MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU 7

DANH MỤC KÍ HIỆU 9

CHƯƠNG 1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA PHƯƠNG PHÁP 11

1.1. GIỚI THIỆU 11

1.1.1. Khái quát về ra đa xuyên đất 11

1.1.2. Lịch sử và sự phát triển 12

1.1.3. Ứng dụng 16

1.2. TRƯỜNG ĐIỆN TỪ 17

1.2.1. Phương trình sóng tổng quát 18

1.2.2. Phương trình sóng của chế độ sin xác lập 18

1.2.3. Sóng phẳng đều 22

1.3. SÓNG TRUYỀN TRONG MÔI TRƯỜNG KHÔNG TỔN HAO ($\sigma = 0$) 22

1.3.1. Sóng thuận và vận tốc truyền sóng thuận 24

1.3.2. Sóng nghịch và vận tốc truyền sóng nghịch 25

1.3.3. Hằng số pha và độ dài sóng 25

1.3.4. Sóng điện từ ngang 27

1.3.5. Sóng truyền trong chân không 28

1.3.6. Tính các số liệu của sóng trong môi trường không tổn hao theo các số liệu của sóng trong chân không 29

1.4. SÓNG TRUYỀN TRONG MÔI TRƯỜNG CÓ TỔN HAO ($\sigma \neq 0$) 29

1.4.1. Hiện tượng tắt dần của sóng điện từ 31

1.4.2. Hiện tượng chậm pha của H so với E 36

1.5. PHÂN LOẠI VẬT DẪN ĐIỆN VÀ VẬT CÁCH ĐIỆN: TÍNH GẦN ĐÚNG Γ VÀ H 38

1.5.1. Vật cách điện tốt ($\sigma/\omega\varepsilon << 1$) 39

1.5.2. Vật dẫn điện tốt ($\sigma/\omega\varepsilon >> 1$) 44

1.6. SÓNG TRUYỀN TRONG VẬT DẪN ĐIỆN TỐT: HIỆU ỨNG DA 47

1.7. SỰ PHẢN XẠ VÀ KHÚC XẠ CỦA SÓNG PHẲNG ĐỀU 55

1.8. SỰ PHÂN CỰC CỦA SÓNG ĐIỆN TỪ 55

1.8.1. Phân cực ellip 57

1.8.2. Phân cực tròn 58

1.8.3. Phân cực thẳng (tuyến tính) 58

1.9. TÍNH CHẤT ĐIỆN CỦA MÔI TRƯỜNG 58

1.9.1. Độ điện thẩm phức 67

1.9.2. Độ dẫn điện phức 68

1.9.3. Độ từ thẩm μ – các tham số từ tính của chất điện môi 68

1.10. CÁC TÍNH CHẤT CỦA MÔI TRƯỜNG – MỐI QUAN HỆ VỚI CÁC ĐẶC TRƯNG SÓNG ĐIỆN TỪ 69
1.11. CÁC TÍNH CHẤT CỦA MÔI TRƯỜNG THỰC – CÁC GIẢ ĐỊNH THỰC TẾ 73
1.12. TÍNH CHẤT ĐIỆN MÔI CỦA VẬT LIỆU NHÂN TẠO 74
1.13. TỔNG KẾT 74
CHƯƠNG 2 NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG – THU THẬP – XỬ LÝ SỐ LIỆU 75
2.1. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG 75
2.2. ANTEN 76
2.2.1. Giới thiệu 76
2.2.2. Anten cơ bản 78
2.2.3. Định hướng của anten 78
2.2.4. Anten có màn chắn 81
2.2.5. Sự phân cực của anten 82
2.2.6. Điều biến phân cực 83
2.2.7. Độ phân giải 84
2.2.8. Sự suy giảm tán xạ 87
2.3. THU THẬP TÍN HIỆU 88
2.3.1. Khoảng thời gian và độ rộng dải tần (dải thông) 88
2.3.2. Tần số trung tâm 89
2.3.3. Việc thu nhận tín hiệu GPR 90
2.3.4. Đặc trưng phản hồi (Characterizing system response) 90
2.4. CÁC KIỂU THIẾT BỊ THU THẬP DỮ LIỆU 91
2.4.1. Kiểu khoảng cách chung (Common Offset: CO) 91
2.4.2. Kiểu phản xạ và khúc xạ góc rộng (Wide Angle Refraction and Reflection: WARR) 92
2.4.3. Kiểu điểm sâu chung (Common Mid Point: CMP) 92
2.4.4. Kiểu chiếu sóng (Transillumination) 93
2.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VẬN TỐC TRUYỀN SÓNG 93
2.5.1. Định vị những vật thể đã biết độ sâu 93
2.5.2. Hyperbol tán xạ 94
2.5.3. Sử dụng vận tốc chuẩn 95
2.5.4. Sử dụng giản đồ CMP 95
2.5.5. Cách xác định vận tốc bằng phương pháp dịch chuyển Kirchhoff 97
2.5.6. Cách xác định vận tốc bằng phương pháp hiệu chỉnh động (Normal MoveOut: NMO) 116
2.6. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG 120
2.7. QUY TRÌNH XỬ LÝ VÀ MINH GIẢI TÀI LIỆU GPR 120
2.7.1. Vẽ hệ tọa độ, tổng hợp thông tin thực địa 121

2.7.2. Loại dữ liệu xấu, hiệu chỉnh thời gian 121
2.7.3. Phân tích vận tốc 122
2.7.4. Khuếch đại, lọc nhiễu 122
2.7.5. Minh giải 123
2.8. CÁC PHẦN MỀM XỬ LÝ VÀ MINH GIẢI SỐ LIỆU GPR 127
2.8.1. Phần mềm REFLEX 127
2.8.2. Phần mềm RADLAB 133
2.8.3. Phần mềm GPRTVN 141
2.9. MỘT SỐ QUY ĐỊNH CHUNG KHI SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP GPR ... 169
2.10. ĐO GPR 2D 170
2.10.1. Thiết bị Ramac (Thụy Điển) 170
2.10.2. Thiết bị Pulse EKKO Pro 171
2.10.3. Thiết bị Detector Duo 172
2.11. ĐO GPR THEO CÔNG NGHỆ 3D 173
2.11.1. Lựa chọn công nghệ 173
2.11.2. Quy trình khảo sát bằng công nghệ 3D 175
CHƯƠNG 3 CÁC THIẾT BỊ GEORADAR 176
3.1. THIẾT BỊ PULSE EKKO PRO (CANADA) 176
3.2. THIẾT BỊ RAMAC X3M (THỤY ĐIỂN) 178
3.2.1. Hệ thống chẩn đoán hình ảnh bê tông MALẢ CX 179
3.2.2. Malả Easy Locator 180
3.2.3. Hệ thống GPR chuyên dụng Malả ProEx 181
3.2.4. Hệ thống MIRA 182
3.3. THIẾT BỊ IDS (Ý) 183
3.3.1. Detector Duo 183
3.3.2. RIS MF Hi – Mod 185
3.3.3. RIS Hi–Pave 187
3.3.4. Thiết bị Stream X 188
3.3.5. Thiết bị STREAM EM 189
3.4. THIẾT BỊ GSSI (MỸ) 191
3.4.1. SIR–20 191
3.4.2. SIR–3000 192
3.4.3. SIR – 30 193
3.5. THIẾT BỊ ZOND-12E (LATVIA) 193
3.6. CÂU HỎI ÔN TẬP 194
CHƯƠNG 4 CÁC MÔ HÌNH VÀ ỨNG DỤNG GPR 195
4.1. MÔ HÌNH TOÁN HỌC 195
4.1.1. Phương pháp mô hình hóa GPR trong miền tần số – số sóng (F - K) .. 195