

星基增强技术动态简报

(2026年第2期，总第11期)

2026年2月28日

主办单位：导航与时空技术国家级重点实验室

1. 澳大利亚地球科学协会推出Ginan工具包更新版本v4.1.0。

SpatialSource网站2026年2月3日报道，澳大利亚地球科学协会在12月推出Ginan工具包v4.0.0版本后，其开发团队又发布了v4.1.0更新版本。该新版本的亮点之一是将SouthPAN星基增强系统（SBAS）功能引入Ginan，具体而言，用户可选择运行L1 SBAS、双频多星座（DFMC）以及基于SouthPAN的精密单点定位（PVS）功能，同时还包含Septentrio格式（SBF）输入功能，以及针对SBAS、DFMC和PVS的合理性检查配置。此外，新版本对图形用户界面也进行了优化升级，新增了用于管理所选精密单点定位（PPP）提供商/系列/项目代码优先级的“星座”配置选项卡，支持从REPRO3目录下载旧版RINEX文件对应的产品，能够借助

相应的.BIA文件检测PPP产品支持的代码优先级，并通过对应的.SP3文件验证PPP产品星座。目前，用户可通过澳大利亚地质科学局（Geoscience Australia）的GitHub获取Ginan v4.1.0版本。据悉，Ginan服务及工具包提供全球导航卫星系统（GNSS）位置校正系统，可实现厘米级定位精度，其资金来源源于澳大利亚地质科学局的“澳大利亚定位”（Positioning Australia）项目。

2. SES与欧盟航天计划署续约EGNOS卫星增强服务至2030年。

Inside GNSS网站2026年1月29日报道，卫星运营商SES公司与欧盟航天计划署（EUSPA）宣布将欧洲同步导航覆盖服务（EGNOS）GEO-1卫星服务协议延长至2030年（可选延至2032年），以维持欧洲航空及关键领域的高精度导航能力。EGNOS作为欧洲区域星基增强系统（SBAS），其核心功能是提升全球导航卫星系统（GNSS）信号的精度与完好性。该技术让飞行器可在低能见度条件下实施精密进近着陆，并通过优化航路规划降低燃油消耗和碳排放。根据续约协议，SES将继续在其SES-5卫星上承载EGNOS有效载荷，并负责欧洲地面段设施的运营管理。EUSPA执行主任罗德里戈·达科斯塔表示，此举确保了EGNOS空间段的稳健性，为系统向下一代版本过渡及新服务开发奠定基础。

除航空领域外，EGNOS亦广泛应用于海事导航与精准农业，通过减少燃料消耗和排放推动可持续运营。SES全球政府业务高级副总裁菲利普·格莱瑟纳强调，该服务将使数百万用户受益于更高效可靠的航空运输服务，彰显公司为关键基础设施提供韧性卫星解决方案的使命。

3. 美太空军成功发射第9颗GPS III卫星。

美国空军与太空军杂志网站2026年1月28日报道，美国太空军于1月27日在佛罗里达州卡纳维拉尔角太空军基地成功发射第九颗GPS III卫星，卫星搭乘SpaceX猎鹰9号火箭入轨，使在轨GPS卫星总数达到32颗。GPS III系列共规划10颗卫星，最后一颗将于2026年3月发射；随后将启动性能更强的GPS IIIF系列部署，该系列共22颗卫星，计划2027年开始交付。相较于服役近30年的老旧卫星，GPS III卫星精度提升至3倍，信号强度增强8倍。增强信号大幅压缩了干扰器的有效作用半径，迫使敌方必须在更近距离内实施干扰。即将部署的GPS IIIF将配备区域军用防护功能，通过直径1200公里的点波束发射强度提升60倍的信号，并搭载搜救载荷。第十颗GPS III卫星将测试光学交联技术，为GPS IIIF的韧性设计提供技术验证。与此同时，太空军正探索多轨道PNT架构：2025年发射的导航技术卫星-3号在地球同步轨道开展实验，太空发展局的卫星则部署于低轨。国防高级

研究计划局（DARPA）和国防创新单元正推进量子惯性导航等非天基技术，2025年8月发射的X-37B已搭载量子惯性传感器。然而，国会对进度表达不满。1月20日发布的2026财年国防预算报告批评国防部未落实2024年国防科学委员会的建议，提案增拨1500万美元强化GPS星座弹性、3000万美元开发替代PNT能力，并要求国防部长赫格塞思制定现代化路线图。太空军太空作战分析中心正在编制2040年前的PNT发展蓝图，预计9月完成，将整合商业系统构建混合架构。

4. 伽利略卫星导航系统的开放服务导航电文认证已从实验信号转为正式服务。

Inside GNSS网站2026年1月21日报道，经过多年研发与大规模测试，伽利略卫星导航系统的开放服务导航电文认证（OSNMA）已从实验信号转为正式服务，使伽利略成为全球首个提供加密认证导航数据的民用全球导航卫星系统（GNSS）。OSNMA自2025年7月宣布初始服务以来，已在伽利略E1信号上广播运行认证信息，依托实时公钥基础设施和受管理的加密密钥链；2026年初，工作重心从技术部署转向运营应用，欧洲GNSS服务中心（GSC）更新了服务文档、密钥分发流程及接收机实施指南，助力厂商和系统运营商将其纳入伽利略服务基准，虽加密接口已确定，相

关部门仍在协调监管、认证与运营框架，以支持其在安全关键和基础设施级应用中使用。OSNMA通过在导航电文中嵌入数字签名，让接收机可验证广播星历和时钟数据是否真正来自伽利略卫星且未被篡改，虽无法防干扰，但能检测导航电文欺骗，解决民用GNSS长期存在的漏洞。过去一年，欧盟通过保障欧洲地球静止导航重叠服务（EGNOS）持续运行至21世纪20年代末，强化了定位、导航与授时（PNT）基础，EGNOS与OSNMA形成互补，前者提供完整性、精度提升及实时安全警报，后者验证真实性，为航空、航海、铁路及关键授时用户增强对卫星定位和时间数据的信心。欧盟委员会和欧盟空间计划局（EUSPA）官员称OSNMA是欧洲太空自主的支柱，EUSPA执行董事Rodrigo da Costa也表示其增强了民用GNSS的韧性与创新；欧洲卫星（含哥白尼哨兵系列）依赖伽利略的授时和轨道数据获取关键地球观测产品，本月哨兵-3B卫星GNSS重新配置也体现航天器运行与信号完整性的关联，而这正是OSNMA旨在缓解的风险。

5. 挪威康士伯推出新一代轻量化SBAS星载下变频器。

Inside GNSS网站2026年1月19日报道，挪威康士伯空间电子公司公布，在欧洲航天局资助下成功研制质量低于1.6公斤的紧凑型SBAS星载下变频器，已通过工程鉴定并可用

于地球同步轨道卫星载荷。星基增强系统（SBAS），如欧洲的EGNOS、美国的WAAS和日本的MSAS，数十年来一直为航空、海事等安全关键应用提供导航保障。随着新一代卫星平台对载荷质量、体积和功耗约束日益严格，传统SBAS下变频器的适应性不足问题逐渐凸显。康士伯空间电子公司在欧洲航天局NAVISP计划支持下，完成了工程鉴定样机（EQM）的设计与验证。该设备采用高度集成的模块化架构，可接收地面站上行的C波段修正信号，将其下变频至导航L波段并放大广播至服务区。与此同时，其模块化设计支持单通道（L1）或双通道（L5与E5b）配置，可根据不同卫星平台的频率规划灵活调整，无需大幅重新设计。技术验证方面，样机通过了振动、冲击、热真空、电磁兼容及电气性能全套测试，在温度变化范围内展现出稳定的增益与输出功率、低噪声系数、强杂散抑制及良好回波损耗。整机质量控制在1.6公斤以下，显著降低了载荷集成成本。该项目由康士伯产品负责人兼射频设计主管安吉莉卡·维奥拉·马里尼及研发项目经理格伦德·约海姆在近期欧洲航天局活动中发布，预期不仅适用于地球同步轨道卫星，未来亦可扩展至中地球轨道平台。对终端用户而言，该技术突破将直接提升SBAS服务的可用性与完好性保障能力。

6. 英国启动PNT信息中枢并发布SPARK战略报告，

强化导航系统弹性。

Orbital Today网站2026年1月19日报道，英国航天局（UKSA）正式上线定位、导航与授时（PNT）信息中枢网页，并同步发布SPARK战略报告，旨在整合国家导航资源、降低对外部系统依赖并提升关键基础设施抗干扰能力。该信息中枢的建立源于欧洲航天局（ESA）2025年部长理事会达成的增资协议，标志着英国在导航领域的投资进入新阶段。新平台将集中展示英国航天局通过ESA导航计划与本土项目支撑的PNT能力体系，协同配合隶属于科学创新与技术部的国家PNT办公室执行政策协调职能。PNT系统被英国政府定义为战略性国家资产，直接支撑国防、交通、通信及金融等关键部门运转。《2025年国家风险登记册》明确警告，即便短时间的PNT服务中断也可能引发系统性威胁。根据官方引用研究，全球导航卫星系统（GNSS）若中断七天，英国经济损失将超过70亿英镑。为应对上述风险，英国于2023年10月发布《PNT弹性强化框架》，随后成立国家PNT办公室统筹协调。当前技术投资方向涵盖卫星导航、地基信号、传感器融合、量子导航及人工智能增强系统等多元化路径，以降低对单一外部导航系统的依赖。与此同时，ESA旗下的NavISP和FutureNav项目为英国产业界及科研机构提供资金支持，覆盖早期研发、商业转化及国家战略优

先项目。同步发布的SPARK报告系统阐述了英国导航领域的创新路线图、战略布局及国际协作框架，彰显其在复杂地缘环境下构建安全可持续导航解决方案的决心。

7. 欧洲航天局Celeste低轨导航演示任务推迟至2026年初发射。

Inside GNSS网站2026年1月16日报道，欧洲航天局（ESA）的低轨定位导航授时（LEO-PNT）演示任务“Celeste”因故推迟，原定2025年底发射的首批卫星现计划于2026年第一季度搭载火箭实验室公司运载火箭升空。Celeste任务的两颗探路者A（Pathfinder A）卫星目前仍在进行部署前准备和在轨测试筹备工作，官方时间表显示发射窗口为“不早于2026年第一季度”。原计划这对卫星将由火箭实验室公司“电子号”火箭从新西兰发射场送入约510公里高度的近地轨道。作为ESA未来导航（FutureNAV）计划的核心项目，Celeste与传统中地球轨道（MEO）系统不同，低轨导航层能够提供更强的信号强度，显著改善城市峡谷、植被遮蔽区、极地以及室内环境的信号可用性，并增强抗干扰弹性。Celeste任务最终将部署由10颗卫星组成的演示星座及备份星，各卫星将播发多频段信号以验证下一代PNT技术。2025年底在不莱梅举行的ESA部长级理事会（CM25）重申了对ESA导航项目组合的政治与财政支持，

成员国承诺提供充足资金以维持卫星导航领域的创新力与弹性直至下个十年。按照时间表，Celeste首批卫星发射后将经历为期六个月的调试阶段，随后与产业界和用户社群开展长期试验，评估其性能及与地面系统的集成能力。完整的演示星座预计于2027年全部入轨，届时ESA及合作伙伴将根据评估结果规划在轨验证与产业化阶段，最终可能建成服务欧洲乃至全球用户的业务化低轨PNT层。

8. 欧洲航天局验证铌酸锂光子调制器突破百GHz带宽，为下一代导航授时系统奠定技术基础。

Inside GNSS网站2026年1月13日报道，欧洲航天局（ESA）NAVISP Element 1计划资助的“基于铌酸锂光子集成电路的高速低电压微波光子调制器”项目，成功验证了面向下一代定位、导航与授时（PNT）系统的超高性能光学调制器。该项目由比利时非营利研究机构IMEC主导，联合根特大学（UGent）实施，项目成果已于近期在ESA主办的技术评审会上由IMEC及根特大学的Bart Kuyken、Tom Vanackere和Arno Moerman团队进行展示。技术层面上，研发团队采用微转印工艺，将预图案化的铌酸锂（LN）耦合器及波导整合至氮化硅光子平台，并与IMEC的iSiPP200硅光子平台兼容。该平台支持1310 nm和1550 nm双波段运行，并集成高速锗光电探测器。最终制备的7毫米长混合铌酸锂-

硅基马赫-曾德尔调制器实测性能包括：总插入损耗约1.1 dB、调制效率 $V \pi L$ 约 $2.5 \text{ V} \cdot \text{cm}$ 、消光比超过15 dB。系统级验证显示，该技术可支持高达320 Gbit/s的数据传输速率，单比特能耗低至4 pJ。与此同时，该技术对PNT系统的战略价值在于其作为上游使能技术的定位。未来的全球导航卫星系统（GNSS）、低轨PNT星座及授时分发网络日益依赖光子技术进行射频信号生成、调制与超稳分发，高速铌酸锂调制器可实现对微波载波的精密光学控制，是低抖动时钟、光纤射频分发、星间授时链路及新一代导航载荷的核心组件。项目成果已被Nature Photonics期刊接收，标志着微波精度与光子集成融合架构进入工程化阶段。

9. 欧洲航天局资助量子金刚石磁力计升级，将用于地球观测与导航增强。

AZoQuantum网站2026年1月9日报道，加拿大舍布鲁克市的SBQuantum公司通过欧洲多国竞标程序，成功获得欧洲航天局（ESA）地球观测任务合同，计划在2026年3月发射搭载量子金刚石磁力计的立方星载荷，以实现灵敏度提升十倍的地球磁场精密测量任务。该项目核心是研制基于氮-空位（Nitrogen-Vacancy）中心的磁力计，目标灵敏度达到200皮特斯拉（约为地球磁场强度的四百万分之一），较现有设备性能提升约十倍，同时带宽扩展十倍，而体积、重

量与功耗维持同等水平。该技术采用光探测磁共振（ODMR）原理：使用绿色激光激发人工合成金刚石中数十亿个量子缺陷，收集随磁场强度与方向波动的红色荧光信号，通过共振微波追踪实现磁场矢量测量。相较传统磁力计，其室温工作特性、无漂移读数及矢量信息输出能力具备显著优势。通过四传感器阵列配置，系统可反向推算磁场来源位置并估算目标速度与质量。此次任务聚焦地球动力学监测，尤其是地核循环岩浆产生的磁场演化。地磁北极正加速漂移，已迫使全球磁场模型更新周期从十年缩短至五年，部分机场甚至需重新标注跑道磁方位角。高精度在轨传感器可追踪地核场、地壳贡献及海洋洋流（如墨西哥湾流）深层离子运动产生的磁信号，并监测可干扰GPS与通信系统的电离层电磁事件。金刚石量子缺陷由高能束流制备，天然具备抗辐射特性，适配空间环境；系统采用非共振激发方案，可容忍激光波长漂移与热波动，且可通过基本物理特性实现在轨再校准。该公司创始人兼CEO David Roy-Guay表示，长期目标是通过多星组网构建地球磁场三维演化图谱，支撑北极航道等高纬度区域的自主平台磁导航需求。

10. 希腊成功发射首颗专门用于海上物联网和通信应用的纳米卫星——“海上识别与通信系统1号”。

InsideGNSS网站2026年1月5日报道，希腊普里马电子公司（Prisma Electronics SA）研发的3U立方体卫星——“海上识别与通信系统1号”（MICE-1），搭载SpaceX公司“Transporter-15”任务成功部署，现已在低轨（LEO）运行。该卫星在亚历山大城设计和制造，是希腊首颗专门用于海上物联网（IoT）和通信应用的纳米卫星。该项目隶属于希腊“希腊2.0”计划下的国家微卫星项目，由欧洲航天局（ESA）和欧盟恢复与韧性基金进行监管监督并提供部分资金。MICE-1搭载两个主要有效载荷：用于天基船舶跟踪的自动识别系统（AIS）接收器，以及S波段物联网收发器，该收发器可与普里马电子公司专属的LAROS系统对接，收集、处理并安全传输超出地面覆盖范围的海上及远程基础设施传感器数据；其接收的AIS位置报告源自船舶搭载的星载全球导航卫星系统（GNSS）接收器，能将任务与海上定位、导航和授时（PNT）链中的GNSS定位与授时直接关联，进而实时收集商船的位置和运行数据（包括燃油消耗、发动机性能、航线效率相关遥测数据），即便在传统地面接收器覆盖不到的远洋区域也可实现。目前MICE-1已进入运行调试阶段，初期在轨活动聚焦通信验证和航天器子系统评估，部分由色雷斯德谟克利特大学支持的地面站早期通信，旨在验证数据链路并确保AIS和物联网数据集的稳定下行传输。展望2026年，任务规划者预计MICE-1将过渡到常

规运行数据服务阶段，为MarineTraffic、Spire Maritime等海上分析平台提供更丰富的态势感知数据，同时作为天基遥测安全人工智能驱动处理的测试平台，此外该任务还为希腊计划构建覆盖全面物联网、提供海上支持的更大规模纳米卫星星座奠定基础。

11. SouthPAN推进澳大拉西亚的DFMC全球导航卫星系统。

Inside GNSS网站2025年12月31日报道，由澳大利亚地球科学局（GA）与新西兰土地信息局（LINZ）双边合作建立的首个卫星增强系统（SBAS）——南定位增强网络（SouthPAN），旨在为澳大拉西亚及其海域提供下一代PNT服务，且从一开始就采用双频多星座（DFMC）SBAS架构，能增强GPS和欧洲伽利略（E1/E5a）信号，结合其精密单点定位（PVS）服务，未来无需依赖地面网络即可在陆地和海洋提供亚米级甚至分米级精度，处于区域SBAS项目前沿。在2025年末，SouthPAN完成了关键设计评审，这一重要系统工程里程碑由洛克希德·马丁澳大利亚公司牵头，欧洲合作伙伴GMV提供战略支持，为其2028年前获得生命安全SBAS认证的集成和测试阶段奠定基础，且SouthPAN是有效国际合作的典范，为卫星导航基础设施树立了全球标准。此外，2025年澳新两国还与卫讯（Viasat）签订了一份

价值2.52亿澳元的合同，拓展SouthPAN的空间部分，该协议延续了此前与国际海事卫星组织的合作安排，确保能长期获取播发SouthPAN校正信号所需的地球静止轨道卫星有效载荷。值得注意的是，SouthPAN虽在全球GNSS讨论中多处于幕后，但与众不同的是它从设计之初就是DFMC系统，而非单频单星座传统架构的升级，其针对南半球环境原生集成两种星座并支持SBAS和PPP服务，成为下一代增强技术的早期测试平台，对与欧洲相关的GNSS技术也具有重要意义。

12. 欧盟航空安全局与拉丁美洲伙伴国正在推进卫星增强系统技术合作项目。

Inside GNSS网站2025年12月15日报道，欧盟航空安全局（EASA）正在实施一项由欧洲与南美伙伴国共同推进的卫星增强系统（SBAS）技术合作项目。欧盟-拉丁美洲及加勒比航空伙伴关系项目第二期已于2025年9月正式结束，但参与国政府和区域组织已明确表达继续合作意向，计划在第三期项目中将SBAS列为优先技术领域，以维持技术和机构层面的持续参与。2025年4月，EASA在组织召开区域性研讨会，会议期间各方建立了常设SBAS工作组，负责协调参与国和空中导航服务提供商之间的规划、技术对接和实施工作。项目活动体系围绕六个实践支柱构建，包括治理

与机构安排、电离层监测与建模、验证演示平台、成本效益与融资分析、能力建设与培训，以及实施路线图。截至2025年底，参与方已制定下一阶段工作重点，聚焦于分阶段演示验证概念和测试平台建设，包括SBAS修正信号测试以及带垂直引导的定位器性能（LPV）程序验证。参与方确定了西班牙技术咨询公司Indra作为工业贡献者之一，并将区域空中导航服务提供商和欧洲SBAS专家纳入技术支持网络。初步确定演示系统设计和初期现场试验将于2026年年中启动。相关方还研究了未来建立区域数据共享中心的可能性，并确定利马、波哥大和巴西利亚为候选试点机场，用于支持SBAS演示系统部署。同时，正在讨论针对空中导航服务提供商工程师和监管人员的专项培训队伍建设计划。下一次工作组会议预计将于2026年初召开，以确认演示站点、时间进度和融资方案，并在国家层面启动协调性实验室到现场的测试活动。

13. 欧洲航天局授予GMV公司合同，开发用于增强低轨卫星C波段导航信号抗干扰能力的BEACON波束成形天线接收机系统。

Via Satellite网站2025年12月12日报道，欧洲航天局（ESA）向GMV公司位于英国和葡萄牙的子公司授予一项合同，该合同属于ESA导航创新与支持计划框架，旨在开发

代号为BEACON的先进波束成形天线与接收机系统。该系统的核心任务是增强来自低轨（LEO）卫星的C波段定位、导航与授时信号的抗干扰能力。合同金额为80万欧元，项目执行周期设定为18个月，于2025年12月正式启动。BEACON系统在技术架构上要求GMV整合波束成形、零陷导向和到达角估计三项关键技术，以实现信号完整性的增强，并提供针对干扰和欺骗攻击的防护能力。该系统针对C波段频谱进行优化设计，被定位为欧洲地区正在建设的端到端LEO定位导航授时链路中的关键组成部分。GMV将负责系统的全生命周期管理，涵盖设计、集成、校准和验证等各个阶段。该项目反映了欧洲在LEO卫星导航领域的技术布局，特别是在抗干扰和反欺骗能力方面的需求升级。C波段频谱的选择以及多技术融合的系统设计方案，体现了应对复杂电磁环境下导航信号脆弱性的工程解决路径。

14. 欧洲研发用于小型卫星导航的可展开式Ka波段天线。

InsideGNSS网站2025年12月10日报道，在欧洲航天局（ESA）NAVISP计划资助下，由芬兰Huld Oy公司牵头、Radientum Oy公司与芬兰气象研究所（FMI）参与的“可部署卫星导航天线”项目，已交付适用于小型卫星平台的紧凑型Ka波段天线原型。该项目旨在证明高性能卫星导航天

线可在发射时收拢、入轨后可靠展开。当前低轨小型卫星与巨型星座快速发展，推动对更高导航精度、信号可用性及抗干扰能力的需求，而Ka波段虽利于精确导航，但受天线尺寸、质量及部署可靠性限制，在小型卫星上应用有限。项目先调研前沿可部署天线及航天器导航需求，确定在轨服务（含燃料补给、维修、碎片清理）与低月球轨道导航两大任务概念作为设计依据；经评估堆叠贴片天线、金属喇叭馈电贴片天线、透镜式天线三种方案，最终选定可部署堆叠贴片天线，其结合带集成射频组件的馈电贴片PCB与两个寄生堆叠贴片，能在35GHz Ka波段形成辐射方向图并实现双圆极化。项目通过多轮制造与测试降低技术风险，机械测试验证天线可重复收拢展开、质量轻且动态稳定性高，电气测试先后在阿尔托大学与ESA ESTEC开展，结果与仿真吻合，还通过添加陷波器抑制表面波、拓宽波束，成功满足带宽、回波损耗、相位稳定性、群时延等多数电气要求。该成果证明紧凑型可部署Ka波段导航天线是下一代小型卫星及月球任务的可行支撑技术，未来计划推进该设计的飞行准备、开发低成本固定版本或拓展至其他频段。

15. 俄亥俄州立大学教授团队研究发现，低轨卫星可在GPS信号较弱的地区增强导航功能。

SpaceWar网站2025年12月5日报道，随着全球GPS有意

与无意干扰增多，俄亥俄州立大学扎卡·卡萨教授团队研究发现，Starlink、OneWeb等商业低轨（LEO）互联网星座的无线电信号，无需改造卫星或获取用户数据，就能作为导航定位替代源，尤其在GNSS性能受损区域。该团队以格陵兰西海岸航行船只为测试平台，在GPS信号差的北极地区，结合Starlink和OneWeb下行信号与船只高度信息，将定位误差从无GPS时的超1公里降至约27米。此前团队已在美国多地（如圣路易斯的固定接收器、匹兹堡的地面车辆等）验证LEO卫星导航可行性，此次北极测试还利用了两星座不同几何特性——OneWeb约600颗高倾角轨道卫星聚焦极地，Starlink超7000颗卫星覆盖中低纬度，可根据卫星可见情况选信号适配。研究仅用下行频率、卫星大致位置等公开信息，且未获SpaceX和欧卫通协助。LEO卫星信号更强，抗干扰需更多敌方资源，能降低GPS中断引发的事故风险。卡萨指出，GPS干扰已成电子战常态，影响军民领域，复用现有LEO基础设施可快速提升导航韧性，该经济可持续的方法有望融入未来混合导航架构，与GNSS、地面信标共同助力定位计时。

16. 瑞士SpacePNT SA公司完成第二代星载多频多系统GNSS接收机的全面资格测试与抗辐射保证体系建设。

GPS World 网站 2025 年 12 月 3 日报道，瑞士公司

SpacePNT SA已完成其第二代星载多频多系统GNSS接收机的全套资格试验，覆盖振动、冲击、热真空以及电磁兼容等关键项目，为后续在轨应用奠定技术成熟度基础。该产品建立在公司第一代在轨验证平台之上，并在完成改型后重新执行了完整资格鉴定流程，以确认设计变更的可靠性与性能一致性。该第二代接收机由两个欧洲航天局（ESA）ARTES竞争与增长发展项目推动，一方面实现面向低轨PNT与地球同步轨道通信星座的大规模工业化生产，另一方面形成面向严酷辐射环境和长寿命任务的抗辐射保证方法体系。接收机集成的自研精密轨道确定算法在硬件在环环境中完成验证，能够在航天器上提供亚分米级实时定位和授时，并已加装于两套第一代飞行型号交付客户进行卫星集成。在应用前景方面，SpacePNT计划启动第二代产品首批飞行型号生产，面向多家客户的地球观测、在轨服务及空间探索任务，任务轨道范围从低轨扩展到中轨、地球同步转移轨道、地球静止轨道以及月球距离。ESA的GENESIS中轨卫星任务将成为首个采用该公司“抗辐射保证”方法并搭载其GNSS接收机的代表性项目，用于在高辐射中轨环境中验证相关抗辐射保证体系的有效性。

17. 英国国家航天创新计划资助斯特拉斯克莱德大学牵头的AltNav替代导航系统和i-DUQK星间量子密钥分发等

项目。

英国斯特拉斯克莱德大学（University of Strathclyde）2025年12月3日消息，英国国家航天创新计划（NSIP）第二轮为斯特拉斯克莱德大学牵头的PICTS AltNav（用于替代导航的轨道与时间同步的精确星间耦合）项目提供54万英镑资助，该项目总额为380万英镑资金池的一部分，旨在研发可独立于GPS和伽利略运行的弹性替代导航与授时系统，以降低英国对现有全球导航卫星系统的依赖。项目计划在近地轨道部署小型卫星星座，通过星间耦合轨道与去中心化时间同步技术，以价格较低的机载时钟实现高精度时间一致性，从而在外部干扰或星座部分受损情况下保持系统服务连续性和容错能力。AltNav项目直接对应当前GPS干扰与欺骗行为频发引发的关键基础设施脆弱性问题，目标用户面向通信、能源、交通尤其是航空安全等高依赖精确时频信号的部门，为其提供在主流GNSS受损情形下的空间PNT备份能力。项目由斯特拉斯克莱德大学应用航天技术实验室主任马尔科姆·麦克唐纳教授担任首席研究员，体现了英国在小卫星星座、星间链路和分布式时频管理方向的战略技术布局。同一轮NSIP资助中，斯特拉斯克莱德大学还参与“i-DUQK”（星间深紫外量子密钥）项目，聚焦为立方星研制深紫外量子密钥分发发射机，用于安全星间量子

密钥传输，该项目由多所英国高校与Fraunhofer UK协作推进，是在此前英国航天局使能技术计划可行性研究基础上的延伸。NSIP第二轮自2025年4月启动，共吸引逾560份提案，侧重高风险、高回报并贴近国家优先需求的航天技术，并同步向苏格兰、北爱尔兰和威尔士空间集群追加110万英镑支持，以推动地方航天产业与研究能力发展。

18. 欧洲“伽利略”系统将通过阿丽亚娜6号火箭把两颗在轨备用卫星送入轨道，以增强星座的导航服务连续性与鲁棒性。

SatNews网站2025年12月1日报道，欧洲“伽利略”项目第十四次业务发射任务已确定于2025年12月17日在法属圭亚那库鲁的欧洲航天发射场实施，发射两颗新卫星SAT 33和SAT 34入轨，目标轨道高度约23222公里。两星于2025年11月6日运抵库鲁，目前正在航天港洁净间内接受机械检查、电气和功能测试以及肼推进剂加注等发射前准备，完成后将封装入阿丽亚娜6号A62构型火箭整流罩发射。该任务是阿丽亚娜6号运载火箭的第五次飞行，也是“伽利略”卫星首次采用阿丽亚娜6号发射，被定位为在利用阿丽亚娜6号增强有效载荷投送能力的同时，支撑“伽利略”星座长期部署和运维的一次关键步骤。SAT 33和SAT 34被规划为在轨备用星，用于在业务星出现异常时快速补位，以提高

系统整体精度、可用性和鲁棒性，维护对大量用户的连续、高完整性导航服务。任务管理与分工上，欧洲航天局代表欧盟委员会负责与阿丽亚娜航天公司的发射服务合同管理，卫星由德国不来梅OHB公司研制，入轨后由位于布拉格的欧盟太空计划局（EUSPA）负责在轨验证、入网和持续运行控制。

19. 欧洲航天局获9.69亿欧元拨款，启动NAVISP第四阶段并新增三大FutureNAV在轨演示任务。

2025年11月26-27日，欧洲航天局（ESA）在不来梅召开第25届部长级理事会（CM25），成员国为导航司承诺总计9.69亿欧元资金，用于继续并扩大“导航创新与支持计划”（NAVISP）和“未来导航计划”（FutureNAV）两大可选计划，并资助Celeste、Genesis、OpSTAR、NovaMoon和“未来PNT验证星”等关键任务，标志着欧洲在多层卫星导航体系与前沿PNT技术验证方面进入新阶段。NAVISP获批进入第四阶段，资金显著增加，重点支持PNT创新、产业竞争力和成员国战略活动，并计划自2026年起通过工作计划与产业日等机制深化与工业界合作。FutureNAV在既有Celeste和Genesis任务基础上扩展：Celeste面向未来低轨PNT星座及多层导航体系，首批演示星计划于次年初发射开展频段与功能在轨试验。Genesis任务的部署与利用阶段完成

认购，将在完成初设和关键设计评审后，力争于2028年前后发射，以提供高精度地球参考框架支撑高端卫星导航应用。新立项的OpSTAR演示星通过光学星间链路在轨验证高精度时间与测距能力，已自2025年启动技术预研，计划在2026年后进入实施阶段，目标是在本十年末形成可用于后续PNT系统的验证成果。NovaMoon将构建首个高精度月面导航与大地测量站，已完成科学白皮书和可行性研究，后续将通过Argonaut着陆器在2030年前后实现着陆并运行约五年。“未来PNT验证星”作为新元素，将通过年度创意征集和在轨演示项目，推动颠覆性PNT技术的早期研发和验证，相关产业对接和招标活动预计自2026年起陆续展开。

20. 英国水文局主办首个跨政府PNT工作组会议，支持DSIT关于eLoran及国家授时中心等关键项目的持续资助。

英国政府网站2025年11月25日报道，英国水文局（UKHO）于2025年10月主办了英国首个跨政府大地测量、定位、导航和授时（PNT）工作组会议。此次会议汇集了来自19个政府机构的代表，主要目的是分享关于PNT（定位、导航、授时）系统的风险、机遇及其相互依赖性的见解，并促进跨部门在这一关键领域的知识交流与协作。在工作组会议之后，英国科学、创新和技术部（DSIT）在皇家导航学会宣布了一系列新措施，以进一步增强英国在全球导

航卫星系统（GNSS）及相关替代技术方面的能力。这些措施明确包括对增强型罗兰（eLoran）系统、国家授时中心、GNSS干扰监测计划以及天基时间传输项目的持续资金支持。在此次行动中，英国水文局凭借其在大地测量学（测量和绘制地球形状的科学）方面的专业知识发挥了核心作用。作为国防和民用项目的可信顾问，UKHO通过提供专业的定位和授时建议，特别是支持英国水域的航行安全，协助国家理解并防御针对PNT服务的威胁。UKHO高级大地测量与PNT专家Joe Pearce指出，此次获得的持续资金将直接支持数据收集工作及海员安全，并将在未来有效提升大地测量和PNT系统的抗风险能力。

21. 阿丽亚娜6号火箭将发射两颗新一代伽利略系统导航卫星。

欧洲航天局（ESA）网站2025年11月20日报道，欧洲航天局（ESA）确认，伽利略卫星导航系统第14次业务发射（L14）定于2025年12月17日由阿丽亚娜航天公司使用阿丽亚娜6号两助推器构型火箭从库鲁航天中心执行。本次任务将一次性把首批第一代伽利略卫星SAT-33与SAT-34送入中地球轨道（MEO），使在轨星座规模增至33颗（其中27颗处于运行状态）。两颗卫星由OHB公司研制，ESA代表欧盟委员会负责发射采购与测发准备，欧盟太空计划署

(EUSPA)自早期轨道阶段起负责运行直至任务结束。发射采用阿丽亚娜6上面级两次点火方案，入轨后上面级将机动至废弃轨道，避免对运行星座造成碰撞风险。此次发射为阿丽亚娜6号第五次飞行，也是该型号首次执行伽利略任务，标志着欧洲重型运载火箭正式纳入伽利略部署序列。L14完成后，第一代伽利略卫星尚余4颗待发射，随后第二代(G2)卫星将启动部署。第二代平台配备全数字导航载荷、电推进、星间链路、增强型原子钟及在轨实验钟，旨在进一步提升系统鲁棒性、完好性与抗欺骗能力。

22. 英国政府宣布1.55亿英镑投资，通过四大项目构建多层PNT弹性体系。

Inside GNSS网站2025年11月19日报道，英国政府正式宣布投入1.55亿英镑用于加强国家定位、导航与授时(PNT)基础设施弹性建设，该投资计划明确聚焦于减少对易受干扰的全球导航卫星系统(GNSS)信号的依赖。此次投资被定位为兼具国家安全保障与高技术产业经济推动双重目标的战略举措。此次投资是英国2023年《PNT弹性政府政策框架》的实质性推进，由DSIT下属国家PNT办公室主导实施。投资资金划分为四个核心项目：首先，7100万英镑用于启动英国国家增强型远程导航(eLoran)计划，旨在通过低频地面信号提供覆盖陆、空、海的PNT服务，其高功率与传播

特性使系统具备天然抗干扰能力；其次，6800万英镑用于国家授时中心（NTC）项目，由国家物理实验室（NPL）主导，目标是建立全国分布式的授时基础设施，确保精确、可溯源的时间服务不依赖GNSS；第三，1300万英镑用于英国GNSS干扰监测计划，旨在构建全球领先的干扰检测、特征分析与响应能力，为政府、关键基础设施运营商及潜在商业用户提供早期预警；最后，300万英镑用于空间授时传输技术研发，目标是实现不依赖GPS及其他GNSS星座的全球授时能力。该投资计划体现了英国“系统之系统”的PNT弹性策略，即在保留GPS、伽利略等现有GNSS服务基础上，叠加地面、监测与空间授时能力以管理风险。2024至2025年间，英国已通过《英美技术繁荣协定》与英法峰会加强与美法在PNT韧性领域的合作，并开展PNT增长意见征集，同时持续支持皇家导航学会提供技术指导与能力建设。

23. 利用星链低轨道卫星进行PNT：信号结构、星历和定时误差校正（Exploiting Starlink LEO for PNT: Signal Structure and Ephemeris and Timing Error Correction）

2025年8月，本文针对全球导航卫星系统（GNSS）在干扰、欺骗等攻击下表现出的脆弱性，提出利用Starlink低地球轨道（LEO）卫星通信信号作为替代性定位、导航与授时（PNT）源的创新方法。研究重点解决了Starlink信号结

构未公开、星历数据不精确及定时误差三大挑战，通过设计端到端的软件定义接收机（SDR）架构，实现了从Starlink下行信号中提取多普勒频移与伪距观测量，并提出了基于参考接收机的长基线星历与定时误差校正网络。研究方法包括对Starlink Ku波段下行OFDM信标的全符号盲估计，显著提升了信号捕获与跟踪的处理增益、延迟分辨率与多普勒分辨率。实验结果表明，静止接收机在20秒内可实现2米以内的定位精度；在匹兹堡进行的地面车辆导航实验中，通过254公里外参考接收机提供的星历校正，结合惯性测量单元（IMU）辅助，实现了米级精度的连续导航。此外，研究还设计了覆盖美国的稀疏参考网络，验证了在长达635公里基线下仍能有效校正星历误差。本文的创新点在于首次实现了完全基于Starlink信号的车辆导航，并提出了低带宽、长基差的星历误差参数化补偿模型，显著降低了通信开销与网络部署密度。尽管成果显著，作者指出在完整性、可用性与连续性等方面仍需进一步研究，并呼吁Starlink及相关标准机构推动其作为互补PNT解决方案的标准化与实用化进程。

24. 欧洲展示GNSSWLEO项目成果，该成果将提升欧洲航天级软件定义导航技术。

Inside GNSS网站2025年11月14日报道，在欧洲航天局

(ESA) 近期举办的活动上, GMV波兰公司项目经理Artur Kobyłkiewicz与波兰科学院空间研究中心(CBK PAN) 项目经理Roman Wawrzaszek展示了GNSSWLEO项目成果, 该成果标志着欧洲在航天级软件定义导航技术领域达到新水平。过去五年, GMV波兰在ESA资助的GNSSW和GNSSW-LEON4项目中积累了大量星载软件定义无线电(SDR)接收机专业知识, 此次GNSSWLEO项目由GMV作为主承包商、CBK作为分包商, 打造了一款双频双星座GNSS接收机, 适用于运载火箭和低地球轨道(LEO)任务, 可满足厘米级精度的先进精密轨道确定(POD)与编队飞行操作需求, 对未来ESA及商业任务至关重要。该接收机最初为GomSpace为ESA研发的CubeSat技术验证器GOMX-5平台设计, 后适配Deimos公司的Cassini IOD/IOV任务进行在轨演示, 其最终版本LEONE集成自研射频前端与Zynq-7030处理器板, 体积小巧、重量约470克、功耗4瓦, 支持特定信号与接口, 在特定椭圆轨道下性能出色。该系统已在相关机构完成全面环境鉴定, 经调整提升机械稳健性, 性能也通过测试验证, 目前达技术就绪水平7级, 计划Cassini任务飞行后达8级。GNSSWLEO项目响应欧洲需求, 未来相关技术将进一步拓展, 且该项目获ESA NAVISP计划资助, 助力欧洲在定位、导航与授时(PNT)技术领域竞争力提升, 推动欧洲自主能力增强及下一代小卫星与航天任务精准自主导航实现。

25. 欧盟空间计划署与欧盟委员会共同发布了更新的 OS SIS ICD。

欧洲全球导航卫星系统服务中心2025年11月6日报道，欧洲空间计划局（EUSPA）与欧盟委员会联合发布了伽利略卫星导航系统（Galileo）开放服务空间接口控制文件（OS SIS ICD）的更新版本，此次更新纳入了新版勘误表，并重点新增免费向所有伽利略开放服务用户提供的“准导频信号组件（Quasi-Pilot）”，这是伽利略系统演进的重要里程碑，能显著提升开放服务性能。准导频信号组件可降低信号捕获复杂度（通常降低8倍）、缩短捕获时间（通常提升3倍）、减少功耗以适配低功耗接收机，还支持接收机灵活选用该组件，其性能提升源于更短的码长（减少捕获时需评估的假设数量）和更低的码片速率（降低存储采样输入信号的内存需求，具体技术细节见更新后的文件）。目前，准导频信号正通过重新配置部分伽利略全运行能力（FOC）卫星逐步部署，卫星重配置后，E5频段准导频信号将对用户社区开放，卫星重配置状态可通过专用准导频门户网站查询。未来，伽利略还计划在E5及其他频段部署更新、更优的准导频信号组件，相关规划信息将通过专门文件提前发布，助力接收机制造商了解准导频信号部署路线图以做好准备。

26. 欧洲成功演示了低轨卫星精密单点定位技术。

Inside GNSS网站11月6日报道，由欧空局（ESA）资助、StatSat AS牵头并联合Fugro Norway AS开展的项目，在NorSat-TD卫星上成功演示了名为SpaceStar的低轨卫星精密单点定位（PPP）技术。该技术改编自Fugro知名的海洋PPP解决方案，依托其全球100多个参考接收机网络，为GPS、GLONASS、伽利略和北斗卫星生成精确轨道与时钟校正信息，并通过L波段实时广播，在卫星上基于赛灵思Zynq 7000系列片上系统的软件定义无线电（SDR）实现，融合FPGA固件（用于L波段解调）与基于ARM的PPP引擎。尽管任务中遭遇嵌入式多媒体卡（eMMC）存储故障及推进系统异常导致的早期轨道衰减，有效载荷仍以纯RAM模式正常工作，直至2025年5月离轨，且经多次重新配置和固件更新实现了出色稳定性与精度。结果显示，SpaceStar定位误差约10厘米、速度精度5-11毫米/秒、时间误差低于1纳秒RMS，相较独立GNSS接收机一致性提升超一个数量级，还能应对信号中断，2024年10月曾抵御影响其他低轨接收机的GNSS欺骗攻击，其性能经ESA通过外部计算参考轨道独立验证。该项目为未来小卫星任务部署SpaceStar高精度导航服务奠定基础，StatSat与Fugro计划联合Javad、SpacePNT、GomSpace等商业硬件伙伴进一步提升完整性，拓展其在新

航天应用中的高精度定位能力，项目隶属于ESA推动欧洲定位、导航与授时（PNT）领域创新合作的NAVISP计划。

27. 英国Xairos公司推进欧洲航天局支持的量子时间传递项目第二阶段工作。

Business Wire网站2025年10月31日报道，量子技术公司Xairos英国有限公司已启动由欧洲航天局“导航创新与支持计划”（NAVISP）支持的项目第二阶段。该公司作为主承包商，正领导一个包括Viasat和Heriot-Watt大学在内的联合体，旨在推进天基“量子时间传递”（QTT）技术的发展。QTT是一种双向时间传递技术，利用纠缠光子对分发时间和频率信息，可在地面时钟与星载时钟之间实现皮秒级精度的安全同步。项目第二阶段的目标是为首次在轨演示做准备，具体任务包括三个方面：（1）开发高保真度QTT仿真模型：在第一阶段完成的基线系统级仿真能力基础上，进一步提升关键领域的保真度。（2）开发可用于太空的QTT纠缠光子源：在第一阶段完成光源设计后，进入开发与测试阶段。（3）制定商业化研究的实施路线图：基于第一阶段的初步商业化路线图与部署架构评估，将其深化为完整的商业化计划。

28. 美国国家航空航天局与意大利航天局发布月球实验

导航数据。

GPS World网站2025年10月25日报道，在10月14-15日意大利航天局的公开研讨会上，由美国国家航空航天局（NASA）与意大利航天局（ASI）合作开展的月球全球导航卫星系统接收器实验（LuGRE）项目团队宣布项目收尾，并向科学界发布了所收集的数据。该项目搭载意大利Qascom公司制造的GNSS接收器，于2025年1月通过萤火虫航空航天公司的“蓝幽灵”（Blue Ghost）着陆器发射，1月16日至3月16日期间执行任务，成为首个在月球表面和环月轨道利用地球GNSS计算导航定位的载荷，还创下一系列距离纪录，证明GNSS技术可在距地球最远39.835万公里处辅助其他导航工具。都灵理工大学电子与电信系对任务数据进行了处理，并助力数据验证及初始科学成果处理。此次发布的数据包含LuGRE在行程中及月球表面捕捉的GPS和伽利略卫星无线电信号原始记录（同相和正交样本），能让科研人员首次分析月球环境下GNSS信号的强度、噪声与干扰情况，为研发下一代GNSS接收器、加深对导航信号在月球运行机制的理解提供支持，也为未来月球宇航员、漫游车及航天器借助此类卫星导航系统增强导航能力奠定基础。

29. JAXA选择ArkEdge航天公司开展低轨定位卫星系

统技术研究。

GPS World网站2025年10月9日消息，日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）选定ArkEdge Space公司开展低轨定位系统（LEO-PNT）相关研究，双方已签署合同启动“低轨定位卫星系统基础技术及相关系统研究”（Dedicated LEO-PNT）项目。该项目基于JAXA在2024年10月至2025年3月开展的可行性研究，计划于2025年9月至2026年3月进行信号设计、接收技术研究及系统研究，旨在开发可补充现有全球导航卫星系统（GNSS）的卫星定位系统。LEO-PNT系统采用运行在500-1200公里高度的小卫星，与轨道高度约2万公里的传统GNSS卫星相比，具有信号强度高、定位精度高、覆盖范围广等优势，且可在现有GNSS系统受干扰或中断时独立运行，拟通过C、S、L频段传输信号，以应对GNSS面临的干扰和欺骗攻击威胁，ArkEdge航天公司表示该技术将助力高度自动化社会建设与更安全的未来。

30. 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。

31. 美太空军考虑推进太空发展局下一代传输层数据

中继卫星计划。

突破防御网站2025年9月23日消息，在2025年美国空军协会（AFA）会议上，美国太空发展局（SDA）局长古尔帕塔普·桑杜（Gurpartap “GP” Sandhoo）表示，因太空军正重新考虑推进SDA下一代传输层数据中继卫星计划，SDA对美军操作员在GPS不可用时提供定位、导航与授时（PNT）信号的计划存不确定性；SDA的“扩散型作战人员太空架构”（PWSA）本有“固有”PNT能力，可在GPS遭敌方干扰时保障星座运行，但若“第三阶段传输层”（T3）卫星项目取消，能否将备用PNT信号传至地面作战人员暂无答案。SDA原计划采购140颗三种配置的T3卫星，2028年启动发射，2025年1月已发布首类“Upsilon”卫星招标草案。其规划的导航层将基于PWSA卫星间激光链路，借“双向时间传递与测距”实现卫星运行连续性、定位GPS干扰源、提供天基PNT服务，且SDA作战人员委员会曾批准在T3中纳入空军研究实验室的“轻量服务”以提供备用PNT信号，但该实验室未回应问询。此外，2026财年预算规划中，空军部与太空军正分析是否采购SpaceX公司“星盾”网络商业服务替代T3卫星，太空军已为相关“MILNET”项目申请2.77亿美元，且有消息称项目已推进。

32. 英国国防部公布四项卫星导航替代技术研发重点。

2025年9月16日，英国国防部公布一份给议会的书面答复，确认了其在替代定位、导航与授时（PNT）技术方面的研究重点，旨在增强在卫星系统不可用或受损时的导航韧性。根据国防部长卢克·波拉德（Luke Pollard）的回复，国防装备与保障局（DES）空间交付团队初步将集中研发四项关键技术创新。这些技术包括：发展增强型远程导航系统（eLoran）、探索和利用机遇卫星信号（SATSOO）、研究芯片级原子钟（CSAC）以及探索数据融合技术的应用。此举是为应对日益增长的、在竞争性作战环境中卫星系统中断的风险。该答复是在保守党议员本·奥贝斯-杰克蒂（Ben Obese-Jecty）就国防部正在调查的替代性PNT技术提出质询后发布的。波拉德部长同时指出，随着项目的推进，未来可能会确定其他值得投资的技术，但目前尚未明确范围。此外，基于保护作战安全的考虑，国防部不会提供有关正在进行的具体调查的更多细节。

33. QinetiQ与Xona成功测试LEO卫星增强GPS系统，提升导航韧性。

GPS World网站2025年9月12日报道，QinetiQ公司与Xona太空系统公司近期在英国完成了对Xona新型卫星导航系统“Pulsar”的首次测试，成功验证了低轨（LEO）卫星在增强GPS导航韧性方面的潜力。此次测试标志着下一代定

位、导航与授时（PNT）技术发展的关键里程碑，尤其是在提升GPS系统对抗干扰与欺骗的能力，以及改善在信号拥堵或受限环境中的可用性方面取得了重要进展。测试中，QinetiQ公司旗下的Q40多星座GNSS接收机成功捕获并追踪了Xona首颗生产级卫星Pulsar-0发射的信号。这一成果表明，通过补充如Pulsar X1这样的LEO卫星信号，可以显著增强GNSS在全球导航卫星系统信号受限或存在对抗环境下的性能。此次接收机软件升级是在欧洲航天局“导航创新与支持计划（NAVISP）”框架下的“GNSS接收机高级Pulsar增强（GRAPE）”项目的一部分。GRAPE项目由QinetiQ与Xona合作，并得到英国航天局和欧洲航天局的支持，旨在探索如何将新型LEO卫星信号与现有GNSS集成，从而为国防、关键基础设施及未来自主应用提供更精确、更具韧性的导航服务。

34. 欧洲地球同步导航重叠服务系统完成卫星升级，增强欧洲导航服务能力。

GPS World网站2025年9月11日报道，欧洲地球同步导航重叠服务（EGNOS）系统近期完成了一次重要升级，旨在加强服务连续性并为未来的系统增强做准备。此次升级的核心是GEO-3卫星（Eutelsat 5 West B, PRN 121）正式加入EGNOS运行平台。自2025年8月25日起，该卫星已作为

EGNOS系统2.4.3版本的一部分，开始广播业务信号。为实现平稳过渡，EGNOS卫星星座的角色进行了调整。2025年9月5日，原先提供服务的GEO-2卫星（ASTRA 5-B）转为测试状态，其业务职责由新加入的GEO-3卫星与GEO-1卫星共同承担。官方表示，此次调整不会对现有服务或覆盖范围造成任何干扰。整个EGNOS空间段、系统升级和服务供应由欧盟空间计划署（EUSPA）负责管理。此次系统发布是为下一代EGNOS V3平台所做的准备。EGNOS V3将具备更强的性能、更高的稳健性，并支持双频多星座能力，旨在为欧洲地区对安全性和精度有严苛要求的专业应用提供更可靠的增强导航服务。

35. 欧空局将进行伽利略导航系统“子任务”。

InsideGNSS网站2025年9月4日消息，欧空局（ESA）公布了伽利略（Galileo）导航系统“子任务”（Daughter Mission）的名称——“塞莱斯特”（Celeste），该任务即此前提及的低轨定位导航与授时（LEO-PNT）任务，旨在通过新增低地球轨道卫星层，提升伽利略系统的韧性并补充其功能。Celeste任务包含10颗卫星组成的星座，另含2颗备用卫星，将在近地轨道测试不同频段的创新信号，首两颗卫星由GMV和泰雷兹·阿莱尼亚航天公司（Thales Alenia Space）同步研制，计划未来数月发射。该任务处于在轨演

示阶段，目标是推进具备韧性的定位与授时服务相关卫星导航理念，其于2022年欧空局部长级理事会获批，得到奥地利、比利时、法国、德国等15国支持，2024年已向两个企业联盟授予舰队开发合同（涉及14国超50个实体）。在轨演示内容涵盖端到端定义、空间与测试用户段研发、发射、地面段与运营、实验、服务演示及卫星处置。

36. 美国Viasat公司获澳大利亚与新西兰2.52亿澳元合同，拓展SouthPAN卫星服务。

Stock Titan网站2025年8月19日报道，全球卫星通信公司Viasat宣布，已获得澳大利亚地球科学局和新西兰土地信息局价值2.52亿澳元的合同，旨在为南半球定位增强网络（SouthPAN）提供额外的卫星服务。此次合作的净增量价值预计为2.14亿澳元，是继Viasat收购Inmarsat后，在该项目上获得的第二份重要合约。该协议扩展了双方的合作范围，不仅涵盖了利用Viasat现有在轨卫星继续提供服务，还包括交付一个新的卫星有效载荷。SouthPAN是由澳大利亚和新西兰联合开发的卫星增强系统（SBAS），旨在为整个大洋洲地区提供高精度的定位、导航和授时（PNT）服务，其精度可达厘米级。该系统的早期服务自2022年起已对两国开放。SouthPAN系统将为多个关键行业带来变革性影响，包括航空、海事、农业、测绘以及应急响应。在农业领域，

它能够通过精准喷洒、产量测绘和自动化设备追踪提高生产力；在采矿和建筑行业，其精确的地理围栏技术能够准确识别重型机械和人员位置，从而显著提升作业安全性。这份长期政府合同不仅为Viasat带来了稳定可靠的收入，也巩固了其在高精度卫星导航市场的领先地位，并深化了其在亚太地区的业务布局。

37. 欧洲MetOp-SG-A1卫星成功发射，AGGA-4芯片驱动精准导航。

2025年8月13日，欧洲新一代极地轨道气象卫星“MetOp第二代”（MetOp-SG-A1）由阿丽亚娜6号火箭在库鲁航天港成功发射。MetOp-SG-A1是包含A型和B型两种卫星的系列任务中的首颗卫星，其上搭载了“哥白尼哨兵-5号”等多种先进仪器。该系列卫星预计将在未来20年内，为全球天气预报、空气质量监测和气候变化预测提供海量高精度信息。作为该系列计划的一部分，MetOp-SG-B1卫星计划将于明年发射升空。此次任务成功的关键，在于一项名为AGGA-4的全球导航卫星系统（GNSS）接收器芯片。该专用集成电路（ASIC）芯片由ESA主导，并联合产业界共同开发，旨在为卫星提供持续、精准的位置、速度和时间（PVT）解决方案，确保其在各种复杂太空环境下的稳定运行。AGGA-4芯片是ESA从20世纪90年代开始，历经数代

产品演进的成果，其前身AGGA-2芯片已在MetOp-GRAS、GOCE及哨兵系列等多个任务中得到广泛应用并验证了其价值。AGGA-4芯片的核心功能之一是支持高精度的无线电掩星（RO）探测，它是MetOp-SG卫星上GRAS-2传感器的关键组成部分。通过精确测量GNSS信号穿透大气层时的路径参数，该技术能够反演出高精度的大气温度和湿度剖面数据，这对于提升天气预报和气候监测的准确性至关重要。相较于前代产品，AGGA-4在性能、集成度和多星座GNSS信号支持方面均实现了重大升级，同时具备更低功耗和更快处理速度的特点，使其成为未来航天任务中一项愈发重要的自主能力。

38. 美国太空军发射NTS-3卫星，旨在革新GPS技术。

2025年8月13日，美国太空军与联合发射联盟（ULA）公司在佛罗里达州卡纳维拉尔角太空军基地成功发射了一颗名为“导航技术卫星-3”（NTS-3）的实验卫星。此次发射任务由ULA的“火神”火箭执行，标志着该型火箭首次承担国家安全飞行任务。NTS-3卫星由L3Harris公司为美国空军研究实验室（AFRL）和太空系统司令部（SSC）联合项目承建，其核心目标是测试一系列可用于未来全球定位系统（GPS）的先进定位、导航与授时（PNT）技术。该项目是自1977年以来，AFRL开展的首次重大PNT在轨演示，

旨在通过技术革新，确保GPS系统在全球导航领域的领先地位。尽管NTS-3卫星原计划于2022年发射，但因其预定运载工具“火神”火箭的开发延迟而推迟数年。在地面等待期间，AFRL与L3Harris对卫星进行了更广泛的实验室测试，并成功为其增添了新的信号功能。入轨后，NTS-3将在为期一年的任务中执行超过100项实验，涵盖范围从同步信号收发、自主操作到抗欺骗信号技术等多个前沿领域。这些实验的成功将为太空部队提供关键数据，以评估如何将成熟技术整合到其最新的GPS III F系列卫星生产线中。相关负责人表示，即便错过第一批GPS III F卫星的整合窗口，这些新技术仍可能被应用于后续批次的卫星或更长远的“弹性GPS”（Resilient GPS）星座计划中，后者旨在通过部署小型、低成本卫星来增强现有GPS网络。

39. 美国联合发射联盟“火神”火箭下周执行首次军事任务，搭载导航技术验证卫星。

防务新闻网站2025年8月7日报道，联合发射联盟（ULA）的“火神”火箭计划于下周执行其首次军事太空发射任务。若发射场审批通过，该任务（USSF-106）定于8月12日从佛罗里达州卡纳维拉尔角太空军基地升空，将美国太空军的卫星送入地球同步轨道。本次任务的核心载荷是由L3哈里斯公司制造的“导航技术卫星-3号”（NTS-3）。

这是一颗实验性航天器，旨在验证增强现有GPS星座或支持未来新项目的先进能力。该项目由空军研究实验室（AFRL）与太空系统司令部合作领导，将测试可提供区域覆盖的“可控波束”、可在轨升级的“可编程有效载荷”以及信号抗干扰等多项前沿技术。NTS-3入轨后，AFRL将对其展开为期一年的在轨实验，探索新型卫星配置如何强化太空军的定位、导航与授时（PNT）能力。实验成果可能被整合到洛克希德·马丁公司正在初步生产的GPS III F卫星上，或应用于名为“弹性GPS”（Resilient GPS）的新项目中，后者旨在通过部署一群小型、轻量化、低成本的卫星来增强现有GPS星座的韧性。此次NTS-3任务是AFRL近半个世纪以来首次重大的PNT在轨演示，上一次类似的NTS卫星于1977年发射，其验证的技术为GPS系统的最终建成奠定了关键基础。

40. E-GIANTS项目完成研究，为欧洲GNSS系统提出抗量子攻击认证方案。

欧盟太空计划署（EUSPA）网站2025年8月5日报道，欧盟委员会委托、EUSPA技术监督的E-GIANTS项目已完成关于加强全球导航卫星系统（GNSS）认证与安全性的研究。该项目旨在应对量子计算对传统加密方法构成的威胁，确保Galileo和SBAS（星基增强系统）等服务的安全。研究核

心在于提出一种具备抗量子攻击能力的认证方案。项目团队确认，虽然量子计算对传统的非对称加密算法构成威胁，但经过适当配置的对称加密机制依然安全可靠。因此，该项目提出的解决方案以对称加密为基础，采用了一种基于TESLA协议的认证方案，以确保在低带宽下实现高效、安全的后量子时代加密认证。该项目的主要成果为：1）改进开放服务导航电文认证（OSNMA）：提出并验证了对Galileo OSNMA协议的改进方案，包括通过安全的互联网协议为联网接收机分发加密材料，从而显著缩短认证延迟并改善冷启动性能。此外，还探索了跨星座认证（如集成Galileo与GPS）的可行性。2）开发SBAS认证方案：为SBAS及Galileo OSNMA设计了一套完整的认证解决方案。该方案基于TESLA协议，经过优化可实现约1秒的低认证延迟，并使用里德-所罗门编码增强了信息恢复的稳健性。3）扩展服务至非航空领域：将认证解决方案的应用范围从传统的航空领域扩展至海事、公路和铁路等非航空用户。E-GIANTS项目的研究成果为欧洲GNSS服务的未来发展规划了详细的系统级路线图，涵盖标准化、原型设计和分阶段实施的部署计划。项目团队建议，下一步应继续进行原型开发与实验，以验证方案的全面实施效果，并推动相关认证机制在欧洲及全球SBAS系统中的标准化进程。

41. 日本Astroscale公司与Xona合作，提升低轨卫星导航系统的韧性与可持续性。

The Manufacturer网站2025年8月5日报道，Astroscale有限公司已与Xona太空系统公司达成协议，将为其在低地球轨道（LEO）发展的“Pulsar”卫星星座提供下一代对接板。此次合作旨在实现两大关键目标：构建一个具有高韧性的定位、导航与授时（PNT）基础设施，并维护近地轨道的长期安全与可持续性。Xona公司正在开发的Pulsar系统，作为新一代天基PNT基础设施，能够提供更强的信号、厘米级的定位精度，并具备内置的抗干扰能力，是应对当前挑战的战略性需求。此次合作的核心在于，Astroscale将为Xona未来的Pulsar卫星配备对接板，为其整个星座的部署提供支持。这些对接板使得卫星具备了未来在轨服务、升级或安全离轨的能力，不仅增强了卫星架构的灵活性与响应能力，还有助于从源头上遏制太空碎片的产生。这一举措体现了双方对太空长期管理责任的共识，也展示了英国在新兴的在轨服务、组装和制造（ISAM）产业中的出口导向型增长潜力。

42. 美洛克希德·马丁公司将为美国太空军GPS III F星座提供区域军事保护能力。

洛·马公司官网2025年8月1日消息，在电子战日益复杂的背景下，美洛克希德·马丁公司的区域军事保护（RMP）能力作为美国太空军GPS III F星座的一部分，为在受干扰环境中提供了战略优势。现代军事行动依赖的精确导航、通信等易受电子战干扰，为此美国太空军正研发具有增强抗干扰能力的GPS III F卫星星座，其核心升级是洛克希德·马丁设计的RMP信号。该信号能使多颗GPS III F卫星将信号聚焦于特定地理区域，像聚光灯一样集中能量以压制干扰，确保作战人员在电子战环境中仍能使用GPS制导系统。每颗GPS III F卫星都有基础抗干扰保护，而RMP通过协调卫星间的覆盖来集中信号强度，不仅提供冗余还增强了韧性，对精确空袭等关键任务至关重要。首批GPS III F卫星预计于本世纪末发射，将增强GPS架构应对电子威胁的能力。

43. GPS干扰效应延伸至近地轨道，美国国防部加速提升星座系统韧性。

空天军杂志网站2025年7月28日报道，围绕乌克兰地区的GPS信号干扰已急剧恶化，其影响范围从地面延伸至高达1,930公里的近地轨道（LEO），形成了一个显著的信号接收“空洞”。这种由地面电子战系统产生的干扰正“泄露”至太空，直接威胁到对精确位置、导航与授时（PNT）信号高度依赖的大型商业卫星星座，而美国国防部正日益依赖

这些系统。GPS信号本质微弱，极易受到干扰。除了导航功能，其提供的授时服务对全球金融系统、电网和互联网等关键基础设施的同步运行至关重要，但许多系统并未设计有效的备用授时方案。为应对威胁，国防部正推进多项反制措施。技术层面包括能智能屏蔽干扰源的“受控接收模式天线阵列”（CRPA）。在卫星系统层面，新一代GPS III卫星正在加速部署，其播发的M-Code军用信号功率更强且经过加密，具备更强的抗干扰能力。未来的GPS IIIF卫星还将集成“区域军事保护”（RMP）功能，可将特定区域的信号强度提升60倍。尽管如此，专家警告，目前尚不存在能完全替代GPS的方案，发展多样化的PNT系统以确保在GPS受限环境下的运行能力已成为当务之急。

44. 印度NAVIC导航系统服务不稳，计划接连发射三颗新卫星以维持运行。

news9live网站2025年7月27日报道，印度空间研究组织（ISRO）正面临自主研发的“印度星座导航”（NAVIC）系统服务中断的挑战，根本原因在于星载原子钟频繁故障、部分卫星未能进入预定轨道以及在轨卫星超期服役。根据印度官方披露的信息，该系统已部署的11颗卫星中，目前仅有4颗能正常提供核心的定位、导航和授时（PNT）服务，另有4颗被降级用于单向消息广播，这使得整个导航星座仅

能勉强维持最低运行要求。为应对迫在眉睫的服务中断风险，ISRO已制定一项紧急补网计划，该计划明确，将于2025年底前发射第二代导航卫星序列中的NVS-03，随后以六个月为间隔，依次发射NVS-04和NVS-05卫星。这一系列密集的发射任务至关重要，因为NAVIC系统不仅是国家战略基础设施，也为印度国内约8,700列火车提供追踪服务，并计划扩展至12,000列。此次卫星故障的核心问题指向了原子钟的可靠性，这是一个全球性的技术难题，欧洲的“伽利略”导航系统也曾面临类似困境。为了从根本上解决问题，ISRO计划发射的第二代导航卫星将采用双重保障措施，集成从欧洲引进的先进原子钟和印度自主研发的铷原子钟。通过技术升级，ISRO旨在确保新一代卫星的长期稳定运行，从而巩固印度独立的区域导航能力。

45. 澳大利亚SouthPAN卫星导航计划成功通过了关键设计审查。

InsideGNSS网站7月17日消息，由洛克希德·马丁澳大利亚公司牵头、GMV公司作为关键战略合作伙伴，澳大利亚和新西兰政府联合支持的南方定位增强网络（SouthPAN）成功完成关键设计评审（CDR），这是向澳大利亚和新西兰提供先进卫星增强服务（SBAS）的关键里程碑。该评审验证了其设计符合民用航空运营严苛的性能、安全和安保

要求，团队提供了符合ARP 4754A、DO-254、DO-278A等国际航空标准的全面认证文件，标志着系统设计已为运营部署做好准备，向航空领域生命安全服务认证迈进。SouthPAN是全球首个从一开始就设计为服务而非传统交钥匙系统的SBAS，具有可扩展性，自2022年9月起已提供早期开放服务，将提供对航空至关重要的生命安全L1 SBAS，还集成了双频多星座（DFMC）SBAS和精密单点定位（PPP）等开放服务，适用于农业、海事、铁路、公路运输和测绘等多个领域。GMV负责其校正处理设施（CPF）和地面控制中心（GCC），并主导导航性能工程与持续监测，确保系统达标。

46. 欧空局与Neuraspace合作，利用GNSS技术提升卫星轨道管理自主化水平。

Satellite Evolution 网站 2025 年 7 月 8 日报道，欧空局（ESA）正与欧洲太空态势感知（SDA）领域的葡萄牙Neuraspace公司合作，共同开展一项名为“消除噪声——通过自动化全球导航卫星系统处理实现更智能的轨道”的创新项目。此项合作在ESA的导航创新与支持计划（NAVISP）支持下进行，旨在通过对全球导航卫星系统（GNSS）技术的创新应用，对现有的卫星导航与轨道管理模式进行革新，以应对日益拥挤的太空环境带来的挑战。为实现目标，合

作将专注于三大技术创新：（1）GNSS数据清理：通过消除信号中的系统性误差和随机噪声，显著提高轨道确定的精确度。（2）GNSS轨道相位校正：计划引入轻量级的星上算法，使卫星能够实时自主修正轨道预测，从而最大限度地减少对地面站的依赖，节约时间和资源。（3）提升GNSS轨道确定精度：通过开发先进方法论，为卫星的安全运行和机动规划提供至关重要的高精度定位信息。该项目不仅有望通过自动化流程降低卫星碰撞风险、提升运营商决策效率、优化燃料管理以降低任务成本，还将为太空交通管理设立新的标准，为未来自主航天器的发展奠定坚实的技术基础。

47. Xona Pulsar-0启动在轨测试，旨在构建高精度安全导航系统。

insidegnss网站2025年7月7日报道，Xona公司的首颗生产级卫星Pulsar-0已开始在轨测试，该卫星是规划中的商业低轨（LEO）星座的首发星，旨在为市场提供一个高精度、高韧性且具备认证能力的定位、导航与授时（PNT）服务。Pulsar-0并非要完全取代传统GPS，而是作为其补充，特别是在信号受扰或受阻的环境中提供更可靠的服务。Pulsar-0的核心技术优势在于其LEO架构，使其能够发射比GPS强100倍的信号。这一特性显著提升了系统的抗干扰能力和在

室内、地下及城市峡谷等遮蔽环境中的信号穿透力。在精度方面，该系统通过播发实时差分改正数据，旨在实现10厘米级别的定位精度。此外，Pulsar-0的信号经过加密认证设计，可有效抵御欺骗攻击，确保导航信息的真实性与安全性。此次Pulsar-0任务的成功将为后续商业星座的部署铺平道路，Xona公司已开始与包括定位和建筑技术公司在内的早期客户进行合作测试。该星座的长期目标是为国防、物流、矿业和自动驾驶等行业提供持续、冗余的PNT覆盖，顺应了当前全球PNT系统向多元化和弹性化发展的趋势。

48. LEO-PNT可行性分析：卫星导航载荷的尺寸、重量及功率分析（LEO-PNT Feasibility Aspects: Satellite Navigation Payload Size, Weight, and Power Analysis）

2025年6月19日，本文针对低地球轨道定位、导航与定时（LEO-PNT）系统的可行性问题，开展了卫星导航有效载荷的尺寸、重量与功率（SWaP）综合分析。研究背景源于LEO卫星在增强全球导航卫星系统（GNSS）鲁棒性、可靠性与抗干扰能力方面的潜力，但其大规模部署的可行性仍受制于高昂成本与技术挑战。为此，作者提出了两种基于商用现成组件（COTS）的有效载荷设计方案——低SWaP与高SWaP配置，分别面向单频与双频导航信号生成，并兼顾时钟稳定性、信号质量与天线性能。

研究方法包括对时间同步模块、GNSS模块、导航信号生成模块等关键组件的详细调研与选型，结合链路预算、功率预算与质量预算模拟，评估了两种设计在载噪比（C/N₀）、时钟稳定性（艾伦偏差）与几何精度因子（GDOP）等方面的性能。结果表明，低SWaP有效载荷（功率36 W，质量1.1 kg）依赖芯片级原子钟（CSAC）与GNSS信号频繁同步，自主运行时间约100分钟；高SWaP有效载荷（功率77 W，质量2.6 kg）采用超稳振荡器（USO）与铷原子频标（RAFS）冗余设计，自主运行时间可达24小时，且双频操作显著提升了电离层误差校正能力。

创新点在于提出了适用于小卫星平台的新型LEO-PNT有效载荷架构，开发了自定义等通量天线以实现100°视场角覆盖，并设计了包含132颗卫星的Walker Delta星座（800 km轨道），在75° S至75° N纬度范围内实现四重全球覆盖。与现有商业LEO-PNT系统（如Iridium、PULSAR等）的对比显示，本文设计在SWaP与导航性能上具备竞争力，尤其通过宽波束天线减少了星座规模。文末指出未来可通过多层轨道优化进一步提升极地覆盖，并建议开展在轨演示验证以推动LEO-PNT实际应用。

49. 美SpaceX公司详细介绍星链在增强美国PNT抗灾能力方面的作用。

GPS WORLD网站2025年5月19日消息，美国联邦通信委员会（FCC）为应对美国依赖GPS存在的信号干扰和欺骗等风险，推进“促进定位、导航和授时技术及解决方案发展”计划，探索天基和地面替代方案，向各方征集能补充或替代GPS的技术。SpaceX公司对此提交回复，阐述旗下低轨（LEO）卫星系统“星链”（Starlink）在定位、导航和授时（PNT）服务方面的作用。“星链”目前处于公共测试阶段，7月将通过T-Mobile正式推出。其终端利用卫星到达时间测量，可实现纳秒级授时精度和米级定位，能为蜂窝网络同步等精确授时应用提供支持，且不依赖外部GPS。

“星链”系统架构包含数千颗卫星，具备全球覆盖、信号传输时间短的优势，其相控阵用户终端可增强信号、减少干扰，还采用端到端加密保障信息安全。SpaceX公司认为“星链”可作为增强美国PNT弹性的补充方案之一，且强调该系统独立于政府资金开发，可快速扩展，其PNT功能可在现有宽带频谱分配内实现。

50. 韩国KASS卫星增强系统正式认证并投入运行。

Inside GNSS网站2025年2月5日报道，由泰雷兹阿莱尼亚航天公司（Thales Alenia Space）作为主承包商设计并实施的韩国卫星增强系统（KASS），经韩国国家当局正式认证后投入运行，该项目是其与韩国航空航天研究院（KARI）

代表韩国国土交通部（MOLIT）合作开发的，还获得了欧盟委员会、欧盟空间计划局（EUSPA）、欧洲航天局（ESA）等多个国际及欧洲机构的大力支持。KASS目前通过2022年发射的MEASAT-3d地球静止卫星运行，泰雷兹阿莱尼亚航天公司正为韩国领先卫星通信运营商KT SAT公司开发KOREASAT 6A卫星，该卫星搭载该公司的星基增强系统（SBAS）有效载荷，未来加入后将提升KASS的服务连续性与运行可用性。KASS符合国际民用航空组织（ICAO）标准，初期优先应用于航空领域，聚焦包括着陆在内的飞行阶段关键生命安全服务，以提升飞行安全与效率、降低航空环境影响，且能与全球其他SBAS卫星导航系统互操作；它还是泰雷兹阿莱尼亚航天公司继欧洲地球静止导航重叠系统（EGNOS）后的第二个SBAS系统，可优化GPS星座性能，兼容伽利略系统与韩国定位系统（KPS），能将GPS定位误差从15-33米大幅降至约1米，保障韩国境内精准定位，未来还计划拓展至公共安全、公路交通、航运及科学应用领域。