

# Đo lường trong khí tượng cao không và độ chính xác của nó

KS. NGUYỄN PHƯỢNG

Giám đốc Đài Cao không T.U.

## I. ĐẶC THÙ CỦA KHÍ TƯỢNG CAO KHÔNG

Bộ môn khí tượng cao không có nhiệm vụ chủ yếu do sự phân bố theo chiều cao của các yếu tố: nhiệt độ, độ ẩm áp suất không khí, hướng và tốc độ gió. Phạm vi đo theo chiều thẳng đứng là từ lớp biển cho đến độ cao 30 km (trung bình). Nhiệm vụ và phạm vi đo như vậy quy định cho khí tượng cao không có những đặc thù sau đây:

1. Khí tượng cao không quan sát, đo đặc và thu thập số liệu khí tượng đặc trưng cho trạng thái trong vùng khí quyển tự do. Đó là vùng mà các yếu tố khí tượng ít chịu ảnh hưởng hoặc hầu như không chịu ảnh hưởng bởi mặt đất. Điều này có thể nhận thấy một cách rõ ràng qua sự biến thiên theo chiều thẳng đứng của các yếu tố khí tượng xảy ra một cách đáng kể so với sự biến thiên theo chiều ngang. Ví dụ: trong tầng đối lưu, cứ lên cao 100m thì nhiệt độ không khí giảm 0,5 đến 0,6 °C, nhưng cùng một độ cao, hai điểm cách xa nhau hàng chục ki-lô-mét thì sự thay đổi về nhiệt độ lại hầu như không đáng kể.

2. Đối với khí tượng cao không thì mỗi số đo là đặc trưng trung bình cho một lớp không gian dày vài chục đến hàng trăm mét. Số liệu thu được của mỗi ca quan trắc thám không lại một trạm là một bức tranh mặt cắt thẳng đứng tiêu biểu cho một vùng không gian có bán kính hàng trăm ki-lô-mét.

Chính vì có những đặc thù này mà trạm thám không không cần phải dày như các trạm khí tượng bờ biển.

3. Về phương pháp, khí tượng cao không hầu hết phải sử dụng phép đo gián tiếp (đo đặc từ xa) mà chủ yếu là dùng bóng cao-su được bơm một loại khí nhẹ (Hydro hoặc Helii) làm thành quả bóng bay tự do để thám sát. Tùy theo yêu cầu của ca quan trắc hoặc loại trạm quan trắc (thám không vô tuyến hay đo gió trên cao) bóng sẽ mang theo máy thám không hoặc bia phản xạ hoặc máy phát sóng vô tuyến.

4. Đối với thiết bị và máy thám không, việc chế tạo không những phải đảm bảo có độ chính xác cao mà nó còn phải đảm bảo có độ bền và độ nhạy đáp ứng được đặc điểm đo đặc trên cao, nhất là với máy và bóng thám không. Chỉ trong một thời gian rất ngắn (60 đến 90 phút) bóng và máy thám không vừa bay lên cao, vừa đồng thời đo đặc các yếu tố khí tượng và chúng còn phải hoạt động

ở điều kiện môi trường nhiệt độ thay đổi từ 30 - 40 °C đến - 70, - 80°C; áp suất không khí từ mặt đất (trên dưới 1013 mb) lên tới độ cao 30 - 40 km (10 đến 5 mb); độ ẩm không khí xấp xỉ 100% giảm đến 15% và chịu những nhiễu động của khí quyển (dòng thăng, dòng giáng)v.v...

## II. NHỮNG PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐẶC CHỦ YẾU TRONG KHÍ TƯỢNG CAO KHÔNG

### 1 . Phương pháp đo bằng dụng cụ quang học

1.1. Dụng cụ quang học dùng để quan trắc gió trên cao là kính vi quang học. Hiện nay có loại máy kính vi quang học được gắn thêm một máy vi tính dùng để ghi số liệu quan trắc và quy toán gọi là "kinh vi điện tử".

#### 1.2 . Phương pháp đo gió bằng kính vi quang học

Để tiến hành đo gió bằng kính vi quang học người ta thả một quả bóng được bơm khí nhẹ. Bóng thả bay tự do lên cao, đồng thời bóng lại bị gió cuốn đi theo phương nằm ngang với tốc độ xấp xỉ bằng tốc độ gió. Tính được tốc độ và hướng của độ dịch chuyển ngang của bóng trong những khoảng thời gian xác định sẽ có được hướng và tốc độ trung bình của gió trong lớp khí quyển mà bóng đã di trong khoảng thời gian đó.

Quan trắc bóng bay trong không gian được thực hiện bằng máy kính vi quang học. Ở mỗi thời điểm xác định, người ta đo được các tham số của bóng biểu hiện trên máy kính vi là góc cao ( $\delta$ ), góc hướng ( $\alpha$ ). Còn độ cao (h) của bóng được tính theo công thức :

$$h = Wt$$

Trong đó W là tốc độ lên thẳng của bóng với giả thiết bằng một hằng số; t là thời gian tại thời điểm xác định  $\delta$  và  $\alpha$ .

Căn cứ vào hai cặp tọa độ không gian liên tiếp của bóng tính được tốc độ và hướng gió trong lớp khí quyển tương ứng.

Quan trắc gió trên cao bằng kính vi quang học rất bị hạn chế: độ cao đạt được thấp hơn so với các dụng cụ khác; dễ bị kết thúc quan trắc khi bóng bị mây mù che khuất hoặc khi bóng lên tới độ cao ngoài khả năng quan trắc chính xác bởi độ phóng đại của kính vi không cho phép. Sử dụng phương pháp này, độ cao trung bình cao nhất cũng chỉ đạt tới 9 - 10 km.

### 2. Phương pháp đo bằng vô tuyến điện

Đối với kỳ quan trắc hoặc trạm quan trắc chỉ thực hiện nhiệm vụ đo gió trên cao thì bóng phải mang theo một bia phản xạ hoặc máy phát sóng vô tuyến điện (quan trắc gió vô tuyến).

Đối với kỳ quan trắc hoặc trạm quan trắc do đầy đủ các yếu tố khí tượng trên cao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, hướng và tốc độ gió, thì bóng sẽ mang theo một máy thám không (quan trắc thám không vô tuyến). Máy thám không có thể được gắn thêm bộ phận đo lượng ( $O_3$ ) phân bố theo chiều thẳng đứng của khí quyển.

Sử dụng phương pháp thám không bằng vô tuyến điện không phụ thuộc và hạn chế độ cao quan trắc bởi mây mù và nhiễu động khí quyển như phương pháp quang học (cho đến khi bóng vỡ).

Thiết bị để sử dụng trong thám không vô tuyến cũng có hai loại chính là thụ động và tích cực.

a) Loại thụ động: thiết bị đặt tại trạm ở mặt đất là loại "kinh vĩ vô tuyến". Nó chỉ có bộ phận thu tín hiệu vô tuyến do máy thám không phát về. Độ cao của bóng được xác định thông qua việc tính toán sự biến thiên của áp suất không khí theo chiều cao. Bộ cảm ứng đo áp suất là một hộp rỗng kim loại (hộp áp). Các trị số yếu tố khí tượng đo máy thám không phát về được mã hóa dưới dạng tín hiệu mօoc.

b) Loại tích cực: thiết bị đặt tại trạm ở mặt đất là một radar gọi là "radar thám không". Khi quan trắc, sóng siêu cao của ra đa liên tục tới máy thám không ở những độ cao khác nhau và được phản hồi trở lại radar. Các trị số yếu tố khí tượng của máy thám không được biến đổi thành tần số phát về, được ghi lên bằng giấy chuyên dùng hoặc qua máy tính điện tử trực tiếp quy toán ra các số liệu khí tượng.

### 3. Những phương pháp đo đặc khác

Trong khí tượng cao không người ta còn dùng khí cầu, máy bay, tên lửa để quan sát, đo đặc. Nhưng những phương pháp này rất tốn kém nên chỉ sử dụng trong những đợt khảo sát đặc biệt.

Quan sát đo đặc trên cao còn có một hạng mục quan trắc sử dụng dụng cụ và phương pháp đo riêng biệt, đó là radar thời tiết.

Nguyên lý cơ bản quan trắc trên cao bằng radar thời tiết là căn cứ vào sự suy giảm và độ phản hồi của sóng điện từ do radar phát ra khi gặp những phần tử của mây và mưa. Từ những số liệu thu được của mỗi kỳ quan trắc ở một trạm người ta thu được một bức tranh về mây và mưa trong vòng bán kính 300 đến 400 km, bao gồm cường độ, lượng, loại, khoảng cách, độ cao của mây và mưa.

Quan trắc bằng radar thời tiết người ta cũng xác định được tâm của các cơn bão trong phạm vi bán kính hoạt động của radar (Ví dụ: radar MRL -5, bán kính trên dưới 300km). Bằng cách quan trắc liên tục hoặc so sánh với các kỳ quan trắc kế cận, người ta sẽ tính toán được sự phát triển hoặc tàn lụi, tốc độ và hướng di chuyển của chúng.

## III. ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO LƯỜNG TRONG KHÍ TƯỢNG CAO KHÔNG

Đặc điểm của phương pháp đo trong khí tượng cao không là hầu hết phải thực hiện từ xa. Từ đặc điểm này chúng ta dễ dàng nhận thấy sai số của nó trong phép đo là không thể tránh khỏi. Tuy nhiên, do việc không ngừng cải tiến và áp dụng tiến bộ kỹ thuật mới cho nên những nhược điểm của nó đều được khắc phục, độ chính xác của phép đo ngày một nâng cao.

Trong khuôn khổ bài này chúng tôi chỉ đề cập khái quát đến những vấn đề có liên quan đến độ chính xác của một số hạng mục quan trắc và dụng cụ đo đã và đang sử dụng trong mạng lưới khí tượng cao không nước ta.

### 1. Hạng mục quan trắc gió trên cao

#### 1.1. Phương pháp quan trắc gió trên cao bằng kính vi quang học

Từ công thức tính độ cao của bóng ( $h = Wt$  với giả thiết  $W = \text{const}$  có thể nhận thấy, khi tốc độ lên thẳng  $W$  của bóng có sự thay đổi do những nguyên nhân như: nhiễu động của khí quyển (dòng thẳng, dòng giáng), sự chênh lệch nhiệt độ, áp suất trong bóng và môi trường, hình dáng của bóng thay đổi trong quá trình lên cao, độ thấm thấu của chất khí trong bóng và không khí đối với

mỗi quả bóng v.v. sẽ dẫn đến có sự sai số của phép đo. Bởi vậy, độ chính xác của việc đo gió trên cao bằng kinh vĩ quang học không được cao (lưu ý rằng ở đây loại trừ sai số do các yếu tố chủ quan khác gây lên).

### 1.2. Phương pháp đo gió trên cao bằng thiết bị vô tuyến

Đo gió trên cao bằng thiết bị vô tuyến có nhiều ưu điểm và có độ chính xác cao hơn hẳn so với dùng kinh vĩ quang học. Nó tính trực tiếp được tốc độ lên thẳng W của bóng qua từng lớp khí quyển và không phụ thuộc vào mây mù. Độ cao quan trắc trung bình đạt tới 15 - 20km. Tuy nhiên, phương pháp vô tuyến cũng còn để lại những sai số do ảnh hưởng bởi sự truyền sóng vô tuyến trong môi trường không khí, và sử dụng hộp áp để đo độ cao (h) của bóng v.v. (vấn đề này sẽ được đề cập ở mục 2 dưới đây).

## 2. Hạng mục quan trắc thám không vô tuyến và quan trắc radar thời tiết

### 2.1. Những yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác thám không vô tuyến và số liệu quan trắc radar thời tiết

#### a) Thám không vô tuyến

Đối với thám không vô tuyến, trước hết là có sự sai số bởi các hiện tượng nhiễu xạ, khúc xạ, hấp thụ sóng điện từ quá trình chúng lan truyền trong không gian của thiết bị thám không và máy thám không; đồng thời nó còn có những sai số khác như: sai số bức xạ gây nên bởi bức xạ trực tiếp của mặt trời chiếu vào các đầu đo (khi tốc độ lên thẳng W của bóng dưới mức qui định làm cho lượng thông gió qua các đầu đo nhỏ, không đủ để loại trừ ảnh hưởng của nó), sai số quán tính gây nên do các đầu đo của máy thám không chưa cảm ứng kịp thời với môi trường (khi tốc độ lên thẳng của bóng lớn hơn mức giới hạn). Ngoài ra còn có những ảnh hưởng bất thường khác cũng gây ra sai số như máy thám không bị đóng băng hoặc tan băng (khi nó bay qua mây và mưa).

Đối với loại máy thám không đo độ cao bằng hộp áp, thì còn có sai số do sự lão hóa của kim loại trong quá trình lưu kho, hiện tượng trễ của hộp áp (do chưa được khởi động trong hòm rút chân không đủ qui định trước khi thả), hoạt động của tẩm bù nhiệt kém khi máy làm việc với môi trường nhất là ở độ cao từ tầng  $0^{\circ}$  C trở lên.

#### b) Radar thời tiết

Radar thời tiết cũng có sai số do các hiện tượng nhiễu xạ, khúc xạ, hấp thụ sóng điện từ như trường hợp thám không vô tuyến. Ngoài ra nó còn có thêm sai số gây nên bởi độ cong của trái đất, địa hình của địa phương nơi đặt trạm, v.v.

Từ những khái quát về đặc điểm phương pháp và một số sai số trong khí tượng cao không đã được giới thiệu trên đây, mỗi khi sử dụng số liệu cao không không nên đòi hỏi độ chính xác một cách khắt khe như các số liệu khí tượng khác.