

ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ PHÂN TẦNG ĐẾN PHÂN BỐ THẲNG ĐỨNG CỦA TỐC ĐỘ GIÓ, NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM TẠI THÁP KHÍ TƯỢNG LẮNG

GS.TS. Lê Đình Quang, NCS. Nguyễn Lê Tâm
Viện Khí tượng Thủy văn

Trong lý thuyết và các bài toán lớp biên, đặc biệt là bài toán về ô nhiễm bụi của khí quyển, sự phân tầng của khí quyển có vai trò quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả tính toán các đặc trưng lớp biên. Ảnh hưởng của sự phân tầng khí quyển đến phân bố thẳng đứng của tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm đã được nhiều tác giả đề cập đến [4,5,6,7]. Khi phân tầng ổn định, gradien các yếu tố khí tượng lớn hơn so với khi phân tầng cân bằng, ngược lại, trong trường hợp phân tầng bất ổn định, gradien của các yếu tố này nhỏ hơn khi phân tầng cân bằng [4]. Tính đến ảnh hưởng này, các tác giả đã đưa ra nhiều mô hình lớp sát đất khác nhau như mô hình lũy thừa, mô hình của Buđucô, của Laikhman... Tuy nhiên, mô hình do Mônin và Ôbukhốp đề xuất là có cơ sở vật lý hơn cả [7]. Ở Việt Nam, việc tính toán phân bố thẳng đứng của tốc độ gió cho tháp khí tượng Láng với các phân bố loga, hàm mũ đã được các tác giả Trần Duy Bình, Lê Đình Quang, Vương Quốc Cường đề cập đến [1] hoặc phân bố thẳng đứng của cả tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm có tính đến ảnh hưởng của sự phân tầng trên cơ sở số liệu quan trắc gradien các yếu tố khí tượng đã được thực hiện cho trạm Hoài Đức [5], trong đó, để xây dựng được công thức tính phù hợp với trạm cân hiệu chỉnh hàm vạn năng không thứ nguyên trên cơ sở các số liệu thực đo. Phương pháp xác định profin các yếu tố khí tượng cho tháp đo khí tượng Láng tương tự như phương pháp đã sử dụng đối với trạm Hoài Đức. Tuy nhiên, số mực đo ở tháp khí tượng Láng là 5 mực (20, 30, 40, 50, 60m) so với Hoài Đức là 2 mực nên việc tính toán phức tạp hơn. Công thức nội suy các yếu tố khí tượng được sử dụng có dạng:

$$U_i = \frac{U_*}{\chi} \left[f_u \left(\frac{Z_i}{L} \right) - f_u \left(\frac{Z_o}{L} \right) \right] \quad (i = 1, 2, \dots, N_u) \quad (1)$$

$$\theta_j = \theta_o + T_* \left[f_\theta \left(\frac{Z_j}{L} \right) - f_\theta \left(\frac{Z_o}{L} \right) \right] \quad (j = 1, 2, \dots, N_\theta) \quad (2)$$

$$q_k = q_o + q_* \left[f_a \left(\frac{Z_k}{L} \right) - f_a \left(\frac{Z_o}{L} \right) \right] \quad (k = 1, 2, \dots, N_q) \quad (3)$$

Ở đây:

$$L = - \frac{(\tau / \rho)^{3/2}}{\chi \beta H / C_{pp}} = \frac{U_*^2}{\chi^2 \beta T_*} \quad (4)$$

$$U_* = \sqrt{\tau / \zeta} \quad (5)$$

$$T_* = -\frac{H}{\chi C_p \rho U_*} \quad (6)$$

$$q_* = -E/\chi \rho U_* \quad (7)$$

U_i, θ_j, q_k - các giá trị đo được của tốc độ gió, nhiệt độ thế vị và độ ẩm riêng ở các độ cao Z_i, Z_j, Z_k ;

N_u, N_θ, N_q - số lượng các mực đo, trong trường hợp của chúng ta số lượng các mực đo gió, nhiệt độ, độ ẩm là bằng nhau và bằng 5.

U_* - quy mô tốc độ (tốc độ động lực),

T_* - quy mô nhiệt độ,

q_* - quy mô độ ẩm,

L - quy mô độ dài (Mônin - Obukhôn),

τ - thông lượng động lượng (ứng suất ma sát rối),

H - thông lượng nhiệt rối,

E - thông lượng ẩm (ẩn nhiệt hoá hơi),

ρ - mật độ không khí,

C_p - nhiệt dung đẳng áp,

χ - hằng số Karman.

Nếu đặt $\zeta = \frac{Z}{L}$ thì các hàm $f_u(Z_i/L), f_\theta(Z_j/L), f_a(Z_k/L)$ có thể viết là $f_u(\zeta),$

$f_\theta(\zeta), f_a(\zeta)$. Các hàm $f_u(\zeta), f_\theta(\zeta), f_a(\zeta)$ coi là trùng nhau [5] tìm dạng hàm vạn năng không thứ nguyên cho tháp khí tượng Láng dưới dạng:

$$f_u(\zeta) = f_\theta(\zeta) = f_a(\zeta) = \begin{cases} \ln \zeta + \beta_u \zeta \dots & \text{khi } 0 < \zeta \\ \ln |\zeta| + \beta_u' \zeta \dots & \text{khi } -0,16 \leq \zeta \leq 0 \\ a_u + C_u \zeta^{-1/3} & \text{khi } \zeta < -0,16 \end{cases} \quad (8)$$

$\zeta < 0$ phân tầng không ổn định,

$\zeta > 0$ phân tầng ổn định,

$\zeta = 0$ phân tầng phiếm định.

Để xác định các hệ số $a_u, \beta_u, \beta_u', C_u$, chọn các giá trị của các hệ số này sao cho sai số quân phương trung bình của tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm ở các mức 40 m và 60m (nội suy từ các mức 30m và 50m) là nhỏ nhất. Số liệu tính toán là các số liệu của tháng 7,8,9 năm 2001 và tháng 1 năm 2002 gồm 104 ca phân tầng bất ổn định và 42 ca phân tầng ổn định. Phương pháp xử lý số liệu được thực hiện tương tự như việc xử lý số liệu đã tiến hành khi xác định hàm $f(\zeta)$ cho trạm Hoài Đức [2]. Các công thức tính toán các đặc trưng $L, U_*, T_*, q_*, Z_0, \theta_0, q_0$ đã được trình bày trong [3]. Sơ đồ khối của chương trình tính được trình bày trong hình 1. Kết quả hiệu chỉnh ta tìm được hàm vạn năng cho tháp Khí tượng Láng như công thức (9), hàm có dạng như hình 2.

$$f_a\left(\frac{Z}{L}\right) = f_\theta\left(\frac{Z}{L}\right) = f_u\left(\frac{Z}{L}\right) = \begin{cases} \ln \zeta + 0,2\zeta & \text{khi } 0 < \zeta \\ \ln|\zeta| + 1,45\zeta & \text{khi } -0,16 \leq \zeta \leq 0 \\ 0,24 + 1,25\zeta^{-1/3} & \text{khi } \zeta < -0,16 \end{cases} \quad (9)$$

Như trong [2] đã trình bày, hàm vận năng không thứ nguyên cho Trạm Hoài Đức có dạng:

$$f_a\left(\frac{Z}{L}\right) = f_\theta\left(\frac{Z}{L}\right) = f_u\left(\frac{Z}{L}\right) = \begin{cases} \ln \zeta + 0,2\zeta & \text{khi } 0 < \zeta \\ \ln|\zeta| + \zeta & \text{khi } -0,16 \leq \zeta \leq 0 \\ 0,25 + 1,15\zeta^{-1/3} & \text{khi } \zeta < -0,16 \end{cases} \quad (10)$$

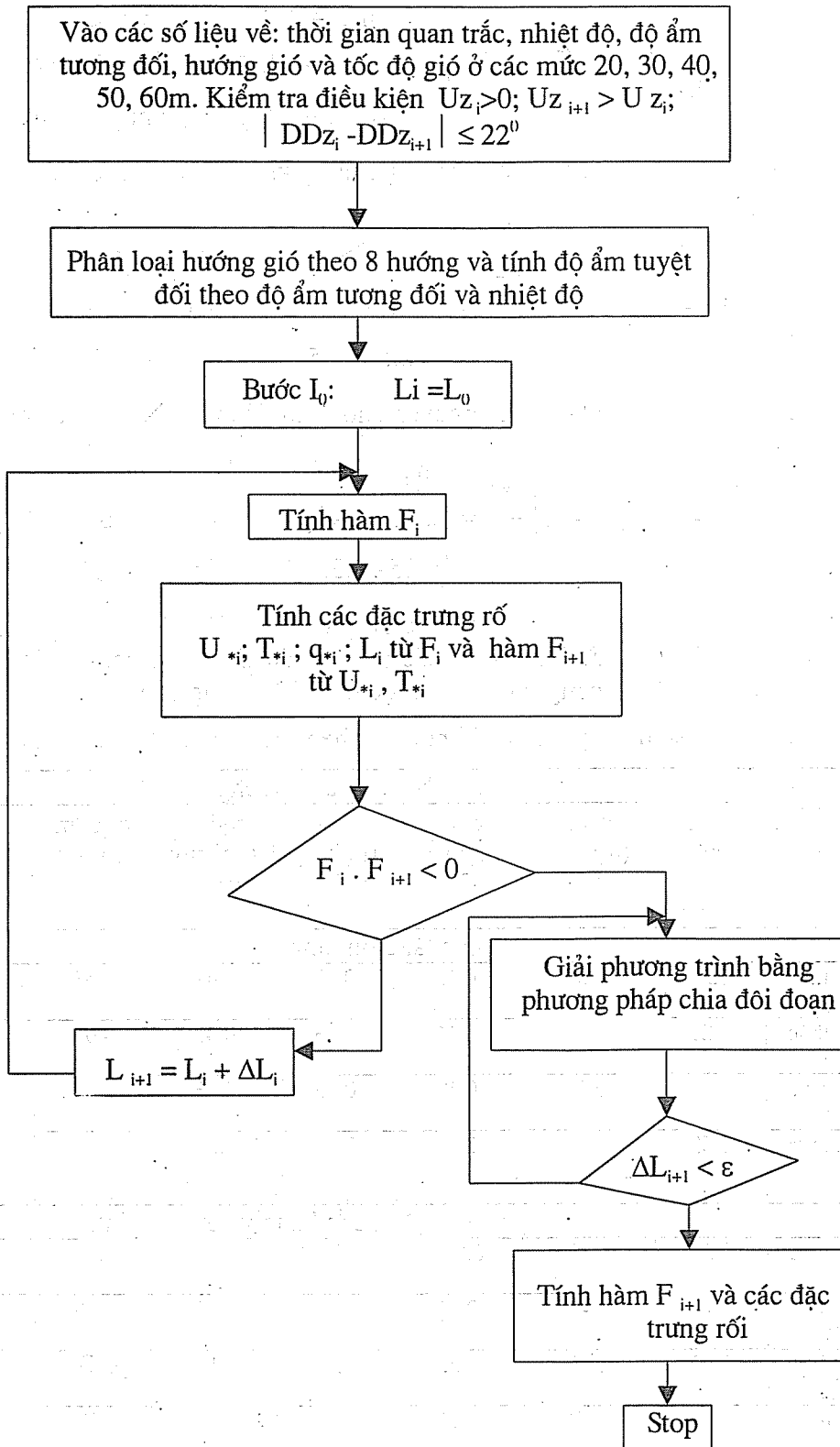
còn hàm vận năng không thứ nguyên cho Trạm Ximlianxkoe [3] có dạng:

$$f_a\left(\frac{Z}{L}\right) = f_\theta\left(\frac{Z}{L}\right) = f_u\left(\frac{Z}{L}\right) = \begin{cases} \ln \zeta + 9,9\zeta & \text{khi } 0 < \zeta \\ \ln|\zeta| + 1,45\zeta & \text{khi } -0,16 \leq \zeta \leq 0 \\ 0,25 + 1,25\zeta^{-1/3} & \text{khi } \zeta < -0,16 \end{cases} \quad (11)$$

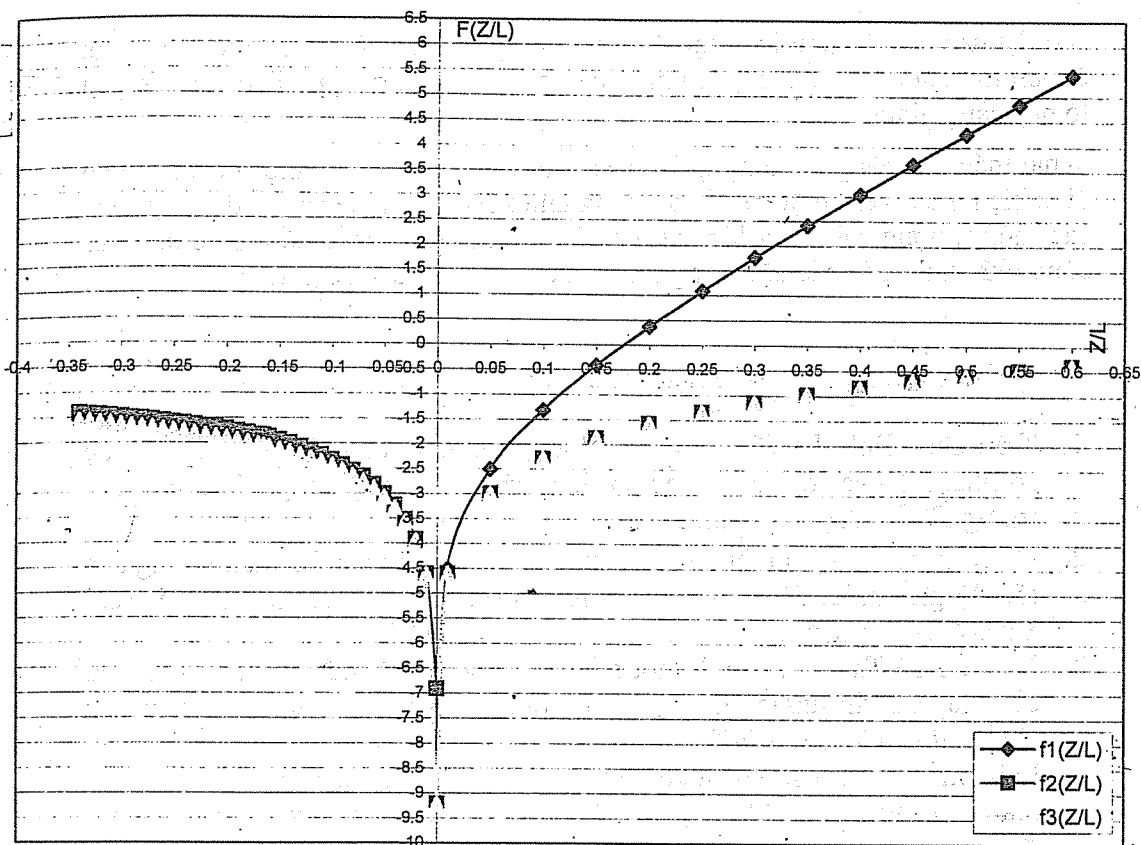
Sai số quân phương khi nội suy tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm riêng cho các mức 40m (từ 30m) và 60m (từ 50m) theo các phương án tính theo công thức loga, công thức (9), công thức (10), công thức (11) được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Sai số quân phương khi nội suy theo các công thức khác nhau

Phương án tính hàm $f(\zeta)$	Sai số quân phương						
	σ_{U40m} (nội suy từ 30m)	σ_{u60m} (nội suy từ 50m)	$\sigma_{\theta40m}$ (nội suy từ 30m)	$\sigma_{\theta60m}$ (nội suy từ 50m)	σ_{q40m} (nội suy từ 30m)	σ_{q60m} (nội suy từ 50m)	σ_{TB}
Phân tầng ổn định							
Công thức loga	0,23	0,37	0,12	0,18	0,42	0,63	0,33
Công thức (9)	0,21	0,34	0,16	0,43	0,43	0,63	0,32
Công thức (10)	0,21	0,34	0,16	0,43	0,43	0,63	0,32
Công thức (11)	0,69	0,72	3,00	3,12	1,53	1,33	1,74
Phân tầng cân bằng và bất ổn định							
Công thức loga	0,34	0,47	0,038	0,233	0,37	0,72	0,362
Công thức (9)	0,31	0,42	0,21	0,09	1,12	0,36	0,420
Công thức (10)	0,40	0,42	0,23	0,094	1,14	0,39	0,45
Công thức (11)	0,37	0,427	0,21	0,094	1,12	0,37	0,423



Hình 1. Sơ đồ khối chương trình tính rối thấp Khí tượng Láng



Hình 2. Hàm vạn năng không thứ nguyên cho Ximlianxkoe $f_1(Z/L)$,
Hoài Đức $f_2(Z/L)$, Tháp KT Láng $f_3(Z/L)$

Từ những tính toán trên có thể đưa ra một số nhận xét và kiến nghị sau:

- Việc xét đến ảnh hưởng của sự phân tầng đã làm tăng độ chính xác trong các tính toán phân bố thẳng đứng của tốc độ gió, nhiệt độ cho tháp Khí tượng Láng. Đối với phân bố thẳng đứng của độ ẩm, sử dụng công thức loga sẽ cho kết quả tốt hơn.
- Hàm vạn năng không thứ nguyên để tính toán phân bố thẳng đứng tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm trong lớp sát đất tại Trạm Hoài Đức và tại tháp Khí tượng Láng không khác nhau nhiều khi phân tầng cân bằng và bất ổn định, giống nhau khi phân tầng ổn định.
- Sai số quân phương trong nội suy độ ẩm theo công thức (9) lớn hơn so với công thức loga, có thể do tính chất mặt đệm tại hai trạm khác nhau. Tại Trạm Hoài Đức là mặt cỏ tự nhiên, xung quanh là các ruộng lúa, còn tại tháp Khí tượng Láng là mặt bê tông, xung quanh có nhiều khối nhà cao tầng.
- Nên di chuyển tháp khí tượng lớp biên đến một địa điểm gần với tự nhiên hơn và điều chỉnh độ cao đặt các đầu đo để có các số liệu ở các độ cao 0,5m, 2m, 10m, 30m và 60m vì số lượng số liệu đo đạc của tháp khí tượng Láng đã khá nhiều và tương đối đầy đủ theo các mùa. Qua các số liệu này cũng cho thấy, độ

cao đặt các đầu đo như hiện tại là chưa hợp lý vì gradien tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm thu được không lớn (theo quy luật, càng xa mặt đất, gradien của các yếu tố này càng giảm).

- Khai thác khả năng đo xung gió của các máy đo gió siêu âm hiện có và nếu có điều kiện mua thêm một số đầu đo xung nhiệt độ, độ ẩm để có thể tính trực tiếp các thông lượng rối trong lớp sát đất, làm cơ sở vững chắc để hiệu chỉnh các công thức tính toán các đặc trưng rối từ các số liệu quan trắc gradien.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Duy Bình, Lê Đình Quang, Vương Quốc Cường. Sơ bộ tính toán hệ số nhám Zo và số mũ m theo số liệu tháp khí tượng Láng.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 2 năm 2002.*
2. Nguyễn Lê Tâm. Ảnh hưởng của sự phân tầng đến phân bố thẳng đứng của tốc độ gió, nhiệt độ và độ ẩm trong lớp sát đất tại Trạm khí tượng Hoài Đức.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 1 năm 2003.*
3. Nguyễn Lê Tâm. Xác định một số đặc trưng lớp sát đất trên cơ sở số liệu của tháp đo khí tượng tại Viện Khí tượng Thủy văn. - *Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 3 năm 2002.*
4. Laikman. Vật lý lớp biên khí quyển. *NXB KTTV, Leningrat, 1970.*
5. Stull Roland B. , 1989 . An introduction to boundary layer meteorology. *Kluwer Academic Publisher, 666p.*
6. Tennekes H.(1973), "The Logarithmic Wind Profile", *J.Atmos. Sci.,30pp 234-238.*
7. Zilichinkevich . Động lực học lớp biên khí quyển. *NXB KTTV, Leningrat, 1970.*