

未来空战全向攻击的需求分析

田省民¹, 雷迅¹, 陈哨东², 付海峰¹, 辛易¹

(1. 空军装备研究院, 北京 100076; 2. 光电控制技术重点实验室, 河南 洛阳 471009)

摘要: 针对空战火控技术现状, 结合对以载机为中心的全向攻击的分析, 认为对载机侧向/后向目标实施攻击将是未来空战的重要选择, 而且也将是对抗敌方从后向攻击的最直接手段, 因而, 侧向/后向攻击是未来机载武器火控系统发展的必然趋势。提出了以载机为中心的全向攻击的导弹武器火控系统关键技术。

关键词: 空战; 全向攻击; 以载机为中心的全向攻击; 火力控制

中图分类号: V271.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-637X(2013)02-0011-04

Requirement Analysis for All Aspect Attack in Future Air Combat

TIAN Shengmin¹, LEI Xun¹, CHEN Shaodong², FU Haifeng¹, XIN Yi¹

(1. Air Force Institute of Armament, Beijing 100076, China;

2. Science and Technology on Electro-Optic Control Laboratory, Luoyang 471009, China)

Abstract: Based on current technical state of fire control system in traditional air combat, and according to the analysis on all aspect attack of the launch platform, this paper proposes that beam/rear attack on the target will be a significant option in future air combat and will be the most direct method against rear attack by the enemy, and therefore, beam/rear attack will be the inevitable trend for future airborne weapon fire control system. The critical technologies of fire control system for all aspect attack of launch platform are also given.

Key words: air combat; all aspect attack; all aspect attack of launch platform; fire control

0 引言

“全向攻击”可分为“以载机为中心的全向攻击”(亦称“以本机为中心的全向攻击”)^[1]和“以目标为中心的全向攻击”两个概念^[2], 代表着机载火控攻击技术发展两个方向, 也是战斗机空战效能追求的两个阶段。

早期受制于导弹、雷达、瞄准装置等局限, 采用红外导弹从目标后半球攻击, 后来随着雷达型空空导弹的发展应用, 能够从目标各个方向进行攻击, 即过去所谓的“全向攻击”, 实则是“以目标为中心的全向攻击”的简称。近些年来, 导弹武器火控系统技术的发展, 特别是载机全向探测能力和导弹大机动格斗能力的发展, 使得“以载机为中心的全向攻击”成为可能。

1 空战火控技术现状浅析

一般认为, 空战方式包括超视距空战(BVR)和近

距格斗(WVR)两种^[3]。

从载机角度分析: 超视距空战主要使用中远距空空导弹, 攻击锥为以载机机头为轴线, 方位/俯仰 $\pm 60^\circ$ 范围内, 攻击距离与载机、目标相对态势条件以及导弹飞行性能有关, 一般在几千米到一百多千米; 近距离格斗主要使用近距离格斗红外型空空导弹, 攻击锥为以载机机头为轴线, 方位/俯仰 $\pm 60^\circ$ 范围内, 攻击距离与载机、目标相对态势条件以及导弹飞行性能有关, 一般在一千米至十几千米。图1表达了目前作战飞机具备的攻击锥, 即“以载机为中心的前向攻击能力”示意图。

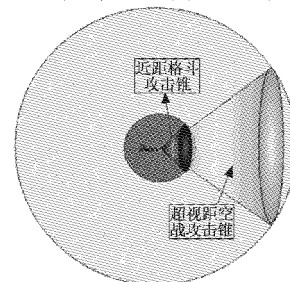


图1 “以载机为中心的前向攻击能力”示意图
Fig.1 Head-on aspect attack of the launch platform

收稿日期: 2012-10-26

修回日期: 2012-12-17

基金项目: 航空基金(2011ZC13007)

作者简介: 田省民(1967—), 男, 陕西蓝田人, 硕士, 高工, 研究方向为火控总体。

从目标角度分析,先进的雷达型空空导弹和近距格斗型空空导弹均对目标逐渐具备了“以目标为中心的全向攻击能力”,如图2所示。

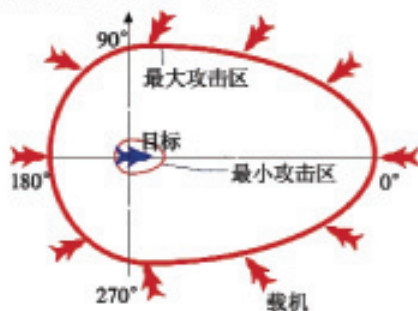


图2 “以目标为中心的全向攻击能力”示意图

Fig.2 All aspect attack of the target

迄今为止,空战都是在追求“以目标为中心的全向攻击能力”,包括迎头攻击、尾后攻击、侧向攻击、上视攻击、下视攻击等,都是相对目标而言的。有关这方面的飞机空战模式、战术使用、航电武器传感器配套发展技术都已经成熟,而且仍在不断追求完善提高。

由图1、图2可以看出,目前作战飞机空战具备“以目标为中心的全向攻击能力”,但是只具备“以载机为中心的前向攻击能力”,只能攻击前向目标,无法攻击侧向和后向的目标。

2 未来空战全向攻击作战需求

2.1 超视距空战前向攻击面临挑战

1) 从装备技术角度分析。

高强度电子对抗设备、高隐身信号特征控制技术、高机动性/敏捷性飞机平台性能的飞速发展,必将导致超视距空战目标探测/跟踪、导弹制导与攻击等各个环节面临着严峻的技术挑战^[4]。

2) 从作战战术角度分析。

在超视距空战过程中,如果作战双方飞机、武器、火控系统等技术设备水平相差不大,那么作战态势可能就相差不多。作战双方都力求构成前向攻击态势,在超视距空战中消灭对方。由于双方空战都本着“杀伤敌方,保存自己”的作战指导思想,所以双方空战可能都会边跟踪目标,边制导自己的导弹攻击敌方,边操纵载机机动逃离敌方的导弹攻击。大量超视距空战研究表明:激烈空战对抗导致敌我双方飞行员攻击与防御的主观意愿与客观战效经常是相违背的。

如图3所示,从攻击的角度来讲,红方飞机想尽早探测目标、发射导弹攻击蓝方,客观上却很快被蓝方飞机的告警装置发现,从而采取战术机动或电子干扰,导致红方导弹攻击区缩小或变形而失效;从防御角度来讲,红方飞机主观上想通过战术机动缩小蓝方导弹攻

击区,提高自己的生存概率,客观上由于受自身雷达探测框架角 $\pm 60^\circ$ 的限制,太大的逃逸机动导致目标飞离雷达探测空域而丢失,使得红方导弹没有制导信息而失控,这种技术制约就造成了在超视距空战过程中被迫普遍采用“S”形战术机动,边攻边防。

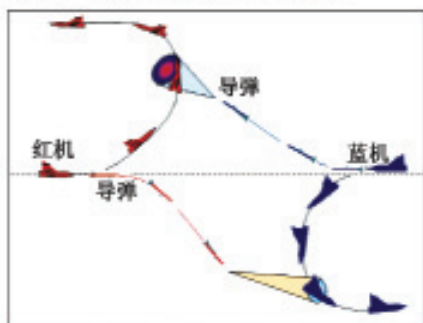


图3 超视距空战前向攻击过程示意图

Fig.3 The process of head-on aspect attack in BVR air combat

3) 从发射区角度分析。

就进攻而言,飞行员在最大攻击距离发射导弹,目标机动很容易导致导弹攻击失效;在不可逃逸攻击距离发射导弹,攻击条件很难构成,另外很可能在发射导弹之前就被敌方导弹击落。总之,超视距空战前向攻击、杀伤概率和生存概率相互制约,攻防矛盾异常突出,直接制约了超视距空战的攻击能力和机会。

4) 从空战案例分析。

空战研究表明:超视距空战前向攻击激烈对抗导致中远距导弹发射后命中目标概率在4%~15%左右。据统计,自越战以来,全世界共发射589枚中距导弹,只有55枚导弹击落目标,命中目标概率约为10%。

2.2 侧向/后向攻击能力是应对敌方从尾后攻击最直接的手段

近距格斗主要使用红外型格斗导弹,前向攻击由于导引头探测距离有限,双方距离很近,相对速度又很大,飞行员很难把握导弹发射时机,而且极可能两败俱伤。因此,空战双方都尽力避免近距格斗前向攻击,而是尽量从目标的后方发起攻击。那么从以载机为中心的全向攻击角度看,对载机侧向/后向的目标进行攻击将成为未来近距空战的重要方式。实际上,国外也已完成了相关飞行验证^[5-6]。

雷达型空空导弹从目标后向攻击的攻击距离一般为1~40 km。因此,敌方飞行员必须先操纵飞机接近我机后向1~40 km范围内才可能构成发射条件。如果载机具备侧向/后向攻击能力,并且侧向/后向攻击敌机的攻击距离大于40 km,则能够实现“侧向/后向”护尾,解除作战飞机后向威胁,从而提高作战飞机的生存能力。

空空导弹侧向/后向攻击,无论是直接向后发射^[7]

还是向前发射转弯攻击侧向、后向目标^[8],导弹能量都要损失相当大一部分,这是侧向/后向攻击带来的不利因素,也是难以突破的关键技术;但是导弹完成转向后对从后向攻击的敌机却构成了迎头攻击态势,这等效于提高了侧向/后向攻击导弹的射程。

图4为以空空导弹向前发射,攻击侧向/后向目标的攻击过程。



图4 空空导弹侧向/后向攻击过程示意图

Fig.4 The process of beam/rear aspect attack by airborne missile

红方飞机从侧向/后向攻击蓝方飞机,导弹发射后,红方飞机及其导弹速度特性曲线,以及蓝方飞机从后向攻击红方飞机,导弹发射后,蓝方飞机及其导弹速度特性曲线如图5所示。

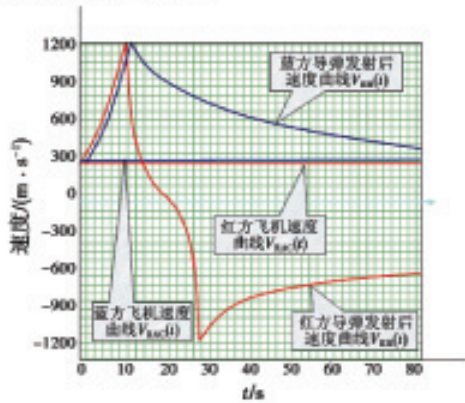


图5 红方侧向/后向攻击和蓝方尾追攻击双方飞机导弹速度曲线

Fig.5 The aircraft missile speed curve of the red's beam/rear aspect attack and the blue's chase attack

红方飞机发射导弹攻击侧向/后向蓝方飞机的攻击距离 R_{RM} 和蓝方飞机从尾后发射导弹攻击红方飞机的攻击距离 R_{BR} 分别为

$$R_{RM} = \int_0^t [V_{RM}(t) - V_{RA}(t)] dt \quad (1)$$

$$R_{BR} = \int_0^t [V_{BM}(t) - V_{BA}(t)] dt \quad (2)$$

式中: V_{RM} 为蓝方导弹速度; V_{RA} 为红方飞机速度; V_{RM} 为红方导弹速度; V_{BA} 为蓝方飞机速度。

图6a中黑色阴影部分面积(IV)直观地表达了蓝方飞机从尾后发射导弹攻击红方飞机的攻击距离 R_{BR} ;图6b中绿色阴影部分面积(III)减去红色阴影部分面积(I和II)直观地表达了红方飞机发射导弹攻

击侧向/后向蓝方飞机的攻击距离 R_{RM} 。

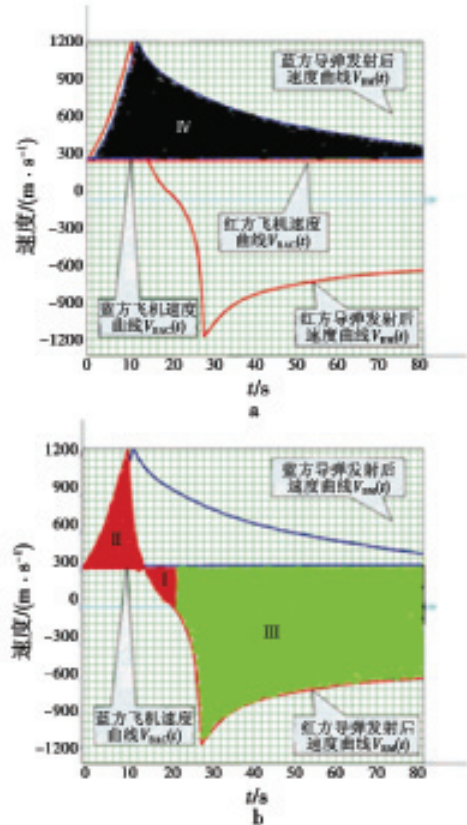


图6 红方侧向/后向攻击和蓝方从后向攻击双方攻击距离示意图

Fig.6 The attack distance of the red's beam/rear aspect attack and the blue's rear aspect attack

如图6所示,如何挖掘飞机、导弹武器、航电火控系统以及飞行员的决策潜力,使得红方飞机发射导弹攻击侧向/后向蓝方飞机的攻击距离 R_{RM} 大于蓝方飞机从尾后发射导弹攻击红方飞机的攻击距离 R_{BR} ,正是“增加侧向/后向攻击能力,形成‘以载机为中心的全向攻击能力’”这一观点需要深入探索研究的问题,唯有如此,才具备真正的实战意义;另外,从侧向/后向发射导弹,相对来说,攻击隐蔽性好,敌机难以预防,是名副其实的“撒手锏”。

2.3 以载机为中心的全向攻击是未来机载武器火控系统发展的必然趋势

目前,作战飞机红外型导弹和雷达型导弹“以目标为中心的全向攻击能力”,只能攻击以机头为轴线,方位 $\pm 60^\circ$ 、俯仰 $\pm 60^\circ$ 角度范围所构成的攻击锥内的目标;若目标超越了这个攻击锥的范围,则必须操纵载机机动,用这个攻击锥去跟踪、瞄准目标,制导导弹进行攻击。

当载机具备了侧向/后向攻击能力后,则可形成侧向/后向攻击区,与目前“以载机为中心的前向攻击区”相结合,从而构成“以载机为中心的全向攻击区”。

“以载机为中心全向攻击能力”必将成为航电火控系统的作战能力,这也是作战使用概念设计的一项重大突破,将带来飞机导弹武器火控系统设计、工程研制乃至空战作战思想、作战训练模式的全新的革命。

3 以载机为中心全向攻击导弹武器火控系统关键技术

3.1 全向火控探测技术

目前,机载传感器主要以前向探测为主,搜索跟踪目标方位 $\pm 60^\circ$,俯仰 $\pm 60^\circ$ 。为了实现全向攻击,尤其是攻击侧向/后向目标,需要配备具有全向探测能力的传感器系统,这是单一传感器难以做到的。

美国 F-35 飞机配备的分布式光电探测系统,兼顾近距导弹告警和目标探测,能够做到飞机全向探测能力,将探测信息显示给飞行员,配合支持近距格斗^[9]。

俄罗斯苏-35 飞机采用机械扫描加相控阵扫描体制雷达,能够实现方位 $\pm 120^\circ$,俯仰 $\pm 60^\circ$;加装尾椎雷达,方位 $\pm 60^\circ$,俯仰 $\pm 60^\circ$ ^[10]扫描。除了支持近距格斗外,更为主要的是支持超视距空战。

相比较而言,苏-35 飞机能够支持近距红外导弹直接向后发射攻击侧向/后向目标,也能够支持中远距空空导弹向前发射攻击侧向/后向目标。美国 F-35 飞机受制于全向探测距离近,只能配合红外导弹实现有限的侧向/后向攻击能力。

3.2 全向攻击空空导弹技术

目前能够支持全向攻击,尤其是侧向/后向攻击能力的空空导弹有红外型近距格斗导弹(例如俄罗斯的 P-73 后射改进型,通过直接后射攻击侧向/后向目标)以及中远距雷达型空空导弹(例如美国的 AIM-120C5、AIM-120C7、AIM-120D 和欧洲“流星”导弹,向前发射导弹,通过指令制导转弯攻击侧向/后向目标)。

相比较而言,利用红外型近距格斗导弹直接后射攻击侧向/后向目标,由于迎头目标热辐射小,导引头截获目标距离近,很难满足“护尾”问题。中远距雷达型空空导弹更可取。

总之,不同国家因国情不同、装备技术基础不同,实现全向攻击能力的导弹的技术路径和工程实现方案也不同。如何设计以实现越肩发射攻击尾后敌机的攻击距离大于敌机从尾后攻击载机的攻击距离,还需要业界相关人士做大量作战使用研究和技术探索。

3.3 全向攻击制导技术

如果全向攻击采用中远距雷达型空空导弹,则需

要全向制导系统,负责在导弹发射后将目标信息传递给导弹,引导导弹寻找攻击目标。这需要布局全向制导天线,使得波束覆盖与全向探测相匹配。

3.4 全向攻击火控解算技术

全向攻击火控解算需要完成目标运动状态估计、导弹发射条件与中制导指令计算等,以保证导弹在获知目标信息后,自行选择最优制导律和最佳攻击弹道攻击侧向/后向目标。

4 结束语

目前,世界各国战斗机主要还在“以目标为中心的全向攻击能力”层面角逐,千方百计增强自己平台隐身能力、目标探测能力、抗干扰能力、反隐身能力等各个环节,以削弱敌方各种能力优势。而“以载机为中心的全向攻击能力”涉及到空战战术、飞机、导弹、雷达、火控、制导等一系列环节,一直限于学术探讨,工程实现需求不明确,大系统跨学科、跨专业、跨行业,分析难度大。本文试图从需求角度分析“以载机为中心的全向攻击能力”的作战意义、作战需求、系统构成,旨在抛砖引玉。

参 考 文 献

- [1] Weapons systems ANNEX F common solution-concept list (U) Air Force Mission Area Plan (MAP) [DB/OL]. <http://www.fas.org>.
- [2] 高劲松,田省民. 以本机为中心的全向攻击的概念研究[J]. 电光与控制,2008,15(8):61-63.
- [3] 王祖典. 超视距空战及其武器的发展研讨[J]. 航空兵器,1994(3):1-10.
- [4] 高劲松,邹庆元,丁全心. 超视距空战的几个观点[J]. 电光与控制,2008,15(5):44-47.
- [5] 王丽霞. AIM-9X——“现在真正具有杀伤力的武器”[J]. 航空兵器,2002(1):17.
- [6] MICA missile engages ‘over-the-shoulder’ target [J]. JANE’S Missiles and Rockets, 2007(8):5.
- [7] EB. The Russian rear-firing AAM—— first details [J]. Military Technology, 1994(6):101.
- [8] 高劲松,佟明安,孙隆和. 越肩发射和其他攻击方式[J]. 电光与控制,2000,7(3):52-55.
- [9] 杨伟,陈林. JSF 联合攻击战斗机[M]. 北京:航空工业出版社,2006.
- [10] 杨可夫斯基. Su-35BM 的多样性探测系统与其反制匿踪战机的可能性(上)[J]. 尖端科技,2009(3):78-85.