



高等学校教材 地球物理系列

系列教材主编：刘光鼎

DICICHANG

# 地磁场与磁力勘探

YU CILI KANTAN

管志宁 编著

地质出版社

P318.1  
G-985

高等学校教材  
地球物理系列

# 地磁场与磁力勘探

管志宁 编著

地质出版社

· 北 京 ·

# **Geomagnetic Field and Magnetic Exploration**

Textbook for undergraduates and graduates  
in applied geophysics

Zhining Guan  
Professor of Geophysics  
China University of Geosciences (Beijing)

Geological Publishing House  
• Beijing •

## 内 容 提 要

本书结合地磁学基础叙述了磁力勘探的物理基础；地球磁场（包括古地磁场）与岩石磁性；在基本规律分析基础上，加强了地磁场起因分析、地磁区域性模型、深部壳幔磁性与剩磁在古地磁场研究中的应用。介绍了常用的磁力测量仪器，地面磁力测量方法，航空、卫星、海洋及磁力梯度测量，以及岩石磁参数测定方法。详细论述了磁异常处理与解释方法；在基本方法论述基础上，加强了复杂条件下的处理方法、多种计算机快速反演方法、三维物性反演与人机交互可视化正反演方法等。介绍了磁力勘探在地壳结构与地质构造研究、资源勘探及一些特殊领域的应用。

本书可作为应用地球物理相关专业大学本科生的教科书及研究生的参考书，亦可供地球物理工作者参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

地磁场与磁力勘探/管志宁编著. —北京: 地质出版社, 2005. 8

ISBN 7-116-04394-2

I. 地... II. 管... III. ①地磁场-高等学校-教材②磁法勘探-高等学校-教材 IV. ①P318.1②  
P631.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 055060 号

---

责任编辑: 陈军中 刘凤仁  
责任校对: 李 玫  
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: 北京智力达印刷有限公司  
开 本: 787 mm × 1092 mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
印 张: 21  
字 数: 460 千字  
印 数: 1—2000 册  
版 次: 2005 年 8 月北京第一版·第一次印刷  
定 价: 25.00 元

ISBN 7-116-04394-2/P · 2562

---

(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

成 员：程业勋      管志宁      李金铭

许 云      曾华霖      尉中良

乌达巴拉      魏文博

# 序

地球是一个庞大而复杂的系统。人类在这颗地球上世代代生息繁衍，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，从某种意义上讲，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，理应与与时俱进，在新的 heights 上编写出新的教材。特别是当前地球物理学发展迅速，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

磁力勘探又称磁法勘探（简称磁法）。它是通过观测和分析由岩石、矿石或其他探测对象磁性差异所引起的磁异常，进而研究地质构造和矿产资源或其他探测对象分布规律的一种地球物理方法。它研究的磁异常是指磁性体产生的磁场叠加在地球磁场之上而引起的地磁场畸变；它是一个空间矢量场，可以通过它在三个坐标轴的分量或正常地磁场方向的投影量来确定，也可进一步用各分量的垂向、水平梯度来表示。所以，磁异常是一个多参量磁场。磁异常的起因取决于地球磁场和岩（矿）石磁性，前者是外因，后者是内因，两者是磁力勘探的物理基础。用高精度磁力仪观测获得磁异常多参量信息是磁力勘探的一个重要环节。为了可靠地得到磁异常值，还需要正确的工作方式和消除各种干扰的改正方法，以便确保获得的磁异常由地质因素所引起。可靠的磁异常多参量数据是磁力勘探的信息基础。建立各种磁性体模型，采用数学解析或数值模拟方法计算其磁场多参量，分析研究其空间分布特征，从中总结出磁异常多参量场与磁性体之间的对应关系与规律，以便利用这些规律对磁异常进行磁性体的埋深、形状、产状、分布范围和性质作大致判别。另一方面，所建立的各种磁性体磁场多参量表达式为进一步定量分析磁性体的几何参数与磁性参数提供理论基础。由于实际地质问题的复杂性、多样性，为了提取出与探测对象有关的信息，还需要对磁异常进行有针对性的消除非探测对象影响的处理与转换，在此基础上选择合适的定量反演磁性体参数的方法，并结合地质与其他地球物理方法对探测对象逐步逼近，做出合理的解释推断。

磁力勘探是发展最早、应用广泛的一种地球物理勘探方法。实践表明它具有如下特点：①轻便易行、效率高、成本低，在许多情况下效果良好。②工作领域广、不受地域限制，可广泛应用于空中、海洋、地面与钻井中。已形成专门的卫星磁测、航空磁测、地面磁测与井中磁测等工作系列，可以提供全球磁异常信息。③岩石原生剩余磁化强度矢量与成岩时的地磁场有关，因而具有记录成岩时地磁场的功能，有人称之为古地磁场的记忆器。这是诸多物性参数中最为独特的一个，从而可以把现代磁性观测推测到地质年代中的古地磁状态，成为将今论古的磁学证据。④应用范围广。磁力勘探成功地应用于直接寻找磁铁矿及其共生矿床；广泛地应用于固体矿产、石油天然气构造的普查和不同比例尺的地质填图及深部、区域、全球构造的研究；与其他物探方法配合应用于煤田火烧区探测、地热田远景预测、考古、探雷与探潜、核电及为大型水电建设提供基础稳定性评价资料。探索性地应用于水文工程地质学问题中的圈定裂隙与滑坡监测、油气藏标志的磁异常、磁性检测和金属矿成因的剩磁应用等。

早在两千多年前，我们的祖先就知道并利用了天然磁石的吸铁性和指极性。中国古代四大发明之一的指南针传入欧洲后，英国人威廉·吉尔伯特（William Gilbert）才开始研

究地磁现象的起因，他于1600年通过实验提出，地球类似一个大磁铁。之后，曾有过许多关于地球基本磁场起因的假说。近代，由于现代磁学的发展，又提出了地磁场的自激发电机假说，目前虽被公认为最合理的一个；但因计算过于复杂，还有待进一步完善。

1640年前后，瑞典人开始用罗盘寻找磁铁矿。1870年泰朗（Thalen）和铁贝尔（Tiberg）制成了寻找磁铁矿用的万能磁力仪，有人认为这是应用地球物理学开始发展的一个重要标志。1915年德国人施密特（Schmidt）制成刃口式磁秤，大大提高了磁测精度，使磁法不仅在寻找铁矿中起作用，同时还用来寻找其他矿产，并在圈定磁性岩体，研究地质构造以及寻找油田、盐丘中也得到应用。1936年苏联人阿·阿·罗加乔夫（А. А. Логачев）试制成功感应式航空磁力仪，大大提高了磁测速度和磁测范围，使磁法工作进入了一个新的阶段。20世纪50年代末和60年代初，苏联、美国又相继把质子旋进式磁力仪移装于船上，开展了海洋磁测。在海洋磁测和古地磁研究成果支持下，复活了大陆漂移学说，发展了海底扩张和板块构造学说，从而推动了地学理论的大变革和大发展。

随着现代科学技术的发展，磁力勘探仪器已从机械式，发展到电子式。由于采用了近代物理学的质子旋进、磁通门、光泵与超导等原理，磁力仪精度提高了几个数量级。随着数字计算机的广泛应用，数据整理、观测结果的处理和解释，资料的存储、成果的图示等均产生了较大的变化。由于仪器精度的提高，方法的不断改进和更新，解释理论的不断发展和完善，磁力勘探的工作领域将更加广阔。

我国地面磁测工作始于1939年。当年顾功叙在云南易门铁矿上，李善邦、秦馨菱在四川綦江铁矿上用磁秤进行了找矿工作。

20世纪50年代，我国先后在山东金岭镇、辽宁鞍山（山）本（溪）、湖北大冶、内蒙古白云鄂博、山东莱芜、河北邯（郸）邢（台）、四川攀西等地区开展了磁法找铁矿的工作，取得了丰硕成果。1954年开始，我国航磁投入应用，并迅速发展。据统计，我国80%以上的磁性铁矿是通过磁测提供线索发现或扩大的。寻找有色金属矿产也是磁力勘探应用最早、成效显著的领域之一。如安徽铜陵、湖北铜录山的矽卡岩型铜矿；吉林红旗岭、甘肃白家嘴子、新疆喀拉通克的硫化铜镍矿床等，磁测都在找矿过程中起了关键作用。在内蒙古、新疆、西藏等地发现和圈定与铬及其他某些矿产有关的超基性、基性岩体方面，磁测作用突出。磁测在山东、辽宁等地发现和圈定可能含金刚石岩管以及一些地区寻找硼矿、石棉及石材等矿产方面，也做出了重要贡献。20世纪80年代开始，我国加强了与烃类有关的土壤磁性及微磁异常的研究工作；积极开展中大比例尺航空磁测工作，详细划分局部构造和断裂，查明有关火山岩、岩浆岩分布范围，发现和圈定与烃类运移有关的高频磁异常；在若干煤田上开展地面磁测和圈定地下煤层火烧区的工作。

磁力勘探应用的发展主要以磁测数据采集技术和处理、反演技术的进步为基础。1960年，北京地质仪器厂生产出CSI-60型悬丝式磁秤，此后相继生产了多种型号的悬丝式、刃口式磁秤，观测精度提高到2~5nT。充分满足了这段时期地面磁测的需要。1975年我国正式生产地面磁通门磁力仪（CCM型），1982年分辨率为0.1nT的GQ-30氦光泵航空磁力仪投入使用。1983年正式推广CZM-2型地面质子磁力仪，分辨率1nT/字；1987~

1988年引进 IGS-2/MP4 和 G856 微机质子磁力仪, 分辨率 0.1nT/字, 成为主导仪器。20世纪 90 年代中期, 研制成新的地面氦光泵磁力仪分辨率达 0.05nT。20 世纪 90 年代研制生产的光泵航磁仪, 分辨率达 0.0025nT, 具有远距离大跨度测量及全球作业的整体性能。目前我国航磁工作均由自主生产的航磁仪完成。

在磁测数据处理、反演技术方面, 我国基本和国外同步发展。在斜磁化条件下的解释推断、复杂情况磁异常的处理转换、一些特殊的反演方法以及人机交互可视化正反演等方面, 有许多自己的创新和发展; 但这些发展大多是在国外提出的新方法基础上发展前进的, 在自主的重大的基础性、原理性的创新方面尚需加强。

我国自 20 世纪 50 年代初开设“磁法勘探”这门课程以来, 各院校已先后编写过这方面的教材。最近一次教材于 1990 年 8 月出版: 应用地球物理教程——重力 磁法。该书出版至今已有十余年, 在这段时间里, 随着科学技术的进步, 在磁力勘探这一领域里发生了较多的变化。为了适应形势的发展、国民经济建设与培养高质量的大学本科生与研究生的需要, 刘光鼎院士适时地主持编写地球物理系列教科书, 本书作为该系列丛书之一, 他起名为“地磁场与磁力勘探”; 增加了“地磁场”是为了加强、突出地球磁场与磁异常场有关的位场基础知识、基本理论及其在磁力勘探中的作用。在编写过程中以此作为主线, 并充分考虑十余年前已有教材与当前磁力勘探技术进步的衔接问题, 也就是考虑到磁力勘探在这期间的发展与变化。这种变化可归结为: ①航空磁测工作增加、地面磁测工作缩减, 海洋磁测加强、卫星磁测得到重视。②由观测单参量发展到高精度观测多参量, 相应的多参量解释工作得到加强。③由单一的地磁场球谐模式发展为多种区域地磁场模式; 由以金属矿为主的规则几何体模型向油气区层状、构造型发展。④由适用于简单情况的磁异常处理转换向低纬度、南北跨度大、起伏观测面的复杂情况发展。⑤由简单孤立的二度体正反演向三度体正反演方向发展。⑥由人工解释发展为自动、交互可视化解释。⑦应用领域从传统领域向国防与市场需求领域扩展。在分析上述变化的基础上, 并顾及到科学性、先进性与实用性的准则, 对本书加强的内容归列为: ①地磁场起因、区域地磁场模式和壳幔磁性、月球磁性, 从磁场与磁学的角度认识与了解地球, 并建立磁力勘探的物理基础。②突出剩余磁性在地学中的作用, 把原生剩磁应用于古地磁场专列一章, 建立从磁学观点研究地球演化发展的概念与加深对地球变化发展的认识。③加强航空磁测、海洋磁测、卫星磁测与微磁测等工作方法, 为扩大磁测工作领域提供基本知识。④从位场理论出发给出磁性体磁场的数值规律与规格化公式的矩阵表达, 从而实现可用基本元素表达式组合成不同多参量场的表达式, 使磁性体磁场的正演得到简化; 为适应磁异常梯度解释的需要, 给出了一些形体磁异常梯度的表达式并对有些形体给出了更为完整与精确的磁场表达式及其快速正演的方法; 对一些形体还给出了较国外同类正演 (Parker 公式) 更为简明的推导方法。⑤给出了适用于中高山区、东南海域以及南北大跨度地区磁异常处理转换方法。⑥增加了几种自动快速反演方法、三维磁性层与三维物性反演方法、组合多体人机交互可视化正反演方法以及复场强与磁场球谐级数展开反演方法, 大大提升了从区域到局部磁异常反演的能力。⑦系统给出了解释推断方法及其在各个领域应用的实例。

全书共分三篇九章。第一篇磁力勘探物理基础, 共分三章, 分别为地球磁场、岩石磁

性与古地磁场。第二篇磁力仪与磁测工作方法，共分两章，分别为磁力仪、磁测工作方法。第三篇磁异常的处理、解释及应用，共分四章，分别为磁异常正问题、磁异常的处理转换、磁异常反问题、磁异常的解释推断与应用。

本书由刘光鼎院士命名、制定大纲与确定内容，并给予精心指导；这为提高本书的质量，本书的问世起到了关键作用，在此致以深深的谢意。本书以我国历次磁法教材，特别是应用地球物理教程——重力、磁法分册的磁法篇（郭绍雍，1991）为基础，吸收了笔者及其指导过的研究生们的有关成果，参考引用了本学科国内外有关文献资料，在此对这些专业同行与同事们表示衷心感谢。

作者对地球物理系列教材专家评审组（陈颢、刘光鼎、姚振兴、朱日祥、石耀霖、臧绍先、杨文采、孟小红、于晟、张汉凯、陈晓飞、王尚旭、陈小宏、彭书萍、郝天珧、刘洪、赵国泽、蔡柏林、魏文博等教授）给本书提出的宝贵意见表示衷心感谢。

由于笔者业务水平有限，编写教材工作量大、涉及面广，书中的缺点和错误恳请读者批评指正。

管志宁  
2005.5

# 目 录

## 序 前 言

## 第一篇 磁力勘探物理基础

第一章 地球磁场 .....	(1)
第一节 稳定磁场与磁偶极子场 .....	(1)
一、稳定磁场 .....	(1)
二、磁偶极子场 .....	(2)
第二节 地磁要素及其分布特征 .....	(3)
一、地磁要素 .....	(3)
二、地磁图和地磁场分布的基本特征 .....	(4)
第三节 地磁场的构成与起源 .....	(8)
一、地磁场的构成 .....	(8)
二、地磁场的起源 .....	(10)
第四节 地磁场的解析表示 .....	(13)
一、地球磁场的球谐分析 .....	(13)
二、球谐系数的分析 .....	(16)
三、地磁场的正常梯度 .....	(17)
四、地区性地磁场模型 .....	(18)
第五节 变化磁场 .....	(20)
一、长期变化场 .....	(20)
二、地磁场的短期变化 .....	(21)
习 题 .....	(26)
第二章 岩石的磁性 .....	(27)
第一节 物质磁性 .....	(27)
一、抗磁性 (逆磁性) .....	(27)
二、顺磁性 .....	(27)
三、铁磁性 .....	(28)
第二节 岩 (矿) 石磁性特征 .....	(29)
一、表征磁性的物理量 .....	(29)
二、矿物的磁性 .....	(30)
三、各类岩石的一般磁性特征 .....	(31)

四、影响岩石磁性的主要因素 .....	(32)
五、地质体磁化的消磁作用 .....	(35)
第三节 岩石的剩余磁性 .....	(36)
一、岩石剩余磁性的类型及特点 .....	(36)
二、各类岩石剩余磁性的成因 .....	(38)
第四节 下地壳和上地幔的磁性 .....	(38)
一、大陆下地壳的磁性 .....	(38)
二、海洋地壳的磁性 .....	(39)
三、上地幔的磁性 .....	(40)
第五节 月球与陨石的磁性 .....	(40)
一、月球磁性 .....	(40)
二、陨石的磁性 .....	(41)
习 题 .....	(41)
第三章 古地磁场 .....	(42)
第一节 古地磁场研究的基础 .....	(42)
一、稳定的原生剩余磁化强度 .....	(42)
二、地心轴向偶极子场假说 .....	(42)
第二节 古地磁极与古地磁场强度 .....	(42)
一、古地磁极 .....	(42)
二、古地磁场强度 .....	(44)
第三节 古地磁场的平均特征 .....	(44)
一、古地磁场是轴向偶极子场 .....	(44)
二、地球偶极子磁矩随地质时间而变化 .....	(46)
三、古地磁场的长期变化 .....	(46)
第四节 古地磁在地学中的应用 .....	(47)
一、大陆漂移的古地磁证据 .....	(47)
二、海底扩张的古地磁证据 .....	(49)
三、应用古地磁研究区域地质构造 .....	(51)
四、利用古地磁资料对比岩层 .....	(52)
习 题 .....	(53)

## 第二篇 磁力仪与磁测工作方法

第一章 磁力仪 .....	(54)
第一节 概述 .....	(54)
一、磁力仪的类别 .....	(54)
二、磁力仪的几个主要技术指标 .....	(55)
第二节 机械式磁力仪 .....	(55)
一、悬丝式垂直磁力仪 .....	(55)

二、其他机械磁力仪 .....	(56)
第三节 质子磁力仪 .....	(56)
一、质子旋进及测量原理 .....	(56)
二、质子磁力仪的组成与简要工作过程 .....	(58)
三、IGS-2/MP-4 型质子磁力仪 .....	(59)
第四节 光泵磁力仪 .....	(60)
一、光泵磁力仪的物理原理 .....	(61)
二、跟踪式光泵磁力仪测定地磁场 $T$ .....	(62)
第五节 磁通门磁力仪 .....	(63)
第六节 超导磁力仪 .....	(64)
第七节 测定岩石磁参数的专门磁力仪 .....	(65)
一、无定向磁力仪 .....	(65)
二、旋转磁力仪 .....	(66)
习 题 .....	(67)
第二章 磁测工作方法 .....	(68)
第一节 工作设计 .....	(68)
一、测区、比例尺和测网的确定 .....	(68)
二、磁测精度 .....	(69)
第二节 野外施工 .....	(70)
一、地面磁测 .....	(70)
二、航空磁测 .....	(71)
三、海洋磁测 .....	(72)
四、梯度测量 .....	(73)
五、微磁测量 .....	(74)
六、磁卫星测量 .....	(74)
第三节 观测结果的计算整理及图示 .....	(75)
一、观测结果的整理计算 .....	(75)
二、磁测的图件 .....	(76)
第四节 磁性测定及统计整理 .....	(77)
一、岩(矿)石标本的采集 .....	(78)
二、磁性测定方法 .....	(78)
三、磁性参数统计整理和图示 .....	(81)
习 题 .....	(83)

## 第三篇 磁异常的处理、解释及应用

第一章 磁异常正问题 .....	(85)
第一节 概述 .....	(85)
一、研究磁异常正问题的意义 .....	(85)

二、磁异常正演的基本途径 .....	(86)
三、磁异常正演方法概述 .....	(86)
第二节 有效磁化强度矢量与总强度磁异常 $\Delta T$ 的一般表达 .....	(88)
一、有效磁化强度矢量 .....	(88)
二、总强度磁异常 $\Delta T$ 的一般表达 .....	(89)
第三节 磁异常正问题的基本理论 .....	(91)
一、计算磁性体磁场的一般积分表达式 .....	(91)
二、磁荷面积分公式 .....	(93)
三、重磁位场的泊松公式 .....	(95)
四、磁性体磁场的数值规律 .....	(95)
五、磁位 $U$ 满足的微分方程 .....	(99)
第四节 空间域磁性体磁场的计算 .....	(100)
一、球体 .....	(100)
二、水平圆柱体 .....	(105)
三、板状体 .....	(107)
四、台阶 .....	(116)
五、背斜 .....	(117)
六、二度多边形截面水平柱体 .....	(118)
七、直立长方体 .....	(119)
八、二度半多边形截面柱体及其组合三度体磁场 .....	(121)
九、单元长方体组合任意形状三度体 .....	(125)
十、三角形面元组成任意形状三度体 .....	(127)
十一、磁性界面 .....	(130)
第五节 磁场频谱及其计算方法 .....	(134)
一、频率域中磁场的基本表达式 .....	(134)
二、规则磁性体磁场频谱 .....	(144)
三、磁性体磁场频谱图与特征分析 .....	(154)
第六节 规则磁性体与其异常的关系概要 .....	(157)
一、磁性体与其磁场平面分布的对应关系 .....	(157)
二、磁性体与其磁场的剖面对应关系 .....	(157)
三、磁性体与其磁场空间等值线的对应关系 .....	(158)
四、 $\Delta T$ 受斜磁化影响比 $Z_s$ 大、二度体 $T_s$ 异常不受斜磁化影响 .....	(158)
习 题 .....	(160)
第二章 磁异常的处理与转换 .....	(161)
第一节 概述 .....	(161)
第二节 圆滑、插值和数据网格化 .....	(162)
一、磁异常的最小二乘圆滑 .....	(162)
二、磁异常的插值 .....	(162)
三、数据网格化 .....	(163)



第三节 空间域磁异常的处理与转换 .....	(164)
一、磁异常空间换算基本理论 .....	(164)
二、水平测线二度体磁异常的转换 .....	(166)
三、曲面磁异常转换基本途径 .....	(176)
第四节 频率域磁异常转换 .....	(177)
一、简单情况频率域磁异常转换 .....	(177)
二、复杂情况频率域磁异常转换 .....	(183)
第五节 频率域磁异常滤波 .....	(190)
一、最小平方滤波——维纳滤波 .....	(191)
二、匹配滤波 .....	(191)
三、消除高频干扰的正则化方法 .....	(193)
四、补偿圆滑滤波 .....	(194)
五、有限离散傅里叶变换的特点与频率域数据处理的方法步骤 .....	(195)
第六节 重磁异常的对应分析 .....	(196)
一、基本原理 .....	(196)
二、方法应用 .....	(197)
习 题 .....	(198)
<b>第三章 磁异常反问题 .....</b>	<b>(199)</b>
第一节 磁异常反演的基本问题 .....	(199)
一、磁异常反问题的数学表述及其分类 .....	(199)
二、反演问题的多解性 .....	(200)
三、反演问题解的存在性 .....	(200)
四、反演问题解的不稳定性 .....	(201)
五、有限个数场数据反问题的多解性和解的不稳定性 .....	(202)
六、磁场反演的困难及克服困难的途径 .....	(203)
第二节 几种简单的反演方法 .....	(204)
一、特征点法 .....	(205)
二、切线法 .....	(209)
三、磁异常梯度的积分法 .....	(211)
四、磁异常的希尔伯特 (Hilbert) 变换法 .....	(212)
五、矢量解释法 .....	(218)
第三节 磁异常快速自动反演方法 .....	(221)
一、沃纳 (Werner) 反演方法 .....	(221)
二、磁异常总梯度模反演方法 .....	(224)
三、欧拉 (Euler) 反演方法 .....	(228)
第四节 磁异常反演的最优化方法 .....	(232)
一、方法的基本原理 .....	(232)
二、反演的模型参数类型与反演中的约束分析 .....	(235)