

外军导航对抗动态简报

(2025年第2期，总第2期)

2025年5月28日

主办单位：导航与时空技术国家级重点实验室

1. 美雷神技术公司获美太空军GPS地面控制系统合同。

SpaceNews网站2025年5月23日消息，美国太空军于5月21日授予雷神技术公司（Raytheon）价值3.797亿美元的合同延期，用于继续开发长期延迟的下一代作战控制系统（OCX）。这是全球定位系统（GPS）基础设施的关键软件升级项目，目前已比原计划推迟超8年。此前，该公司在去年11月获得1.967亿美元拨款，此次延期又增加一年的工作，太空军目标是在2026年实现该系统的作战准备。自2010年美国空军选定雷神为OCX主承包商以来，该合同总价值（含所有选项）已达约46亿美元。OCX旨在实现美国GPS卫星星座的指挥控制现代化，虽具有增强网络安全等优势，但因软件开发的复杂性屡遭挫折。目前该项目正在推进，已与传统GPS卫星成功进行130次操作对接，并发出首个由监测站追踪的OCX生成信号，预计今年秋季交付，2026财

年初开始向OCX的过渡，春季实现全面作战验收。与此同时，美国国防部推行软件改革，要求各军种采用敏捷、软件优先的采购方式，太空军也改变地面软件采购模式，避免类似OCX的延误问题。

2.印度研发新型卫星导航干扰系统，具备干扰全球主要卫星导航系统能力。

印度防务研究之翼（IDRW）网站2025年5月22日报道，印度国防科研体系成功研制出先进的卫星导航系统干扰器（SNS Jammer），具备针对中国北斗系统以及全球主要卫星导航系统（包括GPS、GLONASS、Galileo和NavIC）进行有效信号干扰的能力。这一成果标志着印度在导航战领域的重大进步。SNS干扰系统由印度本土关键企业Accord Software & Systems主导开发，采用模块化架构，多卡设计可实现对各导航星座双频段的定向干扰。系统可通过硬件扩展适应未来GNSS信号，提升应对复杂电磁环境的灵活性。该设备重点针对北斗系统，旨在针对近年中印边境紧张局势下，削弱中国在精确定位和导航领域的军事优势。

3.美国商业公司开发可在敌对且无GPS环境中追踪潜艇的技术。

Interesting Engineering网站2025年5月21日消息，美国通用原子航空系统公司（General Atomics Aeronautical Systems）

与Ultra Maritime公司携手合作，将MQ-9B“海上卫士”无人机与Ultra Maritime公司的小型低功耗声呐浮标及接收器相结合，开发先进的无人机载敌潜艇探测与追踪技术。在各国潜艇日益隐身化、无人水下航行器数量增多且GPS干扰技术不断发展的背景下，这种创新的反潜战（ASW）技术意义重大。合作成果可使美国及其盟友在GPS信号受阻的敌对环境中追踪潜艇，“海上卫士”无人机提供多领域情报、监视、侦察和瞄准能力，小型声呐浮标可实现多基地主动探测，扩大搜索范围，而Ultra Maritime公司新研发的小型声学接收器更适合无人机部署，能在复杂环境下更有效地执行反潜任务。该项目由企业内部研发资金支持，2025年起将在印太等地区进行综合作战演示。

4.瑞士报告分析GPS的强化保护与应对。

Aviationweek网站2025年5月13日消息，GPS正面临严峻挑战，根据瑞士苏黎世应用科学大学（ZHAW）对广播式自动相关监视（ADS-B）报告的分析，2024年全球范围内的干扰和欺骗事件频发，如阿塞拜疆航空客机受干扰偏航致悲剧发生，且干扰现象在多地出现，其脆弱性源于信号弱且无加密。美国虽有政策目标强化保护GPS，但民用GPS在对抗干扰和欺骗方面进展缓慢，落后于欧洲伽利略和中国北斗系统。为此，专家提出多种应对策略：放宽国际武

器贸易条例（ITAR）限制，使民用领域可使用可控接收方向图天线（CRPA）抵御干扰；加强GPS与伽利略合作，推广双频多星座接收机；推进GPS信号加密技术应用；构建全球GNSS增强系统，利用现有星座提升精度；发展替代PNT系统，如eLoran、eDME、伪卫星网络等，同时探索如White Rabbit的替代授时技术和磁导航技术。此外，还需对民用和军用GPS进行区分发展，为民用GPS增加加密、HARS功能及低轨卫星补充星座。

5.美NAL Research和VectorNav公司将共同开发与铱星STL集成的新型PNT解决方案。

Via Satellite网站2025年5月2日消息，美NAL Research和VectorNav公司达成合作协议，共同开发并生产由铱星卫星时间与位置（STL）辅助的惯性导航系统（INS）。鉴于GPS/GNSS信号易受干扰、欺骗和中断影响，此次合作旨在为全球导航卫星系统（GNSS）信号受阻的环境提供替代数据来源。铱星STL利用低地球轨道（LEO）传输信号，强度约为传统GNSS的1000倍，能穿透室内等信号受阻区域。两家公司表示，未来产品将聚焦降低尺寸、重量、功耗和成本（SWaP-C），增强环境适应性，并满足国防和航空航天领域的军事标准要求。VectorNav业务发展副总裁雅库布·马斯利科夫斯基称，此次合作有助于实现新兴的低轨

卫星PNT能力，提升美国及盟国在复杂环境下的作战韧性。

6. 北约测试GANDALF 4新型传感器，强化对GNSS威胁的电磁战防御能力。

InsideGNSS网站2025年5月2日报道，北约通信与信息局（NCIA）自主研发的新型电磁战传感器“GANDALF 4”在北约支援与采购局（NSPA）专业测试中心圆满完成关键测试。该系统由联合情报、监视与侦察中心（JISR）专家团队主导，旨在侦测、识别和定位针对全球导航卫星系统（GNSS）的有意干扰和欺骗活动，提升复杂电磁环境下北约的态势感知能力。本轮测试聚焦于GANDALF 4天线阵列的性能表现，通过NSPA的先进电波暗室环境，确保传感器在无外部干扰下实现高精度标定和性能评估，为后续系统工程化应用奠定基础。此次项目合作突显了北约内部跨部门协同创新的优势，由NCIA电磁战监视团队与NSPA地面防御专家组联合推进，实现了关键知识转移和流程效率提升。该实践进一步加速了北约针对复杂电磁威胁的技术研发与能力验证，确保联盟在未来多变战场环境中持续保持技术领先。

7. 美太空军加速推进GPS抗干扰升级，2025年成关键转折点。

空天军杂志网站2025年4月29日报道，美太空军正加快

实施多项GPS抗干扰及反欺骗技术升级，2025年将成为卫星、地面控制系统和用户终端“三位一体”抗干扰能力集成的关键节点。军事通信与定位导航项目执行官 Cordell A. DeLaPena指出，GPS III卫星已实现M码加密和定向高功率抗干扰能力，第八颗卫星将在今年5月底由SpaceX火箭发射，确保覆盖能力并加速后续卫星部署。未来GPS III Follow-On将引入区域军用保护（RMP）技术，实现更高功率、更窄波束的专用抗干扰增强。地面方面，新一代GPS地面控制系统（OCX）历经多次延期后，预计年内完成测试与交付，届时将全面支撑新型卫星的指挥与数据处理需求，成为升级体系的里程碑。用户终端环节，军事GPS用户设备（MGUE）项目正在完成首批终端的飞行与抗干扰测试，计划于2025年7月完成最终型认证。MGUE不仅支持M码接收，还将扩展至多星座、多PNT源融合，兼容美、欧、日等友邦导航信号，支持软件定义接收机的快速升级与多频段适配。DeLaPena强调，未来美军GPS抗干扰体系将持续向高频谱多样化、软硬件灵活升级发展，确保在复杂电磁环境和新型冲突背景下持续保持全球导航技术优势。

8.印军推进量子导航技术应对导航战威胁。

印度防务研究之翼（IDRW）网站2025年4月23日报道，印度前沿量子科技企业QuBeats正携手国防部加速推进基于

量子的定位、导航与授时（PNT）系统，聚焦于应对现代战争中电子干扰和GPS欺骗带来的导航威胁。公司由IIT卡哈普尔和MIT校友Rajat Sethi创立，致力于通过自主创新，为包括“光辉”LCA战机、Arjun坦克及海军舰艇等主力作战平台，提供不依赖卫星信号的导航保障。QuBeats核心技术依托高灵敏度量子磁强计、量子算法增强的惯性导航及超精密量子时钟，实现了通过地磁变化或时间测量进行精准定位与授时，即使在“GPS拒止”环境下也能保持战场作战连续性。相关方案已与国防部及IIT卡哈普尔等学术机构展开联合攻关，并计划逐步集成至现有装备。公司面临的主要挑战包括传感器小型化、极端环境下的可靠性验证以及与现有军用平台的融合。尽管印度国防研发预算仅占总军费5-6%，QuBeats仍借助国家量子任务（NQM）等战略推动，积极拓展技术落地与规模化能力。

9.韩Intellian与美IonQ公司签订谅解备忘录，探索量子计算卫星技术集成。

Via Satellite网站2025年4月17日消息，美量子计算公司IonQ与韩国Intellian技术公司签署了一份谅解备忘录（MoU），旨在探索将量子计算技术融入Intellian技术公司未来产品的合作。这一非约束性备忘录是IonQ加强与韩国产业和科技领域联系举措的一部分。IonQ公司表示与

Intellian技术公司的合作有望实现量子时间同步，为GPS提供替代方案，推动量子通信发展。

10.澳大利亚Q-CTRL公司推出抗干扰量子技术，定位精度比GPS高50倍。

Interesting Engineering网站2025年4月15日消息，澳大利亚公司Q-CTRL宣布首次在现实世界展示其具有商业可行性的量子导航系统“**Ironstone Opal**”。鉴于全球众多交通工具依赖的GPS在军事冲突或网络攻击中易受干扰、欺骗甚至信号中断，严重影响国家安全与自动驾驶等领域，寻找可靠备份系统至关重要。“**Ironstone Opal**”利用量子传感器，无需GPS即可导航，它通过读取地球磁场变化来确定位置，搭配公司的专有量子传感器和基于AI的抗干扰软件，具备被动式、高精度、体积小等特点。经地面和空中测试，该系统能完全独立于GPS运行，精度比传统GPS备份系统高出50倍，在飞机内的表现也远超现有系统至少11倍，实现了“量子优势”。因其隐蔽、抗干扰和高精度的特性，对澳大利亚、英国、美国等国军事力量以及商业航空、自动驾驶和无人机领域极具吸引力，有望在恶劣环境、GPS信号不佳区域的导航中发挥关键作用，Q-CTRL公司也将继续推出适配其他商业和国防平台的量子导航技术。

11.芬兰研发卫星导航干扰检测设备，应对俄方电子战

威胁。

防务邮报网站2025年4月16日报道，自2022年以来，芬兰境内全球导航卫星系统（GNSS）干扰事件急剧增加，严重影响航空和海事交通，甚至波及军方、边防和林业等领域的卫星图像应用。芬兰国家土地测量局高级研究员Mika Saajasto透露，受安全与经济风险驱动，芬兰研究团队于2025年4月启动新型干扰检测与应对装置研发，旨在识别并减轻针对GPS、伽利略等卫星导航系统的人为干扰。据芬兰交通与通信局数据显示，2024年芬兰共接获约2,000起卫星导航干扰报告，而2023年仅为239起。干扰信号被认为主要源自俄方，尤以与俄罗斯接壤的北卡累利阿地区最为严重，已导致部分飞机无法在芬兰东部机场正常降落。该研发项目获得欧盟资助，周期为两年，重点聚焦基于本地实际情况开发算法和终端预警机制，及时发现并向用户提示异常电磁活动。

12.美国惯性实验室发布新型抗干扰天线系统，强化GPS拒止环境作战能力。

GPS World网站2025年3月27日报道，美国VIAVI解决方案公司旗下惯性实验室（Inertial Labs）于2025年3月27日推出M-AJ-QUATRO抗干扰天线系统，旨在为GNSS拒止环境提供可靠的定位、导航和授时（A-PNT）服务。该系统集

成先进的可控接收方向图天线（CRPA）技术和数字处理能力，适用于军事作战和商业航空等多领域应用。随着GNSS干扰和欺骗威胁日益严峻，该系统技术意义重大。M-AJ-QUATRO支持L1、L2和L5 GNSS频段，具备强大的干扰抑制能力，其自适应数字归零功能可自动缓解干扰信号，出口自由版本抑制能力超过34dB，出口管制版本超过45dB。该系统还具备干扰源定向功能，能够识别和定位干扰源，提升态势感知能力。系统兼容多个GNSS星座，采用双FPGA加密和抗欺骗技术确保信号处理安全和数据完整性。M-AJ-QUATRO符合MIL-STD-810G和MIL-STD-461F等严格军用标准，能够承受极端环境条件，为国防和航空航天应用提供理想解决方案。目前，美国联邦航空管理局和海军航空作战中心飞机分部正加快CRPA技术审批流程，以增强航空安全并应对GPS干扰威胁。

13.美国联邦通信委员会启动GPS替代方案调查。

2025年3月27日，美国联邦通信委员会（FCC）一致通过并发布了一项调查通知（NOI），正式展开对GPS替代技术的探索，以应对近年来全球定位、导航与授时（PNT）系统受到的干扰和欺骗攻击大幅增加的问题。NOI文件列举了多项候选技术，包括惯性导航、时间转移服务、新型地面无线信号及商业近地轨道（LEO）星座，旨在促进创新与市

场力量共同推进PNT现代化。当前商业领域早已广泛采用多星座全球导航卫星系统（GNSS）解决方案，将GPS、Galileo、北斗、GLONASS等多系统信号融合，以提升定位的准确性和鲁棒性。数据显示，禁用北斗系统会使设备定位精度下降30%至40%。然而，NOI中对于多星座应用价值的强调不足，且存在对北斗、GLONASS等外国产系统的安全担忧，显示出美国政府对于外部GNSS信号的谨慎态度。这种限制可能削弱美国在新兴领域（如自动驾驶、智能装备、紧急救援等）的技术创新和国际竞争力。行业分析认为，提升PNT系统安全与韧性的关键在于开放和互操作的多星座接入，以及太空、地面和终端多层次技术的协调部署。

14.美国Saildrone公司无人艇抗干扰升级，强化红海PNT自主作战能力。

防务新闻网站2025年3月26日报道，美国无人水面艇制造商Saildrone近期宣布，其Voyager型无人艇在约旦成功集成新一代防护硬件与算法，显著提升在GPS受干扰环境下的自主定位和作战能力。此次升级应对了中东地区GPS干扰与欺骗活动日益严重的态势，保障无人艇能够在“导航受限”环境下持续执行任务。Saildrone Voyager长33英尺，最新配置支持多模式定位，减少对卫星信号的依赖。在2025年2月举行的全球最大规模中东国际海上演习（IMX 2025）中，

该艇已在红海等争夺激烈水域完成实战任务演练。美国海军第59特遣队已连续数年在第五舰队责任区部署Saildrone无人艇，结合人工智能进行多项实验，以应对地区内频发的GPS干扰、海盗及走私等复杂威胁。英国海事贸易行动（UKMTO）官网3月10日信息显示，霍尔木兹海峡等关键水道近期多次发生持续数小时的GPS干扰，严重影响各类舰船导航与作业安全。Saildrone首席执行官理查德·詹金斯表示，未来海上冲突将难以依赖卫星信号，系统自主PNT能力成为无人作战装备的核心保障。近年来，美军已加强在无GPS依赖条件下的训练，推动PNT能力持续升级，以应对新型电子对抗威胁。

15.美Maxar公司首次推出能够对抗GPS干扰器的无人机技术。

2025年3月25日消息，美Maxar公司宣布开发出一款名为Raptor的视觉导航技术软件，可作为无人机在无GPS信号环境下的导航替代系统。该软件利用Maxar卫星图像生成的详细3D模型，构建基于地形的定位系统，让无人机通过对比实时摄像头图像与3D地形模型来确定自身位置和方向。Raptor软件包含三个主要组件，分别用于实时定位、视频数据地理配准以及辅助操作人员获取精确地面坐标。其3D地形数据会定期更新，并可按需定制。这款软件不仅适用于

商业领域，在国防安全方面也有潜在用途，能使不同制造商的无人机共享导航数据，实现协同作战。在发布前，Raptor已进行数月的beta测试。Maxar公司表示，Raptor导航系统标志着其业务战略的转变，从单纯提供卫星图像和数据，转向开发利用这些数据满足特定市场需求的专业软件解决方案。

16.赛峰“航行者”无人艇实现技术突破：成功演示GPS拒止环境下自主导航能力。

GPS World网站2025年3月31日报道，无人系统制造商赛峰公司（Saildrone）近日宣布，其“航行者”（Voyager）无人艇平台已装备全新的硬件和软件算法，使其能够在受GPS干扰和欺骗的复杂电磁环境下有效作业。该公司已在中东地区成功展示了这些先进能力，证明了其无人艇在GPS信号被拒止环境下的自主行动能力。此次技术突破的背后，离不开与美国海军的紧密合作。美国海军第五舰队及中央司令部海军（NAVCENT）下属的第59特遣部队（Task Force 59），在推动无人系统和人工智能技术融入舰队作战方面发挥了关键作用。赛峰公司的工程师针对性地开发了一种不完全依赖卫星导航的创新定位解决方案，确保了即使在GPS信号完全中断的极端环境下，无人艇也能实现无缝操作和精确定位。这一关键能力在近期的“国际海事演习

2025”（IMX 2025）中得到了充分验证，赛峰的“航行者”平台是唯一能够在此类严苛条件下执行持续监视任务的无人艇。目前，赛峰公司的无人水面艇（USV）正在美国中央司令部（CENTCOM）的责任区内积极执行大范围监视任务，有效增强了海上态势感知能力，并为美国海军在该区域的行动提供了有力支持。

17.美洛克希德·马丁公司将为DIU开发量子惯性导航系统，为军事行动提供精确位置数据。

Interesting Engineering网站2025年3月14日消息，美洛克希德·马丁公司获得美国国防部创新部门（DIU）的合同，负责开发一款名为QuINS的量子惯性导航系统原型。该系统运用量子传感技术，旨在为军事行动提供精确位置数据，即使在GPS信号不可靠或缺失的区域也能正常工作。与依赖外部参考的传统导航系统不同，QuINS通过内部测量，利用对运动敏感的量子传感器确定平台的位置、速度和方向，这将显著提升导航的可靠性。洛克希德·马丁公司与Q-CTRL、AdSense等行业领先企业合作，其中Q-CTRL在量子控制软件方面有所专长，AdSense则专注于高性能定位、导航和授时量子传感器。合同初始阶段将聚焦于QuINS技术的测试与性能验证，洛克希德·马丁公司期望通过此次合作，探索量子传感在实际军事场景中的应用。若QuINS开发成功，

将改变军事导航高度依赖GPS的现状，成为提升军事行动能力的关键技术。

18.美Astranis公司为太空军演示“弹性GPS”技术。

GPS Word网站2025年3月12日消息，美Astranis公司成功完成了太空军“弹性GPS”（R-GPS）项目的关键演示，验证了其利用软件定义无线电硬件传输核心GPS波形的能力。在测试中，搭载Xona航天系统公司定位导航授时算法的软件定义无线电硬件，通过弹性GPS有效载荷生成了GPS粗捕获码（C/A）导航信号，并利用现有GPS接收机实现了信号捕获与传统导航电文的恢复。此次演示表明，该弹性GPS技术符合GPS“开箱即用”规范，确保了与现有用户设备的无缝兼容，无需进行昂贵的硬件升级，显著降低了部署成本。该项目由太空军于2024年启动，旨在通过部署更小、更具成本效益的卫星增强现有GPS星座，提升其抗干扰欺骗能力。Astranis公司于2024年9月入选为该项目的卫星设计方，并提前达成阶段性目标，目前正持续推进卫星设计，为太空军计划于2028年发射的首批8颗R-GPS卫星做准备。

19.美国研制出高精度传感器以应对GPS干扰。

Interesting Engineering网站2025年3月12日消息，美桑迪亚国家实验室的科学家在量子传感领域取得突破，开发出堪称“所有运动传感器之母”的高精度传感器，有望降低

美国对GPS的依赖。在GPS信号易受干扰的冲突区域，该技术意义重大。科学家利用硅光子微芯片组件实现原子干涉测量，能精准测量加速度和角速度，且成功将相关传感器组件小型化，并推出高性能硅光子调制器，大幅减少了干扰信号。此外，通过将组件集成到硅光子芯片上，不仅降低了传感器的尺寸、重量和功耗，还显著削减了成本，使其具备大规模生产的潜力。该技术的应用前景广泛，除用于导航外，还可助力地下资源探测、改进激光雷达系统、推动量子计算发展以及革新光通信技术。目前，研究团队正致力于将原子干涉仪转化为紧凑型量子指南针，在缩小基础研究与商业开发差距方面持续推进。

20.美空军R-EGI系统完成飞行测试，推动GPS抗干扰导航能力新突破。

GPS World网站2025年3月10日报道，美国空军生命周期管理中心PNT项目办公室联合IS4S与AEVEX Aerospace，近日成功完成了R-EGI（Resilient-Embedded GPS/INS）模块化开放系统架构（MOSA）下的替代PNT系统飞行测试，有效验证了在GPS受限环境下的高可靠导航能力。此次测试标志着R-EGI在“即插即用”型第三方替代PNT集成方面取得重要进展，将显著提升美军在未来复杂电磁环境中的导航安全性与任务灵活性。测试期间，R-EGI集成了AEVEX公

司LynxVBN视觉导航系统，实现在特种作战司令部C-146A Cougar飞机上的六次飞行任务中，即便在完全失去GPS信号的情况下，依然可保持约10米的导航精度长达2.5小时。值得关注的是，LynxVBN系统可在一小时内快速集成进R-EGI架构，显示出其强大的开放性和实时适配能力。空军高级科学家Jeff Hebert指出，这一成果充分印证了R-EGI开放架构对快速、低成本集成第三方导航技术的支持，也为未来更多替代PNT算法和应用的融入奠定基础。R-EGI的持续演进将进一步提升其复杂环境下的导航准确性，为美军构建更具弹性和可扩展性的导航体系提供坚实技术支撑。

21.美陆军批准新一代车载PNT系统量产，强化GPS受限环境作战能力。

防务新闻网站2025年3月6日报道，美国陆军近日宣布，正式批准由柯林斯航空航天公司（Collins Aerospace）研发的二代车载定位、导航与授时（PNT）系统“车载定位、导航与授时保障系统”（MAPS GEN II）的全面量产，该系统对提升美军在GPS受干扰或受限环境下的作战能力具有关键意义。MAPS系统作为美陆军现代化建设的重要组成部分，自2017年由陆军未来司令部主导跨职能团队开展研发，已历时六年。系统采用传感器融合算法与非射频传感器，具备抗欺骗、抗干扰能力，可为装甲、斯特赖克和步兵旅战

斗队等多型部队平台分发PNT数据，显著减少冗余GPS接收机与天线，提高作战效率。MAPS GEN II核心结构包括车内集成导航中枢，用于融合各类传感器与接收机数据，以及外部抗干扰天线。美陆军已为该项目投入约5亿美元采购资金，早期曾快速部署初代装备。根据2025财年预算，美军计划采购619套MAPS GEN II系统，总额达1.3亿美元，涵盖备件、后续测试、后勤保障和工程升级，进一步推动部队数字化、智能化作战能力升级。

22.美空军与Xona合作推进低轨PNT系统测试，提升GPS抗干扰能力。

GPS World网站2025年2月27日报道，美国空军研究实验室近日与Xona Space Systems公司签署合同，将对其低轨卫星定位、导航与授时（PNT）方案开展测试与优化。本次合作通过“太空技术先进研究-创新软硬件加速”（STAR-FISH）项目实施，Xona已获合同总额超2000万美元，显示美国军方对先进PNT替代技术的高度重视。根据协议，Xona将对其PULSAR卫星导航服务进行评估，重点测试其在GPS/GNSS信号受限或受扰环境下的抗干扰与抗欺骗能力，并验证多路径干扰抑制和安全密钥分发协议。测试覆盖多种商业用户设备，旨在加速先进PNT能力在“即插即用”装备中的应用，满足国防部对快速部署的要求。为实现系统

集成，Xona联合了QinetiQ、StarNav和Locus Lock等GPS/GNSS硬件供应商，三方共同参与基于PULSAR系统的性能演示。该项目为期数年，除利用Xona自有的仿真工具外，还计划在2025年6月发射首颗PULSAR卫星，为实地测试提供支持。此次测试不仅推动低轨卫星PNT技术进步，有望增强美军及相关行业在复杂电磁环境下的定位保障能力，也体现了美方强化GPS系统安全性和多样化发展的战略导向。

23.美国推进民用航空CRPA天线批准进程以应对GPS干扰威胁。

GPS World网站2025年2月26日报道，美国联邦航空管理局（FAA）与海军航空作战中心飞机部（NAWCAD）建立合作关系，启动可控接收方向图天线（CRPA）在民用航空器上的批准程序。此次合作旨在应对GPS/GNSS干扰和欺骗威胁，目前重点是通过信息征询（RFI）研究反干扰和反欺骗技术。该RFI已在SAM.gov发布，目标是识别和评估供应商的天线技术，以便潜在地集成到民用航空器中。CRPA技术能够显著减轻地面GPS/GNSS干扰和欺骗威胁，通过保持态势感知和减少干扰期间的飞行员工作负荷来增强航空安全。该技术在对抗地面威胁方面的有效性使其成为维持可靠导航系统的关键工具。NAWCAD负责领导RFI流程，包括举办行业日活动和建立合作研发协议以测试硬件和评

估性能。RFI的回复截止日期为2025年5月26日下午5:00（美东时间），问题接受截止日期为2025年4月25日。来自RFI和后续测试的数据将为GPS/GNSS天线和驾驶舱显示器的最新最低操作性能标准提供信息。

24.美国太空军将Astranis公司从弹性GPS计划中剔除。

2025年2月22日消息，美国太空军在对弹性GPS项目进行初步设计审查后，取消了与Astrion（Axient被其收购）的合同。去年9月，太空军太空系统司令部与L3Harris、Sierra Space、Astranis和Axient四家公司分别签订了1000万美元的合同，用于为低成本小型弹性GPS卫星星座设计早期概念。军事通信与定位、导航和授时项目执行官科德尔·德拉佩纳表示，因Astrion的设计成熟度未达标准，所以终止其合同，并将重新分配剩余资金给其他三家公司。目前，太空系统司令部仍在协商合同取消的条款，尚未确定资金的再分配情况。按照计划，太空军将在今年春季对剩余三家公司的设计进行最终审查和演示，之后挑选至少两家公司进入下一阶段完成设计并制造原型，最终选择一家或多家公司建造首批八颗卫星，预计2028年发射。弹性GPS项目预计未来五年花费10亿美元，卫星成本较低，星座模式可增强备用能力。该项目由“快速启动”预算授权资助，虽已获部分资金，但2025财年申请的7700万美元遭到国会议员反

对，德拉佩纳表示相关讨论已取得进展，期待国会批准该申请。

25.无GPS导航与零信任飞控技术亮相阿布扎比防务展。

AETOSWire网站2025年2月18日报道，阿联酋阿布扎比无人系统制造商ADASI于2025年2月18日在中东最大防务展（IDEX 2025）宣布，将采用阿布扎比VentureOne研发的两项前沿自主飞行技术：**Perceptra**无GPS导航系统和**Saluki**高安全飞控系统。这两项技术均由阿布扎比科技创新研究院（TII）开发，专为无人机制造商优化，提升自主飞行平台的韧性、精准度与安全性，应对复杂电磁环境下的导航挑战。**Perceptra**是一款依托视觉识别实现精确导航的系统，可在GPS拒止环境下稳定运行，具备视觉重锁、低导航误差和平台兼容性强等优势，适用于情报、监视、侦察及电子战等任务。**Saluki**则是一款集高性能飞控与任务计算于一体的系统，采用零信任安全架构，具备PX4兼容、生成式AI、强大算力及多机管理能力，为国防等关键应用提供高度保障。GPS已成为航空航天、国防等领域导航的基础，但近年来，无线干扰、信号欺骗等攻击手段频现，暴露出现有导航体系的脆弱性。**Perceptra**与**Saluki**通过创新型视觉导航与安全控制，突破了传统依赖，满足无人系统在高风险环境中的定位与安全需求。此外，TII还与阿联酋民航局（GCAA）

合作，推动空域设计方法升级，优化城市空中出行及无人机物流的飞行安全。

26.美空军实验室资助Zephr.xyz开发GNSS干扰实时检测与源定位技术。

InsideGNSS网站2025年2月18日报道，增强型定位、导航与授时技术公司Zephr.xyz获美国空军研究实验室（AFRL）174万美元创新研究项目合同，推进GNSS干扰与欺骗信号的实时检测与源定位技术研发。该项目计划通过Zephr.xyz的“网络化GNSS”方案，将普通移动终端构建为高精度GNSS接收器网络，相关技术将于乌克兰实地及多场美国军演中进行严格测试，最终集成至国防及国土安全部门的战术感知系统（TAK）。Zephr.xyz开发的解决方案面向现代冲突中日益猖獗的GNSS电磁攻击，支持实时信号检测、归类和定位，助力前线部队与重要民用设施在复杂环境下保持态势感知。该软件系统利用分布式移动设备，采集原始GNSS信号，结合高阶信号处理与位置、速度、航向、时间等多维数据，在客户端-服务器架构下，实现对干扰、欺骗的快速识别及发射源定位。面对战场常规检测技术覆盖盲区、准确率不足的问题，Zephr.xyz通过自主研发的SDK接口，为TAK等应用系统提供干扰预警与定位精度增强服务。项目负责人表示，该项技术将改变现代电子对抗中的态势

感知方式，显著提升美军及相关部门在电子战环境下的防护与反制能力。

27.美国将PNT用途CRPA天线移出军用物品管制清单。

GPS World网站2025年1月29日报道，美国国防贸易管制局（DDTC）已改变定位、导航和授时（PNT）用途可控接收方向图天线（CRPA）的监管地位。自2025年9月起，CRPA将不再受《国际武器贸易条例》（ITAR）管制，而是重新归类到管制较为宽松的《出口管理条例》（EAR）清单中，由商务部管辖。该规定部分移除了美国军用物品清单（USML）中“不再需要包含”的项目。根据该规定，“某些反干扰天线不再提供关键军事优势，随着商业用途的增加，其对民用GPS韧性的应用越来越多。”通过移除PNT用途的CRPA，“国防部旨在促进民用全球导航系统的韧性。”这一监管变化预计将对多个行业产生重大影响，包括航空公司、自动驾驶车辆、无人机和关键基础设施应用，这些行业都将受益于CRPA的可用性增加。此外，这一变化可能会为美国CRPA制造市场打开新的空间，有可能带来快速的技术进步和成本降低。CRPA的重要性在于其保护GNSS接收器免受干扰和阻塞的能力。GNSS信号本质上较弱，容易受到故意和非故意干扰。CRPA通过调整接收模式在干扰信号方向形成零点，同时保持对预期卫星信号的接

收来工作。这种自适应波束控制能力使CRPA能够有效消除来自特定方向的信号，同时保留来自其他方向的信号，使其成为确保依赖GNSS系统可靠性的强大工具。

28.韩国称朝鲜连续干扰GPS信号，威胁半岛航空与航运安全。

GPS World网站2024年11月12日报道，韩国军方近日报告称，朝鲜自2024年11月初起，已连续五天从开城和海州等西部边境城市对韩国实施GPS信号干扰，导致多架民航航班及海上船只受到影响。此次干扰主要覆盖西海（黄海）区域，虽未公布具体受影响航班和船只数量，但韩国联合参谋本部已对靠近西部边境活动的航空器和船舶发出警告，并要求朝方立刻停止相关挑衅行为。此次事件发生在韩朝紧张局势升级背景下。近期，朝鲜不仅试射先进固体燃料洲际导弹，还通过气球向韩国境内投放废弃物和宣传品，甚至传出朝军协助俄罗斯参与乌克兰冲突的消息。业界专家指出，GPS干扰严重威胁航空安全，尤其在能见度低时易引发航班操作混乱，并违反了国际航行安全公约。韩国仁川国际机场等关键基础设施面临明显风险，反映出朝鲜电子及心理战能力对地区导航安全构成挑战。分析认为，如持续发生此类干扰，最严重情况下可能导致飞行事故，凸显半岛安全局势的复杂性及导航系统防护的重要性。

29.美Astranis公司与Xona航天系统公司合作设计弹性GPS卫星。

Via Satellite网站2024年11月4日消息，美Astranis公司与Xona航天系统公司合作，为美太空军的弹性全球定位系统（R-GPS）项目进行卫星设计。9月，太空系统司令部（SSC）选定Astranis等四家公司为八颗弹性GPS卫星（即“轻量化演进增强型扩散卫星”）提交设计原型，Astranis公司于11月1日宣布获得800万美元的概念开发合同。该公司计划基于现有的MicroGEO卫星设计，并采用Xona航天系统公司的定位、导航和授时（PNT）算法来提交Astranis R-GPS航天器设计方案，Xona航天系统公司的算法将在Astranis Octane软件定义无线电硬件上以软件形式实现。目前，Xona航天系统公司正在开发用于提供商业导航服务的“脉冲星”低轨（LEO）卫星网络。SSC曾表示，将选择一家或多家供应商建造首批卫星，并计划最早于2028年发射。R-GPS项目旨在通过增加发射通用GPS信号的小型卫星扩充GPS星座，为军事和民用GPS用户群体提供更具弹性的服务，该项目是基于近期弹性研究结果而推进的。

30.美国霍尼韦尔公司发布新一代抗干扰EGI应对GPS受限挑战。

GPS World网站2024年10月2日报道，霍尼韦尔公司于

2024年10月推出其新型抗干扰嵌入式GPS/惯性导航系统（EGI），以满足现代战争环境下对于定位、导航与授时（PNT）系统的更高抗干扰与灵活性要求。该系统在霍尼韦尔H-764和FALCN平台基础上升级，专为应对GPS干扰和欺骗日益突出的作战场景设计，集成GPS与惯性导航，并具备M码接收、原子钟和开放架构等先进功能，显著提升关键任务的持续导航能力。新EGI支持多种替代PNT手段的无缝融合，包括视觉导航、天文导航及磁导航，在GPS受限或中断条件下，仍可持续提供高精度位置、速度和时间信息，从而大幅增强作战平台的信息自主性和抗干扰能力。产品工程样机预计2026年初交付，随后将推出可认证型号，霍尼韦尔公司表示，该进度将保证系统经过充分测试和完善，满足关键军事应用的高可靠性和高性能需求。

31.美四家商业航天公司竞争美太空军弹性全球定位系统项目。

Via Satellite网站2024年9月24日消息，美太空军太空系统司令部宣布，Astranis、Axient、L3Harris Technologies和Sierra Space四家公司将为弹性全球定位系统（R-GPS）提交设计概念，计划在2028年前发射多达八颗R-GPS卫星。这一项目是“快速启动”计划的一部分，旨在快速推动美国空军的重要工作。R-GPS通过增加发射常用GPS信号的小型卫

星扩充GPS星座，为军事和民用用户提供更可靠的定位服务，其立项基于近期弹性研究成果。利用“快速启动”授权，R-GPS项目团队在不到六个月内完成了从获批到授出初始合同的一系列工作，效率远超传统太空项目。然而，美国众议院拨款委员会在2025财年国防法案中拒绝了太空军为R-GPS项目重新调整7700万美元资金的请求，认为该项目在应对GPS干扰威胁的有效性、对M码GPS用户设备问题的忽视以及项目规划的及时性等方面存在不足。

32.美太空军应推动国防和情报卫星集成PNT能力，以确保军事弹性。

SpaceNews网站2024年9月9日消息，GPS在军事和民用领域至关重要，但过度依赖也带来重大风险，如乌克兰周边的射频干扰已凸显未来冲突中相关问题。目前，地面替代定位、导航和授时（altPNT）解决方案虽有进展，但在轨资产保护方面关注度不足，白宫和欧洲相关组织均发出警告。美太空军需加大在这方面的投入，确保所有国防和情报卫星具备可靠的PNT能力。多种商业公司提供的altPNT解决方案已被证实可行，如天体导航、量子辅助导航和低地球轨道卫星星座等，整合这些方案能增强系统冗余，提高军事韧性，还能推动相关技术发展和商业创新。太空军虽采取行动应对其他卫星威胁，但在GPS弹性方面仍有欠缺。

2025财年美国参议院国防授权法案已为PNT弹性相关研发等拨款2.177亿美元，政策制定者、国防采购人员和行业领导者应推动altPNT解决方案在未来航天器上的应用，应对日益增长的PNT系统威胁。

33.美UAVOS公司人工智能视觉导航技术突破，无人机实现GNSS拒止环境自主飞行。

GPS World网站2024年8月27日报道，UAVOS公司与合作客户联合完成了一项关键测试，验证了其先进自动驾驶仪系统在GNSS（全球导航卫星系统）信号拒止环境下的导航能力。该系统融合计算机视觉与人工智能技术，搭载于无人直升机，通过深度学习算法驱动的机载视觉导航模块，为无人机提供精确的地理坐标，实现白天与夜晚环境下的自主飞行控制。测试结果显示，UAVOS的创新方案使无人机能够在无外部GNSS信号依赖的条件下，完成安全的起降与任务飞行，显著提升了其在复杂电磁环境下的自主性和作业灵活性。通过“看见”并实时解读周边环境，UAVOS为无人系统赋予了前所未有的独立导航能力，为未来无人作战与高风险区域应用提供了重要技术支撑。

34.英国将在博斯科姆建成欧洲最大反干扰测试中心，强化装备电磁防护能力。

InsideGNSS网站2024年8月22日报道，英国国防部近日

宣布，与QinetiQ公司签署2,000万英镑合同，在威尔特郡博斯科姆唐基地建设一座大型射频反干扰测试设施，计划于2026年投入使用。该“静默机库”可容纳包括“保护者”无人机、支奴干直升机及F-35战斗机在内的大型军事装备，其空间和测试能力远超英国现有设施。新设施采用电波暗室设计，通过消除反射和泄露，实现对装备抗干扰能力的极限测试。内部搭载GPS模拟器与威胁仿真系统，能够安全模拟多种复杂电磁环境，测试军用平台在GPS干扰等电子战威胁下的表现。此举旨在消除英军武器平台在复杂作战环境中的脆弱性，提升全球部署时的安全与作战韧性。英国国防采购与工业部长Maria Eagle强调，GPS干扰已成为常见的作战威胁，新设施将成为保障国家安全与英军前沿作战能力的重要支撑。QinetiQ高管及装备支持部官员亦指出，该中心不仅规模居欧洲前列，且具备全球领先的技术，将为未来电子战条件下装备测试与防护能力提升提供关键保障。

35.美澳联手强化GPS韧性，聚焦军用接收机抗干扰测试。

GPS World网站2024年8月12日报道，澳大利亚国防部近日与美国联合导航战中心（JNWC）合作，致力于提升GPS设备在复杂对抗环境下的工作韧性。JNWC的核心使命

是确保美国国防部及其盟友在定位、导航与授时（PNT）领域的优势。此次合作旨在通过模拟干扰条件，对GPS设备的实际性能进行严格测试。合作期间，来自澳大利亚联合定位、导航与授时局的人员与JNWC的专家共同对“国防高级GPS接收机”（DAGR）进行了评估。DAGR是美军及其盟军部队在陆地、海上及空中行动中广泛依赖的关键导航装置。相关测试在特制的消声室内完成，该环境能够精确模拟GPS信号受限或遭受干扰的复杂战场情景，从而为改进设备韧性提供关键数据。JNWC凭借其在导航战领域的深厚专业知识，为本次评估创造了最佳测试条件。通过在专业暗室中模拟干扰环境，研究团队得以收集DAGR在干扰下的性能数据，这些数据将用于评估并提升该设备的实战效能。团队还积极探索了如增强型抗干扰天线等技术解决方案。此次合作的成果与数据将被分享给联盟伙伴，以期共同增强集体空间弹性。

36.新一代L5-direct技术成功抗干扰，美国oneNav公司推动全球卫星导航安全升级。

InsideGNSS网站2024年7月22日报道，美国GPS技术开发商oneNav宣布，在以色列海法及周边地区完成了L5-direct接收器的大规模GPS干扰抗性测试。实验对比了oneNav L5-direct与市场主流产品（如iPhone、三星Galaxy、Google

Pixel手机及Garmin手表)在干扰环境下的表现。结果显示,主流设备普遍因干扰而定位失败,而oneNav L5-direct方案在主动干扰与欺骗下依然能保持高精度定位。L5-direct技术的核心优势在于可直接获取全新一代L5频段GPS信号,绕过需先捕获L1信号的传统路径。L5信号相较于L1,抗干扰能力提升约30倍,且在城市峡谷或复杂环境下表现更优。当前大多数商用设备虽具备L5信号处理能力,但依赖L1先导模式,抗干扰能力受限。oneNav此次测试,首次以实证方式验证了L5-direct面向民用与军用场景的广泛应用潜力。随着全球GPS干扰与欺骗事件不断增加,L5-direct有望提升关键基础设施及战区作战单元的定位安全水平。该技术现已开放合作评估,后续还将为芯片开发伙伴提供小型、低功耗专用模块,可支持GPS、伽利略、北斗等多星座兼容,助力全球GNSS安全生态升级。

37.美国国家安全太空协会发布报告《美国在导航战中的非对称脆弱性:缓解重大威胁所需的领导力和战略指导》。

2024年7月18日,美国国家安全太空协会(NSSA)穆尔曼太空研究中心发布报告《美国在导航战中的非对称脆弱性:缓解重大威胁所需的领导力和战略指导》。报告深入分析了美国在导航战领域面临的战略挑战。报告指出,

尽管GPS系统对美国社会、经济和安全至关重要，价值数万亿美元，但该系统已被中国的北斗和欧盟的伽利略系统超越，在准确性和覆盖范围方面处于劣势。美国缺乏可靠的地面PNT备份系统，而中国、俄罗斯等国却拥有此类备份。报告声称GPS系统面临多重威胁，包括来自俄罗斯、中国、伊朗和朝鲜的网络攻击、电子战、动能武器、定向能武器和反卫星武器。这些威胁可能导致灾难性后果，影响美国的政治声望、经济稳定和国家安全。尽管多届总统颁布了相关政策指导，国会也通过了相应法律，但在实施方面进展甚微。报告提出了一系列具体建议，包括开发现代化的民用GPS信号、建立多重互补的地面PNT服务、加强国际合作、改革出口管制法规等，以建立全面的国家PNT战略。

38.美国交通部斥资720万美元推动导航系统抗干扰能力升级。

军事航空航天网站2024年7月16日报道，美国交通部（DOT）于2024年7月16日宣布，已向九家专注于补充定位、导航与授时（PNT）技术的厂商授予总额超过720万美元的合同。这一举措旨在加强GPS系统的安全性和可靠性，应对GPS在众多关键行业中的广泛应用及其对中轨道卫星信号的依赖带来的易受干扰风险。涉及的行业包括交通运输、测绘、金融、精密农业、科学任务及航天应用等。本轮合同

资金将主要用于补充性PNT技术的设备采购、实地测试与评估，测试场地遍布美国各地。此次项目由交通部沃尔佩中心负责执行，响应DOT补充PNT行动计划，旨在推动多元PNT技术的应用，提高系统整体抗干扰能力。DOT首席科学官罗伯特·C·汉普郡表示，收到的提案数量超出预期，后续将迅速启动补充PNT技术第二阶段的评选扩展。九家中标单位及其合同金额分别为：NAL Research（弗吉尼亚州，14.46万美元）、Parsons（弗吉尼亚州，13.24万美元）、Hoptroff（加利福尼亚州，93.41万美元）、Microchip（科罗拉多州，149.87万美元）、Safran（纽约州，24.53万美元）、Locata（纽约州，77.86万美元）、NextNav（加利福尼亚州，187.70万美元）、Carahsoft（弗吉尼亚州，155.62万美元）及TERN AI（德克萨斯州，5.18万美元）。本次资金投入是拜登-哈里斯政府“两党基础设施法”实施中强化关键信息基础设施网络安全与可靠性的组成部分，对美国保障PNT系统抗干扰和抗攻击能力具有重要意义。

39.欧洲推进无卫星导航：KrattWorks斩获600万美元打造抗干扰无人系统。

GPS World网站2024年7月16日报道，爱沙尼亚防务科技企业KrattWorks牵头的“BadB项目”获得欧盟防务基金（EDF）及爱沙尼亚、芬兰国防部共计600万美元投资，致

力于研发无需依赖全球导航卫星系统（GNSS）的高可靠性导航技术。该项目聚焦于应对现代电子战环境下的电磁干扰与卫星导航欺骗问题，提升无人地面与空中平台在复杂战场及关键区域的自主作战能力。“BadB项目”主要研发内容包括：基于实时卫星影像的全天候地图、机器视觉模块、图像识别系统及传感器融合的智能路径规划。GIM Robotics负责为地面装备开发可抗干扰、抗欺骗的导航软件，使车辆即便在GNSS信号完全受阻的情况下，仍可依赖多源数据精确定位与导航。该项技术广获欧洲防务与创新界关注，被认为为无人系统行业应对日益严峻的安全威胁提供了关键解决方案。项目还被寄予应用于民用领域的期待，如关键基础设施管理、灾害应急和自动驾驶等。此次入选EDF 2023年度资助项目，计划周期为24个月，旨在通过跨国协作推动欧洲防务技术自主可控能力建设。

40.美国称俄罗斯GPS干扰波及波罗的海多国。

美国空天军杂志网站2024年7月10日报道，自2024年初以来，俄罗斯在俄乌冲突背景下大规模实施GPS及其他卫星导航系统干扰，已对波罗的海沿岸的爱沙尼亚、拉脱维亚、立陶宛、芬兰、瑞典以及波兰和德国部分地区产生显著影响。今年，爱沙尼亚第二大机场塔尔图因GPS干扰被迫暂停商业航班，成为区域航空安全受损的典型事件。技术数据

显示，干扰信号主要来自俄属加里宁格勒等地的地面设施，通过广播强信号覆盖GPS工作频段，导致卫星信号被近距离地面干扰所淹没。尽管部分专家认为，该类干扰可能是俄方防范乌克兰无人机袭击的溢出效应，但包括爱沙尼亚在内的多个国家政要明确将其定性为“混合战争”手段，意在破坏北约成员国的民用基础设施并施加战略压力。干扰虽未直接影响地面通信及银行等依赖GPS定位的服务，但据公开数据统计，受影响航班日均高达350架次，极大增加了航空运营风险。欧洲多国民航与安全机构均对GPS干扰表达担忧，指出传统的导航备份手段无法完全替代GPS的高精度和便利性，干扰行为对航空安全构成“重大挑战”；认为尽管国际法对军事冲突期间的电磁干扰有比例原则要求，但当前俄方所为将其合理性置于争议之中。同时，专家指出，俄罗斯此举不仅可测试北约国家应对GPS失效的预案，还增加了安全管理中的不确定性，强化了“灰色地带”冲突的认知和信息战成分。事件凸显当前混合战争与电子战趋势下，关键基础设施对GNSS安全依赖的脆弱性。

41.美国陆军寻求制敌导航战新型波形方案。

军事航空航天电子网站2024年7月2日报道，美国陆军近日发布信息征询（RFI），邀业界参与“反制PNT导航作战压制”项目，旨在开发可削弱敌方卫星定位、导航与授

时（PNT）系统有效性的电子战载荷。此次征询由陆军合同司令部代表陆军作战能力开发司令部（DEVCOM）C5ISR中心发布，重点关注通过新型电子波形设计，保障美军及盟军在卫星导航受敌方扰乱时依然具备作战能力。“反制PNT”（Counter-PNT）技术主要针对如美国GPS与俄罗斯GLONASS等全球卫星导航系统，涉及干扰、欺骗、信号情报（SIGINT）、系统加固及发展替代性导航手段（如惯性、天文及地形导航）。此次RFI鼓励企业提交未涉密15页以内的方案，内容需包括以往反制PNT项目经验、载荷功能与原理、适用场景、集成平台，以及对敌目标与技术成熟度的分析，同时探讨自动化应用及未来改进方向。美军强调，通过发展先进反制波形与载荷，应对敌方利用PNT系统进行导航、通信、武器制导及情报侦察，提升己方全域机动与生存能力。意向企业须于2024年7月19日前完成方案提交。

42.AI+量子导航突破，SandboxAQ发布AQNav系统应对GPS干扰威胁。

突破防务网站2024年6月25日报道，SandboxAQ公司宣布推出新一代抗干扰导航系统AQNav，利用人工智能算法、量子传感器与地壳磁场实现实时精准定位，专为应对GPS信号受干扰或欺骗情形设计。该系统自2023年初获美国空军合同后，已在多型航空器完成首轮飞行测试，总计部署40

余次、飞行时长超200小时，测试参与方包括美国空军、波音及空客Acubed。AQNav方案采用高灵敏度量子磁强计采集地壳磁场的区域特征，通过AI与磁场地图对比，实现全天候、跨空地海多域导航能力。相比传统的惯性导航系统易累计误差、GPS信号易被干扰的问题，AQNav可提供被动、可持久的外部参考，有效抵御电子战中的干扰与欺骗。公司专家表示，该系统有助提升无人装备、自主车辆乃至地下或水下等无GPS环境下的定位可靠性。面对乌克兰和加沙等地冲突暴露出的全球GPS脆弱性，AQNav的发布为未来军事高精度导航提供了新的技术路径，也为关键基础设施安全与自动化领域带来广阔前景。

43.美SandboxAQ公司推出GPS防欺骗抗干扰导航系统。

突破防务网站2024年6月25日消息，美SandboxAQ人工智能和量子技术公司推出了一款名为AQNav的GPS防欺骗抗干扰导航系统。AQNav使用人工智能算法、量子传感器和地磁场，在GPS信号中断或受阻的情况下提供实时导航服务，适用于空中、陆地和海上平台在任何气候条件下使用。该系统依赖敏感的量子磁力仪，从地磁场中收集数据，随后使用人工智能算法将地壳模式与已知的地磁图进行比较，从而准确快速地确定平台位置。该公司表示，量子传感器具有高敏感特性，通过人工智能算法可以提高信噪比，从

而消除可能影响系统准确定位的机械、电气或其他干扰，使AQNav具备防欺骗抗干扰的能力。AQNav目前已在空军、波音和空客等四种不同型号的空中平台上运行，完成了40多次任务，超过200个小时飞行测试。

44. BAE系统公司发布NavStorm-M抗干扰GPS接收机。

GPS World网站2024年6月12日报道，BAE系统公司日前发布了新型NavStorm-M抗干扰GPS接收机，专为火炮、炸弹、导弹和无人系统等高冲击应用设计。NavStorm-M采用分层防护方案，结合波束赋形、抗欺骗、系统韧性和软件安全技术，并集成M-Code军用加密GPS技术，确保定位、导航与授时（A-PNT）能力可靠。该设备满足无人机、巡飞弹、高超声速武器等平台对体积、重量、功耗和成本（SWaP-C）的严格要求，可作为独立导航系统运行，亦可与惯性导航系统（INS）集成。BAE系统公司已向超过45个国家交付了抗欺骗模块产品，并通过对外军售计划，向美军及其盟友交付多种规格的M-Code GPS接收机。

45. 印度空军升级导航与抗干扰技术。

印度防务研究之翼（IDRW）网站2024年6月8日报道，为防止战机误入敌对空域并提高飞行员安全，印度空军（IAF）近期加速推进多项导航与抗干扰技术升级。历史上包括卡尔吉尔战争和2019年印巴空战中，多名印度飞行员

在任务中迫降并被俘事件，突显出复杂空域下导航与指挥保障的重要性。印度空军已在现役战机中集成软件定义无线电（SDR）和基于卫星的实时飞行跟踪系统。SDR系统具备更强的抗干扰能力和灵活的信号处理特性，支持在电子对抗环境下实现安全、稳定的通信。此外，该系统可通过软件升级快速适应不同频段和通信协议，极大提升了飞行员与地面指挥中心之间的实时协同。与此同时，最新的卫星实时跟踪系统，为所有执行任务的战机提供精确、连续的位置数据。地面指挥部门可实时监控并引导飞行路径，快速响应航迹偏差，避免战机误入敏感区域。该系统还强化了联合作战单位间的协同效率，为复杂边境空域的安全管控提供有力支撑。通过SDR和卫星追踪等先进导航与抗干扰技术集成，印度空军正显著提升空域管控和部队行动安全，有效应对未来边境空中威胁与挑战。

46.芬兰航空因GNSS干扰暂停塔尔图航班，凸显区域导航安全隐患。

GPS World网站2024年5月7日报道，芬兰航空（Finnair）于2024年4月29日至5月31日暂停其往返爱沙尼亚塔尔图市的每日航班，原因是该地区持续遭受全球导航卫星系统（GNSS）信号干扰。此前已有两架航班因干扰严重被迫返航赫尔辛基。塔尔图机场当前的进近程序高度依赖GNSS信

号，频繁的干扰导致飞行安全面临严重挑战。芬兰航空计划在停飞期间开发和实施可独立于GNSS的替代导航方案，以提升未来运营的安全性和可靠性。此次航班停运，反映出自2022年俄乌冲突爆发以来，欧洲多地GNSS干扰与欺骗现象日益严重，尤其集中于加里宁格勒、黑海、里海及东地中海等区域。2023年12月31日，芬兰部分地区亦曾出现大范围干扰，影响航空导航与ADS-B系统导航完整性，该情况被记录在GPSJam.org上。爱沙尼亚外长查赫纳指责俄罗斯是此次干扰的幕后主使，并警告其行为极具危险性，迟早可能引发民航事故，危及无辜民众安全。这一事件凸显了区域航空导航安全面临的复杂威胁和应对需求。

47.美专家分析各类PNT替代技术。

突破防务网站2024年5月14日报道，随着对手干扰GPS能力不断增强，美国国防部及各军种正加紧探索多种替代定位、导航与授时（PNT）技术。专家强调，目前及可预见将来，没有任何单一方案能完全取代GPS，军方必须根据平台类型和任务需求在体积、重量、功耗及成本间权衡，采用多源融合策略确保导航连续性和安全性。现有和潜在替代PNT方法分为六大类：一是射频（RF）信号，包括传统GPS及其他国家导航卫星系统和“机会信号”，但同样易受干扰与欺骗；二是惯性导航，抗干扰但存在漂移问题；三

是磁导航（mag-nav），利用地壳磁场特征，抗干扰且隐蔽性好，但面临数据质量与精度挑战；四是天文导航，结合星体或太空碎片，受气象和战场烟雾影响较大；五是遥感及视觉导航，依赖地标、地图和传感器；六是地形/水深匹配导航，需主动发射雷达或声纳，易暴露位置。美国地理空间情报局（NGA）专家强调，数据可用性及实时性是决定技术落地的关键；而军方正推动“复合信号”策略，将多种方法融合应用，提升整体抗毁性与适应性。随着技术迭代，多路径PNT解决方案将成为未来军事行动在GPS拒止环境下的导航保障主流。

48.美军表示，乌克兰的电子战为美国的导航对抗提供了借鉴。

C4ISRNET网站2024年5月6日消息，美国陆军定位、导航与授时/空间跨职能团队主任迈克尔·蒙特莱奥内于5月5日在佛罗里达州地理空间情报会议期间表示，乌克兰军队在 frontline 使用美国技术装备，让美国得以了解其在电子干扰环境下的性能表现，俄乌冲突为美国提供了宝贵的学习经验。美国及其他国家向乌克兰提供了大量安全援助，乌克兰战场上的电子干扰和欺骗行为成为检验美国技术对抗俄罗斯电子战手段的契机。战场上的情况表明，数字干扰会使关键信息失效，如早期战争中GPS信号受干扰带来的影响。

俄罗斯的电子战手段已对美国的“神剑”精确火炮等武器造成阻碍。这些经验促使美国思考投资方向，近年来美国陆军已投入资金用于购买先进电子战装备和抗干扰导航设备，分别与BAE系统公司和TRX系统公司达成大额交易。

49.陆基定位系统TPS亮相美军PNTAX演练，展现抗干扰能力。

GNSS内情网站2024年4月17日报道，MerlinTPS公司在美国国防部主办的PNT评估演习（PNTAX）中，成功测试了其自主研发的陆基定位系统（Terrestrial Positioning System, TPS）。该系统在受电磁射频干扰环境下展现出高度抗扰性，成为在GNSS受限或不可用情境下的有力替代方案。此次PNTAX演习专门用于评估各类定位、导航、授时（PNT）技术在GPS信号受损或被屏蔽下的表现。MerlinTPS研发的TPS系统采用广播无线电信号代替卫星信号，显著降低了对干扰与欺骗攻击的敏感性，可为关键任务提供稳定的定位和授时服务。公司首席执行官Christian Kotscher强调，该技术已达到技术成熟度7级，具备现场环境下的实用能力。此外，MerlinTPS正与RISC-V核心工程团队合作，优化神经形态设计，致力于提升系统的便携性与集成度，便于嵌入更多原始设备制造商（OEM）产品中。在PNTAX期间，Persistent Systems公司的MPU5无线电为数

据回传提供了可靠支持，即便在严苛环境下也保持通信畅通，为TPS系统的测试验证提供了重要保障。本次演练的成功验证，标志着TPS系统距离商用部署更近一步，为全球多行业提供了更安全、可靠的PNT备选方案。

50.美陆军新一代手持导航装备DAPS GEN II验证抗干扰能力大幅提升。

C4ISRNET网站2024年2月8日报道，美国五角大楼最新武器评估报告显示，第二代单兵保障定位、导航与授时系统（DAPS GEN II）在模拟敌方电子战干扰环境下表现优异，显著优于此前装备的DAGR（防御型GPS接收器）。该系统由TRX Systems公司承制，合同总额高达4.02亿美元，首批采购超700套，项目推进速度快，至2023财年末已完成GEN I与GEN 1.2批量配发。DAPS GEN II采用可充电电池和全新显示界面，专为在地形遮蔽或数字系统受攻击等复杂环境下保障美军士兵的精准定位与行动同步而设计。测试表明，该系统有效提升了士兵态势感知和作战效能，即使在强干扰或欺骗条件下依然能够支持部队顺利完成导航任务。国防部门指出，随着潜在高技术对手的电子战威胁日益加剧，DAPS GEN II的抗干扰与作战韧性将成为未来地面作战保障的重要支撑。士兵反馈建议进一步丰富系统配套训练模式，以提升操作熟练度和综合作战效益。