

机载随动武器系统的发展演变与应用研究

Evolution and Application Study of Airborne Servo Weapon System

余驰¹ 巫佩军^{1, 2} 张立群¹ 李建仁^{1/1} 中航工业庆安集团有限公司² 清华大学

摘 要: 机载随动武器系统是战斗机武器系统的重要组成部分, 能够精确定向、快速响应随动、瞄准目标, 作战应用灵活, 可对目标实施有效杀伤。本文通过对国外机载随动武器系统发展演变和划代技术特点的分析, 梳理了技术演变过程和发展的趋势, 对机载随动武器系统的未来发展和应用研究具有一定的指导意义。

关键词: 机载随动武器系统; 炮塔系统; 机载激光随动武器系统

Keywords: airborne servo weapon system; turret system; airborne laser servo weapon system

0 引言

随动武器系统是指能够操控武器(含常规枪炮武器、定向能武器)在某几个自由度的一定范围内跟踪瞄准目标, 以达到精确攻击、命中目标的武器系统。

随动武器系统在陆、海、空、天均有广泛应用, 按照应用平台可以分为机载随动武器系统、舰载随动武器系统、车载随动武器系统; 按照武器种类可以分为常规随动武器系统、新概念随动武器系统。其

中, 常规随动武器系统包括机载应用的炮塔系统、随动吊舱、车载应用的遥控武器和炮塔武器系统、舰载应用的炮塔系统等, 新概念随动武器系统包括激光随动武器系统、微波随动武器系统等。

层厚度比值(k/δ), 同时结合评估前体边界层厚度随飞行轨迹、迎角和壁温变化情况, 将扰流装置参数外推到用于飞行。

4 结论

综上所述, 可以得到如下结论。

1) 美国吸气式高超声速飞行器边界层转捩地面试验采用的风洞设备主要有常规高超声速风洞(M6风洞和M10风洞)、大尺度激波风洞(LENS I和LENS II)和“安静”风洞(BAM6QT)等三种类型。

2) 选择高超声速边界层转捩试验风洞设备的主要考虑因素有: 风洞试验需要模拟的Ma数和Re数; 最大程度满足模拟要求的可用设备; 人为等其他因素, 如项目承担单位、测试技术、某些特殊要求或目的。

3) 高超声速边界层转捩研究采用

的测试技术主要有: 模型表面测热技术、光学或油流流动显示技术。

4) 边界层转捩风洞研究方法主要是通过转捩扰流装置的选型和参数优化、通过不同风洞/不同缩尺模型间对比试验、通过风洞试验与计算、风洞试验与飞行试验对比, 来为边界层转捩扰流装置设计提供可靠的地面试验验证。

参考文献

[1] Berry S A. Forced boundary layer transition on X-43 (Hyper-X) in NASA LaRC 20-inch Mach 6 air tunnel [R]. NASA/TM-2000-210316.

[2] Berry S A. Forced boundary layer transition on X-43 (Hyper-X) in NASA LaRC 31-inch Mach 10 air tunnel [R]. NASA/TM-2000-210315.

[3] Berry S A, Auslender A H.

Hypersonic boundary-layer trip development for Hyper-X[J]. Journal of Spacecraft and Rockets, 2001, 38(6).

[4] 战培国, 胥家常. 吸气式高超声速飞行器边界层控制研究概述 [J]. 实验流体力学, 2008 (1): 63-67.

[5] Holden M S. Experimental studies in the LENS supersonic and hypersonic tunnels for hypervelocity vehicle performance and code validation [R]. AIAA 2008-2505.

[6] Tirtey S C, Chazot O. Characterization of hypersonic roughness induced transition for the EXPERT flight experiment [R]. AIAA 2009-7215.

[7] Berry S A, Chen Fangjeng. Boundary layer transition experiments in support of the hypersonics program[R]. AIAA 2007-4266.

机载随动武器系统的主要特点包括战术应用灵活,精确快速定向目标、攻击目标,杀伤效能高。能够有效提升战机的防御和攻击能力,是提升空军战斗力和威慑力的保障。

1 国外机载随动武器系统的发展演变

机载随动武器系统经历了由人工操作、目视瞄准、常规枪炮武器到智能控制、综合自动化光电探测瞄准、目标探测与攻击一体化集成、新概念随动武器系统应用的发展演变过程。按照随动武器系统的技术特点、作战应用需求、新型武器的应用和飞机发展对随动武器系统的需求,其发展经历了以下几代。

1.1 第一代,人工操作

第一代机载随动武器系统主要由操作人员观测、发现目标,操控枪炮随动跟踪、瞄准和攻击目标。特征是无自动控制、采用人工目视瞄准,武器采用小口径机枪。代表性的应用出现在第一次世界大战时期,如德国哥塔GV式轰炸机、英国D-H-9式轻型轰炸机、美国维克斯F-B27式维梅轰炸机、俄国西科尔斯基的伊利亚·穆罗麦茨式轰炸机等,其枪炮武器系统装备的机枪,包括马克沁机枪、刘易斯机枪和贝内特·梅塞内基机枪等^[1]。机枪的口径在10mm以下,重几十千克,射速一般在500发/分,由弹链和机匣供弹,人员基本没有防护和保护措施。

1.2 第二代,简单自动控制

特征是简单自动控制、无稳定环节、人工操作光学瞄准具、多种口径/多管枪炮武器应用、初步集成。与第一次世界大战时的人员操作机枪随动相比,第二次世界大战时期出现了固定安装在机翼下的机枪吊舱、活动安装的炮塔和机枪转塔随动装置。第二代机载随动武器系统的机枪射速基本在1000发/分

左右,机枪口径以12.7mm居多,多管机枪开始应用,弹链供弹为主。操作人员有保护措施,根据作战需求在战机不同方位布局多挺机枪转塔和机枪。典型应用包括二战时美国B-24“解放者”轰炸机机尾的机枪转塔,波音B-17机尾、机身腹部、机身前的机枪转塔,德国福克·沃尔夫FW190A-8式战斗机机翼下的吊舱,英国卢卡斯直升机的机枪转塔以及美国爱默生FTS活动转塔^[2-3]。

1.3 第三代,自动控制

特征是经典PID控制、综合光电瞄准、瞄准具带稳定环节、具备自动跟踪、航炮武器、采用有链供弹、无链供弹开始应用、系统有一定规模集成。二战后各种枪炮吊舱、随动炮塔等先后应用在轰炸机、战斗机、武装直升机上。第三代随动武器系统的枪炮射速基本在1000发/分以上,枪炮口径以12.7mm、20mm、23mm、25mm、27mm居多,多管机枪广泛应用,无链供弹开始应用,随动武器的随动范围水平为 $\pm 100^\circ$ 、俯仰为 $+15^\circ \sim -60^\circ$,快速响应跟踪目标,可以采用普通瞄准和头盔瞄准。比较典型的有美国AH-64“阿帕奇”炮塔、俄罗斯米-28武装直升机炮塔、欧洲直升机的虎式武装直升机炮塔^[4]。

1.4 第四代,半智能控制

特征是采用模糊及智能控制,执行系统自稳定,系统综合集成,具备隐身能力,航炮可靠性大幅提升,采用无链供弹。代表应用是美国“科曼奇”隐身武装直升机炮塔^[5]。

1.5 第五代,智能控制

特征是智能控制,定向能武器系统(如激光束、离子束、微波武器等),高度集成,瞄准与随动跟踪采用共孔径融合设计,高精度定向,可以进行多目标跟踪,还可根据作战需求实现与飞机的优化布局,来达到同时攻击多方位目标的

作战应用。随着技术的发展和进步,枪炮随动武器的内涵和外延也在不断扩大。最新的研究和发展表明,未来激光武器将应用于战机,通过激光束攻击目标以实现目标快、准、稳的攻击。新概念随动武器将能够独立探测目标、跟踪目标、瞄准目标,为飞机操作人员提供信息以决策是否进行攻击,其应用的技术主要包括高精度随动控制技术、高精度温度控制技术、大功率激光器技术、系统高度集成技术、光束整形控制与传输技术以及目标探测、捕获、跟踪和瞄准技术。新概念随动武器应用和研究的代表是美国ABL机载激光系统^[6]。

2 国外机载随动武器系统的应用趋势

机载随动武器系统是随着控制技术、武器技术、探测技术的发展而不断提升性能的。随着其他武器系统的发展和应用,机载随动武器系统的应用主要涉及装备在武装直升机上的炮塔系统、正在研究和未来应用的机载激光随动武器系统。

机载常规随动武器系统中最典型的应用就是炮塔系统,随着飞机性能的提升、导弹等武器系统的发展,当前炮塔系统主要应用在武装直升机上。多数炮塔系统安装在直升机机头下方,具备两自由度的随动功能,其特点是射击范围大、运转高速和备弹量充足,可实施对空中、地面和水上目标的精确攻击和有效杀伤。随着枪炮武器减震技术的发展,枪炮后座力减小,现役的先进攻击武装直升机炮塔系统都配备有20~30mm的大口径航炮。炮塔系统向着高射速、高精度、小后座力、航炮大口径、高速无链供弹、充足备弹量、轻型化的方向发展。

机载新概念随动武器系统主要指的是定向能武器系统,定向能武器利用

激光束、粒子束、微波束、等离子束或声波束的能量,向一定方向发射,采取束的形式,在目标表面或内部产生高温、高压、电离、辐射、形变等综合效应,从而实现对目标的快速攻击和毁伤^[7],包括激光武器、粒子束武器和射频武器。与常规武器相比,定向能武器以其能量传输速度快、定向精确、能量密度高度集中、抗干扰力强、费用低的优点而成为应用研究热点。

激光随动武器系统正逐渐趋于装备应用。美国国家航空航天局(NASA)预测,2030年激光随动武器将代替常规武器系统,成为战机的主战武器系统。美国、俄罗斯等国都在大力发展机载激光随动武器系统^[8]。

美国在激光武器的研制方面一直进行着专业化合作。在车载激光武器系统的研制中,美国与以色列合作,根据专业分工完成相关的技术研究和试验^[9]。机载激光随动武器系统的研究由波音、洛克希德·马丁和诺斯罗普·格鲁门等公司合作完成。波音公司提供军用运输机或改型飞机、无人机等平台,即进行平台建设;诺斯罗普·格鲁门公司是激光器的主要供应商,其设计的激光器类别多、种类全,可以满足战略和战术使用;洛克希德·马丁公司主要负责武器系统的总体设计、随动炮塔设计、火控系统和任务管理、武器系统的试验验证等。美国正准备在F/A-18舰载机、JSF联合攻击机、V-22和某些无人机中装备激光随动武器系统,或将战机改造成激光攻击机^[10]。

研究得出,未来机载新概念随动武器系统的发展趋势如下。

- 1) 武器将向大功率、小型化、高能源利用率发展。
- 2) 战术应用是未来发展和作战应用的方向。

3) 装备无人机用于提升防御能力和作战能力是必然趋势。

4) 武器系统的能源供给和能源应用朝新型能源方向发展。

5) 随着机载新概念随动武器系统的应用,有可能出现专为新概念随动武器应用而改装或研制的武器平台或作战飞机。

3 机载随动武器系统发展的关键技术问题

1) 开展适应未来发展和作战需求的高射速、大口径、长寿命、轻重量、小后座力的多管航炮的研究,以及与之配套的无链供弹系统和地面补给装备的研究,能够提高常规机载随动武器系统的攻击能力、作战效能和地面补给效率。

2) 开展主动控制磁/电流变缓冲装置的研究。常规机载随动武器系统的稳定运行、动载冲击、结构变形将得到有效改善,可以提高常规随动武器系统攻击目标的精度和杀伤效能。

3) 开展系统的综合与集成应用研究。由于新概念机载随动武器系统攻击目标的精度高,需要综合考虑目标探测、飞机火控数据解算、目标跟踪控制、定向能武器系统的环境使用、系统任务的多时序综合管理与任务协同调度等光、机、电、热问题。

4) 开展通用化技术研究,使机载随动武器系统能够在不同的武器平台或作战飞机上实现通用和互换应用;使不同性能的武器能够在机载随动武器系统中快速互换和应用,满足不同作战任务的使用需求。

5) 开展随动武器系统的空天一体化应用技术研究,使随动武器系统成为空天作战应用的基础,对于加强国土安全、防御和作战有重要的意义。

4 结束语

机载随动武器系统作为现代战机武器系统的重要组成部分。在战术应用中发挥着重要的作用。对国外机载随动武器系统的发展演变过程和应用趋势研究,对研发新型机载随动武器系统有重要的规划作用,对我国机载随动武器系统的发展有极大的指导意义。

AST

参考文献

- [1] 任雨. 飞机上的枪炮(一)[J]. 轻兵器, 2000(1): 30-32.
- [2] 任雨. 飞机上的枪炮(二)[J]. 轻兵器, 2000(2): 24-27.
- [3] 任雨. 飞机上的枪炮(三)[J]. 轻兵器, 2000(3): 20-23.
- [4] 余驰, 张立群, 李健仁. 武装直升机炮塔系统那个的应用和发展[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(12): 45-48.
- [5] 张维佳. 美海军开始研制无人战斗武装直升机[J]. 当代海军, 2005, 1: 51.
- [6] 贾利, 武文军, 等. 机载激光武器[J]. 国防科技, 2006, 1: 25-28.
- [7] 雷开卓, 黄建国, 张群飞, 等. 定向能武器发展现状及未来展望[J]. 鱼雷技术, 2010, 18(3): 161-166.
- [8] 吕明春, 梁红卫. 高能激光武器及其技术发展[J]. 激光杂志, 2008, 29(1): 1-3.
- [9] 黄勇, 刘杰. 高能激光武器的杀伤机理及主要特性分析[J]. 光学与光电技术, 2004(5): 20-23.
- [10] 海天. 未来海战的杀手锏—新概念武器之激光武器[J]. 舰载武器, 2005(8): 74-80.

作者简介

余驰, 工程师, 主要从事机载武器系统及其发射控制研究。