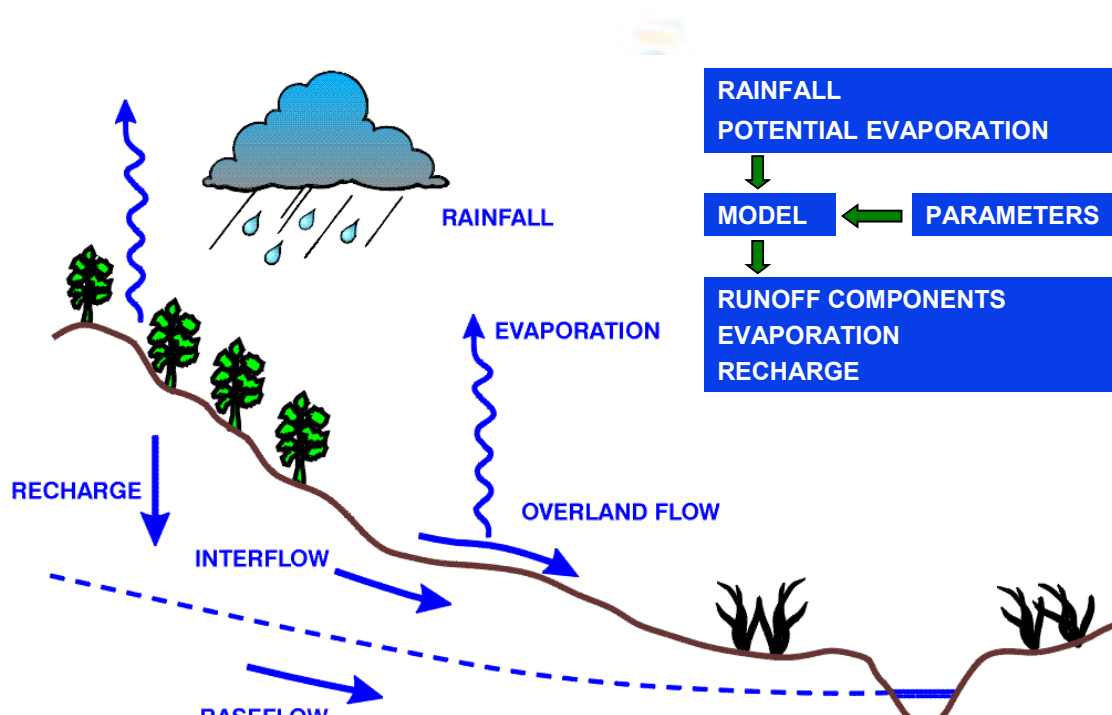


TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
BỘ MÔN TÍNH TOÁN THỦY VĂN

GIÁO TRÌNH
MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN



Chủ biên:

PGS. TS. Lê Văn Nghinh

Tham gia biên soạn:

PGS. TS. Bùi Công Quang

ThS. Hoàng Thanh Tùng

Draft No. 1

Hà nội - 2005

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN	5
1.1 Khái niệm về mô hình toán.....	6
1.2 Phân loại mô hình toán	7
1.2.1 Mô hình toán thủy văn ngẫu nhiên	7
1.2.2 Mô hình toán thủy văn tất định	10
1.3 quá trình thực hiện mô hình toán	14
1.3.1 Chọn mô hình ứng dụng.....	14
1.3.2 Thu thập và chỉnh lý các số liệu đầu vào của mô hình.....	15
1.3.3 Hiệu chỉnh - xác định thông số mô hình.	16
1.3.4 Kiểm định mô hình.....	20
1.3.5 Đánh giá độ chính xác mô phỏng của mô hình.....	21
1.4 Một số phương pháp tối ưu hoá thông số mô hình	23
1.4.1 Tìm giá trị tối ưu thông số theo phương pháp ô vuông	26
1.4.2 Tìm giá trị tối ưu thông số theo phương pháp mặt cắt vàng	27
1.4.3 Tìm giá trị tối ưu thông số theo phương pháp độ dốc	28
1.4.4 Tìm giá trị tối ưu thông số theo phương pháp Rosenbroc	29
CHƯƠNG II: MÔ HÌNH MƯA – DÒNG CHẢY	34
2.1. Quá trình hình thành dòng chảy	34
2.2. Các loại mô hình mưa dòng chảy	35
2.2.1. Mô hình quan hệ (Rational model)	36
2.2.2. Mô hình căn nguyên dòng chảy (Time/Area method)	40
2.2.3. Mô hình sóng động lực	43
2.2.4. Mô hình lũ đơn vị	45
2.2.5. Mô hình nhận thức	56
CHƯƠNG III: MÔ HÌNH NGẪU NHIÊN	62
3.1. Các quá trình ngẫu nhiên trong thủy văn	62
3.2. Tổng hợp và phân tích các chuỗi dữ liệu.....	63
3.2.1. Phân tích hồi quy nhiều biến	63
3.2.2. Mô hình tự hồi quy bậc p $AR(p)$	65

3.2.3. Mô hình trung bình trượt bậc q $MA(q)$	69
3.2.4. Mô hình $ARMA(p,q)$	71
3.3. Mạng trí tuệ nhân tạo (ANN)	73
3.3.1. Giới thiệu chung.....	73
3.3.2. So sánh mô hình ANN với ARMA	73
3.3.3. Cấu trúc mạng ANN.....	74
3.3.4. Giới thiệu phần mềm WinNN32	78
3.3.5. Hướng dẫn thực hành	88
CHƯƠNG 4: MÔ HÌNH TOÁN MẠNG LƯỚI SÔNG.....	90
4.1. Mở đầu	90
4.2. Dòng chảy ổn định và không ổn định trong sông.	90
4.3. Hệ phương trình saint vernant	92
4.3.1 Hệ phương trình chuyển động trong sông.....	92
4.3.2 Chuyển phương trình vi phân thành phương trình sai phân	93
4.3.3 Chuyển hệ phương trình Saint Venant thành hệ phương trình đại số... ..	95
4.3.4 Tính toán thủy lực cho mạng lưới sông theo sơ đồ ẩn.....	98
4.3.5 Tính toán thủy lực cho mạng lưới sông theo sơ đồ hiện.....	103
4.4 tổng quan về các chương trình tính toán thủy lực.	106
CHƯƠNG 5: MÔ HÌNH CHẤT LƯỢNG NƯỚC	108
5.1 Mở đầu	108
5.2 Khái quát chung về chất lượng nước.....	109
5.2.1 Đặc tính của thể nước	109
5.3 phương trình truyền chất cơ bản.....	110
5.4 Mô hình chất lượng nước đơn giản nhất.....	112
5.5 Các mô hình phản ứng song đôi	114
5.6 Mô hình Streeter-Phelp.....	114
5.7 Mô hình QUAL2E	117
5.7.1 Giới thiệu mô hình QUAL2E.....	117
5.7.2 Các công thức tổng quát dùng trong mô hình	118
5.7.3 Các phản ứng và quan hệ tương tác.....	125
5.7.4 Biểu thị nhiệt độ dưới dạng hàm số.....	129
5.7.5 Giới thiệu về chương trình tính mẫu.....	132
5.8 mô hình CORMIX	133
5.8.1 Giới thiệu chung về mô hình CORMIX.....	133

5.8.2. Số liệu đầu vào của mô hình CORMIX.....	134
5.8.3 Các đặc trưng đầu ra của mô hình	139
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	142
PHỤ LỤC 1.....	145
PHỤ LỤC 2.....	155

TaiLieu.vn

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN

Trong vài chục năm gần đây, những thành tựu khoa học, kỹ thuật đặc biệt là các lĩnh vực vật lý, toán học tính toán cùng với sự có mặt của máy tính điện tử đã có ảnh hưởng sâu sắc đến khoa học thủy văn. Có thể nói việc ứng dụng những thành tựu này đã làm thay đổi cả về chất và lượng bộ môn khoa học thủy văn. Phương pháp mô hình toán đã cho phép các nhà thủy văn mô phỏng các quá trình, hiện tượng thủy văn – sự vận động rất phức tạp của nước trong tự nhiên dưới dạng các phương trình toán học, lôgic và giải chúng trên các máy tính điện tử. Phương pháp mô hình toán có nhiều khả năng xem xét những diễn biến của hiện tượng thủy văn từ vi mô đến vĩ mô. Đây là một trong những hướng nghiên cứu thủy văn hiện đại. Nó đã và đang cho phép cung cấp những thông tin cần thiết cho các đối tượng sử dụng nguồn nước khác nhau trong quy hoạch, thiết kế và khai thác tối ưu tài nguyên nước.

Ở Việt Nam, việc ứng dụng phương pháp mô hình toán vào nghiên cứu, tính toán trong thủy văn có thể xem như được bắt đầu từ cuối những năm 60, qua việc ủy ban sông Mêkông ứng dụng các mô hình như SSARR (Rokwood D.M. Vol.1 - 1968)[1] của Mỹ, mô hình DELTA của Pháp (Ban thư ký sông Mê Công 1980) [2] và mô hình toán triều của Hà Lan vào tính toán, dự báo dòng chảy sông Mêkông. Song, chỉ sau ngày miền Nam được hoàn toàn giải phóng (1975), đất nước thống nhất thì phương pháp này mới ngày càng thực sự trở thành công cụ quan trọng trong tính toán, dự báo thủy văn ở nước ta. Ngày nay, ngoài các mô hình trên, một số mô hình khác như mô hình TANK (Nhật), mô hình ARIMA cũng đang được nhiều cơ quan nghiên cứu ứng dụng (Sugawra M., Ozaki E., Watanabe I., Katsuyama Y., Tokyo - 1974)[3]. Với kết quả nghiên cứu bước đầu của nhiều tác giả Việt Nam đã cho thấy các mô hình trên có nhiều khả năng ứng dụng tốt trong nhiều bài toán khác nhau phục vụ cho quy hoạch, thiết kế và điều hành khai thác nguồn nước. Song, để nâng cao hơn nữa khả năng ứng dụng của các mô hình, cần có những nghiên cứu bổ sung hoàn thiện (cả về cấu trúc cũng như phương pháp hiệu chỉnh tham số mô hình) cho phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội cả nước ta.

Ngày nay, công cuộc phát triển kinh tế của đất nước đang đòi hỏi phải có những chiến lược khai thác tài nguyên (trong đó có tài nguyên nước) một cách hợp lý đem lại những hiệu quả kinh tế cao. Nhưng trong thực tế, độ dài các chuỗi số liệu thực đo về các yếu tố khí tượng thủy văn trên các lưu vực vừa và nhỏ ở nước ta chưa đáp ứng yêu cầu. Từ đó, những bài toán đang cần được nghiên cứu giải quyết là tính toán dòng chảy từ mưa, tính toán khôi phục các chuỗi số liệu dòng chảy, dự báo tình

hình dòng chảy trong tương lai... Đó là những bài toán cơ bản đầu tiên trong tính toán quy hoạch, thiết kế và điều hành khai thác tối ưu các hệ thống nguồn nước trước mắt cũng như lâu dài.

1.1 Khái niệm về mô hình toán

Thủy văn là một quá trình tự nhiên phức tạp, chịu tác động của rất nhiều yếu tố. Thủy văn học là khoa học nghiên cứu về nước trên trái đất, cũng giống như nhiều ngành khoa học tự nhiên khác, quá trình nghiên cứu, phát triển của nó thường trải qua các giai đoạn:

- Quan sát hiện tượng, mô tả, ghi chép thời điểm xuất hiện.
- Thực nghiệm: lặp lại những điều đã xảy ra trong tự nhiên với quy mô thu nhỏ.
- Giải thích hiện tượng, phân tích rút ra quy luật. Kiểm tra mức độ phù hợp của quy luật với điều kiện thực tế, ứng dụng phục vụ lợi ích của con người .

Việc lặp lại các hiện tượng thủy văn trong phòng thí nghiệm có thể thực hiện bằng các mô hình vật lý (như: dụng cụ Lizimet đo bốc hơi và thấm, mô hình mưa nhân tạo và bãi dòng chảy để nghiên cứu sự hình thành dòng chảy, xói mòn bề mặt...) song chi phí cho xây dựng mô hình vật lý rất tốn kém. Các mô hình vật lý thường chỉ phù hợp với không gian không quá lớn ví dụ công trình đầu mối của một hệ thống thủy lợi, một đập tràn hoặc một cống ngầm, một đoạn sông... Khi không gian mở rộng hơn tới hệ thống một vài hồ chứa, một vài trạm bơm hoặc một hệ thống thủy nông... thì chi phí cho một mô hình vật lý tăng lên rất nhiều. Lối thoát đầu tiên là chọn tỷ lệ thu nhỏ, lối thoát thứ hai là chọn tỷ lệ biến dạng. Cả hai cách này đều làm giảm mức độ chính xác của kết quả tính toán. Ví dụ khi nghiên cứu hiện tượng nước lũ tràn qua đồng bằng sông Cửu Long, diện tích ngập lụt lên tới 5 vạn km², chiều dài dòng sông chính tới 433 km chiều rộng từ 400 m tới 2000 m, chiều sâu ngập nước có nơi tới 45 m nhưng có nơi chỉ không tới 0.5 m, rõ ràng không thể xây dựng một mô hình vật lý cho không gian lớn như vậy dù có chọn tỷ lệ biến dạng nào thì cũng không thể biểu diễn được trên cùng một mô hình vật lý tốc độ nước chảy 2,5 m/s trong sông và tốc độ nước chảy 0.05m/s tràn qua đồng bằng. Chưa kể khi thu nhỏ mô hình, làm giảm tốc độ chảy sẽ chuyển chế độ chảy rối trong thực tế thành chảy tầng trên mô hình làm sai lệch kết quả tính toán.

Xuất phát từ những khó khăn đó chỉ còn cách lựa chọn duy nhất là dùng mô hình Toán.

Hiện nay mô hình toán thủy văn đang phát triển rất nhanh chóng vì có các ưu điểm sau:

1- Phạm vi ứng dụng rất rộng rãi, đa dạng với rất nhiều loại mô hình. Mô hình toán rất phù hợp với không gian nghiên cứu rộng lớn như quy hoạch thoát lũ cho lưu vực sông, hệ thống sông, điều hành hệ thống công trình Thủy lợi, quản lý khai thác nguồn nước lưu vực sông....

2- Ứng dụng mô hình toán trong thủy văn giá thành rẻ hơn và cho kết quả nhanh hơn mô hình vật lý.

3- Việc thay đổi phương án trong mô hình tính toán thực hiện rất nhanh chóng, đơn giản và hiệu quả.

Sự phát triển của máy tính điện tử và phương pháp tính đã tạo ra điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của mô hình toán, cấu trúc của mô hình ngày càng đa dạng, phức tạp, mô tả hiện tượng sát thực hơn hiện tượng thủy văn. Tuy nhiên mô hình toán phát triển rất nhanh, đa dạng và có hiệu quả nhưng không thể hoàn toàn thay thế được mô hình Vật Lý. Chính các kết quả đo đạc trên mô hình Vật Lý sẽ giúp cho việc hiệu chỉnh thông số của mô hình toán được chính xác hơn, bản chất vật lý của hiện tượng được làm rõ hơn. Vì những lý do trên nên cả hai loại mô hình hiện đang được phát triển song song trong thực tế. Vì vậy người sử dụng cần biết và chọn đúng loại mô hình trong từng trường hợp cụ thể mới cho kết quả chính xác và giá thành hạ.

Mô hình toán thủy văn hiểu theo nghĩa rộng là cách mô tả các hiện tượng thủy văn bằng các biểu thức toán học. Có rất nhiều loại mô hình toán khác nhau: loại mô tả sự hình thành dòng chảy trong sông, loại mô tả số lượng nước mặt, loại mô tả số lượng nước ngầm, loại mô tả hàm lượng bùn cát, loại mô tả chất lượng nước, loại mô phỏng cách quản lý lưu vực

1.2 Phân loại mô hình toán

Việc phân loại các mô hình toán thủy văn không thống nhất vì các mô hình luôn phát triển đa dạng, khi xây dựng mô hình người ta chú ý nhiều tới khả năng áp dụng thuận tiện để giải quyết tốt bài toán thực tế đặt ra chứ không chú ý tới xếp loại, ví dụ nên có mô hình vừa giải quyết tính toán số lượng nước vừa giải quyết tính toán chất lượng nước như mô hình tiêu nước đô thị SWMM (Storm Water Managment Model).

Trên hình 1 là hai sơ đồ phân loại mô hình toán thủy văn theo hai quan điểm khác nhau, tuy nhiên phân lớn đều theo sơ đồ thứ nhất. Sau đây ta xem xét các mô hình toán thủy văn trong phân loại này.

1.2.1 Mô hình toán thủy văn ngẫu nhiên

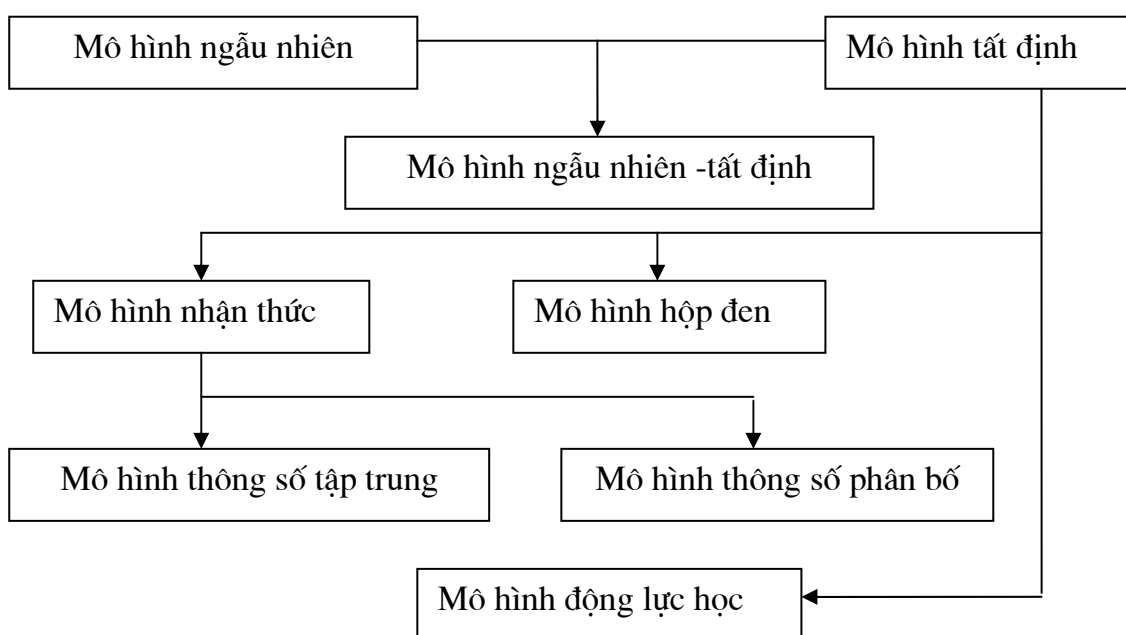
Như ta đã biết các quá trình thủy văn là các quá trình tự nhiên bị chi phối rất nhiều yếu tố do đó chúng mang đặc tính ngẫu nhiên. Khi đề cập đến các mô hình

toán thủy văn ngẫu nhiên trong tính toán thủy văn Yevjevich V. (Yevjevich V. - 1976) [4] đã coi các quá trình khí tượng thủy văn thuộc loại quá trình có tính chất chu kỳ ngẫu nhiên. Tính chu kỳ của hiện tượng thủy văn được quy định bởi các chu trình thiên văn, còn tính ngẫu nhiên của nó bị chi phối bởi những biến đổi của môi trường trên Trái đất. Nhìn vào các chuỗi thủy văn quan trắc được dễ dàng nhận thấy các chu kỳ thiên văn quy định các chu kỳ của hiện tượng thủy văn với các chu kỳ ngày, tháng, mùa, năm và nhiều năm.

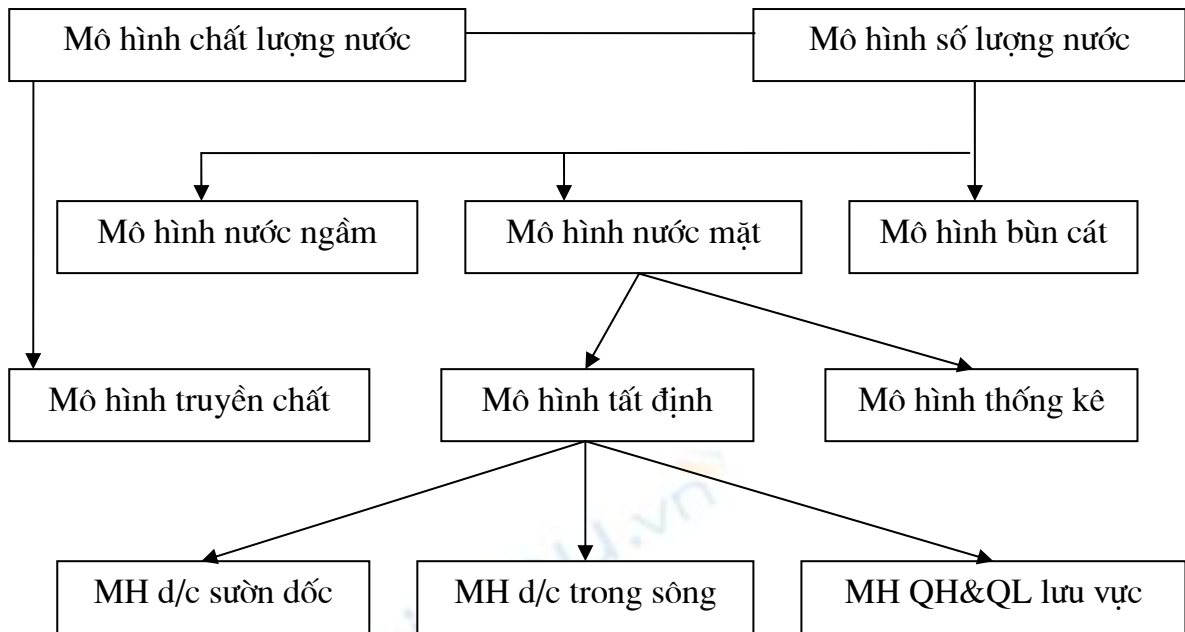
Đặc điểm chu kỳ của các chuỗi khí tượng thủy văn thường được biểu thị trong mô hình toán dưới dạng các tham số như trị bình quân (giá trị kỳ vọng), các tham số bậc hai (gồm các hệ số tương quan, khoảng lệch trung bình bình phương), các tham số bậc ba (hệ số không đối xứng). Thành phần ngẫu nhiên thường gọi là nhiễu hay ồn như dạng nhiễu trắng (white noise)...

Trong các mô hình ngẫu nhiên có một số giả thiết nhất định. Những giả thiết này thường được khái quát, phát triển trên cơ sở kinh nghiệm, thử nghiệm nghiên cứu các chuỗi số liệu thủy văn (chuỗi dòng chảy ngày, chuỗi dòng chảy tháng, và chuỗi dòng chảy năm...) và từ đặc tính vật lý của các quá trình cũng như sự hiểu biết về hiện tượng thủy văn của người xây dựng mô hình.

SƠ ĐỒ 1 - MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN



SƠ ĐỒ 2 - MÔ HÌNH TOÁN THỦY VĂN



Hình 1. Sơ đồ phân loại mô hình toán thủy văn

Nhìn chung các mô hình toán thủy văn ngẫu nhiên đều dựa vào những giả thiết về tính dừng và tính logic của chuỗi nghiên cứu.

Theo Dawdy (Dawdy D.R. -1969) [5] mô hình toán ngẫu nhiên trong thủy văn là một phương pháp tương đối mới. Sự khởi đầu của nó có thể tính từ khi Hazen chứng minh khả năng áp dụng lý thuyết xác suất, thống kê toán học vào phân tích các chuỗi dòng chảy sông ngòi (1914). Năm 1949 Krisski và Menkel đã sử dụng mô hình Marcov để tính toán quá trình dao động mực nước của biển Kaspian (Liên Xô) [6].

Vào những năm 60 của thế kỷ trước có thể xem như các mô hình toán thủy văn ngẫu nhiên mới chính thức được phát triển. Năm 1962 Svanidze đã sử dụng phương pháp Konte – Carlo có xét đến những mối quan hệ bậc một của các chuỗi dòng chảy sông ngòi. Năm 1962, trong chương trình phát triển nguồn nước của Trường Đại học Havard (Thomas H.A. và Fiering M.B.) [7] đã sử dụng mô hình tự hồi quy vào tạo chuỗi dòng chảy tháng phục vụ cho tính toán thiết kế các hệ thống kho nước. Năm 1963 (Matalas N.C.) đã sử dụng mô hình trung bình trượt (moving average models) vào tính toán dòng chảy từ những trận mưa kỳ trước [8]. Sau đó là một loạt mô hình ngẫu nhiên khác ra đời và được ứng dụng vào tính toán thủy văn, dự báo thủy văn (O' Connel P.E. -1977)[9].

Các mô hình ngẫu nhiên đã làm cho vấn đề sử dụng trực tiếp dòng chảy đo được trong quá khứ dự báo và ước tính dòng chảy sẽ xảy ra trong tương lai để tính

toán xác định dung tích kho nước khi tính toán thiết kế và điều hành khai thác nguồn nước không còn là biện pháp duy nhất. Việc sử dụng các chuỗi dòng chảy nhân tạo – kết quả việc ứng dụng các mô hình ngẫu nhiên không chỉ đối với những lưu vực thiếu tài liệu quan trắc mà còn ngay cả những trường hợp chuỗi quan trắc dài có thể sử dụng để tính toán kiểm tra đánh giá.

Tóm lại bằng mô hình hóa toán học ta có thể tìm được những sự thể hiện khác nhau của các quá trình ngẫu nhiên nghiên cứu có khả năng xảy ra trong tương lai. Bởi vậy, trong lý thuyết điều tiết dòng chảy việc sử dụng các mô hình toán thủy văn để dự báo, ước báo nguồn nước có ý nghĩa rất quan trọng. Với các chuỗi dòng chảy ước báo bằng mô hình có các tham số thống kê nhận được từ chuỗi tài liệu thực đo sẽ cho phép các nhà quy hoạch, thiết kế các công trình sử dụng nguồn nước xem xét đánh giá được những tổ hợp khác nhau để tìm ra những dung tích kho nước hợp lý, các phương án vận hành tối ưu trong sử dụng nguồn nước của hệ thống.

1.2.2 Mô hình toán thủy văn tất định

Mô hình toán tất định coi quá trình thủy văn là kết quả tất nhiên của các yếu tố vật lý là chủ yếu còn vai trò của yếu tố ngẫu nhiên chỉ thể hiện bởi sự giao động của chúng. Từ góc độ của lý thuyết hệ thống, mô hình toán tất định được xây dựng trên những giả thiết coi các mối quan hệ giữa lượng vào và lượng ra của hệ thống thủy văn (lưu vực sông hay đoạn sông...) đã được xác định. Nói một cách khác, với một đầu vào xác định sẽ có một đầu ra tương ứng xác định. Phản ứng của hệ thống đối với đầu vào (cấu trúc của mô hình) được mô phỏng bằng các biểu thức toán học, các biểu thức logic với những tham số không chứa thành phần ngẫu nhiên.

Các mô hình thủy văn tất định dựa trên phương pháp toán học và sử dụng máy tính làm công cụ tính toán là cách tiếp cận hiện đại trong tính toán quá trình dòng chảy trên lưu vực và hệ thống sông. Việc ra đời các mô hình thủy văn tất định đã mở ra một hướng mới cho tính toán thủy văn, góp phần giải quyết các khó khăn về số liệu thủy văn cũng như nâng cao độ chính xác của tính toán cho quy hoạch và thiết kế các công trình thủy lợi, thủy điện, khắc phục một số khó khăn mà phương pháp tính toán thủy văn cổ điển chưa giải quyết được.

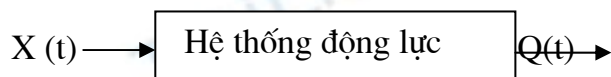
Các mô hình toán thủy văn tất định chủ yếu được dùng vào việc mô phỏng mối quan hệ mưa dòng chảy trên lưu vực, quá trình vận động của nước trên lưu vực, trên các hệ thống sông. Loại mô hình này được phổ biến dùng trong các bài toán dự báo dòng chảy ngắn hạn, khôi phục các chuỗi số liệu dòng chảy từ chuỗi số liệu mưa. Một trong những ưu điểm của mô hình toán tất định là có khả năng xem xét, đánh giá được những ảnh hưởng của các phản ứng trong hệ thống khi cấu trúc bên trong nó có

sự thay đổi, như xây dựng các kho nước điều tiết dòng chảy, phát triển và khai thác rừng ở thượng nguồn...

Phương pháp mô hình toán tất định ra đời tương đối sớm và dần dần hình thành hai hướng nghiên cứu: hướng mô hình toán dạng hộp đen và hướng mô hình toán dạng hộp xám (hay còn gọi là mô hình nhận thức). Trong mô hình nhận thức còn phân ra mô hình tham số tập trung và mô hình tham số phân bố.

1.2.2.1. Mô hình toán hộp đen

Trong mô hình hộp đen lưu vực được coi là một hệ thống động lực. Nhìn chung, cấu trúc của các mô hình hộp đen là hoàn toàn không biết trước. Mối quan hệ giữa lượng vào và lượng ra của hệ thống thể hiện thông qua một hàm truyền (hàm ảnh hưởng, hàm tập trung nước ...) được xác định từ tài liệu thực đo lượng vào và lượng ra của hệ thống.



Hình 1. Sơ đồ mô hình dạng hộp đen

Xuất phát từ lý thuyết hệ thống, các hệ thống thủy văn thuộc hệ thống tuyến tính nếu chúng thỏa mãn nguyên lý "xếp chồng", nghĩa là phản ứng của hệ thống đối với tổ hợp đầu vào sẽ tương ứng với tổng các phản ứng đối với từng đầu vào riêng rẽ, thông số của hệ thống sẽ phụ thuộc vào phản ứng của hệ thống.

Khi hàm ảnh hưởng của hệ thống đã được xác định, để có quá trình lượng ra các mô hình hộp đen đều phải tính tích phân chập Duhamel (hay công thức căn nguyên dòng chảy) dạng:

$$Q(t) = \int_0^t u(t-\theta).X(\theta)d\theta \quad (1-1)$$

Trong đó $Q(t)$: Lưu lượng ra của hệ thống (dòng chảy tại ra của lưu vực).

$X(r)$: Lượng vào của hệ thống (lượng mưa rơi trên lưu vực).

$U(t)$: Hàm truyền của hệ thống (hàm ảnh hưởng).

Sự khác nhau giữa các mô hình hộp đen được phân biệt bởi các phương pháp xác định hàm truyền $U(t)$ theo $Q(t)$ và $X(t)$ quan trắc được. Trong thủy văn, thương đề cập đến các phương án xác định hàm ảnh hưởng sau đây:

- Phương pháp đường lưu lượng đơn vị

- Phương pháp đường chảy đẳng thời
- Phương pháp giải bài toán ngược

Hàm ảnh hưởng trong mô hình hộp đen là sự mô phỏng những tác động tổng hợp của các nhân tố ảnh hưởng đến quá trình mưa - dòng chảy trên lưu vực dưới dạng ẩn tàng. Như vậy ở đây không xét đến mối quan hệ riêng rẽ giữa các nhân tố, các đặc tính địa vật lý cơ bản của lưu vực. Với dạng mô hình này ta không thể xem xét, đánh giá một cách thỏa đáng những tác động thay đổi trên lưu vực do tự nhiên hay do con người tạo ra. Chính vì lẽ đó các mô hình dạng hộp đen chỉ phát huy được ở vài loại bài toán thủy văn.

Một trong những mô hình toán thủy văn dạng hộp đen vẫn còn dùng nhiều là mô hình đường lưu lượng đơn vị.

Mô hình đường lưu lượng đơn vị lần đầu tiên do Sherman đưa ra vào năm 1932 để tính toán quá trình dòng chảy mặt từ quá trình mưa hiệu quả (lượng mưa sau khi khấu trừ tổn thất). Mô hình này được ứng dụng phổ biến ở Mỹ và các nước Tây Âu dưới các dạng thức khác nhau. Những giả thiết cơ bản của mô hình đường lưu lượng đơn vị là tính chất tuyến tính và tính bất biến theo thời gian.

Việt Nam, với đặc điểm của vùng khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, có nền địa hình chia cắt mạnh, sông ngòi thường ngắn và dốc đã tạo cho chế độ dòng chảy trong chịu sự chi phối khá chặt chẽ bởi chế độ mưa, khả năng tập trung dòng chảy nhanh, dòng chảy lũ chủ yếu là quá trình chảy tràn trên sườn dốc... Những đặc điểm này tạo điều kiện thuận lợi để áp dụng mô hình đường lưu lượng đơn vị trong tính toán thủy văn. Qua một số công trình nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng mô hình này để tính toán dòng chảy cho những lưu vực nhỏ ở nước ta hiện nay cho thấy tính ổn định của các đường lũ đơn vị không cao. Điều này có thể lý giải bởi một số giả thiết cơ bản của mô hình bị vi phạm, chẳng hạn như giả thiết về sự phân bố lượng mưa, lượng tổn thất đều trên toàn lưu vực. Hiện nay mô hình đường lưu lượng đơn vị vẫn còn phát huy tác dụng trong những bài toán tính dòng chảy thiết kế cho lưu vực nhỏ.

1.2.2.2. Mô hình nhận thức

Từ những hạn chế của mô hình toán hộp đen, nhiều nhà thủy văn đã cho ra đời các mô hình nhận thức (conceptual models). Về mặt cấu trúc, những mô hình nhận thức có thể xếp vào vị trí trung gian giữa mô hình hộp đen và mô hình thủy lực (Dooge J.C.L.) [10].

Mô hình nhận thức ra đời sau mô hình hộp đen, nhưng đã phát triển rất mạnh mẽ và ứng dụng rất rộng rãi trong lĩnh vực thủy văn. Mô hình tất định nhận thức xuất

phát từ sự hiểu biết và nhận thức một cách rõ ràng từng thành phần của hệ thống thủy văn để tiếp cận hệ thống bằng phương pháp mô phỏng, thí dụ như là mô phỏng các quá trình tổn thất, quá trình trữ nước, quá trình tập trung dòng chảy trên lưu vực và trong sông, . . . từ đó xây dựng sơ đồ cấu trúc mô hình để tính toán dòng chảy lưu vực.

Do phải đề cập, mô phỏng toán học tất cả các thành phần của quá trình thủy văn lưu vực trên lưu vực nên cấu trúc của các mô hình nhận thức phức tạp hơn nhiều so với mô hình hộp đen và trong mô hình thường có nhiều thông số cần phải xác định.

Có rất nhiều mô hình nhận thức khác nhau. Sự khác nhau giữa các mô hình này được đánh giá qua sơ đồ cấu trúc mô hình và cách thức mô phỏng các qui luật vật lý của từng thành phần, những mối quan hệ giữa các nhân tố trong hệ thống nghiên cứu. Việc mô phỏng cụ thể các thành phần bên trong của hệ thống thủy văn làm cho các mô hình nhận thức có thể tiếp cận khá tốt quá trình hình thành dòng chảy trên lưu vực và còn được gọi là dạng mô hình hộp xám (grey box model).

Cấu trúc của các mô hình nhận thức dựa vào kết quả nghiên cứu những quy luật hình thành và vận động của các quá trình thành phần trong sự hình thành dòng chảy trên một hệ thống thủy văn. Đó là các quá trình mưa, quá trình trữ nước trên bề mặt, quá trình thấm, quá trình chảy tràn trên sườn dốc lưu vực, quá trình chảy trong lòng dẫn... Các mô hình nhận thức thường là tập hợp nhiều mô hình thành phần.

Trong mô hình nhận thức, nếu dựa vào đặc tính biểu thị của các tham số ta có thể chia mô hình ra loại mô hình tham số tập trung và mô hình tham số phân phối. Những mô hình tham số tập trung thường dùng các phương trình vi phân thường để diễn tả mối quan hệ giữa lượng vào và lượng ra của hệ thống chỉ phụ thuộc vào thời gian. Vì vậy, trong các mô hình tham số tập trung không xét đến sự phân bố của lượng mưa, dòng chảy, tính chất thấm của đất và các yếu tố thủy văn, khí tượng khác theo không gian, chúng được thay thế bằng những giá trị bình quân theo diện tích, chúng đều là hàm số của thời gian. Nói một cách khác, tất cả các đặc trưng của lưu vực được tập trung về một điểm. Trong khi đó các mô hình tham số phân phối mô tả các mối quan hệ giữa những yếu tố của hệ thống bằng các phương trình vi phân đạo hàm riêng, nghĩa là các phương trình chứa cả biến thời gian và không gian.

Phần lớn các mô hình nhận thức có cấu trúc khá phức tạp, nhiều tham số phải được ước tính từ các tài liệu thực đo. Do cách mô phỏng sát với quá trình hình thành và vận động của nước trên lưu vực sông, nên các mô hình nhận thức không chỉ cho phép tính dòng chảy từ mưa khá phù hợp với quá trình dòng chảy thực đo mà còn cho phép các nhà quy hoạch, thiết kế nguồn nước xem xét, đánh giá những phản ứng của

hệ thống thủy văn khi họ muốn thay đổi một bộ phận hay toàn bộ cấu trúc của hệ đó. Thí dụ như xây dựng các kho nước trên lưu vực hay lựa chọn những giải pháp khai thác tài nguyên nước một cách tối ưu.

Trong những năm gần đây các mô hình nhận thức phát triển khá nhanh cả về số lượng và chất lượng. Nó đã góp phần đáng kể trong sự phát triển của khoa học thủy văn. Hiện nay rất nhiều nước trên thế giới đã xây dựng và ứng dụng rộng rãi trong thực tế nhiều mô hình thủy văn tất định nhận thức. Tại Việt Nam các mô hình nhận thức được biết đến và nghiên cứu ứng dụng rộng rãi kể từ sau ngày Miền Nam giải phóng thống nhất đất nước.

Các mô hình tất định nhận thức đã được nghiên cứu và ứng dụng có kết quả trong những năm qua ở nước ta bao gồm các mô hình thủy văn lưu vực và mô hình hệ thống sông như mô hình TANK, SSARR, NAM, HEC-HMS, MITSIM, MIKE BASIN, . . Các mô hình này đã được ứng dụng để khôi phục các chuỗi số liệu dòng chảy lưu vực từ mưa phục vụ cho quy hoạch và nghiên cứu khả thi, thiết kế các công trình hồ chứa phục tưới và phát điện; hoặc vận hành hệ thống công trình phòng lũ và phát điện, tính toán cân bằng nước hệ thống sông, . .

Trong tính toán thủy văn ở nước ta hiện nay những mô hình nhận thức thường dùng là mô hình SSARR (Rockwood D.M.) (11-92), mô hình TANK - (Sugawara M., Ozaki E., Watanabe I., Katsuyama Y.) [3], mô hình STANFORD (****), mô hình RRMOD - Railfall runoff models (Linsley R.K.) [13-79], mô hình NAM *****, mô hình USDAHL *****, mô hình HEC-HMS (*****), mô hình MITSIM (*****), mô hình MIKE BASIN (*****) ...

1.3 quá trình thực hiện mô hình toán

Để ứng dụng một mô hình toán vào bài toán thực tế ta cần thực hiện theo các bước sau:

1. Lựa chọn mô hình ứng dụng,
2. Thu thập và phân tích chuẩn bị số liệu đầu vào của mô hình,
3. Hiệu chỉnh xác định thông số mô hình,
4. Kiểm định mô hình,
5. Ứng dụng mô hình,
6. Đánh giá và kiểm tra tính hợp lý kết quả ứng dụng mô hình.

1.3.1 Chọn mô hình ứng dụng.

Như trên đã phân tích, chúng có rất nhiều dạng mô hình toán trong thủy văn, việc ứng dụng mô hình này hay mô hình kia phụ thuộc vào nhiều điều kiện khác nhau. Để chọn mô hình ứng dụng ta có thể dựa vào các cơ sở sau:

- Trước hết ta phải dựa vào nhiệm vụ của bài toán đặt ra, ví dụ ta cần nghiên cứu tính toán dòng chảy năm, phân phối dòng chảy năm của lưu vực cho bài toán xây dựng hồ chứa, hay ta cần tính toán quá trình lưu lượng lũ lớn nhất.

- Dựa vào cơ sở tài liệu của đối tượng nghiên cứu,

- Dựa vào kinh nghiệm của người sử dụng mô hình,

Tóm lại để lựa chọn mô hình ứng dụng thực tế, tốt nhất nên chọn trong số các mô hình mà người ứng dụng đã có sự hiểu biết đầy đủ, ứng dụng thử nghiệm có kết quả. Nếu chọn mô hình mà bản thân người sử dụng đã có nhiều kinh nghiệm ứng dụng thì sẽ càng thuận lợi khi ứng dụng và càng dễ đạt được kết quả. Tuy nhiên, khi lựa chọn mô hình cũng cần chú ý đến phạm vi ứng dụng của mô hình, xem có phù hợp với bài toán và điều kiện lưu vực tính toán hay không (thí dụ như lưu vực nhỏ hay lưu vực lớn, lưu vực vùng ẩm ướt hay vùng khô hạn,...), yêu cầu tài liệu đầu vào của mô hình có khả năng đáp ứng hay không. Nên chọn mô hình có số thông số mô hình cần xác định vừa phải, trong đó có các thông số chủ yếu, có độ nhạy cao.

1.3.2 Thu thập và chỉnh lý các số liệu đầu vào của mô hình.

Đối với một lưu vực sông các thông số vật lý biểu thị các đặc tính của lưu vực hứng nước như diện tích, chiều dài, độ rộng lưu vực, mạng lưới sông, mật độ lưới sông, các thông số biểu thị bề mặt lưu vực như độ dốc, tỉ lệ che phủ của rừng, điều kiện canh tác, mức độ ao hồ,... Các thông số này coi như xác định trong khoảng thời gian tính toán và thường đại biểu cho cả lưu vực, chúng thường có thể xác định thông qua đo đạc trên bản đồ kết hợp với kết quả điều tra thực địa hoặc có thể sử dụng phần mềm GIS để xác định. Số thông số vật lý cần thiết tùy thuộc vào mỗi mô hình cụ thể đã chọn.

Mỗi một mô hình toán thủy văn khi ứng dụng ngoài các thông số vật lý lưu vực nêu trên bao giờ cũng đòi hỏi các tài liệu về khí tượng thủy văn. Để đáp ứng số liệu này cần, trên các lưu vực vừa và lớn thường cần số liệu mưa của một số trạm đo nhất định phân bố trên tất cả các khu vực của lưu vực sông, nhất là tại khu vực trung và thượng lưu nơi có khả năng sản sinh dòng chảy nhiều nhất, ngoài ra cũng có thể sử dụng một số trạm mưa nằm xung quanh lưu vực. Tiến hành thu thập các số liệu đầu vào như số liệu mưa và dòng chảy của các trạm trên lưu vực để sử dụng cho việc hiệu chỉnh thông số và kiểm định thông số mô hình cũng như để tính toán sau khi có bộ thông số đã được kiểm định.

Để xác định các thông số mô hình nhanh và tính toán chính xác cần phải tìm hiểu kỹ lưu vực trước khi ứng dụng mô hình như điều kiện ẩm của lưu vực, hiện trạng bề mặt lưu vực, ...

Một điểm cần lưu ý là phải đánh giá tính đại biểu của các trạm đo mưa, chất lượng của số liệu thực mưa và dòng chảy, các phương pháp chỉnh lý tài liệu trước khi ứng dụng mô hình.

1.3.3 Hiệu chỉnh - xác định thông số mô hình.

Trong mô hình toán thủy văn, các thông số được dùng để biểu thị các nhân tố hoặc các quan hệ giữa các nhân tố ảnh hưởng đến quá trình dòng chảy mô phỏng trong mô hình, bao gồm thông số vật lý và thông số quá trình.

Các thông số vật lý là các thông số biểu thị đặc điểm địa lý tự nhiên của lưu vực như đã nói ở trên, còn các thông số quá trình là các thông số dùng trong mô phỏng các quá trình hình thành dòng chảy thành phần trong mô hình toán, bao gồm các thông số tính toán mưa, bốc hơi; thông số biểu thị các quá trình tổn thất thấm, điền trũng; tính toán các thành phần dòng chảy (mặt, sát mặt, và dòng chảy ngầm), thông số tập trung nước trên sườn dốc và trong sông.

Trong một số trường hợp nhất định một số quá trình có thể xác định thông qua đo đạc thực nghiệm, thí dụ như thông số tổn thất thấm có thể xác định thông qua đo đạc thí nghiệm thấm..., tuy nhiên, phần lớn các thông số quá trình được xác định thông qua bước hiệu chỉnh thông số của mô hình trên cơ sở hiệu chỉnh dần giá trị của chúng sao cho quá trình dòng chảy tính toán phù hợp với quá trình dòng chảy thực đo, hoặc các thông số được xác định bằng các phương pháp dò tìm tối ưu.

Trong mô hình tất định thường các thông số quá trình nhận một giá trị trong một khoảng giới hạn biến đổi nào đó của thông số phù hợp với quy luật diễn biến trong thực tế. Nếu xác định giá trị thông số vượt giá trị giới hạn này thì bản thân thông số không còn đảm bảo ý nghĩa vật lý của nó nữa, điều đó sẽ ảnh hưởng không tốt đến kết quả mô phỏng của mô hình. Nói chung phần lớn các thông số mô hình thường nhận giá trị bằng số, nhưng trong một số ít mô hình chúng cũng có thể nhận giá trị dạng bảng quan hệ giữa hai hoặc nhiều biến số, thí dụ như các thông số dạng bảng của mô hình SSARR.

Một mô hình thủy văn tất định tùy theo cấu trúc và phương pháp mô phỏng của mô hình mà có thể có nhiều hay ít các thông số quá trình. Với mô hình nhiều thông số thì việc xác định chúng sẽ phức tạp hơn vì phản ứng trên đường quá trình tính toán là ảnh hưởng tổng hợp nhiều thông số tạo nên.

Trong các thông số quá trình cũng có thể phân ra các thông số chính và thông số phụ hay thông số nhạy và không nhạy. Với những thông số mà chỉ một thay đổi nhỏ giá trị của chúng có thể nhận thấy sự phản ứng rõ rệt qua sự biến đổi về độ lớn hoặc hình dạng đường quá trình dòng chảy tính toán thì có thể coi chúng là thông số chính hay thông số nhạy của mô hình. Ngược lại khi thay đổi giá trị của thông số ta

thấy đường quá trình tính toán thay đổi rất ít thì đó là thông số phụ hay thông số không nhạy. Để hiệu chỉnh thông số được thuận lợi, người ứng dụng cần nắm vững ý nghĩa vật lý, phạm vi biến đổi của từng thông số cũng như ảnh hưởng của chúng tới quá trình dòng chảy tính toán, nhất là đối với nhóm các thông số chủ yếu.

Kết quả mô phỏng của mỗi mô hình được đánh giá không chỉ ở giá trị riêng biệt của mỗi thông số, mà ở tổ hợp các thông số (hay bộ thông số) cuối cùng được lựa chọn. Rõ ràng với mô hình càng nhiều thông số thì chọn tổ hợp này càng trở nên khó khăn trong quá trình hiệu chỉnh lựa chọn bộ thông số. Theo quan điểm ứng dụng, việc giảm tối thiểu các thống số quá trình của mô hình nhưng vẫn đảm bảo được hiệu quả mô phỏng của mô hình là phương hướng cũng như yêu cầu mà khi xây dựng mô hình phải xem xét.

Hiệu chỉnh thông số mô hình là xác định giá trị của bộ thông số mô phỏng tốt nhất quá trình dòng chảy tại mặt cắt cửa ra của lưu vực sông. Khi hiệu chỉnh xác định thông số mô hình phải chọn một thời khoảng có đầy đủ số liệu thực đo về mưa và dòng chảy làm cơ sở hiệu chỉnh, gọi là khoảng thời gian cho hiệu chỉnh thông số. Các số liệu mưa và dòng chảy cho hiệu chỉnh thông số cần đảm bảo độ chính xác khi đo đạc, được chỉnh lý tốt, đủ tin cậy trong sử dụng.

Nói chung hiệu chỉnh thông số các mô hình thủy văn tất định nhận thức thường dùng phương pháp thử sai và phương pháp dò tìm thông số tối ưu.

a. Phương pháp thử sai

Phương pháp thử sai dựa trên việc tính thử và kiểm tra sai số nhiều lần được dùng phổ biến nhất hiện nay để hiệu chỉnh thông số các mô hình thủy văn tất định nhận thức. Việc thử sai được tiến hành theo các bước sau đây:

- Giả thiết giá trị ban đầu của các thông số cần hiệu chỉnh dựa vào các phân tích bản chất vật lý cũng như đặc tính quá trình dòng chảy lưu vực ứng dụng, đặc tính và giới hạn biến đổi của từng thông số và kinh nghiệm ứng dụng của người tính toán.

- Chạy chương trình mô hình để tìm quá trình dòng chảy tính toán và xác định độ chính xác của mô phỏng với các thông số mô hình giả thiết ở bước trên thông qua tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác của mô hình.

- Phân tích những điểm phù hợp và không phù hợp của hai quá trình dòng chảy thực đo và tính toán, từ đó theo kinh nghiệm tìm ra các thông số mô hình giả thiết chưa hợp lý (thiên lớn hoặc thiên nhỏ) và dự kiến thay đổi giá trị thông số trong lần hiệu chỉnh sau.

- Giả thiết lại thông số cần hiệu chỉnh và tính lại như trên, làm như vậy đến khi đạt được sự phù hợp tốt nhất giữa hai quá trình dòng chảy tính toán và thực đo và

thảo mãn tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác của mô hình, như vậy ta sẽ được bộ thống số mô hình cho lưu vực ứng dụng.

Phương pháp thử sai phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của người hiệu chỉnh thông số mô hình. Vòng tính hay số lần thử sai được lặp lại nhiều lần cho đến khi kết quả mô phỏng thoả mãn yêu cầu về độ chính xác thì mới dừng.

Phương pháp này cho phép người ứng dụng sử dụng kinh nghiệm và sự am hiểu của mình về mô hình, về đặc điểm chế độ thủy văn lưu vực sông, về quá trình hình thành và vận động của các quy luật thủy văn, về các thông số mô tả các quy luật đó để nhanh chóng hướng tới kết quả cuối cùng. Vận dụng tốt phương pháp thử sai cũng có thể đạt được kết quả mô phỏng dòng chảy không thua kém các phương pháp hiệu chỉnh thông số mô hình khác.

Tuy nhiên, kết quả ứng dụng mô hình theo phương pháp thử sai phần nào cũng bị ảnh hưởng trong một mức độ nhất định tính chủ quan của người ứng dụng mô hình. Đối với người ít am hiểu mô hình và chưa có kinh nghiệm ứng dụng, quá trình thử và sai cũng mất nhiều thời gian và thông số lựa chọn sẽ không thể tránh khỏi có những hạn chế hơn so với kết quả của người ứng dụng đã có nhiều kinh nghiệm.

Hiệu chỉnh thông số theo phương pháp thử sai cần chú ý một số điểm sau:

- Để chóng đạt được kết quả khi hiệu chỉnh thông số mô hình, người tính toán phải hiểu rõ lý thuyết mô hình, cách mô phỏng các thành phần trong quy luật hình thành dòng chảy trên lưu vực sông (chủ yếu các phương trình và thông số), mức độ ảnh hưởng của từng thông số tới quá trình tính toán, nhất là các thông số chính.

- Trước khi hiệu chỉnh, cần phải phân tích và tìm hiểu đặc tính hệ thống trong thực tế thông qua phân tích định tính quan hệ thực đo hàm vào, hàm ra (với lưu vực, đó là quan hệ mưa - dòng chảy), các đặc tính của lưu vực và mức độ tham gia của 3 thành phần dòng chảy đối với quá trình dòng chảy tổng cộng ở cửa ra. Đánh giá ảnh hưởng của các thông số vật lý của lưu vực đến dòng chảy. Các phân tích này làm cơ sở để chọn các giá trị thông số ban đầu của mô hình hay điểm xuất phát của thử sai. Ngoài ra cũng rất cần tham khảo các kết quả ứng dụng mô hình (nếu có) của các lưu vực xung quanh trong cùng điều kiện khí hậu, tìm giới hạn thực tế của các thông số và các tổ hợp của chúng.

- Khi tiến hành hiệu chỉnh thông số cần hiệu chỉnh các thông số quá trình trước, khi hai quá trình dòng chảy tính toán và thực đo đã tương đối phù hợp về hình dạng thì sẽ hiệu chỉnh tiếp các thông số của hàm vào (thông số tính mưa bình quân lưu vực) nhằm đưa tổng lượng dòng chảy tính toán phù hợp tốt hơn đối với tổng lượng dòng chảy thực tế.

- Nên áp dụng nguyên tắc thử dần phản ứng với từng thông số trong quá trình thử sai, đặc biệt là với các thông số chủ yếu. Theo cách này, các thông số phụ ít ảnh hưởng và có độ nhạy kém sẽ được chọn một giá trị nhất định qua quá trình phân tích tiếp cận ở bước trên. Việc hiệu chỉnh hay thử sai thông số nên tiến hành với từng thông số quá trình chính, bằng cách thay đổi giá trị giả thiết của nó và giữ nguyên giá trị các thông số khác không đổi. Khi thông số này đã đạt được sự phù hợp thì tiếp tục thử sai sang thông số khác để nâng cao hơn kết quả mô phỏng.

- Việc điều chỉnh các thông số quá trình sẽ làm thay đổi hình dạng của quá trình dòng chảy tính toán hay làm thay đổi độ lớn các thành phần dòng chảy, mức độ điều tiết của lưu vực. Cần nắm vững mỗi thông số quá trình sẽ làm thay đổi đặc tính hay phần nào trên đường quá trình dòng chảy tính toán (đỉnh, chân,...), từ đó có thể điều chỉnh cho hợp lý khi tiến hành thử sai.

Việc điều chỉnh các thông số biểu thị hàm vào như thay đổi hệ số tỷ trọng trạm mưa khi tính mưa bình quân lưu vực là nhằm khắc phục tính không đại biểu của vị trí các trạm đo mưa đối với từng vùng trên lưu vực, qua đó đưa lượng mưa bình quân lưu vực tính toán về xấp xỉ với giá trị thực tế của nó trên lưu vực sông, từ đó điều chỉnh tổng lượng dòng chảy tính toán từ mô hình về gần với tổng lượng dòng chảy thực hình thành trên lưu vực. Việc điều chỉnh các thông số hiệu chỉnh hàm vào nên tiến hành sau khi đã hiệu chỉnh tương đối tốt các thông số quá trình khác của mô hình để nâng cao hơn nữa hiệu quả mô phỏng tổng lượng dòng chảy.

- Trong quá trình hiệu chỉnh thông số các mô hình thủy văn tất định người hiệu chỉnh phải tạo ra được sự cân bằng dòng chảy trong toàn bộ mô hình, trong đó đặc biệt là sự cân bằng dòng chảy vào và ra của các bể chứa nước mặt, nước sát mặt và tầng chứa nước ngầm. Có như vậy thì các kết quả khôi phục dòng chảy ở bước sau mới đảm bảo được tính quy luật và nâng cao độ chính xác.

b. Phương pháp dò tìm thông số tối ưu.

Phương pháp dò tìm thông số tối ưu hiện nay được ứng dụng trong nhiều mô hình thủy văn tất định vì nó khắc phục được tính chủ quan của phương pháp thử sai, và nhanh chóng đạt được kết quả mong muốn nhờ ứng dụng các máy tính có tốc độ tính toán nhanh.

Mục tiêu của phương pháp dò tìm thông số tối ưu là tìm trong rất nhiều các tổ hợp khác nhau của các thông số trong miền giá trị của chúng một "bộ" thông số tối ưu hay thoả mãn "tốt nhất" độ chính xác của mô phỏng. Khi sử dụng các phương pháp tối ưu trong việc xác định thông số mô hình phải sử dụng một hàm mục tiêu F mà giá trị tính toán của nó thể hiện độ chính xác mô phỏng của mô hình cũng như bộ thông số được xác định.

Theo phương pháp này với mỗi một lần chạy chương trình tìm được một giá trị của hàm mục tiêu F . Nếu chạy nhiều lần thì các giá trị của hàm mục tiêu F có thể biểu diễn trên biểu đồ miền tổ hợp biến đổi của các thông số mô hình. Quá trình dò tìm tối ưu sẽ cố gắng tìm ra đỉnh cao nhất của hàm F trong số rất nhiều đỉnh có thể xuất hiện trong miền biến đổi của các thông số.

Quá trình dò tìm tối ưu bắt đầu từ một điểm xuất phát, thí dụ điểm (x_1^0, x_2^0) trong vùng biến đổi của hai thông số x_1, x_2 , mỗi lần tính toán mô phỏng sẽ được một giá trị của hàm mục tiêu F . Việc dò tìm thông số tối ưu thực chất là dùng phương pháp kỹ thuật để tăng hay giảm giá trị của một thông số đang được xem xét một lượng nhất định sao cho hàm mục tiêu thay đổi theo hướng có lợi nhất, nói cách khác hàm mục tiêu của lần tính sau lớn hơn lần tính trước. Tùy theo quan điểm dò tìm thay đổi các thông số mà hình thành các phương pháp dò tìm tối ưu khác nhau.

Khi dùng phương pháp dò tìm thông số tối ưu cần chú ý những điểm sau:

- Trong miền biến đổi của hàm mục tiêu F cũng có thể có những cực trị nhỏ hơn F_{MAX} , gọi là các cực trị địa phương. Trong quá trình dò tìm, có những phương pháp tối ưu nếu rơi vào cực trị địa phương thì không thể thoát ra nổi, trường hợp này cần cần chọn các điểm xuất phát khác và so sánh kết quả của nhiều lần chạy tối ưu để chọn kết quả cuối cùng.

- Đối với mô hình có nhiều thông số thì có thể chỉ tối ưu những thông số chủ yếu có độ nhạy cao, các thông số khác có thể giả thiết hoặc xác định theo các cách khác.

1.3.4 Kiểm định mô hình.

Kiểm định mô hình là bước rất cần thiết nhằm mục đích đánh giá lại xem bộ thông số đã xác định ở trên có đảm bảo sử dụng được trong thực tế hay không trước khi sử dụng chúng để tính toán áp dụng.

Để kiểm định mô hình, cần chọn một số năm có đủ số liệu thực đo mưa và dòng chảy cũng như là giai đoạn hiệu chỉnh thông số, các số liệu này không nằm trong các số liệu đã sử dụng để xác định bộ thông số mô hình. Sử dụng bộ thông số đã xác định cho mô hình tiến hành tính toán quá trình dòng chảy và so sánh với quá trình thực đo qua đó đánh giá kết quả mô phỏng đạt được. Nếu quá trình dòng chảy thực đo và tính toán của bước kiểm định này phù hợp nhau và đảm bảo độ chính xác của mô phỏng thì có thể coi bộ thông số mô hình đã xác định là đảm bảo yêu cầu, như vậy có thể yên tâm sử dụng mô hình với bộ thông số đã xác định để tính toán dòng chảy cho lưu vực ở bước sau.

Với lưu vực có một số năm có số liệu thực đo mưa và dòng chảy từ 10 đến 15 năm thì nên dành 2/3 số năm của thời gian trên cho bước hiệu chỉnh xác định bộ