

美空军三位一体“试验旗”系列演习综述

张宝珍, 吴建龙

(中国航空工业发展研究中心, 北京 100029)

摘要: 近年来为加快形成多域联合作战能力, 美空军将“像作战一样训练”的理念推广应用到新技术、新战术、新能力的试验中, 创新推出了“橙旗”、“翠旗”、“黑旗”3个新的以“像作战一样试验”为核心理念、相互互动、三位一体、试训结合的“试验旗”系列演习, 为加快研制“天生联合”武器装备体系和快速形成全域作战能力提供重要平台和手段; 文章介绍了近年来美空军频繁开展“试验旗”系列演习的实情; 分析了“试验旗”成功实施背后的理论方法和能力基础; 最后从转变理念、完善机制、整合资源等方面提出了对推动我国武器装备试验鉴定工作发展的启示建议。

关键词: “试验旗”; “橙旗”演习; “黑旗”演习; “翠旗”演习; 试验鉴定; 战术开发

Summary of US Air Force Trinity “Test Flag” Series Exercises

ZHANG Baozhen, WU Jianlong

(Aviation Industry Development Research Center of China, Beijing 100029, China)

Abstract: In recent years, in order to accelerate the formation of Multi-domain joint battle capability, the US Air Force has applied the concept of “train as you fight” to the tests of new technologies, new tactics and new capabilities. And it innovatively launched a triad of “test flag” series exercises of “orange flag”, “emerald flag” and “black flag”, which take “test as you fight” as their core concept. They provide an important platform and values for accelerating the development of “borne joint” weapons systems and rapidly achieving the “All Domains Operation” capabilities. This paper introduces the fact that the US Air Force has frequently carried out a series of “test flag” exercises in recent years, analyses their theoretical methods and infrastructure capabilities behind the successful implementation of the “test flag” and put forward some suggestions from the aspects of changing ideas, improving mechanisms and integrating resources to promote the development of equipment test and evaluation in China.

Keywords: “test flag”; “orange flag” exercise; “black flag” exercise; “emerald flag” exercise; test and evaluation; tactical development

0 引言

未来战争将是体系与体系的对抗, 陆、海、空、天、网电等多域环境下的联合作战将成为主要作战样式。近年来, 为了在大国竞争中保持绝对领先优势, 加快形成击败竞争对手的“天生联合”多域联合作战能力, 美军竭尽其所能发掘各种前沿创新技术、新的战术战法, 并通过践行“像作战一样试验”理念, 将其快速转化形成作战能力。“黑旗”、“橙旗”和“翠旗”构成的三位一体的“试验旗”系列演习, 就是其中的一个突出反映。3种演习有机地结合在一起, 为美军提供了一个强大的贴近实战的试验平台, 促使装备研制部门、研制试验团队、作战试验团队和作战部门为发展“天生联合”的装备体系更加紧密地合作, 更好地推动技术、装备、战法的集成创新。

1 践行“像作战一样试验”理念, 频繁开展“试验旗”系列演习

近年来, 美军践行“像作战一样试验”理念, 要求从

作战想定、人员、环境和装备等方面全方位贴近实战, 考核装备技术性能、作战效能、作战适用性、互操作性、杀伤力和生存能力等。为此, 美军频繁开展“橙旗”、“翠旗”和“黑旗”等大型兵力试验活动, 支持联合全域指挥与控制(JADC2)和先进作战管理系统(ABMS)的试验测试, 并验证作战部队的新战术、新技术和新能力。

1.1 “橙旗”演习

“橙旗”演习于2017年10月启动, 由美空军装备司令部空军试验中心第412试验联队牵头, 演习主基地设在加利福尼亚州爱德华兹空军基地, 目前每年举办3次。

“橙旗”演习旨在最大限度地^[1-2]利用陆、海、空、天和网络空间各领域的资源以评价装备体系团队合作及跨军种跨武器平台互操作性, 致力于尽早在大型兵力场景下开展装备研制试验。在装备研制早期将各种不同成熟度等级的技术集成到典型多域作战场景中进行试验, 以便更早地发现系统使用问题, 并及时提供改进机会。它是落实美军

收稿日期: 2021-09-07; 修回日期: 2021-09-17。

基金项目: 国家重点研发计划课题(2018YFF0214700)。

作者简介: 张宝珍(1967-), 女, 河北高阳人, 硕士研究生, 研究员, 主要从事武器装备可靠性、维修性、保险性以及试验与测试技术等方向的研究。

引用格式: 张宝珍, 吴建龙. 美空军三位一体“试验旗”系列演习综述[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(12): 1-7, 12.

试验鉴定“左移”策略的重要体现,即更早在研制试验中引入作战背景,更早期地开展互操作性试验和网络安全试验^[3]。

2019年以来,橙旗演习的重点在于F-35战斗机与美陆军一体化防空及导弹防御(AIAMD)作战指挥系统(IBCS)的信息融合。其目的方面在于将F-35纳入美军防空体系,将其作为高空探测系统,用于指引防空武器瞄准空中目标,并由IBCS跟踪传感器数据,以确定包括飞机和导弹在内的空中威胁;另一方面,进一步加强美军战场态势感知能力,提升美军信息优势,推动IBCS系统形成初始作战能力的进程。美空军近几年开展的“橙旗”演习概况如表1所示。

表1 近年“橙旗”演习情况

演习时间	2019年12月	2020年7月	2020年10月
演习目标	聚焦测试各军种装备间的互操作性和网络系统集成能力,支持联合全域指挥控制和先进作战管理系统试验测试。		
演习内容	由美空军F-35战斗机通过地面控制站和定制的F-35综合作战指挥系统适配套件向美陆军的一体化防空反导作战指挥系统传输信息。来自全美9个基地的演习人员成功测试了各军种网络和系统集成的能力。	综合作战指挥系统将空军F-35战斗机的传感器数据通过U-2侦察机与陆军地面防空反导系统的传感器数据进行融合,并通过地面PAC-3防空导弹系统打击空中目标。	联合地面部队、航天器和40多架飞机,测试包括卫星和网络空间的全部可用数据输入。
演习结果	成功测试了各军种装备间的互操作性和网络系统集成能力,实现了F-35战斗机跟踪数据与综合作战指挥系统的融合,验证了综合作战指挥系统的大规模扩展能力与F-35的网络战能力扩展潜力。	验证了综合作战指挥系统对联合全域指挥控制概念的支持,实现跨区域防空反导能力。	横跨64000余千米,成功测试了用于战斗的测试数据的传输。

在2020年7月举行的橙旗演习中,美空军试验中心第412联队412电子战大队所属的772试验中队的“航空电子系统试验综合设施”(IFAST)(图1)参与了演习^[4],帮助实现了将真实、虚拟和构造性(LVC)建模仿真系统集成到飞行试验环境中的目标。

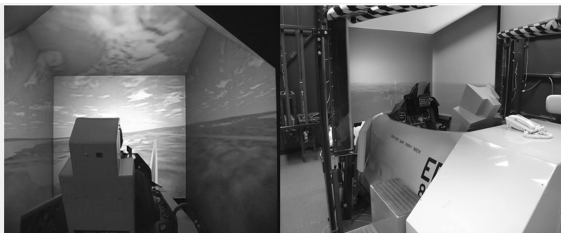


图1 第772试验中队的“航空电子系统试验综合设施”(IFAST)

1.2 “翠旗”演习

“翠旗”演习,全称“翡翠旗”演习,于2020年12月初启动,由美空军装备司令部空军试验中心第96试验联队牵头,演习主基地设在佛罗里达州埃格林空军基地,目前每季度举行一次^[5-6]。

“翠旗”演习更加强调研制试验与作战试验的一体化和跨军种、跨领域的一体化试验。它结围绕多域联合作战,集地面、空中、空间和网络平台于一体,一方面用于测试各不同平台和系统间的联通性,改善信息流动性,提升传输速度,同时也为国防先期研究计划局(DARPA)、空军研究实验室(AFRL)等预研机构和承包商提供了试验场。

至今,美空军分别于2020年12月1~5日和2021年3月22~26日举行了两次“翠旗”演习。演习的目标是联合佛罗里达州地区的资源,促成多域试验和实验,统一跨联合领域的信息共享平台,提升美军在印太战区执行联合任务的能力。

首次演习主要由美国空军研究实验室弹药部、军械部,空军第53联队和第96联队等超过25家机构参演。演习期间,2架F-22战机和6架F-35战机组成编队,在击落同等数量的苏-34战斗轰炸机后,以低空隐身突防方式接近对手阵地,发射AGM-88反辐射导弹,摧毁模拟的S-400防空导弹系统。随后,美空军出动大批战机对T-72坦克等地面目标进行打击。这些信息被收集、分析并分发给各个埃格林空军基地部队,以协助各个地点的战时决策。

第二轮“翠旗”演习由美国防部和工业界的20多家机构参与,探索新的作战概念和技术。演习中,许多研制试验和作战试验项目暴露在一个复杂的大型兵力演习环境中,为提升新型复杂武器系统的先进性提供一条途径。

1.3 “黑旗”演习

“黑旗”演习由美空军第53试验联队牵头,演习主基地设在内利斯空军基地附近的内华达试验训练靶场,每年举行两大、两小规模演习活动^[7-11]。

2020年8月至11月,第53联队先行开展了一系列内部试验,初步证明了“黑旗”演习概念的有效性,成功实现了将战术开发过程由原来的3~4年缩减到了15个月。2020年12月15日,美空军空战司令部正式将第53联队此前开展的“大型兵力试验活动”(LFTE)定名为“黑旗”演习。

“黑旗”演习以模拟高烈度、高威胁环境并进行大规模兵力运用、开展作战试验和战术开发为核心,主要聚焦五方面任务:1)通过深层次的一体化试验进行创新,以发掘战斗机、轰炸机、情报侦察飞机等的新能力和协同作战效能;2)满足美空军指示(AFI)和空军手册(AFMAN)的试验要求;3)落实美空军空战司令部“武器和战术年度会议”提出的战术改进优先提案;4)培养并践行“像作战一样试验”文化,增强“像作战一样训练”文化;5)根据联合全域作战和《国防战略》要求,生成战略影响力。

2021年7月13日至16日进行的“黑旗”演习,是迄

今为止最大规模的黑旗军演,这次大型兵力联合试验活动包括30多架空军和海军飞机,测试了来自11个不同中队的11种武器系统中的16个系统。该次演习有3个主要目标:第一,进行大规模兵力争夺战搜救(CSAR)整合与管理,包括验证新的CSAR战术及测试管理CSAR部队风险的非常规方法,提高其动态定位、隔离并恢复分散在高威胁环境中的多个隔离人员的能力;第二个目标是测试新战术,将网络武器集成到破坏性压制敌军防空任务中。探索各种方式使网络武器能够缩短在高威胁环境中关闭杀伤链的时间,以实现局部空中优势;第三个目标是调查各种电子攻击武器系统的组合,并确定它们在高度竞争的环境中的集成效能,如EC-130、F-15被动/主动预警生存系统(EPAWSS)等。

1.4 “试验旗”联合演习近况

1) “橙旗”与“黑旗”联动演习推动跨域数据集成:

2021年3月2日至4日,“橙旗”与“黑旗”联动演习在加利福尼亚州R-2508靶场综合设施和内华达州试验训练靶场(NTTR)举行,演习将“杀伤网”集成和隐身平台对抗高科技对手的生存能力作为其主要的试验内容。参演部队主要是美空军第412联队与第53联队,测试了用跨域数据收集方式进行任务规划的能力^[12-14]。

“橙旗”演习的重点是将“杀伤网”集成,就是用跨域(陆海空天网)的传感器及配套部件,运用所有可用方案,形成灵活、可调节的“杀伤网”,获得关于潜在目标的信息,然后将信息快速提交给指挥官,使其能快速选择和制定装备任务分配方案。

“黑旗”演习是对更成熟的武器及项目进行了类似的集成演习,并测试和验证了HH-60G“铺路鹰”直升机的空战生存能力和F-35电磁辐射控制策略改进情况,并评估了F-16战机的机载雷达。“黑旗”演习旨在通过深端试验发掘现有装备的极限能力。

2) “橙旗”与“翠旗”演习协同测试大规模杀伤网和自主无人机技术:

美国空军最近举行的大型兵力试验活动借助远程“杀伤网”技术和一种自主无人机的集成再一次推动现代空战的边界^[15-16]。2021年6月24日,位于加利福尼亚州爱德华兹空军基地的空军试验中心第412试验联队主导的“橙旗21-2”演习与远在2000多英里外的佛罗里达州埃格林空军基地的“翠旗”演习活动协同展开。这种组合旨在演示验证远程数据连接和目标定位能力。此外,作为“橙旗”演习的一个重要组成部分,美国空军先锋计划“天空博格人”(Skyborg)自主核心系统搭载通用原子公司的MQ-20“复仇者”无人机参与其中,这是第一次在大型兵力试验活动中自主操作无人驾驶飞行器的试验。此外,美军在册的几乎所有类型的战斗机,包括一架B-52H和一架B-1B也都在R-2508综合体参加了“橙旗”活动。

从目前的各种迹象来看,美国空军的“橙旗”“翠旗”和“黑旗”3种军事演习正在越来越多地结合起来,协助推

进联合全域作战和国防战略,有力支持了对联合全域指挥与控制(JADC2)和先进作战管理系统(ABMS)的试验,帮助验证新的战术、技术和能力。这些军事演习的目的是在系统开发周期的早期通过与作战相关的试验对其施加压力,尽早发现薄弱环节,并实现战术、装备和技术的集成创新。

2 多种理论方法和能力为“试验旗”演习提供基础支撑

面向大国竞争需要和多域联合作战概念牵引,美空军“试验旗”的成功实施,得益于美军对试验鉴定理论方法、试验测试技术和人才队伍等基础设施建设的重视。“试验旗”演习的主要基础支撑如下所述。

2.1 “深端试验”理论和一体化试验方法

“深端试验”是美空军针对多域战提出的理论,主要强调3点:交付能力的综合方法;按照目标状态度量性能;借助大数据仓库的一体化试验管理策略^[17-18]。

按照此理论重新定义的试验方法如图2、3所示。它是一种一体化/混合试验方法,从部件级到系统级再到体系层面,均能够在贴近实战环境中与战术使用进行耦合。“深端试验”不仅打破了传统上按线性逻辑进行次序试验的模式,能够通过一场演习实现试验链条上的多个目标,而且能够通过其中一些试验科目的组合,体系化地解决武器和战术耦合问题,发掘出新的作战能力。

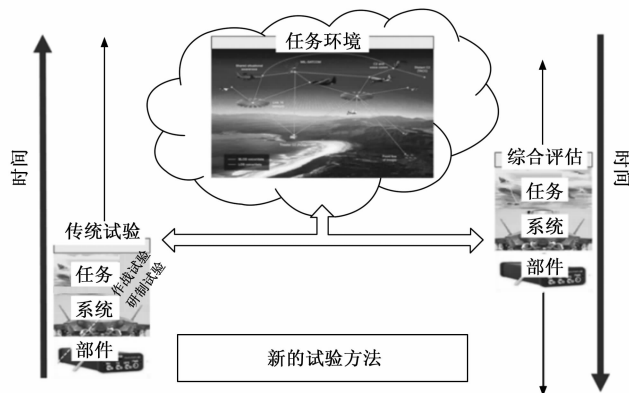


图2 重新定义试验方法

如图3所示,该一体化试验/混合试验模式允许针对多重目标收集彼此的数据,相对传统的研制试验,可暴露于更多更复杂的多域环境。作战试验人员的持续早期参与有助于更早实现目标性能。在此深层次下识别的任务关键局限性,可以在专门的作战试验/部署前,通过纠正严重缺陷的集中改进工作加以解决。此理念是,通过试验鉴定,不仅可以试出装备“能”做什么,还可以试出其“不能”做什么,即所谓的“试不能”。“黑旗”演习就是美空军贯彻这一新理念的一个最新的体现。

一体化试验模式强调研制试验、作战试验协同规划、协同实施、共享数据和独立评估,如橙旗和黑旗联合演习。美军通过强化试验边界条件的探索,推进作战试验与研制

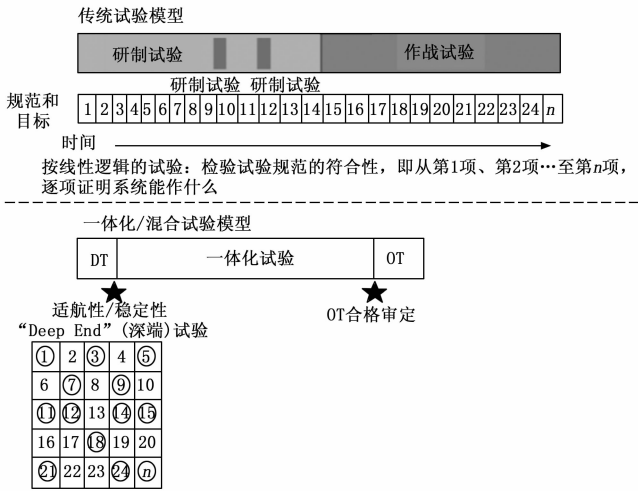


图 3 传统试验与一体化/混合试验对比

试验的一体化, 加强各类试验的相互融合等方式, 将“试不能”的理念贯彻到试验鉴定的设计、实施和评估等各个环节中。

“深端试验”和一体化试验已经成为三位一体“试验旗”的核心理念之一, 在其理论指导下, 美军装备研制和战术使用试验模式不断创新。

2.2 LVC 分布式试验能力

在黑旗、橙旗和翠旗演习中, 真实、虚拟和构造(LVC)分布式试验与训练设施提供了基础能力支撑^[19-23]。分布式试验与训练是将分散在各地的试验设施设备和仿真资源通过网络连接起来, 建立整个国防系统内的真实、虚拟和构造(LVC)的试验与训练能力, 使武器装备在研制和部署中, 能够按照军队实际作战的方式开展试验和训练。分布式试验能应用于武器系统从需求生成到产品研制、使用与保障等寿命周期的各个阶段, 如图 4 所示。

分布式试验中 3 种基本类型的仿真分别是真实仿真(live)、虚拟仿真(virtual)和构造仿真(constructive, 这

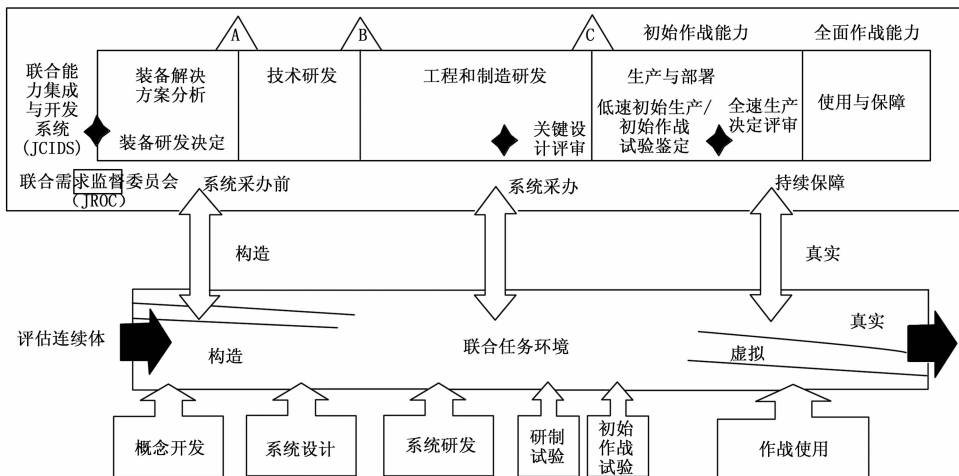


图 4 贯穿采办寿命周期的试验

3 种类型仿真经常组合使用, 称作 LVC 仿真。LVC 仿真的使用构成了分布式试验的核心能力。其中:

1) 真实仿真 (live simulation) 指真实的人使用真实装备在实际战场的假象行动, 表现为传统的实兵演习、首长机关作业演习以及靶场的武器装备作战试验等。

2) 虚拟仿真 (virtual simulation) 指系统和军队在合成战场上模拟作战, 往往表现为真人操纵模拟系统。

3) 构造仿真 (constructive simulation) 是一种战争演练和分析工具。通常由模拟的人操纵模拟的系统。

利用分布式试验与训练能力, 无需将所有接口的单元都运到试验场或训练靶场, 只需把这些单元纳入试验与训练网络就可以“即插即试”, 从而有助于优化试验和训练资源, 减少重复建设, 降低成本, 提高效率并能实现“像实战一样进行试验和训练”。

美军历来高度重视试验资源的规划与建设, 在国防部层面设立试验资源管理中心, 负责对全军试验资源的统筹与协调。该中心的职责之一是负责制定和管理试验鉴定科学技术计划 (T&E/S&T)、试验鉴定核心投资计划 (CTEIP) 和联合任务环境试验能力计划 (JMETC)。这些计划相辅相成, 共同推进分布式试验与训练能力的实现 (如图 5、6)。

近 20 多年来, 美军通过三大试验鉴定投资计划多年持续滚动投资开发了大量先进技术、工具和基础设施能力, 如试验与训练使能体系结构 (TENA) 中间件、InterTEC、“增强遥测综合网络” (iNET)、“通用靶场综合仪器系统 (CRIIS)” 和 LVC 仿真基础设施等, 使“黑旗”、“橙旗”和“翠旗”军演的主战场——内华达试训靶场 (NTTR)、爱德华兹空军基地、埃格林空军基地等在其现有能力中可以提供更好的互操作性, 更容易重用其他靶场的资产以及提供更逼真的试验和训练环境。

2.3 试验与训练使能体系结构 (TENA)

为确保和促进在各个试验和训练靶场之间获得靶场互

用性和靶场资源重用的优势, 美国国防部试验与评价核心投资计划 (CTEIP) 开发并持续改进试验和训练使能体系结构 (TENA)^[24-27]。TENA 是支撑美军“试验旗”演习所需的 LVC 分布式试验能力的一项核心技术。借助其通用的基础设施 (包括 TENA 中间件和其他补充组元), TENA 可以提供快速、经济地实现试验场/靶场系统、设施、仿真和 C4ISR 系统之间互操作性所必需的体系结构和软件, 促进靶场资源重用, 利用可重用、可互用的要素提供系统组装能力。

TENA 是美国国防部用于靶

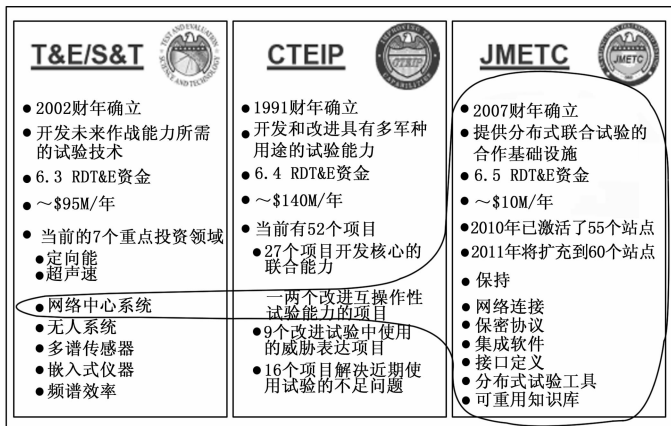


图 5 美国防部三大试验投资计划中对分布式试验与训练能力的投资

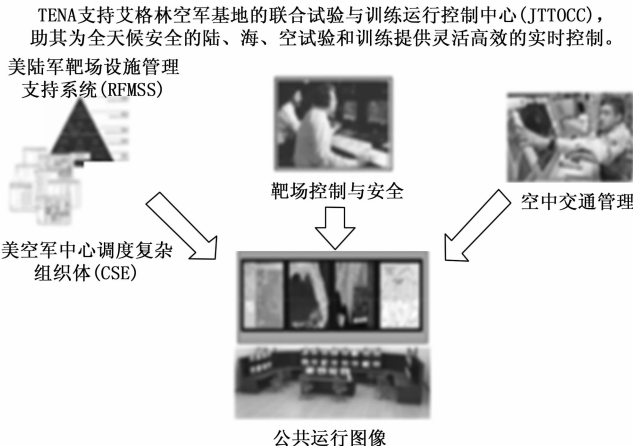


图 7 TENA 在埃格林空军基地

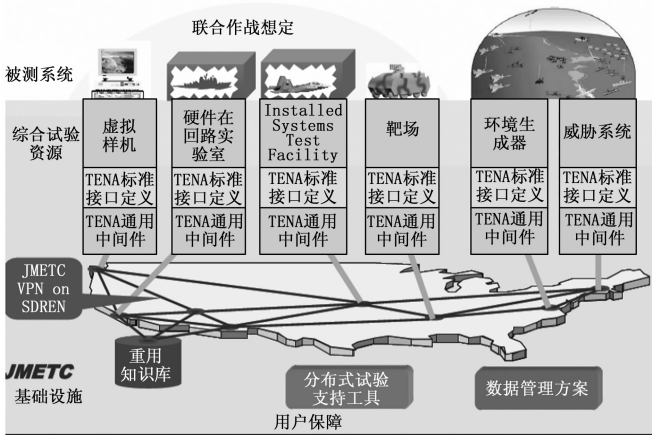


图 6 “能力集成计划”提供的分布式试验与训练基础设施能力

场/试验场系统组元之间通信的一种标准通信协议,其主要目的是给试验和训练靶场及其用户带来负担得起的互操作能力。TENA 通过使用“逻辑靶场”的概念来促进一体化的试验和训练。逻辑靶场是一个没有地理界限的靶场,它将分散在世界各地众多设施中的试验、训练、仿真、高性能的计算技术集成起来,并采用通用的体系结构将它们连结在一起实现互操作。它以相对较小的投入突破了单个现实靶场在试验空间、试验资源和试验能力等方面的极限。它将根据用户的需求调度并集成资源,计划并实施试验或训练。

TENA 用户支持团队和 JMETC 技术团队已为内利斯空军基地、埃格林空军基地和内华达试训靶场提供了直接支持,支持包括“试验旗”演习在内的多种分布式事件,并提高靶场提供更逼真的试验和训练环境的能力(如图 7)。

2.4 通用靶场综合仪器系统

通用靶场综合仪器系统(CRIIS)是一种先进的三军通用综合靶场仪器系统^[28-29],主要功能是承担陆上、海上和机载平台(包括第 5 代战机 F-22A 和 F-35)的试验数据收集,能提供受试系统的高精度时、空、位置信息(TSPI);通过保密的数据链实时传输 TSPI 和飞机数据(航电

数据、武器靶标和状态数据、飞机状态数据)。它由地面分系统、便携式测试装置和装机包三部分构成。装机包高度小型化,既可以安装在飞机吊舱中,也可以设计成内部安装构型。整个系统都是基于模块化和工业标准接口设计的开放式系统,配有各种网络接口,在无需硬件改动的条件下,便能与美军 P5 作战训练系统(P5-CTS)的先进数据链路(ADL)进行通信。通用综合仪器设备的研发可以满足武器系统多样化的测试需求,同时能够降低测试成本和数据通信的繁杂程度。与美军传统的先进靶场数据系统(ARDS)系统相比,CRIIS 可使 TSPI 数据精度提高 3~10 倍,精确到 50 cm;使数据链吞吐量提高 4 倍,并最大程度实现试验训练靶场之间的互操作性,还为试验和训练提供一种通用解决方案。

CRIIS 在很大程度上依赖于在高精度时空位置信息(TSPI)和频谱效率、高吞吐量数据传输等领域的先进技术开发。其中,高精度时空位置信息(TSPI)是通过实时动态(RTK)定位技术、超精密耦合(RTK UTC)方法和二者的组合,以及对飞行器位置和时钟误差的精确修正(SBAS)技术来实现的。超精密耦合(UTC)是在高度动态环境下的高精度定位的一个必需部分。该方法通过最大程度减少 GPS 信号丢失持续时间,从而减少时空位置误差的增长;在信号丢失后,无需搜寻就可在 30 s 以内重新确立信号(如图 8)。

自 2008 年开始研制至 2020 年,CRIIS 主承包商柯林斯公司已向美军交付了 250 多个 CRIIS 吊舱和内部支架(IM),并正集成到美空军第四和第五代飞机平台如 F-15、F-16、F-18、F-22、F-35 上使用(如图 9)。目前,柯林斯公司正在升级其已部署的 CRIIS 解决方案,不久将达到其战术作战训练系统增量 II(TCTS Inc. II)项目的初始作战能力。CRIIS 将在美军 10 个重大靶场和试验设施基地以及外国军方用户试验靶场使用 25 年。

CRIIS 项目由 3 个能力“增量”组成。第一个被开发和部署的,称作增量 2,代替 ARDS 参与系统和地面基础设施。增量 2 包括吊舱和空中内装参与系统软件包,加上所



图 8 通用靶场综合仪器系统作战概念

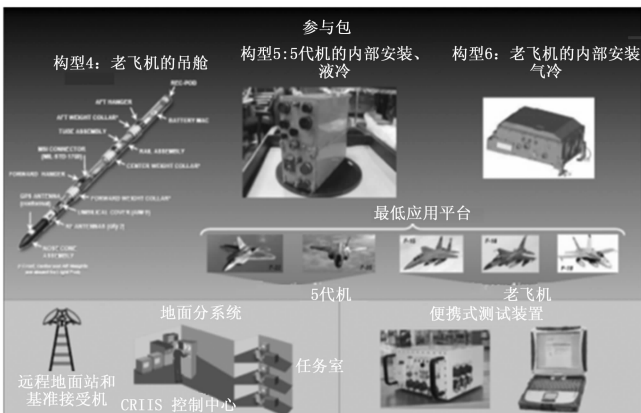


图 9 CRIIS 的机载和地面分系统

有增强的地面和安全基础设施。增量 1 和 3 是增量 2 工作完成后的可选项。增量 1 将在舰船、直升机、无人机、地面车辆和步兵中使用，增量 3 为高度机动的飞机提供更加精确的非位置 TSPI。

开放、灵活的体系结构要求高度模块化和可缩放性，这一点从开始就被设计到 CRIIS 中。这样确保随着新系统和先进能力的开发，未来的升级将更容易实现。CRIIS 不只是美军今天理想的试验场、靶场解决方案，它也能满足未来数十年不断发展的试验场、靶场需求。

2.5 多域试验部队

围绕“橙旗”、“翠旗”等演习活动的开展，美空军试验中心（AFTC）司令官克里斯托弗·阿扎诺少将于 2020 年 10 月 1 日在加利福尼亚州爱德华兹空军基地成立了空军试验中心第 1 分遣队，作为一支多域试验部队（MDTF），将与美空军“橙旗”、“翠旗”和“黑旗”这些大型兵力试验活动并肩工作，以满足美国军队对测试多域能力日益增长的需求。多域试验部队的目标是填补试验组织间的缝隙，确定以相关速度连接、协作或创造新技术能力的需求^[30-32]。

多域试验部队是美军的一种新范式，整合了美军目前正在执行橙旗、翠旗、黑旗、JADC2 演示和其他试验工作的团队和资源，旨在协调利用美空军试验中心及其任务伙伴（空军作战中心、寿命周期管理中心、空军研究实验室、

空军作战试验鉴定中心和美国航天部队）拥有的丰富人才和经验，是一个敏捷、适应性强、不断创新发展的团队。目前，多域试验部队已经支持了美空军橙旗、翡翠旗等多个试验演习，初步形成了全面作战能力。

3 启示建议

美军研制试验与作战试验部门都认识到，为研制“天生联合”的武器装备体系，应尽早开展贴近实战的一体化试验，以及时发现问题的，确保兼容性、网络安全性和互操作性，提高试验鉴定效率和效能。橙旗、翠旗和黑旗作为三位一体“试验旗”复杂组织体协同工作，为推进美国防战略和联合全域作战提供了一套贴近实战的试验平台，用于测试美军新的武器系统、新技术和战术，将装备作战能力推向极限（“试不能”），并为复杂的作战需求快速制定解决方案。美军打造“试验旗”系列演习的做法对我国武器装备试验鉴定工作具有重要的参考借鉴意义。

3.1 转变理念，从交装备到交能力

美军秉承“像作战一样试验和训练”的理念所打造的三位一体的“试验旗”体系为美军加快研制“天生联合”的武器装备体系和快速形成全域作战能力提供了重要平台和手段。

建议借鉴美军“像作战一样试验和训练”的理念，在装备研制中，尽早引入作战背景，将武器与战术进行绑定，在实战对抗条件下对装备作战效能、作战适用性、互操作性、生存性、体系贡献率等进行检验和评估，向交付“天生联合”的体系作战能力转型；打通 3 个环路的试验鉴定流程，优化程序，实施基于能力的一体化试验鉴定模式，加快武器装备迭代升级和新质战斗力生成。

3.2 完善机制，从协助到共同

美军之所以能使武器装备一出现就能满足现代战争的需求，与其装备和作战一体化的研发模式密不可分，尤其是通过像“试验旗”这样的一体化的实战演习平台，研制试验和作战试验团队紧密合作，验证成熟新技术、开发新战术和极限作战能力。

建议构建包括军地相关部门共同参与的一体化研发模式和一体化的实战演习平台，共同对作战需求和装备发展进行论证和研制，使装备体系和作战体系天生联合；军地共同开展一体化的试验和训练，合作解决武器性能和战术使用问题，使武器和战术天然融合。

3.3 统合资源，从分散到一体

美军“试验旗”系列演习的成功实施贯彻了“像作战一样进行试验和训练”的理念，以及研制试验与作战试验无缝结合的一体化试验鉴定策略。同时也离不开美国防部三大试验投资计划长期的专项持续投资所建起的贴近实战的 LVC 分布式试验能力和先进试验测试技术的有力支撑。

建议设立国家专项计划，统筹规划国防工业领域试验资源的投资建设和利用，特别要构建分布式一体化的 LVC 试验和训练环境，加快形成试训一体、迭代互进的体系作

战生成能力, 解决我国试验训练领域所将面临的经济承受性挑战, 促进综合试验/训练水平提高。

4 结束语

近年来, 美空军秉承“像作战一样试验和训练”的理念, 瞄准未来多域联合作战, 打造了由“橙旗”“翠旗”“黑旗”构成的三位一体“试验旗”试训演习体系, 为加快研制“天生联合”武器装备体系和快速形成全域作战能力提供了重要途径。频繁开展的“试验旗”系列演习活动已经为美军联合全域指挥与控制(JADC2)和先进作战管理系统(ABMS)的试验测试, 以及作战部队的新战术和新技术开发提供了有力支撑。目前, “试验旗”已经成为引领未来美军装备研制试验、作战试验、战术开发和作战训练一体化发展的新品牌, 对我军装备试验和训练工作具有重要的参考借鉴意义。

参考文献:

- [1] SAUNDERS C. Orange flag brings combat relevant test data to the warfighter [EB/OL]. (2020-09-07) [2020-10-16]. <https://www.af.mil/news/article-display/article/2384531/orange-flag-brings-combat-relevant-test-data-to-the-warfighter>.
- [2] ROGOWAY T. Pentagon flight testers now have their own mock air war called “orange flag” [EB/OL]. (2017-12-01) [2021-03-01]. <https://www.thedrive.com/the-war-zone/16610/pentagon-flight-testers-now-have-their-own-mock-air-war-called-orange-flag>.
- [3] HUTCHISON S J. Shift left! test earlier in the life cycle [J]. Defense AT&L, 2013; 35-39.
- [4] SABAT J. 772nd test squadron integrates ground-based simulator into orange flag test event [EB/OL]. (2020-07-24) [2020-08-21]. <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2675938/test-flag-enterprise-integrates-autonomy-into-orange-flag>.
- [5] RODRIGUEZ K. Egin AFB hosts Emerald flag [EB/OL]. (2020-12-01) [2020-12-03]. <https://www.airuniversity.af.edu/News/Display/Article/2434333/eglin-afb-hosts-emerald-flag>.
- [6] RODRIGUEZ K. Emerald flag returns highlighting new technology [EB/OL]. (2021-04-12) [2021-06-11]. <https://www.eglin.af.mil/news/article-display/article/2566501/emerald-flag-returns-highlighting-new-technology>.
- [7] HEFLIN L. 53rd wing executes black flag 21-2 [EB/OL]. (2021-08-04) [2021-09-07]. <https://www.53rdwing.af.mil/News/Article/2719884/53rd-wing-executes-black-flag-21-2>.
- [8] HUNTER J. Black flag rises: new “super bowl of test exercises” pushes usaf’s top weapons to their limit [EB/OL]. (2021-01-13) [2021-03-01]. <https://www.thedrive.com/the-war-zone/38644/black-flag-rises-new-super-bowl-of-test-exercises-pushes-usaf-s-top-weapons-to-their-limit>.

- [9] BRAY S. Large force test event 20.03 sets standard for future test events [EB/OL]. (2020-11-20) [2021-03-01]. <https://www.acc.af.mil/news/article-display/article/2423236/large-force-test-events-2003-sets-standard-for-future-test-events>.
- [10] EVERSTINE B W. Nellis hosts large-scale test honing tactics, evaluating new tech [EB/OL]. (2020-11-20) [2021-03-01]. <https://www.airforcemag.com/nellis-hosts-large-scale-test-honing-tactics-evaluating-new-tech>.
- [11] BRAY S. The future of test; black flag [EB/OL]. (2020-12-27) [2021-03-01]. <https://www.airforcetimes.com/news/your-air-force/2020/12/28/raise-the-black-flag-nellis-launches-new-operational-test-event>.
- [12] BRAY S. 4Air force combines wargames to make the mother of all airpower testing events [EB/OL]. (2021-03-11) [2021-06-11]. <https://www.thedrive.com/the-war-zone/16610/pentagon-flight-testers-now-have-their-own-mock-air-war-called-orange-flag>.
- [13] HUNTER C J S, BRAY S. Orange flag, black flag collaborate to accelerate change [EB/OL]. USAF. Mar. 10, 2021. (2021-03-10) [2021-06-11]. <https://www.airuniversity.af.edu/News/Display/Article/2530414/orange-flag-black-flag-exercises-collaborate-to-accelerate-change>.
- [14] SAUNDERS C, BRAY S. Test like we fight; ‘orange flag’, ‘black flag’ collaborate to accelerate change [EB/OL]. (2021-03-02) [2021-03-08]. <https://www.edwards.af.mil/News/Article/2530158/test-like-we-fight-orange-flag-black-flag-collaborate-to-accelerate-change>.
- [15] RODRIGUEZ K. Emerald flag returns, combines with orange flag exercise [EB/OL]. (2021-06-24) [2021-06-30]. <https://www.crows.org/news/571819/Emerald-Flag-returns-combines-with-orange-flag-exercise.htm>.
- [16] SAUNDERS C. Test flag enterprise integrates autonomy into orange flag [EB/OL]. (2021-06-24) [2021-06-29]. <https://www.af.mil/news/article-display/article/2675938/test-flag-enterprise-integrates-autonomy-into-orange-flag>.
- [17] WARD R. Col ted “vader” dempsey, comprehensive approach to capability delivery deep-end theory [C] //53d Wing, USAF. 33RD Annual National Test&Evaluation Conference, 2018.
- [18] GREER W R. The integrated t&e continuum, the key to acquisition success [J]. ITEA Journal, 2010, 31; 443-446.
- [19] RANDY C, THOMAS M. Testing and assessment in a joint distributed environment [J]. ITEA Journal, 2010, 31 (3): 384-391.
- [20] BJORKMAN E A, GRAY F B. Results of distributed tests with integrated live-virtual-constructive elements: the road to testing in a joint environment [J]. ITEA Journal, 2009, 30 (1): 74-82.

(下转第 12 页)