



AST SpaceMobile: 美国低轨卫星第一股

中泰通信

首席分析师: 陈宁玉 (S0740517020004)

Email: chenny@zts.com.cn

研究助理: 余雨晴

Email: sheyq@zts.com.cn

分析师: 杨雷 (S0740524060005)

Email: yanglei01@zts.com.cn

中泰证券研究所
专业 | 领先 | 深度 | 诚信

低轨卫星制造与运营商，首批商用卫星发射在即。AST SpaceMobile成立于2017年5月，2021年纳斯达克上市，总部位于美国德州米德兰地区，致力于通过构建全球低轨卫星互联网，利用现有4G/5G通信频段和标准，实现手机等终端无需修改直连卫星功能。公司规划部署248颗低轨卫星，已发射2颗试验星并基于其中的BW3实现普通手机直连卫星5G通话上网，最新测试下行速率已达到21Mbps，计划24年9月上旬发射首批5颗Block1 BlueBird商用卫星，已获FCC初步运营授权。下一代Block2计划2025Q1开启发射。AST通过与地面电信运营商合作，利用其频谱和用户，提供卫星接入服务，双方收入分成，24年1月获谷歌、AT&T、沃达丰合计约1.55亿美元战略投资，包括AT&T的2000万美元，沃达丰的2500万美元收入承诺，24年5月获Verizon1亿美元投资，包括6500万美元商业预付款。公司目前收入主要来自政府合同，首批Block1卫星发射后有望在美国境内提供应急短信等非连续服务，商业化运营加速推进。

手机直连卫星打开C端空间，星地频率共用、星载天线等为关键技术。手机直连卫星可分为双模终端、存量终端直连和采用3GPP标准天地融合体制终端3类技术路线，美国由于地面网络覆盖不足，以及卫星载荷及整星研制，发射等核心环节产业基础较强，多采用存量终端直连方案。存量终端直连技术在空口侧、卫星侧和网络侧方面面临一定挑战，主要体现为星地频率复用带来的监管政策和频率干扰问题，以及高延时、高路损、大多普勒等问题对于卫星和地面基站提出更高要求。频率方面，监管政策逐步完善，2024年3月美国FCC通过太空补充覆盖（SCS）监管框架最终规则，允许卫星运营商使用地面运营商无线频段。大型相控阵天线具有灵活度高、覆盖面大、抗干扰性强等优势，是提高阵列总增益，缓解星地链路损耗有效手段，地面基站侧频率和动态定时等补偿方案同样涉及相控阵等技术。

大型可折叠相控阵提升载荷性能，合作MNOs建立频率资源优势。AST卫星目前采用透明转发架构，拥有当前近地轨道最大尺寸相控阵，试验星BlueWalker3天线面积达64m²，由上百个独立的小阵列天线面板构成，每个小阵列天线又由16个天线单元构成，升空时能够折叠以缩小整星体积，相同的天线单元有利于规模化生产降本。下一代Block2 BlueBird卫星相控阵天线面积预计达到2400平方英尺，相当于Block1的3.5倍，并采用自研ASIC芯片，单波束容量高达40MHz，单星支持峰值速率120Mbps，处理带宽10GHz，总体单位成本进一步下降。AST目前已与超过30家运营商达成合作，潜在终端用户总数近28亿，合作方包括AT&T、Verizon、沃达丰等头部运营商，董事会团队纳入美国铁塔、乐天、沃达丰等高管，有利于深化合作，获取地面优势频谱资源。

投资建议：星链为代表的全球低轨卫星加速组网，6G时代卫星通信与地面通信的融合发展将成为趋势，手机直连卫星的应用将打开C端市场空间。AST SpaceMobile在手机直连卫星领域领先布局，具备技术和商业应用的先发优势，随着卫星发射和商业化运营推进，业务有望市场快速增长，有较大成长空间。我国低轨卫星建设在初期阶段，有三个超过万颗规划的低轨星座分别是千帆星座、GW星座和Honghu-3（鸿鹄-3），随着规模组网的启动，产业链将迎来重要的发展机遇。从AST映射角度，看好卫星制造环节通信载荷、相控阵天线和卫星运营领域核心标的。

风险提示：卫星互联网推进不及预期；低轨卫星制造成本过高；技术迭代不及预期；市场、运营不及预期；市场竞争加剧；市场系统性风险；研究报告使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时等风险

目录

CONTENTS

01. 低轨卫星制造和运营商，打造天基宽带网络
02. 天地一体网络演进，手机直连卫星加速发展
03. 大型相控阵提升载荷性能，商业化应用在即
04. 投资建议与风险提示



1

低轨卫星制造和运营商，打造天基宽带网络

领先一步

- AST SpaceMobile (ASTS.O) 成立于2017年5月，致力于通过使用低轨的全球天基蜂窝宽带网络，利用现有4G/5G通信频段和标准实现手机/物联网设备直连卫星技术。总部位于美国得克萨斯州米德兰地区，设有18.5万平方英尺的卫星组装、集成和测试 (AIT) 设施，同时在美国佛罗里达州、马里兰州，以及印度、西班牙、苏格兰、以色列等全球多地设有工程开发中心和办事处等，截至2023年底全球员工数量接近500名。

图表：AST SpaceMobile卫星制造工厂



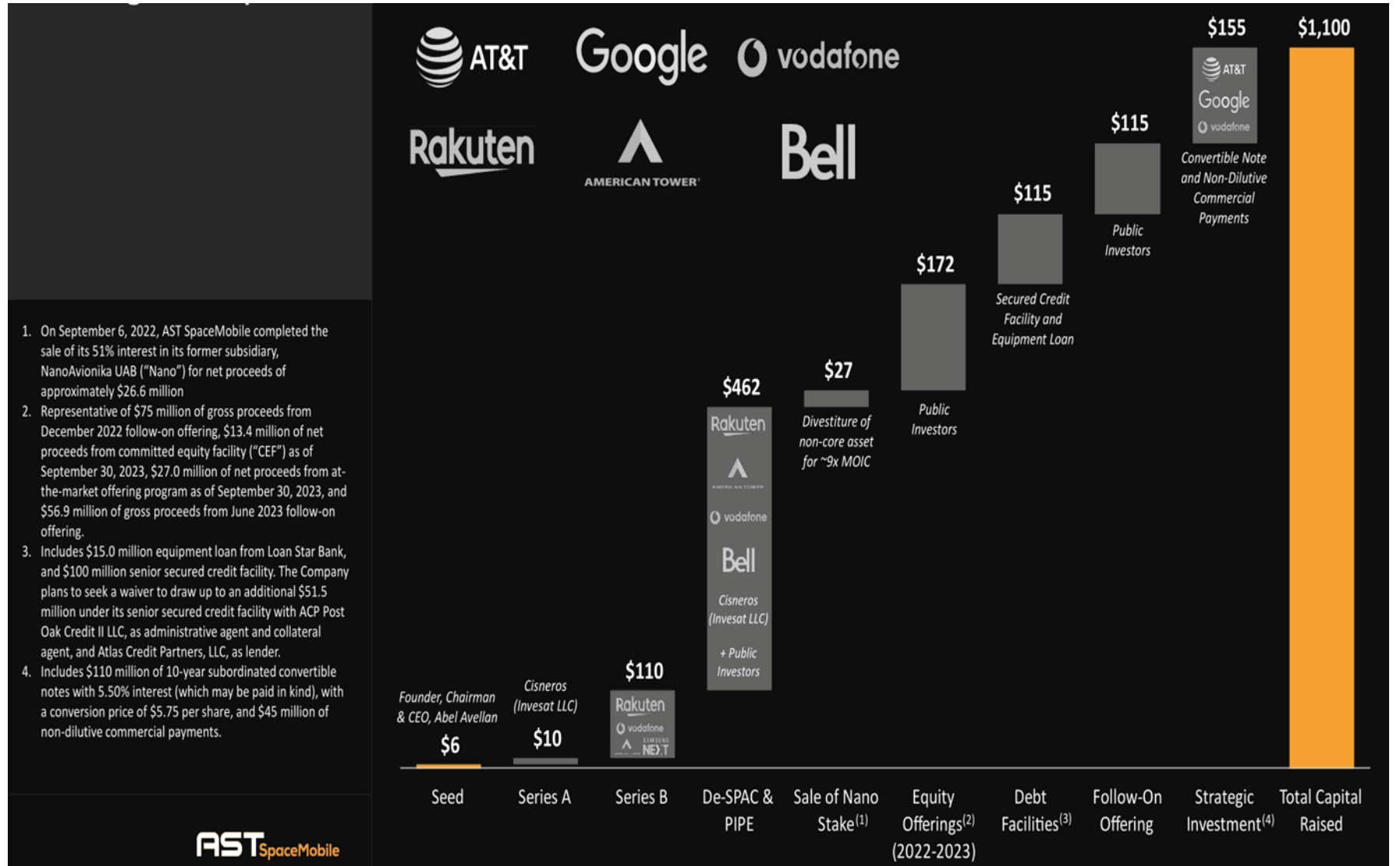
图表：AST SpaceMobile资产分布
(截至2023年末)

不动产	地区	租赁/自有
组装、集成和测试设施 (10万平方英尺)	Midland, Texas	自有
组装、集成和测试设施 (8.5万平方英尺)	Midland, Texas	租赁
工程开发中心	Lanham, Maryland	租赁
办公室	Miami, Florida	租赁
工程开发中心	以色列	租赁
工程开发中心	西班牙	租赁
工程开发中心	英国	租赁
研发中心	印度	租赁

获AT&T、谷歌等战略投资

图表：AST SpaceMobile主要融资事件（截至2024年4月）

- 2021年4月通过SPAC方式在纳斯达克借壳上市，筹集约4.62亿美元，包括SPAC机构NPA以信托方式持有的2.32亿美元现金（假设不进行赎回）和来自PIPE的2.3亿美元，其中包括乐天、沃达丰等产业方和金融机构投资；
- 2024年1月获谷歌、AT&T、沃达丰三家总计约1.55亿美元战略投资，三家公司共向AST提供1.1亿美元的10年起次级可转换票据，利息为5.5%，可以实物支付，转换价格为每股5.75美元，此外AT&T及沃达丰分别承诺提供2000万美元、2500万美元收入，另有债务融资5150万美元，合计约2.07亿美元，用于进一步部署LEO卫星部署。



管理团队在卫星通信领域经验丰富

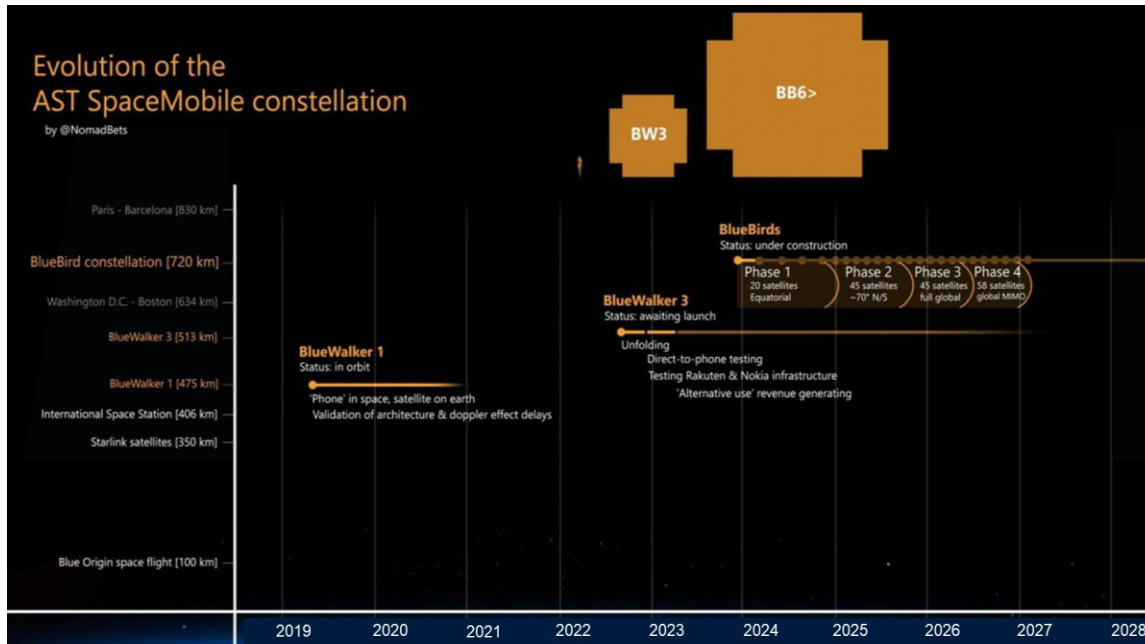
- **管理团队：Abel Avellan**为公司创始人及现任CEO，董事会主席。创立AST之前曾在爱立信担任工程师，1999年创立卫星通信公司EMC，2016年以5.5亿美元价格将EMC出售给电信公司Global Eagle，并担任Global Eagle的总裁兼CSO。**Huiwen Yao**为公司执行副总裁及CTO，曾担任Northrop Grumman Innovation Systems（前身为Orbital ATK）空间系统集团的商业有效载荷/射频高级总监，是Orbital/Orbital ATK商业卫星业务成功的主要贡献者，交付了40多颗GEO通信卫星。
- 现任董事会包括来自美国铁塔、乐天、沃达丰等战略投资方高管，深化合作。

图表：AST SpaceMobile董事会及高管团队

姓名	职务	概况
Abel Avellan	董事会主席、董事、CEO	公司创始人，2017年成立以来担任公司董事长兼首席执行官。在创立AST之前，Avellan从2000年开始担任Emerging Markets Communications (EMC) 的创始人兼CEO，该公司是一家面向海事和其他移动市场的卫星通信服务提供商，直到2016年7月以5.5亿美元的价格出售给Global Eagle Entertainment Inc。Avellan在航天工业领域拥有超过25年的成功经验，是24项美国专利的发明人。2015年获得Euroconsult颁发的Satellite Transaction年度奖项，并在2017年被评为Satellite Teleport Executive
Ed Knapp	董事	2021年4月起担任公司董事会成员。现任美国铁塔CTO，2017年加入美国铁塔之前曾在高通担任工程高级副总裁，负责高通新泽西州企业研究中心，管理由研究人员和产品工程人员组成的全球工程团队。目前在汽车研究中心董事会任职。Knapp拥有石溪大学电气工程学士学位、纽约理工大学 (NYU) 电气工程硕士学位和哥伦比亚大学工商管理硕士学位
Hiroshi Mikitani	董事	2021年以来担任公司董事会成员。乐天集团创始人、董事长兼CEO。乐天集团于1997年在日本成立，其使命是通过创新和创业创造价值为社会做出贡献，世界领先互联网服务公司之一。Mikitani还担任乐天医疗的副主席兼联席CEO，乐天医疗是一家全球生物技术公司，在其Alluminox™平台上开发精确的细胞靶向研究疗法。Mikitani此前曾担任Lyft, Inc.董事会成员，目前在多家私营公司董事会任职。2011年被任命为东京爱乐乐团主席。此外担任日本新经济协会 (JANE) 代表董事。Mikitani拥有一桥大学的商业学位和哈佛商学院的工商管理硕士学位
Luke Ibbetson	董事	2021年4月起担任公司董事会成员。1996年以来一直在沃达丰工作，自2013年以来一直领导沃达丰集团研发组织，该组织负责未来研究的各个方面，包括新兴技术试验。Ibbetson是包括5G汽车联盟在内的多个行业团体和倡议的董事会成员，并担任下一代移动网络联盟董事会战略委员会主席。Ibbetson拥有利兹大学电子工程 B.Sc 和电信 M.Sc
Scott Wisniewski	总裁	2021年3月起担任公司执行副总裁兼CSO，负责监督企业发展、财务、商业、监管、投资者关系和公共关系，2024年6月起担任总裁。加入公司之前曾在巴克莱银行担任技术、媒体和电信投资银行业务的董事总经理，为客户提供融资和并购方面的建议超过十多年。在巴克莱银行工作期间，为公司提供2021年企业合并交易和2019年战略投资交易（筹集约4.62亿美元总收益）和2019年的战略投资交易（筹集约1.10亿美元总收益）。Wisniewski职业生涯早期是一名专注于供应商开发的管理顾问和机械设计工程师，拥有达特茅斯学院的工程学士学位和芝加哥大学布斯商学院的工商管理硕士学位
Andrew M. Johnson	执行副总裁，CFO，CLO	2024年5月加入公司，在新兴市场、资本市场和国际运营领域拥有25年多元化法律经验，2006年7月加入3D Systems Corporation并历任多个高管职位，2014年起担任3D Systems Corporation的执行副总裁、首席法务官和秘书，并自2022年9月起担任3D Systems Corporation的首席企业发展官，2023年10月至2023年12月担任临时首席财务官。在3D Systems Corporation任职期间，Johnson负责领导其并购工作、建立战略合作伙伴关系，并监督全球法律事务，包括公司证券、合同、诉讼、劳动和就业。在加入3D Systems Corporation之前，Johnson是Hunton and Williams LLP 资本市场团队的合伙人，拥有密歇根大学的工商管理硕士学位、弗吉尼亚大学的法学博士学位和迈阿密大学的政治学、外交、外交和宗教学学士学位
Shanti Gupta	高级副总裁，COO	2021年9月起担任公司高级副总裁兼首席会计官，负责公司的财务运营、公司会计、外部报告以及财务规划和分析。Gupta拥有20多年的全球财务和会计经验。在加入AST之前，从2014年开始在纽约的Ernst & Young LLP工作，担任财务会计咨询服务的合伙人兼董事总经理。此前曾在纽约的Deloitte & Touche LLP和印度的KPMG工作。Gupta在印度德里大学Shri Ram商学院获得商业学士学位（荣誉），并且是一名持牌注册会计师，以及印度特许会计师协会特许会计师
Huiwen Yao	执行副总裁，CTO	2018年起担任公司执行副总裁兼首席技术官。姚博士在通信卫星工程团队建设和管理、系统架构、研究和技术开发以及项目执行方面拥有超过30年的成功经验。在加入公司之前，他曾在NORTHROP GRUMMAN创新系统公司（前身为Orbital ATK）的空间系统集团担任商业有效载荷/射频工程高级总监。他是Orbital/Orbital ATK商业卫星业务成功的主要贡献者，交付了40多颗GEO通信卫星。姚博士在通信系统、天线、微波/射频元件和电磁仿真/CAD领域发表超过55篇技术论文和一本书章节。已获得21项美国和国际专利。姚博士在北京理工大学获得电气工程学士和硕士学位，在马里兰大学获得电子物理学博士学位

- **AST招股书显示其BlueBird低轨星座分四阶段部署，共168颗。**第一阶段发射20颗覆盖赤道，每颗卫星预算约为1600万美元；第二阶段将发射45颗，覆盖北美、欧洲和亚洲；第三阶段发射45颗卫星以覆盖全球；第四阶段将发射58颗用于5G和MIMO的卫星，使用多个天线与单个设备进行通信以获得更快的速度。
- **低轨星座规划扩大。**根据2023年报，公司正在向FCC提交修订申请，要求授权发射和允许采用V波段在美国NGSO轨道用于卫星系统商业运营，申请文件寻求授权使用在17个轨道平面上运行的248颗卫星，其中243颗卫星将在大约730-740km的高度运行，其余5颗卫星将在大约515-525km的较低高度运行。

图表：AST SpaceMobile星座演进图



图表：AST SpaceMobile星座部署规划

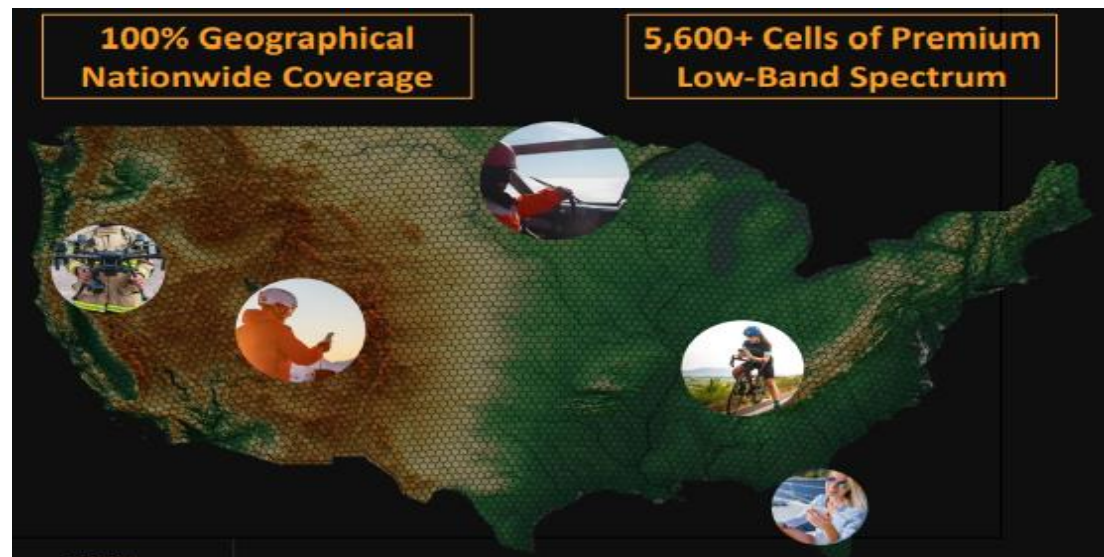
卫星计划部署	BB卫星数量	覆盖国家
赤道	20	安哥拉、贝宁、巴西、布隆迪、喀麦隆、中非共和国、乍得、哥伦比亚、刚果、库克群岛、哥斯达黎加、刚果民主共和国、厄瓜多尔、赤道几内亚、埃塞俄比亚、法属圭亚那、法属波利尼西亚、加蓬、加纳、几内亚、圭亚那、印度、印度尼西亚、象牙海岸、肯尼亚、利比里亚、马来西亚、马尔代夫、尼日利亚、巴拿马、巴布亚新几内亚、秘鲁、菲律宾、卢旺达、塞拉利昂、新加坡、所罗门群岛、索马里、南苏丹、斯里兰卡、苏里南、坦桑尼亚、泰国、东帝汶、多哥、乌干达、委内瑞拉、越南、赞比亚
北美、欧洲、亚洲	45	阿富汗、阿尔及利亚、阿根廷、澳大利亚、百慕大、智利、塞浦路斯、埃及、直布罗陀、希腊、伊拉克、以色列、意大利、日本、约旦、黎巴嫩、利比亚、马耳他、墨西哥、摩洛哥、新西兰、巴基斯坦、葡萄牙、沙特阿拉伯、南非、韩国、西班牙、突尼斯、土耳其、土库曼斯坦、乌拉圭、美国
其他	45	阿尔巴尼亚、美属萨摩亚、安道尔、安圭拉、安提瓜和巴布达、亚美尼亚、阿鲁巴、奥地利、阿塞拜疆、巴哈马、巴林、孟加拉国、巴巴多斯、伯利兹、不丹、玻利维亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、博茨瓦纳、英属维尔京群岛、保加利亚、布基纳法索、佛得角、柬埔寨、加拿大、开曼群岛、科摩罗、克罗地亚、吉布提、多米尼克、多米尼加共和国、萨尔瓦多、厄立特里亚、斐济、法国、冈比亚、格鲁吉亚、格林纳达、关岛、危地马拉、几内亚比绍、海地、洪都拉斯、香港、匈牙利、牙买加、哈萨克斯坦、科索沃、科威特、吉尔吉斯斯坦、老挝、莱索托、澳门、马其顿、马达加斯加、马拉维、马里、毛里塔尼亚、毛里求斯、马约特岛、摩尔多瓦、摩纳哥、蒙古、黑山、蒙特塞拉特、莫桑比克、缅甸、纳米比亚、尼泊尔、新喀里多尼亚、尼加拉瓜、尼日尔、纽埃、诺福克岛、北马里亚纳群岛、阿曼、巴拉圭、波多黎各、卡塔尔、留尼汪岛、罗马尼亚、圣基茨和尼维斯、圣卢西亚、圣文森特和格林纳丁斯、萨摩亚、塞内加尔、塞尔维亚、斯洛文尼亚、苏丹、瑞士、台湾、塔吉克斯坦、汤加、特立尼达和多巴哥、特克斯和凯科斯群岛、乌克兰、联合阿拉伯酋长国、美属维尔京群岛、乌兹别克斯坦、瓦努阿图、也门
MIMO功能	58	阿尔巴尼亚、安道尔、亚美尼亚、奥地利、阿塞拜疆、比利时、波斯尼亚和黑塞哥维那、保加利亚、克罗地亚、塞浦路斯、捷克共和国、法罗群岛、法国、格鲁吉亚、德国、直布罗陀、希腊、根西岛、匈牙利、爱尔兰、马恩岛、意大利、日本、泽西岛、科索沃、拉脱维亚、列支敦士登、卢森堡、马其顿、马耳他、摩尔多瓦、摩纳哥、黑山、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、塞尔维亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞士、乌克兰、英国、美国

- 原型卫星完成发射，首批5颗商用卫星运营获批。
- 2019年4月BlueWalker1发射，轨道高度417-476km，使用4G LTE协议，在850-900MHz两个频段上开展通信链路试验。
- 2022年9月BlueWalker3搭载SpaceX猎鹰9号发射，轨道高度508-527km，配备约64m²超大规模相控阵天线，11月完成在轨通信阵列部署。基于BW3，AST已联合各运营商完成双向语音通信和视频通信，以及上网冲浪等业务，23年9月宣布实现普通手机直连卫星5G通话上网，通过BW3使用5MHz带宽实现约14Mbps下载速率。目前BW3轨道高度已降低到约480km，通信下行速率突破21Mbps。
- 首批5颗商用卫星（Block1 BlueBird）已完成制造组装测试，受供应链影响进度低于此前预期，卫星尺寸和重量将与BW3相似，处理带宽预计增加10倍，在美国将使用Verizon和AT&T的850MHz频谱，兼容现有标准智能手机，提供直连设备服务。计划8月第一周运送到发射场并在9月上旬择机发射，卫星将部署在515-525km轨道，53°倾角，超大相控阵天线将在30-45天内展开。已获FCC初步运营授权，允许使用V、S和UHF频率支持卫星馈电链路和测控链路。
- 开始研制17颗Block2 Bluebird第二代商用卫星，尺寸更大，将部署LEO轨道迄今为止最大规模相控阵，并使用自研ASIC芯片。公司已与一家发射服务提供商就首颗Block2 BB卫星发射签订发射协议，预计2025Q1准备发射，使用FPGA芯片。
- 首批5颗卫星预计通过使用5600个优质低频段频谱通信单元，在美国范围内提供应急短信等非连续服务，预计发射运营25颗BB卫星将能够在选定的目标地理区域提供全面服务，扩展至95颗后将在所有目标市场提供全面服务。

图表：AST SpaceMobile BW3卫星在轨模拟图



图表：AST SpaceMobile首批5颗BB卫星服务覆盖全美

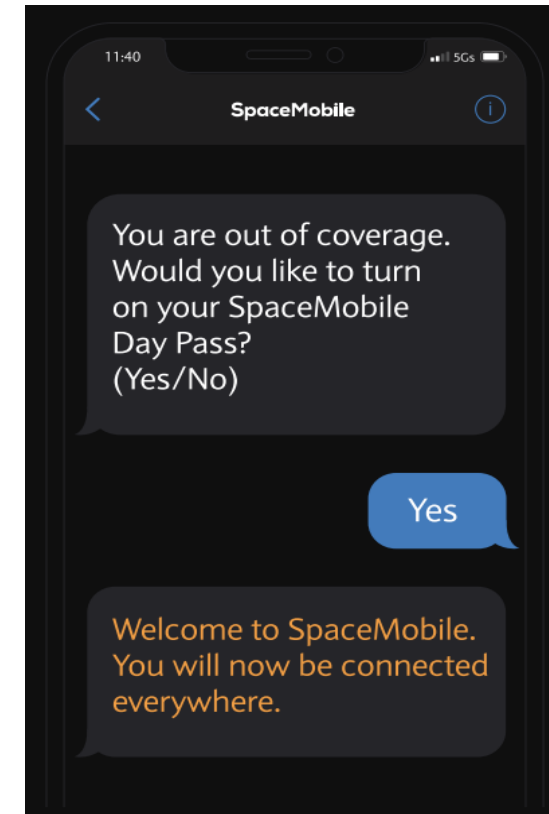


- 公司核心商业模式是基于低轨大功率大型相控阵卫星星座，向移动网络运营商（MNOs）提供卫星接入服务，频谱和用户均由MNOs提供。新创造的收入双方按约50%/50%比例分成，因此AST并不直接面对终端用户，同时MNOs能够在无需额外基础设施或频谱投资的情况下，增强扩展自身蜂窝宽带覆盖范围，有望提高ARPU值。
- 未来收入预期主要来源：1) SpaceMobile服务将贡献绝大部分收入，服务所需移动流量将由BB星座传输，通过高吞吐量Q/V波段链路连接到地面站网关，这些网关将与移动网络运营商的蜂窝网络基础设施匹配。2) 通过向移动网络运营商和其他第三方转售地面站网关设备、地面站的安装维护以及其他相关服务来获得收入。3) 与美国政府主承包商签订协议，就某些任务提供卫星服务。

图表：AST SpaceMobile提供服务内容

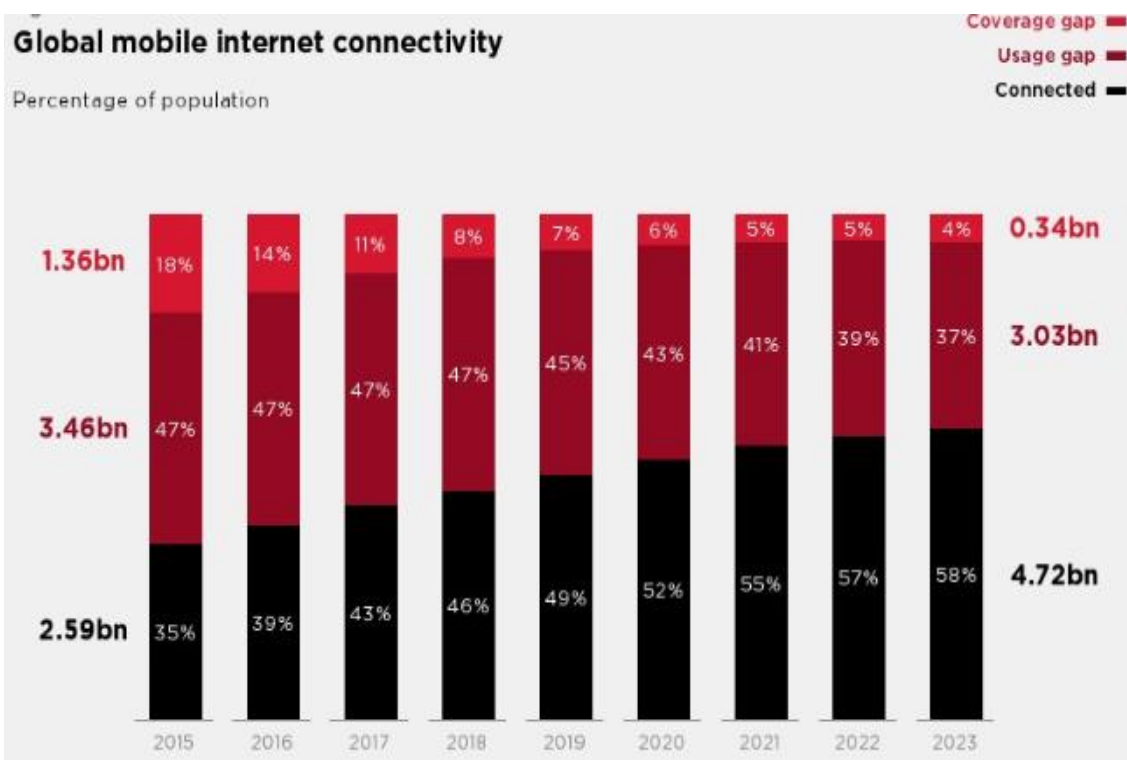
服务内容	详细信息
日票（临时）	离开地面蜂窝覆盖区域后，移动用户将在手机上收到一条短信，询问他们是否要打开SpaceMobile服务
月度附加订阅（消费者）	<p>订阅者可以支付固定的月费，将 SpaceMobile 服务作为补充服务添加到他们当前的无线计划中</p> <p>在进入没有手机信号塔覆盖的区域时漫游到SpaceMobile服务的网络</p>
月度附加订阅（企业）	与面向消费者的月度附加订阅相同，但有更多针对商业企业和政府的数据
独立连接计划	在目前没有蜂窝网络覆盖的地区，用户将使用SpaceMobile服务作为其主要网络并为其付费
航空&海事	乘坐飞机和轮船旅行的终端用户可连接以获得蜂窝宽带服务
军事&政府	为军事和政府行动提供服务

图表：AST SpaceMobile服务用户接入询问界面

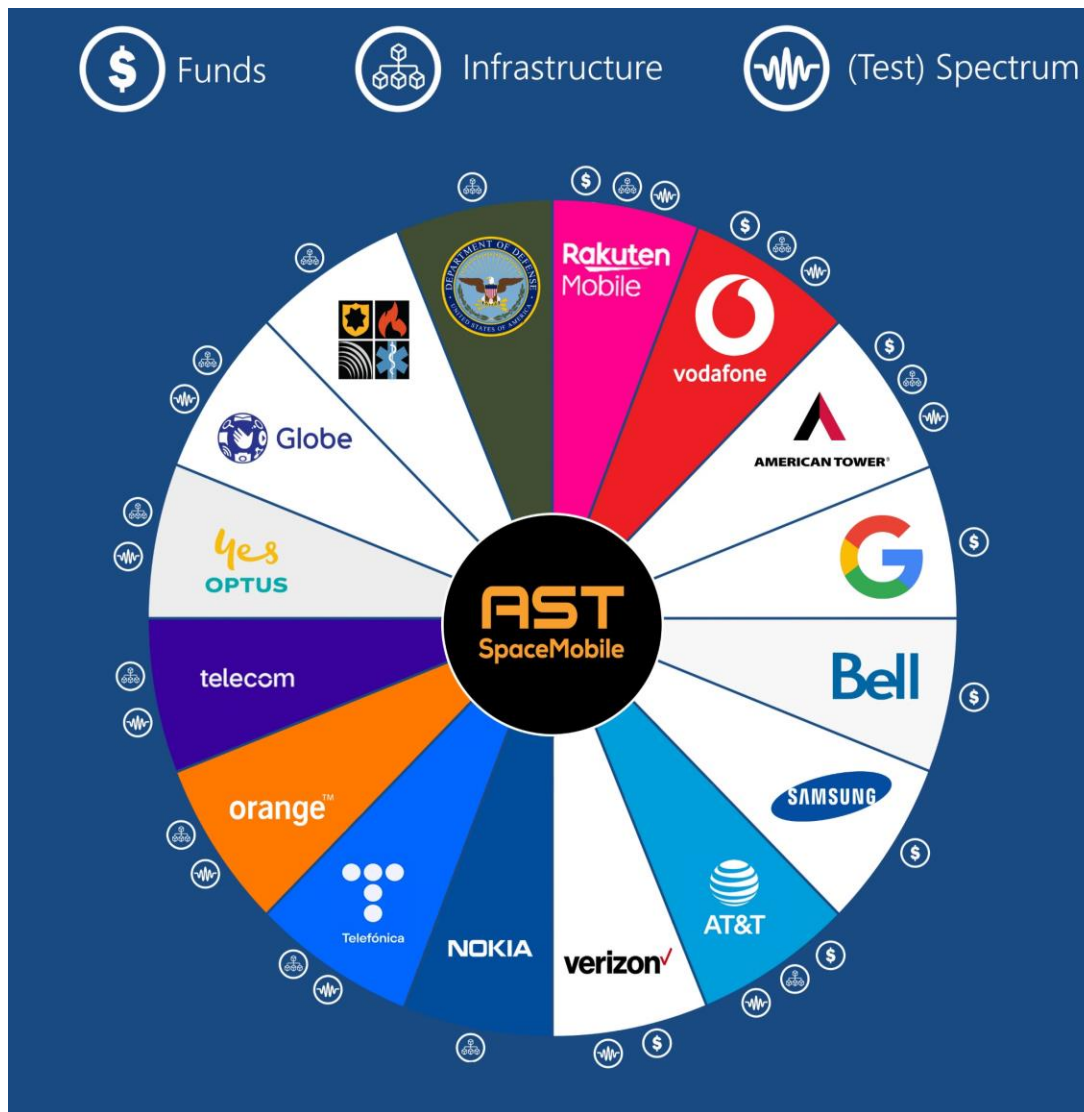


■ 潜在市场空间广阔。根据GSMA，截至2023年底，全球共56亿人口订阅移动服务，渗透率近70%。全球47亿用户使用移动互联网，渗透率约58%，仍有34亿用户无法获得移动互联网服务，其中90%用户（约30亿）生活在信号覆盖地区但未使用移动互联网服务，10%用户（约3.4亿）所处地区无信号覆盖。AST目前已绑定30余家移动网络运营商，覆盖近28亿潜在用户。

图表：全球移动互联网用户数量



图表：AST SpaceMobile战略合作投资者



基于MNOs频谱提供卫星通信服务，双方合作互补

- **获多家运营商订单。**AST目前与沃达丰、AT&T、Bell、乐天、Telecom等全球多地移动网络运营商达成合作，沃达丰、乐天、AT&T、Bell等同时为公司战略投资者，有利于合作关系深化。2024年1月，沃达丰和AT&T分别做出2500万美元和2000万美元收入承诺，同时将向AST订购网络设备以支持计划商业服务，谷歌同意在Android和相关设备上合作开发、测试和实施SpaceMobile连接。2024年5月，AST与AT&T签署协议，2030年前双方将合作提供手机直连卫星通信服务；与Verizon签订1亿美元战略合作协议，包括6500万美元商业预付款和3500万美元可转换票据。

图表：AST SpaceMobile与无线基础设施提供商合作关系

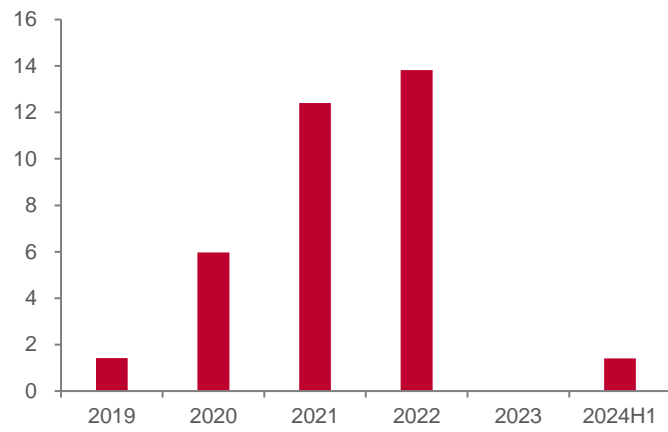
合作厂商	合作内容
沃达丰	<p>双方建立商业关系，使用SpaceMobile服务。沃达丰向其客户提供SpaceMobile服务，为期5年，在沃达丰合作市场享受优惠商业条件，SpaceMobile服务5/5分成收入，沃达丰以双方商定价格采购、建设和运营移动网络地面站。公司目前与沃达丰没有形成实质性付款。沃达丰有权指定一名个人进入AST董事会，目前指定其研发主管Luke Ibbetson</p> <p>2020年12月15日与沃达丰签订了一封附带信函，公司同意1) 不与沃达丰及关联公司以外任何一方建立重大公司战略关系或商业协议。2) 在资本预算中划拨足够资金以促进公司遵守在沃达丰商业协议的义务。3) 不以重大方式改变可能影响履行协议义务的业务计划。</p> <p>沃达丰与公司在2024年1月16日签订条款规定，承诺将在2年半时间内向公司支付2500万美元，同时向公司提交网络设备采购订单以获得计划中的商业服务</p>
美国铁塔	<p>2020年12月15日修订附加协议，允许在部分市场使用铁塔的设施作为地面网关，运营协议期限自公司首次推出商业服务后的5年内</p> <p>2022年3月22日，公司与美国铁塔就在铁塔持有运营的资产上部署公司卫星网关设备签订了一份不具备约束力的条款清单。根据双方协议，铁塔将基于自身目前及未来塔站地址和数据中心为公司提供租赁空间和管理服务</p> <p>就沃达丰市场使用美国铁塔服务所涉及三方达成一致。在沃达丰不运营的市场（运营商中立市场），公司和铁塔达成一致，铁塔管理所部署的网关设施。在需要第三方提供网关和服务的市场，公司同意拒绝任何低于美国铁塔对于网关和服务报价。公司同意在1) 沃达丰不使用其设施的市场；2) 运营商中立市场；3) 需要第三方供应商的情况下使用铁塔设施以提供商业支持</p> <p>美国铁塔将作为运营商中立市场托管设施首选供应商。公司将每月向铁塔支付设备连接费，该费用将退还给每个使用的MNO。如果公司和铁塔同意建造一个新的运营商中立托管设施或改善现有设施，铁塔将提供所需资金并向AST提供公允价值的长期租赁服务。截至目前公司与Tower没有产生实际付款。铁塔有权指定一名个人加入公司董事会，目前其指定人员为CTO Ed Knapp</p>
乐天	<p>2020年2月4日签订商业协议，在日本开发与乐天及附属公司的移动网络兼容的独家网络。该协议已于2020年12月15日修订重述。根据协议条款，公司同意在日本投资以建立与乐天及附属公司移动网络兼容的网络能力。此外，公司将与乐天合作，确保基于乐天获授频谱的网络能力，包括全面覆盖日本的MIMO 3GPP Band3。在推出此类服务后，乐天将获得在日本的无限独家使用权，每年向公司支付50万美元维护费。此外，公司将进行500万美元（或双方共同商定的较小金额）资本投资，用于地面设施的设计、组装、购置和实施。公司和乐天将享有无限的地面设施权利和使用权，用于各自业务运营，包括但不限于卫星和其他电信通信。乐天协议期限将持续有效直到公司完全履行义务。乐天有权指定两名个人加入公司董事会，目前其已指定创始人/董事长/CEO Hiroshi Mikitani，剩余一个名额尚未指定</p>
AT&T	<p>双方于2024年1月16日签署书面协议，AT&T将支付不可退换的2000万美元预付款，收入承诺与AST首批5颗BlueBirds星座Block1成功发射运营挂钩。AT&T还就单独协议向AST购买网络设备以支持计划中商业服务</p> <p>2024年5月双方签署协议，2030年前将合作提供手机直连卫星通信服务</p>
谷歌	<p>双方于2024年1月16日与Google签订书面协议，双方将尽快谈判并签署最终协议，同意在Android设备上合作开发、测试和实施SpaceMobile网络连接计划</p>
Verizon	<p>2024年5月双方签订1亿美元战略合作协议，Verizon将提供包括6500万美元商业预付款和3500万美元可转换票据</p>

SpaceMobile服务预计逐步贡献收入

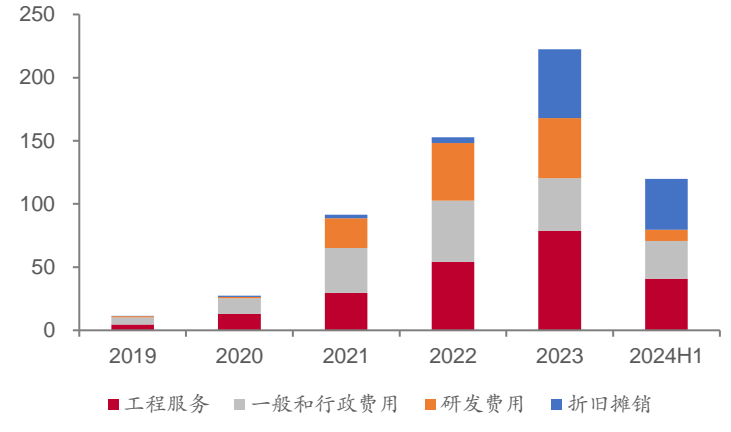
■ **2024年预计通过转售网关设备、提供SpaceMobile服务，以及完成美国政府主承包商协议内容获取收入。**截至2022年底AST所有收入均来自前子公司Nano（一家小型卫星任务集成商和总线制造商，总部位于立陶宛）提供的销售和服务，2022年9月6日出售Nano。目前AST尚未从SpaceMobile服务或转售网关设备和相关服务中获得任何收入，2024H1收入140万美元，主要来自与美国政府合同主承包商签订协议履约确认，截至6月末合同负债2180万美元，主要为已收到预付款但尚未履行与公司的SpaceMobile服务以及向客户转售网关设备和相关服务相关的履约义务。

■ **运营和资本指标向好。**2024H1非GAAP调整后营运支出6575万美元，同比下降约19%，Q2环比增长11%，随着一代商用卫星建设完成，以及二代卫星设计接近完成，调整后营运支出有望进一步降低，预计2024年每季度约3000万美元（不包括约1500万美元的ASIC芯片流片和初期制造成本）。2024Q1单季度资本开支2660万美元，环比23Q4下降约22%。截至2024Q1末，公司5颗一代BB卫星支出已达到预期的95%以上，预估总支出约1.5亿美元，在手现金及现金等价物约2.12亿美元，结合公司筹资能力，预计能够支持未来至少12个月的支出。

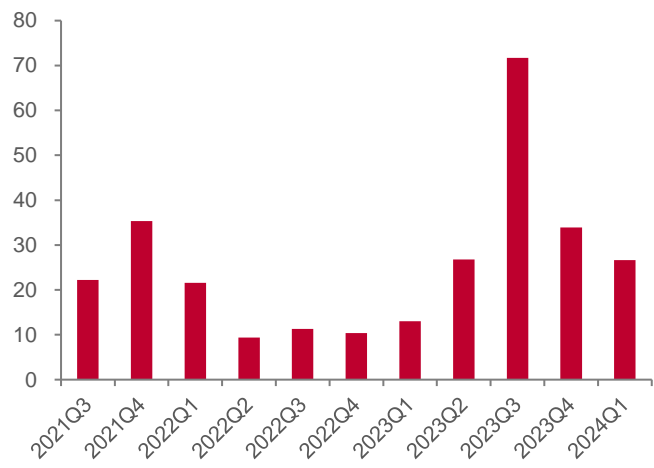
图表：AST SpaceMobile营业收入
(百万美元)



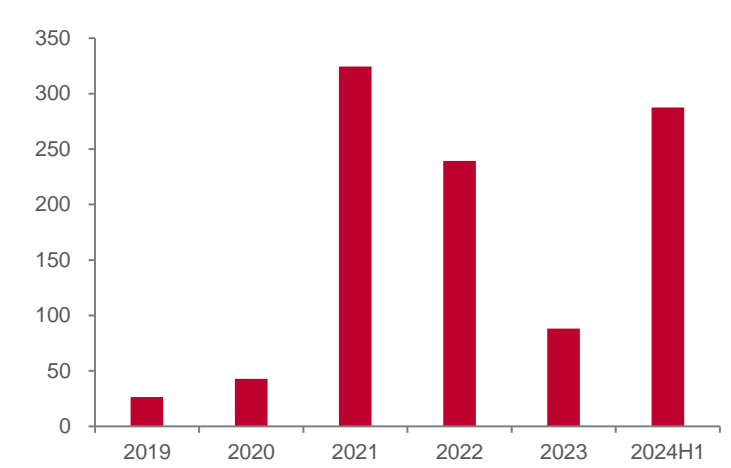
图表：AST SpaceMobile营运支出
(百万美元)



图表：AST SpaceMobile单季度资本开支
(百万美元)



图表：AST SpaceMobile期末现金及现金等价物
(百万美元)





2

天地一体网络演进，手机直连卫星加速发展

领先一步

■ 直连技术多样。1) 按运营商分类，可分为以卫星运营商为主体的技术路线和以地面移动通信运营商为主体的技术路线；2) 按终端与卫星体制分类，可分为使用定制手机终端和传统移动通信卫星，使用现有手机终端和星载基站，使用采用3GPP标准的天地融合体制手机终端合一3种技术路线；3) 按卫星轨道使用情况分类，可分为使用同步轨道（GSO）卫星和非同步轨道（NGSO）卫星技术路线。

■ 国内主流方案采用基于GSO卫星直连手机，海外探索基于NGSO卫星技术路线。23年8月华为发布基于天通一号卫星的Mate60 Pro卫星通信手机，支持卫星语音通话，中国电信参与天通一号运营并与华为、荣耀、小米等手机终端厂商合作，实现普通消费级手机直连卫星语音和数据低速传输业务。海外更倾向于发展基于中低轨卫星的手机直连卫星系统，提供更高速网络体验，SpaceX、AST SpaceMobile等均开展相关测试。

图表：手机直连卫星技术路线



- 可基于存量卫星、现有协议快速落地
- 采用卫星专用频段、协议及硬件，产业链相对独立
- 无法复用地面蜂窝产业链，终端成本较高

- 标准4G/5G终端，无需软硬件改动
- 仅支持低轨卫星，基站侧需定制增强
- 市场推广快，星地产业链可高度复用
- 星地频率复用在技术和相关组织规定方面仍需优化

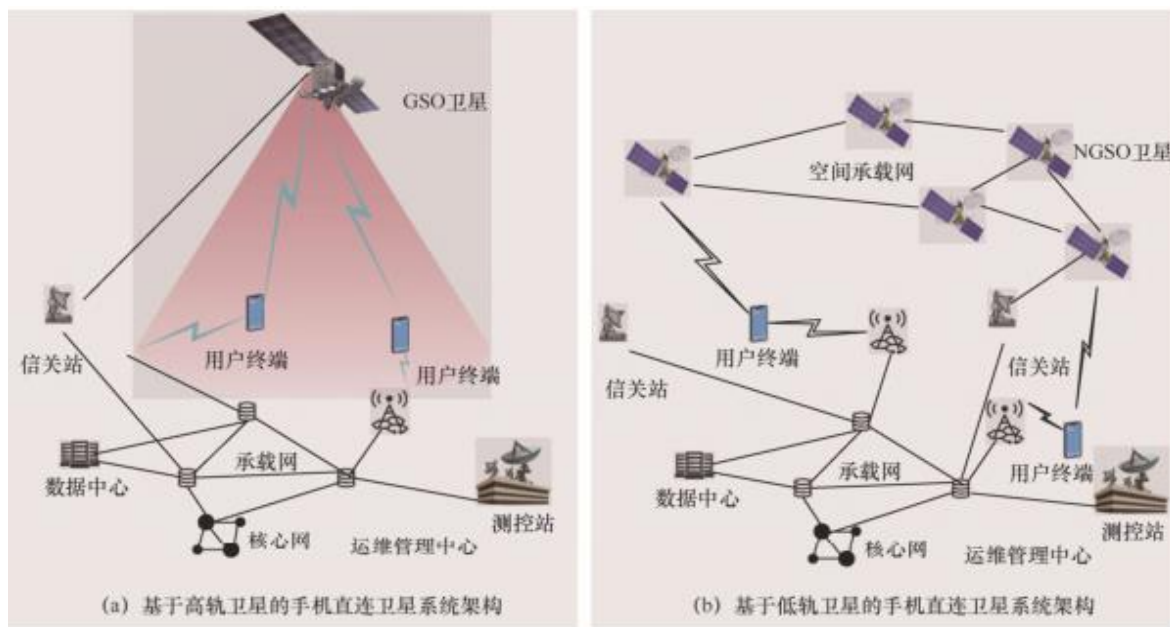
- 基于统一3GPP标准空口协议，面向增量融合终端开展业务
- 对手机和基站同时进行空口协议增强
- 技术路线明确、演进潜力大，星地产业链高度复用

图表：手机直连卫星合作进展

卫星轨道	卫星运营商/卫星网络	地面公司
GSO	天通一号	华为、小米等
GSO	Skylo	高通等
GSO	Inmarsat	联发科、Bullitt
LEO	Globalstar	苹果
LEO	AST SpaceMobile	沃达丰、AT&T等
LEO	Lynk Global	Optus、Rogers等
LEO	SpaceX	T-Mobile、KDDI
LEO/MEO	Omnispace、Ligado Networks	沙特电信公司

- 典型手机直连卫星系统架构包括空间段、用户段和地面段三部分。1) 空间段：包括同步或非同步轨道卫星，同步轨道卫星通常配置数量需求较少，非同步轨道卫星由多层不同轨道高度和倾角卫星构成星座。卫星可采用透明载荷转发或星上处理转发模式，星间采用微波链路或激光链路转发数据，扩展用户通信范围。2) 用户段：主要为普通或经过专门改造终端设备。3) 地面段：包括测控站、运维管理中心、数据中心、地面基站设备及连接核心网设备。
- 基于GSO卫星直连技术相对成熟，NGSO直连路线在空口侧、卫星侧和网络侧方面面临更大技术挑战。1) 空口侧：NGSO卫星相对地面高速运动，多普勒频移大，影响终端和卫星网络同步频率，频率使用方面部分方案采用地面移动运营商通信频段，在避免对频段内原有用户有害干扰，频率兼容和频谱共享方面仍待研究规范。2) 卫星侧：手机终端能力受限，NGSO卫星载荷发射和接收能力需要极大幅度提高，天线尺寸和波束数量增大，带来功耗、重量以及复杂的波束网络问题。3) 网络侧：卫星侧采用地面网络方式性能仍需测试验证，3GPP NTN星地融合仍处标准完善和早期技术验证阶段，基于NSGO卫星直连技术在卫星帧结构、星内/星间波束切换、频率复用等方面需要进一步优化。

图表：典型手机直连卫星系统架构



图表：基于不同轨道卫星的手机直连卫星技术挑战

对比项	GSO	NGSO
空口侧	多普勒频移小，时频同步简单，通信时延大	多普勒频移大，时频同步难，通信时延较小
卫星侧	满足语音通信的星载天线较为成熟	满足宽带业务的星载天线要求天线尺寸大、重量轻，波束网络复杂
网络侧	网络认证鉴权，业务漫游	网络认证鉴权，业务漫游，网络拓扑变化快，波束切换，频率复用，多星协同难
终端侧	内置大功率天线，多模块集成，散热挑战大	内置大功率天线，多模块集成，散热等挑战相对基于GSO方案较小

存量终端直连卫星核心技术：星地频率共用

- 目前手机直连卫星工作频率主要有3种工作模式。1) 使用专用卫星移动通信系统技术体制的使用频率，主要使用 ITU 为卫星移动业务划分的 L 频段和 S 频段；2) 使用地面蜂窝网络的频段，该种模式卫星运营商通过与地面运营商合作，获得频率使用权限，同时，该模式需要获得频率主管部门的批准；3) 使用 3GPP NTN 划分的频率资源，3GPP 已划分 L 频段和 S 频段上的一段用于手机直连卫星接入，上行频率为 1626.5~1660.5MHz 和 1980~2010MHz，下行频率为 1525~1559 MHz 和 2170~2200 MHz。
- 复用地面移动通信频段面临监管政策和频率干扰问题。全球地面移动通信频率使用碎片化，不同国家或地区分散在 600MHz~2.4GHz 多个频段，低轨卫星移动过程中需要不断更改卫星发射和接收频率，星地频谱复用面临统一频率资源缺失和监管障碍，需要研究适应全球工作范围的宽带射频通道和天线，以及基于服务对象位置的频率干扰规避策略，对星载天线波束成形提出高要求。同时需要考虑不同系统卫星之间的频率干扰，以及系统内不同卫星之间对同一用户的干扰。

图表：不同技术路线使用频率对比

对比项	基于在轨卫星的定制手机直连	存量手机直连卫星	基于 3GPP NTN 手机直连卫星
空口协议	卫星私有协议	Rel-15/Rel-16 协议 卫星侧需进行增强	3GPP NTN 协议
设备研发	双模手机 互通网关	高性能卫星 定制化信关站	支持 NTN 的手机 支持 NTN 的信关站
空口频率	卫星 L/S 频段	地面运营商频率	卫星 L/S 频段 地面运营商频率
卫星轨道	高/低轨	低轨	高/低轨
典型卫星系统	北斗短报文、天通一号、全球星	二代星链、AST、Lynk	Omnispace 星座；透明转发模式下基本适用于所有卫星移动通信系统

图表：国内卫星通信和地面移动通信所用频段

业务	频段	详细应用
移动通信	824-960MHz	移动、联通、电信共同占用
	1710-1880MHz	
	1880-2155MHz	
	2300-2370MHz	
	2515-2675MHz	
	3400-3600MHz	
L 波段卫星通信	4800-4900MHz	卫星广播 卫星通信 卫星通信
	1452-1492MHz	
	1626.5-1660.5, 1525-1559MHz	
S 波段卫星通信	1668-1675, 1518-1525MHz	卫星通信 卫星通信
	1610-1626.5MHz, 2483.5-2800MHz	
C 波段卫星通信	1980-2100, 2170-2200MHz	卫星通信 卫星广播
	2520-2670MHz	
X 波段卫星通信	5850-6425, 3625-4200MHz	卫星通信 卫星通信
	6425-6725, 3400-3700MHz	
Ku 波段卫星通信	7.9-8.4, 7.25-7.75GHz	卫星通信 卫星通信
	14.0-14.25, 12.25-12.75GHz	
Ka 波段卫星通信	13.75-14, 10.7-10.95, 11.45-11.7GHz	卫星通信 卫星广播
	11.7-12.2GHz	
	27.5-31, 17.7-21.2GHz	卫星通信

- 监管框架逐步完善，推动星地频率共用。2024年3月，美国FCC正式通过太空补充覆盖（SCS）监管框架最终规则，以促进地面移动通信运营商和卫星运营商之间合作，利用卫星技术将无线网络覆盖范围扩展到偏远地区。
- 修订频段划分、使用地区、准入标准、国际申报协调等方面。
 - 频段划分：SCS在美国频率划分表的600MHz、700MHz、800MHz、1.8/1.9GHz等频段增加卫星移动业务的次要划分，明确在这些频段该业务仅限于SCS应用。次要划分意味着卫星业务不得对地面移动业务造成有害干扰，不受地面移动业务保护。
 - 使用地区：SCS适用于指定的六个地理独立区域，包括美国大陆、阿拉斯加、夏威夷、美属萨摩亚、波多黎各/美属维尔京群岛、关岛/北马里亚纳群岛。
 - 准入标准：空间方面，美国卫星运营商须从FCC获得与特定卫星相关的许可证（非美国卫星运营商需获得市场准入授权），同时卫星运营商需要与相应地理独立区域的单个或多个合法地面运营商签署频谱租赁协议，方可申请SCS运营许可。NGSO和GSO系统运营商都具备申请资格。地面方面，在拟使用频段，单个地面被许可人应单独持有整个地理独立区域所有同频道许可，多个被许可人共同持有整个地理独立区域的所有同频道许可
 - 国际申报协调：目前ITU《无线电规则》尚未明确支持SCS应用内容。FCC推荐卫星运营商按照《无线电规则》相关条款规定向ITU提交卫星网络资料。针对在美境外运营方面，FCC要求SCS申请者与美国境外的地球站进行任何通信前，必须确保其所有操作均已得到相关国家正式授权。此外，与邻国的边境协调需遵守与邻国当前和未来达成的协议。

图表：SCS监管框架对于频段划分和使用地区规定

3. In the *Report and Order*, to allow satellite communications on spectrum previously allocated only to terrestrial services, the Commission modifies the United States Table of Frequency Allocations (U.S. Table) to authorize bi-directional, secondary mobile-satellite service (MSS) operations in certain spectrum bands that have no primary, non-flexible-use legacy incumbents, federal or non-federal. For these bands, the Commission authorizes SCS only where one or more terrestrial licensees—together holding all licenses on the relevant channel throughout a defined geographically independent area (GIA)—lease access to their spectrum rights to a participating satellite operator, whose part 25 license reflects these frequencies and the GIA in which they will offer SCS. The list of bands (SCS Bands) that will be available for the provision of SCS is as follows:

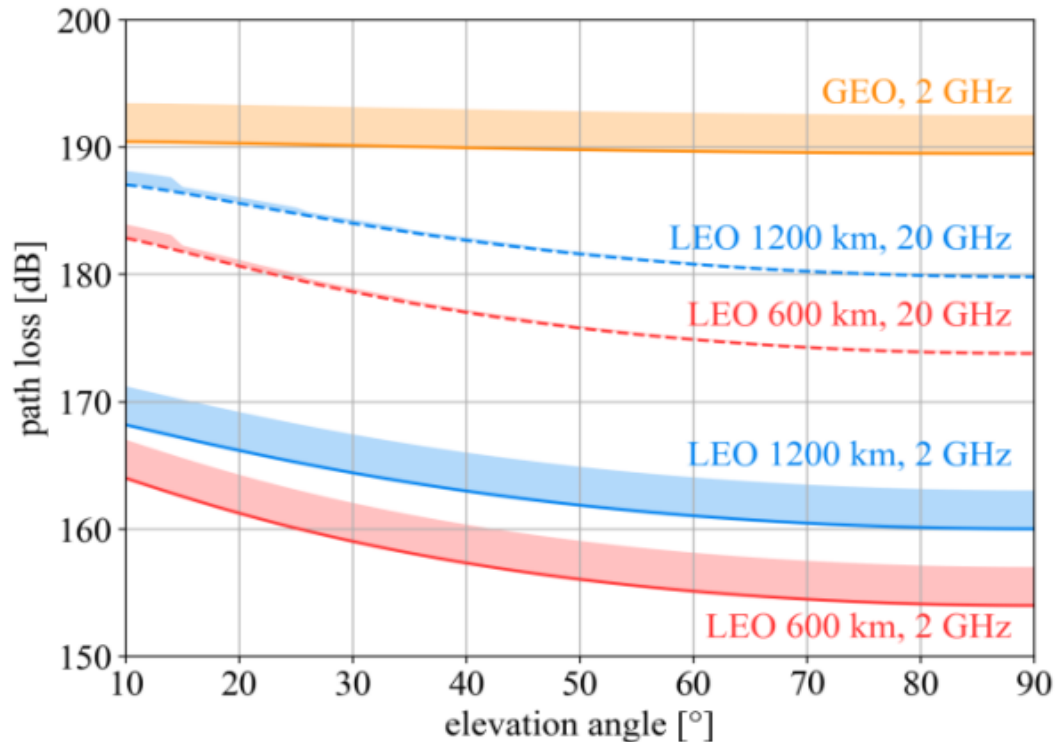
- 600 MHz: 614-652 MHz and 663-698 MHz;
- 700 MHz: 698-769 MHz, 775 MHz-799 MHz, and 805-806 MHz;
- 800 MHz: 824-849 MHz and 869-894 MHz;
- Broadband PCS: 1850-1915 MHz and 1930-1995 MHz; and
- AWS-H Block: 1915-1920 MHz and 1995-2000 MHz

In an effort to realize the public interest benefits of SCS as soon as possible, while minimizing the risk of harmful interference, the Commission adopts the proposal to limit SCS authorizations to the following GIAs: (1) the contiguous United States (CONUS); (2) Alaska; (3) Hawaii; (4) American Samoa; (5) Puerto Rico/U.S. Virgin Islands; and (6) Guam/Northern Mariana Islands.

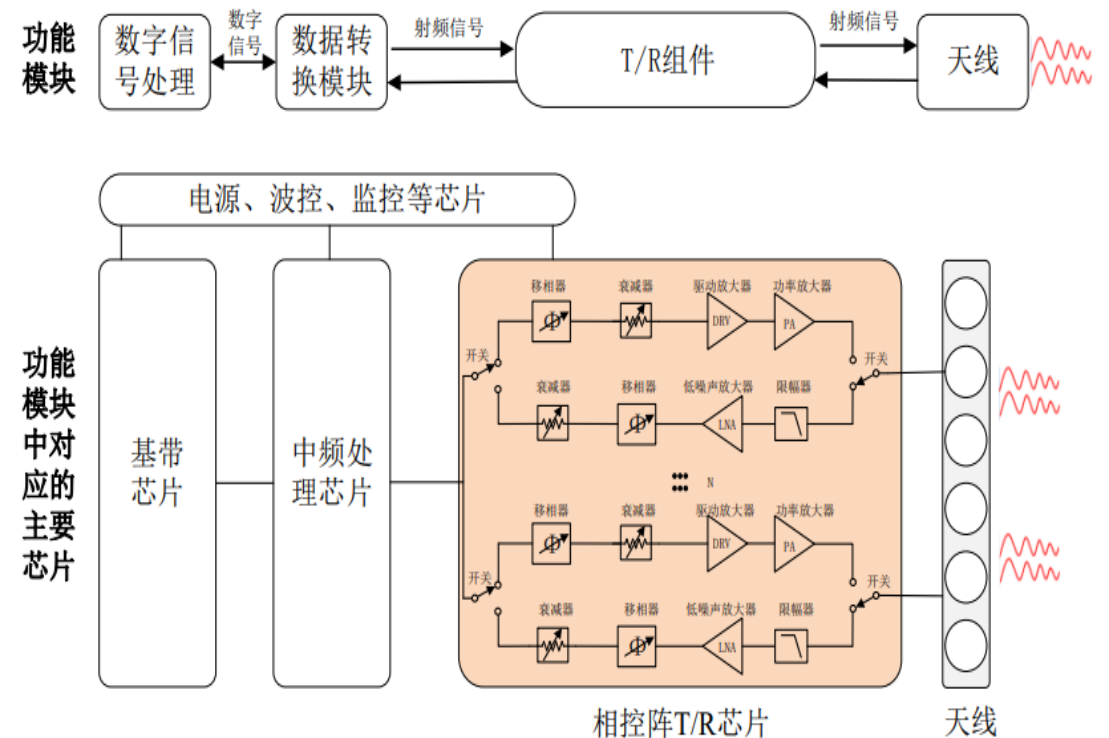
存量终端直连卫星核心技术：星载天线

- **低轨卫星链路损耗相对较小，卫星收发能力要求提高。**对于卫星通信应用场景，由于大传输时延引起的路径损耗，导致链路预算不足，同时手机终端发射功率受限制，且不能做改动，只能改变卫星侧的收发能力，例如将卫星的轨道高度降低以减少路径损耗，将卫星的天线增大以提高增益。
- **大型相控阵实现链路增益。**星载大型天线技术核心为在卫星上搭载大规模天线阵列，提高阵列总增益，解决星地链路损耗问题。其中，相控阵天线由于具有灵活度高、覆盖面大、抗干扰性强等优点，预期成为未来低轨卫星普遍使用的天线形态。大型星载相控阵天线能提供较大的发射功率与较高的增益，能满足窄波束传输、波束指向灵活调整以及多点波束传输等需求。

图表：不同轨道高度卫星链路损耗

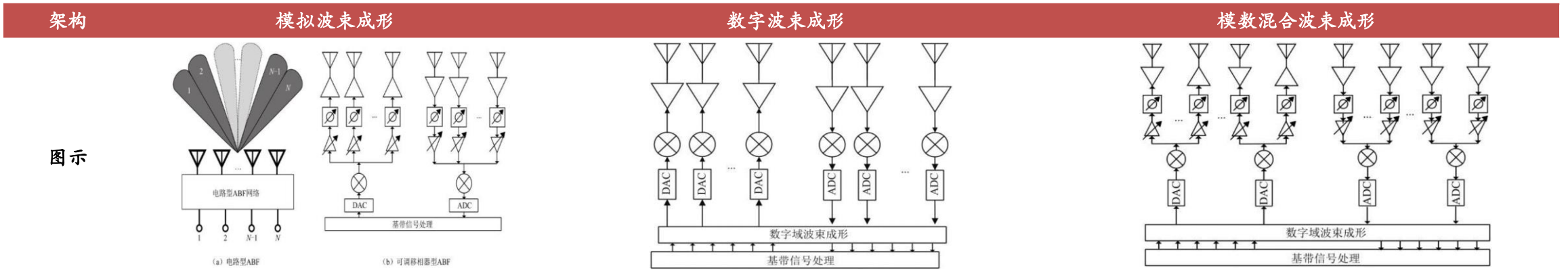


图表：相控阵系统示意图



■ 星载多波束相控阵天线是低轨通信卫星系统的核心载荷之一。手机直连卫星星载天线波束需要具备高增益、数量多、覆盖小、可成形、跳变快、带宽大等要素。波束成形架构是星载多波束相控阵天线关键，主要分为模拟（ABF）、数字（DBF）和数模混合（HBF）3种，DBF通过使用ASIC或FPGA对基带信号进行加权求和运算形成多个波束的空间滤波，相较ABF更加灵活，能够产生大规模波束，应用逐步增加。

图表：相控阵天线不同架构特点比较



原理

最传统的波束成形方式，在模拟域实现信号的移相，根据移相的位置不同，可分为射频移相、本振移相、中频移相和基带移相

通过与频率无关的延时形成不同天线单元之间的波程差，从而消除波束斜视现象，波束数量与多个波束的传输总带宽有关。使用ASIC或FPGA对基带信号进行加权求和运算来形成多个波束

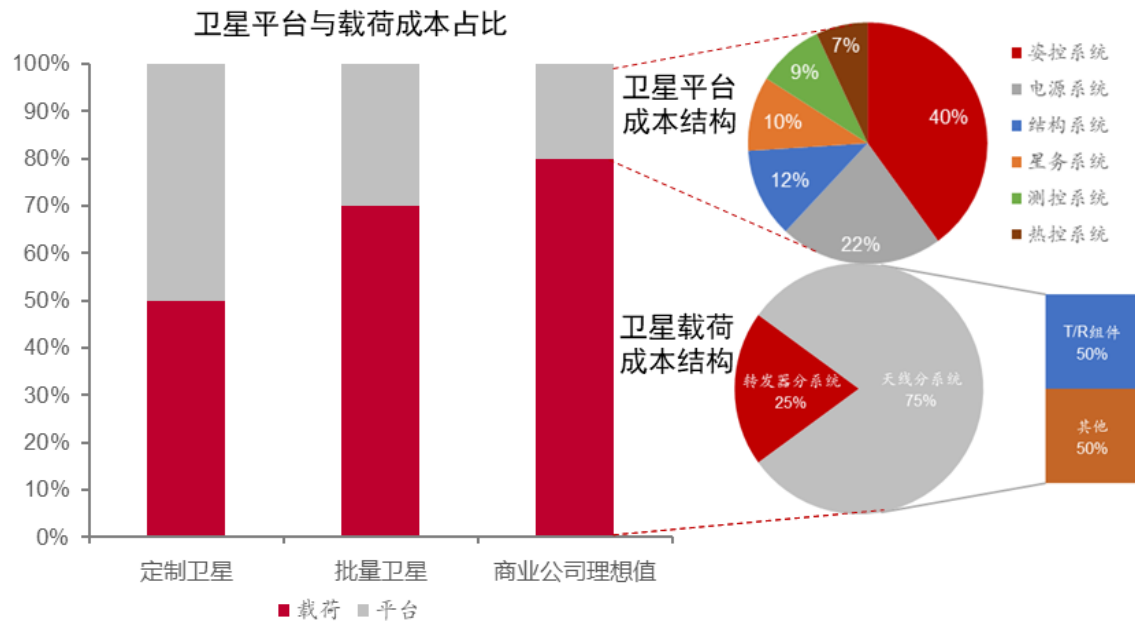
在牺牲一定的灵活性和扫描性能的同时，融合了ABF和DBF的优点。相较于纯DBF架构，无须在每个阵元通道上使用ADC和DAC，从而减少了数字领域的数据处理量并节省了功耗；相较纯ABF架构，提供更高的灵活性，并大大降低了多波束场景下射频通道移相器和衰减器的数量

成本及功耗	低	高	适中
波束数量	受移相器数量影响	受模数转换采样率影响	同时受移相器数量和模数转换采样率影响
性能扩展	难	易	较易
波束指向误差	高	低	适中
射频损耗	高	低	适中

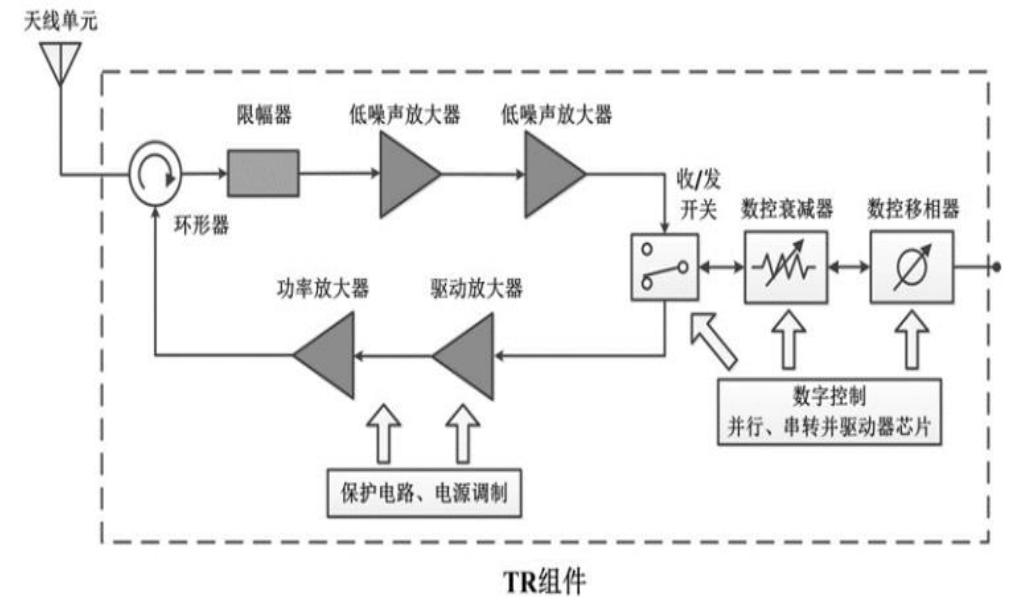
存量终端直连卫星核心技术：星载天线

- **T/R组件为相控阵天线核心，占卫星载荷成本比重约50%，占卫星制造成本比重约20%。**T/R组件包括T/R腔体、PCB板或LTCC板、软基片、功率放大器、低噪声放大器、移相器、串并转换、滤波器、温度补偿、射频接插件以及低频接插件等。下游应用对于成本、体积和功耗的高要求推动T/R组件向多通道、高集成、轻量化、小型化方向发展。
- **星载相控阵趋势：超大规模可折叠、同时同频全双工、基于星群的分布式相控阵。**超大规模可折叠相控阵天线在发射阶段保持折叠状态，从而便于在火箭的有限空间内进行搭载，有效节约运载资源，提升发射的经济性；天线展开后，可以充分利用卫星太阳翼的表面空间，优化使用空间的同时减轻卫星本身的载重压力。全双工相控阵技术能在同一载波频率上同时实现收发波束，提高大规模手机用户接入卫星网络波束资源管理的灵活性和自由度。分布式相控阵每个相控阵单元节点可以搭载在多个小型卫星平台，形成一个相对松散的相控阵系统，避免了在单一卫星上加载超大规模的天线阵列，从而大幅降低生产和发射成本，同时可以灵活调节阵元之间的拓扑，方便扩展，实现不同的波束覆盖，提升系统整体容错性。

图表：通信卫星核心系统价值拆解



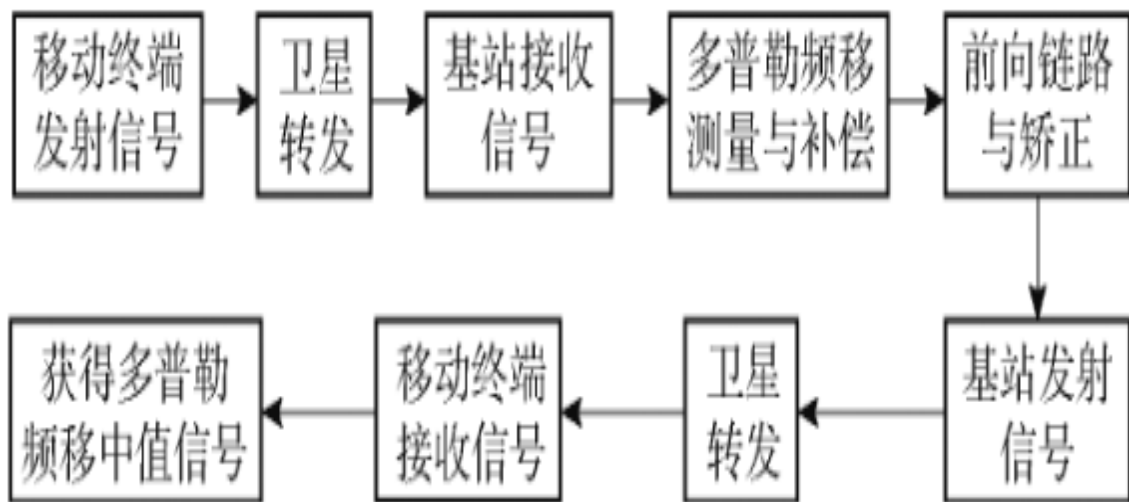
图表：有源相控阵T/R组件结构



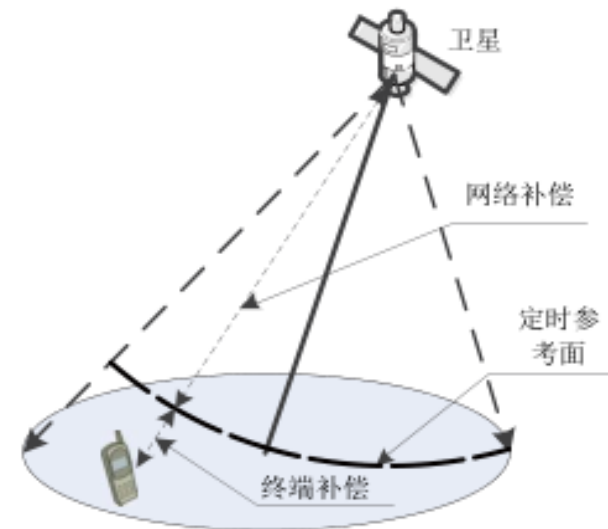
存量终端直连卫星核心技术：时频同步

- 星地链路距离和卫星运动快导致信号衰减、时延大、时频变化迅速等问题，网络侧需相应改造适应终端。地面通信系统频偏主要由终端运动引起，其范围通常在1kHz以内，卫星通信系统频偏主要由卫星运动引起，轨道越低卫星运动越快，多普勒频移越大，通常高达几十上百kHz，明显超过存量手机的频偏适应范围，使得存量手机很难搜索到卫星通信的同步下行信号，同时多普勒高动态变化增大存量手机频率同步难度，此外对于上行接收而言，不同手机终端的上行多普勒频率不一样，也会增加基站侧的检测难度。
- 基站侧对时频进行补偿和调度时序保障，通常采用频率补偿和动态定时补偿两种方式。频率补偿方案在基站侧将卫星运动带来的多普勒频偏限制在较小范围内，采用波束夹角较小的卫星波束，补偿波束中心点的多普勒频偏；动态定时补偿方案由基站侧负责对超出存量手机定时补偿范围的额外延时进行补偿，选取波束中心与地球表面交点为参考点，存量手机终端仅需要补偿终端到参考点的时延，基站侧补偿参考点到卫星以及卫星到信关站的时延。补偿方案均涉及相控阵、星上处理等技术。

图表：多普勒频移补偿模型



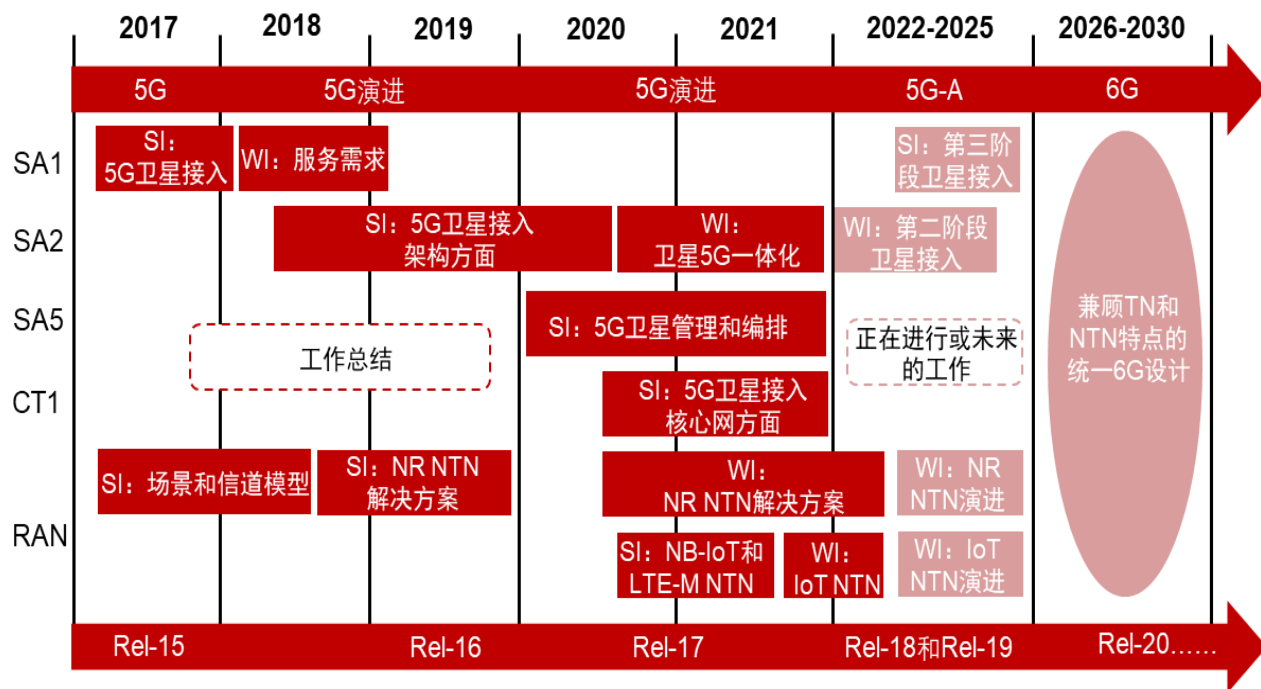
图表：定时补偿示意图



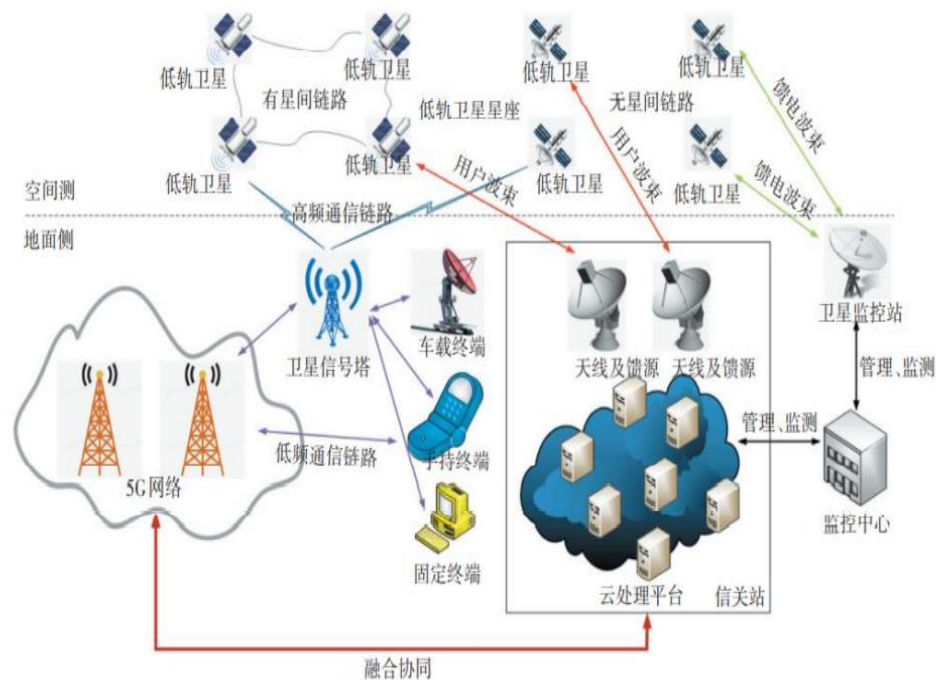
3GPP NTN标准演进，星地通信深度融合

- **3GPP未来将向6G逐步演进。**3GPP的NTN标准是从2017年R15开始启动，一直在朝着将卫星纳入3GPP技术规范的目标前进着，这一目标将持续到R20的6G标准工作中。其中，非地面网络(Non-Terrestrial Network, NTN)被广泛认为是6G网络的组成部分。
- **6G通信架构包括低轨卫星及5G网络融合。**6G由天基平台、空基平台和地面平台组成，由此实现对5G无法触及的陆地与海洋、天空实现全域覆盖，构成一个地面无线与卫星通信融合集成的全连接世界。

图表：3GPP NTN 标准化时间表



图表：6G由低轨卫星与5G网络融合



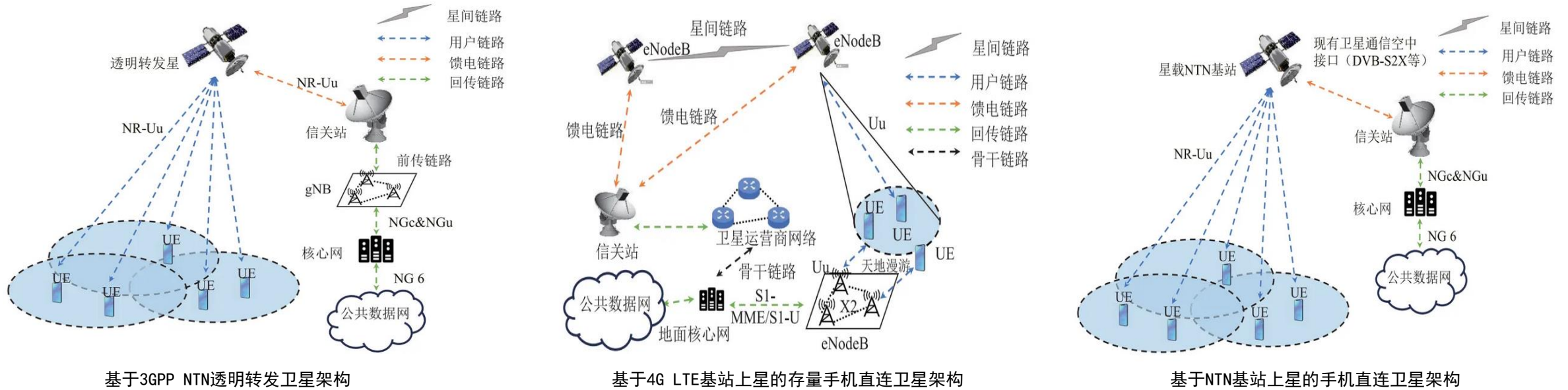
NTN两大网络架构：透明转发、星上再生

- **透明转发：**又称弯管转发，卫星承担射频中继角色，从服务链路（用户设备与卫星之间）接收到射频信号后仅改变载波频率，对其进行滤波和放大，不改变所载信号的波形，再通过馈电链路（信关站与卫星之间）发到信关站，信关站完成处理后通过卫星反馈至终端。
- **星上再生：**卫星具有射频滤波、频率转换和放大、编码调制等功能，相当于基站上星。来自用户的请求直接在星上处理，一般情况下无须再通过馈电链路传递到地面，相较透明转发模式显著缩短终端到基站的距离，进而有效缩减空口时延。再生处理架构需要星间通信支持，包括激光通信和微波通信两种方式，微波通信技术成熟，激光通信效果更佳。

图表：星间微波和激光通信比较

特性	星间微波通信	星间激光通信
电磁波长	30mm~3m	0.7~1.6μm
可用带宽	较大 (40GHz)	极大 (100THz)
频带管制	有	无
传输速率	低 (300Mbit/s)	极高 (400Gbit/s)
抗干扰能力	一般	强
信号聚焦性	一般	好
功耗尺寸	大	小
持续演进潜力	弱	优
产业规模	较小	大

图表：NTN网络架构





3

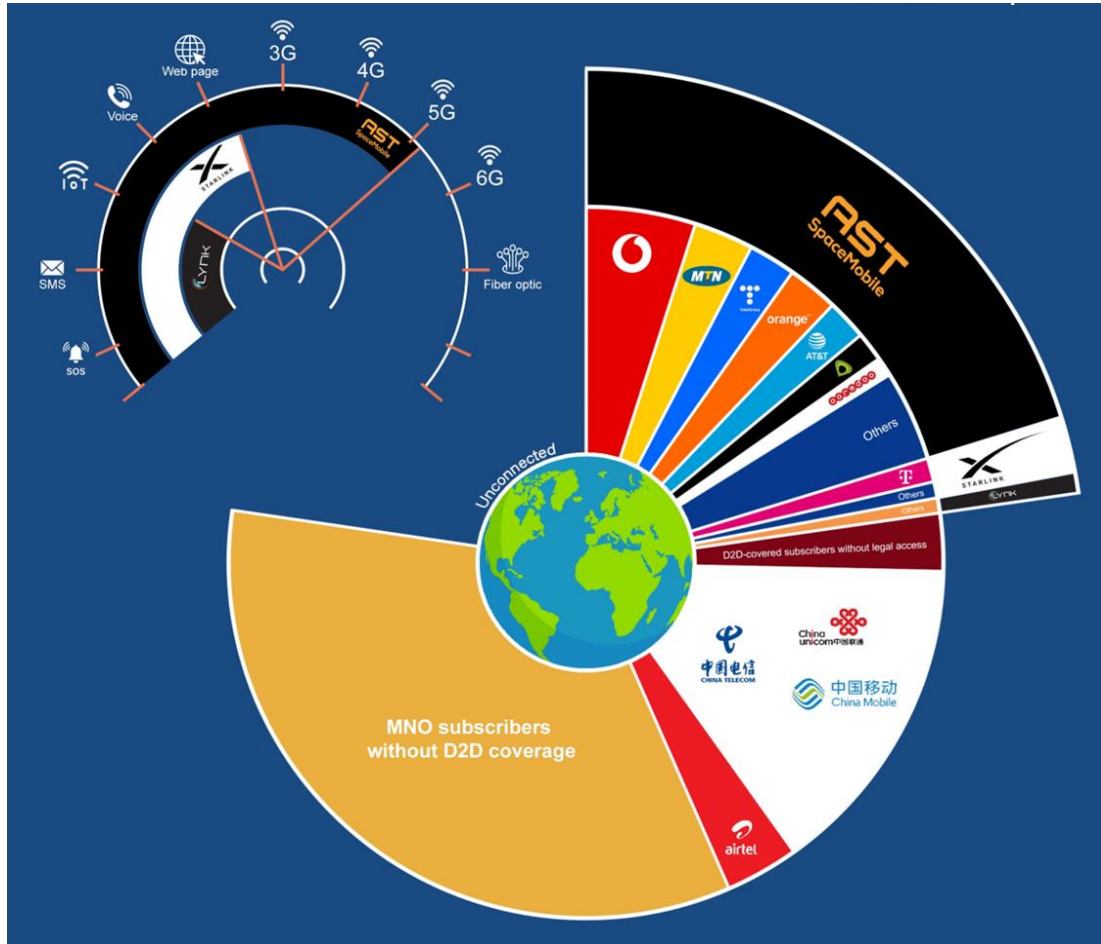
大型相控阵提升载荷性能，商业化应用在即

领先一步

MNOs客户资源丰富，服务价格更具竞争力

■ 地面运营商为直接客户，潜在终端用户资源丰富。AST目前所合作的MNOs对应终端用户总数达到近28亿，地面运营商合作数量及潜在用户数均远高于SpaceX和Lynk。

图表：AST SpaceMobile与同行业合作MNOs对比



图表：AST SpaceMobile与同行业合作MNOs用户数对比（百万）

AST SpaceMobile		STARLINK	
Vodafone (Worldwide)	569,3	T-Mobile (U.S.)	119,7
Telefónica (S.America & Europe)	309,1	KDDI (Japan)	64,23
Orange (Africa & Europe)	244,5	OPTUS (Australia)	10,2
Claro (S.America)	231,9	Rogers (Canada)	10,9
MTN (Africa & Asia)	212,3	Entel (Chile)	4,8
Telkomsel Indonesia (Indonesia)	159,7	One (N.Zealand)	2,6
Etisalat (Africa & Asia)	150,4	Salt (Swiss)	1,58
Verizon (North America)	144,8	Total	190,3
AT&T (North America)	138,1		
Ooredoo Hutch. (Africa & Asia)	109,0	LYNK	
Globe Telecom (Philippines)	86,7	Turkcell (Turkey)	37,5
Smart Comm. (Philippines)	66,3	Unitel (Mongolia)	1,6
TIM Brasil (Brazil)	61,2	ALIV (Bahamas)	1,3
Tigo (S. America)	46,7	Telecel (CAR)	0,9
Smartfren (Indonesia)	35,5	PNCC (Palau islands)	0,8
STC KSA (Mid.-East)	30,3	Bmobile (Solomon Isl.)	0,5
Salam (Mid.-East)	?	Telikom (PapuaNG)	0,4
Telstra (Australia)	23,4	Total	43,0
Telecom Argentina (S. America)	23,1		
Africell (Africa)	18,5		
Zain (Mid.-East)	12,7		
NOW (Malaysia)	12,0		
Maxis (Malaysia)	12,1		
OPTUS (Australia)	10,2		
Bell Canada (Canada)	10,2		
Liberty Latin America (S.America)	8,0		
FirstNet (United States)	6,1		
Rakuten (Japan)	6,1		
Pelephone (Israel)	2,6		
YES (YTL Comm.)	2,1		
UTCL (Uganda)	1,8		
Somtel (Somalia)	1,5		
LTC Mobile (Liberia)	1,0		
Muni (Africa)	0,3		
Smile (Africa)	0,3		
Total	2747,3		

- 以具有竞争力的成本提供蜂窝宽带覆盖。移动网络运营商和无线基础设施提供商将整合公司的蜂窝宽带覆盖能力，从而在蜂窝网络通信无覆盖或覆盖不完全的地区以更具成本效益的方式提供无线服务。同时，如果飓风、内乱或网络攻击等导致地面基础设施服务中断，SpaceMobile服务可以用作备用服务。
- 参考Starlink，未经修改终端直连卫星相较专用终端用户数量大，ARPU偏低，收入占比提升显著。Starlink通过特定终端提供多版本付费模式，用户需支付设备和月租费用，截至2024年6月全球用户突破300万。2023年10月Starlink官网推出手机直连卫星服务，预计2024年实现短信发送，2025年实现语音通话和上网，同年分阶段实现IOT。根据MorganStanley，预计使用未经改装终端直连卫星ARPU值约1-3美元/月，2024年潜在用户数约2500万，2040年达到10亿，收入占比提升至约33%。

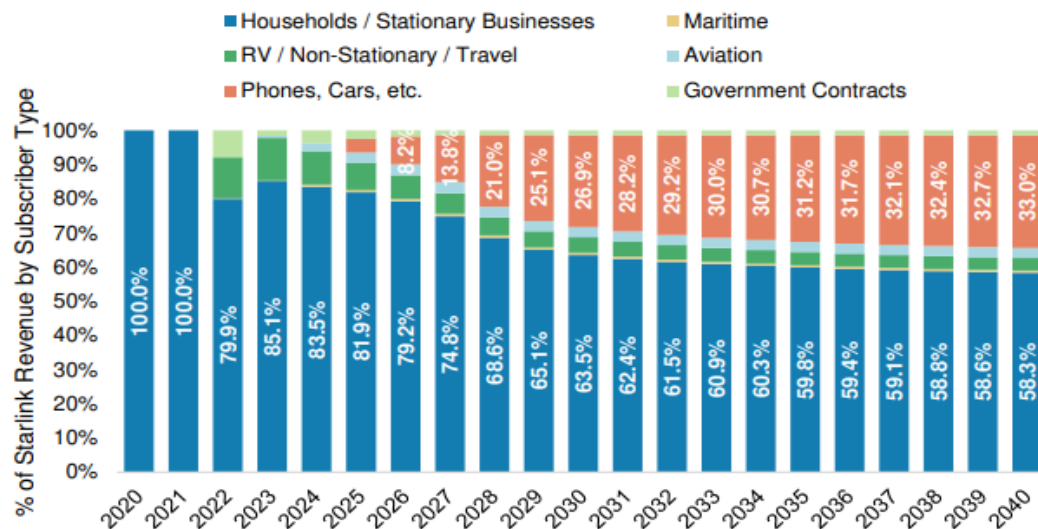
图表：星链专用终端服务与美国LTE资费对比

	场景	价格	设备费用	速度	延迟
Starlink Standard	固定终端，供个人/家庭使用	\$120/月	\$599	25~220Mbps	25~50ms
Starlink Priority	固定终端高级计划，适用于商业/政府等高需求用户	40GB: \$140/月 1TB: \$250/月 2TB: \$500/月	\$2,500	100~220Mbps	25~50ms
Starlink Mobile	移动终端，适用露营/游牧等便携需求	地区服务: \$150/月 全球服务: \$200/月	\$599	5~220Mbps	25~50ms
Starlink Mobile Priority	移动终端高级计划，适用航海、救援等更高需求场景	50GB: \$250/月 1TB: \$1000/月 5TB: \$5000/月	\$2,500	100~220Mbps	25~50ms
Verizon LTE	-	\$25~35/月		25~50Mbps	低于100ms
T-Mobile LTE	-	\$30/月		25~50Mbps	低于100ms

图表：Starlink订阅用户数及ARPU预测

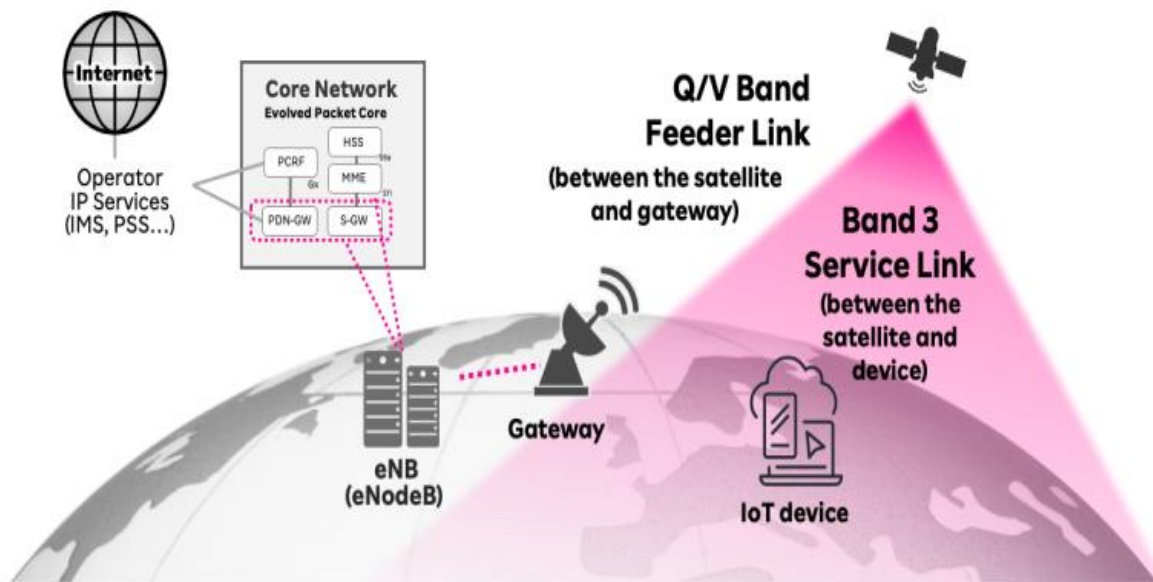
Subscriber Type (MSe Annual ARPU Per Sub)	Subscriber Count		Annual ARPU
	2024	2040	
Household / Business	~3.4 million	~30 million	~\$2,000
Maritime	~1.5 thousand	~20 thousand	~\$34,000
RV	~400 thousand	~2 million	~\$2,000
Aviation	~0.7 thousand	~10 thousand	~\$300,000
Phones, Cars, etc.	-	~1 billion	~\$36
Total Subscribers (mn's) (Subscribers Including Phones, Cars, etc., mn's)	~3.8 million ~3.8 million	~32 million >1 billion	-

图表：Starlink收入结构

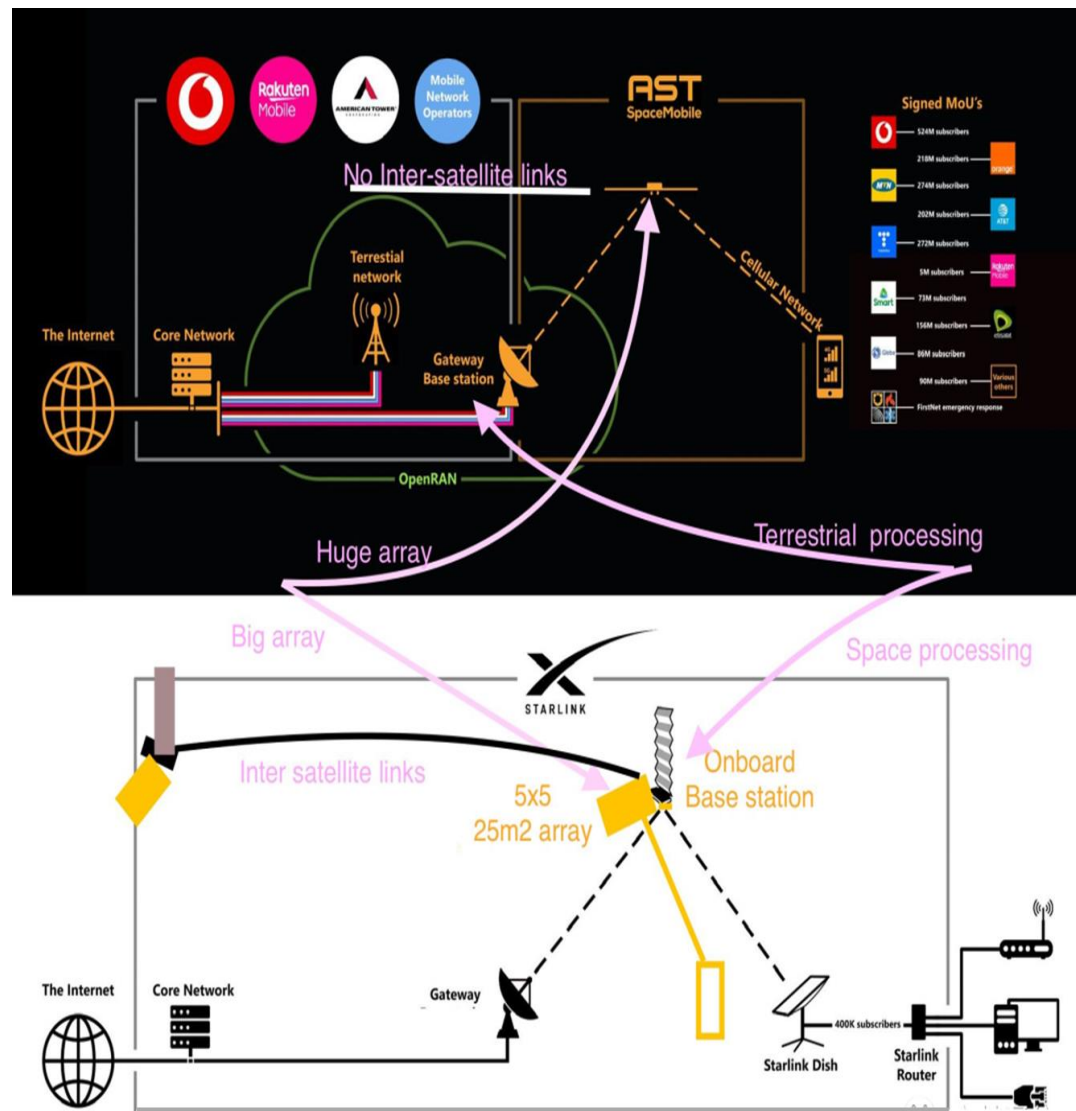


- 现阶段采用透明转发架构，更具监管优势。透明转发模式下，所有逻辑处理均在地面，进入多个国家服务时更有利于当地监管；Starlink具有星上处理和星间链路，军民两用性质，技术体制保密性更高。
- 与诺基亚合作地面基站和相关设备。2022年ASTS宣布与诺基亚签署一项为期5年的无线接入网（RAN）设备的协议，诺基亚将提供4G和5G设备，包括基站和相关设备以及网络管理系统。

图表：AST SpaceMobile网络架构



图表：AST和Starlink卫星架构对比



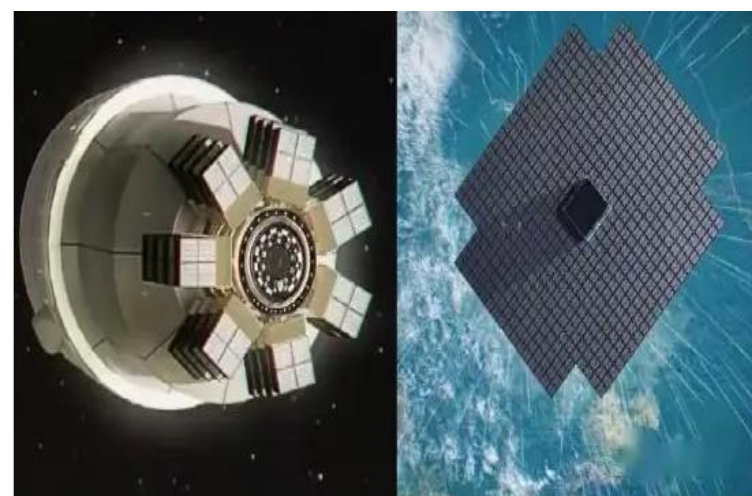
可折叠大型相控阵

- 公司卫星拥有近地轨道目前最大尺寸相控阵。大口径阵列有望提供更大的频谱复用，增强信号强度，扩大容量，提供高速蜂窝宽带服务，与小口径阵列相比，减少覆盖所需卫星数量。**BlueWalker3相控阵天线面积达64m²**，工作在**700-900MHz的LTE频段**。巨大的相控阵天线可以生成很多独立的、电扫描的波束，波束最大增益为**36dBi**，旁瓣水平符合**ITU-R标准**（优于**-20 dB**）。天线的每个波束可以跟踪地面上一个固定的小区，而无需转动天线阵面。也可以使用多个波束覆盖同一个小区从而提升容量，所有的波束都可以在天线的覆盖范围内灵活分布。
- 可折叠相控阵，模块结构方便降本批量生产。AST相控阵天线由上百个独立的小阵列天线面板构成，每个小阵列天线面板又由16个天线单元构成，升空时能够折叠以缩小整体体积，达到预定高度后再展开并拼接形成天线。与传统卫星部件定制化为不同，AST卫星的每个天线单元在设计、制造及测试等方面完全相同，通过批量生产降低天线成本。

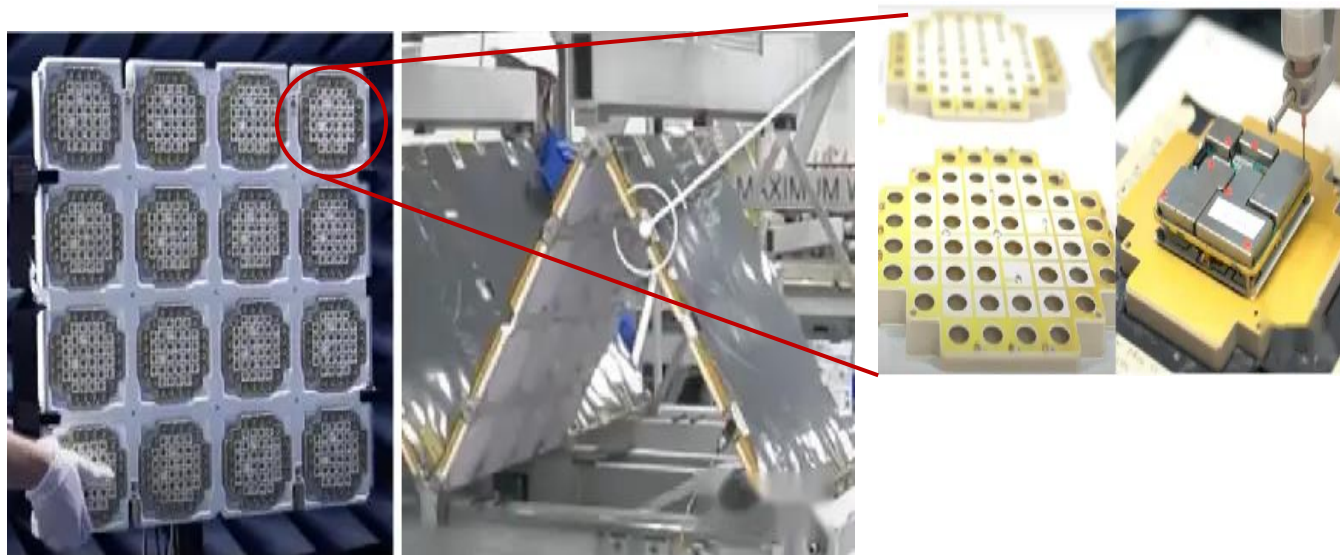
图表：BlueWalker3相控阵天线



图表：单个小阵列天线面板及天线单元



图表：相控阵天线折叠状态与展开状态




下一代Block2卫星：更大面积的相控阵天线，搭载自研ASIC芯片

- 大口径阵列和ASIC芯片有效提升卫星信号强度和吞吐量，每MHz处理能力成本持续优化。AST SpaceMobile Block2 BlueBird卫星相控阵天线面积预计达到约2400平方英尺，是Block1的约3.5倍，采用自研AST5000 ASIC，单波束容量高达40MHz，单星支持120Mbps峰值数据速率，以及高达10GHz的处理带宽，降低功率，显著降低单位成本，根据测算，Block2卫星每MHz带宽处理成本约1875美元，较Block1的2.3万美元大幅下降。自研ASIC与台积电合作，24年3月公司宣布已进入流片阶段，首颗Block2将沿用FPGA芯片，已与一家发射服务提供商达成协议，计划于2025Q1择机发射。
- 制造及供应链管理能力强，知识产权丰富。AST在卫星制造设施和设备、测试设施（包括振动和环境测试）、制造工艺和供应链方面的大量投资为生产制造过程可控和及时交付提供保障，并有效降低总体成本。公司拥有大量自主知识产权，能够大幅减少对单个供应商依赖，更好地保障供应链稳定并降低卫星整体成本。

图表：AST SpaceMobile与台积电合作ASIC芯片

Entered tape-out phase of custom ASIC with TSMC

Custom ASIC, which is planned to support up to 120 Mbps peak data rates, is one key enabler of space-based cellular broadband



- Represents a competitive advantage developed over four years, equivalent to an estimated 150 man-years, with approximately \$45 million of development costs
- Novel, custom and low-power architecture developed to enable up to a 10x improvement in processing bandwidth, totaling 10,000 MHz, on each satellite
- The combination of the ASIC and our large phased array are key enablers of cellular broadband directly from space

图表：AST SpaceMobile历代卫星成本对比

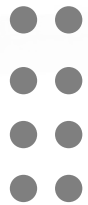
	原型卫星 BlueWalker3	Block1 BlueBirds	Block2 BlueBirds
单星制造及发射成本	\$85M	\$23M	\$17.5M-\$20M
天线阵列尺寸	693平方英尺	700平方英尺	2400平方英尺
处理器	FPGA	FPGA	ASIC
处理能力	100MHz	1GHz	10GHz
处理成本（美元） /MHz	\$850000	\$23000	\$1875

对比Starlink：单星成本更高，峰值速率更优

- 从卫星星座规模和发射进度来看，AST SpaceMobile目前向FCC申请共248颗低轨卫星，计划2024年9月上旬发射首批5颗BlueBird商业卫星Block1，2025Q1发射首批Block2；Starlink二代星座共规划约3万颗卫星，目前FCC仅授予其中7500颗，手机直连D2C卫星均占用二代星座，2023年10月SpaceX向FCC申请2016颗卫星加装直连手机功能，用于与T-Mobile建立直接通信系统，11月底FCC批准其中的840颗，截至24年7月3日，直连手机的卫星数量达到了103颗
- 从卫星载荷性能来看，AST SpaceMobile BlueWalker3试验卫星配置64m²阵列天线，峰值速率超过35Mbit/s，Starlink v2配置25m²阵列天线，速率可达2~4Mbit/s
- 从成本来看，AST SpaceMobile预计第一代商用卫星Block1单颗制造和发射成本为2300万美元，第二代有所降低，约1600-1800万美元。Starlink方面，根据Morgan Stanley测算，v2 Mini单颗制造成本预计50万美元，使用猎鹰9号发射成本约89万美元，合计约140万美元，远低于AST SpaceMobile
- 从频率和运营来看，AST SpaceMobile目前已合作MNOs数量远多于Starlink，包括AT&T、Verizon、沃达丰等优势供应商，仅在美国通过与AT&T和Verizon合作获得850MHz使用权，首批5颗BlueBird卫星已获FCC授权，允许使用V/S/UHF频段来支持卫星馈电链路和测控链路，为期15年。Starlink目前主要与T-Mobile合作，获得其PCS1.9GHz频段使用权，且截至目前没有争取到NTN频段。直连手机服务能否年内按预期落地需等待FCC最终授权。

图表：AST SpaceMobile与Starlink对比

对比项	AST SpaceMobile	Starlink v2
星座类型	LEO	LEO
整星功能	存量手机直连	存量手机直连+Ka/Ku/E频段宽带接入
卫星网络架构	透明转发	星上处理
单星重量	前期20颗约1500kg，后续卫星更大	800kg（猎鹰9号版）/2000kg（星舰版）
手机直连天线	前期20颗为64 m ² 阵列天线，Block2预计扩大至223 m ²	25 m ² 阵列天线
上行频段	BlueWalker3: 788-798MHz、845-849MHz	1910-1915MHz
下行频段	BlueWalker3: 758-768MHz、890-894MHz	1900-1995MHz
目前验证速率	21Mbps	17Mbps
Sub-6G存量手机直连业务理论峰值速率	单波束10MHz带宽下（50RB） 上行12.7Mbps 下行37.8Mbps (基于上行16QAM/下行64QAM调制)	单波束5MHz带宽（25RB） 上行7.2Mbps 下行18.3Mbps (基于上行16QAM/下行64QAM调制)
支持功能	2024年短信 2025年语音，数据/物联网	2024年9月发射首批5颗商业卫星，未来几个月内激活在轨服务后，AT&T和Verizon的beta测试用户将提供最初的全国性非连续服务



4

投资建议与风险提示

- 投资建议：**星链为代表的全球低轨卫星加速组网，6G时代卫星通信与地面通信的融合发展将成为趋势，手机直连卫星的应用将打开C端市场空间。AST SpaceMobile在手机直连卫星领域领先布局，具备技术和商业应用的先发优势，随着卫星发射和商业化运营推进，业务有望市场快速增长，有较大成长空间。我国低轨卫星建设在初期阶段，有三个超过万颗规划的低轨星座分别是千帆星座、GW星座和Honghu-3（鸿鹄-3），随着规模组网的启动，产业链将迎来重要的发展机遇。前期空间段及地面段基础设施建设先行，通信载荷、相控阵天线、信关站核心网等上游关键环节率先受益，随着组网应用推进，运营段及终端有望接力成长。从AST映射角度，看好卫星制造环节通信载荷、相控阵天线和卫星运营领域核心标的。
- 建议重点关注：**卫星通信载荷：上海瀚讯、信科移动、创意信息；相控阵：铖昌科技、臻镭科技、航天环宇、盛路通信、盟升电子等；移动终端：海格通信、银河电子、信维通信、华力创通等；卫星运营商：中国卫通、中国电信。

图表：A股重点标的估值

产业链	细分环节	代码	公司	股价（元）	市值（亿元）	归母净利润（亿元）				PE	
						2024E	增速	2025E	增速	2024E	2025E
卫星平台	测控与数传	301117.SZ	佳缘科技	24.56	22.66	0.68	1363.18%	1.05	55.31%	33.51	21.58
	热控	688143.SH	长盈通	17.66	21.61	0.93	500.76%	1.35	44.66%	23.12	15.98
通信载荷	相控阵	001270.SZ	铖昌科技	30.81	63.86	1.35	69.33%	1.91	41.67%	47.31	33.39
		688270.SH	臻镭科技	21.91	46.90	1.11	52.79%	1.64	47.66%	42.35	28.68
	协议标准	002446.SZ	盛路通信	5.48	50.16	2.13	306.76%	2.70	26.54%	23.54	18.60
		688387.SH	信科移动-U	5.22	178.46	-0.05	98.60%	1.99	4073.12%	-3,480.00	89.85
		300762.SZ	上海瀚讯	14.56	91.43	1.33	169.96%	2.45	84.21%	68.87	37.39
		688313.SH	仕佳光子	8.78	40.28	0.45	193.68%	0.87	95.40%	90.42	46.28
688195.SH	腾景科技	21.80	28.20	0.73	76.17%	1.01	37.29%	38.43	27.99		
卫星运营	运营商	601698.SH	中国卫通	15.23	643.37	5.90	69.02%	6.73	14.16%	109.18	95.61
		601728.SH	中国电信	6.04	5,269.91	333.03	9.38%	364.12	9.34%	16.60	15.18
地面段	信关站	688418.SH	震有科技	15.82	30.63	1.05	221.02%	1.78	69.54%	29.27	17.26
	基带处理	688385.SH	复旦微电	27.71	176.78	8.73	21.27%	11.07	26.90%	26.01	20.50
手机终端	终端	300045.SZ	华力创通	16.56	109.74	0.39	121.39%	0.71	82.05%	281.63	154.62
		002465.SZ	海格通信	9.09	225.60	8.67	23.37%	10.97	26.53%	26.02	20.56

- **卫星互联网推进不及预期风险。**若国际国内环境发生变化，卫星互联网相关产业政策或产生变更，将影响卫星部署与发射节奏；
- **低轨卫星制造成本过高风险。**若卫星成本不能有效降低，将会影响整体卫星发射数量以及卫星互联网商业模式有效变现风险；
- **技术迭代不及预期风险。**若低轨卫星制造、星载相控阵等技术研发迭代不及预期，可能影响卫星整体发射节奏及运行效果；
- **市场、运营不及预期风险。**若国内低轨卫星互联网无法找到有效的商业模式并变现，可能出现组网成本、运营成本过高等风险；
- **市场竞争加剧风险。**竞争从业务布局、核心技术、人才、资金和政策等方面展开，存在新的进入者导致市场竞争加剧的风险；
- **市场系统性风险。**全球和国内宏观层面相关因素仍可能对市场产生系统性影响；
- **研究报告使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。**报告中部分资料来源于招股书等公开披露资料，存在信息滞后风险。

重要声明

- 中泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。
- 本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，可能会随时调整。本公司对本报告所含信息可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。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。
- 市场有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本公司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。
- 投资者应注意，在法律允许的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。
- 本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。事先未经本公司书面授权，任何机构和个人，不得对本报告进行任何形式的翻版、发布、复制、转载、刊登、篡改，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。