

引用格式:左虹,左雪雯,郭文利,等.机载悬挂物管理系统技术发展趋势[J].电光与控制,2020,27(2):51-54. ZUO H, ZUO X W, GUO W L, et al. Technical development trend of airborne store management system[J]. Electronics Optics & Control, 2020, 27(2):51-54.

机载悬挂物管理系统技术发展趋势

左虹¹, 左雪雯², 郭文利¹, 史志钊¹, 王竞丞³

(1. 光电控制技术重点实验室, 河南 洛阳 471000; 2. 中航(上海)航空无线电电子技术有限公司, 上海 200241;
3. 西南交通大学利兹学院, 成都 611756)

摘要: 为适应未来战斗机作战模式对武器控制管理的需求,对机载悬挂物管理系统的技术发展进行了研究,提出了新一代机载悬挂物管理系统的技术特点及发展趋势。分析了飞机与悬挂物的互连关系,给出了分层设计方法。对通用武器接口、智能化的高安全性武器控制管理、异平台武器协调控制管理的关键技术进行了阐述,开拓了新一代悬挂物管理系统的设计思路。

关键词: 悬挂物管理; GOA; 通用武器接口; 关键技术

中图分类号: V271.4 **文献标志码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1671-637X.2020.02.011

Technical Development Trend of Airborne Store Management System

ZUO Hong¹, ZUO Xuewen², GUO Wenli¹, SHI Zhizhao¹, WANG Jingcheng³

(1. Science and Technology on Electro-Optical Control Laboratory, Luoyang 471000, China; 2. SAVIC, Shanghai 200241, China;
3. SWJTU-LEEDS Joint School, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China)

Abstract: In order to meet the needs of the combat mode of future fighter on weapon control management, the technical development of airborne Store Management System (SMS) is studied, and the technical characteristics and development trend of the new-generation airborne SMS are proposed as well. An analysis is made to the interconnection relationship between the aircraft and the stores, and a hierarchical design method is given. The key technologies of the universal armament interface, intelligent high-safety weapon control management, and coordinated control of weapons based on different platforms are all illustrated, and a design idea of the new-generation SMS is presented.

Key words: store management; GOA; universal armament interface; critical technology

0 引言

机载悬挂物管理系统(SMS)主要用于监视飞机所有悬挂物的状态、实现飞行员对悬挂物的操作、判断悬挂物类型、监控悬挂物投放方案和投射条件、为悬挂物提供装订信号、完成相应挂点悬挂物的供电和发射控制等。SMS的发展可以划分为3个阶段^[1]:第一阶段为模拟化阶段,各部件与悬挂物之间采用离散线和指示灯的方式对悬挂物进行管理;第二阶段为数字式模块化阶段,各组件或部件与悬挂物和其他组件之间采用离散线、总线进行信息交换的方式实现对悬挂物的管理;第三阶段为智能化阶段,系统采用开放式架构,

与悬挂物之间贯彻通用武器接口(UAI),能适用于“面向服务”的即插即战任务体系。采用UAI技术可以大大缩短武器综合的时间,提高新武器集成的效费比。美国国防部正在全面推行的UAI项目,使军机集成新武器并形成战斗力的时间周期和成本均降低25%以上^[2]。

随着航空技术的发展,机载平台及武器种类越来越多,使用范围也越来越广^[3]。从机载武器装备的发展趋势及使用需求分析,军事需求的不断变化意味着特定飞机的武器控制能力将在生命周期中持续变化,新的能力需要不断地被整合到飞机上,因此,机载武器装备的发展趋势是既要适应多域协同作战,又要具有快速整合新武器的能力。传统的空战模式将加速向多武器、多平台、多维度、多域界空战模式发展,这对机载悬挂物管理系统提出了新的功能和性能需求,这种需求必将使机载悬挂物管理系统跳出传统的紧耦合、嵌入式构型的

收稿日期:2019-01-30

修回日期:2019-03-29

作者简介:左虹(1964—),男,河南洛阳人,硕士,研究员,研究方向为机载悬挂物控制管理技术。

文件中心系统,向松耦合可移植可复用开放型集成模块化系统方向发展。

新一代机载悬挂物管理系统应是基于开放式系统架构的高可靠性安全性武器控制系统,其技术发展趋势为开放式系统架构、通用武器接口、智能化的高安全性武器控制管理、异平台武器协调控制管理等。

1 开放式系统架构

通用开放式模型(Generic Open Architecture, GOA)是一种分层架构。在 GOA 框架中有 4 个主要的 GOA 层:应用软件、系统服务、资源访问服务以及物理资源^[4]。GOA 和通用飞机/悬挂物接口框架(GASIF)的思想为 SMS 的开放式设计提供了基础。GASIF 为飞机/悬挂物的通信协议提供了通用接口模型^[5]。

飞机/SMS 与悬挂物/武器的互连关系如图 1 所示。

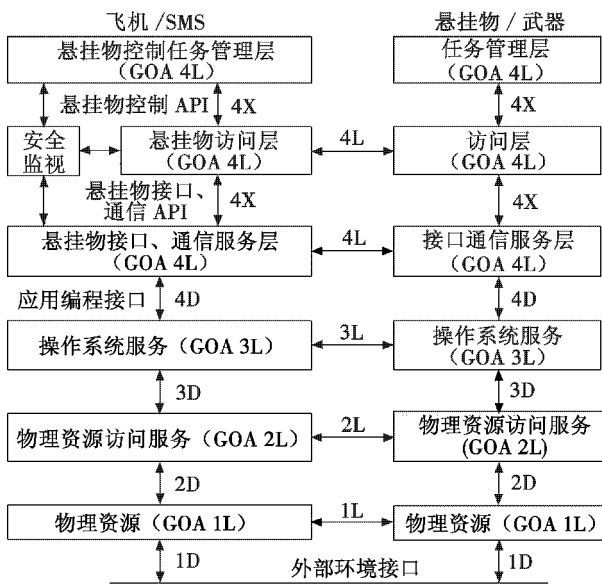


图 1 飞机与悬挂物的互连关系

Fig. 1 The interconnection of aircraft with the stores

SMS 采用开放式系统结构设计思想,可提高飞机平台对悬挂物/武器的兼容性。开放式系统架构的中心思想是采用分层的概念,SMS 系统架构参考飞机悬挂物通用接口框架的分层架构,对系统的软件和硬件模块进行划分,把类似功能的软件和硬件模块封装在一个层次中,不同系统的对应层之间通过逻辑接口进行信息交互,同一个系统的相邻层之间通过直接接口进行信息交互。系统的不同层之间相对独立,层次内部的修改和扩充既不会影响同一系统的其他层次,也不会影响其他系统的对应层次,能够有效地保证系统的开放性、灵活性和互操作性。

如图 1 所示,悬挂物控制任务管理层通过悬挂物控制 API 与悬挂物访问层交互,提供所有悬挂物/武器

的系统管理处理功能;该层对武器的控制属于系统通用逻辑层面的控制,不涉及具体挂点的武器控制。通过调用悬挂物访问层,SMS 实现对挂架/武器对应接口的逻辑交互。

悬挂物访问层封装了悬挂物/武器的具体特征和功能,负责对具体武器的访问;通过悬挂物通信 API,实现与悬挂物/武器的信息交互,为上层提供对悬挂物/武器的控制功能接口;并根据武器的特定发控逻辑,把对武器的控制功能转换成具体的武器访问接口命令,实现对武器的实际操作。

悬挂物通信服务层通过与悬挂物/武器通信服务层的接口交互实现信息、文件等的传输。操作系统服务、物理资源访问服务和物理资源层,封装了 SMS 与悬挂物/武器之间的物理交联介质和硬件接口,实现两个系统之间的电气信号发送和接收。安全监视可实现对信息流、接口控制、安全关键性信号的监控,为 SMS 提供容错、重构等能力,使 SMS 具有较高的可靠性和安全性。

2 通用武器接口

UAI 定义了一套可以将武器快速集成到作战飞机上的接口规则和协议,保证了悬挂物管理系统与武器之间逻辑接口的标准化^[6]。通过飞机与悬挂物之间的标准化接口,可以将任何支持标准化接口的新悬挂物集成到具有标准化接口的飞机上而不对其作战飞行程序(OFP)做任何更改^[7]。

UAI 设计的关键技术为通用的飞机/悬挂物逻辑接口、通用的显控接口、通用允许发射区(LAR)算法/系数和通用的任务数据接口。

2.1 通用的飞机/悬挂物逻辑接口

对飞机/悬挂物的电气接口、信息接口、服务接口的资源进行统一标准化设计,形成武器发控流程各个任务阶段通用、开放式的“行为”和“动作”规范,具体武器按照其特点进行服务定制,形成与特定武器匹配的一套程序逻辑。特定武器的飞行操作程序及武器控制逻辑以 API 的形式驻留在系统产品中。

在飞机/悬挂物的逻辑接口设计中,规范时序是关键的一环,在悬挂物的管理中要对悬挂物系统上电、悬挂物描述上报时间、悬挂物准备时间、信息交互时间等进行规范。通用的飞机/悬挂物逻辑接口规范要求设计示例见图 2。

2.2 通用的显控接口

显示/控制接口包括用于人机接口的显示和监控接口、任务规划输入/输出接口,武器管理、控制和监视接口。对任务字、控制命令、消息等进行规范,形成通

用的显控 ICD。对飞机显示器字符进行规范,形成统一的飞机显示器字符要求。对通用作战字符进行规范,规定这些作战字符及其显示的详细要求,保证通用作战字符的兼容性,提高显控系统的任务和操作程序的互用性。对飞机显示器画面进行规范,形成统一的人机操作界面,提高系统操作、火控攻击、悬挂物控制的互用性。

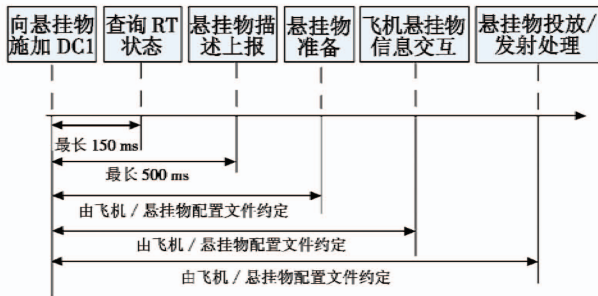


图 2 飞机/悬挂物逻辑接口设计

Fig.2 Logical design for aircraft/store interface

2.3 通用允许发射区算法/系数

允许发射区(LAR)是一个空间区域,从这个空间区域可成功地将投射的武器引导到目标。LAR 随着投射参数的变化而变化。根据武器模型生成武器攻击区标准解,然后采用 BP 神经网络对标准解进行数学处理,生成用于数学模型的算法/系数。在使用时,输入投射参数,调用相应的攻击区系数后使用通用的数学公式生成允许发射区。

2.4 通用的任务数据接口

制定通用的任务数据交换格式要求,按照要求规范机载设备间的信息交换内容,对数据实体的长度、最高有效位、最低有效位、精度、比例尺等进行定义。每一个数据实体都有唯一的代码标识,该代码标识长度为 2 Byte,最多可容纳约 65 000 个数据实体注册。其中,基本数据实体和连接数据实体占用一半的注册码^[8],另一半注册码分配给模块数据实体注册。数据实体、消息和特定参数以文件的形式驻留于飞机作战飞行软件(OFP)中的程序库中,武器类型配置文件从程序库中选取,并可根据新型武器的需求重构数据实体、消息和特定参数。

3 智能化的高安全性武器控制管理

3.1 智能通用武器控制管理程序

智能通用武器控制程序能实现悬挂物的自动识别与控制软件的自动适配、悬挂物的状态/信息实时监控与可用性评估、智能信息处理并解释操作员的指令、智能选择与目标匹配的可用任务悬挂物并控制任务悬挂物的准备、自动优先选择主攻武器并控制武器投放/发

射(保证系统的安全性),并具有智能安全监视、自身和武器系统的健康管理、武器-目标智能匹配、空战态势评估和战术决策等减轻驾驶员工作负担的自主决策能力。

3.2 高安全性设计与监控

SMS 是现代战斗机武器系统的关键设备,在安全性设计时,要考虑单一故障或失效不应造成阻止悬挂物投放或投弃的情况。要满足系统的高安全性要求,SMS 还应设计独立的与系统功能和性能兼容的智能安全监控功能,对武器投放过程的信号/数据实时监控并对武控系统异常情况进行处理等,隔离故障的电路,保证系统的安全性。

设计一种高安全性武器投放控制与监控电路,如图 3 所示。

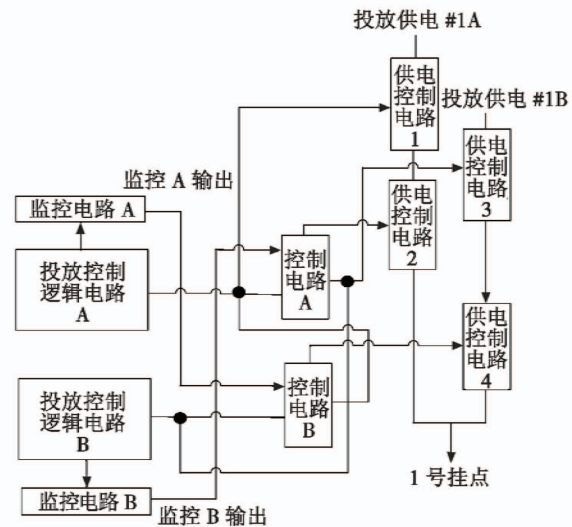


图 3 高安全性武器投放控制与监控电路

Fig.3 The control and monitoring circuit diagram for high-safety weapon delivery

电路通过并联、串联和旁联等多种可靠性模型,利用冗余设计较好地实现了 SMS 的“availability”(想要投放武器时,单点故障不能导致投放失效)和“no single failure”(没有投放意图时,单点故障不能引起武器的意外投放)准则的要求。

4 异平台武器协调控制管理

网络中心战是未来战争的主要作战模式^[9]。随着数字化、信息化、网络化等新技术的发展,新型、新概念武器的研制,参与作战的飞机越来越多,使用的武器类型多、控制管理逻辑复杂。空中对敌攻击已经不是单机独立作战,需要多机协同、多枚(种)武器联合对敌(多目标)施行全方位的联合打击。通过武器协同数据链,机载悬挂物管理系统可实现异平台悬挂物的控制管理,实现编队飞机之间的功能及任务的交流、动态分配。

新一代机载悬挂物管理系统能够根据任务情况,动态管理整个攻击部队的目标分配和武器状态,参与系统攻击方案的制定,使武器投放达到最佳、打击效果达到最优,将悬挂物管理系统的功能扩展到整个攻击编队,对整个编队内武器进行最优选择和分配,使其不受单机挂载能力的限制^[10]。编队悬挂物管理系统协同管理武器的信息交互如图4所示。

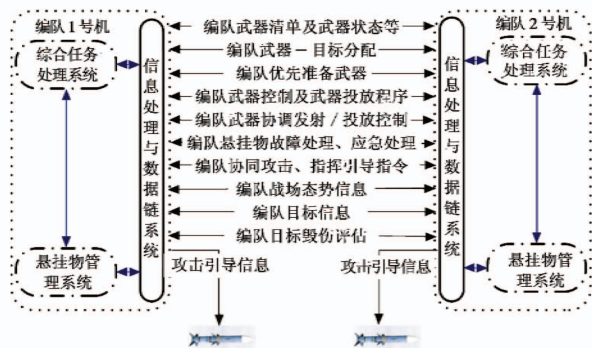


图4 悬挂物管理系统协同管理武器的信息交互

Fig. 4 The information interaction of weapons in cooperative management of SMS

异平台悬挂物管理系统能获取、控制、监测并跟踪编队飞机所悬挂的所有武器;向编队飞机和网络发送武器状态数据;从编队飞机和网络接收目标位置和类型数据;完成武器投放程序生成及修正;完成武器投放准备与投放启动等。利用分布式网络化系统架构,自主选取最合适的飞机/SMS发射合适的武器攻击目标,并可实时重新部署、重新分配SMS所控制管理的武器。

5 结束语

本文对机载悬挂物管理未来技术的发展趋势进行研究,提出了悬挂物管理系统的发展方向,即构建以开放式架构为基础、满足通用武器接口标准的高安全性、

智能化并具有异平台武器协调控制管理能力的武器控制管理系统。本文开展的先进技术研究可满足未来悬挂物管理系统的作战使用需求,可为机载航电武器系统、悬挂物管理系统专业人员设计新一代产品提供参考。

参考文献

- [1] 冯金富,孙杰,胡俊华,等. 悬挂物管理系统[M]. 北京:国防工业出版社,2009:2-3.
- [2] RIGBY K A. Aircraft systems integration of air-launched weapons[M]. New Jersey:John Wiley & Sons, 2013:171-172.
- [3] 王旭峰,丁其伯,舒振杰. 即插即用武器集成及其相关标准体系初探[J]. 航空标准化与质量,2009(4):4-8,22.
- [4] ROARK C. SAE AS4893 Generic Open Architecture (GOA) framework[C]//The 15th DASC AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference, 1996:217-222.
- [5] AS-1B Aircraft Integration Committee. SAE AIR5532 generic aircraft-store interface framework (GASIF) [S]. New York:SAE International, 2003.
- [6] 沈培顺,蒋俊辉,史光明,等. 即插即用武器综合技术在悬挂物管理系统设计中的实现[J]. 电光与控制,2013,20(5):77-80.
- [7] 苗军民,史志钊,毛春城,等. 机载武器即插即用集成的配置技术研究[J]. 电光与控制,2018,25(12):90-93,97.
- [8] U. S. Department of Defense. MIL-STD-3014 mission data exchange format[S]. [S. l. :s. n.], 2005.
- [9] 王建刚. 网络中心战系统及其发展[J]. 电光与控制,2010,17(5):1-5.
- [10] 杨开平,崔小航,段荣. 新一代机载悬挂物管理系统需求分析[J]. 航空制造技术,2016(14):65-68.



请扫描二维码关注我刊