

LỖ HỒNG CỦA BÀI TOÁN QUY TRÌNH VẬN HÀNH LIÊN HỒ CHỨA

TS Tô Văn Trường

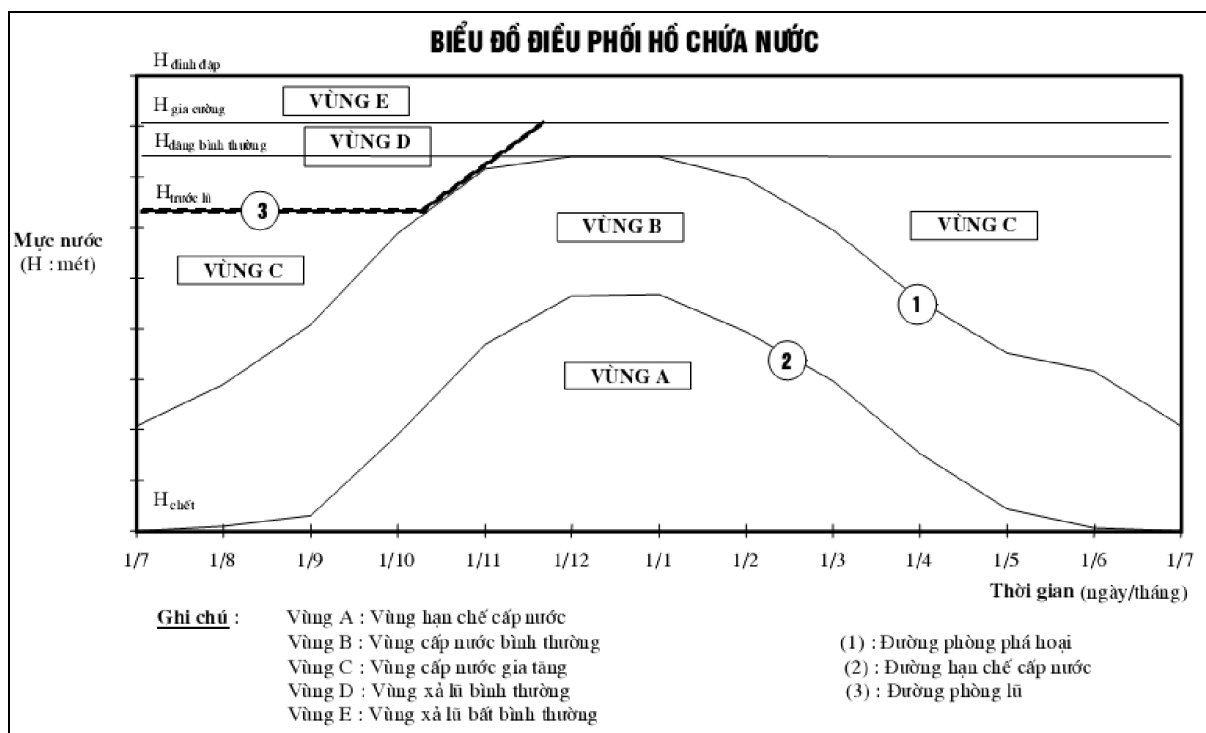
Ban chủ nhiệm chương trình nghiên cứu khoa học KC08/11-15 Bộ KH-CN

1. Tổng quan

Thực tế cho thấy, quy trình vận hành liên hồ chứa đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt ở các lưu vực sông như sông Vũ Gia-Thu Bồn, sông Hồng, sông Ba, Sesan Srepok, sông Cả, sông Mã, sông Kon, sông Trà Khúc, sông Đồng Nai dù là cả năm hay mới chỉ cho bài toán mùa lũ thì cũng chỉ là khung chỉ dẫn, không phải là “cắm nang” cứ lắp vào là chạy được kết quả như mong muốn của con người.

Thời gian vận hành cụ thể có thể là giờ, ngày, tháng hoặc năm tùy theo từng mục đích của hồ chứa. Để vận hành hồ chứa, quy trình vận hành hồ được xem là một trong những vấn đề có tính chất cốt lõi. Quy trình vận hành hồ chứa được hướng dẫn khá chi tiết trong tiêu chuẩn ngành 14TCN 121-2002.

Theo tiêu chuẩn này, quy trình vận hành điều tiết hồ chứa nước là văn bản quy định về nguyên tắc, nội dung và trình tự vận hành các công trình của hồ chứa nước để điều chỉnh việc trữ nước, cấp nước và xả nước trong các trường hợp khác nhau của thời tiết hoặc khi yêu cầu cấp nước thay đổi, đảm bảo hồ chứa làm việc đúng với năng lực thiết kế và các điều kiện đã lựa chọn; hạn chế thiệt hại khi hồ chứa gặp lũ vượt thiết kế hoặc dòng chảy kiệt nhỏ hơn thiết kế.



Hình 1: Biểu đồ điều phối hồ chứa nước

Biểu đồ điều phối hồ chứa nước là biểu đồ kỹ thuật xác định giới hạn làm việc an toàn về phòng chống lũ và cấp nước của hồ chứa, giúp người quản lý chủ động vận hành khai thác.

Đường phòng phá hoại trong biểu đồ điều phối là giới hạn trên vùng cấp nước bình thường của hồ chứa nước (đường số ① của hình 1).

Đường hạn chế cấp nước trong biểu đồ điều phối là giới hạn dưới vùng cấp nước bình thường của hồ chứa nước (đường số ② của hình 1).

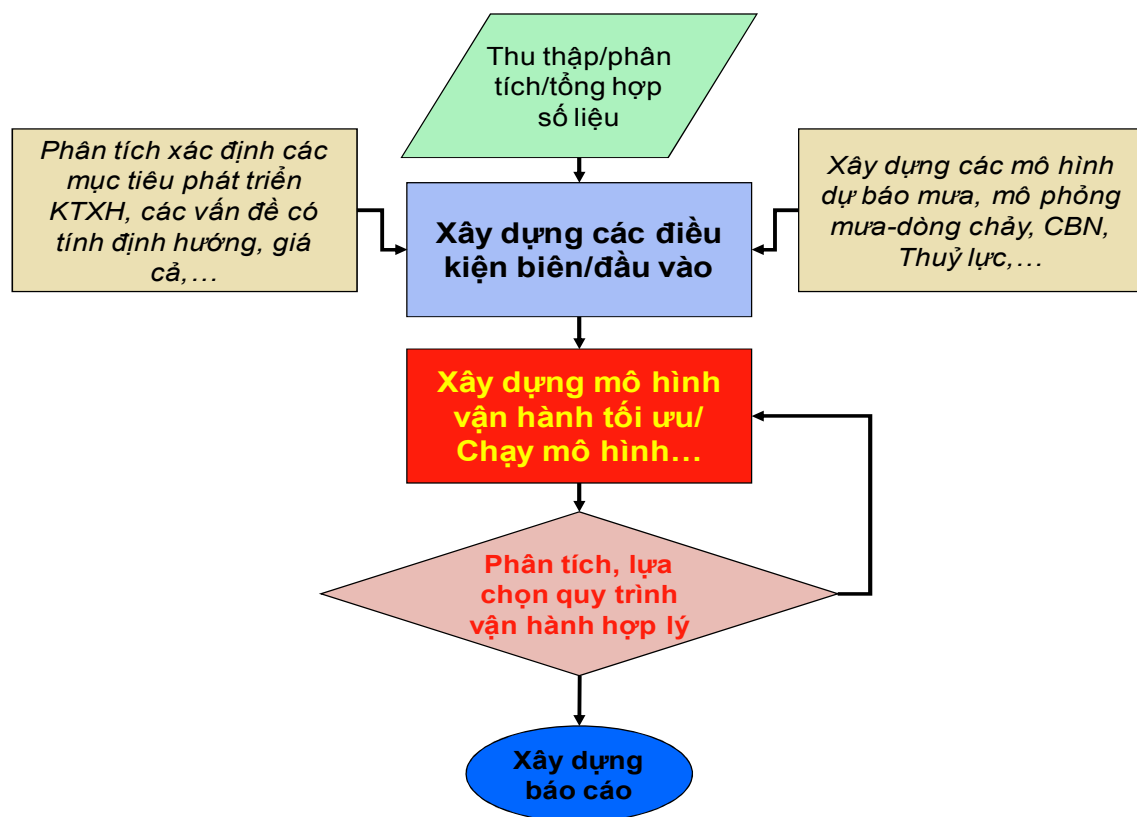
Đường phòng lũ trong biểu đồ điều phối là giới hạn cao nhất để phòng chống lũ, đảm bảo an toàn cho hồ chứa nước và vùng hạ du (đường số ③ của hình 1).

- Trục hoành biểu thị thời gian điều tiết hồ chứa (ngày/tháng)
- Trục tung biểu thị cao trình mực nước hồ chứa (H, mét).

2. Phương pháp luận

Đối với bài toán xây dựng quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa, trên cơ sở ứng dụng bài toán phân tích tối ưu, thường được thực hiện theo 4 bước chính sau đây:

(1) Thu thập thông tin liên quan, phân tích đánh giá những hạn chế trong quá trình vận hành độc lập của từng công trình trong tổng thể chung toàn hệ thống.

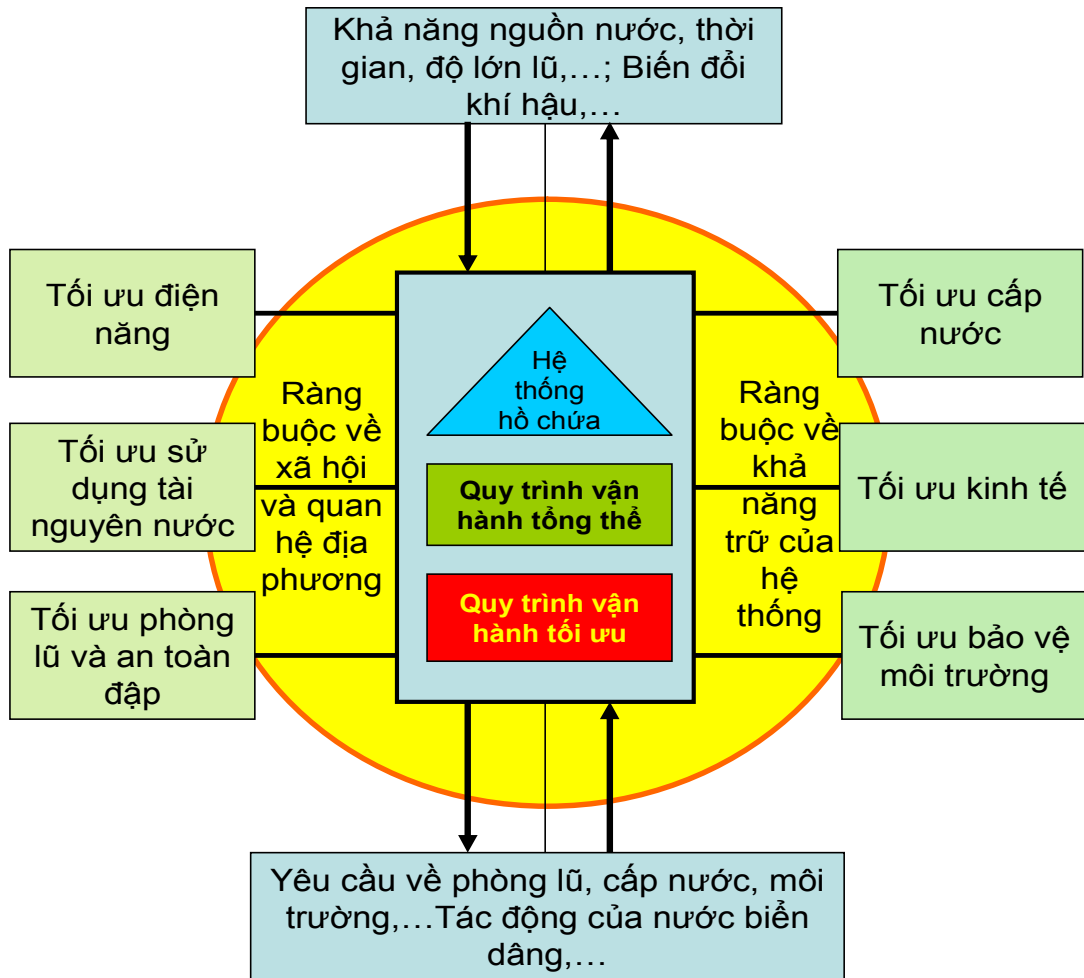


Hình 2.: Sơ đồ thực hiện xây dựng mô hình tối ưu hệ thống

(2) Xác định mục tiêu tổng thể của hệ thống trên cơ sở mục tiêu chung về phát triển kinh tế-xã hội trên lưu vực, vùng và từng công trình cụ thể, trong đó hướng ưu tiên cho đối tượng cần nghiên cứu (ví dụ như bài toán chống ngập cho TP.Hồ Chí Minh).

(3) Xây dựng mô hình tối ưu phục vụ quản lý vận hành. Mô hình này được xây dựng trên cơ sở các điều kiện hạn chế (ưu tiên 1) và các ràng buộc (ưu tiên 2) của hệ thống công trình hồ chứa, thoả mãn ở mức cao nhất mục tiêu trọng tâm (ưu tiên 3) và thoả mãn ở mức cao nhất có thể các mục tiêu chung về kinh tế-xã hội khác (ưu tiên 4).

(4) Xác lập quy trình vận hành tối ưu của hệ thống.



Hình 3. Các vấn đề liên quan trong xây dựng quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa

3. Các lỗ hổng của bài toán xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa:

Về tổng thể bài toán mùa kiệt là bài toán cân đối nhu cầu sử dụng nước cho tất cả các đối tượng sử dụng. Các đối tượng sử dụng thì có nhu cầu khác nhau cả về lượng và cả về chất. Để hài hòa nhu cầu này thì cần phải tối đa được lợi ích của tất cả các đối tượng và cũng cần có cả những đánh đổi (trade off) trong những bối cảnh cụ thể. Đây là vấn đề được nghĩ nhiều, nói nhiều nhưng chưa làm được bao nhiêu. Giải pháp cho bài toán này chính là mô hình tối ưu đa mục tiêu. Công cụ sử dụng thì cũng đã có nhiều người áp dụng nhưng các kết quả thì hầu như chưa có ai dám chắc vì nhiều lẽ:

- Việc sử dụng mô hình chỉ mới bước đầu nên nhiều sai số không lường trước.
- Dữ liệu đầu vào còn khá khiêm tốn do phần lớn không có đầu tư thích đáng trong việc điều tra, thu thập cho đầy đủ mà phần lớn chủ đầu tư đều nghĩ đây là nghiên cứu chỉ cần tìm thấy hướng là được rồi.
- Bản thân bài toán khó do tính phức tạp của nó nên hầu hết người thực hiện ngại đi đến cùng vì có làm thì cũng không có đủ số liệu, cơ sở để thực hiện.

- Bên cạnh đó, để tính toán đánh giá nhu cầu thì cũng cần phải sử dụng thêm nhiều mô hình hỗ trợ khác như mô hình thủy văn, thủy lực, cân bằng nước. Tuy vậy, các mô hình này cũng có tình trạng tương tự, dữ liệu, mức độ chính xác, đặc biệt là phần chất lượng nước còn nhiều vấn đề còn bỏ ngỏ.
- Không phải chuyên gia thủy lợi hay tài nguyên nước nào cũng am hiểu 5 bước cần thiết của việc thiết lập mô hình như:

Bước 1: Lựa chọn hệ phương trình cơ bản (governing equation): Các bài toán dòng chảy 1 - 2 chiều đều sử dụng hệ phương trình Saint-Venant, riêng dòng chảy qua công trình như công đập thì dùng phương trình Bernoulli. Nói chung để thiết lập các hệ phương trình cơ bản thường dùng nguyên lý bảo toàn (khối lượng, động lượng).

Bước 2: Xác định các tham số, điều kiện biên, điều kiện ban đầu: Trong các phương trình thường có mặt các tham số, chẳng hạn như hệ số nhám Manning trong phương trình Saint-Venant. Các phương trình cơ bản (Governing) đều là các phương trình đạo hàm riêng nên để giải nó cần có điều kiện biên và điều kiện ban đầu.

Bước 3: Xây dựng thuật toán số: Vì là các phương trình đạo hàm riêng không thể có lời giải giải tích chính xác nên phải sử dụng phương pháp số để giải gần đúng.

Bước 4: Lập trình (programming): Vì cách giải (thuật toán: algorithm) rất phức tạp nên phải lập trình cho máy tính giải.

Bước 5: Thử tính đúng đắn: Gồm 2 bước:

Hiệu chỉnh mô hình (calibration): Trong mỗi mô hình đều chứa các tham số (Chẳng hạn hệ số nhám Manning trong mô hình thủy lực), và cách sơ đồ hóa điều kiện thực (chẳng hạn lấy các mặt cắt đặc trưng cho từng đoạn sông trong mô phỏng) vì thế cần so sánh kết quả tính toán với các kết quả đo đạc thực tế. Trong quá trình này phải hiệu chỉnh (modify) các tham số sao cho kết quả tính toán và đo đạc xấp xỉ nhau với độ sai khác có thể chấp nhận được. Mặt khác vì là phương pháp số tính gần đúng cho nên qua hiệu chỉnh sẽ biết được thuật toán (algorithm) được sử dụng đã tốt chưa, nếu sai khác nhiều thì cần xem lại thuật toán (hay cách giải).

Kiểm định mô hình (Verification): Sau khi chấp nhận kết quả hiệu chỉnh (calibration) cần giữ nguyên bộ tham số và số liệu đã hiệu chỉnh và chạy mô phỏng (simulation) với một điều kiện biên thực tế khác. Nếu kết quả mô phỏng chấp nhận được thì ta chấp nhận mô hình để dùng cho thực tế.

Một mô hình đã trải qua 5 bước này được gọi là mô hình làm việc (operational model) và yên tâm sử dụng.

- Các mô hình toán tối ưu thường đòi hỏi số lượng lớn tổ hợp dòng chảy với các tổ hợp mưa khác nhau nhưng lại không thể diễn toán được chế độ thủy lực khi vùng nghiên cứu bị tác động bởi nước vật, thủy triều. Ngược lại mô hình thủy lực lại không thể tính toán được tối ưu mà chỉ tính toán chi tiết cho từng trường hợp nên thời gian, công sức rất lớn.

- Hiện nay, việc tính toán thủy lực phục vụ xây dựng quy trình liên hồ chứa thường dựa trên cơ sở toán toán thủy lực với một số ít tổ hợp lũ theo dạng lũ điển hình đã diễn ra trong quá khứ nên chưa thể hiện hết những dạng lũ bất lợi có thể xảy ra trong tương lai khi tác động của Biến đổi khí hậu làm cho các yếu tố cực đoan diễn biến phức tạp, khó dự báo trước.
- Đối với bài toán mùa lũ thì vấn đề cơ bản là làm thế nào để sử dụng các hồ chứa này để “trữ”, “luân chuyển” được lũ nhiều nhất trong thời gian dài nhất có thể. Mục tiêu của nó là làm nhỏ lũ đi cho đối tượng cần bảo vệ trong thời gian dài nhất có thể. Về nguyên lý thì không có vấn đề gì lớn vì vẫn áp dụng nguyên lý cân bằng lượng trong điều tiết hồ chứa. Vấn đề khó khăn lớn nhất của bài toán này chính là tính chính xác của bài toán lũ đến.
- Bài toán lũ đến liên quan đến việc dự báo mưa xảy ra và tính toán lũ sinh ra từ mưa trong vùng nghiên cứu. Tính dự báo mưa thì quá khó như đã biết. Còn việc tính lũ từ mưa, mặc dầu đã có nhiều mô hình mưa-dòng chảy đã được xây dựng nhưng việc tính mưa ra dòng chảy lũ thì cũng còn là vấn đề nan giải do xưa nay chỉ tập trung cho mưa-dòng chảy trung bình. Các dữ liệu về các trận lũ rất ít. Chi tiết các trận lũ đó cũng rất ít. Công cụ để tính toán này cũng rất hạn chế.
- Các hồ chứa đều nằm trên vùng cao nơi địa hình bị chia cắt mạnh, cơ sở hạ tầng hạn chế nên số lượng trạm đo mưa ít lại chưa đại diện hết cho lưu vực đến hồ chứa. Số trạm đo lưu lượng tại cửa ra của các tiểu lưu vực thành phần lại càng ít, hạn chế gây khó khăn trong việc xây dựng thông số của mô hình mưa – dòng chảy. Nhiều lưu vực, phần lãnh thổ nằm ngoài Việt Nam (như lưu vực sông Hồng, lưu vực sông Mekong) chúng ta hoàn toàn không có số liệu đo đạc, quy trình vận hành cũng như thông số các công trình khai thác, sử dụng nước càng gây khó khăn trong công tác tính toán, dự báo dòng chảy thuộc vùng nghiên cứu trên địa bàn ở vùng hạ lưu.
- Việc tính toán dòng chảy đến đã khó, việc tính toán nhu cầu sử dụng nước trong thời kỳ mùa kiệt lại càng khó khăn do đối tượng sử dụng nước đa dạng và biến đổi nhanh theo sự phát triển của kinh tế xã hội. Chỉ riêng việc xác định nhu cầu sử dụng nước cho nông nghiệp với các loại cây trồng theo thời gian trong năm cũng không hề đơn giản do sản suất của chúng ta còn nhỏ lẻ, tự phát và chịu tác động của thị trường nên luôn luôn biến động.
- Phương pháp tính toán chủ yếu dựa trên mô hình CROPWAT do tổ chức lương thực thế giới (FAO) xây dựng trên cơ sở nhu cầu nước cho cây trồng theo thời đoạn 10 ngày nên chưa mô tả được chi tiết theo thời đoạn ngắn (giờ, ngày..). Đối với các hệ sử dụng nước vùng hạ du nơi chịu tác động của thủy triều, khả năng lấy nước phụ thuộc vào năng lực công trình đầu mối, hệ thống kênh mương nội đồng nên mô hình tính toán thủy lực cần phải mô tả được chi tiết hệ thống thủy nông liên quan đến các hệ sử dụng nước. Mặt khác nhiều hộ dùng nước sử dụng đan xen giữa nước mặt và nước ngầm nên phần nào cũng ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả tính toán.
- Bài toán khó tiếp theo, khi việc xác định lũ đến đã rõ, là việc cân đối hay nói chính xác hơn là hài hòa lợi ích giữa việc xác định dung tích phòng lũ với lợi ích của việc cấp nước. Để giảm lũ được nhiều thì cần dung tích phòng lũ lớn. Dung tích phòng lũ lớn thì hoặc dung tích để cấp nước nhỏ đi hoặc công trình xây dựng phải lớn hơn với chi phí lớn hơn. Và như vậy, để giải quyết bài toán vận hành mùa lũ này thì cần phải xác định được quy trình mùa kiệt. Từ đó cho thấy, khi

xây dựng quy trình vận hành hồ chứa thì cần phải thực hiện đồng thời cả 2 quy trình này.

- Mục tiêu sử dụng nguồn nước của ngành điện khác với ngành nông nghiệp. Ngoài việc thiết lập quy trình vận hành hợp lý, phải tính đến bài toán rủi ro (ví dụ như dự báo lượng nước về không chính xác) phải có chính sách đền bù, điều hòa lợi ích cho các đối tượng liên quan.

4. Bài toán dự báo mưa là khó nhất, ngay cả đối với các chuyên gia quốc tế

Bài toán quy trình vận hành liên hồ chứa quan hệ chặt chẽ với bài toán dự báo lượng mưa, cường độ mưa. Đây là vấn đề rất khó khăn không chỉ đối với các chuyên gia Việt Nam mà ngay cả với các chuyên gia trên thế giới. Công tác dự báo mới chỉ đảm bảo tương đối chính xác khi dự báo ngày 24 giờ (độ chính xác hơn 50%), nếu dự báo 3 ngày hay 1 tuần thì sai số rất lớn bởi vì:

- Quá trình vật lý mô tả mưa bằng mô hình rất phức tạp vì mưa phải có độ ẩm khí quyển (ngưng kết thành giọt, đủ thắng trọng lực). Nước ta ở vùng nhiệt đới quá trình đối lưu mang bề mặt hơi nước từ dưới lên trên. Lượng bốc hơi phụ thuộc vào chênh lệch nhiệt độ khi bề mặt hơi nước vào khí quyển gặp lạnh ngưng kết lại, các hạt nước phải đủ lớn thắng được trọng lực mới gây ra mưa. Đây là quá trình vi vật lý phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như tốc độ bốc hơi, tốc độ dòng thẳng đi lên, quy mô, vùng địa lý vv... nên mô hình rất khó mô tả được chính xác cho nên mưa là khó dự báo nhất đối với mô hình số.

- Biến khí quyển rất bất đồng nhất cho nên đừng ngạc nhiên ngay trong 1 quận ở thành phố bên đây đường thì mưa nhưng có khi bên kia đường vẫn khô ráo. Do bất đồng nhất cả về không gian và thời gian cho nên dự báo mưa càng khó chính xác.

Giải pháp

Các nhà khoa học trên thế giới có cách tiếp cận cải tiến mô hình bằng cách đưa quá trình vật lý mô hình như tham số gồ ghề, tham số tầng kết khí quyển, độ phân giải ngang và đứng của mô hình (kích thước ô lưới càng nhỏ tính đồng nhất càng nhiều hơn) nhưng khối lượng tính toán tăng lên nhiều.

Kết luận

Tuy còn nhiều tồn tại như đã nêu ở trên nhưng mô hình toán thủy văn, thủy lực vẫn là công cụ hữu hiệu nhất để xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa. Độ chính xác của mô hình phụ thuộc vào các yếu tố: số liệu cơ bản đầu vào, phần mềm tính toán, khả năng của máy tính và trình độ tay nghề cả về lý luận và am hiểu thực tế của chuyên gia mô hình.