

空天信息产业系列报告之一

奇点将至：论我国低轨卫星通信产业化落地

- 我国低轨卫星互联网建设进度与世界先进水平仍存在一定差距。近年来，低轨卫星互联网行业在海外头部企业的带动下进入快速发展期，以 Starlink 为首的行业龙头通过持续不断地发星部署，已在太空构建出由数千颗卫星所组成的巨型星座，并开始提供无处不在的网络服务，商业生态逐步成熟可持续。低轨卫星互联网是通过低轨通信卫星所组成的星座作为接入节点以提供连接服务的通信网络，与地面网络相比具有明显的覆盖触达优势。我国目前由于低轨卫星通信产业整体的发展滞后，低轨卫星互联网的建设进度与世界先进水平存在一定差距。
- 我国低轨卫星通信发展或主要受制于四大因素。我们认为，四大因素包括：1) 卫星制造成本相对较高，制造效率在满足批量化商业化需求方面仍有距离；2) 卫星发射的成本相对较高，班次少数量相对较少，批量化部署的需求仍待进一步满足；3) 供应链体系主要采取重大项目制模式，成熟度仍需提升；4) 商业模式闭环尚未形成，可持续投入存在一定困难。这四大因素既是共同制约商业低轨卫星通信更进一步发展的主要原因，相互间也具有影响关系。四大因素相互作用相互影响，因此要进一步推动低轨卫星通信的快速发展，需要从整个产业链体系出发，系统性地提升，消除制约。
- 四个产业变化揭示低轨卫星通信产业奇点将至。1) 论规划：中央与地方政策齐发力，加快低轨卫星通信产业发展。从中央到地方各级政府的政策支持导向愈发明晰，出台了各种形式的政策和支持意见，推动产业进入高速发展阶段；2) 论生产：低成本批量生产逐步落地。目前我国已实现设计、选型、研发、制造四个低轨卫星生产环节的优化革新，逐步实现造星成本的降低和批产效率的提升；3) 论发射：运力存在差距，从火箭技术和发射资源上积极追赶。从近期的产业发展和未来的规划上，我国的火箭产业正呈现奋起直追的态势；4) 论应用：早期探索卓有成效。我们认为，随着未来低轨卫星部署组网数量的增加，相关配套监管政策的清晰，可闭环商业模式的成熟，会有越来越多的卫星通信终端出现，最终实现广覆盖、大容量、高速率低轨卫星互联网的构建。
- 低轨卫星通信组网系统复杂，产业链条长空间大，涉及上市公司众多。卫星通信系统的构成复杂，组网规模庞大。一般来说可以分成空间段、地面段和用户段三大部分，其中包含了卫星产业、火箭产业、通信产业、消费电子产业等多个完整细分产业。三段结构内会包含独立而又有部分复用的产业上中下游，因此卫星通信是一个非常大的产业范畴，产业链条长且市场空间大，其产业经济的发展对国民经济发展具有较深远的影响，A 股中涉及有低轨卫星通信相关业务的公司众多。
- 投资建议：卫星通信行业，特别是低轨互联网卫星领域，目前正处于从 0 到 1 的产业奇点将至阶段。建议从三个维度来进行布局：1) 优先寻找产业链中确定性机会；2) 以终为始，挖掘适合长期布局方向；3) 把握里程碑事件催化的机会。基于以上维度分析，我们重点推荐**铖昌科技**（星载和地面用卫星通信相控阵 T/R 芯片领先企业），建议关注**海格通信**（全方位布局卫星通信领域）、**信科移动**（深度参与我国低轨卫星互联网建设）、**创意信息**（卫星通信载荷产品）、**震有科技**（国内卫星核心网主要参与者）、**臻镭科技**（国内卫星通信领域射频、电源和 ADC/DAC 芯片核心供应商）。
- 风险提示：宏观经济发展不及预期，国家关于低轨卫星通信发展规划出现重大变化，卫星制造及发射进度不及预期，下游应用发展不及预期。

推荐（维持）

华创证券研究所

证券分析师：欧子兴

邮箱：ouzixing@hcyjs.com

执业编号：S0360523080007

行业基本数据

		占比%
股票家数(只)	126	0.02
总市值(亿元)	38,353.24	4.44
流通市值(亿元)	12,506.41	1.87

相对指数表现

	%	1M	6M	12M
绝对表现	-1.2%	-12.6%	22.8%	
相对表现	1.7%	-1.5%	34.6%	



相关研究报告

《通信行业周报（20231211-20231217）：AI 领域光通信需求向上趋势明显，星链“直连小区”卫星发射在即》

2023-12-17

《通信行业 2024 年度投资策略：紧抓卫星通信+光模块双主线投资机会》

2023-12-14

《通信行业周报（20231204-20231210）：谷歌最强 AI 模型 Gemini 正式发布，AI 视频生成工具 Pika 火爆全球》

2023-12-10

投资主题

报告亮点

本报告对目前我国低轨卫星互联网的现状进行梳理，指出产业发展的奇点将至，并对产业链进行拆解寻找投资机会。报告主体部分主要分为三个章节，第一章先是对比海外较有代表性的四个低轨卫星星座，指出我国低轨卫星互联网星座组网建设进度与海外差距较大，并系统性地梳理了制约其发展的四大因素为卫星制造、卫星发射、供应链体系和商业模式，强调我国发展低轨卫星通信的紧迫性高；第二章则分析四个产业变化，介绍规划上的各级政府政策齐发力、生产上的实现低成本批量、发射上的积极追赶、应用上的探索卓有成效，揭示低轨卫星通信产业奇点将至；第三章分别从空间段、地面段和用户段对产业链进行拆解，介绍各部分的落地节奏和产业格局，最后对 A 股中涉及到低轨卫星通信业务的部分相关企业进行了梳理，为投资提供指引。

投资逻辑

正如我们所强调的，卫星通信行业，特别是低轨互联网卫星领域，目前正处于从 0 到 1 的产业奇点将至阶段，既是产业链不清晰的模糊时刻，也是充满投资机会的黄金时代。建议从以下三个维度来进行布局：

1) 维度一：优先寻找产业链中确定性较高的机会

目前低轨卫星互联网正处于批量发星建网的前夕，从载荷制造、卫星制造到最终发射入轨，各环节中都陆续会有实际订单释放，进而助力相关企业的业绩兑现，建议从产业链里优中选优，选择已确定性进入低轨卫星供应链的公司，抓住卡位供应链带来的先发红利，静待行业需求释放。

2) 维度二：以终为始，挖掘适合长期布局的标的

卫星通信产业的红利释放周期很长，而且价值量较大的部分会集中在偏后期的用户段设备放量及相关的落地应用。建议从终局出发，以终为始，挖掘出在整个低轨卫星互联网建设及应用落地的全生命周期中，会长期持续受益的方向和标的。

3) 维度三：把握里程碑事件催化的机会

展望 2024 年，低轨卫星互联网建设会迎来大量里程碑事件，包括批量卫星的交付、大型星座的启动部署、多款先进商业火箭发射、商业发射场迎来首发和密集发射等，每次里程碑事件均是某项技术或者某项供应能力的突破，会带动相关需求预期及确定性的提升。

基于以上维度分析，我们重点推荐铖昌科技（星载和地面用卫星通信相控阵 T/R 芯片领先企业），建议关注海格通信（全方位布局卫星通信领域）、信科移动（深度参与我国低轨卫星互联网建设）、创意信息（卫星通信载荷产品）、震有科技（国内卫星核心网主要参与者）、臻镭科技（国内卫星通信领域射频、电源和 ADC/DAC 芯片核心供应商）。

目 录

一、正视差距：对比海外与我国低轨卫星通信网络建设	6
(一) 一超多强：海外低轨卫星星座的格局	6
1、Starlink 规划与进度领先全球.....	6
2、Kuiper 成功部署两颗试验星	9
3、Oneweb 率先完成第一阶段卫星部署组网	11
4、AST 已完成两颗蜂窝宽带移动通信卫星的发射试验	12
(二) 我国低轨卫星互联网星座组网建设进度与海外差距较大	14
1、建设进度整体落后于海外，节奏正在加速	14
2、四大因素制约中国低轨卫星通信的发展	15
(三) 我国发展低轨卫星通信紧迫性高	20
二、四个产业变化，揭示低轨卫星通信产业奇点将至	22
(一) 论规划：中央与地方政策齐发力，加快低轨卫星通信产业发展.....	22
(二) 论生产：低成本批量生产逐步落地	25
(三) 论发射：运力存在差距，从火箭技术和发射资源上积极追赶	28
(四) 论应用：早期探索卓有成效	31
三、低轨卫星互联网产业链长、涉及面广	34
(一) 空间段：产业链成熟度要求最为紧迫，载荷价值量占比持续提升.....	35
(二) 地面段：信关站是实现星上网络和地面网络融合的关键	37
(三) 用户段：需求尚未释放，产业链处于早期阶段	38
(四) 低轨卫星通信相关的主要 A 股公司	38
四、投资建议	44
五、风险提示	45

图表目录

图表 1	Starlink 两代星座的规划	6
图表 2	Starlink 卫星累计发射情况.....	7
图表 3	Starlink 各应用场景情况简介.....	8
图表 4	历代星链天线（自上而下为一/二/三代）	8
图表 5	三代星链终端机数据对照表	8
图表 6	Kuiper 星座规划.....	9
图表 7	Kuiper 星座组网效果图	10
图表 8	Project Kuiper 的客户终端设备.....	10
图表 9	OneWeb 卫星星座部署规划情况	11
图表 10	Oneweb 卫星累计发射情况.....	11
图表 11	Oneweb 部分分销商合作伙伴	12
图表 12	Oneweb 分销模式.....	12
图表 13	AST 第一阶段卫星沿赤道部署	13
图表 14	AST 星座演进历程.....	13
图表 15	AST BlueWalker3 试验星.....	13
图表 16	AST 部分合作运营商.....	14
图表 17	用户接入询问界面与付费规则	14
图表 18	2023 年之前主要国内低轨卫星互联网卫星发射情况	15
图表 19	2023 年我国发射的卫星互联网相关卫星	15
图表 20	制约我国低轨卫星通信发展的四大因素	16
图表 21	长光卫星不同代际卫星重量和成本情况	16
图表 22	Starlink 星座发射成本测算.....	17
图表 23	Starlink 卫星在三大发射场发射次数的占比.....	18
图表 24	2023 年 Starlink 卫星在 CCSFS 的发射间歇（单位：天）	18
图表 25	2023 年 Starlink 发射次数已与中国总火箭发射次数相当	18
图表 26	近五年来中美两国通信卫星发射量对比（单位：颗）	19
图表 27	2017-2022 年移动电话基站发展情况.....	20
图表 28	卫星通信使用无线电频率概况	20
图表 29	Starshield 卫星概念图	21
图表 30	国家及地方关于空天信息产业的政策整理	22
图表 31	上海打造空间信息产业高地行动计划的四大方面 16 项重点任务.....	24
图表 32	成都卫星互联网与卫星应用产业发展目标指标	25
图表 33	我国卫星制造批产能力提升和降本效果显著	25

图表 34	全球主流商业卫星超级工厂情况汇总	26
图表 35	银河航天通信卫星产品	27
图表 36	时空道宇 GSP100 百公斤级卫星平台	28
图表 37	长征五号 B 资料介绍	29
图表 38	长征二号丁组合远征三号上面级的一箭多星方案	29
图表 39	已完成复用飞行的双曲线二号火箭	30
图表 40	海南商业航天发射场发射区规划	31
图表 41	极氪 001FR 率先实现车载卫星通信功能	32
图表 42	魅族与时空道宇联合开发的卫星通信芯片魅族天问 S1	32
图表 43	车载相控阵动中通天线	33
图表 44	安装在车顶的银河航天动中通天线	33
图表 45	典型宽带和窄带混合低轨星座系统组成图	34
图表 46	低轨卫星通信三段组成部分的产业发展节奏	35
图表 47	低轨卫星通信空间段产业链	36
图表 48	Starlink V1.5 (左) 及 V1.0 (右) 示意图	37
图表 49	卫星平台与卫星载荷的成本占比以及卫星平台成本拆解	37
图表 50	低轨卫星通信地面段产业链	37
图表 51	低轨卫星通信用户段产业链	38
图表 52	与低轨卫星通信有相关业务的 A 股公司 (部分)	38

一、正视差距：对比海外与我国低轨卫星通信网络建设

我国低轨卫星互联网的建设进度与世界先进水平仍存在一定差距。近年来，低轨卫星互联网行业在海外头部企业的带动下进入快速发展期，以 Starlink 为首的行业龙头通过持续不断地发星部署，已在太空构建出由数千颗卫星所组成的巨型星座，并开始提供无处不在的网络服务，商业生态逐步成熟可持续。低轨卫星互联网是通过最多可达上万颗低轨通信卫星所组成的星座作为接入以提供连接服务的通信网络，与地面网络相比具有明显的覆盖触达优势。我国目前低轨卫星通信产业起步较晚但发展较快，目前相较国外仍存在一定的发展滞后，低轨卫星互联网的建设进度与世界先进水平仍存在差距。

（一）一超多强：海外低轨卫星星座的格局

海外低轨卫星星座呈现一超多强格局。目前海外存在多个低轨卫星星座，其中无论从规划容量、已部署规模还是商用进度上，Starlink 都走在最前列，其他的低轨卫星通信系统也各有特点。我们选取其中四个较有代表性的星座进行介绍。

1、Starlink 规划与进度领先全球

Starlink 规划建设两代星座，共计超过 4 万颗卫星。2015 年，马斯克首次提出了“星链计划”（Starlink），即通过巨型低轨卫星星座实现全球的互联网覆盖。2016 年和 2017 年，SpaceX 分别向 FCC 提交了首批 4425 颗 Ku/Ka 波段卫星和第二批 7518 颗 V 波段卫星系统申请，计划由 1.2 万颗低轨卫星构成一代 Starlink 巨型星座。随后在 2018 年至 2020 年期间 3 次申请调整，目前 Ku/Ka 波段卫星减少至 4408 颗。2020 年 5 月，SpaceX 再向 FCC 提出第二代 Starlink 系统 Gen2 的申请，并在 2021 年申请修改为 29,988 颗，随后在 2022 年 SpaceX 向 FCC 提交申请，在二代星座中增设手机直连卫星的有效载荷。

图表 1 Starlink 两代星座的规划

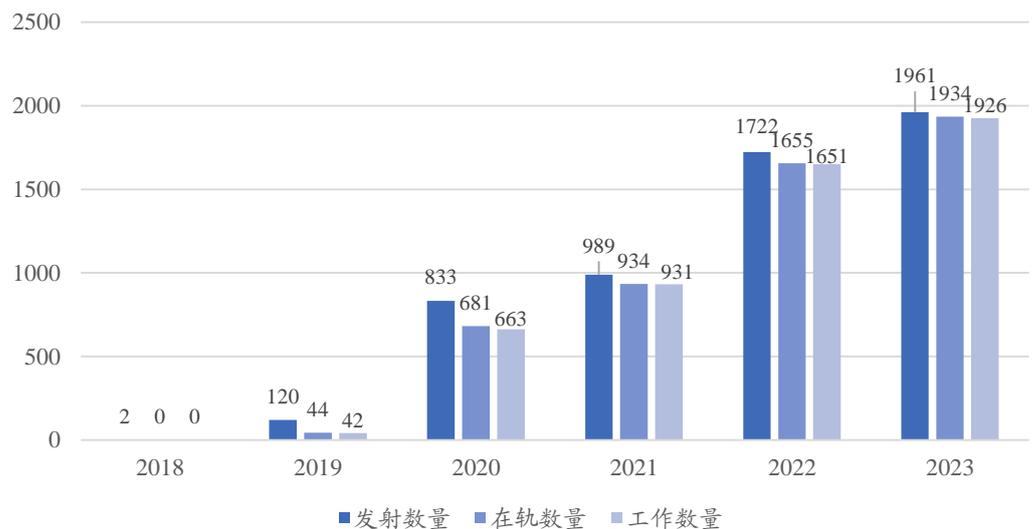
GEN	壳层序号	高度/km	轨道倾角/°	轨道面数	每个轨道面上的卫星数	卫星总数	FCC 批准情况
1-Ka/Ku	1	550	53	72	22	1584	已批准
	2	570	70	36	20	720	
	3	560	97.6	6	58	348	
	4	540	53.2	72	22	1584	
	5	560	97.6	4	43	172	
	总计						
1-V	1	345.6	53	-	-	2547	已批准
	2	340.8	48	-	-	2478	
	3	335.9	42	-	-	2493	
	总计					7518	
2	1	340	53	48	110	5280	部分批准（7500 颗）
	2	345	46	48	110	5280	
	3	350	38	48	110	5280	
	4	360	96.9	30	120	3600	
	5	525	53	28	120	3360	
	6	530	43	28	120	3360	

7	535	33	28	120	3360
8	604	148	12	12	144
9	614	115.7	18	18	324
总计					29988

资料来源：开运集团《SpaceX“星链”，成美国战争机器？深挖SpaceX星链究竟是干什么的？》，华创证券

截止 2023 年 12 月 23 日，Starlink 已完成超过 5000 颗卫星的发射，为全球最大的低轨卫星星座。2018 年 2 月，SpaceX 完成两颗实验星发射（Tintin A 和 Tintin B），开启了 Starlink 星座的建设。自 2019 年 5 月 SpaceX 完成第一批 60 颗 Starlink V0.9 低轨卫星发射后，Starlink 部署进入加速建设期。特别从 2022 年开始，年发射卫星数量量已经超过 1700 颗，并在 2023 年进一步增长。截止 2023 年 12 月 23 日，SpaceX 已陆续成功发射了超 5600 颗卫星，逐步构建其庞大卫星互联网星座系统。此外 SpaceX 于北京时间 2024 年 1 月 2 日完成 Starlink 7-9 发射任务，在发射的 21 颗卫星中，有 6 颗是用于手机直连覆盖的卫星，这是在 FCC 批准 Starlink 部署蜂窝网卫星申请后，SpaceX 首次发射具有 Direct to Cell 功能的 Starlink 卫星。

图表 2 Starlink 卫星累计发射情况



资料来源：Jonathan McDowell, <https://planet4589.org>，华创证券整理（截至 12 月 23 日）

Starlink 下游应用用户数快速增长，业务已实现现金流平衡。 Starlink 主要提供个人用户和商业用户两种商用模式。根据财联社引述 Starlink 官方消息，2023 年 9 月 Starlink 的全球用户已经突破 2030 万，相比于 2022 年底的 100 万用户数，实现快速增长。Starlink 用户数的快速增长离不开其终端设备和服务费用的亲民。从 2020 年推出一代终端机（包括天线和路由器），至今已演进至第三代终端机，功能和性能都持续在升级，而其价格均限定在 600 美元以下，同时服务的月租费用最低档为 90 美元，用户获取 Starlink 服务的综合成本较低。目前 Starlink 的终端天线成本持续下降，SpaceX 已不再为其补贴成本。此外 Starlink 用户快速增长提升了 Starlink 的营业收入，2022 年 Starlink 业务实现营收 14 亿美元，较 2021 年暴增超 6 倍。根据彭博社新闻消息预计，2023 年 SpaceX 的火箭发射和 Starlink 业务的收入预计将达到约 90 亿美元，预计 2024 年收入有望达到 150 亿美元，其中 Starlink 业务的销售额将超过火箭发射业务，将占 SpaceX 总收入的大部分。据 SpaceX 首席执行官马斯克透露，SpaceX 的 Starlink 业务已经实现了现金流平衡。

图表 3 Starlink 各应用场景情况简介

	固定用户-家用场景	固定用户升级版-商用场景	移动用户-个人	移动升级版-军事、应急等
可用性(%)	>=99	>=99	>=99	>=99
下载速率 (预计)	25-100 mbps	40-220 mbps	5-50 mbps	40-220 mbps
上传速率 (预计)	5-10 mbps	8-25 mbps	2-10 mbps	8-25 mbps
延迟 (MS)	25-60	25-60	<99	<99
月租费用	120\$/多数地点; 90\$/卫星高可用性地点	140\$/4GB; 250\$/1TB; 500\$/2TB; 1500\$/6TB	150\$/境内; 200\$/漫游	250\$/50GB; 1000\$/1TB; 5000\$/5TB
终端价格 (标准,\$)	599	2500	599	2500

资料来源: Starlink, 郭语《“星链”低轨巨型星座的发展与应用》, 华创证券整理

图表 4 历代星链天线(自上而下为一/二/三代)



资料来源: 三体引力波《第三代星链终端机进化到什么程度?》, 华创证券

图表 5 三代星链终端机数据对照表

Dish/Router	第一代 Gen 1	第二代 Gen 2	第三代 Gen 3
天线·尺寸	23.2英寸直径圆盘 (58.9厘米)	19x11.9 英寸矩形 (50x30厘米)	23.4x15 英寸矩形 (59x38厘米)
天线·重量	16磅 (7.3公斤)	9.2磅 (4.2公斤)	7磅 (3.2公斤)
天线·防尘/防水	IP54: 防尘5级, 少量灰尘进入但不会干扰运行; 防水4级, 外壳溅水10分钟测试	IP54: 防尘5级, 少量灰尘进入但不会干扰运行; 防水4级, 外壳溅水10分钟测试	IP67: 防尘6级, 完全防尘; 防水7级, 完全浸入水中30分钟测试
天线·支架	三脚支架	四脚支架	便携支架
天线·电源线	一体化不可拆卸/不可更换	独立可拆卸/可更换	独立可拆卸/可更换
天线·旋转	自动调整角度获取最佳信号	自动调整角度获取最佳信号	手动调整角度获取最佳信号
天线·覆盖区域	100度	100度	110度
天线·工作温度	-30°C至50°C	-30°C至50°C	-30°C至50°C
路由器·尺寸	7.08 x 10 x 2.55 英寸 (18 x 25.4 x 6.5 厘米)	7.0 x 10.0 x 2.5 英寸 (17.78 x 25.4 x 6.35 厘米)	11.8 x 2.4 x 4.7 英寸 (30 x 5.5 x 12 厘米)
路由器·频段	双频 2.4GHz、5GHz 2 x 2 MU-MIMO	双频 2.4GHz、5GHz 3 x 3 MU-MIMO	三频 2.4GHz、5GHz、6GHz 4 x 4 MU-MIMO
路由器·接口	天线接口、电源适配器	天线接口、电源适配器	天线接口、电源适配器
路由器·端口	1个千兆以太网端口	没有以太网端口	2个千兆以太网端口
路由器·芯片	高通IPQ4018	联发科MT7629	
路由器·最多连接设备数	可同时连接128台设备	可同时连接128台设备	可同时连接235台设备
路由器·wifi	Wifi 5	Wifi 5	Wifi 6
路由器·wifi实测网速 3英尺 (0.9米)	436 Mbps	670 Mbps	864 Mbps
路由器·wifi实测网速 50英尺 (15米)	47 Mbps	47 Mbps	203 Mbps
wifi最大覆盖范围	2000平方英尺 (185平方米)	2000平方英尺 (185平方米)	2000平方英尺 (185平方米)
路由器·防尘/防水	IP54 (防尘5级, 少量灰尘不会干扰运行; 防水4级, 外壳溅水10分钟)	IP54 (防尘5级, 少量灰尘不会干扰运行; 防水4级, 外壳溅水10分钟)	IP56 (防尘5级, 少量灰尘不会干扰运行; 防水6级, 强力喷水3分钟)
路由器·工作温度	0°C至30°C	-30°C至50°C	-30°C至50°C
终端机·功耗	65~100瓦	50~75瓦	75~100瓦
终端机·上市时间	2020年	2021年	2023年
美标准版终端机售价	499/549美元	599美元	599美元

资料来源: 三体引力波《第三代星链终端机进化到什么程度?》, 华创证券

2、Kuiper 成功部署两颗试验星

亚马逊 100 亿美元投资构建 Kuiper 星座。2019 年，亚马逊成立子公司 Kuiper Systems LLC，并启动 Project Kuiper，旨在构建 Kuiper 星座，为世界各地目前还没有传统互联网和通信服务或服务不足的社区提供快速、价格实惠的宽带服务。2019 年 7 月，亚马逊向 FCC 提交 Kuiper 星座美国市场准入申请，并公布其由 3236 颗低轨卫星构成的大型互联网卫星星座设计方案，次年 7 月，其准入申请获得 FCC 有条件批准。在获得 FCC 批准后，亚马逊计划投入超 100 亿美元建设 Kuiper 星座。Kuiper 星座部署计划分为 5 个阶段，首批 578 颗低轨卫星部署完成后将开始提供互联网服务。根据 FCC 批复许可证，Kuiper 公司必须在 2026 年 7 月 30 日之前发射并运营其 50% 的低轨卫星，并且必须在 2029 年 7 月 30 日之前完成该星座全部卫星发射和运营。

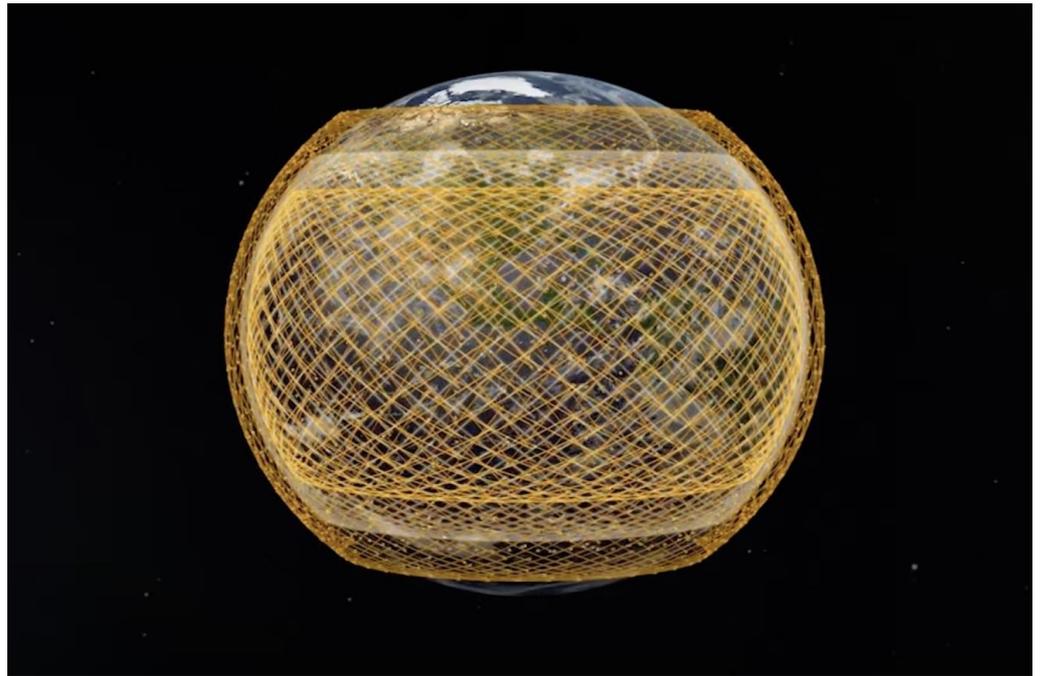
图表 6 Kuiper 星座规划

阶段序号	高度/km	轨道倾角/°	轨道面数	每个轨道面上的卫星数	卫星总数	FCC 批准情况
1	630	51.9	17	34	578	已批准
2	610	42	18	36	648	
3	630	51.9	17	34	578	
4	590	33	28	28	784	
5	610	42	18	36	648	
合计					3236	

资料来源：纪凡策《“柯伊珀”星座介绍及与其他星座对比分析》，华创证券

Kuiper 已成功部署 2 颗试验卫星并完成链路测试。2022 年 4 月，亚马逊与联合发射联盟（ULA）、阿里安空间公司和蓝色起源签署发射合同，计划在未来五年内总共进行 83 次火箭发射，以完成 Kuiper 星座的构建。其中，与 ULA 签署了 38 次火神-半人马座火箭发射服务，每次发射 45 颗卫星；与阿里安空间公司签署 18 次阿里安 6 火箭发射服务，每次发射 35~40 颗卫星；与蓝色起源公司签署 12 次新格伦火箭发射服务，另外保留 15 次发射选择权，每次发射 61 颗卫星。由于前述的这些新型火箭的研发进度滞后，直到 2023 年 10 月，亚马逊才凭借 ULA 的宇宙神 5 火箭发射了 2 颗试验卫星 Kuipersat-1 和 Kuipersat-2。2023 年 12 月 14 日，亚马逊宣布其 Kuiper 星座的两颗试验星已成功实现 1000 公里距离的双向 100Gbps 星间链路测试，并表示将在该星座中后续的每颗卫星上添加激光链路，以构建强大的网状宽带卫星通信网络。

图表 7 Kuiper 星座组网效果图



资料来源: Amazon, 华创证券整理

Project Kuiper 将宽带服务扩展到新区域，并实现企业及政府用户在任何地方都能访问 AWS 私有云。 亚马逊计划通过 Project Kuiper 为全球服务匮乏和服务不足的社区中的数千万客户提供快速且价格实惠的宽带互联网接入。为此亚马逊计划设计一个成本低于 500 美元的客户终端，并于 2023 年 4 月华盛顿特区举行的卫星行业会议上首次展示了针对不同需求的三种客户终端产品的工程模型，其中住宅及小型企业客户版能提供最高 400Mbps 的传输速度，设备价格将不超过 400 美元，速率和价格上都优于 Starlink 终端设备。除了直接向客户提供卫星互联网服务外，Kuiper 计划还将为无线运营商提供回程解决方案，将 LTE 和 5G 服务扩展到新地区。此外，Project Kuiper 还能为亚马逊 AWS 私有云的商业及政府客户提供更加灵活安全的私有的数据传输及控制服务，帮助他们连接人员、设施和设备。

图表 8 Project Kuiper 的客户终端设备

	住宅及小型企业客户版	紧凑旅行版	高性能版本
尺寸	< 11 英寸	< 7 英寸	19 英寸 x 30 英寸
重量	< 5 磅	< 1 磅	-
最高传输速率	400 Mbps	100 Mbps	1 Gbps
价格	<400 美元	-	-
图例			

资料来源: Amazon, 华创证券整理

3、Oneweb 率先完成第一阶段卫星部署组网

Oneweb 最早提出卫星互联网规划，计划于 1200km/8500km 高度处分别部署 6372/1280 颗卫星。Oneweb 前身为 WorldVu 卫星有限公司，公司成立初衷是为世界偏远地区及互联网基础设施建设落后地区提供价格适宜的网络连接。2014 年 Oneweb 通过收购 SkyBridge 拓展了自身的卫星频谱资源，同年 Oneweb 最早提出由 648 颗卫星组成的星网计划，根据 Oneweb 数据，该星网计划包含的 648 颗卫星分布在高度 1200km、倾角为 87.9° 的 18 个轨道面，对应星座容量为 7Tbit/s，可为用户提供峰值速度为 500Mbit/s 的宽带服务。2017 年 Oneweb 成功申领低轨卫星通信网络运营执照并向 FCC 提交新的星座布局计划。根据梁晓莉，李云《“星链”星座最新发展分析》数据，Oneweb 彼时拟增设 720 颗工作高度为 1200km 的 V 频段卫星及 1280 颗工作高度为 8500km 的 V 频段卫星，Oneweb 预计建成后星座容量将分别达到 120/1000Tbits/s。2020 年 5 月 Oneweb 将 1200km 工作高度的低轨卫星规划数增加至 47844 颗，2021 年 Oneweb 重新向 FCC 递交申请并最终将 1200km 高度处的拟部署卫星数确定为 6372 颗。

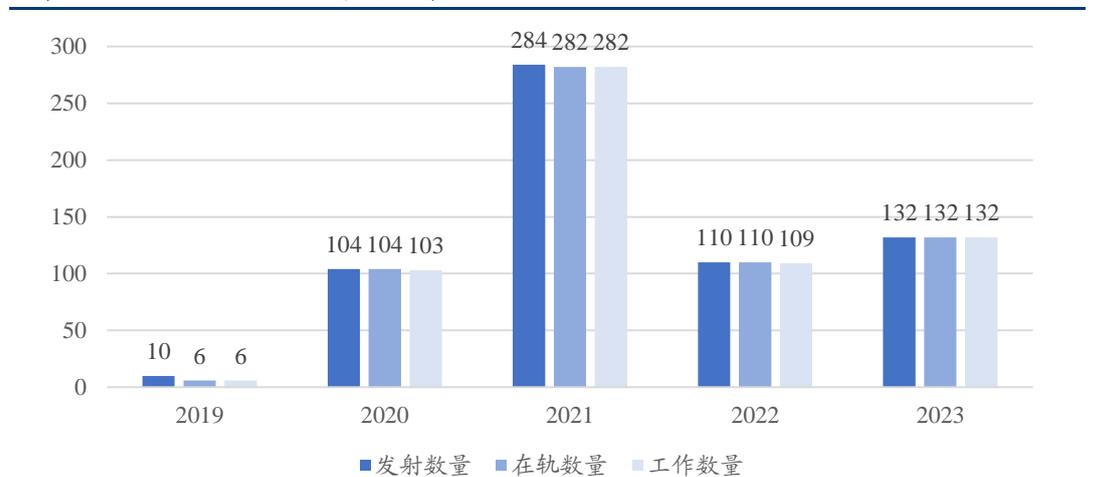
图表 9 OneWeb 卫星星座部署规划情况

轨道高度/km	轨道倾角/°	轨道面数	每个轨道面上的卫星数	卫星总数	合计
1200	87.9	36	49	1764	6372
1200	55	32	72	2304	
1200	40	32	72	2304	
8500	-	-	-	-	1280

资料来源：王学宇，武坦然《OneWeb 低轨道卫星系统及其军事应用分析》，华创证券

Oneweb 已完成第一阶段卫星部署，组网低轨卫星规模仅次于 Starlink。2019 年 2 月，Oneweb 通过俄罗斯联盟号火箭成功完成首批 6 颗低轨卫星部署，开启了 Oneweb 星座的建设。2020 年 Oneweb 星座建设开始提速，当年成功发射 104 颗低轨卫星，并在 2021 年发射规模进一步提升至 284 颗。俄乌冲突开始后，OneWeb 的卫星部署计划遇到了障碍，但通过与 SpaceX 和印度 ISRO 火箭运输合同签署，OneWeb 已于 2022 年 4 季度恢复发射其近地轨道卫星。截至 2023 年 12 月 23 日，Oneweb 已经成功发射 640 颗低轨卫星，其中仍有 634 颗卫星在轨，632 颗卫星工作，已完成第一阶段的卫星部署。

图表 10 Oneweb 卫星累计发射情况



资料来源：Jonathan McDowell, <https://planet4589.org>，华创证券整理（截至 12 月 23 日）

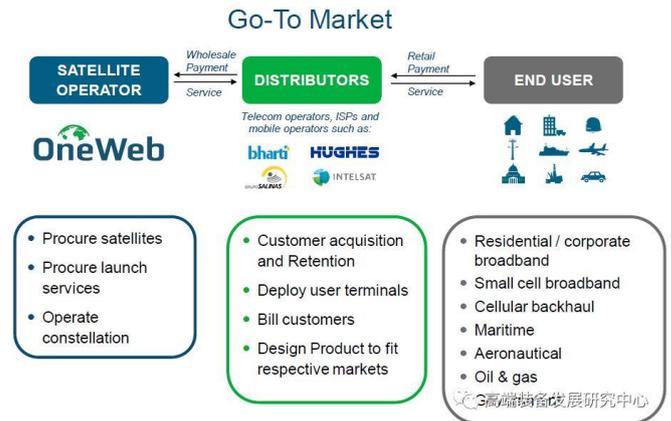
Oneweb 实现了全产业链要素的垂直整合,通过分销模式打开市场空间。相较于 Starlink, Oneweb 在卫星制造、发射及商业模式的实现上均采取战略协同的模式,即通过休斯公司、Intelsat 等分销商向终端用户提供服务。根据 Oneweb 官网数据,目前 Oneweb 可提供应用于运营商、政府及海陆空等交通模式的低延迟宽带服务。我们认为 Oneweb 的分销模式不仅有助于其更好地利用合作伙伴的地域优势及客户资源,同时也可以构建起公司自身的卫星产业生态圈,走好到达终端用户的“最后一公里”。

图表 11 Oneweb 部分分销商合作伙伴



资料来源: Oneweb 官网, 华创证券整理

图表 12 Oneweb 分销模式

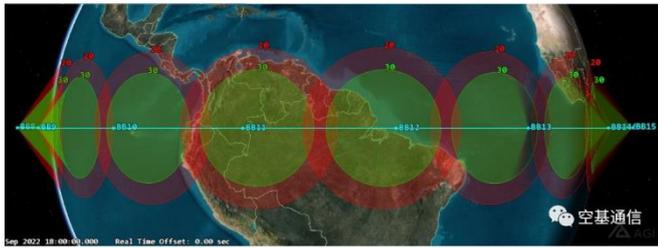


资料来源: 高端装备产业研究中心《OneWeb 星座研制情况及应用模式展望》, 华创证券整理

4、AST 已完成两颗蜂窝宽带移动通信卫星的发射试验

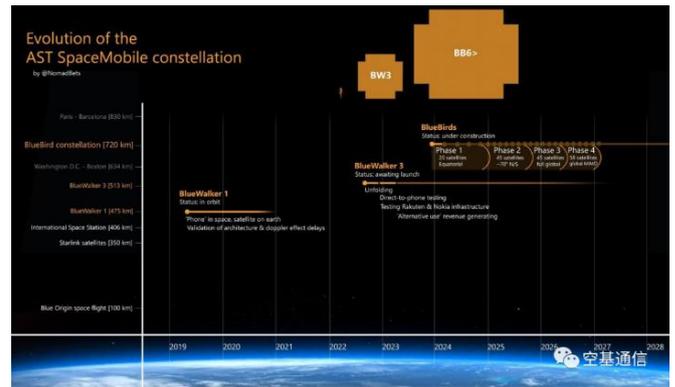
AST 为目前唯一一家在太空构建蜂窝宽带移动通信网络的卫星公司,星座计划共包含 168 颗 BlueBird 卫星。AST 在 2021 年于纳斯达克借壳上市,AST 致力于消除移动用户的连接差距,为全球用户解决宽带上网问题。从技术路径来看,AST 为目前唯一一家在太空构建蜂窝宽带移动通信网络的卫星公司,用户的使用链路为 UHF/L/S 频段,地面 4G/5G 手机可直连 BlueBird 卫星,信号将以透明转发方式经 Q/V 馈电链路连接地面网关,进而接入合作移动运营商的核心网。根据 AST 招股说明书(2021 年),公司早期拟以 243 颗 BlueBird 卫星构建低轨卫星星座 Spacemobile,各卫星将分布于轨道高度为 725 ~ 740km 的 16 个轨道面,部署完成后可实现全球南北纬 60 之间区域的全覆盖。目前公司已调整部署计划至 168 颗,其中第一阶段的目标为 20 颗覆盖赤道的 BlueBird 卫星,首批 20 颗卫星预计 2024 年提供商业服务。第二/三阶段均将发射 45 颗卫星,分别覆盖北美、欧洲、亚洲;全球。第四阶段 AST 将发射 58 颗用于 5G 和 MIMO 的 BlueBird 卫星以实现通信加速。

图表 13 AST 第一阶段卫星沿赤道部署



资料来源：空天通信技术《下一个StarLink？起底豪赌卫星直连手机的AST SpaceMobile 公司》，华创证券整理

图表 14 AST 星座演进历程



资料来源：空天通信技术《下一个StarLink？起底豪赌卫星直连手机的AST SpaceMobile 公司》，华创证券整理

AST 已通过试验星验证，预计第一批五颗 BlueBird 将于 2024Q1 完成发射。2019 年 4 月，AST 发射 BlueWalker1 试验星以证明 LTE 协议管理下 LEO 轨道的通信延迟情况。2022 年 9 月第二颗试验星 BlueWalker3 也已成功发射，该试验星重 1.5 吨，配备 64 平方米的相控阵天线，这是近地轨道最大的商业卫星天线。基于试验星发射成果，AST 已于 2023 年 4/6 月分别完成语音测试、10Mbps 的 4G 下载速率测试。2023 年 11 月 AST 表示将向 SpaceX 支付额外的 500 万美元以调整第一批五颗 BlueBird 卫星部署位置至 53° 近地地球轨道，调整完成后 AST 覆盖范围将扩大到南北纬 59°，2023 年 11 月 AST 表示预计将于 2024Q1 完成五颗卫星的发射部署。

图表 15 AST BlueWalker3 试验星



资料来源：AST 官网，华创证券

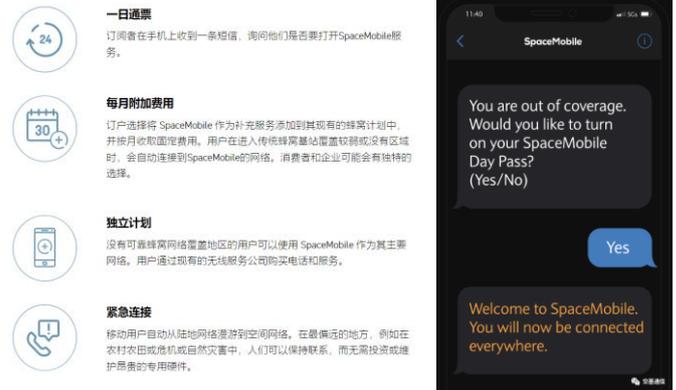
AST 可为移动网络运营商提供卫星接入服务。AST 的商用模式是向移动网络运营商提供卫星接入服务而非直接对接终端用户，因此频谱和用户均由移动网络运营商提供，目前 AST 已与 Vodafone、American Tower 等运营商达成战略合作。从具体的服务模式来看，当用户进入地面移动通信网络覆盖缺失的区域时，用户将收到来自其移动通信运营商的短信。该消息可提供对 SpaceMobile 连接的询问，用户通过文本回复即可获得通行证，此通行证将成为订阅者每月账单的附加费用，获得月度通行证的用户将获许在传统蜂窝基站覆盖较弱的区域自动连接到 AST 的网络。

图表 16 AST 部分合作运营商



资料来源：AST 官网，华创证券整理

图表 17 用户接入询问界面与付费规则



资料来源：AST 官网，空天通信技术，华创证券整理

(二) 我国低轨卫星互联网星座组网建设进度与海外差距较大

1、建设进度整体落后于海外，节奏正在加速

我国低轨卫星互联网星座规划启动较早，规划规模相对较小，建设进度相对较慢。我国较早即开始提出低轨卫星互联网星座建设的计划，并从 2018 年开始进行试验星发射，但其中星网工程规模较大，其他各星座计划整体规模相对较小，建设进度也相对较慢，目前各星座的在轨卫星数量也相对较少。

- 鸿雁星座：中国航天科技集团计划构建的一个由 324 颗低轨卫星组成的卫星互联网星座系统，2018 年 12 月发射首颗试验星；
- 虹云工程：中国航天科工集团计划发射 156 颗卫星实现全球组网的星座，2018 年 12 月发射首颗试验星；
- 星网工程：由 2021 年 4 月成立的星网公司所提出，预计发射 12992 颗低轨卫星，构建庞大的星座系统；
- 银河 Galaxy：计划发射约 1000 颗卫星，2020 年 1 月银河航天成功将首发试验星送入轨道，随后在 2022 年 3 月将银河航天 02 批 6 颗宽带通信试验卫星送入预定轨道，在 2023 年 7 月将银河灵犀 03 卫星顺利发射入轨，银河航天率先实现“小蜘蛛网”试验星座组网；
- 吉利未来出行星座：时空道宇在 2022 年成功发射吉利未来出行星座首轨九星，计划到 2025 年完成星座一期 72 颗低轨卫星的组网部署；
- G60 星链：将于 2024 年开始批量发射 G60 星链第一批卫星共计 1296 颗，建设周期为 2024 至 2027 年。此前上海垣信也于 2019 年 11 月完成首批 2 颗试验卫星发射部署。

图表 18 2023 年之前主要国内低轨卫星互联网卫星发射情况

	小蜘蛛网		吉利未来出行星座	G60 星座	鸿雁星座	虹云工程
卫星型号	首发试验星	02 批卫星	首轨九星	两颗试验卫星	首发试验星	首发试验星
发射时间	2020/1/16	2022/3/5	2022/6/2	2019/11/17	2018/12/29	2018/12/22
发射地点	酒泉卫星发射中心	西昌卫星发射中心	西昌卫星发射中心	酒泉卫星发射中心	酒泉卫星发射中心	酒泉卫星发射中心
卫星数量	1	6	9	2	1	1
单星设计通信容量	10 Gbps	> 40 Gbps	-	-	-	-
单星总量	-	190 kg	约 100kg	-	-	-
通信服务时长	8 分钟	>30 分钟	-	-	-	-
频段	Q/V/Ka	V	-	Ku/Q/V	L/Ka	-
卫星抓总研制单位	银河航天（北京）科技有限公司		时空道宇	上海垣信卫星科技有限公司	深圳航天东方红海特卫星有限公司	中国航天科工集团
火箭型号	快舟一号甲	长征二号丙	长征二号丙	-	长征二号丁	长征十一号

资料来源：银河航天官网，新华社，深圳商报，央视网，中诚天下产权并购，人民日报，华创证券

今年发星次数增多，国内低轨卫星互联网星座建设正在提速。今年以来我国已陆续执行了 4 次卫星互联网相关卫星的发射，共计将 7 颗低轨通信卫星送入太空。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由航天科技集团五院抓总研制的卫星互联网技术试验卫星发射升空，标志着中国版星链低轨通信星座开始走向现实。随后在 11 月 23 日和 12 月 6 日，我国分别完成两次卫星互联网技术试验卫星的发射任务。此外银河航天也在 7 月 23 日完成了首款柔性太阳翼通信卫星灵犀 03 卫星的顺利发射入轨，卫星配置了数十吉比特每秒容量的毫米波多波束数字载荷。可以看出，单年发射次数的提升，体现出我国正在加快低轨卫星互联网星座建设。

图表 19 2023 年我国发射的卫星互联网相关卫星

	卫星互联网技术试验卫星	灵犀 03	卫星互联网技术试验卫星	卫星互联网技术试验卫星
发射时间	2023/7/9	2023/7/23	2023/11/23	2023/12/6
发射地点	酒泉卫星发射中心	太原卫星发射中心	西昌卫星发射中心	广东阳江附近海
火箭型号	长征二号丙	长征二号丁	长征二号丁	捷龙三号
卫星数量	-	1	-	1
卫星抓总研制单位	航天五院	银河航天	航天八院、中国科学院微小卫星创新研究院	中国科学院微小卫星创新研究院

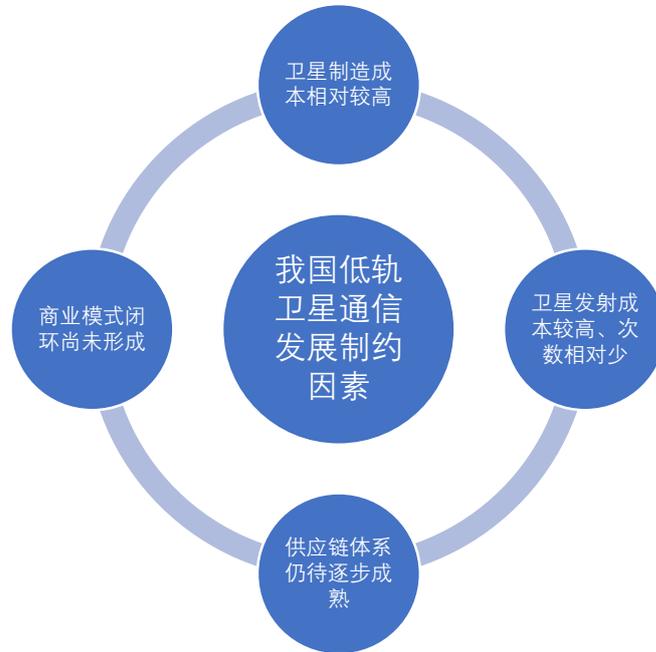
资料来源：镁客网，航天科技官网，环球网，中国科学院微小卫星创新研究院公众号，华创证券

2、或存在四大因素制约中国低轨卫星通信的发展

我国低轨卫星通信发展或主要受制于四大因素。我们认为，四大因素包括：1) 卫星制造成本相对较高，制造效率在满足批量化商业化需求方面仍有距离；2) 卫星发射的成本相对较高、目前班次相对较少，批量化部署的需求仍待满足；3) 供应链体系主要采取重大项目制模式，成熟度仍需提升；4) 商业模式闭环尚未形成，可持续投入存在一定困难。这四大因素既是共同制约商业低轨卫星通信更进一步快速发展的主要原因，相互间也存在一定影响，比如因为供应链体系尚未形成规模化发展，卫星制造的固定成本难以通过

规模化有效的分摊，单星制造成本下降存在困难。我们认为，四大因素相互作用相互影响，为进一步推动低轨卫星通信的快速发展，需要从整个产业链体系出发，系统性地改善，消除制约。

图表 20 制约我国低轨卫星通信发展的四大因素



资料来源：华创证券整理

卫星制造成本与先进水平差距较大，制造效率尚不满足批量化需求。根据长光卫星的招股说明书，其第二代卫星按照“载荷平台一体化”思路开展星载一体化整星设计制造技术研究，并以此为基础实现单颗亚米级卫星重量在 200kg 级，批量化单颗制造成本研制目标是不超过 5,000.00 万元。另根据银河航天联合创始人、副总裁刘畅 2022 年接受采访披露信息，目前银河航天的单颗卫星研制成本已降至千万量级。而在 2019 年底，马斯克和 SpaceX 的首席运营官格温·肖特韦尔表示单个卫星的制造成本在 50 万美元以下，当时 Starlink 主要以 V0.9 和 V1.0 版本卫星为主，重量分别为 227kg 和 260kg。由此可以看出当前我国卫星制造成本与全球先进水平仍有较大差距。此外我国原有的卫星制造以“定制化”“小批量”的模式为主，当前具备初步批量化生产能力且仍在逐步发展建设据时空道宇 CEO 兼首席系统工程专家王洋 2023 年初接受专访时表示，未来近地轨道应该会部署 10 万颗卫星，其中来自中国的有 3 万-4 万颗，而要实现这样的规模，意味未来几年每年都要部署上千颗卫星，目前国内微小卫星年产能还有 90% 缺口，完善的卫星批量生产能力至关重要。

图表 21 长光卫星不同代际卫星重量和成本情况

代际	重量级	火箭可搭载卫星数量	单颗制造成本（目标）
第一代（研制摸索阶段）	/	/	/
第二代	200kg 级	2 颗	不超过 5,000.00 万元
第三代	40kg 级	9 颗	不超过 800.00 万元
第四代（研制中）	20kg 级	20 颗	不超过 400.00 万元

资料来源：长光卫星招股说明书，华创证券

我国火箭运载能力处于第一梯队，但单星发射成本较高。目前 Starlink 卫星主要通过猎鹰 9 号火箭进行运载。猎鹰 9 号现役版本为 Block 5，支持第一级火箭和整流罩的回收，核心部件的重复利用是其能有效降低单次发射成本的关键。猎鹰 9 号在单次使用时 LEO 载荷可达到 22.8 吨，可重用状态时 LEO 载荷超过 18.5 吨。根据赵凯《商业思维下 SpaceX 公司“星链”计划发射成本浅议》的测算，在猎鹰 9 号执行 Starlink 所有的 42000 颗卫星发射任务，且芯一级复用 10 次、整流罩复用 2 次的假设下，其单星成本可以低至 35 万美元，若按 60 颗均为重 260kg 的 Starlink V1.0 进行测算，则猎鹰 9 号的单位重量发射成本约为 1346 美元/kg。我国的长征 5 号火箭的 LEO 载荷运力可达 25 吨，与猎鹰 9 号相当，运载能力同样处于第一梯队，如果搭配合适的上面级，可以实现一箭多星，未来可为我国的卫星网络组网发射提供便利，但目前长征 5 号尚不支持回收重复利用，因此单星发射成本较高。

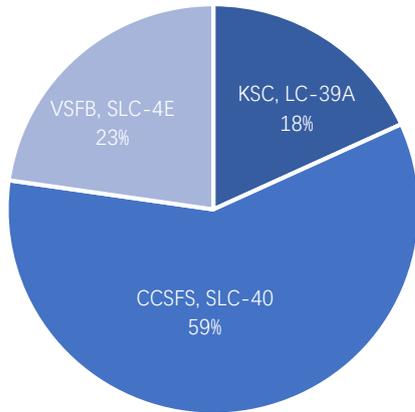
图表 22 Starlink 星座发射成本测算

情况分类	发射成本 (亿美元)	单星发射成本 (万美元)
情况 1: 猎鹰 9 执行所有 42000 颗卫星任务		
完全采用新猎鹰 9	353.5	84
芯一级复用 10 次、整流罩复用 2 次	147	35
芯一级复用 100 次、整流罩复用 10 次	32.2	27
情况 2: 猎鹰 9 执行计划一期 12000 颗卫星任务、星舰执行二期 30000 颗卫星任务		
猎鹰 9: 芯一级复用 10 次、整流罩复用 2 次	45	11
星舰: 整体复用 50 次		

资料来源: 赵凯《商业思维下 SpaceX 公司“星链”计划发射成本浅议》，华创证券

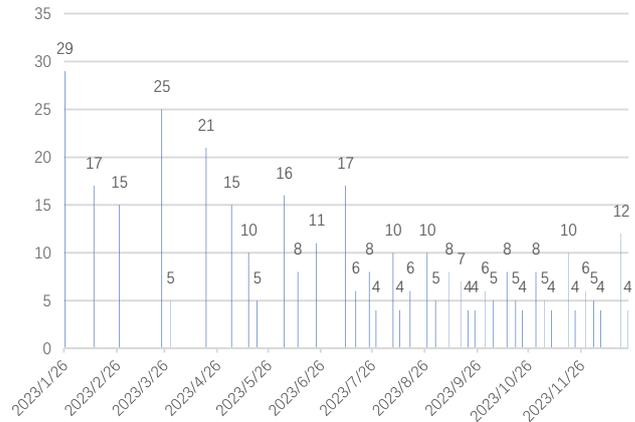
国内低轨通信卫星发射场资源有限。SpaceX 目前在用的共有多座发射场，包括是租用的卡纳维拉尔角空军基地的 SLC-40 工位 (CCSFS, SLC-40)、肯尼迪航天中心的 LC-39A 工位 (KSC, LC-39A)、范登堡太空军基地的 SLC-4 工位 (VAFB, SLC-4) 和即将使用的 SLC-6 工位、夸贾林环礁靶场 Omelek 岛发射工位，以及自建的麦格雷戈蚱蜢跳工位和博卡奇卡 Starbase 工位，另外还有在建的肯尼迪航天中心 LC-49 工位。前面三个是目前 Starlink 主要在用的发射工位，其中 CCSFS 的发射工位使用量最大，发射最密集，2023 年平均每 9 天就会有一次 Starlink 卫星发射，最短的发射间歇仅为 4 天。多座发射场缩短了发射间隔，保障了星链的发射频率，2023 年 9 月，Starlink 单月发射次数突破 9 次。目前我国仅有 4 个发射场在用，另有若干海上发射船，整体发射资源相对较少，同时发射场需满足国内包括通信卫星、遥感卫星、导航卫星、载人航天等各种发射任务，因此主要可用于低轨通信卫星的发射资源较为有限。

图表 23 Starlink 卫星在三大发射场发射次数的占比



资料来源: Krebs, Gunter D. “Starlink Block v2-Mini-D2D”. Gunter's Space Page. Retrieved January 09, 2024, from https://space.skyrocket.de/doc_sdat/starlink-v2-mini-d2d.htm, Jonathan McDowell, <https://planet4589.org>, 华创证券整理

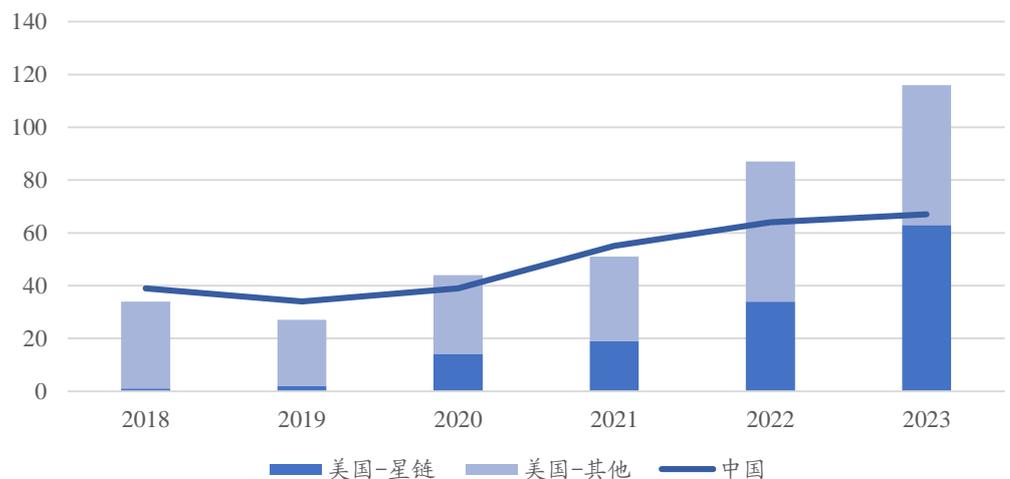
图表 24 2023 年 Starlink 卫星在 CCSFS 的发射间歇 (单位: 天)



资料来源: Krebs, Gunter D. “Starlink Block v2-Mini-D2D”. Gunter's Space Page. Retrieved January 09, 2024, from https://space.skyrocket.de/doc_sdat/starlink-v2-mini-d2d.htm, Jonathan McDowell, <https://planet4589.org>, 华创证券整理

低轨卫星相关火箭发射班次与 Starlink 差距较大。此前中国的火箭运载无论在年发射次数还是发射成功率上整体都是世界领先水平, 在 2022 年以前整体发射次数与美国相当。从 SpaceX 切入到商业火箭发射领域, 尤其是承接自家的 Starlink 发射任务后, 美国的年发射次数呈现快速增长。美国 2023 年的火箭发射总次数为 116 次, 其中与 Starlink 卫星相关的发射次数为 63 次。中国发射的总次数也为 67 次, 但其中与低轨卫星相关的发射占比较低, 与 Starlink 差距明显。我们认为目前我国低轨卫星相关的发射任务少, 一方面原因是低轨卫星制造尚未实现规模化生产, 发射需求尚未充分释放, 另一方面也是因为当前我国火箭发射成本较高和发射班次相对较少。

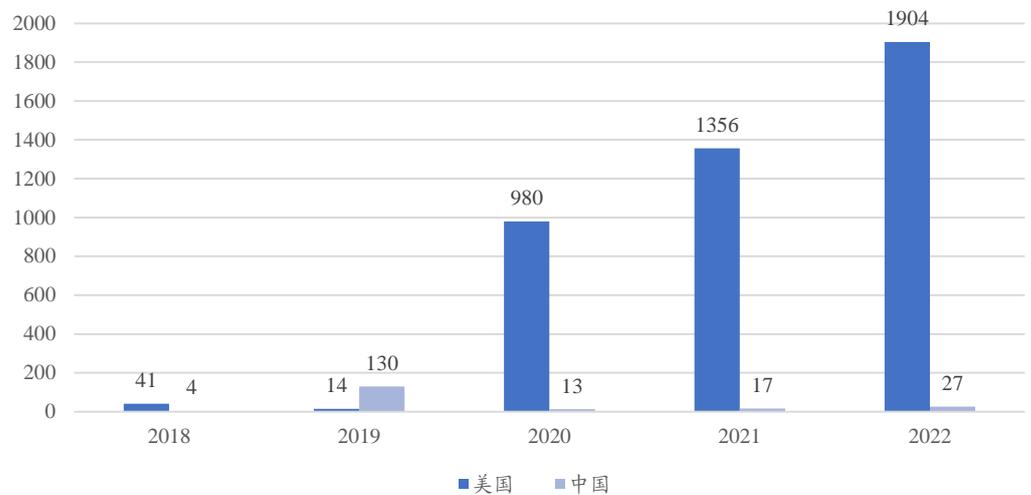
图表 25 2023 年 Starlink 发射次数已与中国总火箭发射次数相当



资料来源: 中国航天科技集团《中国航天科技活动蓝皮书(2018)》转引自新浪科技, 空间瞭望智库 2019-2022 年《中国航天科技活动蓝皮书》引自空间瞭望智库、卫星应用, 三体引力波, Jonathan McDowell, <https://planet4589.org>, 华创证券整理

供应链体系尚不满足低轨卫星通信的建设需求，成熟度有待提升。我国的卫星通信产业链和生态建设还处于起步阶段，我们认为，在关键技术积累和规模化生产能力上，与实际产业链需求仍还有较大差距。目前通信产业资源高度向地面的 4G/5G 移动通信或者固网宽带通信领域集聚，卫星通信产业链建设相对缓慢。同时原有的卫星通信领域供应链体系主要以航天院所为主，在地面通信网络已具有领先技术和生产优势的企业切入卫星通信领域的仍存在发展时间、技术积累等难点，难以快速赋能卫星通信产业。此外我国原有的卫星生产模式主要采取“小批量”“定制化”形式，当前具备初步批量化生产能力且仍在逐步发展建设，近五年来我国的通信卫星年平均发射量约为 38 颗，与未来低轨卫星互联网建设进入高峰期预计所需的年产量要达到千颗级别以上的需求还有较大差距，产业链供给规模和供给效率亟需提高。

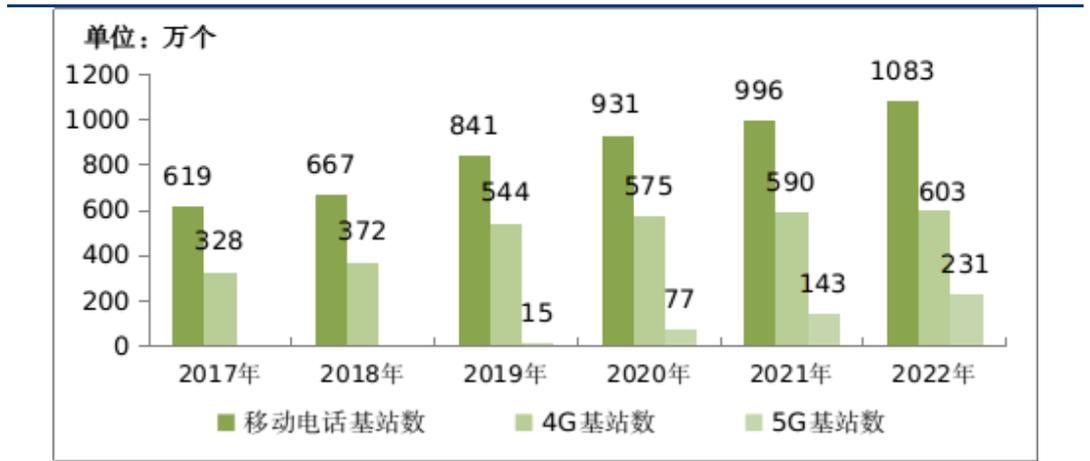
图表 26 近五年来中美两国通信卫星发射量对比（单位：颗）



资料来源：空间瞭望智库，华创证券整理

商业竞争优势不足，商业模式闭环尚未形成，难以持续性高投入。不同于海外近几年在基础网络建设上进度滞后给了卫星通信产业发展的机会，我国的地面通信领域经过多年发展，已建成全球最大的 4G/5G 移动通信网和固定宽带网络，下游用户对于通信的需求已有较好满足，卫星通信的市场空间需逐步培养和发展。对于存量的 C 端用户，我国近几年的网络提速降费工作成效显著，根据工信部 2021 年数据，5 年来，固定宽带单位带宽和移动网络单位流量平均资费降幅超过 95%，企业宽带和专线单位带宽平均资费降幅超过 70%。另外根据 ITU《2022 年 ICT 服务可负担性》报告，2022 年我国固定宽带服务成本在每月人均国民总收入的占比进一步降低至 0.45%，排名全球第 2，我国用户在“仅包含数据”的移动宽带的成本支出在每月人均国民总收入的占比为 0.45%，远低于全球平均水平 1.4%。卫星通信服务要从传统地面通信网络中抢占市场具有较大难度，新的应用场景还在逐步发掘中，产业发展的下游需求驱动力量仍待进一步发掘，当前不可取代性仍需提升，商业闭环仍在建设，因此难以吸引持续性的高投入。

图表 27 2017-2022 年移动电话基站发展情况



资料来源：工信部，华创证券整理

（三）我国发展低轨卫星通信紧迫性高

低轨卫星全球性覆盖，卫星频轨资源争夺激烈。根据国际电信联盟（ITU）的规定，轨道位置和频谱资源主要以“先到先得”的方式分配，后申报方不能对先申报方的卫星产生不利干扰。由于低轨卫星是全球覆盖的部署，需要全球范围协调频率避免冲突，因此用于低轨卫星通信的频率资源尤为珍贵。目前以 Starlink、OneWeb 为代表的全球主要低轨卫星星座主要使用 Ku、Ka 通信频段资源，且目前 Ku 频段也呈现出明显的饱和迹象，可用资源十分紧张。随着后续全球各星座的加快部署，Ka 频段正成为各星座下一步重点争夺的对象。此外由于近地轨道空间的有限性，轨道空间能容纳的卫星数量也会存在上限。根据太空与网络测算，在同层与跨层星间最小安全距离均为 50km 情况下，高度 300~2000 km 组成的低地球轨道空间具有最多 35 个轨道壳层，总计可容纳 17.5 万颗卫星。虽然不同的测算方法可能会出现不同的计算结果，但业界对低轨可容纳卫星数量存在上限的认识是基本一致的。低轨空间轨道作为能够满足通信卫星正常运行的先决条件，快速抢占稀缺的轨道资源已经成为各国的当务之急。

图表 28 卫星通信使用无线电频率概况

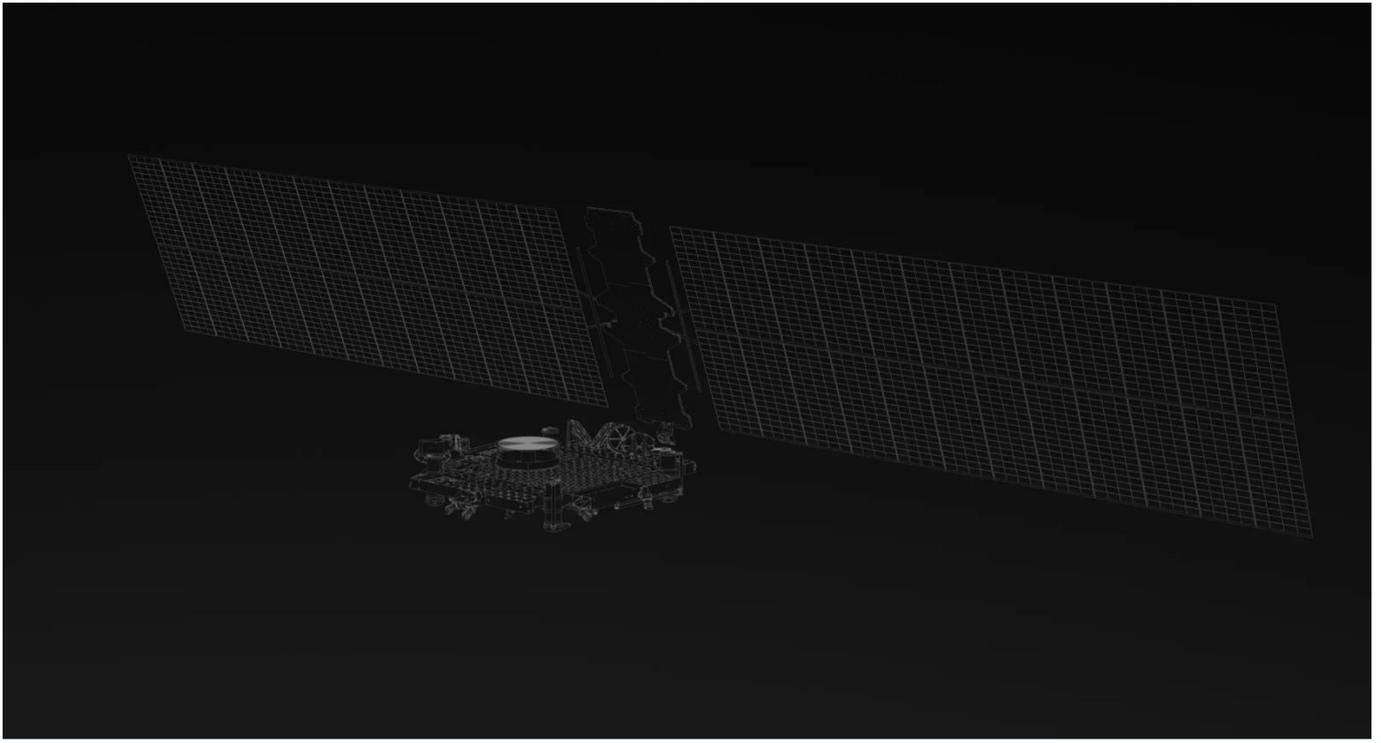
频段	频段范围	使用情况
L	1-2GHz	资源几乎殆尽；主要用于地面移动通信、卫星定位、卫星移动通信及卫星测控链路等
S	2-4GHz	资源几乎殆尽；主要用于气象雷达、船用雷达、卫星定位、卫星移动通信及卫星测控链路等
C	4-8GHz	随着地面通信业务的发展，被侵占严重，已近饱和；主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等
X	8-12GHz	通常被政府和军方占用；主要用于雷达、地面通信、卫星固定业务通信等
Ku	12-18GHz	已近饱和；主要用于卫星通信，支持互联网接入
Ka	26.5-40GHz	正在被大量使用；主要用于卫星通信，支持互联网接入
Q/V	36-46GHz/46-75GHz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

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

低轨卫星通信的军事战略意义重大，Starlink 在近年军事行动中作用显著。得益于宽带化的低成本、全球覆盖的互联网服务，Starlink 在战争中能大幅增强军队的信息化能力，低轨卫星通信军事应用潜力和军事战略价值将不容小觑。比如交战军队利用 Starlink 进行通信联络和信息传输，避免其在战场上的通信干扰和中断问题，显著提高其作战效率。

Starlink 还能够为参战军队提供了高速互联网接入服务，帮助实现信息化作战。此外，通过 Starlink 的导航和定位技术，参战队伍能够实现精确打击和战术侦察。2022 年 12 月 2 日，SpaceX 发布了“星盾(Starshield)”卫星网络，并与美国国家安全机构和五角大楼达成合作协议，侧重提供对地观测、卫星通信、托管载荷三个领域的服务。从 Starlink 的军事应用可以看出低轨卫星互联网的重要战略意义，因此建设低轨卫星互联网显得尤为重要和紧迫。

图表 29 Starshield 卫星概念图



资料来源：Starlink 官网，华创证券

二、四个产业变化，揭示低轨卫星通信产业奇点将至

鉴于我国低轨卫星互联网与世界先进水平之间的差距以及其建设的紧迫性，我国产业各方近年来集中力量攻关，谋求实现产业突破，尽快推动低轨卫星网络的建设。我们从产业中观察到四个显著变化，这些或都揭示了我国低轨卫星通信产业正处于奇点将至的阶段。

（一）论规划：中央与地方政策齐发力，加快低轨卫星通信产业发展

政策引导民营资本进入空天信息产业，产业或将进入高速发展期。从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”，中央及地方持续发布相关政策，助力产业发展。特别在卫星互联网、低轨卫星通信等领域，进入2023年，从中央到地方各级政府的政策支持导向愈发明确，出台了各种形式的政策和支持意见，推动产业进入高速发展阶段。

图表 30 国家及地方关于空天信息产业的政策整理

发布时间	发布单位	政策及会议名称	主要内容
2014年11月	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》	鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设。完善民用遥感卫星数据政策，加强政府采购服务，鼓励民间资本研制、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）》	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，积极开展区域、产业化、国际化及科技发展等多层面的遥感、通信、导航综合应用示范，加强跨领域资源共享与信息综合服务能力的提升，加速与物联网、云计算、大数据及其他新技术、新应用的融合，促进卫星应用产业可持续发展，提升我国空间基础设施全面支撑经济社会发展的水平和能力。
2020年4月	国家发改委	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。
2020年4月	四川省政府	《四川省加快推进新型基础设施建设行动方案（2020—2022年）》	首次明确将卫星互联网纳入新基建范围。
2021年3月	中央人民政府	《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	明确指出要打造全球覆盖、高效运行的通信、导航、遥感空间基础设施体系，要建设天地一体、集成互联、安全高效的信息基础设施以及商业航天发射场。
2022年2月	上海市政府	《关于本市推进空间信息产业高质量发展的实施意见》	明确了“十四五”时期上海空间信息产业的发展目标。到2025年，以构建通导遥一体化空间信息系统为导向，形成数字赋能的空间信息技术创新体系和产业融合发展新格局，打造全球空间信息领域科技创新策源地、数智制造新高地、优势企业集聚地、应用服务输出地。
2023年2月	工信部	《关于电信设备进网许可制度若干改革举措的公告》	工信部对电信设备进网许可制度进行了改革，明确将卫星互联网设备、功能虚拟化设备正式纳入进网许可管理。
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》	该意见着眼于以应用为先导带动空天信息全产业链发展，提出到2025年，重庆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规模和规模效应。

2023年7月	上海嘉定区政府	《嘉定区打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》	方案提出要围绕精准网联通信与系统安全，开展防务装备和航天技术应用、卫星应用等领域技术研发，探索推动6G与卫星互联网通信技术研究。开展机上芯片、地面站芯片传感器和空中无人飞车等低空产业技术的研究，探索推动商业航天和宇航电子等“航天+”产业、低空飞行服务产业。
2023年7月	四川省政府	《关于推动卫星网络产业发展的实施意见》	该报告指出要聚焦提升创新能力、扩大产业规模、完善产业生态、深化应用示范等目标，推动北斗规模应用、卫星互联网与卫星遥感应用示范，力争到2027年，全省卫星网络及相关产业规模达到千亿级，将四川打造成为国家重要的卫星网络领域重大战略承载区、技术创新支撑区、优势企业集聚区、应用示范先行区、运营服务输出区。
2023年8月	北京丰台区政府	《丰台区商业航天产业发展三年行动计划(2023—2025年)》	通过布局商业航天和卫星网络产业，加快相关基地和星座建设，推动北京市在这些领域的创新和发展，进一步提升北京市的商业航天和卫星网络产业规模和技术能力，促进经济的高质量发展。
2023年9月	北京市政府	《北京市促进未来产业创新发展实施方案》	该方案指出要重点发展商业航天、卫星网络等细分产业。具体来说，要加快开展商业火箭的研发生产，突破关键技术，推动相关项目和测试平台建设。同时，研制商业化中继测控通信卫星、平板式卫星等，推动光学遥感星座、低轨物联网星座等建设，提升卫星应用服务能力。
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)》	方案提出要布局“天地一体”的卫星互联网。稳步推动实施商业星座组网，加快落实频轨资源授权，分阶段发射规模化低轨通信卫星构建低轨星座，建设测控站、信关站和运控中心等地面设施，促进天基网络与地面网络融合应用。推进智慧天网创新工程，搭建中轨道卫星通信网络技术验证系统，开展大跨距全球互联等在轨验证，为探索构建中轨道通信卫星星座奠定基础。
2023年9月	重庆市政府	《深入推进新时代新征程新重庆制造业高质量发展行动方案(2023—2027年)》	该行动方案强调了重庆市将着重培育壮大卫星互联网产业，加快卫星通信网络建设，扩大网络覆盖范围。
2023年10月	成都经信局 成都经发委	《成都市卫星互联网与卫星应用产业发展规划(2023-2030年)》	聚焦抢抓整星制造产业链关键环节、卫星数据应用价值链高端环节，着力推动卫星互联网与卫星应用产业高质量发展。到2025年，核心产业规模达400亿元，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。
2023年11月	重庆发改委	《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)	该计划旨在提升以卫星互联网为代表的未来产业发展能级，加快打造空天信息产业基地，培育壮大社会发展新动能。主要政策措施包括支持空天信息基础设施建设、支持建设创新平台、支持科研专项项目及基金、支持人才引进以及金融支持等。
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)》	此行动计划的目的是为了进一步推动商业打造空间信息产业高地，加强技术创新和应用拓展，提升上海在全球空间信息产业的地位和影响力。预计到2025年，上海新引进和培育10家商业航天重点企业，培育5家具备科创板上市条件的硬核企业，扶持一批民营“专精特新”优势企业，实现空间信息产业规模超2000亿元。

资料来源：工信部，各地政府官网，华创证券整理

上海市预计将成为全球商业空间信息产业的重要高地。为了进一步推动商业打造空间信息产业高地，加强技术创新和应用拓展，提升上海在全球空间信息产业的地位和影响力，上海市于2023年11月20日发布《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)》，通过建设空间信息产业创新生态、打造空间信息产业集群、提升空间信息产业技术创新能力、加强空间信息产业人才培养和引进、深化空间信息产业国际合作等，打造全国空间信息产业高地。预计到2025年，上海市将打造出“上海星”及“上海箭”，形成年产50发商业火箭、600颗商业卫星的批量化制作能力。通过引进和培育重点企业，上海空间信息产业规模将超2000亿元，成为全球商业空间信息产业的重要高地。

图表 31 上海打造空间信息产业高地行动计划的四大方面 16 项重点任务



资料来源：上海市人民政府办公厅，华创证券整理

重庆将创建国家级卫星互联网产业创新中心。2023年3月，重庆市政府出台《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》，提出到2025年，重庆将创建国家级卫星互联网产业创新中心。到2030年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，并形成千亿级空天信息产业集群。随后在2023年11月，为提升以卫星互联网为代表的未来产业发展能级，重庆市发展和改革委员会研究起草了《重庆市空天信息产业高质量发展行动计划(2023-2027年)》，提出要立足卫星互联网先发优势，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。

成都力争全面建成卫星互联网与卫星应用标杆城市。2023年11月，成都市举行卫星互联网与卫星应用产业大会，并发布了《成都市卫星互联网与卫星应用产业发展规划(2023—2030年)》，成都市计划聚焦抢抓整星制造产业链关键环节、卫星数据应用价值链高端环节，着力推动卫星互联网与卫星应用产业高质量发展。计划到2025年，成都卫星互联网与卫星应用产业整体规模达400亿元，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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/408123076001006025>