

# 电子

证券研究报告

2021年09月05日

## 卫星互联网应用元年：天地万物互联时代到来

投资评级

行业评级

强于大市(维持评级)

上次评级

强于大市

作者

潘暕

分析师

SAC 执业证书编号: S1110517070005  
panjian@tfzq.com

李鲁靖

分析师

SAC 执业证书编号: S1110519050003  
lilujing@tfzq.com

行业走势图



资料来源：贝格数据

相关报告

- 《电子-行业深度研究:车载网络变革,高速连接器迎来春天》2021-09-01
- 《电子-行业投资策略:行业首席联盟培训》2021-07-24
- 《电子-行业深度研究:H2 看好行业优化+苹果创新对销量、供应链的拉动中长期看好苹果虚拟现实产品带动的新一轮创新》2021-07-18

**苹果入场,低轨卫星通讯将成为2022年电子行业一大关键趋势。**Digital Trends 预测 iPhone 13 的硬件规格可支持低轨道卫星通讯。我们看好 iPhone 布局的低轨卫星通讯将在 2022 年加速带动相关服务与零部件出货量成长。iPhone 13 采用支持卫星通讯的定制化高通 X60 基带芯片,基于高通与全球星的长期合作关系,苹果与全球星在卫星通讯的合作存在潜在可能性。

**卫星互联网具有广覆盖、低时延、宽带化、低成本的特点,可解决现有世界上超 30 亿人无法使用互联网,70% 地理空间未实现互联网覆盖的问题。**卫星互联网为偏远地区、航海航空及有低时延交易需求者提供全覆盖及高速服务。作为空间通信基础设施,卫星互联网的建设也将为后续全球物联网提供条件保障。卫星互联网的优势包括:1) 提供全域的无缝覆盖;2) 极大减少传输时延;3) 与 5G 相比具有显著成本优势;4) 带宽提升至 Gbps 承载能力大幅提升。发展卫星互联网,是实现天地融合万物互联的关键。

**全球市场:未来五年有近 50 亿的潜在用户+千亿美元市场。海外市场受数字鸿沟驱动,平均移动宽带人口普及率少于 48%,卫星互联网是弥合“无互联网”人口数字鸿沟的最佳手段。我国受物联网需求+有限轨道资源驱动。**预计 2021-2035 年我国卫星互联网总产值或可达 9337.7 亿美元(61161.94 亿人民币)。1) 随着 5G 网络的发展,地面物联网迎来了广阔的应用前景,但成本制约其进一步发展,低轨卫星星座在覆盖范围、通信容量以及网络建设等方面有明显的优势,助力物联网持续发展。2) 地球近地轨道可容纳约 6 万颗卫星。到 2029 年,地球近地轨道将部署总计约 57000 颗低轨卫星,轨道资源不可再生使空间轨道战略价值成为卫星互联网公司的主要争夺点。同时“实体名单”限制引发政治不确定,自主可控是发展卫星互联网的重要策略。

**技术发展趋势:** 1) 低轨卫星与 5G 互补形成无缝衔接通信网络;2) 太赫兹适用于卫星通信,将在未来 6G 通信和天地一体化信息网络中发挥关键作用;3) 低轨高通量系统技术发展将实现吞吐量提升、高稳定性及低时延;4) 基于 AI 和云计算技术的卫星系统自主任务控制降低了卫星任务管理成本,解决卫星数量呈指数级增长所带来的数据量爆炸的问题

**商业卫星产业快速发展依托 FPGA 等核心芯片技术演进。**卫星的制造、发射、通信、导航,都需要关键的芯片技术参与。同时,与传统卫星不同,商用卫星更强调商用性,追求更低廉的发射成本、更小的芯片尺寸、更高的芯片质量。以 FPGA 芯片为例,FPGA 可以实现小卫星在轨功能重构与更新。地面设备业和卫星制造业中,核心包含 FPGA、功率放大器,基带,射频,DSP,陀螺仪,角加速度传感器,SOC 等,叠加商用芯片低成本小体积高质量需求,可见芯片作为关键一环技术不断演进助力商用卫星产业快速发展。

**投资建议:我们看好低轨卫星互联网成为 2022 年电子行业的一大关键趋势。预计在苹果等龙头企业推动下,低轨卫星服务与相关零部件出货量将在 2022 年显著成长。我们认为低轨道卫星服务供应商将优先受益,并乐观看待低轨卫星服务供应商股价的潜在上涨空间。关注:中国卫通、中国卫星、全球星、铱星、紫光国微、复旦微电、国光电气、振芯科技**

中国卫通:中国唯一卫星通信运营商,卫星运营服务业务稳步增长

中国卫星:中国小卫星制造寡头,高通量宽带卫星需求带来新增长

全球星:成功发射 24 颗低轨卫星,商用 IoT 覆盖面积超过 90%

铱星:具备先发优势,铱星二代系统通信能力大幅提升

紫光国微:国产 FPGA 领先厂商,特种集成电路持续扩品类

复旦微电:以 FPGA 为矛,进入高速成长期

国光电气:电真空微波器件(行波管)龙头,行波管为卫星通信射频主流方案

振芯科技:AD/DA、基带芯片供应商,传统卫通、北斗终端涉及制造商

**风险提示:**空间轨道资源和频谱资源将被大量占用;大量低轨卫星的出现对天文观测提出了巨大挑战

## 内容目录

|   |    |
|---|----|
| 1. 苹果入场，低轨卫星通讯将成为 2022 年电子业一大关键趋势.....            | 6  |
| 2. 卫星互联网：千亿美元市场，实现天地融合，万物互联的突破性技术.....            | 6  |
| 2.1. 互联网发展历程：从“人与人”互联到天地融合万物互联 .....              | 8  |
| 2.2. 竞争优势：广覆盖、低时延、宽带化、低成本及推动物联网快速发展 .....         | 9  |
| 2.3. 对标客户：为偏远地区、航海航空及低时延交易需求者提供全覆盖及高速服务 .....     | 11 |
| 2.4. 卫星互联网产业链：地面设备+卫星运营服务占比过九成 .....              | 12 |
| 2.5. 商业卫星产业快速发展依托 FPGA 等核心芯片技术演进 .....            | 14 |
| 3. 市场展望：海外市场受“数字鸿沟”驱动，我国受物联网需求+有限轨道资源驱动 ...       | 15 |
| 3.1. 全球市场：近 50 亿的潜在用户数千亿美元的未来市场 .....             | 15 |
| 3.2. 国际市场：“数字鸿沟”为主要驱动力，加速带动市场需求 .....             | 16 |
| 3.2.1. 移动宽带普及率未过半，卫星互联网是弥合“数字鸿沟”的最佳手段 .....       | 16 |
| 3.2.2. 下游客户接受度极高，需求端未来增量可期 .....                  | 17 |
| 3.3. 国内市场：万物智联+地缘政治+轨道资源不可再生促进产业加速发展 .....        | 17 |
| 3.3.1. 车联网+物联网需求迭起，卫星互联网低成本优势凸显 .....             | 17 |
| 3.3.2. 空间轨道和频段这些不可再生的战略资源将日益紧缺 .....              | 18 |
| 3.3.3. 政治的不确定性使实现自主可控成为我国发展卫星互联网重要战略 .....        | 19 |
| 3.3.4. 中国投入比例小于 10%，国内市场化程度有极大提升空间 .....          | 19 |
| 3.3.5. 扬帆起航，我国“新基建”等政策大力推动星地融合通信时代 .....          | 19 |
| 4. 发展趋势：融合 5G、开发 AI、低轨高通量卫星技术及太赫兹等频率资源助力 6G ..... | 20 |
| 4.1. 低轨卫星与 5G 融合架构形成无缝衔接通信网络 .....                | 20 |
| 4.2. EHF、太赫兹、激光等频率资源是 6G 天地一体化信息网的技术基石 .....      | 22 |
| 4.3. 推动高通量系统技术发展实现吞吐量提升 .....                     | 23 |
| 4.4. 低轨卫星互联网星座是实现全球互联的核心解决方案 .....                | 24 |
| 4.5. 基于 AI 技术的卫星系统自主任务控制和切换将成重要趋势 .....           | 25 |
| 5. 全球公司：从与地面通信网络正面交锋到融合发展 .....                   | 26 |
| 5.1. 国际公司：新老玩家逐鹿中原，竞争态势进一步深化 .....                | 27 |
| 5.1.1. 铱星和全球星 80、90 年代率先入局 .....                  | 27 |
| 5.1.2. 经验丰富的老牌“三巨头” SES、Intelsat、Eutelsat .....   | 28 |
| 5.1.3. 嗅觉敏锐的新鲜血液：SpaceX, OneWeb, Amazon .....     | 29 |
| 5.1.4. “星链”成功模式：垂直整合商业模式+人才基础+优质沟通+资金加持 .....     | 30 |
| 5.2. 国内公司：中国星网集团成立+民营初创型公司百花齐放 .....              | 32 |
| 5.2.1. 国家队：成立新央企——中国卫星网络通信集团，中国星链计划或将出世 .....     | 33 |
| 5.2.2. 民营企业：逐渐形成从卫星设计研制、通信系统到行业应用的商业闭环 .....      | 36 |
| 5.2.3. 未来发展核心：中国星网集团统筹，国企+民企合作模式+垂直联动生态体系 .....   | 37 |
| 6. 投资建议 .....                                     | 37 |
| 6.1. 中国卫通：中国唯一卫星通信运营商，卫星运营服务业务稳步增长 .....          | 38 |

|  |           |
|--|-----------|
| 6.1. 中国卫星：中国小卫星制造寡头，高通量宽带卫星需求带来新增长       | 39        |
| 6.2. 全球星：成功发射 24 颗低轨卫星，商用 IoT 覆盖面积超过 90% | 41        |
| 6.1. 铱星：具备先发优势，铱星二代系统通信能力大幅提升            | 45        |
| 6.1. 紫光国微：国产 FPGA 领先厂商，特种集成电路持续扩品类       | 49        |
| 6.1. 复旦微电：以 FPGA 为矛，进入高速成长期              | 50        |
| <b>7. 风险提示</b>                           | <b>52</b> |

## 图表目录

|   |    |
|---|----|
| 图 1：卫星互联网荣获 2020 麻省理工十大突破性技术                    | 6  |
| 图 2：铱星星座系统结构示意图-网速可达 352Kbps                    | 6  |
| 图 3：全球网络覆盖情况（超 35 亿人无法使用互联网，超 90% 地理空间未实现互联网覆盖） | 6  |
| 图 4：全球网络覆盖情况，部分地区覆盖率不到 20%                      | 6  |
| 图 5：互联网用户增速逐渐趋缓，基站建设成本在偏远地区过高                   | 7  |
| 图 6：传统通信骨干网络在人口与互联网渗透低区域难度大，卫星互联网在乡村地区具备成本优势    | 7  |
| 图 7：物联网通信方式受制于通信基础设施的发展                         | 7  |
| 图 8：卫星物联网形成天地互连                                 | 7  |
| 图 9：卫星互联网应用场景                                   | 8  |
| 图 10：卫星互联网通信系统（以铱星与全球星为例）                       | 8  |
| 图 11：卫星互联网优势                                    | 9  |
| 图 12：地面基站与低轨卫星覆盖对比示意图                           | 9  |
| 图 13：银河航天卫星通信时延实测结果                             | 10 |
| 图 14：银河航天卫星终端接收情况                               | 10 |
| 图 15：银河航天卫星信关站接收情况                              | 10 |
| 图 16：部分应用场景                                     | 11 |
| 图 17：6G 融合高中低轨卫星通信与地面移动通信的全球泛在覆盖                | 12 |
| 图 18：全球卫星产业链全景                                  | 12 |
| 图 19：2019 年全球卫星产业细分结构图                          | 13 |
| 图 20：卫星互联网产业链全景图                                | 13 |
| 图 21：卫星互联网的应用及地面设备：千亿美元级市场                      | 13 |
| 图 22：卫星制造：百亿美元产值新蓝海                             | 14 |
| 图 23：基于 FPGA 平台的低轨卫星星载路由器                       | 15 |
| 图 24：小卫星可重构系统平台组成                               | 15 |
| 图 25：小卫星可重构系统硬件实现结构                             | 15 |
| 图 26：全球卫星产业总收入（亿美元）                             | 15 |
| 图 27：2029 年全球近地轨道卫星布局及占比（颗，%）                   | 16 |
| 图 28：卫星通信和地面网络两种通达手段的“成本距离”规律                   | 17 |
| 图 29：卫星物联网应用场景                                  | 17 |
| 图 30：卫星物联网结构                                    | 17 |
| 图 31：全球汽车产量预测（万辆）                               | 18 |

|   |    |
|---|----|
| 图 32: 低轨卫星互联网地面应用增量空间 (亿美元) .....                             | 18 |
| 图 33: 我国卫星互联网现状 .....   | 18 |
| 图 34: 全球资本市场对航天产业的投资 .....                                    | 19 |
| 图 35: 国内卫星通信相关政策及重大部署 .....                                   | 20 |
| 图 36: 低轨卫星与 5G 网络融合架构 .....                                   | 21 |
| 图 37: 高通量卫星对比传统通信卫星 .....                                     | 23 |
| 图 38: 通信卫星行业发展趋势 (亿美元) .....                                  | 23 |
| 图 39: 低轨卫星互联网演进阶段 .....                                       | 27 |
| 图 40: 传统卫星供应商业概览 .....  | 28 |
| 图 41: ONEWEB .....  | 30 |
| 图 42: STARLINK .....  | 30 |
| 图 43: Starlink 卫星累计发射数量 颗, 不剔除失效卫星 .....                      | 30 |
| 图 44: 0407 下午, 美国太空探索技术公司 (的猎鹰 9 号火箭将一批 60 颗星链互联网卫星送入轨道 ..... | 30 |
| 图 45: STARLINK: 预计公司将在 4 5 次发射后达到全球持续覆盖的里程碑 .....             | 30 |
| 图 46: 我国央企领域卫星星座计划及发射卫星数量梳理 (标红部分) .....                      | 33 |
| 图 47: 虹云工程 .....  | 34 |
| 图 48: 行云工程 .....  | 34 |
| 图 49: 天通一号卫星系统 .....  | 35 |
| 图 50: 天通一号总结架构 .....  | 35 |
| 图 51: 天通一号总结架构 .....  | 36 |
| 图 52: 天通一号互联网 .....   | 36 |
| 图 53: 天通一号物联网 .....   | 36 |
| 图 54: 中国卫通营收情况 .....  | 38 |
| 图 55: 中国卫通归母净利润情况 .....                                       | 38 |
| 图 56: 中国卫通毛利率、净利率 .....                                       | 38 |
| 图 57: 中国卫星营收情况 .....  | 40 |
| 图 58: 中国卫星归母净利润情况 .....                                       | 40 |
| 图 59: 中国卫星毛利率、净利率情况 .....                                     | 40 |
| 图 60: 全球星公司历史发展 .....   | 41 |
| 图 61: 全球星成功发射 4 次卫星 .....                                     | 42 |
| 图 62: Globalstar terrestrial band 及其应用 .....                  | 42 |
| 图 63: 全球星 2021 发展情况占比 .....                                   | 42 |
| 图 64: 全球星未来发展占比规划 .....                                       | 42 |
| 图 65: 全球星使用 Gateway .....                                     | 43 |
| 图 66: 全球星使用第二代 .....  | 43 |
| 图 67: 全球星产品一览 .....   | 43 |
| 图 68: 全球星营收情况 (单位: 百万美元) .....                                | 43 |
| 图 69: 全球星净利润情况 (单位: 百万美元) .....                               | 43 |
| 图 70: 2020 年收入拆分 (按业务类型) .....                                | 44 |
| 图 71: 经常性服务收入高于同行的百分比 .....                                   | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 图 72: 全球星在物联网未来发展空间广阔 .....                          | 44 |
| 图 73: 全球星未来发展广阔 .....                                | 44 |
| 图 74: 用户设备收入 (百万美元) .....                            | 45 |
| 图 75: 下一代铱星卫星 .....                                  | 46 |
| 图 76: 铱星物联网系统 .....                                  | 47 |
| 图 77: 铱星物联网系统 .....                                  | 47 |
| 图 78: 铱星营收情况 (单位: 百万美元) .....                        | 47 |
| 图 79: 铱星净利润情况 (单位: 百万美元) .....                       | 47 |
| 图 80: 铱星全球订阅用户、总服务收入及 Operational EBITDA 均稳步增长 ..... | 48 |
| 图 81: 紫光国微营收情况 .....                                 | 49 |
| 图 82: 紫光国微净利润情况 .....                                | 49 |
| 图 83: 紫光国微毛利率、净利率情况 .....                            | 49 |
| 图 84: 21H1 各板块收入与毛利 (亿元) 增量 .....                    | 50 |
| 图 85: 公司各业务毛利率 .....                                 | 50 |
| 图 86: 复旦微电营收情况 .....                                 | 51 |
| 图 87: 复旦微电归母净利润情况 .....                              | 51 |
| 图 88: 复旦微电毛利率、净利率情况 .....                            | 51 |
| 图 89: 2020 年各板块收入与毛利增量 .....                         | 51 |
| 图 90: 公司各业务毛利率 .....                                 | 51 |
| <br>   |    |
| 表 1: 卫星互联网发展历程 .....                                 | 8  |
| 表 2: 卫星通信使用无线电频率概况 .....                             | 22 |
| 表 3: 卫星轨道细分分类 .....                                  | 25 |
| 表 4: 全球卫星互联网公司 .....                                 | 26 |
| 表 5: 卫星移动通信系统对比 .....                                | 27 |
| 表 6: Starlink、One Web .....                          | 29 |
| 表 7: 与 Onweb 合作的公司概况表 .....                          | 29 |
| 表 8: Starlink 星座组网成本预测表 (万美元) .....                  | 31 |
| 表 9: 我国卫星互联网重点代表计划 .....                             | 32 |
| 表 10: 第一代与第二代卫星对比 .....                              | 41 |
| 表 11: 第一代铱星系统和第二代铱星系统对比 .....                        | 46 |



## 1. 苹果入场，低轨卫星通讯将成为 2022 年电子业一大关键趋势

Digital Trends 预测 iPhone 13 的硬件规格可支持低轨卫星通讯。我们看好 iPhone 布局的低轨卫星通讯将在 2022 年加速带动相关服务与零部件出货量成长。

iPhone 13 或支持低轨卫星通讯功能。如苹果实现卫星通讯软件功能，消费者则可在无 4G/5G 覆盖范围内仍然可以通话+传讯。根据商务周刊报道，苹果或已研究与开发相关技术与应用已有一段时间。

1. Digital Trends 指出，iPhone 13 采用高通 X60 基带芯片以支持卫星通讯功能。

2. 高通与全球星合作紧密，2021 年 2 月高通宣布其将在未来的 X65 基带芯片支援全球的 n53 频段，通过为 n53 提供全球 5G 频段支持。其他智能手机品牌若想提供支援卫星通讯的机型，须等到 2022 年采用 X65 基带芯片。全球星认为其潜在的设备生态系统将显著扩展。如果苹果将要在 iPhone 13 上提供卫星通讯功能，预判其极有可能合作的厂商为全球星。

3. 总结以上两点可以得出，苹果与全球星在卫星通讯的合作存在潜在可能性，低轨卫星通讯将成为 2022 年电子业一大关键趋势。我们预测消费者可直接在 iPhone 13 上通过运营商的服务使用全球星的卫星通讯服务。

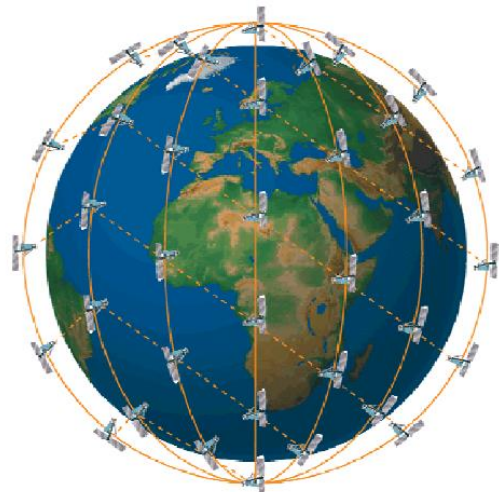
## 2. 卫星互联网：千亿美元市场，实现天地融合，万物互联的突破性技术

图 1：卫星互联网荣获 2020 麻省理工十大突破性技术



资料来源：MIT、199it、天风证券研究所

图 2：铱星星座系统结构示意图-网速可达 352Kbps

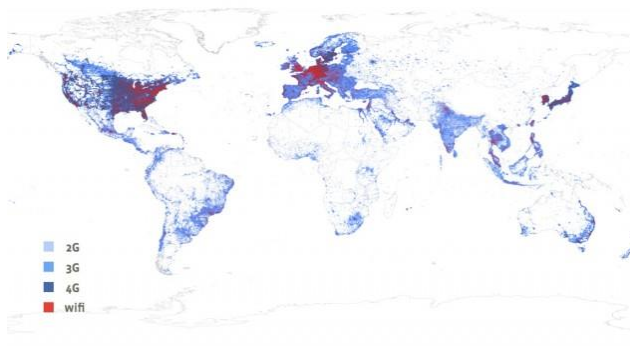


资料来源：美国卫星互联网军事应用趋势及其影响研究、陈云雷，李向龙，王鑫鑫，天风证券研究所

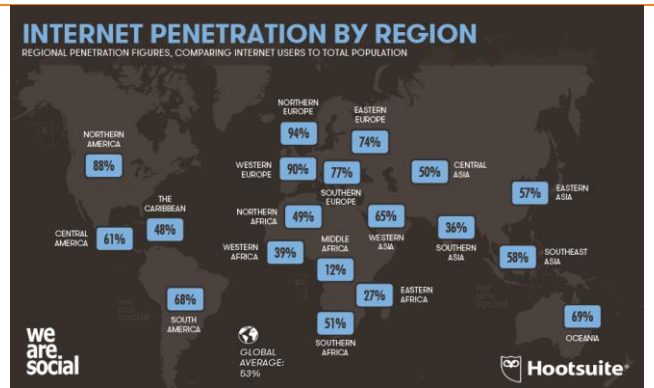
卫星互联网可使全地球都能通过宽带连上互联网终端，解决现有世界上超 30 亿人无法使用互联网，超 70% 地理空间未实现互联网覆盖的问题。当前，全球通信市场已达到年均万亿美元规模，而网络覆盖范围还不足地球面积的 10%。由于地理因素限制，信号发射塔数量已接近饱和。卫星互联网可使全地球都能通过宽带连上互联网终端，解决现有世界上超 30 亿人无法使用互联网，超 70% 地理空间未实现互联网覆盖的问题。当前，全球通信市场已达到年均万亿美元规模，而网络覆盖范围还不足地球面积的 10%。由于地理因素限制，信号发射塔数量已接近饱和，卫星互联网因其广覆盖、低时延、宽带化、低成本优势成为未来发展焦点。同时，作为空间通信基础设施，卫星互联网的建设也将为后续全球物联网提供条件保障。

图 3：全球网络覆盖情况（超 35 亿人无法使用互联网，超 90% 地理空间未实现互联网覆盖）

图 4：全球网络覆盖情况，部分地区覆盖率不到 20%



资料来源: Extremetech, 天风证券研究所

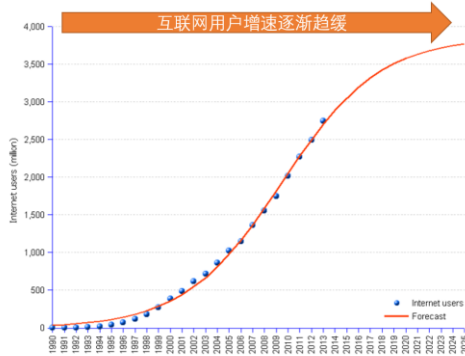


资料来源: digitalmarketingcommunity、天风证券研究所

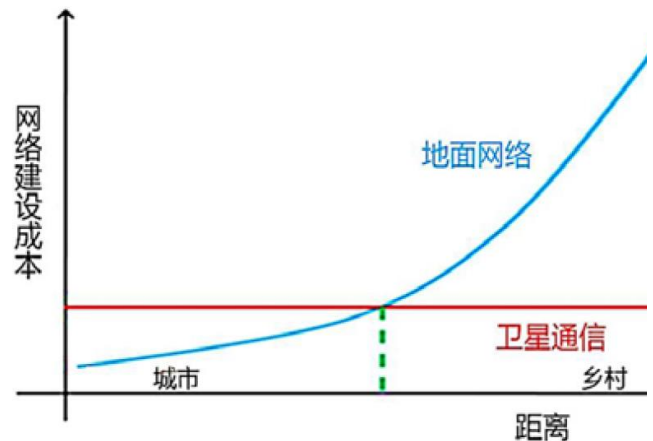
全球互联网渗透率趋缓,传统通信骨干网络在人口与互联网渗透低区域难度大,卫星互联网因其广覆盖、低延时、宽带化、低成本等特点成为关注焦点。互联网渗透低意味着该区域缺乏基础设施配套如光纤骨干网、能源网络缺失等;人口密度低或意味着运营商投资回报不成比例。剩余未连入互联网区域一定程度存在上述两类问题造成普及障碍。基于卫星通信的互联网,通过一定数量的卫星形成规模组网,从而辐射全球,构建具备实时信息处理的大卫星系统,是一种能够完成向地面和空中终端提供宽带互联网接入等通信服务的新型网络,具有广覆盖、低延时、宽带化、低成本等特点。

图 5: 互联网用户增速逐渐趋缓,基站建设成本在偏远地区过高

图 6: 传统通信骨干网络在人口与互联网渗透低区域难度大,卫星互联网在乡村地区具备成本优势



资料来源: SeekingAlpha, 天风证券研究所



资料来源:《“新基建”时代卫星互联网普惠民生力可行、当有为》,闫钊、天风证券研究所

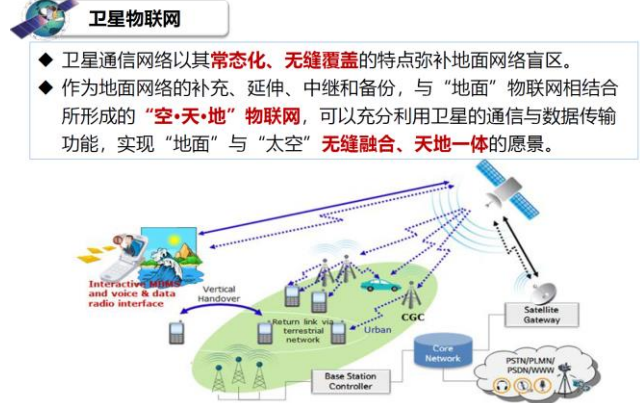
卫星通信因为其天基网络便于实现全球覆盖的优点,正成为通信行业对未来全球物联网及 6G 技术演进的重要研究方向之一。6G 网络将融合陆地无线移动通信、中高轨卫星移动通信及短距离直接通信等技术,将通信与计算、导航、感知、智能相融合,通过空、天、地、海泛在覆盖的网络连接实现全息泛在的智能高速宽带通信。

图 7: 物联网通信方式受制于通信基础设施的发展

图 8: 卫星物联网形成天地互连



资料来源:《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》,王艳君、



资料来源:《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》,王艳君、天

卫星互联网应用场景极为广阔。卫星互联网将应用于 5G 全球覆盖、智能物联网、远程教学、远程医疗、偏远地区、油田开采、航空通信、交通运输、应急通信、科考探险、紧急事件、车联网、高速公路、海洋牧场、林业监测、信令分流等诸多领域。

图 9：卫星互联网应用场景



资料来源：《卫星互联网+5G 融合测试及应用前景展望》，石玉龙，秦迎，天风证券研究所

## 2.1. 互联网发展历程：从“人与人”互联到天地融合万物互联

互联网发展历程从 1) 4G “人与人”互联，到 2) 5G “人与人、人与物和物与物”互联，到 3) 卫星互联网+5G 天地融合无缝隙通信网络。卫星通信和 5G 基站两者在信号覆盖上形成良好互补。低轨卫星互联网的带宽和时延特性可以很好地承载 5G 基站业务。互联网自诞生之日起，作为基础设施一直不断改变人们，特别是由 4G 时代的“人与人”互联进入 5G 时代的“人与人、人与物和物与物”互联，愈发渗透并影响人们的生活，通过改变人们的生活状态和生活方式，带来巨大的经济、政治与军事影响。目前，因为建设成本和市场消费能力等原因，世界上仍有超过一半的人无法享受到互联网。发展卫星互联网，迎接 6G 时代，是实现天地融合万物互联的关键。

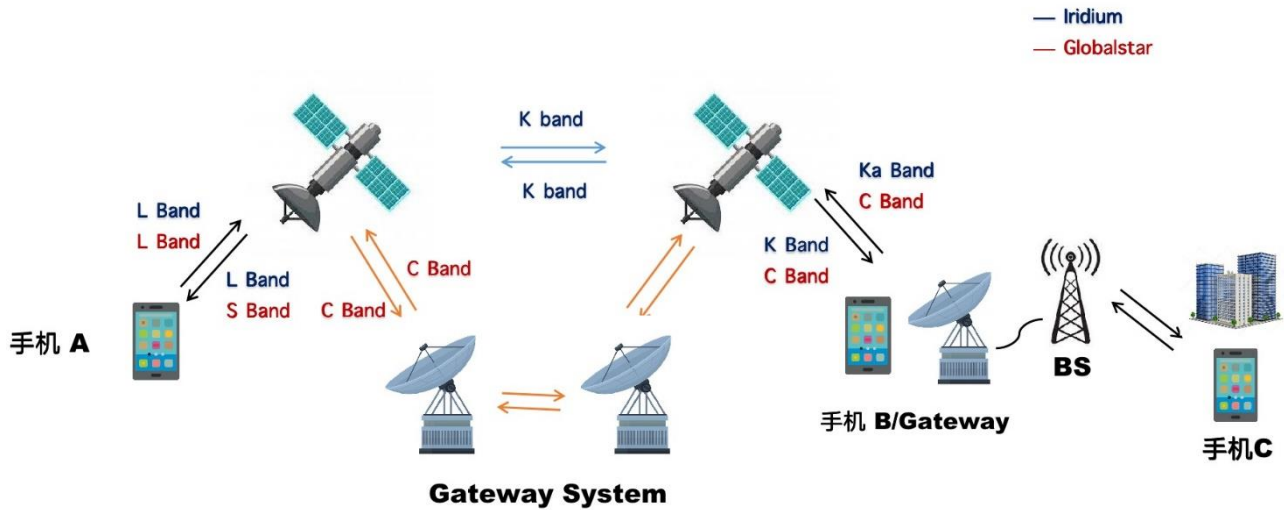
表 1：卫星互联网发展历程

| 时间段   | 第一阶段（20 世纪 80 年代末-2000 年）    | 第二阶段(2000 年-2014 年)          | 第三阶段（2014 年至今）                        |
|-------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 发展定位： | 全面替代通信系统                     | 地面通信系统的备份                    | 与地面通信形成互补融合的无缝隙通信网络                   |
| 代表企业： | 铱星、全球星、泰利迪斯                  | 新铱星、全球星和轨道通信公司               | Starlink, OneWeb                      |
| 建设主体： | 电信设备企业                       | 电信设备企业                       | SpaceX 、 OneWeb 、 Facebook 等互联网领域科技巨头 |
| 市场反应： | 市场定位不明，建设成本太高，研发周期过长，尝试大多以失败 | 投入成本、市场定位更加优化，具有一定竞争力，但规模有限。 | 预计 2025 年用户超 4000 万                   |

资料来源：《卫星互联网纳入新基建开启天地融合通信新模式》，杨雪莹，天风证券研究所

图 10：卫星互联网通信系统（以铱星与全球星为例）

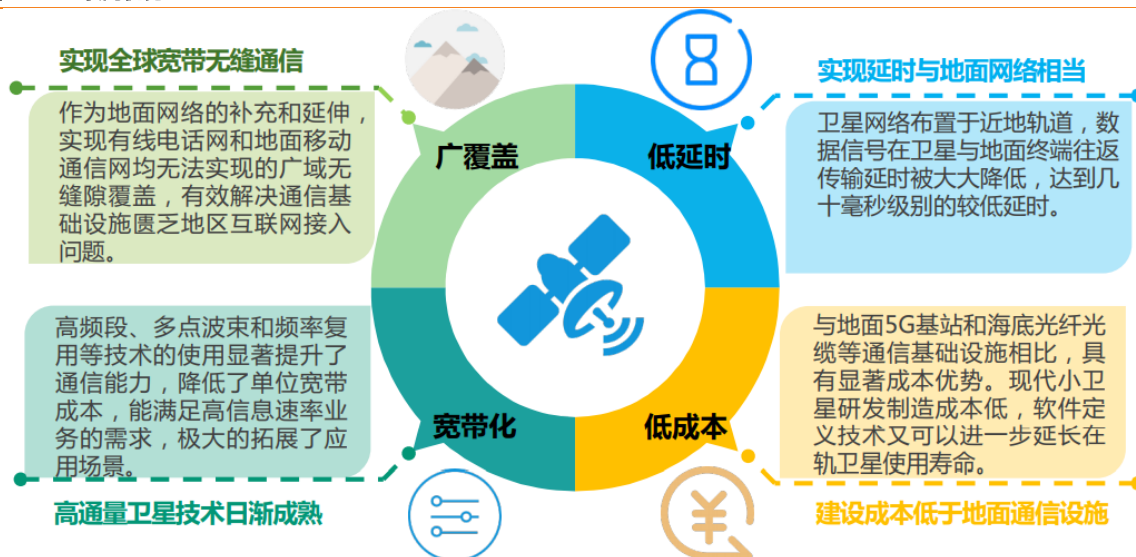




资料来源：天风证券研究所整理绘制

## 2.2. 竞争优势：广覆盖、低时延、宽带化、低成本及推动物联网快速发展

图 11：卫星互联网优势

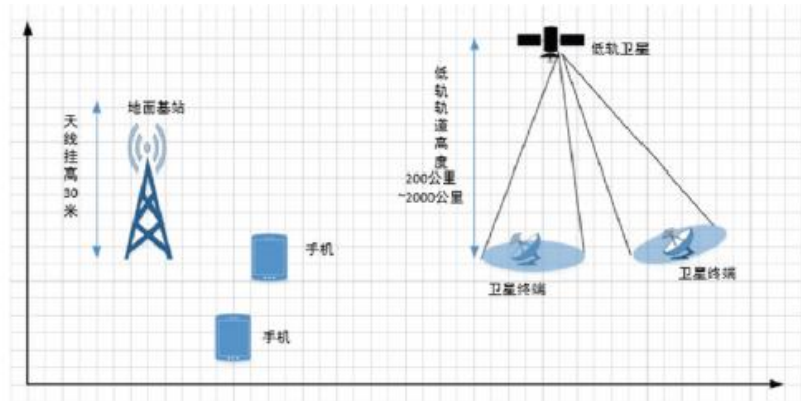


资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、天风证券研究所

1. **广覆盖：**对公众用户而言，存在“陆海空”全域覆盖的盲点问题，卫星互联网提供**全域的无缝覆盖**。星座通信距离远，在卫星波束覆盖区域内，通信距离高达 13000 公里；部署在低空轨道的卫星互联网星座可以轻松地实现“陆海空”全域的无缝覆盖。

如下图所示，卫星的波束覆盖范围远远大于地面蜂窝基站，低轨卫星覆盖宽，在满足低容量密度区域的通信需求时具有优势，地面蜂窝基站则可以用于覆盖城市地区等容量密度需求大的区域。

图 12：地面基站与低轨卫星覆盖对比示意图



资料来源：《从银河航天首发星在轨测试分析低轨宽带卫星通信的优势》，李建成，天风证券研究所

**2. 低延时：**对商业用户而言，存在全球范围长距离传输的时延问题，卫星互联网极大减少传输时延，对于金融交易等对低时延有强烈需求的场景尤为重要：在金融电子交易中，交易处理时间（包括电脑系统处理及网络传输时间）比竞争对手慢 5 毫秒，将损失 1% 的利润）。以 Starlink 这个部署在 340 公里轨道高度的互联网星座为例，走 Starlink 的卫星会多出一段上下行星链的延迟，而走地面光缆的速度大概是真空光通信的 2/3。也就是说，即使是平原直线，只要信号源距离超过 1400 公里，理论上都是 Starlink 占优势。例如，从北京访问杭州、深圳、香港的网站都算是访问偏远地区，Starlink 比起地面网络延迟更短，更占优势。

如下图所示，在银河航天首发星测试中，对通信时延进行了统计，典型值在 20 ms - 40 ms，可与地面光纤相比拟。在长距传输的情形下，低轨卫星传输跳数相比地面光纤网络更少，时延优势将更为明显。

图 13：银河航天卫星通信时延实测结果



资料来源：《从银河航天首发星在轨测试分析低轨宽带卫星通信的优势》，李建成，天风证券研究所

**3. 低成本：**与地面 5G 基站和海底光纤光缆等通信基础设施相比，具有显著成本优势。现代小卫星研发制造成本低。同时软件定义技术又可以进一步延长在轨卫星使用寿命。

在航天飞机时代，将卫星发射到太空的成本约为每磅 24,800 美元。发射一颗重量 4 吨的小型通信卫星的成本接近 2 亿美元。如今，SpaceX 的 Starlink 卫星重量仅有约 500 磅（227 千克）。可重复使用的设计和低廉的制造成本，意味着我们可以通过火箭一次性发射几十颗卫星，从而大幅降低成本。

**4. 宽带化：**宽带承载能力大幅提升。在卫星通信方面，随着卫星通信带宽从百 Mbps 提升至 Gbps，带宽承载能力大幅提升。

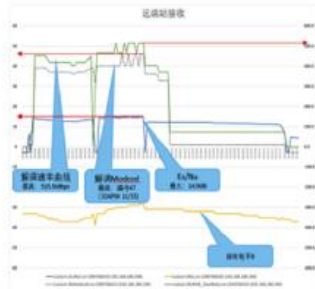
如下图所示，在晴好天气条件下进行的基于卫星链路的 5G 基站回传测试中，回传链路数据吞吐量达到了 500 Mb/s 以上。这一测试结果表明，低轨通信卫星在信关站和卫星覆盖范围内实现的大带宽传输，可为 LTE 或者 5G 蜂窝网络提供卫星链路回传，为现有的电信运营商提供了一个非常重要的选择。

图 14：银河航天卫星终端接收情况

图 15：银河航天卫星信关站接收情况

### 终端站接收 (0.6米)

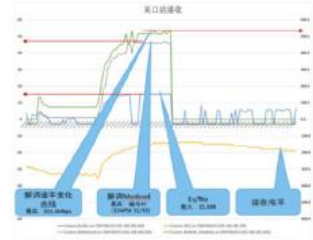
- 符号速率: 150Msps
- 载波数据速率:
  - 最高: 515.5Mbps
  - 最低: 369.7Mbps
- Es/No (传输期间):
  - 最高: 14.9dB
- Modcod (传输期间):
  - 最高: 46 (32APSK 32/45)
  - 最低: 33 (16APSK 23/36)



资料来源:《从银河航天首发星在轨测试分析低轨宽带卫星通信的优势》、李建成, 天风证券研究所

### 关口站接收 (3.5米)

- 符号速率: 150Msps
- 载波数据速率:
  - 最高: 531.4Mbps
  - 最高: 15.3dB
- Es/No (传输期间):
  - 最高: 15.3dB
- Modcod (传输期间):
  - 最高: 47 (32APSK 11/15)



资料来源:《从银河航天首发星在轨测试分析低轨宽带卫星通信的优势》、李建成, 天风证券研究所

## 5.推动物联网(车联网)快速发展, 真正实现万物互联

随着 4G、5G 技术的进步和应用, 大大推动了物联网的发展, 城市物联网往往借助传统的地面移动通信系统建立, 但是, 若在偏远地区实现物联网, 卫星移动通信系统是更有效的途径。物联网很大程度上受制于通信基础设施的发展, 目前的三种通信方式: 地面有线网、地面无线网和卫星通信网。地面通信网其覆盖能力受限; 我国 80%以上的陆地和 95%以上的海洋面积的无地面网络覆盖。卫星物联网的应用场景非常丰富, 如野生动物保护, 对于濒危动物、珍稀鸟禽的定位监控、生理状况采集是非常有效的保护手段, 能够防止偷猎, 并且及时发现和救助遇险动物; 自然灾害防治, 森林防火、地质灾害、水灾旱灾预警, 通过部署携带卫星终端的数据采集设备, 可在无人值守的情况下自主预警; 另外, 环境监测、畜牧养殖渔业、无人机远程控制等可以很好地应用到卫星物联网。

## 2.3. 对标客户: 为偏远地区、航海航空及低时延交易需求者提供全覆盖及高速服务

图 16: 部分应用场景



资料来源:《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》, 赛迪顾问, 天风证券研究所

### 1.地面网络未通或欠发达地区的人口是最大潜在市场

We Are Social 估计, 在 2020 年 3 月以前的 12 个月里, 近 3 亿人首次上网, 其中大多数新用户生活在发展中经济体。截至, 2020 年 3 月, 全球仍然有 40%的人未联网。

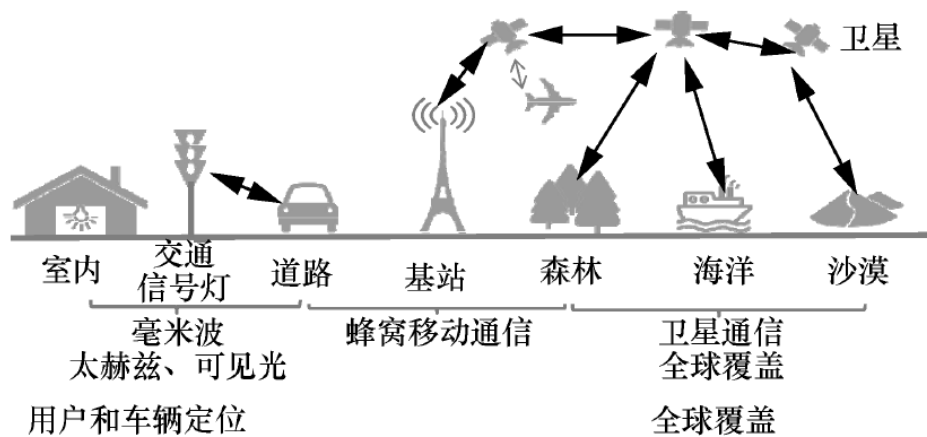
**2.航空通信。**目前世界上有 2 万架民航客机在运行 (未来 20 年数量还要加倍), 保守估计美国有 20 万架私人飞机。在这些飞机上安装相应的天线, 就可以基于卫星互联网为乘坐这些航班的乘客提供机舱高速上网。

**3.航海通信。**卫星互联网航海通信主要针对型邮轮与大型货轮。目前世界上有 300~400 艘大型邮轮（载客量超过 1000 人），大型货轮的数量暂未统计，但量级也是以万计算的。在这些船舶上安装相应天线，就可以基于卫星互联网为乘坐这些船舶的乘客提供船舱高速上网。

**4.海岛及边远地区通信。**在全球范围内，很多小型海岛和私人岛屿如果购买 Starlink 卫星网络服务，其开销将会比铺设、维护海底光缆的费用低得多对于地面公众移动/固定宽带网络难以覆盖的偏远地区，可以为其提供基于卫星互联网的通信服务。

**5.高频量化交易。**由于光纤的限制，全球各大外汇交易市场虽然交易的是同一批“产品”（比如 EURUSD 货币对、USDCHF 货币对、DAX 差价合约等），但是价格不是同步变动的。比如纽交所与港交所、伦交所物理距离极远，虽然有专用的光缆连接，但依然有近 100 毫秒的延迟。Starlink 的星间通信真空光速要比光纤内的光速高一些，能减少几十毫秒的误差。对于一秒内能成交上百笔的高频交易程序来说，这是非常有利的。在各交易所间打时间差，获利极大。Starlink 一旦部署，全球交易所、主要外汇交易商或流动性提供商都必然购买它的服务，主要的金融机构和投行也不能例外，甚至一些比较富裕的个人交易者也会考虑购买。

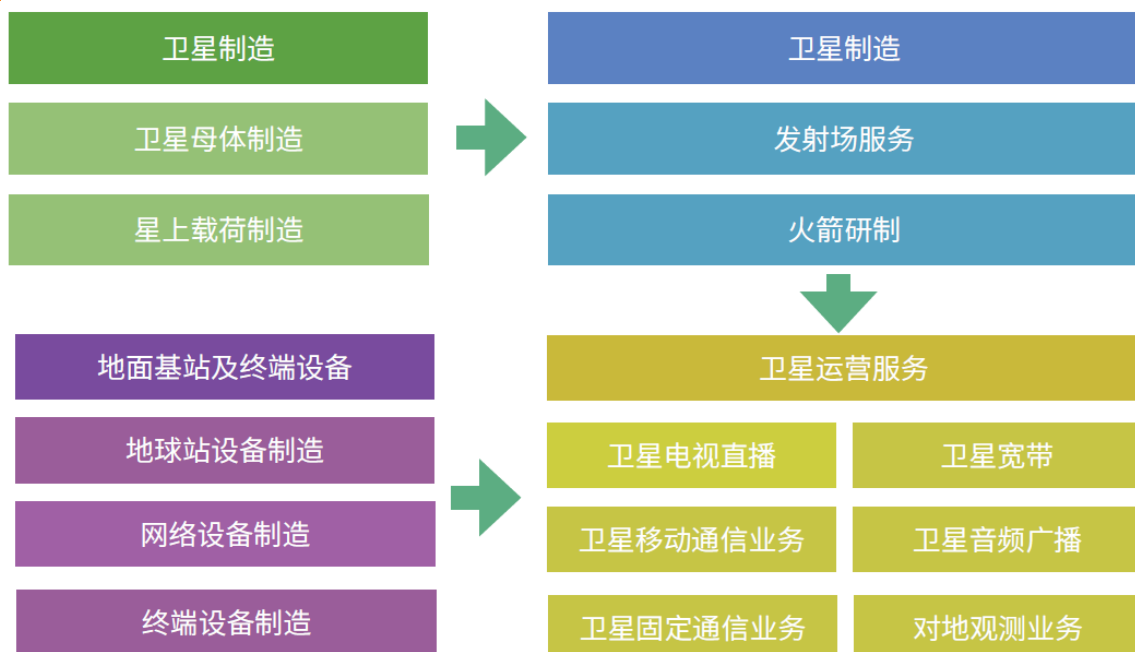
图 17：6G 融合高中低轨卫星通信与地面移动通信的全球泛在覆盖



资料来源：《关于低轨卫星通信的分析及我国的发展建议》，陈山枝，天风证券研究所

## 2.4. 卫星互联网产业链：地面设备+卫星运营服务占比过九成

图 18：全球卫星产业链全景

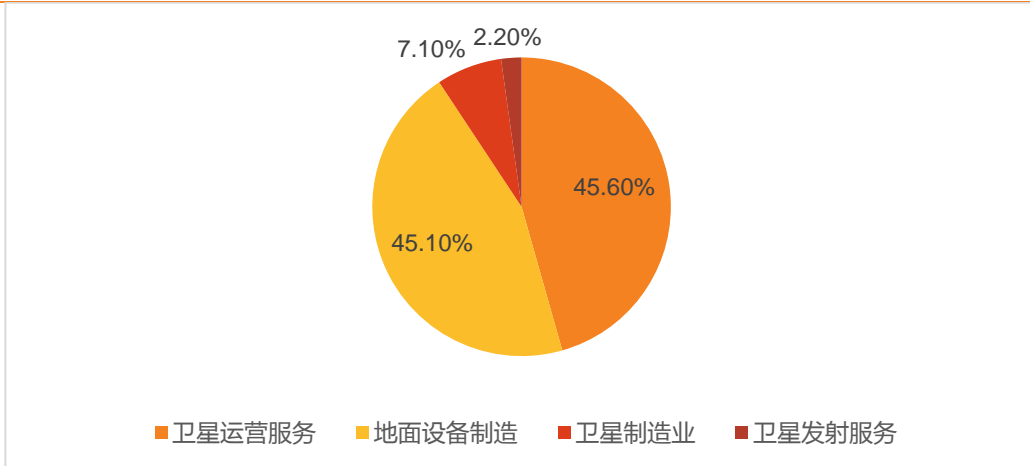


资料来源：《卫星互联网纳入新基建开启天地融合通信新模式》，杨雪莹，天风证券研究所



卫星运营服务和地面设备制造业是全球卫星产业收入的重要组成部分，2019 年二者占比 90.7%。卫星互联网产业链主要涵盖卫星制造、卫星发射、地面基站及终端设备、卫星运营服务等环节。卫星制造包括卫星母体制造、星上载荷制造，其中星上载荷主要包括执行特定卫星任务的仪器、设备或分系统等。卫星发射服务主要包括发射场服务和火箭研制两部分。地面基站及终端设备主要包括地球站设备制造、网络设备制造、终端设备制造。卫星运营服务主要包括卫星电视直播、卫星音频广播、卫星宽带、卫星固定通信业务、卫星移动通信业务、对地观测业务等。

图 19：2019 年全球卫星产业细分结构图



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，赛迪顾问、天风证券研究所

**占比 90%以上的地面设备及卫星运营服务产业链拆分：**

**地面设备：**主要包括固定地面站、移动式地面站（静中通、动中通等）以及用户终端。

固定地面站包括天线系统、发射系统、接收系统、信道终端系统、控制分系统、电源系统以及卫星测控站和卫星运控中心等；移动站主要由集成式天线、调制解调器和其它设备构成；用户终端包含设备上游关键零部件及下游终端设备。

**卫星运营及服务：**主要包含卫星移动通信服务、宽带广播服务以及卫星固定服务等。

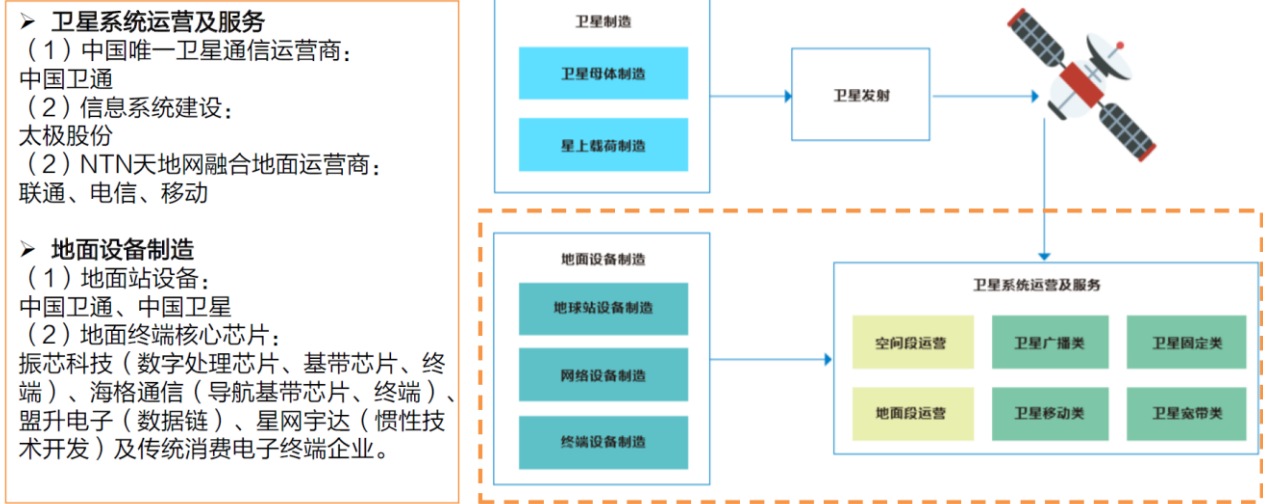
图 20：卫星互联网产业链全景图



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，赛迪顾问、天风证券研究所

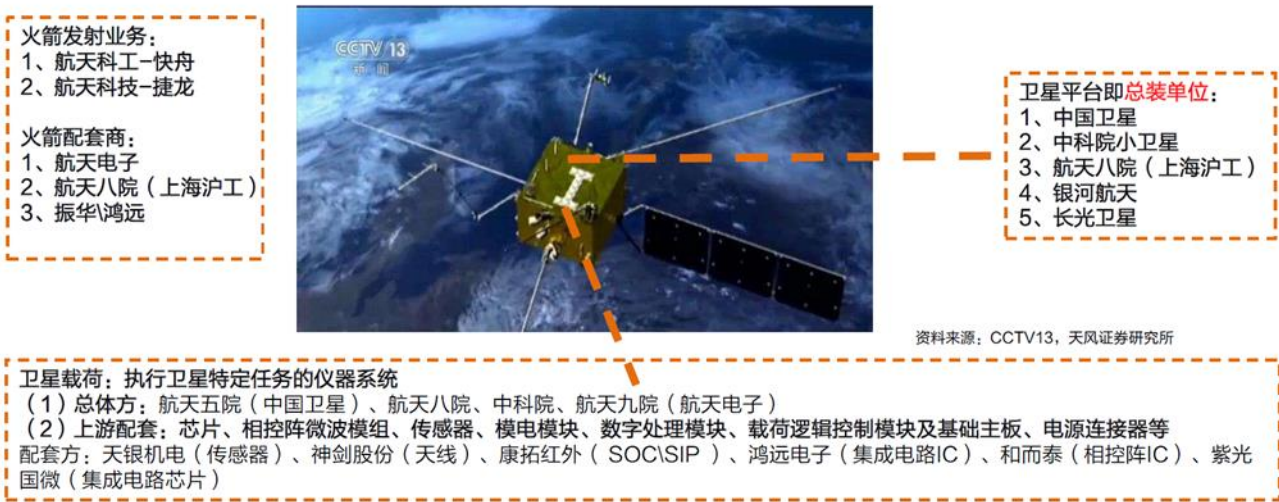
**卫星互联网运营及服务+地面设备制造：千亿美元级市场**

图 21：卫星互联网的应用及地面设备：千亿美元级市场



占比 7% 的卫星制造，百亿美元产值新蓝海。卫星主要由卫星平台、卫星载荷 组成，其中卫星平台方为总装单位，即甲方的一级供应商。其余如火箭发射、火箭配套、卫星载荷等由产业链多家国企、民企共同构成。

图 22：卫星制造：百亿美元产值新蓝海



资料来源：中国卫通官网, 天风证券研究所

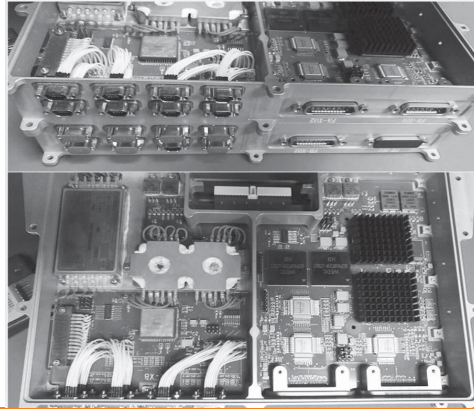
## 2.5. 商业卫星产业快速发展依托 FPGA 等核心芯片技术演进

商业卫星产业要发展，终端接收设备必须先行，尤其是地面接收终端设备有望受益。当前，国内从事卫星终端通信设备业务的公司主要有海卫通、凯瑞得、中国电子 54 所等，但卫星通信地面硬件设备还是以海外公司为主并占有市场较大份额。

卫星的制造、发射、通信、导航，都需要关键的芯片技术参与。与传统卫星不同，商用卫星更强调商用性，追求更低廉的发射成本、更小的尺寸以及更容易制造，这些特性有助于提高潜在运行的经济性。所以商用卫星在选择芯片时，更希望是体积更小、质量更好、成本又较优的芯片。

高性能信号链产品广泛用于全球航空航天市场，对于商用卫星也发挥着至关重要的作用。此外高频收发器平台技术在卫星通信频段中可以实现更高的选择率，利用其小尺寸和低功耗的特性，可将收发器的整体尺寸缩小到一个数量级，为解决下一代卫星通信的难题提供解决方案和实例。

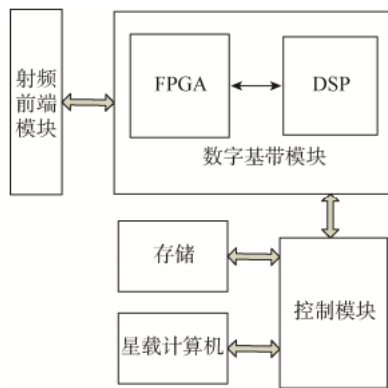
图 23：基于 FPGA 平台的低轨卫星星载路由器



资料来源：西安电子科技大学技术转移中心、天风证券研究所

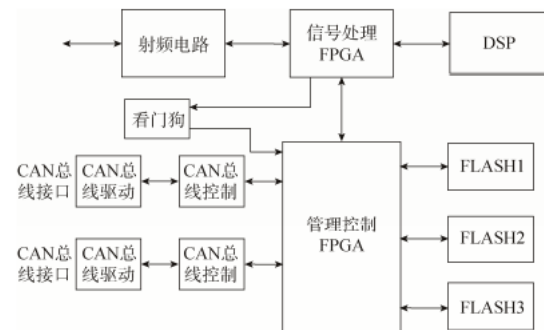
基于 FPGA 的小卫星通信系统在轨可重构技术，实现了小卫星在轨功能重构与更新。小卫星体积功耗较小，且需要在复杂多变、环境恶劣的空间环境中连续稳定地工作数年，为了适应复杂的太空环境，完成空间探测、通信等任务，小卫星电子设备的 FPGA 平台就要能够按照需求更新、修改其网表逻辑与软件内容。重构技术为小卫星精简电子系统以及在轨功能维护更新提供了新的技术思路。小卫星重构平台数字基带模块主要由 FPGA 和 DSP 组成，FPGA 为信号处理主体，实现编码译码、调制解调等处理。可重构功能控制模块通过管理控制 FPGA 完成，重构目标为信号处理 FPGA、DSP 以及射频前端部分。该设计已经在某小卫星平台上得到应用，主要功能已经得到试验验证，通过程序的在线注入与加载可实现卫星平台多速率、多体制、多频段等多种通信模式不同功能的切换。它在提高卫星通信系统的可靠性与灵活性的同时降低成本，正逐步成为小卫星通信技术的一个重要发展方向。

图 24：小卫星可重构系统平台组成



资料来源：《基于 FPGA 的小卫星通信系统在轨可重构技术研究》，史江博、郝鑫，天风证券研究所

图 25：小卫星可重构系统硬件实现结构



资料来源：《基于 FPGA 的小卫星通信系统在轨可重构技术研究》，史江博、郝鑫，天风证券研究所

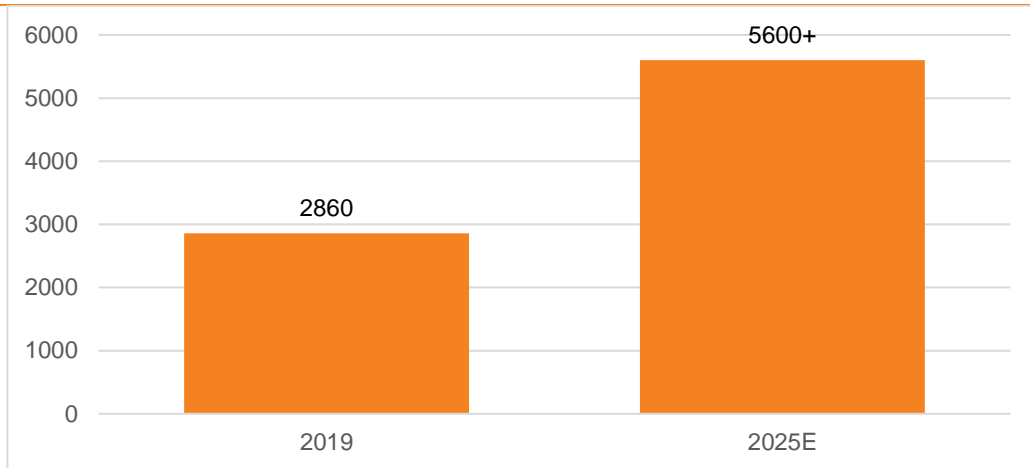
### 3. 市场展望：海外市场受“数字鸿沟”驱动，我国受物联网需求+有限轨道资源驱动

#### 3.1. 全球市场：近 50 亿的潜在用户数千亿美元的未来市场

预计 2019 到 2025 年，全球卫星产业收入至少翻倍。随着太空空间探索的逐步深入，国内外就卫星互联网纷纷展开部署，2019 年全球卫星产业总收入为 2860 亿美元，同比增长 3.20%。预计 2025 年前，卫星互联网产值可达 5600 亿~8500 亿美元。

市场潜在用户或接近 50 亿。卫星互联网的市场规模研判卫星互联网的目标群体包括 41 亿人次的航空员工和旅客、3000 万人次的航海员工和旅客、约占偏远地区 30 亿人口 5%~10% (1.5 亿~3 亿人) 的富裕阶层、3 亿人次左右户外旅行探险者等。

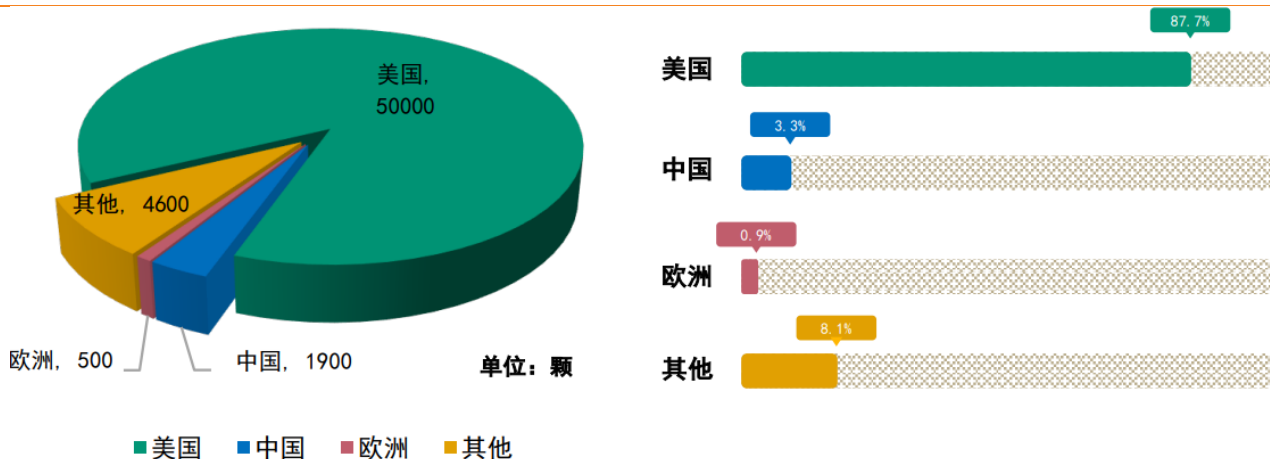
图 26：全球卫星产业总收入 (亿美元)



资料来源:《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》,《创新卫星互联网建设体制 抢占未来技术优势》,李朋德,赛迪顾问、天风证券研究所

**美国发射卫星颗数未来占比超九成,中国厚积薄发。**细分国家来看,预计到 2029 年全球将在地球近地轨道部署总计约 57000 颗低轨卫星。其中美国将部署 50,000 颗占比 87.7%,中国将加快布局,预计到 2019 年部署 1900 颗占比 3.3%。

图 27: 2029 年全球近地轨道卫星布局及占比(颗,%)



资料来源:赛迪顾问、天风证券研究所

## 3.2. 国际市场:“数字鸿沟”为主要驱动力,加速带动市场需求

### 3.2.1. 移动宽带普及率未过半,卫星互联网是弥合“数字鸿沟”的最佳手段

数字鸿沟指在信息时代工具拥有者和未曾拥有者之间存在的鸿沟。数字鸿沟 (Digital Divide) 的概念,最早由美国学者托夫勒在 1990 年出版的《权力的转移》书中提出。美国国家电信和信息管理局 (NTIA) 于 1999 年发布《在网络中落伍:定义数字鸿沟》报告中明确。

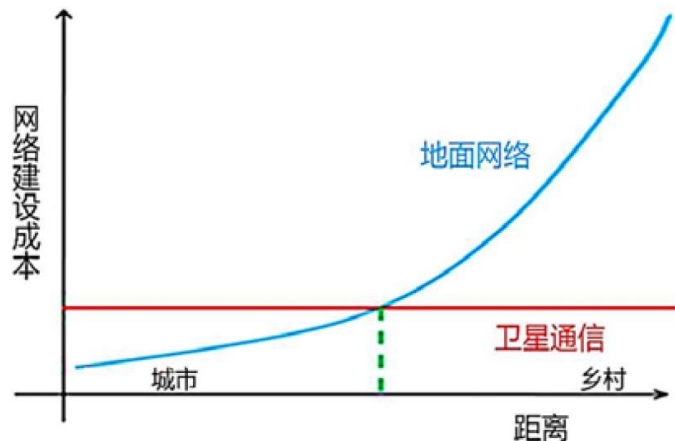
数字鸿沟所体现的差距现象,不仅存在于信息技术的开发领域,也广泛存在于信息技术的应用领域,并且不着痕迹地渗透在人们的经济、政治、教育和社会生活的方方面面。由于对信息和网络技术的拥有程度、应用程度以及创新能力的差别,处于鸿沟不幸的一边成为“信息穷人”,就意味着很少有机会参与到以信息化为基础的新经济当中,也很少有条件体验到在线的教育、培训、购物、娱乐和交往,其与“信息富人”之间的信息落差,将导致贫富两极分化趋势的不断加大。

全球平均移动宽带人口普及率 48%,我国占比已达到 98%,除去中国后全球平均移动宽带普及率更低,可见海外数字鸿沟凸显,而卫星互联网是弥合数字鸿沟的最佳手段。从世界范围看,卫星通信和地面网络,是解决电信普遍服务问题的两种主要通达手段。下图可见两种通达手段的“成本距离”规律存在明显差异。从统计学分布特点看,地面网络建设成本与人口分布高度正相关,并且随着通信距离增加而呈现非线性式的增长,除了适用于城市地区以外,也适用于网络建设总成本目标能够覆盖住的距离城市较近的农村地区。而卫星网络建设成本不会随着地理距离的增长而增加,这种成本距离特点就决定



了，在边远地区和光纤难以通达区域，以卫星通信方式为主建设网络，是实现有限资源择优分配、网络整体经济性最佳的解决办法。

图 28：卫星通信和地面网络两种通达手段的“成本距离”规律



资料来源：《“新基建”时代卫星互联网普惠民生力可行、当有为》，闫轶、天风证券研究所

### 3.2.2. 下游客户接受度极高，需求端未来增量可期

**过半美国民众接受并计划使用卫星互联网服务。**Reviews.org 最近进行的一项调查显示，超过一半的美国人准备转向美国太空探索技术公司 SpaceX 的星链卫星互联网服务。调查显示，在不使用卫星互联网的受访者中，55%的人表示，如果星链卫星互联网的连接速度更快，他们会永久使用它，即使它的价格高于目前的互联网服务提供商。

### 3.3. 国内市场：万物智联+地缘政治+轨道资源不可再生促进产业加速发展

2019 年，我国卫星互联网市场规模接近 700 亿元，预计 2020 年我国卫星互联网市场规模将超过 800 亿元。当前，中国在轨卫星数量位于世界前列，我国商业航天市场的逐步开放，将带动通信小卫星研制、火箭发射、卫星通信系统终端设备与软件应用市场发展，中国卫星互联网将迎来高速发展。

“数字鸿沟”问题在我国已基本通过“宽带中国”战略解决。自 2013 年“宽带中国”战略实施以来，我国的宽带普及程度快速提升。截至 2019 年 6 月，我国固定宽带用户达 4.35 亿，家庭普及率 86.1%，人口普及率 31.1%，其中光纤宽带用户占比超过 91%，远高于 OECD 国家 26% 的平均水平。移动宽带人口普及率达到 98%，远高于全球平均水平的 48%，其中 4G 用户渗透率 77.6%，远高于 47.4% 的全球平均水平。

#### 3.3.1. 车联网+物联网需求迭起，卫星互联网低成本优势凸显

随着 5G 网络的发展，地面物联网迎来了广阔的应用前景，但成本制约其进一步发展。2025 年全球物联网连接数量将达到甚至超过 270 亿。但受限于覆盖能力及建设成本，以互联网、传统电信网、蜂窝网络等为信息承载体的地面物联网的发展受到一定制约。

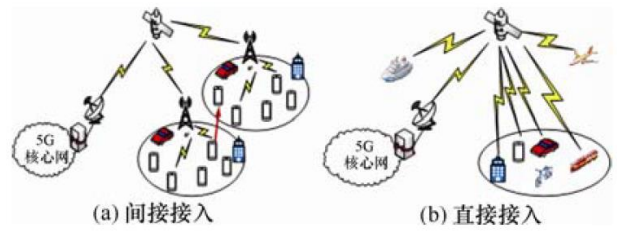
相对于地面物联网，卫星物联网在覆盖范围、通信容量以及网络建设等方面有明显的优势，尤其是低轨卫星星座系统。由低轨卫星构成的星座系统能够实现对全球的无缝覆盖。新兴的低轨星座容量提升显著，如星链星座（4 425 颗卫星）吞吐量可达到 23.7 Tbit/s。此外，低轨卫星空间组网不受地面地形与规划的限制，且在自然灾害导致地面网络被破坏的情况下仍可正常工作。拥有上述优势的同时，低轨卫星与终端之间的相对高速运动导致终端在网络中的接入位置不断变化，严重影响服务的连续性和可靠性。为了保障网络服务质量，移动性管理是面向 6G 卫星物联网的关键。

图 29：卫星物联网应用场景

图 30：卫星物联网结构



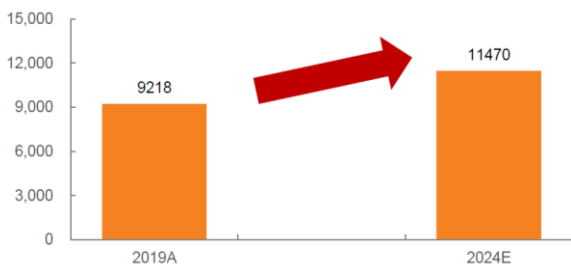
资料来源:《6G 卫星物联网移动性管理: 挑战与关键技术》、白卫岗, 盛敏, 杜盼盼、天风证券研究所



资料来源:《6G 卫星物联网移动性管理: 挑战与关键技术》、白卫岗, 盛敏, 杜盼盼、天风证券研究所

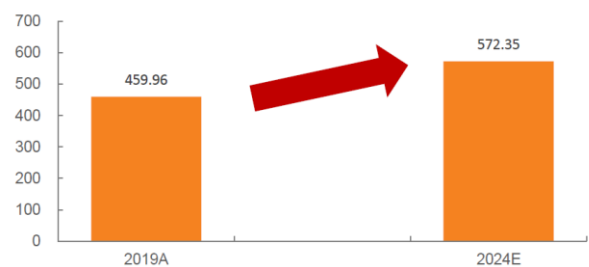
地面应用端我们认为低轨卫星互联网组网完成后将有力驱动以智能汽车产业为代表的大规模车联网市场行业发展。据中国产业信息网披露 2019 年全球汽车产量达到 9217.6 万辆 2020 年产业受疫情影响较大产业数据失真从中长期看 汽车行业仍将保持稳定发展态势预计至 2024 年全球汽车产量将达到 11470 万。

图 31: 全球汽车产量预测 (万辆)



资料来源: 中国产业信息网, CNBC, 天风证券研究所

图 32: 低轨卫星互联网地面应用增量空间 (亿美元)



资料来源: 中国产业信息网, CNBC, 天风证券研究所

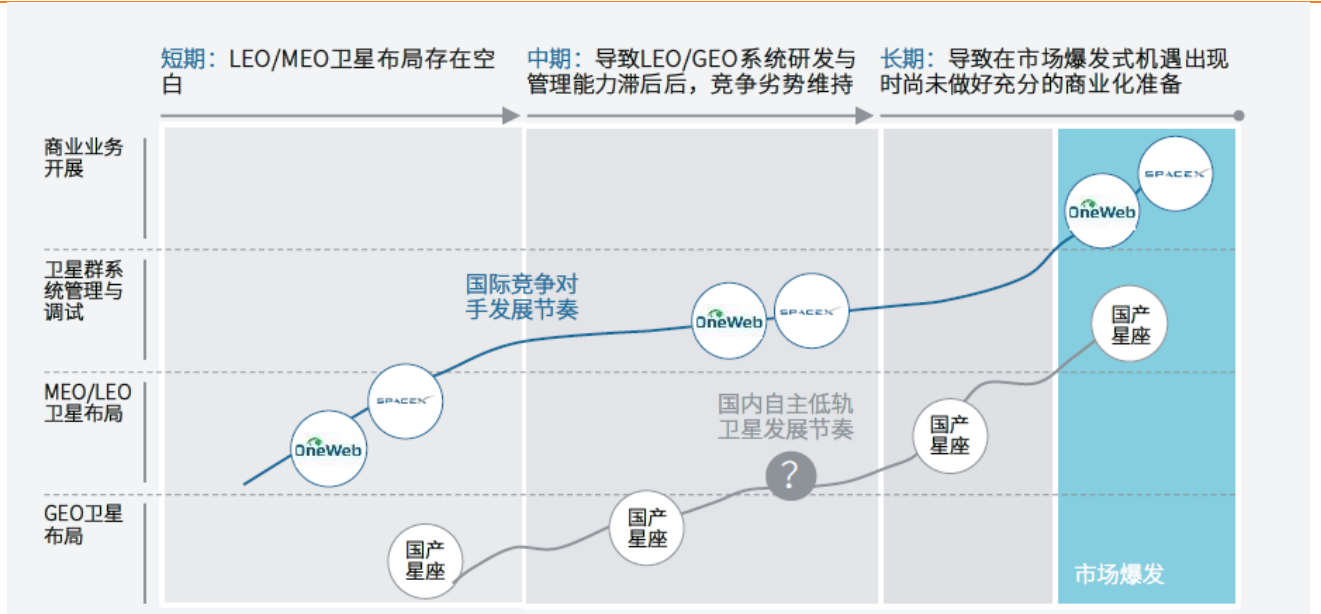
以此产量为基数在全球汽车产量保持不变的情况下若汽车产业实现由传统汽车向智能汽车的迭代替换则低轨卫星互联网地面应用端将会带来 573.35 亿美元增量市场空间。产品单价按照 starlink 终端单价 499 美元台进行计算。

国内的天通一号、北斗系统均可提供卫星物联网服务。鸿雁、虹云等低轨星座计划相继发布, 首个“天基物联网”被命名为“行云工程”, 计划由 80 颗低轨卫星组成。此外, 九天微星的“瓢虫系列”7 颗卫星于 2018 年成功入轨, 在野生动物保护、野外应急救援、车辆船舶监测、物流追溯等领域开展星座物联网验证。2019 年, 北京国电高科科技有限公司研制的天启·沧州号卫星成功入轨, 实现了天启物联网星座初步组网运行。

### 3.3.2. 空间轨道和频段这些不可再生的战略资源将日益紧缺

境外卫星互联网一旦完成频率与轨道占位, 我国将可能面临被迫关闭部分或整个网络的颠覆性风险当前。随着美国“星链”计划启动, 全球低轨星座发展已全面进入竞争提速期, 空间轨道和频段这一不可再生的战略资源将日益紧缺。因此, 各国政府力量加速介入: 美国军方多项目并行推进“星链”计划星座开发应用、英国政府收购卫星运营商 One Web、加拿大政府斥巨资扶持本国的电信卫星低轨公司(Telesat LEO)、俄罗斯利用俄罗斯国家集团(Roscosmos)统筹加快卫星星座建设。以上举动充分说明, 各国已经充分认识到轨道频率资源的重要战略地位, 并加大力度争相抢占。我国目前仅有 3 颗在轨运行的低轨宽带通信卫星, 卫星互联网建设已经较为滞后。

图 33: 我国卫星互联网现状



资料来源：SpaceX, OneWeb, 罗兰贝格、天风证券研究所

### 3.3.3. 政治的不确定性使实现自主可控成为我国发展卫星互联网重要战略

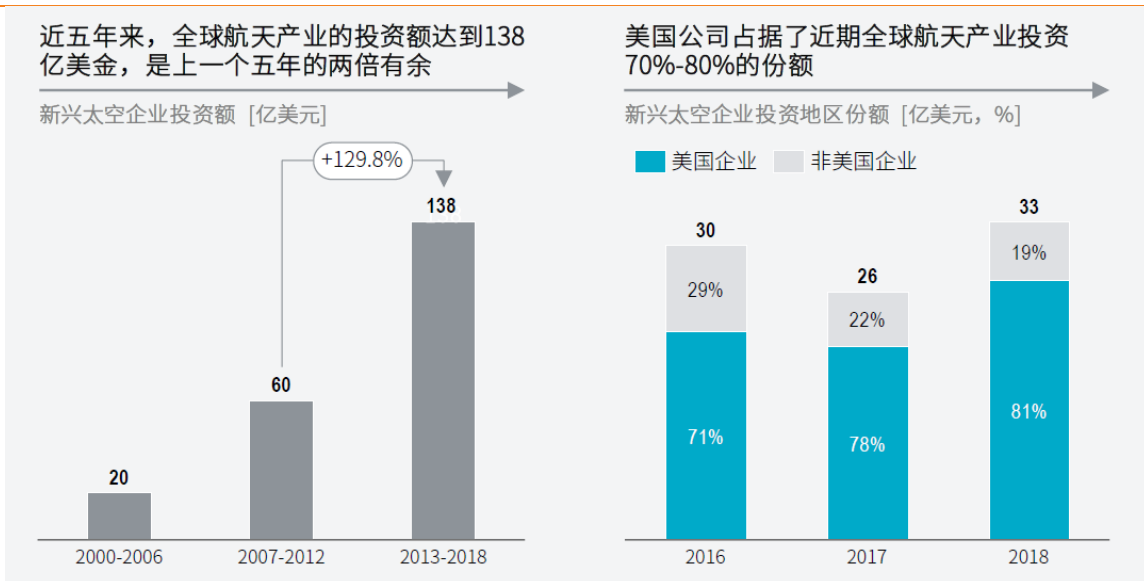
“实体名单”限制引发政治不确定，自主可控是发展卫星互联网的重要策略。2019年以来美国将多家中国机构与公司列入出口管制“实体名单”，限制零部件的购买。当前国际形势日益复杂，可能为通信卫星的发展带来风险，因此，我国高通量卫星要坚持向自主可控方向发展，包括产业链以及轨道的自主可控。

高通量卫星是未来空间网络基础设施，软硬件及管理能力缺一不可，政治的不确定性将给高通量卫星发展带来挑战。产业链上，我国在电子元器件、应用系统和运营服务等领域能力有待加强。卫星类型上，我国 GEO 高通量卫星经验相对丰富，但 LEO/MEO 卫星星座需要进一步布局。

### 3.3.4. 中国投入比例小于 10%，国内市场化程度有极大提升空间

全球航天领域的投资近年来明显升温，预计中短期内仍将持续增长。类型上，低轨卫星的投资将占据主流。地区上，美国占主导地位，中国资本比例小于 10%，仍有上升空间。

图 34：全球资本市场对航天产业的投资



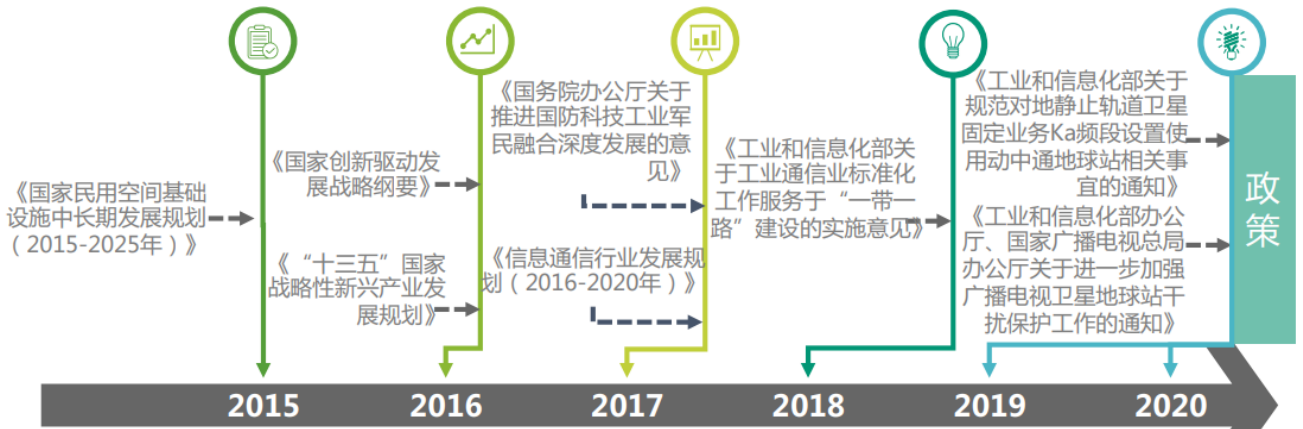
资料来源：Bryce Start-Up Space 2019, 罗兰贝格、天风证券研究所

### 3.3.5. 扬帆起航，我国“新基建”等政策大力推动星地融合通信时代

2020年4月20日，国家发改委首次将卫星互联网和5G、工业互联网等一起列入信息基础设施，明确了建设卫星互联网在新一代信息技术演进上的重大战略意义。在3GPP RAN

主导的 5G NR（新空口）网络标准中，非地面网络（NTN）技术也将卫星和高空平台作为重要的研究方向，已经有众多参与方提交并形成了一系列重要的技术报告，并积极推进相关的技术规范制定工作。

图 35：国内卫星通信相关政策及重大部署



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，赛迪顾问、天风证券研究所

## 4. 发展趋势：融合 5G、开发 AI、低轨高通量卫星技术及太赫兹等频率资源助力 6G

- 1) **卫星通信和 5G 基站两者在信号覆盖上形成良好互补。**卫星通信最大的优点是能够以较低的成本解决全球信号覆盖的问题，能确保网络信号在飞机上、海洋上乃至戈壁荒漠也能随时随地的畅通，可以说卫星通信和 5G 基站两者在信号覆盖上互补，未来将协同发展。
- 2) **太赫兹频段适用于卫星通信，将在未来 6G 通信和天地一体化信息网络中发挥关键作用。**卫星通信带宽需要的持续增长将需要开发 EHF、太赫兹、激光等频率资源。太赫兹不仅可以用于高速传输，还可以用于检测、成像，将在未来 6G 通信和天地一体化信息网络中发挥关键作用。
- 3) **传统到高通量卫星转变可实现吞吐量实现提升。**高通量卫星（HTS，High Throughput Satellite），也称高吞吐量通信卫星。通俗地来形容，从传统通信卫星到高通量卫星的转变，相当于把家庭上网从电话拨号升级到了百兆宽带。
- 4) **低轨卫星互联网星座可实现：高带宽、高性能全球覆盖、可便携式 嵌入式终端、低成本、边际成本的全球互联服务。**按照轨道高度，卫星主要分为低轨、中轨、高轨三类，其中低轨卫星由于传输时延小、链路损耗低、发射灵活、应用场景丰富、整体制造成本低，非常适合卫星互联网业务的发展。现有中高轨道通信卫星仅解决全球基本覆盖问题，技术特点无法满足全球互联接入需求。
- 5) **基于人工智能及云计算的卫星管理系统：**降低了卫星任务管理成本，解决卫星数量呈指数级增长所带来的数据量爆炸的问题。

### 4.1. 低轨卫星与 5G 融合架构形成无缝衔接通信网络

#### 低轨卫星与 5G 互补应用场景分析：

低轨卫星通信不可替代的优势在于全球无缝覆盖，特别是接入点分散时的低成本优势，与 5G 互补，将覆盖 5G 因技术或经济因素无法建设和运行的偏远地区、空中、海洋、沙漠、山区、森林等。在成本可接受的情况下，卫星通信具有其独特应用价值，但绝不是替代 5G。

#### （1）增强型移动宽带（eMBB）应用场景



“星链”等低轨卫星的优势是服务于偏远地区的住户、空中的飞机乘客、海洋与大湖中船舶的船员和乘客、穿越荒漠的火车乘客、野外科考者等。大多数的卫星终端形态是机载、船载、车载的客户端设备（CPE），提供 Wi-Fi 接入；野外科考者利用便携卫星终端直接通信。而对于城市普通用户而言，5G 手机的小体积、大带宽和低资费仍具有绝对优势。

### （2）万物互联（mMTC）应用场景

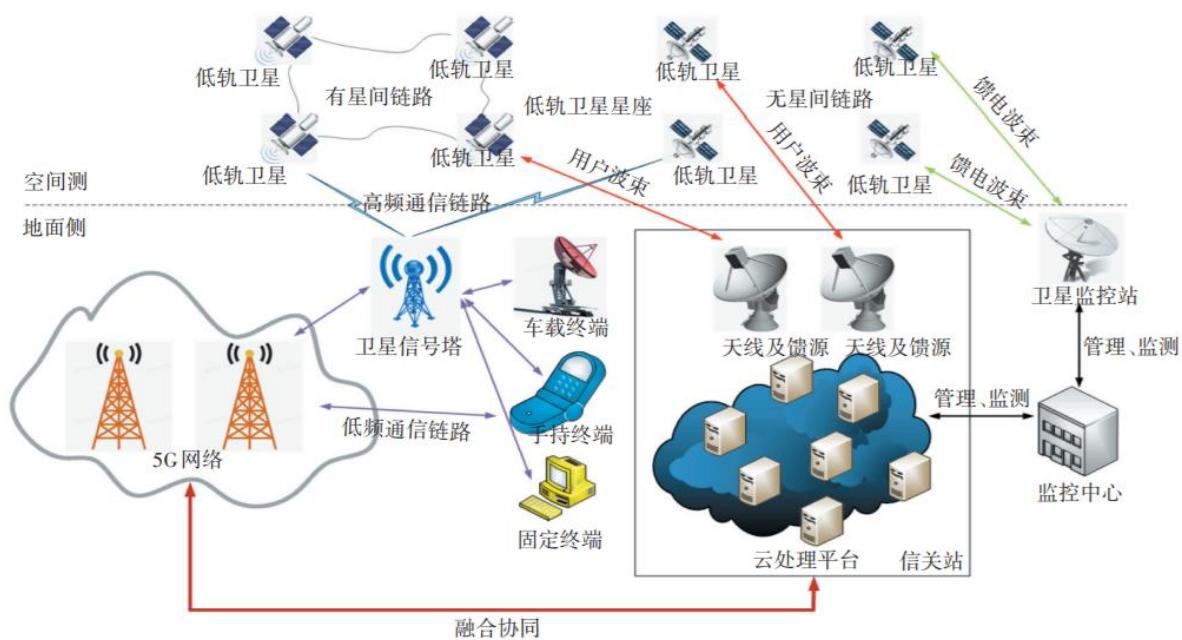
针对沙漠与海洋等油井和天然气井、采矿等野外作业、环境和气候监测、货运与交通长距离监测跟踪、边境和边防的电子围栏等行业应用场景，低轨卫星具有全球覆盖和成本比较优势。

### （3）低时延高可靠（uRLLC）应用场景

对于时延敏感业务，卫星通信处于绝对的劣势。5G 的空口时延是毫秒级；而低轨卫星的空口时延达数十毫秒，车联网、工业互联网等应用场景的低时延和高可靠性要求是其无法满足的。陆地移动通信基站分布密度与人口密度的地理分布、经济发展状况是正相关的，从 1G 到 4G 都是这样。人口稠密、经济发达，则基站密度高；反之，人口稀疏、经济落后，则基站密度低。另外，基站优先建设在人口稠密和经济发达的城市和工业园区等，再扩展到人口相对稀疏、经济欠发达的郊区和农村。

而 5G 目标是服务于千行百业和万物互联，那么按道理说未来 5G 基站分布将取决于人口分布或行业应用需求。矛盾点就在于人的活动空间是相对集中的，而行业应用中需要通信与监控的物体在地理与空间分布上是相对分散的。某些行业应用需求是 5G 由于技术或经济因素很难实现的，特别是空中飞机及无人机、海上油井和船舶、森林防火及野生动物的视频监控、天然气管道及电力线路和铁路沿线的巡检、边境线的防控等应用场景。即使在陆地的物联网行业应用，采用 5G 覆盖，前期商业模式面临很大的挑战，收入规模与 5G 建站和运维成本不相匹配。这就给低轨卫星通信带来了商机，全球覆盖，且成本敏感性与行业应用的地理位置和通信接入点区域密度没有直接相关性，特别是对于低密度用户接入场景下的宽带互联和通信更具优势。若通信对象在一定区域（如几平方千米到几十平方千米）是密集的，则 5G 基站还是有优势的，回传（中继）则可以是卫星通信，如一个海洋孤岛、沙漠中的页岩油开发区等。

图 36：低轨卫星与 5G 网络融合架构



资料来源：赛迪顾问、天风证券研究所

LEO 与 5G 网络的融合旨在形成一张无缝衔接的通信网络，覆盖地球上除极地以外的绝

大部分区域，实现空、天、地一体化通信，其融合网络架构如上图，系统包括：

- a) 终端 (UE)：以手机、pad 为代表的传统用户终端 (UE) 和车载卫星、机载卫星等卫星终端。
- b) 用户链路 (Service Link)：UE 和卫星、基站之间的链路。
- c) 空间平台 (Space Platform)：具备星上数据处理及数据透传能力的卫星。
- d) 星间链路 (Inter-Satellite Links)：具备星座内或星座间数据透传的激光或微波链路。
- e) 信关站 (Gateway)：负责地面网络与卫星网络通信的关口。
- f) 馈电链路 (Feeder links)：卫星与地面控制站相互通信的链路。

LEO 网络与地面 5G 网络融合包括以下方面，从最低程度覆盖融合向最高程度系统融合递进。

- a) 覆盖融合：LEO 网络作为地面移动网络的补充，用于覆盖地面移动网难以覆盖的高山、荒漠、海洋等区域，仍是相互独立的网络。
- b) 业务融合：独立组网为用户提供相似的服务内容及服务质量，能达到相当水平的服务标准。
- c) 用户融合：用户使用同一 ID 可接入 2 种网络，依据网络场景及网络质量选择通信网络，可自动完成网络切换。
- d) 体制融合：二者之具有相同的网络架构、传输和交换协议，终端、地面基站、信关站、卫星可使用相同的技术机制。
- e) 系统融合：LEO 通信网与 5G 网络完全融合，形成一张网络，实现空天地一体化无缝衔接，采用相同的资源调度、计费、漫游方式。

现阶段 5G 网络与 LEO 网络的融合大多是网络架构层面的融合，实现二者之间的网络互通、架构互联，可完成多种不同类型的终端之间数据互通，通过云平台的调度完成融合终端的无差别服务提供。在下一阶段的研究方向中，将重点实现 5G 网络与 LEO 网络之间在物理层解决方案、接口架构、核心网结构、鉴权管理解决方案、基于 3GPP 标准的协议和资源控制、通用地面无线接入体系结构和接口协议规范以及服务和系统方面的融合。

## 4.2. EHF、太赫兹、激光等频率资源是 6G 天地一体化信息网的技术基石

表 2：卫星通信使用无线电频率概况

| 频段  | 频率范围              | 使用情况   |
|-----|-------------------|--|
| L   | 1~2GHz            | 资源几乎殆尽；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        |
| S   | 2~4GHz            | 资源几乎殆尽；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     |
| C   | 4~8GHz            | 随着地面通信业务的发展，被侵占严重，已近饱和；主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等 |
| X   | 8~12GHz           | 通常被政府和军方占用；主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等             |
| Ku  | 12~18GHz          | 已近饱和；主要用于卫星通信，支持互联网接入                        |
| Ka  | 26.5~40GHz        | 正在被大量使用；主要用于卫星通信，支持互联网接入                     |
| Q/V | 36~46GHz/46~75GHz | 开始进入商业卫星通信领域                                 |
| 太赫兹 | 0.1~10THz         | 正在开发   |

资料来源：《低轨卫星通信网络领域国际竞争：态势、动因及参与策略》、吴奇龙等，天风证券研究所

大力开发 EHF、太赫兹、激光等频率资源以形成天地一体化信息网。频率是通信的基础和带宽的源头。频段越高，频率资源越丰富，能够提供的带宽越大。经过多年的发展，卫星通信中的 L、S、C、Ku 频段资源已几乎被使用殆尽，Ka 频段正在被广泛应用。与此同时，卫星通信的 C、Ka 频段也要面对 5G 网络的激烈争夺。2018 年底，由 Intelsat、SES、Eutelsat、Telesat 全球四大卫星通信运营商组成的 C 频段联盟同意让出 200MHz 供

5G 网络使用，这要求卫星通信行业必须大力开发 EHF (Q/V/W)、太赫兹、激光等更高频段的频率资源。

**太赫兹适用于卫星通信，将在未来 6G 通信和天地一体化信息网络中发挥关键作用。**卫星通信带宽需要的持续增长将需要开发 EHF、太赫兹、激光等频率资源。太赫兹不仅可以用于高速传输，还可以用于检测、成像，将在未来 6G 通信和天地一体化信息网络中发挥关键作用。

太赫兹频率在 0.1-10THz 之间，兼有微波和光波的特性，具有频谱资源丰富、抗干扰能力强等技术优势，其理论传输速度可达 1Tbps，是 5G 的 50 倍，4G 的 1000 倍。2018 年 5 月，Tektronix/IEMN（一个法国研究试验室）在 252-325GHz 频段实现了 100Gbps 无线传输（最近 IEEE 802.15.3d 标准）。日本总务省规划将在 2020 年东京奥运会上采用太赫兹通信系统实现 100Gbit/s 高速无线局域网服务。由于太空中没有水分吸收问题，太赫兹特别适合用于卫星通信。

### 4.3. 推动高通量系统技术发展实现吞吐量提升

图 37：高通量卫星对比传统通信卫星



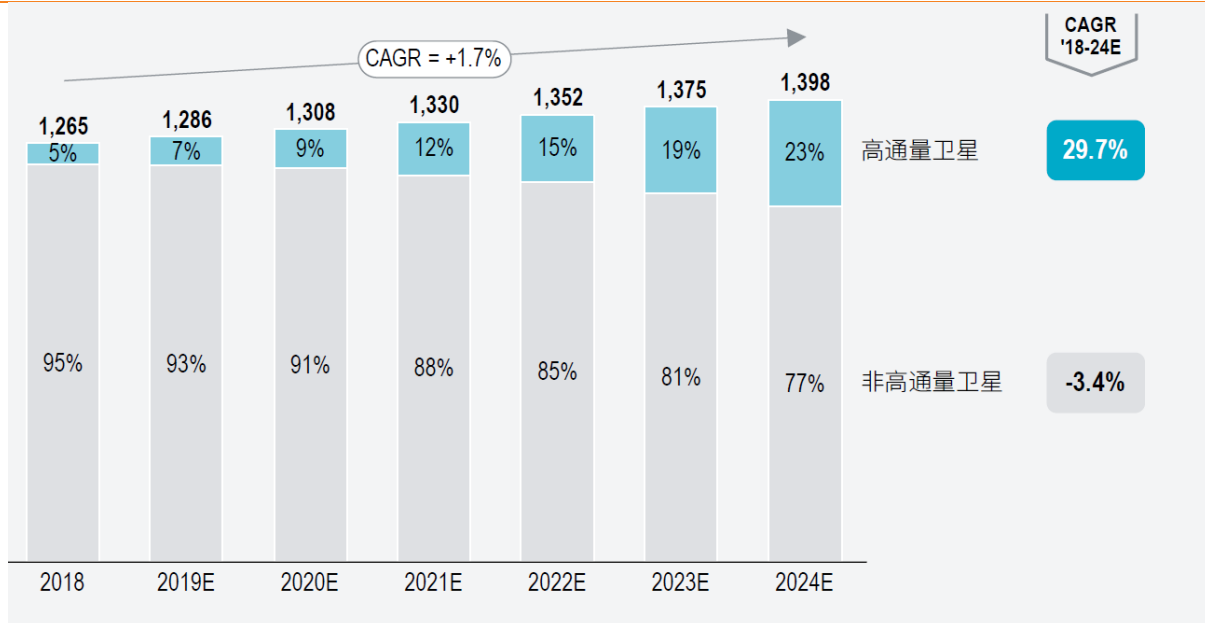
资料来源：Telenor, 国际太空, 罗兰贝格、天风证券研究所

**传统到高通量卫星转变可实现吞吐量的提升。**高通量卫星（HTS, High Throughput Satellite），也称高吞吐量通信卫星。通俗地来形容，从传统通信卫星到高通量卫星的转变，相当于把家庭上网从电话拨号升级到了百兆宽带。

高通量卫星呈现轨道多样化、高频拓展的发展特点，供应量预计将大幅增加，预计 2018-2024 年 CAGR 1.7%，从 2018 年的 5%提升到 2024 年的 23%。地球轨道通信卫星相对于传统的高地球轨道卫星，具有轨道多样化、微型生产批量化、终端小型化、时延低、频率复用率高、能够覆盖全球等特点。从全球高通量卫星容量供应来看，2009 年之前，全球只有北美洲和亚洲地区部署高通量卫星。2010 年以来，高通量卫星系统开始加速发展，目前已经成为卫星容量供应量增量的主要推动因素。高通量卫星容量供应量在 2018 年达到 1.8Tbit/s，预计到 2021 年可用容量达到 3.8Tbit/s。多个低轨宽带星座全面投入运营的时间均设在 2022 年前后，因此预计 2022 年的可用供应量将大幅增加，达到 10.8Tbit/s。

图 38：通信卫星行业发展趋势（亿美元）





资料来源：《高通量卫星发展趋势报告》，罗兰贝格、天风证券研究所

在高通量卫星时代，卫星使用场景不再局限于手持一台笨重设备，到处搜索卫星信号，只为了打一通电话，而很可能是你用自己的手机连上了 Wi-Fi，享受着与日常无异的上网体验，而远程的信号传输则是由卫星来完成。

高通量卫星有 3 大特征：1) 技术升级；2) 频段拓展；3) 轨道开发。

**1) 技术升级：**高通量卫星是相对于使用相同频率资源的传统通信卫星而言的，主要技术特征包括多点波束、频率复用、高波束增益等；

**2) 频段拓展：**高通量卫星逐渐向更高频段发展，因传统使用的 C、Ku 频段逐渐饱和，如使用 Ka 频段的中国首颗高通量卫星中星 16 号，又例如银河航天的使用 Q/V 频段的 5G 通信卫星。Ka 频段可用于同步卫星通信的带宽达到 3.5GHz，超过了现有的 L、S、C、Ku 频段的总和。此外，Ka 高通量卫星还具有频率高、抗干扰性强、天线灵活易控等优势；

**3) 轨道开发：**地球同步轨道轨位属于战略资源，由国家向国际电信联盟（ITU）申请，遵循“先申报先使用”的原则。但赤道同步轨道仅此一条，资源相当紧张。据学者测算，地球同步轨道可容纳卫星 1800 颗。根据国际电联（ITU）统计，目前在轨运行的同步轨道卫星共计 522 颗，另有登记在册未发射的卫星超过 800 颗，考虑很多轨位处在太平洋、大西洋等广域海洋上空，可利用性较小，而人口密集的亚洲、欧美地区可用轨位十分有限。

#### 4.4. 低轨卫星互联网星座是实现全球互联的核心解决方案

低轨卫星互联网星座可实现：高带宽、高性能全球覆盖、可便携式 嵌入式终端、低成本、边际成本的全球互联服务：

五大特点：

**1) 高稳定性：**系统抗灾害能力强，局部的自然灾害和突发事件几乎不影响系统正常工作。

**2) 低时延：**卫星处在近地轨道运行，天地之间的通信距离较短，通常在 350 1 000 km，与高轨卫星相比，通信距离明显缩短，可提供更加实时的信息传输。

**3) 低成本轻量化终端：**低轨卫星在地面终端和卫星轻量化、低功耗化方面具备明显优势。由于低轨通信距离较短，无线通信信号的衰减明显减弱，与使用相同频率的高轨卫星相比，设备和卫星所需要的发射功率、接收灵敏度都低，功耗下降明显，可应用嵌入式技术打开广阔应用场景。

**4) 不依赖地面基础设施：**星座卫星数量庞大，可实现天基中继传输，从而摆脱对地面基础



设施的依赖。

5)可实现全球覆盖：通信不受地域限制，并能够将物联网扩展到远海和天空。

表 3：卫星轨道细分分类

| 卫星轨道类型         | 轨道高度          | 卫星用途        |
|----------------|---------------|-------------|
| LEO（低地球轨道）     | 300~2000 千米   | 对地观测、测地、通信等 |
| MEO（中地球轨道）     | 2000~35786 千米 | 导航          |
| GEO（地球静止轨道）    | 35786 千米      | 通信、导航、气象观测等 |
| SSO（太阳同步轨道）    | 高度小于 6000 千米  | 观测等         |
| IGSO（倾斜地球同步轨道） | 35786 千米      | 导航          |

资料来源：赛迪顾问、天风证券研究所

按照轨道高度，卫星主要分为低轨、中轨、高轨三类，其中低轨卫星由于传输时延小、链路损耗低、发射灵活、应用场景丰富、整体制造成本低，非常适合卫星互联网业务的发展。

现有中高轨道通信卫星仅解决全球基本覆盖问题，技术特点无法满足全球互联接入需求

现有的中高轨道卫星解决了地球的覆盖问题，相当于移动通信的 2/3G 网络，仅提供基本语音和低容量的数据业务。

中高轨卫星设计要求穿透性强、信号覆盖面积大，一般采用的低频段波段。其组建一个完整覆盖地球的卫星数量少（如中国天通一号高通量卫星单一一颗可覆盖全国）。

但存在两大问题：

（1）地面终端要求严格 无法脱离成熟通信基础设施向所有无基础设施区域用户提供性价比高的数据业务。

（2）带宽有限，导致可容纳用户数量有限，无法满足全球海量用户的互联容量需求。因此传统中高轨道卫星通信主要用于特定用户的信息互联或电视转播。

#### 4.5. 基于 AI 技术的卫星系统自主任务控制和切换将成重要趋势

“一星多用、多星协同、天基组网、智能自主”为未来重要技术发展趋势。随着低轨通信星座的大规模部署，星座运控成为运营商面临的现实问题。通过软件技术实现卫星的自主任务控制和切换，打造太空云平台，可极大降低未来大规模星座地面运控的复杂度。同时，随着未来太空中卫星数量的高速增长，卫星轨道逐渐拥挤，碰撞风险不断增加，自主运行卫星可实现在轨自动避让等操作。目前来看，无论是洛马公司基于软件定义无线电技术的“智能卫星”（Smartsat）、“黑杰克”项目的“赌台官”（PitBoss），还是美国空军拟打造的“变色龙”（Chameleon）星座计划，都属于这一范畴。特别是“黑杰克”项目所体现出的“一星多用、多星协同、天基组网、智能自主”等技术优势，已逐步被美军所认可。在全球卫星发射数量高速增长、低轨通信星座计划层出不穷的背景下，这一技术显得尤为重要。2020 年，以特超巨星公司（Hypergiant）为代表的航天创企着力于基于人工智能的卫星系统自主任务控制和切换，可大幅提升大规模卫星群管理能力。

**基于人工智能及云计算的卫星管理系统：降低了卫星任务管理成本，解决卫星数量呈指数级增长所带来的数据量爆炸的问题。**2020 年 5 月 21 日，美国人工智能创企—特超巨星公司正式推出名为“超智能航天器增强”（HIVE）的卫星任务管理系统，该系统面向商业用户和政府用户，旨在利用人工智能（AI）技术和云计算技术降低卫星任务管理成本，可同时支持人为远程和自主航天器任务操控模式，减少操控人员的培训时间，提高卫星运营商的运营效率。目前，美国空军太空与导弹系统中心（SMC）已经与特超巨星公司签署协议，将在未来的任务中使用该平台。HIVE 系统具备两大技术特点：一是基于人工智能技术，系统可自动提取航天器任务操控所需的各类信息，并能通过与外部数据源进行关联分析，对未来任务需求、任务类型进行预测，还能对卫星运行的健康状况进行监控和诊断，从而自动控制卫星开展相应在轨任务操作。相比传统人工模式，有效节省了数据提取和分析的时间，降低了卫星任务管理成本。在此基础上，运营商可大幅改进其

管理能力，实现从原来同时运管 3 ~ 5 颗卫星提升至 75 ~ 100 颗卫星，解决卫星数量呈指数级增长所带来的数据量爆炸的问题。二是基于云计算技术和下一代人机交互界面技术，具备各类移动平台的可移植性，支持在笔记本电脑、平板电脑等各类移动终端远程上，对所运管的卫星进行操控，这在紧急情况下，卫星操控人员无法现场执行任务提供了极大的灵活性。

## 5. 全球公司：从与地面通信网络正面交锋到融合发展

表 4：全球卫星互联网公司

| 国家  | 推出时间 | 项目         | 运营商        | 计划数量 | 轨道高度 (km)     | 频段     | 提供服务          | 总投资 (美元)    | 进展情况                         |
|-----|------|------------|------------|------|---------------|--------|---------------|-------------|------------------------------|
| 美国  | 1987 | Iridium    | Iridium    | 66   | 780           | L/Ka   | 窄带通信互联网 (二代)  | 超过 50 亿     | 二代在轨 75 颗 (含 9 颗备份)          |
|     | 1990 | Orbcomm    | Orbcomm    | 36   | 780~835       | VHF    | 非实时窄带物联网 (二代) | 超过 5 亿      | 一代、二代共同在轨 35 颗               |
|     | 1995 | Globalstar | Globalstar | 48   | 1389          | L/S    | 窄带通信互联网 (二代)  | 33 亿        | 一代、二代共同在轨 32 颗               |
|     | 2015 | OneWeb     | OneWeb     | 1980 | 1200          | Ku/Ka  | 宽带通信高速互联网     | 预计 70 亿     | 目前在轨 74 颗宣布破产被收购             |
|     |      | Starlink   | SpaceX     | 4409 | 550/1110~1325 | Ku/Ka  | 宽带通信高速互联网 6G  | 预计超 300 亿   | 完成 13 次“一箭 60 星”发射正常在轨 728 颗 |
|     |      | LEOSat     | LEOSat     | 108  | 1400          | Ka     | 宽带通信高速互联网     | 预计 35 亿     | 未发射卫星                        |
|     | 2016 | Bocing     | 波音         | 2956 | 1200          | V      | 先进通信高速互联网     | 预计 52 亿     | 未发射卫星                        |
|     | 2019 | Kuiper     | 亚马逊        | 3236 | 590~630       | Ka     | 宽带通信互联网       | 预计超 100 亿   | 未发射卫星                        |
| 俄罗斯 | 2016 | Yaliny     | Yaliny     | 135  | 600           | Ku/Ka  | 互联网           | 预计 6.25 亿   | 未发射卫星                        |
|     | 2018 | Sphere     | 俄航天集团      | 638  | -             | -      | 通导遥融合互联网      | 预计超 68.67 亿 | 方案设计                         |
| 中国  | 2016 | 鸿雁         | 中国航天科技     | 324  | 1100          | L/Ka   | 宽带通信互联网       | 一期 29 亿     | 2018 年 12 月发射一颗试验星           |
|     | 2018 | 虹云         | 中国航天科技     | 156  | 1040          | Ka     | 宽带通信互联网       | 预计 14 亿     | 2018 年 12 月发射一颗试验星           |
|     |      | 银河 Galaxy  | 中国银河航天     | 1000 | 500~1200      | Q/V/Ka | 宽带通信 5G       |             | 2020 年 1 月首发射星入轨             |
| 加拿大 | 2017 | Telesat    | Telesat    | 298  | 1000~1248     | Ka     | 宽带通信互联网       | 预计 31.3 亿   | 2018 年发射 1 颗试验星              |
|     | 2018 | Kepler     | 亚马逊        | 140  | 520~600       | Ku/Ka  | M2M 物联网       |             | 2018 年发射 2 颗试验星              |
| 韩国  | 2015 | Samsung    | 三星         | 4600 | 1400~500      | V      | 高速互联网         | 预计 38.3 亿   | 方案设计                         |
| 印度  | 2019 | SpaceNet   | Astrome    | 198  | -             | -      | 高速互联网         |             | 方案设计                         |

资料来源：《低轨卫星通信网络领域国际竞争：态势、动因及参与策略》吴奇龙等，天风证券研究所

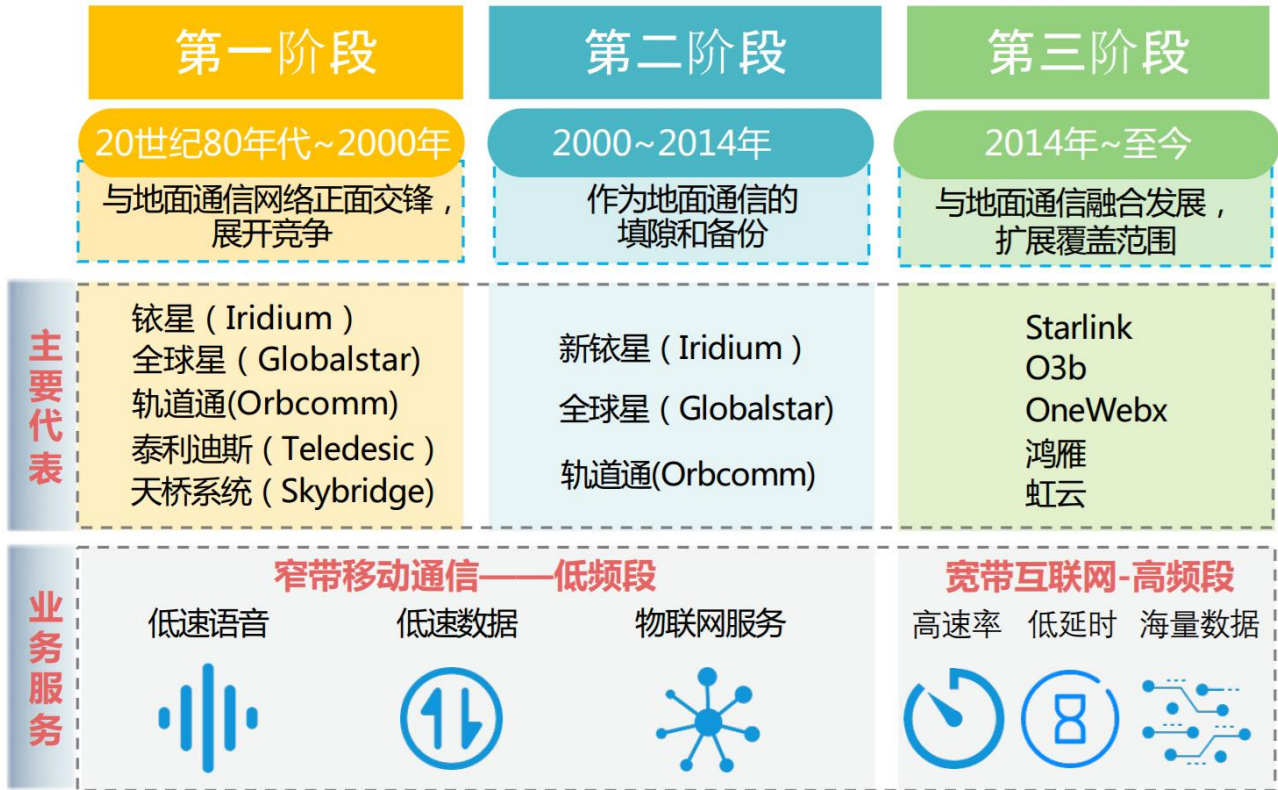
**与地面通信网络竞争阶段 (20 世纪 80 年代~2000 年)。**以摩托罗拉公司“铱星”星座为代表的多个卫星星座计划提出，“铱星”星座通过 66 颗低轨卫星构建一个全球覆盖的卫星通信网。这个阶段主要以提供语音、低速数据、物联网等服务为主。随着地面通信系统快速发展，在通信质量、资费价格等方面对卫星通信全面占优，在与地面通信网络的竞争中宣告失败。

**对地面通信网络补充阶段 (2000~2014 年)。**以新铱星、全球星和轨道通信公司为代表，

定位主要对地面通信系统的补充和延伸。

**与地面通信网络融合阶段（2014 年至今）：**以一网公司(OneWeb)、太空探索公司(SpaceX) 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。

图 39：低轨卫星互联网演进阶段



资料来源：赛迪顾问、天风证券研究所

## 5.1. 国际公司：新老玩家逐鹿中原，竞争态势进一步深化

### 5.1.1. 铱星和全球星 80、90 年代率先入局

#### 1) 铱 ( Iridium ) 卫星移动通信

铱系统是美国 Motorola 公司提出的一种利用低轨道卫星群实现全球卫星移动通信的方案。它是最早提出并被人们所了解的低轨道卫星系统。资金的筹集和技术的开发等方面均进展顺利。在技术上 Motorola 的技术人员在实验室里验证了所有的论证。并在模拟试验中取得令人满意的效果。

铱系统的原始设计是由 77 颗小型智能卫星，均匀有序地分布于离地面 785KM 的上空的 7 个轨道平面上，通过微波链路形成全球连接网络。因为其与铱原子的外层电子分布状况有一定的类似，故取名为铱系统。尔后为减少投资强度，简化结构以及增强与其他 LEO 系统的竞争能力，摩托罗拉公司将其卫星数降低到 66 颗，轨道平面降至 6 个圆形极地轨道，每条极地轨道上的卫星仍为 11 颗，轨道高度改为 765KM，卫星直径为 1.2M，高度为 2.3M，重量为 386.2KG，寿命为 5 年（最高为 8 年）。

#### 2) 高通入股的全球星 ( Globalstar ) 系统

表 5：卫星移动通信系统对比

| 名称  | 频段           | 轨道  | 应用                       |
|-----|--------------|-----|--------------------------|
| 铱星  | L            | LEO | 全球个人通信服务，语音、数据、传真和寻呼     |
| 全球星 | 上行 L<br>下行 S | LEO | 话音、数据、传真、定位高速率数据业务、因特网接入 |

业务、音频与视频广播业务、远程文件传输以及虚拟私人网络

资料来源:《卫星移动通信系统发展现状分析》, 庞江成, 徐小涛, 李超, 天风证券研究所

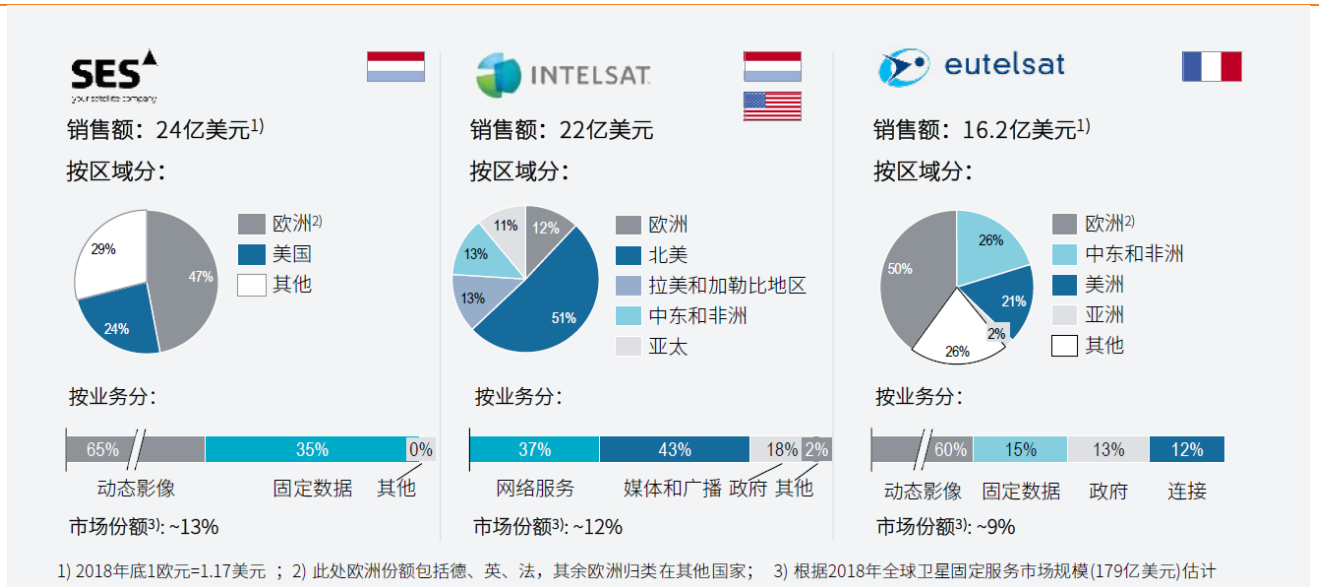
**全球星 (Globalstar) 系统**是美国 LQSS (Loral Qualcomm Satellite Service) 公司于 1991 年 6 月向美国联邦通信委员会 (FCC) 提出低轨道卫星移动通信系统。LQSS 公司是由 Loral 宇航局和 Qualcomm 公司共同组建的一个股份公司。全球星 (Globalstar) 系统与铱系统在结构设计和技术上均不同。全球星 (Globalstar) 系统属于非迂回型, 不单独组网, 其作用只是保证全球范围内任意用户随时可以通过该系统接入地面公共网联合组网, 其联结接口设在关口站。当时全球星 (Globalstar) 系统已经制定了卫星发射计划表, 计划在 1997 年底发射 12~16 颗卫星, 并于 1998 年发射其他的卫星。

**全球星 (Globalstar) 系统的基本设计思想**是利用 LEO 卫星组成一个连续覆盖全球的移动通信卫星系统。向世界各地提供语音、数据或传真、无线电定位业务。它是作为地面蜂窝移动通信系统和其他移动通信系统的延伸, 与这些系统具有互运行性。此外, 它还是一个类似于无绳电话的无线电话系统, 但其服务范围不受限制, 同一手持机就可以在世界上任何的地方、任何时间与任何地方的用户建立可靠、迅速、经济的通信联络。全球星 (Globalstar) 系统采用低成本、高可靠的系统设计, 一个关口站只需要 35 万美元。手持机的价格只相当于目前广泛使用的蜂窝手机的价格, 故其服务对象更适合为边远地区蜂窝电话用户、漫游用户、外国旅行者, 以及希望低成本扩充通信的国家和政府通信网和专用网。按目前全球星 (Globalstar) 系统合作伙伴的分布情况来看, 它可以为 33 个国家提供服务, 其中包括 14 个欧洲国家, 8 个亚洲国家, 6 个美洲国家以及其他地区的 5 个国家。

### 5.1.2. 经验丰富的老牌“三巨头”SES、Intelsat、Eutelsat

**传统卫星服务巨头 SES、Intelsat、Eutelsat 共同控制着 34% 的卫星固定服务市场。**其中 SES 2018 年销售额约 24 亿美元, Intelsat 22 亿美元, Eutelsat 16.2 亿美元。目前, “三巨头”都已启动了自己的高通量卫星计划, 为市场提供更大容量、更快的速率, 提升原有网络服务质量。

图 40: 传统卫星供应商业务概览



资料来源: Telenor, 国际太空, 罗兰贝格、天风证券研究所

**Eutelsat 于 2010 年发射了第一颗 Ka 频段高通量卫星, 拥有 90Gbps 容量, 并可提供 50Mbps 下行速率与 6Mbps 上行速率。**公司计划于 2021 年发射下一代 VHTS 高通量卫星, 为欧洲区域的固定宽带连接和机载连接提供 500Gbps 容量的 Ka 频段服务。

**Intelsat 自 2016 年起启动 “Intelsat EpicNG” 计划, 已于 2018 年 10 月完成了由 6 颗**



GEO 卫星组成的高通量卫星星座，实现全球覆盖，单颗卫星可提供 25-60Gbps 容量。在设计上，IntelsatEpicNG 主要面向运营商，提供固定流量速率服务，而非面向消费者级的宽带应用。

SES 于 2016 年 8 月收购 O3b，将其 12 颗 MEO 高通量卫星并入网内，未来计划用 27 颗 MEO 高通量卫星组成星座群。同时 SES 自 2017 年起发射 GEO 高通量卫星，目前已有 3 颗在轨。通过 MEO 与 GEO 高通量卫星的复合组网，SES 可以提供低延时、广覆盖的卫星通信。系统覆盖全球 99.9% 的区域，单波束可以达到 1Gbps 容量与 150ms 以下的延时。

### 5.1.3. 嗅觉敏锐的新鲜血液：SpaceX, OneWeb, Amazon

表 6：Starlink、One Web

| 国家 | 卫星互联网星座  | 公司      | 计划卫星数量 | 轨道类型     | 频段      |
|----|----------|---------|--------|----------|---------|
| 美国 | Starlink | SpaceX  | 4425   | 低轨道（LEO） | Ka/Ku   |
|    |          |         | 7518   | 极低轨（LEO） | V       |
| 美国 | One Web  | One Web | 900    | 低轨道（LEO） | Ka/Ku/V |
|    |          |         | 1280   | 中轨道（MEO） |         |

资料来源：《卫星移动通信系统发展现状分析》、庞江成等，天风证券研究所

随着低轨星座的成本大大降低，高科技企业纷纷通过 LEO 高通量卫星进入市场，在实现全球互联网覆盖的同时，服务于各领域的创新应用。典型的新进入者包括：SpaceX, OneWeb, Amazon。

SpaceX 的 2015 年提出的 Starlink 星链项目计划于 2025 年完成 12,000 颗低轨卫星的部署，其中第二阶段发射 7,518 颗 VLEO 卫星运行在不超过 346km 的超低轨道，时延比 LEO 卫星更低。星链项目被视作为未来特斯拉等车企实现高级自动驾驶大规模落地的铺路。目前，特斯拉已为旗下车型配备了必须的硬件，仅需通过软件升级即可在未来实现完全自动驾驶。据测算，自动驾驶的数据传输量约为 40TB/小时。未来特斯拉可以通过 SpaceX 的宽带网络安全传输、管理自动驾驶的海量数据。

OneWeb 获得了空客、高通、维珍集团等公司的投资，计划发射约 650 颗 LEO 卫星与 1,280 颗 MEO 卫星，在 2022 年初步建成低轨卫星系统，并在 2027 年实现全球覆盖。其卫星服务的应用场景包括应急救援、空中与海上移动通信、车载蜂窝网络，并且可以用低成本的用户终端普及网络接入，实现农村及偏远地区覆盖。同时，OneWeb 与空客合作，共同开发飞行中的 5G 应用，未来的第二代星座有望将速率进一步提升至 2.5Gb/s。

表 7：与 Oneweb 合作的公司概况表

| 序号 | 合作公司     | 合作领域        |
|----|----------|-------------|
| 1  | 空中客车     | 卫星制造        |
| 2  | 阿里安、维珍银河 | 卫星发射        |
| 3  | 卫讯       | 地面信关站建设     |
| 4  | 高通       | 终端设计开发      |
| 5  | 休斯       | 终端设计开发及产品分销 |
| 6  | 洛克威尔柯林斯  | 航空终端        |
| 7  | 汉尼维尔     | 航空终端        |
| 8  | 可口可乐     | 市场分销        |
| 9  | 巴帝集团     | 印度市场分销及服务   |
| 10 | 墨西哥通信    | 墨西哥市场分销及服务  |
| 11 | 软银集团     | 日本市场分销及服务   |
| 12 | 国际通信卫星公司 | 共享用户及服务     |

资料来源：《国外主要低轨互联网卫星星座进展及启示》、李喆，天风证券研究所

科技巨头亚马逊 Kuiper 项目计划在未来发射 3,236 颗 LEO 卫星，此项目旨在为数千万缺乏基本宽带互联网接入的人提供高速、低时延的互联网服务。同时，LEO 星座可以为亚马逊 AWS 云服务垂直整合产业链。目前亚马逊 AWS 已提供地面基站服务，为客户提供卫星通信、AWS 云服务接入、数据处理、运营优化等服务。未来随着 Kuiper 卫星组网的

建成，亚马逊可以拥有自主可控的卫星资源，为各行各业的通信卫星应用提供一站式解决方案。

图 41: ONEWEB



资料来源: MEDIASAT、天风证券研究所

图 42: STARLINK

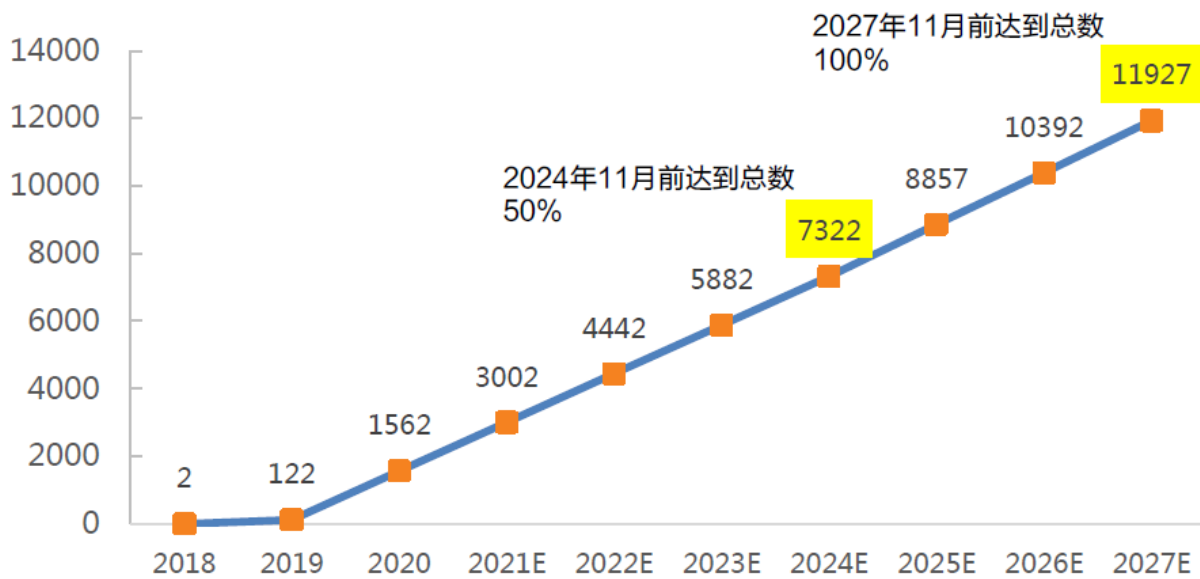


资料来源: MEDIASAT、天风证券研究所

**5.1.4. “星链”成功模式：垂直整合商业模式+人才基础+优质沟通+资金加持**

SpaceX Starlink 计划：2027 年完成 1.2 万颗卫星组网；保守估算若今年进行 24 批次发射假设卫星装载数量与近期发射卫星数量相同每次装载 60 颗卫星 2021 年将共发射 1440 颗卫星。

图 43: Starlink 卫星累计发射数量 颗，不剔除失效卫星



资料来源: CNN SpaceX 官网, SpaceNews、天风证券研究所

**经验技术累计+资金扶持+一体化管理+自主可控。** SpaceX 公司快速成长建立在美国航天产业多年的工程积累和经验数据基础上，在政府资金和政策的扶持下，在 NASA 技术和人才基础的支持下，更高层次实现“快”“好”“省”的平衡，实行扁平化、纵向一体化的产品管理，直接控制产业链核心环节，绝大部分组件自主完成设计、研制，摆脱了传统配套体系技术更新慢、产品成本高、供货周期长的制约，极具竞争力。**主导建设的 Starlink 星座研发运行模式优势明显：有效避免庞大的供应链；有效地避免了不必要的系统间设计余量；有效地避免了叠加的外包订单厂商等高成本环节；产品成本显著低于传统航天企业。**

图 44: 0407 下午，美国太空探索技术公司 (的猎鹰 9 号火箭将一批 60 颗星链互联网卫星送入轨道

图 45: STARLINK: 预计公司将在 4 5 次发射后达到全球持续覆盖的里程碑



资料来源：SPACE、天风证券研究所



资料来源：SPACE、天风证券研究所

## 1. “星链”运营情况：垂直整合自主运行架构+低成本优势凸显

**运营总体情况：“火箭研制+ 卫星研制+ 发射服务”垂直整合商业模式，在业内具有明显的成本和速度优势**

SpaceX 公司自设立之初，为降低产品成本，即开展全产业链条布局。成立 18 年以来，公司逐步发展成为集卫星、火箭、地面站制造，火箭发射和回收，卫星运营和服务于一身的商业航天产业链完整的产业巨头。Starlink 星座建设过程中，SpaceX 公司已实现关键产品自主生产，70% 以上硬件均由内部制造。通过全产业链布局，实现关键产品自主生产，确保整体建设、运营成本可控。

**卫星建造成本为传统卫星的 1/30，卫星发射成本为传统发射的 1/5：**SpaceX 公司自主研发 Starlink 星座卫星、猎鹰-9 火箭，完成星座部署。至首批 4409 颗卫星部署完成，具备全球服务能力。Starlink 星座建设成本明显低于传统水平，**卫星建造成本为传统卫星的 1/30，卫星发射成本为传统发射的 1/5。**第一阶段星箭部署成本总计 47.7 亿美元，容量 88Tbit/s（单颗卫星容量 20Gbit/s）FFOC 建设成本合 5.4 万美元/（Gbit/s）。

## 2. “星链”研发情况：挖掘市场最优高精尖人才助推技术研发

**高精尖技术人才的引入保障了其技术研发的成功率和对外融资的实力，对公司的快速发展起到了强大的助推作用。**技术人员主要有两个来源。一是美国国家航空航天局（NASA）为了扶持 SpaceX 公司，直接派驻了技术骨干，包括一批航天业内的顶尖高手；二是 SpaceX 公司从 NASA 及行业内军火巨头企业挖来了业内的技术精英。在 SpaceX 公司研发队伍中，成熟型人才占比较高，

## 3. “星链”管控模式：建立开放式无障碍沟通渠道高决策效率

**构建自上而下，自星座至卫星、火箭，终端至单机再至芯片投产的无障碍沟通渠道。**SpaceX 公司采取扁平化管理及开放式工作理念，大幅提高了决策效率、研发效率。产品研制过程，通过全流程风险传递确保目标一致；通过全流程信息共享、沟通，确保各环节信息对称，精益控制产品成本。

## 4. “星链”资金募集情况：全力拓展政府渠道+金融渠道支持

**Starlink 从金融渠道寻求支持，同时全力拓展美国政府支持渠道。**马斯克正在寻求获得美国面向农村的宽带业务补贴资格。该计划由美国联邦通信委员会（FCC）倡导提出，第一阶段提供 160 亿美元补贴资金，用于支持中标企业。SpaceX 公司重点业务十分依赖美国政府的政策和补贴，此次竞标获得支持的可能性较大。

表 8：Starlink 星座组网成本预测表（万美元）

| 项目     | 单价/万美元 | 数量   | 经费/万美元 | 备注   |
|--------|--------|------|--------|--|
| 组网卫星研制 | 50     | 4409 | 220450 | 波音公司（Boeing）制造的 WGS 高通量通信卫星，3.5 亿美元/颗，质量为 5900kg，约合 6 万美元/kg；<br>2019 年 9 月，TESLARATI、Next Big Future 网站报道，马斯克和 SpaceX 公司首席运营官格温·肖 |

特韦尔在 2020 年发射计划发布会上公开暗示，Starlink 单星制造成本降低至 50 万美元，单星质量为 260kg，约合 0.2 万美元/kg；通过卫星批量化制造，SpaceX 公司将卫星制造成本降低到传统卫星的 1/30

| 组网卫星发射 | 3464 | 74   | 256336 | Starlink 星座使用猎鹰-9 火箭发射，单次 60 颗，组网需要 20 次。考虑可能的回收失败，猎鹰-9 按照每发 3~5 次成功回收考虑，平均发射成本为 3464 万美元/次，约合 0.22 万美元/kg。通过可重复使用运载火箭，SpaceX 公司将卫星发射成本降低到传统发射 1 万美元/kg 的 1/5 |       |        |       |      |
|--------|------|------|--------|---|-------|--------|-------|------|
| 重复次数   | 一级火箭 | 燃料费用 | 二级火箭   | 整流罩   | 发射场测控 | 回收以及维修 | 小计    | 平均成本 |
| 1      | 2980 | 60   | 700    | 600   | 1240  | 0      | 5580  | 5580 |
| 2      | 2980 | 120  | 1400   | 600   | 2480  | 716    | 8296  | 4148 |
| 3      | 2980 | 180  | 2100   | 600   | 3720  | 1432   | 11012 | 3671 |
| 4      | 2980 | 240  | 2800   | 600   | 4960  | 2148   | 13728 | 3432 |
| 5      | 2980 | 300  | 3500   | 600   | 6200  | 2864   | 16444 | 3289 |

资料来源：天风证券研究所

资料来源：《“星链”一网”星座研发运行架构分析》、马忠成等，天风证券研究所

## 5.2. 国内公司：中国星网集团成立+民营初创型公司百花齐放

中国卫星市场在过去几乎是国家包办，市场力量非常微弱。在卫星与火箭制造的极高壁垒下，资金投入大、开发周期长，都是让社会资本望而却步的原因。但随着卫星开发模式、发射模式的改变，卫星的入门成本得到了大幅降低，从数十亿级别降到了千万级别，供给侧迎来了利好。而在需求侧，通信卫星在未来将紧密地与信息化社会相连，带来的商机远远高于传统的广播通信应用，数据传输业务、天基互联网等新机会创造了广阔的市场需求。因此，随着供需两侧的推动，将会有更多的市场力量进入到高通量卫星领域，不仅带来资本，也带来新的发展思路与新的业务模式。

我国低轨卫星互联星座呈现百花齐放的态势，既包括大型央企亦包括民营初创型公司。目前，从事商业航天的初创型公司有近 20 个。另外，根据公开消息，我国卫星互联网国家队——中国卫星网络通信集团公司正在筹备中。

低轨通信卫星星座实现全球覆盖，可为全球用户提供低延时、高带宽、全球无缝覆盖、灵活便捷的互联网接入服务。多家企业提出了建设低轨通信卫星星座，包括“鸿雁”星座、“虹云”工程等。

2020 年 1 月，银河航天首发星发射成功，这是我国首颗由商业航天公司研制的低轨宽带通信卫星，可通过卫星终端为用户提供宽带通信服务。5 月，中国航天科工集团有限公司天基物联网星座的首发星云二号 01、02 星发射升空。上海欧科微航天科技有限公司打造低轨通信卫星星座“翔云”，为行业用户提供天基物联服务。吉利集团也于近年开始布局卫星互联网，2020 年与中国移动等多家公司签署战略合作协议，共同推进低轨卫星通信、自动驾驶等领域合作，并为全球客户提供航天信息与通信基础设施和应用方案。北京国电高科科技有限公司建设运营的物联网星座“天启”星座已有多颗业务卫星在轨，服务于全球物联网数据业务，支持物联网向海洋、沙漠、森林等区域延伸，助力万物互联。

表 9：我国卫星互联网重点代表计划

| 星座计划   | 所属集团 | 总体规划 | 计划卫星数量 | 业务范围 |
|--|------|------|--------|------|
| <p>特别说明：由于新成立的中国卫星网络集团目前未披露卫星星座计划，因此未在重点代表计划列表中列示，预计公司作为总体运营公司将于近期发布星座计划</p> |      |      |        |      |



|      |        |  |          |           |
|------|--------|--|----------|-----------|
| 鸿雁星座 | 航天科技集团 | 一期预计 2022 年建成并投入运营，系统由 60 颗卫星组网，实现移动通信、物联网、导航增强、航空监视等功能；二期预计 2025 年完成 300 余颗宽带通信卫星组网，实现全球实时互联网接入           | >300 颗低轨 | 数据通信、导航定位 |
| 虹云工程 | 航天科技集团 | 第一阶段，2018 年发射首颗技术试验星，实现单星关键技术验证；第二阶段，2020 年底发射 4 颗业务星，组建小星座；第三阶段，2025 年底实现 156 颗卫星组网运行，完成天地融合系统建设，达到全面运营条件 | 156 颗低轨  | 卫星互联网     |

资料来源：《卫星互联网产业现状综述》，李强，顾芳等，天风证券研究所

### 5.2.1. 国家队：成立新央企——中国卫星网络通信集团，中国星链计划或将出世

中国卫星网络集团有限公司预计将成为我国商业航天卫星运营主要承包单位。2021 年 4 月 29 日，经国务院批准，公司由国务院国有资产监督管理委员会代表国务院履行出资人职责，列入国务院国有资产监督管理委员会履行出资人职责的企业名单。公司业务涉及卫星互联网的论证设计、研究试验、工程建设、工程服务、运行控制、运营管理等多个领域。同时，卫星互联网系统软硬件和系统衍生产品的标准制定、检测鉴定、产品认证、网络与信息安全、系统防护及相关技术服务也将由公司作为主要责任人，预计公司将成为我国商业卫星发射主要承包单位。

图 46：我国央企领域卫星星座计划及发射卫星数量梳理（标红部分）

| 序号 | 星座名称    | 发起公司           | 卫星数量 |
|----|---------|----------------|------|
| 1  | AI星座计划  | 银河航天           | 650  |
| 2  | “鸿雁”星座  | 航天科技集团         | 300+ |
| 3  | 通信星座    | 深圳航天光网空间技术有限公司 | 288  |
| 4  | 遥感星座计划  | 国星宇航           | 192  |
| 5  | “虹云”工程  | 航天科工集团         | 156  |
| 6  | 吉林一号    | 长光卫星技术有限公司     | 138  |
| 7  | “行云”工程  | 航天科工集团         | 80   |
| 8  | 天基物联网星座 | 中天塔 九天微星       | 72   |
| 9  | “翔云”星座  | 欧科微            | 40   |
| 10 | “天启”星座  | 国电高科           | 36   |
| 总计 |         |                | 1952 |

资料来源：《“星链”星座最新发展分析》梁晓丽，天风证券研究所

#### 航天科工：“虹云工程”协同“行云工程”实现星座构，打造天基物联网

1999 年，中国航天机电集团公司成立，2001 年正式更名为中国航天科工集团公司。2017 年，航天科工完成改制，由全民所有制改制为国有独资公司，名字变更为中国航天科工集团有限公司，为世界 500 强企业之一。

在低轨卫星领域，航天科工提出“虹云工程”。“虹云工程”是我国首次提出建立基于小

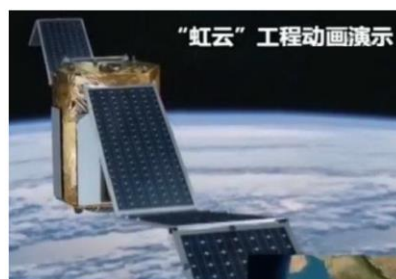
**卫星的低轨宽带互联网接入系统。**“虹云工程”预计将一共发射 156 颗卫星，最终将构建一个覆盖全球的低轨 Ka 宽带通信卫星系统，以天基互联网接入能力为基础，融合低轨导航增强、多样化遥感，实现通、导、遥的信息一体化。“虹云工程”将分三个阶段，2018 年已发射第一颗技术验证星；到 2020 年末，将发射 4 颗业务试验星，使用户进行初步业务体验；到“十四五”中期，则将实现全部 156 颗卫星组网运行，完成业务星座构建。2018 年 12 月发射的工程首星“武汉号”是我国首颗低轨宽带通信技术验证卫星，搭载通信主载荷、光谱测温仪和 3S 载荷，后续将以“武汉号”为基础，开展低轨天基互联网试验与应用示范。

图 47：虹云工程



### 我国的卫星联网计划-虹云

**虹云工程：**中国航天科工五大商业航天工程之一。计划发射156颗卫星，1000公里的轨道上组网运行，构建一个星载宽带全球移动互联网络，实现网络**无差别**的全球覆盖。 **“1+4+156” 三步策略**



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

除了“虹云工程”，航天科工还提出“行云工程”，研制低轨窄带小卫星通信星座系统。该系统将包括 80 颗低轨卫星，实现全球范围内物联网信息的获取、传输与共享，同时构建信息生态系统，打造天基物联网。首颗技术试验星“行云一号”已于 2017 年发射，“行云二号”也即将发射。航天科工所属 22 家二级单位，控股 9 家上市公司，拥有完整的科研生产体系。近年来，航天科工大力发展商业航天工程。“虹云工程”由航天科工二院负责，“行云工程”则由航天科工四院负责，并各自完成了商业公司组建，进行卫星研制。

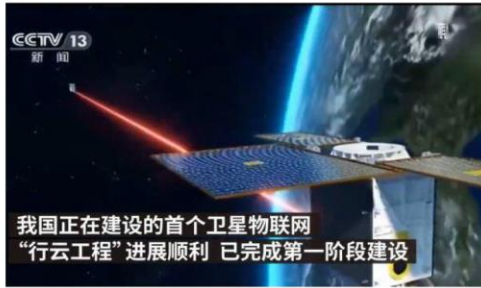
图 48：行云工程



## 我国的卫星联网计划-行云

**行云工程：**规划48小卫星+9颗中继星的星座。行云工程两颗试验卫星已在轨验证了多项关键核心技术-**星间激光通信**。

**规划：**2021年-发射12颗卫星，实现小规模卫星组网运营；2023年-初步完成工程建设，发射80颗卫星，实现全球覆盖。



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

### 航天科技：“鸿雁星座”预计在 2022 年建成并投入运营

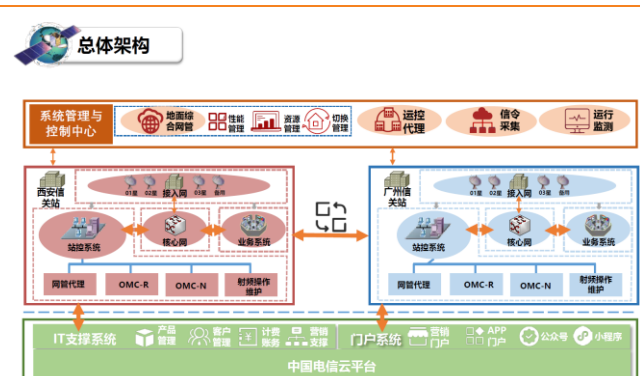
航天科技集团公司于 1999 年正式成立，2013 年，中国航天科技集团设立董事会。2017 年，航天科技完成了公司制改制，由全民所有制企业改制为国有独资公司，企业名称变更为中国航天科技集团有限公司。航天科技为世界 500 强企业之一。在低轨卫星领域，航天科技将运营低轨通信卫星项目“鸿雁星座”。“鸿雁星座”将由 300 多颗低轨小卫星及全球业务处理中心组成，具备全天候、全时段及复杂地形条件下的实时全球双向通信能力，实现“沟通连接万物、全球永不失联”。“鸿雁”一期将由 60 颗核心骨干卫星组成，主要实现全球移动通信、物联网、导航增强、航空监视等功能，预计于 2022 年建成并投入运营；二期则将实现全球任意地点的互联网接入，预计于 2025 年完成建设。2018 年 12 月，航天科技已发射了“鸿雁星座”首颗实验卫星“重庆号”。这颗实验星配置有 L/Ka 频段通信载荷、导航增强载荷、航空件事载荷，将实现“鸿雁星座”关键技术轨试验。航天科技拥有 8 个大型科研生产联合体、11 家专业公司和 13 家上市公司，科研生产基地遍及北京、上海、西安、深圳、香港等地。目前，航天科技拥有“实践十三号”高通量卫星。航天科技于 2018 年在重庆成立东方红卫星移动通信有限公司，由该公司负责建设与运营“鸿雁星座”这一低轨卫星项目。

图 49：天通一号卫星系统



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

图 50：天通一号总结架构



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

支持业务:

**卫星电话** - 可拨打全球任意地面固定和移动电话， 业务速率： 1.2kbps 、2.4kbps 和 4kbps

**短信** - 可与地面公网移动终端互联互通

**传真** (G3 类传真) - 传真速率： 9.6kbps

**位置服务** - 系统提供自主定位和北斗/GPS 两种定位方式， 支持位置管理和追踪功

**数据传输/互联网接入/视频回传** - 速率： 最高 384Kbps

**LDR 数据功能**- 支持短信、9.6kbps 分组和 9.6kbps 物联网三种低速数据功能。

**覆盖范围:**

01 星： 国土、领海及其外延 200km。02 星： 西太平洋。03 星： 东南亚地区。

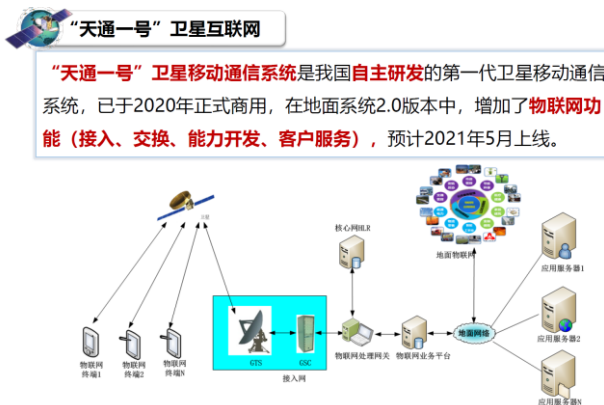
图 51：天通一号总结架构



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

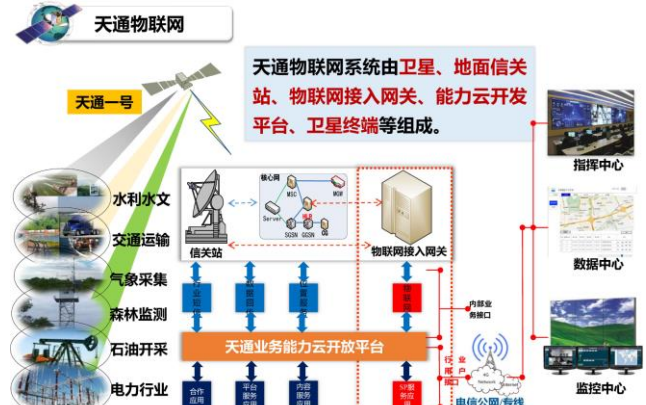
**布局物联网系统:** “天通一号”卫星移动通信系统是我国自主研发的第一代卫星移动通信系统，已于 2020 年正式商用，在地面系统 2.0 版本中，增加了物联网功能（接入、交换、能力开发、客户服务）。

图 52：天通一号互联网



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

图 53：天通一号物联网



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

### 5.2.2. 民营企业：逐渐形成从卫星设计研制、通信系统到行业应用的商业闭环

**银河航天：2020 年 1 月成功发射首发卫星**

银河航天成立于 2018 年，为国内民营商业航天的独角兽企业，计划发射上千颗低轨 5G 通信卫星，在 1200 km 的近地轨道组成星座网络，让用户可以高速灵活地接入 5G 网络。



2020 年 1 月完成首颗 200 kg 量级卫星发射并进入预定轨道，为我国首颗低轨宽带 5G 卫星。其公司研发人员由航天、互联网、通信或电信以及工业生产等四大块组成，与 Starlink 项目人员结构安排类似。

2020 年 1 月 16 日银河航天成功发射首发星，该卫星是一颗低轨宽带通信卫星。目前，该星已成功开展了近一年的星地通信联试，完成了信关站信标跟踪对比测试、卫星信道特性测试、通信业务呼叫流程以及相关的通信性能验证等一系列测试用例，同时基于信关站和卫星用户波束的覆盖范围，开展场景场地适应性测试，验证了低轨宽带卫星的通信能力，探索出一套行之有效的低轨卫星通信系统测试方法，为后续低轨卫星星座的建设提供了有力的测试数据支撑。

### 九天微星：已形成从卫星设计研制、通信系统到行业应用的商业闭环

北京九天微星科技发展有限公司于 2015 年 6 月成立，目前已形成从卫星设计研制、通信系统到行业应用的商业闭环，并开发出针对卫星通信、LTE、NB-IOT 的物联网终端，还计划于 2022 年完成 72 颗物联网卫星在全球的部署。九天微星的应用重点领域是航天教育业务以及卫星物联网业务。2017 年 8 月九天微星计划实施，发射了 72 颗低轨卫星，组建物联网星座。2018 年 2 月，教育共享卫星“少年星一号”成功发射，负责无线电存储及转发，并进行空间成像试验等活动。同年 12 月瓢虫系列 7 颗卫星成功发射，并将在野生动物保护、野外应急救援等领域开展物联网系统级验证，为后续服务行业客户奠定基础。

### 5.2.3. 未来发展核心：中国星网集团统筹，国企+民企合作模式+垂直接动生态体系

1. 中国星网集团统筹，民企协作合作模式：杜绝资源浪费，或将以新央企中国星网集团统筹全社会力量共建中国卫星互联网天基系统，运营方面以市场化思维发展“输血”+“造血”能力

发展核心为“小核心大协作”，我们预计中国“星链”或将新央企中国星网集团为唯一核心，打造功能强大、全球化、市场化的中国卫星互联网星座，各类民营星座企业及已执行的国企星座计划或作为大系统中的子网络参与到整体的有机运行中。

#### 2、以市场化思维发展卫星互联网加速实现自我造血能力

我国航天与卫星产业其对成本的敏感度弱于现代商业航天，因主要集中传统国有集团公司与科研院所如航天科技集团、航天科工集团、中科院、电科集团等。低轨卫星互联网在投入方面具有前期投入大、卫星更换需持续投入等特点，在使用方面具有直接面向用户、资费敏感等特点，而我国商业航天尚处于起步阶段。因此，我国建设低轨卫星互联网星座时，应在顶层设计上采用市场化思维，发挥民营商业航天企业在低成本、高效率、市场化等方面的优势，区别于传统的“探月”、“载人航天”等工程，形成创新国企-民企合作模式以及军民融合的卫星互联网建设与发展实现卫星互联网建设与运营自我造血能力。

#### 3. 构建“卫星制造-发射-终端-应用”垂直接动的产业生态体系

加强卫星互联网自主可控发展。OneWeb 公司进入破产保护程序，其中一个原因是其不能有效控制制造、发射等环节，卫星主要由空客负责，发射由阿丽亚娜、联盟号等火箭发射，空中接口、终端等由高通负责，相比 SpaceX 公司的制造、发射、运营一条龙存在较大差距。因此，我国卫星互联网发展应坚持创新发展，通过自主技术创新寻求效率和成本的最优解。

## 6. 投资建议

投资建议：我们看好低轨道卫星互联网成为 2022 年电子、军工行业的一大关键趋势。预计在苹果等龙头企业推动下，低轨卫星服务与相关零部件出货量将在 2022 年显著成长。我们认为低轨道卫星服务供应商将优先受益，并乐观看待低轨道卫星服务供应商股价的潜在上涨空间。关注：中国卫通、中国卫星、全球星、铱星、紫光国微、复旦微电、国

## 光电气、振芯科技

中国卫通：中国唯一卫星通信运营商，卫星运营服务业务稳步增长

中国卫星：中国小卫星制造寡头，高通量宽带卫星需求带来新增长

全球星：成功发射 24 颗低轨卫星，商用 IoT 覆盖面积超过 90%

铱星：具备先发优势，铱星二代系统通信能力大幅提升

紫光国微：国产 FPGA 领先厂商，特种集成电路持续扩品类

复旦微电：以 FPGA 为矛，进入高速成长期

国光电气：电真空微波器件（行波管）龙头，行波管为卫星通信射频主流方案

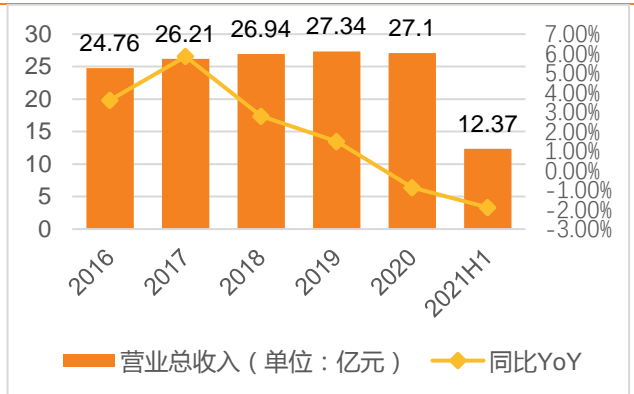
振芯科技：AD/DA、基带芯片企业，传统卫星通信设备、北斗设备供应商

## 6.1. 中国卫通：中国唯一卫星通信运营商，卫星运营服务业务稳步增长

我国唯一拥有自主化商用卫星通信广播资源的企业航天科技集团从事卫星运营服务业的核心专业子公司。公司主营业务为卫星空间段运营及相关应用服务现有应用场景为卫星通信广播为用户提供广播电视、通信、视频、数据等传输服务是国家行业主管部门直接指挥调度的保障力量。

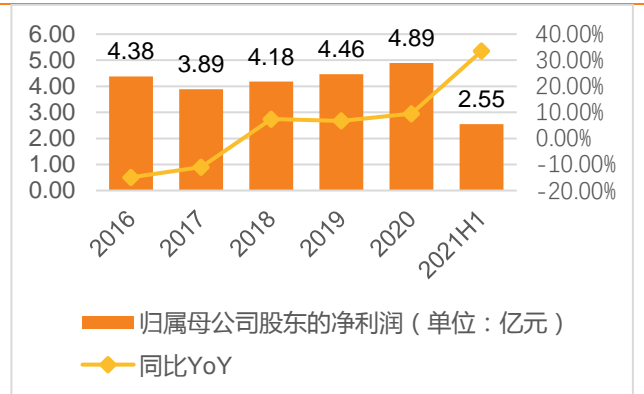
目前公司的卫星通信广播信号覆盖包括中国全境、澳大利亚、东南亚、南亚、中东、欧洲、非洲等地区拥有的转发器频段资源涵盖 C 频段、Ku 频段以及 Ka 频段等其中 C 频段、Ku 频段的卫星转发器资源达到 540 余个 Ka 频段的点波束有 26 个。公司是国家行业主管部门直接指挥调度的保障力量被工信部列为国家一类应急通信专业保障队伍。

图 54：中国卫通营收情况



资料来源：Wind，天风证券研究所

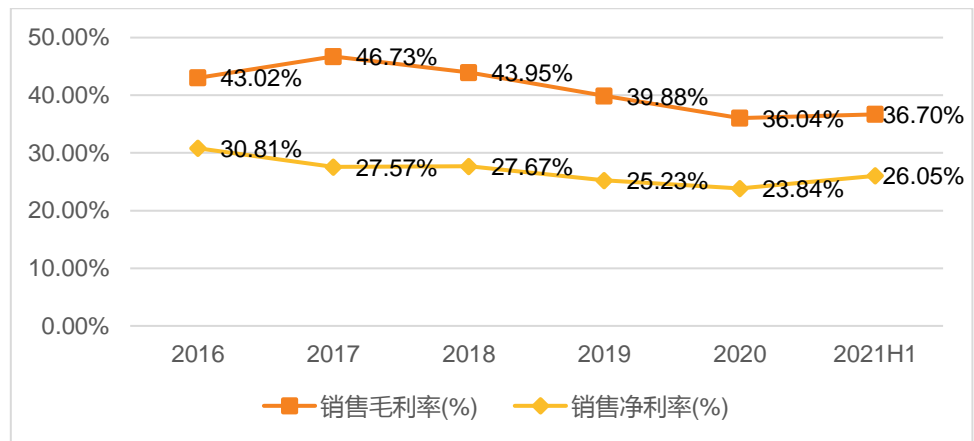
图 55：中国卫通归母净利润情况



资料来源：Wind，天风证券研究所

2021 年上半年，公司实现营业收入 12.37 亿元；归属于上市公司股东净利润 2.55 亿元，同比增长 33.50%；截止 2021 年 6 月 30 日，公司总资产 183.72 亿元，归属上市公司股东净资产 117.24 亿元，资产负债率 15.46%，各主要经营指标均保持稳定增长。

图 56：中国卫通毛利率、净利率



资料来源：Wind，天风证券研究所

### 2021 年公司，全力开拓市场，卫星运营服务业务稳步增长：

**1.境内广电业务稳中有升**，一是圆满完成各重大活动的广播电视信号传输工作，公司中星 6A、中星 6B、中星 9 号、中星 6C，以及亚太 6C 等卫星承担广播电视卫星信号传输，充分发挥平台优势，保障春节、两会、建党 100 周年庆典等各项重大活动安全播出；二是公司持续推进广播电视节目高清化发展，新增北京奥运纪实 4K、青海卫视高清上星传输以及海南卫视和内蒙古卫视直播卫星高清同播；三是完成了北京奥运纪实超高清节目直播卫星测试传输，推动了卫星传输标准制定以及地面终端的推广。

**2.境内通信业务持续发展**，公司为重大活动、河南洪灾、云南大理森林火灾、四川凉山森林火灾等历次抢险救灾提供高质量应急通信服务，以高效优质的卫星网络服务为我国应急通信指挥体系保驾护航。同时，公司积极推动老用户扩容，大力开发政企用户，实现业务增长。

**3.境外业务实现市场突破**，中国卫通充分利用公司通信卫星资源优势，长期在东南亚、中东、非洲面向当地电信运营商、政府、企业等提供稳定可靠卫星传输服务。报告期内，公司奋力开拓境外市场，实现马尔代夫市场突破，为拓展国际广播电视市场打开新局面。公司在印度尼西亚市场的农村普遍服务项目、油气勘探应用等实现扩容增租。在国际卫星运营市场持续低迷的情况下，公司国际业务局部实现重点突破。

### 6.1. 中国卫星：中国小卫星制造寡头，高通量宽带卫星需求带来新增长

**中国小卫星龙头，企业其大股东为航天五院，实控制为国内卫星主导研发制造商——航天科技集团（市占率 80%以上）。**公司是专业从事小卫星及微小卫星研制、卫星地面应用系统及设备制造和卫星运营服务的企业 已成功开发了已 CAST 968 CAST 1000 为代表的多个系列小卫星和微小卫星公用平台 形成航天东方红、航天恒星等知名品牌。

**卫星业务包含以下三大板块：**

#### (1)系统集成与产品制造

**卫星通信：**信息链批生产任务按计划推进，继续保持信息链领域的优势地位；公安、消防传统卫星通信系统集成以及卫星通信天线产品按计划生产交付；动中通项目、轻型项目获得延续性订单；新签某应急指挥中心平台二期等重点项目。

**卫星导航：**民航北斗追踪监视设备首批加改装订单完成交付；成功中标智能解译、精导地理信息保障系统等项目；获得车辆改装项目等各型北斗导航终端设备生产任务约 2600 台套；获得了特定用户批量北斗通装产品订单；推动实施北斗导航能源安全生产综合监管系统项目。

**卫星遥感：**重点跟踪和推进国际遥感地面站项目，完成委内瑞拉遥感地面站改造等合同签署；以乌拉圭多星一体化气象卫星数据接收处理应用系统、国家民用空间基础设施数据接收系统北极站等为代表的大系统建设任务按计划推进。

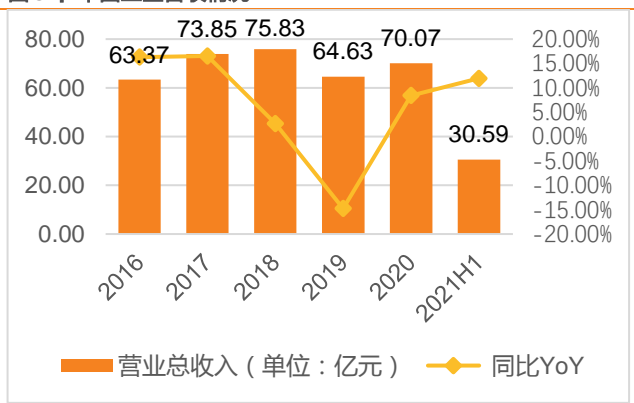
## (2)卫星综合应用与服务

**卫星综合应用：**完成某新区社会治理(二期)项目实施与交付；基于北斗时空基准服务的工业互联网安全保障平台项目、油田宽带卫星通信指挥调度应用系统三期建设项目等 20 余个行业应用项目按计划开展；祁连山国家公园生态环境检测项目完成方案论证和制定工作；成功中标青海湖湿地保护与恢复、某市水库洪水风险图智能决策系统项目。

**无人机系统集成与服务：**新签某无人机检系统、某无人飞行服务等合同。卫星地面运营与服务：成功中标冬奥会信号传输项目，圆满完成“春节”、“两会”、“建党 100 周年”等多项重大安播保障任务，完成共 140 套广播电视节目总计 60 万小时传输，安全播出率达到 99.9999%。

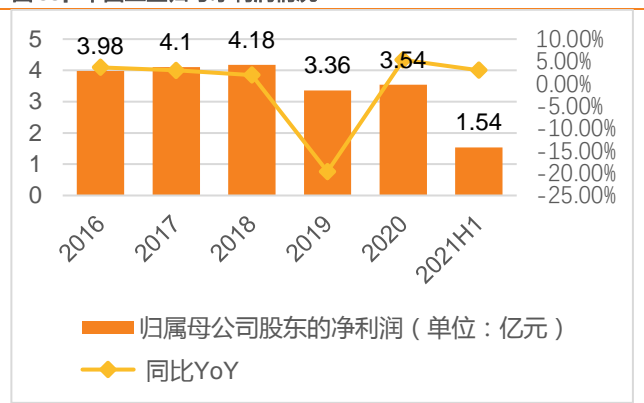
**(3)智慧业务：**互联网医院产品在 2 家医院正式上线运营，增加了特色专科服务、互联网云药房等模块，进一步丰富了便民服务功能；康复软件已完成 1.0 版本开发，目前已在某医院上线运行。

图 57：中国卫星营收情况



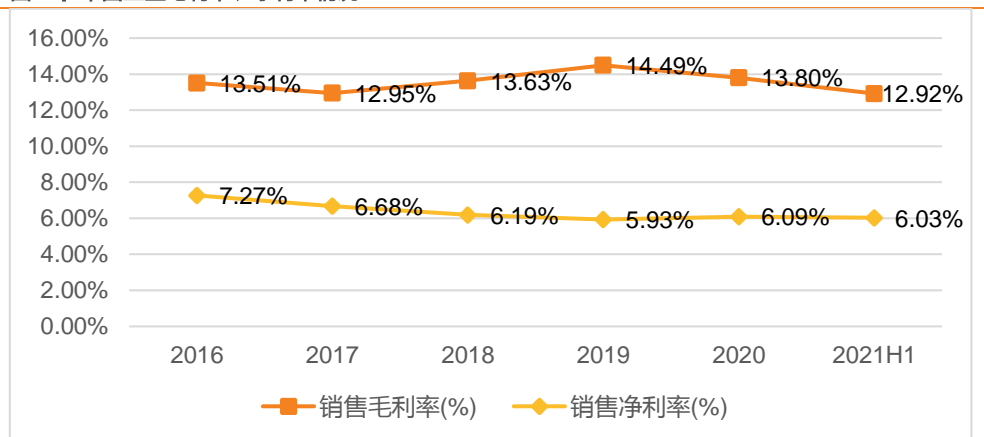
资料来源：Wind，天风证券研究所

图 58：中国卫星归母净利润情况



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 59：中国卫星毛利率、净利率情况



资料来源：Wind，天风证券研究所

**业绩中长期保持稳健。**中国卫星多年来高度聚焦卫星研制及应用 不断开发 升级换代新产品。2020 年公司营收 70.07 亿元 归母净利润 3.54 亿元 其中卫星研制及卫星应用是公司主要业绩贡献来源 2020 年该板块营收占总营收 99%，该板块毛利润占总营收 97%。2021 上半年，公司累计实现营业收入 30.59 亿元，较上年同期增长 11.94%；归属于上市公司股东的净利润 1.54 亿元，较上年同期增长 3.05%。

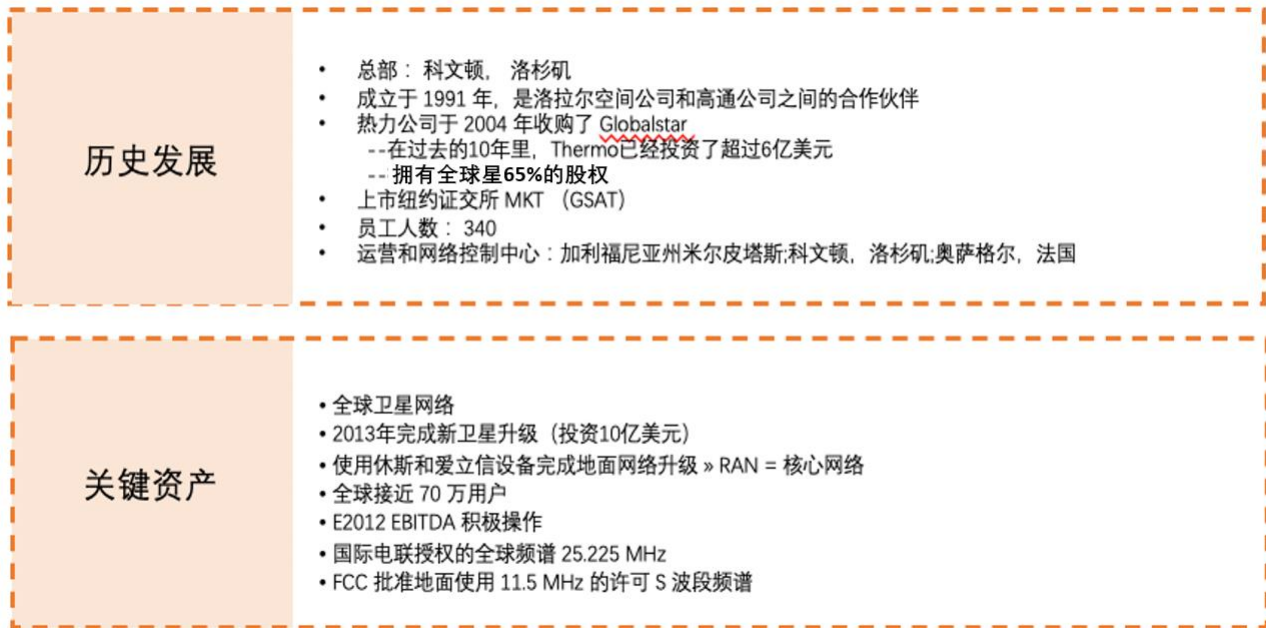
**高通量宽带卫星需求刺激下卫星通信将迎来新风口。**美欧等主要国家近年来加快卫星互联网的部署 SpaceX、OneWeb、Facebook 等科技巨头积极参与 后两者均于 2019 年开始部署近地轨道巨型星。2018 年底我国已发布卫星移动通信终端入网牌照 目前国内卫星主导研发制造为航天科技集团市占率 80 以上公司望充分受益卫星互联网建设产业趋势。



## 6.2. 全球星：成功发射 24 颗低轨卫星，商用 IoT 覆盖面积超过 90%

全球星卫星系统是由美国 Globalstar 公司运营的低轨道卫星移动通信系统，为全球企业、政府和个人用户提供卫星语音、数据移动服务。空间段 48 颗卫星分布在 8 个轨道平面上，可实现全球南北纬 70°之间的全覆盖。地面段主要由关口站、卫星运行控制中心(SOCC)、地面运行控制中心(GOCC)和全球星数据网(GDN)组成。每一个关口站同时与 3 颗卫星通信，并将来自不同卫星数据流的信号进行合成。

图 60：全球星公司历史发展



资料来源：Globalstar 官网、天风证券研究所

全球星卫星星座由 8 架飞机组成，每颗 3 颗卫星，轨道周期为 114 分钟。它具有以下特点：

- (1) 覆盖范围为 70 S 至 70 N；温带地区至少两颗卫星覆盖
- (2) 高信号质量和可用性（动态电源控制，可改变条件，连贯组合可提高信号强度）
- (3) 弯管架构，具有低延迟性并且可以增强服务质量

全球星卫星系统的工作原理为卫星星座通过反射信号从用户终端到网关天线返回链接和从网关天线到用户终端的转发链接进行通信。当卫星从订户处获取信号时，用户由服务网关进行身份验证，连接由公共交换电话网络 ("PSTN") 或公共陆地移动网络 ("PLMN") 与地面有线或无线用户建立连接。数据连接以与语音呼叫类似的方式进行，但通过互联网连接建立数据消息的 Simplex 除外。

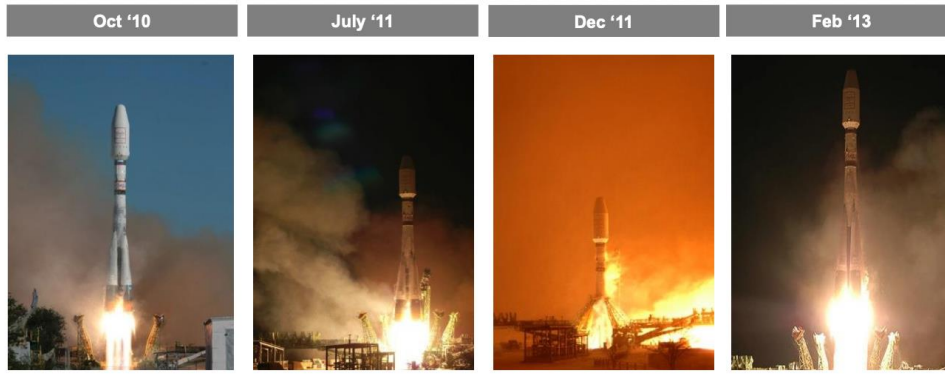
表 10：第一代与第二代卫星对比

|         | 第一代卫星             | 第二代卫星                |
|---------|-------------------|----------------------|
| 卫星寿命    | 7.5 年             | 15 年                 |
| 数据速度    | 9.6kbps (上行和下行链路) | 最高 256kbps (上行和下行链路) |
| 相对系统吞吐量 | 100               | 140+                 |
| 支持网络    | CMDA              | 基于 IP 的 WCDMA        |
| 构建成本    | 大约 50 亿美元         | 大约 10 亿美元            |

资料来源：Globalstar、天风证券研究所

Globalstar 是第一家成功发射第二代 LEO 卫星星座的 MSS 提供商，比其竞争对手提前了几年。全球星成功发射了 4 次卫星，自 2013 年 8 月以来所有卫星均提供全面商业服务，具有 15 年的寿命。

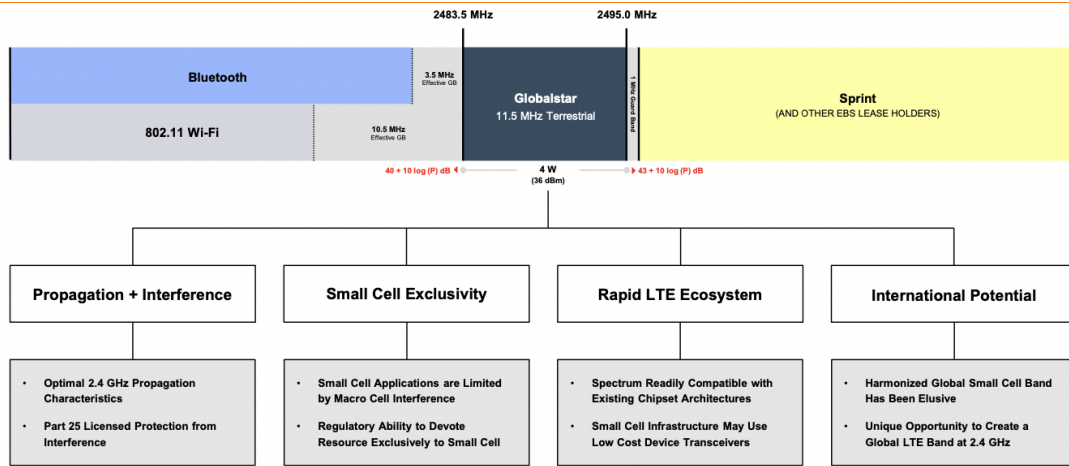
图 61: 全球星成功发射 4 次卫星



资料来源: Globalstar Overview, 天风证券研究所

作为 LTE 网络的资源, Globalstar 2.4 GHz 在支持小蜂窝部署方面独树一帜。该频段具有物理、监管和生态系统性质, 可将其与其他当前和预期配置区分开来。全球星陆地系统在整个美国提供 1150 万兆赫 (37MHz-POP)。

图 62: Globalstar terrestrial band 及其应用

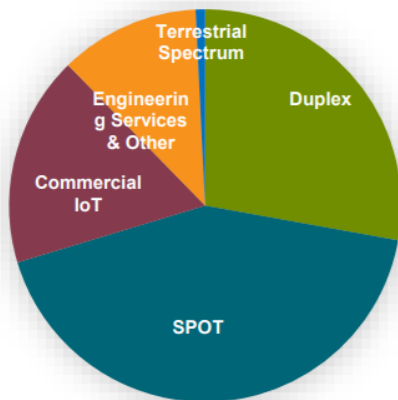


资料来源: Globalstar、天风证券研究所

全球星 2020 发展情况, 及 2021 后发展展望:

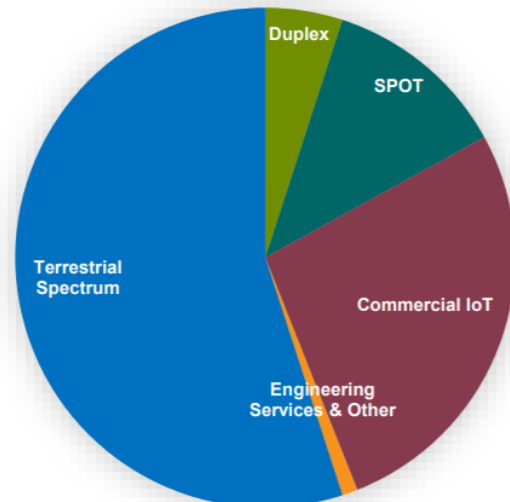
- 1) 全球星使用 Gateway 跟直接连 (第二代)
- 2) 全球星已发射 24 颗第二代 LEO (低轨卫星)

图 63: 全球星 2021 发展情况占比



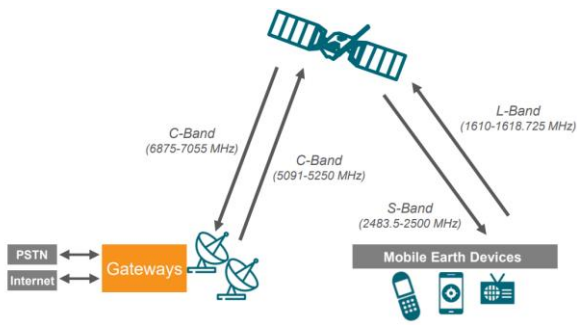
资料来源: Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

图 64: 全球星未来发展占比规划



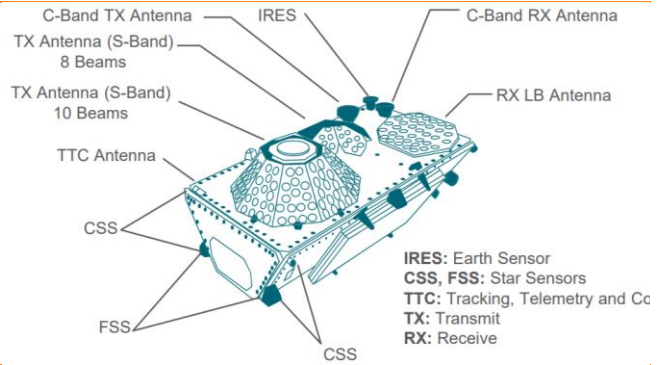
资料来源: Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

图 65: 全球星使用 Gateway



资料来源: Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所











图 66: 全球星使用第二代



资料来源: Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

全球星 2020 年产品一览: 商用 IoT 为主, 其他产品包括 SPOT、Duplex 等

图 67: 全球星产品一览

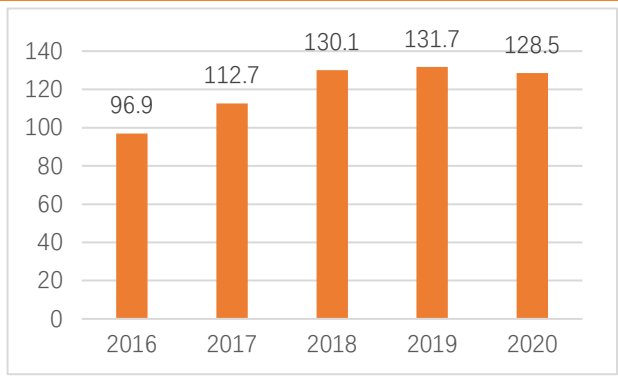
| Commercial IoT   |  |  |  |  |  | Consumer / SPOT  |   |   | Voice & Data / Duplex  |
|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|
| STX-3  | SmartOne C   | SmartOne Solar   | ST-100   | ST-150   | 2-Way Board  | SPOT Trace   | SPOT X  | SPOT Gen4   | GSP 1700 Phone   |
|   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Company's smallest M2M satellite transmitter</li> <li>Integrated by VARs and OEMs into M2M solutions</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tracking of assets</li> <li>Line powered or battery powered</li> <li>Utilizes motion sensors and GPS to gather and transmit telemetry data</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tracking of assets</li> <li>Solar power recharges batteries providing 8+ years of usable service</li> <li>Bluetooth capabilities for indoor tracking</li> <li>ATEX and Intrinsically Safe certifications</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Latest satellite transmitter designed for rapid development by 3rd party companies</li> <li>Low costs, reliable, complete one-way data module</li> <li>Battery and solar connections</li> <li>Bluetooth technology</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Currently under development, expected launch in late 2021</li> <li>Functionality of ST-100 with finished product form factor</li> <li>Partner-friendly apps and infrastructure</li> <li>Board development refreshed from ground up</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Currently under development, expected launch in first half 2022</li> <li>Competitively positioned in all product specifications</li> <li>Ability to track and control assets</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tracking of assets beyond terrestrial coverage</li> <li>Anti-theft device</li> <li>Quick, easy, and inexpensive attachment to assets for both commercial and consumer applications</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Two-way messaging with SPOT tracking and emergency capabilities</li> <li>Keyboard functionality</li> <li>Send and receive SMS</li> <li>Only fully integrated (single device) two-way messaging device on market</li> <li>Bluetooth technology</li> <li>Available in Jeep special edition device</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Next generation SPOT Satellite GPS Messenger</li> <li>More tracking features with enhanced mapping interface</li> <li>Improved product specs for water resistance</li> <li>Available in Jeep special edition device</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Full voice / data capabilities</li> <li>GSP-1700 - commercial / government market</li> <li>Highest quality voice service</li> </ul> |
| <p>Monthly ARPU: \$3<br/>Avg. Subs: 414k</p>   |  |  |  |  |  | <p>Monthly ARPU: \$14<br/>Avg. Subs: 268k</p>  |   |   | <p>Monthly ARPU: \$56<br/>Avg. Subs: 50k</p>   |

资料来源: Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

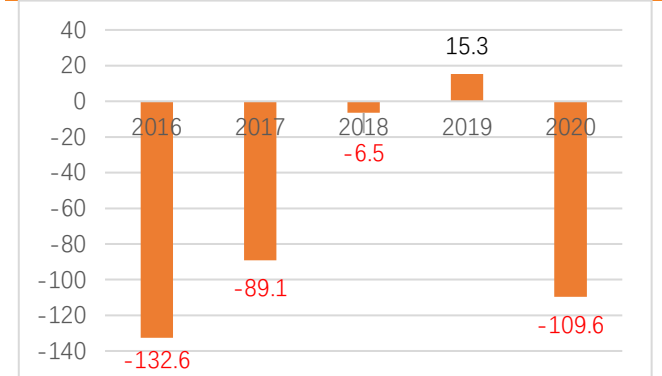
全球星在 2020 年实现了整体盈利能力的提高, 调整后的税息折旧及摊销前利润较 2019 年增长了 12%。公司收入分为服务收入和设备收入。公司利用卫星和地面网络的技术为客户提供服务, 通过在网络上工作的设备的销售来获得设备收入。2020 年, 公司总收入从 2019 年的 1.317 亿美元减少了 320 万美元, 至 1.285 亿美元。总收入的下降主要是由于一项调整造成的, 该调整使 Duplex 服务收入在 2019 年增加了 390 万美元, 但公司整体盈利能力在 2020 年得到了提高。同时, 在 2021 年 3 月, 公司宣布行使剩余的第三留置权, 这提供了总计 4730 万美元的资金。这些收益被用来支付本金在我们的第一留置权贷款协议。该协议下的剩余未偿金额目前约为 8400 万美元, 其中 5800 万美元将于 2022 年 12 月 31 日到期。在未来 12 个月里, 公司按期本金还款将不足 600 万美元。

图 68: 全球星营收情况 (单位: 百万美元)

图 69: 全球星净利润情况 (单位: 百万美元)



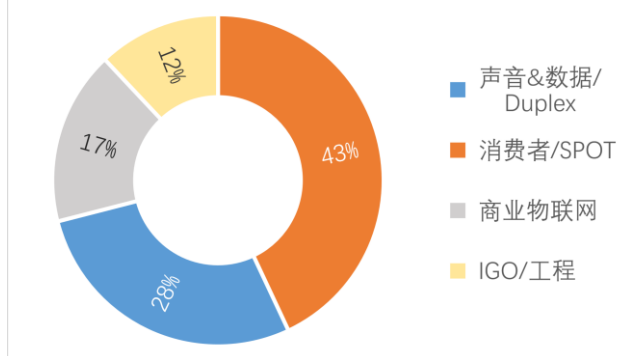
资料来源：全球星 2020、2018 年年报、天风证券研究所



资料来源：全球星 2020、2018 年年报、天风证券研究所

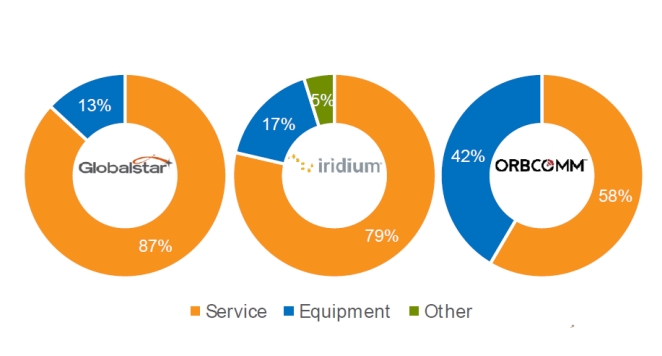
2020 公司营收占比主要分为四大板块，SPOT 占比最高微 43%，声音+数据 Duplex 占比 28%，具体如下图。商业物联网部分 5 年年复合增长率为 14%，主要原因在于重工业领域的应用快速增长；因石油和天然气行业的低迷而减少的增长以及未来“双向”物联网终端带来的增长潜力。消费者/SPOT 部分 5 年复合增长率为 7%，主要原因在于高 ARPU 双向通讯产品的增长推动收入增长以及促销和灵活定价带来的子增长。由于产品重新聚焦于手机设备，语音&数据部分 5 年复合增长率为 4%。

图 70：2020 年收入拆分（按业务类型）



资料来源：Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

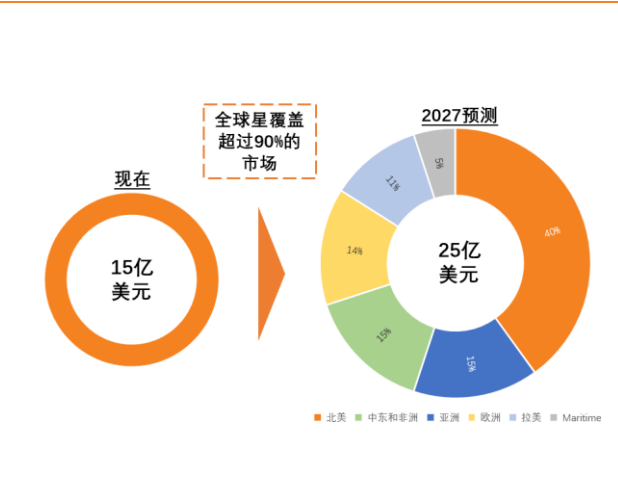
图 71：经常性服务收入高于同行的百分比



资料来源：Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

全球星截至 2020 年覆盖超过 90%的物联网市场，预计 2027 年物联网市场将从目前的 15 亿美元增长到 25 亿美元，全球星发展空间广阔。

图 72：全球星在物联网未来发展空间广阔



资料来源：Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

图 73：全球星未来发展广阔



资料来源：Global Star Burkenroad Reports、天风证券研究所

地面频谱许可和商业化并驾齐驱，与高通的合作将扩展潜在的设备生态系统。

2020 年 11 月，全球星在加拿大、巴西和肯尼亚的地面授权上取得了巨大进展。这三个国家新增覆盖人口 3 亿和 37 亿 MHz-Pop。这使得我们的陆地总权限超过 90 亿 MHz-



PoPs, 覆盖总人口约 7 亿。2021 年 2 月, 全球星宣布高通将在 X65 5G 旗舰调制解调中加入 Band n53。通过在高通的调制解调器中为 n53 提供全球 5G 频段支持, 全球星潜在的设备生态系统得到显著扩展。

### 新产品研发持续投入布局, 拓展在卫星物联网产业中的实力。

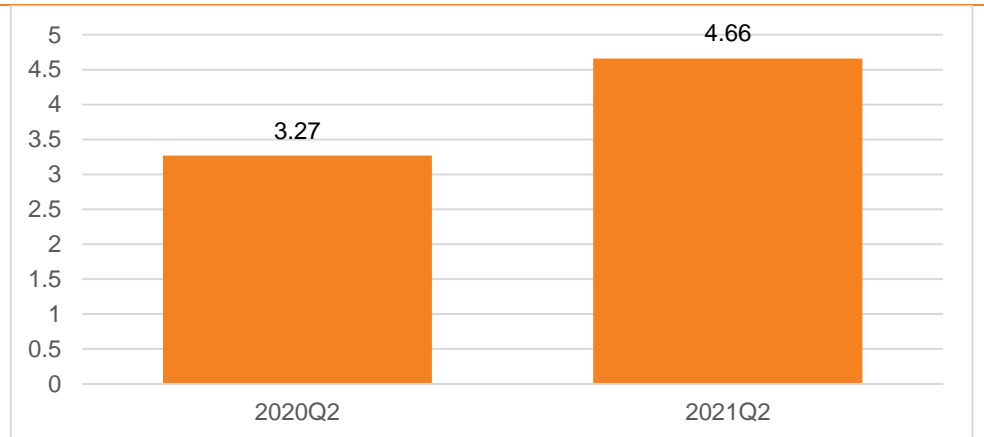
2020 年 5 月, 全球星推出了第一款吉普授权产品——SPOT X 吉普版, 双向卫星信使。该产品在帮助提升在越野冒险市场中的品牌知名度方面发挥了关键作用, 使 SPOT 接触到充满激情的潜在用户。2020 年 6 月, 全球星推出了 ST100 卫星发射机。这种轻量级的一体式商用物联网板为所有 OEM 提供 SATCOM 集成功能。

2020 年 8 月, 全球星推出了最新一代卫星消息设备 SPOT Gen4。这款最新的 SPOT 设备为用户提供了更多的跟踪功能和新的增强型映射界面, 改进了防水产品和有皮带的岩钉钢环以完成现代工业设计。2020 年 10 月, 第二款吉普授权和联名的产品 SPOT Gen4 吉普特别版卫星信使正式发布, 将 SPOT 带给各地的吉普车爱好者。

全球星 2021 年第二季度的总收入较 2020 年第二季度略有下降。用户设备销售产生的较高收入被较低的服务收入所抵消。用户设备收入与 2020 年第二季度相比增加了 140 万美元。收入增长的大部分是由更高的商业物联网销售量推动的。商业物联网销售收入增加了一倍多, 每种设备类型的销售量都比去年同期多。随着公司继续扩大零售商分销渠道并体验对我们 SPOT 产品不断增长的需求, 来自 SPOT 设备销售的收入也显著增加, 2021 年第二季度收入同比增长 32%。

公司将卫星业务转变为以物联网为重点的服务的计划, 正在推出的新产品将满足物联网的发展空间。频谱的发展也非常迅速, 它的潜力日益显现。在诺基亚、Airspan 和 XCom 继续寻求 Band 53 机会的同时, 公司在不断增长的 Band 53 支持者名单中加入了一家大型全球系统集成商。公司在非洲的一个大型采矿综合体中部署了第一个盈利性质的私人网络, 并与整个非洲大陆的几个大型潜在合作伙伴取得了进展。

图 74: 用户设备收入 (百万美元)



资料来源: 全球星 2021 年二季报、天风证券研究所

## 6.1. 铱星: 具备先发优势, 铱星二代系统通信能力大幅提升

铱星通信为全球覆盖的语音和数据卫星通信的唯一商业供应商。铱星公司的 L 波段卫星网络还为移动资产提供可靠的服务, 这些移动资产被地面无线和有线网络部分覆盖或者无法覆盖。作为一名技术创新者和市场领导者, 铱星公司能够实时地将人、组织和资产连接到任何地方。

铱星公司卫星系统的架构是 66 颗低地球轨道(LEO)卫星作为一个完全网状、交叉连接的网络运行。该网络的独一无二的架构最大限度地减少了对本地地面基础设施的需求, 并

促进了服务的全球覆盖，使没有实体存在的地区能够连接起来。2019年2月，公司完成了 Iridium NEXT 计划，用先进的新卫星取代了第一代星座，为新产品提供了更大的容量和更高的数据速度。

**公司市场壁垒较高，伴随数字鸿沟、物联网等需求，未来前景可期。** 铱星公司处于一个具有吸引力且不断增长、进入壁垒高、竞争态势有利的市场竞争。公司受益于一个庞大的、高利润的经常性服务收入基础，并有着主要由固定成本基础设施创造的显著的运营杠杆。公司预计，创新的新产品和由本公司升级的卫星星座支持的服务将带来可观的新收入和用户增长。不断增长的移动普及率将为移动卫星服务行业创造额外的需求。GSM 协会 2020 年的一项研究预计，到 2025 年，不包括蜂窝物联网的独特移动连接将达到 52 亿。

#### 铱星系统已发展了两代：

**铱星一代系统建设投资共计 75 亿美元**，于 1997 年 5 月铱星系统第一次发射，1998 年 5 月完成组网并投入商业运营。2000 年 3 月，铱星公司由于背负 40 亿美元债务，宣告破产，后于 2001 年被新铱星公司以 2500 万美元的价格收购并重新投入运营。铱星一代系统的主要业务类型为语音、短信、电路交换和数据通信等。

**铱星二代系统计划投资 30 亿美元**，建造 81 颗卫星，其中，66 颗卫星组网，6 颗卫星在轨备份，9 颗卫星地面备份。铱星公司已于 2015 年 10 月发射第一、第二颗下一代铱星 (Iridium Next)，2018 年，“下一代铱星” (Iridium NEXT) 系统完成 3 批次共计 25 颗卫星的部署，标志着为期 2 年的更新换代工作即将完成。

**下一代铱星是第二代铱星系统，由星间链路连接的低地球轨道卫星形成一个全球天基网络**，提供高质量语音、数据通信，覆盖包括大洋、极地区域在内的整个地表范围。卫星提供 L 频段 1.5 Mbps 和 Ka 频段 8 Mbps 的高速服务。卫星搭载的载荷除通信载荷外，还有广播式自动相关监视技术 (ADS-B) 载荷，主要用于飞机飞行监视和追踪飞机位置报告，以及导航增强载荷。2019 年 1 月 11 日，第 8 批下一代铱星卫星搭载 SpaceX 公司火箭成功进入低地球轨道，标志着由 75 颗卫星构成的新一代星座完成部署。

图 75：下一代铱星卫星



资料来源：全球低轨卫星星座发展研究，作者方芳、吴明阁、天风证券研究所

**铱星二代系统不仅支持一代系统的全部应用，同时还在通信能力方面有了很大提升：**

- 1)采用增强性语音通信技术，通话更清晰；
- 2)星体装载了 ADS-B 转发器，能够接收和转发飞机位置，支持全球航空监视和通信；
- 3)星体新增了 AIS 载荷，能够提供全球船舶监视和通信服务；
- 4)整体通信容量增加一倍；
- 5)新一代 IP 构架使得数据带宽从一代 2.4kbit/s 演变至二代的 16kbit/s，最高可达到 1.5Mbit/s。

表 11：第一代铱星系统和第二代铱星系统对比

| 比较项目 | 第一代铱星系统 | 第二代铱星系统 |
|------|---------|---------|
|------|---------|---------|

|      |   |   |
|------|---|---|
| 星座数量 | 66 颗 LEO 卫星   | 66 颗 LEO 卫星   |
| 质量   | 约 670 kg  | 860 kg  |
| 容灾备份 | 6 颗在轨备用卫星   | 6 颗在轨备用卫星、9 颗地面备用卫星   |
| 用户容量 | 200 万用户容量   | 300 万用户容量   |
| 数据带宽 | 语音：2.4 kbit/s<br>电路交换数据：2.4 kbit/s<br>数据传输（海洋 / 陆地 / 航空器）：<128 kbit/s<br><br>最高 128 kbit/s 的 L 波段数据速率 | 语音(MOS 3.5)：2.4 kbit/s<br>L 频段低速数据：9.6 ~ 64 kbit/s<br>数据传输（海洋 / 陆地 / 航空器）：128 ~ 512 kbit/s<br>L 频段高速数据：512kbit/s ~ 1.5Mbit/s<br>广播：64 kbit/s<br><br>语音和数据业务：2.4 kbit/s~1.5 Mbit/s<br>高速数据业务：10 Mbit/s(便携式终端)、30 Mbit/s(运输式终端) |
| 服务范围 | 全球覆盖  | 全球覆盖  |
| 服务内容 | 高通话质量   | 增强的通话质量、端到端 IP 技术   |
| 特点   | 高可靠性和低时延性   | 高可靠性和低时延性   |
| 优势对比 |   | (1) 带宽灵活分配<br>(2) 私有网络网关<br>(3) 兼容现有手机和其他设备<br>(4) 设计支持主机二级载荷   |

资料来源：低轨道卫星通信与物联网应用研究，作者刘洋等、卫星移动通信发展现状及展望，作者吕子平等、天风证券研究所

**铱星战略布局物联网系统:** 在 L 频段 10.5MHz 频带内按 FDMA 方式划分为 12 个频带，在此基础上再利用 TDMA 结构，帧长 90ms，每帧可支持 4 个 50kbps 用户连接。

图 76：铱星物联网系统



资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

图 77：铱星物联网系统

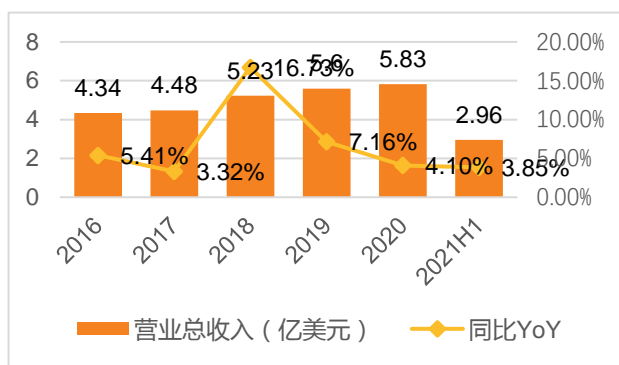


资料来源：《“天通一号”卫星移动通信系统发展与物联网应用》、王艳君，天风证券研究所

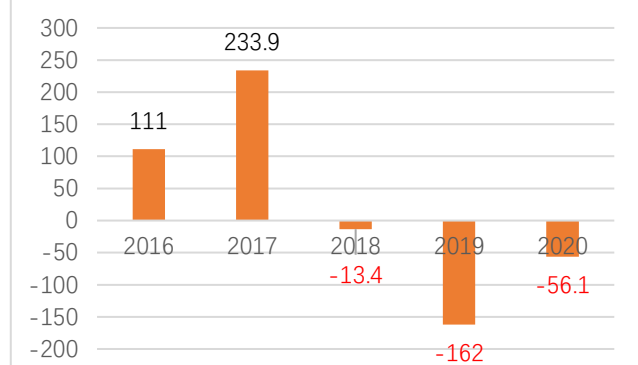
公司营业收入逐年增长，2020 年实现了创纪录的 5.834 亿美元总收入，净亏损相比于去年大幅收窄。2020 年，由于数据服务收入以及商业宽带收入较上年同期均有增加，商业总收入增加了 1220 万美元，增幅为 3%。得益于消费者个人通信设备的持续强劲增长，商业物联网数据计费用户增长了 20%，部分抵消了 ARPU 下降的影响，这部分收入同比增长 60 万美元，增幅为 1%。由于疫情造成的移动限制导致订户和使用量减少，商业语音和数据收入较上年同期减少 450 万美元。2020 年度净亏损同比减少，原因在于偿清 8150 万美元的债务，总收入的增加以及利息费用的减少综合导致。

图 78：铱星营收情况（单位：百万美元）

图 79：铱星净利润情况（单位：百万美元）

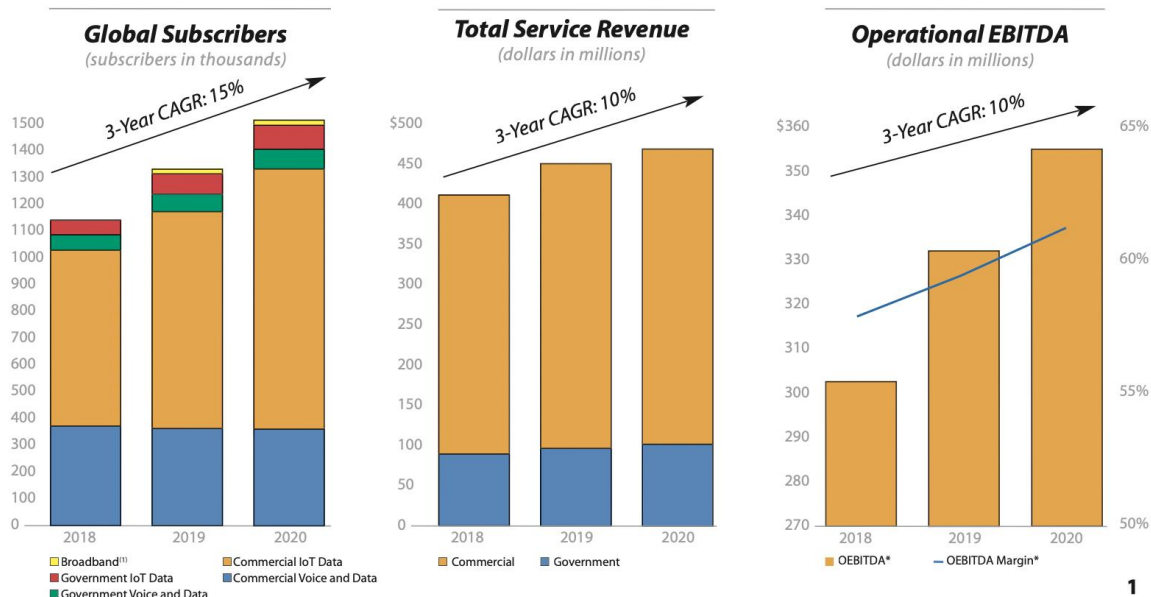


资料来源：铱星 2020 年年报、天风证券研究所



资料来源：铱星 2020 年年报、天风证券研究所

图 80：铱星全球订阅用户、总服务收入及 Operational EBITDA 均稳步增长



资料来源：铱星 2020 年年报、天风证券研究所

### 铱星 2021 二季度业务亮点

商业服务收入为 9560 万美元，比去年同期增长 8%，原因是物联网、宽带和语音和数据服务的收入增加，抵消了较低的托管有效载荷和其他数据服务。

随着季节性业务的回归，商业语音和数据用户比去年同期增长 5%，达到 365,000 名。第二季度，每位用户的商业语音和数据平均收入（“ARPU”）保持在 40 美元。

商业宽带收入增长 25%至 1060 万美元，而去年同期为 850 万美元。这一增长主要归因于 IridiumCertus® 宽带服务的持续采用。第二季度商业宽带每用户平均收入（“ARPU”）为 289 美元，而去年同期为 258 美元。

铱星的商业业务在本季度结束时拥有 1,463,000 名可计费用户，而去年同期为 1,223,000 名，高于截至 2021 年 3 月 31 日的季度的 1,365,000 名。截至本季度末，物联网数据用户占可计费商业用户的 74%，高于去年同期的 71%。

第二季度的政府服务收入为 2580 万美元，而去年同期为 2500 万美元，反映了公司根据 EMSS 合同收入的首次增长。铱星的政府业务在本季度结束时拥有 153,000 名订户，而去年同期为 139,000 名，并且与截至 2021 年 3 月 31 日的季度持平。截至 2021 年 6 月 30 日，政府语音和数据用户比去年同期增长 7%，达到 64,000。政府物联网数据用户同比增长 13%至 89,000，占政府用户总数的 58%，高于去年同期的 57%。

第二季度的设备收入为 2180 万美元，而去年同期为 1980 万美元。



第二季度的工程和支持收入为 680 万美元，而去年同期为 700 万美元，这主要是由于合同工作的间歇性

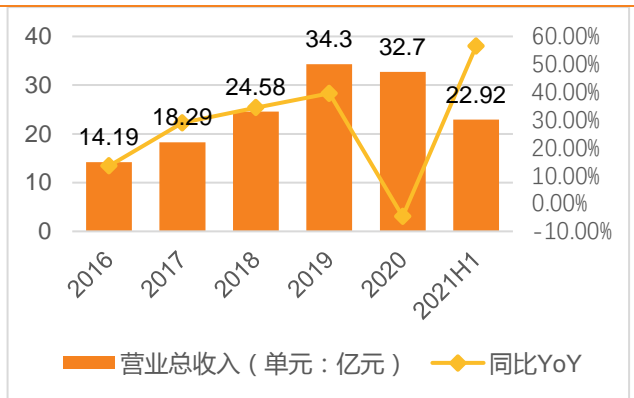
### 6.1. 紫光国微：国产 FPGA 领先厂商，特种集成电路持续扩品类

紫光国微于 2001 年 9 月在河北省注册成立，是国内压电石英晶体元器件领域的领军企业，于 2005 年在深圳证券交易所中小板上市（股票简称：晶源电子，股票代码：002049），是同行业第一家上市公司。公司 2012 年以来主要通过外延并购、战略合作、设立子公司等方式进军集成电路领域，渗透部分细分领域。集成电路领域的主要业务有：**智能安全芯片业务、特种集成电路业务、存储器芯片业务（即将剥离）、FPGA 业务和半导体功率器件业务。**

**致力成为安全芯片领导者，积极布局 FPGA。**公司于 2018 年 10 月 12 日发布公告称，董事会同意公司将全资子公司西安紫光国芯半导体有限公司 100% 股权以 2.2 亿转让给间接控股股东紫光集团有限公司下属全资子公司北京紫光存储科技有限公司，以减轻上市公司的资金投入压力，改善公司财务状况和盈利能力，意味着其将剥离 DRAM 存储器芯片业务，从此专注于安全芯片设计领域，致力成为“安全芯片领导者”，同时积极布局 FPGA、特种集成电路、半导体功率器件等领域。

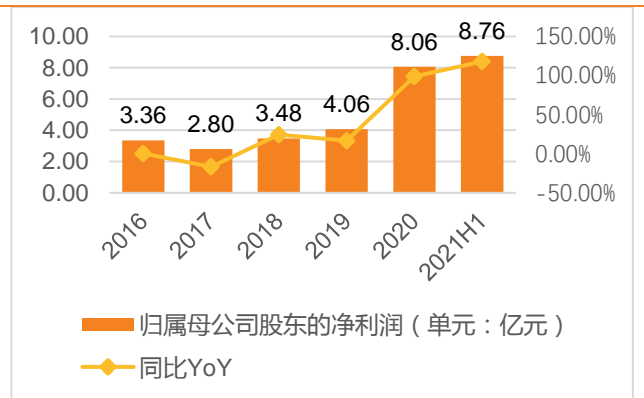
**大规模 FPGA 研发进展顺利，中小规模 FPGA 多款产品逐步成熟、稳步上量发货**深圳市紫光同创电子有限公司为公司参股子公司，专业从事可编程逻辑器件（FPGA、CPLD 等）研发与生产销售。2021 年上半年，紫光同创完成新一轮增资，持续加大研发投入。大规模 FPGA 研发进展顺利，中小规模 FPGA 多款产品逐步成熟、稳步上量发货，并在视频图像处理、工控和消费市场领域取得了重要进展。已初步完成新一代技术创新产品可编程系统平台芯片 SoPC 的规划工作，第一代 SoPC 产品开始研发，内嵌处理器、可编程模块、高速接口及多种应用类 IP 等丰富资源，拥有基础版、边缘版、云计算版等多个子系列产品分支，为嵌入式终端、边缘计算、云计算加速等特定领域提供深度优化的极具竞争力的系统级解决方案

图 81：紫光国微营收情况



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 82：紫光国微净利润情况

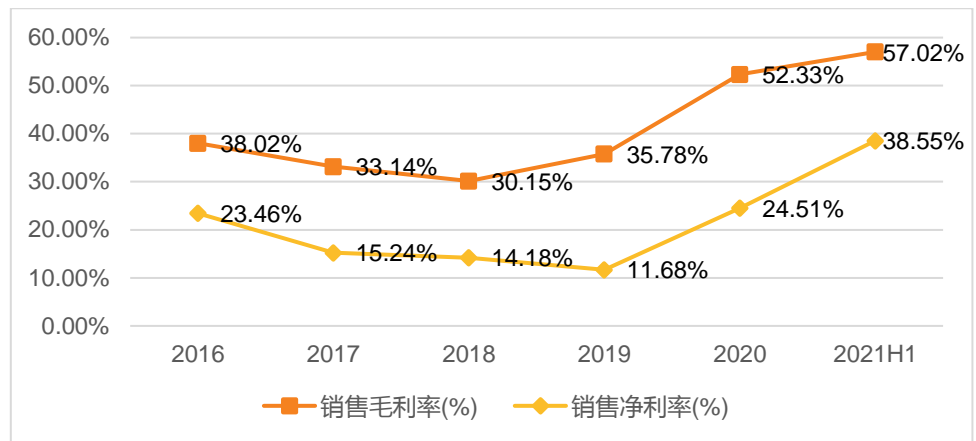


资料来源：Wind，天风证券研究所

**特种集成电路持续扩品类，横向扩张带来持续高增长：**公司 2021 上半年特种集成电路营收达 13.70 亿，同比增长 69.91%，营收占比 59.77%，毛利率同比略降至 76.77%。FPGA 业务方面，公司新一代的 2x 纳米的大容量高性能 FPGA 系列产品获得了市场的广泛认可，在信号处理、信息安全、网络互联、自动控制等重要领域继续保持领导地位。此外，公司在存储、总线、接口、SoPC、电源芯片、电源模组、电源监控、数字电源、高性能时钟、高速高精度 ADC/DAC、保护电路、隔离芯片、传感器芯片等产品上陆续取得进展，公司不断扩张产品种类，新产品有望在十四五期间为公司提供持续的高增长动能。

2021 年上半年，公司实现营业收入 22.92 亿元，较上年同期增长 56.54%；实现归属于上市公司股东的净利润 8.76 万元，较上年同期增长了 117.84%。

图 83：紫光国微毛利率、净利率情况

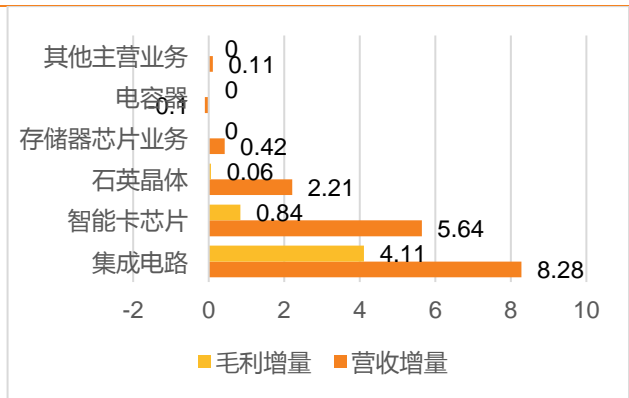


资料来源：Wind，天风证券研究所

集成电路业务实现营业收入 21.41 亿元，占公司营业收入的 93.43%，电子元器件业务实现营业收入 1.29 亿元，占公司营业收入的 5.65%。截至 2021 年 6 月 30 日，公司总资产 100.69 亿元，同比增长 32.01%；归属于上市公司股东的所有者权益 61.66 亿元，同比增长 24.26%。

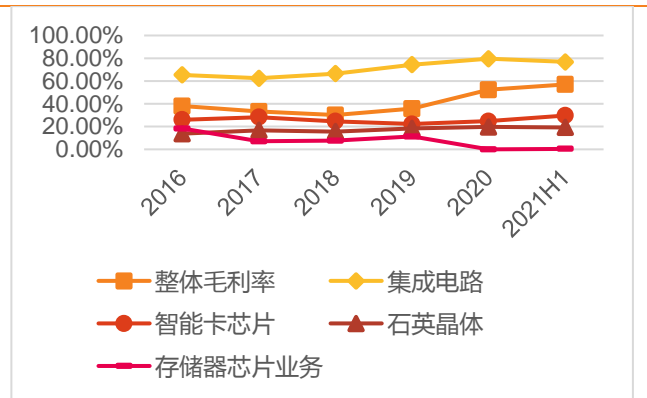
2021 年上半年公司所处各细分行业均呈现高景气度，下游需求旺盛，主要业务板块订单饱满，经济效益显著。其中，特种集成电路持续深耕产业链，各产品系列的研发工作和市场销售均有亮眼的表现，产品质量与生产效率持续提升，产品应用领域和客户不断扩充，优质大客户的数量继续大幅增加，保持了营收规模和利润的高速增长。智能安全芯片业务积极拓展创新市场，除身份识别安全产品持续稳定供应外，在电信 SIM 卡、金融支付和汽车电子领域均有新突破，整体业务发展态势良好，行业地位进一步巩固。

图 84：21H1 各板块收入与毛利（亿元）增量



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 85：公司各业务毛利率



资料来源：Wind，天风证券研究所

## 6.1. 复旦微电：以 FPGA 为矛，进入高速成长期

国内最早推出亿门级 FPGA，大客户布局低轨卫星。公司 FPGA 技术在国内处于领先地位，目前已可提供千万门级 FPGA 芯片、亿门级 FPGA 芯片以及嵌入式可编程器件（PSoC）共三个系列的产品。亿门级 FPGA 基于 28nm 工艺制程，是国内最早研制成功的亿门级 FPGA 芯片，凸显技术实力，PSoC 采用 28nm 工艺制程，目前已经研发成功，正在样片测试，内嵌大容量 eFPGA 模块，并配置 APU 和多个 AI 加速引擎，可广泛用于高速通信、信号处理、图像处理、工业控制等应用领域。

FPGA 业务为矛，5G+AI 提升 FPGA 需求，公司进入高速成长期。

1) 5G 带来的量价齐升：由于 5G 信号衰减较快，未来基站建设量较 4G 时期增长明显，同时 5G 单基站 FPGA 用量有望从 4G 时期 2-3 块提高到 5G 时期 4-5 块。FPGA 主要用在收发器的基带中，5G 时代由于通道数的增加，计算复杂度增加，所用 FPGA 的规模将增加，由于 FPGA 的定价与片上资源正相关，未来单价有望进一步提高。

2) AI 促进市场规模快速提升：得益于 FPGA 并行性和低延时性的优势，FPGA 在数据中

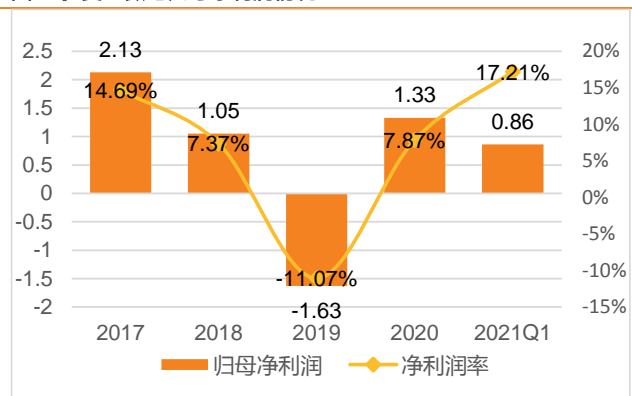
心运算方面上主要用作加速卡，在服务器中与 CPU 进行配合，根据 Semico Research 的数据，人工智能领域的 FPGA 市场规模 2023 年有望达 52 亿美元，五年复合增速有望达 38.4%。

图 86: 复旦微电营收情况



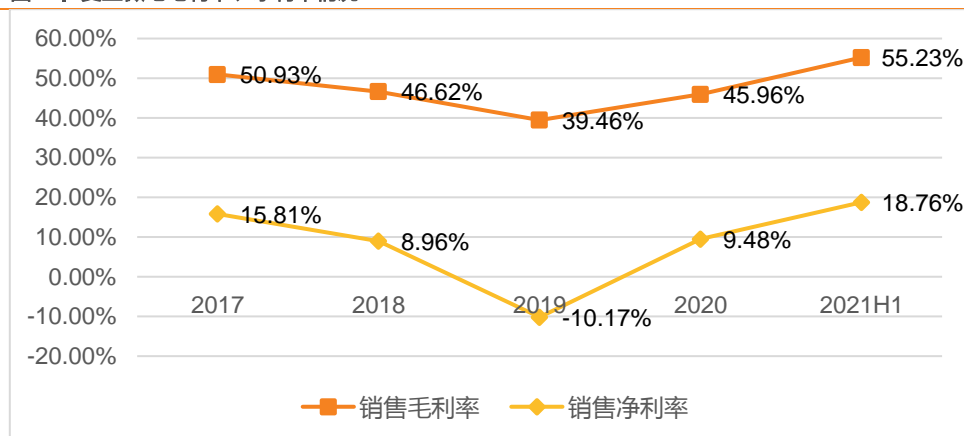
资料来源: Wind, 天风证券研究所

图 87: 复旦微电归母净利润情况



资料来源: Wind, 天风证券研究所

图 88: 复旦微电毛利率、净利率情况



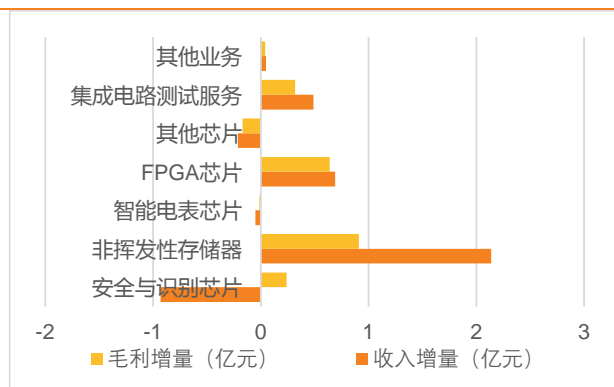
资料来源: Wind, 天风证券研究所

**FPGA 及其他芯片快速增长，国产替代需求迫切。**上半年 FPGA 及其他芯片营收增长 132.72%，是公司毛利率最高的产品。上半年 FPGA 的高增长正如我们所料，公司 FPGA 技术在国内处于领先地位，2018 年发布了采用 28nm 工艺制程的亿门级 FPGA 产品，产品包含 700k 左右容量的逻辑单元，SerDes 模块最高支持 13.1Gbps，目前亿门级 FPGA 芯片技术趋于成熟，达到终端客户预期，需求量显著上升，PSoC 采用 28nm 工艺制程，目前已经研发成功，正在样片测试。FPGA 市场国产替代需求迫切，我们看好公司 FPGA 业务的持续高增长，预计 2021 年 FPGA 及其他芯片营收同比增长 152.7%。

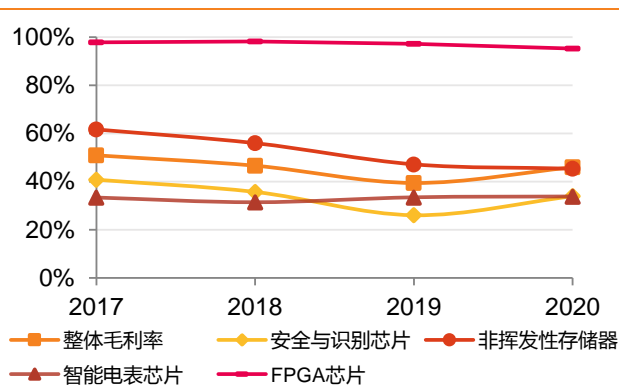
**看好 FPGA 业务持续高增长，预计高毛利业务扩张将为公司带来持续成长动能。**公司是国内领先的 FPGA 厂商，目前已可提供千万门级 FPGA 芯片、亿门级 FPGA 芯片以及嵌入式可编程器件 (PSoC) 共三个系列的产品。FPGA 受到 5G+AI 的需求驱动，2025 年全球市场规模有望达到 84 亿美元，同时国产替代需求迫切，公司 FPGA 业务有望持续高增长

图 89: 2020 年各板块收入与毛利增量

图 90: 公司各业务毛利率



资料来源: Wind, 天风证券研究所



资料来源: Wind, 天风证券研究所

## 7. 风险提示

**空间轨道资源和频谱资源的大量占用。**成千上万颗高速运行的低轨卫星,将使低轨轨道变得“拥堵”,增加了碰撞风险,并且容易造成连锁反应,产生大量空间碎片,对现有航天器带来毁灭性打击。低轨互联网卫星受大气影响,使用寿命普遍比高轨卫星短。如何回收或处理报废卫星也是一大难题。

**大量低轨卫星的出现,同样对天文观测提出了巨大挑战。**据外媒报道,在“星链”计划第二批卫星发射成功后,一些天文学家展示了“星链”卫星在他们观测范围内留下的高亮轨迹,并表达了担忧:低轨运行的卫星亮度远超大部分天文观测目标,拥挤的近地轨道,将使天文观测和科研受到越来越多的光线干扰。同时,这类全球卫星星座计划“天生”就可用于军事,也将构成对空间安全的潜在威胁。着眼未来太空资源的和平开发利用,如何应对其中的一系列潜在安全风险,是一道亟待全人类共同探讨解决的课题。既任重道远,又迫在眉睫。



## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。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。客户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、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估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，天风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。

天风证券的销售人员、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。天风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。天风证券的资产管理部门、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。

## 特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司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。因此，投资者应当考虑到天风证券及/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一参考依据。

## 投资评级声明

| 类别     | 说明                             | 评级   | 体系                |
|--------|--------------------------------|------|-------------------|
| 股票投资评级 | 自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅 | 买入   | 预期股价相对收益 20%以上    |
|        |                                | 增持   | 预期股价相对收益 10%-20%  |
|        |                                | 持有   | 预期股价相对收益 -10%-10% |
|        |                                | 卖出   | 预期股价相对收益 -10%以下   |
| 行业投资评级 | 自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅 | 强于大市 | 预期行业指数涨幅 5%以上     |
|        |                                | 中性   | 预期行业指数涨幅 -5%-5%   |
|        |                                | 弱于大市 | 预期行业指数涨幅 -5%以下    |

## 天风证券研究

| 北京                   | 武汉                   | 上海                   | 深圳                   |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 北京市西城区佟麟阁路 36 号      | 湖北武汉市武昌区中南路 99       | 上海市浦东新区兰花路 333       | 深圳市福田区益田路 5033 号     |
| 邮编：100031            | 号保利广场 A 座 37 楼       | 号 333 世纪大厦 20 楼      | 平安金融中心 71 楼          |
| 邮箱：research@tfzq.com | 邮编：430071            | 邮编：201204            | 邮编：518000            |
|                      | 电话：(8627)-87618889   | 电话：(8621)-68815388   | 电话：(86755)-23915663  |
|                      | 传真：(8627)-87618863   | 传真：(8621)-68812910   | 传真：(86755)-82571995  |
|                      | 邮箱：research@tfzq.com | 邮箱：research@tfzq.com | 邮箱：research@tfzq.com |