

文章编号:1001-5078(2024)04-0620-06

· 光电技术与系统 ·

俄乌冲突侦察监视与伪装对抗应用分析

刘洪蕊,王结良,吴剑锋,胡志毅,苏海涛
(32182部队,北京100042)

摘要:在战场日臻透明和“发现即摧毁”的侦察打击背景下,伪装成为提高军事目标生存和掩护军事行动的有效手段。本研究以俄乌冲突为背景,对覆盖空-天-地-海范围的侦察监视和各类伪装对抗措施进行系统分析。最后,从自适应多谱段伪装技术开发、轻量化及大跨度伪装器材研制、多维度伪装策略应用及效果评估等方面提出伪装对抗发展方向。

关键词:俄乌冲突;侦察监视;伪装对抗

中图分类号:E920;TN97 文献标识码:A DOI:10.3969/j.issn.1001-5078.2024.04.020

Analysis of reconnaissance surveillance and camouflage countermeasures applications in the Russian-Ukrainian conflict

LIU Hong-ru, WANG Jie-liang, WU Jian-feng, HU Zhi-yi, SU Hai-tao
(Unit 32182 of PLA, Beijing 100042, China)

Abstract:In the context of increasing battlefield transparency and "find and destroy" reconnaissance strikes, camouflage has become an effective means of improving the survival of military targets and covering military operations. This paper provides a systematic analysis of reconnaissance and surveillance and various types of camouflage countermeasures covering the air-sky-earth-sea range against the background of the Russian-Ukrainian conflict. And the development direction of camouflage countermeasures is proposed from the aspects of adaptive multi-spectral camouflage technology development, lightweight and long-span camouflage equipment development, multi-dimensional camouflage strategy application and effect evaluation.

Keywords:Russia-Ukraine conflict; reconnaissance and surveillance; camouflage defense

1 引言

现代战争中,战场上的军事目标、军事行动受到来自太空、天空、地面等多域范围、近乎全波段覆盖的直接、间接侦察,生存能力受到严重威胁。

卫星凭借侦察范围广、面积大、不受国界和地理条件限制的优势被世界各国重点发展应用。无人机侦察等空中侦察手段也被广泛应用于战场环境,且无人机机载侦察感知系统正在进行新一轮的更新换代,进一步融合光电、雷达等技术后,可逐步满足复

杂战场的侦察需求。此外,地面侦察平台具有良好的机动性和灵活性,可作为空中、太空侦察的辅助手段。在可见、红外与雷达等技术支撑下,梯次覆盖、优势互补的空-天-地一体化侦察体系将不断完善,侦察能力向立体化、全天候、多层次、高精度快速迈进,未来环境将逐步呈现“透明”状态。

伪装是应对大面积、连续、全纵深的侦察威胁、提高军事目标生存能力的有效方式,主要利用隐真示假等方式对作战企图、行动和重要目标进行保护,

作者简介:刘洪蕊(1992-),女,博士,工程师,主要从事工程伪装、伪装材料研究。E-mail:remain7@163.com

通讯作者:王结良(1980-),男,博士,高工,主要从事功能材料、工程伪装材料技术等研究。E-mail:wang_jie_l@126.com

收稿日期:2023-07-12;修订日期:2023-09-09

欺骗、迷惑敌方。自20世纪50年代以来,国内外针对静态伪装技术和相应的器材研制已开展了大量研究,取得了大量成果。目前侧重于发展自适应伪装技术、多谱段兼容伪装材料与技术、大跨度轻质伪装遮障器材等领域。其中,自适应伪装技术领域主要探究可见光自适应伪装^[1-2]、红外自适应伪装^[3-4]、雷达自适应伪装材料及技术^[5];多谱段兼容伪装领域主要探究实现可见、红外、雷达波段兼容伪装的先进材料、技术、器材^[1],波长覆盖范围从百纳米量级(可见光)到毫米量级(微波);大跨度轻质遮障领域主要探究可实现大型目标快速遮蔽的轻质、模块化产品、结构及技术^[6]。

当前,俄乌冲突持续升级,军事行动、军事目标难以实现隐蔽,俄乌双方均通过喷涂伪装涂料、布设假目标、施放伪装烟幕、设置伪装遮障等方式保护己方军事目标、为军事行动夺取先机。本研究以俄乌冲突为背景,开展俄乌冲突中侦察监视及伪装对抗应用研究,分析伪装对抗在高技术战场上的作用和不足,对未来伪装对抗的发展和前沿提出展望。

2 俄乌侦察监视力量应用

俄乌双方借助太空、天空、地面等侦察方式试图获取彼方战场实时动态,此外,北约组织利用社交媒体等渠道为乌克兰提供了大量战场情报信息,并利用商业卫星为乌克兰提供通信支持。

2.1 卫星侦察

俄罗斯的卫星侦察能力有限,许多侦察卫星为苏联时代研制发射,分辨率低。目前主要在役侦察卫星为“藤蔓”电子侦察卫星^[7]、“角色”和“猎豹-M”系列光学侦察卫星,但整体存在着数量有限、精度低、故障频发、重返周期长等问题,难以实现对战场环境的全天候、高精度侦察。为进一步扩充侦察力量,俄罗斯于2023年5月底发射了秃鹰-FKA(Kondor-FKA)新型雷达卫星,如图1所示,该新型卫星不受天气和时间影响,每天最多可进行2次、分辨率为1 m的侦察,可监视地面目标的集结、装备转移、工事建设与抢修等。据称,该卫星主要利用SAR成像技术,质量为1050 kg,近极轨道高度为500~550 km,每日可拍摄地表图像达100张。

乌克兰自身没有侦察卫星,但北约组织具有强大的太空监视能力,可为乌克兰提供大量情报信息。美国是空间技术最为发达的国家,具备近乎完备的

太空侦察能力,包括“锁眼”系列光学卫星、“入侵者”系列电子侦察卫星、“美长曲棍球”和“未来成像体系”雷达成像卫星,其中,美“锁眼-12”卫星光学卫星分辨率可达0.1 m,“未来成像体系”雷达卫星分辨率可达0.15 m。此外,北约组织还有大量高分辨商业遥感卫星,如美国的Black Sky、World View商业遥感卫星、法国的Pleiades高分辨力商业遥感卫星等,这些商业卫星可提供全球任何位置每天拍摄亚米级影像的采集能力^[8],可为乌提供外太空支持。



图1 秃鹰-FKA雷达卫星

Fig. 1 Kondor-FKA Radar Satellite

2.2 空中侦察

冲突爆发以来,俄乌双方的无人机应用规模正逐渐扩大^[9],无人机可通过携带高清摄像设备、红外、雷达等传感器,实时获取战场上的目标位置、敌方部署、交通线路等关键信息,协助指挥部门了解敌方动态,做出更准确的决策。俄罗斯主要利用A50U预警机、无人侦察机和察打一体化无人机对战场环境进行纵深侦察。无人侦察机以“海鹰10”为代表,最大活动半径约120 km,最大航行时间16小时。察打一体化无人机包括“猎户座”、“前哨”、“S70猎人”等。其中,俄罗斯于2023年6月将“S70猎人”重型无人机投入冲突地域使用,飞行距离可达6000 km,可对乌克兰的军事设施、人员行动进行有效监视打击。

乌克兰无人技术较为落后,自产的leleka-100小型侦察无人机,续航时间仅为2.5 h,最大通信距离45 km,使用的图-141无人侦察机最初也为前苏联生产。尽管乌克兰在研制新的无人机,但整体上性能不稳定,飞行半径小、航行时间和运行效果受制于俄防空系统,目前仍无法有效投入战场。乌方主要以北约提供的旗手TB-2无人机、“弹簧刀”无人机、“黑蜂”微型侦察无人机等对战场进行全方位侦察。此外,俄国防部称2023年6月乌无人艇偷袭俄

军舰时,美 RQ-4B 全球鹰无人侦察机(如图 2 所示)出现在黑海中部海域^[10]。据报道,RQ-4B 无人机最大飞行时间可达 30 h 以上,最大升限约 18000 m,最大航程达到 20000 km 以上。

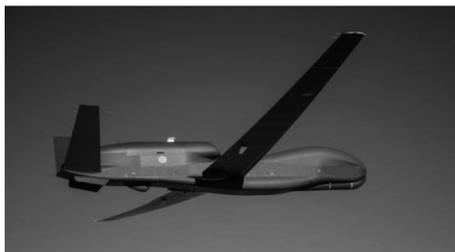


图 2 RQ-4B 全球鹰无人机
Fig. 2 RQ-4B Global Hawk

2.3 地面/海上侦察

距交战地域距离 30 km 以内,俄罗斯利用“塔兰-M”信号情报侦察车、Kredo-M1 便携式地面侦察站、“托恩-MDM”机动式电子侦察系统等平台进行侦察^[11];距交战地域 30 ~ 240 km 以内,俄罗斯部署了“莫斯科-1”等电子战系统进行侦察;远离交战地域,俄罗斯部署了“摩尔曼斯克-BN”等战略型电子战系统^[12],这样便形成了各距离梯度的监视支援系统。此外,俄黑海舰队使用了 2018 年服役的“伊万·胡而斯”侦察船,该船可通过无线电和水声设备发现并打击无人艇等设备。据报道,俄还利用小型无人侦察车对建筑结构内部进行侦察。

冲突期间,乌克兰先后使用了 BRDM-2 型和改进的 BRDM-NIK 装甲侦察车进行地面侦察,此外,一些北约国家相继向乌克兰提供了 AMX-10RCR 轮式装甲侦察车和耳廓狐 4×4 装甲侦察车,协助其完成战场侦察。

2.4 侦察监视存在的问题

整体看来,俄罗斯多维侦察体系依然较为薄弱,现有的侦察装备成像系统精度不高、数量有限、续航和防护能力有限,存在无法有效分辨真、假军事目标的问题。乌克兰尚不具备自主发射侦察卫星的技术,且其他侦察装备数量少、型号老旧,但北约利用有无人侦察机、军用卫星、商业卫星、地面侦察车等监侦平台对乌克兰给予了大量外层空间和网络空间侦察、通信支持,协助其获取“战场透明权”。

3 俄乌伪装对抗应用

3.1 机动目标伪装

机动目标运动特征明显、背景变化大,是伪装的

难点。双方利用多波段伪装网和复合伪装涂料对重要武器装备进行伪装。俄罗斯的 T-90M 主战坦克、伊斯坎德尔弹道导弹发射车等武器均使用了“披肩”复合伪装网,如图 3 所示,可有效降低武器系统的可见、红外和雷达可见性。据称,“披肩”复合伪装网还可应用于野战阵地、指挥所等军事设施。“披肩”复合伪装网热惯性较低,可以较为迅速地让热量辐射掉,有效降低精确制导武器和侦察设备的作战效率^[13],具体地,可使可见光制导武器的探测能力降低 30%,使红外制导武器的探测能力降低 50% ~ 70%,并削弱雷达探测概率 6 倍左右^[14],但存在价格昂贵、主要适用于静态环境背景等问题。



图 3 “披肩”复合伪装网
Fig. 3 “Shawl” composite camouflage net

当缺少制式器材时,可利用就便器材对一般武器系统进行简单伪装,以躲避可见光侦察和打击。俄罗斯在一些榴弹炮炮塔顶部架设普通光学伪装网以对抗乌克兰空中侦察打击,并利用树枝、地毯等就便材料对坦克等车辆外形进行简易伪装。乌克兰伪装网资源匮乏,除武器装备自带的伪装系统外,还发动民众编织伪装网或利用就近的植被叶片、网织产品来协助改变一些装甲车辆的暴露特征。假目标是吸引彼方火力、保护己方真目标的有效手段。乌克兰定制了海马斯火箭炮等充气假目标,并利用金属和木制材料仿制武器装备,引诱俄军发射反坦克导弹和高精度武器。

3.2 军事行动伪装

军事行动通常规模较大,可利用示假、干扰器材开展伪装。进行较大规模军事行动前,可利用烟幕伪装方式降低能见度,保障人员安全及军事行动顺利进行。通过布设车辆集结地、充气式坦克等假目标,也可以干扰彼方决策,为己方军事行动夺得先机。俄罗斯在 2017 年成立了“第 45 独立伪装团”^[15],专门用于制造假目标。此外,将认知、心理欺骗和假目标应用相结合,有利于对军事行动形成更为有效的保护。乌克兰在北约大力帮助下,利用

全球舆论场开展信息操控与认知塑造^[16],曾借助媒体宣称北约将支持其防空导弹系统,不久后便使用假防空导弹系统干扰俄方军事行动。

3.3 军事设施伪装

大型军事设施通常是伪装的难点。烟幕伪装和干扰器材是保护军事设施的有效手段。针对桥梁等重要军事设施,通常利用角反射器来实施干扰。俄罗斯为保护重要桥梁、铁路等目标,在附近部署大量雷达角反射器,并结合烟幕使用开展伪装,角反射器用于干扰敌方合成孔径雷达探测和雷达制导武器攻击^[17],烟幕用于遮蔽精确制导弹药的红外成像导引头以及无人侦察机搭载的多光谱传感器。北约向乌克兰提供了较多卫星制导武器,除 GPS 和惯性制导的 HIMARS 火箭炮弹外,该包括大量内置 GPS 系统的巡飞弹和自杀式无人机,对俄罗斯大型军事设施发起摧毁打击。为有效干扰 GPS 制导武器,俄方利用各类电子干扰设备干扰 GPS 卫星信号、干扰接收器天线,并利用虚假基站发送误导信息等方式干扰彼方精确制导系统。

此外,还可通过设置假军事工程的方式保护真目标。俄罗斯利用民用车辆、报废军用车辆和简易伪装器材制作防空导弹阵地、假军用通信枢纽和指挥所,多次欺骗彼方地面和空中侦察力量。俄罗斯伪装部队制作了大量充气式 S-400 防空系统假目标,假目标按真实武器的大小尺寸精确复制,欺骗作用明显。冲突期间,俄罗斯还向乌克兰境内发射了大批悬挂角反射器的空中气球,试图用低成本气球欺骗乌克兰发射导弹,进而获取乌军防空系统位置,对乌克兰防空系统进行打击摧毁。

3.4 伪装对抗存在的问题

3.4.1 动态伪装

整体上,俄乌双方的动态伪装能力均有较大短板。针对机动目标对应的变化背景,静态伪装网、伪装涂料无法有效发挥作用。乌克兰曾把军事车辆加上乡村房屋外形,如图 4 所示,在田野背景中移动,尽管在视觉上起到一定伪装效果,但可能对车辆正常使用造成影响,且外设的房屋样式无法对抗红外等侦测平台。俄罗斯主战武器装备及乌克兰进口的主战武器装备基本都喷涂了伪装涂料,并不同程度地配备了伪装网,但随着作战环境的改变,伪装效果不再突出,面临着被打击摧毁风险。



图 4 机动军事车辆的简易外形伪装

Fig. 4 Simple visible camouflage for mobile military vehicles

3.4.2 大跨度伪装

缺少大跨度伪装遮障器材及针对精确制导武器的示假干扰器材。指挥所、弹药库等大型军事目标军事重要性明显,但存在形状固定、暴露面积大、配置特征明显等问题,在建设、使用阶段暴露征候较为明显,易被重点侦察打击。现有伪装遮障器材主要应用在小型武器装备领域,缺乏针对工程级别的大型军事目标的伪装遮障系统。除伪装遮障外,示假干扰器材的合理配置和应用也可有效保护军事目标。不同作战阶段和背景下,示假干扰器材种类和需求有所不同,目前双方使用的示假干扰器材在性能、种类和保障方面均存在短板。特别地,针对高速、复合、精确制导武器的干扰器材应用有较大欠缺。

3.4.3 伪装策略

整体看,伪装在现代战场中的作用十分明显,可有效保护军事目标、消耗彼方昂贵军事资源。战场环境复杂多变,军事目标种类繁多,应综合利用伪装策略以提高伪装效果。合理利用隐身和示假技术,有效结合防护手段和新闻舆论手段,在军事目标的设计、建设、使用等阶段开展伪装对抗。但冲突中,双方针对军事目标、军事行动的伪装策略均较为单一,无法有效应对可见、红外、雷达等技术支撑下的侦察和打击。

4 研究前沿与发展方向

相较于成本高昂、手段有限、主要用于武器装备系统的防护措施,伪装器材凭借种类多、便携性强、效费比高等特点,在高技术战争中备受重视。随着侦察打击方式、作战样式的更新,伪装对抗的研究重点也发生着深刻的变化。下面将伪装对抗的研究前沿与发展方向归纳如下。

4.1 自适应、多谱段伪装技术

机动目标面临背景条件不断变化、运动中产生

辐射等系列问题,而传统的静态伪装仅适用于特定类型环境背景,应用有一定的局限性。自适应伪装可随环境背景和自身变化而发生动态响应,使军事目标有效融入背景,有效提升目标战场生存能力。目前的自适应伪装可分为可见光、红外、雷达自适应伪装,在实验室阶段取得了一定研究成果,但存在响应时间慢、变化范围窄、适用波段短、稳定性差、可控性低等较多缺陷,距离实况应用差距较大。应紧随国内外察打技术发展,分析不同作战背景和变化战场环境特点,加快能随背景变化而实时变化的伪装新材料、新技术研发,开发能适用于真实战场环境的伪装系统,实现伪装系统的自适应、多谱段兼容功能。

4.2 轻量化、模块化、大跨度遮障器材

指挥所、弹药库、重型武器装备系统等大型固定军事目标通常暴露征候明显,是被重点侦察打击的对象。加快开发大跨度遮障系统,有利于实现战场大型军事目标的快速有效伪装。现有针对大型军事目标的伪装遮障主要采取先搭设支撑结构,后在支撑结构上铺设伪装网的方式进行。目前主流的支撑结构研究可分为充气膜支撑结构、悬索支撑结构和桁架支撑结构,这些支撑结构可搭配伪装网、伪装涂料、迷彩图案、热源和雷达源仿真器等内容共同使用。战场环境对搭设大型伪装遮障的效率、遮障面积均有严格要求,因此,开发展开、撤收快速、遮蔽空间大的支撑结构,研制模块化、通用化、轻量化的大跨度支撑器材应重点关注。

4.3 伪装应用策略与效果评估

不同于装备目标,许多大型固定军事设施在建设、使用阶段均存在被探测风险,在战场上易被重点打击,未来研究应重点思考如何开展重要军事设施的伪装防护一体化设计,在重要军事设施的设计、建设和使用等阶段综合应用隐真、示假伪装策略。特别地,应注重假目标在战场上发挥的重要作用,研制种类更丰富、外形更逼真、红外雷达特性与真目标更相似的假目标。精确制导武器不断发展,武器装备不断更新,可重点推进面向主流精确制导武器的制式干扰器材、新型假目标研究及研制。此外,考虑地域背景差异和伪装器材类型差异,可进行伪装器材储备和保障流程优化研究,提高战时伪装器材生产、供应、调配灵活机动性。最后,如何量化伪装对抗效

果,将伪装对抗的重要性摆在决策者的面前,也是当今伪装领域亟待解决的现实问题。

5 结 语

灵活开展伪装对抗已成为战场上减少己方资源消耗、赢得战争主动权的有力途径。随着国内外侦察打击手段的不断发展,推进自适应、多谱段、大跨度、轻量化的伪装器材研制及应用,针对性开展隐真、示假伪装对抗策略的综合应用研究,推进战时伪装器材的保障管理和使用体系建设,促进伪装对抗向直接形成战斗力和保障力转变将成为一项重要课题。

参考文献:

- [1] Wang Yi, Liu Dongqing, Zhou Feng, et al. Research progress of adaptive camouflage materials and technology [J]. *Rare Metals Letters*, 2020, 39(5): 404 - 410. (in Chinese)
王义,刘东青,周峰,等. 自适应伪装材料与技术研究进展[J]. *中国材料进展*, 2020, 39(5): 404 - 410.
- [2] Kim H, Choi J, Kim K K, et al. Biomimetic chameleon soft robot with artificial crypsis and disruptive coloration skin [J]. *Nature Communications*, 2021, 12(1): 4658.
- [3] Li Guangde, Liu Dongqing, Wang Yi, et al. Research status and progress of thermal infrared camouflage technology [J]. *Infrared Technology*, 2019, 41(6): 495 - 503. (in Chinese)
李广德,刘东青,王义,等. 热红外伪装技术的研究现状与进展[J]. *红外技术*, 2019, 41(6): 495 - 503.
- [4] Tang K, Wang X, Dong K, et al. A thermal radiation modulation platform by emissivity engineering with graded metal-insulator transition [J]. *Advanced Materials*, 2020, 32(36): 1907071.
- [5] Meng Zhen, Li Guangde, Cui Guangzhen, et al. Research progress in infrared/radar compatible stealth materials based on metamaterials [J]. *Material Introduction*, 2023, (21): 1 - 14. (in Chinese)
孟真,李广德,崔光振,等. 基于超材料的红外/雷达兼容隐身材料研究进展[J]. *材料导报*, 2023, (21): 1 - 14.
- [6] Zhang Guoheng. Research on the quick lifting mechanism for outdoor obstruction [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2021. (in Chinese)
张国恒. 面向野外遮障的快速架撤机构的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2021.
- [7] Liu Tao. Overview of the development of foreign military earth observation satellites in 2022 [J]. *International*

- Space, 2023, 530(2): 19-25. (in Chinese)
刘韬. 2022 年国外军用对地观测卫星发展综述[J]. 国际太空, 2023, 530(2): 19-25.
- [8] The Paper. NATO strengthens alliance space surveillance capabilities and enhances space combat capabilities[EB/OL]. [2023-2-23]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1758610579087379841&wfr=spider&for=pc>. (in Chinese)
澎湃新闻. 北约强化联盟太空监视能力, 提升太空战力[EB/OL]. [2023-2-23]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1758610579087379841&wfr=spider&for=pc>.
- [9] Miao Weixing, Luo Yin, Gu Jiaqi, et al. The application and enlightenment of UAV ISR in the Russia-Ukraine conflict [J]. Radio Engineering, 2023, 53(7): 1693-1699. (in Chinese)
缪炜星, 罗银, 顾嘉琪, 等. 俄乌冲突中无人机 ISR 的运用及启示[J]. 无线电工程, 2023, 53(7): 1693-1699.
- [10] Reference news. Russian ministry of defense; the Ukrainian army deployed unmanned boats to attack the Russian reconnaissance ship, but failed [EB/OL]. [2023-06-12]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1768455134846377313&wfr=spider&for=pc>. (in Chinese)
参考消息. 俄国防部: 乌军出动无人艇袭击俄军侦察舰未果[EB/OL]. [2023-06-12]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1768455134846377313&wfr=spider&for=pc>.
- [11] Wu Tanran, Yi Kaixiang, Huangfu Dongqi, et al. NATO's electromagnetic spectrum operational Intervention in the russia-ukraine conflict and lessons learned by the russian army [J]. Aerospace Electronic Countermeasures, 2022, 38(3): 1-4. (in Chinese)
武坦然, 易楷翔, 皇甫冬琦, 等. 俄乌冲突中北约电磁频谱作战介入与俄军教训[J]. 航天电子对抗, 2022, 38(3): 1-4.
- [12] Wu Tanran. Analysis on the application of electronic warfare in the Russia-Ukraine conflict [EB/OL]. [2022-11-26]. <https://www.secrss.com/articles/49428>. (in Chinese)
武坦然. 俄乌冲突中的电子战运用分析[EB/OL]. [2022-11-26]. <https://www.secrss.com/articles/49428>.
- [13] Zou Jinglan, Liang Guang, Zhu Zhihong. Research on high-temperature wavelength selective broadband infrared stealth characteristics based on multi-layer MIM structured metamaterials [J]. Laser & Infrared, 2022, 52(12): 1835-1842. (in Chinese)
邹景岚, 梁广, 朱志宏. 基于多层 MIM 结构超材料的高温波长选择性宽带红外隐身特性研究[J]. 激光与红外, 2022, 52(12): 1835-1842.
- [14] World Military Express. The Russian T90M is wearing a composite camouflage net to participate in the battle and can counter javelin missiles, Our army has already equipped similar products [EB/OL]. [2022-04-26]. https://www.toutiao.com/article/7090895025072423462/?channel=&source=search_tab. (in Chinese)
世界军武速递. 俄 T90M 身披复合伪装网参战, 能对抗标枪导弹, 我军已装备同类产品[EB/OL]. [2022-04-26]. https://www.toutiao.com/article/7090895025072423462/?channel=&source=search_tab.
- [15] Zheng Wanli, Yang Ping, Yan Shaoqiang, et al. Analysis of the current status and development trends of military camouflage technology [J]. Modern Defense Technology, 2022, 50(1): 81-86. (in Chinese)
郑万里, 杨萍, 闫少强, 等. 军事伪装技术研究现状及发展趋势分析[J]. 现代防御技术, 2022, 50(1): 81-86.
- [16] Wang Mingmin. Information disclosure and enlightenment of the US and the West in the Russia-Ukraine conflict [J]. Information Magazine, 2023, 42(6): 12-18, 139. (in Chinese)
汪明敏. 美西方在俄乌冲突中的情报披露及启示[J]. 情报杂志, 2023, 42(6): 12-18, 139.
- [17] Luo Ying. Research on composite time domain electromagnetic scattering and interference analysis of offshore targets and corner reflectors based on TDSBR [D]. Xi'an: Xi'an University of Electronic Science and Technology, 2021. (in Chinese)
骆颖. 基于 TDSBR 的海上目标与角反射器复合时域电磁散射及干扰分析研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2021.