通信

2021 年 03 月 16 日

# 5G+时代，星链计划和 6G 齐闪耀

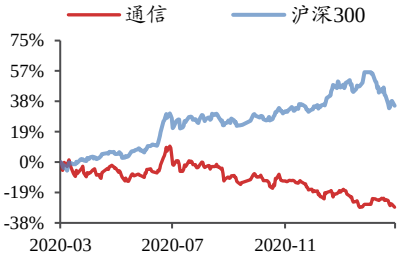
## ——行业深度报告

赵良毕（分析师）
zhaoliangbi@kysec.cn
证书编号：S0790520030005

戴晶晶（联系人）
daijingjing@kysec.cn
证书编号：S0790120040005

**投资评级：看好（维持）**

**行业走势图**




数据来源：贝格数据

**相关研究报告**

《行业周报-700M 基站全年预计建设 40 万，5G 普及进程加速》-2021.3.14

《行业点评报告-智能化社会下一个金矿，控制器行业高景气向上》-2021.3.12

《行业点评报告-中国电信拟回归 A 股，运营商再飞跃新拐点来临》-2021.3.10

**● 技术变革加速卫星互联网产业落地，政策红利推动卫星互联网市场扩张**

低轨道卫星互联网是指基于卫星通信技术，通过发射特定数量的低轨道卫星形成规模组网，向地面和空中终端提供宽带互联网接入等通信服务的新型网络。受益于各方技术的协同并进，低轨道卫星的落实近在咫尺：火箭回收技术可实现资源的回收利用，提高火箭的重复利用率，降低成本；星间链路的建设可降低对地面网络的依赖，减少地面段的复杂度和投资成本；多波束天线技术不仅能够提高卫星天线增益，还能覆盖更加广阔的地面区域。国家发改委于 2020 年 4 月 20 日首次明确“新基建”范围，并将卫星互联网纳入通信网络基础设施范畴：目前，国内多家企业已经开始积极布局卫星互联网产业，主要投资集中于空间段和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中的地面站建设将是优先受益环节。随着组网成熟和基础设施环节逐渐落地，中游地面设备与运营环节将明显受益，下游应用服务有望推进。

**● 低轨卫星互联网优势突出，星链计划正在落实与地面通信组成互联体系**

目前，低轨道卫星互联网正处于与地面通信网络融合阶段，以 OneWeb、SpaceX 等为代表的公司正在主导新型低轨道卫星互联网星座建设，卫星工作频段逐渐提高，卫星互联网建设逐渐步入宽带互联网时期。与传统高轨同步轨道卫星相比，低轨道卫星建设成本更低，组网后不存在通信盲区，拥有低损耗，低时延和高带宽的优势。与地面通信 5G 相比，低轨卫星通信系统覆盖更广，可应用于高速/远距离移动终端，例如飞机和轮船。低轨道核心应用场景包括偏远地区通信、海洋作业及科考宽带、航空宽带和灾难应急通信等。卫星与地面的组网可实现空天地互联，实现 100%深度覆盖。

**● 6G 闪耀：通信板块进一步迸发，智能应用场景更加丰富**

2019 年工信部成立了 6G 研究组，推动 6G 相关工作。同年 4 月，奥卢大学举办了世界首个 6G 峰会。6G 有望达成更进一步的技术指标：空口延迟低于 0.1ms，网络深度覆盖率达到 100%，毫米级感知定位，单位功耗大幅度降低，传输带宽将达到 TB 级,连接设备密度达到每立方米数百个。

6G 的技术趋势在于：超维度智能天线技术、天地大融合技术和太赫兹波通信技术等方面的突破。通信各产业链将迎来更高程度的科研突破，更大的资本开支和更宽广的市场前景。6G 的落地将会带来更加丰富的应用场景：空中高速上网、全息通讯、进阶智能工业、人体智能孪生、智能移动载人平台等。

推荐标的：和而泰（002402）

受益标的：海格通信（002465）、北斗星通（002151）、中国卫通（601698）、杰赛科技（002544）、亚光科技（300123）、星网宇达（002829）。

**● 风险提示：** 国家卫星建设投资不及预期；行业竞争加剧风险。

# 目 录

1、 通信技术的演进——从 1G 到 5G 的蜕变 ..... 4
1.1、 1G 模拟时代，从 0 到 1 的变革 ..... 4
1.2、 2G 数字时代，数字传输能力提升 ..... 5
1.3、 3G 宽带时代，无线通信与国际互联网的全面结合 ..... 6
1.4、 4G 智能时代，更快的数据传输速率 ..... 8
1.5、 5G 万物互联时代，实现真正意义上的融合网络 ..... 10
2、 5G 中后期展望：地面通信连接卫星互联网 ..... 11
2.1、 低轨卫星互联网正与地面网络融合，有望实现全球无缝链接 ..... 11
2.2、 利好政策频出，卫星互联行业规模不断上升 ..... 12
2.3、 卫星互联网产业链由卫星制造、卫星发射、地面设备和卫星运营及服务构成 ..... 14
2.3.1、 卫星制造：投资将迎来高峰，成本提升空间较大 ..... 15
2.3.2、 卫星发射：成本不断下降，商业航天发展稳步推进 ..... 16
2.3.3、 地面设备：重要环节，终端市场容量有望提升 ..... 17
2.3.4、 卫星运营及服务：价值链占比最高，应用广泛 ..... 19
3、 星链计划作为卫星互联网的领头雁之一 ..... 21
3.1、 为全球用户提供低延时网络通信，分三步实现全球组网 ..... 21
3.2、 火箭回收技术、相控阵天线和激光互联技术加速星链计划落地 ..... 22
3.3、 星链计划与自动驾驶、远程医疗、高清直播和太空云通信形成配套体系 ..... 23
4、 6G 技术的突破可能体现在超维度天线技术、天地大融合技术和太赫兹波段使用技术等方面的创新和进展 ..... 25
4.1、 超维度天线技术（XDimension MIMO）的部分创新在于智能超表面（RIS）和电磁波角动能的应用 ..... 25
4.1.1、 智能超表面（RIS）的天线可以更智能的重构传播环境，是实现超维度天线技术的一个重要方向 ..... 25
4.1.2、 电磁波角动能的应用可在不消耗额外频谱和时间下增加多连和频谱效率 ..... 26
4.2、 天地大融合技术是针对天基多层子网和地面蜂窝多层子网组成的多重形态立体异构空天地融合的通信网络 ..... 27
4.3、 太赫兹波通信发展体现在材料，架构，组网和编码的创新 ..... 28
5、 推荐及受益标的 ..... 30
6、 风险提示 ..... 31

# 图表目录

图 1： FDMA 业务通道在不同频段分配给不同客户 ..... 5
图 2： TDMA 业务通道在不同时间分配不同用户 ..... 6
图 3： CDMA 所有用户在同一频段、同一时间 ..... 6
图 4： LTE 系统整体网络拓扑结构为单层结构 ..... 8
图 5： MIMO 系统具有较高的频谱利用效率 ..... 10
图 6： 卫星通信是利用卫星转发器作为中继接收和转发无线电信号的通信方式 ..... 11
图 7： 低轨卫星通信核心应用场景包括偏远地区、海洋作业及科考、航空和灾备 ..... 12
图 8： 全球卫星产业收入稳定增长 ..... 14
图 9： 我国低轨卫星互联网卫星制造投资规模预计将在 2023 年迎来高峰 ..... 15
图 10： 2009 年以来我国小卫星发射数量逐渐增多，卫星发射重量逐渐降低 ..... 15
图 11： 2015 年长征六号曾创下我国“一箭 20 星”记录 ..... 16
图 12： 2018 年我国卫星发射数量创历史新高 ..... 17
图 13： 地面段控制通信系统的正常营运，是卫星互联网的重要环节 ..... 17

图 14：地面设备细分环节包括固定地面站、移动式地面站和用户终端三部分 ..... 18
图 15：建设星间链路可降低对地面网络的依赖度 ..... 18
图 16：多波束天线技术可使卫星通信实现更广阔的区域覆盖 ..... 19
图 17：卫星产业价值链中，卫星运营与服务占比最高 ..... 20
图 18：火箭回收技术使 SpaceX 火箭单次发射成本大幅降低 ..... 22
图 19：Starlink 卫星相控阵平板天线可提供高增益波束 ..... 23
图 20：星链 FCC 应用揭示移动车辆中的卫星互联网计划 ..... 24
图 21：星链计划加持，微软发布“云上太空” ..... 24
图 22：MIMO 使用智能超表面 ..... 25
图 23：轨道角动能波的波前和 3D 建模 ..... 26
图 24：三种无线电涡旋信号产生天线结构：螺旋相位板式，均圆阵列和超表面 ..... 26
图 25：多个 OAM 模型相位图像显示抗干扰潜力 ..... 27
图 26：空天地融合技术拥有立体异构网络 ..... 27
图 27：空天地一体化融合业务涉及领域众多 ..... 28
图 28：石墨烯弹性天线可实现弯曲 ..... 29
图 29：动态 UM-MIMO 由多个附属支天线网组成，支天线网可再组网 ..... 29
图 30：可控制超表面材料改变光的反射方向 ..... 30

表 1：移动通信技术从 1G 向 5G 演进 ..... 4
表 2：1G 技术特点依赖于模拟传输技术 ..... 4
表 3：2G 技术带宽有限、频率利用率低 ..... 5
表 4：GSM 技术特点包括频谱效率高、容量效率高等 ..... 6
表 5：3G 技术存在的问题包括兼容性、频谱利用率低、速率低等 ..... 7
表 6：3G 系统的通信标准共有 WCDMA，CDMA2000 和 TD-SCDMA 三大分支 ..... 7
表 7：LTE 技术目标包括容量提升、覆盖增强、移动性提高等 ..... 8
表 8：4G 移动通信带来更快的数据传输速率 ..... 9
表 9：OFDM 技术的优势包括杂度低、频谱效率高等 ..... 9
表 10：5G 移动通信存在三大关键技术 ..... 10
表 11：卫星互联网目前正处在与地面通信融合发展阶段 ..... 11
表 12：卫星根据轨道高度分类呈现不同的特点 ..... 12
表 13：低轨卫星系统与高轨卫星系统相比传输损耗更低，可靠性更高 ..... 12
表 14：国家多次出台相关政策鼓励卫星互联网产业发展 ..... 13
表 15：航天科技和航天科工已经开始积极布局卫星互联网产业 ..... 13
表 16：卫星互联网产业链包括卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营与服务 ..... 14
表 17：我国卫星制造成本与国外相比仍有较大提升空间 ..... 16
表 18：预计未来我国卫星移动通信终端市场容量约为 400 亿元 ..... 19
表 19：北斗全球卫星导航系统全面建成，性能进一步提升 ..... 20
表 20：下游需求是我国遥感卫星行业发展的重要动力 ..... 21
表 21：星链计划目前已发射 1205 颗“星链”卫星 ..... 21
表 22：Starlink 具有低延时、易于设置和兼顾偏远地区三大优势 ..... 21
表 23：Starlink 计划分三步实现全球组网 ..... 22
表 24：目前激光通信领域已出现多款产品，SpaceX 处于领先地位 ..... 23
表 25：推荐标的相关估值表 ..... 30
表 26：受益标的相关估值表 ..... 31

## 1、 通信技术的演进——从 1G 到 5G 的蜕变

**通信变革引领科技社会变革。**在过去的几十年间，世界通信发生了翻天覆地的变化。移动通信技术每近十年就会出现一次新的变革。移动通信技术推动着信息技术产业的快速发展，改善了人们的生活水平，促进了社会的发展和繁荣。如今，通信的进步已经逐渐演变成社会发展和进步不可或缺的关键因素。

**表1：移动通信技术从 1G 向 5G 演进**

| 通信技术 | 产生时间 | 主要标准 | 主要服务项目 | 特点与不足 |
|---|---|---|---|---|
| 1G | 20 世纪 70-80 年代 | NMT, AMPS TACS, JTAGS, C-Netz, RTMI, Radiocom2000 | 模拟电话 | 特点：移动性<br>问题：频谱效率低;安全问题 |
| 2G | 20 世纪 90 年代 | GSM, CDMA IS-95, ADC, PDC, IDEN, IS-136 | 数字电话、信息 | 特点：漫游、大规模应用<br>问题：有限数据传输速率，难以支撑互联网和电子邮件需求 |
| 3G | 21 世纪初 | WCDMA，TD-CDMA，CDMA2000，WiMax | 电话、信息、数据浏览 | 特点：更好的互联网体验<br>问题：采用 WAP 进行互联网接入，存在部分限制 |
| 3.5G | 2010 年 | HSPA, HSPA+(均为 WCDMA 基础演进) | 电话、信息、宽带数据 | 特点：宽带网络，更多应用<br>问题：与特定的移动通信体系和协议相绑定 |
| 4G | 2013 年 | LTE(包括 TD-LTE 和 LTE FDD), LTE Advanced | 所有 IP 服务(包括语音、信息) | 特点：更快宽带网络，低时延<br>问题：不使用物联网设备的规模部署，对垂直行业定制化服务的支持受限 |
| 5G | 2019 年 | LTE、LTE－U 和 NB－IoT | 视频、语音等 | 特点：更大带宽、更低时延、更多连接<br>问题：信号覆盖面积小 |

资料来源：GSMA、开源证券研究所

### 1.1、 1G 模拟时代，从 0 到 1 的变革

**1G 即第一代移动通信技术，是以模拟技术为基础的蜂窝无线电话系统。**起源于 20 世纪 80 年代，完成于 20 世纪 90 年代，主要采用的是模拟调制技术与频分多址接入（FDMA）技术，这种技术的主要缺点是频谱利用率低，信令干扰话音业务。1G 移动通信所依赖的模拟传输技术业务量小、质量差、交互性差、缺乏安全性且速度低，只能传输语音流量，并受到网络容量的限制。

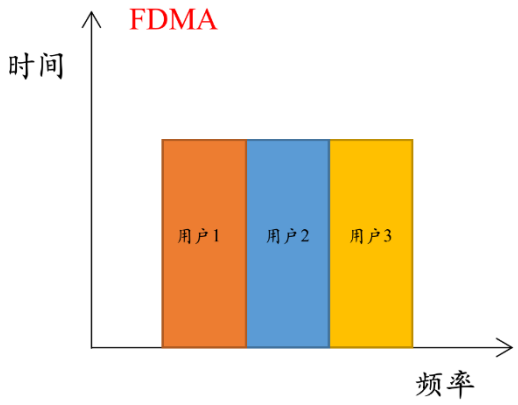
**表2：1G 技术特点依赖于模拟传输技术**

| 序号 | 技术特点 |
|---|---|
| 1 | 只有语音业务 |
| 2 | 频谱复用率低 |
| 3 | 标准不统一，不能漫游（工作频段不同） |
| 4 | 安全性差 |
| 5 | 终端设备价格高（如“大哥大”） |

资料来源：通信世界、开源证券研究所

**频分多址（FDMA）是一种最基本的多址接入方式。**FDMA 以载波频率来划分信道，每个信道占用一个载频，相邻载频之间应满足传输带宽的要求。在模拟移动通信中频分多址是最常用的多址方式，每个载频之间的间隔为 30kHz 或 25kHz。在 FDMA 技术下，不同的用户占据不同的频段，从而避免了相互干扰，实现了区分。

**图1：FDMA 业务通道在不同频段分配给不同客户**




资料来源：C114

## 1.2、 2G 数字时代，数字传输能力提升

**2G 即第二代移动通信技术，主要采用数字的时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）技术。**在 2G 技术下，无法直接传送如电子邮件、软件等资讯；只具有通话、和一些如时间日期等传送的手机通信技术规格。不过手机短信 SMS（Short message service）在 2G 的某些规格中能够被执行。第二代移动通信数字无线标准主要有：欧洲的 GSM 和美国高通公司推出的 IS-95CDMA 等，我国主要采用 GSM，美国、韩国主要采用 CDMA。

**表3：2G 技术带宽有限、频率利用率低**

| 序号 | 技术特点 |
|---|---|
| 1 | 标准不统一，只能在同一制式覆盖区域漫游，无法进行全球漫游 |
| 2 | 带宽有限，不能提供高速数据传输 |
| 3 | 抗干扰抗衰落能力不强，系统容量不足 |
| 4 | 频率利用率低 |

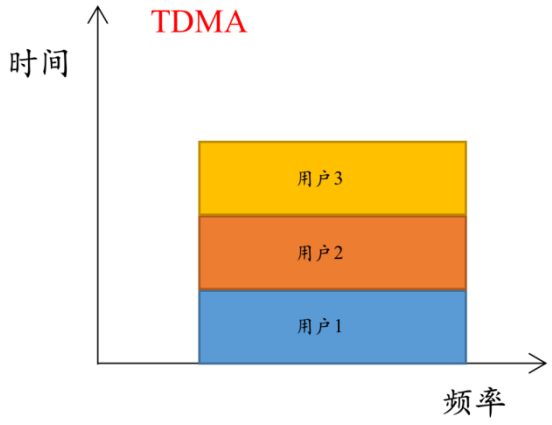
资料来源：通信世界、开源证券研究所

**时分多址（TDMA）让若干个基站共同使用一个信道。**在一个宽带的无线载波上按时间划分为若干时分信道，每一用户占用一个时隙，只在这一指定的时隙内收或发信号，因此在相同信道数的情况下，采用时分多址要比频分多址能容纳更多的用户。现在的移动通信系统多数用这种多址技术。

**码分多址（CDMA）是一种利用扩频技术所形成的不同的码序列实现的多址方式。**CDMA 采用扩频通信技术，每个用户具有特定的地址码（相当于扩频中的 PN 码），利用地址码相互之间的正交性（或准正交性）完成信道分离的任务。在 CDMA 蜂窝通信系统中，用户之间的信息传输是由基站进行转发和控制的。为了实现双工通信，正向传输和反向传输各使用一个频率，即通常所谓的频分双工。无论正向传输或反向传输，除去传输业务信息外，还必须传送相应的控制信息。为了传送不同的信息，需

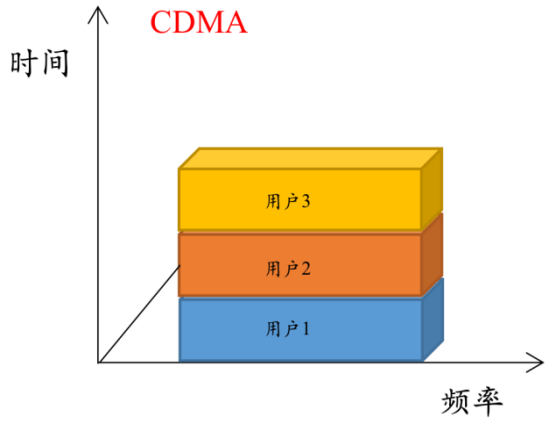
要设置相应的信道。但是,CDMA 通信系统既不分频道又不分时隙，无论传送何种信息的信道都靠采用不同的码型来区分。

**图2：TDMA 业务通道在不同时间分配不同用户**




资料来源：C114

**图3：CDMA 所有用户在同一频段、同一时间**




资料来源：C114

**GSM 即全球移动通信系统，主要由移动台（MS）、基地台系统（BSS）、移动服务交换中心（MSC）、网络维护运营中心（OMC）和资料库（Database)-HLR、VLR、AUC、EIR 组成。**在 GSM Phase2+阶段中，采用更密集的频率复用、多复用、多重复用结构技术，引入智能天线技术、双频段等技术，有效地克服了随着业务量剧增所引发的 GSM 系统容量不足的缺陷；自适应语音编码(AMR)技术的应用，大大提高了系统通话质量；GPRs/EDGE 技术的引入，使 GSM 与计算机通信/Internet 有机相结合，数据传送速率可达 115/384kbit/s，从而使 GSM 功能得到不断增强，初步具备了支持多媒体业务的能力。尽管 2G 技术在发展中不断得到完善，但随着用户规模和网络规模的不断扩大，频率资源已接近枯竭，语音质量不能达到用户满意的标准，数据通信速率太低，无法在真正意义上满足移动多媒体业务的需求。

**表4：GSM 技术特点包括频谱效率高、容量效率高等**

| 特点 | 描述 |
|---|---|
| 频谱效率高 | 由于采用了高效调制器、信道编码、交织、均衡和语音编码技术，使系统具有高频谱效率。 |
| 容量效率高 | 由于每个信道传输带宽增加，使同频复用载干比要求降低至 9dB，故 GSM 系统的同频复用模式可以缩小到 4/12 或 3/9 甚至更小（模拟系统为 7/21）；加上半速率话音编码的引入和自动话务分配以减少越区切换的次数，使 GSM 系统的容量效率（每兆赫每小区的信道数）比 TACS 系统高 3～5 倍。 |
| 话音质量高 | 鉴于数字传输技术的特点以及 GSM 规范中有关空中接口和话音编码的定义，在门限值以上时，话音质量总是达到相同的水平而与无线传输质量无关。 |
| 开放的接口 | GSM 标准所提供的开放性接口，不仅限于空中接口，而且包括网络之间以及网络中各设备实体之间，例如 A 接口和 Abis 接口。 |
| 高安全性 | 通过鉴权、加密和 TMSI 号码的使用，达到安全的目的。鉴权用来验证用户的入网权利。加密用于空中接口，由 SIM 卡和网络 AUC 的密钥决定。TMSI 是一个由业务网络给用户指定的临时识别号，以防止有人跟踪泄漏其地理位置。 |

资料来源：GSM 通信原理基础理论、开源证券研究所

## 1.3、 3G 宽带时代，无线通信与国际互联网的全面结合

**3G 即第三代移动通信技术，其最基本的特征是智能信号处理技术。**智能信号处理单元将成为基本功能模块，支持话音和多媒体数据通信，它可以提供前两代产品不能提供的各种宽带信息业务，例如高速数据、慢速图像与电视图像等。3G 对移动通信技术标准做出了定义，使用较高的频带和 CDMA 技术传输数据进行相关技术支持，工作频段高，主要特征是速度快、效率高、信号稳定、成本低廉和安全性能好等，和前两代的通信技术相比最明显的特征是 3G 网络技术全面支持更加多样化的多媒体技术。

**表5：3G 技术存在的问题包括兼容性、频谱利用率低、速率低等**

| 问题 | 描述 |
|---|---|
| 兼容性 | 3G 通信标准的三大分支共同组成一个 IMT 2000 家庭，成员间存在相互兼容的问题，因此已有的移动通信系统不是真正意义上的个人通信和全球通信 |
| 频谱利用率低 | 3G 的频谱利用率还比较低，不能充分地利用宝贵的频谱资源 |
| 速率低 | 3G 支持的速率还不够高，如单载波只支持最大 2~fDps 的业务 |

资料来源：东南大学信息与技术工程学院、开源证券研究所

**3G 系统的通信标准共有 WCDMA，CDMA2000 和 TD-SCDMA 三大分支。**在中国，中国移动采用 TD-SCDMA，中国电信采用 CDMA2000，中国联通采用 WCDMA。尽管 3G 技术旨在全面结合无线通信和国际互联网，但其存在的不足之处使其不能适应未来移动通信发展的需要，因此需要寻求一种既能解决现有问题，又能适应未来移动通信的需求的新技术。

**表6：3G 系统的通信标准共有 WCDMA，CDMA2000 和 TD-SCDMA 三大分支**

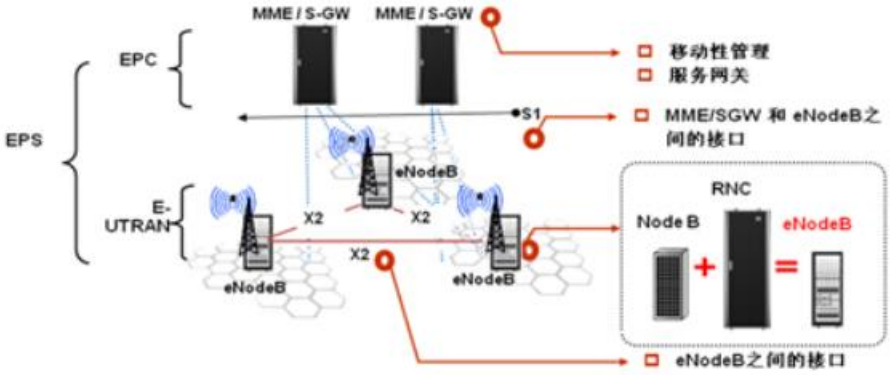
| 通信标准 | 简介 | 相关参数 |
|---|---|---|
| WCDMA | 从事 WCDMA 标准研究和设备开发的厂商很多，其中包括诺基亚、摩托罗拉、西门子、NEC、阿尔卡特等等。该标准提出了 GSM（2G）——GPRS——EDGE——WCDMA（3G）的演进策略。 | RTT FDD<br>异步 CDMA 系统：无 GPS<br>带宽 5MHz<br>码片速率：3.8Mcps<br>中国频段：1940MHz-1955MHz（上行）、2130MHz-2145MHz（下行） |
| CDMA2000 | 由美国高通公司推出，摩托罗拉、朗讯和三星都有参与，韩国是 CDMA2000 的主导者。该标准提出了 CDMA（2G）—CDMA2001x—CDMA2003x（3G）的演进策略。其中 CDMA2001x 被称为 2.5G 移动通信技术。目前中国电信就是采用的这一方案来向 3G 过渡的。 | RTT FDD<br>同步 CDMA 系统：有 GPS<br>带宽：1.23MHz<br>码片速率：1.2288Mcps<br>中国频段：1920MHz-1935MHz（上行）、2110MHz-2125MHz（下行） |
| TD-SCDMA | 该技术由中国大唐电信制定。该标准的提出不经过 2.5G 的中间环节，直接向 3G 过渡，非常适用于 GSM 系统向 3G 升级。 | RTT TDD<br>同步 CDMA 系统：有 GPS<br>带宽：1.6MHz<br>码片速率：1.28Mcps<br>中国频段：1880MHz-1920MHz（上行）、2010MHz-2025MHz（下行） |

资料来源：通信世界、开源证券研究所

**长期演进技术（LTE）改变了 3G 的空中接入技术，是 3G 技术的演进。**LTE 系统引入了 OFDM 和 MIMO 等关键技术，显著增加了频谱效率和数据传输速率，并支

持多种带宽分配：1.4MHz，3MHz，5MHz，10MHz，15MHz 和 20MHz 等，且支持全球主流 2G/3G 频段和一些新增频段，因而频谱分配更加灵活，系统容量和覆盖也显著提升。LTE 在 20MHz 的频谱带宽下能够提供下行 326Mbps 与下行 86Mbps 的峰值速率。考虑到需要提供比 3G 更高的数据速率与未来可能分配的频谱，LTE 需要支持高于 5MHz 的传输带宽。

**图4：LTE 系统整体网络拓扑结构为单层结构**




资料来源：电子发烧友

**LTE 的单层结构有助于降低网络延迟。**LTE 网络结构和空中接口协议：LTE 采用由 Node B 构成的单层结构，这样有利于简化网络和减小延迟，实现低时延、低复杂度和低成本的要求。与传统的 3GPP 接入网相比，LTE 减少了 RNC 节点，对 3GPP 的整个体系架构进行了变革，逐步趋近于典型的 IP 宽带网结构。**与 UMTS 系统相比，LTE/SAE 网络中无线传输技术、空中接口协议和系统结构等方面都发生了革命性的变化。**

**表7：LTE 技术目标包括容量提升、覆盖增强、移动性提高等**

| 目标 | 描述 |
|---|---|
| 容量提升 | 在 20MHz 带宽下，下行峰值速率达到 100Mbit/s，上行峰值速率达到 50Mbit/s。频谱利用率达到 3GPP R6 规划值的 2～4 倍 |
| 覆盖增强 | 提高“小区边缘比特率”，在 5km 区域满足最优容量，30km 区域轻微下降，并支持 100km 的覆盖半径 |
| 移动性提高 | 0～15km/h 性能最优，15～120km/h 高性能，支持 120～350km/h。甚至在某些频段支持 500km/h |
| 质量优化 | 在 RAN 用户面的时延小于 10ms，控制面的时延小于 100ms |
| 服务内容综合多样化 | 提供高性能的广播业务 MBMS，提高实时业务支持能力，并使 VoIP 达到 UTRAN 电路域性能 |
| 运维成本降低 | 采用扁平化架构，可以降低 CAPEX 和 0PEX，并降低从 R6 UTRA 空口和网络架构演进的成本 |

资料来源：移动通信网、开源证券研究所

## 1.4、 4G 智能时代，更快的数据传输速率

**4G 即第四代移动通信技术，主要是以正交频分复用（OFDM）为技术核心。**4G 技术是集 3G 与 WLAN 于一体并能够传输高质量视频图像以及图像传输质量与高清晰度电视不相上下的技术产品。4G 系统能够以 100Mbps 的速度下载，比拨号上网快

2000 倍，上传的速度也能达到 20Mbps，并能满足几乎所有用户对无线服务的要求。

**表8：4G 移动通信带来更快的数据传输速率**

| 特点 | 简介 |
|---|---|
| 高速率 | 对于大范围高速移动用户(250km/h)，数据速率为 2Mb/s;对于中速移动用户(60km/h)，数据速率为 20Mb/s;对于低速移动用户(室内或步行者)，数据速率为 100Mb/s。 |
| 以数字宽带技术为主 | 在 4G 移动通信系统中，信号以毫米波为主要传输波段，蜂窝小区也会相应小很多，很大程度上提高用户容量，但同时也会引起系列技术上的难题。 |
| 良好的兼容性 | 4G 移动通信系统实现全球统一的标准，让所有移动通信运营商的用户享受共同的 4G 服务，真正实现一部手机在全球的任何地点都能进行通信。 |
| 较强的灵活性 | 4G 移动通信系统采用智能技术使其能自适应地进行资源分配，能对通信过程中不断变化的业务流大小进行相应处理而满足通信要求，采用智能信号处理技术对信道条件不同的各种复杂环境进行信号的正常发送与接收，有很强的智能性、适应性和灵活性。 |
| 多类型用户共存 | 4G 能根据动态网络和变化的信道条件进行自适应处理，使低高速的用户以及各种各样的用户设备能够共存与互通，从而满足系统多类型用户的需求。 |
| 多种业务的融合 | 4G 支持更丰富的移动业务，包括高清晰度图像业务、会议电视、虚拟现实业务等，使用户在任何地方都可以获得任何所需的信息服务。将个人通信、信息系统、广播和娱乐等行业结合成一个整体，更加安全、方便地向用户提供更广泛的服务与应用。 |
| 先进的技术应用 | 4G 移动通信系统以几项突破性技术为基础，如：OFDM 多址接入方式、智能天线和空时编码技术、无线链路增强技术、软件无线电技术、高效的调制解调技术、高性能的收发信机和多用户检测技术等。 |
| 高度自组织、自适应的网络 | 4G 移动通信系统是一个完全自治、自适应的网络，拥有对结构的自我管理能力，以满足用户在业务和容量方面不断变化的需求。 |

资料来源：中国信通院、开源证券研究所

**正交频分复用（OFDM）是一种无线环境下的高速传输技术。**OFDM 技术的特点是网络结构高度可扩展，具有良好的抗噪声性能和抗多信道干扰能力，可以提供无线数据技术质量更高（速率高、时延小）的服务和更好的性能价格比，能为 4G 无线网提供更好的方案。例如无线区域环路（WLL）、数字音讯广播（DAB）等，预计都采用 OFDM 技术。OFDM 技术的主要思想就是在频域内将给定信道分成许多正交子信道，在每个子信道上使用一个子载波进行调制，各子载波并行传输。尽管总的信道是非平坦的，即具有频率选择性，但是每个子信道是相对平坦的，在每个子信道上进行的是窄带传输，信号带宽小于信道的相应带宽。

**表9：OFDM 技术的优势包括杂度低、频谱效率高等**

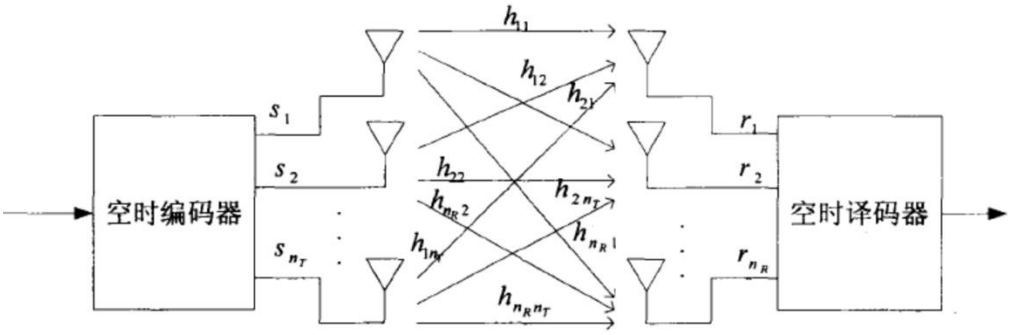
| 优势 | 介绍 |
|---|---|
| 杂度低 | 可以兼容低复杂度的信号接收器，比如移动设备。 |
| 频谱效率高 | 可以高效使用 MIMO，提高数据传输效率。 |
| 能耗少 | 可以通过单载波波形，实现高能效上行链路传输。 |
| 频率局域化 | 可以通过加窗和滤波，提升频率局域化，最大限度减少信号干扰。 |

资料来源：中国信通院、开源证券研究所

**多进多出技术（MIMO）是为提高信道容量，在发送端和接收端都使用多根天线，在收发之间构成多个信道的天线系统。**MIMO 系统的一个明显特点就是具有较

高的频谱利用效率，在对现有频谱资源充分利用的基础上通过利用空间资源来获取可靠性与有效性两方面增益，其代价是增加了发送端与接收端的处理复杂度。大规模 MIMO 技术采用大量天线来服务数量相对较少的用户，可以有效提高频谱效率。

**图5：MIMO 系统具有较高的频谱利用效率**




资料来源：ResearchGate

**MIMO 可以成倍地提高衰落信道的信道容量。**要提高系统的吞吐量，一个很好的方法就是提高信道的容量。对于采用多天线阵发送和接收技术的系统，在理想情况下信道容量将随着 m 线型增加，从而提供了目前其他技术无法达到的容量潜力。其次，由于多天线阵发送和接收技术本质上是空间分集与时间分集技术的结合，有很好的的抗干扰能力；进一步将多天线发送和接收技术与信道编码技术结合，可以提高系统的性能，这样导致了空时编码技术的产生。空时编码技术真正实现了空分多址，是将来无线通信中必然选择的技术之一。

## 1.5、 5G 万物互联时代，实现真正意义上的融合网络

**5G 是最新一代蜂窝移动通信技术。**5G 并不是独立的、全新的无线接入技术，而是对现有无线接入技术的技术演进以及一些新增的补充性无线接入技术集成后解决方案的总称。**5G 网络以 5G NR 统一空中接口为基础，为满足未来十年及以后不断扩展的全球连接需求而设计。**5G NR 技术旨在支持各种设备类型、服务和部署，并将充分利用各种可用频段和各类频谱。事实上，5G 将在很大程度上以 4G LTE 为基础，充分利用和创新现有的先进技术。5G NR 的搭建，需要三大关键技术，即基于 OFDM 优化的波形和多址接入、灵活的框架设计和新型的无线技术。

**表10：5G 移动通信存在三大关键技术**

| 技术 | 内容 |
|---|---|
| 基于 OFDM 优化的波形和多址接入 | 通过子载波间隔扩展实现可扩展的 OFDM 参数配置 |
| | 通过 OFDM 加窗提高多路传输效率 |
| 灵活的框架设计 | 可扩展的时间间隔 |
| | 自包含集成子帧 |
| 先进的新型无线技术 | 大规模 MIMO |
| | 毫米波 |
| | 频谱共享 |
| | 先进的信道编码设计 |

资料来源：中国信通院、开源证券研究所

**5G NR 原生地支持所有频谱类型。**通过前向兼容灵活地利用全新的频谱共享模式。这为在 5G 中创新的使用频谱共享技术创造了机遇。中国在频谱共享技术领域，

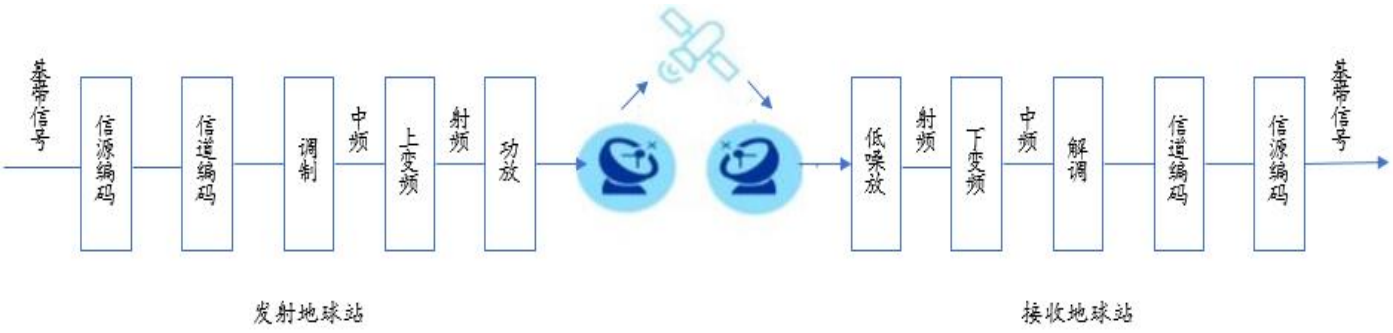
同样走在前沿，比如 LTE-U、LAA,、LWA,、CBRS、 LSA, 还有 MulteFire，这些技术已经用在了 LTE 上，5G NR 将在这基础上加以创新。

## 2、 5G 中后期展望：地面通信连接卫星互联网

### 2.1、 低轨卫星互联网正与地面网络融合，有望实现全球无缝链接

**卫星互联网是一种基于卫星通信的互联网，可实现多地球站间通信。**卫星互联网是指基于卫星通信技术，通过发射特定数量卫星形成规模组网，向地面和空中终端提供宽带互联网接入等通信服务的新型网络。其中，地面站对用户发出的基带信号通过信源和信道编码、调制、变频后转换为射频信号（上行频率），放大功率后通过卫星天线发送到卫星处，再将卫星发射出来的射频信号（下行频率）进行低噪声放大、变频、解调等处理后形成基带信号，进而实现多个地球站间的通信。

**图6：卫星通信是利用卫星转发器作为中继接收和转发无线电信号的通信方式**




资料来源：未来智库

**卫星互联网目前正处在与地面通信网络融合阶段。**卫星互联网的发展经历了三个阶段。第一阶段是与地面通信网络竞争阶段，提供语音、低速数据、物联网等服务。随着地面通信系统的快速发展，卫星通信系统在通信质量和资费价格等方面渐渐处于劣势，在竞争中落败。第二阶段是对地面通信网络补充阶段，以新铱星、全球星和轨道通信公司为代表，对地面通信系统进行补充和延伸。目前，卫星互联网正处在第三阶段，即与地面通信网络融合阶段，以 OneWeb、SpaceX 等为代表的公司正在主导新型卫星互联网星座建设，卫星工作频段逐渐提高，卫星互联网建设逐渐步入宽带互联网时期。

**表11：卫星互联网目前正处在与地面通信融合发展阶段**

| 阶段 | 内容 | 主要代表 | 业务服务 |
|---|---|---|---|
| 第一阶段（20 世纪 80 年代-2000 年） | 与地面通信网络正面交锋，展开竞争 | 铱星（Iridium）、全球星（Globalstar）、轨道通（Orbcomm）、泰利迪斯（Teledesic）、天桥系统（Skybridge） | 窄带移动通信-低频段（低速语音、低速数据、物联网服务） |
| 第二阶段（2000 年-2014 年） | 作为地面通信的填隙和备份 | 新铱星（Iridium）、全球星（Globalstar）、轨道通（Orbcomm） | |
| 第三阶段（2014 年-至今） | 与地面通信融合发展，扩展覆盖范围 | Starlink、O3b、OneWebx、鸿雁、虹云 | 宽带互联网-高频段（高速率、低延时、海量数据） |

资料来源：赛迪顾问、开源证券研究所

**按照轨道高度，卫星主要分为低、中、高轨三大类。**从细分来看，卫星可分为低

轨道卫星(LEO)、中轨道卫星 (MEO)、地球同步轨道卫星(GEO)、太阳同步轨道卫星(S)和倾斜地球轨道卫星(IGSO)。其中，低轨卫星拥有传输时延小、链路损耗低、发射灵活等优势，非常适合卫星互联网业务的发展。

**表12：卫星根据轨道高度分类呈现不同的特点**

| 轨道类型 | 特点 | 高度 | 周期 |
|---|---|---|---|
| 低轨道卫星（LEO） | 观测清晰传输快，多用于通信、对地观测 | 300-2000 千米 | 1.5-2 小时 |
| 中轨道卫星（MEO） | 补充陆地移动通信系统，多用于通信、导航 | 2000-35786 千米 | 2-12 小时 |
| 地球同步轨道卫星（GEO） | 每天相同时刻经过地球上相同地点的上空，多用于通信、导航、气象观测 | 约 35786 千米 | 约 23 小时 59 分钟 |
| 太阳同步轨道卫星（S） | 可全球观测，多用于对地观测 | 400-800 千米 | 1.5-2 小时 |
| 倾斜地球轨道卫星（IGSO） | 轨道倾角大于 0 度，多用于导航 | 约 35786 千米 | 约 23 小时 59 分钟 |

资料来源：未来智库、开源证券研究所

**低轨卫星系统可实现全球互联网无缝链接服务。**传统高轨同步轨道卫星建设成本高，存在通信盲区，时延长且带宽有限，已无法满足全球海量互联的容量需求。相比之下，低轨卫星系统传输时延更低，可靠性更高，损耗较高轨低 29.5dB，能够实现全球互联网无缝链接服务。

**表13：低轨卫星系统与高轨卫星系统相比传输损耗更低，可靠性更高**

| 卫星轨道 | 传输时延 | 传输损耗 | 移动速度 | 波束覆盖 | 卫星容量 | 系统可靠性 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 高轨系统 | 一跳约 270ms | - | 相对地面静止 | 对地视场大 | 单星容量大 | 较低 |
| 低轨系统 | 一跳约 7ms | 损耗较高轨低 29.5dB | 相对地面高速运动 | 对地视场小 | 单星容量小，整个系统容量高 | 较高 |

资料来源：CNKI、开源证券研究所

**低轨卫星通信核心应用场景包括偏远地区通信、海洋作业及科考宽带、航空宽带和灾难应急通信等。**其中，偏远地区应用市场主要包括卫星电话、互联网电视和卫星宽带；海洋作业及科考应用市场包括卫星定位和海事卫星电话；航空应用市场主要为机载 Wifi；灾备应用市场包括应急呼叫、数据保护与恢复和异地灾备系统等。

**图7：低轨卫星通信核心应用场景包括偏远地区、海洋作业及科考、航空和灾备**




资料来源：赛迪智库

## 2.2、 利好政策频出，卫星互联行业规模不断上升

**2020 年卫星互联网首次被纳入通信网络基础设施范畴。**近些年来，我国频频出台众多针对性政策和指导意见，积极推进卫星应用产业和商业卫星发展。国家发改委于 2020 年 4 月 20 日首次明确了“新基建”范围，包括信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施三个方面。其中，信息基础设施主要是指基于新一代信息技术演化生成的基础设施，包括 5G、物联网、工业互联网和卫星互联网等。卫星互联网在国家层面首次被纳入通信网络基础设施范畴。

**表14：国家多次出台相关政策鼓励卫星互联网产业发展**

| 发布时间 | 发布部门 | 政策名称 | 相关内容 |
|---|---|---|---|
| 2014.11.16 | 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》 | 鼓励民间资本研制、发射和运营商业遥感卫星，提供市场化、专业化服务 |
| 2015.10.26 | 国家发改委<br>财政部<br>国防科工局 | 《关于印发国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015-2025 年)的通知》 | 分阶段逐步建成技术先进、自主可控、布局合理、全球覆盖，由卫星遥感、卫星通信广播、卫星导航定位三大系统构成的国家民用空间基础设施 |
| 2016.12.27 | 国务院新闻办公室 | 《2016 中国的航天》 | 建设天地一体化信息网络，基本建成空间基础设施体系，促进卫星及应用产业发展。培育卫星应用产业集群和应用市场，完善卫星应用产业链 |
| 2018.4.19 | 国家发展改革委<br>财政部 | 《关于降低部分无线电频率占用费标准等有关问题的通知》 | 调整网络化运营的高通量卫星系统频率占用费收费方式，降低开展空间科学研究的卫星系统频率占用费标准 |
| 2019.6.21 | 工业和信息化部 | 《卫星网络国际申报简易程序规定（试行）》 | 在卫星网络国际申报工作中建立简易程序，即境内卫星操作单位按照先申报后协调的原则，通过工信部向国际电联报送卫星网络资料，并开展国内协调等相应工作 |
| 2020.5.30 | 国家发改委 | 《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 |

资料来源：各政府官网、开源证券研究所

**国内多家企业已开始积极布局卫星互联网产业。**“十三五”期间，以中国航天科技和中国航天科工为主的两大央企分别提出了“鸿雁星座”和“虹云工程”低轨卫星互联网计划，并发射了试验卫星。其中，“鸿雁”星座是国内首套全球低轨卫星移动通信与空间互联网系统，可在全球范围内实现宽带和窄带结合，为用户提供实时双向通信。“虹云工程”星座则致力于满足全球移动互联网的高速接入需求，由 156 颗低轨卫星组成，每颗卫星最大支持速率为 4Gbps。目前，国内多家企业已经开始积极布局卫星互联网产业，随着计划逐渐启动，我国卫星互联网产业有望迎来快速发展。

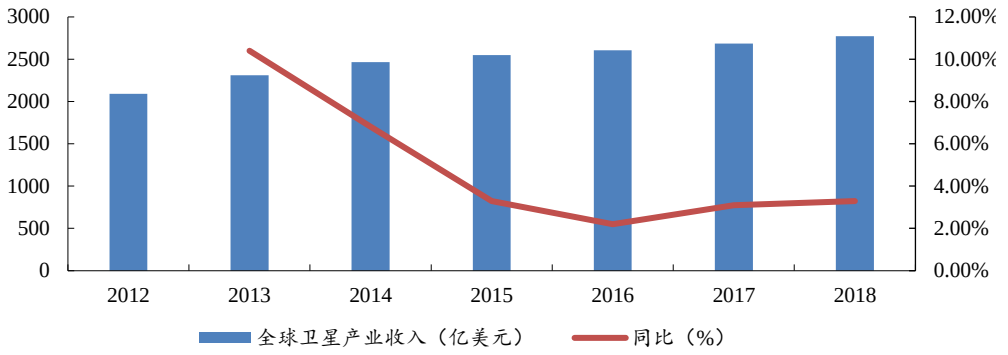
**表15：航天科技和航天科工已经开始积极布局卫星互联网产业**

| 星座计划 | 所属集团 | 总体规划 | 计划卫星数量 | 业务范围 |
|---|---|---|---|---|
| 鸿雁星座 | 航天科技集团 | 一期预计 2022 年建成并投入运营，系统由 60 颗卫星组网，实现移动通信、物联网、导航增强、航空监视等功能；二期预计 2025 年完成 300 余颗宽带通信卫星组网，实现全球实时互联网接入 | 大于 300 颗低轨 | 数据通信、导航定位 |
| 虹云工程 | 航天科工集团 | 第一阶段，在 2018 年发射首颗技术试验星，实现单星关键技术验证；第二阶段，到 2020 年底发射 4 颗业务星，组建小星座；第三阶段，到 2025 年底实现 156 颗卫星组网运行，完成天地融合系统建设，达到全面运营条件 | 156 颗低轨 | 卫星互联网 |

资料来源：通信技术、开源证券研究所

**全球卫星产业收入逐年稳定增长。**2018 年，全球卫星产业收入为 2774 亿美元，同比增长 3.3%。2015 年到 2018 年，全球卫星产业收入增速趋于稳定，保持在 3%左右。

**图8：全球卫星产业收入稳定增长**




数据来源：美国卫星产业协会、开源证券研究所

**卫星互联网产业链上游有望率先受益。**目前国内低轨卫星互联网正在起步阶段，主要投资集中于空间段和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中的地面站建设将是优先受益环节。随着组网的成熟以及基础设施环节逐渐落地，中游地面设备与运营环节将明显受益，下游应用服务有望推进。

## 2.3、 卫星互联网产业链由卫星制造、卫星发射、地面设备和卫星运营及服务构成

**卫星互联网产业链分为卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四个部分。**其中，卫星制造分为卫星平台和卫星载荷；卫星发射包括火箭制造和发射服务；地面设备包括固定地面站、移动站和用户终端；卫星运营及服务包含卫星移动通信服务、宽带广播服务和卫星固定服务。根据赛迪智库测算，预计到 2030 年，中国卫星互联网整体市场规模可达千亿。

**表16：卫星互联网产业链包括卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营与服务**

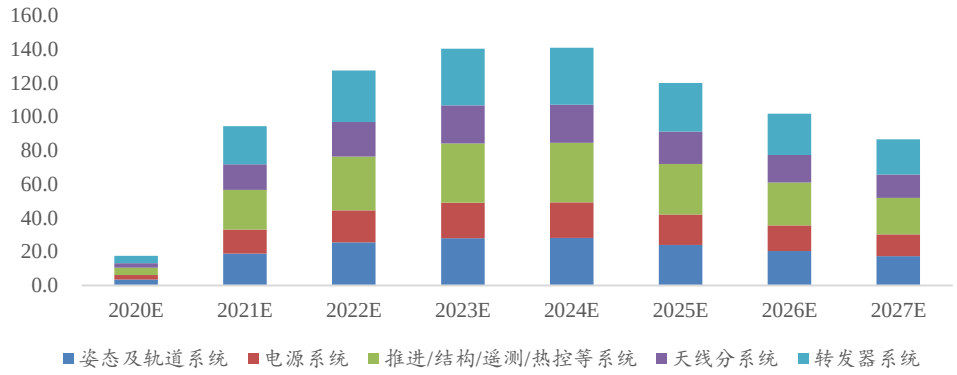
| 产业链 | 细分 | 具体 |
|---|---|---|
| 卫星制造 | 卫星平台 | 遥感测控系统、供电系统、结构系统、推进系统、数据管理系统、热控系统、资轨控制系统 |
| | 卫星载荷 | 天线分系统、转发器分系统、其它组件 |
| 卫星发射 | 火箭制造 | 推进系统、箭体制造、遥测系统、其他组件、发动机制造、制导和控制系统、安全自毁系统 |
| | 发射服务 | 火箭控制系统、逃逸系统、发射及遥测系统、发射场建设 |
| 地面设备 | 固定地面站 | 天线系统、发射系统、接收系统、信道终端系统、控制分系统、电源系统、卫星运控中心、卫星测控站 |
| | 移动站 | 集成式天线、调制解调器、其它设备 |
| | 用户终端 | 零部件、终端设备 |
| 卫星运营及服务 | 卫星移动通信服务 | 移动数据、移动语音 |
| | 宽带广播服务 | 卫星电视服务、卫星广播服务、卫星宽带服务 |
| | 卫星固定服务 | 转发器租赁、管理网络服务 |

资料来源：赛迪顾问、开源证券研究所

### 2.3.1、 卫星制造：投资将迎来高峰，成本提升空间较大

**预计 2023 年我国低轨卫星互联网卫星制造环节将迎来投资高峰。**卫星制造根据完成功能不同，可分为卫星通用平台及有效载荷两大系统。平台系统保障基础工作，包括姿态及轨道系统、电源系统和推进、结构、遥测、热控等系统；载荷系统体现差异化功能，包括天线分系统和转发器系统。2020 年是卫星互联网元年，根据未来智库数据，预计 2023 年左右我国低轨卫星互联网卫星制造环节投资规模将迎来高峰。

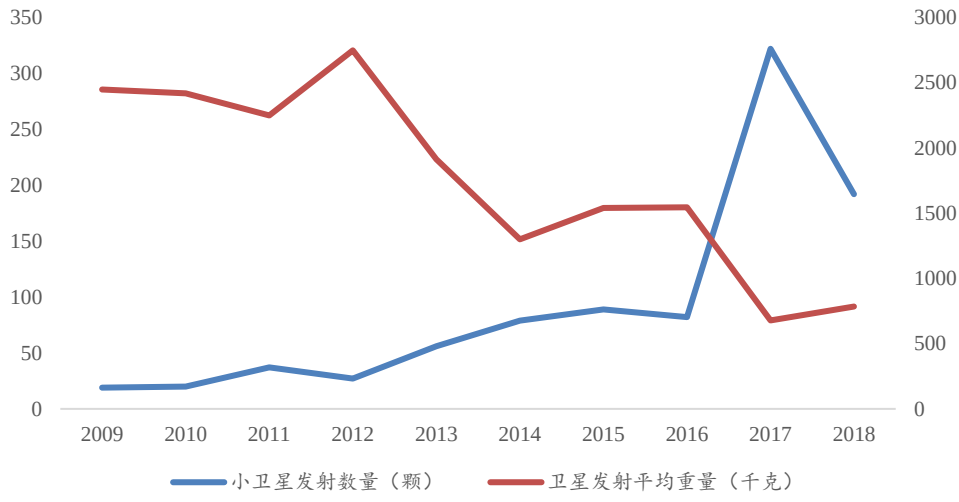
**图9：我国低轨卫星互联网卫星制造投资规模预计将在 2023 年迎来高峰**




数据来源：未来智库、开源证券研究所

**我国小卫星发射占比不断提高，卫星发射平均重量持续下降。**得益于小卫星在模块化和标准化方向的发展，以及制造成本和研制时间的降低，我国小卫星发射数量从 2009 年的 19 颗增长到 2018 年的 192 颗，占比从 29%增长到 77%。发射卫星的平均重量从 2009 年的 2448 千克，下降到 2018 年的 784 千克。小卫星占比不断提高，卫星发射平均重量持续下降。

**图10：2009 年以来我国小卫星发射数量逐渐增多，卫星发射重量逐渐降低**




数据来源：中国产业信息网、开源证券研究所

**我国卫星制造成本提升空间较大，相关公司有望受益。**根据《2018 年中国商业航天产业投资报告》数据显示，预计到 2025 年前我国将发射约 3100 颗商业卫星，单颗卫星制造成本为 429 万美元，而 StarLink 和亚马逊单颗卫星的制造成本仅为 50 万和 100 万美元。对比来看，我国卫星制造成本仍有进一步优化空间，未来卫星制

造企业有望提升其毛利率和竞争力，或将持续受益。

**表17：我国卫星制造成本与国外相比仍有较大提升空间**

| 星座计划 | 计划卫星颗数 | 单颗卫星制造成本（万美元） | 总投入成本（亿美元） |
|---|---|---|---|
| 中国 | 3100 | 429 | 132.99 |
| StarLink | 42000 | 50 | 210 |
| 亚马逊 | 3236 | 100 | 32.36 |

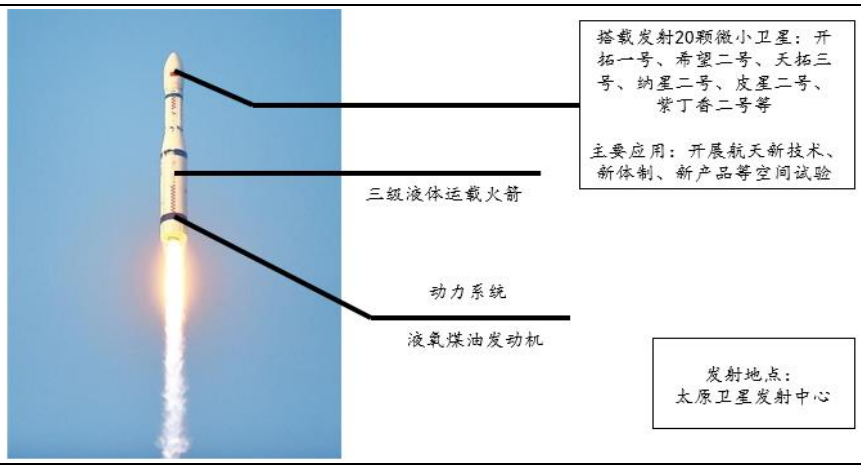
资料来源：2018 中国商业航天产业投资报告、开源证券研究所

### 2.3.2、 卫星发射：成本不断下降，商业航天发展稳步推进

**火箭回收技术可提高火箭重复利用率，降低成本。**火箭回收技术，是指火箭发射后回收并重复使用的技术，可实现资源的回收利用，提高火箭的重复利用率，降低成本。据 SpaceX 官网显示，其“猎鹰 9 号”火箭第一次发射时的报价为 6198 万美元，第 13 次发射时报价仅为 288 万美元，为首次报价的 4.65%，大幅降低了发射成本。

**“一箭多星”配合火箭回收技术进一步推动发射成本下降。**卫星发射环节主要包括火箭制造以及发射服务。火箭制造包括推进系统、箭体制造、遥测系统、发动机制造、制导和控制系统、安全自毁系统和其他组件；发射服务包括火箭控制系统、逃逸系统、发射及遥测系统和发射场建设。近年来，我国火箭发射技术实现明显突破，“一箭多星”、火箭回收利用等技术直接推动了发射成本的降低。

**图11：2015 年长征六号曾创下我国“一箭 20 星”记录**

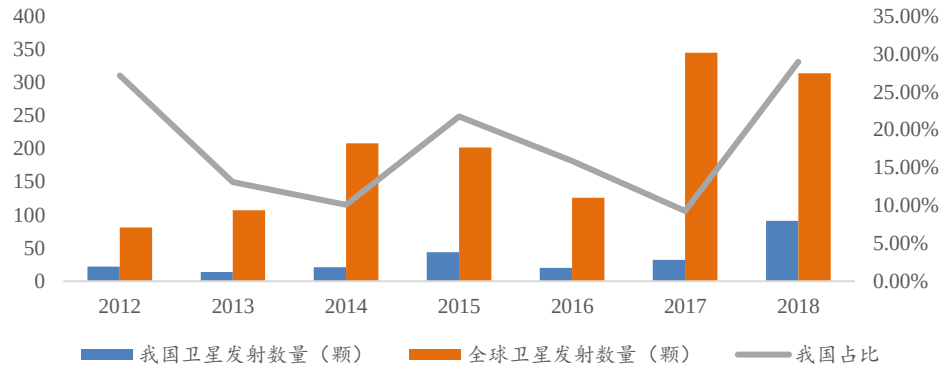



资料来源：中国产业信息网

**火箭院首创“天地一体化+商业运营”新模式，我国商业航天发展稳步推进。**“十三五”期间，我国运载火箭技术研究院研制的火箭先后为老挝和白俄罗斯等国提供国际商业发射服务。2015 年，火箭院在老挝一号广播通信卫星项目中首创“天地一体化+商业运营”新模式，拓展了国际商业发射市场新思路，增强了长征系列运载火箭的国际竞争力。随着火箭发射技术的提升，商业发射将逐渐成为主流，有望发展出个性化的差异定价新标准，带动发射成本继续降低，提升产业链经济效益。

**预计未来我国卫星发射数量受益卫星互联网建设将继续增加。**2012 年以来，由于卫星小型化技术的快速发展及其商业模式的不断成熟，全球卫星发射数量总体呈上升趋势。2018 年，全球卫星发射数量为 314 颗。其中，我国卫星发射数量 91 颗，占比达 28.98%，均创历史新高。长远来看，随着卫星互联网建设不断落地，我国卫星发射数量或将继续增加。

图12：2018 年我国卫星发射数量创历史新高

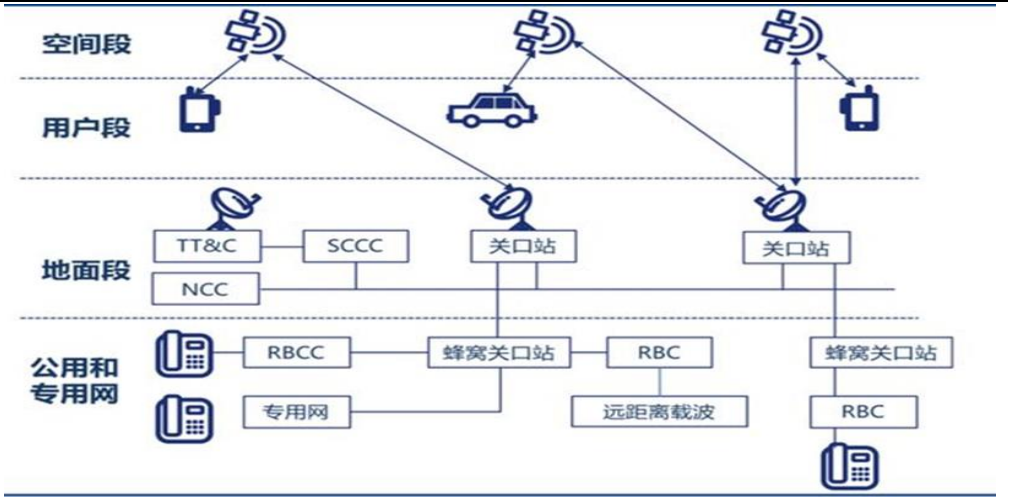



数据来源：艾瑞咨询、开源证券研究所

### 2.3.3、 地面设备：重要环节，终端市场容量有望提升

**地面段建设是卫星互联网行业重要环节。**卫星通信系统属于空间基础设施，由空间段、地面段、用户段三部分组成。地面段通常包括关口站、网络控制中心和卫星控制中心，可对卫星进行跟踪、监测，控制通信系统的正常营运，是卫星互联网行业重要环节。

图13：地面段控制通信系统的正常营运，是卫星互联网的重要环节




资料来源：中国产业信息网

**地面设备主要包括固定地面站、移动式地面站和用户终端。**固定地面站主要包括天线系统、发射系统、接收系统、信道终端系统、控制分系统、电源系统、卫星运控中心和卫星测控站；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。

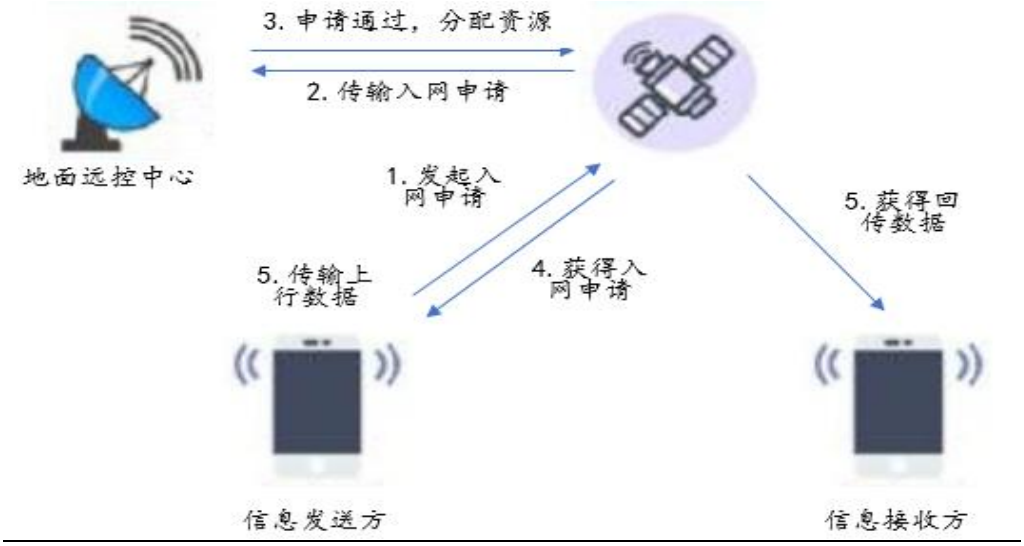
图14：地面设备细分环节包括固定地面站、移动式地面站和用户终端三部分




资料来源：《“新基建”之中国卫星互联网产业发展研究白皮书》

**星间链路的建设可降低地面段的复杂度和投资成本。**在网状组网方式架构下，卫星间会架设星间链路，用户无需经过地面网络系统，可直接接入卫星互联网络，从而降低对地面网络的依赖，降低地面段的复杂度及投资成本。

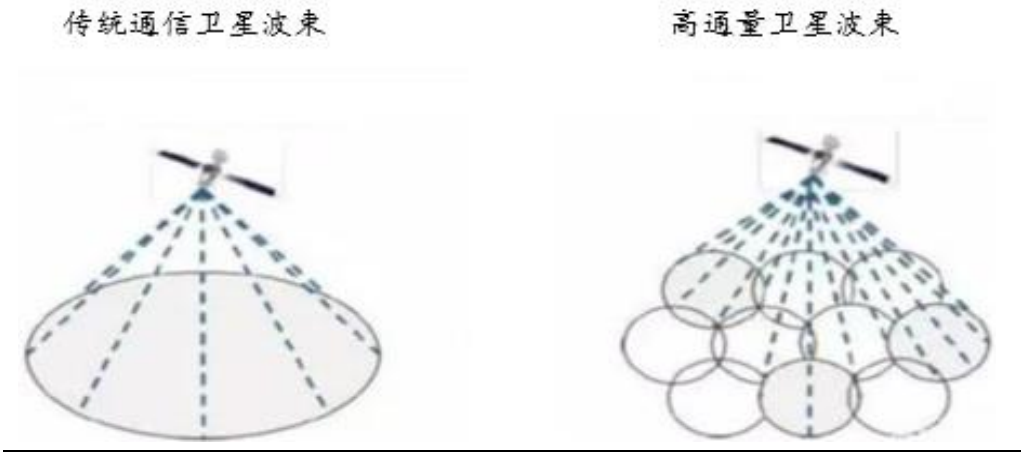
图15：建设星间链路可降低对地面网络的依赖度




资料来源：未来智库

**多波束天线技术可使卫星通信区域覆盖更广阔。**多波束技术是提高卫星通信能力的重要手段之一。相控阵与高速数字信息处理技术和电控有源元器件结合，能够实现精准的波束指向控制和波束赋形，不仅能够提高卫星天线增益，还能覆盖更加广阔的地面区域，是未来发展的核心方向。

图16：多波束天线技术可使卫星通信实现更广阔的区域覆盖




资料来源：未来智库

**移动终端受益卫星用户规模增长，未来市场容量有望达400亿元。**截至2018年，我国卫星通信市场用户仅30万左右，随着卫星互联网的部署，更多业务支撑将带来卫星用户规模增长，移动终端面临升级换代及新增的需求。按照民用终端、单兵手持终端、军用车船舰载及民航终端分别为0.8万元/部、2万元/部、20万/部估算，我国卫星移动通信终端市场容量有望达400亿元。

表18：预计未来我国卫星移动通信终端市场容量约为400亿元

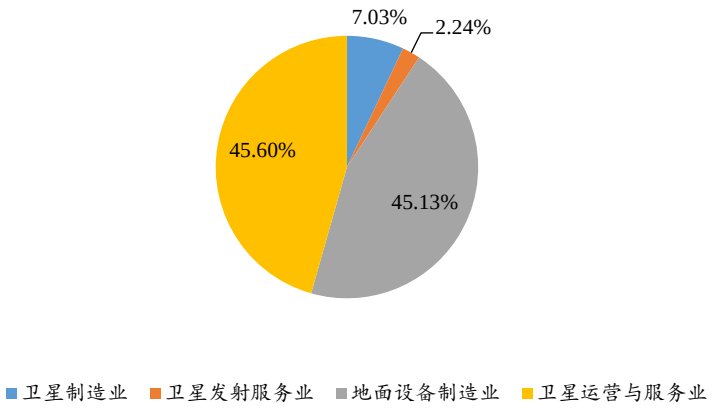
| 应用领域 | | 预估单价（万元） | 终端数量估算（万） | 市场容量（亿元） |
|---|---|---|---|---|
| 民用 | 森林防火 | 0.8 | 50 | 40 |
| | 户外探险 | 0.8 | 75 | 60 |
| | 减灾救灾 | 0.8 | 45 | 36 |
| | 海洋渔业 | 0.8 | 30 | 24 |
| | 民航终端 | 20 | 0.2 | 4 |
| 军用 | 单兵 | 2 | 50 | 100 |
| | 武警 | 2 | 10 | 20 |
| | 车船舰载 | 20 | 6 | 120 |
| 总计 | | | | 404 |

资料来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

### 2.3.4、卫星运营及服务：价值链占比最高，应用广泛

**运营服务是卫星产业价值链中占比最高的环节，通信卫星运营是重要组成。**随着技术进步、市场需求增长和商业化程度的提升，卫星在通信、气象、遥感、广播、导航等领域均发挥重要作用，应用领域不断丰富。根据美国卫星产业协会统计数据显示，2018年全球卫星产业总收入为2774亿美元，同比增长3.3%；卫星服务实现收入1265亿美元，占卫星产业收入的45.6%。其中，通信卫星运营是卫星服务业的重要组成，包括卫星广播、卫星固定、和卫星移动服务等。

图17：卫星产业价值链中，卫星运营与服务占比最高




数据来源：美国卫星产业协会、开源证券研究所

**北斗三号系统全面建成，推动产业再上新台阶。**2020 年 7 月，北斗三号全球卫星导航系统正式开通，我国成为世界上第三个独立拥有全球卫星导航系统的国家。随着该系统全面建成，我国卫星导航与位置服务产业将步入长期稳定增长阶段，根据中国卫星导航定位协会此前发布的《2020 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》数据显示，2019 年我国卫星导航与位置服务产业总体产值达 3450 亿元，未来有望形成数万亿规模的时空信息服务新市场。目前，国家正积极推进“新基建”发展战略，而基于北斗精准时空技术的应用，正是新型基础设施建设迈向数字化、智能化，实现升级改造不可或缺的重要抓手，将成为推进卫星导航与位置服务产业发展的重要力量。

表19：北斗全球卫星导航系统全面建成，性能进一步提升

| 服务类型 | | 服务性能 | 信号/频段 |
|---|---|---|---|
| 全球范围 | 定位导航授时 | 空间信号精度优于 0.5 米；全球定位精度优于 10 米，测速精度优于 0.2 米/秒，授时精度优于 20 纳秒；亚太地区定位精度优于 5 米，测速精度优于 0.1 米/秒，授时精度优于 10 纳秒 | B11、B31<br>B1C、B2a、B2b |
| | 全球短报文通信 | 单次通信能力 40 汉字(560 比特) | 上行：L<br>下行：GSMC-B2b |
| | 国际搜救 | 按照国际搜救卫星系统组织相关标准，与其他卫星导航系统共同组成全球中轨搜救系统，服务全球用户，同时提供返向链路 | 上行：UHF<br>下行：SAR-B2b |
| 中国及周边地区 | 星基增强 | 按照国际民航组织标准,服务中国及周边地区用户,支持单频及双频多星座两种增强服务模式,满足国际民航组织相关性能要求 | BDSBAS-B1、BDSBAS-B2a |
| | 地基增强 | 利用移动通信网络或互联网络,向北斗基准站网覆盖区内的用户提供米级、分米级、厘米级、毫米级高精度定位服务 | 2G、3G、4G、5G |
| | 精密单点定位 | 服务中国及周边地区用户,提供动态分米级、静态厘米级的精密定位服务 | PPP-B2b |
| | 区域短报文通信 | 服务容量提高到 1000 万次/小时,接收机发射功率降低到 1-3 上行瓦,单次通信能力 1000 汉字(14000 比特) | 上行：L<br>下行：S |

资料来源：《2020 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》、开源证券研究所

**地理信息行业创造的市场需求为中国遥感卫星行业发展提供持续动力。**我国地理信息行业自转型以来，产业输出向着高质量方向发展。随着行业规模壮大，产业结构不断优化，新的产品、业态和服务不断涌现，基于定位、导航、地图等服务的政府

需求、经济需求和社会需求不断上涨。遥感卫星可以提供高分辨率图像和遥感大数据共享，是提升位置、导航和地图服务精度和质量的重要手段。

**表20：下游需求是我国遥感卫星行业发展的重要动力**

| 分类 | 应用 |
|---|---|
| 政府需求 | 数字、智慧城市；自然资源调查、监测；国土资源规划；防灾减灾 |
| 经济需求 | 位置与定位服务；高精度地图与自动驾驶融合 |
| 社会需求 | 便利餐饮、旅游、娱乐的民用手机地图；车载导航；智能穿戴 |

资料来源：头豹研究、开源证券研究所

# 3、 星链计划作为卫星互联网的领头雁之一

## 3.1、 为全球用户提供低延时网络通信，分三步实现全球组网

**星链（Starlink）计划是 SpaceX 于 2015 年推出的为全球用户提供高速快捷卫星网络通信的计划，目前已发射 1205 颗“星链”卫星。**2015 年，SpaceX 公司提出 StarLink 计划，利用大量低轨高通量卫星组成星座，为全球用户提供高速快捷的网络通信。根据 SpaceX 官网信息，美国东部时间 2021 年 3 月 4 日上午，SpaceX 将新一批 60 颗 Starlink 互联网卫星送入轨道，这次发射使已发射 Starlink 卫星总数达到 1205 颗。

**表21：星链计划目前已发射 1205 颗“星链”卫星**

| 时间 | | 发射“星链”卫星颗数 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 2018 年 | | 2 | 测试卫星 |
| 2019 年 | | 120 | - |
| 2020 年 | | 833 | - |
| 2021 年 | 1 月 | 60+10 | 1 月 24 日 SpaceX 首次自营拼单发射任务把 10 颗“星链”部署到极轨道 |
| | 2 月 4 日 | 60 | - |
| | 2 月 15 日 | 60 | - |
| | 3 月 4 日 | 60 | - |
| 总计 | | 1205 | - |

资料来源：Starlink Rumors、开源证券研究所

**Starlink 具有低延时、易于设置和兼顾偏远地区三大优势。**首先，Starlink 卫星比传统卫星接近地球 60 倍以上，并采用网状组网架构，可降低延迟。其次，Starlink 套件附带连接上网所需的所有物品，易于设置。且 Starlink 不受传统地面基础设施的束缚，可将高速宽带传送到农村偏远地区，为郊区和市中心外居民增加上网机会。

**表22：Starlink 具有低延时、易于设置和兼顾偏远地区三大优势**

| 优势 | 详细 |
|---|---|
| 低延时 | Starlink 卫星比传统卫星接近地球 60 倍以上，采用网状组网架构，具有传统卫星互联网无法提供的支持服务能力 |
| 易于设置 | Starlink 套件中附带连接上网所需的所有物品，包括 Starlink、Wi-Fi 路由器、电源、电缆、三脚架，用户需下载 Starlink 应用程序以确定最佳安装位置 |
| 兼顾偏远地区 | 不受传统地面基础设施的束缚，可将高速宽带 Internet 传送到访问不可靠或完全不可用的位置，并为郊区和市中心以外的人们增加上网机会 |

资料来源：卫星界、开源证券研究所

**Starlink 分三步实现全球组网，共发射约 1.2 万颗卫星。**StarLink 计划分为三步：第一步，发射 1600 颗低轨近地卫星实现初步覆盖，分布 32 条轨道，每条轨道 50 颗卫星；第二步，分四组共发射 2825 颗卫星实现全球组网，每组轨道数和轨道倾角有所不同；第三步，发射 7518 颗卫星组成低轨星座。其中，前两步卫星工作频率在传统的 Ka、Ku 波段，第三步在频率 40GHz 到 75GHz 的 V 波段。

**表23：Starlink 计划分三步实现全球组网**

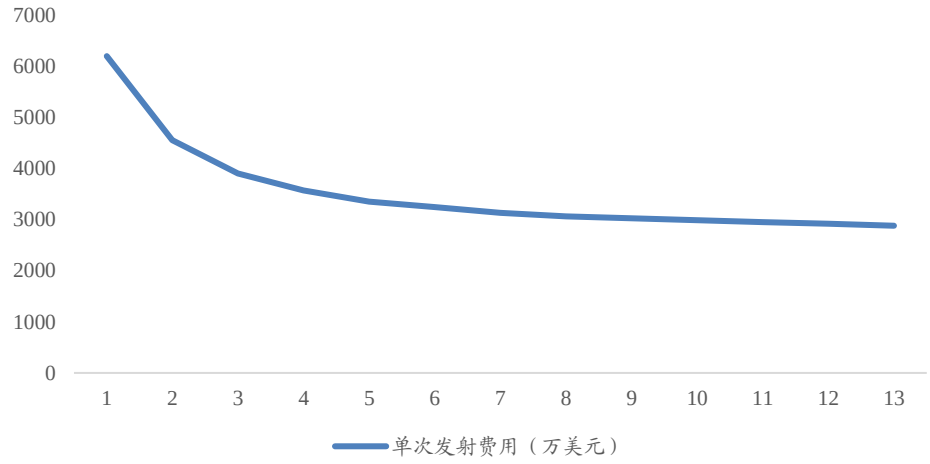
| | 卫星数量 | 部署目标 | 轨道数 | 轨道倾角 | 工作频段 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第一步 | 1600 颗 | 实现初步覆盖 | 32 | 53 度 | Ka/Ku 波段 |
| 第二步 | 2825 颗 | 实现全球组网 | 32 | 53.8 度 | |
| | | | 8 | 74 度 | |
| | | | 5 | 81 度 | |
| | | | 6 | 70 度 | |
| 第三步 | 7518 颗 | 组成低轨星座 | - | - | V 波段 |

资料来源：立鼎产业研究、开源证券研究所

## 3.2、 火箭回收技术、相控阵天线和激光互联技术加速星链计划落地

**火箭回收技术可提高火箭重复利用率，降低成本。**火箭回收技术，是指火箭发射后回收并重复使用的技术，可实现资源的回收利用，提高火箭的重复利用率，降低成本。据 SpaceX 官网显示，其“猎鹰 9 号”火箭第一次发射时的报价为 6198 万美元，第 13 次发射时报价仅为 288 万美元，为首次报价的 4.65%，发射成本大幅降低。

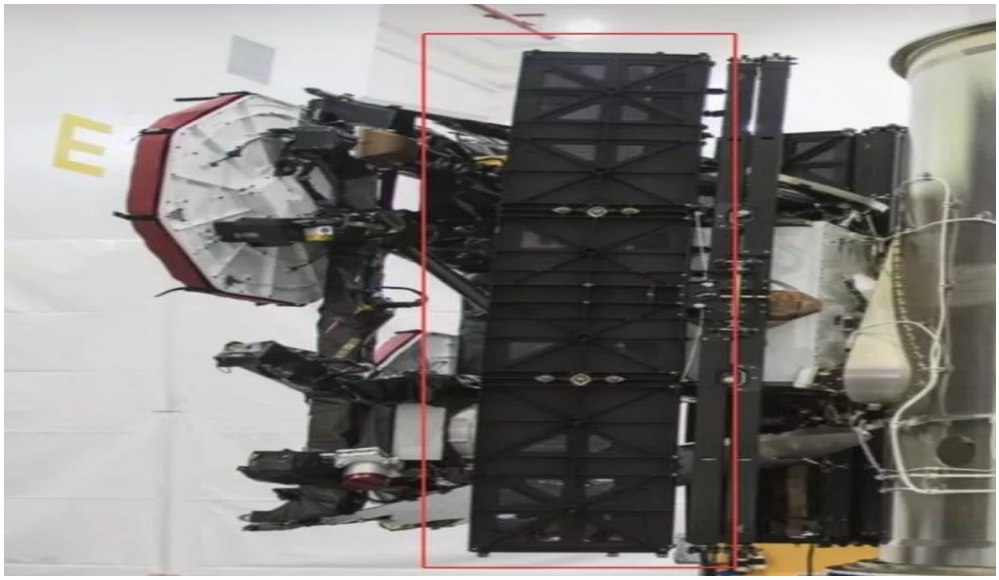
**图18：火箭回收技术使 SpaceX 火箭单次发射成本大幅降低**




数据来源：未来智库、开源证券研究所

**与传统透镜或反射镜等固定天线不同，相控阵天线可通过数字域或模拟域的调幅调相，实现更为灵活和精准的天线辐射模式。**Starlink 卫星相控阵平板天线采用波束成形技术，面向单星覆盖范围给指定区域业务提供高增益波束。终端侧圆形平板相控阵天线，通过波束成形技术自动跟踪接入卫星，在多波束情况下可支持同时与多颗卫星相连，保障终端在不同星间切换时的无缝通信。

图19：Starlink 卫星相控阵平板天线可提供高增益波束



资料来源：米风感知科技

**激光互连具有低延迟、数据共享以及安全性等优势。**SpaceX 完全互连的星链网络的目标是将延迟降低至 8ms，并将单个连接的带宽限制提高到千兆位或更高。另外，SpaceX 已成功测试两个在轨道上具有卫星间链接的卫星，允许其在两个航天器之间传输数百千兆字节的数据。同时，激光通信更加安全的特性，使其更加吸引要求高数据安全性的政府和银行等用户。2021 年 1 月 24 日，SpaceX 发射的最新一批 Starlink 卫星配备了激光链路，马斯克预计 2022 年发射的所有 Starlink 卫星都将配备激光星间链路。

表24：目前激光通信领域已出现多款产品，SpaceX 处于领先地位

| 产品 | 背景 |
|---|---|
| Space Lasers | SpaceX 最近成功完成测试，两颗在轨卫星通过太空激光系统传输数百 GB 数据 |
| VSOTA | 日本 NICT 于 2018 年发射超小型激光通信终端 VSOTA，并将其运行于太阳同步轨道 |
| OPTEL-u | ESA 于 2018 年发射 OPTEL-u 微型激光终端 |
| LCRD | 2020 年 1 月，LCRD 飞行有效荷载被交付给诺斯罗普格鲁曼公司，有效荷载将被整合到美国空军“太空测试计划卫星 6” |
| ILLUMA-T | 2023 年，美国 NASA 计划发射光子集成 ILLUMA-T 终端至 ISS，通信收发机采用光电子集成技术 |

资料来源：Starlink 官网、开源证券研究所

## 3.3、 星链计划与自动驾驶、远程医疗、高清直播和太空云通信形成配套体系

**星链计划和 Tesla 自动驾驶汽车可形成协同作用。**车辆的车载设备通过无线通信技术，在车辆运行时不仅能够为车与车之间的距离提供保障，还可以帮助车主实时导航，提高交通运行效率。Tesla 使用 Starlink 服务，一方面可将卫星接收器添加到 Tesla 车辆中，使每种 Tesla 车型都可直接连接到 Starlink 网络，另一方面 Tesla 可通过 Starlink，将无线软件更新推送到其所有车辆。

图20：星链 FCC 应用揭示移动车辆中的卫星互联网计划



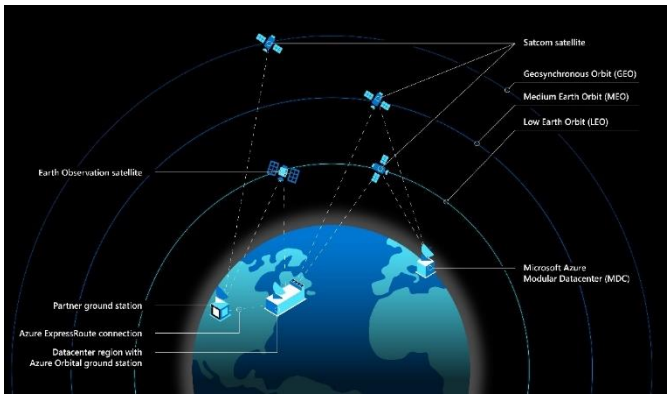

资料来源：TESLARATI

**星链计划应用于远程医疗，帮助土著部落成员进行医疗保健服务。**远程医疗是指依托计算机技术和遥感、遥测、遥控技术，发挥大医院或专科医疗中心的医疗技术和医疗设备优势，对医疗条件较差的偏远地区、海岛或舰船上的伤病员进行远距离诊断、治疗和咨询，不仅可以降低运送病人的时间和成本，还可以使医生突破地理范围的限制，共享病人病历，诊断照片。2020 年 12 月，SpaceX 与加拿大 FSET 信息技术公司合作，将 Starlink 互联网服务带入土著部落。目前，其 3000 名成员已经能够享受医疗保健服务等各项内容。

**星链计划助力 VR 高清直播。**VR 是一种能够创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，它利用计算机生成模拟环境，使用户沉浸其中，具有沉浸性、交互性、和自主性等特性。2018 年 9 月，SpaceX 宣布日本亿万富翁企业家前泽友作成为 SpaceX 绕月飞行任务的第一位付费乘客。该计划预计于 2023 年实施，旅程将进行高清 VR 直播，SpaceX 会使用星链计划的中继卫星来处理月球远端的通信死角。

**星链计划可将云计算推向太空。**云计算是基于互联网，将共享的软硬件资源和信息按需提供给计算机和其他设备的计算方式。其中，提供资源的网络被称为“云”。2020 年 10 月，微软宣布推出 Azure Space 云计算平台，该平台与 Starlink 合作，将为 Azure 模块化数据中心提供高速、低延时的卫星宽带。灵活的卫星通信加上 Azure 提供的高性能计算、机器学习和数据分析能力，有助于进一步满足客户需求。

图21：星链计划加持，微软发布“云上太空”




资料来源：Microsoft Azure

# 4、 6G 技术的突破可能体现在超维度天线技术、天地大融合技术和太赫兹波段使用技术等方面的创新和进展

**随着大数据社会的持续演进和广泛化，频谱资源在不断的减少然而数据容量要求被不断的提高，更加先进的通信技术正在逐步的被提上日程。**2019 年工信部成立了 6G 研究组，名叫 IMT-2030 推进组，推动 6G 相关工作。同年 4 月，奥卢大学举办了世界首个 6G 峰会，主题为“为 6G 的到来铺平道路”。峰会中各方集体展望未来，更有媒体声称美国将跳过 5G 与中国在 6G 上展开竞争。6G 的综合性能也预期将是 5G 的 10-100 倍，其**各类技术指标也将进一步提高：空口延迟低于 0.1ms、网络深度覆盖率达到 100%、毫米级感知定位、功耗大幅度降低、传输带宽将达到千 G 级、连接设备密度达到每立方米数百个。**

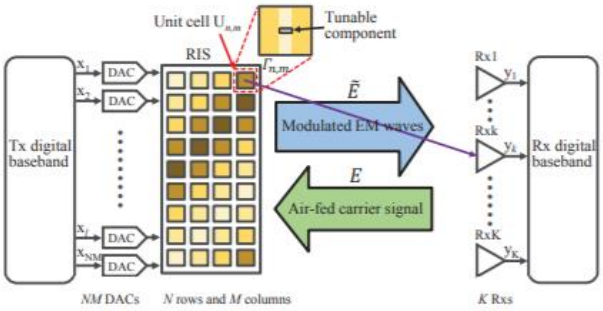
**6G 的应用场景基于 5G 但是更加广阔：空中高速上网**（超越 5G 的广覆盖，实现 100%深度覆盖，空天地皆可上网）、**全息通讯**（以更加逼真的视觉、触觉和嗅觉等多维感官数据还原和赋能虚拟世界的真三维显示能力）、**进阶智能工业**（实现毫米级定位，深度参与工业制造中，实现工业互联网更先进的解决方案）、**人体智能孪生**（通过无数的人体传感器对人体重要器官和各系统实现实时监控，实现人体数据在虚拟世界的孪生）、**智能移动载人平台**（智能车联网的进阶，将汽车，各类飞行器，巡舰等各类载人工具组网）等方面，**目前 6G 技术的趋势在于超维度天线技术、天地大融合技术和太赫兹波段等方面。**

## 4.1、 超维度天线技术（XDimension MIMO）的部分创新在于智能超表面（RIS）和电磁波角动能的应用

### 4.1.1、 智能超表面（RIS）的天线可以更智能的重构传播环境，是实现超维度天线技术的一个重要方向

**智能超表面（RIS）的创新可以完成智能波束复形，来更智能的重构传播环境，进行高效率的信号转发，以此来优化 MIMO。**不同于常规超材料表面，智能超表面（RIS）不仅依赖于精密的的几何结构以及尺寸的大小，而且在此基础上更是是运用软件算法控制超材料表面的电磁反射单元来实时处理和反射电磁波。运用 RIS 的无线转换器可以跳过传统的射频处理步骤直接调制基带数据，增加了效率降低了能耗。目前的 RIS 有着诸多限制，例如离散式的相位调控，未来更多的技术突破的相位调控技术将推动全息转换器进入新的层面。

**图22：MIMO 使用智能超表面**

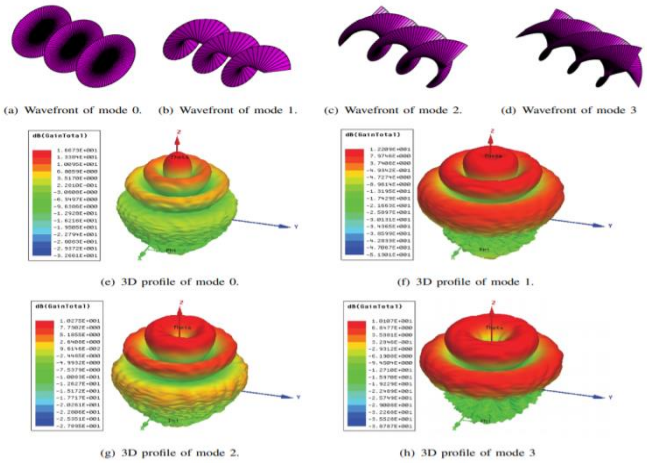



资料来源：东南大学移动通信国家重点实验室

### 4.1.2、 电磁波角动能的应用可在不消耗额外频谱和时间下增加多连和频谱效率

**超维度天线技术突破的另一个方向在电磁波的轨道角动能的运用：**近年各方在利用光子的轨道角动能能产生多束正交涡旋光的原理来创建新的 MIMO 联接方式，可以进一步优化分布设备（通过在不同的通讯设备布置天线，将多设备组网成虚拟天线阵，来达到 MIMO 的理论增长）的部署和协作，增强无线网的覆盖和降低系统部署的复杂性和高架信号的配置。

**图23：轨道角动能波的波前和 3D 建模**

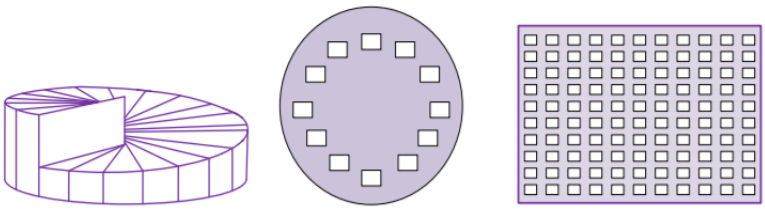



资料来源：国际电气电子工程学会

**电磁波角动能（OAM）的应用可以大幅度增加光谱的效率，同时不消耗额外的频率，时间，代码和电源域资源：**因为电磁波角动能产生的多束螺旋是正交的，可以大幅减少不同 OAM 模型的互相干扰，增加光谱效率。此外因为正交的特性，并行传输可以使用多个 OAM 模型解析。

**电磁波角动能（OAM）的另一大用处就是增加了多连的方式而且不消耗额外的频谱资源和时间。**传统的非正交多接入是用不同的电源域资源区分用户，而正交接入可以用不用的 OAM 模型来区分。

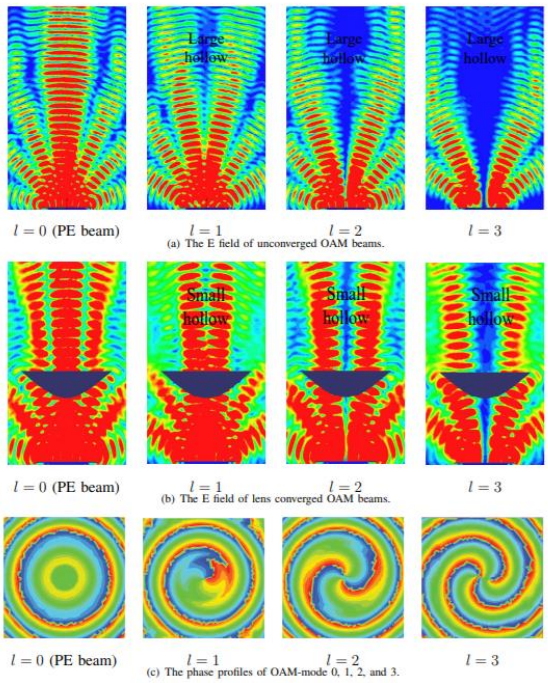
**图24：三种无线电涡旋信号产生天线结构：螺旋相位板式，均圆阵列和超表面**




资料来源：国际电气电子工程学会

**同时抗干扰潜力是 OAM 的另一发展前景：**传统的跳频技术来防干扰已经到了瓶颈，而 OAM 模型的跳频技术不但可以在窄带上还可以同时宽带上提高无线抗干扰能力。

图25：多个 OAM 模型相位图像显示抗干扰潜力




资料来源：国际电气电子工程学会

## 4.2、 天地大融合技术是针对天基多层子网和地面蜂窝多层子网组成的多重形态立体异构空天地融合的通信网络

**天地大融合技术通过建立弹性可重构的网络架构、高效的天基计算、空天地统一的资源管控机制、高效灵活的移动性管理与路由机制，进行天地的智能频谱共享、极简极智接入、多波束协同传输和统一的波形、多址、编码等设计**。未来用户只需携带一部终端，便能实现全球无缝漫游和无感知切换。

图26：空天地融合技术拥有立体异构网络



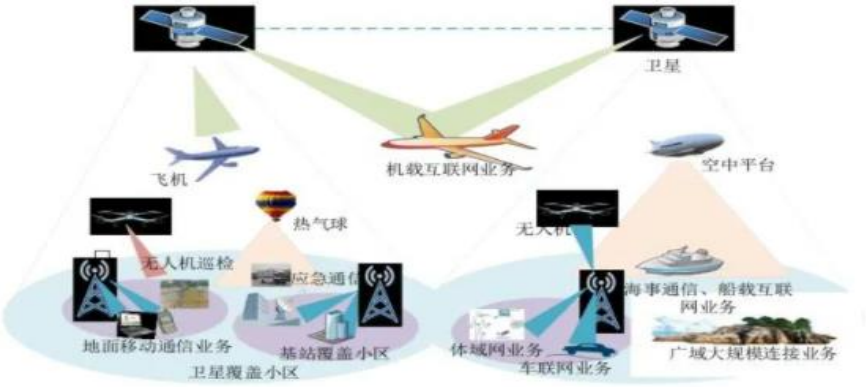

资料来源：6G 愿景与技术趋势白皮书

**空天地一体化网络建设对我国具有重大意义。**空天地一体化网络通过提供全时空信息连续支撑能力，实现“一带一路”周边区域覆盖以及“四海两边两洋”覆盖，满足陆上重要经济带、海外热点区域等信息服务的需求。快速发展空天地一体化网

络技术，形成完善网络体系，有利于占领空天技术制高点，抢占资源和技术的先机。目前，发展空天地一体化信息网络已成为 6G 共识，并认为技术融合需要在 5G 时代起步实践，在 6G 时代全面实现。

**空天地一体化网络可在多种业务场景发挥重要作用。**对于环境监测、森林防火、无人机巡检、远洋集装箱信息收集等具有海量连接的通信业务场景，空天地一体化网络可有效扩大覆盖范围，满足更大连接和更低功耗的需求。针对探险活动中人员发生身体异常，通过广覆盖的空天地一体化网络可以通知就近医疗护理人员，将大量人体数字孪生数据同步给远程会诊的高级医疗人员。另外，车联网业务要求在较大范围内实现高可靠、低时延通信，利用空天地网络的广域覆盖性可满足百千米范围内车辆和路测系统的信息传输需求和实时通信。

**图27：空天地一体化融合业务涉及领域众多**




资料来源：未来移动通信论坛

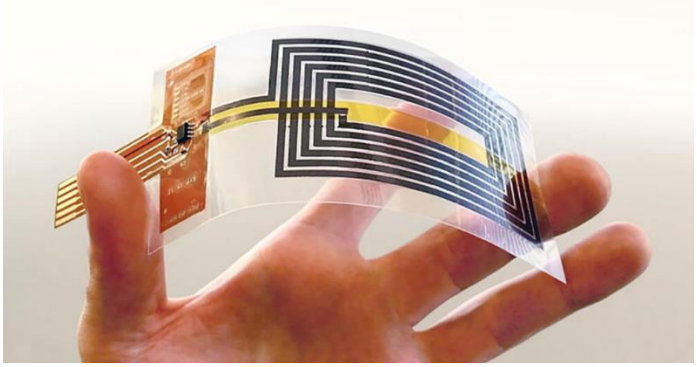
## 4.3、 太赫兹波通信发展体现在材料，架构，组网和编码的创新

目前以太赫兹（Terahertz）为基础的无线通信技术正在不断的成熟，有望无缝连接光纤链路和无线设备，达到有线无线的速率收敛。目前为了增加太赫兹波的传输距离，行业内的研发进展可以分为以下几个大方向：

**（1）使用超大规模 MIMO（UM-MIMO）概念解决太赫兹波的短距离传输瓶颈**

A. 等离子纳米材料天线列阵：2014 年纽约州立大学电机工程教授的 Josep Miquel Jornet 和乔治亚理工无线网实验室的 Ian F. Akyildiz 便以证明了单原子石墨烯纳米可以支持表面等离子极化元（SPP）在太赫兹频率的传播。可先将太赫兹波沿金属-电介质传播得到 SPP，再用等离子天线传到。因为 SPP 在无障碍的空间传播中低于电磁波，导致 SPP 波长短于电磁波，所以等离子天线可以小于金属天线，方便我们集成大规模的 2D 天线列阵。

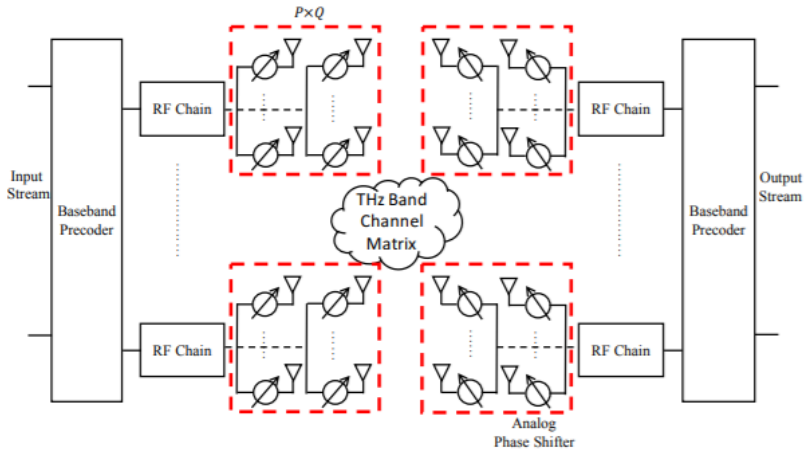
图28：石墨烯弹性天线可实现弯曲



资料来源：ScienceDirect

B. 动态 UM-MIMO：能源有限时可以用千个天线单元组网一起控制高获取窄波束来增加信噪比。因为太赫兹波段在空间域里有充足的不相干的传播路径，支天线网将自身的数据空间复用到同一个太赫兹载波里来增加用户数据传输率。调控波速宽和空间复用程度可以调控距离和性能。

图29：动态 UM-MIMO 由多个附属支天线网组成，支天线网可再组网



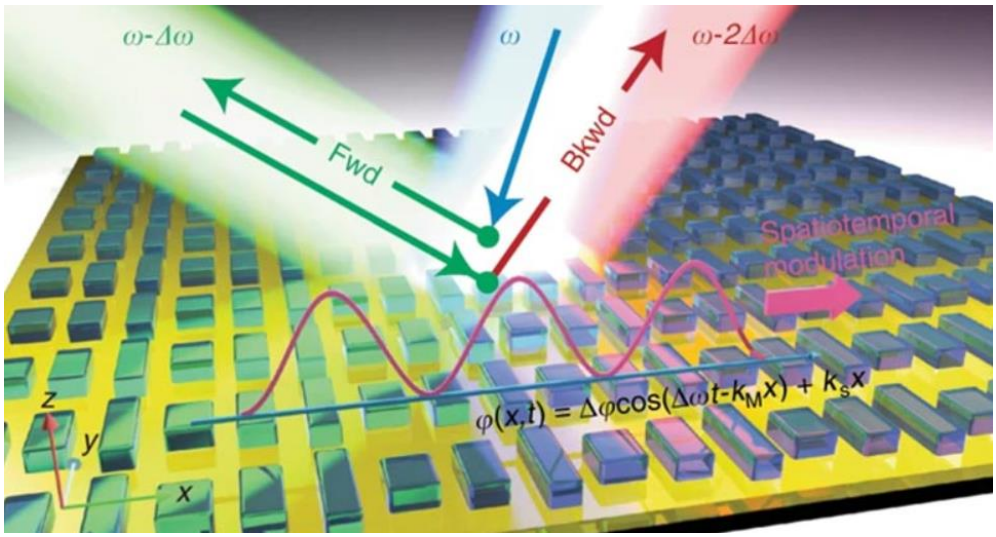

资料来源：国际电气电子工程学会

C. 多带 UM-MIMO：为了最大化太赫兹频道，另一个研究方向就是在天线阵列中加入不同长度的天线，或者利用可调频的石墨烯纳米天线在同一个波段解析多个光谱窗口。甚至在未来整个太赫兹频段被用成多个附属频段的集合。目前限制的首要是纳米天线技术和更先进的时空解码技术。

**（2）运用智能超表层（RIS）技术控制单元来以此改变传播环境来提升波的传播距离和解决非视线传播问题**，近期的国际电气电子工程学会做出了以下三层的猜想：

A. 超材料表面层：由小于波长的导体单元构成，可以根据波长做出调整。单元可以被互补式金属氧化半导体（CMOS）开关控制。

图30：可控制超表面材料改变光的反射方向




资料来源：SciTechDaily

B. 控制层:包含电子控制单元和开关，连接着电脑智能算法，每个开关对应着一个导体单元。

C. 网关层：连接着外部和控制层算法。可以根据情况更改通信协议。

## 5、 推荐及受益标的

和而泰旗下子公司铖昌科技主营业务为 T/R 芯片，是国内微波毫米波射频芯片领域唯一一家承担国家重大型号任务的民营企业，研发生产体系完善，受益卫星互联网，公司业绩有望进一步释放。

表25：推荐标的相关估值表

| 代码 | 公司名称 | 市值（亿元）（2021/3/16） | 收盘价（元）（2021/3/16） | EPS(元) | | PE（倍） | | 评级 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2020E | 2021E | 2020E | 2021E | |
| 002402.SZ | 和而泰 | 186.73 | 20.43 | 0.64 | 0.85 | 31.92 | 24.04 | 买入 |

数据来源：Wind、开源证券研究所

海格通信是广州无线电集团下的通讯导航领域子公司，军工通信龙头，已实现芯片、模块、天线、终端、系统、运营的全产业链布局，主要客户大部分围绕军工领域，是国内军用通讯导航的最大整机供应商。

北斗星通主营范围覆盖卫星导航产业链上中下游，产品链完善。主要产品包括北斗 GNSS 卫星导航定位产品、北斗车辆作业监控管理系统、卫星运营等，“产品+系统应用+运营服务”经营模式不断深化。四大板块业务协调发展。

杰赛科技是信息网络建设技术服务及产品的综合提供商，从技术解决方案、建设解决方案和相关网络产品等多个维度，为电信运营商（中国联通、中国移动、中国电信）、广电运营商、政府机构、公共事业部门及企事业单位提供信息网络建设综合解决方案服务及相关网络产品。

亚光科技于 2017 年收购亚光电子 97.38%股权，亚光电子的产品主要包括半导体分立器件、微波电路及组件等军品及安防与专网通信等工程类业务，其军用产品作为雷达、电子对抗和通信系统的配套组件，长期应用于各类航天器材及机载、舰

载、弹载等武器平台。

星网宇达布局卫星通信、惯性导航、智能无人系统三大板块，是国内军用和民用动中通天线设备的龙头企业，公司曾主持国家发改委卫星应用产业化项目、北京市科委卫星应用重大专项，承担总装备部国家第二代卫星重大专项、北京市经信委现代服务业应用示范项目。

**表26：受益标的相关估值表**

| 代码 | 公司名称 | 市值（亿元）（2021/3/16） | 收盘价（元）（2021/3/16） | EPS(元) | | PE（倍） | | 评级 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2020E | 2021E | 2020E | 2021E | |
| 002465.SZ | 海格通信 | 213.62 | 9.27 | 0.33 | 0.43 | 28.09 | 21.56 | 未评级 |
| 002151.SZ | 北斗星通 | 209.54 | 41.27 | 0.39 | 0.67 | 105.82 | 61.60 | 未评级 |
| 002544.SZ | 杰赛科技 | 88.97 | 13.02 | 0.26 | 0.41 | 50.08 | 31.76 | 未评级 |
| 300123.SZ | 亚光科技 | 92.60 | 9.19 | 0.45 | 0.66 | 20.42 | 13.92 | 未评级 |
| 002829.SZ | 星网宇达 | 57.05 | 36.88 | 1.24 | 1.55 | 29.74 | 23.79 | 未评级 |

数据来源：Wind、开源证券研究所（表格内公司均使用 Wind 一致预期预测数据）

## 6、 风险提示

**国家卫星建设投资不及预期。**卫星导航空间段和地面段设备主要由国家组织机构投资建设，若进度不及预期，将影响行业整体发展。

**行业竞争加剧风险。**目前国内产商已构建集芯片、模块、板卡、终端和运营服务于一体的全产业链，各子行业厂商较多，若竞争加剧，将影响行业内公司业绩。

## 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

| | | |
|---|---|---|
| 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，属于机密材料，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

**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

**北京**
地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座16层
邮编：100044
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