

XÁC ĐỊNH HỆ SỐNG ĐÔNG KHÍ QUYỂN THÔNG QUA MÔ HÌNH NHIỀU LỚP ÁP DỤNG CHO VÙNG BIỂN ĐÔNG NAM Á

TS. Bùi Xuân Thông

Trung tâm khí tượng thủy văn biển

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình thực hiện bài toán đánh giá mối quan hệ giữa hiện tượng ENSO và hệ thống sóng khí quyển nhiệt đới chúng tôi nhận thấy cần thiết phải thiết lập một mô hình số trị xác định hệ sóng đông. Trên cơ sở của mô hình được thiết lập đó sẽ thực hiện các thực nghiệm số trị tương ứng với các điều kiện khác nhau của khí quyển. Trong bài viết này chúng tôi sẽ trình bày tóm tắt các đặc trưng của hệ sóng đông, các phương pháp xác định chúng và một số kết quả bước đầu khai thác mô hình số trị áp dụng trong điều kiện khí quyển khô vùng biển Đông Nam Á.

2. Các đặc trưng cơ bản của hệ sóng đông

Sóng khí quyển nhiệt đới được quan niệm là hệ sóng đông có nguồn gốc phát sinh từ lục địa châu Phi di chuyển về phía tây [2]. Các cơn bão phát sinh vào tháng 7 ở vùng Trung Mỹ đều có nguồn gốc là hệ sóng đông. Ở vùng Đông Nam Á hệ sóng đông thường xuất hiện từ tháng 6 tới tháng 10. Trong các loại hình thể synop thường xuất hiện ở vùng biển Việt Nam thì loại hình thể synop sóng đông cũng được coi là đáng kể đặc biệt là ở vùng biển phía nam. Có thể tóm tắt các đặc trưng cơ bản của sóng đông bằng 18 thông số như trong tài liệu của Carlson [2]. Từ các kết quả nghiên cứu của Riehl, Palmer, Carlson, ... đều cho thấy rằng phần lớn bão và các nhiễu động thời tiết mạnh ở vùng Tây Thái Bình Dương đều có nguồn gốc từ nhiễu động sóng đông, đặc biệt ở vào khu vực 15° vĩ bắc (15°N). Dạng sóng điển hình và cơ bản của hệ sóng đông được thể hiện như trên hình 1 được trích ra từ công trình của Carlson [2].

Trong công tác dự báo thời tiết, đặc biệt ở vùng nhiệt đới gần xích đạo, việc phát hiện ra rãnh (Trough) của hệ sóng đông sẽ giúp rất nhiều cho việc xác định các điều kiện thời tiết đi kèm theo trong khu vực.

3. Một số phương pháp xác định hệ sóng đông

Người ta thường phát hiện ra hệ sóng đông dựa vào các bản đồ phân bố trường gió, khí áp và kiểu dạng mây hình chữ V - ngược. Những người làm dự báo synop thường nhận biết ra hệ sóng đông trên các biểu đồ phân bố gió ở các mặt đẳng áp khác nhau từ 1000mb tới 100mb. Sự nổi bật của hệ sóng đông trên các loại bản đồ này tuy nhiên không nhất thiết ở tất cả các mặt đẳng áp. Thông thường có hai phương pháp cơ bản để xác định hệ sóng đông. Nguyên tắc chính của phương pháp thứ nhất là ngoại suy sử dụng công thức của Rossby:

$$\frac{V}{R} + f = K_1 \quad (1)$$

Trong đó:

V- tốc độ gió,

R- bán kính cong dòng chuyển động,

f - lực Coriolis,

K_1 - hệ số ngoại suy.

Đây là phương pháp xác định hệ số ổn định của sự di chuyển các xoáy CAVT (constant absolute vorticity trajectories). Dựa vào hệ số K_1 trên đây kết hợp với phương trình Petterson để ngoại suy các vị trí hệ sóng [1].

Phương pháp thứ hai mà chúng tôi sử dụng trong bài viết này là phương pháp số trị. Phương pháp này thông qua việc tập hợp một hệ phương trình mô tả trạng thái khí quyển trong các điều kiện xác định liên quan tới quá trình phát triển sóng hình thành các phân bố trường gió. Từ kết quả phân bố trường gió xác định xu thế phát triển của hệ sóng động. Phương pháp này có nhiều ưu việt để mô tả khái quát xu thế phát triển của các hệ thống synop có quy mô vừa.

4. Nội dung mô hình

Thông qua một mô hình 3 chiều với 5 lớp để phân bố trường gió, nhiệt độ không khí, độ cao địa thế vị. Trong nội dung của bài viết này chúng tôi chỉ tập trung giới thiệu kết quả dự báo trường gió theo phân bố trường tại mặt đẳng áp 1000mb sát mặt biển và tầng 800mb thể hiện một phần gió trên cao. Thực ra để mô tả tiến trình phát triển của hệ sóng động cần thiết phải mô tả đầy đủ phân bố trường gió ở tất cả các mặt đẳng áp còn lại, song vì giới hạn của bài viết và với kết quả phân bố của trường gió ở tầng 1000mb và 800mb chúng tôi nhận thấy là có thể tiếp tục sử dụng mô hình để có thể thực hiện các thực nghiệm khác.

Mô tả tóm tắt mô hình

Từ các phương trình bao quát độ xoáy tương đối, phương trình hàm dòng dẫn tới phương trình tổng quát có dạng:

$$\nabla^2 \phi = \nabla \cdot f \nabla \phi + 2J\left(\frac{\partial \phi}{\partial x}, \frac{\partial \phi}{\partial y}\right) \quad (2)$$

Trong đó độ xoáy tương đối ζ được xác định nhờ biểu thức:

$$\zeta = \vec{K} \cdot \nabla \cdot \vec{V} \quad (3)$$

$\vec{V}$ - véc tơ gió, ϕ - độ cao địa thế vị, f- thành phần lực Coriolis.

Các thông số nhiệt, ẩm, áp suất hơi nước được xác định từ các biểu thức chuẩn, phương trình chuyển động theo phương nằm ngang ox, oy được thiết lập với các thông số kể trên. Bài toán được phân ra thành nhiều lớp từ tầng 1000mb tới tầng 100mb (hình 3). Các tham số được xác định xen kẽ theo từng mặt đẳng áp. Bài toán được xác định theo hai giai đoạn, giai đoạn 1 xác định trường gió dự báo theo phương trình cân bằng năng lượng, từ kết quả đó tiếp tục sử dụng để thực hiện dự báo trường gió, nhiệt, độ ẩm từ các tầng khác nhau.

Phương pháp giải

Sử dụng các nguyên lý trao đổi nhiệt ẩm được giải phóng từ các miền biên hông (lateral) và quy trình trao đổi nhiệt cảm (sensible) để tham số hoá nhằm rút gọn hệ phương trình đưa vào dự báo. Các thành phần rối trong mô hình lấy theo kết quả của mô hình Estoque. Các tham số bức xạ không tham gia trong mô hình. Mô hình mây tối ưu được hình thành và đẩy lên cao trong giới hạn của lớp ngưng kết

(LCL). Nhóm mây được giả thiết hình thành từ một trong ba lớp ở sát mặt nước biển.

Về phương pháp số để giải bài toán đặt ra mô hình sử dụng sơ đồ bình lưu bậc 2 tựa Lagrange. Theo phương pháp này các phương trình chuyển động được sai phân theo sơ đồ:

$$F_{i,j}^{n+1} = IG^n + (R_{i,j}^n - 0,5R_{i,j}^{n-1})dt \quad (4)$$

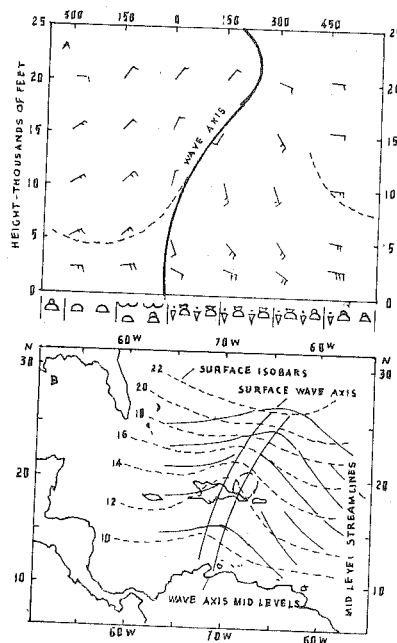
$$\text{với } G_{i,j}^n = F_{i,j}^n + R_{i,j}^n \frac{dt}{2}$$

IG^n là giá trị nội suy của $G_{i,j}^n$ thông qua chuỗi Taylor. $F_{i,j}^n, R_{i,j}^n$ hay $F_{i,j}^{n-1}, R_{i,j}^{n-1}$ thể hiện đặc trưng của đại lượng U, V, T và g trong phương trình chuyển động.

5. Miền tính toán và số liệu ban đầu

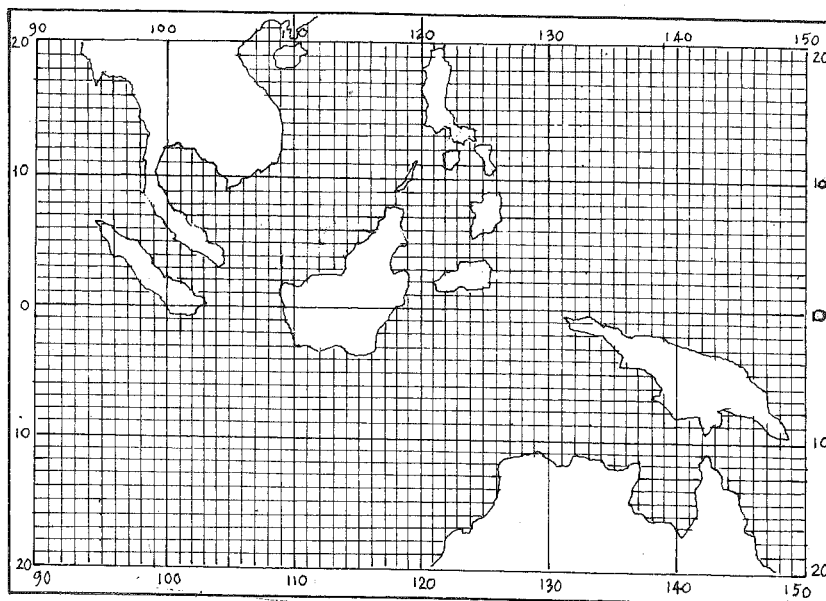
Miền tính toán giới hạn trong 60 kinh độ (từ $90^\circ - 150^\circ$) và 40 vĩ độ (từ 0° xích đạo - $20^\circ N$, từ 0° xích đạo - $20^\circ S$) hình 2. Bước lưới tính 220km ($2^\circ \times 2^\circ$) với tổng số điểm tính cho một mặt phẳng là 651 điểm.

Số liệu ban đầu: Các số liệu nhiệt, ẩm và gió ban đầu được trích từ các bản đồ dự báo thời tiết trong khu vực lấy theo bản đồ dự báo UTM của ngày 15-10-1987. Các số liệu này được sử dụng để thử nghiệm dự báo cho 24 giờ và 48 giờ tiếp theo. Trong bài viết này chúng tôi chỉ đưa ra kết quả dự báo cho 24 giờ sau. Tuy nhiên, để phục vụ cho mục tiêu của đề tài là xác định sự biến động của hệ sóng khí quyển chúng tôi đã sử dụng các kết quả dự báo cho 48 giờ tiếp theo.



Hình 1. Dạng điển hình hệ sóng động phân tích tổng hợp từ các bản đồ phân bố các trường gió, áp.

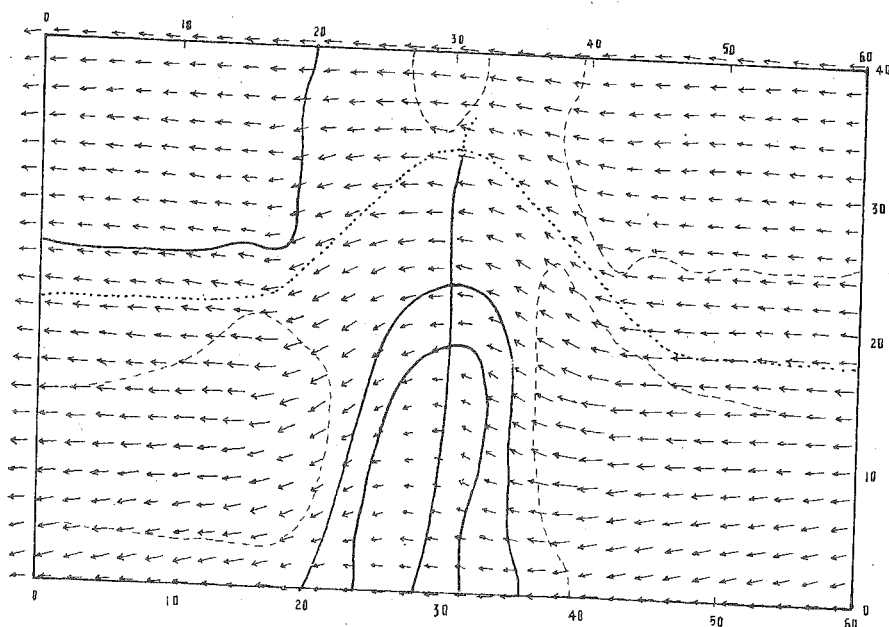
(Trích từ công trình của Carlson[2])



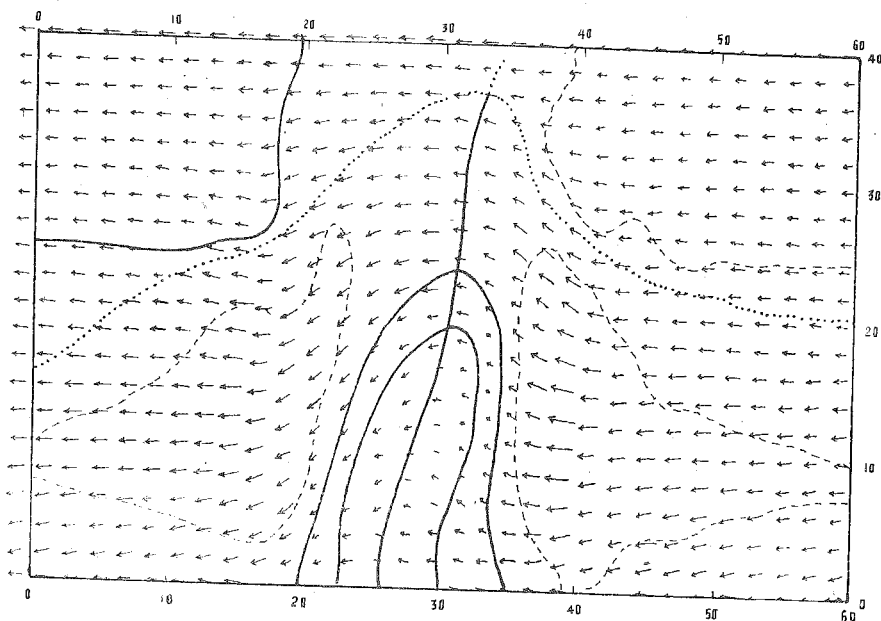
Hình 2. Giới hạn miền tính của mô hình

CÁC THAM SỐ BAN ĐẦU		CÁC THAM SỐ DỰ BÁO
GIỚI HẠN TRÊN CỦA MÔ HÌNH		
//////////////////// 100 m //////////////////////		
u . v . c . w	200 m	u . v . ϕ
T . σ	300 m	T . L . w
u . v . σ . w	400 m	u . v . ϕ
T . σ	500 m	T . C . w
u . v . c . w	600 m	u . v . ϕ
T . σ	700 m	T . C . w
u . v . ϕ . w	800 m	u . v . ϕ
T . σ	900 m	T . C . w
u . v . ϕ . w	1000 m	u . v . ϕ
//////////////////// GIỚI HẠN DƯỚI CỦA MÔ HÌNH //////////////////////		

Hình 3. Các tham số dự báo xen kẽ theo phương thẳng đứng



Hình 4. Trường gió dự báo sau 24 giờ tại tầng 1000mb



Hình 5. Trường gió dự báo sau 24 giờ tại tầng 800mb

6. Phân tích một số kết quả bước đầu ứng dụng mô hình để xác định sự di động của hệ sóng đông trong khu vực

Như trên đã đề cập đến, mô hình được ứng dụng để thực hiện dự báo cho 24 giờ và 48 giờ trong điều kiện khí quyển khô. Đây là bước áp dụng đơn giản cho điều kiện khí quyển không có quá trình đoạn nhiệt các dòng năng lượng được hấp thụ trực tiếp từ bề mặt trái đất.

Như trên hình 2 mô tả miền tính toán là khá rộng, trong khi đó vùng biển Đông và Việt Nam chỉ là một phần nhỏ. Tuy nhiên, để đánh giá sự phát triển của hệ sóng đông theo chúng tôi phạm vi một khu vực rộng như vậy là vừa đủ. Như chúng tôi đặt vấn đề ngay từ đầu là phát triển mô hình trong điều kiện khí quyển có sự hiện diện của ENSO do vậy miền tính toán có chú ý tới khu vực phía nam. Kết quả dự báo cho 24 giờ tiếp theo trường gió tại các mặt 1000mb và 800mb được thể hiện trên các hình 4 và 5.

Mặc dù chưa có điều kiện dự báo với các tham số của khí quyển ẩm tức là khí quyển trong thực tế, song ở đây kết quả như trên hình 4 và 5 cho ta có những kết luận cơ bản về khả năng có thể áp dụng mô hình này để mô tả hệ sóng đông. Trong điều kiện khí quyển khô, các trục của hệ sóng đông đã thể hiện khá rõ các vùng thay đổi tốc độ gió. Nếu so sánh với kết quả trong công trình [1] trên hình 1 ở trên ta nhận thấy có những nét căn bản của hệ sóng đông thể hiện trên các hình 4 và 5.

So sánh kết quả thể hiện trên hình 4, 5 và bản đồ số liệu ban đầu đưa vào tính toán ta thấy rằng sau 24 giờ dự báo, hệ sóng đông di chuyển được một khoảng là 2° tức là khoảng 220km. Trong khi đó dựa theo lý thuyết sóng của Rossby thì sự di chuyển này là $2,35^\circ$ tức là khoảng 258km. Sự sai số trên đây có thể giải thích bằng nhiều nguyên nhân trong đó có sai số của quy cách bản đồ. Tuy nhiên chúng tôi cũng tự tin rằng mô hình có thể áp dụng để nghiên cứu mối quan hệ giữa hệ sóng đông với hiện tượng ENSO mà chúng tôi sẽ dự định thực hiện tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

1. Weather Forecasters Course (Lecture Course of University of the Philippines)
2. Tropical Meteorology by Toby N. Carlson, Department of Meteorology, The Pennsylvania State University, USA.