

LỚP BIÊN KHÍ QUYỀN VÀ MỘT VÀI VẤN ĐỀ CỦA KHÍ TƯỢNG HIỆN ĐẠI

NGUYỄN VĂN HẢI
Phòng Khoa học kỹ thuật

1. Giới thiệu chung.

Trong các lĩnh vực nghiên cứu khí tượng, những năm gần đây việc nghiên cứu lớp biên—lớp tác động trực tiếp của mặt đệm đến khí quyền, chiếm một vai trò quan trọng đặc biệt, vì hầu như mọi hoạt động của con người đều tập trung ở đây. Cho đến nay rất nhiều công trình lý thuyết và thực nghiệm về lớp biên đã được công bố. Từ năm 1970 đã có riêng một tạp chí quốc tế về nghiên cứu lớp biên: «Boundary-layer Meteorology».

Những bài toán khác nhau của vật lý khí quyền nhằm phục vụ cho kinh tế và quốc phòng đòi hỏi những hiểu biết về cơ chế của các quá trình tương tác chủ yếu xảy ra trong lớp biên. Những hiểu biết này trước hết cần thiết đối với một trong các vấn đề hiện đại của vật lý khí quyền và khí tượng—nghiên cứu động lực toàn cầu của khí quyền để làm cơ sở và hoàn thiện các phương pháp dự báo thời tiết. Như đã biết, tương tác cỡ lớn giữa khí quyền và mặt đệm có ảnh hưởng đáng kể đến toàn bộ lớp biên khí quyền, mặt khác giữa quá trình xảy ra trong lớp biên lại có tác động không nhỏ đối với hoàn lưu khí quyền toàn cầu cũng như đối với những thay đổi của trường các yếu tố khí tượng. Những ảnh hưởng trên phụ thuộc quy mô thời gian và không gian của các quá trình trong khí quyền. Đối với một quá trình hoàn lưu dài (100 — 150 ngày) rất cần tính đến sự tiêu tán động lượng, nhiệt và ẩm. Nhưng đối với các quá trình ngắn (1—2 ngày) hiệu ứng lớp biên thường được bỏ qua khi xét trên quy mô lớn (khoảng 5000km). Tuy nhiên đối với các quy mô vừa (khoảng 200km) hoặc các xoáy thuận riêng biệt, lớp biên có vai trò rất quan trọng.

Nguyên nhân chính gây nên hoàn lưu khí quyền là phân bố không đồng đều của các dòng nhiệt và ẩm từ bề mặt đến khí quyền. Vì vậy hiểu được các quá trình tương tác giữa mặt đệm và khí quyền (chủ yếu là trao đổi loạn lưu thẳng đứng của nhiệt, ẩm và động lượng) và biết tham số hóa đúng đắn các quá trình này là phần rất quan trọng trong việc nghiên cứu tiến hóa toàn cầu của khí quyền. Các mô hình tham số hóa thường lập cho quy mô chiều ngang 200km và chiều cao 1000m vì các quá trình năng lượng thường xảy ra ở quy mô này.

Trạng thái của mặt đệm có ảnh hưởng đáng kể đến khí quyền và là một trong các yếu tố cơ bản tạo thành khí hậu. Thông thường, khí hậu học cổ điển nghiên cứu sự phân bố không gian và thời gian của các yếu tố khí hậu cơ bản như nhiệt độ và độ ẩm không khí. Các yếu tố này cho ta biết

được trạng thái khí quyển nói chung và đặc điểm khí hậu ở một vùng này hoặc vùng khác nhưng không cho phép chúng ta hiểu được nguyên nhân hình thành các trạng thái và đặc điểm ấy. Phân bố của các yếu tố này thực ra là hệ quả của những quy luật tổng quát hơn. Nhiệt độ và độ ẩm là biểu hiện gián tiếp của dự trữ nhiệt năng và độ ẩm trong không khí, đồng thời có liên quan chặt chẽ với chu trình nhiệt và ẩm trong hệ thống trái đất—khí quyển. Trong chu trình này ngoài việc trao đổi nhiệt, ẩm với mặt đệm, khí quyển còn có vai trò quyết định trong việc chuyển hóa nhiệt năng của mặt trời thành năng lượng của gió. Tính toán và mô hình hóa các quá trình này là nhiệm vụ cơ bản của khí hậu vật lý hiện đại. Các quá trình biến đổi năng lượng xảy ra chủ yếu trong lớp biên và phụ thuộc nhiều tính chất mặt đệm, vì vậy việc tham số hóa các quá trình ở đây là phần quan trọng để xây dựng mô hình hoàn lưu cũng như bất kỳ một mô hình khí hậu chi tiết nào.

Ngoài các quá trình biến đổi nhiệt, ẩm trên mặt đất là những quá trình quan trọng xác định khí hậu bề mặt trái đất, trong hệ thống trái đất—khí quyển còn có chu trình của các chất khác có cùng quy mô không gian và thời gian như: sol khí, khí cacbonic, nitơ, v.v.. Các chất này được coi là những đại lượng để đánh giá mức độ nhiễm bẩn môi trường không khí. Sự phân bố và lan truyền của chúng cũng như của các chất độc hại khác thải ra từ các nguồn nhân tạo phụ thuộc nhiều vào trạng thái ổn định của lớp khí quyển gần mặt đất. Vì vậy đánh giá và dự báo mức độ nhiễm bẩn không khí không thể tách rời việc nghiên cứu các đặc trưng khí quyển gần mặt đất.

Các đặc điểm tương tác giữa khí quyển và mặt đất còn có ý nghĩa quyết định đối với hàng loạt lĩnh vực nghiên cứu khác như sinh thái, thổ nhưỡng, thủy văn, khí tượng nông nghiệp v.v., chẳng hạn như độ bốc hơi và độ ẩm đất là những yếu tố quan trọng đối với KTNN và thủy văn.

2. Các phương pháp nghiên cứu và một vài thành tựu đã đạt được:

Hiện nay có rất nhiều mô hình nghiên cứu lý thuyết cũng như thực nghiệm về lớp biên, vì vậy ở đây sẽ không trình bày cụ thể các mô hình đó chúng tôi chỉ nêu ra một vài hướng chủ yếu và các vấn đề còn đang được giải quyết.

Thông thường khi nghiên cứu lớp biên người ta tách ra lớp mỏng ở phía dưới (có độ dày khoảng vài chục mét đến khoảng 100 mét) gọi là tầng sát đất. Các bài toán về chế độ nhiệt tầng sát đất được giải quyết bằng cách giải hệ phương trình truyền nhiệt loạn lưu trong khí quyển và truyền nhiệt trong đất có sử dụng các điều kiện biên tương ứng, một trong các điều kiện quan trọng đó là thỏa mãn cân bằng nhiệt của mặt đệm. Một trong các thành phần của cân cân nhiệt là nhiệt do nước bốc hơi từ mặt đất—phụ thuộc đáng kể vào quá trình trao đổi ẩm trong không khí. Vì vậy cần giải đồng thời hệ phương trình truyền nhiệt và phương trình trao đổi loạn lưu ẩm. Các nghiệm thu được chỉ có giá trị thực tiễn khi biết đầy đủ chính xác các đại lượng của phương trình và các điều kiện biên. Trong số này có các đặc trưng loạn lưu của khí quyển, các đặc trưng nhiệt lý và dẫn nhiệt của đất, các thành phần của cân cân bức xạ v.v.. Để mô tả các quá trình loạn lưu khí quyển trong tầng sát đất người ta thường dùng thuyết tương tự của Mônhin—Obukhốp. Thuyết này, hiện nay là nền tảng hầu như của tất cả các mô hình tầng sát đất. Các kết luận chính xác của thuyết tương tự được đa

số các thực nghiệm tiến hành ở nhiều nơi trên thế giới khẳng định. Kết quả của việc đo lường những đặc điểm loạn lưu trong các thực nghiệm này cho phép xác định được dạng của hàm tổng hợp và giá trị của các hằng số trong các công thức mô tả đặc điểm loạn lưu tầng sát đất với độ chính xác đủ tin cậy. Tuy nhiên cần lưu ý là tất cả các kết luận của thuyết tương tự gắn liền với điều kiện lý tưởng bằng phẳng và đồng nhất của mặt đệm, vì vậy chỉ ứng dụng với phạm vi hạn chế của mặt đất thực.

Song song với các nghiên cứu lý thuyết, nhiều nghiên cứu thực nghiệm: Leipzig ở Đức (1932), Bình nguyên lớn ở Mỹ (1957) Wangara ở Ôttrâylia (1967) Kansas ở Mỹ (1968), Kenekc ở Liên Xô (1970, 1971) v.v.. Một trong những nhiệm vụ của nghiên cứu thực nghiệm là xác định các đặc trưng cơ bản của, loạn lưu, cắt nghĩa quan hệ với tác động của lực Acsimet nhằm xây dựng một mô hình toán học tương đối đơn giản nhưng mô tả đầy đủ các đặc trưng này. Khó khăn cơ bản của các thực nghiệm là đòi hỏi phải có những thiết bị đo đạc thật nhạy để đo được các xung lượng xảy ra trong thời gian rất ngắn (cỡ vài giây) của nhiệt độ và các thành phần của tốc độ gió ở các độ cao khác nhau. Ngoài ra còn phải tính đến các yêu cầu khắt khe về tính đồng nhất của mặt đệm, về tình trạng khí quyển v.v..

Nếu như các mô hình nghiên cứu về tầng sát đất đến nay có thể coi là hoàn thiện thì đối với lớp biên khí quyển trong toàn bộ chưa có một ý kiến thống nhất về dạng của thuyết tương tự không áp dụng được với toàn bộ lớp biên. Các đặc trưng của lớp này ngoài việc phụ thuộc chế độ nhiệt tầng sát đất còn phụ thuộc một số thông số khác (gió địa chuyển, lực Côriôlít) vì vậy còn nhiều vấn đề phức tạp chưa được giải quyết. Hiện nay khó khăn chính trong việc nghiên cứu này là không đủ số liệu tin cậy của các đo lường thực nghiệm tổng hợp, vì vậy không có khả năng khẳng định hoặc bác bỏ những khái niệm lý thuyết được nêu lên hiện nay về cấu trúc của lớp biên

3. Một vài ý kiến về việc tổ chức điều tra khảo sát:

Như đã nói ở trên, các đặc trưng của tương tác giữa khí quyển và mặt đệm rất cần để giải quyết các bài toán trong các vấn đề hiện đại của khí tượng học, vì vậy vấn đề này được nghiên cứu rất rộng rãi trên thế giới. Ở nhiều nước đã xây dựng những tháp cao hàng trăm mét để đo gradient thẳng đứng các yếu tố khí tượng trong tầng khí quyển gần đất. Ở Liên Xô đã hình thành một mạng lưới các trạm đo cân cân nhiệt mặt đệm. Các yếu tố được đo ở đây là: bức xạ, gradient nhiệt, ẩm và gió, dòng nhiệt trong đất. Như vậy số liệu các trạm này cho phép tính được đầy đủ các thành phần của cân cân nhiệt mặt đệm.

Ở nước ta, do những khó khăn kỹ thuật, chúng ta chưa tiến hành nghiên cứu trong lĩnh vực này. Tuy nhiên, với mạng lưới quan trắc bức xạ sẵn có chúng ta có thể bổ sung thêm hạng mục quan trắc gradient, như vậy sẽ có được mạng lưới quan trắc cân cân nhiệt. Đối với các quan trắc gradient ở độ cao cao hơn, trong khi chưa xây dựng được các tháp cao chúng ta có thể tận dụng các cột anten VTD, anten phát thanh, VTTH v.v.. Tuy nhiên việc này đòi hỏi có những thiết bị đo đạc chuyên dùng đáp ứng các yêu cầu cao của kỹ thuật đo lường. Thực hiện công việc này là một bổ sung rất cần thiết cho việc nghiên cứu khí quyển tầng thấp là lớp khí quyển mà hầu như chúng ta chưa nghiên cứu đến.