

MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐỘ TÁN, ĐỘ XOÁY VÀ TỐC ĐỘ THĂNG ĐỨNG THEO SỐ LIỆU THĂM SÁT BAY

PTS. KARMAZIN V.P.

Liên hợp khoa học — sản xuất «TAIPHUN»

KS. VŨ ĐỨC DŨNG

Phòng nghiên cứu liên hiệp Việt — Xô

Việc tính toán độ tán, độ xoáy và tốc độ thăng đứng có ý nghĩa quan trọng đối với việc nghiên cứu cấu trúc của các trường khí tượng trong điều kiện có bão và không có bão. Tuy nhiên việc thực hiện công việc nêu trên tại biển Đông thường gặp khó khăn do thiếu số liệu.

Trong bài này trên cơ sở các số liệu thu thập được trong các đợt thám sát bay liên hợp Việt—Xô, chúng tôi sẽ giới thiệu một số kết quả tính toán độ tán, độ xoáy và tốc độ thăng đứng trên các mức khác nhau của khí quyển trong các điều kiện thời tiết khác nhau.

I — PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Theo [1], việc tính toán tốc độ thăng đứng có thể tiến hành theo hai giai đoạn:

- Xác định div của vận tốc gió ngang ở những độ cao khác nhau.
- Tích phân theo độ cao (hoặc khí áp) phương trình liên tục. Độ tán của tốc độ gió trong khí quyển tự do được coi là hiệu số nhỏ của hai đại lượng lớn $\frac{\partial u}{\partial x}$ và $\frac{\partial v}{\partial y}$ [2, 3], chúng có bậc $10^{-5} S^{-1}$ còn div có bậc $10^{-6} S^{-1}$. Vì vậy, sai số nhỏ trong việc tính toán các đạo hàm này có thể dẫn tới sai số 100% trong việc tính toán div V.

Theo [1] thì trong vùng tín phong, đặc biệt là trong vùng hội tụ nội nhiệt đới ở phần dưới và phần trên của tầng đối lưu, div V đạt giá trị lớn và bậc của nó là $10^{-5} S^{-1}$. Điều đó cho phép tính div V theo các số liệu đo gió tại vùng hội tụ nội nhiệt đới.

Độ tán có thể tính xuất phát từ việc định nghĩa nó:

$$D = \text{div } V = \lim_{S \rightarrow M} \frac{L \oint V_n dl}{S} \quad (1.1)$$

ở đây: $V = [u, v]$ – thành phần ngang của vận tốc gió,

L – quỹ đạo bay bất kỳ bao quanh diện tích S ,

M – điểm nằm ở bên trong của quỹ đạo bay,

V_n – hình chiếu của V lên pháp tuyến ngoài của L .

$V_n > 0$ nếu hướng dọc theo pháp tuyến từ trong ra ngoài quỹ đạo bay.

Cũng như khi tích phân số trị các phương trình vi phân đạo hàm được thay bởi sai phân hữu hạn, ở vế phải của (1.1) giới hạn được thay bằng hệ thức hữu hạn (cố định diện tích S), còn tích phân ở tử số – bởi tổng hữu hạn, do đó:

$$D = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^n V_n^i L^i \quad (1.2)$$

Ở đây: i – chỉ số của điểm đo đặc dọc theo đường bay trên độ cao cho trước.

Như vậy, nếu tính $\text{div} V$ theo (1.2) ta sẽ có giá trị trung bình của $\text{div} V$ theo diện tích vùng đo đặc (bao bởi quỹ đạo bay) có nghĩa là $\text{div} V$ của các nhiều động có quy mô lớn mà kích thước đặc trưng vượt quá đường kính vòng đo đặc đến 2 – 3 lần.

Bằng cách tương tự ta có thể tìm giá trị của độ xoáy theo công thức sau.

$$\text{rot} V = -\frac{1}{S} \oint_L v_i dl = -\frac{1}{S} \sum_{i=1}^n V_i L^i \quad (1.3)$$

Ở đây: V_i – Thành phần tiếp tuyến (với L) của vận tốc gió.

V_i có giá trị dương nếu hướng ngược chiều kim đồng hồ.

Tốc độ thẳng đứng có thể tìm từ phương trình liên tục viết trong hệ tọa độ P

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0 \quad (1.4)$$

Ở đây $\omega = \frac{dp}{dt}$ – tốc độ thẳng đứng trong tọa độ P .

Điều kiện biên trên: $\omega = 0$ khi $p = 0$ (1.5)

Thực tế của việc chỉnh lý số liệu cao không đã cho thấy sai số của phép đo tốc độ gió tăng tỷ lệ tuyến tính với độ cao [4], như vậy sai số trong việc tính toán $\text{div} V$ sẽ tăng với độ cao. Khi tích phân phương trình (1.4) từ trên xuống dưới các sai số lớn trong việc tính toán $\text{div} V$ ở bên trên sẽ hoàn toàn làm sai lệch các giá trị ω ở phần dưới của tầng đối lưu. Do đó, khi chỉnh lý các số liệu cao không việc tích phân phương trình liên tục chỉ có thể thực hiện từ dưới lên trên, có nghĩa là cần phải đặt điều kiện biên ở phía

dưới khi $P = p_s$ (Mức biển). Đối với vùng nhiệt đới có thể đặt điều kiện ở phía dưới [1] như sau:

$$\omega_s = 0 \text{ khi } p = p_s \quad (1.6)$$

Như vậy, đối với phương trình (1.4) chúng ta có 2 điều kiện biên (1.5) và (1.6). Việc thỏa mãn các điều kiện biên này chỉ có thể nếu;

$$p_s \int_0^{\infty} D(p) dp = 0 \quad (1.7)$$

Theo tác giả [1] thì tại vùng nhiệt đới điều kiện (1.7) được thực hiện với độ chính xác đầy đủ và có thể sử dụng nó như tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác trong việc xác định $\text{div} V$. Nhằm hạn chế sự ảnh hưởng của sai số trong việc tính $\text{div} V$ lên các giá trị ω cũng như để thực hiện được (1.7) trong [1] đã sử dụng lượng sửa vào $\text{div} V$ dưới dạng hệ số tỷ lệ như sau:

$$\alpha = \frac{\int_{p_s}^{p_0} D(p) dp}{\int_{p_s}^{p_0} Z(p) dp} \quad (1.8)$$

và $\text{div} V$ sẽ được tính theo công thức:

$$D(p) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^n V_n^i L^i - \alpha Z(p) \quad (1.9)$$

Do sai số trong việc tính $\text{div} V$ tăng nhanh với độ cao nên theo [1] việc tính $\text{div} V$ và tốc độ thẳng đứng trên các mức cao hơn 100 mb sẽ không có ý nghĩa. Bởi thế điều kiện biên trên (1.5) có thể chuyển từ mức $p_0 = 0$ đến mức $p_0 = 100 \text{ mb}$ hoặc là cho giá trị $D(0) = 0$.

Áp dụng phương pháp hình thang trong việc tính tích phân xác định ta sẽ có:

$$\omega(p) = \frac{p_s - p}{2(N-1)} (D_1 + 2D_2 + \dots + 2D_{N-1} + D_N) \quad (1.10)$$

ở đây: N - số lượng các nút trên đoạn $p_s - p$. Tốc độ thẳng đứng trong tọa độ Z sẽ được xác định theo công thức sau:

$$W = - \frac{\omega}{\varepsilon p} \quad (1.11)$$

ở đây: ρ - mật độ không khí.

II – PHƯƠNG PHÁP THU THẬP SỐ LIỆU

Như đã nói ở trên, việc tính toán độ tán, độ xoáy, theo các công thức (1.9) và (1.3) đòi hỏi phải có một số lượng nhất định các điểm đo đặc dọc theo đường bay khép kín. Theo [1], nếu các điểm đo đặc nằm đối xứng nhau, ví dụ là các đỉnh của hình vuông hoặc hình lục giác, thì công thức (1.2) và (1.3) sẽ tiệm cận các giá trị $\text{div}V$ và $\text{rot}V$ tại tâm của vùng đo với độ chính xác bậc 2. Xuất phát từ những điều nêu trên, trong các đợt khảo sát bay liên hiệp Việt-Xô 1983, 1984, và 1989 đã tiến hành các chuyến bay nghiên cứu tại các vùng khác nhau trên biển Đông theo sơ đồ bay «vòng» hoặc «tam giác». Trong sơ đồ bay này máy bay bay theo quỹ đạo khép kín trên một mặt nằm ngang, nhờ đó xác định được tốc độ và hướng gió dọc theo quỹ đạo bay. Việc đo đặc được tiến hành trên các độ cao khác nhau từ độ cao bay thấp nhất đến độ cao bay cao nhất. Độ chính xác của việc tính $\text{div}V$ phụ thuộc vào bán kính của sơ đồ bay «vòng», vì giá trị độ lệch bình phương trung bình của sai số của $\text{div}V$:

$$\sigma_D = \frac{L}{S} \times \frac{\sigma}{\sqrt{6}} = \frac{4\sigma}{3\sqrt{2}a} \quad (2.1)$$

ở đây: σ – độ lệch bình phương trung bình sai số đo thành phần pháp tuyến của véctor gió. Bán kính của sơ đồ bay «Vòng» càng nhỏ thì sai số tính toán $\text{div}V$ càng lớn với chính xác đo đặc gió,

III – KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Trong đợt khảo sát bay liên hợp Việt – Xô lần thứ I (1983) đã tiến hành đo đặc thử nghiệm theo sơ đồ bay «Vòng» mây Cu med với độ cao đỉnh mây là 3800m tại vùng nhiễu động yếu trên biển Đông. Máy bay bay trên độ cao 3600m và tiến hành đo gió trên 6 điểm dọc theo quỹ đạo bay. Các kết quả tính toán đã cho thấy trên độ cao 3600m giá trị trung bình của $\text{div}V$ tại tâm của vòng đo đặc (hoặc là phần trung tâm của mây Cu med) là $-3,03 \times 10^{-5} \text{ S}^{-1}$ và tương ứng là dòng thăng trong mây.

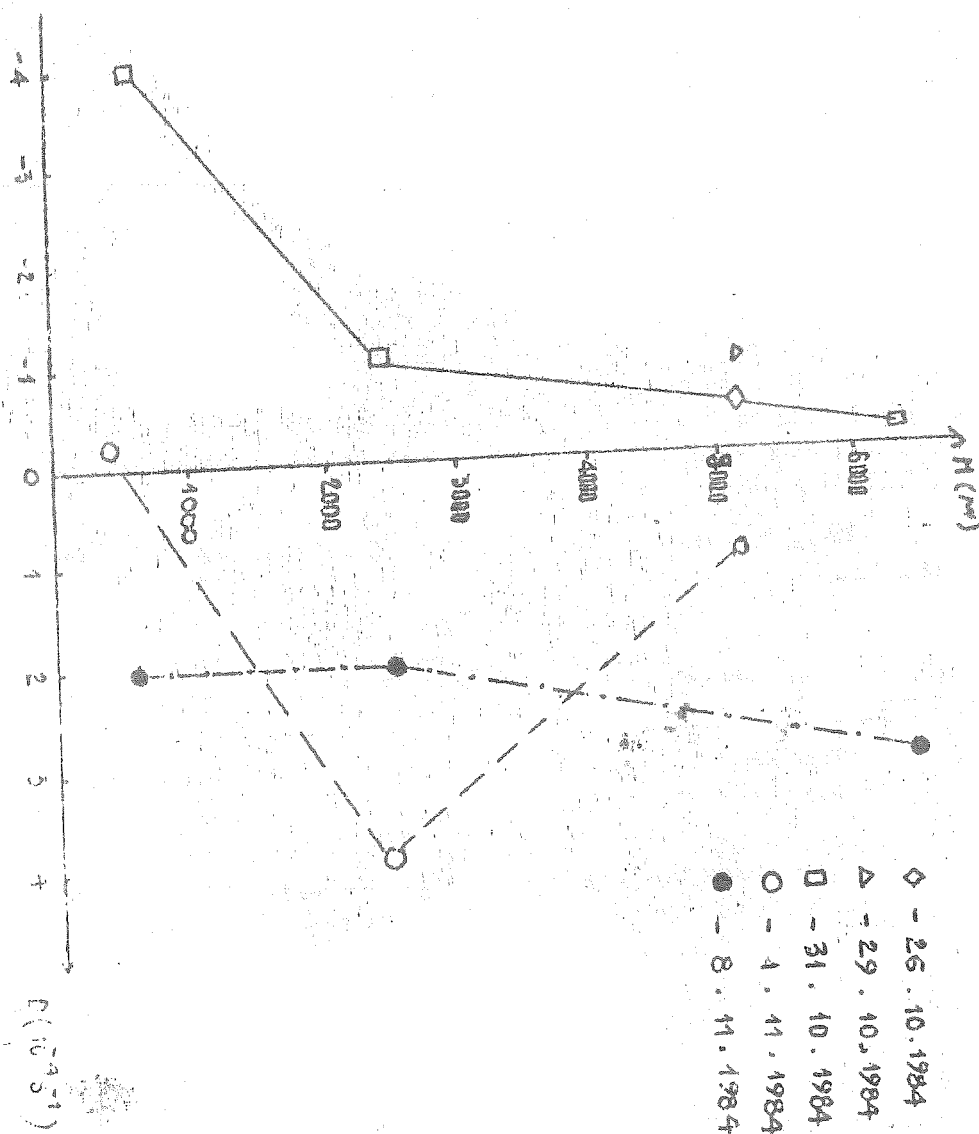
Trong đợt khảo sát bay liên hợp Việt – Xô lần thứ II (1984) đã thực hiện các sơ đồ bay «vòng» tại vùng rìa cũng như vùng hoạt động tích cực của bão «WARREN» ($p_{\min} = 975 \text{ mb}$, $V_{\max} = 30 \text{ m/s}$ và bão «AGNES» ($p_{\min} = 925 \text{ mb}$, $V_{\max} = 50 \text{ m/s}$) ở những thời kỳ phát triển khác nhau.

Các kết quả tính toán độ tán trong bão (hình 1) cho thấy tại vùng hoạt động tích cực và vùng rìa của bão «WARREN» ở thời kỳ phát triển cực đại và bắt đầu thời kỳ tan dần (26, 29 và 31-X-1984) $\text{div}V$ có giá trị âm, điều này chứng tỏ sự hội tụ của gió ở phần dưới của tầng đối lưu và tương ứng là sự tồn tại của dòng thăng, giá trị cực đại của $\text{div}V$ là $-4,0 \times 10^{-4} \text{ S}^{-1}$ trên độ cao 600m. Các giá trị của $\text{div}V$ giảm dần theo độ cao và trên độ cao 6400m giá trị của $\text{div}V$ đã là $-0,5 \times 10^{-5} \text{ S}^{-1}$ (31-X-1984). Tương ứng với sự hội tụ là hoàn lưu xoáy thuận tại vùng hoạt động tích cực và vùng rìa của bão «WARREN»

ở thời kỳ phát triển cực đại, các kết quả tính toán độ xoáy được trình bày trong bảng 1 và chúng cũng tương ứng với những kết quả nghiên cứu về độ xoáy trong [5].

Tại vùng hoạt động tích cực của bão « WARREN » ở thời kỳ tan dần (1-XI-1984) độ tán có giá trị âm chỉ thấy trên độ cao 450m và tương ứng là dòng thẳng, cao hơn nữa thì $\text{div}V$ có giá trị dương, hay nói cách khác là sự phân kỳ của các dòng khí và tương ứng là dòng giáng.

Ngày 8-XI-1984 đã tiến hành các quan trắc, đo đạc tại vùng rìa của bão « AGNES » ở thời kỳ tan dần. Tại đây chỉ thấy sự phân kỳ của các dòng khí ($\text{div}V > 0$) và từ mặt đệm cho tới độ cao 6.400m có sự tồn tại của dòng giáng.



Hình 1 - Độ tán của tốc độ gió trong bão.

Bảng 1 – Các kết quả tính toán độ xoáy trong bão

Độ cao (m)	$\text{rotV} \times 10^{-4} \text{S}^{-1}$		
	31-X-1984	1-XI-1984	8-XI-1984
500	4	1	0,7
2400	2	1	2
5500	2	- 0,3	-0,8

Tại vùng hoạt động tích cực của bão « WARREN », và vùng rìa của bão « AGNES » ở thời kỳ tan dần hoàn lưu xoáy thuận chỉ quan sát thấy đến độ cao 2.400m và trên độ cao 5.500m đã là hoàn lưu xoáy nghịch (bảng 1). Việc phân tích các bản đồ synopt trong thời kỳ này (bão « WARREN » ngày 1-XI-1984 và bão « AGNES » ngày 8-XI-1984) đã cho thấy hoàn lưu xoáy thuận chuyển sang xoáy nghịch xảy ra trong lớp từ mức 700mb đến 500mb và cao hơn. Điều này hoàn toàn phù hợp với những kết quả tính toán độ xoáy trình bày ở trên.

Các kết quả tính toán độ tán, độ xoáy trên những khoảng cách khác nhau kể từ tâm bão SARAH (tháng IX-1989; $p_{\min} = 955\text{mb}$, $V_{\max} = 50\text{m/s}$) được trình bày trong bảng 2: tại vùng rìa của bão, càng xa tâm bão các giá trị độ tán và độ xoáy càng nhỏ đi. Ở vùng tam giác thứ 2 (hình 2) các giá trị này đã nhỏ hơn 1 bậc so với chính nó tại vùng tam giác 1. Các giá trị dòng thẳng tại vùng tam giác 1 cũng lớn hơn tại vùng tam giác 2. Nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng trên là do áp tăng và sự chuyển động của các dòng không khí từ trên xuống dưới tại rìa bão. Các số liệu quan trắc khí tượng cao không tại trạm Hoàng Sa (981) và các trạm tàu biển lân cận đã được sử dụng trong các tính toán và đã cho thấy chiều hướng tăng của khí áp tại rìa của bão « SARAH ».

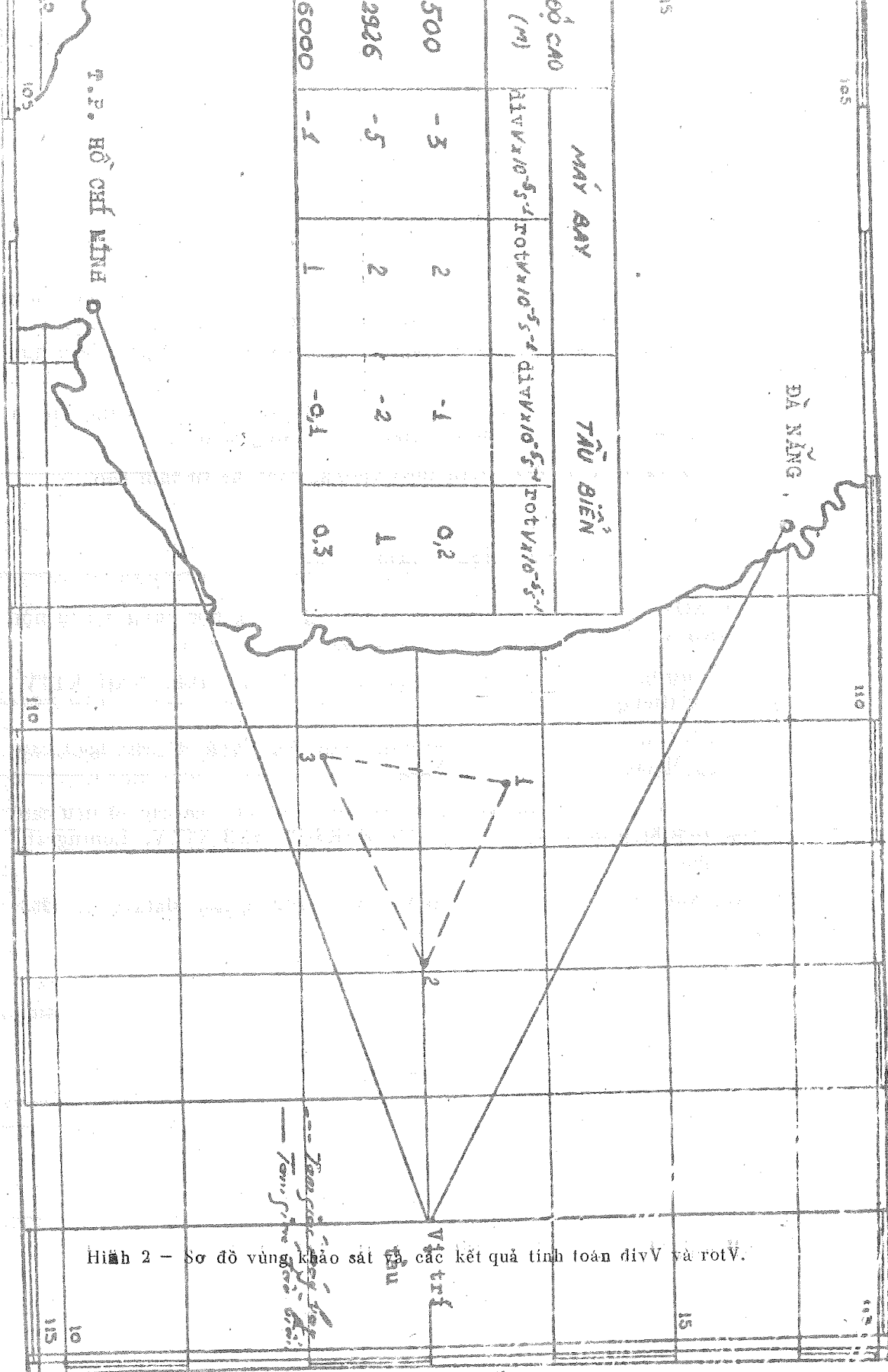
Bảng 2 – Độ tán, độ xoáy trên những khoảng cách khác nhau kể từ tâm bão

Vùng khảo sát	$\text{divV} \times 10^{-4} \text{S}^{-1}$	$\text{rotV} \times 10^{-4} \text{S}^{-1}$
Tam giác 1	- 1	1
Tam giác 2	- 0,9	0,6

Hiện tượng tăng độ tán, độ xoáy tương tự như trên cũng quan sát được khi tiến hành các chuyến bay nghiên cứu bão « ANGELA » ($p_{\min} = 955\text{mb}$, $V_{\max} = 45\text{m/s}$; X - 1989). Độ tán, độ xoáy tại vùng trung tâm bão lớn hơn gần 1 bậc so với chính nó tại vùng rìa gần của bão (bảng 3).

Bảng 3 – Độ tán, độ xoáy tại vùng rìa và vùng trung tâm bão

Vùng khảo sát	$\text{divV} \times 10^{-4} \text{S}^{-1}$	$\text{rotV} \times 10^{-4} \text{S}^{-1}$
Vùng rìa gần	-3	1,2
Vùng trung tâm	-7	5,1



Hình 2 - Sơ đồ vùng khảo sát và các kết quả tính toán Δdiv và $\text{rot} \text{div}$.

Trên đây là một số kết quả về việc áp dụng phương pháp tính các đặc trưng động lực của trường gió theo các số liệu cao không vào việc chỉnh lý và phân tích các số liệu khảo sát bay. Trên cơ sở các kết quả này có thể kết luận như sau:

– Các giá trị của $\text{div}V$ và $\text{rot}V$ tại vùng nhiệt đới (biển Đông) lớn hơn 1 bậc so với các giá trị tại vùng ôn đới [1].

– Độ tán và độ xoáy tính theo các số liệu khảo sát bay có bậc phù hợp với bậc của chúng khi tính theo số liệu tàu biển.

– Theo mô hình tính toán nêu trên tốc độ thẳng đứng có dấu phù hợp với dấu của độ tán và độ xoáy. Tuy nhiên, để có thể đánh giá về mặt định lượng tốc độ thẳng đứng, cần phải nâng độ cao bay cực đại lên cao hơn nữa so với hiện có.

– Có thể kết luận sơ bộ rằng bậc của độ tán và độ xoáy trong bão là 10^{-4} , còn trong các hình thể synopt khác trên biển Đông là 10^{-5} .

– Độ tán và độ xoáy giảm dần theo khoảng cách kể từ tâm bão.

Tài liệu tham khảo

1. FALKOVICH A.I. Động lực học và năng lượng học vùng hội tụ nội nhiệt đới. NXB KTTV, Leningrat, 1979 (tiếng Nga).

2. Khí tượng động lực. Hiệu đính: LAIKHTMAN Đ.L. NXB KTTV Leningrat, 1976. (tiếng Nga).

3. KIBEL I.A. Nhập môn các phương pháp thủy động dự báo ngắn hạn NXB Kỹ thuật, Matxcova, 1957. (tiếng Nga).

4. LINKIN V.M. và các tác giả khác. Về độ chính xác của các số liệu cao không trong điều kiện biển. Tuyển tập TROPEKS-72. NXB KTTV, Leningrat, 1974 (tiếng Nga).

5. RIL. Khí tượng nhiệt đới. NXB Văn học nước ngoài, Matxcova, 1963 (tiếng Nga).