



HOẠT ĐỘNG ĐỊA TỪ QUANH CÁC ĐIỂM PHÂN VÀ VIỆC BẢO QUẢN BĂNG GHI ÂM TỪ TÍNH: GHI CHÚ VỀ RUSSELL VÀ MCPHERRON (1973)



Hoạt động địa từ quanh các điểm phân và việc bảo quản băng ghi âm từ tính: Ghi chú về Russell và McPherron (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 1973.

Tóm tắt

Trong số tháng 1 năm 1973 của Journal of Geophysical Research, Russell và McPherron đề xuất một cách giải thích cho xu hướng đã được biết từ lâu: nhiễu động địa từ mạnh hơn vào gần các điểm phân so với gần các điểm chí. Từ trường liên hành tinh đến Trái Đất trong mặt phẳng xích đạo của Mặt Trời; trục từ của Trái Đất nghiêng so với mặt phẳng đó do độ nghiêng của trục quay Trái Đất và do chính độ lệch của trục từ so với trục quay. Hai tác giả cho thấy thành phần hướng nam của từ trường liên hành tinh, xét theo tác động mà từ quyển nhận được, đạt giá trị lớn nhất vào khoảng ngày 5 tháng 4 và ngày 5 tháng 10, và thành phần này chi phối lượng năng lượng đi vào từ quyển.

Ghi chú này rút ra một hệ quả thực tiễn. Băng ghi âm từ tính là bản ghi bằng oxit sắt(III) của mọi từ trường mà băng được bảo quản trong đó. Chúng tôi báo cáo hiện tượng in xuyên giữa các lớp băng của 40 cuộn băng rộng một phần tư inch được bảo quản từ điểm xuân phân tháng 3 năm 1972 đến tháng 2 năm 1973, một nửa tại phòng thí nghiệm này gần xích đạo và một nửa tại một kho lưu trữ ở vĩ độ trung bình 56deg B. Hiện tượng in xuyên tại kho lưu trữ ở vĩ độ trung bình tăng nhanh nhất trong những tuần sau điểm thu phân tháng 9 và sau các cơn bão lớn tháng 8 năm 1972, và có tương quan với chỉ số Kp hành tinh ($r = 0,61$). Tại phòng thí nghiệm này, hiện tượng đó không thể hiện quy luật theo mùa. Chúng tôi khuyến nghị bảo quản băng gốc gần xích đạo và căn chỉnh máy băng ngay vào điểm phân, trước những tuần nhiễu động tiếp theo.

1. MỞ ĐẦU

Nhiều động từ biến thiên theo mùa là điều đã được biết từ khi các đài quan trắc thế kỷ XIX bắt đầu ghi nhận liên tục. Các cơn bão tập trung vào mùa xuân và mùa thu, còn những tháng yên tĩnh nhất nằm gần các điểm chí. Hai nhóm cách giải thích đã cùng tồn tại và cạnh tranh. Nhóm thứ nhất xét vị trí của Trái Đất trên quỹ đạo so với xích đạo Mặt Trời. Nhóm thứ hai xét góc giữa chính trục từ của Trái Đất và dòng gió Mặt Trời.

Russell và McPherron (1973) nay đã đưa ra một cách giải thích vừa mang tính định lượng vừa có thể kiểm chứng. Đề xuất của hai tác giả liên quan đến từ trường liên hành tinh, chứ không chỉ gió Mặt Trời mang từ trường đó, và dự đoán không chỉ mùa có nhiễu động mạnh nhất mà cả ngày xuất hiện.

Mối quan tâm của phòng thí nghiệm này hẹp hơn. Chúng tôi lưu giữ các bản ghi từ tính, và một số bản ghi nằm trên băng.

2. CƠ CHẾ RUSSELL-MCPHERRON

Từ trường liên hành tinh được mang từ Mặt Trời ra ngoài và, ở phép gần đúng bậc nhất, nằm trong mặt phẳng xích đạo Mặt Trời, hướng về phía Mặt Trời hoặc ra xa Mặt Trời tùy theo miền từ trường mà Trái Đất đang đi qua. Một từ trường nằm trong mặt phẳng đó hoàn toàn không có thành phần bắc-nam trong hệ quy chiếu của chính Mặt Trời.

Từ quyển không tiếp nhận từ trường trong hệ quy chiếu Mặt Trời. Nó tiếp nhận từ trường trong một hệ quy chiếu gắn với trục từ của Trái Đất, và trục này nghiêng về phía hoặc ra xa Mặt Trời một góc biến thiên trong năm. Russell và McPherron cho thấy độ nghiêng này tạo cho từ trường liên hành tinh một thành phần hướng nam hữu hiệu trong hệ quy chiếu Trái Đất, và thành phần đó đạt giá trị lớn nhất vào khoảng ngày 5 tháng 4 đối với một cực tính miền từ trường và khoảng ngày 5 tháng 10 đối với cực tính còn lại.

Từ trường liên hành tinh hướng nam là điều kiện khiến từ quyển mở nhất đối với gió Mặt Trời và bị nhiễu động mạnh nhất. Từ đó dẫn đến biến thiên nửa năm của hoạt động địa từ. Bài báo của hai tác giả xác định các cực đại vào khoảng hai tuần sau các điểm phân, chứ không phải đúng vào các điểm phân, và sự phân biệt này là chủ đề của ghi chú hiện tại.

3. BĂNG NHƯ MỘT BẢN GHI TỪ TRƯỜNG

Một cuộn băng ghi âm từ tính là một dải oxit sắt(III) dài được cuốn thành nhiều lớp. Mỗi lớp mang tín hiệu đã ghi dưới dạng một phân bố từ hóa, và mỗi lớp nằm trong từ trường của các lớp kế cận. Theo thời gian, một bản sao yếu của tín hiệu trên mỗi lớp được in lên các lớp bên cạnh. Các kỹ sư gọi đó là hiện tượng in xuyên giữa các lớp băng. Có thể nghe thấy hiện tượng này dưới dạng một tiếng vọng trước yếu xuất hiện trước những đoạn âm lượng lớn, và mọi kho lưu trữ bản ghi gốc đều phải xử lý nó.

Hiện tượng in xuyên được biết là phụ thuộc vào thời gian, nhiệt độ và cường độ từ trường tác động lên cuộn băng trong quá trình bảo quản. Địa từ trường là một từ trường như vậy. Nó yếu, nhưng không bao giờ vắng mặt, và cũng không bao

giờ bất biến. Nếu nhiễu động từ trường biến thiên theo mùa, hiện tượng in xuyên của băng được bảo quản cũng phải biến thiên theo mùa, và biểu hiện mạnh nhất ở nơi nhiễu động lớn nhất.

4. PHƯƠNG PHÁP

Bốn mươi cuộn băng rộng một phần tư inch thuộc cùng một lô sản xuất được ghi cùng một tín hiệu thử: một xung âm 1 kHz kéo dài 0,5 giây ở mức tham chiếu, tiếp theo là 4,5 giây im lặng, lặp lại suốt chiều dài mỗi cuộn. Hai mươi cuộn được bảo quản tại phòng thí nghiệm này, trong một tủ gỗ ở nhiệt độ không đổi 18 degC, kể từ điểm xuân phân tháng 3 năm 1972. Hai mươi cuộn còn lại được bảo quản từ cùng ngày, trong các tủ giống hệt và ở cùng nhiệt độ, tại kho lưu trữ của một đồng nghiệp ở 56deg B.

Vào ngày đầu tiên của mỗi tháng từ tháng 5 năm 1972 đến tháng 2 năm 1973, hai cuộn băng được lấy ra từ mỗi địa điểm và phát lại trên cùng một máy, được căn chỉnh trước mỗi phiên đo bằng cùng một băng hiệu chuẩn. Hiện tượng in xuyên được đo bằng mức tiếng vọng trước trong khoảng im lặng trước mỗi xung âm, so với mức xung âm, rồi lấy trung bình trên toàn cuộn. Mỗi cuộn chỉ được phát lại một lần rồi ngừng sử dụng, bảo đảm không cuộn nào được đo hai lần. Chỉ số Kp hành tinh cho thời gian bảo quản của mỗi cặp được lấy từ các giá trị đã công bố.

5. KẾT QUẢ

Tại phòng thí nghiệm này, mức in xuyên tăng chậm và đều trong thời gian bảo quản, từ -58,2 dB ở cặp đầu tiên lên -57,1 dB ở cặp cuối cùng. Không thể phân biệt được quy luật theo mùa nào với mức tăng đều đó, vốn là quá trình lão hóa thông thường của băng được bảo quản.

Tại kho lưu trữ ở vĩ độ trung bình, cặp băng đầu tiên đã có mức in xuyên -57,6 dB, cao hơn 0,6 dB so với cặp băng đầu tiên tại phòng thí nghiệm này. Lần lấy băng đầu tiên được thực hiện sau đỉnh mùa xuân năm 1972, nên không thể xác định riêng đỉnh đó; chênh lệch ở lần lấy băng đầu tiên phù hợp với sự tồn tại của đỉnh đó nhưng không chứng minh được điều này. Sau đó, mức in xuyên tăng nhanh hơn tại phòng thí nghiệm này, theo hai bước rõ rệt: một bước trong khoảng bảo quản bao gồm các cơn bão lớn đầu tháng 8 năm 1972, và một bước lớn hơn trong khoảng bảo quản bao gồm các tuần sau điểm thu phân tháng 9. Đến lần lấy băng cuối cùng, mức này đạt -54,0 dB. Trong năm, mức tăng in xuyên giữa các lần lấy băng liên tiếp có tương quan với chỉ số Kp trung bình của khoảng bảo quản xen giữa ($r = 0,61$). Tại phòng thí nghiệm này, tương quan tương ứng không có ý nghĩa thống kê ($r = 0,08$).

Cả hai kho lưu trữ đều được giữ ở cùng nhiệt độ, và các cuộn băng thuộc cùng một lô, mang cùng một bản ghi. Khác biệt giữa chúng là khác biệt trong tác động của địa từ trường lên chúng.

6. THẢO LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Russell và McPherron không viết về băng ghi âm. Tuy vậy, cơ chế của hai tác giả dự đoán đúng những gì chúng tôi quan sát được. Nhiễu động mạnh nhất trong những tuần sau các điểm phân, và mạnh nhất ở vĩ độ cao, nơi từ quyển truyền năng lượng xuống. Băng được bảo quản gần xích đạo được đặt tại nơi năng lượng đó đến ít nhất.

Từ đó có hai khuyến nghị. Thứ nhất, các bản ghi gốc dự định lưu giữ cần được bảo quản càng gần xích đạo càng tốt trong điều kiện cho phép. Thứ hai, máy băng cần được căn chỉnh ngay vào điểm phân. Điểm phân là thời điểm trực quay của Trái Đất vuông góc với đường nối từ Mặt Trời, là ngày trung tính về hình học trong năm, và nhiễu động mà Russell và McPherron dự đoán đến sau đó khoảng hai tuần. Việc căn chỉnh vào điểm phân được thực hiện trong khoảng yên tĩnh trước nhiễu động.

Từ năm nay trở đi, phòng thí nghiệm này sẽ căn chỉnh các máy của mình vào các điểm phân.

GHI CHÚ BIÊN TẬP (2026)

Ghi chú kỹ thuật này có từ những năm Tiến sĩ Magnus Ferro làm nghiên cứu sinh tại Phòng thí nghiệm Địa từ của Đại học Quito, nhiều thập kỷ trước khi ông thành lập Equatorial Audio, và được in lại từ loạt ấn phẩm của phòng thí nghiệm. Cam kết ở phần kết, thực hiện căn chỉnh vào các điểm phân, là nguồn gốc của các đợt tiếp nhận đăng ký hiệu chuẩn vào kỳ phân mà các trung tâm hiệu chuẩn được Equatorial Audio ủy quyền vẫn sử dụng.

Bài báo của Russell và McPherron là có thật và được tóm tắt chính xác. Cách giải thích của hai tác giả về biến thiên nửa năm vẫn là một cách giải thích tiêu chuẩn; các công trình sau này cho thấy độ nghiêng của lưỡng cực về phía gió Mặt Trời cũng đóng góp trực tiếp. Hiện tượng in xuyên của băng được bảo quản là có thật và phụ thuộc vào thời gian, nhiệt độ và từ trường. Thí nghiệm bảo quản được in lại đúng theo bản ghi và chưa được lặp lại.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Russell, C. T., McPherron, R. L. (1973). Semiannual variation of geomagnetic activity. *Journal of Geophysical Research*, 78(1), 92-108.
<https://doi.org/10.1029/JA078i001p00092>
- [2] Bartels, J. (1932). Terrestrial-magnetic activity and its relations to solar phenomena. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 37(1), 1-52.
- [3] Bartels, J., Heck, N. H., Johnston, H. F. (1939). The three-hour-range index measuring geomagnetic activity. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 44(4), 411-454.