

对抗高超声速武器的机载激光武器发展研究

张同鑫*, 李权

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 介绍了高超声速武器对现有军事防御系统的威胁, 机载激光武器对抗高超声速武器的军事价值。详细描述了国外机载激光武器的研究进展以及研究机载激光武器的技术难点, 指出当前研究机载激光武器必须进一步降低激光武器的重量和体积, 研发动态环境的光束控制与瞄准跟踪系统, 开展特殊气动布局设计研究, 建立周密的能源管理系统。

关键词: 机载激光武器; 高超声速; 技术难点

中图分类号: TJ95

文献标识码: A

文章编号: 1007-5453 (2016) 03-0005-04

近年来,高超声速武器取得了飞速发展,正逐步成为世界军事大国重点发展的新型进攻型武器之一。高超声速武器的出现给当前现有的军事防御系统带来了前所未有的挑战。现有军事防御系统主要是针对当前相对较成熟的攻击性武器建立的,面对高超声速目标,其预警能力相对较弱,跟踪与制导能力几乎丧失,防空武器的机动性能也无法有效拦截高超声速目标,造成防空系统的拦截效率大幅下降。面对高超声速武器的军事威胁,现有军事防御系统很可能面临瘫痪。

目前,世界各军事大国越来越重视如何高效应对高超声速武器带来的前所未有的军事危机问题。在寻求如何对抗高超声速武器的过程中,激光等定向能武器的军事防御价值日益呈现。激光武器具有即时发现、即时打击和持续打击的能力,且作战效费比高,可作为高超声速武器防御系统的关键环节。机载激光武器由于飞行速度快,几乎不受地形限制,部署快速灵活,而且探测及攻击范围广,在对抗高超声速武器方面具有潜在的军事优势,从而备受世界军事大国的高度重视。

1 高超声速武器的防御难点

从1998年开始,美国空军、海军一直致力于研究高超声速巡航导弹计划,其成功研制的高超声速武器飞行速度达到 $Ma6\sim 8$,最大射程800~1200km,巡航高度约为27km,命中精度约为9m,并于2010年开始装备部队^[1-2]。随着高超声速武器

陆续取得成功,其军事威胁日益彰显。

高超声速武器与常规武器相比具有鲜明的优势,其隐身性能好,飞行速度快,过载能力强,飞行高度范围广,这对军事防御系统提出了严峻的挑战。高超声速武器具有很好的隐身性能,大大降低了被现有防御系统发现的概率;即便被发现,由于其飞行速度过快,留给防御系统分析和拦截的时间太短,大大降低了被拦截的效率;高超声速武器过载能力强,能够做非常规轨迹飞行,防御系统很难对其飞行轨迹进行高精度预测;高超声速武器飞行高度范围广,由于高空大气稀薄,现有防御系统很难对高空高超声速武器实现高精度的末制导探测。因此,面对高超声速武器,现有军事防御系统几乎没有作为。

为了积极应对日趋成熟的高超声速武器的军事威胁,寻求不对等的军事力量,世界军事大国在发展高超声速武器的同时,也在积极发展应对高超声速武器威胁的军事防御系统。

2 机载激光武器的防御优势

随着高超声速武器的研制陆续取得成功,激光定向能武器的军事防御价值也随之显现出来。在高超声速武器威胁日益迫近的今天,世界军事强国都将发展机载激光武器视为其对抗高超声速武器的主要计划。

激光武器反应迅速,火力转移快,在锁定高超声速目标的同时,便能做到瞬时打击。将激光武器装备在飞机上能够

收稿日期: 2015-10-23; 退修日期: 2015-12-04; 录用日期: 2016-01-18

*通讯作者. Tel.:029-86832930 E-mail:zhangtx0329@163.com

引用格式: ZHANG Tongxin, LI Quan. Research on the development of airborne laser weapons against hypersonic weapons [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27(03): 05-08. 张同鑫,李权. 对抗高超声速武器的机载激光武器发展研究 [J]. 航空科学技术, 2016, 27(03): 05-08.

有效避开地面建筑物以及近地面复杂空气流场对激光光路的干涉、散射,在有效避开地面的干扰后,机载激光武器的拦截效率将大大提高。机载激光武器的拦截时间充分,既能在高超声速武器的发射段对其传感器实施致盲拦截,又能在其飞行段对其实行毁伤打击拦截。机载激光武器的作战效费比较高,虽然机载激光武器前期研制费用高,但相比于一次性拦截导弹的作战经费,研制成功的机载激光武器拦截费用较低。一枚拦截导弹价值几万甚至几十万美金,而发射一次化学激光费用只需2000美元左右^[3]。

机载激光武器在防御高超声速武器时具有出色的无延迟、远距离和低成本的打击性能,其必将成为未来抵御高超声速武器军事威胁的“坚盾”。

3 国外机载激光武器的研究进展

为了应对高超声速武器的威胁,世界军事大国均提出了各自机载激光武器研制计划。

美国是世界上最早研制机载激光武器的国家,其相关技术一直处于世界领先水平。早在20世纪70年代,美国就提出了“机载激光实验室”(ALL)计划^[3]。ALL计划将二氧化碳激光器安装到经过改进的波音707飞机上,设计完善的机载激光武器,如图1所示。该项计划用于验证使用高能激光拦截空中目标的技术可行性。由于ALL的激光器体积比较庞大,耗电量高,并且在延伸射程上不能提供足够的有效能量(功率小),所以很难将其投入实战。



图1 ALL机载激光武器
Fig. 1 ALL airborne laser weapon

1992年,美国国防部战略防御计划局提出了机载激光计划(ABL)^[4],旨在研制能够拦截和摧毁助推段敌方弹道导弹的空基激光武器。ABL的飞行平台为如图2所示的波音747-400F飞机。经过多年努力,2010年2月11日,ABL飞机从爱德华兹空军基地起飞,在几秒钟内便捕获了一枚从海上机动平台发射的液体燃料近程导弹,随后发射高能激光将其击毁,整个交战过程不到2min^[5]。此次试验是ABL首次成功击中弹道导弹目标。ABL的研发为机载激光武器的推进积累了宝贵的经验和基础。



图2 B747-400F飞机平台
Fig. 2 B747-400F platform

随着激光武器的小型化,战术型机载激光武器系统受到重视。美国开展了先进战术机载激光系统(ATL)的研究,图3是以C-130H中型运输机为飞行平台的机载激光武器系统。2009年6月和8月,ATL先后进行了两次空对地高能激光试射,分别摧毁了一个地面靶标和一辆无人车辆,验证了其精确打击地面固定和机动目标的能力。战术意义上的ATL大大推进了机载激光武器系统的实用化研究进程。



图3 以C-130H飞机为平台的ATL系统
Fig.3 ATL system mounted on C-130H

20世纪苏联也开展了机载激光武器的研究,飞行平台选择以伊尔-76运输机为基础改型的A-60飞机,机载激光武器系统如图4所示。该项目作战任务主要是利用高能激光对侦查卫星进行致盲或杀伤攻击,因此,A-60激光炮塔选择布置在机背翼身整流包之后。1984年,A-60首次用激光成功摧毁了空中靶标。该项目在20世纪90年代中后期随着苏联解体,财政拨款减少被冻结。



图4 A-60机载激光武器
Fig.4 A-60 airborne laser weapon

经过半个世纪的发展,机载激光武器系统取得了突破性的进展。未来高超声速武器不断涌现,发展机载激光武器对世界军事大国攻守一体化发展的军事战略思想具有重大军事意义。

4 发展机载激光武器的技术难点

目前,机载激光武器的研制仍处于不断探索和寻求突破的阶段,发展机载激光武器系统仍然面临着诸多技术难题。

4.1 降低激光武器的重量和体积

当前,美国ABL装备的是最先进的兆瓦级激光器,该激光器每个模块都跟一辆家用轿车一样长,重量大约为3t,数秒内输出功率只有200kW^[6]。因此,要达到兆瓦级输出功率,ABL实验样机将装载6个模块,而要达到实战需求,则至少需要装载14个模块,实战型机载激光武器的重量和体积过大,不容易与飞行平台匹配。因此,发展功率大,体积小,光束质量好,破坏力强的先进机载激光器是发展机载激光武器系统的关键技术。

4.2 动态环境光束控制、瞄准跟踪技术

激光武器光束控制和瞄准跟踪系统的研究取得了一定的进展。但是将激光武器与载机平台相结合,激光武器不可避免的要受到载机平台的震动和噪声等环境的影响,以及突风等外部环境的影响。这些动态环境的影响对机载激光武器光束控制和高精度的瞄准和跟踪带来严重的技术困难。因此,在进一步研究激光光束控制技术的同时,应深入开展在载机动态环境下机载激光武器的高减振致稳结构设计研究。同时,必须重新分析跟踪瞄准误差,开展高精度随动跟踪技术研究,研究新的精密瞄准与跟踪系统用来捕获、跟踪目标,引导光束瞄准射击,并判断毁伤效果。激光武器适应动态作战环境是机载激光武器能够摧毁目标的重要保证。

4.3 特殊气动布局设计技术

由于激光发射时光路对大气扰动和激光发射装置的振动极为敏感,不论是将激光发射装置布置在机头或是机背部的方案,激光发射窗口都将暴露在大气环境下,作为突出物其周围气流的流动情况较为复杂,极易出现大分离和乱流情况,不仅可能引起发射窗口自身激振,同时周边乱流产生的大气扰动对激光光路也将产生影响,为此激光发射窗口的外形和装置在载机上的气动布局设计成为了机载激光武器研究的重点和难点。

4.4 科学的能源管理技术

机载激光武器的能量需求巨大,必须合理规划好能源

供应问题。

为了更好的供应激光武器的作战需求能耗和飞机本身的能耗,需要进一步开展机载能源供给管理和智能能源控制研究,要对机载激光武器的能源管理要进行科学周密的规划设计,以同时保障飞行能力和激光武器的有效使用。激光武器作战时会产生大量的热能,因此,要开展瞬时冷却等技术的研究,迅速释放并储存武器所产生的热能,避免激光武器系统因过热而造成部件损毁以及能源的浪费。

5 结束语

机载激光武器适应未来信息化高技术战场环境,能够很好地应对高超声速武器的威胁,是具有划时代意义的新一代防御武器系统的重要组成部分。国外对机载激光武器进行了深入的研究工作,取得了一定的进展,但还面临着诸多技术难题,随着科技的不断进步,具有巨大防御潜力的机载激光武器必将成为制式装备左右未来战争。

AST

参考文献

- [1] 李大光.世界各国高超声速武器发展现状[J].国防技术基础, 2007(5):45-48.
LI Daguang. The development of hypersonic weapon in the world[J]. Defense Technology Base, 2007(5):45-48. (in Chinese)
- [2] 彭彪,张志峰,马岑睿,等.国外高超声速武器研究概述及展望[J]. 飞航导弹2011(5):20-25.
PENG Biao, ZHANG Zhifeng, MA Cenrui, et al. Research overview and outlook of hypersonic weapons[J]. Cruise Missile, 2011(5):20-25. (in Chinese)
- [3] 郭劲,邵俊峰.机载激光武器技术发展探讨[J]. 光机电信息, 2010, 27(11):1-6.
GUO Jin, SHAO Junfeng. Technical overview of airborne laser weapons [J]. OME Information, 2010, 27(11):1-6. (in Chinese)
- [4] 宛东生.关注美国机载激光武器(ABL)计划[J].激光与光电子学进展, 2006, 43(3):28-31. (in Chinese)
WAN Dongsheng. Briefing of ABL project in the United States[J]. Laser & Optoelectronics Progress, 2006, 43(3):28-31. (in Chinese)
- [5] 杨磊,杜若.美国机载激光武器计划取得重大进展[J].飞航导弹, 2010 (6):15-16.
YANG Lei, DU Ruo. Airborne lser weapons plan received important progress in USA. Cruise Missile, 2010 (6):15-16. (in Chinese)
- [6] 陈利玲.美军机载激光武器攻防对抗研究[J].航天电子对抗, 2011, 27(6):8-10.

CHEN Liling. Research on the airborne laser countermeasure of USA[J]. Aerospace Electronic Warfare, 2011, 27(6):8-10. (in Chinese)

机设计。

Tel: 029-86832930

E-mail: zhangtx0329@163.com

李权(1982—) 男,在读博士,工程师。主要研究方向:飞机气动力设计、多学科优化和计算流体力学。

作者简介

张同鑫(1987—) 男,硕士,助理工程师。主要研究方向:飞

Research on the Development of Airborne Laser Weapons Against Hypersonic Weapons

ZHANG Tongxin*, LI Quan

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: The military threat of hypersonic weapon to current air defense system, and the potential military value of airborne laser weapon confronted to the hypersonic weapon were illustrated. Detailed introduction was made on the technical barriers of airborne laser weapon and the state of the art research progress. It is emphasized that now to research airborne laser weapon, its weight and size must be decreased, beam control system and aiming and tracking system in dynamic environments must be researched, special aerodynamic layout must be designed and smart energy sources management must be established.

Key Words: airborne laser weapon; hypersonic; technological difficulty

Received: 2015-10-23; Revised: 2015-12-04; Accepted: 2016-01-18

*Corresponding author. Tel. : 029-86832930 E-mail: zhangtx0329@163.com