

# 卫星平台及载荷

## 技术动态简报

(2025年第8期, 总第8期)

2025年11月28日

---

主办单位：导航与时空技术国家级重点实验室

---

### 1.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。

## **2.欧空局的两颗HydroGNSS微型卫星将于11月搭乘猎鹰9号火箭发射。**

GPS World网站2025年11月6日报道，欧空局（ESA）的两颗HydroGNSS微型卫星已抵达美国加利福尼亚州范登堡太空军基地，将于11月晚些时候搭乘SpaceX公司猎鹰9号火箭的Transporter-15任务发射，与其他多颗小卫星一同进入轨道。这两颗相同的微型卫星是ESA首个Scout项目，隶属于该局地球观测FutureEO计划，Scout任务旨在以低成本、高效率实现前沿科学观测，补充ESA更大规模的地球探索任务，且每个Scout任务需在3年内从启动到发射，预算不超过3500万欧元（涵盖卫星研发至在轨调试）。卫星抵达后已完成测试、推进剂加注、电池充电及与发射适配器集成等一系列最终检查，目前已准备好封闭火箭整流罩；入轨后，两颗卫星将绕地球呈180度分布以最大化覆盖范围。它们将采

用GNSS反射测量技术，通过对比GPS、伽利略等导航卫星的直射L波段微波信号与经地球表面反射后的信号，提取土壤湿度、永久冻土冻融状态、洪水淹没情况及地上生物量这四大关键气候变量，相关数据将助力研究地球水循环，并应用于农业规划、洪水预测等领域，同时数据将作为服务提供给科学界与ESA，加速对地球的认知，该项目也遵循“新太空”理念，以小卫星实现成熟技术微型化或创新地球观测方式。

### **3.Sateliot公司与欧洲航天局合作开发一套不依赖GNSS的卫星物联网技术。**

SatNews网站2025年11月6日报道，Sateliot宣布与欧洲航天局（ESA）签署并共同推进“FreeGNSSNetwork” satIoT项目，联合牵头方包括GMV，目标是在不依赖全球卫星导航系统（GNSS）的条件下，使其低轨（LEO）卫星能够直接与物联网（IoT）终端建立连接与定位通信能力。该项目针对LEO物联网覆盖广域、但传统上依赖GNSS导致终端能耗上升与设备成本增加的痛点，拟通过卫星下行信号与先进算法实现终端直接定位与时间同步，从而在“GNSS受限/拒止”环境中保持稳定、准确的连接，契合欧洲在安全领域追求技术自主与在复杂条件下连续运行的需求背景。官方说明称，FreeGNSSNetwork使设备定位精度可达约10米，并提供约50纳秒级（0.00000005秒）的高精度时间同步服务，

同时计划先在真实卫星通信条件的实验室环境进行测试，后续通过原型卫星与原型终端开展在轨演示，直接向物联网终端发送定位、导航与授时（PNT）数据。在项目定位上，企业方表示该工作为未来第六代移动通信（6G）相关技术奠定基础，并在第三代合作伙伴计划（3GPP）框架内开展相关贡献，强调该能力在复杂环境（包括战时场景）下维持连接稳定与定位准确的潜在应用价值，同时指出其属于面向民用的双重用途技术并有助于提升自主性、韧性与能效表现。作为场景背景，Sateliot所述LEO星座面向地面网络难以触达的海量区域（覆盖地球表面积超过一半），通过消除对GNSS的依赖，旨在在广域、受限与高风险条件下为物联网终端提供更低能耗、低成本且连续的连接与PNT服务能力。

#### **4.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。

### **5.Septentrio与Xona公司签署谅解备忘录并跟踪分析其首颗低轨PNT卫星信号。**

GPS World网站2025年10月8日报道，Septentrio与Xona Space公司签署谅解备忘录，旨在深化双方在下一代定位与授时解决方案领域的合作。该合作基于Xona公司近期成功发射的首颗生产级低轨PNT卫星Pulsar-0。在Pulsar-0发射后数日内，Septentrio公司即开始跟踪并分析其信号，此为验证服务潜力的早期进展。双方计划通过联合测试与验证，

全面评估Pulsar卫星的能力，包括原生厘米级精度、较传统信号强100倍的信号覆盖能力，以及抗干扰与抗欺骗的鲁棒性。此次合作将推动接收器技术开发、实际性能评估及商业应用探索，潜在领域涵盖无人机、自动驾驶车辆、精准农业、建筑与采矿、机器人、定时系统及关键基础设施。双方致力于通过混合GNSS-LEO解决方案，满足复杂环境下对高精度导航与定时日益增长的需求。

**6.美国太空军或将考虑取消PWSA项目，转而通过“MILNET”项目探讨向SpaceX公司军用版星链采购商业服务。**

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 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，虽此举或在成本与实施速度上具优势，却引发对单一私营供应商的战略依赖担忧。太空军已为MILNET申请2.77亿美元预算，美国防部正面临“自主研发”还是“依赖马斯克”的关键抉择，这将影响美国军事太空主导权未来。

### **7.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。

## **8.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。

### **9.日本ArkEdge航天公司将参与日本QZSS2025财年准天顶卫星系统应用示范项目。**

GPS WORLD网站2025年9月2日消息，日本ArkEdge航天公司被选中参与日本2025财年准天顶卫星系统（QZSS）应用示范项目，该项目由日本内阁府与准天顶卫星系统服务公司联合发起，旨在推动采用日本QZSS“引路”（Michibiki）系统的商业服务与产品尽早落地。根据项目规划，ArkEdge航天公司将在亚太地区的岛国部署下一代潮汐监测浮标，这些浮标会运用由日本“引路”系统提供的MADOCA-PPP高精度GNSS增强服务，收集海平面数据后，通过该公司的物联网卫星传输信息。该GNSS增强服务由日本内阁府与宇宙航空研究开发机构研发，通过“引路”星座L6信号实现水平与垂直方向均不超过10厘米的厘米级定位精度，且兼容多GNSS接收器。ArkEdge Space专注于微型卫星的设计、开发与运营，同时整合物联网（IoT）、甚高频数据交换系统（VDES）等通信技术用于观测与定位应用，计划借此次示范项目解决发展中地区在灾害防备、海啸及风暴潮监测、港口基础设施建设、气候变化适应等方面的

难题。QZSS 应用示范项目现场作业定于2025年11月启动，ArkEdge航天公司还计划在亚太地区航天局论坛举办区域研讨会，浮标部署及项目进展的更多详情将另行公告，整体项目目标是推动日本“引路”卫星定位技术在全球的应用，并依托物联网卫星服务推进可持续海洋观测基础设施建设。

### **10.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。

### **11.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。

## **12.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。

## **13.GPS干扰效应延伸至近地轨道，美国五角大楼加速**

## 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，五角大楼正推进多项反制措施。技术层面包括智能屏蔽干扰源的“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。

## 14.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。

**15.SouthPAN卫星导航项目成功通过关键设计评审里程碑。**

Inside GNSS网站2025年7月17日报道, 跨国科技公司

GMV宣布“南方定位增强网络”（SouthPAN）成功完成关键设计评审（CDR），该里程碑为澳大利亚和新西兰提供先进卫星增强服务（SBAS）奠定基础。SouthPAN由洛克希德·马丁澳大利亚公司牵头、GMV为关键战略合作伙伴，获澳新两国政府联合支持，旨在为澳大拉西亚地区提供创新卫星导航与精准定位服务。此次CDR验证了其设计符合民航运营严苛的性能、安全及安全要求，团队提交了符合ARP 4754A等国际航空标准的认证文件，标志着系统设计具备部署就绪性，向航空领域“生命安全”服务认证迈进。SouthPAN是全球首个从设计之初就定位为服务而非传统交钥匙系统的SBAS，2022年9月已推出早期开放服务，未来将提供航空关键的“生命安全”L1 SBAS以提升飞行安全，还集成双频多星座（DFMC）SBAS和基于SBAS的精密单点定位（PPP）开放服务，惠及农业、海事等多领域。GMV负责该项目的校正处理设施（CPF）和地面控制中心（GCC），并主导导航性能工程与监测工作。

## **16.美太空军开始测试首批用于GPS卫星的OCX软件模块。**

突破防御网站7月17日消息，美国太空军从RTX公司接收了用于最新GPS卫星的首批两个指挥与控制（C2）软件模块——下一代作战控制系统（OCX）Block 1和2，标志着其主要开发和承包商主导测试阶段结束，太空作战司令部

下属的任务三角洲31部队已进入OCX过渡阶段，将开展政府主导测试、作战准备演习及GPS星座转移准备工作，最终两大里程碑为星座转移和作战验收，但最新的作战验收日期尚未确定。OCX系统旨在为GPS III卫星提供全面C2能力，并让美军约700个武器系统全面接入加密的M码信号，目前GPS III卫星暂用洛克希德·马丁公司设计的临时C2软件，最后两颗GPS III卫星预计年底前发射。该系统研发历经多年延迟，超支超30亿美元，预计总成本达100亿美元，截至2024年12月仍存在多项缺陷，且其延迟还导致OCX 3F软件模块进度受阻，可能影响GPS IIIF卫星的发射和运行，而首颗GPS IIIF卫星因任务数据单元（MDU）技术问题已从原计划的2026年4月推迟至11月发射。

### **17.意大利Qascom公司推出首款月球GNSS测试平台。**

InsideGNSS网站7月14日消息，在欧空局（ESA）“导航创新支持计划”（NAVISP）框架资助下，意大利航空航天与国防公司Qascom通过“月球测试平台”（MOOD）项目，为其QA707全球导航卫星系统（GNSS）模拟器开发了月球功能，推出了首款月球GNSS测试平台QA707 v2.0.0。该设备基于软件运行，可在笔记本电脑上使用，性能接近硬件模拟器，将用于月球GNSS接收器的研发，并支持各类月球任务的研究与规划。相比旧版本v1.6.5，新版本新增了多项针对太空场景的功能，包括支持地心天球参考系

(GCRF) 等额外坐标参考系统及转换功能、实现月球接收信号的测距策略、支持基于视线遮挡的发射器可见性策略、扩展惯性测量单元 (IMU) 模拟器、支持数字高程模型 (DEM) 数据、兼容NASA主导的LunaNet首份接口控制文件 (ICD)，以及提供3D图形界面等，还可用于火星相关场景。Qascom公司在ESA近期活动中完成了MOOD项目的最终展示，该项目隶属于NAVISP第二单元，旨在提升欧洲在定位、导航与授时 (PNT) 领域的竞争力。

### **18.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。

### **19.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。

## **20.美AVS公司联合康奈尔大学与北达科他大学发射卫星，计划进行尝试全球首个仅依靠卫星导航信号的卫星对接。**

2025年7月1日，美AVS公司（AVS US）联合康奈尔大学与北达科他大学（UND），通过SpaceX“猎鹰9号”火箭发射两颗小型卫星，执行“UND ROADS”（自主对接与服务交会操作）任务，旨在完成全球首次仅依靠卫星导航信号的小型航天器完全自主对接。该任务是康奈尔大学早期“PAN”项目的演进，其航天器配备磁性对接接口和星载差分GPS（DGPS）导航系统，摒弃传统昂贵的传感器与相机，仅依赖GPS信号及星间通信实现对接。若成功，这种极简方案将大幅降低未来轨道服务、检查与装配任务的成本和复杂度。AVS US基于欧洲核融合、太空及粒子加速器技术背景，结合康奈尔的技术基础与自身在轨服务经验，在不到两年内完成航天器开发。目前卫星已进入近地轨道并启动系统验证，“UND ROADS”计划于2025年晚些时候进行。此次演示若成功，将支持NASA自主卫星服务目标及美国国防部对弹性太空物流的需求，为在轨维修、加注、自组装

巨型结构乃至太空城市建设铺平道路。

## **21.美Xona航天系统公司将发射其首颗低轨PNT卫星。**

Satnews网站2025年7月1日消息，美国Xona航天系统公司首颗量产型低轨（LEO）脉冲星-0（Pulsar-0）定位导航授时（PNT）卫星，于6月20日将搭载SpaceX公司“运输者-14”任务发射入轨。此次发射标志着该公司的Pulsar导航系统从技术验证阶段正式迈向商业化产品部署，是其构建全球低轨（LEO）导航星座的关键一步。Xona公司计划在未来几年内将该星座的卫星数量扩展至250颗以上，以实现全球范围内的持久、冗余覆盖。Pulsar系统是一种革命性的LEO卫星导航技术，旨在为全球用户提供超越现有全球导航卫星系统（GNSS）的性能。与运行在距地面约2万公里的中地球轨道（MEO）的GPS等传统系统不同，Pulsar卫星星座运行在距地面仅约1000公里的低轨。这一设计使其信号强度比GPS高出100倍，能够为地面用户提供厘米级的高精度定位服务，且无需依赖复杂的地面增强网络或专用接收硬件。此外，Pulsar的信号经过加密，具备更强的抗干扰和抗欺骗能力，显著提升了定位、导航和授时（PNT）服务的安全性与可靠性。该技术旨在满足自动驾驶汽车、无人机配送、精准农业和自动化物流等前沿领域对高精度、高可靠性定位的严苛要求。Pulsar系统的一大优势是其在恶劣环境下的卓越性能。由于采用卫星信号，其服务不受雨、雪、

雾等地面天气条件影响，并能有效弥补现有系统在极地地区、茂密森林等信号遮挡区域的覆盖短板。这对于改善加拿大北极等偏远地区的航空、海事、国防及科研活动至关重要。Xona公司的Pulsar项目得到了加拿大政府和学术界的有力支持。其位于蒙特利尔的团队在项目早期阶段获得了加拿大航天局（CSA）的资金与技术指导，并与卡尔加里大学等机构合作，共同探索该技术在地球观测、太空天气和环境科学领域的应用潜力。Pulsar系统的发展不仅将巩固蒙特利尔作为全球航天技术创新中心之一的地位，也被视为加拿大提升国家战略自主能力、减少对国外导航系统依赖的重要举措。

## **22.美国TrustPoint成功发射第三颗PNT卫星，推进天基GPS商业替代方案。**

美国商业资讯网站2025年6月25日报道，美国下一代天基导航解决方案先驱TrustPoint公司于本周一在范登堡太空军基地成功发射其第三颗卫星“时光飞逝号”（Time Flies），并已顺利建立首次通信。此次任务的成功，标志着该公司在近地轨道（LEO）定位、导航和授时（PNT）服务领域取得了新的进展，进一步巩固了其行业领先地位。

“时光飞逝号”是TrustPoint在两年内发射的第三颗卫星，集成了显著的技术升级，尤其在功率和自主性方面实现了增强。这些创新将提升其紧凑型C波段有效载荷的性能，为

公司合作伙伴正在开发的TrustPoint兼容接收机提供关键的在轨演示和外场测试支持。公司创始人兼首席执行官Patrick Shannon表示，此次成功证明了在低地球轨道部署商业化GPS替代方案不仅是可能的，而且已经成为现实。该任务建立在此前两次成功任务的基础上，旨在满足商业市场和国家安全领域对高性能、高自主性导航服务的迫切需求。TrustPoint公司强调，其开发的C波段LEO卫星星座旨在从根本上解决传统GPS系统面临的挑战，为自动驾驶、关键基础设施和国家安全等领域提供高可用性、高安全性的弹性导航服务。

### **23.欧空局选择美国火箭实验室公司发射导航技术验证卫星。**

2025年6月25日，美国火箭实验室公司（Rocket Lab）宣布已与欧空局（ESA）签订合同，将为ESA发射两颗欧洲导航技术演示卫星，任务计划最早于今年12月执行。届时，火箭实验室将使用“电子号”运载火箭，从新西兰发射场将这两颗卫星送入510公里的近地轨道（LEO）。这批名为“探路者A”（Pathfinder A）的卫星是欧洲未来近地轨道定位、导航与授时（LEO-PNT）星座的首批技术验证星，分别由GMV公司和泰雷兹·阿莱尼亚宇航公司承建。为确保在2026年春季前启用国际电信联盟（ITU）分配的频谱资源，卫星必须尽快入轨。这两颗“探路者A”卫星的在轨运行时

间将至少为六个月，主要目标是测试关键技术并激活频谱。它们将为后续的星座部署铺平道路。根据计划，欧空局将在2027年前发射八颗更大、技术更成熟的“探路者B”（Pathfinder B）卫星。这些验证任务的最终目标是构建一个由约300颗卫星组成的完整LEO-PNT星座。该星座将作为现有中地球轨道“伽利略”（Galileo）系统的补充，通过更强的近地信号提供更强的抗干扰能力，从而增强欧洲导航系统的韧性与可靠性。该系统的全面部署预计将在2028年开始的欧盟下一个七年财政框架内获得资金支持。

#### **24.美国Xona Space Systems推进抗干扰低轨卫星导航星座。**

麻省理工科技评论2025年6月6日报道，美国初创企业Xona Space Systems日前宣布，首颗“Pulsar”导航卫星将于本月搭载SpaceX Transporter 14任务发射升空。该卫星是Xona计划部署的258颗近地轨道（LEO）导航卫星星座的首发成员，旨在提供比传统GPS更强信号、更高精度的定位、导航与授时（PNT）服务，显著提升抗干扰与抗欺骗能力。据悉，Pulsar星座卫星距地表约12,000英里，轨道高度远低于现有GPS等中轨道星座，能够下发约百倍于GPS强度的信号，大幅降低干扰和屏蔽的威胁，并提升在室内或复杂城市场景下的导航能力。Xona首席技术官Tyler Reid指出，这将极大缩小干扰设备的有效范围，并为自动驾驶、关键基

基础设施等对厘米级精度有高要求的应用提供支持。PNT系统的安全性日益受到关注。俄乌冲突中GPS干扰和欺骗已严重影响高精度武器与无人机作战，邻近俄乌冲突区的国家亦报告商业航班和航运受GPS干扰威胁。Xona计划通过兼容现有GPS接收机的信号设计，实现平滑升级，预计16颗卫星即可补充现有系统，整个星座有望在2030年前完成。专家认为，Xona的低轨星座为全球关键基础设施提供了弹性选项，但提升PNT安全性仍需多种技术协同，包括新型惯性导航、光纤PNT分发等陆基方案。Xona下一步将继续推进Pulsar星座部署，并以本月首星入轨为契机，验证其在实战条件下的抗干扰性能。

## **25.俄罗斯推出新型无卫星导航系统。**

DefenseMirror网站2025年6月6日消息，俄罗斯Rostec国家集团旗下的Rosel控股公司推出了一款新型无卫星导航系统，适用于飞机、直升机和无人机。该系统基于多普勒速度和偏流角测量仪升级而成，已通过飞行测试并具备批量生产能力。其技术亮点包括功耗降低四分之三、体积和重量显著减小，以及通过数字处理提升读取精度。该系统可在卫星信号覆盖不稳定的偏远地区（如北极）和存在GPS欺骗、干扰或网络威胁的对抗环境中作为自主备份导航系统使用。Rosel控股公司表示，该系统软件完全国产化，兼容所有机载航空电子系统，核心组件由集团旗下企业生产，

且关键技术参数优于国内外同类产品。研发工作始于2020年，2021年获得政府补贴后加速推进，目前已启动生产合同签订。

## **26.美国SpaceX公司成功发射GPS III SV-08卫星。**

2025年5月30日，美国SpaceX公司在与洛克希德·马丁公司和美国太空军紧密协作下，于卡纳维拉尔太空军基地成功发射第八颗GPS III卫星（SV-08）。本次任务仅用三个月完成准备，较以往两年周期大幅缩短，标志着美军在快速响应导航保障需求上取得新突破。SV-08卫星以NASA开创性数学家Katherine Johnson命名，属新一代GPS III/IIIF系列，由洛克希德·马丁制造，配备先进的M-Code军用编码信号，精度提升三倍、抗干扰性能提升八倍，可显著增强军民用户在复杂电磁环境下的导航可靠性。随着GPS干扰和欺骗威胁不断加剧，美太空军通过加速组网，提高星座冗余度，以有效提升整体系统的抗压能力。此次为美太空军第二次展示GPS卫星的加速部署能力，此前第七颗GPS III卫星也实现了仅五个月内发射。后续两颗GPS III卫星将由联合发射联盟公司Vulcan火箭送入轨道，下一代GPS IIIF星座也将陆续部署，进一步实现数字化导航、区域性军用保护和增强搜救等高端功能。

## **27.美国太空军斥资5.1亿美元采购两颗GPS IIIF卫星。**

2025年5月28日，美国太空军宣布，向洛克希德·马丁

公司订购两颗全球定位系统卫星，合同金额为5.097亿美元。此次采购涵盖GPS III系列第21颗和第22颗卫星，属于GPS III后续星座项目，旨在为全球军用和民用用户提供增强的定位、导航与授时服务。根据合同公告，这两颗卫星计划于2031年前交付。此次订单基于2018年签署的现有合同框架执行，该合同允许采购多达22颗卫星。随着本次采购的完成，太空军已行使12颗卫星的采购选择权，合同总价值达到41亿美元。GPS IIIF系列代表了全球定位系统的最新升级版本，具备增强的抗干扰能力、更高的精度，并配备升级版核爆炸探测载荷和下一代搜救一体化载荷等附加功能载荷。

## **28.美SpaceX公司提议将星链作为GPS替代品。**

Latamsatelital网站2025年5月26日消息，美SpaceX公司向美国联邦通信委员会（FCC）正式提出，计划将“星链”（Starlink）打造为能提供定位、导航和同步（PNT）服务的平台，以此作为GPS系统的替代方案。这一提议是在FCC发起推动GPS替代技术的公众咨询背景下提出的。SpaceX公司在提交的五页信件中指出，其低轨（LEO）卫星星座不仅能提供全球高速互联网接入，还能提供强大、可靠且抗故障和干扰的PNT服务。目前，SpaceX公司已在其处于公开测试阶段的星链移动服务中开展PNT相关工作，并计划7月与T-Mobile合作实现商业推出。该提议强调其GPS替代方案

应开放且符合国际标准，并提及3GPP联盟在开发无需依赖传统全球导航卫星系统（GNSS）的PNT服务规范方面的工作。

### **29.印度NVS-02导航卫星故障影响服务时长。**

《印度时报》网站2025年5月22日报道，印度空间研究组织（ISRO）近日披露，由于NVS-02导航卫星氧化剂阀门故障，该卫星目前仅能每日提供2至3小时的定位、导航与授时（PNT）服务。自1月29日搭载GSLV-F15火箭发射以来，NVS-02未能完成轨道修正，目前保持在近地点约190公里、远地点约37,000公里的轨道，导致有效服务时间受限。ISRO回应表示，虽可通过用户接收机和固件更新部分提升可用性，但其技术可行性仍在评估中。该卫星属于印度NavIC导航星座，搭载一套国产及三套进口铷原子钟，关键计时性能与国际标准持平。尽管服务窗口缩短，ISRO强调PNT信号仍具“可用”精度，但未公开国产铷钟详细数据，理由为涉及国家科技利益。

### **30.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。

### **31.美Sierra Space公司为太空军演示R-GPS卫星技术，成功完成第三个里程碑测试。**

Inside GNSS网站2025年5月8日报道，美Sierra Space公司为太空军演示抗干扰全球定位系统（R-GPS）卫星技术，成功完成第三个里程碑测试。此次演示中，该公司通过FlatSat飞行软件与硬件子系统测试，实现了R-GPS卫星技术的早期集成，并成功与地面软件通信。此前在2024年9月，Sierra Space公司获太空系统司令部（SSC）“快速启动”R-GPS合同，负责研发更小、更具成本效益的GPS卫星设计方案，此次成果距项目启动仅六个月，彰显其在国家安全航

天领域的技术快速转化能力。美国太空军R-GPS项目旨在应对干扰、欺骗等日益复杂的威胁，计划在现有GPS架构中融入小型卫星网络以增强安全性，而Sierra Space公司此次测试验证了地面软件与地面站服务提供商间指令和遥测数据的顺畅传输，以及FlatSat格式下软硬件子系统的有效性。

### **32.日本使用H3火箭发射导航卫星，以改进定位系统。**

2025年2月2日，日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）使用新型主力H3火箭，从日本西南部种子岛的种子岛宇宙中心成功发射“准天顶卫星”Michibiki 6号，此次发射因天气推迟一天，是H3火箭自去年首飞失败后连续第四次成功飞行。该卫星将成为日本准天顶卫星系统（QZSS）的第五颗卫星，该系统目前有4颗卫星，2018年起投入区域导航使用，其信号可补充美国GPS，提升智能手机、车辆、海事导航及无人机的定位精度。据日本科学技术振兴机构，日本计划到2026年3月再发射两颗导航卫星，建成7颗卫星系统以实现不依赖包括美国在内的外国服务的高精度全球定位能力，21世纪30年代末还计划将卫星网络扩至11颗。

### **33.印度成功发射NVS-02导航卫星。**

路透社2025年1月29日报道，印度空间研究组织（ISRO）在斯里赫里戈达岛的萨蒂什·达万航天中心，使用国产GSLV-F15火箭成功将NVS-02导航卫星送入轨道。此次发射是ISRO的第100次发射，也是印度推进“印度区域导航卫星

系统”（NavIC）扩张的重要一步。NavIC定位为印度自主的卫星定位系统，可覆盖印度及周边区域，对标美国GPS、中国北斗、欧洲伽利略和俄罗斯格洛纳斯系统，将进一步强化印度的独立卫星定位能力。

#### **34.美国太空军选择L3Harris公司提供抗干扰全球定位系统项目的0阶段设计概念方案。**

Inside GNSS网站2025年1月9日报道，美国太空军太空系统司令部已与L3Harris技术公司签订合同，委托其为抗干扰全球定位系统（R-GPS）项目的0阶段设计概念方案。R-GPS项目旨在采购高性价比小型卫星，以补充现有由31颗卫星组成的GPS星座，为军事和民用GPS用户提升系统韧性，美国太空军计划制造并发射多达8颗该类卫星，应对信号干扰、欺骗及其他永久性中断问题。L3Harris太空与机载系统部门总裁埃德·佐伊斯表示，该公司将凭借50年为美国提供GPS相关服务的经验，研发部署可靠耐用的GPS技术，助力构建更具韧性的定位、导航与授时（PNT）基础设施，保障国家安全利益及军方与全球民众需求。值得关注的是，L3Harris是唯一一家为美国所有已发射GPS卫星提供导航技术的企业，还参与设计建造了GPS控制段关键部件、监测站接收器及用户设备，其成熟技术将为R-GPS解决方案提供基础；同时，该公司在变革性PNT技术上的投入采用商用外形规格与接口，打造模块化、可扩展方案以满足太空军需求，

且正作为主承包商与太空军合作开展实验性导航技术卫星-3项目，研发尖端技术并加快开发进度。

### **35.GPS World网站刊载文章《准天顶卫星系统（QZSS）的现状》。**

2024年12月13日，GPS World网站刊载文章《准天顶卫星系统（QZSS）的现状》。日本内阁府主导的日本准天顶卫星系统（QZSS）自2010年首发星“引路号”升空以来，已由技术试验系统演进为国家定位基础设施。2023年新版《宇宙基本计划》提出将卫星数量从7颗增至11颗，以提升系统鲁棒性与精度。本文系统综述了QZSS星座演进、当前服务性能、2025年7星星座部署进度及2030年前后11星星座蓝图，为国际GNSS社区提供一站式技术现状报告。文章以时间轴与轨道平面示意图（QZO/GEO）梳理了QZSS“1→4→7→11”四阶段扩张。文章进行了服务性能评估：基于2023-08-01至2024-07-31一整年监测数据，4星PNT信号空间测距误差（SIS-URE）均值0.55-0.78 m，优于规范值2.6 m。7星阶段将新增L1C/B、L5、L6E信号，支持亚米级SLAS、厘米级CLAS、MADOCA-PPP全球/快速双模式服务以及灾害短报文（DC report、J-alert）。MADOCA-PPP实测收敛时间<30 min，定位精度≈10 cm，满足自动驾驶、无人机、海洋浮标等新兴场景需求。系统韧性与安全增强方面，QZSS2024年4月1日起正式播发QZSS导航消息认证

（ QZNMA ） ， 采用 ECDSA 签名 ， 对 QZSS 自身及 GPS/Galileo 部分信号进行交叉认证，提升抗欺骗能力；地面段2主控站+10测控站+30+全球监测站已具备7星运行能力，仅待星地射频兼容性测试。作者未回避潜在挑战：H3火箭研发延误可能压缩2025年时间窗口；11星预算需跨年度国会审批；亚太多国正在建设自主KPS、KASS、NavIC等系统，区域频率兼容与互操作需持续协调。未来研究将聚焦多系统PPP-RTK融合、低轨辅助增强及星间链路备份策略。

### **36.澳大利亚、印度政府资助Skykraft签署低轨联合PNT演示协议，欲建大规模弹性星座。**

Inside GNSS网站2024年12月6日报道，澳大利亚低轨卫星企业Skykraft与印度航天机构正式签署《低轨联合定位导航授时（PNT）演示项目伙伴协议》。该项目由澳大利亚政府“国际航天投资—印度项目”（ISI-India）专项拨款支持，旨在通过大规模低轨星座验证下一代协同式PNT体系的可行性，以应对全球导航卫星系统（GNSS）在拒止环境下的脆弱性，并同步拓展低轨PNT信号的附加用途。项目核心任务包括：①演示可快速迭代升级的大型弹性星座架构；②利用星载GNSS-反射测量（GNSS-R）与GNSS掩星（GNSS-RO）技术，提升海洋、干旱、洪水等环境参数的实时感知能力；③强化空间天气与近地海啸预警的时效性。Skykraft首席执行官Michael Frater在官方声明中表示，该项目将为澳

印两国后续部署具备完全独立运行能力的下一代PNT系统奠定技术与工业基础。

### **37.美国将于2024年底发射NTS-3，首次在地球同步轨道全面验证对抗环境下军用PNT的多层弹性解决方案。**

Inside GNSS网站2024年11月26日报道，美国空军研究实验室（AFRL）与L3Harris公司联合研制的导航技术试验卫星-3（NTS-3）计划于2024年底发射入轨。该星是国防部50年来首个综合性导航试验卫星，专门验证在对抗环境下保持定位、导航与授时（PNT）能力的关键技术。卫星采用地球同步轨道，设计寿命一年，独立于现役GPS星座运行。NTS-3由空间段、地面段与用户段组成，全部遵循模块化开放系统架构（MOSA）原则，核心功能通过软件定义实现，无需更换硬件即可迭代升级。空间段搭载：敏捷波形平台（AWP）、有源电子扫描相控阵天线（AESA）、多源原子钟组合与自主时钟误差检测算法、托管载荷处理器（HP2）、“客迈拉”（Chimera）信号认证载荷。地面段采用商用天线和监测接收机构成的分布式网络，配合可复用软件组件，实现多星统一指挥控制。用户段由MITRE公司的全球导航卫星系统测试架构（GNSSTA）软件定义接收机组成，可在实验室或现场全功能重配置，直接体验在轨信号变更。整个试验计划为期一年，重点验证：多层弹性架构对抗拒止/降级环境的效果；相控阵区域功率增强对局部干扰的压制

能力；软件定义信号与Chimera认证对新兴欺骗手段的实时响应；地面开放式任务控制与商用硬件的互操作水平。

### **38.美国太空军通过多轨道军用与商用方案同步推进替代与补充PNT能力建设。**

空军与太空军杂志网站2024年11月22日报道，美国太空军在持续运行约30颗中轨道GPS卫星的基础上，正以“多轨道、备份PNT”为目标推动一系列新项目，以应对干扰、反卫星攻击和信号欺骗等威胁。在空军部快速立项机制支持下，“替代PNT”项目被确定为重点方向，太空系统司令部已选定四家公司参与“韧性GPS”竞争，计划在2028年前发射8颗小卫星，并以提升民用信号抗毁性和引入不同轨道配置实现“轨道多样性”。美国太空发展局正于其低轨数据传输星座中嵌入PNT功能，并规划以L或S波段向弹药等平台提供“轻量级”低处理负荷PNT信号；空军研究实验室则准备通过即将进入地球同步轨道的NTS-3验证可重构信号与相控阵波束指向等关键技术。与此并行，商业企业正建设面向自动驾驶和民航的alt-PNT星座，并探索在卫星通信业务中内嵌PNT服务，军方认为这可以在保持现役GPS健康运行的同时，为五角大楼提供多种PNT冗余选项。

### **39.美太空军选定阿斯特拉尼斯开发2028年首批抗干扰小型GPS卫星。**

SatNews网站2024年11月4日报道，美国太空军太空系

统司令部（SSC）宣布，选定加州旧金山的阿斯特拉尼斯公司（Astranis）作为“弹性GPS”（R-GPS）项目主承包商之一，与其他三家单位共同承担首批八颗卫星的概念设计任务。该项目由空军部长弗兰克·肯德尔亲自发起，旨在通过部署小型、低成本、可快速补网的位置导航授时（PNT）卫星，增强现有GPS星座在对抗环境下的可用性。合同金额为单家800万美元，要求2028年前完成首批发射。阿斯特拉尼斯方案以自研MicroGEO高轨小卫星平台为基础，搭载由商业新锐Xona Space Systems提供的全软件定义GNSS算法，核心处理单元采用公司自研Octane软件定义无线电（SDR）。根据目前披露的配置，单星将纳入军用M码信号，确保在受干扰区域仍能提供稳健服务；后续计划扩展至20颗以上规模的扩散式星座，实现全球冗余覆盖。公司背景方面，阿斯特拉尼斯已获10颗以上MicroGEO订单，积压合同价值约10亿美元，未来两年集中发射，同时与NASA、太空军在中地球轨道（MEO）和地球同步轨道（GEO）开展科研、通信与PNT多项任务，累计融资7.5亿美元，工程团队逾400人。

#### **40.日本宇宙航空研究开发机构委托ArkEdge Space开展低轨PNT星座可行性研究。**

GPS World网站2024年10月23日报道，日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）与日本初创企业ArkEdge Space签署合同，委托后者开展“低轨（LEO）定位、导航与授时（PNT）”

星座”可行性研究。项目目标是在低地球轨道部署一组可提供高精度PNT信号的卫星，以扩大日本现有准天顶卫星系统（QZSS）的服务覆盖，并为全球用户提供GNSS补充与备份能力。根据合同，ArkEdge Space需在研究阶段完成以下交付：提出LEO-PNT卫星概念设计方案，包括卫星平台主要参数与轨道配置；开展卫星与星座层面的权衡分析，评估不同轨道高度、倾角、卫星数量对系统性能、成本与部署进度的影响；比较多种信号体制与频率选项，明确拟采用的测距码结构、信号带宽及潜在干扰抑制措施。JAXA在公开说明中指出，全球GNSS面临自然与人为干扰风险，自动驾驶、无人航空器等新兴应用对厘米级实时定位与纳秒级授时提出更高要求，因此需通过LEO星座提供增强、备份与独立PNT服务。除本项目外，ArkEdge还在另一份JAXA合同下研发地月空间定位与通信技术，显示其在近地与深空导航领域的连续布局。

#### **41. Inside GNSS 网站刊载文章《韩国增强卫星系统（KASS）：系统性能鉴定结果概述》。**

2024年10月7日，Inside GNSS网站刊载文章《韩国增强卫星系统（KASS）：系统性能鉴定结果概述》，系统介绍了韩国星基增强系统（KASS）在站点性能鉴定阶段取得的完整结果。KASS由韩国航空宇宙研究院（KARI）牵头，泰雷兹阿莱尼亚航天公司总承包，目标是在韩国飞行情报

区（仁川FIR）及本土范围内提供符合ICAO SARPS Annex 10标准的SBAS服务，最高支持航空APV-I精密进近。2020年底启动地面部署，2022年12月通过MEASAT-3D GEO卫星开始播发开放式增强信号，2023年12月完成系统合格鉴定，正式进入安全生命周期。KASS总体架构为：14个参考站（KRS）、双冗余处理中心（KPS）、双控制站（KCS）、3个上行站（KUS）以及连接各节点的广域网；太空段现阶段由一颗GEO卫星及其导航载荷构成。系统功能涵盖GPS轨道/钟差/电离层实时修正与完好性包络计算、符合RTCA DO-229D的报文格式生成、L1频段播发以及全网监控与运维支持。性能鉴定试验于2022年12月-2023年6月分四阶段实施，核心评估指标包括精度、完好性、连续性、可用性与告警时间（TTA）。结果显示：故障自由场景下，APV-I服务水平（95%）水平定位误差1.2 m，垂直误差2.6 m；UDRE完好性指数全天低于1，GIVE指数低于2.6，完好性风险可忽略；APV-I在韩国本土及济州岛可用性100%，连续性风险 $1 \times 10^{-4}/15 \text{ min}$ ；NPA、Terminal、En-Route三类服务在仁川 FIR内同样实现100%可用；系统时间与GPS系统时同步误差保持在5 ns，远优于50 ns指标。作者指出，KASS算法对GPS轨道、钟差及电离层延迟的修正效果优异，用户保护级（HPL/VPL）相对告警门限（HAL/VAL）留有充足裕量；本地参考站24 h实测进一步验证了上述结论。文章最后

强调，KASS已具备宣告“生命安全服务”条件，下一步将完成第二颗GEO卫星集成，实现双星冗余播发，以进一步提升连续性与可用性。

## **42.SpaceX公司猎鹰9号火箭完成伽利略31、32号卫星发射。**

Inside GNSS网站2024年9月24日报道，美国SpaceX公司使用猎鹰9号运载火箭，在肯尼迪航天中心将伽利略全球导航卫星系统（GNSS）的第31、32号卫星送入中地球轨道（MEO）。此次任务为伽利略计划第13次发射，由欧洲航天局（ESA）依据去年与SpaceX签署的“四次发射”合同委托实施，是合同内的第二次发射（首次为2024年4月将29、30号卫星送入轨道）。两颗卫星将被抬升至23222 km的运行高度，完成在轨测试后正式服役。ESA导航部主任Javier Benedicto表示，随着这两颗卫星的部署，伽利略星座按原设计达到“每轨道面运行卫星+一颗在轨备份”的完整配置。此前，4月发射的29、30号卫星已于本月初投入服务。自项目启动以来，ESA与主承包商OHB已累计研制并测试38颗第一代伽利略卫星。鉴于阿丽亚娜6号与织女星-C等欧洲运载工具进度延迟，ESA于2023年底临时采购SpaceX服务，以确保星座部署节奏；阿丽亚娜6号已于2024年7月完成首飞，计划2025年起以双星模式发射剩余6颗第一代伽利略卫星。与此同时，ESA已授权泰雷兹阿莱尼亚空间公司与空中

客车防务及航天公司研制第二代“伽利略G2”卫星，其导航载荷全数字化，配备电推进、增强型导航天线、星间链路及新一代原子钟；地面段已于2024年4月完成升级，以兼容G2批次。G2首星同样规划由阿丽亚娜6号发射。

### **43.土耳其Baykar旗下Fergani将于年内发射首颗GNSS卫星，开启百星国产导航星座建设。**

TURDEF网站2024年9月14日报道，土耳其Baykar公司旗下空间技术子公司Fergani在TEKNOFEST 2024期间宣布，其已制造完成两颗GNSS卫星，其中首颗将于2024年内采用小型运载火箭发射入轨。Fergani正在推进由100颗卫星组成的土耳其自主GNSS星座建设计划，旨在为国家提供独立于外国系统的导航、定位与授时能力。Baykar首席技术官Selçuk Bayraktar在接受TRT新闻频道采访时表示，该星座将同时服务于民用与军用领域，在军用层面可显著增强任务规划、目标指示与精确制导能力；通过与其他GNSS系统联合使用，还可进一步提升服务精度。除GNSS卫星外，Fergani同步开展可重复使用空间运输平台研发，用于将空间载荷部署至新轨道。

### **44.TrustPoint启动C波段独立GNSS星座的关键技术演示，瞄准GPS拒止环境下的高韧性PNT服务。**

Payload Space网站2024年8月21日报道，美国加利福尼亚州企业TrustPoint宣布获得美国太空军SpaceWERX授予的

两份“直接进入第二阶段”合同，总金额380万美元，用于验证其独立于GPS卫星的下一代定位、导航与授时（PNT）技术。两份合同各自价值190万美元，分别对应两项可独立运行的技术演示：先进安全应用，旨在提升美国政府PNT及类GPS服务的可靠性与韧性；更小、更廉价的地面控制段技术。TrustPoint计划构建一个由至多300颗C波段全球导航卫星系统（GNSS）卫星组成的星座，并配套部署最多100个地面控制节点。公司首席执行官帕特里克·香农表示，通过大量布设地面站，星座可与地面操作员保持近乎持续联络，降低被持续干扰或攻击的窗口。与主流L波段GNSS卫星不同，TrustPoint选用C波段频率，结合多项内部创新，宣称具备更强的抗干扰能力，可在GPS拒止区域提供PNT覆盖，同时显著降低资本支出——公司估算整个星座建设成本低于1亿美元。目前，TrustPoint已完成两次在轨技术演示，并规划后续更多任务、试点项目与外场测试。

**45.欧洲航天局启动LEO-PNT立方星星座，将于2027年前在UHF-S四频段播发导航增强信号并实时监测GNSS完好性。**

SatNews网站2024年8月6日报道，欧洲航天局（ESA）正式授予西班牙GMV牵头的企业联合体一份价值7840万欧元的合同，启动“低轨定位导航授时”（LEO-PNT）在轨演示任务。项目周期内将设计、制造并发射由五颗12U立方

星组成的低轨导航增强星座，首颗技术验证星计划在合同生效后20个月内入轨，剩余四颗于2027年完成部署。整个星座将在UHF、L、S、C四个频段广播全新导航信号，与现有Galileo、GPS中轨系统形成互补，并通过星载“LEO Shield”功能实时评估全球导航卫星系统（GNSS）信号完好性，向用户即时播发异常告警。核心航天器平台与载荷分工已明确：西班牙Alén Space负责提供首批立方星总线并同瑞士Beyond Gravity联合研制部分载荷；德国OHB System AG、瑞士Beyond Gravity及西班牙Indra为卫星与任务主要承制方；地面段采用“地面段即服务”（GSaaS）模式，由GMV统一提供，并配套开发试验型用户接收机。项目还吸纳了来自公路、铁路、海事、渔业、资产追踪物联网、关键基础设施及室内定位等14家终端用户与价值链代表，以开展服务演示与性能评估。

#### **46.以色列理工团队提出基于低轨卫星机会信号载波多普勒的导航实现方案。**

Inside GNSS网站2024年6月10日报道，以色列理工学院团队在《Navigation》期刊发表论文，提出利用低轨卫星机会信号载波多普勒实现导航的位置、速度与时间联合解算方法。该方法基于高保真载波多普勒模型，在批处理滤波框架下一次性估计用户三维位置、三维速度及接收机钟差与钟漂等八个状态量，并通过解析推导给出简化雅可比矩

阵公式，以减少数值计算复杂度。报道介绍，低轨卫星较传统中轨GNSS星座距离更近，信号更强，轨道周期更短，从而在抗干扰性与可利用多普勒效应方面具备优势；随着OneWeb、SpaceX等商业宽带星座的建设，未来可利用的低轨机会信号将在频率与空间分布上显著增加，涉及L、S、Ku等多个频段。论文进一步构造了类GNSS稀释精度指标评估几何构型与精度潜力，并通过数值仿真与蒙特卡洛试验，对不同雅可比实现方案的导航性能进行了量化比较。

**47.欧洲航天局资助的ADVENT项目通过黑海陆海试验首次证实，可将海事备用PNT二维定位误差压缩至50米以内。**

Inside GNSS网站2024年6月7日报道，欧洲航天局（ESA）资助的ADVENT项目完成最终成果汇报，正式公开其利用VHF数据交换系统（VDES）提供海事备用定位、导航与授时（A-PNT）能力的陆基与星基综合试验结果。项目由英国GMV NSL牵头，联合GMV Innovating Solutions与RHEATECH共同实施，属于ESA NAVISP Element 1机制下的技术创新课题。ADVENT核心目标是验证VDES测距信号（VDES-R）在精度、完好性与安全性方面对GNSS的增补效能，并同步评估星基（VDE-SAT）与陆基（VDE-TER）两种链路的技术成熟度。项目交付了可生成并处理VDE-TER/VDE-SAT信号的VDES-R系统级仿真平台，以及基于软

件定义无线电（SDR）的陆基概念验证（PoC）测试床。2023年10月在罗马尼亚康斯坦察黑海海域开展的陆海一体化试验中，团队在岸基部署多座VDE-TER固定站，由试验船接收VDES-R测距信号并采集伪距。数据集经与VDE-SAT星基测距及船上惯性测量单元（IMU）融合后，实现二维定位误差优于50米。该结果较前期ESA ICING项目单星VDE-SAT测距约1千米的精度提升了一个数量级。欧方在结题会上强调，随着AIS/VDES用户设备即将进入型式认证阶段，相关A-PNT技术需同步成熟，以便纳入未来船载强制配备体系。ESA同时指出，VDES只是海事备用PNT的潜在来源之一，后续将继续并行评估多条技术路线。

#### **48.Inside GNSS网站刊载文章《ISL：提升全球导航卫星系统导航电文性能》。**

2024年5月31日，Inside GNSS网站刊载文章《ISL：提升全球导航卫星系统导航电文性能》。文章旨在提升全球导航卫星系统（GNSS）广播导航电文性能，指出现有星历和钟差主要依赖地面测站观测与处理，更新节奏受星地可见几何和地面站布局约束，一旦地面段退化，导航精度与服务连续性会下降。作者提出利用高精度星间链路（ISL）在星座内部实现数据交换和精密星间测距，将其作为地面轨道与时间同步（ODTS）以及在轨自主导航的重要观测来源，以提高星历和钟差精度、加快信息更新并增强系统对

地面失效的鲁棒性。论文梳理射频与光学ISL的体制特点与工程折衷，建立基于伪码相关的单向星间测距和基于载波的多普勒观测模型，强调观测几何对轨道切向、法向分量及卫星钟差可观测性的改善，以及“几乎无电离层延迟”带来的建模简化。在测量处理层面，作者提出通过半双工时隙内成对获取前向/后向伪距，并经线性时间对齐构造双向单程测距组合，将几何与钟差信息解耦后分别送入轨道确定和钟同步滤波器；同时采用基于相邻滤波步的星钟线性插值，将星间观测时间戳映射到统一滤波历元，从而在同一ODTS框架下融合地面与星间多源观测。仿真采用类Galileo的24星三轨道面星座与14个地面站网络，在给定星间测距和多普勒观测噪声及点对点顺序ISL接触计划条件下，三维轨道均方根误差可收敛至约7 cm，最差用户位置20分钟与100分钟信号在空间误差（SISE）95%指标相对仅地面方案可提升约三倍，达到约11 cm水平。在完全失去地面联系场景下，作者比较分布式和集中式两类仅依赖ISL的在轨自主ODTS架构，讨论利用星座组合时标替代单一母钟以及基于历史地球定向参数的预测模型来维持惯性系到地固系转换精度，认为ISL有望支撑导航电文自主生成，但性能高度依赖接触计划设计、链路硬件稳定性及动力学与时间模型的准确性，仍需星上试验验证。

#### **49.Inside GNSS网站刊载文章《PPP修正：对更高精度**

的需求》。

2024年4月3日，Inside GNSS网站刊载文章《PPP修正：对更高精度的需求》。文章以GNSS在大众和安全关键领域的应用为起点，指出相对定位虽已实现厘米级精度，却严重依赖稠密地面基站与通信基础设施，难以满足全球覆盖需求，因而引出无需本地基站的精密单点定位（PPP）作为替代路径。PPP通过对轨道、钟差和硬件偏差等误差逐项建模实现全球绝对定位，但高度依赖外部改正产品精度，且收敛时间长、本地误差难以建模，制约其面向高精度和高完整性应用的推广。在此背景下，作者评估由导航系统自身广播的两类PPP改正服务：QZSS的MADOCA-PPP和Galileo的High Accuracy Service（HAS）；前者经L6信号与互联网向多星座提供轨道、钟差及多频码/相位偏差，并在亚太区域给出电离层改正，后者经E6信号与网络分发全球轨道、钟差与码偏差，并规划在更高服务等级中引入相位偏差和大气改正。方法上，作者利用OCEAN工具以5秒步长在一个月内评估轨道、钟差与码偏差改正的可用性和精度，并借助HAPPY工具在日本MIZU站与法国GRAC站，采用双频未组合PPP、扩展卡尔曼滤波、周跳探测和RAIM等配置，对24小时固定站数据按5分钟步长计算水平与垂直定位误差。结果表明，两类服务对GPS和Galileo的改正可用性普遍高于95%，MADOCA-PPP在系统层实现约10-20cm（95%）的轨

道精度和5-15cm量级钟差精度，将公开服务误差由米级压缩至厘米级，码偏差在GPS上约8-17cm、在Galileo上为数十厘米；在用户层，两站的PPP解均能在数分钟内收敛至分米级三维定位，总体满足Galileo官方性能承诺。作者据此认为，系统广播PPP改正服务已能在系统层稳定提供厘米级轨道、钟差和码偏差产品，并在用户层支持可靠分米级定位，为精密测绘与基础设施监测等对精度高但收敛时间要求相对宽松的应用提供免费且具有竞争力的方案；同时指出研究仍受限于当前服务等级和有限台站样本，未来随Galileo HAS与MADOCA-PPP引入相位偏差和大气改正，有望明显缩短PPP收敛时间并支持整周固定，推动其向自动驾驶等高完整性场景扩展。

## **50.澳大利亚和新西兰启动南半球首个卫星增强系统SouthPAN的开发。**

MITRE网站2024年4月1日报道，澳大利亚和新西兰正在联合开发南半球首个卫星增强系统SouthPAN（Southern Positioning Augmentation Network），以提升全球导航卫星系统（GNSS）的定位精度和完整性。该项目由澳大利亚地球科学局（GA）和新西兰土地信息局（LINZ）主导，于2024年4月已进入实施阶段。目前两国依赖美国GPS和欧洲伽利略系统进行导航，但其定位精度仅为5至10米，SouthPAN系统将通过卫星增强技术（SBAS）显著改善这一

性能指标。在项目架构方面，GA和LINZ已选定洛克希德·马丁澳大利亚公司作为主承包商，负责为期五年的系统开发工作。MITRE公司则被指定为技术顾问。SouthPAN系统采用标准SBAS架构，通过地面基准站网络监测GNSS信号。由于基准站的精确位置已知，系统可计算卫星信号与真实位置之间的误差，并将修正参数和完整性信息通过地球静止轨道卫星广播至用户终端。该技术方案的核心在于误差检测与修正算法，MITRE专家正在参与评估承包商开发的算法，以确保系统准确性和完整性。MITRE在该项目中的职责涵盖系统需求制定、验证与确认方法、安全与认证标准等多个技术领域。其工作目标是协助GA和LINZ建立充分的安全案例，以支持系统通过监管机构的认证审查。此外，MITRE确保SouthPAN的本地化需求符合国际标准框架，以实现与全球其他SBAS系统的互操作性，最终为跨区域用户提供无缝导航体验。