

PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ DỰNG LẠI TUYẾN HÌNH TÀU THỦY SỬ DỤNG MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ

THE METHOD OF MEASURING AND REDRAWING THE SHIP'S LINE USING AN ELECTRONIC TOTAL STATION

LÊ MINH THỤ*, PHAN VĂN HÙNG

Phòng Thiết kế, Viện Kỹ thuật Hải quân

*Email liên hệ: leminhthuvkt@gmail.com

Tóm tắt

Khi hoán cải, hiện đại hóa tàu đã qua sử dụng chúng ta cần phải có bản vẽ tuyến hình để tính toán lại cân bằng, ổn định cho tàu. Trong trường hợp tàu cũ không có tài liệu này thì cần phải đo đạc và dựng lại bản vẽ tuyến hình của tàu. Bài báo trình bày phương pháp đo và dựng lại tuyến hình tàu sử dụng máy toàn đạc điện tử.

Từ khóa: Bản vẽ tuyến hình, hoán cải, hiện đại hóa.

Abstract

When converting and modernizing used ships, we need to have a lines drawing to recalculate the balance and stability of the ship. In case the old ship did not have this document, it is necessary to measure and redraw the ship's lines. This paper will present a method of measuring and redrawing the ship's lines using an electronic total station.

Keywords: Lines, Conversion, Modernization.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, để từng bước đáp ứng nhu cầu về số lượng phương tiện nhằm nâng cao năng lực quản lý, bảo vệ chủ quyền, giữ gìn an ninh, trật tự, an toàn trên các vùng biển, đảo của Tổ quốc, bên cạnh việc đầu tư đóng mới tàu thuyền, các lực lượng quản lý, bảo vệ biển, đảo còn triển khai các dự án đầu tư sửa chữa, khôi phục, hoán cải, hiện đại hóa tàu đã qua sử dụng. Trong số các tàu này có những tàu nhận chuyển giao của nước ngoài.

Trong quá trình lập hồ sơ thiết kế hoán cải, tính toán lại ổn định cho tàu sau hoán cải và lập thông báo ổn định cho thuyền trưởng, sự thiếu hụt dữ liệu về tuyến hình là khó khăn lớn đối với người thiết kế. Để thực hiện nội dung này cần phải đo và dựng lại tuyến hình tàu làm cơ sở cho việc tính toán các yếu tố thủy lực, tính dung tích khoang kết.

Trong điều kiện nước ta, tính toán thiết kế nâng cấp, hoán cải, hiện đại hóa, tăng hạn phục vụ các tàu cũ theo mục đích sử dụng mới là việc làm thường

gặp. Vì vậy nghiên cứu một phương pháp đo và dựng lại tuyến hình của tàu là việc làm hết sức thiết thực và cấp bách.

Tàu thủy là một đối tượng có kích thước biên dạng lớn, chiều dài có thể đến hàng trăm mét, chiều cao có thể bằng hoặc lớn hơn 10m. Vì vậy đo đạc và dựng lại đường hình dáng thân tàu là công việc phức tạp. Theo kinh nghiệm thực tế, người ta đã dùng một số phương pháp đo và dựng lại tuyến hình tàu cũ như: phương pháp dùng dây - quả rơi, phương pháp tạo khung đường, phương pháp đo sử dụng máy đo (toàn đạc, lazer - tracker, 3D scan [1], [2], [3],...). Trong bài viết này, tác giả sẽ giới thiệu phương pháp đo tuyến hình tàu thủy sử dụng máy toàn đạc điện tử. Phương pháp này đã được áp dụng để đo và dựng lại tuyến hình tàu kiểm ngư KN-586.

2. Máy toàn đạc điện tử

Máy toàn đạc là một thiết bị chuyên dụng trong ngành trắc địa, được dùng để thiết lập các giá trị đo vật lý gồm góc và khoảng cách (xem Hình 1). Máy toàn đạc điện tử là sự kết hợp giữa máy kinh vĩ điện tử và khối đo xa, hai phần này được kết nối với nhau thông qua phần mềm tiện ích cài đặt trong máy. Thiết kế máy toàn đạc dựa trên nguyên lý số học điện tử, biểu thị kết quả trên màn hình tinh thể lỏng.



Hình 1. Máy toàn đạc điện tử Sokkia SET-5X [4]

Trong khối đo xa có bộ phận thu phát tín hiệu. Nguyên lý đo xa là đo khoảng cách từ máy toàn đạc (bộ

phận thu phát tín hiệu) đến gương mục tiêu (hệ thống phản hồi tín hiệu). Máy toàn đạc sẽ phát tín hiệu về phía gương mục tiêu, gương mục tiêu phản hồi tín hiệu và hệ thống thu của máy sẽ nhận tín hiệu phản hồi.



Hình 2. Gương mục tiêu

Khoảng cách cần đo được tính theo công thức:

$$D = vt/2$$

Trong đó:

- D là khoảng cách cần đo;
- v là vận tốc lan truyền tín hiệu ($v = 3 \cdot 10^8$ m/s);
- t là thời gian lan truyền tín hiệu truyền đi và về trên khoảng cách cần đo.

Để xác định tọa độ các điểm đo chúng ta cần có tọa độ của điểm đặt máy và góc định hướng. Tọa độ điểm đo và tọa độ điểm đặt máy liên hệ với nhau bởi các biểu thức sau:

$$X_1 = X_0 + D \cdot \cos T \cdot \cos PV$$

$$Y_1 = Y_0 + D \cdot \cos T \cdot \sin PV$$

$$Z_1 = Z_0 + D \cdot \sin T$$

Trong đó:

- X_1, Y_1, Z_1 là tọa độ điểm đo;
- X_0, Y_0, Z_0 là tọa độ điểm đặt máy;
- D là khoảng cách từ điểm đặt máy đến điểm đo;
- PV là góc phương vị giữa điểm đặt máy và điểm đo;
- T là góc tầm giữa 2 điểm đặt máy và điểm đo.

Phần mềm trong máy sẽ tự động tính tọa độ các điểm đo và lưu vào trong bộ nhớ của máy, chúng ta có thể sao lưu dữ liệu này sang máy tính và xem trên máy tính bằng các phần mềm như Autocad, Excel.

3. Tàu kiểm ngư KN-586

Tàu Kiểm ngư KN-586 là tàu do Chính phủ Nhật Bản chuyển nhượng cho lực lượng Kiểm ngư Việt

Nam. Tàu có nguồn gốc là tàu câu cá ngư đại dương mang tên M.S. KOEI MARU NO.58, số hiệu KGI-658 (xem Hình 3, 4) [5].

- Chiều dài lớn nhất thân tàu	$L_{max} = 56,90m$
- Chiều dài giữa hai đường vuông góc	$L_{pp} = 49,90m$
- Chiều rộng tàu	$B = 9,00m$
- Chiều cao mạn	$D = 3,85m$
- Chiều chìm	$d = 3,49m$
- Thuyền viên	$Z = 23$ người
- Vận tốc kinh tế	$v_{kt} = 12,3$ hl/h
- Dung tích hầm cá	$472,2m^3$
- Dự trữ nước ngọt	$25,9m^3$
- Dự trữ dầu cháy	$330,8m^3$
- Dự trữ dầu bôi trơn	$11,9m^3$

Tàu có 98 sườn thực đánh số theo thứ tự từ sườn - 7 (đuôi tàu) đến sườn 90 (mũi tàu). Khoảng sườn thực từ đuôi tàu đến sườn 12, từ sườn 82 đến mũi tàu: 550mm; từ sườn 12 đến sườn 82: 600mm.

4. Phương pháp đo tuyến hình tàu

Sau khi đưa tàu lên đốc, làm sạch rong, rêu, hà và các lớp sơn bám không chắc trên bề mặt bên ngoài của tôn bao thì tiến hành đo tọa độ các điểm trên bề mặt bên ngoài của vỏ tàu theo trình tự các bước như sau:

Bước 1: Xác định vị trí và số lượng sườn cần đo, đánh dấu bằng cách vạch đường phấn trắng trên tôn bao thân tàu.

Bước 2: Căng đường chuẩn dưới ky đáy tàu bằng dây thép.

Bước 3: Xác định vị trí đặt máy toàn đạc điện tử.

Bước 4: Đo tọa độ điểm đầu và điểm cuối của đường chuẩn dưới ky đáy tàu để xác định điểm gốc và các trục của hệ trục tọa độ.

Bước 5: Đo tọa độ các điểm nằm trên mặt phẳng dọc tâm tàu (các điểm nằm trên sóng mũi và sóng đuôi tàu).

Bước 6: Đo tọa độ các điểm trên các sườn đã xác định ở bước 1.

Bước 7: Xử lý kết quả đo, dựng tuyến hình tàu

Gương mục tiêu thông thường sử dụng trong quá trình đo tuyến hình tàu là gương bằng kim loại, hình chữ nhật, kích thước 16x10mm, trên mặt gương mục tiêu vẽ nửa hình tròn và các đường tâm (xem Hình 2). Đối với tuyến hình đặc biệt có đường bẻ góc hoặc nhẩy bậc,... thì có thể sử dụng gương mục tiêu có hình dạng và kích thước phù hợp. Gương mục tiêu có từ tính để tự hút chặt vào vỏ tàu khi đặt gương lên điểm cần đo tọa độ. Số lượng gương mục tiêu cần khoảng 15÷20 chiếc. Trong quá trình đo, máy toàn đạc được

giữ cố định tại vị trí đặt máy trên sàn ụ, các gương mục tiêu được di chuyển dọc theo các sườn đã đánh dấu ở bước 1. Việc di chuyển gương mục tiêu được thực hiện nhờ xe nâng di động, người đứng trên xe nâng trực tiếp đặt gương mục tiêu vào các điểm đo đã xác định.



Hình 3. Tàu kiểm ngư KN-586 - phần thượng tầng

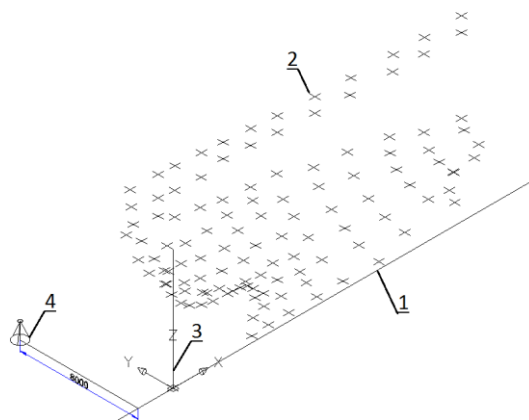


Hình 4. Tàu kiểm ngư KN-586 - nhìn từ sàn ụ

Theo quy trình nêu trên, Viện Kỹ thuật Hải quân đã phối hợp với Công ty đóng tàu Hồng Hà sử dụng máy toàn đạc điện tử Sokkia đo và dựng lại tuyến hình tàu kiểm ngư KN-586.

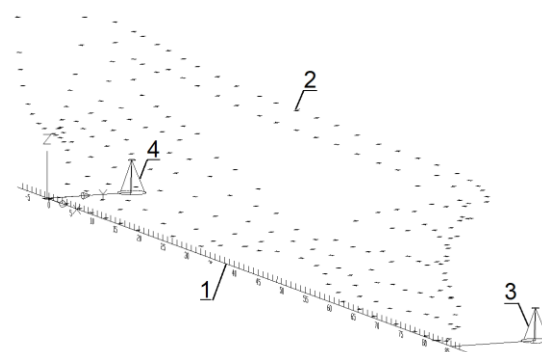
Ở bước 1, việc xác định vị trí và số lượng sườn cần đo căn cứ vào kích thước của tàu, độ cong ba chiều của tuyến hình tàu. Có thể lấy tổng số lượng sườn cần đo là 21 sườn bố trí cách đều nhau dọc thân tàu (số lượng và bố trí các sườn như số lượng và bố trí sườn lý thuyết trên bản vẽ tuyến hình tàu). Trong đó, tại những khu vực tuyến hình có độ cong lớn (phần mũi và đuôi tàu) cần phải triển khai số lượng đường sườn

đo nhiều hơn để tăng độ chính xác khi dựng tuyến hình. Tại khu vực giữa tàu (đoạn thân ống) triển khai số lượng đường sườn đo thưa hơn để giảm bớt công việc đo mà vẫn đảm bảo độ chính xác. Trên Hình 5 và Hình 6 là sơ đồ đo tuyến hình tàu kiểm ngư KN-586. Đối với tàu này, phần tuyến hình từ sườn giữa tàu đến đuôi tàu được đo tại 10 vị trí sườn và đường sống đuôi tàu, phần tuyến hình từ sườn giữa tàu đến mũi tàu được đo tại 10 vị trí sườn và đường sống mũi tàu, ngoài ra ở phần mút mũi và phần mút đuôi tàu còn đo ở 2÷3 vị trí đường đo trung gian. Tọa độ các điểm đo của một số đường phần mũi tàu thể hiện ở Bảng 1.



Hình 5. Sơ đồ đo tuyến hình nửa phía đuôi thân tàu KN-586

1 - Đường chuẩn dưới ky tàu, 2 - Điểm đặt gương mục tiêu trên bề mặt ngoài vỏ tàu (điểm đo); 3 - Trục tọa độ; 4 - Điểm đặt máy toàn đạc điện tử.



Hình 6. Sơ đồ đo tuyến hình toàn bộ thân tàu KN-586

1 - Trục X thể hiện vị trí sườn theo chiều dọc tàu, 2 - Điểm đặt gương mục tiêu trên bề mặt ngoài vỏ tàu (điểm đo); 3 - Điểm đặt máy toàn đạc điện tử phía mũi tàu; 4 - Điểm đặt máy toàn đạc điện tử phía đuôi tàu.

Ở bước 2, việc căng đường chuẩn dưới ky tàu được thực hiện bằng dây thép nhỏ có đường kính $\varnothing=0,6\div 0,8\text{mm}$, hai điểm căng dây ở hai đầu càn cách xa nhau thì sai số đo dựng tuyến hình tàu càng nhỏ.

Bảng 1. Tọa độ điểm đo của một số đường phần mũi tàu

STT	X, mm	Y, mm	Z, mm
Đường sườn 1			
1	26628,0	4516,2	7536,2
2	26583,4	4516,2	6548,1
3	26527,9	4521,7	1369,9
4	26544,0	4362,1	890,4
5	26654,2	3685,6	500,1
Đường sườn 2			
6	29189,8	4509,9	7528,3
7	29169,9	4514,8	6569,7
8	29096,6	4513,8	1719,6
9	29180,2	4519,8	4160,4
10	29042,0	4302,3	956,4
11	29088,6	3464,2	491,8
...
Đường sống mũi tàu			
91	56239,8	-0,5	7848,1
92	55117,6	1,8	6815,1
93	54000,0	-0,6	5755,4
94	53428,9	1,1	4760,2
95	53288,8	1,1	3543,2
96	53960,6	0,2	2761,3
97	54577,9	1,2	1970,0
98	54430,6	0,9	1233,0
99	53797,1	-1,3	641,3

Ở bước 3, để dựng lại tuyến hình của tàu cần phải đặt máy toàn đạc tại một số vị trí đo sao cho từ các vị trí này có thể quan sát được toàn bộ bề mặt tôn bao vỏ tàu. Tàu KN-586 là tàu có tuyến hình tương đối đơn giản, vì vậy máy toàn đạc được đặt tại 2 vị trí: vị trí phía đuôi tàu (xem Hình 5, 6) để đo phần tuyến hình

từ sườn giữa tàu đến đuôi tàu, vị trí phía mũi tàu (xem Hình 6) để đo phần tuyến hình từ sườn giữa tàu đến mũi tàu. Theo chiều ngang, các vị trí đặt máy toàn đạc nằm cách mặt phẳng dọc tâm tàu khoảng 7÷8m. Theo chiều dọc, vị trí đặt máy toàn đạc phía mũi tàu nằm ngang với điểm mút ngoài cùng của phần mũi tàu, vị trí đặt máy phía đuôi tàu nằm ngang với điểm mút ngoài cùng của phần đuôi tàu.

Ở bước 4, sau khi đo tọa độ điểm đầu và điểm cuối của đường căng dây chuẩn dưới ky tàu, phần mềm tích hợp trong máy toàn đạc điện tử sẽ xác định điểm gốc hệ tọa độ nằm trên đường này và lấy trục X của hệ trục tọa độ là trục đi qua điểm đầu và điểm cuối của đường căng dây.

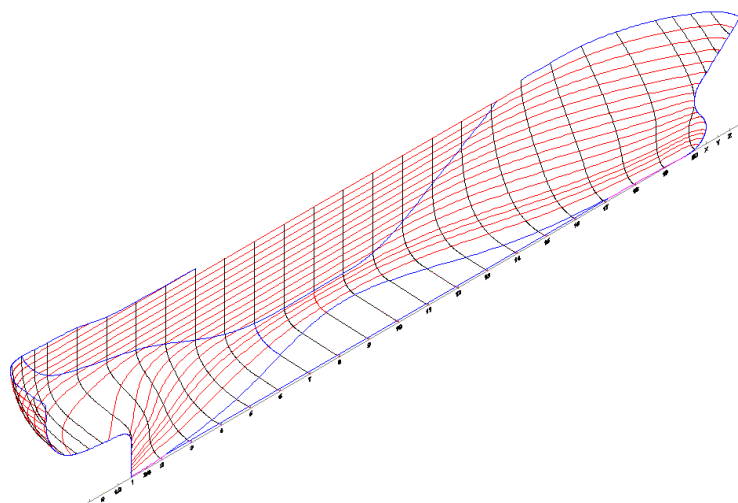
Ở bước 5, trên sống mũi và sống đuôi tàu xác định khoảng 10÷15 điểm nằm giữa (tại mặt phẳng dọc tâm tàu) để đo tọa độ. Ở những phần có độ cong lớn thì bố trí các điểm dày hơn so với những phần có độ cong nhỏ.

Ở bước 6, trên mỗi sườn đã xác định tại bước 1, xác định khoảng 7÷15 điểm để đo tọa độ. Trên các sườn gần mũi tàu và đuôi tàu thì xác định số lượng điểm nhiều hơn so với các sườn ở giữa tàu. Trên các phần mạn phẳng và đáy phẳng chỉ cần xác định hai điểm đo ở vị trí bắt đầu và vị trí kết thúc của phần mạn phẳng và đáy phẳng.

5. Xử lý kết quả đo

Thông thường tuyến hình tàu đối xứng qua mặt phẳng dọc tâm tàu, vì vậy việc đo tọa độ các điểm trên tôn bao vỏ tàu chỉ cần thực hiện ở một bên mạn. Khi tính toán dựng ba chiều, tuyến hình bên mạn còn lại của tàu sẽ được lấy đối xứng.

Hình 6 thể hiện kết quả đo tuyến hình tàu KN-586 trên toàn bộ thân tàu sau khi nhập tọa độ đo vào phần



Hình 7. Tuyến hình tàu KN-586 trong không gian ba chiều

mềm đồ họa Autocad 3D. Có tổng số 217 điểm đo (phần từ sườn giữa tàu đến mũi tàu có 99 điểm, phần từ sườn giữa tàu đến đuôi tàu có 118 điểm). Các điểm đo là các điểm nằm trên bề mặt bên ngoài của tôn bao, để có các điểm nằm trên bề mặt tuyến hình lý thuyết cần phải tính toán hiệu chỉnh tọa độ theo chiều dày của tôn bao. Sau khi hiệu chỉnh, nối các điểm đã đo ta sẽ được các đường lưới, từ các đường lưới này sẽ tạo ra bề mặt lý thuyết của vỏ tàu. Cắt bề mặt lý thuyết của vỏ tàu bằng các mặt phẳng vuông góc với trục X, Y và Z sẽ được các đường sườn, đường cắt dọc và đường nước tương ứng. Sau khi hiệu chỉnh để các đường sườn, đường nước và đường cắt dọc có độ cong trơn, đều ta sẽ được tuyến hình tàu như thể hiện trên Hình 7.

Bảng 2. So sánh thể tích các kết nhiên liệu

Tên gọi	Vị trí	Thể tích, m ³		Chênh lệch, %
		Theo hồ sơ theo tàu [5]	Theo tuyến hình đo đạc	
Kết nhiên liệu №1	Mạn trái, Sn75÷81	15,45	15,63	1,17
Kết nhiên liệu №2	Mạn trái, Sn66÷75	43,35	43,8	1,04
Kết nhiên liệu №3	Mạn trái, Sn49÷66	22,59	22,81	0,97
Kết nhiên liệu №4	Sn24÷49	45,16	45,35	0,42
Kết nhiên liệu №5	Sn16÷24	5,43	5,54	2,03
Kết nhiên liệu №6	Mạn trái, Đuôi-Sn7	25,28	25,92	2,53

Sử dụng tuyến hình nêu trên của tàu KN-586 để tính thể tích các kết nhiên liệu liền vỏ bố trí dọc đáy tàu. Kết quả tính toán được so sánh với dữ liệu trong hồ sơ thiết kế kỹ thuật theo tàu và thể hiện trong Bảng 2. Từ bảng so sánh ta thấy độ sai lệch thể tích các kết nhiên liệu liền vỏ theo tuyến hình đã dựng so với dữ liệu thiết kế ban đầu nhiều nhất là 2,53%.

6. Ưu điểm của phương pháp đo tuyến hình tàu sử dụng máy toàn đạc điện tử

Các phương pháp đo tuyến hình tàu nêu ở Mục 1 đều chỉ có thể thực hiện khi đã đưa tàu lên đốc. Trong các phương pháp đo này, phương pháp đo bằng máy toàn đạc điện tử có nhiều ưu điểm như sau:

- Độ chính xác cao, chương trình tích hợp trong máy toàn đạc tự động tính toán, chuyển dữ liệu trị số tuyến hình sang máy tính với định dạng Autocad, Excel,...;
- Không cần công đoạn lấy cân bằng tàu;
- Không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết (gió) khi đo;
- Công lao động, vật tư tiêu hao không nhiều.

7. Kết luận

Giải pháp đo tuyến hình bằng máy toàn đạc điện tử là một giải pháp hiệu quả. Với nhóm thực hiện đo tuyến hình khoảng 4÷5 người, trong một ngày làm việc có thể xác định chính xác được toàn bộ dữ liệu tọa độ các điểm đo trên vỏ tàu có lượng chiếm nước khoảng 1000 tấn để dựng lại tuyến hình. Độ sai lệch kết quả tính toán thể tích các kết nhiên liệu liền vỏ theo tuyến hình đã dựng so với dữ liệu thiết kế ban đầu của tàu dưới 3% là chấp nhận được. Trong điều kiện hiện nay, việc nghiên cứu, thực tế hóa một phương pháp đo và dựng lại tuyến hình của tàu để dùng tàu đã qua sử dụng, tính toán thiết kế nâng cấp, hoán cải, hiện đại hóa chúng theo mục đích sử dụng mới đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ là một việc làm thiết thực và cấp bách.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tài liệu giải pháp in và đo quét 3D công nghiệp của Công ty AIE - <https://www.aie.com.vn/>.
- [2] Tài liệu công nghệ đo 3D, Công nghệ Scan 3D của hãng GOM - <http://www.gom.com>.
- [3] Tài liệu máy in 3D Spectrum Z510 của hãng Zcorp - <http://www.zcorp.com>.
- [4] Tài liệu kỹ thuật máy toàn đạc điện tử - <http://tracdiaquyetthang.com/san-pham/may-toan-dac-dien-tu-sokkia-set-5x/>.
- [5] Hồ sơ thiết kế kỹ thuật tàu KN-586.

Ngày nhận bài:	29/6/2021
Ngày nhận bản sửa:	07/8/2021
Ngày duyệt đăng:	18/8/2021