

外军卫星导航天线（阵）

技术动态简报

（2025年第7期，总第7期）

2025年10月28日

主办单位：导航与时空技术国家级重点实验室

1. 欧洲伽利略系统完成新型相控阵上行链路天线测试。

Satnews 网站2025年10月4日报道，欧空局（ESA）于2025年7月4日在其位于比利时雷杜的欧洲太空安全与教育中心（ESEC）成功完成了一项新型上行链路天线测试。该天线为相控阵天线，由TTI Norte作为主承包商，联合Celestia Antwerp与GMV共同开发，属于ESA“地平线2020”研发计划的一部分，旨在为伽利略卫星导航系统的地面段演进提供技术支撑。与传统依赖机械转向的碟形天线不同，相控阵天线通过电子方式控制波束指向，具备更快的卫星指向与重定向能力，可同时与多颗卫星通信，并有望提升地面站全寿命期内的可靠性。此次测试使用了单一面板，

通过Celestia Antwerp开发的调制解调器生成信号，经放大与波束控制后上行至一颗专门用于测试的伽利略卫星。测试过程中，ESA利用位于荷兰诺德维克的欧洲空间研究技术中心（ESTEC）接收卫星遥测数据与伽利略测试用户接收机，验证了信号成功抵达距离地球超过23,000公里的中地球轨道（MEO）卫星。整个测试与伽利略服务运营商协调进行，未对现有服务造成影响。该相控阵天线由多个面板构成，呈截角金字塔形排列，每个面板包含近1500个基本发射单元，具备同时与多颗卫星通信的潜力。相控阵天线技术未来或适用于正在开发中的伽利略第二代（G2）卫星系统，其多星同步通信能力有望提升数据传输效率，减少地面站数量与维护需求。目前，该技术仍处于地面段基础设施演进的评估阶段，尚未投入实际运行。

2.u-blox公司推出用于高精度GNSS的ANN-MB3紧凑型三频天线。

Inside GNSS网站2025年9月25日消息，u-blox公司宣布推出ANN-MB3——其最新的L1/L2/L5三频RTK天线。该天线专为u-blox F20高精度平台设计，且优化后可无缝集成，兼具出色性能与亲民价格。它采用坚固设计，尺寸小巧（62×80×25.5毫米），能以合理成本提供经验证的高性能，为客户提供实用且可扩展的方式，将高精度定位集成到产品中，可满足工业、汽车、机器人等领域对可靠、灵活且具

成本效益的GNSS天线解决方案日益增长的需求，助力高精度定位技术的大规模应用。ANN-MB3在L1射频路径中集成了额外的陷波滤波器（LTE B13），能最大限度减少带外干扰，确保在恶劣射频环境下仍有可靠性能，同时降低客户设计复杂度；它即插即用且安装方式灵活，可减少实施三频GNSS解决方案所需的时间、成本与射频专业知识，还支持L1、L2、L5频段的u-blox F9接收器完全兼容，便于客户采用单一天线解决方案满足多频段需求。此外，ANN-MB3的推出完善了u-blox高精度天线产品组合，该组合还包括ANN-MB系列（L1/L2，双频）、ANN-MB1（L1/L5，双频）、ANN-MB2（全频段），为客户提供了根据性能、成本和集成需求选择天线的最大灵活性。

3. Leankon公司推出多频段GNSS天线。

GPS World网站2025年9月17日消息，Leankon公司推出LK1850301型偶极子柔性印刷电路板（FPC）GNSS天线，该天线主打无缝集成与高性能定位，适用于多种应用场景。其借助创新技术实现超紧凑尺寸（仅 $49 \times 10 \times 0.1$ 毫米），同时支持全球多频段GNSS，可适配GNSS模块，并提供灵活的线缆长度配置以满足不同设计需求。该天线具备三大核心优势：一是采用平衡偶极子设计，优化了回波损耗与辐射模式稳定性，能保证性能一致性，同时减少线缆长度或连接器差异造成的干扰；二是支持多频段GNSS，涵盖

GPS L1/L2/L5、伽利略E1/E5、格洛纳斯L1/L5及北斗B1/B2，适合智能农业、工业跟踪、导航、资产监控等精准应用场景；三是集成可定制化，Leankon公司提供多种线缆长度与连接器选项，还可提供定制化配置以实现无缝系统集成与性能优化。此外，该天线兼容多种设备，配备即剥即贴的粘性背胶，便于快速便捷组装。随着各行业对全球多频段GNSS导航的应用日益广泛，对可靠、适配性强的天线解决方案需求激增，LK1850301以紧凑且易于集成的形态为工程师和产品设计师提供高性能卫星信号接收能力；为加速项目开发，Leankon公司还提供该型号天线的免费样品，供用户进行早期测试与性能验证。

4.GPS World网站刊载文章《针对干扰和欺骗攻击测试全球导航卫星系统接收机》。

2025年9月16日，GPS World网站刊载文章《针对干扰和欺骗攻击测试全球导航卫星系统接收机》，这是一篇技术指南，系统阐述了如何测试全球导航卫星系统（GNSS）接收机以应对日益严峻的干扰和欺骗攻击。鉴于GNSS在关键基础设施和全球安全中的核心地位，确保其稳健性至关重要。文章首先对GNSS面临的人为威胁进行了清晰的分类，主要分为两大类：干扰与欺骗。干扰攻击被细分为旨在完全阻断信号的“强力干扰”，以及更为复杂的“系统性干扰”（如智能干扰、匹配频谱干扰）；欺骗攻击则包括简

单的信号重播（meaconing）和生成虚假卫星信号以误导接收机（spoofing）。针对上述威胁，文章探讨了接收机内部的检测与缓解策略，重点介绍了控制辐射方向图天线（CRPA）等先进硬件技术如何通过零点调向和波束成形来抑制攻击信号。文章的核心在于深入论证了各种测试方法学。作者强调，与条件多变的真实信号测试相比，使用GNSS模拟器进行实验室测试因其出色的可重复性、可控性和成本效益而成为首选方案。文中详细介绍了包括“传导测试”、“空中下载（OTA）测试”以及针对CRPA系统的多通道同步测试等具体设置，并指出了实施这些测试时的关键技术挑战，如对手机进行OTA测试的特殊考量和CRPA测试中严格的相位校准要求。

5.雷神英国公司为国际装甲车辆项目提供GPS抗干扰解决方案。

2025年9月15日，雷神公司宣布雷神英国公司（Raytheon UK）已获得一份来自BAE Systems的合同，将为CV90步兵战车项目提供其先进的Landshield Plus GPS抗干扰天线。该系统旨在增强车辆在GPS信号受干扰或被拒绝环境下的导航韧性。此次交付将在2025年至2029年间完成。Landshield Plus系统集天线与抗干扰处理器于一体，设计紧凑、重量轻且功耗低，适用于陆、海、空等多种平台。其核心技术在于一个七单元天线，能同时在L1和L2两个主要

GPS频段上运行，并能有效阻断多达六个干扰源的信号，从而在复杂的战场环境中确保导航系统的可靠性。此外，该系统还能向用户提供干扰信号来源的位置信息，增强态势感知能力。此次合作为应对现代战场对GPS弹性需求的增长提供了关键技术支持。

6.乌克兰表示俄军无人机装备有伊朗制造的抗干扰GNSS天线。

乌克兰UNITED24 MEDIA网站2025年9月13日报道，9月10日侵入波兰领空的俄罗斯“Herbera”无人机被发现装备了伊朗制造的抗干扰全球导航卫星系统（GNSS）天线。照片分析显示，这些无人机上安装了“Tallysman”公司的四通道受控接收模式天线（CRPA），该技术能通过识别信号方向并过滤虚假信号，有效抵抗电子战的干扰。技术分析指出，要压制一套四通道天线系统，至少需要五个协同工作的干扰源，这大大增加了防御难度。此外，俄罗斯对“Herbera”无人机进行了改装，为其增加了额外的燃料箱，使其航程扩展至约700公里，从而能够从俄罗斯和白俄罗斯境内对波兰发动攻击。这些无人机不仅能用作诱饵，还可执行FPV打击或侦察任务。此次事件中，约二十架俄罗斯无人机在对乌克兰进行大规模袭击时，从白俄罗斯和乌克兰方向越境进入波兰。作为回应，驻扎在波兰执行北约空中警察任务的波兰与荷兰F-35战斗机紧急升空，拦截并摧毁了

多架无人机。同类型的伊朗制天线此前也曾在“Shahed-236”无人机上被发现。

7.Quectel Wireless公司推出四款全新全球导航卫星系统（GNSS）天线。

InsideGNSS网站2025年9月11日消息，Quectel Wireless公司推出四款全新全球导航卫星系统（GNSS）天线，同时搭配先进GNSS模块及全球实时动态定位（RTK）支持，以丰富开发者选择。这四款天线分别为：覆盖所有GNSS频段、适用于专业超精确定位场景的高精准低剖面天线YFGD000AA；针对GNSS L1、L2、L5三频段优化、性能与YFGD000AA相近的YFGD000BA；覆盖全GNSS频段、重量更轻（62g）、信号灵敏度更高（增益 $35 \pm 4\text{dB}$ 、噪声系数 $\leq 4\text{dB}$ ）、适配弱信号环境的高精准天线YFGN000H1AC；以及用于非精密场景、具备全向性与线性极化、可调节极化方向的通用型橡胶外置天线YEGT010W1AM，这四款天线均能在 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 温度范围内工作，并符合相关环保合规要求。与之配套的先进GNSS模块包括成本敏感型精密应用适配的LC29H双频段模块、厘米级精度且RTK固定时间低于5秒的工业级LG290P模块，以及支持L6频段与双天线航向、适用于高级驾驶辅助系统（ADAS）等场景的旗舰款LG580P模块。Quectel Wireless公司依托全球超21000个基站组成的网络提供全球RTK校正服务，可在亚、欧、北美等

地实现稳定厘米级精度，助力农业、物流、汽车等行业规模化应用。该公司表示，此举旨在为工程师、开发者及设备设计师提供更多选择，搭配其GNSS RTK模块、校正服务及天线设计支持服务，移远通信可成为GNSS解决方案的一站式供应商。此外，该公司还提供仿真、测试、定制制造等全面天线设计支持，并依托全球区域研发中心快速响应客户需求，通过整合模块、天线与校正服务，构建完整生态以降低客户集成风险、加快产品上市速度。

8.瑞典乌普萨拉大学马丁·海尔格伦发表硕士论文，系统探讨一种基于软件定义无线电的低成本GPS欺骗检测方法。

2025年8月29日，瑞典乌普萨拉大学马丁·海尔格伦（Martin Hellgren）发表硕士论文《使用软件定义无线电进行到达方向估计的GPS欺骗检测：一种基于低成本软件定义无线电（SDR）的双天线采样偏移估计算法》，系统地探讨了一种基于软件定义无线电（SDR）的低成本GPS欺骗检测方法。该论文提出并实现了一种创新的检测方案：对比从GPS导航电文中解算出的卫星“声称位置”与通过物理测量得到的信号实际“到达方向”（DoA）。如果两者之间的偏差超出了合理的误差范围，则该信号被判定为可能来自欺骗源。这种方法基于信号的物理传播特性进行判断，为低成本欺骗检测提供了新思路。该研究利用了无线电干涉测

量原理，通过测量信号到达两个空间分离天线的时延差（TDoA）来估算信号的DoA。整个系统硬件基于一套消费级的SDR开发套件（AntSDR E200）和两根GPS天线搭建，验证了利用通用、低成本设备实现该方法的可行性。由于完全自主开发GPS信号处理流程的复杂度超出了项目范围，研究利用了开源GNSS软件接收机（GNSS-SDR）来提取进行欺骗检测所需的定位和授时信息。该方法在实验中能够有效识别出由信号方向不一致所指示的欺骗特征，并且在测试真实GPS信号时未产生误报。然而，系统的测量精度受到一定误差的限制，特别是在从原始数据到导航比特流的解码过程中存在不确定性，这导致在某些情况下信号会落入难以明确判断的“灰色地带”。此外，提高采样率并未如预期那样提升检测精度，其背后原因有待进一步探究。

9.韩Intellian公司与Eutelsat公司共同研发了一款超便携全集成军用级背负式终端。

2025年9月11日消息，韩Intellian公司与Eutelsat公司联合宣布，共同研发一款面向Eutelsat旗下OneWeb的超便携全集成军用级背负式（Manpack）终端。该终端专为国防和政府部门设计，可提供不间断、可靠的OneWeb低轨网络，对任务成功至关重要，旨在切入全球军用天线市场，满足全球国防领域对下一代LEO通信能力的迫切需求。在产品特性上，该终端设计便于快速部署，体积小、重量轻，可装入

标准军用背包，支持一键网络接入，即便在高压力的恶劣冲突区域也能即时启用；优化了低功耗设计，使用外部电池时依使用情况可最长维持5小时任务续航；配备自动检测的抗干扰全球导航卫星系统（R-GNSS），能为备用定位、导航与授时（Alt-PNT）提供外部支持，确保在GPS拒止环境下正常运行；且符合IP67防护等级、美国军用环境工程标准（MIL-STD-810H）及电磁兼容性标准（MIL-STD-461），具备战场就绪的耐用性，可满足前线人员及关键任务的“临时通信”（COTP）需求。

10.美国国家航空航天局与Aloft Sensing公司合作研发紧凑型雷达，无需GPS即可实现毫米级地表监测。

Interesting Engineering网站2025年8月19日报道，美国国家航空航天局（NASA）与小型航天公司Aloft Sensing合作，成功研发出一款名为HALE InSAR的紧凑型雷达系统。该系统具备在无需GPS支持的情况下，精确探测地球表面毫米级形变的能力。其重量不足15磅，功耗低于300瓦，体积小、能耗低的特点使其能够搭载于高空长航时（HALE）平台，为地球动态系统监测提供了一种全新且高效的解决方案。HALE InSAR的核心技术为干涉合成孔径雷达（InSAR），通过对比同一区域的重复雷达图像来发现地表的微小位移。与传统大型InSAR设备不同，该系统采用了平面相控阵天线，通过电子方式控制雷达波束，从而无需笨重的机械云台，

大幅减轻了系统重量和体积。其独特的先进定位算法摆脱了对GPS的依赖，确保了在偏远地区也能进行高精度的自我定位与数据采集，解决了图像模糊的关键技术难题。该系统在军事和民用领域均具有巨大的应用潜力。通过对火山、积雪和地形进行持续的高频次监测，HALE InSAR能够为火山喷发、山体滑坡等自然灾害提供早期预警。其GPS无关的特性也使其成为在偏远或复杂环境下执行国家安全和科学任务的理想工具，显著提升了实时监测的灵活性和实用性。目前，HALE InSAR已在65,000英尺高空的飞艇和小型平流层气球上成功完成验证。研发团队计划下一步在固定翼高空长航时飞机上进行测试，并展望未来将其部署于近地轨道的小型卫星上，从而将监测范围从平流层扩展至太空。

11.加拿大Calian公司与美国Point One Navigation公司携手，简化厘米级RTK校正服务。

2025年8月6日，加拿大Calian GNSS公司与美国Point One Navigation公司宣布合作，旨在为开发者和系统集成商提供无缝的厘米级精准定位导航与授时（PNT）系统开发体验。此次合作将Calian的高精度智能GNSS（全球导航卫星系统）天线与Point One Navigation的Polaris RTK（实时动态）校正服务相结合，推出了多款软件开发套件（SDKs）。该解决方案的核心在于将Calian的智能GNSS天线与为期一年的免费Polaris RTK校正服务捆绑，通过简化的“即插即用”

模式，用户仅需几分钟便可建立并运行厘米级精度的GNSS环境。这一集成方案有效解决了PNT系统开发中的两大常见难题：保护GNSS接收机免受系统内部噪声干扰，以及确保校正网络有足够的覆盖范围和密度。Calian的智能天线通过将接收机集成于天线内，有效保护了信号的完整性；而Point One Navigation则在美国、英国、欧盟、韩国、澳大利亚、新西兰和日本等地拥有高密度的校正网络，保证了服务的广泛性和一致性。此次合作面向的应用领域广泛，包括精准农业、基础设施巡检以及高精度任务审计等多个需要厘米级定位的移动工作流程。合作推出的开发套件包含多种配置，可选用陶瓷贴片或轻型螺旋天线，并集成了u-blox或意法半导体的接收机模块，部分型号还配备了惯性测量单元（IMU）或支持移动基站精航向测定功能，以满足不同应用的开发需求。

12.美 etherWhere 公司打造芯片云生态系统，以解决 GNSS 在高容量应用中的漏洞。

Inside GNSS 网站2025年7月11日消息，美 etherWhere 公司通过将可控接收方向图天线（CRPA）芯片级创新与基于云的基础设施相结合，打造了可大规模部署的解决方案，以应对全球导航卫星系统（GNSS）在高容量应用中的漏洞。其核心是在板级集成CRPA架构，无需外部模块即可增强抗干扰和抗欺骗能力，且遵循《出口管理条例》（EAR），

便于国内外合作伙伴使用。该公司的云平台支持根据地形、运动模式等上下文自适应调整信号采集策略，在信号受限环境中实现了标签的智能运行。etherWhere公司专注于年部署量至少百万级的高容量市场，通过芯片销售、云订阅及非经常性工程（NRE）费用盈利，其解决方案还涉及放射性医疗材料追踪、通信基础设施弹性定时等领域，下一代“芯片即标签”架构将集成低功耗多频段GNSS、软件定义无线电和云原生编排，助力构建不依赖GPS的自主定时基础，契合全球PNT政策中对GNSS替代方案的需求。

13.欧空局联手莱昂纳多，研发基于机器学习的抗干扰智能天线。

GPS World网站2025年6月26日报道，欧空局（ESA）已与意大利航空航天与国防公司莱昂纳多（Leonardo）签订合同，双方将合作开展一个新项目，旨在利用机器学习技术开发新一代智能天线，以增强卫星导航系统对抗信号干扰与欺骗的能力。该合同于巴黎航展期间签署，项目将在欧空局的“导航创新支持计划”（NAVISP）框架下进行。该项目的核心是研究和开发能够智能屏蔽恶意信号的受控接收模式天线（CRPA）。与从各个方向接收信号的传统天线不同，CRPA可以聚焦于特定卫星信号，并忽略来自其他方向的干扰。此次合作将重点探索两个技术方向：一是通过缩短天线元件之间的距离来减小天线阵列的整体尺寸和重

量；二是在天线系统中集成机器学习算法，使其能够更快地确定最佳天线设置并调整波束成形方向，从而有效屏蔽干扰源。这一技术突破将使天线变得更小、更智能、更高效，尤其适用于飞机等空间受限的应用环境。根据计划，莱昂纳多公司将与分包商ELT集团合作，在未来两年内完成该项目。项目的主要任务包括识别最优的信号屏蔽算法，构建并测试一个基于该算法的实时接收机验证器，并将其性能与传统的大型天线进行比较。项目的最终目标是使该技术的技术成熟度（TRL）达到4级，即完成实验室环境下的关键技术验证。

14.英国诺沃通信公司入选欧空局项目，负责开发新型卫星导航天线。

新电子产品网站2025年6月23日报道，英国天线技术专家诺沃通信公司（Novocomms）已被欧洲航天局（ESA）选中，参与一项名为SATSOOP的创新卫星项目。该公司将与意大利电信英国公司（Telespazio UK）、欧洲通信卫星组织 OneWeb（Eutelsat OneWeb）以及克兰菲尔德大学（Cranfield University）合作，共同开发一项旨在颠覆传统卫星导航模式的新技术。SATSOOP项目的核心目标是研发一种不依赖传统全球导航卫星系统（GNSS）的新型卫星导航接收机。该项目将利用在近地轨道（LEO）运行的“巨型星座”所提供的机会信号（Signals of Opportunity, SOOP），

为用户提供来源更广泛的定位、导航和授时（PNT）数据。在此项目中，诺沃通信公司的主要任务是为一套实用概念验证电路板演示器开发天线阵列，该天线阵列将利用Ku/Ka波段的机会信号进行工作。该项目隶属于ESA导航创新与支持计划（NAVISP）中专注于PNT技术创新的Element 1部分，项目总价值为80万欧元，预计于2026年完成。诺沃通信公司凭借其在毫米波客户终端设备（CPE）以及为英国航天局开发LEO-PNT地面终端天线演示器的相关经验，展现了其在该领域的专业能力。公司位于伯明翰的先进设施，包括多个能进行600MHz至90GHz频率范围测试的消声室，将为项目的顺利进行提供坚实的技术保障。

15.西班牙Indra公司为澳大利亚国防军12个基地升级仪表着陆系统，提升了军用机场的导航保障水平。

Defence Connect网站2025年6月18日报道，西班牙Indra公司近日完成了为澳大利亚国防军（ADF）12个基地交付11套仪表着陆系统（ILS）和6套无指向信标（NDB）的项目升级，涵盖空军、陆军航空中心以及海军航空部队。此次项目通过与澳大利亚本地企业IDEC Solutions合作，确保了高度的澳大利亚工业能力参与，并提升了军用机场的导航保障水平。Indra提供的ILS为地基无线电导航系统，可在夜间或恶劣天气下为飞行员提供精确的进近引导，提高降落可靠性，降低决断高度，增强飞行安全。这些ILS系统满

足ICAO四级最严标准，具备高度可靠性、易部署、易维护且经济高效的特点。新一代NDB采用固态自动调谐发射机和多路天线配置，为军用机场持续提供可靠的精确进场导航训练保障。Indra澳大利亚防务业务发展经理表示，此次设备更换显著提升了空军导航系统的技术水平与功能，增强了监控和诊断能力，灵活性及部署能力均有提升，为后续澳大利亚军队现代化和数字化项目奠定了坚实基础。

16.俄罗斯“伊斯坎德尔-K”巡航导弹首次配备16单元抗干扰卫星导航天线。

Defense Express 2025年6月17日消息，近期，俄军在对基辅的联合导弹打击中，首次为“伊斯坎德尔-K”（R-500/9M728）地面发射巡航导弹配备了升级版Kometa-M卫星导航单元，其核心为16单元抗干扰CRPA（受控接收波束天线）。此前该导弹自2022年以来仅装备4单元Kometa-M天线，且卫星导航一直是辅助系统，导弹主要依靠地形匹配（TERCOM）与惯性导航修正，实现高精度打击。新型16单元CRPA天线大幅提升了抗电子干扰能力，能够主动过滤外部干扰信号。从电子对抗角度看，理论上需要部署等量干扰源才能压制该类天线。目前，俄方将多单元Kometa-M天线扩大应用至除巡航导弹外的多个平台，包括自2025年4月起用于滑翔炸弹制导套件（UMPK）的12单元天线，以及近期在“沙赫德”无人机上发现的16单元版本。此外，俄

军还在“沙赫德”等无人机上集成了中国制造的多单元CRPA天线，3月起首次发现16单元中国版本，进一步加强多平台抗干扰能力。尽管Kometa-M多单元天线价格高昂，但俄方已将其大范围部署应用，显示其在高精度远程武器体系中对卫星导航系统的战略依赖正走向增强。2025年6月9日，乌克兰无人机曾袭击Kometa-M天线制造商VNIIR-Progress，突显导航与电子对抗技术竞赛的激烈。

17.美陆军推进分层抗干扰PNT现代化，DAPS与MAPS系统全面进入装备阶段。

InsideGNSS网站2025年6月3日报道，美国陆军正加速推进定位、导航与授时（PNT）能力现代化，针对GPS干扰和欺骗威胁，采用分层备份方案以确保多域作战可靠性。陆军装备、情报与电子战及传感器项目执行办公室（PEO IEW&S）牵头，针对车载与单兵操作场景，分别推动“车载可信定位、导航与授时系统”（MAPS）与“非车载可信定位、导航与授时系统”（DAPS）两个重要项目。DAPS GEN II已于2024年8月获得全速生产（FRP）许可，取代了传统DAGR设备，通过融合M-Code、惯性传感器、ALTNAV等多源数据，实现GPS受限环境下的高可靠定位。该系统不仅可与单兵“Nett Warrior”系统集成，还可独立部署，屏幕数据可投射至战术手表，为单兵作战提供全方位PNT保障。DAPS多传感器融合，有效提升抗干扰、抗欺

骗能力，支持士兵在严苛电子战环境中作战。MAPS GEN II 则面向地面载具、水面舰艇与弹药等平台，通过七元抗干扰天线及高性能导航接收机，实现多源定位信息整合，并向平台内多个终端分发数据，减少冗余设备。MAPS 已获 FRP 许可，陆军第一旅预计 2025 年夏天部署 MAPS。海军陆战队也计划在不久的将来部署 MAPS GEN II。该系统在确保精准定位基础上，还为火控系统、无人系统等多类作战节点提供精准授时，优化全局作战指挥效率。M-Code 作为新一代军事专用 GPS 信号，具备更强抗干扰、抗欺骗能力，正分阶段取代传统 SAASM 模块，并支持持续软件升级，适应未来威胁。与此同时，陆军还在推进模块化开放系统方案 NorthStar，致力于打造低成本、易升级的 PNT 解决方案，以应对不同作战环境下的多样化需求。

18.加拿大 Calian GNSS 公司推出下一代抗干扰控制接收方向图天线。

InsideGNSS 网站 2025 年 6 月 2 日消息，加拿大 Calian GNSS 公司推出了适用于关键基础设施、海洋和国防领域的下一代抗干扰控制接收方向图天线（CRPA）——CR8894SXF+。该天线专为在 GNSS 信号连续性至关重要的环境中提供高效抗干扰保护和实时态势感知而设计，具备低功耗、轻量化和紧凑的特点。它采用先进的带内零陷技术，结合 Calian GNSS 公司的扩展滤波干扰缓解技术

(XF+)，可保护GPS L1/L2和伽利略E1/E5b信号，在复杂射频环境中确保定位、导航和授时（PNT）的可靠性。其带内零陷可达20-40 dB，带外抑制高达80 dB（700MHz-2500MHz），并配备两个独立低噪声放大器（LNA）通道以保障信号接收。此外，天线能在上下GNSS频段主动抑制干扰源，通过内置串行输出接口反馈射频条件和系统状态，为系统操作人员在高风险环境中维持基于GNSS的安全、不间断运行提供有力支持。

19.美霍尼韦尔公司推出全新单卡弹性导航系统。

insidegnss网站2025年5月23日消息，美霍尼韦尔公司（Honeywell）推出HGuide o480，扩充了其导航产品系列。这是一款高性能单卡惯性导航系统（INS），以超小尺寸、轻量化和低功耗的设计，提供精确、可靠的定位和姿态数据。霍尼韦尔公司相关副总裁称赞其为工程奇迹和技术突破，在同尺寸产品中性价比优势显著，还能结合霍尼韦尔多种替代导航功能，形成出色的弹性导航解决方案。HGuide o480适用于新兴小型无人机、自主地面及水下航行器，以及大地测量行业的多种测绘系统等众多领域。它可直接集成到各类需要精确可靠定位的应用电子设备中，能减小系统尺寸、降低集成复杂度，提升空、地、海无人及自主系统的部署速度和性能。该系统具备强大的安全性能，借助Septentrio公司AIM+技术及Mosaic全球导航卫星系统

(GNSS) 接收器，拥有抗干扰和防欺骗能力，还提供单天线三频Mosaic X5和双天线双频Mosaic H两种配置，以满足不同GNSS姿态辅助需求，且均具备一流的实时动态（RTK）GNSS性能。

20.欧空局“起源”任务采用SpacePNT GNSS接收机，推动全球测地精度升级。

GPSworld网站2025年5月16日报道，欧空局（ESA）近日宣布，SpacePNT公司的NaviLEO空间型GNSS接收机被选为“起源”（Genesis）任务的核心导航测距设备。该项目是首个同时搭载四种空间测地技术——全球导航卫星系统（GNSS）、卫星激光测距（SLR）、甚长基线干涉测量（VLBI）及多普勒轨道及无线电定位集成卫星系统（DORIS）的卫星任务。NaviLEO接收机虽已具备低轨飞行经历，在本次任务中将被适配用于6000公里中轨高度，采用双天线架构，可同时接收天顶和天底方向的GNSS信号，进一步提升数据完整性和导航测量精度。“起源”任务的核心目标是更新国际地球参考框架（ITRF），实现1毫米级精度和每年0.1毫米的长期稳定性。这一高精度坐标系将极大促进全球高精度导航、测地和科学研究的发展。

21.Septentrio推出适用于恶劣环境的新型GNSS接收机与GNSS/INS系统。

GPS World网站2025年4月8日报道，Septentrio公司发布

了两款专为严苛环境设计的新产品：AsteRx RB3 GNSS接收机与AsteRx RBi3 GNSS/INS组合导航系统。这两款产品主要面向建筑、采矿及港口自动化等领域的重型机械应用。两款接收机均具备高强度物理防护能力，其外壳防护等级达到IP69K，并通过了针对高强度冲击与振动的ISO标准测试。产品支持外置于机械或集成至底盘系统等多种安装方式。在性能方面，AsteRx RB3与RBi3采用多频GNSS技术，能够在信号受限的环境中提供厘米级定位精度。其中，AsteRx RBi3系统通过集成的FUSE+技术，融合了GNSS引擎与工业级惯性传感器，可同步输出位置与姿态数据（如航向、俯仰和横滚角）。在双天线配置下，该系统初始化后即可实现亚度级的GNSS航向精度。

22.Inertial Labs推出M-AJ-QUATRO抗干扰天线，用于保障A-PNT安全。

Unmanned systems technology网站2025年4月2日报道，VIAVI Solutions的子公司Inertial Labs发布了M-AJ-QUATRO抗干扰天线系统，旨在为GPS/GNSS信号受损环境下的定位、导航与授时（A-PNT）提供保障。该系统应用领域覆盖军事任务和商业航空。M-AJ-QUATRO系统运用了受控接收模式天线（CRPA）技术与数字处理技术，工作范围覆盖L1、L2及L5全部GNSS频段。系统通过自适应数字置零功能对抗干扰信号，其中免出口型号的干扰抑制能力大于34dB，出口

管制型号则超过45dB。该系统还集成了干扰源测向功能。为确保数据完整性，该天线具备基于双FPGA的加密与抗欺骗能力。它支持GPS、GLONASS、GALILEO、BEIDOU和QZSS等多个卫星导航系统，并符合MIL-STD-810G与MIL-STD-461F标准，可用于国防和航空航天应用。

23.移远通信发布LG680P GNSS模块，具备四频段、高精度及抗干扰能力。

Inside GNSS 网站 2025 年 3 月 3 日报道，移远通信（Quectel Wireless Solutions）发布了一款多星座、四频段高精度定位GNSS模块——LG680P。该模块设计用于精密农业、智能机器人和测绘等领域。LG680P支持接收GPS、GLONASS、Galileo、BeiDou（BDS）、QZSS和NavIC等多个全球导航卫星系统的信号。其多频段能力可同时接收L1、L2和L5频段信号，并计划支持Galileo E6、QZSS L6和BDS B2b频段，用于实现无需本地或宽带连接的精密单点定位（PPP）技术。该模块运用实时动态（RTK）技术可实现水平精度达0.8厘米+1 ppm。该模块集成了专业级的抗干扰和干扰检测算法，其内置的窄带抗干扰（NIC）技术可抑制多种窄带干扰。LG680P的定位更新率最高可达20Hz，有助于实时追踪和响应。在物理和集成特性方面，该模块尺寸为22mm x 17mm，支持UART、SPI、I2C和CAN等多种接口。其追踪功耗低至330mW，适用于电池供电设备。此外，该

模块通过了双频校正测试，可向后兼容并替换现有的双频系统。移远通信还提供了两款与LG680P兼容的全频段GNSS外部天线，分别为大地测量天线YEGR001W8AH和紧凑型贴片天线YEGD006U1A。

24.SBG Systems为其惯性导航系统增加三款新的GNSS接收机选项。

GPS World网站2025年3月18日报道，SBG Systems公司宣布，为其Ekinox、Apogee及Navsight系列惯性导航系统（INS）增加了三款新的全球导航卫星系统（GNSS）接收机选项。此次更新是在原有支持RTK和Fugro Marinestar服务的三频接收机基础上进行的扩展。

新增的三款接收机分别为：

Marinestar型：该型号支持Fugro Marinestar精确点定位（PPP）服务，通过L波段差分修正信号，无需基站即可实现厘米级定位精度，主要针对水道测量、疏浚等海洋应用。

HAS Ready/NavIC型：此型号支持伽利略（Galileo）E6信号，以兼容即将推出的伽利略高精度服务（HAS），该服务将在全球范围提供免费的分米级PPP修正。同时，该接收机还支持印度的NavIC导航系统，适用于城市、航空以及在印度境内的作业。

CLAS型：该型号专为日本地区用户设计，可利用日本准天顶卫星系统（QZSS）的L6信号，无需外部服务即可获

得免费的厘米级PPP修正服务，适用于日本陆地和海域的导航应用。

所有新推出的GNSS接收机型号均可与SBG Systems现有的天线产品及Qinertia后处理软件集成。用户需在采购时根据具体作业需求选定相应的接收机型号。

25.美国联邦航空管理局与海军航空作战中心飞机部合作，推进民用飞机CRPA技术审批以应对GPS干扰。

GPS World网站2025年2月26日报道，为应对日益增长的GPS/GNSS干扰与欺骗威胁，美国联邦航空管理局（FAA）已与海军航空作战中心飞机部（NAWCAD）展开合作，旨在为民用飞机集成与审批可控接收模式天线（CRPA）建立标准化流程。该技术主要用于抑制来自地面的GPS/GNSS干扰与欺骗信号，通过保障导航系统的可靠性来提升飞行安全，维持飞行员的态势感知能力并降低其工作负荷。作为合作的初步措施，NAWCAD正主导一项信息征询（RFI），以识别并评估各供应商的抗干扰与抗欺骗天线技术，为未来在民用飞机上的集成做准备。该RFI流程包括举办行业日活动，并计划通过签订“合作研发协议”（CRADA）对相关硬件进行测试和性能评估。RFI的响应截止日期为2025年5月26日。此次合作收集的数据将用于更新现行的GPS/GNSS天线及驾驶舱显示器的最低运行性能标准（MOPS）。此项举措是在FAA于2024年1月1日发布编号为

SAFO 24002的安全警示之后进行的，该警示旨在提醒运营商与制造商关注GPS/GNSS中断所带来的安全风险。此外，为简化CRPA的出口管制流程，美国国务院已提议将其从《美国军需品清单》（USML）移至《出口管理条例》（EAR）进行管理，该变更于2025年9月15日生效，从而将CRPA作为军民两用技术进行管制。

26.美国调整用于PNT的可控接收模式天线（CRPA）出口管制类别。

GPS World网站2025年1月29日报道，美国国防贸易管制局（DDTC）宣布，自2025年9月起，用于定位、导航与授时（PNT）的可控接收模式天线（CRPA）将不再受《国际武器贸易条例》（ITAR）的管制。此类物项将从美国军需品清单（USML）中移除，并根据《出口管理条例》（EAR）重新分类，划归美国商务部管辖。根据官方规定，此次调整旨在将“不再有必要列入”的物项从军需品清单中移除。官方认为，鉴于特定抗干扰天线在民用GPS弹性方面的商业应用日益增多，其已“不再提供关键的军事优势”。此举旨在“促进民用全球导航卫星系统的弹性”。该法规变更预计将提升CRPA在民用市场的可获得性，覆盖航空、自动驾驶汽车、无人机及关键基础设施等领域。此外，此举或将为美国本土的CRPA制造业创造市场机会，可能推动技术进步并降低成本。

27.Hexagon NovAtel推出GAJT-310小型化GNSS抗干扰系统。

GPS World网站2024年12月17日报道，Hexagon旗下NovAtel公司于2024年12月17日发布了其GAJT系列中尺寸、重量与功耗（SWaP）最低的新款GNSS抗干扰产品——GAJT-310。该系统旨在为陆基、空中及海上应用平台提供可靠的定位、导航与授时（A-PNT）保障，抵御射频干扰。GAJT-310的主要技术特点包括低延迟和对L1、L2两个GNSS频段的信号保护。其低延迟特性使其无需额外设置即可实现即时信号保护。该设备提供两种部署选项：一种是集成式独立封装设备，另一种是分离式方案，由独立的电子卡和受控接收模式天线（CRPA）组成。该系统是基于GAJT-710和GAJT-410等型号在北约部队的部署经验开发而成。作为一款可商业出口的技术，GAJT-310面向全球市场提供。

28.Calian推出集成GNSS接收机的VCS6000XF全频段扼流圈天线。

GPS World网站2024年10月3日报道，Calian GNSS公司近期发布了一款专为连续运行参考站（CORS）应用设计的全频段智能扼流圈天线VCS6000XF。该产品将Tallysman的Verachoke天线技术与Septentrio的Mosaic X5全频段接收机集成，为OEM CORS系统提供了一体化解决方案。

VCS6000XF支持全面的GNSS信号，覆盖GPS/QZSS、GLONASS、Galileo、北斗、NavIC、SBAS及L波段校正服务。其天线部分继承了VC6050 Verachoke天线的特性，包括低轴比、一致的频率性能和多路径抑制能力，并拥有0.5毫米的相位中心变化。该天线将接收机与扼流圈天线本体结合，旨在解决长射频电缆导致的信号衰减问题，无需使用昂贵的低损耗电缆即可保证GNSS接收机的射频信号质量。集成的Septentrio Mosaic X5接收机为系统提供了抗干扰、抗欺骗、闪烁抑制和接收机完好性监测功能。此外，该天线还采用了Calian的扩展滤波（eXtended filtering）技术，用于缓解近带信号干扰。根据客户需求，Calian的智能天线可进行定制，以兼容不同的GNSS接收机和校正服务。目前已实现与意法半导体（ST）、u-blox和Septentrio的接收机以及PointOne、Swift Navigation和PointPerfect等校正服务提供商的集成。

29.Harxon发布集成RTK模块的智能天线与新型抗干扰天线。

GPS World网站2024年10月3日报道，Harxon公司发布了一系列新型智能天线，该系列天线集成了实时动态（RTK）定位模块，支持全星座、全频点信号接收。根据不同配置，该系列可提供米级单点定位、亚米级差分（DGPS）以及厘米/毫米级RTK定位精度。产品包含适用于无人机的嵌入式

型号（HX-ME403A、HX-ME404A）和适用于机器人割草机等设备的型号（HX-ME401A、HX-ME402A），另提供带外壳版本（HX-MR401A、HX-MR402A）。该公司同时推出了两款集成GNSS与无线电通信功能组合天线（HX-SE402A、HX-SE403A）。该组合天线将全频段GNSS接收功能与支持858-878MHz及902-928MHz频段的低剖面无线电天线集成，其天线高度为10毫米，可替代约20厘米长的传统鞭状无线电天线，适用于同时需要导航和通信功能的设备。此外，哈详发布了其首个抗干扰天线系列，首批型号为PT023与PT024，设计用于强电磁干扰、大功率信号和强多径效应的环境。PT023型号利用多元阵列的幅相控制技术实现空间波束赋形，并通过多级滤波抑制带外噪声。PT024型号则采用二维极化抑制器，用于削弱来自天线后方的信号以及抑制低仰角多径信号。

30.美国海军授予GPS Source公司合同，为特种作战车辆提供加固型GNSS天线与信号分配器。

Military aerospace网站2024年7月16日报道，美国海军航空作战中心飞机分部于2025年6月底授予GPS Source公司一份为期五年、价值1020万美元的合同。根据合同，该公司将为美国特种作战司令部（SOCOM）的特种作战车辆系列提供多达4000个GNSS天线和2000个GPS信号分配器。这批设备旨在提升车辆在强电磁干扰环境下的信号可靠性，

并为车辆与其他设备之间建立关键的射频链路。所涉产品（如GNSS-3A有源天线）支持GPS、GLONASS和Galileo等多个卫星导航系统，并针对扬尘、泥水、极端温度等恶劣野战环境进行了加固设计，具备内置测试（BIT）功能。合同相关工作将在科罗拉多斯普林斯展开，预计于2029年2025年6月前完成。

31.美国天线制造商Maxtena公司宣布开发新型CRPA抗干扰与反欺骗解决方案。

Inside GNSS网站2024年9月30日报道，在德国斯图加特举办的InterGEO 2024展会上，总部位于美国马里兰州的GNSS天线制造商Maxtena公司披露，其正在开发一种新型抗干扰、反欺骗解决方案。该方案基于一个2x2贴片天线的受控接收模式天线（CRPA）架构。据该公司工程师Leo Vincelj介绍，市场对此类解决方案的需求显著，在展会期间吸引了大量关注。特别是一家正经受GNSS干扰与欺骗攻击的东欧国家代表团表示，他们计划获取并测试包括Maxtena方案在内的多款CRPA天线，以评估其在实际环境下的性能。除CRPA系统外，Maxtena还展示了其现有产品线与最新研发成果。其中包括新型M10HCT-A-TNC有源GNSS天线，该天线支持L1、L2、L5三个频段，有源增益为35dB，具备低噪声特性。此外，公司还在开发一款新型L1/L2双频贴片天线和一款全新设计的L1/L5天线。同时，Maxtena正与一家

法国公司合作，开发一系列配备了GNSS的测量级高精度定位设备。

32.罗克公司研发小型化eLORAN天线以应对GNSS信号威胁。

Inside GNSS网站2024年9月11日报道，英国罗克公司（Roke）在欧洲航天局（ESA）的支持下，已成功为便携及手持设备开发出一款小型化增强型罗兰（eLORAN）天线。该研发项目旨在应对日益增多的全球卫星导航系统（GNSS）干扰与欺骗事件，为用户提供一个可靠的替代定位、导航与授时（PNT）方案。eLORAN系统利用陆基大功率、低频发射台网络提供服务，其信号特性使其在GNSS信号受限的环境（如室内、城市峡谷及地下）以及面对干扰时，具有更强的韧性。作为韧性的代价，其定位精度约为8米，具体取决于信号覆盖区域的几何构型。此次研发的核心挑战在于天线的小型化，因为传统eLORAN天线尺寸较大，小型化通常会带来显著的性能下降。罗克公司通过改进其自有的“MILOR”天线设计方案克服了这一挑战。新款天线尺寸仅为55×55×14毫米，采用了四根铁氧体磁棒（每通道两根）的设计，使感应电压较原设计增加一倍。该天线实现了低尺寸、重量和功耗（SWaP）指标，适用于手持设备集成。目前，罗克公司正在领导一项由ESA资助的新项目，旨在开发集成了eLORAN与GNSS的接收机，以在实际应用场景中

验证其作为高可靠性导航解决方案的效能。

33.Taoglas公司发布支持L1/L5频段的“Patch-in-a-Patch”GNSS天线。

Inside GNSS网站2024年7月1日报道，Taoglas公司推出了一款型号为HP5354.A的新型GNSS天线产品。该天线采用无源、双馈电、表面贴装（SMD）设计，通过patch-in-a-patch技术在单一组件内实现了L1和L5双频段支持。

该天线的主要技术特征包括：

结构与尺寸：采用将第二根天线集成在第一根内部的设计，无需堆叠部件，使天线高度相较于传统堆叠式贴片天线降低50%。其外形尺寸为35×35×4毫米，设计用于70×70毫米的接地面。

性能指标：该天线能够将定位精度从3米提升至1.5米，无源峰值增益为2.61 dBi。其双馈电设计有助于在天线失谐或需要现场调谐时，仍能保持圆极化增益。

系统兼容性：HP5354.A支持GPS L1/L5、北斗B1、伽利略E1和GLONASS G1等全球导航卫星系统。可作为单频表面贴装贴片的直接替代品，但需将设备中的有源电路升级以支持L1/L5频段。

该天线适用于对精度和空间有较高要求的应用，如资产跟踪、智能农业、工业跟踪、商用无人机和自动驾驶车辆等领域。

34.GeoMax发布Zenith60 Pro GNSS智能天线。

GPS World 网站 2024 年 6 月 11 日报道，GeoMax Positioning公司近期发布了新款Zenith60 Pro GNSS智能天线。该设备是一款支持实时动态（RTK）技术的流动站，其核心特点是集成了免校准倾斜补偿功能，可用于测量传统手段难以触及的目标点。Zenith60 Pro内置一个超过800通道的多星座、多频率GNSS接收机板。该设备具备IP68级别的防尘防水能力，适用于恶劣气候、城市环境以及植被茂密等挑战性区域作业。该天线可与GeoMax公司的全站仪及X-PAD外业软件协同工作，构成一体化工作流程。

35.VectorNav于2024年美国空军导航战测试节评估其PNT系统。

GPS World 网站 2024 年 6 月 7 日报道，VectorNav Technologies公司于2024年5月6日至17日，参加了由美国空军第746测试中队在新墨西哥州白沙导弹靶场霍洛曼空军基地主办的导航战测试节（NAVFEST 2024）。该活动旨在提供真实的全球导航卫星系统（GNSS）对抗环境，以测试和评估相关产品与解决方案的性能。在测试期间，VectorNav团队在空中和地面平台上，通过执行静态与动态机动，评估了其在GNSS受扰环境下的定位、导航与授时（PNT）能力。接受评估的产品包括多款单天线和双天线GNSS辅助惯性导航系统（INS），涵盖VN-210、VN-310、VN-210-S、

VN-200、VN-300、VN-210E及VN-310E等型号。此外，这些INS产品还与多种外部PNT系统进行了组合测试，测试对象包括战术级和导航级惯性测量单元（IMU）、M码GPS接收机、抗干扰天线、配置各异的商用L1/L2/L5 GNSS接收机以及低地球轨道（LEO）卫星接收机。目前，VectorNav正在对测试中收集的数据进行分析，以用于进一步改进其解决方案在GNSS对抗环境中的性能。

36.oneNav公司推出L5-direct GNSS接收机技术。

GPS World网站2024年5月1日报道，oneNav公司发布了一款商用的L5-direct GNSS技术，该技术能直接捕获并追踪L5波段卫星信号，完全不依赖L1波段。

与传统的L1/L5双频接收机相比，该技术有以下特点：

硬件简化与效能提升：由于仅需单天线和单射频链，该方案降低了成本、缩小了尺寸，并减少了最高3倍的功耗。

性能指标：在密集城区环境中，其首次定位时间（TTFF）性能提升8倍，定位精度提升2倍。

抗干扰能力：该技术能免疫广泛存在的L1波段干扰。

该技术适用于蜂窝通信、可穿戴设备、物联网、汽车、军事、测绘和授时等市场。oneNav提供三种不同的技术配置方案：

可授权的数字IP核：一个可综合的RTL数字信号处理核，已在22纳米至4纳米工艺节点完成仿真。

pREX SIP混合信号硬核：基于格芯（GlobalFoundries）22纳米工艺，集成了L5-direct IP核与射频前端。该方案可作为系统级封装（SIP）直接焊接到电路板，也可作为硬核宏单元用于芯片平台集成。

定位解算固件：将L5-direct测量数据转换为位置、速度和时间（PVT）信息的嵌入式固件库。

37.Caliam公司发布TW5387工业级智能GNSS天线。

GPS World网站2024年4月25日报道，Caliam GNSS公司（前身为Tallysman Wireless）发布了一款型号为TW5387的工业级智能GNSS天线。该天线集成了Quectel ST TESEO V GNSS接收机芯片组，旨在为需要精确位置与授时的无人机、机器人及防务等应用领域提供解决方案。技术特性方面，TW5387支持GPS、Galileo和北斗卫星系统的L1/L5双频段信号接收。其内置惯性测量单元（IMU）以支持传感器融合，并具备RTK流动站功能，兼容Point One Navigation的Polaris和Swift Navigation的Skylark等N-RTK差分改正服务。天线采用了扩展滤波、低相位中心变化以及双馈源和贴片设计，以增强多径抑制能力。在系统集成与防护方面，该天线通过数字接口向主系统输出GNSS坐标，以增强抗噪声能力。整个装置封装在达到IP69K防护等级的工业级外壳中。

38.Abracon公司发布GNSS RF天线。

GPS World网站2024年3月18日报道，Abracon公司推出

一系列新的全球导航卫星系统射频（GNSS RF）天线，该系列天线旨在通过提升定位精度与准确度优化基于位置的服务，相较传统GPS技术，具备信号获取更快、跟踪能力更强、功耗更低的优势。天线支持L1、L2、L5全频段及L波段数据校正服务，兼容多频段与多星座系统，可满足各类应用对精准位置数据的严苛需求，定位精度达厘米级，适用于农业、测绘、物联网（IoT）、地图绘制、防务、航空航天、资产跟踪、地理定位、精准农业及工业物联网等多个领域。

39.Septentrio推出用于机器自动化的AntaRx GNSS智能天线。

Inside GNSS网站2024年1月15日报道，Septentrio公司于2024年1月15日发布了新款AntaRx智能天线，该产品专为建筑、精准农业、物流和矿业等领域的机器自动化应用而设计。AntaRx是一款多频接收机，旨在实现厘米级的RTK高精度定位。该产品采用了经过行业标准验证的加固型外壳，可承受工业环境中的冲击和振动。天线内部集成了Septentrio的GNSS+算法，具备高级多路径抑制功能，用以保障在靠近大型结构物或机械的复杂环境下也能持续运行。该智能天线提供两种核心配置：一种是纯GNSS智能天线，另一种是集成了惯性测量单元（IMU）的GNSS/INS组合导航系统。此产品的发布扩展了Septentrio公司现有的机器控

制GNSS接收机产品组合。

40.波兰研究团队发表论文《精确定位中的低成本GNSS天线：关注多径和天线相位中心模型》。

2024年，来自波兰奥尔什汀Warmia and Mazury大学的研究团队在《GPS解决方案》（GPS Solutions）期刊上发表论文《精确定位中的低成本GNSS天线：关注多径和天线相位中心模型》。研究系统评估了低成本GNSS天线在精密单点定位（PPP-AR）中的性能，重点分析了多路径效应和天线相位中心校正（PCC）模型的影响。研究选取了三款低成本天线（U-blox ANN-MB-00、Tallysman TW7972、ELT0149）与三款高精度天线作为基准，通过静态和动态PPP-AR处理，结合多系统（GPS、GLONASS、Galileo、BDS）观测数据，综合考察了定位精度、模糊度固定率（AFR）和多路径敏感性。结果表明，低成本天线的定位性能普遍低于高精度设备，坐标偏差和标准偏差均显著增大，尤其在垂直方向上偏差可达20 - 60 mm。使用相位中心校正模型（如Tallysman TW7972）可在一定程度上改善东方向分量精度，但整体AFR仍较低（常低于90%），而高精度天线AFR接近100%。多路径分析显示，低成本天线对GPS L2和Galileo E5a信号尤为敏感，多路径RMS值最高可达高精度天线的两倍。其中，ELT0149天线因缺乏PCC模型表现最差，而Tallysman TW7972在低成本天线中相对最优。研究指出，

尽管多系统观测能提升动态定位精度（平均改善约40%），低成本天线在复杂多路径环境中的性能仍受限。作者建议在精密测量应用中谨慎选择低成本天线，并优先考虑具备相位中心校正模型的型号，同时结合多系统数据以部分补偿性能损失。

41.德国和瑞士的研究团队发表论文《估算全球导航卫星系统卫星天线相位中心偏移和变化时的平整度制约因素》。

2024年，来自德国和瑞士的研究团队在期刊《大地测量学杂志》（*Journal of Geodesy*）上发表论文《估算全球导航卫星系统卫星天线相位中心偏移和变化时的平整度制约因素》。论文深入探讨了全球导航卫星系统（GNSS）卫星天线相位中心偏移（PCO）和相位变化（PV）估算中的一个核心问题：平坦度约束（flatness constraint）。研究首先从理论层面分析了不同的PV最小化加权方案，包括均匀加权、基于立体角覆盖的各向同性加权，以及更能反映实际观测数据分布的“基于观测”的加权方案。论文的核心创新之一是提出并验证了一种“单步法”（one-step method）估算策略。传统方法通常采用“多步法”，易因步骤间加权方案不一致而引入偏差。而“单步法”通过将平坦度和零均值条件作为硬约束或强约束直接引入法方程，实现了PCO和PV的同步联合解算。该方法不仅流程更简洁，而且

能确保加权方案的内在一致性，估算结果更加透明和可靠。论文以北斗三号（BeiDou-3）MEO卫星为研究对象，发现与官方发布的定标值相比，基于观测估算的PCO存在显著差异，尤其在Z-PCO上，差异可达25cm以上，且不同卫星分组（CAST、SECM-A、SECM-B）的天线特性也存在细微但可辨识的区别。这凸显了现有制造商定标数据的不一致性，强调了为北斗三号建立统一的、基于观测的天线模型对于高精度应用的必要性。最后，文章评估了天线PV模型对用户端精密单点定位（PPP）的影响。研究表明，在PPP解算中忽略卫星PV会引入显著的定位误差，尤其是在高程方向上，可产生高达2cm的系统性偏差。虽然采用与用户端观测加权相匹配的“基于观测”加权方案生成的天线模型可以消除此偏差，但鉴于PPP用户软件的多样性，很难实现普适性的匹配。因此，文章建议采用均匀加权作为生成和发布官方GNSS天线模型的标准方案。

42.立陶宛公司Kosminis Vytis发布两款抗干扰接收机及一款CRPA开发套件。

GPS World网站2023年11月16日报道，立陶宛公司Kosminis Vytis发布了三款新的抗干扰产品，包括两款接收机（KV-AJ3和KV-AJ3-A）以及一个八通道受控接收模式天线（CRPA）抗干扰开发套件。KV-AJ3是一款三波段抗干扰接收机，集成了数字天线控制单元（DACU）和GNSS接收

机。该设备可作为现有接收机的干扰保护器，或作为独立的GNSS接收机解决方案。与四通道多波段天线阵列配合使用时，其DACU采用基于经典自动补偿器架构和信道均衡的零点导向（Null-Steering）算法，能够抑制来自最多三个方向、三个频段（含S波段）的干扰信号。此外，KV-AJ3内置一个MEMS惯性传感器，支持GNSS辅助的惯性导航系统（INS）应用。KV-AJ3-A同样为三波段（含S波段）抗干扰接收机，符合MIL-STD标准及航空电子设备的EMI/EMC要求。该设备通过相控阵天线确定干扰信号方向，并可消除来自最多三个方向的干扰。其核心组件基于定制的专用集成电路（ASIC），旨在实现高干扰抑制能力和优化的尺寸、重量与功耗（SWaP）。KV-AJ3-A适用于固定设施以及陆、海、空平台，包括无人机（UAV）。八通道CRPA抗干扰开发套件旨在帮助用户为其接收机增加抗干扰和抗欺骗功能。该套件的核心是NT1069x8_FMC八通道接收机板，其八个相干通道基于支持高动态范围输入信号的NT1069射频专用集成电路（RF ASIC）。该板兼容GPS、GLONASS、Galileo、BeiDou等主流卫星导航系统在L1、L2、L3、L5和S波段的信号。Kosminis Vytis还通过技术许可方式，为基于NT1069芯片进行二次开发的用户提供抗干扰接收机的参考设计、算法及软件工具。

43.Syntony推出嵌入式CRPA GNSS接收机CERBER。

GPS World网站2023年10月10日报道，Syntony GNSS公司发布了一款名为CERBER的解决方案，该方案将GNSS接收机嵌入到控向天线（CRPA）系统中。与传统的CRPA系统将天线与抗干扰处理单元分离的架构不同，CERBER将CRPA处理、一个四阵列天线以及GNSS接收机进行了紧密集成。该集成方案使接收机具备信号到达方向（DoA）估算能力，通过检验信号是否来自GNSS星座的预期方向，可即时探测并定位欺骗干扰源。同时，系统能基于DoA和GNSS信号持续对接收链路进行重新校准。根据报道，CERBER的嵌入式设计带来了多项性能优势：在卫星方向上获得6dB的功率增益；在更新空时自适应处理（STAP）滤波器时，能够维持GNSS信号的相位连续性；避免了因射频信号再生成和再数字化而引入的额外噪声；与“CRPA+独立GNSS接收机”的传统组合方案相比，其干扰抑制性能更优。该技术主要用于需要精确和高弹性GNSS授时的民用关键基础设施，如伽利略和EGNOS地面段及机场的防护与监视。

44.Tallysman发布支持低地球轨道（LEO）应用的新型三频段GNSS天线。

GPS World网站2023年10月10日报道，Tallysman Wireless公司发布了型号为ARM972XF的新型GNSS天线。该天线采用微型ARINC（Mini ARINC）规格，可覆盖GPS/QZSS L1/L2/L5、GLONASS G1/G2/G3、Galileo

E1/E5a/E5b、北斗B1/B2a/B2b等全三频段信号以及L波段。该天线在所有工作频率、方位角和仰角下的平均相位中心变化小于10毫米。其内置的eXtended Filtering (XF) 技术用于抑制GNSS干扰。ARM972XF采用IP67防护等级的封装，提供四种版本：ARM972XF-1型集成100毫米地网，ARM972XF-2型直径为83毫米。同时，这两个型号均提供采用低地球轨道（LEO）应用认证组件的版本（分别为ARM972XF-1-S和ARM972XF-2-S）。

45.Tallysman推出集成多频段GNSS接收机的嵌入式螺旋天线。

GPS World网站2023年9月14日报道，Tallysman Wireless公司推出新款HCS885XF/HCS885EXF嵌入式智能GNSS螺旋天线。该产品集成了Tallysman的HC885SXF双频天线与u-blox的NEO-F9P GNSS接收机，旨在用于无人机、地面勘测设备及高精度定位与定向应用。该天线系统支持GPS/QZSS（L1/L5）、GLONASS（G1/G3）、Galileo（E1/E5a/b）和北斗（B1/B2/B2a）等多个频段。其特点是采用L5信号（1160-1217 MHz）以增强抗多路径干扰性能，并内置了Tallysman的扩展滤波系统（eXtended Filtering system），用以抑制LTE及Ligado等邻近频段和带外干扰。其集成的接收机可同时监测四种GNSS星座，支持精度优于1厘米的RTK基站/流动站配置、通过地面控制网络实现的PPP-RTK增强

服务（精度3-6厘米），以及用于精确测向的移动基站配置。

46.Hemisphere推出A631 GNSS智能天线。

GPS World网站2023年8月30日报道，Hemisphere GNSS公司发布了新款A631 GNSS智能天线，主要面向农业、海事、地理信息系统（GIS）和测绘等应用领域。该产品集成了Hemisphere的Athena GNSS引擎和Atlas L波段差分改正技术。A631具备多种操作模式，可作为RTK基准站或流动站使用，并通过其Atlas Portal平台支持固件更新及功能激活。用户可通过订阅Atlas服务，获得从米级到亚分米级的定位精度。A631天线支持BaseLink和SmartLink两种特殊工作模式。在BaseLink模式下，设备可被设置为一个永久性参考站，为范围内的其他GNSS接收机提供差分改正服务。在SmartLink模式下，它能作为一个扩展模块，接入用户现有的定位系统。该天线采用紧凑型设计，防护等级符合IP67标准，并提供16GB内部存储、蓝牙及Wi-Fi作为可选配置。

47.Fairview Microwave公司推出一系列适用于移动及小型化场景的军用规格GPS/GNSS天线。

GPS World网站2023年3月22日报道，Fairview Microwave公司推出一系列适用于移动及小型化场景的军用规格（mil-spec）GPS/全球导航卫星系统（GNSS）天线。该系列天线符合MIL-STD-810G标准，具备优异的环境适应性，支持多标准导航信号，涵盖GPS L1、伽利略E1

（Galileo E1）及格洛纳斯（GLONASS）系统。天线提供无源和有源两种版本，工作频率覆盖1597MHz至1607MHz，采用线极化设计以实现交叉极化隔离，标称增益可选-3 dBic和10 dBic，且配备SMA接口，防护等级达IP67，能应对复杂环境使用需求。

48.Pasternack公司发布系列军用规格GNSS天线。

GPS World网站2023年3月1日报道，Pasternack公司近期推出了一系列符合军用规格（mil-spec）的全球导航卫星系统（GNSS）天线，主要面向小型化、移动平台应用。该系列天线依据MIL-STD-810G标准进行环境性能工程设计，并具备IP67防护等级。该系列天线支持GPS L1、伽利略E1及GLONASS等多种导航系统标准，工作频率覆盖1597MHz至1607MHz。产品提供无源和有源两种版本，采用线性极化以实现交叉极化隔离，标称增益可选-3dBic和10dBic，并配备SMA安装接口。

49.美国陆军在“灰鹰”无人机上完成EAGLE-M与MAGNA导航系统的首次组合飞行测试。

美国陆军网站2023年1月18日报道，美国陆军航空项目执行办公室（PEO Aviation）下属的航空任务系统与架构项目管理办公室（PM AMSA）于2022年10月至11月间，在加利福尼亚州的埃尔米拉奇试验场，成功完成了下一代导航装备的首次飞行测试。此次测试在MQ-1“灰鹰”无人机

(UAS)上进行,是增强型嵌入式全球定位/惯性导航系统(EAGLE-M)与多平台抗干扰GPS导航天线(MAGNA)的首次组合飞行。这两个系统共同构成了美国陆军下一代定位、导航与授时(A-PNT)解决方案。测试表明,EAGLE-M能够作为“灰鹰”无人机的A-PNT来源,并与MAGNA天线成功集成与运行。EAGLE-M是对现有嵌入式全球定位/惯性导航系统(EGI)的升级,集成了一个M码GPS接收机,旨在为各型航空平台在GPS受干扰环境及民用空域中提供高精度、高韧性的位置、姿态、速度和时间数据。MAGNA则为国防部平台提供GPS抗干扰能力。MAGNA将生产两种型号:用于固定翼飞机、旋翼机和大型无人机的MAGNA-Federated,以及用于小型无人机及其他平台的MAGNA-Integrated。后续步骤包括在“灰鹰”无人机上完成该组合系统的全面资格认证并获得平台适航许可,计划于2023年开始部署。同时,所有现役的载人旋翼机平台也已启动了对EAGLE-M和MAGNA的集成、认证与列装工作。

50.Linx技术公司推出表面贴装嵌入式GNSS天线。

GPS World网站2022年11月30日报道,现隶属于TE Connectivity的Linx Technologies公司,在其Splatch天线系列基础上推出ANT-GNL1-nSP型表面贴装嵌入式全球导航卫星系统(GNSS)天线。该天线支持GPS、伽利略(Galileo)、

格洛纳斯（GLONASS）、北斗（Beidou）及准天顶卫星系统（QZSS）的L1/E1/B1频段信号，可丰富公司已有的嵌入式PCB天线产品组合。ANT-GNL1-nSP天线体积小（尺寸仅10毫米×8毫米×1毫米），具备线极化特性与全向辐射模式，采用卷带包装，设计为回流焊直接安装在印刷电路板上，适配大批量生产应用场景，因紧凑的表面贴装结构，尤其适合物联网（IoT）市场中日益增长的小型设备需求。