

# 弹道导弹中段弹头识别模型研究与设计

张晨<sup>1,2</sup>, 丁建江<sup>1</sup>, 周芬<sup>1</sup>, 罗玉安<sup>1</sup>, 姜海林<sup>1</sup>

(1. 空军预警学院 研究生大队, 武汉 430019; 2. 国防科技大学 信息通信学院, 武汉 430010)

**摘要:**反导预警作战中的弹头识别问题,是决定弹头拦截成败的关键因素,必须予以高度重视。文中首先分析了弹道导弹的飞行特点及可能采取的突防措施,提出了弹头识别模型设计的基本原则;之后,结合实际作战情况,在通用识别模型的基础上,设计完成了闭环控制下识别模型以及人在回路下识别模型;最后,针对识别过程中起着重要作用的中段弹头识别预案,依据作战时间顺序,区分选择匹配、实时调整和评估总结三个不同阶段展开讨论,提出了预案调整模型的具体样式及使用场景,相关成果能够为反导预警中段弹头识别任务的有效完成提供参考借鉴。

**关键词:**弹道导弹;原则;识别;模型;预案

**中图分类号:** TN959 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7859(2020)09-0028-04

**引用格式:** 张晨, 丁建江, 周芬, 等. 弹道导弹中段弹头识别模型研究与设计[J]. 现代雷达, 2020, 42(9): 28-31.

ZHANG Chen, Ding Jianjiang, ZHOU Fen, et al. Study and design of midcourse ballistic missile warhead recognition model[J]. Modern Radar, 2020, 42(9): 28-31.

## Study and Design of Midcourse Ballistic Missile Warhead Recognition Model

ZHANG Chen<sup>1,2</sup>, DING Jianjiang<sup>1</sup>, ZHOU Fen<sup>1</sup>, LUO Yuan<sup>1</sup>, JIANG Hailin<sup>1</sup>

(1. Department of Graduate, Air Force Early Warning Academy, Wuhan 430019, China)

(2. College of Information and Communication, National University of Defense Technology, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** The problem of warhead recognition in anti-missile early warning operations is the key factor to determine the success or failure of warhead interception, which must be attached great importance. In this paper, firstly, the flight characteristics and possible penetration measures of ballistic missiles are analyzed, and the basic principles of warhead recognition model design are put forward. Then combined with the actual combat situation, based on the general recognition model, the closed-loop controlled recognition model and the human-in-loop recognition model are designed and completed. Finally, aiming at the mid-range warhead recognition plan, which plays an important role in the recognition process, according to the battle time sequence, three different stages are developed; selection matching, real-time adjustment and evaluation summary are discussed, and the specific style and usage scenario of the plan adjustment model are designed and put forward. The relevant results can be used for the warhead recognition of midcourse anti-missile early warning. The effective completion of the recognition task provides a reference.

**Key words:** ballistic missile; principle; recognition; model; plan

## 0 引言

弹道导弹具有速度快、打击能力强、较难防御等显著特点,当今世界军事强国,普遍将其作为“杀手锏”式的攻击型武器<sup>[1]</sup>。针对弹道导弹的防御,在其飞行中段对弹头进行有效的区分与识别成为后续实施拦截打击的关键所在<sup>[2]</sup>。尽管当前我国用于防御弹道导弹的各类预警装备相继研制成功,且已装备部队,形成了较强的战斗力,但由于预警装备的模式、参数种类繁多,以及可用于指导训练与作战模型偏少,在一定程度上影响了预警装备的效能发挥<sup>[3]</sup>。考虑到弹道导弹的可预见性及飞行时间短的特点,用于防空训练、作

战模型已不再适用。因此在现阶段,迫切需要建立用于弹道导弹中段弹头识别的模型,通过模型对预警装备进行有效的资源管控,用科学化、自动化的手段解决弹头中段识别这个核心繁杂问题<sup>[4-5]</sup>。

## 1 模型设计基本原则

设计中段弹头识别的模型,应在充分了解弹道导弹中段飞行特点的前提下,遵循一定的原则,将对中段弹头识别时的预警装备资源的有效管控作为最根本目的来展开。具体来说,中段弹头识别模型应具备通用性、合理性和灵活性这几大特点<sup>[6]</sup>。

### 1.1 通用性原则

中段弹头识别模型的设计,首先必须基于弹道导弹中段飞行的基本特点。虽然不同国家的弹道导弹在

设计细节上各有不同,但其总的飞行过程,以及中段抛洒诱饵等手段的运用,大致相同,这也就为中段弹头识别通用模型的设计提供了一个基本的参考标准<sup>[7]</sup>。所谓通用性,即所设计的中段弹头识别模型应能符合大部分弹道导弹中段飞行特点,并能与未来一段时间内弹道导弹的发展趋势相匹配,有一定的前瞻性,能够处理新的威胁和新的攻击,不至于过快地被淘汰。模型设计应能实现对预警装备的有效管控,应与装备发展相适应,装备更新换代的同时,模型也应跟着升级,体现一种螺旋式上升的态势。因此,模型的通用性原则是模型保持稳定可靠的外在表现形式,是模型设计的首要考虑问题。

1.2 灵活性原则

在通用性原则前提下,还需关注灵活性的问题。所谓灵活性即通过对模型的简单调整与改进,就能满足新的威胁场景。模型的基本框架是其根本,而灵活性就好比在基本框架的支撑下,通过添加不同的功能模块,在特定的作战背景下,赋予模型不同的任务,进而实现对预警装备资源管控的功能,从而更好地适应新的作战环境。模型的灵活性原则是建立在通用性原则基础上的,如果一个模型的通用性不佳,其灵活性必然大打折扣。模型的灵活性建立在对不同作战环境的深度理解以及预警装备的熟练操作上,通过对所需面对不同情况的详细分析,制定应对措施,并通过对模型的改进体现出来,从而完成相应的任务。可以肯定的是,任何一个有效的识别模型都体现了作战人员的智慧,体现了人对战争把握程度的高低。

1.3 可操作性原则

与防空预警不同,反导预警时效强是其显著特点之一,即使是战略弹道导弹,从发射到实施打击,也仅仅几十分钟。在这样短的时间内,如果从敌方导弹发射起再去从零开始制定应对措施,显然无法完成防御任务。因此,对于弹道导弹来说,加强反导预警作战管理,强调各预警装备在执行特定作战任务时的协调一致就显然尤为重要了。而这种预警装备间的协调,涉及到大量的数据共享与交换,需要在事先制定好的协议与算法的有效控制下实现,计算机成为了反导预警控制环节中最重要设备,但并不是说人无法在反导预警作战中体现其价值,相反,模型的可操作性正是体现了人为可控这一必要环节。在实际反导预警作战中,政治背景、国内外形势、受保护目标优先等级变更等因素的时变特性,都将会从侧面影响反导策略的修订,但这些并非计算机的协议与算法所能了解的。这种情况下,通过对模型人为可控的合理操作,来争取最有利的战场形势,将会在整个战局产生积极的影响。可操作性实际上是人在回路下的识别模型设计,将在

后续章节中进行详细讨论。

2 识别模型的分类与特点

根据前文所述的识别模型的通用性原则,所设计的识别模型必须在能够为绝大多数场景所使用的前提下,进行相应的修改来适应其他特定作战要求。本节首先提出通用识别模型,在此基础上,详细论述了闭环控制下识别模型与人在回路下识别模型的特点与应用<sup>[8]</sup>。需要说明的是,预警系统的识别结果理应为拦截系统提供信息支持,但此处暂不讨论预警系统与拦截系统之间的信息交互,只聚焦预警装备对弹头目标的识别。

2.1 通用识别模型

在通用识别模型中,各预警装备对弹道导弹目标进行探测,获取相关识别信息,随后将识别信息在各预警装备内部进行初步处理,通过通信链路传递给反导预警中心。在事先设计好的协议和算法的控制下,反导预警中心数据融合处理模块对所接收的信息进行融合处理,并在查询导弹数据库得到反馈后,通过综合分析模块得到当前战场整体态势,综合分析模块一方面通过态势呈现模块以直观的态势图形式展现给作战指挥人员,便于其掌握整个战场态势;另一方面将分析结果与预案库进行比对,寻求合适的识别预案来执行后续的识别任务,并将匹配好的预案在完成预案工程化后通过资源管控模块实现对各预警装备的管控,从而达到预案合理有效使用的目的。通用识别模型如图 1 所示。

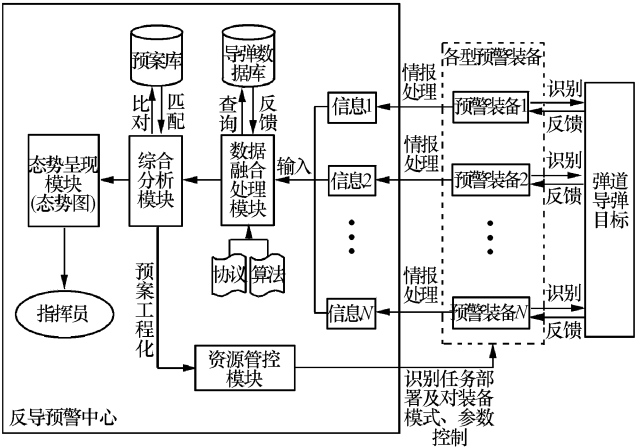


图 1 通用识别模型

2.2 闭环控制下识别模型

用于中段弹头识别的通用识别模型,是适用于绝大多数情况下的一个最基本的模型,在实际的作战过程中,还牵涉到很多其他因素,需要加以考虑。在通用识别模型的基础上,设计出闭环控制下识别模型,此时

需结合具体的作战任务,在综合分析模块中对当前整个战场情况进行深入研究分析,同时向预案库中查找相对适合的识别预案。通常情况下,预案库中所存储的预案并不完全能够满足当前战场情况,此时,需在已设定好的阈值和相关规则的约束下,对匹配好的预案进行评估并做出适当修改,以期能够更好地适应战场需求,并将修改好的预案输入到预案库中进行存储,不断丰富预案库。同时,要将该预案告知指挥员,使指挥员对执行当前作战任务的行动措施做到心中有数。闭环控制下的识别模型主要强调整个识别过程的自动化控制,其好处是能最大限度地节省时间,使整个反导预警作战过程平稳、流畅,易于实现。闭环控制下识别模型如图 2 所示。

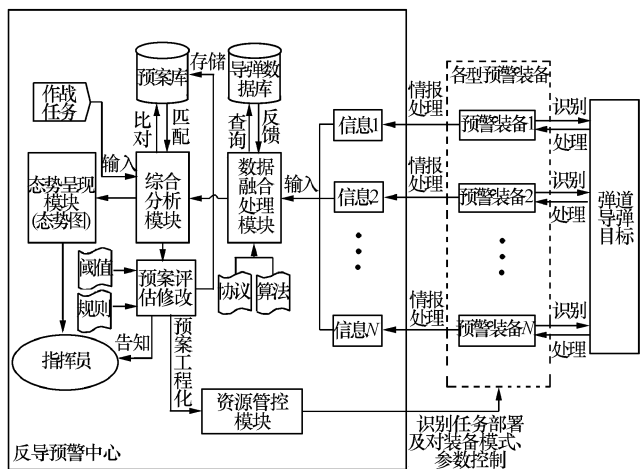


图 2 闭环控制下识别模型

### 2.3 人在回路下识别模型

在实际反导预警作战中,除了预警装备获取的情报信息,还有大量外部的非预警装备获取信息及其他相关要求在影响着整体战场态势,指挥员要在掌握这些信息和要求的前提下,对作战任务进行充分认识与仔细理解,通过预留的人机交互接口,对经一定规则修改好的预案根据指挥员对战场情况的认知进行再次人为地修改确认。必要情况下,指挥员也可直接通过资源管控模块来实现对预警装备识别任务功能的控制。可以看出,人在回路下的识别模型,除了反导预警中心中的综合分析模块外,指挥员成为了另一个核心要素,大量修改与控制工作均可由指挥员来完成,至于是否采用人在回路下的识别模型,以及指挥员对模型做出多少人为控制的关键还在于指挥员对战场情况的认知,不管何种模型,其最根本的目的还是完成对弹头目标的有效识别,为后续拦截提供更多指引信息。人在回路下识别模型如图3所示。

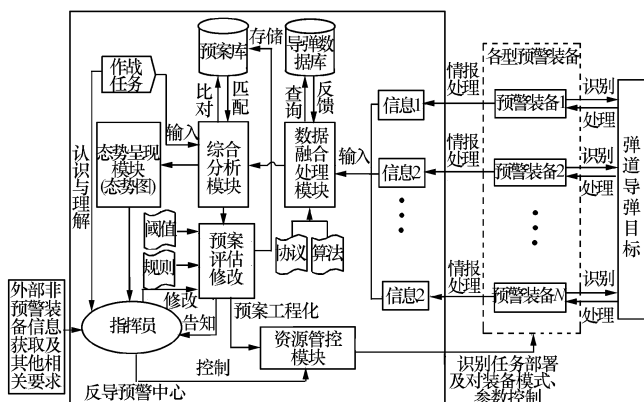


图3 人在回路下识别模型

### 3 预案调整及识别模型应用

识别模型的应用在反导预警作战对弹头的识别过程中对应着不同阶段的识别预案的调整,分析总结反导预警作战不同阶段的特点,结合各阶段的主要任务及所获得的弹道导弹信息,利用识别模型有针对性的开展预案调整工作,是做好预警装备资源管控的重要内容,在实际的反导预警作战中将会起到决定性的作用<sup>[9-11]</sup>。具体到中段识别这个明确的任务,将中段识别预案作用范围区分为选择匹配、实时调整和评估总结几个关键阶段。

### 3.1 中段识别预案选择匹配

在执行中段弹头识别任务前,通常已有早期预警信息提供相关支撑,在此基础上,对弹头识别的具体任务进行描述,形成机器能够理解的语言并输入反导预警中心的综合分析模块,通过与预案库中的预案进行比对,匹配出能够适应本弹头识别任务的具体预案。之后,利用效能评估模块对匹配出的预案进行分析评估,若预案满足条件,则将预案进行工程化实现后,通过资源管控模块指导预警装备完成识别任务;若预案不满足条件,则将进一步匹配准则告知综合分析模块以便再次匹配适合的预案,直到匹配出的预案能满足相关要求。预案的选择匹配,对效能评估模块起限制作用的约束条件具有极为重要作用,约束条件的形成主要来自于对弹头识别作战任务的准确理解与把握,这点可通过相关软件来自动执行,也可进行人为干涉。此外,指挥员均可根据实际情况,采用人在回路下的识别模式来完成相关步骤的操作。中段识别预案选择匹配模型如图4所示。

### 3.2 中段识别预案实时调整

实际作战中,反导预警战场环境瞬息万变,只进行一次预案的选择与匹配显然不可能实现对弹头的准确识别,根据战场环境的变化,有针对性的对预案进行实时调整,才能符合总体的作战要求。归纳梳理,战场环境变化主要有预警装备损毁、敌方导弹采用新的突防



措施以及其他因素的干扰作用,这些都能对预警装备的识别效能产生较大影响。若识别情报信息不再满足预定的识别要求,则需立刻做出改变。此时,反导预警中心的综合分析模块需再次将当前情况与预案库进行比对,匹配出新的预案,与此同时,将原预案与新匹配预案根据现阶段新生成的约束条件进行评估与修改,通过比较、修改,确定出最适合当前识别任务要求的新预案,之后将该预案存储进预案库以备后期使用,并对预案进行工程化实现后,通过资源管控模块指导预警装备执行当前的识别任务。由于是战中预案实时调整,留给系统工作的时间十分有限,因此预案评估修改模块需要具备较强的并行数据处理能力,能够在规定时间内完成相应的工作。同样,指挥员可以通过预留接口,对整个预案实时调整过程进行人为把握,具体人为控制工作如何开展,取决于指挥员对战场变化的认知程度。中段识别预案实时调整模型如图5所示。

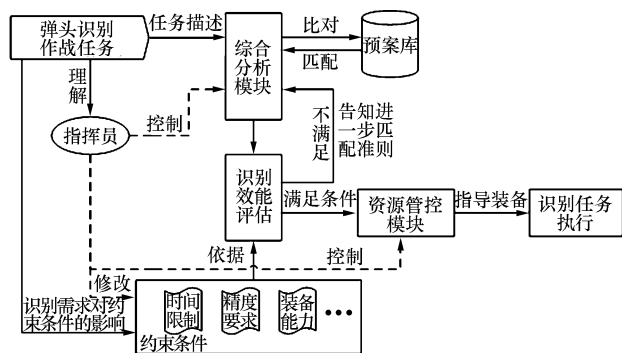


图4 中段识别预案选择匹配模型

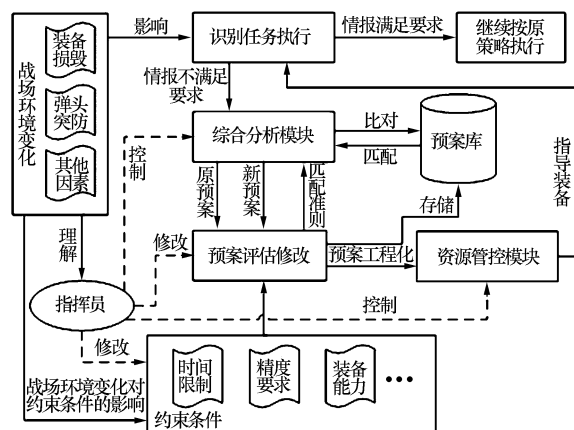


图5 中段识别预案实时调整模型

### 3.3 战后识别预案评估总结

一场战斗结束后,有必要对其进行总结评估。对于弹头识别任务来说,首先需对整体识别任务的完成情况进行仔细归纳总结,之后将任务完成情况输入反导预警中心综合分析模块中,因战后不再受时间条件限制,综合分析模块可从预案库中依次调取执行此次识别任务所生成的所有预案,整理后送入预案评估修改模块进行战后评估与修改。预案评估修改模块根据此次作战整体情况

对预案进行修改完善并合理排序,同时推送给仿真推演模块再次进行复盘分析。若相关预案能够满足要求,则存入预案库以便后期使用,若不满足要求则舍弃。在进行复盘推演时,指挥员同时对预案评估修改模块和仿真推演模块进行监控,结合自身对作战任务的理解和其他外在因素,对整个评估总结阶段进行人为控制。战后识别预案评估总结模型如图6所示。

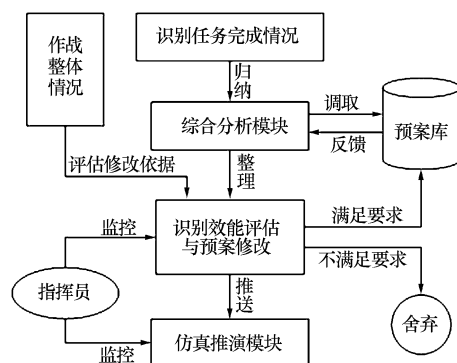


图6 战后识别预案评估总结模型

## 4 结束语

弹道导弹的作战特点决定了其不是一种可经常使用的武器装备,对于反导预警来说,由于实际较难真正面对敌方攻击,训练手段有限,一定程度上制约了预警装备作战效能的有效发挥。针对反导预警的核心环节——中段弹头识别问题,设计提出了几种实际战场情况下现实可行的识别模型,并对中段弹头识别预案进行了详细分析,能够有助于解决在当前条件下,提高反导预警训练水平,有效应对敌弹道导弹攻击的问题。

## 参考文献

- [1] 蓝江桥. 战略预警体系概论[M]. 北京:军事科学出版社, 2017.
- [2] LAN Jianqiao. Introduction to strategic early warning system [M]. Beijing: Military Science Press, 2011.
- [3] 金 林. 弹道导弹目标识别技术[J]. 现代雷达, 2008, 30(2): 1-5.
- [4] JIN Lin. Technique of target recognition for ballistic missile [J]. Modern Radar, 2008, 30(2): 1-5.
- [5] 奚 龙,何广军,高 鹏. 弹道导弹中段目标特性与识别技术[J]. 信息通信, 2017(9): 113-114.
- [6] XI Long, HE Guangjun, GAO Peng. Midcourse target characteristic and recognition technology for ballistic missile[J]. Information and Communications, 2017(9): 113-114.
- [7] 丁建江. 概论雷达组网多域融一预案工程化[J]. 现代雷达, 2018, 40(1): 1-6.
- [8] DING Jianjiang. An overview on the engineering of the pre-arranged multi-domain fusion detection project for radar netted system[J]. Modern Radar, 2018, 40(1): 1-6.

(下转第38页)