

# 地球物理勘探基础

顾功叙 编著

地 质 出 版 社

# 地球物理勘探基础

顾功叙 编著

地质出版社

## 内 容 提 要

全书共8章,包括磁法勘探、重力勘探、电法勘探、地震勘探、放射性勘探、井中地球物理测量、地球物理遥感测量、综合地球物理勘探等,附图387张。

本书内容丰富、概念明确,编写上独具特色,既着重讲述地球物理勘探的基础理论,又着重叙述了其发展过程中新方法技术的突破性进展。叙述深入浅出、通俗易懂,文字通顺。

本书可作为大中专院校学生的参考书,以拓宽知识面,亦可作为生产技术人员和技术管理干部进修提高的学习课本。

## 地球物理勘探基础

顾功叙 编著

责任编辑:官毓兰 林清溪 张怀素

地质出版社出版

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张: 25.125 字数: 587000

1990年7月北京第一版·1990年7月北京第一次印刷

印数: 1—1250册 国内定价: 16.30元

ISBN 7-116-00612-5/P·519

# 序

地球物理勘探是一门技术科学。本世纪30年代以来，国外已有不少学者撰写过教科书形式的地球物理勘探学，全面介绍各种技术方法或单独介绍一种技术方法（如苏联学者写的一些书）。

自新中国成立以来，我国各地质院校的教师们也写了不少有关地球物理勘探的讲义和书籍，大多数是介绍某单一的技术方法。由于这门技术科学不断地变化，书的内容必然也随之日新月异。地球物理勘探在我国的实践也说明，80年代的情况远远不同于50年代。

本书内容着重基础并全面介绍地球物理勘探的各种技术方法。其内容一方面要适当引进新的，淘汰旧的；另一方面还要考虑写法也不同于前人，以符合当前我国地球物理勘探工作者的需要。

写一本全面介绍地球物理勘探技术方法的书是很不容易的。国外在最近一段时期内，写这样内容的书的作者也不多，原因在于现代地球物理勘探的技术方法发展既分散又受企业之间保密的限制。一个人的知识有其局限性，故在选择题材及进行论述等方面，确实有很大困难，因此无人敢于轻易动笔。本书作者当然也有同样的困难，只能在许多同志的帮助下，作为一种尝试，勉力为之。

至于何谓着重基础，何谓不同于前人的写法，大致有以下几点指导思想。

1. 着重基础，特别是物理学应用于地质找矿的基础概念。本书不是具体工作的指南或手册，更不要期望它能为读者提供解决他们在实际工作中遇到的困难及找矿问题所迫切需要的特殊而有效的新技术。写书的目的仅仅是要使读者理会到地球物理方法并不神秘，它们都基于一定的物理学原理，需要依靠人们的智慧，灵活使用才可取得实际效果。除此之外，书中也为读者指出了一些治学和思维的方法。地球物理勘探技术方法尽管日新月异，但一般基础原理是不会变的。这样写，可使书具有一定的使用寿命，同时也可不必拘泥于新和旧、国内和国外的差别，因为基础的东西相对稳定，并具有其通用性。技术上的某些差别常局限于具体的细节方面。

2. 30多年来，我国地球物理勘探工作者所受到过的教育，一般偏重于经验性，以应急需，缺少基础性，这在事业发展的初期是完全可以理解的。目前，地球物理勘探的技术方法在地质找矿工作中的应用，还远远没有到达“自由王国”，面对许多实际问题仍束手无策，必须加紧研究改进，这就需要人们奋力探索和创新，而基础知识是开展创新研究的必要条件，又是新的科学思路的源泉。因此本书力图避免用一时一地的经验来概括全面，而力求研究技术方法的物理本质，以提高认识水平。

3. 前人写书，有些为了求全，不加取舍，在他们的书中常写了不少众所周知的内容，如地震波传播原理、扭秤原理等，有些已属过时。对此，本书尽量不重复或仅予简述。

4. 由于本书侧重于地球物理勘探基础，故属于从现象到现象的实际勘探事例基本上不予收录和介绍。即使在最后讨论综合应用各种地球物理技术方法于找矿时，也着重于基础概念和物理前提，力图避免过去那种只强调国内地球物理勘探工作的巨大发展和找矿成

就，而不重视其科学技术水平提高的倾向，因为这不是一本宣传国家建设成就的书，

为了使读者较清醒地意识到物理学应用于地球物理勘探各种技术方法的逐步改进、完善过程，书中着重叙述以后起方法的优点克服先前方法的缺点，即每次大小革新前后是紧密衔接的，革新者都有明确的目的。在前言中将概述本项科学技术历史发展的过程，但不是地球物理勘探的纯历史记载。

1980年美国地球物理勘探工作者协会举行50周年纪念，该会出版的《地球物理》杂志有一期是邀请7位专家专就50年来地球物理勘探的各种技术方法，撰写了7篇文字简练的回顾历史发展的文章，其中包括地震勘探、磁法勘探、重力勘探、电法勘探、放射性勘探、测井和遥感。本书参照他们给予的启发，在导言中也扼要叙述这7种技术方法的来龙去脉，同时全书内容也按此分章。

地球物理勘探是一门观测性极强的技术科学，因此仪器设备的创新常常能左右各种地球物理勘探技术方法的进展。尽管如此，本书显然不能将所有仪器设备加以叙述，只选择一些比较关键的、能给人启示的，作不同程度的介绍，一般只写原理，不写工艺细节。

关于解释方面，准备着重写异常的分析 and 辨别，不写或少写其它有关书籍中已写得很多的各种异常源模式和计算公式等。

野外工作部署，除特殊情况外，一概不写。勘探实例或勘探史，一般也不写。

这样一本综合性的书，应先由各有关方面的专业人员提供素材，再由一人按统一的思想，并参阅许多其它书刊，加以融化，使之成为一个有机的整体，而不是素材的叠加和拼凑，本书的编写过程正是这样。黄绪德、熊光楚、傅良魁、秦积庚、陈云昇诸同志为本书提供了大量素材，在此特致谢忱。编写过程中，文字和图件的整理清绘等，得到肖承邨同志的大力协助，为此亦深表谢意。

下面所列的参考书是本书主要参考文献。此外还有许多来自美国和欧洲地球物理学家协会出版的刊物及其它书籍，分别列于各章的参考文献中。

最后要说明的是，作者编写本书的初衷，意在使其内容对于当前国内地球物理勘探工作素质的提高能起一点作用。但很遗憾，要达到这个目标，本身的难度就极大，更由于笔者年事已高，精力有限，因此看来没有达到预期的目标。高标准既达不到，只能是低标准的，其内容大致是根据数十年来本人工作和学习的一些粗浅心得，将主观上认为对当前我国读者有用的东西，勉力加以收集，选择可能不够恰当。期望它对于我国的地球物理勘探工作有所助益。

[1] Beck, A. E. (1981); *Physical Principles of Exploration Methods*. MacMillan Press Ltd.

[2] Dix, C. H. (1952); *Seismic Prospecting for Oil*. Harper, New York.

[3] Dobrin, M. B. (1976); *Introduction to Geophysical Prospecting*, 3rd Edition. New York, McGraw-Hill.

[4] Dohr, G. (1981); *Applied Geophysics, Introduction to Geophysical Prospecting*. Halsted, New York.

[5] Eve, A. S. and Keys, D. A. (1956); *Applied Geophysics*. University Press, Cambridge.

[6] Heiland, C. A. (1940); *Geophysical Exploration*. New York, Prentice-Hall.

[7] Jakosky, J. J. (1950); *Exploration Geophysics*. Los Angeles, Trija Publishing

Co.

[ 8 ] Nettleton, L. L. (1940); Geophysical Prospecting for Oil. McGraw-Hill, New York.

[ 9 ] Parasnis, D. S. (1962); Principles of Applied Geophysics. London, Methuen.

[10] Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., Keys, D. A. (1976); Applied Geophysics. Cambridge University Press.

[11] Geophysics, Vol. 45, No. 11 (1980). Allen, S. J.; Seismic Method, pp. 1619—1633; Lafahr, T. R.; Gravity Method, pp. 1634—1639; Reford, M. S.; Magnetic Method, pp. 1640—1658; Ward, S. H.; Electrical, Electromagnetic, and Magnetotelluric Methods, pp. 1659—1666; Segesman, F. F.; Well-logging Method, pp. 1667—1684; Regan, R. D., Remote Sensing Method, pp. 1685—1689; Duval, J. S.; Radioactivity Method, pp. 1690—1694.

# 目 录

导言 .....	1
第一章 磁法勘探 .....	5
§ 1.1 磁法勘探的基础 .....	5
§ 1.1.1 地磁场的起因 .....	5
§ 1.1.2 磁暴及其他磁扰 .....	7
§ 1.1.3 岩石的磁化 .....	7
1. 等温剩余磁化 .....	8
2. 粘性磁化 .....	8
3. 热剩余磁化 .....	8
4. 沉积磁化 .....	10
5. 结晶或化学磁化 .....	10
6. 自反向磁化 .....	10
7. 影响剩余磁化的其他过程 .....	12
§ 1.2 磁法勘探仪器 .....	12
§ 1.2.1 磁秤 (Schmidt型) .....	12
1. 垂直磁秤 .....	12
2. 水平磁秤 .....	14
§ 1.2.2 磁通门磁力仪 (即磁饱和磁力仪) .....	14
§ 1.2.3 质子旋进磁力仪 .....	16
§ 1.2.4 光泵磁力仪 .....	17
§ 1.2.5 超导磁力仪 .....	19
§ 1.3 航空磁测 .....	21
§ 1.3.1 日变控制 .....	22
§ 1.3.2 航空磁测资料的解释推断 .....	22
1. 定性解释 .....	22
2. 定量解释 .....	22
§ 1.4 磁法勘探数据处理和异常的解释推断 .....	23
§ 1.4.1 地面磁法勘探数据处理和异常的解释推断 .....	23
1. 定性解释 .....	23
2. 定量解释 .....	23
§ 1.4.2 磁测数据的预处理 .....	24
§ 1.4.3 解析延拓 .....	24
1. 向上延拓 .....	25
2. 向下延拓 .....	26
§ 1.4.4 磁异常的换算 .....	28
1. 磁异常各分量之间的换算 .....	28
2. 不同磁化方向磁异常的换算 .....	29

§ 1.4.5 磁异常的滤波与反演 .....	30
§ 1.4.6 简单磁性体的磁异常 .....	31
1. 孤立磁极 .....	31
2. 磁双极 .....	32
3. 磁化球体 .....	33
4. 水平柱体 .....	34
5. 倾斜板 .....	34
6. 水平薄板 .....	34
7. 半无限水平薄板 .....	34
参考文献 .....	35
<b>第二章 重力勘探 .....</b>	<b>36</b>
§ 2.1 概述 .....	36
§ 2.2 重力测量仪器 .....	37
§ 2.2.1 扭秤 .....	37
§ 2.2.2 重力仪 .....	39
1. Gulf重力仪 .....	39
2. Boliden重力仪 .....	39
3. Thyssen重力仪 .....	39
4. LaCoste-Romberg重力仪 .....	40
5. Worden重力仪 .....	41
6. 超导重力仪 .....	43
§ 2.2.3 绝对重力测量 .....	44
1. 自由下落单程观测 .....	44
2. 上抛下落双程观测 .....	45
§ 2.2.4 惯性导航定位 .....	45
§ 2.3 重力测量 .....	48
§ 2.3.1 大面积小比例尺的重力测量 .....	48
§ 2.3.2 小面积大比例尺的重力测量 .....	48
§ 2.4 重力数据处理和异常的解释推断 .....	49
§ 2.4.1 重力数据的改正 .....	49
1. 自由空气改正 .....	49
2. 中间层改正 .....	49
3. 地形改正 .....	50
4. 纬度改正 .....	50
5. 地壳均衡改正 .....	50
6. 地球固体潮改正 .....	51
§ 2.4.2 重力数据处理 .....	51
1. 重力二次导数 .....	51
2. 向上和向下解析延拓 .....	52
3. 剥离处理 .....	53
§ 2.4.3 异常解释推断 .....	55
1. 定性解释 .....	55



2. 定量解释 .....	55
3. Poisson关系式 .....	59
§ 2.5 各种特殊的重力测量 .....	59
§ 2.5.1 井中重力测量 .....	59
§ 2.5.2 海底重力测量 .....	61
§ 2.5.3 船载重力测量 .....	61
§ 2.5.4 航空重力测量 .....	61
参考文献 .....	61
<b>第三章 电法勘探</b> .....	<b>63</b>
§ 3.1 概述 .....	63
§ 3.2 电阻率法勘探 .....	63
§ 3.2.1 岩矿石的电阻率 .....	63
1. 岩石电导率与其结构 .....	64
2. 孔隙率与岩层因子 .....	66
3. 粘土与岩石电阻率 .....	66
§ 3.2.2 电阻率法的几个基本概念 .....	67
1. 均匀地下半空间电阻率的测定 .....	67
2. 视电阻率的概念 .....	68
3. 电阻率法的分类 .....	68
§ 3.2.3 电阻率测深 .....	69
§ 3.2.4 电阻率剖面测量 .....	72
1. 梯度测量 .....	72
2. 联合剖面测量 .....	73
§ 3.2.5 磁电阻率测量 .....	73
§ 3.3 激发极化勘探 .....	74
§ 3.3.1 激发极化效应的存在 .....	74
§ 3.3.2 引起激发极化现象的原因 .....	75
1. 超电压理论 .....	75
2. 薄膜极化 .....	77
§ 3.3.3 岩石电导率的频散现象 .....	78
1. 电极极化 .....	78
2. 薄膜极化 .....	81
3. 反常介电常数与复电导率 .....	81
4. 激发极化的电学模式 .....	83
§ 3.3.4 激发极化效应的观测 .....	85
1. 时间域与频率域观测 .....	85
(1) 视极化率 .....	85
(2) 视充电率 .....	85
(3) $\Delta V_z(t)$ 曲线的形状 .....	85
2. 野外工作方法 .....	87
3. 仪器设备 .....	88
(1) 电源及电流发送器 .....	88

(2) 激发极化接收器 .....	89
4. 大地电流和电磁耦合干扰 .....	90
(1) 大地电流干扰及消除方法 .....	90
(2) 耦合干扰及消除方法 .....	92
§ 3.3.5 井中激发极化观测 .....	93
1. 观测的目的和方法 .....	93
2. 激发极化充电 .....	94
§ 3.3.6 复电阻率观测 .....	95
1. 概述 .....	95
2. 复电阻率测量及其特点 .....	96
(1) 围岩响应与复电阻率谱 .....	97
(2) 从复电阻率观测资料中分离出电磁耦合 .....	97
(3) 判别金属离子类型 .....	97
(4) 存在问题 .....	97
§ 3.4 电磁勘探 .....	98
§ 3.4.1 一次电磁场的计算 .....	98
§ 3.4.2 电磁感应法的分类和仪器设备 .....	99
1. 人工电磁场源地面观测方法 .....	100
(1) 直立发射线圈源 .....	100
(2) 水平发射线圈源 .....	101
(3) 传导电磁系统 (Turam) .....	101
2. 天然电磁场源观测方法 .....	101
(1) 音频磁场测量 (Afmag) .....	101
(2) 地面Afmag测量 .....	102
(3) 航空Afmag测量 .....	103
3. 人工航空电磁感应测量 .....	104
(1) 仪器设计 .....	104
(2) 各种类型航空电磁观测仪器 .....	106
§ 3.4.3 比例电磁模型试验 .....	111
1. 模型系统的相似准则 .....	111
2. 实际试验 .....	113
(1) 成层介质电磁模型 .....	115
(2) 表面波场 .....	115
(3) 从界面来的反射讯号 .....	115
§ 3.4.4 电磁感应测深 .....	119
1. 人工场源 .....	119
(1) 电磁测深 .....	119
(2) 均匀无限介质中的电磁场 .....	119
a. 偶极场源 .....	120
b. 长导线场源 .....	120
(3) 感应电磁场 .....	121
a. 圆形大线圈的感应电磁场 .....	121
b. 小线圈的感应电磁场 .....	121

c. 长导线的感应电磁场 .....	124
d. 大线圈感应电磁场 .....	124
(4) 穿透深度 .....	125
(5) 分辨率与检测率 .....	127
(6) 脉冲瞬变电磁测深 .....	128
a. 地下导电环 .....	128
b. 三层介质 .....	131
(7) 多层介质的测深 .....	132
2. 天然场源 .....	134
(1) 大地电磁测深 .....	134
a. 大地电磁场 .....	134
b. 求解地下介质对大地电磁场的响应 .....	135
c. 大地电磁测深的仪器设备 .....	139
d. 大地电磁测深资料的推断解释 .....	139
(2) 地磁测深 .....	140
a. 地磁场变化 .....	140
b. 求解地下介质对地磁场变化的响应 .....	141
c. 外磁场与内磁场的区分 .....	141
d. 内磁场异常与正常部分的区分 .....	144
e. 流动台网的地磁测深 .....	145
§ 3.4.5 天然直流电场测量 .....	145
1. 大地电流测量 .....	145
2. 自然电流测量 .....	145
(1) 矿体的氧化还原作用 .....	146
(2) 过滤作用 .....	147
参考文献 .....	147
<b>第四章 地震勘探</b> .....	<b>149</b>
§ 4.1 概述 .....	149
§ 4.2 折射波法 .....	151
§ 4.2.1 折射波法的应用范围 .....	151
1. 扇形排列勘探 .....	151
2. 一般岩层界面的勘探 .....	152
3. 深地震测深 .....	155
4. 对比折射地震勘探 .....	155
§ 4.3 反射波法 .....	155
§ 4.3.1 陆上反射波法勘探 .....	156
1. 震源 .....	156
(1) 炸药震源 .....	156
(2) 非炸药震源 .....	156
2. 组合检波和组合爆炸 .....	158
3. 共深度点反射叠加 .....	162
4. 反射波的传播 .....	164



(1) 水平反射层的正常时差 .....	164
(2) 倾斜反射层和倾角时差 .....	166
(3) 多次反射波 .....	168
5. 地震波速度的测定 .....	169
(1) 利用钻井测定地震波速度 .....	169
(2) 利用反射波剖面测定地震波速度 .....	171
6. 静校正 .....	172
7. 动校正 .....	173
§ 4.3.2 海上反射波法勘探 .....	174
1. 震源 .....	174
(1) 气泡的形成及其性质 .....	174
(2) 气泡振荡周期与震源能量的关系 .....	176
(3) 海上震源种类 .....	176
2. 海上地震反射波的接收 .....	180
3. 海上折射波探测 .....	181
(1) 爆炸震源的双船观测 .....	181
(2) 声纳浮标用非爆炸震源 .....	181
4. 海上地震勘探的噪音问题 .....	182
5. 海上地震勘探的定位 .....	183
(1) 无线电直瞄系统 .....	183
(2) 连续波系统 .....	184
(3) 多普勒声纳和卫星系统 .....	185
§ 4.3.3 磁带记录 .....	186
1. 模拟磁带记录 .....	186
2. 数字磁带记录 .....	186
(1) 原理 .....	187
(2) 数字记录的动态范围 .....	188
(3) 野外数字地震记录系统 .....	189
§ 4.3.4 早期分析地震记录的几种技术 .....	190
1. 混波与可控方向特性分析 .....	190
(1) 混波 .....	190
(2) 可控方向特性分析 .....	192
2. 合成地震记录 .....	193
§ 4.3.5 近期的地震记录数据分析技术 .....	195
1. 模拟数据处理 .....	195
2. 数字化数据处理 .....	196
(1) Ricker子波 .....	197
(2) 与数据处理有关的几个数学方法 .....	202
a. 傅里叶变换 .....	202
b. 相关函数的数学表达式 .....	205
c. 自相关函数的数学表达式 .....	206
d. 互相关函数的数学表达式 .....	208
e. 褶积的数学表达式 .....	210

f. 离散时间序列及离散线性算子 .....	211
g. Z变换 .....	213
h. 最小延迟算子 .....	215
i. 确定性与统计性 .....	217
(3) 数字滤波 .....	221
a. 概述 .....	221
b. 数字滤波的几点物理意义 .....	224
c. 一维滤波 .....	224
d. 二维滤波 .....	226
(4) 反滤波 .....	229
(5) 最小平方滤波 .....	235
(6) 最小平方反滤波 .....	241
(7) 预测滤波 .....	244
§ 4.3.6 速度分析 .....	247
1. 速度概念 .....	247
(1) 平均速度 .....	247
(2) 均方速度、均方根速度 .....	248
2. 速度分析准则 .....	249
3. 叠加方法求均方根速度 .....	250
§ 4.3.7 叠加和偏移技术 .....	252
1. 叠加技术 .....	252
2. 偏移叠加与叠加偏移 .....	253
3. 波动方程偏移 .....	257
(1) 波动方程偏移差分法 .....	258
(2) 克希霍夫 (Kirchhoff) 积分法 .....	260
§ 4.3.8 三维地震勘探 .....	261
1. 三维地震勘探与二维地震勘探的差别 .....	261
(1) 野外数据拾取方法不同 .....	261
(2) 资料处理结果不同 .....	261
2. 三维地震观测系统 .....	262
(1) 路线型 .....	262
(2) 面积型 .....	263
3. 三维地震勘探资料处理 .....	264
(1) 三维速度分析 .....	265
(2) 三维剩余静校正 .....	265
(3) 三维叠加 .....	265
(4) 宽线处理 .....	266
§ 4.3.9 垂直地震剖面 .....	266
1. 仪器设备和观测方法 .....	267
2. 根据VSP观测资料分辨一次和多次波、上行和下行波 .....	268
3. 根据VSP观测资料辨明地面地震剖面上的反射波 .....	269
§ 4.3.10 横波地震勘探 .....	271
1. 横波的激发 .....	272

(1) 爆炸震源 .....	272
(2) 撞击震源 .....	273
(3) 可控震源 .....	273
2. 横波的接收 .....	273
3. 横波的识别 .....	274
§ 4.3.11 地震勘探直接寻找油气 .....	274
1. 物理依据 .....	274
(1) 反射系数 .....	274
(2) 吸收系数 .....	275
2. 亮点现象 .....	275
§ 4.3.12 全息地震勘探 .....	277
1. 单频全息地震 .....	277
(1) 全息照相 .....	277
(2) 单频全息地震 .....	278
2. 脉冲全息地震 .....	278
§ 4.3.13 遥测与光导纤维地震数据传输系统 .....	280
1. 转换站遥测 .....	280
2. 光导纤维传输 .....	281
(1) 光导纤维传输原理 .....	281
(2) 光导纤维通讯原理 .....	282
(3) 光导纤维传输地震信号 .....	283
(4) 光导纤维传输地震信号必须考虑的问题 .....	284
§ 4.3.14 反射波地震测深 .....	284
1. 大陆反射剖面 (COCORP) .....	284
2. COCORP观测技术 .....	284
参考文献 .....	285
<b>第五章 放射性勘探 .....</b>	<b>287</b>
§ 5.1 概述 .....	287
§ 5.2 放射性勘探的物理基础 .....	287
§ 5.2.1 放射性衰变 .....	287
1. $\alpha$ 衰变 .....	288
2. $\beta$ 衰变 .....	288
3. $\beta^+$ 衰变 .....	288
4. 电子俘获 .....	288
5. 同质异能跃迁 .....	289
§ 5.2.2 放射性衰变的积累规律 .....	289
§ 5.2.3 天然放射性系列和射线 .....	290
1. 三组放射性系列的特征 .....	290
2. 各种辐射体 .....	291
§ 5.2.4 各种粒子与物质的相互作用 .....	292
1. $\alpha$ 粒子与物质的相互作用 .....	292
2. $\beta$ 粒子与物质的相互作用 .....	293
3. $\gamma$ 射线与物质的相互作用 .....	293

§ 5.2.5 中子及人工放射性 .....	295
1. 中子 .....	296
2. 核反应 .....	296
(1) 弹性散射 ( $n, n$ ) .....	297
(2) 非弹性散射 ( $n, n'$ ) .....	297
(3) 放出带电粒子的核反应 ( $n, p$ ), ( $n, \alpha$ ) .....	297
(4) 核裂变 ( $n, f$ ) .....	297
(5) 辐射俘获 ( $n, \gamma$ ) .....	297
§ 5.2.6 放射性测量参数及其单位 .....	298
1. 放射性活度 .....	298
2. 放射性物质的含量 .....	298
3. 能通量密度 (能注量率) $\phi$ .....	298
4. 吸收剂量 $D$ .....	298
§ 5.2.7 放射性标准源 .....	299
1. 射线标准源 .....	299
2. 氡射气标准源 .....	299
3. 粉末标准源 .....	299
§ 5.2.8 放射性标定模型 .....	299
§ 5.3 放射性勘探的仪器设备 .....	301
§ 5.3.1 充气式计数管 .....	301
1. Geiger-Müller (G-M) 计数管 .....	301
2. 正比计数管 .....	302
§ 5.3.2 闪烁计数管 .....	302
§ 5.3.3 半导体探测器 .....	303
§ 5.3.4 中子计数管 .....	304
1. $BF_3$ 型中子正比计数管 .....	304
2. $^3He$ 中子正比计数管 .....	304
§ 5.3.5 中子源 .....	306
1. 测井用中子管 .....	306
2. 同位素中子源 .....	306
(1) ( $\alpha, n$ )中子源 .....	307
(2) ( $\gamma, n$ )中子源 .....	307
3. 自发裂变中子源 .....	308
4. 反应堆中子源 .....	309
§ 5.3.6 中子活化分析 .....	310
§ 5.4 放射性测量 .....	311
§ 5.4.1 $\gamma$ 测量及其干扰 .....	311
§ 5.4.2 $\gamma$ 能谱测量 .....	312
§ 5.4.3 放射性气体测量 .....	312
§ 5.4.4 $\alpha$ 径迹蚀刻测量 .....	314
§ 5.4.5 $\alpha$ 硅半导体测量 .....	315
§ 5.4.6 热释光测量 .....	315
1. $\alpha$ 热释光测量 .....	316

2. $\gamma$ 热释光测量	318
3. 天然热释光测量	318
§ 5.4.7 活性炭吸附测量	318
§ 5.4.8 钋 ( $^{210}\text{Po}$ ) 测量	318
§ 5.4.9 $\alpha$ 聚集片测量	319
§ 5.4.10 氦气测量找铀	320
§ 5.4.11 汞气测量找铀	321
§ 5.4.12 铅同位素测量找铀	321
§ 5.5 放射性测量用于其它矿床的普查	321
参考文献	323
<b>第六章 井中地球物理测量</b>	<b>324</b>
§ 6.1 概述	324
§ 6.2 一般测井技术	324
§ 6.2.1 电测井	324
1. 电阻率测井	324
(1) 一般电极系	325
(2) 微电极系	328
(3) 聚焦电极系	328
(4) 岩层倾斜电阻率测井	329
2. 自然电位测井	329
3. 激发极化测井	330
4. 井中激发极化勘探	332
§ 6.2.2 电磁测井	334
1. 感应电磁测井	335
2. 井中电磁波测量	335
§ 6.2.3 声波测井 (速度测井)	336
§ 6.2.4 磁测井	337
1. 磁化率测井	337
2. 井中三分量磁测	338
§ 6.2.5 井中重力测量	340
§ 6.3 放射性测井	341
§ 6.3.1 $\gamma$ 放射性测井	341
1. 一般 $\gamma$ 放射性测井	341
2. $\gamma$ - $\gamma$ 密度测井	342
3. 选择性 $\gamma$ - $\gamma$ 测量 (取样和测井)	345
4. $\gamma$ 射线的核共振测量 (莫斯鲍尔效应、取样和测井)	345
§ 6.3.2 中子测井	348
1. 一般中子测井	348
2. 中子寿命测井	350
3. 中子- $\gamma$ 能谱测井	351
4. 中子活化测井	353
5. 中子裂变测井	355



6. 铍的 $\gamma$ -中子测井 (取样).....	356
§ 6.3.3 伦琴辐射取样及测井 .....	359
参考文献 .....	362
<b>第七章 地球物理遥感测量 .....</b>	<b>364</b>
§ 7.1 概述 .....	364
§ 7.2 地球资源技术卫星 .....	364
§ 7.3 卫星电磁辐射频谱分析 .....	365
§ 7.4 微波亮度谱.....	367
§ 7.5 VNIR反射频段显示蚀变与未蚀变岩层的分布.....	368
§ 7.6 卫星地球磁场观测 .....	368
§ 7.7 卫星地球重力场观测 .....	369
1. 摄影观测 .....	370
2. 激光观测 .....	370
3. 多普勒观测 .....	370
参考文献 .....	370
<b>第八章 综合地球物理勘探 .....</b>	<b>371</b>
§ 8.1 概述 .....	371
§ 8.2 物理前提.....	371
§ 8.3 综合地球物理资料的推断解释 .....	372
§ 8.3.1 推断解释的一条普遍规律 .....	372
§ 8.3.2 定性与定量解释 .....	373
§ 8.3.3 异常的理论推导与模拟实验 .....	374
§ 8.4 地球物理普查与勘探 .....	374
§ 8.5 我国综合地球物理勘探实例 .....	375
§ 8.5.1 成功的综合方法结果 .....	375
1. 大庆油区的发现 .....	375
2. 梅山隐伏铁矿体的发现 .....	378
§ 8.5.2 设想的或不成功的综合物探工作 .....	381
1. 甘肃白银厂含铜黄铁矿区的工作 .....	381
2. 长江中下游地区地球物理综合普查含铜黄铁矿等类型矿体的设想 .....	383
§ 8.6 关于用地球物理方法直接找矿的问题.....	385