

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

七 普查勘探技术与方法 第14号

实用近区磁源
瞬变电磁法勘探

蒋邦远 主编



地质出版社

PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
MINISTRY OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES

GEOLOGICAL MEMOIRS

SERIES 7 NUMBER 14

APPLID NEAR ZONE MAGNETIC SOURCE TRANSIENT ELECTROMAGNETIC EXPLORATION

CHIEF EDITOR: JIANG BANG YUAN

GEOLOGICAL PUBLISHING HOUSE
BEIJING

ISBN 7-116-02667-3



9 787116 026674 >

ISBN 7-116-02667-3
P · 1929 定价: 50.00 元

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

七 普查勘探技术与方法 第14号

实用近区磁源
瞬变电磁法勘探

蒋邦远 主编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是国内第一部界定于近区磁源的瞬变电磁法专著。它包括了方法理论、物理模拟、讯号检测与工作方法技术、数值处理、成果分析、地井工作及实例,共九章。本书的特点是着眼于实用,写法深入浅出,附大量插图及众多精选实例,可谓图文并茂。对后沿改正、地形影响、两种实用有效的一维反演,既有理论分析,又有实例比较,阐述尤为详细。

本书可供大中专地球物理专业师生、野外工作者、科研人员、管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中华人民共和国地质矿产部 地质专报 七 第 14 号;实用近区磁源瞬变电磁法勘探/蒋邦远主编.-北京:地质出版社,1998.12
ISBN 7-116-02667-3

I. 中… II. 蒋… III. ①地质学-研究报告-中国②电磁法勘探 IV. P5-55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 27820 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:徐才 刘志义

*

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:465000

1998 年 12 月北京第一版·1998 年 12 月北京第一次印刷

印数:1—700 册 定价:50.00 元

ISBN 7-116-02667-3

P·1929

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,地质出版社发行处负责调换)

自序

瞬变电磁法是电磁法中很有特色、应用范围广泛的勘查技术。然而,我国自70年代初研究开发至今仍囿于研究单位和大学,应用尚不普遍,没有达到它可应用领域中的广度和深度。

在瞬变电磁法勘查这一领域,我是一名不合格的研究人员,只是充数“老兵”。老兵经历了,研究之不易和推广之更难到深有体会。研究之不易在此略去,只谈推广之更难。“推”者介绍也,研究单位和大学应做之事,应负之责;“广”者,接收介绍并采纳者众也。如若介绍失方,或被介绍者是受管理者之命而来,对此并无需求或不具备需要之条件,自然“推”而不“广”。此事在物探界多也,电磁法尤其如此。

做为研究人员,电磁法、瞬变场法至今在我国不能普遍应用起来,还应从电磁法的特殊性来检讨其原因。在西方和前苏联,一般地说电磁法应用是广泛的。然而世界著名地球物理学家米萨克 N. 纳比吉安如是说:“电磁法的主要困难是它的复杂性。”又说:“因此大概没有几个地球物理学家敢说熟悉所有的电磁方法”。A. A. 考夫曼和 G. V. 凯勒写道:“电磁法之所以进展缓慢,……,而是因为它对用户在仪器和基础理论方面的知识要求更高,……。”Ф. М. 卡缅涅茨基也说:“由于这些资料分散在各种出版物中,使野外工作者在掌握这些理论和方法时常常发生困难。”他们道出电磁法不易普及的共性,并为此各写出一本专著,以此推广电磁法。然而这些著作是针对国外情况写的,且已过了10年、20年,这期间又有多少资料散于各种出版物中。

从“七五”计划以来,由于科研上有多年积累的知识,生产上客观的需求以及管理日益科学,瞬变电磁法开始取得较好的地质效果和经济效益,并为管理、科研与生产所共识。再由于已有实用的国产仪器,瞬变场已面临普遍推广的前夕。

推广的条件之一是要有合适的资料,国内学者、教授编著翻译的书、手册和文集并不鲜见,在我国瞬变场法的教育及生产中都起过很好的作用。但是一般地说并不太适用于推广。总结国内外的经验,就我国实际情况而言,一本水平介于教科书与指南之间的实用性的著作可能更为合适,编著此类书之想法久矣,但无机缘,正好“八五”地矿部科技攻关项目第十一项任务中要求编写瞬变场法手册。编著者认为此为推广瞬变场法的良机,承有关人士支持,同意将手册按专著编写,为此书之问世,创下了根基。

本书原稿于1995年8月定稿,11月底专家评议给予较高之评价,并建议补充、修定后正式出版。

做为地矿部科技攻关项目十一项,85-01-011-01-02 专题的附件:《实用近区磁源瞬变电磁法》,在本人拟定的编写提纲下,由下列人员编写完成:第一章蒋邦远;第二章 § 2.1 至 § 2.4 蒋邦远; § 2.5 至 § 2.10 郑世雄;第三章蒋邦远;第四章 § 4.1 和 § 4.3 蒋邦远; § 4.2 刘继利;第五章吕国印;第六章吴凤翔;第七章 § 7.1 至 § 7.3 吴凤翔, § 7.4 蒋邦远;第八章胡平,统稿蒋邦远。

此附件于1995年8月定稿,11月底专家评议给予较高评价,并建议补充、修定后做为

专著出版。自那时起至今近三年,因出版费用的一些变动,出书几乎夭折,但坏事变为好事,正好利用落实经费的过程,尽最大努力修改书稿,因为我深知审查者建议正式出版,主要着眼于客观的需要,而非原稿如何精彩。经三年之努力,原稿做了重大修改、补充,有三章全部重写,另外如第七章的测深部分全部重写,第九章的实例增加近一倍,其他章节增删亦甚多。可惜,原参与附件的编写者因任务繁忙都未能参与修改、补充工作。在修改时我虽参阅了他人所利用过的文献,但各人侧重点不同必然漏去不少的内容。不过从总体上说,此书比附件有很大提高,将不辜负建议正式出书者的期望。

本书意在普及,重在目前实用之急需,故将内容界定于近区和磁源,有关电偶源、长偏移(LOTEM)的内容皆未包括。写法深入浅出,有关经典公式概不推导,能用“浅显”公式表达就不用“深奥”的,重点在于说明推导前提、应用条件;文图并重,更重于图表,因其表达简明,信息含量高;章节的编排在实用的前提下,力求系统、完整,此乃本书之特点。特点并非就是优点,深入浅出亦非易事,难免写得过细,写了别人未写的话,“多余的话”难免偏颇,谬误也在所难免,务请审慎阅读。

关心、支持本书编著和出版的领导、专家学者、同行同事、同窗好友甚多,或解决出版经费,评议提出意见建议;或热情答复所提问题,提供资料,编辑、计算绘图;或关心我的健康(年过花甲,又接编书任务于心肌梗塞之后)等等,事情涉及方方面面,人及所内外、部内外,令我诚惶诚恐。原想列出各支持者大名以表感激之情,但书不尽书,不如不书,年老健忘漏了哪位反而不敬,敬请诸君见谅。乔芳女士为本书计算绘制了大量图件,一并致谢。

最后想起培根的一句名言:“书籍好比食品,有些只能浅尝,有些可以吞咽。只有少数需要仔细咀嚼,慢慢品味。”慢慢品味本书实不够格,吞咽对读者无益,因其中必夹有泥沙,浅尝又非编著者本意,只希望它是粗茶淡饭,食之不够鲜美,但可应不时之需。说到底实用类的书籍,就某种意义说也是一种工具书,因此不只是工作于第一线的工程师需要,大专院校师生、科研人员,乃至管理专家亦可备上一本参考。

除指南手册外,仅以近区磁源 TEM 为内容的专著,这大约是国内外第一部,各方面难度都很大,虽广泛收集资料,修订易稿数次,错误与疏漏仍在所难免,诚请读者,专家赐教。

赐教处:河北省廊坊市地质矿产部地球物理地球化学勘查研究所,邮编:065000。

蒋邦远谨诚
1997年香港回归前夕

目 录

第一章 概 论	(1)
§ 1.1 电法、电磁法和时间域电磁法.....	(1)
§ 1.2 瞬变电磁法的特点及应用范围	(2)
§ 1.3 瞬变电磁法的主要工作方式	(3)
1.3.1 工作组合类型.....	(3)
1.3.2 观测参数、观测时间与压制干扰措施	(3)
§ 1.4 瞬变电磁法发展概况	(4)
§ 1.5 现实与展望	(5)
第二章 方法的基础理论与模拟资料	(7)
§ 2.1 场的传播	(7)
§ 2.2 一次场和正常场	(9)
2.2.1 一次场	(9)
2.2.2 正常场	(11)
§ 2.3 不导电介质中的局部导体	(14)
2.3.1 局部导体中涡流的建立与消失的物理过程	(14)
2.3.2 非磁性导电球体	(14)
2.3.3 水平无限延长非磁性导电圆柱体	(18)
2.3.4 不导电基底上的薄板.....	(20)
2.3.5 薄板导体	(22)
2.3.6 磁性体的响应	(27)
2.3.7 非水平观测面下导体的响应	(31)
2.3.8 导电围岩中的导电球体响应	(34)
2.3.9 导电覆盖与高阻围岩中的导体的综合响应	(37)
2.3.10 关于导电围岩与覆盖层影响的简单结论	(41)
§ 2.4 非涡流直接引起的瞬变响应	(42)
2.4.1 位移电流效应	(42)
2.4.2 集流效应	(42)
2.4.3 感应激发极化效应	(47)
§ 2.5 斜阶跃波激励的层状大地响应.....	(49)
§ 2.6 全区视电阻率计算	(51)
2.6.1 研究全区视电阻率的意义	(51)
2.6.2 全区视电阻率的计算方法	(51)
§ 2.7 “烟圈”理论为基础的一维反演	(54)
2.7.1 基本原理	(54)
2.7.2 视电阻率和勘探深度的确定	(55)

2.7.3	理论模型的反演结果	(55)
§ 2.8	斜阶跃波效应	(55)
2.8.1	基本公式	(55)
2.8.2	各种组合的效应系数	(56)
2.8.3	效应的分析	(57)
第三章	物理模拟	(58)
§ 3.1	相似准则	(58)
§ 3.2	物理模拟的设备	(60)
3.2.1	发射接收系统	(60)
3.2.2	模拟框架形式	(61)
3.2.3	线圈的绕制	(63)
3.2.4	前置放大器与阻抗匹配	(66)
3.2.5	常用模型材料	(66)
3.2.6	模拟系统的检验	(66)
§ 3.3	观测精度与准确度的讨论	(68)
§ 3.4	模拟实验实例	(69)
3.4.1	理论研究	(69)
3.4.2	模拟野外	(70)
第四章	信号检测知识、原理、技术与设备	(72)
§ 4.1	信号检测的基本知识	(72)
4.1.1	发射系统	(72)
4.1.2	接收系统	(78)
4.1.3	电磁噪声	(83)
4.1.4	同步系统	(85)
§ 4.2	仪器系统简析	(89)
4.2.1	仪器系统原理框图和实用框图	(89)
4.2.2	主要部件的原理分析	(89)
§ 4.3	主要商品瞬变电磁系统介绍	(94)
4.3.1	三种西方瞬变电磁系统简介	(94)
4.3.2	原苏联的瞬变(过渡过程 MIII)系统	(98)
4.3.3	国内仪器	(98)
4.3.4	地面接收线圈、地-井设备与探头	(99)
4.3.5	选择仪器系统的主要原则	(100)
第五章	地面野外工作方法技术	(103)
§ 5.1	观测的装置及其典型曲线	(103)
5.1.1	装置、组合、排列	(103)
5.1.2	常规组合	(103)
5.1.3	非常规组合	(105)
5.1.4	值得推荐试用的新组合	(106)
5.1.5	排列、源式、场的形式与记录点	(108)
5.1.6	典型曲线	(108)
§ 5.2	基本工作参数之选择	(115)

5.2.1	取样延时	(115)
5.2.2	回线边长的选择	(123)
5.2.3	探测的极限深度	(128)
§ 5.3	测网布设	(133)
5.3.1	测区面积、点线距	(133)
5.3.2	分离回线的接发距	(134)
§ 5.4	地形影响等问题之补充	(134)
5.4.1	地形影响	(134)
5.4.2	旁线定源与同线定源应用实例	(135)
§ 5.5	观测质量分析与保证措施	(136)
5.5.1	质量因素分析	(136)
5.5.2	保证质量的措施	(138)
§ 5.6	小结	(138)
5.6.1	延时选择	(138)
5.6.2	回线边长与勘探深度	(139)
5.6.3	常用组合的相对优缺点	(140)
第六章	数据处理与基本图件绘制	(141)
§ 6.1	数据质量的判别	(141)
6.1.1	判别的思路	(141)
6.1.2	判别的方法	(141)
6.1.3	误差计算方法的选择和误差值的确定	(142)
§ 6.2	数据处理	(145)
6.2.1	滤波	(145)
6.2.2	斜阶跃波后沿影响的改正	(148)
§ 6.3	基本图件	(152)
6.3.1	剖面测量	(152)
6.3.2	测深	(152)
第七章	成果的分析解释	(153)
§ 7.1	瞬变电磁剖面测量	(153)
7.1.1	剖面测量的定性解释	(153)
7.1.2	剖面测量的半定量和定量解释	(155)
§ 7.2	瞬变电磁测深	(162)
7.2.1	有关理论与概念	(163)
7.2.2	基于烟圈理论的最简化反演	(168)
7.2.3	视纵向电导解释(反演)	(170)
7.2.4	几何测深数据反演	(174)
7.2.5	均匀大地与层状大地模拟分析	(174)
7.2.6	非层状大地	(187)
7.2.7	ρ 和 S 参数的综合应用(小结)	(189)
7.2.8	计算机反演	(191)
7.2.9	测深的地质解释	(194)
7.2.10	视纵向电导的绘图坐标	(198)

第八章 井中瞬变电磁法	(199)
§ 8.1 概述	(199)
§ 8.2 理论基础	(200)
8.2.1 地-井 TEM 方法原理	(200)
8.2.2 不接地回线主剖面的一次场	(200)
8.2.3 自由空间的局部导体	(202)
§ 8.3 DHTEM 工作方法技术	(207)
8.3.1 回线(Tx)和探头(Rx)的布置	(207)
8.3.2 地-井 TEM 法的探测深度和范围	(208)
8.3.3 地-井 TEM 测量中的信噪比	(209)
8.3.4 回线边长与测量点距	(209)
8.3.5 响应正负号的确定	(209)
§ 8.4 地-井 TEM 响应特征的分类	(209)
8.4.1 响应的静态特征或坐标特征	(209)
8.4.2 响应的动态特征	(210)
8.4.3 响应的衰减特征	(212)
§ 8.5 导体、发射回线及钻孔之间位置变化对响应的影响	(213)
8.5.1 回线与导体空间关系固定不同钻孔的响应特征	(213)
8.5.2 钻孔相对导体空间关系固定改变回线位置的响应特征	(213)
8.5.3 板体产状变化	(215)
8.5.4 导体埋深的影响	(217)
8.5.5 纵向电导变化的影响	(220)
§ 8.6 导电围岩中或导电覆盖层下的局部导体响应	(221)
8.6.1 导电半空间的影响	(221)
8.6.2 覆盖层的影响	(221)
8.6.3 小结	(222)
§ 8.7 成果的分析解释	(225)
8.7.1 定性分析	(225)
8.7.2 半定量与定量分析	(230)
8.7.3 计算机解释	(236)
第九章 应用实例	(238)
1 剖面测量特征点解释实例	(238)
2 利用诺模图求异常体的埋深与倾角	(241)
3 大回线内剖面的向量交会实例	(241)
4 综合剖面效果实例	(241)
5 $S(h)$ 断面发现水平矿层实例	(241)
6 倾斜矿体的 $S(h)$ 断面	(242)
7 Fraser 滤波效果实例	(242)
8 根据烟圈理论的几何测深	(244)
9 江西东乡铜矿各方法效果的对比	(245)
10 覆盖下厚石墨化片岩的响应	(246)
11 拟合异常衰减曲线分辨异常性质	(249)

12	应用视时间常数评估矿异常的含矿性	(249)
13	煤田上视电阻率拟剖面效果实例	(251)
14	非矿异常和覆盖层填图	(253)
15	超顺磁效应引起的异常	(254)
16	切片与立体填图	(254)
17	导电覆盖层边缘效应导致的错误推断	(256)
18	台湾新化活动断层的探测	(261)
19	管道探测实例	(262)
20	地下钢或塑料圆筒探测的理论与实践	(264)
21	用垂直分量的视水平梯度解释地质接触带	(265)
22	垂直分量视水平梯度分辨相邻导体效果的间接例证	(266)
23	岩洞及构造破碎带的 TEM 探测	(267)
24	TEM 测深达 7000 m 的实例	(268)
25	地-井 TEM 发现 Falconbridge Lindsley 矿区深部矿实例	(270)
26	坑道水平钻孔 TEM 测量实例	(270)
27	单井 TEM 验桩试验	(272)
28	地-井三分量测量实例	(274)
29	水域瞬变电磁测量简况	(274)
	参考文献	(279)
	英文摘要	(283)
	后 记	(289)

Contents

Chapter 1 Introduction	(1)
§ 1.1 Electrical, electromagnetic and time domain electromagnetic methods(TEM)	(1)
§ 1.2 Features and application scopes of TEM	(2)
§ 1.3 Main modes of measurement	(3)
1.3.1 Type of configurations	(3)
1.3.2 Parameters and delay time of measurement and noise suppression technique	(3)
§ 1.4 Outline of TEM developed situations	(4)
§ 1.5 Fact and prospect	(5)
Chapter 2 Physical basis and some modeling materials	(7)
§ 2.1 Electromagnetic field diffusion	(7)
§ 2.2 Primary and normal field	(9)
2.2.1 Primary field	(9)
2.2.2 Normal field	(11)
§ 2.3 Confined conductive body	(14)
2.3.1 Establishing and vanishing of eddy current in confined conductive body	(14)
2.3.2 Nonmagnetic conductive sphere in free space	(14)
2.3.3 Horizontal infinite nonmagnetic conductive cylindrical body	(18)
2.3.4 Thin conductive layer on a non—conductive base	(20)
2.3.5 Thin conductive plate	(22)
2.3.6 Responses of magnetic body	(27)
2.3.7 Effects of topographic relief	(31)
2.3.8 Conductive sphere in conductive host rock	(34)
2.3.9 Conductive overburden over a sphere in high resistivity host	(37)
2.3.10 Summary about effect due to conductive overburden and host rock	(41)
§ 2.4 Transient effects due to non—eddy current	(42)
2.4.1 Effect of displacement current	(42)
2.4.2 Effect of Galvanic current	(42)
2.4.3 Effect of induction—induced polarization	(47)
§ 2.5 Layered—ground responses excited by ramp waveform	(49)
§ 2.6 Full region apparent resistivity calculation	(51)
2.6.1 Meaning of full region apparent resistivity studies	(51)
2.6.2 Full region apparent resistivity algorithm	(51)
§ 2.7 1—D Inversion based on smoking rings theory	(54)

2.7.1	Basic theory	(54)
2.7.2	Estimation of apparent resistivity and depth determination	(55)
2.7.3	Theoretical inversion results of models	(55)
§ 2.8	Ramp waveform effect	(55)
2.8.1	Expressions	(55)
2.8.2	Effect coefficients for different configurations	(56)
2.8.3	Analysis on Effect	(57)
Chapter 3	Analogue model	(58)
§ 3.1	Analogue criteria	(58)
§ 3.2	Analogue equipments	(60)
3.2.1	Transmitter—receiver systems	(60)
3.2.2	Model holder and conductor mount	(61)
3.2.3	Coil winding	(63)
3.2.4	Preamplifier and impedance matching	(66)
3.2.5	Model materials	(66)
3.2.6	Checking the model system	(66)
§ 3.3	Discussion on the measuring precision and accuracy	(68)
§ 3.4	Example	(69)
3.4.1	Theoretical study	(69)
3.4.2	Filed data modeling	(70)
Chapter 4	Technique and equipment of signal detection	(72)
§ 4.1	Basic knowledge of signal detection	(72)
4.1.1	Transmitter	(72)
4.1.2	Receiver	(78)
4.1.3	Electromagnetic noise	(83)
4.1.4	Synchronization	(85)
§ 4.2	TEM system analysis	(89)
4.2.1	TEM system block diagram	(89)
4.2.2	Main units analyses	(89)
§ 4.3	Introduction of main commercial TEM systems	(94)
4.3.1	Three The West TEM systems	(94)
4.3.2	Russian TEM systems	(98)
4.3.3	Native TEM systems	(98)
4.3.4	Surface coil and surface—hole apparatus	(99)
4.3.5	Key of choosing a suitable system	(100)
Chapter 5	Field procedures	(103)
§ 5.1	Arrangement and type curves	(103)
5.1.1	Different meaning of arrangement configuration and array	(103)
5.1.2	Conventional configurations	(103)
5.1.3	Non—conventional configurations	(105)
5.1.4	New conventional configurations suggestion	(106)
5.1.5	Arrangement types of source field features and data recording station	(108)

5.1.6	Type curves	(108)
§ 5.2	Choice of operating parameters	(115)
5.2.1	Choice of delay time	(115)
5.2.2	Choice of loop size	(123)
5.2.3	Maximum depth penetration	(128)
§ 5.3	Grid step size	(133)
5.3.1	Choice of survey area line and separations	(133)
5.3.2	Choice of separation between Tx and Rx	(134)
§ 5.4	Supplements to topographic effect	(134)
5.4.1	Topographic effects	(134)
5.4.2	Examples of fixed source parallel—line and In—line surveys	(135)
§ 5.5	Quality analysis and measurement technique	(136)
5.5.1	Quality factor analysis	(136)
5.5.2	Quality control	(138)
§ 5.6	Summary	(138)
5.6.1	Choice of delay time	(138)
5.6.2	Choice of loop size and exploration depth	(139)
5.6.3	Advantage and disadvantage of different configurations	(140)
Chapter 6	Data proceeding and main charts	(141)
§ 6.1	Criterion for data quality	(141)
6.1.1	Thinking of criterion	(141)
6.1.2	Proceeding of criterion	(141)
6.1.3	Choice of errors algorithms and estimation	(142)
§ 6.2	Data processing	(145)
6.2.1	Filter	(145)
6.2.2	Correction to ramp waveform effect	(148)
§ 6.3	Main charts	(152)
6.3.1	Charts for profiles	(152)
6.3.2	Charts for depth sounding	(152)
Chapter 7	Data interpretation	(153)
§ 7.1	Profile surveying	(153)
7.1.1	Qualitative interpretation	(153)
7.1.2	Semi—quantitative and quantitative interpretation	(155)
§ 7.2	Depth sounding	(162)
7.2.1	Theory and conception for interpretation	(163)
7.2.2	1—D inversion by smoking rings theory	(168)
7.2.3	Apparent longitudinal conductance interpretation (1—D Inversion)	(170)
7.2.4	1—D inversion of geometric sounding	(174)
7.2.5	The Analysis of uniform half—space and layered—ground models	(174)
7.2.6	Non—layered earth	(187)
7.2.7	Integrated applications parameters ρ and S	(189)
7.2.8	1—D inversion by computer programs	(191)

7.2.9	Geologic interpretation to depth sounding results	(194)
7.2.10	Drawing coordinate of apparent longitudinal conductance	(198)
Chapter 8	Bore—hole TEM	(199)
§ 8.1	Introduction	(199)
§ 8.2	Basic theory	(200)
8.2.1	Principle of surface—hole TEM	(200)
8.2.2	Primary field of central profile perpendicular to loop side	(200)
8.2.3	Confined conductive body in air	(202)
§ 8.3	DHTEM Procedures	(207)
8.3.1	Arrangement of loop and probe	(207)
8.3.2	Detecting range and depth for surface—hole TEM	(208)
8.3.3	Signalnoise ratio(S/N) of surface—hole TEM	(209)
8.3.4	Loop size and station interval	(209)
8.3.5	Response sign determination rule	(209)
§ 8.4	Type of surface—hole TEM response	(209)
8.4.1	Static or coordinate features	(209)
8.4.2	Dynamic features	(210)
8.4.3	Delay features	(212)
§ 8.5	Responses of coupling changing	(213)
8.5.1	Responses due to transmitter and conductive body fixed but in different drillhole	(213)
8.5.2	Responses due to a conductive body and borehole fixed but transmitter position variable	(213)
8.5.3	Attitude variable	(215)
8.5.4	Depth variable	(217)
8.5.5	Effect due to longitudinal conductance variation	(220)
§ 8.6	Response of confined conductive body in conductive host—rock under conductive overburden	(221)
8.6.1	Conductive half—space	(221)
8.6.2	Effect of overburden	(221)
8.6.3	Summary	(222)
§ 8.7	Results interpretation	(225)
8.7.1	Qualitative analysis	(225)
8.7.2	Semi—quantitative and quantitative analysis	(230)
8.7.3	Computer forward modeling and inversion	(236)
Chapter 9	Examples of interpretation procedure and case studies	(238)
1.	Interpretation with characteristic points	(238)
2.	Estimation depth and inclination of anomalous body with nomograms	(241)
3.	A example of vector intersection result	(241)
4.	A example of integrated profiles results	(241)
5.	A example of a horizontal ore—body detected by $S(h)$ section	(241)

6. A $S(h)$ section due to inclination orebody	(242)
7. A TEM result With Fraser filter	(242)
8. A TEM result of geometric sounding	(244)
9. Comparison of integrated methods on copper deposit Dong Xiang county Jiangxi Province	(245)
10. Responses of thick graphitic schist	(246)
11. Anomaly distinguished With delay curves fitting	(249)
12. Estimation of orebody or non—orebody for different anomalies with apparent time constant	(249)
13. Apparent resistivity pseudo—section of coal fields	(251)
14. Non—orebody anomaly and overburden mapping	(253)
15. A anomaly due to superparamagnetic effect	(254)
16. A example of slide and solid mapping	(254)
17. Misinterpretation due to the effect of conductive overburden edge	(256)
18. Active fault mapping in the Xinhua area southwestern Taiwan Province	(261)
19. A case of pipe detection	(262)
20. Theory and tests of buried steal and plastic drums	(264)
21. Using horizontal gradients profile interpreting TEM data near geological contacts	(265)
22. Example showing the discriminability to two nearby conductor with Z components horizontal gradient profile	(266)
23. Results of TEM data on caves and fault fracture belts	(267)
24. A case of sounding penetrating to 7000 meters	(268)
25. Case history of borehole TEM surveys at the Falconbridge Lindsey discovery in sudbury ontario	(270)
26. A case of TEM surveys along horizontal drillhole in shaft	(270)
27. Test for detection of steel cage defects in concrete pile substructure with TEM logging	(272)
28. A case of three component TEM forward modeling and field test	(274)
29. A description of TEM surveys in water field in China	(274)
References	(279)
Abstract in English	(283)
Postscript	(289)

第一章 概 论

§ 1.1 电法、电磁法和时间域电磁法

地球物理勘查方法包括五大类,行话简称:重(力)、磁(力)、电、(地)震、放(射性)。其中电法类的方法既多又杂,比如众所熟知的自然电场法、电阻率法和激发极化法虽都属电法,但机理相互不同,而电磁法则又是电法中最繁杂的。

因为电磁法繁杂,就产生多种分类法。从场源的形式分有人工场源(又称主动源)、天然场源(又称被动源)之别;从激励场源的性质分有电源的和磁源之分;从测量的参量分又有磁场(或它对时间的导数)和电场之不同,而测量的方式又有相对测量和绝对测量之差,不一而足。而最主要、最概括的是按响应的性质的分类,即频率域电磁法类和时间域电磁法类。前者研究的是响应与频率的关系,后者研究的是响应与时间的关系。具体实例见图 1.1、图 1.2。

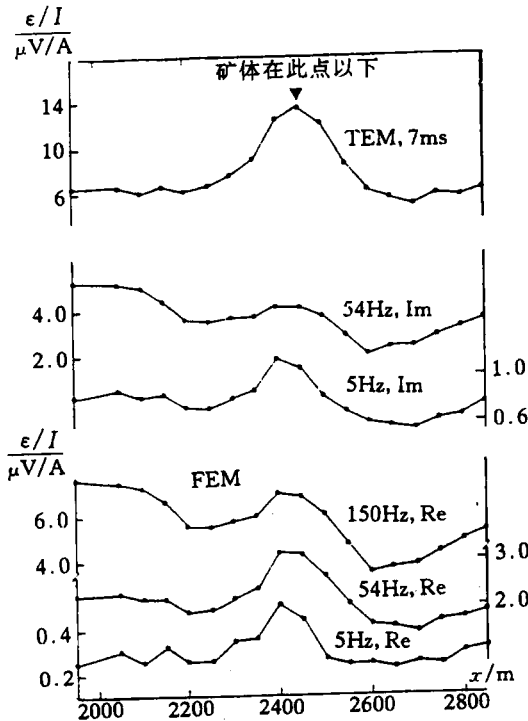


图 1.1 澳洲 Elura 锌铅银矿 50800N 测线 TEM 剖面 and 傅氏变换得出的实、虚分量剖面

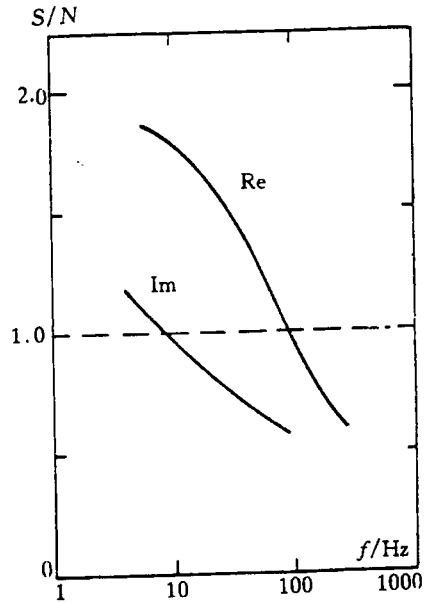


图 1.2 与 SIROTEM 等效的 FEM 系统,在 50800N 测线上的信噪比与频率的关系

瞬变电磁法以接地导线或不接地回线通以脉冲电流做为场源,以激励探测目的物感生二次电流,在脉冲间隙测量二次场随时间变化的响应。二次场从产生到结束的时间是短暂