

# 低轨卫星星座：太空博弈新赛道

■陈宁 丰松江

## 军眼聚焦

当前，全球商业航天领域正经历深刻变革，低轨卫星星座已成为大国太空博弈的新赛道。随着近地轨道资源竞争日趋激烈，世界主要航天国家纷纷启动相关计划。美国低轨卫星星座建设呈现规模化、体系化特点，并深度嵌入军事应用。欧洲国家和日本纷纷追赶效仿，意图通过技术创新与资金投入抢占太空近地轨道资源。

### 美低轨卫星星座布局引发连锁反应

低轨卫星星座具有低时延、发射灵活度高和制造成本低等特点，是世界主要航天国家争夺空间资源的新赛道。根据国际电信联盟规定，关于卫星轨道位置、关键频段资源，各国按照“先登先占”的规则竞争协调使用。

美国凭借先发优势与技术创新，抢先占据了大量频段资源。美太空探索技术公司(SpaceX)的“星链”低轨通信卫星星座，在低轨卫星互联网领域处于领先地位。该星座计划部署约4.2万颗卫星，约占近地轨道卫星总容量的70%，目前已发射卫星超9000颗。“星链”卫星通信采用Ku、Ka和V等黄金频段，具有高传输率与强抗干扰性的优点。目前，“星链”卫星的服务用户已超500万，覆盖100多个国家和地区。在俄乌冲突中，“星链”卫星为乌军的指挥系统、无人机作战和战场通信提供了关键支持，凸显了低轨卫星星座在军事安全方面的重要作用。

美国发展低轨卫星星座远不止于此。美国亚马逊公司的“柯伊伯计划”预计部署超3200颗低轨卫星，旨在为全球提供高速、低延迟的卫星互联网连接服务，现已发射几十颗。亚马逊公司的通信卫星星座已于2019年完成二代组网，现有约75颗低轨卫星在轨运行，为全球提供语音与数据服务。

美国推进低轨卫星星座布局，特别是“星链”卫星在俄乌冲突中的使用，让其他国家清醒认识到，过度依赖美“星链”，无异于将自身安全命脉拱手让人。唯有构建自主可控的卫星网络，才能在军事通信、情报传输等关键领域真正掌握战略主动。因此，越来越多的国家纷纷启动替代“星链”计划。2024年末，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(IRIS<sup>2</sup>)，规划部署290颗低轨及中轨卫星，预计于2030年开始提供服务，试图打破美国对低轨卫星星座通信的垄断。成立于英国的OneWeb公司，计划部署近地轨道卫星约660颗，目前已基本完成，可为英国、加拿大等国政府机构提供通信服务。日本2025财年的防卫预算中，编列2833亿日元用于低轨卫星星座项目。据悉，日本已着手研发新一代轻量化、高集成度的卫星平台，力求在低轨互联网、遥感监测等领域实现突破。



美国太空探索技术公司使用“猎鹰9”火箭发射“星链”卫星。

资料图片

### 军事化应用推高太空竞争烈度

美大力布局低轨卫星星座，看似是加速商业航天力量发展和拉动经济增长的重要布局，实际却隐藏着更深层次的战略意图。

美部署低轨卫星星座一边抢占商业航天市场版图，一边持续拓展军事应用场景，从商业铺路积累技术与资源，到军事赋能转化为作战能力，其目的是谋求太空霸权。美军和SpaceX正全面开展“星链”卫星的军事作战应用探索。依托“星链”卫星，SpaceX正在推进为军方、政府和情报部门提供通信、对地观测和有效载荷托管等服务的“星盾”计划。这标志着SpaceX在军事化应用方面又迈出了关键一步。美军在“先进战斗管理系统”跨域演习、“部队重返太平洋”“护身军刀2025”等演习中使用“星链”卫星，演练“联盟联合全域指挥与控制”概念，并加强与F-35战机、地面作战单元的互联互通和信息共享，以验证商业卫星星座为作战提供服务的能力。

此外，“柯伊伯计划”已纳入美国国防创新单元“混合太空架构计划”，意在为军方和政府用户提供快速天基通信服务。美军方还为铱星公司提供资金支持，获取卫星使用权，并启动“增强移动卫星星座”“分布式战术通信系统”等计划。美国不少遥感、导航低轨卫星星座也加入军事化应用行列，为军方提供服务。俄乌冲突中，美国麦肯萨技术公司、黑色天空公司的遥感卫星为乌方提供了大量卫星影像，成为乌方分析战场形势、左右战场舆论的

有力工具。美国肖那公司计划部署的低轨卫星导航系统，在资金、技术等方面得到美太空军的大力支持。

军事应用是欧盟IRIS<sup>2</sup>的重要战略目标，并在计划之初就进行了军事功能设计和战略定位，其卫星将用于边境和海上监视及多样化军事任务。OneWeb公司把卫星军事用途列入政府市场门类，能够为武装部队、情报和安全机构提供通信服务。日本版“星链”项目由日本防卫省主导推进，目标是建立一个完全由本国主导和控制的低轨卫星星座，从根本上提升自卫队在太空领域的信息对抗和作战能力。

### 有序发展面临多重挑战

除受技术创新和资金投入限制外，低轨卫星星座有序发展面临轨道资源有限、卫星星座军事化应用和太空规则不完善等多重挑战。国际社会亟须建立多边协商机制，共同制定具有约束力的太空行为准则，坚决抵制任何形式的太空霸权，真正让太空回归为全人类服务的公共属性。

据相关人士称，近地轨道仅能容纳约6万颗卫星，随着低轨卫星大量涌现，低轨空间安全面临巨大挑战。一是低轨空间变得更加拥挤，后来者面临“无位可占、无频可用”的困境，且碰撞风险大大提高；二是商业卫星的设计寿命一般较短，可靠性也相对较低。当卫星进入寿命末期且未能及时进行离轨处理时，将会产生大量的太空碎片，影响在轨卫星的正常运行，一旦发生碰撞，可能诱发级

联反应。

低轨卫星星座的军事化应用，成为阻碍其健康、可持续发展的关键制约因素。美以“星链”卫星等为抓手，加速推进低轨卫星星座军事应用。在通信领域，美国凭借庞大卫星数量与全球覆盖优势，不断为军事行动提供有力保障，并对他国军事通信构成安全威胁。为此，多国耗费资源研发反制手段，进而陷入“安全竞赛”怪圈。在情报领域，美利用低轨卫星星座搭载高分辨率侦察设备，对全球军事目标进行监视，肆意侵犯他国主权与隐私。如果美国未来在低轨卫星星座上部署天基杀伤武器，太空将彻底沦为战场，太空安全环境将面临毁灭性冲击。此外，军事化应用的连锁反应，还将重创国际合作生态，各国因安全顾虑，对低轨卫星星座项目的国际合作愈发谨慎。

太空规则尚不完善严重制约低轨卫星星座有序发展。美国试图通过掌控低轨资源，利用技术与规模优势，形成了以美为主导的国际太空规则体系，将太空竞争的主动权牢牢攥在自己手中，迫使其他国家只能在划定的赛道与规则中艰难追赶。当前，由于缺乏统一的太空交通管理机制，各国卫星轨道规划与频率申请各自为政，导致轨道碰撞风险激增。据统计，“星链”卫星曾多次接近他国航天器，占轨道近距离接触事件的半数以上。此外，各国还在太空碎片清理责任界定、数据隐私保护、卫星网络安全等领域存在显著分歧，难以达成具有约束力的国际协议。有分析认为，将太空塑造为人类文明的共同家园而非新的战场，是一场跨越技术、制度、政治与文明的深刻变革，需在全球范围内凝聚起广泛共识与行动力量。

(作者单位：航天工程大学太空安全研究中心)

# 诺曼底登陆

■王敏

## 二战经典战例回眸

“这片海滩上只有死人和将死之人。”1944年6月6日，诺曼底奥马哈海滩，当盟军士兵从颠簸的登陆艇跳下，迎接他们的是德军早已编织好的死亡罗网。机枪火舌撕裂空气，炮弹爆炸震撼大地，海水染成一片刺目的血红，破碎的登陆艇残骸漂浮其间，年轻战士的遗体随波沉浮，登陆场转瞬化作炼狱。

这是诺曼底登陆的第一日。在这场代号“霸王行动”的惨烈战役中，盟军集结了约288万名兵力、1.37万架战机和5300艘舰艇，以伤亡12.2万人的代价在希特勒宣称“坚不可摧”的大西洋壁垒上凿开缺口，开辟了意义深远的欧洲第二战场，成为二战西线战场的转折点。

1944年，二战的天平已发生决定性倾斜。在东方，日军深陷中国战场、垂死挣扎，同时还要面对太平洋方向来自美军的进攻，无力策应德军。在欧洲，苏军正在长达数千公里战线上对德军发起强大突击。德军被迫将大部分兵力放在东线，西线的60个师半数以上不足定额、装备陈旧。时机已成熟，开辟欧洲第二战场已成为盟军推进战局、终结纳粹统治的必然抉择。此时，二战西线战场登陆点的选择，决定着盟军将士的生死存亡。从荷兰弗利辛恩至法国瑟堡480公里的海岸线上，距英国海岸仅33公里的加莱地区曾极具“诱惑”。然而，德军在此防御固若金汤，不但驻有精锐部队，防御工事亦非常完备坚固。最终，盟军总司令艾森豪威尔与盟军最高司令部将目光投向诺曼底地区：此地德军力量相对薄弱，开阔的地形足以让盟军展开26至30个师的兵力，且不远处的瑟堡深水良港，可供后续部队与物资大规模进入。

诺曼底登陆的成功是体系化作战的胜利，情报谋略、技术创新与联合行动相互协同，缺一不可。

为了将德军吸引在加莱，盟军精心编织了一张欺骗网。在加莱对面的英格兰东南部，无线电波隐身假构建起虚弱的集团军群，仿佛有百万雄兵；布景师搭建起足以乱真的充气坦克、木质战马，让德国侦察机印证这精心设计的“证据链”；代号“嘉宝”的西班牙间谍向柏林发送大量假情报；演员假扮蒙哥马利赴北非，造成蒙哥马利不在英国的假象。这一系列环环相扣的战术欺骗严重干扰了德军的决策，使其放松警惕。登陆当日，德军B集团军群司令隆美尔回到德国参加妻子的生日宴会。直到下午，希特勒和隆美尔还以为盟军在诺曼底的行动只是兵力“佯动”。

面对德军严密的滩头防御，盟军竭力以战术创新降低滩头伤亡。从盟军气象团队精准预测天气助力选定登陆日，到运用电子干扰技术使德军雷达系统致盲或者只能发现假目标；从用装有螺旋桨和可充气气球的谢尔曼DD坦克为登陆部队开辟通道，到用“螃蟹”扫雷坦克成功突破德军地雷阵；从建造“桑树”人工港用于高强度后勤补给，到敷设输油软管从英国向登陆滩头输送燃油……这些战场紧迫需求的新装备新技术，加速了登陆进程。

“凡战者，以正合，以奇胜。”被誉为“盟军黏合剂”的艾森豪威尔，其指挥艺术不仅体现在战术创新上，更在于成功整合了多国、多军种的复杂体系。登陆前，盟军对法国境内机场和桥梁实施系统性轰炸，瘫痪德军的机动能力，将诺曼底地区变成战略上的孤岛。登陆当日凌晨，美军第82空

降师、第101空降师与英军第6空降师深入敌后夺取关键公路和桥梁。重型和中型轰炸机以及战斗机对登陆地区及附近地区实施火力打击，庞大的海军舰队以猛烈的炮击为海滩登陆的士兵提供至关重要的火力掩护，盟军登陆部队在5个登陆点准时发起强攻，如潮水般涌上海滩。与此同时，法国抵抗力量对铁路网实施致命破坏，盟军空中力量对德军装甲师进行打击，这些行动被嵌入战役时间表，瘫痪了德军的增援通道。反观德军，在装甲师的部署运用上，西线德军总司令伦德施泰特和隆美尔存在严重分歧、互不相让，防御能力严重削弱。此外，由于战役司令官无权指挥海军和空军，德国三军各自为战，反击计划沦为纸上谈兵。

即便如此，诺曼底登陆作战如同同一面残酷的放大镜，暴露了传统登陆作战的缺陷。由于情报失误，奥马哈抢滩部队遭到顽强抵抗，“血腥奥马哈”成为诺曼底登陆伤亡最惨重的战场；登陆场建立速度过慢，平均每日仅能扩大数公里；猛烈轰炸造成的废墟瓦砾，也严重阻碍了盟军地面部队的推进。最终，盟军依靠庞大的兵力优势和巨大的牺牲，击垮了德军精心打造的防御体系。盟军在兵力和装备上优势巨大，且绝对掌握制空权、制海权，虽一举突破大西洋壁垒，但还是遭受12.2万人的伤亡，而德军则被歼11.4万人。此外，受战事波及，死去的平民也是数以万计。

“西欧的平民们，今天早晨，盟军已在法国海岸实施登陆。”诺曼底抢滩登陆后，艾森豪威尔通过电台发表了一篇演讲，但实际上他还准备有一份失败后的讲稿。跨越80多年，诺曼底那曾被盟军将士鲜血染红的大海，依然拍击着海岸，既是对纳粹罪行的严厉控诉，也是对牺牲者永恒的纪念。



美军登陆奥马哈海滩。

资料图片

# 美部署集装箱武器系统加剧地区安全隐忧

■李喆

## 军眼观察

日前，媒体在美国北卡罗来纳州的布拉格堡军事基地意外拍摄到多部集装箱武器系统，引发广泛关注。事实上，美军此类武器系统并非首次曝光。2024年，美《军事时报》网站曾发布一段短视频，其中出现的集装箱武器系统就与此次曝光的系统高度相似。

分析人士认为，新曝光的集装箱武器系统采用M270和M142“海马斯”火箭炮通用的发射模块，可发射227毫米火箭弹、精确打击导弹等弹药，能够使“任何可装载标准集装箱的卡车”变成“能够发射远程制导火箭弹和导弹的平台”，具有部署灵活、隐蔽性强、威慑作用突出等特点。

易于部署，成为美军前沿部队的威慑利器。近年来，美军持续加强集装箱武器系统研发和部署。通过将集装箱武器系统安装在民用运输工具，美军试图实现前沿部队的快速部署和灵活作战。除此次曝光的集装箱武器系统外，最近两年，美军加快对同类型集装箱武器系统Mk70的研发、部署和运用。该系统由Mk41舰载垂直发射系统改进而来，配备4个垂直发射模块，可发射“标准”和“战斧”系列导弹，通过C-17运输机可实现机动灵活部署。美海军还将该系统集成于独立级和自由级濒海战斗舰上，显著增强了这些舰艇的火力打击能力，扩大了舰艇作战范围并提升其执行任务的灵活性。经过改装后，这些濒海战斗舰可打击450公里至1600公里外的陆地和海上目标，职能由应对低强度近海威胁升级为应对高强度冲突中的高端作战

任务。需要指出的是，美陆军“堤丰”中程导弹系统就是该系统的改进版本。美军已将“堤丰”中程导弹系统部署至多域特遣部队所在的关键地区，试图构建中程导弹“火力环”。

隐蔽性、机动性强，必要时可发挥战术突袭效果。集装箱武器系统可混装于普通集装箱，借助民用涂装和海上货运进行伪装，隐蔽到达预定发射位置。以Mk70为例，其可装在标准的集装箱内，从外观上看，与普通集装箱无异。这种高隐蔽性不仅提升了集装箱武器系统的战场生存力，还使美军能够在必要时达成战术上的突然性。其隐蔽性和机动性强的特点，与美军“动态兵力运用”“分布式杀伤”理念高度契合，尤其是其“即插即用”的特性，符合美军联合全域作战要求，使得美军可在多个分散节点快速部署并同时发起攻

击。

通用程度高，便于在盟伴国家推广使用。目前，菲律宾和日本均对装备集装箱武器系统表现出较强意愿。2024年4月，美国以联合军演为名，首次在菲律宾北部部署“堤丰”中程导弹系统；同年12月，菲陆军司令罗伊·加利多公开表示，计划购买和装备“堤丰”中程导弹系统，意图提升在西太平洋地区的威慑能力。日本防卫省也于2024年发布“集装箱式反舰导弹发射系统”技术招标计划，谋求将反舰导弹集成到集装箱发射系统中，提升海上远程打击能力。

美军研发部署集装箱武器系统，表面上是武器装备的升级，实质上是推进高端战争的战略预置，无疑会对地区安全局势构成潜在威胁。这一动向，值得地区国家和国际社会高度警惕。

(作者单位：军事科学院)