下。

a.似椭球体置于AB/2时(见图5和图6):在中心剖面 η_s 强度最大, $\eta_{s\max}$ 点对应似椭球体的顶端位置,曲线对称,随着AB远离中心剖面, η_s 强度逐渐减弱, $\eta_{s\max}$ 渐趋不明显,各剖面 η_s 曲线均以b轴射线中心对称展现。从图5可清楚地看到:以似椭球体为中心, η_s 等值线呈一椭圆形,其长、短轴和似椭球体的b、c轴一致, η_s 的异常范围比似椭球体的实际投影要大得多。

b.似椭球体置于AB/3时(见图7和图8):中心剖面上获得 η_s 最大值, η_s 曲线呈现明显不对称。随着AB远离中心剖面, η_s 异常逐渐减弱,曲线的形态总是靠近似椭球

体的供电极一侧陡，远离一侧的缓。从平面图看， η_s 等值线显示一类似椭圆形，但其长轴呈一弯曲的弧线并与b轴脱离，而短轴则与C轴一致。平面 η_s 异常中心和似椭球体的投影不相扣合，并且 η_s 的强度较上述位置略大。

c. 似椭球体置于供电极B正下方时（见图9和图10）：在每一剖面上均获得宽缓的 η_s 双峰曲线，随着AB远离中心剖面， η_s 异常逐渐减弱，双峰也渐不明显。从平面图上看，在似椭球体的上方投影位置无 η_s 异常，而在似椭球体的两侧出现一基本对称的 η_s 异常等值圈，它大大偏离似椭球体的实际投影， η_s 的强度也远远比其它位置时弱得多。

d. 似椭球体置于AB外域AB/3时：（见图11和图12）：这时只是在放置似椭球体的AB外域一侧有 η_s 异常显示，中心剖面异常强度最大，随着AB远离中心剖面， η_s 强度逐渐减弱， $\eta_{s\max}$ 点渐不明显，所有曲线呈现不对称。从平面图上看 η_s 异常与“b”类同。同样靠近似椭球体的供电极一侧等值线密，沿AB射线方向稀疏， η_s 强度较上述位置都大。

（2）水平极化体与测线斜交时：

模型仍为似椭球体，h同上。在中心剖面上a轴与测线夹角为45度，b轴顶端对应AB/2位置。

从图14可见，在中心剖面上获得 η_s 最大值， $\eta_{s\max}$ 点对应似椭球体顶端位置， η_s 曲线呈对称展示。随着AB远离中心剖面， η_s 异常强度明显减弱，曲线变得不对称， $\eta_{s\max}$ 点也渐趋于不明显。从图13上看， η_s 等值圈呈一不规则的椭圆形，异常长轴通过似椭球体中心投影位置呈一“S”形。

综上所述面积实验可知：只有极化体为等轴状，并在AB/2位置时， η_s 异常长轴才为极化体走向。除此而外，特别是当极化体长轴与测线斜交时，往往异常走向不能客观反映极化体的走向。因此，开展面积工作时必须注意：要使AB垂直极化体走向，使AB卡住极化体中心。绝对不能简单地认为 η_s 等值线的长轴即为极化体的走向。

单极梯度法实验成果介绍

单极梯度法：把供电极A布设在大致确定的极化体的两侧，另一供电极B拉向“无穷远”接地，测量极MN在通过A极的剖面进行观测。

此项工作一般是在大致确定了极化体的位置后进行。实验的目的在于试用“圆弧交会法”求极化体的中心埋深。

1. 球体的实验成果

从图27可见：当AO（即球心投影处）供电时，AO两边都有 η_s 异常反映， η_s 曲线且对称。随着A极偏离球心投影， η_s 双峰曲线呈现明显的不对称，其主 $\eta_{s\max}$ 靠近极化体。随着A极到球心投影距离L的增大， η_s 双峰幅值的差异愈大，主 $\eta_{s\max}$ 愈靠近球心投影，从这一 η_s 曲线形态变化的情况可推测，当L大到一定距离时， η_s 曲线会得到近似“全域梯度法”球体在AB/2时的形态。这种随供电极A位移而引起的 η_s 曲线的变化，实际上就是垂直极化——倾斜极化——水平极化的过程。

当 $L = |-L|$ 时的二个供电点，所获 η_s 曲线以球心投影为中心呈镜像关系，以供电点A为心，A至主 $\eta_{s\max}$ 投影点的距离为半径画弧，两弧交点基本在球体的中心线上；

若 $L \neq |-L|$ 时，两弧交点略偏移球心，但是它们的交点到地表的距离D近等，并都大于球体实际中心埋深H（见图28）。除此而外，还做了直立似椭球体、薄板体的实验

(见图25示), 它们和似椭球体的特征近同, 只是利用“圆弧交会法”求中心埋深比球体偏小。

2. 倾斜薄板体的实验

见图27所示, 当AO供电测量, η_s 双峰幅值差异明显, 主 $\eta_{s\max}$ 投影在薄板体的倾向一侧。供电极往上盘移动到A'位置时, 得到了一条两边基本对称的 η_s 曲线。随着供电极偏离薄板体的顶端位置, L愈大, η_s 双峰幅值差异愈明显。在 $L = |-L|$ 时, 供电极在薄板体下盘时的 η_s 异常强度比位于上盘时的要大。

从图26、27、29均可见到, 利用“圆弧交会法”求中心埋深, 两弧交点偏离薄板体中心并大于实际中心埋深。而似椭球体、厚板体则小于实际中心埋深。它们的共同点是, 圆弧交点投影均偏离极化体的顶端位置, 并往倾向一侧位移。

体 会

实验结果表明, 当埋深不变的极化体由AB内域向外域移动, 一般规律是外域获得的 η_s 异常幅值较内域为大。由此可见, 开展全域梯度法对探测深度影响不大, 并有利于观测工作的进行。这样就有可能把激电工作, 从目前的详查中解放出来, 为转入大面积普查找矿开辟了前景。

实验结果还说明, 只要发现 η_s 异常, 就应该存在极化体。极化体相对AB的位置不同, η_s 异常也会多样化。为使解释合于客观, 必须要有正演问题的概念, 以便心中有数, 做到准确评价 η_s 异常。当普查发现 η_s 异常后, 根据 η_s 异常曲线与AB相对位置的关系, 初判 η_s 异常源的位置。尔后再布一次AB排列, 利用两组 η_s 异常曲线的特征点和不对称性, 利用“圆弧交会法”的结果, 大致确定极化体的顶端位置、倾向和中心埋深。从而, 为我们快速评价激电异常提供了一个新办法。

但是, 野外的地电条件是极其复杂的。为使 η_s 异常形态简单化, 最好能把 η_s 异常置于AB中间重新测定。再加之综合物探, 地质现象和物性资料的合理应用, 就会使结论接近实际。

以上认识是建立在有限的模型实验基础上的 η_s 异常的一些特征认识, 是否属于一般规律, 还有待生产实践的检验, 只有来它几个反复, “才可以补充、丰富和发展这种共同的本质的认识不致变成枯槁和僵死的东西”。

激电梯度装置模型实验曲线册目录

- 1、直立、倾斜似椭球体相对AB不同位置时全域梯度装置 η_s 曲线
- 2、直立似椭球体相对AB不同位置和埋深时全域梯度装置 η_s 曲线
- 3、倾斜似椭球体相对AB不同位置和埋深时全域梯度装置 η_s 曲线
- 4、似椭球体相对AB不同位置，不同倾角时全域梯度装置 η_s 曲线
- 5、直立似椭球体位于中心剖面 (AB/2) 位置时全域梯度装置 η_s 平面图
- 6、直立似椭球体位于中心剖面 (AB/2) 位置时全域梯度装置 η_s 剖面图
- 7、直立似椭球体位于中心剖面 (AB/3) 位置时全域梯度装置 η_s 平面图
- 8、直立似椭球体位于中心剖面 (AB/3) 位置时全域梯度装置 η_s 剖面图
- 9、直立似椭球体位于中心剖面 (B) 极位置时全域梯度装置 η_s 平面图
- 10、直立似椭球体位于中心剖面 (B) 极位置时全域梯度装置 η_s 剖面图
- 11、直立似椭球体位于中心剖面AB外域 (AB/3) 位置时全域梯度装置 η_s 平面图
- 12、直立似椭球体位于中心剖面AB外域 (AB/3) 位置时全域梯度装置 η_s 剖面图
- 13、水平似椭球体位于中心剖面 (AB/2) 位置与测线斜交时全域梯度装置 η_s 平面图
- 14、水平似椭球体位于中心剖面 (AB/2) 位置与测线斜交时全域梯度装置 η_s 剖面图
- 15、直立厚板体相对AB不同位置和埋深时全域梯度装置 η_s 曲线
- 16、倾斜厚板体相对AB不同位置和埋深时全域梯度装置 η_s 曲线
- 17、倾斜薄板体在AB内域不同供电位置时全域梯度装置 η_s 曲线
- 18、倾斜薄板体在AB外域不同供电位置时全域梯度装置 η_s 曲线
- 19、倾斜薄板体在AB内域二组AB排列位于上盘和下盘时全域梯度装置 η_s 异常特征图
- 20、倾斜薄板体在AB外域二组AB排列位于上盘和下盘时全域梯度装置 η_s 异常特征图
- 21、球体在AB内域不同供电位置时全域梯度装置 η_s 曲线
- 22、球体在AB内域和外域二组AB排列全域梯度装置 η_s 异常特征图
- 23、直立厚板体似椭球体和球体相对AB不同位置时全域梯度装置 η_s 曲线
- 24、球体和倾斜薄板体相对AB不同位置时全域梯度装置 η_s 曲线
- 25、直立似椭球体、薄板体和球体单极梯度装置 η_s 曲线
- 26、倾斜似椭球体、薄板体、厚板体单极梯度装置 η_s 曲线
- 27、球体和倾斜薄板体多个供电点观测时单极梯度装置 η_s 曲线
- 28、球体利用不同供电点“圆弧交会法”求中心埋深结果图
- 29、倾斜薄板体利用不同供电点“圆弧交会法”求中心埋深结果图