

高等学校教材  
地球物理系列

# 地电场与电法勘探

李金铭 编著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书为刘光鼎院士主编的地球物理系列教材之一。全书由四篇组成。第一篇地电场，在全面阐述岩、矿石主要电磁性质基础上，分别对天然地电场和人工地电场的场源性质及其在均匀和非均匀地电条件下电场、电磁场之解析解进行了讨论，并于本篇最后对常用的几种物理模拟和数值模拟方法作了介绍。在第二篇主动源电法勘探方法（电阻率法、激发极化法、充电法、电磁法）和第三篇被动源电法勘探方法（自然电场法、大地电磁测深法、甚低频电磁法）中，分别对每种方法在不同地电条件下的异常规律，定性、定量解释方法和实际应用中的方法技术要求等问题作了较全面系统地阐述，并给出了它们的应用实例。第四篇其他电法勘探方法，则主要是对航空电磁法、可控源音频大地电磁法、探地雷达法、海洋电法和震电法等五种方法的方法特点及应用、发展概况，作了扼要介绍和讨论。

本书可作为固体地球物理、地球物理工程、环境与工程地球物理、地球探测与信息技术等专业本科生的教科书或教学参考书使用，也可供研究生和从事这方面工作的科研、工程技术人员参考。

### 图书在版编目（CIP）数据

地电场与电法勘探 / 李金铭编著. —北京：地质出版社，2005.7

ISBN 7 - 116 - 04395 - 0

. 地... . 李... . 地电场—高等学校—教材  
电法勘探—高等学校—教材 . P319.1  
P631.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 055056 号

---

责任编辑：袁 方 陈军中

责任校对：郑淑艳 田建茹

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](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真：（010）82310759

印 刷：北京智力达印刷有限公司

开 本：787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印 张：31.25

字 数：710 千字

印 数：1—2000 册

版 次：2005 年 7 月北京第一版·第一次印刷

定 价：35.00 元

ISBN 7 - 116 - 04395 - 0 / P · 2563

---

（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）

中国地质大学（北京）

“地球物理系列教材编委会”

主 任：刘光鼎院士

成 员：程业勋教授 管志宁教授 李金铭教授  
许 云教授 曾华霖教授 尉中良教授  
乌达巴拉教授 魏文博教授

# 序

地球是一个庞大而复杂的系统。人类在这颗星球上世世代代生息繁衍，并在生产和科学实践中不断地研究和深化对地球的认识。随着人类文明的进步，有数学、物理、化学和地质学等基础学科的诞生；在物理学的领域中，又有取得系统规律性认识的力学、光学、热学、电学、磁学和原子物理学等分支学科。地球物理是应用物理学的理论、方法与技术研究地球、认识地球，从而相应地又有重力、地磁、地电、地震、地热和放射性等分支学科产生。

地球物理探索地球的各种物理现象本身的规律性，如研究重力场、地磁场、地电场、地震波场等；并利用这些规律性取得对地球的认识，如具有全球分布的地壳、地幔和地核的分层性等等。另一方面，地球物理方法还可激发出多种不同尺度的人工场，如人工电场、电磁场、地震波场等，并利用其探索地球。这样，地球物理可以应用多种物理手段主动灵活地进行目的明确的地球研究，解决经济建设中出现的问题，如矿产资源的探查和开发、环境的监测和保护，以及各种自然灾害的监测与防治等。因此，从某种意义来讲，地球物理有地球物理场作为理论基础，同时又是研究认识地球的高科技。

中国的国民经济建设规模宏伟，对地球物理的需求十分迫切。近年来，中国的油气资源供需矛盾突出，已经引起了广泛注意。远景资源量中还有78%的石油和93%的天然气有待发现，显然亟待增加风险勘探，争取有更多的发现。但是，地质条件的复杂性使勘探具有高难度，致使许多业内人士无限感慨地说油气资源：“成也物探，败也物探”。其实问题何止于油气勘探？煤炭的勘查，恶性事故频发的大小煤矿，如老窖水、瓦斯气、采空区、陷落柱、小断层等一系列的与地质有关的问题，都有待于地球物理去解决；经济建设迫切需要的金属矿如金、铜、铅、锌及各种有色金属矿，实际都处于一种“等米下锅”的状态；如何应用地球物理方法攻深找盲，寻找大矿、富矿，则是当前找矿中的关键问题。为了解决中国北方缺水问题，一直在论证并推行东、中、西三条南水北调的路线，解决这些工程问题必然要用到地球物理；

与此同时，还应使用地球物理方法探查地下水资源，以合理利用江河、湖泊的地面水和地下水资源。此外，长江、黄河的高边坡、堤坝、水库大坝的管涌，以及铁路、公路、桥梁、码头、机场的基础与桩基都需要地球物理工作来提供数据资料以解决问题。总之，在资源、环境的各种领域中，有广泛、大量的地球物理课题，深化地球物理工作，探索其规律，这是时代的要求，必将极有益于我国的国民经济建设。

既然国家经济建设和社会发展对地球物理工作有着广泛的需求（姑且不论地球物理在军事与国家安全上的作用），那么，振兴、开展地球物理工作就具有重要的意义。

北京地质学院于1952年建校时，就有地球物理探矿系和地球物理教研室。在傅承义教授主持工作期间，他首先集中精力抓教材建设，领导并参与研讨教学大纲的编制，指定谭承泽编写磁力勘探，萧敬涌编写重力勘探，陈癸尊编写电法勘探，刘光鼎编写地震勘探，并亲自审阅、修改，为以后的发展奠定了基础。随后，在补充了大量前苏联的地球物理资料之后，形成了培育新中国第一批地球物理工程师的基本教材。中国地质大学（北京）在原北京地质学院的基础上发展起来，继承过去的优良传统，并在不断实践中积累了丰富的资料和宝贵经验，理应与时俱进，在新的高度上编写出新的教材。特别是当前地球物理学科发展迅速，而又十分缺乏教学参考书的情况下，编写出高水平的新教材就显得尤其重要。

为此，我向吴淦国校长建议，由中国地质大学（北京）地球物理与信息技术学院负责编写一套“地球物理系列教材”。此事经学校有关领导同志商定，正式列入学校“地学专业基础课和专业课教材专项建设规划”。同时，这套教材的编写和出版还得到“地下信息探测技术与仪器”教育部重点实验室和“地球探测与信息技术”北京市重点学科的大力支持。

经过一段时间的酝酿，中国地质大学（北京）地球物理与信息技术学院于2002年12月26日成立了“地球物理系列教材编委会”。会议上宣布接受邀请参加编写教材的作者为（之后有所调整）：

- |               |     |
|---------------|-----|
| (1) 重力场与重力勘探  | 曾华霖 |
| (2) 地磁场与磁力勘探  | 管志宁 |
| (3) 地电场与电法勘探  | 李金铭 |
| (4) 地震波场与地震勘探 | 姚 姚 |

(5) 核辐射场与放射性勘查

程业勋、王南萍、侯胜利

(6) 地球物理测井

尉中良、邹长春

(7) 地球物理场与地球物理勘探

刘光鼎、张贵宾等

各位作者提交了教材大纲，进行交流；会议还深入讨论了地球物理教材的内容、结构与编写的指导思想；要求于2004年内提交全部教材的送审稿。

2003年12月18日再次召开地球物理系列教材编委会，编委们认真讨论了曾华霖教授提交的《重力场与重力勘探》送审稿，进一步贯彻编写指导思想。2004年2月24日第三次编委会上，经过讨论强调了教材的科学性与系统性；同时传达了吴淦国校长关于教材应当是精品的主张。此次会议还形成以下共识：地球物理系列教材是专著性的，可以作为地球物理相关专业大学本科生的教科书，研究生的参考书，亦可供地球物理工作者参考；教师可以从教材中选择适当的内容向学生讲授，而教材的篇幅不受学时的限制。此外，还讨论了教材的审查方法与出版事宜。2004年12月20日召开第四次编委会，确定了教材送审、评审和出版的日程安排。

现地球物理系列教材已基本按期完成，经过审阅、修改，近日即将提交地质出版社公开出版，很快就会与广大读者见面。我们真诚地希望读者们按照吴淦国校长提出的“特色+精品”的要求来审查这套地球物理系列教材，多多提出宝贵意见，以便进一步提高质量，使它在培养新一代地球物理学家的过程中能有所贡献，在全面建设小康社会中为振兴地球物理事业起到积极的推动作用。

在地球物理系列教材编写过程中，魏文博教授做了大量组织工作，特此致谢。

中国科学院院士

中国地球物理学会荣誉理事长

中国地质大学（北京）地球物理与信息技术学院院长



2004年12月29日

# 前 言

地电场系指大地中天然存在或由人工建立的电场及电磁场。在天然地电场中，各种全球性或区域性变化的电场、电磁场称为大地电场或大地电磁场，而局部性的稳定电场称为自然电场。在人工地电场中，通过接地建立的稳定、不稳定电流场称为直流电场，通过接地或不接地建立的变化电场、电磁场，称为交流电场或交变电磁场。

电法勘探则是根据地壳中不同岩层之间、岩石和矿石之间存在的电磁性质差异，通过观测天然存在的或由人工建立的电场、电磁场分布，来研究地质构造、寻找有用矿产资源，解决工程、环境、灾害等地质问题的一类地球物理勘探方法。

可见，地电场与电法勘探有着紧密联系。了解各种地电场的性质，研究它们在不同地电条件下的分布规律，是电法勘探的重要基础。

电法勘探利用的主要物性有：导电性、介电性、导磁性、激发极化性、自然极化性、压电性和震电性等。当地下地质构造或岩层与矿体之间的电性分布沿水平或垂直方向发生变化时，则在地面、空中或海洋观测到的电场、电磁场空间分布也将发生相应变化，于是便出现了所谓的异常。通过对异常进行定性、定量解释，便可推断出地下的地质构造特征和矿体位置、埋深、形状、大小等的赋存状态。

电法勘探的方法种类很多，分类方法也不尽相同。在以往的教科书中，有的将其分成直流电法和交流电法两大类；有的则将其分成传导类电法和感应类电法两大类；也有的又不分类。本书从人工场源和天然场源的角度出发，将其分为主动源电法和被动源电法两大类。按此方法分类时，则在主动源电法方面的常用方法有：电阻率法、激发极化法、充电法和电磁法等；在被动源电法方面的常用方法有：自然电场法、大地电磁测深法和甚低频电磁法等。其中甚低频电磁法是利用海军潜艇的通信电台作为场源的，虽不属于天然场源，但它属于被动源。在电法勘探工作中，当观测空间不同时，又有地面电法、航空电法和海洋电法之分。当勘查目标不同时，又有金属电法、石油电法、煤田电法、水工环电法、灾害电法、考古电法以及医疗电法和军事电法等之称谓。说明电法的应用范围十分广泛。

电法勘探的发展历史并不长，真正利用地电场进行电法勘探的时间，大致始于19世纪末和20世纪初。其中，在天然场源方面：1835年英国学者福克斯（R. W. Fox）首先用自然电场法发现了一个硫化矿床；20世纪初开始将大地电流法用于矿产资源勘探；20世纪50年代前苏联学者吉洪诺夫（Г. И. Тихонов）和法国学者卡尼亚（L. Caniard）建立了探测地球深部电性结构的大地电磁测深法。在人工场源方面：19世纪末提出的电阻率法到20世纪初已趋成熟；1920年由法国学者施伦贝尔热（C. Schlumberger）发现的激电效应，后经各国学者的深入研究于20世纪50年代形成了激发极化法，其中加拿大学者塞吉尔（H. O. Segel）、皮尔顿（W. H. Pelton）、前苏联学者柯马罗夫（B. A. Kozlov）和美国学者宗吉（K. L. Zonge）等，做出了重要贡献；电磁剖面法始于1917年，于1925年首

次获得找矿效果；20 世纪 80 年代以来，随着经济建设的迅猛发展和科学技术的不断进步，人工源频率测深法和瞬变测深法在前苏联学者考夫曼（A. A. Kofman）和美国学者凯乐（G. V. Keller）共同建立的理论基础上发展较快，与此同时由加拿大学者 D. W. Strangway 和 M. A. Goldstein 提出的可控源音频大地电磁法以及由德国最早提出的探地雷达法和由日本率先实现的高密度电阻率等方法，在资源、工程、环境等方面都得到了迅速发展与应用。此外，由前苏联于 20 世纪 70 ~80 年代研究提出的压电法和震电法，近年来已取得一定进展，有望能用于矿产资源勘查和地质灾害的预报中。

我国的电法勘探工作，始于 20 世纪 30 年代末和 40 年代初，当时由于条件限制，顾功叙先生和丁毅、王子昌等人仅在几个金属矿区做过一些少量电法勘探的试验研究工作；1949 年中华人民共和国成立以后，随着各项经济建设事业的蓬勃兴起，电法勘探工作和其他地球物理方法一样才得到了迅速发展。半个多世纪以来的实践结果证明，我国的电法勘探工作，虽然起步比较晚，但在政府主管部门的大力支持和早期来华讲学的克维亚特柯夫斯基（E. M. K）等前苏联电法专家的帮助下得到了很快发展，并作为应用地球物理的一个重要分支方法，以它适应性强、应用范围广的特点，在各类地质勘查领域中取得了许多有价值、有意义的理论与应用成果，已经和正在发挥着重要作用。

目前，国内在仪器方面，由我国自主研制生产的电法仪器已有多种，如直流电法仪、高密度电阻率仪、直流激电仪、交流激电仪、双频激电仪、频率测深仪、瞬变测深仪等，均具有很好的工作性能。另外，近年来国内不少单位还从国外引进了多种类型的先进电法仪器，如大地电磁测深仪、多功能电法仪、探地雷达仪等；在方法理论和方法技术方面，随着电子计算技术的飞速发展，数值模拟和数字解释技术已逐步被多数人所掌握，资料处理和异常定性、定量解释水平正在不断提高。但应指出，由于客观实际的复杂性和地电条件的千变万化，因此在许多情况下，单靠电法一种方法往往不能对观测结果作出正确的地质解释，经验证明只有充分利用各种地质、物探、化探资料对异常进行综合解释才能取得好的效果，达到预期目的。

李金铭

2005.5

# 目 录

## 序 言

## 第一篇 地 电 场

第一章 岩、矿石的电磁性质.....	1
第一节 岩、矿石的导电性.....	1
一、矿物的电阻率.....	1
二、岩、矿石的电阻率.....	2
三、影响岩、矿石电阻率的因素.....	3
第二节 岩、矿石的介电性.....	10
一、岩、矿石的介电常数.....	10
二、影响岩、矿石介电常数的因素.....	11
第三节 岩、矿石的导磁性.....	12
一、岩、矿石的磁导率.....	12
二、岩、矿石的磁导率与磁铁矿体积含量的关系.....	12
第四节 岩、矿石的自然极化性.....	13
一、电子导体的自然极化.....	13
二、离子导体的自然极化.....	15
第五节 岩、矿石的激发极化性.....	16
一、岩、矿石的激发极化机理.....	16
二、直流电场作用下岩、矿石的激发极化性.....	17
三、交流电场作用下岩、矿石的激发极化性.....	24
四、描述岩、矿石激发极化时间特性和频率特性的数学模型.....	27
第六节 岩、矿石的压电性和震电性.....	31
一、岩、矿石的压电性.....	31
二、岩、矿石的震电性.....	33
第二章 天然地电场.....	36
第一节 大地电磁场.....	36
一、大地电磁场的一般性质.....	36
二、电磁场的基本方程及边界条件.....	39
三、均匀介质中的大地电磁场.....	42
四、层状介质中的大地电磁场.....	46
五、非各向同性介质中的大地电磁场.....	51

第二节	自然电场 .....	55
一、	电子导体的自然电场 .....	55
二、	离子导体的自然电场 .....	58
第三章	人工地电场 .....	60
第一节	稳定电流场 .....	60
一、	稳定电流场的基本性质 .....	60
二、	求解稳定电流场的拉普拉斯方程 .....	61
三、	均匀大地中不同场源形式的稳定电流场 .....	62
四、	均匀电流场中球体的电场 .....	67
五、	均匀电流场中椭球体的电场 .....	70
六、	点源电流场中垂直接触面的电场 .....	71
七、	点源电流场中球体的电场 .....	74
八、	点源电流场中水平层状大地的电场 .....	76
九、	点源电流场中均匀非各向同性介质的电场 .....	79
第二节	激电场 .....	83
一、	等效电阻率法及均匀大地极化率的确定 .....	83
二、	均匀电流场中体极化球体的激电场 .....	84
三、	均匀电流场中体极化椭球体的激电场 .....	88
四、	点源电流场中垂直接触面的激电场 .....	88
五、	点源电流场中体极化球体的激电场 .....	90
六、	点源电流场中极化水平层的激电场 .....	91
第三节	电磁场 .....	92
一、	均匀大地表面上谐变偶极子场源的电磁场 .....	92
二、	均匀大地表面上阶跃偶极子场源的电磁场 .....	96
三、	水平层状大地上电偶极子场源的电磁场 .....	100
四、	水平层状大地上垂直磁偶极子场源的电磁场 .....	103
五、	自由空间中回线源的电磁场 .....	105
六、	均匀大地中回线源的电磁场 .....	106
七、	层状大地中回线源的电磁场 .....	108
八、	不导电围岩中球体的回线源电磁场 .....	109
第四章	地电场正演问题的模拟方法 .....	116
第一节	数值模拟方法 .....	116
一、	稳定电流场的边值问题 .....	116
二、	有限差分法 .....	119
三、	有限单元法 .....	120
四、	边界单元法 .....	125
五、	积分方程法 .....	130
第二节	物理模拟方法 .....	131
一、	稳定电流场的物理模拟方法 .....	131

二、交变电磁场的物理模拟方法 .....	133
----------------------	-----

## 第二篇 主动源电法勘探方法

第一章 电阻率法 .....	136
第一节 视电阻率的基本概念及常用电阻率法 .....	136
一、视电阻率的基本概念 .....	136
二、常用电阻率法 .....	139
第二节 中间梯度装置的视电阻率异常 .....	144
一、球体上中梯装置的视电阻率异常 .....	144
二、板状体上中梯装置的视电阻率异常 .....	148
第三节 联合剖面装置与对称四极剖面装置的视电阻率异常 .....	151
一、垂直接触面上联剖与对称四极剖面装置的视电阻率异常 .....	151
二、球体上联剖与对称四极剖面装置的视电阻率异常 .....	154
三、板状体上联剖与对称四极剖面装置的视电阻率异常 .....	157
第四节 偶极装置的视电阻率异常 .....	160
一、球体上偶极装置的视电阻率异常 .....	160
二、板状体上偶极装置的视电阻率异常 .....	162
第五节 水平地层上的视电阻率测深曲线及分析 .....	164
一、视电阻率表达式及电阻率转换函数 .....	164
二、电测深曲线类型 .....	165
三、对称四极电测深二层及三层量板 .....	166
四、水平地层的纵向电导和横向电阻 .....	169
五、水平地层上电测深曲线的基本性质 .....	169
六、电测深曲线的等值现象 .....	172
第六节 水平地层电测深曲线的定量解释方法 .....	174
一、电测深曲线的量板解释法 .....	174
二、电测深曲线的数字解释法 .....	176
第七节 非水平地层上的电测深曲线 .....	180
一、斜触层上的电测深曲线 .....	180
二、有垂直接触面存在时的电测深曲线 .....	181
三、球体上的电测深曲线 .....	182
四、板状体上的电测深曲线 .....	183
第八节 电阻率法的地形影响及克服方法 .....	184
一、纯起伏地形上的视电阻率异常 .....	184
二、地形影响的克服方法 .....	187
第九节 岩层非各向同性对电阻率法的影响 .....	189
一、非各向同性的视电阻率反常现象 .....	189
二、围岩非各向同性对 $\rho_s$ 曲线形态的影响 .....	190
三、岩层非各向同性对电测深测量结果的影响 .....	191

第十节	电阻率法的仪器装备及野外工作中的几个问题	192
一、	电阻率法的仪器装备	192
二、	电阻率法野外工作中的几个问题	193
第十一节	电阻率法的实际应用	197
一、	电剖面法的实际应用	197
二、	电测深法的实际应用	203
第十二节	高密度电阻率法	208
一、	高密度电阻率法的观测系统	208
二、	高密度电阻率法的实际应用	210
第十三节	视电阻率资料的二维反演方法	211
一、	二维反演的基本原理	211
二、	二维断面反演的阻尼最小二乘法	212
第二章	激发极化法	216
第一节	激电法的主要观测参数和常用装置类型	216
一、	激电法的主要观测参数	216
二、	激电法的常用装置类型	217
第二节	中梯装置的激电异常	217
一、	球体上中梯装置的激电异常	218
二、	椭球体上中梯装置的激电异常	220
三、	板状体上中梯装置的激电异常	222
四、	有覆盖层时中梯装置的激电异常	225
五、	起伏地形条件下中梯装置的激电异常	225
第三节	偶极装置的激电异常	228
一、	球体上偶极装置的激电异常	228
二、	板状体上偶极装置的激电异常	230
三、	起伏地形条件下偶极装置的激电异常	233
第四节	近场源装置的激电异常	233
一、	球体上近场源装置的激电异常	234
二、	板状体上近场源装置的激电异常	236
三、	起伏地形条件下近场源装置的激电异常	239
四、	组合体上近场源二极装置的激电异常	240
第五节	联剖装置的激电异常	240
一、	球体上联剖装置的激电异常	241
二、	板状体上联剖装置的激电异常	242
第六节	对称四极、温纳和等比装置的激电测深曲线	246
一、	球体上的激电测深曲线	246
二、	板状体上的激电测深曲线	252
三、	组合体上的激电测深曲线	256
四、	水平层上的激电测深曲线	257

第七节 固定点源装置的激电测深曲线 .....	258
一、球体上的激电点测深曲线 .....	258
二、板状体上的激电点测深曲线 .....	259
三、组合体上的激电点测深曲线 .....	259
第八节 激电异常的评价方法及定量解释方法 .....	261
一、激电异常的评价方法 .....	261
二、激电异常的定量解释方法 .....	264
第九节 激发极化法的仪器装备及野外工作中的几个问题 .....	271
一、激电法的仪器装备 .....	271
二、激电法野外工作中的几个问题 .....	273
第十节 激发极化法的实际应用 .....	280
一、激电异常评价实例 .....	280
二、激电法找矿实例 .....	282
三、激电法找水实例 .....	287
第三章 充电法 .....	294
第一节 充电法的基本理论 .....	294
一、球形导体的充电电场 .....	294
二、导电椭球体的充电电场 .....	295
三、不等位导体的充电电场 .....	297
第二节 充电法的实际应用 .....	298
一、充电法的应用范围和应用条件 .....	298
二、充电法的观测方式 .....	298
三、充电法的应用实例 .....	299
第三节 激发极化充电法 .....	300
一、直立铜板端外地面充电的实验结果 .....	300
二、直立厚石墨板地下围岩充电的实验结果 .....	303
三、组合模型上的实验结果 .....	303
第四章 电磁法 .....	305
第一节 频率域和时间域电磁场的基本特点 .....	305
一、频率域电磁场的基本特点 .....	305
二、时间域电磁场的基本特点 .....	307
第二节 频率电磁剖面法 .....	309
一、不接地回线法 .....	309
二、电磁偶极剖面法 .....	314
第三节 频率电磁测深法 .....	318
一、电偶源频率测深法 .....	319
二、磁偶源频率测深法 .....	326
三、频率测深曲线的解释方法 .....	326
四、频率测深法的实际应用 .....	328

第四节 瞬变电磁剖面法 .....	334
一、几种规则形体上瞬变电磁剖面异常特征 .....	335
二、覆盖层对瞬变电磁剖面异常的影响 .....	338
三、起伏地形对瞬变电磁剖面异常的影响 .....	338
四、瞬变电磁剖面法的应用实例 .....	341
第五节 瞬变电磁测深法 .....	342
一、视电阻率的几种定义式 .....	343
二、水平地层磁偶源瞬变电磁测深视电阻率曲线 .....	350
三、水平地层电偶源瞬变电磁测深视电阻率曲线 .....	351
四、水平地层电磁测深曲线的等值性 .....	354
五、水平导电薄层上的瞬变电磁场 .....	357
六、瞬变电磁测深曲线的解释方法 .....	360
七、瞬变电磁测深法的实际应用 .....	364

## 第三篇 被动源电法勘探方法

第一章 自然电场法 .....	369
第一节 极化体上的自然电位异常 .....	369
一、极化球体上的自然电位异常 .....	369
二、极化板状体上的自然电位异常 .....	371
第二节 自然电场法的实际应用 .....	372
一、自然电场法在金属矿上的应用 .....	372
二、自然电场法在石墨化地层填图中的应用 .....	374
三、自然电场法在确定地下水流向方面的应用 .....	374
第二章 大地电磁测深法 .....	377
第一节 视电阻率及水平地层大地电磁测深曲线的理论计算方法 .....	377
一、视电阻率及水平地层上的理论计算表达式 .....	377
二、水平地层大地电磁测深曲线的理论计算方法 .....	378
第二节 水平地层上的大地电磁测深曲线 .....	380
一、二层水平地层上的大地电磁测深曲线 .....	380
二、三层水平地层上的大地电磁测深曲线 .....	383
三、多层大地电磁测深曲线及代替层概念 .....	384
第三节 水平地层大地电磁测深曲线的渐近线 .....	385
一、底部 $n$ 的右支渐近线 .....	385
二、底部 $n = 0$ 的右支渐近线 .....	387
第四节 水平地层大地电磁测深曲线的等值性 .....	389
一、S 等值性 .....	390
二、H 等值性 .....	390
第五节 水平非均匀介质的大地电磁测深曲线 .....	391
一、水平地层非各向同性介质的大地电磁测深曲线 .....	391

二、二维介质的大地电磁测深曲线 .....	391
第六节 大地电磁测深资料的解释方法 .....	393
一、博斯蒂克反演解释方法 .....	393
二、自动反演解释方法 .....	395
第七节 大地电磁测深法的实际应用 .....	398
一、大地电磁测深仪及主要装备 .....	398
二、静位移与电磁阵列剖面 .....	398
三、大地电磁测深法的应用实例 .....	400
第三章 甚低频法 .....	405
第一节 甚低频法的场源及其一次场 .....	405
一、甚低频法的场源 .....	405
二、甚低频法的一次场 .....	406
第二节 甚低频法的异常场 .....	407
一、异常场的一般特点 .....	407
二、几种规则形体上的甚低频异常 .....	408
第三节 甚低频法的测量参数及资料处理 .....	411
一、甚低频法的测量参数 .....	411
二、甚低频法的资料处理 .....	411
第四节 甚低频法的应用实例 .....	413
一、地质填图 .....	413
二、寻找低阻金属矿 .....	414
三、在灰岩地区寻找地下水 .....	414

## 第四篇 其他电法勘探方法

第一章 航空电磁法 .....	416
第一节 方法概述 .....	416
一、航空电磁法硬架系统 .....	416
二、航空电磁法非硬架吊舱系统 .....	417
第二节 频率域翼尖硬架系统航空电磁法 .....	418
一、测量原理 .....	418
二、资料解释方法及应用实例 .....	419
第三节 时间域吊舱系统航空电磁法 .....	420
一、测量原理 .....	421
二、资料解释方法及应用实例 .....	422
第二章 可控源音频大地电磁法 .....	427
第一节 方法概述 .....	427
一、场源 .....	427
二、测量方式 .....	428
第二节 近场效应和静态效应影响及校正方法 .....	429

一、近场效应影响及校正方法 .....	429
二、静态效应影响及校正方法 .....	432
第三节 可控源音频大地电磁法应用实例 .....	438
一、山西沁水盆地的应用效果 .....	438
二、新疆阿舍勒铜矿的应用效果 .....	439
第三章 探地雷达法 .....	441
第一节 方法概述 .....	441
一、发展概况 .....	441
二、方法特点 .....	442
第二节 探地雷达法的基本原理与方法技术 .....	443
一、基本原理 .....	443
二、方法技术 .....	444
第三节 探地雷达法应用实例 .....	447
一、划分花岗岩风化带 .....	447
二、隧道探测 .....	447
三、公路路面厚度检测 .....	449
第四章 海洋电法 .....	450
第一节 天然场源海洋电法 .....	450
一、海洋大地电磁测深法 .....	450
二、海洋自然电位法 .....	451
第二节 人工场源海洋电法 .....	452
一、海洋电磁法 .....	452
二、海洋直流电阻率法 .....	453
三、海洋激发极化法 .....	455
四、海洋磁电阻率法 .....	456
第五章 震电法 .....	458
第一节 压电法 .....	458
一、基本原理 .....	458
二、压电场的理论计算结果 .....	460
三、压电法的实际应用 .....	461
第二节 震源电磁辐射法 .....	467
一、岩矿石在破裂过程中的电磁辐射性质 .....	467
二、震源电磁辐射法的实际应用 .....	467
参考文献 .....	471

# Geoelectric Field and Electrical Exploration

Textbook for undergraduates and graduates  
in applied geophysics

Jinming Li

Professor of Geophysics

China University of Geosciences ( Beijing)

Geological Publishing House

· Beijing ·