

某型武控系统目标信息融合性能检验方法研究

冯楠¹, 张黎²

(1. 中国人民解放军 92941 部队 41 分队, 辽宁 葫芦岛 125000)

(2. 中国人民解放军 61905 部队, 沈阳 110000)

摘要: 制定试验方案以检查及验证某型武控系统目标信息融合性能, 支持靶场对该性能开展不同时域、空域、频域等复杂试验样式研究, 支持靶场在贴近实战环境下对目标信息融合各种性能和效能指标进行充分考核和评估, 促进靶场对考核该性能的试验更加充分、评定更加科学、结论更加准确; 通过对武控系统信息融合准则和数据模型的分析, 进行不同时域、空域和频域条件下真实战场环境的想定, 设定了 19 种复杂态势, 在此基础上, 制定了针对该性能的试验方案, 然后结合各阶段试验中组织的静态测试检查试验和动态试验等项目来检查与验证武控系统信息融合准则和数据模型的正确性, 从而实现对该型武控系统目标信息融合性能的考核。

关键词: 武控系统; 目标信息; 融合性能; 复杂试验样式

Research on Method for Target Information Fusion Performance Inspection of Weapon Control System

Feng Nan¹, Zhang Li²

(1. 92941 Army 41 Unit of PLA, Huludao 125000, China; 2. 61905 Army of PLA, Shenyang 110000, China)

Abstract: This paper establishes test scheme to examine and validate target information fusion performance of weapon control system, which sustains range to research complicated test modes of different time, space and frequency domain, which sustains range to adequately check and evaluate various performances and efficiency indicators of target information fusion under the condition of pressing close to actual combat, which accelerates range to check performances more adequately, assess more scientifically, perorate more well and truly. Through analyzing rule and data model for target information fusion of weapon control system, scenario different time, space and frequency domain under the condition of actual combat, set 19 genus of complicated states, on this basis, formulate test scheme to this performance, then intergrate static measurement inspection and dynamic test to examine and validate rule and data model for target information fusion of weapon control system, which actualizes to examine target information fusion performance of weapon control system.

Keywords: weapon control system; target information; fusion performance; multimedia

0 引言

信息融合又被称作数据融合, 对其研究可以追溯到 1973 年。当时美国国防部发起了对声纳信号处理系统的资助开发。这说明信息融合的概念起源于 20 世纪 70 年代。信息融合技术是伴随着军事需求而发展起来的, 因此, 美国国防部从军事应用角度给出信息融合的定义: “把来自许多传感器和信息源的数据和信息加以联合、相关和组合, 以获得精确的位置估计和身份估计以及对战场情况和威胁及重要程度进行适时的完整的评价。”基于信息融合技术在海湾战争中的出色表现, 美国国防部开发了以信息融合为中心的 C³I 系统, 可见对该项技术的重视。

本文的目标信息融合性能是指雷达和电子侦查设备之间的配合使用性能。电子侦查设备(后面简称电侦设备)的主要功能是向武器系统提供目标微波信息。在试验过程中, 电侦设备出现了侦测距离近、时戳异常、目标方位角处理方法不当、单个信号源出现多个批号、对微波丢失后

的目标信号保留时间太长等问题, 使得武器系统目标信息融合性能检验成为了靶场试验中迫在眉睫需要解决的问题。该问题的解决关系到武器系统融合雷达和电侦目标的性能, 即武器系统目标信息融合的检查与验证。对武器系统战斗力的生成起到至关重要的作用^[1-3]。

1 武器系统的融合处理

某型武器系统的信息融合处理过程如下: 武器系统收到雷达目标和电子侦察目标后, 首先判断两个设备发送的目标是否为同一目标, 若是同一目标, 则用雷达目标的位置信息和电子侦察设备目标的微波信息形成一个包含位置和微波参数的目标信息, 在导弹发射前将该信息装订给导弹, 若导弹发射后武器系统就不再给导弹发送任何信息了。武器系统应“具备对本舰雷达、电子侦察设备的目标信息进行处理和融合的能力”。

2 电侦设备工作原理

电侦设备的功能是对空间中的电磁辐射源的方位、载频、脉冲宽度、脉冲幅度、脉冲间隔等参数进行侦测, 对辐射源的敌我属性、威胁等级进行识别, 对辐射源形成相关描述的报文数据, 发送给显控界面进行显示以及发送给

收稿日期: 2019-04-15; 修回日期: 2019-04-29。

作者简介: 冯楠(1981-), 女, 辽宁瓦房店人, 硕士, 工程师, 主要从事防空导弹发射控制方向的研究。

作战系统网。电侦设备从天线探测接收信号到输出目标报文的主要流程为:测频测向天线接收、射频电路处理、参数测量和信号分选、目标威胁识别判断、目标建批输出、目标报文数据更新。见图 1 所示。

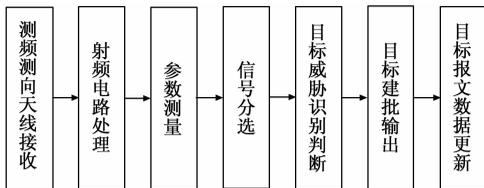


图 1 电侦设备工作流程图

电侦设备由一个 360 度测频天线组件和两个 180 度测向天线组件完成对全空域信号侦收,天线工作时属于被动接收,不进行扫描。设备工作时,天线处于实时接收状态,收到的电磁信号经过内部处理转换成脉冲参数信息并送到先入先出缓存区(FIFO),之后由数据采集模块对缓存的数据进行提取,当提取足够多的数据(十个以上的相同脉冲)之后进行数据的处理。信息经过处理送至告警模块并更新数据,最终将数据参数显示出来。

电侦设备对目标建批输出后,按照 2 s 一次的数据周期对目标的信息进行更新。在 2 s 数据周期内只要数据采集模块提取到足够多的数据(十个以上的相同脉冲)就进行上报处理,经处理后与建批目标的数据比对通过,就在周期结束时刻对数据进行更新,而不需要整个周期有持续的微波信息侦收,才输出更新数据^[4]。

3 试验仿真方案想定

在军事领域,想定就是指挥员把作战意图形成具体的作战方案和实施计划。想定成为作战方案和计划,它的出现满足了作战需要,能够做到预想实际作战过程,是完成指挥作战,尤其是在真实战场环境下指挥多军兵种的部队作战和武器装备必不可少的环节^[5]。

我军军语中定义想定如下:参照训练课题设想与假定作战双方的态势、企图和作战发展的情况等。军事演习领域是这一定义针对的主要对象,其中包括军事训练等,通过设定想定文书对军事演习的过程、目的、范围等给出说明。美军军语中解释想定为:想定是描述一个或多个实际或假想事件的一种方式,这种描述是分析事件及相关问题的重要组成部分,而这种分析又是以战斗模型为基础的^[6]。

综上所述,想定就是基于作战研究课题、演习或军事训练的需求,设想和假定作战区域、作战背景、初始态势、战场环境和作战局势进展情况等,能够为参训、参战对象提供作业的条件和环境,以文书的形式,把指挥员的作战决心和作战意图转变成为具体的作战方案和计划,出现在各级、各类的军事活动之中^[7-10]。

在综合态势下的武器系统融合处理能力检查中,想定 3 个算法正确性态势、8 个同向目标流不同组合态势、4 个远距离支援干扰及长时间存在的雷达信号综合态势以及 4 个

角度分辨能力态势,通过 19 种复杂态势对武器系统融合处理能力进行比较全面的考核。

4 试验仿真方案制定

根据武器系统从空域对两设备误差角范围内的目标在空域上充分利用了历史信息和当前信息,在时域上剔除了长时间存在的目标信息,在战术使用原则上结合了同向多目标的战术原则,因此,对于武器系统融合模型的考核,可从同向目标流,远距离支援干扰及长时间存在的雷达信号,以及不同角度的目标等 4 个要素制定一定的态势,考核武器系统融合模型设计原则的实现正确性^[9]。考核方法有:舰面设备静态试验和动态试验。本文重点对舰面设备静态试验仿真方案进行研究。

针对融合基本数学算法验证的仿真方案见表 1,针对同向目标流验证的仿真方案见表 2,针对角度分辨率验证的仿真方案见表 3,针对远距离支援干扰及长时间存在的雷达信号剔除验证的仿真方案见表 4,以同向目标流验证为例给出仿真方案的参数设计及评定标准见表 5。

表 1 验证融合基本数学算法的仿真方案

用例	仿真方案	关联结果
1	1 个雷达目标,在雷达目标一定距离时,出现一个电子侦察目标。	雷达目标应正确关联。
2	1 个雷达目标,全程无电子侦察目标出现。	雷达目标关联失败
3	1 个雷达目标,出现一个电子侦察目标,但方位间隔 2 度以上。	雷达目标关联失败

表 2 验证同向目标流的仿真方案

用例	仿真方案	关联结果
1	2 个雷达目标,速度相同,方位相同,距离间隔时间 3s,在相同的雷达目标距离时,出现与雷达目标对应的电子侦察目标。	2 个雷达目标应正确关联
2	2 个雷达目标,速度相同,方位相同,距离间隔时间 3s,出现与 1 个雷达目标对应的电子侦察目标。	电子侦察目标与距离近的雷达目标应正确关联。
3	1 个雷达目标,在不同的雷达目标距离出现对应的 2 个电子侦察目标。	雷达目标与先出现的电子侦察目标应正确关联
4	2 个雷达目标,在相同的雷达目标距离出现对应的 3 个电子侦察目标。	2 个雷达目标与先出现的 2 个电子侦察目标应正确关联。
5	4 个雷达目标,速度相同,方位相同,距离间隔时间 3s,在相同的雷达目标距离时,出现与雷达目标对应的电子侦察目标。	4 个雷达目标应正确关联。

续表

用例	仿真方案	关联结果
6	4 个雷达目标, 速度相同, 方位相同, 距离间隔时间 3s, 在相同的雷达目标距离时, 出现 3 个与雷达目标对应的电子侦察目标。	3 个电子侦察目标与距离近的 3 个雷达目标应正确关联。
7	4 个雷达目标, 速度相同, 方位相同, 距离间隔时间 3s, 在相同的雷达目标距离时, 出现 2 个与雷达目标对应的电子侦察目标。	2 个电子侦察目标与距离近的 2 个雷达目标应正确关联。
8	4 个雷达目标, 速度相同, 方位相同, 距离间隔时间 3s, 在相同的雷达目标距离时, 出现 1 个与雷达目标对应的电子侦察目标。	电子侦察目标与距离最近的 1 个雷达目标应正确关联。

表 3 验证角度分辨的仿真方案

用例	仿真方案	关联结果
1	1 个雷达目标, 在雷达目标一定距离时, 在雷达目标对应方位附近出现两个方位间隔的电子侦察目标。	雷达目标与方位间隔小的电子侦察目标关联。
2	4 个雷达目标, 距离相同、速度相同, 方位存在一定间隔, 在相同的雷达目标距离时, 出现与雷达目标对应的电子侦察目标。	4 个雷达目标应正确关联
3	4 个雷达目标, 距离相同、速度相同, 方位存在一定间隔, 在相同的雷达目标距离时, 雷达目标 1 和雷达目标 3 对应方位上出现电子侦察目标, 而雷达目标 2 和雷达目标 4 没有对应电子侦察目标。	雷达目标 1 和雷达目标 3 关联成功, 雷达目标 2 和雷达目标 4 关联失败。
4	4 个雷达目标, 方位存在一定间隔, 距离不相同, 速度不相同, 出现与雷达目标对应的电子侦察目标。	4 个雷达目标应正确关联

表 4 验证远距离支援干扰及长时间存在的雷达信号的仿真方案

用例	仿真方案	关联结果
1	1 个雷达目标, 对应方位上出现两个电子侦察目标, 其中一个电子侦察目标为远距离干扰目标(在雷达目标发现之前, 该电子侦察目标已经存在)	雷达目标应正确关联。
2	1 个雷达目标, 多个干扰电子侦察目标分布在多个方位上。	雷达目标失败
3	2 个雷达目标, 速度相同, 方位相同, 距离间隔时间 3s, 对应方位上出现 2 个电子侦察目标, 其中一个电子侦察目标为远距离干扰目标(在雷达目标发现之前, 该电子侦察目标已经存在)	真实电子侦察目标与距离近雷达目标关联, 另一个雷达目标关联失败。

续表

用例	仿真方案	关联结果
4	2 个雷达目标, 速度相同, 方位相同, 距离间隔时间 3s, 对应方位上出现 3 个电子侦察目标, 其中一个电子侦察目标为远距离干扰目标(在雷达目标发现之前, 该电子侦察目标已经存在)	2 个雷达目标与 2 个真实电子侦察目标关联

表 5 验证同向目标流仿真方案的参数设计及评定标准

序号	态势	雷达目标		电子侦察目标			评定标准
		数量	参数	数量	方位	出现时机	
1	同向目标流	2 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	2 个	90° 90°	$R_1 = 20\text{km}$ $R_2 = 20\text{km}$	2 个雷达目标应正确关联
2		2 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	1 个	90°	$R_1 = 20\text{km}$	电子侦察目标与距离近的雷达目标应正确关联
3		1 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km	2 个	90° 90°	$R_1 = 20\text{km}$ $R_1 = 15\text{km}$	雷达目标与先出现的电子侦察目标应正确关联
4		2 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	3 个	90° 90° 90°	$R_1 = 20\text{km}$ $R_2 = 20\text{km}$ $R_2 = 15\text{km}$	2 个雷达目标与先出现 2 个电子侦察目标应正确关联。
5		4 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	4 个	90° 90° 90° 90°	$R_1 = 20\text{km}$ $R_2 = 20\text{km}$ $R_3 = 20\text{km}$ $R_4 = 20\text{km}$	4 个雷达目标应正确关联。
6		4 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	3 个	90° 90° 90°	$R_1 = 20\text{km}$ $R_2 = 20\text{km}$ $R_3 = 20\text{km}$	3 个电子侦察目标与距离近 3 个雷达目标应正确关联
7		4 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	2 个	90° 90°	$R_1 = 20\text{km}$ $R_2 = 20\text{km}$	2 个电子侦察目标与距离近 2 个雷达目标应正确关联
8		4 个	方位: 90°; 速度: 300m/s; 距离: 25km; 时间间隔 3s	1 个	90°	$R_1 = 20\text{km}$	电子侦察目标与距离最近 1 个雷达目标应正确关联。

表 6 验证同向目标流方案仿真结果记录表

序号	目标	雷达目标		电侦目标		评定准则	仿真结果	结论	备注
		速度/(m/s)	方位/(°)	方位/(°)	出现时机/km				
1	1	300	90	90	20	2 个雷达目标应正确关联	关联	合格	两个雷达目标间隔时间 3s
	2	300	90	90	20		关联		
2	1	300	90	90	20	电子侦察目标与距离近的雷达目标应正确关联。	关联	合格	雷达目标 1 先于雷达目标 2
	2	300	90	—	—		未关联		
3	1	300	90	90	20	雷达目标与先出现的电子侦察目标应正确关联	关联	合格	电侦目标 1 先于电侦目标 2 出现
	2	—	—	90	15		未关联		
4	1	300	90	90	20	2 个雷达目标与先出现的 2 个电子侦察目标应正确关联。	关联	合格	电侦目标 1、2 先于电侦目标 3 出现
	2	300	90	90	20		关联		
	3	—	—	90	15		未关联		
5	1	300	90	90	20	4 个雷达目标应正确关联。	关联	合格	4 个雷达目标间隔时间 3s
	2	300	90	90	20		关联		
	3	300	90	90	20		关联		
	4	300	90	90	20		关联		
6	1	300	90	90	20	3 个电子侦察目标与距离近的 3 个雷达目标应正确关联。	关联	合格	雷达目标 1、2、3 先于雷达目标 4 出现
	2	300	90	90	20		关联		
	3	300	90	90	20		关联		
	4	300	90	—	—		未关联		
7	1	300	90	90	20	2 个电子侦察目标与距离近的 2 个雷达目标应正确关联。	关联	合格	雷达目标 1、2 先于雷达目标 3、4 出现
	2	300	90	90	20		关联		
	3	300	90	—	—		未关联		
	4	300	90	—	—		未关联		
8	1	300	90	90	20	电子侦察目标与距离最近的 1 个雷达目标应正确关联。	关联	合格	雷达目标 1 先于雷达目标 2、3、4 出现
	2	300	90	—	—		未关联		
	3	300	90	—	—		未关联		
	4	300	90	—	—		未关联		

5 试验仿真方案实施

舰面设备静态检查试验是由电子侦察设备模拟器和雷达模拟器发送模拟单目标信息或复杂态势目标信息, 武器系统接收后进行融合处理, 并将融合处理后的结果装订给筒弹模拟器^[9]。利用录取设备录取到的网络报文进行比对分析, 通过检查武器系统接收到的目标信息与电子侦察设备模拟器发送的目标信息一致性, 能够考核接口的正确性; 通过检查经融合处理后给导弹装订的信息是否正确, 能够考核传输、装订通路和融合算法正确性; 通过检查融合在一起的目标数量等信息是否与预定的态势一致, 能够考核综合态势下的武器系统融合处理能力。同样, 以验证同向目标流方案为例, 按照其仿真方案实施后得到仿真结果如表 6 所示。

6 结论

本文根据设定的 19 种复杂态势, 制定了舰面设备静态检查仿真方案包括融合基本数学算法验证的仿真方案、同向目标流验证的仿真方案、角度分辨率验证的仿真方案和远距离支援干扰及长时间存在的雷达信号剔除验证的仿真方案。试验方案实施后的结果表明, 按照仿真试验方案正确输入雷达目标信息和电侦设备目标信息, 武控融合关联情况与评定标准一致, 达到了检查与验证武控系统信息融

合准则和数据模型正确性的目的, 从而实现对某型武控系统目标信息融合性能的考核。

参考文献:

- [1] 彭东亮, 文成林, 薛安克. 多传感器多源信息融合理论及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [2] 权宏伟, 彭冬亮. 低空目标检测融合系统的结构与框架设计 [J]. 火力与指挥控制, 2014, 39 (8).
- [3] 张金槐, 刘琦, 冯静. Bayes 试验分析方法 [M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 2007.
- [4] 段晓君, 王刚. 基于复合等效可信度加权的 Bayes 融合评估方法 [J]. 国防科学技术大学学报, 2008, 30 (3): 90-94.
- [5] 张士峰, 蔡洪. 小子样条件下可靠性试验信息的融合方法 [J]. 国防科技大学学报, 2004, 26 (6): 25-29.
- [6] 庄钊文, 黎湘. 自动目标识别效果评估技术 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [7] 黄炎众, 杨峰. 基于扩展贝叶斯方法融合的作战效能评估研究 [J]. 系统仿真学报, 2007, 19 (4): 856-860.
- [8] 孔大伟, 甘怀锦, 太禄东. 信息融合技术及其在舰艇上的应用 [J]. 舰船电子对抗, 2008, 32 (1).
- [9] 赵秀玉, 王梓然. 武器装备需求方案评估研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2011, 22 (2).
- [10] 董尤心. 效能评估方法研究 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.