

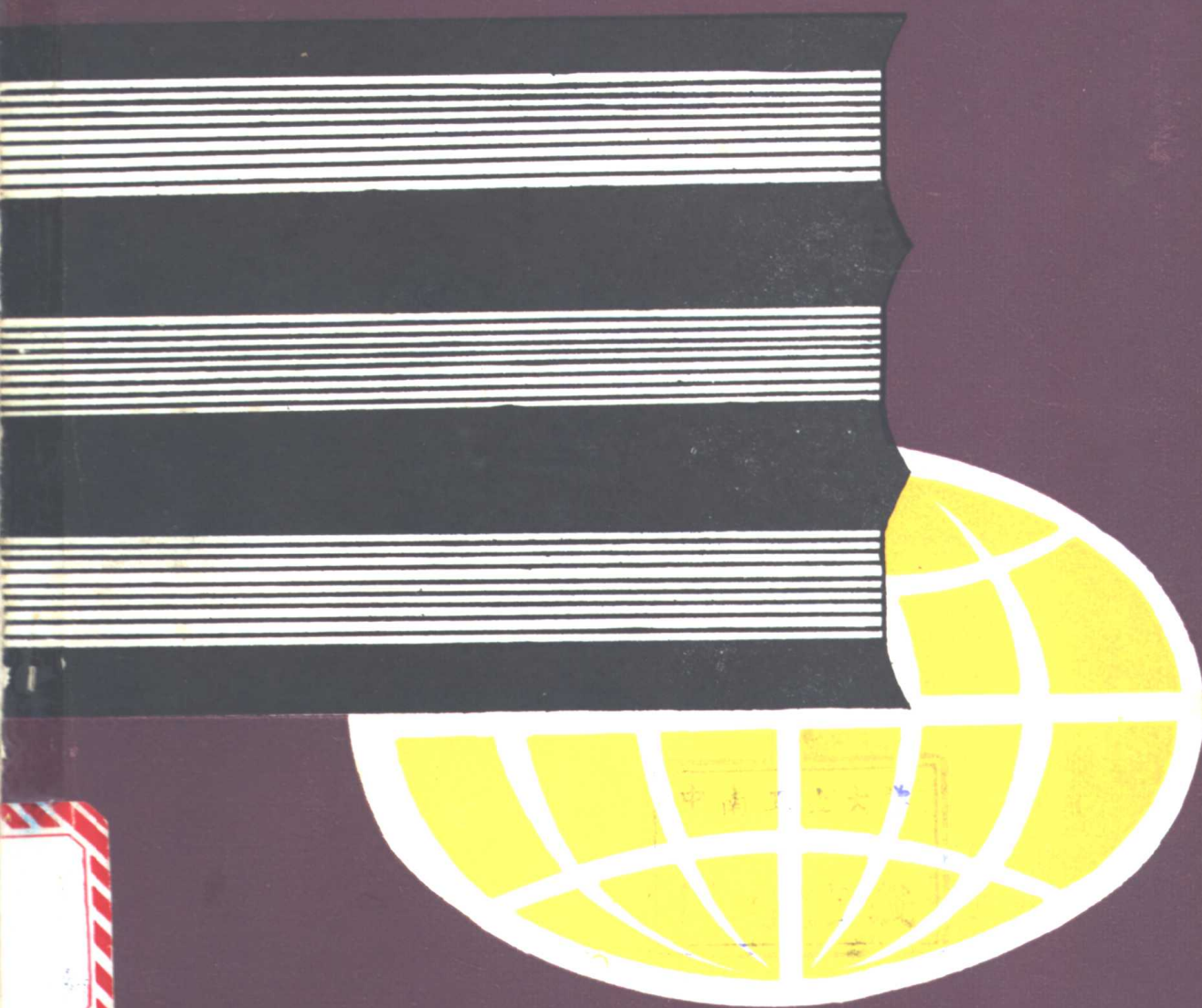
高等学校教材

731637

应用地球物理教程

——重力 磁法

罗孝宽 郭绍雍 主编



地质出版社

高等学校教材

应用地球物理教程

——重力磁法

罗孝宽 郭绍雍 主编

地质出版社

本书由周国藩、管志宁主审，经地质矿产部应用地球物理课程教学指导委员会于1989年8月秦皇岛审稿会议审定，同意作为高等学校教材出版。

高等学校教材

应用地球物理教程

——重力 磁法

罗孝宽 郭绍雍 主编

责任编辑：岑峰

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发行

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：21.25 字数：499 000
1991年5月北京第一版·1991年5月北京第一次印刷
印数：1—5670册 定价：5.50元

ISBN 7-116-00788-1/P·672

序 言

一、本书是为高等地质院校应用或勘查地球物理专业编写的通用教材。适用学制为四年，教学时数为270~300学时（实践性教学时数除外）。这是以现行教育计划为基础，根据各地质院校近年来的教学经验，由地质矿产部勘查地球物理专业课程教学指导委员会（以下简称“课指会”）于1988年10月北戴河会议上确定编写的通用教程。

二、这套教程定名为《应用地球物理教程》，其中包括六种勘探方法，每种方法列为一篇，分三册出版。在第一分册中包含两篇，即第一篇重力勘探和第二篇磁法勘探，两者各为50学时；在第二分册中包含三篇，即第三篇电法勘探（85学时）、第四篇放射性测量（12学时）和第五篇地热测量（8学时）；第三分册为地震勘探，列为第六篇，90学时。按现行教学计划，各种方法的教学顺序与各篇的次序基本上是一致的。

三、为了更好地贯彻少而精原则，这套教程与20世纪80年代初期按各种勘探方法分册出版的教材相比，在内容上有较大的精减和调整，各种方法的衔接性得到加强，减少了不必要的重复。而且，根据应用地球物理学各分支方法近年来新的发展趋势，充实了一些新内容，使这套教材更具有活力和时代性。当然，各篇的主要内容仍侧重在方法原理和基本知识、基本概念方面。对于实验技术和仪器、设备以及野外教学中可能遇到的一些基本技术性问题，由于学时所限，本书均未详细编写，今后两年将编写适当的实验指导书和野外实习中的现场教学材料，以作为互相配合的教学内容，使学生切实掌握“三基”（基础知识、基本理论、基本技能）。

四、虽然应用地球物理学各分支方法在某些方面近年来均有所发展，但在一些重要方面仍处于研究、探索阶段。例如，用各种方法进行直接找矿及评价异常源的地质背景、区分矿与非矿等方法理论问题，迄今尚无定论。故本书在选材方面有所控制。然而，有关这方面的研究现状和进展情况以及发展趋势等，均有让大学生了解的必要，因此本书各篇之后均列有一些有价值的文献，以增加兴趣和扩大视野，在教学中不断引导学生为发展我国的应用地球物理学做出贡献。

五、为了加深对教材内容的理解和巩固对教学内容的记忆，在本书每篇、章之后，均列有若干习题。内容较灵活，有思考、讨论、评述、计算、构图、分析等各方面的。而且，为了启发学生的独立思考和创造性见解的发挥，在习题之后，均未列“标准答案”。以免对大学生们活跃思想形成约束。各院校授课教员可做好充分准备，组织对某些习题进行讨论，使学生们和师生间互相启发，培养独立分析问题、解决问题的能力。

六、由于应用地球物理学分支方法较多，应用领域较广，并且目前仍在不断扩大中。因此，必须向学生讲授并让其掌握较多的内容。为了提高教学效果，书中选用了丰富的插图，各院校在选用本教材进行授课时，对于图表和较繁的公式，均宜预先制成幻灯片或大挂图，尽量减少用手在黑板上书写公式和绘图，以免占用授课时间。

七、全书各篇中的物理量、单位及公式均采用国际单位制（SI）。

八、根据地矿部教材室和“课指会”的共同研究与推荐，邀请有关院校19位同志参加

这套教程的编写工作，其分工如下：

绪 论 傅良魁。

第一篇 重力勘探：罗孝宽（主编）、郭樟民、石宝林。

第二篇 磁法勘探：郭绍雍（主编）、李纪刚、朱文孝、孙运生。

第三篇 电法勘探：傅良魁（主编）、田宪谟、罗延钟、朴化荣。

第四篇 放射性测量：贾文懿。

第五篇 地热测量：于汇津。

第六篇 地震勘探：何樵登和熊维纲（主编）、杨有发、姚姚、钱绍珊。

为编好本套教程，在执行地质矿产部制订的勘查地球物理专业教学计划过程中，课程教学指导委员会赴各有关地质院校进行调查，汇集意见，开始了组织编写工作，并于1988年10月召开了课指会，确定了本教程的编写原则、教学总时数、各篇控制学时及编写各篇章的统一格式及要求等。其后，各课指组分别进行了研究，开始编写。本书第一、二分册初稿于1989年8月在秦皇岛召开的课指会全体会议上进行了会审。以后，全体编写成员根据会审意见进行了认真、仔细的修改，最后由各分册的主编定稿。在编写过程中，曾请周国藩、管志宁、李金铭、华荣洲、章晔、汪集旸、余钦范等同志审阅了部分篇章的书稿，他们提出了一些宝贵意见和建议，在此一并表示感谢。

地质矿产部勘察地球物理专业课程教学指导委员会

主任 傅良魁

1990年8月

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 重力勘探

前 言	7
-----------	---

第一章 地球重力场	9
-----------------	---

§ 1 重力和重力加速度	9
一、重力	9
二、重力加速度	9
三、重力的变化	10
§ 2 地球的正常重力	10
一、重力的数学表达式	10
二、重力位函数	12
三、重力等位面与地球的形状	14
四、正常重力公式	16
§ 3 重力异常	17
一、什么是重力异常	17
二、重力异常与剩余质量引力的关系	18
三、计算重力异常的基本公式	18
§ 4 地球重力场模型	19
习 题	20

第二章 重力测量仪器	22
------------------	----

§ 1 绝对重力测量仪器	22
一、自由下落法绝对重力仪	22
二、上抛法绝对重力仪	23
三、国产绝对重力测量仪	24
§ 2 相对重力测量仪器	24
一、总论	24
二、地面重力测量仪器	27
三、海洋、航空及井中重力仪	34
习 题	39

第三章 重力野外测量	40
------------------	----

§ 1 重力测量的地质任务与技术设计	40
一、重力测量的地质任务	40
二、重力测量的技术设计	41
§ 2 仪器的检查与标定	43
一、重力仪的静态试验	43
二、重力仪的动态试验	43

三、重力仪的一致性试验	44
四、重力仪格值的标定	44
§ 3 基点网的布置与观测	45
一、基点网的作用	45
二、基点网的布置	45
三、基点网上的观测方法	45
四、基点联测	46
§ 4 普通点、检查点的布置与观测	46
一、普通点的布置与观测	46
二、检查点的布置与观测	46
三、补充观测	46
四、高精度重磁测量	47
§ 5 测地工作	47
习 题	47
第四章 资料整理与异常的获得	48
§ 1 观测资料的初步整理及质量评定	48
一、普通点观测资料的初步整理及质量评定	48
二、基点网观测资料的初步整理及联测精度	48
§ 2 重力基点网平差	50
一、闭合差的出现	50
二、条件平差	50
§ 3 重力异常值的计算	52
一、地形校正	52
二、中间层校正	55
三、自由空间(高度)校正	55
四、正常场(纬度)校正	56
§ 4 各种异常的地质-地球物理含义	57
一、自由空间重力异常	57
二、布格重力异常	58
三、均衡理论与均衡异常	58
§ 5 异常的图示	61
一、异常平面图	61
二、异常剖面图	61
三、异常平剖面	61
习 题	62
第五章 岩(矿)石的密度	64
§ 1 决定岩(矿)石密度的主要因素	64
一、火成岩的密度	64
二、沉积岩的密度	65
三、变质岩的密度	65
§ 2 岩(矿)石标本密度的测定	67

一、对岩、矿石标本采集的要求	67
二、标本密度测定方法	67
三、密度测定结果的整理	69
§ 3 地层平均密度的确定	70
一、用重力试验剖面确定中间层密度	71
二、最小二乘法确定中间层密度	71
三、利用井中重力测量结果计算地层平均密度	72
四、不同地层密度的表示	73
习 题	73
第六章 重力异常正、反问题的解法	74
§ 1 关于异常解释的一些基本概念	74
一、数学物理解释与地质解释	74
二、正问题与反问题	74
三、定性解释与定量解释	75
四、反问题解的非唯一性	75
§ 2 简单规则几何形体正、反问题的解法	76
一、正问题的解法	76
二、反问题的解法	91
§ 3 复杂形体正、反问题的解法	97
一、正问题的解法	97
二、反问题的解法	102
§ 4 单一密度分界面正、反问题的解法	105
一、密度分布的等效性	105
二、正问题的近似解法	106
三、反问题的近似解法	108
§ 5 重力归一化总梯度法	114
一、方法的原理	115
二、归一化总梯度的计算	116
三、理论模型与实例	118
§ 6 统计分析方法在重力资料解释中的应用	121
一、利用布格异常与莫霍面深度的相关性计算莫霍面深度	121
二、研究重力异常与地表高程的相关性	121
三、追踪断裂构造的相关滤波	122
四、异常特征量的统计分析与图象识别介绍	123
习 题	124
第七章 重力异常的数据处理	126
§ 1 重力异常的平滑	126
一、剖面异常的平滑法	126
二、平面异常的平滑法	128
§ 2 重力异常的复杂性	131
一、产生重力异常的主要地质因素	131

二、几种简单情况下异常的叠加	132
§ 3 重力异常的划分	134
一、区域异常和局部异常	134
二、区域异常和局部异常的划分	134
§ 4 位场的转换	139
一、位场转换的主要内容	139
二、重力异常的解析延拓	140
三、重力异常的导数换算	145
习 题	154
第八章 重力异常的地质解释与应用实例	155
§ 1 进行地质解释时应注意的问题	155
§ 2 异常的识别	156
一、异常特征的描述	156
二、若干典型重力局部异常的可能解释	156
三、断裂构造在 Δg 平面等值线图上的识别	156
§ 3 应用实例	158
一、卫星重力异常解释一例	158
二、研究地壳深部构造实例	160
三、划分大地构造单元	161
四、寻找油、气田方面的应用	162
五、寻找盐矿实例	164
六、寻找金属矿方面的应用实例	166
七、在水文地质调查方面的应用	167
八、在工程勘察中的应用实例	168
〔附录〕 重力勘探常用单位 (CGS) 制与国际单位制 (SI) 的对照表	170
习 题	171
主要参考文献	172

第二篇 磁法勘探

前 言	174
第一章 地球的磁场	176
§ 1 地磁要素及其分布特征	176
一、地磁要素	176
二、地磁场的结构和磁异常	176
三、地磁图和地磁场分布的基本特征	178
四、地磁场的起源	181
§ 2 地磁场的解析表示	181
一、地球磁场的球谐分析	182
二、球谐系数的分析	183
三、地磁场的正常梯度	185
§ 3 变化磁场	186

一、长期变化场	186
二、地磁场的短期变化	187
习 题	191
第二章 岩石的磁性	192
§ 1 物质磁性	192
一、抗磁性	192
二、顺磁性	192
三、铁磁性	193
§ 2 岩(矿)石磁性特征	194
一、表征磁性的物理量	194
二、矿物的磁性	195
三、各类岩石的一般磁性特征	195
四、影响岩石磁性的主要因素	197
§ 3 岩石的剩余磁性	199
一、岩石剩余磁性的类型及特点	199
二、各类岩石剩余磁性的成因	201
三、研究岩石剩余磁性的地质意义	201
§ 4 地质体磁化的消磁作用	202
一、消磁作用和视磁化率	202
二、均匀磁化物体的消磁系数	203
三、消磁作用对 M_1 方向的影响	203
习 题	204
第三章 磁测仪器	205
§ 1 概述	205
一、磁力仪的类别	205
二、磁力仪的几个主要技术指标	205
§ 2 机械式磁力仪	206
一、CS ₂ -61型悬丝式垂直磁力仪	206
二、其它机械式磁力仪	207
§ 3 质子磁力仪	208
一、质子旋进及测量原理	208
二、CZM-2 型质子磁力仪	210
三、IGS-2/MP-4型 质子磁力仪	211
§ 4 其它类型磁力仪	213
一、光泵磁力仪	213
二、磁通门磁力仪	214
三、超导磁力仪	216
四、无定向磁力仪	217
习 题	218
第四章 磁测野外工作方法	219
§ 1 野外磁测工作设计	219

一、测区、比例尺和测网的确定	219
二、磁测精度	219
§ 2 野外施工	221
一、基点、基点网的建立	221
二、日变观测	221
三、测线磁场观测	221
四、质量检查	222
§ 3 观测结果的计算整理及图示	222
一、观测结果的整理计算	222
二、磁测的图件	222
§ 4 物性测定及统计整理	223
一、岩(矿)石标本的采集	224
二、磁性测定方法	224
三、磁性参数统计整理和图示	226
习 题	229
第五章 磁性体的磁场	230
§ 1 计算磁性体磁场的意义和条件	230
§ 2 计算磁性体磁场的基本公式	231
一、重磁位场的泊松公式	231
二、其它公式	232
三、 ΔT 的物理意义及其计算公式	233
§ 3 球体的磁场	236
一、球体的磁场表达式	236
二、磁场特征分析	237
§ 4 水平圆柱体的磁场	239
一、二度水平圆柱体的磁场表达式	239
二、磁场特征分析	240
§ 5 板状体的磁场	241
一、二度水平和倾斜磁荷面的磁场	242
二、无限走向、有限延深厚板状体的磁场表达式	243
三、走向、延深无限厚板状体的磁场表达式	244
四、厚板状体的磁场特征	244
五、薄板状体的磁场	246
§ 6 其它形体的磁场	248
一、台阶的磁场	248
二、背斜的磁场	249
§ 7 复杂条件下磁性体磁场的计算	249
一、任意截面形状水平二度体磁场的计算	250
二、任意三度体磁场计算方法概述	251
三、非水平测线上磁场的计算	251
§ 8 规则磁性体与其异常的关系概要	252

一、平面特征	252
二、磁异常的剖面特征	253
三、二度体磁异常的规格化公式	253
习 题	254
第六章 磁异常的处理与转换	255
§ 1 概述	255
§ 2 圆滑、插值和数据网格化	256
一、磁异常的最小二乘圆滑	256
二、磁异常的插值	256
三、数据网格化	257
§ 3 剖面磁异常的处理与转换	258
一、磁异常的空间换算	258
二、磁异常分量间的换算	264
三、磁异常导数计算	268
四、三度异常转换为二度异常的方法	270
§ 4 频率域中磁异常的处理与转换	271
一、磁异常频谱及其特点	272
二、数据处理及转换	279
三、磁异常频谱分析方法	287
§ 5 重磁异常的对应分析	289
习 题	291
第七章 磁异常的反演方法	292
§ 1 反演方法的基本原理及问题	292
一、反演方法的途径及步骤	292
二、反演解释中的问题	292
§ 2 磁性体形态的判断	293
一、磁性体形状的初步判断	293
二、磁性体的倾向判断	296
§ 3 几种简单的反演方法	297
一、特征点法	298
二、切线法	300
三、磁异常梯度的积分法	302
四、由磁异常的希尔伯特变换求二度磁性体参量	303
§ 4 复杂磁异常的反演方法	305
一、矢量解释法	305
二、选择法	306
三、线性反演法	308
四、波谱分析计算磁性界面	310
习 题	312
第八章 磁异常的地质解释与磁法勘探的应用	313
§ 1 磁异常地质解释的基本方法与步骤	313

一、磁测资料的预处理和预分析	313
二、磁异常的定性解释	313
三、磁异常的定量解释	314
四、地质结论和地质图示	314
§ 2 磁测在区域和深部地质地球物理调查中的应用	315
一、区域地质测量的基本目的和对磁测的要求	315
二、根据磁异常圈定岩体和划分不同岩性区	316
三、根据磁异常推断断裂、破碎带及褶皱	316
四、成矿区的圈定和划分	317
§ 3 磁测在石油、天然气勘查中的应用	318
§ 4 磁测在固体矿产勘查中的应用	320
§ 5 磁测在其它方面的应用	322
习 题	324
主要参考文献	324
附录: CGSM制和SI制中磁学量及主要公式对照表	325

绪 论

一、应用地球物理学的基本实质

应用地球物理学（或称勘探地球物理学，简称物探）是以不同岩、矿石间物理性质的差异为物质基础，利用物理学原理，通过观测和研究地球物理场的空间与时间分布规律借以实现地质勘查和找矿目标的一门应用科学。

在应用地球物理学中，当前广泛利用的岩、矿石物理性质或物性参数主要有六种：①密度；②磁性（磁导率、磁化率、剩余磁性）；③电性（电导率、极化率、介电常数）；④放射性；⑤导热性；⑥弹性（弹性波速度）。

人们以每种岩、矿石的物性参数为基础，建立起了相应的六种分支物探方法：①重力勘探（简称重力法）；②磁法勘探（简称磁法）；③电法勘探（简称电法或电探）；④放射性勘探（或放射性测量法，简称核法）；⑤地热测量法（简称地热法）；⑥地震勘探（简称地震法）。

各种分支物探方法的基本实质及主要应用对象如下：

① 重力勘探 本法是以地壳中不同岩、矿石间之密度差异为基础，通过观测与研究天然重力场的变化规律以查明地质构造和寻找矿产的一种物探方法。本法主要用于探查含油气远景区的地质构造、盐丘及圈定煤田盆地以及研究深部构造和区域地质构造等。在与其他物探方法密切配合时，在寻找金属矿方面，也取得了较好效果。

② 磁法勘探 本法是以不同岩、矿石间的磁性差异为基础，通过观测和研究天然磁场及人工磁场的变化规律以探查地质构造和寻找矿产的一种物探方法。本法主要用于各种比例尺的地质填图、研究区域地质构造、寻找磁铁矿、勘查含油气构造及煤田构造、预测成矿远景区以及寻找含磁性矿物的各种金属与非金属矿床等。

③ 电法勘探 本法是以不同岩、矿石间的电性差异为基础，通过观测和研究天然电磁场和人工电磁场的空间与时间分布规律进行地质勘查和找矿的一种物探方法。本法的利用参数较多，应用范围较广。主要用于探查区域和深部地质构造、寻找油气田和煤田、金属与非金属矿产以及解决水文地质（寻找地下水资源等）和工程地质（探查喀斯特溶洞、断裂破碎等）中路基、桥基、坝基和环境勘查中的一些问题。

④ 放射性勘探 本法是以自然界中某些元素具有天然的和人工激发的核辐射特性为基础，应用核探测技术观测和研究核辐射场的分布规律以实现地质勘查目标的一种物探方法。本法主要用于寻找具有放射性的铀、钍矿床及其他金属与非金属矿床，还可用于寻找油气田、煤田、地下水，以及用于环境监测等。

⑤ 地热测量法 本法是以不同岩、矿石间导热性的差异为基础，通过观测和研究地热场的分布规律以实现地质勘查目标的一种物探方法。本法主要用于探查地质构造、解决水文工程地质中的一些问题以及寻找地热田、油气田、煤田和某些金属与非金属矿床等。

⑥ 地震勘探 本法是以不同岩、矿石间的弹性差异为基础，通过观测和研究地震波在地下岩石中的传播特性，以实现地质勘查目标的一种物探方法。本法主要应用于探查油

气田地质构造、煤田构造、地壳测深以及寻找地下水资源和工程地质勘查等。

基于上述，人们对应用地球物理学宜建立以下几点认识：

1. 由于各种物探方法的物理前提是岩、矿石间的物性差异，因此物探地质效能的高低乃与地质对象同围岩间物性差异的明显程度密切相关。有差异者，物探才能有效果；无差异者，便不具备物理前提。一般讲，岩、矿间物性差异越明显时，对物探工作越有利。

2. 由于多种物探方法都是通过观测地球物理场的手段进行地质勘查与寻找矿产的，因此它们均属间接找矿方法，与地球化学和钻探等直接提取岩、矿物质成分的方法有本质的不同。

3. 由于各种地球物理场均具有跨越介质而存在的特点，因此多种物探方法均不仅可研究近地表或出露的岩、矿石地质对象，而且可以获取地壳深部探查目标的多种信息，依此可查明深部地质构造和寻找深部矿产。

4. 在自然条件下，由于某一种地质目标可能与围岩间有多种物性差异。因此，在实际工作中，为了提高地质效能，常采用多种或综合物探方法。而且，实践证明，当将应用地球物理学与地质学和地球化学方法密切配合时，可取得更好的地质效果。

5. 由于各种物探方法在原理上是利用物理学；在仪器、设备方面利用电子学；在理论研究和资料解释中，广泛应用现代数学和新兴的计算机科学以及地质学和地球化学，因此，应用地球物理学是门新兴的边缘学科，不是孤立的，它将随着其他相邻学科的不断前进而发展。在发展中，它需要及时地从相邻学科吸收先进成就，用以不断充实、改造和壮大自己。

6. 由于在自然条件下赋存某种矿产的地质、地球物理条件是因地而异、千变万化的。因此，在实际工作中，应灵活应用各种物探方法，不宜千篇一律地在各地寻找不同地质对象时均机械照搬某种特定的或工作者熟悉、喜爱的少数方法。否则，不仅达不到预期的地质目的，而且会造成巨大的经济损失，拖延工作进度。

7. 由于某种地球物理场的分布可以与地下多种地质背景相对应，因此，当对地球物理场的观测资料进行推断解释时，应注意具有多种地质背景的可能性，即有所谓反演问题的多解性存在。为此，在实际工作中，宜将物探与化探和地质资料进行综合研究，以减少多解性，提高命中率。

总之，应用地球物理学的原理是基于不同岩、矿石物理性质的差异，可引起相应地球物理场的分布形态发生相应的异常变化，因而使人们依其变化规律可探查地质构造和寻找矿产资源，查明地质对象在地壳中的赋存状态（几何形状，尺度大小，埋藏产状，存在深度和水平位置等），及其物性参数值的大小，从而实现物探的地质目标。

二、应用地球物理学的分类方法

实践证明，为了提高地质效果，通常利用多种物性参数从不同方面研究地质对象、观测相关的不同要素时，需按具体的矿产地质地球物理条件合理选用不同的仪器、技术和观测方式。因此，在应用地球物理学中，人们为了实际应用和科学研究以及学习的方便，便按工作方式、观测要素、场源形式、利用的物性参数以及地质目标等多方面的不同情况，将在某些方面从某种角度看具有一定共同性的一些分支物探方法划归为一类。而且，由于应用地球物理学具有利用物性参数多；场源形式多；装置类型多；观测内容、测量要素多

等特点,因此,为实现不同探测目标,适应多种条件的需要,使物探在多年实践中,发展出许多次级分支方法。目前在我国获得实际应用者有数十种之多。分类的方法有多种,不同物探工作者的分类方法也不尽相同,现仅将一般的几种分类方法列举如下。

(一) 按物性参数分类

前已述及,按照利用的物性参数分类,可将应用地球物理学的一级分支方法分为六种,即重力法,磁法,电法,放射性法,地热法和地震法。这种分类方法是基本的,既有益于地质勘查与找矿工作,也有利于分别以单一种物性参数为基础进行地球物理场的观测和正、反演研究。而且在考虑地质对象时应用方便,对初学者学习时也易于掌握。故本教程便采用此种分类方法依次进行编写。而对于每种一级分支方法中所包含的次级分支方法,为了简单,这里不一一列举,不再作更进一步的详细分类。

(二) 按场源性质分类

按场源性质可将应用地球物理学中所有分支方法(一级的和次级的)划分为两大类:①人工场法(或主动源法);②天然场法(或被动源法)。重力法和地热测量法属于被动源类方法;在其他分支物探方法中,均包含一些主动源次级分支方法和一些被动源次级分支方法。磁法勘探和放射性测量法的次级分支方法中以被动源法为主,主动源法次之;在电法勘探和地震勘探的次级分支方法中,则以主动源法为主,被动源法次之。

顾名思义,在人工场源法中,各种分支方法观测的地球物理场均为人工所形成,通过观测和研究人工场的异常分布规律实现地质目标。这类分支物探方法的一般特点是,场源的激发方式和功率大小等均可由人工控制,当作适当改变时,可以改变探测深度以及适用于不同地质探测对象,因此均较为灵活,一般能适用于多种矿产地质和地球物理条件;在天然场源法中,各种分支方法观测的地球物理场是自然条件下所具有的。因此,这类场源的形式及其随空间和时间的分布规律与变化状态均不因人而异,人们通过观测这种场的有无和变化特征,借以实现地质勘查与寻找矿产的目标。由于这类方法不需要人工场源,故一般比较经济,而且工作效率较高,更有利于开展面积性地质勘查和找矿工作。

(三) 按地质目标分类

为了有效地探查特定的地质目标,可将所有各分支物探方法划分为五大类:

1. 金属与非金属物探(简称金属物探);
2. 石油与天然气物探(简称石油物探);
3. 水文与工程物探(简称水工物探);
4. 煤田物探;
5. 城市与环境物探(简称环境物探)。

实践证明,在应用地球物理学的实际工作中,当选择所使用的各分支方法时,往往因勘查目标或寻找何种矿产而有所不同。一般情况下,在勘查含油气构造时所采用的分支物探方法乃与水工物探中(如寻找地下水等)所使用的分支方法,在许多方面均有不同之处(如野外施工中的方法技术和仪器、设备以及资料处理与解释等),以促进获得较理想的地质目标。

(四) 按工作场所分类

当应用地球物理学的观测物理场工作是在不同场所或不同区间内进行时,可将各分支物探方法划分为四大类:

1. 航空物探：在空中进行多种地球物理场的观测；
2. 地面物探：在地面上进行各种地球物理场的观测；
3. 地下物探：在钻孔中、坑道、巷道及隧道中进行多种地球物理场的观测；
4. 海洋物探：在海域内进行多种地球物理场的观测。

由于这种分类方法注重工作场地，故有益于采用相应的方法、技术和仪器、设备；充分利用多种分支物探方法在特定场所工作的特点（如采用进行多参数观测的综合站开展野外现场工作等），以提高工作效率和地质效能。

（五）按场源的时间特性分类

在这种分类方法中，将所有次级的分支物探方法划分为两大类：时间域法和频率域法。或稳定场法和交变场法（在电法勘探中分为传导类方法和感应类方法）。在时间域法中包含直流方法和过渡过程法或脉冲瞬变法；在频率域方法中，又分为低频法和高频法等。

理论与实践均证明，通过观测和研究不同时间特性（不同瞬态特性和不同频率特性）的地球物理场（人工的和天然的）可以探测不同深度和不同赋存状态的地质对象。依此在某些条件下可以提高工作效率和地质效能。

应当说明，各种分支物探方法地质效能的高低，主要决定于方法原理和探查对象地质地球物理条件的复杂程度，以及各种干扰因素等。固然，这是在正确、积极地发挥物探工作者主观能动性前提下而言的。否则，理想的地质效果难以获得。事实上，物探的地质效能是由许多主、客观因素决定的，不是一成不变的。而且，在一定客观条件下，主观作用是关键因素。只有充分、正确地发挥了人的主观能动性，物探方法才能发挥出较理想的地质效能。在实践中，某种分支物探方法用于寻找某种金属矿床时，可能相当有效。但用以探查地质构造、寻找油气田时，却往往得不到预期效果。然而对另一种分支物探方法而言，情况可能恰恰相反。因此，在实际工作中，根据具体的地质目标和矿产地质地球物理条件，恰当地选择方法、技术乃是与实现地质目标密切相关的重要措施。而这首先取决于正确发挥人的作用，对此应予特别注意。

三、应用地球物理学的发展简史及趋势

人类对地球物理现象的认识早在远古时代就开始了。而且，在这方面，我们中华民族的祖先乃为世界之先驱。如早在公元前1177年（商朝），我国就有关于地震的记载。在公元132年，我国杰出的自然科学家张衡制出了世界上第一台观测地震的仪器（即候风地动仪），将该仪器设在河南省的洛阳时，记录到了千里之外甘肃省境内发生的地震，而且能测出发生地震的方位。另外，我们的先人早在战国时期（公元前403—221年）已能用天然磁铁磨成指南针，并约在公元838年，我国已将指南针用于航海事业。在国外，约在1640年，瑞典人开始用罗盘寻找磁铁矿，并且在1870年，泰朗（Thalen）和铁贝尔（Tiberg）制成了寻找磁铁矿用的所谓“万能磁力仪”。大约从这时起，用以进行地质勘查和寻找矿产的应用地球物理学便开始形成了。

应用地球物理学是一门新兴学科，其大规模发展的历程，迄今仅约一个世纪。这是因为，近百年来，随着科学和国民经济的迅速发展，人类社会对矿产资源的需求便急剧增加，因而推动着应用地球物理学在各个领域中逐渐发展起来，而且向着更深、更广的方面不断前进。例如，自二十世纪初起，随着工业的发展，对石油、天然气和金属原材料的需