

ỨNG DỤNG ĐỒ HỌA 3D VÀO THIẾT KẾ-CHẾ TẠO MÔ HÌNH MÁY BAY LƯỢN SÃI CÁNH 1.8 M USING CAD IN DESIGN AND MANUFACTURE OF RC MOTOR-GLIDER WITH 1.8 M WING-SPAN

Ngô Khánh Hiếu
Trường Đại học Bách khoa Tp. HCM

TÓM TẮT

Trong quá trình thiết kế mô hình máy bay việc ước lượng chính xác khối lượng ban đầu của mô hình bay thiết kế có ý nghĩa rất quan trọng. Tuy nhiên, để có thể đánh giá được giá trị khối lượng ban đầu ở giai đoạn thiết kế chi tiết theo phương pháp kinh nghiệm truyền thống gặp thường rất nhiều khó khăn, không chính xác, đặc biệt chỉ có thể đánh giá sau khi mô hình đã được chế tạo hoàn chỉnh. Điều này dẫn đến việc phải điều chỉnh thiết kế nhiều lần, phát sinh chi phí và thời gian. Bằng cách áp dụng một phần mềm thiết kế hỗ trợ đồ họa 3D theo phương pháp đề xuất trong bài viết này, quá trình thiết kế mô hình bay sẽ được cải thiện đáng kể, đặc biệt là đánh giá khá tốt khối lượng thiết kế đưa ra ban đầu mà không cần phải chế tạo mô hình. Những vấn đề phát sinh về khối lượng trong thiết kế nhờ đó sẽ được phát hiện và giải quyết nhanh chóng, giúp giảm đáng kể thời gian và chi phí thiết kế. Mô hình máy bay lượn có động cơ sợi cánh 1.8 m trình bày trong bài viết là một ví dụ cụ thể cho phương pháp đề xuất.

Từ khóa: CAD, thiết kế - chế tạo mô hình bay.

ABSTRACT

Nowadays, the market of RC model airplane in Vietnam is a new one, but it has a strong potential for development. In the aeronautical research field, the use of RC model airplane is primordial in order to verify and validate the reduced scale design problem. This paper aims for a better procedure of the design and the manufacture of RC model airplane where the experience of designers is not a major factor, and the use of the graphical software is dominant to facilitate the design.

Keywords: CAD, design and manufacture of RC model airplane.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình thiết kế mô hình bay, việc ước lượng khối lượng ban đầu của mô hình từ các yêu cầu thiết kế đưa ra có ảnh hưởng rất lớn đến cấu hình của mô hình bay. Đối với các máy bay thực thì công việc này thường được chuẩn hóa bằng cách sử dụng các sổ tay thiết kế với các vật liệu theo chuẩn quy định. Tuy nhiên, đối với các mô hình bay

Quá trình thiết kế mô hình bay theo phương pháp truyền thống được mô tả theo các bước đưa ra ở Hình 1 dưới đây. Theo đó, từ các yêu cầu thiết kế đưa ra, quá trình thiết kế sơ bộ sẽ cho kết quả khối lượng ban đầu, cùng với các thông số kích thước thiết kế, cấu hình thiết kế của mô hình bay. Tiếp theo, việc phân tích đặc tính ổn định và điều khiển để đánh giá tính năng ổn định/điều khiển của mô

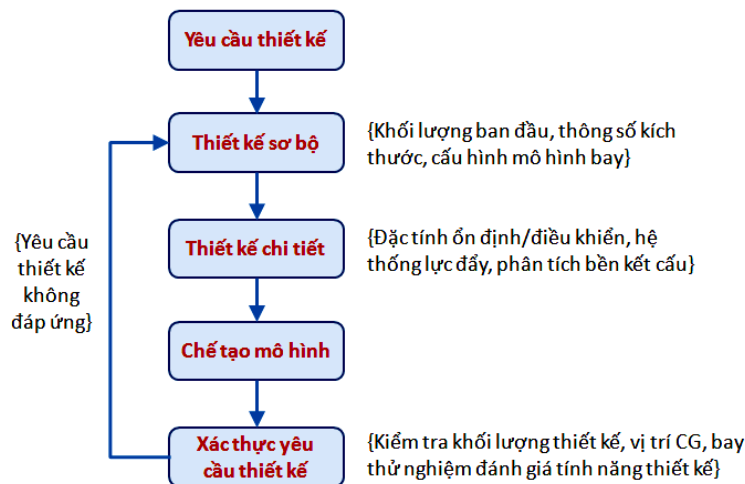
sử dụng vật liệu gỗ (gỗ balsa, gỗ ván ép...) thì việc các dụng các chuẩn thiết kế như trên dẫn đến kết quả thường không chính xác. Và do đó, yếu tố kinh nghiệm hoặc dựa vào các thông số khối lượng riêng của các mẫu mô hình bay hiện có để đưa ra khối lượng ban đầu cho mô hình bay thiết kế vẫn chiếm vai trò chính.

hình bay; lựa chọn hệ thống tạo lực đẩy cho mô hình bay; kiểm tra bền kết cấu của mô hình bay sẽ được tiến hành. Ở bước kế tiếp, mô hình bay sẽ được chế tạo hoàn chỉnh. Cuối cùng là giai đoạn đánh giá yêu cầu thiết kế.

Nếu áp dụng theo quy trình thiết kế này thì việc kiểm tra khối lượng thiết kế chỉ có

thể được thực hiện sau khi mô hình bay đã được chế tạo hoàn chỉnh. Và do đó, nếu khối lượng mô hình chế tạo không thỏa khối lượng

ban đầu đưa ra thì việc hiệu chỉnh lại thiết kế sơ bộ sẽ mất rất nhiều thời gian và chi phí.



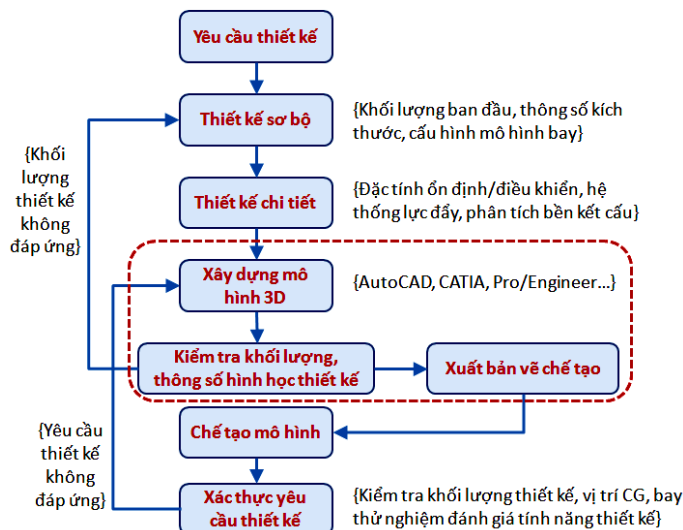
Hình 1: Quy trình thiết kế mô hình bay theo phương pháp truyền thống

Việc ứng dụng phần mềm vẽ thiết kế vào quá trình thiết kế/chế tạo mô hình bay sẽ giúp cải thiện đáng kể khả năng kiểm soát khối lượng thiết kế, cũng như giúp kiểm tra các

thông số thiết kế hình học ban đầu của mô hình như vị trí điểm trọng tâm, moment quán tính khối lượng quanh các trục...

2. QUY TRÌNH THIẾT KẾ MÔ HÌNH BAY ĐỀ XUẤT

Quy trình thiết kế mô hình bay với việc ứng dụng phần mềm vẽ thiết kế được đề xuất ở Hình 2. Theo đó từ thiết kế chi tiết, sẽ tiến hành xây dựng mô hình 3D thiết kế và đánh giá các thông số hình học thiết kế, nếu thông số hình học đáp ứng thì sẽ tiến hành xuất bản vẽ chế tạo, và sau đó là các giai đoạn chế tạo mô hình, xác thực yêu cầu thiết kế như ở quy trình thiết kế truyền thống.



Hình 2: Ứng dụng phần mềm thiết kế vào quy trình thiết kế mô hình bay

Việc xây dựng mô hình 3D từ kết quả thiết kế chi tiết sẽ giúp đánh giá được các thông số thiết kế ban đầu liên quan đến khối lượng, vị trí trọng tâm của mô hình bay thiết kế. Do các mô hình bay điều khiển từ xa

thường có khối lượng trong khoảng từ vài trăm grams đến vài kilograms, và do mô hình thiết kế 3D được xây dựng trên các kích thước của thiết kế chi tiết dựa trên mô hình kết cấu mẫu của cánh/thân và dựa trên các thiết bị, vật liệu lựa chọn trước (động cơ, servo điều khiển,

gỗ balsa, gỗ ván ép, xốp mịn...) nên khối lượng mô hình ước tính trên thiết kế 3D sẽ nhỏ hơn khối lượng mô hình ước lượng ban đầu từ 5% đến 10%. Sự khác biệt khối lượng này là do khối lượng của keo dán (keo 502, keo sữa...), và khối lượng phát sinh thêm trong quá trình chế tạo chưa xét đến trong mô hình thiết kế 3D. Việc phân bố các tải trọng động hợp lý trên mô hình thiết kế 3D sẽ giúp điều chỉnh vị trí trọng tâm của mô hình về vùng trọng tâm thiết kế. Và nhờ đó, các vị trí tải trọng có được từ mô hình 3D sẽ là các vị trí đặt các tải trọng tương ứng khi mô hình bay được chế tạo thực tế.

Các phần mềm đồ họa thiết kế 3D phổ biến hiện nay như AutoCAD, Pro/Engineer, CATIA, SolidWorks đều có thể được áp dụng tốt vào quy trình thiết kế mô hình bay. Ngoài các ưu điểm vừa nêu ở trên, mô hình thiết kế 3D giúp người thiết kế có cái nhìn thực hơn về mô hình chế tạo của mô hình bay, giúp hình dung được cách thức các chi tiết được lắp với nhau trên mô hình tổng thể, nhờ đó giúp việc hiệu chỉnh thiết kế trở nên dễ dàng hơn, thực hơn.

Một ưu điểm nữa của việc xây dựng mô hình thiết kế 3D là giúp ước lượng được khá tốt moment quán tính khối lượng quanh ba trục của mô hình bay. Thực tế cho thấy moment quán tính khối lượng phụ thuộc vào phân bố khối lượng thực tế, nên thường đại lượng này chỉ được xác định sau khi mô hình đã được chế tạo hoàn chỉnh thông qua các phương pháp thực nghiệm [1]. Có một số phương pháp ước lượng xấp xỉ moment quán tính khối lượng dựa trên hình dáng của mô hình, nhưng kết quả thu được cho thấy có sai số khá lớn so với thực tế. Và đối với mô hình bay, moment quán tính khối lượng sẽ phản ảnh mức độ đáp ứng điều khiển của mô hình thiết kế [2]. Việc xác định chính xác moment quán tính khối lượng sẽ có ý nghĩa quan trọng đến thiết kế các bề mặt điều khiển. Và do đó, nhờ các phân bố tải trọng thiết lập trên mô hình thiết kế 3D, kết quả moment quán tính khối lượng của mô hình bay thu được từ mô hình thiết kế 3D là khá tốt (sai số dưới 10% so với kết quả thực tế). Kết quả phân tích đáp ứng mô hình bay từ các kích thước bề mặt điều khiển và moment quán tính khối lượng có được từ thiết

kế 3D là khá tin cậy. Nhờ vậy, giúp giảm đáng kể thời gian thiết kế, chi phí thiết kế khi phân tích các đặc tính liên quan đến ổn định và điều khiển của mô hình bay [3].

Ở các phần tiếp theo dưới đây của bài viết, việc ứng dụng phần mềm đồ họa 3D vào quy trình thiết kế mô hình bay sẽ được trình bày cụ thể thông qua quá trình thiết kế/chế tạo mô hình máy bay lượn có động cơ có sải cánh 1.8 m [4]. Phần mềm đồ họa thiết kế 3D được chọn áp dụng là phần mềm AutoCAD của hãng Autodesk. Hiện nay có rất nhiều giáo trình AutoCAD 2D/3D, các độc giả quan tâm đến phần mềm AutoCAD có thể tìm đọc giáo trình sau [5].

3. ỨNG DỤNG AUTOCAD VÀO THIẾT KẾ MÔ HÌNH MÁY BAY LƯỢN

Mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m là một mô hình máy bay cánh bằng có khả năng bay bằng ở vận tốc thấp (khoảng 11 m/s đến 15 m/s) và duy trì thời gian ở trên không trong điều kiện tắt động cơ lâu. Mô hình này có tính cơ động cao do khả năng tháo lắp dễ dàng, có thể cất cánh trực tiếp (không cần quãng đường chạy đà), và hạ cánh trên cỏ hay vùng đất mềm. Mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện tỏ ra phù hợp cho các nhu cầu quan sát trên không ở các khu sinh thái, rừng quốc gia, các cánh đồng/trang trại...

Vật liệu chọn để chế tạo mô hình máy bay lượn là gỗ balsa, gỗ ván ép. Gỗ balsa được dùng để chế tạo mô hình bay là loại balsa có khối lượng riêng trong khoảng 135 kg/m^3 đến 176 kg/m^3 [6]. Gỗ ván ép dùng chế tạo mô hình bay thường có bề dày 2 mm và có khối lượng riêng trong khoảng từ 670 kg/m^3 đến 1007 kg/m^3 [7].

3.1. Kết quả của thiết kế sơ bộ

Việc ước lượng khối lượng ban đầu cho mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m có thể được thực hiện dựa trên việc thống kê khối lượng hoàn chỉnh của một số mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện chế tạo bằng vật liệu gỗ ở một số website bán mô hình bay như Hobbyking [8], Alibaba [9]. Theo đó, các mô hình bay lượn dùng động cơ điện có thể được thống kê khối lượng theo sải cánh như sau:

Sải cánh (m)	Khối lượng hoàn chỉnh (g)
1.30 ÷ 1.50	650 ÷ 900
1.60 ÷ 1.80	750 ÷ 1000
1.90 ÷ 2.10	850 ÷ 1300

Từ các yêu cầu thiết kế của mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m nêu ra ở phần trên, khối lượng thiết kế ban đầu của mô hình có thể được ước lượng là 850 grams ± 50 grams với khối lượng của từng bộ phận được tổng hợp ở bảng dưới đây:

Bảng 1: Khối lượng ban đầu của mô hình máy bay lượn thiết kế

Stt	Tên thành phần	Khối lượng (g)
1	Khối lượng rỗng	425
2	Servos điện (3 cái)	60
3	Động cơ điện, chong chóng	80
4	Pin Lipo	195
5	Bộ nhận tín hiệu (Rx)	20
6	Bộ điều tốc động cơ (ESC)	50

Các thông số thiết kế sơ bộ về hình học và lựa chọn cánh, hệ thống lực đẩy của mô hình máy bay lượn thiết kế được cho ở Bảng 2 (tham khảo [4]).

Bảng 2: Thông số thiết kế sơ bộ của máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m

Cánh chính (Wing)	Sải cánh (b_w)	1.8 m	Đuôi ngang (Tail)	Sải cánh đuôi ngang (b_t)	0.4 m	Đuôi đứng (Fin)	Sải cánh đuôi đứng (b_v)	0.143 m
	Cung cánh mũi ($c_{w\ tip}$)	0.1 m		Đuôi ngang mũi ($c_{t\ tip}$)	0.1 m		Đuôi đứng mũi ($c_{v\ tip}$)	0.09 m
	Cung cánh gốc ($c_{w\ root}$)	0.2 m		Đuôi ngang gốc ($c_{t\ root}$)	0.12 m		Đuôi đứng gốc ($c_{v\ root}$)	0.12 m
	Biên dạng cánh	NACA 4415		Biên dạng đuôi ngang	NACA 0009		Biên dạng đuôi đứng	NACA 0009
	Góc đặt cánh (i_w)	1.0 độ		Góc đặt đuôi ngang (i_t)	0.0 độ		Góc đặt đuôi đứng (i_v)	0.0 độ
	Góc vênh cánh (Γ_w)	0.0 độ		Tay đòn đuôi ngang (l_t)	0.575 m		Tay đòn đuôi đứng (l_v)	0.530 m
	Góc ngoặt cánh ($\Lambda_{w\ c/4}$)	0.0 độ		Chiều dài thân (l_f)	0.873 m		Trọng tâm thiết kế (CG)	25% c_w
Vận tốc thiết kế (V_{level})	11 m/s	Cao độ bay	100 m ÷ 200 m	Phương pháp cất cánh	Phóng tay			
Động cơ điện	180 W	ESC	30A	Chong chóng	9x6			

Do mục tiêu của bài viết là ứng dụng phần mềm thiết kế đồ họa 3D vào thiết kế mô hình bay nên ở bước tiếp theo phần phân tích đặc tính ổn định/điều khiển của mô hình máy bay lượn thiết kế sẽ không được đề cập, các kết quả thu được từ [4] cho thấy mô hình bay thiết kế thỏa đặc tính ổn định tĩnh, ổn định động; các bề mặt điều khiển (bánh lái độ cao, bánh lái lượn) được thiết kế có độ nhạy đáp ứng điều khiển phù hợp với tiêu chuẩn điều khiển dọc, điều khiển lăn/hướng

của máy bay. Độc giả quan tâm đến nội dung này có thể tìm đọc [4] để biết thông tin chi tiết.

Ở các phần tiếp theo của bài viết, tác giả sẽ trình bày cách thức xây dựng mô hình thiết kế bằng phần mềm đồ họa 3D của mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m; làm thế nào để ước lượng khối lượng thiết kế từ mô hình 3D; cũng như cách ước lượng các thông số thiết kế khác về

moment quán tính khối lượng, trọng tâm

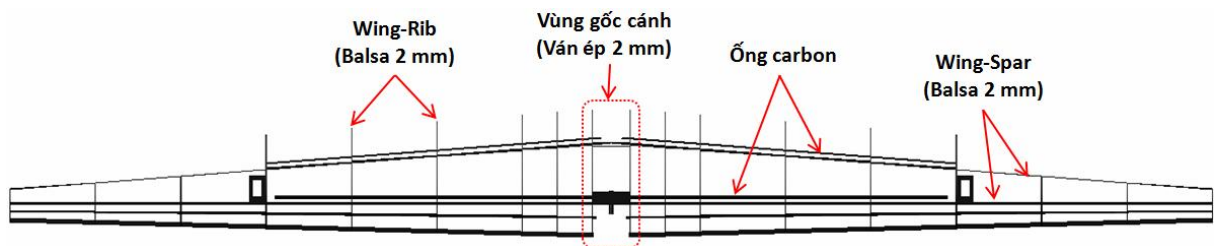
thiết kế thực tế của mô hình bay

3.2. Xây dựng mô hình thiết kế 3D của mô hình máy bay lượn thiết kế

Do đặc thù của mô hình bay điều khiển từ xa dùng động cơ điện là vận tốc thiết kế thấp (từ 10 m/s đến 25 m/s), khối lượng cất cánh của mô hình nhỏ (từ vài trăm grams đến vài kilograms), sải cánh từ 1 m đến 3 m nên quá trình thiết kế chi tiết của mô hình bay được xây dựng chủ yếu dựa trên các kích thước thiết kế của quá trình thiết kế sơ bộ (xem Bảng 2), việc lựa chọn vật liệu chế tạo và các mô hình mẫu chuẩn về kết cấu cánh của mô hình bay.

Với lựa chọn vật liệu sử dụng cho cánh là gỗ Balsa 2 mm và ván ép 2 mm, mô hình mẫu kết cấu cánh của mô hình bay gồm hai “wing-spar” được đặt một ở vị trí một phần

tư dây cung cánh, một ở vị trí ba phần tư dây cung cánh; các “wing-rib” được bố trí mật độ tập trung nhiều ở gốc cánh và giảm dần về phía mũi cánh (khoảng cách giữa hai “wing-rib” nằm trong khoảng từ 25 ÷ 50 mm ở vùng gần gốc cánh; trong khoảng từ 100 ÷ 125 mm ở vùng gần mũi cánh); có thể dùng các ống carbon (đường kính từ 4 ÷ 6 mm) hoặc các ống nhôm (đường kính từ 10 ÷ 22 mm) và dùng gỗ ván ép ở vùng gốc cánh để gia tăng độ cứng uốn cho cánh. Để chống xoắn cánh, đặc biệt là ở các mô hình bay có tỉ số “aspect ratio, AR” lớn (AR từ 10 trở lên), gỗ balsa 2 mm được chọn dùng để ốp bề mặt cánh. Hình 3 thể hiện kết cấu cánh thiết kế của mô hình máy bay lượn dưới dạng bản vẽ 2D.

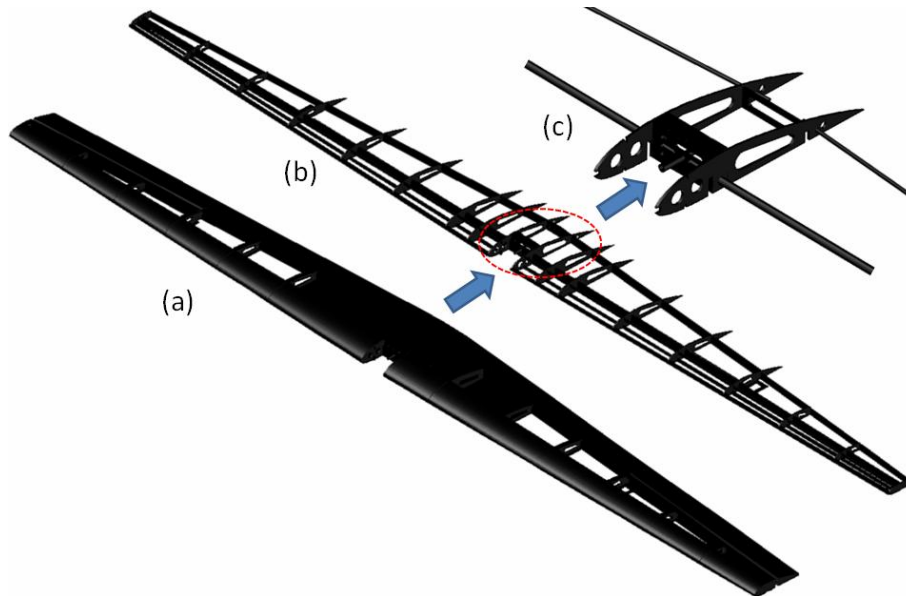


Hình 3: Thiết kế chi tiết kết cấu cánh của mô hình máy bay lượn ở dạng bản vẽ 2D

Thực tế cho thấy thiết kế kết cấu cánh của mô hình máy bay lượn ở dạng 2D gặp rất nhiều hạn chế về khả năng biểu đạt các ý tưởng thiết kế. Điều này dẫn đến nhiều phát sinh trong quá trình chế tạo. Thêm nữa rất khó có thể đánh giá được khối lượng kết cấu cánh từ bản vẽ 2D trên. Và do đó việc xây dựng mô hình thiết kế chi tiết ở dạng bản vẽ lắp 3D có ý nghĩa quan trọng trong quá trình thiết kế.

Phần mềm AutoCAD được chọn sử dụng trong bài viết này. Đây là phần mềm vẽ thiết kế 2D/3D của hãng Autodesk. Theo ý kiến

cá nhân của tác giả, AutoCAD là phần mềm thiết kế đồ họa phổ biến hiện nay ở Việt nam, thêm nữa AutoCAD rất dễ tự học thông qua các giáo trình [5]. Mô hình thiết kế 3D/AutoCAD của cánh mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m được thể hiện ở Hình 4, trong đó hình 4.a. thể hiện mô hình 3D hoàn chỉnh của cánh; hình 4.b. thể hiện mô hình 3D kết cấu cánh chi tiết của Hình 3; và hình 4.c. thể hiện phần kết cấu ở phần gốc cánh với vật liệu là ván ép 2 mm và các ống carbon gia cường khả năng chịu uốn cánh.

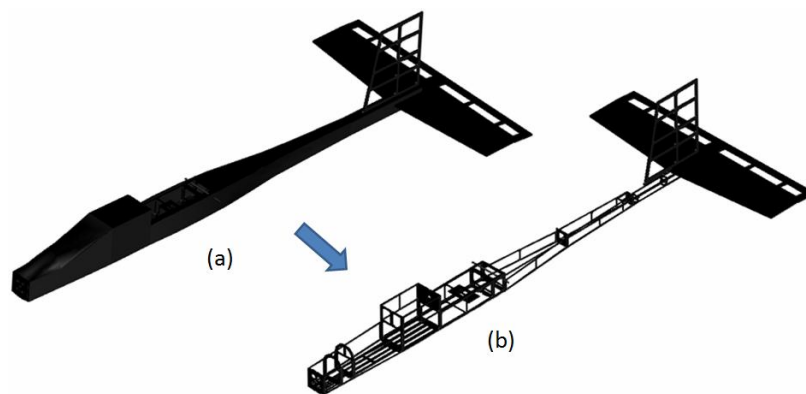


Hình 4: Mô hình thiết kế 3D của cánh mô hình máy bay lượn sải cánh 1.8 m

Kết cấu thân của mô hình máy bay lượn đảm nhiệm vai trò chính là đảm bảo độ bền cho việc lắp cánh, cụm đuôi, cũng như chứa các thiết bị điện tử phục vụ cho việc điều khiển mô hình bay (servo, ESC, pin Lipo, bộ nhận tín hiệu, động cơ điện). Một điểm cần chú ý nữa là thân của mô hình máy bay lượn thường có hình dạng khí động giúp giảm lực cản, đảm bảo khả năng duy trì thời gian trên không của mô hình bay trong điều kiện có gió. Và do đó, thân của mô hình máy bay lượn thường có diện tích mặt cắt ngang thân nhỏ, tiết diện tròn. Để có thể đáp ứng được các yêu

tô trên, tác giả dùng ván ép 2 mm để tạo các tiết diện ngang thân, tạo các đường sườn dọc thân; dùng gỗ balsa 2 mm để ốp vỏ cho thân (xem Hình 5).

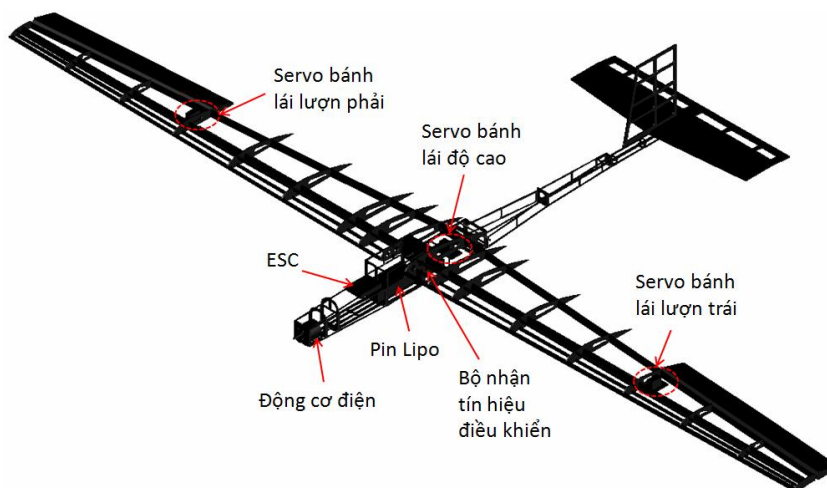
Cụm đuôi của mô hình máy bay lượn thiết kế đảm nhiệm vai trò giữ ổn định dọc và ổn định hướng cho mô hình bay. Bánh lái độ cao được thiết kế có diện tích phù hợp, giúp đảm bảo khả năng điều khiển góc/chúi cho mô hình. Gỗ balsa 3 mm được chọn để chế tạo cụm đuôi của mô hình máy bay lượn (xem Hình 5)



Hình 5: Mô hình thiết kế 3D của thân và cụm đuôi của mô hình máy bay lượn sải cánh 1.8 m

Tương tự mô hình thiết kế 3D của cánh, mô hình thiết kế 3D của thân và cụm đuôi của mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m, được xây dựng trên AutoCAD, đã giúp người thiết kế diễn tả đầy đủ các ý tưởng thiết kế (Hình 5.b.), đồng thời có được cái nhìn “thực” của kết cấu thân, cụm đuôi trước khi chế tạo (Hình 5.a). Hình 6

thể hiện mô hình thiết kế 3D ở dạng lắp ráp hoàn chỉnh các bộ phận của mô hình máy bay lượn sải cánh 1.8 m (trong trường hợp này, lớp vỏ ốp balsa 2 mm của cánh và thân trong mô hình được chuyển sang dạng không nhìn thấy để có thể quan sát được chi tiết kết cấu bên trong)



Hình 6: Mô hình thiết kế 3D hoàn chỉnh của mô hình máy bay lượn sải cánh 1.8 m

Trên cơ sở của mô hình thiết kế 3D hoàn chỉnh, việc đánh giá lại các thông số thiết kế liên quan đến khối lượng, vị trí trọng tâm,

moment quán tính khối lượng của mô hình máy bay lượn có sải cánh 1.8 m có thể được thực hiện dễ dàng với độ tin cậy cao.

3.3. Đánh giá thông số thiết kế từ mô hình thiết kế 3D

Việc đánh giá lại khối lượng của mô hình bay từ mô hình thiết kế 3D được thực hiện khi xác định được vật liệu sử dụng. Đối với mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải

cánh 1.8 m, vật liệu sử dụng là gỗ balsa 2 mm/3 mm/5 mm có khối lượng riêng là 150 kg/m³; gỗ ván ép 2 mm có khối lượng riêng là 753 kg/m³; delcal dùng để phủ mô hình bay có khối lượng là 125 g/m²; ống carbon gia cường có khối lượng riêng khoảng 1528 kg/m³

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Part	ro (kg/m ³)	V (m ³)	Xcg_i	Ycg_i	Zcg_i	m_i (kg)	box_i (kg.m ²)	Iyy_i (kg.m ²)	Izz_i (kg.m ²)	(Xcg_ij)(m_ij)	(Ycg_ij)(m_ij)	(Zcg_ij)(m_ij)	(m_ij)(dx) ²	(m_ij)(dy) ²	(m_ij)(dz) ²
1 Than (Van ep)	753	5.78477E-05	-295.6524	0	1.4054	0.04355933	2.53103E-05	0.001988025	-12.87841961	0	0.061218278	8.89144E-06	9.0577E-05	8.16856E-05	
2 Than (Balsa 2mm)	150	0.000240889	-343.5512	0	-1.544	0.03613339	2.80962E-05	0.001894897	-12.41366802	0	-0.055789948	4.64475E-06	0.000305203	0.00030558	
4 Than (Carbon)	1528	3.70708E-06	-577.0485	0	8.1437	0.00566442	8.21733E-07	0.000136023	-3.268643432	0	0.046129314	2.50406E-06	0.000599706	0.000599702	
Dong co + chong chong	4340.134684	1.84326E-05	-15.9194	0	0	0.08	8.01393E-06	1.00172E-05	-1.273552	0	0	1.32751E-05	0.004485153	0.004471878	
5 Cum duoi Balsa	150	0.000129809	-848.3236	0	-3.4226	0.01947128	0.000236816	3.93881E-05	0.000247076	-16.51794475	0	-0.066642396	1.7422E-06	0.006917686	0.006915943
7 Canh (Van ep)	753	2.14264E-05	-281.0816	0	-30.5611	0.01613404	0.00084043	2.4204E-05	-4.5349827	0	-0.49307411	5.04285E-06	1.83634E-05	1.33206E-05	
8 Canh (Balsa)	150	0.001022349	-280.5903	0	-27.5869	0.15335228	0.0278505	0.000381628	0.028209	-43.02916193	0	-4.230513981	3.31611E-05	0.000155479	0.000122318
9 Canh (Carbon)	1528	2.33263E-05	-285.6143	0	-25.9311	0.03564263	0.002980956	3.68116E-05	-10.18004349	0	-0.924252483	6.06943E-06	4.55132E-05	3.94438E-05	
10 Canh (Left Aileron)	150	8.91358E-05	-317.4587	-703.8748	-23.5451	0.01337037	0.000165208	4.37849E-06	0.000168891	-4.24453975	-9.411065338	-0.314806659	0.006625733	5.82027E-05	0.006680895
11 Canh (Right Aileron)	150	8.91358E-05	-317.4587	703.8748	-23.5451	0.01337037	0.000165208	4.37849E-06	0.000168891	-4.24453975	9.411065338	-0.314806659	0.006625733	5.82027E-05	0.006680893
12 Servo Elevator	3443.526171	0.000005808	-331.235	0	-4.5004	0.02	1.61333E-06	1.04667E-06	-6.6247	0	0	-0.090008	1.40494E-06	0.000125868	0.000124463
13 Servo Aileron trái	3560.903558	5.61635E-06	-277.622	-526.4988	-25.8195	0.02	1.06787E-06	1.64333E-06	1.00867E-06	-5.55244	-10.529976	-0.51639	0.00547369	1.61232E-05	0.005556796
14 Servo Aileron phải	3560.903558	5.61635E-06	-277.622	526.5012	-25.8195	0.02	1.06787E-06	1.64333E-06	1.00867E-06	-5.55244	10.530024	-0.51639	0.00547411	1.61232E-05	0.005556845
15 Pin Lipo	2877.004014	0.00006776	-170	0	-2.5	0.195	2.7773E-05	0.000133705	0.000145746	-33.15	0	-0.4875	2.10172E-05	0.00134335	0.00132332
16 ESC	3881.967578	0.00001288	-141	0	-2.5	0.195	5.37083E-06	9.08333E-06	1.39208E-05	-7.05	0	-1.125	4.62554E-06	0.000634544	0.000619919
17 Receiver	759.9506032	2.63175E-05	-282.26	0	6.2496	0.02	2.16542E-06	5.39208E-06	6.85667E-06	-5.6452	0	0.124992	7.32017E-06	2.52147E-05	1.78946E-05
18 Eagle Tree	0	0.000015	-336.235	13.0012	8.9996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 Decal cánh	0.125	0.53320542	-280.5903	0	-27.5869	0.06665071	3.02837E-06	2.73403E-06	3.05571E-06	-18.70154137	0	-1.838866339	1.44127E-05	6.75751E-05	5.31625E-05
20 Decal thân	0.125	0.108104288	-295.6524	0	1.4054	0.01351304	1.73804E-09	1.46341E-07	-3.995161514	0	0.018991221	2.75831E-06	2.80898E-05	2.53406E-05	
21 Decal cụm đuôi	0.125	0.114611462	-848.3236	0	-3.4226	0.01432643	3.14068E-08	8.2615E-09	3.24639E-08	-12.15345098	0	-0.049033649	1.28186E-06	0.005808843	0.005808562
						0.83618827	0.032087092	0.00467892	0.036618627	-211.0104293	4.8E-05	-10.77156341	0.024474401	0.020070827	0.044269453
23	Xac		Xcg	Ycg	Zcg		box (kg.m ²)	Iyy (kg.m ²)	Izz (kg.m ²)						
24	-252.71		-252.3479913	5.74033E-05	-12.88174428		0.056561494	0.024749747	0.08088808						
25															
26			Vị trí 1/4 chord		% CG_chord										
27			-252.71		24.79%										

Hình 7: Bảng Excel đặc tính khối lượng của từng thành phần của mô hình máy bay lượn thiết kế

Nhờ vào tính năng xác định thể tích, trọng tâm, moment quán tính khối lượng của các khối rắn trong AutoCAD nên các thông số thiết kế ban đầu của mô hình máy bay lượn sải cánh 1.8 m được tính lại nhanh chóng từ thiết kế 3D thông qua tập tin thống kê Excel đặc tính khối lượng của từng thành phần của mô hình bay (xem Hình 7). Kết quả phân tích từ bảng Excel cho thấy khối lượng của mô

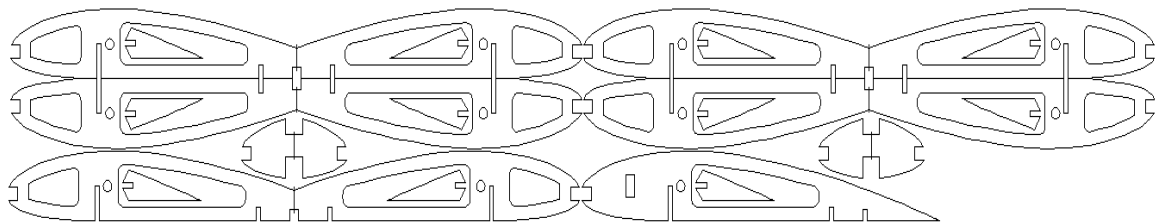
hình máy bay lượn là 836 grams (thấp hơn 1.65% so với khối lượng sơ bộ là 850 grams), vị trí trọng tâm ứng với phân bố tải trọng như trong mô hình thiết kế 3D hiện tại là 24.79% (so với trọng tâm thiết kế sơ bộ là 25%); các moment quán tính khối lượng quanh ba hệ trục của mô hình bay lần lượt là $I_{xx} = 0.05656 \text{ kg.m}^2$; $I_{yy} = 0.02475 \text{ kg.m}^2$; $I_{zz} = 0.08089 \text{ kg.m}^2$.

Khối lượng của mô hình máy bay lượn tính từ thiết kế 3D chưa xét đến khối lượng của phần keo dán, và một số khối lượng phát sinh khác trong quá trình chế tạo. Theo kinh nghiệm của tác giả, phần khối lượng gia tăng này thường trong khoảng 5% khối lượng ước tính từ thiết kế 3D. Và do đó, đối với mô hình máy bay lượn, khối lượng chế tạo sẽ nằm trong khoảng 878 grams, nằm trong vùng khối lượng ước lượng sơ bộ ban đầu. Trọng tâm của mô hình bay đạt được từ thiết kế 3D là trong vùng trọng tâm thiết kế ban đầu. Mô hình thiết kế 3D hiện tại (xem Hình 6) sẽ là cơ sở để bố trí các thiết bị lên mô hình bay ở giai đoạn chế tạo.

Một kết quả giá trị khác thu được từ mô hình thiết kế 3D là khoảng cách Z_{CG} từ trọng tâm của mô hình bay đến đường dọc thân (trong trường hợp này Z_{CG} là -12.88 mm). Điều này cho thấy trọng tâm hiện tại của mô hình bay đang nằm trên so với đường dọc thân (hay nói cách khác, đường lực đẩy chong chóng của mô hình bay đang nằm dưới trọng tâm một khoảng 12.88 mm theo trục Oz). Do đó, cần điều chỉnh góc đặt động cơ điện của mô hình máy bay lượn theo hướng ngóc xuống một góc khoảng $2^\circ \div 3^\circ$ để phương của đường lực đẩy nằm vùng lặn cận của trọng tâm.

3.4. Xuất bản vẽ chế tạo và chế tạo mô hình bay

Một khi các thông số thiết kế đã được xác thực từ mô hình thiết kế 3D, việc xuất bản vẽ chế tạo mô hình từ thiết kế 3D được tiến hành dễ dàng và nhanh chóng. Hiện nay, đa phần các máy cắt laser dùng để chế tạo mô hình đều tương thích với các tập tin ở định dạng DXF của AutoCAD. Đây cũng là một lợi thế của AutoCAD so với các chương trình vẽ thiết kế khác.



Hình 8: Bản vẽ cắt cánh xuất từ mô hình thiết kế 3D



Hình 9: Mô hình máy bay lượn có sải cánh 1.8 m sau khi được chế tạo hoàn chỉnh

Hình 8 dưới đây thể hiện bản vẽ cắt “wing-rib” của kết cấu cánh của mô hình máy bay lượn có sải cánh 1.8 m, bản vẽ này được thiết lập dựa trên kích thước của tấm gỗ balsa 2 mm và khổ cắt của máy cắt laser hiện có ở phòng thí nghiệm Hàng không, nhà C1, Trường Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh. Cụ thể, kích thước balsa là $80 \times 1000 \times 2$ mm; khổ cắt của máy cắt laser là 600×400 mm.

Hình 9 thể hiện mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m sau khi đã được chế tạo hoàn chỉnh. Kết quả cân tải khối lượng và vị trí trọng tâm từ [10] cho thấy khối lượng của mô hình máy bay lượn sau khi chế tạo hoàn chỉnh là $870 \text{ grams} \pm 10 \text{ grams}$; vị trí trọng tâm nằm trong vùng thiết kế ban đầu (xem Hình 10)



Hình 10: Cân tải và xác định vị trí trọng tâm của mô hình máy bay lượn sải cánh 1.8 m

4. KẾT LUẬN

Thông qua quá trình thiết kế chế tạo hoàn chỉnh mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m được trình bày trong bài viết này, việc ứng dụng phần mềm vẽ thiết kế vào thiết kế mô hình bay là rất hữu ích. Điều này đã giúp cải thiện đáng kể các nhược điểm của quy trình thiết kế truyền thống, cụ thể: (1) giúp thể hiện được đầy đủ ý tưởng của người thiết kế, nhờ đó có thể quan sát được mô hình trước khi chế tạo và hỗ trợ khả năng chỉnh sửa thiết kế dễ dàng; (2) giúp ước lượng tốt khối lượng chế tạo của mô hình, nhờ đó đánh giá khối lượng thiết kế sơ bộ ban đầu mà không cần chờ đến khi chế tạo mô hình hoàn chỉnh, qua đó rút ngắn thời gian thiết kế mô hình, giảm chi phí chế tạo; (3) nhờ vào thiết kế 3D, việc phân bố các tải thiết bị trên mô hình bay để đưa trọng tâm của mô hình về vùng trọng tâm thiết kế có thể được tiến hành nhanh chóng trên máy tính, và kết quả phân bố sẽ là cơ sở để tiến hành lắp các thiết bị khi mô hình được chế tạo hoàn chỉnh; (4) các kết quả phân tích về moment quán tính khối lượng và vị trí trọng tâm của mô hình bay thu được từ thiết kế 3D có ý nghĩa trong việc phân tích đặc tính đáp ứng của mô hình bay, cũng như xác định góc đặt

động cơ; (5) nhờ vào thiết kế 3D mà việc xuất bản vẽ thiết kế sang các thiết bị gia công trở nên dễ dàng, đây cũng là xu hướng phổ biến hiện nay trong lĩnh vực thiết kế/chế tạo mô hình bay.

Từ thực tế áp dụng cho mô hình máy bay lượn có sải cánh 1.8 m, quy trình thiết kế/chế tạo mô hình bay ứng dụng phần mềm vẽ thiết kế 3D đề xuất trong bài viết này (xem Hình 2) có thể được áp dụng cho mọi thiết kế mô hình bay. Hơn nữa, quy trình trên còn cho phép phát triển hoàn thiện bằng cách kết hợp với các nghiên cứu chuyên sâu về đặc tính khí động lực học, về kết cấu thông qua việc xuất bản vẽ thiết kế 3D sang các chương trình phân tích đặc thù của các lĩnh vực trên. Đây cũng sẽ là hướng phát triển trong thời gian sắp tới của tác giả nhằm hướng đến chuẩn hóa quy trình thiết kế/chế tạo mô hình bay phục vụ cho các nhu cầu nghiên cứu trong Trường Đại học, và nhu cầu dân sinh.

Kết quả trình bày trong bài viết này nằm trong đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường, Đại học Bách khoa Tp. Hồ Chí Minh năm 2011

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Edi Sofyan, “Identification of Model Aircraft Dynamic Using Flight Testing”, Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Hàng không, Viện Kỹ thuật Hoàng gia Melbourne, Úc, 09/1996.
- [2] Estimation of moment of inertia: www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=138370

- [3] Robert C. Nelson, “Flight Stability and Automatic Control”, 2nd ed., University of Notre Dame, 1998
- [4] Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường năm 2011, “Thiết kế chế tạo mô hình máy bay lượn dùng động cơ điện có sải cánh 1.8 m”, Mã số T-KTGT-2011-34, chủ nhiệm đề tài TS. Ngô Khánh Hiếu, Trường Đại học Bách khoa Tp. HCM.
- [5] Nguyễn Hữu Lộc, “Sử dụng AutoCAD 2008”, Nhà xuất bản Thành phố Hồ Chí Minh, 1018 trang, 2007.
- [6] “Balsa Wood Core Material”, Balsaflex,
http://www.gurit.it/Files/Documents/English%20Datasheets%20SP-HM/Balsaflex_v3.pdf
- [7] Aircraft Plywood: www.misterplywood.com.au/products/plywood/aircraft-plywood
- [8] HobbyKing: www.hobbyking.com
- [9] Alibaba: www.alibaba.com
- [10] Phạm Bá Sơn, “Initial Flight Test of the RC Model Aircraft using Electric Motor”, luận văn tốt nghiệp Kỹ sư Hàng không, chương trình Việt-Pháp (PFIEV), Đại học Bách khoa Tp. HCM, 07/2012.