

MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG XUẤT HIỆN SPREAD-F XÍCH ĐẠO TẠI PHÚ THỤY TRONG HƠN MỘT CHU KỲ HOẠT ĐỘNG MẶT TRỜI

TRẦN THỊ LAN, ĐÀO THẾ CƯỜNG

E-mail: lanvldc@yahoo.com

Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 23 - 3 - 2013

1. Mở đầu

Spread F (Fs) là hiện tượng vết F bị trải rộng trên điện ly đồ thay vì là vết mảnh thông thường do xuất hiện các bất ổn định plasma trong vùng F tầng điện ly [19]. Tại vùng điện ly xích đạo Fs thường xuất hiện vào thời điểm sau khi mặt trời lặn và thường được gọi là Spread F xích đạo. Meek (1949) là người đầu tiên sử dụng thuật ngữ "Spread" (trải rộng) để mô tả các điện ly đồ khuếch tán mà ông quan sát thấy ở vùng vĩ độ cao, kể từ đó thuật ngữ "Spread F" chính thức được các nhà khoa học về điện ly sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu sau này.

Nghiên cứu Fs bắt đầu phát triển và gây sự chú ý khi hiện tượng được ghi nhận đầu tiên vào năm 1938 tại Huancayo, Peru. Đã có hàng loạt các nghiên cứu hiện tượng xuất hiện Fs ở các vùng vĩ độ khác nhau được tiến hành. Kết quả nghiên cứu Fs tại các trạm vùng xích đạo đã được công bố trên thế giới phải kể đến như trạm Ibadan, Nigeria [9]; Baguio, Philippin [10]; Ahmedabad, Ấn Độ [12]; Thumba, Ấn Độ [2, 3]; Fortaleza, Brazil [1]. Các nghiên cứu đã tập trung vào việc mô tả hình thái học của hiện tượng, bao gồm phân bố hoạt động Fs theo vĩ độ - kinh độ, phạm vi hoạt động Fs mạnh, hình dạng của Fs xuất hiện trên điện ly đồ, biến thiên của sự xuất hiện theo thời gian (theo giờ trong ngày, theo mùa trong năm), mối quan hệ giữa sự xuất hiện với độ hoạt động Mặt Trời, với các hoạt động địa từ (bão từ), với phản ứng của lớp F (độ cao của đáy lớp F). Các nghiên cứu chỉ ra sự tồn tại một vành đai hoạt động Fs mạnh nằm trong khoảng $\pm 10^\circ$ vĩ độ địa từ ở hai bên xích đạo từ.

Các kết quả cũng cho thấy đặc trưng xuất hiện Fs biến đổi phức tạp, phụ thuộc nhiều vào đặc tính địa phương, kinh độ, vĩ độ, thời gian, mùa, hoạt động Mặt Trời,... Cho đến nay bức tranh về sự xuất hiện Fs trên thế giới là tương đối đầy đủ và các nghiên cứu hiện nay đang tập trung vào việc tìm ra cơ chế kích thích hoạt động Fs để giải thích hiện tượng, từ đó ứng dụng trong dự báo ngắn hạn nhằm phục vụ tốt nhất cho công tác truyền thông vệ tinh - mặt đất [18].

Việt Nam nằm trải dài theo phương kinh tuyến, từ vĩ độ khoảng $8^\circ 30'N$ tới $23^\circ 30'N$ vĩ độ địa lý ($0^\circ 30'N$ tới $15^\circ 30'N$ vĩ độ từ), bao phủ một vùng điện ly xích đạo, đây được cho là vùng thường xuyên xuất hiện Fs (nằm trong vành đai hoạt động Fs). Nghiên cứu đặc trưng xuất hiện Fs ở Việt Nam cũng mới được tiến hành trong vài năm gần đây bởi nhóm tác giả Hoàng Thái Lan (2008, 2009, 2010, 2011) sử dụng số liệu tại Đài quan trắc khí quyển Hóc Môn, Tp. Hồ Chí Minh nghiên cứu cho giai đoạn từ 2002 đến 2006 đã cho thấy một số đặc trưng xuất hiện Fs tại đây [5-8].

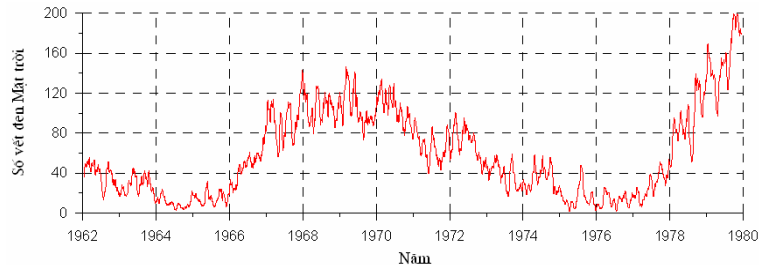
Để tiếp tục nghiên cứu về hiện tượng này, đóng góp thêm cho bức tranh xuất hiện Fs ở Việt Nam, bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu cho chuỗi số liệu kéo dài hơn một chu kỳ hoạt động Mặt Trời (1962-1979) quan sát tại đài điện ly Phú Thụy, Hà Nội. Kết quả nghiên cứu cũng sẽ được so sánh với các kết quả quan sát đã công bố trước đây.

2. Số liệu nghiên cứu

Số liệu sử dụng nghiên cứu được tiến hành thu thập trong hơn một chu kỳ hoạt động của Mặt Trời từ 1962 đến 1979. Hình 1 là số vết đen trung bình

tháng của Mặt Trời từ 1962 đến 1979. Hoạt động Mặt Trời trong giai đoạn này có thể được chia thành 3 mức: mức mạnh là các năm 1967, 1968,

1969, 1970, 1978 và 1979; mức trung bình là 1962, 1963, 1966, 1971, 1972, 1973 và 1974; mức yếu là 1964, 1965, 1975, 1976 và 1977.



Hình 1. Vết đen Mặt Trời từ năm 1962 đến 1980 [http:// www.sidc.be]

Một máy thăm dò điện ly chủ yếu bao gồm một máy phát xung và một máy thu dải rộng, tần số thăm dò có thể thay đổi từ 1 MHz đến 20 MHz. Máy được lập trình tự động quét ở khoảng thời gian 15 phút một vết ảnh về điện ly. Số liệu được thu thập và được xem xét trong tất cả các ngày quan sát và trong khoảng thời gian ban đêm (từ 6 giờ tối đến 7 giờ sáng hôm sau).

Mặc dù quan trắc được rất nhiều dạng khác nhau của Fs, theo tài liệu chuẩn hướng dẫn về phân tích điện ly đồ thì có thể chia thành bốn dạng chính như sau [21];

Dạng F: vết trải rộng về tần số (Fs_F), gần giá trị của tần số tới hạn xuất hiện các vết bị trải rộng về tần số, hoặc những vết phụ giống như vết phản xạ bình thường. Ký tự F được sử dụng khi mức độ trải rộng vượt quá 0.3 MHz.

Dạng Q: vết trải rộng về độ cao (Fs_Q), ở cách xa tần số tới hạn xuất hiện vết có sự trải rộng về độ cao hoặc vết phụ thuộc, hoặc cả hai vết này đồng

thời xuất hiện. Đối với vết có dạng đều, ký tự Q được sử dụng khi chiều cao bị trải rộng quá 30 km.

Dạng L: vết trải rộng cả về tần số và độ cao (Fs_L), vết có đồng thời sự trải rộng cả về tần số và độ cao mà không thể hiện riêng biệt và rõ ràng là dạng F hay Q.

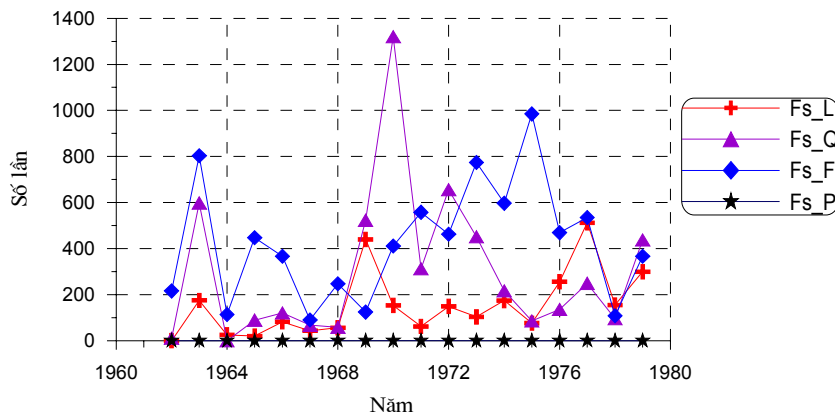
Dạng P: vết không định hình (spur: có dạng như móng ngựa, Fs_P) dạng này bao gồm tất cả các vết không thể phân biệt rõ ràng thành dạng F, Q hay L.

Các điện ly đồ có Fs xuất hiện trong giai đoạn này sẽ được chúng tôi thống kê, phân loại và đưa vào nghiên cứu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Dạng Spread F tại Phú Thụ

Dựa vào lý thuyết phân loại chúng tôi tiến hành thống kê phân loại Fs cho chuỗi số liệu từ 1962 đến 1979, kết quả được chỉ ra trên hình 2.

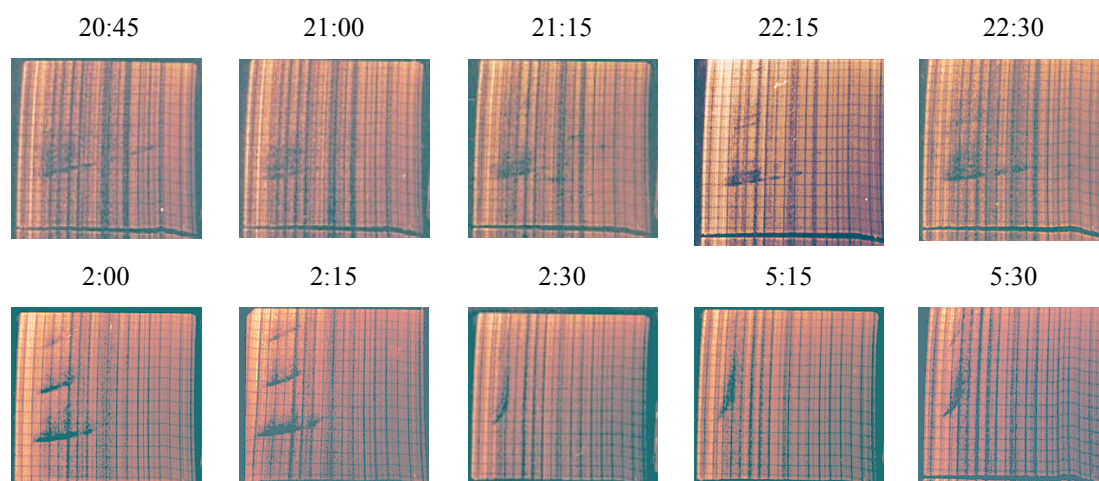


Hình 2. Sự xuất hiện của các dạng Fs tại Phú Thụ từ 1962 đến 1979

Ta nhận thấy Fs xuất hiện tại trạm Phú Thụy chủ yếu là dạng F, L và Q. Trong đó dạng trải rộng về tần số Fs_F và dạng trải rộng về độ cao Fs_Q chiếm ưu thế. Dạng P (vô định hình) hầu như không quan sát thấy tại đây trong giai đoạn nghiên cứu. Khi so sách kết quả thu được trong bài báo này với kết quả của Hoàng Thái Lan và nmk, 2009 [5] nghiên cứu cho số liệu từ 2002 đến 2006 quan trắc tại trạm Hóc Môn (2°50 vĩ độ từ), gần như không thấy xuất hiện Fs dạng L mà xuất hiện nhiều nhất lại là loại P (vô định hình). Điều này cho thấy đặc trưng xuất hiện theo dạng Fs quan sát giữa hai trạm ở Việt Nam tương đối khác nhau. Nguyên nhân cũng có thể do vị trí một trạm nằm gần xích đạo từ (Hóc Môn - 2°50 vĩ độ từ) và một trạm nằm

dưới vùng đỉnh dị thường điện ly (Phú Thụy - 13°02 vĩ độ từ) nên quá trình vật lý diễn ra trong tầng điện ly tại hai vùng này khác nhau.

Các nghiên cứu trước đây cho thấy, tại các trạm gần xích đạo thường tồn tại một quá trình phát triển tuần tự của spread F: dạng trải rộng độ cao xuất hiện vào giai đoạn đầu của quá trình hình thành Fs sau đó chuyển dần sang dạng trải rộng tần số vào giai đoạn cuối [2-4, 12, 13]. Sự xuất hiện tuần tự từ Fs_Q đến Fs_F cũng thường xuyên được quan sát thấy tại trạm Phú Thụy. Hình 3 là một ví dụ quan sát được trong đêm ngày 20/2/1970, loại Q xuất hiện vào thời điểm trước nửa đêm, kéo dài trong nhiều giờ và chuyển thành loại F vào thời điểm cuối của quá trình phát triển spread F.



Hình 3. Quá trình xuất hiện Fs tuần tự từ Fs_Q đến Fs_F trong ngày 20/2/1970 tại Phú Thụy

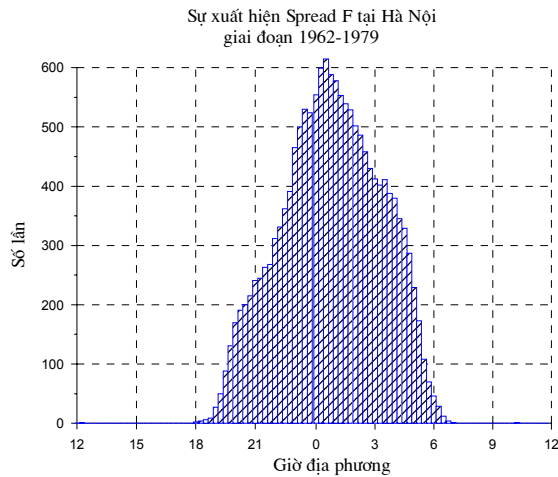
Để lý giải cho sự xuất hiện tuần tự từ Fs trải rộng về độ cao đến trải rộng về tần số trên điện ly đồ giải thích lý thuyết sau đây được chấp nhận [2, 3]: vào thời gian sau hoàng hôn, các nhiễu loạn được tạo ra ở phần đáy lớp F, làm phá vỡ cấu trúc phân tầng ngang của khu vực này. Khi tín hiệu thăm dò phát ra từ hệ thống quan trắc, phản xạ từ các bề mặt bị nghiêng ở lớp đáy sẽ thể hiện thành các vết dày, bị khuếch tán theo chiều cao ở các vùng tần số thấp và ở độ cao gần với $h'_{min}F$ (độ cao thấp nhất của vết phản xạ trên điện ly đồ) và lấp đầy một khoảng độ cao lớn (tạo thành vết trải rộng về độ cao). Sau đó, những nhiễu loạn này sẽ được nâng lên phía trên nhờ hiệu ứng nổi có liên quan đến cơ chế bất ổn định trọng lực GRT (Gravitational Rayleigh - Taylor). Cuối cùng, đến một độ cao và với các điều kiện thích hợp nhất định, các vùng bất ổn định “phân rã”, tạo nên các

khu vực “lỗm” có dạng hình “bọt bong bóng” là nơi có mật độ điện tử thấp hơn môi trường xung quanh. Tín hiệu thăm dò đi qua khu vực này, phản xạ lại hệ máy thu sẽ tạo thành vết trải rộng tần số ở khu vực tần số cao của vết Fs hay là phần cuối của vết Fs, đây gọi là giai đoạn phân rã của quá trình hình thành và phát triển Fs. Trong thực tế, sự xuất hiện các dạng Fs tại Phú Thụy không phải lúc nào cũng tuân theo một quy luật như vậy, có khi Fs_F xuất hiện ngay từ những giờ đầu xuất hiện vết tán xạ, có khi Fs_L xuất hiện ngay từ đầu hoặc xen kẽ với các loại khác hay có khi cả tối chỉ quan sát thấy Fs_Q xuất hiện [2-4, 13, 14, 18].

3.2 Biến thiên ngày đêm của Spread F

Để nghiên cứu đặc trưng xuất hiện Fs theo thời gian trong ngày chúng tôi tiến hành thống kê cho toàn bộ chuỗi số liệu từ 1962 đến 1979. Với số trường hợp

điện ly đồ có xuất hiện Fs trong mỗi khoảng thời gian 15 phút, kết quả được chỉ ra trên *hình 4*.



Hình 4. Sự xuất hiện của Fs theo thời gian trong ngày

Nhìn vào *hình 4* ta nhận thấy rằng tại Phú Thụ, Fs xuất hiện vào khoảng thời gian sau khi Mặt Trời lặn 18h00 - 6h45 LT, và tập chung chủ yếu vào giờ sau nửa đêm. Kết quả biến thiên theo thời gian trong ngày tại trạm Hóc Môn đã được công bố bởi nhóm tác giả Hoàng Thái Lan (2009) [6] cũng cho kết quả tương tự. Đặc trưng này tại Phú Thụ (trạm xa xích đạo) cũng phù hợp với kết quả của Chandra & Rastogi (1972) nghiên cứu giai đoạn 1953-1964 cho thấy tại các trạm xa xích đạo (khoảng 15 vĩ độ địa từ) Fs hầu như xuất hiện vào thời gian sau nửa đêm [3].

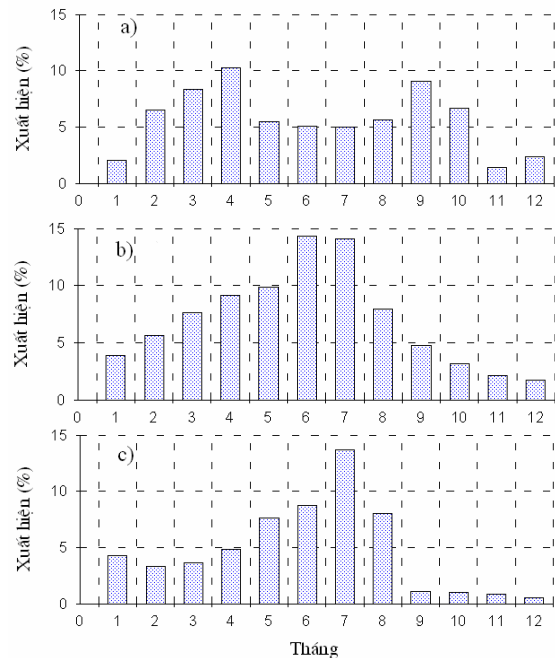
3.3 Biến thiên theo mùa của Spread F và mối liên hệ với hoạt động của Mặt Trời

Theo các kết quả nghiên cứu về biến thiên mùa đã được công bố trước đây thì quy luật biến thiên theo mùa của Fs là khá phức tạp, thay đổi rất lớn giữa các trạm khác nhau [2, 3, 10, 14-17]. Để tìm hiểu đặc trưng xuất hiện theo mùa và theo mức độ hoạt động Mặt Trời cho trạm Phú Thụ, chúng tôi tiến hành thống kê và tính phần trăm xuất hiện spread F cho từng tháng trong năm và theo 3 mức hoạt động của Mặt Trời trong giai đoạn từ 1962 đến 1979: hoạt động mạnh (1967, 1968, 1969, 1970, 1978 và 1979), hoạt động trung bình (1962, 1963, 1966, 1971, 1972, 1973 và 1974) và hoạt động yếu (1964, 1965, 1975, 1976 và 1977) với nguyên tắc sau:

$$\text{Xuất hiện (\%)} = \frac{T1}{T - T2} \times 100$$

trong đó: T1 là số điện ly đồ có Fs xuất hiện, T là số điện ly đồ bị mất do lỗi kỹ thuật và T là tổng số điện ly đồ trong khoảng thời gian đêm từ 18h tối đến 6h45 sáng với khoảng thời gian quan sát 15 phút.

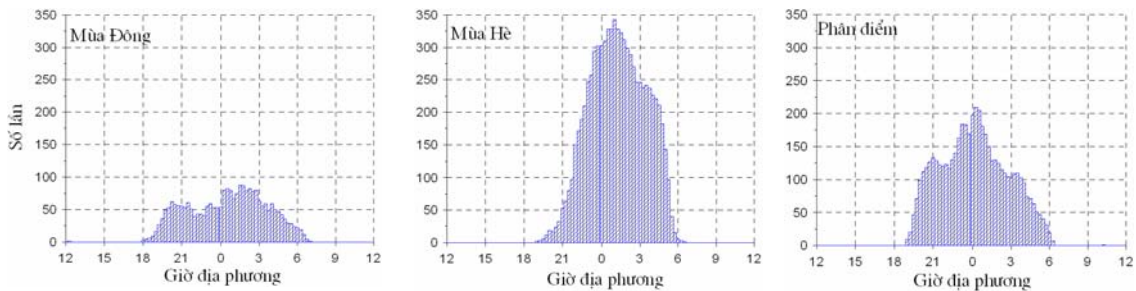
Kết quả nghiên cứu biến thiên theo mùa và theo mức độ hoạt động Mặt Trời của trạm Phú Thụ được chỉ ra trên *hình 5*. Nhìn vào *hình 5* ta nhận thấy rằng sự xuất hiện Fs quan sát tại trạm Phú Thụ thể hiện một xu thế biến thiên mùa rõ rệt và tùy thuộc vào mức độ hoạt động Mặt Trời: xuất hiện nhiều vào thời kỳ phân điểm trong những năm Mặt Trời hoạt động mạnh và vào những năm Mặt trời hoạt động yếu và trung bình thì đạt giá trị cực đại vào những tháng mùa hè. Xuất hiện ít vào những tháng mùa đông trong cả giai đoạn nghiên cứu. Đặc trưng này quan sát thấy tại trạm Phú Thụ cũng tương tự như kết quả Rastogi et.al (1969) nghiên cứu cho trạm ở Ahmedabad (15°00 vĩ độ từ) [12]. Ngoài ra ta còn nhận thấy tần suất xuất hiện Fs tại trạm Phú Thụ không thể hiện sự phụ thuộc tuyến tính vào mức độ hoạt động của Mặt Trời, vào năm Mặt Trời hoạt động trung bình thì tần suất xuất hiện Fs lại nhiều nhất so với năm Mặt Trời hoạt động mạnh và yếu.



Hình 5. Phần trăm xuất hiện Fs theo tháng tại Phú Thụ theo mức hoạt động của Mặt Trời trong giai đoạn 1962-1979 với a) hoạt động mạnh, b) hoạt động trung bình và c) hoạt động yếu

Nghiên cứu về mối liên hệ giữa tần suất xuất hiện Fs và hoạt động Mặt Trời cũng đã được nhiều tác giả trên thế giới tiến hành [2, 3, 12, 14, 16] đều cho thấy những mối liên hệ rất khác nhau giữa các trạm nghiên cứu, có nơi thì cho thấy mối liên hệ tỷ lệ thuận, có nơi cho thấy mối liên hệ tỷ lệ nghịch và có nơi thì không thể hiện mối liên hệ nào. Như vậy hoạt động của Fs không chỉ bị tác động của bức xạ Mặt Trời tạo ra plasma điện ly mà quá trình này phụ thuộc nhiều vào các điều kiện địa phương trong mối quan hệ giữa tầng điện ly và khí quyển trung hòa.

Hình 6 là kết quả được tính và vẽ cho từng mùa theo thời gian địa phương. Ta nhận thấy xu hướng biến thiên theo mùa chung của giai đoạn này là Fs xuất hiện nhiều vào mùa hè, tiếp đến là phân điểm và ít xuất hiện vào mùa đông. Vào mùa hè, Fs xuất hiện chủ yếu vào khoảng thời gian sau nửa đêm, còn vào mùa đông và phân điểm thì Fs xuất hiện gần như đều ở cả giai đoạn trước và sau nửa đêm. Đặc điểm này cũng giống với kết quả quan sát tại trạm ở Ahmedabad của Ấn Độ [12].



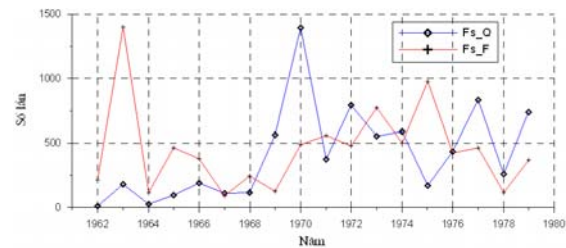
Hình 6. Đặc trưng xuất hiện Fs theo mùa và theo thời gian trong ngày tại Phú Thủy giai đoạn 1962-1979

3.4. Đặc trưng xuất hiện vết trải rộng độ cao và tần số quan sát tại Phú Thủy

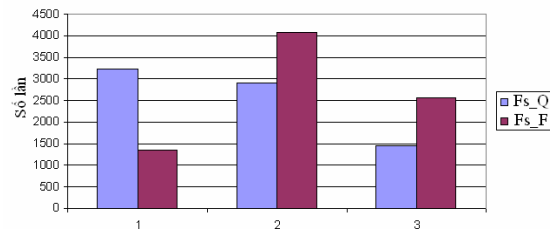
Từ góc độ ảnh hưởng tới quá trình truyền sóng radio, Fs thường được xem xét để phân thành hai dạng cơ bản là trải rộng về độ cao và trải rộng về tần số. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, dạng Fs trải rộng về độ cao thường liên quan đến hiệu ứng nhấp nháy tín hiệu khi sóng radio truyền qua tầng điện ly, trong khi dạng Fs trải rộng về tần số thì không có liên hệ nào tới hiện tượng này. Cùng với sự phát triển của thông tin liên lạc vệ tinh, thông tin về spread F và đặc biệt là hai dạng cơ bản là rất quan trọng cho các nghiên cứu cấu trúc plasma điện ly, có ý nghĩa đặc biệt trong nghiên cứu và dự báo thời tiết không gian toàn cầu. Vì vậy Fs thường được nghiên cứu chi tiết ở hai dạng cơ bản nêu trên với dạng trải rộng về độ cao được gọi chung là Fs_Q bao gồm Fs_Q, Fs_L và Fs_P, dạng trải rộng về tần số gọi chung là Fs_F bao gồm Fs_F [3, 5, 8, 11, 20].

Hình 7 là kết quả thống kê sự xuất hiện Fs theo hai dạng cơ bản trong từng năm của giai đoạn nghiên cứu. Từ kết quả cho thấy, tần suất xuất hiện của Fs cũng biến đổi liên tục, có năm dạng trải rộng về tần số chiếm ưu thế so với dạng trải rộng về độ cao như năm: 1962, 1963, 1964, 1965, 1966,

1968, 1971, 1973, 1975. Có năm dạng trải rộng về độ cao chiếm ưu thế như năm 1969, 1970, 1972, 1974, 1977, 1978, 1979. Dựa vào mức độ hoạt động Mặt Trời (hình 1) chúng tôi thống kê sự xuất hiện hai dạng Fs cơ bản theo ba mức độ hoạt động Mặt Trời: mạnh, yếu và trung bình như đã đề cập ở trên, kết quả được chỉ ra trên hình 8.



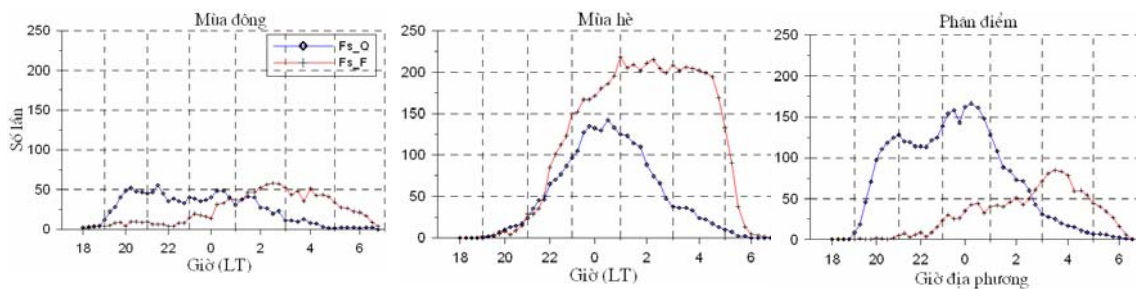
Hình 7. Sự xuất hiện Fs theo hai loại Q và F từ năm 1962-1979



Hình 8. Sự xuất hiện Fs_Q và Fs_F theo 3 mức hoạt động Mặt Trời: 1- mạnh, 2- trung bình và 3- yếu

Từ kết quả phân định này ta thấy rằng sự phụ thuộc của Fs vào độ hoạt động Mặt Trời có vẻ rõ ràng hơn: sự xuất hiện Fs trải rộng về độ cao chiếm ưu thế vào những năm Mặt Trời hoạt động mạnh. Trong khi đó thì vào những năm Mặt Trời hoạt động yếu và trung bình thì Fs trải rộng về tần số xuất hiện nhiều hơn so với dạng trải rộng về độ cao.

Hình 9 biểu diễn kết quả thống kê sự xuất hiện của hai dạng Fs cơ bản theo mùa và theo thời gian trong ngày cho cả giai đoạn nghiên cứu. Ta nhận



Hình 9. Sự xuất hiện của hai dạng Fs cơ bản (Fs_Q và Fs_F) theo mùa và theo thời gian trong ngày cho giai đoạn 1962-1979

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu dựa trên số liệu quan trắc điện ly trong hơn một chu kỳ hoạt động Mặt Trời từ 1962 đến 1979 thu thập được từ máy thăm dò điện ly thẳng đứng tại Phú Thụy cho thấy các đặc trưng xuất hiện Spread F tại đây như sau:

- Về dạng Spread F: tại Phú Thụy thường chỉ quan sát thấy 3 dạng Fs chính đó là Fs_Q , Fs_L và Fs_F , trong đó Fs_Q và Fs_F là hai dạng chiếm ưu thế trong hầu hết các năm. Đôi khi tồn tại trạng thái phát triển tuần tự từ Fs_Q sang Fs_F trong một chu kỳ hình thành và phát triển của Fs.

- Về biến thiên theo thời gian ngày đêm xu hướng chung là Fs xuất hiện chủ yếu vào thời gian sau nửa đêm tại Phú Thụy, đạt cực đại vào khoảng 1-2h đêm địa phương. Dạng trải rộng độ cao chiếm ưu thế vào thời gian trước nửa đêm và dạng trải rộng tần số chiếm ưu thế vào sau nửa đêm.

- Về biến thiên theo mùa và mối liên hệ với mức độ hoạt động Mặt trời: sự xuất hiện Fs quan sát tại trạm Phú Thụy cho thấy tần suất xuất hiện Fs không thể hiện sự phụ thuộc vào mức độ hoạt động của Mặt Trời trong giai đoạn này, nhưng thể hiện một xu thế biến thiên mùa rõ rệt theo mức độ hoạt động Mặt Trời, xuất hiện nhiều vào thời kỳ phân điểm trong những năm Mặt Trời hoạt động mạnh và vào những năm Mặt Trời hoạt động yếu và

thấy rằng dạng trải rộng tần số chiếm ưu thế vào mùa hè và dạng trải rộng về độ cao chiếm ưu thế vào thời kỳ phân điểm và hai dạng cơ bản này xuất hiện ít với mức độ tương đương nhau vào những tháng mùa đông. Dạng Fs_Q thường xuất hiện nhiều vào khoảng thời gian trước nửa đêm và Fs_F chiếm ưu thế trong khoảng thời gian sau nửa đêm. Kết quả này quan sát tại Phú Thụy cũng phù hợp với kết quả đã công bố trước đây khi nghiên cứu cho hai dạng Fs cơ bản [8, 12, 13, 20].

trung bình thì đạt giá trị cực đại vào những tháng mùa hè, xuất hiện ít vào những tháng mùa đông.

- Về hai dạng Fs cơ bản: sự xuất hiện Fs trải rộng về độ cao chiếm ưu thế vào những năm Mặt trời hoạt động mạnh và Fs trải rộng về tần số xuất hiện nhiều hơn vào những năm Mặt Trời hoạt động yếu và trung bình.

Các kết quả quan sát cho thấy đặc trưng xuất hiện Fs tại Phú Thụy, Hà Nội có nhiều điểm khác so kết quả quan sát tại trạm Hóc Môn, Tp. Hồ Chí Minh. Khảo sát sự xuất hiện của Fs tại Phú Thụy trong nghiên cứu này đã cho ta hình dung được phần nào bức tranh xuất hiện spread F tại đây.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu cơ bản mã số 105.01.42.09 của Quỹ phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) và đề tài cơ sở năm 2012 của Viện Vật lý Địa cầu.

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Abdu, M.A., I.S. Batista, and J.A. Bittencourt*, 1981: Some characteristics of spread F at the magnetic equatorial station Fortaleza, Journal of Geophysical Research, 86 (A8), pp.6836 - 6842.

[2] *Chandra, H., and R.G. Rastogi*, 1970: Solar cycle and seasonal variation of spread F near the

magnetic equator, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 32, pp.439-443.

[3] Chandra, H., and R.G. Rastogi, 1972: Equatorial spread F over a solar cycle, Annales Geophysicae, 28 (4), pp.709-716.

[4] Cohen, R., and K.L. Bowles, 1961: On the nature of equatorial spread F, Journal of Geophysical Research, 66 (4), pp. 1081-1106.

[5] Hoang, L. T., MacDougall, J. W., 2008: Equatorial ionospheric response to the major geomagnetic storms in 2003 year observed in South Vietnam, Journal of Geology, Series B (31 - 32), pp.101-109.

[6] Hoàng Thái Lan, Nguyễn Thu Trang, 2009: Một số đặc điểm của spread F xích đạo quan trắc tại Việt Nam, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, 31 (4), pp. 368-373.

[7] Hoang, L. T., Abdu, M.A., MacDougall, J. W., Batista, I. S., 2010: Longitudinal differences in the equatorial spread F characteristics between Vietnam and Brazil, Advances in Space Research, 45, pp. 351-360.

[8] Hoàng Thái Lan, Nguyễn Thu Trang, John Macdougall, 2011: So sánh sự xuất hiện của spread F xích đạo từ trong năm Mặt trời hoạt động trung bình (2003) và hoạt động yếu (2005). Tạp chí các khoa học về Trái Đất, T.33, (2), pp. 126-133.

[9] Lyon, A.J., N.J. Skinner, and R.W.H. Wright, 1960: The belt of equatorial spread F, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 19, 145 - 159.

[10] Marasigan V. S. J., 1960: Spread F in Baguio through half of a solar cycle, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 18, 43-47.

[11] Rao, M.S.V.G., and B.R. Rao, 1961: Nocturnal and seasonal variations of equatorial

spread F, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 22, pp. 12 - 22.

[12] Rastogi R.G., Kulkarni P.P., 1969: Spread F echoes at Ahmedabad over a solar cycle, Annales Geophysicae, 25, 577- 587.

[13] Rastogi, R.G., and G.D. Vyas, 1977: Range and frequency spread F at Huancayo, Indian Academy of Sciences: Proceeding, 86A (4), pp. 417 - 421.

[14] Rastogi R.G., Vyas G.D., 1978: Solar cycle effects in equatorial spread F, Current Science, 47 (3), 73 - 74.

[15] Rastogi R.G., 1980: Seasonal variation of equatorial spread F in the American and Indian zones, Journal of Geophysical Research, 85 (A2), 722-726.

[16] Rastogi R.G., 1980: Seasonal and solar cycle variations of equatorial spread F in the American zone, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, 42, 593-597.

[17] Rastogi, R.G., 1983: Tropical spread F, Indian journal of Radio and Space physics, 12, pp. 104 - 113.

[18] Tsunoda, R.T., 2010: On equatorial spread F: Establishing a seeding hypothesis, Journal of Geophysical research, 115, A12303, doi:10.1029/2010JA015564.

[19] Wright, R.W., and N.J. Skinner, 1959: Equatorial spread F, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, 15, pp. 121 - 125.

[20] Wells H. W., 1954: F scatter at Huancayo, Peru and relation to radio star scintillation, Journal of Geophysical research, V50 (2).

[21] World Data Center A for Solar - Terrestrial Physics, 1978: U.R.S.I Handbook of ionogram interpretation and reduction, USA.

SUMMARY

Some characteristic of equatorial spread F at Phuthuy over a solar cycle

This paper presents the research results of the occurrence of equatorial spread F at Phuthuy ionospheric observatory in Hanoi over a solar cycle (1962-1979). The most common type of spread-F observed at Phuthuy are the range spread type (F_s_Q) and the frequency spread type (F_s_F). In both phases, the maximum F_s occurs after midnight (maximum at 1-2 LT). The seasonal variation of F_s occurrence showed peaks at equinox months during the maximum sunspot years, but during the moderate and weak sunspot years there was a peak in summer. Range spread type occurs concentratively on the before midnight period, on the equinox month and on the maximum sunspot years. Frequency spread type occurs concentratively on the after midnight period, on the summer and on the moderate and weak solar activity. The characteristic features and the variations of Spread F occurrence at Phuthuy, Hanoi (13.02°N magnetic latitude) are similar from those at Ahmedabad, Indian (15.00°N magnetic latitude).