

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA XÂY DỰNG THỦY LỢI – THỦY ĐIỆN**



**GIÁO TRÌNH
THỦY VĂN CÔNG TRÌNH**

**ThS. NGUYỄN BẢN
KS. PHẠM THÀNH HƯNG**

Đà Nẵng, 2010

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	5
CHƯƠNG I: MỞ ĐẦU.....	6
1.1. Tài nguyên nước và vấn đề khai thác tài nguyên nước	6
1.2. Nhiệm vụ và nội dung của môn học thủy văn công trình	9
1.3. Đặc điểm của hiện tượng thủy văn và phương pháp nghiên cứu	10
1.4. Vài nét về lịch sử phát triển của thủy văn học	12
CHƯƠNG II: SÔNG NGÒI VÀ SỰ HÌNH THÀNH DÒNG CHẢY SÔNG NGÒI.....	16
2.1. Hệ thống sông ngòi - Lưu vực.....	16
2.2. Các nhân tố khí hậu, khí tượng ảnh hưởng đến sự hình thành dòng chảy trong sông.....	23
2.3. Ảnh hưởng của yếu tố mặt đệm đến sự hình thành dòng chảy sông ngòi	32
2.4. Ảnh hưởng hoạt động dân sinh kinh tế đến chế độ dòng chảy sông ngòi	33
2.5. Dòng chảy sông ngòi	33
BÀI TẬP CHƯƠNG 2.....	44
CHƯƠNG III: LÝ THUYẾT XSTK ỨNG DỤNG TRONG TÍNH TOÁN THỦY VĂN	45
3.1. Một số kiến thức cơ bản về lý thuyết xác suất	45
3.2. Đại lượng ngẫu nhiên và luật phân bố xác suất của đại lượng ngẫu nhiên	47
3.3. Thống kê toán học ứng dụng trong tính toán thủy văn.....	52
3.4. Ứng dụng phương pháp thống kê toán học trong tính toán thủy văn.....	56
3.5. Phân tích tương quan	77
BÀI TẬP CHƯƠNG 3.....	90
CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY NĂM THIẾT KẾ	91
4.1. Khái niệm chung.....	91
4.2. Tính toán các đặc trưng dòng chảy năm thiết kế.....	100
4.3. Phân phối dòng chảy năm thiết kế.....	113
BÀI TẬP CHƯƠNG 4.....	120
CHƯƠNG V: TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ	123
5.1. Khái niệm chung.....	123
5.2. Công thức căn nguyên dòng chảy và sự hình thành đỉnh lũ	134
5.3. Tính toán cường độ mưa và lượng mưa thiết kế	139
5.4. Tính toán dòng chảy lũ thiết kế	143

5.5. Xác định dòng chảy lũ thiết kế khi không có tài liệu thực đo.....	161
BÀI TẬP CHƯƠNG 5.....	186
CHƯƠNG VI: TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY KIẾT THIẾT KẾ	188
6.1 Khái niệm dòng chảy kiệt.....	188
6.2 Nhân tố ảnh hưởng dòng chảy kiệt.....	188
6.3. Phương pháp xác định lưu lượng kiệt thiết kế	189
BÀI TẬP CHƯƠNG 6.....	193
CHƯƠNG VII: TÍNH TOÁN THỦY VĂN VÙNG SÔNG ẢNH HƯỞNG THỦY TRIỀU..	194
7.1. Một số kiến thức về thủy triều.....	194
7.2. Chế độ thủy văn vùng sông ảnh hưởng triều.....	205
7.4. Tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế vùng cửa sông ven biển	214
CHƯƠNG VIII: HỒ CHỨA VÀ ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY BẰNG HỒ CHỨA	226
8.1. Khái niệm về điều tiết dòng chảy và phân loại	226
8.2. Hồ chứa và công trình đầu mối	229
8.3. Các thành phần dung tích và mực nước của hồ chứa - Nguyên tắc lựa chọn.....	232
8.4. Bồi lắng hồ chứa và tính toán bồi lắng hồ chứa.....	238
8.5. Các yêu cầu về nước và phân loại	248
8.6. Tài liệu cơ bản dùng trong tính toán hồ chứa.....	248
BÀI TẬP CHƯƠNG 8.....	252
CHƯƠNG IX: TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT CẤP NƯỚC	253
9.1. Khái niệm chung.....	253
9.2. Tính toán điều tiết đối với hồ chứa điều tiết năm.....	258
9.3. Tính toán điều tiết đối với hồ chứa điều tiết nhiều năm	279
BÀI TẬP CHƯƠNG 9.....	304
CHƯƠNG X: TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ	306
10.1. Tiêu chuẩn chống lũ cho công trình và phòng lũ cho hạ du	306
10.2. Các biện pháp phòng chống lũ cho hạ du	309
10.3. Phương pháp tính toán điều tiết lũ.....	311
BÀI TẬP CHƯƠNG 10.....	336
CHƯƠNG XI: ĐIỀU PHỐI HỒ CHỨA	338
11.1. Khái niệm chung.....	338

11.2. Xây dựng biểu đồ điều phối hồ chứa điều tiết năm.....	341
11.3. Xây dựng biểu đồ điều phối cho hồ chứa điều tiết nhiều năm.....	346
11.4. Vận hành hồ chứa theo biểu đồ điều phối hồ chứa.....	347
BÀI TẬP CHƯƠNG 11	348
CHƯƠNG XII: ĐO ĐẠC VÀ CHỈNH LÝ SỐ LIỆU THỦY VĂN.....	349
12.1. Phân loại trạm quan trắc.....	349
12.2. Phương pháp đo và tính số liệu mực nước.....	352
12.3. Phương pháp đo và tính lưu lượng nước.....	358
12.4. Phương pháp đo và tính lưu lượng bùn cát	371
12.5. Phương pháp đo và tính độ mặn của nước sông vùng ven biển.....	380
PHỤ LỤC	383
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	410

LỜI MỞ ĐẦU

Thủy văn công trình là môn học cơ sở quan trọng đối với sinh viên các ngành Xây dựng Thủy lợi – Thủy điện, Xây dựng Cầu đường, Xây dựng Dân dụng – Công nghiệp và Quản lý dự án. Tùy theo yêu cầu của từng ngành kỹ thuật mà nội dung giảng dạy có những điểm khác biệt. Mục tiêu của Giáo trình Thủy văn công trình là giới thiệu những khái niệm cơ bản về dòng chảy sông ngòi, cung cấp những phương pháp tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế.

Giáo trình Thủy văn công trình do Bộ môn Cơ sở kỹ thuật thủy lợi – Khoa Xây dựng Thủy lợi- Thủy điện biên soạn có tham khảo các tài liệu liên quan đến lĩnh vực thủy văn và tài nguyên nước của Bộ môn Thủy văn công trình –Đại học Thủy lợi Hà Nội và tiếp cận những phương pháp tính toán hiện đại trên thế giới trong lĩnh vực tính toán thủy văn.

Giáo trình gồm 12 chương được chia làm 2 phần:

PHẦN 1: Tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế

Chương 1: MỞ ĐẦU

Chương 2: SÔNG NGÒI VÀ SỰ HÌNH THÀNH DÒNG CHẢY SÔNG NGÒI

Chương 3: ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT XSTK TRONG TÍNH TOÁN THỦY VĂN

Chương 4: DÒNG CHẢY NĂM THIẾT KẾ

Chương 5: DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ

Chương 6: DÒNG CHẢY KIẾT THIẾT KẾ

Chương 7 : TÍNH TOÁN THỦY VĂN CỦA VÙNG ẢNH HƯỞNG TRIỀU

PHẦN 2: Điều tiết dòng chảy

Chương 8 : KHO NƯỚC VÀ ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY

Chương 9: TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT CẤP NƯỚC

Chương 10: TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ

Chương 11 : ĐIỀU PHỐI KHO NƯỚC

Chương 12: ĐO ĐẠC VÀ DỰ BÁO THỦY VĂN

Giáo trình được biên soạn dùng làm tài liệu tham khảo nội bộ cho sinh viên các ngành xây dựng và quản lý dự án tại Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng. Mặc dù đã có nhiều cố gắng chọn lọc những nội dung cơ bản và kết hợp với sự những phương pháp hiện đại thực tế đang được áp dụng trong tính toán thiết kế, nhưng chắc chắn không tránh khỏi những sai sót và khiếm khuyết, rất mong nhận được sự góp ý để cuốn giáo trình được hoàn thiện hơn.

CHƯƠNG I: MỞ ĐẦU

1.1. Tài nguyên nước và vấn đề khai thác tài nguyên nước

I. Tài nguyên nước

1. Tầm quan trọng của tài nguyên nước

Nước là yếu tố quyết định đến sự tồn tại và phát triển môi trường sống. Nước là một loại tài nguyên thiên nhiên quý giá và có hạn, là động lực chủ yếu chi phối mọi hoạt động dân sinh kinh tế của con người. Nước được sử dụng cho nông nghiệp, phát điện, giao thông vận tải, chăn nuôi, thủy sản, cấp nước sinh hoạt, cấp nước công nghiệp, cải tạo môi trường v.v.

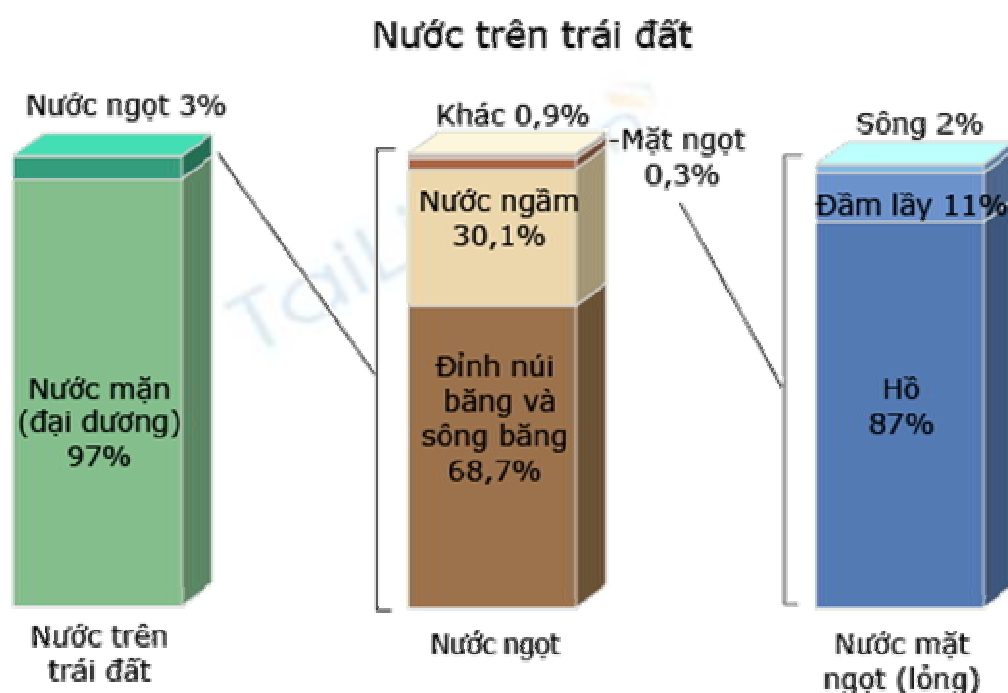
2. Các dạng tài nguyên nước

Nước tồn tại dưới những dạng khác nhau: Nước trên trái đất, ngoài đại dương, ở các sông suối, hồ ao, các hồ chứa nhân tạo, nước ngầm, trong không khí, băng tuyết và các dạng liên kết khác.

Bảng 1- 1: Ước lượng nước trên trái đất [8]

Hạng mục	Diện tích (10^6 Km^2)	Thể tích (Km^3)	Phần trăm của tổng lượng nước	Phần trăm của nước ngọt
1. Đại dương	361,3	1.338.000.000	96,5	
2. Nước ngầm				
- Nước ngọt	134,8	10.530.000	0,76	30,1
- Nước nhiễm mặn	134,8	12.870.000	0,93	
- Lượng ẩm trong đất	82,0	16.500	0,0012	0,05
3. Băng tuyết				
- Băng ở các cực	16,0	24.023.500	1,7	68,6
- Các loại băng tuyết khác	0,3	340.600	0,025	1,0
4. Hồ, đầm				
- Nước ngọt	1,2	91.000	0,007	0,26
- Nhiễm mặn	0,8	85.400	0,006	
- Đầm lầy	2,7	11.470	0,0008	0,03

5. Sông ngòi	148,8	2.120	0,0002	0,006
6. Nước sinh học	510,0	1.120	0,0001	0,003
7. Nước trong khí quyển	510,0	12.900	0,001	0,04
Tổng cộng	510,0	1.385.984.610	100	
Nước ngọt	148,8	35.029.210	2,5	100



Nguồn nước trên thế giới rất lớn nhưng nước ngọt mới là yêu cầu cơ bản cho hoạt động dân sinh kinh tế của con người

Nước ngọt chiếm tỉ lệ khoảng 3% tổng lượng nước trên trái đất. Trong đó,

- 2/3 trong số đó là băng tuyết ở các cực
- Đại bộ phận của phần còn lại là nước ngầm ở độ sâu từ 200 đến 600m, đa phần bị nhiễm mặn

Nước ngọt có thể khai thác được chiếm khoảng 1% tổng lượng nước trên trái đất

Nước phân bố không đều theo không gian và thời gian

Theo không gian:

- Vùng nhiều nước: Châu Âu, Châu Á
- Vùng ít nước: Châu Phi

Theo thời gian:

- Mùa mưa và mùa khô
- Mùa lũ và mùa kiệt

3. Đặc tính của tài nguyên nước

Gây lợi: Là động lực cho các hoạt động dân sinh kinh tế của con người

Gây hại: Lũ lớn, lũ quét, lụt lội gây thiệt hại về con người và tài sản

Tài nguyên nước được đánh giá bởi ba đặc trưng quan trọng: Lượng, chất lượng và động thái của nó:

□ Lượng nước: tổng lượng nước sinh ra trong một khoảng thời gian một năm hoặc một thời kỳ nào đó trong năm. Nó biểu thị mức độ phong phú của tài nguyên nước trên một vùng lãnh thổ.

□ Chất lượng nước: các đặc trưng về hàm lượng của các chất hoà tan và không hoà tan trong nước (có lợi hoặc có hại theo tiêu chuẩn sử dụng của đối tượng sử dụng nước).

□ Động thái của nước được đánh giá bởi sự thay đổi của các đặc trưng dòng chảy theo thời gian, sự trao đổi nước giữa các khu vực chứa nước, sự vận chuyển và quy luật chuyển động của nước trong sông, sự chuyển động của nước ngầm, các quá trình trao đổi chất hoà tan, truyền mặn v..v

II. Vấn đề khai thác tài nguyên nước

Khai thác nguồn nước có thể theo những mục đích khác nhau: cấp nước tưới, cấp nước cho công nghiệp, cấp nước cho sinh hoạt, phát điện, giao thông thủy, du lịch, cải tạo môi trường, phòng chống lũ lụt, tiêu úng, lấn biển v...v, có thể gọi chung là các yêu cầu về nước.

Yêu cầu sử dụng nước càng ngày càng tăng cùng với sự phát triển của các biện pháp thủy lợi sẽ làm thay đổi mạnh mẽ chế độ tự nhiên của dòng chảy sông ngòi. Chính vì vậy, theo quan điểm hiện đại, có thể coi **"Hệ thống tài nguyên nước là một hệ thống phức tạp bao gồm nguồn nước ở dạng tự nhiên hoặc dạng được tái tạo, hệ thống các yêu cầu về nước, hệ thống các công trình thủy lợi cùng với sự tác động qua lại giữa chúng và tác động của môi trường"**.

Nhiệm vụ của các quy hoạch sử dụng nước là sự thiết lập một cân bằng hợp lý với hệ thống nguồn nước theo các tiêu chuẩn đã được quy định bởi các mục đích khai thác

và quản lý nguồn nước. Đánh giá tài nguyên nước bởi vậy cũng cần được tiến hành với sự phân tích các tác động qua lại giữa các thành phần cấu thành hệ thống nguồn nước.

Những nét chính về phát triển nguồn nước trong tương lai

1. Nhu cầu cấp nước

2. Phát triển thủy điện

3. Giao thông thủy

4. Sản xuất công nghiệp

5. Phòng chống lũ lụt

6. Khai thác lợi dụng tổng hợp

1.2. Nhiệm vụ và nội dung của môn học thủy văn công trình

Thủy văn là môn khoa học nghiên cứu về nước trên trái đất, sự xuất hiện, chu kỳ và sự phân bố của nước, các đặc tính hoá học và lý học của nước và sự phản ứng của nước đối với môi trường, bao gồm cả mối quan hệ giữa nước với các vật sống. (HĐ Liên bang Mỹ về Khoa học và Công nghệ).

Thủy văn được ứng dụng trong:

- Thiết kế và vận hành các công trình thủy lợi
- Sản xuất năng lượng thủy điện
- Giao thông thủy
- Cấp và thoát nước đô thị
- Bố trí và xử lý các nguồn nước thải
- Phòng chống lũ lụt
- Phòng chống xói lở và bồi lắng phù sa
- Ngăn mặn xâm nhập
- Giảm nhẹ ô nhiễm, sử dụng nước cho các nhu cầu giải trí, bảo vệ nguồn cá và động vật hoang dã

Nhiệm vụ của môn học Thủy văn công trình là:

- Cung cấp những kiến thức cơ bản về sự hình thành dòng chảy sông ngòi, lưu vực, quá trình hình thành dòng chảy sông ngòi.

- Cung cấp các phương pháp tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế phục vụ công tác quy hoạch, thiết kế và thi công hệ thống công trình thủy lợi – thủy điện, giao thông và các công trình xây dựng khác.

- Phương pháp tính toán cân bằng nước trong hệ thống, đặc biệt là cân bằng nước đối với hệ thống hồ chứa nước.

1.3. Đặc điểm của hiện tượng thủy văn và phương pháp nghiên cứu

1.3.1. Đặc điểm của hiện tượng thủy văn

Các hiện tượng thủy văn là kết quả sự tác động của nhiều nhân tố tự nhiên. Dòng chảy sinh ra trên mặt đất phụ thuộc các yếu tố khí hậu, điều kiện địa hình địa chất, thảm thực vật, thổ nhưỡng v...v. Đó là một quá trình tự nhiên với đầy đủ tính chất vật lý của nó, biểu hiện phạm trù nguyên nhân và hậu quả. Nếu biểu diễn một cách hình thức quan hệ của dòng chảy sông ngòi với nhân tố tự nhiên tác động lên nó dưới dạng:

$$Y = f(X, Z) \quad (1-1)$$

trong đó: X là tập hợp các yếu tố khí tượng, khí hậu tham gia vào sự hình thành dòng chảy sông ngòi, biểu thị dưới dạng vector:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n), \quad (1-2)$$

với $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ là các đặc trưng khí tượng, khí hậu: mưa, bốc hơi, gió ...

Z là tập hợp các đặc trưng mặt đệm tác động lên sự hình thành dòng chảy sông ngòi, biểu thị dưới dạng vector:

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_m), \quad (1-3)$$

với $z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_m$ là các đặc trưng mặt đệm: diện tích lưu vực, độ dốc lưu vực, điều kiện địa hình, địa chất, lớp phủ thực vật

Nhóm các yếu tố khí tượng, khí hậu X biến động lớn theo thời gian, thường gọi là nhóm biến đổi nhanh. Sự biến đổi của loại này vừa mang tính chu kỳ, vừa mang tính ngẫu nhiên. Tính chu kỳ phản ánh quy luật thay đổi của xu thế bình quân, tính ngẫu nhiên thể hiện ở sự xuất hiện một giá trị cụ thể tại thời điểm nào đó của chu kỳ và sự lệch của nó so với giá trị bình quân.

Nhóm các nhân tố mặt đệm Z biến đổi chậm theo thời gian, thường gọi là nhóm biến đổi chậm. Tính quy luật của nó thể hiện qua sự biến đổi theo không gian tạo thành các vùng, miền có điều kiện mặt đệm đồng nhất. Tổ hợp của hai nhóm nhân tố, tham gia vào các quá trình dòng chảy theo quan hệ (1-1) quyết định tính chất của hiện tượng thủy văn. Hiện tượng thủy văn vừa mang tính tất định, vừa mang tính ngẫu nhiên.

a. Tính chất tất định của hiện tượng thủy văn thể hiện ở các mặt sau:

(1) Sự thay đổi có chu kỳ của các xu thế bình quân theo thời gian: chu kỳ một năm (mùa lũ, mùa kiệt); chu kỳ nhiều năm (nhóm ít nước xuất hiện với các nhóm nhiều nước).

(2) Tính quy luật biểu thị mối quan hệ vật lý của các nhân tố ảnh hưởng (X, Z) đến các đặc trưng dòng chảy Y . Mối quan hệ giữa các đặc trưng dòng chảy và các nhân tố ảnh hưởng trong nhiều trường hợp có thể biểu diễn bằng mô hình toán học dưới dạng các biểu thức toán học hoặc đồ thị.

(3) Sự biến đổi có quy luật theo không gian do bị chi phối bởi tính địa đới của các hoạt động khí hậu, khí tượng tổ hợp với những hình thế mặt đệm tương đối ổn định của từng khu vực trên lãnh thổ. Nhờ đó, có thể tiến hành xây dựng các bản đồ phân vùng hoặc các bản đồ đẳng trị.

b. Tính ngẫu nhiên của hiện tượng thủy văn phụ thuộc chủ yếu vào sự biến đổi ngẫu nhiên của nhóm nhân tố khí hậu, khí tượng.

1.3.2. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp nghiên cứu và tính toán thủy văn có thể chia làm hai loại: Phương pháp phân tích nguyên nhân hình thành và phương pháp thống kê xác suất.

1.3.2.1. Phương pháp phân tích nguyên nhân hình thành

Phương pháp phân tích nguyên nhân hình thành là phương pháp được xây dựng dựa vào tính tất định của hiện tượng thủy văn. Phương pháp phân tích nguyên nhân hình thành có thể phân loại như sau:

(1) Phương pháp phân tích căn nguyên

Trên cơ sở phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến sự hình thành các quá trình dòng chảy theo biểu thức (1-1), người ta thiết lập các mối quan hệ toán học giữa các đặc trưng thủy văn với các đặc trưng biểu thị nhân tố ảnh hưởng: hoặc bằng các biểu thức toán học, hoặc bằng các đồ thị, cao hơn nữa là các mô hình toán và mô hình mô phỏng hệ thống. Các mô hình mô phỏng hệ thống hiện nay được sử dụng rộng rãi trong tính toán thủy văn công trình.

(2) Phương pháp tổng hợp địa lý

Hiện tượng thủy văn mang tính địa đới, tính khu vực và biến đổi nhịp nhàng theo không gian. Bởi vậy, có thể xây dựng các bản đồ phân vùng, bản đồ đẳng trị các đặc trưng hoặc các tham số thủy văn. Bằng các bản đồ này có thể nội suy, ngoại suy các đặc trưng cần xác định trong tính toán thủy văn thiết kế.

(3) Phương pháp lưu vực tương tự

Phương pháp lưu vực tương tự được sử dụng rộng rãi trong tính toán thủy văn trong trường hợp không có tài liệu đo đạc thủy văn.

Nguyên lý cơ bản của phương pháp này là: các tham số và đặc trưng thủy văn của lưu vực không có tài liệu quan trắc được suy ra từ lưu vực khác, có tài liệu đo đạc thủy văn và có điều kiện hình thành dòng chảy tương tự như lưu vực cần phải tính toán.

Hai lưu vực được gọi là tương tự nếu như các kiện về mặt đệm, khí tượng, khí hậu tương tự nhau và tác động của các nhân tố đó đến tham số hoặc đặc trưng thủy văn đang xem xét là cũng tương tự nhau.

1.3.2.2. Phương pháp thống kê xác suất

Hiện tượng thủy văn mang tính ngẫu nhiên, do đó có thể coi các đại lượng thủy văn đặc trưng là các đại lượng ngẫu nhiên và có thể áp dụng lý thuyết thống kê xác suất để từ đó xác định các đặc trưng thủy văn thiết kế theo một tần suất thiết kế đã được quy định.

Trong thực tế cần thiết phải sử dụng kết hợp các phương pháp trên đây.

1.4. Vài nét về lịch sử phát triển của thủy văn học

1.4.1. Sơ lược về sự phát triển của thủy văn học trên thế giới

Thủy văn học có nguồn gốc phát triển từ thời cổ xa xưa. ở châu Á (theo UNESCO, 1974), người Trung quốc đã biết ghi chép quan trắc về mưa, mưa tuyết, tuyết và gió trên các quả âm dương ngay từ năm 1200 trước công nguyên. Rất có thể họ đã sử dụng các dụng đo mưa từ năm 1000 trước công nguyên và thiết lập hệ thống trạm quan trắc đo mưa từ năm 200 trước công nguyên.

Vào khoảng 4000 năm trước đây, người Ai cập đã tiến hành các quan trắc mực nước trên sông Nin với mục đích phòng chống lũ.

Việc sử dụng nguồn nước ngày càng tăng và do đó yêu cầu nghiên cứu hiện tượng thủy văn ngày càng trở nên cấp bách. Thủy văn học vì thế đã luôn luôn phát triển cả về phương pháp nghiên cứu cũng như kỹ thuật quan trắc, thu thập các số liệu thủy văn. Lịch sử phát triển của thủy văn học có thể sơ bộ chia ra các giai đoạn sau đây.

(1) Giai đoạn trước thế kỷ 18:

Đây là thời kỳ phát triển cổ điển của thủy văn học. Trong giai đoạn này việc phân tích các hiện tượng thủy văn chủ yếu mang tính định tính. Những quan trắc để thu thập các tài liệu thủy văn cũng đã được ứng dụng, nhưng chủ yếu là đo đạc mực nước. Việc tiến hành các quan trắc cũng mang tính cục bộ. Vào thời kỳ cuối của giai đoạn này (thời

kỳ Phục hưng) người ý đã chế tạo thành công máy đo lưu tốc và sử dụng nó để đo lượng nước ở các sông suối có yêu cầu khai thác nguồn nước.

(2) Giai đoạn từ thế kỷ thứ 18 đến đầu thế kỷ 20 (đến trước năm 1930):

Đây là thời kỳ phát triển mạnh của Thủy văn học do yêu cầu phát triển của các công trình giao thông và thủy lợi. Các phương pháp tính toán thủy văn được phát triển ở các nước có trình độ phát triển công nghiệp cao. ở Pháp, Bengorang công bố công trình nghiên cứu quan hệ mưa rào dòng chảy trên sông Xen. ở ý, Montarini đưa ra kết quả nghiên cứu chế độ thủy văn của sông Tibơ. Ở Hoa Kỳ Humpray và Abot đã quan trắc và phân tích chế độ thủy lực và lưu lượng nước trên sông Mixixipi. ở Nga, vào những năm 1865 - 1870, đã tổ chức hàng loạt các trạm quan trắc thủy văn để nghiên cứu diễn biến của sông ngòi, phục vụ giao thông thủy. Các công trình nghiên cứu có giá trị có thể kể đến là “ Vấn đề chuyển động của nước trong sông và sự hình thành dòng chảy sông ngòi” của J.S Leliapski (năm 1893), “Cơ cấu lòng sông” của V.M Lôchin (năm 1897).

Cuối thế kỷ 19, trên cơ sở tài liệu tích lũy được, A.J Vailâykôp phát hiện quan hệ giữa dòng chảy sông ngòi và khí hậu, ông đã phát biểu nhận xét nổi tiếng “ Sông ngòi là sản phẩm của khí hậu”. Đầu thế kỷ 20 một số công thức kinh nghiệm về xác định các đặc trưng thủy văn đã được công bố và sử dụng rộng rãi ở Châu Âu, ở Mỹ người ta đã tiến hành vẽ các đường đẳng dòng chảy năm trên lãnh thổ Hoa Kỳ.

Việc áp dụng các kết quả nghiên cứu thủy văn cho tính toán thiết kế các công trình thủy lợi còn nhiều hạn chế. Cho đến năm 1925 -1930 ở Nga D.J Koserin mới bắt đầu tổng hợp một cách hệ thống các tài liệu thủy văn và đưa ra một số phương pháp tính toán thủy văn phục vụ cho công tác thiết kế công trình.

(3) Giai đoạn từ 1930 - 1960:

Đây là thời kỳ phát triển mạnh mẽ và quan trọng nhất của thủy văn học. Với những kết quả nghiên cứu ở giai đoạn trước, thủy văn học đã phát triển thành một môn khoa học độc lập. Các nhà khoa học ở Liên Xô trước đây. Mỹ các nước châu âu, Ấn độ, Trung Quốc , Nhật Bản đã xây dựng thành công hệ thống cơ sở lý luận của tính toán thủy văn. Các nhà khoa học đã đưa ra các phương pháp tính toán hợp lý các đặc trưng thủy văn thiết kế trong quy hoạch, thiết kế các công trình thủy lợi. Một điều đáng chú ý là phương pháp thống kê xác suất đã được ứng dụng trong thủy văn do D.L Xôcôlôpski đề nghị và được phát triển bởi M.F Men ken, G.N Brokovic, G.A Alec-xây-ep, G.G Svanitze v.v.

Cũng trong giai đoạn này các mô hình toán đã được thiết lập và bắt đầu được sử dụng trong tính toán thủy văn, dự báo tác nghiệp, phân tích tính toán diễn biến lòng sông.

Các phương pháp tính toán điều tiết dòng chảy được xây dựng. Các nghiên cứu về dòng chảy năm, dòng chảy lũ, động lực học sông ngòi, động lực học cửa sông v...v đã được nghiên cứu một cách khoa học và rất cơ bản.

Cùng với sự phát triển hoàn thiện về các phương pháp nghiên cứu và tính toán, hệ thống các trạm quan trắc thủy văn được mở rộng và tổ chức một cách hệ thống. Các thiết bị và kỹ thuật đo đạc, phân tích số liệu thủy văn cũng được hiện đại hoá.

(4) Giai đoạn từ 1960 đến nay:

Đây là giai đoạn phát triển hiện đại của thủy văn học. Nhờ sự phát triển mạnh mẽ của máy tính điện tử và phương pháp tính, việc ứng dụng các mô hình toán học trong thủy văn được khai thác một cách triệt để. Sự phức tạp của hiện tượng thủy văn được giải quyết và ứng dụng một cách có hiệu quả trong thực tế sản xuất.

Xuất phát từ qua điểm hệ thống, các phương pháp tính toán thủy văn hiện đại cũng phát triển mạnh. Các phương pháp đó được xây dựng trong mối quan hệ tương tác giữa dòng chảy và các biện pháp công trình, các yêu cầu về nước của con người. Từ đó, các mô hình mô phỏng hệ thống đối với hệ thống nguồn nước phức tạp. Lý thuyết phân tích hệ thống được áp dụng để phân tích và tính toán các đặc trưng thủy văn trong quy hoạch và thiết kế hệ thống nguồn nước. Xu thế hiện đại của việc xây dựng các mô hình hệ thống là sự kết hợp giữa mô hình thủy văn, thủy lực, mô hình quản lý chất lượng nước.

Sự phát triển của phương pháp tính, các thiết bị quan trắc cũng được hiện đại hoá. Các thiết bị tự động trong đo đạc, kỹ thuật viễn thám v...v được ứng dụng rộng rãi.

1.4.2. Một số nét về lịch sử phát triển của thủy văn học Việt nam

Ở nước ta, trước thế kỷ 20 không thấy có những tư liệu nghiên cứu về thủy văn học. Tuy nhiên những quan trắc và phân tích định tính có thể đã có từ lâu. Không thể không có những quan trắc dù chỉ là rất thô sơ và những phân tích về thủy triều khi Ngô Quyền ở thế kỷ thứ 10 đã sử dụng quy luật thủy triều để đánh quân Nam Hán trên sông Bạch đằng. Từ 3000 năm về trước, từ đời Lã Vọng đã có bài ca về con nước rất có tác động đối với sản xuất nông nghiệp và ngư nghiệp. Các hệ thống đê điều đã được hình thành từ nhiều thế kỷ nay. Các sông đào như sông Đuống, kênh nhà Lê không thể thực hiện được nếu không có quan trắc và phân tích quy luật dòng chảy sông ngòi.

Tuy nhiên, chỉ đến đầu thế kỷ 20, khi người Pháp cai trị nước ta, hệ thống quan trắc khí tượng thủy văn mới được hình thành và có tài liệu ghi chép lại. Tài liệu sớm nhất được quan trắc vào năm 1902. Từ năm 1910 đến năm 1954 hệ thống quan trắc được mở rộng trên các hệ thống sông lớn và chủ yếu là đo mực nước.

Từ năm 1959 cho đến nay, hệ thống các trạm đo đạc thủy văn đã được mở rộng trên một quy mô lớn và hệ thống tổ chức quan trắc được coi là có hệ thống và đầy đủ nhất.

Cùng với sự phát triển của hệ thống các trạm quan trắc, đội ngũ cán bộ nghiên cứu thủy văn được đào tạo và lớn mạnh, các cơ quan quản lý và nghiên cứu được hình thành. Hiện nay đội ngũ cán bộ khoa học kỹ thuật ngành thủy văn Việt Nam đã lớn mạnh và có khả năng tiếp cận được với những tiến độ khoa học kỹ thuật thủy văn trên thế giới.

TaiLieu.vn

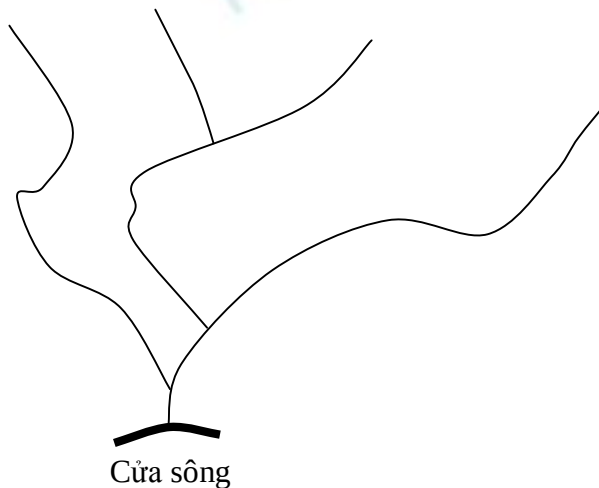
CHƯƠNG II: SÔNG NGÒI VÀ SỰ HÌNH THÀNH DÒNG CHẢY SÔNG NGÒI

2.1. Hệ thống sông ngòi - Lưu vực

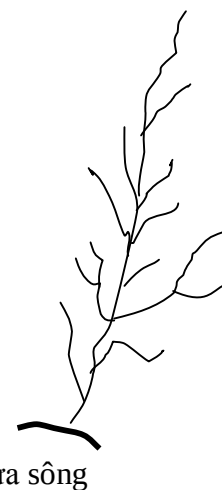
2.1.1. Hệ thống sông ngòi

Sông ngòi là sản phẩm của khí hậu. Hệ thống sông ngòi được hình thành dưới tác động bào mòn của dòng chảy do nước mưa hoặc tuyết tan cung cấp. Nước mưa rơi xuống đất, một phần bị tổn thất do bốc hơi, đọng vào các chỗ trũng và ngấm xuống đất, một phần dưới tác dụng của trọng lực chảy dọc theo sườn dốc tập trung tạo thành các lạch nước rồi sau đó tạo thành các khe suối hợp lưu với nhau tạo thành mạng lưới sông.

Các sông trực tiếp đổ ra biển hoặc vào các hồ trong nội địa gọi là sông chính. Các sông đổ vào sông chính gọi là sông nhánh cấp I, các sông đổ vào sông nhánh cấp I gọi là sông nhánh cấp II, cứ như thế mà suy ra các sông nhánh cấp tiếp theo.



Hình 2-1a: Sông hình nan quạt



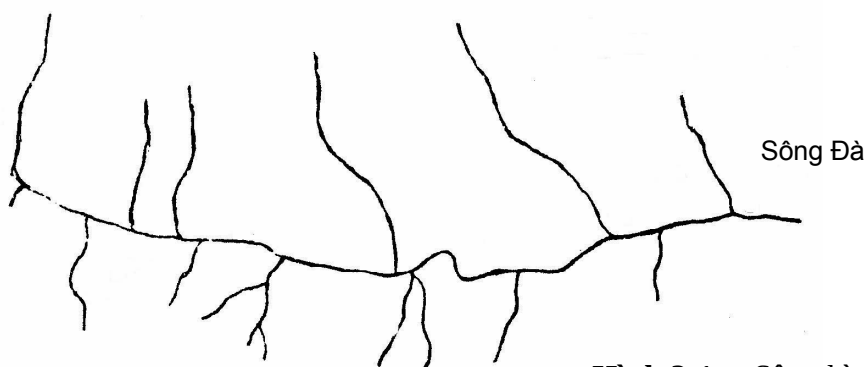
Hình 2-1b: Sông hình lông chim

Sông chính cùng với các sông nhánh của nó hợp thành *hệ thống sông ngòi*. Tên của hệ thống sông thường lấy theo tên của sông chính, chẳng hạn như hệ thống sông Hồng gồm sông Hồng và các nhánh Đà, sông Thao, sông Lô - Gâm hợp thành; hệ thống sông Thái bình gồm sông Thái bình, sông Cầu, sông Thương, sông Lục nam; hệ thống sông Mã gồm sông Mã, sông Chu, sông Âm, sông Bưởi; hệ thống sông Mê Kông gồm sông Tiền, sông Hậu, sông Tông Lê Sáp, biển Hồ v.v...

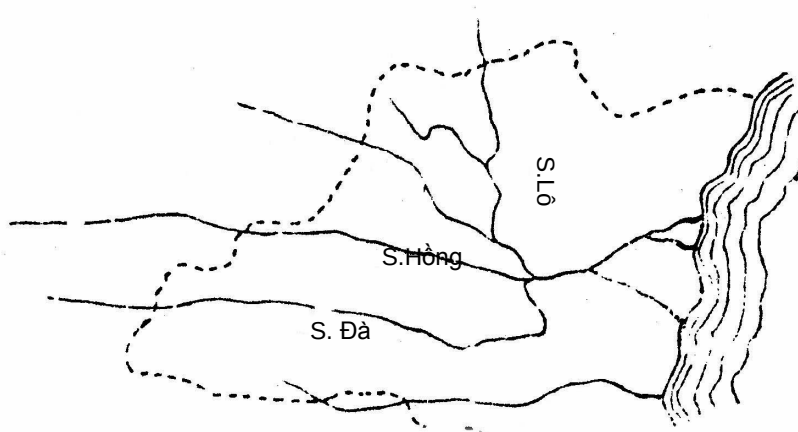
Sự phân bố của các sông nhánh dọc theo sông chính ảnh hưởng quyết định sự hình thành dòng chảy trên hệ thống sông. Có thể phân ra các loại: sông nhánh phân bố theo

hình nan quạt, trong đó các cửa sông nhánh lớn ở gần nhau (hình 2-1a), sông dạng hình lông chim trong đó các sông nhánh phân bố tương đối đều đặn dọc theo sông chính (hình 2-1b), sông nhánh phân bố theo hình cành cây (hình 2-1c), sông nhánh phân bố song song (hình 2-1d),... Nói chung, các sông lớn thường có sự phân bố các sông nhánh dạng hỗn hợp giữa hai hoặc ba hình thức trên. Chẳng hạn như hệ thống sông Hồng có sự phân bố sông nhánh dạng song song, nhưng trên các sông nhánh lại có kiểu phân bố dạng cành cây hoặc lông chim.

Một con sông phát triển đầy đủ thường có thể phân chia làm 5 đoạn có tính chất khác nhau: nguồn sông, thượng lưu, trung lưu, hạ lưu và cửa sông.



Hình 2-1c: Sông hình cành cây



Hình 2-1d: Sông hình song song

2.1.2. Lưu vực sông

1. Lưu vực sông và tuyến không chế

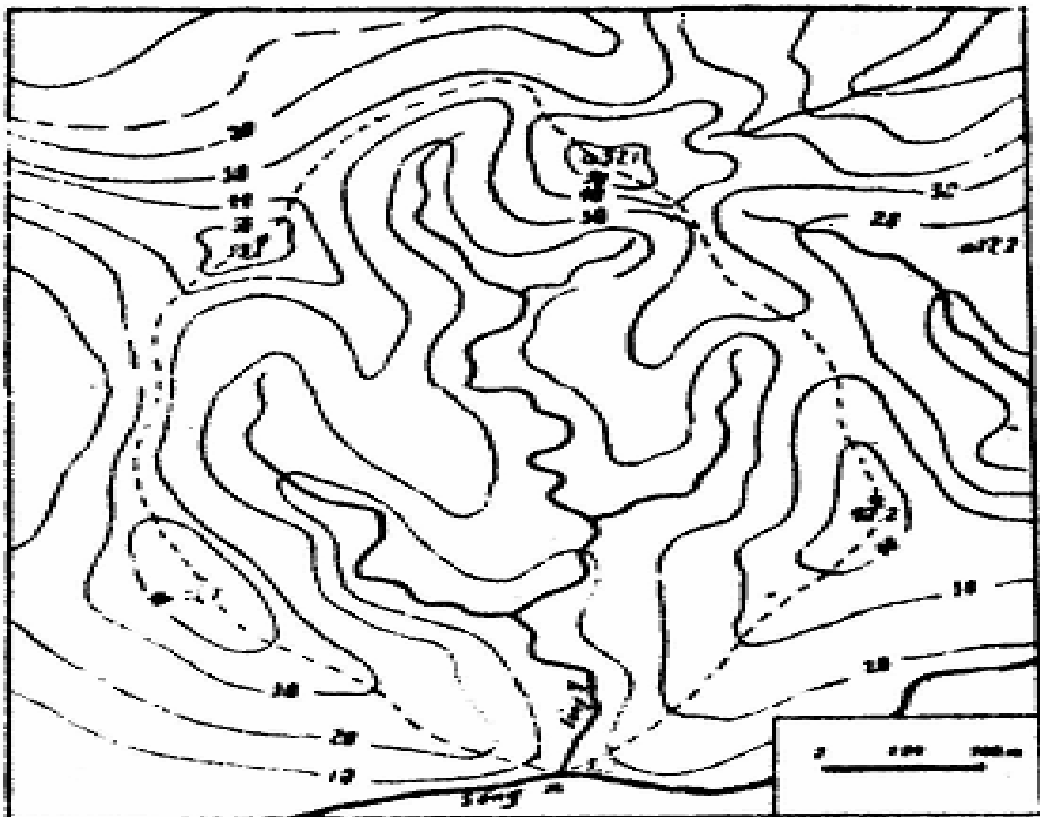
Lưu vực của một con sông (gọi tắt *lưu vực sông*) là phần mặt đất mà nước trên đó sẽ chảy ra sông (kể cả nước mặt và nước ngầm). Nói cách khác, lưu vực sông là khu vực tập trung nước của một con sông.

Nước trên lưu vực chảy theo hệ thống sông suối tập trung vào lòng chính, mặt cắt sông tại đó nước trên lưu vực chảy qua nó gọi là *tuyến khống chế*, còn gọi mặt cắt cửa ra của lưu vực. Tại mặt cắt cửa ra, nếu tiến hành đo đạc các yếu tố thủy văn sẽ thu được quá trình dòng chảy và lượng dòng chảy của lưu vực sông.

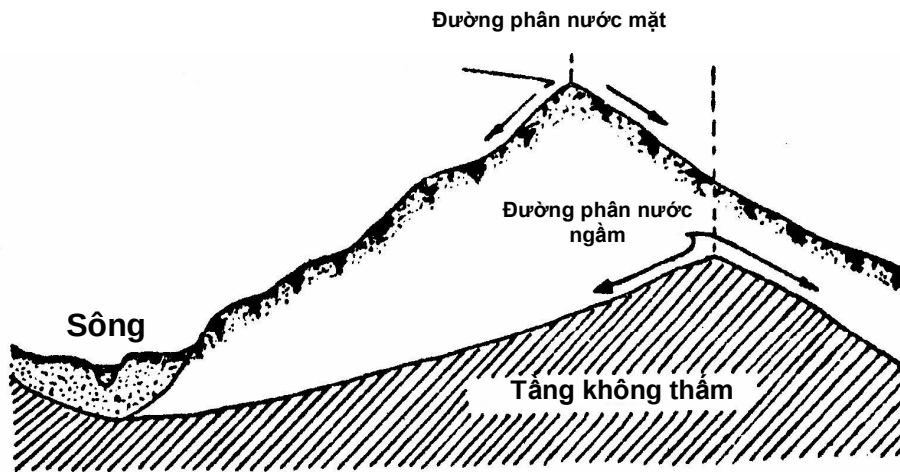
2- Đường phân nước của lưu vực sông

Đường phân nước của lưu vực sông là đường nối các điểm cao nhất xung quanh lưu vực và ngăn cách nó với các lưu vực khác ở bên cạnh, nước ở hai phía của đường này sẽ chảy về các lưu vực sông khác nhau.

Muốn xác định đường phân nước mặt phải căn cứ vào bản đồ địa hình có vẽ các đường đồng mức cao độ (xem hình 2-2).



Hình 2-2: Đường phân nước của lưu vực



Hình 2-3: Đường phân nước mặt và đường phân nước ngầm của con sông

Có hai loại đường phân nước: *đường phân nước mặt* và *đường phân nước ngầm*. Đường phân nước mặt là đường nối các điểm địa hình cao nhất trên mặt đất xung quanh lưu vực, nước mưa rơi xuống hai phía của nó sẽ chảy tràn theo sườn dốc tập trung vào hai lưu vực khác nhau (đường nét đứt trên hình 2-2).

Đường phân nước ngầm là đường phân chia sự tập trung nước ngầm giữa các lưu vực. Thường thì đường phân nước mặt và đường phân nước ngầm của một lưu vực không trùng nhau (Hình 2-3).

Trong thực tế việc xác định đường phân nước ngầm là rất khó khăn, bởi vậy thường lấy đường phân nước mặt làm đường phân nước của lưu vực sông và gọi là *đường phân lưu*.

3- Các đặc trưng hình học của lưu vực sông

a- Diện tích lưu vực

Diện tích khu vực được không chế bởi đường phân lưu và mặt cắt không chế gọi là diện tích lưu vực sông, thường ký hiệu là F và đơn vị dùng là km^2 . Sau khi định được đường phân lưu, diện tích lưu vực xác định được bằng máy đo diện tích hoặc bằng một số phương pháp khác, chẳng hạn như đếm ô vuông trên bản đồ có tỷ lệ định sẵn. Để xác định chính xác diện tích lưu vực, cần sử dụng các bản đồ có tỷ lệ thích hợp. Trong thực tế, người thường ta sử dụng các loại bản đồ tỷ lệ 1/10000, 1/25000, 1/50000 và 1/100000.

b. Chiều dài sông và chiều dài lưu vực

- Chiều dài sông (thường ký hiệu L_s) là chiều dài đường nước chảy trên dòng chính tính từ nguồn đến mặt cắt cửa ra của lưu vực.

- Chiều dài lưu vực L_{lv} là chiều dài đường gấp khúc nối từ cửa ra qua các điểm giữa của các đoạn thẳng cắt ngang lưu vực (vuông góc với trục sông chính) cho đến điểm xa nhất của lưu vực. Đơn vị đo chiều dài sông L_s và chiều dài lưu vực L_{lv} thường tính bằng km.

c. Chiều rộng bình quân của lưu vực

Chiều rộng bình quân của lưu vực B (đơn vị tính là km) bằng tỷ số giữa diện tích lưu vực và chiều dài lưu vực.

$$B = \frac{F}{L_{lv}} \quad (2-1)$$

d- Độ cao bình quân lưu vực

Độ cao bình quân của lưu vực H_{tb} (đơn vị m) có thể tính theo công thức:

$$H_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{H_{i-1} + H_i}{2} f_i}{\left(\sum_{i=1}^n f_i = F \right)} \quad (2-2)$$

ở đây: H_i - Cao trình của đường đẳng cao thứ i .

f_i - Diện tích bộ phận của lưu vực nằm giữa hai đường đẳng cao liên tiếp thứ i và $i-1$.

F - Diện tích toàn bộ lưu vực.

n - Số mảnh diện tích bộ phận giữa các đường đẳng cao (đồng mức về cao độ) của lưu vực.

e. Độ dốc lòng sông và độ dốc bình quân của lưu vực

- Độ dốc trung bình của sông tính theo lòng sông chính có thể dùng công thức sau:

$$J_s = 2\Omega/L^2 \quad (2-3)$$

Trong đó: Ω - Tổng diện tích nằm phía dưới đường nối các điểm cao độ theo trắc đồ dọc sông:

$$\Omega = \Omega_1 + \Omega_2 + \dots + \Omega_n$$

$$\Omega_i = \frac{Z_{i-1} + Z_i}{2} l_i$$

ở đây: Z_{i-1}, Z_i - Cao độ tại nút đầu và cuối của một đoạn sông đã trừ đi cao độ thấp nhất của lòng sông theo trắc dọc sông là Z_0 ; l_i - Khoảng cách tính theo lòng sông giữa nút đầu và cuối của một đoạn sông (xem hình 2-4).

- Độ dốc bình quân lưu vực có thể tính theo công thức: