KHẢO SÁT ĐỘNG HỌC CỦA TÊN LỬA HÀNH TRÌNH ĐỐI HẢI Ở GIAI ĐOẠN TỰ DẪN

ThS Nguyễn Đức Thành, *Trung tâm KHKT- CNQS*

Tóm tắt: *Quỹ đạo bay của tên lửa hành trình đối hải bao gồm hai giai đoạn: giai đoạn ôtônôm (dẫn đường quán tính) và giai đoạn tự dẫn. Bài báo trình bày kết quả khảo sát ảnh hưởng của một số tham số chiến-kỹ thuật của đầu tự dẫn đến khả năng trúng đích của một loại tên lửa đối hải giả định bằng mô hình trên máy tính. Kết quả đưa ra các yêu cầu chiến-kỹ thuật tối thiểu đối với đầu tự dẫn của tên lửa đối hải.*

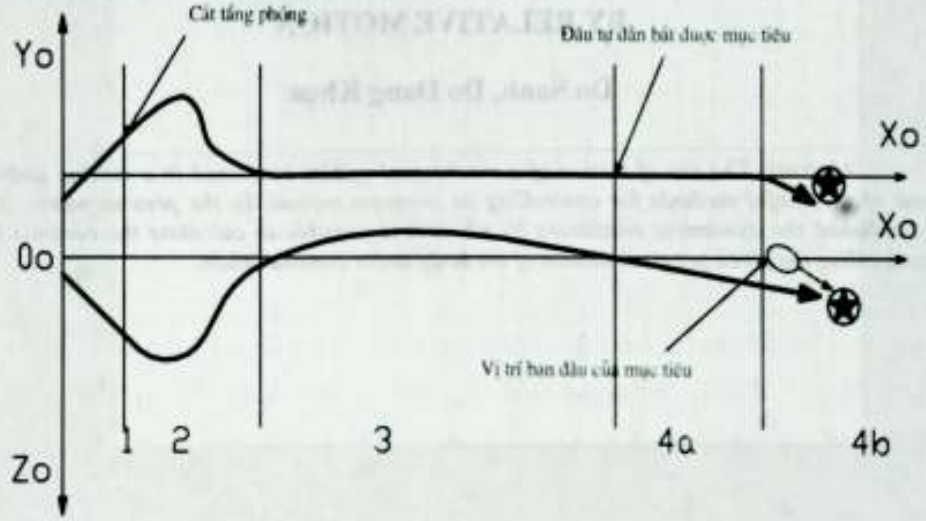
1. Đặt vấn đề

Hiện nay trong quá trình nghiên cứu thiết kế chế tạo và cải tiến khai thác các loại tên lửa đối hải (TLĐH) thì việc nghiên cứu đưa ra các yêu cầu cụ thể đối với từng hệ thống như: thân, cánh, động cơ, hệ thống điều khiển ... và các thiết bị khác của tổ hợp tên lửa là nhiệm vụ hết sức quan trọng. Nếu đề ra các yêu cầu chưa chính xác (quá cao hoặc quá thấp) sẽ lãng phí tiền và thời gian. Vì vậy việc nghiên cứu tích hợp đồng bộ, đề ra các yêu cầu cụ thể phù hợp của từng hệ thống góp phần hoàn thiện tính năng kỹ chiến thuật của tổ hợp tên lửa là rất cần thiết, đặc biệt là trong giai đoạn tự dẫn, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng trúng đích của tên lửa đối hải.

Bài báo trình bày kết quả khảo sát các yếu tố kỹ thuật của đầu tự dẫn ảnh hưởng đến quá trình bay và điều khiển tên lửa đối hải tới mục tiêu dựa theo các tài liệu [1,2,3,4].

2. Nội dung và các kết quả khảo sát

Quỹ đạo của tên lửa đối hải có thể nhiều dạng khác nhau, ở đây ta xét cụ thể một loại tên lửa đối hải giả định có dạng quỹ đạo như hình 1a(gần giống tên lửa đối hải Exocet) gồm 2 giai đoạn: Chế độ bay ôtônôm và chế độ tự dẫn.

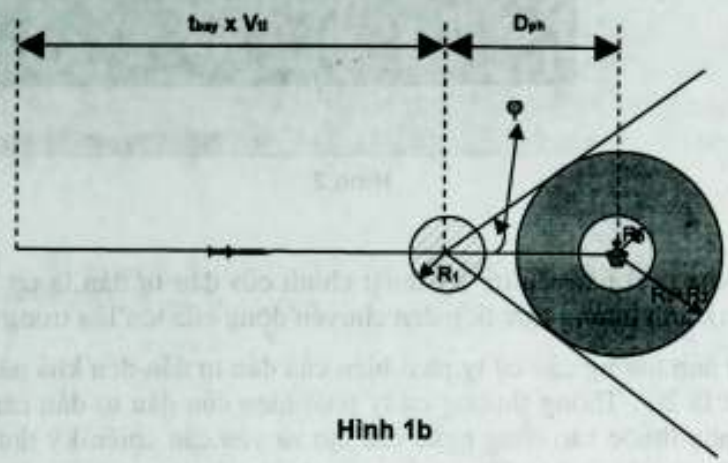


Hình 1a. Quỹ đạo bay của một loại tên lửa hành trình đối hải

Thuật toán điều khiển bay ôtônôm của tên lửa đối hải được nạp từ máy tính mặt đất vào máy tính trên khoang thực hiện các chức năng chính sau: So sánh các tham số quỹ đạo chuyển động thực tế và các tham số quỹ đạo chuyển động theo chương trình bay nạp trước khi phóng.(Chương trình bay do máy tính mặt đất thiết lập theo thuật toán căn cứ vào lệnh của chỉ huy bắn, các tham số mục tiêu, toạ độ tên lửa, thời tiết và địa hình). Từ các sai lệch này để lập lệnh tạo ra các góc lệch của các cánh lái độ cao, lái hướng và lái liệng đảm bảo cho tên lửa bay theo quỹ đạo mong muốn.

Trong giai đoạn ôtônôm tên lửa được điều khiển nhờ hệ thống dẫn đường quán tính không platfom, khi đến toạ độ nhất định máy tính trên khoang điều khiển đầu tự dẫn làm việc và sục sạo mục tiêu. Sau khi phát hiện và bám sát mục tiêu thì tên lửa chuyển sang chế độ tự dẫn.

Trên hình 1b, trình bày sơ đồ bài toán dẫn tên lửa đối hải đến mục tiêu. Toạ độ của mục tiêu được phát hiện có sai số nhất định (R_0). Thông thường R_0 vào khoảng vài km đến hàng chục km tuỳ theo phương tiện và cự li phát hiện mục tiêu. Hệ thống dẫn đường quán tính cũng có sai số (R_1). Thông thường R_1 vào khoảng một vài km phụ thuộc vào thiết bị và thời gian bay ôtônôm của tên lửa t_{bay}. Trong thời gian t_{bay} tầu địch có thể chạy về mọi hướng trong bán kính R_2. Thông thường t_{bay} vào khoảng vài phút đến vài chục phút, cho nên R_2 có thể lên đến vài chục km. Như vậy, để TLĐH có thể tự dẫn được vào mục tiêu, vấn đề cơ bản đối với đầu tự dẫn là phải có cự li phát hiện D_{ph} và góc quét φ đủ lớn, sao cho khi có các sai số R_0, R_1, R_2 đầu tự dẫn vẫn phát hiện được mục tiêu và quả đạn vẫn cơ động được để bay vào mục tiêu.



Hình 1b

R_0: Sai số chỉ thị mục tiêu

R_1: Sai số dẫn đường quán tính

R_2: Bán kính khu vực tàu địch có thể chạy với $V_{tàu}$

(trong thời gian tên lửa bay t_{bay})

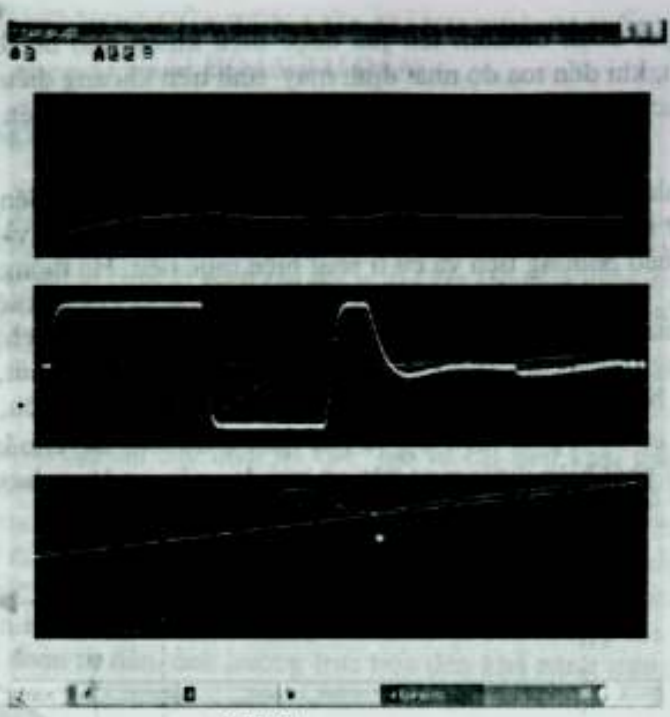
$R_2 = t_{bay} . V_{tàu}$

D_{ph} – Cự ly phát hiện của đầu tự dẫn

φ – Góc quét của đầu tự dẫn

Trong quá trình khảo sát, số liệu của đối tượng điều khiển, mô hình của các thiết bị(máy lái, các con quay và gia tốc kế, đầu tự dẫn ...) và thuật toán điều khiển được lấy theo tài liệu[1], [3]. Trong chế độ bay tự dẫn, tên lửa được dẫn theo phương pháp dẫn thẳng vào mục tiêu với vận tốc 270m/s, tầm bắn 50km, hướng phóng 30^0, góc phóng30^0, độ cao bay hành trình 50m, hệ thống dẫn đường quán tính có sai số trung bình(sai số các con quay của hệ thống là 60 độ/h, sai số gia tốc kế 0,2 m/s^2), sai số chỉ thị mục tiêu =0).

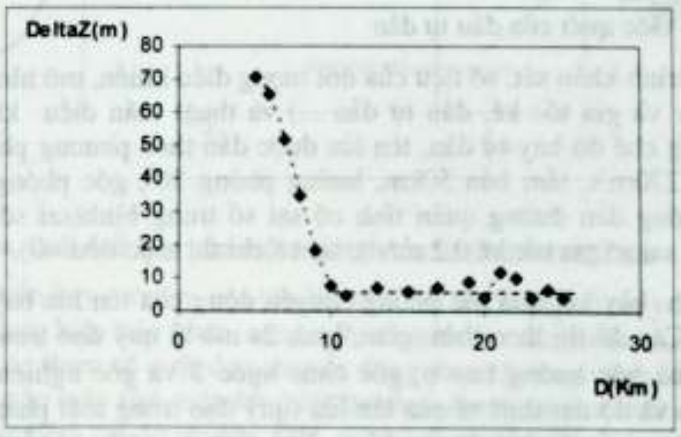
Hình 2 trình bày kết quả mô phỏng chuyển động của tên lửa bay từ lúc phóng đến lúc trúng mục tiêu. Các đồ thị theo thời gian, hình 2a mô tả quỹ đạo trong mặt phẳng đứng (độ cao), hình 2b là ba góc hướng bay ψ, góc chúc ngóc ϑ và góc nghiêng γ, hình 2c là độ dạt sườn mong muốn và độ dạt thực tế của tên lửa (quỹ đạo trong mặt phẳng ngang). Ta thấy tên lửa được phóng lên và ổn định ở độ cao 50 m. Khi cách mục tiêu khoảng 10km đầu tự dẫn làm việc,tên lửa vòng về hướng mục tiêu, khi cách mục tiêu 2km bắt đầu giảm độ cao lao vào mục tiêu.



Hình 2

Sau đây ta khảo sát hai yếu tố kỹ thuật chính của đầu tự dẫn là cự ly phát hiện và góc quan sát (góc quét), ảnh hưởng trực tiếp đến chuyển động của tên lửa trong giai đoạn tự dẫn.

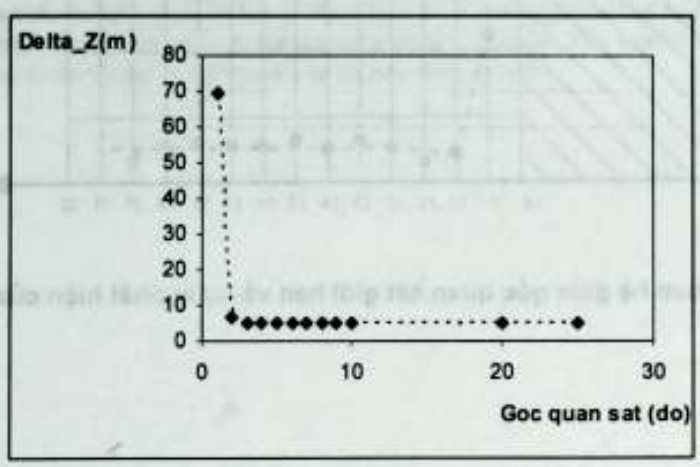
Để khảo sát ảnh hưởng của cự ly phát hiện của đầu tự dẫn đến khả năng trúng đích, ta cố định góc quan sát là 20^0. Thông thường cự ly phát hiện của đầu tự dẫn càng lớn càng tốt, thế nhưng điều này phụ thuộc vào công nghệ chế tạo và yêu cầu chiến-kỹ thuật của từng loại tên lửa. Ta thay đổi D_{ph} từ 5km đến 20km và dựng đồ thị độ lệch ngang ΔZ phụ thuộc vào D_{ph} (Hình 3a). Ở đây ΔZ được xác định khi toạ độ tên lửa $X_{tl} = X_{mt}$. Từ đồ thị ta thấy khi D_{ph} nhỏ (5km) tên lửa không trúng mục tiêu (hình3b). Khi tăng cự ly phát hiện từ 10km trở lên, tên lửa mới trúng mục tiêu. Từ đây nếu D_{ph} tiếp tục tăng thì ΔZ thay đổi không đáng kể trong phạm vi vài mét. Sở dĩ có thay đổi đó vì trong quá trình điều khiển vào mục tiêu quỹ đạo của tên lửa có dao động nhỏ (do góc nghiêng có dao động vài độ). Đối với tên lửa đang khảo sát ta chọn $D_{ph} > 10$ km.



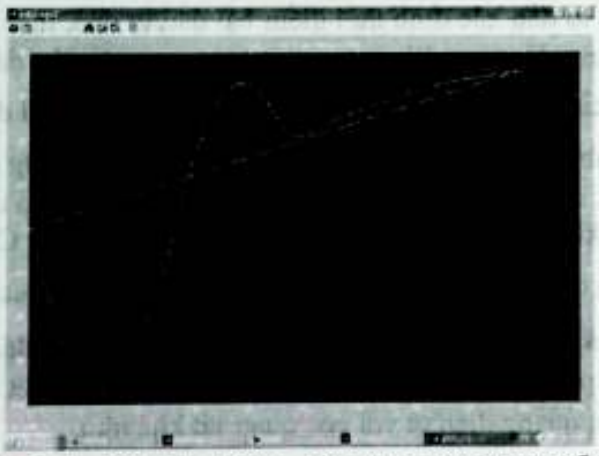
Hình 3a. Sai số ΔZ phụ thuộc cự ly phát hiện của đầu tự dẫn

Hình 3b. Góc phóng30°, hướng phóng 30°, góc quan sát 20°, cự ly phát hiện 5km, tên lửa trượt mục tiêu (ΔZ = 70,5m)

Để khảo sát ảnh hưởng của góc quan sát của đầu tự dẫn ta đặt cố định cự ly phát hiện là D=12km. Khi thay đổi góc quan sát của đầu tự dẫn từ 1^0 đến 20^0 ta dự .g được đồ thị độ lệch ngang ΔZ phụ thuộc vào góc quan sát (Hình 4a). Ta thấy khi góc quan sát nhỏ tên lửa vẫn có thể phát hiện và vòng về phía mục tiêu nhưng không trúng mục tiêu (Hình 4b). Khi tăng góc quan sát lớn hơn 3^0 sai số ΔZ giảm dần, tên lửa phát hiện và đâm trúng mục tiêu. Từ kết quả khảo sát và đồ thị, để đảm bảo tên lửa trúng mục tiêu ta chọn góc quan sát của đầu tự dẫn $\varphi \geq 3^0$.

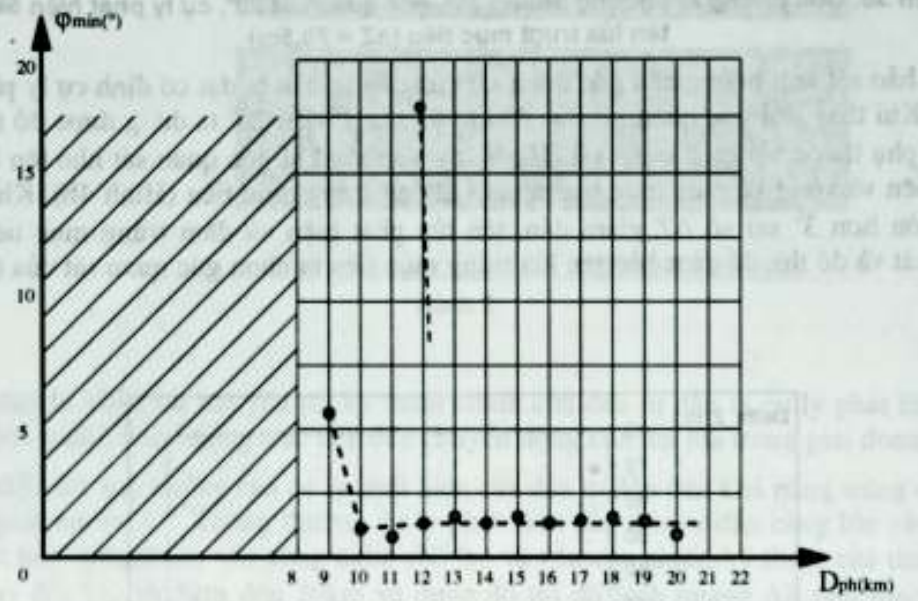


Hình 4a. Sai số ΔZ phụ thuộc góc quan sát của đầu tự dẫn



Hình 4b. Cự ly phát hiện 12km, góc quan sát đầu tự dẫn φ = 2°, tên lửa trượt mục tiêu (ΔZ=69,4m)

Để nghiên cứu mối quan hệ giữa góc quan sát giới hạn của đầu tự dẫn với cự ly phát hiện ta thay đổi D_{ph} từ 8km đến 20km; với mỗi D_{ph} ta tìm được một giá trị φ min. (Với mỗi loại mục tiêu cụ thể,giới hạn ΔZ sẽ khác nhau, ở đây xét với điều kiện $|\Delta Z| \leq 20$m coi như tên lửa trúng mục tiêu). Từ các kết quả khảo sát ta dựng được đồ thị hình 5.Ta thấy khi cự ly gần (D = 8km) sai số ΔZ rất lớn(tên lửa không trúng mục tiêu), khi cự ly phát hiện tăng từ 9 km đến 20 km thì góc quan sát giới hạn giảm từ 6^0 về giá trị nhỏ hơn ($2^0 \div 3^0$) và ít thay đổi. Dựa vào mối liên hệ trên ta có thể lựa chọn góc quan sát phù hợp với cự ly phát hiện của đầu tự dẫn cho từng tên lửa cụ thể.



Hình 5. Mối quan hệ giữa góc quan sát giới hạn và cự ly phát hiện của đầu tự dẫn

3. Kết luận

Qua khảo sát tính năng của đầu tự dẫn trên mô hình một TLĐH điển hình ta có thể kết luận như sau:

Tính năng của đầu tự dẫn xác định thời điểm bật đầu tự dẫn, thời điểm này là lúc TLĐH cách mục tiêu một khoảng D_{ph} max (là cự ly phát hiện xa nhất của đầu tự dẫn) và phải phát hiện được vị trí tức thời của mục tiêu. Đầu tự dẫn có tính năng cao khi đồng thời có D_{ph} lớn và góc quan sát rộng. Tuy nhiên hai tham số này đối với đầu tự dẫn quang điện tử không thể chọn đồng thời cùng lớn được, do đó đối với mỗi loại tên lửa cụ thể phải lựa chọn hai yếu tố này sao cho phù hợp. Chọn D_{ph} không nhỏ quá để tránh quá tải cho tên lửa. Chọn góc quan sát φ đủ lớn để khi bật đầu tự dẫn có thể phát hiện được mục tiêu trong vùng quan sát.

Qua khảo sát ta thấy khi tăng cự ly phát hiện của đầu tự dẫn đến một giá trị nhất định nào đó thì dù tăng cự ly phát hiện nữa góc φ_{min} cũng không giảm. Kết quả này cũng cho thấy có thể sử dụng đầu tự dẫn quang điện tử với góc quan sát khá nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Cương. *Mô hình hoá và mô phỏng chuyển động của khí cụ bay tự động. Sách chuyên khảo*. NXB QDND, Hà Nội, 2002.
2. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. *Динамика беспилотных летательных аппаратов*. Москва, "Маш", 1973.
3. Nguyễn Đức Cương, Nguyễn Văn Chúc, Lã Hải Dũng, *Mô hình hoá chuyển động ôtônôm của khí cụ bay tự động trong không gian ba chiều*. Tạp chí "Khoa học và kĩ thuật", Học viện KTQS, Hà nội, 11/2004.
4. Đỗ Quang Việt, *Giáo trình các hệ thống điều khiển tên lửa*. Học viện Không Quân, Hà nội, 1998.

ANALYZING THE DYNAMICS OF AN ANTI - SHIP MISSILE ON THE HOMING STAGE

Nguyen Duc Thanh

Abstract: *The flight trajectory of an anti-ship missile includes two periods: the first period is controlled by an inertial navigation system, the second-by the seeker. The article presents some investigation results of the seeker performance which influences on the process when the missile approaches to the target. This investigation had been implemented by numerical simulation on a hypothetical anti-ship missile. The results show minimal requirements to the seeker performance of an anti-ship missile.*