

BÙ TRƯỜNG TỪ TRONG CÔNG TÁC KHẢO SÁT TỪ HÀNG KHÔNG

KIỀU TRUNG THỦY, VŨ TUẤN HÙNG,
NGUYỄN TUẤN NĂM, TRƯƠNG CÔNG ANH

Liên đoàn Vật lý Địa chất, Km 9, Thanh Xuân, Hà Nội

Tóm tắt: *Bù trường từ là yêu cầu kỹ thuật cần thiết trong khảo sát từ hàng không. Các công ty bay đo địa vật lý trên thế giới rất chú trọng nghiên cứu chế tạo thiết bị, phương pháp kỹ thuật bay đo để nhằm hạn chế tối đa sự ảnh hưởng trường từ thứ cấp của máy bay lên kết quả đo. Độ nhạy của các thiết bị đo từ hàng không hiện nay thường nhỏ hơn 0,01 nT nên đòi hỏi công nghệ bù trường từ phải có sự phát triển tương ứng. Sự phát triển của công nghệ GPS đã giúp cho phương pháp bù trường từ có thêm sự hỗ trợ tích cực. Các thiết bị đo ghi, thiết bị bù trường từ, thiết bị GPS và phương pháp kỹ thuật thực hiện đang được sử dụng rộng rãi hiện nay đã làm giảm đáng kể ảnh hưởng trường từ thứ cấp của máy bay, nên kết quả đo có thể nhỏ hơn 1 nT. Điều này có ý nghĩa rất lớn đối với công tác khảo sát từ hàng không độ chính xác cao đang được áp dụng rộng rãi trong việc tìm kiếm khoáng sản từ tính yếu, tìm kiếm dầu khí... Ở Việt Nam, bù trường từ trong công tác khảo sát từ hàng không đã được áp dụng từ lâu, đem lại chất lượng cho tài liệu từ hàng không và hiệu quả địa chất của phương pháp.*

MỞ ĐẦU

Trong khảo sát từ hàng không, việc loại bỏ (bù) trường từ thứ cấp của máy bay lên kết quả đo là một yếu tố rất quan trọng. Khi bay đo từ hàng không, giá trị trường từ đo được là tổng giá trị trường từ của Trái đất và giá trị trường từ thứ cấp của máy bay gây nên. Giá trị trường từ thứ cấp gồm giá trị trường từ sinh ra từ các vật liệu có từ tính cấu tạo thành máy bay; giá trị trường từ cảm ứng do các vật liệu có từ tính sinh ra do cảm ứng với trường từ của Trái đất; trường từ sinh ra do hoạt động của các thiết bị điện tử, dây dẫn và các cáp tín hiệu trên máy bay. Ngoài ra trường từ thứ cấp còn phụ thuộc vào đặc điểm trường từ Trái đất tại không gian xung quanh vị trí của máy bay.

Giá trị trường từ của các vật liệu từ tính cấu tạo nên máy bay ít thay đổi, trừ khi có sự thay đổi, sửa chữa lớn. Giá trị trường từ sinh ra từ cảm ứng với trường từ Trái đất thay đổi về độ lớn và hướng, phụ thuộc vào vị trí tương đối của máy bay so với trường từ của Trái đất và sự thay đổi tốc độ của máy bay. Giá trị trường từ thứ cấp có cường độ lớn có thể lên tới vài chục nT gây nên ảnh hưởng đáng kể với các đầu thu từ proton độ nhạy 1 nT hoặc các loại đầu thu có độ nhạy nhỏ hơn 0,01 nT hiện đang sử dụng.

I. NGUYÊN TẮC BÙ TRƯỜNG TỪ TRONG CÔNG TÁC KHẢO SÁT TỪ HÀNG KHÔNG

Việc bù trường từ trong khảo sát từ hàng không được tiến hành theo các nguyên tắc sau đây:

1/ Đặt đầu thu trường từ càng xa thân máy bay càng giảm ảnh hưởng trường từ của các vật liệu có từ tính cấu tạo nên máy bay, bằng cách thả đầu thu từ bằng cáp chịu lực kéo theo máy bay khi bay khảo sát hoặc gắn cố định trên giá đỡ kéo dài về đầu hoặc đuôi hoặc đầu cánh máy bay.

2/ Lắp đặt các bộ bù trường từ để tạo các trường từ có hướng ngược (khử bớt) trường từ phụ của các vật liệu từ tính cấu tạo nên máy bay.

3/ Thực hiện các biện pháp kỹ thuật bay đo đặc biệt để ghi lại các yếu tố ảnh hưởng theo định hướng 3 chiều tương đối của máy bay và tiến hành hiệu chỉnh khi xử lý tài liệu đo từ hàng không.

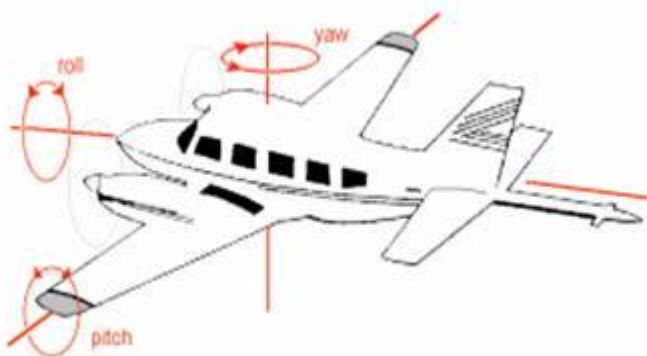
II. CÁC PHƯƠNG PHÁP BÙ TRƯỜNG TỪ HIỆN NAY TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

1. Bù trường từ trong công tác khảo sát từ hàng không trên thế giới

Hiện nay, có 2 phương pháp bù trường từ trong công tác khảo sát từ hàng không:

a/ Sử dụng bộ bù trường từ theo 3 thành phần X,Y, Z, còn gọi là phương pháp bù trực tiếp.

b/ Bù trường từ dựa vào sự thay đổi trạng thái không gian của máy bay trong môi trường trường từ thay đổi.



Hình 1. Sự thay đổi trạng thái vị trí không gian của máy bay theo 3 trục: Yaw (phương vị nằm ngang), Roll (độ nghiêng cánh máy bay) và Pitch (phương thẳng đứng) làm cho trường từ thứ cấp của máy bay thay đổi.

Năm 1961, Paul Leliak [7] đã đề ra thuật toán loại bỏ ảnh hưởng của trường từ thứ cấp của một chiếc máy bay lên kết quả khảo sát từ hàng không. Các cơ sở của kỹ thuật này là một hệ thống phương trình tuyến tính xác định trường từ thứ cấp của máy bay, dựa trên trạng thái không gian của máy bay trong trường địa từ. Công nghệ GPS phát triển càng tạo điều kiện để thực hiện việc bù trường từ theo phương pháp này. Người ta sử dụng tối thiểu 3 đầu thu GPS trên máy bay theo 3 chiều X,Y,Z để xác định vị trí trạng thái của máy bay trong không gian trường địa từ. Phương pháp này đã được nhiều công ty địa vật lý hàng không trên thế giới áp dụng.

Kỹ thuật bay bù trường từ được thực hiện theo trình tự:

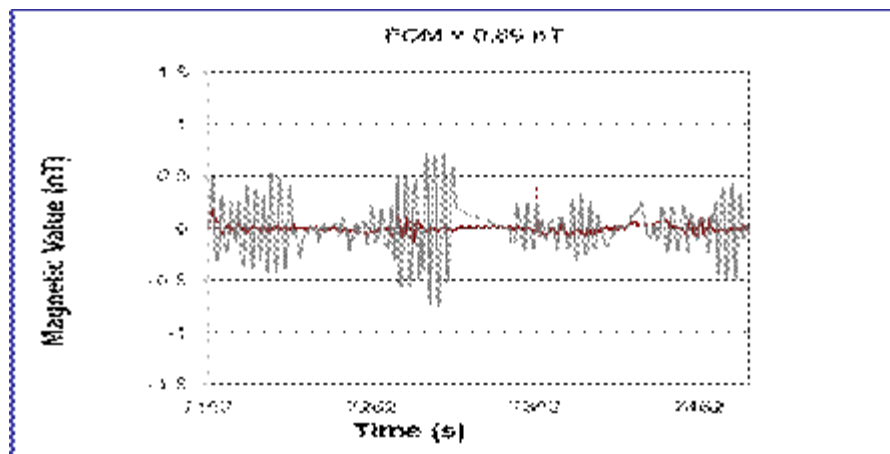


Hình 2. Sử dụng 3 đầu thu GPS để xác định vị trí không gian của máy bay phục vụ bù trường từ. ([MagCompwGPS.pdf](#), SEG)

Trong khu vực gần vùng bay khảo sát, chọn vùng có trường từ bình ổn, giá trị trường từ thay đổi không đáng kể theo trục X,Y, xác định điểm trung tâm để tiến hành bay qua đó với sự thay đổi các trạng thái không gian của máy bay. Thay đổi $\pm 5^\circ$ theo phương vị nằm ngang (yaw), $\pm 5^\circ$ theo phương thẳng đứng (pitch) và $\pm 10^\circ$ theo độ nghiêng của cánh máy bay (roll) ở độ cao từ 3000 đến 4000 m. Tự động ghi giá trị trường từ khi thay đổi các trạng thái của máy bay. Giá trị này tự động tham gia vào việc bù trường từ lên kết quả đo đạc trong quá trình bay khảo sát.

Sau khi thực hiện công tác bay bù trường từ nêu trên, bắt buộc tiến hành các phép bay thử để kiểm tra sự ảnh hưởng của trường từ thứ cấp từ máy bay lên kết quả đo.

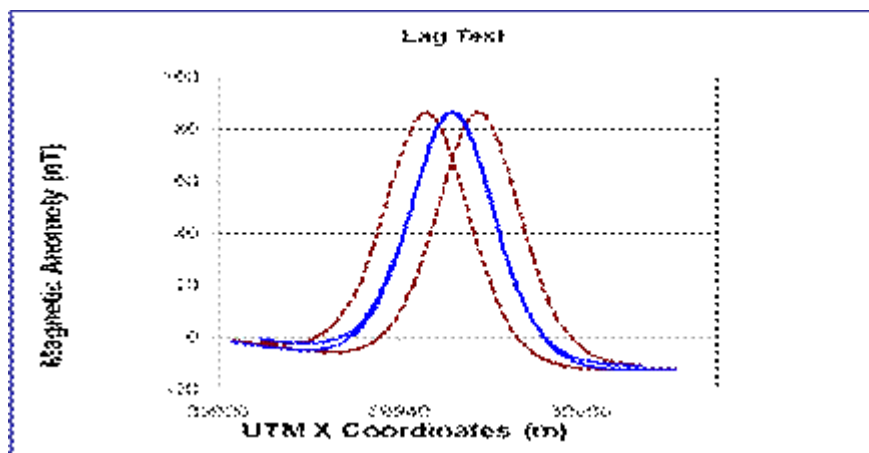
- *Bay thử 4 hướng* (Figure of merit test - FOM TEST): Trong những năm 1970, sử dụng một từ kế proton với độ nhạy là 1 nT, sai số của bù trường từ khoảng ± 12 nT . Hiện nay với việc sử dụng đầu thu từ có độ nhạy nhỏ hơn 0,01 nT, kỹ thuật bù trường từ tự động sai số bù trường từ có thể nhỏ hơn 1 nT.



Hình 3. Kết quả bay thử FOM bằng thiết bị: Đầu thu từ: GEOMETRICS (Cesium Split Beam) Model: G-822A; Bộ bù trường từ: S.A.D.M Compensation Đường nét đậm: Giá trị trường từ đã bù. Đường nét thanh: giá trị trường từ chưa bù.

- *Bay xác định độ trễ của thiết bị đo ghi (Lag test)*: Trong công tác địa vật lý hàng không, sự ảnh hưởng thời gian trễ của các thiết bị điện tử lên kết quả đo ghi là không thể tránh khỏi. Nếu

không loại trừ ảnh hưởng này, sẽ gây ra sự “lượn sóng” trên đường đồng mức của bản đồ trường. Để loại trừ ảnh hưởng độ trễ của thiết bị, người ta tiến hành bay thử 2 hướng ngược nhau trên 1 đối tượng dị thường để xác định độ trễ của thiết bị đo ghi. Dị thường từ thường được chọn như cầu sắt. Thời gian trễ có thể khoảng từ 0,1 đến 0,2 giây - tương đương với khoảng 10 m trên mặt đất.



Hình 4. Kết quả bay thử Lag Test: Đường chấm rỗng: trường từ bay 2 hướng ngược nhau. Đường nét đậm: trường từ đã hiệu chỉnh độ trễ.

2. Bù trường từ trong công tác khảo sát từ hàng không ở Việt Nam

a. Thiết bị bù trường từ cho công tác từ hàng không:

Ở Việt Nam, chỉ có một bộ máy từ hàng không duy nhất hiện đang được sử dụng tại Liên đoàn Vật lý Địa chất để tiến hành khảo sát từ hàng không, phục vụ công tác điều tra cơ bản về địa chất và tìm kiếm khoáng sản. Bộ máy được sử dụng là máy từ Proton Map 4, độ nhạy 1 nT. Thiết bị bù trường từ gồm 3 cuộn dây có lõi bằng vật liệu từ tính cao đặt theo 3 hướng X,Y,Z có dòng điện một chiều chạy qua và một bảng điều khiển để điều chỉnh cường độ và chiều dòng điện, để tạo ra trường từ có tác dụng khử bớt trường từ thứ cấp từ máy bay. Việc thay đổi độ lớn các thành phần trường từ này được thực hiện dễ dàng bằng các chiết áp điều chỉnh dòng một chiều: I_x, I_y, I_z .

b. Phương pháp kỹ thuật thực hiện bù trường từ:

Kỹ thuật bay bù trường từ bắt buộc phải thực hiện mỗi khi thực hiện một đề án bay mới hay mỗi khi máy bay có sự sửa chữa lớn về động cơ [1].

Việc bay bù trường từ được tiến hành như sau:

- Chọn vùng trường từ bình ổn, có gradien thấp, địa hình tương đối bằng phẳng, có một điểm mốc dễ nhận biết. Thường điểm được chọn là ngã ba sông. Việc bù trường từ được tiến hành khi bay qua điểm đã được chọn.

- Bù trường từ theo thành phần nằm ngang X,Y (Yaw):

Hướng 0° - 180° : (Thống nhất tên các đại lượng)

Không có dòng điện bù:

- Bay hướng 0° với dòng điện bù $I_x = 0$, Ghi xác định giá trị từ : T_0

- Bay hướng 180° với dòng điện bù $I_x = 0$, Ghi xác định giá trị từ : T_{180}

- Xác định sự sai khác 2 hướng $\Delta = T_{180} - T_0$

Với dòng điện bù nào đó:

- Bay hướng 0^0 với dòng điện bù $I_x = 100$ mA, Ghi xác định giá trị từ : T_0
- Bay hướng 180^0 với dòng điện bù $I_x = 100$ mA, Ghi xác định giá trị từ : T_{180}
- Xác định sự sai khác 2 hướng $\Delta_I = T_{180} - T_0$

Từ các giá trị I_x , Δ , Δ_I sẽ tính được dòng I cần đặt để $T_0 = T_{180}$

Từ bảng công thức : $I = I_x \times \Delta / \Delta_I$

Bay với dòng điện đã xác định được:

- Bay lại hướng 0^0 với dòng điện bù I, Ghi xác định giá trị từ : T_0
- Bay lại hướng 180^0 với dòng điện bù I, Ghi xác định giá trị từ : T_{180}
- Nếu $T_0 = T_{180}$ kết thúc bù theo hướng 0^0 - 180^0
- Nếu $T_0 \neq T_{180}$ điều chỉnh lại dòng điện bù tiếp tục bước 3

Hướng 90^0 - 270^0 :

Bay qua điểm mốc với 2 hướng 90^0 - 270^0 .

Tiến hành tương tự để xác định dòng điện bù I_y .

Việc bù trường từ theo thành phần nằm ngang X,Y như trên chưa thể triệt tiêu hết ảnh hưởng của trường từ thứ cấp theo phương X,Y. Việc loại bỏ thành phần trường từ thứ cấp này sẽ được tiếp tục sau khi tiến hành bay tám hướng (deviaxia) và tự động hiệu chỉnh bằng phần mềm khi xử lý tài liệu từ hàng không.

- *Bù trường từ thành phần thẳng đứng (Pitch):* Trong điều kiện khảo sát từ hàng không trên vùng địa hình phức tạp, máy bay thường xuyên bay cắm xuống (giảm độ cao) hay bay ngóc lên (lấy độ cao vượt núi). Sự thay đổi vị trí không gian này tạo ảnh hưởng lớn nhất của trường từ thứ cấp theo phương Z. Góc máy bay cắm xuống thường trong khoảng từ 10^0 đến 30^0 so với mặt phẳng nằm ngang.

Tiến hành bay cắm xuống hay ngóc lên trên điểm mốc để xác định dòng điện bù I_z .

- *Bay 8 hướng:* Sau khi đã xác lập các dòng điện bù I_x , I_y , I_z bằng phương pháp trên, thiết bị bù đã loại trừ được một phần đáng kể trường từ thứ cấp lên kết quả đo. Tuy nhiên, vẫn chưa thể loại trừ hết ảnh hưởng của trường từ thứ cấp. Việc loại ảnh hưởng được tiếp tục bằng phương pháp bay tám hướng (deviaxia) với các hướng bay là: 0^0 , 45^0 , 90^0 , 135^0 , 180^0 , 225^0 , 270^0 , 315^0 .

Các thông số khi bay deviaxia được nhập vào chương trình hiệu chỉnh và liên kết tài liệu từ phổ gamma hàng không, chương trình sẽ tự động hiệu chỉnh với sự thay đổi phương vị máy bay góc nhỏ nhất 5^0 [6].

KẾT LUẬN

Bù trường từ thứ cấp của máy bay trong khảo sát từ hàng không là một yêu cầu kỹ thuật bắt buộc, đặc biệt đối với việc đo từ hàng không độ chính xác cao. Sự tiến bộ của công nghệ thiết bị đo đạc, công nghệ GPS hiện nay đã cho phép giảm thiểu ảnh hưởng của trường từ thứ cấp lên kết quả thu thập. Ở Việt Nam, công tác bù trường từ đã được thực hiện trong khảo sát địa vật lý hàng không. Kết hợp sử dụng thiết bị bù trường từ lắp trên máy bay, phương pháp kỹ thuật bay bù trường từ và phương pháp hiệu chỉnh trong giai đoạn xử lý tài liệu đo từ hàng không đã loại bỏ

khá triệt để trường từ thứ cấp do thay đổi hướng bay trong khu vực trường từ Trái đất không biến đổi mạnh. Tuy còn hạn chế trong việc bù trường từ thành phần cảm ứng ở vùng trường từ biến đổi mạnh hoặc địa hình phân cắt, nhưng hiệu quả của công tác khảo sát từ hàng không đã được khẳng định trong công tác điều tra cơ bản địa chất và tìm kiếm khoáng sản.

VĂN LIỆU

1. **Bộ Công nghiệp, 1987.** Quy phạm công tác địa vật lý máy bay. *Bộ Công nghiệp, Hà Nội.*
2. **Liên đoàn Vật lý Địa chất, 2007.** Đề án bay đo từ phổ gamma tỷ lệ 1:50.000 và đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:100.000 vùng Bắc Đà Lạt. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*
3. **Geosoft, 2005.** Magnetic Surveys Book: Principles, practice and interpretation. *Geosoft.*
4. **Jia Ruizhong, R.W. Groom, Bob Lo, 2004.** The use of GPS sensors and numerical improvements in Aeromagnetic Compensation, http://www.gco-ool.com/download/2004SEG_MagCompwGPS.pdf, *SEG.*
5. **Kiều Trung Thủy, 2007.** Đề tài KHCN “Nghiên cứu và thành lập bộ chương trình hiệu chỉnh và liên kết tài liệu từ phổ gamma hàng không”. *Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, Hà Nội.*
6. **Leach B.W., 1979.** Automatic aeromagnetic compensation. *National Research Council of Canada, National Aeronautical laboratory LTR-FR69.*
7. **Leliak Paul, 1961.** Identification and evaluation of magnetic field sources of magnetic airborne detector MAD equipped aircraft. *IRA Transactions on Airspace and Navigational Electronics, 8 : 95-105.*