

ĐO ĐẠC VÀ CHỈNH LÝ SỐ LIỆU THỦY VĂN

Nguyễn Thanh Sơn- Đặng Quý Phương



NXB Đại học Quốc gia Hà Nội 2003

Từ khoá: mực nước, độ sâu, vận tốc, lưu lượng, bùn cát, độ trong suốt, độ mặn, độ muối, lưu tốc kế, phao, thủy trực, trạm đo, tuyến đo

Tài liệu trong Thư viện điện tử Đại học Khoa học Tự nhiên có thể được sử dụng cho mục đích học tập và nghiên cứu cá nhân. Nghiêm cấm mọi hình thức sao chép, in ấn phục vụ các mục đích khác nếu không được sự chấp thuận của nhà xuất bản và tác giả.

LỜI TỰA

Giáo trình "Đo đạc và chỉnh lí số liệu thủy văn" trang bị cho sinh viên chuyên ngành thủy văn lục địa những kiến thức cơ bản nhất về việc thu thập và chỉnh lí số liệu thủy văn gồm hai phần:

Phần 1 - Đo đạc thủy văn do Nguyễn Thanh Sơn biên soạn từ chương 1 đến chương 7 bao gồm các phương pháp đo đạc và tính toán các đặc trưng cơ bản của chế độ nước : mực nước, độ sâu, vận tốc dòng chảy, lưu lượng nước và lưu lượng phù sa, độ mặn, nhiệt độ , màu sắc và độ trong suốt của nước. Giáo trình đề cập những vấn đề cơ bản về mặt nguyên lý của các dụng cụ và phương pháp đo cũng như những nét đặc trưng nhất của chế độ đo dòng chảy ở nước ta.

Phần 2 - Chỉnh biên tài liệu thủy văn do Đặng Quí Phụng biên soạn từ chương 8 đến chương 10 trình bày những phương pháp thông dụng nhất để chỉnh lí tài liệu đo đạc : mực nước, lưu lượng nước và lưu lượng phù sa liên quan đến những sai số do điều kiện đo đạc gây ra cần hiệu chỉnh. Phần này giới thiệu từ nguyên lý đến các bước tiến hành hiệu chỉnh các đặc trưng dòng chảy.

Tài liệu được viết cho sinh viên thủy văn các trường đại học có đào tạo chuyên ngành này. Một số qui định chi tiết đã viết rõ trong cuốn "Tiêu chuẩn ngành - Qui phạm quan trắc" do Tổng cục Khí tượng - Thủy văn ban hành năm 1994 chúng tôi chỉ giới thiệu chứ không đề cập lại. Trong quá trình biên soạn các tác giả đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp từ các đồng nghiệp. Đặc biệt các ý kiến của PGS. TS Nguyễn Văn Tuấn và TS. Cao Đăng Dư đã làm tăng nhiều chất lượng cuốn sách này.

Giáo trình chắc hẳn còn nhiều thiếu sót, chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp, bổ sung của các chuyên gia trong lĩnh vực này để hoàn thiện nó trong những lần sau.

CÁC TÁC GIẢ

NGUYỄN THANH SƠN - ĐẶNG QUÍ PHƯỢNG

ĐO ĐẠC VÀ CHỈNH LÍ SỐ LIỆU THỦY VĂN

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

PHẦN 1. ĐO ĐẠC THỦY VĂN

MỞ ĐẦU	8
CHƯƠNG 1. TRẠM ĐO ĐẠC THỦY VĂN VÀ HỆ THỐNG PHỤC VỤ ĐO ĐẠC	12
1.1. Phân loại trạm thủy văn	12
1.2 Phân cấp trạm thủy văn	13
1.3. Khảo sát chọn vị trí đặt trạm	13
1.3.1 Chọn đoạn sông và chỗ đặt trạm	13
1.3.2 Các công việc cần tiến hành	14
1.3.3. Các bước khảo sát	15
1.4. Khảo sát vị trí đặt trạm	16
1.4.1. Khảo sát kỹ thuật	16
1.4.2 Chọn tuyến đo	16
1.5. Chuyển trạm	18
1.6 Quy hoạch quan trắc chuỗi đo đạc thủy văn	18
CHƯƠNG 2. ĐO MỨC NƯỚC	20
2.1. Những khái niệm cơ bản về chế độ mực nước	20
2.2. Các nguyên tắc xây dựng công trình đo mực nước	21
2.3. Các công trình đo mực nước	23
2.3.1. Cọc đo	23
2.3.2. Thủy chỉ	24
2.3.3. Thủy chỉ cực đại trong ống sắt ở tuyến cọc	25
2.3.4. Thủy chỉ kim loại có ốc xoắn ở đáy	26
2.3.5 Thủy chỉ răng của Pronlov	26
2.3.6 Máy tự ghi mực nước	26
2.4. Chế độ đo mực nước	29
2.5. Cách đo mực nước	29
2.6. Tính toán đặc trưng của mực nước	30
2.6.1 Tính mực nước bình quân ngày	30
2.6.2 Tính mực nước bình quân tháng	31
2.6.3 Tính toán mực nước bình quân năm	31
2.6.4 Tính H_{max} , H_{min} thời đoạn	31
2.6.5 Tính chênh lệch mực nước	31
2.7 . Hiệu chỉnh mực nước	32
2.7.1 Hiệu chỉnh mực nước	32
2.7.2 Hiệu chỉnh thời điểm	33
2.7.3 Các loại bảng thống kê	33
CHƯƠNG 3. ĐO ĐỘ SÂU	35
3.1. Các dụng cụ đo sâu	36
3.1.1 Thước đo sâu	36

3.1.2 Sào đo.....	36
3.1.3 Tời cáp và tải trọng.....	36
3.1.4 Máy hồi âm	38
3.2. Chế độ đo sâu	40
3.3 Các phương pháp đo sâu.....	41
3.3.1. Đo sâu theo mặt cắt ngang.....	41
3.3.2. Đo sâu theo hướng dọc sông.....	46
3.4 .Chỉnh lý và tính toán tài liệu đo sâu.....	46
3.4.1 Chỉnh lý sơ bộ.....	46
3.4.2 Tính toán đặc trưng mặt cắt	47
CHƯƠNG 4. ĐO LƯU TỐC	49
4.1. Khái niệm về lưu tốc dòng nước.....	49
4.1.1. Mục đích nghiên cứu.....	49
4.2. Sự thay đổi lưu tốc theo thời gian và không gian	49
4.2.1 Phân bố của lưu tốc theo không gian	50
4.2.2. Sự thay đổi lưu tốc theo thời gian.....	52
4.3. Các phương pháp đo lưu tốc.....	52
4.3.1 Đo lưu tốc bằng máy đo lưu tốc.	52
4.3.2 Xác định số điểm đo trên một thủy trực.....	53
4.3.3. Phương pháp đo lưu tốc.....	56
4.4. Các dụng cụ đo vận tốc.....	57
4.4.1. Lưu tốc kế.....	57
4.4.2 Phao	61
4.4.3. Ống đo thủy văn.....	63
4.4.4 Xác định vận tốc bằng xác định lực tác động của dòng chảy lên vật trôi... ..	64
CHƯƠNG 5. LƯU LƯỢNG NƯỚC	66
5.1. Khái niệm.....	66
5.2 Phương pháp "lưu tốc - diện tích". Mô hình lưu lượng	66
5.3 Đo lưu lượng bằng lưu tốc kế.....	69
5.3.1. Chọn đoạn sông	69
5.3.2 Xác định hướng tuyến đo	69
5.4 Trang bị của tuyến đo thủy văn và phương pháp đo	70
5.4.1. Phương pháp chi tiết.....	71
5.4.2 Phương pháp cơ bản.....	71
5.4.3 Phương pháp rút gọn.....	71
5.4.4 Đo nhanh.....	71
5.5. Đo lưu lượng nước	71
5.6 Phương pháp tích phân đo vận tốc dòng chảy và lưu lượng nước.....	72
5.7 Tính toán lưu lượng nước	73
6.7.1 Phương pháp phân tích.....	73
5.7.2. Phương pháp phân tích chính xác	75
5.7.3 Phương pháp đồ giải	76
5.7.4 Phương pháp tính lưu lượng theo các đường đẳng lưu.....	77
5.8 Đánh giá sai số đo lưu lượng bằng lưu tốc kế	78

5.8.1 Nhóm sai số ngẫu nhiên.....	79
5.8.2 Nhóm sai số hệ thống.....	79
5.9 Đo lưu lượng bằng phao	80
5.9.1 Thiết kế công trình.....	80
5.9.2 Tính toán lưu lượng	80
5.10. Phương pháp xác định lưu lượng bằng tính toán	81
5.11. Xác định lưu lượng nước bằng phương pháp thể tích	81
5.12. Phương pháp trộn hỗn hợp để xác định lưu lượng	81
5.12.1. Phương pháp thả chậm chất hoà tan đại biểu.....	82
5.12.2 Phương pháp thả nhanh chất đại biểu tính lưu lượng.....	83
CHƯƠNG 6. ĐO LƯU LƯỢNG BÙN CÁT	85
6.1 Các khái niệm cơ bản	85
6.2. Chuyển động của phù sa trong sông	87
6.2.1. Chuyển động phù sa đáy.....	87
6.2.2. Chuyển động phù sa lơ lửng	87
6.2.3. Về chế độ đục và dòng chảy phù sa trong sông.....	88
6.2.4 Sự khoáng hoá của nước và dòng vật chất hoà tan.....	88
6.3. Nghiên cứu dòng phù sa lơ lửng	88
6.3.1 Dụng cụ lấy mẫu phù sa lơ lửng.....	88
6.3.2. Dụng cụ lấy mẫu phù sa đáy.....	89
6.3.3. Đo lưu lượng phù sa lơ lửng.....	89
6.3.4. Tính lưu lượng phù sa lơ lửng	91
6.3.5 Tính toán dòng chảy phù sa lơ lửng	94
6.4. Nghiên cứu phù sa đáy	96
6.4.1. Các dụng cụ để lấy mẫu phù sa đáy	96
6.4.2. Đo và tính lưu lượng phù sa đáy. Tính toán phù sa đáy.....	96
CHƯƠNG 7. ĐO MẶN, ĐO NHIỆT ĐỘ, MÀU SẮC VÀ ĐỘ TRONG SUỐT CỦA NƯỚC	98
7.1 Khái niệm về độ muối và độ mặn	98
7.1.1 Độ muối.....	98
7.1.2. Độ mặn.....	98
7.2 Vị trí và phương pháp lấy mẫu.....	99
7.2.1 Thuỷ trực lấy mẫu	99
7.2.2 Vị trí điểm lấy mẫu trên thuỷ trực.....	99
7.2.3 Dụng cụ lấy mẫu.....	99
7.3 Chế độ đo mặn.....	99
7.4 Phương pháp phân tích xác định độ mặn.....	100
7.4.1 Dụng cụ phân tích.....	100
7.4.2 Hoá chất và cách pha chế.....	100
7.4.3. Các bước phân tích để xác định độ mặn.....	101
7.5 Đo nhiệt độ nước	105
7.6. Xác định màu sắc và độ trong suốt của nước.....	105
7.7. Xác định chất lượng nước bằng máy đo hiện số	105

PHẦN 2. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU THỦY VĂN

GIỚI THIỆU	110
CHƯƠNG 8. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU MỰC NƯỚC	112
8.1. Mục đích và nhiệm vụ	112
8.2 Những nhân tố ảnh hưởng tới sự thay đổi của mực nước và những mực nước thường dùng.....	113
8.2.1 Nhân tố ảnh hưởng	113
8.2.2 Mực nước thường dùng.....	113
8.3. Phương pháp kiểm tra sai số của mực nước thực đo	113
8.3.1. Tính chất chung của sự thay đổi mực nước trong sông.....	114
8.3.2. Tính chất đặc biệt của sự thay đổi mực nước trong sông.....	115
8.4. Các phương pháp sửa chữa các sai số của mực nước (H) thực đo.....	117
8.4.1 Nội suy H_d và H_c thời đoạn	118
8.4.2. Tính theo quan hệ tương quan của mực nước H các trạm trên cùng một hệ thống sông	118
CHƯƠNG 9. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU LƯU LƯỢNG NƯỚC.....	121
9.1 Mục đích nhiệm vụ chỉnh lý tài liệu lưu lượng nước.....	121
9.1.1 Mục đích.....	121
9.1.2 Nhiệm vụ chỉnh lý tài liệu lưu lượng	121
9.1.3 Kiểm tra, sửa chữa tài liệu.	122
9.1.4. Phân tích quan hệ $Q=f(H)$	122
9.1.5 Phương pháp tính toán	125
9.1.6. Tính lưu lượng tức thời.....	125
9.1.7 Kiểm tra kết quả tính	127
9.1.8. Kiểm tra cân bằng nước	128
9.1.9. Kiểm tra tính chất lệch pha.....	130
9.1.10 Tổng hợp và thuyết minh.....	130
9.2. Quan hệ lưu lượng mực nước	130
9.2.1. Cơ sở khoa học và hữu ích kinh tế.....	130
9.2.2. Tính chất của quan hệ.....	131
9.3 Kéo dài các quan hệ tính lưu lượng nước.....	150
9.3.1. Kéo dài $Q = f(H)$ trung bình phần nước cao.....	150
9.3.2 Phương pháp kéo dài $Q = f(H)$ tương đối ổn định phần nước thấp.....	153
CHƯƠNG 10. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU CHẤT LƠ LỪNG	156
10.1. Các nhân tố ảnh hưởng tới độ đục nước sông.....	156
10.2. Mục đích và nhiệm vụ chỉnh lý số liệu chất lơ lửng	156
10.2.1 Kiểm tra số liệu chất lơ lửng	157
10.2.2. Phân tích số liệu thực đo chọn phương pháp tính $\bar{R}$:	157
10.2.3. Tính R bình quân thời đoạn và các đặc trưng	158
10.2.4. Kiểm tra kết quả tính	158
10.3. Các phương pháp tính R theo tương quan.....	158
10.3.1. Tương quan $R=f(Q)$	158
10.3.2 Tương quan $\bar{\rho}_t$ độ đục $\bar{\rho}_m = f(\bar{\rho}_t)$	159

Phần 1

ĐO ĐẶC THUYẾT VĂN

MỞ ĐẦU

Đo đạc thủy văn là một bộ phận của thủy văn học. Giáo trình đo đạc thủy văn giới thiệu những nguyên lý cơ bản của các phép đo đạc thủy văn trên thực tế được tiến hành ở trạm quan trắc cũng như lúc đi khảo sát thực địa. Biết đo đạc, chỉnh lý các số liệu thủy văn là một yêu cầu không thể thiếu được đối với một kỹ sư thủy văn.

Môn học giúp chúng ta tránh được những bờ ngõ khi tiếp xúc với công việc thực tế, biết tổ chức lấy số liệu phục vụ nghiên cứu khoa học và phục vụ các yêu cầu khác nhau của nền kinh tế quốc dân.

Các kết quả đo đạc thủy văn được sử dụng rộng rãi để khái quát hoá các qui luật của các hiện tượng và các quá trình thủy văn. Chúng giúp cho việc đưa ra các kết luận khoa học mới và khẳng định các lý thuyết trong cơ sở thủy văn học và phương pháp phân tích tính toán thủy văn.

Đo đạc thủy văn trực tiếp phục vụ giao thông vận tải, xây dựng các công trình thủy như: thủy lợi, thủy điện, khai thác ngư nghiệp, nông nghiệp, chống hạn hán và lũ lụt cũng như phục vụ các công trình du lịch, thể thao, nghỉ dưỡng, quốc phòng v.v..

Những nhiệm vụ cơ bản nhất của môn học đo đạc thủy văn bao gồm:

1. Xử lý các phương pháp và dụng cụ đo để xác định và tính toán định lượng các yếu tố của chế độ nước.

2. Đo đạc một cách có hệ thống các yếu tố chế độ thủy văn của đối tượng nghiên cứu nhằm xử lý được các đặc trưng nhiều năm của dòng chảy như: mực nước, lưu lượng nước và phù sa, thành phần hoá học, nhiệt độ, độ mặn của nước v.v..

Nghiên cứu chế độ nước rất cần thiết cho việc quy hoạch và tính toán khi thiết kế, thi công và vận hành các công trình thủy cũng như đưa ra các kết luận khoa học về tài nguyên nước.

Nội dung công tác đo đạc thủy văn bao gồm:

1. Đo đạc thủy văn nước khí quyển.

2. Đo đạc thủy văn nước mặt: sông ngòi, ao hồ và biển..

3. Đo đạc thủy văn nước ngầm.

Trong giáo trình này chỉ đề cập chủ yếu là đối tượng nước lục địa (sông ngòi, ao hồ, kho nước...). ở đây công tác đo đạc cụ thể là:

1. Xây dựng , trang bị các trạm và tiêu đo đạc thủy văn.

2. Đo sâu để nghiên cứu độ sâu và địa hình đáy sông hay thủy vực.

3. Quan trắc dao động mực nước.

4. Quan trắc độ dốc mực nước.

5. Quan trắc nhiệt độ nước

6. Đo vận tốc và hướng dòng chảy.

7. Đo lưu lượng nước và phù sa.

8. Xác định thành phần cơ giới của phù sa và trầm tích đáy.

9. Quan trắc màu sắc, độ trong suốt, mật độ và thành phần hoá học của nước.

Ngoài 9 yếu tố cơ bản trên còn có những quan trắc khác như: quan trắc sự xói lở lòng sông, chế độ sóng cũng như nghiên cứu chế tạo các máy đo mới nhằm nâng cao độ chính xác các tài liệu đo đạc thủy văn.

Nhiệm vụ cơ bản nhất của việc tính toán tài nguyên nước quốc gia là xác định số lượng và chất lượng , thành lập ngân hàng dữ liệu về sử dụng nước cho nhu cầu dân cư và kinh tế quốc dân để:

1. Lập kế hoạch sử dụng tài nguyên nước trước mắt và lâu dài, tiến hành các biện pháp điều phối nước đối với sự phát triển và phân bố các lực lượng sản xuất trên toàn lãnh thổ.

2. Thành lập sơ đồ tổng hợp cân cân nước, qui hoạch thủy lợi.

3. Tính toán thiết kế đối với các xí nghiệp, các công trình thuỷ lợi, giao thông thuỷ và công nghiệp cũng như các công trình khác có liên quan tới sử dụng nước.

4. Dự báo thay đổi các điều kiện thuỷ văn, lưu lượng nước và chất lượng nước.

5. Soạn thảo các biện pháp tăng cường hiệu quả công tác của hệ thống thuỷ lợi.

6. Điều khiển tác nghiệp của hệ thống thuỷ lợi.

7. Tiêu chuẩn hoá nhu cầu và đòi hỏi về nước và các chỉ tiêu chất lượng nước.

8. Soạn thảo các biện pháp đề phòng và chống các tác hại của nước.

9. Thực hiện kiểm tra quốc gia việc tiến hành các biện pháp sử dụng điều hoà nước và giữ nước.

10. Điều tiết nước giữa các nơi sử dụng nước.

ở nước ta công tác đo đạc thuỷ văn và vận dụng kiến thức thuỷ văn đã có từ rất lâu đời. Từ thuở Lê Chân khai khẩn đất hoang đến thời Ngô Quyền, Trần Hưng Đạo với các chiến thắng trên sông Bạch Đằng đã chứng tỏ việc áp dụng các kiến thức về nước vào nông nghiệp và quốc phòng của cha ông ta ngày trước. Song cho tới năm 1945, việc sáng lập Nha khí tượng mới đưa ngành thuỷ văn lên một bước phát triển rộng rãi, quan trắc thuỷ văn được coi là một công tác không thể thiếu được trong cơ cấu nền kinh tế quốc dân.

Việc thành lập Tổng cục Khí tượng - Thuỷ văn (TCKTTV) lại càng thúc đẩy sự phát triển của khoa học thuỷ văn một cách toàn diện và hệ thống hơn. Ngày nay trong tất cả các ngành khoa học điều tra cơ bản đều đề cập tới tài nguyên nước, lại càng tạo cho nó vị trí quan trọng.

Càng ngày càng có nhiều máy móc, dụng cụ tiên tiến ra đời trên cơ sở những tiến bộ khoa học kỹ thuật và công nghệ được đưa vào sử dụng. Từ các dụng cụ thô sơ ban đầu bằng thước gỗ, dây nay đã có các dụng cụ đo tiến tiến như các máy tự ghi, tự hiện và máy đo hồi âm. Từ chỉnh lý số liệu bằng tay hoặc toán đồ nay đã có các máy tính điện tử để chỉnh số liệu.

Từ việc chỉ quan trắc tới một vài yếu tố đến nay đã có hàng chục yếu tố được quan trắc tại các đài trạm. Hệ thống đài trạm ngày càng mở rộng kể cả số lượng lẫn chất lượng.

Hiện nay việc quan trắc đo đạc các yếu tố thủy văn để phục vụ dự báo đòi hỏi việc quan trắc thủy văn gắn liền với quan trắc các yếu tố khí tượng bằng các công cụ hiện đại. Kỹ thuật viễn thám, vệ tinh và kỹ thuật số đã được ứng dụng để hỗ trợ cho đo đạc thủy văn để phục vụ công tác dự báo. Một hệ thống quan trắc xử lý số liệu khí tượng thủy văn đã được liên kết với nhau trong hệ thống tự ghi, tự báo rất hiện đại đã được thiết lập tại Mỹ, Anh và các nước châu Âu.

CHƯƠNG 1. TRẠM ĐO ĐẶC THỦY VĂN VÀ HỆ THỐNG PHỤC VỤ ĐO ĐẶC

Để phục vụ nghiên cứu chế độ thủy văn người ta thường tiến hành quan trắc qua một mạng lưới các đài trạm, tiêu hoặc là thường xuyên, hoặc là tạm thời cũng như nhờ các công tác khảo sát thực địa.

1.1. PHÂN LOẠI TRẠM THỦY VĂN

Mạng lưới đài trạm quốc gia có thể phân làm 3 loại dựa vào đối tượng phục vụ như sau:

1. Trạm cơ bản: Thu thập số liệu phục vụ cho các công tác điều tra cơ bản nguồn nước. Vị trí đặt trạm mang tính chất đại biểu có tính khống chế cao cho một hoặc nhiều khu vực về sự thay đổi của các yếu tố thủy văn, thời gian hoạt động dài, có sự quản lý của một cơ quan thống nhất. Ví dụ, trạm thủy văn Hoà Bình là một trạm cơ bản khống chế cho cả lưu vực sông Đà có tài liệu quan trắc từ năm 1902.

2. Trạm dùng riêng: Thu thập số liệu phục vụ trực tiếp thiết kế, thi công, quản lý một công trình nào đó. Chế độ làm việc, thời gian làm việc của trạm tùy theo nhu cầu của chế độ phục vụ. Ngày nay số trạm này ngày càng xuất hiện nhiều hơn.

3. Trạm thực nghiệm: Trạm dùng để thử nghiệm các phương pháp đo đạc mới, để kiểm nghiệm công tác phục vụ và tính toán thủy văn.

Khi quyết định thiết kế đặt trạm cần chú ý đến các vấn đề sau:

a. Vị trí địa lý của trạm phụ thuộc vào sự biến đổi của các yếu tố khí tượng - thủy văn là điều kiện đồng nhất của môi trường địa lý nói chung.

b. Tính đặc trưng hay là mức độ phản ánh các đặc điểm của vùng nơi đặt trạm về địa hình, địa chất và kinh tế dân sinh. Trạm đo thường được bố trí gần khu vực dân cư.

c. Mức độ chính xác của việc xác định các yếu tố khí tượng thủy văn so với đòi hỏi của khoa học, kinh tế quốc phòng.

d. Kế hoạch xây dựng các biện pháp thủy lợi trong quy hoạch quốc gia.

e. Hạch toán kinh tế.

Trong công tác quy hoạch xây dựng đài trạm nói chung là phải làm sao đáp ứng được yêu cầu số trạm ít nhất vẫn có thể thu được các số liệu đầy đủ và tin cậy về chế độ nước của sông chính và các phụ lưu.

1.2 PHÂN CẤP TRẠM THỦY VĂN

Cấp trạm thủy văn phụ thuộc vào khối lượng công việc và quan trắc được thực hiện ở trạm. Người ta có thể chia trạm thủy văn ra làm 3 cấp.

1. Trạm thủy văn cấp I được quy định đo nhiều yếu tố thủy văn cơ bản như mực nước, lưu lượng nước và bùn cát, chế độ quy định cụ thể tùy thuộc vào sự thay đổi của các yếu tố thủy văn theo thời gian.

2. Trạm thủy văn cấp II chủ yếu là đo mực nước, còn các yếu tố khác như lưu lượng, bùn cát chỉ quan ở một số thời đoạn trong năm.

3. Trạm thủy văn cấp III chủ yếu là đo mực nước ngoài ra còn đo các yếu tố khác như: nhiệt độ nước, nhiệt độ không khí, lượng mưa.v.v...

Ngoài các trạm kiểu này đặt trên các sông, còn một số trạm đặc thù để nghiên cứu dòng chảy trên các khu vực nhỏ, trên vùng đất nông nghiệp, vùng cửa sông, ao hồ, đầm lầy.v.v...

1.3. KHẢO SÁT CHỌN VỊ TRÍ ĐẶT TRẠM

1.3.1 Chọn đoạn sông và chỗ đặt trạm

Yêu cầu: Đoạn sông và chỗ đặt trạm được chọn tùy vào mục đích và nhiệm vụ quan trắc đặt ra sao cho kết quả thu được phản ánh đầy đủ nhất những nét đặc trưng chính của chế độ nước đoạn sông đã cho.

Ở các vùng đồng bằng, nơi đặt trạm có đoạn sông phải thẳng có tính khổng chế cao, không có bãi bồi, có địa hình tương đối bằng phẳng, không có vũng hoặc nhánh, ít cây cỏ ven bờ, sông chảy một lòng, không có các cù lao hoặc đảo làm xoáy dòng chảy, không có nước vật, địa chất ổn định; nơi đặt trạm phải cách xa công trình thủy.

Ở các vùng núi, ngoài tiêu chuẩn như ở đồng bằng thì nên tránh những chỗ thác ghềnh mà chọn những nơi có dòng chảy tương đối êm ả để đặt trạm. Cần chú ý rằng những đoạn sông uốn khúc không nên đặt trạm vì nó gây khó khăn cho công tác đo đạc về sau.

Khi đặt trạm nhất thiết phải nghiên cứu dao động của mực nước để tránh phải dời trạm đo nước lũ dâng cao làm ngập trạm. Mặt khác phải chú ý đến địa hình toàn bộ lưu vực, khu vực ảnh hưởng đến truyền tín hiệu thông tin từ đài trung tâm đến các trạm quan trắc

1.3.2 Các công việc cần tiến hành

1. Xem xét đoạn sông: Điều tra dân cư ven vùng định đặt trạm để có những kiến thức cơ bản về các yếu tố của chế độ thủy văn như lũ, kiệt... ở chỗ đặt trạm

Xác định dao động của mực nước, tính chất dòng chảy, trạng thái bãi bồi và các bờ, các công trình công cộng.

2. Làm rõ đoạn nước dâng: Đoạn nước dâng thường làm giảm độ chính xác của các đo đạc thủy văn và gây phức tạp khi chỉnh lý số liệu. Các nguyên nhân gây ra nước dâng bao gồm: hoặc đập nhân tạo để điều chỉnh dòng chảy nằm phía dưới đoạn khảo sát, hoặc do phụ lưu đổ vào phía dưới tuyến đo; sự sụt lở đáy sông và hai bờ phía dưới tuyến đo đã chọn. Từ đó chỗ đặt trạm phải thỏa mãn:

+ Địa hình đoạn sông phải tương đối bằng phẳng, có chiều dài sao cho việc xác định chiều dài dòng chảy nằm trong phạm vi sai số cho phép. Nếu gọi $D\%$ là sai số cho phép về chiều dài dòng chảy, L - chiều dài dòng sông đặt trạm; B - chiều rộng trung bình đoạn sông thì với $D\% = (2 - 5)\%$ có $L = (3 - 5) B$

+ Đoạn sông đặt trạm phải nằm ngoài khu vực ảnh hưởng của nước dâng do các công trình nhân tạo hoặc do giao thoa các sông nhánh gây ra. Chiều dài khu vực nước dâng được tính theo công thức sau đây:

$$L_d = a \frac{h_0 + z}{I} \quad (1.1)$$

với L_d - Chiều dài đoạn nước dâng

h_0 - Chiều sâu bình quân của dòng chảy khi chưa có nước dâng

z - Chiều cao nước dâng lớn nhất

I - Độ dốc bề mặt nước khi chưa có nước dâng

a - Hệ số phụ thuộc vào tỷ số Z/h_0 - theo bảng sau:

z/h_0	5,0	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05
a	0,96	0,91	0,81	0,76	0,67	0,58	0,41	0,24

+ Trạm đo không chịu ảnh hưởng của thác ghềnh và các ảnh hưởng do sự hoạt động của con người làm thay đổi quy luật tự nhiên của dòng chảy.

+ Hai bờ sông cao, khống chế mực nước cao nhất, có điều kiện địa chất đảm bảo việc xây dựng các công trình đo đạc.

+ Hình dạng mặt cắt ngang và chiều rộng mặt nước trong đoạn sông không thay đổi đột ngột, tốt nhất là có mặt cắt dạng Parabol hoặc chữ V .

+ Mực nước phải được thay đổi đều đặn, phản ánh đúng quy luật thay đổi mực nước trong sông.

+ Tại tuyến đo mặt nước không có độ dốc ngang.

Ngoài ra cần chú ý đến các điều kiện sinh hoạt và đi lại của nhân viên đo đạc.

1.3.3. Các bước khảo sát

+ Khảo sát sơ bộ: Chọn đoạn sông trên bản đồ có tỷ lệ lớn.

+ Khảo sát thực địa đoạn sông từ 5 - 10 km và thu thập các tài liệu sau: tình hình địa hình, địa chất bờ và lòng sông, các điều kiện dòng chảy như thác ghềnh, phân lưu và nhập lưu, các công trình thủy; các số liệu khí tượng thủy văn khu vực; các điều kiện kinh tế dân sinh.

1.4. KHẢO SÁT VỊ TRÍ ĐẶT TRẠM

1.4.1. Khảo sát kỹ thuật

+ Lập bình đồ đoạn sông đặt trạm,(dài hơn đoạn sông chọn đặt trạm) đo địa hình đoạn sông bị ngập (đo sâu) và phần không ngập nước.

+ Vẽ một số mặt cắt ngang, mặt cắt dọc để chọn tuyến đo.

Đo đạc và điều tra các yếu tố thủy văn như mực nước lớn nhất, nhỏ nhất, phân bố lưu tốc trên mặt cắt, hướng dòng chảy trung bình v.v..

1.4.2 Chọn tuyến đo

Trạm cấp I bao gồm các tuyến đo lưu lượng, đo mực nước và đo bùn cát , đo độ dốc mặt nước, đo phao và đo độ mặn(với đoạn sông có ảnh hưởng triều)

a. Đo lưu lượng: Cách xác định lưu lượng phổ biến nhất hiện nay là phương pháp "lưu tốc - diện tích". Theo phương pháp này tại tuyến đo cần xác định các thành phần như lưu tốc nước, diện tích mặt cắt (đo sâu và đo khoảng cách giữa các thủy trực đo sâu). Tuyến đo lưu lượng tại mặt cắt phải đảm bảo:

- ☐ Mặt cắt vuông góc với hướng chảy bình quân.
- ☐ Hình dạng mặt cắt tốt nhất có dạng parabol (lòng chảo) hoặc không có bãi tràn và nước tù đọng.
- ☐ Sự phân bố lưu tốc trên mặt cắt tuân theo những quy luật chung, đảm bảo đo đạc thuận tiện theo các mùa.
- ☐ Diễn biến lòng sông không phức tạp, ổn định là tốt nhất.

b. Đo độ dốc mặt nước: Độ dốc mặt nước tự do là độ hạ thấp bình quân của mặt nước trên một đơn vị chiều dài dòng chảy,

Độ dốc được tính theo công thức sau:

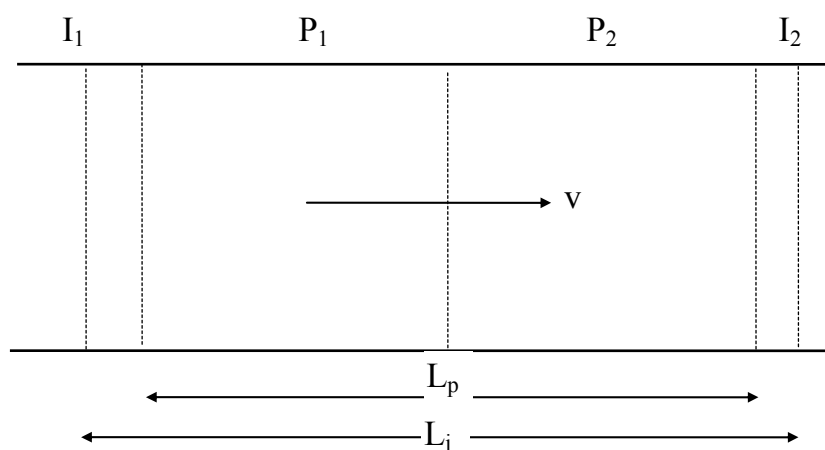
$$J = \frac{H_1 - H_2}{LL_j} = \frac{\Delta H_{1-2}}{L_j} \quad (1.2)$$

với J - độ dốc tính bằng phần vạn; H_1 - mực nước tại tuyến đo dốc trên H_2 - mực nước tại tuyến đo dốc dưới L_J - chiều dài dòng chảy giữa hai tuyến.

Để đảm bảo sai số của tài liệu cần chú ý đảm bảo các yêu cầu sau:

- Tuyến I_1 và I_2 phải cách đều tuyến đo lưu lượng;

Tại các tuyến phải phản ánh được qui luật mực nước, đặt trạm đo thuận tiện.



Hình 1.1 Sơ đồ tuyến đo phao và tuyến đo độ dốc

- Khoảng L_j phải tuân theo:

+ Sông miền núi $\Delta_{H1-2} = 25 - 50cm$

+ Sông đồng bằng $\Delta_{H1-2} = 10 - 20cm$

c. *Tuyến đo phao:* Nếu trong các trường hợp không cho phép đo lưu tốc bằng máy thì phải đo bằng phao, thường sử dụng trên các tuyến đo miền núi khi nước chảy xiết thuyền và người không đo trực tiếp được trên sông.

Khi đó ta cần chọn các tuyến thả phao và đo phao ở thượng lưu và hạ lưu tuyến đo lưu lượng P_1 và P_2 với khoảng cách $L_p = (50-80)V_{max}$.

Các tuyến đo mực nước, bùn cát, mặn, hoá nước và nhiệt độ lấy trùng với tuyến đo lưu lượng.

d. Trạm đo mực nước cấp III:

Trạm đo loại này phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Sông thẳng $L=(3-5)B$
- Không có nước tù
- Không có ghềnh, thác và công trình ảnh hưởng đến mực nước.

Tuyến đo đặt vuông góc với hướng chảy bình quân.

e. Trạm đo mặn thường kết hợp trên các đoạn sông có ảnh triều cùng với các tuyến đo khác của các yếu tố khí tượng và thủy văn .

1.5. CHUYỂN TRẠM

Chuyển trạm là trường hợp bất đắc dĩ làm phá mất tính liên tục thời đoạn của chuỗi số liệu tại điểm đo bởi vì một lý do nào đó. Khi chuyển trạm cần gắng thoả mãn các yêu cầu sau:

1. Chỗ đặt trạm mới càng gần chỗ cũ càng tốt để bảo đảm tính liên tục của quan trắc.

2. Nếu trạm đặt mới có chế độ mực nước khác thì không cần liên quan tới trạm cũ. Nếu cùng chế độ mực nước thì dựng một đồ thị quan hệ mực nước giữa hai trạm cũ và mới để kéo dài ít nhất 1 - 2 năm. Về sau tài liệu cần được xử lý để đảm bảo tính đồng nhất của chuỗi số liệu.

1.6 QUY HOẠCH QUAN TRẮC CHUỖI ĐO ĐẶC THỦY VĂN

Hệ thống quan trắc đo đặc thủy văn bao gồm các trạm cơ bản, trạm dùng riêng cấp I, II, III ...

Nguyên tắc qui hoạch hệ thống quan trắc đo đặc thủy văn như sau:

Đảm bảo tính không chế của từng trạm đo và không chế cả hệ thống.

Đảm bảo tính thuận tiện khi truyền các thông tin khí tượng thuỷ văn từ đài trung tâm về các trạm đo đặc thuỷ văn để đảm bảo sự chỉ đạo thống nhất và dễ dàng truyền các thông tin tự ghi, tự báo và phát báo.

Đảm bảo tính tối ưu về kinh tế: Số trạm không nhiều nhưng đảm bảo tính khống chế cao về thu thập thông tin.

Đảm bảo tính liên thông giữa các thông tin về khí tượng thuỷ văn cũng như các thông tin về phòng chống bão, lũ và khai thác nguồn nước.

Hệ thống quan trắc thuỷ văn ở Việt Nam: Hiện nay trên hệ thống sông ngòi gồm 2630 con sông lớn nhỏ của Việt Nam đã hình thành hệ thống quan trắc thuỷ văn khá tốt. Trên toàn bộ lãnh thổ nước ta có 232 trạm thuỷ văn được chia thành 9 đài khu vực trong đó có các trạm khí tượng. Chín đài khu vực đó là:

1. Đài Đông Bắc có 26 trạm thuỷ văn
2. Đài Tây Bắc có 12 trạm thuỷ văn
3. Đài Việt Bắc có 31 trạm thuỷ văn
4. Đài Bắc Trung Bộ có 34 trạm thuỷ văn
5. Đài Trung Trung Bộ có 28 trạm thuỷ văn
6. Đài Nam Trung Bộ có 12 trạm thuỷ văn
7. Đài Tây Nguyên có 15 trạm thuỷ văn
8. Đài đồng bằng Bắc Bộ có 27 trạm thuỷ văn
9. Đài đồng bằng Nam Bộ có 49 trạm thuỷ văn

Hình 1.2 cho ta thấy bức tranh phân bố một số trạm thuỷ văn thuộc các đài Tây Bắc, Việt Bắc, Đông Bắc và đồng bằng Bắc Bộ.

CHƯƠNG 2. ĐO MỰC NƯỚC

2.1 NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ CHẾ ĐỘ MỰC NƯỚC

Định nghĩa: Mực nước (thường ký hiệu là H , đo bằng cm , m) là độ cao mặt thoáng của dòng nước so với một mặt chuẩn qui ước. Có hai loại mực nước: tuyệt đối và tương đối. Mực nước tuyệt đối là cao trình mặt thoáng của nước so với cao trình "0 chuẩn quốc gia" - mực nước triều bình quân nhiều năm tại Hòn Dấu trên vịnh Bắc Bộ. Mực nước tương đối là cao trình mực nước so với "0 giả định" tùy theo từng trạm đo.

Lượng nước chảy trong các sông ngòi hoặc nằm trong sông ngòi, ao hồ, đầm lầy, đất đai trên lục địa thay đổi không ngừng. Do lượng nước luôn thay đổi như vậy nên mực nước bề mặt các thủy vực cũng thay đổi liên tục. Tính chất các dao động này được xác định bởi các ảnh hưởng của hàng loạt các nhân tố gây nên các dao động theo ngày, mùa, năm hoặc nhiều năm.

Dao động mực nước nhiều năm liên quan tới các dao động điều hoà của khí hậu do sự thay đổi chế độ hoàn lưu khí quyển. Các thời kỳ lạnh hoặc nóng gây ra sự giảm hoặc tăng lượng mưa, độ ẩm và bốc hơi dẫn tới tăng hoặc giảm dòng chảy và tương ứng với điều đó là mực nước dâng lên hoặc hạ xuống trên các ao hồ, sông ngòi...

Dao động nhiều năm của mực nước cũng có thể do các nguyên nhân địa chất (sự nâng hoặc hạ đáy thủy vực do các hoạt động kiến tạo) cũng như các hoạt động xói mòn hoặc tích tụ của ao hồ (thí dụ như ở thượng nguồn trên các con sông miền núi do quá trình bào mòn sâu đáy sông liên tục dẫn tới xu hướng hạ ổn định mực nước trung bình nhiều năm) gây ra. Những thay đổi mực nước nói trên không liên quan đến sự thay đổi lượng nước.

Các dao động mực nước năm được xác định chủ yếu do các điều kiện khí hậu trong năm, có nghĩa là do lượng mưa rơi trên bề mặt lưu vực, nhiệt độ, độ ẩm không khí và gió gây nên tổn thất ẩm qua bốc hơi.

Qui mô tồn thất do thấm trong đất đai phụ thuộc vào thành phần cơ giới của đất với cấu trúc địa chất và địa mạo lưu vực, kết hợp với các điều kiện khí tượng, đặc biệt vào các mùa thu, xuân.

Còn các dao động mực nước theo mùa trong sông ngòi, ao hồ và đầm lầy xác định chủ yếu bởi vị trí địa lý của lưu vực : nguồn nước, đầm lầy và biển. Chúng có một ý nghĩa kinh tế khoa học to lớn. Việc xây dựng cầu cống, đập trạm thủy điện, các công trình ven bờ cũng như các hệ thống kênh đào thủy nông, đường sá và các vùng dân cư phải chú ý đến việc tính toán chế độ nước và dao động của mực nước trong khu vực thi công.

Ví dụ: Xây cầu khi nước dâng có thể làm cản trở tàu thuyền, hoặc bị ngập; kênh đào có thể thiếu nước vào mùa kiệt; các công trình ven bờ có thể bị phá hủy do lũ; giao thông thủy bị tắc nghẽn...

Nghiên cứu mực nước giúp cho việc điều khiển vận hành hợp lý sự sử dụng nước cho các lĩnh vực kinh tế quốc dân khác nhau như thủy điện, giao thông. ..

Trong đo đạc thủy văn mực nước là một đặc trưng quan trọng để tính toán dòng chảy trên cơ sở quan hệ thực nghiệm $Q=f(H)$ để xác định lưu lượng. Việc đo mực nước H dễ và rẻ tiền hơn lưu lượng Q rất nhiều, nên qua việc đo H ta có thể xây dựng được một bức tranh tương đối cụ thể về dao động của lưu lượng nước Q trong năm.

2.2 CÁC NGUYÊN TẮC XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐO MỰC NƯỚC

Quan trắc mực nước trên các trạm cần được tổ chức sao cho tài liệu quan trắc đảm bảo được:

1. Theo một trạm có so sánh cho toàn bộ thời kỳ hoạt động của trạm.
2. Cho phép so sánh kết quả quan trắc thu được tại các trạm phân bố trên một đối tượng nghiên cứu. Các yêu cầu trên chỉ có thể thỏa mãn khi trên tất cả mọi trạm duy trì một hệ thống quan trắc thống nhất.

Mỗi trạm đo mực nước bao gồm:

a. Các công trình đo mực nước bao gồm hệ thống cọc đo, thủy chí, thước đo và máy tự ghi. Việc mô tả chi tiết các dụng cụ này và cách sử dụng chúng sẽ trình bày ở phần sau.

b. Ký hiệu độ cao không đổi. Mực nước đo trên các dụng cụ đo phải quy về một mặt chuẩn quy chiếu của trạm có cao độ, là hằng số đối với thời gian trạm tồn tại.

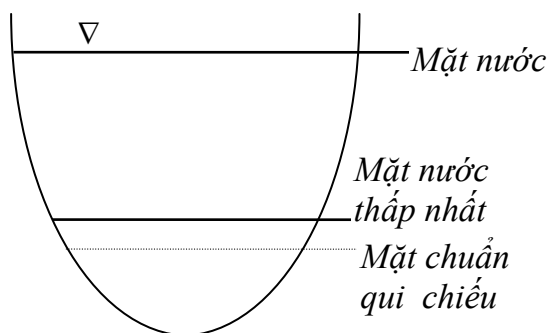
Cao độ mặt quy chiếu của trạm được chọn khi xây dựng được trạm sao cho mặt quy chiếu nằm sâu hơn mực nước thấp nhất tại tuyến đo ít nhất là 0,5 m. Như vậy để cho việc lấy số đo mực nước luôn luôn dương. Trên các con sông không ổn định khi chọn độ cao trên mặt chuẩn cần tính đến xói lở đáy sông thấp nhất. Khi có hàng loạt trạm trên một đoạn sông ngắn (5km), ít dốc có thể chọn chung cho cả tuyến trạm một cao độ mặt chuẩn quy chiếu chung. Một cao độ quy chiếu chung cũng thường được chỉ định cho tất cả các trạm đo mực nước tại hồ, kho nước.v.v

Trên kho nước cao độ mặt chuẩn quy chiếu cho thấp hơn mực nước thiết kế 0,5-1,0 m trong phần đập chứa nước.

Trong một số trường hợp có khả năng bắt buộc thay đổi cao độ mặt chuẩn quy chiếu. Sự thay đổi độ cao mặt chuẩn quy chiếu được tiến hành trong các trường hợp sau đây:

1. Khi phải di chuyển trạm đến một khoảng cách khá xa so với trạm cũ.
2. Do chọn mặt quy chiếu không chuẩn (cao hơn mực thấp nhất, dẫn đến mực nước có giá trị âm khi đo).
3. Do chế độ mực nước thay đổi đột ngột mà khi định mặt chuẩn quy chiếu không lường trước được (xây dựng đập, kho nước v.v.. sau khi đặt trạm).
4. Ngoài ra còn có thể thay đổi mặt chuẩn quy chiếu khi các cơ quan trắc địa nhà nước yêu cầu.

Vị trí cao độ của mặt chuẩn quy chiếu được xác định bởi khoảng cách h_0 theo phương thẳng đứng từ cọc chuẩn của trạm đo.



Từ độ cao tuyệt đối của cọc chuẩn ta có thể tính được cao độ tuyệt đối của mặt chuẩn quy chiếu và các cọc đo. Ngoài mặt quy chiếu trên các trạm còn có "0" quan trắc. Khái niệm "0" quan trắc có thể hiểu đó là mặt chuẩn nào đó người ta dùng để đọc số đo khi đo đạc vào thời điểm quan trắc. Khác với mặt chuẩn quy chiếu, "0" quan trắc có thể thay đổi theo mức độ dao động của mực nước và số lượng của các cọc đo và thủy chí, hoặc giả có sự di chuyển hoặc thay đổi các cọc. Số gia của "0" quan trắc ở các thủy chí, cọc đo so với mặt chuẩn quy chiếu gọi là hiệu các cao độ của chúng có tên là số hiệu chỉnh của các cọc và thủy chí đó. Như vậy việc quan trắc tại trạm đo mực nước chỉ có thể bắt đầu khi mà:

1. Chọn được cao độ mặt chuẩn quy chiếu.
2. Trắc địa từ cọc chuẩn của trạm để xác định điểm 0 của thủy chí, cọc đo với mặt chuẩn quy chiếu.
3. Tính được số hiệu chỉnh của toàn bộ các thủy chí, cọc đo với mặt chuẩn quy chiếu.

Việc quan trắc mực nước được tiến hành như sau:

- 1) Người quan trắc viết các số thứ tự thủy chí (hoặc cọc đo) và số đọc khi tiến hành đo (đơn vị đo qui về chuyển thành *cm*).
2. Tính độ cao(*cm*) của mực nước quan trắc so với mặt chuẩn quy chiếu của trạm như là một tổng của các số đo trên thủy chí(cọc) và số hiệu chỉnh của chúng. Nếu cần quy về cao độ tuyệt đối thì thêm vào cao độ tuyệt đối của mặt chuẩn quy chiếu trạm đó.

2.3. CÁC CÔNG TRÌNH ĐO MỰC NƯỚC

2.3.1. Cọc đo

cọc thường dùng ở các trạm trên bờ các sông có lòng sông thoải thoải(đồng bằng), nhiều thuyền bè qua lại hoặc dùng cả các sông miền núi có nhiều vật trôi trên dòng sông vào mùa lũ.

Vật liệu dùng làm cọc có thể là bê tông, sắt có thiết diện ngang là hình chữ nhật cạnh từ 10-15 *cm* hoặc hình tròn có đường kính là 10-15 *cm* Chiều dài của cọc ngập

vào vùng đất cứng ít nhất là 50 cm và nhô lên khỏi mặt đất từ $10\text{-}20\text{ cm}$. Nếu là cọc gỗ hoặc bê tông thì ở đầu phải bịt sắt $z = 10\text{-}15\text{ cm}$ nhô lên khỏi mặt cọc 10 mm để dẫn cao độ. Số lượng cọc mỗi tuyến đo tùy thuộc vào địa hình bờ sông và biên độ dao động mực nước mà quy định. Khi xây dựng hệ thống cọc đo cần đảm bảo yêu cầu sau đây:

- Chênh lệch cao độ giữa hai cọc kề nhau thường từ $20\text{-}40\text{ cm}$, không vượt quá 80 cm .

- Đầu cọc trên cùng phải cao hơn mặt nước lớn nhất từ $25\text{-}50\text{ cm}$, độ cao đầu cọc cuối phải thấp hơn mực nước thấp nhất từ $25\text{-}50\text{ cm}$.

- Đánh số thứ tự các cọc từ cao nhất đến thấp nhất.

Tại các trạm có các điều kiện địa chất và kinh tế nên xây các bậc thang bê tông có gắn cọc để tăng tuổi thọ của công trình. Sau khi đóng cọc xong nhất thiết phải trắc địa toàn bộ các cọc đã cho, tính toán các hiệu chỉnh so với mặt chuẩn quy chiếu cho các cọc vừa mới đưa vào sử dụng. Cùng với các cọc để đo mực nước người ta còn sử dụng thêm thủy chí rời cầm tay tiêu chuẩn dài 100 cm có chia ra từng cm một (thường làm bằng một ống kim loại nhẹ).

2.3.2. Thủy chí

Thủy chí được dùng ở những nơi lòng sông dốc, ít thuyền bè qua lại. Mỗi trạm đo thường dùng từ 2-3 thủy chí. Trạm đo mực nước bằng thủy chí tương đối thuận lợi và rẻ tiền. Thủy chí đặt tốt nhất là ở các kênh có dao động mực nước năm từ $2 - 3\text{ cm}$.

Thủy chí có thể làm bằng bằng gỗ, sắt tráng men hoặc sắt sơn.

Thủy chí gỗ thường không bền vững, sơn vạch trên gỗ dễ bị nước làm bong ra dùng không được tiện lợi lắm. Thông thường thủy chí bằng gỗ có kích thước như sau: dài $1,5\text{-}4\text{ m}$, rộng $8\text{-}15\text{ cm}$, dày $2\text{-}5\text{ cm}$. Trên bề mặt có khắc độ dài cách nhau $1\text{-}2\text{ cm}$ hoặc 5 cm (giống như mia trắc đạc).

Trên các các đoạn trạm dùng lâu nên dùng thủy chí bằng sắt sơn, hoặc sắt tráng men là tốt nhất. Trong các chuyến đi thực địa có thể dùng các loại thủy chí dây kim loại có vạch chia từng cm .

Ở những nơi có cầu cống, các thủy chí có thể gắn vào đó vĩnh viễn. Nếu ở cầu nên đặt thủy chí về phía đón dòng chảy, nên đặt thủy chí sao cho chiều dẹt của nó cắt dòng chảy để tránh gây nước dâng.

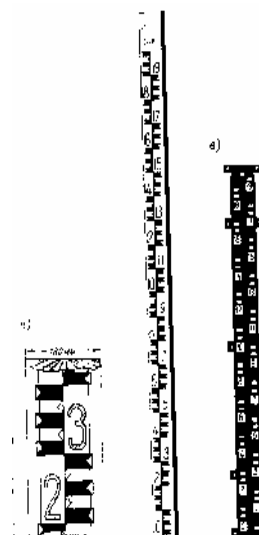
* Ở những nơi không có cầu cống, thủy chí được gắn vào các cọc, để bảo vệ thủy chí người ta thường xây dựng hệ thống bảo vệ.

* Ở các đập nước thường gắn hai thủy chí đo mực nước tuyến trên và đo mực nước tuyến dưới đập nước.

Điểm 0 của mỗi thủy chí trên tuyến đo phải được xác định so với mặt chuẩn quy chiếu. Cao trình điểm 0 thủy chí nằm trên phải thấp hơn cao độ điểm trên cùng của thủy chí nằm dưới tiếp theo ít nhất là 20 cm.

Trên đây là các trạm thủy chí đặt theo chiều thẳng đứng. ở một số nơi thuận tiện có thể đặt thủy chí nghiêng góc. Thủy chí đặt nghiêng có lợi ở chỗ nó được bảo vệ tốt hơn. Thủy chí được phân chia các nấc bằng $2/\sin a$ với a là góc nghiêng của thủy chí so với mặt nằm ngang. Như vậy mỗi nấc chia tương ứng với 2 cm như là thủy chí đặt thẳng đứng.

Trong thực tế có thể có trạm người ta đặt cọc xen kẽ với thủy chí để đo đạc. Có thể đo mực nước cao nhất, thấp nhất bằng thủy chí chuyên dụng.



Quan trắc mực nước trên các trạm đo cứ 1 hoặc 2 lần trong ngày không cho phép xác định mực nước lớn nhất và bé nhất trong ngày. Mà giá trị đó của đặc trưng mực nước đặc biệt quan trọng để xác định giới hạn dao động của mực nước. Vị trí giới hạn của mực nước trong các thời kì quan trắc được đọc theo các thủy chí cực đại và cực tiểu chuyên dùng.

2.3.3. Thủy chí cực đại trong ống sắt ở tuyến cọc

Cấu tạo: Gồm các ống sắt rỗng đường kính 5cm đặt trên cọc cố định. Phía dưới đuôi một vài lỗ cho nước thoát vào trong ống. Đo bằng cách dùng một thước nhỏ đường

kính 1cm dày lấy lỗ. Trên thước có chia khoảng cách từng 1cm; thả vào một ít bột phấn. Ranh giới phấn bám vào thước cho ta mực nước cực đại giữa hai thời điểm đo.

2.3.4. Thủy chí kim loại có ốc xoắn ở đáy

Cấu tạo nguyên tắc như ở trên song không khoan đáy, có thể khoan sâu vào đất 0.7m. Khi dùng thủy chí này cần đo "0" quan trắc trước khi đo đạc.

2.3.5 Thủy chí răng của Pronlov

Dùng để đo mực nước nhỏ nhất. Trên thủy chí treo một phao có thể hạ xuống cùng mực nước song khi nước lên nó bị các răng cưa giữ lại và có thể nó giữ lại được mực nước bé nhất trong khoảng giữa hai kì quan trắc. Nếu cấu tạo ở dạng ngược lại của thủy chí prolov có thể dùng để đo mực nước cực đại.

Ngoài ra, người ta còn dùng trạm định vị Y.52 để xác định mực nước cao và thấp nhất.

Cấu tạo trạm định vị gồm:

- ☐ Một bộ phận phao để truyền dao động cho mực nước
- ☐ Một bộ phận đo và bảng số có các mũi tên chỉ mực nước tức thời, cao nhất, thấp nhất.
- ☐ Tất cả được đặt trong một hệ thống bảo vệ

2.3.6 Máy tự ghi mực nước

a. Máy tự ghi mực nước theo nguyên tắc " nước nổi, thuyền nổi"

Máy tự ghi mực nước có nhiều loại khác nhau. Căn cứ theo phương trực trống quần giấy có thể phân thành hai loại chính:

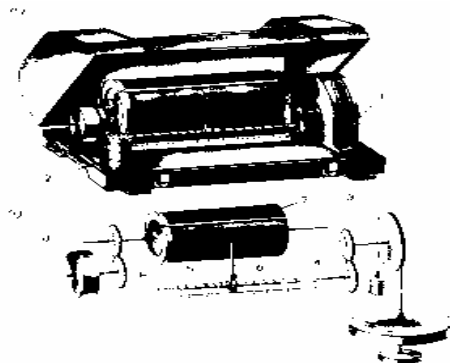
- + *Loại trực ngang*: có trực trống quần giấy nằm ngang khi máy hoạt động
- + *Loại trực đứng*: có trống quần giấy đặt theo chiều thẳng đứng khi máy hoạt động.

Ngày nay trên các trạm ở nước ta và các nước xã hội chủ nghĩa trước đây rất thông dụng trong vận hành máy tự ghi mực nước của Liên Xô điển hình nhất là máy tự ghi mực nước Vandai.

Cấu tạo máy tự ghi mực nước Vandai gồm các bộ phận chính sau:

1) *Trống quần giấy tự ghi*: trục trống gắn liền với các đĩa quay. Giấy tự ghi là một loại giấy kẻ li có tỷ lệ phụ thuộc vào cấu tạo của máy.

2) *Kim tự ghi*: Kim tự ghi cấu tạo tương tự như một ngòi bút có phễu chứa mực. Kim trượt được trên một trục đặt song song với trống quần giấy chuyển động theo sự điều khiển của một đồng hồ.



Hình 2.3 Máy tự ghi mực nước "Valdai"

3) *Phao*: có dạng là một hình trụ rỗng làm bằng tôn, đồng thời có tác dụng truyền dao động mực nước tới đĩa quay qua hệ thống dây ròng rọc.

4) *Các đĩa quay*: Gắn vào các trục. Các trục này gắn với trống quần giấy. Nhờ các đĩa quay này mà sự dao động của các phao truyền đến được trống quần giấy. Mỗi máy có 1-2 đĩa quay với đường kính khác nhau để nhận biểu đồ mực nước với tỷ lệ khác nhau.

5) *Đồng hồ*: dùng chỉ thời gian có liên hệ tới sự chuyển động của kim tự ghi. Cứ 24 giờ phải lên dây cót một lần.

6) *Thân máy và hộp máy* để gắn các bộ phận.

7) *Đối trọng phao* và đối trọng của đồng hồ; hệ thống giấy.

Nguyên lý hoạt động: Do phao được thả nổi trên mặt nước nên dao động mực nước được truyền qua các đĩa quay tới trống quần giấy làm trống quay xung quanh trục của nó. Mặt khác kim tự ghi dịch chuyển theo thời gian có phương song song với trống quần giấy cho ta biểu đồ tự ghi của quá trình thay đổi mực nước. Tỷ lệ biểu đồ $H=f(t)$ tùy thuộc vào biểu đồ dao động của mực nước. Biểu đồ nhỏ thì tỷ lệ lớn và

ngược lại. Các đĩa gắn vào chốt 6 cho tỷ lệ 1:1 và 1:2 còn chốt 7 thì cho tỷ lệ 1:5 và 1:10.

Ưu thế của máy tự ghi là phản ánh được quá trình thay đổi liên tục của mực nước, giảm nhẹ sức lao động, song công trình trạm và bảo dưỡng khá tốn kém.

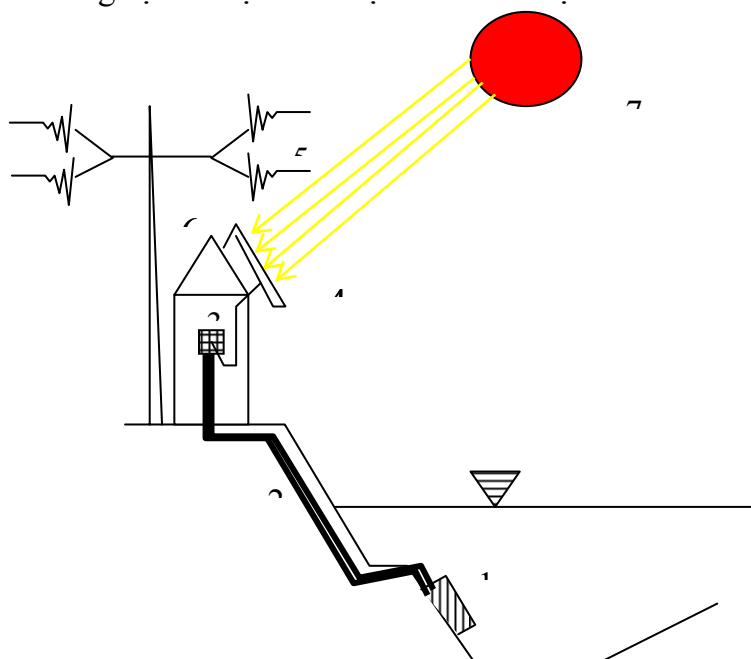
Công trình đặt máy tự ghi : Có hai loại công trình được dùng phổ biến là:

Giếng tự ghi kiểu đảo: Xây dựng trên lòng sông tại tuyến đo đặc. Giếng hình trụ (bê tông hoặc sàn gỗ) . Sàn đặt máy có mái che có công tắc nối với bờ từ sàn Lỗ thông nước giếng và sông nằm thấp hơn vị trí mực nước lịch sử thấp nhất. Ưu điểm: Dễ thi công, vốn thi công ít. Nhược điểm: Dễ bị ảnh hưởng sóng gió, nên tài liệu kém chính xác, đáy giếng hay bị bùn cát lấp phải tốn công nạo vét.

Giếng kiểu bờ: Có các bộ phận chính: giếng, ống dẫn, sàn máy. Ưu điểm: Khắc phục các nhược điểm của giếng kiểu đảo, song khó thi công và giá thành cao.

b. Máy tự ghi mực nước theo nguyên tắc mực nước thay đổi làm áp suất của nước lên sensor thay đổi.

Loại máy này ở các nước phương Tây thường trang bị cho các trạm đo tự động. Ở nước ta, GS. TS. Nguyễn An, Khoa Vật lý, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội đã nghiên cứu và sản xuất loại thiết bị này và đang trang bị cho trạm Hà Nội. Các thiết bị đo như sau:



Hình 2.4 Thiết bị đo mực nước tự ghi kiểu sensor

1. Bộ phận cảm ứng của sensor
2. Dây cáp
3. Máy radio thu phát
4. Pin mặt trời
5. Ăng ten thu phát
6. Lều đặt máy
7. Mặt trời

Ưu điểm của thiết bị này là hiện đại vừa làm nhiệm vụ tự ghi và phát tín hiệu nhờ bộ phận tổng hợp khác như radio thu phát, ăng ten truyền tin. Năng lượng cung cấp cho máy hoạt động là pin mặt trời.

2.4. CHẾ ĐỘ ĐO MỰC NƯỚC

Căn cứ vào sự dao động của mực nước, cường suất mực nước ($\Delta H / \Delta t$) và yêu cầu phục vụ mà qui định chế độ đo mực nước cho phù hợp. Thường có các chế độ đo như sau:

Đo hai lần mỗi ngày đêm: đây là chế độ đo cơ bản áp dụng cho tất cả các trạm trong mọi điều kiện vào lúc 7h và 9h.

Vào mùa lũ, khi cường độ dao động mực nước biến đổi nhanh, người ta tiến hành quan trắc bổ sung. Số lần quan trắc này tùy theo tính chất lên xuống của mực nước trong sông mà quy định các thời điểm quan trắc cách nhau từ 2, 4, 6 giờ tức là đo 4, 8, 12 lần trong ngày.

Đo 4 lần: 1, 7, 13, 19h đo 8 lần trong ngày vào 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 giờ.

Đo 12 lần 1, 3,... 21, 23 giờ trong ngày.

Nếu mực nước lên với nhịp độ nhanh thì có thể duy trì chế độ đo 24 lần trong ngày cách đều từng giờ 1, 2, ... 23, 24h. Ngoài ra ở một số trạm còn quy định đo xác định chân lũ, đỉnh lũ, chân triều, đỉnh triều cách nhau 15', 30' hoặc ngắn hơn (thường là ở các trạm không có máy tự ghi).

Khi đo mực nước trên các đài trạm quốc gia cần chú ý đo các yếu tố sau:

1. Độ cao mực nước
2. Nhiệt độ nước
3. Gió, sóng, mưa
4. Ghi trạng thái cây cỏ bờ lòng sông, mức độ tàu bè trên sông

2.5 CÁCH ĐO MỰC NƯỚC

Nếu công trình đo bằng cọc thì dùng thước cầm tay dài 80 - 100 cm có khắc độ từng cm. Cắm thước trên đầu cọc và quay chiều dẹt của thước theo chiều nước chảy

xuôi ở cọc gần bờ nhất để tránh hiện tượng dâng nước dẫn đến sai số.

Gọi a là số đo từ cọc thì ta có mực nước:

$$H = a + H_0 \quad (2.1)$$

Với H_0 - Độ cao đầu cọc

Nếu đo bằng thủy chỉ thì :

$$H = H'_0 + a.$$

Để nâng cao độ tin cậy, cần đọc 2 lần và lấy mực nước bình quân.

Cần chọn cọc sao cho $5\text{ cm} < a < 60 - 70\text{ cm}$

Số liệu đo đạc được cần phải ghi vào sổ quan trắc bằng bút chì. Sổ ghi mực nước có các mục như sau:

Tháng	Ngày	Giờ	Số hiệu cọc đo, thủy chỉ	Cao độ	Số đọc	Mực nước trên mặt qui chiếu	Mực nước bình quân ngày	Quan trắc phụ
1	2	3	4	5	6	7	8	9

+ Độ chính xác mực nước đọc tới cm.

+ Độ chính xác đo nhiệt độ tới $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, nhiệt kế ngâm trong nước 5 phút.

+ Không có gió ghi 0, thổi ngược dòng $\uparrow$, xuôi dòng $\rightarrow$, thổi mạnh từ trái sang phải $\rightarrow \rightarrow$; nhẹ phải sang trái $\leftarrow$.

+ Gió lặng ghi số 0; cấp 1 - gió yếu; cấp 2 - gió vừa, gió mạnh; cấp 3- sóng

+ Mưa lấy số đo quan trắc tại điểm đo mưa

2.6 TÍNH TOÁN ĐẶC TRƯNG CỦA MỰC NƯỚC

2.6.1 Tính mực nước bình quân ngày

Phương pháp số học: Dùng khi các lần đo trong ngày cách đều nhau. Khi thiếu mất một đợt quan trắc cần bổ sung bằng phương pháp nội, ngoại suy để tính toán.

Công thức:

$$\overline{H}_{\text{ngày}} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n} \quad (2.2)$$

H_i - mực nước thực đo lần i ,

n - Số lần đo trong ngày

Phương pháp hình học: Sử dụng khi đo mực nước không cách đều về thời gian

2.6.2 Tính mực nước bình quân tháng

$$\overline{H}_{\text{th}} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{\text{ngày}}}{n} \quad (2.3)$$

Nếu trong tháng có 1 ngày không có H_{ng} thì không tính H_{th} ; n - số ngày đo trong tháng.

2.6.3 Tính toán mực nước bình quân năm.

$$\overline{H}_{\text{nam}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} H_{\text{th}}}{12} = \frac{\sum_{i=1}^N H_{\text{ng}}}{N} \quad (2.4)$$

Với N là số ngày trong năm.

2.6.4 Tính H_{max} , H_{min} thời đoạn.

Mực nước cao nhất, thấp nhất trong từng thời đoạn (tức thời ngày, tháng, mùa, trận lũ) nói chung được xét chọn từ thực đo. Trường hợp đặc biệt do mực nước thay đổi nhanh mà số lần đo ít không phản ánh đầy đủ quá trình thay đổi mực nước theo thời gian thì có thể dùng phương pháp tương quan hoặc nội, ngoại suy để tính bổ sung mực nước cao nhất và thấp nhất.

2.6.5 Tính chênh lệch mực nước

Có thể tính chênh lệch giữa mực nước cao nhất và mực nước thấp nhất trong một năm, tháng, ngày hoặc chênh lệch mực nước đỉnh lũ và chân lũ, đỉnh triều và chân

triều. Nếu tính chênh lệch giữa đỉnh triều và chân triều kế tiếp sau gọi là chênh lệch triều xuống. Ngoài ra người ta còn tính thời gian triều lên và thời gian triều xuống.

ΔH_L - chênh lệch triều lên

ΔH_x - chênh lệch triều xuống

T_L - thời gian triều lên

T_x - Thời gian triều xuống

2.7 . HIỆU CHỈNH MỰC NƯỚC

Bao gồm:

- Kiểm tra số đọc, cách ghi chép
- Kiểm tra số hiệu cọc, thuỷ chí và cao độ của chúng
- Vẽ quan hệ $H = f(t)$
- Kiểm tra tính các số liệu đặc trưng
- Kiểm tra ghi chép các yếu tố phụ
- Hiệu chỉnh số liệu máy tự ghi sai

2.7.1 Hiệu chỉnh mực nước

Khi đo mực nước với máy tự ghi có sai lệch thì cần phải hiệu chỉnh trị số mực nước ghi sai của máy.

Công thức hiệu chỉnh như sau:

$$H_0 = \Delta H + H_t = (H_2 - H'_2) \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \quad (2.5)$$

H_0 - Mực nước đúng sau khi hiệu chỉnh

H_t - Mực nước sai của máy tự ghi tại thời điểm t

2. Bảng thống kê mực nước bình quân tháng

Trạm

Sông

tháng năm

Mực nước, tháng Ngày	I	II	...	XII
1 31				
Tổng cộng Bình quân Thấp nhất Cao nhất Ngày				

3. Bảng thống kê mực nước trong vùng sông có ảnh hưởng triều

Trạm

Tên sông

Triều

Ngày	Đỉnh triều				Chân triều				Chênh lệch				Thời gian			
	Cao		Thấp		Cao		Thấp		Cao		Thấp		Cao		Thấp	
	Giờ	H	Giờ	H	Giờ	H	Giờ	H	Giờ	H	Giờ	H	Giờ	H	Giờ	H
Ngày cuối tháng trước 1 2 31																
Ngày đầu tháng sau Tổng cộng Bình quân Cao nhất Giờ, ngày Thấp nhất Giờ, ngày																

CHƯƠNG 3. ĐO ĐỘ SÂU

Mục đích của công tác đo sâu là xác định độ sâu và tính chất của địa hình đáy sông, hồ, hồ chứa. Sau công tác đo sâu có thể lên được sơ đồ lòng sông hoặc đáy các thủy vực nghiên cứu. Ngoài ra tài liệu đo sâu còn phục vụ cho việc tính toán nhiều đặc trưng thủy lực và thủy văn khác.

Nhiệm vụ của công tác đo sâu bao gồm:

- Nghiên cứu các đối tượng nước theo mục đích địa mạo.
- Đo độ sâu phục vụ cho đo đạc thủy văn (đo vận tốc, tính lưu lượng nước và phù sa v.v..)
- Đo độ sâu phục vụ giao thông thủy.
- Đo độ sâu và địa hình đáy phục vụ cho thiết kế các công trình thủy.
- Đo độ sâu và địa hình đáy để phục vụ cho việc nghiên cứu diễn biến lòng sông và sự bồi lắng các thủy vực.

Việc đo độ sâu thường được tiến hành vào mùa nước cạn để giảm chi phí.

Định nghĩa: Độ sâu ký hiệu là h đo bằng đơn vị cm , m là khoảng cách từ mặt thoáng nước tới đáy sông theo chiều thẳng đứng.

Độ sâu thường được đo tại các thủy trực đo sâu. *Thủy trực là một đường thẳng tưởng tượng vuông góc với mặt thoáng của nước và đáy sông mà trên đó người ta tiến hành đo sâu hoặc đo vận tốc.* Tồn tại thủy trực đo sâu và thủy trực đo vận tốc.

Việc đo độ sâu dùng để vẽ mặt cắt ngang, mặt cắt dọc đoạn sông hay dùng để khảo sát bình đồ đáy sông. Đo sâu là một công việc không thể thiếu được khi đo vận tốc và tính lưu lượng. Số lượng thủy trực đo sâu phụ thuộc vào mục đích đo sâu, tỷ lệ bình đồ cũng như độ rộng của sông.

3.1. CÁC DỤNG CỤ ĐO SÂU

Ngày nay phổ biến các dụng cụ đo sâu như thước đo sâu, sào đo sâu, tời và tải trọng, máy hồi âm. Mô tả chi tiết từng loại dụng cụ như sau:

3.1.1 Thước đo sâu

Thước đo sâu có thể làm bằng kim loại hoặc gỗ có bịt sắt hai đầu dài từ 1,5-2 m trên đó có khắc chia các mực đo cách nhau từng cm. Thước đo sâu chỉ dùng trong trường hợp độ sâu điểm đo không vượt quá 2 m. Đo bằng thước thường rất chính xác, dễ sử dụng song bị hạn chế bởi độ sâu của điểm đo. Thường thước đo chỉ dùng đo các thủy vực gần bờ.

3.1.2 Sào đo

Sào đo sâu hình trụ đường kính từ 6-8 cm làm bằng gỗ có độ dài từ 3-4 m. Trên sào đo có khắc chia mực khoảng cách cách nhau 5 cm. Sào đo sâu dùng khá tiện lợi nhất là khi đo đặc trong các ao hồ (những nơi có độ sâu không biến đổi đột ngột) với độ sâu không chế là 4 m. Đo độ sâu bằng sào đơn giản song ngoài hạn chế về độ sâu còn có hạn chế là chỉ đo được ở những nơi có vận tốc dòng chảy bé $v \leq 5 \text{ cm/s}$, ngoài phạm vi đó sẽ cho ta sai số khi đo sâu vì tác động của lực dòng chảy lên sào làm cho sào không giữ được phương thẳng đứng.

3.1.3 Tời cáp và tải trọng

Đây là dụng cụ đo sâu phổ biến nhất hiện nay. Tính ưu việt của dụng cụ này là đo được với bất kỳ độ sâu nào và vận tốc dòng chảy nào.

Tời: Hiện nay có nhiều loại tời, có loại gắn thẳng vào thuyền đo sâu chuyên dụng, có loại rời để có thể di chuyển thuận tiện. Nguyên tắc cấu tạo chung của các loại tời là có các bộ phận sau: 1. Dây cáp: Làm bằng sắt hoặc dây nhựa tổng hợp có độ dài tùy ý theo độ sâu của điểm đo được cuốn vào một trục cuốn cáp, 2. Ròng rọc: để điều khiển tời khi thả và kéo tải trọng và cố định phương thẳng đứng của thủy trực đo, 3. Hộp số: Để quan sát độ dài của dây đã tời ra khỏi trục cuốn cáp, 4. Giá đỡ: để giữ cân bằng của dụng cụ khi tiến hành đo đặc.



Hình 3.1 Dụng cụ đo sâu

Tải trọng: Làm bằng sắt có khối lượng từ 10 - 100 kg dùng gắn vào đầu dây sắt của cáp đo với mục đích để cho dây cáp được giữ theo phương thẳng đứng lúc đo độ sâu. Tùy thuộc vào độ sâu và vận tốc dòng chảy mà chọn loại tải trọng cho phù hợp. Vì hình dạng tải trọng thường được mô phỏng theo hình dạng con cá nên nó còn được gọi là cá sắt.(H.3.1 và H.3.2)



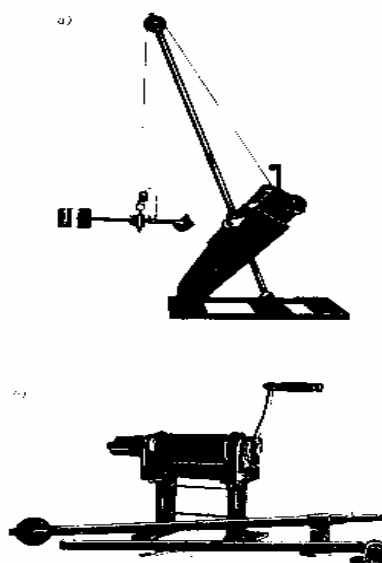
Hình 3.2 Cá sắt đo sâu

Đo sâu bằng tời và tải trọng là dụng cụ phổ biến nhất. Tuy nhiên khi thả cá sắt có thể đoạn dây từ ròng rọc (H.3.3) đến mặt nước nghiêng đi một góc nào đó nên khi đọc số đo trên hộp số cần phải hiệu chỉnh.

+ Trường hợp $a < 1m$ thì độ sâu h phải hiệu chỉnh theo công thức sau:

$$h = l - a - \Delta_2 \quad (3.1)$$

Với l - Chiều dài dây cáp được tải ra. a - Khoảng cách từ đầu ròng rọc đến mặt nước. Δ_2 - Hệ số hiệu chỉnh độ uốn khúc của đoạn dây cáp.



Hình 3.3 Ròng rọc và giá đỡ

+ Nếu $a > 1 m$ thì công thức tính h sẽ là:

$$\Delta_1 = \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) a \quad (3.2)$$

Thứ tự hiệu chỉnh gồm:

- Xác định khoảng cách $a = AD$
- Thả cá sắt chạm mặt nước và đáy sóng để xác định $l_1 = B_1C$
- Đo góc lệch α

- Tính Δ_1 theo (3.2)

- Xác định l_2 - đoạn dây ngập nước $l_2 = l_1 - \Delta_1$, sau đó xác định Δ_2 .

- Tính độ sâu h thực tế theo công thức $h = l_2 - \Delta_2$

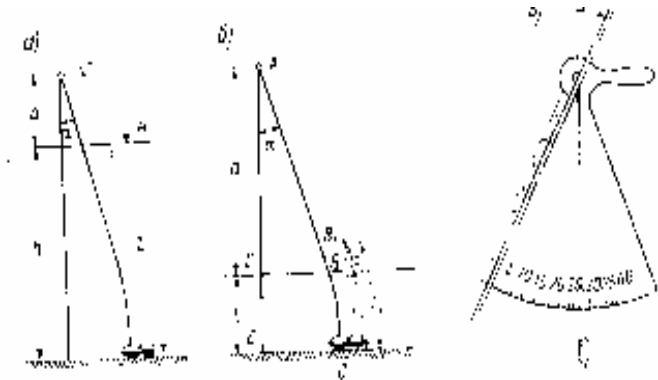
3.1.4 Máy hồi âm

Máy hồi âm là dụng cụ có thể đo độ sâu từng điểm hoặc liên tục tại tuyến đo. Nó đảm bảo độ chính xác cao, đo đặc nhanh và thuận tiện.

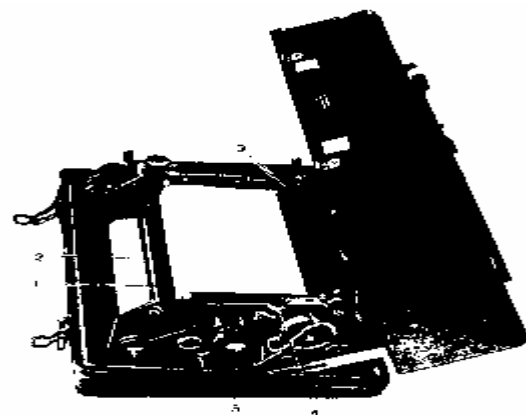
Nguyên lý máy hồi âm:

Dựa vào nguyên lý truyền âm trong nước kể từ lúc máy phát sóng đến lúc sóng âm gặp đáy sông phản hồi lại mà tính được độ sâu qua quãng đường truyền âm. Vì sóng âm truyền trong nước khá nhanh nên việc xác định thời gian thường gặp khó khăn khi thu, phát sóng, để khắc phục người ta sử dụng các loại đồng hồ chạy được nhiều vòng trong một giây để xác định thời gian. Muốn cho âm thanh có cường độ mạnh phải khuếch đại âm, và để giảm hiện tượng khuếch tán sóng cần phải thu ngắn bước sóng bằng cách tăng tần số phát sóng.

Vận tốc truyền âm trong nước phụ thuộc vào nhiệt độ và độ mặn (với $t^0 = +14^0C$ trong nước ngọt âm truyền với vận tốc $1462m/s$).



Hình 3.4 Sơ đồ hiệu chỉnh độ sâu đo bằng tời và tải trọng



Hình 3.5 Máy hồi âm IREL

Sơ đồ cấu tạo: Gồm 1 bộ phận tự ghi, một bộ phận phóng đại, một bộ phận điện và một bộ phận phát, thu sóng âm.

1 - Bộ phận tự ghi.

2 - Bộ phận khuếch đại.

3 - Nguồn điện

4 - Bộ phận thu phát.

Khi làm việc máy được gắn vào thuyền hoặc canô di chuyển với vận tốc đều trên tuyến cần đo độ sâu. Bộ phận thu, phát sóng âm đặt ở độ sâu $0,40 - 0,50\text{ m}$ dưới mặt nước.

Khi làm việc trong đường dây thu phát sóng rung động và phát sóng âm, sóng âm gặp vật cản (đáy sông) phản xạ lại truyền toàn bộ rung động này đưa tới máy biến thành điện năng và phóng đại - truyền tới bút tự ghi, nhờ các bước " các bon hoá " với tỷ lệ đã có cho ta độ nông sâu tại mọi điểm của tuyến đo.

- Độ sâu được tính theo công thức:

$$h = \sqrt{\left(\frac{\Delta t}{2} c\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} + d \quad (3.3)$$

Trong đó:

- h - độ sâu tại điểm đo.

- Δt - Thời gian đo sóng âm trong nước ($14^0C = 1462\text{ m/s}$)

- L - Khoảng cách giữa bộ phận thu và phát sóng

- d - Khoảng cách từ mặt nước tới bộ phận thu - phát sóng âm.

Như vậy, bộ phận tự ghi sẽ ghi lại hình dạng của đáy sông trên tuyến chuyển động của máy hồi âm.

Dùng máy hồi âm đo độ sâu đạt tới độ chính xác cao (sai số nói chung không quá 2%) nhưng sử dụng phức tạp, nhất là phương tiện di chuyển máy (tàu, thuyền,

canô...) khó giữ được tốc độ đều. Mặt khác, nhiệt độ nước và độ mặn có thể thay đổi vượt quá ra ngoài điều kiện của máy tạo nên sai số về độ sâu. Do đó, nếu nhiệt độ và độ mặn khác sai nhiều với điều kiện của máy khi thiết kế thì cần nghiên cứu hoàn chỉnh kết quả đã đo.

Giả sử canô có gắn máy hồi âm di chuyển đều trên tuyến đo với tốc độ đều thì cần xác định khoảng cách giữa 2 điểm bắt đầu và kết thúc đo;

Ví dụ: Xác định tỷ lệ trực hoành:

Từ điểm n trên tuyến đo sâu dựng NC vuông góc với $R_1 R_3$ (NC lấy bằng chiều rộng sông).

Tại điểm 1 - bắt đầu đo cho ta góc b_1

Tại điểm 2 - kết thúc cho ta góc b_2

Trên máy kinh vĩ khoảng cách thực từ 1 - 2 là:

$$B^* = NC(tgb_2 - tgb_1) \quad (3.4)$$

Khoảng cách đo trên biểu đồ từ 1 - 2 là b cho ta tỷ lệ trực hoành là b/B^* .

Trong thực tế người ta xác định tỷ lệ này cho từng đoạn đo. Theo ví dụ đã trình bày ở trên từ tỷ lệ trực tung và tại mọi điểm đã vào biểu đồ tự ghi ta đều có thể xác định được độ sâu của chúng.

3.2. CHẾ ĐỘ ĐO SÂU

Việc quy định chế độ đo sâu tùy thuộc vào tình hình thay đổi của lòng sông, yêu cầu phục vụ của tài liệu và sai số cho phép trong đo đạc. Về mặt lý thuyết thì đo càng dày thì càng phản ánh chính xác sự thay đổi của lòng sông, song không tiết kiệm được chi phí. Do đó cần cân đối giữa kỹ thuật và kinh tế mà quy định chế độ đo sâu cho phù hợp (tức là đảm bảo độ chính xác cho phép với số lần đo đạc ít nhất).

Chẳng hạn khi đo sâu làm công tác cho việc lập bình đồ đoạn sông, nghiên cứu diễn biến lòng sông thì trong 1 năm chỉ có thể đo đạc 1 - 2 lần vào những thời kỳ sông có bồi, xói lớn (trước và sau mùa lũ).

Việc đo sâu để phục vụ tính lưu lượng nước tại các trạm thủy văn yêu cầu số lần đo nhiều hơn, tùy thuộc vào hình thức và mức độ bồi xói của mặt cắt tại tuyến đo.

ở các trạm thủy văn thường quy định đo sâu vào trước sau một cơn lũ, khi không có lũ thì trong tháng đo theo số lần đã quy định.

Theo "*Tiêu chuẩn ngành - Quy phạm quan trắc*" thì:

1. Nếu lòng sông ổn định từng mùa hoặc lâu dài thì cứ 5-10 lần đo tốc độ thì tiến hành một lần đo sâu. Về mùa kiệt khoảng thời gian giữa hai lần đo sâu không vượt quá 3 tháng.

2. Nếu lòng sông hay biến đổi thì cứ 2-3 lần đo tốc độ tiến hành 1 lần đo sâu mặt cắt ngang.

3. Mỗi thủy trực đo sâu tiến hành ít nhất là hai lần với độ sâu chênh lệch nhau không quá 5%. Nếu điều đó không đảm bảo thì phải đo lại. Khi đo lại phải kéo cá sắt lên khỏi mặt nước. Độ sâu chính là trung bình của các lần đo.

4. Khi độ sâu lớn, nước chảy mạnh với góc lệch dây cáp lớn hơn 10^0 thì phải tăng trọng lượng cá sắt hoặc hiệu chỉnh độ sâu theo góc lệch của dây cáp.

3.3 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU

3.3.1. Đo sâu theo mặt cắt ngang

Số liệu đo sâu theo mặt cắt ngang được sử dụng để vẽ mặt cắt ngang và bình đồ đoạn sông để tính các yếu tố lưu lượng nước, bùn cát. Đây là phương pháp đo dễ dàng, kết quả khá chính xác, phù hợp với điều kiện biên chế, trang bị của các trạm thủy văn. song do theo phương pháp này tốn thời gian, công sức nhất là khi sông rộng, nước chảy mạnh.

3.3.1.1 Chọn mặt cắt ngang: Số lượng mặt cắt và số điểm đo trên mặt cắt sẽ quy định độ chính xác của tài liệu. Trong thực tế vị trí mặt cắt và điểm đo được chọn ở những chỗ có địa hình thay đổi đột ngột. Khoảng cách giữa hai mặt cắt ngang liên tiếp có thể dựa vào chỉ tiêu sau:

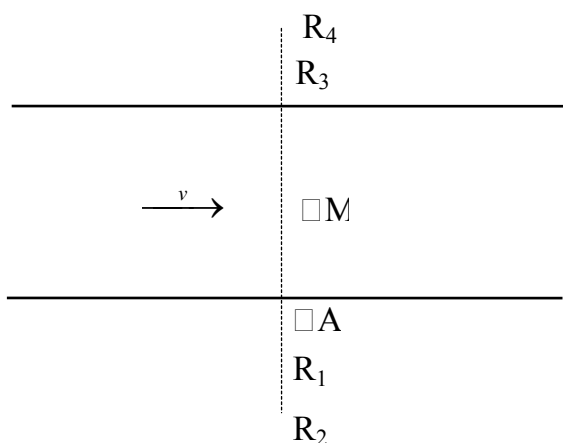
Khi độ rộng $B < 100 \text{ m}$, khoảng cách giữa hai mặt cắt ngang chọn trong khoảng $(1/2 - 1/3)B$; Khi $B > 100 \text{ m}$ thì khoảng cách đó bằng $(1/3 - 1/4) B$; với B (chiều rộng sông).

3.3.1.2 *Xác định điểm đo trên mặt cắt*: Số điểm đo sâu trên mỗi mặt cắt ngang phụ thuộc vào chiều rộng B của sông và địa hình đáy (ghồ ghề, bằng phẳng) mà bố trí cho hợp lý Trong điều kiện bình thường có thể tham khảo bảng qui định sau:

B(m)	<100	100-200	200-500	500-1000
Khoảng cách cách điểm đo	5	5-10	10-20	20-50

Các phương pháp xác định điểm đo trên thực tế bao gồm:

1. Phương pháp căng dây.
2. Dùng máy ngắm góc đặt trên bờ
3. Máy secxtan đặt trên thuyền
4. Dùng theo hệ thống tiêu ngắm trên bờ



Hình 3. 6 Sơ đồ lập tuyến đo sâu bằng máy kinh vĩ và mìn

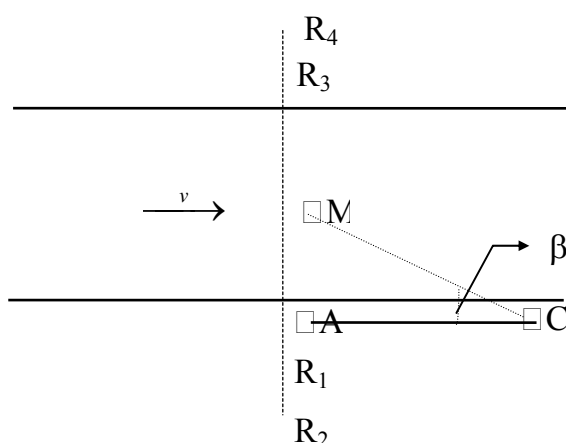
1. Phương pháp căng dây: Khi dòng sông có chiều rộng không lớn lắm ($B < 300 \text{ m}$), ít thuyền bè qua lại, lưu tốc nhỏ thì có thể dùng dây cáp có đánh dấu khoảng cách (cách nhau 1, 2, 5 hoặc 10 m căng ngang theo tuyến đã chọn để xác định vị trí điểm đo.

Khi đo điều kiện thuyền hoặc ca nô tới các điểm đã xác định, cố định thuyền vào dây, đo lấy độ sâu, ghi khoảng cách và độ sâu của điểm đo vào sổ. Trong thời gian đo, nếu mực nước thay đổi ít ($H_d - H_c < 10 \text{ cm}$) thì chỉ cần đọc mực nước lúc bắt đầu đo và kết thúc đo, còn nếu mực nước H thay đổi nhanh cần phải đọc mực nước cho từng điểm đo.

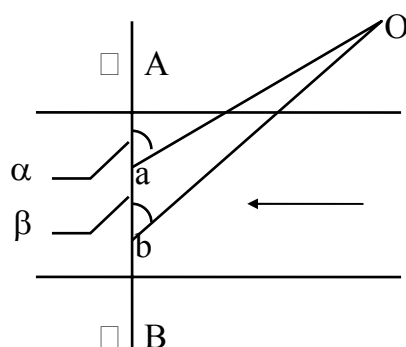
2. a. Dùng mìn và máy kinh vĩ: (theo hệ thống cọc tiêu cắm trên bờ)

Theo sơ đồ 3.6 M là điểm cần đo, A là điểm gốc trên bờ, khoảng cách AM xác định trực tiếp bằng máy đo đặt tại điểm A. Điểm M nằm trên đường thẳng R_1, R_2, R_3, R_4 cách điểm A một khoảng nào đó được xác định bằng máy kinh vĩ.

2.b. Dùng máy kinh vĩ và sào tiêu đo góc:



Hình 3. 7 Sơ đồ lập tuyến đo sâu bằng máy kinh vĩ và sào tiêu



Hình 3.8 Sơ đồ xác định vị trí thủy trực đo sâu bằng sextant

Vị trí điểm đo M được xác định bởi :

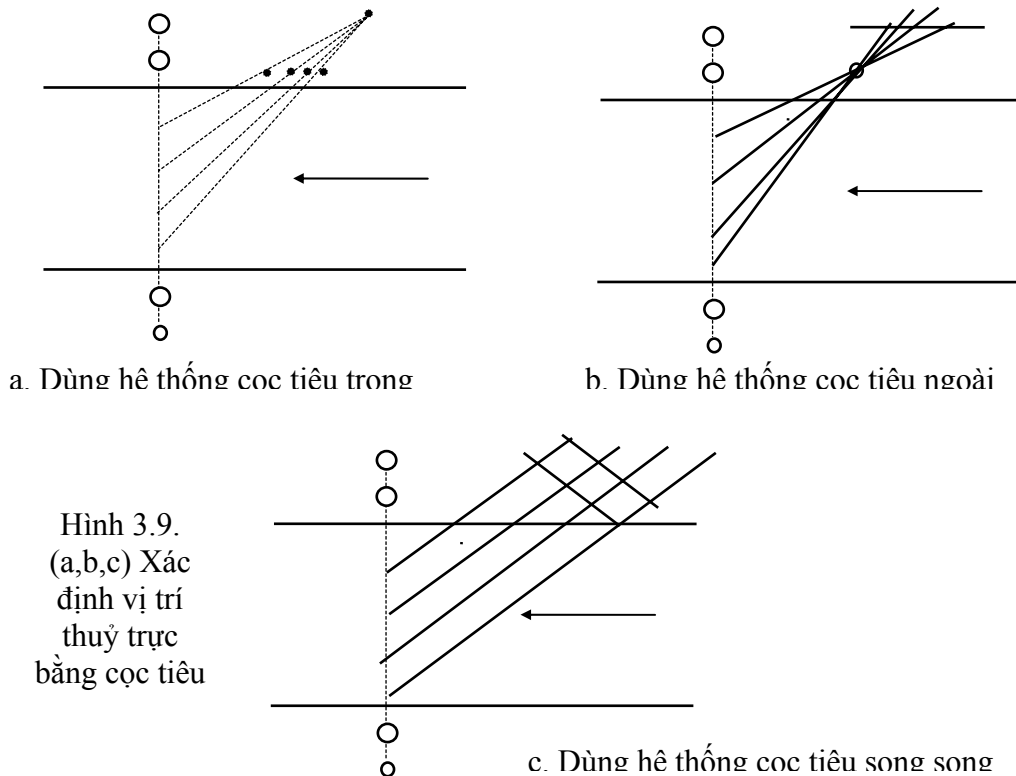
$$AM = AC \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (3.5)$$

Lấy AC gần bằng chiều rộng sông. β - Góc ACM

Điều khiển thuyền đi theo tuyến R_1, R_2, R_3, R_4 , Đặt máy tại điểm C đo góc $ACM = \beta$, xác định AM theo công thức (3.5) với AC là khoảng cách đã đo trước.

3. Dùng máy Secxtant đặt trên thuyền: Xác định vị trí điểm đo bằng secxtant đặt trên thuyền yêu cầu phải có một điểm mốc đã xác định trước trên bờ (H.3.8). Tại điểm a ta có góc α và tại b ta có góc β xác định bằng secxtant như trên hình vẽ. Với tuyến đo AB và các góc α, β có thể xác định vị trí các thủy trực đo sâu.

4. Dùng hệ thống cọc tiêu:



3.3.1.3 *Độ sâu của điểm đo*: Trên thực tế đo đạc thủy văn, độ sâu tại điểm đo được coi là khoảng cách theo phương thẳng đứng từ mặt nước tới điểm đo. Để tăng độ tin cậy của số liệu thì tại mỗi điểm người ta đo 2 lần và độ chính xác quy định như sau:

Với $h < 3m$ cho phép sai số là 2 cm

$h \leq 5m$ $\pm 5\text{ cm}$

$$h > 5m \qquad \pm 10 \text{ cm}$$

Trong trường hợp cần có số liệu về chiều cao đáy sông thì cần phải biết cao trình mực nước lúc đo sâu (mực nước tương ứng và mực nước tính toán)

+ Khi mực nước thay đổi ít $H_d - H_c < 10 \text{ cm}$ thì

$$H_{tt} = \frac{(H_d - H_c)}{2} \qquad (3.6)$$

+ Với mực nước thay đổi nhanh $H_d - H_c > 10 \text{ cm}$ ta có

$$H_{tt} = \frac{(H_1 b_1 + H_2 b_2 + \dots + H_n b_n)}{B} \qquad (3.7)$$

Trong đó: H_d, H_c - mực nước lúc bắt đầu đo và khi kết thúc đo;

b_1, b_n - Khoảng cách từ mép nước tới 2 thủy trực đo độ sâu sát hai bờ trái phải.

b_2, b_3 - Khoảng cách giữa hai thủy trực đo sâu kề nhau.

B - Chiều rộng mặt cắt ngang

H_1, H_2 Mực nước tại các thủy trực 1 và 2

Từ mực nước tính toán (H_{tt}) ta có cao trình đáy sông (z) là

$$z = H_{tt} - h \qquad (3.8)$$

3.3.1.4 Cách bố trí thủy trực đo sâu: Bố trí thủy trực đo sâu trên mặt cắt ngang phải đảm bảo các nguyên tắc sau:

1. Thủy trực đo sâu đảm bảo không chế được sự thay đổi địa hình lòng sông.
2. Số thủy trực đo sâu phải lớn hơn hoặc bằng thủy trực đo tốc độ.
3. Với lòng sông ổn định thì vị trí thủy trực đo sâu phải cố định. Nếu lòng sông không ổn định cần bố trí thêm thủy trực phụ cho thích hợp.
4. Cố gắng bố trí sao cho khoảng cách giữa các thủy trực đo sâu tương đối bằng nhau và là bội số của 2, 5, 10. Nếu sông nhỏ hơn 10 m thì là bội số của 0,2 , 0,5.

5. Mối quan hệ giữa độ rộng sông và số thủy trực đo sâu như sau. Đối với trạm mới xây dựng:

Độ rộng mặt nước (m)	<50	50-100	100-300	300-1000	1000-3000
Số thủy trực đo sâu	20	20-30	30-40	40-50	50-60

Đối với trạm đã ổn định thì có thể giảm số thủy trực đo sâu, nhưng không quá một nửa số qui định ở bảng trên.

3.3.2. Đo sâu theo hướng dọc sông.

3.3.2.1 *Đo dọc*: Đo sâu dọc theo sông trong trường hợp cần lập bình đồ đáy sông với yêu cầu khoảng cách giữa các điểm đo là $(1/10 - 1/20) B$ (độ rộng của sông)

3.3.2.2 *Đo chéo* Tiến hành đo với góc so với phương nằm ngang là $15^{\circ} - 30^{\circ}$ với khoảng cách các đường chéo không vượt quá $1/4 - 1/2 B$

3.3.2.3 *Đo theo ô vuông*: Thường dùng để đo ở hồ theo phương pháp giao hội. Kết quả đo sâu cho phép vẽ bình đồ theo phương pháp nội suy để thành lập các đường đẳng trị.

3.4 .CHỈNH LÝ VÀ TÍNH TOÁN TÀI LIỆU ĐO SÂU

3.4.1 Chỉnh lý sơ bộ

Thu thập kiểm tra các số liệu như sau: mực nước, độ sâu, độ lệch dây cáp, tọa độ đo và sóng, giờ, tình hình thời tiết.

- Kiểm tra tính hợp lý của việc bố trí tuyến đo và điểm đo. Trong trường hợp cần thiết phải chuẩn bị đo bổ sung.

- Kiểm tra việc ghi chép độ sâu và các tài liệu xác định khoảng cách điểm đo.

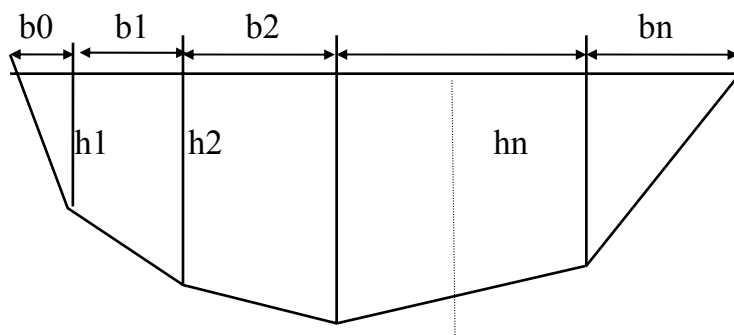
- Tính độ sâu đã hoàn chỉnh

- So sánh độ sâu với các tài liệu trước để phát hiện các sai số trong đo đạc

- Dựa vào kết quả đo đạc tính toán mặt cắt dọc, mặt cắt ngang dòng sông lập bình đồ và tính toán đặc trưng mặt cắt.

3.4.2 Tính toán đặc trưng mặt cắt

3.4.2.1: *Diện tích mặt cắt ướt*: Diện tích mặt cắt ướt là diện tích mặt cắt ngang lòng sông vuông góc với hướng chảy bình quân, giới hạn bởi đường đáy sông và mực nước tính toán. Diện tích mặt cắt thường được ký hiệu là W (hoặc F , hoặc A) đơn vị hay dùng là m^2 . Diện tích mặt cắt ướt có thể gồm cả bộ phận nước không chảy. Diện tích phần nước chảy gọi là "diện tích chảy"; diện tích phần nước không chảy gọi là "diện tích tù" diện tích mặt cắt ướt có thể dùng máy đo trực tiếp trên hình vẽ mặt cắt ngang hoặc tính bằng phương pháp đo gần đúng. Theo phương pháp đo gần đúng thì mặt cắt ngang được chia thành các hình tam giác hoặc hình thang bởi thủy trực đo sâu và khi đó công thức tính mặt cắt sẽ là



Hình 3.10 Sơ đồ tính diện tích mặt cắt ngang

$$W = W_0 + W_1 + \dots + W_n$$

$$W = 1/2 [h_1 b_0 + (h_1 + h_2) b_1 + \dots + (h_{n-1} + h_n) b_{n-1} + h_n b_n] \quad (3.10)$$

Trong đó

W_i - là diện tích giữa các thủy trực đo sâu thứ i

h_i - độ sâu tại thủy trực i

b_i - Khoảng cách giữa hai thủy trực kề nhau $i-1, i$

3.4.2.2 *Độ rộng mặt nước*: Là khoảng cách từ mép bờ nước này tới mép bờ nước kia theo mặt cắt ngang có ký hiệu $B(m)$

3.4.2.3. *Độ sâu bình quân*: Là tỷ số giữa mặt cắt ướt và độ rộng mặt nước $h = W/B$. Ký hiệu là h_{bq}

3.4.2.4 *Chu vi ướt*: Là chiều dài đáy sông thuộc mặt cắt ngang bởi 2 mép nước ký hiệu $\chi (m)$ được tính theo công thức:

$$\chi = \sqrt{b_0^2 + h_1^2} + \sqrt{b_1^2 + (h_2 - h_1)^2} + \dots + \sqrt{b_n^2 + h_n^2} \quad (3.11)$$

3.4.2.5 *Bán kính thủy lực*: Tỷ số giữa diện tích ướt và chu vi ướt ký hiệu là $R(m)$

$$R = W/\chi \quad (3.12)$$

Khi sông rộng thì có thể coi $B \approx \chi$; khi đó $R \approx h_{bq}$

CHƯƠNG 4. ĐO LƯU TỐC

4.1. KHÁI NIỆM VỀ LƯU TỐC DÒNG NƯỚC

4.1.1. Mục đích nghiên cứu

Trong đo đạc thủy văn lưu tốc được xác định như lưu tốc tức thời, lưu tốc bình quân theo thời gian, lưu tốc bình quân theo không gian, lưu tốc bình quân theo cả không gian và thời gian.

Khái niệm:

- + Lưu tốc tức thời dòng chảy là lưu tốc ở một thời điểm nào đó.
- + Lưu tốc bình quân theo thời gian là giá trị trung bình của lưu tốc dòng chảy tại một điểm nào đó trong một thời gian nào đó.
- + Lưu tốc bình quân theo không gian là giá trị bình quân thủy trực và lưu tốc trên mặt cắt ngang.

Mục đích nghiên cứu:

Lưu tốc là một đặc trưng thủy lực quan trọng rất cần thiết cho việc tính toán thủy văn, thủy lực. Để nghiên cứu kết cấu nội bộ dòng chảy cần phải biết độ lớn và hướng của lưu tốc tại một điểm nào đó trong dòng chảy và sự thay đổi của nó theo thời gian. Muốn xác định lượng nước hoặc lượng bùn cát chuyển qua một mặt cắt hay một đoạn sông nào đó trong một thời đoạn nào đó cần phải biết giá trị của lưu tốc. Tài liệu về lưu tốc đáp ứng cho việc tính bồi, xói lở trên một đoạn sông, việc thiết kế các thủy công trình v v..

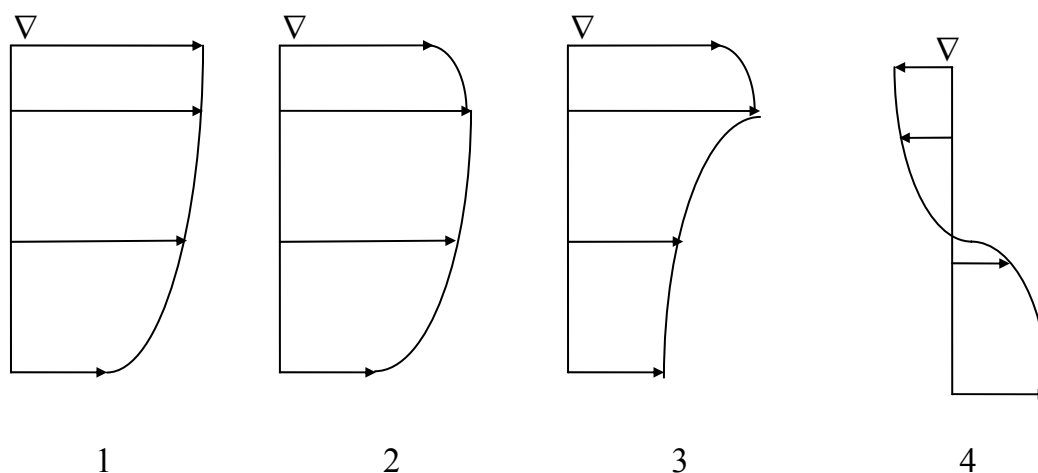
4.2. SỰ THAY ĐỔI LƯU TỐC THEO THỜI GIAN VÀ KHÔNG GIAN

Lưu tốc trong thiên nhiên thay đổi rất phức tạp theo thời gian, không gian bởi có quá nhiều nhân tố ảnh hưởng đến lưu tốc như thủy lực, địa hình (tốc độ đáy sông, hình dạng mặt cắt...) điều kiện khí tượng, các yếu tố này lại không ngừng thay đổi theo

thời gian và không gian. Có các yếu tố biến đổi có tính chất chu kì như thủy triều,... có các yếu tố biến đổi ngẫu nhiên như lượng mưa, diễn biến dòng sông v v... Do vậy tính chất thay đổi của lưu tốc cũng mang cả hai đặc tính chu kì và ngẫu nhiên.

4.2.1 Phân bố của lưu tốc theo không gian

4.2.1.1 *Phân bố lưu tốc theo chiều sâu*: Trong thực tế phân bố lưu tốc theo chiều sâu rất phức tạp. Dạng phân bố chung nhất là lưu tốc giảm dần từ trên mặt nước xuống đáy sông. trên thủy trực thường có các dạng phân bố vận tốc như sau:



Hình 4.1. Phân bố vận tốc trên thủy trực

- 1) Đặc trưng cho sông vùng núi, lưu tốc bề mặt lớn
- 2) Đặc trưng cho vùng đồng bằng
- 3) Phân bố lưu tốc chịu ảnh hưởng ghò ghề của đáy sông
- 4) Phân bố lưu tốc ảnh hưởng của thủy triều.

Việc nghiên cứu phân bố của lưu tốc theo chiều sâu có thể đạt được bằng phương pháp lý luận song cho tới nay vẫn chưa được giải quyết triệt để. Trong thực tiễn vận tốc trung bình được biểu diễn bằng công thức:

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_T u dt \quad (4.1)$$

với T là thời đoạn lấy trung bình vận tốc $\bar{u}$.

Do đòi hỏi của thực tiễn sản xuất và nghiên cứu người ta thường đưa một số công thức để tính toán sự phân bố lưu tốc trên thủy trục theo kinh nghiệm hoặc bán kinh nghiệm của các tác giả xuất phát từ các giả thiết và khái niệm khác nhau. Thông thường, các dạng phân bố vận tốc theo chiều sâu vẫn gặp các công thức dạng parabol, logarit, elíp. Ví dụ:

Công thức elíp của Carausev:

$$u = u_m \sqrt{1 - P \left(\frac{y}{h} \right)^2} \quad (4.2)$$

với u_m vận tốc trên bề mặt; h - độ sâu tại thủy trục; y - khoảng cách từ mặt nước tới điểm đo có vận tốc u . P là một tham số không thứ nguyên phụ thuộc vào hệ số Chesi (C). Với $10 \leq C \leq 60$ thì

$$P = 0,57 + \frac{3,3}{C} \quad (4.3)$$

và với $60 \leq C \leq 90$ thì

$$P = 0,022C - 0,000197C^2 \quad (4.4)$$

Hệ số C có thể tra cứu từ các bảng lập sẵn.

4.2.1.2 Phân bố lưu tốc theo độ rộng sông

Qua biểu thức trên ta thấy lưu tốc là một hàm số của độ sâu và nếu ta coi trên mỗi mặt cắt ngang một hệ số nhám là n và độ dốc mặt nước I/j không thay đổi thì lưu tốc tỷ lệ thuận với độ sâu. Trường hợp dòng chảy một chiều thì đường vận tốc ngang có dạng tỷ lệ đường đáy sông nghĩa là độ sâu lớn nhất tương ứng với vận tốc lớn nhất và giảm dần đến hai bên bờ.

Giả sử đáy sông phức tạp thì dạng phân bố vận tốc cũng phức tạp, ở hai đoạn sông cũng có ảnh hưởng.

4.2.1.3 Phân bố lưu tốc theo dòng chảy

Phân bố lưu tốc theo dòng chảy rất phức tạp và phụ thuộc vào địa hình đáy sông, hình dạng mặt cắt, độ dốc đáy sông và các điều kiện thủy văn và khí tượng. Nhìn

chung lưu tốc giảm dần theo chiều dòng chảy. Càng về hạ lưu dòng sông càng rộng, vận tốc càng giảm xuống.

4.2.2. Sự thay đổi lưu tốc theo thời gian

- Lưu tốc mạch động: Lý thuyết về dòng rối trong tự nhiên đã được nghiên cứu khá nhiều. Đây ta chỉ bàn một vài khía cạnh trong lý thuyết đó. Nếu dòng rối chảy đều chia véc tơ vận tốc ra ba thành phần theo các trục toạ độ $0x, 0y$ tương ứng có các thành phần luôn thay đổi theo thời gian t .

Trị số lưu tốc trung bình là lưu tốc bình quân hướng dọc dòng chảy trong một thời gian T nào đó.

Lưu tốc bình quân và lưu tốc tức thời có quan hệ như sau:

$$\bar{u} = u \pm u' \quad (4.5)$$

Trong đó - u' là trị số thay đổi của lưu mạch động tại một thời điểm nào đó có thể dương, âm hoặc bằng 0.

4.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯU TỐC

Các phương pháp để đo vận tốc dòng chảy dựa trên các nguyên tắc sau:

1. Dựa vào số vòng quay của cánh quạt (lưu tốc kế)
2. Trên cơ sở vận tốc của vật trôi (phao)
3. Xác định theo độ cao cột nước (ống thuỷ tĩnh)
4. Theo lực tác động của dòng (phòng thí nghiệm)
5. Trên cơ sở trao đổi nhiệt
6. Theo thể tích khối nước
7. Theo vận tốc truyền sóng âm trong nước

4.3.1 Đo lưu tốc bằng máy đo lưu tốc.

4.3.1.1. Bố trí thuỷ trực đo lưu tốc trên mặt cắt ngang.

Đo lưu tốc dùng để tính lưu lượng nước nên độ chính xác của tài liệu này phụ thuộc chủ yếu vào số thuỷ trực trên mặt cắt ngang, phụ thuộc vào độ rộng sông, dòng chảy và yêu cầu tài liệu.

Các trạm mới cần có nhiều thủy trực vì chưa nắm bắt được quy luật phân bố lưu tốc trên mặt cắt ngang (thủy trực đầy đủ). Khi bố trí các thủy trực đảm bảo các yêu cầu sau: Thủy trực trên dòng chính dày hơn dòng phụ, nếu ở bãi có dòng chảy độc lập nên bố trí thủy trực ở đó. Những chỗ ở các mặt cắt có các ranh giới địa hình cũng cần có thủy trực. Khi biết được phân bố lưu tốc trên mặt cắt thì cần số lượng thủy trực ít hơn gọi là các thủy trực cơ bản.

Một số yêu cầu cụ thể khi bố trí thủy trực:

- Tại chủ lưu bố trí thủy trực dày hơn bãi và hai bờ. Nếu bờ dốc thì cách bờ 20 - 50 cm cần có một đường thủy trực. Nếu có sự lên xuống đột ngột và ở các ranh giới cũng cần có một đường thủy trực (thực tế các đường thủy trực cơ bản bố trí sao cho tương đối đều nhau)

- Khi cần thay đổi là gặp các trường hợp xói, bồi làm địa hình biến đổi lớn. Khoảng cách từ mép đến đường bờ gần nhất vượt quá 10% độ rộng sâu, cần có một đường thủy trực cơ bản ở 3/10 khoảng cách trên kể từ bờ. Khi nước xuống thủy trực gần bờ không đo được cần bố trí thêm một thủy trực cách mép nước cỡ 5% độ rộng sông .

Thủy trực đại biểu phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Sai số đo lưu lượng trên thủy trực đại biểu và thủy trực cơ bản không vượt quá sai số cho phép $V_{mc} \approx V_{db}$.

- Vị trí thủy trực đại biểu bố trí gần chủ lưu.

4.3.2 Xác định số điểm đo trên một thủy trực

Số điểm đo trên một thủy trực phụ thuộc vào độ sâu và sự phân bố lưu tốc theo chiều sâu, sự biến đổi các yếu tố thủy lực trong thời gian đo cũng như yêu cầu tài liệu đo.

4.3.2.1 Đối với vùng sông không ảnh hưởng triều

Có các loại chế độ đo 5, 3, 2, 1 điểm.

Đo 5 điểm với độ sâu $h > 3 m$ có phân bố vận tốc phức tạp người ta đo 5 điểm ở mặt và các độ sâu 0,2h, 0,6h, 0,8 h cách mặt nước và điểm đáy.

Đo 3 điểm hoặc 2 điểm khi $h < 3\text{ m}$, có quy luật phân bố vận tốc rõ ràng $h = f$ (v) với sai số lưu tốc đo 5 điểm và 2 điểm phải nhỏ hơn 3 %, thì với đo 2 điểm là các điểm $0,2\text{ h}$, $0,8\text{ h}$ còn đo 3 điểm: $0,2\text{ h}$, $0,6\text{ h}$, $0,8\text{ h}$.

Đo 1 điểm khi $h < 1\text{ m}$ có vị trí điểm đo là $0,6\text{ h}$.

4.3.2.2 Đối với vùng sông có ảnh hưởng triều

Vùng này có trạng thái chảy ổn định, biến đổi nhanh, có các yếu tố thủy lực thay đổi khá lớn trong thời gian đo lưu tốc tại một thủy trực. Nếu dùng nhiều máy đo lưu tốc thì tốn kém nên người ta dùng các phương pháp sau:

- Phương pháp đo 6 điểm (hai lượt lên và xuống) gồm các điểm: *mặt*, $0,8\text{ h}$, $0,4\text{ h}$, $0,6$, $0,8$, *đáy*, $0,8\text{ h}$, $0,6\text{ h}$, $0,4\text{ h}$, *mặt*.

Đo xuống, lên 3 điểm: $0,6\text{ h}$, $0,8\text{ h}$, $0,6\text{ h}$, $0,2\text{ h}$.

Đo xuống, lên 2 điểm: $0,2\text{ h}$, $0,8\text{ h}$, $0,2\text{ h}$

Thời điểm lần đo là thời điểm đo tại điểm có độ sâu lớn nhất.

Đo một lần tiến hành lúc triều xuống.

4.3.2.3. Thời gian đo liên tục tại một điểm.

- Đối với vùng sông không ảnh hưởng triều thời gian đo phải lớn hơn hoặc bằng 120 s. Nếu lưu tốc quá nhỏ, thời gian đo đã đủ 120 s mà chưa thu được một tín hiệu nào thì có thể kéo dài thời gian đo cho đến khi thu đủ tín hiệu. Khi thời gian đo đã tới 5 phút không thu được tín hiệu nào thì coi lưu tốc tại điểm đo bằng 0.

- Tại vùng sông có ảnh hưởng triều, thời gian đo tại các điểm khác nhau trên thủy trực là khác nhau (tại điểm gần đáy dài hơn), nhưng để tiện cho đo đạc có thể qui định thời gian đo tại một điểm lớn hơn hoặc bằng 60 giây. Nếu thời gian đo vượt quá 120 s mà chưa thu được tín hiệu thì coi lưu tốc tại điểm đó bằng 0.

4.3.2.4. Tính lưu tốc bình quân thủy trực.

Để tính lưu tốc bình quân thủy trực có thể tính bằng phương pháp đồ giải hoặc phương pháp phân tích

- Phương pháp đồ giải : Cơ sở tính toán dựa vào công thức:

$$v_{tt} = \int_0^h v dh \quad (4.6)$$

hay nói cách khác: $v_{tt} = \frac{F}{h}$

Trong đó: F - diện tích biểu đồ phân bố lưu tốc theo độ sâu.

h - độ sâu thủy trực

Để vẽ biểu đồ phân bố lưu tốc theo độ sâu ta dùng lưu tốc bình quân tại các điểm đo trên thủy trực ứng với độ sâu của điểm đó. ở vùng ảnh hưởng triều nếu tại điểm đo lưu tốc được đo hai lần thì lưu tốc của điểm đó là giá trị bình quân các lần đo.

Diện tích F có thể xác định bằng máy đo diện tích hoặc tính gần đúng theo phương pháp kẻ ô và qui về tính các diện tích bộ phận là diện tích của hình chữ nhật, hình thang hoặc tam giác.

- Phương pháp phân tích: Có các công thức tính khác nhau phụ thuộc vào số điểm đo trên thủy trực.

+ Đo 6 điểm trên thủy trực (đối với vùng sông có ảnh hưởng triều)

$$\bar{v}_{tt} = \frac{1}{10} (v_m + 2v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + 2v_{0,8} + v_d)$$

+ Phương pháp đo 5 điểm (vùng sông không ảnh hưởng triều):

$$\bar{v}_{tt} = \frac{1}{10} (v_m + 3v_{0,2} + 3v_{0,6} + 2v_{0,8} + v_d) \quad (4.7)$$

+ Phương pháp đo 3 điểm

$$\bar{v}_{tt} = \frac{1}{4} (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) \quad (4.8)$$

+ Phương pháp đo 2 điểm

$$\bar{v}_u = \frac{1}{2}(v_{0,2} + v_{0,8}) \quad (4.9)$$

+ Và đo tại 1 điểm

$$\bar{v}_u = v_{0,6} \quad (4.10)$$

Trong đó $v_m, v_{0,2}, v_{0,4}, v_{0,6}, v_{0,8}, v_d$ là lưu tốc tại điểm mặt và $0,2h, 0,4h, 0,6h, 0,8h$ và đáy

4.3.3. Phương pháp đo lưu tốc

- Đo lưu tốc tại một điểm và trên thủy trực: Trước tiên phải xác định độ sâu tại thủy trực cần đo, sau đó tính sẵn các độ sâu điểm đo cần thiết $0,2h, 0,4h, 0,6h, 0,8h$. Tại mỗi điểm đo công việc tiến hành như sau:

Thả máy xuống điểm đo cần thiết.

Ghi chép tín hiệu và thời gian. Khi vượt quá 120 s thì kết thúc việc đo tại điểm đó và di chuyển máy tới điểm đo tiếp theo.

Số nhóm tín hiệu và thời gian đo tại mỗi điểm hoàn toàn tuân theo qui phạm.

Đo lưu tốc trên mặt cắt ngang: gồm các công việc sau:

- Đo sâu tại các đường thủy trực và lần lượt đo vận tốc tại từng điểm trên thủy trực.

- Đọc mực nước lúc bắt đầu và kết thúc đo. Nếu mực nước biến đổi nhanh thì khi đo tại điểm $0,6h$ của mỗi thủy trực phải đọc số đo mực nước.

- Đo mực nước tại tuyến độ dốc, theo dõi và ghi chép các hiện tượng thời tiết lúc đo như sức gió và hướng gió...

Phương pháp đo lưu tốc trên mặt cắt ngang được tiến hành tại tất cả các thủy trực đầy đủ hoặc cơ bản. Trường hợp cần đo nhanh cho phép giảm số lượng các đường thủy trực dựa trên kết quả nghiên cứu trước sao cho sai số có thể xảy ra là nhỏ hơn sai số cho phép. Nếu vì lý do nào đó mà tuyến chính không đo được thì có thể đo tuyến phụ nhưng phải khảo sát trước.

4.4. CÁC DỤNG CỤ ĐO VẬN TỐC

4.4.1. Lưu tốc kế

4.4.1.1 *Vài nét về lịch sử lưu tốc kế:* Tư tưởng để sáng chế dụng cụ là đo vận tốc dựa vào mối liên hệ của vòng quay cánh quạt trên nguyên tắc biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng lần đầu tiên được Lêôna dờ Vanhxi sử dụng trong các công trình của mình song ông ứng dụng nguyên tắc này để đo vận tốc gió.

Phần lớn các tài liệu đều cho rằng Vontman - nhà kỹ thuật thủy (người Ham bua) là người sáng chế ra lưu tốc kế, đưa vào công trình của ông xuất bản vào năm 1970 " lý thuyết và sử dụng lưu tốc kế".

Song trước Vontmam người ta cũng sử dụng các dụng cụ để đo vận tốc dòng chảy cũng dựa trên nguyên tắc đó như là lưu tốc kế. N.D Chapkin cho rằng người sáng chế đầu tiên ra lưu tốc chưa biết rõ, còn Vontman là người đã chuyển các lưu tốc kế cổ thành dạng tương tự như ngày nay.

Từ trước tới nay lưu tốc kế đã bước vào ứng dụng thực tiễn một cách chắc chắn, và là một trong các dụng cụ tốt nhất và phổ biến nhất để đo đặc vận tốc dòng chảy.

4.4.1.2. Phân loại lưu tốc kế.

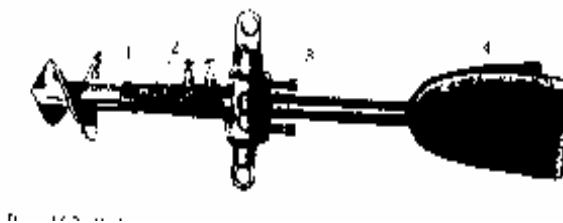
Thực tế có rất nhiều dạng và cấu trúc lưu tốc kế khác nhau. Ngày nay lưu tốc kế được phân biệt theo nhiều dấu hiệu: hướng quay, trang bị bộ phận tín hiệu, phương pháp thả lưu tốc kế xuống nước vv...

Theo phương trục quay người ta phân biệt 2 loại: loại trục quay nằm ngang và trục quay thẳng đứng. Loại thứ nhất là có thể là các máy GP - 21, loại thứ 2 như lưu tốc kế Prais.

Theo cấu trúc của cánh quạt thì lưu tốc kế được phân ra làm 2 loại: nhóm cánh quạt lưỡi xẻng và nhóm cánh quạt lưỡi phễu. Đại đa số các kiểu lưu tốc kế hiện nay có cánh quạt lưỡi xẻng tạo ra cỗ máy quay, có đường sinh dạng parabol như lưu tốc kế GP - 21,v.v.. Loại cốc quay chủ yếu được sử dụng ở Mỹ (lưu tốc kế Prais). Nói chung lưu tốc kế cánh quạt kiểu lưỡi xẻng thuận tiện và đo đạc chính xác hơn.

Theo cấu trúc của bộ phận cảm ứng, phân biệt ra hai loại với trị số đo vòng quay cơ học và trị số tín hiệu điện.

Hầu hết các lưu tốc kế đều dùng tín hiệu điện, ưu thế của nó không phải nhắc máy lên khỏi mặt nước khi đọc số vòng quay. Loại máy dùng số đo để đọc là máy lưu tốc kế kiểu BMM. Ngoài các dạng kể trên còn có một số cơ chế tín hiệu khác sử dụng cả việc lưu



Hình 4.2 Lưu tốc kế GP-55

ánh sáng và việc ghi chép lên băng giấy. Những phương tiện này đã được sử dụng để đo vận tốc và hướng dòng chảy trên biển, một vài nơi sử dụng trên hồ ở dạng máy tự ghi.

Theo phương pháp thả lưu tốc kế có hai loại: Lưu tốc kế dùng cọc đo và cáp. Song ngày nay tất cả các loại lưu tốc kế đều chế tạo sao cho có thể dùng cả cọc lẫn cáp.

4.4.1.3 Các bộ phận chủ yếu của lưu tốc kế : Lưu tốc kế thường được chia ra thành 4 bộ phận cơ bản:

- a: Bộ phận quay và cảm ứng
- b: Thân máy
- c: Bộ phận định hướng
- d: Bộ phận tín hiệu

4.4.1.4 Cơ sở lý thuyết lưu tốc kế. Các thông số và đặc trưng cơ bản. Sự làm việc của lưu tốc kế dựa trên sự tác động qua lại của mỗi dòng chảy và dụng cụ. Khi đo vận tốc người ta thường sử dụng mối liên hệ giữa số vòng quay của cánh quạt trong một giây và vận tốc dòng chảy. Trong trường hợp lý tưởng khi chất lỏng không có nhớt và máy không có ma sát thì liên hệ đó được biểu diễn bằng phương trình sau đây:

$$v = k_g \cdot n \quad (4.11)$$

với v - vận tốc dòng chảy.

k_g - hệ số được gọi là bước nhảy hình học bằng đường đi cánh quạt sau một vòng quay.

n - số vòng quay $\frac{1}{s}$

Thực tế mối liên hệ này phức tạp hơn nhiều do các lực cản cơ học và lực cản thuỷ lực. Lực cản thuỷ lực gồm:

- + Ma sát của nước và cánh quạt
- + Các xoáy tạo thành ở rìa cánh quạt
- + Sự phá vỡ trường vận tốc khi thả máy và tạo nên một áp suất tại chỗ đó.

Lực cản cơ học là các ma sát của bản thân lưu tốc kể khi máy hoạt động.

Bởi vậy, mối liên hệ (4.11) đối với điều kiện thực tế phức tạp hơn nhiều, điều này rất khó xác định do sự khó xác định chính xác các loại ma sát kể trên.

Từ vô số các phương trình bán thực nghiệm ta dừng lại ở phương trình của M.Smith

$$v = an + \sqrt{bn^2 + c} \quad (4.12)$$

a, b, c là các tham số.

Phương trình (4.12) phản ánh khá chính xác mối quan hệ giữa vận tốc dòng chảy và số vòng quay của cánh quạt trong điều kiện thực tế. Bằng đồ thị nó có dạng một Hypecbol, với $n = 0$, $v = \sqrt{c} = v_0$ còn gọi là vận tốc ban đầu của máy.

Vận tốc ban đầu của máy là vận tốc mà khi đó lực tác động của dòng lên cánh quạt bằng lực cản khi đó cánh quạt bắt đầu quay không đồng đều. Tiếp theo khi vận tốc quay trở nên đều khi đó phương trình (4.12) có thể viết dưới dạng:

$$v = an + \sqrt{bn^2 + v_0^2} \quad (4.13)$$

Với: v_0 là vận tốc ban đầu của máy lưu tốc kế.

Khi vận tốc dòng chảy lớn, có thể coi v_0 là không đáng kể so với v , khi đó : phương trình (4.13) có thể viết như sau:

$$v = (a + \sqrt{b})n = kn \quad (4.14)$$

k được gọi là bước nhảy thuỷ lực. Bước nhảy thuỷ lực lớn hơn bước nhảy hình học, với một vận tốc v thì trong thực tế $n_{tt} < n_{lt}$

k được xác định bằng phương pháp kiểm định lưu tốc kế còn các tham số a, b được xác định theo công thức sau:

$$a = k (0,99 - \beta) \quad (4.15)$$

$$b = (k\beta)^2 \quad (4.16)$$

Với β - tham số, xác định theo công thức Dzeleznhiacov:

$$\beta = 6,9v_0 + \sqrt{(2,3v_0 - 0,055)^2 + 0,00058} \quad (4.17)$$

v_0 tiến tới m ; $v=f(n)$ có dạng đường cong do vận tốc ban đầu v_0 chưa vượt qua nổi lực cản ma sát. Khi thắng được lực ma sát thì có dạng đường thẳng từ m đến m_l .

Đến một vận tốc nào đó tại m_l thì $v=f(n)$ lại có dạng đường cong gây nên bởi các nguyên nhân có thể sau đây: Kích thước của kênh kiểm định; Kích thước của cánh quạt lưu tốc kế và độ sâu hạ máy

Nói chung với $v > v_{m1}$ chưa được nghiên cứu kỹ nên khi đo thường chỉ đo khoảng vận tốc từ m đến m_l mà thôi. Nguyên nhân đường cong từ v đến v_{m1} có thể do sự gia tăng rối ở cánh quạt.

4.4.1.5 Kiểm định lưu tốc kế

Kiểm định lưu tốc kế là công tác xác định mối liên hệ giữa vận tốc dòng chảy và số vòng quay của cánh quạt trong 1 giây bằng thực nghiệm, thì việc kiểm định là một tài liệu quan trọng của lưu tốc kế; thường kiểm định được tiến hành trong các mương, kênh có điều kiện tốt hơn thực tiễn nhiều.

4.4.2 Phao

4.4.2.1 *Cơ chế xác định vận tốc bằng phao* là cho rằng vận tốc chuyển động của phao bằng vận tốc dòng chảy của nước tại chỗ phao trôi. Giả định này làm đơn giản cho việc xác định vận tốc mặc dù về lý thuyết cũng như thực nghiệm người ta đã chứng minh được rằng phao luôn trôi nhanh hơn nước chảy quanh nó. Điều này đã được Diuboa phát hiện năm 1786. Nguyên nhân gây ra hiện tượng này là bởi sự không cân bằng trọng lượng của vật trôi trên trục chuyển động. Ta xét các lực tác động lên vật trôi trong nước ở trạng thái cân bằng. Giả định một hệ toạ độ vuông góc có gốc toạ độ tại tâm vật trôi, trục hoành là chiều dòng chảy song song với mặt nước. Lực đẩy Acsimet vuông góc với bề mặt nước và hình chiếu của nó nên trục hoành bằng 0.

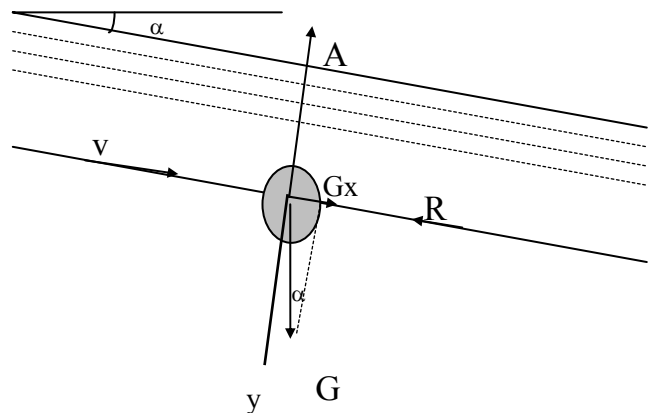
G - Lực trọng trường hướng xuống dưới.

Trọng lượng của vật này:

$$G = \gamma \cdot V \quad (4.18).$$

Với: γ là trọng lượng riêng; V - là thể tích của vật.

Hình chiếu của lực G nên trục chuyển động là G_x



Hình 4.3 Sơ đồ lực tác động lên vật thể trôi

$$G_x = G \cdot \sin \alpha$$

α - độ nghiêng của bề mặt với mặt nằm ngang

$\sin \alpha = I$ - độ dốc của mặt nước.

Như vậy lực G_x là lực làm cho vật trôi có gia tốc. Dưới tác động của nó vật càng trôi nhanh tới khi cân bằng với lực cản R .

4.4.2.2. Các loại phao

a) Phao nổi bề mặt: dùng để đo vận tốc và hướng dòng chảy mặt, được làm bằng gỗ nhẹ hình tròn hoặc hình chữ thập có cắm cờ để tiện quan sát. Thường có cắm một vật nặng trên phao để tăng sự ổn định.

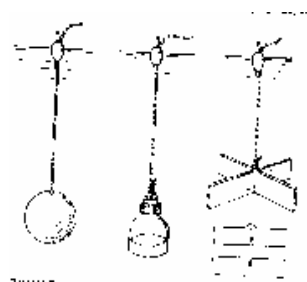
Hạn chế của phao là không dùng được khi trời có gió và vận tốc dòng chảy bé hơn $0,5m/s$. Nếu vận tốc gió lớn hơn $6 m/s$ không thể dùng phao để đo. Khi dùng phao đo chú ý những điểm như sau:

- Khi mực nước dâng trong sông phao thường chuyển động từ giữa dòng dạt vào bờ và khi nước hạ thì ngược lại vì vậy đã làm tăng quãng đường trôi giữa hai tuyến đo cho nên xảy ra có sai số.

- Khi đo vận tốc bằng phao thì vận tốc thu được là vận tốc trung bình trên quỹ đạo của phao mà ta coi như vận tốc tại điểm quỹ đạo cắt tuyến đo do đó xảy ra có sai số.

b) Phao độ sâu:

Dùng để đo vận tốc và hướng dòng chảy tại một độ sâu nào đó. Phao gồm 2 phao nối với nhau bằng một sợi dây, thả ở độ sâu đã định. Phao nổi có kích thước bé hơn phao sâu nhiều.



Hình 4.4 Các loại phao đo sâu

c) Phao tích phân

Phao tích phân dùng để đo vận tốc trung bình theo chiều thẳng đứng. phao thả tại E chuyển động lên theo lực Acimet và chuyển động xuống dưới theo chiều dòng chảy. Sau một thời gian dt ta có thể viết phương trình:

$$dl = v dt$$

(4.19)

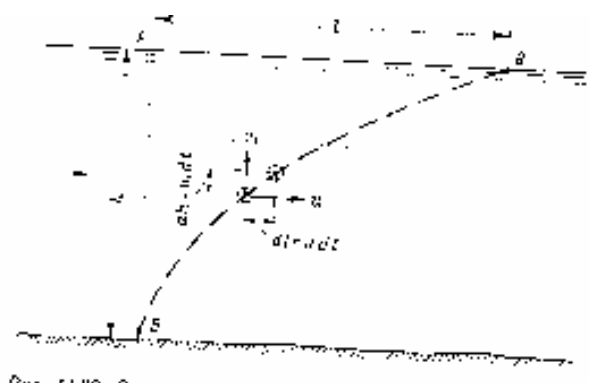
$$dh = v_l dt$$

(4.20)

l - là khoảng cách từ thủy trực tới lúc phao nổi.

v - Vận tốc địa phương thay đổi theo độ sâu

v_l - Tốc độ nâng cao theo chiều thẳng đứng bằng hằng số.



Hình 4.5 Sơ đồ đo bằng phao tích phân

h - độ sâu điểm đo

Từ (4.19 và 4.20) ta có

$$l = \int_0^t v dt \quad (4.21)$$

$$h = v_1 t \quad (4.22)$$

Bởi $dt = \frac{dh}{v_1}$ ta nhận được:

$$l = \int_0^h \frac{v}{v_1} dh \quad (4.23)$$

$$\text{Thay } \int_0^h v dh = v_B h, \quad (4.24)$$

với v_B là vận tốc trung bình thủy trực, ta có:

$$l = \frac{1}{v_1} v_B h \quad (4.25)$$

$$\text{Từ đó: } v_B = \frac{v_1}{h} l \quad (4.26)$$

v_1 - Thu được bằng thực nghiệm cho thả phao tại chỗ nước ngừng chảy.

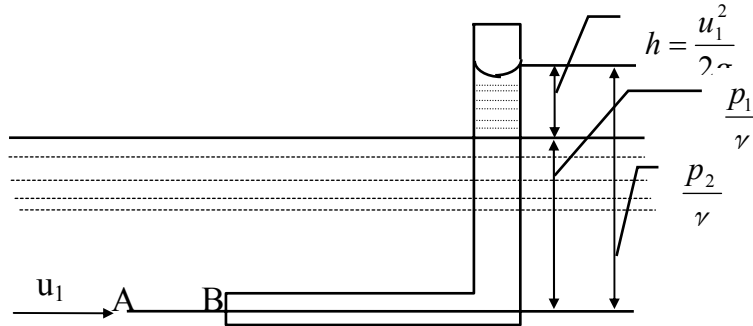
h - độ sâu và l là khoảng cách có thể xác định được. áp dụng tốt với dòng chảy phân tầng, còn đối với dòng chảy rối phải hiệu chỉnh.

4.4.3. Ống đo thủy văn

4.4.3.1. Nguyên tắc

Đo vận tốc dòng chảy bằng ống đo thủy văn dựa trên việc thay vận tốc bằng xác định độ cao của nước dâng do vận tốc dòng chảy gây ra. Để xác định mối liên hệ giữa vận tốc và độ cao này người ta sử dụng phương trình Becnuli cho dòng nước A-B

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} \quad (4.27)$$



Hình 4.6 Sơ đồ nguyên lý đo vận tốc bằng ống đo thủy văn

Trong đó: $Z_1 = Z_2$ - độ cao của điểm xác định vận tốc bằng nhau cho cả hai điểm A và B; u_1 - vận tốc tại điểm A; $u_2 = 0$ là vận tốc tại điểm B, γ - trọng lượng riêng của nước.

Từ (4.27) ta có:

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{u_1^2}{2g} = h \quad (4.28)$$

Từ đó, nhận được công thức tính vận tốc:

$$v = u_1 = \sqrt{2gh} \quad (4.29)$$

Công thức (4.29) dùng được trong trường hợp chất lỏng lý tưởng còn trong trường hợp dòng chảy rối thì (h) bé hơn. Để áp dụng người ta đưa vào một hệ số điều chỉnh (φ) được xác định bằng cách kiểm định. Khi đó (4.29) có dạng:

$$u = \varphi \sqrt{2gh} \quad (4.30)$$

Ngày nay đã chế tạo được các ống đo có hệ số $\varphi = 1$

4.4.4 Xác định vận tốc bằng xác định lực tác động của dòng chảy lên vật trôi

4.4.4.1 Nguyên tắc: dựa trên mối liên hệ giữa vận tốc dòng chảy và áp suất của

dòng lên vật thể nằm trong đó. Nó được biểu diễn qua mối liên hệ:

$$R = C_x \frac{1}{2} \rho u^2 \omega \quad (4.31)$$

R - Lực áp suất của dòng chảy lên vật. C_x - hệ số cản, phụ thuộc vào hình dạng của vật và hệ số Reynolds (Re). ρ - mật độ nước; u - vận tốc dòng chảy. ω - diện tích hình chiếu vật lên bề mặt vuông góc với vận tốc dòng chảy gọi là Midel

Từ (4.31) vận tốc sẽ có là:

$$v = u = \sqrt{\frac{2R}{C_x \rho \omega}} \quad (4.32)$$

Vậy khi đo được áp suất dòng chảy lên vật trôi có thể đo được vận tốc dòng chảy. Trong công thức trên ω đã biết. Hệ số C_x phụ thuộc vào hình dạng của vật và hệ số Reynolds

$$Re = \frac{ud}{\nu} \quad (4.33)$$

u - vận tốc dòng, d - kích thước vật cản; ν - hệ số nhiệt động nhớt của nước, phụ thuộc vào nhiệt độ vật thả, bởi thế vật thả nên dùng có dạng hình cầu, hình đĩa...và hàm $C_x = f(Re)$ đã có trình bày trong các sách tra cứu. Về lý thuyết, đo vận tốc còn có thể dựa trên phương pháp thể tích, phương pháp trao đổi nhiệt và phương pháp hồi âm

CHƯƠNG 5. LƯU LƯỢNG NƯỚC

5.1. KHÁI NIỆM

Định nghĩa: Lưu lượng nước là một thể tích nước chảy qua một thiết diện ngang của dòng chảy trong một đơn vị thời gian. Đơn vị đo m^3/s hoặc l/s ; ký hiệu Q .

Lưu lượng nước là một đặc trưng rất quan trọng; là một trong những thành phần chủ yếu nhất của dòng chảy. Trên cơ sở xác định lưu lượng một cách có hệ thống người ta tính lưu lượng nước trung bình ngày, lưu lượng nước cực đại, cực tiểu cũng như là thể tích dòng chảy qua khoảng thời gian này hoặc kia.

Các phương pháp xác định lưu lượng nước đang tồn tại có thể chia ra hai nhóm: đo trực tiếp và đo gián tiếp.

Nhóm thứ nhất gồm phương pháp thể tích dựa trên việc đo thể tích bằng các dụng cụ đo đặt dưới dòng nước, đồng thời đo cả thời gian lúc đầy dụng cụ chứa. Lưu lượng là tỷ số giữa thể tích và thời gian đo. Phương pháp này thường được áp dụng trên các dòng chảy bé như suối, kênh, rạch vv... Phương pháp này có độ chính xác cao.

Phương pháp đo gián tiếp gồm nhiều phương pháp mà đặc trưng chung của nó là không đo trực tiếp lưu lượng mà đo một số yếu tố của dòng chảy và lưu lượng thu được thông qua tính toán. Nhóm phương pháp này bao gồm:

a. Phương pháp xác định lưu lượng theo vận tốc dòng chảy và diện tích mặt cắt ngang của dòng gọi là phương pháp "lưu tốc - diện tích"

b. Xác định lưu lượng nhờ các công trình đo cố định như kênh đào, đập chắn - lưu lượng xác định theo yếu tố thủy lực.

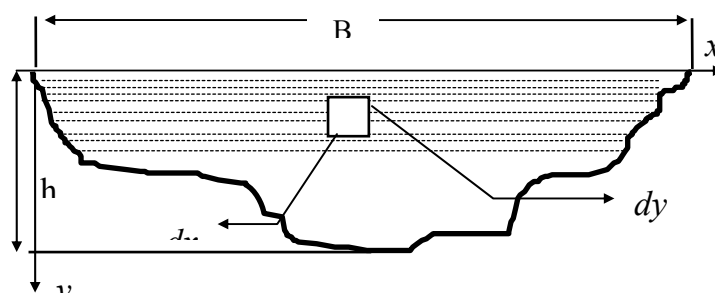
c. Phương pháp hỗn hợp (điện, nhiệt vv..)

Trong các phương pháp kể trên thì phương pháp " lưu tốc -diện tích"là phổ biến hơn cả

5.2 PHƯƠNG PHÁP "LƯU TỐC - DIỆN TÍCH". MÔ HÌNH LƯU LƯỢNG

Bản chất phương pháp "lưu tốc - diện tích" là xác định thể tích mô hình lưu lượng - có nghĩa là thể tích vật thể nước có số đo bằng lưu lượng nước đi qua mặt cắt ngang dòng chảy.

Ta xét mặt cắt ngang dòng chảy với vận tốc dòng khác nhau ở các điểm khác nhau. Vận tốc lớn nhất tại bề mặt giữa các dòng, càng gần bờ và đáy chúng càng bé dần. Tương ứng với nó là thành phần lưu lượng đơn vị trong từng phần của mặt cắt ngang. Để xác định lưu lượng qua 1 diện tích thành phần cần nhân diện tích của nó với vận tốc dòng.



Hình 5.1 Mặt cắt ngang của dòng chảy

$$dQ = v \cos \alpha d\omega, \quad (5.1)$$

v - vận tốc trong giới hạn của diện tích thành phần; α - góc lệch của hướng vận tốc và đường vuông góc; $d\omega$ - diện tích các thiết diện thành phần

Lưu lượng nước qua toàn bộ diện mặt cắt ngang sẽ là:

$$Q = \int_{\omega} v \cos \alpha d\omega = \int_{x=0}^{x=B} \int_{y=0}^{y=h} v \cos \alpha dx dy \quad (5.2)$$

Nếu α giữ nguyên giá trị của mình cho mọi diện tích thành phần thì (5.2) có thể viết như sau:

$$Q = \cos \alpha \int_0^B \int_0^h v dx dy \quad (5.3)$$

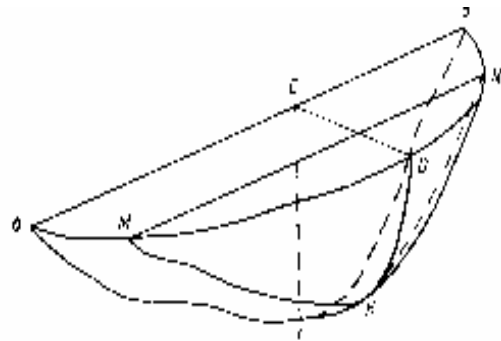
Nếu véc tơ vận tốc có hướng trùng với đường vuông góc có nghĩa là $\alpha = 0$ thì khi đó $\cos \alpha = 1$

$$Q = \cos \alpha \int_0^B \int_0^h v dx dy = \int_{\omega} v d\omega \quad (5.4)$$

Công thức thu được trên đây là thể tích lưu lượng nước hay là vật thể nước được giới hạn mặt sau là mặt cắt ngang của dòng, phía trên là mặt nước tự do thể hiện phân bố vận tốc dòng và phía dưới là một mặt cong được xác định bởi quan hệ $v = f(x, y)$. Từ đó suy ra rằng xác định lưu lượng là xác định tích phân đã nêu trên.

Song trên thực tế nó khó áp dụng do không rõ cách lấy $v = f(x, y)$ nên thực tế người ta tính toán một cách đơn giản hơn: lưu lượng tính theo công thức xấp xỉ bằng cách thay tích phân bằng tổng theo phương pháp phân tích:

OEB - mặt cắt; $OMDNB$ - phân bố vận tốc mặt; CED - phân bố vận tốc trên thủy trực CE của mặt cắt; MKN - đường đẳng lưu



Hình 5.2 Mô hình lưu lượng

Có thể xác định lưu lượng theo phương pháp sau:

Đầu tiên nếu biết lưu lượng nước trên các thủy trực (lưu lượng đơn vị) thì lưu lượng được xác định theo công thức:

$$Q = \int_0^B q dx \quad (5.5)$$

khi đó q - lưu lượng thành phần bằng tích của vận tốc trung bình trên thủy trực với độ sâu chính thủy trực đó. tức là $q = v_B \cdot h$ với B - độ rộng của sông.

Thứ hai, nếu trong mặt cắt dòng chảy có các đẳng lưu và có thể xác định được diện tích nằm giữa các đường đẳng lưu và đường mực nước thì thể tích mô hình lưu lượng nước sẽ là:

$$Q = \int_0^{v_{\max}} \omega_v dv \quad (5.6)$$

ω_v - Diện tích bị hạn chế bởi đường đẳng lưu v và đường mực nước.

5.3 ĐO LƯU LƯỢNG BẰNG LƯU TỐC KẾ

5.3.1. Chọn đoạn sông

Yêu cầu tối thiểu như chọn đoạn sông có tuyến đo mực nước, ngoài ra còn yêu cầu bổ sung như sau:

- Có dòng nước chuyển động ổn định.
- Có chung một hướng dòng chảy;
- Vận tốc về mùa kiệt $0,15 - 0,25 \text{ m/s}$ để có thể đo bằng lưu tốc kế có độ chính xác cao;
- Về mùa lũ có vận tốc không quá $3 - 4 \text{ m/s}$.

Không có nước tù và dòng chảy ngược.

5.3.2 Xác định hướng tuyến đo

Tuyến đo thủy văn gọi là đường cắt ngang sông mà ở đó tiến hành đo lưu lượng.

Yêu cầu: Tuyến đo vuông góc với dòng chảy; nếu ước lượng bằng mắt có thể lấy tuyến đo vuông góc với cả hai bờ

Phương pháp xác định hướng tuyến đo với máy GP - 42 Phương pháp này khá chính xác và được tiến hành như sau

- Trên tuyến đo giả định chọn từ 10 - 12 thủy trực
- Đo vận tốc $0,6 \text{ h} = v_{tb}$ cho tất cả các thủy trực
- Tính lưu lượng trên thủy trực $q = v_{tb} \cdot h$
- Tính lưu lượng đơn vị $q_d = qb$ với q - lưu lượng thành phần
- Vẽ các q_d đơn vị (cả giá trị và hướng) trên sơ đồ

f. Chọn hướng tổng như là tổng véc tơ các q thành phần và lấy đường vuông góc với nó làm tuyến đo.

Phương pháp xác định hướng đo bằng phao nổi:

Trên tuyến đo thả phao hỗ trợ. Phao thả và quan sát theo thứ tự sau:

- a. Thả phao tại tuyến thả từ 10 - 15 phao theo chiều rộng của sông.
- b. Quan sát chỗ phao cắt các tuyến quan sát phao.
- c. Dùng đồng hồ bấm giây xác định thời gian phao trôi và từ đó tính $V = l/t$, với l là khoảng cách giữa hai tuyến, t là thời gian phao đi
- e. Tương tự phương pháp trên để chọn tuyến đo thủy văn

Trên các con sông chảy nhanh trên các sông miền núi khó thả phao trên toàn bộ sông thì áp dụng phương pháp sau đây. Trên bờ chọn một đoạn AB và hai tuyến vuông góc với nó là AD và BE . từ một điểm H cố định trên sông ở tuyến AD thả 7-8 phao và từ điểm A quan sát bằng máy vị trí và góc khi phao cắt BE , mỗi lần như vậy cho ta một góc α và trung bình cho ta một góc nào đó sẽ cắt BE tại M . Vậy HM là đường chảy trung bình của tuyến đo.

Nếu lấy $AB = l$ suy ra $AH = l.tg\beta$, còn $BM = l.tg\alpha$; $BK = AH - BM = (tg\alpha - tg\beta)l$

AG vuông góc với AK là tuyến đo thủy văn

5.4 TRANG BỊ CỦA TUYẾN ĐO THỦY VĂN VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO

Tuyến đo thủy văn bao gồm các trang bị sau:

- Trạm đo mực nước nếu trạm chính xa tuyến đo
- Các mốc kiểm tra
- Tuyến đo sâu và thuyền qua sông (cầu cống)
- Các tuyến đo độ dốc mặt nước

Các phương pháp định vị các thủy trực đo vận tốc trên tuyến đo bao gồm các phương pháp sau: Chi tiết, cơ bản và rút gọn.

5.4.1. Phương pháp chi tiết

Đo vận tốc nhiều điểm trên nhiều thủy trực được áp dụng để đo trường vận tốc trên tuyến đo vào 1 - 2 năm quan trắc đầu tiên. Phương pháp này bố trí các thủy trực cách đều theo chiều rộng của sông.

5.4.2 Phương pháp cơ bản

Xem xét để đo lưu lượng với càng ít số lượng thủy trực (đo vận tốc không ít hơn 5) và điểm đo (2 - 3) với điều kiện là kết quả đo không khác với lưu lượng đo theo phương pháp chi tiết 3%.

Số lượng thủy trực vận tốc và phân bố chúng theo tuyến đo được xác định trên cơ sở phân tích 20 -30 lần đo lưu lượng bằng phương pháp chi tiết vào các mùa khác nhau.

5.4.3 Phương pháp rút gọn

Phương pháp này coi việc xác định lưu lượng nước với 1 hoặc 2 điểm trên thủy trực với dòng chảy tự do hoặc 2 - 3 điểm khi có cây cỏ trên lòng sông. Số lượng và vị trí thủy trực vận tốc và điểm đo trong đó được xác định trên cơ sở phân tích kỹ lưỡng các tài liệu nhận được việc đo lưu lượng bằng phương pháp chi tiết và cơ bản. Phương pháp này áp dụng trên các ca quan trắc khi cần xác định lưu lượng nhanh với dòng chảy không dừng.

5.4.4 Đo nhanh

Lưu lượng được áp dụng trong các trường hợp mà cần tiến hành đo càng nhanh càng tốt; Đó là khi có sự dao động mực nước đột ngột (10cm/giờ), bờ bị xói lở mạnh (thường xảy ra khi lũ lụt) khi đó yêu cầu đo tại một điểm khoảng 30 giây hoặc thời gian giữa hai tín hiệu mà thôi. Đo nhanh đối với từng điểm nên có thể dùng cả 3 phương pháp chi tiết, cơ bản và rút gọn.

5.5. ĐO LƯU LƯỢNG NƯỚC

Công tác đo lưu lượng bao gồm:

- a. Mô tả đoạn sông, thời tiết và các yếu tố xác định điều kiện làm việc
- b. Quan trắc mực nước
- c. Đo độ sâu tại tuyến đo thủy văn (TĐTV)
- d. Đo vận tốc tại các điểm riêng biệt của thiết diện ướt trên thủy trực vận tốc
- e. Quan trắc tại các trạm đo độ dốc mặt nước. Kết quả được ghi vào sổ.
- g. Dựa vào kết quả đo tốc độ và đo sâu tiến hành tính diện tích mặt cắt ngang, tốc độ bình quân mặt cắt và sau đó tính lưu lượng nước.

Khi đo vận tốc cần chú ý:

- ☐ Xác định mực nước trên trạm đo vào đầu và cuối thời gian đo mỗi thủy trực.
- ☐ Đo độ sâu thủy trực và tính toán các độ sâu $0,2h, 0,4h, 0,6h, 0,8h...$ để thả máy.
- ☐ Đo vận tốc ở độ sâu cần thiết,

Thường tại mỗi điểm đo thời gian là $120s$ để đảm bảo lấy trung bình vận tốc được chính xác, nếu $1/2$ thời gian đo trước và sau lệch nhau $10s$ thì cần kiểm tra lại máy.

Đối với khe suối nhỏ có thể đo lưu lượng trực tiếp qua máng nước và thùng đựng nước.

5.6 PHƯƠNG PHÁP TÍCH PHÂN ĐO VẬN TỐC DÒNG CHẢY VÀ LƯU LƯỢNG NƯỚC

Bản chất của phương pháp này như sau: nếu ta thả lưu tốc kế và dịch chuyển chúng trong mặt phẳng của thiết diện ướt theo một phương nào đó và đồng thời xác định tổng số vòng N của cánh quạt trong một thời gian t thì vận tốc trung bình trên đoạn đường đo của lưu tốc kế xác định được sẽ là:

$$n = \frac{N}{t}, v = f(n) \quad (5.7)$$

Với n là vận tốc trung bình dòng chảy tính bằng *số vòng /s* có thể thu nhận được nhờ bảng kiểm định máy lưu tốc kế. Phương pháp này có thể thực hành theo thủy trực, theo các tuyến nằm ngang và theo toàn mặt cắt sẽ thu được các vận tốc tương ứng.

Trên từng thủy trực hạ đều lưu tốc kế xuống tận đáy rồi kéo lên sao cho chuyển động giữ đều. Sau đó tính vận tốc bằng cách lấy tổng số vòng quay chia cho số thời gian máy làm việc. Việc đổi thứ nguyên vận tốc trung bình dòng chảy có thể tra ở bảng kiểm định.

5.7 TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG NƯỚC

Có 3 phương pháp:

- ☐ - Phương pháp phân tích
- ☐ - Phương pháp đồ giải
- ☐ - Phương pháp theo các đường đẳng lưu

Trong đó phương pháp phân tích là hay dùng nhất bởi tính giản đơn của nó và độ đảm bảo chính xác tương đối cao.

6.7.1 Phương pháp phân tích

Lưu lượng nước được tính theo công thức xấp xỉ như sau:

$$Q = kv_1\omega_0 + \frac{v_1 + v_2}{2}\omega_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2}\omega_{n-1} + kv_n\omega_{n-1} \quad (5.8)$$

Trong đó: $v_1, v_2 \dots v_n$ là vận tốc trung bình trên các thủy trực.

ω_0, ω_n là diện tích giữa thủy trực vận tốc gần hai bờ nhất và các bờ trái và phải.

ω_1, ω_2 là diện tích giữa hai thủy trực

k - là hệ số thực nghiệm tùy thuộc vào điều kiện bờ. Đối với:

- sông lý tưởng ($k = 0,9$);
- sông có bờ khúc khuỷu ($k = 0,8$)

- mép nước có độ sâu = 0 ($k = 0,7$)

- bờ có lau, sậy ($k = 0,5$)

Vận tốc trong công thức (5.8) được tính như sau

a. Lòng sông hở, không có cỏ và nước tù.

Đo 5 điểm trên một thủy trực:

$$V_B = 0,1. (V_m + 3 V_{0,2} + 3V_{0,6} + 2V_{0,8} + V_d) \quad (5.9)$$

Đo 3 điểm trên một thủy trực:

$$V_B = 0,25 (V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8}) \quad (5.10)$$

Đo hai điểm trên thủy trực:

$$V_B = 0,5(V_{0,2}+V_{0,8}) \quad (5.11)$$

Đo 1 điểm trên thủy trực:

$$V_B = V_{0,6} \quad (5.12)$$

b. Trong trường hợp tính lưu lượng với bờ có lau sậy;

Đo 6 điểm trên một thủy trực:

$$V_B = 0,1. (V_m + 2 V_{0,2} + 2 V_{0,4} + 2V_{0,6} + 2V_{0,8} + V_d) \quad (5.13)$$

Đo 3 điểm trên một thủy trực:

$$V_B = 1/3 (V_{0,15} + V_{0,5} + V_{0,85}) \quad (5.14)$$

Đo 1 điểm trên thủy trực

$$V_B = kV_{0,5} \quad (5.15)$$

Với hệ số $k = 0,9$.

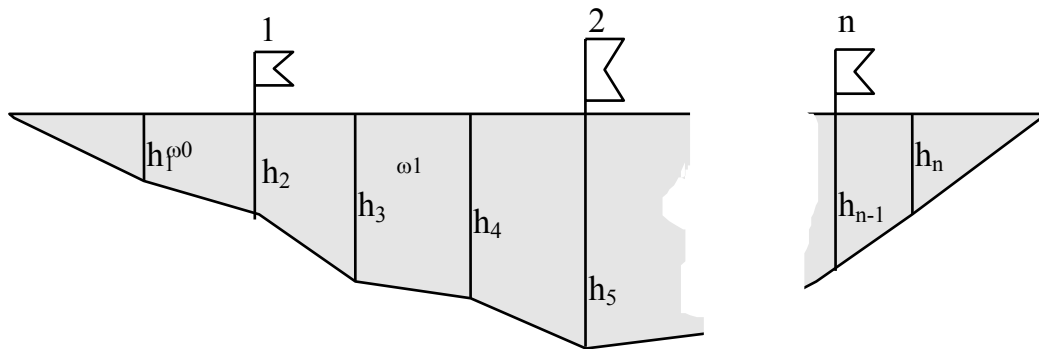
Diện tích thành phần của các thiết diện ướt được xác định qua độ sâu trên các thủy trực đo sâu và thủy trực đo vận tốc. Diện tích phần mặt cắt giữa bờ và thủy trực

vận tốc thứ nhất:

$$\omega_0 = \frac{1}{2} h_1 b_0 + \frac{h_1 + h_2}{2} b_1 \quad (5.16)$$

Diện tích mặt cắt giữa thủy trực vận tốc thứ nhất và thứ hai là:

$$\omega_1 = \frac{h_2 + h_3}{2} b_2 + \frac{h_3 + h_4}{2} b_3 + \frac{h_4 + h_5}{2} b_4 \quad (5.17)$$



Hình 5.3 Sơ đồ tính diện tích thành phần của thiết diện ướt

Mức nước tính toán khi mực nước biến đổi nhanh trong thời gian đo là công thức trung bình trọng lượng với H_i - mực nước tại thủy trực khi đo; q_i - lưu lượng đơn vị tại thủy trực, b_i - độ rộng sông giữa các thủy trực.

$$H_u = \frac{H_1 q_1 b_1 + H_2 q_2 b_2 + \dots + H_n q_n b_n}{q_1 b_1 + q_2 b_2 + \dots + q_n b_n}, \quad (5.18)$$

5.7.2. Phương pháp phân tích chính xác

Do Braslavski đưa ra rằng thể tích tại phần mô hình lưu lượng giữa hai thủy trực kề nhau có thể biểu diễn bằng công thức.

$$\Delta Q = \int_{x=0}^{x=B} h v dx \quad (5.19)$$

h - độ sâu; v - vận tốc trung bình thủy trực; b - khoảng cách giữa các thủy trực; x - toạ độ đang xét giữa các thủy trực.

Các giá trị đang xét của h , v coi như hàm của x . Giả thiết rằng sự thay đổi độ sâu giữa hai thủy trực là tuyến tính giữa với $h_1 < h_2$ ta có: $h = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{b}x$. Biểu diễn vận tốc theo công thức Chesi $v = C\sqrt{hI}$ và nhận công thức Manhinga $C = \frac{1}{n}h^{1/6}$, với n -hệ số nhám, ta có:

$$v = \frac{1}{n}\sqrt{I}h^{2/3} = ah^{2/3} \quad (5.20)$$

Lại giả sử rằng n và I là hằng số giữa hai thủy trực thì a là hằng số, do vậy (5.20) có thể viết

$$\Delta Q = a \int_{x=0}^{x=b} \left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{b}x \right)^{5/3} dx \quad (5.21)$$

Kết quả lấy tích phân và biến đổi phương trình cuối cùng ta được công thức tính toán đơn giản:

$$\Delta Q = \omega k v_m \quad (5.22)$$

ω - Diện tích ướt giữa hai thủy trực vận tốc; v_m - vận tốc lớn hơn giữa hai vận tốc của thủy trực kề nhau; k - hệ số phụ thuộc vào tỷ số V_n/V_m

V_n - vận tốc nhỏ hơn giữa hai vận tốc tại các thủy trực kề nhau.

Lưu lượng tổng cộng là tổng các lưu lượng thành phần:

$$Q = \sum_{i=1}^{i=n} \omega_i k_i v_{im} \quad (5.23)$$

Công thức (5.23) cho tính toán ra kết quả với sai số không vượt quá 4,4% với số lượng thủy trực tối thiểu, nếu dùng công thức (5.8) với số lượng thủy trực như vậy thì sai số có thể tới 22%.

5.7.3 Phương pháp đồ giải

Trong phương pháp này phép thay thế tích phân bằng việc đo diện tích các phân

bổ lưu lượng đơn vị bằng máy đo ô vuông. Lưu lượng đơn vị được biểu diễn giải tích bằng tích phân sau:

$$q = \int_0^h v dh \quad (5.24)$$

qua đồ thị thì lưu lượng đơn vị là diện tích phân bố vận tốc trên thủy trực. Vận tốc trung bình đối với mỗi thủy trực là phép chia diện tích đó cho độ sâu. Việc tính toán theo phương pháp này được tiến hành như sau:

1) Trên giấy kẻ li vẽ mặt cắt ngang và các phân bố vận tốc trên cùng một tỷ lệ, tính vận tốc cho trước q

2) Lấy q/h cho ta nhận được vận tốc trung bình thủy trực.

3) Dựng phân bố vận tốc trung bình theo chiều rộng sông; tính vận tốc cho cả thủy trực đo sâu (q/h từ đồ thị phân bố lưu lượng thành phần)

4) Tính lưu lượng đơn vị cho các thủy trực (kể cả thủy trực đo sâu lẫn vận tốc bằng cách $q=v_{tb} \cdot h$

5) Tính lưu lượng nước bằng cách dựng phân bố Q và q thu được kết quả bằng đếm ô hay dùng máy đo diện tích. Diện tích đường phân bố Q cho ta lưu lượng toàn phần. Phương pháp này rất chính xác nhưng mất nhiều công sức.

5.7.4 Phương pháp tính lưu lượng theo các đường đẳng lưu

Phương pháp này dựa trên công thức (5.6) bằng cách thay tích phân bằng tổng các số yếu tố hữu hạn trên mô hình lưu lượng. Thử tích mô hình lưu lượng hay là lưu lượng nước bằng:

$$Q = \frac{\omega_0 + \omega_1}{2} a + \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} a + \dots + \frac{\omega_{n-1} + \omega_n}{2} a + Q_k, \quad (5.25)$$

ω_0 - diện tích mặt cắt ngang

ω_1, ω_2 - diện tích giới hạn bởi đường đẳng lưu thứ 1,2..

a- khoảng vận tốc giữa các đường đẳng lưu

Q_k thể tích phần cuối bằng:

$$Q_k = \frac{2}{3} \omega_n (v_{\max} - v_n) \quad (5.26)$$

ω_n - diện tích của các đường đẳng lưu cuối cùng

$v_{\max}$ - vận tốc lớn nhất

v_n - vận tốc tương ứng với đường đẳng lưu cuối cùng.

Nếu các đường đẳng lưu cách đều, công thức (6.17) có dạng đơn giản hơn:

$$Q = a \left(\frac{\omega_0 + \omega_n}{2} + \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_{n-1} \right) + Q_k \quad (5.27)$$

Thứ tự công việc tính toán lưu lượng như sau:

- 1) Trên giấy kẻ li vẽ mặt cắt ngang của lòng sông
- 2) vẽ các phân bố tốc độ trên thủy trực cùng tỷ lệ
- 3) vẽ các đường đẳng lưu (từ 6 - 10 đường đẳng lưu)
- 4) Đo các diện tích bởi các đường đẳng lưu bằng máy đo diện tích hay đếm ô vuông trên giấy kẻ ly.
- 5) Tính lưu lượng nước sử dụng công thức (5.27).

5.8 ĐÁNH GIÁ SAI SỐ ĐO LƯU LƯỢNG BẰNG LƯU TỐC KẾ

Khi đo lưu lượng nước bằng lưu tốc kế, cũng như trong mọi đo đạc khác không tránh khỏi sai số. Lưu lượng xác định bằng phương pháp "lưu tốc - diện tích" với việc xác định vận tốc bằng lưu tốc kế sẽ mắc phải sai số ΔQ nào đó, có thể biểu diễn qua:

$$Q_d = Q_t \pm \Delta Q \quad (5.28)$$

với Q_d Lưu lượng thực đo. Q_t - Lưu lượng chính xác, và ΔQ - Sai số đo đạc (tuyệt đối)

Sai số đo lưu lượng biểu diễn bằng % như sau

$$\Delta Q = \frac{Q_d - Q_t}{Q_t} 100 \quad (5.29)$$

Các nguyên nhân dẫn đến sai số thuộc 2 nhóm: sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống chịu các ảnh hưởng:

- Tính chất và chất lượng dụng cụ đo
- Phương pháp và điều kiện đo đạc
- Sự biến đổi của đại lượng đo theo thời gian
- Phương pháp tính toán

5.8.1 Nhóm sai số ngẫu nhiên

a. *Đo diện tích mặt cắt ngang*: Khi đo mặt cắt ngang có thể có các sai số sau:

- xấp xỉ độ sâu và khoảng cách
- sai lệch vị trí thủy trực
- Tổng sai số mục này có thể đạt tới gần 3%

b. *Đo vận tốc*

- Xấp xỉ việc xác định thời gian đo
- Thời gian đo ngắn nên không đủ triệt mạch động
- Xấp xỉ khi tính toán vận tốc trung bình
- Tổng sai số cỡ 3 - 4 % khi tính lưu lượng

5.8.2 Nhóm sai số hệ thống

a. *Đo diện tích*

- Vị trí không thẳng đứng của cọc và dây cáp
- Đo nước chảy trên cọc và thước

- Ảnh hưởng của đất nền đáy khi đo sâu

- Tổng sai số cỡ 2 -3 %

b. *Đo vận tốc*

- sai số khi kiểm định máy

- sự khác biệt của điều kiện kiểm định và điều kiện đo kho có dòng rối.

- sự thay đổi ma sát khi lưu tốc kể lúc vận hành

- ảnh hưởng của nhớt dầu trên máy đo

- Không tính ảnh hưởng của tính xoắn ốc

- Sai số do tính không xác định ngoại suy vận tốc từ điểm đo thấp nhất tới đáy

- Toàn bộ sai số lưu lượng cỡ 1- 5 %

Ngoài ra còn có các sai số đo điều kiện làm việc và công thức tính toán khi tham khảo các bảng tra cứu.

5.9 ĐO LƯU LƯỢNG BẰNG PHAO

5.9.1 Thiết kế công trình

Chọn 2 tuyến đo trên dưới tuyến đo thủy văn sao cho thời gian phao trôi khoảng 20 s và tối thiểu đảm bảo 10 s (trong trường hợp vận tốc lớn hơn 2 m /s). Khoảng cách giữa hai tuyến trên và dưới đo chính xác gọi là tuyến cơ sở. Phao thả trên tuyến trên cỡ 5 - 10 m, xác định mực nước và độ dốc mặt thoáng, đo sâu.

Đo vận tốc như sau:

1) Thả phao trên sông từ 10 đến 25 phao (sông hẹp thì thả từ bờ nếu sông lớn thì dùng thuyền) cách đều trên sông theo nhóm.

2) xác định thời gian phao trôi qua các tuyến quan sát.

3) trên tuyến đo chính lúc phao đi qua cần xác định khoảng cách phao trôi từ điểm mốc (bằng dây hoặc là máy đo).

5.9.2 Tính toán lưu lượng

1) Trên giấy vẽ các các điểm cho từng phao. Trục hoành là khoảng cách từ mốc cố định tới điểm phao cắt tuyến giữa, ở trục tung - thời gian phao đi từ trên xuống.

2) Vẽ phân bố đường thời gian đi theo chiều rộng , sau đó định các thủy trực vận tốc và đo sâu.

3) Đối với thủy trực vận tốc hạ từ đường phân bố thời gian phao trôi và vận tốc chảy mặt $V_i = l/t$ với t là thời gian trôi; l là khoảng cách.

4) Theo số đo độ sâu tính thiết diện ướt giữa các thủy trực. Từ vận tốc và diện tích xác định lưu lượng toàn phần.

5.10. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG BẰNG TÍNH TOÁN

Tư tưởng của phương pháp là diện tích xác định theo tài liệu đo sâu còn vận tốc thì xác định theo công thức Sezi

$$v = C\sqrt{RI} \quad (5.30)$$

C - hệ số Sezi thứ nguyên là $m^{0,5}$, R - Bán kính thủy lực, I - độ dốc mặt nước.

Công thức Chezi chính xác đối với chuyển động đều với các yếu tố thủy lực của dòng: mặt cắt ướt, độ sâu, chiều rộng, vận tốc, độ dốc không thay đổi theo chiều dài, dòng chảy . Trong điều kiện tự nhiên chỉ có thể thu được kết quả gần đúng.

Đối với các chuyển động không đều và không dừng thì công thức (5.30) không áp dụng được.

5.11. XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỂ TÍCH

Phương pháp thể tích chỉ áp dụng trong trường hợp $Q \leq 5 - 10 \text{ lít/s}$. Vì lưu lượng đo trực tiếp nên phương pháp đạt độ chính xác cao. Công thức tính toán sẽ là:

$$Q = \frac{V}{t} \text{ với } V \text{ là thể tích chứa trong dụng cụ đo, } t - \text{thời gian đo. Thể tích dụng}$$

cụ đo phụ thuộc vào 3 yếu tố: 1) lưu lượng lớn nhất; 2) mức độ chính xác việc xác định thể tích và thời gian tích lũy nước; 3) mức độ yêu cầu chính xác đo lưu lượng.

5.12. PHƯƠNG PHÁP TRỘN HỖN HỢP ĐỂ XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG

5.12.1. Phương pháp thả chậm chất hoà tan đại biểu

Trên đoạn sông đã cho tại tuyến thả người ta tiến hành đổ chất hoà tan chỉ thị vào một hay vài điểm với lưu lượng không đổi. Tuyến đo nằm cách tuyến thả sao cho khoảng cách đó đủ để hoà tan hoàn toàn chất chỉ thị vào nước sông; tạo ra chế độ dịch chuyển dừng.

Nếu đoạn sông ta chọn có thể đáp ứng yêu cầu như vậy, thì nhất thiết điều kiện sau sẽ thực hiện là: lưu lượng riêng giữa tuyến đo và tuyến thả phải bằng nhau. Điều đó có thể thể hiện qua đẳng thức:

$$QC_0 + qC_1 = (Q + q)C_2 \quad (5.31)$$

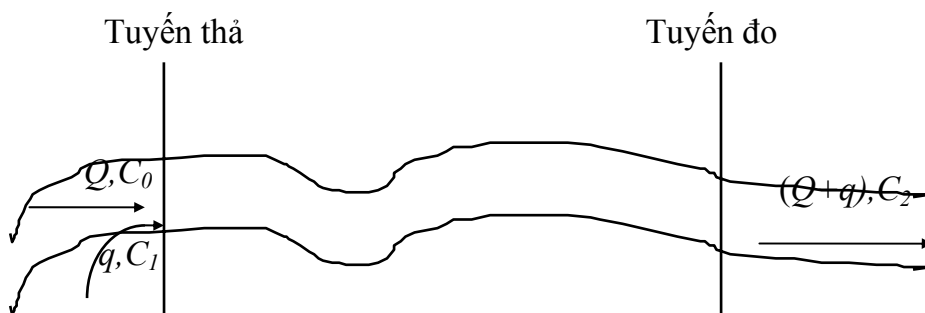
với Q -lưu lượng sông; C_0 - nồng độ tự nhiên chất hoà tan trong nước sông; q -lưu lượng chất chỉ thị; C_1 -nồng độ hoà tan của chất chỉ thị; C_2 - nồng độ chất chỉ thị tại tuyến đo..

Từ (5.31) ta có:

$$Q = q \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0} \quad (5.32)$$

Nếu trong sông tự nhiên không có chất chỉ thị đại biểu, có nghĩa là $C_0 = 0$, thì:

$$Q = q \frac{C_1 - C_2}{C_2} \quad (5.33)$$



Hình 5.4 Sơ đồ đo lưu lượng bằng chất chỉ thị đại biểu

Trong (5.32) và (5.33) q và C_1 luôn biết; C_0 và C_2 xác định bằng đo đạc. Như vậy ta có thể xác định được lưu lượng thông qua việc đo nồng độ chất chỉ thị đại biểu.

5.12.2 Phương pháp thả nhanh chất đại biểu tính lưu lượng

Phương pháp này thực hiện khác phương pháp đã nêu ở mục 5.12.1 ở chỗ việc thả chất hoà tan đại biểu với lưu lượng thay đổi và thả nhiều lần ở giữa sông. Trong trường hợp này không tạo ra việc dịch chuyển dừng. Chất chỉ thị lan toả xuống tuyến dưới kiểu như các đám mây do các hoạt động rối và khuếch tán. Khi đám mây đó đi qua tuyến đo, nồng độ chất hoà tan đại biểu C_2 trong sông tăng dần đến cực đại sau đó giảm về nồng độ tự nhiên ban đầu C_0 trong sông hoặc về 0 nếu trong sông không chứa chất chỉ thị đó.

Nếu việc đó thực hiện được ta có thể dẫn công thức tính lưu lượng trên cơ sở lập luận như sau:

Qua một diện tích cơ sở của thiết diện ướat $d\omega$ có lưu lượng dQ đi qua. Trọng lượng chất chỉ thị là m đi qua diện tích đó trong thời gian t có thể biểu diễn qua mối liên hệ:

$$m = \int_0^t dQ C_2 dt \quad (5.34)$$

với C_2 là nồng độ chất hoà tan trong nước sông (đại lượng này thay đổi theo thời gian).

Toàn bộ chất hoà tan qua thiết diện ướat ω trong thời gian t sẽ bằng:

$$M = \int_{\omega} \int_0^t dQ C_2 dt \quad (5.35)$$

Với lưu lượng qua diện tích cơ sở không phụ thuộc vào t , còn $\int_0^t C_2 dt$ không phụ thuộc vào vị trí của diện tích đó, có thể viết:

$$M = \int_{\omega} dQ \int_0^t C_2 dt \quad (5.36)$$

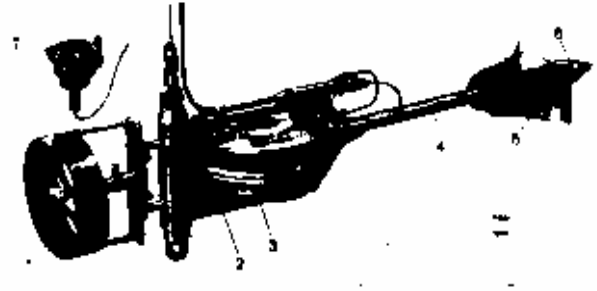
Khi đó:

$$M = Q \int_0^t C_2 dt \quad (5.37)$$

Thể hiện trọng lượng chất chỉ thị qua thể tích V và nồng độ C_1 của nó, tức là $M = VC_1$. Công thức tính lưu lượng cuối cùng sẽ là:

$$Q = \frac{VC_1}{\int_0^t C_2 dt} \quad (5.38)$$

Đây là công thức tính lưu lượng bằng phương pháp thả nhanh chất đại biểu.



Hình 5.5 Dụng cụ đo hướng dòng chảy

Ngoài các phương pháp đã nêu trên còn có các phương pháp xác định lưu lượng trên các công trình cố định (thủy lực), máy tự ghi, nhà máy thủy điện v.v... mà ta sẽ nghiên cứu trong các giáo trình "thủy lực học" và "tính toán thủy lợi"

CHƯƠNG 6. ĐO LƯU LƯỢNG BÙN CÁT

6.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Trong nước luôn luôn chứa một lượng chất rắn và chất hoà tan. Tổng lượng các sản phẩm mà dòng nước tải đi trong một thời gian xác định gọi là dòng chảy rắn, các phần tử rắn mà nước tải đi được gọi là phù sa. Phù sa có các hạt độ lớn khác nhau, thành phần của nó còn có cả các chất hữu cơ.

Sự xuất hiện của dòng chảy rắn dễ bị chi phối bởi các quá trình bào mòn hoá học và cơ học. Bào mòn cơ học chủ yếu là do dòng chảy mặt, do gió; bào mòn hoá học - dòng chảy ngầm. Phần phù sa chủ yếu từng lòng sông là từ lưu vực, một phần nào đó là do xói lở lòng và bờ sông.

Phù sa trong sông gồm có phù sa lơ lửng, phù sa di đáy. Sự phân biệt này chỉ có tính chất quy ước bởi quá trình chuyển hoá của phù sa từ dạng này sang dạng khác là liên tục. Song sự phân chia này cần thiết khi thiết lập các phương pháp nghiên cứu. Lưu lượng phù sa lơ lửng ký hiệu R , (kg/s), chất hoà tan S (kg/s). Đo lưu lượng phù sa lơ lửng dựa trên việc xác độ đục của nước (lượng phù sa trong một đơn vị thể tích nước). Độ đục ρ được biểu diễn bằng công thức:

$$\rho = \frac{p_H 10^6}{V} \quad (6.1)$$

p_H - lượng phù sa trong lọ mẫu (g); V thể tích lọ mẫu (ml) khi đó ρ (g/m^3).

Đo phù sa di đáy dựa trên việc xác định lưu lượng thành phần, có nghĩa là lượng phù sa chuyển qua một đơn vị chiều dài chu vi cứng của lòng sông trong 1s, được biểu diễn bằng mối liên hệ;

$$g = \frac{100 p_D}{tl} \quad (6.2)$$

p_D - lượng phù sa ở mẫu (g);

t - thời gian quan trắc

l - độ rộng của khe hở các thiết bị lấy mẫu (cm) . Khi đó g (g/m^3).

Đo lưu lượng chất hoà tan dựa trên việc xác định khoáng chất của nước, tức là lượng phần rắn trong 1 đơn vị thể tích α .

$$\alpha = \frac{p_C 10^6}{V} \quad (6.3)$$

P_C - Phần cứng (g),

V - Thể tích (ml), và α (g/m^3).

Nghiên cứu dòng chảy rắn bao gồm:

+) Xác định dòng chảy năm của phù sa lơ lửng, phù sa đáy và hợp chất hoà tan cùng với sự phân bố chúng trong năm .

+) Thành phần phù sa lơ lửng, phù sa đáy theo độ lớn các phần tử , lượng chất hữu cơ chứa trong đó.

+) Thành phần muối các chất hoà tan và sự phân bố trong năm của các ion .

ý nghĩa việc xác định lưu lượng phù sa lơ lửng:

- Phục vụ thiết kế và vận hành kho nước

- Phục vụ giao thông vận tải.

- Thuỷ điện, khai thác công trình trạm bơm tưới tiêu, lấy nước dùng cho sinh hoạt ...

Độ lớn của phù sa quy định bởi kích thước của các hạt , thường nhận là đường kính trung bình của hạt.

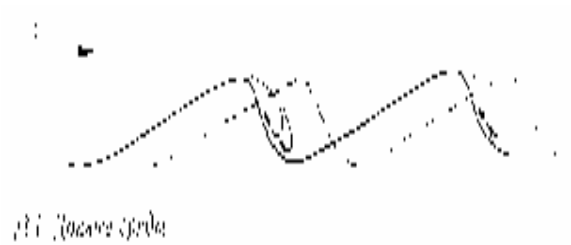
Độ thô thuỷ lực là vận tốc rơi đều của phần tử trong môi trường nước yên tĩnh, đo bằng cm/s hoặc mm/s . Phần tử càng bé thì độ lớn thuỷ lực của nó càng bé. Độ lớn do đó thuỷ lực phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt độ giảm thì độ nhớt tăng và do đó độ lớn thuỷ lực giảm và ngược lại.

6.2. CHUYỂN ĐỘNG CỦA PHÙ SA TRONG SÔNG

6.2.1. Chuyển động phù sa đáy

Dưới tác động của lực dòng chảy phù sa đáy có thể lăn, trượt, hoặc nhảy cóc.

Trên các con sông có đáy cát thường tạo thành các địa hình đặc trưng là sóng cát. Qui mô sóng cát phụ thuộc vào lưu lượng và tốc độ dòng chảy; phù sa trượt theo sóng cát tạo nên quá trình bào mòn và bồi lắng liên tục dẫn tới sự di chuyển các cát theo thời gian. Sóng cát có khi có qui mô cả chiều rộng con sông.



Hình 6.1 Gờ cát đáy



Hình 6.2 Trường vận tốc trên gờ cát đáy sông

Trên các con sông miền núi, phù sa đáy có kích thước lớn, các hạt di chuyển theo phương thức lăn hoặc nhảy cóc trên toàn bộ chiều rộng sông.

6.2.2. Chuyển động phù sa lơ lửng

Phù sa lơ lửng chuyển động nhờ chuyển động rối của nước tạo trạng thái lơ lửng lên nhờ các lực xoáy đẩy lên. Lực nâng các phần tử có thể xảy ra với điều kiện:

thành phần thẳng đứng của vận tốc lớn hơn độ lớn thủy lực của vật lơ lửng. Để duy trì trạng thái lơ lửng hai thành phần ấy cần phải bằng nhau. Trong dòng rối ở các gờ đáy tạo nên các xoáy có trục ngang trôi theo dòng nước mang theo cả phù sa từ đáy. Với chuyển động đồng đều thì lượng phù sa nổi lên và chìm xuống cân bằng nhau trong trạng thái động, tức là trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị mặt cắt số phần tử chuyển hoá từ trạng thái lơ lửng thành phù sa đi đáy bằng số phần tử từ phù sa đáy thành trạng thái lơ lửng.

Lượng phù sa lơ lửng phụ thuộc vào tốc độ dòng chảy, vào lượng phù sa lưu vực tải xuống lòng sông. Phân bố phù sa tuân theo trạng thái cân bằng. Các lớp dưới thường có các hạt lớn hơn. Chuyển động của phù sa cũng mang tính mạch động.

6.2.3. Về chế độ đục và dòng chảy phù sa trong sông

Mỗi con sông có độ đục và dòng chảy phù sa khác nhau. Lượng phù sa phụ thuộc vào từng chu kỳ thủy văn khác nhau. Mùa lũ - phù sa nhiều, mùa kiệt - phù sa ít. Khi lưu lượng nước tăng thì thường độ đục trên các con sông tăng. Đỉnh của chúng trên sông bé thường xuất hiện trùng nhau; trên các con sông lớn thường đỉnh độ đục xuất hiện sớm hơn đỉnh dòng chảy. Dòng phù sa trung bình năm cũng thay đổi phụ thuộc vào dao động của nước và các điều kiện khí tượng.

6.2.4 Sự khoáng hoá của nước và dòng vật chất hoà tan

Dòng chảy mang vật chất hoà tan trong lòng của nó. Nhờ có chuyển động rối mà các chất hoà tan phân bố đồng đều trong thiết diện ướt của dòng. Chất hoà tan thường bắt nguồn từ nước ngầm, do đó mùa kiệt nồng độ chất hoà tan cao hơn và mùa lũ thì ngược lại. Dòng chất hoà tan phụ thuộc vào lượng nước và điều kiện địa chất - thổ nhưỡng của lưu vực. Ngày nay nó còn chịu ảnh hưởng nặng nề của các chất thải công nghiệp.

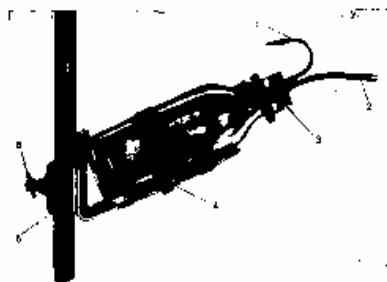
6.3. NGHIÊN CỨU DÒNG PHÙ SA LƠ LỬNG

6.3.1 Dụng cụ lấy mẫu phù sa lơ lửng

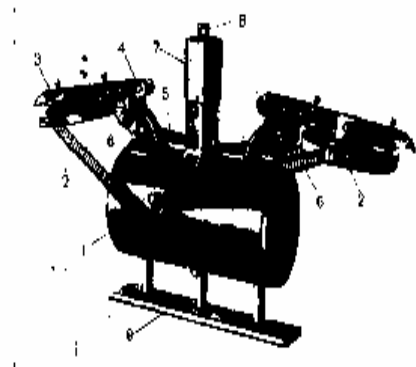
a. Dụng cụ lấy mẫu kiểu chai: dung tích chai từ (0.5-2,l) có nắp đậy đệm bằng cao su có hai vòi xuyên qua (một vòi dùng lấy nước và một vòi dùng thoát khí) và có thể dùng lấy nước theo các phương pháp tích điểm và tích phân

b. Dụng cụ lấy mẫu kiểu ngang: là một ống kim loại hình trụ có dung tích từ 0.5 đến 5 l. Hai đầu ống có hai nắp đệm cao su có dây lò xo gắn chặt vào miệng ống.

6.3.2. Dụng cụ lấy mẫu phù sa đáy



Hình 6.3 Dụng cụ lấy mẫu kiểu chai



Hình 6.4 Dụng cụ lấy mẫu kiểu ngang

Dụng cụ lấy mẫu phù sa đáy có nhiều loại, song ở đây chỉ xem xét kiểu "đôn" là kiểu hay sử dụng nhất ở Việt Nam. Gồm các bộ phận chính như vỏ bảo vệ, bộ phận điện, cửa ra vào, bộ phận chứa cát.

6.3.3. Đo lưu lượng phù sa lơ lửng

Gồm các công đoạn chủ yếu như sau:

1. Lấy mẫu nước ở các thủy trực vận tốc để tính lưu lượng phù sa.
2. Lấy mẫu kiểm tra để xác định quan hệ độ đục trung bình và độ đục ở thủy trực đại biểu.
3. Lấy mẫu để xác định độ lớn hạt phù sa.

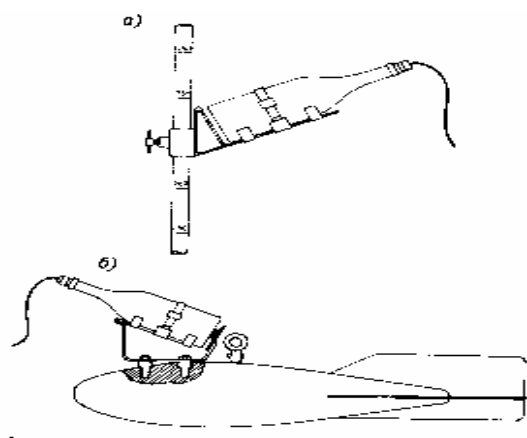
Số lần đo lưu lượng phù sa lơ lửng trong một năm được xác định bởi chế độ sông ngòi và mức độ nghiên cứu dòng chảy rắn tại tuyến đo đó. Trung bình 1 đến 2 năm quan trắc đầu tiên đo khoảng 20 đến 25 lần, đối với sông vùng núi 30 đến 40 lần. Số lần đo nhiều nhất khi có lũ từ 10 đến 12 lần, vào mùa kiệt đo một tháng từ 1 đến 2 lần. Trong từng trận lũ số điểm đo không ít hơn hai lần lúc nước lên và hai lần lúc nước xuống.

Trong các năm tiếp theo, nếu xác định được mối quan hệ để xác định dòng phù

sa thì số lượng đo phù sa có thể bớt đi.

Nếu tuyến đo nằm trên đoạn sông với sự bồi xói mạnh thì số lần đo phù sa trên sông bắt buộc phải dày hơn từ 4-6 lần trong một tháng.

Độ chính xác trong việc đo đạc và tính toán lưu lượng phù sa với các phương pháp hiện nay thường nằm vào khoảng 10 -15 %.



Hình 6.5 Dụng cụ lấy mẫu trên cọc và trên tải trọng

Việc lấy mẫu phù sa có các phương pháp như sau: phương pháp điểm; phương pháp tổng và phương pháp tích.

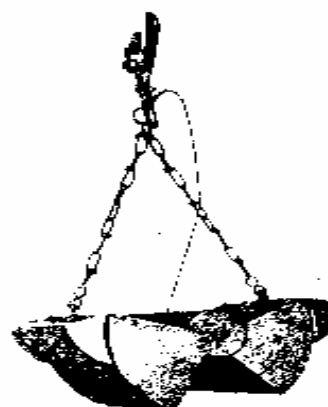
a. Phương pháp điểm: các mẫu nước lấy ở các điểm riêng biệt trên các thủy trực vận tốc ở 3 dạng: chi tiết; hai điểm và một điểm (chi tiết: tại mặt; 0.2h; 0.6h; 0.8h; đáy; hai điểm: tại 0.2h và 0.8h và một điểm: tại 0.6h).

Dạng chi tiết áp dụng khi đòi hỏi tài liệu chính xác. Phương pháp hai điểm áp dụng cho các sông lớn và trung bình có độ đục không lớn lắm từ $50-100 \text{ g/m}^3$. Phương pháp một điểm dùng cho các sông bé có độ đục tương tự.

b. Phương pháp tổng: mẫu lấy tại 2 điểm riêng biệt ở mỗi thủy trực (0.2h và 0.8h)sau đó đổ chung vào một lọ rồi xác định độ đục tổng cộng. Phương pháp này dùng với độ đục bé hơn 50 g/cm^3 .

c. Phương pháp tích: đưa dụng cụ lấy mẫu chuyển động liên tục theo từng thủy trực từ mặt xuống đáy và ngược lại. Dùng phương pháp này với chuyển động không ngừng khi các yếu tố thủy trực thay đổi nhanh.

Thể tích mẫu lấy sao cho khi lọc, phần đọng lại không ít hơn 0,1 g. Mẫu kiểm tra lấy



Hình 6.6 Gầu lấy mẫu bùn cát

tại mỗi lần đo lưu lượng để xác định độ đục. Xử lý thô (cân) tiến hành ngay tại chỗ còn lọc mẫu thì tiến hành trong phòng thí nghiệm.

Mẫu xác định độ lớn các cấp hạt lấy vào các thời kỳ đặc trưng (lũ, kiệt) khoảng 4-10 mẫu/năm, mẫu lấy vào khi đo lưu lượng phù sa trên mỗi thủy trực vận tốc và đổ vào một lọ cho toàn bộ mặt cắt. Thể tích mẫu được xác định theo công thức sau:

$$V = \frac{a \cdot 1000}{\rho} \quad (6.4)$$

a - Giá trị cân đòi hỏi (g)

ρ - độ đục g/m^3 :

6.3.4. Tính lưu lượng phù sa lơ lửng

Gồm có phương pháp đồ giải và phương pháp phân tích.

a. Phương pháp đồ giải: việc tính toán lưu lượng phù sa lơ lửng được tiến hành trên hình vẽ bằng các đồ thị tính lưu lượng nước theo các thứ tự như sau:

1. Dựng phân bố độ đục: để làm điều đó trên các phân bố vận tốc ở các điểm đo vận tốc và lấy độ đục theo tỷ lệ độ đục. Tỷ lệ dùng để tính toán sao cho độ rộng phân bố đó gần bằng độ rộng phân bố vận tốc dòng chảy. Khi đưa các điểm độ đục cần chú ý đến các điểm lệch đột ngột và không tính đến chúng khi xây dựng phân bố độ đục.

2. Tính toán các lưu lượng phù sa đơn vị α ($g/m^2.s$) theo công thức:

$$\alpha = \rho v \quad (6.5)$$

3. Dựng phân bố các lưu lượng phù sa lơ lửng đơn vị.

4. Xác định các lưu lượng phù sa lơ lửng thành phần r (g/ms), là diện tích của các phân bố lưu lượng đơn vị. Được xác định bằng máy đo diện tích hoặc kẻ ô.

5. Xác định các lưu lượng đơn vị trung bình của phù sa trên các thủy trực ($g/m^3.s$) bằng cách chia các giá trị lưu lượng thành phần cho độ sâu các thủy trực.

$$\alpha_{tb} = \frac{r}{h} \quad (6.6)$$

6. Dựng phân bố các lưu lượng đơn vị trung bình α_{tb} các giá trị α_{tb} được đặt từ đường mực nước ở mỗi thủy trực theo cùng tỷ lệ đã đặt α trên phân bố vận tốc và chép cho tất cả các thủy trực (vận tốc - nhập được từ số liệu ; còn lại - hạ từ đồ thị)

7. Dựng phân bố lưu lượng thành phần bằng cách thêm từ đường mực nước trên các thủy trực vận tốc mà trước đây đã nhập được. Đối với các thủy trực đo sâu các lưu lượng thành phần được tính bằng cách nhập α_{tb} với độ sâu được giá trị r và đưa lên hình vẽ.

8. Xác định lưu lượng phù sa lơ lửng bằng diện tích các lưu lượng thành phần (máy đo hay ô vuông) kg/s , sau đó tính độ đục trung bình trong sông:

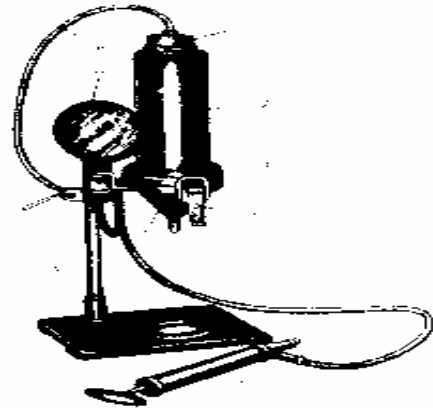
$$\rho_{tb} = \frac{R1000}{Q} \quad (6.7)$$

Với R - lưu lượng phù sa kg/s ; Q - lưu lượng nước m^3/s với ρ_{tb} - g/m^3 Ngoài ra người ta còn tính độ đục trung bình đối với mỗi thủy trực vận tốc

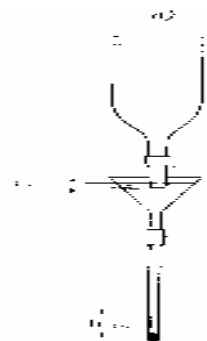
ρ_{tbTT}

$$\rho_{tbTT} = \frac{r}{q} \quad (6.8)$$

b. Phương pháp phân tích: Phương pháp phân tích phù sa lơ lửng được tiến hành theo công thức, nó phụ thuộc vào phương pháp lấy mẫu nước để xác định độ đục. Nếu dùng phương pháp điểm thì trước hết cần tính các lưu lượng trung bình, lưu lượng đơn vị của phù sa đối với từng thủy trực vận tốc. Đối với việc đó người ta áp dụng các công thức tính vận tốc trung bình dòng chảy trên thủy trực. Với phương pháp 2 điểm lấy mẫu đơn vị trung bình là:



Hình 6.7 Dụng cụ lọc mẫu phù sa



Hình 6.8 Phễu lọc
bùn cát

$$\alpha_{tb} = \frac{\alpha_{0,2} + \alpha_{0,8}}{2} \quad (6.9)$$

Với $\alpha_{0,2}$ là lưu lượng phù sa đơn vị tại điểm 0,2h được tính là $\alpha_{0,2} = v_{0,2} \cdot \rho_{0,2}$.
Tương tự với $\alpha_{0,8} = v_{0,8} \cdot \rho_{0,8}$

Với việc lấy mẫu phù sa tại 1 điểm:

$$\alpha_{tb} = \alpha_{0,6} \quad (6.10)$$

Nếu tính theo phương pháp lấy mẫu chi tiết thì công thức tính lưu lượng phù sa trung bình trên thủy trực sẽ là:

$$\alpha_{tb} = 0,1(\alpha_m + 3\alpha_{0,2} + 3\alpha_{0,6} + 2\alpha_{0,8} + \alpha_d) \quad (6.11)$$

Sau khi xác định lưu lượng trung bình đơn vị cho mỗi thủy trực, phù sa lơ lửng trên toàn bộ có:

$$R = 0,001 \left(k\omega_1\alpha_0 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\omega_1 + \dots + \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2}\omega_{n-1} + k\alpha_n\omega_n \right) \quad (6.12)$$

Hoặc:

$$R = 0,001 \left(\rho_1 Q_0 + \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} Q_1 + \dots + \frac{\rho_{n-1} + \rho_n}{2} Q_{n-1} + \rho_n Q_n \right) \quad (6.13)$$

$\alpha_1, \dots, \alpha_n$ lưu lượng trung bình đơn vị phù sa lơ lửng trên các thủy trực vận tốc

k - hệ số như khi tính lưu lượng nước

ω - Diện tích các trắc diện thành phần

ρ_i - độ đục thành phần

Q_i - lưu lượng thành phần

Có thể tính lưu lượng phù sa khi biết độ đục trung bình và lưu lượng nước qua công thức:

$$R = 0,001 \alpha_{tb} \cdot Q \quad (6.14)$$

6.3.5 Tính toán dòng chảy phù sa lơ lửng

Dòng chảy phù sa lơ lửng được tính bằng 2 phương pháp. Phương pháp thứ nhất dựa trên việc sử dụng các tài liệu về độ đục của các mẫu nước đơn vị hàng ngày ρ_{tb} và mối quan hệ giữa độ đục của mẫu đơn vị ρ_{dv} và độ đục trung bình của sông $\rho_{tb}=f(\rho_{dv})$. Phương pháp thứ hai dựa trên việc sử dụng mối quan hệ giữa các lưu lượng phù sa và lưu lượng nước $R = f(Q)$

Phương pháp thứ nhất phổ biến hơn và được coi là cơ sở vì nó cho phép xác định dòng phù sa theo một số lượng vừa phải các lưu lượng phù sa lơ lửng đo được (10 - 15 lưu lượng/năm). Việc áp dụng phương pháp thứ hai bị hạn chế bởi vì mối quan hệ đáng tin cậy giữa lưu lượng phù sa và lưu lượng nước $R = f(Q)$ nhất thiết phải có một số lớn lưu lượng phù sa đo được. Thường số lần đo phải là 20 - 40 lưu lượng phù sa/năm, chỉ xảy ra vào các kỳ quan trắc đầu tiên của các trạm hoặc khi tiến hành các công tác đo đạc thủy văn theo một chương trình đặc biệt.

a) *Tính dòng phù sa lơ lửng theo độ đục các mẫu đơn vị hàng ngày và mối liên hệ giữa độ đục của mẫu đơn vị và độ đục trung bình của sông.* Khi tính toán dòng phù sa theo phương pháp này người ta sử dụng các số liệu sau:

- 1) Độ đục các mẫu nước đơn vị hàng ngày ρ_{dv} .
- 2) Độ đục trung bình mặt cắt ρ_{tb} .
- 3) Độ đục ở các mẫu đơn vị kiểm tra ρ_{dvkt}
- 4) Lưu lượng nước.

Tính toán dòng được tiến hành theo tuần tự sau:

1) Dựng đồ thị quá trình năm của độ đục đơn vị (sử dụng số liệu về độ đục của mỗi đơn vị hàng ngày cho một năm). Đồ thị này được dựng đồng thời với đồ thị năm của lưu lượng nước. Thông thường thì Q tăng $\rightarrow R$ tăng. Khi xét thời điểm xuất hiện cực trị của lưu lượng nước và phù sa ta thấy $T_{Q_{max}}$ chậm hơn $T_{R_{max}}$ (đối với sông lớn và trung bình), còn $T_{Q_{max}}$ đồng thời $T_{R_{max}}$ (đối với sông bé).

2) Dựng đồ thị quan hệ $\rho_{tb} = f(\rho_{dvkt})$ sao cho đường quan hệ đi qua gốc tọa độ $\rho_{tb} = k\rho_{dv}$

3) Tính các lưu lượng phù sa chục ngày R_{tb10} trung bình phù sa lơ lửng:

$$R_{tb10} = 0,1 \sum_{1}^{10} R_{tbn} \cdot 0,001 \quad (6.15)$$

Với R_{tbn} là lưu lượng phù sa trung bình ngày.

4) Tính dòng phù sa lơ lửng: Để làm việc đó trước hết phải tính các giá trị dòng chảy phù sa theo chục ngày sau đó bằng cách lấy tổng để xác định giá trị dòng chảy năm. Để thu được dòng chảy phù sa theo chục ngày cần phải xác định trước lưu lượng phù sa (trung bình theo chục ngày) nhân với số giây trong chục ngày có nghĩa là 8,64.105. Những tính toán như vậy được tiến hành đối với từng chục ngày trong năm, các giá trị thu được sẽ cộng lại. Dòng chảy phù sa lơ lửng năm thường đo bằng đơn vị *tấn/năm*.

b. *Tính toán dòng chảy phù sa lơ lửng theo đồ thị giữa lưu lượng nước và lưu lượng phù sa*: Phương pháp này được áp dụng khi có số lượng lần đo lưu lượng phù sa lớn trên tất cả mỗi pha của chế độ thủy văn, có nghĩa là lúc lũ lên, đỉnh lũ và vào các mùa kiệt. Khi tuân theo các điều kiện là: mỗi đoạn của mỗi phụ thuộc $R = f(Q)$ được khái quát khá đầy đủ. Phương pháp này được giới thiệu áp dụng khi tính dòng chảy phù sa các sông lớn và trung bình. Khi tính toán dòng phù sa ở các tuyến dưới đập các sông có chính trị phương pháp này không dùng được.

Để tính dòng phù sa người ta dùng đồ thị liên hệ giữa các đại lượng thực đo lưu lượng nước và các lưu lượng phù sa lơ lửng được đo đồng thời.

Trong sự phân bố các điểm đưa lên ta thấy một quy luật cho phép dẫn đường cong mềm mại - đường cong thường hay có dạng ngòi bút hoặc là đường cong phức tạp gồm 2 nhánh tương ứng với lũ: nhánh phải dưới - nước dâng, nhánh trái trên - nước xuống; mỗi nhánh tương ứng với thời gian khác nhau.

Để tính toán dòng phù sa từ đồ thị đã dựng được người ta hạ các giá trị lưu lượng phù sa trung bình ngày theo các giá trị nước trung bình ngày.

Khi đó cần sử dụng đường cong tương ứng với những ngày xác định lưu lượng. Bằng cách đó ta thu được các giá trị phù sa trung bình ngày rồi cộng theo chục ngày và tính lưu lượng phù sa cho chục ngày.

Dòng chảy năm của phù sa thu được bằng cách cộng các giá trị tính toán dòng phù sa tất cả các chục ngày trong năm

Khi tính toán dòng phù sa lơ lửng trong nhiều năm nhất thiết với mỗi năm phải có đồ thị quan hệ $\rho_{tb} = f(\rho_{dv})$ hoặc $R = f(Q)$. Trong một số trường hợp các mối quan hệ này có khả năng ổn định, khi đó có thể khi cần thiết tiến hành tính toán dòng chảy phù sa năm cho cả các năm về trước.

6.4. NGHIÊN CỨU PHÙ SA ĐÁY

6.4.1. Các dụng cụ để lấy mẫu phù sa đáy

Muốn đo bùn cát tại một điểm nào đó trên đáy sông ta đưa máy xuống điểm đó. Khi máy chạm đáy sông thì các cửa mở, sau một thời gian đủ dài thì kéo máy lên ghi lấy thời gian đo. Thời gian đo phụ thuộc vào lượng bùn cát tại điểm đo nhiều hay ít để quy định. Thông thường điểm mỗi điểm lấy mẫu từ 50 - 750 g là được.

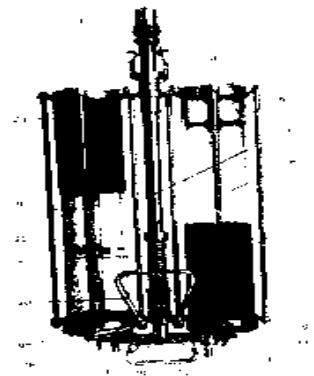
6.4.2. Đo và tính lưu lượng phù sa đáy. Tính toán phù sa đáy

a) *Đo lưu lượng phù sa đáy*: Số lượng lần đo lưu lượng phù sa đáy tùy thuộc chế độ sông (không ít hơn 10 ngàn lần 1 năm, khi có lũ đo dày hơn). Đo phù sa đáy đồng thời với đo lưu lượng nước và đo lưu lượng phù sa lơ lửng. Mẫu phù sa đáy lấy trên mỗi thủy trực đo vận tốc. Để phân tích độ thô người ta không lấy mẫu riêng mà dùng luôn mẫu đo thể tích.

b. *Tính toán lưu lượng phù sa đáy*: thường lưu lượng phù sa đáy được tính theo phương pháp phân tích, song trong một số trường hợp người ta dùng phương pháp đồ giải để nhìn trực quan hơn. Phương pháp nào cũng phải tính sơ bộ lưu lượng phù sa thành phần đối với thủy trực theo công thức:

$$g = \frac{100p_d}{tl} \quad (6.16)$$

p_d - Mẫu phù sa (g); t - thời gian lấy mẫu (s); l - độ rộng cửa máy (cm).



Hình 6.9 Dụng cụ lấy phù sa Moltranov

Lưu lượng toàn phần phù sa đáy G:

$$G = 0,001 \left(\frac{g_1}{2} b_0 + \frac{g_1 + g_2}{2} b_1 + \dots + \frac{g_{n-1} + g_n}{2} b_{n-1} + \frac{g_n}{2} b_n \right) \quad (6.17)$$

g_1, g_2, g_n - lưu lượng thành phần g/m.s

b_1, b_n - khoảng cách giữa các thủy trực b_0, b_n - khoảng cách giữa mép nước và các thủy trực gần bờ.

Với phương pháp đồ giải thì cần phải dựng các phân bố lưu lượng thành phần theo chiều rộng sông. Diện tích được xác định bằng máy hoặc kẻ ô.

c. *Tính dòng chảy phù sa đáy*: cần dựng đồ thị $G = f(Q)$.

- Nếu $G = f(Q)$ là chặt chẽ (độ phân tán các điểm nhỏ) thì người ta dẫn đến một đường cong (lồi về phía trục Q) và dùng nó để tính toán.

Nếu $G = f(Q)$ có độ phân tán các điểm lớn không thể dẫn một đường cong thì cần đưa thêm giá trị độ dốc mặt nước, tốc độ bình quân dòng chảy hoặc độ sâu trung bình rồi dẫn hệ vào đường cong 3 tham số.

Nếu phương pháp này cũng không thể dẫn đường cong thì nếu số lượng lần đo đạc rải đều trong năm cho phép sử dụng phương pháp nội suy với điều kiện chế độ phù sa không thay đổi.

CHƯƠNG 7. ĐO MẶN, ĐO NHIỆT ĐỘ, MÀU SẮC VÀ ĐỘ TRONG SUỐT CỦA NƯỚC

Công tác đo mặn được tiến hành trên các trạm sông tại khu vực có ảnh hưởng của thủy triều.

7.1 KHÁI NIỆM VỀ ĐỘ MUỐI VÀ ĐỘ MẶN

7.1.1 Độ muối

Độ muối là tổng các loại muối có trong 1000 gam nước biển ở nhiệt độ 480°C (gồm các muối các-bon-nát bị ô xi hoá, I , Br , Cl)

Thường người ta xác định độ muối qua lượng ion Cl trong mẫu nước .

$$C(\text{‰}) = 0,030 + 1,8050 Cl (\text{‰}) \quad (7.1)$$

$$Cl = (\text{‰}) \text{ Độ Clo tính bằng } (\text{‰})$$

Đây là công thức xác định mối quan hệ các đại lượng ở nước biển đại dương.

Trong sông công thức trên không thể dùng được do vậy việc xác định lượng $NaCl$ là loại muối có tỷ trọng lớn nhất trong các muối ở biển gọi là *độ mặn*.

7.1.2. Độ mặn

Là tổng số gam muối $NaCl$ trong một gam nước biển, $g/1000g$. kí hiệu là S .

Để xác định độ mặn thường dựa vào mối quan hệ giữa Clo và độ mặn như sau:

$$S = 1.65 Cl \quad (7.2)$$

$$Cl = 0.607 S \quad (7.3)$$

S -độ mặn phần nghìn (‰)

Cl - Độ Clo phần nghìn (‰)

7.2 VỊ TRÍ VÀ PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU

7.2.1 Thuỷ trực lấy mẫu

Ở các trạm thuỷ văn cấp I, II có đo mặn thì đường thuỷ trực lấy mẫu trùng đường thuỷ trực đo lưu tốc.

Ở trạm thuỷ văn cấp III (các trạm thuỷ văn đo mặn) thì thuỷ trực được bố trí ở những chỗ có dòng chảy rõ rệt, chỗ dòng chính, đa số trùng với thuỷ trực đo lưu tốc.

Nếu giả sử không trùng nhau thì xác định thuỷ trực đại biểu đo mặn như sau:

- Đo một số lần độ mặn đặc trưng (lớn nhất, nhỏ nhất, trung bình) trên toàn bộ mặt cắt ngang.

- Tính độ mặn bình quân mặt ngang ($\bar{S}_{mm}$).

- Chọn một số đường thuỷ trực độ mặn rồi tính $\bar{S}_{tt}$

Lập quan hệ $\bar{S}_{mm}$ và $\bar{S}_{tt}$, chọn tiếp tuyến đại biểu với quan hệ có sai số bé nhất.

7.2.2 Vị trí điểm lấy mẫu trên thuỷ trực

Thường người ta có phương pháp 3 điểm hoặc 6 điểm.

- Phương pháp 3 điểm gồm các điểm: *mặt*, *0,5h*, *đáy*.

- Phương pháp 6 điểm gồm các điểm: *mặt*, *0,2h*, *0,4h*, *0,6h*, *0,8h*, *đáy*. Chủ yếu người ta thường đo 3 điểm vì sai số giữa hai phương pháp trên không đáng kể.

7.2.3 Dụng cụ lấy mẫu

- Chai có nút hoặc dụng cụ lấy bùn cát kiểu ngang.

Chú ý: Khi lấy mẫu cần đọc mực nước, nhiệt độ, thời gian đo, vị trí đo.

7.3 CHẾ ĐỘ ĐO MẶN

- Lấy mẫu nước mặn thường tiến hành vào mùa nước cạn hàng năm. Đối với từng vùng khác nhau thì mùa nước cạn cũng khác nhau.

-Lấy mẫu cần căn cứ vào chế độ thủy triều mà quy định chế độ đo cụ thể vào kỳ triều đặc trưng. Đo mặn cần tiến hành sao cho thu được độ mặn lớn nhất và nhỏ nhất, mỗi lần đo từ 1 - 2 giờ từ chân triều đến đỉnh triều .

7.4 PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH XÁC ĐỊNH ĐỘ MẶN

7.4.1 Dụng cụ phân tích

Gồm có bình định mức , ống dung lượng, ống hút và ống nhỏ giọt.

a. *Bình định mức:*

Bình định mức làm bằng thủy tinh, gồm các loại 1000, 500, 200 và 100 ml. Trước khi dùng phải rửa 1 -2 lần bằng nước sạch rồi 2 -3 lần bằng nước cất , thông thường để pha dung dịch có nồng độ xác định trước .

Khi xác định dung tích dung dịch Ko cầm tay tránh tăng dung tích dung dịch do nhiệt độ . Khi pha dung dịch nên dẫn nước cất vào tới khi dung dịch tan hết với thể tích dung dịch = 3/4 dung tích định mức thì thôi.

b. *ống hút* : làm bằng thủy tinh có hai loại: Loại có bầu và loại chia độ. Dùng để đưa thể tích của dung dịch từ bình này sang bình kia.

c. *ống dung lượng*: làm bằng thủy tinh hình trụ có đáy có khắc vạch chỉ dung tích từ 5,10,15,25,50,100,200,500,1000 ml để đo những thể tích các dung dịch có độ chính xác cao.

d. *ống nhỏ giọt*: Thủy tinh có khắc độ (ml) phần dưới nhỏ dần có khoá đóng mở , vạch 00 ở trên cùng , khi sử dụng ống cần tháo khoá rửa sạch bằng nước cất và tráng bằng dung dịch AgNO_3 .

7.4.2 Hoá chất và cách pha chế

a. *Dung dịch ni tơ rất bạc N bằng 0,0855*: Lấy tinh thể AgNO_3 ở 120°C trong 2h để nguội trung bình hút ẩm 45 phút. cân 14,533 g với nước cất cho vào bình định mức 1 lít. (Nước cất 2 lần) giữ trong chỗ tối tránh ánh sáng làm phân giải dung dịch. Muốn pha AgNO_3 N = 0,01712 thì lấy AgNO_3 N = 0,0855 pha thêm 4 lần thể tích nước cất 2 lần.

b. *Dung dịch chuẩn NaCl N = 0,0855:*

Cân chính xác 5g NaCl (sấy khô ở nhiệt độ 120⁰C trong 4 giờ để tại bình hút ẩm 45 phút) hoà tan với 1 lít nước cất.

c. *Dung dịch K₂Cr₂O₄ 10%*

Cân 10 g tinh thể K₂Cr₂O₄ hoà tan với 100 ml nước cất

d. *Điều chỉnh nồng độ dung dịch AgNO₃:*

Lấy 10 ml dung dịch NaCl N = 0,0855 và 3 giọt chỉ thị màu K₂Cr₂O₄ 10%. Dùng AgNO₃ nhỏ giọt để kiểm tra phản ứng. Thí nghiệm 2 lần sai nhau không quá 0,1 ml thì là nồng độ nhỏ, nhỏ hơn 9,8 ml thì là nồng độ lớn. Cách điều chỉnh gồm:

Nồng độ lớn: Pha thêm nước cất theo công thức:

$$\Delta V = \frac{V(10 - V_1)}{V_1} \quad (7.4)$$

V_1 - lượng AgNO₃ bình quân đã dùng nhỏ giọt (ml)

V - Thể tích dung dịch AgNO₃ cần điều chỉnh

Nếu nồng độ AgNO₃ nhỏ thì thêm tinh thể AgNO₃ theo công thức:

$$\Delta G = \frac{V(10 - V_1)}{V_1} \times 14,533 \quad (7.5)$$

7.4.3. Các bước phân tích để xác định độ mặn

1. Dung dịch nước mẫu phân tích

:Để đảm bảo độ chính xác của tài liệu tiết kiệm hoá chất và tiện cho tính toán nên chọn thể tích nước mẫu phụ thuộc vào độ mặn như bảng sau:

Độ mặn (‰)	Nồng độ AgNO_3 (N)	$N \times 58,45 = P$	Thể tích nước mẫu $V \text{ ml}$
>1,000	0,0855	5	5 pha thêm 15 ml nước cất
0,250÷1,000	0,0855	5	20
	0,01712	1	20
<0,250	0,01712	1	50÷100

2. Các bước phân tích mặn.

a) Trước khi phân tích 1 -2 giờ đem mẫu nước và dụng cụ phân tích để trên bàn cho nhiệt độ của chúng bằng nhiệt độ trong phòng.

b) Xác định độ pH (dùng giấy thử pH). Nếu $\text{pH} < 6,5$ thì dùng dung dịch $\text{Na}_2\text{CO}_3 0,1 \text{ N}$ trung hoà để đưa pH về khoảng 7. Nếu $\text{pH} > 10$ thì dùng dịch $\text{H}_2\text{SO}_4 0,12\text{N}$ để trung hoà đưa $\text{pH} \approx 7$. Nếu $\text{pH} = 7,5 \div 10$ thì không cần điều chỉnh độ pH nữa.

c) Cho dung dịch AgNO_3 vào ống nhỏ giọt đến vạch khắc độ "0".

d) Dùng ống hút hút mẫu nước cho vào tam giác.

đ) Cho vào nước mẫu 3 giọt chỉ thị màu $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$.

e) Dùng dung dịch AgNO_3 nhỏ giọt, khi đến điểm tới (nước mẫu chuyển sang màu hồng nhạt) thì ghi lấy lượng AgNO_3 đã nhỏ giọt.

3. Các bước tính toán độ mặn.

a) Độ mặn tại điểm đo:

Hàm Cl^- tính theo công thức sau:

$$\text{Cl}^- = \frac{W \times N \times 35,5}{V} \times 1000 \quad (7.6)$$

Trong đó: W- Lượng dung dịch AgNO_3 đã dùng (ml)

N - Nồng độ đương lượng của dung dịch AgNO_3

V - Dung tích nước mẫu dùng để phân tích (ml)

35,5 - đương lượng của Cl

1000 - số đổi g ra từ mg.

Nếu gọi $P' = N \times 35,5$ thì Cl^- được xác định:

$$\text{Cl}^- = \frac{W \cdot P'}{V} \cdot 1000 \quad (7.7)$$

Khi $N = 0,0855$ thì $P' = 0,607$

- Độ mặn tính theo công thức:

$$\text{NaCl} = \frac{W \times N \times 58,45}{V} \times 1000 \quad (7.8)$$

Trong đó các ký hiệu W , N , V như trong công thức;

58,45 - là đương lượng của NaCl

Nếu gọi $P = N \times 58,45$ thì độ mặn được tính:

$$\text{NaCl} = \frac{W \times P}{V} \times 1000 \quad (7.9)$$

Khi $N = 0,0855$ thì $P = 5,00$

$N = 0,01712$ thì $P = 1,0$

Khi xác định độ mặn trước khi hàm lượng Cl^- được xác định như sau:

$$\text{Cl}^- = 0,607 \text{NaCl}$$

Để tiện tính toán khi phân tích mặn có thể áp dụng công thức tính sẵn như bảng sau đây:

Nồng độ dung dịch AgNO ₃ (N)	Thể tích nước mẫu phân tích (ml)	Công thức tính lượng muối NaCl (độ mặn) mg/l	Công thức hàm lượng Cl ⁻ (mg/l)
0,0855	5	1000W	607W
	20	250W	151,8W
0,01712	20	50W	30,35W
	50	20W	12,14W
	100	10W	6,07W

b) Độ mặn bình quân thủy trực:

Đo 3 điểm:

$$\bar{S}_{tt} = \frac{S_{mat} + S_{0,5h} + S_{day}}{3} \quad (7.10)$$

$$\bar{S}_{tt} = \frac{S_{mat} + S_{0,2h} + S_{0,4h} + S_{0,6h} + S_{0,8h} + S_{day}}{6} \quad (7.11)$$

c) Độ mặn bình quân mặt ngang:

- Trường hợp khi đo mặn đồng thời có đo lưu lượng nước trên mặt ngang:

$$\bar{S}_{mn} = \frac{S_1 Q_0 + \frac{S_1 + S_2}{2} Q_1 + \dots + \frac{S_{n-1} + S_n}{2} Q_{m-1} + S_n Q_n}{Q} \quad (7.12)$$

Trường hợp khi đo mặn không đo lưu lượng:

$$\bar{S}_{mn} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{n-1} + S_n}{n} \quad (7.13)$$

Trong các công thức trên thì:

S_{mặt}, S_{0,2h}, S_{0,4h}... - độ mặn tại điểm có độ sâu tương đối là mặt 0,2h, 0,4h..

S_1, S_2, S_n - độ mặn bình quân tại thủy trực số 1, 2, n

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ - lưu lượng nước bộ phận giữa các thủy trực đo lưu tốc và đo mặn.

4. Phân tích độ chua (pH)

a) Khái niệm chung: Độ chua trong nước thiên nhiên do sự tồn tại của các a xít hữu cơ tự do, khí cacbonic chưa hoá hợp và các loại kiềm yếu tạo thành hoặc chủ yếu quyết định bởi tỷ lệ nồng độ của các ion axít mạnh và kiềm yếu...

Trị số pH chỉ nồng độ ion H^+ (gốc a - xít) trong nước vì hệ số tuyệt đối của nó quá nhỏ nên người ta dùng logarit của số nghịch đảo của nồng độ pH. Tức là:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} \quad (7.14)$$

Khi $pH = 7$ - nước trung bình

$pH > 7$ - kiềm

$pH < 7$ - axít

b) Phương pháp xác định độ chua pH.

Phương pháp thông dụng xác định độ pH ở nước ta hiện nay là dùng máy đo pH. Sau đây chỉ giới thiệu phương pháp dùng giấy thử pH là phương pháp dễ làm, độ chính xác đáp ứng được yêu cầu của sản xuất và nghiên cứu khoa học.

Nguyên lý chung của phương pháp: Mẫu nước có trị số pH khác nhau khi gặp giấy thử pH sẽ xuất hiện màu sắc khác nhau. Muốn xác định độ pH ta dùng một mảnh giấy thử pH nhúng vào nước mẫu cho ướt đều rồi lấy ra để khoảng một phút khi màu đã lên rõ thì đưa so sánh với thang mẫu pH đã có sẵn. Từ đó sẽ xác định được độ pH của nước mẫu.

7.5 ĐO NHIỆT ĐỘ NƯỚC

Đo nhiệt độ nước được tiến hành trên mọi trạm thủy văn có quan trắc mực nước, trong đó:

1) đo đạc một cách có hệ thống hàng ngày tại một chỗ cố định - vùng gần bờ hay giữa sông.

2) thỉnh thoảng đo đồng bộ nhiệt độ nước tại một vài điểm dọc theo sông hoặc theo chiều rộng sông.

Vị trí đo nhiệt độ nước trên các sông được chọn hoặc trên tuyến đo, hoặc gần trạm đo, nơi có dòng chảy với độ sâu không nhỏ hơn 0,3-0,5 m. Gần vị trí đo không có nước thải công nghiệp hoặc nguồn nước khoáng. Chọn vị trí đo sao cho nhiệt độ điểm đo khác rất ít với nhiệt độ trung bình toàn mặt cắt và đoạn sông nơi đặt trạm. Điều này cần phải được tuân thủ bằng cách đo đồng bộ.

Nếu sông hẹp hơn 10 m và nông thì đo nhiệt độ tiến hành tại chỗ có dòng chảy sâu nhất.

1. Vi nhiệt kế, cho phép đọc nhiệt độ với độ chính xác tới 0,01 °C trong khoảng -0,8 đến +1,2°C



Hình 7.1 Dụng cụ đo nhiệt độ bằng điện (vi nhiệt kế)

Khi đo nhiệt độ ban đầu cần tuân thủ các bước xử lý sau:

- 1) Chính lý số đo theo dụng cụ đo.
- 2) Tính toán nhiệt độ trung bình ngày theo các trạm đo cơ bản.
- 3) Tính toán nhiệt độ trung bình chục ngày, nhiệt độ trung bình tháng.

Xây dựng đồ thị biến trình nhiệt độ theo thời gian.

4) Phân tích kết quả quan trắc.

5) Lập bảng nhiệt độ nước

Dựa trên kết quả đo nhiệt độ nước có thể tính dòng nhiệt theo công thức:

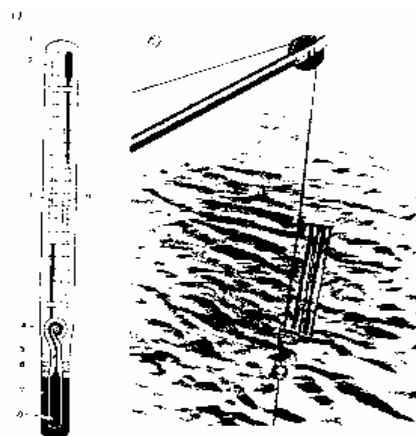
$$T = C t_i Q \quad (7.15)$$

Với C - Nhiệt dung riêng của nước bằng $1000 \text{ kcal}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$. Q- Lưu lượng nước qua tuyến đo. t_i - Nhiệt độ nước.

2. Nhiệt kế đo sâu dùng để đo nhiệt độ nước ở tầng sâu có vỏ bọc bằng sắt để bảo vệ. (H.7.2)

Các bước xử lý ban đầu nhiệt độ nước tầng sâu gồm:

- 1) Xây dựng phân bố vận tốc theo độ sâu tại điểm đo.
- 2) Xây dựng bản đồ đẳng nhiệt cho toàn mặt cắt.
- 3) Phân tích trữ lượng nhiệt thuỷ vực



7.6 XÁC ĐỊNH MÀU SẮC VÀ ĐỘ TRONG SUỐT CỦA NƯỚC

Nghiên cứu màu sắc của nước, cũng như độ trong suốt trong các điều kiện dùng thường tiến hành trên một thủy trực cố định. Màu sắc nước thường được xác định nhờ so sánh chất hoà tan làm thang chuẩn màu sắc với màu nước. Thường có các màu : xanh đậm, xanh lá cây và màu gạch.

Hình 7.2 Dụng cụ đo nhiệt độ nước tầng sâu

Độ trong suốt của nước thường được xác định nhờ một đĩa màu trắng thả xuống nước. Độ sâu còn nhìn thấy được của đĩa phản ánh mức độ trong suốt của nước. Độ sâu quan sát đĩa càng lớn thì độ trong suốt của nước càng cao.

Tập hợp số liệu về màu sắc cũng như độ trong suốt của nước cũng cần phải xử lý thô ban đầu rồi lập bảng đưa vào niên giám.

7.7 XÁC ĐỊNH CHẤT LƯỢNG NƯỚC BẰNG MÁY ĐO HIỆN SỐ

Trên đây đã trình bày các phương pháp tiến hành lấy mẫu nước, phân tích và tính toán các chỉ tiêu của chất lượng nước như độ muối, độ pH v.v.. Các phương pháp ở trên tốn nhiều thời gian và hoá chất. Ngày nay với phát triển của kỹ thuật và công

nghe nhiều dụng cụ thiết bị đo chất lượng nước ra đời. Các dụng cụ đo trực tiếp bằng các số đo hiện số trên máy. Hiện nay có nhiều catalo giới thiệu các loại máy này.

Phần 2

CHỈNH BIÊN TÀI LIỆU THUYẾT VĂN

GIỚI THIỆU

Trong đo đạc thuỷ văn số liệu đo đạc thường có sai số do các điều kiện đo không phù hợp giữa các tuyến đo, hoặc sai số xảy ra giữa các lần đo trên cùng một tuyến. Để được số liệu đồng bộ và hạn chế những sai số trên cần chỉnh biên số liệu khi đo đạc xong.

Mục đích công tác chỉnh biên tài liệu thuỷ văn là:

1. Chỉnh sửa sai số của các tài liệu gốc nhằm nâng cao chất lượng của tài liệu.
2. Phân tích, tính toán khái quát quá trình thay đổi của hiện tượng thuỷ văn.
3. Nghiên cứu quy luật thay đổi của từng yếu tố thuỷ văn để có phương pháp đo hợp lý nhất, giảm nhẹ chi phí và nhân lực và cho tài liệu có độ chính xác cao.
4. Kéo dài, bổ sung tài liệu lưu lượng nhờ tài liệu đo mực nước

Nội dung khái quát của công tác chỉnh biên tài liệu thuỷ văn:

1. Phân tích số liệu đo đạc
2. Nội suy số liệu: bằng phương pháp nội suy người ta có thể đưa ra quá trình thay đổi hiện tượng thuỷ văn không liên tục theo thời gian và không gian.
3. Tổng hợp số liệu nhằm mục đích sử dụng bảo quản, lưu trữ số liệu thuận tiện.

Yêu cầu công tác chỉnh lý.

1. Kỹ thuật:

- Phương pháp phân tích phải có cơ sở khoa học.
- Số liệu tính toán phải đảm bảo độ chính xác cao (nằm trong sai số cho phép)

2. Kinh tế:

- Nhằm giảm nhẹ được đo đạc, tiết kiệm được nhân lực, đảm bảo thu thập số liệu tốt, tự động hoá trong đo đạc. Kết hợp đo đạc với sử dụng phương pháp tính toán hiện đại.

Xu thế phát triển của chỉnh biên tài liệu thuỷ văn:

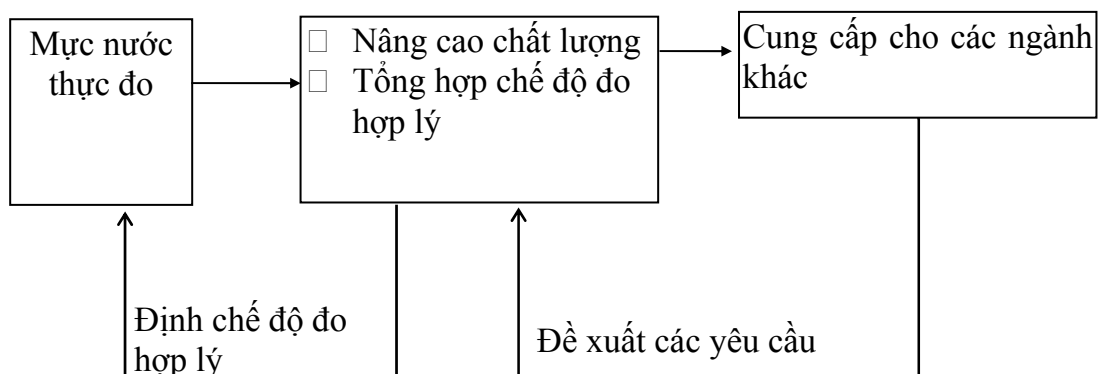
- Tìm ra phương pháp đo đạc, tính toán hiện đại nhằm giảm chi phí về nhân lực.
- Xây dựng các chương trình mẫu, chỉnh lý số liệu thuỷ văn và tự động hoá trong chỉnh lý số liệu

CHƯƠNG 8. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU MỰC NƯỚC

8.1. MỤC ĐÍCH VÀ NHIỆM VỤ

Mực nước là yếu tố thủy văn sử dụng rất phổ biến đối với các ngành có liên quan đến nguồn nước. Công việc đo mực nước tương đối đơn giản do đó có thể đo nhiều lần cho một ngày nhưng phải đảm bảo thể hiện sự thay đổi liên tục của mực nước theo thời gian.

Mục đích của công tác chỉnh lý số liệu mực nước thực đo là kiểm tra, phát hiện sửa chữa những sai số trong đo đạc và tính toán, tổng hợp số liệu để sử dụng lưu trữ và định ra được một chế độ đo hợp lý. Có thể theo dõi sơ đồ sau:



Hình 8.1 Sơ đồ chỉnh lý số liệu mực nước

Nhiệm vụ của công tác chỉnh biên:

- Phân tích sửa chữa, bổ sung mực nước H

- Tính các mực nước đặc trưng : mực nước cực đại($H_{\max}$), mực nước thấp nhất ($H_{\min}$), chênh lệch mực nước(ΔH) và mực nước bình quân ($\bar{H}$) và cường suất mực nước $\frac{\Delta H}{\Delta t}$

- Tổng hợp và thuyết minh các tài liệu.

8.2 NHỮNG NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI SỰ THAY ĐỔI CỦA MỨC NƯỚC VÀ NHỮNG MỨC NƯỚC THƯỜNG DÙNG

8.2.1 Nhân tố ảnh hưởng

Mức nước trên sông ngòi luôn luôn biến đổi, sự thay đổi của mức nước do nhiều nguyên nhân gây ra. Các chu kỳ lạnh hoặc chu kỳ nóng của vũ trụ thường kéo theo sự gia tăng hay giảm của dòng chảy. Sự thay đổi của mức nước (H) trong năm phụ thuộc bởi những nguyên nhân cụ thể do lượng mưa rơi trên bề mặt lưu vực và bức xạ mặt trời trong năm chi phối. Sự thay đổi mức nước trong ngày phụ thuộc chủ yếu do thủy triều, gió hoặc sự hoạt động của các công trình ở trên bề mặt lưu vực gây nên. Tài liệu mức nước đo có đặc điểm là số liệu nhiều nhưng dễ bị sai do đo đạc hoặc ghi chép.

8.2.2 Mức nước thường dùng

- Mức nước bình quân các thời đoạn: Đặc điểm số liệu ít phụ thuộc vào yêu cầu tính toán $\bar{H}_{tg}, \bar{H}_{th}, \bar{H}_n$.

Mức nước bình quân theo không gian: theo từng đoạn sông, nhánh sông, hai bờ v.v..

- Mức nước cao nhất, thấp nhất thời đoạn biểu thị sự dao động của mức nước trong một thời đoạn nào đó.

- Chênh lệch mức nước ΔH trong một trận lũ, trong thời gian triều lên hoặc triều xuống.

8.3. PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA SAI SỐ CỦA MỨC NƯỚC THỰC ĐO

Phương pháp thường dùng hiện nay là phương pháp so sánh, nhận xét đường quá trình $H = f(t)$ của nhiều trạm trên cùng một hệ thống sông.

Cách làm:

Vẽ $H = f(t)$ của nhiều trạm trên cùng một biểu đồ nhưng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Vẽ đồng nhất tỷ lệ về thời gian.
- Tỷ lệ mực nước phụ thuộc vào sự dao động của mực nước từng trạm mà chọn sao cho dễ so sánh.
- Với mức độ chính xác đến $0,5 \text{ mm}$ thì tỷ lệ thời gian chọn nhỏ hơn $1 \text{ mm} \approx 2$ giờ và tỷ lệ mực nước H không nên nhỏ hơn $1 : 20$.
- Có biểu đồ $H = f(t)$, căn cứ vào tính chất chung và 4 tính chất đặc biệt của sự thay đổi H trong sông với các nhân tố ảnh hưởng tới sự thay đổi trong phạm vi sông quan trắc mà kiểm tra.
- Mực nước thực đo được coi là hợp lý khi dạng quan hệ $H = f(t)$ thể hiện những tính chất chung hoặc tính chất đặc biệt của đoạn sông quan trắc.

8.3.1. Tính chất chung của sự thay đổi mực nước trong sông.

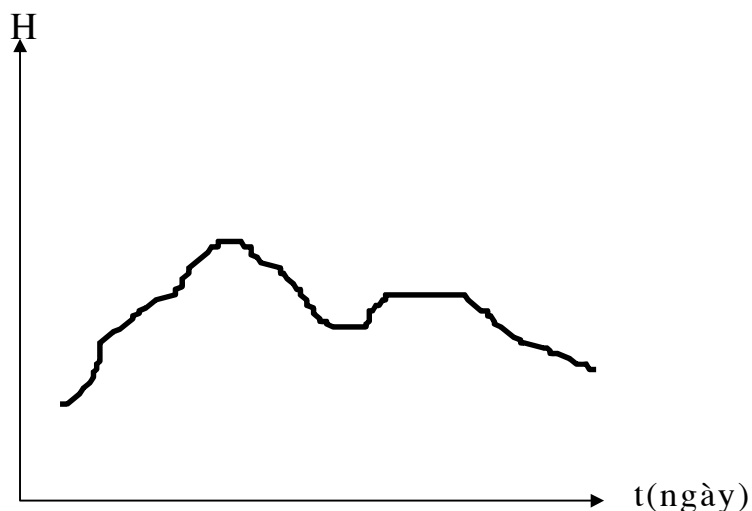
a) Tính chất đổi dần. Mực nước thay đổi do ảnh hưởng của lũ hoặc triều thể hiện tính chất đổi dần qua 3 giai đoạn: nước dâng $\frac{dH}{dt} > 0$, nước đứng $\frac{dH}{dt} = 0$, nước rút $\frac{dH}{dt} < 0$.

Đối với sông miền núi và sông ảnh hưởng triều mạnh có giai đoạn nước đứng rất ngắn từ 5 - 10 phút nên chế độ đo H cách đều với 1 giờ đo 1 lần không biểu thị được giai đoạn nước đứng.

b) Tính chất điều tiết. Mực nước sông thay đổi do mực nước lũ, thủy triều đều chịu tác dụng điều tiết và sức cản của lòng sông gọi là điều tiết tự nhiên của lòng sông. Lòng sông rộng và sâu chịu tác động của điều tiết rõ nét và ngược lại. Thông thường lòng sông vừa thoát nước vừa giữ nước rồi điều tiết thoát ra dần dần nên dưới tác dụng điều tiết của lòng sông thời gian nước rút dài hơn thời gian nước dâng (xét trong từng trận lũ). Tác dụng điều tiết và sức cản của lòng sông làm cho biên độ lũ hoặc biên độ triều (ΔH chân lũ và đỉnh lũ, chân triều và đỉnh triều) giảm dần theo hướng truyền sóng lũ.

c) Tính chất tương ứng. Sóng lũ, sóng triều truyền theo dọc sông tạo nên sự thay đổi của mực nước của các mặt cắt trên cùng một hệ thống sông có thể tương ứng nhưng lệch pha nhau một thời gian truyền lũ, truyền triều nào đó. Tính chất này thể hiện rõ ở các sông không có hiện tượng giao thoa sóng lũ, sóng triều hoặc không có lượng gia nhập khu giữa.

Nếu $H = f(t)$ trong cùng một thời gian của nhiều mặt cắt trên một đoạn sông có dạng tương tự nhau, chứng tỏ mực nước ở các mặt cắt đó có thời gian thay đổi tương ứng.



Hình 8.2 Đường quan hệ $H=f(t)$ trạm Phả Lại s. Thái Bình.

d) Tính chất chênh lệch thuận.

Quan hệ $H = f(t)$ cùng thời gian của nhiều mặt cắt trên cùng một hệ thống sông vẽ cùng một hệ trục tọa độ và cùng tỷ lệ thì các đường này không cắt nhau với cùng một điều kiện mặt cắt chuẩn. Bởi vì nước chảy được trong sông là do sự chênh lệch mực

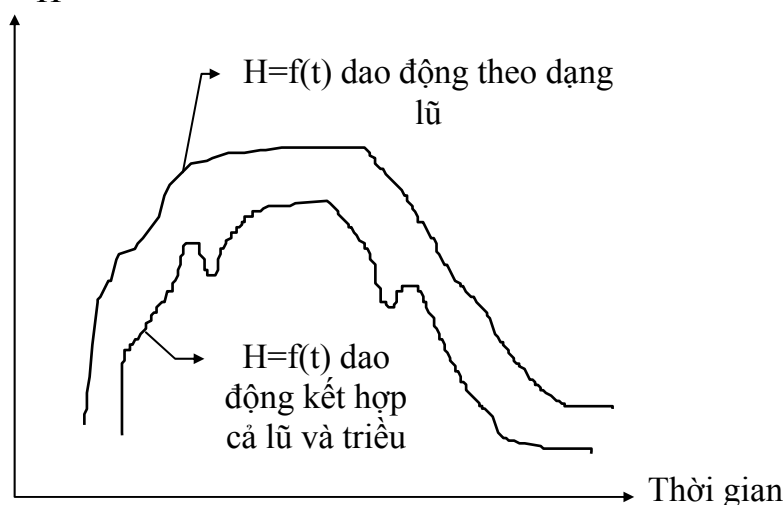
nước theo chiều dọc sông nên mực nước của các mặt cắt theo chiều nước chảy sẽ thấp dần.

8.3.2. Tính chất đặc biệt của sự thay đổi mực nước trong sông.

Những tính chất tương phản của tính chất chung là:

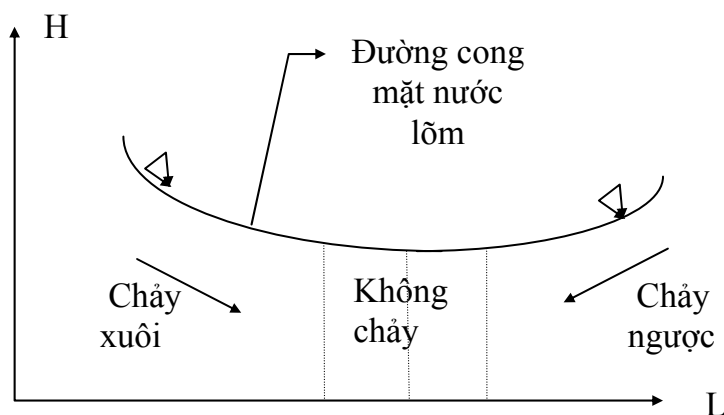
a. Tính chất thay đổi gấp. Quan hệ $H = f(t)$ hình thành với bước nhảy và cường suất rất lớn. Tính chất này thể hiện trong những đoạn sông có sự hoạt động của các công trình thủy lợi lớn như cống ngăn triều, đập dâng, hồ chứa xảy ra hiện tượng như vỡ đê, đập, ... Trong trường hợp này mực nước đang bình thường dần dần phía hạ lưu xảy ra vỡ đê, mực nước hạ thấp đột ngột tạo nên bước chảy nước rút.

b. Tính chất điều tiết kém. Tại những sông lòng sông bị thu hẹp dẫn đến khả năng thoát lũ kém, tạo ra hiện tượng nước dâng làm cho biên độ lũ của mặt cắt khu vực nước dâng lớn hơn biên độ lũ của mặt cắt khu vực thượng lưu. Hiện tượng này còn thể hiện ở đoạn sông có nước bổ sung thêm dọc sông, biên độ lũ tăng theo hướng dọc sông. Với sông hình loa, thủy triều truyền vào sông dễ dàng nhưng tại đoạn thu hẹp có hiện tượng nước dồn làm cho biên độ triều tại đoạn này lớn hơn biên độ triều tại mặt cắt vùng cửa sông. Với đoạn sông có nhiều nhánh nhập lưu xảy ra hiện tượng giao thoa sóng lũ của các nhánh nên hình thành dạng lũ đặc biệt mà thời gian nước dâng dài hơn thời gian nước rút.



Hình 8.3 Đường quan hệ $H=f(t)$ không tương ứng trong đoạn sông chuyển tiếp lũ và triều

c. Tính chất không tương ứng. Những đoạn có nhiều sông nhánh, nhập lưu, thời gian cấp nước và tỷ lệ lượng nước của các nhánh không đồng nhất, tạo nên hiện



Hình 8.4 Dạng đường cong mặt nước lõm và hiện tượng chênh lệch ngược

tượng mực nước dao động không tương ứng giữa các mặt cắt trên cùng một hệ thống sông. Hiện tượng này còn xảy ra giữa các sông chuyển tiếp, giữa vùng ảnh hưởng lũ và ảnh hưởng triều ở những mặt cắt cách nhau không xa. xảy ra hiện tượng mặt cắt trên mực nước dao động theo dạng lũ, mặt cắt dưới mực nước chuyển động theo dạng kết hợp cả lũ lẫn triều.

d. Tính chất chênh lệch ngược. Hiện tượng này xảy ra trong trường hợp có tác dụng của nước nhảy,

Đoạn sông ảnh hưởng triều có sự chuyển tiếp giữa hướng chảy xuôi (từ nguồn ra biển) và hướng chảy ngược (từ biển vào sông) có hiện tượng chênh lệch ngược. Bởi vì đường mặt nước cách nhau tương đối xa.

8.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP SỬA CHỮA CÁC SAI SỐ CỦA MỰC NƯỚC (H) THỰC ĐO.

Có nhiều nguyên nhân dẫn đến sự sai số của mực nước H thực đo. Nhưng những sai số có thể chia ra hai loại:

+ Sai số chủ quan: bao gồm các sai số do tính sai, đo sai (kể cả sai số do ảnh hưởng của các điều kiện thời tiết), dẫn cao độ sai hoặc ghi sai số liệu thước đo mực nước.

+ Sai số khách quan: Bao gồm sai số do máy tự ghi, biến động, hỏng hóc.

Căn cứ dạng quan hệ $H = f(t)$ có thể nhận xét các nguyên nhân sai số:

Nếu quan hệ $H = f(t)$ có bước nhảy kế tiếp nhau tạo nên dao động không tương ứng (so trạm trên và trạm dưới) rõ nét thì hiện tượng này do tính sai, chép sai, đo sai. Bởi vì hiện tượng đo sai, ghi sai, tính sai chỉ xảy ra tại từng thời điểm, không có tính quy luật.

Nếu quan hệ $H = f(t)$ có bước nhảy gián đoạn vẫn giữ được dạng dao động tương ứng với trạm trên hoặc dưới thì sai số H thực đo do dẫn sai độ cao, ghi sai số hiệu thước nước. Loại sai số này có tính chất hệ thống với nhiều mực nước liên tiếp.

Sửa chữa những sai số tiến hành theo các bước như sau:

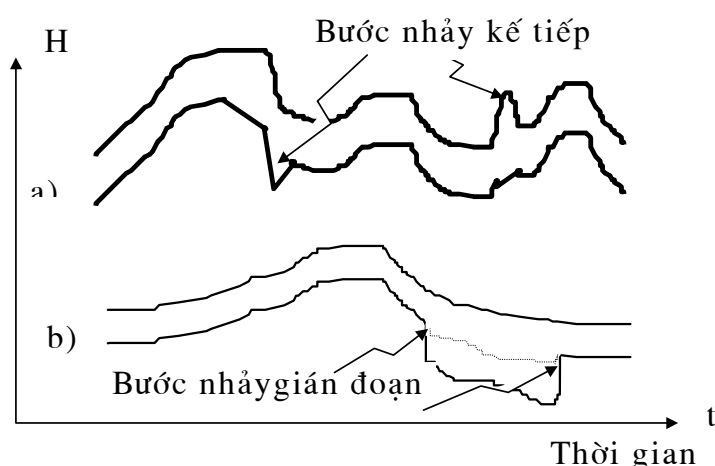
- Nếu sai số do tính toán, sao chép, ghi sai thì loại bỏ H sai và bổ sung H đúng.

- Nếu dẫn sai độ cao, ghi sai số hiệu thước đo mực nước thì cần hiệu chỉnh các số liệu mực nước theo số liệu độ cao hoặc thước ghi đúng. Loại bỏ H sai và bổ sung H đúng theo cách như sau:

8.4.1 Nội suy H_d và H_c thời đoạn

Thường người ta nội suy theo xu thế thay đổi đều (đường thẳng) và biểu thức nội suy:

$$H_t = H_d + \frac{H_c - H_d}{t_c - t_d} (t - t_d) \quad (8.1)$$



Hình 8.5 Sai số do tính sai, đo chép sai, đo sai (a) và sai số do dẫn cao độ sai hoặc sai số niệu thước đo (b)

Trong đó:

H_t - Mực nước ở thời điểm cần tính.

H_d - Mực nước đầu thời đoạn

H_c - Mực nước cuối thời đoạn

t_d, t_c - Thời điểm đầu và cuối thời đoạn

t - Thời điểm bất kỳ trong thời đoạn tính toán nội suy.

8.4.2. Tính theo quan hệ tương quan của mực nước H các trạm trên cùng một hệ thống sông

Quan hệ này được xây dựng có thể theo tương quan cùng thời điểm hoặc tương quan lệch pha. Cách này có thể dùng cho mọi trường hợp (nước dâng, nước

rút, nước đứng và dao động chậm chèn). Thường người ta dùng quan hệ này tính bổ sung cho các thời điểm nước cực trị (chân lũ, đỉnh lũ, chân triều, đỉnh triều).

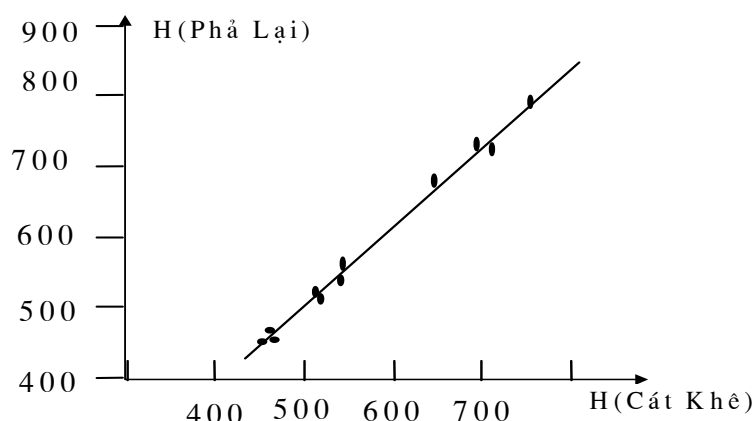
Ta có $H_{\text{trên}} - H_{\text{dưới}}$ đo cùng thời điểm, ta lại có $H_{\text{trên}} - H_{\text{dưới}}$ sau thời gian chảy truyền.

Tuỳ đặc trưng của từng đoạn sông mà quan hệ này có dạng đường thẳng hay đường cong.

Nếu sai số do dẫn cao độ hoặc ghi sai số liệu thước nước thì sai số là hằng số, chỉ cần xác định sai số rồi cộng hoặc trừ sai số đó thì sẽ cho ta số liệu H đúng.

Tính và vẽ đường lũy tích mực nước bình quân ngày.

Đường lũy tích nhằm phục vụ nhu cầu khai thác và sử dụng nguồn nước như giao thông, xây dựng công trình thủy, phòng chống lụt ...



Hình 8.6 Tương quan mực nước đỉnh triều của hai trạm Phả Lại và Cát Khê trên sông Thái Bình

Các bước tiến hành:

Biết số liệu H ngày trong năm X trạm Y

- Phân cấp H bình quân ngày.

- Căn cứ vào số liệu tính ΔH mực nước bình quân ngày cao nhất với mực nước ngày thấp nhất.

$$\Delta H = \bar{H}_{\max} - \bar{H}_{\min} \quad (8.2)$$

Và chia đều khoảng 20 - 30 cấp.

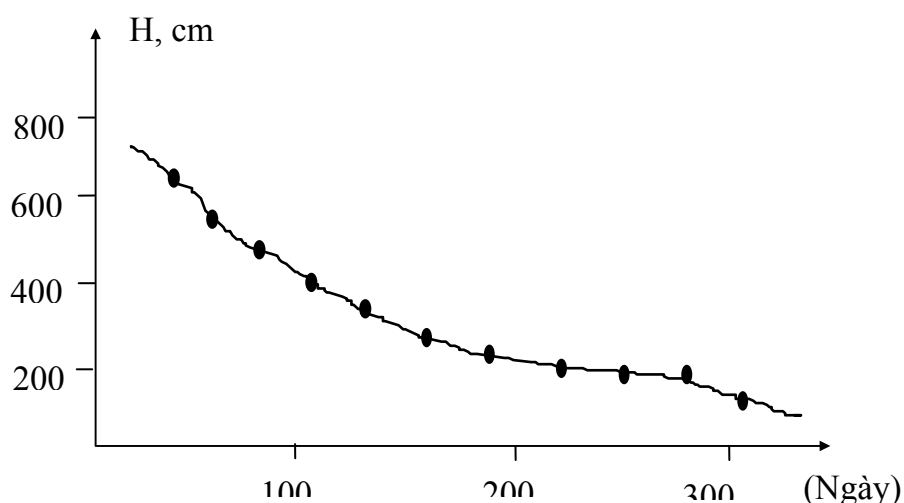
Bảng 9.1 Bảng thống kê cấp mực nước để xây dựng đường lũy tích H

Cấp	Số ngày H xuất hiện trong từng tháng												Số ngày từng cấp	Số ngày lũy tích
mực nước	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		

- Tính số ngày H xuất hiện trong từng cấp

- Tính số ngày lũy tích.

- Vẽ đường lũy tích. Tùy yêu cầu thực tế mà vẽ đường lũy tích bình quân năm hay đường lũy tích bình quân nhiều năm hoặc lũy tích năm điển hình.



Hình 8.7 Đường lũy tích mực nước trạm Hà Nội năm 1961

CHƯƠNG 9. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU LƯU LƯỢNG NƯỚC

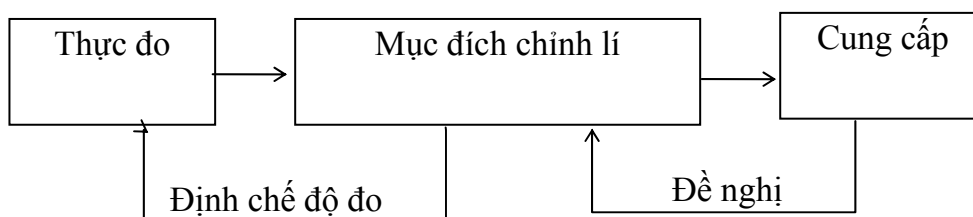
Hiện nay do điều kiện kinh tế, kỹ thuật còn hạn chế, việc đo lưu lượng nước vẫn còn gặp rất nhiều khó khăn, nên vẫn còn nhiều sai phạm. Việc tiến hành đo lưu lượng thường không liên tục mà chỉ đo được trong một giai đoạn nào đó. Song khi tính toán lưu lượng thì cần một chuỗi đo lưu lượng liên tục thì mới phản ánh được tình hình thay đổi của nước trong sông theo thời gian và không gian.

Do hai hạn chế nêu trên mà khi sử dụng số liệu lưu lượng nước nhất thiết cần thông qua việc chỉnh lý số liệu.

9.1 MỤC ĐÍCH NHIỆM VỤ CHỈNH LÝ TÀI LIỆU LƯU LƯỢNG NƯỚC

9.1.1 Mục đích

- Sửa chữa sai sót, nâng cao chất lượng tài liệu
- Biến tài liệu lưu lượng không liên tục thành liên tục.
- Tổng hợp để bảo quản và lưu trữ tài liệu
- Qua chỉnh lý số liệu lưu lượng có thể chỉnh lý số lần đo cho hợp lý.



Hình 9.1 Sơ đồ công tác chỉnh lý lưu lượng

9.1.2 Nhiệm vụ chỉnh lý tài liệu lưu lượng

- Kiểm tra, sửa chữa tài liệu sai
- Phân tích, phân loại các dạng quan hệ $Q=f(H)$

- Tính lưu lượng Q tức thời theo mực nước H và các đặc trưng
- Tổng hợp thuyết minh số liệu
- Định chế độ đo đạc

9.1.3 Kiểm tra, sửa chữa tài liệu.

Yêu cầu kiểm tra đảm bảo đủ số lượng lần đo, phân phối các lần đo (thời gian, không gian và chất lượng đo).

Chất lượng tài liệu xét trên các mặt:

- Trang thiết bị, nhân lực...
- Đo đủ các yếu tố hay không? Ví dụ đo lưu lượng Q gồm $H, B, V, I...$
- Phương pháp đo đạc: đo cơ bản, đo giản hoá, đo chi tiết
- Kiểm tra các khâu tính toán từ việc tính vận tốc các điểm đến lưu lượng Q và các yếu tố khác.

9.1.4. Phân tích quan hệ $Q=f(H)$

Nội dung: Dạng quan hệ $Q=f(H)$ thuộc dạng nào? Nhân tố ảnh hưởng chủ yếu?

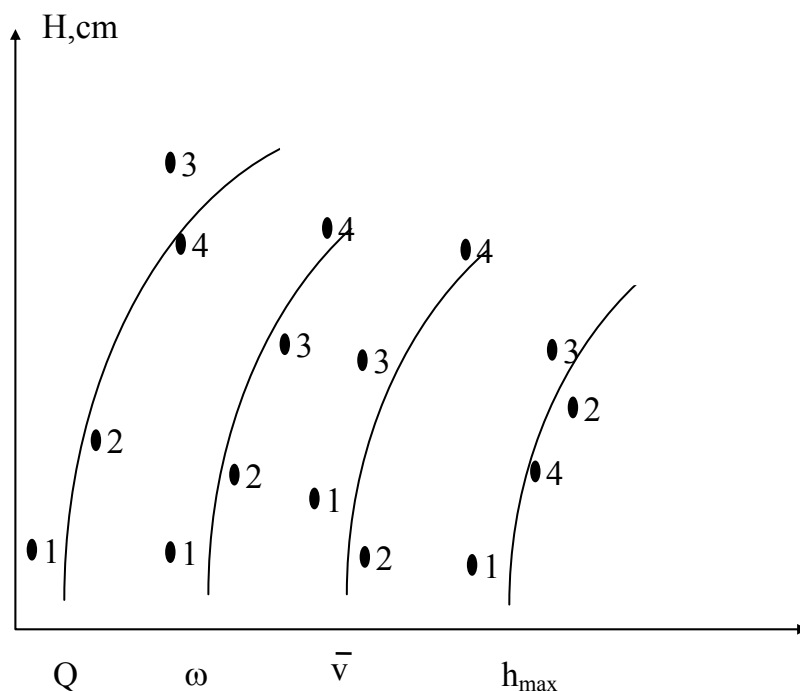
Có thể bằng cách định tính (nhận dạng) hoặc định lượng (tính độ phân tán theo %).

Dựa vào tính xói, bồi của một mặt cắt mà có thể phân thành các loại quan hệ giữa $Q=f(H)$ là:

- Tương đối ổn định
- Thay đổi theo mặt cắt
- Thay đổi theo độ dốc
- Thay đổi không có quy luật

a. Quan hệ $Q=f(H)$ tương đối ổn định. Không có dạng phân bố theo thời gian và đánh giá sai lệch bằng %

$\Delta H \leq 4\%$ thì kết luận quan hệ tương đối ổn định. Nguyên nhân có thể do đo đặc hoặc là một hiện tượng ngẫu nhiên. Quan hệ này thường gặp ở các con sông miền đồng bằng không ảnh hưởng triều.



Hình 9.2. Quan hệ $Q=f(H)$, $\omega=f(H)$, $\bar{v} = f(H)$, $h_{\max} = f(H)$

b. Quan hệ $Q=f(H)$ thay đổi theo diện tích mặt cắt W

Công cụ phân tích dựa vào ba quan hệ $W=f(H)$, $Q=f(H)$, $I=f(H)$. Bằng định tính thì khoảng lệch ΔQ và khoảng lệch ΔW có thể phân bố thành nhóm theo thời gian (hoặc có thể phân bố theo cấp mực nước H).

Với $\Delta Q \leq 5\%$ và $\Delta W > 5\%$. Các nguyên nhân có thể là do các sai số trong đo đạc; do bồi xói. Vì không cân bằng lượng chuyển cát theo các chiều.

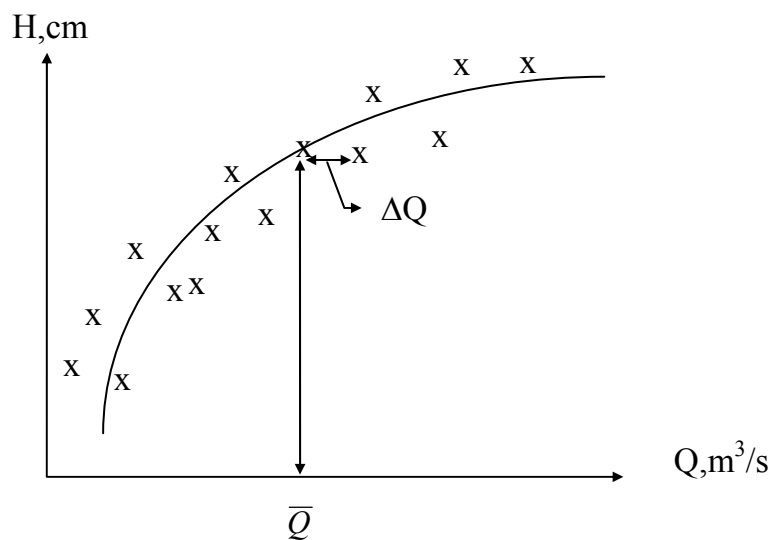
c. Quan hệ $Q=f(H)$ thay đổi theo độ dốc mặt nước.

Định tính: Trên từng cấp nước khoảng lệch ΔQ và khoảng lệch ΔI tương ứng với nhau hoặc phân bố theo nhóm thời gian, hoặc phân bố theo cấp mực nước.

Về định lượng, $\Delta Q \geq 5\%$ không xét ΔW , ΔI . Hiện tượng này xảy ra hoặc là do độ lệch pha, biến hình, hoặc là do giao thoa sóng lũ.

- Lệch pha: Đỉnh lũ trạm trên không cùng xuất hiện với đỉnh lũ trạm dưới.
- Biến hình: Càng truyền về phía dưới đỉnh lũ càng thấp và con lũ càng bẹt dần
- Giao thoa: Là hiện tượng phức tạp xảy ra ở các đoạn sông có nhánh đổ vào.
- Lệch pha, biến hình, giao thoa sóng triều.
- + Lệch pha ngược với trường hợp lũ.
- + Biến hình
- + Giao thoa sóng triều phức tạp hơn giao thoa sóng lũ.

Hiện tượng này xảy ra ở những trạm đồng bằng gần biển làm cho độ dốc trong quá trình lên, xuống có sự tăng hay giảm vì mực nước H thay đổi vì vừa chịu ảnh hưởng của lũ và của triều.



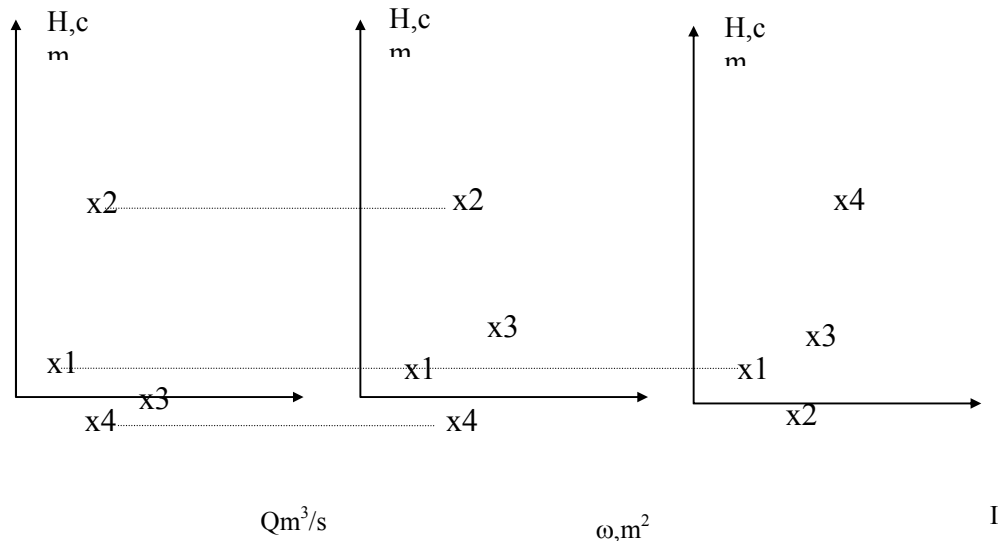
Hình 9.3 Quan hệ $Q=f(H)$ tương đối ổn định

d. Quan hệ $Q=f(H)$ thay đổi không có quy luật.

Định tính: Không có sự tương ứng giữa mực nước với lưu lượng, diện tích mặt cắt và độ dốc theo thời gian hoặc theo không gian.

Định lượng: $\Delta Q \geq \pm 5\%Q$ $\Delta W \geq \pm 5\%W$ ΔI không xét

Hiện tượng này thường xảy ra ở những trạm vừa thay đổi theo độ dốc mực nước, vừa thay đổi theo mực nước.



Hình 9.4 Quan hệ $Q=f(H)$, $\omega=f(H)$, $I=f(H)$

9.1.5 Phương pháp tính toán

+ Quan hệ $Q=f(H)$ tương đối ổn định thì sử dụng duy nhất là phương pháp đường trung bình.

+ Quan hệ $Q=f(H)$ thay đổi theo diện tích nên sử dụng phương pháp tỷ số diện tích và phương pháp trung bình thời đoạn.

+ Quan hệ $Q=f(H)$ thay đổi theo độ dốc. Có thể dùng phương pháp mô đun lưu lượng, phương pháp tỷ số độ dốc, phương pháp đường cong theo thời gian.

+ Quan hệ $Q=f(H)$ không có quy luật. Dùng duy nhất phương pháp đường cong theo thời gian.

9.1.6. Tính lưu lượng tức thời

Chọn phương pháp tính.

Tính lưu lượng tức thời theo mực nước là kết quả cơ bản nhất để dùng tính toán các đặc trưng. Có các phương pháp tính toán như sau:

- Phương pháp đồ giải
- Phương pháp bán đồ giải

Yêu cầu lập các biểu tính toán phải dễ đọc và dễ nội suy; đảm bảo sai số cho phép; mang tính khoa học và tính mỹ thuật cao.

Nguồn số liệu ban đầu chính là số liệu mực nước tức thời tại mặt cắt nếu sử dụng phương pháp trung bình thời đoạn sẽ dễ dàng tính lưu lượng tức thời với nguyên tắc tính toán như sau:

Xây dựng biểu đồ tính toán tại mặt cắt nào thì khi tính toán lưu lượng Q phải dùng số liệu mực nước tại mặt cắt đó.

Xây dựng biểu đồ quan hệ $Q = f(H)$. Đo trong thời đoạn nào chỉ dùng để tính lưu lượng tức thời cho thời đoạn đó. Nếu quan hệ $Q=f(H)$ không thay đổi lớn có thể sử dụng biểu đồ quan hệ $Q = f(H)$ đo trong thời đoạn này tính cho thời đoạn khác.

Tính lưu lượng Q trung bình thời đoạn và các đặc trưng khác:

a. Vùng không ảnh hưởng triều: thường tính $Q_{\text{ngày}}$, $Q_{\text{tháng}}$, $Q_{\text{năm}}$.

Có 2 cách tính $Q_{\text{ngày}}$:

Tính gần đúng , nhanh thì sử dụng phép trung bình cộng

$$Q_{ng} = \frac{\sum Q_{ti}}{\sum t_i} \quad (m^3/s) \quad (9.1)$$

Q_{ti} - Lưu lượng nước bình quân của thời đoạn t_i trong ngày

t_i - số đo thời gian của đoạn thứ i (s)

Môđun lưu lượng năm ($l/s \text{ km}^2$)

$$M_{nam} = \frac{Q_{nam}}{F} \quad (9.2)$$

F - Diện tích lưu vực trạm không chế (km^2)

$W_{\text{năm}}$ - Thể tích nước qua mặt cắt trong một năm:

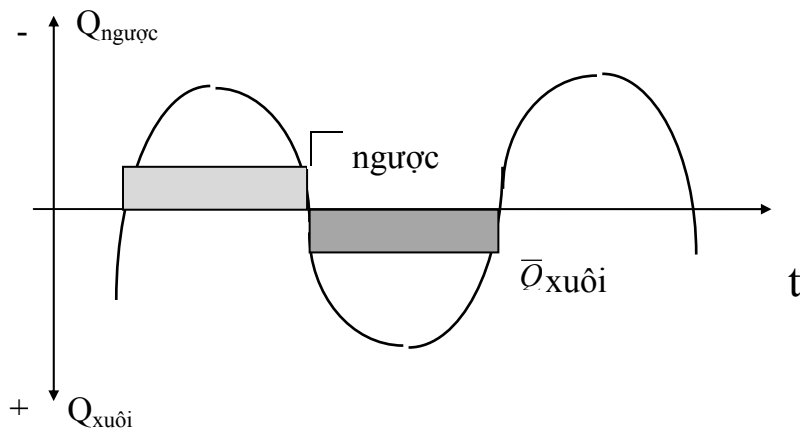
$$W_{nam} = \sum W_i \quad (m^3) \quad (9.3)$$

- Độ sâu dòng chảy năm :

$$Y_{nam} = \frac{W_{nam}}{F} \quad (mm) \quad (9.4)$$

b. Vùng ảnh hưởng triều mạnh:

Trong cùng một ngày hướng dòng chảy không đồng nhất cả chảy ngược lẫn chảy xuôi vì vậy tính các đặc trưng triều là phải tính $Q_{ngược}$ và $Q_{xuôi}$ cho từng chu kỳ triều riêng biệt. (H.9.5)



Hình 9.5

9.1.7 Kiểm tra kết quả tính

Kiểm tra kết quả tính nhằm phát hiện sai số tính toán, xét tính chất hợp lý của kết quả tính toán có phù hợp quy luật thay đổi của mực nước hay không ? có thể xảy ra 4 trường hợp sau :

- Kết quả tính chính xác phù hợp với quy luật
- Kết quả tính chính xác , không phù hợp với quy luật
- Kết quả tính không chính xác phù hợp với quy luật
- Kết quả tính không chính xác không phù hợp với quy luật

Phương pháp kiểm tra:

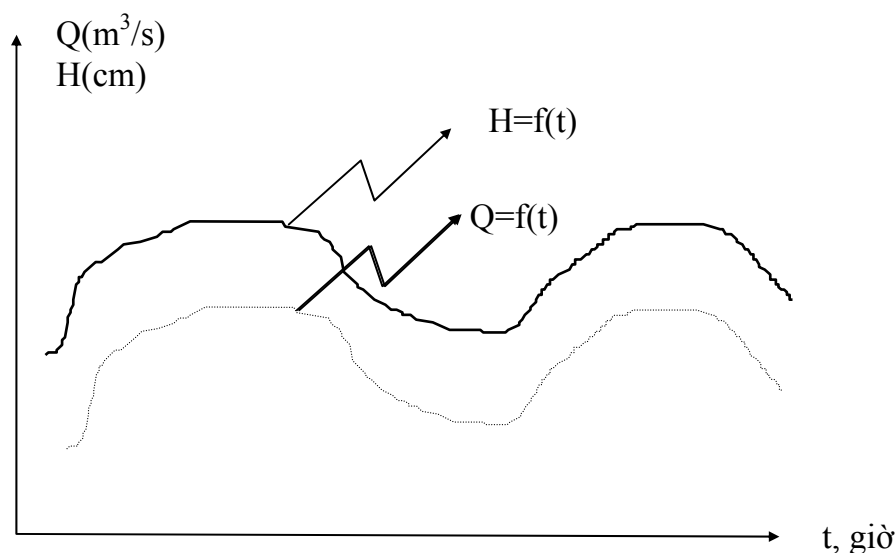
Có nhiều phương pháp kiểm tra nhưng không có phương pháp nào đồng thời thoả mãn cả hai mục đích :

1. Kiểm tra tính chất tương ứng giữa Q và H . Vẽ đường quá trình H, Q trên cùng một biểu đồ để so sánh.

2. Kiểm tra $Q_{\text{vào}}$ và Q_{ra} của đoạn sông tương ứng (với điều kiện không có dòng gia nhập khu giữa, hoặc có nhưng nhỏ so với $Q_{\text{vào}}$)

- Lũ lên: $Q_{\text{vào}} > Q_{\text{ra}}$

- Lũ xuống $Q_{\text{vào}} < Q_{\text{ra}}$



Hình 9.6 Quan hệ $Q=f(t)$ và $H=f(t)$

9.1.8. Kiểm tra cân bằng nước

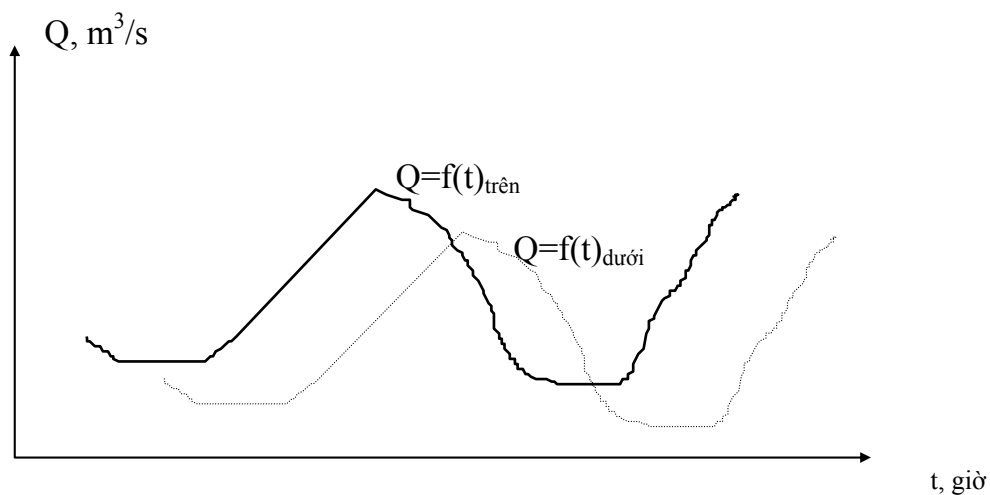
$$\sum W_{\text{vào}} + \sum W_d = \sum W_{\text{ra}} + \sum W_c \quad (9.5)$$

$\sum W_{\text{vào}}$ - Tổng thể nước chảy vào trong sông bằng mọi nguồn

$\sum W_{\text{ra}}$ - Tổng thể nước chảy ra trong sông bằng mọi nguồn

$\sum W_d, \sum W_c$ - Tổng thể tích nước chứa trong sông tại thời điểm đầu và cuối .

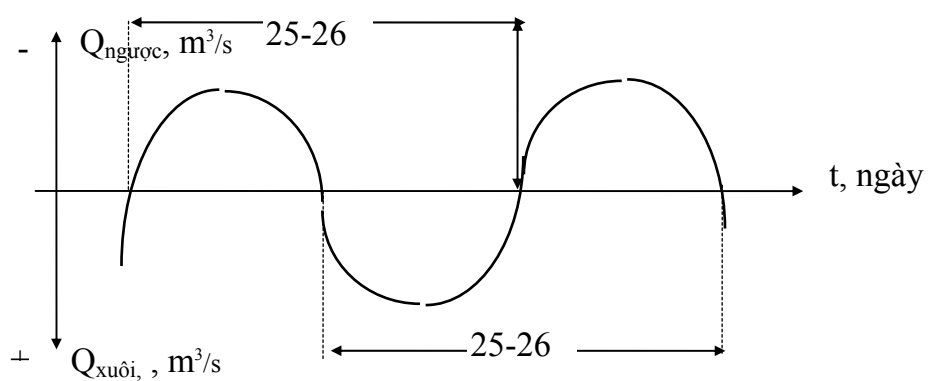
Trong thực tế phương trình này không thoả mãn tuyệt đối mà có sai số là $1 \pm 2\%$. Có trường hợp thoả mãn phương trình cân bằng nhưng tài liệu vẫn có sai số lớn.



Hình 9.7 Đường quá trình lưu lượng tuyến trên và tuyến dưới

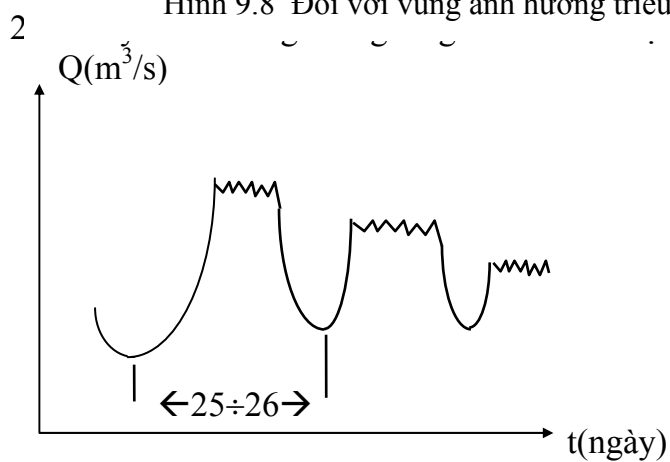
-Vùng ảnh hưởng triều .

1. Triều mạnh: khoảng thời gian giữa hai điểm ngưng triều lên và hai điểm ngưng triều xuống khoảng 25 - 26 ngày



Hình 9.8 Đối với vùng ảnh hưởng triều mạnh

5-26 ngày.



Hình 9.9. Đối với vùng ảnh hưởng triều yếu

9.1.9. Kiểm tra tính chất lệch pha

Triều mạnh $Q_{\max\text{ngược}}$ xuất hiện trước đỉnh triều, $Q_{\max\text{xuôi}}$ xuất hiện trước chân triều.

9.1.10 Tổng hợp và thuyết minh

Điều này dựa trên nguyên tắc có tập số liệu không nhiều nhưng tính đại biểu cao. Cần phải đánh giá và làm rõ chất lượng tài liệu để sử dụng vào công việc tính toán sau này:

9.2. QUAN HỆ LƯU LƯỢNG MỰC NƯỚC

9.2.1. Cơ sở khoa học và hữu ích kinh tế

Trong dòng ổn định không đều, chỉnh lí số liệu lưu lượng bằng công thức :

$$Q = \omega CR^{1/2} \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} + \frac{\alpha + \varphi(v_d^2 - v_t^2)}{2g\Delta L} \right)^{-1/2} \quad (9.6)$$

Trong đó:

ω -Diện tích mặt cắt

C -Hệ số Sê zi

R -Bán kính thủy lực

$-\varphi$ -Hệ số tổn thất cục bộ

$-\alpha$ -Hệ số cột nước lưu tốc

$-v_t, v_d$ Lưu tốc trung bình mặt cắt trên và mặt cắt dưới của đoạn sông ΔL

ΔH -Chênh lệch mực nước giữa hai tuyến

Như vậy Q là một hàm phụ thuộc nhiều yếu tố W,C,R,I,H.....

$$Q=f(W,C,R,I,H.....)$$

Khi một trong các yếu tố trên thay đổi thì mặc nhiên Q cũng thay đổi. Bản thân các yếu tố thay đổi rất phức tạp, do vậy Q cũng thay đổi phức tạp. Nhưng các yếu tố trên thay đổi trên cơ sở H biến đổi vậy ta có quan hệ

$$Q=f(H).$$

Hiệu quả kinh tế của quan hệ $Q=f(H)$

-Lưu lượng Q khó đo, tốn kém về nhân lực

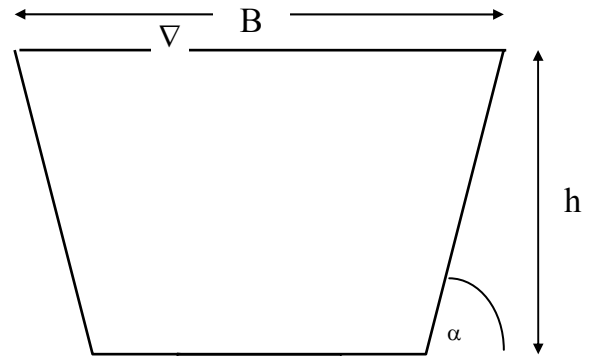
-Mức nước H dễ đo và đo được liên tục nên dựa vào quan hệ $Q=f(H)$ có thể xác định được Q từ tài liệu thực đo H.

9.2.2. Tính chất của quan hệ

$Q=f(H)$, $\omega=f(H)$ và $I=f(H)$ thay đổi, thì quan hệ $Q=f(H)$ càng biến đổi. Vì vậy khi xét quan hệ $Q=f(H)$, cần xét các mối quan hệ riêng.

1. Tính chất quan hệ $\omega=f(H)$

Các mặt cắt trong sông rất phức tạp để xét quan hệ $W=f(H)$ ta phải tạm coi mặt cắt là một hình thang cân. Đáy sông với chiều rộng của mặt nước.



Hình 9.10 . Mặt cắt ngang quan trắc là hình thang cân

Ta có :

$$W = \frac{B+b}{2} h = \frac{(b+2hm)+b}{2} h \quad (9.7)$$

$$W = bh + mh^2 \quad (10.7)$$

$$\frac{\partial W}{\partial h} = b + 2mh > 0 \quad (9.8)$$

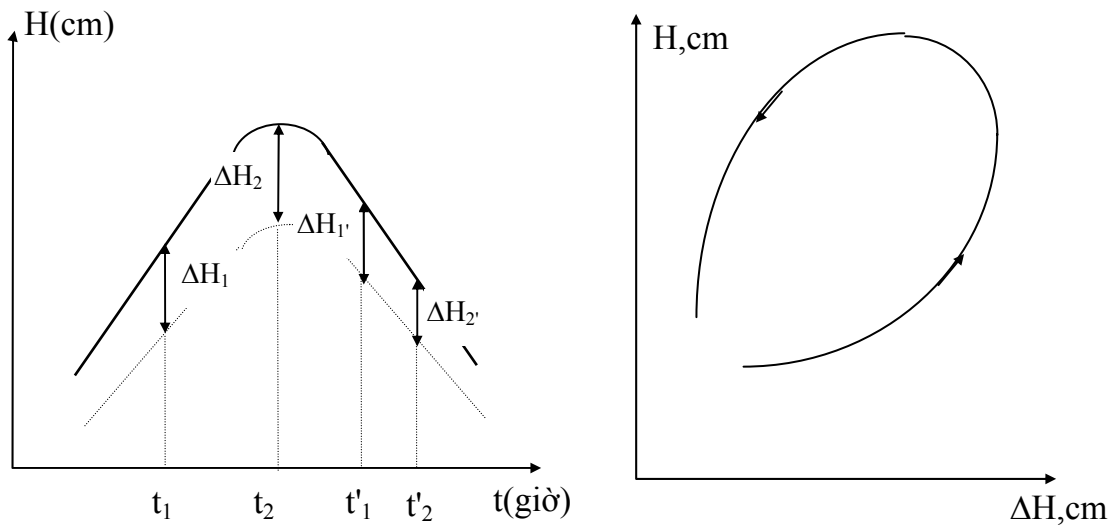
$\frac{\partial W}{\partial h}$ tăng dần theo mực nước, hàm $W=f(H)$ là hàm thuận biến.

$$\frac{\partial^2 W}{\partial h^2} = 2W > 0, \text{ hàm } W=f(H) \text{ có dạng lõm.}$$

2. Tính chất quan hệ $I=f(H)$ hoặc $\Delta H/\Delta L = H$.

$$\Delta L = \text{const} \Rightarrow H = f(\Delta H)$$

a, Quan hệ $I=f(H)$ tại vùng sông không có ảnh hưởng triều



Hình 9.11. Quan hệ $H=f(\Delta H)$ vùng không ảnh hưởng triều với đoạn sông mở rộng dần

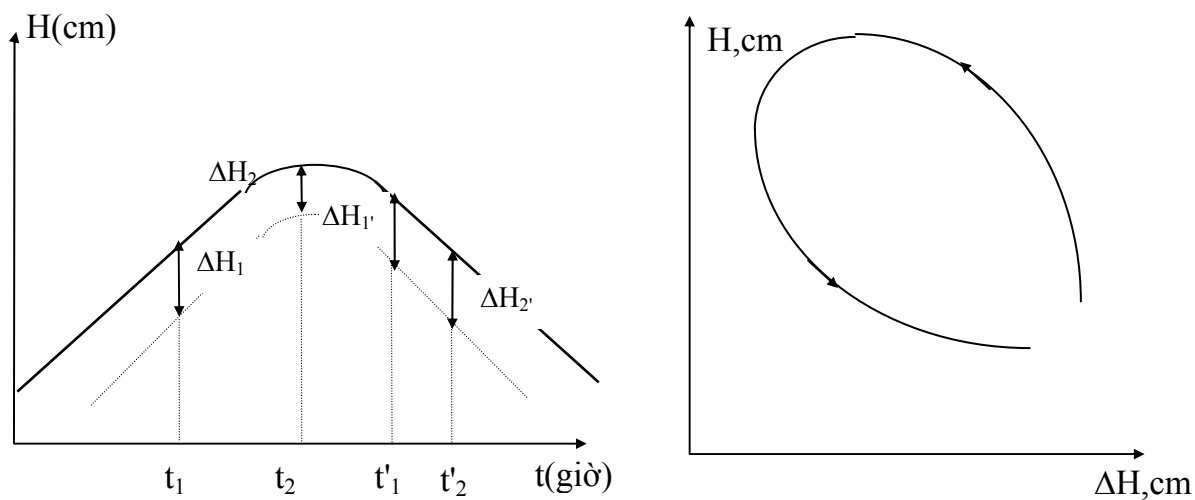
Sông mở rộng dần: Lũ lên:

$$H_{tr1} - H_{d1} < H_{tr2} - H_{d2}; \quad \Delta H_1 < \Delta H_2$$

Lũ xuống: ; $\Delta H'_2 < \Delta H'_1$

Vậy quan hệ $H \approx \Delta H$ là quan hệ vòng dây thuận

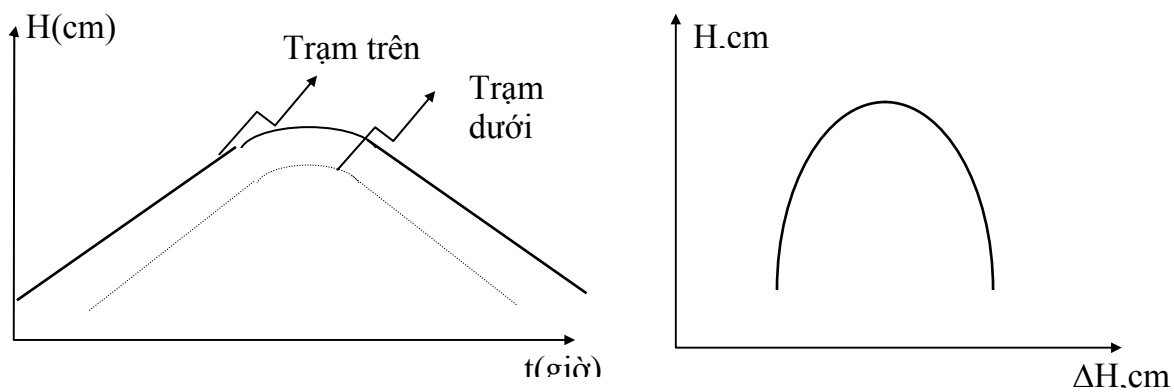
Sông thu hẹp dần.



Hình 9.12. Quan hệ $H=f(\Delta H)$ vùng không ảnh hưởng triều với đoạn sông thu hẹp dần

Lũ trạm dưới nhọn hơn lũ trạm trên, thời gian lũ lên, lũ xuống ở trạm dưới ngắn hơn trạm trên nên:

$$\Delta H_1 > \Delta H_2 \quad \Delta H'_2 > \Delta H'_1$$



Hình 9.13. $H=f(\Delta H)$ vùng không ảnh hưởng triều với đoạn sông ít thay đổi

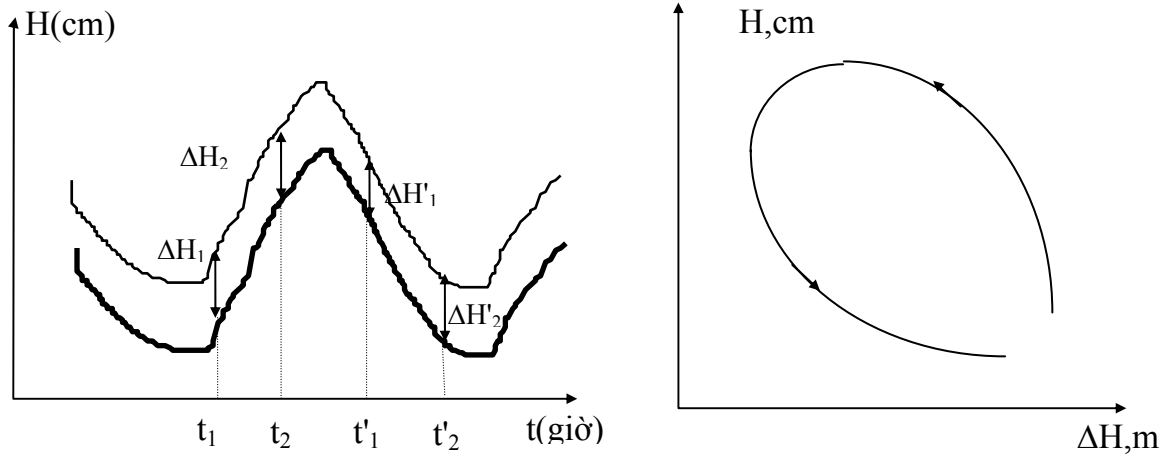
b, Quan hệ $I=f(\Delta H)$ tại vùng sông có ảnh hưởng triều.

Chảy xuôi:

-Triều lên: $\Delta H_2 < \Delta H_1$

Triều xuống: $\Delta H_2 > \Delta H_1$

Do đó quan hệ $H = f(\Delta H)$ trong một chu kỳ hình thành một vòng dây độ dốc triều lên nhỏ hơn độ dốc triều xuống.



Hình 9.14. Quan hệ $H=f(\Delta H)$ vùng sông ảnh hưởng triều

3. Dạng quan hệ $Q=f(H)$. Trong dòng không ổn định ta biết biểu thức tính Q :

$$Q = WCR^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\Delta H}{\Delta L} + \frac{(\alpha + \varphi)(v_d^2 - v_t^2)}{2g} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (9.9)$$

Đặt:

$$\left[\frac{\Delta H}{\Delta L} \right]^m = \left[\frac{\Delta H}{\Delta L} - \frac{\alpha + \varphi}{2g} (v_d^2 - v_t^2) \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (9.10)$$

m là hệ số hiệu chỉnh sao cho hệ thức trên được cân bằng.

$$Q = WCR^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\Delta H}{\Delta L} \right]^m \quad (9.11)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial H} = CR^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right)^m \frac{\partial W}{\partial H} - WCR^{\frac{1}{2}} m \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right)^{m-1} \frac{\partial (\Delta H)}{\partial H} \quad (9.12)$$

a, Vùng sông không ảnh hưởng triều có độ rộng sông mở rộng dần.

$$\frac{\partial W}{\partial H} > 0;$$

$$\frac{\partial \Delta H}{\partial H} > 0 \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial H} > 0$$

hoặc $Q=f(H)$ đơn trị

Khi độ rộng sông thu hẹp dần:

$$\frac{\partial W}{\partial H} < 0;$$

$$\frac{\partial \Delta H}{\partial H} < 0 \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial H} > 0$$

hoặc $Q=f(H)$ là hàm thuận.

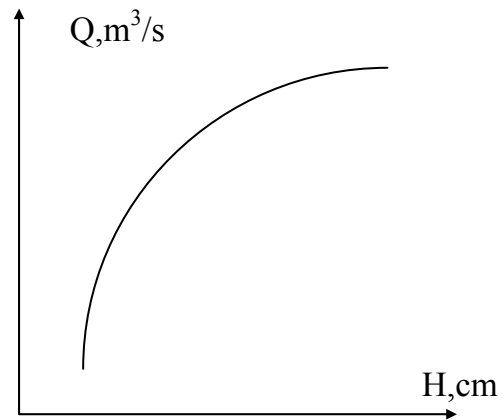
Hình 9.16 Quan hệ $Q=f(H)$ vùng sông không ảnh hưởng triều, đoạn sông thu hẹp dần

b, Vùng ảnh hưởng triều.

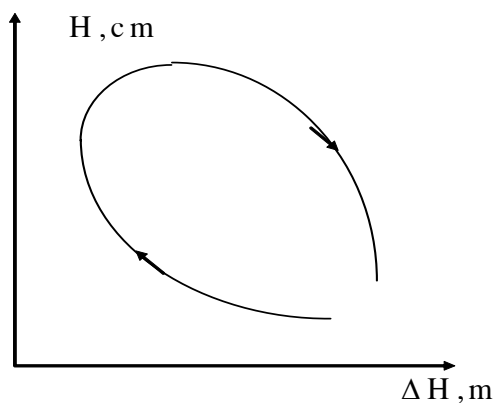
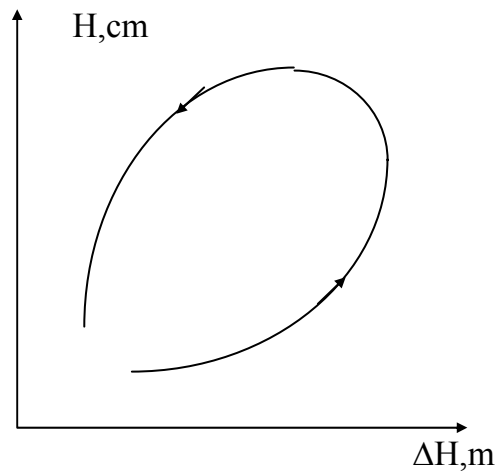
$$\frac{\partial W}{\partial H} > 0;$$

$$\frac{\partial \Delta H}{\partial H} < 0 \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial H} < 0$$

nhưng trong thực tế ở vùng ảnh hưởng triều sự biến đổi của $\left| \frac{\partial W}{\partial H} \right| < \left| \frac{\partial \Delta H}{\partial H} \right| \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial H} < 0$ nên quan hệ $Q=f(H)$ nghịch biến.



Hình 9.15 Quan hệ $Q=f(H)$ vùng sông không ảnh hưởng triều, đoạn sông mở rộng dần



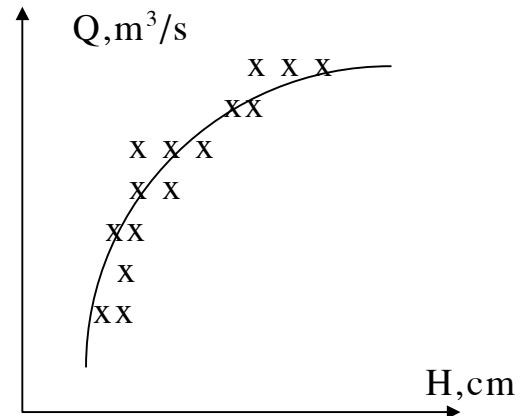
Hình 9.17 Quan hệ $Q=f(H)$ vùng sông ảnh hưởng triều

-Triều mạnh(xét trường hợp chảy ngược)

$$\frac{\partial W}{\partial H} > 0;$$

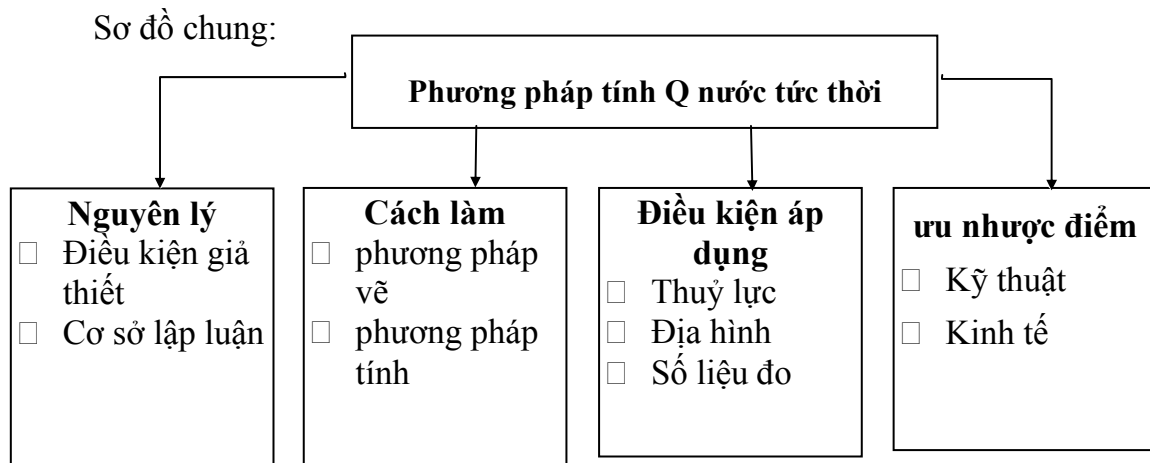
$$\frac{\partial \Delta H}{\partial H} > 0 \Rightarrow \frac{\partial Q}{\partial H} > 0 \Rightarrow$$

Trong thực tế $\frac{\partial W}{\partial H}$ hoặc $\frac{\partial \Delta H}{\partial H}$ thay đổi không đồng nhất nên $Q=f(H)$ không đồng nhất.



9.2.3. Các phương pháp tính lưu lượng tức thời theo mực nước

Hình 9.18 Quan hệ $Q=f(H)$ thực đo



1. Phương pháp tính Q nước tức thời khi quan hệ $Q=f(H)$ tương đối ổn định:

-Chú ý chỉ tiêu $Q=f(H)$ tương đối ổn định

-Phương pháp đường trung bình:

* Nguyên lý: Phương trình dòng không ổn định không đều:

$$Q = \bar{k} \left[\frac{\Delta H}{\Delta L} - \frac{(\alpha + \xi/2g)(v_d^2 - v_t^2)}{\Delta L} \right]^{\frac{1}{2}} = k_i \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta L_i} \right)^m \quad (9.13)$$

$\bar{k} = \bar{C} R^{\frac{1}{2}} \bar{W}$ hằng số mô đun lượng trung bình của một đoạn sông.

$\frac{\Delta H}{\Delta L}$ độ dốc mặt nước trung bình của một đoạn sông

$\frac{\Delta H_i}{\Delta L_i}$ độ dốc mặt nước trung bình của một đoạn sông ΔL_i mà $\Delta L_i \in \Delta L$

m: số mức hiệu chỉnh

Vậy $Q=f(W,I,H,\dots)=f(W,I)$

Khi W,I,H không đổi thì $Q=f(H)$ đơn trị

Khi H không đổi nhưng W,I thay đổi bù trừ thì $Q=f(H)$ đơn trị. Trong thực tế không có $Q=f(H)$ đơn trị tuyệt đối nên khi $Q=f(H)$ dao động trong sai số cho phép coi $Q=f(H)$ đơn trị.

* Cách làm :

a, Vẽ biểu đồ căn cứ vào số liệu Q thực đo còn H tương ứng xây dựng biểu đồ $Q=f(H)$

Nguyên tắc

Đơn trị thuận biến đổi dần

$$\text{Sai số nhỏ nhất } \sum (Q_{do} - \bar{Q})^2 = \min \quad (9.14)$$

Để đọc đảm bảo mỹ thuật chính xác đường quan hệ nghiêng khoảng 40^0 - 60^0 Độ chính xác: để đảm bảo độ chính xác của mực nước tới cm thì tỷ lệ nhỏ nhất của trục H là: 1:20

$$Q(*) = \frac{0,5mm}{X(*)} \quad (9.15)$$

$Q(*)$ - Sai số tương đối, đọc.

$X(*)$ - Khoảng đọc kể từ gốc.

$$Q(*) = \frac{0,5mm}{X(*)} \leq S(\%) \quad (9.16)$$

$S(\%)$ - Sai số cho phép

$$\text{Vậy } x \geq \frac{0,5mm}{S(\%)} \text{ với } x \text{ là độ dài giới hạn.} \quad (9.17)$$

Ví dụ sai số cho phép 5% khoảng đọc $x=0,5/0,05 = 10 \text{ mm}$ tức với sai số cho phép 5% thì với khoảng đọc $x < 10 \text{ mm}$, thì sai số lớn hơn sai số cho phép và $x > 10 \text{ mm}$ thì sai số đọc nhỏ hơn sai số cho phép.

-Xét sai số tương quan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{Q_{do} - Q_{tinh}}{Q_{tinh}} \right)^2}{n-1}} \quad (9.18)$$

$$\text{đặt } S = \frac{Q_{do}}{Q_{tinh}} \text{ ta có } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (S-1)^2}{n-1}} \quad (9.19)$$

Q_{do} từ thực tế, Q_{tinh} tra trên quan hệ $Q=f(H)$

n : số lần đo để xây dựng quan hệ

Với $\sigma \leq 5\%$ quan hệ tốt; $5\% \leq \sigma \leq 10\%$ quan hệ khá; $\sigma \geq 10\%$ quan hệ kém.

ý nghĩa σ :

-Phản ánh qui luật tương quan giữa Q và H trạm đo.

-Phản ánh sai số đo đạc.

-Phản ánh sai số trực quan người vẽ.

a, Đặc trưng của σ : dễ dao động bởi một số ít lần đo có sai số lớn, phụ thuộc vào kỹ thuật vẽ đường trung bình do đó khi xét không chỉ xét đơn thuần σ mà còn xét thêm dạng phân bố và qui luật phân bố.

b, Tính lưu lượng tức thời: Từ H tức thời tra biểu đồ có Q_{tt}

c, Điều kiện ứng dụng;

-Điều kiện thuỷ lực:

+ Ứng dụng trong trạng thái chảy không ổn định thay đổi chậm.

+ Tỷ lệ thay đổi độ dốc nhỏ

-Điều kiện địa hình:

+ Mặt cắt thay đổi bù trừ hoặc không đổi

+ Hình dạng mặt cắt ngang, dọc ít thay đổi

-Số liệu:

+ Có số liệu đo cả nhánh nước lên và nước xuống

+ Phân đều khoảng 20-30cm có một lần đo

4. ưu nhược điểm:

+ Kỹ thuật : phương pháp này thể hiện rõ , ít sai số chủ quan dễ so sánh nhiều năm, dễ kéo dài.

+ Kinh tế: tính đơn giản có thể sử dụng công cụ tính hiện đại. Số lần đo không cần nhiều lắm nên khối lượng đo đạc ít.

+ Nhược điểm: coi $Q=f(H)$ đơn trị điều này chưa hoàn toàn phù hợp với thực tế.

2. Tính Q tức thời khi $Q=f(H)$ thay đổi theo diện tích:

a. Phương pháp trung bình thời đoạn:

1. Nguyên lý : giống phương pháp đường trung bình.

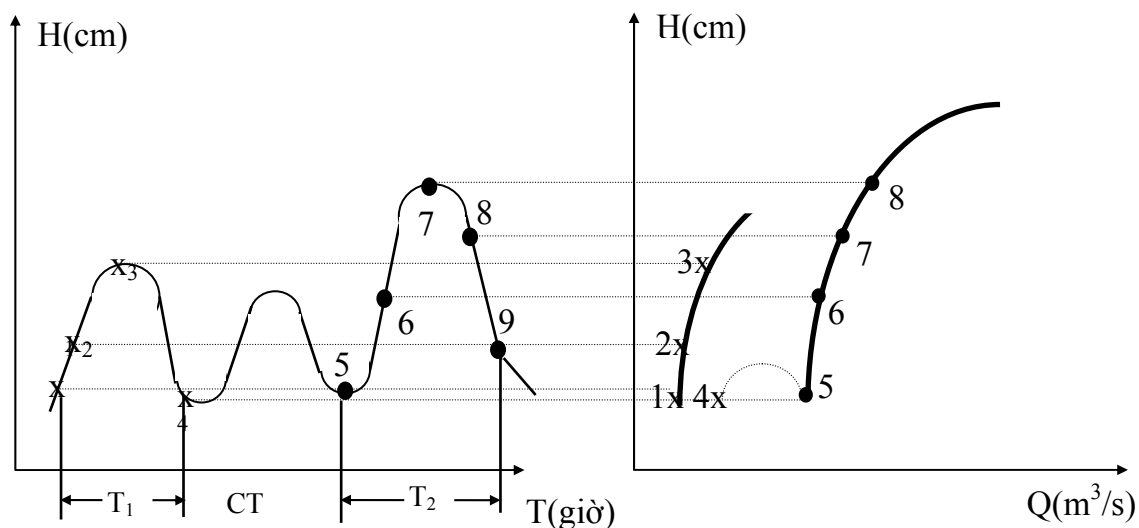
2. Cách làm : về nguyên tắc cơ bản giống phương pháp đường trung bình

- Nguyên tắc vẽ: tính được Q ứng với mọi mực nước chuyển tiếp không gây nên bước nhảy trong kết quả tính .

3. Điều kiện ứng dụng và nhược điểm:

- Điều kiện thủy lực : như phương pháp đường trung bình

- Điều kiện địa hình: ứng dụng đối với trạm đo có W thay đổi không liên tục (do điều kiện nào đó, mặt cắt biến đổi nhưng nó biến đổi trong thời đoạn ngắn).



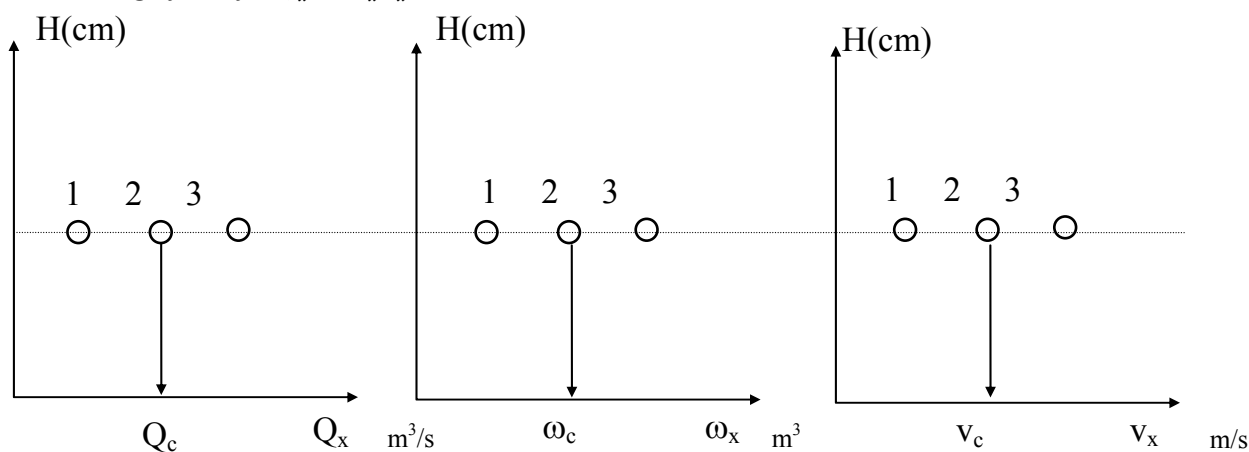
Hình 9.19 Phương pháp trung bình thời đoạn

- Điều kiện số liệu: như phương pháp đường trung bình

- Ưu nhược điểm: về cơ bản giống phương pháp đường trung bình nhưng dễ gây sai số chuyển tiếp.

b. Phương pháp tỷ số diện tích:

1. Nguyên lý: $Q_x = w_x \bar{v}_x$



Hình 9.20 Quan hệ $Q=f(H)$, $\omega=f(H)$, $v=f(H)$

$$Q_c = w_c \bar{v}_c$$

Q_x, w_x - lưu lượng và diện tích đã xuất hiện.

$\bar{v}_x$ - lưu tốc bình quân mặt cắt đã xuất hiện

Đại lượng có chỉ số c: chọn làm chuẩn tính tương ứng với H_x

Chú ý: ứng với mỗi mực nước H_x chỉ chọn một trị số với cùng H_x thì

$$\frac{Q_x}{Q_c} = \frac{\bar{v}_x}{\bar{v}_c} \cdot \frac{w_x}{w_c} \quad (9.20)$$

$\frac{\bar{v}_x}{\bar{v}_c}$ luôn thay đổi nên dạng quan hệ tỉ số lưu lượng và tỉ số diện tích là một họ đường thẳng có hệ số góc thay đổi.

- Giả thiết $\frac{\bar{v}_x}{\bar{v}_c}$ thay đổi thuận hoặc nghịch thuần túy với $\frac{w_x}{w_c}$ thì có thể khái quát gần đúng biểu thức (10.20) trở về dạng đơn trị:

$$\frac{Q_x}{Q_c} = a \cdot \left(\frac{w_x}{w_c} \right)^{ni} \quad (9.21)$$

a - hệ số của đường cong

ni - số mức của đường cong, nó có thể thay đổi

-Đặc biệt : $\bar{v}_x$ thay đổi thuận hoặc nghịch với w_x theo qui luật có thể viết:

$$\begin{aligned} \bar{v}_x &= \varphi(w_x) \\ Q_x &= \varphi(w_x) w_x = f(w_x) \end{aligned} \quad (9.22)$$

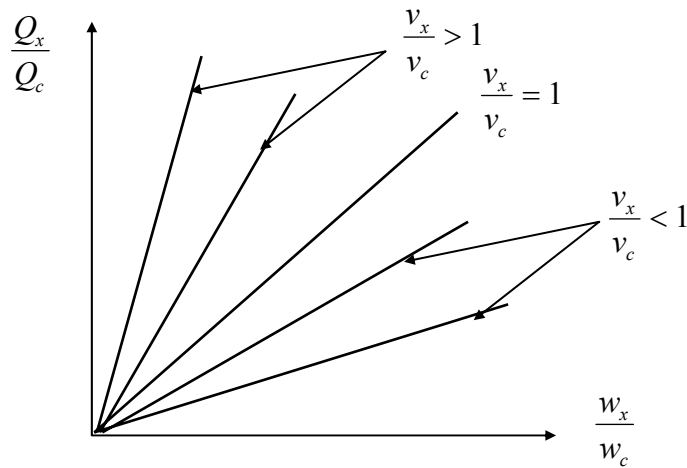
Dựng quan hệ $Q_x = f(W_x)$ thay cho quan hệ $\frac{Q_x}{Q_c} = f\left(\frac{w_x}{w_c}\right)$ để tính Q_{tt} .

2, Cách làm: muốn có Q_x phải xác định thành phần của (9.21)

-Tính W_x : vẽ $W_x = f(H)$ theo thời gian (vẽ theo số liệu mực nước thực đo ứng với lần đo lưu lượng và số liệu khi đo sâu)

Giả thiết giữa hai lần đo sâu W thay đổi đều

- Tính W_c : có thể chọn tùy ý nhưng để dễ tính toán và tránh sai số chủ quan người ta chọn theo nguyên tắc: đơn trị, đổi dần và gần tọa độ điểm thực đo.



Hình 9.21 Quan hệ $\frac{Q_x}{Q_c} = f\left(\frac{w_x}{w_c}\right)$

- Tính Q_c : Vẽ biểu đồ $Q_c = f(H)$.

tương ứng lần đo lưu lượng chọn W_c có Q_c .

Tính a và ni: Vẽ $\frac{Q_x}{Q_c} = f\left(\frac{w_x}{w_c}\right)$ trong đó Q_x , W_x là lưu lượng và diện tích thực đo tương ứng; Q_c , W_c - lưu lượng và diện tích chọn làm chuẩn tra trên biểu đồ tương ứng cùng mực nước.

-Sai số tương quan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (S-1)^2}{n-1}} \quad (9.23)$$

$$\text{Với } S = \frac{(\frac{Q_x}{Q_c})_{\text{tinh}}}{(\frac{Q_x}{Q_c})_{\text{docbieudo}}} \quad (9.24)$$

n - Tổng số điểm xây dựng đường quan hệ.

Tính Q_{tt} : tại thời điểm t_1 có H_1 , từ H_1 tra biểu đồ được W_{x1} , W_{c1} , Q_{c1} thay (10.21) có $Q = a \left(\frac{W_{x1}}{W_{c1}} \right)^{ni} Q_{c1}$, cách tính này thích hợp trong điều kiện dùng máy.

Tại thời điểm t_1 có H_1 , từ H_1 tra biểu đồ được W_{x1} , W_{c1} , Q_{c1} tính được $\left(\frac{W_x}{W_c} \right)_1 \Rightarrow$ tra biểu đồ $\left(\frac{Q_x}{Q_c} \right)_1 \Rightarrow Q_1 = \left(\frac{Q_x}{Q_c} \right)_1 Q_{c1}$

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm :

a, Điều kiện thuỷ lực: ứng dụng trong điều kiện dòng không ổn định thay đổi chậm tỷ lệ thay đổi độ dốc nhỏ.

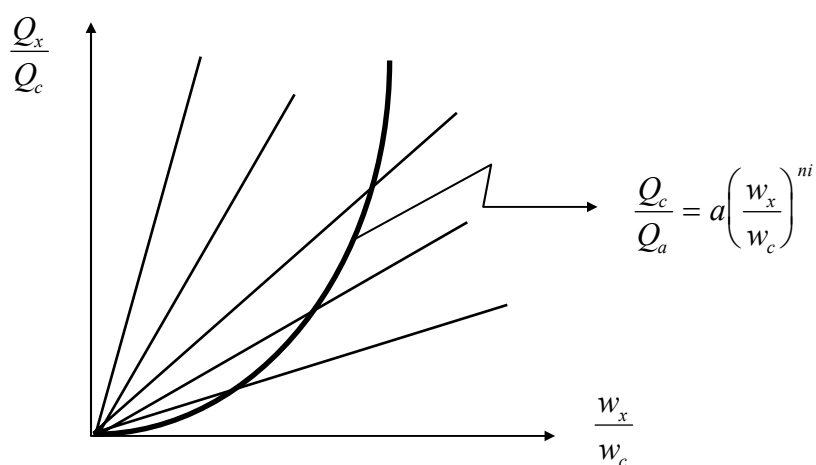
b, Điều kiện địa hình: mặt cắt thay đổi thường xuyên có ảnh hưởng đến sự thay đổi của Q .

c, Điều kiện số liệu:

Đảm bảo đủ số liệu vẽ đường chuẩn và đường tỷ số ; số liệu W_x đủ để thể hiện sự thay đổi của W theo t .

ưu điểm: đường tỉ số có số mũ n thay đổi nên có thể tạo ra sai số nhỏ có cơ sở lập luận kéo dài đường quan hệ.

Nhược điểm: dễ có sai số chủ quan khi số liệu đo sâu ít khối lượng tính nhiều



Hình 9.22 Quan hệ $\frac{Q_x}{Q_c} = a \left(\frac{w_x}{w_c} \right)^{ni}$

3. Tính lưu lượng tức thời khi $Q=f(H)$ thay đổi theo độ dốc;

Phương pháp tỉ số độ dốc:

1. Nguyên lý: $Q_i = K_i \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta L_i} \right)^m \quad (K_i = \omega_i \cdot C_i R_i^{1/2}) \quad (9.25)$

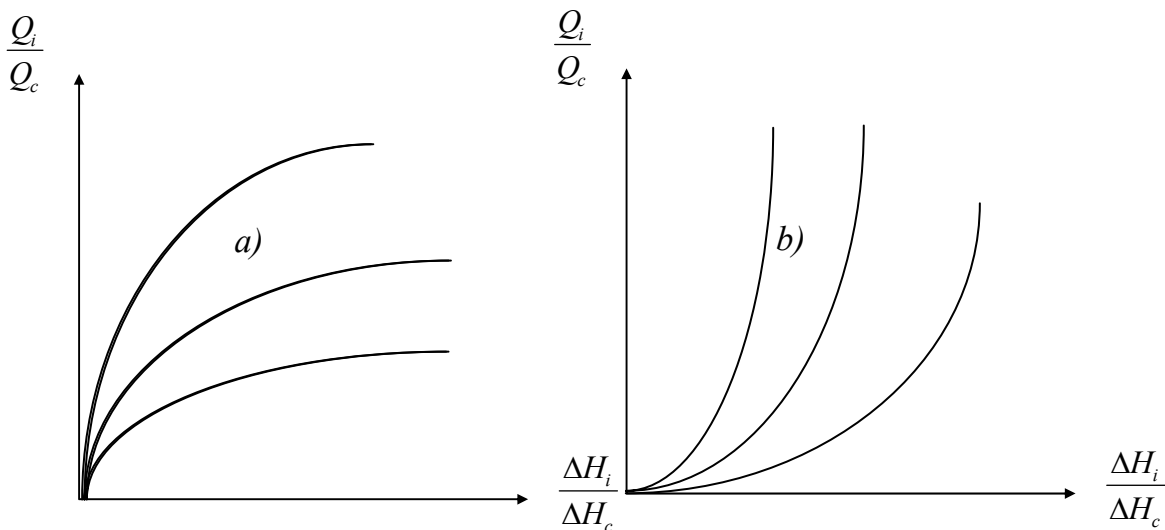
$Q_i, K_i, \Delta H_i$: trị số đã có trong thực tế ứng với H_i

$$Q_c = K_c \left(\frac{\Delta H_c}{\Delta L_c} \right)^m \quad (9.26)$$

$Q_c, K_c, \Delta H_c$: trị số chọn làm chuẩn ứng H_c

$$\frac{Q_i}{Q_c} = \frac{K_i}{K_c} \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta H_c} \right)^m \quad (9.27)$$

Giả thiết tỉ số mô đun lưu lượng $\frac{K_i}{K_c}$ thay đổi thuận hoặc nghịch thuận tuy ứng với $\frac{\Delta H_i}{\Delta H_c}$ thì có thể khái quát họ đường cong của (9.27) thành dạng đơn trị gần đúng.



Hình 9.23 Quan hệ $Q_i/Q_c = f(\Delta H_i/\Delta H_c)$

$$\frac{Q_i}{Q_c} = \alpha \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta H_c} \right)^{m_i} + \beta \quad (9.28)$$

α, β - hệ số của phương trình tương quan

m_i - số mũ của phương trình nó có thể biến đổi .

2. Cách làm:

Muốn tính Q_i theo biểu thức (9.28) phải tính $\Delta H_i, \Delta H_c, Q_c, \alpha, \beta, m_i$.

Tính ΔH_i : $\Delta H_i = H_t - H_d$ (cùng thời điểm)

Tính ΔH_c : Xây dựng quan hệ $\Delta H_c = f(H)$. Từ H_c đã chọn tra ra ΔH_c

Tính Q_c , vẽ tương ứng ΔH_c

Tính α, β, m_i , xây dựng quan hệ $\frac{Q_i}{Q_c} = f\left(\frac{\Delta H_i}{\Delta H_c}\right)$.

$Q_i, \Delta H_i$ - thực đo; $Q_c, \Delta H_c$ tra trên đường chuẩn

Sai số tương đối:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (S-1)^2}{n-1}}; \quad S = \frac{(Q_x/Q_c)_{\text{tinh}}}{(Q_x/Q_c)_{\text{docbieudo}}} \quad (9.29)$$

Tính Q_{tt} : giả thiết tại t_1 có H_{t1} (trạm trên), H_{d1} (trạm dưới) từ H_1 tra biểu đồ được $\Delta H_{c1}, Q_{c1}$.

Từ H_{t1} và H_{d1} có $\Delta H_1 = H_{t1} - H_{d1}$

$$Q_1 = \left[\alpha \left(\frac{\Delta H_1}{\Delta H_{c1}} \right)^{m_i} + \beta \right] Q_{c1} \quad (9.30)$$

Cách 2: $\Delta H_1 = H_{t1} - H_{d1}$, từ H_1 tra bản đồ có $\Delta H_{c1}, Q_{c1}$ suy ra $\left(\frac{\Delta H_1}{\Delta H_{c1}} \right)$ tiếp tục

tra biểu đồ có $\left(\frac{Q_i}{Q_c}\right)_1$

$$Q_1 = \left(\frac{Q_i}{Q_c}\right)_1 Q_{c1} \quad (9.31)$$

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm:

-Điều kiện thuỷ lực :

+ dùng trong điều kiện dòng không ổn định thay đổi chậm + tỷ lệ độ dốc lớn

-Điều kiện địa hình: mặt cắt ít thay đổi

- Điều kiện số liệu:

+ đo đủ điểm đo để vẽ đường tỷ số và đường chuẩn

+ cần phải có tài liệu mực nước H_t và H_d

- Ưu điểm:

+ số mũ m thay đổi linh hoạt có thể về tương quan sao cho sai số nhỏ .

+ trong trường hợp hệ thống cao độ có sai số có thể sửa chữa

+ có cơ sở lập luận kéo dài tài liệu.

Phương pháp đường cong theo thời gian $Q=f(H)$

1. Nguyên lý:

$$Q_i = K_i \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta L_i}\right)^m \quad (9.32)$$

Giả thiết ứng với mực nước H_i mô đun lưu lượng $K_i = const$ với một mực nước thì $\Delta Q_i = f(\Delta H_i)$.

Xét quan hệ $H=f(\Delta H_i)$ và $Q = f(H)$

Quan hệ $Q=f(H)$ cho thấy lần đo lưu lượng trong thời gian lũ lên phân bố thành một giải điểm thiên lớn so với lần đo lưu lượng trong thời gian nước xuống. Xét $H = f(\Delta H_i)$ thấy rất tương ứng, nhánh lũ lên có độ dốc lớn thì có lưu lượng lớn, lũ xuống có độ dốc nhỏ lưu lượng nhỏ, vì vậy có kết luận quan hệ $Q=f(H)$ thay đổi theo độ dốc của nước.

2. Cách làm

-Vẽ $H = f(\Delta H_i)$ theo thời gian.

- Vẽ quan hệ $Q=f(H)$ theo thời gian tương ứng có độ dốc.

3, Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm:

-Điều kiện ứng dụng:

+ điều kiện địa hình, thủy lực giống phương pháp tỉ số độ dốc

+điều kiện số liệu; đòi hỏi phải có nhiều số liệu thực đo

ưu điểm:

+ phản ánh được mọi ảnh hưởng tổng hợp theo số liệu thực đo

+ tính toán đơn giản

Nhược điểm:

+ Dễ ảnh hưởng sai số chủ quan, chịu ảnh hưởng của một số ít lần đo có sai số lớn, khối lượng đo đạc nhiều, khó kéo dài

Phương pháp mô đun lưu lượng

1, Nguyên lý:

Từ công thức $Q_1 = K_i \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta L_i} \right)^m$ suy ra $\frac{Q_i}{\Delta H_i^m} = \frac{K_i}{\Delta L_i^m}$ (9.33)

Tỷ số $\frac{Q_i}{\Delta H_i^m}$ - số đo lưu lượng tương ứng với một đơn vị chênh lệch mực nước

$$\text{Với } \Delta H_i = 1 \text{ đơn vị; } Q_{(\Delta H=1)} = K_i \frac{1}{\Delta L_1^m} = \frac{K_i}{\Delta L_1^m} \quad (9.34)$$

Theo biểu thức (10.33) ứng với một H_i nào đó có nhiều chênh lệch mực nước $\Delta H_{i1}, \Delta H_{i2}, \dots, \Delta H_{in}$ do đó ứng H_i suy ra:

$$\frac{Q_1}{\Delta H_i^m} = \frac{K_1}{\Delta L_1^m}; \quad \frac{Q_2}{\Delta H_i^m} = \frac{K_2}{\Delta L_2^m}; \quad \frac{Q_3}{\Delta H_i^m} = \frac{K_3}{\Delta L_3^m}; \quad \text{giả thiết với một } H_i \text{ nào đó thì } W, C,$$

R là không đổi hoặc thay đổi bù trừ sao cho $K_i = W_i C_i R_i^{1/2} = \text{const}$ thì:

$$\left| \frac{Q_1}{\Delta H_1^m} = \frac{Q_2}{\Delta H_2^m} = \frac{Q_3}{\Delta H_3^m} = \text{const} \right| \quad (9.35)$$

có nghĩa ứng với mực nước nào đó ta có nhiều lưu lượng nước khác nhau nhưng chỉ có một mô đun lưu lượng. Vậy quan hệ $K_i = f(H)$ là đơn trị do đó dùng K_i để tính Q_i .

2, Cách làm

Cách 1: thử dùng dần trong thời đoạn ngắn số liệu ít

Cách 2: tính quan hệ $Q=f(H)$; $\Delta H = f(H)$ tương ứng - tính cho thời đoạn dài, số liệu nhiều.

Cách 3: tính theo chọn điểm

Cách 1: Giả thiết nhiều trị số m khác sau đó xác định quan hệ $K_i = f(H)$ về mặt lý thuyết quan hệ đơn trị trong thực tế thì quan hệ H và $\frac{Q_i}{\Delta H_i^m}$ theo sai số nhỏ nhất để xác định.

Cách 2: tính theo quan hệ $Q=f(H)$; $\Delta H = f(H)$ tương ứng xác định m ứng từng mực nước suy ra số mũ m .

$$\frac{Q_1}{\Delta H_1^m} = \frac{Q_2}{\Delta H_2^m} \text{ suy ra } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\Delta H_1^m}{\Delta H_2^m} = \left(\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2} \right)^m; \quad \frac{Q_2}{Q_3} = \frac{\Delta H_2^m}{\Delta H_3^m} = \left(\frac{\Delta H_2}{\Delta H_3} \right)^m$$

$$\text{suy ra } m = \frac{\lg\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)}{\lg\left(\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}\right)}. \quad (9.36)$$

Cách 3: nội dung tương tự cách 2 nhưng khác là không vẽ quan hệ mà chọn ngay điểm thực đo để tính m.

ý nghĩa của số mũ m :

- về mặt toán học: là số hiệu chỉnh sao cho kết quả tính trên biểu đồ gần kết quả thực đo.

$$\text{- về mặt vật lý: } Q = k \left[\frac{\Delta H}{\Delta L} - \frac{\alpha + \xi(V_d^2 - V_t^2)}{2g\Delta L} \right]^{1/2} = K_i \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta L_i} \right)^m$$

$$\text{Loga hoá suy ra } m = \frac{1}{2} \frac{\lg \left[\frac{\Delta H}{\Delta L} - \frac{\alpha + \xi(V_d^2 - V_t^2)}{2g\Delta L} \right]}{\lg \Delta H / \Delta L}$$

$$m = f(\Delta H, \Delta H_i; v_d, v_t, \alpha, \xi, K, K_i \dots)$$

Các yếu tố này thay đổi bởi địa hình sông, trạng thái chảy. Với trạm đo có địa hình thay đổi chậm hoặc không đổi $m = f(\text{trạng thái chảy})$ điều này có nghĩa ứng từng trận lũ, còn triều thì m có giá trị khác (ứng với mỗi trạng thái chảy có một giá trị m khác)

Tính sai số tương quan.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (S-1)^2}{n-1}} \quad S = \frac{\left(\frac{Q_i}{\Delta H_i} \right)_{\text{tính}}}{\left(\frac{Q_i}{\Delta H_i} \right)_{\text{docbieudo}}};$$

Tính Q_{tt} , t_1 có H_1 và ΔH_1

$$\text{từ } H_1 \Rightarrow Q_1 = \left(\frac{Q_i}{\Delta H_i} \right)_1 \cdot \Delta H_1^m \text{ và có } \Delta H_1 = H_{t1} - H_{d1}$$

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm.

- Điều kiện thủy lực và địa hình: Giống phương pháp tỷ số độ dốc
- Điều kiện số liệu: ứng dụng trong điều kiện số liệu ít.

Ưu điểm: Dạng quan hệ đơn trị dễ kéo dài, để có điều kiện dùng máy tính không đòi hỏi số liệu nhiều.

- Nhược điểm: Khi m lớn, sai số mực nước ảnh hưởng rộng.

9.3 KÉO DÀI CÁC QUAN HỆ TÍNH LƯU LƯỢNG NƯỚC

Các quan hệ tính lưu lượng nước bao gồm:

- Quan hệ trực tiếp $Q = f(H)$
- Quan hệ trung gian $\Delta H = f(H); \frac{Q_i}{Q_c} = f\left(\frac{\Delta H}{\Delta H_c}\right)$

Các quan hệ này đều xây dựng trên cơ sở số liệu thực đo, trong thực tế có thể chúng ta không có đủ số liệu đo do điều kiện: thời tiết, nhân lực, máy móc. Vì vậy phải kéo dài $Q = f(H)$ để đọc được các mực nước cao nhất và thấp nhất.

9.3.1. Kéo dài $Q = f(H)$ trung bình phần nước cao

Khái niệm về mực nước cao hoặc mực nước thấp trong việc kéo dài quá trình tính lưu lượng chỉ có ý nghĩa tương đối. Với 1 trạm đo cố định cũng không có chỉ tiêu định lượng mực nước cao hoặc mực nước thấp

Kéo dài $Q = f(H)$ tương đối ổn định phần nước cao dùng 2 phương pháp sau:

- Phương pháp tích số CI^m không đổi.
- Phương pháp tương tự không điều kiện.

9.3.1.1 Phương pháp tích số CI^m không đổi.

$$1. \text{ Nguyên lý: } Q = K \left(\frac{\Delta H_i}{\Delta L} \right)^m = \omega C R^{1/2} I^m$$

Giả thiết phần nước cao $CI^m = a$ (hằng số). Vậy $Q = \omega CR^{1/2} \cdot a$

Nếu dựng quan hệ Q với tích số $\omega R^{1/2}$ thì quan hệ này sẽ là đường thẳng với hệ số góc a . Do đó dễ dàng kéo dài quan hệ $Q = f(\omega R^{1/2})$ theo xu thế đường thẳng và từ đó kéo dài quan hệ $Q = f(H)$

2. Cách làm:

a) Về quan hệ $Q = f(\omega R^{1/2})$ trong thực tế thường $R = \bar{h} = \frac{\omega}{B}$ (B: Độ rộng lòng sông)

- Về quan hệ $Q = f(\omega h^{1/2})$

- Nếu phần nước cao quan hệ $Q = f(\omega R^{1/2})$ có xu hướng thẳng, điều này chứng tỏ đặc điểm trạm đo phù hợp với giả thiết $CI^m = \text{const}$. Vậy có thể kéo dài $Q = f(\omega R^{1/2})$ theo xu hướng thẳng và dẫn tới kéo dài $Q = f(H)$ qua các bước trung gian.

Nếu phần nước cao quan hệ $Q = f(\omega R^{1/2})$ không thẳng: Phương pháp này không thích hợp.

Xét giả thiết $CI^m = a$

- Qua thực nghiệm ta thấy phần nước thấp C thay đổi nhiều càng lên cao càng ít thay đổi $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$

- Quan hệ mực nước với độ dốc

Càng dưới thấp độ dốc I càng thay đổi nhiều do ảnh hưởng ma sát đáy sông, càng lên cao càng ít ảnh hưởng ma sát đáy sông nên nó ổn định hơn.

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm.

* Điều kiện thủy lực: Dòng không ổn định, thay đổi chậm, thay đổi độ dốc nhỏ.

* Điều kiện địa hình: Tỷ lệ thay đổi mặt cắt ít (ít xói bồi)

* Điều kiện tài liệu: Đo đạc Q trong khoảng 2/3 biên độ dao động mực nước có tài liệu địa hình về mặt cắt.

Ưu điểm: Có phương pháp lập luận rõ ràng, hạn chế sai số chủ quan

Nhược điểm: hạn chế phạm vi sử dụng do giả thiết $CI^m = \text{const}$

9.3.1.2. Phương pháp tương tự không điều kiện.

1) Nguyên lý: Phương pháp này giả thiết rằng đường cong $Q = f(H)$ phần nước cao và phần nước thấp là đồng nhất (cùng phù hợp với một phương trình tương quan) Trên cơ sở giả thiết trên có thể dùng phương trình tương quan $Q = f(H)$ phần nước thấp tính cho mực nước cao và ngược lại.

2. Cách làm: Xác định phương trình tương quan phần nước thấp tính cho phần nước cao

Đường cong $Q = f(H)$ thường có dạng cong lõm, phương trình thường có dạng

$$Q = aH^n + b \quad (1)$$

$$Q = a(H - Z)^n \quad (2)$$

Nếu xu thế $Q = f(H)$ cắt trục Q ($H=0$; $Q = b$) dùng cho dạng (1)

Nếu xu thế $Q = f(H)$ cắt trục H ($H = z$; $Q = 0$) dùng dạng (2).

Xác định a, b, n, hoặc a, z, n.

Trên đường trung bình $Q = f(H)$ chọn 3 điểm sau vẽ lên biểu đồ và tính thử.

Xây dựng quan hệ $\lg(Q - b) = f(\lg H)$ trên giấy kẻ li rồi thử dần b cho đến khi ba điểm thẳng hàng là được; ta xác định được b, n

$$\text{Tính } \lg a = \lg (Q - b) - n \lg H.$$

$$\text{Tương tự xác định z, n suy ra } \lg a - \lg Q - n \lg (H - z)$$

Xác định được phương trình mực nước thấp thay H mực nước cao tính được Q.

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm:

- Điều kiện địa hình thủy lực tương tự phương pháp tích $CI^m = \text{const}$
- Điều kiện số liệu: Không cần số liệu đo ω lớn, đo được lưu lượng trong khoảng 2/3 biên độ dao động mực nước.
- Ưu điểm: Hạn chế sai số chủ quan, không cần số liệu đo địa hình, không những ứng dụng cho phần nước cao mà cả phần nước thấp.
- Nhược điểm: Có giả thiết phương trình tương quan mực nước cao và thấp đồng nhất nhưng không có điều kiện kiểm tra.

9.3.2 Phương pháp kéo dài $Q = f(H)$ tương đối ổn định phần nước thấp

- Phương pháp tương tự không điều kiện.
- Phương pháp điểm ngừng chảy.

9.3.2.1. Phương pháp điểm ngừng chảy.

1) Nguyên lý:

- Q nhỏ nhất = 0.
- Mực nước ứng $Q=0$ gọi là mực nước ngừng chảy ký hiệu: z

Trên biểu đồ $Q = f(H)$ có tọa độ ($Q = 0$; $z = h$) gọi là điểm ngừng chảy. Với trạm đo mặt cắt dọc và mặt cắt ngang tương đối ổn định thì điểm ngừng chảy cũng ổn định (chỉ có một điểm ngừng chảy)

2. Cách làm.

Xác định tọa độ điểm ngừng chảy ($Q = 0$, $z = H$) Từ đó kéo dài $Q = f(H)$ tới điểm ngừng chảy có 2 cách xác định z .

a) Xác định mực nước ngừng chảy z bằng biểu đồ mặt cắt dọc sông.

- Mặt cắt xuôi thuận mực nước ngừng chảy z trùng độ cao điểm thấp nhất của mặt cắt đo lưu lượng.

- Nếu mặt cắt không xuôi thuận z cao hơn điểm thấp nhất mặt cắt dọc và bằng hai trị số cao nhất trên mặt cắt dọc kể từ mặt cắt đo lưu lượng về hạ lưu.

b) Xác định z bằng công thức: Giả thiết rằng $Q = f(H)$ phù hợp dạng phương trình $Q = a(H - 2)^n$ trong đó ($z=H$, $Q=0$) thì tính

$$Z = \frac{H_B^2 - H_A \cdot H_C}{2H_B - (A_A + A_C)} \quad \text{với } H_A, H_B, H_C \text{ mực nước dọc trên đường cong } Q = f(H) \text{ tương ứng với } Q_A, Q_B, Q_C; \text{ chọn tùy ý sao cho } Q_B = \sqrt{Q_A \cdot Q_C}$$

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm:

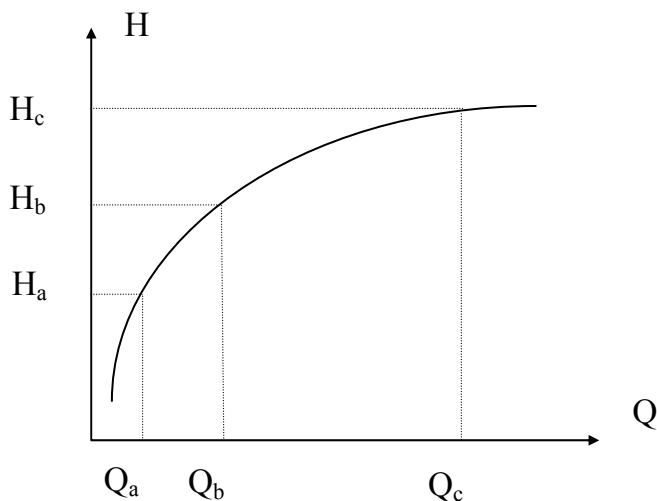
- Điều kiện thủy lực; không ứng dụng với điều kiện ngừng chảy do ảnh hưởng triều và giao thoa lũ giữa các nhánh sông.

- Điều kiện địa hình: mặt cắt dọc và ngang tương đối ổn định.

- Điều kiện số liệu: Cần có số liệu mặt cắt dọc ngang.

Ưu điểm: lập luận rõ ràng, cách làm đơn giản.

Nhược điểm: Sai số chủ quan lớn.



Hình 9.24 Phương pháp điểm ngừng chảy

9.3.3. Kéo dài các quan hệ trung gian tính lưu lượng nước

9.3.3.1. Kéo dài quan hệ mô đun lưu lượng $\frac{Q_i}{\Delta H_i^m} = f(H)$

1. Nguyên lý: Giả thiết phần nước cao $C = \text{const} \Rightarrow \frac{C}{\Delta L_i^m} = \text{const}$, suy ra quan

hệ giữa $Q = f(\omega R^{1/2})$ có xu thế thẳng với hệ số góc $\frac{C}{\Delta L_i^m}$

2. Cách làm: Vẽ quan hệ: $\frac{Q_i}{\Delta H_i^m} = f(\omega R^{1/2})$ mà $R = \bar{h}$; nếu quan hệ này thẳng ta tiếp tục kéo dài quan hệ $\frac{Q_i}{\Delta H_i^m} = f(H)$ nếu không thẳng thì không phù hợp với giả thiết trên.

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm:

Tương tự phương pháp $CI^m = \text{const}$

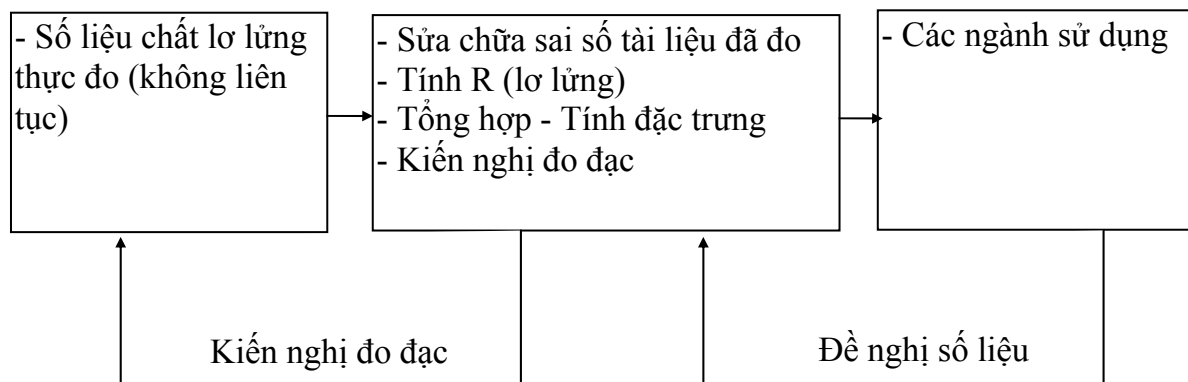
CHƯƠNG 10. CHỈNH LÝ SỐ LIỆU CHẤT LƠ LỪNG

10.1. CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI ĐỘ ĐỤC NƯỚC SÔNG

- Nguồn cung cấp : do xâm thực bề mặt lưu vực chuyển vào sông chiếm tỷ lệ lớn trong mưa lũ , do sỏi lở lòng sông (chiếm tỷ lệ lớn trong mùa cạn)

- Các nhân tố ảnh hưởng : nhân tố ảnh hưởng tạo quy luật theo thời gian mưa lũ . Mùa mưa tạo mùa nước đục , mùa khô tạo mùa nước trong (mưa lũ cũng tạo quy luật theo không gian nhưng không rõ rệt). Nhân tố qui luật theo không gian: địa hình đáy sông, bề mặt lưu vực, mạng lưới sông , địa chất , phủ thực vật ...

10.2. MỤC ĐÍCH VÀ NHIỆM VỤ CHỈNH LÝ SỐ LIỆU CHẤT LƠ LỪNG



Mục đích : số liệu lưu lượng bùn cát lơ lửng thực đo không đủ liên tục để phản ánh sự thay đổi bùn cát theo thời gian do vậy cần chỉnh lý tính bổ sung sao cho số liệu đủ tính liên tục phản ánh thay đổi bùn cát theo thời gian, do đó cần chỉnh lý bổ sung sao cho số liệu đủ phản ánh tính thay đổi liên tục của bùn cát. Không tính lưu lượng bờ cát tức thời mà tính lưu lượng bờ cát bình quân ngày

Nhiệm vụ :

- Kiểm tra số liệu thực đo

- Phân tích số liệu thực đo và chọn phương pháp tính R
- Kiểm tra kết quả tính R và các đặc trưng
- Tổng hợp số liệu .

10.2.1 Kiểm tra số liệu chất lơ lửng

a) Số lượng : - Trong một năm khoảng 20 lần đo độ đục mặt ngang ρ_m

- Độ đục bình quân thủy trực đại biểu $\bar{\rho}_t$ mùa lũ ngày đo 1 lần, mùa kiệt 3 -5 ngày đo 1 lần

b) Phân phối theo thời gian

- lũ đầu mùa

- lũ cuối mùa

Đo đều cả nhánh nước lên và nước xuống

10.2.2. Phân tích số liệu thực đo chọn phương pháp tính $\bar{R}$:

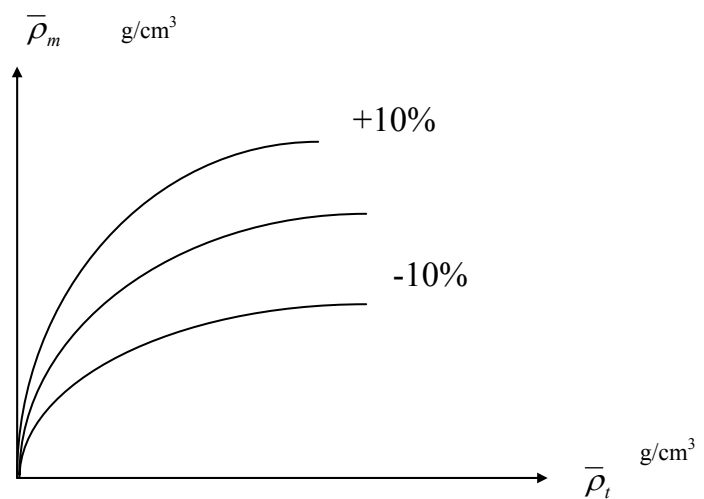
Dựa vào quan hệ:

$$\bar{\rho}_m \text{ và } \bar{\rho}_t \quad \text{và} \quad \bar{\rho}_t = f(t)$$

Kết quả phân tích chia thành các trường hợp:

a) có đủ $\bar{\rho}_t$ và quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ ổn định dùng quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ tính R

b) có đủ $\bar{\rho}_t$ nhưng quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ không ổn định.



Hình 10.1 Quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$

- quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ nhỏ hơn quan hệ R và Q dùng quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$
- quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ lớn hơn quan hệ R và Q dùng quan hệ R và Q
- c) không đủ $\bar{\rho}_t$, dùng quan hệ R và Q quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ ổn định khi có ít nhất 3/4 tổng số điểm quan hệ có sai số so với đường trung bình $\pm 15\%$

10.2.3. Tính R bình quân thời đoạn và các đặc trưng

$$\bar{R}_{\text{ngày}} = \bar{\rho}_m \bar{Q}_{\text{ngày}} \cdot K \quad (\text{kg/s}) \quad (10.1)$$

$\bar{\rho}_m$: độ đục mặt cắt ngang bình quân ngày (g/m^3)

$\bar{R}$: lưu lượng bùn cát bình quân ngày (kg/s)

Q: lưu lượng nước bình quân ngày (m^3/s)

$\bar{R}_{\text{tháng, năm}}$ = trung bình cộng

K là hệ số chuyển đổi

- Thể tích chất lơ lửng trong một thời đoạn nào đó

$$V_{\text{thời đoạn}} = \bar{R}_{\text{thời đoạn}} \cdot T \quad (\text{Tấn/ ngày, tháng, năm})$$

10.2.4. Kiểm tra kết quả tính

a) Kiểm tra tính chất tương ứng giữa $\rho = f(t)$

b) Kiểm tra bằng phương trình cân bằng

$$\sum V_{\text{vao}} \pm \sum V_{\text{trong}} = \pm \sum V_{\text{ra}}$$

c) Tổng hợp và thuyết minh số liệu với khối lượng ít nhưng tính đại biểu cao

10.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH R THEO TƯƠNG QUAN

10.3.1. Tương quan $R=f(Q)$

1. Nguyên lý $R = \rho Q$

-Giả thiết tại trạm đo độ đục ρ tăng thuận chiều với lưu lượng nước Q quan hệ $R=f(Q)$ dạng cong lõm

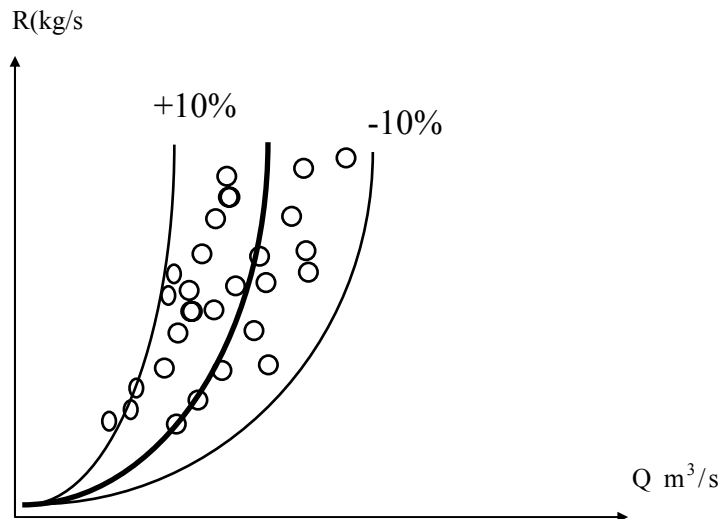
- Giả thiết tại trạm đo độ đục ρ tăng giảm , ngược chiều với lưu lượng nước Q quan hệ $R=f(Q)$ có dạng cong lồi

2. Cách làm

- Vẽ quan hệ $R \approx f(Q)$ (từ số liệu thực đo của lần đo Q và đo lưu lượng bùn cát lơ lửng mặt cắt ngang.

- Xét sai số : không xét sai số σ mà xét sai số giới hạn $\div 10\%$ hoặc $\pm 15\%$

- Tính R : biết Q tra biểu đồ được R



Hình 10.2 Quan hệ $R=f(Q)$

3) Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm

- Điều kiện ứng dụng : địa hình , địa chất tương đối đồng nhất , ít xói lở ứng dụng trong điều kiện không có số liệu $\bar{\rho}_t$ đại biểu đo hàng ngày ($\bar{\rho}_t$ đo lúc 7^h sáng và đo cùng $\bar{\rho}_m$ ngang)

- Ưu điểm : đơn giản , không đòi hỏi $\bar{\rho}_t$ hàng ngày nên số liệu giảm nhẹ

- Nhược điểm: chỉ xét tới yếu tố lưu lượng còn các yếu tố khác chưa xét tới.

10.3.2 Tương quan $\bar{\rho}_t$ độ đục $\bar{\rho}_m = f(\bar{\rho}_t)$

1) Nguyên lý

$$\bar{\rho}_m = \frac{\rho_1 q_1 + \left(\frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \right) q_2 + \dots + \rho_n q_n}{Q}$$

$\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ độ đục thủy trực thứ 1, 2, ...n

$q_1, q_2, \dots, q_n$ lưu lượng bộ phận

đặt $q_2 = \alpha q_1$; $q_3 = \beta q_1$; $Q = n q_1 \Rightarrow \alpha = \frac{q_2}{q_1}$; $\beta = \frac{q_3}{q_1} \dots\dots$

$$\bar{\rho}_m = \frac{\rho_1 + \frac{\alpha}{2}(\rho_1 + \rho_2) + \frac{\beta}{2}(\rho_2 + \rho_3) \dots \alpha \rho_n}{n}$$

Vậy độ đục mặt cắt ngang phụ thuộc vào các độ đục thành phần nhưng đồng thời còn phụ thuộc hệ số lưu lượng.

Do đó $\bar{\rho}_m = f(\rho_{lon}, q_{lon})$, tức $\rho = f(\rho \text{ chủ lưu})$

2) Cách làm.

Lập quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$

- Nguyên tắc: đơn trị, ít thay đổi đột ngột, sai số nhỏ nhất

- Xét sai số: chỉ xét sai số giới hạn

- Tính R

+ Trong một ngày đo một lần $\bar{\rho}_t$ đại biểu coi là $\bar{\rho}_t$ ngày

+ Nếu trong một ngày đo nhiều lần tính trung bình cộng các lần đo

+ Nếu một ngày không đo thì nội suy giữa hai ngày gần nhất biết $\bar{\rho}_t$ (ngày) tra bản đồ có $\bar{\rho}_n$ ngày $\Rightarrow R_{\text{ngày}} = \bar{\rho}_m \cdot \bar{Q}_y$

3. Điều kiện ứng dụng và ưu nhược điểm

- Điều kiện thủy lực : chủ lực ít thay đổi để Q tương đối ổn định
- Điều kiện địa hình : mặt cắt ít xói lở bồi lắng
- Số liệu : đo được $\bar{\rho}_t$ (ngày) đại biểu
- Ưu điểm: xét được ảnh hưởng tổng hợp
- Nhược điểm : khối lượng đo đạc lớn

4) Một số biện pháp xử lý

- Quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ có thể phân thành nhiều quan hệ thời đoạn (quan hệ $\bar{\rho}_m$ và $\bar{\rho}_t$ thời đoạn)
- Những trạm không đo độ đục $\bar{\rho}_m$ nhưng đo nhiều $\bar{\rho}_t$ đại biểu lúc đó mượn hệ số nhiều năm để sử dụng

$$\bar{\rho}_m = K\bar{\rho}_t$$

- Nếu không có tài liệu nhiều năm coi như $\bar{\rho}_m = \bar{\rho}_t$