

聚焦外军新域新质

低轨星座军事化应用时代加速到来

■丰松江 王晓艳

瞭望台

不久前,美国太空军宣布授予太空探索技术公司(SpaceX)一份41.6亿美元的合同,推进“天基空中移动目标指示”项目,旨在将空中监视能力从日益脆弱的预警机和地面雷达,向更具韧性的低轨星座迁移,计划于2028年前形成早期作战能力。

近年来,从俄乌冲突到中东战事,低轨星座已在实战中证明自己不是锦上添花的“通信备份”,而是现代战场中不可或缺的重要赋能平台,正深度融入侦察监视、通信中继、精确打击等作战环节。受此影响,各方秉持不同战略诉求,纷纷加速低轨星座建设,同步推进技术迭代与实战应用,推动现代战争样式不断革新。

多方竞逐 加速布局

美国凭借先发技术优势与成熟商业生态,持续加码低轨星座军事化应用。其中,SpaceX公司“星链”系统在轨卫星已超1万颗,在俄乌冲突中起到关键作用。军事专用“星盾”系统着重强化抗干扰与保密能力,已在美以伊冲突中得到运用和检验。

与此同时,美国情报局近年来发射200余颗低轨侦察卫星,突破传统天基侦察局限,将其从战略层面拉向更高频次的战术级应用。美太空发展局主导的“扩散型作战人员太空架构”则走“多而廉、分散化”路线,远期规划达千星规模,还预留与盟友及商用星座互联的接口。

面对美方压力,俄罗斯采用“追赶+反利用”的复合打法。一方面加速自建“黎明”星座,今年3月已将首批16颗卫星送入轨道,计划到2027年将部署规模扩至250余颗,2035年进一步扩展至900颗,以实现全球覆盖;另一方面,为满足当下战场需求,俄通过缴获乌军“星链”终端、列装自研Kvadrat及Sprint低轨通信终端,结合老旧卫星与地面中继、光纤网络,维持前线无人机作战单元的通信稳定。然而,随着“星链”启动终端“白名单”机

制,俄军战场通信短板有所凸显,也倒逼其加速推进“黎明”星座部署。

欧洲同样动作频频。2024年底,欧盟斥资100多亿欧元启动卫星弹性、互联性和安全基础设施计划(IRIS²),其中低轨卫星规划数量为272颗,预计2030年开始提供服务。德国宣布投资350亿欧元加强太空安全能力建设,并于今年4月启动第四阶段军用卫星通信网络建设,部署至少100颗低轨卫星,与高轨卫星形成高低搭配。法国也与欧洲通信卫星公司签订协议,后者将为法军方提供OneWeb低轨星座资源。

日本的动向更值得警惕。2025财年日本防卫预算中编列2833亿日元用于低轨星座项目。2026年4月,日本正式启用由合成孔径雷达卫星和光学成像卫星构成的军事侦察网络,直接为自卫队远程打击能力提供支撑。

此外,印度、以色列、土耳其等国也在积极规划建设自身的低轨星座,并将相关能力视为获取地区优势的杠杆,这也使得全球低轨星座竞争格局更趋复杂。

路径各异 殊途同归

低轨星座的军事化应用,虽以战场赋能为核心目标,但在具体演进格局上却大相径庭。

这种差异首先体现在发展模式上。美国采取“商业研发、军方适配”的典型路径:由SpaceX等私营企业主导建设与运营,美军通过采购服务、联合研制“星盾”等深度融入商业生态,形成高效互动循环。

与之相比,俄罗斯、欧盟等更倾向于官方主建路径。俄罗斯“黎明”星座、欧盟IRIS²均由官方拨付专项资金并牵头,首要目标是保障数字主权与战略自主,在安全可控的前提下构建天基能力。

在能力架构上,美国大力发展通用低轨卫星平台,通过灵活配置不同载荷实现“一星多能”,其“星盾”及“扩散型作战人员太空架构”可整合通信、预警、侦察等多种职能。俄罗斯和欧洲仍将重点放在巩固天基通信能力上。日本则选择差异化路线,将其低轨星座核心功能定为侦察预警,通信依赖美国“星链”,形成“美通日侦”的互补格局。

对成本与性能的权衡,也影响了各国低轨星座的发展样态。美国以标准化设计、流水线制造将“星链”单星成本压至数十万美元。俄罗斯遵循“够用、可控”原则,体现适度规模、经济实用的思路。日本走高性能路线,聚焦侦察精度与在轨可靠性,追求在关键区域实现高频次的监视能力。

这些路径差异的背后,归根结底是各国迥异的战略定位。美国以夺取太空霸权为目标,试图构建全球覆盖、全时响应的低轨星座体系,并抢占甚至垄断低轨频谱资源。俄罗斯的核心关切是战略威慑与国土防御,因而重点发展本土作战保障能力,同时强化反卫星、激光致盲等反制手段。欧洲追求战略自主,意在通过构建独立天基基础设施,摆脱对美过度依赖。日本将星座建设与“反击能力”绑定,旨在为远程导弹提供目标指示,谋求军事松绑。

由此可见,低轨星座竞赛,并非单纯技术层面的选择,而是各个国际行为体安全战略及未来作战构想集中投射的结果。不同的路径选择,不仅决定了当下建设的重心,更可能在长远上塑造新的太空力量格局与作战规则。

星座支撑 战法迭代

从近期局部冲突的实践来看,低轨星座的军事化应用正以前所未有的广度与深度,将天基能力从传统的战略支援层面,推向战术行动的最前沿。这场激烈角逐主要围绕三个方向展开,并已显现出颠覆性的战场影响。

拓展无人作战。低轨星座与无人系统的深度融合,是俄乌冲突中最具革命性的军事创新。低轨星座为各类无人平台提供了大带宽、低时延、广覆盖的“动中通”能力,拓展了无人作战的操控半径。尤为值得关注的是,低轨通信终端正被集成到巡飞弹、无人机等武器平台,显著增强了复杂电磁环境下的抗干扰能力

与打击精度。

强化指控网络。传统分层递阶的“树状”指挥架构,因层级繁多、链路脆弱、抗毁性差等短板,难以适应当下高强度对抗。低轨星座凭借其分布式组网特性,为构建全域覆盖、韧性极强的新型指控体系提供核心支撑。此外,受益于其强大的全域覆盖能力,各类侦察监视单元可常态化、近实时回传数据,让远距离突袭、瞬时精准打击成为常态,作战节奏显著提速。

重塑杀伤链条。低轨星座打通了情报、杀伤与指控之间的信息壁垒,推动传统线性、分步推进的“杀伤链”向去中心化、适应性强的“杀伤网”演进,极大压缩了决策周期,提升了体系韧性。以美军“星盾”系统为代表的军用低轨星座,在实战验证中已将“目标发现—锁定—打击”的闭环时间压缩至分钟级。

不难看出,卫星组网、轨道争夺、频谱抢占与天基攻防已成为贯穿战前部署与战时决胜的关键,使得太空的战略价值空前凸显。不过,低轨星座低成本、规模化的特点,在降低进入门槛的同时,也使太空领域竞争格局更趋复杂,安全困境日益严重。放眼未来,各方有必要凝聚起广泛共识与行动,让太空这片人类共有的疆域重回安宁与秩序。

(作者单位:航天工程大学太空安全研究中心)

评论区

俄乌战场上,一个无人机作战领域的新趋势正日益清晰。

为了提高无人机作战效能,俄军为BM-35等无人机集成卫星终端,使其航程突破500公里。俄自研“黎明”低轨星座首批卫星已在今年3月升空部署,并于5月正式投入实战,为前方无人机提供稳定的信息通道。乌军无人机也依托“星链”,实现上千公里远程奔袭,实时回传高清图像、动态调整航线并精准发起打击。

实战充分表明,低轨卫星具有低时延、高带宽、广覆盖、强抗毁等技术优势,正加速成为无人机作战的赋能底座。其不仅可以打破传统无人机作战在空间与链路上的桎梏,革新侦察研判、实时指控、精准打击等流程,还能推动无人机从战术工具向战略力量转变,成为无人化、智能化战争的关键支撑。

低轨星座赋能无人机作战,首先体现在超视距实时指控能力上。美以伊冲突中,在“星链”加持下,美LUCAS无人机实现跨波斯湾远程打击,被美中央司令部司令评价为“不可或缺”。据相关报道称,今年6月,俄罗斯海军波罗的海舰队喀琅施塔得基地受到攻击,来袭无人机也加装有“星链”终端。

低轨星座助力无人机更好融入全域态势感知体系。低轨星座搭载光学成像、合成孔径雷达等多元侦察载荷,能够实现全天候、全地域侦察监视,精准甄别导弹发射车、指挥方舱等高价值目标。无人机作为前沿空中感知节点,依托低轨星座提供的高速通信链路实时回传战场情报,与天基卫星侦察、地面雷达探测数据深度融合,有力提升战场透明度和目标精准定位能力。

低轨星座助力无人机蜂群作战落地。传统无人机蜂群往往受到通信带宽限制。低轨星座凭借其高带宽的特性,可同时为数百架无人机提供稳定链路,支持自主协同、动态组网、目标分配等集群作战功能。这种“天基中枢+无人机蜂群”模式,以低成本、高密度、强协同优势,可有效压制传统防空系统,提升作战效能。

低轨星座还可显著提升无人机抗干扰与战场生存能力。低轨星座采用多星冗余、链路加密、动态切换技术,单颗卫星受损不影响整体网络,抗毁性极强。同时,其跳频通信与加密传输能力,可有效对抗电子干扰与信号压制,确保无人机在复杂电磁环境下稳定作战。日本企图发展远程攻击能力,在其

低轨星座赋能无人作战

■陈宁 蔡祖丞

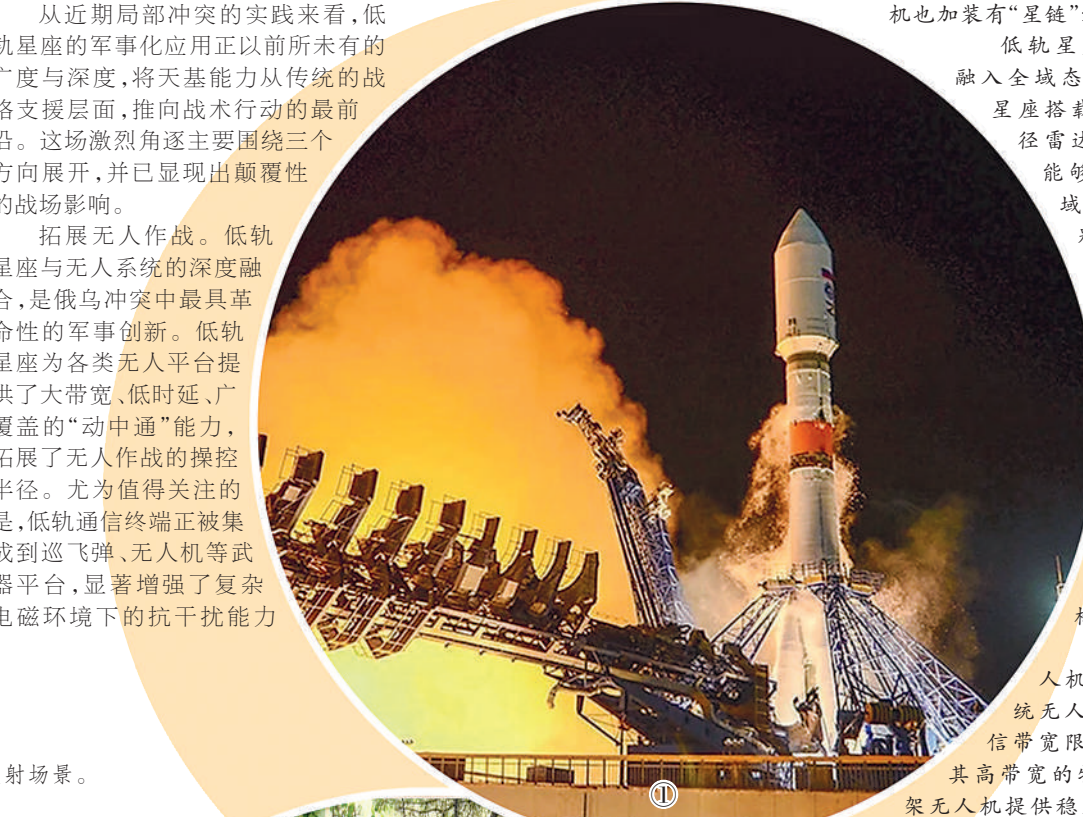
低轨星座规划中,明确将抗干扰通信作为核心指标,为远程无人机提供安全链路支撑,凸显低轨星座在复杂战场环境下的潜在价值。

低轨星座与无人机的结合,极大地延伸了无人机的作战空间,把无人机的杀伤链闭环时间向近实时压缩,同时也把战争的技术重心进一步推向太空与算法。未来,无人作战的效能将愈发取决于这条通往太空的“信息脐带”。

(作者单位:航天工程大学太空安全研究中心)



图①:俄罗斯“黎明”低轨星座卫星发射场景。
图②:乌克兰士兵使用“星链”终端。
图③:OneWeb低轨卫星示意图。
版式设计:胡云艳
资料整理:吴家庆、梁云
本版图片均为资料图片



“卫星星座”撕下日本“专守防卫”伪装

■王晓艳 张婷婷

焦点CT

5月14日,日本防卫政务官若林洋平在参议院内阁委员会上称,由多颗小型卫星组成的低轨军事侦察网“卫星星座”已于今年4月正式启用。这标志着日本持续近30年的太空军事化进程实现了新的突破。至此,日本不仅补全了其梦寐以求的“天眼”,更撕下“专守防卫”伪装,在军事扩张的道路上越走越远。

这一被称为日版“星链”的低轨星座,主要由合成孔径雷达卫星与光学成像卫星混编组成。其中,合成孔径雷达卫星可在复杂气象条件下穿透云层实施对地、对海监测,光学卫星则提供高清地面图像情报。两者协同可对亚太地区实现全天候、高频次监视。

相关战略指向,在日本防卫省2025年发布的《宇宙领域防卫指针》中已显露无遗:将太空划为独立作战

域,构建低轨军事侦察网络,以监视周边舰艇及部队动向,为远程导弹提供目标信息支持,从而形成所谓的“防区外防卫能力”。若林洋平说得更为直白,直称该系统的启用就是为了确保作为“反击能力”的远程导弹的实效性。

目前,日本已列装射程达1000公里的“25式地对舰导弹”,并加速推进射程约2000公里高速滑翔弹的研制。“卫星星座”的启用,意味着日本初步建成“太空侦察—精确制导—远程打击”的天基作战链路,为其长期鼓吹的所谓“反击能力”补上关键一环。

值得警惕的是,这一自成体系的“天眼”并未走向独立运行,而是要嵌入美国的全球战略。尽管日本未明确宣布与美国共享低轨星座数据,但其在《防卫白皮书》等多份文件中,反复强调加强日美情报共享,强化联合威慑力。不难预见,日本“卫星星座”启用后,其获取的侦察数据将接入美军指挥体系。日本也将借助美国的太空军事能力,弥补自身短板,强化在相关区域的

通信与打击能力。这标志着日美军事同盟正从传统的海空协同,加速迈向涵盖太空、网电在内的“全域联合作战”新阶段。

从1998年启动情报搜集卫星项目,到今天低轨军事侦察星座正式入役,日本用了近30年的时间逐步推进太空军事化布局。其发展轨迹清晰可见:从获取情报,到辅助防御,再到支撑集太空侦察、精确制导、远程打击于一体的完整进攻作战体系。这套正在成型的“进攻组合”将太空与远程精确打击力量深度绑定,从根本上背离了日本战后标榜的和平道路,也将进一步冲击地区和平稳定。

抱薪趋火,安得不燃。日方行径不仅会恶化地区安全互信,使冲突风险与成本同步攀升,更可能将近地空间更深地卷入军事对抗前沿。日本发展“卫星星座”,得到的绝非其所希望的安全,而是又一条通往历史覆辙的危险歧路。

(作者单位:航天工程大学太空安全研究中心)

认知小站

低轨道资源高度稀缺

低地球轨道看似浩瀚,但适合部署卫星星座的“优质轨位”却是高度稀缺资源。出于空间碎片规避与防碰撞的要求,同一轨道高度层内卫星需维持至少数十公里的间隔。国际电信联盟对低轨道资源实行“先登先占、先占永得”规则。先行者一旦形成事实占用,就能获得垄断优势。这也让相关争夺变得日益激烈。

太空机动战后患无穷

传统军事卫星采用固定轨道设计,位置可预测。美太空军提出太空机动战理念,试图赋予卫星频繁进行非预测轨道机动的能力。这一方面会加强卫星的生存能力,快速规避反卫星打击;另一方面还可支撑轨道战,实施抵近侦察、电磁频谱压制、卫星捕获等攻击行动。未来战争中,太空将不再是安全区,而是与陆海空同等重要的作战域。

反低轨星座实战尝试

俄乌冲突中,俄罗斯推出一款名为“白芷”的电子战系统,可在一定条件下切断乌军“星链”终端与卫星的通信链路。该系统集成人工智能、干扰与频谱分析功能,可在10公里作战半径内,实时锁定并压制多达64个敌方“星链”终端,在前线完成部署仅需5分钟。不过,目前该系统探测半径较短,需抵近部署,这也让其较易遭到反制。