

XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ PHƯƠNG ĐỨNG CỦA OZON THEO SỐ LIỆU VỀ TỔNG LƯỢNG OZON TẠI HÀ NỘI

PTS. Nguyễn Văn Thắng

Trung tâm nghiên cứu khí hậu, Viện KTTV

I. Lời nói đầu

Vào những năm 1950, các số liệu về nhiệt độ, gió và thành phần không khí của tầng bình lưu đã được quan tâm và tăng cường thu thập. Điều đó cho phép tiến hành nghiên cứu các điều kiện bức xạ và động lực trong tầng bình lưu. Một trong những yêu cầu quan trọng để giải quyết vấn đề này là làm rõ cơ cấu của một thành phần chất tương đối “bảo thủ” (conservative) của không khí-đó là ozon khí quyển có ảnh hưởng tới cơ cấu bức xạ và tham gia trong hoàn lưu của tầng bình lưu... Các quan sát, nghiên cứu ozon riêng lẻ được tiến hành vào những năm 1920 và bắt đầu tiến hành quan trắc có hệ thống từ những năm 1950 (Hệ thống quan sát ozon toàn cầu của Tổ chức Khí tượng thế giới được thiết lập vào năm 1957). Đến nay đã có trên 60 nước với trên 330 trạm đo đạc tổng lượng ozon (TLO) tham gia cung cấp số liệu TLO phát báo quốc tế.

Từ những năm 1970, ở Liên Xô (cũ) đã thiết kế các bản đồ synop ozon và tiến hành đánh giá, phân tích các bản đồ này trong hoạt động của hoàn lưu khí quyển dựa vào kết quả nghiên cứu các số liệu thu thập được về TLO.

Số liệu về phân bố phương đứng (PBPĐ) của ozon hiện còn rất ít, mặc dù số liệu này cần thiết hơn nhiều so với số liệu về TLO trong việc nghiên cứu hoàn lưu khí quyển và động lực của các quá trình khí quyển, đặc biệt là cân bằng bức xạ và quang hóa trong tầng bình lưu. Quan sát PBPĐ của ozon có thể cho phép khả năng bắt đầu các nghiên cứu cụ thể hơn về thay đổi của ozon và theo tự bản thân vấn đề về PBPĐ của ozon cũng đã kéo theo mối quan tâm sâu sắc của các nhà nghiên cứu thuộc lĩnh vực vật lý khí quyển.

Ở Việt Nam, hiện nay đã có 3 trạm thu số liệu về TLO có thể đưa ra khung cảnh chung về thay đổi và phân bố của TLO. Nhưng hiểu biết về PBPĐ của ozon còn hạn chế.

II. Các phương pháp xác định số liệu của PBPĐ của ozon

Hiện nay số liệu về PBPĐ của ozon thu được bằng hai cách, đó là:

- Thả bóng thám không quan trắc ozon và
- Quan sát ozon theo phương pháp thường được gọi là “hiệu ứng chu chuyển” (Umkehr Observations).

Thăm không ozon cho phép có số liệu chính xác nhất về cấu trúc PBPĐ của ozon, nhưng ít khi có số liệu trên 27-30 km, còn giá thành của máy thăm không rất cao, không cho phép sử dụng rộng rãi trong phạm vi toàn cầu (mỗi lần thả bóng phải tốn khoảng 1000 USD).

Bằng việc sử dụng phổ kế ozon dạng Dobson được trang bị phần lớn trong mạng quan trắc ozon toàn cầu có thể tiến hành quan trắc ozon theo “hiệu ứng chu chuyển”, trên cơ sở xử lý tính toán trên máy tính có thể nhận được mặt cắt phương đứng của ozon (với độ chính xác tạm đủ) theo 9 lớp (lớp I từ 5-10,3 km; lớp II từ 10,3-14,8 km; lớp III từ 14,8-19,2 km; lớp IV từ 19,2-23,7 km; lớp V từ 23,7-28,2 km; lớp VI từ 28,2-32,7 km; lớp VII từ 32,7-37,5 km; lớp VIII từ 37,5-42,6 km; lớp IX từ 42,6-47,8 km).

Khi nghiên cứu mối thay đổi phụ thuộc giữa nồng độ ozon ở các độ cao khác nhau với TLO tương ứng, các tác giả [1, 2, 3, 4] đã thiết lập được mối liên quan tin tưởng không những đối với từng trạm đo ozon cụ thể mà còn trong phạm vi toàn cầu. Các liên quan đó, sau khi xử lý thống kê tương ứng có thể được sử dụng để tính mặt cắt phương đứng của ozon theo số liệu TLO quan trắc được tại một trạm. Đó là cơ sở của phương pháp thống kê tính toán PBPĐ của ozon theo số liệu về TLO được đề cập trong nội dung báo cáo. Phương pháp này có giá trị đặc biệt đối với những vùng rộng lớn mà không thể tiến hành đo đạc PBPĐ của ozon, khi số liệu về TLO có thể thu được.

III. Cơ sở toán lý của phương pháp

Cơ sở để ứng dụng phương pháp thống kê tính toán PBPĐ của ozon là mối tương quan nhân quả tương hỗ giữa PBPĐ của ozon với TLO tại các đối địa lý tương ứng. Hệ số tương quan tính được dựa vào số liệu quan trắc đồng thời về PBPĐ của ozon và TLO tại Arose (47°B, 10°Đ) với khoảng 2000 quan trắc; tại Tateno (36°B, 140°Đ) - trên 600 quan trắc; tại đảo Marcur (24°B, 154°Đ) gần 200 quan trắc. Đồng thời, dựa vào dãy số liệu giá trị trung bình ngày của mật độ ozon và giá trị thay đổi tương ứng của TLO. Theo số liệu về hệ số tương quan đối với từng đối vĩ độ thông qua phương trình hồi qui để tính mật độ ozon trên các lớp tương ứng:

$$P3(i) = \langle P3(i) \rangle + \sigma(i) \times (X - \langle X \rangle) \quad (1)$$

Trong đó: $P3(i)$ - áp suất riêng cần tìm (mkmbar) ở lớp i ; $\langle P3(i) \rangle$ - giá trị trung bình của áp suất riêng của ozon (mkmbar) ở lớp i có được thông qua tổ hợp đo đạc PBPĐ của ozon; $\langle X \rangle$ - giá trị trung bình của TLO (matm-cm=DU); X - giá trị TLO trong một ngày xác định tại đối cụ thể; $\sigma(i)$ hệ số hồi qui:

$$\sigma(i) = \pm R(\langle P3(i) \rangle, \langle X \rangle) \times \sigma P3(i) / \sigma \langle X \rangle \quad (2)$$

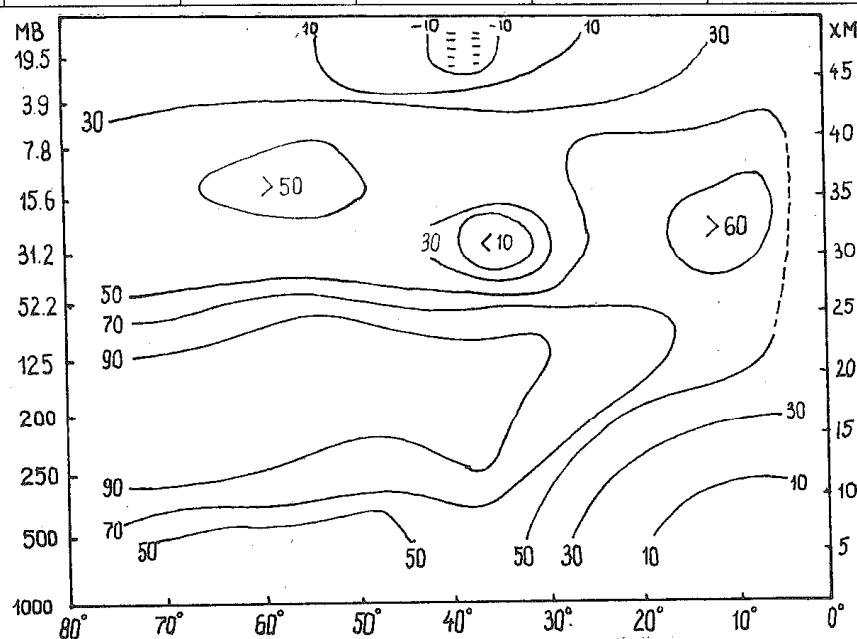
Hệ số $\sigma(i)$ này phụ thuộc vào hệ số tương quan giữa áp suất riêng mức i và TLO, đồng thời phụ thuộc vào tỷ số độ lệch quân phương trung bình của áp suất riêng trung bình và giá trị TLO trung bình.

Để tính PBPĐ của ozon trong 9 lớp (theo ranh giới đã nói ở trên) đối với vùng nào đó theo phương trình hồi qui tổng quát, chúng ta cần phải biết được 9 đôi giá trị $\langle P3(i) \rangle$ và $\sigma(i)$ và một giá trị X .

Thông qua một loạt quan trắc thực nghiệm đồng thời về số liệu PBPĐ và TLO, các tác giả nước ngoài đã phác họa được mặt cắt kinh tuyến phân bố hệ số tương quan giữa thay đổi nồng độ ozon tại các độ cao khác nhau với TLO (hình1) và đã đưa ra bảng số liệu về tất cả các tham số đặc trưng cần thiết để tính PBPĐ của ozon tại bất kỳ đới vĩ độ nào (bảng 1). Theo đó, khi biết được X có nghĩa là biết TLO thì hoàn toàn có thể tính được PBPĐ của ozon.

Bảng 1. Các giá trị của các tham số đặc trưng trong phương trình hồi qui đối với các vĩ độ 0-17; 18-27 và 18-38°

Lớp	Đới, X, <X>					
	0 -17°, X bất kỳ, <X>=229,4 DU		18-27°, X bất kỳ, <X>=249,3 DU		28-38, X bất kỳ, <X> = 290,2 DU	
	<P3 (i)>	σ (i)	<P3 (i)>	σ (i)	<P3 (i)>	σ (i)
I	16,6	0,0663	15,7	0,1652	26,3	0,1705
II	14,3	0,1208	21,7	0,1334	39,5	0,4610
III	21,2	0,3081	36,5	0,3623	58,7	0,5537
IV	79,7	0,2584	88,5	0,4209	103,2	0,3866
V	123,1	0,2510	124,9	0,1883	120,4	-0,0109
VI	86,7	0,2505	85,3	0,2088	82,9	0,0192
VII	42,6	0,2548	41,7	0,1562	43,0	0,0496
VIII	16,1	0,0955	16,9	0,0162	17,8	0,0081
IX	4,1	0,0422	4,9	0,0042	6,0	0,0098



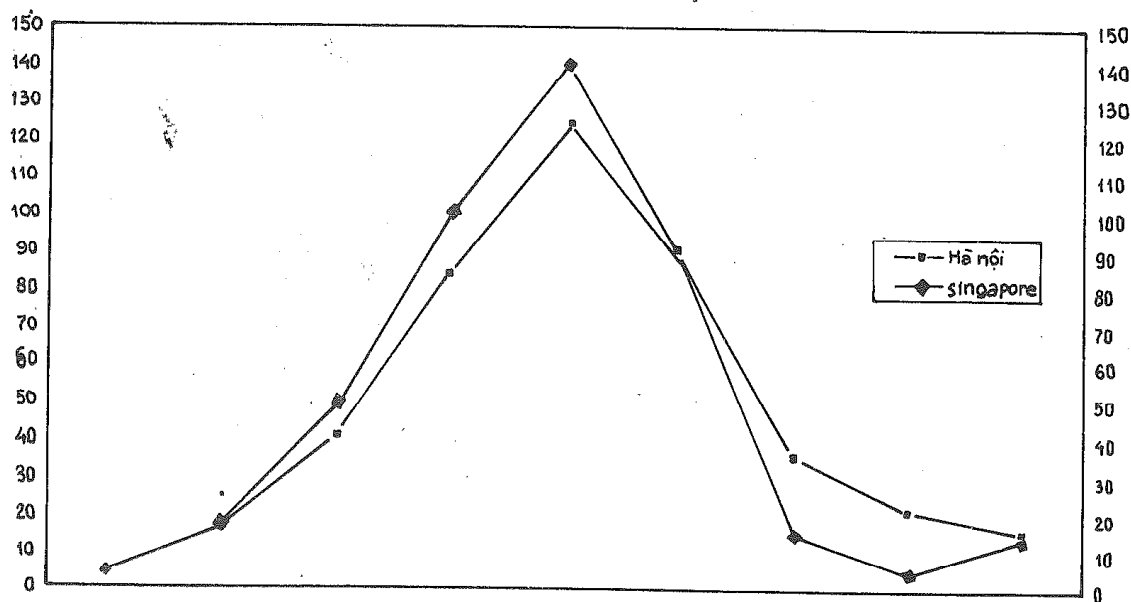
Hình 1. Mặt cắt kinh tuyến phân bố hệ số tương quan giữa thay đổi nồng độ ozon tại các độ cao khác nhau với tổng lượng ozon

IV. PBPĐ của ozon tại Hà Nội

Trong phạm vi hạn chế của bài báo, tác giả chỉ tính minh họa PBPĐ 9 lớp của ozon theo giá trị TLO trung bình của năm 1993 ($\langle X \rangle = 249,9$ DU). Kết quả được đưa ra trong bảng 2.

Bảng 2. PBPĐ của ozon theo 9 lớp tại Hà Nội, trung bình năm 1993

TLO: $X - \langle X \rangle = 0,6$ DU; $X_{\text{Hà Nội}} = 249,9$ DU; $X_{\text{Singapore}} = 251$ DU									
Lớp	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Độ cao km	7,65	12,55	17,00	21,45	25,95	30,45	35,10	40,05	45,20
$\langle P3(i) \rangle_{\text{mkmb}}$	15,7	21,7	36,5	88,5	124,9	85,3	41,7	16,9	4,9
$\sigma(i)$	0,1652	0,1334	0,3623	0,4209	0,1883	0,2088	0,1562	0,0162	0,0042
$\langle P3(i) \rangle_{\text{HN mkmb}}$	15,799	21,780	36,717	88,753	125,01	85,425	41,794	16,910	4,903
$\langle P3(i) \rangle_{\text{Sin mkmb}}$	14,0	5	16	90	141	101	50	18	5



Hình 2. Phân bố phương đứng của tổng lượng ozon tại Hà Nội và Xin-ga-po

Sử dụng hàm Grigori - Niuton, khi khai triển $P_3(i)$ dưới dạng:

$$P_3(Z) = P_3(i+xw) = P_3(i) + x\Delta^1 P_3(i) + (x(x-1)/2) \Delta^2 P_3(i) \quad (3)$$

Trong đó: $i = 1 \rightarrow 9$; biến $x = 0 \div 1$; hiệu số $\Delta^1 P_3(i) = P_3(i+1) - P_3(i)$;

$\Delta^2 P_3(i) = P_3(i) + P_3(i+2) - 2P_3(i+1)$; độ dày trung bình giữa các lớp $w = 4,5$ km. Ta có $P_3(Z)$ đạt cực đại tại vị trí $z_m = z_i + 4,5(1/2 - \Delta^1 P_3(i) / \Delta^2 P_3(i)) = 25,85$ km với $P_{3\max}(z_m) = 125,03$ mkmbars. So sánh đối với trạm Singapore $z_m = 26,22$ km và $P_{3\max}(z_m) = 141,17$ mkmbars.

V. Kết luận

Rõ ràng mọi thay đổi mật độ ozon ở trên cao đều tương ứng với thay đổi TLO. Các thay đổi này phụ thuộc vào một loạt các yếu tố, nhưng chúng có quan hệ nhân quả với nhau và từ đó cho phép có thể thu được số liệu gần đúng về PBPĐ của ozon trong các lớp có độ dày 4-5 km thông qua phương pháp thống kê.

Số liệu mật cắt phương đứng của ozon tính được có ứng dụng rộng rãi trong việc giải đáp một loạt các vấn đề về hoàn lưu (đòi hỏi phải biết được phân bố trung bình của ozon theo độ cao và thay đổi của ozon trong các khoảng thời gian xác định) cũng như trong các vấn đề bức xạ.

Phương pháp giải quyết vấn đề đặt ra trong nội dung bài báo có ý nghĩa ứng dụng lớn trong việc đề xuất phương thức chỉnh lý, khôi phục số liệu cao không cũng như xây dựng tập số liệu về TLO và PBPĐ của ozon trong thời gian không tiến hành quan trắc dựa vào mối tương quan nhân quả giữa TLO với các yếu tố khí tượng cao không.

Tài liệu tham khảo

1. Bôi - cốp R.Đ. Mối liên quan giữa thay đổi lượng ozon riêng trên các độ cao khác nhau với thay đổi TLO.- Tạp chí KTTV, No.5, 1967 (tiếng Nga).
2. Saphrin Iu. A. Cấu trúc thống kê của PBPĐ của ozon ở các vĩ độ trung bình.- Tạp chí KTTV, No.3 1967 (tiếng Nga).
3. Bojkov R. D. Differences in the vertical ozone distribution deduced from Umkehr and ozonesonde data at Goose Bay.- J.App. Met., No.6, 1966.
4. Bojkov R. D. The vertical distribution of atmospheric ozone and some relationships between its variations and the total ozone amount. - Rep. Canadian Nat. Meteorol. Congress in Sherbrooke, Quebec, June 1966.