

THIẾT KẾ HÌNH DÁNG THÂN TÀU BẰNG PHƯƠNG PHÁP THAM SỐ HULLFORM DESIGNING BY PARAMETRIC METHOD

TS. ĐỖ QUANG KHẢI
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày phương pháp thiết kế hình dáng thân tàu bằng phương pháp tham số. Trên cơ sở hàm đa thức biểu diễn các đường nước của tàu thủy tác giả đã hoàn thiện lý thuyết bằng cách phát triển hàm này cho phù hợp với thực tế thiết kế và xây dựng thêm các hàm biểu diễn hình dáng cho vùng mũi, đuôi của tàu. Lý thuyết này đã được tác giả phát triển thành một trong các module trong chương trình thiết kế phương án tàu thủy được tác giả phát triển tại khoa ANAST, trường đại học Liège.

Abstract:

This paper presents the parametric method for hullform designing. Based on the polynomial function the author improved full methodology and developed new functions for designing the stern and bow of a ship. This theory was developed for one of hullform design modules in the concept ship design program, in 2008, at the faculty of ANAST, Liege University.

1. Một số phương pháp mới phát triển cho thiết kế hình dáng thân tàu

Thân tàu là một thực thể 3 chiều phức tạp liên quan mật thiết tới các tính năng khai thác của tàu. Người thiết kế thường phải mất rất nhiều thời gian, công sức cho việc tìm ra được thân tàu với hình dáng tối ưu về sức cản, dung tích, ổn định và tính năng hàng hải.

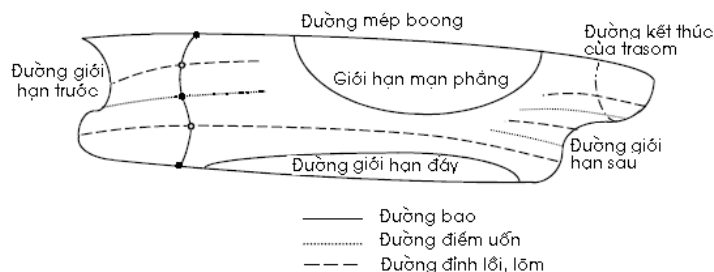
Gần đây có nhiều phương pháp mới được xây dựng cho thiết kế hình dáng thân tàu. Nổi bật nhất là các phương pháp sau :

Năm 2004, O.P.Sha, S.C. Misra và R.P.Gokam đã trình bày phương pháp thiết kế thân tàu từ các module [1]. Theo phương pháp, thân tàu được cấu thành từ 3 module là phần đuôi, phần giữa tàu và phần mũi tàu. Những module này đã được chuẩn hoá. Phần giữa tàu có thể được thay đổi chiều dài để đáp ứng nhu cầu chở hàng. Từ những module chuẩn hoá này thì hàng loạt phương án thiết kế có thể được xác định một cách nhanh chóng. Việc module hoá không chỉ giảm được thời gian thiết kế mà còn giảm đáng kể giá thành thiết kế đóng tàu.



Hình 1: Thân tàu được thiết kế từ 3 phần giữa, mũi và đuôi tàu

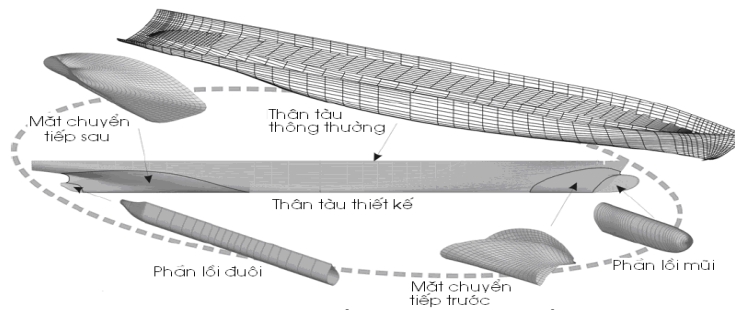
Năm 2004, Hideki Kawashima, Takanori, đã trình bày phương pháp thiết kế hình dáng thân tàu bằng việc sử dụng các đường bao và đường đặc tính diễn tả phần lồi, lõm của bề mặt thân tàu[2]. Hình dáng thân tàu sẽ được xây dựng bằng cách nội suy từ các đường bao và đường đặc tính. Sự liên tục của bề mặt được duy trì bằng sự trơn đều của những đường này. Hình dáng thân tàu có thể được điều khiển dễ dàng bằng việc chỉnh sửa các đường đặc tính.



Hình 2: Đường bao và đường đặc tính của thân tàu.

Với phương pháp này người thiết kế cần tập trung vào xây dựng các đường bao, đường đặc tính và điều khiển các đường này để đạt được kết quả mong muốn. Nếu xây dựng được một cơ sở dữ liệu chuẩn của các đường đặc tính và kết hợp phương pháp này vào một chương trình tối ưu thì có thể đạt được kết quả mong muốn một cách tự động từ những kiểu tàu cụ thể.

Năm 2005, Horst Nowacki and Hyun Cheol Kim đã trình bày phương pháp thiết kế hình dáng thân tàu từ sự kết hợp của một thân tàu thông thường với phần lồi của mũi hoặc/ và phần lồi của đuôi tàu [3]. Các phần này được thiết riêng biệt theo yêu cầu hình dạng của nó khi được gắn vào thân tàu. Những mặt cong trơn như miền chuyển tiếp giữa các phần cấu thành thân tàu được sử dụng để đảm bảo yêu cầu cho toàn bộ bề mặt thân tàu.



Hình 3: Thân tàu được cấu thành từ các phần riêng biệt

Những phương pháp trên đây có giá trị cho việc thiết kế hình dáng thân tàu. Tuy nhiên vẫn còn những hạn chế trong thiết kế vì vẫn cần kỹ năng, kinh nghiệm và sự can thiệp của người thiết kế, cũng như đòi hỏi thời gian thiết kế. Những phương pháp này là không phù hợp cho thiết kế phương án vì giới hạn thời gian trong thiết kế phương án [4],[6].

Một phương pháp hiệu quả cho thiết kế hình dáng thân tàu từ bước thiết kế phương án là thiết kế theo tham số. Trên cơ sở hàm đa thức biểu diễn đường nước của tàu [5], tác giả đã phát triển hàm này cho phù hợp với thực tế thiết kế. Xây dựng thêm các hàm cho thiết kế phần mũi và đuôi của tàu. Các hàm này sẽ được xác định và điều khiển bằng các tham số là các kích thước, hệ số cơ bản của tàu và các tham số điều khiển dạng của hàm. Phương pháp này phù hợp với thiết kế 3 chiều và hiệu quả cho tích hợp vào thiết kế tối ưu [6].

2. Lý thuyết của phương pháp tham số

Trong phương pháp này các đường nước của tàu được biểu diễn bằng đa thức sau[5]:

$$y = \frac{B}{2} \cdot \left(\frac{z}{d}\right)^{\frac{1-C_M}{C_M}} \left[1 - \left(\frac{x}{L_{fz,az}}\right)^{\frac{C_{wf,wa}}{1-C_{wf,wa}}} \right] \quad (1)$$

$$C_{wf,wa} = C_{wf,wa} \left(\frac{z}{d}\right)^{\frac{C_{wf,wa} - C_{Bf,Ba}}{C_{Bf,Ba}} \frac{1-C_M}{C_M}} \quad (2)$$

Ở đây:

- L_{fz} - Chiều dài phía mũi của tàu tại chiều cao z
- L_{az} - Chiều dài phía đuôi của tàu tại chiều cao z
- B - Chiều rộng tàu
- d - Chiều chìm thiết kế của tàu
- C_M - Hệ số béo sườn giữa
- C_{wf} - Hệ số béo đường nước phía mũi
- C_{wa} - Hệ số béo đường nước phía đuôi
- C_{Bf} - Hệ số béo thể tích phía mũi
- C_{Ba} - Hệ số béo thể tích phía đuôi

Đường mép boong được biểu diễn bằng các hàm sau [7]:

$$z_{f,a} = D + C_{SF,SA} \left(\frac{x_{f,a}}{L}\right)^2 \left(\frac{L}{3} + 10\right) \quad (3)$$

Chỉ số f và a diễn tả hàm biểu diễn cho mép boong phía trước và phía sau của tàu.

$C_{SF, SA}$ - Hệ số hàm (parabol) cho mép boong phía mũi và phía lái.

Với mạn khô tiêu chuẩn [7]: $C_{SF} = 0,2$ và $C_{SA} = 0,1$.

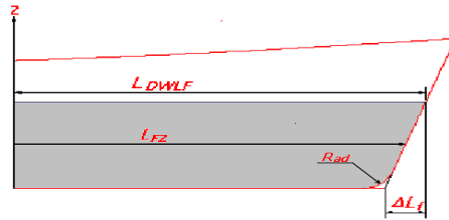
Để phù hợp với thực tế thiết kế, tác giả đã xây dựng các hàm phân đoạn cho thiết kế vùng mũi và đuôi của tàu [6]:

Với mũi tàu thông thường:

$$L_{fz} = \begin{cases} L_{DWLf} - \Delta L_f - R_{ad} \cdot \text{tg}(\text{actg}(d / \Delta L_f) / 2) + \sqrt{R^2 + (R_{ad} - z)^2} & \text{if } z < z_0 \\ L_{DWLf} - \Delta L_f \left(1 - \frac{z}{d}\right) & \text{if } z \geq z_0 \end{cases} \quad (4)$$

Với: $z_0 = R_{ad} \cdot \text{tg}(\text{actg}(d / \Delta L_f) / 2) \cdot \sin(\text{actg}(d / \Delta L_f) / 2)$

Và các tham số khác được xác định theo hình 4



Hình 4: Mũi tàu dạng thông thường và các tham số xác định

Với mũi quả lê:

$$L_{fz} = \begin{cases} L_{DWLF} - \Delta L_f \left(1 - \frac{H_B}{d}\right) + L_b - \left(\frac{4L_b}{H_b^2}\right) \left(z - \frac{H_b}{2}\right) & \text{if } z < H_b \\ L_{DWLF} - \Delta L_f \left(1 - \frac{z}{d}\right) & \text{if } z \geq H_b \end{cases} \quad (5)$$

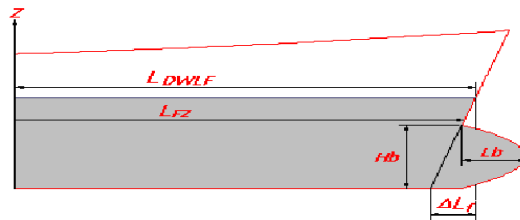
Ở đây:

H_B - Chiều cao mũi quả lê

L_B - Chiều dài mũi quả lê

L_{DWLF} - Chiều dài đường nước thiết kế phía mũi tàu

Và các tham số khác được xác định theo hình 5



Hình 5: Mũi tàu dạng quả lê và các tham số xác định

Với đuôi tuần dương:

$$L_{az} = \begin{cases} L_{DWLa} - \Delta L_A & \text{khi } z \leq z_1 \\ L_{DWLa} - \Delta L_d + R_s - \sqrt{R_s^2 - (z - z_1)^2} & \text{khi } z_1 < z \leq z_2 \\ x_2 + \frac{z - z_2}{\text{tg} \alpha} & \text{khi } z_2 < z \leq z_3 \\ x_0 + \sqrt{z - z_0} & \text{khi } z \geq z_3 \end{cases} \quad (6)$$

Với đuôi transom:

$$L_{az} = \begin{cases} L_{DWLa} - \Delta L_d & khi \quad z \leq z_1 \\ L_{DWLa} - \Delta L_d + R_s - \sqrt{R_s^2 - (z - z_1)} & khi \quad z_1 < z \leq z_2 \\ x_2 + \frac{z - z_2}{tg\alpha} & khi \quad z_2 < z \leq z_3 \\ x_3 + (z - z_3).tg\beta & khi \quad z \geq z_3 \end{cases} \quad (7)$$

Ở (6) và (7) đây các tham số được xác định theo các biểu thức sau và hình 6:

$$z_1 = d - \Delta L_d . tg\alpha - R_s . tg\left(\frac{90^\circ - \alpha}{2}\right) \quad (8)$$

$$x_1 = L_{DWLa} - \Delta L_d \quad (9)$$

$$z_2 = d - \Delta L_d . tg\alpha - R_s . tg\left(\frac{90^\circ - \alpha}{2}\right) . \sin \alpha \quad (10)$$

$$x_2 = L_{DWLa} - (d - z_2) . tg\alpha \quad (11)$$

$$z_3 = k_2 . d \quad (12)$$

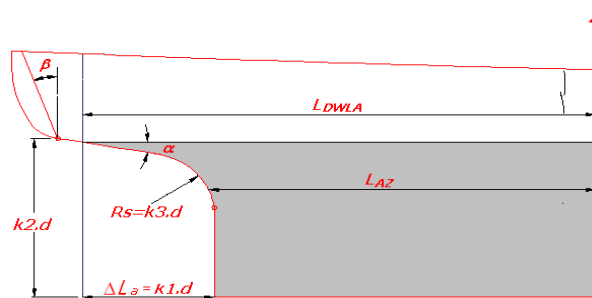
$$x_3 = L_{DWLa} - (z_3 - d) . tg\alpha \quad (13)$$

$$R_s = k_3 . d \quad (14)$$

$$\Delta L_d = k_1 . d \quad (15)$$

$$x_0 = x_3 - \frac{tg\alpha}{2} \quad (16)$$

$$z_0 = z_3 - \left(\frac{tg\alpha}{2}\right) \quad (17)$$

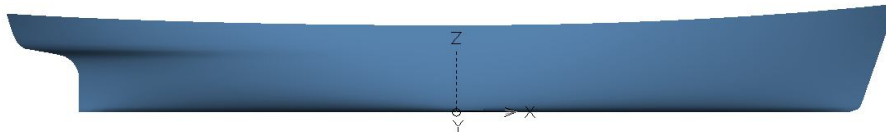


Hình 6: Đuôi tàu và các tham số xác định

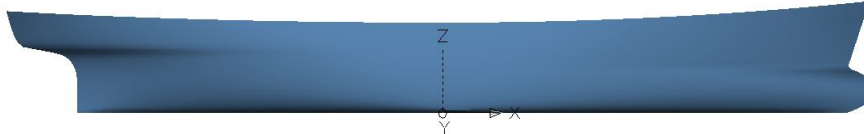
Với những hàm này ta có thể hoàn toàn xây dựng được một chương trình thiết kế trên hình dáng thân tàu trên không gian 3 chiều cũng như các mặt cắt của nó một cách tự động trên máy tính.

3. Áp dụng phương pháp tham số trong thiết kế

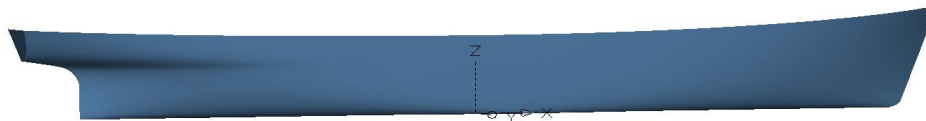
Với cơ sở lý thuyết đã trình bày ở mục 2, tác giả đã xây dựng thuật toán và module thiết kế tuyến hình bằng phương pháp tham số. Module này đã được tích hợp trong chương trình "Concept ship design" được tác giả phát triển và công bố năm 2008 tại trường đại học Liège, vương quốc Bỉ [6]. Trong phần này tác giả chỉ trình bày áp dụng module này vào trường hợp thiết kế cụ thể. Thiết kế tàu hàng 5500 tấn với các thông số sau: $L = 90.345$ [m], $B = 18.399$ [m], $D = 9.345$ [m], $d = 6.607$ [m], $C_B = 0.7$, $C_W = 0.809$, $C_M = 0.966$, $C_P = 0.725$, $V_s = 13$ [Knots]. Kết quả thiết kế được trình bày cho 4 trường hợp mũi thường, mũi quả lê, đuôi tuần dương, đuôi transom. Vì giới hạn bài báo, tác giả chỉ trình bày kết quả ở hình không gian 3 chiều. Chi tiết chương trình và áp dụng có thể tham khảo [6]):



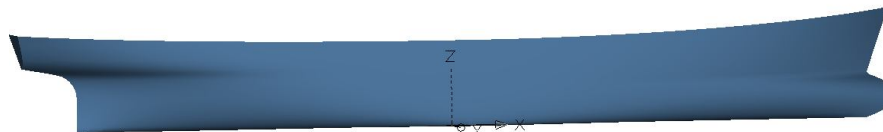
Hình 7: Kết quả với mũi thường và đuôi tuần dương



Hình 8: Kết quả với mũi quả lê và đuôi tuần dương



Hình 9: Kết quả với mũi thường và đuôi transom



Hình 10: Kết quả với mũi quả lê và đuôi transom

4. Kết luận

Phương pháp tham số rất hiệu quả trong thực tế thiết kế tàu. Nó đặc biệt có hiệu quả trong thiết kế hình dáng thân tàu từ giai đoạn thiết kế phương án. Kết quả thiết kế được xác lập trong không gian 3 chiều và các mặt cắt. Phương pháp này rất phù hợp trong thiết kế tối ưu. Kết quả của nó có thể chuyển đổi ra file định dạng hình học chuẩn (DXF file) để sử dụng trong các chương trình khác và rất hữu hiệu cho các bước tính toán thiết kế sau này như tính toán các đặc tính thủy động và phân tích ứng xử kết cấu thân tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. O.P. Sha, S. C. Misra and R. P. Gokarm, "Ship hull-form design – A modular approach", 9th International symposium on practical design of ships and other floating structures - PRADS 2004, Luebeck, Germany.
- [2]. Hideki Kawashima, takanori Hino, "A hull form generation method on initial design stage", PRADS 2004, pp.106-111, 12-17 September 2004, Luebeck-Travemuende, Germany.
- [3]. Horst Nowacki and Hyun Cheol Kim, "Form parameter based design of hull shapes as volume and surface objects", pp. 515-528, ICCAS, 2005.
- [4]. Technical committee IV.2, "Design methods", ISSC 2006, 20-25 August 2006, Southampton, UK.
- [5]. Phạm Tiến Tĩnh, Hoàng Văn Oanh, Lê Hồng Bang, "Lý thuyết thiết kế tàu thủy" – Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, 2006.
- [6]. Do Quang Khai, PhD thesis: "New software development for ship design", Liège University, 2008
- [7]. International Maritime Organization; "International convention on load-lines of ships", 1966.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang