

NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT NÂNG LẤP RÁP CỬA VAN CHỮ NHÂN CÔNG TRÌNH ÂU THUYỀN NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN TAM HIỆP

Nguyễn Đức Ngọc - Gao GuangDe

Trường Đại học Tam Hiệp - Trung Quốc

(College of Mechanical & Material Engineering,
China Three Gorges Univ., Yichang 443002, China)

Tóm tắt: Công trình âu thuyền là một trong những hạng mục chủ yếu của Nhà Máy Thủy Điện Tam Hiệp. Việc thi công lắp đặt hoàn thiện cửa van của âu thuyền được chia làm hai lần thi công lắp đặt, đặc biệt phức tạp là lần thi công lắp đặt thứ hai đây là thời kỳ sau khi công trình đi vào vận hành hồ chứa có cao trình cột nước là 145,0 – 175,0m, cao trình ngưỡng cửa van được nâng từ 131,0m lên cao trình 139,0m. Khối lượng cửa van 855 tấn, có kích thước chiều cao 38,5m, chiều rộng 20,2m, chiều dày là 3,042 m. Trong bài viết tác giả đã nghiên cứu thực tế công trình và đưa ra những phương án thi công phù hợp với điều kiện của công trình.

1. Giới thiệu chung:

Công trình nhà máy thủy điện Tam Hiệp (CTTH) được xây dựng tại thành phố Nghi Xương, tỉnh Hồ Bắc Trung Quốc, là một trong những công trình thủy điện lớn nhất thế giới hiện nay. CTTH là công trình thủy điện đầu mối quan trọng trên sông Trường Giang. Toàn bộ công trình bao gồm các bộ phận chính tạo thành: một đập bê tông trọng lực, cửa cống thoát lũ, hai đầu đập là nhà máy thủy điện, và âu thuyền. Đập chính dài 2035m và cao 185m; Nhà máy thủy điện bao gồm 26 tổ máy (phía bờ trái 14 tổ máy và phía bờ phải 12 tổ máy), Tổng công suất phát điện nhà máy 1820 vạn Kwh, lượng phát điện hàng năm 84.700 triệu Kwh; Công trình âu thuyền được xây dựng bên phía bờ trái.

Khi hoàn thành, hồ Tam Hiệp có cao trình mực nước dâng bình thường là 175,0m, chiều dài 600 km, nơi rộng nhất 2000m, diện tích mặt hồ 10.000 km², mặt hồ được các khe núi bao bọc tạo thành, và với dung tích chứa đến 39.300 triệu m³.

Công trình âu thuyền (hình 1) là một trong những hạng mục chủ yếu của CTTH, nó bao gồm hai luồng song song năm cấp liên tục. Từ thượng lưu xuống hạ lưu được sắp xếp: khoang dẫn dòng, khoang thứ nhất có tám phai để ngăn nước dùng để kiểm tra sửa chữa công trình khi có sự cố, từ cửa van thứ nhất đến cửa van thứ sáu là dùng cánh cửa van hình chữ nhân.



Hình 1: Công trình âu thuyền hai luồng năm cấp liên tục

2. Đặc điểm thi công:

Đặc điểm lắp đặt công trình âu thuyền là, thời gian cấp bách, cường độ thi công cao và kỹ thuật phức tạp, vận chuyển nhiều kết cấu lớn, khi lắp ghép có độ cao và độ sâu lớn. Trọng điểm của việc lắp đặt cửa van chữ nhân là lắp đặt tổng thể và điều chỉnh công trình, mỗi bộ cửa van chữ nhân gồm hai cánh trái phải giống nhau lắp đặt đối xứng, khi hai cánh cửa van đóng tạo thành góc 135⁰, tạo thành hình chữ nhân. Mỗi cánh cửa van được tổ hợp hàn bởi 12 nguyên đơn theo chiều thẳng đứng, chiều cao cửa van là 38,5m, chiều rộng 20,2m, chiều dày là 3,042 m, trọng lượng mỗi cánh là 855 tấn, là loại cánh cửa van có trọng lượng nặng và cao nhất thế giới. (hình 9, 10).

Việc lắp đặt hoàn thiện cửa van của các khoang âu tàu phức tạp và khó khăn nhất là khoang đầu tiên cao nhất của âu tàu, do việc thi công âu tàu cùng thời gian với việc thi công các hạng mục khác của công trình, đồng thời tương ứng với mực nước dâng của hồ chứa, việc xây dựng ngưỡng và lắp đặt cửa van chữ nhân của âu thuyền được chia làm hai lần thi công lắp đặt: Lần thứ nhất lắp đặt cửa van tương ứng với cột nước vận hành của hồ chứa là 135,0m – 156,0m, cửa van có cao trình ngưỡng tạm thời là 131,0m; Lần thứ hai đây là thời kỳ sau khi công trình đi vào vận hành hồ chứa có cao trình cột nước là 145,0 – 175,0m, để thích hợp cho việc vận hành công trình âu thuyền phù hợp với cao trình hồ chứa, cao trình ngưỡng cửa van được nâng từ 131,0m lên cao trình 139,0m, đồng thời các thiết bị đi kèm cũng được nâng đồng bộ lên cao 8,0m, quá trình thi công nâng cửa van lên cao là rất phức tạp vì vừa phải nâng cao tổng thể cửa van vừa phải thi công ngưỡng và cốt đỡ đáy cửa van cũng như các kết cấu liên quan. Theo yêu cầu thiết kế thi công để có không gian thi công bệ đáy và cốt đỡ đáy cửa van toàn bộ cánh cửa van phải được nâng lên tối thiểu 10,0m, sau khi thi công xong ngưỡng cửa van được hạ xuống 2,0m vào vị trí lắp đặt.

Khi nghiên cứu, khảo sát thực tế công trình cho thấy trong quá trình thi công sẽ gặp những khó khăn như:

(1) Kỹ thuật thi công phức tạp, nhất là nâng tổng thể cửa van có trọng lượng lớn 855 tấn, và phải nâng đồng thời hai cánh cùng một lúc, cao độ nâng lớn, mà kết cấu cánh là dạng cánh mỏng, tỉ lệ chiều cao và độ dày của cánh lớn, trọng tâm cao, thời gian treo buộc dài, khả năng mất ổn định rất lớn, do đó đòi hỏi trong quá trình lắp đặt yêu cầu rất nghiêm ngặt về quy trình để đạt độ chính xác khi lắp ráp đảm bảo tiêu chuẩn thiết kế.

(2) Thời hạn thi công yêu cầu chặt chẽ, thời gian dùng lưu thông thuyền được khống chế, mỗi luồng thi công không được vượt quá năm tháng, khối lượng thi công không lớn nhưng cường độ thi công rất cao.

(3) Điều kiện thi công phức tạp, thi công

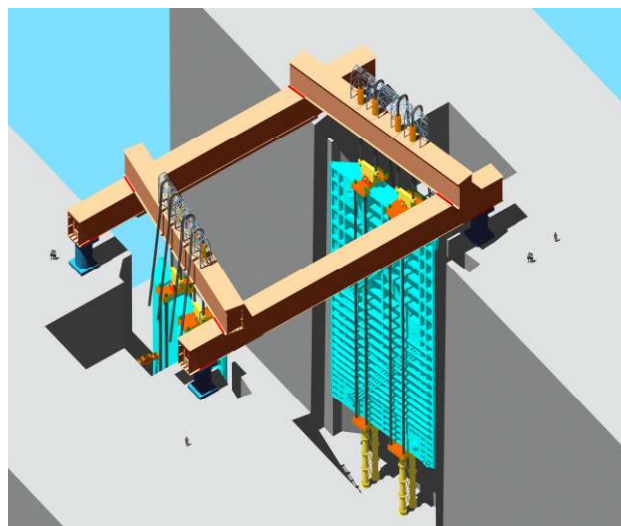
hoàn thiện tiến hành trong lòng âu thuyền với không gian hạn chế, công nghệ và thiết bị thi công hạn chế, đòi hỏi về an toàn trong thi công yêu cầu rất cao.

Từ những đặc điểm đó đưa ra một số phương án thi công phù hợp với điều kiện công trình:

3. Các phương án nâng có tính khả thi:

3.1 Phương án một: Dùng dầm chịu lực bắc ngang qua âu thuyền: (Hình 2)

Sử dụng hai dầm hộp chịu lực bắc ngang âu thuyền, hai đầu liên kết vào trụ đỡ trên tường âu thuyền, hai dầm nâng cùng hướng với chiều của cánh cửa van hai đầu gối trên hai dầm chịu lực bắc ngang. Mỗi cánh cửa van có hai điểm nâng, sử dụng thiết bị nâng là tám kích thủy lực chuyên dùng, liên kết giữa thiết bị nâng và cánh cửa van được bảo vệ thông qua các bó cáp tạo thành khung liên kết, phía dưới đáy mỗi cánh cửa van được bố trí hai trụ đỡ để đảm bảo an toàn và ổn định khi treo cửa van trên không.



Hình 2: Phương án dùng dầm chịu lực bắc ngang qua âu thuyền

(1) Thiết bị cho phương án nâng:

Đây là phương án sử dụng cáp chịu lực và thiết bị nâng thủy lực: Trên hai thành trên của khoang âu thuyền bố trí các cột thép chịu lực liên kết với tường thành; Hai dầm hộp bắc ngang âu tàu, sau khi tính toán tải trọng, xác định được kích thước của dầm (3000x4050, L=50600); Hai dầm nâng chịu lực cùng hướng với cửa van gối lên hai dầm ngang có tiết diện

(3000x4050, L=32400) trên mỗi dầm bố trí bốn bệ để lắp đặt kích và luồn cáp nâng.

Tổng trọng lượng nâng của cửa van và thiết bị phụ trợ phục vụ cho việc nâng là 980 tấn. Để đảm bảo khả năng nâng mỗi cánh cửa van bố trí hai điểm nâng tập trung, trên dầm nâng bố trí bốn kích thủy lực chuyên dùng 540 tấn nâng đồng thời. Căn cứ từ lực nâng mỗi kích thủy lực bố trí một bó cáp chịu lực gồm 36 sợi $\phi 17,8\text{mm}$.

(2) Những vấn đề kỹ thuật của phương án cần chú ý:

- Sau khi nâng cánh cửa van, thời gian treo móc trên không dài (tối thiểu là 65 ngày sau mới có thể hạ vào vị trí), yêu cầu về phương án phòng chống gió rất cao.

- Cửa van chữ nhân trước khi nâng cần phải tháo dỡ kết cấu gối đỡ trên cùng các kết cấu liên kết, lúc này cửa van ở trạng thái tự do, cánh cửa sẽ mất ổn định khi có gió to rất nguy hiểm.

- Sai số chế tạo lắp ráp của cửa van, trọng tâm của cửa van không thể tính toán chính xác, do đó xác định theo thực tế lắp đặt tìm được điểm hợp lực vô hướng cùng trọng tâm của nó, dẫn đến sau khi nâng phần dưới xuất hiện độ nghiêng, do bệ gối đỡ dưới gắn liền với cánh cửa van nên khi bị nghiêng sẽ làm biến dạng.

- Phương thức nâng: cả tám điểm nâng trên hai dầm nâng được nâng đồng thời (h.2), nên việc điều chỉnh cân bằng lực rất khó khăn, khi nâng hạ tổng thể cửa van rất dễ xuất hiện độ lệch dẫn đến quá tải.

- Dầm bắc ngang qua âu thuyền có khẩu độ nhịp lớn và chịu tải trọng lớn, do đó kết cấu dầm, trọng lượng và chiều dài dầm lớn, nên việc thi công lắp đặt vào công trình sẽ gặp nhiều khó khăn.

3.2 Phương án hai: Dùng dầm dạng cánh tay đòn. (Hình 3, 4)

Sử dụng bốn dầm dạng cánh tay đòn và hai dầm ngang bằng kết cấu thép dạng hộp, dầm được liên kết vào công trình bằng liên kết bu lông. Cánh cửa van được xoay một góc $10,5^\circ$ so với trục dọc của âu thuyền, mỗi cánh cửa van có hai điểm nâng, sử dụng thiết bị nâng là tám kích thủy lực chuyên dùng 540 tấn.

Những vấn đề kỹ thuật của phương án cần

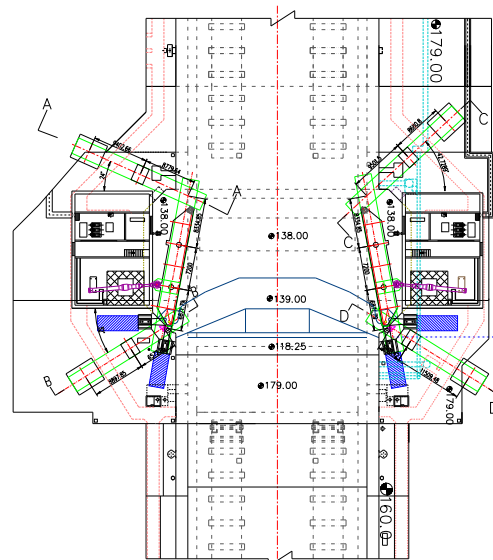
chú ý: Tương tự như bốn đặc điểm đầu của phương án một, ngoài ra do dầm công xôn nên có khả năng biến dạng lớn, nên hình dạng kích thước cửa van nhất định bị ảnh hưởng, đặc biệt là kích thước trụ quay trên, định vị chính xác trụ quay trên và dưới gặp rất nhiều khó khăn; Việc thi công lắp đặt cánh tay đòn cũng gặp khó khăn, nhất là đảm bảo khả năng chịu tải, và phương án này ảnh hưởng đến quá trình đổ bê tông đợt hai của bộ phận gối quay trên.

3.3 Phương án ba: Dùng dầm và giá đỡ trụ tháp:

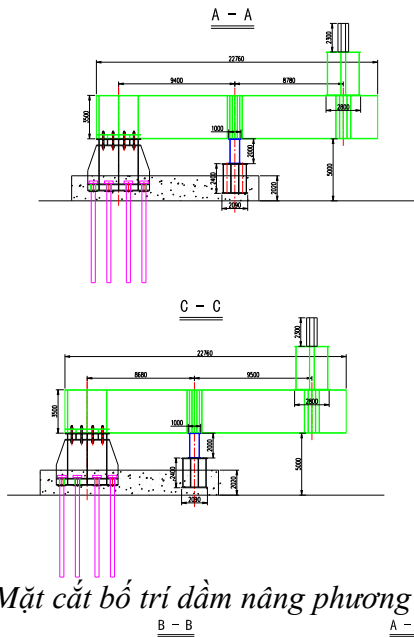
Sử dụng hai dầm hộp và bốn trụ tháp để nâng đồng thời hai cánh cửa van, một đầu dầm được liên kết neo vào công trình bằng kết cấu bu lông một đầu liên kết với trụ tháp, trụ tháp được dựng từ đáy âu thuyền, để tháp liên kết với đáy âu thuyền, phần trên liên kết giằng vào tường vách âu thuyền.

Mỗi cánh cửa van có hai điểm nâng, sử dụng thiết bị nâng là tám kích thủy lực chuyên dùng 540 tấn. (Hình 5).

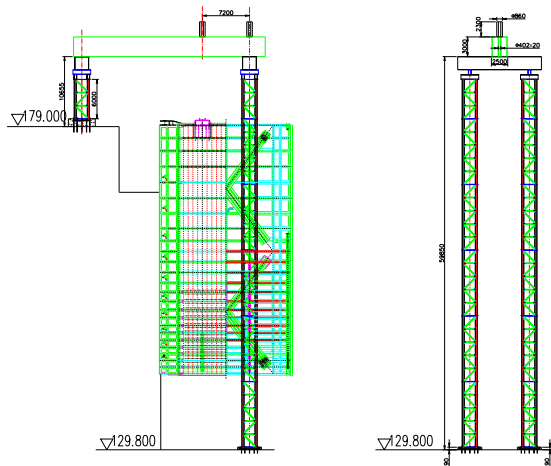
Những vấn đề kỹ thuật của phương án cần chú ý: tương tự như phương án một, và có một số đặc điểm bản thân trụ tháp có độ ổn định thấp, các thiết bị giằng neo của bộ phận trên của tháp cũng làm ảnh hưởng tới quá trình thi công, và khi có gió rất dễ va chạm giữa cột tháp và cửa van.



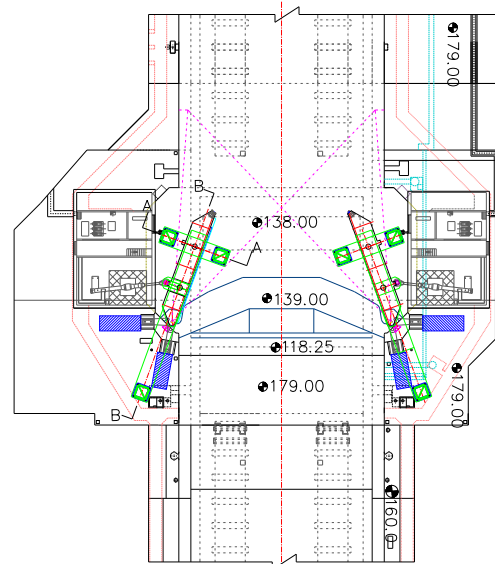
Hình 3: Sơ đồ mặt bằng phương án hai dùng dầm dạng cánh tay đòn



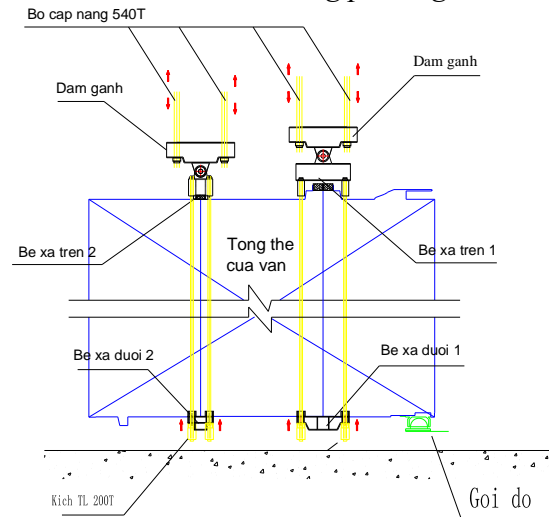
Hình 4: Mặt cắt bố trí dầm nâng phương án hai



Hình 6: Mặt cắt bố trí trụ tháp phương án ba



Hình 5: Sơ đồ mặt bằng phương án ba



Hình 7: Sơ đồ liên kết gia cố treo cửa van

4. Kỹ thuật liên kết gia cố treo cửa van khi nâng: (hình 7)

Cánh cửa van có kích thước và khối lượng lớn, dạng kết cấu mảnh, để có thể treo cánh cửa van lên mà không gây biến dạng yêu cầu khi treo buộc phải tìm được điểm treo hợp lý, căn cứ vào kết cấu cửa van ta có thể xác định tương đối chính xác trọng tâm của cửa van, sử dụng phương pháp cân bằng hình bình hành lực để xác định điểm treo hợp lý, từ thực tế đó đưa ra kỹ thuật treo cửa van.

Mỗi cánh cửa van được sử dụng tám kích thủy lực chuyên dùng 200T để kéo các bó cáp chịu lực liên kết cánh cửa van vào bộ xà đỡ trên và đỡ dưới, tạo thành kết cấu móc treo ổn định, tránh hiện tượng cửa van bị treo lệch gây biến

dạng cánh cửa van. Mỗi kích thủy lực kéo một bó cáp với 24 sợi $\phi 15,24\text{mm}$. Bộ xà trên được liên kết với dầm gán thông qua khớp nối, dầm gán được liên kết với bốn kích nâng trên dầm nâng thông qua bốn bó cáp nâng.

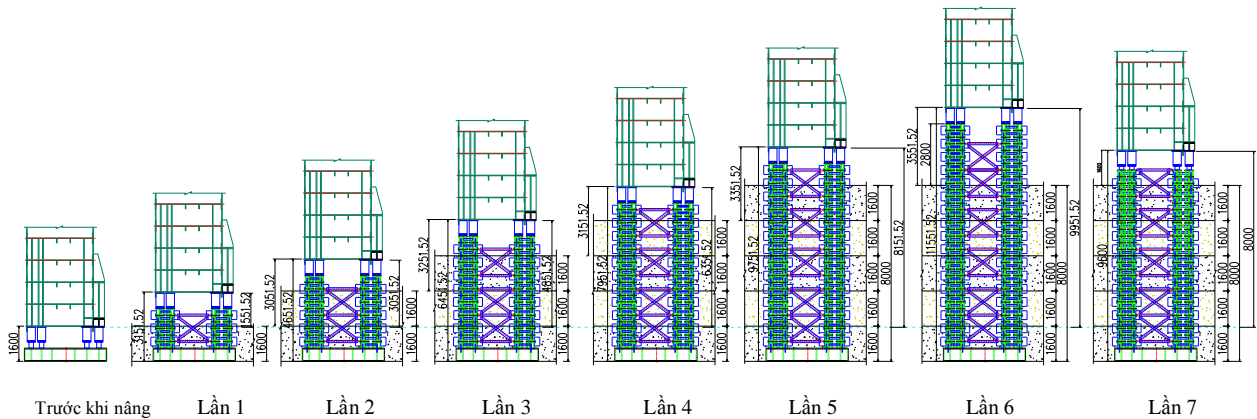
5. Kỹ thuật nâng:

Để nâng mỗi cánh cửa van sử dụng hệ thống thủy lực cao áp để vận hành bốn kích thủy lực 540T, hệ thống điều khiển kỹ thuật số, thông qua các tín hiệu trên hệ thống máy tính điều khiển áp lực để tạo cân bằng lực trên cả bốn kích, và điều khiển tốc độ nâng đồng bộ.

Quá trình nâng thực hiện chia làm sáu lần (Hình 8), mỗi lần nâng theo cao độ thiết kế với hành trình 1,6m, khi kết thúc mỗi lần nâng chân đỡ đáy cửa van lại được nối lên để chống

đỡ khối lượng, khi gia cố xong để cửa van treo ổn định sau đó thực hiện đổ bê tông bộ đáy theo cao trình thiết kế, khi bê tông đủ cường độ, hành trình nâng của kích thủy lực được hạ xuống và tiếp tục gia cố neo để thực hiện lần nâng tiếp theo, ở đợt đổ bê tông thứ sáu hoàn thiện ngưỡng đồng thời thi công lắp đặt bộ cố đỡ cầu của cửa van vào vị trí.

Sau khi hoàn thiện công tác bê tông ngưỡng và lắp đặt bộ cố đỡ, cửa van được hạ xuống định vị vào vị trí cố đỡ, đồng thời gổ đỡ bản lề trên được lắp ráp liên kết với bộ đỡ trên tường vách. Lắp đặt xong bản lề, thực hiện công tác kiểm tra độ chính xác, và kết thúc quá trình nâng lắp đặt.



Hình 8: Quá trình nâng cửa van



Hình 9: Cửa van chữ nhân



Hình 10: Kết cấu cánh cửa van

6. Kết luận:

Kỹ thuật thi công nâng lắp ráp hoàn thiện cánh cửa van chữ nhân trên công trình âu thuyền nhà máy thủy điện Tam Hiệp. Qua nghiên cứu tính khả thi cả ba phương án thi công (PA) trên dựa trên một số đặc tính kỹ thuật cơ bản trong quá trình thi công:

- Khả năng khống chế chính xác ở trạng thái nâng: Thứ tự chính xác PA1, PA3, PA2.
- Độ nguy hiểm khi nâng hạ: Thứ tự nguy hiểm PA2, PA3, PA1.
- Khả năng chống gió: PA 1 là an toàn hơn cả, hai phương án còn lại là rất kém.
- Trạng thái lắp đặt sau khi nâng: Thứ tự tốt

nhất là PA 1, PA 3, và đến PA2.

- Độ ảnh hưởng tới việc thi công đổ bê tông:
Thứ tự ảnh hưởng PA3, PA2, PA1.

Qua đó cho ta thấy rằng phương án thứ nhất mang nhiều tính khả thi nhất phù hợp với công trình.

Trong tương lai gắn với xu thế phát triển của

nước ta, việc phát triển các công trình thủy điện thủy lợi việc ứng dụng kỹ thuật thi công trong các công trình ngày càng đòi hỏi kỹ thuật cao, hy vọng đây là tài liệu bổ ích để các cán bộ khoa học kỹ thuật thi công của ta làm tài liệu tham khảo trong việc thi công các công trình trọng điểm của nước ta.

Tài liệu tham khảo:

1. Tài liệu kỹ thuật thi công hoàn thiện âu thuyền Tam Hiệp, Tập đoàn điện lực GE ZHOU BA, 2006.
2. Từ Huy, Kỹ thuật lắp ráp kết cấu cửa van chữ nhân, Kỹ thuật thủy lợi thủy điện Trung Quốc, 2004.7.
3. Nguyễn Đăng Cường, Lê Công Thành, Trần Đình Hòa, Bùi Văn Xuyên. Máy nâng chuyên và thiết bị cửa van, Nhà xuất bản Xây dựng năm 2003.
4. Phùng Thị Nguyệt. Tính toán kết cấu với SAP 2000, Nhà xuất bản Giao Thông 2004.

Abstract:

RESEARCH ON LIFTING TECHNIQUE AND ASSEMBLING ≡ - SHAPED WATER GATES OF LOCK CONSTRUCTION WORK OF THREE-GEORGES HYDRO-POWER STATION

Lock Construction Work is one of the key items of Three-Georges Hydroelectric Factory. Implementation of installation and completing valve entrance of lock divided into two periods of installation, especially complex is the second period after construction work putting in operation for water reservoir with height of water column of 145-175.0m, altitude of valve entrance is raised from 131.0 m to 139.0m with the valve entrance's weight of 855 tons and height of 38.5 m, width of 20.2m, thickness of 3.042 m. In this article, the writer has made a research on practical construction work and mentioned about construction methods suitable with condition of the construction work.

Người phản biện: PGS. Nguyễn Đăng Cường