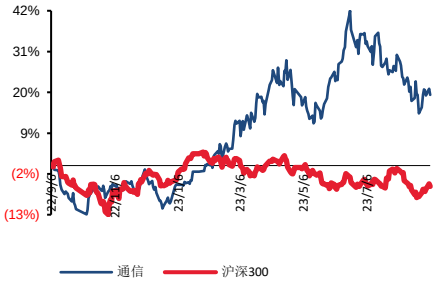
太平洋证券 PACIFIC SECURITIES

2023-09-06
行业深度报告
看好/维持
通信

通信

通信网络天地一体化，未来并不远

■ 走势比较



■ 子行业评级

通信服务	看好
通信设备	看好

相关研究报告：

《【太平洋证券通信行业 2023 年中期策略】：建设数字中国，通信网络基础设施显著受益》--2023/05/14

《业绩业绩稳定增长，新产品稳步推进》--2022/11/30

《【2022 年中期通信行业投资策略】聚焦高景气》--2022/09/10

证券分析师：李仁波

电话：0755-83688853

E-MAIL：lirb@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190520040002

报告摘要

天地网络一体化走向已定，行业进化方向明确。第六代通信网络框架基本确定，通信产业下一代进化方向明确，上下游设备厂商、运营商均已开始技术布局。空天网络一体化已成 6G 演进方向。

频段资源稀缺。卫星网络频段资源存量不足。新型低轨星座广泛使用 Ku、Ka 及 Q/V 频段，带宽约 54GHz。美国 SpaceX 公司在建项目 Starlink 注册带宽约 18.1GHz。卫星可用频段资源严重不足。国际电联（ITU）频段注册机制为“先到先得”，各国提出多个项目计划进行资源占位。

传统蜂窝网络覆盖不足。我国已经建成全球规模最大，技术最先进的 5G 独立组网网络，历史性实现“村村通宽带”。实现未通宽带行政村动态清零。但是截至 2022 年 12 月，我国城镇地区互联网普及率为 83.1%，农村地区互联网普及率仅为 61.9%。受到地面传输网络设备的限制，对于偏远地区的网络铺设成本过高，同时在部分场景下，基站信号存在死角。客观上无法实现地面蜂窝网络的 100%覆盖。卫星网络的全覆盖能力成为“全覆盖”的必要条件。

产业链格局明确，T/R 组件及激光通信终端价值凸显。低轨卫星通信产业链空间段、地面段、服务段“三段式”格局明确。其中空间段主要载体卫星平台，预计截至 2027 年总计会产生 4514 亿的市场空间。卫星的核心组件 T/R 组件、卫星激光通信终端价值凸显。T/R 组件作为卫星通信相控阵雷达的核心零部件，预计截至 2027 年将会产生 532.5 亿的市场空间。卫星激光通信终端是实现卫星无视地面上行接入环境实现广覆盖的必要条件。预计到 2027 市场总规模 532.5 亿元。

相关公司：001270.SZ 铖昌科技；688375.SH 国博电子；300620.SZ 光库科技；002446.SZ 盛路通信；300366.SZ 创意信息；300762.SZ 上海瀚讯；688387.SH 信科移动；688418.SH 震有科技；603236.SH 移远通信；300045.ZH 华力创通。

风险提示：卫星星座建设进度不及预期；卫星量产进度不及预期；成本下降进度不及预期；卫星通信下游应用推广不及预期。

目录

一、天地网络一体化走向已定，6G 行业演化方向明确 5
（一）天体一体化理论框架将定 5
（二）卫星通信向一体化、高通量方向演进 7
（三）低轨通信卫星市场空间广阔 10
二、多因素共振，卫星通信前景明确 13
（一）资源短缺，大国竞争 13
（二）传统蜂窝网络覆盖不足，卫星网络应用弥补 14
（三）5G 兼容-6G 融合 16
（四）星网招标伊始，星座建设全面追赶 19
三、低轨卫星通信产业链明确，T/R 组件价值凸显 24
（一）产业链“三段式”格局明确： 24
（二）相控阵 T/R 组件价值量占比高 25
（三）激光通信：微波-激光复合数传新时代 28
四、重点公司 33
（一）信科移动 33
（二）铖昌科技 34
（三）创意信息 34
（四）华力创通 35
（五）总结 36
五、风险提示 37

图表目录

图表 1：3GPP 协议发布时间线 5
图表 2：透明转发 6
图表 3：再生转发 6
图表 4：卫星通信主要元素分布 7
图表 5：卫星平台分类 8
图表 6：高通量卫星发展历程 8
图表 7：低轨通信卫星发展历程 9
图表 8：国外星座计划 10
图表 9：国内星座计划 10
图表 10：全球星座计划卫星数量占比 11
图表 11：长光卫星公司卫星制造成本 11
图表 12：2024-2030 全球低轨通信卫星市场空间测算（亿元） 12
图表 13：2024-2030 全球低轨通信卫星市场空间测算数据 12
图表 14：卫星通信频段 13
图表 15：星链计划通信频段 14
图表 16：2017-2022 年我国互联网宽带接入口数量变化 15
图表 17：2018-2022 中国城乡互联网普及率 15
图表 18：我国部分城市信号测试图 15
图表 19：低轨卫星通信应用场景 16
图表 20：6G 融合网络架构 17
图表 21：网络一体化实现长距离-低时延通信 18
图表 22：6G 网络五大应用场景 19
图表 23：2022 年各国在轨航天器数量及占比 19
图表 24：SpaceX 公司 Starlink 计划 20
图表 25：2014 年后航天领域企业注册数量及融资情况 20
图表 26：网络一体化实现长距离-低时延通信 21
图表 27：中国星网计划构型分布 22
图表 28：中国星网通信卫星招标结果 22
图表 29：中国商业航天发场 23
图表 30：卫星自动化产线建设 23
图表 31：卫星通信产业链 24
图表 32：卫星平台组成 25
图表 33：“Starlink-星链”计划相控阵系统示意图 26
图表 34：相控阵系统示意图 26
图表 35：典型相控阵前端 T/R 套片架构 27
图表 36：2024 年-2030 年 TR 组件市场空间测算 28
图表 37：星间链路频率分类 28
图表 38：卫星激光通信系统功能组成 29
图表 39：卫星激光通信特点 30
图表 40：“Starlink-星链”计划激光链路系统 30
图表 41：Mynaric 公司旗舰产品 Condor-MK3 31
图表 42：TESAT 公司产品线 31
图表 43：2024-2030 卫星激光终端市场预期（亿元） 32
图表 44：2022 年信科移动主营构成（%） 33
图表 45：2020-2023H1 信科移动营收和净利润情况 33
图表 46：2022 年铖昌科技主营构成（%） 34
图表 47：2020-2023H1 信科移动营收和净利润情况 34

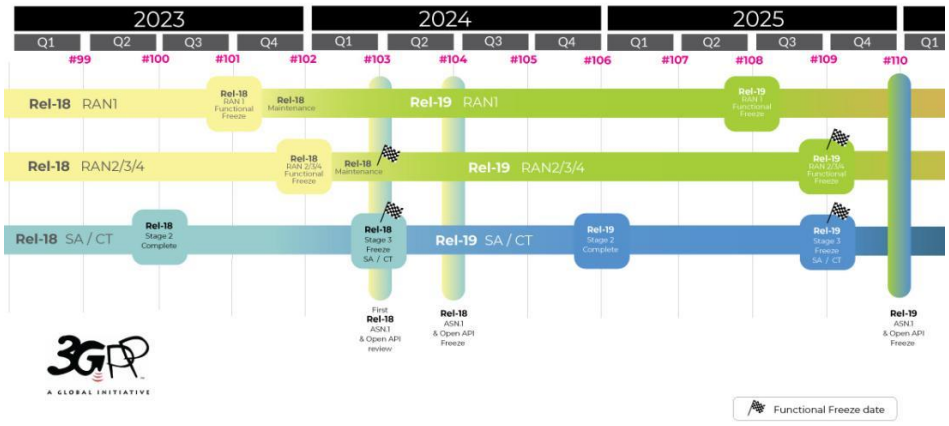
图表 48：2022 年年创意信息主营构成（百万元） 35
图表 49：2020-2023H1 创意信息营收和净利润情况 35
图表 47：2022 年华力创通主营构成（百万元） 35
图表 48：2020-2023H1 华力创通营收和净利润情况 35
图表 49：华力创通卫星应用领域主产品 36
图表 50：重点公司和盈利预测表(2023.9.8) 37

一、天地网络一体化走向已定，6G 行业演化方向明确

（一）天体一体化理论框架将定

传统的卫星通信系统和地面蜂窝网络互相独立。但全球通信生态系统中，卫星通信被认为将是 5G-Advanced 和 6G 的重要组成部分。第三代伙伴关系项目（3rd Generation Partnership Project，3GPP）已针对卫星与 5G 技术一体化开展研究，并将该一体化技术命名为“非地面网络（Non-Terrestrial Network，NTN）”。2019 年底，基于 5G 新空口的非地面网络和物联网非地面网络的第一个工作项目在 R17 获得批准。从 R17 至 R19，再生卫星和透传卫星预计均将支持 NR 基本特性。目前全球设备商已经开始围绕 NTN 网络进行新一轮的技术、产业布局。卫星互联网和地面网络系统的融合已经成为趋势。预计理论框架将在 2025 年彻底完成。

图表 1：3GPP 协议发布时间线



资料来源：3GPP，太平洋证券整理

根据 3gpp-38821-g20 文件规定，卫星网络主要组成部分如下：

1. 信关站：用于连接非地面网络和公共数据网络的若干个地面站。

A. 地球同步轨道（GEO）卫星会同时覆盖若干个地面信关站。

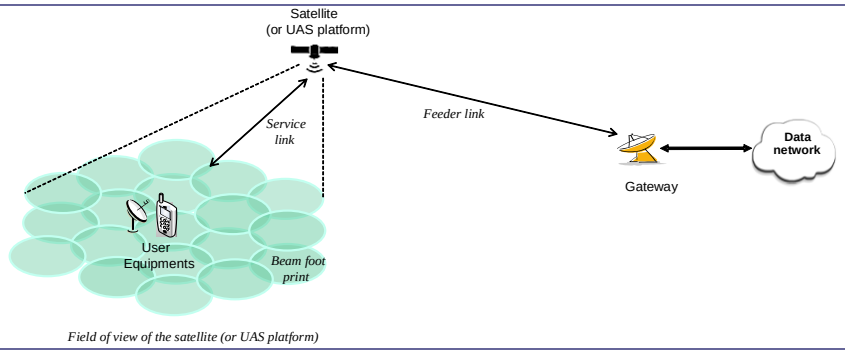
B. 非地球同步轨道卫星一次由一个或几个地面信关站连续服务。以此保证服务的连续性，星链一般一个地面站与 8 颗卫星连接。

2. 卫星（或 UAS 平台）：用于实现透明或再生（带机载处理）有效载荷。

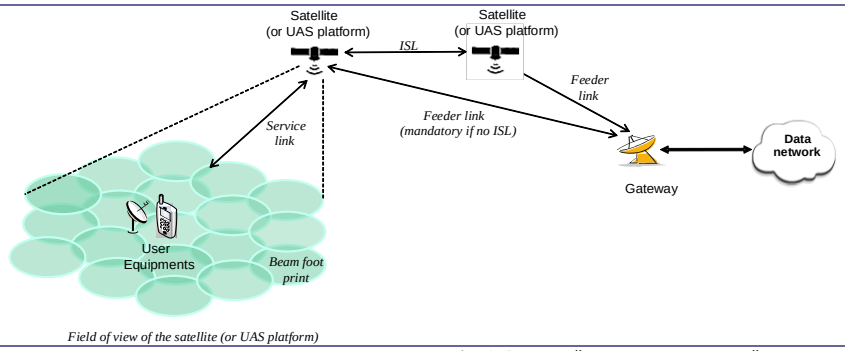
A. 透明转发载荷：无线电频率滤波、变频和放大。因此，信号传输过程中的波形信号不发生改变；

B. 再生转发载荷：射频滤波、变频和放大，以及解调/解码、开关和/或路由、编码/调制。这实际上相当于在卫星（或 UAS 平台）上拥有全部或部分基站功能（例如 gNB）。

图表 2：透明转发



图表 3：再生转发



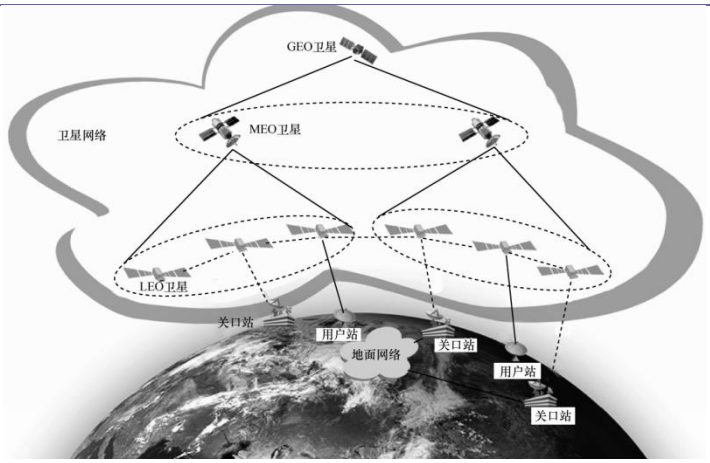
资料来源：《3gpp-38821-g20》，太平洋证券整理

透明转发载荷对地面设备要求相对简单。仅需要在传统 5G 基站下挂在信关站即可保证卫星网络接入。但是，由于低轨卫星的视场范围不超过 1000 公里，实施过程中会需要建设大量的地面信关站以保证卫星的稳定接入。

再生转发载荷让卫星拥有了星上处理能力，实质上拥有了部分甚至全部的基站功能。通过激光通信或传统无线通信，卫星间可以传递信息。数据可以在卫星间多次传导后接入地面信关站。理论上激光在真空中传播的速度约是光纤中的 1.5 倍，数据流可以更高效地传输。同时由于部分基站功能上升至卫星，信关站可以直接挂载在运营商核心网，极大程度上减少了地面信关站的建设成本。

3. 卫星间链路（ISL）：卫星星座的一个可选组成部分。依赖于再生转发载荷。ISL 可以采用传统无线频段或光波段。可以实现卫星间的数据交换。

图表 4：卫星通信主要元素分布



资料来源：《卫星互联网路由技术现状及展望》，太平洋证券整理

（二）卫星通信向一体化、高通量方向演进

1. 通导遥一体化

根据卫星的实际用途可以分为：通信卫星、导航卫星以及遥感卫星。传统的卫星方案是通导遥分离，卫星平台一次只会搭载一种载荷。在部分场景如应急救灾，需要三种卫星体系协同作业，效率非常低下。2008 年汶川地震时，获取第一幅卫星影像花了 36 个小时。2015 年天津港爆炸时，获取第一幅卫星影像的时间缩短到 12 个小时。2017 年九寨沟地震时利用了无人机，获取受灾现场图像的时间缩短到了 4 个小时，却仍然远远不能满足快速响应的要求。

此外，与国际相比，美国有秒级的空间网络和分钟级的处理服务，响应时间在 12 分钟之内，而我国目前是小时级的过境传输网络和小时级的处理服务，两者差距较大。我国发现敏感事件的反应速度要几十个小时，境内需要 10 小时，境外需要 20 小时甚至 30 小时，与美国相比差距巨大。目前全球范围内，没有国家真正意义上完成通导遥一体化平台的设计-建设工作。但是可以预见这将是未来的发展方向。

图表 5：卫星平台分类

分类方式			定义	特点
卫星分类	用途分类	通信卫星	在地球轨道运行，用于实现广域通信服务的人造卫星。	
		导航卫星	在地球轨道运行，用于提供全球定位和导航服务的人造卫星。	
		遥感卫星	在地球轨道运行，用于获取地球表面和大气信息的人造卫星。	
	轨道高度分类	近地轨道（LEO）	高度约为 200 公里至 2,000 公里	1.轨道运行周期短，运行速度快；2.地面距离近通信延迟低，信号强度较高，信号覆盖范围相对小；3.空气阻力大，需要周期性进行姿态调整；4.卫星重量受限通常不超过数吨，卫星寿命通常在 2-7 年。
		中地球轨道(MEO)	高度约为 2,000 公里至 35,786 公里	1.地面距离适中发射以及运维成本较高，通信延迟、信号强度适中，信号覆盖范围相对大；2.卫星重量在十数吨，通常寿命卫 10-15 年。
		地球静止轨道（GEO）	高度约为 35,786 公里以上	1.可以实现和地面参照系的相对静止；2.地面距离大，信号覆盖范围极大，3-5 颗卫星即可覆盖全球，通信延迟大，信号强度低；卫星重量可达数十吨，通常寿命为 15-20 年。
	按大小分类	小卫星	重量 100-500kg	1.最大功率约 1000W；2.典型成本 30-200 百万美元；3.最大尺寸 3-10m；4.典型开发周期 3-10 年；典型使用寿命 5-10 年。
		微卫星	重量 10-100kg	1.最大功率约 150W；2.典型成本 10-150 百万美元；3.最大尺寸 1-5m；4.典型开发周期 2-5 年；典型使用寿命 2-6 年。
		纳卫星	重量 1-10kg	1.最大功率约 20W；2.典型成本 0.1-10 百万美元；3.最大尺寸 0.1-1m；4.典型开发周期 1-3 年；典型使用寿命 1-3 年。
		皮卫星	重量 0.1-1kg	1.最大功率约 5W；2.典型成本 0.05-2 百万美元；3.最大尺寸 0.05-0.1m；4.典型开发周期 1-3 年；典型使用寿命 1-3 年。

资料来源：公开资料，太平洋证券整理

2. 高通量化

根据传输带宽的大小可以将卫星分为宽带卫星/高通量卫星（HTS，High Throughput Satellite）和窄带卫星。传统卫星通常都是窄带卫星，其通量约为 1-2Gbps，而高通量卫星通量可达传统卫星的数十倍。主要原因在于：

a. 频率：而高通量卫星广泛使用 Ku 波段（12-18GHz）和 Ka 波段（27-40GHz），频率资源丰富。b. 卫星平台升级：由于电子科技的进步，卫星平台的负载能力有了大幅的提升。c. 多波束技术，卫星平台升级后，卫星搭载天线的尺寸和数量增加。

图表 6：高通量卫星发展历程

发展阶段	一代星	二代星	三代星	四代星
时间	2006-1010	2011-2016	2017-2022	2023-
代表卫星	Thaicom4、Anik F2、Wildblue-1、Spaceway-3	Viasat-1、Jupiter-1	Viasat-2、Jupiter-2、Jupiter-3、中星 16、亚太 6D	Vissat-3、SES-26、中星 26
系统容量	<50Gbps	≈100Gbps	>200Gbps	>500Gbps
下行速率（CIR）	<4Mbps	12-15Mbps	25-100Mbps	>100Mbps
数据回传能力	<1Mbps	1-3Mbps	3Mbps	25Mbps
支持业务类型	通话、网页浏览	通话、网页浏览、多媒体	通话、网页浏览、多媒体、高清视频	通话、多媒体、超高清视频、物联网

资料来源：公开信息，太平洋证券整理

. 3. 低轨道化

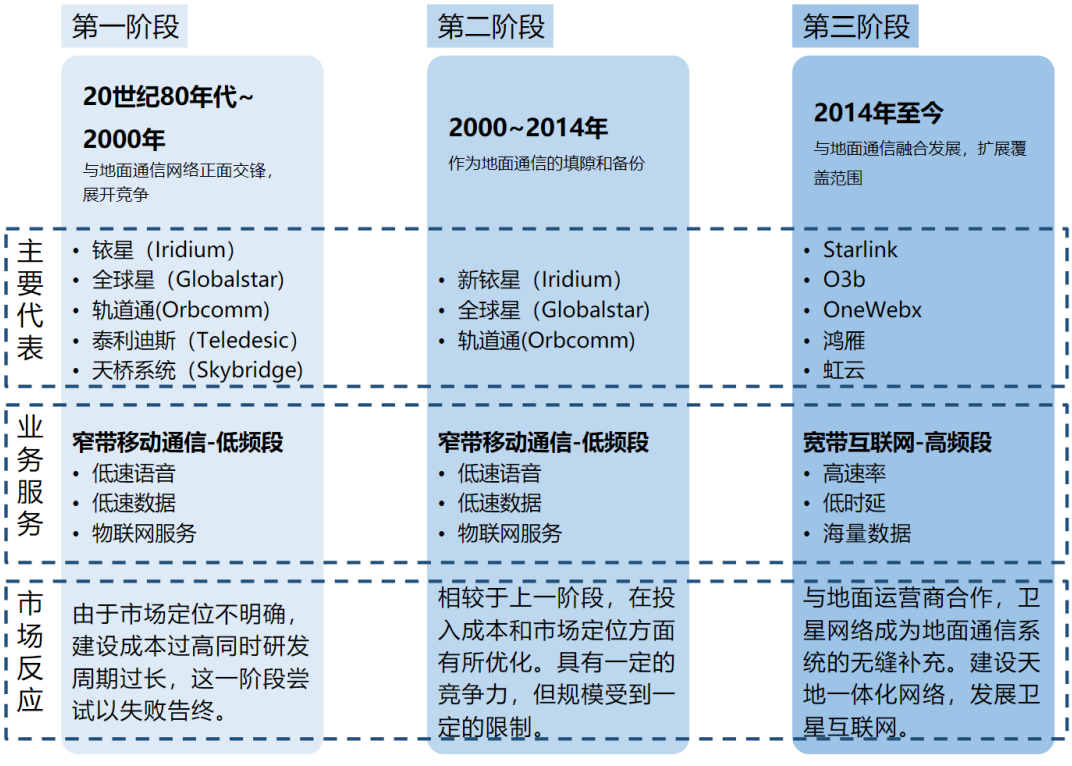
根据赛迪顾问的《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，低轨通信卫星发展可以分为三个阶段：

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被提出，“铱星”星座通过 66 颗低轨卫星构建一个全球覆盖的卫星通信网。这个阶段主要以提供语音、低速数据、物联网等服务为主由于通信质量、资费价格等方面的缺陷，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。

图表 7：低轨通信卫星发展历程



资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，太平洋证券整理

（三）低轨通信卫星市场空间广阔

卫星通信市场空间广阔。赛迪智库发布的《中国卫星通信产业发展白皮书》显示，2025 年我国卫星通信设备行业产值将有望超过 500 亿元，相关设备制造市场空间巨大；据通信产业报预计，小卫星产业迅速发展带动卫星制造市场，2025 年全球小卫星制造和发射市场规模将超过 200 亿美元，产业规模增长迅速，经济效益可观；Strategy Analytics 预测，到 2026 年，卫星通信系统市场规模（包括卫星有效载荷和卫星终端）将占军用通信市场规模的 37.2%，市场价值将达 137 亿美元。

图表 8：国外星座计划

星座名称	国家	所属单位	卫星总数
Starlink	美国	SpaceX	42000 颗
Iridium	美国	Iridium(铱星)	66 颗
Globalstar	美国	Globalstar	48 颗
OneWeb	英国	OneWeb	1980 颗
Kuiper	美国	Amazon(亚马逊)	3236 颗
Yaliny	俄罗斯	Yaliny	135 颗
Sphere	俄罗斯	俄航天集团	638 颗
Samsung	韩国	三星	4600 颗
Telesat	加拿大	Telesat	298 颗

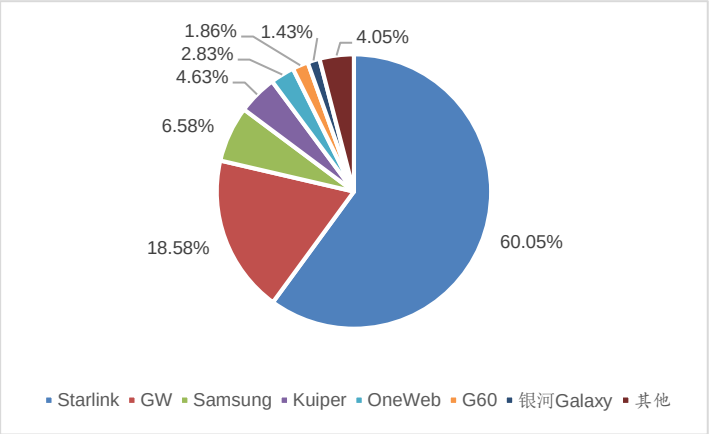
图表 9：国内星座计划

星座名称	所属单位	卫星总数
鸿雁星座	航天科技	324 颗
虹云工程	航天科工	156 颗
天地一体化信息网络	中国电科 38 所	100 颗
银河 Galaxy	银河航天	1000 颗
垣信星座	上海垣信	288 颗
瓢虫系列	中科天塔	72 颗
GW	星网集团	12992 颗
G60	G60 科创走廊	1300 颗
微厘空间	中国科学院微小卫星创新研究院	160 颗
行云工程	航天行云	80 颗
天启	国电高科	36 颗
翔云星座	欧科微	28 颗
航天宏图-遥感	航天宏图	4 颗
长光卫星星座-遥感	长光卫星技术有限公司	300 颗
天仙星座-遥感	中电科 38 所	96 颗

资料来源：公开资料，太平洋证券整理

截至 2023 年 7 月，全球范围内多个国家均提出了自己的卫星星座计划，共包涵卫星 69937 颗。其中，美国 SpaceX 公司的 Starlink（星链）星座计划卫星数量最高，达 42000 颗，占总数的 60.05%；其次为我国的星网计划（GW），卫星数量为 12000 颗，占比 18.58%。

图表 10：全球星座计划卫星数量占比



资料来源：公开资料，太平洋证券整理

据摩根大通测算，星链计划单颗卫星造价在50万美金到100万美金之间（根据NASA官网数据，单星整备质量约260kg）。若取中间值75万美金/颗，则星链计划总共将产生约315亿美金的市场。星链卫星的设计使用寿命约为5年。星链于2019年底开始建设卫星星座，2020年一共发射卫星833颗，价值约6.25亿美金，预计在2025年开始进行替换。

我国卫星制造成本相对较高，根据长光卫星招股说明书，和星链质量等级相同的卫星造价约为5000万人民币。以当前的卫星制造成本估算，将带来6496亿人民币的增量市场。

图表 11：长光卫星公司卫星制造成本

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

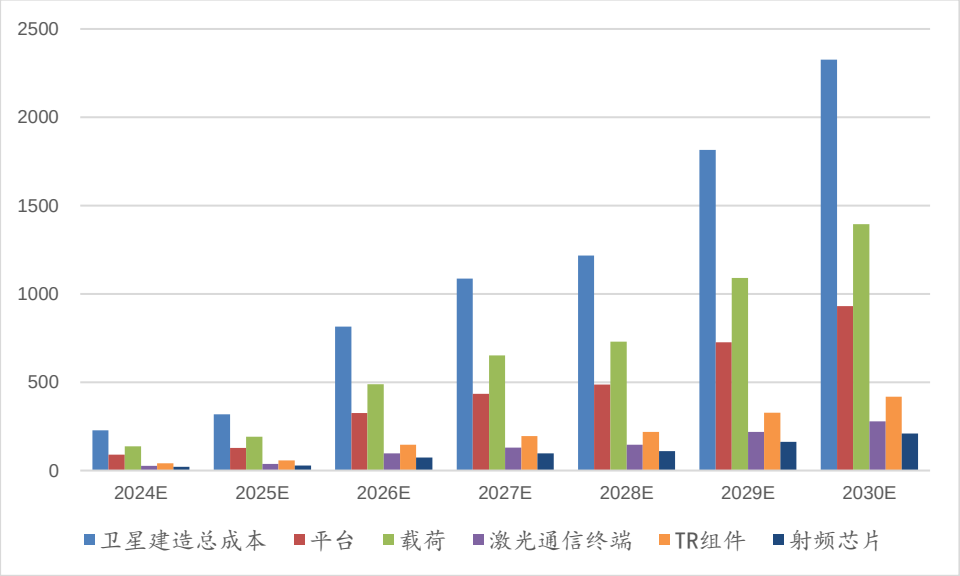
资料来源：《长光卫星招股说明书》，太平洋证券整理

考虑卫星使用寿命到期后发射新卫星进行填补，同时，卫星制造成本将逐渐降至和星链相同数量级。截至2030年，预计将产生累计约3122亿的市场空间。

市场空间计算基础假设：1. 成本占比：载荷/卫星60%，平台/卫星40%，TR组件/载荷30%，射频芯片/TR组件50%，激光链路/载荷20%；2. 卫星发射计划基本按照ITU要求进行，2025年完成10%的卫星发射，2028年完成50%的卫星发射，2030年完成所有卫星发射；3. 卫星各零部件制造成本下降环比速率相同且保持边际递减，2023-2025年成本按照0.3比例递减，到2028年成本按照0.2比例递减，到2030年按0.1比例

递减；4. 假设卫星质量与成本成正比，2023 年国内 200kg 级卫星成本假设为 5000 万，即 25 万元/kg，单颗卫星质量 2023-2025 年为 300kg，-2028 年为 800kg，-2030 年为 1000kg；5. 2023 年，我国完成卫星星座实验性组网，2024 年正式开始批量部署卫星星座，星座设计寿命为五年，2029 年开始增补 2024 年发射的卫星。

图表 12：2024-2030 全球低轨通信卫星市场空间测算（亿元）



资料来源：太平洋证券整理

图表 13：2024-2030 全球低轨通信卫星市场空间测算数据

	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
每年发射数量（颗）	433	866	1039	1732	2425	2784	3712
单星质量(kg)	300	300	800	800	800	1000	1000
单星成本/质量（万元/kg）	18	12	10	8	6	6	5
卫星成本（亿元）	227	318	815	1086	1217	1572	1886
增补卫星（颗）						433	866
增补成本						244	440
卫星建造总成本（亿元）	227	318	815	1086	1217	1816	2326
平台（亿元）	90.94	127.32	325.94	434.59	486.74	726.39	930.34
载荷（亿元）	136.42	190.98	488.91	651.89	730.11	1089.58	1395.50
激光通信设备（亿元）	27.28	38.20	97.78	130.38	146.02	217.92	279.10
TR 组件（亿元）	40.92	57.29	146.67	195.57	219.03	326.87	418.65
射频芯片（亿元）	20.46	28.65	73.34	97.78	109.52	163.44	209.33

资料来源：太平洋证券整理

二、多因素共振，卫星通信前景明确

（一）资源短缺，大国竞争

卫星通信的限制性资源主要包括频段资源以及空间轨道资源。

频段资源先到先得。当前国际电联申请卫星通信频段的原则为“先到先得”：ITU 接收到一个频段的申请，就会在一段时间内保留该申请，并为该申请者进行频谱协调和评估。如果在保留期限内没有其他申请者提交相同频段的申请，那么该申请者将获得该频段的使用权。当多个申请者都希望在某个特定频段内发射和运营卫星通信系统时，首先提交申请的申请者将优先获得该频段的使用权。一旦运营商申请一个低轨星座和通信频段后，必须在 7 年内发射一颗卫星并正常运行 90 天，然后在两年内发射卫星总量的 10%，5 年内发射 50%，7 年后将申请的卫星数量全部发射完毕。即运营商一共有 14 年的时间来完成整个星座的建设。

卫星通信使用频段有限。根据国际电联的频谱划分，卫星通信能使用 1-110GHz 范围内的 11 个无线频段。传统卫星通信主要使用 4-8GHz 的 C 波段，新型低轨星座广泛使用 Ku、Ka 波段。

图表 14：卫星通信频段

频段名称	频段范围（GHz）	用途	特点
L	1-2	主要用于低速数据传输、远程监测、军事通信和导航等应用	低频段，适用于穿透力强、传输距离较远的通信需求
S	2-4	主要用于航空器通信、天气雷达、海事通信和军事应用等	中低频段，具有较好的传输性能，适用于中远距离通信和雷达测距
C	4-8	主要用于固定卫星通信、天气雷达、卫星电视广播等	中低频段，适用于较大天线和稳定通信，但带宽相对较窄
X	8-12	主要用于海事通信、卫星广播和雷达测距等应用	中频段，适用于高速数据传输和区域通信，对雨衰减敏感
Ku	12-18	主要用于直播、互联网接入、卫星电视广播等	中高频段，适用于高速数据传输和多媒体业务，对雨衰减较敏感
K	18-27	主要用于遥感数据传输、军事通信和科学研究等应用	高频段，适用于高速数据传输和大容量业务，但雨衰减严重
Ka	27-40	主要用于高速互联网接入、军事通信、遥感数据传输等	高频段，适用于高速数据传输和大容量业务，但雨衰减非常严重
V	40-75	主要用于卫星广播、雷达测距和科学研究等应用	高频段，适用于高分辨率雷达和大容量卫星通信业务，但雨衰减非常严重
W	75-110	主要用于特定科学研究、军事通信和高频雷达等领域	极高频段，用途较为专用，适用于特定科研和军事通信应用

资料来源：公开资料，太平洋证券整理

以美国公司 SpaceX 的 starlink 星链计划为例，第一期计划主要使用频段分布在为 Ku、Ka 以及 Q/V 频段。总共占据约 18.1GHz。Ku、Ka 以及 Q/V 频段带宽之和为 54GHz。星链计划共占据约 33.5%。第二期计划主要使用 Ku、Ka 频段，共占据 6.4GHz 占据 Ku、Ka 频段总带宽的 33.7%。频段资源严重短缺。

图表 15：星链计划通信频段

第一期 Ku/Ka 星座频率规划		第一期 Q/V 星座频率规划		第二期星座频率规划	
链路类型与方向	频段/GHz	链路类型与方向	频段/GHz	链路类型与方向	频段/GHz
用户下行	10.7-12.7	用户/馈线下行信道	37.5-42.5	用户下行	10.7-12.75 17.8-18.6 18.8-19.3 19.7-20.2
馈线下行	17.8-18.6 18.8-19.3 19.7-20.2	用户/馈线上行信道	47.2-50.2 50.4-52.4	馈线下行	10.7-12.75 17.8-18.6 18.8-19.3 19.7-20.2
用户上行	12.75-13.25 14.0-14.5	TT&C 下行/信标（Beacon）	37.5-37.75	用户上行	12.75-13.25 14.0-14.5 28.35-29.1 29.5-30.0
馈线上行	27.5-29.1 29.5-30.0	TT&C 上行	47.2-47.45	馈线上行	12.75-13.25 14.0-14.5 28.35-29.1 29.5-30.0
TT&C 下行	12.15-12.25 18.55-18.60			TT&C 下行	12.15-12.25 18.55-18.60
TT&C 上行	13.85-14.00			TT&C 上行	13.85-14.0

资料来源：公开资料，太平洋证券整理

除频段资源外，据央视引用专家信息显示，低轨空间仅能容纳约 6 万颗卫星。美国仅 SpaceX 公司的 Starlink 星链计划已经申请 42000 颗卫星。轨道空间资源余量短缺，全球各国竞争激烈。

（二）传统蜂窝网络覆盖不足，卫星网络应用弥补

我国地面网络建设水平再创新高，但离全面覆盖仍力有未逮。

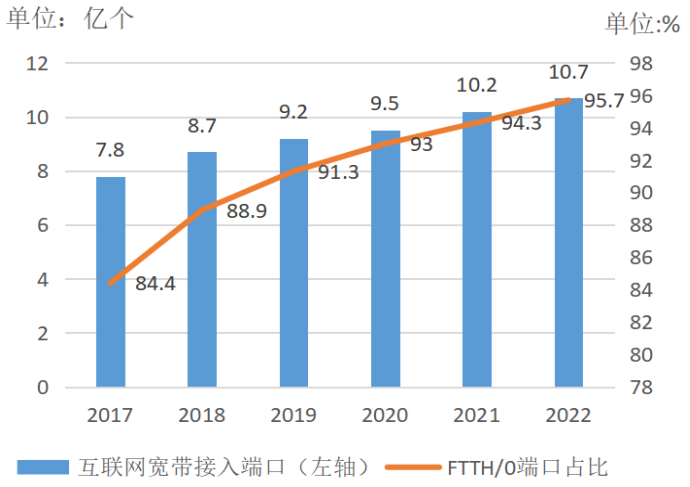
根据《中国宽带发展白皮书（2022 年）》，我国已经建成全球规模最大，技术最先进的 5G 独立组网网络，截至 2022 年 9 月底，我国累计建成并开通 5G 基站 222 万个，5G 网络在实现全国所有地级以上城市覆盖的基础上，进一步延伸覆盖至全国所有县城城区和重点乡镇镇区。同时我国已经历史性实现“村村通宽带”。截至 2021 年 11 月底，全国 51 万个村级单位均已通宽带，行政村、贫困村通宽带比例全部提升至 100%，实现未通宽带行政村动态清零。

同时，根据工信部发布的《2022 年通信业统计公报》，我国光纤接入（FTTH/O）端口达到 10.25 亿个，比上年末净增 6534 万个，占比由上年末的 94.3%提升至 95.7%。基本实现了光纤到户的目标。截至 2022 年底，具备千兆网络服务能力的 10G PON 端口

数达 1523 万个，比上年末净增 737.1 万个。

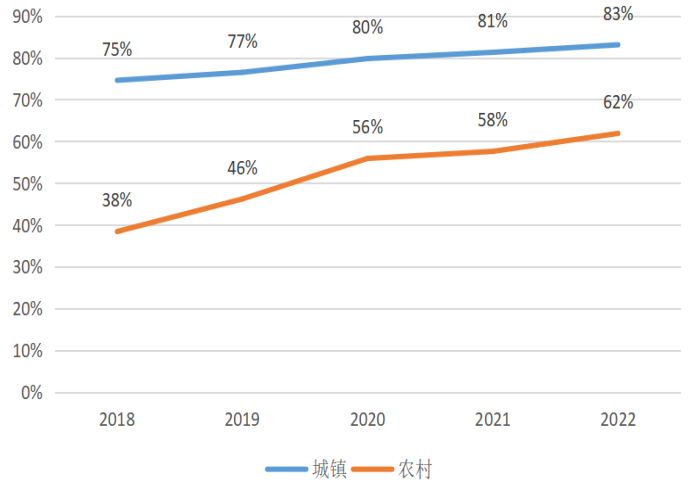
但是根据 CNNIC 发布的第 51 次《中国互联网络发展状况统计报告》，可知截至 2022 年 12 月，我国城镇地区互联网普及率为 83.1%，农村地区互联网普及率仅为 61.9%。虽然城乡地区互联网普及率差异较 2021 年 12 月缩小 2.5 个百分点。但是仍然存在较大差距。与之对应，截至 2022 年 12 月，我国非网民规模为 3.44 亿。

图表 16：2017-2022 年我国互联网宽带接入口数量变化



资料来源：《2022 年通信业统计公报》，太平洋证券整理

图表 17：2018-2022 中国城乡互联网普及率



资料来源：《中国互联网络发展状况统计报告》，太平洋证券整理

客观来讲，我国已经建成全球范围内最先进的互联网体系，但是仍存在未覆盖无线信号的地区。传统地面无线通信网络架构中，信号的覆盖依赖于基站以及配套的传输网，在建设中会受到客观条件的限制。此外，对于长途出行场景，传统地面网络难以有效覆盖如飞机和高铁的高速移动场景。同时，由于 5g 基站覆盖范围小，需要频繁的切换站点，对于自动驾驶领域也难以提供有效支撑。

图表 18：我国部分城市信号测试图

资料来源：speedtest，太平洋证券整理

卫星通信极致的网络覆盖能力和现行 5g 网络可以形成充分的互补。其优势在于：

1. 可以省去地面基站以及传输网的建设成本。地面端仅通过投放对应的接收设备即可完成入网；2. 理论上可以无视地面遮挡物，实现对地面无死角覆盖；3. 单个卫星的覆盖面积均远大于地面基站，通过多卫星同时链接，可以保证移动场景下的无缝切换。

在俄乌战争中，乌克兰大量地面网络基础建设遭到破坏，部分地区出现网络服务中断。星链为当地政府提供保障性服务，保证了当地网络的正常运行。同时，在无互联网覆盖区域，为乌克兰方的无人机提供网络接入服务，为乌克兰军方的无人侦察提供了支撑。实际应用已经证明卫星网络拥有几乎可以无视地面环境投放网络服务的能力。

图表 19：低轨卫星通信应用场景

低轨道卫星通讯应用场景	
极致覆盖	可以为地面网络建设成本高昂的地区提供价格合理且质量可靠的网络连接和宽带服务。运营商可以通过卫星、无人机、高海拔平台等非地面网络节点灵活部署非地面网络，通过智能手机、笔记本电脑、固话、电视等各种设备实现互联。
无网络覆盖地区的移动宽带	目前，商业卫星通信系统传输速率低、成本高。卫星移动电话也没有与传统地面蜂窝网络终端实现一体化，接入卫星网络和蜂窝网络需要两部不同的手机。未来有望让卫星与手机直连，为偏远地区提供与蜂窝网络数据速率相近的宽带连接服务，例如，用户数据下载速率达到 5 Mbit/s，上传速率达到 500 kbit/s。
移动场景的宽带连接	无论乘坐何种交通工具，人们都应该可以随时随地享受到网络服务。 以航空交通为例，2019 年，飞机出行人次超过 40 亿，每天有近 1200 万人次飞行。而飞行期间往往没有上网条件，即便能上网网速也很慢。低轨道卫星通讯系统未来能为所有飞机乘客提供移动宽带体验。
无网络覆盖地区的广域物联网	目前，物联网通信主要是通过蜂窝网络实现的。然而，在许多场景下，蜂窝物联网通信无法保证网络连续性。未来，物联网设备应该能够随时随地上网并上报信息。NTN 更能满足未来信息收集的便捷性需求，即使在南北极这种偏远地带和无人区，NTN 也可以收集到南极企鹅的身体状态、北极熊的生活条件以及动物和作物监测等信息。
高精定位与导航	地面网络无法提供高质量的车联网（Vehicleto-Everything，V2X）服务。一体化网络将定位精度从米级提升至厘米级，实现高精导航定位，从而满足自动驾驶导航、精准农业导航、机械施工导航、高精度用户定位等服务的要求。
实时地球观测与保护	随着遥感技术的发展和巨型星座的快速部署，未来将实现高分辨率的实时遥感技术。有了该技术，地球观测可延伸到更多场景中，如实时交通调度、民用实时遥感地图、结合高分辨率遥感定位技术的高精导航、快速灾害应对等。

资料来源：《6G 超低轨卫星网络》，太平洋证券整理

（三）5g 兼容-6g 融合

随着移动通信走向万物互联，人类活动空间拓展、环境监测、军事应用、行业应用等需求强盛，引入卫星通信能够更好地满足通信需求。城市与乡镇通过蜂窝基站覆盖，发挥容量和规模成本优势，实现海量接入；偏远地区、海洋与空间通过卫星覆盖，发挥覆盖优势，可以节省建设成本。因此以较低成本构建卫星互联网，作为 5G / 6G 地面覆盖的补充，形成星地融合组网，可支撑多样化的服务和应用。

但是由于卫星通信和地面蜂窝通信存在较大差异，目前主要采用在卫星透明转发的模式。卫星终端将信号发送给卫星，卫星只对信息进行透明转发至地面信关站。卫星通信有自身独立的网路实体和结构，主要用作地面及移动互联网的补充，提供对边远山地即荒漠海洋的覆盖，可通过自身的核心网与地面通讯网络系统互联互通，但卫

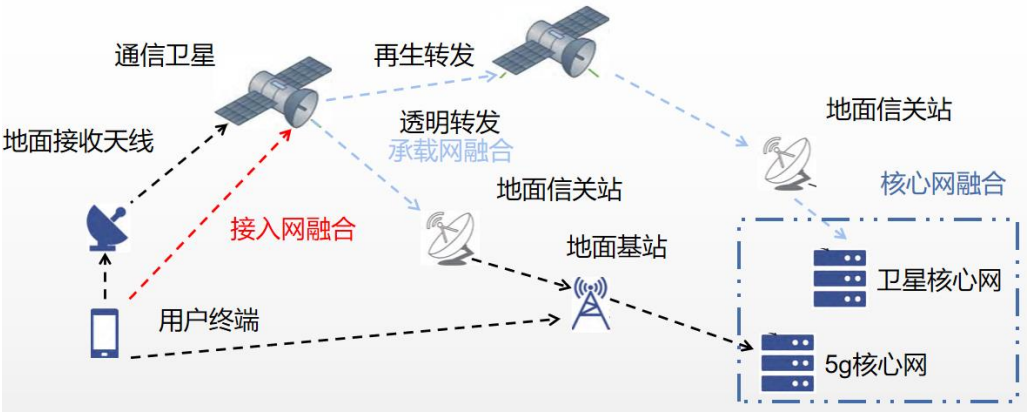
星通信网络与地面互联网之间并未完全融合。

我国星地融合路线预计为**5g 兼容（体制融合）、6g 融合（系统融合）**。

5g 兼容阶段主要分为三个步骤：1. 承载网融合；2. 核心网融合；3. 接入网融合。

承载网融合阶段：卫星主要用于取代光纤、微波等传统传输介质，进行基站和核心网之间的信号传输；核心网融合阶段：卫星和地面蜂窝网络共用核心网服务器，省去了单独架设服务器的硬件成本；接入网融合阶段：卫星拥有完整的基站功能，可以直接向地面用户终端提供网络服务。

图表 20：6G 融合网络架构

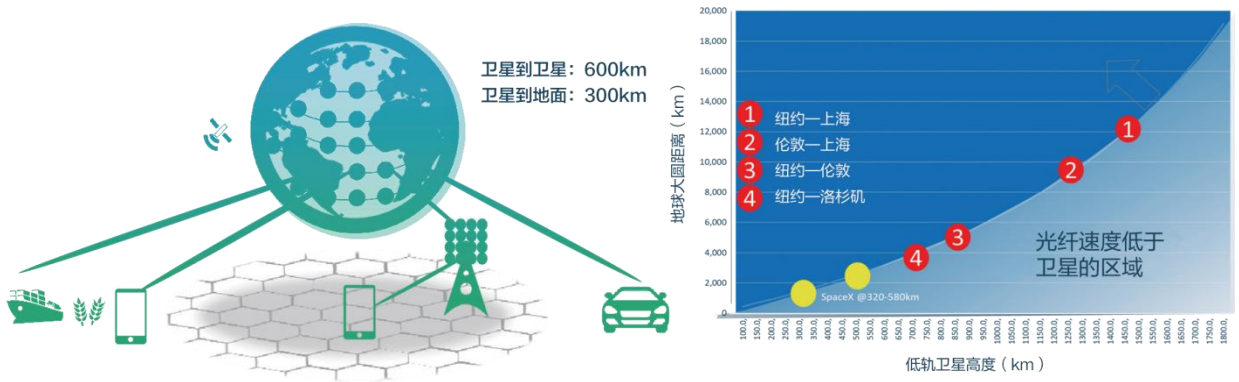


资料来源：《卫星通信与地面 5G 融合发展路线探讨》，公开资料，太平洋证券整理

6g 融合-空天地一体化

6G 将整合地面蜂窝网络和非地面网络，提供无死角的全球覆盖。同时由于技术进步，低轨卫星系统的定位也将更加精确，时延也将低于传统长距离光纤通信。对自动驾驶以及地球感测与成像方面会发挥决定性的作用。除卫星外，无人机、高空平台站等新型的无线节点也会作为网络基础建设的一部分。当前，卫星系统和地面蜂窝网络的功能、运营、资源和移动性管理当前仍是分离管理。但在 6G 时代有望合为一体化系统。通过唯一 ID 标识每一台终端，统一计费流程，通过最优接入点持续提供高质量服务。

图表 21：网络一体化实现长距离-低时延通信

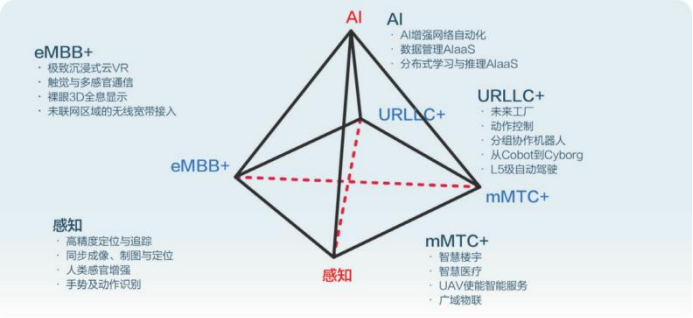


资料来源：《6G：无线通信新征程》，太平洋证券整理

6G 网络五大应用场景中 eMBB+（增强型移动带宽）、URLLC+（炒高可靠性超低时延通信）以及 mMTC+（海量机器通信）是基于 5G 网络的进一步演进，AI 和感知是新引入的场景。

对于 uMBB+场景卫星通信会实现**未联网区域的无线带宽接入**。同时实现手机直连非地面网络，可以确保用户在不同接入服务之间无缝切换。6G 一体化网络将会为汽车、火车、飞机和船舶上的人员提供体验优秀的场景化 MBB 覆盖。同时极大的增强网络服务在地面环境不确定场景（自然灾害、战争等）下的稳定性和连续性。对于 UURLLC+场景，低轨卫星导航的水平精度优于 10cm，高程精度优于 20cm（现行 GNSS 导航精度约在 10m）。将会极大的保证**L5 级自动驾驶**的可靠性。对于 mMTC+场景，网络一体化带来的全球无缝覆盖能力使得**广域物联**的实现成为可能。一体化网络将从森林或沙漠中的传感器收集数据从而及时的预测并预防自然灾害。针对于**感知**场景卫星网络会在**高精度定位与追踪**上提供一定的物理支撑。

图表 22：6G 网络五大应用场景

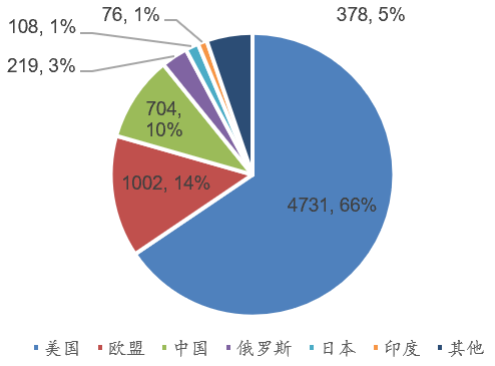


资料来源：《6G：无线通信新征程》，太平洋证券整理

（四）星网招标伊始，星座建设全面追赶

截至 2022 年底全球共实施 186 次发射任务，发射航天器 2505 个，刷新历史纪录，发射航天器总质量 1041.16 吨，为本世纪以来最高值。其中，美国实施 87 次发射（星链计划发射 34 次），发射总质量 734.45 吨，超过其他各国质量总和。位居世界第一。中国实施 64 次发射，发射航天器总质量 197.21 吨，各项数据刷新本国历史最高纪录，居世界第二位。截至 2022 年底，全球在轨航天器数量达到 7218 个。其中美国 4731 个，占全球总数的 66%；中国 704 个，占全球 10%。

图表 23：2022 年各国在轨航天器数量及占比



资料来源：《中国航天科技活动蓝皮书（2022 年）》，太平洋证券整理

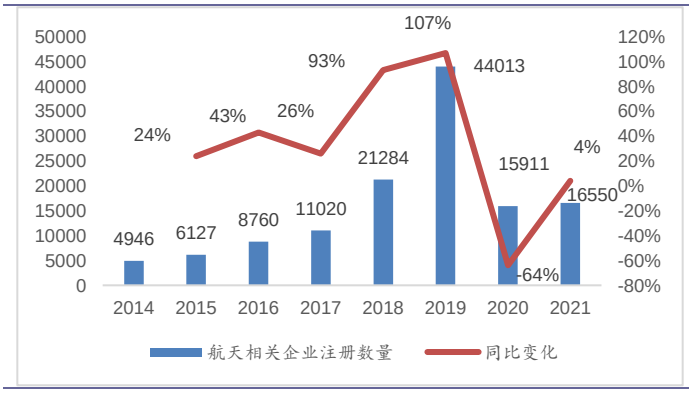
星链卫星星座计划预计按三期进行，其中第一期将保证 4408 颗卫星的正常运转保证基本的信号覆盖。截至 2023 年 8 月 17 日星链计划在轨卫星 4828 颗，其中 440 颗已经损毁，共有 4388 颗卫星正常运行。星链计划第一期建设基本已经完成。根据 SpaceX 公司官方推特信息，星链在全球范围内已经拥有 50 万用户。当前的卫星星座建设进程中，我国远远落后。

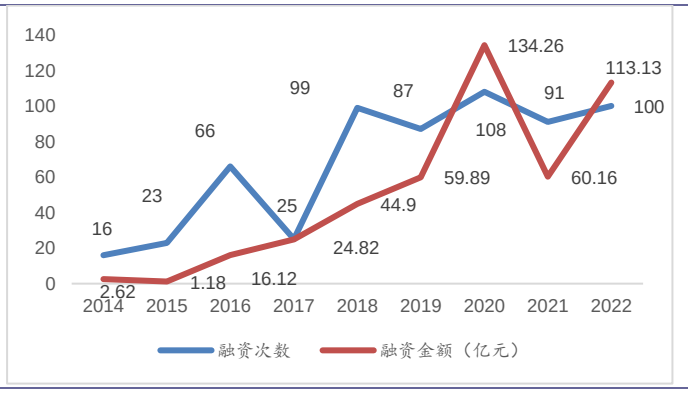
图表 24：SpaceX 公司 Starlink 计划

资料来源：公开资料，太平洋证券整理

我国传统航天事业多服务于国家战略，追求成功率，成本较高。新型卫星星座建设追求低成本、快速部署卫星以及卫星产品的高速迭代。我国传统航天体系在新环境下面临“水土不服”的局面。我国国务院 2014 年，发布了《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》，提出“鼓励民营企业、民营资本参与国家空间技术基础建设”。并在后续持续推进支撑政策。**我国商业航天发展正式拉开序幕，民营的卫星制造、运营及服务公司、运载火箭企业等商业航天公司涌现，并迎来快速发展。**

图表 25：2014 年后航天领域企业注册数量及融资情况





资料来源：企查查、泰伯智库，太平洋证券整理

截至 2021 年，我国航天相关企业注册数量由 4946 家提升至 16550 家，数量增长超过 3 倍。期间企业数量最多曾到达 44013 家。融资情况从 2014 年 16 次融资 2.62 亿元（平均每次融资 0.16 亿元）上升至 2022 年 100 次融资 113.13 亿元（平均每次 1.13 亿元）。融资次数和融资金额增幅分别为 525%、4217.94%，平均单次融资金额为 581.25%。

截至 2022 年，民营航天力量已经取得长足发展，涌现出了如银河航天、时空道宇、蓝箭航天等优秀的民营企业。已经全面渗透到卫星研发、卫星批量制造、卫星载荷设计、运载火箭以及其他上下游配套环节。对国资航天企业形成了有效补充。

图表 26：网络一体化实现长距离-低时延通信

发布时间	发布单位	政策名称	相关内容
2022 年 8 月	工信部等五部门	《关于加快邮轮游艇装备及产业发展的实施意见》	加强邮轮系统集成和核心装备研发，突破海上邮轮救援关键技术和装备，加快大数据、云计算、5G 移动通信、人工智能、北斗导航、卫星通信等技术应用研究和试验验证。
2022 年 6 月	国家减灾委员会	《"十四五"国家综合防灾减灾规划》	应急卫星星座建设。依托国家综合部门、国家航天部门与商业卫星协同，针对灾害监测预警、应急抢险等决策需求，推动形成区域凝视卫星、连续监测卫星、动态普查卫星序列，构建全灾种、全要素、全过程应急卫星立体观测体系。
2021 年 11 月	工信部	《"十四五信息通信行业发展规划"》	加快布局卫星通信。加强卫星通信顶层设计和统筹布局，推动高轨卫星与中低轨卫星协调发展。推进卫星通信系统与地面信息通信系统深度融合，初步形成覆盖全球、天地一体的信息网络，为陆海空天各类用户提供全球信息网络服务。积极参与卫星通信国际标准制定。鼓励卫星通信应用创新，促进北斗卫星导航系统在信息通信领域规模化应用，在航空、航海、公共安全和应急、交通能源等领域推广应用。
2021 年 10 月	国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	推动卫星通信技术、新一代通信技术、高分遥感卫星、人工智能等行业应用，打造全覆盖、可替代、保安全的行业北斗高精度基础服务网，推动行业北斗终端规模化应用。
2021 年 3 月	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标刚要》	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。加快交通、能源市政等传统基础设施数字化改造，加强泛在感知、终端联网、智能调度体系建设。发挥市场主导作用，打通多元化投资渠道，构建新型基础设施标准体系。
2020 年 10 月	工信部	《关于政协十三届全国委员会第三次会议第 3776 号提案答复的函》	一是推进基于 5G 的卫星互联网总体技术要求等重点标准制定，推动 5G 与卫星通信融合应用；二是借鉴地面网络的成功经验，面向特定领域开展卫星互联网应用示范，并逐步拓展，为国防安全、海权维护、大湾区经济创新发展和地质灾害监测预警等提供支撑；三是推动我国卫星互联网向国外开展相关应用合作；四是结合我国卫星互联网发展情况及应用需求，积极研究建设卫星时空信息服务应用中心，支持卫星互联网、卫星物联网示范应用。
2021 年	发改委、商务部	《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》	优化海南商业航天领域市场准入环境，支持建设融合、开放的文昌航天发射场，打造国际一流、市场化运营的航天发射场系统。
2019 年	国家国防科工局	《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，大力推进航天运输系统技术和产业创新，加快提升我国进入空间的能力和国际市场竞争力。
2016 年 11 月	国务院	《关于印发"十三五"国家战略性新兴产业发展规划的通知》	大力推进第五代移动通信(5G)联合研发、试验和预商用试点。优化国家频谱资源配置，提高频谱利用效率，保障频率资源供给。合理规划利用卫星频率和轨道资源，加快空间互联网部署，研制新型通信卫星和应用终端，探索建设天地一体化信息网络，研究平流层通信等高空覆盖新方式。
2016 年	国务院	《2016 中国的航天》	进一步完善准入和退出机制，建立航天投资项目清单管理制度，鼓励引导民间资本和社会力量有序参与航天科研生产、空间基础设施建设、空间信息产品服务、卫星运营等航天滑动，大力发展商业航天。
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）》	提出"推动多元化投资和产业化应用"，支撑民间资本投资卫星研制和系统建设
2015 年 7 月	财政部、国税局	《关于航天发射有关增值税政策的通知》	境内单位提供航天运输服务使用增值税零税率政策，实行免退税办法，境内单位在轨交付的空间飞行器及相关货物视同出口货物，适用增值税出口退税政策，实行免退税办法。
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》	鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设。

资料来源：太平洋证券整理

2021 年国资委注资 100 亿元（100%持股）筹建中国卫星网络集团（简称星网集团）在雄安新区落地。根据中国政府网信息，星网集团将在在中国卫星互联网建设过程中做好顶层设计、资源整合；并加强科技攻关、着力提高全产业链创新能力和整体效能；以确保卫星互联网系统安全稳定、自主可控。星网集团在有望被定为继位于中国电信、中国联通、中国移动之后的第四大通信运营商，负责中国卫星互联网的运营。2022 年 2 月“星网工程”正式批复立项，中国星网计划建设一个包含 12992 颗卫星的庞大星座系统。从已公开的星座计划数量来看，星网计划将成为我国卫星互联网的主体部分。

2022 年 10 月根据中国招标投标公共服务平台信息显示星网集团旗下中国星网网络系统研究院有限公司的通信卫星 01/02 招标完成，中国卫星互联开启加速建设新征程。

图表 27：中国星网计划构型分布

星座计划	星座子计划	轨道高度(km)	轨道倾角(°)	轨道面数	卫星个数/轨道面	卫星总数
GW-A59 星座系统容量	GW-A59/1	590	85	16	30	6080
	GW-A59/2	600	50	40	50	
	GW-A59/3	508	55	60	60	
GW-2 星座	GW-2/1	1145	30	48	36	6912
	GW-2/2	1145	40	48	36	
	GW-2/3	1145	50	48	36	
	GW-2/4	1145	60	48	36	
GW						12992

资料来源：《低轨互联网星座发展研究综述》，太平洋证券整理

图表 28：中国星网通信卫星招标结果

招标计划	第一中标人	第二中标人	第三中标人
通信卫星 01	中国空间技术研究院	上海微小卫星工程中心/中国电子科技集团公司第五十四研究所联合体	-
通信卫星 02	中国空间技术研究院	上海微小卫星工程中心	银河航天（西安）科技有限公司

资料来源：中国招标投标公共服务平台，太平洋证券整理

我国主要有四大卫星发射中心：酒泉、太原、文昌、西昌。主要承载国家重要航天发射任务。此类任务通常具有较高的国家战略地位，同时研发周期长、单次任务价值量大、发射成功率要求高。和商业卫星高频次、快迭代的发展模式难以兼容。2022 年我国总共发射 64 次，同年，星链发射达 34 次。我国现有发射场存在发射能力不足风险。

为满足未来的商业卫星发射需求，我国规划建设发展东方航天港、宁波商业航天发射基地以及文昌商业航天发射中心。其中宁波商业航天发射基地将提供 100 次/年的发射能力，将大幅缓解卫星星座建设的配套压力。

图表 29：中国商业航天发场

发射场	地点	建设情况	规划定位
东方航天港	海阳	截至 2023 年 8 月，东方航天港重大工程已落地 17 个产业项目，涵盖了星箭制造、卫星应用、高端配套等多个领域。目前已经成功保障三次海上发射任务。同时中国长征火箭、东方空间、星河动力、九天行歌等火箭研发制造及核心配套项目正在全面推进。预计 2024 年可以实现本地生产。	以海上发射为牵引，打造集研发、制造、发射、应用、配套、文旅为一体的全产业链商业航天高科技产业集群。
宁波商业航天发射基地	宁波	已经列入《浙江省重大建设项目“十四五”规划（征求意见稿）》	年发射规模 100 发的商业航天发射基地和千亿元级的商业航天配套产业基地。重点建设商业航天发射场，总装测试中心、星箭对接中心、指挥控制中心。产业配套区基础设施：重点建设火箭卫星研发制造基地、商业航天配套产业基地以及卫星数据应用产业基地。
文昌商业航天发射中心	文昌	发射场 1 号工位已经进入设备安装阶段，预计 2023 年 6 月，主体塔架——勤务塔将搭建完成。	构建完整的商业航天产业链。打造国际一流、市场化运营的航天发射场，进一步提升我国商业运载火箭发射能力。

资料来源：中新网，海南省科学技术厅，太平洋证券整理

我国传统卫星主要服务于国家战略，多为定制化生产，单颗卫星生产成本较高、周期较长。卫星星座建设需要低成本批量生产卫星的能力做保障。目前全球范围内只有 SpaceX 公司拥有相对成熟的卫星批量化生产经验，其单颗卫星的生产成本约为我国的十分之一（对比长光卫星）。针对这一现象，我国多地开始建设卫星产业基地，进行卫星自动化产线的研发，以实现卫星的批量生产和降本增效。

图表 30：卫星自动化产线建设

基地名	地点	投产/建设情况	生产/预期情况	整体规划
“G60 星链”产业基地	上海市	2021 年 11 月开始建设，预计 2023 年投产	目标年产 300 颗	围绕卫星装备制造主链条，推进卫星互联网领域高端资源的集聚、整合和优化，构建规模化高端制造、卫星网络运营、相关产业衍生培育孵化等协同的多层次产业布局形态，打造全国性的卫星互联网产业高地，为国家高科技产业的创新发展先行先试，提供可复制、可推广的经验，形成具有国际国内引领效应的“天地一体、万物互联”卫星产业标杆示范。
星空智联科技有限公司卫星超级工厂	台州市	2022 年 6 月验收通过，已投产	年产 500 颗	智能柔性脉动式产线，具备 10 公斤~3000 公斤的卫星批量化制造能力。拥有部组件制造、AIT 中心、测运控等卫星系统制造全流程配套能力。
航天科技五院天津卫星柔性智造中心	天津市	2022 年 3 月完成建设，已投产	年产 200 颗以上	以卫星柔性智造中心为牵引，在卫星设计、物料选型、管理模式等方面做优化，积极试点，推动降本增效。按照星线协同理念，强化面向批产的卫星设计，实现卫星模块化设计制造与高效集成。
九天微星卫星研发制造基地	唐山市	2021 年完成一期建设，已投产	年产 100 颗	将工业化的生产方式引入卫星制造领域，发力在打造全球领先的“批量化、自动化、智能化、柔性化”卫星制造与研发基地。批量化生产 50 至 700 公斤级卫星。
武汉国家航天产业基地卫星产业园	武汉市	2021 年投产	年产 240	具有“柔性智能化、数字孪生、云制造”等特征，通过采用智能制造先进技术，可实现生产过程精准感知、关键工序质量实时控制、制造全过程数据采集与控制。可使小卫星的生产效率提高 40%以上，单星场地面积需求减少 70%以上，单星生产周期缩短 80%以上，人员生产效率提升 10 倍以上。
银河航天卫星智能超级工厂	南通市	2020 年开始建设	目标年产 300-500 颗	低成本、批量化制造新一代低轨宽带通信卫星的智能生产线。有望把中国新一代卫星批产能力和美国的差距缩短到两年内。

资料来源：九天微星，银河航天，时空道宇，澎湃新闻，新华社，太平洋证券整理

2022 年 7 月我国星网计划已经发射实验星，意味着我国的通信卫星系统建设正式拉开序幕。

三、低轨卫星通信产业链明确，T/R 组件价值凸显

（一）产业链“三段式”格局明确：

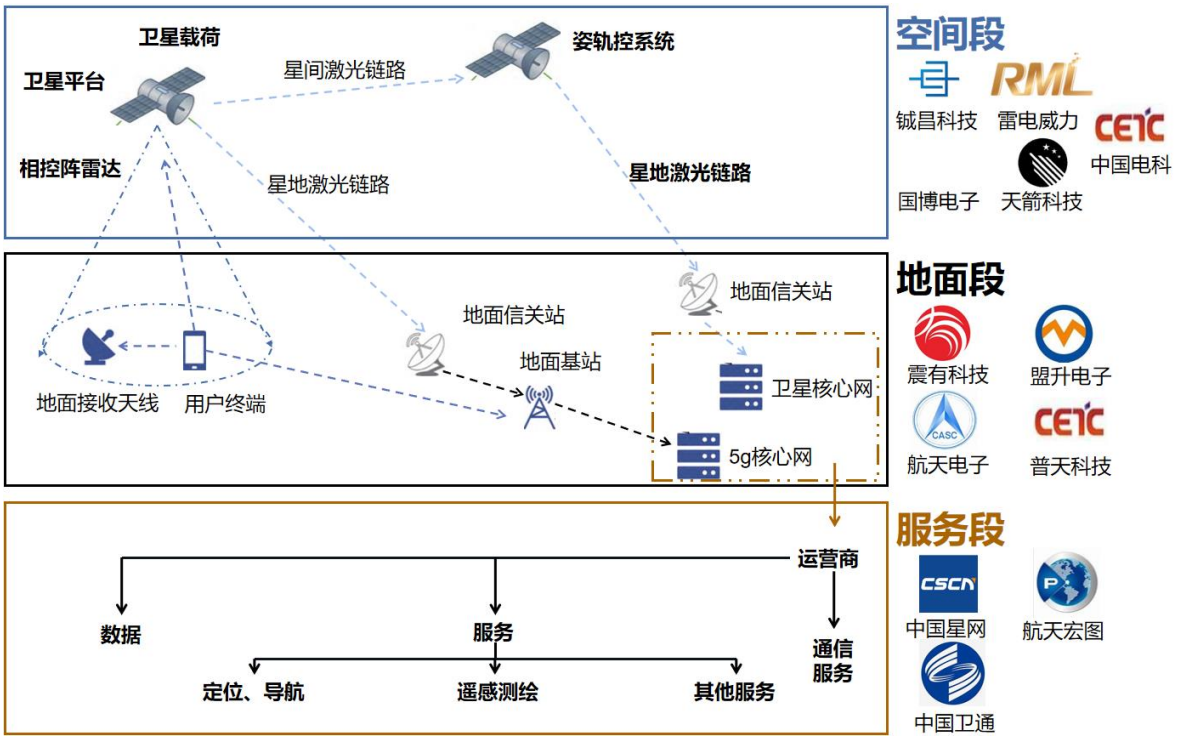
卫星通信产业链可以分为空间段、地面段以及服务段。

空间段包括：卫星平台和卫星载荷；

地面段包括：地面接收天线、用户终端、信关站以及核心网；

服务段包括：运营商、数据提供商以及服务提供商（定位、导航、遥感测绘、其他服务）

图表 31：卫星通信产业链

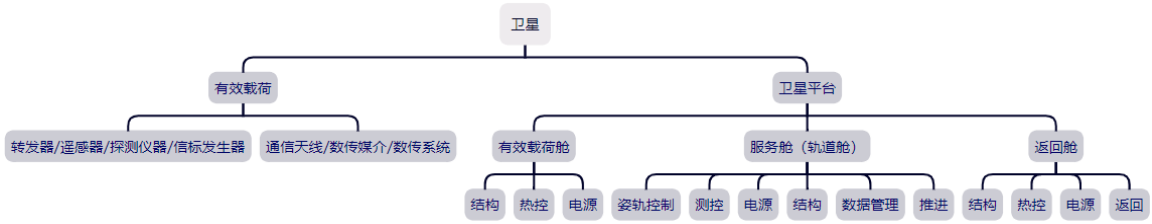


资料来源：公开资料，太平洋证券整理

空间段中的主要硬件载体——卫星通常由有效载荷和卫星平台两部分组成。有效载荷是指卫星上直接完成特定任务的仪器 、设备和系统又称专用系统。卫星平台是由卫星结构平台配备上必要的服务和支持系统构成的。服务和支持系统是指用于保证和支持有效载荷工作的仪器、设备和系统卫星结构平台是指为了便于安装布置和满足不同要求的整个卫星结构体。卫星结构体一般分成几部分这些分成的部分称为卫星的结构舱简称为卫星舱 。因此卫星平台也指由星载服务系统组合而成的一个舱段或几个舱

段例如服务舱、推进舱等 。卫星平台为有效载荷提供其所需的安装地位和足够的支撑并提供它们所需的环境和条件。卫星平台装载了卫星有效载荷之后就构成一颗卫星。

图表 32：卫星平台组成



资料来源：《卫星平台的标准化》，太平洋证券整理

卫星平台通常采用通用化的设计，仅根据实际需求进行有效载荷的调整。当前阶段对于低轨通信卫星关键有效载荷主要包括：相控阵雷达、激光链路等。同时由于低轨卫星在运行过程中会面临更大的空气阻力以及地球引力，对于卫星平台的姿轨控制系统和推进系统以及轻量化的结构设计也有更高的要求。同时由于设计使用寿命为 5 年左右，存在定期替换需求。

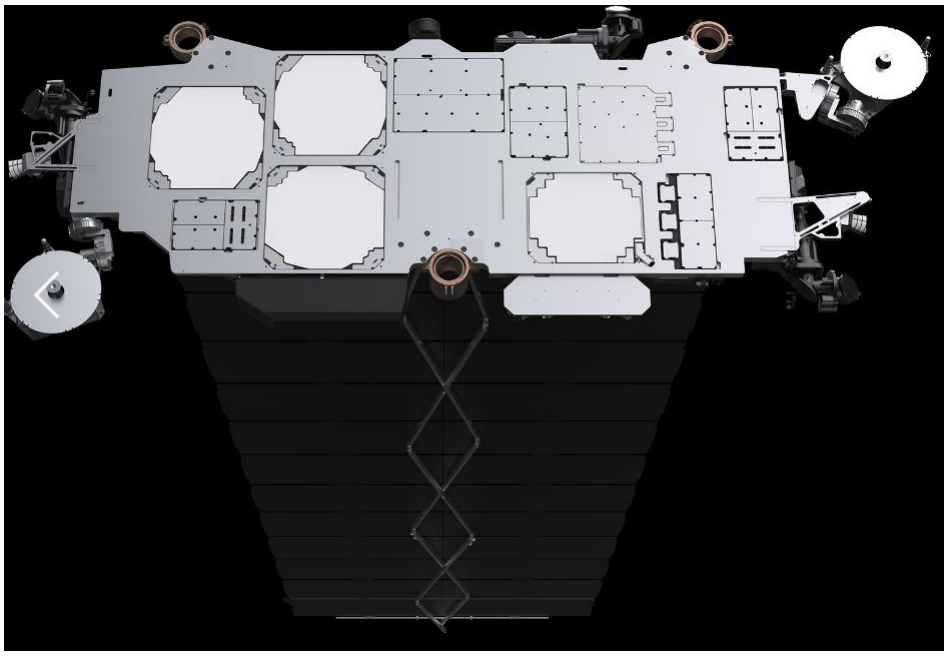
地面段设施可以分为用户端和基建端。用户端主要包括接收天线（静中通、动中通）以及可直连卫星的用户终端。基建端主要包括信关站、核心网。其信关站、接收天线采用和空间段配套的相控阵/激光通信技术。

服务段主要包括运营商及部分特殊服务的提供商。

（二）相控阵 T/R 组件价值量占比高

相控阵雷达是由大量相同的辐射单元组成的雷达面阵，具有波束切换快、抗干扰能力强等特点，可同时跟踪多个目标，具备多功能、强机动性、高可靠性能力，其逐渐取代传统的机械扫描雷达，成为当今雷达发展的主流。针对于卫星通信领域，有源相控阵的高性能以及高可靠性将使其成为通信卫星和地面终端上下行传输的主流选择。“Starlink-星链”计划的第二代迷你卫星均搭载 4 个相控阵天线和 2 个抛物面天线，以提供更大的容量。

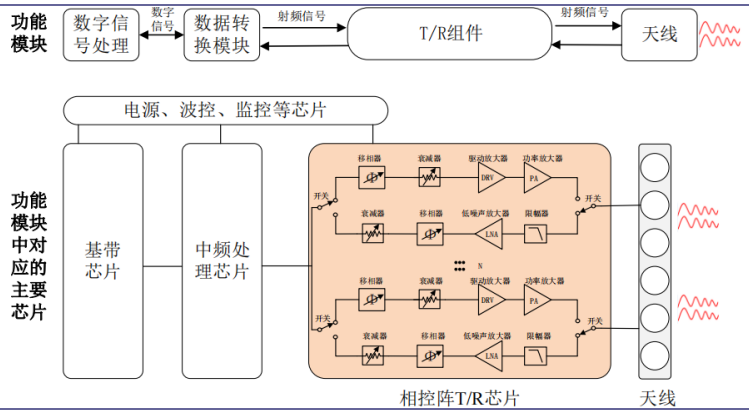
图表 33：“Starlink-星链”计划相控阵系统示意图



资料来源：SpaceX 官网，太平洋证券整理

相控阵雷达的无线收发系统主要分为四个功能模块：数字信号处理模块、数据转换模块、发射/接收（T/R） 组件和天线单元。相控阵雷达根据天线的不同分为无源相控阵雷达（PESA）和有源相控阵雷达（AESA）。PESA 所有天线单元共用一套中央发射机和接收机。AESA 的每个天线单元都配装有一个 T/R 组件，每一个 T/R 组件都能自己发射和接收电磁波，因此在频宽、功率、效率、冗余备份、负荷分担方面均比无源相控阵有巨大优势。但由于单个雷达会集成大量 T/R 组件，生产成本相对高昂。

图表 34：相控阵系统示意图

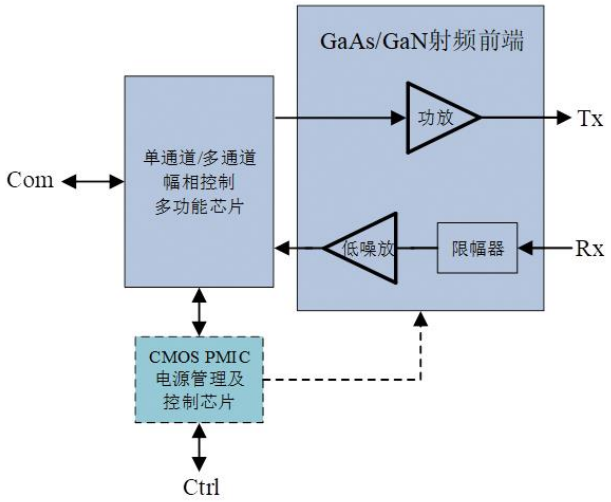


资料来源：铖昌科技招股说明书，太平洋证券整理

由于相控阵信号强度很大程度上取决于单位面积集成的天线数量。为了在有限面积内集成更多的 T/R 组件，小型化、高度集成化是 T/R 组件的必然发展方向。

目前 T/R 组件小型化方式主要为：一是通过 T/R 组件小型化技术，即多芯片组件加工技术、微组装加工工艺技术以及 SIP 封装技术等加工工艺技术；二是多通道 T/R 组件设计，通过在 T/R 模块上集成设计多个通道，来减少整个有源相控阵天线系统的 T/R 模块数量。一般主要通过两种方法降低 T/R 组件的成本：一是芯片的高度集成，通过 MMIC 技术使一块芯片能够集成多种器件的功能，并且在组件设计中，集成化设计减小 MMIC 芯片的体积和数量；二是可以直接使用裸芯片来降低组件的体积，尽可能减少 T/R 组件的层数，提高 T/R 组件中每个模块的集成度。

图表 35：典型相控阵前端 T/R 套片架构



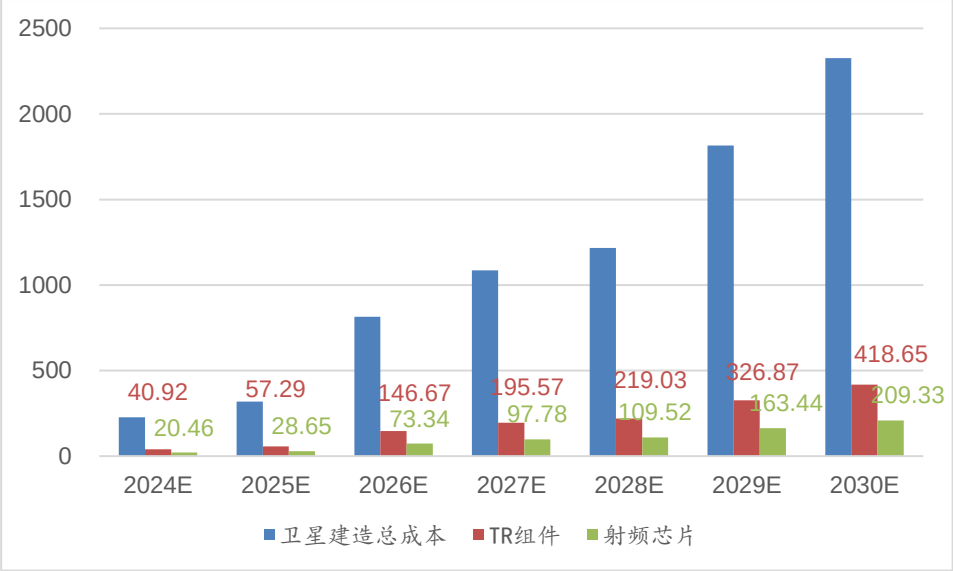
资料来源：铖昌科技官网，太平洋证券整理

其中 T/R 组件中的关键核心功能全部采用芯片实现，T/R 芯片指的是内嵌于 T/R 组件内的核心功能芯片，其直接决定了 T/R 组件的各项性能。T/R 芯片通常以套件形式打包出售，客户可以根据需求对套片内的元器件进行定制。

有源相控阵领域，主要提供商为中国电科旗下院所，包括中电科五十五所、十三所（国基北方）以及部分民营企业：铖昌科技、国博电子（五十五所控股）、雷电威力、天箭科技等。其中，铖昌科技主要生产 T/R 芯片；国博电子、盛路通信主要生产 T/R 组件；雷电微力主要产品为毫米波有源相控阵微系统，产品构成中除 T/R 组件外，还包括天线阵列、射频网络、电源及散热等部分；天箭科技主要产品为固态发射机，主要由固态微波功率放大器、电源、控制电路等组成。雷电微力、天箭科技的最终产品系在 T/R 组件或 T/R 组件核心器件的基础上进一步组装、加工。

根据国博电子招股说明书，T/R 组件成本约占有源相控阵系统总成本的 70-80%。截至 2030 年，预计将产生 1418 亿人民币的市场空间。

图表 36：2024 年-2030 年 TR 组件市场空间测算



资料来源：太平洋证券整理

（三）激光通信：微波-激光复合数传新时代

卫星通讯链路按介质频率可以分为微波、毫米波、太赫兹以及激光四种类型。

图表 37：星间链路频率分类

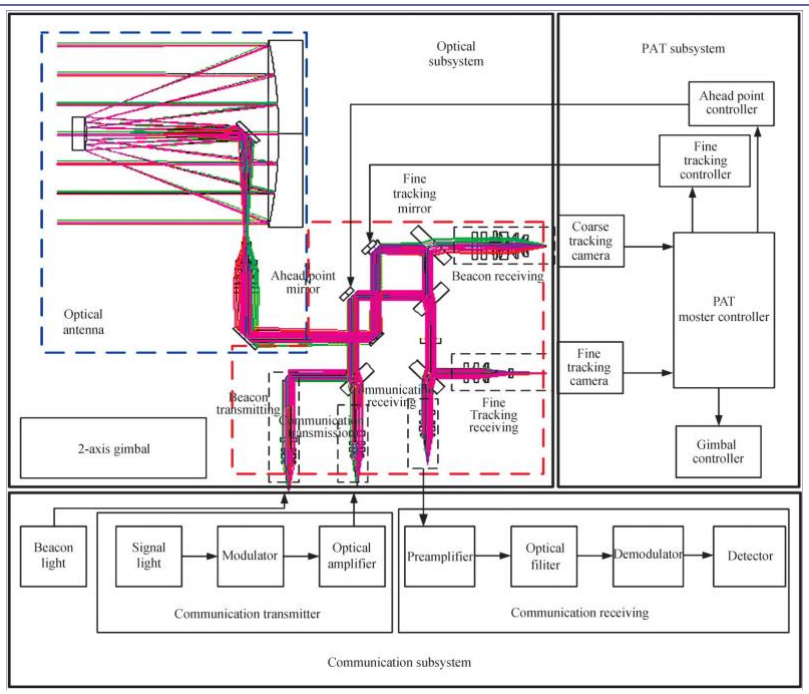
种类	频率或波长范围	备注
微波	22.55~23.55 GHz	可用带宽 1000 MHz
	24.45~24.75 GHz(1 区 3 区)	可用带宽 300MHz
	25.25~27.50 GHz	可用带宽 2250MHz
毫米波	32~33 GHz	可用带宽 1000MHz
	54.25~58.20 GHz	可用带宽 3950MHz
	59~64 GHz	可用带宽 5000MHz
	65~71 GHz	可用带宽 6000MHz
	116~134 GHz	可用带宽 18000MHz
	170~182 GHz	可用带宽 12000MHz
	185~190 GHz	可用带宽 5000MHz
太赫兹波	0.3~30 THz	待规划
激光	10.6μm	CO2 激光器
	1.06 μm	Nd:YAG 激光器
	0.532μm	Nd:YAG 激光器
	0.8-0.9 μm	AlGaAs 激光器

资料来源：太平洋证券整理

微波以及毫米波频段技术相对成熟，可靠性高，但是带宽相对较低。激光通信技术带宽大、功耗低设备体积小，但是易受大气层影响。太赫兹技术兼具双方优势，信号稳定，不易受大气环境影响，同时带宽充足。但是相关技术仍不完善，有待进一步研究发展。以星链计划为例，当前低轨通信卫星单颗载荷约为 20Gbps，星链计划当前总带宽约为 7.85 万 Gbps，未来仍有约 112 万 Gbps 带宽待建。微波毫米波卫星通信链路难以满足后续的星座计划需求，星间激光链路已成必然选择。

卫星激光通信按链路分布可以分为星间激光通信以及星地激光通信。两者结构类似，均可分为：光学系统、跟瞄（PAT）系统、通信系统三个主系统以及热控、供电等配套系统。

图表 38：卫星激光通信系统功能组成



资料来源：《卫星激光通信发展现状与趋势分析》，太平洋证券整理

卫星激光通信按链路分布可以分为星间激光通信以及星地激光通信。两者结构类似，均可分为：光学系统、跟瞄（PAT）系统、通信系统三个主系统以及热控、供电等配套系统。

光学分系统由光学天线、中继光路及各收发光学支路构成，共同实现激光信号的高质量收发。PAT 分系统由粗跟踪单元、精跟踪单元、提前量单元等构成，主要完成空间光信号的瞄准、捕获、跟踪。基于光路信号的计算，利用跟瞄转台，实现卫星间光学天线的精确对准。通信分系统由激光载波单元、电光调制单元、光放大单元、光解

调单元等构成，主要完成卫星激光通信系统光信号的调制/解调、光放大及信号处理等功能。根据调制方式的不同，卫星激光通信较为成熟的技术体制分为非相干通信体制和相干通信体制两大类。非相干通信体制采用强度调制/直接探测（IM/DD）方式，分为开关键控（OOK）和脉冲位置调制（PPM）。相干通信体制采用相位调制/相干探测方式，分为二进制相移键控（BPSK）/零差（外差）相干探测、差分相移键控（DPSK）/自差相干探测、正交相移键控（QPSK）/零差（外差）相干探测等。

传统微波通信是卫星通信的主要手段，卫星激光通信采用高频率激光作为载体，与微波通信相比，具有以下特点：

图表 39：卫星激光通信特点

特点	说明
通信速率高	传统微波通信载波频率在几 GHz 到几十 GHz 范围内，而激光载波频率具有数百 THz 量级，比微波高 3~5 个数量级，可携带更多信息，加上波分复用等手段，未来可以以 Tbps 速率传输信息。
抗干扰能力强	激光具有较窄的发散角，指向性好，没有卫星电磁频谱资源限制约束，通信过程中不易受外界干扰，抗干扰能力强。
保密性好	卫星激光通信波谱使用 0.8~1.55 μm 波段，属于不可见光，通信时不易被发现。而激光发散角小，束宽极窄，在空间中不易被捕获，保证了激光通信所需的安全性和可靠性。
轻量化	激光波长比微波波长小 3~5 个数量级，激光通信系统所需的收发光学天线、发射与接收部件等器件与微波所需器件相比，尺寸小，重量轻，可满足空间卫星通信对星上有效载荷小型化、轻量化、低功耗的要求。
系统复杂	卫星激光通信发散角小，需要光学系统以及高精度的跟瞄辅助机构完成建链
可靠性低	卫星激光通信技术发展历史较短，系统所用的激光器、电光调制器、光放大器、光电探测器等核心光电器件在空间环境下寿命及可靠性未得到大规模验证，需要在卫星激光通信技术投入实用化后，通过长期的时间和大量的案例来检验和提升。

资料来源：《卫星激光通信发展现状与趋势分析》，太平洋证券整理

通过激光通信建立星间激光链路可以有效减少地面信关站的需求节省地面设施的建设成本。同时有助于数据流汇聚，进而简化卫星网络结构。SpaceX 公司的“Starlink-星链”计划已于 2021 年测试通过全功能的光学空间激光器（ISL）。并在 2022 年更新的 v1.5 版本卫星上全线搭载激光通信模块。可以保证卫星在无法直连地面信关站的情况下传输数据。通过星间激光链路将数据最终传输至地面站，提供真正的全球覆盖。

图表 40：“Starlink-星链”计划激光链路系统

资料来源：SpaceX 官网，太平洋证券整理

2020 年，中国航天三江集团有限公司研制的行云二号卫星搭载 Laser Fleet t5 激光通信终端完成了星间激光链路技术测试。2023 年 6 月长光卫星自研卫星“吉林一号”完成了星地激光通信实验。实验单次通信时长超过 100s，带宽为 10Gbps，后续将开始 40Gbps 的技术研发。标志着我国星地数传技术开始由微波时代转向微波-激光时代。

国际上知名的星载激光通信终端提供商包括 Mynaric、TESAT、Hyperion Tech、Thales Alenia Space、NICT。

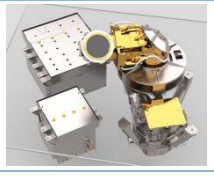
Mynaric 公司的旗舰产品 mk3 支持软件定义 0.313-2.5Gbps 数据速率。链接范围可达 6500 公里。市场单价 10 万美金。

图表 41：Mynaric 公司旗舰产品 condor-mk3

资料来源：Mynaric 官网，太平洋证券整理

TESAT 公司产品线更加全面，覆盖了从 100Mbps 到 10Gbps 的不同数据速率需求。

图表 42：TESAT 公司产品线

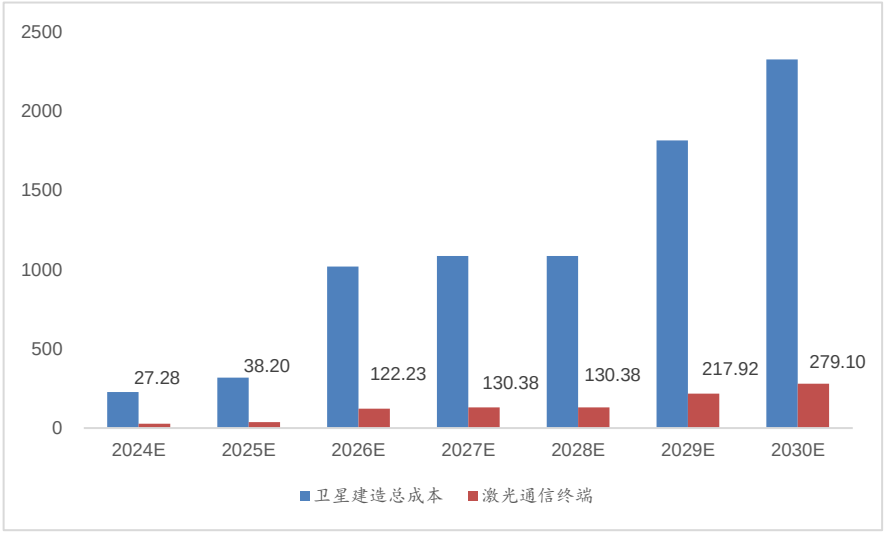
特点	CubeLCT	TORISIS	SCOT80	SmartLCT	LCT135
数据速率	100Mbps	10Gbps	10Gbps 双向	1.8Gbps	1.8Gbps
射程	LEO 到地面	LEO 到地面	8000 公里	45000 公里	80000 公里
体积（立方厘米）	9*9.5*3.5	25*20*15	-	4*（<35*35*20）	60*60*70
功耗	8W	40W	60-86W	130W	150W
质量	360 克	8 千克	15 千克	-	53 千克
产品图					

资料来源：TESAT 官网，太平洋证券整理

国内主要为科研院所以及初创型公司，如航行光网、氦星光联等，终端价格在100-200万人民币之间。预计单台卫星装备4个激光通信终端。

按照激光通信终端占卫星总成本的12%核算，截至2027年会产生936.68亿元的市场空间。

图表 43：2024-2030卫星激光终端市场预期（亿元）



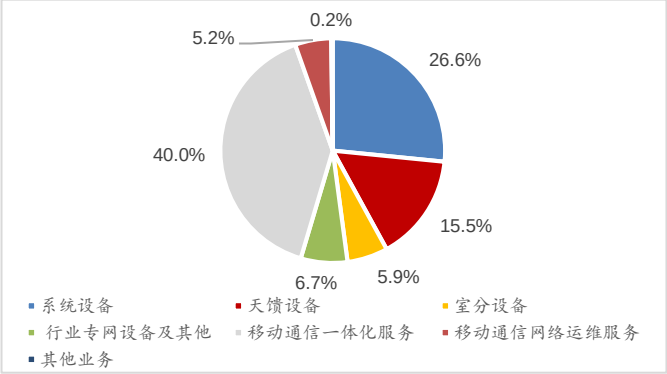
资料来源：太平洋证券整理

四、重点公司

（一）信科移动

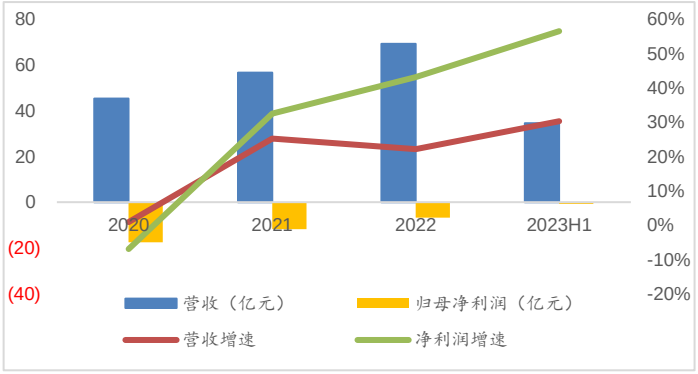
信科移动是从事移动通信国际标准制定、核心技术研发和产业化的唯一一家央企控股的高新技术企业。深度参与我国拥有自主知识产权的国际通信标准（3g：TD-SCDMA，4g：TD-LTE 开发、核心技术攻关以及产业化进程。2011 年后作为我国 IMT-2020（5G）推进组核心成员独立或牵头承担了多项国家 5G 科技项目。2019 年起，作为我国 IMT-2030(6G)推进组核心成员独立或牵头承担了多项国家 6G 科技项目。2023 年上半年，公司主营业务中系统设备利润占比最高，为 44.76%，移动通信一体化服务收入占比最高，为 22.75%。

图表 44：2022 年信科移动主营构成（%）



资料来源：wind，太平洋证券整理

图表 45：2020-2023H1 信科移动营收和净利润情况



资料来源：wind，太平洋证券整理

得益于 5G 网络建设进度快，信科移动自 2020 年持续实现营业收入增长。由于移动通信行业研发投入高、研发周期长、技术性强、研发风险高，公司投入了大额的资金以实现通信标准、底层核心技术和产品的研究开发及后续商业化，当前公司仍处于亏损阶段。但是截至 2022 年，公司亏损幅度连续三年收窄。通过持续推进供应链以及研发成本下降等举措，公司 2024 年扭亏预期不变。

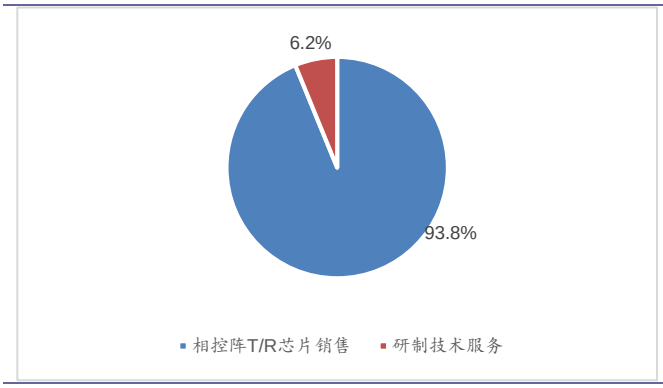
针对卫星通信领域，2023 年 6 月 30 日，中国信通院牵头，联合公司发布《卫星国际移动通信（IMT）未来技术趋势》并通过 ITU 立项。这是国际电信联盟无线电局（ITU-R）立项的首个面向 6G 卫星的研究项目。截至目前为止，公司已经具备提供相关卫星通信模块、通信载荷、信关站、核心网产品以及网管平台、相关测试仪表等产品和技术服务的能力。

（二）铖昌科技

铖昌科技市场定位高度聚焦，技术路径清晰，以微波毫米波模拟相控阵 T/R 芯片的研发、生产、销售和技术服务为主营业务。公司超过 90%的营业收入均来源于相控阵 T/R 芯片销售。2022 年，公司大部分营业收入均来源于相控阵 T/R 芯片销售，营收 2.61 亿元。传统上，公司产品主要销售领域为地面相控阵雷达领域。星载领域系统复杂具有发射成本高、可靠性要求高和不可维护等特征，技术壁垒较高。星载产品需满足各类探测需求，进而要求相控阵 T/R 芯片拥有极高的性能、稳定性和可靠性。公司近年来持续加大研发支出，已经取得良好的成绩。

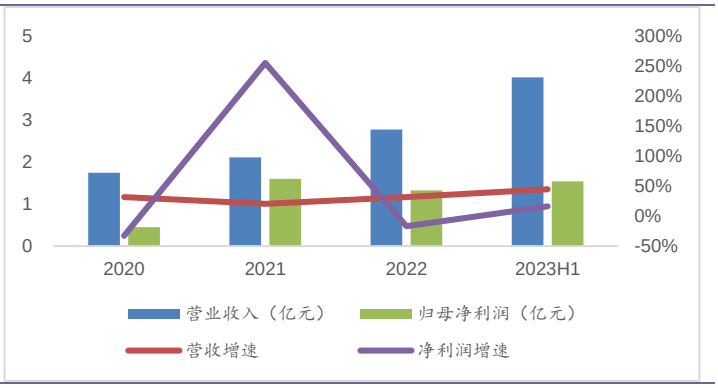
目前，公司已经进入主要客户核心供应商名录，推出星载和地面用卫星通信相控阵 T/R 芯片全套解决方案并在多系列卫星中实现了大规模应用。相关产品已经进入量产持续交付阶段，成为公司业绩新的增长点。

图表 46：2022 年铖昌科技主营构成（%）



料来源：wind，太平洋证券整理

图表 47：2020-2023H1 信科移动营收和净利润情况



料来源：wind，太平洋证券整理

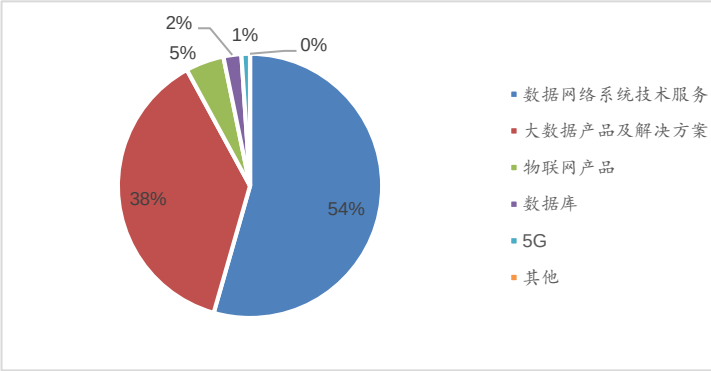
（三）创意信息

创意信息是我国专业的电信外包服务提供商。深耕网络系统和业务平台系统类业务。截至 2023 年 6 月，公司积极推进技术产品研发，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，完成了多项任务：1. 卫星通信载荷软件系统的设计、开发和验证，并对关键算法技术进行突破的同时实现了产品化开发；2. 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；3. 基于 NTN 标准开发了新一代通信载荷样机，研发进度和水平全国领先。公司已经成为国内稀缺的卫星通信载荷软硬件一体化方案提供商。

2022 年，公司主要营业收入来源占比最高为数据网络系统技术服务和大数据产品

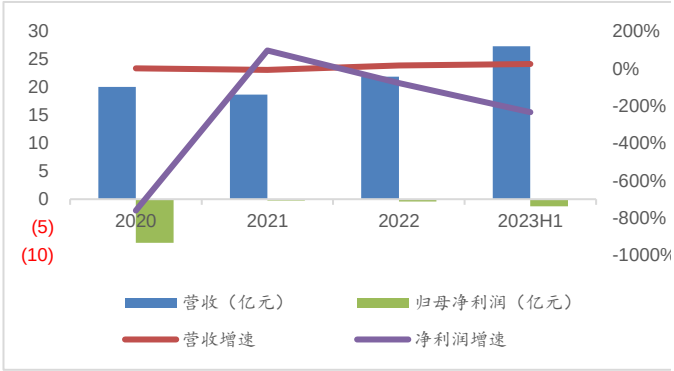
及解决方案，占比分布为 54%和 38%。

图表 48：2022 年年创意信息主营构成（百万元）



资料来源：wind，太平洋证券整理

图表 49：2020-2023H1 创意信息营收和净利润情况

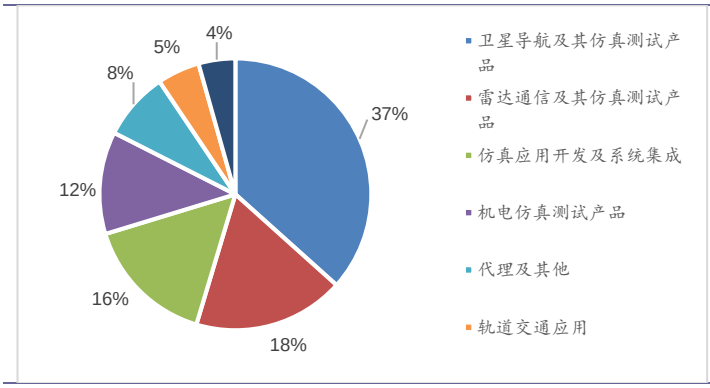


资料来源：wind，太平洋证券整理

（四）华力创通

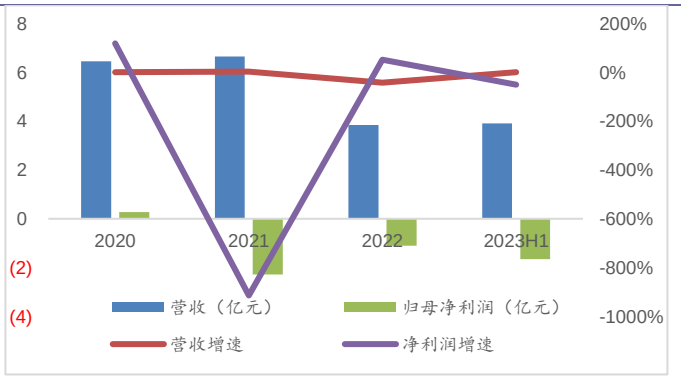
华力创通成立之初主要业务为计算机仿真。经多年产业布局，公司深耕国防及行业信息化领域。以仿真为基础，将主营业务拓展至卫星应用、仿真测试、雷达信号处理、无人系统等领域。2022 年，公司在卫星导航及仿真测试领域和雷达通信及其仿真测试产品收入占比最高，达 37%以及 18%。

图表 50：2022 年华力创通主营构成（百万元）



资料来源：wind，太平洋证券整理

图表 51：2020-2023H1 华力创通营收和净利润情况



资料来源：wind，太平洋证券整理

在卫星应用领域，公司全面参与了北斗导航、天通卫星移动通信的系统建设。全面布局“芯片+模块+终端+平台+系统解决方案”产业链。是国内少数掌握“通导一体化”核心技术的企业之一，相关产品和解决方案在应急管理、地灾监测、交通运输、民用航空、国防装备等领域得到广泛应用。

图表 52：华力创通卫星应用领域主产品

资料来源：华力创通 2022 年年报，太平洋证券整理

（五）总结

建议关注公司如下：

卫星制造：600118.SH 中国卫星（军工覆盖）；603131.SH 上海沪工（军工覆盖）

T/R 组件：001270.SZ 铖昌科技；688375.SH 国博电子、002446.SZ 盛路通信

相控阵雷达：301050.SZ 雷电微力（军工覆盖）；002977.SZ 天箭科技（军工覆盖）

激光通信：300620.SZ 光库科技；002281.SZ 光迅科技

载荷：300366.SZ 创意信息；300762.SZ 上海瀚讯；688387.SH 信科移动

核心网：002544.SZ 普天科技；688418.SH 震有科技

地面站：600879.SH 航天电子（未覆盖）

接收天线：688311.SH 盟升电子（未覆盖）

终端芯片：603236.SH 移远通信；300045.ZH 华力创通

图表 53：重点公司和盈利预测表(2023.9.8)

				EPS				PE			
证券代码	证券简称	收盘价	总市值	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E
688375.SH	国博电子	85.42	354	1.38	1.67	2.20	2.85	61.9	51.2	38.8	29.9
688387.SH	信科移动-U	7.38	267	-0.23	-0.09	0.04	0.11	-32.1	-84.2	192.7	65.3
300045.SZ	华力创通	24.40	194	-0.17	0.02	0.08	0.14	-140.4	1220.0	305.4	169.8
001270.SZ	铖昌科技	90.93	148	1.33	1.21	1.65	2.16	68.6	75.2	55.2	42.2
603236.SH	移远通信	47.01	125	3.30	1.60	2.84	3.77	14.2	29.5	16.5	12.5
300762.SZ	上海瀚讯	16.41	105	0.14	0.40	0.58	0.85	117.2	41.3	28.4	19.3
300620.SZ	光库科技	42.14	103	0.72	0.48	0.69	0.95	58.4	88.0	60.7	44.5
002446.SZ	盛路通信	9.23	87	0.27	0.36	0.47	0.60	34.2	25.3	19.4	15.3
300366.SZ	创意信息	13.25	86	-0.06	0.12	0.28	0.41	-205.1	108.0	48.1	32.1
688418.SH	震有科技	19.48	45	-1.12	0.21	0.64	0.97	-17.5	93.9	30.3	20.0

资料来源：wind 一致预期，太平洋证券整理

五、风险提示

1）卫星网络建设不及预期：卫星网络建设需要有批量化生产并发射卫星的能力，我国相关产业链正在建设中，尚不具备；

2）技术及成本不及预期：我国组建卫星网络的部分关键技术仍在攻关中，攻关进度尚不明朗。同时卫星发射成本亟待降低；

3）卫星需求不及预期：由于国内卫星互联网商业前景、营业模式均不明确，国内卫星互联网星座建设节奏和行业市场拓展进度可能不及预期。

投资评级说明

1、行业评级

看好：预计未来 6 个月内，行业整体回报高于沪深 300 指数 5%以上；
中性：预计未来 6 个月内，行业整体回报介于沪深 300 指数－5%与 5%之间；
看淡：预计未来 6 个月内，行业整体回报低于沪深 300 指数 5%以下。

2、公司评级

买入：预计未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅在 15%以上；
增持：预计未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅介于 5%与 15%之间；
持有：预计未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅介于-5%与 5%之间；
减持：预计未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅介于-5%与-15%之间；
卖出：预计未来 6 个月内，个股相对沪深 300 指数涨幅低于-15%以下。

销 售 团 队

职务	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	王均丽	13910596682	wangjl@tpyzq.com
华北销售总监	成小勇	18519233712	chengxy@tpyzq.com
华北销售	常新宇	13269957563	changxy@tpyzq.com
华北销售	佟宇婷	13522888135	tongyt@tpyzq.com
华北销售	王辉	18811735399	wanghui@tpyzq.com
华北销售	巩赞阳	18641840513	gongzy@tpyzq.com
华东销售	徐丽闵	17305260759	xulm@tpyzq.com
华东销售	胡亦真	17267491601	huyz@tpyzq.com
华东销售	李昕蔚	18846036786	lixw@tpyzq.com
华东销售	张国锋	18616165006	zhanggf@tpyzq.com
华东销售	胡平	13122990430	huping@tpyzq.com
华东销售	周许奕	021-58502206	zhouxuyi@tpyzq.com
华东销售	丁锟	13524364874	dingkun@tpyzq.com
华南销售副总监	查方龙	18565481133	zhafl@tpyzq.com
华南销售	张卓粤	13554982912	zhangzy@tpyzq.com
华南销售	何艺雯	13527560506	heyw@tpyzq.com
华南销售	郑丹璇	15099958914	zhengdx@tpyzq.com

太平洋证券
PACIFIC SECURITIES

研究院

中国北京 100044

北京市西城区北展北街九号

华远·企业号 D 座

投诉电话： 95397

投诉邮箱： kefu@tpyzq.com

重要声明

太平洋证券股份有限公司具有经营证券期货业务许可证，公司统一社会信用代码为：91530000757165982D。

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。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。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归太平洋证券股份有限公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。任何人使用本报告，视为同意以上声明。