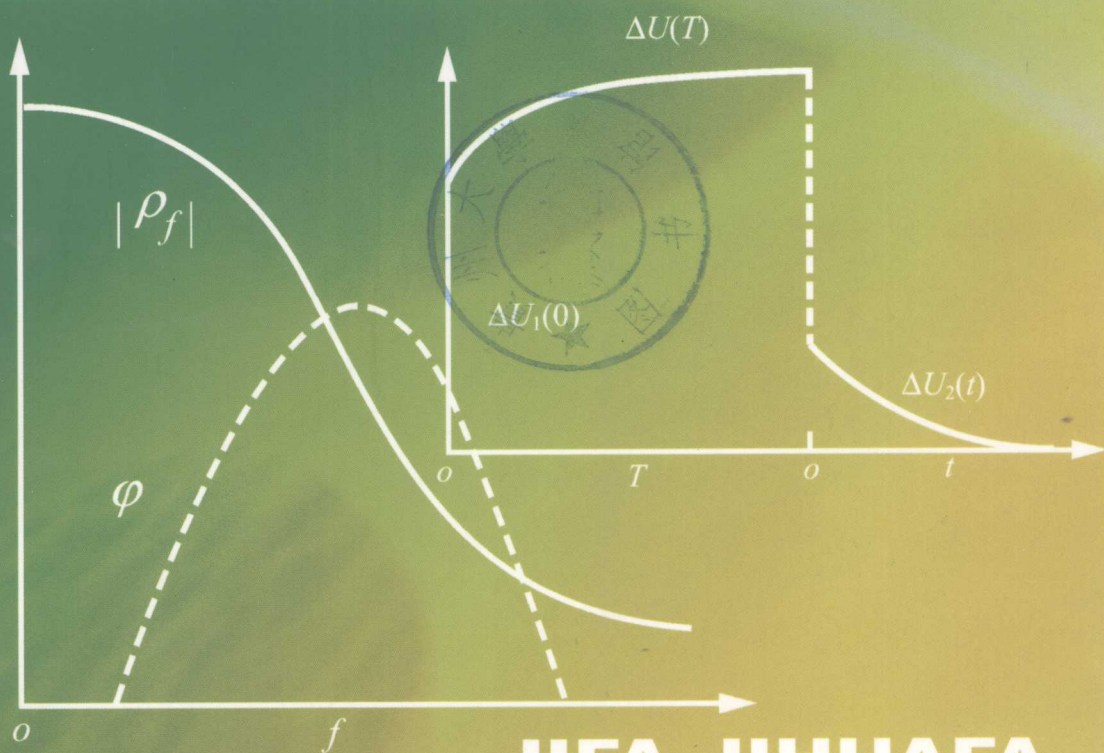


中国地质调查局资助出版

激发极化法 方法技术指南

● 李金铭 主编



**JIFA JIHUAF
FANGFA JISHU ZHINAN**

地质出版社

中国地质调查局资助出版

激发极化法方法技术指南

李金铭 主编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是面向从事金属矿产勘查和激电法找水野外一线工程技术人员的一本方法技术指南, 主要介绍常规激发极化法。全书四章, 附图于后。第一章介绍激发极化法野外工作中 10 个具体问题; 第二章介绍激发极化法常用装置在不同地电条件下正演曲线及异常规律; 第三章介绍实际应用中异常评价及解释方法; 第四章介绍激发极化法应用实例; 附图是激发极化法正演曲线。本书资料丰富、系统, 目标明确, 是本行业专业技术人员必备的图书, 也可供有关院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

激发极化法方法技术指南/李金铭主编. —北京: 地质出版社, 2004. 10
ISBN 7-116-04233-4

I. 激... II. 李... III. 激发极化法-指南
IV. P631.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 108269 号

责任编辑: 陈军中
责任校对: 任 丽
出版发行: 地质出版社
社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083
电 话: (010) 82324508 (邮购部)
网 址: <http://www.gph.com.cn>
电子邮箱: zbs@gph.com.cn
传 真: (010) 82310759
印 刷: 北京印刷学院实习工厂
开 本: 787 mm × 1092 mm ¹/₁₆
印 张: 22.5
字 数: 520 千字
印 数: 1—1500 册
版 次: 2004 年 10 月北京第一版·第一次印刷
定 价: 60.00 元

ISBN 7-116-04233-4/P · 2520

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社出版处负责调换)

前 言

激发极化法（简称激电法），按照供电电流性质的不同，有直流（时间域）激电法和交流（频率域）激电法之分。近半个世纪以来的实践证明，激电法是勘查各类金属矿产的重要方法，特别是勘查电阻率与围岩相差不大的浸染状金属矿床，与电阻率法和电磁法相比更具优势。另外，激电法在寻找地下水和探测石油、天然气方面也颇有成效，取得了比较令人满意的结果。

我国激电法的试验研究和推广，始于 20 世纪 50 年代末和 60 年代初。早期是以直流（时间域）激电法为主，剖面装置多为中间梯度，测深装置多为对称四极，测量技术采用长脉冲或双向短脉冲，通过长期应用与研究取得了许多重要成果。其中由地科院物探研究所等单位研制成功的远点启动激电仪，将长导线革新为短导线是一大进步，对开展中梯装置的激电法面积性普查具有重要实际意义。另外，原武汉地质学院研究推出的近场源激电法，在提高二次场信号和减轻装备方面起到了明显作用。由于常用直流（时间域）激电法的装备比较笨重，且断电后的二次场易受外界电磁干扰，为了提高激电法的抗干扰能力和减轻装备，20 世纪 70 年代我国从 Mc Phar 公司先后引进了 P660 和 P670 变频激电仪。与此同时，国内也开始进行研制仪器（青海物探队、广东物探队、上海地质仪器厂、物探研究所等），并于 1974 年提出了样机。1975 年在江西举办的交流激电法学习班，为促进这一方法的发展起到了积极推动作用。同年年底在湖南进行的交、直流激电法对比，进一步说明了交流激电法在某些方面的优越性。之后，由原中南工业大学研究实现的双频激电法是对变频法的重要发展。但长期以来存在异常区分问题和引进交流激电法后出现的电磁耦合问题，这些问题颇为人们所关心。为解决异常区分和电磁耦合这两大难题，20 世纪 80 年代初又开始对频谱激电法进行研究。1983 年我国引进了 IPS-3 频谱激电仪系统，之后通过大量工作取得了不少有价值的成果。与此同时，时间域谱激电法也得到了进一步发展。

随着电子技术的不断进步，近年来国内研制、生产的激电仪因具有较好的功能价格比，故获得了基层单位较广泛的应用。其中有北京地质仪器厂生产的 DWJ 系列微机激电仪；重庆地质仪器厂生产的 DJS 系列微机激电仪；重庆奔腾数控技术研究所研制的 WDJS-1 型直流激电接收机和 WDJF-1 型幅频激电仪；平遥水利电探仪器厂生产的 JJ 系列积分式激发电位仪；原地矿部机械电子研究所研制的 MIR 系列多道微机激电仪；中南大学研制的 S 系列双频和三频激电仪；原成都理工学院研制的变频激电仪等。

在国外，近年来激电仪的研制与生产也取得了较大进展。其中有加拿大 Scintrex 公司的 IPR-12 激电/电阻率仪；加拿大 Phoenix 公司的 IPV 系列激电仪；法国 Iris 公司的 Elrec-6 型激电仪等。另外，可进行激电测量的多功能电法仪也不断被推出，其中有美国 Zonge 公司的 GDP-16 和 32；加拿大 Phoenix 公司的 V-5 等。国内有些单位，已购置了其中的某些仪器。

调查表明,当前我国多数生产单位仍以直流激电法为主。由于西部大开发的良好机遇,预计交流激电法将会得到很快发展。因此,这两种方法都应当予以重视。然而,目前有些生产单位,在应用激电法时还存在一些问题。例如,只注意精度指标是否符合要求,忽视能否获取有效异常;选用的装置比较单一;开工前,不进行充、放电试验;片面追求效率,不合理地缩短供电时间,人为降低异常的显著度,甚至测不到异常;不重视物性工作;异常研究工作粗放;解释推断工作停留在一般解释的水平上;缺乏对各类异常体的正演概念;异常验证后不进行再解释工作等。出现这些现象的原因,一是有些生产单位不按已颁发的有关“技术规定”要求去作野外工作;二是由于过去出版的图书资料很分散不便查阅,并且大部分已不能买到。

为了提高当前激电法在生产中的方法技术和异常解释水平,充分发挥它在我国西部大开发和国土资源大调查中的作用,编写一本内容比较实用,具有一定指导性质,可供野外一线工程技术人员学习、参考的《激发极化法方法技术指南》是十分必要的。

本项目来源于中国地质调查局,任务由地调局原工程技术部下达。内容有:激发极化法野外工作若干问题;激发极化法常用装置在不同地电条件下的正演曲线及异常规律(附正演曲线图册);激发极化法实际应用中的异常评价及定量、半定量反演解释方法;激发极化法应用实例等四部分。

本《指南》的宗旨是面向生产,面向从事金属矿勘查和激电法找水的野外一线工程技术人员,主要介绍常规方法。对尚未得到广泛应用的相位法以及油气激电法等则不作详细讨论。

本《指南》由李金铭主编,冯治汉、陈清礼、柳建新、邓祖棣等参加了编写。书中援引的各种图件资料,其中有些尚未公开发表,这些都是广大电法工作者(包括作者在内)的辛勤劳动结果;书中在相应文字处进行了标注,在此对所有原资料作者深表敬意。

应当指出,本《指南》在立项、编写和出版过程中,曾得到孙文珂、刘士毅、王平、吴海成、王光镠、王振东、肖桂义、顾德林等各位专家、领导的热情支持和帮助,在此一并致谢。

目 录

第一章 激发极化法野外工作若干问题	(1)
一、直流激电法与交流激电法的选择	(1)
(一) 直流激电法的优点	(1)
(二) 交流激电法的优点	(1)
二、直流激电法充、放电时间和交流激电法工作频率的选定	(3)
(一) 直流激电法中充、放电时间的选定	(3)
(二) 交流激电法中工作频率的选定	(4)
三、装置类型的选择和电极距的确定	(6)
(一) 中间梯度装置	(6)
(二) 偶极-偶极装置	(8)
(三) 近场源装置	(9)
(四) 联合剖面装置	(13)
(五) 对称四极测深装置	(15)
(六) 温纳和等比测深装置	(16)
(七) 固定点源测深装置	(17)
(八) 充电装置	(18)
四、对供电电流的要求	(18)
(一) 直流激电法的供电电流	(19)
(二) 交流激电法的供电电流	(20)
五、电极的接地电阻	(20)
(一) 供电电极的接地电阻	(20)
(二) 测量电极的接地电阻	(21)
六、岩、矿石极化率或频散率的测定方法	(21)
(一) 露头测定法	(22)
(二) 标本测定法	(23)
(三) 测井法	(28)
七、野外工作程序与观测技术要求	(29)
(一) 野外工作程序	(29)
(二) 观测技术要求	(30)
八、对仪器性能的基本要求	(31)
(一) 直流激电仪	(31)
(二) 交流激电仪	(33)
九、对观测质量的要求	(35)
(一) 工作精度	(35)

(二) 野外观测质量的检查与评价	(35)
十、电磁耦合效应及其克服方法	(37)
(一) 电磁耦合的内容和特点	(37)
(二) 避免电磁耦合的方法	(38)
(三) 电磁耦合效应的校正方法	(39)
第二章 激发极化法常用装置在不同地电条件下的正演曲线及异常规律	(44)
一、中间梯度装置	(44)
(一) 球体上中梯装置的激电异常	(44)
(二) 椭球体上中梯装置的激电异常	(45)
(三) 板状体上中梯装置的激电异常	(47)
(四) 垂直接触面上中梯装置的激电异常	(48)
(五) 组合体上中梯装置的激电异常	(48)
(六) 有覆盖层时中梯装置的激电异常	(49)
(七) 起伏地形条件下中梯装置的激电异常	(50)
二、偶极-偶极装置	(51)
(一) 球体上偶极装置的激电异常	(51)
(二) 板状体上偶极装置的激电异常	(52)
(三) 垂直接触面上偶极装置的激电异常	(53)
(四) 组合体上偶极装置的激电异常	(53)
(五) 有覆盖层时偶极装置的激电异常	(55)
(六) 起伏地形条件下偶极装置的激电异常	(55)
三、近场源装置	(56)
(一) 球体上近场源装置的激电异常	(56)
(二) 板状体上近场源装置的激电异常	(57)
(三) 垂直接触面上近场源二极装置的激电异常	(58)
(四) 组合体上近场源二极装置的激电异常	(58)
(五) 起伏地形条件下近场源装置的激电异常	(59)
四、联合剖面装置	(59)
(一) 球体上联剖装置的激电异常	(59)
(二) 板状体上联剖装置的激电异常	(61)
(三) 垂直接触面上联剖装置的激电异常	(62)
(四) 组合体上联剖装置的激电异常	(62)
(五) 起伏地形条件下联剖装置的激电异常	(63)
五、对称四极测深装置	(63)
(一) 球体上对称四极测深装置的激电异常	(64)
(二) 椭球体上对称四极测深装置的激电异常	(66)
(三) 板状体上对称四极测深装置的激电异常	(66)
(四) 组合体上对称四极测深装置的激电异常	(68)
(五) 起伏地形条件下对称四极测深装置的激电异常	(68)

六、温纳和等比测深装置	(69)
(一) 球体上温纳和等比测深装置的激电异常	(69)
(二) 板状体上温纳和等比测深装置的激电异常	(71)
(三) 组合体上温纳和等比测深装置的激电异常	(72)
(四) 水平地层上温纳测深装置的激电异常	(73)
七、固定点源测深装置	(75)
(一) 球体上点测深装置的激电异常	(75)
(二) 板状体上点测深装置的激电异常	(76)
(三) 组合体上点测深装置的激电异常	(76)
八、充电装置	(76)
(一) 球体上充电装置的激电异常	(76)
(二) 板状体上充电装置的激电异常	(79)
(三) 垂直接触面上充电装置的激电异常	(81)
(四) 组合体上充电装置的激电异常	(81)
(五) 起伏地形条件下充电装置的激电异常	(81)
第三章 激发极化法实际应用中的异常评价及定量、半定量反演解释方法	(83)
一、激电资料的整理、图示和异常划分	(83)
(一) 激电资料的整理	(83)
(二) 激电资料的图示	(84)
(三) 激电异常的划分	(86)
二、激电异常的评价方法	(88)
(一) 利用激电法自身能力对异常进行深入研究的评价方法	(88)
(二) 利用地质、物化探资料对激电异常进行综合解释的评价方法	(103)
三、激电异常的定量、半定量反演解释方法	(108)
(一) 确定极化体形状、平面位置及分布范围的方法	(108)
(二) 确定极化体产状的方法	(110)
(三) 确定极化体埋深的方法	(115)
(四) 确定极化体断面形态、位置的类磁选择法	(121)
(五) 确定一维层参数和二维电性分布的反演方法	(123)
四、激电异常解释中的数据处理方法	(129)
(一) 多剖面互相关法	(129)
(二) 平均值滤波法	(135)
第四章 激发极化法应用实例	(142)
一、激电法在金属矿上的应用实例	(142)
(一) 贵金属矿上的应用实例	(142)
(二) 斑岩型铜、钼矿上的应用实例	(157)
(三) 铅锌多金属矿上的应用实例	(162)
(四) 不同类型铁矿上的应用实例	(165)
(五) 应引以为戒的找矿实例	(175)

二、激电法寻找地下水的实例	(182)
(一) 激电法找水所利用的主要参数	(182)
(二) 利用 η_s 、 J_s 和 ρ_s 参数的找水实例	(184)
(三) 利用 S_1 、 η_s 和 ρ_s 参数的找水实例	(185)
(四) 利用相对衰减时 (S_R) 参数的找水实例	(187)
(五) 利用偏离度 (r_s) 参数的找水实例	(188)
(六) 应引以为戒的找水实例	(189)
参考文献	(192)
附图册 激发极化法方法技术指南正演曲线图册	(194)
几点说明	(195)
1 中间梯度装置	(196)
1.1 球 体	(196)
图 C. 1. 1. 1 球体主剖面上中梯装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(196)
图 C. 1. 1. 2 球体主剖面上中梯装置不同电阻率值的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(196)
图 C. 1. 1. 3 球体上中梯装置的 η_s 平面等值线图	(197)
图 C. 1. 1. 4 球体主剖面上中梯装置不同 MN 的 η_s 剖面曲线	(197)
1.2 椭球体	(198)
图 C. 1. 2. 1 三轴椭球体上主横剖面纵向中梯不同电阻率值的 η_s 剖面曲线	(198)
图 C. 1. 2. 2 三轴椭球体上主横剖面横向中梯不同电阻率值的 η_s 剖面曲线	(198)
图 C. 1. 2. 3 三轴椭球体上主纵剖面纵向中梯不同电阻率值的 η_s 剖面曲线	(198)
图 C. 1. 2. 4 三轴椭球体上主纵剖面横向中梯不同电阻率值的 η_s 剖面曲线	(199)
图 C. 1. 2. 5 三轴椭球体上纵向中梯横剖面不同电阻率值的 η_s 极大值与埋深的关系 曲线图	(199)
图 C. 1. 2. 6 三轴椭球体上横剖面横向中梯和纵向中梯 η_s 极大值与埋深的关系曲线图	(200)
图 C. 1. 2. 7 三轴椭球体上横剖面纵向中梯的 η_s 平面剖面图	(200)
图 C. 1. 2. 8 三轴椭球体上横剖面横向中梯的 η_s 平面剖面图	(201)
图 C. 1. 2. 9 三轴倾斜椭球体上主横剖面纵向中梯不同电阻率值的 η_s 剖面曲线	(201)
图 C. 1. 2. 10 三轴倾斜椭球体上主横剖面横向中梯不同电阻率值的 η_s 剖面曲线	(201)
图 C. 1. 2. 11 三轴倾斜椭球体上横剖面纵向中梯的 η_s 平面剖面图 ($\mu_{12} = 0.1$)	(202)
图 C. 1. 2. 12 三轴倾斜椭球体上横剖面横向中梯的 η_s 平面剖面图 ($\mu_{12} = 0.1$)	(202)
图 C. 1. 2. 13 三轴倾斜椭球体上横剖面纵向中梯的 η_s 平面剖面图 ($\mu_{12} = 10$)	(203)
图 C. 1. 2. 14 三轴倾斜椭球体上横剖面横向中梯的 η_s 平面剖面图 ($\mu_{12} = 10$)	(203)
图 C. 1. 2. 15 三轴椭球体长轴与测线不垂直时 ($A = 45^\circ$, $\mu_{12} = 0.1$) 中梯装置的 η_s 平面剖面图	(204)
图 C. 1. 2. 16 三轴椭球体长轴与测线不垂直时 ($A = 45^\circ$, $\mu_{12} = 0.1$) 中梯装置的 η_s 平面等值线图	(204)
图 C. 1. 2. 17 三轴椭球体长轴与测线不垂直 ($A = 45^\circ$) 改变电阻率时中梯装置的 η_s 平面等值线图	(205)
1.3 板状体	(206)
图 C. 1. 3. 1 不同产状铜板上中梯装置的 ρ_s 和 P_s 剖面曲线	(206)
图 C. 1. 3. 2 不同产状高阻浸染石墨板上中梯装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(206)

图 C. 1. 3. 3	直立铜板上纵向中梯和横向中梯的 η_s 剖面曲线	(207)
图 C. 1. 3. 4	直立高阻浸染石墨板上纵向中梯和横向中梯的 η_s 剖面曲线	(207)
图 C. 1. 3. 5	走向有限延伸有限的直立厚板上改变埋深时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(208)
图 C. 1. 3. 6	走向有限改变向下延伸时直立厚板上中梯装置的 η_s 剖面曲线	(209)
图 C. 1. 3. 7	向下延伸有限改变走向长度时直立厚板上中梯装置的 η_s 剖面曲线	(210)
图 C. 1. 3. 8	测线与直立铜板走向斜交时中梯装置的 η_s 平面剖面图	(210)
图 C. 1. 3. 9	直立铜板上环形电测的 ρ_s 和 η_s 极形图	(211)
图 C. 1. 3. 10	直立高阻浸染石墨板上环形电测的 ρ_s 和 η_s 极形图	(211)
图 C. 1. 3. 11	极化体位于中梯装置供电电极附近时的 η_s 剖面曲线	(211)
1. 4	垂直接触面	(212)
图 C. 1. 4. 1	垂直接触面上中梯装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(212)
1. 5	组合体	(212)
图 C. 1. 5. 1	相邻板状体上中梯装置的 η_s 剖面曲线	(212)
图 C. 1. 5. 2	相邻板状体上改变间距和埋深时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(213)
图 C. 1. 5. 3	直立铜板上部有高阻不极化水平板时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(213)
图 C. 1. 5. 4	直立铜板两侧有高阻不极化直立板时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(214)
图 C. 1. 5. 5	直立铜板附近围岩中和近地表处有高阻不极化体时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(214)
图 C. 1. 5. 6	直立铜板近地表处有极化体时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(215)
1. 6	覆盖层	(215)
图 C. 1. 6. 1	球体上有无覆盖层时中梯装置的 η_s 剖面曲线	(215)
图 C. 1. 6. 2	板状体上有无覆盖层时中梯装置的视极化率异常归一化剖面曲线	(215)
图 C. 1. 6. 3	不同产状板状体上有不良导覆盖层时中梯装置的 P_s 剖面曲线	(216)
1. 7	起伏地形	(217)
图 C. 1. 7. 1	起伏地形条件下水平圆柱体上中梯装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(217)
图 C. 1. 7. 2	山谷地形条件下水平圆柱体上中梯装置土槽模拟的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(218)
图 C. 1. 7. 3	起伏地形条件下脉状体上中梯装置的电阻网络模拟 η_s 剖面曲线	(218)
图 C. 1. 7. 4	山谷附近不同产状极化体上中梯装置计算的 η_s 剖面曲线	(219)
2	偶极 - 偶极装置	(220)
2. 1	球 体	(220)
图 C. 2. 1. 1	球体主剖面上偶极装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线及断面等值线	(220)
2. 2	板状体	(221)
图 C. 2. 2. 1	直立铜板上偶极装置的 ρ_{sy} 和 P_s 剖面曲线及断面等值线	(221)
图 C. 2. 2. 2	倾斜铜板上偶极装置的 ρ_{sy} 和 P_s 剖面曲线及断面等值线	(222)
图 C. 2. 2. 3	水平铜板上偶极装置的 ρ_{sy} 和 P_s 剖面曲线及断面等值线	(223)
图 C. 2. 2. 4	直立低阻板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(224)
图 C. 2. 2. 5	倾斜 (75°) 低阻板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(225)
图 C. 2. 2. 6	倾斜 (60°) 低阻板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(226)
图 C. 2. 2. 7	倾斜 (30°) 低阻板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(227)
图 C. 2. 2. 8	水平低阻板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(227)
图 C. 2. 2. 9	直立高阻浸染石墨板上偶极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(228)
图 C. 2. 2. 10	倾斜高阻浸染石墨板上偶极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(228)
图 C. 2. 2. 11	水平高阻浸染石墨板上偶极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(229)

2.3 垂直接触面	(229)
图 C.2.3.1 垂直接触面上偶极装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(229)
2.4 组合体	(230)
图 C.2.4.1 相邻直立板状体改变间距时偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(230)
图 C.2.4.2 相邻倾斜板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(231)
图 C.2.4.3 八字形板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(231)
图 C.2.4.4 X 形板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(232)
图 C.2.4.5 三个直立相邻板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(232)
图 C.2.4.6 三个雁行排列的倾斜板状体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(233)
图 C.2.4.7 相邻直立铜板上偶极装置的 η_s 剖面曲线	(233)
图 C.2.4.8 直立铜板附近围岩中和近地表处有高阻不极化体时偶极装置的 η_s 剖面曲线	(234)
图 C.2.4.9 直立铜板上部有水平高阻不极化板时偶极装置的 η_s 剖面曲线	(234)
2.5 覆盖层	(235)
图 C.2.5.1 水平圆柱体上有无低阻覆盖层时偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(235)
图 C.2.5.2 直立板状体上有无低阻覆盖层时偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(236)
图 C.2.5.3 倾斜板状体上有无低阻覆盖层时偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(237)
图 C.2.5.4 水平板状体上有无低阻覆盖层时偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(238)
图 C.2.5.5 直立低阻极化板上有无低阻覆盖层时偶极和中梯装置的 P_s 剖面曲线	(239)
图 C.2.5.6 水平低阻极化板上有无低阻覆盖层时偶极和中梯装置的 P_s 剖面曲线	(239)
2.6 起伏地形	(240)
图 C.2.6.1 无限坡长山脊下水平圆柱体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(240)
图 C.2.6.2 无限坡长山谷下水平圆柱体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(241)
图 C.2.6.3 有限坡长山脊下水平圆柱体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(242)
图 C.2.6.4 有限坡长山谷下水平圆柱体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(243)
图 C.2.6.5 谷脊相连山脊下水平圆柱体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(244)
图 C.2.6.6 脊谷相连山谷下水平圆柱体上偶极装置的 P_s 剖面曲线和断面等值线	(245)
图 C.2.6.7 起伏地形条件下走向和下延无限的直立脉状体上用有限元法计算的偶极装置 的 σ_s 和 P_s 拟断面图	(246)
3 近场源装置	(247)
3.1 球 体	(247)
图 C.3.1.1 浸染石墨球体主剖面上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(247)
图 C.3.1.2 浸染石墨球体主剖面上近场源三极装置的 η_s 剖面曲线	(248)
图 C.3.1.3 浸染石墨球体主剖面上近场源四极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(248)
3.2 板状体	(249)
图 C.3.2.1 直立铜板上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(249)
图 C.3.2.2 倾斜铜板上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(249)
图 C.3.2.3 水平铜板上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(250)
图 C.3.2.4 直立高阻浸染石墨板上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线	(250)
图 C.3.2.5 倾斜高阻浸染石墨板上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(251)
图 C.3.2.6 水平高阻浸染石墨板上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线	(251)
图 C.3.2.7 直立铜板上近场源三极装置的 η_s 剖面曲线	(252)
图 C.3.2.8 倾斜铜板上近场源三极装置的 η_s 剖面曲线	(252)

图 C. 3. 2. 9	水平铜板上近场源三极装置的 η_s 剖面曲线	(253)
图 C. 3. 2. 10	直立铜板上近场源四极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(253)
图 C. 3. 2. 11	倾斜铜板上近场源四极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(254)
图 C. 3. 2. 12	水平铜板上近场源四极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(254)
图 C. 3. 2. 13	倾斜高阻浸染石墨板上近场源四极装置的 η_s 剖面曲线及断面等值线	(255)
3. 3	垂直接触面	(256)
图 C. 3. 3. 1	垂直接触面上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线	(256)
3. 4	组合体	(257)
图 C. 3. 4. 1	直立铜板近地表处有极化体时近场源二极装置和中梯装置的 η_s 对比剖面曲线	(257)
图 C. 3. 4. 2	直立铜板两侧有高阻不极化直立板时近场源二极装置和中梯装置的 η_s 对比剖面曲线	(258)
图 C. 3. 4. 3	直立铜板上部有高阻不极化水平板时近场源二极装置和中梯装置的 η_s 对比剖面曲线	(259)
3. 5	起伏地形	(260)
图 C. 3. 5. 1	起伏地形条件下水平圆柱体上近场源二极装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(260)
图 C. 3. 5. 2	山谷地形条件下水平圆柱体上近场源二极装置的 η_s 剖面曲线	(261)
图 C. 3. 5. 3	起伏地形条件下直立脉状体上近场源三极装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(262)
图 C. 3. 5. 4	起伏地形条件下直立脉状体上近场源四极装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(263)
4	联合剖面装置	(264)
4. 1	球体	(264)
图 C. 4. 1. 1	球体主剖面上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(264)
图 C. 4. 1. 2	球体主剖面上联剖装置不同电阻率值的 η_s^A 剖面曲线	(265)
4. 2	板状体	(265)
图 C. 4. 2. 1	直立铜板上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(265)
图 C. 4. 2. 2	倾斜铜板上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(266)
图 C. 4. 2. 3	水平铜板上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(266)
图 C. 4. 2. 4	直立高阻浸染石墨板上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(267)
图 C. 4. 2. 5	倾斜高阻浸染石墨板上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(267)
图 C. 4. 2. 6	水平高阻浸染石墨板上联剖装置不同极距的 η_s 剖面曲线	(268)
4. 3	垂直接触面	(268)
图 C. 4. 3. 1	垂直接触面上联剖装置的 ρ_s 和 η_s 剖面曲线	(268)
4. 4	组合体	(269)
图 C. 4. 4. 1	相邻板状体上改变埋深时联剖装置的 η_s 剖面曲线	(269)
图 C. 4. 4. 2	两个埋深不同的相邻板状体上联剖装置的 η_s 剖面曲线	(270)
图 C. 4. 4. 3	相邻倾斜板状体上联剖装置的 η_s 剖面曲线	(271)
图 C. 4. 4. 4	两个埋深不同的相邻倾斜板状体上联剖装置的 η_s 剖面曲线	(272)
图 C. 4. 4. 5	相邻直立铜板上联剖装置的 η_s 剖面曲线	(273)
图 C. 4. 4. 6	相邻板状体上改变间距和埋深时联剖装置的 η_s 剖面曲线	(273)
图 C. 4. 4. 7	直立铜板附近围岩中和近地表处有高阻不极化体时联剖装置的 η_s 剖面曲线	(274)
图 C. 4. 4. 8	直立铜板上部有高阻不极化水平板时联剖装置的 η_s 剖面曲线	(274)
4. 5	起伏地形	(275)

图 C. 4. 5. 1	起伏地形条件下水平圆柱体上联剖装置的 η_s 剖面曲线	(275)
图 C. 4. 5. 2	山谷地形条件下水平圆柱体上联剖装置的 η_s 剖面曲线	(275)
5	对称四极测深装置	(276)
5.1	球体	(276)
图 C. 5. 1. 1	球心正上方改变球体尺度时对称四极装置的 η_s 测深曲线	(276)
图 C. 5. 1. 2	球体主剖面旁测点上对称四极装置的 η_s 测深曲线	(276)
图 C. 5. 1. 3	球心正上方改变球体埋深时对称四极装置的 η_s 测深曲线	(277)
图 C. 5. 1. 4	球体主剖面旁测点上改变球体埋深时对称四极装置的 η_s 测深曲线	(278)
图 C. 5. 1. 5	低阻球体主剖面上对称四极装置的 η_s 测深曲线及断面等值线	(279)
5.2	椭球体	(280)
图 C. 5. 2. 1	直立椭球体上不同测点位置的对称四极 η_s 测深曲线	(280)
图 C. 5. 2. 2	倾斜椭球体上不同测点位置不同布极方向的对称四极 η_s 测深曲线	(281)
图 C. 5. 2. 3	水平椭球体上不同测点位置不同布极方向的对称四极 η_s 测深曲线	(282)
5.3	板状体	(283)
图 C. 5. 3. 1	水平铜板改变埋深时对称四极装置的 η_s 测深曲线	(283)
图 C. 5. 3. 2	不同产状铜板上对称四极装置的 η_s 测深曲线	(283)
图 C. 5. 3. 3	直立铜板上对称四极测深的 η_s 断面等值线	(284)
图 C. 5. 3. 4	倾斜铜板上对称四极测深的 η_s 断面等值线	(284)
图 C. 5. 3. 5	水平铜板上对称四极测深的 η_s 断面等值线	(285)
图 C. 5. 3. 6	水平高阻浸染石墨板改变埋深时对称四极装置的 η_s 测深曲线	(285)
图 C. 5. 3. 7	不同产状高阻浸染石墨板上对称四极装置的 η_s 测深曲线	(286)
图 C. 5. 3. 8	倾斜高阻浸染石墨板上对称四极测深的 η_s 断面等值线	(286)
5.4	组合体	(287)
图 C. 5. 4. 1	上下组合的铜板上对称四极装置的 η_s 测深曲线	(287)
图 C. 5. 4. 2	上下组合的石墨柱和铜板上对称四极装置的 η_s 测深曲线	(287)
图 C. 5. 4. 3	双层倾斜高阻浸染石墨板上对称四极测深的 η_s 断面等值线	(288)
5.5	起伏地形	(289)
图 C. 5. 5. 1	几种典型地形条件下直立铜板上对称四极装置的 η_s 测深曲线	(289)
6	温纳和等比测深装置	(290)
6.1	球体	(290)
图 C. 6. 1. 1	球心正上方改变球体电阻率时温纳装置的 η_s 测深曲线	(290)
图 C. 6. 1. 2	球心正上方温纳和等比装置与对称四极装置的 η_s 测深曲线对比	(290)
图 C. 6. 1. 3	球心正上方改变球体埋深时温纳和等比装置的 η_s 测深曲线	(291)
图 C. 6. 1. 4	球体主剖面上温纳装置的 η_s 测深曲线及断面等值线	(292)
图 C. 6. 1. 5	球体主剖面旁测点上温纳和等比装置与对称四极装置的 η_s 测深曲线对比	(292)
图 C. 6. 1. 6	球体主剖面不同测点上温纳和等比装置的 η_s 测深曲线	(293)
6.2	板状体	(294)
图 C. 6. 2. 1	水平铜板改变埋深时温纳装置的 η_s 测深曲线	(294)
图 C. 6. 2. 2	不同产状铜板上温纳装置的 η_s 测深曲线	(294)
图 C. 6. 2. 3	不同产状铜板上温纳装置的 η_s 测深断面等值线	(295)
图 C. 6. 2. 4	直立石墨板上改变埋深时温纳和等比装置的 η_s 测深曲线	(296)
图 C. 6. 2. 5	倾斜 (30°) 石墨板上改变埋深时温纳和等比装置的 η_s 测深曲线	(297)

图 C. 6. 2. 6	水平石墨板上改变埋深时温纳和等比装置的 η_s 测深曲线	(298)
图 C. 6. 2. 7	水平高阻浸染石墨板改变埋深时温纳装置的 η_s 测深曲线	(299)
图 C. 6. 2. 8	不同产状高阻浸染石墨板上温纳装置的 η_s 测深曲线	(299)
图 C. 6. 2. 9	倾斜 (30°) 高阻浸染石墨板上温纳装置的 η_s 测深曲线及断面等值线	(299)
6. 3	组合体	(300)
图 C. 6. 3. 1	上下组合的铜板上温纳装置的 η_s 测深曲线	(300)
图 C. 6. 3. 2	上下组合的石墨柱和铜板上温纳装置的 η_s 测深曲线	(300)
6. 4	水平地层	(301)
图 C. 6. 4. 1	二层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 1$)	(301)
图 C. 6. 4. 2	二层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 0.1$)	(302)
图 C. 6. 4. 3	二层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 0.01$)	(303)
图 C. 6. 4. 4	二层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 5$)	(304)
图 C. 6. 4. 5	二层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 10$)	(305)
图 C. 6. 4. 6	二层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 50$)	(306)
图 C. 6. 4. 7	三层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 1, \rho_3/\rho_1 = 1$)	(307)
图 C. 6. 4. 8	三层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 0.5, \rho_3/\rho_1 = 1$)	(307)
图 C. 6. 4. 9	三层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 5, \rho_3/\rho_1 = 75$)	(308)
图 C. 6. 4. 10	三层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 5, \rho_3/\rho_1 = 1$)	(308)
图 C. 6. 4. 11	三层水平地层温纳装置的 η_s 测深曲线 ($\rho_2/\rho_1 = 0.5, \rho_3/\rho_1 = 1/30$)	(309)
7	固定点源测深装置	(310)
7. 1	球 体	(310)
图 C. 7. 1. 1	球体主剖面上不同点位的固定点源 η_s 测深曲线	(310)
图 C. 7. 1. 2	球体主剖面上固定点源 η_s 测深确定球心深度的圆弧交汇图	(310)
图 C. 7. 1. 3	球体主剖面上不同点位固定点源 η_s 测深确定球心深度的圆弧交汇图	(311)
7. 2	板状体	(312)
图 C. 7. 2. 1	直立铜板上固定点源 η_s 测深确定板心深度的圆弧交汇图	(312)
图 C. 7. 2. 2	倾斜铜板上固定点源 η_s 测深确定板心深度的圆弧交汇图	(312)
图 C. 7. 2. 3	倾斜铜板上不同点位的固定点源 η_s 测深确定板心深度的圆弧交汇图	(313)
7. 3	组合体	(314)
图 C. 7. 3. 1	上下组合的铜板上固定点源装置的 η_s 测深曲线	(314)
图 C. 7. 3. 2	上下组合的石墨柱和铜板上固定点源装置的 η_s 测深曲线	(314)
8	充电装置	(315)
8. 1	球 体	(315)
图 C. 8. 1. 1	球体主断面上充电点位于不同深度时地面各电位参数的剖面曲线	(315)
图 C. 8. 1. 2	球体主断面上充电点位于不同深度时地面各电位梯度参数的剖面曲线	(316)
图 C. 8. 1. 3	充电点位于球体与地面之间时地面一次和二次电位梯度的平面剖面图	(317)
图 C. 8. 1. 4	充电点位于面极化球体与地面之间时的向量测量和矢量分布图	(318)
图 C. 8. 1. 5	充电点位于体极化球体与地面之间时的向量测量和矢量分布图	(319)
图 C. 8. 1. 6	充电点位于球体底部以外时地面一次和二次电位梯度的平面剖面图	(320)
图 C. 8. 1. 7	充电点位于面极化球体底部以外时的向量测量和矢量分布图	(321)
图 C. 8. 1. 8	充电点位于体极化球体底部以外时的向量测量和矢量分布图	(322)
8. 2	板状体	(323)

图 C. 8. 2. 1	直立厚石墨板地面充电时一次场和二次场的平面剖面图	(323)
图 C. 8. 2. 2	直立铜板端外地面充电时横向二次场和视极化率的平面剖面图	(324)
图 C. 8. 2. 3	直立铜板端外地面充电时纵向二次场的平面剖面图和平面等值线图	(325)
图 C. 8. 2. 4	直立铜板端外地面充电时纵向视极化率的平面剖面图和平面等值线图	(326)
图 C. 8. 2. 5	直立铜板端外地面充电时二次场电梯度和视极化率的主纵剖面图	(327)
图 C. 8. 2. 6	直立厚石墨板地下围岩充电时一次场的平面剖面图	(327)
图 C. 8. 2. 7	直立厚石墨板地下围岩充电时二次场的平面剖面图和平面等值线图	(328)
图 C. 8. 2. 8	倾斜板状体间接充电时一次和二次电位梯度的平面剖面图	(329)
图 C. 8. 2. 9	面极化倾斜板状体间接充电时的向量测量和矢量分布图	(330)
图 C. 8. 2. 10	体极化倾斜板状体间接充电时的向量测量和矢量分布图	(331)
图 C. 8. 2. 11	浸染石墨板直接充电改变充电点位时一次和二次电位梯度的主纵剖面图	(332)
图 C. 8. 2. 12	浸染石墨板直接充电改变充电点位时视极化率 η_s 的主纵剖面图	(333)
图 C. 8. 2. 13	稀疏浸染石墨板直接充电时一次和二次电位梯度的平面剖面图	(334)
图 C. 8. 2. 14	体极化直立板状体直接充电时一次和二次电位梯度的平面剖面图	(335)
图 C. 8. 2. 15	体极化直立板状体直接充电时的向量测量和矢量分布图	(336)
8. 3	垂直接触面	(337)
图 C. 8. 3. 1	垂直接触面上充电装置各电位参数的主剖面图	(337)
图 C. 8. 3. 2	垂直接触面上充电装置各电位梯度参数的主剖面图	(338)
8. 4	组合体	(339)
图 C. 8. 4. 1	充电小铜板附近存在大铜板时一次场和二次场的电位梯度剖面图	(339)
图 C. 8. 4. 2	组合模型上充电装置的视极化率 η_s 剖面曲线	(339)
8. 5	起伏地形	(340)
图 C. 8. 5. 1	山脊地形对点源电场影响的剖面图	(340)
图 C. 8. 5. 2	山脊地形对点源附近存在极化体时电场影响的剖面图	(341)
图 C. 8. 5. 3	山谷地形对点源电场影响的剖面图	(342)
图 C. 8. 5. 4	山谷地形对点源附近存在极化体时电场影响的剖面图	(343)
附表 1	激发极化法常用参数一览表	(344)
附表 2	国产常用激电仪主要性能和技术指标一览表	(345)

第一章 激发极化法野外工作若干问题

在激电法的野外工作中，根据地质任务和工作地区的地电条件进行正确的方法选择、合理的工作布置及严格执行有关技术规定，是取得有效、可靠资料的重要保证。本章将通过以下几方面问题的讨论，来说明野外工作的基本要求和正确做法。

一、直流激电法与交流激电法的选择

从本质上来说，直流激电法与交流激电法并不是截然不同的或完全独立的两种找矿方法。因为它们都是以岩矿石的电化学性质差异作为找矿的物质基础，而且工作中采用的装置类型和场的空间分布形态以及时间（频率）特性，都是相同或有紧密联系的。所以无论是直流激电法还是交流激电法，都属于激电法，“激电”是它们共同的本质。只不过一个是向地下供单向直流电，激发矿体产生瞬变异常场；另一个则是向地下供变向的交流电，激发矿体产生交变的异常场。尽管二者从本质上来说是一致的，但并非说在一切方面它们都是相同的。如由于交流激电法供入地下的是交流电，因此它的供电设备与观测异常场的仪器，均与直流激电法有所不同。同时在克服或排除干扰方面（如不稳定的工业游散电流，天然电流场，电磁耦合以及电极极化不稳定等），两者的能力也不同。另外，在观测的物理参数方面，二者也不尽相同。因此了解它们各自的特点或优点，对野外工作开始之前的方法选择是有益的（傅良魁，1982）^①。

（一）直流激电法的优点

（1）在通常情况下，直流激电法用长脉冲供电时可以获得最大限度的激电异常，因而有利于在极化效应较弱情况下进行测量，有可能发现较小的地质目标。相对交流激电法来说，它可有较大的勘探深度。

（2）直流激电法可以在断去供电电源后，观测和研究激电二次场的时间特性，而交流激电法只能在供电过程中观测和研究极化场（总场）。因而，在避免电磁耦合干扰方面和在研究激电场的电化学放电特性方面，直流激电法优于交流激电法。

（3）直流激电法可以在很长的时间范围内观测和研究激电异常场，而交流激电法在实际工作中，只能在一定的频段范围内（一般为 0.1 ~ 10 Hz）观测和研究极化场（总场）。因此，直流激电法研究的电化学过程较长，有可能在更广阔的时间域内，揭示激电异常源的性质。

（二）交流激电法的优点

（1）由于交流激电法观测的是极化场（总场），所以与直流激电法相比供电电流可以很小，因而供电系统的装备十分轻便，有利于在地形复杂，交通不便地区采用偶极装置或

① 李金铭等。交流激发极化法，1975。

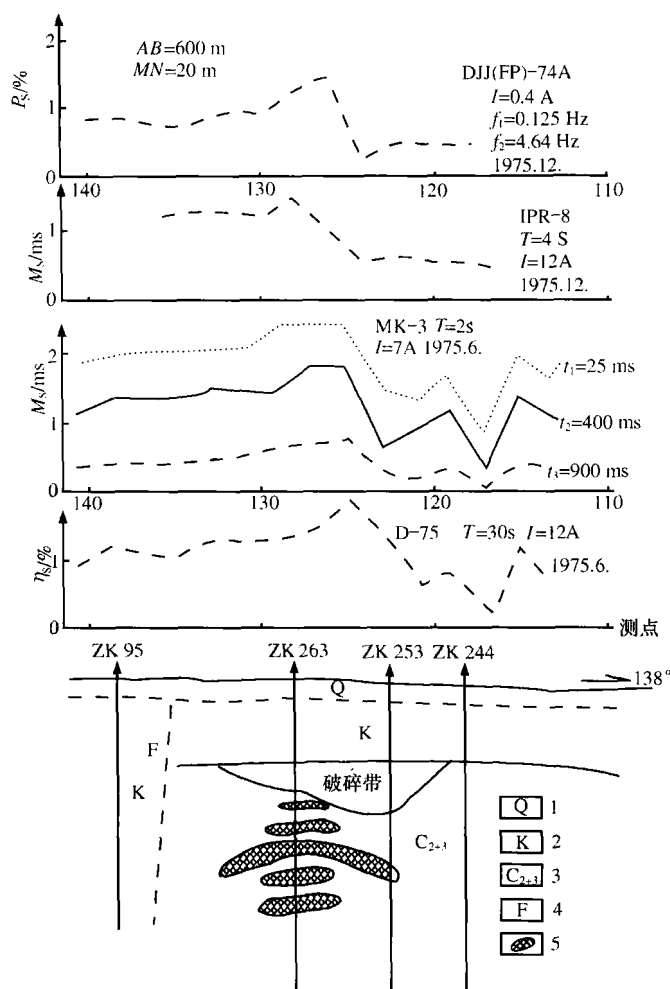


图 1.1.1 湖南铜鼓塘交、直流激电法对比剖面图

(据湖南物探队)

1—第四系覆盖层；2—第三系红层；3—石炭系砂岩、灰岩；4—断层；5—铜矿体

近场源四极装置开展普查找矿工作。

(2) 由于接收机具有选频和滤波系统，它只接收由发送机发出的固定频率信号。因此在克服电极极化不稳和不良接地条件方面，以及在避免工业游散电流和天然大地电流场的影响方面均比直流激电法有优势，有较强的抗干扰能力。在某些相当困难的条件下，该方法仍能获得较好的观测资料。

(3) 相对直流激电法而言，交流激电法可观测研究的参数较多，如振幅和相位，虚分量和实分量，幅频特性，相频特性等。可以从不同角度，侧重于不同方面去研究电化场的特征，有可能对评价激电异常源性质提供较多的途径。

从以上对两种方法相对优点的讨论不难看出，对某一具体工区而言，究竟投入直流激电法还是交流激电法，应根据地质任务、工区地形、地质-地球物理条件以及各种干扰情