

行业评级:

通信 增持 (维持)

王林 执业证书编号: S0570518120002
研究员 wanglin014712@htsc.com

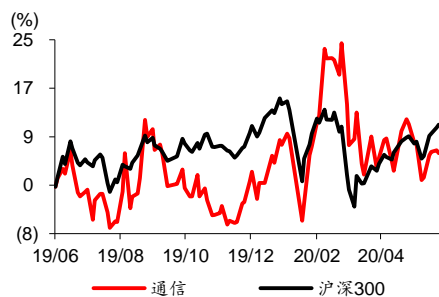
陈歆伟 执业证书编号: S0570518080003
研究员 021-28972061
chenxinwei@htsc.com

赵悦媛 执业证书编号: S0570519020001
研究员 zhaoyueyuan@htsc.com

相关研究

- 1《通信: 物联网再迎催化, 湖北 47 亿建 5G》2020.06
- 2《通信: 腾讯五千亿新基建, 广电“全国一网”》2020.05
- 3《数据港(603881 SH, 增持): 项目投资议案通过, IDC 建设加速》2020.05

一年内行业走势图



资料来源: Wind

卫星互联已来, 产业链掘金新机遇

卫星互联网深度报告

卫星互联已来, 产业链掘金新机遇

低轨卫星星座系统具备高稳定性、低时延、不依赖地面基础设施、轻量化终端以及全球覆盖等优点。随着 Starlink 与 OneWeb 均计划于 2021 年左右提供全球服务, 低轨卫星产业将迎来重大发展机遇。鉴于轨道频谱战略重要性以及低轨卫星相对技术优势, 我们中长期战略看好低轨卫星产业。目前, 国内低轨卫星产业处于起步期, 随着卫星互联网被纳入新基建范畴, 未来技术升级以及商业模式的创新都将刺激更多的资本投入低轨卫星这个领域, 建议投资者关注产业链投资机遇。

低轨卫星风起, 产业链迎重大机遇

海外以 Starlink 和 OneWeb 为代表的公司正大力发展低轨卫星星座, 两家公司均计划于 21 年实现覆盖全球的低轨卫星互联网。国内方面, 以航天科工、航天科技、中国电科等主导的低轨卫星星座计划尚处于起步阶段。我们认为, 海外低轨卫星的设计制造理念以及商业模式给了国内产业链很多启发, 将有效促进产业发展, 同时 OneWeb 破产的消息不改行业发展趋势。

中长期战略看好低轨卫星星座系统

我们中长期看好低轨卫星星座系统, 主要原因有: 卫星轨道频率资源十分有限, 抢夺轨道频率资源对于国家具有重要战略意义。全球仍有超过 50% 的人口未接入互联网, 低轨卫星星座能实现全球互联网覆盖, 有效弥合数字鸿沟。越来越多的民营资本拥抱商业航天, Starlink 和 OneWeb 的成功极大地推动了卫星发射和制造成本的降低。技术方面, 元器件和架构的升级有效缩短卫星制造和迭代周期, 助力高效能小型卫星的批产。3GPP 或将卫星通信技术纳入 5G 标准, 长期来看卫星通信或是 6G 核心技术之一。

卫星互联未来应用场景广阔

从业务属性来看, 卫星电视直播和卫星音频业务为单向传输, 且对时延敏感性较低, 低轨卫星在这两块业务比较优势较小。而宽带、固定和移动通信都是双向通信业务, 低轨卫星的高通量及低时延特性在这三个业务具有突出优势。展望未来, 低轨卫星通信具备广泛应用场景, 典型应用场景包括低轨卫星互联网、航天互联网、车联网、基站回传以及天基物联网等。我们认为, 2022 年全球低轨卫星互联服务市场规模约 1100-2000 亿美元。

投资建议

卫星和运载火箭的研制建议关注中国卫星(军工组覆盖); 地面设备建议关注中国卫星, 产业链企业还包括杰赛科技、海格通信、华力创通、华讯方舟、七一二; 上游器件及配套重点推荐和而泰、菲利华(通信、有色、军工联合覆盖), 建议关注航天电器(军工组覆盖), 产业链企业还包括中航光电、天奥电子、鸿远电子、宏达电子、振华科技、亚光科技; 国内卫星运营服务产业链企业主要有中国卫通。

风险提示: 国内低轨卫星建设进度和规模不及预期, 中美贸易摩擦加剧导致部分芯片断供。

重点推荐

股票代码	股票名称	收盘价 (元)	投资评级	EPS (元)				P/E (倍)			
				2019	2020E	2021E	2022E	2019	2020E	2021E	2022E
002402	和而泰	14.02	买入	0.33	0.38	0.58	0.79	42.48	36.89	24.17	17.75
300395.sz	菲利华	27.31	买入	0.57	0.71	0.86	1.03	47.91	38.46	31.76	26.51

资料来源: 华泰证券研究所

正文目录

低轨卫星风起，产业链迎重大机遇.....	4
卫星通信系统概览.....	4
商用通信卫星发射拉动卫星制造和发射产业收入快速增长.....	5
低轨卫星星座建设正拉开卫星互联时代大幕.....	7
Starlink：计划发射 1.2 万颗卫星，2021 年提供全球服务.....	9
Oneweb：计划发射 2648 颗卫星，2021 年提供全球服务.....	11
国内低轨卫星星座建设处于起步期.....	13
Oneweb 破产不改行业前景.....	16
中长期战略看好低轨卫星星座系统.....	18
轨道频率资源为重要战略资源，必须先发制人.....	18
低轨卫星弥合全球数字鸿沟.....	19
技术升级及开放的资本市场助力产业链做大做强.....	20
卫星通信或是 6G 核心技术之一.....	22
卫星互联未来应用场景广阔.....	25
2022 年全球低轨卫星互联服务市场约 1100-2000 亿美元.....	25
航空互联网尚处蓝海，市场待开发.....	26
低轨卫星车联网具有相对优势.....	27
低轨卫星可作为基站回传解决方案.....	28
低轨卫星物联网具有广阔空间.....	29
低轨卫星时代已来，掘金产业链新机遇.....	31
风险提示.....	32

图表目录

图表 1：低轨卫星通信系统基本组成.....	4
图表 2：LEO 相比 MEO 和 GEO 有更低的时延.....	5
图表 3：全球卫星按用途分类入轨数量.....	5
图表 4：全球卫星按轨道分类入轨数量.....	5
图表 5：2018 年全球航天、卫星产业收入情况.....	5
图表 6：2014-2018 年全球卫星产业收入.....	5
图表 7：2011-2018 年全球卫星产业收入情况（单位：亿美元）.....	6
图表 8：2018 年卫星服务业收入占比情况.....	6
图表 9：2017-2018 年全球卫星发射分布.....	7
图表 10：低轨卫星星座的成功使得卫星产业链成本不断降低.....	8
图表 11：“Starlink”星座和“Oneweb”星座情况及性能对比.....	8
图表 12：SpaceX 融资情况.....	9
图表 13：星形组网与网状组网方式对比.....	10
图表 14：OneWeb 融资情况.....	11

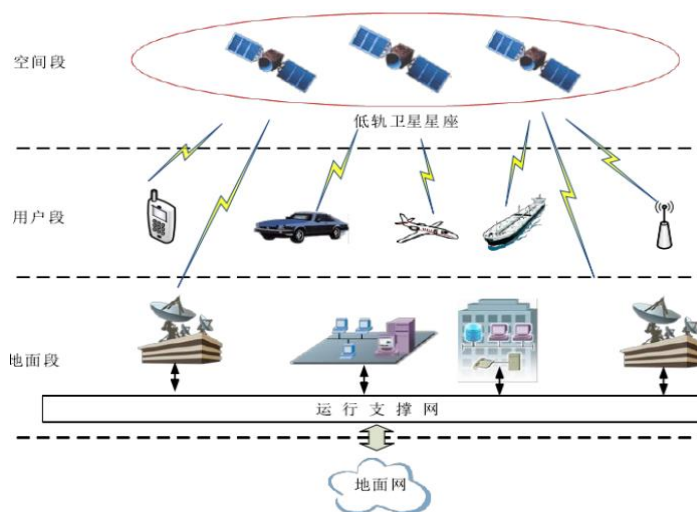
图表 15: “逐步倾斜”技术减少对高轨道静止卫星的干扰	12
图表 16: OneWeb 与合作伙伴建立了完善的全产业链条生态	12
图表 17: OneWeb 与 AIRBUS 联合创造了世界首条卫星生产流水线	13
图表 18: 2020 年国内外低轨卫星入轨统计 (截止 2020 年 6 月 10 日)	13
图表 19: “虹云”卫星通信系统示意图	14
图表 20: “鸿雁”卫星通信系统示意图	14
图表 21: 天地一体化天基信息网络体系架构	15
图表 22: 时空道宇 (吉利集团) 首发卫星示意图	16
图表 23: 国外 OneWeb 与 Starlink 以外的低轨卫星星座介绍 (部分)	17
图表 24: 卫星的频段划分情况	18
图表 25: 2015 年全球超过一半的人口未接入互联网	19
图表 26: 产业资本进入使得卫星产业链成本不断下降	20
图表 27: 中国头部商业航天企业融资情况	21
图表 28: 先进的半导体工艺使得器件体积不断缩小	21
图表 29: GaN 全球产业链分布图	22
图表 30: 低轨卫星通信系统基本组成	22
图表 31: 地面移动通信与卫星通信优劣势对比	23
图表 32: 3GPP R16 和 R17 协议演进时间线	24
图表 33: 6G 新构架-地面和卫星通信融合的网络	24
图表 34: OneWeb 星座应用场景	25
图表 35: 2012-2018 全球卫星服务业收入分布	26
图表 36: 机载卫星通信结构示意图	26
图表 37: 2020-2028 年中国航空互联网流量收入预测	27
图表 38: V2X 车载端产业链四大环节	27
图表 39: 卫星通信能为车联网提供全球覆盖能力	28
图表 40: 5G 对承载网络的连接需求和网络分层关系	28
图表 41: 一种卫星通信基站回传的网络架构	29
图表 42: 物联网专用低轨道卫星系统构架	29
图表 43: ORBCOMM 中国网络拓扑图	30
图表 44: 卫星通信产业链结构图	31
图表 45: 卫星通信产业链主要标的一览表	32
图表 46: 重点推荐及关注公司一览表 (以 6 月 12 日收盘价计算)	32

低轨卫星风起，产业链迎重大机遇

卫星通信系统概览

卫星通信是利用卫星转发器作为中继反射或转发无线电信号的通信方式。根据中国卫通招股说明书，卫星通信系统是以人造通信卫星作为核心基础设施，利用卫星中的转发器作为中继站，通过反射或转发无线电信号，实现两个或多个地球站之间的通信。卫星通信系统的核心是卫星空间段，主要包括空间轨道中运行的通信卫星，以及对卫星进行跟踪、遥测及指令的地面测控和监测系统。卫星地面段以用户主站为主体，包括用户终端、用户终端与用户主站连接的“陆地链路”以及用户主站与“陆地链路”相匹配的接口。卫星通信具有抗毁性强、覆盖范围广、通信距离远、部署快速灵活、通信频带宽、传输容量大、性能稳定可靠、不受地形和地域限制等优点，可以实现有线电话网和地面移动通信网均无法实现的广域无缝隙覆盖。

图表1：低轨卫星通信系统基本组成



资料来源：《低轨卫星物联网海量用户接入体制研究》韦芬芬 2019，华泰证券研究所

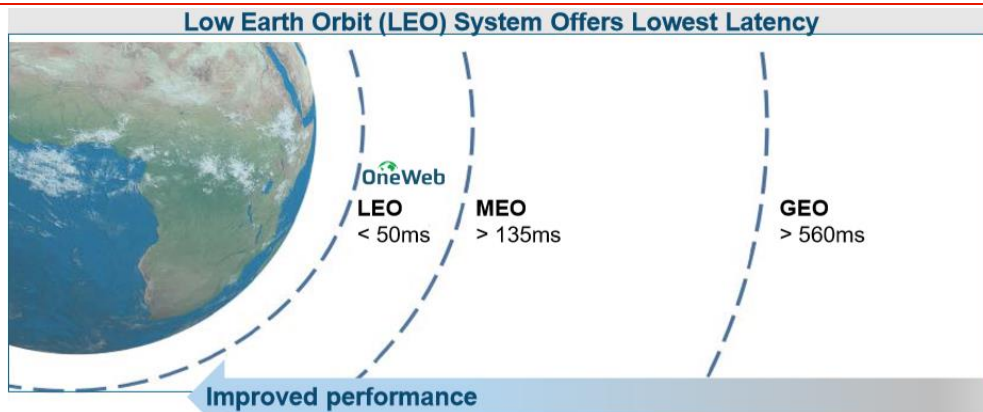
按照卫星轨道平台的高度可以把卫星分为静止、中轨和低轨：

1) 低轨卫星 (LEO) 的轨道高度范围为 500-2000km，低轨道卫星通信系统由于卫星轨道低，信号传播时延短，其链路损耗小，卫星和用户终端的要求低，可以采用微型/小型卫星和手持用户终端。但由于轨道低，每颗卫星所能覆盖的范围比较小，要构成全球系统需要更多的卫星，主要包括海外的铱星系统、Starlink、OneWeb，以及国内的航天科工集团的虹云工程和行云工程、航天科技集团鸿雁工程、中国电科的天地一体化信息网络。

2) 中轨卫星 (MEO) 的轨道高度为 10,000-20,000km，传输时延大于低轨道卫星，但覆盖范围更大，全球组网覆盖所需卫星数量较少，典型系统是国际海事卫星系统。

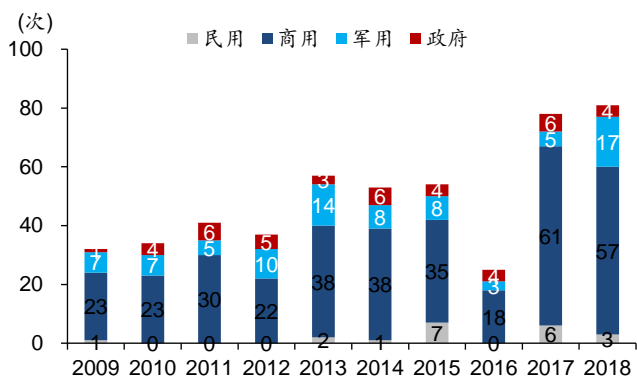
3) 静止轨道卫星 (GEO) 的轨道高度为 35,786km，由于静止轨道卫星相对地面静止，且覆盖区大，三颗经度差约 120° 的卫星就能够覆盖除南、北极以外的全球范围。静止卫星轨道高，链路损耗大，对用户端接收机性能要求较高，这种卫星很难支持手持机直接通过卫星进行通信，因此同步轨道卫星通信系统主要用于 VSAT 系统、电视信号转发等，较少用于个人通信。

图表2: LEO相比MEO和GEO有更低的时延



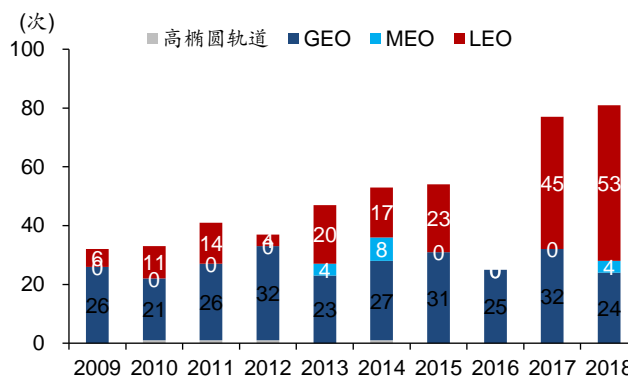
资料来源: OneWeb, 华泰证券研究所

图表3: 全球卫星按用途分类入轨数量



资料来源: USC Satellite Database、艾瑞咨询、华泰证券研究所

图表4: 全球卫星按轨道分类入轨数量

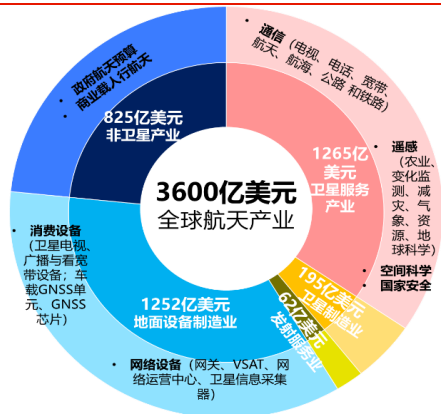


资料来源: USC Satellite Database、艾瑞咨询、华泰证券研究所

商用通信卫星发射拉动卫星制造和发射产业收入快速增长

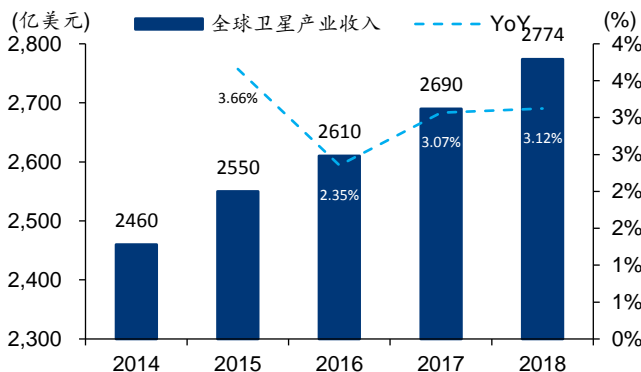
2014-2018年全球卫星产业复合增速为3.0%。根据美国卫星产业协会(SIA)发布的《2019年卫星产业状况报告》(以下简称《卫星报告》),2018年全球航天经济产业总收入为3600亿美元,其中卫星相关产业总收入为2774亿美元(YoY+3%),占全球航天经济产业收入比为77%;相比地面基站通信,卫星通信使用门槛较高,整体卫星产业增速处于缓慢增长长期,2014-2018年全球卫星产业复合增速为3.0%。

图表5: 2018年全球航天、卫星产业收入情况



资料来源: 《2019年卫星产业状况报告》SIA、华泰证券研究所

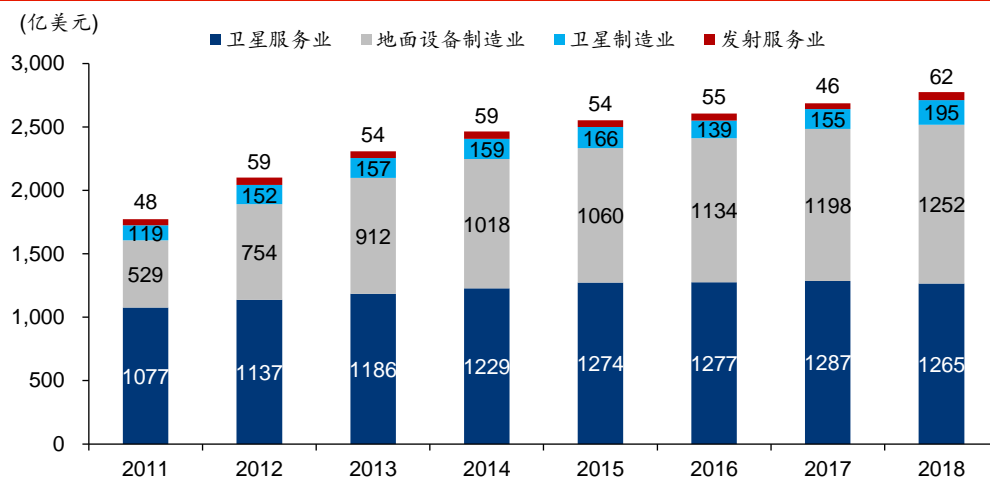
图表6: 2014-2018年全球卫星产业收入



资料来源: 《2019年卫星产业状况报告》SIA、华泰证券研究所

卫星服务业和地面设备制造业收入占比较高，而卫星制造业和卫星服务业收入同比增速较高。根据《卫星报告》，从占比数据来看，在全球卫星产业收入中卫星服务业和地面设备制造业收入占比较高，两者2018年合计占整体卫星产业收入比例为91%。2018年卫星制造业和卫星服务业收入虽然分别只占到整体卫星收入比例的7%、2%，但两个板块收入同比增速较高，分别增长了26%和34%，整体上我们认为商用通信卫星发射拉动18年卫星制造和发射产业收入增长。

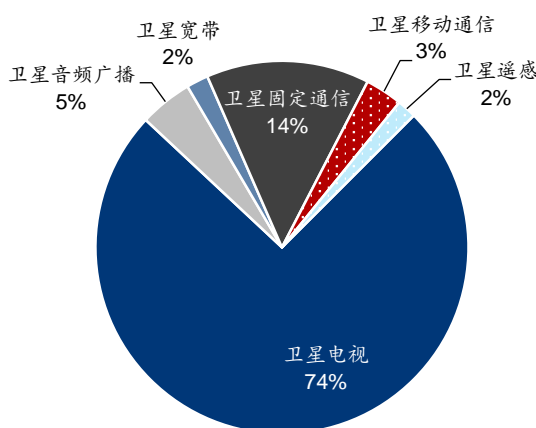
图表7：2011-2018年全球卫星产业收入情况（单位：亿美元）



资料来源：《2019年卫星产业状况报告》SIA，华泰证券研究所

1) 卫星服务业总收入1265亿美元，YoY-1.7%，占比卫星产业收入的46%。其中，卫星电视直播收入为942亿美元，比上年减少3%；卫星音频广播收入为58亿美元，较上年增长7%；卫星宽带业务收入为24亿美元，较上年增长14%；卫星固定通信业务收入为179亿美元，与上年持平；卫星移动通信收入为41亿美元，比上年增长3%；遥感领域（包括农业、变化检测、减灾、气象、资源等）收入为21亿美元，较上年减少5%。

图表8：2018年卫星服务业收入占比情况



资料来源：SIA，华泰证券研究所

2) 地面设备制造业总收入1252亿美元，YoY+5%，占比卫星产业45%。其中，消费设备（卫星电视、广播和宽带设备）收入为181亿美元，GNSS导航设备收入933亿美元，网络设备（VSAT，网关等）收入为138亿美元。导航设备和网络设备收入有所增长，消费设备收入持平或略微减少。

3) **卫星制造业总收入 195 亿美元, YoY+26%, 占比卫星产业 7%。**其中, 美国卫星制造业收入 115 亿美元, 占比约 59%, 其他国家总计 80 亿美元, 占比约 41%。2018 年共发射 314 颗卫星, YoY-10%。

4) **发射服务业总收入 62 亿美元, YoY+34%, 占比卫星产业 2%。**2018 年共有 114 次轨道发射, 93 次是商业发射, 15 次是空间飞行器, 6 次不是商业发射。其中, 美国商业卫星发射业务收入份额占比为 37%。

商用通信卫星发射拉动 18 年卫星制造和发射产业收入增长。根据《卫星报告》, 2017-2018 年全球分别发射了 345/314 颗卫星, 虽然卫星整体新增发射数量同比减少约 10%, 但 2018 年卫星制造业收入同比增长了 26%, 发射服务业收入同比增长了 34%。从卫星数量占比来看, 商用通信卫星和研究与开发卫星占比大幅提升, 其中遥感卫星占比大幅下降, 由于卫星寿命基本在 5-15 年, 我们认为可能是部分遥感卫星划归到研究与开发卫星项目中导致遥感卫星数量大幅下降。因此, 我们认为 2018 年整体卫星制造业和发射服务业收入同比增长的主要原因来自于商业通信卫星量的增加。根据《卫星报告》的显示, 2018 年高通量卫星 (HTS)、小卫星和立方体卫星的技术成就已经带来了卫星宽带、制造和发射服务收入的增长。

图表9: 2017-2018 年全球卫星发射分布

类别	2018		2017		
	占比(%)	数量(个)	占比(%)	数量(个)	
遥感卫星	对地观测卫星		49%	875	
	气象卫星	39%	819	15%	268
科研卫星		4%	84	1%	18
军事侦察卫星		6%	126	6%	107
商用通信卫星		22%	462	18%	321
民用/军用通信卫星		4%	84	3%	54
研究与开发卫星		18%	378	6%	107
导航卫星		6%	126	2%	36
其他		1%	21	-	-
合计	100%	2100	100%	1786	

资料来源: 《2019 年卫星产业状况报告》SIA, 华泰证券研究所

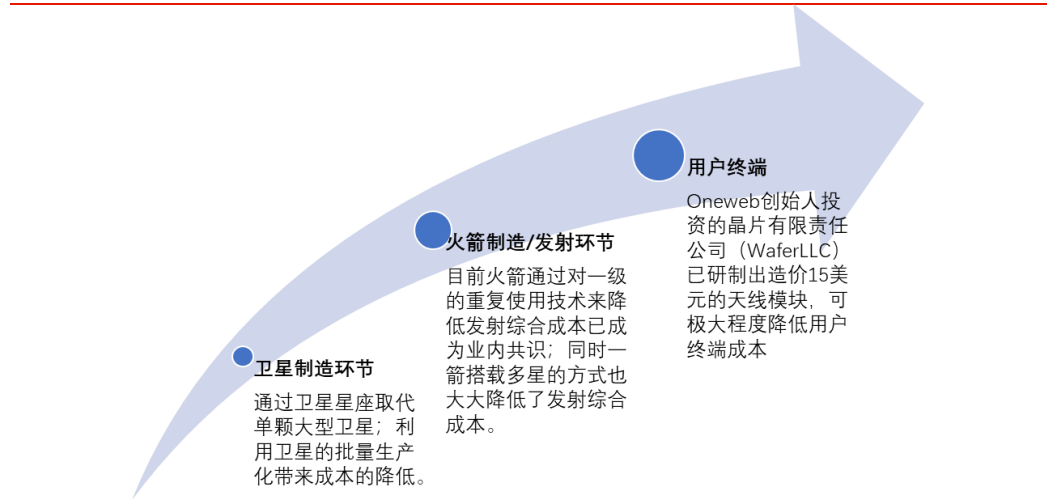
低轨卫星星座建设正拉开卫星互联时代大幕

低轨道卫星星座系统是指多个低轨卫星构成的可以进行实时信息处理的大型的卫星系统, 其中卫星的分布称之为卫星星座。其主要优点是:

- 1) 高稳定性, 局部的自然灾害和突发事件几乎不影响系统正常运行;
- 2) 低时延, 地星单项传播时间是 1.5ms, 地-星-地时间约 15-50ms;
- 3) 不依赖地面基础设施, 可以实现低成本轻量化终端;
- 4) 全球覆盖, 通信不受地域限制, 并能将物联网拓展到远海和填空。

目前海外以 **Starlink** 和 **Oneweb** 为代表的公司正大力发展低轨卫星星座系统。从他们的设计制造理念以及商业模式来看, 给了整个卫星产业链很多启发。过去大家更多去搞地球静止轨道卫星和高通量卫星来满足覆盖和速率要求, 如今正通过卫星星座取代单颗大型卫星, 这样一方面对卫星的重量要求和轨道高度要求降低了, 另一方面小卫星的批量生产使得卫星研发和制造成本不断降低。此外, 卫星发射方面由 **SpaceX** 公司引领的火箭回收技术也大大降低了发射的综合成本。随着卫星固定业务将向高频段、大容量、数字化、宽带化、IP 化方向发展, 越来越多的国家在未来 3 到 5 年期间将发射大量低轨道通信卫星组成低轨通信星座以及配套的高轨道通信卫星。

图表10：低轨卫星星座的成功使得卫星产业链成本不断降低



资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

Starlink（星链）与 Oneweb（一网）均计划在 2020 年开启商业化进程，并分三个阶段实现覆盖全球的卫星互联网，具体的星座情况及性能对比如下：

图表11：“Starlink”星座和“Oneweb”星座情况及性能对比

	Starlink	Oneweb
第一阶段	卫星数量	648 颗（包括 48 颗备份卫星）
		Ka/Ku 频段
		高度 550 千米
		倾角 53°
	轨道信息	24 个轨道面
		每个轨道面 66 颗
建设计划	星座容量约 30 太比特/秒	容量达 7 太比特/秒
	星座性能	用户峰值速率 500 兆比特/秒
		数据传输速率
		时延约 15 毫秒
第二阶段	卫星数量	720 颗
		Ka/Ku 频段
		高度 1200 千米
	轨道信息	4 个不同轨道高度：1110 千米、1130 千米、1275 千米和 1325 千米
第三阶段		轨道面个数分别为 32、8、5 和 6
		各轨道面部署 50~75 颗卫星不等
	星座性能	-
	星座容量达到 120 太比特/秒	
是否计划全球覆盖	7518 颗	1280 颗
	V 频段	V 频段
	轨道信息 I	高度 335~345 千米 I
星座性能		运行在更高的中地球轨道
星座容量达到 1000 太比特/秒		
是否具有星间链路	是	是
	有	无

资料来源：《“星链”星座最新发展分析》梁晓莉 2019，华泰证券研究所

Starlink: 计划发射 1.2 万颗卫星, 2021 年提供全球服务

Starlink 是 Elon Musk (马斯克) 旗下的美国 SpaceX 公司 2015 年公布的“星链”星座计划, “星链”星座的卫星研制与生产、卫星发射、卫星运营等均由该公司一力承担。公司计划通过 Starlink 为全球用户提供高速、快捷的网络通信。根据 SpaceX 官网信息, 美国时间 6 月 3 日, SpaceX 顺利执行了第八批次的 Starlink 发射计划, 将 60 枚卫星送入低轨道。目前, 该星座已有 482 颗卫星在轨道运行。

SpaceX 成立于 2002 年 6 月, 是美国的航空制造商与航天运输服务商。2008 年, 公司宣布获得美国国家航空航天局 NASA 价值 16 亿美元的商业补给服务的合同, 从而保证航天飞机在 2010 年退役国际空间站的补给任务。迄今为止, SpaceX 共获得 12 轮融资, 多数融资来自战略投资或私募。2015 年公司宣布 Starlink 星座计划后, 获得 Google 等共计 10 亿美金的 E 轮资金。此后又于 2017 年获得 3.5 亿美元与 1 亿美元的 F、G 轮资金, 并于 2018 年获得福达投资与创始人马斯克 5 亿美元的战略融资。2018 年末, 获得美国银行与百利吉福德公司 2.7 亿美元的债券融资, 2019 年获 10.22 亿美元的战略融资。

图表 12: SpaceX 融资情况

融资轮次	披露时间	融资金额	投资方
天使轮	2006/3/1	10 万美元	马斯克
A 轮	2008/8/1	2000 万美元	创始人基金
战略融资	2009/3/1	1503 万美元	未披露
B 轮	2009/8/11	3044 万美元	Scott Banister Draper Fisher Jurvetson
C 轮	2010/11/8	5000 万美元	Draper Fisher Jurvetson 创始人基金 Musket Research Associates Valor Equity Partners
D 轮	2012/12/21	3000 万美元	Draper Fisher Jurvetson Rothenberg Ventures
E 轮	2015/1/20	10 亿美元	Google 富达投资 创始人基金 Draper Fisher Jurvetson Valor Equity Partners Capricorn Venture Partners
F 轮	2017/7/28	3.5 亿美元	未披露
G 轮	2017/11/29	1 亿美元	未披露
战略融资	2018/3/17	5 亿美元	富达投资 马斯克
债权融资	2018/12/19	2.7 亿美元	美国银行 百利吉福德公司
战略融资	2019/5/25	10.22 亿美元	未披露

资料来源: 天眼查, 华泰证券研究所

Starlink 从美国本土开始，分三个阶段实现全球覆盖。根据 SpaceX 官网信息，Starlink 计划于 2020 年为北美地区提供通信服务，2021 年将其服务范围迅速扩大全球。整个星座采用先实现美国本土全境覆盖、后完成全球覆盖的建设思路，将分三个阶段构建：

第一阶段：初步覆盖。该阶段利用部署于 24 个 550 千米、倾角 53° 的轨道面上的 1584 颗 Ka/Ku 频段卫星完成初步覆盖，每个轨道面 66 颗卫星，星座容量约 30 太比特/秒、时延 15 毫秒、可为每个终端提供最高 1 吉比特/秒的数据传输速率，预计部署 400 颗卫星后开始出售初期服务，2020 年~2021 年部署完 800 颗后可满足美国、加拿大和波多黎各等国天基互联网需求。业务卫星单星收拢尺寸 4.0 米*1.8 米*1.2 米，质量 386 千克，设计寿命 5 年，星下点覆盖范围半径 1060 千米、容量 17~23 吉比特/秒。目前的卫星多数元件将采用铝等熔点较低的材料，使卫星重返大气层后完全烧尽，消除对地面的风险。

第二阶段：全球组网。该阶段由部署于 1110 千米、1130 千米、1275 千米和 1325 千米等 4 种不同轨道高度的 2825 颗 Ka/Ku 频段卫星完成全球组网，其轨道面个数分别为 32、8、5 和 6，各轨道面部署 50~75 颗卫星不等，预计 2024 年左右完成部署。

第三阶段：能力增强。第三阶段由部署在 335~345 千米轨道高度的 7518 颗 V 频段卫星组成轨道更低的低轨星座，增加星座容量。V 频段的星座将利用目前卫星通信很少采用的 37 吉赫~50 吉赫范围内的频谱，与前两个阶段的 Ka/Ku 频段星座共同为用户提供通信速率更快、时延更低的宽带卫星通信服务。2017 年~2018 年，“星链”星座的所有发展计划均已得到美国联邦通信委员会的批准，获得了在美国的落地权。此外，该星座还引起了美国军方的特别关注，并于 2018 年获得美国空军战略开发规划与实验办公室价值 2870 万美元的合同，用于在未来三年内测试军方使用该星座服务的可行性与方式。

Starlink 采用网状组网架构实现超短时延。Starlink 星座采用的是网状组网架构，将卫星作为网络传输节点，通过星间链路建立高速带宽通信网络，用户可直接接入卫星互联网网络，不需要经过地面系统。采用星间链路(网状组网)可以有效减少时延，“星-地-星”时延约为 15 毫秒，而同类低轨卫星“星-地-星”时延为 50 秒左右。

图表13：星形组网与网状组网方式对比



资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

未来有望为特斯拉汽车提供网络服务。Starlink 星座规模如此巨大，卫星总数最终将达到 1.2 万颗，卫星之间互为备份，即使少数卫星性能出现故障或失效，也不会影响整个星座运行。特斯拉与 SpaceX 共同属于马斯克创办，未来特斯拉的新能源汽车将配备卫星信号接收器以为车内提供高效、可靠的 WiFi 信号。

Oneweb: 计划发射 2648 颗卫星, 2021 年提供全球服务

Oneweb 公司前身是成立于 2012 年的世界唯优 (WorldVu) 卫星有限公司, 该公司曾收购天空之桥 (SkyBridge) 公司, 并获得相关卫星频谱资源。Oneweb 建设的目标是要为世界偏远地区或互联网基础社会是建设落后地区提供价格适宜的网络连接。美国时间 2 月 7 日, 在哈萨克斯坦拜科努尔航天发射场, 联盟号火箭为 OneWeb 公司成功发射了 34 颗小型宽带卫星, 标志着该公司今年多次发射活动的开始。OneWeb 的卫星通信服务计划从 2020 年北极地区首个商业服务开始, 并于 2021 年为包括发展中国家及偏远地区在内的全球提供服务。截至 3 月底, Oneweb 已发射 74 颗卫星。

公司 2014 年提出一个耗资 30 亿美元打造 648 颗小卫星的星座计划, 即“Oneweb”星座。截止目前, Oneweb 公司已通过多轮融资, 募集资金约 34 亿美元。其中, 2015 年的 Pre-A 轮融资获得 5 亿美元, 投资方包括英国维珍银河公司、美国高通等。2019 年, Oneweb 公司发射首批卫星后, 又获得日本软银集团、墨西哥萨利纳斯集团、美国高通和卢旺达政府约 12.5 亿美元的投资。

图表14: OneWeb 融资情况

融资轮次	披露时间	融资金额	投资方
天使轮	2015/1/15	未披露	英国维珍银河公司 美国高通无线技术公司
Pre-A 轮	2015/7/26	5 亿美元	英国维珍银河公司 墨西哥萨利纳斯集团 美国高通无线技术公司 国际通信卫星公司 美国休斯网络系统公司 美国可口可乐公司 印度巴蒂集团 空客集团
A 轮	2016/12/19	12 亿美元	日本软银集团
B 轮	2017/12/12	5 亿美元	日本软银集团
战略融资	2019/3/18	12.5 亿美元	日本软银集团 美国高通无线技术公司 墨西哥萨利纳斯集团 卢旺达政府

资料来源: 天眼查, 华泰证券研究所

高安全性的开放式架构, 三阶段布局全球。OneWeb 星座采用开放式架构, 可在原有系统基础上通过增强新卫星提升星座整体容量。根据 Oneweb 官网信息, 星座建设分 3 个阶段展开。

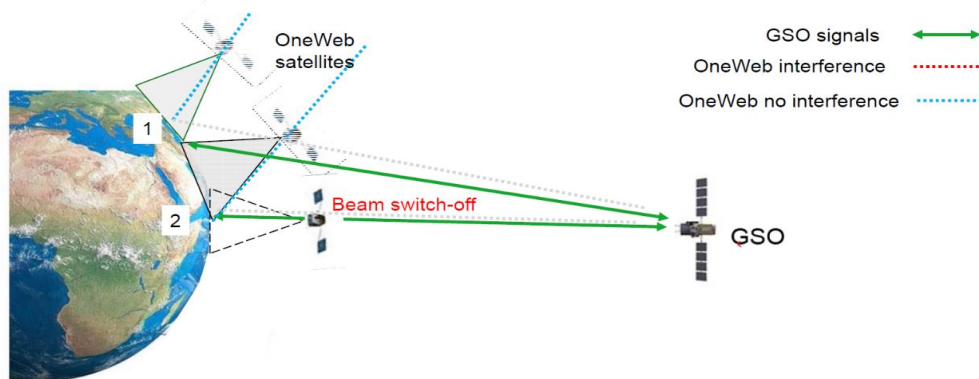
- 1) 第一阶段发射 648 颗 Ku/Ka 频段卫星, 分布在高度 1200km、倾角 87.9° 的 18 个轨道面, 每个轨道面部署约 40 颗卫星, 相邻轨道面间隔 9°, 星座容量达 7Tbit/s, 可为用户提供峰值速度为 500Mbit/s 的宽带服务, 地-星-地时延约为 50 毫秒。
- 2) 第二阶段计划于 2021 年开启, 通过增加 720 颗 V 频段卫星, 轨道高度与第一阶段一致, 星座容量达到 120Tbits/s, 该阶段计划于 2022 年完成;
- 3) 第三阶段计划于 2023 年开启, 增加 1280 颗 V 频段卫星, 运行在更高的中地球轨道, 使星座容量达到 1000Tbit/s 并计划于 2025 年为全球超过 10 亿用户提供宽带服务。

多种创新方式确保用户通信不中断。OneWeb 卫星在非赤道上空运行时，单颗卫星可产生 16 个 Ku 频段波束，实现波束多重覆盖，保障用户终端始终处于波束覆盖区内，减少因低轨卫星运行速度过快使用户终端不断切换卫星造成的信号终端等通信质量损失。在赤道上空运行时，OneWeb 卫星采用“逐步倾斜”（progressive pitching）技术，对姿态和发射功率进行调整，使卫星不会发出和接受干扰信号，减少与高轨道静止卫星的干扰。赤道附近的用户则通过转向合作伙伴国际通信卫星公司的“史诗”系列卫星，保证通信不会间断。

图表15：“逐步倾斜”技术减少对高轨道静止卫星的干扰

Novel Techniques to Protect GSO

- With “progressive pitching” the satellite (patent pending)



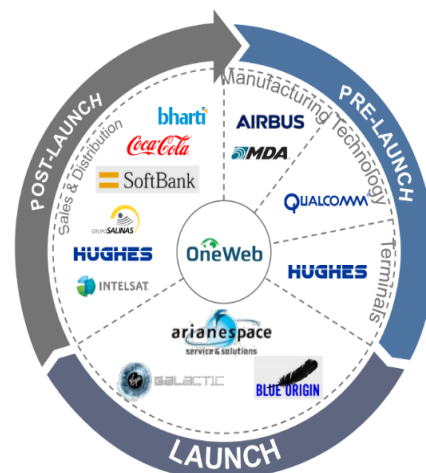
资料来源：Oneweb 官网，华泰证券研究所

OneWeb 星座已经获得多国政府的支持，开放式架构满足国家安全监管需求。根据 Oneweb 官网信息，2017 年，美国联邦通信委员会已授权 Oneweb 第一阶段计划在美国开展低轨卫星互联网服务。2018 年获欧空局“Oneweb 日出”计划的支出，该计划参与国包括英国、法国、意大利、荷兰、西班牙、瑞士和加拿大。其中，英国航天局 2019 年率先投资 2330 万美元，助力该星座建设。OneWeb 星座通过全球布设关口站使卫星联网，此方式相较于星间链路会产生更多的时延，但有效迎合了各国安全监管需求。取消星间链路还可以进一步简化卫星设计，降低了卫星在轨运行时发生故障的风险。

OneWeb 建立了完善的全产业链条生态。公司在卫星制造、发射、运行和营销等各个环节强力联合了软银集团、空客防务与航天公司、休斯网络系统公司、阿里安航天公司、蓝色起源公司、洛克韦尔·柯林斯公司、高通公司、可口可乐公司、俄罗斯信使公司、塔利亚公司、意大利因特马蒂奇公司等龙头企业，形成了一个利益集团。

图表16：OneWeb 与合作伙伴建立了完善的全产业链条生态

- OneWeb's partners provide key **strategic and commercial relationships** across OneWeb's business operations
- **Strong technology partnerships** support rapid development of the satellite, user terminal and ground systems
- **Key distribution partnerships** support initial go-to-market strategy
- The Company will continue to partner with **new industry leaders** to support deployment and market access of OneWeb's service



资料来源：Oneweb 官网，华泰证券研究所

OneWeb 实现开创自动生产组装流水线实现卫星批产。为满足第一阶段星座多达 600 余颗卫星的快速部署需要，Oneweb 公司采用总多创新措施，可实现每月高达 40 颗卫星的批量化生产。在生产线方面，通过与空客公司合作并借鉴现代汽车制造业经验，创新地采用了世界首条卫星生产流水线，实现了一体化的设计、生产、总装与测试流程。在设计方面，基于模块化设计理念，将卫星分为若干块可独立组装测试的模块，实现快速集成，并将功能相似设备进行整合设计，以降低部件数量。在制造方面，大量采用协作机器人，自引导运输车等自动化措施，实现整星批产。

图表17: OneWeb 与 AiRBUS 联合创造了世界首条卫星生产流水线



资料来源: Oneweb 官网, 华泰证券研究所

国内低轨卫星星座建设处于起步期

海外商用计划推动了低轨卫星产业链的发展，国内已开始发射试验卫星。Starlink 与 Oneweb 今年分别计划入轨 1440 与 360 颗互联网卫星，2021 年开始正式商用运营。Oneweb 公司于 2 月 7 日发射 34 颗低轨卫星，这是该公司今年首次发射低轨卫星。SpaceX 于 6 月 3 日再次发射 60 颗 Starlink 低轨卫星。国内方面，1 月 16 日，银河航天首发星搭载快舟一号甲运载火箭发射成功，成为中国首颗通信能力达 10Gbps 的低轨宽带通信卫星。由中国航天科工集团主导的虹云工程、行云工程以及中国航天科技集团主导的鸿雁工程此前均已发射首颗试验星，目前行云工程已于 2020 年 5 月成功发射 2 颗低轨卫星，虹云工程计划于 2020 年左右发射 4 颗低轨卫星。

图表18: 2020 年国内外低轨卫星入轨统计 (截止 2020 年 6 月 10 日)

星座名称	发起公司	时间	2020 年已入轨数量
Starlink	SpaceX	2020 年 1 月 7 日、1 月 29 日、2 月 6 日、2 月 17 日、3 月 18 日 (当地时间)	每次 60 颗, 共 300 颗
OneWeb	OneWeb 公司	2020 年 2 月 6 日、3 月 21 日 (当地时间)	每次 34 颗, 共 68 颗
银河航天 (或未公布)	银河航天	2020 年 1 月 16 日	1 颗
虹云	航天科工	待定	预计 4 颗
行云	航天科工	2020 年 5 月 12 日	2 颗
鸿雁	航天科技	待定	预计 30 颗
吉利天地一体化	时空道宇 (吉利)	待定	预计 2 颗

资料来源: Spacenews, 华泰证券研究所

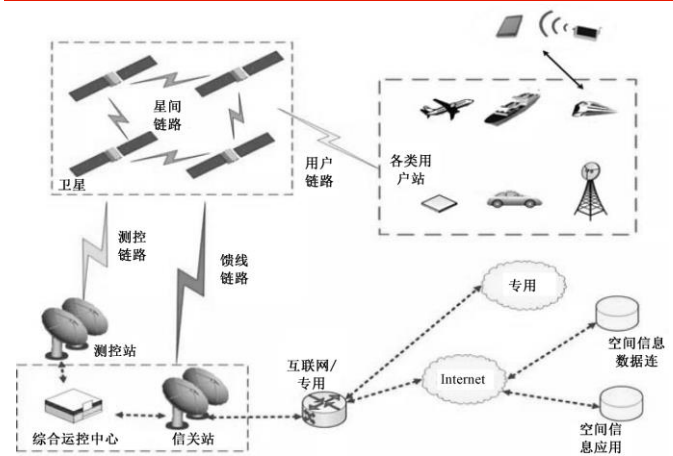
我们认为越早投入低轨卫星互联系统的建设，对于国家或者公司都具有重要的战略意义，目前海外以 Starlink 和 Oneweb 为首的低轨卫星建设商正大力发展低轨卫星系统，根据公司公告，国内以航天科工、航天科技、中电科为首的国内企业也将大力发展低轨卫星互联。国内低轨卫星互联星座系统主要有：1) 航天科工—宽带互联星座“虹云”工程和窄带卫星星座“行云”工程；2) 航天科技—全球低轨卫星移动通信与空间互联网系统“鸿雁”工程；3) 中电科—天地一体化信息网络。

航天科工—虹云工程，国内首个全球低轨宽带互联网星座系统。根据航天科工集团官网信息，“虹云”卫星通信系统是中国航天科工集团“五云一车”的商业航天工程之一，致力于面向全球移动互联网和网络高速接入需求。该系统计划发射 156 颗卫星，在轨高度约为 1000km，工作频段为 Ka 频段，预计接入速率可达到 500Mbit/s，将采用毫米波相控阵技术，利用动态波束实现更加灵活的业务模式，具备通信、导航和遥感一体化。按照规划，整个“虹云”工程分成三步走：1、2018 年发射第一颗试验卫星（已完成）。2、计划 2020 年左右，发射 4 颗业务试验卫星进行小规模组网，使用户对业务进行初步体验。3、到 2025 年左右，实现全部卫星的组网运行，完成星座系统的构建。2018 年 12 月，“虹云”卫星通信系统首颗技术验证卫星发射成功，标志着中国低轨卫星移动通信系统实现零的突破。

航天科工—行云工程，国内首个全球低轨窄带通信卫星星座。根据航天科工集团官网信息，2017 年 12 月，行云公司在武汉成立，由航天科工四院、航天科工火箭公司等 10 个股东共同出资组建。2018 年 3 月，公司正式揭牌并对外发布提案及物联网组建计划，致力于实现全球无盲区通信的“行云工程”正式启动。行云工程计划发射 80 颗小卫星，也是分为三步走：1、计划发射“行云二号”01 星和 02 星组成的系统，同步开展试运营、示范工程建设；2、将实现小规模组网；3、完成全系统构建，打造覆盖全球的物联网，并全力开拓包括“一带一路”的国内外市场。2017 年试验星发射成功，2020 年 5 月，行云工程的 01/02 星用快舟一号甲运载火箭，以“一箭双星”的方式成功发射。

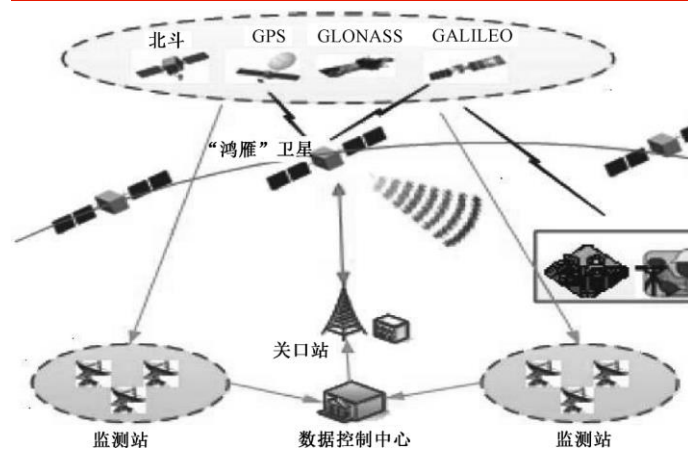
航天科技—“鸿雁”星座工程。根据航天科技集团官网信息，“鸿雁”卫星通信系统是由中国航天科技集团研制的全球低轨卫星移动通信与空间互联网系统。该系统计划由 300 颗卫星组成，一期系统将由 60 颗核心骨干卫星组成，工作频段为 L/Ka 频段，以星间链路技术实现卫星空间组网，具有全天候、全时段及在复杂地形条件下的实时双向通信能力，可为用户提供全球实时数据通信和综合信息服务。按照计划，“鸿雁”一期预计投资 200 亿元，在 2022 年建成由 60 颗卫星组成的通信网络；二期预计 2025 年完成建设，构建“海、陆、空、天”一体的卫星移动通信与空间互联网接入系统，实现全球任意地点的互联网接入。2018 年 12 月，“鸿雁”星座首颗试验卫星--重庆号在酒泉卫星基地发射成功，公司预计在 2023 年完成骨干星座系统建设。

图表19：“虹云”卫星通信系统示意图



资料来源：《国内外卫星通信系统发展现状综述》宋奕辰 2019，华泰证券研究所

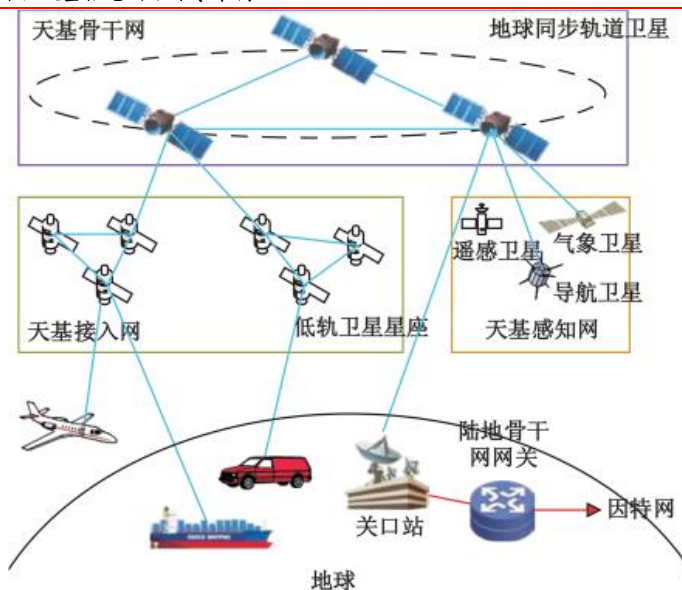
图表20：“鸿雁”卫星通信系统示意图



资料来源：《国内外卫星通信系统发展现状综述》宋奕辰 2019，华泰证券研究所

中电科—天地一体化信息网络。根据中电科集团官网信息，天地一体化信息网络重大项目是中国电科设计出的解决方案——按照“天基组网，地网跨代，天地互联”的思路，以地面网络为基础、以空间网络为延伸，覆盖太空、空中、陆地、海洋等自然空间，为天基、陆基、海基等各类用户活动提供信息保障的基础设施。通过融合天基卫星通信网络、空基飞行器通信网络、地基通信网络，实现天、空、地三网协同，达到全球覆盖、随处接入、按需服务、安全可信全球网络连通的目标。天地一体化信息网络包含三张网：第一张网是由各类卫星组成的天基信息网络，将空间中的通信、导航、遥感卫星组成一张协同网络作为空间信息基础设施；第二张网是由各类飞行器组成的空基通信网络，包括各类飞机、飞艇、热气球以及无人机等，空基网络多用于中继来沟通天基和地基网络；第三张网是由陆地通信网构成的地基网络，包括陆地蜂窝网和无线局域网。

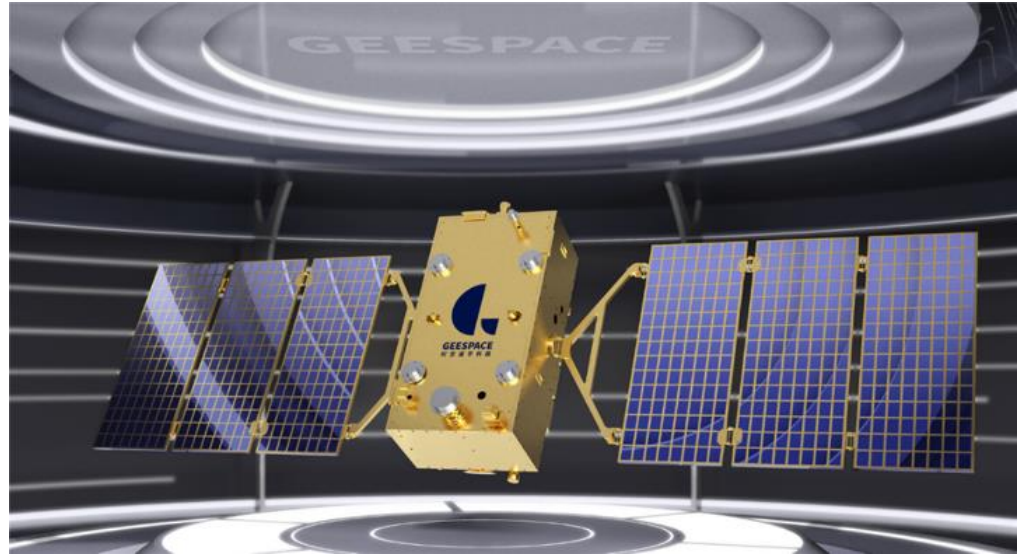
图表21： 天地一体化天基信息网络体系架构



资料来源：《天地一体化信息网络中天基卫星网络架构设计》冯建元 2019，华泰证券研究所

国内首家民营自主研发低轨卫星企业—吉利。根据吉利集团官网信息，作为中国首家自主研发低轨卫星的民营企业，吉利于 2018 年战略投资航天科技公司时空道宇，开始布局天地一体化出行生态，目前时空道宇在技术与人才上具备丰富积累，核心团队人均拥有超过十年的项目经验，在航天系统工程、云计算、物联网、人工智能、量子通信、导航定位等领域聚集了国内最出色、最有影响力的行业专家。

由时空道宇自主设计完成的首发两颗低轨卫星目前已通过各项鉴定试验与测试，预计将于 2020 年内完成发射，预示着吉利开启天地一体化高精定位系统的商用验证阶段的开端。同时集团计划 2020 年展开全球首个商用低轨导航增强系统验证，此商用系统的空间段、地面段、应用段所有核心技术全自主可控。根据集团规划，未来低轨卫星布局形成后，将为高级别智能驾驶提供高精度定位服务，全面提升用户智能出行体验，还将与行业头部企业开展商业场景应用测试，推动中国商业航天商用化进程。

图表22： 时空道宇（吉利集团）首发卫星示意图


资料来源：吉利集团官网，华泰证券研究所

国内民营航天公司领跑者，19年底银河航天估值超50亿。银河航天成立于2018年，致力于通过敏捷开发、快速迭代模式，规模化研制低成本、高性能小卫星，打造全球领先的低轨宽带通信卫星星座，建立一个覆盖全球的天地融合通信网络。2019年9月，银河航天完成最新一轮融资，由建投华科投资股份有限公司领投，顺为资本、IDG资本、君联资本和晨兴资本跟投，最新估值超过50亿元，成为国内商业航天赛道估值最高的创业公司之一。银河航天低轨星座计划由上千颗5G通信卫星，在1200km的近地轨道组成星座网络，通过无缝拓展地面通信网络，实现对陆地、海洋及天空的全覆盖。2020年1月16日，银河航天首发星搭载快舟一号甲运载火箭发射成功，成为中国首颗通信能力达10Gbps的低轨宽带通信卫星。

Oneweb 破产不改行业前景

疫情使全球经济承压，OneWeb 陷入财务困境。2020年初以来 OneWeb 公司致力于寻找新的融资方，但由于新冠肺炎疫情蔓延而带来的市场动荡、全球流动性不足，融资进程并不顺利。美国时间3月27日，OneWeb 按照破产法第11章的规定提交了破产保护申请。此前，公司计划通过 OneWeb 星座在全球范围内布局数千颗低轨卫星，为全球用户提供太空互联网接入，弥合数字鸿沟。在申请破产前一周，公司将34颗低轨卫星送入轨道，使 OneWeb 星座卫星数量达到74颗。由于疫情影响经济下行，OneWeb 主要投资方软银公司无意继续提供现金支持，公司融资链断裂，不得已申请破产保护。

破产保护并非终点，未来有望继续经营。其实早在上个世纪，在互联网商业化应用大背景下，卫星通信星座浪潮此起彼伏。Iridium、Globalstar、Orbcomm、Teledesic 等多家卫星通信公司相继亮相舞台。然而受到互联网泡沫影响，这四家公司都陷入了财务危机，陆续申请破产保护。其中除了 Teledesic 未能摆脱财务困境，Iridium、Globalstar 与 Orbcomm 均得以持续经营。美国破产法第11章的规定使申请破产保护的公司有机会摆脱破产债务而继续经营。根据 Spacenews 资讯，OneWeb 公司在寻求美国破产法院授权以支持其正在进行的业务。OneWeb 卫星的持续运营使该公司在寻求出售业务的同时，仍有机会保留卫星通信频谱资源。

低轨卫星星座璀璨，巨头公司纷至沓来。低轨卫星星座系统具备高稳定性、低时延、不依赖地面基础设施、轻量化终端以及全球覆盖等优点。除了我们熟悉的 Starlink 星座与 OneWeb 星座，国内外众多科技巨头公司也纷纷涉足低轨卫星星座。根据 2015 年 8 月，三星公司发表的一篇论文《Mobile Internet from the Heavens》表明其希望发射 4600 颗微型卫星，为用户提供低成本的互联网接入。根据 CNET 消息，2018 年美联邦通信委员会（FCC）的一份申请文件披露了一颗造价数百万美元的实验卫星细节，该卫星来自脸书公司成立的一家子公司。根据 CNBC 消息，亚马逊公布的 Kuiper 星座将由分布在 367 英里、379 英里和 391 英里轨道高度的 3236 个 Ka 波段卫星组成。尽管航天项目存在较高的财务风险，但互联网巨头们对低轨卫星星座的热情足以证明其前景广阔。

图表23：国外 OneWeb 与 Starlink 以外的低轨卫星星座介绍（部分）

发起公司	星座名称	简介
亚马逊	Kuiper 项目	“Kuiper 项目”将由三组运行在不同高度的近地卫星群组成。首批计划发射 784 颗卫星，高度距地面 367 英里；第二批 1296 颗卫星，距地面高度 379 英里；第三批 1156 颗卫星，距地面高度为 391 英里。
脸书	雅典娜星座	雅典娜星座已经得到美国联邦通信委员会的批准。卫星由劳拉空间公司研制，单星重量约 150 千克，将用欧洲阿里安公司的织女星火箭发射。
波音公司	波音星座	波音公司计划在低轨道上部署 2956 颗卫星，第一批次部署 1396 颗。卫星轨道高度 1200 千米。波音星座工作在 V 频段 (40-75GHz)，所能够提供的带宽比 Ka 和 Ku 频段更高。
加拿大电信卫星公司	TELESAT 星座	TELESAT 星座工作在 Ka 频段，用 117 颗卫星提供全球宽带服务。
加拿大开普勒通信公司	开普勒星座	建立一个由 140 颗立方体卫星组成，轨道高 575 公里的物联网星座。

资料来源：Spacenews, Fiercewireless, Cnbc, Cnet, Extremetech, 华泰证券研究所

中长期战略看好低轨卫星星座系统

轨道频率资源为重要战略资源，必须先发制人

轨道频率资源是空间互联网建设的先决条件。国际上卫星通信系统可以使用的频段包括甚高频（VHF）、特高频（UHF）、超高频（SHF）和极高频（EHF）。受限于无线通行特性、技术与设备等方面限制，目前低轨卫星主要包括 UHF 频段、L 片段、C 频段、X 频段、Ku 频段、Ka 频段。其中低于 2.5GHz 的 L 和 S 频段主要用于卫星移动通信、卫星无线电测定、卫星测控链路等应用；C 和 Ku 频段主要用于卫星固定业务通信且已近饱和，Ka 频段正在被大量投入使用。

图表24：卫星的频段划分情况

频段	范围	下行频率	GEO 卫星可用频宽	波段特点	应用领域
L	1-2GHz	1.5GHz	15MHz	利用 LEO 和 GEO 卫星提供语音和低速数据通信，建设成本高，通信费用高，终端售价较低，可用带宽窄，频率和轨位资源紧缺。	卫星电话、天文无线电，航空通信，数字声音广播
S	2-4GHz	3GHz	70MHz	主要用于雷达系统，卫星通信主要是中继卫星，可用于与空间站、飞行器间的联系，有少量频段用于卫星电话；轨位资源紧缺	宇航通信，卫星电话，卫星声音广播、转播
C	4-8GHz	4GHz	500MHz	商用通信卫星从 C 频段起步，现多用于声音广播、视讯广播等，元用于卫星通信的 C 频段频率资源逐渐被店面通信业务侵占	声音广播、视讯广播，声音、视讯转播
X	8-12GHz			主要使用频段被军方占用，用于军事用途	军用通信
Ku	12-18GHz	12GHz	500MHz	主要用于卫星通信，分别为固定卫星业务 FSS 和广播卫星业务 BSS，FSS 点对点节目传送给地面广播台或有线电视台转播、互联网链路等，BSS 是直接传递给终端用户	声音、电讯广播，声音、电讯转播，互联网链路
Ka	26.5-40GHz	20GHz	3500MHz	容易受降雨损耗影响，且因频率过高而不容易使用，现可使用密集点波速通信	卫星电话，声音、电讯广播，声音、电讯转播，互联网链路
Q	33-50GHz	40-50GHz	>5MHz	更高的频率，与 Ka 频段有频率重叠	卫星通信，地面波速通信
V	40-75GHz			更高的频率，与 Q 频段有频率重叠	地面毫米波通信

资料来源：C114、华泰证券研究所

卫星轨道位置分配由 ITU 来协调。1976 年，8 个赤道国家通过了波哥大宣言，宣称这些国家拥有其领土上空静止轨道的主权，但这个宣言从未被国际社会承认。目前，轨位资源的分配是由国际电联（ITU）来协调的。静止轨道卫星都必须分布在赤道上空的同一个圆环上。在运行过程中，为了避免卫星受到不良的频率干扰，需要把静止轨道卫星分开来放置，这就意味着轨道位置是有限的，因此，静止轨道上运行的卫星数量也是一定的。

新卫星系统频率使用权申请条件—先到先得。卫星频谱属于全球性资源，所有卫星系统在投入使用之前，都必须向国际电联（ITU）申报卫星网络的频率和轨道信息资料。卫星频谱和轨道资源的申请遵循“先登先占”原则，即先申报、先登记者有优先权。即使是2019年的国际电联通信大会卫星频段新规，也仅要求运营商向国际电信联盟申请一个低轨星座和通信频段后在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。意味着运营商一共有14年的时间来完成整个星座的建设否则运营商所申请的频段资源将会按发射卫星数量的完成比，进行限制使用。

卫星通信频谱资源有限。ITU的卫星频段新规虽然对低轨星座完成建设的时间提出了硬性要求，根据目前Starlink发射频率和卫星数量来看，对绝大多数卫星互联网运营商并不困难。因此近年来，越来越多的卫星公司申请了数量庞大的低轨卫星星座计划。随着低频段频谱资源的不断占用，现有的Ku、Ka等高频段资源也难以满足巨大的频谱需求缺口。目前许多国家正在对频率更高的Q频段和V频段进行开发，计将成为下一代通信卫星的主要发展方向。

轨道频谱资源竞赛促使各国将发力低轨卫星互联。与频谱资源相同，轨道资源也同样具有这样的特性，对于计划大力发展低轨卫星互联的国家或公司，频谱/轨道资源是他们大力发展低轨卫星互联的基础，就如同5G规模商用之前各家运营商需要工信部分发频谱资源和牌照一样。因此，我们认为越早发力低轨卫星互联系统的建设，对于国家或者公司都具有重要的战略意义，目前海外以Starlink和OneWeb为首的低轨卫星建设商正大力发展低轨卫星系统，我们预计未来国内以航天科工、航天科技、中电科为首的国内企业也将大力发展低轨卫星互联。

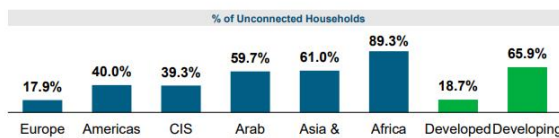
低轨卫星弥合全球数字鸿沟

低轨卫星互联网蓬勃发展，弥合数字鸿沟。根据国际电信联盟（ITU）报告，2015年全球尚有54%的人口未接入互联网。原因主要在于“最后一英里”的基础设施普及到农村或偏远地区的高成本。当前互联网在发达国家的普及程度已趋于饱和，但在全球最贫穷的48个国家有90%的人口尚未接入互联网。面对如此广阔市场，近年来波音、空客、亚马逊、Google、Facebook、SpaceX等高科技企业纷纷投资低轨卫星通信领域，提出了OneWeb、Starlink等十余个低轨卫星通信系统方案，目标是实现全球互联网覆盖。

图表25：2015年全球超过一半的人口未接入互联网

Majority of the World Does Not Have Access to the Internet

- The ITU¹ estimates **over 4 billion people** without internet access globally
- 55 million people lack access to advanced broadband in the U.S. alone
- OneWeb's market entry objectives align with public initiatives and international governments' goals to increase access globally



资料来源：ITU官网，华泰证券研究所

3GPP、ITU 两大通信组织指出，相较于中高轨卫星，低轨卫星互联网星座具有 eMBB（增强移动带宽）和 MMTC（大规模物联网），也即低轨卫星星座系统可以向全球用户提供全覆盖高速带宽的移动服务。低轨卫星星座将构建太空互联网，SpaceX 的 Starlink 星座将卫星作为网络传输节点，通过星间链路建立高速宽带通信网络，用户可直接接入卫星互联网，不需经过地面系统。对于全球目前无法接入互联网的区域而言，卫星通信未来将提供低成本通信服务，有效弥合数字鸿沟。

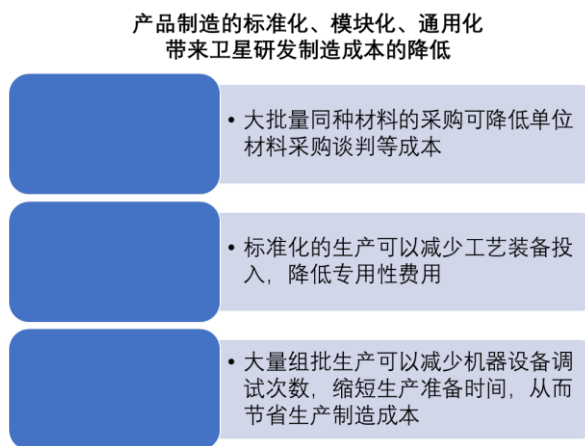
技术升级及开放的资本市场助力产业链做大做强

一个产业的成熟离不开两个方面的支持，一个是产业资本的支持，一个是技术升级。从产业资本层面来看，Starlink 和 OneWeb 的成功使得低轨卫星星座的建设不再不可触及，大量的卫星被制造和发射，也带动整体卫星制造和发射边际成本的降低。从技术升级方面来看，元器件和架构的升级使得卫星小型化集成化、软件化定义能力不断提升，不仅有效地缩短了卫星制造和迭代周期，同时使得卫星兼顾效率的前提下体积不断缩小。

1) 资本方面

Starlink 和 OneWeb 的成功极大地推动了卫星发射和制造成本的降低。根据 Starlink 和 OneWeb 的官网信息，SpaceX 计划在 2020 年发射 20 至 24 次 Starlink 火箭，每次火箭搭载 60 颗卫星，预计每天卫星产能需求（除去周末节假日一年按照 $22 \times 12 = 264$ 天）大约在 4-6 颗之间，而 OneWeb 也预计每天生产 3-5 颗卫星。这两家合计每周预计生产 35-55 颗卫星，巨大的生产需求将有效吸引产业链有越来越多玩家加入，规模效应也将有效的降低卫星制造成本。卫星发射方面，目前卫星发射企业研发了针对小卫星的诸多发射方案，例如 SpaceX 的“猎鹰 9”火箭一次可搭载 60 颗卫星，且火箭可重复利用。

图表26： 产业资本进入使得卫星产业链成本不断下降



资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

开放的资本市场正积极拥抱卫星产业。国际方面，以 Starlink 和 OneWeb 为首两家低轨卫星星座厂商正通过融资不断充实资本完成产业布局。其中 OneWeb 的股东主要有美国高通、日本软银、英国维珍银河等，最近的一次融资达 12.5 亿美元；SpaceX 的股东有谷歌、美国银行等，最近的一次融资规模达 10.22 亿美元。除此之外，2019 年亚马逊也宣布了自己的低轨卫星计划--柯伊伯计划（Project Kuiper），计划发射 3236 颗低轨卫星，为世界各地没有接入互联网服务和网络延迟的区域提供高速宽带网络服务。

国内方面，2014 年国务院出台了《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》首次提出鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设。鼓励民间资本研制、发射和运营商业遥感卫星，提供市场化、专业化服务，引导民间资本参与卫星导航地面应用系统建设。目前，国内众多企业家纷纷涉足商业航天领域，其中银河航天因其创始人徐鸣的影响力（曾担任互联网公司猎豹移动总裁），令银河航天具有强大的融资能力，截至 2019 年底银河航天估值超 50 亿元。国内互联网巨头也在积极布局卫星领域，阿里在 2018 年的“双 11”前发射了“糖果罐号”迷你空间站和“天猫国际号”通讯卫星。

图表27：中国头部商业航天企业融资情况

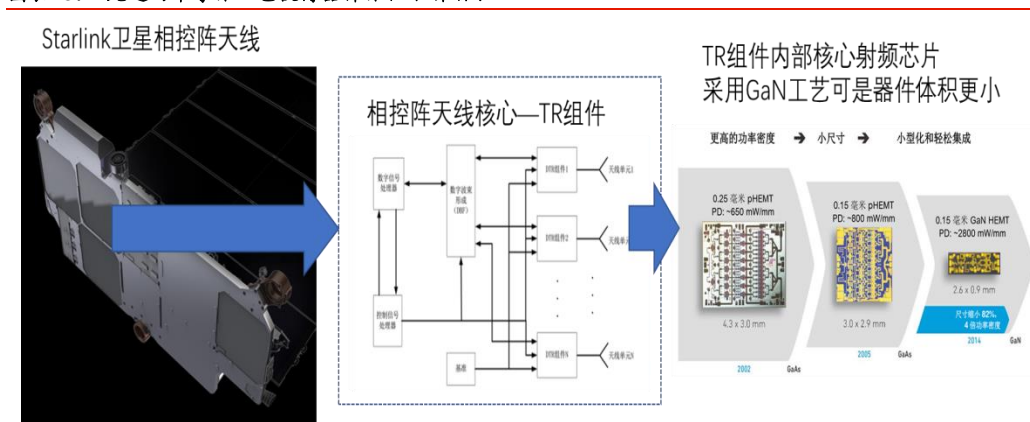
所属产业链环节	机构	最新轮次	最新融资时间	累计融资金额
卫星发射	星际荣耀	A++轮	2019-07	8亿元
	蓝剑航天	C轮	2019-12	超14亿元
	零壹空间	B轮	2018-08	近8亿元
	星河动力	Pre A轮	2019-10	近3亿元
卫星制造	天仪研究院	B轮	2018-07	超2.5亿元
	微纳星空	A+轮	2019-09	超亿元
	零重空间	Pre A+轮	2019-02	数千万元
卫星遥感	长光卫星	第3轮	2018-10	30亿元
	国星宇航	A轮	2019-01	超亿元
	千乘探索	Pre A1轮	2018-09	数千万元
卫星通信	银河航天	B轮	2019-09	超9亿元
	九天微星	A+轮	2018-09	2.5亿元

资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

2) 技术方面

毫米波芯片技术升级有效提高卫星集成度。卫星通信要实现在低轨毫米波传输，并使得到达地面的波束拥有更高的增益，必须使用相控阵技术，主要通过控制发射波束的方式来集中能量，降低在大气传输过程中的损耗，Starlink 低轨卫星底部安装了4套相控阵天线系统。

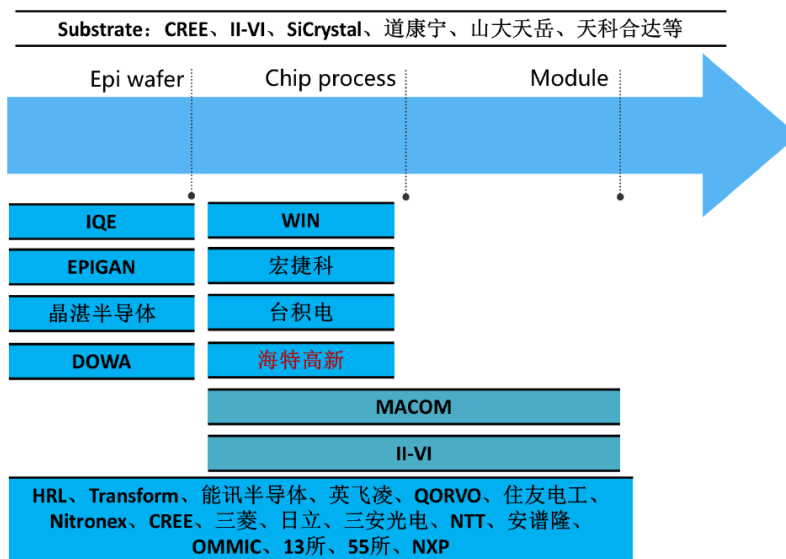
图表28：先进的半导体工艺使得器件体积不断缩小



资料来源：Starlink, Qorvo, 华泰证券研究所

GaN 工艺有助器件体积缩小、效率提升，将被毫米波芯片大规模采用。TR 组件为相控阵天线的核心部件，而 TR 组件为了实现波束控制和信号发射，需要在较小的空间内集成较多的发射天线，同时以较小的功率实现多波束的覆盖，这就对功率芯片工艺提出了很高的要求。传统的毫米波单片集成电路主要采用化合物半导体工艺，砷化镓 (GaAs)、磷化铟 (InP) 等，其在毫米波频段具有良好的性能，是该频段的主流集成电路工艺。GaN 作为第三代化合物半导体工艺，具有大禁带宽度、高电子迁移率和击穿场强等优点，根据 Qorvo 数据采用 GaN 工艺的芯片可在尺寸缩小 82% 的基础实现 4 倍功率密度的性能，因此可显著地提升输出功率，减小体积和成本。

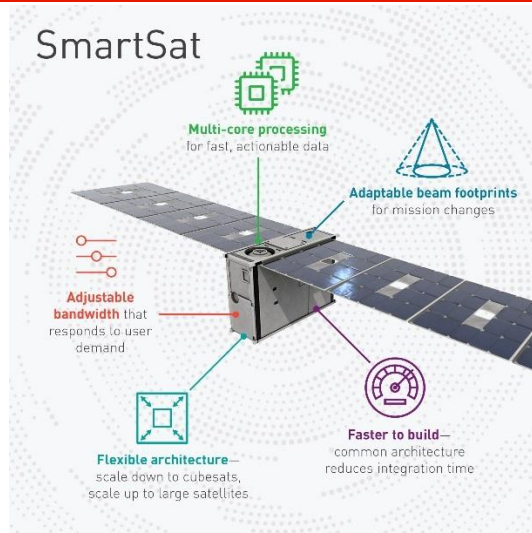
图表29: GaN 全球产业链分布图



资料来源: Qorvo, 华泰证券研究所

立方星和软件定义卫星技术架构提升卫星制造和迭代速度。2019年3月,美国洛克希德马丁公司公开了其研制的新一代太空技术“SmartSat”技术,这是一种叫做软件定义卫星技术架构。该技术架构主要包括可调通信带宽、波束范围可调、高性能多核处理器、灵活的架构可适应小卫星到大卫星制造需求(立方星),通用标准化的架构使得制造时间周期更短。软件定义架构类似于把卫星当作计算机或者是小汽车批量快速的造出来,所有的软件系统都可以进行在轨升级和测试。这样不但缩短了研发周期、研制经费,还能迅速的修改卫星的故障问题、改变卫星的功能。

图表30: 低轨卫星通信系统基本组成



资料来源: 洛克希德马丁, 华泰证券研究所

卫星通信或是 6G 核心技术之一

卫星通信与 5G 之间是互补关系。随着信息时代来临,需要联网的空间也越来越多,比如在飞机上、海洋上乃至戈壁荒漠,而卫星通信最大的优点可以以较低的成本解决全球信号覆盖的问题。同时因为卫星通信频段较高,信号衰减较大,卫星信号无法完成对室内或者地下等区域信号的直接覆盖(可以通过盒子或者其他设备进行信号的间接转发)。而基站在城市以及室内区域覆盖具有较大优势,可以说卫星通信和基站通信两者在信号覆盖上是互补的。

同时，卫星通信还要解决功率和天线的问题。在发射功率不变前提下，距离近可以降低信号衰减，当信息传输距离扩大到海平面和近轨人造卫星的距离，要想实现信息的可靠传输，就必须提升下行功率(卫星信号到手机)和上行功率(手机信号到卫星)，而要满足这一标准，会使电子元器件的体积大幅增加，这必然导致射频天线的尺寸根本塞不进当前以轻薄为主打要求的手机中。事实上，卫星通信终端，尺寸都比较大，一般都安装在建筑物上面或者大型的车辆上。随着半导体技术的发展，卫星通信终端的体积缩小了不少，能够放到小汽车上，但还是塞不进手机里，不适合普通人随身携带。

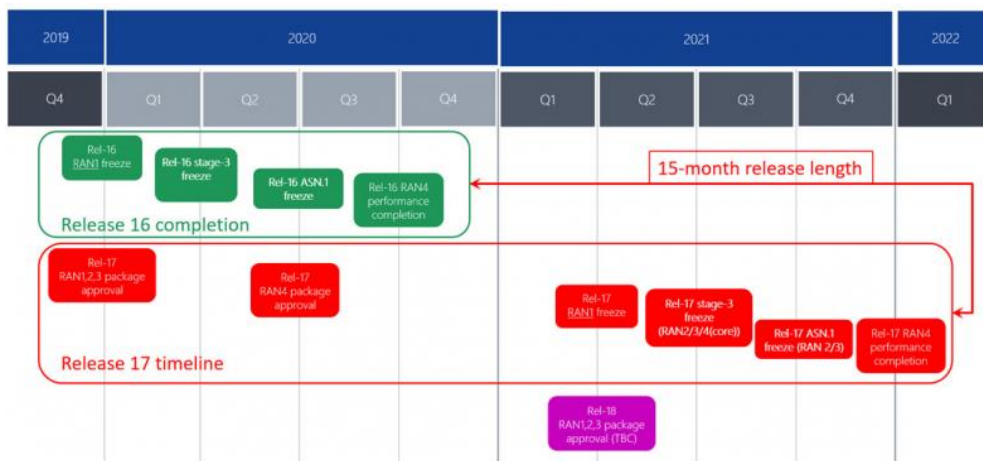
图表31：地面移动通信与卫星通信优劣对比

	地面移动通信	卫星通信
发展格局	5G商用临近，然而由于5G单基站造价高，基站覆盖范围降低(由于使用高频信号)，未来相当长的一段时间内，都将是2G、4G、5G、WLAN等多网络制式并存的局面	随着商业航天概念的兴起，众多互联网公司参与到低轨移动星座的建设中。未来高中低轨道卫星共存解决不同应用场景下的需求
发展优势	传输速率高，4G通信传输速率可以高达100Mbps，5G传输速率可达10Gbps。通信费率低，数据流量费低至1元/G	覆盖范围广；灵活性高：卫星通信系统的建立不受地理条件限制通信距离与成本无关；灾难容忍性强：在自然灾害如地震、台风发生时仍能提供稳定的通信
局限性	地表大部分区域如海洋、沙漠无法建立基站；用户稀少或人员难以到达的边远地区建立基站的成本极高；发生自然灾害时(如洪涝、地震、海啸等)地面网络容易被损坏	GEO卫星传输时延大(600-1200毫秒)；LEO卫星网络切换频繁；频率轨位资源有限，不能无限地增加卫星数量；太空中的日凌现象和星食现象会中断和影响卫星通信；卫星发射成本高

资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

卫星通信技术正被3GPP讨论是否纳入5G标准。在19年12月举行的3GPP(第三代合作伙伴计划, 3rd Generation Partnership Project)会议上, 3GPP围绕一系列新技术和能力进行了投票, 这次会议中涉及的技术主要包括MIMO、动态频谱分享、Sidelink、71GHz频谱、Multi-SIM、卫星通信、5G定位、终端节能技术等, 所有这些技术都计划在3GPP R17版本规范中发布(3GPP发布的第一批5G技术已于2017年R15发布, 第二批5G技术标准R16预计将于2020年初发布)。可以发现, 作为长期5G技术路线演进, 此次会议已经将卫星通信技术整合到5G架构中。根据美国卫星产业协会(SIA)官网信息, 由于美国光纤覆盖能力较弱, 美国白宫正考虑将卫星通信技术应用于美国5G网络建设中。

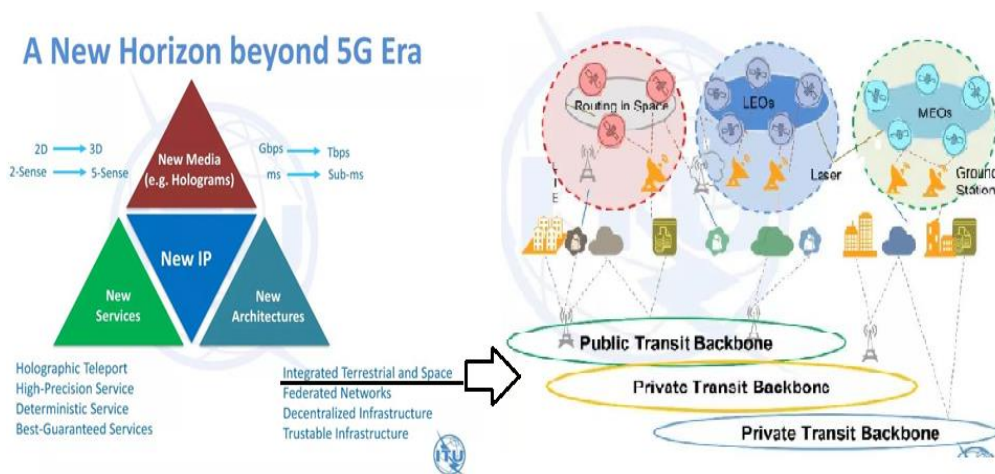
图表32： 3GPP R16 和 R17 协议演进时间线



资料来源：3GPP，华泰证券研究所

长期来看，卫星通信或是 6G 核心技术之一。过去移动通信技术（1G->5G），主要是面向陆地的公众移动通信系统，通过大量的地面基站来实现信号覆盖和传输，但受制于地理条件，基站无法在海域、沙漠、无人区等地理条件中形成有效覆盖。5G 相比 4G 无论在速度、延时还是连接能力上都得到了极大地提升，展望未来 6G 时代，除了时延、速度、连接能力提升的需求，覆盖需求正成为行业内关注的重点。卫星通信，因为其全球覆盖的优点，正成为通信行业对未来 6G 技术演进的重要研究方向之一。

图表33： 6G 新构架-地面和卫星通信融合的网络

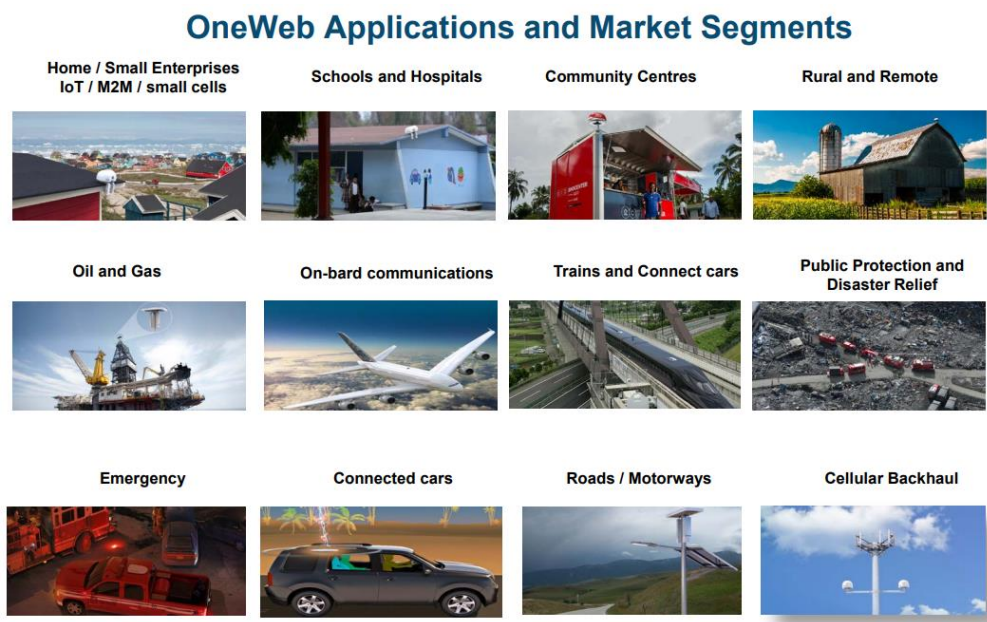


资料来源：《A NEW Horizon beyond 5G》华为，华泰证券研究所

卫星互联未来应用场景广阔

低轨卫星通信具备广泛应用场景。根据 OneWeb 已公布的应用领域，未来低轨卫星将应用于物联网、学校与医院、社区中心、偏远地区、油田开采、航空通信、交通运输、交通运输、应急通信、紧急事件、车联网、高速公路、信令分流等诸多领域。

图表34： OneWeb 星座应用场景



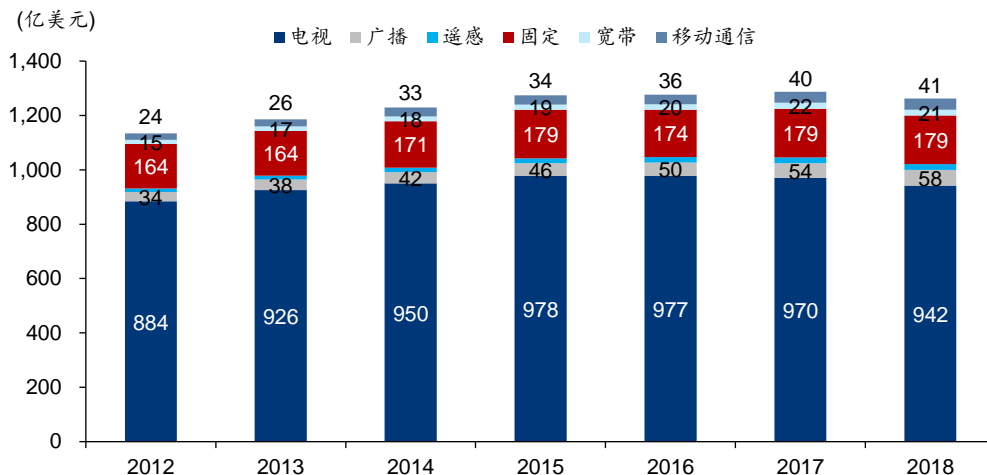
资料来源：OneWeb 官网，华泰证券研究所

2022 年全球低轨卫星互联服务市场约 1100-2000 亿美元

2018 年卫星服务业总收入 1265 亿美元，卫星电视占比最高达 74%。根据《卫星报告》，2018 年卫星电视直播收入为 942 亿美元 (YoY+3%)，占卫星服务业收入比重约 74%；卫星固定通信业务为第二大业务，占卫星服务业收入比重约 14%，收入为 179 亿美元 (YoY+0%)；卫星音频广播收入为 58 亿美元 (YoY+7%)；卫星移动通信收入为 41 亿美元 (YoY+3%)；卫星宽带业务收入为 24 亿美元 (YoY+14%)；遥感领域 (包括农业、变化检测、减灾、气象、资源等) 收入为 21 亿美元 (YoY-5%)。

低轨卫星的高通量、低时延特性在宽带业务、固定通信业务和移动通信业务中具有比较优势。从业务属性来看，卫星电视直播和卫星音频业务多为单向传输，且对时延敏感性较低，低轨卫星在这两块业务比较优势较小，这块未来并不是低轨卫星的主流市场。而宽带、固定和移动通信都是双向通信业务，低轨卫星的高通量、低时延特性在这三个业务具有突出优势。其中宽带主要是 C 端客户上网服务；固定主要是针对 B 端客户，比如电视台租用卫星转播节目、移动联通等电信运营商租用卫星转发器做偏远地区的基站连接、各种飞机轮船汽车的连接服务；移动通信主要指用卫星电话打电话通信，以上三项加起来 2018 年规模约 250 亿美元，占整体卫星服务收入比例为 19%。

图表35： 2012-2018 全球卫星服务业收入分布



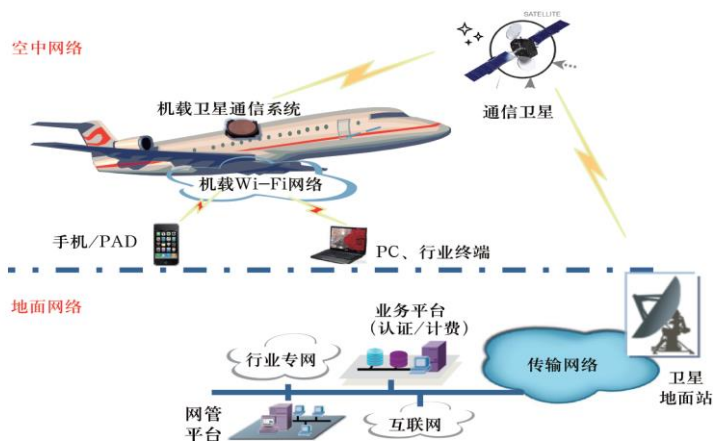
资料来源：SIA，华泰证券研究所

2022 年低轨卫星服务业收入规模约 1100-2000 亿美元。根据智研咨询数据，2018 年全球互联网服务市场约 1.5 万亿美元，而 2018 年全球卫星服务业收入为 1265 亿美元，约占全球互联网市场的 8%。展望未来，2022 年全球互联网服务市场约 2.5 万亿美元，假设卫星服务占比不变，则对应卫星服务业收入约 2000 亿美元。考虑低轨卫星星座在卫星电视和广播业务中优势不是很突出，而且这块市场每年呈下滑趋势，假设到 2022 年卫星电视和广播业务收入合计约 900 亿美元，那么保守看低轨卫星服务业全球市场规模为 1100 亿美元。综上所述，我们认为随着低轨卫星星座建设上量并成功商用，到 2022 年低轨卫星服务业收入规模约 1100-2000 亿美元。

航空互联网尚处蓝海，市场待开发

低轨卫星星座可提供广覆盖、稳定、快捷的航天互联网。机载卫星通信系统由安装于飞机顶部的卫星天线和机舱内的基带设备组成，将机舱内 Wi-Fi 系统承载的数据通过通信卫星传至卫星地面站，同时还需建设专门的网络管理平台和业务拓展平台。通过卫星连接的机载互联网网络架构如下图，业务设备既可使用乘客自有手机、PAD、手提电脑，也可定制专用接入终端。卫星直联方式的主要优点包括覆盖范围广，可实现同一卫星网络下国际漫游；服务不间断，可提供登机至离机（Gate to Gate）连续服务；网络较稳定。2019 年，美国空军研究实验室测试显示采用 Ka/Ku 频段的 Starlink 星座与军用 C12 双引擎涡轮螺旋桨飞机间的数据吞吐量达 610Mbit/s。

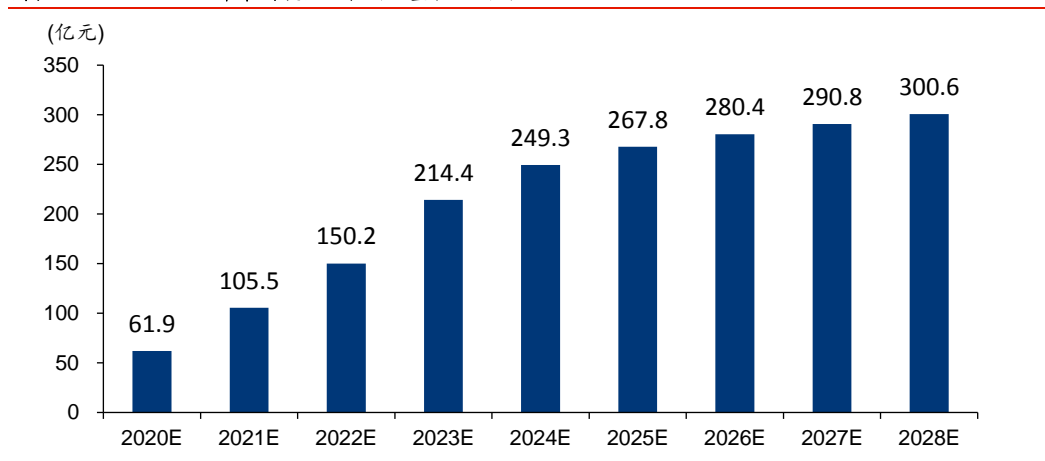
图表36： 机载卫星通信结构示意图



资料来源：《机载互联网的卫星通信实现方式分析和展望》，华泰证券研究所

航空互联网尚处蓝海，市场亟待有效开发。2017年9月交通运输部审议通过《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》，自此民航乘客可在飞行模式下使用手机平板等便携式电子设备，为航空互联网的发展奠定了用户基础。目前制约国内航空互联网发展的因素主要集中在供给端：1.政策支持不足，电信运营资质很难获得审批；2.服务质量不高，目前国外成熟的航空网络供应商很难进入国内，本土供应商技术不成熟，导致用户付费也很难获得令人满意的服务。根据艾瑞咨询预测，2028年可以在客机机上网络设备以及网络服务可以实现国产代替，同时改装价格以及流量成本将大幅下降，届时中国航空互联网仅流量收益可达300.64亿人民币。

图表37： 2020-2028年中国航空互联网流量收入预测

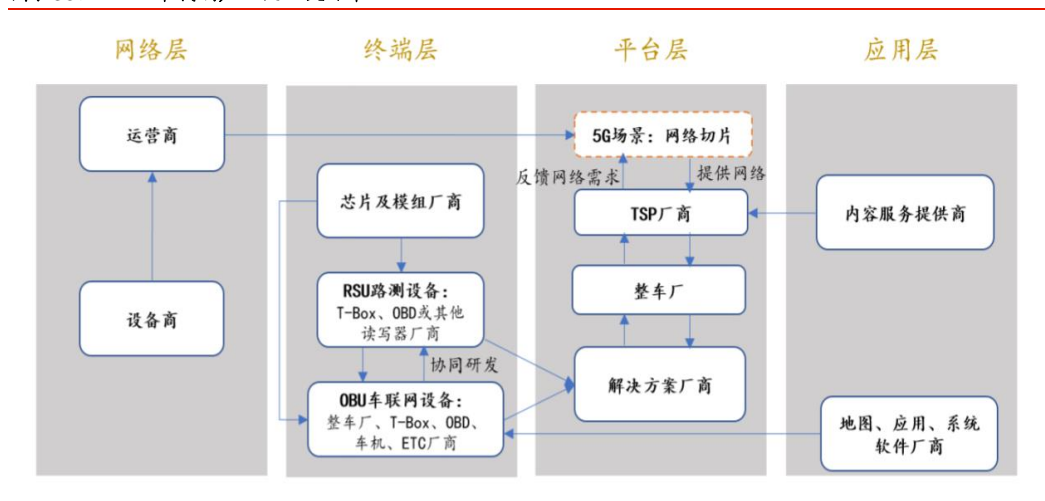


资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

低轨卫星车联网具有相对优势

目前车联网主流技术方案为 **LTE-V2X**，大量依赖陆基基站设备。车联网通信作为移动网络派生发展出来的新的分支，在通信技术要求和应用场景特点上有其独特性。一般而言，车联网通信通常统称为 V2X，3GPP 对车用无线通信技术进行了一系列的研究和标准化规范工作，2018年6月支持 LTE-V2X 增强 (LTE-eV2X) 的 R15 版本标准正式发布。未来随着 5G 技术进步，支持 5G NR-V2X 的 R16 版本预计 2020 年 2 季度左右发布。总的来说 **LTE-V2X** 和 **5G NR-V2X** 都是蜂窝移动通信技术，底层硬件依赖陆基基站设备来完成车联网通信功能；对于一些无人区或者基站无法覆盖的区域，这种场景下就需要卫星车联网来完成通信或者定位功能。

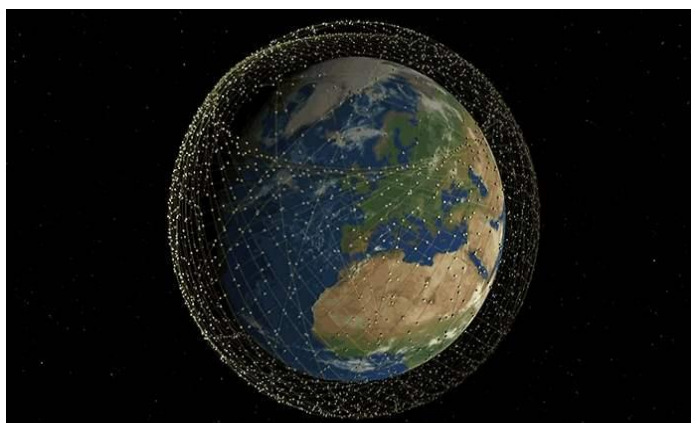
图表38： V2X 车载端产业链四大环节



资料来源：《车联网白皮书（2018年）》 信通院 2018.12，华泰证券研究所

Starlink 有望为特斯拉汽车提供卫星网络服务。Starlink 具备高精度、高可用、高可靠优势,不仅能提供宽带互联网服务,可进行通信,也能用作厘米级定位增强、导航服务。Starlink 星座的卫星总数最终将达到 1.2 万颗,采用星际链路组网,不用依赖地面站即可实现通信;且卫星之间互为备份,及时少数卫星性能出现故障或失效,也不会影响整个星座运行。特斯拉与 Starlink 共同属于马斯克创办,根据马斯克表示未来特斯拉的新能源汽车将配备卫星信号接收器,为车内提供高效、可靠的 WiFi 信号。

图表39: 卫星通信能为车联网提供全球覆盖能力

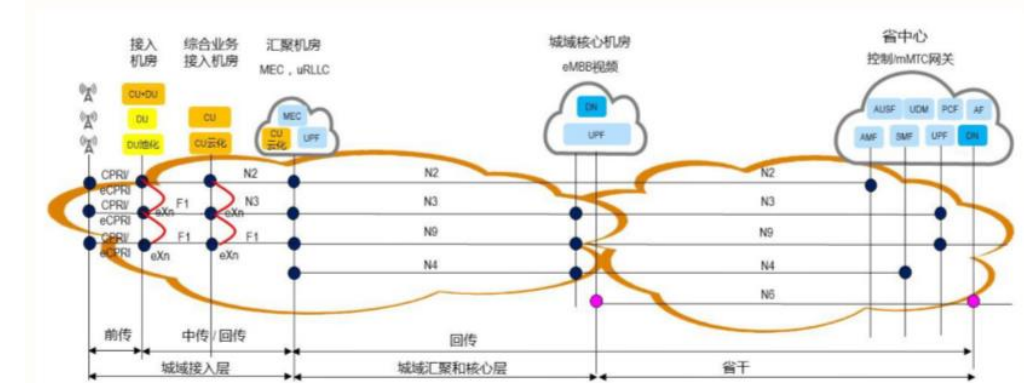


资料来源: Starlink, 华泰证券研究所

低轨卫星可作为基站回传解决方案

基站回传网络主要依赖光纤网络和微波技术。基站回传(Backhaul)指在移动网 RAN 层,通过多种物理媒介在基站和核心网之间建立一个安全可靠的传输网络。由于所有客户终端通过 RAN 接入移动网络、获得移动业务,因此基站回传的网络质量直接影响运营商是否能够快速响应业务发展需求。从物理层技术来看,未来 5G 网络回传主要依赖光纤和微波技术,其中光纤技术是目前无线接入网回传的主要物理层技术路线,根据 IMT-2020(5G)推进组 2018 年发布的《5G 承载网络架构和技术方案白皮书》,5G 中回传网络主要采用 SPN 和 M-OTN 技术方案来部署。而对于一些偏远地区或者光纤网络无法覆盖的地区,运营商会采用微波无线技术来完成基站回传任务。

图表40: 5G 对承载网络的连接需求和网络分层关系



资料来源:《5G 承载网络架构和技术方案白皮书》信通院, 华泰证券研究所

采用低轨移动星座作为中继是一种有效的“基站回传”解决方案。部分偏远地区环境复杂、分布零散、地面光纤无法到达,基础通信设施建设普及难度大、费用高。2019 年上半年卫星运营商 Telesat、英国萨里大学与比利时 Newtec 公司合作测试将卫星通信用于 5G 回传,实验结果显示,将低轨移动星座用于 5G 数据回传,往返时延为 18-40 毫秒,可以有效支持要求低延时的 5G 应用程序(测试项目包括 8K 流媒体传输、互联网浏览和视频聊天会话)。根据航天科技鸿雁星座通信负责人表示,利用鸿雁星座低时延宽带传输功能,

将卫星链路直接连接到 5G 基站,能降低移动回传网络部署成本,支持 5G 网络快速部署。根据 NSR (Northern Sky Research) 预测,2028 年全球卫星回传服务市场收入将超过 320 亿美元,其中 5G 通信相关业务将占据整个卫星回传服务市场的三分之一。

图表41: 一种卫星通信基站回传的网络架构

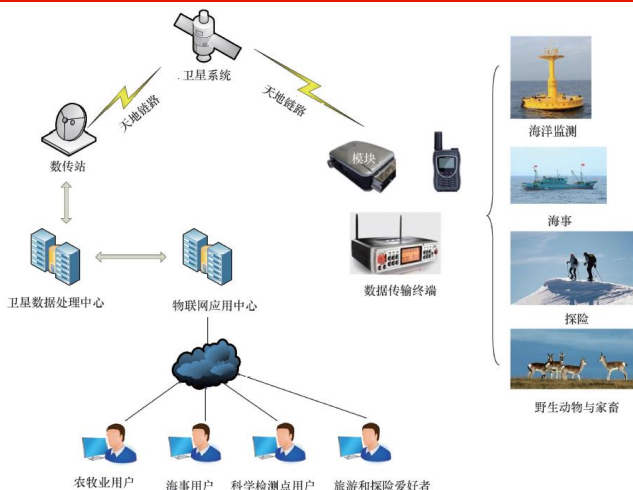


资料来源: 艾瑞咨询, 华泰证券研究所

低轨卫星物联网具有广阔空间

低轨卫星物联网具有广阔空间。窄带物联网应用对宽带和实时性的需求并不高,部分物联网应用对通信的要求可能只需要一天通信一次。从窄带物联网技术发展来看,未来 LPWAN 网络将占据主导地位,而 LPWAN 依赖于地面网络基础设施,运营商的网络仅能覆盖陆地面积的 20%,物联网的许多应用场景却发生在地面运营商不能覆盖的 80%的陆地及海上和空中,且终端常呈分散状分布,面对这些需求,低轨卫星通信星座恰好能解决这个痛点。由于发射技术的改进以及低轨卫星本身的小型化(低地球轨道(LEO)设计现在仅重 10 公斤),使得进入卫星物联网市场的成本大大降低。目前低轨卫星网络能够为终端设备提供更低的功耗,并且可以以模块化方式部署。

图表42: 物联网专用低轨道卫星系统构架



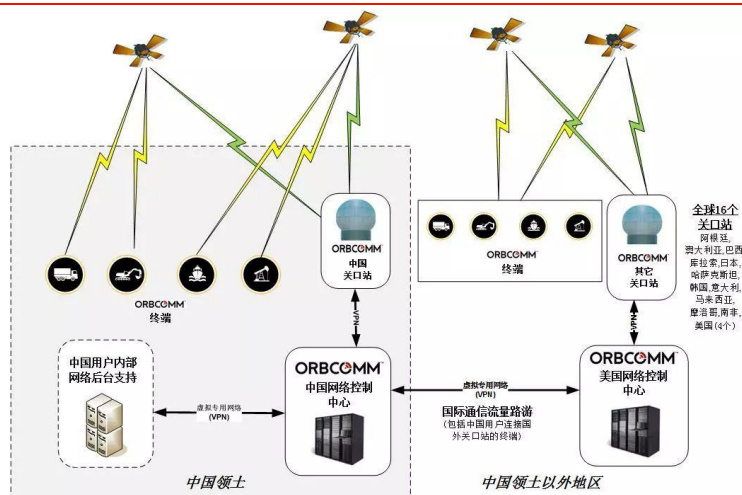
资料来源: 《低轨道卫星通信与托脸阿旺应用研究》, 华泰证券研究所

低轨卫星建设促卫星物联网市场快速增长。根据 Riot Research 市场预测,尽管低轨卫星物联网每台设备的硬件和连接收入更高,但低轨卫星物联网市场规模比地面 LPWAN 市场小 3 倍。根据 Riot Research 的预测,2021 年卫星物联网设备将出现大幅增长,到 2025 年全球将部署约 3030 万台卫星物联网设备,复合年增长率不到 40%;这种增长将在 2027 年左右开始趋于平缓,部分原因是地面竞争对手在卫星物联网连接方面的普及,以及固定和本地网络的改进,这些网络可用作全球卫星网络的替代品。市场规模方面,Riot 预测全球卫星物联网服务市场将在 2011-2022 迎来快速增长,到 2025 年市场规模增长至 59 亿美元。

海外卫星物联网案例--Orbcomm.Orbcomm 是一家提供机对机(M2M)和卫星物联网(IoT)解决方案提供商, 公司提供蜂窝、卫星、蜂窝卫星双模式和卫星 AIS 四大网络连接服务, 用户群横跨交通运输、重型装备、仓储、海事、石油和天然气、公用事业和政府等多个领域, 是全球最大的卫星物联网服务提供商。Orbcomm 拥有大约 60 颗 LEO 卫星, 其中第一代 Orbcomm 卫星系统 (OG1) 空间段由 47 颗 LEO 卫星 (其中 6 颗用作备用) 围绕 7 个轨道面组成; 第二代 Orbcomm 卫星系统 (OG2) 空间段共计 17 颗 LEO 卫星。相较 OG1, OG2 单颗卫星在容量 (6 倍) 和速率 (2 倍) 方面均有较大提升, 此外 OG2 卫星配备自动识别系统 (AIS) 有效载荷, 可接收与报告来自配备 AIS 的海上船只的信号。Orbcomm 系统在全球 120 多个国家和的确获得授权, 目前全球已建成投入运营的 Orbcomm 关口站有 16 个, 主网管站在美国。

Orbcomm 于 18 年进入中国市场。Orbcomm 于 2018 年获得监管部门批准进入中国市场, 并将在中国建立网关地面站, 选定亚太导航通信卫星公司(APNTS, 中国电信集团的控股子公司)作为中国本地合作伙伴, 为中国提供卫星物联网服务及解决方案, 主要涉及重型设备、运输和物流、以及海上运输等领域。

图表43: ORBCOMM 中国网络拓扑图



资料来源: 中卫星空, 华泰证券研究所

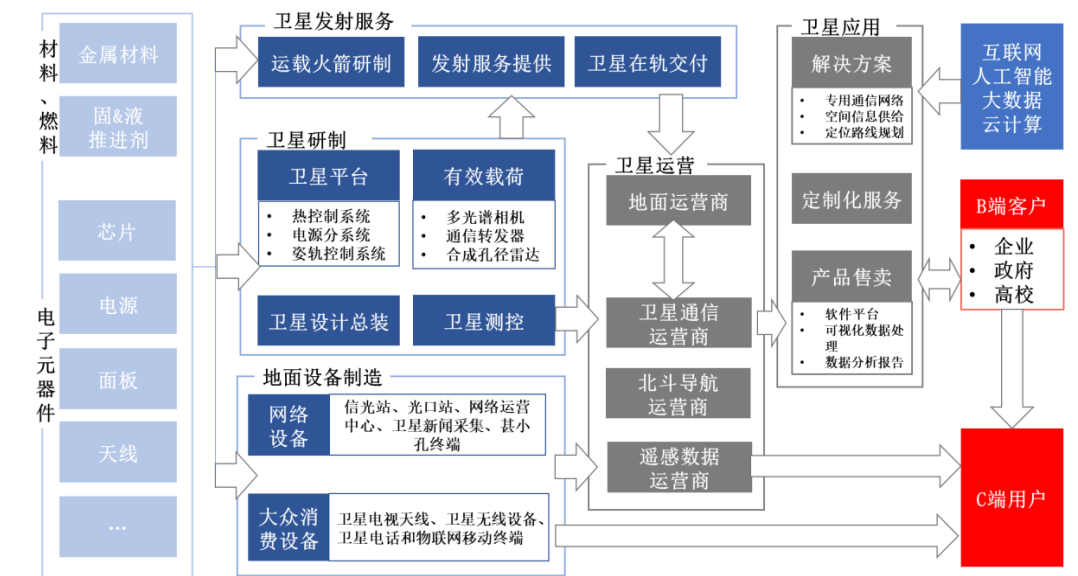
国内卫星物联网处于起步初期。2019 年 9 月, 中国卫星物联网产业联盟在无锡成立, 产业联盟由中关村物联网产业联盟与北京国电高科科技有限公司 (以下简称国电高科) 等单位共同发起。国电高科的天启卫星物联网系统已正式上线, 开始为政府、行业客户提供服务, 天启卫星物联网系统由星座、卫星地面站、卫星测控中心、天启运营支撑平台、天启物联网应用平台、卫星终端等组成, 是一个完整的卫星物联网应用体系。天启星座卫星物联网核心模块已于 2017 年 11 月 15 号成功发射并完成在轨验证, 截至 2020 年 5 月底已成功发射 5 颗卫星(天启 1-5 号), 并组网运行。2019 年全球物联网大会无锡峰会上, 国电高科宣布计划 2020 年完成全部 38 颗卫星组网, 实现全球覆盖的商业运营能力。目前, 国电高科的通信终端销售价格量产后能够控制在 500 元以内, 资费标准与短信相当。未来国电高科的目标是推出 100 元级别终端, 量达到 100 万以上。

低轨卫星时代已来，掘金产业链新机遇

卫星及其应用产业链总体分为四个环节：

- 1) 电子元器件、金属材料等卫星火箭配套厂商；
- 2) 卫星研制商、发射服务提供商以及地面设备制造商；
- 3) 卫星运营商与卫星应用服务提供商；
- 4) B端/C端用户（政府、企事业单位、个人）。

图表44：卫星通信产业链结构图



资料来源：艾瑞咨询，华泰证券研究所

卫星研制和发射领域：虽然在整个卫星产业链中卫星制造和卫星发射业务两者收入加起来占比仅有9%，但受益于自18年起海外低轨卫星星座建设，2018年卫星制造业务和卫星发射业务收入同比增长了26%/34%。相比较之下，2018年，卫星服务收入同比下滑1.7%。因此，类比5G基站建设并结合卫星行业数据，我们认为，卫星研制和卫星发射是整个低轨卫星板块中最先受益的子版块，随着国内低轨卫星建设进入规模放量阶段，卫星研制和卫星发射子版块产业链公司将受益。其中卫星和运载火箭的研制国内基本以军工企业为主，主要是以航天科技、航天科工、中国电科等为代表；卫星发射方面参与主体主要以军方和中科院为主，近期许多民营资本也进入卫星发射领域，比如国内的天际荣耀、蓝剑航天、零壹空间、星河动力等。

地面设备领域：地面设备因为其直接面向卫星运营和C端客户，导致需求量较大，占到整个卫星收入比例为45%；主要包括地面网络设备、卫星终端、导航设备等，其中导航设备在地面设备领域收入占比最高，根据《卫星报告》，2018年GNSS导航设备在整个地面设备收入占比约75%。国内地面设备参与者数量较多，主要集中在天线、移动终端、地面接收站等产品研制和系统软件集成等领域，典型企业包括中国卫星、海格通信、华力创通、华讯方舟、海能达、七一二等。其中杰赛科技作为中电科通信子集团旗下唯一的资本运作平台，中电科通信子集团管理了54所、7所、50所、39所和34所，这些研究所技术能力出众，产品覆盖航天、卫星导航、微波与探测技术等。

电子元器件及配套领域：电子元器件及配套主要为卫星、火箭和地面设备提供基础元件和配套组件，产业链厂商涉及面广且分散。目前国内企业规模较小，整体实力偏弱，尤其是芯片、板卡、天线和终端技术水平与国外顶尖仍有差距，国产替代需求较强。卫星通信主要是基于毫米波通信频段，低轨卫星载荷主要为通信部分，毫米波通信的核心是毫米波通信组件及芯片，该领域中电科旗下研究所实力较强，民营企业中和而泰子公司毓昌科技的毫米波技术有一定稀缺性，中长期将受益低轨卫星建设。

运营服务领域：根据《卫星报告》，2018年卫星运营服务在整个卫星产业收入占比最高，约46%（第二是地面设备制造，占比45%）。国内航天科技、航天科工、中国卫通、亚太卫星、星空年代、华讯方舟等传统国企和新兴企业均积极开展相关布局。国内卫星通信服务属于高度管制行业，需要获得工信部运营牌照才能展开相关经营活动。目前国内拥有第一类卫星通信业务牌照的仅有中国卫通、中国电信和中国交通通信信息中心；国内拥有第二类卫星转发器出租、出售业务牌照的仅有中国卫通、中国电信和中信数字媒体网络有限公司。其中中国卫通作为航天科技子公司，是国内唯一拥有通信卫星资源且自主可控的卫星通信运营企业，行业龙头地位稳固。

图表45：卫星通信产业链主要标的一览表

产业链环节	主要上市公司
电子元器件及配套	电缆及连接器： 航天电器、中航光电、金信诺； 惯性导航： 航天电子； 时间同步： 天奥电子； 电容等被动元器件： 鸿远电子、宏达电子、火炬电子、振华科技； 毫米波组件： 和而泰、亚光科技、盛路通信； 数字芯片等： 欧比特、振芯科技、雷科防务； 材料： 菲利华、光威复材；
卫星制造	中国卫星；
火箭制造	主要为非上市公司：中国运载火箭技术研究院（航天一院）、中国空间技术研究院（航天五院）、上海航天技术研究院（航天八院）
地面设备	中国卫星、海格通信、振芯科技、华力创通、华讯方舟、海能达、金信诺、七一二；
运营服务	中国卫通、中国电信、华讯方舟；

资料来源：Wind，华泰证券研究所

投资建议：卫星和运载火箭的研制建议关注中国卫星（华泰军工组覆盖）；地面设备建议关注中国卫星，产业链企业还包括杰赛科技、海格通信、华力创通、华讯方舟、七一二；上游器件及配套重点推荐和而泰、菲利华（华泰通信、有色、军工联合覆盖），建议关注航天电器（华泰军工组覆盖），产业链企业还包括中航光电、天奥电子、鸿远电子、宏达电子、振华科技、亚光科技；国内卫星运营服务受制于牌照门槛较高，产业链企业主要有中国卫通。

图表46：重点推荐及关注公司一览表（以6月12日收盘价计算）

证券代码	证券简称	收盘价(元)	目标价(元)	每股收益(元)			市盈率 PE(倍)		
				19A	20E	21E	19A	20E	21E
002402.sz	和而泰	14.02	16.37-18.29	0.33	0.38	0.58	42.48	36.89	24.17
300395.sz	菲利华	27.31	22.58-23.99	0.57	0.71	0.86	47.91	38.46	31.76
600118.sh	中国卫星	33.18	-	0.37	0.40	0.44	89.68	82.95	75.41
002025.sz	航天电器	28.56	36.50-36.94	0.94	1.08	1.28	30.38	26.44	22.31

注：盈利预测均为华泰预测，其中和而泰为华泰通信组覆盖，菲利华为通信、有色、军工联合覆盖，中国卫星和航天电器为军工组覆盖；

资料来源：Wind，华泰证券研究所

风险提示

- 国内低轨卫星建设进度和规模不及预期。**由于低轨卫星属于国家战略资源，国内产业链标的主要受益国内低轨卫星星座建设，如若国内低轨卫星星座建设数量及进度不及预期，会影响产业链标的收入情况。
- 中美贸易摩擦加剧导致部分芯片断供。**国内企业在系统集成级中低端芯片具有一定优势，但半导体高端芯片及上游产品方面，国内实力仍较弱，而海外基本以日美为主导，如果中美贸易摩擦加剧，部分高端芯片供应受限将影响国内低轨卫星星座建设进程。

免责声明

分析师声明

本人，王林、陈歆伟、赵悦媛，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告仅供本公司客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，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。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司研究报告以中文撰写，英文报告为翻译版本，如出现中英文版本内容差异或不一致，请以中文报告为主。英文翻译报告可能存在一定时间延迟。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司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头寸并进行交易，也可能为之提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本公司的销售人员、交易人员或其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使本公司及关联子公司违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

针对美国司法管辖区的声明

美国法律法规要求之一般披露

本研究报告由华泰证券股份有限公司编制，在美国由华泰证券（美国）有限公司（以下简称华泰证券（美国））向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司对其非美国联营公司编写的每一份研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

所有权及重大利益冲突

分析师王林、陈歆伟、赵悦媛本人及相关人士并不担任本研究报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本研究报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。声明中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。

重要披露信息

- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司在本报告所署日期前的 12 个月内未担任标的证券公开发行或 144A 条款发行的经办人或联席经办人。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司在研究报告发布之日前 12 个月未曾向标的公司提供投资银行服务并收取报酬。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司预计在本报告发布之日后 3 个月内将不会向标的公司收取或寻求投资银行服务报酬。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司并未实益持有标的公司某一类普通股证券的 1%或以上。此头寸基于报告前一个工作日可得的信息，适用法律禁止向我们公布信息的情况除外。在此情况下，总头寸中的适用部分反映截至最近一次发布的可得信息。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司在本报告撰写之日并未担任标的公司股票证券做市商。

评级说明

行业评级体系

一报告发布日后的 6 个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

公司评级体系

一报告发布日后的 6 个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

买入股价超越基准 20%以上

增持股价超越基准 5%-20%

中性股价相对基准波动在-5%~5%之间

减持股价弱于基准 5%-20%

卖出股价弱于基准 20%以上

华泰证券研究

南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999/传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路 5999 号基金大厦 10 楼/邮政编码：518017

电话：86 755 82493932/传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层

邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098/传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com

法律实体披露

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J。

华泰证券全资子公司华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员，具有在美国开展经纪交易商业业务的资格，经营业务许可编号为：CRD#.298809。

电话：212-763-8160

电子邮件：huatai@htsc-us.com

传真：917-725-9702

http://www.htsc-us.com

©版权所有2020年华泰证券股份有限公司