

文章编号:1001-5078(2007)10-1033-03

紫外告警技术发展现状

李炳军¹, 梁永辉²

(1. 中国人民解放军66069部队装备部, 河北保定 071051; 2. 国防科技大学光电科学与工程学院, 湖南长沙 410073)

摘要:紫外告警技术是导弹来袭告警技术的重要类型之一, 可利用“日盲区”有效地探测来袭导弹羽烟的紫外辐射。本文介绍了紫外告警技术的原理, 对国内外紫外告警技术的发展动态作以综述。

关键词:紫外告警; 日盲; 发展现状

中图分类号: TN971. +1 **文献标识码:** A

Development of Ultraviolet Warning Technology

LI Bing-jun¹, LIANG Yong-hui²

(1. The Armament Department of 66069 PLA Troops, Baoding 071051; 2. College of Optoelectric Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: UV warning technology is one of the important missile warning ways, it detects the radiation signature in the UV solar blind spectral band that is emitted from the approaching hostile missile plume. In this paper, the theory of UV warning technology and the developing tendency in overseas and domestic are introduced.

Key words: UV warning; solar blind; development

1 引言

紫外告警技术是20世纪80年代末期国外出现的一种导弹来袭告警技术。紫外告警系统是战术飞机等作战平台用来对来袭导弹进行告警的一种光电探测装备, 它通过探测来袭导弹羽烟的紫外辐射来判断目标的威胁方向及程度, 实时发出警报信息。

2 紫外告警系统的原理

紫外告警是通过探测导弹羽烟中处于日盲光谱区的紫外线辐射来发现目标的。日盲光谱区是指波长在200~300nm波段的紫外辐射, 由于太阳辐射(紫外辐射的主要来源)在这一波段的光波几乎完全被地球的臭氧层所吸收, 即在这个波段, 大气层中的背景辐射几乎为零, 所以称为日盲。在该空域内, 太阳光紫外辐射的能量极其有限, 而常见的战术导弹飞行的动力是燃料加助燃剂, 在低空飞行时燃烧形成处于日盲光谱区波段的紫外辐射源, 利用紫外探测器就能在微弱的背景下探测出导弹。

紫外告警系统主要包括三大部分, 如图1中灰色方块所示, 即紫外探测单元、信号处理单元、显示控制单元。探测单元通常包括几个紫外探测器, 组

合起来以构成全方位角和大空域的覆盖探测。探测器探测到紫外辐射信号后, 经光电转换后把信号送至信号处理单元; 信号处理单元先对信号做预处理, 再送入计算机依据目标特征及预定算法对输入信号做出统计判决, 确定有无威胁源; 若有, 则解算其角方位并向显示控制单元发送信息, 若有多个威胁源,

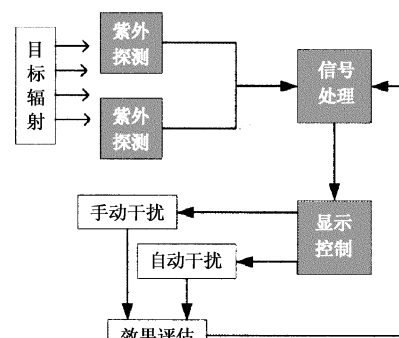


图1 紫外告警系统结构

基金项目: 国家自然科学基金(2002AA312060)资助。

作者简介: 李炳军(1976-), 男, 国防科大工程硕士, 研究方向为紫外告警的应用研究。E-mail: libj1976@sina.com

收稿日期: 2007-04-10

还要排定威胁程度的次序。

由于工作在日盲波段,紫外告警系统具有虚警率低、不需低温冷却的优点。作为一项20世纪80年代末期出现的新型光电告警技术,紫外告警经过20年的迅速发展,已经成为国外装备量最大的导弹来袭告警系统之一,在光电对抗领域发挥着越来越重要的作用。目前,欧美及部分亚洲国家的大部分战机都装备了紫外告警系统,在与制导导弹的对抗中发挥了不可替代的作用。

3 国内外发展动态

从20世纪60年代开始,国外已经开始了在紫外波段探测导弹发射的研究工作。早期研究主要集中在对导弹羽烟紫外辐射的测量,80年代后,随着紫外探测技术的发展,利用日盲光谱区波段紫外辐射对来袭导弹进行告警也取得了重大的进展。紫外告警系统根据发展阶段和所用探测器的不同,分为第一代概略型和第二代成像型,二者都已经大量装备了欧美的先进战机。

3.1 第一代概略型

概略型单通道紫外探测器是第一代紫外告警设备,通过紫外物镜接收导弹羽烟的紫外辐射,以单阳极光电倍增管为探测器件做光电转换。该设备具有很高的内增益、较高的响应速度和好的线性度,具有体积小、质量轻、低虚警、低功耗等优点,缺点是探测灵敏度和角分辨率低。

概略型告警系统的整个工作过程如下:紫外探测器的光学系统把视场空间内特定的紫外辐射光子(包括目标与背景)收集起来,通过滤波后到达光电倍增管阴极接收面,经光电转换处理后形成光电子脉冲,放大后由线路传输到信号处理系统;该系统对信号进行预处理后送入计算机系统,中央处理器依据目标特征及预定算法对输入信号做出有无导弹威胁的统计判断;系统自动向红外诱饵弹投放器发出信号以采取适当对抗措施,并以声音和视觉显示的方式向机组人员进行预警。

概略型紫外告警器的典型器件有美国艾连特(ATK)公司的AAR-47,以色列拉菲尔(Rafael)公司的Guitar-300、Guitar-320,南非的MAWS等。

美国军方的AAR-47是经过实战检验的光电告警设备,全系统包括四个探测器,分别指向四个方向,能在敌导弹到达前2~4s发布警报,能自动释放假目标干扰,还能发现己方发出但未起作用的哑弹,并在1s内再发干扰,整个对抗过程历时短于1s。显示器能提示来袭导弹的高度、方向及威胁程度,并可根据威胁的优先等级顺序采取对抗措施^[1]。表1是AAR-47的具体性能参数,实物图见图2。

表1 AAR-47性能参数

	长度/mm	宽度/mm	高度/mm	质量/kg	视场角	覆盖空域
探测器	203	127	127	1.6	92°	水平 360° × 俯仰 92° (4个探测器)
处理器	254	203	203	7.4		
信号指示器	152	127	51	1.0		
系统总质量(4个探测器)/kg				14.6	总功率	70W

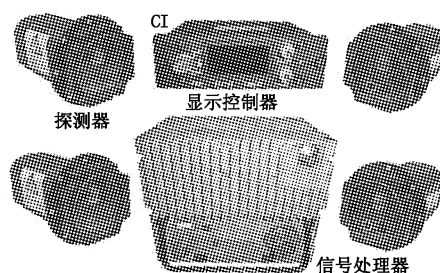


图2 AAR-47(V)2紫外告警系统的构成

AAR-47告警器虽然是非成像型装备,但以其良好的探测性能和兼容性一直得到军方的青睐,经过不断的升级和功能增强,目前在探测器市场仍然占有很重要的位置。该系统现已成为美海军装备最普遍的导弹来袭告警系统,并进行了多次实战检验。在QF-100型无人机试验中,从各个方向向靶机发射了19枚地空导弹和2枚空空导弹,无一漏报;在廷德尔空军基地进行的试验中,又发射了十几枚空空导弹,同样获得成功。当QF-100型无人机装载该系统飞行在9143.7m高空时,检验在附近通过加速飞行的F-16飞机对该系统的虚警情况,获得了令人满意的结果。在其他一些试验中,该系统还能在导弹向飞机发射后不到1s的时间内控制投放红外诱饵弹,这就满足了防御近程肩射式导弹的需要。该系统还具有在运输机起落过程中保护飞机的能力,这对陆军航空兵是极其重要的。

美军在2005年,从艾连特公司签订了2300万美元的合同购置AAR-47系统及其升级套件。升级后的型号AAR-47(V)1,通过改进探测器的灵敏度和升级处理器的运算速度,极大地提高了检测概率和处理速度;在(V)2型号中,ATK公司将整体激光告警探测器植入新式系统中^[2],该系统目前大量应用于直升机和低速固定翼飞机上,包括部分商业飞机。到2005年12月,ATK公司售出的AAR-47(V)2系统超过了5000套^[3]。

3.2 第二代成像型

成像型紫外告警系统使用20世纪80年代后期发展起来的成像型紫外探测器,主要通过大相对孔径的广角紫外物镜接收导弹羽烟的紫外辐射,以面阵探测器形成光电图像,通过解算其图像位置,得出空间相应的位置并进行距离的粗略估算。相对于概略型,它探测和识别目标的能力更强,角分辨率很高,不仅能引导烟幕弹、红外干扰弹的投放,还能指引定向红外干扰机,具有多目标探测能力,能对导弹

的威胁等级进行排序,精确给出威胁目标的方向。成像型告警系统是紫外告警发展的主导潮流。

典型的成像型告警装备有美国诺格(Northrop Grumman)公司的 AN/AAR-54(V)告警系统,其性能参数见表2,实物图如图3所示。AN/AAR-54(V)最早被称为 PWAWS-2000。系统的响应时间达到1s,角分辨率优于 1° ,极大地提高了从假目标中识别来袭导弹的能力。该系统共有两种形式,一种是独立应用的被动式导弹逼近告警系统,另一种是作为电子干扰系统的辅助设备,如 AN/AAQ-24“复仇女神”定向红外对抗系统和 AN/ALE-47 箔条/曳光弹投放系统都包括了 AN/AAR-54(V)探测器^[4]。

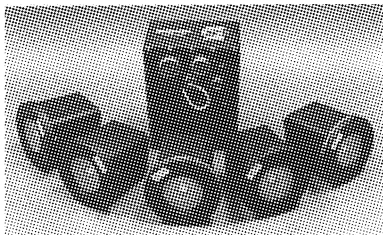


图3 AN/AAR-54(V)紫外告警系统

表2 AN/AAR-54(V)性能参数

	长度/mm	宽度/mm	高度/mm	质量/kg	功率/W	视场角	角分辨率
探测器	112	87	87	1.75	8	120°	1°
控制器	216	160	96.5	4.8	34		

欧盟(法国 MBDA 和德国 EADS 公司)研制的 AN/AAR-60 MILDS,是一种基于高性能凝视紫外成像探测器的机载导弹告警系统,是目前世界上体积最小、性能最好的告警器之一。探测系统采用硅 CCD 阵列,由于其每一像素对应的视场比单元光电倍增管视场小得多,导致对同样的信号只产生较小的噪声,可有效降低背景噪声,使告警系统的信噪比比光电倍增管型的 AAR-47 提高了几个量级。

MILDS 系统最多可包括6个紫外探测器,每个探测器具有 120° 锥形视场,6个探测器可提供全空域覆盖。整个系统没有独立的电子控制单元,每个探测器自带处理器,它们都可控制全系统,故在只剩一个探测器时也能正常工作。

该告警系统不仅能指示目标来袭方向,还能估算其距离,系统响应时间约0.5s,角分辨率为 1° ,每个探测器尺寸为 $120\text{mm} \times 120\text{mm} \times 120\text{mm}$,质量约2kg。设备总质量约为20kg,平均故障间隔时间(MTBF) >9600 飞行小时,探测距离约为5km,可同时应对8个目标,告警系统可在海拔14000m高度下工作^[5],目前已有超过4000部 AN/AAR-60 MILDS 告警器应用在运输机和直升机的平台上,例如 Tiger, NH90, CH-47 和 C-130 等型号。

AAR-60(V)2MILDS F 是经过改进的可应用在战斗机上的型号,目前已装备了欧美的部分 F-16 战斗机,如希腊空军 F-16 的机载自卫综合系统 II 包括了 AN/ALE-47 箔条/曳光弹投放器和 MILDS F 系统。

以色列拉菲尔公司的 Guitar-350 系统(如图4所示)据称可对付100多种类型的导弹,其俯仰角度达到 120° ,具有4~6s的预警时间,同时将总质量减轻为15kg,功率低于200W。

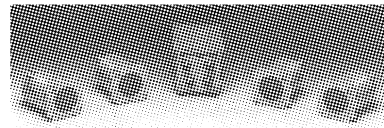


图4 以色列的 Guitar-350

美国利顿(Litton)公司的“先进导弹逼近告警系统”AMAWS 系统是在 MILDS 系统的基础上,以面阵列器件对所警戒的空域进行成像探测,最多可以采用8个紫外成像增强器。探测器的尺寸是 $110\text{mm} \times 120\text{mm} \times 120\text{mm}$,质量为2.2kg,功耗18W。

3.3 国内发展情况

国内在紫外告警系统的研制及装备方面的资料较少,目前已有成像型告警器样机出现,其角分辨率达到了 1° ,探测距离约为4km。

据2002年05月21日国防报报道,由东北电子技术研究所研制的 SE-2 型导弹逼近紫外告警系统在第3届中国国际国防电子展览会上公开展出。该设备采用成像型探测器,角分辨率、探测及识别能力都达到一定水平,能确定其攻击距离并发出警报,适当地改进后,还能装备到坦克、装甲车等多种作战平台上,与国外技术的差距主要是虚警率较高。

参考文献:

- [1] 王永仲. 现代军用光学技术[M]. 北京:科学出版社, 2003:409.
- [2] AN/AAR-47 Enhanced electro-optic missile warning system[M]. ATK Missile Systems Company, 2001.
- [3] http://www.deagel.com/helicopter-Warners-andamp;Sensors/ANAAR-47_a001604001.aspx [EB/OL]. 2007-06-09.
- [4] AN/AAR-54(V) Missile Warning System [R]. Northrop Grumman Corporation.
- [5] Kasper Rasmussen. Danish F-16's to be the first fighters equipped with Integrated Missile Warning System [J]. TERMA UPDATE, 2006, (7):6.