

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG PHẦN MỀM PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ

ThS. Dương Văn Minh

Cục Bảo vệ Môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường

Các chương trình, phần mềm, mô hình toán học là những công cụ không thể thiếu trong công tác quản lý chất lượng môi trường không khí, chúng phục vụ rất có hiệu quả cho các hoạt động quan trắc, kiểm soát phát thải, phòng ngừa ô nhiễm, cảnh báo sự cố. Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều chương trình và phần mềm đang được nghiên cứu, thử nghiệm và áp dụng phục vụ cho các mục đích tính toán, dự báo những yếu tố khí tượng, thời tiết cũng như các thành phần môi trường không khí. Tuy nhiên, chỉ một phần nhỏ trong số này là các phần mềm đơn giản, có thể dễ dàng nắm bắt và sử dụng. Phần lớn còn lại là các phần mềm tính toán dựa trên các mô hình phức tạp, tương đối khó tiếp cận, thường yêu cầu người sử dụng phải là các chuyên gia, hoặc được đào tạo đầy đủ, có kỹ năng tương đối thành thạo.

Yếu tố quan trọng đóng vai trò quyết định trong quá trình sử dụng thành công các phần mềm quản lý chất lượng môi trường không khí là hệ thống dữ liệu khí tượng đầu vào. Cơ sở dữ liệu đầu vào đầy đủ và chính xác tạo điều kiện thuận lợi cho phần mềm khai thác, mô tả các chuyển động rối, tính toán quá trình lan truyền trong môi trường, khả năng phát tán, lắng đọng và kiểm soát của chất ô nhiễm. Kết quả tính toán nồng độ, khoảng cách lan truyền, nơi tiếp nhận bề mặt phụ thuộc hoàn toàn vào các điều kiện khí tượng và các đặc trưng phát tán của khí quyển tại thời điểm đó, thường được biểu diễn qua các thông số khí tượng cơ bản như hướng gió, tốc độ gió, nhiệt độ, bức xạ nhiệt.

Trước những yêu cầu về trang thiết bị, sử dụng các phần mềm, chương trình tính toán và nhu cầu khai thác cơ sở dữ liệu khí tượng đầu vào trong nghiên cứu khoa học, quản lý chất lượng môi trường không khí ngày càng tăng, việc xem xét, cân nhắc, lựa chọn đối tượng sao cho phù hợp, đáp ứng tốt nhất các yêu cầu được đặt ra rất thiết thực và quan trọng.

1. Các phần mềm sử dụng trong quản lý chất lượng không khí

Xét theo mức độ phức tạp của các mô hình toán học hay sự cân nhắc đến các yếu tố và điều kiện ngoại biên, các phần mềm chất lượng môi trường không khí có thể được phân thành 2 nhóm. Nhóm các phần mềm thô sơ được phát triển trên những mô hình tính toán đơn giản, thường đưa ra các kết quả rất sơ bộ và không mang tính chính xác cao. Trong rất nhiều trường hợp, các mô hình loại này có thể giúp loại bỏ nhiều các yếu tố bên ngoài có ảnh hưởng không đáng kể đến kết quả nồng độ không khí hoặc loại bỏ các điều kiện biên không cần thiết đối với mục đích nghiên cứu. Nhóm khác là các phần mềm được phát triển dựa trên các mô hình toán học phức tạp, có cấu trúc tinh vi, được xây dựng công phu và hiện nay đang được phổ biến sử dụng rộng rãi vì

tính ưu việt đưa ra những kết quả tính toán dự báo chính xác cao, rất phù hợp cho công tác quan trắc, kiểm soát, quản lý môi trường không khí. Các phần mềm thuộc nhóm này tính toán rất chi tiết đến các quá trình lý học và hoá học của khí quyển, sự chuyển hoá các chất ô nhiễm, các hiện tượng khí tượng đặc thù..., vì thế yêu cầu đặt ra đối với nguồn số liệu đầu vào tương đối chặt chẽ, với độ chính xác cao. Do đó, các phần mềm loại này thường mang tính chất thương mại có chi phí cho số liệu và phần mềm tương đối đắt tiền.

Dựa theo một số đặc thù tính toán, cũng có thể phân chia các phần mềm quản lý chất lượng môi trường không khí thành 4 nhóm chính. Nhóm các phần mềm tính toán dựa trên mô hình Gaussian hiện nay đang được ứng dụng rộng rãi nhất và tỏ ra có ưu thế trong việc tính toán dự báo nồng độ các chất ô nhiễm trong những điều kiện thường. Nhóm các phần mềm dựa trên các mô hình số học như các mô hình mạng lưới hoặc mô hình hình hộp được sử dụng nhiều trong nghiên cứu các chất ô nhiễm tại các đô thị, khu công nghiệp và bị chi phối nhiều bởi các hiệu ứng như hiệu ứng quang hoá. Hai nhóm khác bao gồm các phần mềm tính toán được phát triển từ các mô hình thống kê thực nghiệm hoặc các mô hình vật lý được nghiên cứu áp dụng ở mức độ tương đối chuyên sâu và thường gắn với một mục đích cụ thể.

Dưới đây là một số phần mềm phục vụ công tác quản lý chất lượng môi trường không khí hiện đang được sử dụng rộng rãi trong một số lĩnh vực:

- BLP (Buoyant Line and Point Source Dispersion Model): mô hình Gaussian tính toán khả năng phát tán chất ô nhiễm theo vệt khối. Mô hình BLP được thiết kế áp dụng cho các nhà máy nhiệt điện, luyện kim và nguồn công nghiệp theo dạng điểm.
- CALINE: mô hình Gaussian sử dụng trong tính toán và dự báo nồng độ các chất ô nhiễm do hoạt động giao thông, với các loại nguồn dạng đường, đặc biệt là khả năng xác định nồng độ chất ô nhiễm theo hướng gió tại các giao điểm đường giao thông, những địa điểm có địa hình phức tạp và ảnh hưởng của các yếu tố công trình giao thông khác như cầu, hầm chui.... Một số quá trình như lắng đọng, mưa cũng được tính đến trong CALINE.
- CDM (Climatological Dispersion Model): phần mềm được xây dựng theo mô hình vệt khối ổn định Gaussian, có khả năng tính toán nồng độ trung bình mặt đất của các chất ô nhiễm theo chu kỳ dài hạn (hàng năm hoặc mùa) tại các khu vực đô thị.
- RAM (Gaussian - Plume Multiple Source Air Quality Algorithm): phần mềm dựa trên mô hình vệt khối Gaussian, áp dụng tính toán cho các chất ô nhiễm ổn định, bền vững trong môi trường theo thời gian trung bình ngắn từ vài giờ đến vài ngày. Phần mềm RAM có khả năng áp dụng cho các loại nguồn điểm và nguồn mặt tại cả khu vực đô thị và nông thôn. Ảnh hưởng của địa hình và địa vật cũng được xem xét trong tính toán nồng độ không khí sát mặt đất.
- MPTER (Multiple point Gaussian Dispersion Algorithm with Terrain Adjustment): là phần mềm chuyên dụng để giải quyết những bài toán

có nhiều nguồn điểm. Mô hình và thuật toán của MPTER được áp dụng rất có hiệu quả trong tính toán nồng độ các chất ô nhiễm thứ cấp theo giờ.

- CRSTER: mô hình Gaussian tính toán khả năng phát tán chất ô nhiễm theo vết khói cho các nguồn điểm đơn. Nồng độ mặt đất cực đại được tính theo thời gian trung bình 1 giờ, 3 giờ, 24 giờ và hàng năm đối với cả khu vực đô thị và nông thôn.
- UAM (Urban Airshed Model): đây là mô hình số học dạng mạng lưới được thiết kế nhằm mục đích tính toán dự báo nồng độ O_3 ngắn hạn trong phạm vi khu vực đô thị. Phần mềm UAM tính theo thời gian trung bình là 01 giờ và có cân nhắc đến cơ chế động lực của hiệu ứng quang hoá trong môi trường không khí khu vực đô thị.
- OCD (Offshore and Coastal Dispersion Model): phần mềm được xây dựng theo mô hình lan truyền vết khói Gaussian theo hướng lan truyền thẳng. Phần mềm OCD thường được áp dụng trong tính toán xác định tác động của quá trình phát thải từ những nguồn dạng điểm nằm dọc theo bờ biển đến môi trường không khí. Cách tính của OCD kết hợp rất chặt chẽ các yếu tố của khu vực đới bờ biển như hơi nước, nhiệt độ mặt nước, nhiệt độ không khí lớp sát mặt nước, độ ẩm không khí, đặc biệt là hiện tượng gió đất, gió biển. Số liệu khí tượng biển và trên đất liền theo giờ là các yếu tố đầu vào rất quan trọng, phải được cập nhật song song và liên tục.
- ISC (Industrial Source Complex Model): được lập trình dựa theo mô hình vết khói Gaussian. Phần mềm ISC được đánh giá là tương đối mạnh, có thể áp dụng trong nghiên cứu tính toán, dự báo nồng độ các chất ô nhiễm do các loại nguồn công nghiệp điển hình như nguồn điểm, đường, diện và nguồn khối cũng như các tổ hợp công nghiệp phức tạp. Ảnh hưởng của các diễn biến khí tượng như lắng đọng, mưa, hiện tượng nâng vết khói, trường hợp gió quẩn cũng được đưa vào phần mềm được tùy chọn để tính toán. Trong tính toán quá trình lan truyền, phát tán và dự báo nồng độ không khí sát mặt đất, các yếu tố địa hình cũng được tính đến. Đặc biệt, phần mềm ISC có khả năng tính toán và dự báo ngắn hạn hoặc dài hạn.

Việc xem xét, lựa chọn phần mềm phù hợp, đáp ứng tốt nhất những yêu cầu đặt ra cần thiết phải dựa trên một số yếu tố cơ bản như đặc thù tính toán, độ phức tạp của các mô hình toán học, ngoài ra cũng cần lưu ý xem xét dựa trên một số điều kiện và yêu cầu khác như:

- Phần mềm nên được thiết kế và viết trên ngôn ngữ lập trình thông thường như FORTRAN hay PASCAL, dễ hiểu và dễ tiếp cận đối với các hệ thống máy tính khác nhau, sự thân thiện trong giao diện sử dụng.
- Mô hình tính toán, thuật toán và các bước tính cần được thể hiện và giải thích rõ trong tài liệu có hướng dẫn đi kèm.
- Phần mềm cần được cung cấp cùng với một bộ số liệu kiểm tra thử nghiệm tương đối đầy đủ bao gồm các dữ liệu đầu vào và kết quả đầu

ra. Bộ số liệu này cần được cung cấp dưới dạng file thông thường và được mô tả chi tiết trong tài liệu hướng dẫn.

- Phần mềm phải định hướng được rõ đối tượng sử dụng cụ thể như công tác khoa học, quản lý, gắn chặt với mục đích cụ thể như quan trắc, dự báo hay kiểm soát.
- Ngoài ra, đối với các phần mềm mang tính thương mại cao cần cân nhắc đến yếu tố giá thành và các chi phí cho dữ liệu đầu vào.

Tuy nhiên, hầu hết các chương trình, phần mềm tính toán đang được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi, phục vụ tương đối tốt cho công tác quản lý chất lượng môi trường không khí hiện nay đều được xây dựng và phát triển tại các nước có vĩ độ địa lý cao như Mỹ, Canada hay một số nước Bắc Âu. Chính vì vậy, một số các hệ số thực nghiệm, những hệ số có nguồn gốc từ quá trình quan trắc đo đạc thực tế lại mang đặc trưng của không khí các khu vực vĩ độ cao, liên quan trực tiếp đến các yếu tố gió và nhiệt độ, xét về bản chất vật lý khí quyển khác nhiều so với lớp không khí tại các vùng nhiệt đới, nhất là về sự biến thiên nhiệt độ theo độ cao và độ ẩm không khí. Do đó, việc trang bị và sử dụng các phần mềm, mô hình trong công tác nghiên cứu, quản lý môi trường không khí tại các vùng nhiệt đới cần cân nhắc cả khả năng áp dụng thực tế với các yếu tố thích hợp về địa lý.

Trên thực tế, các điều kiện khí quyển lớp biên tại những vùng nhiệt đới thay đổi rất phức tạp. Ngoài các yếu tố khí tượng như gió và nhiệt độ, độ ẩm không khí cũng đóng một vai trò khá quan trọng trong ổn định, cân bằng năng lượng khí quyển cũng như các quá trình khí tượng xảy ra trên bề mặt. Sự thay đổi lớn về nhiệt độ và độ ẩm không khí theo độ cao liên quan đến các quá trình trao đổi năng lượng, tính ổn định của khí quyển, độ cao xáo trộn, các chuyển động rối, do đó tác động không nhỏ đến khả năng phát tán các chất ô nhiễm và ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả tính toán nồng độ của các phần mềm, mô hình.

Trường hợp các mô hình xác định độ cao xáo trộn khí quyển như BLES hay PCRAMMET cung cấp số liệu đầu vào phục vụ cho phần mềm ô nhiễm không khí như OML hay ISC có thể xem là một ví dụ. Mô hình BLES được xây dựng và phát triển tại Đan Mạch, phương trình toán học cơ bản được mô tả như sau:

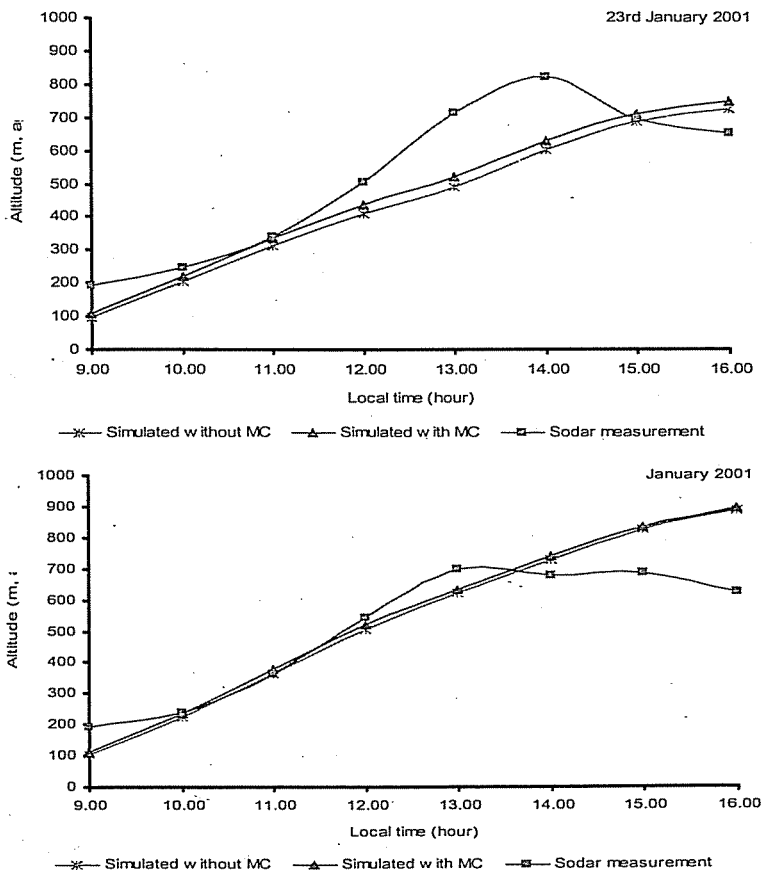
$$\left[\frac{h^2}{(1+2A)h - 2B\kappa L} + \frac{Cu_*^2 T}{\gamma_0 g \{(1+A)h - B\kappa L\}} \right] \times \left(\frac{dh}{dt} - w_s \right) = \left(\frac{\overline{w'\theta'}}{\gamma_0} \right) \quad (1)$$

Trong đó h là độ cao xáo trộn khí quyển (m); κ là hằng số Von Karman; γ_0 là hệ số suy giảm đoạn nhiệt khô (K/m); u_* là vận tốc rối (m/s); T là nhiệt độ tại thời điểm t [K]; $\overline{w'\theta'}$ là thông lượng nhiệt động học [K.m/s]; g là gia tốc trọng trường (m/s^2); các hằng số $A = 0,2$, $B = 0,5$, $C = 8,0$; L là độ dài Monin-Obukhov (m) được xác định theo phương trình 2.

$$L = \frac{-u_*^3}{\kappa \left(\frac{g}{T} \right) (\overline{w'\theta'})} \quad (2)$$

Để tính đến vai trò của độ ẩm không khí trong mô hình BLES, có thể thay thế nhiệt độ thực \overline{T} bằng nhiệt độ ảo T_v (K); đồng thời thay thế thông lượng nhiệt động học $\overline{w'\theta'}$ bằng thông lượng nhiệt động học ảo $(\overline{w'\theta'_v})$ [K.m/s] trong các phương trình 1 và 2.

Kết quả tính toán độ cao xáo trộn theo 2 phương pháp tại MaeMoh, Thái Lan được biểu diễn trên hình 1. Phân tích so sánh cho thấy phương pháp mô hình có tính đến vai trò của độ ẩm không khí luôn cho kết quả độ cao xáo trộn cao hơn, cụ thể là 80m trong hình 1a đối với ngày 23/1/2001, và là 12m trong hình 1b trung bình đối với tháng 1/2001 tương ứng với tỷ lệ tăng trung bình là 3,2%.



Hình 1. Độ cao xáo trộn tại MaeMoh tính theo 2 phương pháp

Ngoài ra, trong nghiên cứu tính toán độ cao xáo trộn, các yếu tố khí tượng khác như mây và năng lượng ngưng tụ cũng đóng vai trò rất lớn đến kết quả tính toán của mô hình. Các kết quả về độ ổn định khí quyển, độ cao xáo trộn biểu thị khả năng khuếch tán các chất ô nhiễm trong khí quyển, và được sử dụng như nguồn số liệu đầu vào phục vụ cho các mô hình tính toán ô nhiễm không khí như OML hay ISC, rõ ràng chúng ảnh hưởng trực tiếp tới kết quả đầu ra như khoảng cách, tần suất, nồng độ các chất ô nhiễm....

2. Kết luận và đề xuất

Ngoài việc dựa trên một số yếu tố cơ bản như đặc thù tính toán, độ phức tạp của các mô hình toán học, tính dễ hiểu và dễ tiếp cận, dễ sử dụng trong giao diện, các yếu tố giá thành để lựa chọn, trang bị phần mềm phục vụ nghiên cứu và quản lý môi trường không khí, cần được xem xét và cân nhắc đến sự phù hợp với điều kiện khí tượng nhiệt đới và khả năng đáp ứng của các nguồn số liệu địa phương.

Vấn đề nghiên cứu, trao đổi, hợp tác xây dựng, phát triển và ứng dụng rộng rãi các chương trình, phần mềm, mô hình tính toán, với các hệ số thực nghiệm của khí tượng nhiệt đới phục vụ công tác quản lý chất lượng môi trường không khí là rất cần thiết, góp phần chính xác hóa các kết quả, tính toán, dự báo, giảm sự phụ thuộc và tác động khách quan của các mô hình nước ngoài. Trước mắt có thể tập trung hướng vào các phần mềm chuyên ngành có mục đích và đối tượng ở mức độ chuyên sâu và cụ thể.