

2026 年 04 月 09 日  
北交所

SDIC

行业专题

证券研究报告

# 北交所商业航天专题：卫星互联网组网节奏提速，上游发射环节率先迎来需求放量

投资评级 **领先大市-A**  
维持评级

## 摘要

全球频轨资源竞争与国内政策扶持形成双向驱动，推动卫星互联网商业化进程加速。频轨资源的稀缺性引发全球“抢位式竞争”，ITU“先登先占”规则倒逼各国提前布局。美国星链凭借先发优势，在轨卫星占全球低轨卫星总数的 65%，我国 2025 年向 ITU 提交 20.3 万颗卫星频轨申请，争夺全球竞争主动权。政策层面，我国形成国家与地方协同支撑体系，2025 年出台的《终端设备直连卫星服务管理规定》与《卫星网络国内协调管理办法（暂行）》，分别规范终端服务与组网协调，降低企业运营成本；商业航天司的设立实现集中统筹管理，配套行动计划明确 2027 年商业航天高质量发展目标。地方层面，上海、四川、广东、山东等多地密集出台政策，上海规划 2027 年商业航天产业规模达 1000 亿元，四川力争 2030 年产业规模破千亿，广东对地面站网建设给予最高 1000 万元补贴，山东建设和完善海上发射产业基地，为商业航天赋能。

供给侧技术突破与成本优化形成合力，为卫星互联网大规模组网和商业化落地筑牢核心根基。低轨星座建设从物理层面突破延迟瓶颈，500-2000 公里的轨道高度使往返时延控制在 100ms 以内，星链美国地区高峰中位延迟已降至 33 毫秒，银河航天测试中单跳星地延迟可控制在 20-30 毫秒，通过规模化组网实现全球信号无缝切换与稳定覆盖。全球低轨星座建设持续推进，星链已发射超 9100 颗卫星，我国中国星网规划发射 12992 颗卫星，截至目前已累积发射 145 颗。激光星间链路与射频技术助力星座组网，清华大学“智慧天网一号 01 星”实现 120Gbps 稳定传输，远超微波链路水平；毫米波连接器上限工作频率达 140GHz，板对板连接器向 0.2mm 超微间距演进，为高通量卫星提供关键支撑。火箭可回收复用技术则破解成本难题，彻底打破“技术可行、商业不可行”的困境，猎鹰九号复用成本仅为全新火箭的 30%，国内蓝箭航天朱雀三号、星河动力智神星一号等可回收火箭，设计复用次数均超 20 次，发射成本较一次性火箭降低 80%-90%。这些技术突破推动卫星互联网体验持续升级，在航空互联领域，新一代低轨卫星可为民航客机提供 200Mbps 以上带宽，时延控制在 50ms 以内；中国联通试验中 NR NTN 终端下行峰值速率达 11Mbps，可类比地面 4G 水平，为消费级、行业级场景规模化落地提供了性能支撑。

## 行业表现



资料来源：Wind 资讯

| 升幅%  | 1M   | 3M   | 12M  |
|------|------|------|------|
| 相对收益 | -5.1 | 13.3 | 6.8  |
| 绝对收益 | -6.1 | 9.2  | 30.6 |

汪磊 分析师

SAC 执业证书编号：S1450525050002

wanglei10@sdicsc.com.cn

卢璇 分析师

SAC 执业证书编号：S1450525060004

luxuan@sdicsc.com.cn

徐奕琳 分析师

SAC 执业证书编号：S1450525110003

xuyi12@sdicsc.com.cn

## 相关报告

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 地缘冲突推升油价，煤化工成本优势驱动煤耗增长       | 2026-03-29 |
| 电改深化加速低效出清，煤电一体化成本优势凸显       | 2026-03-01 |
| 印尼煤炭供应扰动升级，关注澳煤替代与印尼合规煤企份额提升 | 2026-02-06 |
| 绿色智能双重转型，矿用卡车迈向无人新能源时代       | 2026-01-25 |
| 政策调控+成本刚性为港口煤价提供底部支撑         | 2025-12-28 |

■ **卫星互联网正从技术验证期迈入规模组网与应用加速期，需求侧呈现多元化爆发态势。**在传统地面网络覆盖薄弱区域，卫星互联网凭借“不依赖地面基础设施”“广域无缝覆盖”的独特优势，构建起不可替代的通信保障体系，尤其在应急通信领域发挥关键作用。同时，海洋、边防哨所、极地科考站等特殊区域的通信需求，也依赖卫星互联网的通信保障。卫星互联网的技术进步正推动用户群体持续拓展，存量终端直连通过将卫星功能集成于智能手机，将潜在用户从百万级拓展至十亿级出货量市场；5G NTN 技术则作为天地一体融合方向，将逐步实现商业化与大众化应用。当前核心应用场景聚焦手机直连、汽车直连与卫星物联网，以通信为主要功能，未来将逐步延伸到卫星上网服务，让卫星互联网成为 5G、WiFi 之外的第三种上网方式。

■ **投资建议：**商业航天领域政策、市场、技术协同发力，当前行业已进入以大规模星座组网为核心目标的新阶段，卫星发射需求密集，发射服务作为实现组网的关键环节和直接载体，正迎来高确定性的需求爆发与产能爬升期，驱动产业景气度持续提升。中长期看，可重复使用火箭等技术将持续深化产业的成本与能力优势。北交所标的中建议关注：1) 上游关键原材料为火箭和卫星的制造提供耐高温、高强度、轻量化的特种材料，凭借在特定细分领域的深厚技术积累，构筑较高的进入壁垒，**建议关注吉林碳谷、天力复合、民士达、科隆新材、科强股份**。2) 中游核心零部件包括连接器、伺服系统、结构件、紧固件等，随着卫星和火箭进入批量化生产阶段，对标准化、高可靠性零部件的需求将迎来爆发，**建议关注富士达、星辰科技、通易航天、优机股份、七丰精工、苏轴股份**。3) 下游软件与服务环节具有高技术壁垒、高客户粘性和轻资产的特点，随在轨航天器资产规模增长，其服务价值和市场空间有望持续扩大，**建议关注星图测控、创远信科、天润科技**。

■ **风险提示：**用户不及预期、场景拓展受阻；火箭运力短缺风险；组网空间被挤压风险；规模门槛刚性。

## 目 录

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 1. 频轨稀缺与战略要求加速卫星组网.....                  | 5  |
| 1.1. 频轨资源愈发稀缺.....                       | 5  |
| 1.2. 政策推动卫星互联网战略落地.....                  | 6  |
| 2. 供给侧：低延迟体验提升+火箭复用降本，打开大规模组网空间.....     | 9  |
| 2.1. 低延迟提升卫星互联网使用体验.....                 | 9  |
| 2.2. 火箭可回收复用技术大幅降低单次发射成本，让大规模组网成为可能..... | 12 |
| 3. 需求侧：卫星互联网助力广域普惠连接，驱动全域需求释放.....       | 14 |
| 3.1. 填补数字鸿沟，实现普惠连接.....                  | 14 |
| 3.2. 技术进步与用户拓展推动卫星互联网商业化落地.....          | 15 |
| 4. 卫星互联网产业链与标的.....                      | 19 |
| 4.1. 产业链梳理.....                          | 19 |
| 4.2. 重点关注发射与核心配套环节.....                  | 21 |
| 5. 风险提示.....                             | 21 |

## 目 录

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 图 1. 预计 2029 年全球近地轨道卫星数量及占比.....           | 5  |
| 图 2. 中国商业航天各省份地方法规数量.....                  | 9  |
| 图 3. 部分射频连接器最高工作频率.....                    | 11 |
| 图 4. 全球火箭发射次数.....                         | 12 |
| 图 5. 垂直起降回收工作剖面.....                       | 12 |
| 图 6. 星河动力航天四款火箭对比.....                     | 14 |
| 图 7. 基于卫星互联网的应急体系.....                     | 14 |
| 图 8. 卫星互联网的应用场景.....                       | 15 |
| 图 9. 5G NTN 应用场景示意图.....                   | 16 |
| 图 10. 摩托罗拉 defy 2.....                     | 17 |
| 图 11. iPhone 18 Pro 系列预计将支持 5G NTN 功能..... | 17 |
| 图 12. 华为 Mate X6 三网卫星典藏版.....              | 17 |
| 图 13. 我国手机出货量及 5G 手机占比.....                | 18 |
| 图 14. 我国居民每百户手机拥有量（单位：部）.....              | 18 |
| 图 15. 我国汽车销量（单位：万辆）.....                   | 18 |
| 图 16. 空天地一体化车联网架构.....                     | 18 |
| 图 17. 智慧农场应用示例.....                        | 19 |
| 图 18. 我国民航运输飞机数量（单位：架）.....                | 19 |
| 图 19. 卫星互联网产业链全景图.....                     | 19 |
| 图 20. 复合材料在卫星支架上的应用.....                   | 20 |
| 图 21. 复合材料在运载火箭上的应用.....                   | 20 |
| 图 22. 卫星结构图.....                           | 20 |
| 图 23. 卫星互联网发展图谱.....                       | 21 |
| 表 1: ITU 申报规则与时间窗口.....                    | 6  |
| 表 2: 中国与美国主要卫星星座对比.....                    | 6  |
| 表 3: 中国卫星互联网相关政策.....                      | 7  |
| 表 4: 《办法》中规定的无需建立协调关系的情形.....              | 8  |
| 表 5: 不同卫星轨道对比.....                         | 9  |

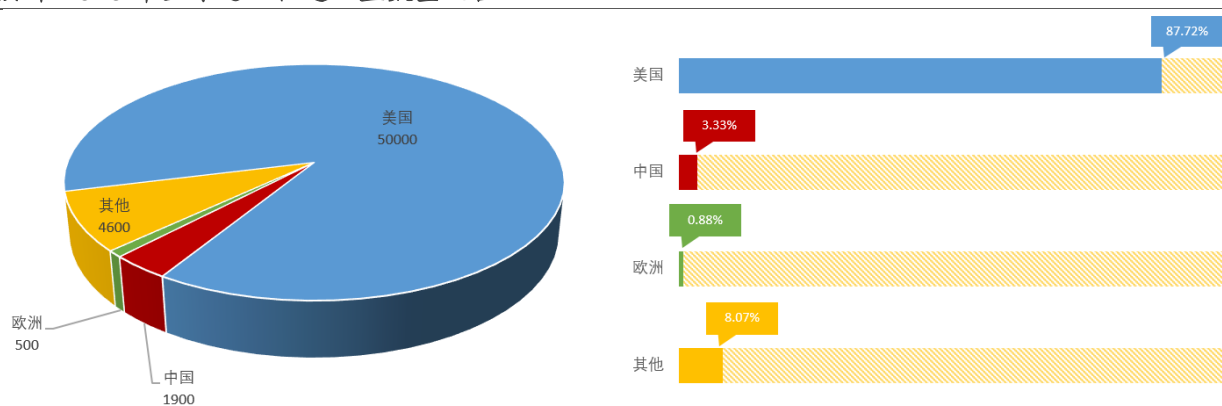
|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 表 6: 星链主要参数指标.....                      | 10 |
| 表 7: 星网组网统计.....                        | 10 |
| 表 8: 全球卫星无线电频率使用情况.....                 | 11 |
| 表 9: 国内外各星座激光通信性能对比.....                | 12 |
| 表 10: 主要卫星互联网运载火箭对比.....                | 13 |
| 表 11: 猎鹰九号火箭 Block5 版一子级平均复用次数统计情况..... | 13 |
| 表 12: 中国海洋卫星组网现状及未来计划.....              | 15 |
| 表 13: 3 种技术路线对比.....                    | 16 |

## 1. 频轨稀缺与战略要求加速卫星组网

### 1.1. 频轨资源愈发稀缺

轨道和频谱资源是卫星互联网运行的核心基础，目前频轨资源日益稀缺，直接制约承载网容量。从轨道资源看，地球轨道资源有限，低地球轨道因传输延迟低、链路损耗小成为卫星互联网建设的首选，但可利用空间有限。通常认为地球近地轨道能容纳约 6 万至 10 万颗卫星，而当前全球在轨卫星总数超过 17000 颗，其中低轨卫星 14000 余颗，预计到 2029 年地球近地轨道将部署总计约 57000 颗低轨卫星。自“星链”掀起低轨星座竞赛潮以来，全球已提交 300 多份星座计划、预计部署超百万颗卫星，太空正变得越来越“挤”。卫星频谱资源同样紧张。卫星通信依赖特定频段，低频段绕射能力强、损耗小但带宽窄，高频段带宽丰富却受天气影响大、损耗高。目前低频段已被大量占用，高频段开发面临技术难题。频谱由国际电信联盟统一管理，各国竞争激烈，分配难以满足卫星互联网快速发展需求，直接限制了卫星互联网的数据传输速率和容量，使其无法高效处理海量用户数据。

图1. 预计 2029 年全球近地轨道卫星数量及占比



资料来源：中国卫星互联网产业发展研究白皮书、国投证券证券研究所

全球频轨资源由国际电信联盟（ITU）统一管理，ITU在频轨资源上实施“先登先占”与分阶段发射时限要求。对于非静止轨道卫星网络（通常被称为“星座”），国际电联规定7年内至少发射一颗卫星，并在轨连续运行90天以上，9年内完成申报数量的10%，12年内完成50%，14年内完成100%。此外，针对大规模低轨星座完成里程碑部署后，卫星因故障或使用寿命到期等原因，不能继续使用却仍占用频轨资源的问题，2023年世界无线电通信大会（WRC-23）为星座制定了后里程碑程序规则：当星座规模较小（ $\leq 340$ 颗）时，需维持至少50%的在轨运行；当规模巨大（约4410颗）时，门限要求提高至95%。若卫星数量改为门限以下，运营者有宽限期。如果无法恢复，必须向ITU提交数据，减少通知或登记的卫星数量，释放占用资源。ITU分配机制进一步放大了频轨资源的稀缺性，倒逼各国及企业提前布局资源申报，形成“抢位式竞争”格局。此外，ITU虽提出“公平分配”原则，为各国预留部分资源，但西方航天强国凭借先发优势已占据大量优质频轨，留给其他国家的优质资源空间极为有限。频轨资源的稀缺性已从潜在风险转化为现实竞争压力，直接推动市场主体加速卫星网络布局以争夺资源权益。



表1：ITU 申报规则与时间窗口

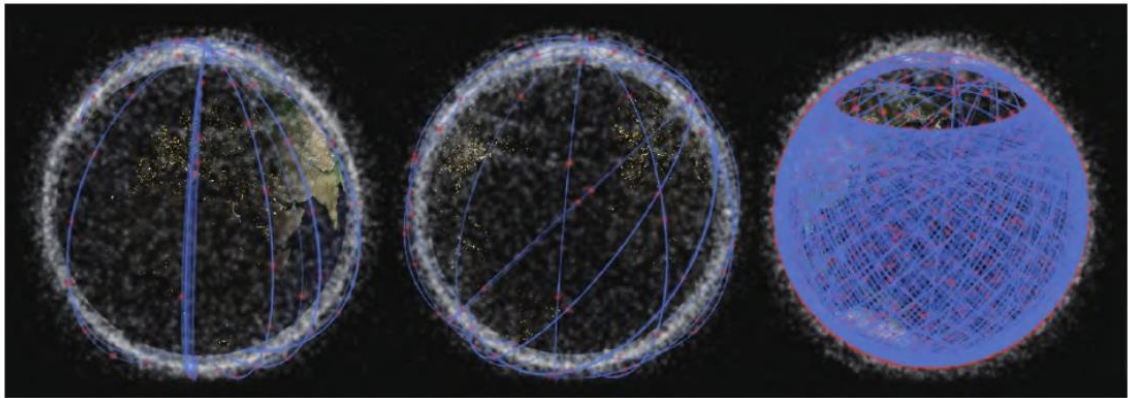
| 时间节点     | ITU 核心要求                              | 中国星座状态                        | 关键影响                                 |
|----------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 申报窗口期    | 申报资料需在规划启用日前不早于7年、不晚于2年提交，通过公示供全球协调避让 | GW 星座 2020 年申报，千帆星座 2023 年申报  | 锁定 Ka/Ku 等核心频段，获得对后发星座的协调优先权         |
| 7 年规则    | 首次发射需在申报后 7 年内完成，逾期频轨资源作废             | GW 星座与千帆星座 2024 年开始批量组网       | 倒逼中国低轨星座加速落地，避免“圈而不建”                |
| 10%部署里程碑 | 申报后第 9 年须完成 10%卫星部署，否则项目面临削减或取消       | 2026-2032 年为 10%部署集中期         | GW 星座与千帆星座分别需在 2029 年、2032 年前发射超千颗卫星 |
| 50%部署里程碑 | 申报后第 12 年须完成至少 50%卫星部署                | 2029-2035 年为 50%部署集中期         | GW 星座与千帆星座在 2035 年前共计发射超万颗卫星         |
| 全面部署完成期  | 需在申报后 14 年内完成全部星座部署                   | 我国计划 2040 年前完成共计 20 余万颗卫星星座建设 | 形成全球覆盖能力，支撑 6G 空天地一体化                |

资料来源：政府官网、国投证券证券研究所

在稀缺性约束下，全球主要国家及科技企业纷纷将频轨资源抢占上升为战略层面，通过大规模申报、加速组网部署等方式争夺主导权。美国凭借先发优势构建了频轨资源与商业化的领先格局。SpaceX 作为全球领先的商业航天企业，其“星链”项目通过提前布局频轨资源实现规模化组网，计划发射 4.2 万颗卫星，已发射卫星超 10000 颗，在轨已部署卫星近 9500 颗，占全球低轨卫星总数约 65%。此外，亚马逊柯伊伯等项目也加速频轨申报与组网推进，目前在轨已部署卫星近 200 颗。我国星座建设虽不及星链，但正在加速推进，同时加快频轨资源战略布局。中国星网 GW 星座、千帆星座等规划卫星数过万的巨型星座正在加速建设中，GW 星座已部署 136 颗卫星，千帆星座已部署 108 颗卫星。2025 年 12 月，我国向 ITU 提交 20.3 万颗卫星的频轨资源申请，涉及 14 个卫星星座，这是我国迄今规模最大的一次国际频轨集中申报行动，助力我国在全球卫星竞争中占据有利位置。

表2：中国与主要卫星星座对比

| 卫星数量                      | 国网星座  | 千帆星座    | 星链    |
|---------------------------|-------|---------|-------|
| 目标/颗                      | 12992 | 超 1.5 万 | 4.2 万 |
| 已部署/颗(截至 2026 年 1 月 16 日) | 136   | 108     | 9491  |



“千帆星座” 态势

“国网星座” 态势

“星链” 态势

资料来源：太空地图、国投证券证券研究所

### 1.2. 政策推动卫星互联网战略落地

近年来，中国卫星互联网行业受到各级政府的高度重视和国家产业政策的重点支持。工业和信息化部印发的《关于优化业务准入促进卫星通信产业发展的指导意见》中规划，到 2030 年发展卫星通信用户超千万。为鼓励卫星通信产业发展，国家陆续出台了多项政策，为企业提供了良好的生产经营环境。2025 年，我国针对性出台两项卫星互联网产业政策，分别从终

端直连产业链规范与星座建设协调成本控制两大关键环节发力，补齐产业发展的制度短板，为商业化落地扫清障碍。同时设立商业航天司，实现卫星互联网监管架构升级。

表3：中国卫星互联网相关政策

| 发布时间     | 发布部门                | 政策名称                           | 重点内容                                                                                                   |
|----------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2025年4月  | 国家互联网信息办公室等七部门      | 《终端设备直连卫星服务管理规定》               | 规范手机直连卫星服务全流程管理,明确网络安全和数据安全要求,支持商业化应用试点                                                                |
| 2025年3月  | 工业和信息化部             | 《卫星网络国内协调管理办法(暂行)》             | 首次系统性规范卫星网络国内协调机制,明确干扰处置、流程优化等核心细则,降低低轨星座组网协调成本                                                        |
| 2024年12月 | 自然资源部、国家发展改革委、国家林草局 | 《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录》          | 将卫星互联网纳入重点支持领域,明确卫星频率轨道资源统筹分配规则                                                                        |
| 2024年1月  | 工信部等七部门             | 《关于推动未来产业创新发展的实施意见》            | 要求前瞻布局 6G、卫星互联网、手机直连卫星等关键技术,推进高通量卫星与低轨星座协同发展                                                           |
| 2023年10月 | 工业和信息化部             | 《关于创新信息通信行业管理优化营商环境的意见》        | 提出分阶段推进卫星互联网业务准入制度改革,允许民营企业参与移动通信转售等业务                                                                 |
| 2023年4月  | 国务院                 | 《计量发展规划(2021-2035年)》           | 开展海上卫星导航设备、海洋装备测量测试技术研究提升海洋装备数字化测量能力,健全海洋立体观测、生态预警、深海气候变化、生物多样性监测等领域计量保障体系                             |
| 2022年6月  | 国家减灾委员会             | 《“十四五”国家综合防灾减灾规划》              | 应急卫星星座建设。依托国家综合部门、国家航天部门与商业卫星协同,针对灾害监测预警、应急抢险等决策需求,推动形成区域凝视卫星、连续监测卫星、动态普查卫星序列,构建全灾种、全要素、全过程应急卫星立体观测体系。 |
| 2022年5月  | 科技部                 | 《关于加强科技创新促进新时代西部大开发形成新格局的实施意见》 | 支持“智慧边防”“关键技术研发与示范,加强大数据、遥感、北斗导航等技术推广应用。                                                               |
| 2022年2月  | 国务院                 | 《“十四五”国家应急体系规划》                | 充分利用物联网、工业互联网、遥感、视频识别、第五代移动通信(5G)等技术提高灾害事故监测感知能力,优化自然灾害监测站网布局,完善应急卫星观测星座,构建空、天、地、海一体化全域覆盖的灾害事故监测预警网络。  |

资料来源：政府官网、中商产业研究院、国投证券证券研究所

《终端设备直连卫星服务管理规定》(以下简称《规定》)是我国首个专门针对终端设备直连卫星服务的规范性文件,旨在促进和规范终端设备直连卫星服务健康发展,为终端设备直连卫星服务管理工作提供了具体指引。2025年4月23日,国家互联网信息办公室联合发改委、工信部等七部门印发该规定。《规定》以“发展与安全并重”为原则,明确了多项促进终端设备直连卫星技术产业发展的措施。《规定》支持终端设备直连卫星技术研究,支持卫星通信与地面移动通信融合发展,推动在无地面信号覆盖区域、应急通信等场景的应用;鼓励依法依规开展基础设施建设和资源共享,鼓励通过终端设备直连卫星服务提高我国网络覆盖水平;鼓励、支持、引导各类组织在产业发展中发挥作用,支持终端设备直连卫星服务典型应用宣传推广。《规定》的出台,将鼓励更广泛的终端设备和服务加入直连卫星产业,引导终端类型从智能手机、汽车等向航空器、船舶、物联网设备不断拓展,激发更加多样化和个性化的需求,进一步丰富终端设备直连卫星应用场景,繁荣产业生态。

《规定》高度重视网络安全、数据安全和个人信息保护。《规定》强调,向境内提供终端设备直连卫星服务等需取得相关电信许可与无线电频率核准,终端设备入境需依法申报查验,同时落实用户实名登记、反诈义务、数据安全保护等要求,既防范了安全风险,又为企业经营划定了清晰边界。此外,规定还提出建立完善标准体系、鼓励国际交流合作等举措,助力国内企业对接全球市场,为终端直连卫星服务的规模化商业化奠定了制度基础,推动手机直连卫星、便携终端通信等消费级应用加速落地。

《卫星网络国内协调管理办法(暂行)》(以下简称《办法》)首次系统性规范卫星网络国内协调机制,明确干扰处置、流程优化等核心细则,降低低轨星座组网协调成本。2025年3月,工信部印发该办法,于当年5月1日起施行,共六章33条,聚焦卫星网络国内协调难、协调成本高的行业痛点,推出多项创新性管理举措:一是强化国家统筹,由国家无线电办公室牵头协调重大复杂事项,避免企业间无序竞争与资源内耗;二是降低资料报送门槛,企业仅需完成国内协调或提交频率兼容分析报告并作出承诺即可报送,简化了申报流程;三是规范协调时限与权责,明确各环节时间要求,厘清申报双方权利义务,提升协调效率;四是扩大无需协调的情形范围,通过轨位间隔、技术限值等标准,减少协调对象数量,减轻企业协调工

作量。《办法》的各项措施大幅降低了商业航天企业在卫星网络国内协调中的时间与经济成本，显著提升了国内协调效率，为我国大规模低轨星座组网、加速商业化验证提供了关键保障。

**表4：《办法》中规定的无需建立协调关系的情形**

| 无需建立国内协调列表的业务（满足其一） | 无需列入国内协调列表的情形         |                       |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|                     | 卫星网络                  | 地面无线电台(站)             |
| 卫星地球探测(无源)业务        | 静止轨道卫星网络协调弧以外         | 未获得地面无线电台(站)执照        |
|                     | 符合《无线电规则》第22条规定       | 符合《无线电规则》第21条限值       |
| 空间研究(无源)业务          | 符合《无线电规则》第22.5款限值     | 符合《无线电规则》规定的其他无需协调的情形 |
|                     | 符合《无线电规则》规定的其他无需协调的情形 |                       |

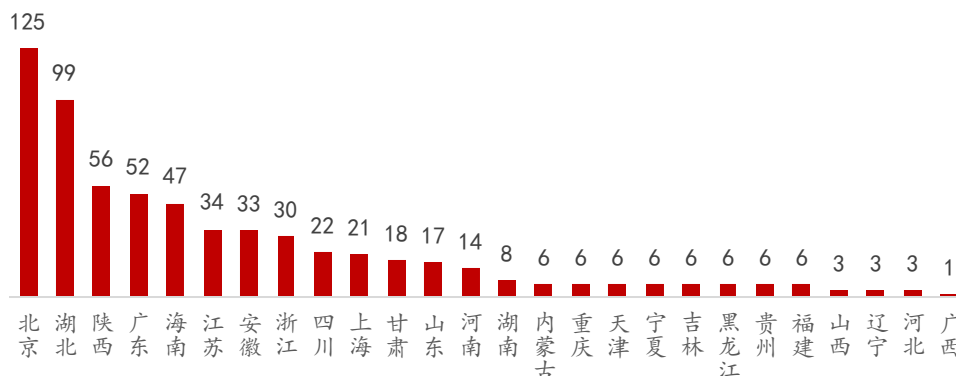
资料来源：政府官网、国投证券证券研究所

2025年11月，国家航天局正式设立商业航天司，标志着我国商业航天产业迎来首个国家级专职监管机构，行业进入制度托底加速阶段。此前，商业航天相关管理职能分散于国防科工局、国家航天局以及工信部其他直属单位等多个部门，存在审批流程复杂、政策协同不足等问题，制约了商业化效率。商业航天司的设立，实现了商业航天产业的集中统筹管理，其核心作用体现在三方面：一是优化审批流程，针对卫星发射、运营牌照发放、频轨资源申请等关键环节，建立标准化审批机制，降低企业制度性交易成本；二是统筹产业规划，牵头制定商业航天发展战略与阶段性目标，衔接国家卫星互联网重大项目，推动资源高效配置；三是强化安全监管与服务保障，平衡产业创新与安全发展，同时为企业提供政策解读、技术支持、人才培养等全方位服务。配套商业航天司设立，国家航天局同步印发《国家航天局推进商业航天高质量发展行动计划（2025-2027年）》，明确到2027年实现商业航天产业生态高效协同，科研生产安全有序，产业规模显著壮大，创新创造活力显著增强，资源能力实现统筹建设和高效利用，行业治理能力显著提升，基本实现商业航天高质量发展。专职机构与专项行动计划的组合发力，既为市场主体提供了稳定的政策预期，又通过顶层统筹破解了产业发展中的跨部门协同难题，为卫星互联网商业化发展提供了强有力的制度支撑。

在国家政策框架引领下，各地区密集出台针对性补贴政策与产业集群规划，形成“地方竞速赋能、特色化发展”的格局。通过真金白银的扶持与精准化布局，加速卫星互联网产业链落地集聚，为全国商业化进程提供局部突破支点。2025年4月，上海市多部门联合发布了《上海市关于加快培育商业航天先进制造业集群的若干措施》，提出到2027年，上海商业航天产业规模力争达到1000亿元左右，商业火箭总装制造能力每年100发、商业卫星智能制造能力每年1000颗、应用终端批量制造能力每年100万个。2025年4月，四川省政府办公厅印发《四川省商业航天高质量发展行动计划（2025—2030年）》，力争2025年航天产业规模突破500亿元，2030年航天产业规模达1000亿元，培育百亿级企业2-3家，50亿级企业3-5家，10亿级企业10家以上，同时计划在凉山州建设商业航天港。2025年8月，广东省人民政府办公厅印发《广东省推动商业航天高质量发展若干政策措施（2025—2028年）》，对企业投资的卫星接收站、测控站等节点，按投资总额的10%给予支持，单个企业年度累计补贴最高1000万元；将卫星相关装备纳入政策支持范围，最高给予1500万元技术改造奖励。2025年10月，山东出台《山东省加快推动商业航天产业高质量发展的若干措施》，力争到2027年商业航天产业规模达到500亿元，具备年产100发运载火箭、150颗商业卫星的产能能力。



图2. 中国商业航天各省份地方法规数量



资料来源：黄朝峰等《我国商业航天发展面临的形势与挑战》、国投证券证券研究所

## 2. 供给侧：低延迟体验提升+火箭复用降本，打开大规模组网空间

### 2.1. 低延迟提升卫星互联网使用体验

低轨星座建设从物理层面突破延迟上限。轨道高度是决定卫星通信延迟的核心物理因素，传统高轨地球同步轨道卫星轨道高度约 3.6 万公里，信号往返地面与卫星的单程传播时间就达 120 毫秒，加上信号处理、链路转发等环节，往返时延会达到 600ms 左右，且存在明显信号衰减与链路干扰问题，仅能适配对实时性要求较低的业务场景。而低轨卫星轨道高度为 500-2000 公里，从物理层面大幅压缩了信号传播距离，与中轨和高轨卫星相比，通讯传播时延最短，信号的传播衰减较小，往返时延一般都小于 100ms。

表5：不同卫星轨道对比

| 卫星类型     | 轨道高度         | 轨道周期        | 用户设备到卫星的传播时延/ms |     | 单程最大传播时延/ms |
|----------|--------------|-------------|-----------------|-----|-------------|
|          |              |             | 最小值             | 最大值 |             |
| 低地球轨道卫星  | 500-2000km   | 约 90-120 分钟 | 3               | 15  | 30          |
| 中地球轨道卫星  | 2000-36000km | 约 2-12 小时   | 27              | 43  | 90          |
| 地球静止轨道卫星 | 36000km      | 约 24 小时     | 120             | 140 | 280         |

资料来源：孙智立等《大规模低轨星座卫星通信网发展展望》、国投证券证券研究所

低轨卫星星座以星链（Starlink）、中国星网（GW）、千帆星座等为代表,通过批量组网实现全球覆盖与信号无缝切换。以星链为例，其卫星轨道高度约 550 公里，通过“一星四链”组网架构（每颗卫星与同轨道前后两颗、相邻轨道两颗卫星建立永久链路）构建网格网络，大幅减少了星地数据转发跳数。根据 SpaceX 于 2024 年 3 月公布的数据，仅在美国地区，高峰时段的中位延迟已降至 33 毫秒，极端场景高峰延迟（第 99 百分位）已降至 65 毫秒以内。国内低轨星座布局同样聚焦这一轨道区间，银河航天进行的低轨宽带通信卫星与 5G 专网的融合测试中，低轨卫星单跳星地延迟可控制在 20-30 毫秒，从 400 公里外传来的全景视频画面清晰、无卡顿。

表6：星链主要参数指标

| 技术指标            | V1.0         | V1.5         | V2.0 mini     | V3.0              |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|
| 首发年份            | 2019         | 2021         | 2023          | 2025              |
| 卫星质量/kg         | 260          | 280          | 800           | 1250              |
| 卫星构型            | 平板化设计,单面太阳能板 | 平板化设计,激光模块增重 | 模块化设计,增加天线阵列  | 大型模块化,高功率设计       |
| 通信能力            | -            | -            | 下行：100 Gbit/s | 下行：1 Tbit/s       |
|                 |              |              | 上行：7 Gbit/s   | 上行：160 Gbit/s     |
| 激光链路            | 无            | 有，速率较低       | 提升至高速链路       | 高速链路，背靠背达 4Tbit/s |
| 通信频段            | Ku/Ka        | Ku/Ka+激光     | Ku/Ka/E+激光    | Ku/Ka/E+激光        |
| 覆盖范围            | 中低纬度         | 增加极地覆盖       | 提升海洋、极地覆盖范围   | 全球覆盖              |
| 终端目标速率/（Mbit/s） | 100          | 150          | 500           | 1000              |

资料来源：郝子慧等《Starlink 卫星星座项目进展与未来前景分析》、国投证券证券研究所

低轨星座通过规模化组网实现了信号覆盖的连续性与稳定性，解决了单颗低轨卫星覆盖范围小、过境时间短的问题。通过数百至数千颗卫星组成的星座组网，可实现全球任意区域的信号连续覆盖，用户终端在卫星过境切换时的时延波动控制在毫秒级，避免了传统单星服务的信号中断与体验卡顿，为规模化用户接入提供了基础性能保障。星链已发射超 10000 颗卫星，构建起规模空前的低轨卫星网络。我国也在加速构建“GW+千帆”的卫星互联网系统。自 2024 年 12 月起，中国星网开启常态化发射组网卫星，已累积发射卫星 19 批共计 151 颗。中国星网规划建设两个子星座：GW-A59 和 GW-A2。GW-A59 子星座计划发射 6080 颗卫星，它们将分布在 500 公里以下的极低轨道；而 GW-A2 子星座则计划发射 6912 颗卫星，这些卫星将部署在 1145 公里的近地轨道。整个国网星座计划发射的卫星总数将达到 12992 颗。

表7：星网组网统计

| 时间         | 批次 | 卫星数 | 火箭      | 发射地点 |
|------------|----|-----|---------|------|
| 2024-12-16 | 01 | 10  | 长五 B    | 文昌   |
| 2025-02-11 | 02 | 9   | 长八甲(Y1) | 文昌   |
| 2025-04-29 | 03 | 10  | 长五 B    | 文昌   |
| 2025-06-06 | 04 | 5   | 长六甲     | 太原   |
| 2025-07-27 | 05 | 5   | 长六甲     | 太原   |
| 2025-07-30 | 06 | 9   | 长八甲     | 海南商发 |
| 2025-08-04 | 07 | 9   | 长十二     | 海南商发 |
| 2025-08-13 | 08 | 10  | 长五 B    | 文昌   |
| 2025-08-17 | 09 | 5   | 长六改     | 太原   |
| 2025-08-26 | 10 | 9   | 长八甲     | 海南商发 |
| 2025-09-27 | 11 | 5   | 长六改     | 太原   |
| 2025-10-16 | 12 | 9   | 长八甲     | 海南商发 |
| 2025-11-10 | 13 | 9   | 长十二     | 海南商发 |
| 2025-12-06 | 14 | 9   | 长八甲     | 海南商发 |
| 2025-12-09 | 15 | 5   | 长六改     | 太原   |
| 2025-12-12 | 16 | 9   | 长十二     | 海南商发 |
| 2025-12-26 | 17 | 9   | 长八甲     | 海南商发 |
| 2026-01-13 | 18 | 9   | 长八甲     | 海南商发 |
| 2026-01-19 | 19 | 6   | 长十二     | 海南商发 |

资料来源：政府官网、太空地图网、国投证券证券研究所

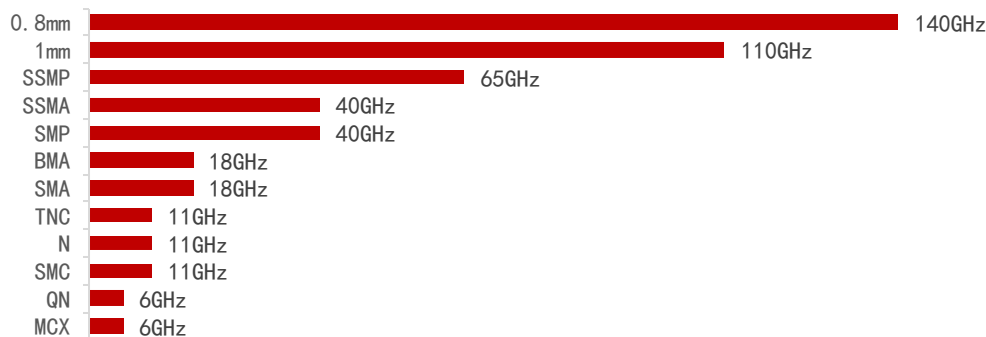
射频频段的迭代升级是降低卫星通信延迟的核心路径之一。高频段凭借更宽的可用带宽，可显著提升数据传输速率，减少多用户并发场景下的数据排队延迟，同时适配低轨卫星高带宽、低延迟的核心需求。当前，Ku、Ka 波段是卫星互联网的主流应用频段，其中 Ka 波段因雨衰严重（暴雨时可达 40dB），主要用于星间链路；星地链路更倾向于选择 Ku 波段。当前，低轨卫星主要采用的 Ku 及 Ka 通信频段资源逐渐趋于饱和状态，因此商业星座正在探索更高频段，如毫米波频段。

**表8：全球卫星无线电频率使用情况**

| 频段  | 频率范围              | 使用情况                                     |
|-----|-------------------|------------------------------------------|
| L   | 1-2GHz            | 主要用于地面移动通信、卫星定位、卫星移动通信及卫星测控链路等,资源几乎殆尽    |
| S   | 2-4GHz            | 主要用于气象雷达、船用雷达、卫星定位、卫星移动通信及卫星测控链路等,资源几乎殆尽 |
| G   | 4-8GHz            | 主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等,随着地面通信业务的发展,已近饱和   |
| X   | 8-12GHz           | 主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等,通常被政府和军方占用         |
| Ku  | 12-18GHz          | 主要用于卫星通信,支持互联网接入,已近饱和                    |
| Ka  | 26.5-40GHz        | 主要用于卫星通信,支持互联网接入,正在被大量使用                 |
| Q/V | 36-46GHz/46-75GHz | 商业卫星通信领域已开始在此频段布局                        |
| 太赫兹 | 0.1-10THz         | 正在开发                                     |

资料来源：杨瑞云等《我国商业卫星无线电频率使用初步思考》、国投证券证券研究所

低轨卫星小型化和高频段通信对射频器件提出了更高的要求,促使射频连接器向更高频率和更小尺寸方向发展,以适应卫星间及地面站与卫星间的高效数据传输需求。为了适应更宽的信道空间和更高的数据传输速率,射频连接器的工作频率不断提升。2.92mm、2.4mm、1.85mm、1.0mm、0.8mm 多种毫米波连接器相继出现,上限工作频率从 40GHz 的 2.92mm 发展到 140GHz 的 0.8mm,这一跃进不仅使得连接器尺寸愈发微型化,而且对加工精度提出了严苛的要求。电磁仿真技术、精密加工技术以及微/深孔加工技术的进步,为毫米波连接器的量产提供了有力保障,确保了系统在高频率下实现稳定、高速的传输性能。富士达生产的 SSMP、3SMP 连接器已批量应用,显著提升了空间利用率;同时,板对板连接器间距从 0.4mm 向 0.2mm 超微间距演进,配合多通道阵列式高密度连接方案,这些创新技术在有限空间内构建出复杂的信号传输网络,有效突破了传统电缆组件在密集互联场景下的物理局限,为下一代高通量卫星和巨型星座的工程设计提供了关键支撑。

**图3. 部分射频连接器最高工作频率**


资料来源：易晓东等《航天用射频同轴连接器质量保证及总规范研究》、相关公司官网及公告、国投证券证券研究所

激光星间链路技术的发展大幅缩减多跳转发延迟。星间链路是航天器之间实现在空间中通信或测距的手段,在卫星网络中扮演着重要的角色。传统微波星间链路存在带宽低、抗干扰能力弱、传输延迟高的局限,而激光星间链路具备高信道吞吐率、高传输带宽、强抗干扰能力、高保密性和安全性等优点。同时,激光通信终端设备向着更小体积、轻量化和低功耗的方向发展,这也符合卫星平台对有效载荷小型化、轻型化、低能耗的要求。中国的“星网”、“鸿雁”、“虹云”、“行云”以及“天地一体化”星座和国外的星链、PWSA 等卫星网络已经将激光星间链路作为其核心传输链路的方式之一。激光通信速率从最初的几 kbit/s、几 Mbit/s,发展到如今的数十 Gbit/s,实验室研究和实验的速率已达到 100 Gbit/s 以至 Tbit/s,未来将向更高速率发展。根据紫金山实验室,清华大学“智慧天网一号 01 星”已经实现中轨星间激光通信 120Gbps 稳定传输,远超微波链路的百兆至千兆级带宽水平。

表9：国内外各星座激光通信性能对比

| 星座                | 在轨状态/规模             | 星间链路速率                  | 链路可用度(要求)     | 建链时间/s    | 链路保持时间             | 工程成熟度特征                         |
|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------|-----------|--------------------|---------------------------------|
| Starlink (SpaceX) | 9000+激光终端<br>(2024) | 100-200 Gb/s            | ≥99% (运营状态)   | 10-20     | 1-10h 级连续保持        | 唯一已实现万级批<br>产与全球运营的星<br>间光链路体系  |
| PWSA (SDA)        | 多批次轨道部署中            | 2.5-10 Gb/s             | ≥97% (战术级需求)  | ≤15       | 数十分钟-数小时           | 强调抗毁性、保密<br>性与跨厂商光链路<br>互联      |
| GW (中国星网)         | 规划组网, 部分星<br>在轨     | 5-100 Gb/s              | ≥95% (设计目标)   | ≤15       | 小时级运行预期            | 定位全球覆盖、高<br>可靠骨干回传, 星<br>上调度在演进 |
| G60 (中国上海)        | 分阶段建设               | 最高 100 Gb/s             | ≥95% (工程规划)   | ≤15       | 小时级连续通信            | 强调低时延大带宽<br>与星上智能调度             |
| “极光” (极光星<br>通公司) | 已完成功能/性能<br>在轨验证    | 10/100/400Gb/s<br>(已验证) | ≥98% (公开试验结果) | ≤10 (已实测) | 百小时级稳定保持<br>(主动中止) | 国内成熟度最高的<br>商用星间激光终端<br>体系      |

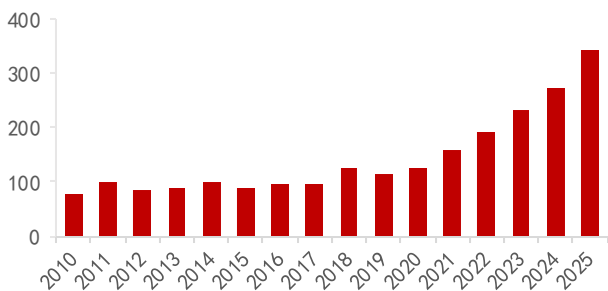
资料来源：谢腾等《低轨巨星座高速激光通信关键技术探讨》、国投证券证券研究所

低延迟技术的成熟让卫星互联网从“能用”向“好用”升级。根据紫金山实验室，在航空互联领域，传统航空通信依赖 L 波段海事卫星或空对地网络，存在带宽窄、资费高的痛点。新一代 Ka/Ku 频段低轨卫星可为民航客机提供 200Mbps 以上带宽，时延控制在 50ms 以内。卡塔尔航空的波音 777 飞机搭载 Starlink 卫星网络服务，2024 年实测显示单机峰值速率达 350Mbps，乘客可享受媲美乃至优于家庭宽带的快速可靠连接体验。在消费级场景，随着延迟的降低，卫星互联网已初步实现与地面网络相当的速率水平。中国联通联合中兴通讯、银河航天完成的国内首个 NR NTN 终端直连低轨卫星在轨试验，数据业务上行峰值速率达 4Mbps，下行峰值速率达 11Mbps，速率可类比地面 4G 终端。

## 2.2. 火箭可回收复用技术大幅降低单次发射成本，让大规模组网成为可能

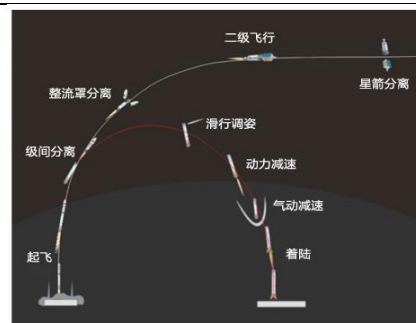
以垂直起降为主要路线的可回收火箭，让大规模卫星发射具备经济可行性。传统航天发射依赖一次性火箭，高昂的硬件消耗成本与低效的发射模式，长期将卫星互联网大规模组网困在“技术可行、商业不可行”的困境中。日本可搭载大型卫星的主力火箭“H2A”，每次的发射费用达到约 9000 万美元，对于低轨卫星互联网星座而言，其组网通常需要数百乃至数千颗卫星，如中国星网 GW 星座、G60 千帆星座、鸿鹄-3 星座合计计划发射近四万颗卫星。这些卫星的发射将集中在未来十年内完成：GW 星座计划在 2035 年完成全部 12992 颗卫星的发射；千帆星座计划在 2030 年底前完成超 1.5 万颗卫星组网；鸿鹄-3 星座则规划在 2035 年底完成 12000 颗卫星组网。按低轨卫星 7 年寿命计算，年均需置接近 6000 颗卫星。若采用传统一次性火箭发射，仅组网发射成本就将达到万亿级人民币，远超商业项目的盈利承受范围。2020 年以来，全球火箭发射活动进入高度密集期，2025 年全球发射火箭 341 次，较 2024 年增加 68 次。卫星星座组网需求将推动火箭发射频次持续提升，低成本的运载火箭重要性愈发凸显。可回收火箭以垂直起降回收为主要技术路线，通过“发动机反推减速+精准姿态控制”实现箭体垂直软着陆及回收复用，无需再生产新的箭体，显著降低了火箭成本。

图4. 全球火箭发射次数



资料来源：国际火箭发射、国投证券证券研究所

图5. 垂直起降回收工作剖面



资料来源：陈晓飞等《运载火箭回收模式及发展展望》、国投证券证券研究所



从成本结构变化来看，可回收火箭通过部件复用，大幅缩减硬件成本，燃料与翻新成本成为单次发射的主要支出。以全新的猎鹰九号火箭为例，总成本 5000 万美元，其中硬件成本 4500 万美元，占比 90%；软件成本 500 万美元，占比 10%。硬件成本中，一级发动机成本 3000 万美元，二级发动机成本 1000 万美元，整流罩成本 500 万美元，一级发动机和整流罩可回收，二级发动机不可回收。以此推算猎鹰九号的复用成本为 1500 万美元，仅为全新火箭成本的 30%。此外，复用火箭的发射准备周期大幅缩短，能够实现“航班化”高频发射，进一步摊薄场地、人力等固定成本，形成“复用次数越多、单位成本越低”的规模效应。

表10：主要卫星互联网运载火箭对比

| 运载火箭       | 国家  | 运载能力 (LEO)                   | 单位质量报价(美元/kg) | 是否可回收 |
|------------|-----|------------------------------|---------------|-------|
| 猎鹰九号       | 美国  | 22.8t                        | 2700          | 部分可回收 |
| 星舰         | 美国  | 100t                         | 60            | 完全可回收 |
| Atlas V    | 美国  | 20t                          | 3700          | 一次性   |
| 朱雀三号       | 中国  | 航区回收任务 18.3t<br>返场回收任务 12.5t | 约 2800        | 部分可回收 |
| 智神星一号      | 中国  | 8t/17.5t (两级半构型)             | 约 1400-2800   | 部分可回收 |
| 长征二号丁      | 中国  | 4t                           | 约 3900        | 一次性   |
| 联盟-2.1B    | 俄罗斯 | 8.2t                         | 6400          | 一次性   |
| GSLV-MKIII | 印度  | 10t                          | 4200          | 一次性   |

资料来源：赵凯等《商业思维下 SpaceX 公司“星链”计划发射成本浅议》、公司官网、太空与网络公众号、国投证券证券研究所

目前，全球可回收火箭技术以 SpaceX 猎鹰九号的商业化应用最为成熟。猎鹰九号是全球首个实现规模化复用的可回收火箭，通过陆地与海上平台双重回收模式，已实现一级箭体的常态化复用。2024 年猎鹰九号共完成 132 次发射，其中一级重复使用 10 次以上的发射次数达 90 次，占比近 7 成，最多成功重复使用已达 24 次。除猎鹰 9 号外，SpaceX 星舰火箭进一步突破大运力复用技术，计划实现两级回收，使星舰成为完全可重复使用的火箭。若实现商业化应用，将进一步降低卫星发射的成本。

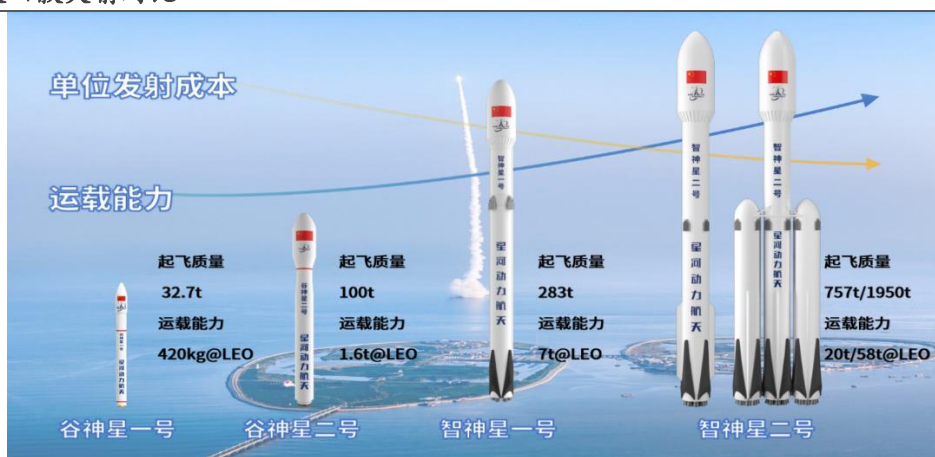
表11：猎鹰九号火箭 Block5 版一子级平均复用次数统计情况

| 年份       | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 发射次数/次   | 10   | 11   | 26   | 31   | 60   | 91   | 132  |
| 在役一子级数/个 | 6    | 6    | 11   | 10   | 14   | 15   | 18   |
| 年平均复用数/次 | 1.67 | 1.83 | 2.36 | 3.1  | 4.29 | 6.06 | 7.33 |

资料来源：徐侃等《猎鹰-9 火箭高密度商业发射经验分析》、国投证券证券研究所

在国内卫星互联网星座加速规划背景下，国家队与民营航天企业协同推进可回收火箭技术研发与验证，逐步实现从技术试验到商业化落地的跨越，为星网星座、千帆星座等本土大规模组网项目提供低成本运力保障。民营航天企业成为国内可回收火箭技术突破的先锋力量。蓝箭航天朱雀三号作为国内首款液氧甲烷动力可回收火箭，设计一子级设计复用次数不少于 20 次，一级发动机在火箭回收后可不下箭检查，加注完成即可再次飞行，实现航班化运营，发射成本相较一次性火箭可降低 80%至 90%。星河动力研发的智神星一号可回收火箭计划 2026 年首飞，设计复用次数不少于 25 次，适配低轨星座“一箭多星”的批量部署需求。国家队层面，航天科技集团长征十二号甲可回收火箭是以实现“一级重复使用”为核心特征的液氧甲烷运载火箭，起飞重量约 437 吨。

图6. 星河动力航天四款火箭对比



资料来源：星河动力航天官方微信公众号、国投证券证券研究所

### 3. 需求侧：卫星互联网助力广域普惠连接，驱动全域需求释放

#### 3.1. 填补数字鸿沟，实现普惠连接

卫星互联网在传统覆盖薄弱区域有着日益凸显且难以被地面网络满足的连接需求。传统地面蜂窝网络的覆盖逻辑高度依赖人口密度与建设回报，这在地理环境复杂、人口稀少的偏远地区、广阔无垠的海洋、特殊作业基地以及地形险峻的山区形成了天然的“数字鸿沟”。卫星互联网以其“不依赖地面基础设施”、“广域无缝覆盖”的独特优势，成为弥合这一鸿沟、实现真正意义上的全球普惠连接的唯一可行方案。

卫星互联网为偏远地区与应急通信构筑起不可替代的“太空生命线”。在高原、沙漠、山区、丛林等地区，铺设和维护地面基站面临成本极高、施工困难、运维不便的难题。这些区域的居民不仅难以享受基础通信服务，更在自然灾害来临时，因“断路、断电、断网”而瞬间成为“信息孤岛”，严重威胁人民生命财产安全与救援效率。卫星通信已成为破解这一困局的重要工程。

图7. 基于卫星互联网的应急体系



资料来源：蓝炬科技官网、国投证券证券研究所

卫星互联网赋能海洋经济与海上作业。海洋是全球经济活动与资源开发的重要空间，却长期是通信覆盖的盲区。传统海洋通信主要依赖昂贵且带宽有限的高轨卫星，难以支撑现代海洋渔业、运输、科考和资源勘探对大数据交互、实时通信和智能化管理的需求。低轨卫星星座的兴起，通过提供稳定、广覆盖的宽带连接，为“蓝色经济”的全面数字化与智能化转型奠定关键基础设施。对于远洋运输、海洋工程、资源勘探、海洋科考等专业化领域，稳定可靠的通信是作业安全与效率的基石。卫星互联网能够提供比传统海事卫星更高速率、更低时延的数据回传能力，支持船舶设备状态远程监控、高清视频会议、勘探数据实时传输等应用。除了通信功能，卫星网络可以对海上活动进行实时监测和追踪，提供精准及时的海洋环境监

测数据，提高了海洋灾难预警的准确性和及时性，实现对海洋的全方位、精准化、智能化管理。我国已建成由海洋水色、海洋动力、海洋监视监测三大系列卫星组成的协同观测体系，11颗在轨卫星编织起全天时、全天候、全覆盖的“海洋感知网”，为全球海洋环境保护和可持续发展提供了有力支持。

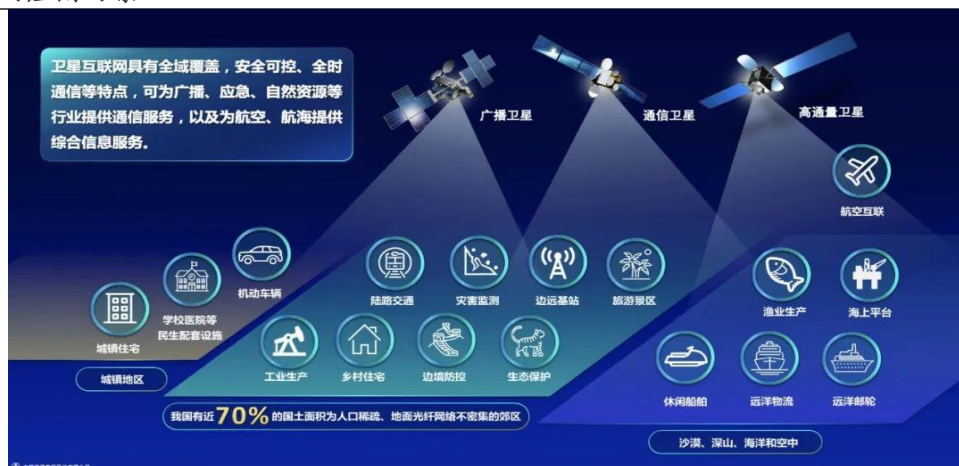
表12：中国海洋卫星组网现状及未来计划

| 系列       | 卫星             | 发射日期     | 状态   |
|----------|----------------|----------|------|
| 海洋水色卫星   | HY-1A          | 2002年5月  | 已退役  |
|          | HY-1B          | 2007年4月  | 已退役  |
|          | HY-1C          | 2018年9月  | 在轨运行 |
|          | HY-1D          | 2020年6月  | 在轨运行 |
|          | HY-1E          | 2023年11月 | 在轨运行 |
|          | HY-1F          | -        | 计划发射 |
| 海洋动力卫星   | 高轨海洋与海岸带环境监测卫星 | -        | 计划发射 |
|          | HY-2A          | 2011年8月  | 已退役  |
|          | HY-2B          | 2018年10月 | 在轨运行 |
|          | HY-2C          | 2020年9月  | 在轨运行 |
|          | HY-2D          | 2021年5月  | 在轨运行 |
|          | 中法海洋卫星（GFOSAT） | 2018年10月 | 在轨运行 |
|          | 海洋盐度探测卫星       | 2024年11月 | 在轨运行 |
|          | HY-2E          | 预计2026年  | 计划发射 |
| 海洋监视监测卫星 | HY-2F          | 预计2026年  | 计划发射 |
|          | GF-3           | 2016年8月  | 在轨运行 |
|          | CSAR-01        | 2021年9月  | 在轨运行 |
|          | CSAR-02        | 2022年4月  | 在轨运行 |

资料来源：国家卫星海洋应用中心、国投证券证券研究所

除了常规的偏远地区和海洋，卫星互联网的需求还广泛存在于各类具有特殊战略或经济价值的区域，这些区域通常也是地面网络建设的薄弱区域。在漫长的边境线、高海拔的边防哨所以及极地科考站，保障通信就是保障国家主权和科研活动的连续性。卫星互联网能提供与内地的稳定联络通道，满足指挥调度、日常通信和科研数据交换的需求。

图8. 卫星互联网的应用场景



资料来源：《电子技术应用》杂志、国投证券证券研究所

### 3.2. 技术进步与用户拓展推动卫星互联网商业化落地

卫星互联网技术主要有双模终端、存量终端直连、5GNIN三种路线，当前以存量终端直连为主，未来5GNIN有望广泛使用。双模终端技术是基于现有卫星系统能力的过渡方案，建设成本较低，但用户需购买和携带厚重的专用卫星电话或终端，这些设备价格昂贵、功能单一，通常只能进行语音或低速数据通信。此阶段，卫星通信是地面网络完全失效后的备用工具，用户局限于政府、军方、远洋航运等特定领域，市场规模有限，生态封闭。存量终端直连是基于现有地面网络能力的过渡方案，以卫星手机为主要代表，其标志是卫星通信功能被直接集成到主流智能手机的基带芯片中。用户无需额外设备，即可在无地面信号时连接卫星网络，发送短报文或进行语音通信。存量终端技术将潜在用户基数从百万级的专业设备市场，扩张到每年超过10亿部的智能手机出货量市场。5GNIN技术路线是基于第三代合作伙



伴计划（3GPP）公开标准平台的技术体制，在端到端通信协议设计过程中综合考虑了卫星与地面系统的协同能力需求，可充分利用和分享地面 5G 的产业链和规模经济效益，快速扩增卫星通信产业规模，是未来实现天地一体融合通信的发展方向，标志着 5G 从地面走向了空间。5G NTN 技术适用于应急通信、交通、矿产、油气、电网及海事等行业场景，同时借助手机直连卫星等技术，逐步拓展到普通大众消费群体，增大了存量用户黏性。

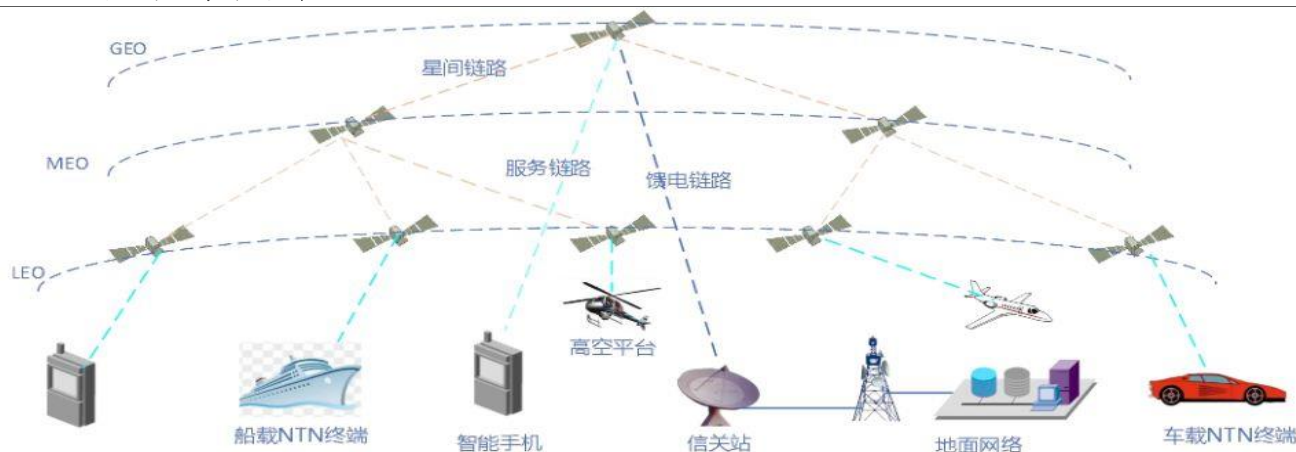
表13：3 种技术路线对比

| 技术路线   | 主要特点                               | 典型系统                       | 业务功能                        | 优势                    | 劣势                                      |
|--------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| 双模终端   | 使用双模终端适配现有卫星网络和地面网络两种独立技术体系        | Globalstar、铱星系统、天通系统       | 短信、语音、低速数据业务                | 卫星网络改造小，建设成本低、时间短     | 用户需要更换终端；私有化定制双模芯片/终端，市场规模受限            |
| 存量终端直连 | 用户不需要更换终端，通过新建卫星网络补偿，使现有手机直接接入卫星网络 | Starlink V2.0、AST BlueBird | 语音、短信及中高速数据业务               | 用户不需要更换终端，潜在用户群体大     | 私有化定制卫星网络；技术实现难度大，建设成本高、时间长             |
| 5G NTN | 采用星地融合统一协议体制，提供星地融合服务              | Omni space                 | 语音、短信及中高速数据业务，可支持星地融合创新业务需求 | 采用公开标准体制；便于形成星地融合规模产业 | 协议标准成熟度、关键技术工程化能力尚需提升；星地网络端到端系统性规划建设周期长 |

资料来源：杨岭才等《再论推进我国卫星互联网建设的策略建议——基于手机直连卫星技术路线与商业闭环的思考》、国投证券证券研究所

我国 5G NTN 商用遵循“技术验证-小规模试点-规模化落地”的渐进式路径，当前处于技术验证向试点商用过渡的阶段。2024 年，中国电信发布的国内首个 IoT NTN 运营级商用网络，实现了陆海空天无缝连接。该 NTN 网络效率达到国内最高水平，支持千万级物联用户，具备日均上亿条短数据处理能力。同年，中国电信研究院、中国电信浙江公司联合中国电信上海公司、北京捷蜂创智科技完成全球首个 NRNTN 业务应用试点，本次试点在岛屿数量及海岸线长度位居全国首位的浙江舟山海域开展，基于亚洲 9 号卫星，在 10 海里的商用轮渡航线上，首次实现了 NRNTN 面向轮渡乘客的语音及宽带互联网通信，验证了 NRNTN 技术在实际应用中的可行性和有效性。

图9. 5G NTN 应用场景示意图



资料来源：中国电信 5G NTN 技术白皮书、国投证券证券研究所

随着万物互联新时代的到来，用户对通信的需求已从互联速度提升，逐步向互联时间缩短、互联空间扩大等领域全面拓展。原有的通信网络无法满足山区、沙漠、海洋和天空等人迹罕至地方的覆盖需求，也无法进一步满足对时延敏感的金融交易等业务的需求。同时，虚拟现实、自动驾驶和物联网等新兴产业也对通信容量和延迟提出了新要求。为满足这些需求，天地一体化网络技术崭露头角，卫星互联网的需求端将迎来持续增长。当前卫星互联网的应用场景主要有手机直连卫星、汽车直连卫星和卫星物联网三种。

手机直连卫星是卫星互联网在个人消费领域的标志性应用，是卫星互联网商业化落地的核心落点。其核心价值在于实现“无地面网络覆盖区域的泛在通信”，让普通智能手机无需额外改装或外接设备，即可通过卫星链路完成通信服务。手机直连卫星场景可分为通信与上网



两大方向，目前以通信服务为主。5G NTN 技术基于海量普通手机用户群体及产业规模，可以大幅降低卫星芯片、终端模组、手机的成本，使手机直连卫星具备经济可行性，有望成为手机卫星通信技术的主要发展方向。2023 年，联发科与 Bullitt 合作率先在全球推出采用 3GPP NTN 技术的商用智能手机：摩托罗拉 defy 2 和 CAT S75。其他手机品牌也正计划在高端机型中搭载 5G NTN 通信功能，比如苹果公司即将推出的 iPhone 18 Pro 系列预计将支持 5G NTN 功能。

图10. 摩托罗拉 defy 2



资料来源：公司官网、国投证券证券研究所

图11. iPhone 18 Pro 系列预计将支持 5G NTN 功能



资料来源：IT之家、国投证券证券研究所

除通信功能外，手机厂商正加速布局卫星上网功能。华为于 2024 年推出全球首款支持三网卫星通信的大众智能手机，除北斗卫星消息、天通卫星通信外，还将支持低轨卫星互联网，将卫星手机功能由通信向数据联网拓展。苹果预计将在 iPhone 18 Pro 上实现 5G 卫星联网功能，提供日常级别的连接能力，支持语音通话、数据传输，带宽从目前的 Kbps 级提升至 Mbps 甚至 Gbps。未来手机直连卫星上网服务将逐步推出，初期可能以低速上网（如文字消息、简单网页浏览）为主，后续逐步提升带宽，甚至支持视频通话。卫星通信将不再只是应急工具，而是成为 5G、WiFi 之外的第三种上网方式。

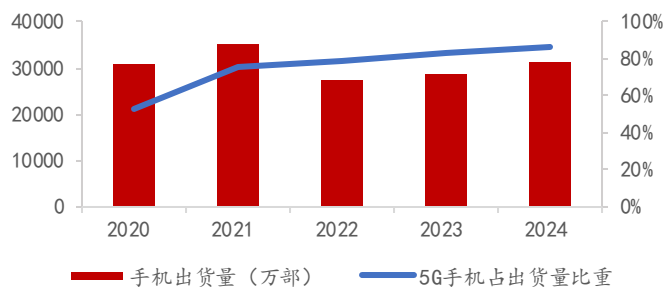
图12. 华为 Mate X6 三网卫星典藏版



资料来源：IT之家、国投证券证券研究所

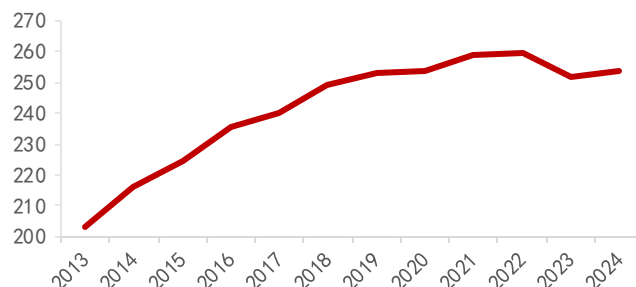
作为目前最为常用的个人通信工具，将卫星通信技术整合进手机，极大地拓展了卫星互联网的潜在用户规模。2024 年国内手机出货量 3.14 亿部，其中 5G 手机占比 86.4%，居民平均每百户拥有手机 253.48 部，庞大的终端基数与 5G 技术的普及，为卫星通信功能的落地提供了肥沃的土壤。随着手机直连卫星技术的逐步成熟，卫星手机价格从高端逐步进入中低端市场，让手机直连卫星突破小众圈层，触达更广泛大众用户。手机直连卫星市场正在全球范围内经历从“0 到 1”的破圈，并快速迈向“1 到 N”的规模化普及。其增长动能来自消费电子巨头的集体推动、运营商服务的全面开放以及用户“永远在线”需求的彻底释放。中国已成为全球手机直连卫星技术应用和市场规模增长的领头羊。中国电信联合华为、荣耀、小米、OPPO、vivo、中兴、三星等品牌，已推出 30 款支持手机直连卫星功能的终端。

图13. 我国手机出货量及 5G 手机占比



资料来源: Choice、国投证券证券研究所

图14. 我国居民每百户手机拥有量 (单位: 部)

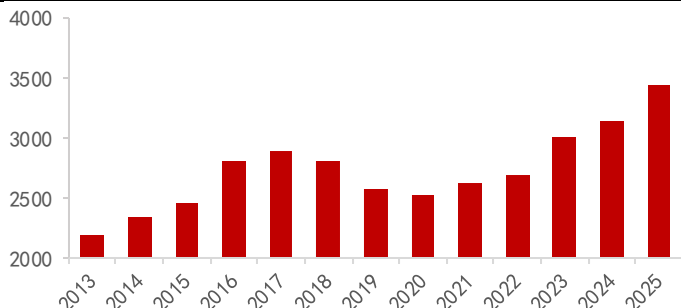


资料来源: Choice、国投证券证券研究所

相较于手机直连卫星领域,汽车直连卫星技术应用较晚,但未来的竞争会比手机更激烈,因为车用卫星服务的需求更强、场景更具体,汽车的承载能力与拓展空间也远高于手机。我国作为全球汽车大国,庞大的市场基数为汽车直连卫星技术提供了强劲发展动能。2025 年我国汽车产销量均突破 3400 万辆,连续 17 年稳居全球第一。

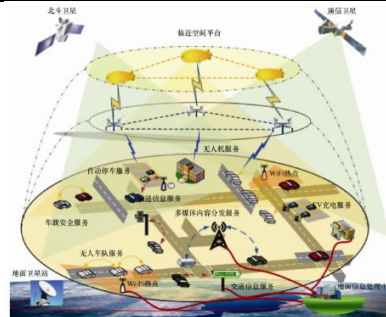
汽车直连卫星是卫星互联网与智能交通领域的深度融合应用,是空天地一体化车联网的重要组成部分。汽车直连卫星的核心目标是解决智能网联汽车在高速行驶、偏远路段、跨区域通行等场景下的通信连续性问题,为自动驾驶、车辆协同、智能座舱等业务提供全域、高可靠的通信保障。不同于传统车载通信依赖地面基站,汽车直连卫星通过车载终端与卫星星座的直接通信,实现“空天地一体”的无缝接入,尤其适配高动态移动场景下的通信需求。汽车直连卫星主要覆盖三大场景:一是自动驾驶的全域感知与协同;二是智能座舱的联网功能;三是车辆安全与应急救援。部分车载芯片厂商已开始布局 5GNTN 技术的汽车卫星通信,例如移远 AR588MA 模组基于联发科 MT2739 平台,集成 5G NTN 卫星通信能力,即便在地库、偏远山区等弱信号区域,车辆也能稳定联网。

图15. 我国汽车销量 (单位: 万辆)



资料来源: Choice、国投证券证券研究所

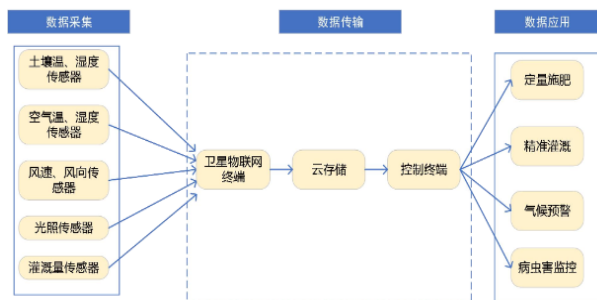
图16. 空天地一体化车联网架构



资料来源: 牛志升等《面向沉浸式体验的空天地一体化车联网体系架构与关键技术》、国投证券证券研究所

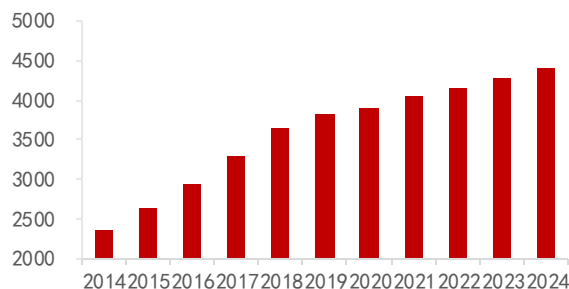
卫星物联网正在深度渗透众多行业,构建起多元化应用生态,推动卫星互联网的终端覆盖边界持续拓展。在智慧农业领域,智慧农场通过卫星物联网模组将数据实时回传至管理平台,支撑精准灌溉、病虫害预警、畜牧定位等业务。在航运领域,卫星物联网能够为远洋船舶、海上平台、集装箱等提供全程通信保障,支持船舶定位追踪、航行数据传输、船员通信等业务,截至 2024 年全球商船队规模已达 11.25 万艘,为卫星物联网带来庞大的市场空间。在航空领域,卫星物联网可以提供民航客舱内用户上网、短信和语音等业务,以及通用航空领域的语音调度、轨迹数据回传等需求。我国民航行业处于扩张阶段,飞机数量持续增长,低空经济也在不断发展,空中互联网业务潜在市场规模巨大。在能源与环境监测领域,卫星物联网支持偏远地区输电线路、变电站的设备监测数据传输,以及森林火灾传感器、冰川融化监测设备、海洋污染监测浮标等终端的长期稳定运行,即使在无人值守的极端环境下,也能保障数据的持续传输与分析。

图17. 智慧农场应用示例



资料来源：中国电信 5G NTN 技术白皮书、国投证券证券研究所

图18. 我国民航运输飞机数量（单位：架）



资料来源：Choice、国投证券证券研究所

## 4. 卫星互联网产业链与标的

### 4.1. 产业链梳理

卫星互联网产业链涵盖上、中、下游三大环节，上游主要为火箭、卫星所需的关键原材料；中游承担卫星、火箭及地面设备的制造，是搭建卫星体系、连接天基系统与终端用户的关键枢纽；下游侧重应用场景拓展与服务商业化，是产业价值释放的核心载体。

图19. 卫星互联网产业链全景图



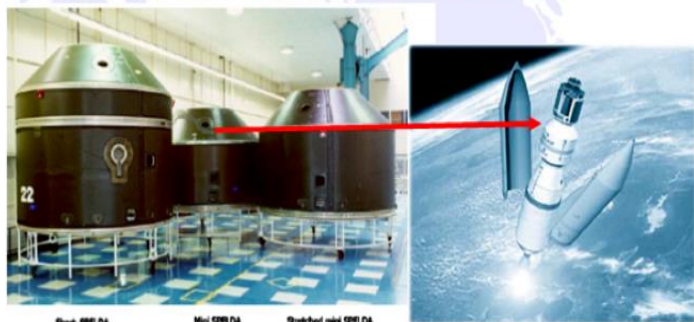
资料来源：赛迪顾问、国投证券证券研究所

火箭和卫星因工作环境的特殊性，需要耐高温、高强度、轻量化的特种材料。复合材料凭借强度高、可设计性强、耐腐蚀等优势，广泛应用于航天领域，主要包括陶瓷基复合材料、碳纤维复合材料等类别。陶瓷基复合材料是火箭发动机高温部件及卫星热防护系统的关键材料，兼具耐高温与轻量化特性。碳纤维复合材料以碳纤维搭配树脂、金属或陶瓷，碳纤维密度极低，仅为钢材密度的 1/4-1/5，铝合金的 2/3 左右，能够带来极为显著的减重效果，因此广泛应用于卫星主体结构、太阳能帆板、火箭整流罩等部件。除复合材料外，合成橡胶、合成塑料等高分子新材料和高性能橡塑密封件在耐极端环境、动态密封性能、抗老化能力等维度仍具独特优势。例如硅橡胶暴露于阳光下时不会随着时间的推移而降解或失去其特性，具有高度抗紫外线辐射性能，是航空航天应用的理想选择。



图20. 复合材料在卫星支架上的应用

卫星支架：轻质碳纤维复合材料，承载有效载荷

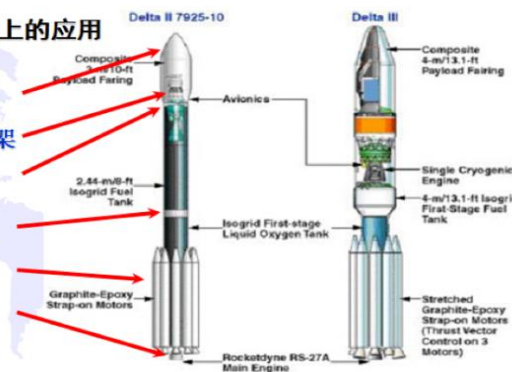


资料来源：复材云集、国投证券证券研究所

图21. 复合材料在运载火箭上的应用

运载火箭上的应用

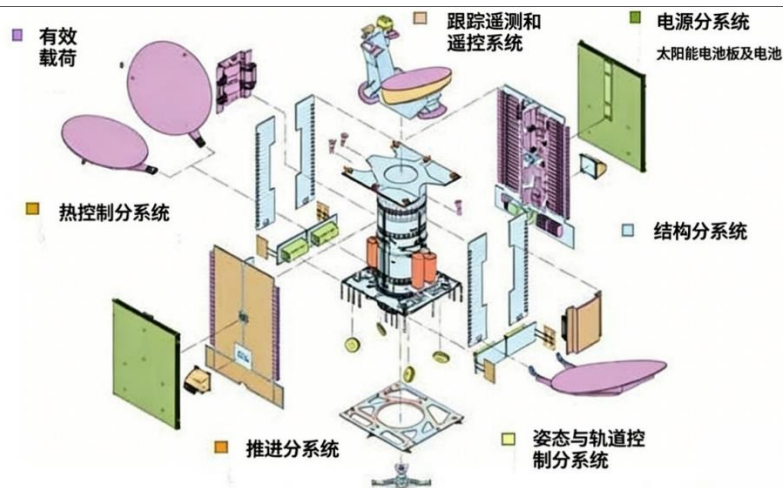
- 整流罩
- 卫星支架
- 仪器舱
- 级间段
- 助推器
- 发动机



资料来源：复材云集、国投证券证券研究所

卫星和火箭的核心零部件包括连接器、伺服系统、结构件、紧固件等多个品类，标准化、规模化生产成为主要发展方向。连接器作为卫星与火箭的信号、能量传输核心部件，承担着电路互连、数据传导及系统集成的关键功能。宇航级连接器具备耐辐射、抗腐蚀、低接触电阻、高插拔寿命及密封性能，其中星载射频连接器还需满足高频高速传输需求。行业正加速推进连接器接口标准化、模块化设计，实现不同卫星平台、不同子系统间的通用互换，大幅缩短装配周期与测试成本。伺服系统是卫星姿态控制、火箭推进系统调节的核心部件，主要包括星敏感器、陀螺、舵机、驱动控制器等子组件。运载火箭所需的中大功率动力伺服系统的工作环境较为恶劣，可靠性是制约其稳定工作的主因，因此相关企业不断优化电磁兼容、散热等设计，满足太空环境的工作要求。结构件是卫星与火箭的核心承载部件，涵盖卫星承力筒、舱体、天线支架、火箭箭体段、整流罩等。结构件正从传统金属材质主导，逐步向先进复合材料集成化、标准化方向升级。紧固件虽为小型零部件，但直接关系到航天器的结构完整性，一旦发生失效可能引发致命故障，因此对其防松性、耐腐蚀性、耐高温性及装配一致性要求极高。宇航级紧固件多采用钛合金、高温合金等高端金属材料，部分关键部位采用复合材料紧固件。

图22. 卫星结构图



资料来源：航天情报局微信公众号、国投证券证券研究所

软件与服务是卫星互联网的应用环节，涵盖卫星测控管理软件、通信协议与网络优化软件、数据处理与分析软件，以及星座运营服务、宽带接入服务、数据增值服务、应急保障服务等多元场景。软件体系是卫星互联网稳定运行与高效服务的基础，正朝着自动化、智能化、云原生方向升级，通过 AI 算法实现信息的批量处理。卫星互联网服务以软件系统为依托，面向消费级、行业级、政务级多类用户，场景边界持续拓展，其中通信服务较为成熟，应用比较广泛，手机接入卫星等消费级服务增速显著，与元宇宙文旅、金融风控等创新应用场景相关的服务逐步兴起。



软件与服务端具备高技术壁垒、高客户粘性与轻资产的特征。高技术壁垒体现在软件领域对精准测控、海量空间数据实时处理等技术的需求。例如在数据处理领域，随着卫星规模的快速扩大，算力和 AI 的需求将迎来显著增长。高客户粘性主要体现在行业用户对卫星互联网的长期稳定需求上。能源、交通、应急、政务等行业用户对卫星服务的稳定性、安全性与定制化需求较强，服务提供商通过长期技术支持优化，与客户形成深度合作关系。软件与服务环节以技术、人才、数据为核心资产，固定资产占比低，具备轻资产特性。轻资产模式的优势在于可快速响应市场需求，灵活调整服务范围与业务布局。

图23. 卫星互联网发展图谱



资料来源：面向天地一体的卫星互联网创新应用场景白皮书、国投证券证券研究所

## 4.2. 重点关注发射与核心配套环节

商业航天领域政策、市场、技术协同发力，当前行业已进入以大规模星座组网为核心目标的新阶段，卫星发射需求密集，发射服务作为实现组网的关键环节和直接载体，正迎来高确定性的需求快速放量与产能爬升期，驱动产业景气度持续提升。中长期看，可重复使用火箭等技术将持续深化产业的成本与能力优势。北交所标的中建议关注：

上游关键原材料为火箭和卫星的制造提供耐高温、高强度、轻量化的特种材料，凭借在特定细分领域的深厚技术积累，构筑较高的进入壁垒，建议关注吉林碳谷、天力复合、民士达、科隆新材、科强股份。

中游核心零部件包括连接器、伺服系统、结构件、紧固件等，随着卫星和火箭进入批量化生产阶段，对标准化、高可靠性零部件的需求将大幅增加，建议关注富士达、星辰科技、通易航天、优机股份、七丰精工、苏轴股份。

下游软件与服务环节具有高技术壁垒、高客户粘性和轻资产的特点，随在轨航天器资产规模增长，其服务价值和空间有望持续扩大，建议关注星图测控、创远信科、天润科技。

## 5. 风险提示

**用户不及预期、场景拓展受阻：**航空/海事/能源等核心 B 端格局固化增长有限，需依赖终端降本、高速能力提升打开 C 端市场，实现商业化闭环。

**测算不及预期风险：**文中未来场景的预测，均基于对当前技术演进、政策支持力度及市场接受度等关键前提的假设。若未来技术迭代、商业化进程或应用推广慢于预期，可能导致实际发展速度与规模不及测算结果。

**火箭运力短缺风险：**缺少成熟、廉价的商业大运力火箭，难以支撑大量星座快速组网，国内与国际领先水平尚存在一定差距。

**组网空间被挤压风险：**优质轨道、频谱被抢占，后发星座只能选择边缘资源，覆盖效率、时延、容量受限。

**规模门槛刚性：**低轨卫星需数千颗组网实现连续覆盖和容量达标，前置投入高，回报周期长。

## 目 行业评级体系

收益评级：

领先大市 —— 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%及以上；

同步大市 —— 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%；

落后大市 —— 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%及以上；

风险评级：

A —— 正常风险，未来 6 个月的投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；

B —— 较高风险，未来 6 个月的投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

## 目 分析师声明

本报告署名分析师声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

## 目 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

## 目 免责声明

本报告仅供国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国投证券股份有限公司证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

国投证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

### 国投证券证券研究所

深圳市

地 址： 深圳市福田区福华一路 119 号安信金融大厦 33 层

邮 编： 518046

上海市

地 址： 上海市虹口区杨树浦路 168 号国投大厦 28 层

邮 编： 200082

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮 编： 100034