

证券研究报告
交通运输行业/行业深度报告
2025年7月31日

卫星互联网

——低空经济下的通感解决方案

证券分析师：李景星 S0370522090001

行业评级：增持

目录



一、卫星互联网与低空经济天然契合

二、卫星互联网产业链：我国初步具备全产业链能力

三、产业发展趋势：低轨组网成为全球竞赛必争之地

四、从国际比较看国内的发展现状与未来机遇

五、相关上市公司

风险提示：卫星研制及火箭发射进度不及预期，发射效率不及预期导致资源被占用，下游应用发展不及预期，中美贸易摩擦加剧，之下国产化不及预期



一、卫星互联网与低空经济天然契合

1.1 卫星互联网与低空经济天然契合

卫星互联网：基于卫星通信的互联网，通过一定数量的卫星形成规模组网，从而辐射全球，构建具备实时信息处理的大卫星系统，是一种能够完成向地面和空中终端提供宽带互联网接入等通信服务的新型网络。其特点在于广覆盖、低延时、低成本、全天候。

目前，卫星互联网主要作用于通信、导航和遥感领域，与低空经济天然契合，两者在技术层面的高度互补与协同。传统地面移动网络在垂直覆盖上的局限性使得低空飞行器的通信需求难以得到充分满足，而卫星互联网的广域覆盖特性恰好填补了这一空白，为低空经济发展提供了坚实的技术底座。2024年，商业航天与低空经济同时被写入政府工作报告，定位新增长引擎。

通感一体与星地协同：通感一体化是指通过共享频谱资源、硬件设备和信号处理流程，使通信系统兼具环境感知能力，以此提升网络资源的利用效率。卫星导航系统则可以为通感一体化提供精准的时空基准。通过5G NTN(非地面网络)技术，卫星互联网与地面5G/6G网络深度融合，突破了传统地面二维通信的局限，构建了地面—低空—空天无缝覆盖的三维网。

精准定位与导航：北斗卫星导航系统与低轨卫星互联网的导航增强系统相结合，为低空飞行器提供厘米级高精度定位服务。中国移动的“双频通感立体网络”结合北斗地基增强系统，实现了低空飞行器的精准起降和航线跟踪，为无人机物流、城市空中交通等场景提供了关键技术保障。在卫星信号受遮挡的环境下，通感一体化系统可通过激光雷达、摄像头等多传感器融合实现辅助导航，形成卫星与地面感知的互补机制。

遥感与动态三维航图：卫星互联网结合地面基站和传感器，实现对地球表面的环境、气候、灾害等的感知与监测，生成动态三维航图，为低空飞行器和地面用户提供实时信息。



差异化互补：地面5G-A(尤其是毫米波频段)具有更大通信带宽和更精确的位置感知能力，适合城市人口稠密区域的细颗粒度空域管理；而低轨卫星互联网则凭借广域覆盖优势，在城际、山河湖海等地区实现快速覆盖



1.2 卫星互联网的发展历史

卫星互联网发展史可分为三个阶段



Starlink（星链）快速组网

- **第一阶段(20世纪80年代~2000年):** 与地面移动通信网络展开正面竞争；多个卫星星座计划提出，以摩托罗拉公司“铱星”星座为代表、通过66颗低轨卫星构建一个全球覆盖的卫星通信网。这个阶段主要以提供语音、低速数据、物联网等服务为主。随着地面通信系统快速发展，在通信质量、资费价格等方面全面占优，卫星通信在竞争中宣告失败。
- **第二阶段(2000~2018年):** 作为地面通信网络补充和备份；以新铱星、全球星和轨道通信公司为代表，主要定位为对地面通信系统的补充和延伸。
- **第三阶段(2018年至今):** 与地面通信网络融合发展。以太空探索公司(SpaceX)、一网公司(OneWeb)等为代表的企业开始主导新型卫星互联网星座建设。卫星互联网与地面通信系统进行更多的互补合作、融合发展。卫星工作频段进一步提高，向着高通量方向持续发展，卫星互联网建设逐渐步入宽带互联网时期。



1.3 卫星互联网的组成

卫星互联网一般可分为空间段、地面段和用户段三部分：

- 空间段：**以通信卫星为主体，由收发信号的中继卫星和进行信息处理的计算卫星组成星座，承载用户间信息交互。排除用于深空探测或特殊技术验证的高于地球同步轨道的试验卫星，商用的空间段卫星按轨道高度可大致分为低轨、中轨和地球同步(Geostationary)三大类。其中，低轨卫星拥有传输时延小、链路损耗低、发射灵活等优势，更适合支持卫星互联网业务

空间段主要为通信卫星



银河航天北京信关站

- 地面段：**通过系统控制中心及在其调度下的卫星测控中心与信关站 (Gateway) 等组成的卫星测控网络，提供馈电电路，发挥连接地面核心网的作用，实现卫星互联网与公共通信网的业务交互

- 用户段：**手持设备、便携站、机（船、车）载站等各种陆海空天通信终端，应用于各类场景的支持

卫星互联网终端设备



华为Mate60

北斗天通一号



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。

数据来源：企鹅号-银河航天漫游指南，金元证券研究所



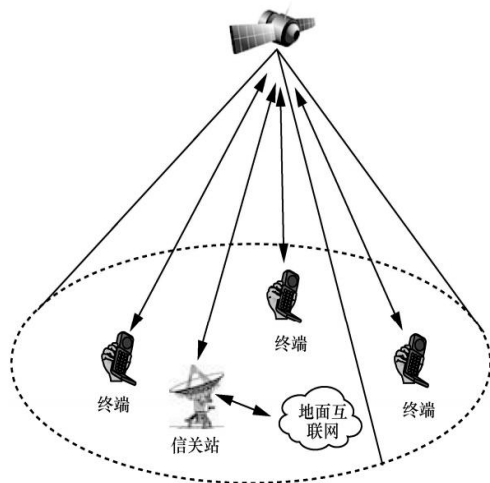
金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

1.4 卫星的工作模式

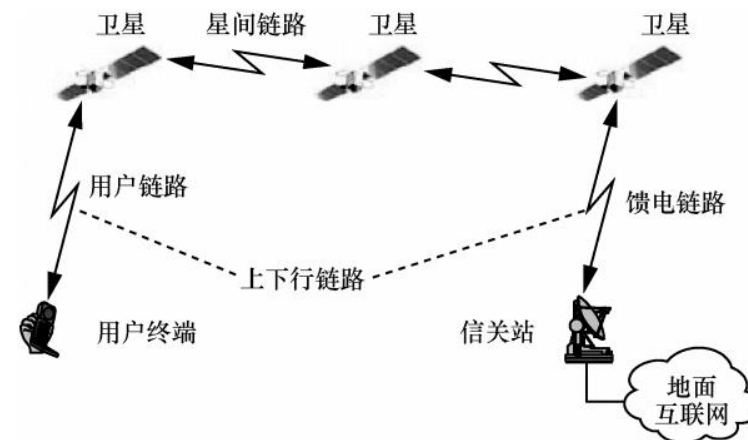
作为NTN（Non Terrestrial Network，非地面网络）的重要组成部分，卫星根据组网方式和星上载荷功能的不同，**工作模式**可分为“透明载荷”的**透明转发**和“可再生载荷”的**星上处理转发**两种：

- **透明转发：**搭载“透明载荷”，卫星实质上仅作链路上信号的中继。用户终端只通过卫星一跳与信关站建立连接，再经信关站连接到地面互联网，要求系统中设置非常多的信关站。透明载荷架构可利用已有卫星，技术上实现起来较为容易，成本低，各信关站亦可独立工作；但卫星和基站之间的路径长，时延大，不支持星间协作，且需部署大量信关站，没有信关站覆盖的地方，用户终端无法接入互联网。
- **处理转发：**又称作基站上星。卫星所搭载“可再生载荷”具备星间通信能力及星上处理、交换能力（如解调/解码、调制/编码等），用户终端经卫星多跳（多颗卫星的中继与处理）建立与信关站的连接进而访问地面互联网，系统中不需部署很多信关站。由于有星间链路的存在，终端和卫星基站之间的时延短，且可以减少信关站的部署量；但这种架构必须改造并新发射卫星，技术复杂，成本高。

透明转发工作模式时的组网方式



处理转发工作模式时的组网方式



1.5 卫星互联网为低空经济多维度赋能

- **控制链路保障**

在超视距飞行时，卫星互联网能突破传统通信距离限制，确保无人机与地面控制站间稳定通信，如“星链”系统可让无人机在全球范围接收指令。

为无人机集群作战提供可靠通信支持，实现多架无人机协同作业，如在军事侦察、搜索救援等场景中，保障无人机间数据共享与指令传输。

- **数据传输支持**

支持无人机实时传输高清视频、图像等大量数据，使地面控制站及时准确掌握现场情况，如卫星通信的宽频带特性可满足无人机在环境监测、测绘等任务中的数据传输需求。对于长航时无人机，卫星互联网能持续稳定传输飞行状态、传感器数据等，确保飞行安全与任务执行效率。

- **导航定位增强**

北斗卫星导航系统等卫星互联网资源可提高无人机定位精度与可靠性，实现精准导航与定位，保障无人机在复杂环境下按预定航线飞行，在农业植保、物流配送等领域发挥重要作用。

- **拓展飞行范围**

使无人机在无地面网络覆盖的偏远地区、海上等执行任务成为可能，如在海洋监测中，无人机可借助卫星互联网将采集的数据实时传输回地面站。支持无人机在军事领域的远程作战与侦察，扩大作战半径与侦察范围，如乌克兰将星链技术应用用于无人机，提升了其作战效能。

- **提升飞行安全性**

卫星链路覆盖范围大、电波传播稳定，不受自然环境和人为因素影响，为无人机在恶劣环境下飞行提供稳定通信保障，降低通信中断风险。可实现对无人机的远程监控与管理，及时发现并处理故障隐患，提高飞行安全性。



二、卫星互联网产业链：我国初步具备全产业链能力

2.1 卫星互联网产业链组成概览

卫星制造

卫星发射

上游 (9.3%)

技术门槛高、资金投入大，呈现出国家队主导、民营企业逐步渗透的市场格局。上游产业的技术进步和成本控制直接决定了整个卫星互联网网络的建设速度和运营效益，是推动产业发展的关键引擎。

地面设备

卫星运营服务

中游 (45.1%)

卫星互联网中游产业作为连接太空资产与地面应用的关键纽带，承担着将卫星信号转化为可用服务的重要职能，其技术水平和商业模式直接影响终端用户体验和整个产业的经济效益。随着卫星互联网应用场景的不断拓展，中游产业正迎来快速增长期，呈现出设备多元化、运营差异化的发展态势。

应用场景

下游 (45.1%)

卫星互联网下游应用环节作为产业链的价值实现端，将太空基础设施与地面需求紧密连接，创造出多元化的经济社会效益。



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。



金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

数据来源：《中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，金元证券研究所

2.2 (1) 上游：卫星平台——卫星的躯干

卫星平台作为卫星的“躯干”，为整个卫星提供支撑结构和服务功能，包含结构系统、供电系统、推进系统等。具备标准化、模块化设计，长寿命高可靠性的特征。

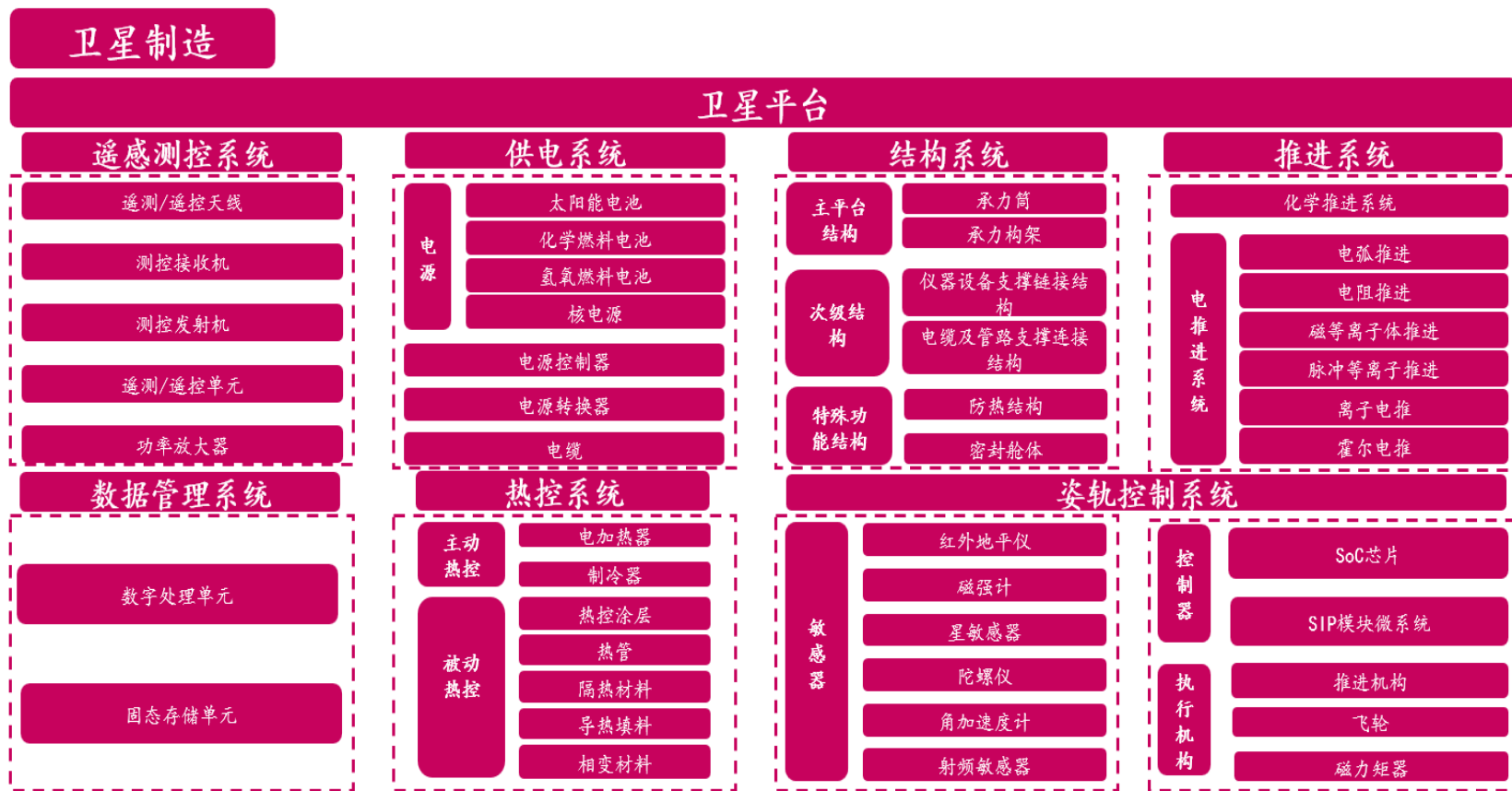
我国卫星平台制造业已形成以航天科技集团、航天科工集团等国家队为主导，民营商业航天企业为补充的多元化格局，在标准化、模块化设计方面取得长足进步，正推动卫星制造从传统单件定制向批量生产模式转变。

国家队：

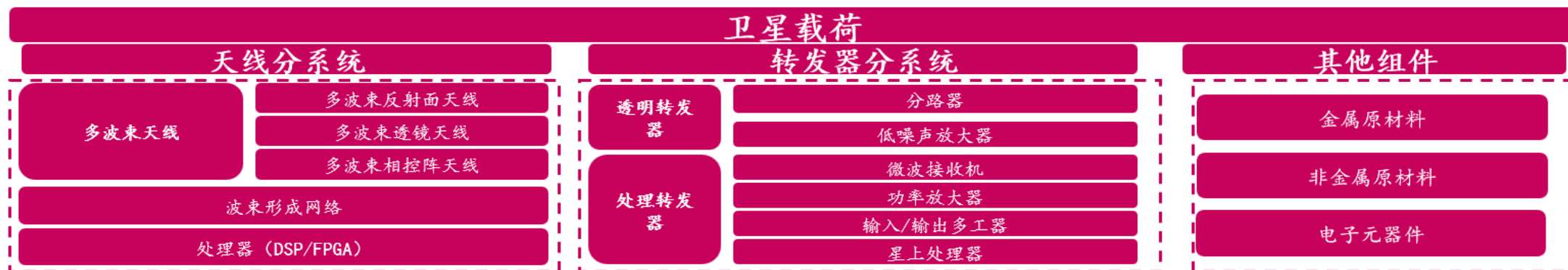
- 中国航天科技集团下属的中国卫星（600118.SH）是我国卫星平台制造的核心力量，承担了多数国家重大航天工程的卫星总体设计和制造任务。
- 航天科技五院和八院作为两大总体单位，具备完整的卫星平台研制能力和丰富的在轨经验。
- 东方红海特卫星公司则专注于小型卫星平台开发，其产品在遥感、通信等领域广泛应用

民营企业：

- 银河航天凭借柔性太阳翼和堆叠分离技术，成功降低了卫星平台的重量和成本，其研发的灵犀03星验证了低轨通信卫星平台的批量化生产能力。
- 长光卫星依托“吉林一号”星座项目，形成了从卫星平台设计到制造测试的完整能力。



2.2 (2) 上游：卫星载荷——卫星的大脑



有效载荷则是卫星的“大脑”，根据任务需求配备通信天线、转发器、传感器等专用设备，直接决定卫星的功能和性能，通常可分为通信载荷、遥感载荷、导航载荷等多种类型。载荷的技术复杂度和价值占比通常在整星中处于核心地位，在定制卫星中，平台和载荷的价值量相近，而随着批量化生产，载荷占比提升，凸显了核心技术的高附加值。我国卫星载荷产业已形成科研院所主导、军民融合发展的格局，在相控阵天线、激光通信、星上处理等前沿技术领域取得系列突破。

通信卫星载荷：主要包括天线分系统和转发器分系统两大核心部分。

- 国博电子（688375.SH）在射频微波组件方面技术实力雄厚，其产品是星载通信系统的关键部件。
- 信科移动（688387.SH）开发了星载基站和星地融合核心网设备，推动5G NTN(非地面网络)标准落地

卫星导航载荷：主要负责导航信号的生成、处理和转发。

- 北斗星通（002151）是北斗产业链核心企业，提供导航芯片、终端及系统解决方案，民用芯片市占率达70%
- 航天电子（600878）提供卫星导航子系统、遥测遥控设备等，参与北斗卫星导航系统建设，技术覆盖星载计算机、激光通信终端等

遥感卫星载荷：根据探测手段不同可分为光学载荷和雷达载荷两大类。

- 中国空间技术研究院西安分院在星载SAR（合成孔径雷达）和光学载荷领域具有传统优势，为高分系列卫星提供核心载荷。
- 长光卫星自主开发的多光谱相机和宽幅相机，已成功应用于“吉林一号”星座，分辨率达到国际先进水平。



2.3 (1) 中游：地面设备——神经末梢

地面设备构成了卫星互联网的“神经末梢”，包括固定地面站、移动式地面站和用户终端

地面设备领域正经历着深刻的技术变革：相控阵天线技术取代传统抛物面天线，实现了电子波束扫描，大幅提升了设备可靠性和使用便捷性。芯片化设计使终端体积缩小、成本下降，高通量卫星技术提升了频谱利用效率，支持更大带宽的服务。技术进步使得地面设备从专业专用向大众普及转变，为卫星互联网的规模化应用创造了条件。

- 海格通信（002465.SZ）：天通卫星终端及芯片，覆盖军用和民用市场，是中国卫通的重要合作伙伴。
- 华力创通（300045.SZ）：专注于卫星导航和通信终端，其基带芯片支持北斗和天通双模通信。
- 振芯科技（300101.SZ）提供卫星通信终端及芯片，广泛应用于国防、应急通信等领域。
- 创意信息（300366.SZ）：参与低轨卫星星座地面设备研制，包括卫星载荷和地面基站。



2.3（2）中游：卫星运营及服务——价值实现者

卫星运营及服务

卫星移动通信服务

移动数据

移动语音

宽带广播服务

卫星电视服务

卫星广播服务

卫星宽带服务

卫星固定服务

转发器租赁

管理网络服务

卫星运营服务是产业链中的“价值实现者”，主要包括卫星移动通信服务、宽带广播服务和卫星固定服务等。我国卫星运营行业具有较高的资质壁垒，目前形成以国有控股企业为主导的市场格局：

中国卫通（601698.SH）国内唯一商用通信卫星运营商，提供卫星电视、宽带广播、移动通信等服务，覆盖亚太、中东等重点区域。

中国星网作为是中央批准成立的唯一一家从事卫星互联网设计、建设与运营的国有企业，负责整合卫星产业链资源，统筹规划中国卫星互联网的发展；其主导“GW星座”计划（GW-A59和GW-A2），共计12992颗卫星，分布在500公里和1145公里的低轨轨道。



2.4 (1) 下游应用：赋能低空经济

• 无人机物流配送

顺丰航空在新疆的货运无人机应用中，卫星链路实现了跨山区、海岛的长距离无人机运输，使传统物流难以覆盖的区域也能享受高效配送服务。

中国科学院微小卫星创新研究院赵艳春团队提出的无人机智能物流方案，基于低轨巨型星座对低空飞行器进行精准控制，实现实时通信和智能调度，有效提升了仓储运作效能、规避地面交通拥堵、克服复杂地形障碍以及缩减运输开支。

• 城市空中交通(UAM)

深圳、广州等城市已开通eVTOL(电动垂直起降飞行器)示范航线，亿航、小鹏汇天等企业推动“空中出租车”票价逼近高端网约车水平。

卫星通信为飞行器提供精准导航，并与城市交通系统联动，形成“低空交通网”雏形。中国电信展示的“低空领航者”行动计划中，小鹏的旅航者X2飞行汽车与物流无人机共同亮相，展现“天地一体”网络在低空经济中的资源禀赋优势。

• 应急救援与防灾减灾

迅翼卫通的SW035机载轻型动中通卫星通信终端，专为无人机平台设计，在抗洪抢险、地震救援、森林火灾等“三断”极端场景中，能迅速搭建空地通信链路，为应急响应提供“空中网络基站”支持。

• 基础设施监测与城市治理

卫星互联网支持无人机实时回传桥梁、电网等设施的监测数据，提升城市治理效率。

中国联通的“端网业智安”低空智能网联体系，通过云端部署的无人机监管和应用服务平台，加上安全防护体系，保障低空飞行信息和数据安全，同时利用AI算力使无人机作业更加智能高效。



2.4 (2) 下游：其他应用

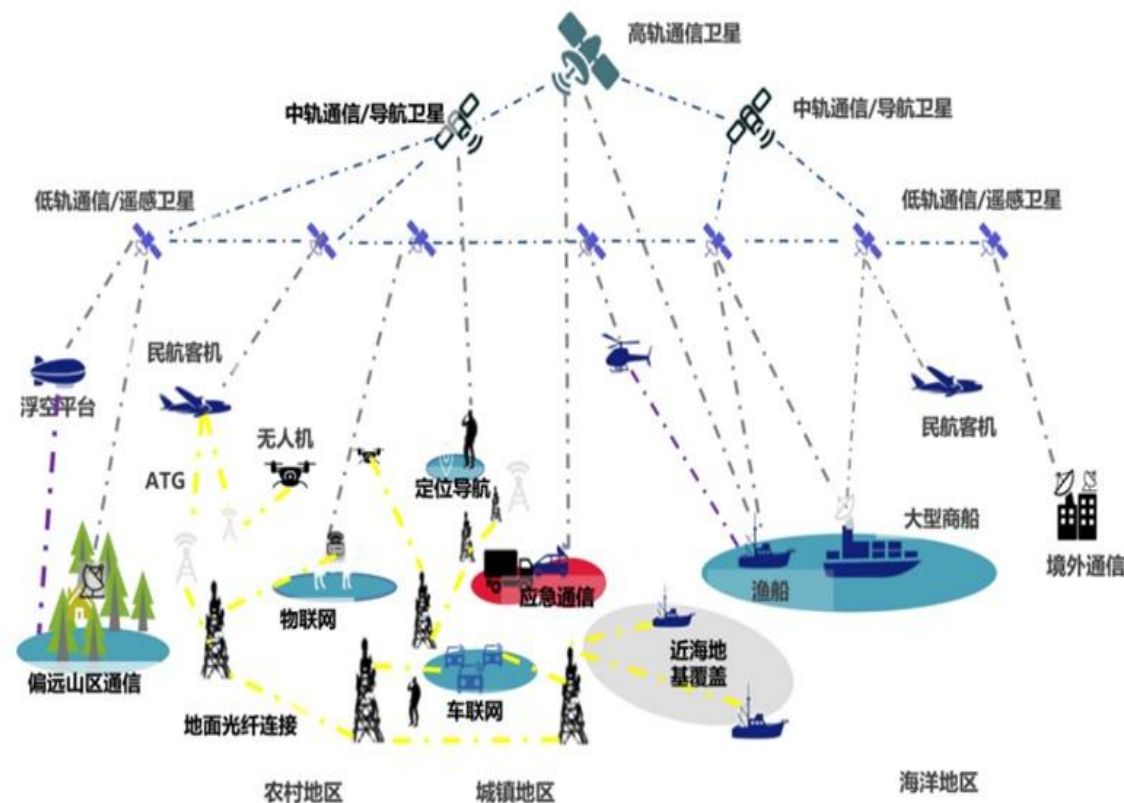
航空通信：在民航客机中，客舱型机载站作为与互联网连接的边界节点，通过终端接口设备连接客舱内部 Wi-Fi 设备，为旅客提供互联网接入服务。

应急通信：应急卫星通信主要用于抢险救援、公安应急、大型安保、维稳处理等应急事件的现场指挥调度。通过车载站和卫星便携站可以快速组建现场应急指挥网，将突发现场的视频、音频和其他数据送至指挥中心，提高应急处理能力，实现对突发事件的决策支持、指挥调度、应急联动、资源调配、信息发布等功能。

海上通信：海上通信用于实现船只之间、船只与陆地之间的短消息收发、话音调度等基本服务和船舶预警、视频监控等高级服务。

军事情报：通过搭载光学、红外探测等载荷，在配备激光通信功能情况下，可构建成为最强大的全天候无缝情报监听侦查网、可靠的导弹预警及动能拦截网和高可控的指挥通信网。

卫星制导：轨道高度低、覆盖广，既能够增强处于更高轨道的 GPS 卫星的信号，也有能力独立构建导航定位系统。能够取代导弹最贵的制导部件，导致导弹价格降低。



卫星互联网应用示意图

三、产业发展趋势：低轨组网成为全球竞赛 必争之地

3.1 市场规模：国内外地面设备制造市场增长迅速

据SIA数据，全球卫星市场规模由2007年1230亿美元增长至2023年2850亿美元，CAGR达5.4%；其中发射服务和地面设备制造板块发展迅速，分别增长至72亿美元和1504亿美元，CAGR分别为5.2%和9.7%。

根据《2025中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》，2024年我国卫星导航与位置服务产业总体产值达到5758亿元，同比增长7.39%。其中：

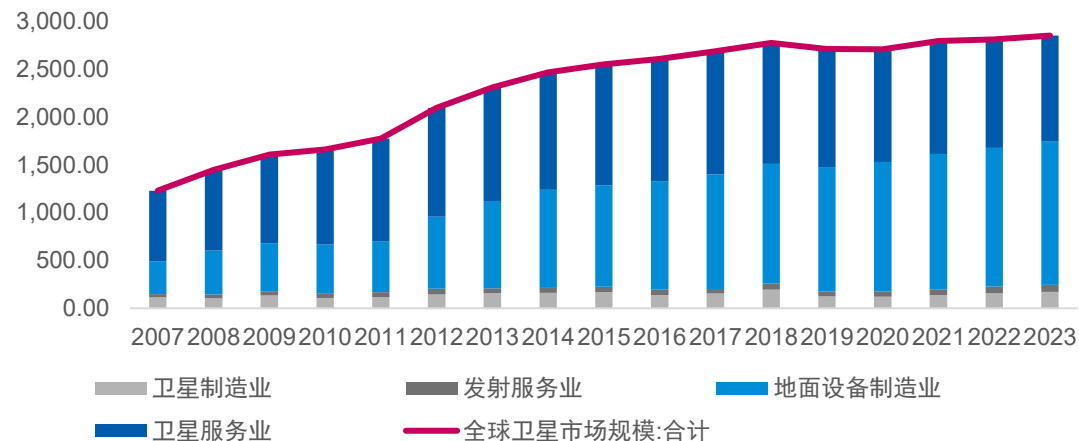
- 核心产值达到1699亿元，同比增长5.46%，在总体产值中占比为29.51%，包括卫星导航技术研发和应用直接相关的芯片、器件、算法、软件、导航数据、终端设备、基础设施等。
- 关联产值达到4059亿元，同比增长8.21%，在总体产值中占比达到70.49%，包括导航应用和服务所衍生带动形成的关联产值。

2024年国内卫星导航定位终端产品总销量超过4.1亿台/套，其中：

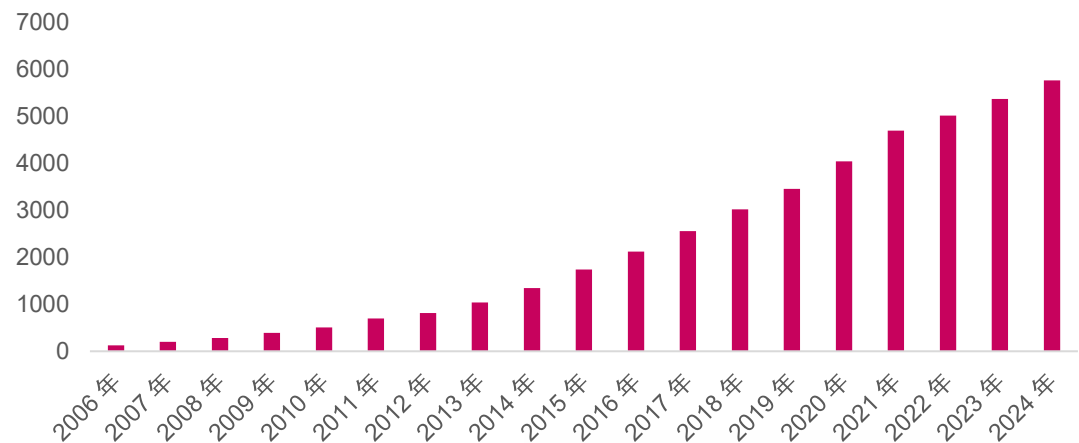
- 具有卫星导航定位功能的智能手机出货量达到2.94亿部，
- 车载导航仪市场终端销量超过2000万台，
- 各类监控及定位终端设备销量超过1.2亿台/套，包括手持、物联网、穿戴式、车载（含两轮车）、高精度、船载等。

截至2024年底，国内北斗兼容型芯片及模块累计出货量接近23亿片，具有北斗功能的各类型终端产品社会总保有量超过20亿台/套。

全球卫星市场及细分领域市场规模（亿美元）



2006—2024年我国卫星导航与位置服务产业总体产值



3.2 产业发展趋势一：低轨小型化

卫星轨道类型	轨道高度	特征及优势	卫星用途
LEO（低地球轨道）	300 - 2000 千米	离地球近，卫星传数据到地面延迟低，且能清晰看到地球表面，但单颗卫星覆盖范围小，需要组网	对地观测、测地、通信等
MEO（中地球轨道）	2000 - 35786 千米	高度适中，卫星运行周期合适，能较好地平衡覆盖范围和定位精度，让地面接收设备能稳定、准确地获取卫星信号来确定位置	导航
GEO（地球静止轨道）	35786 千米	卫星运行周期和地球自转周期一样，相对地面“静止”，可以大范围覆盖全球。多采用定制化研发生产，容量高、负载多，生命周期较长，但延迟相对较大。	通信、导航、气象观测等
SSO（太阳同步轨道）	高度小于 6000 千米	卫星轨道平面和太阳光线夹角基本保持不变，卫星每次经过同一地区上空，当地时间和光照条件都相似。	气象、遥感、观测等
IGSO（倾斜地球同步轨道）	35786 千米	卫星运行周期和地球自转周期一样，但轨道平面和赤道平面有一定夹角，主要弥补弥补 GEO 卫星在高纬度地区信号弱的问题，完善导航系统	导航

轨道卫星通常分为LEO、MEO、GEO、SSO、IGSO五种，其中低轨卫星（LEO）凭借传输时延小、链路损耗低、发射灵活、应用场景丰富、整体制造成本低等优势，成为产业发展的主要趋势。低轨卫星通常尺寸小，功能模块无需过于复杂，生命周期较短（3-5年），可实现低轨星座快速迭代更新。

低成本

- **制造成本低：**通过标准化设计和批量生产，形成可复用的know-how经验，并凭借规模效应使得单星成本可大幅降低。根据长光卫星数据，其第二代200kg级大型卫星的单颗制造成本目标不超5000万元，而第四代20kg小型卫星的单颗制造成本目标不超400万元，不足大型卫星1/10。根据马斯克及肖特维尔公开采访透露，Starlink单星制造成本已经可做到50万美元左右（约350万元）。
- **发射成本优化：**一箭多星技术和可回收火箭的应用大幅降低单颗卫星发射费用。例如，猎鹰重型火箭在猎鹰9号的基础上进行改装，提升运载能力，LEO运载能力由22.8吨提升至63.8吨，使得发射成本由2500美元/kg降至1500美元/kg左右。我国2025年3月12日使用长征六号遥六火箭成功发射18颗卫星，具备一箭多星的能力。



3.2 产业发展趋势一：低轨小型化

通信性能卓越

- **低延迟传输：**轨道高度仅300-2000公里，信号往返延迟可控制在20-40毫秒（高轨卫星500-700毫秒左右），与地面光纤相当，适用于实时视频会议、在线游戏、无人机远程控制等高时效性场景。
- **高信号强度：**近距离传输减少大气吸收和散射影响，在偏远地区或复杂地形中仍能保持稳定连接，例如为海洋、荒漠等地面网络盲区提供可靠通信。
- **冗余设计：**星座中单颗卫星故障不影响整体系统，备份卫星可快速补网。

定位精度提升

- **快速收敛：**低轨卫星绕地球旋转一周的时间远小于中高轨卫星，在相同时间段内过的轨迹更长，几何构型变化快。理论上，低轨卫星运行1分钟，约相当于目前中轨卫星运行20分钟的几何变化。低轨卫星的轨道特性，有助于加快高精度定位的收敛时间，达到1分钟级收敛。
- **低路径损耗：**轨道高度低使信号自由空间损耗比GEO卫星降低29.5 dB，信号落地功率更强，可在复杂地形环境和复杂电磁环境下改善定位的效果，提升抗干扰和反欺骗能力，穿透城市峡谷、室内等复杂环境的能力显著提升。
- **信息增强：**低轨卫星可以提供额外的定位信息来提升导航系统的精度和可靠性。这包括实时传输轨道、钟差等改正信息，从而修正和补充传统GNSS的定位误差。低轨卫星还可以提供实时的大气误差改正数据，如电离层和对流层延迟改正数，增强定位精度。
- **终端便捷小型化：**低轨增强信号功率的提升，有利于地面用户使用更小型化的终端设备。同时，作为通信使用时，地面用户以更小的信号功率，就能被低轨卫星正常接收。这使得低轨卫星在实际应用中更加灵活和便捷。

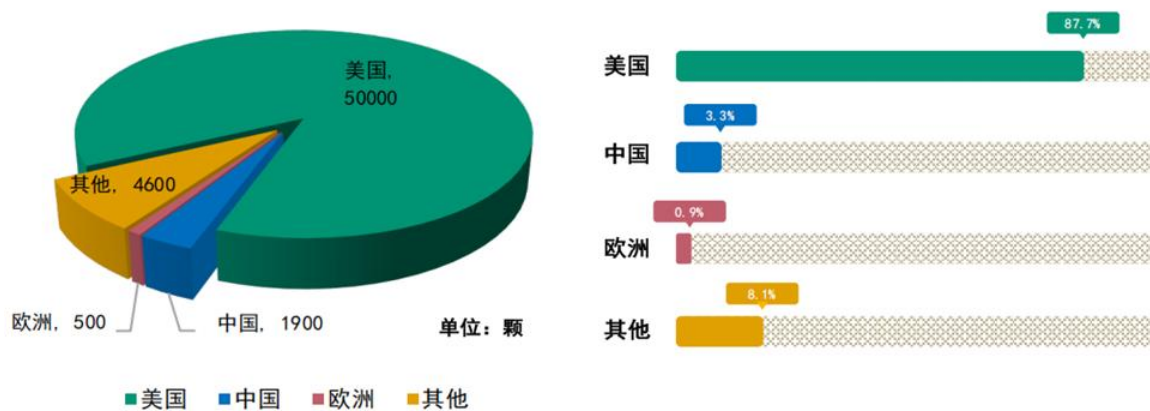
年份	全球通信卫星数量/颗	GEO 卫星数量/颗	LEO 卫星数量/颗	LEO卫星占比
2001 - 2005	141	106	35	25%
2006 - 2010	169	122	47	28%
2011 - 2015	245	142	103	42%
2016 - 2020	1369	115	1254	92%

在卫星产业发展早期（2001-2005年），通信卫星以GEO卫星为主，LEO卫星占比仅为25%，但近期（2016-2020年）LEO已然成为主流，占比高达92%。



3.3 产业发展趋势二：组星网，抢轨道

2029年全球近地轨道卫星布局及占比：美国一马当先，中国紧随其后



- 低地球轨道总共可容纳约6万颗卫星，按已申报各计划数，2029年地球低轨即将部署共约5.7颗低轨卫星，轨位未来可用空间将所剩无几。
- 一方面，国际电信联盟（ITU）设立了“先登先占，先占永得”的规则，虽在避免发生碰撞之外无明确具体轨道安排，但国际协调的复杂度和紧迫性也让轨位资源的争取事不宜迟。
- 另一方面，多国均面临火箭运力缺口（需提升6倍）和C端市场需激活（终端价格需降至千元级，现约8000元）的瓶颈。以中国为例，虽将成为第二大卫星部署国（占30%份额），但多个项目面对流标风险（如垣信卫星首次招标失败），显示出从火箭发射效率到技术攻坚压降成本的必要性。
- 总之，空间轨道和频段作为能够满足通信卫星正常运行的先决条件，已经成为各国卫星产业争相抢占的重点资源。



3.3 产业发展趋势二：组星网，抢轨道



超低轨道：技术密集公关，各国争抢聚集区域



赛思倍斯(CSpace)“乾坤一号”(Qiankun-1)卫星，中国VLEO领域的先行者

极低地球轨道 (VLEO)：

- 一般指距地球160-300km高度的轨道范围，广义可放宽至100-400km。作为一种特殊类型的低地轨道 (LEO)，正从一个航天领域的边缘概念，迅速演变为决定未来空间能力和商业格局的核心地带。
- 优势：利于组网、可获取高清遥感成像，且成像成本、发射成本低
- 现存问题：阻力大造成减速，维持高度难度大
- 华为6G-NTN：极致覆盖（无地面网络覆盖地区的移动宽带和广域物联网）



3.4 产业发展趋势三：积极抢先Ka和Q/V频段

ITU “里程碑”部署机制

里程碑时间	部署细则
T0（申报获批日）起7年内	需发射首星并正常运行90天
T0+9年（即7年后2年内）	完成星座总量10%的部署
T0+12年（7年后5年内）	完成50%部署
T0+14年（7年后7年内）	100%完成部署（可减少1颗）

ITU通过《无线电规则》统一管理全球频谱资源，将30 - 300 GHz划为毫米波频段（EHF），其中Ku频段依据“先等先占，先占永得”原则基本已被星链等抢先占据，目前主要争夺集中在：

- Ka频段：26.5 - 40 GHz
- Q频段：40 - 50 GHz
- V频段：50 - 75 GHz

频段	频率范围	典型应用场景	自然衰减特性
L/S	1-4 GHz	卫星导航、海事通信、低轨星座	轻微衰减 (<2dB)
C	4-8 GHz	卫星电视、稳定通信服务	较低衰减 (<3dB)
Ku	12-18 GHz	卫星广播、应急通信	中等衰减 (5-20dB)
Ka	26.5-40 GHz	高通量卫星、宽带互联网	高衰减 (10-30dB)
Q/V	40-50/50-75 GHz	超高速数据传输、6G卫星网络	极高衰减 (>20dB)



3.4 产业发展趋势三：Ka、Q/V高频雨衰

优点与雨衰问题

Ka频段到Q/V频段虽因较高单信道连续带宽和单波束容量而成为具有稀缺性的优质频段，但也有明显的雨衰特性，主要成因如下：

吸收衰减：雨滴作为介质具有损耗特性，电磁波能量部分转化为热能。

散射衰减：雨滴使入射波发生二次散射，能量分散到其他方向，导致原方向信号减弱。

共振效应：当雨滴直径（0.025–0.3cm）接近电波波长时，衰减最强（如Ku频段波长2.5cm）

相应的，功率动态补偿、自适应调制编码（ACM）、空间分集抗衰、多层大气补偿算法及星间链路绕行等抗衰解决方案也随着实践、实测逐渐成熟

技术攻坚

太赫兹通信：主要使用红外线至可见光频段，指向性强，例：光纤近红外光。无线电与激光的过渡区间是太赫兹频段（0.3–10 THz），该频段通信技术实现难度高，是6G的研究重点；

激光通信：星地尤其是星间的可自然突破雨衰的物理限制

不同雨况下各频段因雨衰而需要的分贝数

频段	频率范围	小雨 (5mm/h)	中雨 (25mm/h)	暴雨 (100mm/h)	实测案例
C频段	4-8 GHz	≤0.3 dB	1.8 dB	4 dB	中星9号直播卫星，北京暴雨时衰减<5dB
Ku频段	12-18 GHz	2 dB	8 dB	20 dB	亚洲7号卫星，广州夏季中断率6%
Ka频段	26-40 GHz	4 dB	18 dB	35 dB	Starlink在迈阿密，暴雨时速率下降75%
Q/V频段	40-75 GHz	8 dB	28 dB	>40 dB	ESA Alphasat测试，50GHz信号雨衰达44dB

四、从国际比较看国内的发展现状与 未来机遇

4.1 先占先得，全球开启太空竞赛

- 目前海外低轨卫星星座呈现一超多强格局，其中无论从规划容量、已部署规模还是商用进度上，SpaceX的Starlink 都走在最前列，其他低轨卫星系统如英法合资并有印度资本参与的OneWeb、Amazon旗下的Kuiper也各有特点：

国家	公司	星座名称	申报颗数	建成年份	轨道高度	频段	用途
美国	太空探索SpaceX	StarLink	41914	(2027)	300-700km, LEO	Ku, Ka, V	宽带
美国	Amazon	Kuiper	3,236	(2029)	590/610/630km, LEO	Ka	宽带
英法, 印	欧洲通信卫星公司 Eutelsat	一网 (OneWeb)	2,468	(2027)	1,200km	Ku, Ka, V, E	宽带
卢森堡	SES, Boeing制造	第二代03b mPOWER	2,956	2024	8,000km, 中轨MEO	V	宽带
美国	铱星公司(Iridium)	第二代铱星Iridium Next	75	2019	780km	-	宽带、STL
美国	Facebook	FacebookAthenaProject	77	-	1,200km	-	-
加拿大	Telesat	Telesat	298	2023	1000/1248km	Ka	宽带
加拿大	AAC Clyde	开普勒 (Kepler)	140	2022	-	Ku/Ka	物联网
印度	Astrome	SceNet	150	(2028)	1,400km	-	宽带
俄罗斯	亚里尼Yaliny	Yaliny	135	-	约600-800km, LEO	Ku/Ka(预计)	宽带, 通信
德国	KLEOConnect	KLEO	624	-	1050/1425km	Ka	工业物联网
日本	Space Compass (NTT & SKY Perfect JSAT 合资)	与OneWeb合作空间数据中心网络, 服务日本市场	-	(2026)	GEO+LEO+HAPS (高空平台站)	-	数据中心, 通信
韩国	韩华系统(军工企业)、KT SAT(卫星服务商)、三星			分别于Starlink、OneWeb、铱星公司签署通信服务协议			

国家间太空竞赛是卫星互联网本轮发展的主要背景和驱动因素。由于协调组织ITU规定“先登先占，先占永得”且有“5年一半，7年建成”的进度要求，各国纷纷布局占据卫星轨位和频段。

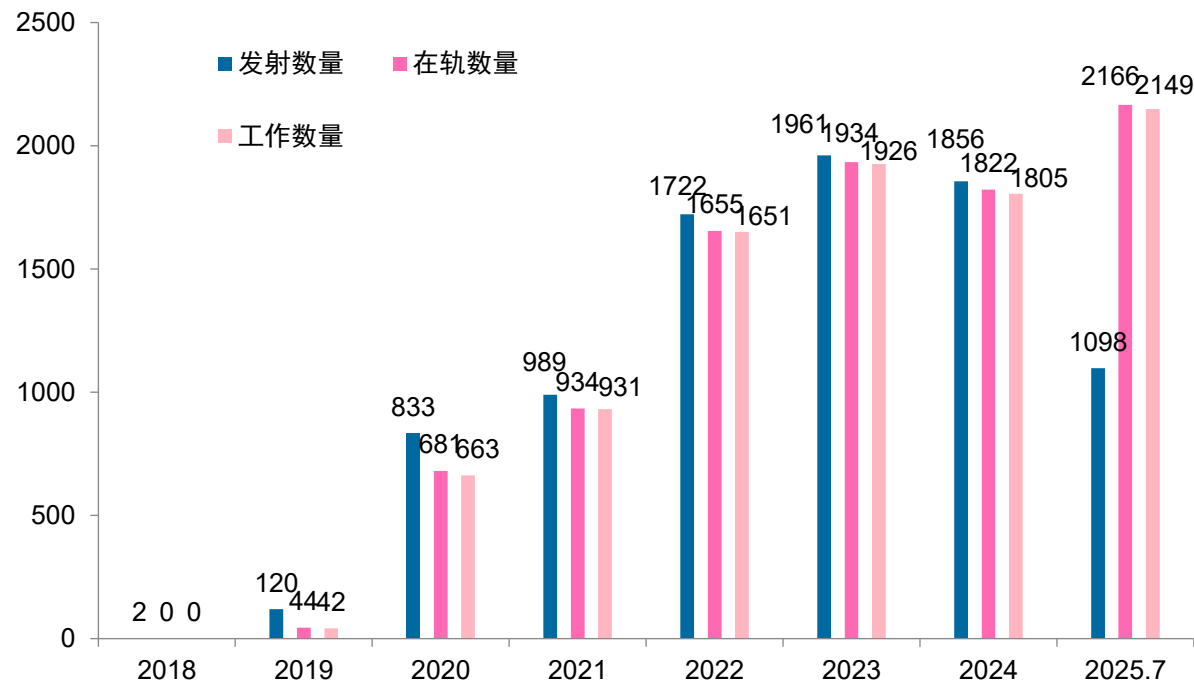


4.2 “星链计划”一马当先

- 2018年2月，SpaceX以两颗实验星的发射开启了Starlink建设。
- 截至 2025年7月，Starlink 已完成超 8000颗卫星的发射，在轨工作卫星达2149颗，全球覆盖率达95%，为全球最大的低轨卫星星座。
- 在交通、农业、海事等应用场景也取得了许多进展：
 - 航空领域获FAA认证，联合航空、法航等航司提供免费机上Wi-Fi（100Mbps+）
 - 推出直连手机服务(DTC)本年7月商用，合作T-Mobile、Airtel等运营商覆盖50+国家。
 - 同时，Starlink完成了激光星间链路测试，延迟降低40%，为千兆级Gen2卫星（2026年部署）铺路

- Starlink计划部署的卫星规模也非常庞大：
第一代计划：美国联邦通信委员会（FCC）已批准 SpaceX 部署 **12,000颗**Starlink卫星。
第二代计划：SpaceX还向国际监管机构提交了申请，计划再发射约 **30,000颗**卫星，使其总数达到近 **42,000颗**，最终形成一个巨型星座（megaconstellation）。

星链卫星数量统计



4.3 我国情况：计划发射1.5万颗卫星后来居上

- 我国已提交1.5万颗卫星发射计划的申请，与美国的商业航天进程仍有差距；按规划计，国内前三大商业星座为中国星网集团主导的“GW国网”星座、由上海垣信主导的“G60”星座（千帆星座）和航天科技集团运营的“鸿雁”星座。
- GW星网：**中国卫星网络集团有限公司（星网集团）于2021年成立，牵头我国星座“国家队”GW国网计划的建设与运营，截止2025年7月27日，已完成5组卫星发射，累计在轨46颗。其采用Ka频段+激光链路，单星带宽千兆级，关键部件实现100%国产化，海南卫星工厂有年产能千颗的量产能力，并将在全域通信、应急与民生方面探索商业化场景；
- G60：**上海G60科创联合体主管的上海垣信成立于2018年，负责的G60计划（又称千帆星座）取自沪昆高速公路的国家编号（上海—昆明高速），其卫星由格思航天数字工厂实现年产能300颗、单星1.5天生产周期的降本增效成果，在新能源汽车、低空经济等场景和巴西、泰国等“数字丝绸之路”建设重点发力。

- 鸿雁星座：**首发星于2018年成功入轨，一期300颗接近完成，重点增强北斗厘米级定位以服务全球船舶监控，并在综合技术攻关上稳步推进。其2025年实现的“单箭15星”发射，成本降至5000万元（1200元/公斤），创单次全球最低。

星座名称	主导机构	启动时间	规划卫星总数	当前在轨数	主要用途
GW国网计划	中国星网集团	2021年	12,992颗	首组试验星在轨	空天地一体化6G网络
G60千帆计划	上海G60科创联合体	2023年	15,000颗	72颗	商业遥感+通信一体化
鸿雁星座	航天科技集团	2017年	一期300颗 二期864颗	近300颗（一期组网尾声）	全球移动通信+北斗导航增强
虹云工程	航天科工集团	2018年	156颗	首颗试验星在轨	Ka宽带互联网接入
行云工程	航天科工集团	2018年	80颗	12颗（一期）	全球天基物联网
天启星座	国电高科	2018年	38颗	21颗（一期完成）	全球物联网数据采集
天象星座	中电科	2022年	2颗（试验）	2颗（2023年发射）	Ka频段星间通信验证
吉利星座	时空道宇	2014年	28颗+	1颗（仰望一号）	空间探测研究及导航

我国主要星座规划及在轨卫星情况统计



4.4 (1) 我国卫星制造成本的挑战与机遇

(1) 我国卫星制造成本较国际领先水平仍有差距

Starlink的一代卫星（重约227kg）制造成本可降至50万美元（约350万元），即每千克的制造成本在1.54万元。相较之下，长光卫星第二代卫星（重约200kg）的单颗制造成本目标不超过5000万元，即每千克的制造成本在25万元，造价相对国外较高，Starlink的低成本帮助其可以快速发射入轨，率先组网抢占空间资源，因此，降低卫星制造成本是目前我国产业发展的首要目标之一。

未来发展机遇：

- **优化生产方式：**由于卫星制造工艺极其复杂，我国传统的卫星生产方式是单颗卫星的固定站位式生产，人工参与度高，生产效率偏低。目前Starlink已采用自动化生产线，日产能3-4颗卫星，形成规模效应。我国若能够实现规模化流水线生产，大幅降低卫星制造成本，我国卫星互联网产业将迎来重大的发展突破。
- **完善供应链体系：**我国卫星制造目前主要采取重大项目制模式，成熟度较低，且部分关键部件需要高成本外部进口，导致难以通过规模化分摊固定成本。相比之下，Starlink拥有成熟的供应链体系，能够实现零部件的自研和批量生产，进一步降低了成本。目前，国内需要加强供应链培育，推动关键零部件的国产化和批量生产，建立成熟的供应链体系。
- **扩展下游市场：**借鉴SpaceX经验，其通过销售用户终端设备（599至2500美元/套）和提供订阅服务（每月120至5000美元）盈利，形成标准家庭服务、全球漫游、企业服务、海事服务、航空服务等差异化的多元服务。我国当下需要更多扩展下游商业运用市场，探索多元化的商业运营模式，以商业盈利反哺研发，形成良性循环。



4.4（2）我国卫星发射成本的挑战与机遇

（2）我国发射成本偏高，导致卫星组网开支较大

2024年，美国SpaceX完成138次火箭发射（含132次猎鹰九号、2次猎鹰重型及4次星舰）其单次发射成本已降至1500-3000美元/kg区间，并凭借星链计划部署超6000颗卫星。相较之下，我国全年完成68次航天发射，其中商业发射占比约20%，主流商业火箭成本仍徘徊于5000-8000美元/kg区间，发射成本仍相对较高。发射成本降低将大幅减少我国星网组网的开支，是产业发展亟需突破的桎梏。

未来发展机遇：

- **火箭回收复用技术：**通过优化发动机设计，采用新型材料和先进制造工艺，提升火箭的可靠性和可回收性能，进而降低发射成本。2025年计划首飞的朱雀三号、天龙三号等可重复使用火箭，将目标设定为实现一子级回收并复用10次以上，计划将成本降至2万元/kg（不到3000美元/kg）。
- **一箭多星技术：**2023年6月15日，长征二号丁运载火箭在太原卫星发射中心将吉林一号高分06A星等41颗卫星成功送入预定轨道，是目前我国一箭多星最高纪录，但相较猎鹰九号60颗卫星的运载水平仍有进步空间。我国一箭多星技术在多轨道部署和异构卫星兼容性上具有优势，但在标准化、复用率和成本控制上仍需追赶。未来需通过技术攻坚（回收火箭、智能分配）、产业升级（规模化生产）和政策优化（商业航天扶持），构建“低成本、高频次”的发射体系，支撑“星网”等星座建设。



4.5 今年来我国卫星产业动作频频，星座发射紧锣密鼓

卫星发射时间线			总体规划	完成进度
中国 星网 GW 星座	2024. 12. 16 GW星座完成首批组网卫星发射	在文昌卫星发射中心使用长征五号成功将卫星互联网低轨卫星01组发射，GW星座以“一箭10星”完成首批组网卫星发射。	“国网星座”于2020年9月正式向国际电信联盟ITU提交资料，计划发射12992颗卫星，其中GW-A59子星座6080颗，分布在500km以下的极低轨道；GW-A2子星座6912颗，分布在1145km的近地轨道。	按照规划，“国网”星座将在未来5年内发射约10%的卫星（1300颗），到2035年完成全部卫星的发射。
	2025. 02. 11 GW星座第二次批量组网	长征八号甲首飞成功，将卫星互联网低轨02组卫星送入轨道		
	2025. 04. 29 GW星座第三次批量组网	长征五号乙/远征二号成功发射卫星互联网低轨03组卫星		
	2025. 06. 06 长征六号改火箭成功发射	卫星互联网低轨04组卫星入轨		
千帆 星座 / G60 星链	2025. 01. 01 千帆星座正式组网	长征五号乙/远征二号上面级成功将首批“国网低轨01组”卫星送入轨道，中国版Starlink建设从PPT进入批量发射阶段	2025年：一期部署648颗卫星 以提供区域网络覆盖； 2027年：二期部署1296颗卫星 以实现全球网络覆盖； 2030年：三期规划由超过1.5万颗卫星提供多元业务融合服务	截止2025年6月，已完成五批次共90颗组网卫星在轨
	2025. 01. 23 长征六号改火箭任务	千帆极轨06组18颗卫星精确入轨		
	2025. 03. 12 长征八号遥六“一箭十八星”	完成千帆星座第五批卫星组网部署		
	2025. 06. 30 “千帆星座”发布 162 颗卫星批量招标	上海格思航天等企业拿下162颗卫星大单，卫星制造正式进入“百颗级”批产节奏		
其他 卫星	2025. 05. 14 太空计算卫星星座发射	在酒泉卫星发射中心使用长征二号丁运载火箭，成功将12颗太空计算卫星发射升空		
	2025. 05. 19 首个低轨物联网星座一期全球组网宣告完成	谷神星一号海射型遥五火箭在山东海域发射天启星座05组卫星，拓展海上发射能力		



五、相关上市公司



www.jyzq.cn



全国统一客服电话：95372

此文件版权归金元证券股份有限公司所有，未经许可任何单位或个人不得复制、翻印。



金元证券股份有限公司
GOLDSTATE SECURITIES CO., LTD.

产业相关上市公司

海格通信：携手中国移动，深度全方面布局卫星互联网与低空经济

- 海格通信作为国内拥有全系列天通卫星终端及芯片的主流厂家，其天通手持终端、射频和功放芯片已规模化应用。公司与中国移动在卫星物联网领域深度合作，依托海格通信“芯片-模组-天线-整机”全产业链布局，支撑天地一体化云网融合、手机直连卫星、卫星车联网等领域应用。
- 海格通信与中国移动联合研发北斗短报文+定位通导融合芯片，该芯片实现了北斗三号短报文通信与双频高精定位的集成，支持智能终端在无地面网络环境下发送紧急信息，目前已应用于手机直连卫星、汽车应急通信等场景，成为空天地一体通信生态的核心突破。
- 公司在低空经济领域构建了“1类平台+2型飞行器+3张网络”的生态系统，其中与中国移动合作的低空飞行服务平台“天腾”通过5G-A通感一体技术实现无人机轨迹实时追踪与空域动态管理。此外，在2024年中国移动全球合作伙伴大会上，公司与中国移动联合展示的“九天”重型无人机，搭载北斗高精度导航系统，可执行应急救援、物资投送等任务。

海格通信通过“技术全链条 + 场景规模化 + 生态协同化”的三维布局，成为低空经济与卫星互联网领域的核心参与者。其“天腾平台 + 九天无人机 + 空天地网络”的生态体系，已在物流、应急、农业等领域形成标杆案例。随着5G-A与卫星互联网深度融合，公司将成为低空经济通感解决方案的重要提供商。

中科星图：数字地球龙头，从低空经济到空天一体化的生态布局

- 在卫星互联网领域，中科星图通过建设运营特色商业卫星星座，发展航天综合电子系统及先进载荷制造，构建天地一体商业卫星测运控网络，深化创新空天信息应用，布局商业航天全产业链。中科星图的星图低空云平台通过引接飞行器数据资源，完善低空飞行管理服务能力，深化低空场景创新应用。
- 中科星图还与曙光信息签署《合作开发框架协议》，双方将联合研发面向太空计算场景的高性能、低功耗、高可靠专用核心部件，推动“芯片—整机—算网—数据—应用—生态”的全链路技术创新，合作建设开放普惠的太空算网，构建覆盖“用户（端）-星上（边缘）-天基（云）-地基（云）”的“天地一体化”协同智能计算架构。
- 中科星图在低空经济领域采取了多维度的布局策略，旨在构建低空经济的基础设施和生态系统。2025年7月26日，中科星图成立了低空产品研究总院（低空总院），标志着“一体两翼”战略的关键落地。低空总院下设六大专项部门及产品研发管理部，通过“分段聚焦、统一算力、标准封装”实现技术协同与研发资源集约，构建统一的低空产品研发体系，形成标准化产品组合与高效交付能力。
- 公司中标深圳低空军地民协同项目，以“动态划设、灵活转换、高效利用”为目标，通过建立军地民三方参与的低空空域协同管理机制，打造融合标准化业务流程和智能化管理能力的低空空域协同管理系统平台，构建起覆盖低空空域规划、审批、监视、应急处置的全流程闭环管理体系。该系统以九大功能模块为支撑，实现从低空空域辅助规划到运行管控的全周期管理，确保低空空域“看得见、管得好、控得住、放得开”。

建议关注中科星图“一体两翼”战略部署情况，实现以地理信息为基础，向天补强商业航天、向空发展低空经济，一方面技术矩阵的横向拓展，另一方面应用场景的纵向深化，从而构建空天一体化的新格局。



产业相关上市公司

北斗星通：北斗卫星导航系统核心服务商，为低空提供高精导航定位

- 北斗星通作为北斗卫星导航系统的核心服务商，其高精度定位芯片与模组是卫星互联网的底层基础设施。例如，其自主研发的UM960 高精度 RTK 定位模组支持全系统多频点（北斗 B1I/B2I/B3I、GPS L1/L2/L5 等），在严重遮挡场景下仍能保持高固定率与厘米级精度，已广泛应用于无人机物流、农业植保等领域。通过北斗地基增强系统，北斗星通在长三角地区实现无人机厘米级定位，结合气象数据优化物流路径，提升配送时效。
- 北斗星通积极探索低轨卫星与北斗系统的融合应用，利用低轨卫星作为星基参考站提升定位精度。例如，其与中移芯昇、中科云腾合作开发的通导一体化解决方案，通过 5G NTN（非地面网络）技术实现卫星通信与北斗导航的无缝衔接，在复杂环境下保障无人机通信稳定性。
- 北斗星通的北斗三号芯片与模组在国内主流无人机厂商中的市场占比超过 60%，例如大疆、极飞等企业的农业植保无人机均采用其双频抗干扰定位模块。

北斗星通是我国卫星导航产业首家上市公司，专注于卫星导航定位技术的研发与应用，为全球用户提供高精度定位、导航、通信及相关服务。未来，北斗星通将通过构建全球覆盖、国际一流的“位置数字底座”为我国低空经济发展持续助力，以卫星导航领域的深刻积累持续赋能低空。



风险提示

- 卫星研制及火箭发射进度不及预期，各环节技术发展（一箭多星、火箭回收）及降本不及预期
- 发射效率不及预期导致竞争中卫星频轨资源被大量占用
- 下游应用发展不及预期，卫星通信组网建设与6G融合进度存在不确定性
- 中美贸易摩擦加剧，国产化不及预期



投资评级说明

金元证券行业投资评级标准：

增持：行业股票指数在未来6 个月内超越大盘；

中性：行业股票指数在未来6 个月内基本与大盘持平；

减持：行业股票指数在未来6 个月内明显弱于大盘。

金元证券股票投资评级标准：

买入：股票价格在未来6个月内超越大盘15%以上；

增持：股票价格在未来6个月内相对大盘变动幅度为5%~15%；

中性：股票价格在未来6个月内相对大盘变动幅度为-5%~+5%；

减持：股票价格在未来6 个月内相对大盘变动幅度为-5%~-15%； 。



免责声明

本报告由金元证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告所载资料的来源及观点的出处皆被金元证券认为可靠，但金元证券不保证其准确性或完整性。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业财务顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，金元证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告所载的信息、材料或分析工具仅提供给阁下作参考用，不是也不应被视为出售、购买或认购证券或其他金融工具的要约或要约邀请。该等信息、材料及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，金元证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

金元证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。金元证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。金元证券的自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

在法律许可的情况下，金元证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到金元证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

本报告的版权仅为金元证券所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

