

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA CÁC CÔNG TRÌNH HỒ CHỨA THỦY ĐIỆN SƠN LA VÀ LAI CHÂU ĐẾN BỒI LẮNG CÁT Bùn HỒ HÒA BÌNH

TS. Nguyễn Kiên Dũng

Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Bài báo này giới thiệu tóm tắt phương pháp đánh giá và kết quả xác định tác động của các công trình hồ chứa thủy điện Sơn La, Lai Châu đến bồi lắng cát bùn hồ chứa Hòa Bình để độc giả tham khảo trong quá trình đánh giá tác động môi trường nói chung, diễn biến lòng sông nói riêng cho hệ thống kho nước bậc thang.

1. Giai đoạn trước khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động

Trước khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động thì lòng sông Đà đoạn Tạ Bú - Hòa Bình đã hiện hữu hồ chứa Hòa Bình. Hồ chứa Hòa Bình được xây dựng từ những năm 1980, hoàn thành và vận hành ổn định vào đầu năm 1990. Hồ chứa Sơn La được khởi công xây dựng vào ngày 02/12/2000, tích nước đến cao trình 189,3 m ngày 05/11/2010, tổ máy cuối cùng phát điện hòa vào điện lưới quốc gia ngày 26 tháng 9 năm 2012. Công trình thủy điện Lai Châu được khởi công xây dựng vào ngày 5/1/2011, dự kiến sẽ phát điện tổ máy đầu tiên vào cuối năm 2015.

Để đánh giá diễn biến bồi lắng hồ chứa Hòa Bình trước khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động nhóm nghiên cứu đã sử dụng 03 phương pháp: cân bằng bùn cát, so sánh thể tích và mô hình toán.

Phương pháp cân bằng bùn cát sử dụng số liệu dòng chảy bùn cát thực đo tại hai trạm thủy văn Hòa Bình và Tạ Bú từ năm 1991 đến năm 2009. Số liệu bùn cát di đáy trong nghiên cứu này được lấy bằng 35% lượng bùn cát lơ lửng. Lượng bùn cát gia

nhập khu giữa được lấy theo bản đồ phân vùng mô đun bùn cát lơ lửng lưu vực sông Đà do Nguyễn Kiên Dũng xây dựng và công bố năm 2002 (Hình 1).

Phương pháp so sánh thể tích sử dụng số liệu đo đạc hàng năm từ 1991 đến 2009 tại 64 mặt cắt ngang hồ từ đập Hòa Bình (cửa ra hồ) đến Tạ Bú (cửa vào hồ).

Qua đó nhận thấy trước khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động, giai đoạn 1991-2008 trung bình hàng năm hồ chứa Hòa Bình bị bồi lắng khoảng 56 triệu mét khối; giai đoạn 1991-2008 trung bình hàng năm hồ chứa Hòa Bình bị bồi lắng khoảng 62,63 triệu mét khối; riêng năm 2009 do ảnh hưởng ngăn dòng của công trình hồ chứa Sơn La nên lượng bồi lắng trong hồ chứa Hòa Bình giảm xuống còn 19,55 triệu mét khối.

Phương pháp mô hình toán đã sử dụng mô hình HEC-6 để dự tính xu thế bồi lắng hồ chứa Hòa Bình. Kết quả dự tính bồi lắng cát bùn hồ Hòa Bình đến năm 2080 trong trường hợp chưa có công trình thủy điện Sơn La được trình bày trong bảng 1, hình 1.

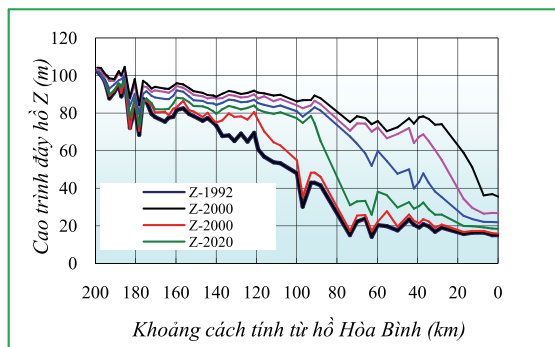
Bảng 1. Kết quả dự tính lượng bùn cát bồi lắng hồ Hòa Bình thời kỳ 1992 - 2080 bằng mô hình HEC-6

Thông số	Thời kỳ hồ hoạt động				
	1992-2000	2001-2020	2021-2040	2041-2060	2061-2080
$W_{s-\Delta T}$ (10^6 m ³)	499,6	1142	1085	1033	930,5
W_s (10^6 m ³)	62,5	57,1	54,2	51,7	46,5
TR	0,82	0,75	0,72	0,68	0,61
$V_{s-\text{chết}}$ (10^6 m ³)	45,7	39,3	37,8	35,0	28,3
$V_{s-\text{chết}}/V_s$ (%)	73,2	68,9	69,8	68,7	64,1

Ghi chú: $W_{s-\Delta T}$: Lượng bùn cát bồi lắng trong thời kỳ ΔT hồ hoạt động, V_s : Lượng bùn cát bồi lắng trung bình hàng năm trong thời kỳ ΔT hồ hoạt động, TR: Hệ số bồi lắng trung bình hàng năm trong thời kỳ ΔT hồ hoạt động, $V_{s-\text{chết}}$: Lượng bùn cát bồi lắng trung bình hàng năm trong phần dung tích chết thời kỳ ΔT hồ hoạt động.

Người đọc phản biện: TS. Trần Quang Tiến

Qua đó nhận thấy trong cả thời kỳ 1992 - 2080, trung bình hàng năm hồ Hòa Bình bị bồi lấp 54,5 triệu mét khối với khoảng 70% bùn cát lắng đọng trong dung tích chết và hệ số bồi lắng 0,72. Sau 75 năm vận hành, đến năm 2065, lượng bùn cát bồi lắng trong hồ gần bằng dung tích chết. Sau 90 năm vận hành, đến năm 2080, bãi ngầm sẽ tiến về cách đập khoảng 20km và cao trình bồi lắng trước đập đạt xấp xỉ 40 m. Từ kết quả dự tính bồi lắng bằng mô hình HEC-6 có thể nhận thấy, với cách bố trí cửa xả đáy ở cao trình 56 m, cửa lấy nước vào turbine ở cao trình 65 - 75 m như hiện nay, đến năm 2080 hồ Hòa Bình vẫn đảm bảo chức năng sản xuất điện. Tuy nhiên, do bùn cát bồi lắng 1456 triệu mét khối ở phần dung tích điều tiết trong 90 năm vận hành, nên đến năm 2080 dung tích hữu ích và phòng lũ của hồ tương ứng bị giảm xuống còn 4194 và 4414 triệu mét khối, bằng khoảng 74 - 75% dung tích ban đầu.



Hình 1. Diễn biến trắc dọc đáy hồ Hòa Bình qua Zmin khi chưa có công trình hồ chứa thủy điện Sơn La

2. Giai đoạn sau khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động

Công trình thủy điện Sơn La, bậc thang thứ hai sau công trình thủy điện Hòa Bình trong sơ đồ khai thác năng lượng hệ thống trên sông Đà, được khởi công xây dựng vào ngày 02 tháng 12 năm 2005; ngày 05 tháng 11 năm 2010, hồ chứa đã tích nước đến cao trình 189,3 m để phát điện tổ máy số 1.

Phương pháp cân bằng bùn cát và mô hình toán đã được sử dụng để đánh giá diễn biến bồi lắng hồ chứa Hòa Bình khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động.

Phương pháp cân bằng bùn cát sử dụng số liệu dòng chảy bùn cát thực đo tại hai trạm thủy văn Hòa Bình và Tạ Bú thời kỳ 2010 - 2012. Kết quả cho

thấy trong 03 năm đầu hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động, trung bình hàng năm hồ chứa Hòa Bình bị bồi lắng khoảng 6,4 triệu mét khối, bằng 11% so với lượng bồi lắng thời kỳ trước khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động (1991 - 2008).

Phương pháp mô hình toán sử dụng mô hình HEC-6 để dự tính xu thế bồi lắng hồ chứa Hòa Bình khi công trình thủy điện Sơn La đi vào hoạt động. Cần lưu ý là công trình thủy điện Sơn La đi vào hoạt động thì một lượng lớn bùn cát bị lắng đọng trong lòng hồ Sơn La khiến cho quan hệ lưu lượng dòng chảy và lưu lượng bùn cát, thành phần hạt bùn cát tổng cộng ứng với các cấp lưu lượng khác nhau tại Tạ Bú bị thay đổi đáng kể. Sự thay đổi này phụ thuộc vào hệ số bồi lắng cát bùn, lượng và cấp phối hạt bùn cát tháo xả qua đập Sơn La; có thể xác định theo công thức (1) hoặc (2) tương ứng với hai trường hợp khi chưa có và có hồ chứa Lai Châu.

Trong đó: $W_{s-bồi-SL}$ = tổng lượng bùn cát bồi

$$TR_{SL} = \frac{W_{s-bồi-SL}}{W_{s-TB}} \tag{1}$$

$$TR_{LC+SL} = \frac{W_{s-bồi-LC} + W_{s-bồi-SL}}{W_{s-TB}} \tag{2}$$

lắng trong hồ Sơn La, $W_{s-bồi-LC}$ = tổng lượng bùn cát bồi lắng trong hồ Lai Châu, W_{s-TB} = tổng lượng bùn cát chuyển qua tuyến đập Sơn La.

Lượng và cấp phối hạt bùn cát tháo qua đập Sơn La được tính theo công thức:

Trong đó: $Q_{s-HB+SL}$ = lưu lượng bùn cát tại tháo

$$Q_{s-HB-SL} = (1 - TR_{SL})Q_{s-TB} \tag{3}$$

$$P_{s,i} = \frac{W_{s,i-ra-SL}}{W_{s-ra-SL}} \tag{4}$$

xả qua đập Sơn La, Q_{s-TB} = lưu lượng bùn cát tại Tạ Bú khi không có hồ Sơn La, TR_{SL} = hệ số bồi lắng hồ chứa Sơn La trong thời đoạn tính toán, $P_{s,i}$ = tỷ lệ nhóm hạt i trong mẫu bùn cát tháo qua đập Sơn La, $W_{s,i-ra-SL}$ = lượng của nhóm hạt bùn cát i được tháo qua đập Sơn La, $W_{s-ra-SL}$ = tổng lượng bùn cát được tháo qua đập Sơn La.

Kết quả tính toán quan hệ lưu lượng dòng chảy và lưu lượng bùn cát, thành phần hạt bùn cát tổng cộng ứng với các cấp lưu lượng tại Tạ Bú, bồi lắng cát bùn hồ chứa Hòa Bình khi hồ chứa Sơn La hoạt động được trình bày tại bảng 2 và 3.

Bảng 2. Quan hệ Q - Qs và thành phần hạt của bùn cát tổng cộng ứng với các cấp lưu lượng tại Tạ Bú khi hồ chứa Sơn La hoạt động

Thời kỳ 2021 - 2040							
Q (ft ³ /s)	4000	35000	70000	150000	250000	360000	706643
Qs (tấn/ngày)	59	8549	41820	239714	770000	1800000	8400000
CLAY (< 0,004)	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352
SILT1 (0,004-0,008)	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324
SILT2 (0,008-0,016)	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
SILT3 (0,016-0,032)	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
SILT4 (0,032-0,0625)	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Thời kỳ 2061 - 2080							
Qs (tấn/ngày)	122	17612	86191	494045	160000	3700000	17000000
CLAY (< 0,004)	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258
SILT1 (0,004-0,008)	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297
SILT2 (0,008-0,016)	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
SILT3 (0,016-0,032)	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111
SILT4 (0,032-0,0625)	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
Thời kỳ 2101 - 2140							
Qs (tấn/ngày)	174	25011	122401	701603	230000	6200000	25000000
CLAY (< 0,004)	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
SILT1 (0,004-0,008)	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274
SILT2 (0,008-0,016)	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228
SILT3 (0,016-0,032)	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228
SILT4 (0,032-0,0625)	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183

Bảng 3. Kết quả dự tính lượng bùn cát bồi lắng hồ chứa Hòa Bình dưới tác động của hồ Sơn La bằng mô hình HEC-6

Thông số	Thời gian			
	Năm 2000	Năm 2020	Năm 2140	Năm 2160
W _{s-AT} (10 ⁶ m ³)	499,6	1142	1962	884,3
V _s (10 ⁶ m ³)	62,46	57,08	16,35	44,21
V _{s-chết} (10 ⁶ m ³)	45,74	39,29	12,37	19,35
V _{s-chết} / V _s (%)	73,20	68,80	75,70	43,80

Qua đó nhận thấy trong giai đoạn từ khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động đến năm 2060, trung bình hàng năm hồ Hòa Bình bị bồi lấp 26,7 triệu mét khối với khoảng 71% bùn cát lắng đọng trong dung tích chết. Sau gần 160 năm vận hành, đến năm 2150, lượng bùn cát bồi lắng trong hồ gần bằng dung tích chết. Sau gần 170 năm vận hành, đến năm 2160, bãi ngầm bùn cát bồi lắng sẽ tiến về cách đập khoảng 30km và cao trình bồi lắng trước đập đạt 46,5 m. Thời kỳ 2021-2140, do ảnh hưởng của hồ chứa Sơn La thấp, nên trung bình hàng năm hồ Hòa Bình chỉ bị bồi lấp 16,4 triệu mét khối, bằng 30% lượng bồi lắng trung bình hàng năm khi chưa có

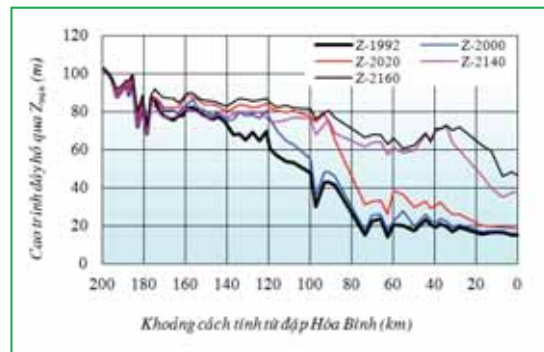
công trình thủy điện Sơn La, khoảng 76 % bùn cát lắng đọng trong dung tích chết. Từ kết quả dự tính bồi lắng bằng mô hình HEC-6 có thể nhận thấy, với cách bố trí cửa xả đáy ở cao trình 56 m, cửa lấy nước vào turbine ở cao trình 65-75 m như hiện nay, thì đến năm 2160 hồ Hòa Bình vẫn đảm bảo chức năng sản xuất điện. Tuy nhiên, do bùn cát bồi lắng 1293 triệu mét khối ở phần dung tích điều tiết trong 170 năm vận hành, nên cuối thời kỳ này dung tích hữu ích và phòng lũ của hồ tương ứng bị giảm xuống còn 4357 và 4577 triệu mét khối, bằng khoảng 77 và 78% dung tích ban đầu.

Kết quả tính toán quan hệ lưu lượng dòng chảy

và lưu lượng bùn cát, thành phần hạt bùn cát tổng cộng ứng với các cấp lưu lượng tại Tạ Bú, bồi lắng cát bùn hồ chứa Hòa Bình khi cả hai hồ chứa Lai Châu và Sơn La đi vào hoạt động được trình bày tại Bảng 4 và 5.

Qua đó nhận thấy trong giai đoạn từ khi hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động đến năm 2180, trung bình hàng năm hồ Hòa Bình bị bồi lấp 24,6 triệu mét khối với 64% bùn cát lắng đọng trong dung tích chết. Sau khoảng 150 năm vận hành, đến năm 2140, lượng bùn cát bồi lắng trong hồ đạt 3751,8 triệu mét khối, bãi ngấm bùn cát bồi lắng sẽ tiến về cách đập khoảng 35km và cao trình bồi lắng trước đập đạt 26,0m. Sau gần 190 năm vận hành, đến năm 2180, bãi ngấm bùn cát bồi lắng sẽ tiến về cách đập khoảng 15 km và cao trình bồi lắng trước đập đạt 44,9m. Thời kỳ 2021 - 2140, do ảnh hưởng của cả hai hồ chứa Sơn La và Lai Châu nên trung bình hàng năm hồ Hòa Bình chỉ bị bồi lấp 9,4 triệu mét khối, bằng 17% lượng bồi lắng trung bình hàng năm khi chưa có công trình thủy điện Sơn La và Lai Châu, khoảng 74% bùn cát lắng đọng trong dung tích

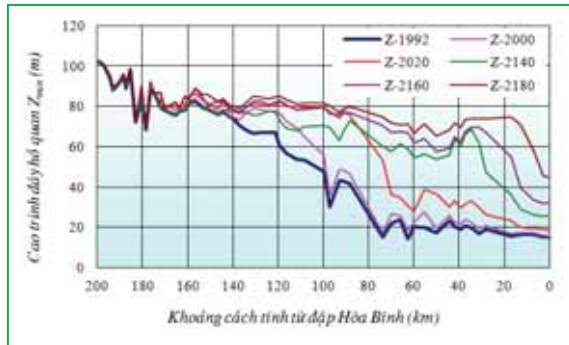
chết. Từ kết quả dự tính bồi lắng bằng mô hình HEC-6 có thể thấy với cách bố trí cửa xả đáy ở cao trình 56m, cửa lấy nước vào turbine ở cao trình 65-75m như hiện nay, thì đến năm 2180 hồ Hòa Bình vẫn đảm bảo chức năng sản xuất điện. Tuy nhiên, do bùn cát bồi lắng 1651 triệu mét khối ở phần dung tích điều tiết trong 190 năm vận hành, nên cuối thời kỳ này dung tích hữu ích và phòng lũ của hồ tương ứng bị giảm xuống còn 3999 và 4219 triệu mét khối, bằng khoảng 71 và 72% dung tích ban đầu.



Hình 2. Diễn biến trắc dọc đáy hồ Hòa Bình qua Zmin dưới tác động của công trình hồ chứa thủy điện Sơn La

Bảng 4. Quan hệ Q - Qs và thành phần hạt của bùn cát tổng cộng ứng với các cấp lưu lượng tại Tạ Bú khi hồ chứa Sơn La hoạt động

Thời kỳ 2021 - 2040							
Q (ft ³ /s)	4000	35000	70000	150000	250000	360000	706643
Q _s (tấn/ngày)	31	4516	22100	126678	410000	940000	4400000
CLAY (< 0,004)	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352
SILT1 (0,004-0,008)	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324	0,324
SILT2 (0,008-0,016)	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
SILT3 (0,016-0,032)	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
SILT4 (0,032-0,0625)	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
Thời kỳ 2061 - 2080							
Q _s (tấn/ngày)	24	3474	17000	97445	310000	720000	3400000
CLAY (< 0,004)	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258
SILT1 (0,004-0,008)	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297
SILT2 (0,008-0,016)	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
SILT3 (0,016-0,032)	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111
SILT4 (0,032-0,0625)	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
Thời kỳ 2101 - 2140							
Q _s (tấn/ngày)	100	14416	70551	404396	1300000	3000000	14000000
CLAY (< 0,004)	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
SILT1 (0,004-0,008)	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274
SILT2 (0,008-0,016)	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228
SILT3 (0,016-0,032)	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228
SILT4 (0,032-0,0625)	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183



Hình 3. Diễn biến trắc dọc đáy hồ Hòa Bình qua Z_{min} dưới tác động của công trình hồ chứa thủy điện Sơn La và Lai Châu

3. Kết luận và kiến nghị

Đánh giá tác động môi trường nói chung, tác động của các công trình hồ chứa thủy điện Sơn La, Lai Châu đến bồi lắng cát bùn hồ chứa Hòa Bình là một bài toán cực kỳ phức tạp. Nghiên cứu này đã sử dụng tối đa nguồn số liệu sẵn có và tiến hành tính toán đồng thời bằng nhiều phương pháp khác nhau, đặc biệt là mô hình toán để đối chứng, so sánh, lựa chọn. Kết quả cho thấy việc xây dựng và đưa vào vận hành hai hồ chứa Sơn La và Lai Châu đã làm giảm đáng kể lượng bùn cát bồi lắng hồ Hòa

Bình, nhất là thời kỳ 2021 - 20140.

Việc xác định bùn cát đến hồ bao gồm lượng và cấp phối hạt của bùn cát lơ lửng và di đáy càng chính xác thì kết quả tính toán bồi lắng càng tin cậy. Vì vậy cần phải thiết lập trạm đo thủy văn - bùn cát tại Mường Tè trên lòng chính sông Đà và một số trạm trên các sông nhánh đổ vào các hồ chứa Lai Châu, Sơn La, Hòa Bình càng sớm càng tốt. Bên cạnh đó, cần triển khai nghiên cứu và thực nghiệm về hệ số bẫy bùn cát cho hồ chứa đơn và hệ thống kho nước bậc thang.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Kiên Dũng. Nghiên cứu, tính toán bồi lắng và nước dâng ứng với các phương án xây dựng khác nhau của hồ chứa Sơn La. Đề tài NCKH cấp Bộ. Hà Nội, 2003.
2. Annandale G.W. (1987). Reservoir Sedimentation. Elsevier Science Publishers B.V/Science and Technology Division, Amsterdam, Netherlands.
3. Brown C.B. (1950). Sedimentation. Engineering Hydraulics, H. Rouse (editor). Proc.4th Hydraulics Conference, Iowa Institute of Hydraulic Research.
4. Brune G.M. (1953). Trap Efficiency of Reservoir. US geophysical Union, vol.34(3), pp.407-418.
5. Dendy P.E. (1974). Sediment Trap Efficiency of Small Reservoirs. Transaction, ASAE, vol.17(5), pp.898-908.
6. Fan J. and Morris G.L. (1992). Reservoir Sedimentation. J. Hydraulics Engineering, ASCE, vol.118(3).
7. Julient P.Y. (1995). Erosion and Sedimentation. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
8. Strand R.I. and Pemberton E.L. (1987). Reservoir sedimentation. Design of Small Dams, U.S. Bureau of Reclamation, Denver.
9. U.S. Army Corps of Engineers (1991). HEC-6 Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs. User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, California.