

Một số vấn đề về đơn vị đo lường trong nghiên cứu khảo sát ô - dôn

PTS. ĐÀO ĐỨC TUẤN
VỤ KHKT

Trong đại dương khí quyển Trái đất, ô-dôn chiếm một tỉ lệ rất khiêm tốn - chỉ có 4.10^{-7} về thể tích, nhưng lại có vai trò quyết định trong việc hấp thụ bức xạ cực tím từ mặt trời, là tấm lá chắn bảo vệ cho mọi sự sống trên Trái đất. Ngoài ra, ô-dôn còn chi phối nhiều chuyển động động lực học trong khí quyển tầng cao và hấp thụ cả bức xạ hồng ngoại của trái đất.

Ý nghĩa và tầm quan trọng của ô-dôn lớn như vậy nhưng nó chỉ được các nhà địa vật lý lưu tâm đúng mức mới hai thập kỷ gần đây. Mãi đến năm 1974 một số nhà khoa học địa vật lý Mỹ lần đầu tiên cảnh báo cho thế giới biết việc tăng ô-dôn có thể bị thủng và có nguy cơ bị phá hủy do hoạt động của con người. Năm 1982, một nhóm các nhà khoa học Anh đã thông báo việc phát hiện « lỗ hổng ô-dôn » ở Nam cực...

Cùng với những lý do khác trong chiến lược bảo vệ môi trường sống của trái đất - «ngôi nhà chung của nhân loại», trong những năm gần đây việc nghiên cứu, khảo sát ô-dôn được triển khai rộng rãi trên quy mô toàn cầu; được các tổ chức quốc tế như WMO UNEP tài trợ nên bước đầu đã hình thành được một văn bản mang tính quốc tế - « Công ước Gio-ne-vo về bảo vệ ô-dôn khí quyển » (1979).

Ô-dôn được nghiên cứu, đo đạc, khảo sát từ các trạm mặt đất, trong các phòng thí nghiệm, trên máy bay, bóng thám không, tên lửa, vệ tinh nhân tạo... và được triển khai ở nhiều ngành, nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau: sinh học, khí tượng, môi trường... Nhưng có một điểm cần lưu ý là cho đến nay trong các sách báo, tài liệu lưu hành trên thế giới việc sử dụng đơn vị đo lường ô-dôn vẫn chưa được thống nhất, nên thường có mục « giới thiệu đơn vị đo lường sử dụng » trong các ấn phẩm đó. Rõ ràng đây là một điều tồn tại mà các nhà nghiên cứu ô-dôn cần sớm giải quyết.

Điều này có thể được khắc phục nếu đơn vị đo lường ô-dôn lấy cơ sở là các hằng số vật lý và hệ đo lường quốc tế đã có sao cho có thể nhận biết được ý nghĩa vật lý của chúng một cách rõ ràng và sử dụng tiện lợi.

Đại lượng cơ bản trong đo lường ô-dôn là mật độ phân tử ô-dôn N_2 . Đại lượng này biểu diễn bằng m^{-3} hoặc cm^{-3} . Từ đây ta suy ra các đơn vị khác trong đo đạc ô-dôn, thông qua các hằng số vật lý sau:

- Số Avogadro $N_A = 6,022171 \cdot 10^{23}$
- Số Loschmidt $N_S = 2,68684 \cdot 10^{19}$
- Hằng số Boltzmann $k = 1,3806 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- Hằng số chất khí lý tưởng $R = 8,3144 \text{ J/K.Km}$

Đối với chất khí lý tưởng ta có:

$$P = N \cdot k \cdot T = N_i \frac{R}{N_A} \cdot T \quad (1)$$

Trong điều kiện tiêu chuẩn:

Áp suất: $P_0 = 1013 \text{ mb}$

Nhiệt độ: $T_0 = 273,16^\circ \text{K}$

Thể tích: $V_0 = 22,4136 \text{ l}$ (của một phân tử gam chất khí).

Biểu thức (1), từ mật độ ô-dôn N_z có thể tính được áp suất P_z bằng na-nô-bar (nb). Đơn vị này thường được sử dụng để đo ô-dôn qua thăm dò, khảo sát bằng phương pháp hóa học.

Đề đặc trưng cho lượng ô-dôn, sử dụng g_z - mật độ cục bộ, đo bằng m.kg/m^3 . Giữa g_z và P_z có mối quan hệ sau:

$$P_z = 1,7322 \cdot 10^{-3} T \cdot g_z \quad (2)$$

Đề nghiên cứu bản chất hóa - lý của ô-dôn khí quyển người ta sử dụng đơn vị gọi là nồng độ tương đối. Đó là tỉ số giữa chất cần nghiên cứu - mà trong trường hợp này là ô-dôn, và hỗn hợp của khí quyển. Loại đơn vị này thường được các nhà chuyên môn kiểm soát môi trường và sinh thái dùng để diễn tả độ sạch của không khí:

$$r_{zv} = \frac{N_z}{N} = \frac{P_z}{P} \quad (3)$$

Số đo của nó là 1/triệu (10^{-6}) hoặc 1/tỉ (10^{-9}). Ngoài việc tính dựa theo thể tích như trên, người ta còn dùng mối quan hệ phân tử lượng giữa ô-dôn và không khí trong đó ô-dôn tính bằng microgam (μg) và không khí bằng gam (g):

$$r_{zm} = \frac{M_z}{M} \cdot r_{zv} = 1,6571 \cdot r_{zv} \quad (4)$$

$M_z = 47,9982$ - phân tử lượng ô-dôn.

$M = 28,9644$ - phân tử lượng không khí.

Những đơn vị này đã được sử dụng từ giữa thế kỷ thứ XIX. ngay từ khi các nhà khoa học đặt vấn đề tìm hiểu và nghiên cứu về ô-dôn.

Vào những năm 20 của thế kỷ này, nhờ áp dụng công nghệ quang học mới vào khảo sát ô-dôn khí quyển, lĩnh vực nghiên cứu, đo lường ô-dôn lại có thêm một đại lượng mới; đó là tổng lượng ô-dôn trong khí quyển, ký hiệu: X - đó là độ cao toàn bộ ô-dôn trong cột khí quyển thẳng đứng có tiết diện

bằng một đơn vị diện tích tại vị trí quan trắc trong điều kiện tiêu chuẩn về áp suất và nhiệt độ. Vậy đơn vị của X là: at.cm, hay at.mm, và trong một số tài liệu của các nước phương Tây người ta còn gọi là đơn vị Debson, ký hiệu D.u. Đối với vĩ độ trung bình có mối liên hệ:

$$X = 0,345at . cm = 345 D.u.$$

Trị số này tương ứng với lượng ô-dôn $7,39.10^{-3}$ kg hay $9,27.10^{22}$ phân tử ô-dôn chứa trong cột thẳng đứng của khí quyển có tiết diện là $1m^2$

Ngoài ra, để đo nồng độ hoặc sự phân bố thẳng đứng của ô-dôn người ta đo độ cao của ô-dôn trong cột khí quyển 1 km, ký hiệu là ϵ_z và vẫn sử dụng đơn vị là at.cm.

Như vậy, giữa áp suất cực bộ P_z (tính bằng nb) và nhiệt độ không khí T có mối quan hệ như sau:

$$P_z = 10 \cdot \frac{R}{V_0} T \epsilon_z = 37,0951 T \epsilon_z \quad (5)$$

và với mật độ cực bộ của ô-dôn q_z (kg/m^3)

$$q_z = 10^{-5} \left(\frac{M_z}{V_0} \right) \cdot \epsilon_z = 2,1415 \cdot 10^{-5} \cdot \epsilon_z \quad (6)$$

Bảng kèm theo cho biết hệ số chuyển đổi giữa các đơn vị N_z , q_z và ϵ_z . Tổng lượng ô-dôn X có thể được biểu diễn dưới dạng sau:

$$\begin{aligned} X &= \int_{z_0}^{z_{max}} 4,6697 \cdot 10^4 \cdot q_z \cdot dz = -4,6697 \int_{P_0}^{P_{min}} \frac{q_z}{g} dP = \\ &= \frac{4,6697}{g} \int_{P(z_{max})}^{P(z_0)} P_z d \ln P. \end{aligned} \quad (7)$$

Trong đó:

g - gia tốc trọng trường.

g - mật độ không khí.

Nếu sử dụng tương quan $\lg \frac{P}{P_0} \sim z$, từ đường cong phân bố ô-dôn

ta có thể tính độ cao quang học của ô-dôn theo biểu thức (7). Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) đã giới thiệu công thức này cho các nước thành viên dùng để phân tích gián đồ ô-dôn.

Việc sử dụng gián đồ ô-dôn để tính X thuộc quy trình chung của mạng lưới quốc tế quan trắc ô-dôn. Nó có nhiều ưu điểm trong việc tính toán về phân tầng ô-dôn và nhiệt độ.

Hệ số chuyển đổi đơn vị đo lường ô-dôn

Đại lượng	Đơn vị	Nồng độ phân tử N_z		Mật độ ρ_z		Độ cao quy đổi 1 km ϵ_z	
		cm^{-3}	m^{-3}	$\mu\text{g m}^{-3}$	kg m^{-3}	at.cm.km^{-1}	D.u.km^{-1}
Nồng độ phân tử N_z	cm^{-3}	(0)	(-6)	1,255 (10)	1,255 (19)	2,687 (14)	2,687 (11)
		6)	(0)	1,255 (16)	1,255 (25)	2,687 (20)	2,687 (17)
Mật độ ρ_z	$\mu\text{g.m}^{-3}$	7,970 (-11)	7,970 (-17)	(0)	(9)	2,141 (4)	2,141 (1)
		7,970 (-20)	7,970 (-26)	(-9)	(0)	2,141 (-5)	2,141 (-8)
Độ cao quy đổi 1 km ϵ_z	at.cm.km^{-1}	3,722 (-15)	3,722 (-2)	4,670 (-5)	4,670 (54)	(0)	(-3)
		3,722 (-12)	3,722 (-18)	4,670 (-2)	4,670 (7)	(3)	(0)

Số trong dấu () là số mũ thập phân.

Cấu trúc giản đồ như sau: Trục hoành biểu thị P_z , trục tung $\lg P$ nhưng theo chiều giảm dần. Vì $\lg \frac{P_0}{P} \sim z$ nên trục tung của giản đồ tỉ lệ với độ

cao (phân bố nhiệt trong điều kiện tiêu chuẩn của khí quyển). Theo biểu thức (7), diện tích giới hạn bởi trục tung và đường $P(z_{\max})$ và $P(z_0)$ hay tích phân P_z theo dP tỉ lệ với X chứa trong lớp đó.

Trên giản đồ còn có những đường cong $r_z = 1,657 \frac{P_z}{P} = \text{const}$ để xác định tỉ lệ thành phần hỗn hợp theo P_z .

Trong quá trình chuyển động thẳng đứng của khí quyển (giả thiết rằng quá trình quang hóa chậm và không có sự tham gia của loạn lưu), r_z tại đó không đổi. Vì vậy, do chuyển động theo hướng đi xuống của không khí, P_z tại đó tăng và chuyển động theo hướng đi lên — giảm. Ngoài ra, giản đồ còn mô tả được lượng ô-dôn dịch chuyển dọc theo đường cong $r_z = \text{const}$. Như vậy, bằng giản đồ, ta có thể dự đoán được sự phân tầng ô-dôn trong khí quyển.

Hiện nay giản đồ này được sử dụng rộng rãi ở tất cả các trạm quan trắc ô-dôn trên thế giới, đặc biệt là để biểu diễn kết quả thám sát thẳng đứng ô-dôn khí quyển và để so sánh chúng với sự phân tầng nhiệt khí quyển.

Việc nghiên cứu, khảo sát, đo đạc ô-dôn trên diện rộng, mang quy mô toàn cầu là điều không thể thiếu được bên cạnh những yếu tố: nhiệt, áp, gió... của không khí. Do đó việc nắm vững bản chất của các đơn vị đo lường ô-dôn, việc thống nhất chúng trên toàn thế giới là một trong những công việc hàng đầu của các nhà nghiên cứu ô-dôn.

Tài liệu tham khảo

1. «Đơn vị đo lường hợp pháp của nước VNDCCH» — NXB Khoa học Hà Nội, 1965.
2. «Atmospheric Ozone» — WMO Report, N^o 16, 1985.
3. Khrgian A.Kh «Vật lý ô-dôn khí quyển» — NXB KTIV, Leningrat 1973 (tiếng Nga).
4. «Công ước Gio-ne-va về bảo vệ ô-dôn khí quyển» (tiếng Nga)