NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ DÒ TÌM CÔNG TRÌNH NGẦM BẰNG THIẾT BỊ RADAR XUYÊN ĐẤT RAMAC/X3M

TS. TRẦN VIẾT TUẤN
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Tóm tắt:

Nội dung của bài báo trình bày kết quả nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật nhằm nâng cao khả năng minh giải giản đồ sóng Radar để phát hiện công trình ngầm.. Những giải pháp kỹ thuật này cho phép nâng cao khả năng phát hiện và độ chính xác đo vẽ công trình ngầm đô thị bằng thiết bị Radar xuyên đất RAMAC/X3M.

1. Mở đầu

Trong kết quả nghiên cứu ứng dụng thiết bị Radar xuyên đất RAMAC/X3M để đo vẽ bản đồ công trình ngầm đô thị [2] chúng tôi đã trình bày về khả năng và độ chính xác đạt được của thiết bị RAMAC/X3M trong dò tìm và phát hiện công trình ngầm đô thị. Vấn đề quyết định trong công tác thành lập bản đồ công trình ngầm là phải xác định được vị trí mặt bằng và độ sâu của công trình ngầm ở thực địa để đánh dấu và đo nối với hệ thống lưới khống chế mặt bằng và độ cao của khu vực.

Khi sử dụng thiết bị Radar xuyên đất để dò tìm công trình ngầm cần phải di chuyển máy dò đi qua các vị trí cần dò tìm, hoặc di chuyển máy dò theo các tuyến đo đã được thiết kế để thu được tín hiệu phản xạ từ công trình ngầm hiển thị trên màn hình máy tính thành giản đồ sóng radar. Dựa vào đó để giải đoán phát hiện công trình ngầm. Tuy nhiên tín hiệu phản xạ và "hình ảnh" của công trình ngầm trên giản đồ sóng Radar phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: đặc điểm địa chất, độ dẫn điện, độ điện thẩm, độ từ thẩm của môi trường dò tìm, độ sâu của công trình ngầm, hiện tượng phản xạ và nhiễu sóng Radar do các sóng điện từ khác gây nên v.v. Từ kết quả đo đạc và khảo sát thực nghiệm trên một số công trình cho thấy: trong quá trình dò tìm công trình ngầm đô thị có nhiều trường hợp khó có thể phát hiện trực tiếp vị trí công trình ngầm. Vì vậy cần phải nghiên cứu và áp dụng các giải pháp kỹ thuật cần thiết để phát hiện vị trí mặt bằng và độ sâu của công trình ngầm đô thị khi dò tìm bằng thiết bị RAMAC/X3M

2. Cơ sở lý thuyết

Nguyên lý hoạt động của thiết bị Ramax/X3M cũng như các thiết bị radar xuyên đất (GPR) khác là: sóng điện từ ở dải tần số cao từ 1 ÷ 1000 MHz được phát vào lòng đất dưới dạng xung. Khi gặp vật thể bất đồng nhất (công trình ngầm - CTN) chúng phản xạ trở lại mặt đất. Tại đây anten thu ghi lại xung phản xạ và truyền về máy tính đã được cài đặt phần mềm Groundvision tạo thành giản đồ sóng. Dựa vào đó phát hiện được công trình ngầm. Trong quá trình dò tìm công trình ngầm, di chuyển máy dò trên mặt đất, quan sát giản đồ sóng, phát hiện thấy tín hiệu hình ảnh CTN thì dừng lại để đánh dấu trên mặt đất vị trí mặt bằng CTN và đọc số trên thang "Depth" để được độ sâu CTN. Tuy nhiên để có được giản đồ sóng cho phép phát hiện được CTN, cần có các

Người phản biện: PGS. TS. Phan Văn Hiến

giải pháp thích hợp. Đó chính là một số giải pháp nâng cao hiệu quả dò tìm CTN được trình bày sau đây

2.1. Cài đặt các tham số của các bộ lọc số liệu

Trước mỗi phép đo cần phải lựa chọn các tham số phù hợp với các bộ lọc số liệu. Sự phù hợp của các tham số lựa chọn sẽ quyết định về chất lượng hình ảnh công trình ngầm và độ sâu dò tìm. Các tham số thu thập số liệu trong phần mềm Groundvision cần điều chỉnh như sau:

- Sampling Frequency (tần số lấy mẫu): Giá trị này cần chọn xấp xỉ bằng 10 lần tần số anten sử dụng. Trong trường hợp cụ thể căn cứ vào đặc điểm địa chất của khu vực cần điều chỉnh giá trị này để có hình ảnh rõ nét nhất vì độ phân giải hình ảnh công trình ngầm tỷ lệ nghịch với tần số lấy mẫu.

- Number of samples (số mẫu): Giá trị này nên chọn từ 128 - 2048. Theo khuyến cáo của nhà sản xuất [1], khi bắt đầu đo nên chọn từ giá trị 500.

- Time Window - (cửa sổ thời gian): Tham số này được xác định theo công thức

$$t = (1.3 \times 2\, h_{max})/V$$

Với V là vận tốc truyền sóng Radar trong môi trường dò tìm (m/s). Giá trị V trong một số môi trường thông dụng có thể tham khảo trong [1]. Tham số "Time Window" có ảnh hưởng đến độ sâu dò tìm công trình ngầm. Dựa vào độ sâu h dự đoán cần tính giá trị của tham số này trong máy thì mới có thể phát hiện được công trình ngầm ở độ sâu dự kiến.

- Ngoài ra còn có tham số "Trig interval (bước đo của Trig) và number of stacks (số lần thu thập một đường ghi số liệu tại một vị trí) các tham số này có ảnh hưởng đến độ chính xác xác định độ sâu và độ nét của hình ảnh công trình ngầm.

Như vậy để có thể phát hiện và đo vẽ được công trình ngầm ở độ sâu dự kiến cần phải tính toán và lựa chọn các tham số cài đặt cho các bộ lọc số liệu phù hợp. Theo kết quả khảo sát của chúng tôi nên xây dựng mô hình chuẩn tại khu vực cần dò tìm đo vẽ công trình ngầm hoặc có thể tiến hành đo thử nghiệm đối với một số công trình ngầm đã biết trong khu vực để xác định các tham số cài đặt phù hợp theo phương pháp nhích dần.

2.2. Lựa chọn các bộ lọc số liệu dò tìm trong máy RAMAC/X3

Trong thiết bị RAMAC/X3M có các bộ lọc số liệu sau:

- Bộ lọc nhiễu không đổi (DC-Filter): Bộ lọc này để lạo thành phần nhiễu DC ra khỏi số liệu và luôn phải chọn đầu tiên trong danh sách các bộ lọc.

- Bộ lọc khuyếch đại tín hiệu theo thời gian (Time Gain Filter) đây là bộ lọc khuyếch đại tín hiệu biến đổi theo thời gian để bù lại sự mất mát tín hiệu do lan truyền trong môi trường. Biểu thức toán học của bộ lọc này được xác định theo công thức:

$$G(t) = A(t - t_0) + e^{B(t-t_0)} \qquad (1)$$

Trong đó: G(t): giá trị khuyếch đại tín hiệu tại thời điểm t;

A, B là các hệ số; t là thời điểm ghi mẫu; t_0 là thời điểm bắt đầu khuyếch đại.

- Bộ lọc trung bình trượt 2D (Running Average Filter): có tác dụng làm trơn mịn giản đồ sóng radar

- Bộ lọc trung bình trừ trượt 1D (Subtrac Mean Trece Filter):

- Bộ lọc thông dải (Band pass Filter): dùng để loại bỏ các tần số nhiễu ra khỏi đường ghi số liệu.

- Bộ lọc phông nhiễu (Background removal filter): đây là bộ lọc thông tần cao không gian dùng để loại các phản xạ nằm ngang trên giản đồ sóng radar.

Trong máy RAMAC/X3M và phần mềm Ground vision có tất cả là 6 bộ lọc số liệu. Sử dụng bộ lọc nào và thứ tự sử dụng các bộ lọc sẽ có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng hình ảnh công trình ngầm trên giản đồ sóng radar.

2.3. Lựa chọn các thang màu hiển thị phù hợp.

Trong Ground vision có bảng lựa chọn mầu để hiển thị hình ảnh của giản đồ sóng radar được rõ ràng nhất. Người sử dụng có thể lựa chọn, xây dựng một tổ hợp pha trộn giữa các mầu cơ bản với nhau để có được hình ảnh trực quan trên giản đồ sóng radar theo ý muốn.

3. Kết quả nghiên cứu

Trong quá trình thực hiện đề tài NCKH cấp thành phố [3] và trong một số khảo sát đo đạc thực nghiệm tại một số khu vực các tỉnh phía Nam, chúng tôi đã nghiên cứu và khảo sát một số giải pháp công nghệ nhằm nâng cao kết quả dò tìm công trình ngầm đô thị tại những khu vực có đặc điểm địa chất và môi trường khác nhau và sau đây là một số kết quả nghiên cứu khảo sát.

3.1. Ảnh hưởng của các tham số cài đặt trong các bộ lọc số liệu đến kết quả dò tìm phát hiện công trình ngầm

Khi tiến hành đo vẽ công trình ngầm tại khu vực gồm 23 phố cổ Hà Nội sau một số lần đo thử nghiệm, chúng tôi đã sử dụng ăngten có tần số 500 MHz với các tham số của bộ lọc như sau:

+ Sampling Frequency: 6586 MHz;

+ Time Window: 52 ns

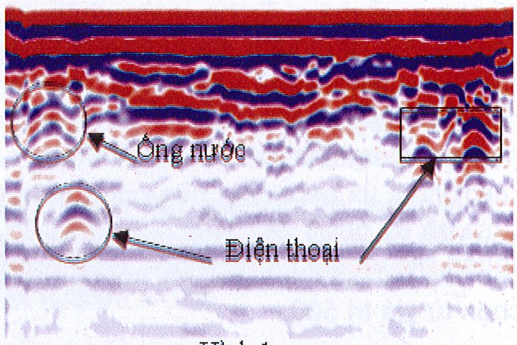
+ Number of Samples = 344;

+ Seach for TimeZero = 65098.

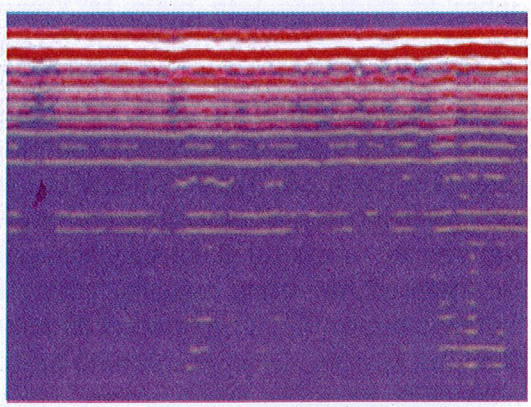
Kết quả đo tại khu vực quanh Hồ Hoàn Kiếm cho thấy các công trình ngầm như đường ống điện thoại, ống thoát nước, ống kim loại, ống nhựa PVC hay đường dây cáp quang ở độ sâu <3.5m có hình ảnh rất rõ trên giản đồ sóng như (hình 1). Cũng với các tham số của các bộ lọc số liệu đã cài đặt như trên khi tiến hành đo thử nghiệm tại một số khu vực vùng đồng bằng Bắc bộ cho kết quả giản đồ sóng radar như (hình 2).

Kết quả đo thực nghiệm này cho thấy: việc lựa chọn và xác định các tham số cho các bộ lọc số liệu đối với mỗi môi trường đo đạc có ảnh hưởng đến khả năng phát hiện công trình của thiết bị RAMAC/X3M.

3.2. Lựa chọn bộ lọc số liệu cho thiết bị dò công trình ngầm



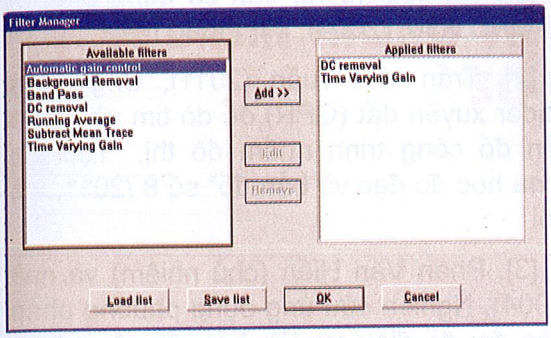
Hình 1



Hình 2

Trong thiết bị RAMAC/X3M có 6 bộ lọc số liệu. Ta có thể lựa chọn bộ lọc và thứ tự sắp xếp các bộ lọc bằng cách: Chọn trình đơn Radargram -> Filter hay kích chuột phải trên giản đồ sóng để mở cửa sổ Filter Manager:bên trái là các danh sách các bộ

lọc có sẵn và bên phải là các bộ lọc được chọn (hình 3)



Hình 3

Như vậy sẽ có rất nhiều phương án chọn bộ lọc và thứ tự sắp xếp các bộ lọc. Để xác định được số bộ lọc cần thiết và trình tự sử dụng các bộ lọc đó, theo chúng tôi cần phải xây dựng mô hình chuẩn để xác định số bộ lọc cần thiết trên cơ sở đo thử nghiệm trên mô hình và chính xác dần kết quả đo thử nghiệm. Trên (hình 4) và (hình 5) chúng tôi trình bày giản đồ sóng radar dò công trình ngầm khi thay đổi bộ lọc

Theo kết quả đo thực nghiệm tại khu vực Hà Nội cho thấy: nên chọn các bộ lọc số liệu như sau:

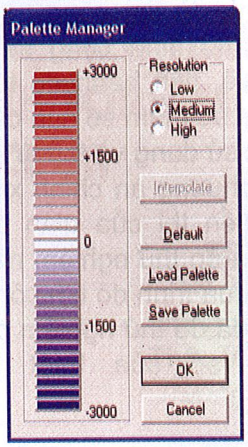
+ DC - Filter

+ Subtract Mean Trace

+ Band Pass

+ Time Vaying Gain

+ Running Average



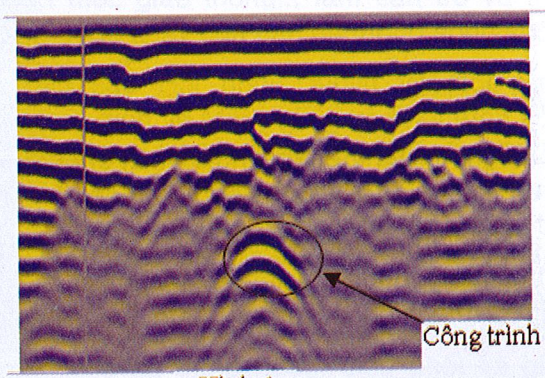
Hình 6

3.3. Sử dụng bảng mầu

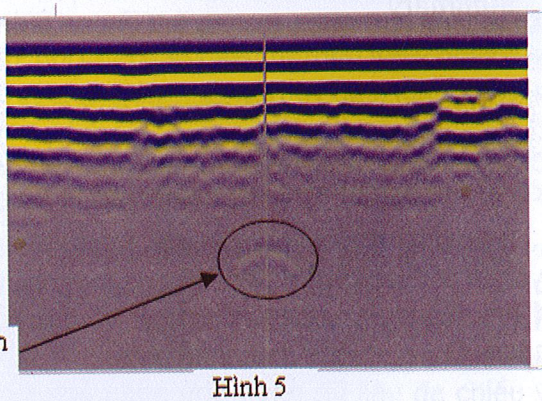
Để lựa chọn mầu cần phải chọn trình đơn Radagram -> Palette hay kích chuột phải trên giản đồ sóng để mở cửa sổ Palette Manager. Mỗi bảng mầu có 30 mầu và 3 mức độ phân giải. Ta có thể sử dụng kết quả đo thử nghiệm trên mô hình để lựa chọn sự kết hợp giữa các mầu (hình 6) sao cho phù hợp để hình ảnh của công trình ngầm trên giản đồ sóng radar hiện lên rõ rệt nhất.

4. Kết luận

- Từ những kết quả nghiên cứu và đo đạc thử nghiệm thấy, để sử dụng thiết bị Radar xuyên đất RAMAC/X3M có hiệu quả trong việc dò tìm, phát hiện và đo vẽ bản đồ công trình ngầm đô thị cần phải lựa chọn và cài đặt các tham số của các bộ lọc số liệu cho phù hợp với đặc điểm địa chất và thuỷ văn của khu vực dò tìm.



Hình 4



Hình 5

- Trước khi tiến hành dò tìm công trình ngầm, cần xây dựng mô hình công trình ngầm tại khu vực đo vẽ, tiến hành đo thử nghiệm nhằm xác định các tham số của các bộ lọc số liệu, số bộ lọc sử dụng và thứ tự sử dụng các bộ lọc theo phương án chính xác dần. Lựa chọn mầu hiển thị của giản đồ sóng radar. Các kết quả đo thử nghiệm này sẽ được sử dụng trong quá trình dò tìm công trình ngầm tại khu vực đã đo thử nghiệm để xác định các tham số của thiết bị RAMAC/X3M.❍

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tài liệu hướng dẫn sử dụng thiết bị RAMAC X3M (2004), kèm theo máy

[2]. Trần Viết Tuấn (2011), Ứng dụng Radar xuyên đất (GPR) để dò tìm và đo vẽ bản đồ công trình ngầm đô thị, "Tạp chí khoa học đo đạc và bản đồ" số 8 /2011, Hà Nội

[3]. Phan Văn Hiến (chủ nhiệm) và nnk (2004), Nghiên cứu ứng dụng phương pháp hiện đại để điều tra lập bản đồ công trình ngầm một khu vực của thành phố Hà Nội, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Thành phố mã số TC-ĐT/08-02-02, Hà Nội.❍

Summary

RESEACH SOME SOLUTIONS TO IMPROVE SEARCH RESULTS BY RAMAX/X3M RADAR

Dr. Tran Viet Tuan

University of Mining and Geology

The contents of the report will present findings apply some technical solutions to enhance detection capabilities interpretation detect underground radar on the schema. The technical solution which allows to improve the precision, detection and mapping of underground urban by ramac/x3m radar.❍

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN HỆ ĐỘ CAO...

(Tiếp theo trang 7)

[7]. Hà Minh Hòa (2012). Xây dựng Hệ độ cao dựa trên mặt Geoid gắn kết với việc xây dựng Hệ tọa độ động lực quốc gia. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ số 12, tháng 06/2012, trg. 1-9.❍

Summary

Assoc. Prof. Dr. Sc. Ha Minh Hoa

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

Research of a selection of a based on Geoid height system for solving of task of perfection of the height system connected to building of high accurasy Quasigeoid model

This scientific article creates foundation of a building of a local Geoid - based height system at the Hon Dau tide gauge for solving of the many modern science - technical tasks of the Geodesy, especially task of the building of the high accurasy state Quasigeoid model.❍