

CÂN BẰNG CÁT BÙN ĐOẠN SÔNG TỪ HẠ LƯU CÁC SÔNG ĐÀ - THAO - LÔ ĐẾN SÔNG HỒNG TẠI HÀ NỘI

PGS.TS. Trần Thanh Xuân, KS. Trần Bích Nga
Viện Khí tượng Thủy văn

Nghiên cứu, đánh giá cân bằng cát bùn trong đoạn sông này là rất cần thiết nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất các giải pháp chỉnh trị lòng sông, bờ sông. Trong bài báo này, các tác giả đưa ra kết quả tính toán cân bằng cát bùn lơ lửng trong đoạn sông Đà - Thao và Lô, đặc biệt là đoạn sông từ Sơn Tây đến Hà Nội và Thượng Cát. Sự giảm đáng kể lượng bùn cát các đoạn sông nói trên là do sau khi có đập thủy điện Hoà Bình sự thay đổi cân bằng tự nhiên về động lực lòng sông đã gây nên bồi, xói mãnh liệt.

Đoạn hạ lưu các sông: sông Đà từ Trạm Hoà Bình, sông Thao từ Trạm Yên Bái và sông Lô từ Trạm Vụ Quang đến sông Hồng - Trạm Hà Nội và sông Đuống - Trạm Thượng Cát là nơi nhập lưu của sông Đà với sông Thao tại Trung Hà, sông Lô với sông Thao tại Việt Trì, đồng thời cũng là nơi có phân lưu sông Đuống ở thượng lưu cầu Long Biên khoảng 4km về phía bờ tả sông Hồng, khống chế toàn bộ lượng dòng chảy nước, dòng chảy cát bùn được hình thành trên lưu vực của ba sông Đà, Thao và Lô. Nơi đây dòng sông có nhiều đoạn uốn khúc, quanh co, thu hẹp và mở rộng, phân dòng vào mùa cạn và tràn bãi vào mùa lũ. Tuy nhiên, hai bên bờ sông có đê bao bọc, nhiều bãi cát ở ven bờ và trong lòng sông, trên đó có các đê bổi, đê địa phương, nhà cửa, ruộng vườn và đường giao thông....

Đặc điểm địa hình, địa chất cùng với sự tác động của các công trình giao thông, thủy lợi và các hoạt động khác của con người đã và đang làm cho đoạn sông diễn biến phức tạp, nhất là từ sau khi hồ chứa Hoà Bình trên sông Đà được đưa vào vận hành. Hậu quả là nhiều đoạn lòng sông, bờ sông bị bồi, xói mạnh, đe dọa sự an toàn cho đê, tính mạng và tài sản của nhân dân sinh sống ở ven sông.

1. Phương trình cân bằng cát bùn

Căn cứ vào nguyên lý bảo tồn vật chất, phương trình cân bằng cát bùn đoạn sông (trong thời kỳ nhất định nào đó) được viết như sau:

$$W_{R,r} - (W_{R,v} + W_{R,kg}) = \Delta W_R \quad (1)$$

trong đó:

$W_{R,v}$, $W_{R,r}$: tương ứng là tổng lượng cát bùn trong thời kỳ tính toán được dòng nước chuyển tải qua mặt cắt chảy vào đoạn sông (mặt cắt trên) và mặt cắt chảy ra khỏi đoạn sông (mặt cắt dưới).

$W_{R,kg}$: tổng lượng cát bùn gia nhập khu giữa trong thời đoạn tính toán.

ΔW_R : lượng cát bùn bồi (-) hay xói (+) trong đoạn sông trong thời đoạn tính toán.

Đối với đoạn sông Sơn Tây - Hà Nội + Thượng Cát, do có đê bao bọc nên không có lượng dòng chảy và lượng cát bùn gia nhập khu giữa ($W_{R,kg} = 0$), trừ một số năm lũ lớn xảy ra có sự phân lũ vào sông Đáy hay tràn đê..., vậy phương trình (1) được viết thành phương trình (2) như sau:

$$W_{R,d} - W_{R,ST} = \pm \Delta W_R \quad (2)$$

Trong đó:

$W_{R,d} = W_{R,HN} + W_{R,TC}$: tổng lượng cát bùn lơ lửng của 2 trạm phía dưới đoạn sông; Trạm Hà Nội trên sông Hồng là $W_{R,HN}$; Trạm Thượng Cát trên sông Đuống là $W_{R,TC}$; tổng lượng cát bùn lơ lửng của sông Hồng tại Trạm Sơn Tây là $W_{R,ST}$.

Khi tiến hành tính toán cân bằng cát bùn lơ lửng trong đoạn sông từ 3 trạm: Hoà Bình trên sông Đà, Yên Bái trên sông Thao và Vụ Quang trên sông Lô - gọi tắt là 3 trạm trên, 2 trạm dưới cần được xem xét đến lượng cát bùn gia nhập khu giữa. Khu giữa từ 3 trạm trên đến Trạm Sơn Tây có diện tích lưu vực 7110km^2 . Trong khu giữa chỉ có 2 trạm thủy văn đo cát bùn lơ lửng là Trạm Thanh Sơn (có diện tích lưu vực 1190km^2) trên sông Bứa - một nhánh của sông Thao và Trạm Quảng Cư (có diện tích lưu vực 1190km^2) trên sông Phó Đáy - một nhánh của sông Lô. Các đặc trưng cát bùn lơ lửng bình quân tại 2 trạm này, bảng 1.

Bảng 1. Đặc trưng cát bùn lơ lửng trung bình năm tại 2 Trạm Thanh Sơn và Quảng Cư

Trạm	Sông	F, (km ²)	Thời kỳ quan trắc	Đặc trưng cát bùn lơ lửng			
				R (kg/s)	ρ (g/m ³)	W_R (10 ⁶ tấn)	M_R (tấn/km ²)
Thanh Sơn	Bứa	1190	1964-1976	3,46	99,4	109	91,6
Quảng Cư	P.Đáy	1190	1961-1978	3,75	154	118	99,2

Từ các đặc trưng cát bùn lơ lửng trung bình năm tại 2 trạm Thanh Sơn và Quảng Cư, có thể cho rằng mô đun xâm thực cát bùn lơ lửng trung bình năm (M_R) của khu giữa khoảng $100 \text{ tấn/km}^2 \cdot \text{năm}$. Do đó, lưu lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm (R_n) khu giữa bằng $22,5 \text{ kg/s}$ hay $0,711 \cdot 10^6 \text{ tấn/năm}$.

Tổng lượng cát bùn lơ lửng mùa lũ lấy bằng 95% tổng lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm, tức là $0,67 \cdot 10^6 \text{ tấn}$.

2. Tính toán cân bằng cát bùn lơ lửng

Căn cứ số liệu thực đo cát bùn lơ lửng tại các trạm thủy văn trong đoạn sông nghiên cứu tính được giá trị trung bình của tổng lượng cát bùn lơ lửng (W_R) trung bình năm và trung bình mùa lũ trong các thời kỳ tính toán. Để xem xét diễn biến lòng sông trong các thời kỳ, ngoài thời kỳ dài 1959 - 2002, còn tiến hành tính toán cân bằng cát bùn lơ lửng cho các thời kỳ ngắn (khoảng mỗi thời đoạn là 10 năm) là 1959 - 1970, 1971 - 1980, 1981 - 1990 và 1991 - 2002. Ngoài ra, từ năm 1987 đến năm 2004, hồ chứa Hoà Bình đã và đang ảnh hưởng đáng kể đến diễn biến lòng sông ở hạ lưu sông Đà và sông Hồng. Do đó, đã tiến hành xem xét sự cân bằng cát bùn lơ lửng trong 2 thời kỳ trước (1959 -

1986) và sau (1987 - 2002) có tác động của hồ chứa Hoà Bình. Từ kết quả tính toán cát bùn lơ lửng thời kỳ "năm" trong các đoạn sông có thể rút ra một số nhận xét ở bảng 2, như sau:

a. Cân bằng cát bùn lơ lửng đoạn sông từ 3 trạm trên đến Trạm Sơn Tây

- Giai đoạn 1959 - 1970, lượng cát bùn lơ lửng bị bồi đoạn sông từ 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái, Vụ Quang) đến Sơn Tây là $136,8.10^6$ tấn. Liên tiếp trong 2 giai đoạn 1971 - 1980 và 1981 - 1990 đoạn sông bị xói 259.10^6 tấn, nhưng trong giai đoạn 1991 - 2002 bị bồi mạnh tới 380.10^6 tấn. Tính chung cả thời kỳ 1959 - 2002, đoạn sông bị bồi tới $6,1.10^6$ tấn/năm hay 268.10^6 tấn.

- So sánh giữa 2 thời kỳ 1959 - 1986 và 1987 - 2002 cho thấy, trong thời kỳ 1959 - 1986 đoạn sông bị xói khoảng 129.10^6 tấn, nhưng trong thời kỳ 1987 - 2002 bị bồi tới 392.10^6 tấn.

b. Cân bằng cát bùn lơ lửng đoạn sông từ Trạm Sơn Tây đến Trạm Hà Nội và Thượng Cát

Liên tục trong 3 thời kỳ 1959 - 1970, 1971 - 1980 và 1981 - 1990, tổng lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm (W_R) tại 2 trạm dưới ($W_{R,d}$): Hà Nội và Thượng Cát đều nhỏ hơn so với Trạm Sơn Tây ($W_{R,ST}$), tức là $\Delta W_{R2} = W_{R,d} - W_{R,ST}$ nhỏ hơn 0, với tổng lượng cát bùn lơ lửng bị bồi trong cả thời kỳ 1959 - 1990 khoảng 448.10^6 tấn, nhưng đoạn sông lại bị xói trong thời kỳ 1991 - 2002 tới 303.10^6 tấn. Như vậy, tính chung cả thời kỳ 1959 - 2002, đoạn sông bị bồi khoảng 145.10^6 tấn, tức là $3,3.10^6$ tấn/năm. Nếu so sánh giữa 2 thời kỳ 1959 - 1986 và 1987 - 2002, tức là trước và sau khi có sự ảnh hưởng đáng kể của hồ chứa Hoà Bình, trong thời kỳ 1959 - 1986 đoạn sông bị bồi khoảng 418.10^6 tấn, còn trong thời kỳ 1987 - 2002, bị xói khoảng 273.10^6 tấn.

c. Cân bằng cát bùn lơ lửng đoạn sông từ 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái Vụ Quang) đến 2 trạm dưới (Hà Nội, Thượng Cát)

- Nếu xét chung cho cả đoạn sông từ 3 trạm trên đến 2 trạm dưới thì trong tất cả các thời kỳ tính toán cân bằng, đoạn sông đều bị bồi, bồi mạnh nhất vào các năm 1959-1970 ($-17,7.10^6$ tấn/năm hay $212,4.10^6$ tấn), sau đó đến thời kỳ 1959-1986 (288.10^6 tấn), các thời kỳ khác chỉ bồi khoảng $(58 - 72).10^6$ tấn.

- Tuy nhiên, sự diễn biến bồi/xói giữa đoạn sông phía trên (3 trạm phía trên - Sơn Tây) và các đoạn sông phía dưới (Sơn Tây - Hà Nội + Thượng Cát) là khác nhau giữa các thời kỳ.

Nếu trong thời kỳ 1959 - 1970 đều diễn ra bồi ở 2 đoạn sông phía trên là $136,8.10^6$ tấn và phía dưới là $75,6.10^6$ tấn, thì trong cả 2 thời kỳ 1971 - 1980 và 1981 -1990 diễn ra xói ở đoạn sông phía trên là 59.10^6 tấn, nhưng lại bồi ở đoạn sông phía dưới là 388.10^6 tấn, còn ở thời kỳ 1991 - 2002 lại xảy ra xu thế ngược lại: bị bồi mạnh ở đoạn sông phía trên là $380,4.10^6$ tấn, nhưng xói mạnh ở đoạn sông phía dưới là $303,6.10^6$ tấn.

Trong thời kỳ 1959 - 1986 diễn ra xói ở đoạn sông phía trên là $128,8.10^6$ tấn, nhưng lại bị bồi ở đoạn sông phía dưới là $417,2.10^6$ tấn, còn

trong thời kỳ 1987 - 2002 lại có xu thế ngược lại: đoạn sông phía trên bị bồi là 392.10^6 tấn, nhưng lại bị xói ở đoạn sông phía dưới là 73.10^6 tấn.

3. Tính toán cân bằng cát bùn lơ lửng thời đoạn "năm"

Kết quả tính toán nêu trên, chỉ phản ánh tình hình cân bằng cát bùn lơ lửng trung bình trong các thời kỳ. Sự diễn biến bồi/xói trong đoạn sông là khác nhau giữa các năm. Cho nên, để làm rõ xu thế, cũng như mức độ bồi/xói trong các đoạn sông, sự diễn biến của cân bằng cát bùn lơ lửng hàng năm như sau:

Số năm và lượng cát bùn lơ lửng bồi/xói lớn nhất, nhỏ nhất trong các đoạn sông trong cả thời kỳ 1959 - 2002, diễn biến của sự cân bằng cát bùn lơ lửng (ΔW_R) trong các đoạn sông được minh họa ở bảng 3, hình 1;

Bảng 3. Số năm và lượng cát bùn lơ lửng bồi/xói; lớn/nhỏ nhất trong các đoạn sông trong thời kỳ 1959 - 2002

Đoạn sông	Số năm		Bồi				Xói			
	Bồi	Xói	Lớn nhất		Nhỏ nhất		Lớn nhất		Nhỏ nhất	
			10^6 tấn	năm	10^6 tấn	năm	10^6 tấn	năm	10^6 tấn	năm
3 trạm trên - Sơn Tây	25	19	61,4	1995	3,3	1988	30,5	1973	0,1	1965
Sơn Tây - 2 trạm dưới	26	18	49,0	1979	1,3	1974	59,8	2001	1,3	1965
3 trạm trên - 2 trạm dưới	27	17	66,1	1969	0,5	1980	14,5	2001	0,1	1989

Từ bảng 3 và hình 1 cho thấy:

Nhìn chung, trong các đoạn sông, khoảng 55 - 60% tổng số năm (44 năm) xảy ra bồi. Tuy nhiên, hiện tượng bồi/xói diễn ra liên tục trong một số năm;

Đối với đoạn sông: Trạm Sơn Tây - 2 trạm dưới (Hà Nội, Thượng Cát) cho thấy: hầu hết các năm 1959 - 1990 đều diễn ra bồi ($W_{R,d}$ nhỏ hơn $W_{R,ST}$), nhưng lại xảy ra xu thế xói từ năm 1991 đến năm 2004. Liên tục một số năm xảy ra bồi mạnh từ năm 1977 - 1983, mỗi năm là 30 - 50.10^6 tấn, nhiều nhất năm 1979 là 49.10^6 tấn; liên tục trong các năm 1995 - 2002 xảy ra xói mạnh với lượng cát bùn lơ lửng mỗi năm khoảng 30 - 60.10^6 tấn, nhiều nhất năm 2001 là 60.10^6 tấn.

Đối với đoạn sông: 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái, Vụ Quang) - Sơn Tây: phần lớn các năm trong thời kỳ 1959 - 1969 và 1990 - 2002 xảy ra bồi, còn các năm 1970 - 1989 diễn ra xói. Năm 1995 bồi nhiều nhất là $61,4.10^6$ tấn, còn năm 1973 xói mạnh nhất là $30,5.10^6$ tấn.

Đối với đoạn sông: 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái, Vụ Quang) - 2 trạm dưới (Hà Nội, Thượng Cát) phần lớn các năm trong các thời kỳ 1959 - 1981, 1990 - 2002 bị bồi, còn các năm 1982 - 1985, 1988 - 1989,... bị xói. Nhìn chung, xu thế bồi là chủ yếu.

Tóm lại thấy rằng, dòng chảy cát bùn lơ lửng biến đổi theo mùa. Lượng cát bùn lơ lửng được dòng nước chuyển tải trong mùa lũ chiếm tới 90 - 95% tổng lượng cát bùn lơ lửng trong năm. Do đó, sự diễn biến của cân bằng cát

bùn lơ lửng trong mùa lũ về cơ bản phù hợp với sự diễn biến của sự cân bằng cát bùn lơ lửng trung bình năm và trung bình của các thời kỳ, bảng 2.

Ngoài ra, tùy theo hình thức vận động của cát bùn lơ lửng trong sông, có thể chia ra thành 2 loại: cát bùn lơ lửng và cát bùn di đáy. Tỷ lệ cát bùn di đáy so với lượng cát bùn lơ lửng biến đổi theo điều kiện địa hình, thủy văn, thủy lực của từng đoạn sông, từng mặt cắt ngang, thông thường cát bùn lơ lửng bằng 5 - 10% tổng lượng cát của bùn lơ lửng và cát bùn di đáy đối với đoạn sông ở vùng đồng bằng và trên 30 - 40% ở đoạn sông miền núi. Có thể thấy rằng, giá trị cát bùn di đáy ở sông Hồng tại 3 trạm: Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát xấp xỉ nhau và nhỏ hơn so với 3 trạm: Hoà Bình, Yên Bái và Vụ Quang. Do vậy, nếu xét cả cát bùn di đáy, về mặt định tính có thể thấy rằng, diễn biến của sự cân bằng cát bùn nói chung trong đoạn sông từ các trạm Sơn Tây - Hà Nội + Thượng Cát về cơ bản không đổi; nhưng đối với hai đoạn sông từ 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái, Vụ Quang) đến Trạm Sơn Tây và từ đoạn 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái, Vụ Quang) đến 2 trạm dưới (Hà Nội, Thượng Cát) do tổng lượng bùn cát di đáy tại 3 trạm trên lớn hơn, nên tổng lượng cát bùn được dòng nước đưa vào đoạn sông cũng lớn hơn, do đó, làm tăng xu thế bồi, nhưng giảm mức độ xói trong đoạn sông này.

Nhận xét chung

Trong thời kỳ 1959 - 2002 đã có khoảng 414.10^6 tấn cát bùn lơ lửng bị bồi trong đoạn sông từ 3 trạm trên đến 2 trạm dưới, trong đó 269.10^6 tấn bị bồi trong đoạn sông từ 3 trạm trên đến Trạm Sơn Tây vào khoảng 145.10^6 tấn bị bồi trong đoạn sông từ Sơn Tây đến Hà Nội, Thượng Cát.

Tuy nhiên, nếu xét cho từng thời kỳ thì diễn biến cân bằng cát bùn lơ lửng có sự khác nhau giữa các thời kỳ và giữa các đoạn sông. Trong 2 thời kỳ 1971 - 1980 và 1981 - 1990, xảy ra xói ở đoạn sông phía trên là 259.10^6 tấn, nhưng bồi mạnh ở đoạn sông phía dưới là 388.10^6 tấn; trong thời kỳ 1991 - 2002, bồi mạnh ở đoạn sông phía trên là 380.10^6 tấn, nhưng xói mạnh ở đoạn sông phía dưới là 303.10^6 tấn.

Diễn biến bồi/xói trong các đoạn sông thường diễn ra liên tục trong một số năm. Lượng cát bùn bị bồi/xói lớn nhất hàng năm có thể tới $(50 - 60).10^6$ tấn.

Hồ chứa Hoà Bình đã và đang tác động rất lớn đến chế độ nước và cát bùn lơ lửng ở hạ lưu sông Đà và sông Hồng. Theo số liệu điều tra khảo sát trong thời kỳ từ năm 1989 đến năm 2004, trung bình hàng năm có khoảng 66.10^6 tấn cát bùn lắng đọng trong hồ chứa Hoà Bình. Do đó, tổng lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm thời kỳ 1959 - 1986 của sông Đà tại Trạm Hoà Bình khoảng 60.10^6 tấn, giảm đi chỉ còn $8,3.10^6$ tấn trong thời kỳ 1987 - 2002. Do vậy, tổng lượng cát bùn lơ lửng sông Hồng tại Trạm Sơn Tây cũng tương ứng là $116,9.10^6$ tấn, giảm đi chỉ còn $58,3.10^6$ tấn. Sự giảm đáng kể lượng cát bùn nêu trên là do một trong những nguyên nhân chính gây nên sự diễn biến mạnh mẽ lòng sông và bờ sông ở hạ lưu sông Đà và sông sông Hồng trong những năm vừa qua.

Bảng 2. Cân bằng cát bùn lơ lửng trong các đoạn sông

Thời kỳ	Thời đoạn năm										Mùa lũ								
	Tổng lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm (10^6 tấn)					Chênh lệch (10^6 tấn)					Tổng lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm (10^6 tấn)						Chênh lệch (10^6 tấn)		
	$W_{R,i}$	$W_{R,kq}$	$W_{R,ST}$	$W_{R,d}$	$W_{R,j}$	ΔW_{R1}	ΔW_{R2}	ΔW_{R3}	$W_{R,i}$	$W_{R,kq}$	$W_{R,ST}$	$W_{R,d}$	$W_{R,j}$	ΔW_{R1}	ΔW_{R2}	ΔW_{R3}			
1959-2002	100,9	0,7	95,5	92,2	-6,1	-3,3	-9,4	93,1	0,7	86,6	83,3	86,6	83,3	-7,2	-3,3	-10,5			
1959-1970	117,9	0,7	107,2	100,9	-11,4	-6,3	-17,7	111,9	0,7	98,4	93,9	98,4	93,9	-14,2	-4,5	-18,7			
1971-1980	107,9	0,7	123,9	101,4	15,3	-22,5	-7,2	100,4	0,7	113,2	91,9	113,2	91,9	12,1	-21,3	-9,2			
1981-1990	94,7	0,7	106,0	89,6	10,6	-16,4	-5,8	84,6	0,7	94,6	79,4	94,6	79,4	9,3	-15,2	-5,9			
1991-2002	83,3	0,7	52,0	77,3	-32,0	25,3	-6,7	75,3	0,7	46,0	68,4	46,0	68,4	-30,0	22,4	-7,6			
1959-1986	111,6	0,7	116,9	102,0	4,6	-14,9	-10,3	103,9	0,7	106,5	92,4	106,5	92,4	1,9	-14,1	-12,2			
1987-2002	82,1	0,7	58,3	75,4	-24,5	17,1	-7,4	74,1	0,7	51,8	67,3	51,8	67,3	-23,0	15,5	-7,5			

$W_{R,i}$: Tổng lượng cát bùn lơ lửng tại 3 trạm trên (Hoà Bình, Yên Bái, Vụ Quang).

$W_{R,ST}$: Tổng lượng cát bùn lơ lửng tại Sơn Tây.

$W_{R,d}$: Tổng lượng cát bùn lơ lửng tại 2 trạm dưới (Hà Nội, Thượng Cát).

$$\Delta W_{R1} = W_{R,ST} - (W_{R,i} + W_{R,kq}).$$

$$\Delta W_{R2} = W_{R,d} - W_{R,ST}.$$

$$\Delta W_{R3} = W_{R,d} - (W_{R,i} + W_{R,kq}).$$

Hình 1. Quá trình bồi xói hàng năm trong các đoạn sông

