

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ
CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

LÊ TRƯỜNG THANH

**NGHIÊN CỨU DÒNG ĐIỆN XÍCH ĐẠO (EEJ)
TỪ SỐ LIỆU VỆ TINH CHAMP VÀ TỪ SỐ LIỆU MẶT
ĐẤT Ở KHU VỰC VIỆT NAM VÀ
CÁC VÙNG LÂN CẬN**

Chuyên ngành: Vật lý địa cầu

Mã số: 62 44 01 11

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ VẬT LÝ

Hà Nội – 2015

**Công trình được hoàn thành tại:
Học viện Khoa học và Công nghệ,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.**

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Hà Duyên Châu
TS. Lê Huy Minh

Phản biện 1: GS. TSKH. Mai Thanh Tân

Phản biện 2: PGS. TS. Đinh Văn Toàn

Phản biện 3: TS. Hoàng Văn Vượng

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Học viện
học tại:.....
vào lúc giờ ngày tháng năm 2015.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

1. Thư viện Quốc gia, Hà Nội
2. Thư viện Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
3. Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ

Mở đầu

1. Tính cấp thiết của luận án:

Trường từ do dòng điện xích đạo (EEJ) gây ra chỉ chiếm một phần nhỏ trong số liệu ghi được nhưng nó gây ra những biến thiên khá lớn, nhất là tại vùng có vĩ độ thấp và trung bình. Như tại Việt Nam, biến thiên của nó có thể lên đến hàng trăm nT và sẽ ảnh hưởng đến các đo đạc và nghiên cứu trường từ vùng xích đạo. Trước đây các nghiên cứu về EEJ chủ yếu sử dụng số liệu tại các đài địa từ, sau này có hàng chục vệ tinh đo đạc trường từ được phóng lên quỹ đạo, cho phép chúng ta nghiên cứu về EEJ rất chi tiết trên quy mô toàn cầu nhưng chưa được sử dụng ở Việt Nam.

Đặc biệt, trong nghiên cứu của Doumouya (2004), tác giả đã sử dụng số liệu trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP vào tháng 8, 9 năm 2001 để nghiên cứu về biên độ của EEJ trên toàn cầu và nhận thấy tại kinh tuyến qua khu vực Việt Nam, EEJ đạt giá trị lớn nhất. Tuy nhiên, nghiên cứu này sử dụng chuỗi số liệu còn quá ngắn và hơn nữa năm 2001 là năm Mặt Trời hoạt động mạnh. Trong nghiên cứu này nhiều vùng đã không có số liệu và việc tách phần trường từ do EEJ gây ra từ chuỗi số liệu thu được trên vệ tinh CHAMP gặp nhiều khó khăn.

Do vậy, luận án này sẽ sử dụng số liệu trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP cùng với số liệu các đài địa từ trong vòng sáu năm để khẳng định sự xuất hiện dị thường xích đạo tại kinh tuyến qua Việt Nam cũng như nghiên cứu một số đặc trưng cơ bản của hệ dòng EEJ.

Ngoài ra, trong quá trình sử dụng số liệu CHAMP vào thời gian ban ngày để tách phần trường từ do EEJ gây ra, chúng tôi nhận thấy rằng hoàn toàn có thể sử dụng chuỗi số liệu này vào thời gian ban đêm để tính trường từ bình thường (TTBT) cho khu vực Việt Nam và lân cận. Điều này cũng xuất phát từ nhu cầu cấp thiết thực tế là từ năm 2003 đến nay, tại Việt Nam chưa tiến hành xây dựng bất kỳ một bản đồ TTBT nào.

2. Nhiệm vụ của luận án:

Dựa vào các tài liệu cũng như số liệu thu thập được, tiến hành xử lý và phân tích để giải quyết các nhiệm vụ sau:

- Thu thập và xử lý số liệu trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP và tại các đài địa từ vùng xích đạo trong vòng 6 năm (từ 2002-2007).

- Tìm hiểu thuật toán tách phần trường từ do EEJ gây ra từ số liệu thu được. Xác định các thông số chính và nghiên cứu sự biến đổi của EEJ theo không gian và thời gian.

- Xây dựng mô hình lý thuyết biểu diễn sự biến đổi của EEJ theo thời gian, trong không gian.

- Nghiên cứu và ứng dụng phương pháp phân tích điều hòa chòm cầu để mô hình hóa TTBT và tính dị thường từ cho cho khu vực Việt Nam và lân cận từ số liệu của CHAMP.

3. Những điểm mới của luận án:

- Sử dụng một chuỗi số liệu dài, đầy đủ và đồng bộ về thời gian giữa số liệu vệ tinh và số liệu các đài địa từ để nghiên cứu về EEJ.

- Xây dựng phương pháp tách phần trường từ do EEJ gây ra bằng các đa thức có bậc khác nhau mà không sử dụng bậc cố định từ số liệu vệ tinh CHAMP và nghiên cứu các đặc trưng cơ bản của EEJ cũng như các biến thiên của nó trên toàn cầu.

- Lần đầu tiên tại Việt Nam đã nghiên cứu và áp dụng phương pháp phân tích điều hòa chòm cầu để mô hình hóa TTBT cho khu vực Việt Nam và lân cận.

4. Những luận điểm bảo vệ:

- Sử dụng tổ hợp số liệu trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP và tại các đài địa từ có thể rút ra những đặc trưng cơ bản đầy đủ của EEJ.

- Khẳng định mật độ dòng EEJ tính từ số liệu CHAMP tại khu vực châu Á là lớn nhất so với các kinh tuyến khác.

- Mô hình TTBT cho khu vực Việt Nam và lân cận niên đại 2007.0 tính từ số liệu CHAMP có độ tin cậy cao, hoàn toàn có thể sử dụng cho các

mục đích nghiên cứu khác ở Việt Nam.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn:

- Đánh giá định lượng một số thông số cơ bản của hệ dòng EEJ.

- Cung cấp tập sơ đồ TTBT các thành phần của trường từ và dị thường từ cho khu vực Việt Nam và lân cận niên đại 2007.0, phục vụ cho nghiên cứu khoa học hay phát triển kinh tế xã hội. Hơn nữa, phương pháp SCHA rất hiệu quả khi chỉ dùng số liệu thu được trên vệ tinh mà không cần số liệu mặt đất, nhất là hiện nay cơ quan Vũ trụ châu Âu đang phát triển chùm vệ tinh SWARM có độ chính xác cao và phân bố hợp lý để nghiên cứu về trường từ trên toàn cầu hay cho một khu vực nhất định.

- Góp phần tăng hiểu biết về việc xây dựng dự án, quản lý và thực hiện dự án phóng vệ tinh quan sát Trái Đất.

Nội dung của luận án và các vấn đề liên quan đã được công bố trong 6 công trình. Luận án đã được báo cáo và xemine tại một số hội nghị trong và ngoài nước. Luận án gồm 148 trang, với 11 bảng và 77 hình, 118 danh mục tài liệu tham khảo. Nội dung gồm 4 chương và dưới đây là phần tóm tắt các chương trong luận án.

I. KHÁI QUÁT VỀ NGHIÊN CỨU DÒNG ĐIỆN XÍCH ĐẠO, TỪ TRƯỜNG BÌNH THƯỜNG VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

1. Về nghiên cứu EEJ trong và ngoài nước

Năm 1951, Chapman đã giải thích sự tăng bất thường của trường từ vùng xích đạo là do vào ban ngày tại xích đạo từ tồn tại một hệ dòng điện chạy về phía đông trên tầng điện ly và hệ dòng điện này được sinh ra do những bất đồng nhất độ dẫn trong tầng điện ly do tác động của bức xạ Mặt Trời được gọi là dòng điện xích đạo (EEJ).

Từ sau năm Vật lý địa cầu quốc tế 1957-1958, nhiều đài địa từ trên thế giới đã được xây dựng, trong đó có những đài ở vùng vĩ độ thấp và vùng xích đạo như ở khu vực Nam Mỹ (Peru, Brazil), châu Phi, châu Á trong đó có Ấn Độ và Việt Nam.

Vào những năm 1970 với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ, một loạt các vệ tinh nhân tạo chuyên dụng để nghiên cứu về trường địa từ đã được phóng vào quỹ đạo. Những số liệu trường từ ghi được trên các vệ tinh đã góp phần nâng cao hiểu biết của chúng ta về trường địa từ nói chung hay dòng điện xích đạo nói riêng. Tuy nhiên, để sử dụng số liệu trường từ thu được trên vệ tinh cho nghiên cứu EEJ, đòi hỏi quỹ đạo của vệ tinh phải thỏa mãn một số điều kiện như: quỹ đạo cắt qua xích đạo từ vào giữa trưa địa phương và phải đủ thấp để ghi nhận được một cách đầy đủ phần trường do EEJ gây ra. Do vậy, chỉ có số liệu của các vệ tinh như: POGO, MAGSAT, Ørsted, CHAMP và gần đây nhất là SWARM là được sử dụng để nghiên cứu về EEJ. Cho đến nay đã có nhiều công trình nghiên cứu về EEJ sử dụng số liệu vệ tinh đã được công bố. Chẳng hạn: với số liệu vệ tinh POGO có các nghiên cứu của Cain (1973), Onwumechili (1980). Sử dụng số liệu vệ tinh MAGSAT có nghiên cứu của Yanagisawa (1985); Cohen (1990); Langel (1993).

Sau năm 2001, khi có số liệu trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP với quỹ đạo bay thấp và cắt qua xích đạo từ vào ban ngày, đã có rất nhiều nghiên cứu về EEJ được công bố như của Doumouya (2003, 2004), Lühr (2004, 2008), Le Mouél (2006), Alken (2007, 2013)...

Tại Việt Nam, do hệ dòng EEJ chạy qua phần lãnh thổ phía nam của Việt Nam, nên việc nghiên cứu về EEJ cũng được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm như: Trương Quan Hảo (1987, 1998, 2001), Nguyễn Thị Kim Thoa (1973, 1990), Nguyễn Văn Giảng (1988), Tsvetkov (1989), Lê Huy Minh (1998), Rotanova (1992), Lương Văn Trương (2003)... Các nghiên cứu này chủ yếu sử dụng số liệu thu thập được tại các đài địa từ tại Việt Nam và Ấn Độ và thông thường chỉ trong khoảng thời gian ngắn.

Để nghiên cứu về EEJ, trên thế giới nhiều tác giả đã sử dụng nhiều loại số liệu khác nhau để nghiên cứu như: số liệu mật độ dòng điện ghi được trên các tên lửa hoặc số liệu thành phần thẳng đứng của điện trường tại các trạm Radar VHF và HF, số liệu thăm dò thẳng đứng tầng điện ly.

Tuy nhiên, các nghiên cứu đã công bố thường có một số hạn chế như: sử dụng các số liệu có phân bố không đồng đều dọc theo xích đạo từ hoặc về cả hai phía của xích đạo, chuỗi số liệu thường còn ngắn chưa phản ánh hết các đặc trưng của EEJ chẳng hạn như biến thiên theo mùa, theo năm hoạt động của Mặt Trời.

2. Về nghiên cứu TTBT cho khu vực Việt Nam và lân cận

Bản đồ TTBT của mỗi quốc gia rất quan trọng trong thăm dò khoáng sản và một số mục đích khác. Quá trình xây dựng các bản đồ TTBT cho lãnh thổ Việt Nam từ những năm 1960 cho đến nay được tóm tắt như sau: Bản đồ TTBT đầu tiên ở Việt Nam cho niên đại 1961.0 được Tổng cục Địa chất thành lập cho thành phần thẳng đứng (Z) và trường toàn phần (F) đối với phần miền Bắc. Nguyễn San (1970) đã thành lập bản đồ TTBT cho các thành H, Z, F trên cơ sở 70 điểm đo tuyệt đối. Lê Minh Triết (1974) đã thành lập bản đồ TTBT cho miền Bắc Việt Nam cho niên đại 1973.0 cho miền bắc bằng phương pháp xấp xỉ đa thức bậc 2. Hà Duyên Châu (1979) đã sử dụng 69 điểm số liệu trên để tính toán lại trường bình thường cho miền bắc Việt Nam cũng bằng đa thức bậc 2 nhưng sử dụng phép lọc các điểm có dị thường lớn. Nguyễn Văn Giảng (1988) sử dụng chuỗi số liệu trường từ thu được trên vệ tinh MAGSAT và phương pháp phân tích điều hòa cầu để thu được các hệ số Gauss cho mô hình trường từ bình thường với bậc $n=13$. Từ các hệ số Gauss thu được sẽ tính được TTBT cho khu vực Việt Nam. Nguyễn Thị Kim Thoa (1992) đã xây dựng bản đồ trường bình thường cho lãnh thổ Việt Nam dựa vào phương pháp đa thức bậc hai và số liệu trên mạng lưới 56 điểm đo phân bố khá đều khắp toàn lãnh thổ Việt Nam. Hà Duyên Châu (1997) đã tiến hành đo lặp tại 56 điểm trên và xây dựng bản đồ TTBT niên đại 1997,5. Hà Duyên Châu (2003) tiếp tục tiến hành đo lặp lần thứ hai tại 58 điểm đo và đã xây dựng bản đồ trường bình thường niên đại 2003,5 cho toàn lãnh thổ Việt Nam. Đây cũng là tập bản đồ TTBT cho lãnh thổ Việt Nam được thành lập gần đây nhất.

Việc sử dụng phương pháp phân tích điều hòa chòm cầu (SCHA) với số liệu vệ tinh để mô hình hóa TTBT cho mỗi quốc gia hay cho một khu vực đã được nhiều nước trên thế giới thực hiện và đã thu được những kết quả khá tốt như: Haines (1986) sử dụng số liệu vệ tinh MAGSAT và số liệu từ hàng không kết hợp với số liệu đài trạm mặt đất để xây dựng bản đồ TTBT cho Canada niên đại 1980,0; Santis (1990) đã sử dụng số liệu vệ tinh MAGSAT để lập bản đồ các thành phần TTBT cho Italia; Kotzé (2001) đã sử dụng số liệu vệ tinh Ørsted để mô hình hóa trường từ cho khu vực Nam Mỹ tính cho niên đại 2000,0; Qamili (2007) sử số liệu thu được trên các vệ tinh CHAMP, Orsted và các điểm đo lặp để tính cho Albania và phía đông Italia niên đại 1990,0; 1995,0; 2010,0... Những mô hình TTBT này không những phản ánh được trường từ chính của Trái Đất mà nó còn biểu diễn được cả trường lực địa rộng lớn và một phần trường khu vực khi nó có thể phản ánh được các sóng có bước sóng cỡ vài trăm km; đây chính là một ưu thế của phương pháp SCHA so với phương pháp phân tích điều hòa cầu thông thường.

3. Số liệu phục vụ nghiên cứu

Trong gần một nửa thế kỷ qua, gần 20 vệ tinh chuyên dụng có gắn các thiết bị đo đặc trường địa từ đã được phóng lên quỹ đạo. Trong khoảng thời gian những năm 1960-1980, do hạn chế về công nghệ, các vệ tinh thường chỉ đo được trường tổng (F) và sử dụng các thiết bị có độ chính xác rất thấp. Sau những năm 1980, người ta đều thiết kế phóng các vệ tinh đo được đồng thời cả ba thành phần trường từ và trường tổng. Cho đến nay, các số liệu trường địa từ thu được trên các vệ tinh có quỹ đạo thấp như MAGSAT, Ørsted, CHAMP và SAC-C là những số liệu đo có mật độ dày đặc và đồng nhất với độ phân giải khá tốt. Tuy nhiên, chỉ có vệ tinh CHAMP là được gắn các thiết bị đo đặc trường địa từ có độ chính xác cao, quỹ đạo bay thấp, cung cấp chuỗi số liệu liên tục trong thời gian dài nhất.

Số liệu tiêu chuẩn của CHAMP gồm 5 mức, tương đương với các quá

trình xử lý số liệu như sau:

- Mức 0: Số liệu thô các loại nhận được từ vệ tinh.
- Mức 1: Chuỗi số liệu thô đã giải nén và các tài liệu nhiệt độ, hoạt động vệ tinh, các thông báo.
- Mức 2: Chuỗi số liệu nguyên thủy theo vị trí đã hiệu chỉnh thời gian, các tài liệu vector và cường độ trường tổng được lấy trung bình với độ phân giải thời gian 1 giây. Tài liệu vector được xử lý với tập hợp các tham số được cập nhật thường xuyên.
- Mức 3: Sản phẩm tài liệu ở mức này gồm các chuỗi theo thời gian của các thành phần trường từ trong hệ tọa độ NEC dựa trên thông tin từ các phép đo chuẩn trong chuyến bay và mô hình hóa. Mức này cung cấp tài liệu vector với độ phân giải thời gian 5 giây và số liệu trường tổng với độ phân giải thời gian 1 giây.
- Mức 4: Tính các mô hình trường từ nguồn gốc bên trong và bên ngoài dưới dạng các hệ số điều hòa cầu.

Trong nghiên cứu này cũng như trong các nghiên cứu khác đã công bố trên thế giới đều sử dụng số liệu mức 3 là số liệu đã được kiểm tra và hiệu chỉnh chính xác về tọa độ, thời gian.

Ngoài việc sử dụng số liệu trường địa từ thu được trên vệ tinh CHAMP nghiên cứu này còn sử dụng số liệu tại các đài địa từ trên mặt đất để so sánh kết quả tính EEJ cũng như xác định sai số của mô hình TTBT. Số liệu tại 6 đài địa từ đại diện cho 3 vùng kinh tuyến khác nhau được sử dụng, gồm hai đài của Việt Nam là Bạc Liêu, Phú Thọ và các đài Huancayo, Fuquence, Addis Ababa và Qsaybeh.

II. SỰ HÌNH THÀNH DÒNG ĐIỆN XÍCH ĐẠO

Quá trình hình thành EEJ trong lớp E của tầng điện ly có thể tóm tắt như sau: tại vùng vĩ độ thấp, do vector trường điện và trường từ hầu như nằm ngang, khí quyển Trái Đất lộ ra nhiều nhất, do vậy phần lớn bức xạ điện từ của Mặt Trời đến được tầng điện ly vùng xích đạo, sự ion hóa tăng

lên tạo nên một môi trường dẫn đơn nhất dẫn đến việc hình thành ở bán cầu phía Mặt Trời một dải dòng hẹp chạy từ tây sang đông và được gọi là dòng điện xích đạo.

Do đó, hệ dòng EEJ phụ thuộc trực tiếp vào hoạt tính của Mặt Trời cũng như trường điện và trường từ của khu vực đó. Theo nghiên cứu của Rishbeth (1969) dựa vào các quan sát trường từ cho thấy rằng biến thiên theo vĩ độ của EEJ bị ảnh hưởng bởi độ dẫn Pedersen và độ dẫn Hall trên tầng điện ly mà các độ dẫn này phụ thuộc vào cường độ trường từ (B) và độ từ khuynh (I) của trường địa từ trong khu vực.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU DÒNG ĐIỆN XÍCH ĐẠO TỪ SỐ LIỆU VỆ TINH CHAMP VÀ TỪ CÁC ĐÀI ĐỊA TỪ

1. Trường từ do EEJ gây ra tính từ số liệu vệ tinh CHAMP và số liệu tại các đài địa từ

Để nghiên cứu về EEJ, nghiên cứu này sử dụng trường từ tổng (F) thu được trên vệ tinh CHAMP trong khoảng thời gian từ 2002-2007, chỉ lựa chọn những ngày trường từ yên tĩnh (chỉ số $am < 20nT$, $K_p \leq 3^+$) và vào giữa trưa địa phương. Tổng cộng, có 9695 lát cắt số liệu cho 6 năm số liệu được sử dụng để nghiên cứu. Phần trường dư (F_{res}), sau khi đã loại đi trường chính (sử dụng mô hình IGRF-11, bậc $n=13$) gồm trường của lớp vỏ Trái Đất, trường từ do các hệ dòng điện nằm bên ngoài Trái Đất gây ra có biên độ nằm trong khoảng từ $-80nT$ đến $150nT$. Phần trường dư này gồm một “tín hiệu” cơ sở có bước sóng dài chồng chập lên một “tín hiệu” có bước sóng ngắn hơn, tín hiệu có bước sóng ngắn tương ứng với vùng “lỗm” xuống của tín hiệu và trùng với vùng xích đạo từ, vùng lỗm xuống này chính là vùng chịu ảnh hưởng bởi hệ dòng EEJ. Để tách phần lỗm xuống này hay chính là phần trường từ do EEJ gây ra (ΔF), chúng tôi sử dụng bộ lọc là các đa thức có bậc từ 6 đến 12 tùy thuộc vào hình ảnh đường cong và biên độ của nó.

Với việc sử dụng bộ lọc là các đa thức có bậc từ 6 đến 12 thay vì sử

dụng cùng một bộ lọc bậc cố định bậc 12 như của Doumouya, nhận thấy giá trị cực đại của EEJ theo phương pháp của nghiên cứu này đã lớn hơn khoảng 4nT (theo biên độ); Tại các khu vực có biên độ EEJ thấp (Đại Tây Dương, Thái Bình Dương và Brasil nơi các kết quả tính của Doumouya cho biên độ EEJ gần như bằng không) đã có sự phân bố theo kinh tuyến liên tục hơn.

Từ việc áp dụng cách tính trên cho toàn bộ số liệu vệ tinh CHAMP (từ 1/2002 đến 12/2007), rút ra nhận xét quan trọng sau:

- ΔF nằm trong khoảng từ 20nT đến 67nT. Tại khu vực kinh tuyến qua Việt Nam, ΔF tăng lên đáng kể (có thể đạt tới 67nT) và xuất hiện đều đặn trong tất cả các năm đã tính.

- Tại khu vực Nam Mỹ, trung tâm Thái Bình Dương, phía tây của Trung Phi biên độ của trường từ do EEJ gây ra ở mức trung bình trong khoảng 30-55nT.

- Tại khu vực phía đông châu Phi, một phần phía tây Ấn Độ Dương, Đại Tây Dương và tây bắc Brazil biên độ của EEJ đạt mức thấp chỉ còn khoảng 20nT-30nT.

Vị trí trung tâm của EEJ được xác định như là vị trí theo vĩ độ của điểm mà giá trị trường gây bởi EEJ đạt giá trị thấp nhất hay trùng với cực trị ở vùng lõm xuống trong từng lát cắt số liệu thu được từ CHAMP. Qua sáu năm số liệu nhận thấy: các tâm này hầu như dao động xung quanh xích đạo từ đối với niên đại 2005.0 trong khoảng $\pm 1^{\circ}$ (đường có vĩ độ từ bằng không). Tuy nhiên tại khu vực có kinh tuyến từ $20^{\circ}W$ đến $60^{\circ}W$ vị trí của tâm EEJ lại bị lệch ra ngoài nhiều nhất độ lệch đạt tới khoảng $\pm 2^{\circ}$. Vùng kinh tuyến này trùng với khu vực mà quỹ đạo vệ tinh không bay vuông góc với xích đạo từ hay tương ứng với vùng bị sụt giảm giá trị biên độ của EEJ như đã nêu ở trên. Tại vùng có kinh tuyến từ $90^{\circ}E$ đến $180^{\circ}E$ và từ $60^{\circ}W$ đến $180^{\circ}W$ vị trí của tâm EEJ hầu như trùng với xích đạo từ, khu vực có kinh độ từ $20^{\circ}W$ đến $50^{\circ}W$ thì tâm EEJ hầu như nằm phía bắc của xích đạo từ, vùng có kinh độ từ $20^{\circ}E$ đến $90^{\circ}E$ có tâm nằm ở phía nam xích đạo từ.

Cùng thời gian với số liệu vệ tinh CHAMP, nghiên cứu này cũng sử dụng số liệu tại 3 cặp đài địa từ (một đài gần xích đạo từ và một đài nằm ngoài vùng ảnh hưởng của EEJ) đại diện cho 3 châu lục: Bạc Liêu (BCL) và Phú Thụy (PHU) đại diện cho khu vực châu Á; Huancayo (HUA) và Fuquence (FUQ) đại diện cho châu Mỹ; Addis Ababa (AAE) và Qsaybeh (QSB) đại diện cho châu Phi. Giá trị trung bình giờ biến thiên ngày đêm thành phần nằm ngang H (ΔH) sẽ được sử dụng để nghiên cứu. Coi ΔH tính được tại đài xích đạo bao gồm trường từ do EEJ và do hệ dòng S_q gây ra, còn ΔH tại đài nằm xa chỉ có trường từ của S_q . Từ đó, dễ dàng tính được phần trường từ do hệ dòng EEJ gây ra tại vị trí của đài xích đạo từ.

2. So sánh mật độ dòng EEJ từ hai loại số liệu

Khi biết biên độ của trường từ do EEJ gây ra, áp dụng công thức được phát triển bởi Doumouya (2003), ta sẽ được tính mật độ dòng (j_0) tại xích đạo từ của EEJ từ cả hai loại số liệu trên. Bảng 3.4 tổng kết giá trị trung bình năm mật độ dòng tại tâm của EEJ tại vị trí ba đài địa từ HUA, AAE, BCL từ số liệu quan sát tại đài địa từ và từ số liệu CHAMP tại vị trí tương ứng. Trong bảng còn đưa vào giá trị độ chênh lệch mật độ dòng EEJ (Δj_0) tính từ hai loại số liệu. Từ bảng này, có nhận xét sau:

Bảng 3.4: Giá trị j_0 trung bình năm tính từ số liệu CHAMP và từ đài địa từ

Năm	j_0 tại HUA (A/km) tính từ số liệu			j_0 tại AAE (A/km) tính từ số liệu			j_0 tại BCL (A/km) tính từ số liệu		
	đài địa từ	CHAMP	Δj_0	đài địa từ	CHAMP	Δj_0	đài địa từ	CHAMP	Δj_0
2002	149	111	38	123	64	59	129	132	-3
2003	134	109	25	115	59	56	125	125	0
2004	112	107	5	99	61	38	121	119	2
2005	108	102	6	98	56	42	117	121	-4
2006	97	94	3	93	56	37	112	123	-11
2007	94	98	-4	85	52	33		117	

- j_0 tính từ CHAMP trong khoảng từ 40-140A/km, còn j_0 tính từ số liệu các đài địa từ trong khoảng từ 70A/km – 150A/km. Trong các năm đều tồn tại bốn đỉnh cực đại và bốn đỉnh cực tiểu và gọi là “số sóng 4”. Sự xuất hiện 4 đỉnh cực trị này phù hợp với các đỉnh cực trị trong các nghiên cứu của England (2006) và Brahmanandam (2011), sự xuất hiện “số sóng 4” được cho là tạo bởi các trường dynamo vùng E và những chuyển động trôi dạt thẳng đứng liên quan xảy ra ở tầng điện ly phía ban ngày. Trong đó số các đỉnh, đỉnh cực đại tại vùng kinh tuyến qua Việt Nam (105^0E) có biên độ lớn nhất.

- j_0 tính từ các đài địa từ đều đạt cực đại vào khoảng 12 giờ.

- j_0 từ số liệu đài địa từ đều có xu hướng giảm dần từ 2002-2007. j_0 tính từ số liệu CHAMP cũng có xu hướng như vậy, nhưng không biến đổi hoàn toàn tuyến tính trên toàn kinh tuyến.

- Δj_0 hầu như đều có giá trị dương, nghĩa là j_0 tính từ số liệu các đài địa từ thường lớn hơn tính từ số liệu vệ tinh.

- Tại vị trí đài AAE, giá trị j_0 tính từ số liệu đài địa từ lớn hơn j_0 tính từ số liệu vệ tinh khá nhiều. Điều này có thể do j_0 tính từ số liệu CHAMP ở khu vực này có giá trị thấp, thêm nữa do trạm QSB các xa trạm AAE tới 29.94^0 (vĩ độ từ) nên việc tính trường từ do EEJ gây ra từ cặp đài địa từ này không được chính xác như tại các cặp đài khác.

- Ngoài các năm 2002-2003, giá trị j_0 tính từ cả hai loại số liệu tại vị trí đài BCL đều lớn hơn tại vị trí đài AAE và HUA.

Với chuỗi số liệu trường từ thu được trên CHAMP và tại 3 đài địa từ trong vòng 72 tháng liên tục, chúng ta hoàn toàn có thể nghiên cứu biến thiên theo mùa của EEJ. Mùa địa từ được quy định: mùa hè (tháng 5, 6, 7, 8); mùa đông (11, 12, 1, 2) và hai phân điểm là: xuân phân (3, 4); thu phân (9, 10). Sau quá trình tính toán có nhận xét sau:

- j_0 vào phân điểm và mùa hè đều tồn tại bốn đỉnh cực đại và bốn đỉnh cực tiểu như giá trị trung bình năm mật độ dòng của EEJ hay còn gọi

là “số sóng 4”. Trong đó cực trị tại vùng kinh tuyến qua châu Á (khoảng 105°E) là mạnh nhất.

- j_0 vào mùa đông thì lại chỉ xuất hiện 3 cực đại và 3 cực tiểu hay còn gọi là “số sóng 3”. Kil (2010) đã nghiên cứu mật độ plasma tầng điện ly trên toàn cầu đã khẳng định sự trôi dạt thẳng đứng ($\vec{E} \wedge \vec{B}$) đã tạo ra các sóng có cấu trúc bậc 3 hay bậc 4 dọc theo kinh tuyến và cho rằng sự dịch chuyển về phía đông của triều là nguồn gốc của “số sóng 3” trên tầng điện ly.

- j_0 theo cả hai loại số liệu trên đều phản ánh qui luật: lớn nhất vào xuân phân và giảm dần vào thu phân, mùa hè, yếu nhất vào mùa đông. Tarpley (1973) cho rằng chuyển động theo mùa của các tâm của hệ dòng Sq có thể giải thích biến thiên mùa biên độ EEJ, EEJ tỷ lệ nghịch với khoảng cách giữa các tâm của hệ dòng Sq. Vào mùa đông, 2 tâm của Sq chuyển động về phía cực, nên EEJ sẽ giảm và tương tự vào mùa hè cũng như 2 phân điểm.

- j_0 tính từ số liệu đài địa từ tại đài HUA lại lớn hơn tại đài BCL trong thời kỳ phân điểm và có biên độ bằng nhau trong mùa hè. Nhưng j_0 tính từ số liệu vệ tinh tại HUA lại nhỏ hơn tại BCL trong các mùa.

Với 6 năm số liệu liên tục (2002-2007) tương ứng với $\frac{1}{2}$ chu kỳ hoạt động của Mặt Trời, chúng ta cũng có thể nghiên cứu sự biến đổi của EEJ theo hoạt tính Mặt Trời. theo đó, với số liệu mặt đất tính tại vị trí của 3 đài địa từ, mật độ dòng của EEJ tỷ lệ với số vết đen Mặt Trời. Nhưng với số liệu mật độ dòng EEJ tính từ số liệu CHAMP mỗi liên hệ này phức tạp hơn, một số vùng kinh tuyến không theo quy luật trên. Điều này phản ánh những bất đồng nhất theo kinh tuyến của EEJ.

Từ kết quả của nghiên cứu này, khi so sánh giá trị mật độ dòng tại tâm của EEJ trong vòng 6 năm số liệu ứng với một nửa chu kỳ hoạt động của Mặt Trời giữa hai loại số liệu ghi được ở phía trên về phía dưới của dải dòng EEJ cùng với những nghiên cứu khác đã công bố trong thời gian gần đây chúng ta nhận thấy rằng hệ dòng EEJ ngoài liên quan trực tiếp đến hoạt

động của Mặt Trời nó còn bị ảnh hưởng của nhiều quá trình điện động lực học khác nhau trên tầng điện ly và các quá trình nhiệt trong tầng khí quyển. Ví dụ hoạt động dynamo trong tầng điện ly, một trong những quá trình ảnh hưởng trực tiếp đến cấu trúc độ dẫn trong lớp E tầng điện ly bao gồm sự chuyển động của các ion, gió trung hòa và sự trôi dạt thẳng đứng điện từ $\vec{E} \wedge \vec{B}$ Như vậy có thể thấy rằng mật độ EEJ ở quy mô toàn cầu bị ảnh hưởng bởi nhiều quá trình vật lý phức tạp trong tầng điện ly và tầng khí quyển bên dưới, và nghiên cứu về EEJ vẫn đang được sự quan tâm của cộng đồng các nhà khoa học quốc tế.

3. Mô hình hóa EEJ từ số liệu vệ tinh CHAMP

Do các thông số về EEJ tính từ các quan sát trường từ trên mặt đất hay trên vệ tinh thường rời rạc và không phản ánh được những biến đổi của EEJ trên toàn cầu, do đó chúng ta cần phải xây dựng những mô hình lý thuyết hay thực nghiệm để mô tả hệ dòng điện này dựa trên những thông tin quan sát được. Trong số các mô hình về EEJ phổ biến hiện nay, chỉ có mô hình kiểu 3EM do Doumouya (2004) phát triển là có thể biểu diễn được sự biến đổi của EEJ theo cả kinh độ, vĩ độ và thời gian.

Hàm $\mathbf{j}(\mathbf{x}, \phi, t)$ là mật độ dòng của EEJ gồm ba hàm số độc lập với nhau: $\mathbf{j}(\mathbf{x}, \phi, t) = \mathbf{j}_0(\phi) \cdot \mathbf{G}(t) \cdot \mathbf{j}(\mathbf{x})$.

với $\mathbf{j}_0(\phi)$ là hàm của mật độ dòng tại tâm của EEJ vào giữa trưa địa phương tại kinh tuyến (ϕ) bất kỳ, đặc trưng cho thay đổi theo kinh tuyến của mật độ dòng điện j_0 ;

$\mathbf{G}(t)$ là một hàm của thời gian địa phương t , mô tả sự biến đổi theo thời gian (trong một ngày đêm) của EEJ;

$\mathbf{j}(\mathbf{x})$ là hàm của mật độ dòng j theo vĩ độ (x) mô tả sự biến đổi theo vĩ độ của EEJ. Các hàm độc lập trên sẽ được xác định bằng lý thuyết hay thực nghiệm dựa trên những quan sát trường từ hay giá trị mật độ dòng j_0 của EEJ. Từ giá trị mật độ dòng j này áp dụng định luật Biot- Savart chúng ta dễ dàng tính được thành phần ΔH và ΔZ do EEJ gây ra. Sau quá trình

tính toán, có nhận xét sau:

- Mô hình 3EM là mô hình thực nghiệm đã cho phép mô tả khá tốt dòng điện xích đạo phụ thuộc vào kinh độ, vĩ độ và thời gian địa phương, với độ lệch bình phương trung bình (RMS) giữa số liệu thực tế và từ mô hình nhỏ hơn 5.4nT của trường từ do EEJ gây ra cho toàn bộ các kinh tuyến khác nhau và cho toàn bộ 6 năm số liệu. Độ lệch này cũng thể hiện sự biến đổi phức tạp của EEJ trên toàn cầu do sự tác động của nhiều nguyên nhân khác nhau như đã trình bày trong phần đầu nghiên cứu này, ngoài ra có thể do chất lượng số liệu vệ tinh do độ cao quỹ đạo của nó, do phương pháp tách trường từ do EEJ gây ra từ số liệu thu được...

- Tại những khu vực có biên độ của EEJ lớn (như vùng kinh tuyến 105⁰E) thì độ lệch giữa mô hình và giá trị thu được thường nhỏ hơn những vùng EEJ có giá trị nhỏ. Nhìn chung, giá trị của mô hình thường nhỏ hơn giá trị quan sát.

- Theo mô hình này, chúng ta dễ dàng tính được các thành phần của trường từ do EEJ gây ra tại một vị trí hay một thời gian bất kỳ. Thông thường EEJ đều đạt cực đại vào khoảng 5 giờ (UT) hay 12 giờ (LT). Với khu vực kinh tuyến qua Việt Nam, có thành phần nằm ngang (ΔH) đạt giá trị cực đại vào khoảng 60nT (theo biên độ) và thành phần thẳng đứng (ΔZ) bằng 0 tại xích đạo từ.

IV. KẾT QUẢ TÍNH TRƯỜNG TỪ BÌNH THƯỜNG VÀ DỊ THƯỜNG TỪ KHU VỰC VIỆT NAM VÀ LÂN CẬN

Phần trường do các nguồn nằm phía trong Trái Đất gây ra là tổng của trường chính và trường vô. TTBT của một khu vực bao gồm trường chính có nguồn gốc trong nhân, trường lực địa và một phần trường khu vực; trường dị thường có thể coi là trường địa phương, do đất đá có từ tính trong vỏ Trái Đất ở phạm vi địa phương gây ra. Việc xây dựng bản đồ TTBT cho từng khu vực hay mỗi quốc gia rất quan trọng, nó được sử dụng

trong hàng hải, hàng không hay tính trường dị thường phục vụ nghiên cứu cấu trúc địa

chất, tìm kiếm khoáng sản, nghiên cứu tầng điện ly...

Để sử dụng phương pháp SCHA cho việc xây dựng mô hình TTBT cho khu vực Việt Nam và lân cận, trong nghiên cứu này sử dụng số liệu các thành phần X, Y, Z và trường tổng F của trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP trong vòng 2 năm (2006, 2007).

Khu vực nghiên cứu trong giới hạn theo kinh tuyến từ 90°E đến 130°E , theo vĩ tuyến từ 15°S đến 25°N , diện tích trên bao gồm toàn bộ phần đất liền một số quốc gia trong khu vực như: Việt Nam, Thái Lan, Malaysia, Philipin, Indonesia... và bao trọn vùng biển Đông và lân cận. Về mặt địa chấn thì khu vực nghiên cứu trên bao gồm hai vành đai động đất lớn nhất hành tinh là phần Tây Nam của vành đai Thái Bình Dương kéo dài từ Đài Loan, qua quần đảo Philipin tới đông Timor và phần cuối của vành đai động đất Địa Trung Hải-Himalaya-Myanmar-Andaman-Sumatra-Java – Timor.

Số liệu vệ tinh CHAMP trong khu vực trên được lựa chọn vào những ngày trường từ yên tĩnh (chỉ số $\text{am} < 20\text{nT}$, $K_p \leq 3^+$) và trong khoảng thời gian quanh giữa đêm địa phương (từ 22 giờ đêm đến 5 giờ sáng ngày hôm sau). Việc lựa chọn này đảm bảo trường do các hệ dòng bên ngoài Trái Đất gây ra là nhỏ nhất cũng như tránh được hiệu ứng nhiễu loạn từ.

Toàn bộ số liệu thu được trên vệ tinh CHAMP thỏa mãn các điều kiện trên trong vòng 2 năm bao gồm 612.002 điểm đo. Với tốc độ lấy mẫu 1 giây một số liệu và quỹ đạo nghiêng 87.3° tập hợp số liệu mà chúng tôi sử dụng hầu như phủ kín toàn bộ khu vực nghiên cứu.

Để loại bỏ ảnh hưởng của phần biến thiên theo thời gian, đã tiến hành đưa toàn bộ số liệu về niên đại 2007.0 (tức là thời điểm 0h00 ngày 1.1.2007), việc qui nạp này được thực hiện bằng việc sử dụng các hệ số khai triển trường chuẩn quốc tế IGRF-11 được khai triển đến bậc $n=8$ đối

với biến thiên thế kỷ. Toàn bộ số liệu sẽ được loại bỏ phần trường có phạm vi toàn cầu nhờ mô hình IGRF-11 được khai triển đến bậc $n=13$ cho phần trường chính.

Do mật độ số liệu thu được trên vệ tinh CHAMP dày đặc nên tại cùng một điểm có thể có nhiều số liệu có giá trị khác nhau và có độ cao khác nhau cũng như do số liệu đầu vào để nghịch đảo quá lớn máy tính không đáp ứng được, do vậy trước khi tính toán chúng tôi đã lưới hóa chuỗi số liệu. Toàn bộ 612.002 điểm đo (tương ứng với 2.448.008 giá trị của 3 thành phần và trường tổng của trường từ) trên sẽ được lưới hoá với kích thước lưới theo kinh tuyến và vĩ tuyến là $0.1^0 \times 0.1^0$. Việc lựa chọn kích thước ô như trên đảm bảo trong ô đều có ít nhất một điểm số liệu, giá trị của mỗi ô được lấy là giá trị trung bình của tất cả các điểm quan sát có trong ô và giá trị trung bình này được coi như giá trị trường quan sát ở tâm của ô lưới. Để loại bỏ những giá trị có độ lệch lớn so với các giá trị còn lại trong ô lưới, các giá trị lệch quá $2nT$ (đối với cả 4 thành phần trường từ) so với giá trị trung bình tương ứng trong ô lưới sẽ được loại bỏ. Sau quá trình lựa chọn trên, số điểm số liệu còn lại để tính trung bình cho mọi ô lưới là 586.375 điểm (ứng với 2.345.500 giá trị 3 thành phần và trường từ tổng).

Lựa chọn tham số của phương pháp SCHA: phải lựa chọn các tham số sao cho phù hợp với khu vực nghiên cứu và làm giảm thời gian tính toán nhưng vẫn đảm bảo mô hình hóa được phần trường từ cần quan tâm.

- Lựa chọn góc chòm cầu θ_0 : khu vực nghiên cứu có diện tích trải rộng trong khoảng 40^0 theo kinh tuyến cũng như theo vĩ tuyến nên lựa chọn $\theta_0=20^0$ đủ để phủ kín diện tích cần quan tâm và tâm của chòm cầu được chọn là tâm của khu vực tại vị trí có tọa độ: 5^0N và 110^0E .

- Lựa chọn bậc để tính trường từ do các hệ dòng bên ngoài Trái Đất (K_{ext}): cũng như một số nghiên cứu đã công bố, nghiên cứu này cũng chọn $K_{ext}=2$ và các hệ số được trình bày trong bảng 4.1. Từ các hệ số này, dễ dàng tính được các thành phần của trường từ do các hệ dòng điện bên ngoài Trái đất gây ra cho toàn khu vực nghiên cứu, với trường tổng F tại bề mặt

Trái Đất nằm trong khoảng $\pm 18\text{nT}$ (niên đại 2007.0). Nguồn gốc của trường này có thể do hệ dòng S_q và các hệ dòng trong từ quyển...

Bảng 4.1: Các hệ số g_k^{me}, h_k^{me} ứng với phần trường ngoài

k	m	$n_k(\text{m})$	g_k^{me}	h_k^{me}
1	0	6.3832	12.032	
1	1	4.8432	-4.493	-3.721
2	0	10.4885	-5.650	
2	1	10.0815	0.932	1.107
2	2	8.3553	-0.076	-0.180

- Lựa chọn bậc K_{int} tính trường từ do các nguồn bên trong Trái Đất: Để lựa chọn bậc K_{int} tối ưu, tính độ lệch bình phương trung bình (RMS-X, RMS-Y, RMS-Z) ứng với thành phần X,Y,Z của trường với K_{int} thay đổi từ 1 đến 10. Theo đó, với khu vực nghiên cứu này, khi $K_{\text{int}} \geq 8$ thì giá trị RMS cho cả ba thành phần của trường từ đều nhỏ dần và khá ổn định, để đảm bảo thời gian tính chúng tôi chọn $K_{\text{int}} = 8$ để tính toán. Bảng 4.3 là các hệ số g_k^{mi}, h_k^{mi} đối với phần trường có nguồn gốc bên trong.

Khi biết được các hệ số điều hòa chòm cầu, nghĩa là chúng ta có được mô hình giải tích của phần trường từ, ta có thể tính được giá trị của các thành phần của trường từ. Cuối cùng, các thành phần TTBT của khu vực mong đợi thu được bằng cách cộng phần trường tính từ mô hình IGRF với phần trường tính được bằng phương pháp SCHA và có một số nhận xét về TTBT tính cho khu vực như sau:

- Trường tổng (F): độ lớn trong khoảng từ 38600nT đến 49500nT, các đường đẳng trị có xu hướng thưa dần khi vào vùng vĩ độ giữa bản đồ với miền có giá trị thấp nhất nằm ở phía nam của Việt Nam xung quanh vĩ tuyến 8°N và đỉnh cực tiểu nằm ở phía đông của Philippin đạt giá trị nhỏ nhất là 38624nT.

Bảng 4.3: Các hệ số g_k^{mi}, h_k^{mi} ứng với phân trường bên trong

k	m	$n_k(m)$	g_k^{mi}	h_k^{mi}
0	0	0	217.03	
1	0	6.3832	-126.1	
1	1	4.8432	-43.31	55.478
2	0	10.489	191.16	
2	1	10.489	78.385	-46.21
2	2	8.3553	-27.96	22.023
3	0	15.311	-208.7	
3	1	14.793	-112.1	47.909
3	2	14.255	45.331	-30.81
3	3	11.686	15.284	-9.601
4	0	19.604	201.95	
4	1	19.604	105.69	-31.67
4	2	18.754	-83.79	-6.185
4	3	17.858	31.574	22.01
4	4	14.933	20.093	7.336
5	0	24.289	-150.2	
5	1	23.967	-75.46	13.533
5	2	23.64	84.257	9.389
5	3	22.535	-32.33	-29.22
5	4	21.361	-19.45	-14.24
5	5	18.13	-0.012	8.542

k	m	$n_k(m)$	g_k^{mi}	h_k^{mi}
6	0	28.649	84.355	
6	1	28.649	65.285	-35.11
6	2	28.089	-54.46	-27.02
6	3	27.516	44.944	24.604
6	4	26.2	31.31	15.149
6	5	24.794	-10.64	-8.431
6	6	21.292	8.537	-6.179
7	0	33.279	-28.33	
7	1	33.044	-12.24	31.249
7	2	32.807	18.917	22.661
7	3	32.055	-5.129	-12.99
7	4	31.282	-0.99	-9.902
7	5	29.783	1.009	4.496
7	6	28.176	-5.509	-8.026
7	7	24.429	-2.1	4.964
8	0	37.673	5.545	
8	1	37.673	2.382	-0.528
8	2	37.252	-2.952	0.078
8	3	36.825	2.119	2.277
8	4	35.909	-1.407	0.786
8	5	34.965	-0.948	0.731
8	6	33.304	1.7	-1.044
8	7	31.519	-0.388	-0.417
8	8	27.546	1.392	-1.319

- Thành phần nằm ngang (H): độ lớn trong khoảng từ 31600nT đến 41500nT, các đường đẳng trị ở phía bắc và phía nam của bản đồ có xu hướng mau hơn ở giữa bản đồ. Các đường đẳng trị có xu hướng bao quanh giá trị cực đại 41460 nT ở vị trí 9.2°N - 98.3°E .

- Thành phần bắc (X): độ lớn trong khoảng từ 31300nT đến 41500nT. Hệ thống các đường đẳng trị thể hiện một dị thường lớn, đỉnh cực đại nằm ở điểm toạ độ (97.8°E và 9.1°N) và đạt giá trị 41458nT.

- Thành phần đông (Y): độ lớn trong khoảng từ -3820nT đến 2130nT. Tại phía bắc của Việt Nam các đường đẳng trị cong võng xuống dưới, còn phía nam thì cong võng lên trên. Vùng phía Bắc của Thái Lan là vùng giao nhau của bốn đỉnh cực trị của bốn dị thường lớn khu vực Châu Á.

- Thành phần trường thẳng đứng (Z): độ lớn của Z trong khoảng từ -37000nT đến 28400nT, các đường đẳng trị gần như song song, nằm ngang và cách nhau khá đều đặn. Phía bắc Việt Nam, Z đạt giá trị lớn nhất, sau đó giá trị giảm dần xuống phía nam và đường $Z=0$ nằm xung quanh vĩ tuyến 8.2°N , tiếp theo Z đạt giá trị âm.

- Độ từ thiên (D): độ lớn của D trong khoảng từ -7° đến 3.5° . Các đường đẳng trị nằm khá giống với thành phần Y. Tại phía bắc của Việt Nam các đường đẳng trị cong võng xuống dưới, còn phía nam thì cong võng lên trên. Trên toàn lãnh thổ Việt Nam thành phần D mang giá trị âm, đường đẳng trị $D=0^{\circ}$ nằm ở phía đông nam của cực nam Việt Nam.

- Độ từ khuynh (I): các đường đẳng trị nằm thẳng, gần như song song cách đều nhau như thành phần Z. Ở phần phía Nam của Việt Nam, các đường đẳng trị hơi nghiêng về phía đông nam càng xuống phía nam các đường đẳng trị càng nghiêng hơn. Biên độ I biến đổi trong khoảng -49° đến 37° . Tại phía bắc Việt Nam, I đạt giá trị lớn nhất, sau đó giá trị giảm dần xuống phía nam và đường $I=0$ nằm xung quanh vĩ tuyến 8°N , tiếp theo I đạt giá trị âm.

Để khẳng định sự chính xác của phương pháp, chúng tôi so sánh TTBT tính bằng phương pháp SCHA tại vị trí ứng đài địa từ Phú Thụy và

đài xích đạo từ Bạc Liêu với số liệu ghi được tại hai đài địa từ này (cả hai đài địa từ này đều sử dụng máy ghi từ hiện số có độ chính xác cao). Từ số liệu trong vòng hai năm 2006, 2007 tại Phú Thụy, và năm 2006 tại Bạc Liêu (năm 2007 mất số liệu), sau khi hiệu chỉnh biến thiên theo thời gian thì độ lệch giữa mô hình TTBT và số liệu tại các đài địa từ cho ba thành phần X,Y,Z như sau: tại vị trí đài Phú Thụy: $\Delta X= 1.3nT$; $\Delta Y= -2.4nT$; $\Delta Z= -2.8nT$. Tại Vị trí đài Bạc Liêu: $\Delta X= 1.7nT$; $\Delta Y= -2.1nT$; $\Delta Z= -3.0nT$. Các giá trị này là khá nhỏ và khẳng định độ chính xác của mô hình.

Chúng tôi cũng tiến hành so sánh trường toàn phần (F) tính từ phương pháp SCHA với bản đồ (F) từ tính từ mô hình IGRF-11 ở cùng niên đại 2007.0 và tại bề mặt Trái Đất. Nhận thấy rằng hình dáng các đường cong hầu như khá giống nhau, điều này chứng tỏ rằng TTBT tính từ phương pháp SCHA phản ánh khá tốt phần trường từ của các dòng điện trong nhân ngoài, một phần trường của vỏ Trái Đất gây ra. Độ chênh lệch của trường toàn phần (ΔF_{DL}) tính từ phương pháp SCHA và từ IGRF cũng chính là phần trường của trường toàn phần tính từ các hệ số SCHA ở trên. Giá trị ΔF_{DL} biến đổi trong khoảng từ -90 nT đến 98 nT, trong toàn bộ khu vực nghiên cứu, ΔF_{DL} chủ yếu có giá trị âm và chỉ tồn tại hai khu vực mà ΔF_{DL} có giá trị dương là khu vực vùng biển phía bắc Philippines và nam đảo Đài Loan và khu vực phía đông nam Indonsia. Những vùng có biên độ lớn phải chú ý đến vùng Myanmar, Philippines, trung tâm biển Đông, Indonesia... Với độ chênh lệch ΔF_{DL} trong khoảng gần ± 100 nT như đã thấy, rõ ràng nếu dùng mô hình IGRF như là mô hình trường từ bình thường trong khu vực, trường dị thường sẽ chênh lệch khá nhiều so với trường dị thường thu được với trường bình thường thu được bằng phương pháp phân tích điều hòa cầu mà chúng tôi đã trình bày. Như vậy có thể khẳng định giá trị của cường độ trường từ toàn phần ΔF_{DL} đã phản ánh một phần trường từ của lớp vỏ Trái Đất và một phần trường mang tính khu vực mà mô hình trường từ toàn cầu IGRF đã không phản ánh được.

Sai số của một mô hình TTBT bao gồm: Sai số của phép đo (do thiết bị, do xác định tọa độ, thời gian) khi sử dụng số liệu vệ tinh CHAMP được xác định là $\delta_1 = \pm 3$ nT. Sai số trong quá trình tính toán là sai số trong khâu xử lý số liệu thực hiện việc hiệu chỉnh biến thiên. Do trong quá trình tính TTBT từ số liệu vệ tinh CHAMP đã loại trừ biến thiên theo thời gian bằng mô hình IGRF-11, do vậy sai số này vào khoảng $\delta_2 = \pm 6$ nT. Sai số của phép biến đổi trường khi sử dụng số liệu vệ tinh, nghiên cứu này đã xác định sai số khi hạ trường ứng với các trường hợp $K_{int}=8$ là $\delta_3 = \pm 30$ nT cho khu vực nghiên cứu. Do vậy, tổng sai số cho việc xây dựng mô hình TTBT cực đại khoảng $\delta = \pm 39$ nT. Giá trị sai số này nhỏ hơn so với sai số trong việc xây dựng bản đồ TTBT của Haines (1985) cho Canada niên đại 1985.0 là ± 75 nT, trong nghiên cứu của Nguyễn Văn Giảng (1988) xây dựng TTBT cho Việt Nam với sai số là ± 60 nT. Sai số này là đặc trưng cho các mô hình TTBT khi xây dựng cho mỗi quốc gia hay mỗi khu vực.

Phần trường dị thường từ còn lại sau khi trừ đi phần trường từ bình thường tính ở độ cao quỹ đạo của vệ tinh (trung bình khoảng 350km) sẽ phản ánh sự thay đổi về từ tính của đá hay cấu trúc vỏ Trái Đất trong khu vực. Việc thành lập bản đồ dị thường từ cho một khu vực như vậy cho phép nghiên cứu đặc trưng của cấu trúc vỏ trái đất trong phạm vi nghiên cứu. Việc nghiên cứu và phân tích về trường dị thường từ có giá trị thực tế rất lớn không những trong nghiên cứu về cấu trúc, các quá trình địa chất và sự tiến hoá kiến tạo của lục địa cũng như cung cấp cho ta thông tin về cấu trúc địa chất và thành phần vật chất của Trái Đất. Từ kết quả tính dị thường từ các thành phần ΔX_a , ΔY_a , ΔZ_a và trường tổng ΔF_a (độ cao trung bình khoảng 350 km so với mặt đất) chúng tôi có một số nhận xét sau:

- Thành phần bắc ΔX_a , biến đổi từ -13nT đến 12nT, ΔY_a biến đổi trong khoảng -8nT – 8nT, ΔZ_a biến đổi trong khoảng -8nT – 10nT. Trường dị thường từ có biên độ khá đối xứng nhau.

- Các dị thường từ trong khu vực khá phức tạp, với các dị thường âm và dương xen kẽ nhau, các dị thường từ lớn trùng với với các cấu tạo chính trong khu vực.

Tuy nhiên, do đặc thù của việc quan sát trường từ trên tinh CHAMP ở một độ cao nhất định, nên trường dị thường từ tính được từ chuỗi số liệu này chỉ phản ánh những dị thường từ lớn như là sự tiếp xúc giữa các mảng thạch quyển hoặc những khối bazan lớn.

Kết luận và kiến nghị

Kết luận:

Từ kết quả thu được trong luận án này, chúng tôi rút ra một số kết luận chính sau:

1. Việc sử dụng các đa thức có bậc thay đổi từ 6-12 tùy thuộc vào các lát cắt số liệu khác nhau đã cho phép tách được phần trường từ do EEJ gây ra từ số liệu CHAMP. Biên độ của trường từ do EEJ gây ra tính từ số liệu vệ tinh CHAMP cho 6 năm số liệu (2002 - 2007) nằm trong khoảng từ 20nT đến 67nT, tùy thuộc vào vị trí kinh tuyến khác nhau và tại các thời gian khác nhau giá trị này cũng khác nhau. Qua tính toán 6 năm số liệu, có thể khẳng định EEJ tính từ số liệu CHAMP tại vùng kinh tuyến qua Việt Nam (kinh tuyến 105⁰E) là lớn nhất.

2. Mật độ dòng EEJ trên toàn cầu tính từ số liệu vệ tinh CHAMP biến đổi trong khoảng từ 40 A/km đến 140 A/km. EEJ cũng thể hiện biến thiên theo mùa rõ rệt, vào mùa hè và phân điểm tồn tại 4 đỉnh cực đại và 4 đỉnh cực tiểu EEJ trên toàn cầu. Nhưng vào mùa đông EEJ chỉ tồn tại 3 đỉnh cực đại và 3 đỉnh cực tiểu và cực đại qua kinh tuyến 135⁰W là lớn nhất.

3. Mật độ dòng điện của EEJ tính từ số liệu các đài địa từ tỷ lệ với số vết đen Mặt Trời. Tuy nhiên, với số liệu vệ tinh CHAMP thì không hoàn toàn như vậy trên toàn kinh tuyến.

4. Áp dụng mô hình kiểu 3ME cho số liệu thu được trên CHAMP cho phép chúng ta có cái nhìn tổng quan về EEJ biến đổi theo kinh tuyến,

vĩ tuyến và theo thời gian địa phương trên toàn cầu. Với độ lệch bình phương trung bình (RMS) giữa mô hình lý thuyết và số liệu thu được nhỏ hơn $5.4nT$ trên toàn bộ số liệu là khá nhỏ.

5. Trong nghiên cứu này cũng tính TTBT cho khu vực Việt Nam và lân cận niên đại 2007.0 khi sử dụng số liệu trường từ thu được trên vệ tinh CHAMP bằng phương pháp SCHA. Kết quả tính toán cho giá trị các thành phần TTBT của khu vực khá trùng với mô hình IGRF và các nghiên cứu trước, ngoài ra nó còn biểu diễn được phần trường có nguồn gốc nằm trong vỏ Trái Đất gây ra mà với mô hình toàn cầu IGRF đã không thể hiện được. Tổng sai số của mô hình TTBT này nhỏ hơn $\pm 39nT$, sai số này là khá nhỏ và chấp nhận được cho mô hình TTBT.

6. Dị thường từ tính từ số liệu CHAMP có biên độ khá nhỏ chỉ trong khoảng $\pm 10nT$ tính tại độ cao trung bình 350km, nó phản ánh khá tốt những những dị thường từ lớn trong khu vực như ranh giới tiếp xúc giữa các mảng thạch quyển hoặc những khối bazan lớn.

Kiến nghị:

1. Cần tiếp tục nghiên cứu và giải thích sự tồn tại đỉnh cực trị của EEJ tại vùng kinh tuyến qua khu vực Việt Nam như: thu thập và sử dụng thêm số liệu tại các đài địa từ hay trên vệ tinh Swarm; sử dụng những mô hình toàn cầu để đánh giá ảnh hưởng của các quá trình điện động lực học trong tầng điện ly đến hệ dòng điện này.

2. Cần áp dụng phương pháp SCHA với tổ hợp số liệu như số liệu các đài địa từ, số liệu các điểm đo lặp, số liệu từ hàng không, trên biển... để nâng cao độ tin cậy các bản đồ TTBT.

Kết quả liên quan đến luận án đã được công bố:

[1] V. Doumbia, Le Truong Thanh, Le Huy Minh, Y Cohen, Amory-Mazaudier, On the estimation of the equatorial electrojet magnetic signature and peak current density from polar orbiting satellite magnetic measurements, *International Association of Geomagnetism and Aeronomy 11*, **2009**, Vol 41(42).

[2] Lê Trường Thanh, V. Doumouya, Lê Huy Minh và Hà Duyên Châu, Mô hình dòng điện xích đạo từ số liệu vệ tinh CHAMP, *Tạp chí các khoa học về Trái Đất*, **2010**, tập T32(1), trang 48-56.

[3] Lê Trường Thanh, Lê Huy Minh, Hà Duyên Châu, V. Doumouya, Y. Cohen, Dị thường và biến thiên theo mùa của dòng điện xích đạo, *Tạp chí các khoa học về Trái Đất*, **2011**, tập T33(1), trang 29-36.

[4] M. Yamamoto, T. Tsugawa, T. Nagatsuma, Ha Duyen Chau, Le Truong Thanh, S. Kaloka, P. Baki, Study of equatorial spread-F with GNU radio beacon receiver (GRBR) network over Asia, Pacific and Africa, *International Union of Geodesy and Geophysics*, **2011**, M12_29PP145.

[5] H.D. Chau, L.T. Thanh, N.T. Dung, Vietnam magnetic and ionospheric observatories are ready to be integrated in the geoss, *International Union of Geodesy and Geophysics XXIV General Assembly in Melbourne, Australia*, **2011**, JG05_3PP028.

[6] Hà Duyên Châu, Lê Trường Thanh, Nguyễn Thanh Dung, Các kết quả nghiên cứu khảo sát địa từ - điện ly ở Việt Nam, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học quốc tế Kỷ niệm 55 ngành Vật lý địa cầu Việt Nam*, **2012**, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.