

## 行业及产业

### 电子

## 强于大市

一年内行业指数与沪深 300 指数对比走势：



资料来源：聚源数据，爱建证券研究所

### 相关研究

《电子行业周报：AI Glasses 发展或迎来苹果动能》2025-12-30

《爱建电子深度报告：半导体产业的发展复盘与方向探索》2025-12-26

《爱建电子专题报告：存储芯片涨价将延续至 2026 年》2025-12-22

《电子行业周报：TPU 需求上涨带动 Google 产业链发展》2025-12-21

《人工智能月度跟踪：摩尔线程、沐曦股份 IPO 首发成功》2025-12-19

### 证券分析师

许亮  
S0820525010002  
0755-83562506  
xuliang@ajzq.com

### 联系人

朱俊宇  
S0820125040021  
021-32229888-25520  
zhujunyu@ajzq.com

# 卫星通信加速进入发展元年

## ——爱建电子深度报告

### 投资要点：

- **卫星通信将成为传统网络的有益补充。**虽然目前 5G 蜂窝网络已经实现规模化建设，但是全球仍然有超过 20 亿人尚未接入网络。主要原因在于农村偏远地区的覆盖存在技术和成本难题。扩展高速基础设施的成本高、投资回报率低和无法接入电网是农村地区网络基础设施发展的主要障碍，也使得在全球各地农村地区的互联网普及率远低于城市地区。卫星通信不受地形影响、覆盖范围广的优势显现，大型的低轨卫星星座极有可能成为 6G 非地面网络的重要组成部分，在解决通信时延的同时填补地面蜂窝通信覆盖局限。因此，低轨卫星通信可以充分利用其优势，弥补地面蜂窝通信局限，完善全球半数人口的移动互联，实现网络的全球覆盖，完善全球互联生态。近年来，低轨卫星通信已在全球掀起建设热潮。
- **低轨卫星发展迅猛。**BryceTech 数据显示，2024 年全球小型卫星发射数量约为 2790 颗。传统的 5G 蜂窝通信用户下行速率更高，时延更低，可以为更多用户提供更优质的服务。但其缺点在于覆盖范围小，覆盖经济性不如低轨卫星通信。因此，5G 蜂窝网络的高质量服务更适用于人口密集的城市，而低轨卫星则更适合在人口稀少区域以及海洋、空中等陆基蜂窝通信技术无法建设区域的区域。这样更能充分发挥低轨卫星在网络覆盖方面的经济性优势，与 5G 蜂窝通信形成互补。
- **卫星通信与传统 5G 蜂窝网络的对比测算。**以我国标志性的“胡焕庸线”为例，在 2020 年全国人口普查中，“胡焕庸线”东南半壁常住人口规模达 13.18 亿人，陆地面积占比 43.18%，人口密度为 321.87 人/平方公里，而西北半壁常住人口规模仅 0.92 亿人，陆地面积占比 56.82%，人口密度仅 17.23 人/平方公里。通过比较“胡焕庸线”西北半壁与东南半壁使用蜂窝通信与卫星通信的差异可以看出，使用 5G 蜂窝通信在西北半壁会造成很大的通信容量浪费，而在东南半壁使用低轨卫星通信又会造成人均可用容量过低的问题。
- **频谱资源和卫星轨道有限，卫星通信发展亟待加速。**由于频率资源与卫星轨道有限，目前其由联合国的国际电信联盟 (ITU) 统一管理，企业需要上报国家电信主管部门向 ITU 申请，才能批准发放频谱，而目前的国际规则是“先占永得”。根据 ITU 规则，申请相关频率的单位，必须在 7 年内完成卫星发射和信号验证，才能真正拥有该频率的使用权。轨道与频率是卫星互联网先决条件，不可再生，因此需要快速进行卫星部署以抢占有限的近地轨道与频段资源。自 2014 年开始，全球政府对航天事业的支持也不断加大，从 2014 年 42 亿美元增长至 2024 年 135 亿美元。从 2024 年政府航天项目支出来看，中国政府航天项目支出仅次于美国，高于全球其他国家。
- **全球通信卫星百花齐放。**SpaceX 公司的 StarLink 星座已实现卫星组网运营，逐步向全球用户提供卫星宽带服务。OneWeb 公司也已完成卫星星座部署，即将实现全球覆盖。国内同样涌现出一批卫星通信星座规划。自 2015 年以来，航天科技集团提出建设由 300 颗低轨卫星及数据业务处理中心组成的“鸿雁星座”计划，航天科工集团也提出了由 156 颗低轨卫星组成的“虹云工程”计划。银河航天也规划组建“银河 Galaxy”低轨宽带卫星星座，由上千颗低轨通信卫星组成网络星座，与地面 5G 网络融合，面向全球用户提供上网服务。此外，国内还向 ITU 申请了代号为“GW”的 12992 颗卫星的巨型星座计划。
- **投资建议：**随着 StarLink 引领下的全球卫星通信建设热潮进入加速期，特别是国产产业链的技术成熟和政策推动。我们看好 2026 年国产卫星通信产业链的投资机会。
- **风险提示：**可回收火箭发射技术发展尚未成熟；卫星通信市场化发展不及预期；国际通信组织收紧对卫星轨道资源的监管和限制。

# 目录

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>1. 从蜂窝网络到通信卫星 .....</b>    | <b>5</b>  |
| 1.1 传统网络成长乏力 .....            | 5         |
| 1.2 技术与成本制约蜂窝网络覆盖范围 .....     | 5         |
| 1.3 6G 概念提出，推进空天地一体化 .....    | 6         |
| 1.4 卫星通信加速进入发展元年 .....        | 6         |
| <b>2. 卫星通信成本与覆盖优势明显 .....</b> | <b>7</b>  |
| 2.1 卫星通信概述 .....              | 7         |
| 2.2 卫星通信进入加速周期 .....          | 9         |
| 2.3 卫星通信产业市场规模持续壮大 .....      | 11        |
| 2.4 卫星通信成本性能比较 .....          | 14        |
| 2.5 卫星通信产业链 .....             | 17        |
| <b>3. 卫星通信亟待加速发展 .....</b>    | <b>18</b> |
| 3.1 轨道频谱资源有限，低轨卫星发展迫切 .....   | 18        |
| 3.2 国家政策推动卫星通信产业进步 .....      | 19        |
| <b>4. 全球主流通信卫星星座梳理 .....</b>  | <b>20</b> |
| 4.1 Iridium .....             | 21        |
| 4.2 OneWeb .....              | 23        |
| 4.3 StarLink .....            | 25        |
| <b>5. 风险因素 .....</b>          | <b>29</b> |

## 图表目录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 图表 1：2025 全球互联网入网用户占比.....         | 5  |
| 图表 2：中国网民规模和互联网普及率（万人）.....        | 5  |
| 图表 3：全球主要区域城市与农村互联网普及率.....        | 5  |
| 图表 4：全球 5G 网络普及地图.....             | 5  |
| 图表 5：天地一体化通讯网络示意图.....             | 6  |
| 图表 6：2025-2026 年全球卫星通信领域相关梳理.....  | 7  |
| 图表 7：卫星通信系统示意图.....                | 8  |
| 图表 8：卫星轨道分布.....                   | 8  |
| 图表 9：不同轨道卫星视场比较.....               | 8  |
| 图表 10：低中高地球轨道卫星比较.....             | 9  |
| 图表 11：小型卫星发射数量迅速增长.....            | 10 |
| 图表 12：OneWeb 卫星生产流程.....           | 10 |
| 图表 13：一箭多星发展史梳理.....               | 10 |
| 图表 14：重要运载火箭发射成本.....              | 11 |
| 图表 15：SpaceX 火箭发射统计（单位：个）.....     | 11 |
| 图表 16：SpaceX 火箭回收降低成本（单位：万美元）..... | 11 |
| 图表 17：全球航天产业经济规模.....              | 12 |
| 图表 18：1958-2024 年全球在轨活跃卫星统计.....   | 12 |
| 图表 19：2024 年全球航天产业营收构成.....        | 13 |
| 图表 20：2024 年卫星服务收入构成.....          | 13 |
| 图表 21：2024 年地面设施收入构成.....          | 13 |
| 图表 22：2024 年美国在卫星服务的收入占比 66%.....  | 13 |
| 图表 23：我国卫星导航与定位产业产值（亿元）.....       | 14 |
| 图表 24：2024 年卫星导航与定位产业链各环节产值比例..... | 14 |
| 图表 25：StarLink 卫星网络.....           | 14 |
| 图表 26：5G 网络架构.....                 | 14 |
| 图表 27：中国移动 5G 建设成本测算.....          | 15 |
| 图表 28：StarLink 星座成本估计.....         | 15 |
| 图表 29：蜂窝通信与卫星通信能力比较.....           | 15 |
| 图表 30：以“胡焕庸线”为界的中国人口密度图.....       | 16 |

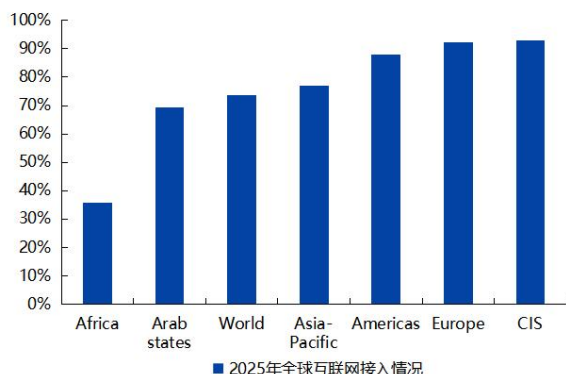
|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 图表 31 : 蜂窝通信与卫星通信覆盖比较 .....                 | 17 |
| 图表 32 : StarLink 提供海上与空中服务 .....            | 17 |
| 图表 33 : 卫星通信产业链梳理 .....                     | 18 |
| 图表 34 : 地球大气层对不同波段信号的吸收 .....               | 19 |
| 图表 35 : 卫星通信用业务频段 .....                     | 19 |
| 图表 36 : 我国各项航天相关策略统计 .....                  | 20 |
| 图表 37 : 国内外卫星星座梳理 .....                     | 21 |
| 图表 38 : 铱星星座示意图 .....                       | 22 |
| 图表 39 : Iridium Next 示意图 .....              | 23 |
| 图表 40 : OneWeb 卫星星座规划 .....                 | 24 |
| 图表 41 : OneWeb 地面站接收天线 .....                | 24 |
| 图表 42 : SpaceX 帮助 OneWeb 公司发射卫星 .....       | 25 |
| 图表 43 : StarLink 星座系统图 .....                | 26 |
| 图表 44 : StarLink 第一批卫星星座轨道规划 .....          | 26 |
| 图表 45 : StarLink 第二批卫星星座轨道规划 .....          | 27 |
| 图表 46 : StarLink 卫星示意图 .....                | 27 |
| 图表 47 : 2019-2024 年 StarLink 发射卫星数量梳理 ..... | 28 |
| 图表 48 : StarLink 卫星型号迭代 .....               | 28 |
| 图表 49 : StarLink v2.0 mini 型卫星 .....        | 29 |

## 1. 从蜂窝网络到通信卫星

### 1.1 传统网络成长乏力

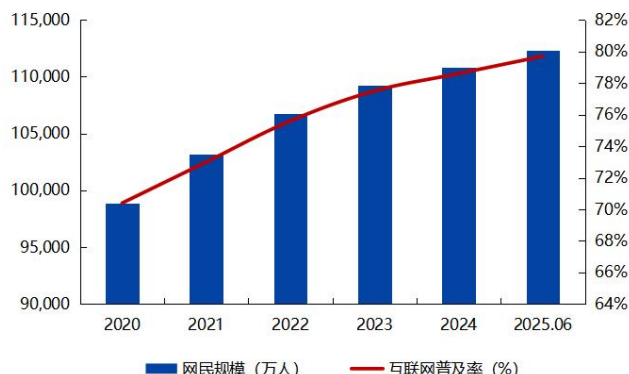
据 ITU 统计数据, 截至 2025 年, 全球已有 73.6%的人口接入互联网, 而仍有 26.4%的人口处于离线状态。分区域来看, 欧洲与独联体国家的互联网用户占比均达到 90%以上; 阿拉伯国家与亚太区域的互联网用户占比均超过三分之二(分别约 70%、77%); 非洲则仅有 36%的人口接入了互联网。

图表 1: 2025 全球互联网接入用户占比



资料来源: ITU, 爱建证券研究所

图表 2: 中国网民规模和互联网普及率 (万人)



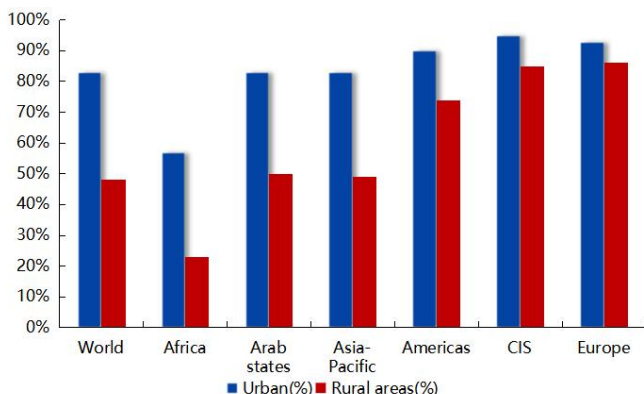
资料来源: CNNIC, 爱建证券研究所

根据 CNNIC 发布的《中国互联网络发展状况统计报告》, 在 2020 年 12 月至 2022 年 12 月期间, 互联网普及率增长 5.2%, 随后增速开始趋于平缓。截止 2025 年 6 月, 我国的互联网网民规模达 11.23 亿人, 普及率达到 79.7%。

### 1.2 技术与成本制约蜂窝网络覆盖范围

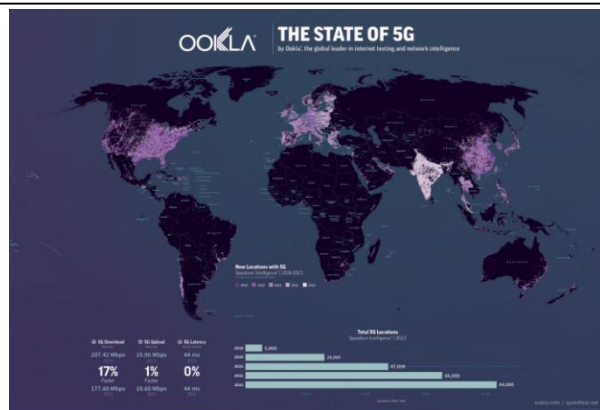
在城市地区, 光纤和同轴电缆等有线基础设施是宽带服务的主要选择, 能够为家庭和商业场所提供质量更高的网络服务, 而在农村地区, 受线缆成本影响, 无线技术通常更具经济效益, 但农村地区电力不足也使得运营商布置通信设施面临困难。扩展高速基础设施的成本高、投资回报率低和无法接入电网是农村地区网络基础设施发展的主要障碍, 也使得在全球各地农村地区的互联网普及率远低于城市地区。

图表 3: 全球主要区域城市与农村互联网普及率



资料来源: ITU, 爱建证券研究所

图表 4: 全球 5G 网络普及地图



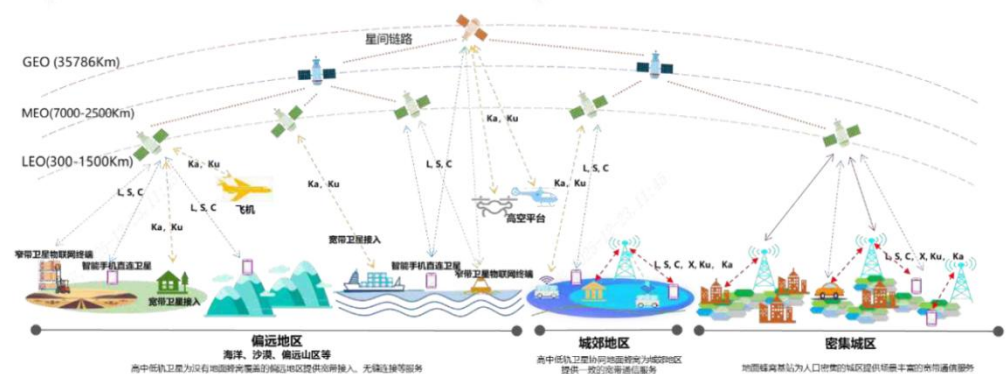
资料来源: CNNIC, 爱建证券研究所

2020 年前后 5G 商用在全球开始快速铺开。根据 Ookla 统计，至 2023 年，全球 5G 网络覆盖地区基本位于北美、欧洲以及亚洲人口密集、经济发达区域，南美洲、非洲、大洋洲等人口稀少、经济落后区域几乎没有 5G 网络覆盖。

### 1.3 6G 概念提出，推进空天地一体化

根据华为《6G：无线通信新征程》白皮书预测，6G 网络将为人与物提供更好的连接，从人联、物联向智联转变，走向智能社会。6G 将整合地面网络和非地面网络，为当前尚未接入网络的区域提供网络连接，实现网络的全球覆盖。

图表 5：天地一体化通讯网络示意图



资料来源：2024 全球 6G 技术大会《天地一体化技术探索与实践》，爱建证券研究所

卫星通信不受地形影响、覆盖范围广的优势显现，大型的低轨卫星星座极有可能成为 6G 非地面网络的重要组成部分，在解决通信时延的同时填补地面蜂窝通信覆盖局限。通过使用非地面网络作为中继链路连接地面基站，6G 网络将能够对偏远地区或船舶、飞机上的人员进行网络服务，使得移动中的用户能够享受到无缝宽带连接，随时随地接入互联网。

因此，低轨卫星通信可以充分利用其优势，弥补地面蜂窝通信局限，完善全球半数人口的移动互联，实现网络的全球覆盖，完善全球互联生态。近年来，低轨卫星通信已在全球掀起建设热潮。

### 1.4 卫星通信加速进入发展元年

2025 年全球主要国家纷纷加码卫星通信领域。国外方面，2025 年 1 月印度成功发射区域导航卫星；2025 年 5 月美国 SpaceX 借助成熟的“猎鹰 9”火箭将 24 颗“星链”卫星送入极地轨道；2025 年 6 月俄罗斯安加拉-A5 火箭首次实载主星发射；2025 年 11 月印度空间研究组织使用重型运载火箭将 4410 公斤的通信卫星送入地球同步转移轨道；2025 年 12 月欧洲伽利略导航系统的两颗卫星由阿丽亚娜 6 号火箭送入轨道。

国内方面，2025 年 3 月使用谷神星一号遥十运载火箭成功发射云遥一号气象星座及中科卫星 AIRSAT 星座 06、07 星；2025 年 4 月成功发射天链二号 05 星；2025 年 7 月 27 日至 8 月 4 日，中国卫星网络集团主导的 GW 星座实现“9 天三发”高密度发射，8 月 17 日再添新组卫星入轨；2025 年 10 月使用长征八号甲运载火箭将卫星

互联网低轨 12 组卫星发射升空；2025 年 12 月长征三号乙运载火箭点火升空，顺利将通信技术试验卫星二十二号送入预定轨道。

**图表 6：2025-2026 年全球卫星通信领域相关梳理**

| 2025 年                              |                                                                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 国外                                  | 2025 年 1 月印度成功发射区域导航卫星。                                                            |
|                                     | 2025 年 5 月 SpaceX 探索技术公司利用“猎鹰 9”火箭将 24 颗“星链”卫星送入极地轨道。                              |
|                                     | 2025 年 6 月俄罗斯安加拉-A5 火箭首次实载主星发射。                                                    |
|                                     | 2025 年 11 月印度空间研究组织 (ISRO) 使用重型运载火箭 LVM3-M5 将一颗重量为 4410 公斤的通信卫星送入地球同步转移轨道。         |
|                                     | 2025 年 12 月欧洲的伽利略 (Galileo) 导航系统的两颗卫星由阿丽亚娜 6 号 (Ariane 6) 火箭送入轨道。                  |
| 国内                                  | 2025 年 3 月中国使用谷神星一号遥十运载火箭成功发射云遥一号 55-60 云遥气象星座，同时还搭载发射了中科卫星 AIRSAT 星座 06、07 星。     |
|                                     | 2025 年 4 月中国成功发射天链二号 05 星。                                                         |
|                                     | 中国卫星网络集团主导的 GW 星座继 2025 年 7 月 27 日至 8 月 4 日实现“9 天三发”高密度发射后；8 月 17 日再添新组卫星入轨。       |
|                                     | 2025 年 10 月中国使用长征八号甲运载火箭，成功将卫星互联网低轨 12 组卫星发射升空。                                    |
|                                     | 2025 年 12 月长征三号乙运载火箭点火升空成功，将通信技术试验卫星二十二号顺利送入预定轨道。                                  |
| 2026 年                              |                                                                                    |
| 国外                                  | Amazon (Kuiper) 目标 2026 年部署 578 颗卫星以启动客户服务，2029 年完成全部星座。                           |
|                                     | SpaceX 星链 (Starlink) 计划 2026 年将五艘星舰送上火星。                                           |
|                                     | SpaceX 星链 (Starlink) 官宣：将于 2026 年上半年启动第三代星链卫星发射任务。                                 |
|                                     | AST Space Mobile 宣布：将在 2026 年前投入约 15 亿美元，计划发射 45 至 60 颗卫星，加速构建可直接与普通手机连接的低轨蜂窝宽带网络。 |
|                                     | 俄罗斯 1440 局宣布，将于 2026 年在北极地区的涅涅茨自治区启动卫星通信测试项目，旨在通过低轨卫星技术为偏远地区提供高速互联网服务。             |
| 国内                                  | 中国星网主导的 GW 星座，2026 年底计划完成首批 1296 颗卫星部署                                             |
|                                     | 上海垣信主导的千帆星座 (G60 星座) 采取分阶段推进策略，核心目标为 2026 年底完成一期 648 颗卫星部署，实现区域网络覆盖闭环。             |
| “云遥一号”气象星座拟于 2026 年底前完成 90 颗卫星发射组网。 |                                                                                    |

资料来源：央视新闻，中国航天科技集团有限公司，IXBT，今日头条，搜狐新闻，爱建证券研究所

2026 年，伴随 Amazon (Kuiper)、SpaceX、AST Space Mobile、中国星网及上海垣信等持续推进通信卫星及相关领域布局。我们认为，2025 年全球卫星通信行业进入发射密集期，2026 年卫星通信或将正式迈入发展元年。

## 2. 卫星通信成本与覆盖优势明显

### 2.1 卫星通信概述

卫星通信是指利用人造卫星作为中继站转发或反射无线电信号，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。

图表 7：卫星通信系统示意图



资料来源：Business networks，爱建证券研究所

与地面无线通信技术相比，卫星通信具有以下优点：

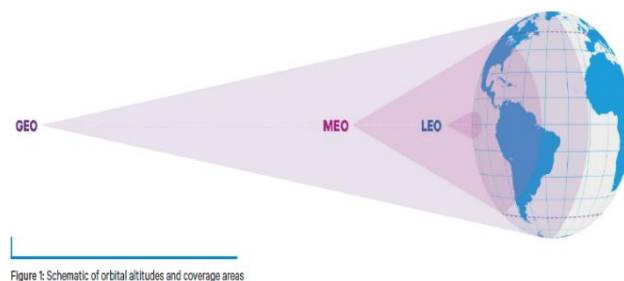
- 1) 通信双方的通信成本与他们的距离无关，并且卫星通信的覆盖范围非常广，在这一范围内的用户都能够接入网络。
- 2) 不受限于地形，对常规地面网络无法覆盖或耗资巨大的人烟稀少地区或海洋、空中区域可以进行覆盖。
- 3) 组网方式灵活，在卫星入轨后即可为大量用户提供通信服务。
- 4) 安全可靠，对地面设施依赖程度低，通信链路环节少，可以更好地抵御自然灾害，确保通信服务的连续性。

图表 8：卫星轨道分布



资料来源：Cavliwireless，爱建证券研究所

图表 9：不同轨道卫星视场比较



资料来源：Via Satellite，爱建证券研究所

卫星通信常用轨道包括地球静止轨道（Geostationary Earth Orbit, GEO）、中地球轨道（Medium Earth Orbit, MEO）或低地球轨道（Low Earth Orbit, LEO）。GEO 卫星距地表约 35786km，相对地面静止，单个卫星可覆盖地表 42%以上面积，

在轨道上均匀布置 3 颗卫星即可实现除两极地区外的全球通信。它的轨道周期为 24h，相对地面静止，十分适合承担通信任务，但由于其距地面过远，延时较高。

LEO 卫星更靠近地球表面，通常位于距地球 600-2000km 以内的高度。与 GEO 相比，其不需要遵循特定路径围绕地球转动，具有更多可用路线。由于 LEO 距地球更近，对地视场更小，但通信时延也更短。MEO 卫星则处于两个范艾伦辐射带之间，轨道高度在 LEO 与 GEO 之间。

**图表 10：低中高地球轨道卫星比较**

|        | 低地球轨道卫星 (LEO) | 中地球轨道卫星 (MEO)  | 地球静止轨道卫星 (GEO) |
|--------|---------------|----------------|----------------|
| 轨道高度   | 600-2000km    | 8000km~12000km | 35786km        |
| 移动速度   | 相对地面高速运动      | -              | 相对地面静止         |
| 波束覆盖   | 对地视场小         | -              | 对地视场大          |
| 轨道运行周期 | 低于 128min     | 6~12h          | 24h            |
| 传输时延   | 20~25ms       | 110~130ms      | 250~280ms      |
| 寿命     | 5-7 年         | 12 年           | 15 年           |
| 侧重领域   | 低时延通信         | 平衡导航需求         | 广播与固定通信领域      |

资料来源：《卫星通信技术》，武汉大学卫星精密定轨与导航增强团队，爱建证券研究所

**相比之下，LEO 卫星具有结构小、重量轻、距离地面近、传输时延短、路径损耗小、数据传输率高等优点，有利于地面终端小型化，信号也能以更小的功率被低轨卫星接受。**

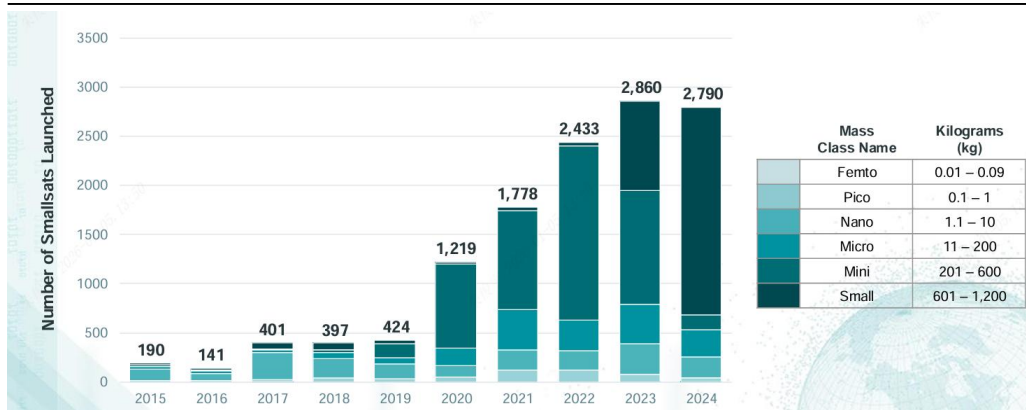
但是低轨卫星覆盖区域有限，需要使用大量卫星组网才能实现通信。此外，低轨道卫星运行周期短，可视时间短，还需要不断进行波束切换和星间切换，这使得其控制更为复杂。在发射成本和制造成本居高不下的年代，低轨卫星通信并没有很高的经济性。

## 2.2 卫星通信进入加速周期

2016 年起，低轨卫星发展迅速，低轨卫星占比发射卫星总数也在不断增加。各项技术的进步带动低轨卫星应用的经济性有了显著的提高：

1) 过去卫星制造通常是高度定制化的，年产量较低且造价高昂。面对低轨卫星星座庞大的卫星数量，传统的卫星制造生产效率以及成本都不能够满足要求。集成电路技术以及电源、制造技术的进步，使得卫星能够实现小型化、模块化与组件化，让卫星批量化生产成为可能，降低了卫星的生产成本。

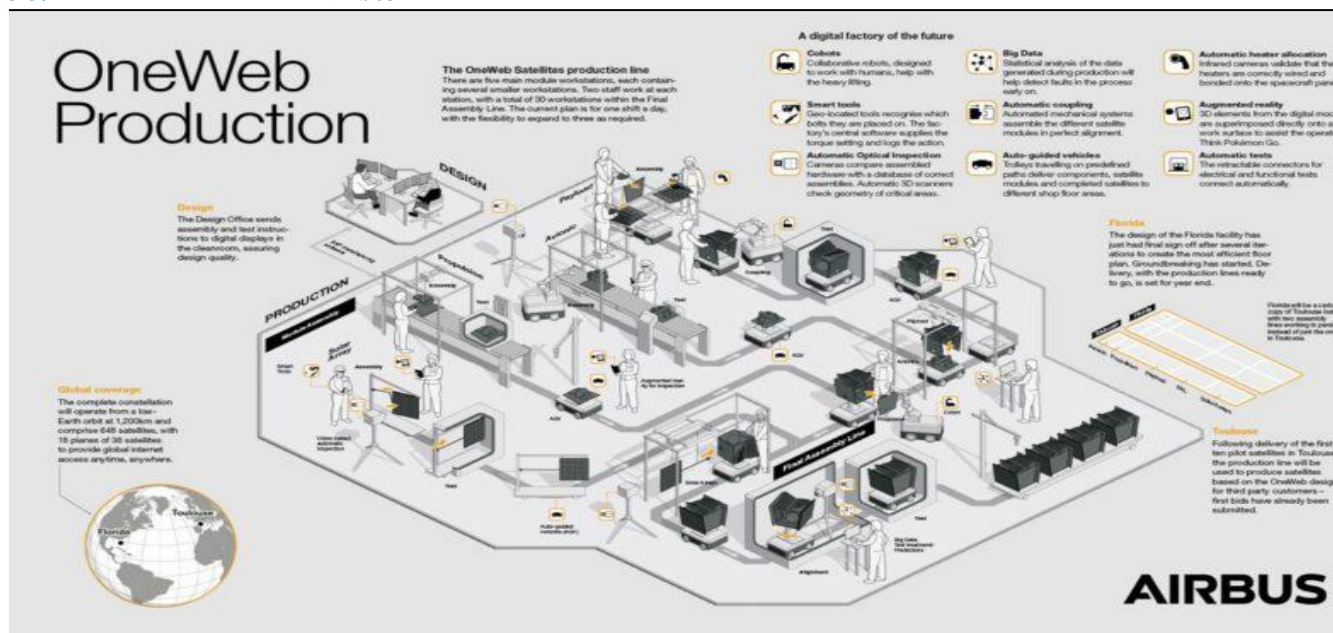
图表 11：小型卫星发射数量迅速增长



资料来源：BRYCE TECH，爱建证券研究所

OneWeb 首先实现了低轨卫星量产产业链。为实现低轨卫星星座的数量、成本要求，OneWeb Satellites 公司首先实现了低轨卫星的批量化生产，创建了由 40 多家供应商组成的供应链，每家供应商均对卫星零部件进行批量生产，并在其工厂内的装配线上进行流水线装配。依靠批量化生产，OneWeb Satellites 公司目前卫星生产成本仅有定制化卫星生产成本的 10%，每天可生产 2 颗低轨通信卫星。

图表 12：OneWeb 卫星生产流程



资料来源：OneWeb Satellites，Via Satellite，爱建证券研究所

2) 轻型复合材料技术、微电子技术、微型机械及高精度加工等技术的发展也为卫星质量与体积的减小提供了技术基础，也使得发射载荷大大降低。随着技术的成熟和成本的降低，小型卫星的发射数量在近些年迅速增长。

图表 13：一箭多星发展史梳理

| 年份     | 一箭多星发射历程                            |
|--------|-------------------------------------|
| 1960 年 | 美国首次用一枚火箭发射了两颗卫星                    |
| 1961 年 | 前苏联掌握一箭多星技术，实现一箭八星                  |
| 2013 年 | 美国轨道科学公司使用“弥诺陶洛斯”火箭同时将 29 颗卫星送入地球轨道 |
| 2013 年 | 俄罗斯利用“第聂伯”运载火箭顺利发射了 32 颗卫星          |

|        |                                              |
|--------|----------------------------------------------|
| 2014 年 | 俄罗斯利用“第聂伯”运载火箭再次成功将 37 颗卫星送入预定轨道             |
| 2015 年 | 中国用长征六号火箭一次将 20 颗卫星送入预定轨道                    |
| 2017 年 | 印度用 PSLV-C37 运载火箭将 104 颗卫星送入相同轨道，微纳卫星占多数     |
| 2018 年 | SpaceX 公司使用猎鹰 9 号火箭成功发射一箭 64 星               |
| 2021 年 | SpaceX 公司使用一台猎鹰 9 号火箭为 40 余家公司发射 143 颗卫星     |
| 2023 年 | 中国航天科技集团八院研制的长征二号丁遥八十八运载火箭于太原成功将 41 颗卫星发射升空。 |

资料来源：中国空间站科创体验基地，科普中国，新华网，中国载人航天，爱建证券研究所

注：非完全列举

3) 得益于火箭运载能力的提高以及“星箭分离”技术的掌握，一箭多星的技术不断发展与成熟。自 1960 年美国实现一箭两星后，各国逐渐掌握一箭多星技术，一次发射携带卫星数量不断增多。至 2021 年，SpaceX 公司已经可以实现一箭 143 星。一箭多星技术的进步，可以用更低的成本将数以万计的低轨卫星送至轨道平面。

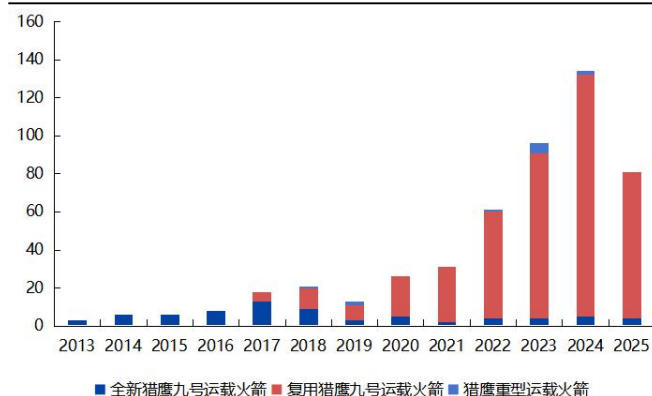
图表 14：重要运载火箭发射成本

| 首次发射年份 | 运载火箭    | 所属国家    | 类型 | 发射至 LEO 成本(\$/kg) |
|--------|---------|---------|----|-------------------|
| 1966   | 联盟号     | 前苏联/俄罗斯 | 中型 | 17900             |
| 1992   | 长征 3 号乙 | 中国      | 中型 | 6200              |
| 2010   | 猎鹰 9 号  | 美国      | 中型 | 2600              |
| 2014   | 安加拉     | 俄罗斯     | 重型 | 4500              |
| 2016   | 长征 5 号  | 中国      | 重型 | 7900              |
| 2018   | 猎鹰重型    | 美国      | 重型 | 1500              |

资料来源：Our World in Data，国家航天局，灰机 wiki，爱建证券研究所

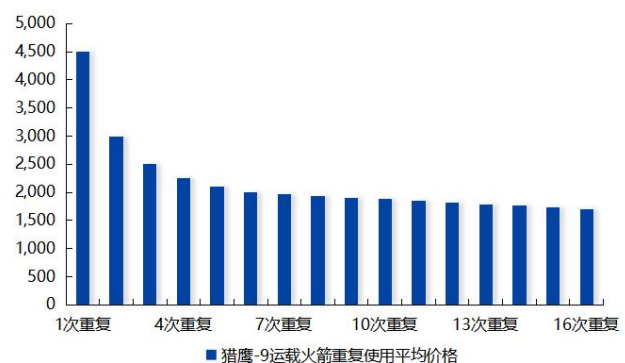
4) 火箭回收技术的使用大幅提高了一级火箭的复用率，也使得火箭发射的硬件成本降低，同时还能够提高火箭的发射频率。SpaceX 公司已实现了火箭回收技术，每年重复利用火箭的发射占比越来越高，同时每年执行的发射任务也越来越多。据 Spacexstats、Sci-Tech Today 数据显示，2024 年 SpaceX 公司共执行 134 次“猎鹰”9 号及“猎鹰重型”火箭发射任务，其中重复使用火箭的发射占比超过 94%。

图表 15：SpaceX 火箭发射统计（单位：个）



资料来源：Spacexstats，Sci-Tech Today，爱建证券研究所

图表 16：SpaceX 火箭回收降低成本（单位：万美元）

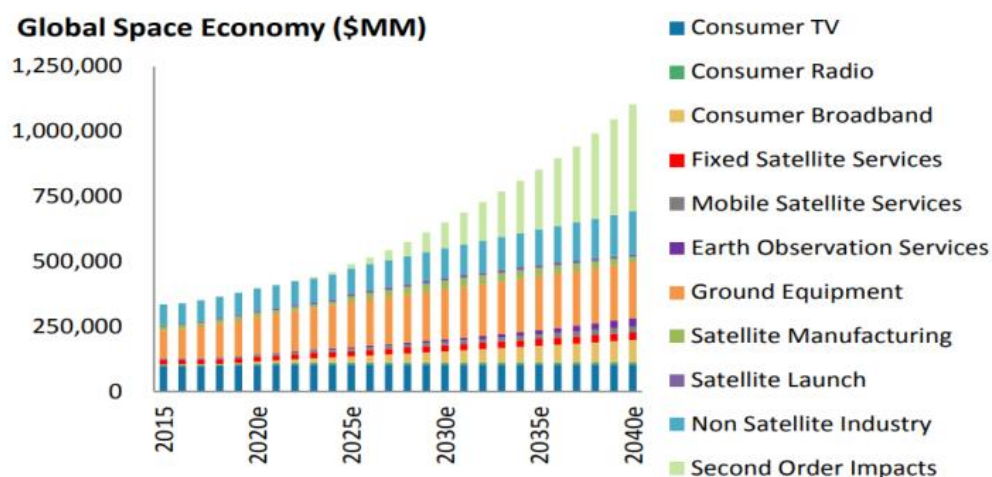


资料来源：朱雄峰,刘阳,刘鹰,等. 猎鹰-9 运载火箭发射成本研究[J]，爱建证券研究所

## 2.3 卫星通信产业市场规模持续壮大

据 Satellite Industry Association 数据，到 2040 年，全球航天产业的收入可能会超过 1 万亿美元，最重要的短期和中期机会则可能来自于卫星宽带互联网的接入。预计在 2040 年，卫星宽带将占据全球航天产业增长的 50%。

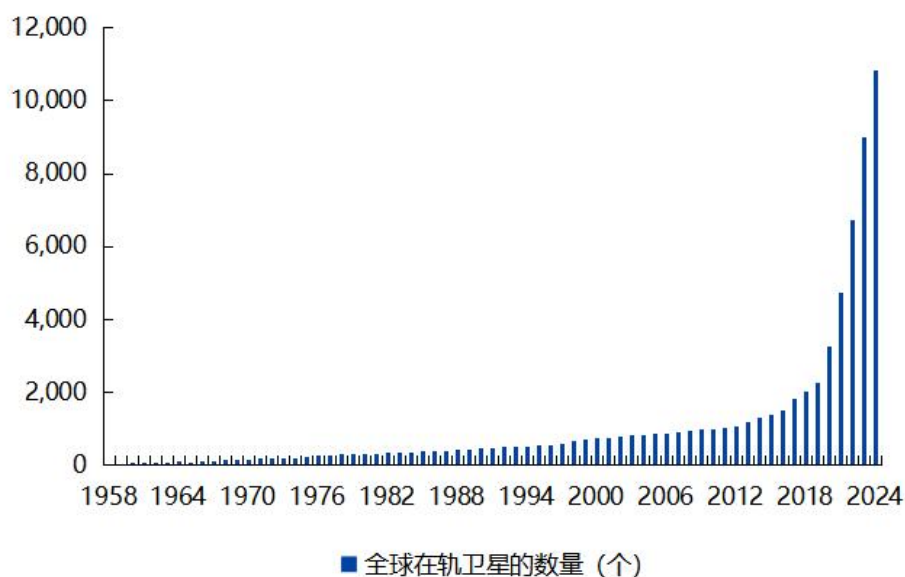
图表 17：全球航天产业经济规模



资料来源：Satellite Industry Association，爱建证券研究所

自 2014 年起，全球在轨卫星数迅速增长。根据 JSR 数据，至 2024 年底，全球在轨卫星数量达到 10818 颗，2014-2024 年复合增长率为 23.66%。

图表 18：1958-2024 年全球在轨活跃卫星统计

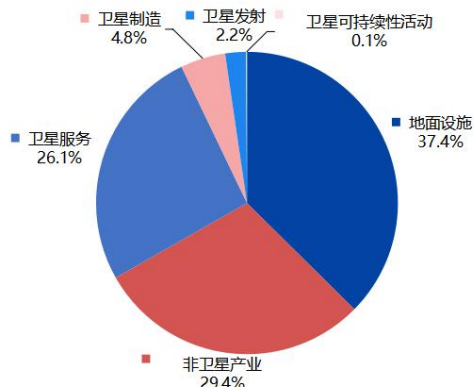


资料来源：JSR，爱建证券研究所

在卫星产业营收中，卫星发射与卫星制造占比较小，在 2024 年分别收入 93 亿美元（占比 2.2%）及 200 亿美元（占比 4.8%）。主要营收来自于地面设施与卫星服务，分别为 1553 亿美元（占比 37.4%）和 1083 亿美元（26.1%）。

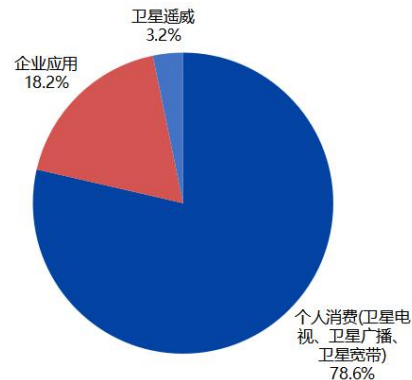
SIA 数据显示，卫星服务业务涵盖了卫星电视直播、卫星广播、卫星宽带、卫星固定通信、卫星移动服务、卫星遥感等业务。其中，个人消费收入 852 亿美元，占比 78.6%。

图表 19：2024 年全球航天产业营收构成



资料来源：SIA，爱建证券研究所

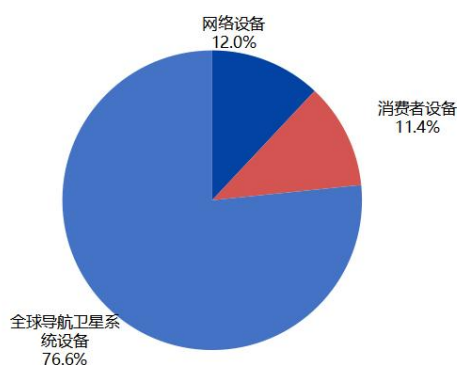
图表 20：2024 年卫星服务收入构成



资料来源：SIA，爱建证券研究所

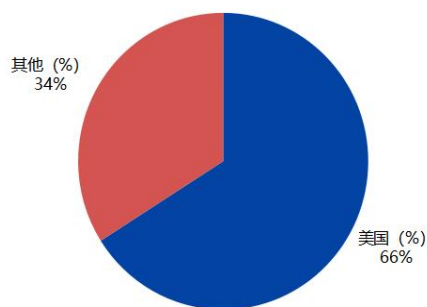
此外，SIA 还对地面设施服务情况进行了统计。当前地面设施以全球导航卫星系统设备为主，占比达 76.6%；网络设备与消费者设备的占比则分别为 12.0%和 11.4%。从全球卫星产业的市场格局来看，2024 年美国在卫星服务领域的收入占比更是超过 50%，在该赛道占据绝对主导地位。

图表 21：2024 年地面设施收入构成



资料来源：SIA，爱建证券研究所

图表 22：2024 年美国在卫星服务的收入占比 66%



资料来源：SIA，爱建证券研究所

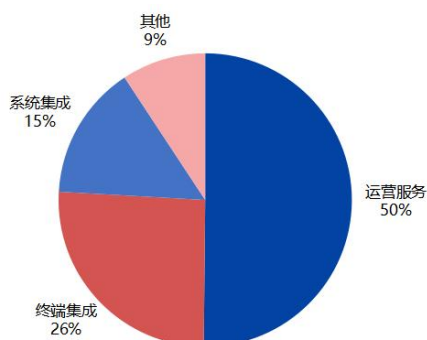
我国卫星定位与遥感服务日趋成熟，卫星通信应用已开始发展。目前，高分专项计划对地观测系统天基部分已基本建成，北斗卫星定位系统也已向全球提供服务。国内卫星导航与位置服务产业产值不断增长，北斗产业链产值也在向下游运营服务倾斜，下游运营服务产值比例占到 50%，产业逐渐成熟。

图表 23：我国卫星导航与定位产业产值（亿元）



资料来源：《2025 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》，爱建证券研究所

图表 24：2024 年卫星导航与定位产业链各环节产值比例



资料来源：《2025 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》，爱建证券研究所

## 2.4 卫星通信成本性能比较

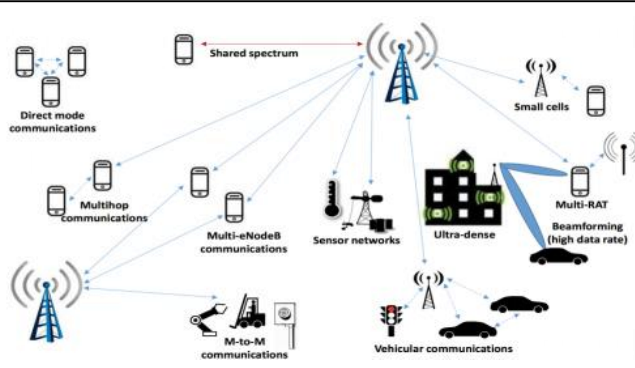
卫星通信作为一项新兴的技术，对比传统蜂窝通信基站具有较好的网络覆盖经济性。目前，5G 蜂窝通信网络已经实现了规模化建设，而 StarLink 卫星网络也已开始为用户提供服务。通过对 StarLink 星座建设与中国移动 5G 建设作对比分析，可以对两者的优缺点以及建设成本进行比较。

图表 25：StarLink 卫星网络



资料来源：Sail-world，爱建证券研究所

图表 26：5G 网络架构



资料来源：ResearchGate，爱建证券研究所

根据中国移动 2024 年报，2024 年中国移动共新建 5G 基站 46.7 万站，5G 网络开支为 690 亿元，据此推算单个 5G 基站建设成本约为 14.8 万元。截至 2025 中国已建成约 470.5 万个 5G 基站，总建设成本约为 6963.4 亿元。按照 15 年折旧计算，每年 5G 基站折旧导致的建设维护成本为 464.2 亿元。

**图表 27：中国移动 5G 建设成本测算**

| 中国移动 5G 网络                        |        |
|-----------------------------------|--------|
| 2024 年中国移动 5G 网络开支 (亿元)           | 690.0  |
| 2024 年中国移动 5G 基站建设量 (万站)          | 46.7   |
| 单个 5G 基站建设成本 (万元)                 | 14.8   |
| 截至 2025 年 470.5 万个 5G 基站建设成本 (亿元) | 6963.4 |
| 5G 基站最大使用寿命 (年)                   | 15     |
| 每年折旧导致的建设维护成本 (亿元)                | 464.2  |

资料来源：工信部，中国移动，爱建证券研究所

反观 StarLink 卫星通信，SpaceX 的 LEO 卫星发射服务费用已降至 1500 美元/kg，目前主要发射的 StarLink v2mini 卫星重量在 800 kg 左右，其单星制造成本约为 80 万美元，则可估算出其单星部署成本在 200 万美元（1408.2 万人民币），部署第一批 1.2 万颗卫星星座的总成本在 240 亿美元（1689.8 亿元人民币）。考虑到 LEO 卫星设计寿命约为 5 年，每年需要补发卫星用来维持星座运行，每年的补发成本为 48 亿美元（338.0 亿元人民币）。

**图表 28：StarLink 星座成本估计**

| StarLink                   |      |              |     |
|----------------------------|------|--------------|-----|
| 卫星发射成本 (美元/kg)             | 1500 |              |     |
| StarLink v2 mini 卫星重量 (kg) | ~800 | 卫星制造成本 (万美元) | 80  |
| 单星发射成本 (万美元)               | 120  |              |     |
| 单星部署总成本 (万美元)              |      |              | 200 |
| 1.2 万颗卫星星座部署成本 (亿美元)       |      |              | 240 |
| 使用寿命 (年)                   |      |              | 5   |
| 每年卫星补发成本 (亿美元)             |      |              | 48  |

资料来源：Spacenews, Space.com, 新浪新闻，爱建证券研究所

注：中美汇率选取 2025 年 12 月 23 日，1 美元=7.041 人民币

进一步对比两者特点可以看出，5G 蜂窝通信用户下行速率更高，时延更低，可以为更多用户提供更优质的服务。但其缺点在于覆盖范围小，覆盖经济性不如低轨卫星通信。

**图表 29：蜂窝通信与卫星通信能力比较**

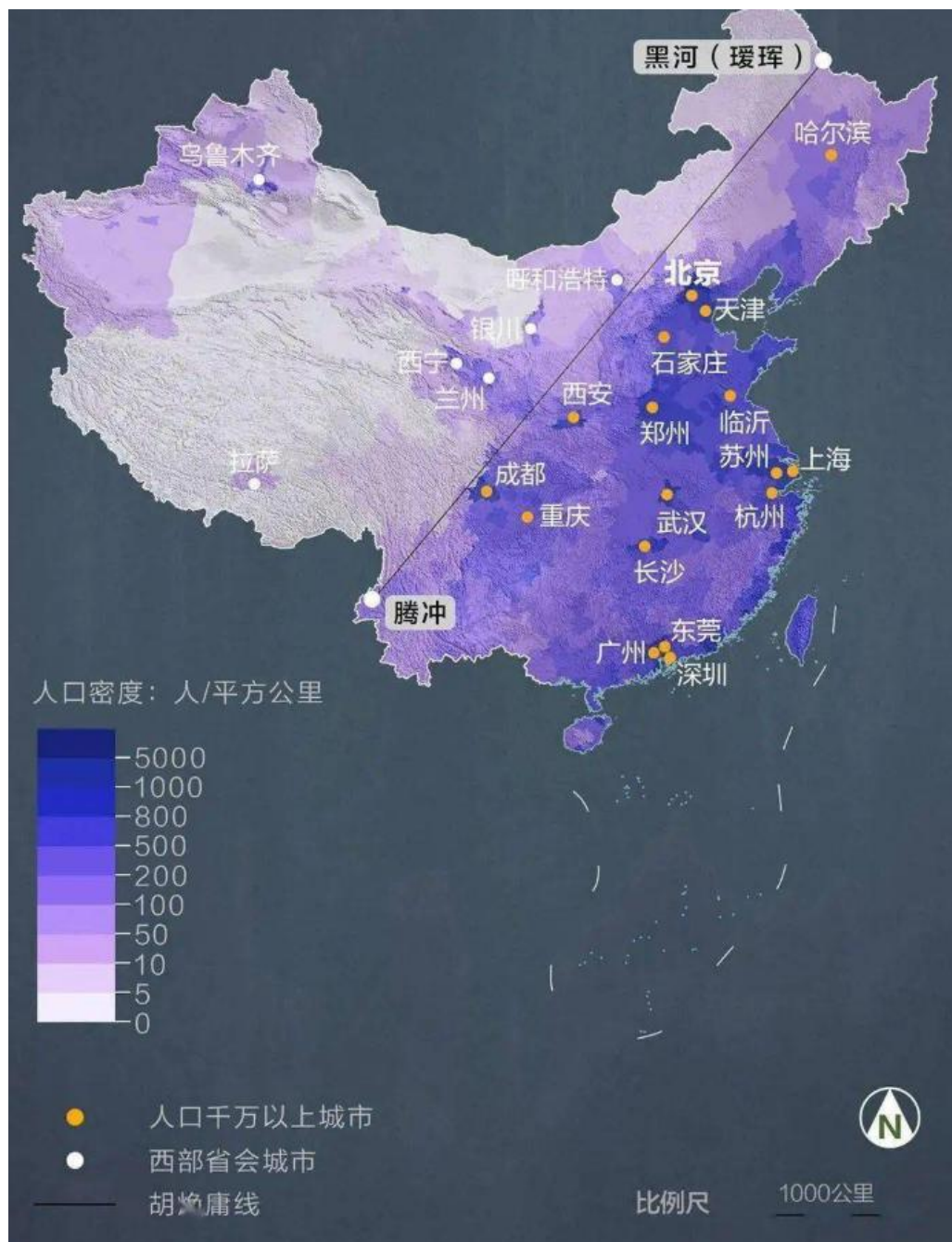
|         | 单星/站容量    | 用户下行速率         | 时延     | 单星/站覆盖范围 |
|---------|-----------|----------------|--------|----------|
| 5G 蜂窝通信 | 50 Gbit/s | 1 Gbit/s       | <1 ms  | ~300 m   |
| 4G 蜂窝通信 | 1 Gbit/s  | 100-150 Mbit/s | ~10 ms | ~1 km    |
| 低轨卫星通信  | 20 Gbit/s | 50-150 Mbit/s  | ~20 ms | ~ 500 km |

资料来源：Starlink 低轨卫星通信星座深度分析，中国无线电管理，C114，爱建证券研究所

注：千兆每秒 (Gbps 或 Gbit/s) 是一种数据传输速率单位，等同于 1,000,000,000 比特每秒

以我国标志性的“胡焕庸线”为例，在 2020 年全国人口普查中，“胡焕庸线”东南半壁常住人口规模达 13.18 亿人，陆地面积占比 43.18%，人口密度为 321.87 人/平方公里，而西北半壁常住人口规模仅 0.92 亿人，陆地面积占比 56.82%，人口密度仅 17.23 人/平方公里。

图表 30：以“胡焕庸线”为界的中国人口密度图



资料来源：地理公社，国家统计局，爱建证券研究所

通过比较“胡焕庸线”西北半壁与东南半壁使用蜂窝通信与卫星通信的差异可以看出，使用 5G 蜂窝通信在西北半壁会造成很大的通信容量浪费，而在东南半壁使用低轨卫星通信又会造成人均可用容量过低的问题。

图表 31：蜂窝通信与卫星通信覆盖比较

|                    | 5G 蜂窝通信    | 低轨卫星通信      |
|--------------------|------------|-------------|
| 单星/站容量 (Gbps)      | 50         | 20          |
| 覆盖 100 平方公里所需数量    | 1400       | 11          |
| 100 平方公里总容量(Gbps)  | 70000      | 220         |
| 建设成本 (万元)          | 20720.0    | 15490.2     |
| 使用寿命 (年)           | 15         | 5           |
| 以西北半壁人口密度 (人/平方公里) |            | 17.2        |
| 以东南半壁人口密度 (人/平方公里) |            | 321.9       |
| 以西北半壁计算人均可用容量      | 40.63 Gbps | 127.68 Mbps |
| 以东南半壁计算人均可用容量      | 2.17 Gbps  | 6.84 Mbps   |

资料来源：中国移动 2024 年年报，光明日报，Space.com，爱建证券研究所

注：中美汇率选取 2025 年 12 月 23 日，1 美元=7.041 人民币；以 Iridium 为例，该星座以 6 个卫星轨道面共 66 颗卫星便组成了完整星座，一个卫星轨道需要 11 颗卫星。

因此，5G 蜂窝网络的高质量服务更适用于人口密集的城市，而低轨卫星则更适合在人口稀少区域以及海洋、空中等陆基蜂窝通信技术无法建设区域的区域。这样更能充分发挥低轨卫星在网络覆盖方面的经济性优势，与 5G 蜂窝通信形成互补。

图表 32：StarLink 提供海上与空中服务



资料来源：starlink，中国民用航空网信息，精艇网，爱建证券研究所

注：中国民用航空网信息：卡塔尔航空引入星链（Starlink）为乘客提供免费高速互联服务

## 2.5 卫星通信产业链

卫星通信产业链主要包括卫星制造、卫星发射及地面设备平台建设、卫星通信运营三大环节。

卫星制造是为实现人造卫星在轨运行及任务功能，围绕卫星产品开展的核心部件研发生产、系统集成、总装测试的一系列专业化航天制造活动，主要涵盖卫星平台及元器件、卫星载荷及元器件、卫星总装、其他配套元器件四大核心内容。

1) 卫星平台及元器件作为卫星稳定运行的基础保障，该领域的代表企业包括中国卫星、长光卫星、航宇微等。

2) 卫星载荷及元器件涵盖通信转发、对地遥感、导航定位、科学探测等不同类型的载荷系统，以及对应的专用元器件。主要囊括国博电子、臻镭科技、振芯科技等企业。

- 3) 卫星总装将卫星平台、载荷及各类配套元器件进行整合装配，最终形成完整卫星产品的核心工序。主要包括中国卫星、长光卫星等。
- 4) 其他元器件主要为卫星提供辅助连接、信号传输等配套功能，代表企业有航天电器、中航光电等。

图表 33：卫星通信产业链梳理



资料来源：前瞻产业研究院，各公司官网，iFinD，爱建证券研究所

卫星发射及地面设备平台建设是卫星通信产业链的重要中间环节。其中包括火箭（卫星发射载体）、地面运维系统（保障卫星在轨运行）、终端设备（用户连接卫星的接口），代表企业有中国航天、蓝箭航天、航天恒星、海格通信等。

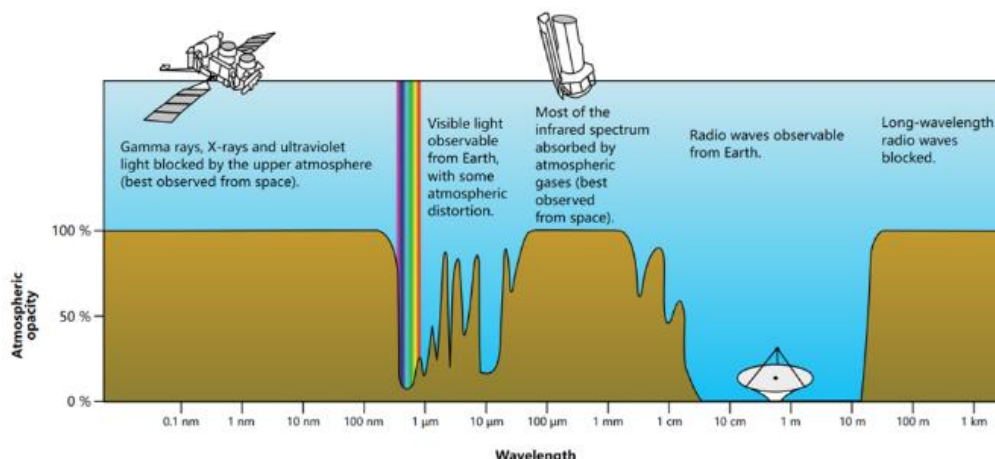
卫星通信运营作为卫星通信产业链的终端环节，由运营商提供卫星通信服务，主要包括中国卫通、亚太卫星、中国电信等。

### 3. 卫星通信亟待加速发展

#### 3.1 轨道频谱资源有限，低轨卫星发展迫切

并非所有频率无线电信号都适用于卫星通信。无线电信号在穿过大气层时，大气会对信号传播产生吸收损耗，而对于不同频率的信号，大气吸收损耗有所不同，存在着几个损耗低谷，在这些频率下大气吸收损耗相对较小，利于无线电传播。由于更高的频率意味着更大的带宽，信息传输速率也就越高，低轨卫星通信更倾向于使用高频率的无线电信号。

图表 34：地球大气层对不同波段信号的吸收



资料来源：ResearchGate，爱建证券研究所

由于频率资源与卫星轨道有限，目前其由联合国的国际电信联盟（ITU）统一管理，企业需要上报国家电信主管部门向 ITU 申请，才能批准发放频谱，而目前的国际规则是“先占永得”。根据 ITU 规则，申请相关频率的单位，必须在 7 年内完成卫星发射和信号验证，才能真正拥有该频率的使用权。轨道与频率是卫星互联网先决条件，不可再生，因此需要快速进行卫星部署以抢占有限的近地轨道与频段资源。

图表 35：卫星通信常用业务频段

| 字母代码 | 频率范围/GHz |
|------|----------|
| VHF  | <0.3     |
| UHF  | 0.3~1    |
| L    | 1~2      |
| S    | 2~4      |
| C    | 4~7      |
| X    | 7~10     |
| Ku   | 10~18    |
| Ka   | 18~31    |
| Q    | 31~50    |
| V    | 50~80    |

资料来源：《卫星通信技术》，爱建证券研究所

## 3.2 国家政策推动卫星通信产业进步

近些年，我国出台多项政策促进航天产业发展。2014-2024 年，国务院、财政部、国防科工局等多部门持续推出 14 项政策，从市场准入、财税支持、技术攻关、应用落地等维度，构建起覆盖全产业链的产业支持体系。

**图表 36：我国各项航天相关策略统计**

| 时间          | 发布部门              | 相关文件                             | 具体政策                                                                                |
|-------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2014 年      | 国务院               | 《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》       | 首次提出鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设，研制、发射和运营商业遥感卫星，引导民间资本参与卫星导航地面应用系统建设等，标志着商业航天向民营企业、资本开始开放。  |
| 2015 年 5 月  | 国务院               | 《中国制造 2025》                      | 发展新一代运载火箭，提升进入空间能力，推进国家民用空间基础设施建设，形成长期持续稳定的空间信息服务能力。                                |
| 2015 年 6 月  | 财政部               | 《关于航天发射有关增值税政策的通知》               | 明确境内单位提供航天运输服务适用增值税零税率政策，实行免退税办法。                                                   |
| 2015 年 10 月 | 国家发改委             | 《国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015-2025 年)》 | “十四五”时期要构建卫星遥感、通信广播和导航定位三大系统，探索国家民用空间基础设施市场化、商业化发展新机制，支持和引导社会资本参与国家民用空间基础设施建设和应用开发。 |
| 2016 年 11 月 | 国防科工局、发展改革委       | 《关于加快推进“一带一路”空间信息走廊建设与应用的指导意见》   | 支持以企业为主体、市场为导向的商业航天发展新模式，提升“一带一路”空间信息覆盖能力和装备服务水平，推动商业卫星系统发展。                        |
| 2016 年 12 月 | 国务院新闻办公室          | 《2016 中国的航天》                     | 提出加快发展卫星应用产业、健全完善航天多元化投入体系、大力开展航天科普教育等航天事业发展措施。                                     |
| 2017 年 12 月 | 国务院               | 《关于推动国防科技工业军民融合深度发展的意见》          | 提出加强太空领域统筹，以遥感卫星为突破口，制定国家卫星遥感数据政策，促进军民卫星资源和卫星数据共享，探索研究开放共享的航天发射场合航天测控系统建设。          |
| 2019 年 2 月  | 国家发改委、商务部         | 《鼓励外商投资产业目录（征求意见稿）》              | 提出鼓励外商投资商业航天产业的上下游各领域，包括航空航天用新型材料开发生产、民用卫星设计与制造、卫星通信系统设备制造等。                        |
| 2020 年 4 月  | 国家发改委             | -                                | 将卫星互联网纳入新基建                                                                         |
| 2021 年 2 月  | 国务院               | 《国家综合立体交通网规划纲要》                  | 提出推动卫星通信技术、新一代通信技术、高分遥感卫星等行业应用，打造全覆盖、可替代、保安全的行业北斗高精度基础服务网，推动行业北斗终端规模化应用。            |
| 2022 年 1 月  | 国务院新闻办公室          | 《2021 中国的航天》                     | 未来五年，中国将持续提升航天运输系统综合性能，加速实现运载火箭升级换代。持续完善国家空间基础设施，培育壮大空间应用产业，开展空间探索与研究。              |
| 2022 年 10 月 | 国家发改委             | 《关于数字经济发展情况的报告》                  | 加快空间信息基础设施建设，推进北斗产业，统筹建设卫星高效遥感与卫星通信系统，推动卫星互联网发展。                                    |
| 2024 年 3 月  | 工业和信息化部、科学技术部、财政部 | 《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》    | 提及到 2030 年基本建立高端化、智能化、绿色化的航空产业发展模式。推动通用航空设备在应急、物流、巡查等领域的应用，促进低空经济发展。                |
| 2024 年 5 月  | 国家发改委             | 《关于深化智慧城市发展推进城市全局数字化转型的指导意见》     | 深化数字化转型，壮大城市数字经济，加强卫星遥感、未来网络等技术在城市的集成应用                                             |

资料来源：中华人民共和国中央人民政府，国家税务总局，中华人民共和国国家发展和改革委员会，爱建证券研究所

## 4. 全球主流通信卫星星座梳理

低轨卫星通信行业前景广阔，目前全球各公司纷纷启动卫星星座计划。美国摩托罗拉设计的铱星系统，由 6 条极轨道、每条 11 颗卫星组成，实现全球移动通信；SpaceX 的 StarLink 已组网运营，向全球提供卫星宽带服务；OneWeb 规划 648 颗 1200 公里轨道卫星，推进偏远及网络薄弱区域覆盖；亚马逊 2019 年启动 Kuiper 项目，规划 320 颗低轨卫星，虽处建设初期，依托 AWS 云计算及 AI 技术提升全球互联网服务水平。国内的鸿雁星座、虹云工程、GW 星座、银河 Galaxy 等项目也在加速推进国家战略落地与商业场景探索，分别在全球通信、6G 互联网、5G 卫星等关键领域展开针对性布局，有力推动我国在卫星互联网领域实现高质量发展。

**图表 37：国内外卫星星座梳理**

| 星座名称      | 公布时间 | 所属公司                    | 用途                            | 卫星数量<br>(颗)        | 介绍                                                                                                                                                   |
|-----------|------|-------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Iridium   | 1988 | 摩托罗拉公司                  | 全球的通信覆盖                       | 66                 | 铱星系统是美国摩托罗拉公司设计的全球移动通信系统。其通信星座由运行在 6 条极轨道上的卫星组成，每条轨道上均匀分布着 11 颗卫星。                                                                                   |
| OneWeb    | 2012 | OneWeb                  | 卫星互联网（宽带）                     | 648                | Oneweb 公司前身是成立于 2012 年的世界唯优（WorldVu）卫星有限公司，该公司曾收购天空之桥（SkyBridge）公司，并获得相关卫星频谱资源。Oneweb 建设的目标是要为世界偏远地区或互联网基础社会是建设落后地区提供价格适宜的网络连接                       |
| StarLink  | 2014 | SpaceX                  | 军事通信网络与商业通信网络                 | 42000              | 星链（Starlink）计划是由太空探索技术公司（SpaceX）提出的一个巨型低轨卫星互联网星座项目，计划在 2019 年至 2024 年间在太空搭建由约 1.2 万颗卫星组成的“星链”网络，其中 1584 颗将部署在地球上空 550 千米处的近地轨道，并从 2020 年开始工作         |
| Kuiper    | 2019 | Amazon                  | 全球互联网覆盖，通信服务，远程教育             | 3200               | 柯伊伯星座是亚马逊计划推出的低轨卫星互联网项目，拟部署数百颗卫星，目标是为全球提供高速、可靠的网络接入，重点覆盖偏远乡村和海上等互联网覆盖不足区域。项目不仅面向普通消费者，还将为企业、政府和特定行业提供通信服务，并依托亚马逊强大的云计算能力，结合人工智能与数据分析等技术，提升全球互联网服务水平。 |
| 鸿雁星座      | 2018 | 中国航天科工集团有限公司            | 卫星互联网（宽带）                     | 324                | 鸿雁星座是中国航天科技集团研制的全球低轨卫星通信系统，提供语音、数据和视频等服务，覆盖偏远地区、海洋与极地。该项目面向航天、军用、航空、海运及应急救援等领域，支持远程医疗与灾害响应，目标是实现高带宽、低延迟、广覆盖的全球通信能力，促进全球网络融合发展。                       |
| 虹云工程      | 2016 | 中国航天科工集团有限公司            | 卫星互联网（宽带）                     | 156                | 虹云工程是航天科工集团于 2016 年提出的五大商业航天工程之一，旨在构建全球覆盖的低轨宽带通信卫星系统。项目融合通信、导航增强和遥感能力，实现信息一体化，具备高带宽与广覆盖，能够有效弥补地面网络短板，提升用户在手机等终端上的互联网体验。                              |
| GW 星座     | 2020 | 中国卫星网络集团有限公司            | 卫星互联网（宽带）                     | 12992              | 国网星座（GW 星座）是由中国卫星网络集团有限公司建设的中国首个卫星互联网项目，也是国资委直接投资的首个空天一体化 6G 互联网工程，标志着中国在卫星互联网领域的重要布局与技术突破。                                                          |
| 银河 Galaxy | 2018 | 银河航天（北京）科技有限公司          | 卫星互联网（宽带）                     | 1000               | 银河航天规划建设的“银河 Galaxy”星座由上千颗自主研发的低轨 5G 卫星组成，运行于约 1200 公里的轨道高度。该系统基于 5G 标准，与地面网络实现无缝对接，支持全球用户无感切换天地 5G 网络，同时为地面基站提供数据回传，是面向多种 5G 应用场景的高竞争力解决方案。         |
| 天通一号      | 2016 | 中国电信（运营）、中国航天科技集团五院（研制） | 为车辆、飞机、船舶和个人等移动用户提供语音、数据等通信服务 | 截至 21 年 1 月共发射 3 颗 | 天通一号是由中国航天科技集团五院研制的我国卫星移动通信系统，由中国电信运营。该系统可向车辆、飞机、船舶及个人等移动用户，提供语音、数据通信服务，具备终端小型化、手机化优势。天通一号 01、02、03 分别于 2016 年、2020 年、2021 年升空，信号覆盖我国及周边地区。          |

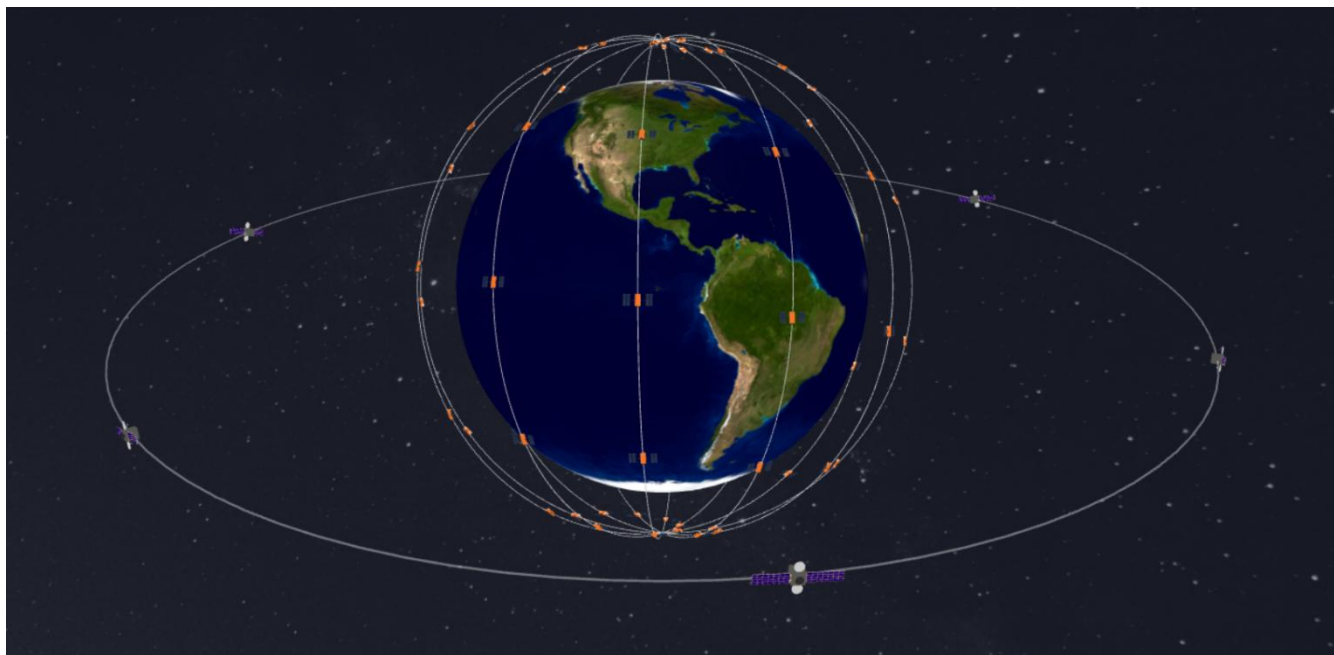
资料来源：前瞻产业研究院，太空地图，国家航天局，爱建证券研究所

## 4.1 Iridium

摩托罗拉在上个世纪 90 年代实现的“铱星”星座是历史上第一个低轨卫星星座。该星座原先规划有 77 颗通信卫星，因此以原子序数为 77 的铱来命名。后来，该星座

以 6 个卫星轨道面共 66 颗卫星便组成了完整星座，实现了对全球的通信覆盖，能够提供全球任何地点的电话通信服务。

图表 38：铱星星座示意图



资料来源：iridium，爱建证券研究所

铱星星座的第一颗卫星于 1997 年部署，并在 1998 年全面投入使用。在太空中，每颗卫星有四个星间链路，用来交换数据，提供网络优化。通过构建庞大的太空网络，铱星可以依靠地面站与可视范围内的卫星连接，将卫星网络与全球地面通信设施相联为全球用户提供通信服务。

铱星星座的想法太过超前，在当时全球卫星通信的市场并未同步开发，最终走向了破产。在 1998 年投入使用时，传统的地面蜂窝通信已占领市场。由于其只能在室外使用、数据业务能力无法满足当时正在兴起的互联网需求、相较于全球蜂窝通信系统成本较高等原因，铱星无法获得足够的用户，在 1999 年 3 月申请了破产保护。

图表 39: Iridium Next 示意图



资料来源: iridium, 爱建证券研究所

重组后的铱星公司调整了服务定位，持续为全球用户提供通信服务。2001 年，一个私人投资者团队成立新一代铱星公司，重启卫星服务，并于 2002 年完成全球覆盖。新公司制定了差异化的产品与定价策略，聚焦地球同步轨道通信卫星未覆盖的区域，服务于军队、探险者、记者等群体。2010 年 6 月，Iridium Communications Inc. 宣布全面计划，出资建设并部署下一代卫星星座 Iridium NEXT，以取代原有铱星星座。

为提升通信带宽，铱星自 2017 年起逐步淘汰旧卫星，并于 2019 年完成星座升级，在不中断服务的前提下更换了全部卫星。目前，第二代铱星星座可向全球用户提供 176Kbps 至 704 Kbps 的通信带宽。

## 4.2 OneWeb

OneWeb 公司于 2012 年在英国成立，成立之初旨在提供卫星互联网服务。2014 年 6 月，OneWeb 首次提出了建立由低轨卫星组成的全球通信网络，并逐步确定卫星数量为 648 颗，运行高度为 1200 km。经过多次申请与修改，除了初始 648 颗卫星星座外，OneWeb 第二阶段的星座布局包括 6372 颗 LEO 卫星以及 1280 颗 MEO 卫星。2019 年 2 月，OneWeb 成功发射了首批 6 颗低轨卫星。

图表 40: OneWeb 卫星星座规划

| 阶段 | 轨道高度 (km) | 倾角 (°) | 轨道数 (条) | 每条轨道卫星数 (颗) | 规划卫星数量 (颗) |
|----|-----------|--------|---------|-------------|------------|
| 1  | 1200      | 87.9   | 648     | 18          | 36         |
| 2  | 1200      | 87.9   | 1764    | 36          | 49         |
|    | 1200      | 55     | 2304    | 32          | 72         |
|    | 1200      | 40     | 2304    | 32          | 72         |
|    | 8500      | -      | 1280    | -           | -          |

资料来源: FCC, 《典型低轨大规模通信星座部署与覆盖分析》, OneWeb, 爱建证券研究所

OneWeb 卫星均由 OneWeb Satellites 公司负责设计和制造。为了满足后续的卫星发射需求, 同年, OneWeb 与 Airbus Defence and Space 公司成立了 OneWeb Satellites 合资企业, 并在佛罗里达州新建了一家卫星制造工厂, 以便以更高的产量与更低的成本生产卫星。2019 年, 卫星工厂开始生产卫星, 至 2020 年 1 月, 工厂达到了每天两颗卫星的生产目标。

当前 OneWeb 每颗卫星质量均小于 150 kg, 每颗卫星载荷包括 2 个遥测天线、2 个 Ku 波段天线与 2 个 Ka 波段天线, 单星的吞吐量约为 7.5 Gbps, 使用氦气电推进, 可在轨运行 5 年左右, 在卫星失效后能够自主坠落大气层烧毁。

OneWeb 卫星间没有星间链路, 需要在全局范围内设置 40 多个信关站才能保证全球卫星网络的覆盖, 包括地面固定信关站与海上移动信关站。其系统信关站主要由 Hughes 负责设计、研发与生产。OneWeb 同样向陆地、海洋、空中用户提供卫星互联网服务, 用户终端包括机载、车载以及固定安装等多种方式, 由 Honeywell、Hughes 等公司负责设计与生产。

图表 41: OneWeb 地面站接收天线



资料来源: OneWeb 官网, 爱建证券研究所

由于没有稳定的资金来源, OneWeb 公司发展并非一帆风顺。2020 年 3 月, 由于 COVID-19 大流行而无法筹得足够的资金完成星座的建设与部署, OneWeb 及其附属公司申请破产, 但仍保留了少数员工对已有卫星进行运营, 在破产期间保留了其频谱与轨道资源。在 2020 年 7 月, 由 Bharti Global 和英国政府主导的一个财团赢得了 OneWeb 公司的拍卖, 使得 OneWeb 重获新生。2020 年 9 月, OneWeb 即宣

布将在 2020 年 12 月恢复卫星的发射。在 2022 年 7 月，其与法国公司 Eutelsat 宣布合并，成为欧洲最大的卫星公司。

OneWeb 自身仅有卫星制造能力而没有独立发射能力，最初的卫星均由俄罗斯 Soyuz 运载火箭进行发射。受到俄乌冲突的影响，OneWeb 只得取消了与俄罗斯的合作，转而在 2022 年 10 月使用印度 NewSpace India Limited 公司的 LVM 3 运载火箭进行卫星发射，随后与 SpaceX 合作继续发射剩余卫星。

**图表 42: SpaceX 帮助 OneWeb 公司发射卫星**



资料来源：iridium，爱建证券研究所

2023 年 3 月 26 日，印度 NewSpace India Limited 成功使用 LVM-3 运载火箭发射 OneWeb 的 36 颗卫星，使得 OneWeb 在轨卫星数量达到了 618 颗，初步实现了全球网络覆盖所需要的卫星数，标志着 OneWeb 初步完成了卫星互联网的建设。随后，OneWeb 将对它们进行测试，使得它们进入正确的空间区域，预计将在今年 5 月份开始向美国 48 个州的客户提供卫星网络服务。

### 4.3 StarLink

作为低轨通信卫星星座的引领者，StarLink 规划了由 4.2 万颗低轨卫星构成的巨型星座。2015 年 1 月，SpaceX 公司首次宣布了 StarLink 方案，依赖大量低轨卫星组成星座，为全球偏远地区用户提供高速的互联网接入。

图表 43: StarLink 星座系统图



资料来源: 36Kr, 爱建证券研究所

StarLink 卫星组网方案并非一成不变,而是在不断调整。在 2016 年 11 月, SpaceX 正式向 FCC 提出申请, 向距地表 1110 km 至 1325 km 轨道发射 4425 颗卫星, 采用 Ku 和 Ka 频段, 并于 2017 年 3 月再次申请在 340 km 高度布置 7518 颗卫星, 采用 V 频段。随后, SpaceX 不断申请将原先位于 1100 km 以上的卫星调整至 550 km 附近, 最终形成 Starlink 第一批 12000 余颗卫星星座规划。

图表 44: StarLink 第一批卫星星座轨道规划

| 阶段   | 轨道高度 (km) | 倾角 (°) | 轨道数 (条) | 每条轨道卫星数 (颗) | 规划卫星数量 (颗) |
|------|-----------|--------|---------|-------------|------------|
| 第一阶段 | 550       | 53°    | 72      | 22          | 1584       |
|      | 570       | 70°    | 36      | 20          | 720        |
|      | 560       | 97.6°  | 6       | 58          | 348        |
|      | 540       | 53.2°  | 72      | 22          | 1584       |
|      | 560       | 97.6°  | 4       | 43          | 172        |
| 第二阶段 | 345.6     | 53°    | 2547    | 1           | 2547       |
|      | 340.8     | 48°    | 2748    | 1           | 2748       |
|      | 335.9     | 42°    | 2493    | 1           | 2493       |

资料来源: 《典型低轨大规模通信星座部署与覆盖分析》, 爱建证券研究所

随后 StarLink 在 2020 年又申请了额外的 3 万颗低轨卫星发射计划, 将与第一批卫星星座组成庞大的 4.2 万颗低轨卫星星座。

图表 45: StarLink 第二批卫星星座轨道规划

| 轨道高度 (km) | 倾角 (°) | 轨道数 (条) | 每条轨道卫星数 (颗) | 规划卫星数量 (颗) |
|-----------|--------|---------|-------------|------------|
| 580       | 87.7°  | 30      | 50          | 1500       |
| 539.7     | 85°    | 30      | 50          | 1500       |
| 532       | 80°    | 50      | 30          | 1500       |
| 524.7     | 75°    | 30      | 50          | 1500       |
| 517.8     | 70.1°  | 50      | 30          | 1500       |
| 498.8     | 53°    | 75      | 60          | 4500       |
| 488.4     | 53°    | 75      | 60          | 4500       |
| 482.7     | 30°    | 75      | 60          | 4500       |
| 345.5     | 53°    | 50      | 60          | 3000       |
| 334.3     | 40°    | 50      | 60          | 3000       |
| 328.3     | 30°    | 50      | 60          | 3000       |

资料来源:《典型低轨大规模通信星座部署与覆盖分析》, 爱建证券研究所

作为全球领先的发射服务提供商, SpaceX 是唯一一家有能力按需快速发射自己卫星的卫星运营商。SpaceX 集卫星、火箭、地面站制造、火箭发射、卫星运营和服务于一身, 具备自主完整的商业航天产业链。其卫星采用紧凑的平板设计, 可最大限度减小体积, 充分利用猎鹰 9 号的运载能力, 实现一箭多星的发射能力。通过频繁、低成本的发射, Starlink 卫星可以不断更新最新的技术。

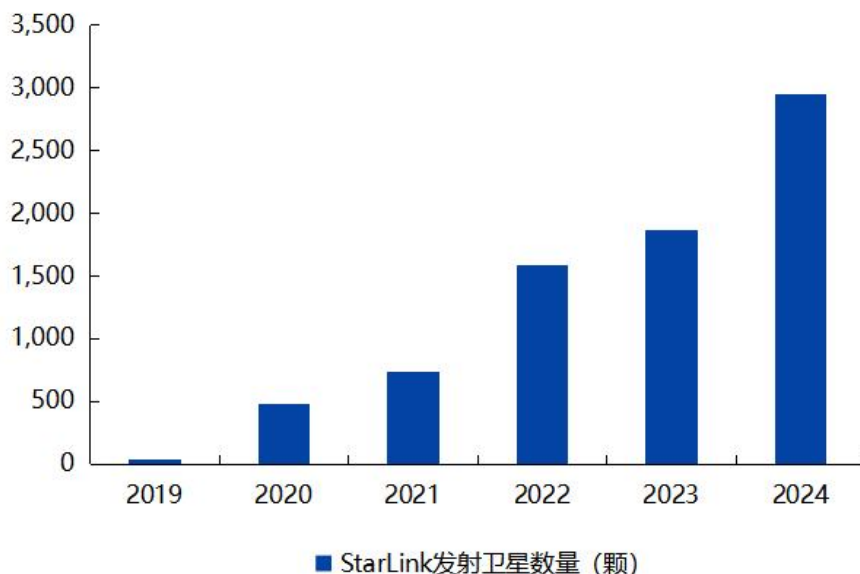
图表 46: StarLink 卫星示意图



资料来源: 36Kr, 爱建证券研究所

N2yo.com, company reports 数据显示, 2024 年 StarLink 发射卫星数量为 1842 颗, 同比增加 57.91%, 2019-2024 年复合增长率为 141.43%。

图表 47: 2019-2024 年 StarLink 发射卫星数量梳理



资料来源: N2yo.com, company reports, 爱建证券研究所

为了减少体积并降低发射成本, 每颗 StarLink 卫星均采用紧凑的平板设计, 使用单个太阳能电池阵列简化系统, 可以充分利用 SpaceX 运载火箭的发射能力。此外, 其还使用氦提供动力的离子推进器, 使得 StarLink 卫星在使用寿命结束时在太空中机动脱离轨道, 并能够进行自主机动, 防止与太空碎片或航天器发生碰撞。

图表 48: StarLink 卫星型号迭代

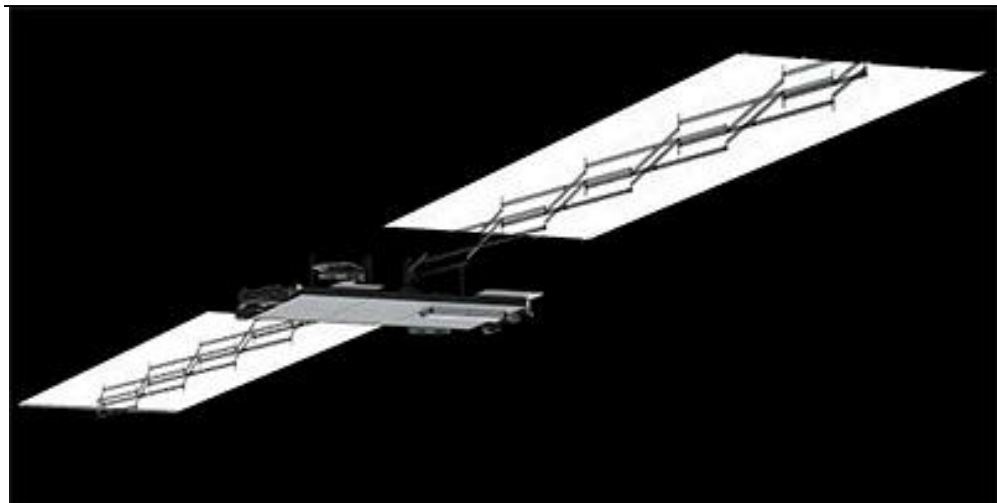
| 卫星型号       | 发射时间           | 卫星质量 (kg) | 通信能力                       | 轨道高度                                |
|------------|----------------|-----------|----------------------------|-------------------------------------|
| v 0.9      | 2019.5         | 227       | 没有星间通信能力,采用 Ku 和 Ka 频段通信   | 550 km<br>53°                       |
| v 1.0      | 2019.11-2021.5 | 260       | 没有星间通信能力,采用 Ku 和 Ka 频段通信   | 550 km<br>53°                       |
| v 1.5      | 2021.9-2023.7  | 295       | 具有星间激光通信能力,采用 Ku 和 Ka 频段通信 | 540 km<br>53.22°<br>560 km<br>97.6° |
| v 2.0 mini | 2023.7-        | 800       | 具有星间激光通信能力,回程链路增加 E 频段通信   | 530 km<br>43°                       |
| v 2.0      |                | 1250      | 具有星间激光通信能力                 | -                                   |

资料来源: Gunter's Space Page, 爱建证券研究所

为了不断增强卫星的通信能力, StarLink 卫星型号同样在不断迭代更新中, 功能更加完善, 同时重量也随之上升。目前 SpaceX 发射卫星主要型号为 v 1.5, v 2.0 型卫星也已开始布局。

StarLink v2.0 型卫星将较前代版本带宽提升一个数量级, 但因其重量太大, 需要使用 Starship 进行发射, 因此 SpaceX 提供了使用猎鹰 9 号运载火箭发射的 v2.0 mini 型卫星, 其重量为 800 kg, 具有两个太阳能电池板, 可以提供以前型号 4 倍的可用带宽。

**图表 49: StarLink v2.0 mini 型卫星**



资料来源: Gunter's space page, 爱建证券研究所

## 5. 风险因素

- 1) 可回收火箭发射技术发展尚未成熟:** 可回收火箭发射技术是降低发射成本的关键因素, 目前我国此类技术尚未成功。
- 2) 卫星通信市场化开发可能不及预期:** 卫星互联网入网人数增长导致的网速下降可能影响网络使用体验。卫星通信在初期定价高, 用户数量增长可能不及预期。
- 3) 国际通信组织收紧对卫星轨道资源的监管和限制。** 随着低轨卫星轨道越来越拥挤, ITU 对轨道与频谱资源可能进行管制, 影响低轨通信卫星星座的建设。

## 爱建证券有限责任公司

上海市浦东新区前滩大道 199 弄 5 号

电话: 021-32229888

传真: 021-68728700

服务热线: 956021

邮政编码: 200124

邮箱: ajzq@ajzq.com

网址: <http://www.ajzq.com>

## 评级说明

### 投资建议的评级标准

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 个月内的相对市场表现，也即以报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场：沪深 300 指数（000300.SH）；新三板市场：三板成指（899001.CSI）（针对协议转让标的）或三板做市指数（899002.CSI）（针对做市转让标的）；北交所市场：北证 50 指数（899050.BJ）；香港市场：恒生指数（HIS.HI）；美国市场：标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）。

### 股票评级

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 买入 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 15%        |
| 增持 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5% ~ 15% 之间 |
| 持有 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 -5% ~ 5% 之间 |
| 卖出 | 相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于 -5%        |

### 行业评级

|      |                      |
|------|----------------------|
| 强于大市 | 相对表现优于同期相关证券市场代表性指数  |
| 中性   | 相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平 |
| 弱于大市 | 相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数  |

## 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，本报告采用信息和数据来自公开、合规渠道，所表述的观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的独立看法。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法可能存在局限性，请谨慎参考。

## 法律主体声明

本报告由爱建证券有限责任公司（以下统称为“爱建证券”）证券研究所制作，爱建证券具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管。

本报告是机密的，仅供我们的签约客户使用，爱建证券不因收件人收到本报告而视其为爱建证券的签约客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但爱建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、意见等均仅供签约客户参考，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，爱建证券及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、评估及预测后续可随时更改。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，爱建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。

## 版权声明

本报告版权归爱建证券所有，未经爱建证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。版权所有，违者必究。