

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ QUỐC PHÒNG
HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ**

PHẠM NGỌC VĂN

**XÂY DỰNG CƠ SỞ THIẾT KẾ TRANG BỊ
CHIẾN ĐẤU ĐỊNH HƯỚNG THÍCH NGHI CHO
TÊN LỬA PHÒNG KHÔNG**

**Chuyên ngành : Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
Mã số : 9 52 02 16**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội – 2022

**CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ - BỘ QUỐC PHÒNG**

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS-TS. Vũ Hỏa Tiến**
- 2. TS. Cao Hữu Tình**

Phản biện 1: GS.TS Phan Xuân Minh

Phản biện 2: PGS.TS Nguyễn Quang Hùng

Phản biện 3: TS Vương Anh Trung

Luận án được bảo vệ tại Hội đồng đánh giá luận án cấp Học viện theo quyết định số 4540/QĐ-HV, ngày 26 tháng 10 năm 2022 của Giám đốc Học viện Kỹ thuật Quân sự, họp tại Học viện Kỹ thuật Quân sự vào hồigiờ.....ngày..... tháng năm 2022.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Học viện Kỹ thuật Quân sự
- Thư viện Quốc gia

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Trong hầu hết các loại Tên lửa phòng không (TLPK) thế hệ cũ, trang bị chiến đấu (TBCĐ) có cấu tạo gồm ba phần cơ bản: ngòi nổ vô tuyến (NNVT); cơ cấu bảo hiểm và chấp hành; Khối nổ (KN), gồm thuốc nổ và mảnh văng. TBCĐ của TLPK thế hệ cũ được thiết kế, chế tạo dựa trên nguyên lý cơ bản là tạo vùng sát thương (VST) với các mảnh sát thương (MST) bay đẳng hướng từ tâm khối nổ vào không gian tạo ra nón MST tròn xoay có kích thước xác định.

TBCĐ của TLPK thế hệ cũ có hai nhược điểm đó là:

- Sự “lãng phí” năng lượng của KN khi nó làm việc, theo [1,19,22] chỉ có khoảng 10% số MST trúng vào mục tiêu.
- NNVT không xác định được vị trí không gian tương đối của mục tiêu (MT) so với tên lửa (TL) nên không định hướng được VST hướng tới MT để tăng xác suất tiêu diệt MT.

Nghiên cứu về NNVT định hướng thích nghi (NNVT-ĐH-TN) chưa được các nhà nghiên cứu trong nước quan tâm, trong khi ở nước ngoài đầu đạn định hướng đã được đề cập đến trong các công trình [10, 17, 19, 27, 30, 32, 35, 41, 44, 45, 53], hay NNVT trong các công trình [33, 39, 43], nhưng chỉ là các công bố về một bộ phận đơn lẻ trong tổ hợp TBCĐ trên khoang hoặc những công bố mang tính thông tin khoa học mà chưa có công trình nào công bố một cách đầy đủ để có thể tiếp cận tới vấn đề thiết kế TBCĐ-ĐH-TN.

Từ phân tích trên, luận án đặt ra đề tài ***“Xây dựng cơ sở thiết kế trang bị chiến đấu định hướng thích nghi cho tên lửa phòng không”*** nhằm xây dựng cơ sở thiết kế cho khối nổ định hướng (KNĐH) và NNVT-ĐH-TN tiếp cận tới khả năng thực tế hóa TBCĐ-ĐH-TN cho TLPK. Đây là một vấn đề nghiên cứu mang tính cấp thiết cho những cải tiến và thiết kế chế tạo mới TBCĐ của TLPK.

2. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án định hướng tới là TBCĐ của lớp TLPK tầm trung và xa cũng như cải tiến TBCĐ một số loại tên lửa hiện có trong trang bị của quân đội.

Phạm vi nghiên cứu: Luận án nghiên cứu trong phạm vi xử lý tín hiệu, xác định tọa độ mục tiêu trong hệ thống NNVT. Lý thuyết tính toán, thiết kế khối nổ định hướng và ứng dụng lý thuyết điều khiển

trong việc tổng hợp các thuật toán để điều khiển VST của KN thích nghi với chuyển động của mục tiêu.

Phương pháp nghiên cứu: Luận án kết hợp phương pháp nghiên cứu lý thuyết với tính toán trên máy tính số để tổng hợp thiết kế mô hình TBCĐ-ĐH-TN. Kiểm nghiệm kết quả tính toán bằng mô phỏng, đánh giá hiệu quả và lựa chọn giải pháp thiết kế tối ưu.

3. Nội dung nghiên cứu

Nội dung của Luận án được trình bày trong 4 chương, 138 trang, 17 bảng biểu, 63 hình vẽ và đồ thị, 54 tài liệu tham khảo.

Nội dung nghiên cứu nhằm giải quyết hai bài toán cụ thể:

- Bài toán xây dựng cơ sở tính toán thiết kế, lựa chọn tham số và thuật toán điều khiển định hướng VST cho TBCĐ-ĐH-TN.

- Bài toán tổng hợp thuật toán ngoại suy quỹ đạo, xác định tọa độ tương đối MT trong NNVT-ĐH-TN mà cơ sở của nó là NNVT-PD để điều khiển VST.

Bố cục luận án gồm:

Phần mở đầu.

Chương 1: Tổng quan về TBCĐ của TLPK.

Chương 2: Xác định vị trí tương đối mục tiêu và thiết kế bổ xung cho NNVT-PD thành NNVT-ĐH-TN

Chương 3: Tổng hợp kết cấu, tham số và các đặc trưng của khối nổ định hướng.

Chương 4: Khảo sát đánh giá tổng hợp hiệu quả TBCĐ-ĐH-TN

Kết luận và kiến nghị

4. Tính thực tiễn, tính khoa học và đóng góp mới của luận án

Tính thực tiễn

Kết quả nghiên cứu của luận án có thể sử dụng trong đào tạo đại học, sau đại học theo chuyên ngành đạn TLPK. Luận án có giá trị về phương pháp tổ chức và triển khai thiết kế TBCĐ cho một số loại TLPK thuộc các dự án chế tạo mới hoặc cải tiến ở các trung tâm hay viện nghiên cứu.

Tính khoa học của luận án

Luận án đã đưa ra những cơ sở khoa học trong việc tính toán, thiết kế và ứng dụng khối nổ định hướng, thuật toán ngoại suy quỹ đạo, các thuật toán điều khiển khối nổ cho TBCĐ của tên lửa phòng không.

Những đóng góp mới của luận án

1. Đã tổng hợp được thuật toán phối hợp không gian quan sát của NNVT-ĐH-TN với VST định hướng của trang bị chiến đấu trên cơ sở ngoại suy quỹ đạo MT trong vùng mù.

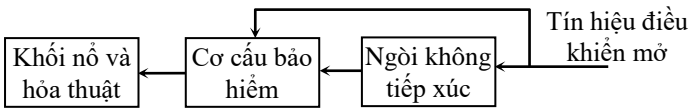
2. Đã đề xuất mô hình tính toán thiết kế, lựa chọn tham số và giải pháp điều khiển hướng VST cho TBCĐ-ĐH-TN.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ TRANG BỊ CHIẾN ĐẤU CỦA TLPK

1.1. Tổng quan về TBCĐ có khối nổ đẳng hướng của TLPK

Cấu trúc chung TBCĐ của nhiều loại TLPK có điều khiển [3] bao gồm (Hình 1.1):



Hình 1.1: Sơ đồ khối đơn giản mô tả cấu trúc TBCĐ của đạn TLPK

- Khối nổ - phân đầu đạn (BЧ) gồm thuốc nổ, mảnh sát thương và hạt nổ. Trong một số tài liệu, khối nổ còn gọi là phần chấp hành;

- Ngòi nổ không tiếp xúc là thiết bị điều khiển quá trình nổ không va chạm. Đối với đa số TLPK có điều khiển, thiết bị này là ngòi nổ vô tuyến (NNVT) làm việc theo nguyên lý radar (PB);

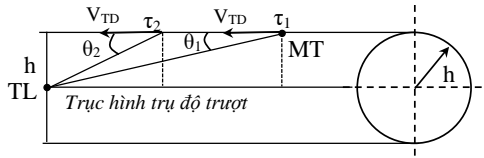
- Cơ cấu bảo hiểm chấp hành (ПИМ).

1.2. Bản chất của bài toán phối hợp cánh sóng NNVT với VST của TBCĐ.

Việc phối hợp vùng hoạt động của NNVT với VST là một nhiệm vụ đặc thù của NNVT trong quá trình điều khiển TL, đó là:

- Xác định độ trượt ($h(t)$) của TL so với MT;
- Xác định vùng sát thương động của đầu đạn theo vận tốc tiếp cận;
- Xác định vùng hoạt động của NNVT.

*) *Xác định độ trượt:*

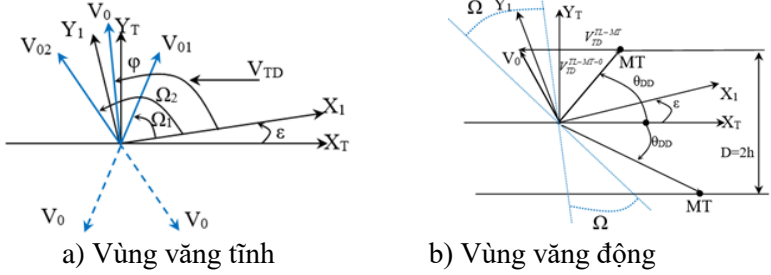


Hình 1.5: Hình trụ độ trượt của TL

Từ Hình 1.5, nếu NNVT xác định được các góc θ_1, θ_2 tại các thời điểm τ_1, τ_2 thì độ trượt có thể tính theo công thức:

$$h = \frac{V_{TD} (\tau_1 - \tau_2) \sin \theta_1 \sin \theta_2}{\sin (\theta_2 - \theta_1)} \quad (1.1)$$

*) *Xác định VST của đầu đạn:*



Hình 1.6: Vùng vắng của mảnh đạn

Trên hình 1.6: $OX_1Y_1Z_1$ là hệ tọa độ liên kết (TĐLK), $OX_TY_TZ_T$ là HTĐ hình trụ độ trượt. Giả sử trục dọc TL lệch một góc ε so với vận tốc tương đối của TL tiếp cận với MT trong mặt phẳng thẳng đứng và góc η trong mặt phẳng nằm ngang, còn sườn trước của vùng vắng mảnh đạn (V_{01}) lệch khỏi trục dọc TL một góc Ω_1 , sườn sau (V_{02}) đi một góc Ω_2 . Khi này góc của vùng vắng là $\Omega = \Omega_1 - \Omega_2$ và giả sử góc φ xác định tia phân giác của vùng vắng mảnh đạn (Hình 1.6a).

Hình chiếu của véc tơ mảnh trên trục TĐLK:

$$\begin{cases} V_{0X_1} = V_0 \cos \varphi \\ V_{0Y_1} = V_0 \sin \varphi \cos \xi \\ V_{0Z_1} = -V_0 \sin \varphi \sin \xi \end{cases} \quad (1.4)$$

ξ – là góc giữa trục OY_1 với hình chiếu véc tơ vận tốc bay của mảnh đạn trong mặt phẳng OY_1Z_1 của TĐLK của TL $OX_1Y_1Z_1$.

Xác định các thành phần của vận tốc mảnh văng có tính tới vận tốc MT-TL trên HTĐ hình trụ độ trượt ta có:

$$\begin{cases} V_{TD.X_T}^{TL-MT-0} = V_{0X_T} + V_{TD.X_T} \\ V_{TD.Y_T}^{TL-MT-0} = V_{0Y_T} + V_{TD.Y_T} \\ V_{TD.Z_T}^{TL-MT-0} = V_{0Z_T} + V_{TD.Z_T} \end{cases} \quad (1.8)$$

khoảng cách là d [39, 43]. Khoảng cách cố định d để xác định sai lệch pha tỷ lệ với góc tiếp cận. $D = d / \lambda$, với D là hệ số cơ sở.

Độ dịch pha $\Delta\varphi$ của tín hiệu phản xạ từ MT ở máy thu thứ hai so với pha của tín hiệu ở máy thu thứ nhất cho phép xác định góc tiếp cận MT (θ) theo công thức:

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - \varphi = 2\pi D - 2\pi D \cos\theta = 2\pi D(1 - \cos\theta) \quad (1.26)$$

4) NNVT Pha-Dopler (NNVT-PD): NNVT loại này làm việc trong hai chế độ tùy thuộc vào tình hình của nhiễu.

- Chế độ Dopler để chống nhiễu tạp tiêu cực: Khi có nhiễu tạp tiêu cực tác động thì kênh pha đóng vai trò tạo tín hiệu môi, còn kênh Dopler đóng vai trò tạo tín hiệu chấp hành

- Chế độ phân tích pha để chống nhiễu tạp tích cực: Trong điều kiện có nhiễu tạp tích cực, kênh Dopler đóng vai trò tạo tín hiệu môi, kênh pha đóng vai trò tạo tín hiệu chấp hành.

Khi không có nhiễu tạp (tích cực hay tiêu cực), kênh xử lý pha sẽ là kênh chấp hành khi vận tốc tiếp cận TL-MT nhỏ, còn khi vận tốc MT lớn, kênh Dopler sẽ là kênh chấp hành.

Căn cứ vào đặc điểm của từng loại NNVT có thể thấy chỉ có NNVT-PD có ưu điểm nhất về chống nhiễu, tuy nhiên loại NNVT này không xác định được tọa độ tương đối của MT so với TL trong không gian, chính vì vậy mục đích của luận án là bổ xung các thiết kế để NNVT-PD trở thành NNVT định hướng thích nghi (NNVT-ĐH-TN) kết hợp với khối nổ (KN) định hướng hình thành nên TBCĐ-ĐH-TN.

1.4. Tổng quan về TBCĐ-ĐH-TN của TLPK hiện đại.

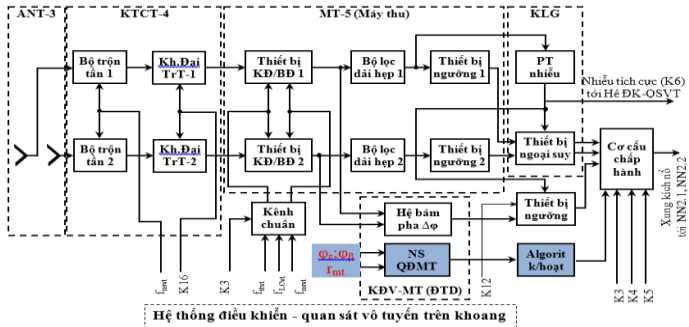
Tính chất định hướng của TBCĐ bao hàm NNVT có khả năng xác định được tọa độ tương đối của MT so với TL và điều khiển khối nổ tập trung MST về hướng có MT.

Tính thích nghi mà ta đề cập ở đây là TBCĐ có thể tạo ra VST thích nghi với vị trí tương đối và tính cơ động của mục tiêu trong thời gian TBCĐ làm việc.

Như vậy, cần bổ xung thiết kế cho NNVT-PD để trở thành NNVT-ĐH-TN có khả năng xác định vị trí không gian của MT so với TL và điều khiển VST của đầu đạn. Sơ đồ cấu trúc cho trên hình 1.14.

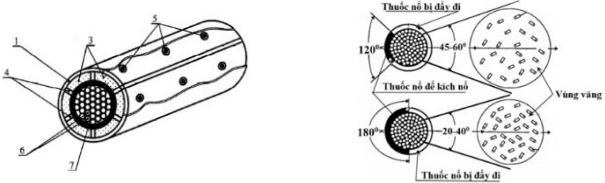
Trên hình 1.14, bổ xung thêm khối ngoại suy quỹ đạo MT, khối này gồm phần cứng và thuật toán ngoại suy quỹ đạo MT cho phép

xác định vị trí của MT trong mặt phẳng ảnh. Khối Algorit kích hoạt là các thuật toán xác định sector kích nổ, điểm kích nổ cũng như xác định VST của đầu đạn phù hợp với vị trí của MT.



Hình 1.14: Sơ đồ cấu trúc NNVT-ĐH-TN

*) **Khối nổ định hướng:** Có nhiều cấu hình cho phép đầu đạn nổ định hướng VST về phía MT. Căn cứ vào khả năng điều khiển cũng như tính tác động nhanh, luận án lựa chọn cấu hình như Hình 1.15.



Hình 1.15: Cấu tạo của khối nổ định hướng kích nổ lệch tâm

Loại đầu đạn này là loại kích nổ lệch tâm. Khi kích nổ, toàn bộ MST được đẩy về phía đối diện với thanh thuốc nổ và với góc văng khác nhau tùy thuộc vào số thanh thuốc nổ được kích hoạt.

1.5. Phân tích, đánh giá và xác định các bài toán cần giải.

Căn cứ vào tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước về TBCĐ định hướng cho TLPK, căn cứ vào những đặc điểm về cấu trúc và thuật toán của các loại TBCĐ-ĐH-TN đã phân tích, có thể xác định những bài toán mà luận án cần giải sau đây:

Bài toán thứ nhất: Bài toán xây dựng cơ sở tính toán thiết kế, lựa chọn tham số và thuật toán điều khiển định hướng VST cho TBCĐ-ĐH-TN.

Bài toán thứ hai: Bài toán tổng hợp thuật toán ngoại suy quỹ đạo, xác định tọa độ tương đối MT trong NNVT-ĐH-TN mà cơ sở của nó là NNVT-PD để điều khiển VST.

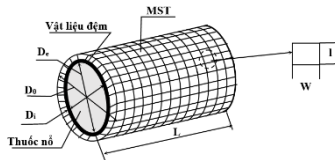
1.6. Kết luận chương.

Chương 1 của luận án đã trình bày tổng quan về trang thiết bị chiến đấu trên khoang của TLPK có điều khiển, phân tích các loại NNVT và chỉ ra đặc điểm của từng loại từ đó lựa chọn cấu trúc cho NNVT sử dụng cho TBCĐ-ĐH-TN. Luận án cũng đưa ra cơ sở lựa chọn cấu hình của khối nổ định hướng. Chương 1 cũng xác định được hai bài toán cần giải trong những chương tiếp theo.

CHƯƠNG 2 TỔNG HỢP KẾT CẤU, THAM SỐ VÀ CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA KHỐI NỔ ĐỊNH HƯỚNG

2.1. Cơ sở lựa chọn kết cấu và tính toán tham số khối nổ.

Kết cấu và kích thước các thành phần khối nổ mô tả trên Hình .



Hình 2.1: Cấu tạo khối nổ đẳng hướng với PTST dạng mảnh

*) Các tham số của KN đẳng hướng được xác định bao gồm:

- Tổng khối lượng của thuốc nổ (2.1);
- Khối lượng và chiều dày của MST (2.2), (2.3);
- Đường kính (D_c) phần thuốc nổ (2.4);
- Khối lượng lớp đệm cách ly (2.6);
- Tổng số MST (2.7);
- Vận tốc ban đầu của MST (2.8);

*) Các đặc trưng MST được xác định:

- Diện tích VST tĩnh (2.11);
- Mật độ phân bố mảnh trong VST tĩnh (2.12);
- Vận tốc mảnh văng động (2.13);
- Góc văng động của MST (2.14);

2.2. Xác định các đặc trưng của khối nổ đẳng hướng.

Các tham số của KN đẳng hướng được xác định dựa trên mô hình của một KN mẫu của một loại TLPK như bảng 2.1.

Bảng 2.1. Tham số mẫu của khối nổ đẳng hướng

Vỏ bọc bằng thép		Rãnh cắt bên trong (hình chữ V)	
Đường kính ngoài, D_o	460 mm	Số rãnh cắt tính theo vòng tròn	157
Đường kính trong, D_{en}	442 mm	Số rãnh cắt tính theo dọc trục	88

Chiều dài, L	800mm	Chiều sâu, L_2	2,5 mm
Mật độ thép, ρ	7.850 kg/m ³	Chiều rộng, L_1	
Rãnh cắt bên ngoài (hình chữ nhật)		Thuốc nổ TNT	
Số rãnh cắt	88	Mật độ, ρ	1630 kg/m ³
Chiều sâu, α	2,5 mm	Tốc độ nổ, D	6860 m/s
Chiều rộng, β_1	1,1 mm	Đường kính trong, D_{et}	370 mm

Các tham số tính toán mảnh văng của KN trong bảng 2.2.

Bảng 2.2. Tham số mảnh văng của khối nổ đẳng hướng

Độ trượt (m)/ Tham số mảnh	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Vận tốc mảnh (m/s)	1873	1810	1749	1690	1633	1578	1525	1474	1424	1376	1330	1285
Tỷ số C/M	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963
Diện tích vùng văng mảnh (m ²)	1523	6101	1375	2444	3818	5498	7483	9774	12370	15272	18479	21992
Mật độ mảnh, (mảnh/m ²)	90,5	22,6	10,1	5,7	3,6	2,5	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6

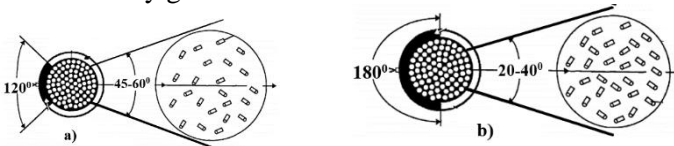
2.3. Lựa chọn kết cấu và các đặc trưng của KNDH.

**) Chọn góc kích nổ và số lượng thanh thuốc nổ:*

Có hai phương án kích nổ [22]:

- Kích nổ ở góc 180⁰ (Hình 2.6b), khi đó ½ số lượng thuốc nổ sẽ tham gia vào quá trình kích nổ, góc mở của VST vào khoảng 20⁰ - 40⁰, khi tính toán lấy góc 30⁰.

- Kích nổ ở góc 120⁰ (Hình 2.6a), khi đó 1/3 số lượng thuốc nổ sẽ tham gia vào quá trình kích nổ, góc mở của VST vào khoảng 40⁰ - 60⁰, khi tính toán lấy góc 45⁰.



Hình 2.6: Góc kích nổ và vùng văng MST khối nổ định hướng

Ưu điểm của phương án kích nổ 180⁰ so với 120⁰ là: tốc độ và mật độ MST cao hơn dẫn đến xác suất tiêu diệt MT lớn hơn, do đó chọn phương án kích nổ này.

**) Chọn số lượng thanh thuốc nổ:*

Liên hệ giữa số lượng tối ưu (n_{opt}) thanh thuốc nổ nằm trong cung 180⁰ khi cùng kích hoạt sẽ tạo ra góc mở vùng văng mảnh là 30⁰ suy ra:

$$\Delta\theta_{st,min} = 180^0 / n_{opt} \Rightarrow n_{opt} = 180^0 / 30^0 = 6 \quad (2.22)$$

n_{opt} – số lượng tối ưu thanh thuốc nổ cùng được kích hoạt.

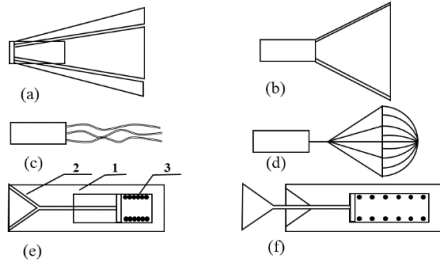
Tổng số thanh thuốc nổ của KN là:

$$N_S = 2.n_{opt} = 12 \quad (2.23)$$

***) Lựa chọn hình dạng và hệ số kéo dài phần tử sát thương:**

Về hình dạng, phần tử sát thương (PTST) có thể là hình trụ hoặc hình lục giác. Căn cứ vào khả năng chế tạo, cách sắp xếp và khả năng định hướng của PTST trong không gian luận án lựa chọn PTST dạng hình trụ tròn.

Kết cấu của hình trụ cũng ảnh hưởng đến khả năng sát thương MT, có hai yêu cầu cần đảm bảo khi lựa chọn PTST là đảm bảo tính định hướng và hệ số kéo dài đảm bảo xác suất tiêu diệt MT lớn nhất.



Hình 2.8: Các phương án tạo PTST định hướng

Có nhiều kết cấu của PTST dạng hình trụ đảm bảo định hướng trong không gian. Căn cứ vào kết cấu cơ khí, độ bền của MST trong điều kiện hoạt động khắc nghiệt của TL và để đảm bảo đơn giản hơn trong thiết kế, chế tạo và bố trí MST trong khối nổ, luận án lựa chọn MST loại hình trụ tròn có kết cấu như Hình 2.8e (ở trạng thái bình thường) và Hình 2.8f (ở trạng thái triển khai).

***) Lựa chọn hệ số kéo dài của PTST:**

Theo [22] có thể chọn hệ số kéo dài tối ưu cho MST trong khoảng $1 \div 3$.

$$\alpha_{lm}^{opt} = L_{lm} / D_{lm} = 1 \div 3 \quad (2.37)$$

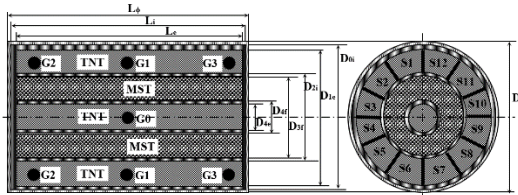
Trong đó: L_{lm} là độ dài PTST; D_{lm} là đường kính PTST.

Như vậy KNĐH sẽ có kết cấu như hình 2.13.

***) Các tham số của KNĐH được xác định bao gồm:**

- Đường kính, độ dày và khối lượng ống lót ngoài (D_{0i} , d_{0i} , W_{0i}) cách ly giữa khối nổ với thân tên lửa (2.38), (2.39), (2.40);
- Đường kính, độ dày và khối lượng một thanh thuốc nổ (D_{1e} , d_{1e} , W_{1e}) (2.41), (2.42), (2.43);

- Kích thước và khối lượng (L_{li}, d_{li}, W_{li}) thanh cách ly giữa các sector (2.44);
- Đường kính, độ dày và khối lượng ống cách ly giữa phân thuốc nổ và ống chứa mảnh (D_{2i}, d_{2i}, W_{2i}) (2.45), (2.46), (2.47);
- Đường kính ngoài và trong ống chứa mảnh sắt thương (D_{3f}, D_{4f}) (2.48), (2.49);
- Số lượng và khối lượng mảnh sắt thương (N_f, W_{3f}) (2.50), (2.51);



Hình 2.13: Tham số hình học và kết cấu khối nổ định hướng kích nổ 180°

***) Các đặc trưng của KNĐH được xác định bao gồm:**

- Vận tốc mảnh văng tĩnh (2.52);
- Góc mở của vùng văng (2.55); (2.56);
- Mật độ mảnh văng (2.62).

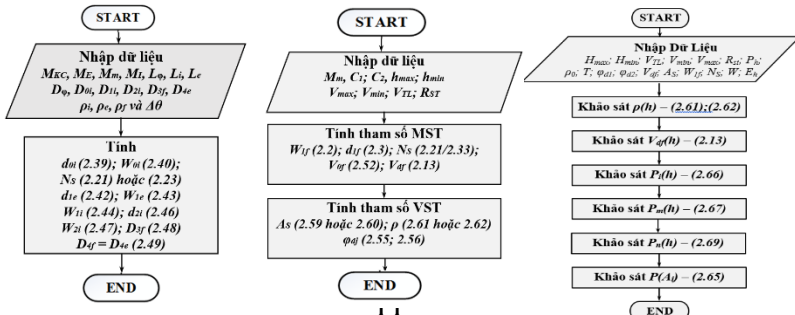
***) Các xác suất thành phần tiêu diệt mục tiêu:**

- Xác suất tiêu diệt bộ phận hiểm yếu trên MT $P(A_i)$ (2.65);
- Xác suất tiêu diệt thiết bị bởi một mảnh đạn P_i (2.66);
- Xác suất xuyên thủng thiết bị P_m (2.67);
- Xác suất gây cháy nhiên liệu của mảnh đạn P_n (2.69).

Các xác suất trên là cơ sở để đánh giá hiệu quả sát thương của mảnh đạn khi tiêu diệt MT.

2.4. Tổng hợp mô hình KNĐH.

Mô hình tính toán các tham số kết cấu của KNĐH là quy trình tính toán các tham số: hình học khối nổ, hình học VST tĩnh và động; động lực học của MST, được thể hiện dưới dạng lưu đồ thuật toán dưới đây:



Hình 2.17: Lưu đồ thuật toán tính các tham số kết cấu, khối lượng.

Hình 2.18: Lưu đồ thuật toán tính tham số MST và VST

Hình 2.19: Lưu đồ thuật toán khảo sát các đặc trưng KNDH

2.5. Kết luận chương.

Những nội dung trong chương 3 tập trung vào việc xây dựng các chương trình tính toán các tham số kết cấu và đặc trưng của KNDH mà cơ sở chính của nó là KN đẳng hướng đã được một số tài liệu đề cập cụ thể, đây là bài toán thiết kế đối tượng điều khiển mà luận án hướng tới.

Kết quả nghiên cứu trong chương cho thấy việc lựa chọn KNDH kích hoạt lệch tâm, với những phân tử sát thương dạng hình trụ, có cánh ổn định là hợp lý và tối ưu. Nó cho phép điều khiển nổ định hướng tới MT trong mọi trường hợp, tối ưu hóa vận tốc và mật độ MST để nâng cao xác suất tiêu diệt MT, kể cả trong trường hợp không xác định được vị trí MT trong không gian lân cận điểm nổ.

CHƯƠNG 3

XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TƯƠNG ĐỐI MỤC TIÊU VÀ THIẾT KẾ BỔ XUNG CHO NGÔI NỔ VÔ TUYÊN THÀNH NNVT-ĐH-TN

Để xây dựng NNVT-ĐH-TN từ NNVT-PD trước hết phải xác định được vị trí của MT so với TL trong “vùng mù” của đầu tự dẫn, tức là phải xác định được quỹ đạo của MT. Như vậy cần phải bổ xung các thiết kế, thuật toán cho NNVT-PD để ngoại suy quỹ đạo MT và điều khiển VST của đầu đạn hướng vào vị trí của MT.

3.1. Bài toán hồi quy quỹ đạo mục tiêu

Mô hình hồi quy đa thức bậc n đề xuất cho các tọa độ của MT như sau, [6, 14]:

$$\begin{cases} x_q(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n + \varepsilon_x \\ y_q(t) = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \dots + b_n t^n + \varepsilon_y \\ z_q(t) = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + \dots + c_n t^n + \varepsilon_z \end{cases} \quad (3.15)$$

Trong đó: $x_q(t), y_q(t), z_q(t)$ - hình chiếu tọa độ tương đối của MT so với TL trên các trục tương ứng của hệ tọa độ $OX_q Y_q Z_q$; $\varepsilon_x; \varepsilon_y; \varepsilon_z$ - sai số ngẫu nhiên của các tọa độ; $a_j; b_j; c_j | j=0, 1, 2, \dots, n$ là các hệ số hồi quy theo bậc j .

Nếu như trước thời điểm mở NNVT, đầu tự dẫn (hoặc đài ĐKTX) đo được N giá trị các tọa độ MT, ta có tập dữ liệu đo các tọa độ sau:

$$\{x_i, y_i, z_i | t_i, i=0, 1, 2, \dots, N-1\} \quad (3.16)$$

Khi đó tổng bình phương sai số giữa mô hình quan sát và mô hình hồi quy được viết dưới dạng:

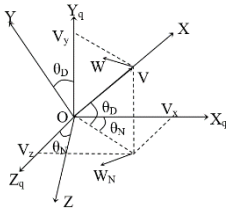
$$\begin{aligned} E = & \sum_{i=0}^{N-1} \left[x_i - (a_0 + a_1 t_i + a_2 t_i^2 + \dots + a_n t_i^n) \right]^2 + \\ & + \sum_{i=1}^{N-1} \left[y_i - (b_0 + b_1 t_i + b_2 t_i^2 + \dots + b_n t_i^n) \right]^2 + \\ & + \sum_{i=1}^{N-1} \left[z_i - (c_0 + c_1 t_i + c_2 t_i^2 + \dots + c_n t_i^n) \right]^2 \end{aligned} \quad (3.17)$$

Tìm cực trị của (3.17) ta tìm được các hệ số hồi quy a_i, b_i, c_i của (3.15).

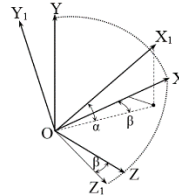
Tính chất thích nghi với MT cơ động của NNVT-ĐH-TN thể hiện trong việc lựa chọn số bậc n của hàm hồi quy (3.15).

3.2. Bài toán ngoại suy và ước lượng tọa độ MT.

Tọa độ của MT xác định trong hệ tọa độ quán tính (TĐQT), khi tính toán cần chuyển sang hệ tọa độ liên kết (TĐLK) thông qua hệ tọa độ vận tốc (TĐVT) bằng các phép chuyển (Hình 3.3; Hình 3.4):



Hình 3.3: Tương quan giữa hệ TĐQT và hệ TĐVT



Hình 3.4: Tương quan giữa hệ TĐVT và hệ TĐLK

$$OX_q Y_q Z_q \xrightarrow{\theta_N, \theta_D} \underset{\mathbf{A}}{OXYZ} \xrightarrow{\alpha, \beta} OX_l Y_l Z_l \quad (3.21)$$

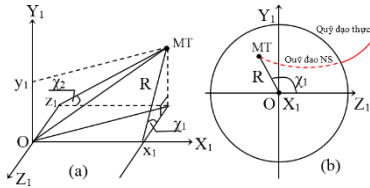
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \mathbf{A} \cdot \begin{pmatrix} x_q \\ y_q \\ z_q \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x_l \\ y_l \\ z_l \end{pmatrix} = \mathbf{B} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (3.22; 3.24)$$

Với \mathbf{A}, \mathbf{B} là các ma trận cosin định hướng.

Xác định vị trí của MT trong mặt phẳng ảnh, vuông góc với trục dọc TL ta có (hình 3.5). Từ Hình 3.5 xác định được:

$$\tan \chi_1 = \frac{y_1}{z_1} \Rightarrow \chi_1 = \arctan \frac{y_1}{z_1}; \tan \chi_2 = \frac{y_1}{x_1} \Rightarrow \chi_2 = \arctan \frac{y_1}{x_1} \quad (3.26)$$

$$R = \sqrt{y_1^2 + z_1^2} \quad (3.27)$$



Hình 3.5: Tọa độ mục tiêu trong hệ TĐLK tọa độ cực trên mặt phẳng ảnh, vuông góc với trục dọc TL

Như vậy, nếu có hàm hồi quy quỹ đạo MT (3.15), trong khoảng thời gian NNVT-ĐH-TN làm việc, ta có thể ngoại suy liên tục quỹ đạo mục tiêu trên cơ sở ngoại suy các tọa độ x_q, y_q, z_q theo (3.15), chuyển đổi chúng sang hệ TĐLK x_1, y_1, z_1 theo (3.22) và (3.24) để ước lượng các tọa độ cực χ_1, χ_2 và R là những tọa độ cần cho điều khiển KNDH.

3.3. Đánh giá khả năng phối hợp VQS của NNVT-ĐH-TN với VST của đầu đạn.

Đối với các loại đầu đạn nổ đẳng hướng, sự phối hợp giữa VQS của NNVT với VST của đầu đạn là một bài toán kinh điển đã được khảo sát và giải quyết trọn vẹn, tuy nhiên đối với NNVT-ĐH-TN có sử dụng đầu đạn định hướng ngoài những điều kiện như đối với đầu đạn đẳng hướng còn phải xét tới vị trí của MT trong mặt phẳng ảnh vuông góc với trục dọc TL. Đây là bài toán chưa từng được giải và công bố trong và ngoài nước, chính vì vậy trong mục này luận án đề cập phương pháp giải bài toán này.

1. Mô hình toán học VQS của NNVT-ĐH-TN đặc trưng bởi, [48]:

- Xác định vận tốc tương đối (1.3): $V_{TC} = V_{TD} \cos \theta$;

- Đo góc $\theta(t)$ ở hai chế độ làm việc theo:

+ Dopler (1.19): $\theta(t) = \arccos \left(1 - \Delta f_{DL}(t) \cdot \frac{\lambda}{V_{TD}} \right)$;

+ Pha (1.30):
$$\theta(t) = \arccos\left(1 - \frac{\lambda \Delta \varphi_A(t)}{2\pi d}\right);$$

- Xác định độ trượt (1.1):
$$h = \frac{V_{TD}(\tau_1 - \tau_2) \sin \theta_1 \sin \theta_2}{\sin(\theta_2 - \theta_1)};$$

với các góc:
$$\theta_1 = \arccos\left(1 - \Delta f_1 \frac{\lambda}{V_{TD}}\right); \theta_2 = \arccos\left(1 - \Delta f_2 \frac{\lambda}{V_{TD}}\right)$$

ở chế độ Dopler.

hoặc:
$$\theta_1 = \arccos\left(1 - \frac{\lambda \Delta \varphi_{A1}}{2\pi d}\right); \theta_2 = \arccos\left(1 - \frac{\lambda \Delta \varphi_{A2}}{2\pi d}\right)$$

ở chế độ Pha tại các thời điểm τ_1, τ_2 .

- Xác định góc ngưỡng kích hoạt (1.10):
$$\theta_{kh} = \text{atan}\left(\frac{\sqrt{V_{0.Y_T}^2 + V_{0.Z_T}^2}}{V_{0.X_T} + V_{TD.X_T}}\right)$$

- Vị trí góc mục tiêu trong mặt phẳng ảnh (3.26):

$$\chi_1 = \arctan \frac{y_1}{z_1} \text{ với } y_1, z_1 \text{ là tọa độ ngoại suy.}$$

2. *Mô hình toán học VST của KNĐH*: đặc trưng bởi các tham số đã tính toán trong chương 2.

- Vận tốc mảnh văng tĩnh;
- Mật độ phân bố mảnh văng tĩnh;
- Vận tốc mảnh văng động;
- Góc văng mảnh động;

3. *Điều kiện kích hoạt KNĐH*:

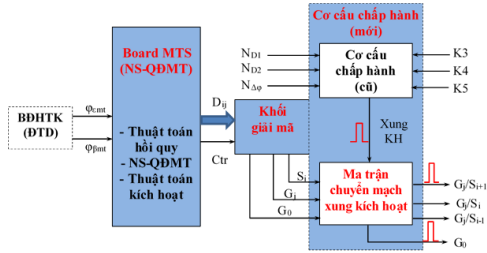
- Điều kiện cần:
$$h \leq r_{TC} \leq R_{ST} \quad (3.28)$$

- Điều kiện đủ:
$$\theta(t) \approx \theta_{kh} \text{ và } \chi_1 = \arctan \frac{y_1}{z_1} \quad (3.29); (3.30)$$

Đề tiêu diệt MT, mảnh đạn phải trúng MT, các điều kiện (3.28)-(3.30) sẽ thỏa mãn sự phối hợp giữa VQS của NNVT và VST của đầu đạn.

3.4. Thiết kế bổ xung NNVT-PD thành NNVT-ĐH-TN.

Như đã mô tả Chương 1, NNVT-ĐH-TN (Hình 1.14) có cấu trúc cơ bản của NNVT-PD được bổ sung thêm: Khối máy tính số tính hồi quy - ngoại suy quỹ đạo MT và thuật toán kích hoạt; Khối giải mã chọn phần tử ma trận chuyển mạch truyền xung kích nổ; Ma trận chuyển mạch xung kích nổ tới hạt nổ. Cấu trúc bổ sung có dạng như Hình 3.6.



Hình 3.6: Cấu trúc bổ sung chuyển NNVT-PD thành NNVT-DH-TN

Board MTS: máy tính số chuyên dụng có tốc độ xử lý cao, kết cấu bền vững đảm bảo hoạt động ổn định trong điều kiện rung xóc lớn, nhiệt độ cao của TL. Trong MTS cài đặt sẵn phần mềm: tính hồi quy – NS quỹ đạo MT từ thông tin về các tọa độ góc MT (φ_{emb} , $\varphi_{\beta mi}$) đo bởi bộ định hướng trên khoang TL; tính vị trí góc MT trong mặt phẳng ảnh tạo mã chọn sector và vị trí kích nổ (thuật toán kích hoạt).

Khối giải mã: Theo kết cấu hình 2.13, số sector thuộc nổ là 12 (S_j , $i=1\div 12$), số hạt nổ trên mỗi thanh thuộc là 3 (G_j , $j=1\div 3$) cùng với hạt nổ G_0 tại thanh thuộc nổ trung tâm. Các thanh thuộc và điểm kích nổ được mã hóa thành 1byte dữ liệu gồm 8 bit như trong bảng 3.2.

Bảng 3.2. Mã nhị phân của sector và hạt nổ TBCD DH-TN

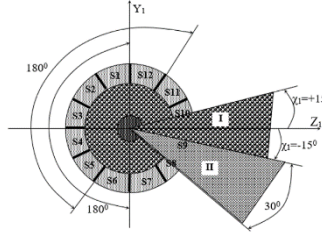
$D_i (S_j)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D_j (G_j)$	(S_1)	(S_2)	(S_3)	(S_4)	(S_5)	(S_6)	(S_7)	(S_8)	(S_9)	(S_{10})	(S_{11})	(S_{12})
1 (G_1)	0001 0001	0010 0001	0011 0001	0100 0001	0101 0001	0110 0001	0111 0001	1000 0001	1001 0001	1010 0001	1011 0001	1100 0001
2 (G_2)	0001 0010	0010 0010	0011 0010	0100 0010	0101 0010	0110 0010	0111 0010	1000 0010	1001 0010	1010 0010	1011 0010	1100 0010
3 (G_3)	0001 0011	0010 0011	0011 0011	0100 0011	0101 0011	0110 0011	0111 0011	1000 0011	1001 0011	1010 0011	1011 0011	1100 0011
4 (G_0)	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Ma trận chuyển mạch xung kích hoạt: Ma trận có tác dụng truyền xung điện công suất lớn từ khối chấp hành (cũ) tới những hạt nổ được chọn trên các sector của KNĐH. Phần tử của ma trận là khóa điện tử, được mở bởi tín hiệu giải mã (Bảng 3.2).

Quy tắc lựa chọn sector kích nổ:

Trên Hình 3.7 là mặt cắt theo phương vuông góc với trục dọc tên lửa của KNĐH. Khi kích nổ ở góc 180^0 , vùng văng của MST là 30^0 . Số lượng các sector thuộc nổ cho từng phương án được bố trí cố định và đánh số thứ tự như trên Hình 3.7.

Góc χ_1 trong mặt vuông góc với trục dọc TL được tính bắt đầu là góc $\chi_1=0$ trên trục OZ_1 , dương theo ngược chiều kim đồng hồ tính từ trục OZ_1 : $0 \div +180^\circ$, âm thuận theo chiều kim đồng hồ tính từ trục OZ_1 : $0 \div -180^\circ$



Hình 3.7: Phân bố sector kích nổ

Để đảm bảo VST của khối nổ bao trùm được toàn bộ không gian xung quanh TL tùy vào vị trí của MT, các sector kích nổ được chọn theo bảng 3.3.

Bảng 3.3: Quy tắc chọn chỉ số sector thuộc nổ tương ứng với tọa độ góc mục tiêu cho phương án kích nổ 180° .

Dải góc χ_1 (độ)	Sector	Dải góc χ_1 (độ)	Sector
$0^\circ \leq \chi_1 < +15^\circ$ và $-15^\circ \leq \chi_1 < 0^\circ$	1,2,3,4,5,6	$-180^\circ \leq \chi_1 < -165^\circ$ và $+165^\circ \leq \chi_1 < +180^\circ$	7,8,9,10,11,12
$-45^\circ \leq \chi_1 \leq -15^\circ$	12,1,2,3,4,5	$+135^\circ \leq \chi_1 < +165^\circ$	6,7,8,9,10,11
$-75^\circ \leq \chi_1 < -45^\circ$	11,12,1,2,3,4	$+105^\circ \leq \chi_1 < +135^\circ$	5,6,7,8,9,10
$-105^\circ \leq \chi_1 < -75^\circ$	10,11,12,1,2,3	$+75^\circ \leq \chi_1 < +105^\circ$	4,5,6,7,8,9
$-135^\circ \leq \chi_1 < -105^\circ$	9,10,11,12,1,2	$+45^\circ \leq \chi_1 < +75^\circ$	3,4,5,6,7,8
$-165^\circ \leq \chi_1 < -135^\circ$	8,9,10,11,12,1	$+15^\circ \leq \chi_1 < +45^\circ$	2,3,4,5,6,7

Những dữ liệu trong các bảng 3.2 và 3.3 cho phép xây dựng các thuật toán lựa chọn sector thuộc nổ và lựa chọn điểm kích nổ đầu đạn dựa trên cơ sở giải mã dữ liệu điều khiển lấy từ MTS trong NNVT như đã mô tả. Các thuật toán này được hiện thực hóa trong Chương 4 của luận án.

3.5. Kết luận chương.

Chương 3 luận án đã thực hiện ngoại suy quỹ đạo MT dựa trên phương pháp hồi quy đa thức bậc n, qua đó xác định được vị trí của MT trong mặt phẳng vuông góc với trục dọc TL làm cơ sở cho việc định hướng VST của đầu đạn vào vị trí của MT. Đồng thời luận án đã nghiên cứu bài toán phối hợp VQS của NNVT-ĐH-TN với VST của đầu đạn và đã bổ xung cấu trúc cho NNVT-PD trở thành NNVT-ĐH-TN, điều này cho phép sử dụng các thuật toán điều khiển để chọn sector kích nổ và điểm kích nổ phù hợp với vị trí không gian của MT so với TL.

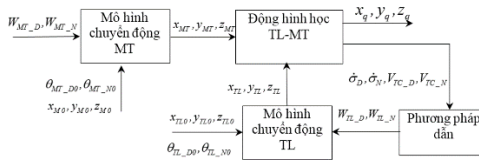
CHƯƠNG 4

KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP HIỆU QUẢ TRANG BỊ CHIẾN ĐẤU ĐỊNH HƯỚNG THÍCH NGHI

Mục đích của khảo sát và đánh giá là chứng minh khả năng ước lượng được tọa độ tương đối xác định vị trí MT so với TL trong không gian lân cận điểm gặp; kiểm tra hiệu ứng điều khiển sector, hạt nổ trên KNĐH; kiểm tra sự thay đổi xác suất tiêu diệt trong những điều kiện thay đổi vận tốc, dạng cơ động và cường độ cơ động của MT. Đồng thời khẳng định hiệu quả vượt trội của nổ định hướng so với nổ đẳng hướng để rút ra khuyến cáo cần thiết đối với hướng ứng dụng TBCĐ-ĐH-TN cho các loại TLPK.

4.1. Khảo sát đánh giá hiệu quả ngoại suy, xác định tọa độ MT.

*) Mô hình đánh giá trên hình 4.1.



Hình 4.1: Sơ đồ cấu trúc chương trình mô phỏng động hình học TL-MT

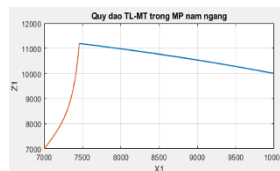
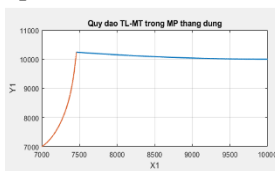
*) Điều kiện khảo sát:

Giả thiết là TL dẫn bằng phương pháp tiệm cận tỷ lệ, mục tiêu cơ động theo 3 dạng có thể là: chuyển động thẳng đều; cơ động một phía; cơ động kiểu “con rắn”.

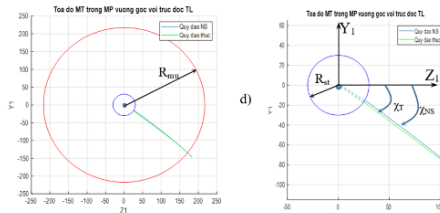
Các dữ liệu ban đầu:

- Tọa độ ban đầu của MT: $x_{MTO} = 10km; y_{MTO} = 10km; z_{MTO} = 10km;$
- Tọa độ ban đầu của TL: $x_{TLO} = 7000m; y_{TLO} = 7000m; z_{TLO} = 7000m;$
- Tốc độ của MT vượt âm trong ba dải: $V_{MT} = 500, 700, 900 m/s;$
- Tốc độ của TL: $V_{TL} = 1700 m/s$
- Thời gian bay của TL trong “Vùng mù”, tương ứng với thời gian làm việc của NNVT ($t_G - t_I$) < 1s;
- Kích thước “vùng mù” của ĐTD $R_{mu} = 700m;$
- Bán kính sát thương có hiệu quả của đầu đạn $R_{ST} = 50m.$

*) Kết quả khảo sát: 4



Hình 4.2: Quỹ đạo TL-MT trong mặt phẳng đứng và ngang



Hình 4.3: Quỹ đạo thực và quỹ đạo ngoại suy của MT trong mặt phẳng ảnh Khảo sát khi mục tiêu cơ động:

Có nhiều tình huống cơ động của MT như: Không cơ động, cơ động một phía, cơ động hai phía với gia tốc âm, dương khác nhau, cơ động trong các mặt phẳng với các dải vận tốc khác nhau. Bảng 4.2 dưới đây là một dạng cơ động một phía với $W_D > 0$, $V_{MT} = 700 \text{ m/s}$.

Bảng 4.2: Kết quả ngoại suy tọa độ góc khi MT cơ động một phía $W_D > 0$.

Quá tải MT	Bậc hồi quy	Tọa độ góc thực, (°)	Tọa độ góc NS (°)	Sai số góc (°)	Tốc độ góc quay đường ngắm trong các mặt phẳng, (°/s)		Tốc độ thay đổi cự ly tiếp cận trong các mặt phẳng, (m/s)	
					σ_D	σ_N	$V_{tc,D}$	$V_{tc,N}$
W_{mt}	n	χ_T	χ_{NS}	$\Delta\chi$	σ_D	σ_N	$V_{tc,D}$	$V_{tc,N}$
1g	3	111.9918	112.7775	-0.7856	-0.0002	0.0023	1316.8	1361.1
3g	3	118.3491	118.9769	-0.6278	0.0006	0.0040	1332.1	1288.4
5g	3	124.1722	124.6701	-0.4979	0.0015	0.0044	1260.3	1302.8
7g	3	129.4168	129.8181	-0.4013	0.0026	0.0034	1232.6	1273.2
9g	3	134.0313	134.3691	-0.3378	0.0039	0.0008	1205.5	1243.5

Nhận xét:

- Lựa chọn được bậc thích hợp cho đa thức hồi quy theo mức độ cơ động của MT, đảm bảo độ chính xác quá trình NS quỹ đạo trong “Vùng mù” khi không có thông tin đo tọa độ góc tương đối của MT so với TL;

- Sai số ngoại suy tọa độ góc thể hiện trong các Bảng 4.2 cho thấy là giá trị sai số góc ngoại suy vào khoảng xấp xỉ 1° . Kết quả này cho phép ta xác định tương đối chính xác tọa độ của MT tại thời điểm kích nổ đầu đạn. Các giá trị V_{TC} trong bảng dùng cho khảo sát lựa chọn điểm kích nổ sau này.

4.2. Khảo sát, đánh giá các đặc trưng, tham số của khối nổ.

Khi khảo sát, giữ nguyên hình dạng và kích thước bên ngoài của hai KN đẳng hướng và định hướng.

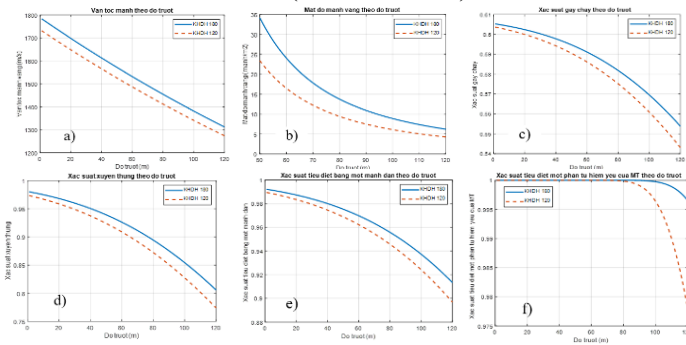
KH đẳng hướng có tham số như bảng 2.1.

KNĐH được tính toán các tham số tối ưu về tỷ số thuốc nổ/mảnh văng (C/M), hệ số kéo dài của PTST, có tham số như bảng 4.7.

Bảng 4.7: Tham số tối ưu của khối nổ định hướng

Tham số	Giá trị
Đường kính/bán kính ngoài liều thuốc, d_{1e}/R_{en}	230mm
Đường kính mảnh sắt thương, D_R	9mm
Chiều dài mảnh sắt thương, L_R	9mm
Khối lượng một viên mảnh sắt thương, M_R	4,5g
Chiều dài khối nổ, L	800mm
Góc kích nổ	180°
Tổng số thanh thuốc nổ	12
Số thanh thuốc được kích nổ đồng thời	6 thanh liền nhau
Khối lượng liều thuốc nổ, C	82.3kg
Khối lượng mảnh sắt thương, M_m	39.7kg
Mật độ liều thuốc ρ_e	1630 kg/m ³
Hệ số kéo dài L_{1m}/D_{1m}	1

Điều kiện khảo sát: dài thay đổi độ trượt là $\Delta h=120m$ ($h_{min}=0$; $h_{max}=120$); độ cao tại điểm nổ $H=10km$; độ dày vỏ thân mục tiêu $h_g=20mm$; nhiệt độ không khí tại $H=10km$ là $T_{10}=-55^\circ C$; nhiệt độ và áp suất không khí tại độ cao mực nước biển là $T_0=15^\circ$, $P_0=101352Pa$; vận tốc tên lửa tại điểm nổ $V_{TL}=1700 m/s$; hệ số hình dạng mảnh $\Phi=1.5$ và hệ số cản $C_x=0,705$ (đối với KH đẳng hướng); hệ số hình dạng mảnh $\Phi=1.38$; Hệ số cản $C_x=0,564$ (đối với KĐH).

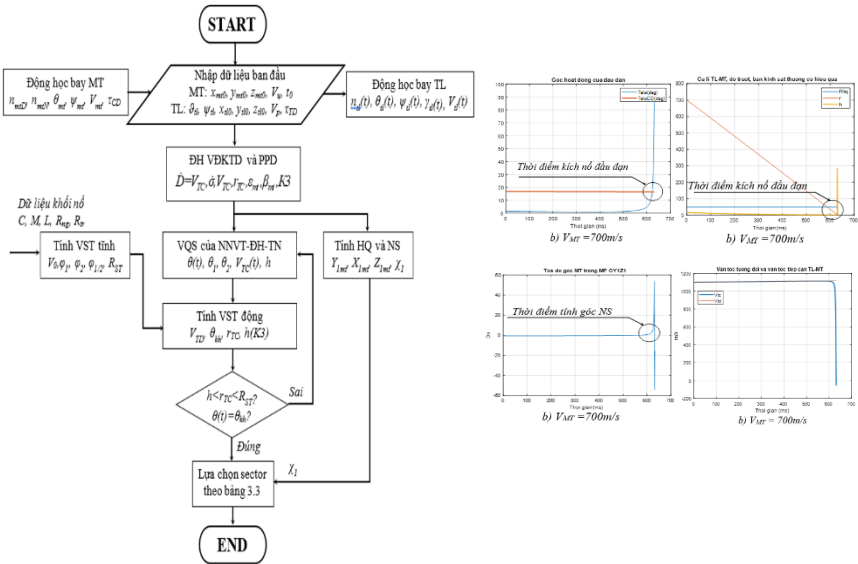


Hình 4.9: So sánh đặc trưng MST theo độ trượt của hai loại khối nổ đẳng hướng và định hướng.

Nhận xét: Từ hình 4.9 ta thấy, mặc dù tốc độ mảnh, xác suất gây cháy, xác suất xuyên thủng của KH đẳng hướng lớn hơn KNĐH nhưng xác suất tiêu diệt MT của KNĐH lại lớn hơn do mật độ mảnh khá lớn. Đó cũng là gợi ý quan trọng cho sự lựa chọn trong thiết kế phần trang bị chiến đấu cho các loại TLPK hiện đại mà đã có nhiều công trình đã đề cập, nhưng chưa làm sáng tỏ.

4.3. Khảo sát, đánh giá hiệu quả phối hợp VQS của NNVT-ĐH-TN với VST của đầu đạn.

Thuật toán khảo sát cho trên hình 4.10.



Hình 4.10: Lưu đồ thuật toán mô phỏng đánh giá hiệu quả phối hợp VQS-VST.

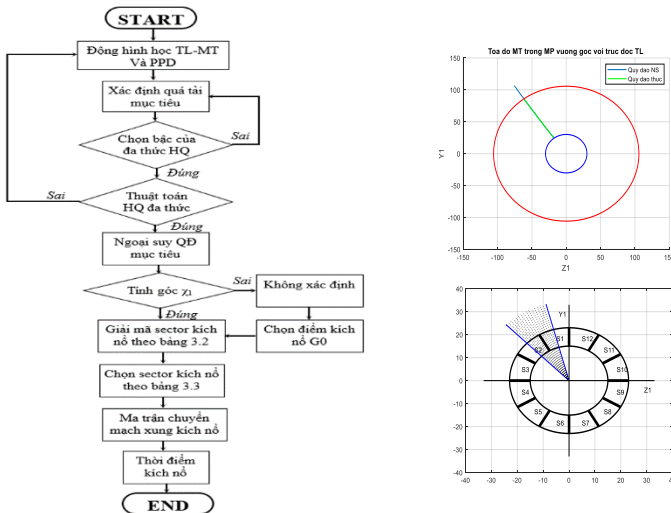
Nhận xét: Ở giai đoạn cuối quá trình tiếp cận mục tiêu các góc tiếp cận $\theta(t)$ và góc ngoại suy vị trí MT χ_1 đều tăng nhanh. Thời điểm kích hoạt khối nổ là khoảng thời gian thỏa mãn đồng thời cả hai điều kiện cần và đủ đã được chỉ ra trên hình vẽ, với mỗi dải vận tốc khác nhau của MT thì thời điểm kích nổ cũng khác nhau. Tại các thời điểm đó, giá trị góc $\chi_1(\tau_{kh})$ cho phép lựa chọn các sector trên khối nổ để kích hoạt.

4.4. Khảo sát điều khiển chọn sector kích nổ theo tọa độ góc của MT trong mặt phẳng ảnh.

Lưu đồ thuật toán cho trên hình 4.15, MT chuyển động với nhiều dải vận tốc và gia tốc khác nhau cũng như xuất hiện ở các hướng khác nhau. Dưới đây là một tình huống khi MT cơ động trong mặt phẳng thẳng đứng, $V_{MT} = 700m/s$, $\theta_D = 10^0$, $\theta_N = 140^0$.

Tại vị trí này của MT, Góc $\chi_1 = 126.47$, các sector kích nổ được chọn là S5,S6,S7,S8,S9,S10 (theo bảng 3.3).

Nhận xét: Với mọi điều kiện về vận tốc, hướng xuất hiện, gia tốc cơ động đều ngoại suy được quỹ đạo của MT trong vùng mù, tức là đo được góc χ_1 của MT trong mặt phẳng vuông góc với trục dọc TL, từ đó lựa chọn được các sector kích nổ phù hợp đảm bảo mảnh văng bao trùm MT



Hình 4.15: Thuật toán ngoại suy QĐMT và lựa chọn sector kích nổ

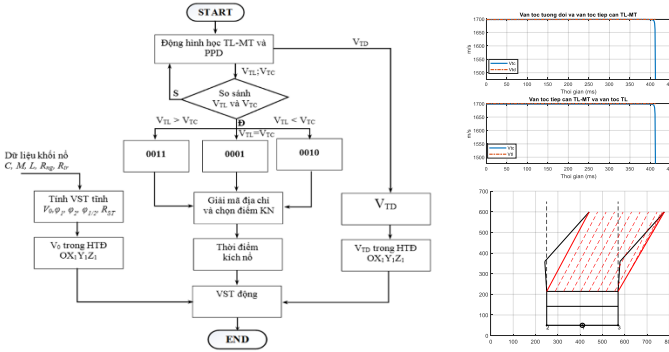
4.5. Khảo sát điều khiển chọn điểm kích nổ và hình thành VST động.

KN gồm ba điểm kích nổ (hình 2.13), Khi $V_{TC} \approx V_{TL}$ điểm kích nổ G1, $V_{TC} < V_{TL}$ điểm G2, $V_{TC} > V_{TL}$ điểm G3.

Lưu đồ thuật toán trên hình 4.16, mã kích hoạt các điểm kích nổ trên bảng 2.2.

Bảng 4.9. Các tham số VST động khi $V_{TC} \approx V_{TL}$

V_0 (m/s)	V_{TL} (m/s)	V_{TC} (m/s)	ϕ_{m1} (độ)	ϕ_{m2} (độ)
-------------	----------------	----------------	------------------	------------------



Hình 4.17. VST động của TBCĐ trong mặt phẳng OX_1Y_1 khi kích nổ điểm giữa khối nổ

Nhận xét: Phụ thuộc vào chiều của véc tơ vận tốc tương đối (\vec{V}_{TD}^{TL-MT}) và giá trị của V_{TC} so với V_{TL} mà VST động nghiêng về phía trước hoặc phía sau TL tương ứng với các điểm kích nổ G1, G2, G3.

4.6. Kết luận chương:

1. Khả năng tiêu diệt MT của TBCĐ-ĐH-TN tốt hơn so với TBCĐ đẳng hướng. Điều này đã chứng minh sự đúng đắn trong cách lựa chọn, đặt vấn đề và phương pháp giải bài toán ước lượng tọa độ MT trong NNVT-ĐH-TN.

2. Một số đặc trưng xác suất thành phần, đánh giá khả năng tiêu diệt MT của KNĐH, không tốt bằng khối nổ đẳng hướng, nhưng xác suất tiêu diệt MT tổng hợp của KNĐH lại cao hơn đáng kể so với khối nổ đẳng hướng. Điều này đã giải thích cho lập luận về khả năng tập trung năng lượng (mật độ MST và sóng xung kích) của KNĐH về hướng có MT;

3. Kết quả khảo sát thuật toán chọn sector, chọn hạt nổ trên sector đã chứng minh khả năng điều khiển nổ hoàn toàn có thể thực hiện được đối với mọi loại MT cơ động theo vận tốc, theo góc hay cả hai.

4. Quy trình khảo sát, đánh giá hiệu quả TBCĐ-ĐH-TN có thể sử dụng cho những nghiên cứu chuyên sâu trong lĩnh vực thiết kế, chế tạo và thử nghiệm TBCĐ cho TLPK.

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

1. Kết luận chung

Thông qua những lập luận và chứng minh bằng mô phỏng luận án đã cho thấy sự cần thiết phải đầu tư nghiên cứu và ứng dụng TBCĐ-ĐH-TN cho TLPK hiện đại. Hiệu quả mà nó mang lại là sự nâng cao xác suất tiêu diệt mục tiêu nhờ sự tập trung năng lượng và mật độ MST của khối nổ vào không gian có mục tiêu.

Bài toán thứ nhất ít liên quan tới lĩnh vực điều khiển nhưng cũng được lập luận là không thể thiếu vì nó thuộc về đối tượng điều khiển. Về cơ bản bài toán này có thể giải được vì cơ sở của nó chính là khối nổ đẳng hướng. Tuy nhiên để trở thành KNĐH thì phải xác định thêm một số tham số và các đặc trưng liên quan tới điều khiển nổ định hướng như kết cấu kích nổ lệch tâm, nguyên lý hình thành VST định hướng và phần tử sát thương định hướng.

Bằng những phân tích, lập luận có cơ sở khi giải bài toán thứ hai, luận án đã quyết định lựa chọn NNVT-PD để cải tiến thành NNVT-ĐH-TN, khi bổ sung một số thành phần chức năng như: MTS với thuật toán tính hồi quy – NS quỹ đạo MT để xác định được vị trí không gian MT thông qua các phép ước lượng tọa độ tức thời, thuật toán giải mã dữ liệu điều khiển nổ; Ma trận chuyển mạch truyền xung công suất cao tới sector và hạt nổ được chọn. Điều quan trọng là giải pháp bổ sung này được cân nhắc kỹ lưỡng để tránh thay đổi nhiều về cấu trúc, về nguyên lý cũng như khối lượng, kích thước vốn có của NNVT-PD.

Kết quả tổng hợp mô hình hai hệ thống NNVT-ĐH-TN và KNĐH tương ứng với hai bài toán đã đặt ra đã được kiểm chứng bằng phương pháp mô phỏng trên máy tính, cho thấy sự phối hợp chặt chẽ giữa VST động của KNĐH với VQS của NNVT-ĐH-TN. Hiệu quả của TBCĐ-ĐH-TN được phản ánh bởi xác suất tiêu diệt mục tiêu bằng MST cao hơn so với TBCĐ đẳng hướng.

2. Những đóng góp mới về khoa học

a) Đã tổng hợp được thuật toán phối hợp không gian quan sát MT với vùng sát thương của trang bị chiến đấu định hướng thích nghi trên cơ sở ngoại suy quỹ đạo và ước lượng tọa độ tức thời của mục tiêu.

b) Đã đề xuất cơ sở tính toán thiết kế, lựa chọn tham số và giải pháp điều khiển hướng vùng sát thương cho trang bị chiến đấu định hướng thích nghi.

3. Kiến nghị và hướng phát triển của luận án

Kiến nghị: Do những giới hạn về dung lượng, phạm vi nghiên cứu và thời gian làm luận án, tác giả chưa có điều kiện kiểm chứng những kết quả nghiên cứu trong thực tế, trên trang bị cụ thể. Làm được như vậy thì giá trị của những kết quả nghiên cứu sẽ cao hơn nhiều.

Hướng phát triển: NCS mong muốn được tiếp tục phát triển kết quả nghiên cứu của đề tài vào thực tế trong tương lai. Những kết quả mà đề tài luận án đã đạt được, nhất là những kết quả mới, có tác dụng thiết thực trong những định hướng nghiên cứu thuộc lĩnh vực đạn TLPK tại nhà trường quân đội và viện nghiên cứu, viện thiết kế TLPK.

Các vấn đề và kết quả nghiên cứu trong luận án đã được tìm hiểu nghiêm túc và cố gắng trình bày một cách khoa học. Tuy nhiên do điều kiện thời gian và năng lực có hạn, có thể còn thiếu sót. Rất mong nhận được các đóng góp để tác giả tiếp tục hoàn thiện và phát triển hướng nghiên cứu. Tác giả xin chân thành cảm ơn.

CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

[1]. Phạm Ngọc Văn, Vũ Hòa Tiễn, Lê Thế Trung – *Nghiên cứu khảo sát, đánh giá các đặc trưng vùng vãng mảnh của phần chiến đấu đẳng hướng và phần chiến đấu định hướng* – Tạp chí “Nghiên cứu khoa học và công nghệ quân sự” số 63 tháng 10 năm 2019. ISSN-1859-1043.

[2]. Phạm Ngọc Văn, Vũ Hòa Tiễn, Cao Hữu Tình, Đỗ Văn Phán – *Phương pháp giải bài toán xác định tọa độ góc mục tiêu tại thời điểm kích hoạt phần chiến đấu định hướng của tên lửa phòng không* – Tạp chí “Nghiên cứu khoa học và công nghệ quân sự” số 66 tháng 4 năm 2020. ISSN-1859-1043.

[3]. Фам Нгок Ван, Ву Хоа Тиен, Као Хыу Тинь, До Ван Фан – *Метод решения задачи согласования зоны срабатывания радиовзрывателя с полем поражающих элементов радиально-направленной боевой части зенитной управляемой ракеты* – EESJ, Number 4(56), Vol.1, april 2020.