

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12636-8:2020

Xuất bản lần 1

**QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN
- PHẦN 8: QUAN TRẮC LƯU LƯỢNG NƯỚC SÔNG
VÙNG KHÔNG ẢNH HƯỞNG THỦY TRIỀU**

Hydro- Meteorological observations - Part 8:

River discharge observations on non - tidal affected zones

HÀ NỘI - 2020

Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và đơn vị đo.....	5
3.1 Thuật ngữ, định nghĩa.....	5
3.2 Ký hiệu, đơn vị đo và số có nghĩa.....	6
4 Vị trí và công trình quan trắc lưu lượng nước.....	7
5 Phương tiện và thiết bị quan trắc lưu lượng nước.....	7
6 Phương pháp quan trắc lưu lượng nước.....	7
6.1 Nguyên tắc chung.....	7
6.2 Phương pháp đo thể tích.....	7
6.3 Phương pháp đo mặt cắt và tốc độ nước.....	8
7 Chế độ quan trắc lưu lượng nước.....	20
7.1 Nguyên tắc chung.....	20
7.2 Chế độ quan trắc.....	21
Phụ lục A (Quy định) Đo tốc độ nước bằng phao.....	22
Phụ lục B (Quy định) Xây dựng các phương án đo đơn giản và đo lũ lớn.....	28
Phụ lục C (Tham khảo) Phân tích quan hệ $Q = f(H)$	32
Thư mục tài liệu tham khảo.....	35

TCVN 12636-8:2020

Lời nói đầu

TCVN 12636-8:2020 do Tổng cục Khí tượng Thủy văn biên soạn, Bộ Tài nguyên và Môi trường đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 12636 Quan trắc khí tượng thủy văn gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 12636-1:2019, Phần 1: Quan trắc khí tượng bề mặt
- TCVN 12636-2:2019, Phần 2: Quan trắc mực nước và nhiệt độ nước sông
- TCVN 12636-3:2019, Phần 3: Quan trắc hải văn
- TCVN 12636-4:2020, Phần 4: Quan trắc bức xạ mặt trời
- TCVN 12636-5:2020, Phần 5: Quan trắc tổng lượng ô zôn khí quyển và bức xạ cực tím
- TCVN 12636-6:2020, Phần 6: Quan trắc thám không vô tuyến
- TCVN 12636-7:2020, Phần 7: Quan trắc gió trên cao
- TCVN 12636-8:2020, Phần 8: Quan trắc lưu lượng nước sông vùng không ảnh hưởng thủy triều
- TCVN 12636-9:2020, Phần 9: Quan trắc lưu lượng nước sông vùng ảnh hưởng thủy triều

Quan trắc khí tượng thủy văn –

Phần 8: Quan trắc lưu lượng nước sông vùng không ảnh hưởng thủy triều

Hydro - Meteorological Observations –

Part 8: River discharge observations on non-tidal affected zones

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp, chế độ và những yêu cầu liên quan về quan trắc lưu lượng nước sông vùng không ảnh hưởng thủy triều trong quan trắc khí tượng thủy văn.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 12635-2:2019, Công trình quan trắc khí tượng thủy văn - Phần 2: Vị trí, công trình quan trắc đối với trạm thủy văn.

TCVN 12636-2:2019: Quan trắc khí tượng thủy văn - Phần 2: Quan trắc mực nước và nhiệt độ nước sông.

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu, đơn vị đo và lấy số có nghĩa

3.1 Thuật ngữ, định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 12635-2:2019, TCVN 12636-2:2019 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1.1

Lưu lượng nước (Discharge)

Lượng nước chảy qua mặt cắt ngang sông trong một đơn vị thời gian.

3.1.2

Mặt cắt ngang sông (River cross section)

Mặt cắt vuông góc với hướng chảy chính của đoạn sông.

3.1.3

Diện tích mặt cắt ngang sông (River cross section area)

Phần giới hạn bởi đường đáy sông và đường mặt nước trong mặt cắt ngang sông.

3.1.4

Độ sâu (Depth)

Khoảng cách theo phương thẳng đứng từ mặt nước đến đáy sông tại một vị trí xác định trong mặt cắt ngang sông.

3.1.5

Độ rộng sông (River width)

Khoảng cách giữa hai mép nước (bờ trái, bờ phải) trong mặt cắt ngang sông.

3.1.6

Độ dốc mặt nước (Water slope)

Mức độ hạ thấp mực nước bình quân theo chiều dài sông.

3.1.7

Mốc khởi điểm (Starting point)

Điểm cố định, được lựa chọn để xác định vị trí đo đạc các yếu tố thủy văn trong mặt cắt ngang.

3.1.8

Cường suất mực nước (Intensity of water level)

Sự biến đổi của mực nước trong một đơn vị thời gian.

3.2 Ký hiệu, đơn vị đo và lấy số có nghĩa

Bảng 1 - Ký hiệu, đơn vị đo và lấy số có nghĩa

Tên	Ký hiệu	Đơn vị đo	Lấy số có nghĩa	Ví dụ	Ghi chú
Tốc độ nước	V	m/s	Lấy đến 0,01 m/s	5,02; 11,73; 3,47; 0,20	
Thời điểm đo tốc độ nước	t	h min	Lấy đến 01 min	1 h 15 min; 2 h 06 min	Giờ ghi từ 0 đến 23 giờ. Phút ghi 2 chữ số, nếu nhỏ hơn 10, thêm số "0" vào phía trước
Độ sâu	h	m	< 5 m, lấy đến 0,01 m	0,71 ; 1,25 ; 4,99	
			≥ 5 m, lấy đến 0,1m	5,0 ; 10,2 ; 12,4	
Độ rộng	B	m	Lấy đến 0,1 m	1140,6; 232,8; 15,6; 4,5	
Khoảng cách đến mốc khởi điểm	Kc	m	Lấy đến 0,1 m	1140, 6; 232,8; 15,6; 4,5	Khoảng cách giữa các đường thủy trực, khoảng cách từ thiết bị đo đến hai mép nước lấy theo quy định này
Diện tích mặt cắt	F	m ²	Lấy 3 số có nghĩa, nhưng không quá 0,01 m ²	3450; 876; 54,0; 6,21; 0,75	Diện tích bộ phận, diện tích nước tù lấy theo quy định này

Bảng 1 (kết thúc)

Tên	Ký hiệu	Đơn vị đo	Lấy số có nghĩa	Ví dụ	Ghi chú
Lưu lượng nước	Q	m ³ /s	Lấy 3 số có nghĩa, nhưng không quá 0,001 m ³ /s	8230; 246; 36,9; 4,92; 0,070; 0,001	Lưu lượng nước bộ phận lấy theo quy định này
Thể tích nước	W	m ³ ; L	Lấy đến 0,1 L	0,2 L ; 1,2 L ; 18,3 L;	
Thời điểm đo thể tích nước			Lấy đến 01 s	Lúc bắt đầu đo : 2 h 45 phút 02 s; Lúc kết thúc đo: 2 h 46 phút 42 s.	
Độ dốc mặt nước	I	10 ⁻⁴	Lấy 3 số có nghĩa, nhưng không quá 0,01	1,23. 10 ⁻⁴ ; 0,72. 10 ⁻⁴	

4 Vị trí và công trình quan trắc lưu lượng nước

Vị trí và công trình quan trắc: Thực hiện theo quy định tại mục 7.1, 7.2 TCVN 12635-2:2019.

5 Phương tiện và thiết bị quan trắc lưu lượng nước

- Phương tiện quan trắc lưu lượng nước phải đảm bảo an toàn tuyệt đối cho người và không ảnh hưởng đến tính năng hoạt động của thiết bị đo;
- Phương tiện và thiết bị đo lưu lượng nước phải được bảo quản, bảo dưỡng theo các quy định hiện hành;
- Thiết bị đo phải có tài liệu hướng dẫn kỹ thuật, đảm bảo độ chính xác của yếu tố đo trong giới hạn cho phép.

6 Phương pháp quan trắc lưu lượng nước

6.1 Nguyên tắc chung

- Phương pháp quan trắc lưu lượng nước phải phù hợp với điều kiện từng vị trí, đặc điểm dòng chảy, đặc tính thiết bị và mục đích, yêu cầu đo đạc.
- Có thể sử dụng riêng biệt hoặc kết hợp nhiều phương pháp để quan trắc lưu lượng nước nhưng đảm bảo nguyên tắc chính xác, tiết kiệm.

6.2 Phương pháp đo thể tích

6.2.1 Điều kiện áp dụng

Phương pháp đo thể tích được áp dụng ở các sông, suối nhỏ, nơi không có nước tù, nơi có thể cải tạo được mặt cắt để thu được dòng nước vào máng, lưu lượng nước tối đa 20 L/s. Ví dụ: các sông, suối ở miền núi về mùa cạn.

6.2.2 Yêu cầu đo đạc

TCVN 12636-8:2020

- Đo mực nước: Phải đo mực nước tại vị trí đo lúc bắt đầu và kết thúc đo lưu lượng nước;
- Xác định thời gian đo:
 - + Ghi thời điểm bắt đầu và thời điểm kết thúc đo chính xác đến giây;
 - + Thời gian đo được tính bằng hiệu số giữa thời điểm kết thúc đo và thời điểm bắt đầu đo.
- Đo thể tích nước: Phải đảm bảo thu được toàn bộ lượng nước chảy qua mặt cắt từ thời điểm bắt đầu đến thời điểm kết thúc đo; dụng cụ chứa nước phải đảm bảo an toàn, thuận tiện để xác định thể tích nước, không chứa nước đầy quá để tránh bị tràn khi thao tác;
- Quan sát, ghi chép các hiện tượng thời tiết, tình hình dòng chảy, các hiện tượng ảnh hưởng đến dòng chảy như bờ sông, đáy sông, thực vật phát triển trong lòng sông, bờ sông.

6.2.3 Tính lưu lượng nước

Lưu lượng nước đo bằng phương pháp thể tích được tính như sau:

$$Q = W/\Delta t \quad (1)$$

Trong đó:

Q là lưu lượng nước (L/s);

W là thể tích nước (L);

Δt là thời gian đo (s);

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

t_2 là thời điểm kết thúc đo;

t_1 là thời điểm bắt đầu đo.

6.3 Phương pháp đo mặt cắt và tốc độ nước

6.3.1 Nguyên lý của phương pháp

$$Q = F \times V \quad (2)$$

Trong đó:

Q là lưu lượng nước (m³/s);

F là diện tích mặt cắt (m²);

V là tốc độ trung bình toàn mặt cắt ngang (m/s).

6.3.2 Đo mặt cắt

a) Nguyên tắc chung

- Phải quan trắc mực nước vào lúc bắt đầu và kết thúc đo mặt cắt và xác định khoảng cách từ mốc khởi điểm đến hai mép nước;
- Khi tốc độ nước $\leq 1,00$ m/s thì đo mặt cắt cùng lúc với đo tốc độ nước;
- Khi tốc độ nước lớn hơn 1,00 m/s hoặc cường suất mực nước $\geq 0,50$ m/h thì đo mặt cắt trước hoặc sau khi đo tốc độ nước.

b) Bố trí thủy trực đo độ sâu

- Thủy trực đo độ sâu phải được cố định trên mặt cắt ngang;
- Thủy trực đo độ sâu phải đảm bảo không chế được sự chuyển tiếp của địa hình lòng sông;
- Khoảng cách giữa các thủy trực đo độ sâu nên bố trí bằng nhau;

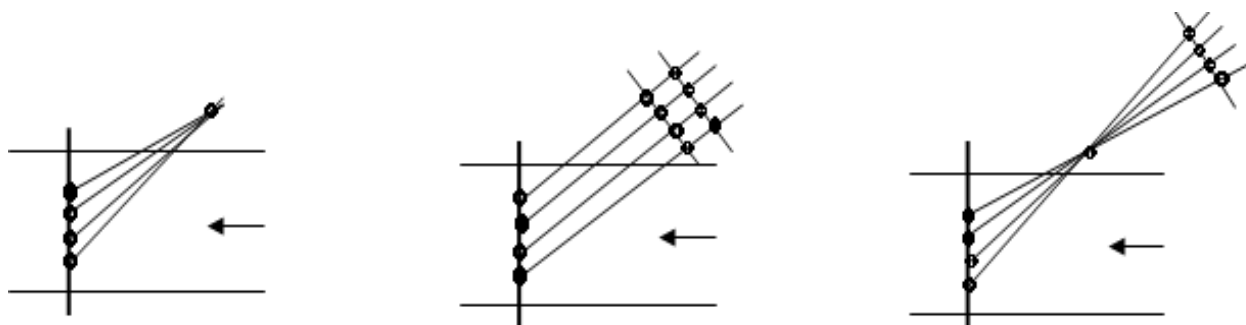
- Khi cần thiết, có thể bố trí thêm thủy trực phụ đo độ sâu;
- Số lượng thủy trực đo độ sâu tối thiểu phải bằng thủy trực đo tốc độ và thỏa mãn yêu cầu sau:
 - + Đối với trạm mới hoạt động dưới 3 năm, số đường thủy trực đo độ sâu tối thiểu như bảng 2;
 - + Đối với những trạm đã hoạt động từ 3 năm trở lên, số lượng thủy trực đo độ sâu có thể giảm, nhưng tối thiểu không được giảm quá nửa số thủy trực ở bảng 2.

Bảng 2 - Số lượng thủy trực đo độ sâu tối thiểu của trạm mới hoạt động dưới 3 năm

Độ rộng mặt nước (m)	$B < 10$	$10 \leq B \leq 20$	$20 < B \leq 50$	$50 < B \leq 100$	$100 < B \leq 300$	$300 < B \leq 1000$	$B > 1000$
Số lượng thủy trực đo độ sâu	5 đến 10	11 đến 15	16 đến 20	21 đến 30	31 đến 40	41 đến 50	51 đến 60

c) Xác định vị trí thủy trực khi đo độ sâu

- Khi $B \leq 600$ m, dùng cáp căng ngang sông để xác định vị trí thủy trực đo độ sâu;
- Khi B lớn hơn 600 m, có thể xác định vị trí thủy trực đo độ sâu bằng máy đo góc hoặc xác định dựa trên nguyên tắc ba điểm thẳng hàng bằng hệ thống tiêu được xây dựng sẵn như hình 1 hay lợi dụng các vật đặc biệt trên bờ sông như công trình kiến trúc, cây cổ thụ để xác định vị trí thủy trực.



Hình 1 - Xác định vị trí thủy trực đo độ sâu bằng hệ thống tiêu

- Khi độ sâu dòng chảy nhỏ, có thể lợi để đo, vị trí thủy trực đo độ sâu được xác định căn cứ vào mốc cố định gần bờ nhất.

d) Đo độ sâu

- Tại mỗi thủy trực đo độ sâu, việc đo độ sâu phải thực hiện tối thiểu hai lần. Giá trị lần đo sau so với lần đo trước không chênh nhau quá $\pm 5\%$;
- Khi độ sâu nhỏ hơn 3 m, dùng sào hoặc thước sắt để đo độ sâu. Nếu lòng sông có bùn, cát thì sào hoặc thước sắt phải có đế, dưới đế là đỉnh sắt nhọn;
- Khi độ sâu ≥ 3 m, việc đo độ sâu thực hiện bằng bằng cá sắt, dùng tời để thả. Khi tốc độ dòng nước lớn, làm góc chệch dây cáp $\geq 10^\circ$ phải tăng trọng lượng cá sắt để giảm góc chệch dây cáp. Nếu tăng thêm trọng lượng cá sắt mà vẫn không giảm được, cần phải hiệu chỉnh độ sâu theo góc chệch dây cáp nêu tại bảng 3.

Bảng 3 - Trị số hiệu chỉnh độ sâu theo góc chệch dây cáp

Độ sâu (m)	Góc chệch dây cáp					
	10°	15°	20°	25°	30°	35°
2,00	0,02	0,04	0,07	0,10	0,14	0,18
3,00	0,03	0,05	0,09	0,13	0,19	0,25
4,00	0,03	0,07	0,11	0,17	0,24	0,33
5,0	0,04	0,08	0,13	0,21	0,29	0,40
6,0	0,04	0,09	0,15	0,24	0,35	0,47
7,0	0,05	0,10	0,18	0,28	0,40	0,54
8,0	0,05	0,12	0,20	0,31	0,45	0,61
9,0	0,06	0,13	0,23	0,35	0,50	0,68
10,0	0,07	0,14	0,25	0,39	0,56	0,76
11,0	0,07	0,15	0,27	0,42	0,61	0,83
12,0	0,08	0,17	0,29	0,46	0,66	0,90
13,0	0,08	0,18	0,32	0,49	0,71	0,97
14,0	0,09	0,19	0,34	0,53	0,77	1,04
15,0	0,09	0,20	0,36	0,57	0,82	1,11
16,0	0,10	0,22	0,39	0,60	0,87	1,18
17,0	0,10	0,23	0,41	0,63	0,92	1,25
18,0	0,11	0,24	0,43	0,67	0,97	1,32

6.3.3 Đo tốc độ nước

6.3.3.1 Nguyên tắc chung

- Phải quan trắc mực nước vào lúc bắt đầu và kết thúc đo tốc độ nước;
- Khi gần bờ có nước tù, cần xác định khoảng cách khởi điểm đến ranh giới nước tù và độ sâu tại ranh giới nước tù và phải xác định độ sâu tại thủy trực đo tốc độ nước.

6.3.3.2 Thủy trực đo tốc độ nước

a) Bố trí thủy trực đo tốc độ nước

- Khoảng cách giữa các thủy trực đo tốc độ nước nên bố trí bằng nhau nhưng trên dòng chính đặt dày hơn bãi tràn. Nếu trên bãi tràn có dòng chảy độc lập phải đặt thêm đường thủy trực đo tốc độ nước;
- Tại vùng chủ lưu phải bố trí ít nhất một thủy trực đo tốc độ nước, tại vùng tiếp giáp giữa dòng sông chính và dòng bãi tràn (nếu có) phải bố trí một thủy trực đo tốc độ nước;
- Khi trên mặt cắt ngang có những dòng chảy không theo quy tắc thì nơi tiếp giáp với dòng nước đó phải đặt một thủy trực đo tốc độ nước, khi đó khoảng cách giữa các thủy trực không cần phân chia đều;

b) Số lượng thủy trực đo tốc độ nước

- Đối với trạm mới hoạt động dưới 3 năm, số đường thủy trực quy định trong bảng 4.

Bảng 4 - Số đường thủy trực đo tốc độ theo độ rộng sông của trạm mới hoạt động

Độ rộng mặt nước (m)	B<10	10≤B≤20	20<B≤50	50<B≤100	100<B≤300	300<B≤1000	B>1000
Số lượng thủy trực đo tốc độ	3	4 đến 5	6 đến 10	11 đến 15	16 đến 20	21 đến 25	26 đến 30

- Đối với những trạm đã hoạt động trên 3 năm:
 - + Cần nghiên cứu giảm bớt thủy trực đo tốc độ. Nếu kết quả lưu lượng nước tính được sau khi giảm bớt thủy trực đo tốc độ so với khi chưa giảm có 95 % số điểm sai số nằm trong phạm vi $\pm 5\%$ thì lập phương án thực hiện (cách phân tích xem phụ lục B), các thủy trực còn lại sau khi điều chỉnh giảm được gọi là thủy trực cơ bản đo tốc độ;
 - + Số lượng thủy trực cơ bản đo tốc độ quy định trong bảng 5.

Bảng 5 - Số đường thủy trực cơ bản đo tốc độ theo độ rộng sông

Độ rộng mặt nước (m)	B < 10	10≤B≤50	50<B≤100	100<B≤300	300<B≤1000	B > 1000
Số lượng thủy trực đo tốc độ	3 đến 4	5 đến 6	7 đến 8	9 đến 10	11 đến 12	13 đến 15

- + Khi bố trí các đường thủy trực cơ bản đo tốc độ cần đặc biệt chú ý các vị trí có tốc độ dòng chảy, độ sâu lớn; nơi tiếp giáp bộ phận nước tù; chỗ khúc khuỷu đặc biệt của địa hình lòng sông. Nếu thành bờ sông dốc đứng thì bố trí thủy trực cách bờ từ 0,30 m đến 0,50 m;
- + Nếu lòng sông ổn định từng mùa hoặc lâu dài thì trong thời kỳ ổn định cần cố định vị trí đường thủy trực cơ bản đo tốc độ. Trường hợp mùa cạn lòng sông khô cạn, trên mặt cát ngang chỉ còn một vài thủy trực đo tốc độ thì phải bố trí thêm một số thủy trực phụ để đảm bảo về số lượng như trong bảng 5;
- + Khi phát hiện thấy lòng sông có sự bồi lở cục bộ thì ngoài đường thủy trực cơ bản đo tốc độ có thể tăng thêm đường thủy trực phụ đo tốc độ. Khi bờ sông dốc thoải, khoảng cách từ mép nước đến thủy trực cơ bản gần bờ lớn hơn 10 % độ rộng thì phải đặt thêm một đường thủy trực phụ đo tốc độ cách bờ 3/10 khoảng cách nói trên;
- + Vì một điều kiện nào đó mà không dùng đường thủy trực cơ bản đo tốc độ cố định gần bờ, cần bố trí một đường thủy trực phụ đo tốc độ ở vị trí cách mép nước 5 % độ rộng mặt nước.

6.3.3.3 Thủy trực đại biểu đo tốc độ

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

- Được chọn trong số thủy trực đo tốc độ ở vùng chủ lưu;
- Thuận tiện quan trắc, lắp đặt thiết bị;

TCVN 12636-8:2020

- Tương quan giữa tốc độ đo được tại thủy trực đại biểu với tốc độ trung bình mặt cắt phải đảm bảo chặt chẽ ($r^2 \geq 0,64$). Tương quan giữa tốc độ tại thủy trực đại biểu với tốc độ trung bình mặt cắt như sau:

- + Phương trình tương quan:

$$V_{mc} = aV_{db} + b \quad (3)$$

Trong đó:

$$b = \bar{V}_{mc} - a\bar{V}_{db} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (V_{db} - \bar{V}_{db}) \cdot (V_{mc} - \bar{V}_{mc})}{\sum_{i=1}^{i=n} (V_{db} - \bar{V}_{db})^2} \quad (5)$$

- + Hệ số tương quan:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (V_{db} - \bar{V}_{db}) \cdot (V_{mc} - \bar{V}_{mc})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (V_{db} - \bar{V}_{db})^2 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (V_{mc} - \bar{V}_{mc})^2}} \quad (6)$$

Trong đó:

r là hệ số tương quan giữa tốc độ tại thủy trực đại biểu với tốc độ trung bình mặt cắt ($-1 < r < 1$);

n là tổng số cặp điểm tính điểm tính toán;

V_{db} là tốc độ đo tại thủy trực đại biểu cùng thời điểm với đo mặt cắt;

V_{mc} là tốc độ trung bình mặt cắt;

\bar{V}_{db} , \bar{V}_{mc} là trị số trung bình số học của chuỗi số liệu tốc độ đo tại thủy trực đại biểu và tốc độ trung bình mặt cắt.

- Sai số quân phương tương đối phải đảm bảo trong phạm vi cho phép (σ nhỏ hơn 5 %). Sai số quân phương tương đối tính như sau:

- + Công thức tính sai số quân phương tương đối theo phương pháp phân tích:

$$\sigma_t\% = \frac{100}{\bar{V}_{mc}} \sqrt{(1 - r^2) \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (V_{mc} - \bar{V}_{mc})^2}{n}} \quad \text{khi } n \geq 30 \quad (7)$$

$$\sigma_t\% = \frac{100}{\bar{V}_{mc}} \sqrt{(1 - r^2) \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (V_{mc} - \bar{V}_{mc})^2}{n - 1}} \quad \text{khi } 20 \leq n < 30 \quad (8)$$

Trong đó:

$\sigma_t\%$ là sai số quân phương tương đối tính theo phương pháp giải tích;

V_{mc} là tốc độ mặt cắt;

\bar{V}_{mc} là trị số trung bình số học của chuỗi số liệu tốc độ trung bình mặt cắt;

r là hệ số tương quan giữa tốc độ tại thủy trực đại biểu với tốc độ trung bình mặt cắt;

n là tổng số điểm tính điểm tính toán.

+ Công thức tính sai số quân phương tương đối theo phương pháp đồ giải:

$$\sigma_d\% = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{mc} - V_{mct}}{V_{mct}}\right)^2}{n-1}} \times 100 \quad n < 20 \quad (9)$$

Trong đó:

$\sigma_d\%$ là sai số quân phương tương đối tính theo phương pháp đồ giải;

V_{mc} là tốc độ mặt cắt;

V_{mct} là trị số tốc độ mặt cắt đọc trên đồ thị tương quan;

n là tổng số điểm tính điểm tính toán.

6.3.3.4 Các phương pháp đo tốc độ nước

6.3.3.4.1 Đo tốc độ nước bằng lưu tốc kế

Khi đo tốc độ nước bằng lưu tốc kế, nếu mực nước biến đổi nhanh (mực nước lúc bắt đầu và kết thúc lần đo chênh nhau lớn hơn 20 cm), ngoài việc quan trắc mực nước vào lúc bắt đầu và kết thúc đo, phải quan trắc mực nước tại thời điểm đo tốc độ nước ở điểm 0,6 h của mỗi thủy trực đo tốc độ nước.

a) Bố trí điểm đo tốc độ nước trên thủy trực

Căn cứ vào độ sâu thủy trực và mục đích quan trắc để bố trí điểm đo tốc độ nước. Số điểm đo tốc độ nước trên thủy trực tối thiểu như sau:

- Khi độ sâu thủy trực nhỏ hơn 1 m đo tại vị trí: 0,2 h hoặc 0,6 h;
- Khi $1 \text{ m} \leq h \leq 3 \text{ m}$ đo 2 điểm tại các vị trí: 0,2 h; 0,6 h hoặc đo 3 điểm tại các vị trí: 0,2 h; 0,6 h; 0,8h;
- Khi độ sâu thủy trực lớn hơn 3 m, đo 5 điểm tại các vị trí: mặt; 0,2 h; 0,6 h; 0,8 h; đáy;
- Khi cần nghiên cứu, đo nhiều điểm tại các vị trí: mặt; 0,1 h; 0,2 h; ... ; 0,9 h; đáy.

b) Thời gian đo tốc độ nước tại một điểm

- Thời gian mỗi lần đo tốc độ nước tại một điểm tối thiểu 50 s;
- Thời gian mỗi lần đo tốc độ nước tại một điểm đo tối đa 180 s;
- Khi thả máy đến điểm đo, phải để ổn định tối thiểu 2 s trước khi đo.

c) Tính tốc độ trung bình thủy trực

- Nguyên tắc

- Khi hướng nước chảy tại thủy trực không vuông góc với mặt cắt ngang thì phải hiệu chỉnh tốc độ đo;
- + Khi đo được góc chệch hướng nước chảy ở điểm đo, cần tính đổi tốc độ ở điểm đo thành tốc độ vuông góc với mặt cắt trước khi tính tốc độ trung bình thủy trực như sau:

Công thức tính tốc độ nước ở điểm đo:

$$V_{đđ} = V_{xx} \times \sin\alpha \quad (10)$$

Trong đó:

$V_{đđ}$ là tốc độ nước tại điểm đo trên thủy trực đã hiệu chỉnh;

V_{xx} là tốc độ nước đo được tại điểm đo trên thủy trực;

α là góc tạo bởi hướng tốc độ nước tại điểm đo với mặt cắt ngang sông.

- + Khi không đo được góc lệch hướng chảy của tốc độ nước tại từng điểm đo mà chỉ biết được góc lệch hướng chảy của tốc độ nước trung bình thủy trực, phải tính giá trị tốc độ nước trung bình thủy trực trước khi chuyển đổi thành tốc độ nước trung bình thủy trực vuông góc với mặt cắt.

Công thức chuyển đổi tốc độ trung bình thủy trực thành vuông góc với mặt cắt.

$$V_{tb} = V_{tt} \times \sin\alpha \quad (11)$$

Trong đó:

V_{tb} là tốc độ trung bình thủy trực sau khi tình đổi;

V_{tt} là tốc độ trung bình thủy trực tính được trước khi chuyển đổi;

α là góc tạo bởi hướng chảy trung bình thủy trực với mặt cắt ngang sông.

- Tính tốc độ trung bình thủy trực

Gọi $V_{0,0h}, V_{0,2h}, \dots, V_{0,9h}, V_{1,0h}$ là tốc độ tại điểm mặt, 0,1 h, 0,2 h, ...0,9 h, đáy thì tốc độ trung bình thủy trực tính như sau:

- + Khi đo 1 điểm trên thủy trực:

Đo tại 0,5h: $V_{tb} = V_{0,5h}$

Đo tại 0,6h: $V_{tb} = V_{0,6h}$

- + Khi đo 2 điểm trên thủy trực: $V_{tb} = \frac{1}{2}(V_{0,2h} + V_{0,8h}) \quad (12)$

- + Khi đo 3 điểm: $V_{tb} = \frac{1}{4}(V_{0,2h} + 2V_{0,6h} + V_{0,8h})$ hoặc $V_{tb} = \frac{1}{3}(V_{0,2h} + V_{0,6h} + V_{0,8h}) \quad (13)$

- + Khi đo 5 điểm: $V_{tb} = \frac{1}{10}(V_{0,0h} + 3V_{0,2h} + 3V_{0,6h} + 2V_{0,8h} + V_{1,0h}) \quad (14)$

- + Khi đo 11 điểm: $V_{tb} = \frac{1}{10}\left(\frac{1}{2}V_{0,0h} + V_{0,1h} + \dots + V_{0,9h} + \frac{1}{2}V_{1,0h}\right) \quad (15)$

- Tính tốc độ trung bình bộ phận

- + Tốc độ trung bình của bộ phận sát bờ bình thường (không có nước tù) hoặc của bộ phận sát bờ dốc đứng (V_b) bằng 0,80 đến 0,90 tốc độ trung bình của đường thủy trực liền kề tính từ bờ (V_{tb}).

Công thức tính tốc độ của bộ phận sát bờ dốc đứng:

$$V_b = K \times V_{tb} \quad (16)$$

K là hệ số: K lấy từ 0,80 đến 0,90

Tại mỗi trạm đo cần kiểm nghiệm thực tế để xác định hệ số K cho chính xác. Nếu chưa kiểm nghiệm được có thể dùng hệ số $K = 0,85$.

- + Tốc độ trung bình bộ phận sát ranh giới nước tù (bộ phận nằm giữa một bên là nước chảy, một bên là ranh giới nước tù) bằng một nửa tốc độ trung bình của đường thủy trực liền kề ranh giới nước tù.

$$V_{tù} = \frac{V_{tb}}{2} \quad (17)$$

Trong đó:

$V_{tù}$ là tốc độ trung bình bộ phận sát ranh giới nước tù (m/s);

V_{tb} là tốc độ trung bình thủy trực sát ranh giới nước tù (m/s).

- + Tốc độ trung bình của bộ phận nằm giữa hai đường thủy trực đo tốc độ bằng trung bình cộng tốc độ trung bình hai đường thủy trực ấy.

$$V = \frac{V_{tbn} + V_{tbn+1}}{2} \quad (18)$$

Trong đó:

V là tốc độ trung bình giữa hai thủy trực n và n+1 (m/s);

V_{tbn} là tốc độ trung bình thủy trực thứ n (m/s);

V_{tbn+1} là tốc độ trung bình thủy trực thứ n+1 (m/s).

- Tính tốc độ trung bình mặt cắt (V_{mc}) bằng thương số của lưu lượng nước mặt ngang Q và diện tích mặt ngang F.

$$V_{mc} = \frac{Q}{F} \quad (19)$$

Trong đó:

V_{mc} là tốc độ trung bình mặt cắt (m/s);

Q là lưu lượng nước mặt cắt (m^3/s);

F là diện tích mặt cắt (m^2).

6.3.3.4.2 Đo tốc độ nước bằng phao nổi

a) Quy định chung

- Phương pháp đo tốc độ dòng nước bằng phao nổi chủ yếu dùng khi lũ lớn, khi điều kiện kỹ thuật và giới hạn của máy đo bị hạn chế. Khi không có điều kiện thả phao trên toàn mặt cắt ngang thì đo tốc độ dòng nước bằng phao giữa dòng;
- Khi đo tốc độ dòng nước bằng phao nên kết hợp đo độ sâu toàn mặt cắt ngang. Nếu lòng sông ổn định thì đo tốc độ 5 đến 10 lần, đo độ sâu một lần; trường hợp khó khăn có thể tiến hành đo độ sâu trước hoặc sau khi đo tốc độ. Nếu trước hoặc sau khi đo tốc độ bằng phao có tài liệu đo mặt cắt ngang sử dụng được thì không cần đo độ sâu mặt cắt ngang;
- Khi dùng phao nổi đo tốc độ dòng nước và hướng chảy cần xác định thời gian và vị trí phao trôi qua các tuyến. Nếu chỉ đo tốc độ không đo hướng chảy thì chỉ cần đo thời gian phao trôi từ tuyến

TCVN 12636-8:2020

trên đến tuyến dưới và xác định khoảng cách từ mốc khởi điểm đến mỗi vị trí khi phao qua tuyến giữa;

- Trường hợp đo phao giữa dòng, số phao không được ít hơn ba phao. Khi mặt cắt ngang có phân dòng, số phao ở mỗi dòng không được ít hơn ba phao;
- Xác định thời gian phao trôi chính xác đến 0,1 giây;
- Xác định vị trí phao trôi qua tuyến giữa bằng dây căng ngang sông hoặc bằng các dụng cụ đo góc;
- Phải bố trí ba tuyến: Tuyến thả phao, tuyến phao giữa, tuyến phao dưới;
- Khoảng cách giữa các tuyến phao tối thiểu 100 m;
- Tuyến đo phao giữa tốt nhất là bố trí trùng với tuyến đo tốc độ bằng lưu tốc kế;
- Mỗi lần đo tốc độ bằng phao phải quan trắc mực nước và độ dốc mặt nước hai lần vào lúc bắt đầu và kết thúc lần đo.

b) Các quy định chi tiết về đo phao tại Phụ lục A, mục A.1.

6.3.3.4.3 Đo tốc độ nước bằng phao chìm

a) Quy định chung

- Phao chìm dùng để đo ở những nơi tốc độ nhỏ dưới phạm vi cho phép của lưu tốc kế và độ sâu thủy trực lớn hơn 0,5 m;
- Phương pháp đo tốc độ bằng phao chìm có thể sử dụng độc lập hoặc phối hợp với các phương pháp đo bằng lưu tốc kế và phao nổi;
- Tại mỗi thủy trực phải đo từ 3 đến 5 lần. Tốc độ trung bình của thủy trực bằng tốc độ trung bình của các phao thả trên thủy trực đó.

b) Quy định chi tiết đo tốc độ bằng phao chìm tại Phụ lục A, mục A.2.

6.3.4 Tính lưu lượng nước

6.3.4.1 Tính diện tích mặt cắt ngang

a) Xác định độ rộng sông

- Độ rộng sông được xác định dựa trên hiệu số giữa khoảng cách từ mốc khởi điểm đến hai mép nước hoặc đo, tính toán bằng căng dây; máy đo góc; hệ thống tiêu;
- Khi gần bờ có nước tù, phải xác định ranh giới nước tù và độ sâu tại ranh giới nước tù.

b) Xác định mực nước lần đo

- Khi đo độ sâu không cùng lúc với đo tốc độ nước hoặc đo độ sâu cùng lúc với đo tốc độ nước mà chênh lệch mực nước lúc bắt đầu đo và lúc kết thúc đo $\leq 0,2$ m thì mực nước lần đo tính theo trung bình cộng mực nước lúc bắt đầu đo và lúc kết thúc đo;
- Khi đo độ sâu cùng lúc với đo tốc độ nước, nếu mực nước lúc bắt đầu đo và lúc kết thúc đo chênh lệch nhau lớn hơn 0,2 m thì phải tính mực nước tương ứng.

Công thức tính mực nước tương ứng như sau:

$$H_{tb} = \frac{b_1 V_{tb1} H_1 + b_2 V_{tb2} H_2 + \dots + b_n V_{tbn} H_n}{b_1 V_{tb1} + b_2 V_{tb2} + \dots + b_n V_{tbn}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} b_i V_{tbi} H_i}{\sum_{i=1}^{i=n} b_i V_{tbi}} \quad (20)$$

Trong đó:

H_{tb} là mực nước tương ứng;

b_i là độ rộng mặt nước lấy thủy trực đo tốc độ làm chuẩn tức là bằng nửa độ rộng của bộ phận này cộng với nửa độ rộng của bộ phận bên kia của đường thủy trực (trị số độ rộng trung bình của bộ phận hai bên đường thủy trực);

$V_{tb1}, V_{tb2}, \dots, V_{tbn}$ là tốc độ trung bình tại thủy trực 1, thủy trực 2, ..., thủy trực n;

V_{tbi} là tốc độ trung bình tại thủy trực thứ i ($i=1,2,\dots,n$);

H_1, H_2, \dots, H_n là mực nước khi đo ở điểm 0,6h tại thủy trực 1, thủy trực 2, ..., thủy trực n;

H_i là mực nước tại tuyến cơ bản khi đo tốc độ tại điểm 0,6h của thủy trực thứ i ($i=1,2,\dots,n$).

c) Tính độ sâu thủy trực

- Khi mực nước lúc bắt đầu và kết thúc đo mặt cắt chênh nhau $\leq 0,2$ m thì độ sâu thủy trực tính bằng trung bình cộng kết quả các lần đo tại thủy trực;
- Khi mực nước lúc bắt đầu và kết thúc đo mặt cắt chênh lớn hơn 0,2 m, thì độ sâu thủy trực phải hiệu chỉnh theo mực nước trung bình lần đo.

d) Tính diện tích mặt cắt ngang

Trước hết chia mặt cắt ngang ra làm nhiều bộ phận, mỗi bộ phận lấy đường thủy trực đo tốc độ làm giới hạn như hình 2.

Tốc độ trung bình bộ phận	V_1	V_2	V_3		V_4		V_5				
Vtb thủy trực	V_{tb1}	V_{tb2}	V_{tb3}	(0)	V_{tb4}	V_{tb5}	(0)				
Độ sâu	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{10}	h_{11}
Khoảng cách	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6		b_7	b_8	b_9	
Diện tích bộ phận	f_1	f_2	f_3			f_4			f_5		

Hình 2 - Diện tích bộ phận và sự phân bố tốc độ bộ phận sát bờ

TCVN 12636-8:2020

- + Nếu trong bộ phận không có đường thủy trực đo sâu như f_1, f_2, f_4, \dots thì diện tích bộ phận bằng trung bình cộng giá trị độ sâu hai đường thủy trực hai bên nhân với khoảng cách giữa chúng.

$$f_1 = \left(\frac{0 + h_1}{2} \right) b = \frac{1}{2} h_1 b_1; \quad f_2 = \frac{h_1 + h_2}{2} b_2; \quad f_4 = \frac{h_6 + h_7}{2} b_6 \quad (21)$$

- + Nếu trong bộ phận có đường thủy trực đo sâu như f_3, f_5, \dots thì diện tích bộ phận bằng tổng số diện tích các hình thang nằm giữa những đường thủy trực đo sâu.

$$f_3 = \frac{h_2 + h_3}{2} b_3 + \frac{h_3 + h_4}{2} b_4 + \frac{h_4 + h_5}{2} b_5 \quad (22)$$

$$f_5 = \frac{h_8 + h_9}{2} b_7 + \frac{h_9 + h_{10}}{2} b_8 + \frac{h_{10} + h_{11}}{2} b_9 \quad (23)$$

Trong đó:

h_1, h_2, \dots là độ sâu có hiệu quả.

b_1, b_2, b_3, \dots là khoảng cách giữa hai đường thủy trực đo độ sâu

- + Diện tích mặt cắt ngang F bằng tổng số các diện tích bộ phận tạo thành.

$$F = \sum_{i=1}^{i=n} f_i \quad (24)$$

6.3.4.2 Tính lưu lượng nước bộ phận

Lưu lượng nước bộ phận bằng tốc độ trung bình bộ phận nhân với diện tích bộ phận.

$$q = V_{bp} \times f_{bp} \quad (25)$$

Trong đó:

q là lưu lượng nước bộ phận (m^3/s);

V_{bp} là tốc độ trung bình bộ phận tính lưu lượng nước (m/s);

f_{bp} là diện tích bộ phận tính lưu lượng nước (m^2).

6.3.4.3 Tính lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang

Lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang bằng tổng đại số các lưu lượng nước bộ phận trong mặt cắt.

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i = \sum_{i=1}^n V_i f_i = V_1 f_1 + V_2 f_2 + \dots + V_n f_n \quad (26)$$

Trong đó:

Q là lưu lượng nước mặt cắt ngang (m^3/s);

q_i là lưu lượng nước bộ phận thứ i (m^3/s);

V_i là tốc độ nước trung bình bộ phận thứ i (m/s);

f_i là diện tích bộ phận thứ i (m^2);

V_1, V_2, \dots, V_n là tốc độ nước trung bình bộ phận thứ 1, 2, ..., n (m/s);

f_1, f_2, \dots, f_n là diện tích bộ phận thứ 1, 2, ..., n (m^2).

6.3.5 Đo lưu lượng nước bằng thiết bị đo theo nguyên lý siêu âm Doppler (ADCP)

6.3.5.1 Lựa chọn mặt cắt đo

- Mặt cắt đo lưu lượng nước bằng ADCP nên lựa chọn nơi đáy sông tương đối bằng phẳng và ít sự phát triển thực vật, không có từ trường cục bộ gây ra như gần các kết cấu thép, đường cáp ngầm, tàu thuyền đắm, để tránh bị ảnh hưởng làm sai lệch dữ liệu đo;
- Hình dạng mặt cắt nên lựa chọn là hình parabol, hình thang hoặc hình chữ nhật, nên tránh những nơi có hình bất đối xứng;
- Đảm bảo độ sâu để vận hành thuyền và thiết bị hoạt động bình thường.

6.3.5.2 Chuẩn bị đo

- Trước khi đo phải kiểm tra thiết bị đo và các phụ kiện đi kèm, đảm bảo hoạt động tốt, bao gồm:
 - + Máy tính xách tay;
 - + Dụng cụ che nắng, chống mưa;
 - + Nguồn điện, ắc quy, cầu chì dây cáp;
 - + Dụng cụ, thiết bị đo khoảng cách;
 - + Thiết bị liên lạc cầm tay;
 - + GPS và cáp nguồn, cáp dữ liệu (nếu có);
 - + Phao và neo thuyền;
 - + Thiết bị ADCP phải được kiểm tra, để đảm bảo không bị hư hỏng, bị nứt, sứt mẻ, v.v ...
- Gắn cố định thiết bị ADCP chắc chắn lên thuyền theo đúng hướng dẫn kỹ thuật;
- Phải dự kiến xác định độ sâu, vận tốc tối đa và hình dạng lòng sông bên trái và bên phải và các chướng ngại vật (nếu có) để chuẩn bị phương án đo và cài đặt cấu hình máy;
- Tạo thư mục đầu ra trên máy tính cho các tệp dữ liệu ADCP và thư mục cho mỗi bộ số đo theo quy định đặt tên tệp dữ liệu;
- Khi đo, các công việc phải được phân công thực hiện cụ thể cho từng người tham gia thực hiện.

6.3.5.3 Vận hành thiết bị

- Phải quan trắc mực nước vào lúc bắt đầu và kết thúc đo, định vị vị trí xuất phát và kết thúc đo;
- Phương tiện đo phải đảm bảo an toàn, thiết bị ADCP phải được gắn cố định, chắc chắn vào phương tiện, tránh xa vật có từ tính như sắt, thép, đảm bảo không bị nhô lên khỏi mặt nước trong quá trình đo;
- Cài đặt thiết bị theo hướng dẫn của nhà sản xuất, các thông số phù hợp với từng vị trí đo theo hướng dẫn đối với từng loại thiết bị. Trường hợp có các kết nối khác, cần thực hiện tuân thủ đúng như các hướng dẫn đã được thiết lập. Đảm bảo kết nối của máy tính với thiết bị, hoạt động thông suốt;
- Trước khi đo chính thức phải tiến hành đo thử để hiệu chỉnh thiết bị theo quy định;
- Phải để thiết bị ổn định 1 đến 2 giây mới bắt đầu tiến hành thu thập số liệu, trong quá trình di chuyển, thiết bị đo nên trùng với mặt cắt ngang sông, hạn chế mức độ tròn tránh của thuyền, tốc độ di chuyển đều và nên nhỏ hơn tốc độ nước, tránh di chuyển thiết bị đến vùng nước nông (độ

TCVN 12636-8:2020

sâu nhỏ hơn 1,00 m). Trước khi kết thúc đo cần giảm tốc độ di chuyển và giữ vị trí thuyền cố định từ 1 giây đến 2 giây để đảm bảo thiết bị thu thập được hết tín hiệu;

- Phải đo tối thiểu 2 lần liên tiếp và kiểm tra, đánh giá xem dữ liệu có bất thường hay không, nếu có phải tiến hành xem xét lại toàn bộ các bước và thực hiện đo lại (Kết quả diện tích mặt cắt và lưu lượng nước giữa lần đo trước và sau, chênh nhau không quá $\pm 5\%$ thì được coi là đảm bảo chất lượng tốt);
- Phải ghi nhật ký đo đạc, tình hình thời tiết, diễn biến dòng chảy và các hiện tượng khác trong đoạn sông đo đạc.

6.3.6 Đo lưu lượng nước bằng các thiết bị lắp đặt cố định

Phương pháp đo lưu lượng nước bằng các thiết bị lắp đặt cố định tại thủy trực đại biểu, thực hiện như phương án đo đơn giản (Phụ lục B). Khi đo lưu lượng nước bằng các thiết bị lắp đặt cố định, ngoài các yêu cầu như phương án đo đơn giản và yêu cầu về kỹ thuật được khuyến cáo đối với từng loại máy, thiết bị, cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Vị trí lắp đặt thiết bị phải thuận tiện, an toàn cho người và thiết bị khi vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa, nên chọn ở vùng chủ lưu;
- Thiết bị phải lắp đặt cố định, chắc chắn, đảm bảo đo được ở vùng chủ lưu và xác định được lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang theo mục đích, yêu cầu;
- Kết quả đo lưu lượng nước bằng các thiết bị lắp đặt cố định phải được đánh giá, bằng cách so sánh với lưu lượng nước thực tế toàn mặt cắt ngang tối thiểu 30 lần, phân bố đều trên các cấp mực nước (thấp, trung bình, cao), đảm bảo 90 % số lần so sánh không chênh nhau quá $\pm 10\%$ giá trị thực tế là đạt yêu cầu.

7 Chế độ quan trắc lưu lượng nước

7.1 Nguyên tắc chung

- Tùy theo chế độ dòng chảy và chế độ thủy lực tại vị trí quan trắc mà bố trí chế độ quan trắc cho phù hợp, đảm bảo thuận lợi, ít tốn kém, phản ánh được diễn biến lưu lượng nước và đáp ứng nhu cầu, mục đích quan trắc;
- Có hai hình thức quan trắc lưu lượng nước là quan trắc kiểm tra và quan trắc thường xuyên:
 - + Quan trắc kiểm tra là mỗi năm hoặc một số năm đo một số lần theo một số cấp mực nước hoặc một số con lũ nhất định để nghiên cứu hoặc để kiểm tra lại quan hệ lưu lượng nước và mực nước (quan hệ $Q = f(H)$) đã biết;
 - + Quan trắc thường xuyên là đo nhiều năm liên tục. Căn cứ yêu cầu đặt trạm, thời gian hoạt động của trạm và chế độ thủy lực của dòng chảy (ổn định, ảnh hưởng lũ lên, xuống, ảnh hưởng bồi xói, ảnh hưởng phai, ảnh hưởng nước vật, rong rêu), mà số lần đo lưu lượng nước trong năm có thể nhiều hay ít, nhưng cần đảm bảo đủ điểm để xác định quan hệ lưu lượng nước và mực nước (quan hệ $Q = f(H)$) theo chế độ thủy lực của dòng chảy từ mực nước thấp tới mực nước cao (Cách phân tích quan hệ $Q = f(H)$ xem Phụ lục C).

7.2 Chế độ quan trắc

7.2.1 Đối với trạm mới hoạt động dưới 3 năm

Trạm mới hoạt động dưới 3 năm, số lần đo tốc độ tối thiểu như sau:

- Mùa cạn từ 12 lần đến 15 lần, hai lần đo liên tiếp không cách nhau quá 20 ngày, bình thường phân bố điểm đo theo cấp mực nước. Thời gian mực nước biến đổi đột ngột (đóng, mở cống; đắp, phá phai) cần bố trí điểm đo tốc độ trong giai đoạn chuyển tiếp.
- Mùa lũ từ 40 lần đến 45 lần, phân bố điểm đo theo quá trình con lũ (cả nhánh lên và nhánh xuống).

Bất cứ mùa cạn hay mùa lũ khi đo đạc cần theo dõi chế độ thủy lực, tính toán phân tích kịp thời nếu thấy có hiện tượng đột xuất cần tăng cường điểm đo.

7.2.2 Đối với những trạm đã hoạt động trên 3 năm

Đối với những trạm đã hoạt động trên 3 năm sau khi đã phân tích, tìm hiểu đặc tính trạm đo nắm chắc chế độ thủy lực của trạm, tài liệu thu thập đầy đủ bao gồm các đặc trưng điển hình nhất thì trạm có thể tiến hành nghiên cứu giảm số lần đo. Số lần đo tốc độ dòng nước của từng loại trạm theo năm nước trung bình quy định trong bảng 6.

Bảng 6 - Số lần tốc độ dòng nước của những trạm hoạt động trên 3 năm

	Chế độ thủy lực	Ổn định	Ảnh hưởng phai	Ảnh hưởng lũ	Ảnh hưởng nước vật	Ảnh hưởng xói bồi
Số lần đo	Mùa cạn	10	20 đến 25	15 đến 18	20 đến 25	10 đến 12
	Mùa lũ	20	18 đến 20	25 đến 40	20 đến 25	25 đến 30
	Toàn năm	30	38 đến 45	40 đến 58	40 đến 50	35 đến 42

7.2.3 Đối với những trạm đã hoạt động trên 5 năm

- Đối với trạm có tài liệu trên 5 năm, đã nắm vững đặc tính trạm đo, sau khi kết thúc công tác chỉnh biên hàng năm, căn cứ vào kết quả phân tích, xử lý và tình hình thực tiễn của từng trạm, có thể đề nghị giảm số lần đo cho thích hợp (Cách phân tích giảm số lần đo xem Phụ lục B);
- Sau khi giảm số lần đo số điểm còn lại vẫn phải đảm bảo;
- Phản ánh đầy đủ đặc trưng của từng loại trạm;
- Phản ánh đúng quá trình diễn biến dòng chảy lũ, dòng chảy kiệt qua từng giai đoạn;
- Số lần đo toàn năm tối thiểu của từng loại trạm quy định trong bảng 7.

Bảng 7 - Số lần tốc độ dòng nước của những trạm hoạt động trên 5 năm

Chế độ thủy lực	Ổn định	Ảnh hưởng phai	Ảnh hưởng lũ	Ảnh hưởng nước vật	Ảnh hưởng xói bồi
Số lần đo	10 đến 12	20 đến 25	25 đến 30	30 đến 35	20 đến 25

Phụ lục A

(Quy định)

Đo tốc độ nước bằng phao

A.1 Đo tốc độ nước bằng phao nổi

A.1.1 Công tác chuẩn bị khi đo tốc độ nước bằng phao nổi

- Phân công nhiệm vụ rõ ràng cho từng người tham gia lần đo. Kiểm tra và quyết định những dụng cụ, máy móc cần mang theo. Công việc này do người phụ trách lần đo chịu trách nhiệm;
- Phao phải làm xong trước khi đo và bảo quản nơi khô ráo. Nên chọn những nguyên liệu thông thường, sẵn có ở địa phương để làm phao. Tại một trạm trong năm dùng một loại phao có hình dạng và kích thước thống nhất đã được kiểm nghiệm hệ số phao. Nếu dùng nhiều loại phao thì mỗi loại phao đều phải được kiểm nghiệm để xác định hệ số phao;
- Phao chế tạo phải đạt được những yêu cầu sau:
 - + Phao nhìn thấy rõ ràng, thuận tiện để xác định thời gian phao trôi;
 - + Không được để phao nhô lên mặt nước nhiều. Phần chìm dưới nước không được lớn hơn $\frac{1}{4}$ độ sâu của nước;
 - + Mặt ngoài của phần chìm trong nước không được trơn quá để tránh cho đường phao trôi khỏi cong queo ảnh hưởng đến tốc độ bình thường của phao;
 - + Phao làm xong phải tiến hành đo thử nghiệm để xác định hệ số phao. Phương pháp xác định hệ số phao quy định theo mục A.1.5.

A.1.2 Tổ chức đo đạc

- Đo tốc độ bằng phao nổi trước hết là xác định thời gian phao trôi và vị trí của phao khi trôi qua tuyến đo từ đó tính ra tốc độ của phao. Nội dung bao gồm các phần việc chủ yếu là: thả phao, theo dõi phao (xác định thời gian và vị trí phao trôi):
 - + Phải thả phao cách thượng lưu tuyến phao trên một khoảng cách nhất định từ 30 m đến 50 m để khi tới tuyến này phao trôi trong trạng thái ổn định và phải thả sao cho phao phân bố đều trên tuyến giữa;
 - + Xác định thời gian phao trôi bằng đồng hồ bấm giây, thời gian phao trôi ghi chính xác đến 0,1 giây;
 - + Xác định vị trí phao trôi qua tuyến giữa bằng dây căng ngang sông hoặc bằng các dụng cụ đo góc.
- Tuyến đo phao giữa tốt nhất là bố trí trùng với tuyến đo tốc độ bằng lưu tốc kế;
- Hai tuyến phao trên và dưới, bố trí song song với nhau và cách đều tuyến giữa, khoảng cách giữa chúng đủ cho thời gian chảy truyền với tốc độ trung bình mặt ngang lớn nhất tối thiểu từ 50 giây đến 80 giây. Mặt khác phải đảm bảo sự thay đổi của địa hình theo dọc và ngang sông trong đoạn sông đó là không đáng kể. Nếu không chọn được độ dài như trên, khoảng cách đó có thể rút ngắn nhưng thời gian chảy truyền tương ứng không được nhỏ hơn 20 giây.

A.1.3 Phương pháp thả phao và xác định vị trí phao

Công tác đo tốc độ bằng phao bao gồm hai phần chủ yếu là thả phao và theo dõi phao.

A.1.3.1 Thả phao

- Phao thả phải làm sao phân bố đều trên mặt cắt ngang đo phao. Số lượng phao có hiệu quả không được ít hơn số đường thủy trực đo tốc độ khi đo bằng lưu tốc kế;
- Khi mặt cắt ngang có phân dòng, số phao ở mỗi dòng ấy không được ít hơn 3 phao;
- Trường hợp đo phao giữa dòng, số phao cũng không được ít hơn 3 phao;
- Tùy theo tình hình cụ thể từng trạm mà chọn các phương pháp thả phao thích hợp:
 - + Trạm có thuyền đo thì dùng thuyền ra sông thả;
 - + Nếu ở thượng lưu có cầu hoặc bờ cong lợi dụng được thì đứng trên cầu hoặc bờ để thả phao. Ở đoạn sông có độ rộng dưới 50 m có thể ném phao từ một hoặc cả hai bờ;
 - + Trường hợp đặc biệt không thể áp dụng những biện pháp trên có thể dùng phao thiên nhiên trôi trên sông như cây cối, vật nổi v.v... Chỉ nên chọn những vật có thể tích nhỏ và phải ghi chép đầy đủ tên, hình dạng, kích thước ước lượng của các vật ấy;
 - + Bốn phương pháp trên có thể vận dụng riêng biệt hoặc kết hợp nhưng phải đạt được yêu cầu là phao phân bố đều trên mặt ngang.
- Thứ tự thả phao: Trước tiên thả phao ở giữa dòng nơi có tốc độ lớn rồi tuần tự thả dần vào một bên bờ sau đó thả dần sang bờ bên kia. Tránh tình trạng sau khi đo xong mới thả bù phao giữa dòng;
- Trong quá trình đo nếu thấy phao nào khả nghi (giữa chừng phao bị nghẽn, đường phao trôi khác lạ, thời gian phao trôi so với phao thả trước và sau nó chênh lệch quá lớn) thì phải kịp thời thả phao khác thay thế vào những vị trí có phao khả nghi đó.

A.1.3.2 Xác định vị trí phao trôi qua tuyến đo

- Trên đoạn sông hẹp ($B \leq 100$ m) có thể dùng dây cáp có đánh dấu khoảng cách, căng qua sông gần sát mặt nước để xác định khoảng cách khởi điểm của phao;
- Trên đoạn sông rộng ($B \geq 100$ m) không thể dùng dây cáp căng ngang sông để xác định khoảng cách thì dùng máy kinh vĩ để xác định. Nếu không có máy kinh vĩ thì dùng dụng cụ đo góc đơn giản. Tùy theo tình hình cụ thể máy đo góc có thể đặt tại đầu mút của tuyến gốc hoặc ở ngay mốc khởi điểm nhưng góc kẹp phải $\geq 30^\circ$ và $\leq 120^\circ$;
- Đo tốc độ phao bằng phao giữa dòng. Trường hợp không có phương tiện thả cho phao phân bố đều hoặc phao sau khi thả thường bị đẩy trôi cụm vào giữa dòng, hoặc khi mực nước lên xuống nhanh cần rút ngắn thời gian đo đạc thì đo tốc độ bằng phao giữa dòng. Đo tốc độ bằng phao giữa dòng chỉ cần đo tốc độ lớn nhất ở chủ lưu không cần xác định vị trí của phao;
- Trong mỗi lần đo phải thả ít nhất 3 đến 5 phao giữa dòng và chọn lấy ít nhất 3 phao có đường phao trôi bình thường, thời gian phao trôi ngắn nhất và chênh lệch phao trôi giữa các phao $\leq 10\%$ để tính tốc độ phao trôi trung bình;
- Số lượng phao trôi có hiệu quả nhỏ hơn 3 thì phải thả phao bổ sung;
- Trường hợp đặc biệt không thả được phao có thể dùng phao thiên nhiên, song cần ghi chú đầy đủ chất liệu, hình dáng và kích thước ước lượng của các phao đó.

TCVN 12636-8:2020

A.1.4 Quan trắc mực nước và độ dốc mặt nước.

Mỗi lần đo tốc độ bằng phao chỉ cần quan trắc mực nước và độ dốc mặt nước hai lần vào lúc bắt đầu và kết thúc lần đo.

A.1.5 Cách xác định hệ số phao

- Hệ số phao cần được xác định trước để khi đo sử dụng được thuận tiện;
- Hệ số phao xác định bằng phương pháp thực nghiệm là chủ yếu. Phương pháp thực nghiệm là phương pháp đo đồng thời giữa máy và phao;
- Hệ số phao là tỷ số giữa lưu lượng nước được đo bằng máy và lưu lượng nước đo bằng phao (Công thức A.1; A.2).

$$K_1 = \frac{Q_{\text{máy}}}{Q_{\text{phao}}} \quad (\text{A.1})$$

$$K_2 = \frac{Q_{\text{máy}}}{Q_{\text{phaomax}}} \quad (\text{A.2})$$

Trong đó:

K_1, K_2 là hệ số phao toàn mặt ngang và hệ số phao giữa dòng;

$Q_{\text{máy}}$ là lưu lượng nước thực đo bằng máy;

Q_{phao} là lưu lượng nước thực đo bằng phao;

Q_{phaomax} là Lưu Lượng nước thực đo bằng phao giữa dòng.

- Căn cứ vào kết quả đo thực nghiệm nhiều lần (lớn hơn 20 lần) trên các cấp mực nước và những điều kiện thời tiết khác nhau mà phân tích, xác định hệ số phao;
- Nếu không có điều kiện tổ chức đo thực nghiệm có thể dùng tài liệu đo tốc độ bằng lưu tốc kế theo phương pháp 5 điểm trở lên để phân tích xác định hệ số phao. Trong trường hợp này hệ số phao là tỷ số giữa lưu lượng nước thực đo và lưu lượng nước tính từ tốc độ điểm mặt của các thủy trực;
- Nếu chưa đủ tài liệu để phân tích xác định hệ số phao, có thể dùng hệ số phao kinh nghiệm toàn mặt cắt ngang thống kê trong bảng A.1.

Bảng A.1 - Hệ số phao kinh nghiệm toàn mặt ngang theo đặc điểm sông và độ sâu

Tình hình dòng sông và điều kiện chảy	Độ sâu (m)		
	< 1,0	1,0 - 5,0	> 5,0
Sông đồng bằng điều kiện chảy tốt (sông vừa và sông lớn)	0,78 - 0,86	0,87 - 0,88	0,89 - 0,90
Sông vừa và lớn, điều kiện chảy kém (rong rêu, sông cong, chảy xiết)	0,70 - 0,77	0,78 - 0,85	0,86 - 0,87
Sông miền núi chảy xiết, các sông hoặc bãi tràn điều kiện chảy xấu (rong, rêu, bãi nổi)		0,70 - 0,79	0,80 - 0,84

A.1.5 Tính lưu lượng nước khi đo bằng phao

A.1.5.1 Tính lưu lượng nước khi đo bằng phao nổi toàn mặt cắt ngang

- Tính tốc độ phao trôi.

Tốc độ phao trôi tính theo công thức:

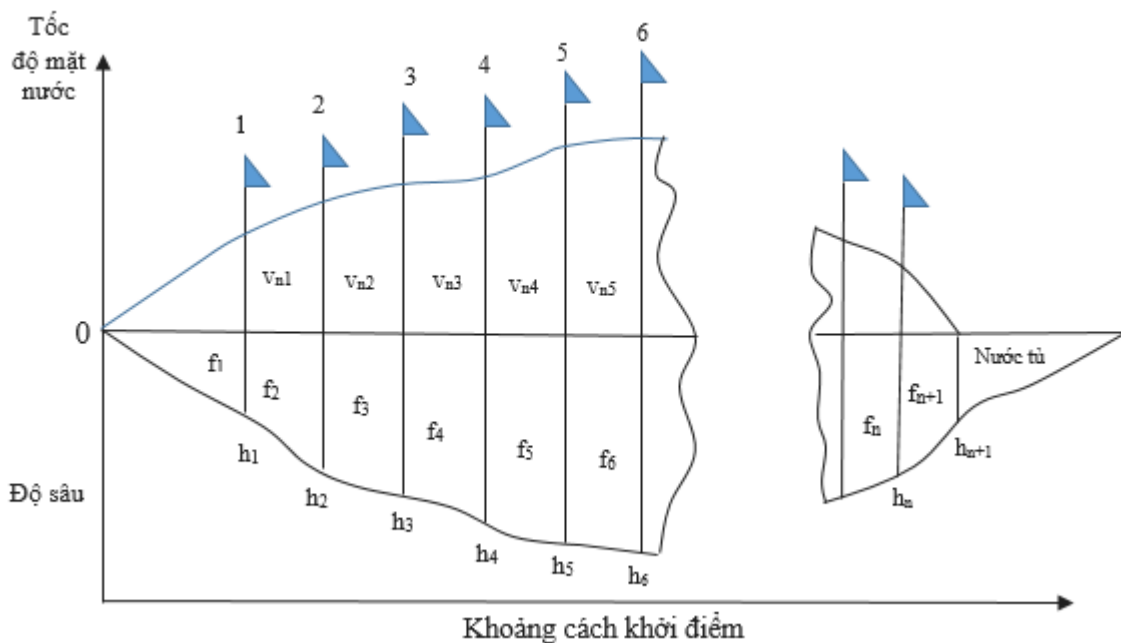
$$V_{\text{phao}} = \frac{L}{t} \quad (\text{A.3})$$

Trong đó:

L là khoảng cách phao trôi (m).

t là thời gian phao trôi (giây).

- Vẽ biểu đồ phân bố tốc độ phao trên mặt cắt ngang. Sau khi tính được tốc độ phao trôi đem kết quả tính toán được chấm lên phía trên đường mặt nước trong bản đồ mặt cắt ngang. Qua trung tâm những nhóm điểm tốc độ phao (không xét đến những điểm đột xuất) và các điểm mép nước (biên nước tù) vẽ một đường cong đều đặn (xem hình A.1). Đó là đường biểu diễn phân bố tốc độ phao trên mặt ngang.



Hình A.1 - Biểu đồ phân bố tốc độ phao trên mặt ngang

- Dựa vào đường biểu diễn phân bố tốc độ trên mặt ngang vừa vẽ tìm tốc độ các đường thủy trực đo V và ghi vào các cột tương ứng của biểu báo, sau đó tính tốc độ trung bình thủy trực.
- Tính diện tích bộ phận, lưu lượng phao bộ phận và lưu lượng phao mặt cắt ngang (Q_{phao}).
- Tính đổi ra lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang (Q). Lấy lưu lượng phao mặt cắt ngang nhân với hệ số phao (K_1) ta được lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang (Q).

$$Q = K_1 \times Q_{\text{phao}} \quad (\text{A.4})$$

- Nếu tại mỗi bộ phận, mỗi thủy trực có các hệ số phao khác nhau thì cần lấy tốc độ phao trôi qua nơi nào nhân với hệ số phao nơi đó để tìm ra tốc độ trung bình đường thủy trực. Sau đó làm các bước tiếp theo như quy định trên, kết quả thu được chính là lưu lượng nước toàn mặt cắt ngang Q mà không phải qua bước tính đổi.

TCVN 12636-8:2020

A.1.5.2 Tính lưu lượng nước đo bằng phao nổi giữa dòng

Lưu lượng nước đo bằng phao nổi giữa dòng tính theo công thức:

$$Q = K_2 \times V_{\max} \times F \quad (A.5)$$

Trong đó:

K_2 là hệ số phao giữa dòng;

V_{\max} là tốc độ trung bình của 2 đến 3 phao giữa dòng có tốc độ lớn nhất;

F là diện tích mặt cắt ngang lúc đo phao.

A.2 Đo tốc độ nước bằng phao chìm

A.2.1 Công tác chuẩn bị

Cần hoàn thành công việc chế tạo và kiểm định phao chìm trước khi đo. Phao chìm hình cầu đường kính từ 2 cm đến 3 cm, chế tạo bằng nguyên liệu có tỷ trọng nhỏ hơn nước và phải đảm bảo các yêu cầu không biến dạng, không thay đổi tỷ trọng, không thấm nước và hoà tan trong nước.

A.2.2 Nội dung và phương pháp đo đạc

– Đo tốc độ bằng phao chìm bao gồm những nội dung chính sau:

1. Đo mực nước và độ dốc mặt nước (nếu có tuyến độ dốc);
2. Đo độ sâu;
3. Đo tốc độ;
4. Quan trắc các hiện tượng thời tiết và những hiện tượng có liên quan khác.

Các bước 1, 2, 4 tiến hành giống như khi đo bằng lưu tốc kế.

- Khi dùng phao chìm đã kiểm định đo tốc độ cần đo độ sâu của đường thuỷ trực và xác định khoảng cách phao trôi của từng phao trên các thuỷ trực. Tại mỗi thuỷ trực phải đo từ 3 đến 5 lần. Tốc độ trung bình của thuỷ trực bằng tốc độ trung bình của các phao thả trên thuỷ trực đó;
- Khi buộc phải đo bằng phao chưa kiểm định ngoài việc đo độ sâu thuỷ trực và khoảng cách phao trôi cần xác định thời gian phao nổi từ đáy sông lên mặt nước. Thời gian ghi chính xác đến giây;
- Khi đo phao chìm, đường thuỷ trực đo phao phải trùng với thuỷ trực đo tốc độ bằng lưu tốc kế.

A.2.3 Phương pháp kiểm định hệ số phao

A.2.3.1 Nguyên tắc chung

- Phao chìm cần được tiến hành kiểm định trên các cấp mực nước khác nhau. Công tác kiểm định phải hoàn thành trước khi đo;
- Sau một thời gian sử dụng nếu thấy sai số đo đạc vượt quá phạm vi cho phép cần kiểm định lại kịp thời.

A.2.3.2 Nội dung và phương pháp kiểm định

a) Xác định tốc độ nổi của phao trong nước tĩnh

- Đo độ sâu (h) của thuỷ trực đo tốc độ;
- Đo thời gian nổi của phao (t);

- Tính tốc độ nổi của phao theo công thức:

$$V' = \frac{h}{t} \quad (\text{A.6})$$

Trong đó:

V' là tốc độ nổi của phao (m/s);

h là độ sâu thủy trực đo tốc độ (m);

t là thời gian nổi của phao (s);

- Đối với mỗi cấp độ sâu cần tiến hành đo V' từ 2 lần đến 3 lần. Lấy trị số trung bình của các lần đo làm V' của cấp độ sâu đó. Trị số V' tốt nhất ở trong khoảng từ 0,1 m/s đến 0,2 m/s. Nếu chưa đạt yêu cầu trên cần chỉnh lại trọng lượng phao.

b) Tính hệ số C của phao

Căn cứ vào trị số h và V' tương ứng thu thập được tính hệ số C của phao trên mỗi cấp độ sâu theo công thức:

$$C = \frac{V'}{h} \quad (\text{A.7})$$

c) Vẽ biểu đồ tương quan $h - C$

Sau khi tính xong hệ số C, căn cứ vào kết quả tính được vẽ biểu đồ tương quan $h - C$ để tiện tra cứu sử dụng.

Phụ lục B

(Quy định)

Xây dựng các phương án đo đơn giản và đo lũ lớn

B.1 Xây dựng các phương án đo đơn giản

B.1.1 Các phương án đo đơn giản

- Đo giảm điểm: Từ phương án đo nhiều điểm (5 điểm trở lên) chuyển thành phương án đo giảm điểm (3 điểm, 2 điểm và 1 điểm);
- Đo giảm đường thủy trực: Từ phương án đo đầy đủ các thủy trực, nghiên cứu giữ lại một số thủy trực cần thiết;
- Đo thủy trực đại biểu: Trường hợp thật cần thiết như phải đo lũ nhanh do không an toàn lâu trên sông, chọn một thủy trực đại biểu để đo và có thể đo tại 1 điểm trên thủy trực đại biểu.

B.1.2 Các bước thực hiện các phương án đo đơn giản

a) Thống kê đặc trưng, chọn tài liệu phân tích

- Qua tài liệu thống kê đặc trưng nhiều năm chọn từ 3 đến 5 năm tài liệu trong đó có năm gần đây để phân tích. Tài liệu chọn phải đại diện cho các năm nước trung bình, nước lớn. Năm chọn phân tích phải là năm tài liệu đạt chất lượng cao (đo bằng phương pháp đầy đủ, điểm đo bố trí tương đối tốt cả phần thấp và phần cao), điểm chọn phân tích phải là điểm đo đạt chất lượng cao (đo bằng phương pháp nhiều điểm, nhiều đường).
- Tổng số điểm chọn tối thiểu phải là 30 điểm phân bố tương đối hợp lý theo các năm, theo các cấp mực nước, theo thời gian. Nhưng nếu phương án thành lập sử dụng cho phần nước cao thì tỷ lệ số điểm chọn phải thiên về phần nước cao (cả nhánh lên và xuống).

b) Lựa chọn phương án tính toán

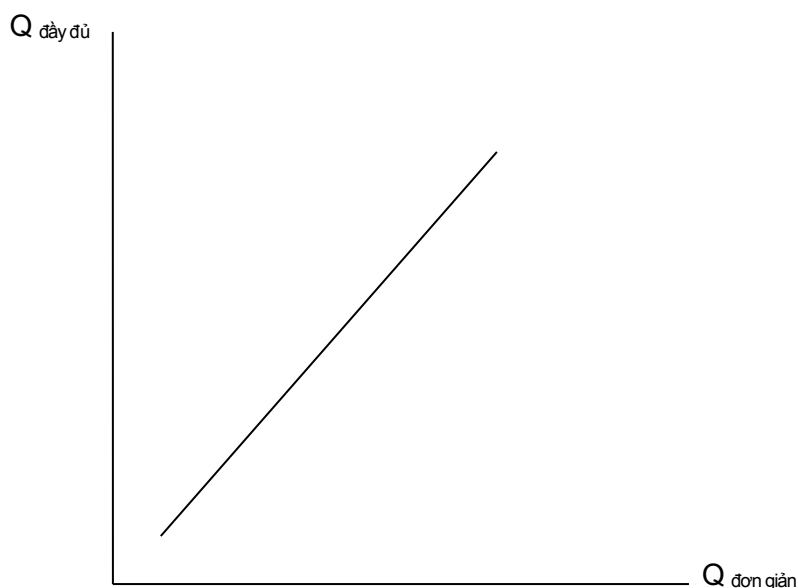
Căn cứ vào nhu cầu thực tế, lập các phương án đo đơn giản như:

- Phương án đo giảm điểm: Từ những điểm chọn phân tích đo bằng phương pháp 5 điểm tính đổi ra lưu lượng nước đo bằng phương pháp 3 điểm (tại 0,2 h, 0,6 h và 0,8 h), 2 điểm (tại 0,2 h và 0,8 h) hoặc 1 điểm (điểm mặt hoặc điểm 0,6 h).
- Phương án giảm thủy trực đo: Có thể thực hiện theo các cách sau:
 - + Giảm thủy trực chắn, giữ lại thủy trực lẻ;
 - + Hoặc giảm thủy trực lẻ, giữ lại thủy trực chắn;
 - + Hoặc chỉ giữ lại một số thủy trực cần thiết.

Từ những lần đo chọn phân tích (đo bằng phương pháp 5 điểm trên toàn mặt ngang) tính đổi ra lưu lượng theo phương án giảm đường (đo theo phương pháp 5 điểm một số thủy trực được chọn).

c) Vẽ biểu đồ

- Căn cứ vào kết quả tính toán vẽ các biểu đồ tương quan lưu lượng nước đầy đủ và lưu lượng nước đơn giản của từng phương án;



Hình B.1 - Biểu đồ tương quan Q đầy đủ ~ Q đơn giản

- Xác định đường quan hệ qua trung tâm các nhóm điểm. Nếu 75 % số điểm nằm trong băng $\pm 5\%$ và 90 % số điểm nằm trong băng $\pm 5\%$ so với đường quan hệ thì có thể sử dụng biểu đồ này để tính toán.
- Ngoài biểu đồ trên đối với phương án đo giảm điểm cần vẽ thêm biểu đồ phân bố tốc độ theo chiều sâu và đối với phương án đo giảm đường cần vẽ thêm biểu đồ phân bố tốc độ theo mặt ngang của một số lần đo để xét sự diễn biến của tốc độ trước và sau khi đo đơn giản.

d) So sánh kết quả

- Từ những phương án đã được xây dựng trên tính ngược lại lưu lượng nước đo theo phương pháp đầy đủ (Q_0) so sánh với lưu lượng nước thực đo theo phương pháp đầy đủ (Q_1) tính sai số tương đối lần đo như sau:

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} \% = \frac{Q_1 - Q_0}{Q_0} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

Trong đó:

Q_1 là lưu lượng nước thực đo theo phương pháp đầy đủ;

Q_0 là lưu lượng nước đo theo phương pháp đầy đủ tra trên biểu đồ.

- Kết quả so sánh được thực hiện tối thiểu 30 lần, phân bố đều trên các cấp mực nước (thấp, trung bình, cao), đảm bảo 90 % số lần so sánh có sai số không chênh nhau quá $\pm 10\%$ là đạt yêu cầu.

e) Thuyết minh

- Sau khi so sánh từng phương án đo đơn giản với phương án đo đủ điểm, đủ đường thủy trực đo tốc độ thấy đạt yêu cầu, viết thuyết minh trình duyệt phương án. Thuyết minh cần nêu được mấy điểm như sau:
 - + Tình hình, đặc điểm trạm đo và chế độ thủy trực;
 - + Mục đích, yêu cầu lập phương án;

TCVN 12636-8:2020

- + Nêu rõ đặc trưng đã chọn và cách chọn điểm qua từng năm;
- + Đề nghị phạm vi áp dụng (nêu ưu, nhược điểm và những vấn đề tồn tại của phương án). Đề nghị mức độ sử dụng (số điểm đo đơn giản ở các cấp mực nước và thời gian khác nhau v.v...).
- Dù bất cứ phương án nào sau khi áp dụng từ 5 năm đến 7 năm cần tính toán, bổ sung phương án và trình cấp trên xem xét lại.

B.2 Xây dựng các phương án đo lũ cao

B.2.1 Các phương án đo lũ cao

- Khi lũ lớn, thời gian xuất hiện lũ nhanh, đo đặc khó khăn có thể áp dụng các phương án đo đơn giản vừa trình bày ở trên, ngoài ra có thể có một số phương án đo khác như:
 - + Đo bằng phao nổi mặt cắt ngang hay phao giữa dòng;
 - + Đo độ dốc rồi dùng công thức thủy lực để tính.
- Nếu trạm có quan hệ $H \sim F\sqrt{h}$ và $Q \sim F\sqrt{h}$ chặt chẽ và ở phần nước cao nếu quan hệ này là đường thẳng thì trong mùa lũ khi đo tốc độ khó khăn có thể đo F rồi suy ra Q:
 - + Đo thủy trực đại biểu;
 - + Đo liên tục;
 - + Kéo dài quan hệ $Q \sim F\sqrt{h}$

B.2.2 Nội dung một số phương án đo lũ cao

B.2.2.1 Kéo dài quan hệ $Q \sim F\sqrt{h}$

- Từ mỗi lần thực đo lưu lượng nước có F và h_{tb} , từ đó tính ra $F\sqrt{h}$ và vẽ được $Q \sim F\sqrt{h}$ thực đo.
- Từ F đo được ở phần nước cao, tính được F, h và H, h ứng với từng cấp mực nước không đo được tốc độ.
- Qua số liệu thực đo và số liệu tính toán được ở trên, vẽ quan hệ $H = F\sqrt{h}$ và xác định đường quan hệ đó qua trung tâm các nhóm điểm. Ứng với mỗi cấp mực nước cần bổ sung lưu lượng nước tra trên đường quan hệ $H \sim F\sqrt{h}$ ta được một trị số $F\sqrt{h}$. Từ trị số $F\sqrt{h}$ này tra trên đường $Q \sim F\sqrt{h}$ kéo dài được trị số Q bổ sung.
- Dùng các trị số lưu lượng nước bổ sung theo từng cấp mực nước chấm lên đường quan hệ $Q = f(H)$, có thể kéo dài quan hệ $Q = f(H)$ ở phần nước cao.

B.2.2.2 Đo thủy trực đại biểu

- Vẽ đường biểu diễn quan hệ Q đầy đủ ~ Q đại biểu, xác định hệ số K. Từ Q đại biểu tính đổi ra Q toàn mặt cắt ngang theo công thức:

$$Q_{mn} = K \times Q_{\text{đại biểu}} \quad (B.2)$$

- Cách chọn điểm và lập phương án như phương án đo đơn giản.

B.2.2.3 Đo liên tục

- Đo liên tục từ bờ này sang bờ kia rồi lại tiếp tục đo về lấy 1 hoặc 2 thủy trực cuối cùng của lần đo thứ nhất làm thủy trực bắt đầu của lần đo thứ 2 và 1 hoặc 2 thủy trực cuối cùng của lần đo thứ hai đồng thời là thủy trực bắt đầu của lần đo thứ ba và cứ như vậy tiếp tục cho đến khi ngừng đo;

- Cần chú ý là thủy trực cuối cùng hay gần cuối của mỗi lần đo được sử dụng hai lần liên tiếp cần phải đọc mực nước và ghi thời gian bắt đầu và thời gian kết thúc các thủy trực để tiện cho việc tính toán sau này.

B.3 Nghiên cứu bố trí số lần đo lưu lượng hợp lý

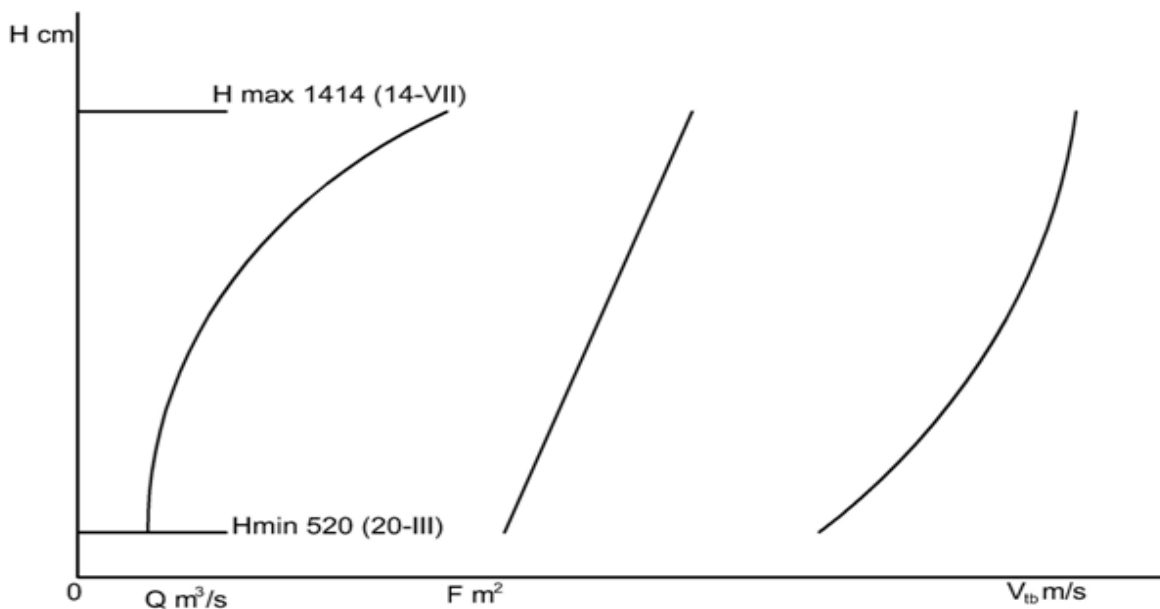
- Đối với các trạm đã đo được trên 5 năm, đã nắm được quy luật dòng chảy có thể nghiên cứu giảm số lần đo và chỉ giữ lại số điểm tới mức cần thiết.
- Đối với trạm ổn định, hàng năm có thể chỉ giữ lại từ 10 lần đến 12 lần.
- Có thể nghiên cứu phân bố điểm đo đều theo cả cấp mực nước và theo thời gian.
- Cũng có thể nghiên cứu phân bố số điểm đo đều theo cả cấp mực nước trong 1 tháng hoặc 2 tháng có mực nước bao trùm biên độ mực nước toàn năm.
- Đối với trạm ảnh hưởng lũ có thể nghiên cứu giữ lại từ 25 lần đến 30 lần đo cho 1 năm, có thể giảm bớt số lần đo bằng cách bố trí đo theo cấp mực nước trên một số vòng lũ đơn giản còn một số vòng lũ lớn phức tạp bố trí đo theo chế độ ảnh hưởng lũ, mỗi vòng lũ bố trí từ 3 lần đến 5 lần hoặc từ 5 lần đến 7 lần. Đối với những vòng lũ này cần quy định biên độ mực nước dao động bao nhiêu mới bố trí 1 điểm cho phù hợp. Nếu phương án tốt, số vòng lũ giữ lại này có thể giảm dần tới "0", lúc đó từ một trạm ảnh hưởng lũ đưa về dạng nghiên cứu gần như trạm ổn định.
- Phương pháp chọn điểm tương tự như khi xây dựng các phương án đo đơn giản. Căn cứ vào số điểm đã chọn chỉnh biên lại. So sánh kết quả trước và sau khi giảm số lần đo nếu 75 % số điểm đặc trưng có sai số nhỏ hơn 10 % là đạt yêu cầu.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Phân tích tương quan $Q = f(H)$ **C.1 Tương quan $Q = f(H)$ trạm ổn định**

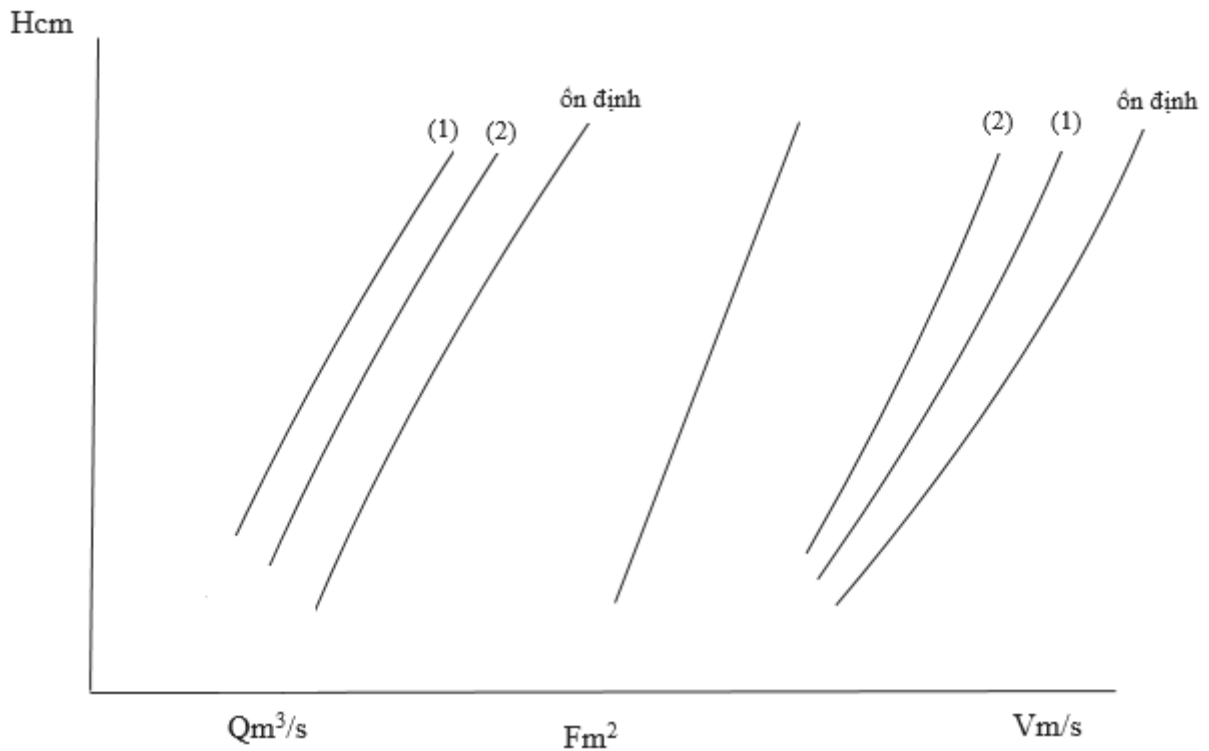
Tương quan giữa mực nước và lưu lượng nước có nhiều dạng khác nhau, tùy theo chế độ thủy lực của dòng chảy (ổn định; ảnh hưởng lũ lên xuống, xói bồi, phai, nước vật, ...). Tương quan giữa mực nước và lưu lượng nước được coi là ổn định khi chấm các điểm thực đo lên biểu đồ 3 yếu tố ta thấy các điểm $Q = f(H)$, $F = f(H)$, $V_{tb} = f(H)$ phân bố trên hình vẽ thành một dải. Các điểm lưu lượng nước thực đo phân bố trên một dải hẹp, chiều rộng dải không quá 10% (so với đường trung bình) khi đo bằng lưu tốc kế và từ 10 % đến 20 % khi đo bằng phao, các điểm phân bố cả bên trái lẫn bên phải đường quan hệ $Q = f(H)$ không theo một quy luật nào, như vậy tương quan mực nước và lưu lượng nước được coi là ổn định (hình C.1).



Hình C.1 - Tương quan $Q = f(H)$, $F = f(H)$, $V_{tb} = f(H)$ trạm ổn định

C.2 Tương quan $Q = f(H)$ trạm ảnh hưởng phai

- Phai là một công trình ngăn sông tạm thời chủ yếu trong mùa kiệt ở các sông miền núi và trung du phục vụ cho công tác tưới, dân sinh, giao thông vận tải;
- Khi chưa có phai, đó là loại trạm ổn định. Khi phai hình thành hoặc bị phá vỡ có ảnh hưởng tới quy luật hoạt động của dòng chảy làm mực nước tăng lên hoặc hạ xuống đột ngột tùy theo vị trí phai ở phía hạ hoặc thượng lưu trạm;
- Khi chấm các điểm thực đo lên biểu đồ 3 yếu tố ta thấy tương quan $F = f(H)$ đi theo một dải ổn định còn $Q = f(H)$ và $V_{tb} = f(H)$ đi thành hai hay nhiều dải tùy theo số lần đắp phai trong năm nhiều hay ít. Trong thời gian hình thành phai thì tương quan $Q = f(H)$ và $V_{tb} = f(H)$ lệch trái hoặc lệch phải so với thời gian ổn định còn sau khi phai bị phá vỡ thì xu thế đường $Q = f(H)$ lại trở về ổn định (xem hình C.2).



Hình C.2 - Tương quan $Q = f(H)$, $F = f(H)$, $V_{tb} = f(H)$ thời gian ảnh hưởng phai

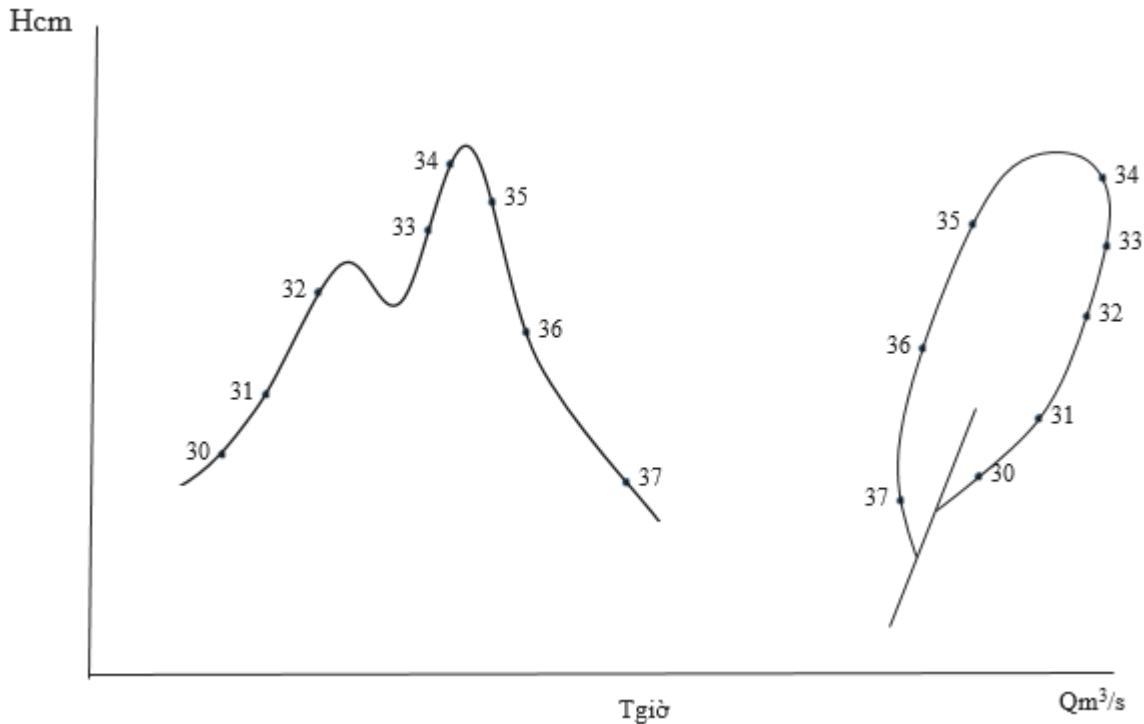
Hình C.2 - Tương quan $Q = f(H)$, $F = f(H)$, $V_{tb} = f(H)$ thời gian ảnh hưởng phai

C.3 Tương quan $Q = f(H)$ trạm ảnh hưởng lũ

- Khi lấy tài liệu lưu lượng nước thực đo chấm lên biểu đồ 3 yếu tố $Q = f(H)$, $F = f(H)$ và $V_{tb} = f(H)$ thấy $F = f(H)$ tập trung còn $Q = f(H)$ và $V_{tb} = f(H)$ về mùa lũ phân tán theo cùng xu thế (cùng lệch trái hoặc phải);
- Nếu lấy độ dốc (hoặc chênh lệch mực nước tuyến độ dốc) của các lần đo ghi vào bên cạnh các điểm thực đo tương ứng của đường $Q = f(H)$ và $V_{tb} = f(H)$, thấy trên cùng một cấp mực nước điểm có lưu lượng nước và tốc độ trung bình lớn thì độ dốc (hoặc chênh lệch mực nước tuyến độ dốc) lớn, điểm có lưu lượng nước và tốc độ trung bình nhỏ thì độ dốc (hoặc chênh lệch mực nước tuyến độ dốc) nhỏ, sai số của băng điểm $Q = f(H)$ so với đường trung bình qua trung tâm nhóm điểm lớn 10% thì trạm đó được xem là trạm ảnh hưởng lũ;
- Tùy theo tính chất lũ của từng trạm, có khi băng điểm lệch xấp xỉ 10% so với đường trung bình nhưng toàn bộ điểm đo của con lũ đó hầu như lệch về một phía (hoặc lệch trái, hoặc lệch phải) đường $Q = f(H)$ vẫn được coi là ảnh hưởng lũ;
- Đối với trạm ảnh hưởng lũ tương quan $Q = f(H)$ bao giờ cũng tồn tại hai trạng thái: (1) Trạng thái ổn định; (2) Trạng thái ảnh hưởng lũ;
- + Trạng thái ổn định hay gọi là ổn định tạm thời chủ yếu tồn tại trong mùa cạn tuy nhiên ở một số trạm trạng thái này vẫn xuất hiện trong mùa lũ, nó được xen kẽ vào giữa các thời đoạn lũ;

TCVN 12636-8:2020

- + Trạng thái ảnh hưởng lũ tồn tại trong mùa lũ, các điểm thực đo lưu lượng nước và các điểm tốc độ trung bình tương ứng khi đưa lên biểu đồ $Q = f(H)$, $V_{tb} = f(H)$ hình thành từng vòng dây rõ rệt.



Hình C.3 - Đường $H = f(t \text{ giờ})$ và $Q = f(H)$ thời gian ảnh hưởng lũ

C.4 Tương quan $Q = f(H)$ trạm ảnh hưởng nước vật

- Khi lấy tài liệu lưu lượng nước thực đo chấm lên biểu đồ 3 yếu tố $Q = f(H)$, $F = f(H)$ và $V_{tb} = f(H)$ để phân tích thấy tương quan $F = f(H)$ ổn định nhưng tương quan $Q = f(H)$, $V_{tb} = f(H)$ có các điểm phân tán mà không thành quy luật cuộn thường có thể kết luận là trạm đó chịu ảnh hưởng nước vật;
- Các điểm bị ảnh hưởng nước vật nằm bên trái đường $Q = f(H)$ ổn định và có độ dốc nhỏ hơn độ dốc lúc bình thường;
- Tương quan $Q = f(H)$ trạm ảnh hưởng nước vật thường chia làm hai thời đoạn: Thời đoạn ảnh hưởng nước vật và thời đoạn không ảnh hưởng nước vật (có thể là ảnh hưởng lũ hoặc ổn định tạm thời kết hợp ảnh hưởng lũ);
- Có hai loại trạm ảnh hưởng nước vật là ảnh hưởng nước vật cố định và ảnh hưởng nước vật biến động:
 - + Ảnh hưởng nước vật cố định (trạm đặt gần đập tràn ngăn sông hoặc gần chỗ sông thắt hẹp có bị ảnh hưởng vật): ở mỗi cấp mực nước nước vật chỉ ảnh hưởng với một cấp mực nước nhất định nào đó vì vậy tương quan $Q = f(H)$ của trạm vẫn ổn định;
 - + Ảnh hưởng nước vật biến động: Mức độ ảnh hưởng vật tại mỗi cấp mực nước không cố định mà luôn luôn thay đổi. Cùng một mực nước khi vật nhiều, khi vật ít, khi lớn, khi nhỏ.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Thông tư số 26/2012/TT-BTNMT ngày 28 tháng 12 năm 2012 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quan trắc thủy văn;
- [2] Thông tư số 05/2016/TT-BTNMT ngày 13 tháng 05 năm 2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Ban hành nội dung quan trắc khí tượng thủy văn đối với trạm thuộc mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia;
- [3] Thông tư số 70/2015/TT-BTNMT ngày 23 tháng 12 năm 2015 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Ban hành quy định kỹ thuật đối với hoạt động của các trạm khí tượng thủy văn tự động;
- [4] Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông lớn và sông vừa vùng sông không ảnh hưởng triều (94TCN 3-90);
-