

## BIÊN SOẠN «SỔ TRA CỨU SỐ LIỆU GIÓ»

KS. PHAN MỸ TIÊN  
Viện Khí tượng Thủy văn

Để đáp ứng yêu cầu cung cấp số liệu trực tiếp cho việc quy hoạch tiềm năng gió, làm cơ sở cho việc khai thác, sử dụng năng lượng gió và chế tạo động cơ gió phù hợp với điều kiện từng vùng, «Sổ tra cứu số liệu gió» được lập bao gồm số liệu của 31 điểm trong cả nước. Những điểm này nằm tại các vùng đồng bằng, duyên hải, một số hải đảo, cao nguyên và một điểm đại diện cho gió địa hình. Đó là những điểm mà việc khai thác năng lượng gió có khả năng đem lại hiệu quả kinh tế. Các điểm được chọn này đều có đầy số liệu quan trắc đạt mức độ tin cậy tối thiểu cho việc tính toán các đặc trưng năng lượng gió.

Sổ tra cứu gồm 8 đặc trưng sau đây:

1. Tốc độ gió trung bình tháng và năm.
2. Biến trình ngày của tốc độ gió trong từng tháng.
3. Tần suất và tốc độ trung bình 8 hướng và lặng gió từng tháng và cả năm.
4. Tần suất các cấp tốc độ gió trong năm.
5. Tổng số giờ gió thổi ở các cấp tốc độ trong cả năm.
6. Tốc độ gió cực đại tương ứng với các chu kỳ (năm).
7. Mật độ năng lượng gió trung bình từng tháng và cả năm.
8. Tổng năng lượng gió từng tháng và cả năm.

### PHẦN I

#### CƠ SỞ SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

##### I – SỐ LIỆU QUAN TRẮC.

Trong mạng lưới trạm khí tượng cả nước, gió được quan trắc bằng hai loại máy: tự ghi và định thời.

Máy tự ghi gồm nhiều kiểu nhưng đều là loại gáo quay: ở miền Bắc kiểu Junkalor (của CHDCĐức) và Munro (của Anh); ở miền Nam chủ yếu là kiểu Papillon (của Pháp) và Dine (của Anh). Số liệu tự ghi đều có giản đồ lưu lại. Tuy nhiên, số trạm được trang bị máy tự ghi không nhiều, việc bảo quản máy

nói chung không được thực hiện nghiêm túc nên dây quan trắc sau khi chỉnh lý kỹ thuật thường bị gián đoạn từng quãng. Dây có chất lượng tốt và liên tục của đã số trạm đều ngắn.

Máy quan trắc gió định thời kiểu Vild (của Liên Xô) được sử dụng phổ biến ở tất cả các trạm khí tượng miền Bắc từ trước tới nay và ở miền Nam sau năm 1975. Tình trạng máy tương đối ổn định, hiện tượng bất đồng nhất trong các dãy số liệu gây ra chủ yếu do di chuyển địa điểm quan trắc và thay đổi môi trường xung quanh trạm. Các quan trắc định thời được thực hiện vào các giờ 1, 7, 13, 19 trong ngày, ở các trạm khí tượng chính còn thêm các kỳ quan trắc: 4, 10, 16, 22 giờ.

Riêng ở miền Bắc, các trạm có máy tự ghi đều thực hiện quan trắc song song với máy Vild.

Bộ phận cảm ứng của các máy gió trong mạng lưới trạm khí tượng đều ở độ cao 10–12m trên mặt đất. Các số liệu trong Sổ tra cứu chỉ được tính tương ứng tại độ cao này.

## II – CƠ SỞ CHỌN DÂY SỐ LIỆU GỐC

Dây số liệu gốc của các trạm được chọn để tính các đặc trưng tốc độ và năng lượng gió căn cứ vào các điểm sau:

1. Năng lượng gió tức thời tỉ lệ với tam thừa của tốc độ. Bởi vậy, muốn đánh giá chính xác năng lượng gió trong khoảng thời gian nào đó cần phải có đường ghi tốc độ liên tục trong thời gian đó. Các kết quả nghiên cứu [2], [3], [4] cho thấy: khi thời gian lấy trung bình tốc độ gió tăng lên thì giá trị của tổng năng lượng tính toán giảm đi; với mức chính xác đủ đáp ứng cho các yêu cầu đánh giá năng lượng và giảm bớt khối lượng số liệu tính toán, hợp lý nhất là sử dụng tập hợp tốc độ trung bình từng giờ. Kết quả nghiên cứu [2] trên dây số liệu tự ghi liên tục của trạm Láng cho thấy tổng năng lượng tính toán với tập hợp tốc độ trung bình giờ một và 3 giờ một so với tập hợp tốc độ trung bình 10 phút một nhỏ hơn lần lượt là 5,3% và 10,6%; còn tập hợp trung bình 6 giờ một nhỏ hơn tới 14,8%, không đáp ứng yêu cầu tính toán các đặc trưng năng lượng. Sự chênh lệch này còn phụ thuộc vào mức độ dao động của tốc độ gió từng vùng; tốc độ gió dao động càng nhiều, độ chênh lệch càng lớn và ngược lại.

Từ đó có thể kết luận:

- Sử dụng tập hợp quan trắc trung bình giờ một là thích hợp nhất.
- Tập hợp quan trắc trung bình 3 giờ một gây chênh lệch không lớn lắm nên có thể tận dụng được.
- Tập hợp quan trắc trung bình 6 giờ một gây chênh lệch lớn, không nên sử dụng.

2. Số liệu tự ghi được sử dụng làm số liệu chính để tính các đặc trưng năng lượng gió. Tuy nhiên, số trạm có máy tự ghi không nhiều, một số nơi

chất lượng số liệu lại không ổn định. Bởi vậy, cần phải sử dụng thêm số liệu của những trạm quan trắc định thời 3 giờ một.

Những quan trắc song song giữa 2 loại máy tự ghi và Vild đều thể hiện sự chênh lệch rõ rệt. Với mức tốc độ gió thông thường ở khắp các vùng trong nước thì máy Vild luôn luôn cho chỉ số thấp hơn máy tự ghi. Tình trạng bất đồng nhất trong số liệu do sử dụng các máy đo khác chủng loại cần được xử lý.

Trong việc chỉnh lý đồng nhất hóa số liệu, dãy quan trắc tự ghi được dùng làm cơ sở, quan trắc Vild được quy về tự ghi. Số liệu tự ghi quan trắc bằng các kiểu máy gáo quay khác nhau được xem là đồng nhất.

Trong việc tính các đặc trưng phân bố tần suất cần sử dụng trực tiếp tập hợp quan trắc gốc. Bởi vậy phải xử lý quy chi tiết cho từng cấp tốc độ. Từ các đo đạc song song giữa hai loại máy cho thấy tương ứng với mỗi cấp tốc độ gió quan trắc bằng máy Vild có một dải tốc độ quan trắc bằng máy tự ghi. Căn cứ vào tần suất các cấp tốc độ tự ghi  $V_j$  trong dải này để quy tốc độ Vild  $V_v$  tương ứng.

Mỗi tập hợp số liệu gốc từ máy Vild được chuyển sang tự ghi bằng cách chấp các kết quả quy riêng cho từng cấp.

3. Để đảm bảo độ tin cậy của kết quả tính toán, đòi hỏi dãy số liệu gốc phải có độ dài cần thiết.

Độ lệch  $\sigma_n$  giữa giá trị trung bình thực  $V_o$  của dãy dài vô hạn với trung bình  $\bar{V}$  của dãy quan trắc có hạn  $\sigma_n = |V_o - \bar{V}|$  trong đó:

$$V_o = \frac{\sum_{i=1}^N V_i}{N} \quad \text{và} \quad \bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

và độ lệch chuẩn của dãy dài vô hạn  $\sigma_o$  với  $\sigma_o = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (V_i - V_o)^2}{N} \right]^{1/2}$  có quan

hệ sau:

$$\sigma_n = \frac{\sigma_o}{n^{1/2}} \quad (1)$$

Từ (1) cho phép xác định độ dài cần thiết  $n$  của dãy số liệu tương ứng với mỗi sai số  $\sigma_n$ .

Khảo sát trên tập hợp số liệu của trạm Phủ Liễn và Tân Sơn Nhất cho các kết quả sau:

Đối với tập hợp tốc độ gió trung bình từng tháng và năm độ lệch chuẩn

$\sigma_0$  và biến suất  $C_v = \frac{\sigma_0}{V_0}$  tính được ghi trong bảng 1.

Bảng 1 cho thấy tốc độ gió trung bình tháng và năm dao động không lớn từ năm này qua năm khác. Đối với tháng có tốc độ biến động nhiều nhất thì  $C_v$  cũng chỉ  $< 0,2$ . Tốc độ gió trung bình năm biến động ít hơn tốc độ gió trung bình tháng.

Nếu chấp nhận sai số  $\sigma_n$  bằng 0,2m/s và 0,3m/s thì chỉ cần dây quan trắc có độ dài  $n_2$  và  $n_3$  năm ghi trong bảng 2.

Như vậy, đối với trung bình năm thì dây quan trắc dài 3 năm đủ đạt độ chính xác tới  $\pm 0,2$ m/s; nếu chỉ cần độ chính xác tới  $\pm 0,3$ m/s thì dây số liệu từng năm cũng đủ đáp ứng yêu cầu. Dây tốc độ trung bình tháng kém ổn định hơn, những tháng dao động nhiều thì dây dài hàng chục năm mới đảm bảo được sai số  $\pm 0,2$ m/s, dây 5 – 6 năm còn có thể gây sai số tới  $\pm 0,3$ m/s.

Khảo sát trên dây số liệu của các trạm khác cũng cho kết quả với cỡ tương tự.

Việc chọn số liệu gốc đã ưu tiên số liệu tự ghi, những trạm không có máy tự ghi hoặc số liệu tự ghi quá ít và xấu thì lấy dây quan trắc Vild 3 giờ một. Từ những căn cứ nêu trên, các dây số liệu được lấy như sau:

a) Chọn 3 năm số liệu có chất lượng tốt nhất trong dây tự ghi của mỗi trạm.

b) Tận dụng những trạm chỉ có số liệu tự ghi 2 năm với chất lượng tốt.

**Bảng 1**

| Trạm         | Tháng      | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | năm  |
|--------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Phù Liên     | $\sigma_0$ | 0,56 | 0,66 | 0,72 | 0,59 | 0,61 | 0,61 | 0,70 | 0,46 | 0,31 | 0,70 | 0,72 | 0,32 | 0,33 |
|              | $C_v$      | 0,15 | 0,18 | 0,19 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,17 | 0,13 | 0,08 | 0,17 | 0,18 | 0,08 | 0,08 |
| Tân Sơn Nhất | $\sigma_0$ | 0,36 | 0,46 | 0,48 | 0,54 | 0,31 | 0,54 | 0,62 | 0,61 | 0,41 | 0,40 | 0,41 | 0,40 | 0,33 |
|              | $C_v$      | 0,15 | 0,16 | 0,14 | 0,16 | 0,11 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,12 |

**Bảng 2**

| Trạm         | Tháng | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | năm. |
|--------------|-------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|----|----|-----|------|
| Phù Liên     | $n_2$ | 8 | 11 | 13  | 9  | 9 | 9  | 12  | 5    | 2  | 12 | 13 | 3   | 3    |
|              | $n_3$ | 3 | 5  | 6   | 4  | 4 | 4  | 6   | 2    | 1  | 5  | 6  | 1   | 1    |
| Tân Sơn Nhất | $n_2$ | 3 | 5  | 6   | 7  | 3 | 7  | 10  | 9    | 4  | 4  | 4  | 4   | 3    |
|              | $n_3$ | 1 | 2  | 3   | 3  | 1 | 3  | 4   | 4    | 2  | 2  | 2  | 2   | 1    |

c) Những trạm có dây tự ghi bị ngắt quãng từng thời kỳ ngắn sau chỉnh lý kỹ thuật thì chọn thời gian có độ dài tối thiểu là 1 năm với điều kiện tốc độ gió trung bình của năm đó xấp xỉ với tốc độ gió trung bình dài năm.

Cách xử lý này đã được nhiều nước áp dụng [3].

d) Đối với quan trắc Vild 3 giờ một thì sử dụng dây có độ dài 5 năm.

Tất cả các dây số liệu gốc trước khi tiến hành các bước xử lý trên đều đã được chỉnh lý khi hậu, loại bỏ các bất đồng nhất do di chuyển vị trí trạm, thay đổi môi trường xung quanh trạm, các sự cố do máy móc và quan trắc viên.

## PHẦN II

### PHƯƠNG PHÁP TÍNH CÁC ĐẶC TRƯNG TỐC ĐỘ VÀ NĂNG LƯỢNG GIÓ

#### I – CÁC ĐẶC TRƯNG TỐC ĐỘ GIÓ

1. Tốc độ gió trung bình : là trung bình số học của tốc độ gió trong suốt khoảng thời gian tương ứng kể cả lặng gió.

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (2)$$

2. Tần suất lặng và tần suất 8 hướng gió : Tần suất lặng  $P_L$  là tỷ số phần trăm của thời gian lặng gió  $t_L$  với cả khoảng thời gian đo đạc  $t$  :

$$P_L = \frac{t_L}{t} \cdot 100\% \quad (3)$$

Tần suất  $P_J$  của hướng  $J$  trong 8 hướng gió ( $J = N, NE, E, SE, S, SW, W, NW$ ) là tỷ số phần trăm của tổng thời gian  $t_J$  xuất hiện hướng gió  $J$  (trong góc  $45^\circ$ ) với tổng số thời gian có gió thổi :

$$P_J = \frac{t_J}{t - t_L} \cdot 100\% \quad (4)$$

#### 3. Phân bố các cấp tốc độ gió

Theo kết quả nghiên cứu [1] dạng hàm phân bố phù hợp nhất với các dãy quan trắc tốc độ gió ở Việt Nam là hàm Weibull. Phân bố Weibull có dạng :

-- Hàm mật độ :

$$f(v) = \frac{\gamma}{\beta} \left( \frac{v}{\beta} \right)^{\gamma-1} \cdot \exp \left[ - \left( \frac{v}{\beta} \right)^{\gamma} \right] \quad (5)$$

- Hàm tích lũy xác suất:

$$F(v) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{v}{\beta} \right)^{\gamma} \right] \quad (6)$$

với  $v \geq 0; \beta > 0; \gamma > 0$ .

trong đó tham số dạng  $\gamma$  là đại lượng không thứ nguyên cho biết dạng của phân bố, tham số cỡ  $\beta$  có cùng thứ nguyên với tốc độ gió (m/s) và có độ lớn gần với giá trị tốc độ gió trung bình.

Hai tham số  $\gamma$  và  $\beta$  được ước lượng bằng phương pháp xác suất cực đại (maximum likelihood).

Đối với mỗi trạm, đã xác định 13 hàm phân bố tốc độ gió từng tháng và cả năm. Sự phù hợp giữa hàm phân bố và dãy số liệu thực nghiệm đều được kiểm nghiệm bằng tiêu chuẩn thống kê.

Từ hàm phân bố tốc độ gió tính được xác suất (hoặc tần suất) xảy ra tốc độ gió trong các khoảng  $[V_i, V_{i+1}]$ .

Trong việc tính toán đã lấy  $V_k = V_i + 1\text{m/s}$ . Giá trị tần suất của cả khoảng được gán cho trị số  $V_j$  chính giữa khoảng. Đặc trưng này chỉ được tính cho toàn năm.

Đặc trưng tổng số giờ xảy ra các cấp tốc độ toàn năm là đặc trưng dẫn suất từ đặc trưng tần suất xuất hiện các cấp tốc độ tính với tổng số giờ trong một năm là 8760 giờ.

#### 4. Tốc độ gió cực đại

Theo kết quả nghiên cứu [1] dạng hàm phân bố phù hợp rất tốt với dãy quan trắc tốc độ gió mạnh nhất ở Việt Nam là hàm Gumbel (hoặc tiệm cận loại I).

Hàm tích lũy xác suất của phân bố Gumbel có dạng:

$$F(V) = P(\xi < V) = e^{-e^{-\frac{V - \mu}{\sigma}}} \quad (7)$$

Trong đó  $V$  là tốc độ gió lớn nhất hàng năm xảy ra vào bất kỳ thời điểm nào không nhất thiết vào các kỳ quan trắc. Số liệu gốc được sử dụng để tính hàm phân bố là toàn bộ dãy quan trắc sau khi chỉnh lý kỹ thuật. Dãy dài nhất được 30 năm, ngắn nhất 10 năm. Những dãy ngắn hơn 10 năm không sử

đụng. Trong số các trạm đưa vào sơ tra cứu thì 3/4 số trạm có dãy dài từ 25 đến 30 năm.

Với các dãy số liệu của ta, sử dụng phương pháp mô-men để ước lượng 2 tham số  $\mu$  và  $\beta$  cho kết quả tốt nhất.

Từ hàm (7) tính được xác suất xảy ra tốc độ gió mạnh nhất lớn hơn hoặc bằng giá trị  $V_i$ :

$$P[\geq V_i] = 1 - F(V_i)$$

Chu kỳ  $T_i$  (năm) xảy ra giá trị  $V_i$  là

$$T_i = \frac{1}{1 - F(V_i)} \quad (8)$$

Điều đó có nghĩa là trung bình trong  $T_i$  năm xảy ra một lần tốc độ gió bằng hoặc vượt giá trị  $V_i$ .

Lấy loga hai lần biểu thức (7) và kết hợp với biểu thức (8) có thể tính được giá trị  $V_i$  tương ứng với chu kỳ  $T_i$  cho trước:

$$V_i = \mu - \sigma \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_i} \right) \right] \quad (9)$$

## II - CÁC ĐẶC TRƯNG NĂNG LƯỢNG GIÓ

Khi hàm phân bố tốc độ gió  $f(v)$  đã được xác định thì dễ dàng tính được các đặc trưng năng lượng gió.

Mật độ năng lượng trung bình:

$$E = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \rho \cdot v^3 f(v) dv \quad (10)$$

Trong đó  $E$  tính bằng Watt/m<sup>2</sup>,  $v$  bằng m/s,  $\rho$  - mật độ không khí, bằng kg/m<sup>3</sup>. Giá trị  $\rho$  phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất khí quyển. Ở điều kiện nhiệt độ  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  và khí áp  $P_0 = 1000$  miliba thì  $\rho_0 = 1.275$  kg/m<sup>3</sup>. Mật độ không khí giảm khi nhiệt độ tăng và khí áp giảm. Tuy nhiên, tại một địa điểm, sự biến thiên của  $\rho$  không đáng kể so với độ dao động của  $v^3$  [1], chỉ ở những độ cao trên 1000 mét mới cần quan tâm đến sự biến đổi này. Bởi vậy, trong tính toán các đặc trưng năng lượng gió,  $\rho$  được coi là không đổi và thừa nhận giá trị  $\bar{\rho} = 1.2$  kg/m<sup>3</sup>.

Như vậy:

$$E = 0,6 \int_0^{\infty} \frac{\gamma}{\beta} v^3 \left( \frac{v}{\beta} \right)^{\gamma-1} \exp \left[ - \left( \frac{v}{\beta} \right)^{\gamma} \right] dv \quad (11)$$

thay  $x = \left( \frac{v}{\beta} \right)^{\gamma}$  và  $t = \left( 1 + \frac{3}{\gamma} \right)$  và chú ý rằng hàm Gamma có dạng

$$\Gamma(t) = \int_0^{\infty} x^{t-1} e^{-x} dx$$

biểu thức (11) rút gọn biểu thị qua hàm Gamma:

$$E = 0,6 \beta^3 \Gamma \left( 1 + \frac{3}{\gamma} \right) \quad (12)$$

**Bảng giá trị của hàm Gamma có sẵn trong các bảng thống kê nên việc tính giá trị mật độ năng lượng gió trở nên rất thuận tiện.**

Sử dụng các tham số  $\beta$  và  $\gamma$  đã xác định cho hàm phân bố tốc độ gió từng tháng và cả năm của mỗi trạm để tính mật độ năng lượng gió trung bình tháng và năm của trạm đó.

Tổng năng lượng gió  $W$  – tính bằng Kwh – là đặc trưng dẫn suất của đặc trưng mật độ năng lượng tính cho tổng thời gian trong từng tháng và cả năm,

### Tài liệu tham khảo

1. Phan Mỹ Tiên. Phân bố tốc độ gió trên lãnh thổ Việt Nam cho mục đích sử dụng năng lượng gió. Đề tài 02.01 thuộc chương trình Năng lượng mới 10.05, Viện Khí tượng thủy văn, 1985.
2. Phan Mỹ Tiên. Ảnh hưởng của thời gian lấy trung bình tốc độ gió đến giá trị tổng năng lượng gió tính toán. « Một số kết quả nghiên cứu khoa học 1985 – 1986 của Chương trình 42A ». Tổng cục Khí tượng thủy văn, 1987.
3. Jansen, W.A.M. Processing of wind data for wind energy utilisation. W.E.U. V.78. Srilanka.
4. Mark Jong, Gary Thomann. Sampling wind data for mean wind speed estimation. Wichita State University, Wichita, KS 67028.
5. Erik Lundtang Petersen, Klaus Hedegard. Danish Wind atlas – Anational method of wind energy siting. Riso National Laboratory, Denmark, I.1981.
6. Game P. Các phương pháp toán thống kê. NXB Hòa Bình, Matcova. 1975. (tiếng Nga).