

·光电系统与amp;设计·

国外反狙击手光电探测技术与装备

石 岚, 王 宏

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:目前反狙击手光电探测主要包括红外探测和激光探测两种手段. 以美国、法国、以色列和俄罗斯等国为例, 介绍了反狙击手红外和激光探测技术和装备的发展情况. 从光电探测材料的进步、各种探测手段以及干扰对抗措施的综合应用、装备平台的拓展、多功能的融合、网络化探测能力的实现等方面, 探讨了未来反狙击手光电探测技术和装备的发展方向.

关键词:反狙击手; 光电; 红外探测; 激光探测

中图分类号: P422

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)04-0016-05

Foreign Anti-sniper Detection Technology and Equipment

SHI Lan, WANG Hong

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract: At present, anti-sniper EO detection includes two methods mainly, IR detection and laser detection. Taking U.S.A., France, Israel and Russia for examples, the developments of anti-sniper IR and laser detection technology and equipment are introduced. From the advancement of EO detection materials, integration of detections and countermeasures, expansion of installation platform, fusion of multifunction, realization of network capability, the trends of anti-sniper EO detection technology and equipment are discussed lastly.

Key words: anti-sniper; EO; IR detection; laser detection

城市巷战中, 装备精良、训练有素的狙击手已成为作战部队的心腹大患. 对狙击手进行探测是对其实施打击的先决条件. 据报道, 为了应付伊拉克战场上日趋严重的狙击手威胁, 美国五角大楼已向国会申请了十多亿美元的拨款, 专门用来开发新的反狙击手探测技术和系统. 自 20 世纪 90 年代起, 光电探测作为一种重要的军事探测手段开始应用于反狙击手对抗领域, 近十年来发展迅速, 目前走在前列的美国、以色列、法国和俄罗斯等国采用红外和激光技术已经研制出多种反狙击手光电探测系统, 并部分应用于实战.

1 反狙击手红外探测系统

采用红外探测原理的狙击手探测系统通过探测

枪口闪光和飞行弹丸的红外信号, 来确定敌方狙击手的位置. 红外探测可以探测子弹出膛时的闪光, 发现 2 km 内视线无阻的目标. 由于飞行弹丸比周围空气的温度高, 红外探测器可在几千米外探测到弹丸的热特征, 通过其飞行弹道确定狙击手的位置. 在波长为 3~5 μm 的中红外波段内, 红外探测的效果尤为明显^[1]. 红外探测是一种被动探测手段^[2], 只能在敌方狙击手射击后发现目标.

美国“蝰蛇”反狙击手红外探测系统

美国马里兰高级开发实验室研制的“蝰蛇”反狙击手红外探测系统可以部署在固定场地或战车上, 探测口径为 5.66 mm、7.62 mm 和 12.7 mm 的步枪. 该系统由 CCD 中波红外摄像机、计算机、步枪上安装的惯性传感器及显示器组成. 系统采用凝视型

收稿日期: 2010-08-10

基金项目: 国家部委技术基础资助项目

作者简介: 石岚(1975-), 女, 辽宁锦州人, 高级工程师, 主要研究方向为科技情报研究; 王宏(1963-), 女, 辽宁锦州人, 工程师, 主要研究方向为科技情报研究.

中波红外焦平面阵列探测器探测枪口闪光,可在狙击手开枪后 70 ms 内探测到目标,在此期间,超音速子弹的飞行距离不足 50 m. 系统采用了音频和光电 2 种传感器,可测量狙击手或轻武器发射源的方位、俯仰和距离,并把产生的视频信号传送至数字信号处理机,以此来推算出狙击手所处的位置、方位、俯仰定位精度误差均小于 0.2° . 该系统在狙击枪射程的 2~3 倍距离上探测概率可达 100%. 工作时,红外摄像机不必瞄准或靠近狙击手,只需视线能够观测到目标即可. 即使视线中间存在小型障碍物(如灌木丛),系统仍然能够在狙击手的有效打击距离外探测到信息,探测概率超过 95%. 此外,该系统还可与遥控的对抗发射装置相综合^[1].

以色列 Spotlite 反狙击手红外探测系统

以色列拉斐尔公司研发的 Spotlite 是一种高精度红外探测系统,能同时对多个轻武器/狙击手射击源进行远距离精确探测、识别和定位,反应迅速,探测概率高,可昼夜工作,并具有火力管理能力. Spotlite 有 Spotlite P(便携式)和 Spotlite M(移动式)两种型号. Spotlite P 主要用于探测狙击手使用的小型武器,探测距离超过 1 000 m,其探测单元主要由 FLIR 摄像机、CCD 摄像机、激光测距机、激光标识器和 GPS 系统构成. Spotlite M 安装在战车和装甲战车上,能在行进过程中对敌方狙击手使用的小型武器、火箭弹(RPG)和反坦克导弹(ATGM)进行 360° 水平探测. Spotlite 能对所探测到的射击源进行分析,确认是敌方目标还是己方射击. 目标确认后,Spotlite P 可将目标坐标、距离等参数以及实时图像传送给己方狙击手,迅速有效地形成传感器到射手的回路;Spotlite M 可迅速通过施放烟幕等手段进行平台级别的对抗,也可以启动战术级别的对抗措施,即通过战术 C^2 网络将目标坐标发送到支援部队,进而对敌方目标进行攻击.

2 反狙击手激光探测系统

目前利用激光技术研制的反狙击手探测系统主要依据 2 种原理. 一种是利用“猫眼”效应. 由于狙击手的瞄准望远镜比周围背景的反射能力强,当激光束照射到其表面时,就会产生狙击手不易察觉而探测系统能接收到的激光反射波,从而发现狙击手^[3]. 与红外探测系统不同,这种激光探测系统是一种主动系统,能够在狙击手开枪之前发现其位置,

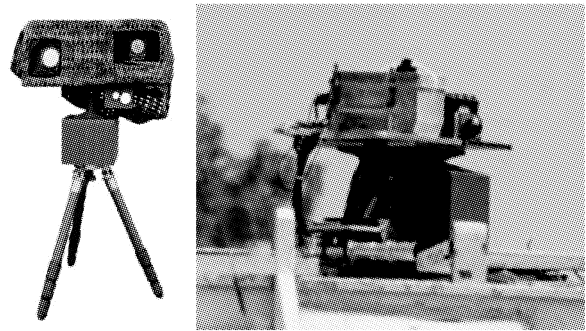


图1 以色列 Spotlite P(左)和 Spotlite M(右)红外探测系统从而实现“先敌攻击探测”能力,因此也成为目前反狙击手探测系统的发展重点. 另一种是利用激光雷达对目标进行探测,确定其方位^[4]. 美国已研制出这种系统并投入伊拉克使用.

2.1 法国

法国激光工业公司(CILAS)公司研制了 SLD 400、SLD 500 系列反狙击手激光探测系统. 能够对隐蔽在伪装网后或者加装有蜂窝板的狙击手步枪瞄准镜进行探测,也能探测夜视镜、测距仪和望远镜等其他光学部件.

SLD 400 可对照射的光学设备进行单独探测并可对特殊区域或物体进行有源扫描和监视. 可安装在固定设备、三角架或静止不动的车辆上,其高精度威胁定位能力可与相关武器或火控系统兼容. 该系统使用近红外激光,工作波长为 $0.8 \sim 0.9 \mu\text{m}$,探测范围为方位 $-175^\circ \sim +175^\circ$ 、俯仰 $-20^\circ \sim +20^\circ$,探测距离为白天 1 000 m、夜间 4 000 m(雾天除外). SLD 400 主要由光学传感器头、转塔和遥控单元三部分组成. 光学传感器头包括一个照射搜索区域的宽角编码波束激光器;一个高技术接收机,具有低可见光放大器功能,能探测光学镜片反射的低级能量. 转塔部分用于带动光学传感器头对可疑区域进行水平和俯仰扫描. 遥控单元由军用加固计算机和控制手柄组成,可根据预定程序或通过手柄控制光学传感器的扫描及显示和处理传感器传来的图像. 系统工作时,激光发射装置发射出编码扫描激光束,每次照射覆盖 $5^\circ \times 4^\circ$ 的区域,与它同步的激光接收装置随即获得激光图像和该区域的可见光图像. 2 种图像传送至遥控单元后,由系统自动比较两者的细微差别. 若有异常,系统将在 0.1 s 内启动警报,并在监视器上显示异常的位置和图像. 操纵人员可以通过控制手柄放大观察可疑区域,以进一步确认是否

存在问题^[4].

SLD 400 原型系统于 1994 年底在萨拉热窝得到首次应用,效果非常显著^[1].驻萨拉热窝的法国维和部队在装备该系统后的几年内没有因狙击手损失一名士兵.除了狙击手探测外,SLD 400 也可通过探测敌军车载瞄准装置记录车辆的运动情况.

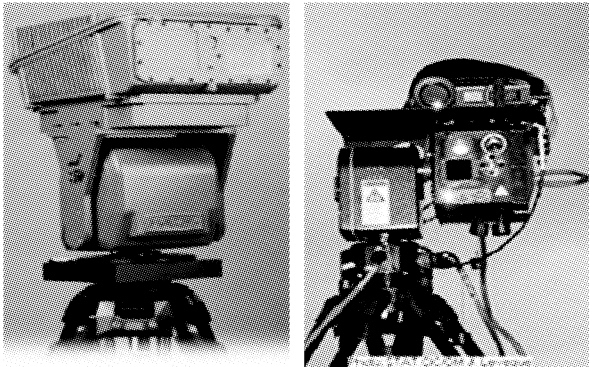


图 2 法国 SLD 400(左)和 SLD 500(右)反狙击手激光探测系统

SLD 500 是在 SLD 400 基础上研发而成,目前正在法国陆军中进行评估.SLD 500 的探测器集成了用于场景监视的可见光高分辨率摄像机、用于照亮探测部分的广角编码激光束及摄像机接收器、激光指示器、激光测距仪及用于目标识别与定位的罗盘和倾角仪,可快速探测并准确定位,而且还能通过高分辨率可见光或红外摄像机识别目标.

SLD 500 具有手动和自动 2 种工作模式.手动模式下,操作者把探测器指向某一方向,如检测到光学设备,系统就会发出警报.自动模式下,SLD 500 可固定在旋转架上,对特定区域自动扫描监视,经计算机处理后可提供狙击手在全景图像中的位置坐标.

SLD 500 激光狙击手探测器结构紧凑、便于携带,特别适用于野外环境,可在短时间内搭建起来,既可通过独立电源供电,也可通过连接于车载电源适配器或标准电源插座的充电单元模块供电.SLD 500 对可选单元进行了模块化设计,包括可使行动单位看到从主控单元传来的实时场景的远程传送装置;用于夜景采集的红外摄像机;以及用于将 SLD 500 连接成一个光学传感器阵列的 GPS 单元.

2.2 美国

Mirage 便携式激光探测系统

Mirage 便携式双筒激光探测系统由美国圣迭戈的多利松公司研制.这种激光器可向 1.2 km 距

离内的物体发出符合安全标准的散焦激光.Mirage 采用的技术可将眼镜、玻璃窗等日常物品与潜在目标区别开.当发现枪支或类似的武器装置后,可立即发回目标图像,清晰显示出狙击手的准确位置.同时,Mirage 还能测量出操作人员和目标之间的距离,并在取景器中显示参数,从而为采取恰当的对抗手段提供依据.

地面激光雷达狙击手探测系统

这种地面激光雷达探测系统由加利福尼亚的“使命研究公司”为国防高级研究计划局研制,美军于 2004 年向伊拉克部署了这种新型狙击手探测系统.该系统实际上是一个部署在地面上的相控阵激光雷达,嵌入一个 20×20 英尺机动式集装箱内,可以向高空大气层发射二氧化碳激光,并在那里形成一个“虚拟激光麦克风”,以探测方圆十几公里范围内由枪炮子弹运动导致的空气中粒子的活动情况,而分析员则可根据空气粒子的运动模式确定可疑狙击手所在的位置.该系统的作用距离高达几十公里,探测距离可达十几公里,因此设备不必安装在行动地点附近,可以部署在巴格达这样规模的城市中.

3 发展动向

3.1 研发新材料紫外探测器,提高探测和定位精度

在现有的技术水平下,声探测和红外探测等手段仍难以实现对狙击手的精确探测和定位.而新型紫外材料探测器的出现,有望使反狙击手紫外探测技术得到迅速发展,从而提高反狙击手探测系统的精度.

美国最新研制出一种极微细的中空氧化锌纳米管,直径仅为人类发丝的 1/1 000,具有非常好的光电转换特性,可准确探测出枪炮发射时产生的紫外线.新一代反狙击手探测技术将充分利用这一性能.狙击手枪炮发射出的紫外光子撞击探测器上的氧化锌原子发生能量转化,光子动能转化成电能.经过处理,通过电流的强弱可以判定紫外光子的撞击方向,进而准确判定狙击手位置.与红外探测器相比,采用氧化锌纳米管材料制成的传感器的灵敏度要高出上千倍,此外还可以探测各种气体.该项研究得到美国陆军的高度重视,负责该项技术研发的白玉兰光学技术公司已经获得 125 万美元的经费,计划 2009 年研制出样机^[5].

3.2 综合应用多种探测和定位手段

虽然出现了采用多种原理的狙击手探测系统,依靠单一探测体制的系统仍然存在漏洞.例如,红外和声探测系统采用被动探测原理,至少要等狙击手射出第一颗子弹后才能发挥效用,如果狙击手技术过硬,关键目标很可能因其一发射杀而失去防护意义.激光狙击手探测系统尽管能够进行主动扫描,但扫描识别周期比较长,有可能在尚未得到结果前就遭到攻击;如果射手事先采取措施,抑制某个波长的激光,或在狙击步枪上安装更有效的抗反射滤光装置,也有可能使激光探测系统失效;此外,激光工作对气象条件较强的依赖性也限制了其功能的发挥^[1].实践证明,综合使用各种主、被动探测手段,有助于显著提高探测精度,缩短响应时间.

驻伊美军于2007年2月起开始试用一种名为“红鸢”的反狙击手探测系统.“红鸢”的外形类似一台微型遥控坦克,综合了包括声探测系统、中央摄像头、激光测距仪和GPS等系统在内的多种探测和定位系统.该系统采用的变焦镜头能发现1.6 km处的狙击手,激光测距仪能够测算出距离,并在GPS系统的帮助下精确测定方位.“红鸢”探测系统能确定900 m内目标的具体位置,每台售价约15万美元.

此外,法国军队也将性能先进的SLD 400、SLD 500激光探测系统与“皮勒尔”声探测系统综合使用,大大增强了实战效能.

3.3 开发反狙击手光电探测和攻击一体化系统

综合了光电探测、干扰、攻击手段的一体化对抗系统是未来反狙击手系统的重要发展方向.当狙击手被定位后,即可采用包括激光对抗在内的多种措施干扰敌方瞄准系统的光电探测器或将其击毁.

俄罗斯努杰里曼精密仪器设计局研制出结合了光电探测和激光干扰功能的PAPV便携式光电对抗激光干扰机.该系统可进行昼夜探测,具有较高的识别能力和探测精度,且抗干扰能力强.探测到目标的光电设备时,探测器能够自动形成强激光接通指令,在瞬间对光电设备完成抑制和摧毁.

PAPV系统的激光干扰机由光学观测、激光探测、激光器和蓄电池等部分构成.其中激光探测部分由小功率激光器(在非可见光谱区形成辐射)、反射光信号探测器及音响信号提示装置组成.激光探测采用宽视场和窄视场两组光电探测器,增强了探测

精度.在探测阶段,系统会发射波长为 $0.86\ \mu\text{m}$ 对人眼无害的低能激光束实施连续扫描,工作频率为 $0.1\ \text{Hz}$,探测辐射脉冲功率为 $2\ \text{W}$,探测脉冲跟踪频率 $6\ 000\ \text{Hz}$.传感器可识别波长在 $0.53\sim 1.06\ \mu\text{m}$ 之间的激光束,使用反射信号专用处理算法滤除各种辐射信号及玻璃、镜片和漫反射物体的激光反射信号.目标定位后,即可利用强激光在可见光和近红外光谱区同时干扰所探测到的光电设备.当波长为 $0.53\ \mu\text{m}$ 时,激光器的强辐射脉冲能量为 $0.2\ \text{J}$;波长为 $1.06\ \mu\text{m}$ 时,辐射脉冲能量可达 $1.5\ \text{J}$.该系统的作用距离为 $300\sim 1\ 500\ \text{m}$,每分钟可发射6次激光脉冲.系统总质量为 $56\ \text{kg}$,可在短时间内分解为两个质量为 $28\ \text{kg}$ 的独立组件,便于单兵携带.系统由内置的蓄电池供电,工作电压为 $27\ \text{V}$,能够通过大多数汽车和装甲车辆进行充电.另外,系统还配有一套夜视仪,供夜间作战使用.

俄罗斯防务装备出口公司已将这种便携式自动光电对抗系统在阿联酋境内的马卡特拉靶场进行了演示.试验证明,该系统可使击中的光学仪器或狙击手长时间丧失作战能力.除了用来对抗狙击手,该系统还可有效压制反坦克导弹装置.

3.4 兼具反狙击手探测和敌方火力指示(HFI)功能

敌方火力主要是指火箭弹、重机枪、高射炮、迫击炮和反坦克导弹等火力,它们对飞机和地面车辆生存能力造成的威胁正不断增加.目前包括以色列、美国和俄罗斯等国在内的多个国家均已开始研制能够指示敌方火力的反狙击手光电探测和攻击系统.例如,以色列拉斐尔公司的Spotlite就是一种既能探测敌方狙击手又能探测火箭弹和反坦克导弹等目标的高精度红外探测系统.

美国国防高级研究计划局(DARPA)计划将一种称为“瞄准器”的系统和激光探测系统结合在一起,专门打击狙击手.这是一种超快速探测与反应系统,能够在遭到狙击手袭击后立刻确定子弹的来源和弹道,反应时间不超过 $0.1\ \text{s}$.此外,该系统也能探测来袭的迫击炮弹和火箭弹.探测到狙击手后,该系统可以选择采取杀伤或非杀伤性手段进行还击.杀伤性手段指的是自动还击,非杀伤性手段则包括高清晰度摄影、激光致盲以及发射橡胶弹等.“瞄准器”系统可以安装在美军的“悍马”上,尤其适合城区作战^[6].

3.5 拓展探测系统的应用平台

除了传统的车载、地基和便携式探测系统外,美国正在积极探索可以装备空中和海上平台的反狙击手光电探测系统。

空中平台载探测系统

中低空飞行的无人机、飞机和飞艇正在成为反狙击手探测的新平台.美国马里兰高级开发实验室研发的“蝰蛇”红外探测系统就可以安装在直升机或无人机上使用.执行任务时,飞机在指定地区盘旋,红外传感器捕捉到枪口处的红外信号之后,系统会记录下狙击手的方位,并将这些情报传输给作战部队.在 2002 年华盛顿遭遇狙击手袭击事件中,该系统安装在直升机和飞艇上执行了任务。



图 3 安装在海军无人机上的“蝰蛇”红外探测系统

水上平台载探测系统

为了支援美国特种作战司令部(SOCOM),美国陆军于 2007 年 10 月提出了对水上平台载狙击手探测系统的需求,用于水上特种作战平台的狙击手对抗。

美国陆军寻求的狙击手探测系统具备以下特点:能够探测狙击手火力,包括方位和距离;能够通过视频或音频方式为使用者提供告警;探测距离最小达到 300 m;能够对射手位置进行实时探测和更新;方位误差小于 $\pm 5^\circ$ 。

此外还应满足以下要求:要能够安装在水上特种作战(SOC-R: Special Operations Craft Riverine)平台上,并且只需对平台做很小的改动;易于改进升级,增加新功能时无需采购新系统;能够在多种环境中使用,如海岸、港口、内陆河流;能够在各种天气条件下使用;外部材料防腐防水;其探测性能满足承载平台 74 km/h 移动速度的要求;长度小于 914 mm;质量小于 13.6 kg;所采用的技术要足够成熟,能够在 12 个月内进行工程试验。

3.6 探索网络化反狙击手探测能力

基于网络无线传感器的反狙击手探测系统,可在复杂地区对狙击手进行探测并实施精确定位^[6].将大量价格低廉、经由无线网络通信的光电探测传感器构成网络系统后,可扩大探测覆盖面、提高探测精度,并且能够克服单个传感器失误造成的不良影响,具有很好的发展前景。

美军正在开发试验一种称为“网络嵌入系统技术”(NEST)的传感器节点技术,采用这种技术的反狙击手探测系统可以作为网络的节点散布于特定区域内,对狙击手进行定位.美陆军研究实验室、海军陆战队战斗实验室和 AAI 公司过去几年一直在利用 NEST 技术联合开发机动性反狙击手探测系统,现已将 NEST 技术成功应用到“射弹探测与显示系统”(PDCue)声探测系统中,为进一步实现网络化光电探测能力奠定了技术基础。

4 结束语

历史的经验表明,不论在正规战斗还是特种作战中,狙击手都能发挥关键作用.随着未来作战需求的丰富以及狙击步枪作战性能的提高,狙击手的作用将更加凸显,对狙击手的探测也日益重要.光电探测技术的应用打破了以往单纯依靠声音探测技术的局限,红外探测使在听到枪声之前发现目标成为可能,而激光探测技术则实现了“先敌攻击探测”,进一步减少了人员伤亡.未来在光电探测材料和技术进步的基础上,同时依靠各种探测手段以及干扰对抗措施的综合应用、装备平台的拓展、多功能的融合以及网络化探测能力的实现,光电探测技术将在反狙击手探测领域发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 李承选. 狙击手探测系统:让狙击手无所遁形[J]. 现代军事, 2005(11):54-55.
- [2] 梅遂生. 光电子技术[M]. 北京:国防工业出版社, 1999:84-88.
- [3] 王永仲. 现代军用光学技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2003:364-368.
- [4] 王小谟,张光义. 雷达与探测——信息化战争的火眼金睛[M]. 北京:国防工业出版社, 2008:434.
- [5] 张忠模. 探测精度提高上万倍的新型纳米紫外探测器[J]. 功能材料信息, 2008(4).
- [6] 熊群力. 综合电子战——信息化战争的杀手锏[M]. 北京:国防工业出版社, 2008:249-250.