

军用车辆夜间驾驶装备发展现状与展望

蔡滨¹, 曹巍², 李斐如¹, 付康¹

(1. 驻五八〇八厂军代室, 山东 泰安 271000; 2. 总装南京军代局, 南京 210024)

摘要:随着陆军全天候高机动作战的需求不断增强,作为支持陆军车辆平台全天候机动的重要技术装备,军用车辆夜间驾驶装备的性能需求不断提高。介绍了夜视技术的发展及其军事应用情况,分析了不同类型夜间驾驶装备现状与优缺点,结果表明:在坦克、装甲战车等领域,红外热像仪的优势日趋明显;而对于常规军用车辆的夜间驾驶,头盔式夜视仪更加便捷。在研究各国夜间驾驶装备最新进展的基础上,探讨了夜间驾驶装备未来发展趋势,为军用车辆夜间驾驶装备的论证与发展提供了参考。

关键词:军用车辆;夜间驾驶;装备;红外热像仪;夜视技术

本文引用格式:蔡滨,曹巍,李斐如,等.军用车辆夜间驾驶装备发展现状与展望[J].四川兵工学报,2015(6):29-32.

Citation format:CAI Bin, CAO Wei, LI Fei-ru, et al. Development Status and Prospect of Military Vehicle Night Driving Equipment[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2015(6):29-32.

中图分类号:U27

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2015)06-0029-05

Development Status and Prospect of Military Vehicle Night Driving Equipment

CAI Bin¹, CAO Wei², LI Fei-ru¹, FU Kang¹

(1. Military Delegate Office of Factory No. 5808, Tai'an 271000, China;
2. Nanjing Military Delegate Bureau, Nanjing 210024, China)

Abstract: As the requirement of all-weather mobile operations increases, higher property of night driving equipment which supports all-weather mobile operations of military vehicle is required. The development of the night vision technology and its military application were introduced and the current situation of different night driving equipment and their merit and demerit were analyzed. The results show that thermal infrared imager presents more superiority in tank and armored car than low-light-level equipment and the helmet night vision system are more suitable for normal military vehicles. The prospect of night driving equipment was discussed to provide a reference for the night driving equipment demonstration of weapon system based on the analysis of the latest development of night driving equipment all over the world.

Key words: military vehicle; night driving; equipment; thermal infrared imager; night vision technology

随着新军事变革的不断发展,对陆军部队提出了灵活、高效、精确的要求。在这样的战略背景下,陆军装备不断向机械化和信息化发展,而车辆平台已成为保障陆军机动的主要平台。夜间驾驶装备是支持军用车辆全天时、全天候机动作战的重要辅助装备,对其性能和数量的需求不断提高。夜

间驾驶装备的性能与夜视技术的发展密切相关,西方国家在夜视技术领域一直处于领先,且对我国进行技术封锁^[1]。近年来,我国通过技术引进等方式跟踪国际先进夜视技术,取得了长足进步,但与西方国家相比仍存在代差^[2]。因此,研究西方夜视技术的发展及其军事应用,分析各种夜间驾驶装

备现状与优缺点,跟踪发达国家新型装备的发展趋势,对我军车辆夜间驾驶装备的论证与发展具有重要借鉴意义。

1 夜视技术的现状和特点

夜视技术是基于军事需求发展起来的一门技术,按作用形式可分为主动夜视技术和被动夜视技术。

1.1 主动式夜视技术

主动式夜视技术利用红外光源照射目标,接受反射的红外辐射并转化为人眼可观察的图像^[3],具有目标与背景的反差大,成像清晰的优点。

1.2 被动式夜视技术

被动式夜视技术是利用如月光、星光、夜天光、热等自然光线,加以放大增强或转换达到可视目的^[4]。这种技术仅依靠物体本身发出的光线进行识别,也称无源夜视技术。依据原理不同分为微光夜视技术和红外热成像技术。

1.2.1 微光夜视技术的发展及其军事应用

微光夜视技术基于光电子成像的原理,将人眼不能或不易看到的X光、UV光、极微弱星和近红外辐射等,通过各类微光像增强器和微光CCD成像器件进行光谱和光电转换、图像增强、处理、显示,从而克服人眼在夜间等低照度环境下的视觉限制^[5]。军用微光夜视装备诞生于20世纪60年代^[6],随着核心部件像增强器从第一代发展到第四代^[7-9],微光夜视装备性能和战场适应性不断提高。

1.2.2 红外热成像技术的发展及其军事应用

红外热成像技术的基本原理是通过接收物体发出的远红外光线,基于目标与背景的温度及辐射发射率的差异,逐点测定辐射强度,形成肉眼可见的热图像^[10]。红外热成像技术的发展与红外探测器的发展密切相关,第一代红外探测器是20世纪60年代出现的线列扫描器件。20世纪70年代至80年代,随着二维红外焦平面阵列(IRFPA)器件开始出现,红外探测器进入第二代发展阶段。20世纪90年代以来,集成化的焦平面阵列红外探测器不断发展,探测器的元数不断增加,性能也极大提高,并不断向超大规模阵列和多波段复合方向发展^[11]。例如,美国为E-2C预警飞机研制的红外搜索和跟踪装置,采用了工作于 $3.4 \sim 4.8 \mu\text{m}$ 和 $8.2 \sim 9.2 \mu\text{m}$ 的双波段凝视焦平面阵列^[12]。

红外热像仪具有观察距离远、环境适应性强等优点,在各国军队中广泛应用。美国研制的基于二代红外探测器的ANS/PAS-13型“热力武器瞄准器”,逐步取代AN/PVS-4和AN/PVS-5微光瞄准具^[13],其对人员的探测距离超过100 m,对车辆为200 m。俄罗斯的“航空模块”热像仪对人的探测距离为8 km,识别距离为3.5 km;对装甲目标的探测距离为10 km,识别距离为6 km^[14]。

综上所述,目前应用于军事领域的夜视技术以微光夜视技术和红外热成像技术为主,这2种技术各有其优势和不足,且均在不断发展。不同武器平台在进行夜视装备论证时,通常根据其观测需求、作战环境要求、性价比等综合考虑,选用一种夜视装备。

2 军用车辆夜间驾驶装备发展现状

新军事变革以来,陆军的作战使命和作战形式不断向快速、高效、精确发展,全天候、高机动作战成为常态。各型军用车辆平台是保障陆军高机动作战的基础,因此,支持陆军全天候机动作战的夜间驾驶装备获得了巨大的发展。随着探测器件更新换代和使用性能的不断提高,出现了多种形式的夜间驾驶装备,主要有潜望式、电视式和头盔式等。

2.1 潜望式夜间驾驶仪

潜望式夜间驾驶仪固定在驾驶车辆上,物镜露出车体表面,使用人员在内部通过目镜对夜间道路或场景进行观察。这种夜间驾驶装备通常体积大、质量重,且与车辆固定,目前主要应用于步兵战车、主战坦克等。

随着低成本的非制冷红外热像仪不断发展,军用车辆夜间驾驶仪越来越多地采用红外热像技术。2004年,美国DRS公司开始生产用于多种前线作战和战术轮式车辆上的红外热成像夜间驾驶仪,并大量配备于Bradley战车, Abrams M1坦克, Comanche装甲等各类型地面车辆。该驾驶仪能够穿透烟尘、薄雾和黑暗,探测距离110 m站立的人以及距离1200 m的静止车辆。同年,英国陆军未来指挥和联络车项目也采用了400多套Thales公司的红外热成像夜间驾驶仪^[15]。德国蔡司光电子公司研制的KLP TW潜望镜采用了非制冷红外探测器的热像仪,装备于主战坦克用于夜间观察和驾驶。荷兰陆军的非制冷红外热像仪对坦克的探测和识别距离分别达到2240 m和790 m。

可见,在坦克、战车等需潜望观察的陆军装备领域,美欧等军队已逐渐采用非制冷热成像夜间驾驶仪替代原有的微光夜间驾驶仪。

与此同时,红外热像仪对路况识别具有不确定性,不能有效地区分沟壑、雪地等特殊环境,在一些环境条件下的使用受到限制,且由于受到技术封锁,国产红外热像仪的价格仍相对较高。而微光夜间驾驶仪能够克服上述不足,满足特殊环境的使用要求,因而采用超二代微光像增强器的国产潜望式微光夜间驾驶仪仍有一定市场,装备于国产各型军用车辆。

总的来说,红外热像仪和微光夜视仪在潜望式夜间驾驶装备领域成竞争之势,且红外热像仪的优势日趋明显。

2.2 电视式夜间驾驶仪

电视式夜间驾驶仪是基于光电探测器件发展而来的具有视频摄取、显示或传输的一类车辆用驾驶装备。其主要原理是将红外或微光探头固定于车的外部,观察的景象经探测器转换为电信号,通过线缆或无线通信设备将电信号传输到车内终端显示器^[16]。如法国在坦克中使用的“卡纳斯特”微光电视系统,使用人员可通过终端显示器对外界景物进行夜间观察。电视式夜间驾驶仪具有人机功能好,观察舒适、方便,不受车辆颠簸影响,可兼顾观察车内亮仪表等优点。还可将探测的战场环境信息传输到远距离终端,实现战场信息共享。

但由于电视式夜间驾驶仪具有图像传输和显示功能,成本较高、维护要求复杂,更多用于夜间侦察、监视敌大型重要目标,较少用于常规军用车辆的夜间驾驶。

2.3 头盔式夜间驾驶仪

头盔式夜间驾驶仪佩戴于使用人员头部,体积小、质量轻成为产品特点和优势。由于远红外光线不能穿透玻璃介质,红外热成像技术不适于头盔式夜间驾驶仪,所以头盔式夜间驾驶仪主要采用微光夜视技术。

国外从2000年以后研制装备的头盔式夜间驾驶仪均采用了折叠光路光学系统,体积小、质量轻、物镜目镜突出量小,重心贴近面部,更适合较长时间头戴使用^[17]。如法国研制的Lucie夜视仪(见图1所示),采用了最先进的折叠光路光学设计技术,光轴方向尺寸小,质量轻,于2002年开始装备北约部队。其外形尺寸为79 mm×130 mm×80 mm,主机质量为430 g。

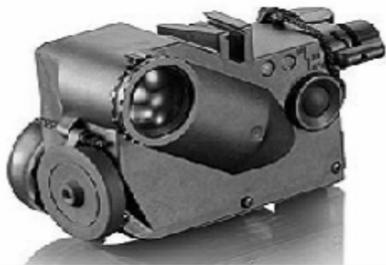


图1 Lucie夜视仪

近年来,国内新型头盔式夜间驾驶仪采用折叠光路光学设计技术,在视场、体积、质量、分辨率等性能指标方面达到或超过法国Lucie夜视仪的水平。

总的来说,上述3种形式的夜间驾驶装备中,潜望式夜间驾驶仪必须将双眼贴到其目镜上观察,通过转动内部棱镜达到周视或俯仰观察效果,不能进行装备位置的调整,使用人员受限较大。电视式夜间驾驶仪成本较高、使用和维护的要求复杂,较少应用于常规军用车辆的夜间驾驶。头盔式夜间驾驶仪可随使用人员头部自由转动,观察没有盲区,便携性好,适应于各种车型。同时可以增加辅助照明等功能,用于夜间维修、近距离观察等。鉴于其军事经济效益较为明显,目前我军已大量装备头盔式夜间驾驶仪。

3 夜间驾驶装备的发展趋势

各型车辆装备的夜间机动离不开夜间驾驶装备,因此,夜间驾驶装备的研发一直受到各发达国家的高度关注和支持,发展也异常迅速。目前,主要呈现出高效化、轻便化、综合化和信息化发展的趋势。

3.1 高效化

随着探测器件的灵敏度、信噪比不断提高,夜间驾驶装备也不断向探测距离更远、分辨率更高的高效化方向发展^[18]。例如,德国Schmidt & Bender公司研制的“黑夜猎人”夜视仪(见图2所示),采用了先进的XR5像增强器,极限分

辨力达70 lp/mm^[19]。ITL公司的Explorer II夜视仪对人员探测距离达6 km,识别距离达2 km。



图2 “黑夜猎人”夜视仪

3.2 轻便化

为适应陆军高机动作战的整体要求,夜间驾驶装备不断向轻便化方向发展,其目标是减小体积、质量,增大视场,增加通视能力。如美国研制的AN/PVS-21增强型夜视仪(见图3所示),采用折叠光学系统,将2个像增强器垂直安置,减小了突出量,步兵佩戴这种眼镜可以完成跳出车辆、快速跑动、扑向地面、旋转身躯等动作^[20]。



图3 AN/PVS-21增强型夜视仪

在增加视场、减少人眼观察限制方面,美国研制了视场80°~100°且不降低影像分辨率的宽视场夜视仪(PNVG)^[21](见图4所示)。这种眼镜采用4支直径16 mm的像增强器及特殊光学系统结构,使驾驶人员而不必转动头部即可看到更宽的视野。



图4 宽视场夜视仪(PNVG)

3.3 融合化

综合化是将多种夜视技术应用到同一夜视装备中,充分扬长避短,提高夜间驾驶装备的战场环境适应性^[22]。

随着 InGaAs 焦平面阵列探测器的不断发展,实现了微光/短波红外的图像融合,增强了战场信息的识别能力^[23]。美国基于图像融合技术研制了 AN/PSQ-20(ENVG)(见图5所示),已装备陆军^[24]。



图5 AN/PSQ-20 夜视仪

艾克聪^[25]提出的红外转换微光像增强器,将微光夜视技术扩大到近红外(0.8~1.7 μm)和中红外(3~5 μm)波段,不仅有热成像技术探测距离远和大气传输特性好的特点,而且可利用微光夜视技术的电子聚焦和倍增等功能,达到宽光谱响应(至近红外、中红外),实现微光与红外兼容。

刘磊等^[26]研制的激光助视/微光夜间驾驶仪,将激光助视与微光夜视技术结合,在低照度条件下(10^{-3} lx 以下)使用激光助视,使微光成像系统的探测阈值延伸到 10^{-4} lx 以下,提高了其在恶劣天气条件下的观察效果。

3.4 信息化

随着基于信息系统的作战指挥体系不断完善,夜间驾驶装备作为战场信息节点的作用逐渐凸显,使其向信息化方向发展。一方面,夜间驾驶装备可以对作战单元所获取的战场图像信息进行监视和记录,并将图像从战场传送到指挥中心。指挥中心根据从战场传回的信息,掌握和分析战场态势,从而掌握信息的主动权。

另一方面信息化的夜间驾驶装备还可对战场信息和接受到的指挥信息进行显示。例如美国的 AN/PVS-21 夜视仪、瑞士的 BIM4 夜视仪以及法国的 MINIE 夜视仪(图6)均嵌入了小型平面显示器^[27,28],可将数据信息叠加在场景图像上,扩展了佩戴者的信息获取能力。



图6 MINIE 夜视镜

4 结束语

夜间驾驶装备是支持军用车辆全天时、全天候机动作战的重要辅助装备。在坦克、装甲战车等领域,红外热像仪的优势日趋明显;而对于常规车辆的夜间驾驶,头盔式夜视仪更加便捷。

在红外热像仪领域,我国需要缩小代差,降低成本;在头盔夜视仪领域,尽管现有装备能够满足军用车辆夜间驾驶的需求,仍需发展像增强器技术,跟上高效化、轻量化、综合化、信息化的发展步伐。

参考文献:

- [1] 吴东满. 俄罗斯陆军武器装备[M]. 北京:国防工业出版社,2009.
- [2] 李才平,邹永星,杨松龄. 基于微光与红外的夜视技术[J]. 国外电子元器件,2006(2):72-75.
- [3] 陈大勇. 主动式车载夜视装置的研制[D]. 武汉:华中科技大学,2011.
- [4] 陈映革. 我国军用夜视仪器可靠性分析研究[J]. 光电子技术,2003,23(1):68-70.
- [5] 向世明,高教波,焦明印,等. 现代光电子成像技术概论[M]. 北京:北京理工大学出版社,2010.
- [6] 张敬贤,李玉丹,金伟其. 微光与红外成像技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,1995.
- [7] Hayashida M, Mirzoyan R, Teshima M. Development of HPDs with an 18 mm diameter GaAsP photocathode for the MAGIC-II[J]. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research,2006,567:180-183.
- [8] Eric H, Scott G. Night Vision Technology Update[J]. Armada International,2001(5):28-36.
- [9] 王瑞凤,杨宪江,吴伟东. 发展中的红外热成像技术[J]. 红外与激光工程,2001,30(3):214-217.
- [10] Owen R. Producibility advances in hybrid uncooled infrared devices-II[C]//Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering. [S. l.]:[s. n.],1996,2746:101-102.
- [11] WANG Ya-jie, QIU Hong-kun, WANG Lin-lin, et al. Research on algorithm of night vision image fusion and coloration[J]. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications,2013,20:20-24.
- [12] Roberto Sabatini, Mark A. Richardson, Maurizio Cantiello, et al. A novel approach to night vision imaging systems development, integration and verification in military aircraft[J]. Aerospace Science and Technology,2013,31:10-23.
- [13] 蔡毅. 非制冷热成像在夜视技术中的作用和地位[J]. 红外与激光工程,2001,30(3):214-217.

动模型,将快速二阶滑模控制和反演控制相结合,设计了一种新的超音速靶弹反演滑模控制器。该控制器能够快速响应姿态角指令,适用于超音速飞行靶弹的姿态控制,该控制器也具有良好的鲁棒性,能够处理外界干扰和建模不确定性带来的影响。设计中采用线性项和非线性项使滑模变量快速收敛到原点,使得响应速度提升。且设计的不连续控制量作用在滑模变量的高阶导数上,解决了传统滑模控制的高频抖振问题,使其具有一定的工程应用价值。

参考文献:

- [1] 朱凯,齐乃明,秦昌茂. 基于二阶滑模的BTT导弹反演滑模控制[J]. 系统工程与电子技术, 2010, 32(4): 829-832.
- [2] Takeshi Yamasaki, Balakrishnan S N, Hiroyuki Takano etc. Second Order Sliding Mode-Based Intercept Guidance with Uncertainty and Disturbance Compensation [C]// AIAA Guidance, Navigation, and Control (GNC) Conference, 2013.
- [3] 李亚平. 基于无向连通图理论的矩阵集结方案的优化

[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2014, 31(5): 10-13.

- [4] Jun Hu, Zidong Wang, Huijun Gao etc. Robust Sliding Mode Control for Discrete Stochastic Systems With Mixed Time Delays, Randomly Occurring Uncertainties, and Randomly Occurring Nonlinearities [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2012, 59(7): 3008-3015.
- [5] 于进勇, 顾文锦, 赵红超. 飞航导弹纵向控制系统的二阶滑模控制系统设计[J]. 系统仿真学报, 2003, 15(9): 1319-1321.
- [6] 曹小平, 程静. 基于微信的自助查询系统的设计与实现[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2014, 31(2): 66-69.
- [7] Chih-Lyang Hwang, Chiang-Cheng Chiang, Yao-Wei Yeh. Adaptive Fuzzy Hierarchical Sliding-Mode Control for the Trajectory Tracking of Uncertain Underactuated Nonlinear Dynamic Systems[J]. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2014, 22(2): 286-299.

(责任编辑 周江川)

(上接第32页)

- [14] 陆剑鸣, 蔡毅, 黄晖. 俄罗斯红外热成像技术的现状、特点、发展趋势及不足之处[J]. 红外技术, 2006, 28(2): 68-73.
- [15] 韩波, 李宜斌. 军用车辆辅助驾驶仪的发展[J]. 激光与红外, 2010, 40(3): 238-240.
- [16] Richard J C, Riou D, Vittot M. Low-light-level TV with Image Intensifier Tubes and CCDs[J]. Advances in Electronics and Electron Physics, 1988, 74: 9-15.
- [17] 金伟其, 刘广荣, 白廷柱. 夜视领域几个热点技术的进展及分析[J]. 光学技术, 2005, 31(3): 405-409.
- [18] Qian Xiaoyan, Wang Yujin, Wang Bangfeng. Effective contrast enhancement method for color night vision[J]. Infrared Physics & Technology, 2012, 55: 130-136.
- [19] DEP B V. XD_5 Image Intensifier Tube[EB/OL]. [2012-12-05] www.dep.nl.
- [20] 刘宏波, 周航宇. 军用微光夜视技术[C]//第五届全国夜视技术交流会. 出版地不详:[出版社不详], 2005: 26-31.
- [21] 郭晖, 向世明, 田民强. 微光夜视技术发展动态评述[J]. 红外技术, 2013, 35(2): 63-68.

- [22] Daniela Borissova, Ivan Mustakerov. A generalized optimization method for night vision devices design considering stochastic external surveillance conditions[J]. Applied Mathematical Modelling, 2009, 33: 4078-4085.
- [23] 潘京生, 孙建宁, 金戈, 等. 钨镓砷焦平面阵列在微光夜视应用中的潜力及前景[J]. 红外技术, 2014, 36(6): 425-432.
- [24] 曹晓东. 美国第10山地师装备AN/PSQ-20增强型夜视镜[J]. 轻兵器, 2009(20): 89.
- [25] 艾克聪. 微光夜视技术的进展与展望[J]. 应用光学, 2006, 27(4): 303-307.
- [26] 刘磊, 钱芸生, 邱亚峰, 等. 激光助视/微光夜间驾驶仪设计及野外试验[J]. 红外与激光工程, 2007, 36(3): 361-364.
- [27] 张振中, 李其祥. 微光夜视技术的发展与评价[J]. 山西科技, 2007(3): 110-111.
- [28] Chrzanowski K. Review of night vision technology[J]. Opto-Electronics Review, 2013, 21(2): 53-181.

(责任编辑 周江川)