

外军量子导航动态简报

(2025年第4期，总第4期)

2025年7月28日

主办单位：导航与时空技术国家级重点实验室

1. 霍尼韦尔获美国国防部合同，开发量子导航系统以应对GPS威胁。

gpsworld网站2025年7月17日报道，霍尼韦尔公司已被美国国防部（DOD）的国防创新部门（DIU）选中，参与“量子传感转型”（TQS）计划，旨在加速量子传感器在军事领域的应用。此计划旨在为美国联合部队司令部开发替代性的定位、导航与授时（PNT）以及情报、监视和侦察（ISR）解决方案。根据合同，霍尼韦尔将重点支持两个项目。第一个是“用于惯性传感和估算的紧凑型铷单元”（CRUISE）项目，该项目与Vector Atomic公司合作，致力于开发基于量子传感器的惯性测量单元（IMU）。这种新型IMU能够独立工作，通过精确测量飞行器等载体的加速度和方向来计算其位置和速度的变化，从而在没有GPS信号的情

况下提供可靠的导航。该技术旨在以更小的尺寸、重量和功耗实现下一代性能标准。第二个项目是“用于磁力导航的量子赋能传感器技术”（QUEST），其目标是提升磁异常辅助导航（MagNav）技术的性能。MagNav是一种不依赖GNSS的导航方法，通过量子磁力计来测量地球磁场并将其用作导航信号。霍尼韦尔在此项目中的主要贡献是开发新型算法，以充分利用这些先进传感器的数据，从而提高飞行器在GPS信号被拒止环境下的导航精度。

2.澳大利亚海军试验验证了海上GPS拒止的量子解决方案。

GPS World网站2025年7月16日消息，澳大利亚Q-CTRL公司与澳大利亚国防部在澳大利亚皇家海军多用途航空训练舰“梧桐树”号（MV Sycamore）上完成了一项重要的实地试验，验证了软件加固量子传感在海上导航中的应用。试验中部署的量子双重力仪是下一代量子保障定位、导航与授时（PNT）系统的一部分，可在GPS不可用或不可信时运行，实现了144小时以上的连续自主运行并成功收集数据，无需人工干预。该技术通过持续探测地球重力场的细微变化，结合已知重力图实现导航，不受干扰和欺骗，为GPS拒止环境提供了可靠备份。Q-CTRL的软件加固策略解决了传统量子传感器在实际舰船运动和引擎振动环境中

易失信号的问题，其研发的重力导航技术在14个月内完成开发部署，功耗仅180瓦，为磁导航效率较低的海上船舶提供了急需的导航能力，尤其应对了近期中东水域信号欺骗导致的船舶运行中断等问题。

3.SandboxAQ与空客成功测试AI量子磁导航系统。

量子计算报告网站2025年7月16日报道，SandboxAQ与空客（Airbus）旗下的硅谷创新中心Acubed联合宣布，双方合作研发的人工智能磁导航系统（AQNav）已成功完成全国范围的飞行测试，验证了其不依赖卫星信号的精准定位能力。该技术旨在应对全球导航卫星系统（GNSS）在军事及民用航空领域中面临的信号中断、干扰和欺骗等日益严峻的挑战。AQNav系统融合了先进的量子磁力计与人工智能技术。其核心工作原理是通过高灵敏度量子传感器实时读取并绘制地球地壳的磁场异常特征，再利用大型量化模型（LQM）精准过滤掉来自飞机本身的电磁干扰，从而在无卫星信号的环境下确定飞行器的精确位置。此次测试在美国大陆不同地形和路线上进行，累计收集了超过150小时的飞行数据。测试结果显示，AQNav系统在充满挑战性的地形上进行的一小时飞行测试中，定位精度优于74米。在超过两小时的持续飞行测试中，其性能表现已超越传统的惯性导航系统（INS），证明了该技术在机场间的航路飞

行阶段具备满足商业航空导航需求的潜力。该项目自2022年起便与美国空军合作开发，并于近期成功入选2025年度北约“国防创新加速器”（NATO DIANA）计划，凸显了其在军事和商业航空领域的战略价值。

4.ResearchAndMarkets发布《2025-2034年国防导航展望报告》表示人工智能和量子导航有望彻底改变军事导航系统。

GlobeNewswire网站2025年7月14日消息，据《2025-2034年国防导航市场展望》报告显示，全球国防导航市场2025年估值为2718亿美元，预计到2034年将以15.7%的复合年增长率增长至1万亿美元。该市场涵盖用于陆、空、海军事应用的先进导航技术、系统和设备，关键组件包括GPS接收器、惯性导航系统（INS）和战术导航系统，对部队与车辆引导、飞机导航、导弹制导及态势感知至关重要。市场增长受GPS和惯性导航系统进步、对弹性的定位导航授时（PNT）解决方案需求增加及人工智能整合等因素驱动，当前注重提升GPS的准确性和抗干扰能力，推动GPS与INS整合以应对GPS受限环境，同时开发量子导航等替代PNT技术，且对小型低功耗、防欺骗和抗干扰的导航系统需求上升，未来人工智能与机器学习的整合、多传感器数据融合系统等将成趋势。

5.澳大利亚阿德莱德大学研发的量子钟实现海上导航重大突破，精度远超GPS。

phys.org网站2025年7月8日报道，澳大利亚阿德莱德大学的研究团队成功研发出便携式光学量子钟，并在海军演习中证明其导航精度远超现有全球定位系统（GPS）。这项在2022年7月于夏威夷附近举行的环太平洋（RIMPAC）海军演习中完成的测试，标志着光学原子钟首次海上环境中成功部署并展现卓越性能。当前的通信和定位应用严重依赖GPS提供的时间信号，但在复杂环境中，GPS信号易受干扰或欺骗，导致时间同步能力迅速下降。为了应对这一挑战，阿德莱德大学光子学与先进传感研究所（IPAS）与国防科技集团（DSTG）合作，开发了这款坚固耐用的便携式时钟，旨在为澳大利亚国防军（ADF）提供一个在GPS失效时仍能可靠运行的主权授时解决方案。该量子钟技术的核心是利用密封单元内的低压铷（rubidium）和镱（ytterbium）原子气体。通过特定颜色的激光对这些原子进行探测，系统能够提取信息并精确控制激光波长，从而产生极其纯净和稳定的时间信号。在为期三周的海上实地演习中，阿德莱德大学的量子钟在与全球其他顶尖量子技术同场竞技时，性能表现位居前列。其测量精度比现行国际标准高出20至200倍。此次海上测试的成功验证了该技术的稳定性和可靠性。未来，这项技术不仅有望应用于下一

代GPS卫星星座或高频金融交易等领域，其相关知识产权和技术也正通过与本地量子技术公司Quantx Labs的合作，从研究领域转向产业化应用。该项研究的完整成果已于近期发表在《自然通讯》期刊上。

6.德国弗劳恩霍夫研究所推出小型化量子磁力计，革新无GPS导航与军事探测技术。

techxplore网站2025年6月18日报道，德国弗劳恩霍夫应用固态物理研究所（Fraunhofer IAF）成功研发出一款紧凑型集成量子磁力计，该设备基于金刚石中的氮-空位（NV）中心技术，具有高灵敏度、高集成度和出色的坚固性。这款新型传感器灵敏度达到皮特斯拉（picotesla）级别，并拥有极低的校准需求和高动态范围，为生物医学、材料测试、导航和地质学等多个领域提供了新的测量可能性。该磁力计在技术上实现了显著突破。研究团队在一年内成功将传感器尺寸缩小了30倍，并计划在未来一年内再缩小5倍，同时将灵敏度提升至亚皮特斯拉级，以满足更高精度的测量需求。该设备利用特殊排列的金刚石晶格，仅需单个传感器芯片便能精确测量磁场的矢量分量，大幅简化了操作流程。为推动工业化应用，其核心部件——超纯金刚石晶圆的尺寸也将从现有的两英寸提升至四英寸。在军事与航天应用方面，该技术展现出巨大潜力。它能够创建详

尽的地磁图谱，为全球导航卫星系统（GNSS）提供一种强大的替代方案，尤其适用于水下、地下、峡谷或建筑物内等GPS信号受阻的复杂环境，实现无干扰的自主导航。此外，该量子磁力计还能进行精确、非接触式的地质勘探，可用于大范围探测未爆炸弹药或定位地下矿藏。通过分析磁场异常数据，系统能够确定物体的深度、形状和大小，为排雷和资源勘探等任务提供了高效且安全的解决方案。

7.英国皇家海军测试新型原子钟技术，有望终结卫星信号干扰威胁。

每日电讯报2025年6月17日报道，英国皇家海军近日成功测试了一项突破性的量子原子钟技术，该技术有望终结针对卫星导航系统的恶意干扰攻击。这项被誉为世界首创的技术在HMS Pursuer号舰艇上完成了为期三天的海上试验。传统上，皇家海军的舰艇时钟依赖卫星信号来确定时间，但这种方式容易受到干扰和破坏。新开发的AQlock原子钟大约只有鞋盒大小，无需依赖传统的定位、导航和授时系统（主要通过全球导航卫星系统GNSS提供），能够独立确定时间。英国政府此前警告称，过度依赖GNSS系统使其容易受到信号干扰攻击和欺骗攻击的威胁。由量子传感专家Aquark Technologies公司制造的这款时钟，通过比较时钟滴答声频率与原子频率来检测任何时间变化，无需依

赖GNSS的时间校正。该设备的关键优势在于它被部署在接近作战和操作点的位置，而非发射到太空中，因此相比距离地面约2万公里的典型卫星，它不易受到干扰攻击。通过在舰艇上连续运行的成功演示，该技术展现了减少军事行动、基础设施、电信、金融、交通运输等多个领域对GNSS全球依赖的潜力。Aquark Technologies首席执行官亚历克斯·詹岑博士表示，这是一种地面导航替代方案，未来可能不再需要卫星。该技术的核心是将原子保持在 $-273.149996^{\circ}\text{C}$ 的超低温下，以确保原子特性的精确测量和时钟的稳定运行。该项目得到了英国国防部防务科学技术实验室的支持，标志着量子系统在实际部署环境中的重要进展。

8.英国帝国理工学院研究团队利用伦敦地铁系统，测试新型“量子罗盘”导航技术。

英国《卫报》2024年6月15日报道，英国帝国理工学院的研究团队正在利用伦敦地铁系统，对一种新型“量子罗盘”导航技术进行实地测试。该设备是英国首个用于导航的商用量子加速度计，旨在开发一种不依赖外部信号即可实现精确定位的导航解决方案，从而在军事和民用领域替代或增强全球卫星导航系统（GNSS）。量子罗盘通过测量设备自身速度的改变来计算位置，无需接收外部信号，因此能克服传统GPS的这些弱点。这种自足式的导航能力对于在

GPS信号被拒止或不可靠环境（如水下潜航、地下设施或受干扰的战场环境）中执行任务的军事平台至关重要。该技术的核心是一个利用量子力学原理的加速度计。设备内部，激光器会将数十亿的铷原子冷却到接近绝对零度的极低温度。在这样的超低温状态下，原子呈现出物质波的双重特性，其波动性会因设备的加速而产生微小变化。通过精确测量这些变化，系统能够持续追踪并计算其位置。目前，该量子导航系统已在实验室中表现出良好性能，而伦敦地铁复杂的真实环境为其提供了理想的测试平台，有助于优化设备在非理想条件下的稳定性和准确性。研究人员表示，这项技术有望在未来几年内投入广泛使用，不仅可能彻底改变伦敦地铁的列车追踪方式，还将为水下和地下等复杂环境提供可靠的导航能力。

9.美国科罗拉多大学研发出新型量子三维导航仪。

科学博客网站2025年6月11日报道，美国科罗拉多大学科学家研发出一种全新量子导航设备，可在无需GPS信号的情况下，实现对三维空间加速度的高精度测量。该装置采用温度接近绝对零度的玻色-爱因斯坦凝聚态（BEC），通过激光操作实现原子的高灵敏干涉测量。与传统加速度计只能测量单一方向不同，这一量子干涉仪能同时捕捉三个维度的运动信息，为未来潜艇、航天器及自主系统在复

杂环境下的精准导航提供了突破性方案。设备核心创新在于通过复杂的激光和AI算法操控数万枚铷原子，利用原子波的叠加与干涉效应，实现对不同加速度向量的“指纹”式识别。输出的49通道数据网格能精确区分不同方向和强度的运动，极大提升导航和探测能力。研究团队采用机器学习优化激光控制序列，不仅大幅提升了实验效率，还为量子装置小型化、便携化奠定基础，预计未来可实现现场部署。实验已成功实现两轴方向、2g强度的加速度同步测量，并显示出优于传统机械传感器的寿命和稳定性优势。设备具有高度可编程性，可按需切换为加速度计、陀螺仪或重力梯度仪，并采用贝叶斯统计算法，大幅提高单次测量的信息提取效率，为即时、多参数的物理量测量提供了新范式。目前，该设备已获得美国国家航空航天局（NASA）550万美元投资，未来应用前景包括GPS受限环境下的高精度导航、引力波探测、基础物理测试等。

10.欧盟联合研究中心接入原子钟与量子骨干网，提升导航与通信安全。

欧洲联盟委员会网站2025年6月10日报道，欧洲委员会联合研究中心（JRC）的Ispra研究基地于6月10日正式启用两项全新的网络连接。该项目由JRC与意大利国家计量研究所（INRiM）、欧洲核子研究中心（CERN）及欧洲航天

局等多个机构合作完成。第一项连接采用了CERN开发的“白兔”（White Rabbit）技术，可实现亚纳秒级的超高精度时间同步。通过该连接，INRiM的铯原子钟将为JRC提供纳秒级精度的标准时间信号。该原子钟是协调世界时（UTC）的主要标准，为全球官方时间提供基准。精确的时间信号将为欧盟的“伽利略”（Galileo）全球卫星导航系统等项目的实验工作提供理想参考。第二项连接使JRC成功接入意大利量子骨干网，成为欧洲量子通信基础设施（EuroQCI）的一部分。该网络通过传输平均功率仅为单光子级别的量子信号，分发量子加密密钥，从而有效防范窃听行为。这标志着JRC成为首个接入EuroQCI的欧盟委员会下属机构，旨在确保在量子计算时代来临时，通信系统依然能够抵御新型网络威胁，保持高度安全。这两项新能力的整合，将为JRC在通信、定位、导航、授时、安全以及量子传感等多个领域的尖端研究提供核心支持。尤其是，精确授时与量子安全技术对于欧盟正在开发的IRIS²多轨道卫星通信星座等未来项目至关重要。

11.印度初创企业QuBeats获国防部3百万美元资助，将为印度海军研制自主可控的量子定位系统。

印度防务研究之翼网站2025年6月8日报道，印度量子科技初创企业QuBeats近日荣获印度国防部IDEX ADITI 2.0

国防创新基金，获得2500万卢比（约合300万美元）拨款，用于为印度海军研制自主可控的量子定位系统（QPS）。该系统将采用自主研发的高精度量子磁力计技术，可在GPS信号受阻或被干扰的环境下，实现高效、准确的导航，为现代军事行动提供关键保障。QuBeats的创新量子传感器打破传统局限，利用地球独特磁场异常信号进行定位，能实现全天候、全环境自主导航。QuBeats由一支由物理学家、工程师和国防技术专家构成的团队创立，目前正通过种子轮融资加速产品研发。其产品组合涵盖量子磁力计、量子陀螺仪、微型原子钟、Rydberg雷达及高灵敏目标探测器等，广泛应用于军事及关键民用领域。公司创始团队表示，获得本次ADITI 2.0挑战赛冠军，是对其技术路线的高度认可，更是印度量子技术自强自立的有力宣言。

12.美国Xairos公司量子时钟技术获世界经济论坛“量子为社会”挑战赛顶级创新者称号。

商业资讯网站2025年6月4日报道，在沙特利雅得举办的世界量子日活动上，全球经济论坛（WEF）携手沙特第四次工业革命中心及Uplink Initiative共同评选的“量子为社会”挑战赛中，美国Xairos Systems公司凭借其量子时间传输（QTT）技术，荣膺顶级创新者称号。该奖项旨在表彰利用量子技术推动可持续未来的先锋企业，Xairos是少数获此

殊荣的航天与量子交叉领域企业之一。Xairos团队开发的太空量子时钟架构，基于自主发明并专利保护的QTT协议，可在全球范围内提供亚纳秒级（精度提高1000倍）的时间同步服务。该系统将部署于近地轨道卫星网络，对现有GPS定位、导航与授时（PNT）系统进行增强，并通过量子链路保障数据传输安全性，显著提升抗干扰能力与系统韧性。精准时钟同步对现代电网、通信网络、数据中心以及快速增长的人工智能计算需求至关重要。Xairos的量子时钟解决方案不仅有助于优化电力调度和网络运营效率，还将支持金融交易、智能交通等关键基础设施的安全与可靠运行，为未来高算力应用和全球时空基准提供技术支撑。

13.美国Infleqtion公司获1亿美元融资，加速原子级量子技术国防应用部署。

2025年6月2日，美国量子科技公司Infleqtion宣布完成1亿美元C轮融资，由Glynn Capital、摩根士丹利Counterpoint Global、S32、SAIC等知名机构投资。Infleqtion以原子为基础，专注量子计算、感知和高精度授时等领域，现已在全球多项政府及商业项目中部署相关系统，2024年营收近3000万美元，客户储备突破2亿美元。新一轮资金将用于扩大原子级量子平台的应用规模，加速现场可用量子系统在国防与智能系统等关键领域的落地。

该公司研发的中性原子量子计算机“Sqale”已落户英国国家量子计算中心，同时成为日本国家“量子登月”计划唯一外籍合作企业。Infleqtion近期通过自研Superstaq编译器及Nvidia CUDA-Q平台实现材料科学突破，并推出面向国防和生物科技的量子启发AI系统CML。在定位、导航和授时（PNT）领域，Infleqtion的原子钟已实现对传统系统百倍精度提升，并获美国国防部1100万美元创新合同，现已应用于NASA和美军关键任务之中。通过与SAIC等战略伙伴深度协作，Infleqtion正推进量子感知、原子钟、量子射频通信及惯性导航于国防和航空航天领域的扩展应用。公司计划在北美、英国、澳大利亚等地加快部署，巩固其在量子安全、关键基础设施和智能系统市场的领先地位。此次融资还获得In-Q-Tel、NSSIF、Breakthrough Victoria等多家战略资本支持，展现出其在国家安全和前沿科技市场中的高度认可。

14.芬兰将牵头开发欧盟量子防务项目。

Quantum Insider网站2025年6月2日消息，芬兰国防部于5月31日宣布将牵头一项欧盟新计划——“量子技术助力战略优势”（Quantum Enablers for Strategic Advantage, QUEST），旨在探索量子技术在国防领域的应用，重点聚焦于定位、领土监视以及防空和导弹防御等

方面，以借助下一代技术提升欧洲的防务能力。芬兰国防部长安蒂·哈卡宁（Antti Häkkinen）表示，芬兰在量子技术领域拥有前沿专业知识和先进的生态系统，将致力于把量子技术融入国防能力建设。该项目是欧盟“永久结构性合作”（PESCO）第六批项目之一，由芬兰与德国、丹麦、拉脱维亚和意大利合作开展，瑞典、希腊和荷兰作为观察员参与。该项目目标之一是开发独立于全球导航卫星系统（GNSS）的高精度定位、导航和授时（PNT）系统。此项目将由芬兰VTT技术研究中心和芬兰国防管理部门共同实施，体现了欧盟通过整合资源、提高互操作性和强化国防技术工业基础来加强欧洲防务合作的努力，随着该项目的加入，PESCO项目总数已达75个。

15.美智库新美国安全中心发布了一份新报告《原子优势：加速美国量子传感技术，助力下一代定位、导航和授时》。

2025年5月28日，美智库新美国安全中心（CNAS）发布了一份新报告《原子优势：加速美国量子传感技术，助力下一代定位、导航和授时（PNT）》，报告由康斯坦萨·M·维达尔·布斯塔曼特博士撰写。报告深入探讨了美国在新一代PNT领域中量子传感技术的战略地位与发展现状。当前，全球定位系统（GPS）广泛支撑军事、民用和关键基

基础设施，但其脆弱性不断暴露，面临电子干扰、欺骗攻击和反卫星武器威胁。量子传感器因能利用原子固有的、不可篡改的物理属性，成为极具前景的PNT替代方案；其在测量精度、长期稳定性和抗干扰方面远超传统手段，有望在无GPS信号甚至对抗性强的环境下实现高可靠PNT。美国2018年《国家量子倡议法案》推动联邦量子研发投入增长，学术与产业生态活跃，但在资金持续性、供应链韧性、生产能力和政府统筹上仍存显著短板。相比之下，中国量子传感研究扩张迅速，战略定力强，制造能力突出，有望弯道超车。报告全面梳理了量子时钟、加速度计/陀螺仪、重力仪和磁强计等主流传感器的原理、性能、应用前景与工程挑战，指出美国虽具全球领先的研究和产业基础，但碎片化管理、私募资本不足和供应链单一等风险可能阻碍其技术落地与规模化部署。报告建议美国加快推进军事平台应用、强化量子器件本土供应链、促进量子PNT向民用基础设施拓展，并培育跨学科人才和创新生态，以确保未来在量子科技领域的持续领导地位。

16.印度开设新的量子研究中心以提高国防能力。

Quantum Insider网站2025年5月28日消息，印度国防研究与发展组织（DRDO）在德里的梅特卡夫大厦正式开设量子技术研究中心（QTRC）。该中心由DRDO旗下的科学

分析小组（SAG）和固态物理实验室（SSPL）牵头，配备了量子密钥分发、原子钟、磁力计和激光等先进实验装置，致力于量子技术在国防和战略领域的应用研究，涵盖安全通信、计时、传感和先进材料等方面。该中心重点研究项目包括基于相干布居囚禁的超小型原子钟，以解决全球导航卫星系统（GNSS）信号受阻时的精确计时问题；原子磁力计则用于探测微弱磁场，辅助潜艇定位、隐藏基础设施探测等。QTRC的成立与印度国家量子使命目标一致，旨在推动印度在量子科学与工程领域的发展，减少对外国技术的依赖，保护关键基础设施免受未来量子威胁。虽然该中心主要服务于国防，但所研发的原子钟、量子传感器等基础技术也有望惠及电信、导航和航空航天等行业，未来还可能促进国防实验室、学术机构和初创企业间的合作，推动两用量子技术的商业化发展。

17.美国国防情报部门指出竞争对手日益将量子技术用于军事用途。

Quantum Insider网站2025年5月27日消息，美国国防情报局（DIA）在《2025年全球威胁评估报告》中警告，量子技术正在投入军事作战应用，中国、俄罗斯等竞争对手在量子传感、安全通信和计算领域的投入可能削弱美国的战略优势。报告指出，量子传感和通信的发展快于量子计

算，中国和俄罗斯已推出性能更优的量子计算机，持续扩大量子通信网络，其量子传感器能在无卫星辅助的情况下探测磁场或引力场变化，可定位潜艇、地下结构，提升GPS信号弱或被阻断环境中的态势感知能力。这些技术与人工智能、电子战和微电子等领域融合，加速融入军事系统，增加了技术突袭风险。尽管能破解加密的量子计算机在本十年内不太可能出现，但算法进步和系统工程正降低破解敏感数据所需资源，且量子技术存在检测难、验证难的特点，加大了情报收集难度。DIA建议将量子准备纳入美国国防规划，关注全球商业和学术合作带来的风险，同时也承认量子技术仍面临稳定性、纠错和制造等方面的挑战，尚未能一夜之间重塑战争形态。

18.澳大利亚Q-CTRL公司成功演示新型量子导航系统。

GPS World网站2025年4月29日消息，澳大利亚量子基础设施软件公司Q-CTRL成功演示了名为Ironstone Opal的新型量子导航系统，相关研究成果已发布在arXiv预印本服务器上，该系统旨在作为GPS的备份，在特定场景下精度可达现有GPS备份系统的50倍，其利用对地球磁场变化高度敏感的量子传感器，结合基于人工智能的软件，通过读取不同地理位置的磁场差异生成类似GPS的地理坐标，与传统系统不同，Ironstone Opal是被动式的，不发射易被探测或

干扰的信号，且硬件紧凑，可安装在汽车、卡车、无人机和飞机上，实地试验显示，该系统在地面测试中性能优于高端惯性导航系统（GPS标准备份）50倍，在空中测试中至少优于11倍，在多种环境条件、高度和机动情况下均能保持高精度，最佳情况下定位误差仅为行驶总距离的0.01%；此外，InsideGNSS网站2025年4月14日消息补充，该系统基于“软件加固硬件”理念，通过专有AI驱动的量子控制软件保护精密量子传感器免受现实干扰，还可通过软硬件权衡实现小型化，Q-CTRL首席执行官兼创始人称部分试验精度堪比射手从1000码外命中靶心且能保持稳定，多方专家对该技术表示认可，该公司正与澳大利亚国防部、英国皇家海军、美国国防部及空客等合作，将其应用于各类平台。

19.美国Leidos公司开发量子导航技术以应对GPS干扰。

satnews网站2025年6月9日报道，为解决全球定位系统（GPS）信号易受干扰的军事弱点，美国Leidos公司正依据一份与美国国防创新部门（DIU）签订的合同，研发一种新型替代导航技术。该技术被称为磁力导航（MagNav），其核心优势在于不依赖外部信号，因此无法被干扰。该系统通过测量地球磁场的变化来进行定位。为了实现高精度的测量，Leidos公司采用了量子传感技术，特别是利用钻石中氮原子在晶体结构中的量子特性来构建高灵敏度磁力

计。这种量子磁力计能够以极高的精度测量完整矢量场，其测量数据通过基础物理常数与磁场直接关联。目前，该项目的关键传感器由频率电子公司（Frequency Electronics, Inc.）在麻省理工学院林肯实验室（MIT Lincoln Lab）的协作下进行开发，并分包给Leidos公司。Leidos公司的最终目标是将这款新型磁力计集成到磁力导航系统中并进行飞行测试。如果该技术成功应用，将有望显著提升军用导航技术的水平，解决长期存在的GPS信号脆弱性问题。

20.英国政府测试量子惯性导航技术。

GPS World网站2024年5月20日消息，英国成功完成了基于量子技术的导航系统飞行测试，该商业试验由量子科技公司Infleqtion牵头，BAE系统公司和QinetiQ等航空航天企业参与，在威尔特郡的英国国防部博斯科姆比唐基地开展，英国科学大臣安德鲁·格里菲斯参与了5月9日的最终测试飞行。此次测试的量子惯性导航系统（Q-INS）包含紧凑型Tiqker光学原子钟和基于超冷原子的量子系统，搭载于QinetiQ的RJ100机载技术演示机上，旨在增强对抗GPS干扰和欺骗的能力，为全球空中交通提供精确、弹性的导航，补充现有卫星系统以保障不间断运行。该项目获得了英国政府近800万英镑的资金支持，是国家量子战略的一部分，

英国计划到2030年在飞机上部署量子导航系统，以确立其在量子技术领域的领先地位。

21.美国防创新部门将对量子传感计划进行现场测试。

InsideGNSS网站2025年3月14日消息，美国国防创新单元（DIU）的“量子传感转型”（TQS）计划将开展量子传感器的实地测试，以验证其在定位、导航与授时（PNT）及异常检测等联合部队战略能力中的军事效用。该计划于2024年夏季启动，涵盖五个工作方向：惯性传感器、重力仪、磁异常检测、磁导航以及技术插入与组件开发，未来12个月内将在陆、空、海领域开展超10次量子传感应用测试。其中，量子惯性传感器利用原子干涉测量或观测惰性气体原子核磁矩偏移来提升精度和稳定性，适用于空天及海事平台；量子重力仪借助激光操控原子测量重力加速度，助力海军重力辅助导航；量子磁传感器可在无GPS环境下实现导航及异常检测；组件开发则聚焦于减小量子传感器系统的尺寸、重量和功耗并提升耐用性。该计划已授予多家机构其他交易协议，预计2025年取得重大进展，旨在推动量子传感器实用化，为美军提供竞争优势。

22.美洛克希德·马丁公司将为美国国防部创新部门开发量子惯性导航系统原型。

趣味工程网站2025年3月14日消息，美洛克希德·马丁公司从美国国防部创新部门（DIU）获得合同，将研发名为QuINS的量子赋能惯性导航系统原型。该系统采用量子传感技术，通过对运动敏感的量子传感器进行内部测量来确定平台的位置、速度和方向，无需依赖GPS或其他外部参考，能在GPS信号不可靠或无法获取的环境中提供精准定位，提升导航韧性。洛克希德·马丁与量子控制软件创新公司Q-CTRL（曾获其风投部门投资）及专注于高性能定位、导航与授时（PNT）量子传感器的AdSense合作，借助各方在传感器强化方面的优势开发适用于多种作战环境的可靠导航方案。合同初期阶段将聚焦于测试和验证QuINS技术的性能，团队将与DIU密切合作探索量子传感在实际军事场景中的应用，此举是洛克希德·马丁助力国防部应对新兴挑战、推动军事导航系统摆脱对传统GPS依赖的重要一步。

23.美Xairos公司将为美国国防部提供量子计时技术。

GPS World网站2025年2月13日消息，美国太空军创新部门SpaceWERX与Xairos系统公司签订了一份价值190万美元的直接进入第二阶段合同，由Xairos公司联合Luminous Cyber公司和Eritek公司开发融合定位、导航与授时（PNT）系统，该项目旨在整合量子光学和光学时钟集群同步技术，以解决美国空军面临的关键挑战。目前，该团队

已完成初步设计评审，此合作是美国空军研究实验室（AFRL）与SpaceWERX为简化小企业创新研究（SBIR）和小企业技术转移（STTR）流程所做的广泛努力的一部分，而Xairos开发的创新技术也将助力增强美国国防能力，这一项目属于美国空军2018年启动的开放式SBIR/STTR计划范畴，该计划旨在扩大对创新的资金支持。

24.研究人员发现引力如何影响量子比特，为开发高精度量子传感器开辟新途径。

phys.org网站2025年2月4日报道，北欧理论物理研究所（Nordita）、瑞典皇家理工学院（KTH）与谷歌量子人工智能（Google Quantum AI）的一项合作研究取得了突破性进展，首次揭示了经典引力场如何影响量子计算硬件的性能。这项研究不仅加深了对引力与量子系统相互作用的理解，也为量子传感技术开辟了新的前沿领域。研究表明，即使是地球附近相对微弱的引力场，也能对量子比特（qubit）产生可测量的影响。引力会导致量子比特的能级根据其高度发生微小变化，对于单个量子比特而言，这种效应极小；然而，在谷歌“悬铃木”（Sycamore）芯片这样的垂直多量子比特阵列中，这种由高度差累积的效应会变得显著，从而在整个系统中产生可测量的“退相干”现象。这项发现的核心意义在于，为处理信息而精密设计的量子

比特，同样可以作为高灵敏度的引力传感器使用。研究人员指出，引力与电磁辐射不同，它无法被屏蔽，因此随着量子设备复杂性的增加，引力效应将变得愈发重要。这一特性为未来量子芯片的设计提供了新的思路，即可以专门优化用于引力传感，从而催生出无需依赖卫星的全球定位系统等革命性技术，在军事和航天领域具有巨大的应用潜力。

25.科罗拉多大学博尔德分校研究团队取得原子罗盘技术突破，精确测定磁场方向或将革新导航系统。

phys.org网站2025年1月30日报道，科罗拉多大学博尔德分校的物理学家与工程师团队成功开发出一种全新的磁场方向测量技术，该技术利用原子作为微型罗盘，实现了对磁场方向近百分之一度的高精度测量。该技术的核心在于一个填充了约一百亿个铷原子蒸气的腔室。当外部磁场作用于腔室时，内部原子的能级会发生变化。研究团队通过激光和微波天线精确测量这些由原子内部结构“摆动”所产生的能量跃迁，从而解读出磁场的方向信息。研究人员将每个原子比作一个微型罗盘指针，通过集体测量数十亿个“指针”的响应，获得了极高的测量灵敏度。这项技术有望解决当前光泵磁力计（OPM）面临的关键瓶颈。传统的OPM在屏蔽环境中才能有效测量微弱磁场，而在开放环

境中虽能测量场强，却无法确定其方向。新方法利用原子本身作为稳定不变的参照物，克服了传统校准设备（如金属线圈）随时间老化或变形的缺陷，为在复杂电磁环境下进行精确导航提供了新的可能性。对于军事和航天领域而言，这项技术的潜在价值尤为突出。未来，飞行器或可利用这种高精度原子传感器实时追踪地球磁场的局部变化，实现一种类似于候鸟生物导航的自主导航模式。这种不依赖外部信号（如GPS）的导航能力，将极大提升飞行器在复杂对抗环境下的生存能力和任务执行的可靠性。尽管该技术仍需进一步提升精度才能投入实际应用，但它所展示的潜力已为下一代导航与传感系统的发展指明了新的方向。

26.德国航空航天中心和乌尔姆大学成功演示了基于量子密钥分发的“防窃听”数据传输技术。

军事+航空航天电子网站2025年1月27日消息，德国航空航天中心（DLR）与乌尔姆大学联合启动了一个量子通信网络，并成功演示了基于量子密钥分发（QKD）的“防窃听”数据传输技术。在演示中，研究人员通过光纤电缆在大学校园与DLR之间生成并传输用于加密和解密数据的“量子密钥”，还模拟了窃听攻击；1月30日，双方进一步演示了利用QKD在两台计算机之间安全传输加密医疗数据，激光光子经光纤传输了5公里。与可能被未来量子计算机破解的传

统加密技术不同，QKD利用光子等量子物体生成和共享加密密钥，该项目与耶拿量子光学研究所合作开展，凸显了其在保护敏感数据（包括关键基础设施数据）方面的潜力。DLR量子技术研究所的马蒂亚斯·齐默尔曼解释，发送方和接收方通过将信息转化为单个光子的量子物理状态来共同生成加密和解密用的量子密钥。

27.英国计划加强在时钟、eLoran和量子等方向的PNT研究。

GPS World网站2025年1月21日消息，英国在定位、导航与授时（PNT）领域凭借时钟、eLoran和量子研究处于西方领先地位。英国科学大臣帕特里克·瓦伦斯勋爵在2024年11月20日的皇家导航学会英国PNT领导力研讨会上宣布，将国家物理实验室国家时间中心（NTC）项目资金从3000万英镑增至6270万英镑，计划2027年1月使NTC和首批新型eLoran信号塔具备初始运行能力，并支持2023年发布的十项PNT政策框架落地。NTC项目已在苏格兰、中部和南部的三所大学设立节点，为行业和学术界提供可溯源的时间和频率信号；eLoran方面，英国计划未来两年新增发射台以覆盖全国及周边水域，并与欧空局合作开发相关设备，国防部也就可部署eLoran能力发布信息请求。英国在量子研究上投入超10亿英镑，设有五个量子中心，目标2030年

在飞机上部署量子导航系统。国家PNT办公室积极与多国合作，相关举措不仅保障国家韧性与安全，还将带来经济收益，皇家导航学会也发布了系列工具助力解释PNT及评估GNSS中断应对准备情况，英国因此成为西方唯一构建连贯且具韧性的国家PNT体系的国家。

28.英国国防部利用量子原子钟提高军事精度。

欧洲国防工业网站2025年1月3日消息，英国国防部在其国防科学与技术实验室（Dstl）研发出基于量子技术的原子钟，取得重大突破。该原子钟是英国同类自研技术的首次突破，精度极高，数十亿年误差不到1秒，预计五年内可投入实际使用，旨在提升军事行动中的精确计时能力，减少对易受攻击的GPS系统的依赖。其能增强军事领域的安全通信、导航及先进武器系统等应用，在GPS信号受干扰或不可用的环境下支持独立导航，在冲突场景中极具优势。此外，该技术还可能助力全球导航系统和通信网络的改进，增强基础设施韧性。英国国防部计划追加2800万英镑用于量子研发，未来将致力于技术小型化以适配车辆、飞机等小型平台，该项目联合了 Inflection、Aquark Technologies等企业及帝国理工学院等学术机构，并得到皇家海军和陆军相关团队支持，契合英国政府推动创新、强化国家安全及扶持高科技领域高技能岗位的目标。

29.DARPA计划启动新量子传感项目，开发更坚固的量子传感器并整合到美军平台上。

Defensescoop网站2024年12月30日消息，美国国防部高级研究计划局（DARPA）计划启动一项名为“Robust Quantum Sensors（RoQS）”的新量子传感项目，旨在开发更坚固的量子传感器并整合到美军平台上。该项目针对量子传感器在实验室表现优异但部署到移动平台后因电磁干扰、磁场梯度和系统振动导致性能下降的问题，计划通过创新物理方法克服这些挑战，开发出能抵抗平台干扰的量子传感器，并在政府提供的平台上进行演示。DARPA希望将该项目研发的传感器过渡到美军相关记录在案的项目中，为此将与承包商、平台制造商及政府平台所有者合作，推动传感器的整合与测试。量子传感器被视为美军在替代定位、导航与授时（PNT）及情报、监视与侦察（ISR）领域的潜力技术，虽目前成本较高，但已在军事战略任务中开始应用，未来有望向民用领域普及，2024年美军在该领域投入约1亿美元推进相关技术发展。

30.英国启动量子导航技术中心，旨在摆脱GPS依赖保障国家安全。

英国剑桥大学卡文迪许实验室网站2024年12月6日消息，英国近期宣布启动一个新的量子技术中心，名为“量子

赋能定位、导航与授时中心”（QEPNT），旨在通过发展先进的量子技术，为国家和关键基础设施提供独立于全球定位系统（GPS）的精确授时与导航能力。该计划获得了英国国家科研与创新署（UKRI）下属的工程与物理科学研究理事会（EPSRC）1.06亿英镑的投资支持。QEPNT中心的核心任务是开发高性能、小型化和低成本的量子技术产品，以应对这一严峻挑战。该中心由格拉斯哥大学领导，汇集了包括剑桥大学卡文迪许实验室在内的多个英国顶尖研究机构的科研力量。作为英国国家量子技术计划的一部分，该中心将重点研发原子钟和激光雷达（LiDAR）传感器等核心技术。这些技术将催生更小、更轻的量子设备，应用于公路、铁路及地下交通系统，以替代或补充现有的GPS定位技术。此外，研发成果还将用于提升潜艇的水下续航能力，使其能连续数月在水下执行任务而无需浮出水面接收卫星信号，并有望改进移动设备的室内导航精度。此举被视为英国保障关键基础设施免受敌对威胁、建立下一代独立自主导航体系的关键一步。

31.美雷神技术公司将为DARPA开发光子芯片级量子传感器。

军用嵌入式系统2024年12月4日消息，美雷神技术公司（RTX）旗下的BBN技术公司将为美国国防高级研究计划

局（DARPA）的“强度压缩光子集成与革命性探测（Intensity Squeezed Photonic Integration with Revolutionary Detection, INSPIRED）”项目开发紧凑型、低功耗光子芯片级量子传感器。该传感器旨在突破传统系统的精度限制，灵敏度达到比基本“散粒噪声”阈值低16分贝的水平，其原型将利用“压缩光”量子态减少光子噪声，以提取更精确的环境数据。这种传感器在激光雷达（LiDAR）、光纤传感、导航和通信等领域有潜在应用，BBN技术公司正凭借在光子集成电路和量子测量设备方面的专业知识，打造一款毫米级探测器，可检测100MHz至10GHz频率范围内的信号。该项目由BBN技术公司与Xanadu Quantum公司、马里兰大学及雷神先进技术业务部门合作开展，工作地点涉及马萨诸塞州剑桥、加利福尼亚州圣地亚哥、马里兰州学院公园和加拿大多伦多。

32.NASA选择Aeluma公司开发硅基量子点光子集成电路。

军事+航空航天电子网站2024年11月22日消息，美国国家航空航天局（NASA）与位于加利福尼亚州戈莱塔的Aeluma公司签订合同，委托该公司开发硅基量子点光子集成电路（PICs）。Aeluma是一家专注于为国防、航空航天和量子计算领域提供先进技术的半导体公司，此次合作将

助力下一代太空和航空航天应用，包括自由空间激光通信、自主导航和精密传感等。该硅基光子电路融入量子点技术，旨在提升极端环境下的光学性能，满足太空任务和自主系统对精准、节能解决方案的需求。Aeluma公司创始人兼首席执行官乔纳森·克拉姆金博士表示，这份合同是公司的重要里程碑，其量子点光子技术有望在关键航空航天应用及人工智能驱动系统（如数据中心和高性能计算的光互连）中取得重大进展。此外，该量子点光子集成电路在人工智能、高性能计算和云数据中心等领域也有应用潜力，能满足这些领域对高速、节能光互连日益增长的需求。

33.澳大利亚投资270万美元采购量子原子钟，强化AUKUS框架下导航授时能力。

澳大利亚皇家空军网站2024年9月13日报道，澳大利亚政府已与本土企业QuantX Labs签订价值270万美元的合同，用于采购量子光学原子钟，旨在提升澳大利亚国防军（ADF）在定位、导航与授时（PNT）领域的关键能力。此次采购是AUKUS第二支柱合作框架下的重要举措，旨在加速量子技术的军事化应用，为澳大利亚、美国和英国三方合作伙伴提供决策优势和增强的海上态势感知能力。根据合同，位于阿德莱德的QuantX Labs将为国防部提供先进的量子时钟技术。这些设备源于阿德莱德大学光子学与先

进传感研究所超过七年的研发成果，并与国防部紧密合作。其中，一台光学原子钟将于2025年初作为移动测试与测量系统的一部分交付给国防部。该系统将用于测试和评估通信和导航等关键国防硬件在GPS信号受限环境下的运行弹性和授时精度。澳大利亚国防部首席科学家Tanya Monro教授指出，投资下一代原子钟技术符合《国防战略》中对新兴颠覆性技术的重视，旨在为作战人员提供决定性的能力优势。她同时强调，此次采购是QuantX Labs的首个订单，也是将尖端自主研究成功转化为国防军先进作战能力的一次典范，展现了产学研协同创新的重要价值。

34.美国五角大楼推动量子导航技术，旨在摆脱对GPS的依赖。

defenseone网站2024年9月11日报道，为应对全球定位系统（GPS）日益暴露的脆弱性，美国五角大楼正大力推动量子传感器的开发，旨在建立一个更精确、更安全的替代导航方案。作为国防部的研究重点之一，该领域已获得持续投资，并通过一项价值5500万美元的计划向业界释放明确需求信号，重点发展不依赖GPS的原子钟和惯性导航等技术。量子技术的核心优势在于其极难被欺骗或干扰。例如，量子传感器通过精确测量地球引力场进行定位，攻击者若想篡改信号，难度堪比“移动一座山”，这为定位信息

提供了可靠的“事实来源”。目前，产业界正积极响应，但专家强调，企业必须与政府共同设计，确保技术能解决实际军事问题，而非仅是贴上“量子”标签。这种合作模式旨在帮助量子技术公司克服商业化障碍，并从研发初期就融入安全要素。

35.美国桑迪亚国家实验室研发量子导航芯片，旨在摆脱GPS依赖并抵抗电子战。

Aviacionline网站2024年8月19日报道，美国桑迪亚国家实验室的科学家们正在开发一种基于量子导航原理的高精度运动传感器。通过采用原子干涉测量法这种超精密技术，该传感器能够实现比当前导航设备高出一千倍的灵敏度。这项技术的核心在于利用硅光子微芯片组件，将原本体积庞大的精密传感设备大幅小型化。研究团队的目标是打造一种“量子罗盘”，使导航系统能够最大程度地摆脱对全球定位卫星的依赖。一旦成功，目前广泛使用的大型、昂贵的精确导航系统，将被这种成本更低、尺寸仅如计算机芯片大小的量子惯性测量单元所取代。在现代战争中，电子战部队能够通过干扰或欺骗卫星信号来扰乱军事行动，或大幅降低GPS/GLONASS制导武器的精度，乌克兰战场的情况便是例证。这种新型量子导航技术因其利用量子现象进行超灵敏测量的特性，能够提供远超现有系统的加速度

和角速度测量精度，确保无人机、弹药、飞机和导弹等武器系统在无卫星信号的情况下，依然能精确知晓自身位置。除了关键的军事应用外，该技术的微型化和低成本化也使其在商业领域具有巨大的吸引力。例如，它可以用于探测地下洞穴、定位自然资源，以及开发更先进的光学通信系统，为多个行业带来革新性的应用前景。

36.美SandboxAQ公司将为美空军进一步开发其军民两用的AQNav磁导航系统。

GPS World网站2024年8月19日消息，美国空军向SandboxAQ公司追加了小企业创新研究（SBIR）第二阶段B战术资金（TACFI），以进一步开发其军民两用的AQNav磁导航（MagNav）系统。根据合同，SandboxAQ公司将与合作伙伴AFWERX探索该技术的新配置（包括吊舱式附件），使其适用于无人机等更多航空器平台。AQNav结合专有人工智能大型定量模型（LQMs）、强大的量子传感器和地球地壳磁场，具备全天气、全天候、全地形工作能力，采用被动式实时运行模式，不依赖GNSS，无法被干扰或欺骗，是传统导航方式的可靠替代方案。该资金延续了2023年1月授予的直接进入第二阶段SBIR合同，截至目前，AQNav已在多种机型上累计完成200多飞行小时和40多架次测试，并在“金凤凰”和“机动卫士”等美军演习中成功应

用。此外，SandboxAQ正与波音、空客硅谷研发中心等航空航天机构及其他盟国政府合作开发该系统。

37.波音公司使用量子导航系统进行无GPS导航的四小时飞行测试。

Quantum Insider网站2024年8月9日报道，波音公司近期宣布成功完成了一项具有里程碑意义的飞行测试，验证了其量子导航技术在无全球定位系统（GPS）环境下引导飞行的能力。此次测试于密苏里州圣路易斯兰伯特国际机场进行，在一架比奇1900D（Beechcraft 1900D）飞机上进行了长达四小时的飞行，其搭载的量子惯性测量单元（IMU）在起飞、降落及多种空中机动中均实现了实时、精确的导航功能，该系统配备六轴量子惯性测量单元，通过原子干涉测量法操控原子来极其精确地探测飞机的旋转和加速度，从而在没有GPS信号参考的情况下持续追踪飞机从初始位置开始的航迹，其中三个量子惯性传感器分别测量单轴加速度和旋转以追踪飞机路径。波音工程师负责将该量子惯性传感器与其他传感器及硬件整合，确保其在飞行中的可靠性能，该技术从实验室阶段到成功进行飞行测试仅用了15个月，期间经过实验室、地面车辆和飞行等多轮测试优化，体现了双方团队高效的研发与整合能力。此次测试的成功对国防和商业航空领域均具有深远影响，当前

GPS系统易受干扰和欺骗攻击，对飞行安全构成潜在威胁，而量子导航系统提供了一种可靠的替代方案，能够确保飞机在GPS信号受扰或完全中断的环境下安全运行，这项技术的成熟有望为下一代导航传感器奠定基础，不仅能满足军事领域的关键需求，也能提升商业航班在复杂电磁环境下的飞行安全与可靠性，是航空技术的重大突破。

38.美国南加州大学研究团正研发基于原子加速计的量子传感工具。

phys.org网站2024年7月9日报道，南加州大学维特比信息科学研究所（USC Viterbi Information Sciences Institute）的研究人员正致力于开发更紧凑、更精确的量子传感工具，以在GPS失效时提供可靠的导航支持。该技术的核心是原子加速计。原子物理学家利用激光与原子气体相互作用，通过原子的质量来精确测量加速度。由于所有原子都完全相同，基于原子的测量具有极高的可重复性和准确性。这些加速计与能感知方向变化的陀螺仪相结合，可构成完整的惯性导航系统。相较于易因摩擦而磨损的传统机械传感器，基于原子的量子方案没有活动部件，从而提高了耐用性。这项技术在国防领域具有重大应用前景。美国国防部正在寻求升级其现有的惯性系统，以克服当前机械传感器建造成本高、结构脆弱且易于损坏的难题。例如，

需要保持隐蔽性的潜艇在水下行动时，惯性导航是其关键技术之一。目前，该技术面临的主要挑战是小型化。原子加速计系统通常体积庞大（部分设备大小如洗衣机），功耗高，不适合在实验室外使用。研究人员正努力在缩小设备尺寸、降低功耗的同时，保持其高精度的测量能力。他们的最终目标是实现从实验室到实际应用的转化，开发出能够在关键时刻替代GPS的实用化原型设备。

39. Infleqtion量子导航项目完成首阶段，将与英国皇家海军进行海上试验。

2024年6月27日，Infleqtion UK公司宣布，其量子增强惯性导航系统（Q-NAV）项目已成功完成第一阶段。该项目由英国创新署资助，旨在解决全球导航卫星系统（GNSS）在军事和民用领域中易受干扰和欺骗攻击的弱点。项目的核心是开发一种量子增强惯性导航系统（Q-INS），通过融合量子与经典传感器，克服传统惯性导航系统（INS）在长时间无GNSS信号时精度下降的难题。Infleqtion正研发一种连续光束原子惯性传感器，以消除现有技术的“死区时间”，从而显著提升导航系统的带宽和动态范围，实现长时间高精度的自主导航。项目合作伙伴QinetiQ公司负责开发传感器融合架构，以结合量子与经典传感器的技术优势。通过量子传感器对经典惯性传感器漂移的连续校正，该系

统有望在导航性能和GNSS中断时的续航能力上实现代际飞跃。Infleqtion计划于2025年初，与英国皇家海军首席技术官办公室合作，在海军的XV Patrick Blackett实验船上对这套混合导航系统进行海上试验。此次合作被视为推动量子技术走向成熟和实用的关键一步，旨在为军事及民用导航系统树立更高的精确性、可靠性和韧性标准。

40.SandboxAQ公司推出AI和量子驱动的导航系统。

GPS World网站2024年6月27日消息，SandboxAQ公司推出了名为AQNav的人工智能与量子驱动导航系统，该系统适用于空、陆、海领域，旨在GPS信号受干扰、不可用或被欺骗时提供导航服务。AQNav是一种地磁导航系统，利用专有人工智能算法、高性能量子传感器和地球地壳磁场工作——地球地壳磁场具有地理独特性，类似人类指纹，系统通过量子磁强计采集相关数据，再借助人工智能算法与已知磁图对比，快速准确确定位置，同时AI算法能提升信噪比，消除机械、电气等干扰。截至2024年6月，该系统已在全球多个地区的四种不同机型（从单引擎飞机到大型军用运输机）上累计完成200多飞行小时和40架次飞行。其可在室温下运行，无需屏蔽，体积小，能集成到多引擎客机、无人机等多种平台，且采用被动技术，不发射电子信号，可降低载体的可探测性，不受天气影响，也不依赖地面视

觉特征或卫星传输，SandboxAQ及其合作伙伴正探索其在商业和国防领域的广泛应用，并努力使其符合国际民用航空组织、美国联邦航空局等监管机构的框架要求。

41.法国海军接收了首台量产的量子技术传感器——量子重力仪。

防务新闻2024年6月25日消息，法国海军接收了首台量产的量子技术传感器——量子重力仪，该仪器用于海床测绘，未来还可能应用于导航或探测敌方潜艇。法国国防创新局（AID）负责人帕特里克·奥福特在巴黎欧洲防务展上表示，该局正与泰雷兹公司合作研发用于电子战的量子传感器，这类传感器能监测更广泛的电磁频谱，预计未来五年内投入使用。法国2022年已拨款18亿欧元（约19.3亿美元）用于量子技术研发，其量子重力仪通过测量激光冷却原子的下落来探测重力微小变化，可用于探测潜艇等；而基于量子的电子战传感器能利用激光冷却的量子比特与入射电磁波相互作用，实现更优分辨率和瞬时宽频带探测，提升对雷达、通信等电磁信号的截获概率。此外，法国国防采购局（DGA）自2006年起资助相关机构研发量子重力仪，还计划到2032年拥有两台通用量子计算机原型机。

42.美国防创新部门启动量子传感器技术招标。

InsideGNSS网站2024年5月10日消息，美国国防部国防创新部门（DIU）在“量子传感器转型”（TQS）计划下发布征集令，旨在通过先进量子技术增强美军能力，应对GPS信号干扰威胁，提升军事行动中的定位、导航与授时（PNT）能力，提案截止日期为2024年5月29日。该计划聚焦于展示量子传感器在惯性测量单元（IMUs）、磁导航（MagNav）和异常检测等领域的军事效用，重点包括开发低漂移、高性能的陀螺仪和加速度计等惯性传感器，具备抗干扰和防欺骗能力的磁场异常检测与磁导航系统，以及改进集成光子系统和激光组件以提升传感器性能与效率。美国国防部期望五年内实现这些技术的作战演示，期间进行中期功能演示并整合到军事行动中，同时鼓励商业实体、研究机构和国际合作伙伴提交提案，推动技术快速原型开发与部署，以重塑军事技术格局，保障国家安全。

43.美军寻求量子计时技术原型，旨在强化AUKUS海上导航能力。

军事航空航天电子网站2025年4月18日报道，美国国防部正积极寻求量子计时技术的原型设计，以支持在“澳大利亚-英国-美国”（AUKUS）三边防务合作框架下的一项关键技术测试。根据五角大楼华盛顿总部服务局发布的信息请求，官方正在为计划于2025年5月举行的一项三边测试，

向业界征集可在短期内提供的量子计时技术原型。该项目的核心目标是识别具备国防应用潜力且接近平台集成阶段的量子计时技术，以显著提升在复杂海洋环境下的定位、导航与授时（PNT）能力。量子计时技术利用原子钟等量子现象，提供比传统铯原子钟更卓越的计时精度和稳定性，是提升导航与通信系统性能的关键。即将进行的环境测试将评估参选技术原型在温度、湿度和方向变化等条件下的性能表现，旨在模拟真实海洋环境中的挑战。根据要求，参选的技术原型不应是已商业化的产品，但技术成熟度需达到四级（即组件已准备好在实验室环境中进行验证），并具备在未来两年内集成到作战平台的潜力。此次测试的成果将为AUKUS未来量子增强型PNT技术的整合与部署提供重要的模型和仿真数据。

44.澳大利亚国防部启动量子项目以增强安全授时能力。

澳大利亚皇家空军网站2025年4月11日报道，澳大利亚国防部正牵头一项前沿量子研究项目，该项目由国防科学技术局（DSTG）主导，其核心目标是解决全球定位系统（GPS）在受干扰或被拒绝服务时，国防军所面临的授时难题。此项研究计划将重点攻克量子安全授时网络中的关键技术挑战，即建立一个从地面到卫星的光学量子链路。通过这一直接链路，国防部队的各类资产将能在整个作战空

间内实现稳健、安全且精确的时间同步。该项目由澳大利亚陆军资助，将交付演示地面至卫星量子链路所需的两大核心组成部分：光学地面站和量子光源。国防科学技术局正与联邦科学与工业研究组织（CSIRO）、澳大利亚国立大学和西澳大利亚大学等顶尖研究机构展开合作。首席国防科学家Tanya Monro教授指出，量子技术为国防领域带来了独特机遇，利用这些颠覆性新兴技术将为作战人员提供决定性的能力优势。她还强调，这项合作不仅能促进澳大利亚本土的创新科技生态系统发展，也为技术从概念走向实际应用铺设了清晰的路径。

45.英国皇家海军正在研发无GPS量子导航。

Maritime Executive网站2024年2月19日消息，英国皇家海军正致力于研发一种不依赖GPS的量子导航设备，这是一种惯性导航系统，能为海上船只提供类似GPS的精度且无需外部信号。GPS虽极大推动了运输业发展，但易受恶意干扰、卫星星座完整性影响及太阳耀斑、反卫星攻击等威胁。传统惯性导航系统存在漂移问题，而量子导航依靠更精密的量子加速度计，2018年由帝国理工学院研发的量子传感器通过激光测量腔室内超冷原子的波状特性，追踪船只加速度以实现精准定位。该传感器2023年在皇家海军研究船XV Patrick Blackett上测试，2024年又在国防海运船Hurst

Point上进一步测试。

46.美国智库敦促五角大楼，须立即启动三项关键量子技术应用。

突破防务网站2024年1月30日报道，美国空军协会米切尔研究所于2024年1月30日发布报告，警告五角大楼现行的创新采纳模式不足以将关键的量子技术转化为实战能力。报告指出，国防部依赖商业市场驱动的模式，对于缺乏民用需求的量子传感、导航和通信等军事专用领域并不适用，导致其资金不足、产业基础薄弱且难以规模化。报告以2023年成功的“磁导航”（MAGNAV）无GPS导航实验为例，强调了将技术从实验室推向战场的紧迫性。为解决此问题，报告敦促五角大楼必须设立正式的“采购记录项目”，为工业界提供稳定的资金和明确的技术要求，并应优先启动三个关键领域的项目：量子计时、量子惯性传感器和量子射频接收器。此举旨在有效培育量子产业基础，确保美军能够获得并部署这些具有颠覆性潜力的技术。

47.北约发布首个量子战略。

欧洲国防工业网站2024年1月17日消息，北约发布了其首份量子战略，该战略于2023年11月28日获北约外长批准，旨在让联盟做好“量子准备”。战略阐述了量子技术在

国防与安全领域的应用，包括传感、成像、精确授时定位导航、潜艇探测以及利用抗量子密码学升级数据通信安全等；同时致力于推动跨大西洋量子技术生态系统发展，指导北约与行业合作，并做好应对量子技术恶意使用的防御准备。量子技术是北约盟国优先关注的技术领域之一，目前已有6家量子专业公司入选北约“北大西洋国防创新加速器”（DIANA）项目，涉及下一代密码学、高速激光卫星连接改进、深海量子增强3D成像传感器部署等。基于该战略，北约将着手建立跨大西洋量子社区，联动政府、企业和学术界的创新力量。

48.美Vector Atomic与霍尼韦尔航空航天公司向美国防部交付了一款完全集成的高性能原子陀螺仪。

2023年9月27日消息，美国国防创新部门（DIU）与国防部研究与工程副部长办公室量子局合作推进的量子传感项目取得成果，加州初创公司Vector Atomic与霍尼韦尔航空航天合作交付了一款完全集成的高性能原子陀螺仪，这是首个通过太空认证的原子陀螺仪，有望成为首个在太空运行的原子惯性传感器。该项目始于2020年末，旨在将原子传感器从实验室推向实际应用，克服供应链及新冠疫情等挑战，仅用约两年就从图纸设计完成交付。原子陀螺仪利用原子和精确激光相互作用来识别角速率，相比依赖光

子的传统技术，灵敏度和精度更高，能减少定位误差及对GPS等外部定位、导航与授时（PNT）信号的依赖，对无人机、舰船、飞机、卫星等多领域至关重要。国防部科学委员会认为量子传感是与国防技术优势相关的三大量子技术领域中最成熟的，该项目是国防部数十年投资的成果，下一步将演示由独立加速度计和陀螺仪组成的全集成原子惯性测量单元（IMU），以感知所有自由度的运动。

49.美国空军MagNav项目成功演示实时磁导航技术。

2023年5月26日消息，美国空军与麻省理工学院人工智能加速器（AIA）合作的MagNav项目在“金凤凰”演习（5月11日至15日）中取得突破性成果，首次在美军C-17A“环球霸王III”运输机上成功演示了实时磁导航（MagNav）技术。该项目团队联合麻省理工学院、麻省理工学院林肯实验室、空军研究实验室传感器局及空军理工学院自主与导航中心，利用3架来自加州特拉维斯空军基地的C-17完成了飞往爱德华兹空军基地测试场的任务。团队通过AIA的校准和定位神经网络，结合人工智能与机器学习，在商用笔记本电脑上仅用几分钟就完成了飞行中模型训练，并借助基于先前C-17数据构建的AI模型迁移学习，加速了训练过程；同时，通过“磁导航开放挑战”全球协作优化神经网络架构，消除飞机自身磁噪声，对比已知磁图实现定位。此

次演示还提前8个月为小企业创新研究转型合作伙伴SandboxAQ公司的量子磁力仪获得了飞行批准。该成果有助于解决美军过度依赖GPS这一单点故障问题，为未来结合天文导航、机会信号、视觉导航等替代方案奠定基础，其技术报告将为其他军用平台（如潜艇、高超音速滑翔器、小型无人机）的磁导航实验提供参考。

50.美海军关注量子技术以模拟作战概率。

2023年12月5日消息，美国海军正关注量子技术在模拟作战概率方面的应用，海军研究实验室（NRL）的量子计算负责人、海军量子计算项目办公室技术主任丹·冈利克博士介绍，海军已开展多项研发工作，为后量子密码时代做准备，并计划利用下一代量子技术助力国防和国家安全任务。海军研究实验室在量子信息科学（QIS）领域已有近30年基础研究经验，涉及定位导航与授时、计算、传感和算法等关键领域，还制定了量子技术在相关应用领域的发展路线图，并成立新的量子计算项目办公室以整合资源。其中，海军认为量子技术在模拟作战风险评估结果概率方面有变革性潜力，因传统方法难以处理多参与者复杂决策的海量可能结果，而量子计算机的计算空间呈指数级增长，有望解决这一难题。目前该技术尚处发展阶段，可先利用公开数据集进行试验，未来逐步过渡到敏感数据集，尽管

从当前水平到实现容错、成熟的量子计算机仍有较大差距，但核心技术和原理已具备，其发展前景受到广泛关注。