

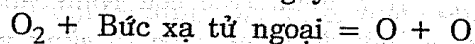
ÔZÔN KHÍ QUYỂN

PTS. Trần Duy Sơn
Đài Khí tượng Cao không

1. MỘT VÀI NÉT LỊCH SỬ

Trong khoảng hai mươi năm trở lại đây, ôzôn - một chất khí chiếm một tỷ lệ rất nhỏ ($4.10^{-5}\%$ thể tích) trong thành phần của khí quyển trái đất, lại được nhiều nhà khoa học đặc biệt quan tâm. Dư luận đang nói nhiều về sự mỏng đi của tầng ôzôn - áo giáp của hành tinh chúng ta và những hậu quả tai hại không lường hết đối với cuộc sống trên quả đất.

Khí ôzôn (O_3) được tạo thành do sự phân chia phân tử oxy dưới tác dụng của bức xạ tử ngoại mặt trời thành hai nguyên tử



Các nguyên tử oxy tự do lại kết hợp với phân tử oxy tạo nên phân tử ôzôn

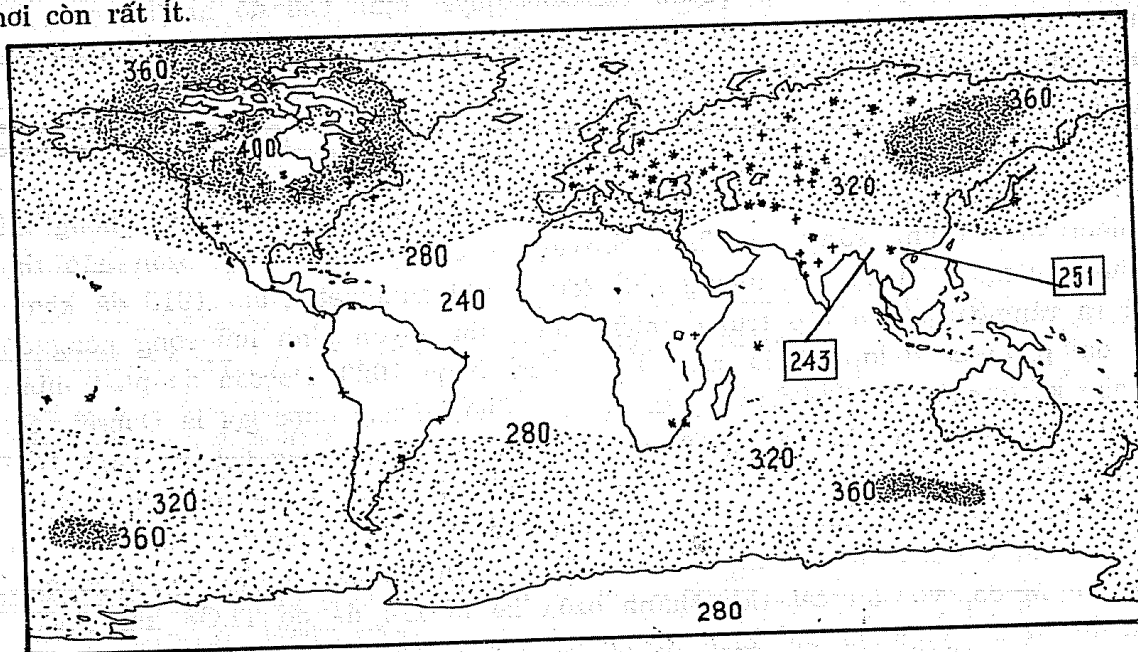


Quá trình trên xảy ra trong khí quyển bình lưu. Tầng khí quyển bình lưu chứa 90% tổng lượng ôzôn của khí quyển trái đất. Tổng lượng ôzôn (TLO3) có trong một cột thẳng đứng của khí quyển thay đổi phụ thuộc vào các quá trình động lực cỡ lớn. Nếu dồn toàn bộ lượng ôzôn xuống bề mặt trái đất trong điều kiện chuẩn của áp suất và nhiệt độ thì sẽ có một lớp ôzôn dày khoảng 2,3 - 3,5mm. Tầng ôzôn của khí quyển trái đất quyết định chế độ nhiệt trong khí quyển bình lưu và bảo vệ cho cuộc sống của sinh vật trên hành tinh khỏi tác dụng xấu của bức xạ tử ngoại của mặt trời.

Khí ôzôn được C.C. Schonbein tìm ra năm 1839. Đến năm 1850 ôzôn được xác định là một thành phần trong khí quyển trái đất nhưng chưa được quan trắc một cách thường xuyên. Năm 1880, bằng các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và với ánh sáng mặt trời, Hartley đã chứng minh được ôzôn hấp thụ mạnh bức xạ tử ngoại dải quang phổ 280 - 300 nanomet. Năm 1913 đã khám phá ra rằng tuy ôzôn tập trung nhiều trong khí quyển bình lưu song nồng độ cực đại phân bố ở lớp có độ cao 19 - 23km. Năm 1920, Dobson đã phát minh ra phổ kế dùng để đo TLO3 trong khí quyển. Phổ kế này được gọi là Dobson. Sự ra đời của dụng cụ này đánh dấu một bước quan trọng trong lịch sử quan trắc ôzôn. Đến năm 1926 trên thế giới đã có 6 phổ kế Dobson đặt ở những vị trí khác nhau. Ngày nay đã có 100 trạm quan trắc ôzôn sử dụng phổ kế này. Đầu những năm 50 của thế kỷ này G.P. Gusin ở Liên Xô cũ đã chế tạo được một ôzôn kế M-83, về sau cải tiến thành ôzôn kế M-124 để đo TLO3 khí quyển. Hơn 40 trạm trên lãnh thổ Liên Xô cũ và một số trạm ở Đông Âu, châu Phi... sử dụng ôzôn kế này để đo và phát báo số liệu. Cuối thập kỷ trước cũng đã chế tạo được phổ kế Brewer. Từ 1966 đo đạc tổng lượng ôzôn còn được thực hiện

trên các vệ tinh. Nói chung, các loại phổ kế dùng để đo TLO3 đều là những dụng cụ đo gián tiếp và có chung một nguyên lý [1]: đo cường độ bức xạ ở hai dải phổ khác nhau, một dải bị ôzôn hấp thụ, dải kế cận không bị ôzôn hấp thụ. Tỷ số cường độ của hai dải sẽ cho biết TLO3. TLO3 được đo bằng đơn vị Dopson (DU). Cũng như các dụng cụ đo bức xạ mặt trời, các dụng cụ đo TLO3 đòi hỏi phải kiểm định, kiểm chuẩn nghiêm ngặt theo định kì. Các ôzôn kế M-124 kiểm định hai năm một lần. Trước đây phổ kế Dopson được coi là dụng cụ chính xác tuyệt đối không phải kiểm định. Ngày nay quan niệm này đã thay đổi. Các phổ kế Dopson vẫn phải kiểm định 4 năm một lần ở các địa điểm quy định. Phổ kế mẫu đặt ở bang Oklahoma (Mỹ). So với phổ kế Dopson, ôzôn kế M-124 nhẹ và rẻ hơn: (Phổ kế Dopson nặng 120kg, ôzôn kế M-124 nặng 5,5kg song độ chính xác lại kém hơn. Theo tài liệu kiểm chuẩn, phổ kế Dopson cho sai số 3 - 4% so với phổ kế chuẩn, trong khi đó ôzôn kế M-124 cho sai số 4 - 6%. Năm 1929, đã phát minh ra dụng cụ đo mặt cắt thẳng đứng của nồng độ ôzôn trong khí quyển. Ngày nay ở nhiều trạm thám không trên thế giới vẫn duy trì đo theo hình thức này. Song để có một lần đo phải cần một chi phí khoảng 700USD. Năm 1930, Chapman cũng đã phát minh ra lý thuyết quang hóa về kiến tạo ôzôn trong khí quyển.

Để chuẩn bị cho chương trình quan trắc của Năm vật lý địa cầu 1957, năm 1955 đã thiết lập được mạng lưới đo ôzôn quốc tế cùng với mạng lưới các trạm đo đặc các yếu tố khác của khí quyển. Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) đã đảm đương trách nhiệm thu thập số liệu ôzôn của Năm vật lý địa cầu và đưa ra các phương pháp tiêu chuẩn, đảm bảo sự nhất quán trong quan trắc. Việc này được đánh dấu bằng sự ra đời của mạng lưới đo đặc ôzôn toàn cầu (GO₃OS). Ngày nay, GO₃OS đã có hơn 140 trạm. Nếu kể cả các trạm quốc gia phục vụ cho mục đích nghiên cứu của từng nước thì trên thế giới đã có hơn 300 trạm. Tuy vậy, mật độ các trạm không đều: châu Phi, Nam Mỹ và một số nơi còn rất ít.



Hình 1. Mạng lưới các trạm ôzôn và phân bố TLO3 trên thế giới (Số liệu trong ô vuông là của tác giả).

Theo quy định của WMO, các trạm trong hệ thống GO₃OS phải gửi số liệu về Trung tâm số liệu ôzôn quốc tế (WODC) ở Tô-rôn-tô (Canada). Trung tâm này có từ năm 1960 hoạt động dưới sự bảo trợ của WMO. Mạng lưới các trạm ôzôn và phân bố TLO₃ được thể hiện trên hình 1.[2]. Năm 1989 hệ thống GO₃OS và nhiệm vụ không khí hợp thành Hệ thống quan trắc khí quyển toàn cầu (GAW).

2. SỰ SUY GIẢM LƯỢNG ÔZÔN DO HOẠT ĐỘNG CỦA CON NGƯỜI

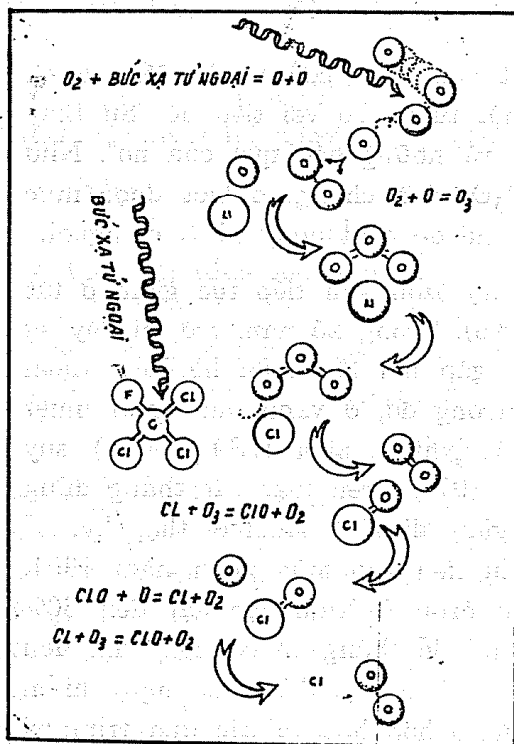
Mãi cho đến những năm năm mươi của thế kỷ này việc nghiên cứu ôzôn khí quyển chỉ nhằm mục đích tìm hiểu vai trò của ôzôn trong cân bằng bức xạ hoặc coi ôzôn như là dấu hiệu hoạt động của hoàn lưu khí quyển, hoặc xét mối tương quan giữa sự gia tăng của cường độ bức xạ với hiện tượng ung thư da. Các nhà khoa học lúc này còn chưa nói gì đến ảnh hưởng của hoạt động của con người đến sự thay đổi của TLO₃ trong khí quyển.

Năm 1971, người ta đã phát hiện ra rằng ôzôn có thể bị phá hủy bởi các chất có gốc NO_x. Sự hiểu biết của chúng ta về chế độ ôzôn khí quyển và sự can thiệp của con người gây hậu quả xấu đến chế độ đó là kết quả của một quá trình nghiên cứu kiên nhẫn thông qua việc phân tích số liệu đo đạc của hệ thống GO₃OS.

Chúng có đầu tiên về ảnh hưởng của hoạt động của con người đến sự thay đổi ôzôn do H.S Johnston (Trường đại học tổng hợp Ca-li-phoóc-ni-a) đưa ra khi ông ta nêu lên sự nguy hiểm của một phi đội lớn máy bay vận tải siêu âm phun một lượng lớn các axit nitơ vào trong tầng ôzôn hoặc dưới nó. Đây là bước tiếp theo các kết luận khoa học trước đây của M. Nicolet và một số người

khác. Một vài năm sau đó Rowland và Molina (Trường đại học tổng hợp Ca-li-phoóc-ni-a) đã công bố chất CFC_s, một trong các halocarbon, khi xâm nhập vào khí quyển bình lưu sẽ trở thành nguồn cung cấp nguyên tử clo tự do.

Các nguyên tử clo này dưới tác dụng của các quá trình xúc tác sẽ phá hủy phân tử ôzôn. Halocarbon là danh từ chung để chỉ các chất khí nhân tạo có chứa các nguyên tử cacbon và halogen (flo, clo, brom). Những chất khí này tổng hợp được lần đầu tiên vào năm 1928 và từ đó được sử dụng rộng rãi cho các mục đích khác nhau: dùng làm dung môi, làm khí nén trong các bình phun, chế tạo mỹ phẩm và chất bột, dùng trong công nghiệp làm lạnh, điều hòa không khí... Trong khí quyển đối lưu, halocarbon là chất khí trơ, không độc, không cháy, không mùi vị, không màu sắc. Song khi xâm nhập vào



Hình 2. Chu kỳ phá hủy phân tử ôzôn dưới tác dụng của CFC_s.

khí quyển bình lưu, đặc biệt là ở các độ cao có nồng độ ôzôn cực đại (19-23km), bức xạ tử ngoại của mặt trời đã làm chúng phân ly thành nguyên tử clo, flo hoặc brom tự do. Các nguyên tử này nhanh chóng kết hợp với nguyên tử oxy của phân tử ôzôn và như vậy là phân tử ôzôn bị phá hủy. Quá trình phá hủy này diễn ra theo sơ đồ hình 2.

Theo số liệu công bố năm 1990, hàng năm trên thế giới sản xuất ra 1,3 triệu tấn halocarbon, trong đó, Mỹ chiếm 35%, Cộng đồng châu Âu 40%, Nhật Bản 10%, Liên Xô cũ 10%, các nước còn lại 5%. Tỷ lệ tính theo thể tích, tốc độ tăng trưởng, chu kỳ tồn tại của một số halocarbon tiêu biểu được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Halocarbon		Tỉ lệ tính theo phần thể tích	Mức tăng trưởng hằng năm (%)	Chu kì tồn tại (năm)
CCl ₃ F	(CFC ₁₁)	280	4	65
CCl ₂ F ₂	(CFC ₁₂)	484	4	130
CClF ₃	(CFC ₁₃)	5	-	400
C ₂ Cl ₃ F ₃	(CFC ₁₁₃)	60	10	90
C ₂ Cl ₂ F ₄	((CFC ₁₁₄)	15	-	200
C ₂ ClF ₅	(CFC ₁₁₅)	5	-	400
CCl ₄		146	15	50
CHClF ₂	(HCFC)	122	7	15
CH ₃ Cl		600	-	15
CH ₃ CCl		158	4	7
CBrClF ₂	Halon 1211	17	12	25
CBrF ₃	Halon 1301	2,0	15	110
CH ₃ Br		10 - 15	15	15

Nhận rõ được tác hại nguy hiểm của hoạt động của con người đối với sự thay đổi lượng ôzôn, năm 1975 WMO đã ra một tuyên bố với tiêu đề "Sự thay đổi của tầng ôzôn do hoạt động của con người và những hậu quả của nó". Nhờ số liệu quan trắc hàng năm của hệ thống GO₃OS mà chúng ta biết được mức chuẩn của TLO₃ khí quyển và tốc độ giảm của nó do hoạt động của con người.

Theo tài liệu công bố năm 1995 [3], nồng độ ôzôn vẫn tiếp tục giảm ở tất cả các vĩ độ trừ vành đai nhiệt đới (20°N - 20°S). Trong 25 năm trở lại đây sự suy thoái ôzôn trong mùa đông và mùa xuân gấp hai lần mùa hè. Suy thoái ôzôn trong 15 năm qua là 5% cho toàn cầu, trong đó, ở vành đai ngoại nhiệt đới bắc bán cầu là 6,5%, nam bán cầu là 9,5%. Những năm 1980 - 1990, suy thoái ôzôn xảy ra mạnh hơn trong những năm 1970. Trên mặt cắt thẳng đứng thì trong khí quyển bình lưu dưới, lượng ôzôn giảm đi 10% sau mỗi thập kỷ. Lỗ thủng ôzôn quan trắc được ở Nam cực lần đầu tiên vào mùa xuân năm 1991. Vào cuối tháng IX và đầu tháng X, suy thoái ôzôn ở Nam cực đạt đến 60% nồng độ trung bình đo được trước khi hình thành lỗ thủng và có ngày đạt đến 70% [3]. Nguyên nhân của sự mất mát ôzôn ở Nam cực đến mức nguy hiểm như vậy là do các yếu tố động lực cỡ lớn, yếu tố hóa học và các quá trình vi mô: sự tồn tại của các xoáy quanh cực cản trở không cho không khí giàu ôzôn từ vĩ độ trung bình xâm nhập vào khí quyển bình lưu nam cực và làm cho nhiệt độ bình lưu ở đây rất thấp (dưới -80°C) và hiện tượng tồn tại mây bình

lưu (PSC). Máy bình lưu có vai trò quan trọng trong việc làm suy thoái ôzôn. Chúng chuyển hóa những hợp chất kém tích cực của clo như hydrocloric axit thành dạng tích cực như chlorine monoxide có khả năng phá hủy ôzôn.

Đồng thời với việc suy giảm ôzôn trong khí quyển bình lưu nói chung, ở bắc bán cầu lại xảy ra hiện tượng tăng lượng ôzôn trong khí quyển đối lưu, khoảng 10% hoặc hơn nữa trong một chu kì 10 năm. Việc tăng lượng ôzôn ở khí quyển đối lưu cũng ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người và làm cho khí hậu của quả đất nóng lên. Cả ôzôn và các halocarbon đều là những khí nhà kính. Cũng như các dioxit carbon chúng cũng cản trở bức xạ của quả đất vào khí quyển và làm cho tầng thấp của khí quyển bình lưu ấm lên. Nói chung việc mất ôzôn trong khí quyển bình lưu đáng quan tâm hơn nhiều. Sự mất mát này sẽ gây nên sự gia tăng của bức xạ tử ngoại trên mặt đất dải quang phổ B (315 - 400 nanomet). Nếu tổng lượng ôzôn bị giảm đi 1%, bức xạ tử ngoại trên mặt đất sẽ tăng từ 1,3% - 1,8%, điều đó vô cùng nguy hiểm cho sức khỏe của con người và cuộc sống của sinh vật trên hành tinh. Cộng đồng quốc tế đã ý thức được tầm quan trọng của việc lượng ôzôn bị suy thoái và đã có những nỗ lực tích cực để bảo vệ tầng ôzôn. Công ước Viên về bảo vệ tầng ôzôn (1985) và Nghị định thư Montréan về các chất làm suy giảm tầng ôzôn (1987) là những văn bản pháp lý quốc tế liên quan đến việc bảo vệ tầng ôzôn. Tuy vậy, ảnh hưởng của các halocarbon phát thải vào khí quyển do hoạt động của con người vẫn còn tiếp tục trong thế kỉ 21 vì thời gian tồn tại của các halocarbon khá lâu (bảng 1), mặc dù đã có sự kêu gọi quốc tế trong các văn bản nói trên về việc đình chỉ sử dụng và sản xuất trước năm 2000. Dự đoán, vào những năm hai mươi của thế kỉ 21, ôzôn ở vĩ độ trung bình Bắc bán cầu giảm thêm 6 - 7%, ở cực 12 - 15% nếu vẫn giữ mức thải các halocarbon như hiện nay.

3. PHÂN BỐ TLO3 TRÊN THẾ GIỚI VÀ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU VỀ QUAN TRẮC ÔZÔN KHÍ QUYỂN Ở NƯỚC TA

Hình 1 còn cho thấy các đường đồng mức của TLO3 trên thế giới. Hai trung tâm giàu ôzôn nhất ≥ 400 DU nằm ở Sibia(Nga) và Bắc Canada. Tuy vậy, theo [4] tổng lượng ôzôn ở Sibia đang có nguy cơ suy giảm mạnh. Hạ tuần tháng I-95 và thượng tuần tháng II-95 ở đây TLO3 thấp hơn mức bình thường là 25%. Vành đai nhiệt đới trong đó có cả Việt Nam có tổng lượng ôzôn từ 240 - 280 DU và là vùng có tổng lượng thấp.

Ở nước ta việc đo đạc và giám sát ôzôn khí quyển chỉ mới được thực hiện từ tháng V-1992 bằng việc triển khai trạm ôzôn Hà Nội. Trạm Hà Nội mang chỉ số quốc tế N = 303, sử dụng ôzôn kế M-124, đo 7 lần trong một ngày bao gồm cả đo theo ánh sáng trực tiếp của mặt trời và theo ánh sáng tán xạ của vùng trời thiên đỉnh. Số liệu quan trắc được phát báo đều đặn về Trung tâm số liệu ôzôn thế giới hai tháng một lần. Ngoài trạm Hà Nội còn có thêm trạm ôzôn Sa Pa (triển khai từ tháng I năm 1994) và trạm Tân Sơn Hòa Thành phố Hồ Chí Minh (triển khai từ 1-XII-1994). Cùng với việc đo TLO3 các trạm nói trên còn đo bức xạ tử ngoại ở hai dải quang phổ UV-A và UV-B và bức xạ Etorin (bức xạ làm sém da). Theo kết quả tính toán từ dãy số liệu đã có, TLO3 trung bình năm ở Hà Nội là 251 DU, trong đó vào mùa lạnh là 241 DU, mùa

nóng là 261 DU. Ở Sa Pa (Lào Cai), TLO3 trung bình năm là 243DU, mùa nóng là 244 DU, mùa lạnh là 241 DU. Sự khác nhau về TLO3 ở Hà Nội trong hai mùa chỉ có thể được giải thích bằng hoạt động của các khí đoàn trong chế độ thời tiết ở các mùa.

Tuy là nước đang phát triển, trình độ công nghiệp hóa còn thấp, song Việt Nam đã gia nhập và trở thành thành viên chính thức của Công ước Viên và Nghị định thư Montréan từ tháng IV năm 1994 [5]. Thủ tướng Chính phủ đã giao cho Tổng cục Khí tượng Thủy văn chủ trì soạn thảo "Chương trình quốc gia nhằm loại trừ dần các chất làm suy giảm tầng ôzôn" để thực hiện các văn bản nói trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. G.P. Gusin. Hướng dẫn quan trắc tổng lượng ôzôn bằng ôzôn kế M-124. NXB Khí tượng Thủy văn, Leningrat, 1991.
2. WMO and the ozone issue. WMO N°778, 1992.
3. Bref aperçu des questions concernant l'ozone - 1995, OMM- N°550.
4. L'omm signale des valeurs d'ozone anormalement basses audessus de la Sibirie de l'Europe, OMM - N° 558
5. Nghị định thư Montréan về các chất làm suy giảm tầng ôzôn (Bản điều chỉnh và sửa đổi). Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, 6-1994, trang 4.