

机载武器发射技术及其研究

汤济新*

中航工业庆安集团有限公司, 陕西 西安 710077

摘 要: 机载武器发射系统是飞机武器系统的重要子系统之一, 对完成作战任务起着不可或缺的作用。本文定义了机载武器发射技术的概念和内涵, 梳理了机载武器发射技术的研究内容, 提出了机载武器发射系统构建方法, 对机载武器发射过程中主要功能的实现途径给出了详细论述。

关键词: 机载武器; 发射技术; 发射系统; 发射装置; 武器舱; 悬挂发射; 随动发射

中图分类号: TJ015

文献标识码: A

文章编号: 1007-5453 (2016) 04-0001-08

机载武器是指从飞机上投射用于攻击目标的武器装备, 包括常规的航空枪炮弹、炸弹、火箭弹等非制导武器, 以及空空导弹、空地导弹、精确制导炸弹、机载巡航导弹等制导武器, 也包括正在发展的机载定向能(激光、波束)武器、机载动能武器等机载新概念武器^[1,2]。为了实现机载武器与载机的安全分离, 完成机载武器的预定作战任务, 机载武器必须与发射系统和飞机平台(含火控系统)密切配合。其中, 机载武器发射系统作为关键子系统之一, 在武器的发射过程中起着呈上启下的重要作用, 是作战飞机完成作战任务的不可或缺的能力之一^[3,4]。强大的机载武器发射能力, 取决于功能强、性能优的机载武器发射系统, 以及先进、成熟的机载武器发射技术。

1 机载武器发射系统的相关概念

1.1 飞机武器系统

一架携带机载武器, 遂行作战任务的飞机, 就是一个飞机武器系统, 其核心功能是执行任务指令, 实现毁伤功能, 进行效能评估。

飞机武器系统由机载武器弹药、飞机平台(含火控系统)以及机载武器发射系统组成^[5]。从实体组成上来说, 三者是作为一个整体进行密切配合才能达成飞机武器系统的作战能力。

将三者展示在一个平面上进行描述, 这是一种基于“广告”视觉的飞机武器系统描述方式, 如图1所示。



图1 基于“广告”视角的F-35飞机武器系统
Fig.1 F-35 Airborne weapon system based on “advertisement” vision

从飞机武器系统的作战原理上来看, 在飞机武器系统中, 机载武器发射系统是飞机系统与武器弹药之间的桥梁, 三者之间的关系基于“发射”的角度来看, 其工作原理如图2所示。其中, 发射系统主要是接收飞机平台发出的发射指令, 执行发射功能, 将机载武器分离出去执行毁伤功能。

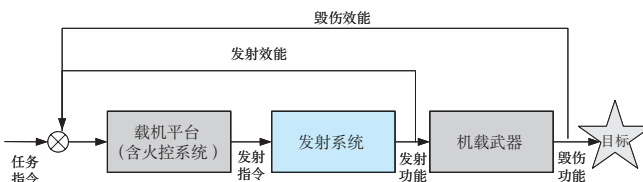


图2 基于“发射”视角的飞机武器系统原理
Fig.2 Airborne weapon system principle based on “launch” vision

收稿日期: 2015-12-04; 录用日期: 2016-02-01

*通讯作者. Tel.: 029-84636216 E-mail: Tangjixin@avic.com

引用格式: TANG Jixin. Study on airborne weapon launch technology [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27(04): 01-08. 汤济新. 机载武器发射技术及其研究[J]. 航空科学技术, 2016, 27(04): 01-08.

1.2 机载武器发射系统

机载武器发射系统是飞机武器系统的重要组成部分,是连接飞机和机载武器的桥梁,是执行任务指令、分离机载武器、保证系统最终实现任务的重要环节。

根据飞机武器系统使用场景,武器发射系统的主要功能可以定义为“武器准备、安全解锁、发射分离、二次发射”,同时,对于不同的作战任务,载机需构建不同的任务子系统,以及换装不同的武器弹药,即武器发射系统必须具备“任务构型与武器装载”功能。另外,为快速脱离险境,武器发射系统还应具备“应急发射”功能,外挂装置还需具备“隐身抛弃”功能。

由图2可以看出,由于飞机武器系统原理、飞机结构布局需求和攻击目标的不同,发射系统可分为武器舱系统、悬挂发射系统和随动发射系统三类构型,如图3所示。

(1) 武器舱系统

武器舱系统是现代隐身作战飞机的必备装备,主要包括武器舱结构、武器操纵装置、武器发射装置、能源动力装置和武器操作员控制装置等。其中,结构部分主要有位于机身中央的主武器舱、机身侧面的侧武器舱,以及可以按需配置的保形外挂武器舱,如图4所示。

(2) 悬挂发射系统

悬挂发射系统是以外挂或半埋形式为主构成的机载武器发射系统,可根据飞机外挂点和荷载能力,按照不同的作战任务进行系统配置,具备较高的灵活性,应用广泛^[6]。即使是新一代隐身战机,在空中优势明显、隐身作战需求不强的



图4 F-22主/侧武器舱

Fig.4 F-22 main/side weapon bay

情况下也大量采用。悬挂发射系统是一个离散型系统,主要包括各种外挂发射装置、信息管理装置和武器操作员控制装置等,除了悬挂机载武器外,还可悬挂副油箱、电子吊舱等特殊悬挂物,如图5所示。

(3) 随动发射系统

随动发射系统通常拥有一个两自由度转塔,可以交联雷达、头盔、手柄等瞄准和操纵控制装置,大角度快速定向、稳定跟踪目标并高速连续发射航空枪炮弹,是专用武装直升机的重要装备,也是传统轰炸机、军用运输机和不少现代战略轰炸机的近程防御手段,如图6所示。机载新概念定向能、动能武器往往也需要随动发射系统。

1.3 机载武器发射技术

机载武器发射技术是根据飞机武器系统的作战需求,构建机载武器发射系统,并通过武器装载、目标定向与随动、

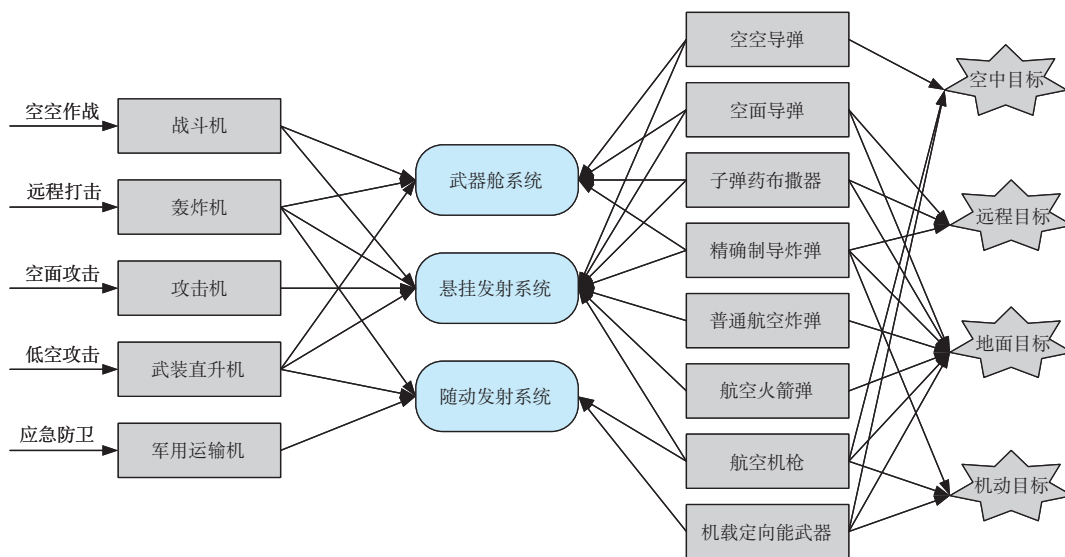


图3 机载武器发射系统的分类示意图

Fig.3 The classification of airborne weapon launch system



图5 “台风”战斗机满载外挂武器飞行

Fig.5 The flying “Typhoon” fighter plane with external stores



图6 米-28武装直升机炮塔

Fig.6 The barbette of Mi-28 armed helicopter

信息处理、能源聚合、弹药输送、安全逻辑控制、武器分离与姿态控制、防护与再次攻击准备等一系列发射功能,完成机载武器与载机分离,保障飞机武器系统最终完成“高效毁伤目标”任务的过程、方法和装置的总称。

机载武器发射技术是航空技术中的机载系统技术与武器技术中的武器发射技术的集合体,是机载系统技术与武器发射技术的交叉融合技术,如图7所示。

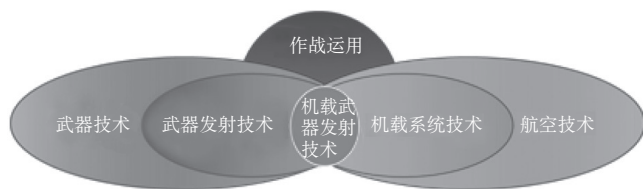


图7 机载武器发射技术关系示意图

Fig.7 The sketch map of airborne weapon launch technology

1.4 机载武器发射方法

机载武器的发射是以保证载机与机载武器安全分离为

主要目的,其方法主要包括弹射、推进、投放、射击四种,由机载武器发射装置完成。

(1) 弹射,是发射系统借助燃爆弹或液气动力,通过运动机构,推动机载武器快速分离的过程。

(2) 推进,是发射系统借助导弹和火箭自身的动力,通过轨道、管道等定向机构,实现机载武器定向运动和快速分离的过程。

(3) 投放,是发射系统利用机载武器自身的重力将其释放,实现机载武器与飞机的分离过程。这种方法在飞机低速飞行或发射重型武器时较多采用。

(4) 射击,是航空枪炮通过身管和管内高压燃气,使弹丸获得初始飞行速度和方向的过程。由于一个弹丸的发射时间非常短,而单个弹丸的毁伤能量又较小,因此,航空枪炮作战时均采用多发连射方式。机载新概念定向能、动能武器的发射方法也与此类似。

2 机载武器发射技术的主要研究内容

机载武器发射技术是武器技术和航空技术高度结合的产物,是解决机载武器发射系统构建、实现机载武器发射功能的手段,因此,研究机载武器发射技术,不仅要考虑基本的武器发射功能和武器运用安全性问题,还要考虑发射系统对于“作战飞机”这个特殊航空环境的适应性。

2.1 基于武器发射技术的系统功能研究

(1) 武器运用中的安全性要求是头等大事,在武器的装卸、传输、操纵和发射过程中,安全逻辑控制十分重要,安全性分析必须贯穿始终。

(2) 现代机载武器的发射过程往往是多种运动协调进行的逻辑过程,因此,发射系统往往拥有复杂的运动机构,需进行机构运动学、机构动力学分析,甚至多体动力学研究分析。

(3) 导弹、火箭等武器发射时的火药烧蚀和冲刷,沿导轨、导管定向滑动的摩擦,要求发射系统具备较好的抗烧蚀、抗磨损能力,拥有较长的使用寿命,因此,必须进行材料学研究分析。

(4) 对于发射系统而言,武器的弹射、推进和射击都具有较大的冲击载荷,因此,发射系统必须具有较强的抗冲击能力。对于飞机这种与地面战车完全不同的“轻量化结构”平台,特别是悬停攻击时的武装直升机,机载武器发射系统还必须拥有较强的动态响应控制能力,必须对其进行结构动力学研究。

(5) 武器发射时间很短,但需要较大能量,而飞机的能量峰值一般比较有限,因此,具有“聚能”功能的机载武器发射系统有时是必要的。

(6) 机载武器的挂装、校准、检测和卸载等地面准备工作均由地勤人员操作完成,这需要机载武器发射系统具备较好的人机功效和鲁棒性。

2.2 基于航空技术的系统性能研究

(1) 对于所有机载设备,体积小、重量轻、能耗少是基本要求,因此,机载武器发射系统也必须具备高功重比、高容积率、低能耗等航空特点。

(2) 航空条件下,材料的性能几乎必须发挥到极致,机载武器发射系统在结构、机构等方面也同样必须考虑发挥材料的使用极限,这与地面发射系统完全不同。

(3) 飞机武器系统必须非常“紧凑”,机载武器发射系统往往需要在很小的物理空间内集中大量的装载锁定和发射分离点,因此,多点发射安全协同问题十分重要。

(4) 对于新型隐身战机,武器舱系统必须适应开舱突变成复杂流场和压力脉动的空气动力环境,需进行复杂流场发射轨迹研究和结构抗噪声疲劳研究。某些高速高空战机武器舱还需满足保温耐压等特殊要求。

(5) 所有机载设备都必须满足飞机的使用包线和环境要求,机载武器发射系统也必须具备较好的环境适应性,必须具备合适的耐自然环境、耐机械环境和耐电磁环境能力,有时还必须拥有抗强辐射等特殊环境的能力。需要进行结构热应力、材料抗腐蚀、电路抗干扰等方面的研究。

(6) 与所有机载设备一样,机载武器发射系统必须具备系统重构能力和较高的任务可靠性,以及较低的故障率。

2.3 面向作战任务的系统效能评估研究

(1) 根据现代空战的“秒杀”要求,机载武器发射系统的技术性能水平应为“秒/万米作用,毫秒/米作动、微秒微米响应、纳秒级控制”。

(2) 机载武器发射系统是完成作战任务的重要环节,必须具备较高的系统构建速度、系统响应速度和系统运行速度。在空中二次攻击需求牵引下,机载武器发射系统还必须具备较快的系统恢复或系统重构速度。

(3) 基于武器系统的“能量毁伤”原理,将机载武器发射分离过程中的能量需求归属于机载武器发射系统,以保证飞机武器系统耗能最小,机载武器分离时具有最大相对能量(相对于攻击目标)。因此,必须进行发射系统定向精度、运行时间、发射过程总耗能,发射过程中机载武器的能量消耗,机载武器分离姿态等关键参数的研究。

3 机载武器发射系统的设计方法

3.1 基于MBSE的发射系统构建

系统工程是构建机载武器发射系统的首选方法。运用基于模型的系统工程(Model Based on Systems Engineering, MBSE)方法^[7],建立需求模型和系统模型,进行系统结构强度、机构运动、安全性、控制逻辑、能量消耗、信息管理和可靠性、使用性分析,进行系统仿真和验证试验,分配部件功能。持续迭代,直至系统最优。基于MBSE的发射系统构建方法如图8所示。

在系统构建过程中,要以“最佳系统效能”为顶层需求,以作战飞机、机载武器,以及时间、能量、装置和输入指令、输出信息等为对象,构建机载武器发射系统,配置系统功能,权衡系统参数,推演作战运行场景,评估系统能力。

在需求定义过程中,要以“打胜仗”为目标,围绕“四用”(管用、好用、耐用、够用)进行机载武器发射系统效能分析,确保飞机武器系统的发射功能和使用性能满足作战任务要求。

在系统架构上,要从功能、逻辑、物理层级进行系统架构和设计,实现系统的功能、控制、能量和物理综合。在控制上可将“时间”作为主线,以“信息”为核心,链接功能,构建安全逻辑和操纵控制逻辑;在能量上,从能源开始,分析获取、聚合、存储、分配、传输、转换、使用等7个环节;在物理架构上,以系统空间布局、功能部件集成、机构运动轨迹等为要素,实现系统物理综合,为产品物理集成奠定基础。

在系统建模上,要进行系统级结构强度、结构动力学、机构运动学和机构动力学数值仿真试验,进行容差(制造误差)分析。通过计算流体力学CFD方法,进行机载武器发射系统装机飞行和发射分离流场仿真^[8];采用轨迹捕获试验CTS方法,进行武器与载机分离轨迹的风洞模拟^[9];根据仿真和试验结果,修正机载武器发射系统的结构、载荷、运动等关键需求参数。

3.2 武器舱系统的构建

武器舱系统是最复杂的发射系统。特别是在飞机高亚音速以上情况下舱门开启,弹舱内外形成极其复杂的气流场,对武器发射分离的“内弹道”及分离姿态等影响极大,可能导致武器分离姿态不稳定、定向精度下降等需要武器加大外弹道修正量的不良后果,也可能造成武器分离时发生牵扯、分离后与载机碰撞等不安全现象。因此,机载武器的舱内发射需要满足以下基本要求:

(1) “隐身”是四代以上先进飞机武器系统的关键特性,武器舱的“开启、投射、关闭”过程对隐身性能影响极大。为此,武器舱系统必须具有高速开闭和多机构运动协同能力;

(2) 舱门开启条件下,机载武器发射过程与飞机飞行过程的气动相容性,此时发射系统的结构响应最为强烈;

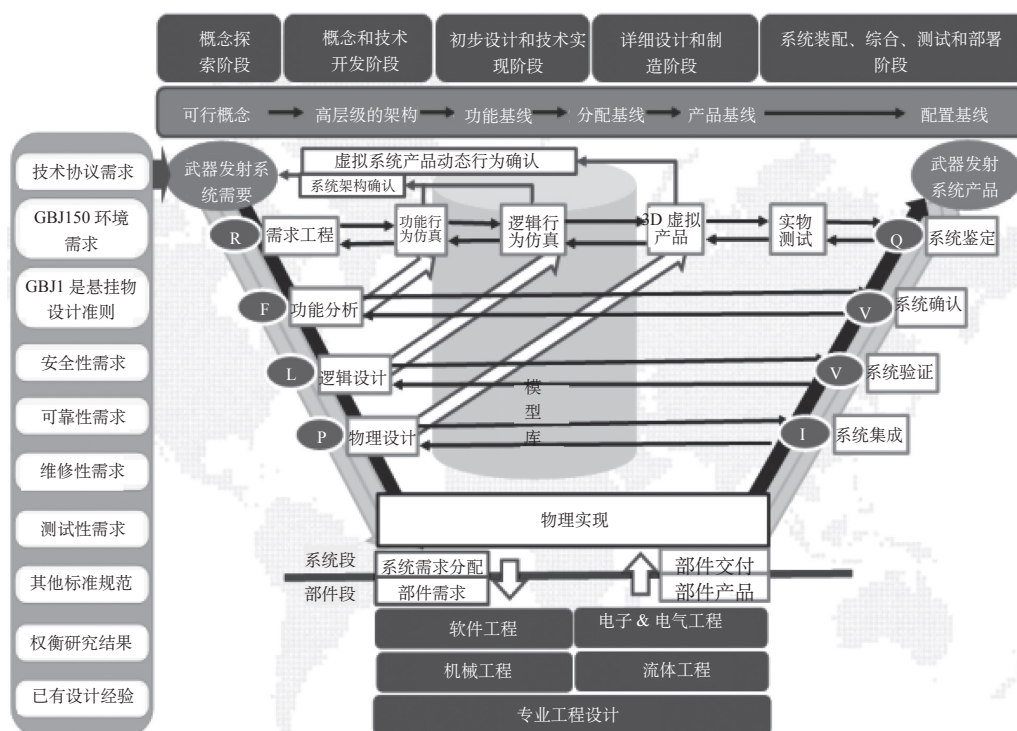


图8 基于MBSE的发射系统构建方法

Fig.8 The construct method of launch system construct based on MBSE

(3) 武器分离时的安全性,武器弹药“内弹道”运动控制与分离姿态控制是关键问题,而在高密度装载情况下,这一问题更加突出^[10];

(4) 推进式发射时,导弹发动机燃气射流与武器舱的相容性(如F-22侧武器舱)。

3.3 悬挂发射系统的构建

悬挂发射系统是运用最广泛的机载武器发射系统,可以根据载机、武器和不同作战任务,灵活配置各种发射装置和操纵控制装置。具备高速、高机动能力的战斗机携带空空导弹,进行空中拦截和夺取制空权,发射系统多配置导轨式和弹射式发射装置;空中支援需要大量的对地攻击武器,导轨式、导管式、弹射式、投放式均可根据机载武器的类型选用。正是由于其功能多样、灵活多变,因此,不同任务之间切换时,悬挂发射系统的配置变换时间严重影响着战机“再次出动时间”这个战斗力要素。“标准化”是解决这一问题的主要途径,“三化”(即通用化、系列化、模块组合化)是实现悬挂发射系统标准化的具体技术和管理措施。

3.4 常规随动发射系统的构建

常规随动发射系统配置高射速航空机枪或机炮,需具备高速供弹、大载弹量、冲击波防护等功能;需配置随动转塔,以实现大范围毫弧度级定位定向、大角度快速调转和高

精度稳定跟踪目标等功能;需采用“浮动射击技术”装置,动态控制结构炮振响应,保证射击精度。

3.5 机载激光武器发射系统的构建

能“长时间”作用于目标,是激光武器的毁伤原理。因此,机载激光武器发射系统需采用耐振动、耐温变的高精度随动转塔和特种光学系统,以实现微弧度级定向和跟踪精度误差。针对激光器的“低效率、高散热”问题,还需配置高精度制冷和温度控制装置。

4 发射过程主要功能实现设计

4.1 武器装载与锁定功能设计

一般是在地面,通过装载车辆、提升装置、输弹装置、校靶装置、检测装置、锁定工具等地面辅助设备完成。

(1) 武器发射装置的机械接口应按照GJB1《机载悬挂物和悬挂装置接合部位的通用设计准则》,电气接口按照GJB1188《飞机/悬挂物电气连接系统接口要求》进行设计,但实际上,当前已经有的国家军用规范并不能完全覆盖所有接口参数,如详细几何、电气、气压、射频、数字、时序接口及其公差区限等,这也就是发射装置通用化程度的关键评价要素;

(2) 由于普遍需要人工操作,武器装载和检测时的安全措施十分重要,“地面保险销”是一种高效便捷的安全措施;

(3) 机载自动锁定装置能够大幅降低装载时间;

(4) 对于武器舱系统,特别是低矮的隐身无人机武器舱,机载提升装置具有“可盲装”优势。某无人机武器舱如图9所示。

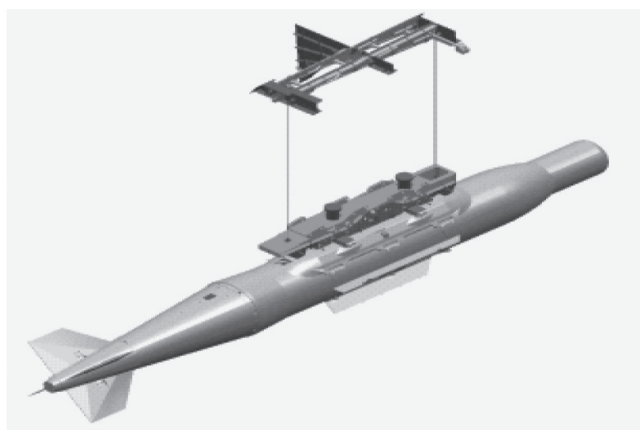


图9 某无人机武器舱内武器自动提升装置

Fig.9 The automation take up equipment of some unmanned airplane weapon bay

(5) 对于复杂的多功能武器舱,最好采用“模块换装”方法进行设计;

(6) 对于机载高速导弹,为减少气动阻力,宜采用“内埋式”悬挂接口;

(7) 超声速飞行对于外挂发射装置的“气动加热”效应,可能造成机载武器“误点火”,需要结合武器进行防护设计;

(8) “校靶”是发射系统基准校验的简称。现代发射系统除了常规的几何基准校验,往往还需要对时序、数字、频率等进行基准校验。

4.2 武器发射装置的承载功能设计

(1) 静载荷一般以 $f=1.5$ 安全系数设计即可。而疲劳载荷较为复杂,需根据载荷谱进行设计和验证。当未获得真实疲劳载荷谱时,按GJB150内的振动试验、噪声试验要求计算的试验谱可作为设计参考;

(2) 对于舰载作战飞机,由于特殊的着舰冲击,需考虑具备较大的X向过载,而这与安全发射解锁能力关系密切,要谨慎设计和验证;

(3) 位于翼尖的发射装置与飞机机翼气动颤振,尤其是机翼扭曲振动高度耦合,需保证发射装置重心及其与悬挂物的组合重心满足机翼空气动力的要求。

4.3 发射任务的管理与控制设计

发射任务管理,是在执行既定作战任务过程中,根据战场及目标的变化,及时进行机载武器发射系统与武器操作员之间的信息交互,一般集成在机载悬挂物管理系统、武器发

射控制面板和操纵手柄中^[11]。主要功能包括:

(1) 发射状态的监控,包括机载悬挂物的加载控制与显示,机载武器的工作状态监控,武器技术状态的检测控制与显示等;

(2) 发射方案决策,包括系统启动或关闭、武器选择与发射顺序组合、发射方式选择等;

(3) 发射参数装订,包括无控武器的充气、充弹操作,中远程制导武器的航路点装订,发射初始参数的装订,导弹工作控制开关等;

(4) 武器发射控制,包括发射指令、误操作保护,以及遭遇不利战况时应急抛弃悬挂物等;

(5) 武器发射系统效能评估,主要包括武器分离信息、弹着点信息、余弹信息,系统可再次攻击信息等。

4.4 武器弹药的定位与传输设计

武器弹药定位传输,是指在空中采用自动输送装置,将仓储的武器弹药转运至发射位。目前,已有的装置为:大型轰炸机武器舱旋转挂弹架、摆动挂弹架、链式传输装置、航空枪炮供弹装置等。其中,高速无链供排弹装置具有6000p/min以上的供排弹能力,或是“机载密集阵系统”的有效配套装置。

4.5 发射安全逻辑控制设计

安全逻辑控制是保证发射过程严格按照既定逻辑运行的重要功能。

(1) “空中导弹/火箭发动机一旦点火,必须分离”是一条安全设计准则,可避免由此而出现的“空中自残”恶劣情况;

(2) 安全逻辑设计有2类,一是针对一个武器发射过程的安全保险设计;二是针对多个武器连续发射的安全协同设计,应用于装载大量炸弹的高密度武器舱、携带多个炸弹的多联挂弹架、多管火箭发射装置等的发射过程;其中,不同发射点的点火电流输送逻辑十分重要,附近发射点应严防同时点火;

(3) 逻辑控制有由电路实现的指令控制和由机构实现的运动控制2种方法,电气、电子和数字控制电路功能强,响应快,精度高,运动控制机构可靠性较高,功率较大,且不易受到复杂环境干扰,因此,2种方法常常联合使用。

4.6 武器分离与姿态控制设计

武器分离与姿态控制是整个发射过程的关键功能。通过系统联合定义,得到了武器分离的最佳状态需求,这需要通过“内弹道”设计来保证。从弹体开始运动直到发射系统与武器完全分离的这段时间内,发射系统的任何运动都对武器的运动和分离姿态产生影响,进而影响安全,或者影响武器外弹道修正需求(即武器耗能)。对无控武器,则直接影响

弹着点精度,影响毁伤效能。“运动平稳性”、“把持行程”是影响内弹道的重要参数,终点位置和角度的“位移、速度、加速度”,是影响分离姿态的关键参数。

(1) 在锁制器、卡弹器设计良好的情况下,直线导轨、导管式定向机构不影响武器的运动,但出口形状、离轨速度对空空导弹、带尾翅火箭弹的发射可能有影响;

(2) 具备使导弹产生侧滑,滑块同时分离的定向导轨,需考虑“强制脱轨”引导面的“柔性撞击”设计;

(3) 弹射式机构可以使武器快速分离且保有自身能量,可以设计出横向、纵向弹射机构;

(4) 采用两点及以上弹射点,必须具备协同运动功能。

4.7 发射响应抑制设计

发射响应抑制是保证发射系统迅速恢复到平衡状态的重要功能。发射系统的结构动态响应是关键问题,也是实施抑制措施的首要目标。

(1) 对于武器舱系统,主要有舱门动载荷、舱内复杂气动载荷、舱内噪声等引起的结构振动;

(2) 对于发射装置,主要有弹射冲击、炮振后坐力、燃爆冲击波等导致的结构振动,还可能存在火箭尾焰烧蚀防护问题;

(3) 采用“浮动射击技术”,可以动态控制常规随动发射系统的结构炮振响应;

(4) 由于激光器效率问题,机载激光武器系统发射时产生大量的热量,需要发射系统迅速处理。

5 结束语

随着现代作战飞机朝着高速、高机动、高隐身、大载弹量的方向发展,机载武器发射系统需要完成的功能越来越多,性能要求越来越高,发射环境也越来越复杂。机载武器发射系统为适应现代作战飞机的任务需求,其设计也应朝智能化、模块化、通用化、隐身化等方向发展,相关机载武器发射技术的研究也日益引起广泛的重视。本文对机载武器发射技术从定义、内容、设计、实现等方面进行了系统的论述,并结合多年的工程实践,给出了相关技术内容的研究方法和思路,可为现代机载武器发射系统的工程研究提供一定的理论基础和技术支撑。

AST

参考文献

- [1] 《空军装备系列丛书》编审委员会.机载武器[M].北京:航空工业出版社,2008:3-5.
Editorial Board of Air Force Equipment Series. Airborne weapon

- [M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2008:3-5. (in Chinese)
- [2] 王祖典.新一代机载武器系统技术[J].航空科学技术,2001,1:21-24.
WANG Zudian. New-generation airborne weapon system technologies [J].Aeronautical Science &Technology, 2001,1:21-24. (in Chinese)
- [3] 《机载制导武器》编委会.机载制导武器[M].北京:航空工业出版社,2009:197-198.
Editorial Board of Airborne Guide Weapon. Airborne guide weapon [M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2009:197-198. (in Chinese)
- [4] 余驰,李建仁,张刚峰,等.机载武器发射系统仿真试验研究[J].四川兵工学报,2015,36(8):149-152.
YU Chi, LI Jianren, ZHANG Gangfeng, et al. Simulation and experimentation study of airborne weapon launch system[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2015, 36(8): 149-152. (in Chinese)
- [5] 张安.航空武器系统分析导论[M].西安:西北工业大学出版社,2001:4-5.
ZHANG An. Aerial weapon system analysis introduction[M]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University Publication, 2001:4-5. (in Chinese)
- [6] 韩震宗.机载武器的悬挂投射装置[J].现代军事,2004,11:67-70.
HAN Zhenzong. Suspension launch equipment of airborne weapon [J].Modern Military, 2004,11:67-70. (in Chinese)
- [7] 丁鼎.基于模型的系统工程在民机领域的应用[J].沈阳航空航天大学学报,2012,29(4):47-51.
DING Ding. Application of model-based system engineering in civil aircraft design [J]. Journal of Shenyang Aerospace University, 2012, 29(4):47-51. (in Chinese)
- [8] 许晓平,周洲,范锐军,等.基于动态嵌套网格技术的机载武器投放研究[J].兵工学报,2010,31(9):1241-1246.
XU Xiaoping, ZHOU Zhou, FAN Ruijun, et al. Research on release of airborne weapon based on dynamic chimera grid technique [J]. Acta Armamentarii, 2010, 31(9):1241-1246. (in Chinese)
- [9] 王飞,祝汝松,张俊生.卡尔曼滤波在某跨声速风洞CTS机构连续动态轨迹捕获试验技术中的应用[J].实验流体力学,2015,29(1):103-108.
WANG Fei, ZHU Rusong, ZHANG Junsheng. Application of kalman filtering in CTS continuous dynamic trajectory simulation technique of the captive trajectory system used in a transonic

wind tunnel [J]. Journal of Experiments in Fluid Mechanics, 2015,29(1):103-108. (in Chinese)

- [10] 黄长强,唐上钦,杜海文,等.无人作战飞机内埋式导弹发射技术[M]. 北京:国防工业出版社,2014:12-15.

HUANG Changqiang, TANG Shangqin, DU Haiwen, et al. Internal missile launch technology of unmanned combat aircraft [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2014:12-15.(in Chinese)

- [11] 王朝阳,季晓光,丁全心.机载悬挂物管理系统技术发展分析[J]. 电光与控制, 2009, 16(3): 1-5.

WANG Chaoyang, JI Xiaoguang, DING Quanzin. Development

of airborne suspension management system technology [J]. Electronics Optics & Control, 2009, 16(3):1-5. (in Chinese)

作者简介

汤济新(1959—) 男,研究员,高级工程师,中航工业武器发射装置技术首席技术专家。主要研究方向:飞机作动系统(即飞机与发动机操纵作动系统,机载武器发射系统,货运与空投传输系统)。

Tel: 029-84636216

E-mail: Tangjixin@avic.com

Study on Airborne Weapon Launch Technology

Tang Jixin*

AVIC QINGAN Group co.,Ltd. Xi'an 710077, China

Abstract: Airborne weapon launch system is one of the most import airborne weapon systems, which plays an indispensable role in completing combat mission. The concept and connotation of airborne weapon launch technology and analyzed is research content and system construct method are introduced. A detailed discussion of accomplishment approach of main functions for airborne weapon launch is also included.

Key Words: airborne weapon; launch technology; launch system; launch unit; weapon bay; suspension launch; servo launch

Received: 2015-12-04 ; Accepted: 2016-02-01

*Corresponding author. Tel. : 029-84636216 E-mail: Tangjixin@avic.com