

SỬ DỤNG MÔ HÌNH GAUSS TRONG CÔNG TÁC KIỂM SOÁT NGUỒN THẢI CHẤT BỀN VÀO KHÔNG KHÍ (nguồn đơn)

PHAN HOÀI TRUNG, AN QUỐC KHÁNH
Trung tâm Môi trường

I - GIỚI THIỆU

Hiện nay trên thế giới, người ta sử dụng rất nhiều các mô hình kiểm soát chất lượng không khí khác nhau. (Derlyand, 1975 Pasquill; 1974, Hanger 1975; Hanna 1982 ...). Trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu mô hình Gauss

Một trong những ưu điểm cơ bản của mô hình này là nó trực quan, đơn giản nhưng vẫn đảm bảo được độ chính xác cần thiết cho công tác thực hành [4]. Tài liệu về mô hình này có rất nhiều và được trình bày dưới các dạng khác nhau. Tuy nhiên, chúng tôi cố gắng lọc ra những phần cần thiết nhất, phù hợp với điều kiện Việt Nam nhất. Hy vọng rằng mô hình này sẽ được sử dụng rộng rãi trong công tác theo dõi, quản lý và đánh giá chất lượng môi trường ở địa phương.

II - MÔ HÌNH GAUSS

1. Mô hình gốc được biểu diễn trong 1 công thức đơn giản.

$$C(x, y, z; H) = \left\{ \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \right\} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (1)$$

Dựa trên giả thiết là chất bền có phân bố không gian theo phân bố Gauss
Ở đây: C [$g \cdot m^{-3}$] hoặc độ phóng xạ [$curi \cdot m^{-3}$] là nồng độ của chất bền.

Q [$g \cdot s^{-1}$] - công suất của nguồn điểm liên tục: số gam chất bền thải qua miệng ống khói trong 1 giây.

σ_y [m] và σ_z [m] - độ lệch chuẩn của phân bố nồng độ trong các mặt phẳng nằm ngang và thẳng đứng.

Z [m] - độ cao trên mặt đất.

y [m] - khoảng cách ngang kể từ đường tâm vật khói

u [$m \cdot s^{-1}$] - tốc độ gió ở độ cao H

$H = h_s + h$ - độ cao cuối cùng của trục vật khói

h_s [m] - độ cao vật lý của ống khói.

h [m] – độ nâng của vệt khói.

với các nồng độ tính ở mặt đất (điều mà chúng ta quan tâm nhất) thì (1) được rút về:

$$C(x, y, z; H) = \frac{Q}{\pi \delta y \delta z u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta y} \right)^2 \right] \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\delta z} \right)^2 \right] \quad (2)$$

Nếu hướng trục x theo trục vệt khói, thì nồng độ dọc theo trục sẽ là:

$$C(x, z, z; H) = \frac{Q}{\pi \delta y \delta z u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\delta z} \right)^2 \right] \quad (3)$$

Với nguồn mặt đất vệt khói không có độ cao hiệu dụng ($H = 0$), thì:

$$C(x, z, z; 0) = \frac{Q}{\pi \delta y \delta z u} \quad (4)$$

Ta thường quan tâm tới nồng độ cực đại trong các mục đích kiểm soát. Nó có thể tính được từ mô hình Gauss bằng cách lấy đạo hàm theo x và kết quả cho bằng 0. Dựa trên kết quả này ta thấy nồng độ cực đại xảy ra ở trên khoảng cách xuôi theo chiều gió x_m mà ở đây $z_s = H$, còn giá trị của nồng độ cực đại là:

$$C_m = \frac{2Q}{\pi H^2 e^u} \cdot \frac{\delta z}{\delta y} \quad (5)$$

Thực nghiệm cho thấy khoảng cách x_m thường bằng một vài chục lần độ cao ống khói h , theo chiều gió.

Trong công tác kiểm soát người ta rất cần thiết phải khoanh vùng mà ở trong đó nồng độ bằng hoặc vượt nồng độ đã cho (nồng độ tiêu chuẩn cho vùng chẳng hạn). Để vẽ đường đẳng trị nồng độ đã cho $C(x, y, z; H) = b = \text{const}$ ta sử dụng mối quan hệ sau:

$$\frac{C(x, y, z; H)}{C(x, z, z; H)} = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta y} \right)^2 \right] \quad (6)$$

Từ đây suy ra:

$$y = \left\{ 2 \ln \left[\frac{C(x, z, z; H)}{C(x, y, z; H)} \right] \right\}^{1/2} \delta y = \left\{ 2 \ln \left[\frac{C(x, z, z; H)}{b} \right] \right\}^{1/2} \delta y \quad (7)$$

Cho một loạt các giá trị x , ta sẽ có các y tương ứng. Tuy nhiên cần chú ý là không phải nhận các giá trị tùy ý. Bởi vì phép gán chỉ chấp nhận được với điều kiện là biểu thức trong dấu căn phải dương.

Mô hình Gauss, cũng như tất cả các mô hình kiểm soát hiện nay đều tỏ ra kém tin cậy trong những điều kiện sau: lặng gió bề mặt, sương mù nghịch nhiệt. Những điều kiện này thường làm giảm tính phát tán của các chất bẩn. Do đó dẫn tới nhiễm bẩn cao. Nhưng đó chúng thường kéo dài không lâu, nên cách tốt nhất là phải giảm thải ở các khu công nghiệp, trong thời gian mà các điều kiện này tồn tại.

2. Tính toán khuếch tán thẳng đứng và nằm ngang

Nhờ công thức (1) có thể tính được nồng độ của chất bẩn tại một điểm

bất kỳ trong không gian do một nguồn bản (nguồn đơn) phát ra. Trong công thức này cần biết các số hạng sau:

a) Các tham số khuếch tán ngang δ_y và thẳng đứng δ_z : các tham số này chủ yếu phụ thuộc vào tầng kết khí quyển. Sau đây là cách phân loại tầng kết khí quyển của F.A Gifford (1971), F.Pasquill (1961); có 6 loại tầng kết, cho ở bảng 1: loại A bất ổn định nhất, loại F ổn định nhất, loại D trung tính

Bảng 1 — Phân loại tầng kết khí quyển.

Tốc độ gió bề mặt (ở 10m) m/s	Ban ngày			Ban đêm	
	Bức xạ tới			Lượng mây $\geq 5/10$	Lượng mây $\leq 4/10$
	Mạnh	Trung bình	Yếu		
< 2	A	A-B	B		
2 - 3	A-B	B	C	F	E
3 - 5	B	B-C	C	D	E
5 - 6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Bức xạ tới có cường độ mạnh nếu độ cao mặt trời lớn hơn 60° ; bức xạ tới sẽ cường độ yếu khi trời quang và $h_\odot < 35^\circ$; bức xạ tới có cường độ trung bình khi trời quang và độ cao mặt trời $35^\circ < h_\odot < 60^\circ$.

Trong trường hợp có mây trung và thấp từ 6/10 - 7/10 thì bức xạ tới được giảm đi 1 cấp. Ví dụ: từ mạnh chuyển sang trung bình, từ trung bình chuyển sang yếu.

Trong trường hợp trời đầy mây, ban ngày hoặc ban đêm thì ta lấy loại D (trung gian).

Dưới đây là các công thức tính δ_y, δ_z được cho dưới dạng các bảng với x là khoảng cách tính bằng mét (bảng 2, bảng 3).

Bảng 2 — Công thức tính δ_y, δ_z cho vùng thoáng mở (nông thôn)

Loại tầng kết	δ_y (m)	δ_z (m)
A	$0,22 x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$	$0,26x$
B	$0,16 x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$	$0,12x$
C	$0,11 x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$	$0,08 x (1 + 0,0002x)^{-0,5}$
D	$0,08 x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$	$0,06 x (1 + 0,0015x)^{-0,5}$
E	$0,06 x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$	$0,03 x (1 + 0,0003x)^{-1}$
F	$0,04 x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$	$0,16 x (1 + 0,0003x)^{-1}$

Bảng 3 - Công thức tính δ_y , δ_z trong các điều kiện thành phố

Loại tầng kết	δ_y (m)	δ_z (m)
A-B	$0,32x (1 + 0,0004x)^{-0,5}$	$0,24x (1 + 0,0001x)^{-0,5}$
C	$0,22x (1 + 0,0004x)^{-0,5}$	$0,20x$
D	$0,16x (1 + 0,0004x)^{-0,5}$	$0,14x (1 + 0,0003x)^{-0,5}$
E-F	$0,11x (1 + 0,0004x)^{-0,5}$	$0,08x (1 + 0,0005x)^{-0,5}$

Các giá trị δ_y và δ_z ở trên là các giá trị trung bình trong khoảng thời gian 10 phút (do vậy, nồng độ tạp chất tính được là nồng độ trung bình trong 10 phút) với các khoảng thời gian khác theo Gifford (1976).

$$\delta_y(T) = \delta_y(10 \text{ phút}) \cdot \left(\frac{T}{10} \text{ phút}\right)^{0,2} \quad (8)$$

$$\delta_z(T) = \delta_z(10 \text{ phút})$$

b) Vận tốc gió u trong công thức (1) chính là vận tốc gió ở độ cao vệ khí H

Trong trường hợp nguồn thải bề mặt hoặc nguồn thấp, hoặc trong các điều kiện ổn định, có thể lấy tốc độ gió u ở độ cao 10 mét.

Với các nguồn thải cao ($h_s > 50\text{m}$) thì có thể sử dụng gần đúng sau:

$$u(Z) = \begin{cases} u_{10\text{mét}} \left(\frac{Z}{10}\right)^p & \text{với } Z < 200\text{m} \\ u_{200\text{mét}} = u_{10\text{mét}} \cdot 2^p & \text{với } Z \geq 200\text{m} \end{cases} \quad (9)$$

ở đây p được xác định theo bảng 4.

Bảng 4 - Xác định p theo tầng khí quyển.

Loại tầng kết	Thành phố	Nông thôn
A	0,15	0,07
B	0,15	0,07
C	0,20	0,10
D	0,25	0,15
E	0,40	0,30
F	0,60	0,55

Với các nguồn thải cao $h_s > 50\text{m}$, ta xem một cách gần đúng vận tốc gió ở độ cao H như là vận tốc ở miệng ống khói tức là $Z = h_s$.

c) Độ cao cuối cùng cần xác định là H:

$$H = h_s + \Delta H$$

Ở đây, h_s - độ cao vật lý của ống khói; ΔH - độ nâng của vệt khói sau khi thoát khỏi miệng ống khói. Hiện nay có rất nhiều công thức tính ΔH .

nhưng chưa có một công thức nào cho kết quả thỏa đáng trong mọi trường hợp. Chúng tôi chọn công thức của Holland (1953) :

$$\Delta H = \frac{a \cdot v_s \cdot d}{u} \left\{ 1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} p \left(\frac{T_z - T_a}{T_s} \right) \right\} d \quad (10)$$

Ở đây : $a = \begin{cases} 1,1 & \text{cho các điều kiện bất ổn định} \\ 0,8 & \text{cho các điều kiện ổn định.} \end{cases}$

v_s — tốc độ thoát khí của ống khói, [m/s]

u — tốc độ gió ở độ cao H (ta đã biết cách xác định ở phần trên [m/s])

p — áp suất khí quyển [mb]

d — đường kính ống khói, [m]

T_s — nhiệt độ của khí thoát ra ở miệng ống khói xác định được nhờ các hồ sơ kỹ thuật của nhà máy, [°K]

T_a — nhiệt độ không khí, [°K]

$2,68 \times 10^{-3}$ — hằng số thứ nguyên, [mb⁻¹ m⁻¹]

Vì độ nâng vật khói từ ống khói xảy ra ở một khoảng cách nào đó theo chiều gió, nên không được áp dụng công thức (10), trong một vài trăm mét đầu tiên.

III — TÍNH TOÁN CỤ THỂ

Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày việc áp dụng cho Nhà máy nhiệt điện Phả Lại (tỉnh Hải Hưng). Nhà máy nhiệt điện Phả Lại nằm trên khu vực có địa hình không phức tạp lắm, chỉ có 1 ống khói, do vậy có thể sử dụng mô hình Gauss để tính phân bố nồng độ tạp chất do nhà máy thải ra cho các vùng xung quanh. Chúng tôi chọn lúc 13 giờ ngày 20/VII/1987, một ngày điển hình cho mùa nóng của năm, số liệu khí tượng tại Trạm Chí Linh

Số liệu quan trắc được như sau :

$$t^{\circ} = 30,9^{\circ}\text{C} = 303^{\circ}\text{K}$$

gió SE $v = 4\text{m/s}$; mây: lượng mây dưới mây và trung 6/10, áp suất khí quyển $p = 996,4\text{mb}$.

Độ cao ống khói $h_s = 200\text{m}$; đường kính miệng ống khói $d = 7,2\text{m}$, nhiệt độ của khí thải thoát ra khỏi miệng ống khói $T = 400^{\circ}\text{K}$, tốc độ thoát khí của ống khói: 21m/s ; tốc độ thải SO_2 : $512\text{gam SO}_2/\text{giờ}$.

Độ ổn định của khí quyển: vì trời nắng, nhưng lượng mây tầng thấp và trung chiếm 6/10 nên bức xạ tới là trung bình; tốc độ gió là 4m/s , nên xếp độ ổn định của tầng kết thuộc loại B.

Độ nâng của vật khói: vì $Z = 200\text{m}$, nên theo (10) ta có: $u = u(200\text{m}) = 4 \times 2^p = 4 \times 2^{0,07} = 4,2\text{m}$ ở đây $p = 0,07$; $a = 1,1$.

Do vậy:

$$\Delta H = \frac{1,1 \times 21 \times 7,2}{4,2} \left\{ 1,5 + 2,68 \times 10^{-3} \times (96,4 \left(\frac{400 - 303,9}{400} \right) 7,2) \right\} = 242,32 \text{m}$$

$$H = h_s + \Delta H = 200 + 242,32 = 442,32 \text{m}$$

a) Xác định nồng độ SO_2 tại một điểm dân cư nằm cách nhà máy 4km về phía W-WN.

Vì trục ox của hệ tọa độ là hướng theo chiều gió SE nên khoảng cách OM (ở đây M là điểm dân cư) lập với trục ox một góc $\alpha = 22,5^\circ$.

Áp dụng công thức (1) ta được:

$$C(x, y, z : 442,32 \text{m}) (1) = 0,1070 \cdot 10^{-5} \text{g/m}^3$$

b) Xác định vị trí của đường đẳng trị: theo (7) ta xác định được tọa độ y của các đường đẳng trị C trên bảng 5.

Bảng 5 - Xác định các giá trị δy ; δz tọa độ y của đường đẳng trị.

x(mét)	δy (m)	δz (m)	C(x, 0, 0, H) [g/m ³]	y(m)
500	78,07	60	0	
1000	152,55	120	$0,2 \cdot 10^{-5}$	448
2000	292,13	240	$10,19 \cdot 10^{-5}$	746
3000	420,98	360	$12,03 \cdot 10^{-5}$	893
4000	540,91	480	$9,77 \cdot 10^{-5}$	970
5000	653,22	600	$7,54 \cdot 10^{-5}$	992
6000	758,95	720	$5,88 \cdot 10^{-5}$	962
7000	859,08	840	$4,68 \cdot 10^{-5}$	875
8000	954,08	960	$3,81 \cdot 10^{-5}$	716
9000	1044,69	1080	$3,16 \cdot 10^{-5}$	410
10000	1131,38	1200	$2,67 \cdot 10^{-5}$	
12000	1294,50	1440	$1,98 \cdot 10^{-5}$	
14000	1445,91	1680	$1,54 \cdot 10^{-5}$	
16000	1587,70	1920	$1,24 \cdot 10^{-5}$	
20000	1847,57	2400	$0,86 \cdot 10^{-5}$	

c) Tính nồng độ cực đại và khoảng cách có nồng độ cực đại đối với nguồn.

Khoảng cách có nồng độ cực đại xảy ra là khoảng cách mà ở đó thỏa mãn điều kiện:

$$\sqrt{2} \delta z = H \text{ hay } dz = \frac{H}{\sqrt{2}} = \frac{442,32}{\sqrt{2}} = 312,8 \text{(mét)}$$

Ta có thể xác định gần đúng: $x_m = 2500 \text{ mét}$.

$$C_m = 12,23 \cdot 20^{-5} \text{g/m}^3$$

Trong bài báo này, chúng tôi đã áp dụng mô hình Gauss để giải quyết những vấn đề cơ bản nhất trong công tác kiểm soát nguồn thải (nguồn đơn). Tuy nhiên, nhiều vấn đề chúng tôi chưa đề cập tới, ví dụ như với nguồn khác nhau, những vấn đề mà chúng tôi trình bày mang nhiều tính kiểm soát nghiệp vụ hàng ngày. Trong thực tế phục vụ quy hoạch người ta cần các giá trị trung bình lấy theo mùa, năm, thiết lập các vành đai ô nhiễm an toàn... Đó là những hướng mà chúng tôi đã đang và sẽ nghiên cứu, nhằm phục vụ tốt hơn công tác theo dõi đánh giá và kiểm soát môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Hoài Trung. Các mô hình chất lượng không khí, các xây dựng và khả năng áp dụng chúng vào nước ta. Tập san KTTV số 6/1987.
2. Szepezi. D.J. K. Application of meteorology to atmospheric problems. WMO, 1987.
3. Hanna S.R. Reviews of atmospheric diffusion models for regulatory applications. WMO technical note 177.1-37, WMO, 1982.
4. Dr. Lawherce. Practical guide for estimating atmospheric pollution potential. Technological document, WMO/TD - No.134, 1986.
5. Berlyand. Những vấn đề hiện đại về rơi và nhiễm bản khí quyển (tiếng Nga). NXB KTTV, Leningrat, 1975.
- 6 Turner D.B. Workbook of atmospheric dispersion estimates. US Public Health Service, 1970

VỀ MỘT PHƯƠNG PHÁP...

(Tiếp theo trang 14)

2. Phương hướng

Mạnh dạn đưa vào thực nghiệm (số liệu cũ và mới) để xây dựng và hoàn thiện dần phương pháp dự báo gồm những nội dung cụ thể như sau:

- a) Tiếp tục nghiên cứu (lý thuyết và thực nghiệm) về những cơ sở vững chắc để xác định giá trị tối ưu của k.
- b) Tính giá trị của \bar{V} và Θ^* cho nhiều cơn bão khác nhau trên bản đồ mặt đất và cả trên các bản đồ trên cao.
- c) Căn cứ giá trị Θ^* tính được tiến hành phân loại bão.
 - Loại 1: giá trị Θ^* ở các tầng chênh nhau $< 22^{\circ}30'$.
 - Loại 2: giá trị Θ^* ở các tầng chênh nhau từ $22^{\circ}30'$ đến dưới 45° (góc nhọn).
 - Loại 3: giá trị Θ^* ở các tầng chênh nhau từ 45° trở lên.
- d) Tìm mực hoặc lớp dẫn tối ưu, hệ số dẫn cho bão loại 1. Xây dựng phương trình dự báo (và các dấu hiệu hỗ trợ) để dự báo bão loại này.
- e) Nghiên cứu quy luật tiến triển và di chuyển của các bão loại 2, loại 3. (Đa số trong số này là bão kết hợp hoạt động của cao áp lạnh lực địa)./.