

Chương 3: Đo đạc & chỉnh lý số liệu bùn cát

3.2 Đo đạc & chỉnh lý số liệu bùn cát lơ lửng

Trần Thanh Tùng¹

¹Bộ môn Quản lý tổng hợp đới bờ
Khoa Kỹ thuật Biển
Đại học Thủy lợi

Bài giảng Thủy đạc biển

- 1 Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích phân
 - Khái quát về phương pháp đo
 - Công trình và thiết bị đo
 - Trình tự lấy và xử lý mẫu theo phương pháp tích sâu
 - Tính lưu lượng bùn cát lơ lửng
- 2 Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích điểm
 - Thiết bị đo
 - Trình tự lấy và phân tích mẫu kiểu tích điểm
 - Tính toán lưu lượng bùn cát lơ lửng
- 3 Chế độ đo bùn cát lơ lửng
 - Điều kiện ứng dụng đo kiểu tích phân, tích điểm
 - Chế độ đo bùn cát lơ lửng trong năm
- 4 Chỉnh lý số liệu bùn cát lơ lửng
 - Nội dung chỉnh lý lưu lượng bùn cát lơ lửng
 - Lập tương quan và phát hiện sai số đo đạc

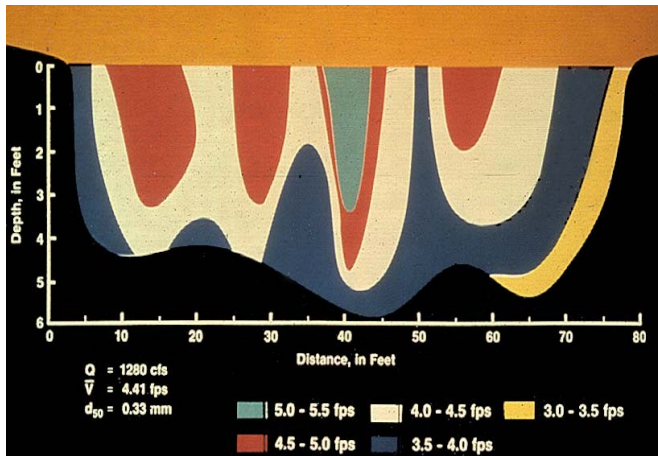
Phương pháp đo đặc bùn cát lơ lửng

- Đo đặc trầm tích lơ lửng theo phương pháp thủ công, bao gồm các bước lấy mẫu, lọc, sấy và tính phần trăm thể tích của trầm tích lơ lửng trên thể tích nước.
 - Đo đặc theo phương pháp tích phân (hay còn gọi là tích sâu)
 - Đo đặc theo phương pháp tích điểm
- Đo đặc trầm tích lơ lửng theo nguyên lý quang tán xạ ngược (optical backscatter, OBS).
 - Nguyên lý đo đặc này xác định độ đục và nồng độ các chất lơ lửng trong nước bằng các tia cận hồng ngoại (NIR) bị phân tán bởi các hạt trầm tích lơ lửng và chuyển đổi các tín hiệu quang tán xạ ngược thành nồng độ trầm tích lơ lửng trong nước.
 - Cho phép đo đặc liên tục và tức thời nồng độ của trầm tích lơ lửng trong thời đoạn dài theo tầng.

Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích phân
Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích điểm
Chế độ đo bùn cát lơ lửng
Chỉnh lý số liệu bùn cát lơ lửng

Khái quát về phương pháp đo
Công trình và thiết bị đo
Trình tự lấy và xử lý mẫu theo phương pháp tích sâu
Tính lưu lượng bùn cát lơ lửng

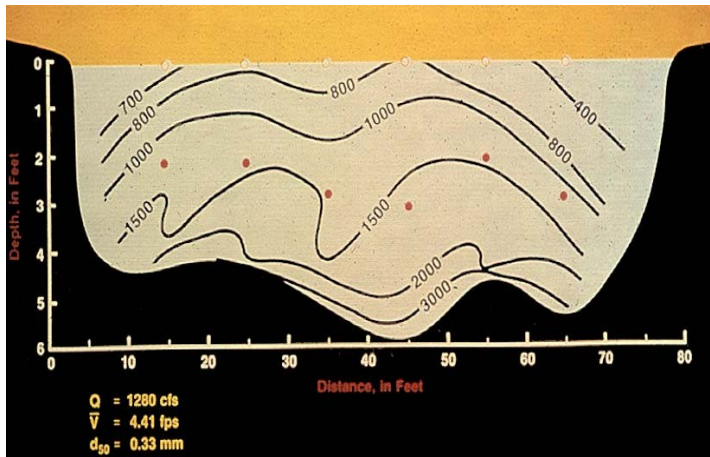
Biến thiên lưu tốc trên mặt cắt



Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích phân
Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích điểm
Chế độ đo bùn cát lơ lửng
Chỉnh lý số liệu bùn cát lơ lửng

Khái quát về phương pháp đo
Công trình và thiết bị đo
Trình tự lấy và xử lý mẫu theo phương pháp tích sâu
Tính lưu lượng bùn cát lơ lửng

Biến thiên nồng độ bùn cát trên mặt cắt



Công trình, thiết bị đo

Công trình đo

- Đo bùn cát được thực hiện đồng thời với đo lưu lượng nước trên cùng tuyến đo,
- Các loại công trình đo lưu lượng nước như cầu treo, nôi treo, cáp treo thuyền v v. . . đều được sử dụng để đo bùn cát.

Thiết bị đo

- Bao gồm: tời và máy lấy mẫu nước kiểu chai

Công trình, thiết bị đo

Công trình đo

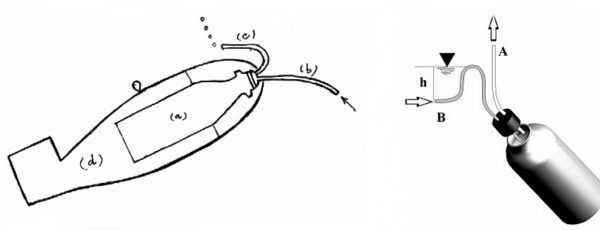
- Đo bùn cát được thực hiện đồng thời với đo lưu lượng nước trên cùng tuyến đo,
- Các loại công trình đo lưu lượng nước như cầu treo, nôi treo, cáp treo thuyền v v. . . đều được sử dụng để đo bùn cát.

Thiết bị đo

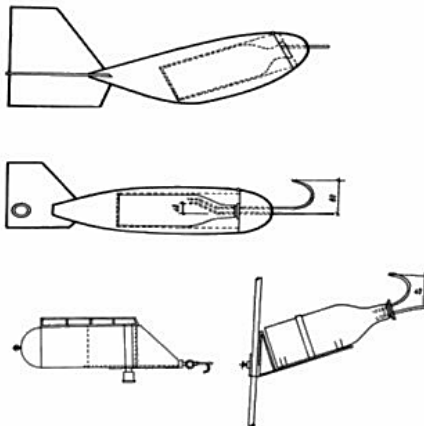
- Bao gồm: tời và máy lấy mẫu nước kiểu chai

Khái quát về phương pháp đo
Công trình và thiết bị đo
Trình tự lấy và xử lý mẫu theo phương pháp tích sâu
Tính lưu lượng bùn cát lơ lửng

Hình vẽ 1



Các loại chai lấy mẫu



Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích phân
Phương pháp đo bùn cát lơ lửng kiểu tích điểm
Chế độ đo bùn cát lơ lửng
Chỉnh lý số liệu bùn cát lơ lửng

Khái quát về phương pháp đo
Công trình và thiết bị đo
Trình tự lấy và xử lý mẫu theo phương pháp tích sâu
Tính lưu lượng bùn cát lơ lửng

Các loại chai lấy mẫu



Trình tự lấy mẫu

- Điều khiển thuyền tới thuỷ trực số 1, cố định thuyền đo, sử dụng thời thứ nhất cùng tải trọng và máy đo lưu tốc từng điểm trên thuỷ trực, cùng lúc sử dụng thời thứ hai và máy chai để lấy mẫu bùn cát.
- Điều khiển thời, đưa máy chai chạm mặt nước, thả máy chìm với tốc độ đều tới đáy sông và kéo máy lên với tốc độ tương tự khi thả xuống để nước từ các độ sâu khác nhau lần lượt chảy vào máy. Mở nắp máy và quan sát, nếu nước trong máy đạt từ $1/2$ đến $3/4$ dung tích chai là đạt yêu cầu và mẫu nước của thuỷ trực 1 được đựng vào bình riêng có ghi số để tránh nhầm lẫn.
- Tiếp tục di chuyển thuyền tới các thuỷ trực 2, 3, . . n và lặp lại thao tác đo lưu tốc, đo bùn cát tương tự như thuỷ trực 1

Trình tự xử lý mẫu bùn cát lơ lửng

- Đo dung tích mẫu nước: (cm^3): dùng thiết bị chuyên dùng xác định dung tích mẫu nước từng thủy trực $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$
- Lọc nước
 - Mẫu nước được lọc bằng loại giấy chuyên dùng, cho nước thấm qua nhưng giữ lại tất cả các hạt bùn cát.
 - Xác định khối lượng mỗi tờ giấy lọc ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$) với độ chính xác 1/1000 gam
- Sấy khô: ở nhiệt độ $105^\circ C$ bằng thiết bị chuyên dùng, thời gian sấy theo quy phạm đo đạc.
- Cân giấy lọc và bùn cát khô
 - Xác định bằng loại cân chuyên dùng chính xác tới 1/1000 gam.
 - Tổng khối lượng giấy lọc và bùn cát khô của mỗi mẫu nước là $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ (gam).

Xác định lượng ngậm cát bình quân thủy trực

- Xác định khối lượng bùn cát khô trong mẫu nước
 - Khối lượng bùn cát khô tương ứng với từng mẫu nước
 $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$

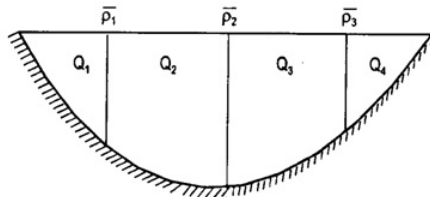
$$P_n = T_n - L_n$$

- trong đó: $T_1 \dots T_n$ – khối lượng của giấy lọc chứa bùn cát khô (gram)
 - $P_1 \dots P_n$ – khối lượng của giấy lọc (gram)
- Xác định lượng ngậm cát bình quân thủy trực

$$\bar{\rho}_1 = \frac{P_1}{D_1} 10^6 (g/m^3) ; \quad \bar{\rho}_n = \frac{P_n}{D_n} 10^6 (g/m^3)$$

Tính lượng ngậm cát bình quân bộ phận

- Những bộ phận giữa dòng giới hạn bởi 2 thủy trực thì lượng ngậm cát bình quân bộ phận bằng trung bình cộng của lượng ngậm cát 2 thủy trực.
- Lượng ngậm cát bình quân bộ phận sát bờ bằng lượng ngậm cát của 2 thủy trực sát bờ



Trình tự tính lưu lượng bùn cát lơ lửng

- Tính lượng ngậm cát bình quân bộ phận (ρ_i)
- Tính lưu lượng bùn cát bộ phận (R_i)

$$R_i = Q_i \times \rho_i$$

- Tính lưu lượng bùn cát toàn mặt cắt ngang (R)

$$R = Q_1 \bar{\rho}_1 + Q_2 \left(\frac{\bar{\rho}_1 + \bar{\rho}_2}{2} \right) + Q_3 \left(\frac{\bar{\rho}_2 + \bar{\rho}_3}{2} \right) + Q_4 \bar{\rho}_4$$

- Tính lượng ngậm cát bình quân toàn mặt cắt ngang ($\bar{\rho}_{mc}$)

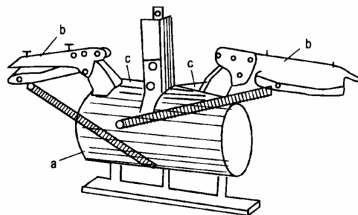
$$\bar{\rho}_{mc} = \frac{R}{Q}$$

Bảng tính

Thứ tự thủy trực	Diện tích bộ phận (m^2)	Lưu tốc (m/s)		Lưu lượng bộ phận (m^3/s)	Lượng ngậm cát (g/m^3)		Lưu lượng bùn cát bộ phận (kg/s)
		Bình quân thủy trực	Tb giữa 2 thủy trực		Bình quân thủy trực	Tb giữa 2 thủy trực	
Mép nước	208	0.44	0.29	60	35.3	35.3	2.1
1	259	0.6	0.52	135	40.2	37.8	5.1
2	591	0.47	0.54	319	45.8	43	13.7
3	628	0.49	0.48	301	41.5	43.6	13.1
4	620	0.45	0.47	291	40.2	40.8	11.9
5	103		0.3	31		40.2	1.2
Mép nước							
Tổng				1138			47.2

Thiết bị đo

- Đo bùn cát theo kiểu tích điểm sử dụng tời và máy lấy mẫu nước kiểu ống.
- Cấu tạo máy lấy mẫu nước kiểu ống bao gồm:
 - (a) ống đựng nước
 - (b) nắp ống
 - (c) cơ cấu đóng mở nắp



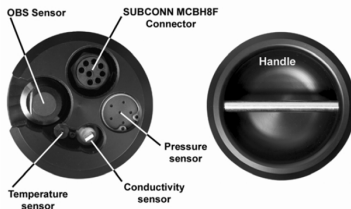
Cách lấy mẫu bằng thiết bị tích điểm

- Điều khiển tời đưa máy kiểu ống đã mở hai nắp tới độ sâu tương ứng đo lưu tốc (mặt, 0.2h, 0.6h, 0.8h, đáy), chờ cho máy ổn định và điều khiển cơ cấu đóng hai nắp ống và kết thúc lấy mẫu nước tại một điểm trên thuỷ trực.
- Kéo máy lên, mở nắp ống và lấy nước trong ống vào bình chứa riêng có ghi số từng điểm đo để tránh nhầm lẫn.
- Trên một thuỷ trực có 5 điểm đo lưu tốc, tương ứng có 5 mẫu nước đo bùn cát, tương tự với trường hợp đo lưu tốc 3 điểm, 2 điểm và 1 điểm

Thiết bị đo nồng độ trầm tích lơ lửng OBS-3A

Mô tả thiết bị

- Thiết bị đo nồng độ bùn cát lơ lửng tiên tiến của hãng D&I (Mỹ)
- Thiết bị có các đầu đo áp suất, nhiệt độ và độ dẫn điện.
- Nguồn nuôi của thiết bị là pin được bố trí bên trong vỏ bọc bằng nhựa PVC có độ bền cao cho phép thiết bị có thể làm việc ở độ sâu lên tới 300 m



Trình tự lấy mẫu kiểu tích điểm

- Đo lưu tốc từng điểm trên thủy trực
 - Điều khiển phương tiện đo đối với thủy trực 1, lần lượt đo sâu và đo lưu tốc từng điểm (mặt, 0.2h, 0.6h, 0.8h, đáy).
- Đo mẫu nước từng điểm trên thủy trực
 - Cùng lúc đo lưu tốc, điều khiển tời đưa máy kiểu ống tới độ sâu đo lưu tốc, lấy mẫu nước tương ứng với từng điểm đo lưu tốc.
 - Lần lượt di chuyển phương tiện đo tới các thủy trực thứ 2, 3, . . . n và lặp lại thao tác đo lưu tốc và lấy mẫu nước từng điểm như thủy trực 1.

Trình tự xử lý mẫu

- Trình tự xử lý mẫu nước: tương tự như kiểu đo tích phân, gồm các bước: đo dung tích, lọc nước, sấy khô, xác định khối lượng bùn cát khô từng mẫu nước
- Xác định lượng ngậm cát từng điểm trên thủy (mặt, 0.2h; 0.6h; 0.8h và đáy)

$$\bar{\rho}_m = \frac{P_m}{D_m} 10^6 (g/m^3)$$

- Trong đó: P_i : Khối lượng bùn cát khô ở điểm thứ i (gram)
- D_i : Dung tích mẫu nước điểm thứ i (cm^3);
- 10^6 : hệ số chuyển đổi đơn vị;
- ρ_i : Lượng ngậm cát điểm thứ i (g/m^3)

Xác định lượng ngậm cát bình quân thủy trực

- Sử dụng công thức áp dụng khi đo 5 điểm, 3 điểm, 2 điểm hoặc 1 điểm

$$\bar{\rho}_t = \frac{\rho_m V_m + 3\rho_{0,2} V_{0,2} + 3\rho_{0,6} V_{0,6} + 2\rho_{0,8} V_{0,8} + \rho_d V_d}{10 \times V_t}$$

$$\bar{\rho}_t = \frac{\rho_{0,2} V_{0,2} + \rho_{0,6} V_{0,6} + \rho_{0,8} V_{0,8}}{V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8}}$$

$$\bar{\rho}_t = \frac{\rho_{0,2} V_{0,2} + \rho_{0,8} V_{0,8}}{V_{0,2} + V_{0,8}}$$

$$\bar{\rho}_t = K \times \rho_{0,6}$$

- K là hệ số hiệu chỉnh, xác định theo số liệu thực đo 5 điểm

Tính toán lưu lượng bùn cát lơ lửng

Yêu cầu số liệu tính R

- số liệu đo lưu tốc từng điểm trên thủy trực,
- số liệu lượng ngậm cát bình quân thủy trực

Phương pháp tính

- lưu lượng bùn cát R
- lượng ngậm cát bình quân mặt cắt ngang

Tính toán lưu lượng bùn cát lơ lửng

Yêu cầu số liệu tính R

- số liệu đo lưu tốc từng điểm trên thủy trực,
- số liệu lượng ngậm cát bình quân thủy trực

Phương pháp tính

- lưu lượng bùn cát R
- lượng ngậm cát bình quân mặt cắt ngang

Điều kiện áp dụng lấy mẫu kiểu tích phân

Ưu điểm

- Đo đơn giản (mỗi đường thủy trực lấy một mẫu nước hỗn hợp)
- Chi phí về xử lý mẫu nước (giấy lọc, sấy khô) không nhiều.
- Tính toán đơn giản

Nhược điểm

- Không phản ánh được quy luật phân bố bùn cát theo chiều sâu,
- Giá trị sử dụng của số liệu bị hạn chế

Điều kiện áp dụng lấy mẫu kiểu tích phân

Ưu điểm

- Đo đơn giản (mỗi đường thủy trực lấy một mẫu nước hỗn hợp)
- Chi phí về xử lý mẫu nước (giấy lọc, sấy khô) không nhiều.
- Tính toán đơn giản

Nhược điểm

- Không phản ánh được quy luật phân bố bùn cát theo chiều sâu,
- Giá trị sử dụng của số liệu bị hạn chế

Điều kiện áp dụng lấy mẫu kiểu tích điểm

Ưu điểm

- Phản ánh được quy luật phân bố bùn cát theo chiều sâu
- Giá trị sử dụng của số liệu mở rộng hơn.

Nhược điểm

- Đo đặc vất vả vì thực hiện nhiều thao tác
- Chi phí đo đặc tốn kém hơn vì cần nhiều bình chứa mẫu nước, nhiều giấy lọc, thời gian cân, sấy kéo dài.
- Đo tích phân được sử dụng rộng rãi hơn
- Đo tích điểm chỉ sử dụng với một số ít trạm đo trên sông lớn cho một số lần đo trong năm.

Điều kiện áp dụng lấy mẫu kiểu tích điểm

Ưu điểm

- Phản ánh được quy luật phân bố bùn cát theo chiều sâu
- Giá trị sử dụng của số liệu mở rộng hơn.

Nhược điểm

- Đo đạc vất vả vì thực hiện nhiều thao tác
 - Chi phí đo đạc tốn kém hơn vì cần nhiều bình chứa mẫu nước, nhiều giấy lọc, thời gian cân, sấy kéo dài.
-
- Đo tích phân được sử dụng rộng rãi hơn
 - Đo tích điểm chỉ sử dụng với một số ít trạm đo trên sông lớn cho một số lần đo trong năm.

Đo lưu lượng bùn cát trên mặt cắt ngang

- Mục đích: có đủ số liệu để xây dựng tương quan ($\bar{\rho}_{mc} \sim \bar{\rho}_{db}$)
- Số lần đo yêu cầu: 25 đến 35 lần trong năm
- Phân phối số lần đo hợp lý, phản ánh được tương đối đầy đủ quá trình thay đổi bùn cát theo thời gian trong năm
- Số lần đo bùn cát trong mùa lũ chiếm khoảng 80-90% tổng số lần đo trong năm

Đo bùn cát trên thủy trực đại biểu

- Mục đích: nhằm thu được số liệu $\bar{\rho}_{db}$ ngày, sử dụng tương quan ($\bar{\rho}_{mc} \sim \bar{\rho}_{db}$) để tính cho tất cả các ngày trong năm và các đặc trưng bùn cát toàn năm.
- Theo quy phạm đo đạc, đo bùn cát trên thủy trực đại biểu mỗi ngày một lần vào lúc 7 giờ theo kiểu đo tích phân
- Lượng ngậm cát thủy trực đại biểu ($\bar{\rho}_{db}$) tương ứng với 7 giờ hàng ngày được lấy là lượng ngậm cát thủy trực đại biểu bình quân ngày $\bar{\rho}_{db-ngày}$
- Để giảm khối lượng đo đạc, quy phạm cho phép đo gián đoạn trong mùa kiệt: 3-5 ngày đo một lần.

Nội dung chính lý

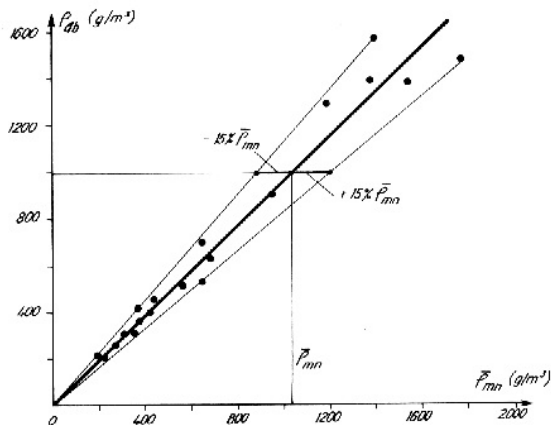
- Xây dựng tương quan $\bar{\rho}_{mc} \sim \bar{\rho}_{db}$
- Tính lưu lượng bùn cát bình quân ngày $\bar{\rho}_{ngày}$ (365-366 trị số)
- Tính lưu lượng và đặc trưng bùn cát trong năm
 - Khối lượng bùn cát qua trạm đo trong năm ($W_{năm}$)
 - Lượng ngậm cát bình quân năm: $\bar{\rho}_{năm}$
 - Lượng ngậm cát bình quân tháng: $\bar{\rho}_{tháng}$
 - Lượng ngậm cát lớn nhất, nhỏ nhất trong năm
- Kiểm tra sai số tính toán và tính hợp lý của đặc trưng.

Xây dựng tương quan

- 1 Lập quan hệ tương quan lượng ngậm cát bình quân mặt cắt với lượng ngậm cát bình quân thủy trực đại biểu tương ứng

$$\bar{\rho}_{mc} = \frac{R}{Q} = \frac{Q_1 \bar{\rho}_1 + Q_2 \left(\frac{\bar{\rho}_1 + \bar{\rho}_2}{2} \right) + Q_3 \left(\frac{\bar{\rho}_2 + \bar{\rho}_3}{2} \right) + \dots + Q_n \bar{\rho}_n}{Q}$$

- 2 Vẽ đồ thị tương quan ($\bar{\rho}_{mc} \sim \bar{\rho}_{db}$) đi qua gốc tọa độ
- 3 Đánh giá sai số tương quan: Nếu có ít nhất 4/5 tổng số điểm tương quan phân bố trong phạm vi sai số 15% so với đường trung bình thì tương quan đó có thể sử dụng được



Tính đặc trưng lưu lượng bùn cát

- Lưu lượng bùn cát bình quân ngày

$$\bar{R}_{ngày} = \bar{\rho}_{mc-ngày} \times \bar{Q}_{ngày}$$

- Tính lưu lượng bùn cát bình quân tháng, bình quân năm

$$\bar{R}_{tháng} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \bar{R}_{ngày-i}$$

$$\bar{R}_{năm} = \frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m \bar{R}_{ngày-i}$$

với n, m là số ngày trong tháng, năm

Tính đặc trưng bùn cát tháng, năm

- Khối lượng bùn cát lơ lửng qua trạm đo trong một năm

$$W_{nam} = \bar{R}_{nam} \times T_{nam} \times 10^3 (ton)$$

- Lượng ngậm cát bình quân năm: $\bar{\rho}_{nam} = \frac{\bar{R}_{nam}}{\bar{Q}_{nam}}$
 - $\bar{\rho}_{nam}$: lượng ngậm cát mặt cắt ngang bình quân năm ($g/m^3; kg/m^3$);
 - $\bar{R}_{nam}$: lưu lượng bùn cát bình quân năm ($g/s; kg/s$);
 - $\bar{Q}_{nam}$: lưu lượng nước bình quân năm (m^3/s)
- Lượng ngậm cát bình quân tháng: $\bar{\rho}_{thang} = \frac{\bar{R}_{thang}}{\bar{Q}_{thang}}$

Kiểm tra tính hợp lý của kết quả tính toán

- Sai số tính toán do thực hiện các phép tính trung gian, sai số đọc biểu đồ, sai số do sao chép số liệu v.v.
- Vẽ đường quá trình lưu lượng bùn cát bình quân ngày ($\bar{R}_{ngày} - t$) và đường quá trình lưu lượng nước bình quân ngày ($\bar{Q}_{ngày} - t$) cùng tỷ lệ thời gian để đối chiếu so sánh.
- Quy luật chung: hai đường quá trình có xu thế thay đổi đồng dạng, các điểm cực trị R_{max} , R_{min} , Q_{max} , Q_{min} tương ứng
- Xét tính hợp lý của đặc trưng khối lượng bùn cát $W_{năm}$, có thể sử dụng phương trình cân bằng bùn cát trong đoạn sông

$$\sum W_{r-vao} \pm W_{r-gia} = \sum W_{r-ra}$$

Lập tương quan $R - Q$

Điều kiện sử dụng

- Khi không thể sử dụng tương quan $\bar{\rho}_{mc} - \bar{\rho}_{db}$
- Số liệu đo bùn cát hàng ngày không đầy đủ $\Rightarrow$ không thể xử lý theo cách thay thế

Cơ sở lập tương quan

- $R = \bar{\rho} \times Q$; Mặt khác ρ và Q lại có quan hệ đồng biến $\bar{\rho} = \alpha Q$; Do vậy $R = \alpha \times Q^2$
- Căn cứ số liệu đo bùn cát toàn mặt cắt lập quan hệ tương quan ($R - Q$).
- Tương quan có thể chấp nhận được khi có ít nhất 60% tổng số điểm tương quan phân bố trong phạm vi sai số 15% so với đường trung bình.

Lập tương quan $R - Q$

Điều kiện sử dụng

- Khi không thể sử dụng tương quan $\bar{\rho}_{mc} - \bar{\rho}_{db}$
- Số liệu đo bùn cát hàng ngày không đầy đủ $\Rightarrow$ không thể xử lý theo cách thay thế

Cơ sở lập tương quan

- $R = \bar{\rho} \times Q$; Mặt khác ρ và Q lại có quan hệ đồng biến
 $\bar{\rho} = \alpha Q$; Do vậy $R = \alpha \times Q^2$
- Căn cứ số liệu đo bùn cát toàn mặt cắt lập quan hệ tương quan ($R - Q$).
- Tương quan có thể chấp nhận được khi có ít nhất 60% tổng số điểm tương quan phân bố trong phạm vi sai số 15% so với đường trung bình.