

# KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC MÁY DÒ CÔNG TRÌNH NGẦM THEO PHƯƠNG PHÁP CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

NGUYỄN VIỆT HÀ  
Đại học Mở - Địa chất

## Tóm tắt:

Bản đồ công trình ngầm là tài liệu cơ sở để quản lý, sử dụng, cải tạo sửa chữa các công trình ngầm hiện có và cũng là tài liệu hết sức quan trọng, không thể thiếu cho việc thiết kế, xây dựng các công trình ở trên cũng như ở dưới mặt đất. Trên thế giới hiện nay có nhiều loại máy dò theo nguyên tắc Rada xuyên đất hoặc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ. Trong nước hiện nay các máy dò công trình chủ yếu hoạt động theo nguyên tắc cảm ứng điện từ như máy dò IT4, máy dò công trình ngầm U-SCAN/SCANMITTER. Bởi vậy mục đích đặt ra của bài báo là khảo sát độ chính xác máy dò công trình ngầm theo phương pháp cảm ứng điện từ.

## 1. Cơ sở lý thuyết của máy dò công trình ngầm hoạt động theo nguyên tắc cảm ứng điện từ

Dựa trên nguyên tắc cảm ứng điện từ, máy dò công trình ngầm được chế tạo gồm ba bộ phận chủ yếu: bộ phận phát sóng, bộ phận thu (ăng ten) và bộ phận chỉ báo.

Bộ phận phát được nối với công trình ngầm có tính dẫn điện, xung quanh công trình ngầm sẽ xuất hiện từ trường thay đổi với tần số của máy phát. Từ trường này sẽ cảm ứng một dây dẫn kín được đưa vào trường đó và tạo thành dòng điện thay đổi có cùng tần số với máy phát [1,2].

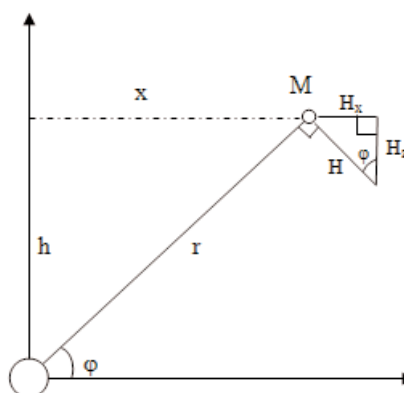
Vì cường độ của từ trường thay đổi trong mặt phẳng vuông góc với trục của công trình ngầm nên nếu di chuyển ăng ten của máy thu trong mặt phẳng đó thì dựa vào sự thay đổi của dòng điện cảm ứng (tín hiệu âm thanh) sẽ xác định vị trí của công trình ngầm.

Theo định luật Bio - Savart - Laplace cường độ từ trường trên một dây dẫn tròn, thẳng đặt trong một môi trường đồng nhất, không dẫn điện được biểu diễn bằng công thức [1,2]:

$$H = \frac{2I}{r} \quad (1.1)$$

Trong đó: H - véc tơ cường độ từ trường;  
I - cường độ dòng điện trong dây dẫn (công trình ngầm);  
r - bán kính véc tơ.

Trong trường hợp này r là khoảng cách từ trục công trình ngầm đến điểm dò tìm trên mặt đất, trong mặt phẳng vuông góc với trục công trình ngầm như (hình 1).



Hình 1: Các thành phần véc tơ của cường độ từ trường H

Ngày nhận bài: 11/3/2016

Ngày chấp nhận đăng: 18/3/2016

Chọn một hệ tọa độ phẳng OXZ nằm vuông góc với hướng trục công trình ngầm có gốc tọa độ O nằm trùng với trục của công trình ngầm, trục OZ hướng lên trên theo phương dây dọi, trục OX nằm ngang trong mặt phẳng vuông góc với trục công trình ngầm. Khi đó tại một điểm M trên mặt đất, các thành phần  $H_z$  và  $H_x$  của véc tơ cường độ từ trường H sẽ là:

$$H_z = H \cos \varphi \quad (1.2)$$

$$H_x = H \sin \varphi \quad (1.3)$$

$\varphi$  - là góc nghiêng của OM so với mặt phẳng nằm ngang

vì  $\cos \varphi = \frac{x}{r}$  và  $\sin \varphi = \frac{h}{r}$  nên

$$H_z = \frac{2Ix}{r^2} \quad (1.4)$$

$$H_x = \frac{2Ih}{r^2} \quad (1.5)$$

thay  $r^2 = h^2 + x^2$  ta có:

$$H_z = \frac{2Ix}{h^2 + x^2} \quad (1.6)$$

$$H_x = \frac{2Ih}{h^2 + x^2} \quad (1.7)$$

Từ công thức (1.6) cho thấy khi  $x = 0$  thì  $H_z = \min = 0$ , tức là tại vị trí mặt bằng công trình thì  $H_z = 0$ . Tiếp tục khảo sát cho thấy  $H_z = \max$  khi góc  $\varphi = 45^\circ$ , tại vị trí đó thì  $x = \pm h$  và giá trị cực đại  $H_z = \frac{I}{h}$ .

Dựa vào các giá trị  $H_z \max$  và  $H_z \min$ , ta có thể xác định được vị trí mặt bằng và độ sâu của công trình ngầm. Tiếp tục khảo sát giá trị  $H_x$  cho thấy khi  $x = 0$  thì  $H_x$  đạt giá trị cực đại và  $H_x = \frac{2I}{h}$ .

Như vậy có thể điều chỉnh ăng ten của máy thu để nhận được dòng cảm ứng sinh ra chỉ do  $H_x$  hay  $H_z$  của cường độ từ trường.

**2. Một số máy dò công trình ngầm hoạt động theo nguyên lý cảm ứng điện từ**

### 2.1. Máy dò công trình ngầm IT-4

Máy dò IT-4 (H-04): Bộ phận máy phát xung tần số được nối liền với công trình ngầm (vật dẫn điện bị vùi lấp dưới đất) và bộ phận máy thu, thu tín hiệu thứ cấp theo nguyên lý cảm ứng qua loa điện động, phân biệt cường độ tín hiệu bằng âm thanh. Sử dụng nguyên lý ghi âm thanh này chỉ có thể phân biệt được tín hiệu hữu ích có cường độ lớn hơn nhiều lần phong nhiễu từ các vật thể khác ở trên và dưới mặt đất, như vậy chỉ có thể phát hiện các đối tượng khảo sát là vật thể đơn, không nằm gần các vật thể nhiễu từ khác.

Máy IT-4 có những đặc tính kỹ thuật sau:

- + Điện áp của máy phát:  $18 \pm 2v$  (pin);
- + Tần số máy: 900-1100 Hz;
- + Điện áp của máy thu:  $4,5 \pm 0,5v$  (pin);
- + Dòng cung cấp cho máy phát:  $\approx 300$  mA (12 pin đại dùng trong 8 giờ);
- + Dòng cung cấp cho máy thu:  $\approx 10$  mA (4 pin tiểu dùng trong 24 giờ); Ăng ten đặt ở vị trí  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ .

Theo lý lịch, máy dò IT-4 chế tạo để xác định vị trí trên thực địa của các công trình đường ống kim loại và đường cáp tải điện ngầm dưới đất ở độ sâu không quá 10m và trên khoảng cách không quá 1km từ vị trí đặt máy phát.

Có hai chế độ hoạt động:

- + Chế độ thụ động: Để xác định vị trí của cáp tải điện đang hoạt động;
- + Chế độ chủ động: Để xác định vị trí của đường ống và đường dây cáp không tải điện bằng cách sử dụng từ trường tạo ra bằng máy phát có dây nối với công trình cần tìm kiếm. Máy IT-4 không có khả năng tìm kiếm các loại công trình phi kim loại, kể cả đường ống gang.

### 2.2. Máy dò công trình ngầm U-Scan/Scansmitter

Máy dò U-scan & Scansmitter, tuy cũng dựa trên nguyên lý cấu tạo như máy dò IT-4, nhưng có khả năng ứng dụng tốt hơn[2].

Máy có 3 chế độ đo:

+ Chế độ P (Power mode): phát hiện và xác định vị trí đường dây điện ở tần số 50-60 Hz đang có dòng điện chạy qua.

+ Chế độ R (Radio mode): phát hiện và xác định vị trí đường ống kim loại, dây cáp điện, dây điện thoại và các vật dẫn kim loại khác (không tải điện) ở các khu vực có trạm phát sóng radio mạnh. Sóng radio điện cao thế gây ra dòng điện mặt đất có xu hướng chạy theo tuyến có điện trở nhỏ hơn đất (chính là các đường ống và cáp kim loại dưới mặt đất đang cần tìm). Từ trường của dòng điện này có thể phát hiện được bằng U-scan làm việc ở mode radio. Trong trường hợp này chế độ làm việc giống như ở power mode nhưng tín hiệu yếu hơn.

+ Chế độ S (Scansmitter): Scansmitter phát xung điện rời rạc dạng đóng ngắt khoảng 7 lần trong 1 giây truyền tín hiệu vào vật dẫn điện qua ăngten vòng. Scansmitter có thể nối dây tiếp xúc với công trình ngầm hoặc không (dùng điện cảm ứng). Các xung điện phát ra tạo thành trường cảm ứng ở công trình ngầm và được phát hiện bằng U-scan. Chế độ đo S cho phép tìm kiếm các đường ống và cáp kim loại khi không có điều kiện phát hiện bằng power mode và radio mode.

### 3. Thực nghiệm dò công trình ngầm

Để đánh giá độ chính xác của việc dò công trình ngầm bằng máy dò theo nguyên lý cảm ứng điện từ, tác giả đã tiến hành sử dụng máy IT-4 để tiến hành dò công trình ngầm tại khu A trường Đại học Mở Địa chất. Các đối tượng công trình ngầm trong khu vực chủ yếu là các đường ống cấp nước bằng kim loại. Vị trí được chọn để đánh giá độ chính xác của máy dò là những nơi có thể xác định được chính xác vị trí và độ sâu đường ống như vị trí đồng hồ nước, gần các

hố ga hoặc vị trí có thể đo trực tiếp đường ống. Sau khi đo đạc thực nghiệm và tham khảo một số tài liệu [1,2,3], tác giả có một số nhận xét như sau:

+ Những nguồn sai số chủ yếu là khả năng phân giải của máy dò, sai số do đặt ăng ten của máy thu không đúng vào vị trí mong muốn, sai số do ảnh hưởng của nhiễu.

+ Khả năng phân giải của máy được biểu thị bằng độ nhạy của máy. Khả năng phân giải phụ thuộc chủ yếu vào các thông số kĩ thuật của máy và độ sâu của công trình ngầm. Mặt khác độ nhạy âm thanh của người quan sát cũng ảnh hưởng tới độ chính xác của công trình ngầm. Đối với máy dò công trình ngầm IT-4, khả năng phân giải đạt độ chính xác 5cm về vị trí mặt bằng và 10cm về vị trí độ sâu.

+ Đối với ăng ten của máy thu khi đặt trực của ăng ten vào vị trí cho trước thường được ước lượng bằng mắt. Nếu sai số này khoảng  $1^\circ$  và độ sâu của công trình ngầm khoảng 3 mét thì sẽ có sai số xác định vị trí mặt bằng  $m_x = 5\text{cm}$  và sai số xác định độ sâu  $m_h = 10\text{cm}$ .

+ Nhiễu do các dòng điện bên ngoài gây nên làm khó khăn cho việc thu nhận tín hiệu, khó phân biệt cực trị, giảm độ xa truyền tín hiệu và khả năng phân giải của máy.

+ Khi ở gần công trình ngầm đang dò có các điện ngầm hoặc công trình ngầm khác có tính chất dẫn điện thì sẽ tạo thành từ trường tổng hợp. Trong trường hợp này véc tơ từ trường không tạo thành dạng hình tròn nữa mà có dạng elip, bán trục của nó sẽ nghiêng so với mặt đất một góc nào đó phụ thuộc vào vị trí tương hỗ của các công trình ngầm. Vì thế khi dùng chế độ cực tiểu và cực đại để xác định vị trí và độ sâu của công trình ngầm, sẽ không nhận được vị trí và độ sâu đúng của nó.

Theo lí thuyết và thực nghiệm cho thấy

độ chính xác của phương pháp phụ thuộc vào độ sâu của công trình ngầm. Trong vùng nhận được tín hiệu rõ ràng, sai số được tính theo công thức:

$$m_x \text{ (cm)} = 7,5h \text{ (m)} \quad (1.8)$$

$$m_h \text{ (cm)} = 13h \text{ (m)} \quad (1.9)$$

#### 4. Kết luận

Các máy dò công trình ngầm hoạt động theo nguyên tắc cảm ứng điện từ đảm bảo độ chính xác khi dò công trình ngầm bằng vật liệu dẫn điện.

Để khắc phục ảnh hưởng của các nguồn sai số và nâng cao độ chính xác đo công trình ngầm, người ta dùng máy dò nhiều tần số.

Có thể kết hợp máy dò công trình ngầm hoạt động theo nguyên tắc cảm ứng điện từ và máy dò công trình ngầm theo nguyên tắc khác để nâng cao độ chính xác và hiệu quả của việc dò tìm công trình ngầm.○

#### Tài liệu tham khảo

[1]. Phan Văn Hiến, Ngô Văn Hợi, Trần Khánh, Nguyễn Quang Phúc, Nguyễn Quang Thắng, Phan Hồng Tiến, Trần Việt Tuấn (1999), Trắc địa công trình, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải.

[2]. Nguyễn Việt Hà (1998), Công nghệ đo vẽ công trình ngầm Thành phố - Chuyên đề: Phương pháp đo đạc ngoài thực địa và xử lý số liệu đo. Đồ án tốt nghiệp ĐH Mở - Địa chất.

[3]. Phan Văn Hiến, Đoàn Xuân Đài và nhóm tác giả (1986-1990), Quy trình công nghệ trắc địa trong đo vẽ công trình ngầm, trong thi công, trong quan trắc chuyển dịch biến dạng các công trình quan trọng và khả năng bảo đảm trắc địa, bản đồ trên khu vực xây dựng, điều tra khai thác tài nguyên khoáng sản. Đề tài NCKH cấp Nhà nước, mã số 46A-05-01.○

---

#### ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM.....

(Tiếp theo trang 45)

##### Summary

**Applications of remote sensing technology to establish land cover following the classification guidance of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for monitoring the natural resources and climate change.**

*Dr. Tran Tuan Ngoc, Eng. Vu Thi Tuyet, MSc. Nguyen Thanh Nga, National Remote Sensing Department*

*MSc. Nong Thi Oanh, University of Mining and Geology*

Land cover plays an important role in the monitoring of environmental resources and climate change, the changes of the objects on the Earth's surface have a close relationship with the changes in the environment and climate. Therefore, land-cover change analysis is one of the typical applications of remote sensing technology in monitoring natural resources, nature and climate change. Accurate and timely analysis of changes on the earth's surface plays an important role in understanding the relationship and interaction between man and nature, servicing the management of different levels and departments. With its competitive advantages, remote sensing technology facilitates monitoring and rapid assessment of land cover change on a large scale that traditional methods hardly achieve. In this article, we want to introduce a method of land cover mapping using remote sensing technology, complying with the classification guidance of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), aiming to build a database to assist in natural resources and climate change monitoring.○