

TÔN TÍCH ÁI

**ĐỊA TỪ
VÀ
THĂM DÒ TỪ**

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

Lời nói đầu	7
Chương 1. Cơ sở vật lý của địa từ và thăm dò từ	11
1.1. Những định luật cơ bản của trường từ dừng	11
1.2. Trường từ của một vòng dây khép kín	15
1.3. Trường từ của vòng dây cơ bản và của lưỡng cực từ	19
1.4. Trường từ của một vòng dây tròn	21
1.5. Trường từ của vòng dây Helmholtz	28
1.6. Thế từ của vật thể bị từ hoá	31
1.7. Thế từ của quả cầu bị từ hoá đồng nhất	35
1.8. Thế từ của một hình trụ bị từ hoá đồng nhất	37
1.9. Thế từ của elipxôit	38
1.10. Các đạo hàm của thế từ và sự liên hệ giữa chúng	41
1.11. Những đặc tính cơ bản của hàm số thế (điều hoà)	47
1.12. Về thứ nguyên và đơn vị dùng trong giáo trình này	62
Chương 2. Mô tả trường từ của Quả đất	65
2.1. Các yếu tố từ của Quả Đất	65
2.2. Các phương pháp nghiên cứu trường địa từ	68

2.3. Các phương pháp biểu diễn trường địa từ	73
Chương 3. Biểu diễn giải tích trường từ của Quả Đất	85
3.1. Trường từ của Quả Đất dưới dạng trường từ của quả cầu bị từ hoá đồng nhất	85
3.2. Khai triển thế từ của Quả Đất thành chuỗi. Lý thuyết Gauss	94
3.3. Ý nghĩa vật lý của các số hạng trong khai triển Gauss	102
3.4. Phân chia trường từ của Quả Đất ra thành các thành phần "bên trong" và "bên ngoài"	106
3.5. Từ trường xoáy	112
3.6. Phân tích điều hoà cầu và môđun	113
Chương 4. Cấu tạo trường từ của Quả Đất	119
4.1. Trường địa từ là tổng các trường có nguồn gốc khác nhau	119
4.2. Trường lực địa	121
4.3. Các dị thường từ	126
4.4. Các biến thiên thế kỷ	131
4.5. Các biến thiên ngày đêm của địa từ trường	135
4.6. Các giả thuyết về nguồn gốc của địa từ trường	149
Chương 5. Từ tính của đất đá	163
5.1. Những kiến thức cơ bản về sự từ hoá	163
5.2. Nguyên tử trong từ trường ngoài	169
5.3. Chất nghịch từ, thuận từ trong từ trường	173

5.4. Vectơ cảm ứng từ và vectơ từ trường trong vật thể từ	178
5.5. Chất sắt từ	181
5.6. Phản sắt từ và ferit từ	190
5.7. Khái niệm về từ tính của đất đá	192
5.8. Các dạng từ hoá	193
5.9. Các khoáng từ, tính chất của các khoáng từ	194
5.10. Các nguyên nhân của sự từ hoá ngược của các đá	205
5.11. Sự phụ thuộc của độ từ hoá vào hình dạng của vật	207
5.12. Sự phụ thuộc của cường độ từ vào các tính chất từ của đá	209
5.13. Cấu trúc lại lịch sử phát triển của trường địa từ	212
5.14. Đơn vị của các đại lượng từ được dùng trong địa từ	222
Chương 6. Các bài toán thuận trong thăm dò từ	225
6.1. Dị thường của các vật thể đơn giản, đẳng thước trên mặt phẳng	228
6.2. Dị thường của các vật thể có dạng đơn giản kéo dài	240
6.3. Bài toán tính hiệu ứng trường từ đối với các vật thể có dạng bất kỳ	262
Chương 7. Các phương pháp đo các thành phần trường từ Quả Đất	267
7.1. Phương pháp tương tác từ	268
7.2. Phương pháp cảm ứng điện từ	277

7.3. Từ kế hạt nhân và từ kế lượng tử	279
7.4. Phương pháp đo đạc và xây dựng các bản đồ từ	283
Chương 8. Cơ sở lý thuyết về các biến đổi trường từ	297
8.1. Biểu diễn phổ các hàm số và các quá trình ngẫu nhiên	298
8.2. Phép lọc	327
8.3. Phép trung bình hóa	330
8.4. Tính chuyển trường lên nửa không gian trên	334
8.5. Trend	343
8.6. Tách các dị thường địa phương	347
8.7. Tiếp tục giải tích trường xuống nửa không gian dưới	354
8.8. Tính chuyển lẫn nhau giữa các thành phần của trường từ	359
Chương 9. Minh giải các số liệu từ. Ứng dụng	373
9.1. Bài toán ngược cho các mô hình cơ bản	374
9.2. Một số phương pháp tính toán định lượng khác	384
9.3. Phương pháp quy hoạch phi tuyến	394
9.4. Những nguyên lý về giải bài toán ngược bằng phương pháp quy hoạch tuyến tính	396
9.5. Tiệm cận trong cửa sổ trượt	398
9.6. Phương pháp phổ	400
9.7. Ứng dụng của thăm dò từ	410
Tài liệu tham khảo	429

LỜI NÓI ĐẦU

Quan sát trực tiếp trên mặt đất cũng như trong không gian xung quanh Quả Đất (bằng tên lửa hoặc các vệ tinh nhân tạo) ta thấy rằng xung quanh Quả Đất tồn tại một từ trường. Nghiên cứu từ trường của Quả Đất là một trong những lĩnh vực nghiên cứu của ngành khoa học Địa Vật lý và mang tên Địa từ.

Mục đích cuối cùng của môn Địa từ là thiết lập những nguyên nhân tạo nên từ trường của Quả Đất và những hiện tượng liên quan đến các nguyên nhân đó. Vì vậy mà trong môn Địa từ người ta không chỉ nghiên cứu bản thân từ trường, các biến thiên từ trường của Quả Đất mà còn phải nghiên cứu đến các hiện tượng khác có liên quan trực tiếp đến từ trường của Quả Đất như từ tính của các đất đá, dòng điện telua (dòng điện trong Quả Đất), các hiện tượng cực quang, các dòng điện trong tầng điện ly.

Con người đã biết sự tồn tại của từ trường Quả Đất từ hơn 800 năm trước Công nguyên (có số liệu cho rằng người Trung Quốc đã biết sử dụng địa bàn khoảng 1100 năm trước Công nguyên, người Ả Rập 1200 năm, còn dân cư trên vùng Scadinavơ đến khoảng 1250 năm trước Công nguyên).

Bước quan trọng trong nghiên cứu trường Địa từ là trong năm 1600 đã xuất hiện quyển sách của U. Hilber với tên gọi “Nam châm-Các vật thể từ- Nam châm lớn - Quả Đất”.

Tiếp sau các nhà khoa học đã bắt đầu quan tâm nhiều đến từ trường của Quả Đất như Gauss từ năm 1839 đã cho ra

đòi công trình kinh điển về “Cường độ lực từ của Quả Đất và phép đo tuyệt đối”.

Hiện nay hầu như trong tất cả các nước, trường địa từ được các cơ quan nghiên cứu chuyên trách quan tâm và đảm nhiệm. Các nghiên cứu này liên kết các nhà khoa học không những trong mỗi một nước mà còn liên kết các nhà nghiên cứu trên nhiều nước có cùng một quan tâm.

Ngoài phần nghiên cứu trường địa từ nói chung, trong khoảng từ nửa cuối thế kỷ 20 lại đây người ta đã quan tâm đến lĩnh vực ứng dụng của môn Địa từ là sử dụng các số liệu địa từ cho việc tìm kiếm và thăm dò các mỏ có ích cũng như nghiên cứu môi trường. Từ đó đã hình thành một môn khoa học mới đó là môn Thăm dò từ.

Chính vì những lẽ đó mà giáo trình *Địa từ và Thăm dò từ* này bao gồm các vấn đề chính sau:

- Cơ sở toán lý của trường địa từ.
- Mô tả và biểu diễn giải tích trường từ của Quả Đất.
- Cấu tạo trường từ của Quả Đất.
- Các biến thiên của trường từ của Quả Đất.
- Từ tính của đất đá tạo nên dị thường từ của Quả Đất.
- Khảo cổ từ và cổ địa từ.
- Các phương pháp đo các thành phần của trường địa từ.
- Các phương pháp giải các bài toán thuận nghịch trong thăm dò từ, cũng như các phương pháp minh giải địa chất các số liệu dị thường từ.
- Sử dụng các số liệu đo từ trong nghiên cứu địa chất, tìm kiếm các khoáng sản và nghiên cứu môi trường.

Giáo trình được sử dụng cho các sinh viên chuyên ngành cũng như các học viên cao học địa vật lý của các trường đại

học, các kỹ sư địa vật lý cũng như các nhà khoa học quan tâm đến việc tìm hiểu trường địa từ và những ứng dụng thực tế của phương pháp thăm dò từ trong địa chất, địa chất công trình và nghiên cứu môi trường.

Những nhận xét đóng góp cho giáo trình xin gửi về cho tác giả theo địa chỉ GS.TS. Tôn Tích Ái, Khoa Vật lí, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội hoặc theo E-mail: *aitt@vnu.edu.vn*.

Tác giả xin chân thành cảm ơn mọi nhận xét góp ý của các độc giả.

GS.TS Tôn Tích Ái