

低轨通信卫星： 开启 6G 通信时代，带动千亿规模市场

核心观点：

国防军工

推荐 (维持)

● “6G=5G+卫星网络”，卫星通信应用前景广阔

2017年11月，英国电信集团（BT）首席网络架构师 Neil McRae 对 6G 通信进行了展望，他认为 6G 将是“5G+卫星网络”，在 5G 的基础上集成卫星网络来实现全球覆盖，并有望在 2025 年得到商用。

2018年11月，我国科技部拟将“与 5G/6G 融合的卫星通信技术研究及原理验证”课题，列入国家重点研发计划“宽带通信和新型网络”重点专项中，说明我国也已经认识到卫星通信在未来通信领域的重要性，表明卫星通信将在 5G/6G 通信时代有广阔的应用前景。

● 低轨卫星通信应用时机已经成熟，成为投资热点

低轨卫星通信优势明显，应用阻碍得到解决。低轨通信卫星距离地面近、通信时延短、数据传输率高，移动终端重量、体积与个人移动设备相差无几，更适合大众普及。随着现代移动通信和电子元器件技术的飞速发展，制约早期低轨通信卫星系统的通话质量、数据传输速率和使用成本等问题迎刃而解，未来个人移动终端与卫星直连通话、上网已不是遥不可及，低轨卫星通信的应用时机已经成熟。

国外公司加紧布局。据 Internet World Stats 统计，截至 2017 年 6 月，全球互联网普及率约为 51.7%，意味着仍有约一半的人口未实现互联网连接，面对如此广阔市场，近年来波音、空客、亚马逊、Google、Facebook、SpaceX 等高科技企业纷纷投资低轨卫星通信领域，提出了 OneWeb、Starlink 等十余个低轨卫星通信系统方案，目标是实现全球互联网覆盖，若这些方案得以实施，未来五年内将有 20000 余颗低轨卫星进入太空。

低轨卫星轨道和频谱资源竞争将愈演愈烈。轨道和频谱是通信卫星能够正常运行的先决条件，国外公司纷纷推出规模庞大的低轨卫星系统方案以抢占有限的低轨卫星轨道和频谱资源，争取在低轨卫星通信系统组网建设上占得先机，“跑马圈地”意图明显。

● 国内低轨卫星通信系统建设提上日程，将开启千亿市场

面对国外发展迅猛的低轨卫星通信系统，国内航天科技和航天科工集团分别提出了“鸿雁”和“虹云”低轨卫星通信星座计划，将分别发射 300 颗和 156 颗低轨通信卫星组建太空通信网，两个系统计划将于 2023 年建设完成，目前两个系统的首颗实验星都已于 2018 年底试射成功。“鸿雁”和“虹云”系统首期组网建设投资估计约为 300 亿元，根据 SIA 的数据，卫星组网费用占整个卫星产业链产值的 7.5% 左右，由此测算，预计低轨卫星通信产业规模将达到约 4000 亿元，我国亦将进入低轨卫星通信时代。

● 投资建议

随着“鸿雁”和“虹云”两个低轨卫星通信系统的逐步实施，与卫星制造和火箭发射紧密相关的中国卫星（600118.SH）和航天电子（600879.SH）等公司将首先受益，未来与地面设备、通信系统运营相关的企业也将蓬勃发展。

风险提示：低轨卫星通信系统建设进展不及预期。

分析师

李良

☎：010-66568330

✉：liliang_yj@chinastock.com.cn

执业证书编号：S0130515090001

联系人：温肇东

☎：010-66568330

✉：wenzhaodong_yj@chinastock.com.cn

相关研究

目 录

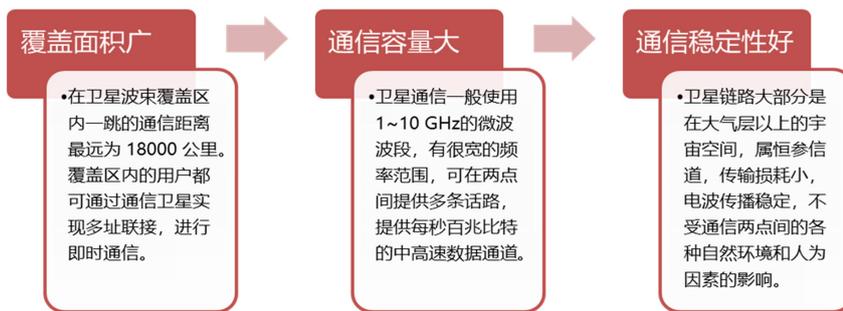
| | |
|--|----|
| 一、低轨通信卫星概述..... | 3 |
| (一) 卫星通信技术..... | 3 |
| (二) 低轨卫星通信系统基本构成..... | 4 |
| (三) 低轨卫星通信应用时机已经成熟..... | 4 |
| 二、早期低轨通信卫星系统生不逢时，不断升级换代..... | 5 |
| (一) 铱星系统..... | 5 |
| (二) 全球星系统..... | 7 |
| 三、国外公司加紧布局新一带低轨卫星通信系统..... | 8 |
| (一) 抢占 30 亿“未连接市场”，多家公司积极布局低轨卫星通信..... | 8 |
| (二) OneWeb 系统..... | 9 |
| (三) Starlink 系统..... | 11 |
| 四、我国低轨通信卫星发展进入战略机遇期..... | 12 |
| (一) 世界各国轨道频谱资源竞争激烈..... | 12 |
| (二) 中国力量加入低轨通信卫星竞争阵营..... | 13 |
| (三) “鸿雁”系统..... | 14 |
| (四) “虹云”系统..... | 15 |
| 五、未来我国低轨卫星通信产业规模将超千亿..... | 16 |
| (一) 航天产业前景广阔，我国通信卫星产业增长迅速..... | 16 |
| (二) “6G=5G+卫星网络”，卫星助力开启通信新时代..... | 18 |
| (三) 低轨卫星通信产业规模将超千亿..... | 21 |
| 六、重点公司..... | 23 |
| (一) 中国卫星（600118.SH）..... | 23 |
| (二) 航天电子（600879.SH）..... | 24 |
| 图目录..... | 26 |
| 表目录..... | 27 |

一、低轨通信卫星概述

(一) 卫星通信技术

卫星通信技术 (Satellite communication technology) 是一种利用人造地球卫星作为中继站来转发无线电波而进行的两个或多个终端之间的通信。自 20 世纪 90 年代以来, 电子信息技术的迅猛发展推动了卫星移动通信的进步。卫星通信具有覆盖范围广、通信容量大、传输质量好、组网方便迅速、便于实现全球无缝链接等众多优点, 被认为是建立全球个人通信必不可少的一种重要手段。

图 1 卫星通信特点

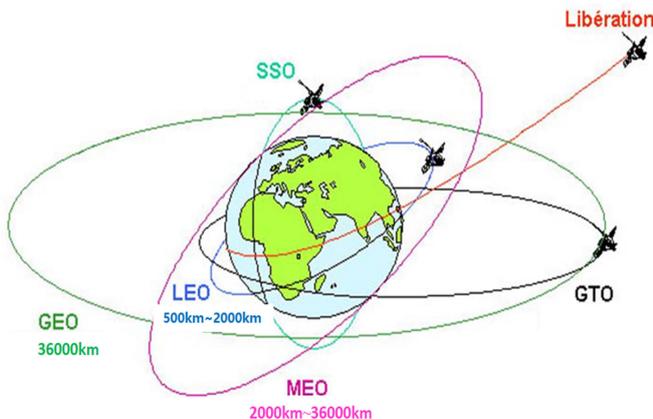


资料来源: 百度百科、中国银河证券研究院整理

按照卫星轨道高度的不同, 通信卫星可以分为低轨通信卫星 (LEO)、中轨通信卫星 (MEO) 和高轨地球同步通信卫星 (GEO)。LEO 卫星轨道高度 500km~2000km, MEO 卫星轨道高度 2000km~36000km, GEO 卫星轨道高度为 36000km。

低轨道带来的好处是, 一方面卫星的轨道高度低, 使得传输延时短, 路径损耗小, 多个卫星组成的星座可以实现真正的全球覆盖, 频率复用更有效; 另一方面蜂窝通信、多址、点波束、频率复用等技术也为低轨道卫星移动通信提供了技术保障。因此, LEO 系统被认为是最有应用前景的卫星移动通信技术之一。

图 2 通信卫星轨道示意图



资料来源: 百度百科、中国银河证券研究院整理

（二）低轨卫星通信系统基本构成

低轨卫星通信系统主要由空间段、用户段、地面段、公用及专用网络四部分组成。在若干个轨道平面上布置多颗卫星，由通信链路将多个轨道平面上的卫星联结起来。整个星座如同结构上连成一体的大型平台，在地球表面形成蜂窝状服务小区，服务区内用户至少被一颗卫星覆盖，用户可以随时接入系统。低轨卫星通信可以在用户段直接与单一地面终端连接，也可以通过地面关口站与地面公共网络连接。

图 3 低轨卫星星座示意图

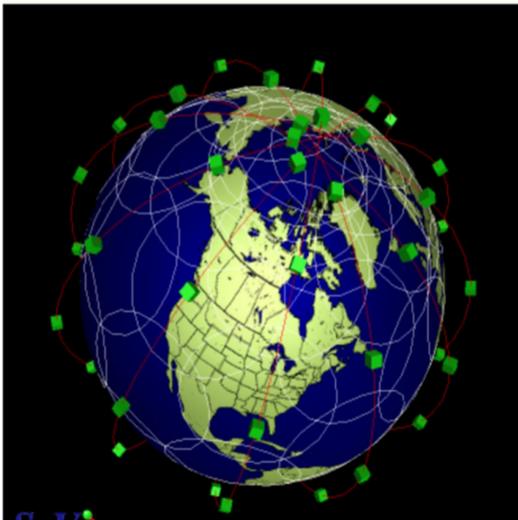
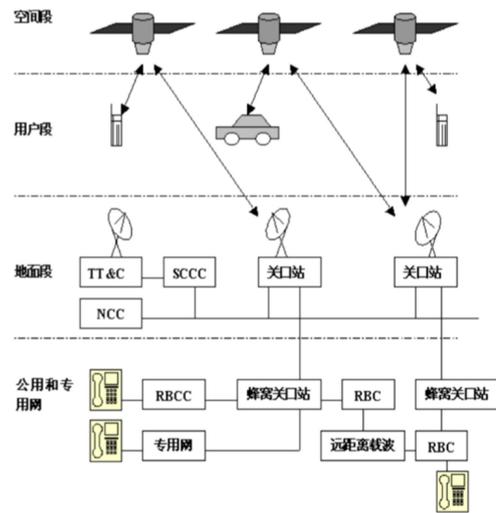


图 4 低轨卫星通信系统组成



资料来源：百度百科，中国银河证券研究院整理

资料来源：百度百科，中国银河证券研究院整理

（三）低轨卫星通信应用时机已经成熟

1、低轨通信卫星固有特点决定其更适应现代通信

地球同步轨道卫星在通信、电视转播等方面的应用已经趋于成熟，它的缺点越来越明显，如体积大、重量大，需要大型助推火箭，发射准备时间长，只有一个轨道面，可容纳卫星数量有限，不能覆盖极地地区，距离地球遥远，通信延迟长，波束覆盖区大，频谱利用率低，容量有限，终端发射功率大，不易小型化等。相对 GEO 卫星通信系统，低轨卫星通信系统有诸多优势，对用户而言，通信时延缩短，数据传输率提高，终端重量、体积、发射功率与普通陆地移动通信终端相差无几，还可以与陆地通信系统兼容，真正做到全球无缝接入。对运营商而言，卫星体积小、重量轻，利用现代发射技术可以一箭双星/多星同时发射入轨，系统频谱利用率高，容量增大，因此，随着卫星制造技术的进步和市场需求的逐渐旺盛，低轨卫星通信系统的发展方兴未艾。

2、低轨通信卫星网络主要技术问题已得到有效解决

低轨卫星通信系统也存在固有的缺点，如需要卫星数量较多，由此带来地面控制、维护系统比较复杂，对通信而言，影响较大的问题是波束切换和星间切换。低轨卫星相对地球高速运动，使得终端在通信过程中需要频繁的切换到其他波束或卫星上才能继续通话，以铱星系统为例，其最小切换时间间隔 10.3 秒，平均切换时间间隔 277.7 秒。实现切换需要一系列信

令操作过程，频繁的切换加重了系统的信令负荷。切换越频繁，切换失败的概率越大，铱星系统在运行初期的切换成功率只有85%，后来经过改进达到92~98%，与陆地移动通信系统的切换掉话率不高于 5×10^{-4} 的指标相比相差甚远。切换产生掉线的主要原因是切换发生时，早期低轨卫星通信系统的带宽资源不能满足切换呼叫最低的带宽要求，但随着近二十年来通信技术、微电子技术的飞速发展，通信系统信号处理能力、通信带宽不断提升，从目前仍在运行的铱星二代、全球星等低轨卫星通信系统使用情况来看，困扰早期铱星系统的掉线率高等技术问题已经得到有效解决，为低轨卫星通信的普及应用扫清了障碍。

二、早期低轨通信卫星系统生不逢时，不断升级换代

卫星移动通信始于20世纪70年代，早期的通信卫星较为简单，由于当时对卫星移动通信信道的理解不够深入，以及移动终端小型化的技术也不成熟，因此，只能支持用于车辆和飞行器的通信，不能支持大量的小型终端用户。在随后的20年中，很多研究机构和大学对卫星移动通信信道开展了大量的实验和研究。为了实现全球通信，以及对市场的乐观估计，相继有多个低轨卫星移动通信系统被开发出来并投入运行。其中最具有代表性的低轨卫星移动通信系统是铱星系统（Iridium）和全球星系统（Globalstar）系统。

（一）铱星系统

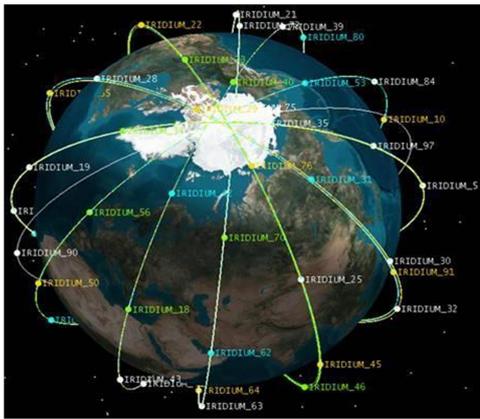
1、系统方案

铱星系统是美国摩托罗拉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。铱星系统的原始设计是由77颗小型卫星，均匀有序地分布于离地面785km上空的7个轨道平面上，通过微波链路形成全球连接网络。因为其结构与铱原子的外层电子分布状况有一定的类似，故取名为铱星系统，后期为减少投资规模，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5~8年。

2、技术缺陷和成本过高导致破产

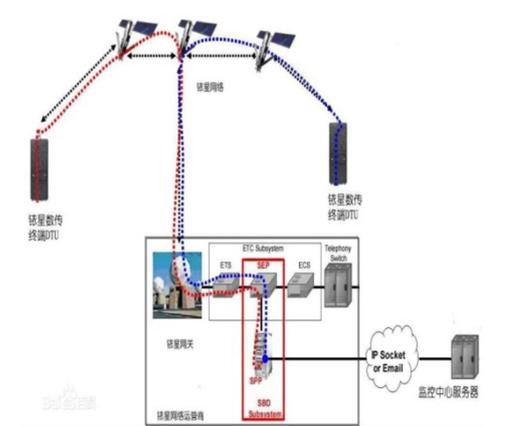
铱星系统耗资约50亿美元，1990年6月首次公布，1990年12月向美国FCC提出许可证申请，在1992年9月得到FCC的许可证。当时铱系统是设计方案中最为完整、具体，进展也很快，是十分有前景的方案，但系统仍存在不足，一是技术方面，受当时设备性能制约，系统切换掉话率高达15%，严重影响通话质量，并且数据传输速率仅有2.4kb/s，二是成本方面，与GSM等系统终端相比，暴露出业务收费高、有地区差异、手机价格高等问题，导致1998年底才投入运行，之后公司于2000年左右就宣告破产。

图 5 铱星系统星座示意图



资料来源：百度百科，中国银河证券研究院整理

图 6 铱星系统通讯链



资料来源：百度百科，中国银河证券研究院整理

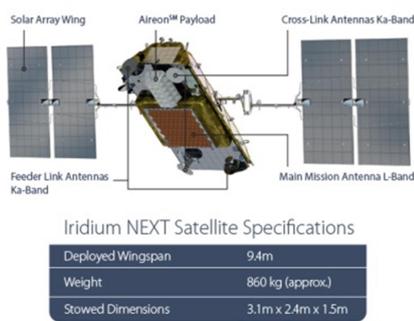
3、新铱星公司

价值 50 亿美元的铱星系统被新的铱星公司 (Iridium Satellite LLC) 以 2500 万美元收购，并于 2001 年 3 月 28 日由新的铱卫星公司重新提供服务。他们在市场定位、经营策略、增加业务种类、增多用户层面、降低手机价格、增加终端种类以及推行与主要电信供应商合作的发展战略等诸多方面进行了重大的调整，并付之实施，取得了卓有成效的业绩，并且发射了补充卫星，2006 年在轨卫星数达到 78 颗，为 20 多个国家提供紧急救援、机要通信等服务力。

4、铱星二代系统

新铱星公司于 2007 年提出铱星二代 (Iridium Next) 计划，该计划同样由 66 颗卫星组成，此外还有 6 颗规定冗余卫星，以及 9 座地面冗余。铱星二代保持了与第一代同样的星座构型，主要是做了能力升级与一些新业务的拓展。Iridium Next 的前 70 颗卫星原计划由 SpaceX 在 2015 年至 2017 年之间，通过 7 次 Falcon 9 火箭发射，发射合同总价值 4.92 亿美元。最后两颗卫星将分别单独发射。目前，SpaceX 已完成 8 次发射，将 75 颗卫星送入预定轨道。Iridium Next 移动用户的最高数据速率可达 128kbps，数据用户可达 1.5Mbps，Ka 频段固定站不低于 8Mbps，Iridium Next 主要瞄准 IP 宽带网络化和载荷能力的可扩展、可升级，这些能力使得它能够适应未来空间信息应用的复杂需求，但对于当前日益增多的移动互联网需求，尤其是 5G 通讯时代的来临，铱星二代系统数据传输能力仍显不足。

图 7 铱星二代卫星



资料来源：百度图片，中国银河证券研究院整理

(二) 全球星系统

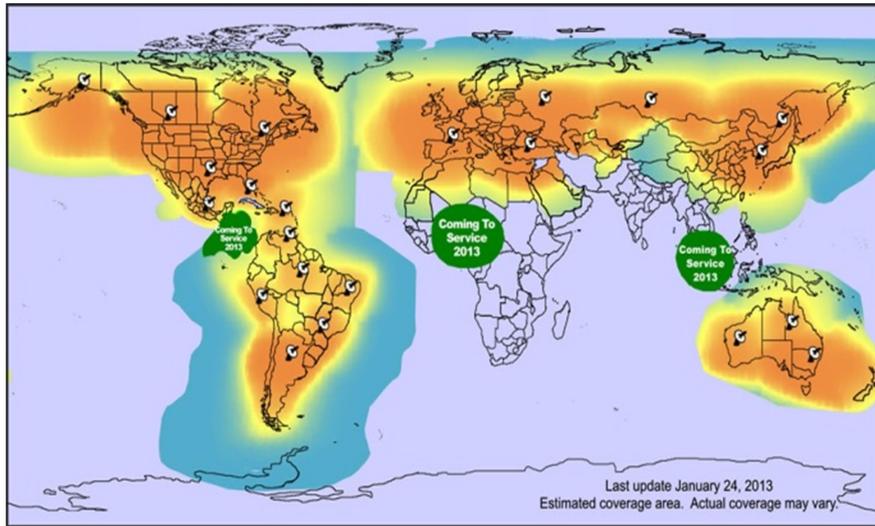
1、系统初期建设

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) 提出的低轨卫星移动通信系统。根据计划, 全球星系统计划在 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。

2、系统升级换代

为了适应移动终端对数据传输量不断提高的需求, 全球星系统于 2010 年开始建设 Globalstar-2 系统, 并随着 2013 年 2 月 6 日最后 6 颗星的成功发射, 从而完成了由 24 颗卫星组成的低轨移动卫星通信星座的部署。Globalstar-2 卫星质量为 700kg, 采用 2 片 3 联太阳能帆板, 初始功率为 2.2kW, 末级功率为 1.7kW。卫星轨道高度为 1414km, 轨道倾角 52°。卫星采用简单、高效、可靠性强的“弯管式”转发器设计, 提供的服务包括一键通与广播、先进的短报文能力 (MSS)、移动视频、GEO 定位、多频段与多模手机、GPS 集成数据等。

图 8 Globalstar 全球覆盖范围



资料来源: Bing、中国银河证券研究院整理

Globalstar-2 卫星系统推出了基于卫星的 WiFi 服务, 也叫 Sat-Fi。Sat-Fi 路由器与卫星相连形成热点, 用户直接通过智能手机安装 APP 连接后就能上网, 可以实现语音、邮件、短消息等业务, 一台 Sat-Fi 设备最多允许 8 名用户同时接入, 可提供最大发射功率为 100mW, 有效覆盖范围为约 30.5m。

图 9 Globalstar 早期地面终端



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

图 10 Globalstar 手机和 Sat-Fi



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

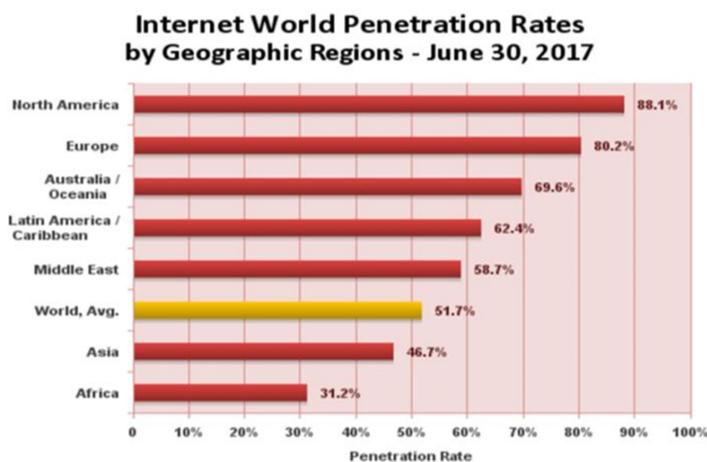
三、国外公司加紧布局新一带低轨卫星通信系统

在 2000 年左右, 铱星系统、全球星系统都面临 GSM 手机强有力的竞争, 在使用费用、终端成本、数据传输速率等方面都不占优势的情况下难以普及, 只能应用于紧急救援、海事通信、军用通信等特殊领域。但在 20 年后的今天情况已经有了很大改观, 航天科技和电子信息技术的进步降低了卫星研制、量产和发射的成本, 而卫星通信资费的降低和数据传输速率的提升又催生出无时无刻的互联网接入和大数据需求, 面对广阔的市场需求, 低轨卫星通信的复兴也自然水到渠成。

(一) 抢占 30 亿“未连接市场”, 多家公司积极布局低轨卫星通信

据 Internet World Stats 统计, 截至 2017 年 6 月, 全球互联网普及率为 51.7%, 意味着全球仍有一半 (约 30 亿) 的人口未实现互联网连接。这些地面信息系统无法覆盖的地方, 将是卫星通信有待开垦的一块新大陆。而随着 5G 时代的到来, 太空互联网将会显现出更大的优势。

图 11 世界互联网覆盖率统计



资料来源: Internet World Stats, 中国银河证券研究院整理

为打开这 30 亿“未连接市场”，Google、Facebook 等都已提早布局。2010 年初，谷歌联合汇丰银行与欧洲有线电视运营商 Liberty Global 发起“O3b 计划”，O3b 的原意是“Other 3 billion”，指的是目前仍旧不能够上网的 30 亿人，该计划进展迟缓，其项目团队重新组建了 OneWeb 公司。2015 年，Google 向 SpaceX 公司投资 10 亿美元，其目的之一便是打造太空互联网，同年 SpaceX 推出 Starlink 项目，计划发射约 12000 颗卫星组建低轨卫星通信系统。

2017 年 Facebook 成立子公司 PointView Tech LLC，投入数百万美元研发实验卫星，该卫星名为 Athena，将比 Starlink 卫星网络传输数据速度快 10 倍。除了互联网巨头，包括波音、空客、三星等公司都正积极开展低轨通信卫星系统的研发工作。

2019 年 4 月，亚马逊推出 Kuiper 项目，计划发射 3236 颗低轨通信卫星，从而在全球范围内提供快速且低延迟的互联网接入服务。

表 1 当前国际主要低轨通信卫星计划

| 名称 | 卫星数量 | 制造商 | 星重 | 推出时间 | 业务启动 | 轨道高度 | 频段 | 项目进展 | 项目投资 |
|----------|-------------|------------|--------|------|------|-------------|-------|-----------------------|--------------------|
| 铱星 | 66+9 颗 | 泰雷斯和 ATK | 860kg | 2007 | 2017 | 780km | L、Ka | 75 颗在轨正常运行 | 约 50 亿美元 |
| O3b | 16+26 颗 | 泰雷斯 | 700kg | 2008 | 2014 | 8000km | Ka | 16 颗在轨，初创团队跳槽至 OneWeb | 截至 2010 年融资 12 亿美元 |
| LeoSat | 108 颗 | 泰雷斯 | 1250kg | 2015 | 2022 | 1400km | Ka | 计划 2019 年发射首颗实验星 | 约 36 亿美元 |
| OneWeb | 648+234 颗 | OneWeb 和空客 | 150kg | 2015 | 2019 | 1200km | Ka、Ku | 2019 年 2 月发射 6 颗实验星 | 已融资 34 亿美元 |
| Starlink | 4425+7518 颗 | SpaceX | 386kg | 2015 | 2024 | 1110~1325km | Ka、Ku | 2018 年 2 月发射 2 颗实验星 | >100 亿美元 |
| 三星 | 4600 颗 | 三星 | - | 2015 | 2018 | 1500km | V | 未发射 | |
| 波音 | 2956 颗 | 波音 | - | 2016 | - | 1200km | V | 未发射 | |
| Telesat | 117 颗以上 | 空客和劳拉 | - | 2016 | 2021 | 1000~1248km | Ka | 未发射 | |
| Kuiper | 3236 颗 | 亚马逊 | - | 2019 | - | 590~630km | - | 未发射 | |

资料来源：Bing、中国银河证券研究院

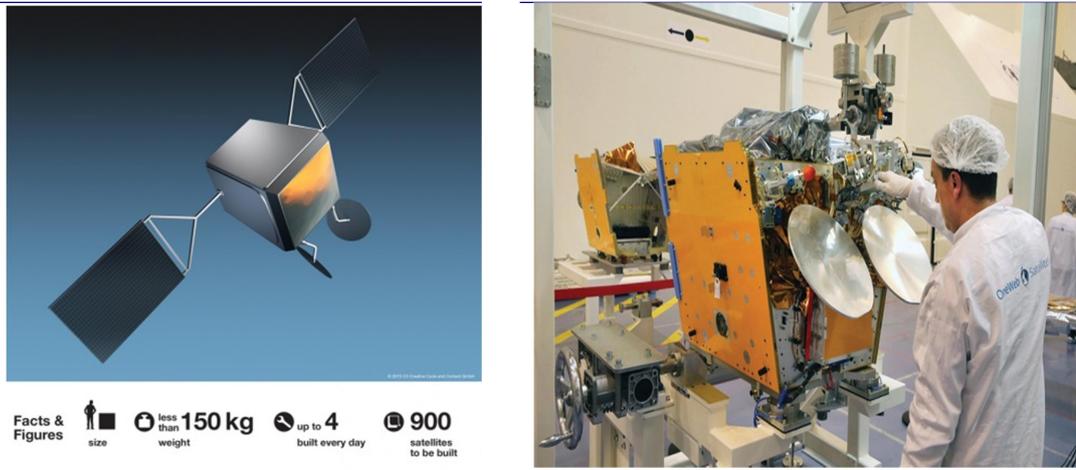
（二）OneWeb 系统

1、基本情况

OneWeb 吸引了空客、高通、维珍集团、波音和可口可乐等公司参与投资，软银也已经投资了 15 亿美元，公司目前已经累计获得 34 亿美元融资。

One Web 的第一代低轨星座设计方案，包含 648 颗在轨卫星与 234 颗备份卫星，总数达 882 颗。这些卫星将被均匀放置在不同的极地轨道面上，距离地面 1200km 左右。卫星高速运动，不同卫星交替出现在上空，保障某区域的信号覆盖。公司正在考虑增加卫星数量，总数达到近 2000 颗。开始运行后，One Web 星座不仅能覆盖美国，亦能覆盖全球还没有连接互联网的农村边远地区。One Web 的目标是，到 2022 年初步建成低轨卫星互联网系统，到 2027 年建立健全的、覆盖全球的低轨卫星通信系统，为每个移动终端提供约 50Mbps 速率的互联网接入服务。

图 12 Oneweb 低轨卫星



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

2019 年 2 月, OneWeb 首批 6 颗互联网卫星成功升空, OneWeb 将在 2019 年秋天开始发射更多卫星。最终, OneWeb 计划将另外 1000 余颗卫星送入不同高度的太空中, 该公司卫星总数有望达到 1980 颗。

2、“流水线”助力卫星批量化生产

为了尽快完成组网, OneWeb 引入了汽车制造的概念, 将卫星各系统模块化, 在生产线上大量使用自动化设备。在此模式下, OneWeb 的“卫星工厂”每周能生产 16 颗卫星, 年产量达到 648 颗卫星。批量化生产可以降低卫星的生产成本, 2015 年时设定的目标是使每颗通信卫星的造价降低至 50 万美元。

图 13 Oneweb 卫星生产线



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

图 14 Oneweb 卫星发射前准备



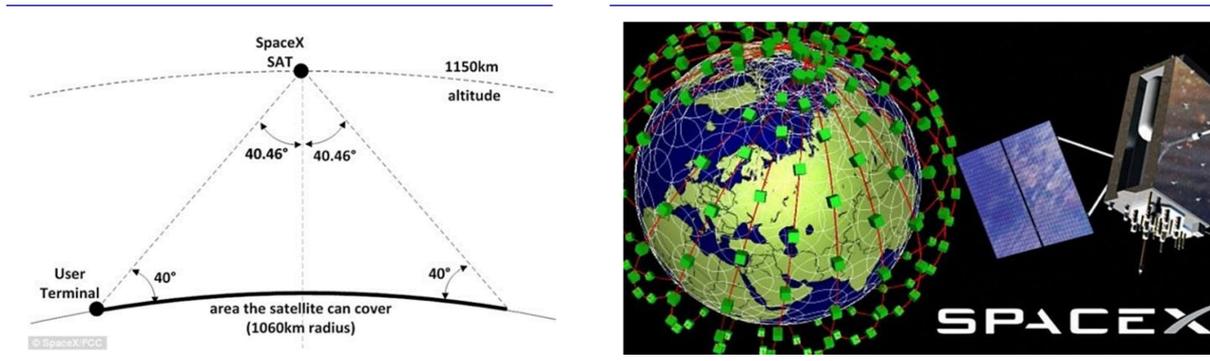
(三) Starlink 系统

1、规模宏大的“星链”计划

OneWeb 主要竞争对手是马斯克的 SpaceX 公司。2015 年，SpaceX 向美国联邦通信委员会提交“星链”(Starlink)计划，计划部署 12000 颗卫星，其中第一阶段发射 4425 颗轨道高度 1100~1300km 的中轨道卫星，第二阶段发射 7518 颗高度不超过 346km 的低轨道卫星。SpaceX 预计 2025 年最终完成 12000 颗卫星的部署，为地球上的用户提供至少 1Gbps 的宽带服务和最高可达 23Gbps 的超高速宽带网络，这一计划预计成本超过 100 亿美元。这些卫星均采用标准化产品化设计，且用同一款火箭猎鹰 9 号发射。

目前围绕地球运行的现役卫星共有 1400 余颗，估计还有 2600 多颗卫星已经不再工作，只是漂浮在太空之中，加上这部分已经退役的卫星，人类已发射的卫星总数约为 4000 多颗。因此，SpaceX 计划发射的通信卫星数量将超过人类已发射卫星总数。

图 15 Starlink 卫星通信系统



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

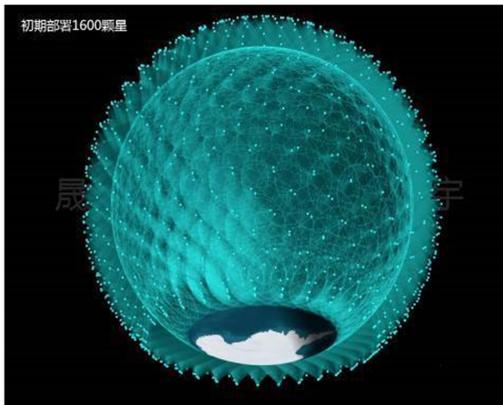
SpaceX 的第一阶段卫星发射计划分为两步，首先向 1150km 轨道高度发射 1600 颗卫星，然后再发射 2825 颗卫星并将它们分别安置在 1110km、1130km、1275km 和 1325km 这四个轨道高度上。4425 颗卫星会在 83 个轨道平面上运行，能提供类似光纤的网络速度，且覆盖面积大大提升。此外，整套系统具有很大的弹性，可以针对特定的地区，动态地集中信号到需要的地方，从而提供高质量的网络服务。

表 2 Starlink 第一阶段发射计划

| 参数 | 初始阶段 (1600 颗) | | 最终阶段 (2825 颗) | | |
|----------|------------------|--------|------------------|--------|--------|
| | | | | | |
| 轨道数量 | 32 | 32 | 8 | 5 | 6 |
| 每个轨道卫星数量 | 50 | 50 | 50 | 75 | 75 |
| 轨道 | 1150km | 1110km | 1130km | 1275km | 1325km |
| 轨道倾角 | 53° | 53.8° | 74° | 81° | 70° |

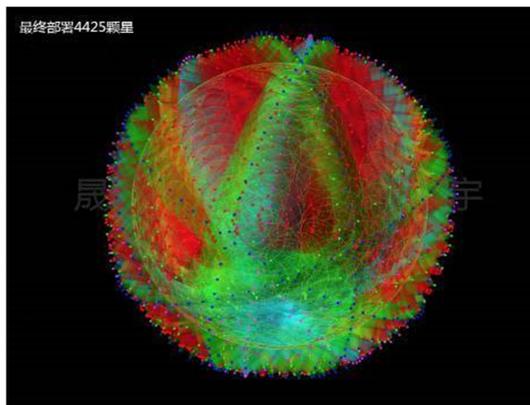
资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

图 16 Starlink 初始阶段 1600 颗卫星



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

图 17 Starlink 第一阶段全部 4425 颗卫星



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

2、卫星数量过多，计划面临调整

2018 年 2 月 22 号，猎鹰 9 号搭载 Starlink 的两颗低轨道试验卫星 Microsat2-A/-B 成功发射。其重型猎鹰火箭每次发射起步价是 9000 万美元，其最大有效载荷 16.8 吨，此次搭载的 Microsat-2a 和 Microsat-2b 小型互联网试验卫星的重量为 386 公斤（不包括太阳能电池板）。

以此计算，按照最理想的状态（不考虑卫星太阳能电池板的重量和体积），重型猎鹰火箭每次发射最多可以携带 43.5 颗卫星（几乎是不可能的），要将 12000 颗类似的卫星部署完毕，重型猎鹰火箭需要发射 276 次左右，仅发射成本就接近 250 亿美元。

因此，SpaceX 也在不断评估系统成本以及密集卫星群对于近地空间造成的影响。2018 年 11 月，SpaceX 拟对 Starlink 计划作出修订，修订后，第一阶段待发射的卫星总数有可能减少至 1584 颗。

四、我国低轨通信卫星发展进入战略机遇期

（一）世界各国轨道频谱资源竞争激烈

轨道和频谱是通信卫星能够正常运行的先决条件，单颗低轨卫星覆盖范围小，必须增加数量以实现全球覆盖，因此，面对有限的轨道、频谱资源，Onweb、SpaceX、亚马逊等行业巨头，以及 Google、Facebook 等互联网企业均加入了低轨通信卫星竞争阵营，纷纷推出自己的低轨通信卫星建造计划，甚至 SpaceX 的 Starlink 计划卫星数量达到惊人的 12000 颗，未免有“跑马圈地”的意味，目前，国外已经公布的低轨通信卫星方案中，卫星总数量约为 23892 颗，卫星轨道高度主要集中在 1000~1500km 之间，频段主要集中在 Ka、Ku 和 V 频段，在轨道高度十分范围有限、频段高度集中的情况下，卫星轨道和频谱的竞争将愈加激烈。由于轨道和频谱在国际电信联盟的有效占有时间有限，不如期发射卫星，原有轨道和频谱将失效，因此，预计下一阶段各家公司将抢先发射卫星，以实际占有轨道和频谱，轨道和频谱的争夺将愈演愈烈。

表 3 国外主要低轨通信卫星频谱和数量统计

| 频段 | 星座名称 | 该频段卫星数量 | 总数量 |
|----|----------|---------|----------|
| Ka | 依星二代 | 约 30 颗 | 约 8583 颗 |
| | LeoSat | 100 颗 | |
| | OneWeb | 约 648 | |
| | Starlink | 约 4425 | |
| | O3b | 27 | |
| | Telesat | 约 117 | |
| | Kuiper | 约 3236 | |
| Ku | OneWeb | 约 234 | 约 7753 颗 |
| | Starlink | 约 7518 | |
| V | 波音 | 2956 | 约 7556 颗 |
| | 三星 | 4600 | |

资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

(二) 中国力量加入低轨通信卫星竞争阵营

1、我国现有卫星通信移动宽带服务能力亟待加强

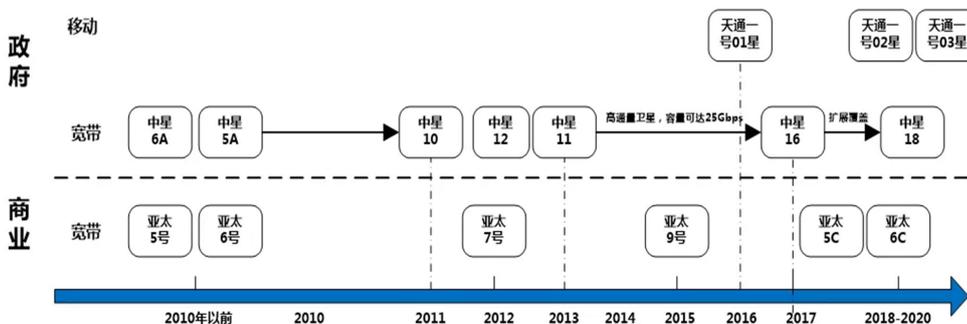
我国目前的卫星通信系统主要有卫星广播通信、卫星宽带互联网和卫星移动通信三种类型。

在卫星广播通信领域，主要建设发展中星、亚太系列通信广播卫星系统，在轨运行的民用通信卫星约 15 颗，通信业务基本实现亚洲、欧洲、非洲、太平洋等区域覆盖，在全球卫星空间段运营服务商排名第六位。

在卫星宽带互联网领域，我国高通量宽带卫星发展刚刚起步，整体技术水平、系统容量和服务能力与国外先进卫星系统尚有差距。2017 年发射的首颗高通量 Ka 宽带卫星“中星 16 号”，容量达到 20Gbps，主要面向远程教育、医疗、机载和船舶通信、应急通信等领域的互联网接入，不能面向个人移动用户。

在卫星移动通信领域，2016 年我国发射的“天通一号”01 星是我国自主建设的首颗移动通信卫星，支持最低 1.2Kbps 电路域语音、最高分组域 384Kbps 的数据业务，移动宽带服务能力较为薄弱，与 OneWeb 约 50Mbps 的数据接入能力相比有明显差距，难以满足当前地面移动通信宽带服务需求。

图 18 我国卫星通信发展进程



资料来源: 百度、中国银河证券研究院整理

2、低轨通信卫星网络建设提上日程

我国疆域辽阔，自然地形复杂。在面对偏远山区的自然村落时，与地面光缆相比，“从天上”解决成本更低，并且能够同时解决海上通信问题。2016年12月的《十三五国家信息化规划》中也明确提及“通过移动蜂窝、光纤、低轨卫星等多种方式，完善边远地区及贫困地区的网络覆盖。”在此背景下，据新浪网报道，中国航天科技和中国航天科工两大集团都启动了各自的低轨通信项目“鸿雁”和“虹云”星座计划，航天两大集团成为了我国低轨通信卫星领域的“国家队”。

在民间投资方面，据《华尔街日报》报道，2018年底中国已有约80家太空技术初创企业投入这一领域，太空已成中国商界的“新边疆”。以银河航天为代表的民间资本低轨卫星公司，2018年连续完成A轮三次融资，投资方包括顺为资本、晨兴资本、IDG资本、高榕资本、源码资本、君联资本等，公司估值已达到35亿元。按照银河航天徐鸣的估算，如果要让全球每一个角落都能联网，投入低轨道通信卫星的成本，有机会降到基站建设成本的1%。

表 4 国内推出的低轨卫星计划

| 公司 | 名称 | 卫星数量 | 项目进展 | 项目投资 |
|------|------|---------|--------------------|------------|
| 航天科技 | 鸿雁 | 300 颗 | 2018 年 12 月发射首颗实验星 | 首期约 200 亿元 |
| 航天科工 | 虹云 | 156 颗 | 2018 年 12 月发射首颗实验星 | 估计约 100 亿元 |
| 航天科工 | 行云 | 80 颗 | | |
| 银河航天 | - | >1000 颗 | | 公司估值 35 亿元 |
| 九天微星 | - | 800 颗 | | |
| 星网宇达 | | 30 颗 | | |
| 和德宇航 | 天行者 | 60 颗 | | |
| 信威集团 | 灵巧通信 | 32 颗 | | |
| 国电高科 | 天启 | 36 颗 | | |
| 欧科微 | 翔云 | 40 余颗 | | |

资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

（三）“鸿雁”系统

1、方案组成

“鸿雁”全球卫星通信系统由中国航天科技集团公司提出，该系统将由 300 颗低轨道小卫星及全球数据业务处理中心组成，具有全天候、全时段及在复杂地形条件下的实时双向通信能力，可为用户提供全球实时数据通信和综合信息服务。“鸿雁”星座首期投资约 200 亿元，是我国首个国家级的、投资规模最大的、具有里程碑意义的商业航天项目，将实现“沟通连接万物、全球永不失联”。

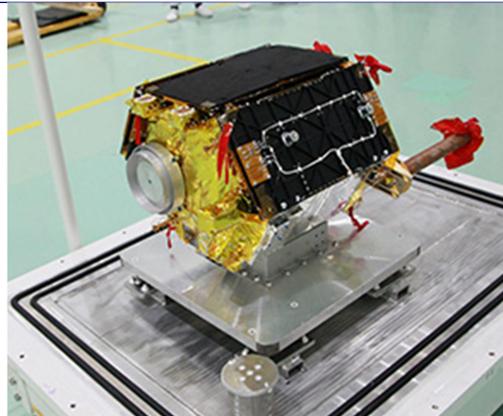
项目创新运营高效的商业模式，聚集全社会资源，打造覆盖芯片、终端、系统集成、运营服务及人才培养等环节的完整产业链条，创新卫星及运载火箭规模化研制模式和流程，培育新经济增长点，将带动上下游超千亿元产值规模。

图 19 “鸿雁”星座 组成



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院整理

图 20 “鸿雁”星座首发星



资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

2、首发星成功入轨

据新华网报道，2018 年 12 月 29 日，长征二号丁运载火箭成功将“鸿雁”星座首颗试验星送入预定轨道。首发星是“鸿雁”星座的试验星，由深圳航天东方红海特卫星有限公司制造，采用了该公司研制的 CAST5 高性价比微小卫星平台，该星具有 L/Ka 频段的通信载荷、导航增强载荷、航空监视载荷，可实现“鸿雁”星座关键技术试验，同时研制了地面系统与终端，卫星入轨后可陆续开展卫星移动通信、物联网、热点信息广播、导航增强、航空监视等功能的试验验证，为后续的“鸿雁”星座的全面建设及运营提供有力支撑。

“鸿雁”星座还有一个重要应用就是提供航空数据业务，可支持飞机前舱的安全通信业务，为航空器追踪及应急处理提供可靠的通信保障，同时支持后舱宽带互联网接入服务。中国航天科技集团目前已与中国民航局签订合作协议，共同开展“鸿雁”星座系统空管应用研究及机载宽带通信服务合作。

(四) “虹云”系统

1、方案组成

“虹云”星座是中国航天科工大力推动商业航天发展的“五云一车”（飞云、快云、行云、虹云、腾云和飞行列车）项目之一，旨在构建覆盖全球的低轨宽带通信卫星系统，计划发射 156 颗卫星，它们在距离地面 1000km 的轨道上组网运行，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，构建一个星载宽带全球移动互联网，实现网络无差别的全球覆盖。

整个“虹云”工程分为三个阶段建设，第一阶段，2018 年底发射首星；第二阶段，“十三五”末即 2020 年底前，发射 4 颗业务试验星；第三阶段，到“十四五”中期即 2023 年左右，发射完成全部 156 颗卫星，初步完成天地融合系统建设，具备全面运营条件。

2、首颗技术验证卫星“武汉”号顺利发射

据新浪网报道，2018 年 12 月 22 日，“虹云”工程首星在酒泉卫星发射中心成功发射，进入预定轨道，标志着中国打造天基互联网也迈出了实质性的第一步。该星由中国航天科工在武

汉的国家航天产业基地生产，该基地将成为具备卫星批产能力的智能化卫星生产线，以支撑2022年左右整个星座卫星的批量生产，为“虹云”工程后续星座组网建设奠定基础。

“虹云”工程首星首次将毫米波相控阵技术应用于低轨宽带通信卫星，能够利用动态波束实现更加灵活的业务模式。除通信主载荷外，虹云工程首星还承载了光谱测温仪和3S（AIS/ADS-B/DCS）载荷，将实现高层大气温度探测和船舶自动识别系统（AIS）信息、飞机广播式自动相关监视（ADS-B）信息和传感器数据信息采集（DCS），实现通、导、遥的信息一体化，可广泛应用于科学研究、环境、海事、空管等领域。

图 21 “虹云”低轨卫星示意图



资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

图 22 “虹云”星座首星“武汉”号发射升空



资料来源：新浪网，中国银河证券研究院整理

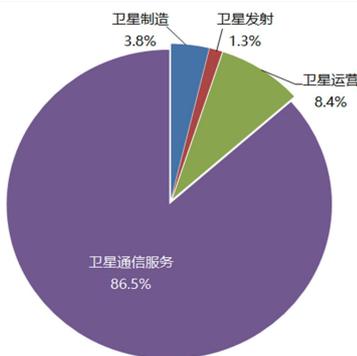
五、未来我国低轨卫星通信产业规模将超千亿

（一）航天产业前景广阔，我国通信卫星产业增长迅速

1、世界航天产业稳健发展

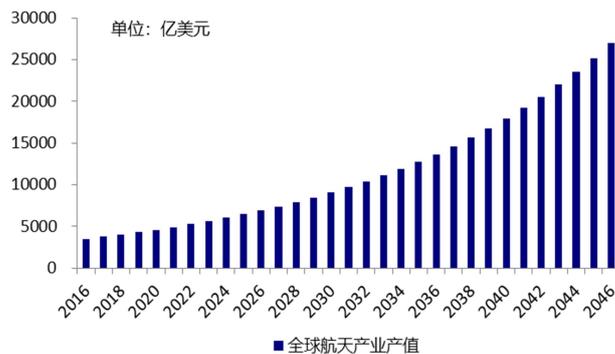
据欧洲咨询公司统计数据，2015 年全球航天产业总规模约为 3353 亿美元，卫星产业总规模约为 2400 亿美元，其中卫星通信产业的总体规模约为 1485 亿美元，同比上一年增长了 3.6%，约占卫星产业收入的 62%，占航天产业收入的 44.3%，说明卫星通信产业是航天产业的重要组成部分。其中通信卫星制造收入 56 亿美元，通信卫星发射收入 19 亿美元，通信卫星运营收入 125 亿美元，卫星通信服务收入 1285 亿美元。

图 23 通信卫星子行业份额



资料来源：欧洲咨询公司，中国银河证券研究院整理

图 24 全球未来 30 年航天业规模预测



资料来源：美林银行，中国银河证券研究院整理

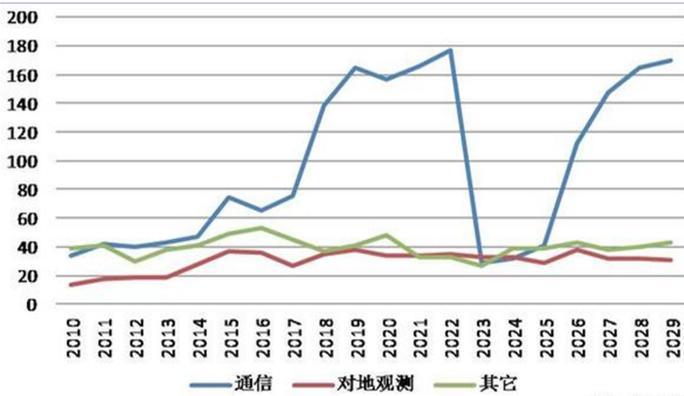
根据美林银行的预测,航天业的规模将从 2016 年的 3500 亿美元增长至 2046 年的超过 2.7 万亿美元,年复合增长率约为 7%,其中相当一部分增长将源自新型低轨通信卫星。

2、通信卫星是推动卫星产业发展的关键动力

传统卫星通信产业主要由政府驱动,主要是政府出资、政府使用,各类卫星通信系统属于国有的天基基础设施。然而,过去十年,商业航天产业吸引了超过 130 亿美元的投资,其中 1/5 来自于投资公司和私营企业,其中半数以上都来自卫星通信产业。充满活力的私营企业期待的不仅仅是资本回报,更加看重充满希望的发展前景。

2011~2015 年,各类应用卫星年均发射 90 余颗,其中通信卫星年均发射 45 颗。根据 NSR 的预测,2017~2022 年,卫星发射数量将出现激增,年均发射数量高达 219 颗,其中通信卫星年均发射 146 颗,比过去 3 年发射的总和还多。经过 2023~2025 年 3 年的短暂调整之后,再次回到发射数量的高峰,与对地观测和其它应用卫星相比,在未来 15 年当中,推动卫星产业发展的关键动力仍然来自通信卫星。

图 25 2017 - 2029 年卫星发射数量预测 (单位:颗)

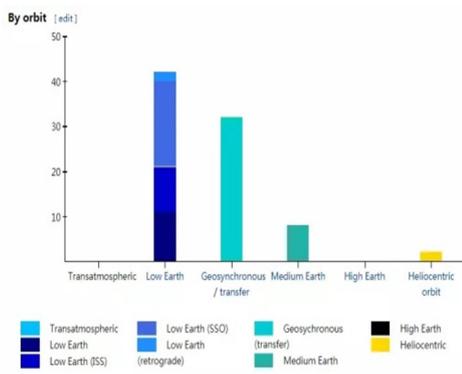


资料来源: NSR、中国银河证券研究院整理

3、低轨卫星数量明显增加

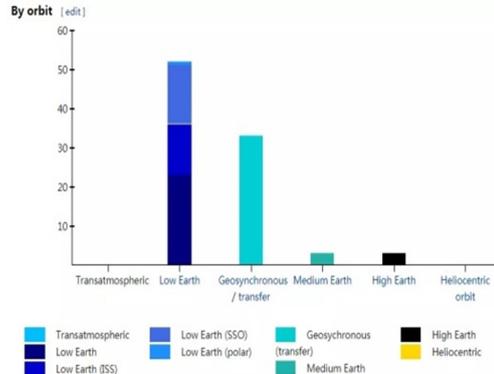
根据 SIA 的数据,2017 年低轨卫星数量同比增加 10 颗,是各类轨道卫星中数量增长最快的,说明低轨卫星是未来一段时间内卫星产业的重要增长点。

图 26 2016 年不同轨道卫星发射数量



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

图 27 2017 年不同轨道卫星发射数量



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

4、国内卫星通信市场增速高于国际平均水平

《2019 中国卫星通信设备市场分析报告》的数据显示，国内卫星通信市场规模亦呈逐年上升态势，从 2008 年的 110 亿元增长到 2016 年的 508.7 亿元，复合增长率约为 21.1%，其增长率明显高于美林银行对世界航天业总规模的预测，究其原因，一方面与通信卫星产业发展速度高于航天产业平均水平有关，另一方面与中国国内卫星通信市场的快速发展有关。

图 28 2008-2016 我国卫星通信市场规模走势图



资料来源：中国报告网，中国银河证券研究院整理

图 29 2014-2018 我国海上宽带卫星通信规模



资料来源：中国报告网，中国银河证券研究院整理

近年来，随着我国海上船只设备的更新及宽带卫星技术的进步，我国在海上宽带卫星通信行业的市场规模保持快速增长，《2019 年中国海上宽带卫星通信行业发展现状和市场规模分析报告》的数据显示，2017 年行业市场规模已经达到 45.91 亿元，估计 2018 年行业市场规模为 56.11 亿元，同比增长 22.2%，说明单一的海上窄带通话服务已经不能满足海上通信对象的需求，海上宽带互联网通信服务需求在日益增强，这从一个侧面也说明，未来能够提供宽带互联网服务的低轨卫星通信系统有着广阔的应用市场。

(二) “6G=5G+卫星网络”，卫星助力开启通信新时代

从上世纪 90 年代开始，随着移动卫星通信的发展，关于卫星与地面移动通信相互融合的讨论与尝试就从未停止。近年来快速发展的通信卫星采用基于统一的 IP 交换技术，实现与地面互联网的融合互通。在市场策略上，通信卫星星座摒弃了铱星系统建设运营初期独立建网、与地面移动通信相竞争的策略，转而与电信运营商开展合作，但当前的铱星二代等低轨卫星通信系统在数据传输方面远远落后于地面移动网络，无法满足用户日新月异的数据传输需求。

随着 5G 时代的即将到来，国际通信组织以及业内人士已经开始对 6G 时代进行展望，当前得到的共识是，5G/6G 时代将是卫星通信与地面通信网络相融合从而真正实现全球通信，包括 3GPP、ITU 在内的国际标准化组织成立了专门工作组，我国科技部也开始着手开展卫星通信与 5G/6G 相融合的问题，卫星通信的时代即将开启。

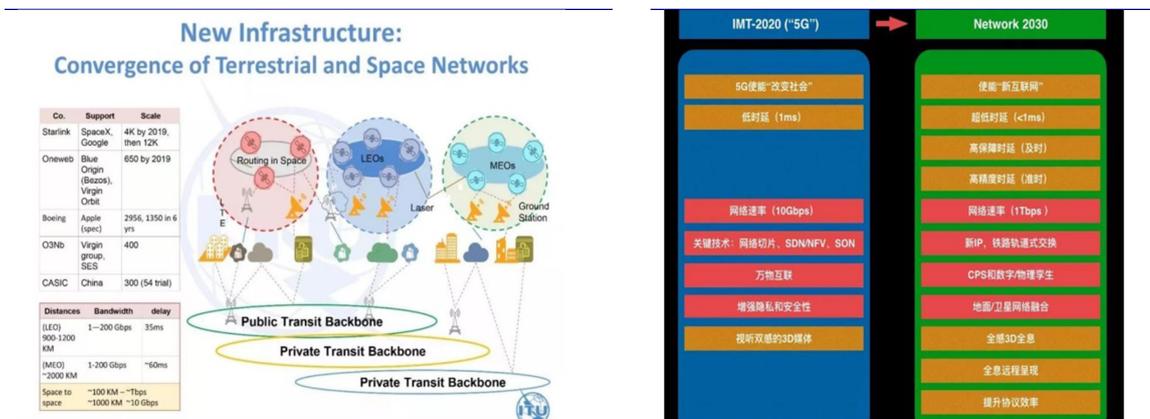
1、“6G=5G+卫星网络”概念已经提出

2017 年 11 月，英国电信集团 (BT) 首席网络架构师 Neil McRae 对 6G 通信进行了展望，他认为 5G 将是基于异构多层的高速因特网，早期是“基本 5G” (将在 2020 年左右进入商用)，中期是“云计算+5G”，末期是“边缘计算+5G”；6G 将是“5G+卫星网络 (通信、遥感、导航)”，

有望在 2025 年得到商用，利用“无线光纤”等技术实现超快宽带，并在 5G 的基础上集成卫星网络来实现全球覆盖，可以为 6G 用户提供网络定位标识、多媒体与互联网接入、天气信息等服务。

此外，2018 年 11 月，国际电信联盟（ITU）正式成立 Network 2030 研究组（ITU-T FG on Network 2030），该机构旨在探索面向 2030 年及以后的网络技术发展，包括保持向后兼容的网络新概念、新构架、新协议、新解决方案，以及支持现有的和新的应用。Network 2030 研究组主席，华为网络技术实验室首席科学家 Richard Li 就 2030 年以后的新互联网愿景进行了介绍，其中利用卫星实现空天一体化、全球覆盖是其中重要一项，并对 Starlink、OneWeb 等低轨卫星通信系统进行了介绍，说明卫星通信在未来通信、互联网领域的重要性已经得到普遍认同。

图 30 2030 年互联网展望



资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

2、我国已着手对与 5G/6G 融合的卫星通信技术研究

2018 年 11 月，科技部发布《国家重点研发计划“宽带通信和新型网络”重点专项 2019 年度项目申报指南建议》征求意见，提出的“专项总体目标”之一是“开展新型网络与高效传输全技术链研发，使我国成为 B5G/6G 无线移动通信技术和标准研发的全球引领者，在未来无线移动通信方面取得一批突破性成果”，其中“与 5G/6G 融合的卫星通信技术与原理验证”是重点项目之一，提及的卫星类型主要是 GEO 和 LEO，GEO 主要用于电视信号等广播类信号传输，LEO 则应该主要是用于卫星移动通信，说明我国已经认识到卫星通信在 5G/6G 时代的重要性，并着手开始研究，以引领国际通信未来发展。

图 31 “与 5G/6G 融合的卫星通信技术与原理验证”项目概况

| 研究内容 | 考核指标 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 聚焦卫星通信与5G/6G地面移动通信融合的技术问题，开展与3GPP等地面移动通信标准化组织统筹推进的天地一体融合通信标准体系研究，突破基于SDN/NFV的卫星5G/6G融合架构、星地融合的无线传输技术、大时空组网优化，面向空间组网的多粒度微波光电混合信号交换等核心技术，完成面向5G/6G的卫星通信地面原型系统试验验证及系统集成。 | <ul style="list-style-type: none"> 完成与5G/6G融合的卫星通信网络体系结构设计，建立统一的评估指标体系及评估方法；支持卫星类型：GEO、LEO星座；支持频段：激光、太赫兹、Q/V、Ka、L；单用户设计最大接入能力大于500Mbps；微波及激光的混合交换处理：微波交换端口数不小于8个、激光不小于2个；网络设计可管理用户总量不少于1千万个。 |

资料来源: Bing, 中国银河证券研究院整理

3、低轨卫星通信与 5G 融合是近期发展趋势

随着 5G 技术的日益成熟，包括 3GPP、ITU 在内的国际标准化组织成立了专门工作组着手研究卫星与 5G 的融合标准化问题，业内的部分企业与研究组织也投入到星地一体化的研究工作当中。

(1) ITU 的卫星与地面 5G 融合方案

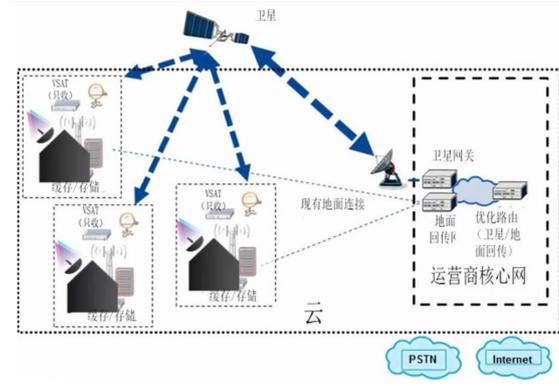
针对卫星与地面 5G 融合的问题，国际电信联盟（ITU，International Telecommunication Union）提出了星地 5G 融合的 4 种应用场景，包括中继到站、小区回传、动中通及混合多播场景，并提出支持这些场景必须考虑的关键因素，包括多播支持、智能路由支持、动态缓存管理及自适应流支持、延时、一致的服务质量、NFV（Network Function Virtualization，网络功能虚拟化）/SDN（Software Defined Network，软件定义网络）兼容、商业模式的灵活性等。

图 32 5G 与卫星通信典型应用场景



资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

图 33 ITU 提出的卫星与 5G 融合场景（混合多播）



资料来源：ITU，中国银河证券研究院整理

(2) 3GPP 的卫星与地面 5G 融合方案

3GPP 在 2017 年底发布的技术报告 22.822 中，3GPP 工作组 SAI 对与卫星相关的接入网协议及架构进行了评估，并计划进一步开展基于 5G 的接入研究。在这份报告中，定义了 5G 中使用卫星接入的三大类用例，分别是连续服务、泛在服务及扩展服务，并讨论了新的及现有服务的需求，卫星终端特性的建立、配置与维护，以及在卫星网络与地面网络间的切换等问题。

图 34 3GPP 提出的 5G 网络中非地面网络架构



资料来源：3GPP，中国银河证券研究院整理

未来一段时间内，地面网络将始终是 5G 通信的主体，卫星通信将是对地面网络的有效补充，如铱星系统那样，企图用低轨星座完全取代地面基站，在短期内是不现实的，但随着科技的不断发展，不依赖地面网络的卫星通讯系统或许在未来成为现实。

5G 通信卫星与地面通信网络之间，存在一个竞争、互补以及融合的过程。我国 5G 时代的通信网络运营，既需要利用到移动、联通、电信的地面基础设施，也需要中国卫通、鑫诺卫星、亚太卫星，或者刚刚成立的东方红移动这样的卫星运营商来配合，国家也可能设立专门的天地一体化通信运营商，或者将其融合到传统运营商服务体系中。

（三）低轨卫星通信产业规模将超千亿

1、未来 5 年低轨通信卫星组网建设规模将超百亿

采用低轨卫星通信系统实现全球通信，所需卫星数量庞大，建设成本都在超百亿元人民币规模。例如，铱星系统 66 颗卫星，耗资约 50 亿美元；Starlink 系统至少投入约 100 亿美元；日本 LeoSat 低轨卫星通信系统共 108 颗卫星，耗资约 36 亿美元；我国“鸿雁”星座 300 颗卫星，首期投资约 200 亿元人民币，“虹云”星座 156 颗卫星，按此推断投资也将超过 100 亿元人民币。因此，如果按照现在的计划开展建设，未来 5 年间我国在低轨通信卫星组网建设上的投入将超过 300 亿人民币。

表 5 国内外低轨卫星通信系统造价比较

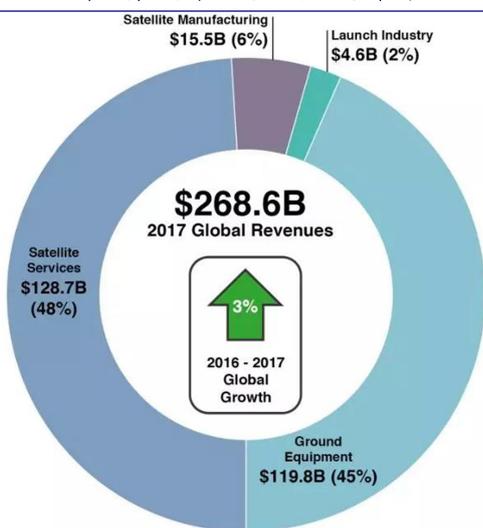
| 名称 | 卫星数量 | 耗资 |
|----------|-------|-------------|
| 铱星 | 66 | 约 50 亿美元 |
| Starlink | 12000 | >100 亿美元 |
| OneWeb | 882 | 已融资 34 亿美元 |
| O3b | 42 | 已融资 12 亿美元 |
| Leosat | 108 | 约 36 亿美元 |
| 鸿雁 | 300 | 首期 200 亿人民币 |
| 虹云 | 156 颗 | 预计 100 亿人民币 |

资料来源：Bing，中国银河证券研究院整理

2、低轨卫星通信全产业链市场规模将超千亿

根据美国卫星工业协会（SIA）发布的数据，2017 年全球卫星产业收入 2690 亿美元，从卫星产业占比上来看，卫星制造业收入为 155 亿美元，占比约为 6%；卫星发射产业收入 46 亿美元，占比约为 2%；地面设备产业收入 1198 亿美元，占比约为 45%；卫星服务产业收入 1287 亿美元，占比约为 48%。由此可见，卫星制造、卫星发射所占整个卫星产业链产值规模不足 10%，前期投入卫星组网建设的费用，对整个产业链将带来超过 10 倍的产值规模。

图 35 2017 年世界卫星产业营业收入分布图



资料来源：SIA、中国银河证券研究院整理

根据前面估算，“鸿雁”和“虹云”低轨卫星通信系统组网投费用入估计将超过 300 亿人民币，根据 SIA 的数据，对于卫星产业链，组网建设费用约占产业链总产值的 7.5%，由此测算，后期地面设备投入将约为 1784 亿元，带来的卫星与地面服务产值将达到约 1916 亿元，因此，低轨卫星通信产业链总体产值将超过 4000 亿元。

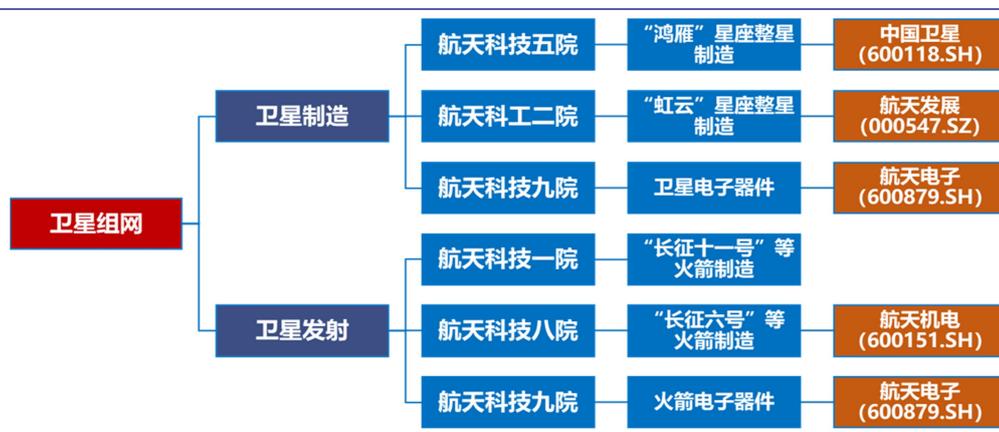
图 36 低轨卫星通信产业链展望



资料来源：SIA、百度，中国银河证券研究院整理

卫星组网领域：在低轨卫星通信产业链中，卫星组网包括卫星制造与卫星发射两部分，将是全产业链最先受益的部分。这部分主要参与者为航天科技集团下属航天一院、航天五院、航天八院和航天九院，以及航天科工集团下属航天二院，涉及的上市公司主要有与卫星制造、火箭发射直接相关的中国卫星（600118.SH）、航天电子（600879.SH），以及与卫星组网间接相关的航天发展（000547.SZ）、航天机电（600151.SH）等。

图 37 卫星组网相关公司产业链



资料来源：百度，中国银河证券研究院整理

地面设备领域：地面设备包括卫星地面接收站、移动卫星终端等，预计在低轨卫星通信建设初期，将类似 3GPP 提出的框架结构，即大部分移动终端设备利用地面网络，通过卫星信号地面接收站实现全球通信服务，小部分海上、偏远地区使用移动卫星终端直接与卫星实现通信，这部分用户类似目前天通卫星、天通手机的直连模式，**华力创通 (300045.SZ)**、**中兴通讯 (000063.SZ)** 都已经开发了天通手机，具有前期优势，后期随着这部分市场的逐步壮大，其他厂商也将加入移动卫星终端的竞争中。

卫星与地面通讯服务领域：三大传统运营商仍是地面通信的主体，东方红移动是首个明确开展低轨卫星通信服务运营的公司，公司未来发展值得期待。

六、重点公司

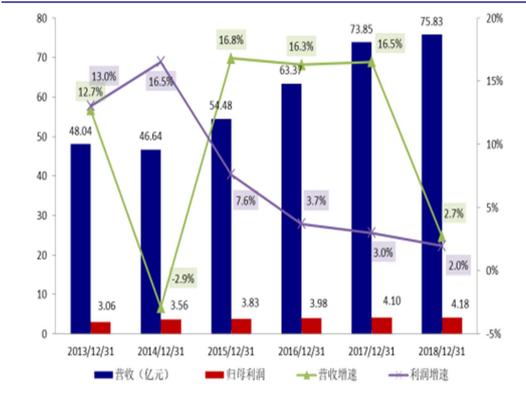
卫星组网是低轨卫星通信系统建设的先行工程，与卫星制造、卫星发射直接相关的中国卫星 (600118.SH)、航天电子 (600879.SH) 等将首先受益，因此，暂仅对这两个直接受益的公司进行分析。

(一) 中国卫星 (600118.SH)

中国东方红卫星股份有限公司 (中国卫星 600118.SH) 是中国航天科技集团公司第五研究院控股的上市公司，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航天高新技术企业，具有天地一体化设计、研制、集成和运营服务能力，形成了航天东方红、航天恒星等一系列知名品牌。

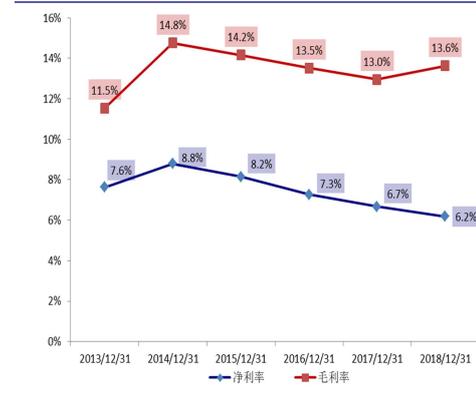
在小卫星及微小卫星研制方面，已成功开发了以 CAST968(CAST1000)平台为代表的多个系列小卫星和微小卫星公用平台，同时具备部分宇航部件产品的生产能力；在卫星地面应用系统及设备制造方面，拥有地面站系统集成、卫星导航、卫星通信、卫星遥感、信息传输与图像处理五大领域，在北斗导航、动中通产品市场占有率方面处于国内领先地位。

图 38 营业收入及利润情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

图 39 毛利率、净利率情况



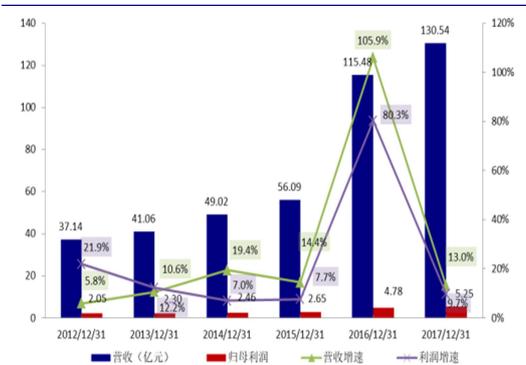
资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

中国卫星 (600118.SH) 及其控股公司航天五院是我国卫星研制的主力军, 是我国通信卫星研制的核心力量, 公司在小卫星和微小卫星研制方面亦有雄厚基础, 公司下属深圳东方红海特制造的“鸿雁”实验星已经成功发射, 为研制后续低轨通信卫星奠定了坚实基础。公司下属航天恒星科技、航天中为等公司在卫星地面系统集成、卫星地面运营服务等方面具有丰富经验, 有助于公司在后期卫星通信系统运营方面占有一席之地。

(二) 航天电子 (600879.SH)

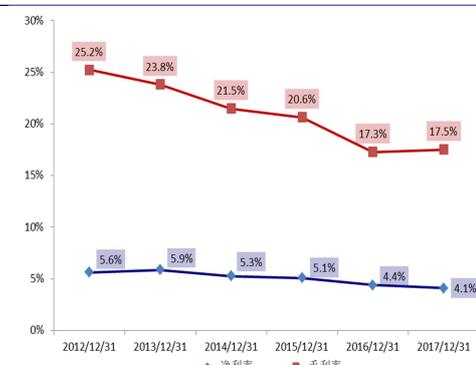
航天时代电子技术股份有限公司 (航天电子 600879.SH) 是中国航天科技集团公司旗下从事航天电子测控、航天电子对抗、航天制导、航天电子元器件专业的高科技上市公司。公司产品主要包括: 高性能传感器、无线电测量控制系统、特种电子通信、自动跟踪系统和数据收集、传输处理系统、卫星电视广播系统、数字化有线电视网络设备、卫星通信地球站、星上精密机构及结构部件、大型地面工程业务测控站和电子支持设备, 以及火箭、卫星、舰船、飞机、核能等产品配套使用的各种电连接器、继电器、电子仪器设备、电缆网及开关设备, GPS/GLONASS/北斗卫星导航应用系统及终端设备等, 被广泛地应用于各类型号卫星、火箭运载工具, 以及相应的地面通信测量与控制设备及工业自动化控制设备中。

图 40 营业收入及利润情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

图 41 毛利率、净利率情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

航天电子（600879.SH）是卫星、火箭上高性能传感器、电子元器件的主要供货商，在卫星制造和火箭发射领域都将受益。目前，“鸿雁”和“虹云”低轨卫星通信系统公布的方案中，卫星数量达到 456 颗。为降低发射成本，小卫星普遍使用“一箭多星”的发射方案，卫星的体积、重量决定了一次发射卫星的数量，铱星二代卫星采用“一箭 10 星”的方案，国内曾创造了“一箭 20 星”的微小卫星发射记录。假设“鸿雁”和“虹云”计划采用“一箭 15 星”方案，需要 30 余次发射才能完成卫星组网，因此，航天电子（600879.SH）未来业绩有望得以明显提升。

图目录

| | |
|--|----|
| 图 1 卫星通信特点..... | 3 |
| 图 2 通信卫星轨道示意图..... | 3 |
| 图 3 低轨卫星星座示意图..... | 4 |
| 图 4 低轨卫星通信系统组成..... | 4 |
| 图 5 铱星系统星座示意图..... | 6 |
| 图 6 铱星系统通讯链..... | 6 |
| 图 7 铱星二代卫星..... | 6 |
| 图 8 Globalstar 全球覆盖范围..... | 7 |
| 图 9 Globalstar 早期地面终端..... | 8 |
| 图 10 Globalstar 手机和 Sat-Fi..... | 8 |
| 图 11 世界互联网覆盖率统计..... | 8 |
| 图 12 Oneweb 卫星..... | 10 |
| 图 13 Oneweb 卫星生产线..... | 10 |
| 图 14 Oneweb 卫星发射前准备..... | 10 |
| 图 15 Starlink 卫星通信系统..... | 11 |
| 图 16 Starlink 初始阶段 1600 颗卫星..... | 12 |
| 图 17 Starlink 第一阶段全部 4425 颗卫星..... | 12 |
| 图 18 我国卫星通信发展进程..... | 13 |
| 图 19 “鸿雁”星座 组成..... | 15 |
| 图 20 “鸿雁”星座首发星..... | 15 |
| 图 21 虹云”低轨卫星示意图..... | 16 |
| 图 22 “虹云”星座首星“武汉”号发射升空..... | 16 |
| 图 23 通信卫星子行业份额..... | 16 |
| 图 24 全球未来 30 年航天业规模预测..... | 16 |
| 图 25 2017-2029 年卫星发射数量预测（单位：颗）..... | 17 |
| 图 26 2016 年不同轨道卫星发射数量..... | 17 |
| 图 27 2017 年不同轨道卫星发射数量..... | 17 |
| 图 28 2008-2016 我国卫星通信市场规模走势图..... | 18 |
| 图 29 2014-2018 我国海上宽带卫星通信规模..... | 18 |
| 图 30 2030 年互联网展望..... | 19 |
| 图 31 “与 5G/6G 融合的卫星通信技术研究及原理验证”项目概况..... | 19 |
| 图 32 5G 卫星通信典型应用场景..... | 20 |
| 图 33 ITU 提出的卫星与 5G 融合场景（混合多播）..... | 20 |
| 图 34 3GPP 提出的 5G 网络中非地面网络架构..... | 20 |
| 图 35 2017 年卫星产业营业收入分布图..... | 22 |
| 图 36 低轨卫星通信产业链展望..... | 22 |
| 图 37 卫星组网相关公司产业链..... | 24 |
| 图 38 营业收入及利润情况..... | 24 |
| 图 39 毛利率、净利率情况..... | 24 |
| 图 40 营业收入及利润情况..... | 24 |

图 41 毛利率、净利率情况24

表目录

表 1 当前国际主要低轨通信卫星计划9

表 2 Starlink 第一阶段发射计划 11

表 3 国外主要低轨星座频谱情况 13

表 4 国内推出的低轨卫星计划 14

表 5 低轨卫星通信系统造价比较21

评级标准

银河证券行业评级体系：推荐、谨慎推荐、中性、回避

推荐：是指未来 6—12 个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）超越交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报 20%及以上。该评级由分析师给出。

谨慎推荐：行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）超越交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报。该评级由分析师给出。

中性：行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）与交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报相当。该评级由分析师给出。

回避：行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）低于交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报 10%及以上。该评级由分析师给出。

银河证券公司评级体系：推荐、谨慎推荐、中性、回避

推荐：是指未来 6—12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 20%及以上。该评级由分析师给出。

谨慎推荐：是指未来 6—12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%—20%。该评级由分析师给出。

中性：是指未来 6—12 个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。该评级由分析师给出。

回避：是指未来 6—12 个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%及以上。该评级由分析师给出。

李良，军工行业证券分析师。本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接受任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位和执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

覆盖股票范围：

A 股：航发动力（600893.SH）、中国卫星（600118.SH）、中航电子（600372.SH）、中航重机（600765.SH）、中航飞机（000768.SZ）、中航机电（002013.SZ）、航天电子（600879.SH）、航天科技（000901.SZ）、中航光电（002179.SZ）、光电股份（600184.SH）、国睿科技（600562.SH）、航天通信（600677.SH）、中国重工（601989.SH）、中国动力（600482.SH）、成飞集成（002190.SZ）等。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券，银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）向其机构或个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播或复印本报告。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。客户不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

银河证券不需要采取任何行动以确保本报告涉及的内容适合于客户。银河证券建议客户如有任何疑问应当咨询证券投资顾问并独自进行投资判断。本报告并不构成投资、法律、会计或税务建议或担保任何内容适合客户，本报告不构成给予客户个人咨询建议。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给银河证券客户的，属于机密材料，只有银河证券客户才能参考或使用，如接收人并非银河证券客户，请及时退回并删除。

所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为银河证券的商标、服务标识及标记。

银河证券版权所有并保留一切权利。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市西城区金融街 35 号国际企业大厦 C 座

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：耿尤繇 010-66568479 gengyouyou@chinastock.com.cn