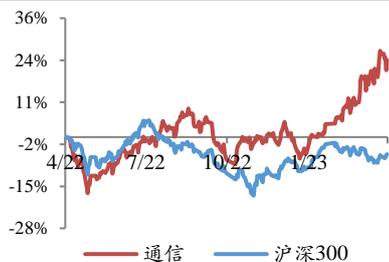


手机直连卫星带来哪些增量市场？

行业评级：增持

报告日期：2023-04-01

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：陈晶

执业证书号：S0010522070001

邮箱：chenjing@hazq.com

分析师：张天

执业证书号：S0010520110002

邮箱：zhangtian@hazq.com

相关报告

1. 国防预算稳中有升，军工信息化注入强心剂 2023-03-07
2. RedCap 模组首发，物联网迎来催化 2023-03-01
3. 智明达 2022 年业绩快报点评：收入端基本盘仍在，利润端或迎来改善

主要观点：

● 如何实现卫星连接？

通信系统作为数字经济底座的核心环节，是新型基础设施建设的重要组成部分，承载着长期建设的重大使命。然而，进入 5G 建设后周期，地面网络发展空间有限，往空间里拓展是大势所驱。但是，传统卫星通信的应用场景较为局限，唯有实现卫星与智能手机的直连，打通消费者付费的商业模式，才能迸发出更大的市场活力和成长空间。那么，首先如何实现卫星连接？

- 1) 使用专用卫星电话。传统卫星通信方式下需要使用专用卫星电话，通过卫星链接到信关站，再接入地面公共网络实现通讯功能。
- 2) 引入地面接收设备。基于卫星的通讯协议信号被地面接收设备接收后，通过无线路由器转换成 Wi-Fi 信号，手机接入上网。
- 3) 终端侧增加卫星通信芯片。在手机中单独增加相应的卫星通信芯片，通过特定为卫星频段实现紧急救助的短信功能。
- 4) 增加卫星天线增益。使用可折叠巨型相控阵天线，使得卫星发射信号具有很高的指向性和增益能力，实现手机与卫星的直连。

● 手机直连卫星的路径选择、关键技术与商业化进程几何？

目前，手机直连卫星的技术路线尚未形成统一，海外巨头苹果和高通采用专有解决方案，此外，StarLink、Lynk Global 和 AST SpaceMobile 等卫星供应商以及电信运营商也在推出各自的直连模式，这使得市场格局进一步复杂化。我们认为，从网络演进的延续性结合商业模式的可推广性来看，对地面 3GPP 移动通信体制进行适应性改进增强来实现手机直连卫星将成为主流趋势。5G NTN 关键技术包括时频同步、随机接入、HARQ、功率控制、MCS 自适应、卫星波束规划和调度等，其使用统一的空中接口，可实现手机通过卫星直接连接到蜂窝网络，构建天地融合网络。目前，进展中的手机直连低轨卫星商业项目主要包括 Starlink V2、AST SpaceMobile、Lynk Global 和 Omnispace 等。

● 手机直连卫星带来哪些增量市场？

卫星侧，星载相控阵、星间激光链路以及星上信号处理是载荷价值量最高的部分。星载相控阵拥有可以快速准确改变波束方向的能力，是与地面进行通信的最佳天线，也是提高通信卫星性能、推动其便捷应用的重要方式。从国外项目经验来看，星载相控阵通常上千至上万通道，已经具备规模经济优势。T/R 芯片是星载相控阵的核心也是成本占比最高的部分；激光通信具有通信容量大、传输距离远、保密性好、设备体积小等优点，已经成为星际传输不可替代的手段，由于目前仍处于在轨技术验证和应用示范阶段，相应的器

件成本较高，与此同时，激光的波束对准是最大的难题，通常一颗通信卫星上需要搭载多套激光通信设备；星上信号处理可以大幅降低卫星星座对地面网络的依赖，从而减少地面信关站的建设数量，尤其适合无法在全球建地面站的国家，信号处理模块主要包含 CPU、FPGA、协议栈等软硬一体，初期硬件器件成本和软件研发投入较高。

终端侧，卫星通信芯片将贡献最大的增量市场。在卫星专用频段下，手机需要额外增加一块卫星通信芯片，通常是基带射频一体化的 SoC 芯片，华为 Mate50 和 P60 通过此方式实现应急短信功能。iPhone 14 则是通过高通的 X65 调制解调器芯片实现的，X65 不仅为 iPhone 14 提供 5G 蜂窝网络连接，还可以调用 Globalstar 卫星使用的 Band n53 频率；在 NTN 技术体制下，手机芯片厂商将会推出相应的 NTN 芯片，联发科在 MWC23 会展上推出了 MT6825 3GPP NTN 芯片组，目前已经应用于摩托罗拉 defy 2 和 CAT S75 两款智能手机，未来支持卫星通信的手机 SoC 芯片将会越来越多。

● 投资建议

低轨卫星互联网的应用价值在俄乌战争中得到了催熟，长期来看是 6G 天地一体化核心组成部分。低轨卫星通信跟卫星导航和卫星遥感不同，遥感单颗星就能具备业务能力，北斗几颗到几十颗也能产出经济效益，低轨卫星互联网则需要上至少百颗星组网以后才具有实际的应用价值。因此，低轨卫星互联网跟很长一段时间内的投资机会将聚焦在卫星制造环节，尤其是卫星载荷制造及相关配套企业。其次，手机直连卫星将打开卫星互联网在民用市场的应用空间，带来星载相控阵、星间链路、信号处理以及手机芯片的全新增量市场，华为 mate60 以及下一代苹果手机发布等都有可能成为板块催化剂，此外，手机直连卫星同时也将给运营商带来 C 端新市场分成的新机遇。

建议关注：

- 1) 相控阵：铖昌科技（tr 芯片）、亚光科技（微波器件）
- 2) 信号处理：信科移动、创意信息、复旦微电（fpga）
- 3) 星间链路：光迅科技（激光器件）、光库科技（调至器）
- 4) 手机芯片：华力创通、电科芯片
- 5) 其他：普天科技（地面核心网）、震有科技（地面核心网）、天银机电（星敏）、天奥电子（时频）、佳缘科技（加密板卡）

● 风险提示

产业相关环节进展不及预期。

正文目录

1 如何实现卫星连接?	5
2 手机直连卫星的路径选择、关键技术与商业化进程几何?	7
3 手机直连卫星带来哪些增量市场?	9
4 风险提示	10

图表目录

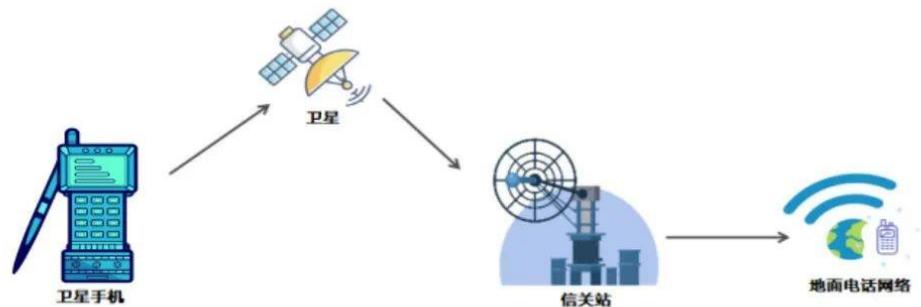
图表 1 使用专用卫星电话实现卫星连接	5
图表 2 引入地面接收设备实现卫星连接	5
图表 3 终端侧增加卫星通信模块实现卫星连接	6
图表 4 增加卫星天线增益实现卫星连接	6
图表 5 3GPP NTN 标准化进程路线图	7
图表 6 基于透明转发的 NTN 网络架构	7
图表 7 基于再生传输的 NTN 网络架构	7
图表 8 手机直连低轨卫星商业项目进展梳理	8
图表 9 增量市场 1——星载相控阵 (T/R 芯片)	9
图表 10 增量市场 2——星间激光链路 (激光器件)	9
图表 11 增量市场 3——通信载荷 (信号处理模块)	9
图表 12 增量市场 4——卫星通信芯片 (射频+基带)	9

1 如何实现卫星连接？

通信系统作为数字经济底座的核心环节，是新型基础设施建设的重要组成部分，承载着长期建设的重大使命。然而，进入 5G 建设后周期，地面网络发展空间有限，往空间里拓展是大势所驱。但是，传统卫星通信的应用场景较为局限，唯有实现卫星与智能手机的直连，打通消费者付费的商业模式，才能迸发出更大的市场活力和成长空间。那么，首先如何实现卫星连接？

1) 使用专用卫星电话。传统卫星通信方式下需要使用专用卫星电话，通过卫星链接到信关站，再接入地面公共网络实现通讯功能。这种模式通常采用 C/Ku/Ka 等卫星专用通讯频段，且专用卫星终端天线较大、发射功率较高，通常应用在专用领域，比较典型的包括天通一号、铱星、GlobalStar 等。

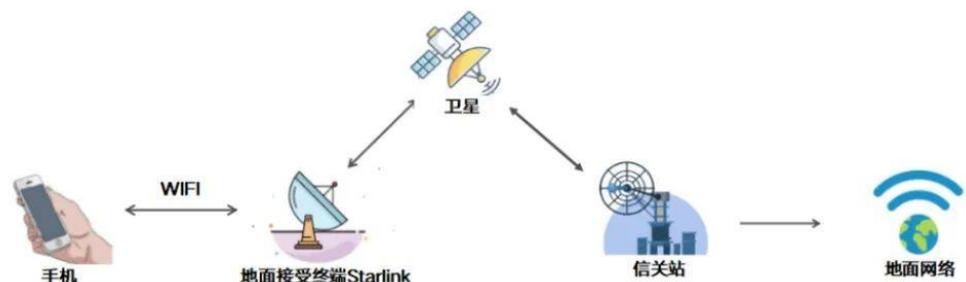
图表 1 使用专用卫星电话实现卫星连接



资料来源：中国联通泛终端技术，华安证券研究所

2) 引入地面接收设备。这种方式引入了一种像“锅”一样的地面接收设备，手机终端不需要做任何的修改。在这种方式下，地面接收设备与卫星之间采用 Ka/Ku 等卫星频段通讯，基于卫星的通讯协议信号被地面接收设备接收后，通过无线路由器转换成 Wi-Fi 信号，手机再通过 Wi-Fi 信号接入上网，美国 SpaceX 公司的“星链”系统 V1.0 目前采用这种方法。

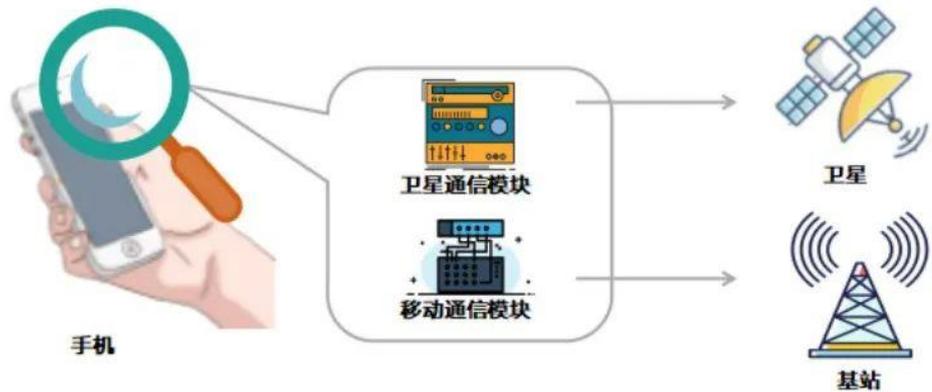
图表 2 引入地面接收设备实现卫星连接



资料来源：中国联通泛终端技术，华安证券研究所

3) 终端侧增加卫星通信芯片。华为推出的 Mate50 和 P60 采用这种方法，在手机中单独增加了相应的卫星通信芯片，通过特定为卫星频段实现紧急救助的短信功能，实现手机直连卫星。我们认为在这种方式下，卫星通信通常是作为厂家推出新机型的卖点和灾备通信手段，手机与卫星之间的通信仍然采用非标准化的技术体制，并不利于全球化推广。

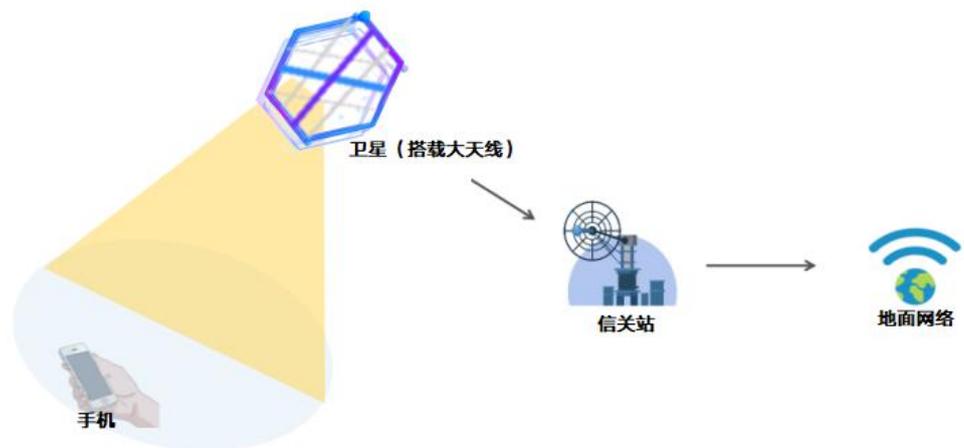
图表 3 终端侧增加卫星通信模块实现卫星连接



资料来源：中国联通泛终端技术，华安证券研究所

4) 增加卫星天线增益。这种方式也可以在不改变手机终端的情况下，直接使用地面蜂窝频段。例如，美国初创卫星公司 AST SpaceMobile，正在建设全球首个可接入标准 4G/5G 移动终端设备的天基移动网络，其使用了一个可折叠的巨型相控阵天线，使得卫星发射信号具有很高的指向性和增益能力，可以实现手机与卫星的直连。我们认为这种改变卫星不改变终端来实现手机直连卫星的方式是最理想的，同时也最有利于未来卫星互联网的推广和应用。

图表 4 增加卫星天线增益实现卫星连接



资料来源：中国联通泛终端技术，华安证券研究所

2 手机直连卫星的路径选择、关键技术与商业化进程几何?

目前，手机直连卫星的技术路线尚未形成统一，海外巨头苹果和高通采用专有解决方案，此外，StarLink、Lynk Global 和 AST SpaceMobile 等卫星供应商以及电信运营商也在推出各自的直连模式，这使得市场格局进一步复杂化。我们认为，从网络演进的延续性结合商业模式的可推广性来看，对地面 3GPP 移动通信体制进行适应性改进增强来实现手机直连卫星将成为主流趋势。

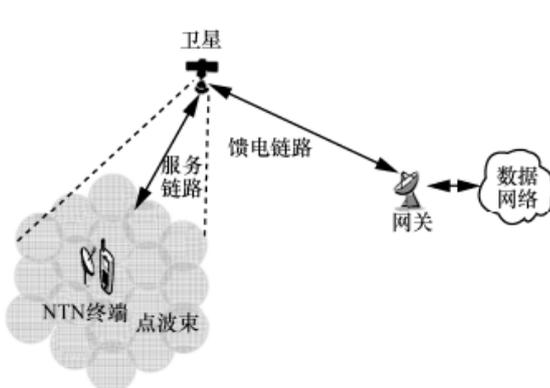
图表 5 3GPP NTN 标准化进程路线图



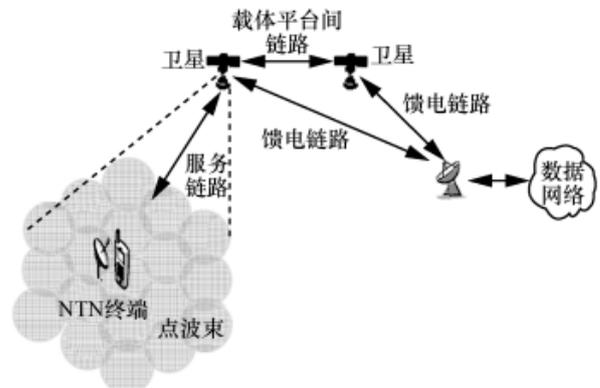
资料来源:《星地融合的 3GPP 标准化进展与 6G 展望》, 华安证券研究所

3GPP 从 R16 起开始进行非地面网络 (NTN) 的研究, 在 R17 中开始进行具体系统设计, 5G NTN 关键技术包括时频同步、随机接入、HARQ、功率控制、MCS 自适应、卫星波束规划和调度等, 其使用统一的空中接口, 可实现手机通过卫星直接连接到蜂窝网络, 构建天地融合网络, 包括透明传输和再生传输两种网络架构。NTN 透明传输中, 卫星作为信号传输的中继, 仅转发信号, 对信号不做任何处理, 有效载荷重复的波形信号是不变的。NTN 再生传输, 是将“基站上天”, 在卫星上进行解调/解码、编码/调制等, 完成全部或部分基站功能, 再接入地面 5G 核心网。R17 NTN 技术以透明传输为主, 解决了卫星通信的基础问题, 包括时频同步、大传输时延和移动性管理等问题, 而 R18 NTN 基于透明传输进一步做了增强, 侧重于覆盖增强、频段扩展和业务连续性, 但对再生传输和星间链路的标准化并没有提到日程, 仍需要时间等待技术的成熟与市场的驱动。

图表 6 基于透明转发的 NTN 网络架构



图表 7 基于再生传输的 NTN 网络架构



资料来源:《5G NTN 关键技术与演进展望》, 华安证券研究所

资料来源:《5G NTN 关键技术与演进展望》, 华安证券研究所

目前，进展中的手机直连低轨卫星商业项目主要包括 Starlink V2、AST SpaceMobile、Lynk Global 和 Omnispace 等，其中：

1) Starlink 项目的二代星包括 V2 Mini 和更大的 V2，其中，V2 卫星将额外搭载一个面积 25 平米的相控阵天线，能够直接向手机发送信号，但由于 Starship 尚未准备好目前已由 Falcon 9 将 21 颗 V2 Mini 送入轨道；

2) AST SpaceMobile 项目旨在构建一个包含 16 个轨道面、243 颗卫星的低轨通信星座，实现普通智能手机不做任何功能修改即可通过卫星获得 4G 和 5G 服务，为满足窄波束传输以及波束指向灵活调整需求，其在试验星 BlueWalker3 上搭载了目前尺寸最大的商用星载相控阵天线，展开面积达到 64 平米；

3) Lynk Global 项目由美国 Lynk Global 公司发起，旨在利用上千颗低轨微小卫星为标准移动手持终端提供全球通信服务，目前已完成上千部智能手机接入测试。在整体架构上，其很可能采用了星上处理技术在太空中部署完整的长期演进 (LTE) 网络，地面用户接入卫星网络时相当于从地面网络漫游至卫星网络；

4) Omnispace 项目由美国 Omnispace 公司发起，也旨在利用非地球同步卫星提供符合 3GPP 标准的全球 5G 网络服务，其工作频段为 3GPP 定义的 n256，2021 年在实验室环境下演示了商用 5G 终端通过为选哪个获取语音和数据服务。目前该项目已发射两颗试验星。

图表 8 手机直连低轨卫星商业项目进展梳理

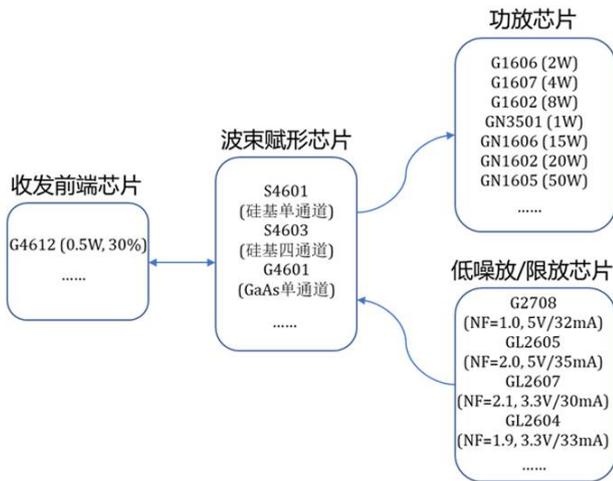
项目名称	Starlink V2	AST SpaceMobile	Lynk Global	Omnispace
上行频段	1910-1915MHz	830-835MHz	1GHz 以下	2GHz
下行频段	1900-1995MHz	845-849MHz	1GHz 以下	2GHz
在轨（试验）卫星数/颗	0	2	6	2
预计星座规模/颗	>2000	243	>1000	>100
星座类型	LEO	LEO	LEO	LEO+MEO
协议类型	地面移动通信协议增强	地面移动通信协议增强	地面移动通信协议增强	地面移动通信协议增强
预期速率	2-4Mbit/s	>35Mbit/s	-	-
应用状态	预备进行测试	完成大型相控阵天线波束控制测试	完成手机和卫星间的接入信令交互	-
技术/业务特征	短消息和语音通话	支持高速上网/透明转发架构	支持短消息业务/星上处理架构	-

资料来源：6G 公众号，华安证券研究所

3 手机直连卫星带来哪些增量市场？

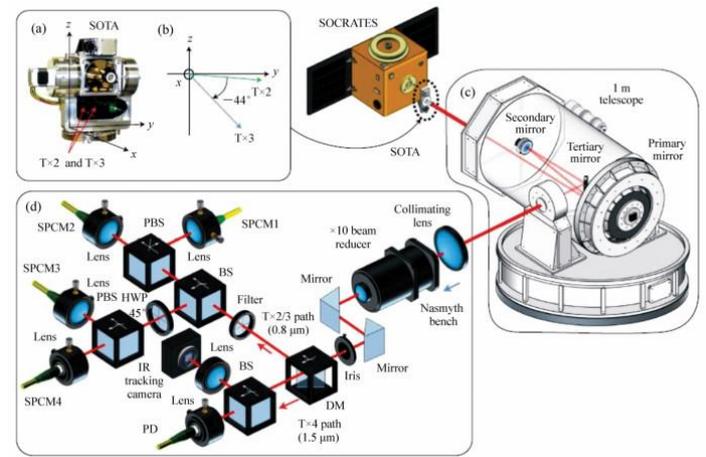
卫星侧，星载相控阵、星间激光链路以及星上信号处理是载荷价值量最高的部分。星载相控阵拥有可以快速准确改变波束方向的能力，是与地面进行通信的最佳天线，也是提高通信卫星性能、推动其便捷应用的重要方式。从国外项目经验来看，星载相控阵通常上千至上万通道，已经具备规模经济优势。T/R 芯片是星载相控阵的核心也是成本占比最高的部分；激光通信具有通信容量大、传输距离远、保密性好、设备体积小等优点，已经成为星际传输不可替代的手段，由于目前仍处于在轨技术验证和应用示范阶段，相应的器件成本较高，与此同时，激光的波束对准是最大的难题，通常一颗通信卫星上需要搭载多套激光通信设备；星上信号处理可以大幅降低卫星星座对地面网络的依赖，从而减少地面信关站的建设数量，尤其适合无法在全球建地面站的国家，信号处理模块主要包含 CPU、FPGA、协议栈等软硬一体，初期硬件器件成本和软件研发投入较高。

图表 9 增量市场 1——星载相控阵 (T/R 芯片)



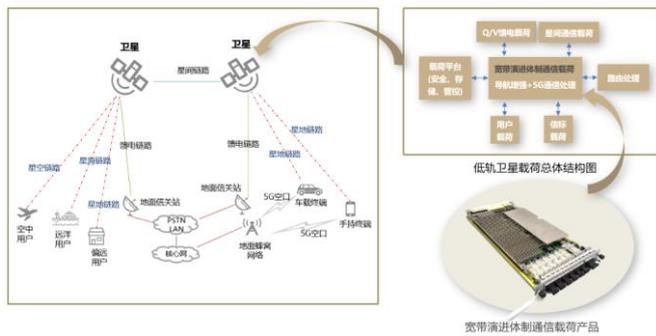
资料来源：铨昌科技官网，华安证券研究所

图表 10 增量市场 2——星间激光链路 (激光器件)



资料来源：中国光学官网，华安证券研究所

图表 11 增量市场 3——通信载荷 (信号处理模块)



资料来源：创智联恒官网，华安证券研究所

图表 12 增量市场 4——卫星通信芯片 (射频+基带)



资料来源：华力智芯官网，华安证券研究所

终端侧，卫星通信芯片将贡献最大的增量市场。在卫星专用频段下，手机需要额外增加一块卫星通信芯片，通常是基带射频一体化的 SoC 芯片，华为 Mate50 和 P60 通过此方式实现应急短信功能。iPhone 14 则是通过高通的 X65 调制解调器芯片实现的，X65 不仅为 iPhone 14 提供 5G 蜂窝网络连接，还可以调用 Globalstar 卫星使用的 Band n53 频率；在 NTN 技术体制下，手机芯片厂商将会推出相应的 NTN 芯片，联发科在 MWC23 会展上推出了 MT6825 3GPP NTN 芯片组，目前已经应用于摩托罗拉 defy 2 和 CAT S75 两款智能手机，未来支持卫星通信的手机 SoC 芯片将会越来越多。

投资建议：

低轨卫星互联网的应用价值在俄乌战争中得到了催熟，长期来看是 6G 天地一体化核心组成部分。低轨卫星通信跟卫星导航和卫星遥感不同，遥感单颗星就能具备业务能力，北斗几颗到几十颗也能产出经济效益，低轨卫星互联网则需要上至少百颗星组网以后才具有实际的应用价值。因此，低轨卫星互联网跟很长一段时间内的投资机会将聚焦在卫星制造环节，尤其是卫星载荷制造及相关配套企业。其次，手机直连卫星将打开卫星互联网在民用市场的应用空间，带来星载相控阵、星间链路、信号处理以及手机芯片的全新增量市场，华为 mate60 以及下一代苹果手机发布等都有可能成为板块催化剂。

建议关注：

- 1) 相控阵：铖昌科技（t/r 芯片）、亚光科技（微波器件）
- 2) 信号处理：信科移动、创意信息、复旦微电（fpga）
- 3) 星间链路：光迅科技（激光器件）、光库科技（调至器）
- 4) 手机芯片：华力创通、电科芯片
- 5) 其他：普天科技（地面核心网）、震有科技（地面核心网）、天银机电（星敏）、天奥电子（时频）、佳缘科技（加密板卡）

4 风险提示

产业相关环节进展不及预期。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。