

“星链”军事化发展及其对全球战略稳定性的影响

张 煌 杜雁芸

【摘 要】美国推进“星链”军事化发展,使得外空安全和全球战略稳定面临严峻挑战,必须对其潜在风险进行提前研判和评估。较之传统外空装备,“星链”具有多维一体的战场网络覆盖能力、延伸全杀伤链的集成性功能以及面向实战化的信息作战优势,将对全球战略稳定格局带来三大冲击:一是冲击首攻稳定性,“星链”既强化了美国先发制人的战略突袭能力,又弥补了军用太空资产固有的脆弱性,提升了美国太空攻防的整体能力;二是冲击危机稳定性,“星链”会加剧外层空间爆发“意外战争”的风险,同时,针对“星链”的制衡与反制措施可能造成外空危机的快速升级,并由战略领域向常规领域扩散;三是冲击军备竞赛稳定性,“星链”具有攻防一体和军民两用属性,可能加剧军备发展的“安全困境”,引发技术扩散和军备竞赛风险。“星链”技术系统的不透明性和不可预测性,导致有关军备控制的信心建立措施难以施行。应对“星链”军事化发展对于全球战略稳定的挑战,必须吸纳涵盖商业部门在内的多元化安全治理主体,构建核、外空、网络和人工智能等多域联动的安全治理机制,推动面向未来的可持续安全治理。

【关键词】星链;太空安全;首攻稳定性;危机稳定性;军备竞赛稳定性

【作者简介】张煌,国防科技大学军政基础教育学院副教授;杜雁芸,国防科技大学军政基础教育学院副教授(长沙 410073)。

【原文出处】《国际安全研究》(京),2023.5.29~53

【基金项目】本文系国家社会科学基金重点项目“ANT视域下的颠覆性技术创新研究”(项目批准号:20AZX006)的阶段性成果。

一、外层空间战略稳定:问题与研究

战略稳定关乎全球安全格局,长期以来始终是国际安全研究的重要议题。传统意义上的战略稳定性,主要是构筑在战略核打击力量的基础上,用于分析美国和苏联(俄罗斯)之间核力量的稳定性。就理论源流而言,战略稳定与核威慑之间存在天然联系。追根溯源,战略稳定性理论兴起于冷战期间美苏之间展开的核军备竞赛,并伴随美苏核战略与核军备的发展演进,其内涵不断丰富。

进入21世纪,新技术的发展推动战略稳定研究外延的拓展。伴随太空、网络、人工智能、高超声速飞行器、增材制造、隐身、精确制导等新兴技术的突破性进展,世界再次处于新技术时代的边缘。^①战略

稳定性的逻辑也同样适用于非核武器。^②近年来,关于新技术对于全球战略稳定性问题的分析探讨,已经成为国际安全学、战略学研究领域重要的理论突破口和增长点,其中,空间技术对战略稳定性的影响就是一个重要的研究方向。既有研究表明,军用空间技术可以通过以下两种方式对全球战略稳定产生影响。

一种是赋能模式,即空间技术作为提升国家战略核威慑力量的内生要素,通过对核打击链路不同环节的信息赋能,或强化己方核力量的侦察预警和先发打击能力,或弱化对手核力量的突防能力与生存能力,进而导致核战略稳定或战略不稳定。首先,空间技术可以赋能核力量的侦察预警,通过预防战

略突袭、评估对手核力量、监督核军备协议的执行情况等方式来实现战略稳定。有学者提出,冷战时期“侦察卫星机制”的出现,有助于增进美苏核军备发展的透明度,从而提升军备竞赛稳定性。^③其次,空间技术也可以通过攻击端信息赋能降低战略稳定性。有学者指出,美国利用空间技术赋能全球快速打击系统的做法,可能引起其他航天国家的焦虑,导致非对称反制,不仅无法实现“霸权下的稳定”,反而会冲击和破坏现有的战略稳定格局。^④再次,空间技术对防御端的信息赋能同样会导致战略不稳定。有学者指出,利用空间技术赋能弹道导弹防御系统,会增强先发制人的核打击意愿,降低首攻稳定性并破坏地区战略稳定。^⑤

另一种是替代模式,即在由“核技术—空间技术—信息(人工智能)技术”构成的新三位一体的战略威慑体系下,将空间技术与战略力量之间的从属关系转变为并列关系,考察空间技术如何替代核技术发挥相对独立的战略能力和威慑功能,并对外空战略稳定和广义上的军事战略稳定施加特定影响。一是从空间装备和武器系统能力的最新发展切入,研判空间反卫星、反导技术发展等前沿技术进展对全球战略稳定的作用影响。有学者分析了天基激光武器、天基反导技术、网络反卫技术和核动力卫星等新型空间装备或武器构想对于外层空间战略稳定的潜在影响。^⑥二是从空间装备或武器系统的部署方式切入,分析空间力量部署、使用及具体操作方面的差异性如何对战略稳定构成影响。有学者讨论了大型星座式卫星部署方式对空间攻防作战结构的重塑,以及随之而来的战略稳定影响。^⑦三是从空间对抗的潜在对手及其力量结构入手,揭示战略文化、攻防偏好、安全利益关切等因素对战略稳定的影响。有学者指出,战略对手之间围绕空间技术的不对称发展,可能引发误判、升级和导致战略不稳定。^⑧

虽然围绕空间技术与战略稳定性的既有研究成果数量已经颇为丰富,但仍存在以下三个方面的不足。首先,在研究对象方面,多数研究只关注具有鲜明军事指向的空间技术和空间装备,而对“星链”这类来自私营部门的空间技术进展不甚敏感,忽略了

民用技术在成本、规模、管理模式和扩散速度等方面的特殊性,以及这种特殊性对战略稳定的影响。其次,在研究视域方面,部分研究存在“就空间而论空间”的局限性,忽视了空间技术与核武器、常规武器之间,以及空间技术与网络、人工智能等其他新兴技术领域之间的复杂纠缠和深度耦合。在当前跨域威慑和多域联动威慑态势下,揭示空间技术与其他技术领域的复合战略稳定影响,成为亟待深入探讨的问题。再次,在对影响战略稳定性的机理分析方面,部分研究仍然停留在整体性或宏观层面的探讨,其结论虽具有一般性参考价值,却难以具体深入地评估空间技术不同装备类型、不同应用领域对于战略稳定的差异化影响,特别是对“星链”等具有多重战略功能的复合型空间装备而言,较之功能相对单一的技术装备,它对于战略稳定的影响无疑更为复杂。

从历史上看,一项技术对于战略稳定的深远影响往往难以进行简单评估。就目前发展态势而言,“星链”虽然出自民用领域,但有望成为美国推动外空军事化、武器化发展的关键性力量,它对于外空安全环境的影响广泛映射于加剧外空军备竞赛、重塑外空资产的脆弱性、升级外空冲突以及引发外空战争等诸多方面。如何准确分析、评估和研判“星链”对于全球战略稳定的深远影响并提出应对策略,具有重要的理论和现实意义。为此,本文首先梳理了美国推动“星链”军事化发展的最新态势,在此基础上,从首攻稳定性、危机稳定性和军备竞赛稳定性三个方面,搭建起一个理解“星链”影响全球战略稳定的理论框架,并尝试就如何应对挑战和实现安全治理提出初步对策建议。

二、“星链”的军事化发展态势分析

尽管美国太空探索技术公司(SpaceX)实施“星链”项目的初衷,主要是基于民用领域的商业目的,但是,伴随着“星链”所架构的卫星星座系统初具规模,其在军事领域的广阔应用前景和潜在价值日益受到各国政府和军方的关注和重视。“星链”在乌克兰危机中的成功应用,进一步坚定了美国军方加速推进其军事化发展进程的决心,“星链”的军事应用日益进入美军诸军兵种的军备发展议程,其潜在的

军事应用领域主要体现在以下三个方面:

(一)依托“星链”构建多维一体的战场信息网络

“星链”具有通信速度快、带宽大、延迟短、效费比高等优势,不受高山、海洋、极地等复杂地形环境、恶劣气候环境以及复杂电磁环境的影响,能够在任何时间、任何地域、任何环境提供不受限制的卫星网络服务,由此引发美国国防部的高度关注,并依托其构建新的军用通信生态系统,建设符合多军兵种联合作战需求的新一代先进战斗管理系统(ABMS)和联合全域指挥和控制系统(JADC2),旨在保证美国军队和盟国能够在海上、陆地、空中、太空和网络空间等领域实现实时协调军事行动(参见图1)。^⑨与此同时,美军各军兵种也与SpaceX展开合作,构建兵种作战网络。陆军方面,2020年5月,陆军和SpaceX签署“合作研发协议”(Cooperative Research and Development Agreement,简称CRADA),以满足陆军在指挥、控制和战术通信领域日益增长的互联网络连接需求。美国陆军通过位于马里兰州阿伯丁试验场的作战能力发展司令部(DEVCOM)指挥、控制、通信、计算机、网络、情报、监视和侦察中心(C5ISR),试验使用“星链”宽带支撑军事网络数据传输。^⑩空军方面,2020年8月,SpaceX与美国空军研究实验室(AFRL)

合作,参与其“全球闪电”计划初步测试,将“星链”集成到空军新兴的下一代传感器——“射击网络”之中。^⑪此外,SpaceX还与美国空军的主要承包商之一鲍尔航空航天公司(Ball Aerospace)展开深度合作,为美国空军AC-130武装直升机、F-35和F-22战斗机提供卫星通信服务。^⑫太空军方面,2020年2月,新成立的美国太空部队签署了企业卫星通信倡议,强化太空军与SpaceX等私营部门之间的合作,将“星链”作为太空装备通信网络建设的重要组成部分。^⑬作为回应,SpaceX推出了专门服务于军用卫星的“卫星间激光通信”链路服务,将隶属于太空军的军用卫星作为“合作伙伴卫星”,并入“星链”的星座通信网络,共享“星链”的通信网络服务资源。^⑭

(二)强化“星链”覆盖全杀伤链的集成性功能

传统太空装备的功能主要表现为对地面的信息支援,具体包括通信、遥感、导航、定位以及战略导弹预警等功能。“星链”作为美军全力打造的新一代太空武器系统,已经突破了传统太空装备侧重于信息服务的功能定位,日益发展成为攻防一体、多功能集成的综合化太空作战平台。在导航定位方面,SpaceX与美国空军合作,承担新一代导航定位卫星GPS III的发射任务。^⑮在探测预警方面,SpaceX获得

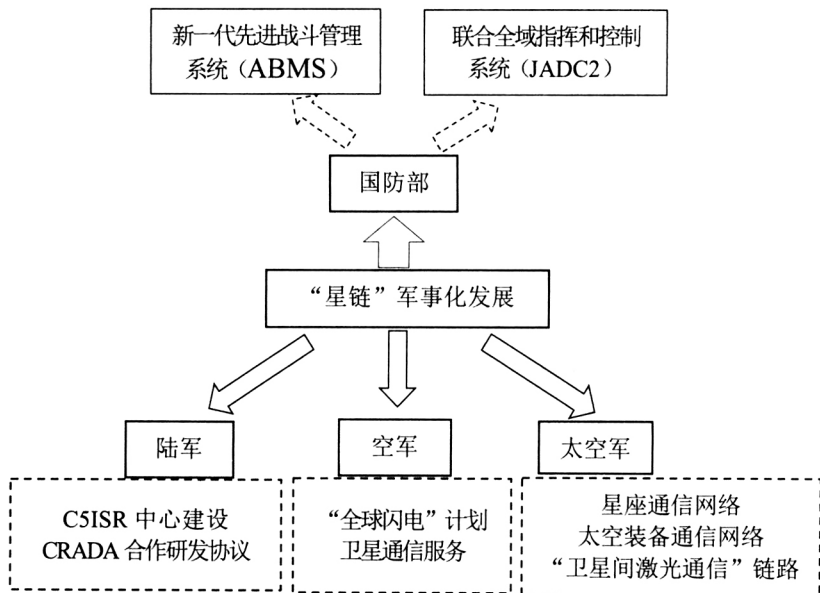


图1 “星链”与美军多维一体的战场信息网络

资料来源:作者自制。

了1.49亿美元合同,用于利用其“星链”星座为美国国防部建造4颗定制卫星,这些卫星将使用宽视场“架空持续红外”传感器发现对手发射的战略导弹。^⑥此外,“星链”参与了美国航天发展署投资超过5亿美元的军用卫星星座计划,开发和发射的8颗OPIR卫星将成为“跟踪层”卫星星座的一部分。^⑦SpaceX还与L3哈里斯技术公司(L3Harris)、洛克希德·马丁和约克航天系统公司三家军工企业合作,在28个月完成一个由50颗尖端军用侦察卫星构成的大型导弹预警卫星星座,从而进一步提高美国天基预警能力。^⑧在防御方面,美军试图利用“星链”数量庞大的近地轨道卫星群,改善美国太空资产的防御结构和整体防御能力。美军认为,大型精巧军事卫星因其脆弱性而成为敌人的理想针对目标。相比之下,大型星座使敌人的攻击更加困难。即使部分卫星损毁,星座仍将继续工作。大型卫星星座可以通过拒止提供威慑。^⑨为此,美国国防部高级研究计划局(DARPA)与SpaceX展开深度合作并实施了“21点计划”,利用小型低成本卫星的迭代设计,将“星链”塑造为一个具有高度弹性和冗余性的大型军用卫星星座,使美军的外空防御能力更加强大和更具适应性。^⑩在进攻能力方面,美军防务专家认为,小型卫星能够接近敌人的航天器来攻击它,还可用作反卫星武器,损坏或摧毁敌方卫星。^⑪为对接军方拓展“星链”进攻性属性的需求,SpaceX于2022年推出了“星链”的军用升级版本“星盾”(Starshield),并将其功能定义为“托管有效载荷”,即为政府和军方客户提供了一个灵活的空间功能性平台,可以搭载具有进攻性武器的功能性载荷。^⑫此外,SpaceX从美军航天装配厂获得卫星设计合同,通过设计搭载广角红外导弹跟踪传感器的定制军事卫星,使“星链”具有跟踪和拦截洲际弹道导弹的能力。^⑬

(三)积极推动“星链”的实战化作战应用

美军不仅强调“星链”多维一体的网络连通能力和攻防兼备的作战能力,而且还通过构建“演习演训—实战应用—未来作战构想”三位一体的作战训练体系,加速将“星链”的作战潜能转化为实际作战能力和制胜未来的战略优势。在演习演训方面,

近年来,美军积极探索通过多军兵种联合军演的方式,将“星链”融入战斗力生成方程,转化为美军作战效能的新质增长点。2019年12月,“星链”参与了美军先进战斗管理系统(ABMS)新通信生态系统测试演习,旨在实现联合全域指挥与控制(JADC2),允许美国军队和盟国实时协调所有领域的军事行动。^⑭2020年4月,SpaceX参与美军海军陆战队举行的大规模实弹演习,“星链”系统与美军地面部队、空中力量、潜艇、水面舰艇以及各种太空资产配合演练,旨在提升美军拦截无人机和巡航导弹的能力。^⑮实战应用方面,“星链”在乌克兰危机中为乌克兰的军事行动提供信息支援保障。自乌克兰危机爆发以来,SpaceX和美国国际开发署联合向乌克兰交付了约5000个Starlink终端,为乌克兰提供“无限、不受限制的数据连接”,^⑯在一定程度上强化了乌军的信息作战优势。“星链”不仅为乌克兰GIS火炮部队提供卫星通信服务,使其能够穿越俄军防线进行通信和传输高宽带数据,还为乌克兰精英无人机部队Aerorozvidka攻击俄军提供目标定位和通信服务。^⑰在将“星链”融入未来作战构想方面,2019年,美军提出了“马赛克战争”(Mosaic Warfare)的概念,强调美军“如拼接马赛克一般”以新的和令人惊讶的方式无缝地使用海、陆、空、天、电磁和网络作战力量来实现战争制胜。^⑱“星链”以其强有力的网络通信和信息支援能力,被美军认为是连接不同作战单元和驱动“马赛克战争”的通信引擎。此外,美军还探讨了将“星链”应用于未来太空信息战的潜在可能。^⑲

三、“星链”对首攻稳定性的影响

首攻稳定性又称先发制人稳定性,是战略稳定性的重要体现和保证。其理论源头可追溯到托马斯·谢林(Thomas C. Schelling)在《冲突的战略》中所提出的“对突袭的相互恐惧”,即“对对方可能会——因为错误地相信我们将很快突袭而——马上就进行突袭的担心,给了我们率先发动袭击的动机。与此类似,对方有这种动机也合乎情理”。^⑳1961年,丹尼尔·埃尔斯伯格(Daniel Ellsberg)提出“临界风险”的概念,用于对存在先发打击的风险进行定量度量,即先发打击的机会成本与后发制人的机会成本之间的比

率。^③在此基础上,格伦·肯特(Glenn A. Kent)和戴维·塞勒(David E. Thaler)在1989年首次提出“首攻稳定性”的概念,将其定义为任何超级大国均不认为对方受到激励而在危机中首先发动核打击。他们认为,与危机稳定相比,首攻稳定一词涉及的范围更窄,它不涉及该决定的政治军事背景,而仅是由双方总体上的战略进攻和战略防御力量的结构所决定的。^④

克里斯托弗·希巴(Christopher F. Chyba)指出:“新技术可能会以多种方式影响危机中的决策,推动这些决策走向或远离核战争,其中一个首要的因素,取决于这项技术是否在先发制人的能力上取得了如此显著的进步,以至于迫使对手更有可能首先发动攻击,或者在遭遇攻击警告时以较少的考虑发动反击。”^⑤网络、太空和人工智能领域的技术进步,不断冲击着冷战以来全球战略力量间的攻防平衡格局,并导致“首攻稳定”向着“首攻不稳定”转变。“星链”的军事化发展,从战略进攻和战略防御两个维度强化了美国的作战能力和威慑优势,也导致美国与战略对手之间在攻防格局、对抗态势和力量对比等方面日益失衡,可能对首攻稳定性产生很大的影响(参见图2)。

(一)“星链”可能强化美国先发制人的战略突袭能力

首先,“星链”有助于美国削弱对手的战略生存能力,从而打破基于“相互确保生存”的首攻稳定性。冷战期间,建立在“相互确保生存”模式下的二次打击能力,成为遏制美苏两个超级大国实施先发制人打击的重要因素。由于担心对手二次打击造成的损失远远大于一次打击产生的收益,美苏两国实

施先发打击的意愿受到遏制,美苏之间的首攻稳定性因此得以实现。“星链”以其强有力的太空信息支援能力,对冷战以来建立在二次打击能力之上的“相互确保生存”模式造成了严峻的挑战和冲击。以“星链”为代表的空间技术创新,可以为美国先发核打击能力提供信息支援优势。美国2019年度《导弹防御评估》报告指出:“天基传感器具备一定的机动灵活性,不像地面传感器那样受地理因素限制,并能实现自始至终的跟踪,优势极其明显。”^⑥在美国核战略专家看来,机动发射式陆基战略核导弹是俄罗斯、中国等国家对抗美国先发制人核打击的重要威慑力量,机动式弹道导弹的机动性,使得其难以被成功瞄准和摧毁,从而成为上述国家核生存能力的重要体现。^⑦美军依托“星链”所构建的巨型近地卫星星座,具有以亚米级分辨率每小时覆盖地球上任意一点的侦察监视能力,可以针对机动式弹道导弹形成全域、全时、全天候的立体监控体系,在削弱对手核生存能力的基础上,反向强化己方先发制人的打击意愿。^⑧

其次,“星链”提升了美国发起先发制人战略打击的效率。在美国的战略打击体系和杀伤链路中,“星链”提供的持续动态监控能力并非是孤立的要素,而是与人工智能图像识别、大数据分析、高超声速武器深度耦合:“星链”监控系统对陆基机动式弹道导弹的整个相关道路网络实施动态监控,确保战场的单向透明;人工智能和大数据技术能够实时分析、识别和锁定目标;高超声速武器确保对目标进行“发现即摧毁”的快速打击。得益于整体核打击链路的体系赋能,“星链”提供的信息支援优势能够得到最大化发挥,使得美国的先发制人打击能够轻易规

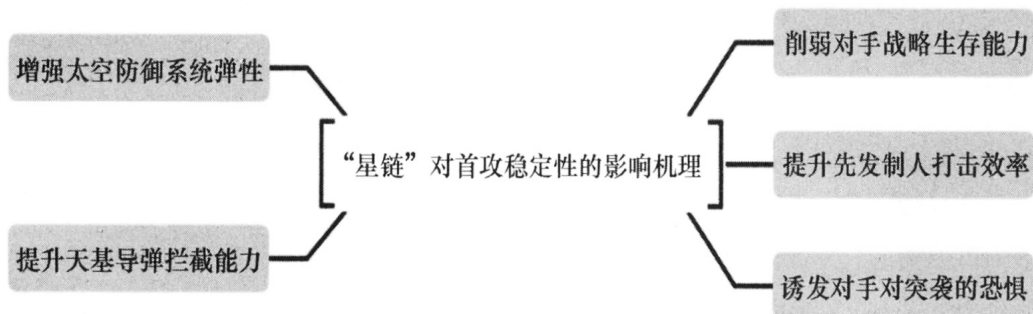


图2 “星链”对首攻稳定性的影响机理

资料来源:作者自制。

避潜在的“二次打击”风险,快速、精确、高效地打击对手战略目标,进而激励美国首先使用战略武器向潜在对手发起突然袭击,完全掌控战略力量运用的主动权,导致首攻稳定性降低。

综上,“星链”不仅强化了美国先发制人的战略进攻能力,也导致美国和对手之间围绕突然袭击的互动性预期过程,以及连续循环、不断强化的先发制人动机,进而造成首攻稳定性不断降低。

(二)“星链”增强了美国太空防御系统的弹性

防御性军备力量的发展同样对攻防格局和首攻稳定性产生重要影响。譬如,一个国家发展战略导弹防御,会削弱对手洲际导弹的进攻能力,包括第一次打击能力和第二次打击能力,由此改变战略稳定性。由于导弹防御的存在,遭遇对手报复性打击的损失进一步降低,先发打击与后发打击之间的效果存在显著差别,先发制人打击的净收益被放大。^⑧因此,如果一方拥有成功的导弹防御,其实施先发打击的意愿也必然会增大,进而会损害首攻稳定性。

“星链”的军事应用颠覆了美国外空安全领域“攻易防难”的传统安全范式。在进攻方面,“星链”进一步强化了美国谋求绝对战略优势的先发制人手段。在防御层面,依托近地轨道空间高密度卫星群的独特部署结构,“星链”能够大幅度地增强美国天基导弹防御系统的防御弹性和防御能力,在确保自身战略打击力量不被摧毁的同时,削弱战略对手的打击能力与威慑力量,实现由“攻易防难”向“攻防兼备”的范式转换。

“星链”对美国外空安全范式的颠覆性影响,植根于其独具特色的弹性防御结构。长期以来,太空资产因其防御性、隐蔽性和机动性等方面的缺陷,在国家间战略力量的对抗中呈现出“攻易防难”的固有脆弱性,因而也成为敌对国家实施战略威慑的重要目标。2015年,俄罗斯展示了攻击美国近地轨道(LEO)和地球同步轨道(GEO)卫星的能力。2016年,俄罗斯又展示了其与美国卫星进行交会和近距离行动的能力,并明确表示有能力和有意愿在冲突开始时考虑对美国太空资产进行重大打击。^⑨伴随对军用卫星网络依赖度的持续增长,美国一直在探索采

取多种应对策略,以减轻俄罗斯等国反卫星技术发展所带来的不稳定影响。“星链”因其富有弹性和高度冗余度的巨型星座式部署结构,为太空资产防御提供了一条全新的路径。印度防务专家曾指出:“像‘星链’这样的卫星星座,除了增强作战能力外,由于其结构的复杂性和庞大的规模,有可能使常规反卫星武器彻底过时。”^⑩由于拥有卫星数量规模的优势,对“星链”施行反卫攻击乃至整体瘫痪的成本与难度巨大,即便在部分卫星损失的情况下,“星链”仍能够正常发挥空间感知、预警和拦截等功能,能够使美国军事卫星网络避免在受到直接攻击时面临灾难性失效的风险。^⑪一旦攻击“星链”的预期成本高于预期收益,对手的打击意愿和威慑的可信度就会降低。

“星链”对于美国导弹防御系统的强化作用,还体现为天基拦截能力的提升。天基导弹防御系统是美国国家导弹防御系统的重要组成部分。长期以来,美国一直尝试利用天基武器提升弹道导弹拦截能力。20世纪80年代,美国提出“星球大战计划”,其核心是开发一套天基导弹防御系统,自动识别和摧毁大量来袭的弹道导弹,保护美国免受对手的大规模核攻击。^⑫老布什政府时期,美国又提出全球保护系统,试图构建以“斑斓卵石”为核心的天基动能拦截系统。^⑬然而,受制于财政压力和当时技术水平的限制,上述项目均以失败告终。“星链”凭借其成本低廉、数量庞大的近地球轨道小卫星群,以及通信带宽大、延迟时间短、实时数据传输、视觉载荷和自主变轨等一系列技术优势,进一步提升了对洲际弹道导弹实施动能碰撞式拦截的可行性。在专业防务研究机构利用计算机算法模拟的拦截演习中,“星链”对于350枚以上的洲际弹道导弹进行在轨拦截模拟试验,全部获得成功。^⑭基于“星链”等大型星座对于敌方弹道导弹突防的抵消能力,美国2019年《导弹防御评估》报告指出:“天基拦截器可以提供显著的导弹防御优势,特别是在推进阶段防御方面。国防部将确定最有前途的技术,并估计时间、成本和人员需求,以构建一个可行的天基防御层,实现推进阶段防御的早期作战能力。”^⑮

虽然可靠的主动防御一般可以被视为消除不稳

定性的积极力量,从而增进战略稳定,并在与核大国的有限冲突中提供防止威慑失败的可信保险,但是一旦类似“星链”这样的技术手段能够使俄罗斯等国在保证和可信的二次打击和反制手段失去效力,削弱对手的战略威慑能力,那么美国可靠的主动防御就会进一步强化其先发制人的打击意愿,赋予技术优势的一方实施首先攻击的行动自由,并加剧处于技术劣势一方的恐慌情绪,最终导致首攻稳定性的持续下降。

四、“星链”对危机稳定性的影响

作为战略稳定性理论的重要组成部分,冷战时的危机稳定是指即使在危机状态下双方也不会产生相互升级为核冲突的意愿,具体是讨论国家在危机环境中如何综合运用政治、经济、军事力量,既谋取本国利益最大化,又避免危机升级、爆发战争与武装冲突的理论。

在核危机环境下,危机稳定的实现很大程度上有赖于“相互确保摧毁”“相互确保生存”的结构性特征,这也导致对于危机稳定性的探讨能够向具有类似结构性特征的网络和太空等空间拓展。当前,外层空间的军事化发展也存在类似冷战时期核武器发展的“相互脆弱性”。以美国为首的军事强国大力推行太空军事化和武器化发展,使其军事力量对太空资产高度依赖,然而,太空资产在作战防护方面所具有的脆弱性和依赖性,成为制约美国太空威慑力量发展的一对结构性矛盾。近年来,美国在太空威慑理论建构和实践探索过程中,高度关注如何慑止战略对手对空间系统和辅助基础设施的攻击,提出了包括“实施成本效益高的空间系统保护措施、跨域解决方案、在不同轨道的多种平台上托管有效载荷、利用分布式国际和商业伙伴能力以及开发快速响应空间能力”等应对方案,^⑤但上述方案在可行性、有效性和成本合理性方面都存在瓶颈性问题,难以规避外层空间固有的脆弱性。外层空间攻防难的结构性特征,在较长时间内使得外空军事竞争具备了类似核竞赛的危机稳定,外空资产对攻击的脆弱性导致外空危机难以升级为大规模的外空战争。

美国将“星链”应用于军事领域,不但进一步强

化了本国实施先发制人打击的显著优势,降低了首攻稳定性,而且也在一定程度上重塑了外空攻防结构,破坏了外空空间实现危机稳定的结构性特征。“星链”在应对太空攻击时具有高度的弹性和冗余性,推动太空攻防格局和威慑力量的重塑,美国太空领域的危机稳定理论也将进行重构,导致太空危机状态下威慑信号的传递、威慑红线的设置、威慑方式的选择将会随之改变,这势必对外层空间的危机稳定性产生联动影响,无形中打破了当前外空与核领域各国军事力量之间形成的“微妙的平衡”,促使“危机稳定”朝着“危机不稳定”的方向发展变化,进而滑向太空战争的边缘。

(一)“星链”加剧了外层空间爆发“意外战争”的风险

“意外战争”是危机不稳定的重要体现。谢林多次提及意外战争及其引发的危机不稳定。“意外战争是产生于疏忽、恐慌、误解或错误警报而不是冷静的事先谋划的战争。”^⑥“由于人为和机械这两个方面的原因,意外战争的可能性会因为某种危机而增大。”^⑦“全面战争可能通过某种事故、错误的警报或机械性故障,通过某个人的惊恐、疯狂或恶作剧,通过误解敌人的意图等被非故意地引发。”^⑧根据危机稳定性理论,行之有效的危机管控应当对危机的诱发、升级甚至恶化作出准确预判并主动进行干预。然而,危机的产生和发展是一个具有高度复杂性和不确定性的难题。“星链”卫星系统本身的巨复杂性,加之其与军事系统交互的复杂性,加剧了导致“意外战争”爆发的不确定因素。

就内部而言,“星链”本身是数量庞大、覆盖广泛、技术密集的巨复杂系统,由低轨卫星星座、地面站系统、用户终端、网络系统以及通信系统等多个子系统构成。依据“正常事故”理论,由于高技术装备系统内部不同子系统之间存在极其复杂的相互作用影响,当故障意外发生时,可能从一个子系统迅速扩散到另一个子系统,极微小的问题也可能迅速扩散导致系统的崩溃。^⑨同时,考虑到竞争性作战环境的影响,战略力量指控系统倾向于追求更快的操作速度和先发制人的时间优势,这些因素都增加了意外

事故发生和风险升级的可能。因此,“星链”内部出现事故灾难引发危机事件的脆弱性是无法规避的。

就外部而言,“星链”系统的复杂性与军事系统的复杂性相互叠加,进一步增加了危机事件爆发的概率。战争领域存在诱发危机的一系列不确定因素。谢林指出:“暴力,尤其是战争,是一种混乱的和不确定性的行为,存在着高度的不可预测性。它依赖于由难免犯错的人组成的不完美政府作出的决定,依赖于难免有错的通信和警报系统,以及未受检验的人员和设备。”^⑤美国推动“星链”的军事化应用进程,导致其内部的不确定因素与外部军事系统的不确定因素交互作用,加剧危机意外爆发的风险。譬如,作为“星链”军事应用的重要方向,天基预警系统日益成为预防弹道导弹突袭的重要手段,与之相对应,攻击对手的天基预警卫星也成为达成战略突袭目标的关键步骤,被普遍视为发动战争的信号。具体而言,攻击方式存在激光摧毁、激光遮挡、电磁干扰、动能杀伤以及摧毁核杀伤链的天基部件等,不同的方式也代表并传递了不同程度的升级信号。然而,考虑到当前“星链”星座涵盖卫星的庞大规模,以及日益拥挤的外层空间环境,有学者指出:“在卫星发生故障时,极难将故障准确归因于自然或意外原因(例如空间气象灾害、空间碎片的影响)、无意干扰还是蓄意侵略。”^⑥针对潜在对手的战略猜疑,将导致意外事件被误判为蓄意攻击行为,或者将低烈度的攻击行为解读为高烈度的攻击行为,都会导致危机的意外升级。

此外,“星链”与人工智能识别系统的结合,还可能产生“自动化偏见”,从而进一步加剧“意外战争”发生的风险。所谓“自动化偏见”,即在危机决策过程中,面对海量数据信息和充满不确定性的战场环境,作战指挥员倾向于过度信任人工智能系统,并遵守它所作出的运算结果。^⑦在“人工智能+‘星链’”的情报收集与预警模式下,一方面,人类缺乏对于海量情报信息的整体分析和全盘掌控能力,人类对于智能化数据分析系统的控制不是基于人类理性逻辑的主动干预,而是受人工智能系统牵引的、亦步亦趋的被动控制,甚至被其反向操纵或胁迫,无法真正将危

机决策权和战略打击手段的使用控制权掌握在自己手中;另一方面,依靠机器学习的智能化视觉目标识别技术,不同于基于人力的视觉识别,而是通过构建神经网络算法模型来学习和提升其对图像和视频的识别能力,这是一个尚未成熟且充满不确定性的技术领域,在识别“欺骗性图像”时可能表现出一定的脆弱性,进而可能导致对潜在打击目标的错报或漏报。^⑧由此可见,这种“自动化偏见”会加剧外空军事危机中的敌对动机、判断失误和冒险行为。一旦经由“星链”采集的图像信息被错误识别为对手先发制人的信息,必然招致己方打击力量的快速反制,甚至造成意外核战争的爆发。

(二)针对“星链”的反制措施可能造成外空危机的快速升级

危机升级是冲突双方复杂战略互动的结果。一方为谋取军事优势而牺牲对方安全利益的单边主义行径,必然招致对方针锋相对的反制措施,进而推动风险局势和紧张态势的螺旋式上升。在危机由可控向失控转变的快速升级过程中,存在所谓的“失效临界点”,一旦军备发展突破这个临界点,就会导致威慑失败和对手的报复性攻击,甚至引发核战争。太空威慑与核威慑一样也存在“失效临界点”,如果突破这个临界点将会导致报复、后续攻击和战争的快速升级。^⑨美国推进“星链”的军事应用,可以视为强化导弹防御能力的一块重要基石,原本是为了提升其太空威慑能力,迫使对手放弃进攻意图。然而,如果“星链”对于其他国家的报复打击能力的抵消作用突破“失效临界点”,会导致威慑失败,迫使对手发展针对“星链”的反制措施,提升反卫星武器的软、硬杀伤能力,这又反向引发美国的恐慌和反报复措施,推动外空军备竞赛与核军备竞赛的加速升级,造成战略稳定性的持续下降。正如有的学者所指出的:“一项技术如果可以被用于禁止、干扰或瘫痪预警卫星,或者截获、欺骗来自此类传感器的通信信号,影响作战指挥和控制,从而削弱政治领导人实施战略攻击的能力。那么,这些影响可能导致过早地使用核武器或错误升级。”^⑩

“星链”引发危机快速升级的风险,还体现为“凯

斯勒效应”下空间卫星碎片的急剧增多。美国宇航科学家唐纳德·凯斯勒(Donald Kessler)指出,当外层空间特别是近地空间飞行器数量达到一定阈值时,由军事行动或意外事故造成飞行器损毁所产生的碎片,将会引发未来碰撞的“多米诺骨牌”式连锁效应,产生持续增多的碎片和撞击,导致覆盖整个外层空间的碎片带和永久化污染。2009年,美国和俄罗斯之间通信卫星的碰撞,产生了两千多块空间碎片。如果有更多的卫星,碰撞频率会进一步增加。^⑤“星链”是迄今为止最为庞大、最具代表性的巨型星座。一方面,卫星发射活动的增多,将增加近地轨道空间碎片环境的密度,破坏外层空间环境的稳定性;^⑥另一方面,美国通过推进“星链”的军事应用,强化了先发打击优势和空间防御的承受能力,同时,也可能迫使对手从维持战略力量平衡的考量出发升级反卫能力,从而进一步增加产生空间碎片的可能。一旦对“星链”的攻击导致“凯斯勒效应”发生,势必造成卫星星座大面积损毁、空间通信和预警系统瘫痪等灾难性后果。

对“星链”实施反卫星攻击引发的“凯斯勒效应”,对危机的可控性提出了更深层次的挑战。在冷战时期发生的核危机中,人类的决策是控制危机升级为核战争的最后一道“保险”,如果危机的升级存在失控的风险,美苏双方的政治领导人有足够的力量、充裕的时间和多元的方式来终止危机进程,避免大规模人道主义灾难的发生。然而,一旦针对“星链”的反卫星攻击导致“凯斯勒效应”,其引发的连锁反应将会导致危机终止的机制失去效力。由于各国缺乏必要的手段来阻断碎片连锁撞击进程,航天器碎片将不可避免地在整个近地轨道空间快速扩散,并在引发灾难性后果前难以终止。

(三)“星链”对危机稳定性的挑战由战略领域向常规领域扩散

首先,在“稳定—不稳定”悖论作用下,“星链”带来的技术优势可能成为爆发常规战争的助推器。由于各国之间存在着不同层级、不同领域的安全威胁,战略层面恐怖平衡的稳定性越大,在较低的暴力层面(即非战略层面或常规层面)的稳定性就越低。^⑦根据这一悖

论,在战略层面危机尚未触发的情况下,“星链”也可以被应用于提升美国的常规战争优势,加大低强度冲突爆发的可能性。“星链”等星座项目具有天然垄断的属性,将进一步加大强国与弱国之间的军事力量差距。传统的天基信息支援手段仅限于战略、战役层面,“星链”因不受地理因素限制的优势,使得美军有望将天基通信终端延展到班、排等战术层级,从而形成全方位的战场信息优势。考虑到只有极少数国家有能力建设类似“星链”的巨型星座项目,其他国家只能在巨大信息劣势下作战。^⑧在2022年乌克兰危机中,“星链”手持机所提供的信息优势就是一个典型的例证。在这种“强者恒强、弱者恒弱”的两极分化局面下,爆发局部战争和地缘政治危机的风险也将进一步放大。

其次,“星链”可能招致对手的非对称制衡。近年来,面对美国极力打造的“核技术—空间技术—信息(人工智能)技术”新“三位一体”的国家战略威慑体系,相关国家不得不采取多域化、非对称的制衡措施。^⑨俄罗斯等国试图降低对传统核威慑力量的路径依赖,提升在太空、网络、高超声速和人工智能等新技术领域的战略威慑能力,积极构建针对美国的非对称的全域制衡机制,实现核威慑、太空威慑、网络威慑以及常规威慑手段之间的灵活组合和优势互补。^⑩鉴于“星链”为美国战略打击力量提供了广泛的情报侦察、监视预警和动能打击等能力支持,对手在单一的核能力对抗中难以维持战略均势,通过复合战略手段实现战略稳定就成为合理的选择,由此也将围绕“星链”的安全博弈从太空与核领域拓展到网络空间、人工智能等领域,进而引发一系列跨域安全危机。

网络空间被认为是实施非对称制衡的重要领域。网络空间天然具有攻易防难的属性。相较于核打击能力的差距难以在短期内追上,网络军备能力的发展所需资源少,容易在短期内实现赶超,从而进一步增加了实施非对称制衡的可行性。^⑪作为史上规模最大的巨型星座系统,“星链”高度依赖互联网网络实现星座、传感器、地面站和用户终端之间的紧密耦合,也使得对手将网络攻击视为重要的反制衡手

段。有的学者指出:“因为使用物理手段攻击数量庞大的卫星并不经济,随着目标数的增加,所准备的投资也成比例地增加。但网络攻击就不一样,针对一个目标和大量同类目标所需要的投资近乎一样,而且网络攻击还能减少太空碎片造成的附带杀伤和自我误伤。”^③伴随“星链”在军事领域的应用不断深化,美军对于商业部门所提供的空间资源的依赖度与日俱增,遭受网络攻击时的脆弱性也日益凸显。

再次,由于潜在战略对手对于外空资产的依赖度远低于美国,所以实施同域威慑的效率很低,美国可以采取“跨域攻击”“跨域威慑”等方式,以应对潜在对手对于“星链”等太空军事资产的制衡措施。美国国防部高官曾声称:“美国对反空间攻击的回应,可能包括空间领域以外的必要和成比例的回应。”^④美国可以通过威胁攻击对手的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视和侦察(C4ISR)链路,打击对手在陆地和网络领域的关键基础设施,来实现跨域的“惩罚性威慑”。^⑤美国还可以通过抢占国际准则制定权、话语权或建立利益联盟等方式进行威慑。^⑥美国从谋取外空霸权和单边主义的外空安全观出发,试图通过主导空间政策制定权、频轨资源的分配权以及空间交通管理机制等,实现自身外空安全利益的最大化,但也不可避免地侵害了俄罗斯等其他航天国家的安全利益,进而引发各国围绕太空政策议定权和太空资源分配权的争议和冲突。

尽管美国明确表示它将在太空资产遭遇攻击时实施报复,并将跨域攻击作为报复的重要选项,但是,美国没有明确说明跨域攻击的类型和报复的严重程度,没有明确说明选取哪种跨域手段或多种手段的组合,也没有正式为针对“星链”的攻击画出强有力的“红线”。^⑦这可能会进一步加剧其他国家在危机条件下误判和冲突升级的风险。

五、“星链”对军备竞赛稳定性的影响

与危机稳定性的概念类似,军备竞赛稳定性同样是源自冷战期间美苏核军备发展的历史进程,也是基于相互核恐惧、核对抗、核威慑以及相互脆弱性安排而实现的,用于探讨如何规避畸形的、超饱和的、持续升级的核军备竞赛。

长期以来,外空领域的军备竞赛稳定性并没有作为一个独立的研究领域进行探讨,这是由于美国太空军备力量的发展经历了由从属、服务于核威慑力量向逐渐独立发展的历史进程。在由“核技术—空间技术—信息(人工智能)技术”构成的新“三位一体”战略威慑体系下,太空军备力量与核力量之间由从属关系转变为并列关系,太空军备竞赛的稳定性问题也日益凸显。

为应对美国“星链”军事化带来的安全挑战,其他航天国家必然采取针对性的军备发展策略,导致“螺旋式”上升的军备竞赛和太空“安全困境”,进而冲击外层空间的战略稳定。区别于核武器等战略武器的军备控制,“星链”的开发由私营部门完成,并且广泛渗透于美军的攻防作战体系之中,具有军民一体和攻防一体的特殊属性,这些技术属性强化了“星链”技术系统的不透明性和不可预测性,导致传统的军备控制与核查机制难以适应,建立信心的军备控制措施难以施行。“星链”对于军备竞赛稳定性的影响主要体现在以下三个方面(参见下页图3)。

(一)“星链”的攻防一体属性加剧了军备发展的“安全困境”

经典军备控制理论的核心,就是通过调整各国的军备力量格局,以增加发动战争的机会成本,进而削弱各国发动战争的意愿。就技术特征而言,某些武器具有鲜明的进攻属性,某些武器则具有鲜明的防御属性。^⑧因此,军备控制的一个重要思路,就是依据武器所具有的攻防属性,有针对性地进行军备控制和调整军备格局。对于核武器的军备控制而言,武器的攻防属性大都是泾渭分明的。譬如,洲际弹道导弹具有明显的进攻属性,导弹防御系统则具有明显的防御属性。基于此,各国可以通过削减或限制发展进攻性武器的方式,来达成调整军备格局和实现战略稳定的目的。1979年签订的《美苏限制进攻性战略武器条约》,成为美苏核裁军历史上具有里程碑意义的文件。

不同于核武器,“星链”兼具进攻和防御的两重属性。在进攻方面,“星链”为美军远程精确打击提供了强有力的信息支持,通过构建全天候、全覆盖、

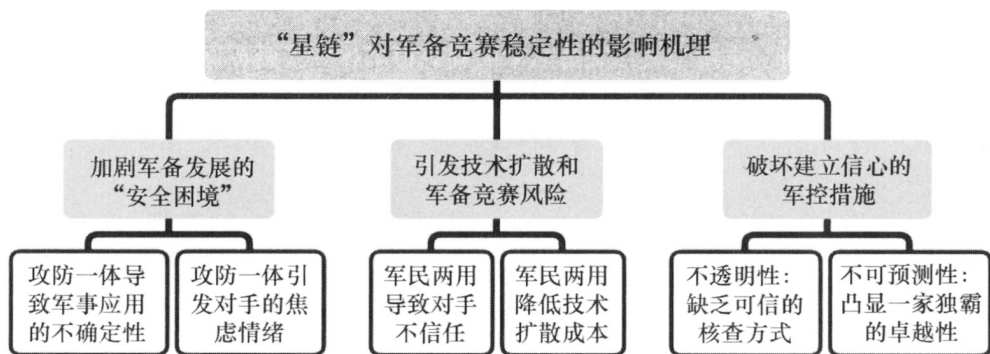


图3 “星链”对军备竞赛稳定性的影响机理

资料来源：作者自制。

抗干扰、低延迟的情报信息监控与传输系统,形成对美军单向透明的战场态势,能够精准监测、识别机动式弹道导弹的机动轨迹,削弱对手战略打击力量的生存能力,强化美军“发现即摧毁”的远程快速打击能力和先发制人的战略打击能力。此外,“星链”还可能充当反卫星作战的进攻性武器。在防御方面,“星链”可以帮助美军进一步提升战略导弹预警和动能拦截能力。“星链”卫星通过发射全向波束实现对洲际弹道导弹的遥感、遥测和跟踪,能够为计算、预测导弹运行轨迹和导弹拦截提供信息支持,同时,由于“星链”卫星具有自主变轨和智能规避能力,其庞大的在轨卫星数量也可能进行直接碰撞攻击,对洲际弹道导弹实施动能拦截。

对于维持军备竞赛稳定性而言,“星链”兼具进攻和防御两重属性,使得其军事应用进程充满不确定性和诸多潜在可能,容易导致军备发展的“安全困境”,进而降低军备竞赛的稳定性。当前美国推动“星链”军事化发展的军备行为,初始意图即便是为了加强弹道导弹防御能力、维护太空资产安全和实现外层空间战略稳定,但由于“星链”军事应用功能的多样性,也使得潜在对手对其军事应用前景的评估存在诸多不确定性,由此引发焦虑和恐惧情绪,进而加剧“安全困境”。

(二)“星链”的军民两用性易引发技术扩散和军备竞赛风险

“星链”对于军备竞赛稳定性的另一个挑战源自“星链”的军民两用性。在军备竞赛中,参与竞争以

获得优势的动机与退出竞争会给对手带来优势的恐惧是相伴相生的。美国推动“星链”军事化以寻求战略优势的动机,与其他航天国家对落后的恐惧相互交织,将会加速全球范围内民营卫星星座项目的军事化发展,共同助长相关领域军备竞赛的螺旋式上升。^⑥长期以来,中国等大多数国家坚持“太空非军事化”的立场,坚决反对太空武器化和太空军备竞赛。2022年,中国宣布所属空间站向所有联合国会员国开放,打造全人类的“太空家园”,受到国际社会高度肯定。^⑦美国为谋求太空绝对军事优势,将推动“星链”军事化发展作为其实施太空威慑、塑造太空安全环境的重要举措。乌克兰危机爆发以来,美国公然将“星链”应用于军事行动中,引发俄罗斯的强烈不满。俄罗斯官员指出:“在航天领域我们永远不应该信任西方。‘星链’以前被宣布为纯粹的民用,然而,在俄罗斯对乌克兰特别军事行动期间,埃隆·马斯克(Elon Musk)带着他的‘星链’出现了。”^⑧“星链”的军事化,可能再次开启外空军备竞赛的“行动—反应”循环,迫使其他具有研发能力的国家基于恐惧落后心理而竞相跟随,加剧外层空间的不稳定态势。

“星链”的军民两用属性,还会削弱技术扩散的成本壁垒,导致技术的快速转移与扩散,从而进一步加剧军备竞赛的不稳定性。在军备控制领域,高昂的研发成本和复杂的技术工艺一直是制约军事技术扩散的重要因素。较之携带众多复杂传感器或有效载荷的大型军用卫星,小型卫星通常侧重于某种特定的有效载荷技术或应用,其尺寸和复杂性的减小

极大地降低了研发成本。例如,一颗重量为2 500千克的Maxar WorldView-4号卫星的建造和发射费用为8.5亿美元,^②而一颗“星链”卫星研发和发射总成本约为100万美元。^③“星链”系统的成本会随着规模化生产的发展进一步呈指数级下降。这种成本的降低是如此之快,商业激励如此之大,以至于技术在主要大国之间的持续扩散似乎是不可避免的,从而导致真正的军备控制难以实现。^④伴随以“星链”为代表的商业利用空间技术活动的迅速增加,低成本的小卫星星座技术已经掌握在商业部门手中,这既能够创造新兴市场和促进经济繁荣,同时也增加了空间环境的复杂性,对保护关键技术安全和维护战略优势构成了挑战。对于维护军备竞赛稳定性而言,技术成本和技术门槛的降低,虽然可能减少潜在的“先行者”垄断优势,但同时也不可避免地导致技术在全球范围内的大面积扩散和转移。值得注意的是,近年来,包括欧洲空中客车公司、加拿大卫星公司以及英印合资的一网公司(OneWeb)等企业都已进入小卫星星座的研制与开发领域。由于军备控制稳定性与参与军备控制的主体数量之间呈反比关系,大量民间公司的加入,会进一步增加推进军备控制进程的不确定性。

(三)“星链”技术系统的不透明性和不可预测性导致军备控制的建立信心措施难以施行

军备领域的建立信心措施是缓解国家之间安全困境、避免军备竞赛风险和实现战略稳定的重要方式。建立信心措施通常包括两个方面:一类是增进信息共享和提高透明度的安排,为对方了解自己的军备状况提供方便,这样就可以减少猜疑以及防止由此产生的军事对抗升级;^⑤另一类是强化军备发展的可预测性,通过将双方对于军备控制问题上的共识转化为软性规约或硬性的军控条约,提升发展军备行为和意图层面的可预测性,避免战略突袭的发生。冷战期间,美苏两国通过交换信息、建立热线、试验通报、观摩重大军事活动和签署军控协定等方式,提升核军备行动的透明度和可预测性,管控核军备竞赛的潜在风险。对于当前针对“星链”军事化发展而引发的军备控制议题而言,建立信心措施面临

不透明性和不可预测性两个方面的挑战。

从军备发展的透明度来分析,“星链”技术系统与核武器之间存在显著的差别。一方面,缺乏可信的验证技术和研制方式来核查“星链”的军事化进程。冷战时期核军控之所以能够实现全面的信息交流和详细的核查程序,是由于核武器的研制与开发需要难以隐藏的大型离心机设备、提纯工厂、反应堆、武器级的浓缩铀以及必不可少的测试试验,这些都能够通过可信的途径来检测核查。对于“星链”的军事应用而言,由于其军民一体化的技术属性,增加了军备核查的难度。比如,“星链”卫星可以携带数据传输、网络通信、照片拍摄、红外成像、雷达以及其他军民通用的功能载荷,这意味着难以核查哪些卫星载荷纯粹用于商业目的,哪些卫星载荷具有军事能力。^⑥此外,不同于核武器,“星链”的军事赋能主要不是通过硬件而是软件来实现。譬如,“星链”卫星具有自主碰撞规避系统,通过人工智能系统实现对航天器和其他空间碎片的自主规避,最大限度地降低危险接近的概率,使得“星链”卫星能够在无碰撞风险的太空环境中安全运行。然而,通过更改软件程序和算法设置,自主碰撞规避系统也可以转变为针对航天器的自主攻击系统,为反卫星和反弹道导弹等军事功能服务。由于通过硬件层面的信息分享或核查难以掌握“星链”军事应用的实际状况,传统形式上增进军备透明度的方式在这一领域难以奏效,导致双边或多边的军备互信机制难以建立,军备竞赛的稳定性进一步降低。

从军备发展的可预测性来分析,当前外空军备发展的不均衡态势,降低了达成外空军控协定的可能性和军备发展的可预测性。通过签署条约来约束各方的军备发展行为,必须建立在双方军备力量处于相对均衡的基础之上。在军备发展过程中,技术领先国通常不会首先寻求军备控制,在缺乏竞争时,它们首先寻求一家独霸的卓越性,在面临竞争时,转而寻求相对优势。只有当力量均势出现时,它们才会寻求依靠稳定的相互威慑和签署军控协议。^⑦当前,外空军备力量的发展处于美国一家独大的状态,美国渴望随意运用其外空霸权,维护“不受限制进入

太空和自由运作太空资产的权利”,^③不愿意放弃其在近地轨道大型星座军事化发展领域的引领地位,因此对外空军控协定持抵制态度,不仅一再阻挠中俄等国提出的《防止在外空放置武器、对外空物体使用或威胁使用武力条约草案》《“不首先在太空放置武器”倡议》《太空透明与信任建立机制》等军控公约,而且试图通过提出“负责任外空行为”等不具有约束力的政治规范,来泛化和回避签署外空军控协定问题。对此,中国裁军大使李松在第77届联合国大会裁军与国际安全委员会(简称“联大一委”)关于外空问题的专题发言中指出:“如果对超级大国称霸外空的战略、政策和举措视而不见,一味搞什么‘负责任外空行为准则’,外空安全将呈现一个‘美国主导,其他国家守规矩’的局面,这显然不符合国际社会最广大成员的共同利益,无助于维护外空共同安全。”^④在当前外层空间国际规约模糊、全球治理范式尚未明朗的背景下,国际社会约束外空军事化的公共产品极度稀缺,且供给能力严重不足,“星链”未来军事化发展进程的不可控性和不可预测性也随之增加。

结语

美国从自身安全利益出发,尝试通过推进“星链”的军事化发展消除太空资产固有的脆弱性,增强外空威慑能力,以迫使战略对手放弃攻击意图,其初始意图可能是出于维护、提升战略稳定的考虑,但是伴随美国通过将“星链”技术整合到军用太空资产中以获取对其对手的战略优势,其他国家日益强烈地感受到“星链”对于核、太空和网络等领域的安全威胁,不得不采取相应的技术跟随或反制策略,加剧了外空军备竞赛向更深层次推进,从而在实际上削弱了既有的战略稳定格局。“凯斯勒效应”的客观存在,表明规避“星链”技术竞争带来的战略稳定风险、维护外空命运共同体符合各方现实利益。围绕“星链”军事化发展的外空安全治理,一方面,涉及多利益攸关方、跨越众多学科,涵盖了主权国家、智库、工业界、民间组织、国际组织和学术界等治理主体,必须在权威性安全机构的统筹协调下稳步推进;另一方面,“星链”军事化又与核安全、网络安全以及人工智

能安全密切关联,呈现一体联动的安全态势。同时,鉴于“星链”军事化发展方向和态势的不可预知性,必须坚持面向未来的可持续安全治理。

首先,要在联合国框架下密切交流合作,维护外层空间的战略稳定性。要突破由少数霸权国家主导外层空间安全议程的单边主义治理框架,使外空军事化的安全治理超越国家大小、军力强弱、经济科技发展水平高低的限制,以多利益攸关方的包容性方式,继续就外空非军事化和负责任的外空行为展开全球对话,围绕共同而紧迫的安全利益关切制定行为原则、规范和公约。同时,要摆脱只有主权国家才能作为人工智能安全治理主体的现实桎梏。

其次,建立多域联动的外空安全治理机制。各国政府、国际组织以及其他外空安全行为体必须以开阔的安全视域审视错综复杂、紧密勾连的安全风险挑战,应当深刻把握“星链”军事化发展与网络安全、人工智能安全和核安全之间的相互作用机理,高度重视军用空间技术加速和放大其他新兴和战略技术领域安全风险的潜在能力。

再次,塑造面向未来的、可持续的外空安全发展态势。提升研判和预测“星链”军事化发展的战略影响和战略风险的能力,密切关注“星链”在军事领域的开发、部署和使用的全过程风险,提前研判在缺乏足够研究、测试和风险评估的情况下推进“星链”军事化可能造成的“意外战争”风险。倡导国际社会就降低风险的做法和程序加强经验交流,提前预判“星链”可能导致的两用技术动向,揭示其加剧技术扩散和增加军备控制挑战的潜在风险,重点限制具备显著军事赋能潜力的民用小型卫星星座技术向恐怖组织的扩散,严密控制核心关键数据资源的对外转移,开发防范和识别空间技术扩散或滥用的监控手段,确保安全风险管理的鲁棒性,以应对“星链”军事化发展的不确定性风险,实现对外空军备竞争的可持续管控,最大限度地塑造未来外空安全发展态势。

作者感谢匿名审稿专家的意见和建议,文责自负。

注释:

- ① Todd S. Sechser, Neil Narang and Caitlin Talmadge, "Emerging Technologies and Strategic Stability in Peacetime, Crisis, and War," *Journal of Strategic Studies*, Vol. 42, No. 6, 2019, p. 727.
- ② 保罗·沙瑞尔:《无人军队:自主武器与未来战争》,朱启超等译,世界知识出版社2019年版,第340页。
- ③ 约翰·刘易斯·加迪斯:《长和平:冷战史考察》,潘亚玲译,上海人民出版社2019年版,第262页。
- ④ 徐能武、黄长云:《太空威慑:美国战略威慑体系调整与全球战略稳定性》,《外交评论》2014年第5期。
- ⑤ Sameer Ali Khan and Irteza Imam, "Outer Space and Strategic Stability in South Asia," *Astropolitics*, Vol. 17, No. 1, 2019.
- ⑥ Yevgeny Velikhov, "Effect in Strategic Stability," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 40, No. 5, 1984; Jürgen Altmann, "Space Laser Weapons: Problems of Strategic Stability," *Bulletin of Peace Proposals*, Vol. 19, No. 3/4, 1988; Fernando Lay, "Nuclear Technology in Outer Space," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 35, No. 7, 1979; Paul Meyer, "Dark Forces Awaken: The Prospects for Cooperative Space Security," *Nonproliferation Review*, Vol. 23, No. 3/4, 2016.
- ⑦ Mariel Borowitz, "The Military Use of Small Satellites in Orbit," March 4, 2022, https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/m._borowitz_military_use_small_satellites_in_orbit_03.2022.pdf.
- ⑧ Mian Zahid Hussain and Raja Qaiser Ahmed, "Space Programs of India and Pakistan: Military and Strategic Installations in Outer Space and Precarious Regional Strategic Stability," *Space Policy*, Vol. 47, 2019.
- ⑨ Manickavasagam Thiruchitrambalam, "SpaceX's Starlink Project: Examining Its Military Potential," August 12, 2020, <https://delhidefencereview.com/2020/08/12/spacexs-starlink-project-examining-its-military-potential/>.
- ⑩ Sandra Erwin, "U.S. Army Signs Deal with SpaceX to Assess Starlink Broadband," May 26, 2020, <https://spacenews.com/u-s-army-signs-deal-with-spacex-to-assess-starlink-broadband/>.
- ⑪ Manickavasagam Thiruchitrambalam, "SpaceX's Starlink Project: Examining Its Military Potential," August 12, 2020, <https://delhidefencereview.com/2020/08/12/spacexs-starlink-project-examining-its-military-potential/>.
- ⑫ Manickavasagam Thiruchitrambalam, "SpaceX's Starlink Project: Examining Its Military Potential," August 12, 2020, <https://delhidefencereview.com/2020/08/12/spacexs-starlink-project-examining-its-military-potential/>.
- ⑬ Brett Tingley, "The Air Force and SpaceX Are Teaming-up for a 'Massive' Live Fire Exercise," February 25, 2020, <https://www.the-drive.com/the-war-zone/32346/the-air-force-and-spacex-are-teaming-up-for-a-massive-live-fire-exercise>.
- ⑭ Michael Sheetz, "SpaceX Unveils 'Starshield,' a Military Variation of Starlink Satellites," December 5, 2022, <https://www.cnbc.com/2022/12/05/spacex-unveils-starshield-a-military-variation-of-starlink-satellites.html>.
- ⑮ "Is It Possible to Use Musk's SpaceX Rockets, Starlink Tech for the Military?" *Sofrep*, June 21, 2022, <https://sofrep.com/news/is-it-possible-to-use-musks-spacex-rockets-starlink-tech-for-the-military/>.
- ⑯ Eric Ralph, "SpaceX's Starlink Successes Secure US Military Contract for Custom Satellites," October 7, 2020, <https://www.teslarti.com/spacex-starlink-us-military-contract-custom-satellites/>.
- ⑰ Eric Ralph, "SpaceX's Starlink Successes Secure US Military Contract for Custom Satellites," October 7, 2020, <https://www.teslarti.com/spacex-starlink-us-military-contract-custom-satellites/>.
- ⑱ Eric Ralph, "SpaceX's Starlink Successes Secure US Military Contract for Custom Satellites," October 7, 2020, <https://www.teslarti.com/spacex-starlink-us-military-contract-custom-satellites/>.
- ⑲ Mariel Borowitz, "The Military Use of Small Satellites in Orbit," March 4, 2022, https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/m._borowitz_military_use_small_satellites_in_orbit_03.2022.pdf.
- ⑳ Michael Sheetz, "Pentagon Awards \$1.8 Billion in Contracts to Build out Its Military Satellite Internet," February 28, 2022, <https://www.cnbc.com/2022/02/28/pentagons-sda-awards-transport-layer-satellite-internet-contracts.html>.
- ㉑ Mariel Borowitz, "The Military Use of Small Satellites in Orbit," March 4, 2022, https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/m._borowitz_military_use_small_satellites_in_orbit_03.2022.pdf.
- ㉒ Michael Sheetz, "SpaceX Unveils 'Starshield,' a Military Variation of Starlink Satellites," December 5, 2022, <https://www.cnbc.com/2022/12/05/spacex-unveils-starshield-a-military-variation-of-starlink-satellites.html>.
- ㉓ "Is It Possible to Use Musk's SpaceX Rockets, Starlink Tech for the Military?" *Sofrep*, June 21, 2022, <https://sofrep.com/news/is-it-possible-to-use-musks-spacex-rockets-starlink-tech-for-the-military/>.

possible-to-use-musks-spacex-rockets-starlink-tech-for-the-military/.

②4 Valerie Insinna, "The Air Force Tested Its Advanced Battle Management System. Here's What Worked, and What Didn't," January 23, 2020, <https://www.c4isrnet.com/air/2020/01/22/the-us-air-force-tested-its-advanced-battle-management-system-heres-what-worked-and-what-didnt/>.

②5 Brett Tingley, "The Air Force and SpaceX Are Teaming up for a 'Massive' Live Fire Exercise," February 25, 2020, <https://www.the-drive.com/the-war-zone/32346/the-air-force-and-spacex-are-teaming-up-for-a-massive-live-fire-exercise>.

②6 Stefanie Waldek, "SpaceX and USAID Deliver 5 000 Starlink Internet Terminals to Ukraine," April 8, 2022, <https://www.space.com/spacex-usaid-starlink-terminals-ukraine>.

②7 "Is It Possible to Use Musk's SpaceX Rockets, Starlink Tech for the Military?" Sofrep, June 21, 2022, <https://sofrep.com/news/is-it-possible-to-use-musks-spacex-rockets-starlink-tech-for-the-military/>.

②8 Stew Magnuson, "DARPA Pushes 'Mosaic Warfare' Concept," November 16, 2018, <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/11/16/darpa-pushes-mosaic-warfare-concept>.

②9 Frank Wolfe, "Space Information Warfare Looms, As U.S. Military Seeks to Use Starlink, Other Commercial Providers," May 26, 2021, <https://www.defensedaily.com/space-information-warfare-looms-u-s-military-seeks-use-starlink-commercial-providers/space/>.

③0 托马斯·谢林:《冲突的战略》,王水雄译,华夏出版社2019年版,第219页。

③1 Daniel Ellsberg, "The Crude Analysis of Strategic Choices," The American Economic Review, Vol. 51, No. 2, 1961.

③2 Glenn A. Kent and David E. Thaler, "First-strike Stability: A Methodology for Evaluating Strategic Forces," RAND, August 1, 1989, <https://www.rand.org/pubs/reports/R3765.html>.

③3 Christopher F. Chyba, "New Technologies and Strategic Stability," Daedalus, Vol. 149, No. 2, 2020, p. 165.

③4 Department of Defense, 2019 Missile Defense Review, p. ix, https://www.defense.gov/Portals/1/Interactive/2018/11-2019-Missile-Defense-Review/The%202019%20MDR_Executive%20Summary.pdf.

③5 Christopher F. Chyba, "New Technologies and Strategic Stability," Daedalus, Vol. 149, No. 2, 2020, p. 161.

③6 Capella Space, "Data," <https://www.capellaspace.com/data/>.

③7 李彬:《军备控制理论与分析》,国防工业出版社2006年版,第95页、第98-99页。

③8 King Mallory, "New Challenges in Cross-Domain Deterrence," Rand Corporation, https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/pectives/PE200/PE259/RAND_PE259.pdf.

③9 Manickavasagam Thiruchitrambalam, "SpaceX's Starlink Project: Examining Its Military Potential," August 12, 2020, <https://delhidefencereview.com/2020/08/12/spacexs-starlink-project-examining-its-military-potential/>.

④0 俞润泽、江天骄:《“星链”对太空军控的影响》,《现代国际关系》2022年第6期,第36页。

④1 U.S. Department of State, "Strategic Defense Initiative(SDI)," 1983, <https://2001-2009.state.gov/r/pa/ho/time/rd/104253.htm>.

④2 Yeonmin Cho, "From SDI to Global Protection Against Limited Strikes(GPALS)," in Yeonmin Cho, US Decision Making on Missile Defense, Dissertation of University of Pittsburg, 2009, <https://library.net/article/sdi-global-protection-limited-strikes-gpals.yd88v16q>.

④3 刘梅、崔浩东、曲晟晖:《SpaceX“星链”背后的军事野心》,光明网,2021年5月26日, https://junshi.gmw.cn/2021-05/26/content_35289294.htm.

④4 Department of Defense, 2019 Missile Defense Review, p. ix, https://www.defense.gov/Portals/1/Interactive/2018/11-2019-Missile-Defense-Review/The%202019%20MDR_Executive%20Summary.pdf.

④5 Department of Defense, National Security Space Strategy, January 2011, https://dod.defense.gov/Portals/1/features/defenseReviews/NSSS/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf

④6 托马斯·谢林:《军备及其影响》,毛瑞鹏译,上海人民出版社2017年版,第211页。

④7 托马斯·谢林:《冲突的战略》,王水雄译,华夏出版社2019年版,第198-199页。

④8 托马斯·谢林:《冲突的战略》,王水雄译,华夏出版社2019年版,第198页。

④9 保罗·沙瑞尔:《无人军队:自主武器与未来战争》,朱启超等译,世界知识出版社2019年版,第169页。

⑤0 托马斯·谢林:《军备及其影响》,毛瑞鹏译,上海人民出版社2017年版,第80-81页。

⑤1 Peter Martinez, "Challenges for Ensuring the Security, Safety and Sustainability of Outer Space Activities," Journal of Space Safety Engineering, Vol. 6, No. 2, 2019, p. 67.

- ⑤2 Matthijs M. Maas, "How Viable Is International Arms Control for Military Artificial Intelligence? Three Lessons from Nuclear Weapons," *Contemporary Security Policy*, Vol. 40, No. 3, 2019, pp. 18–19.
- ⑤3 保罗·沙瑞尔:《无人军队:自主武器与未来战争》,朱启超等译,世界知识出版社2019版,第197页。
- ⑤4 何奇松:《大国太空防务态势及其影响》,《现代国际关系》2018年第2期,第31页。
- ⑤5 Christopher F. Chyba, "New Technologies and Strategic Stability," *Daedalus*, Vol. 149, No. 2, 2020, p. 149.
- ⑤6 Ben Lutkevich, "Kessler Syndrome," <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Kessler-Syndrome>.
- ⑤7 张伟等:《星链卫星碰撞威胁及预警策略研究》,《载人航天》2022年第5期,第607页。
- ⑤8 胡高辰、李彬:《稳定—不稳定悖论的批判与美国的安全研究范式分析》,《国际论坛》2018年第4期,第53页。
- ⑤9 俞润泽、江天骄:《“星链”对太空军控的影响》,《现代国际关系》2022年第6期,第36–37页。
- ⑥0 徐能武、黄长云:《太空威慑:美国战略威慑体系调整与全球战略稳定性》,《外交评论》2014年第5期,第64页。
- ⑥1 罗曦:《美国构建全域制胜型战略威慑体系与中美战略稳定性》,《外交评论》2018年第3期,第37页。
- ⑥2 刘杨斌:《网络空间国际冲突与战略稳定性》,《外交评论》2016年第4期,第114页。
- ⑥3 Vincent Manzo, "Deterrence and Escalation in Cross-domain Operations: Where Do Space and Cyberspace Fit?" *Joint Force Quarterly*, No. 66, 2012, p. 10.
- ⑥4 Vincent Manzo, "Deterrence and Escalation in Cross-domain Operations: Where Do Space and Cyberspace Fit?" *Joint Force Quarterly*, No. 66, 2012, p. 10.
- ⑥5 Vincent Manzo, "Deterrence and Escalation in Cross-domain Operations: Where Do Space and Cyberspace Fit?" *Joint Force Quarterly*, No. 66, 2012, p. 11.
- ⑥6 罗曦:《美国构建全域制胜型战略威慑体系与中美战略稳定性》,《外交评论》2018年第3期,第54页。
- ⑥7 King Mallory, "New Challenges in Cross-Domain Deterrence," *Rand Corporation*, p. 9, https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/perspectives/PE200/PE259/RAND_PE259.pdf.
- ⑥8 李彬:《军备控制理论与分析》,国防工业出版社2006年版,第89页。
- ⑥9 Aaron R. Miles, "The Dynamics of Strategic Stability and Instability," *Comparative Strategy*, Vol. 35, No. 5, 2016, p. 429.
- ⑦0 《2022年12月国防部例行记者会文字实录》,中国国防部网,2022年12月29日, http://www.mod.gov.cn/jzhzt/2022-12/29/content_4929430.htm。
- ⑦1 Haye Kesteloo, "Drones, Delta, and Elon Musk's Starlink Help Ukraine Military Fight off Russian Army," March 23, 2022, <https://dronexl.co/2022/03/23/drones-delta-starlink-ukraine-military/>.
- ⑦2 Mariel Borowitz, "The Military Use of Small Satellites in Orbit," March 4, 2022, p. 2, https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/m_borowitz_military_use_small_satellites_in_orbit_03.2022.pdf.
- ⑦3 俞润泽、江天骄:《“星链”对太空军控的影响》,《现代国际关系》2022年第6期,第36页。
- ⑦4 Christopher F. Chyba, "New Technologies and Strategic Stability," *Daedalus*, Vol. 149, No. 2, 2020, p. 153.
- ⑦5 李彬:《军备控制理论与分析》,国防工业出版社2006年版,第60页。
- ⑦6 Jowi Morales, "Why Chinese Researchers Want to Destroy Starlink Satellites," June 20, 2022, <https://www.makeuseof.com/why-chinese-researchers-want-to-destroy-starlink/>.
- ⑦7 Aaron R. Miles, "The Dynamics of Strategic Stability and Instability," *Comparative Strategy*, Vol. 35, No. 5, 2016, p. 426.
- ⑦8 Department of Defense, 2020 Defense Space Strategy Summary, June 2020, p. 4, https://media.defense.gov/2020/Jun/17/2002317391/-1/-1/1/2020_DEFENSE_SPACE_S%20TRATEGY_SUMMARY.
- ⑦9 《中国裁军大使李松在第77届联大一委关于外空问题的专题发言》,中国常驻联合国代表团网站,2022年10月27日, http://un.china-mission.gov.cn/zgylhg/cjyjk/ldyw/202210/t20221028_10793234.htm。