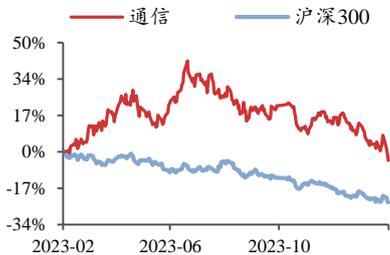


## 通信

2024年02月01日

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：聚源

### 相关研究报告

《央企宝信软件、运营商迎新机遇，光模块龙头中际旭创业绩表现亮眼—行业周报》-2024.1.28

《央企市值管理或将纳入业绩考核，宝信软件、运营商有望受益—行业点评报告》-2024.1.24

《持续看好国产高端自动化、光模块、卫星互联网等板块—行业周报》-2024.1.21

# 大国重器，我国卫星互联网迎“破茧成蝶”成长期

——行业深度报告

蒋颖（分析师）

jiangying@kysec.cn

证书编号：S0790523120003

## ● 卫星互联网迎密集催化，迈入“破茧成蝶”成长期

卫星互联网是基于卫星通信的互联网，欧美领跑，我国于2020年将卫星互联网首次纳入新基建范畴，上升为国家战略性工程。从产业链结构来看，卫星互联网主要由基础设施建设、卫星互联网运营以及终端用户三大部分组成，其中最为核心的为卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四大环节。近期产业发展如火如荼，如我国试验卫星陆续发射、多地出台产业支持政策、终端应用不断普及、海外星链发展日益壮大等，我们认为卫星互联网有望迎来市场“破茧”和产业链“成蝶”的重要历史发展机遇期。

## ● 四大因素齐驱动，卫星互联网发展势在必行

卫星互联网行业前期的发展主要受益于技术的成熟、各国对稀缺频轨资源的竞争、军事价值等，后期的发展主要受益于商业价值潜力：1、技术逐步成熟：低轨卫星星座相关技术、“一箭多星”和“可回收发射”的火箭发射技术不断发展成熟，有效降低卫星互联网建设成本；2、频轨资源稀缺：由于国际电信联盟（ITU）规定轨道和频段资源获取遵循“先到先得”原则，低轨卫星所主要采用的Ku及Ka通信频段资源也逐渐趋于饱和状态，太空资源的争夺具有迫切性；3、军事意义重大：低轨互联网卫星系统得益于其全球化高带宽的波束覆盖，有望增强军队的信息化能力，具有重要军用价值；4、商业价值潜力：卫星互联网作为地面通信系统的有效补充和未来6G的重要组成部分，下游应用市场广阔，具有较大的商业潜力和前景。

## ● 国内产业突破在即，产业链各环节均有望受益

我国高度重视卫星互联网建设，多因素助力产业发展：1、政策端：卫星互联网纳入“新基建”，政策持续力推；2、技术端：我国技术储备基本完备；3、资本端：民间资本助力卫星互联网发展，市场融资集中卫星制造领域；4、产业链端：我国卫星互联网产业发展已经较为完善。展望产业链各环节，我们认为受益情况各有不同：（1）卫星制造环节：优先受益于卫星发射增量需求，建议关注卫星载荷供应商、卫星平台零部件供应商；（2）卫星发射环节：建议关注发射资源分配、发射节奏及技术发展带来的产业催化；（3）地面设备环节：建议关注高价值量核心网建设各环节，以及终端市场；（4）卫星运营环节：星网、垣信分别牵头星网、G60，双线共进，有望快速构建卫星网络。

● **受益标的：**海格通信、铖昌科技、臻镭科技、盛路通信、航天环宇、信科移动-U、创意信息、佳缘科技、天银机电、航天电子、光库科技、西测测试、震有科技、华力创通、盟升电子、上海瀚讯、信维通信、中国卫星等。

● **风险提示：**组网建设进度及投资规模低于预期；卫星频率和轨道资源竞争风险；各环节技术发展及降本不及预期风险；中美贸易摩擦加剧。

## 目录

1、卫星互联网迎密集催化，产业发展如火如荼	4
1.1、产业事件不断催化，卫星互联网渐行渐近	4
1.2、迈入高速率宽带互联网时期，有望成为 6G 主流通信方式之一	6
1.3、卫星产业链各环节有望充分受益于卫星互联网发展	10
2、低轨化、宽带化、星间组网、星地一体等技术持续升级	13
2.1、低轨卫星星座加速发展，重视相控阵技术的应用	13
2.2、大带宽频段资源需求旺盛，各国竞争布局高频段频谱	16
2.3、星间组网逐渐普及，激光通信前景可期	18
2.4、星地一体，卫星互联网与 5G/6G 加速融合	20
3、全球视野，欧美代表星座领跑行业	23
3.1、全球代表星座 Starlink：目标部署超万颗的低轨卫星	23
3.1.1、Starlink 基础设施建设	23
3.1.2、Starlink 商业运营	26
3.1.3、Starlink 军事应用潜力	26
3.2、其他国外代表星座简介	28
4、卫星互联网发展势在必行，国内产业突破在即	30
4.1、为什么要发展卫星互联网？	30
4.2、我国卫星互联网产业链完备，各环节均有望受益	36
5、受益标的介绍	41
6、风险提示	49

## 图表目录

图 1：卫星互联网近期产业催化不断	5
图 2：卫星系统分类	6
图 3：卫星互联网一般组成	7
图 4：卫星互联网的组网方式	8
图 5：卫星互联网历史沿革	9
图 6：卫星互联网产业链	10
图 7：卫星制造环节	10
图 8：卫星发射环节	11
图 9：卫星互联地面设备环节	11
图 10：卫星互联网运营及服务环节	12
图 11：卫星互联网技术成熟度与关注度示意图	12
图 12：全球通信卫星发射统计（2001—2020 年）	14
图 13：全球 LEO 在轨卫星用途分类（截至 2021 年 12 月）	14
图 14：通信卫星结构	18
图 15：天地一体网络的系统结构示意图	21
图 16：6G 卫星通信网络三阶段演进路线	22
图 17：Starlink 发展历程	23
图 18：Starlink 卫星迭代演进过程	24
图 19：Starlink 卫星各版本设计	24
图 20：猎鹰 9 号火箭	25
图 21：猎鹰火箭回收示意图	25
图 22：Starlink 地面终端外形图	25
图 23：Starlink 地面关口站	25
图 24：OneWeb 卫星布局示意图	28
图 25：O3b 卫星系统	28
图 26：Kuiper 计划	29
图 27：2029 年全球近地轨道卫星布局及占比预测	30
图 28：我国卫星互联网行业融资情况(单位:亿元, 起)	34
图 29：我国卫星互联网行业投融资轮次情况(单位:起)	34
图 30：我国卫星互联网行业融资产品变化(单位:%)	35

图 31: 我国卫星互联网市场规模预测(单位:亿元).....	36
图 32: 2019 年全球卫星产业细分结构图.....	36
图 33: Starlink 单星及相控阵平板示意图 .....	37
图 34: 2021 年我国航天发射次数居世界第一 .....	37
图 35: 卫星互联网核心应用场景 .....	38
图 36: 中国星网落户雄安 .....	39
图 37: 中国国内卫星互联网相关公司 .....	41
表 1: 卫星互联网优点 .....	7
表 2: 卫星轨道分类 .....	13
表 3: 不同卫星波束参数对比 .....	14
表 4: 近年来不同轨道通信卫星采用的多波束天线配置.....	15
表 5: 高低轨卫星应用系统优缺点对比 .....	15
表 6: 卫星通信使用无线电频率概况 .....	16
表 7: 典型卫星互联网使用频率 .....	17
表 8: 星间链路基本概况 .....	19
表 9: Starlink 星座参数.....	24
表 10: Starlink 产品服务.....	26
表 11: 我国卫星互联网部分相关政策.....	31
表 12: 我国部分关键技术积累 .....	32
表 13: 我国部分低轨卫星星座 .....	33
表 14: 卫星通信产业链主要环节 .....	36

## 1、卫星互联网迎密集催化，产业发展如火如荼

### 1.1、产业事件不断催化，卫星互联网渐行渐近

**我国卫星互联网试验卫星陆续发射。**2023年7月9日，我国在酒泉卫星发射中心使用长征二号丙运载火箭，成功将卫星互联网技术试验卫星发射升空；11月23日，我国在西昌卫星发射中心使用长征二号丁运载火箭及远征三号上面级成功将卫星互联网技术试验卫星发射升空，本次试验卫星由中国科学院微小卫星创新研究院（上海微小卫星工程中心）抓总研制；12月30日，我国在酒泉卫星发射中心使用长征二号丙运载火箭，成功将卫星互联网技术试验卫星发射升空。

**我国多地支持卫星互联网发展，产业政策不断完善。**2023年9月15日，上海市政府印发了《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023—2026年）》，提出布局“天地一体”的卫星互联网；10月7日，工信部发布《关于创新信息通信行业管理优化营商环境的意见（征求意见稿）》，提出要统筹推进电信业务向民间资本开放，加大对民营企业参与移动通信转售等业务和服务创新的支持力度，分步骤、分阶段推进卫星互联网业务准入制度改革，不断拓宽民营企业参与电信业务经营的渠道和范围；11月20日，上海市人民政府办公厅印发《上海市促进商业航天发展打造空间信息产业高地行动计划（2023—2025年）》，提出主要目标：到2025年，以商业航天跨越式发展为牵引，围绕卫星制造、运载发射、地面系统设备、空间信息应用和服务等环节，加强卫星通信、导航、遥感一体化发展，推动空天地信息网络一体化融合；11月20日，首届明月湖空天信息产业国际生态活动在重庆举行，空天信息产业国际生态联盟以及国内首个空天信息产业共同体在渝发起，并发布了国内首个空天信息产业基金群，首批重庆市空天信息应用场景。

**国内火箭发射条件不断成熟，运力瓶颈有望迎来突破。**2023年11月2日14时00分，北京星际荣耀空间科技股份有限公司自主研发的液氧甲烷可重复使用验证火箭双曲线二号（代号SQX-2Y）在中国酒泉卫星发射中心实验成功；2024年1月11日，我国太原卫星发射中心在山东海阳附近海域使用引力一号运载火箭，将云遥一号18—20星3颗卫星顺利送入预定轨道将云遥一号18—20星3颗卫星顺利送入预定轨道，标志着我国全球运力最大固体运载火箭首飞成功。2023年11月26日，根据新华网消息，海南商业航天发射场目前已进入发射能力形成的攻坚阶段，2024年有望实现常态化发射。

**终端应用不断普及，加速卫星通信建设。**2023年8月29日，华为发布Mate 60 Pro，支持天通卫星通信，由中国电信运营；12月27日，荣耀官方宣布，Magic 6系列手机将搭载鸿燕卫星通信技术，支持通话和短信；12月27日，OPPO宣布下一代Find X旗舰机型将是旗下首款支持卫星通信的手机，支持通过卫星天线方向图调控技术，首次为智能手机带来听筒/免提双模卫星通话功能，该款手机或在2024年正式上市；吉利计划将于2024年初发射包含“吉利银河号”和“远程观星号”等在内的02组11颗卫星，进一步完善吉利“天地一体化”智能出行生态，2024年1月5日上市的吉利银河E8，将搭载卫星通信功能，此前吉利于2022年6月“吉利未来出行星座”01组一箭九星成功发射并稳定在轨运行。

**星链发展日益壮大，海外卫星互联网建设如火如荼。**2023年9月30日，SpaceX在卡角空军基地SLC-40使用Falcon 9发射Starlink Group 6-19任务，将22颗Starlink卫星送入LEO轨道，星链全球订购用户超过200万，正式进入62个国

家；10月18日，SpaceX在卡角空军基地SLC-40使用Falcon 9发射第114批22颗微版“星链”v2.0卫星，本次发射后，SpaceX公司的“星链”卫星发射数量达到5287颗，其中包括573颗微版“星链”v2.0卫星，大约有4896颗“星链”在轨运行；10月28日，马斯克发文宣布，将把卫星通信系统“星链”（Starlink）提供给在加沙的国际认证援助组织使用；10月11日，SpaceX星链官方网站全新推出星链直连手机业务，适用于现有的LTE手机，无需更改硬件、固件或特殊应用程序，即可通过星链发送文本、语音和数据，预计2024年实现短信发送，2025年实现语音通话，2025年实现上网（Data），同年分阶段实现IOT（物联网），初期支持的运营商包括：T-MOBILE（美国）、OPTUS（澳大利亚）、ROGERS（加拿大）、ONE NZ（新西兰）、KDDI（日本）、SALT（瑞士），2024年1月4日，SpaceX发射了首批6颗能够提供移动电话服务的卫星。2023年10月6日，亚马逊为其太空互联网业务“Project Kuiper”发射首批测试卫星KuiperSat-1和KuiperSat-2，该项目计划投资100亿美元，已获得美国监管机构的许可，计划逐步部署超3200颗卫星。

**图1：卫星互联网近期产业催化不断**

卫星互联网核心催化	项目落地	星网试验卫星陆续发射，G60项目积极推进
	政策支持	中央与地方积极出台政策支持，远期市场空间广阔
	运力突破	国内火箭发射条件不断成熟，运力瓶颈有望迎来突破
	应用普及	众多消费终端厂商跟进卫星通信，卫星互联网应用探索初见端倪
	海外发展	星链为代表海外卫星互联网发展迅速，战略紧迫性越发凸显

资料来源：开源证券研究所

## 1.2、迈入高速率宽带互联网时期，有望成为 6G 主流通信方式之一

卫星产业主要包括卫星通信、卫星导航、卫星遥感以及卫星综合应用等，其中卫星互联网属于卫星产业中卫星通信的重要组成部分，随着航天技术的发展，与卫星产业相关的产品和服务已经广泛应用于各个行业：

**卫星通信：**是利用卫星中的转发器作为中继站，通过反射或转发无线电信号，实现两个或多个地球站之间的通信，是现代通信技术与航天技术的结合，并用计算机对其进行控制的先进通信方式，是目前卫星技术最具产业化的应用方向之一，构成了卫星产业的最主要组成部分。卫星通信广泛应用于通信广播、数据传输、政府应急保障等方面，是信息化社会重要的基础设施；

**卫星导航：**产品和服务在车辆监控和导航、海上运输和渔业、大地测量（测绘、勘探）等领域具有广泛应用，导航卫星包括沿着地球静止轨道运行的卫星，也包括沿着倾斜地球同步轨道和中圆地球轨道运行的卫星；

**卫星遥感：**在国土资源监测、气象监测、防灾减灾等社会公益性服务方面提供了不可或缺的重要技术支持，遥感卫星通常是沿着地球同步轨道运行的。

图2：卫星系统分类



资料来源：北斗卫星导航系统官网，开源证券研究所

卫星互联网是基于卫星通信的互联网，是对传统地面通信的重要补充之一。根据《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，卫星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能力的大卫星系统，是一种能够完成向地面和空中终端提供宽带互联网接入服务的新兴网络。卫星互联网具有覆盖面积广、低延时、低成本等优点，尤其适用于无基站覆盖的海洋、沙漠及山区等偏远地区，可作为传统地面通信的重要补充，未来有望成为主流的通信方式之一。

表1: 卫星互联网优点

优点	具体内容
广覆盖	<b>实现全球宽带无缝通信:</b> 作为地面网络的补充和延伸, 实现有线电话网和地面移动通信网均无法实现的广域无缝隙覆盖, 有效解决通信基础设施匮乏地区互联网接入问题。
低延时	<b>实现延时与地面网络相当:</b> 卫星网络布置于近地轨道, 数据信号在卫星与地面终端往返传输延时被大大降低, 达到几十毫秒级别的较低延时。
低成本	<b>建设成本低于地面通信设施:</b> 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, 软件定义技术又可以进一步延长在轨卫星使用寿命。
宽带化	<b>高通量卫星技术日渐成熟:</b> 高频段、多点波束和频率复用等技术的使用显著提升了宽带能力, 降低了单位宽带成本, 能满足高信息速率业务的需求, 极大地拓展了应用场景。

资料来源: 开源证券研究所

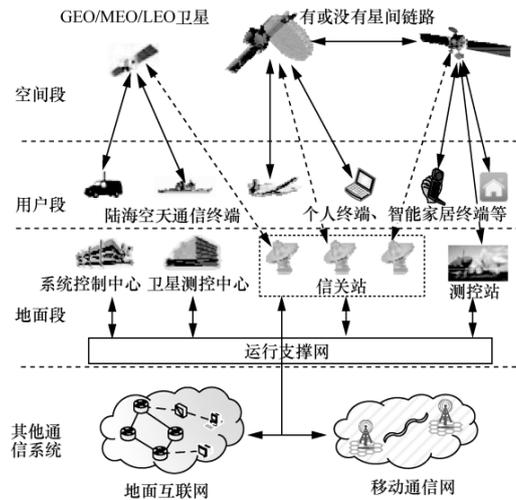
**从构成上来看, 卫星互联网一般由空间段、地面段和用户段构成:**

**空间段:** 以通信卫星为主体, 接收和转发卫星信号, 提供用户链路承载功能。本段提供信息中继服务的卫星星座, 包含一或多颗卫星, 这些卫星可以工作在 GEO、MEO 或 LEO 轨道, 也可以同时包括 2 种或 2 种以上轨道类型的卫星, 卫星之间可以有或没有星间链路;

**地面段:** 一般包括卫星测控中心及相应的卫星测控网络、系统控制中心及各类信关站 (Gateway) 等, 提供馈电链路, 起到连接地面核心网的作用, 实现卫星互联网与公共通信网的业务交互功能。其中卫星测控中心及相应的测控网络负责保持、监视和管理卫星的轨道位置和姿态、控制卫星的星历表等; 系统控制中心负责处理用户登记、身份确认、计费和其他的网络管理功能等; 信关站负责呼叫处理、交换及与地面通信网的接口等;

**用户段:** 包括各类用户终端设备及应用场景的支持设施, 如供用户使用的手持机、便携站、机 (船、车) 载站等各种陆海空天通信终端。

图3: 卫星互联网一般组成



资料来源: 张更新等《卫星互联网若干关键技术研究》

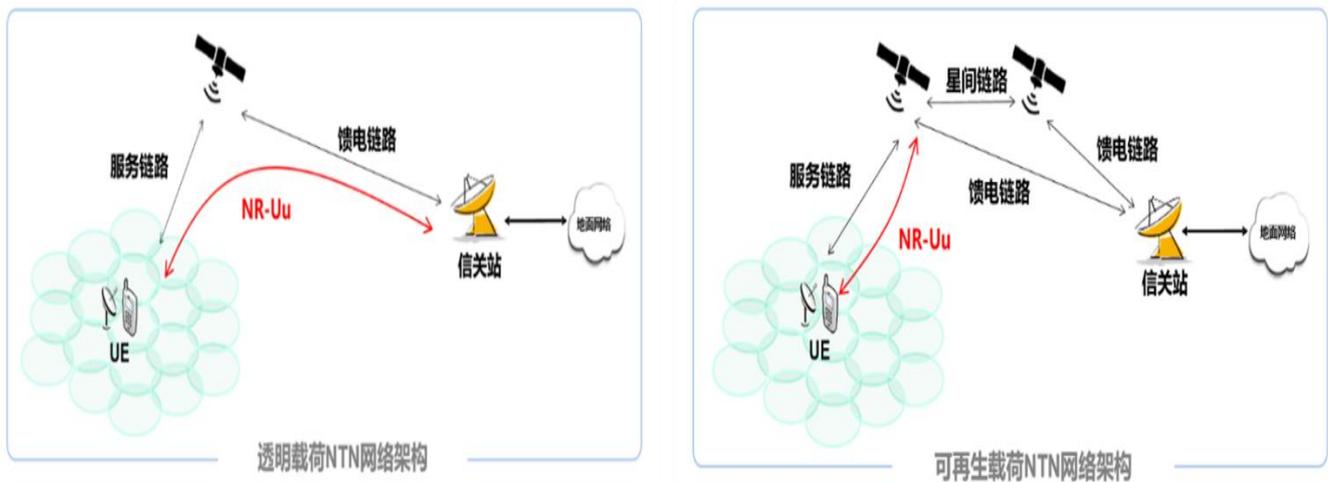
**从卫星互联网的组网方式来看,** 在目前的非地面网络 (NTN) 相关协议中, 根据星上载荷的不同, 可以分为“透明载荷”的透明转发工作模式和“可再生载荷”的星上处理转发工作模式:

**透明载荷：**也称作透明转发，实际上把卫星仅当作信号中继的链路。用户终端只能通过卫星一跳与信关站建立连接，再经信关站连接到地面互联网。这种组网方式要求系统中设置非常多的信关站，各信关站可以独立工作，没有信关站覆盖的地方，用户终端无法接入互联网，因此透明载荷架构可以利用已有卫星，技术上实现起来较为容易，成本也低，但卫星和基站之间的路径长，时延大，不支持星间协作，需部署大量信关站；

**可再生载荷：**又称作基站上星，卫星具备星上处理和交换能力及星间通信能力。系统中不需要部署很多的信关站，用户终端可通过多颗卫星的中继建立与信关站的连接，从而访问地面互联网，但可再生载荷这种架构必须改造并新发射卫星，技术复杂，成本高，优点是终端和卫星基站之间的时延短，且由于有星间链路的存在，可以减少一些信关站的部署。

**卫星互联网的工作过程为：**用户终端开机后首先进行注册申请，注册成功后，如果用户有通信要求，就通过控制信道申请建立连接；如果连接申请被接受，系统就通过控制信道向用户终端分配资源，包括使用的卫星和信关站标识码、上下行点波束号、时隙、频率或码字信息等；收到资源分配命令后用户终端即可建立连接；由于用户和卫星都可能是移动的，通信过程中还需要进行星间或波束间切换；连接结束后，用户终端释放信道，系统收回分配的网络资源。

图4：卫星互联网的组网方式



资料来源：孙滔等《从 NTN 国际标准看 5G-A/6G 空天地一体化技术演进》

**根据赛迪顾问的《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，从发展历程来看，卫星互联网相对地面通信，历经近 40 年发展经历了三个阶段，当前卫星互联网逐渐进入高速率宽带互联网发展阶段：**

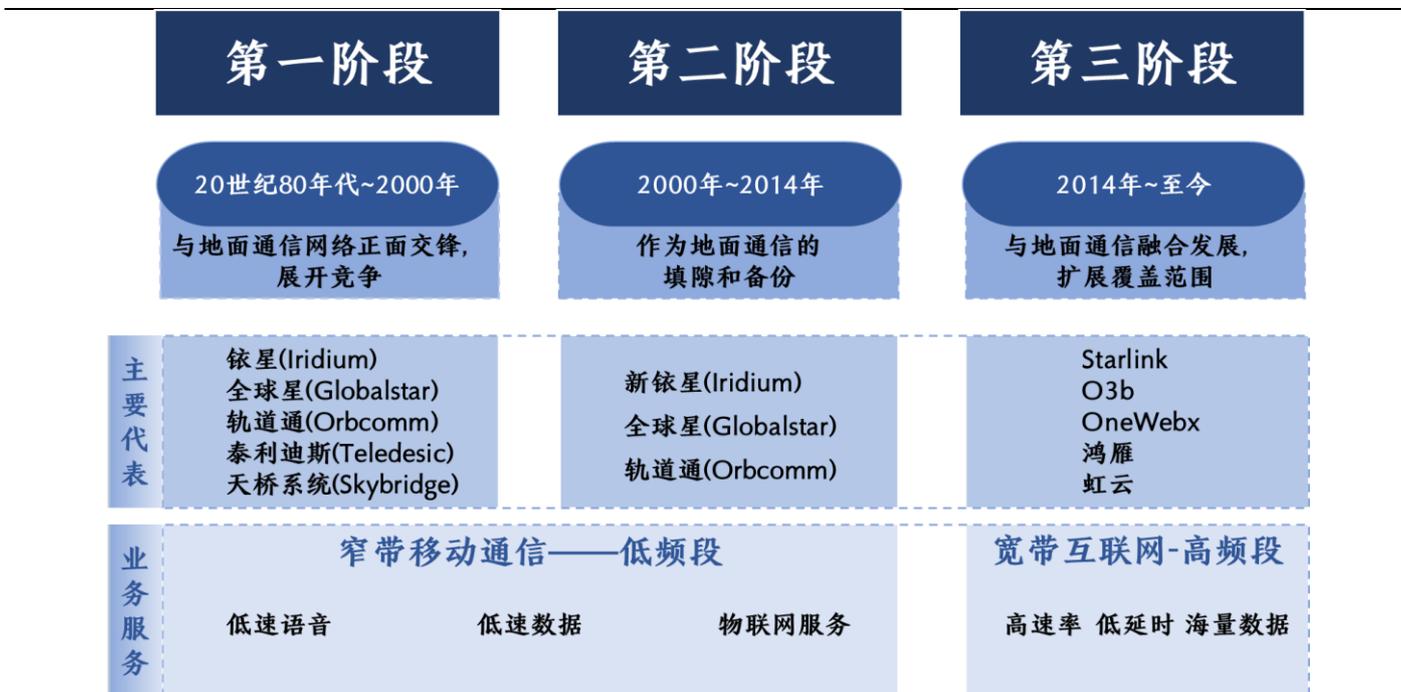
**与地面通信网络竞争阶段(20 世纪 80 年代~2000 年)：**以摩托罗拉公司“铱星”星座为代表的多个卫星星座计划提出，“依星”星座通过 66 颗低轨卫星构建一个全球覆盖的卫星通信网。这个阶段主要以提供语音、低速数据、物联网等服务为主。随着地面通信系统快速发展，其通信质量、资费价格等方面对卫星通信全面占优，卫星通信网在与地面通信网络的竞争中宣告失败；

**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，定位主要是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5：卫星互联网历史沿革



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

### 1.3、卫星产业链各环节有望充分受益于卫星互联网发展

从产业链结构来看，卫星互联网主要由基础设施建设、卫星互联网运营以及终端用户三大部分组成，其中最为核心的为卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四大环节。卫星互联网与传统卫星通信产业类似，可以划分为上游、中游、下游，产业链上游包括卫星制造、卫星发射、地面基础设施等环节，构建了卫星通信的基础设施，达到卫星通信的基本条件；产业链中游是卫星通信运营商，提出卫星方案服务、资源服务、产品服务等，旨在实现客户卫星通信需求；产业链下游为卫星互联网的终端用户。

图6：卫星互联网产业链



资料来源：开源证券研究所

(1) 基础设施又可以分为空间段和地面段：

基础设施的空间段包括卫星制造和卫星发射：

卫星制造环节主要包括卫星平台、卫星载荷。卫星平台包含结构系统、供电系统、推进系统、遥感测控系统、姿轨控制系统、热控系统以及数据管理系统等；卫星载荷环节包括天线分系统、转发器分系统以及其它金属/非金属材料 and 电子元器件等，优先受益卫星发射增量需求；

图7：卫星制造环节



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

卫星发射环节包括火箭制造以及发射服务，是商业航天及产业链建设节奏关键瓶颈节点之一；

图8：卫星发射环节



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

**基础设施的地面段包括地面基础设施和用户终端：**

地面基础设施包括固定地面站、移动式地面站（静中通、动中通等）：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，与卫星互联网应用端发展相辅相成，有望共同催化整体产业链发展；

图9：卫星互联地面设备环节

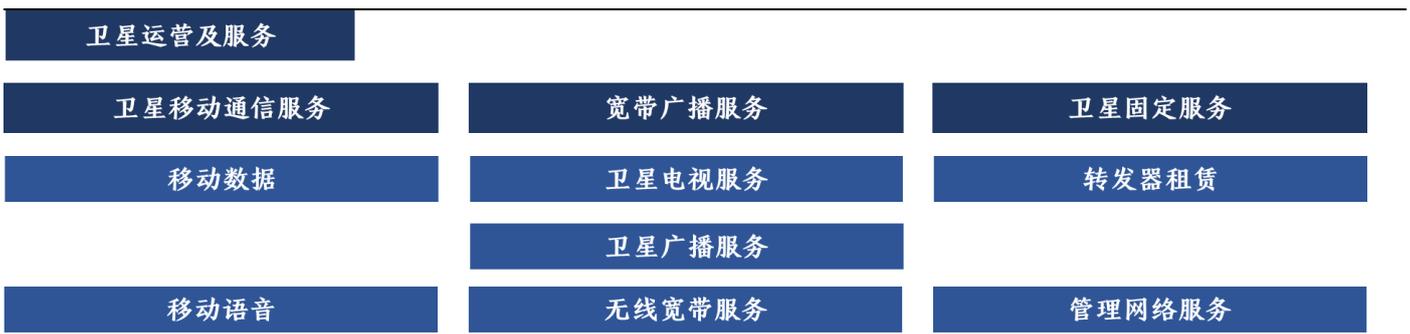


资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

(2) **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；

(3) **终端用户** 可以分为特殊领域和民用领域，按照客户类型可以划分为海上用户、航空用户、陆地用户等。

图10：卫星互联网运营及服务环节



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

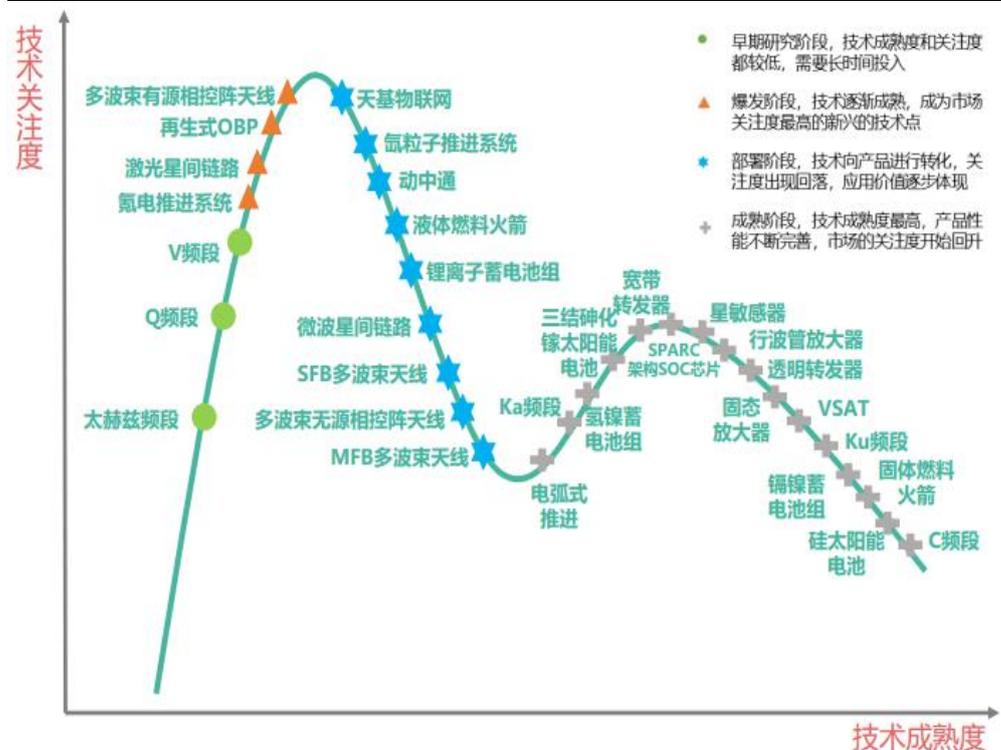
我们认为当前卫星互联网主要集中在空间段及地面段的基础设施建设，上游卫星制造、卫星发射及地面设备建设成为关注的焦点：

**卫星制造方面：**卫星互联网仍处于发展初期，面临多项基础技术攻关，包括星载/地面相控阵天线、长时稳定高速星间激光载荷、高精稳长寿命卫星平台，以及多层星座构型保持、复杂星座组网控制等，重视各技术发展带来的高价质量板块；

**卫星发射方面：**由于星座组网阶段需要大量发射，国内互联网卫星的运载能力也存在瓶颈，发射频次、成本、运力成为关键，一箭多星和可重复使用的液体火箭的技术发展备受关注；

**地面设备中：**重视信关站、采用相控阵天线的高性能终端、采用平板/反射面天线的低成本终端、无人值守边境综合监测站等的建设。

图11：卫星互联网技术成熟度与关注度示意图



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》

## 2、低轨化、宽带化、星间组网、星地一体等技术持续升级

我们认为，未来要大力发展卫星互联网的应用，需要实现卫星互联网广覆盖、低时延、大带宽、低成本连接，目前关键主流技术聚焦在超大容量、组网优化、多网融合、高效运控等方面，总体正向着低轨化、宽带化、星间组网、星地一体化的方向发展。

- 1) **低轨化**：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、整体制造成本低等特点，天然契合目前卫星互联网的发展需求，目前已成为行业发展的主流选择；
- 2) **宽带化**：为满足高信息速率业务的需求，卫星通信向着大带宽的方向发展，与大带宽对应的是高频频谱资源，由于 ITU “先登先占” 的申请规则，具有战略稀缺性，已成为各国布局重点；
- 3) **星间组网**：为更好地实现低轨卫星间的双向通信，包括波束间、子信道间以及用户间的便捷通信，以及多星互联，星间的信息传输和交换，星间组网逐渐普及；
- 4) **星地一体**：推动星地一体的发展，与地面技术融合是利用低轨卫星的全球覆盖特性，可以有效弥补地面通信网络覆盖的不足，同时作为 6G 重要组成部分，也成为各国抢占下一代通信标准话语权的重要战略节点。

### 2.1、低轨卫星星座加速发展，重视相控阵技术的应用

相较于传统高轨通信卫星，低轨卫星星座成为卫星互联网行业发展选择。在卫星通信系统中，卫星运行的轨道分为低轨、中轨和高轨（静止轨道）三类。由于高轨卫星相对地面静止，且覆盖区大，三颗经度差约  $120^\circ$  的卫星能够覆盖除南、北极以外的全球范围，因此目前卫星通信系统大多采用静止轨道卫星。另外卫星通信系统也可采用低轨或中轨等非静止轨道卫星，但由于非静止轨道卫星与地球上的观察点有相对运动，为了保证对全球或特定地区的连续覆盖，以支持服务区内用户的实时通信，需要用多颗卫星组成特定的星座，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，适宜卫星互联网业务的发展。

表2：卫星轨道分类

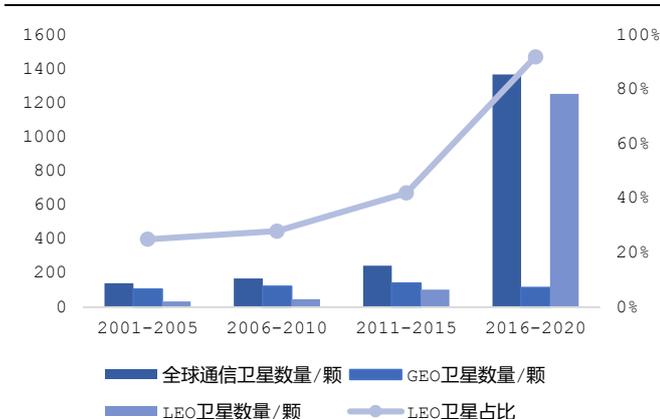
卫星轨道类型	轨道高度	特点	卫星用途
LEO（低轨道）	300-2000km	传输时延、覆盖范围、链路损耗&功率较小	对地观测、测地、通信等
MEO（中轨道）	2000-35786km	传输时延、覆盖范围、链路损耗&功率大于 LEO 但小于 GEO	导航
GEO（地球静止轨道）	35786km	存在较长传输时延和较大的链路损耗	通信、导航、气象观测等
SSO（太阳同步轨道）	<6000 千米	轨道平面与太阳保持固定取向	
IGSO（倾斜地球同步轨道）	35786km		导航

资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

发射数量上，全球 LEO 轨道通信卫星数量实现快速增长。自 2001 年至 2020 年，低地球轨道（LEO）卫星在年度发射航天器数量占比从 57% 迅速攀升至 97%，截至 2021 年 12 月，全球在轨卫星已突破 5000 颗，其中，LEO 轨道卫星占比超过 83%。LEO 在轨卫星中，通信卫星占比达 66.80%，同时在巨型星座刺激下，相比

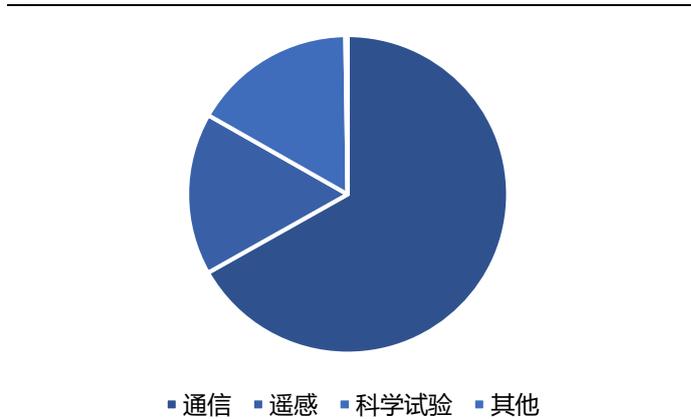
2001-2005年、2016-2020年，LEO轨道通信卫星数量增长了近40倍。

图12: 全球通信卫星发射统计 (2001—2020年)



数据来源: 王韵涵等《国外低轨卫星互联网发展最新态势研判》、开源证券研究所

图13: 全球 LEO 在轨卫星用途分类 (截至 2021 年 12 月)



数据来源: 王韵涵等《国外低轨卫星互联网发展最新态势研判》、开源证券研究所

代表星座上，低轨卫星星座向着规模化发展。根据《低轨巨型星座网络：组网技术与研究现状》，其中认为：传统的低轨星座系统一般包含数十颗卫星，但新兴的低轨星座网络为满足系统容量的需求，将卫星数目扩增至上万颗。庞大的星座规模提高了地面终端通信仰角，减小了地面反射和多径衰落影响，也使系统具有更强的冗余性和抗毁性。

自 2015 年起，大批低轨巨型星座计划被提出，如 Starlink、OneWeb 和 Kuiper 等代表性计划，其中，**Starlink 计划**由 SpaceX 公司提出，受益于批量化卫星制造、火箭重复利用、一箭多星发射等领先技术，Starlink 已成为新兴低轨星座中的佼佼者，其完整版 Starlink 计划的卫星总数将达到 12000 颗、远期规划达 42000 颗；**OneWeb 计划**发射 716 颗轨道高度为 1 200 km 的卫星，构成极轨道/倾斜轨道混合星座提供宽带网络接入服务。截至 2021 年年底，OneWeb 已部署近 400 颗卫星，且未来计划将星座扩充至 6 372 颗卫星，以提高中低纬度地区的覆盖密度；**Kuiper 计划**由亚马逊公司于 2019 年提出，旨在提供低成本消费级和企业级宽带业务以及无线数据回程业务。星座包括工作在 590~630 km 高度的 3236 颗倾斜轨道卫星。系统将在全球部署大量地面站，可与亚马逊网络服务 (AWS, Amazon Web service) 系统和计算基础设施联合，构建亚马逊公司的全球云服务智能网络系统。

表3: 不同卫星波束参数对比

类别	卫星/星座	下行带宽/GHz	频谱效率 /(bit·(s·Hz) <sup>-1</sup> )	波束数	频率复用因子	单星容量/(Gbit·s <sup>-1</sup> )
低轨星座	OneWeb	2	2.4	16	2	9.6
	StarLink	2	2.7	8	4	21.6
GEO-HTS	Viasat-3	3.5	1.1	1000	250	1000

资料来源: 张更新等《卫星互联网若干关键技术研究》、开源证券研究所

LEO 通信卫星多采用相控阵多波束天线方案。为实现卫星互联网的大容量需求，可采用高通量卫星 (High Throughput Satellite, HTS)，该类卫星也称高吞吐量通信卫星，2008 年由美国北方天空研究所提出并定义，即采用多点波束技术和频率复用技术，在相同的频率资源下，整颗卫星的通信容量是传统卫星通信容量的数倍。高通量卫星采用多波束天线 (MBA)，多波束天线具有透镜式、反射面式和相控阵式三种基本类型。根据《通信卫星多波束天线的发展现状及建议》，对于 LEO 通信

卫星，由于轨道低，星上的用户端天线传输距离短，具有比 GEO 卫星更小的自由空间损耗，因此，从增益上来讲，反射面和相控阵配置都适合该轨道卫星，但由于卫星轨道太低，视角宽，要求天线具备较大扫描角，而反射面天线在这方面难以胜任，因此，该轨道上的卫星一般都采用相控阵配置，如处于 LEO 上的美国 Iridium/NEXT 星座，其每颗卫星上都安装有三块工作于 L 频段的有源相控阵天线，每块相控阵均能产生 16 个波束。

**表4：近年来不同轨道通信卫星采用的多波束天线配置**

卫星轨道	卫星/星座名称	采用的多波束天线方案
IGEO	Inmarsat-4/-5(星座)、MUOS(星座)、Thuraya-2/-3、DBSD-G1、SkyTerra-1/-2、Alphasat-I-XL、TeereStar-1/-2、MEXSAT-1/-2/-3	单口径大型展开式反射面天线
GEO	DireCTV-14/-15、EUTELSAT-65WestA、ABS-2/-3A、Eutelsat-3B、AsiaSat-6/-8、MEXSAT-3b、Express-AM5/-AM7、Amos-3/-4、Intelsat-19/-22、SATMEX-7、Astra-2E/-5B、YahSat-1A/-1B	多口径反射面天线
GEO	WINDS、WGS(星座)、AEHF(星座)、Space-way3	相控阵天线
MEO	O3b(星座)、ICO(星座)	反射面天线
LEO	Iridium-NEXT(星座)、Globalstar-1/-2(星座)、Orbcomm2(星座)、“灵巧”通信试验卫星	相控阵天线

资料来源：陈修继等《通信卫星多波束天线的发展现状及建议》、开源证券研究所

另一方面，随着低轨星座快速发展和普及应用，高中低轨竞争、联合并存的新业态正在逐步形成。虽然高低轨卫星系统在覆盖范围、系统容量、时延、终端等方面存在差异，但 GEO 高通量卫星和低轨互联网星座的网络架构基本相同，具备融合的基础，结合当前行业发展情况和卫星/地面应用系统、应用终端等方面的技术发展趋势，高低轨卫星网络融合主要针对终端应用融合、网络管控融合、体制协议融合。未来有望实现高轨卫星与低轨星座协调发展，采用按需建设的方式，发挥高轨系统和低轨系统在覆盖、容量等方面的互补优势。

**表5：高低轨卫星应用系统优缺点对比**

卫星轨道	系统规模	容量	运行寿命	覆盖范围	传输时延	带宽成本	系统建设维护成本
高轨	适中	单星容量较高	较长（15年）	单星覆盖范围大，但存在两极覆盖盲区，特定地形通信困难	较长	较高	较低
低轨	庞大	单星容量小，系统容量高	较短（5~10年）	单星覆盖范围较小，多星组网可实现全球覆盖，保证复杂地形区域通信不间断	短	较低	较高

资料来源：柏亮等《卫星互联网的技术体系、发展趋势与应用》、开源证券研究所

## 2.2、大带宽频轨资源需求旺盛，各国竞争布局高频段频谱

**Ka 频段成卫星互联网发展重点，并向高频 Q/V 发展。**卫星通信业界常将特高频以上频段大致划分为 L (1-2GHz)、S (2-4GHz)、C (4-7GHz)、X (7-12GHz)、Ku (12-18GHz)、Ka (26.5-40GHz) 等频段。

**频段越高，其带宽资源越多，能支持的业务容量也越多。**低于 2.5GHz 的 L 和 S 频段主要用于卫星移动通信、卫星无线电测定、卫星测控链路等应用；C 和 Ku 频段主要用于卫星固定业务通信且已近饱和。

Ka 频段可用带宽达 3.5GHz，由于 Ka 波段的波长与雨滴直径相近，相比 Ku 频段更易受天气影响，雨衰最严重，但其更大的工作带宽，更高的信号强度、更小的天线口径、更好的指向性及增益效果等优点，使其可为高速卫星通信、千兆比特级宽带数字传输、高清晰度电视(HDTV)、卫星新闻采集(SNG)、VSAT 业务、直接到户(DTH)业务及个人卫星通信等新业务提供一种崭新的手段。目前与多点波束组合应用，已成为高通量卫星的首选频段，且资源日益紧张。

为了满足日益增加的频率轨道资源需求，目前行业已着手开发 Q (36-46GHz)、V (46-56GHz) 等更高的频段资源。“Starlink”“OneWeb”等系统均有 Q、V 频段星座规划。

**表6：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	段频率相对较低，信号覆盖大，受天气影响小，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	受管制频段，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	频率相对较高，容易受天线影响而造成信号波动，但其信号强度相比 C 频段的高，因此地面接收天线的口径也小得多，通常可以小至直径 0.35 米，已近饱和;主要用于卫星通信,支持互联网接入
Ka	26.5~40 GHz	正在被大量使用;主要用于卫星通信,支持互联网接入
Q/V	36~46 GHz 46~75 GHz	正在进入商业卫星通信领域
大赫兹	0.1~10 THz	正在开发

资料来源：德恒律师事务所官网、开源证券研究所

**低轨卫星空轨和频谱资源具有战略稀缺性，欧美多企业领跑卫星部署。**国际电信联盟(ITU)对卫星轨道/频率的分配有规划和登记两种方法。对于非规划的卫星轨道/频率，遵循“先登先占”原则，即先申报、先登记者有优先权。根据《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，地球近地轨道可容纳约 6 万颗卫星，而低轨卫星所主要采用的 Ku 及 Ka 通信频段资源也逐渐趋于饱和状态。到 2029 年，地球近地轨道将部署总计约 57000 颗低轨卫星，轨位可用空间将所剩无几。空间轨道和频段作为能够满足通信卫星正常运行的先决条件，已经成为各国卫星企业争相抢占的重点资源。

全球范围内，SpaceX (美国)、OneWeb (英国)、亚马逊 (美国)、Telesat (加拿大)、O3b (欧洲)、Viasat (美国) 等多家欧美企业相继提出 Starlink、OneWeb、

Project Kuiper、Lightspeed、O3b、Viasat 卫星互联网星座计划，使用频段主要集中于 Ku/Ka 频段。

我国卫星互联网虽起步较晚但发展迅速，自 2017 年以来多个近地轨道卫星星座计划相继启动，主要包括行云工程、鸿雁星座、虹云工程、天象星座等。据国际电信联盟（ITU）披露，2020 年 9 月，中国以“GW”为代号申报了两个低轨卫星星座，共计 12992 颗卫星，分布在距地面 590 公里至 1145 公里的低轨轨道，频段为 37.5GHz—42.5 GHz 及 47.2GHz—51.4GHz。2021 年 4 月底，中国卫星网络集团有限公司（简称“星网”）成立，有望以“国家队”身份进行统筹、规划及运营我国卫星互联网，加速我国卫星互联网产业链上下游协同发展。

**表7：典型卫星互联网使用频率**

链路类型	频率范围		
	SpaceX	One Web	O3b
信关站-卫星	27.5-29.1 GHz	27.5-29.1 GHz	27.5-30 GHz
	29.5-30 GHz	29.5-30 GHz	
卫星-信关站	17.8-18.6 GHz	17.8-18.6 GHz	17.7-20.2 GHz
		18.8-19.3 GHz	
	18.8-19.3 GHz		
用户终端-卫星		19.7-20.2 GHz	
	14.4-14.5 GHz	12.75-13.25 GHz	27.5-30 GHz
卫星-用户终端		14.4-14.5 GHz	
	10.7-12.7 GHz	10.7-12.7 GHz	17.7-20.2 GHz

资料来源：王孟等《Ka 频段的特点与应用研究》、开源证券研究所

## 2.3、星间组网逐渐普及，激光通信前景可期

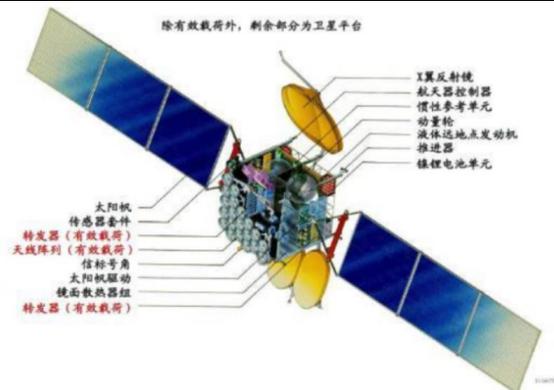
目前新兴巨型星座大多具有星上处理能力，可对接收的数据包进行解析、存储和转发，而不局限于透明转发的工作模式。卫星间可建立微波或激光链路，并且在运动过程中保持连接，实现数据包在卫星间的转发；星上处理和星间链路使系统可工作在天网地网架构中，增强了系统独立性和灵活性；半导体技术的进步使卫星具有更强的星上处理和存储能力，而激光星间链路技术可大幅提升星间通信速率，适应宽带业务需求。

星载转发器是星上信号处理和交换技术中的核心模块，也是宽带卫星通信网络中的关键技术，其性能的优劣决定了整个通信系统的性能。星载转发器通过控制信号的发送、处理和接收方式，直接影响整个通信卫星系统的可靠性、容量、重量、体积、功耗等关键参数。对应透明载荷和可再生载荷，星载转发器可分为透明转发器和再生式转发器两种。

透明转发器的主要部件是高功率放大器，容量大且结构简单，它具有完整的上行链路和下行链路，由终端来决定频带的划分，但是它的抗干扰能力弱，终端与终端之间的信息传输需要两跳来完成。

再生式转发器采用了再生式星上处理技术即对所有需要处理的信号进行解调译码，交换后再重新进行编码调制。与透明转发器相比，它的上行链路和下行链路分开设计，并且通过解调译码的操作，消除了噪声积累，具有较强的抗干扰能力、较高的频谱利用率和通信质量等优点。具有代表性的再生式转发器主要有北美地区 SpaceMux、欧洲的 Skyplex 以及日本研制的 WINDS。

图14：通信卫星结构



资料来源：开运集团官网

在卫星互联网中，卫星之间的链路叫做星间链路（Inter-Satellite Link, ISL）；卫星和用户之间的链路叫做服务链路（Service Link）；卫星和信关站之间的链路叫做馈电链路（Feeder Link）。星间链路包括四个子系统：接收机、发射机、捕获跟踪子系统以及天线子系统。

我们认为星间链路的引入具备以下的优点：1) 扩大了系统的覆盖范围；2) 减少传输时延，满足多媒体实时业务的 QoS 要求；3) 使得低轨卫星移动通信系统能够更少地依赖于地面网络，能够更为灵活方便地进行路由选择和网络管理；4) 减少了地面信关的数目，可大大降低地面段的复杂度和投资；5) 可以独立组网，卫星网不依赖于地面网提供通信业务，作为地面网的备份；6) 可以在一定程度上解决地面蜂窝网的漫游问题。

为满足卫星移动通信系统大业务量，星间链路势必采用较高的工作频段或采用**激光星际链路**。目前多个主流低轨星座系统均提出发展星间链路能力，同时激光星间链路技术不断成熟，促进传输延迟降低，传输效率和数据安全性提升，根据王韵涵等的《国外低轨卫星互联网发展最新态势研判》，10Gbit/s 星间传输能力成为标配，远景目标将达到 100Gbit/s。中国的“星网”、“鸿雁”、“虹云”、“行云”以及“天地一体化”星座和国外的“Kuiper”、“Telesat”、“Starlink”网络等已经将激光星间链路作为其核心传输链路的方式之一。我国于 2020 年 8 月 13 日在“行云二号”双星搭载的激光通信载荷技术得到成功验证，已实现卫星物联网星座实现星间激光通信的突破。

**激光通信具备高信道吞吐率、高传输带宽、强抗干扰能力、高保密性和安全性等优点。**对比传统基于无线电波的卫星通信，卫星激光通信具有频率更高且方向性更强的特点，因此可以实现更快、更高体量的数据传输。其次，星间激光通信不需要向国际电联申请特定频段，使得频道使用更加便捷。此外，卫星激光通信频谱属于不可见光频段，通信时不易被发现，其波束比微波更窄，发散角更小，指向性好，从而使得通信获得很好的抗干扰能力和抗截获能力，提供了更高的安全性和可靠性。最后，星间激光通信具有很高的能量集中度，当需要很高的链路通信速率时，激光通信终端在体积，重量和功耗方面的优势便可以体现，而这也符合当今卫星平台对有效载荷的要求。**目前卫星激光通信的正向着标准化、兼容化、网络化和商业化发展趋势；激光终端产品向着弹性化和模块化方向发展。**

**表8：星间链路基本概况**

星间链路	
接收机	完成对接收信号的放大、变频、检测、解调和译码等，提供星间链路与卫星下行链路之间的接口
发射机	负责从卫星的上行链路中选择需要在星间链路上传输的信号，完成编码、调制、变频和放大
子系统	捕获跟踪子系统
	负责使星间链路两端的天线互相对准（捕获），并使指向误差控制在一定的误差范围以内（跟踪）
	天线子系统
	负责在星间链路收发电磁波信号
传输介质	微波、毫米波和激光
种类	同种轨道类型的星间链路
	不同轨道类型的星间链路
	同轨道面星间和异轨道面星间链路

资料来源：中国集群通信网、开源证券研究所

## 2.4、星地一体，卫星互联网与 5G/6G 加速融合

**星地一体融合组网为未来移动通信网络重要发展方向之一。**随着全球 5G 网络规模化商用持续推进，星地融合演进从 5G 体制融合走向 6G 系统融合。5G 体制的卫星通信系统是星地独立网络，卫星通信体制借鉴 5G，随着 6G 的研发演进，面向 6G 的星地融合系统将实现星地一体，提供无感知一致服务。卫星互联网和地面移动通信网络的融合也有望从覆盖融合、业务融合走向体制融合、系统融合。终端也在向低成本、小型化、轻量化、一体化方向发展。

**卫星互联网补充低密度用户接入场景，与 5G 取长补短互为补充。**目前，5G 网络覆盖仍然以基站为中心，在基站所未覆盖的沙漠、无人区、海洋等区域内依然存在大量通信盲区，根据赛迪智库无线电管理研究所的《6G 概念及愿景白皮书》，预计 5G 时代仍将有 80% 以上的陆地区域和 95% 以上的海洋区域无移动网络信号。同时，5G 的通信对象集中在陆地地表 10 km 以内高度的有限空间范围，无法实现“空天海地”无缝覆盖的通信愿景。低轨卫星通信面向特定区域、特定用户群和特定应用，对于低密度用户接入场景下的宽带互联和通信更具优势，特别是接入点分散时的低成本优势。

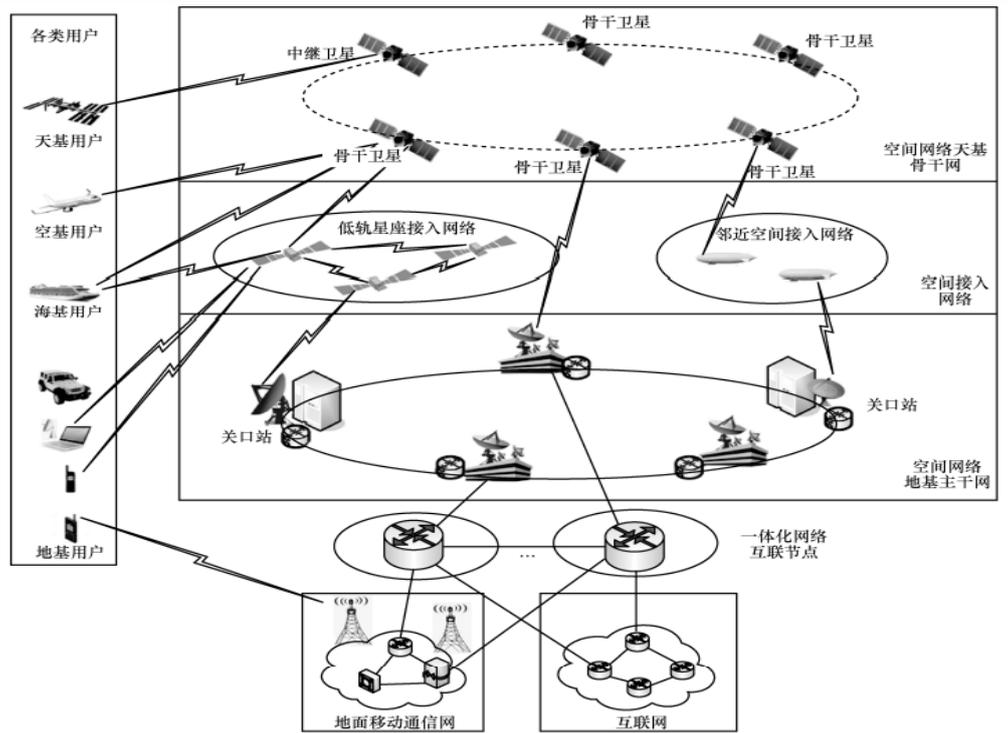
**万物互联应用场景：**低轨卫星充分显示其低功耗、全覆盖的特征。针对沙漠与海洋等油井和天然气井、采矿等野外作业、环境和气候监测、货运与交通长距离监测跟踪、边境和边防的电子围栏等行业应用场景，低轨卫星具有全球覆盖和成本比较优势。面向低时延高可靠应用场景，5G 通信具有绝对的优势。5G 的空口时延是毫秒级；而低轨卫星的空口时延达数十毫秒，5G 通信可充分满足对于低时延、可靠性要求高的车联网、工业互联网等应用场景的要求；

**增强型移动宽带应用场景：**低轨卫星和 5G 通信各有优势和侧重。以“Starlink”为代表的低轨卫星优势主要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 WiFi 接入；

**基于 5G 的低轨卫星通信系统关键技术：**主要集中于突破高动态快速切换、高多普勒频移同步、高容量寻呼等关键技术，设计基于 5G 的低轨卫星互联网通信体制、信关站，为面向全球的低延时、高带宽、灵活组网的低轨通信提供技术支撑。

**全球推动 5G 与卫星互联网融合。**国际电信联盟（ITU）、第三代合作伙伴计划（3GPP）、欧盟 5G 系统中卫星与地面网络融合联盟（SaT5G）等标准化组织组建了专业团队对卫星通信与 5G 融合组网相关问题进行深入研究，推动卫星互联网在 5G 融合中的角色定义。其中：ITU 提出卫星与 5G 融合的 4 类应用场景，包括小区回传、中继到站、动中通和混合多播场景；我国于 2021 年 11 月 16 日发布《“十四五”信息通信行业发展规划》，其中提出加快卫星通信建设，完善高中低轨卫星网络协调布局，实现 5G 地面蜂窝通信和卫星通信融合，初步建成覆盖全球的卫星信息网络，开展卫星通信应用开发和试点示范；2023 年 3 月 8 日，据中国通信标准化协会消息称，由中国卫星网络集团有限公司总体牵头，五大运营商已开始联手构建基于 5G 的卫星互联网技术标准体系。

图15：天地一体网络的系统结构示意图



资料来源：朱立东等《卫星互联网路由技术现状及展望》

**6G 时代空天地一体化，卫星互联网与地面移动通信网络充分融合。**6G 总体愿景是 5G 愿景的进一步扩展和升级，其特征是全覆盖、全频谱和全应用。根据《6G 总体愿景与潜在关键技术白皮书》，6G 将实现地面网络、不同轨道高度上的卫星（高中低轨卫星）以及不同空域飞行器融合而成全新的移动信息网络，通过地面网络实现城市热点常态化覆盖，利用天基、空基网络实现偏远地区、海上和空中按需覆盖，具有组网灵活、韧性抗毁等突出优势。星地一体的融合组网将不是卫星、飞行器与地面网络的简单互联，而是空基、天基、地基网络的深度融合，构建包含统一终端、统一空口协议和组网协议的服务化网络架构，在任何地点、任何时间、以任何方式提供信息服务，实现满足天基、空基、地基等各类用户统一终端设备的接入与应用。

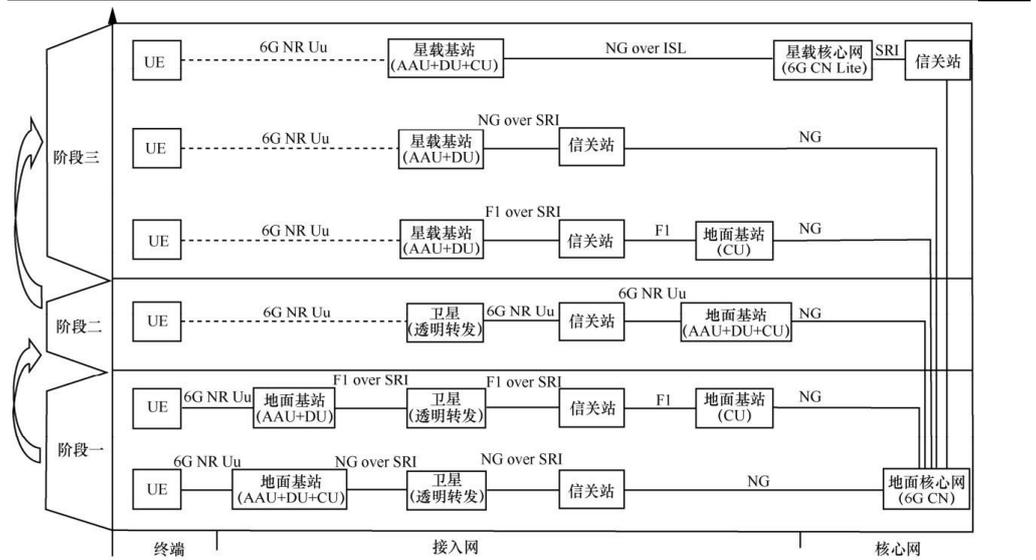
**6G 时代星地一体组网需要多技术融合发展。**通过开展星地多维立体组网架构、多维多链路复杂环境下融合空口传输技术、星地协同的移动协议处理、天基高性能在轨计算、星载移动基站处理载荷、星间高速激光通信等关键技术的研发，解决多层卫星、高空平台、地面基站构成的多维立体网络的融合接入、协同覆盖、协调用频、一体化传输和统一服务等问题。由于非地面网络的网络拓扑结构动态变化以及运行环境的不同，地面网络所采用的组网技术不能直接应用于非地面场景，需研究空天地一体化网络中的新型组网技术，如命名/寻址、路由与传输、网元动态部署、移动性管理等，以及地面网络与非地面网络之间的互操作等。天地一体化网络需要拉通卫星通信与移动通信两个领域，涉及移动通信设备、卫星设备、终端芯片等。

**各国积极战略布局 6G 技术研究。**目前全球 6G 技术研究处于探索与起步阶段，技术路线尚不明确，关键指标和应用场景还没有统一的定义，正处于“场景挖掘”和“技术寻找”阶段。尽管如此，6G 核心技术已列入多国创新战略，成为大国科技博弈高精尖领域和全球抢占的战略制高点。2020 年 2 月，ITU 正式启动面向 2030 及 6G 的研究工作。中国、美国、韩国、日本和芬兰等国已启动 6G 研究。美

国已发布第一份 6G 报告，欲将美国确立为 6G 理念、开发、采用和快速商业化的全球领导者，特别在卫星互联网方面，凭借强大的卫星设计、制造和发射能力，已经抢得不少先机。我国于 2019 年 11 月 3 日成立了国家 6G 技术研发推进工作组和总体专家组，标志着我国 6G 技术研发工作正式启动。

国外企业包括爱立信、高通、泰雷兹、联科发，以及我国的紫光展锐、中兴通讯、中国移动等均开展相关技术研究和测试验证，共同推动卫星移动通信业务与地面移动通信融合发展。终端融合、无感接入的技术路线是目前卫星与地面融合发展的重点方向，也是业界关注的焦点。

图16：6G 卫星通信网络三阶段演进路线



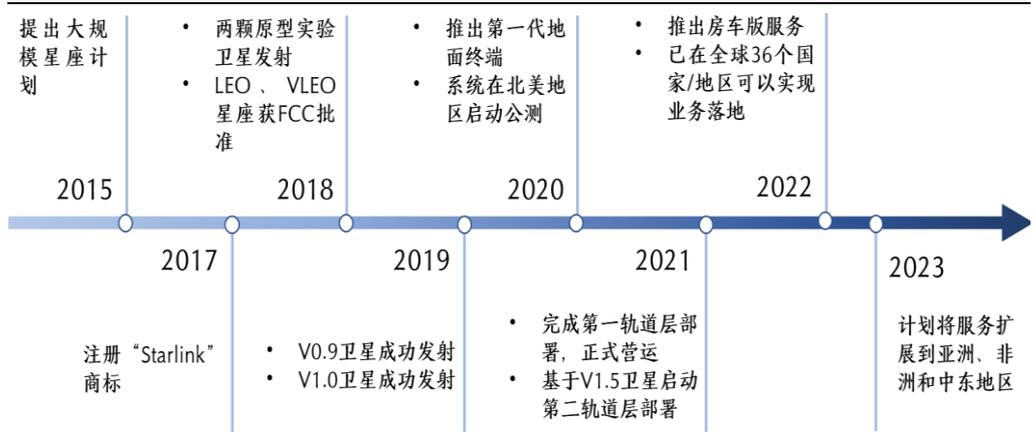
资料来源：吴晓文等《面向 6G 的卫星通信网络架构展望》

### 3、全球视野，欧美代表星座领跑行业

#### 3.1、全球代表星座 Starlink：目标部署超万颗的低轨卫星

Starlink 是 SpaceX 公司 2015 年提出的一个低轨卫星互联网系统，目标部署超万颗的低轨卫星，提供覆盖全球的高速互联网接入服务。SpaceX 公司掌握火箭回收技术后，利用“猎鹰 9 号”重型运载火箭以“一箭多星”的发射方式发射“Starlink”卫星，大幅降低发射成本，完成近地轨道和轨位频率资源的占据，使得“Starlink 计划”在众多巨型星座项目中脱颖而出，“Starlink 计划”具有大规模、全球无缝覆盖、低时延、大容量，商业价值大、军事应用前景广阔的特点。

图17：Starlink 发展历程



资料来源：肖永伟等《Starlink 系统分析及对我国卫星互联网发展的启示》、开源证券研究所

##### 3.1.1、Starlink 基础设施建设

轨道建设方面，Starlink 星座规模大，轨道层数多、卫星数量多。轨道建设计划了 Starlink Gen1 和 Starlink Gen2 两代星座，卫星数量总计达到约 4.2 万颗：

**Starlin Gen1：**包括 Ka/Ku 频段的 LEO 星座和 V 频段的 VLEO 星座：

LEO 星座经过多次调整，分为五个壳层，大致对应原计划 I、II 期工程，整体向更低轨道发展。壳层 1 主要内容是将 1725 颗 Ka/Ku 频段卫星部署于 72 个 550km 角 53° 的轨道面上；截止到 2021 年 5 月底，基于 V0.9 版及 V1.0 版 Starlink 卫星，SpaceX 公司完成 550km 轨道高度的第一个轨道层部署，参考原计划，星座容量可达 30TB/s、时延 15ms，传输速度最高可达 1GB/s，前 800 颗卫星能够为美国、加拿大等北美地区提供高速卫星互联网服务。壳层 2-5 主要是将 2824 颗 Ka/Ku 频段卫星部署于 570 km、560 km、540 km、560km 轨道上，轨道面分别为 36、6、72、4，计划实现全球组网；

VLEO 星座大致对应原计划的 III 期工程，主要内容是将 7518 颗 V 频段卫星部署于 340km 轨道上，最终实现“Starlink 卫星”覆盖全球。

**Starlink Gen2：**2019 年“Starlink 计划”又向美国联邦通信委员会（FCC）提请准备加 3 万颗第二代“Starlink”卫星，分布在 328km~614km 轨道高度的 75 个轨道面上。

表9: Starlink 星座参数

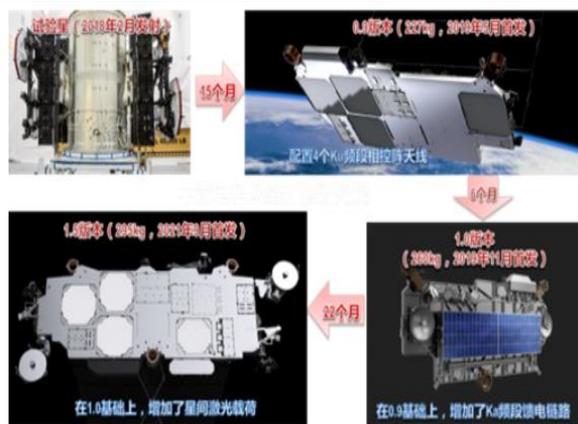
	Starlink Gen1					Starlink Gen2			
	壳层	LEO 星座 (Ka/Ku 频段)				VLEO 星座 (V 频段)			
	壳层 1	壳层 2	壳层 3	壳层 4	壳层 5				
轨道高度(km)	550	570	560	540	560	335.9	340.8	345.6	328-614
轨道倾角(°)	53	70	97.6	53.2	97.6	42	48	53	
轨道数量(轨)	72	36	6	72	4				75
每轨道卫星数(颗)	22	20	58	22	43				
合计(颗)	1725	720	348	1584	172	2493	2478	2547	30000

资料来源: 肖永伟等《Starlink 系统分析及对我国卫星互联网发展的启示》、李元龙等《“星链计划”及其军事应用潜力研究》、刘旭光等《“星链”卫星系统及国内卫星互联网星座发展思考》、开源证券研究所

**卫星制造方面, Starlink 卫星迅速迭代, 成本较低。**从 2018 年 2 月的原型试验星 (MicroSat2A、2B) 到 2022 年 5 月在轨最新的 V1.5 版本, 卫星经历 4 次迭代, 以 V1.5 版本为例, 采用平板结构设计, 重量提高到 295kg, 搭载有 Ku/Ka 相控阵天线、单个太阳能电池阵列、激光星间通信系统、霍尔效应推进器、Star tracker 导航系统、自主避撞系统等。

Starlink 卫星属于小卫星, 寿命较短, 仅为 5-7 年, 成本方面, 马斯克则曾公开透露单颗卫星的成本可以下降到 50 万美元。

图18: Starlink 卫星迭代演进过程



资料来源: 肖永伟等《Starlink 系统分析及对我国卫星互联网发展的启示》

图19: Starlink 卫星各版本设计

版本	首发日期	结构设计	重量 (kg)	配置及特点
试验星	2018.02	箱体结构	400	Ku 频段相控阵天线载荷, 支持开展星地宽带体制的测试, 下行达 1440Mbps, 上行达 720Mbps
V0.9	2019.05	平板结构	227	搭载 1 副太阳能电池阵列、4 副 Ku 频段相控阵天线
V1.0	2019.11	平板结构	260	增加了 Ka 频段星地通信能力
V1.5	2021.02	平板结构	265	增加了星间激光链路载荷
V2.0			1250	V2.0 版卫星通信能力比 V1.0 版卫星高出 10 倍

资料来源: 肖永伟等《Starlink 系统分析及对我国卫星互联网发展的启示》、开源证券研究所

**卫星发射方面,**在向星座部署卫星时, 多颗 Starlink 卫星预先按顺序部署于猎鹰 9 号火箭的整流罩中, 抵达预定位置后, “Starlink” 卫星利用火箭上面级转动逐个缓慢脱离, 最终部署于一条轨道的不同位置。

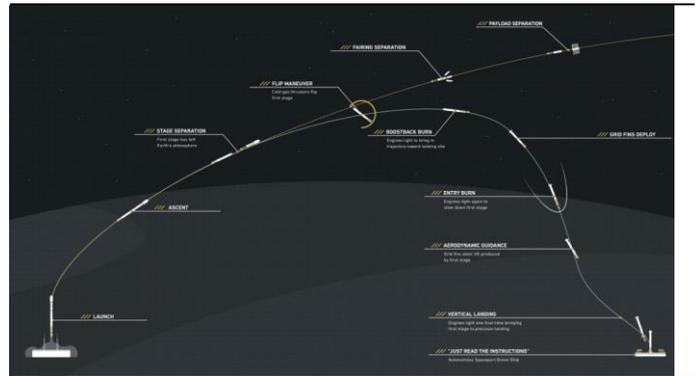
SpaceX 公司掌握火箭回收技术, 大幅降低 Starlink 卫星发射成本, 以猎鹰 9 号火箭为例, 发射成本从最初 6000 多万美元/次, 降到 50 万美元/颗以下, 单个猎鹰 9 号一级助推器目前保持着发射 11 次的发射纪录; 与此同时, “一箭多星” 的发射方式也大幅降低了发射成本。

图20：猎鹰9号火箭



资料来源：IT之家，腾讯网

图21：猎鹰火箭回收示意图



资料来源：《Falcon User's Guide》

**地面设备方面：**2020年7月，SpaceX公司完成第一代圆形相控阵 Starlink 地面终端研制，工作在 Ku 频段，根据 Starlink 官网公布信息，一代 Starlink 地面终端直径 58.9cm，重量 7.3kg。2021年11月，SpaceX 完成 2 型第二代矩形相控阵 Starlink 地面终端研制。一款为能力增强地面终端，尺寸为 57cm×51cm，重量 7.2kg；另一款小型化地面终端，尺寸为 50cm×30cm，重量 4.2kg。从天线射频到基带及协议处理，Starlink 地面终端采用了芯片化设计与实现方案，降低了终端整机功耗和生产成本，也实现了小型化，为 Starlink 系统产业化及大规模应用铺平了道路。Starlink 地面终端采用了机械与相控阵电扫结合的波束跟踪技术，基于机械调整能力，Starlink 地面终端开机后可根据地理位置自动将阵面调整到合适的方位和仰角；基于相控阵天线波束快速指向调整能力，在相控阵阵面电扫覆盖范围内，实现对卫星的精确指向跟踪和跨星切换下的波束指向快速调整。根据《“星链”卫星系统及国内卫星互联网星座发展思考》，Starlink 终端设备可能具备美国空军的 C4ISR 军用接口，该用户终端体积较小，安装简单，可放置在各种移动载体上。

典型的 Starlink 地面关口站工作在 Ka 频段，配置 8 个 1.52m 口径天线，同样应用相控阵技术，通过产生多个指向性较强的窄波束来实现单个网关站点与多个卫星进行通信。卫星可以通过这种技术直接与卫星用户终端或网关（地面站）进行通信。SpaceX 已经在美国申请了一共 27 个 Ka 频段网关（地面站），分别位于得克萨斯州、佛罗里达州、加利福尼亚州、俄克拉荷马州、北达科他州（2 个）、密歇根州和阿拉斯加。阿拉斯加北海岸的地面站将如何进行使用尚未确定，随着 SpaceX 公司获得更多的建站许可，星链可以实现更大地区的覆盖。

图22：Starlink 地面终端外形图



(a) 第一代

(b) 第二代

资料来源：肖永伟等《Starlink 系统分析及对我国卫星互联网发展的启示》

图23：Starlink 地面关口站



资料来源：肖永伟等《Starlink 系统分析及对我国卫星互联网发展的启示》

### 3.1.2、Starlink 商业运营

据路透社 2021 年 6 月 29 日消息，Starlink 计划正在快速增长，预计总投资在 200 亿至 300 亿美元之间，自 2015 年大规模星座计划提出，其卫星互联网系统发展获得大规模融资。

2019 年 10 月 22 日 Starlink 正式进入运营状态，经过几年发展完善，于 2022 年 7 月 11 日公开了提供海上联机服务的海域范围，包括北美、欧洲、大洋洲及南美地区的海岸及海域，目前官网公布了 Starlink 住户版、商业版、旅行版和海事版 4 种产品。

**SpaceX 计划推出星链直连手机业务。**2023 年 10 月 11 日，SpaceX 星链官方网站全新推出星链直连手机业务（Direct to Cell），其适用于现有的 LTE 手机。无需更改硬件、固件或特殊应用程序，即可通过星链发送文本、语音和数据。预计 2024 年实现短信发送，2025 年实现语音通话，2025 年实现上网（Data），同年分阶段实现 IOT（物联网）。SpaceX 直接发射到手机的星链卫星最初将在猎鹰 9 上发射，此后是星舰。在轨道上，卫星将立即通过星间激光链路接入星座，以提供覆盖全球的无死角连接。初期支持的运营商包括：T-MOBILE（美国）、OPTUS（澳大利亚）、ROGERS（加拿大）、ONE NZ（新西兰）、KDDI（日本）、SALT（瑞士）。

**表10：Starlink 产品服务**

产品	服务内容
Starlink 住户版 (Starlink Residential)	普通版本的月租费用为 99 美元，硬件费用为 499 美元。Starlink 在全球范围内提供高速、低延迟的宽带互联网。在每个覆盖区域内，订单以先到先得的方式完成
Starlink 商业版 (Starlink Business)	提供全天候、恶劣气象环境下的通信保障，下行速度为 150~350 Mbit/s，延迟为 20~40 ms。该服务的月租为 499 美元，配套的硬件费用为 2 500 美元，天线容量是 Starlink Residential 的两倍多，可提供更快的互联网速度和更高的吞吐量
Starlink 旅行版 (Starlink RV)	为经常外出旅行或露营的用户服务，该服务的月租为 135 美元，配套的硬件费用为 599 美元。目前该服务的覆盖范围为美国南部、澳大利亚南部、欧洲南部等地区，并预计于 2023 年一季度覆盖全球大部分国家和地区，该服务的下行速度为 5~100 Mbit/s
Starlink 海事版 (Starlink Maritime)	推广 Starlink 的海上应用场景和配套的 Starlink Maritime 服务。该服务的月租为 5 000 美元，配套的硬件费用为 1 万美元，该服务的流量不受限制，下行速度为 100~350 Mbit/s，上行速度为 20~40 Mbit/s，但该服务的网络延迟较普通 Starlink 服务高，为 99 ms。邮轮、船舶运输从业者如果需要 Starlink 宽带服务，可以直接在官网上订购卫星接收器，安装在邮轮或船上

资料来源：傅海波《“星链”计划给国际通信运营商带来的挑战和机遇》、开源证券研究所

### 3.1.3、Starlink 军事应用潜力

根据《“星链”卫星系统及国内卫星互联网星座发展思考》，其中认为：美军在 Starlink 发展建设阶段就与其合作，探索开发能够军用的“Starlink”卫星及相应设施，得益于其全球化高带宽的波束覆盖，有望大幅增强美军的信息化能力。Starlink 具备着重要的军事应用潜力和军事战略价值，主要表现在以下几个方面：

(1) 系统远期计划布局 4.2 万颗的卫星，抢占大量军用卫星轨道资源；

(2) 通过搭载光学、红外探测等载荷，在配备激光通信功能情况下，可构建成最强大的全天候无缝情报监听侦查网、可靠的导弹预警及动能拦截网和高可控的指挥通信网；

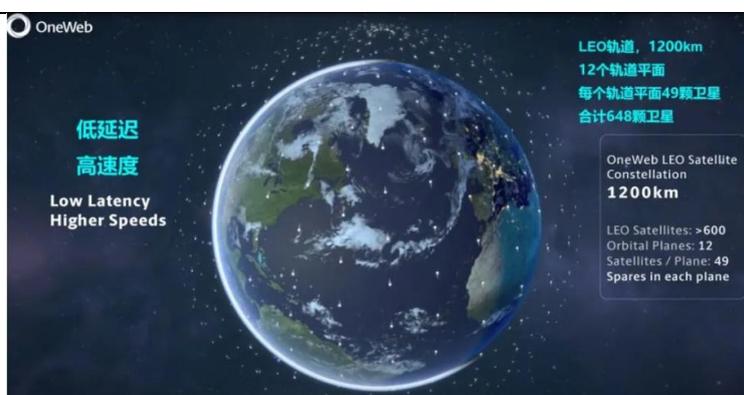
(3) 卫星轨道高度低、覆盖广，既能够增强处于更高轨道的 GPS 卫星的信号，也有能力独立构建导航定位系统。能够取代导弹最贵的制导部件，导致导弹价格降低；

(4) 天基目标探测和打击能力或将发生质的变化。

### 3.2、其他国外代表星座简介

OneWeb 公司成立于 2012 年，计划发射 648 颗低轨卫星，并于 2019 年 8 月进行了高清视频流测试，证明其卫星可提供 40ms 以内的低延迟高带宽服务。公司自成立以来已获得 34 亿美元融资，主要投资方日本软银公司为其融资 20 亿美金，其他投资方包括维珍集团、高通、可口可乐等。由于面临卫星成本控制不力和资金储备告急等棘手问题，OneWeb 公司于 2020 年 3 月 28 日宣布申请破产保护，进入破产保护司法程序，2020 年 7 月，由英国政府与 Bharti 赢得了竞拍而获得了这家公司的所有权，双方各出资 5 亿美元，合计 10 亿美元。2021 年 5 月，该公司已经解雇原有雇员 531 人中的 85%，但仍表示将维持卫星运营。2021 年 4 月 28 日，欧洲卫星通信公司 (ETCMY.EU) 宣布将以 5.5 亿美元现金收购低地球轨道卫星初创公司 OneWeb 24% 的股份。

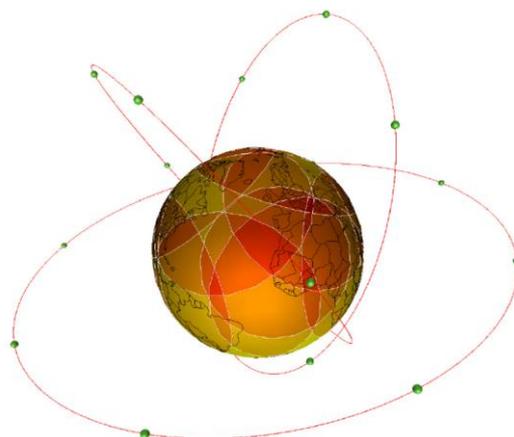
图24: OneWeb 卫星布局示意图



资料来源: OneWeb 官方

O3b 网络公司是由互联网巨头 Google、媒体巨头马隆(John Malone)旗下的海外有线电视运营商 Liberty Global 和汇丰银行联合组建的一家互联网接入服务公司。O3b 星座于 2007 年创立，与 OneWeb 公司为同一创始人，现已被欧洲卫星公司 SES 公司收购，是第一个成功的非地球静止轨道宽带系统。O3b 第一代星座采用中轨 (MEO) 卫星，卫星星座高度为 8062km，工作于 Ka 频段，共计 16 颗，已完成部署，正在推进部署第二代高通量中轨卫星，预计部署 22 颗，可成为一个全球性系统。另外，O3b 星座无星间链路，需要在全世界多地部署地面站，目前已对外提供服务，主要面向运营商，政府机构和美军方也是重点客户。

图25: O3b 卫星系统



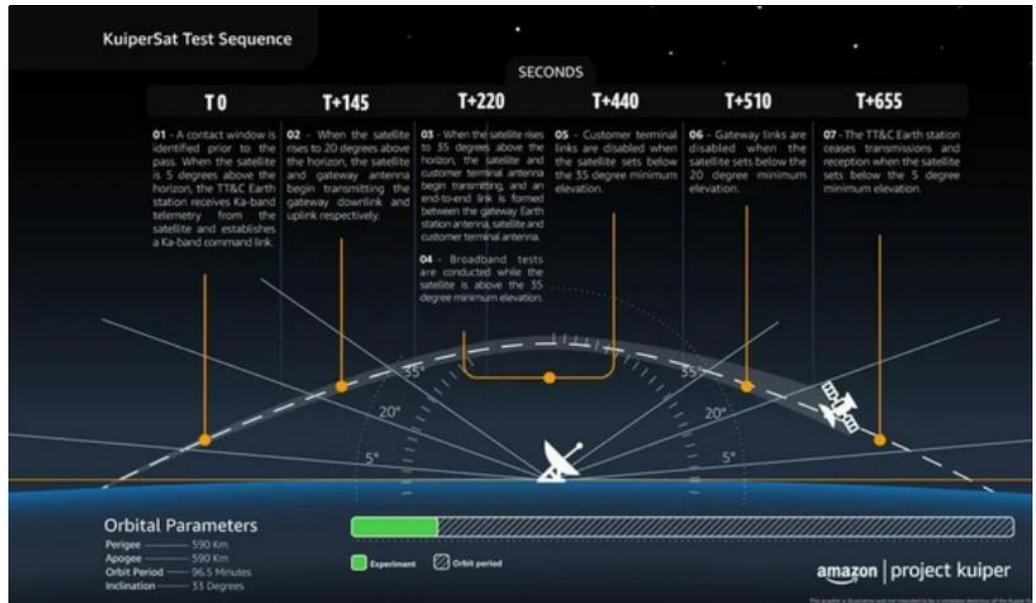
资料来源: Lloyd Wood 等《Revisiting elliptical satellite orbits to enhance the O3b constellation》

Kuiper 计划是亚马逊旗下太空互联网项目，计划在近地轨道部署 3236 颗卫星建成卫星互联网，为全球提供高速网络连接。该卫星星座包括 3 个轨道层共 98 个轨道面，对应轨道高度分别为 590km、610km 和 630km 的轨道。2022 年，亚马逊宣布，公司向法国阿丽亚娜太空（Arianespace）、美国联合发射联盟（ULA）以及蓝色起源三家企业预定了 83 次火箭发射，计划在五年时间内将 Kuiper 计划的几千颗卫星送入地球轨道。

2023 年 3 月 14 日，亚马逊在太空卫星会展 Satellite 2023 上公布其卫星互联网计划的用户终端，三套卫星天线的网络速度从每秒 100 兆到每秒 1Gb 不等，据美国消费者新闻与商业频道（CNBC）报道，“标准”版卫星天线设计尺寸小于 11 平方英寸（约 71 平方厘米），重量小于 5 磅（约 2 千克），可提供每秒 400 兆的速度，生产成本预计将低于 400 美元。“超小型”版本是亚马逊最小最实惠的版本，尺寸 7 平方英寸（约 45 平方厘米），重约 1 磅（约 0.45 千克），网速可达每秒 100 兆。亚马逊预计，一旦卫星制造设施完全建成，每天将大规模生产 3-5 颗卫星，明年开始从近地轨道提供卫星互联网的测试服务。

2023 年 10 月 6 日，亚马逊于美国佛罗里达州首发两颗原型测试卫星 KuiperSat-1 和 KuiperSat-2，测试在轨道上传输宽带互联网的能力，在 11 月已完成了所有重点系统及子系统的验证，预计 2024 年上半年开始逐步启用相关服务，发射火箭 Atlas V 由联合发射联盟公司运营。12 月 19 日，亚马逊日前公布了卫星网络服务计划利用红外激光在各卫星间建立起网状网络（mesh network），号称能够为外海、沙漠等地实现 100 Gbps 网络连接。

图26: Kuiper 计划



资料来源：通信世界

## 4、卫星互联网发展势在必行，国内产业突破在即

### 4.1、为什么要发展卫星互联网？

卫星互联网行业前期的发展主要受益于技术的成熟、各国对稀缺频轨资源的竞争、军事价值，后期的发展主要受益于商业价值潜力：

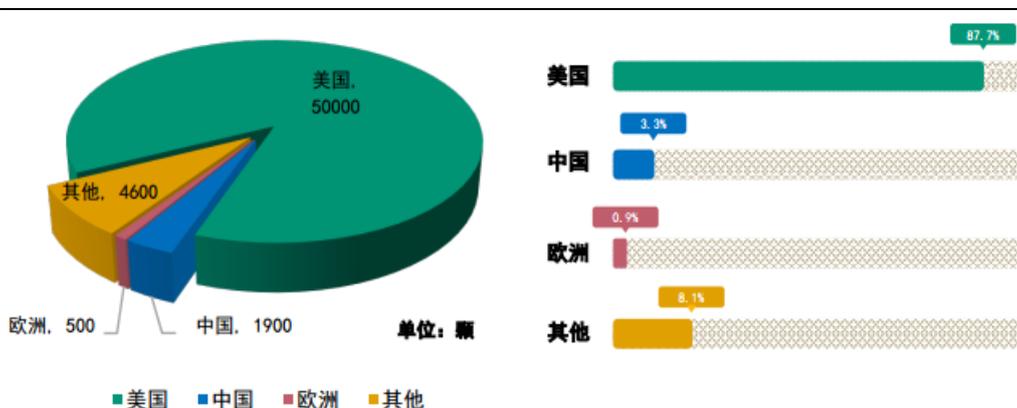
**1) 技术逐步成熟：**低轨卫星星座相关技术不断发展成熟，特别作为可模块化、批量化生产的小卫星平台，不断成熟的“一箭多星”和“可回收发射”的火箭发射技术，有效降低卫星互联网建设成本；

**2) 频轨资源稀缺：**由于国际电信联盟（ITU）规定轨道和频段资源获取遵循“先到先得”原则，低轨卫星所主要采用的 Ku 及 Ka 通信频段资源也逐渐趋于饱和状态，太空资源的争夺具有迫切性；

**3) 军事意义重大：**Starlink 等一批低轨互联网卫星系统不仅可以提供宽带化的低成本、全球覆盖的互联网服务，若将其应用于军事领域，得益于其全球化高带宽的波束覆盖，将大幅增强军队的信息化能力，具有重要的军用价值。

**4) 商业价值潜力：**卫星互联网作为地面通信系统的有效补充和未来 6G 的重要组成部分，凭借广覆盖、低延时、低成本和大宽带的互联网接入优点，下游应用市场广阔，具有较大的商业潜力和前景；

图27：2029年全球近地轨道卫星布局及占比预测



数据来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》

我国一直十分重视空间基础设施建设，已成为第五个独立把卫星送入空间的国家、第三个掌握卫星回收技术的国家、第五个独立研制和发射地球静止轨道通信卫星的国家，但在卫星互联网建设方面与欧美较有差距：

1) 尚未形成全球覆盖的卫星通信网络，高轨窄带、高轨宽带卫星通信系统主要覆盖亚太部分区域，低轨卫星互联网系统处于规划、研发和验证阶段；

2) 技术差距导致当前成本偏高，成本主要集中于卫星制造和卫星发射环节，对比 SpaceX 规模化卫星制造、一箭多星和火箭回收技术，我国低轨卫星互联网星座空间基础设施建设总成本偏高，影响整体低轨卫星互联网商用化进程的落地或推广；

3) 产业市场化程度不高。卫星系统作为航天产业重要的组成部分，传统上主要服务支撑特定需求、专属客户，关键资源、核心技术相对封闭运作，市场化程度

不够，客户导向、应用驱动、迭代创新的产业生态暂不够健全，同时我国地面光纤互联网的工作推进非常迅速，低轨卫星互联网作为地面补充，商业化需求较低。

不过，随着卫星互联网纳入新基建，我们认为我国卫星互联网市场有望迎来重要历史发展机遇期。2020年，卫星互联网首次纳入新基建范畴，已经上升为国家战略性工程。我国将从整体战略统筹部署，打造完善的卫星互联网产业链。我国卫星互联网迎来了市场“破茧”和产业链“成蝶”的重要历史发展机遇期，自身优势与政策红利将逐渐呈现叠加效应，我国卫星互联网建设有望加速。

**(1) 政策端：**2020年4月20日，卫星互联网首次被纳入“新基建”范畴。随后，各地政策相继大力支持。

**表11：我国卫星互联网部分相关政策**

发布时间	发布单位	文件名称	政策相关内容
2014年11月	国务院	《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》	鼓励民间资本进入卫星研制，发射和运营商业遥感卫星，提供市场化、专业化服务。引导民间资本参与卫星导航地面应用系统建设
2015年5月	国务院	《中国制造2025》	加快构建国家民用空间基础设施，加速北斗、遥感卫星商业化应用，完善空间信息地面应用服务设施，而向“一考一路”空间信息开放服务和集成应用需求，进一步完善国家统筹建设的数据中心和应用服务平台。
2015年10月	发改委	《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015-2025年）》	加快国家民用空间基础设施建设，发展新型卫星等空间平台与有效载荷、空天地宽带互联网系统，形成长期持续稳定的卫星遥感、通信、导航等空间信息服务能力。
2016年3月	国务院	《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	加快构建国家民用空间基础设施，加速北斗、遥感卫星商业化应用
2016年5月	国务院	《国家创新驱动发展战略纲要》	党的十八大提出实施创新驱动发展战略，强调科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的核心位置
2016年11月	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	战略性新兴产业代表新一轮科技革命和产业变革的方向，是培育发展新动能、获取未来竞争新优势的关键领域。
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》	完善空间信息地面应用服务设施，而向“一考一路”空间信息开放服务和集成应用需求，进一步完善国家统筹建设的数据中心和应用服务平台。
2016年12月	国务院	《2016中国的航天》	鼓励引导民间资本和社会力量有序参加航天活动，大力发展商业航天，完善卫星应用产业发展道略，建立健全卫星数据共享等配套机制，实现卫星数据和资源共享共用，
2017年1月	工信部	《信息通信行业发展规划（2016-2020年）》	“十四五”时期是我国全面建成小康社会之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年，也是建设网络强国和数字中国、推进信息通信行业高质量发展的关键时期。
2017年11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》	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和航天测控系统建设
2018年11月	工信部	《工业和信息化部关于工业通信业标准化工作服务于“一带一路”建设的实施意见》	到2020年，基本形成开放包容、互联互通、成果共享的“一带一路”标准化合作新局面，中国标准与国际标准和各国标准体系兼容水平不断提高，中国标准品牌效益明显提升。
2019年2月	发改委	《鼓励外商投资产业目录（征求意见稿）》公开征求意见的公告	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，运载火箭地面测试设备、运载火箭力学及环境实验设备，民用卫星设计与制造，民用卫星有效载荷制造，民用卫星零部件制造，星上产品检测设备制造，卫星通信系统设备制造，民用卫星笔应用技术等。
2019年6月	国防科工局、中央军委装备发展部	《关于促进商业运载火箭规范有序发展的通知》	鼓励商业运载火箭健康有序发展，以进一步降低进入空间成本，补充和丰富进入太空的途径；通知就商业运载火箭企业在科研、生产、试验、发射、安全和技术管控等多个环节做出了具体明确的要求和指示。
2019年7月	工信部	《工业和信息化部关于规范对地静止轨道卫星固定业务Ka频段设置使用动中通地球站相关事宜的通知》	使得动中通地球站的应用前景十分广阔，尤其是在航空、船舶等通信服务领域，Ka频段动中通地球站已成为宽带卫星通信的必备设施。
2020年4月	发改委	国家发改委召开例行在线新闻发布会	首次明确新型基础设施的范围，卫星互联网与5G、物联网、工业互联网

发布时间	发布单位	文件名称	政策相关内容
		会	网一并纳入通信网络基础设施，低轨卫星互联网进入高速发展阶段。
2019年7月	工信部	《关于2019年国民经济和社会发展计划执行情况与2020年国民经济和社会发展计划草案的报告》	支持商业航天发展，延伸航天产业链条，扩展通信、导航、遥感等卫星应用。
2021年3月	发改委	《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	打造全球覆盖、高效运行的通信、导航、遥感空间基础设施体系，建设商业航天发射场。
2021年4月	发改委	《关于支持海南自由贸易港建设放宽市场准入若干特别措施的意见》	运营的航天发射场系统；推动卫星遥感、北斗导航、卫星通信、量子卫星、芯片设计、运载火箭、测控等商业航天产业链落地海南。
2023年9月	上海市政府	《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023—2026年）》	布局“天地一体”的卫星互联网，前瞻布局6G技术研发试验设施
2023年11月	上海市政府	《上海市促进商业航天发展打造空间信息产业高地行动计划（2023—2025年）》	计划形成年产50发商业火箭、600颗商业卫星的批量化制造能力，打造“上海星”“上海箭”，并引进和培育重点企业，空间信息产业规模超2000亿元。
2023年3月	重庆市政府	《关于加快推进以卫星互联网为引领的空天信息产业高质量发展的意见》	到2025年，我市构建空天地一体化、通导遥深度融合的空天信息服务体系，创建国家级卫星互联网产业创新中心，卫星互联网产业园形成品牌和规模效应。到2030年，全面建成卫星互联网综合应用示范区，推动3—5家企业上市，引进培育上百家“专精特新”企业，形成千亿级空天信息产业集群。
2023年11月	重庆市发展和改革委员会	《重庆市空天信息产业高质量发展行动计划（2023—2027年）（征求意见稿）》	立足我市卫星互联网先发优势，以通导遥融合应用为引擎，加快推动卫星互联网建设应用、北斗规模应用、遥感融合应用，带动空天信息全产业链发展。到2027年，在全国率先构建空天地一体化、通导遥深度融合的空天信息服务体系，成功创建卫星互联网产业创新中心，全面建成空天信息深度融合应用先行区，引进培育一批科技型龙头企业，开发一批战略性核心产品，突破一批关键核心技术，形成核心产值500亿规模空天信息产业集群
2023年11月	成都市政府	《成都市卫星互联网与卫星应用产业发展规划（2023—2030年）》	到2025年，核心产业规模达300亿元，争创国家卫星互联网与卫星应用产业示范基地，基本建成卫星互联网与卫星应用示范城市；到2030年，力争打造千亿级卫星互联网与卫星应用产业集群，全面建成卫星互联网与卫星应用标杆城市。

资料来源：中央人民政府网、国家航天局、国家发改委、开源证券研究所

**（2）技术端：**我国技术储备基本完备，积极布局低轨卫星星座。卫星互联网建设的关键技术包括产业链多个环节，如卫星制造方面的高通量卫星、星上转发器技术、星间链路技术等，发射环节的一箭多星和火箭回收等。我国在关键技术方面均有所布局。

**表12：我国部分关键技术积累**

技术名称	代表事件	事件时间
高通量卫星	中星26号（中国首颗超百G容量高通量卫星）成功发射	2023年2月23日
	中星16号（首颗我国自主研发的高通量卫星）成功发射	2017年4月12日
低轨星座	首颗“虹云”工程技术验证卫星在酒泉乘坐长征十一号运载火箭升空，成功进入预定轨道	2018年12月22日
	中国星网公司成立，建设GW星座计划	2021年4月28日
星上处理	哈工大自主研发的星上智能处理载荷随星升空	2023年1月15日
星载激光通信	北斗卫星与地面之间使用激光信号进行了开创性的高速通信实验	2021年11月
	我国首次开展空间高速相干激光通信试验	2016年8月16日
一箭多星	长征八号遥二运载火箭搭载22颗卫星	2022年2月27日
	中国用长征六号火箭将一次送20颗卫星上天	2015年9月20日
火箭回收	液氧甲烷可重复使用验证火箭双曲线二号飞行试验任务成功	2023年11月2日
	RLV-T5首次点火试验成功	2018年10月6日

资料来源：国卫通、新华社、人民网、中国青年网、央视网、中国信通院、国资委、成都信息工程大学、东北网、网易新闻、财先说、新华网、中国科学院、中国政府网、新华社、京华时报、西安航天动力试验技术研究所、开源证券研究所

其中在低轨卫星星座建设方面，在相关政策的鼓励下，2017年以来多个近地轨道卫星星座计划相继启动。

**天地一体化信息网络项目：**由科技部牵头负责，中国电科集团负责实施，是国家“科技创新 2030 重大项目”之一。天地一体化信息网络建设分三个阶段，预计 2030 年建设完成。2019 年 6 月完成试验 1 星、2 星发射。星座采用星间链路和星间路由技术，可实现少量地面站支持下的全球数据服务。

**鸿雁星座：**由中国航天科技集团于 2016 年底发起，并在重庆成立东方红卫星移动通信有限公司负责运营，2018 年 12 月完成技术验证星发射入轨标志着该星座建设全面启动。按照规划，鸿雁一期由 60 颗卫星组成；鸿雁二期预计 2025 年建设完成。整个系统由 300 颗卫星组成，可实现覆盖全球的互联网接入。

**虹云星座：**由中国航天科工集团发起，计划发射 156 颗卫星实现全球组网，2018 年 12 月完成技术验证星发射入轨。整个“虹云工程”分三步完成，第一步计划在 2018 年前，发射一颗技术验证星，实现单星关键技术验证，现已完成；第二步发射 4 颗业务试验星，组建一个小星座，让用户进行初步业务体验；第三步到 2025 年左右，实现全部 156 颗部署，完成星座构建。

**银河航天：**成立于 2018 年，是一家民营初创型公司，该公司计划发射上千颗低轨 5G 通信卫星，在 1200km 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 200kg 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。

表13: 我国部分低轨卫星星座

标题	类型	星座名称	研制单位	计划颗数	进程
国有	通信/卫星互联网/物联网	鸿雁星座	航天科技集团	300LEO	2018 年底首发星发射;2022 年完成一期 60 颗卫星组成的“鸿雁卫星”星座通信系统;2025 年, 建成完成二期建设, 共计 300 颗运营组网
	卫星互联网	虹云工程	航天科工集团	156LEO	第一阶段, 2018 年底发射首星; 第二阶段, “十三五”末发射 4 颗业务试验星; 第三阶段, 到“十四五”中期完成天地融合系统建设, 实现全部 156 颗卫星组网运行
		中国天地一体化信息网络	中国电科集团	60 综合+60 宽带 (LEO)	2019 年, 天象 1 星、2 星入轨, 构建开放式验证平台; 2021 年底前发射三颗高轨卫星和四颗低轨卫星, 建设五个地面节点。作为重大项目先行部分。
	通信	行云工程	中国航天科工四院	80LEO	计划分 α、β、γ 三个阶段。2020 年, α 阶段完成: 首批两颗 100 千克量级卫星“行云二号”01 星与 02 星完成初样研制; 计划于 2021 年完成行云工程 β 阶段组网建设, 届时将实现小规模业务运营, 初步实现天基物联网服务。
	遥感	微景一号	中国航天科技集团	80LEO	第一阶段 2018-2019 年部署 3 颗首发星, 第二阶段 2020-2021 年部署 20 颗卫星, 第三阶段 2020-2025 年部署 60 颗卫星。
民营	通信	银河 Galaxy	银河航天	2800	预计 2022 年完成第一批 144 颗卫星部署, 随后从 144 颗卫星升级到 800 多颗卫星, 最后再升级到 2800 颗卫星。
	卫星互联网	全球多媒体卫星系统	上海垣信卫星科技有限公司	300LEO	2019 年发射了 α 阶段两颗试验卫星; 2021 年底转入组网和产业化阶段; 力争到 2023 年底完成初步组网并投入

标题	类型	星座名称	研制单位	计划颗数	进程
					商业运营
		连尚蜂群星座	上海连尚网络科技有限公司	200LEO+72GEO	计划 2026 年，发射由 272 颗分布于中、低轨道的卫星。（20 年后未跟进）
物联网		“瓢虫系列”卫星	九天微星、中科天塔	72LEO	2018 年瓢虫系列 7 颗卫星入轨；2022 年完成 72 颗物联网卫星星座的部署。
		天启星座	国电高科	38LEO	计划于 2022 年年底前完成全部 38 颗卫星的组网（已发射 15 颗）
		翔云星座	欧科微	28LEO	2018 年“嘉定一号”入轨（18 年后未跟进）
		灵鹊星座	零重空间、华讯方舟	378	2019 年 1 月成功发射技术验证星灵鹊一号 A 星；2022 年 12 月发射金紫荆一号 05/06 星；2025 年初期计划 132 颗，后期计划 378 颗（在轨 8 颗）
遥感		吉林一号	长光卫星技术有限公司	300LEO	2018 年增至 10 颗；预计 2023 年底实现 138 颗卫星在轨，具备全球任意点 10 分钟的重访能力；2025 年底实现 300 颗卫星在轨（截止至 22 年底有 70 颗在轨）
		星时代 AI 星座	国星宇航	192LEO	2018 年首发星时代-4 发射；2022 年星时代-17 发射，在轨 11 颗
		天行者星座	北京和德宇航	48LEO	2017 首发和德一号发射；22 年发射交通五号（在轨 7 颗）

资料来源：中央网信办、中国政府网、国资委、中新网、新华社、地理监测云平台、泰伯网、21 财经、国防科工局、国家航天局、人民日报、国际自然科学基金委员会、中科院网信工作网、上海市科学技术委员会（上海市外国专家局）、上观新闻、国际科技创新中心、北京日报、四川省人民政府、四川日报、和德宇航、新华财经、央视网、开源证券研究所

### （3）资本端：民间资本助力卫星互联网发展，市场融资集中卫星制造领域。

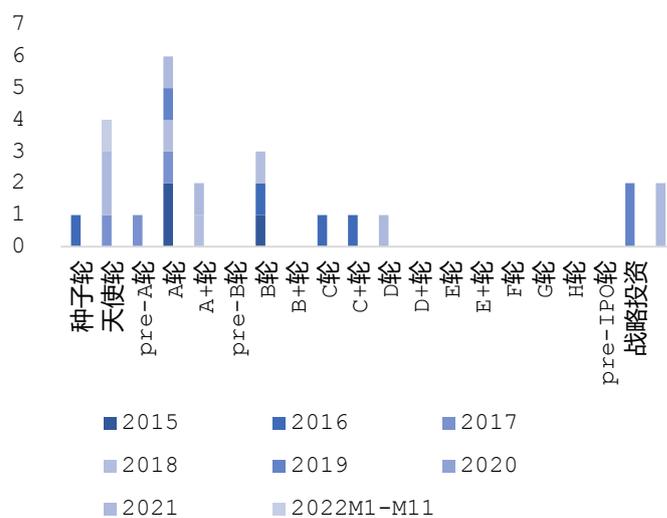
2014 年国务院出台了《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会资本的指导意见》，首次鼓励民间资本进入卫星研制、发射和运营商业遥感卫星，提供市场化、专业化服务、引导民间资本参与卫星导航地面应用系统建设。近几年来，Starlink 星座建设突飞猛进，进一步验证了大规模低轨通信卫星星座组网建设的可操作性，为国内资本市场对包括卫星互联网在内的商业航天领域的投资布局形成了良好的示范效应和带动作用。根据 IT 桔子数据库，2016 年以前我国卫星互联网行业融资金额和事件数量规模均较小，2017 年开始卫星互联网资本市场逐渐活跃，2021 年我国卫星互联网行业发生融资事件共 13 起，融资金额共 10.92 亿元。截至 2022 年 11 月 8 日，我国卫星互联网行业发生融资事件 9 起，融资金额为 7.53 亿元。从卫星互联网行业的投资轮次来看，目前卫星互联网行业的融资轮次仍然处于早期阶段。

图28：我国卫星互联网行业融资情况(单位:亿元，起)



数据来源：前瞻产业研究院，新浪财经、开源证券研究所

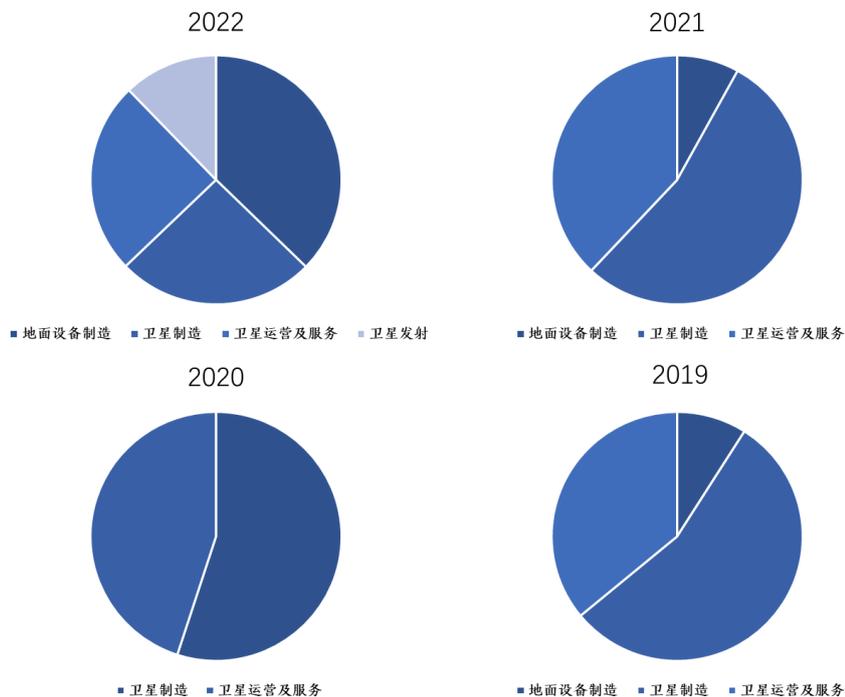
图29：我国卫星互联网行业投融资轮次情况(单位:起)



数据来源：前瞻产业研究院，新浪财经、开源证券研究所

目前，国内的民间资本和社会力量正在有序参与商业航天领域，从 2019-2022 年融资企业的主营产品分析，卫星制造领域一直是卫星互联网行业的投资热点。2021 年卫星制造领域投资事件占总投资事件的比重超过 50%。

图30：我国卫星互联网行业融资产品变化(单位:%)

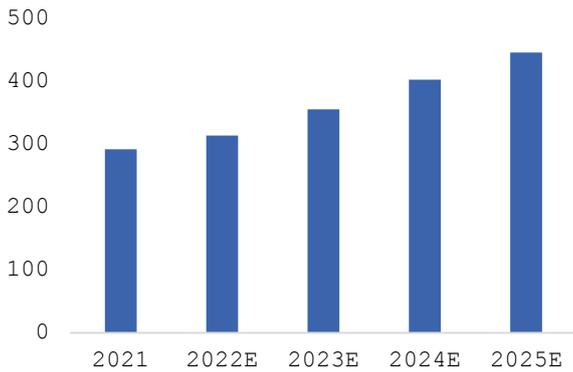


数据来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

## 4.2、我国卫星互联网产业链完备，各环节均有望受益

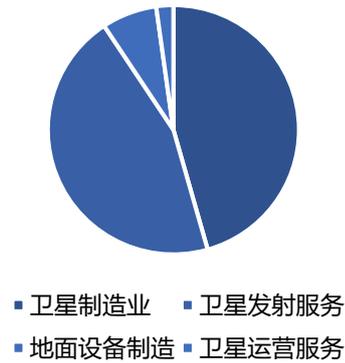
我国卫星互联网市场稳步发展，产业链价值集中于卫星制造和卫星发射。我国卫星互联网作为国家新型基础设施建设的重要组成部分，在国家政策法规、技术升级、产业资本的多重驱动下，产业发展迅速。根据 SIA 数据，2021 年中国卫星互联网行业市场规模达到 292.48 亿元，预计 2025 年市场规模将达到 446.92 亿元，2021-2025 年复合增长率达到 11%。根据《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，2019 年卫星产业链中卫星制造、卫星发射、地面设备和卫星运营占总市场规模的比例分别为 7.10%、2.20%、45.10%和 45.60%。

图31：我国卫星互联网市场规模预测(单位:亿元)



数据来源：SIA、中商产业研究院、开源证券研究所

图32：2019 年全球卫星产业细分结构图



数据来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》、开源证券研究所

我国已经形成了较为完整的卫星互联网产业链，在卫星制造、卫星发射、地面设备制造和运营服务等重点环节形成了有效的布局。

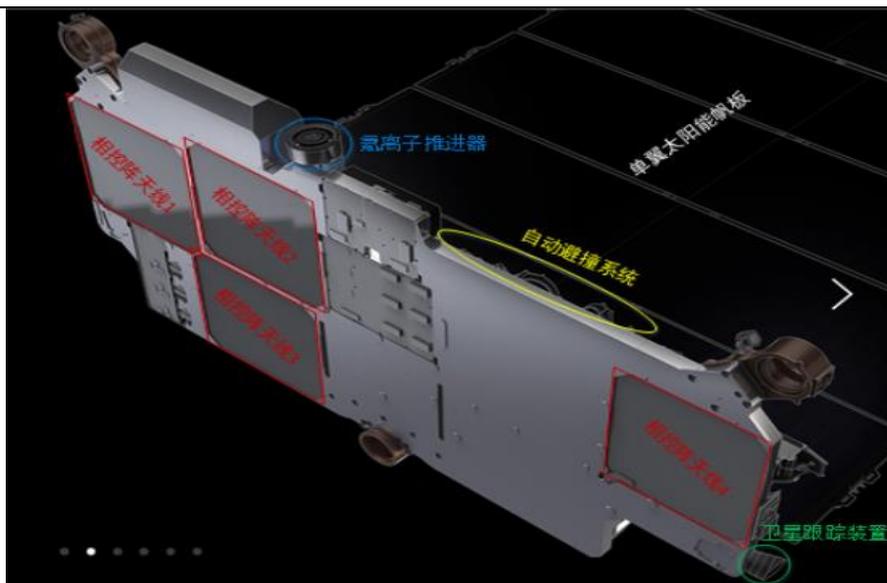
表14：卫星通信产业链主要环节

产业链	细分领域	主要内容
卫星制造	有效载荷	是执行通信任务的分系统，主要包括天线和转发器
	卫星平台	由保障系统组成的可支持一种或几种有效载荷的组合物
卫星发射	发射服务	包括卫星发射及发射跟踪测控服务以及发射场建设等
	运载火箭服务	运载火箭一般由 2-4 级火箭组成，整个火箭主要由箭体结构、推进系统、制导和控制系统、安全自毁系统、外测、遥测系统等构成
地面设备	网络设备	包括信关站、控制站和甚小孔径终端 (VSAT)、网络运营中心 (NOCs)、卫星新闻采集 (SNG)
	用户终端设备	包括卫星电视天线、卫星无线电设备、卫星宽带天线、卫星电话和移动卫星终端、卫星导航单机硬件等
运营服务	空间段运营服务	卫星固定 (FSS) 服务：利用卫星，给处于固定位置的地球站之间提供的无线电通信业务
	地面段运营服务	卫星广播 (BSS) 服务：利用卫星发送或转发信号，给公众直接接收的无线电广播业务 卫星移动 (MSS) 服务：舰船、飞机、车辆等移动载体利用卫星进行的无线电通信业务

资料来源：赵鹏等《我国低轨卫星通信产业发展现状及趋势分析》、开源证券研究所

**(1) 卫星制造环节：**国家队领航，民营企业聚焦零部件制造。卫星整机制造门槛较高，投资大，整机制造未来仍将以国家队如中国航天科技集团、中国航天科工集团领航。其中在卫星各分系统的设计研发上，一些民营企业储备了较强的技术实力，随着低轨卫星星座建设发展，星载核心硬件有望直接受益，如通信卫星中有效载荷的转发器和相控阵天线，用于激光通信的激光器件、电推系统、太阳能帆板加蓄电池组的组合构成的能源系统及管理系统的等；

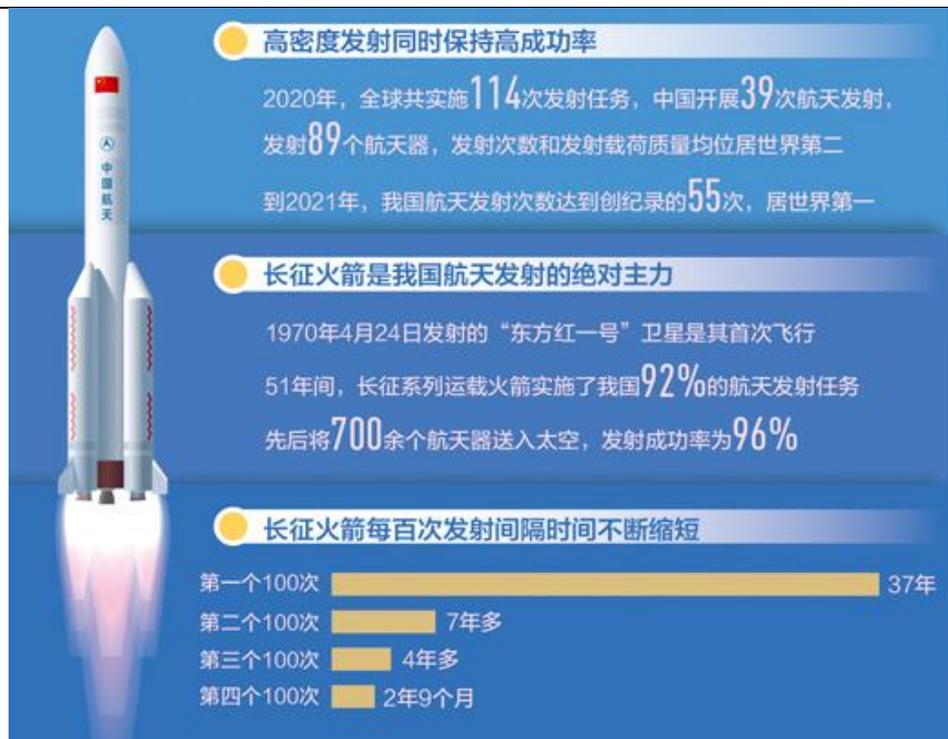
图33: Starlink 单星及相控阵平板示意图



资料来源: 刘帅军等《StarLink 卫星/终端天线及星地链路协议探讨》、太空与网络

**(2) 卫星发射环节:** 国有企业为主, 发射降本成发展重点。我国作为航天大国, 拥有西昌、酒泉、文昌、太原四大发射基地, 2022 年, 中国航天全年实施发射任务超过 60 次, 长征系列火箭年发射次数再创新高。其中, 火箭研制和发射服务行业壁垒高, 研发周期长, 投资大, 主要负责单位为航天科技集团和航天科工集团。从商业模式来看, 商业火箭本质上就是运载工具, 未来的主要盈利模式是按公斤收费, 并发展广告命名、文旅等延伸服务, 因此降低发射成本为未来发展重点, 如液体、大推力、可回收火箭制造。

图34: 2021 年我国航天发射次数居世界第一



资料来源: 中国航天科技集团

**(3) 地面设备环节:** C 端市场广阔, 民营企业参与众多。卫星互联网地面设

备包括信关站在内的网络设备和各类用户终端，随着卫星互联网建设和各类应用场景下客户接入，相关地面设备有望进入规模放量环节，市场广阔，其中各类零部件及系统软件等涉及厂商众多。

**多消费终端支持卫星通信。**2023年8月29日，华为发布 Mate 60 Pro，支持天通卫星通信，由中国电信运营；12月27日，荣耀官方宣布，Magic 6 系列手机将搭载鸿燕卫星通信技术，支持通话和短信；12月27日，吉利计划将于2024年初发射包含“吉利银河号”和“远程观星号”等在内的02组11颗卫星，进一步完善吉利“天地一体化”智能出行生态，2024年1月5日上市的吉利银河E8，将搭载卫星通信功能，此前吉利于2022年6月“吉利未来出行星座”01组一箭九星成功发射并稳定在轨运行。

图35：卫星互联网核心应用场景



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》

**(4) 卫星运营环节：我国星网集团、上海垣信分别牵头星网、G60 计划，双线共进，有望快速构建我国卫星互联网系统。**

**星网系统：**2021年4月28日，国务院国有资产监督管理委员会发布《国资委关于组建中国卫星网络集团有限公司（简称：中国星网）的公告》，经国务院批准，中国星网由国资委代表国务院履行出资人职责，列入其职责企业名单，中国星网正式成立。卫星互联网的建设作为复杂的系统工程，面临着卫星的规模化生产、快速批量发射部署、巨型星座的运行管理等问题，都亟需改变当前航天工程任务的生产、运作模式。中国星网的组建，作为国家战略，有望对我国卫星互联网产业进行整体统筹规划，通过集中力量办大事的制度优势，有望快速构建卫星网络，加强竞争实力。

**星座建设方面，**中国星网将整合“鸿雁”和“虹云”低轨星座工程，主导承担大型卫星通信工程“GW”星座计划。根据 ITU 公开资料显示，“GW”星座申请于2020年11月9日被正式接收，包含两个子星座 GW-A59 和 GW-2，总卫星数 12992

颗。轨道高度属于 500km~2000km 低轨区域，其中 GW-A59（6080 颗卫星）分布在 500km 附近极低轨道，GW-2（6912 颗卫星）分布在 1145km 近地轨道。轨道倾角范围为  $30^{\circ}$  ~  $85^{\circ}$ 。使用频段范围为 37.5~51.4 GHz，分布在 Ka 和 V 频段。2023 年 7 月 9 日，我国在酒泉卫星发射中心使用长征二号丙运载火箭，成功将卫星互联网技术试验卫星发射升空；11 月 23 日，长征二号丁运载火箭/远征三号上面级组成的运载系统在西昌卫星发射中心点火升空，成功将卫星互联网技术试验卫星送入预定轨道，其中远征三号上面级由航天科技集团八院抓总研制；12 月 30 日，我国在酒泉卫星发射中心使用长征二号丙运载火箭，成功将卫星互联网技术试验卫星发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务获得圆满成功。

**技术标准方面**，中国星网牵头运营商制定相关行业标准。2023 年 3 月 8 日，据中国通信标准化协会消息称，由中国卫星网络集团有限公司总体牵头，中国电信集团有限公司、中国移动通信集团有限公司、中国卫通集团股份有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、中国信息通信研究院联合牵头，十余家相关单位参加，共同推进我国基于 5G 的卫星互联网标准化研究，该标准项目预期完成基于 5G 的卫星互联网总体技术规范，将以地面移动通信网络技术标准、3GPP R17 NTN 技术标准等为标准基线，形成包括核心网、承载网、接入网，以及操作维护系统等在内的总体技术规范。该标准的研究有望推动移动终端直连卫星、物联接入等重要场景的规模应用，切实指导卫星互联网的建设和运营。

**运营平台方面**，目前中国星网与上海、重庆市政府达成战略合作协议，项目入围企业有九天微星等十余家。“GW”星座不仅提供覆盖全球高速网络通信服务，而且加速我国信息安全、导航定位、气象研究、灾害预警等诸多领域升级，还能拓展全球市场给卫星制造、运载火箭、地面基站、用户设备、网络应用等全产业链带来更多发展机会。2021 年 12 月，中国星网网络应用有限公司和重庆星网网络系统研究院有限公司在重庆两江新区揭牌。它们都是中国星网集团的应用平台，前者承担卫星互联网应用产业发展任务，与重庆共同构建卫星互联网产业体系；后者则致力于卫星互联网地面系统建设及运行维护仿真系统建设。

图36：中国星网落户雄安



资料来源：成都信息工程大学官网

**G60 星链系统**：2021 年 11 月 26 日，“G60 星链”产业基地落户于临港松江科

技城，该项目由松江区、联和投资、临港集团三方共同打造，计划建设长三角首个卫星制造的“灯塔工厂”，“G60 星链”产业基地一期项目占地面积 120 亩，建筑面积 20 万平方米，将建设数字化卫星制造工厂、卫星在轨测运控中心、卫星互联网运营中心。其中，卫星工厂的设计产能将达到 300 颗/年，单星成本将下降 35%。预计于 2023 年投入使用。项目规划分三期建设，“十四五”期间完成“152”工程：即建成 1 个全球低轨卫星通信星座，建成面积超 500 亩的卫星互联网产业集群，有望形成规模超 200 亿的卫星互联网产业创新应用生态。

**建设进展：**2023 年 7 月 25 日，上海市松江区委书记程向民在“高质量发展在申城·松江区”新闻发布会上表示，上海松江加快开辟新领域新赛道，打造低轨宽频多媒体卫星“G60 星链”，实验卫星完成发射并成功组网，一期将实施 1296 颗，未来将实现一万两千多颗卫星的组网。12 月 27 日，联和投资公司下属上海格思航天科技有限公司 G60 卫星数字工厂投产暨首颗商业卫星下线仪式在松江区 G60 卫星互联网产业基地举办，本次下线的首颗卫星，是 G60 卫星数字工厂自研新一代平板构型卫星，经过标准化、模块化设计，满足一箭多星堆叠发射需求。根据上海市人民政府网站信息，2024 年，G60 卫星数字工厂通过格思航天卫星工厂数字化生产线生产，并由垣信卫星完成至少 108 颗卫星发射并组网运营，G60 卫星互联网产业基地有望形成初步商业服务能力。

## 5、受益标的介绍

我国卫星互联网产业较为完善，我们认为需重点关注企业参与确定度及价值量占比。

**(1) 卫星制造环节：**高技术壁垒及高集中度板块，组网前期优先受益于卫星发射增量需求，参与厂商主要由国家队领航，民营企业聚焦零部件制造，重视我国发射节点及 6G 建设节奏带来的行业催化；

**(2) 卫星发射环节：**国有企业为主，发射降本成发展关键，重点关注国内一箭多星、可回收技术的突破对整体产业催化；

**(3) 地面设备环节：**C 端市场广阔，需求弹性大，民营企业参与众多，在价值环节中，属于规模放量阶段的中远期受益板块，重视我国组网节点及下游应用市场成长节奏；

**(4) 卫星运营环节：**我国星网集团、上海垣信分别牵头星网、G60 计划，双线共进，有望快速构建我国卫星互联网系统。

图37：中国国内卫星互联网相关公司

星网系统	卫星制造					
	T/R芯片	电源芯片	相控阵天线	天线结构件	通信模块	
	铖昌科技	臻雷科技	盛路通信	航天环宇	信科移动-U	创意信息
	加密板卡	星敏感器	激光通信		射频器件	载荷测试
	佳缘科技	天银机电	航天电子	光库科技	中瓷电子	西测测试
	地面站			终端		火箭发射
	核心网		承建方	终端天线	终端设备	锻件平台
震有科技	信科移动-U	海格通信	盟升电子	海格通信	派克新材	
G60系统	卫星制造			终端		
	通信模块	相控阵天线	载荷测试	终端连接器	终端壳体	
	上海瀚讯	盛路通信	西测测试	信维通信	旭升集团	
星链系统						

资料来源：公司财报、开源证券研究所

### 1、铖昌科技：国内稀缺的相控阵 T/R 芯片解决方案提供商

公司是国内少数能够提供相控阵 T/R 芯片完整解决方案的企业之一。公司产品相控阵 T/R 芯片是相控阵雷达核心元器件，负责信号的发射和接收并控制信号的幅度和相位，从而完成雷达的波束赋形和波束扫描，对整机的性能起到至关重要的作用。公司产品涵盖整个固态微波产品链，包括 GaAs/GaN 功率放大器芯片、GaAs 低噪声放大器芯片、GaAs 收发前端芯片、收发多功能放大器芯片、幅相多功能芯片、模拟波束赋形芯片、数控移相器芯片、数控衰减器芯片、功分器芯片、限幅器芯片等十余类高性能微波毫米波模拟相控阵芯片，频率可覆盖 L 波段至 W 波段。目前公司产品已批量应用于星载、地面、机载、车载相控阵雷达及卫星互联网等领域。

在卫星互联网方面，公司提前布局低轨卫星领域。公司早期致力于星载相控阵

领域的技术研发和市场开拓，星载领域具有系统复杂、发射成本高、技术难度高、可靠性要求高和不可维护等特征，定型产品需能够覆盖各类探测需求，对相控阵 T/R 芯片的性能、稳定性、可靠性要求极高。领先推出星载和地面用卫星通信相控阵 T/R 芯片全套解决方案，研制的多通道多波束幅相多功能芯片为代表的 T/R 芯片，在集成度、功耗、噪声系数等关键性能上具备一定的优势，并已进入主要客户核心供应商名录，与科研院所及优势企业开展合作。2023 年 H1，公司继续保持领先优势，产品已进入量产阶段并持续交付中，形成公司新的业务增长点。

## 2、臻镭科技：国内宇航级集成电路芯片和微系统供应商

公司是国内少数能够在特种行业领域提供终端射频前端芯片、高速高精度 ADC/DAC、电源管理芯片、微系统及模组等产品整体解决方案及技术服务的企业之一。公司专注于集成电路芯片和微系统的研发、生产和销售，并围绕相关产品提供技术服务。公司主要产品包括终端射频前端芯片、高速高精度 ADC/DAC、电源管理芯片、微系统及模组等，为客户提供从天线到信号处理之间的芯片及微系统产品和技术解决方案。公司产品及技术应用于无线通信终端、通信雷达系统、电子系统供配电等特种行业领域和通信基站、卫星通信等民用领域。

公司多款产品布局卫星建设。其中高速高精度 ADC/DAC 芯片方面，公司产品还在电子对抗、数据链、新一代电台以及卫星通信等领域获得了不同程度的进展，且部分产品在电子对抗、星载载荷等场景中获得了实质性进展；电源管理芯片方面，2023 年 H1 公司共实现了 20 余款新产品的定型，产品具有小体积、耐辐射、高效率、高可靠、高集成等特点，可广泛应用于相控阵雷达和各类航天供配电系统中；微系统及模组方面，公司针对低轨商业卫星研发了多款产品，并凭着其优异的性能在项目中获得了实质性应用。

## 3、海格通信：国内无线通信和北三领域领军企业，积极布局卫星互联网

公司是国内无线通信和北三领域领军企业，积极参与卫星互联网重大工程。公司主导产品覆盖短波通信、超短波通信、卫星通信、数字集群、多模智能终端和系统集成等领域，实现天、空、地、海全域布局，是国内拥有全系列天通卫星终端及芯片的主流厂家，正积极参与当前国家快速推进的卫星互联网重大工程项目，全方位布局卫星通信领域。

公司在新领域卫星互联网方向持续取得突破，进入系统研制厂家行列。终端产品成为机构用户首批试用的主要设备，竞标入围两大体制项目，取得研制资格，并获得首个核心设备研制合同，公司正式进入波形体制研制厂家行列。

## 4、盛路通信：深耕军民两用通信领域，积极研发 6G 低轨卫星互联网技术

公司聚焦军工电子和民用通信两大主营业务发展，6G 低轨卫星互联网。公司围绕自身的专业技术和资源优势，聚焦军工电子和民用通信两大主营业务发展，充分利用军民产品在微波技术领域的高度协同，在超宽带上下变频系统、毫米波通信、6G 低轨卫星互联网系统等关键技术继续保持竞争优势。

微波/毫米波、有源相控阵技术是移动通信网络向超高速率、超低时延、超大规模机器连接数发展的核心技术之一，也是未来 6G 网络发展的关键技术之一，公司按照“天基组网、地网跨代、天地互联”的思路，积极开展相关技术的深入研究和产业化应用。在民用领域，公司的微波/毫米波技术早已在 2005 年与日本 NEC 开展合作，至今已有数十年技术积累，逐步形成了公司独有的技术优势。目前，公司已

成功自主研发 28G 毫米波有源相控阵天线、毫米波无线点对点及点对多点系列传送网产品，出口至全球 100 多个国家和地区。在军用领域，公司致力于微波/毫米波技术及有源相控阵技术在雷达、电子对抗、遥感遥测、卫星通信等领域的研究，目前产品已广泛应用于机载、舰载、弹载等各种作战平台。

### 5、航天环宇：专注航空航天复合材料研制，深耕卫星通信及测控测试设备

公司专注于宇航产品、航空航天工艺装备、航空产品、卫星通信及测控测试设备等的研发制造。公司主要为航空航天领域科研院所和总体单位的科研生产任务提供技术方案解决和产品制造的配套服务。公司具备了涵盖从产品设计、仿真分析、工艺设计、精密制造、装配集成到调试测试全过程的研制生产能力，特别是在高精精密星载产品的研制、航空航天先进工艺装备集成研制、航空航天复合材料零部件研制、“天伺馈”分系统产品研发等方面，具有较强的技术能力、产业化优势和综合竞争力，公司已成为航天科技、中航工业、中国航发、中国电科、中国商飞等大型央企下属科研院所和总体单位的主要供应商之一，是国家高新技术企业、国家级专精特新“小巨人”企业。

公司在卫星通信及测控测试设备原业务板块上进一步资源整合和转型升级，其以“天伺馈”分系统级产品的自主研发、生产制造、装配集成、调试测试为主线，主要包括卫星通信天线、地面测控天线和特种测试设备三个类别。经过近几年的快速发展，公司所研制的产品主要面向中国电科、中国电子、航天科技等下属总体单位，成功应用于客户的卫星通信地球站、航天器测控站等，以及国家卫星互联网工程地面信关站、大型紧缩场测试系统等领域。在轻量化复合材料结构设计、自动折展反射面结构与控制、高性能馈电部件研制、高精度跟踪控制技术、大尺寸高精度反射面研制技术等方面，公司取得了长足的技术进步和创新性成果，走在了行业前列，配套能力快速提升，市场影响力逐步显现。

### 6、信科移动-U：战略布局卫星互联网，深度参与 5G 卫星通信标准制定

公司战略布局卫星互联网，深度参与 5G 卫星通信标准制定。公司持续开展 6G 愿景、需求、能力以及基础理论与核心技术的创新研究工作。重点聚焦超大规模多天线技术、网络人工智能、以用户为中心的接入网架构、星地融合卫星互联网、通感一体化高精度定位等多个研究方向，保持业界领先或先进水平。

在星地融合与卫星互联网领域，公司进行了深度战略布局和研究，大力推动 5G NTN 的国内外标准制定。2023 年 3 月，在国际电信联盟（ITU-T）SG13 全体会议上，公司牵头和主导制定的 2 项星地融合国际标准获批结项；2023 年 6 月，公司作为联合编辑人深度参与的《卫星国际移动通信(IMT)未来技术趋势》项目立项正式获得通过，这是国际电信联盟无线电局(ITU-R)立项的首个面向 6G 卫星的研究项目。2023 年 6 月公司联合无线移动通信全国重点实验室（中国信科）发布了《全域覆盖场景智联-星地融合白皮书》，提出了星地融合网络架构和一系列关键技术，并发布星地融合“九万里计划”，与运营商、商业航天、通信产业、高校院所等合作伙伴共同推动全球全域无缝覆盖的星地融合网络的构建。

### 7、创意信息：重点布局卫星互联网主要的 5G 通信载荷

公司重点布局卫星互联网主要的 5G 通信载荷。公司延续 5G 技术开放的创新商业模式，为 5G 设备商、运营商、高校及科研机构提供 5G 技术服务，同时，公司重点拓展低轨通信卫星通信市场，已同多家卫星制造商、卫星载荷总体单位开展

了紧密、持续的合作。

技术产品研发方面，2023 年 H1，公司在持续深耕 5G 技术和融合应用市场的同时，全面参与中国的卫星互联网技术论证、原型验证、关键算法仿真和性能摸底测试等工作；成为中国通信标准化协会 CCSA 全权会员，并加入航天通信技术工作委员会航天通信系统工作组（TC12 WG1），推动基于 5G 的卫星互联网标准演进。公司完成卫星通信载荷软件系统的设计、开发和验证，正式发布为新一代宽带卫星通信量身定制的协议栈 IGS2.0；完成卫星通信关键算法（主要包含星载大多普勒、大动态时延、空域抗干扰、时钟同步和波束管理等）技术的研发突破和产品化开发；完成卫星通信载荷产品全系统联试，性能水平和资源占用水平业内领先；完成基于行业标准的卫星综合处理载荷软硬件开发，成为少数具备软硬一体解决方案的上市企业；完成新一代基于 NTN 标准（非地面网络标准）的通信载荷样机开发，研发进度和水平全国领先。

市场拓展方面，2023 年 H1，公司新增若干卫星总体单位及载荷总体单位合作，成为通信载荷产品的主研厂家之一，得到众多业内合作伙伴的认可，市场影响力迅速提升。

生态建设方面，2023 年 H1，公司持续推进与浙江清华长三角研究院的合作，荣获“2022 成都硬科技扑克牌榜单—卫星互联网与卫星应用产业链硬科技企业”，“成都 2023 年度 5G 技术创新优秀项目-星载 5G 载荷关键技术研发”。公司的卫星通信成果亮相第九届中国（国际）商业航天高峰论坛等。公司与中国联通联合研发无线云网基站，并亮相 2023 年巴塞罗那世界移动大会 MWC2023 中国联通创新成果发布会。

## 8、佳缘科技：深耕卫星组网安全防护和数据链防护领域

公司专注于网络信息安全产品和信息化综合解决方案的提供。公司业务专注于国防军工、医疗健康和政务服务领域。在网络信息安全领域，公司主要聚焦于编码理论和人工智能研究、商业密码产品与系统研制，航天、航空和地面安全终端设计开发等；在信息化领域，公司以自研数据平台系统为核心，在信息化综合解决方案能力方面不断积累，完善信息化产品的实用性、便利性、安全性、鲁棒性等功能性能，主要为医疗健康、国防军工、政务服务等领域的客户提供智能化系统建设和行业信息化定制应用的“软硬件一体”信息化综合解决方案。

在航空、航天和地面安全终端专用计算平台设计开发方面，公司网络信息安全产品以自研网络安全编码应用技术为核心，根据航天、航空客户不同使用场景的需求提供特定形态的安全平台产品。以产品形态进行划分，公司产品主要由网络安全专用芯片产品、板卡安全平台产品、整机安全平台产品和相关技术门类的受托研发组成。目前，公司研发的多路并行高速网络信息安全产品，主要应用于航天、航空、通信数传等场景，解决了多路高速数据传输并行处理难题。

## 9、天银机电：国内星敏感器主要供应商

子公司天银星际是国内商业运营的恒星敏感器生产厂商。恒星敏感器是航天器、航空器导航系统的重要组成部分，为航天器的姿态控制和天文导航提供高精度测量数据，主要应用于各种卫星、无人机、飞艇等空天设施，一般每颗卫星使用 1-3 颗星敏感器。天银星际主要产品包括纳型、皮型两大系列星敏感器，同时天银星际自主研发星模拟器、太阳模拟器、观星转台等专业配套设备，以及纳型卫星及其全物

理地面实验系统。纳型星敏感器，具有亚角秒级精度，满足了高精度遥感、测绘、导航定位等卫星的全方位、极端化需求。皮型星敏感器具有角秒级精度，满足了微纳卫星对敏感器的高精度和小型化等严苛要求。展开式星敏感器，通过巧妙的弹出式设计，实现了遮光罩的在轨展开，满足了立方星、光学载荷等对体积和包络的极致需求。

天银星际实现了星敏感器的批量化生产，产能达 2,000 台套/年。截至 2023 年 H1，累计有 301 台星敏产品在轨运营，在国内商业卫星市场占据优势地位，旗下产品已广泛应用到我国探月工程、高分专项、卫星互联网等国家重大任务实践中。

#### 10、航天电子：深度参与航天产业，布局卫星应用与特种电缆

公司从事的主要业务为航天电子、无人系统及高端智能装备、电线电缆等产品的研发、生产与销售。公司航天产品业务为航天电子产品的研发、设计、制造、销售，主要包括军民用测控通信系统、遥感信息系统、卫星应用等系统级产品；军民用惯性导航产品、卫星导航产品、遥测遥控设备、精确制导与电子对抗设备、计算机技术及软硬件等专业设备；军民用集成电路、传感器、继电器、电连接器、微波器件、精密机电产品等器件产品，产品主要应用于运载火箭、飞船、卫星等航天领域。公司电线电缆业务为电线电缆产品的研发生产及销售，主要包括民用导线、电缆及军用特种电缆产品。民用导线、电缆主要用于输变电工程、各类电力传输等领域，特种电缆主要用于航天军工、核电等领域。航天技术方面，公司北斗三号短报文射频频带一体化 SoC 芯片项目关键技术完成攻关，为后续产业化发展提供了有力支撑。

#### 11、光库科技：国内稀缺宇航级光纤激光器件供应商

公司光纤激光器件技术实力雄厚，积极参与卫星互联网建设。光纤激光器目前已经在汽车、电子、航空航天、机械、冶金、铁路、船舶、激光医疗等领域有着广泛的应用，公司作为光纤激光器领域领军企业，在宇航级光纤激光器件方面也深耕多年。

继嫦娥三号与嫦娥四号等国家重大项目之后，在嫦娥五号探测器探月任务中，公司为着陆器内的两大光纤激光器提供了多项宇航级核心无源器件，其中，公司为三维成像传感器激光器提供关键的无源器件，使得在着陆过程的悬停阶段能够运用高重频和窄脉宽脉冲激光，对月球表面进行瞬间的高精度三维扫描，为选取精确降落位置奠定基础。此外，还首次在着陆器上应用了测速模块，从月球着陆阶段就开始运作，通过分析激光回波的频率数据来测算着陆器相对于月面的速度。这两项技术从远至近相辅相成，确保嫦娥五号顺利、安全地降落在月球表面。

#### 12、西测测试：具备航天工程产品检验检测资质

公司是一家从事军用装备和民用飞机产品检验检测的第三方检验检测服务机构，为客户提供环境与可靠性试验、电子元器件检测筛选、电磁兼容性试验等检验检测服务，同时开展检测设备的研发和销售以及电装业务。公司拥 CNAS、CMA 及其他开展军用装备和民用飞机产品检验检测业务的资质，取得了中国商用飞机有限责任公司的试验资格证书，是军用装备和民用飞机机载设备检测项目较为齐全的第三方检验检测机构，具备集技术支持、检验检测、标准起草、方案咨询为一体的服务能力。近年来承担了多种型号军用装备、航天工程以及民用飞机产品的检测试验任务。

### 13、震有科技：卫星通信核心网供应商

公司是国内首个卫星核心网供应商，深度布局卫星通信技术。公司主要提供卫星通信的核心网业务，2019年，震有科技承建天通一号卫星核心网并顺利开通，成为国内首个卫星核心网建设并成功商用的供应商。

在核心网领域，公司发布基于国产化软硬件平台的5G核心网商用版本、发布支持卫星通导一体增强、卫星物联网、多种体制卫星接入网、卫星安全加密等丰富卫星业务的5G核心网商用版本；在境内市场的公网领域，公司与国内电信运营商紧密合作，中标并交付低轨卫星核心网的原型系统项目，与中国电信卫通公司成立联合实验室，支持中国电信发布“天地翼卡”，助力卫星通信系统建设。

### 14、华力创通：具备终端应用侧具备芯片到终端一体化能力

公司具备终端应用侧具备芯片到终端一体化能力。公司深耕国防及行业信息化领域，主营业务涵盖卫星应用、仿真测试、雷达信号处理、无人系统等业务方向，为我国航空航天、国防电子、特种装备等国防市场提供自主可控的核心器件、终端、系统和解决方案；公司还积极面向行业和地方经济发展，在智慧城市、卫星大数据、应急通信、安全监测、海洋工程等领域，为广大用户提供产品、解决方案及运营服务。经过持续的科研投入和经验积累，公司在卫星导航与通信、雷达信号处理、仿真测试领域形成一定规模的科研生产能力。

在卫星应用领域，公司专注于卫星导航、卫星通信等领域的融合应用发展。基于自主研发的卫星导航和卫星通信核心芯片技术，形成“芯片+模块+终端+平台+系统解决方案”的较全产业链格局，面向特殊机构和行业用户，提供全方位的卫星应用产品和解决方案，并随着卫星系统建设迭代和完善，持续进行技术、产品和应用模式的更新升级。特种行业领域，研制了多款面向车载、机载、手持、便携等应用场景的北斗三号终端产品，多款终端产品进入型号研制阶段；民用领域，推进天通、北斗服务行业应用和产业发展，在卫星导航、北斗三号短报文通信、高精度安全监测、智慧城市与数字经济领域积极发展；在卫星移动通信领域，公司是国内少数具备天通卫星移动通信基带芯片研制能力的企业之一，并根据客户需求及应用场景研制了多类数款卫星通信终端，在无地面通信网络的情况可以实现通话、信息、数据的通信传输和保障。2023年H1，公司针对车载终端小型化、低成本的要求，研究卫星通信技术在车联网领域的应用，完成了车载天通通信终端系列的产品开发；公司基于天通物联网功能，已完成深海信标灯研制，并已提供给用户完成海洋测试验证，并顺利通过各项性能指标测试。公司以华力数据中台为底座打造的卫星增值服务平台已打通天通电信协议，实现天通数据链路上下行通讯，北三兵器协议，北三上行数据链路通讯，北斗天通短信业务互通，并具备提供公共位置服务的功能，具有本地化、自主化、模块化、可快速适配接入等特点，可广泛应用于地灾、水利、农业、应急、救灾等领域。

### 15、盟升电子：深度布局终端天线研发制造

公司是一家卫星导航和卫星通信终端设备研发、制造、销售和技术服务的高新技术企业。公司持续专注于卫星应用技术领域相关产品的研发及制造，主要产品包括卫星导航、卫星通信等系列产品。公司卫星导航产品主要为基于北斗卫星导航系统的导航终端设备以及核心部件产品，如卫星导航接收机、组件、专用测试设备等，目前主要应用于国防军事领域；卫星通信产品主要为卫星通信天线及组件，包括动中通天线、信标机和跟踪接收机等产品，目前主要应用于海事、航空市场。公司从

信标机、单脉冲跟踪接收机等组件研发起步，通过多年的技术投入，逐步向整机研发开拓。目前已成功研发出了涵盖机载、船载和车载多个平台，覆盖 L 频段、S 频段、Ku 频段和 Ka 频段等主流通信频段的动中通产品，是行业内产品系列化最完整的厂家之一。

在海洋领域，公司卫星通信产品主要面向国内海洋市场进行销售，境外销售的产品以零星销售为主，因此，公司卫星通信产品尚未持续性地参与到境外海洋市场的竞争当中。在境内，由于目前卫星通信终端的渗透率较低且用户习惯尚未形成，因此行业尚未形成稳定的竞争格局，竞争格局较为分散，业内企业较多，各自依靠自身的产品、技术和服务进行充分的市场化竞争。

在航空市场，客机卫星通信天线安装方式分为“前装”和“后装”2种，前装指飞机出厂前便已集成了机载卫星通信设备。后装指对现有已投入使用但不具备机载 Wi-Fi 功能的客机进行改装。目前前装市场的卫星通信设备在松下航电、霍尼韦尔等大型厂商为飞机制造商制作航电系统时一并提供；后装市场作为存量客机改装市场尚处于发展初期，各集成商、设备制造商仍处于积极合作、探索、试验的阶段。对公司而言，公司的机载卫星通信产品尚未在国内民航市场拓展且中短期内无法进入“前装”市场，而国内“后装”市场尚处在试验阶段，未来发展具有不确定性，公司未来在国内市场的销售、开拓依赖于国内民航市场发展和对卫星通信需求的逐步成熟，其中，如 Ka 频段高通量卫星发展进程即会影响航空公司安装机载卫星通信天线设备的进程。同时，国外巨头的竞争亦会对公司未来的市场份额造成挤压。因此，虽然未来发展空间广阔，但公司未来业务拓展相应亦具有一定难度。最后，公司卫星通信产品的核心零部件均为自主设计生产，产品具备天线系统的兼容性和集成度高、可靠性高等特点，产品能保持对卫星信号的精确追踪，在极端条件下能够建立并保持连续可靠的卫星通信，在各种工作条件下具有稳定的信号连接和较好的性能表现，公司已掌握了卫星通信天线的核心技术。目前公司的卫星通信产品已经通过多家知名客户的认证，进入批量生产阶段。

#### 16、上海瀚讯：重点布局卫星互联网通信载荷

公司主要从事行业宽带移动通信设备的研发、制造、销售及工程实施，结合业务应用软件、指挥调度软件等配套产品，向客户提供行业宽带移动通信系统的整体解决方案。公司主要以行业 4G/5G 通信装备的研制、生产和售后服务为主，专注于陆、海、空、天领域特殊机构用户的行业应用，提供行业宽带移动通信系统的设备及整体解决方案。截至 2023 年中期，公司已定型和在研多型装备，公司新型号产品继续在多领域多行业扩展，为可持续发展奠定了基础。公司整体发展战略的实施将遵循“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针，努力实现“新一代信息技术产业”中 5G 信息通信设备制造应用领域上的突破，目标产品将覆盖宽带通信芯片、通信模块、终端、基站、应用系统等，已形成在 5G 时代的“芯片——模块——终端——基站——系统”的全产业链布局。

#### 17、信维通信：星链终端连接器供应商

公司是国内小型天线行业发展的领跑者。公司主营业务包括天线及模组、无线充电及模组、EMI/EMC 器件、高精密度连接器、汽车互联产品、被动元件等，可广泛应用于消费电子、物联网/智能家居、商业卫星通讯、智能汽车等领域。在商业卫星通讯领域取得快速突破，业务规模快速扩大。

#### 18、中国卫星：聚焦于卫星通导遥一体化产业发展

公司作为央企控股上市公司，围绕**宇航制造和卫星应用**主责主业，聚焦于**卫星通导遥一体化**产业发展，具有**天地一体化设计、研制、集成和运营能力**。公司依托“小卫星及其应用国家工程研究中心”和“天地一体化信息技术国家重点实验室”两个国家级平台，同时具备关键系统、核心部组件与产品的研制交付能力以及为用户提供系统解决方案和信息/数据服务能力。

**在宇航制造方面**，公司开发了覆盖 1kg 至 1000kg 完整序列的小卫星/微小卫星公用平台型谱，产品涉及光学遥感、电磁与微波遥感、通信、科学与技术试验等领域，具备复杂星座系统设计、全链路仿真、自主任务规划、星上智能处理、AIT 一体化管控、组批生产等核心技术能力，可为航天器提供星上导航接收机、空间太阳能电池片、星上电子通信设备等产品，产品质量稳定、性能可靠。

**在卫星应用方面**，公司业务产品主要包括卫星通导遥终端产品制造、大型地面应用系统集成、无人机系统集成、卫星综合运营服务、信息系统及综合应用平台建设等领域，在目标特性识别、抗干扰、高精度时间同步、高通量卫星通信波束无缝切换等技术方面具有竞争力，打造了 Anovo 卫星通信系统、北斗三代宇航级芯片、高通量机载卫星通信终端、北斗导航终端、信息链终端、遥感卫星地面站、民航机载追踪监视设备等一批具备竞争优势的核心产品，具备设计、建设和运营大型地面应用系统的核心能力，能够为行业、区域用户和国际市场提供卫星广播电视传输服务、卫星测控及遥感数据运营服务和增值服务、空地一体综合信息系统及信息化解决方案。

## 6、风险提示

### 1、组网建设进度及投资规模低于预期

卫星互联网产业链发展与我国卫星互联网组网建设及市场投资直接相关，受实际技术发展及建设进度，有可能面临建设发展不及预期风险。

### 2、卫星频率和轨道资源竞争风险

卫星互联网建设具有重要的商业和军事价值，各国正在加速布局抢占轨道及频率资源，由于频率轨道资源的稀缺性，我国作为该领域后发国家，存在较高的资源竞争风险。

### 3、各环节技术发展及降本不及预期风险

卫星互联网建设技术门槛高且投资大，各环节涉及技术研发及成本直接影响建设进度及规模，因此存在相关技术发展及降本不及预期风险。

### 4、中美贸易摩擦加剧

卫星互联网建设具有重要的商业及军事价值，涉及众多技术设备、零部件生产、国际合作及市场竞争，未来若中美贸易摩擦加剧，多环节发展可能受到影响。

## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源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分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源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。开源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。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

## 开源证券研究所

### 上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层

邮编：200120

邮箱：research@kysec.cn

### 北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层

邮编：100044

邮箱：research@kysec.cn

### 深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层

邮编：518000

邮箱：research@kysec.cn

### 西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层

邮编：710065

邮箱：research@kysec.cn