

商业化政策持续落地，自动驾驶产业加速

通信行业

1、自动驾驶商业化政策持续落地：随着人工智能、5G通信、大数据等新技术快速发展，自动驾驶汽车加快推广应用，逐步由研发测试转入实际运营。随着政策、产业、技术等不断完善，以及商业化进程的提速，中国自动驾驶产业有望在未来2-3年内引领全球新一轮技术创新发展。

2、产业链：智能驾驶系统可以分为感知层、决策层、执行层，通过传感器实现对路况其他变量的语义理解和感知，再对车身转向和速度做出决策和执行。其中和TMT高度相关的是感知层、决策层以及之间的通信层。

3、感知层面主要技术为激光雷达、毫米波雷达

激光雷达：核心元器件包括光源、光电探测器、光束操纵元件及整机等。

1) 光源方面，激光雷达激光器可使用EEL（边发射）、VCSEL（垂直发射）和光纤激光器，VCSEL以及超窄线宽激光器会是产业重点发展方向，VCSEL激光器产业链包括：II-VI、Lumentum，长光华芯（A股上市公司）、纵慧芯光、华芯半导体、瑞识科技、博升光电等，超窄线宽激光器国内供应商主要以初创公司为主，包括：微源光子、灵芯光电等。

2) 光电探测器，探测器可使用PIN、APD、SPAD、SiPM（硅光电倍增管）、CMOS图像传感器等，目前仍主要掌握在国外巨头手中，包括First Sensor、安森美、滨松等，此外中国SPAD出现部分初创企业包括宇称电子、芯视界、灵明光子、飞芯电子等。

3) 光束操纵元件&整机方面，国内众多厂商均采用自研商业模式，包括：禾赛科技、速腾、一径科技、镭神等激光雷达厂商。

毫米波雷达：毫米波雷达系统主要由阵列天线、前端收发射频组件（MMIC芯片）、数字信号处理器（DSP/FPGA）及控制电路等部分构成，其中天线及前端收发组件为核心硬件。

1) 天线：目前毫米波雷达天线主流方案为微带阵列天线，较常见的是设计成可集成在PCB板上的“微带贴片天线”。毫米波雷达需要介电常数稳定、损耗特性低等高性能的高频PCB基材，目前国外主流高频PCB基材厂商有：Rogers、Taconic、Isola、Panasonic、R&S，受益于国内5G产业发展，国内生益科技、沪电股份等已实现毫米波雷达用高频PCB产品的技术突破。

2) 前端收发组件：目前大多数毫米波雷达前端收发组件主要采用基于硅基的单片微波集成电路（MMIC）集成方式，主要以SiGe BiCOMOS技术为主。目前MMIC技术主要由国外半导体公司主导，如Infineon、NXP、TI、ST、ADI、

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：宋辉

邮箱：songhui@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519080003

联系电话：

分析师：柳珏廷

邮箱：liujt@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520040002

联系电话：

Renesas、Onsemi、Digi-Key、Freescale，国内厂商主要包括厦门意行、加特兰、南京米勒、清能华波、矽杰微电子等。

3) 数字信号处理器：目前 DSP/FPGA 芯片制造商主要以海外厂商为主，包括 DSP：TI、ADI、ST、Infineon、NXP 等；FPGA：Xilinx、Altera、Lattice、Microsemi、紫光国微、安路科技、复旦微等。

4、通信层面：随着汽车智能化程度的提高，自动驾驶技术的升级和完善，车内以太网的带宽和冗余备份需求会日益增多，PHY 芯片的端口数也随带宽不断增加，主要 PHY 芯片厂商为博通、Marvel 等，国内包括裕太微、景略等。

相比高压连接器的迅猛发展，国内高速连接器的国产化进程相对缓慢，由于高速连接器需要有通信及射频技术基础。本土企业主要有电连技术、中航光电、林积为、中聚泰、瑞可达、立讯精密、意华股份、天海科技等。

5、通信板块本周持续推荐：

结合业绩确定性及估值两方面因素考虑，我们建议关注包括军工通信、面板以及低估的算力基础设施及工业互联网个股：

1) 持续推荐算力基础设施

服务器等设备商：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯等；

算力中心：光环新网；

算力硬科技产业链：新雷能（服务器电源）；

2) 军工通信：烽火电子（华西通信&军工联合覆盖）、海格通信（华西通信&军工联合覆盖）、七一二等；

3) 工业互联：金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）等；

4) 液晶面板拐点：TCL 科技（华西通信&电子联合覆盖）等。

6、风险提示

相关技术标准统一不及预期；硬件技术突破不及预期；产业链各方合作不及预期。

1. 自动驾驶商业化政策持续落地

随着人工智能、5G 通信、大数据等新技术快速发展，自动驾驶汽车加快推广应用，逐步由研发测试转入实际运营。目前，全国已有 10 余个城市允许自动驾驶汽车在特定区域、特定时段从事出租汽车、城市公共汽（电）车等商业化试运营，应用规模不断扩大。

2022 年 7-8 月，北京、重庆、武汉先后投入无人化商业运营试点车辆，我国自动驾驶汽车商业化试运营迈向无人化新阶段。2023 年 5 月，深圳发放首批智能网联汽车无人商业化试点资质。2023 年 7 月上海 2023 世界人工智能大会—智能驾驶论坛上，百度智行、AutoX 安途、小马智行等三家企业 15 辆车获得浦东新区首批发放的无驾驶人智能网联汽车道路测试牌照（数据来源：场景驱动自动驾驶商业化发展与展望白皮书）。

随着政策、产业、技术等不断完善，以及商业化进程的提速，中国自动驾驶产业有望在未来 2-3 年内引领全球新一轮技术创新发展。

表 1 北京、上海、深圳自动驾驶政策逐步放开

时间	相关城市	相关文件	政策意义
2022 年 8 月 1 日	深圳	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	条例正式实施，深圳作为先行示范区，完全自动驾驶汽车可以合法上路
2023 年 2 月 7 日	上海	《上海市无驾驶（安全）员智能网联汽车测试技术方案》	推动智能网联汽车技术创新，规范无驾驶人智能网联汽车创新应用
2023 年 7 月 7 日	北京	《北京市智能网联汽车政策先行区自动驾驶出行服务商业化试点管理细则（试行）》修订版	企业在达到相应要求后可在示范区面向公众提供常态化的自动驾驶付费出行服务

资料来源：中国新闻社、深圳人大网等，华西证券研究所整理

2. 自动驾驶产业链

智能驾驶系统可以分为感知层、决策层、执行层，通过传感器实现对路况其他变量的语义理解和感知，再对车身转向和速度做出决策和执行。

其中和 TMT 高度相关的是感知层和决策层。

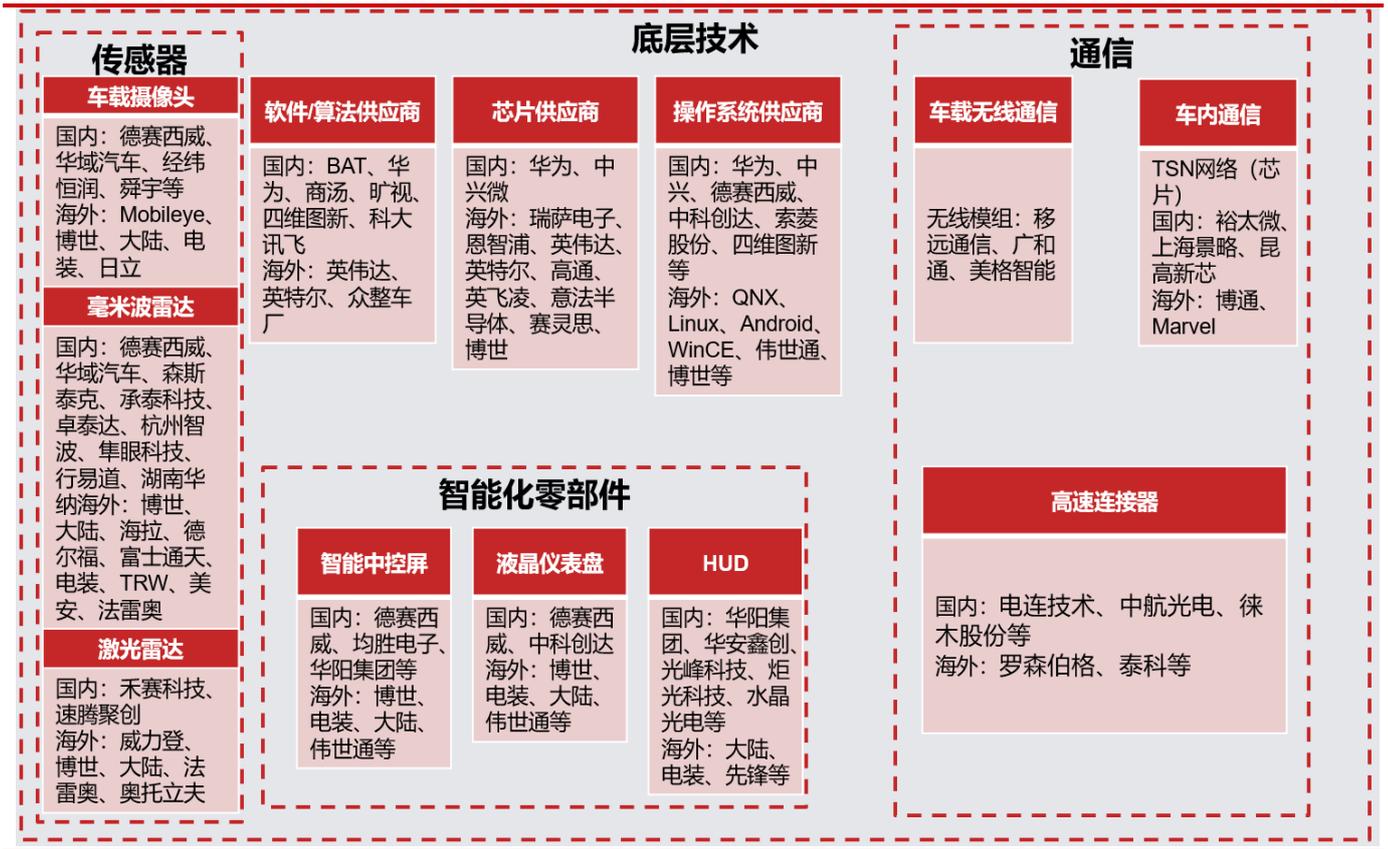
感知层：感知层负责感知、采集和处理车内以及外部环境信息，主要涵盖汽车雷达、摄像头等内容。

为了保证系统的稳定性，在成本允许的前提下，传感器种类越多、感知的稳定性越好，多源融合越前置，感知的准确性越高。

决策层：依据感知层获取的信息进行决策判断，制定相应控制策略，需要覆盖多数罕见路况的海量数据以及完善高效的人工智能技术，进而替代人类做出驾驶决策。决策层主要包含芯片、域控制器等硬件，以及操作系统（OS）等软件。

连接感知层和决策层的是通信层：随着汽车技术的发展，汽车电子产品数量逐年增加，复杂性日益提高，越来越多的汽车需要配备高级驾驶辅助系统（ADAS）、车载信息娱乐系统（IVI），大量流媒体数据的传输要求总线具备更高的传输能力。

图表 1 自动驾驶关键产业链



资料来源：华西证券研究所整理

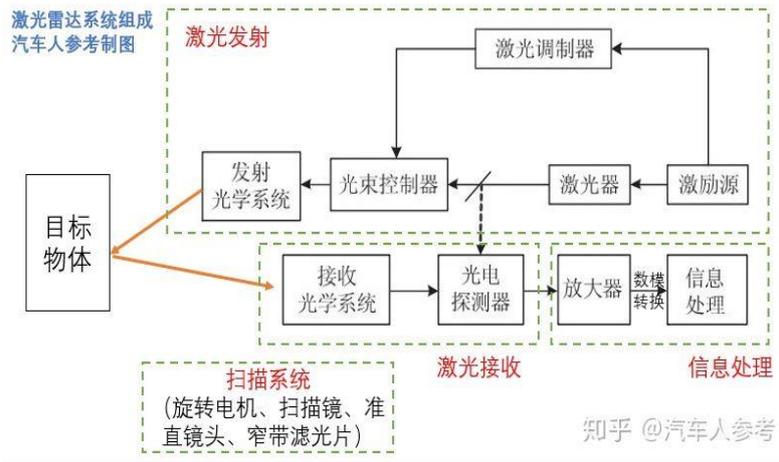
3. 感知层：激光雷达+毫米波雷达

3.1. 激光雷达：国产化产业链前景向好，放量可期

随着无人驾驶、自动驾驶的兴起和发展，车载激光雷达市场将是拉动整体激光雷达行业最大的动力之一，根据全球知名咨询机构Yole数据，2021年全球汽车激光雷达销售额约17.90亿美元，前瞻产业研究院初步统计2022年全球汽车激光雷达市场规模约25亿美元。根据Yole等机构预测，未来5-10年将加速放量，预计2025年和2030年全球激光雷达出货量分别有望达到约660万颗和7934万颗，其中中国分别出货292万颗和3154万颗左右（根据Velodyne招股说明书，全球车载激光雷达在激光雷达的应用领域中占比最高，达60.5%。）

激光雷达主要由激光发射系统、接收系统、信息处理系统、扫描系统四大部分组成。其中激光发射系统包括光源、激光器、光束控制器和发射光学系统；接收系统包括光电探测器和接收光学系统；系统助力系统包括放大器、数模转换器和软件算法；扫脚系统包括旋转电机和扫描镜，以及核心MEMS微镜。

图表 2 激光雷达系统组成



资料来源：汽车人参考，华西证券研究所

其中核心元器件包括光源、光电探测器、光束操纵元件及整机等。

光源方面，激光雷达激光器可使用 EEL（边发射）、VCSEL（垂直发射）和光纤激光器，我们判断 VCSEL 以及超窄线宽激光器会是产业重点发展方向，VCSEL 激光器产业链包括：II-VI、Lumentum，长光华芯（A 股上市公司）、纵慧芯光、华芯半导体、瑞识科技、博升光电等，超窄线宽激光器国内供应商主要以初创公司为主，包括：微源光子、灵芯光电等。

光电探测器，探测器可使用 PIN、APD、SPAD、SiPM（硅光电倍增管）、CMOS 图像传感器等，目前仍主要掌握在国外巨头手中，包括 First Sensor、安森美、滨松等，此外中国 SPAD 出现部分初创企业包括宇称电子、芯视界、灵明光子、飞芯电子等。

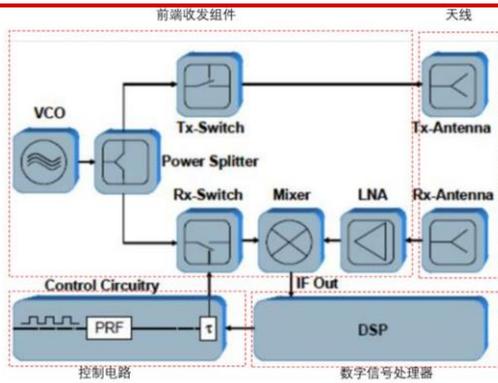
光束操纵元件&整机方面，国内众多厂商均采用自研商业模式，包括：禾赛科技、速腾、一径科技、镭神等激光雷达厂商。

3.2. 毫米波雷达：阵列天线和前端收发组件为主要核心，国产替代空间较大

根据 Yole 的数据，全球车载雷达市场规模在 2021 年达 58 亿美元，预计到 2027 年将以 14% 的年复合增长率增长到 128 亿美元。

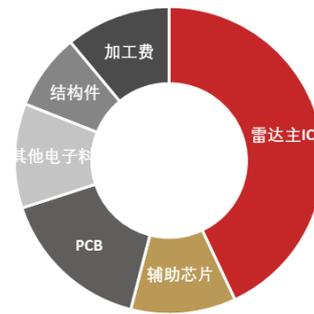
以 FMCW 毫米波为例，毫米波雷达系统主要由阵列天线、前端收发射频组件（MMIC 芯片）、数字信号处理器（DSP/FPGA）及控制电路等部分构成，其中天线及前端收发组件为核心硬件。

图表 3 FMCW 毫米波雷达系统



资料来源：麦姆斯咨询，华西证券研究所

图 4 承泰科技 CTLLR-400 第五代前向毫米波雷达成本



资料来源：承泰科技，华西证券研究所整理

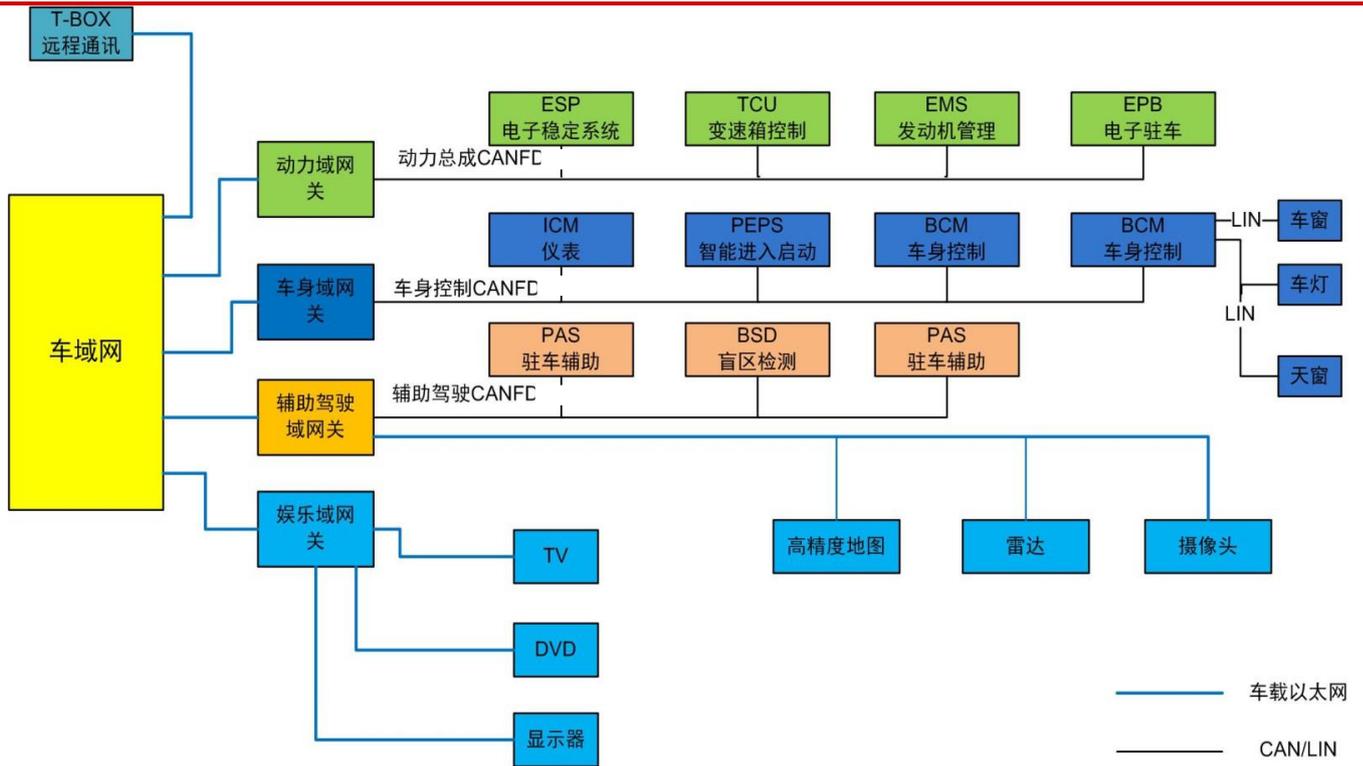
- (1) **天线**：目前毫米波雷达天线主流方案为微带阵列天线，较常见的是设计成可集成在 PCB 板上的“微带贴片天线”。为确保电路性能稳定一致，毫米波雷达需要介电常数稳定、耗损特性低等高性能的高频 PCB 基材，目前国外主流高频 PCB 基材厂商有：Rogers、Taconic、Isola、Panasonic、R&S，受益于国内 5G 产业发展，国内生益科技、沪电股份等已实现毫米波雷达用高频 PCB 产品的技术突破。
- (2) **前端收发组件**：目前大多数毫米波雷达前端收发组件主要采用基于硅基的单片微波集成电路 (MMIC) 集成方式，主要以 SiGe BiCOMOS 技术为主。目前 MMIC 技术主要由国外半导体公司主导，如 Infineon、NXP、TI、ST、ADI、Renesas、Onsemi、Digi-Key、Freescale，国内厂商主要包括厦门意行、加特兰、南京米勒、清能华波、矽杰微电子等。
- (3) **数字信号处理器**：目前 DSP/FPGA 芯片制造商主要以海外厂商为主，包括 DSP：TI、ADI、ST、Infineon、NXP 等；FPGA：Xilinx、Altera、Lattice、Microsemi、紫光国微、安路科技、复旦微等。

4. 通信层：车载以太网芯片+高速连接器

车载以太网具备以下优势：

- 1) 高带宽，以满足大量数据传输的需求：车载以太网已经实现百兆带宽的落地，正在向千兆宽带升级，相较 CAN、LIN、Flexray 等传统车内总线有压倒性优势。
- 2) 以太网技术的标准性、成熟性、通用性和互联扩展的优势：车载以太网的高层协议和软件可以保持不变，支持现有的车载电子生态链成果。
- 3) 有效降低线束重量：100BASE-T1 是全双工标准，物理上只需要一根非屏蔽双绞线即可实现，大大减轻了线束的重量，与之带给车身的负担，可以减少线缆重量约 30%，减少连接成本约 80%。

图 5 基于域控制器的混合车载网络架构



资料来源：51CTO，华西证券研究所整理

随着汽车智能化程度的提高，自动驾驶技术的升级和完善，车内以太网的带宽和冗余备份需求会日益增多，PHY 芯片的端口数也随带宽不断增加。

近年来，车载娱乐系统、导航系统等已逐步成为汽车的标配。根据中国汽车技术研究中心有限公司的预测，2021 年-2025 年车载以太网 PHY 芯片出货量将呈 10 倍数量级的增长，我们保守预计，2025 年中国车载以太网物理层芯片搭载量将超过 2.5 亿片（数据来源：裕太微招股说明书）。

图表 6 车载以太网端口数量预测（单位：个）



资料来源：Ethernet Alliance（裕太微招股说明书），华西证券研究所

4.1. 高速连接线国产化比例极低，国产替代空间大

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

高速连接器主要是用于满足汽车辅助驾驶、自动驾驶、车联网等应用，在摄像头、T-BOX、域控制器、激光雷达、天线、显示器等场景中较为常见，根据不同的应用需求，高速连接器主要分为 Fakra、MiniFakra、以太网连接器、HSD 连接器等类型。

Fakra 主要用于射频信号、GPS 定位系统、收音机、互联网接入等车载电子娱乐系统，是车载多媒体设备间信号传输的重要部件。

HSD 连接器，摄像头通过 Mini-FAKRA 输送到 AVM 的信息流，将交由 HSD 进行下一步传输，主要应用于 AVM（环视系统）到主机端、主机端到座舱端的高速传输。

车载以太网是车内通信的主干网络，与 HSD 一样都具有高传输效率，由于后者线束成本较高，车载以太网被认为未来有望取代 HSD。

连接器是电子系统设备之间电流或光信号等传输与交换的电子部件。连接器的制造材料主要为金属、电镀材料、塑胶材料等，连接器的直接材料成本占整体成本的 50%-60%，其中铜材、塑胶为主要材料。

相比高压连接器的迅猛发展，国内高速连接器的国产化进程相对缓慢，由于高速连接器需要有通信及射频技术基础。本土企业主要有电连技术、中航光电、林积为、中聚泰、瑞可达、立讯精密、意华股份、天海科技等。

在高压连接器领域，本土企业的优势是成本低，技术实力方面，与行业龙头有差距。高速连接器：Mini-Fakra 和以太网两类产品仍在持续研发中，电连技术已在以太网连接器领域实现小批量供货，主要在 ADAS、高速网关、车内控制器等场景中应用。

5. 近期通信板块观点及推荐逻辑

5.1. 本周持续推荐：

结合业绩确定性及估值两方面因素考虑，我们建议关注包括军工通信、面板以及低估的算力基础设施及工业互联网个股：

1) 持续推荐算力基础设施

服务器等设备商：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯等；

算力中心：光环新网；

算力硬科技产业链：新雷能（服务器电源）；

2) 军工通信：烽火电子（华西通信&军工联合覆盖）、海格通信（华西通信&军工联合覆盖）、七一二等；

3) 工业互联：金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）等；

4) 液晶面板拐点：TCL 科技（华西通信&电子联合覆盖）等；

5.2. 中长期产业相关受益公司

1) 设备商：中兴通讯、烽火通信、海能达、紫光股份、星网锐捷等；

2) 军工通信：新雷能、七一二、上海瀚讯、海格通信等；

3) 光通信：中天科技、亨通光电、中际旭创、天孚通信、新易盛、光迅科技等；

4) 卫星互联网：雷科防务、震有科技、康拓红外等；

5) 5G 应用层面：高鸿股份、光环新网、亿联网络、会畅通讯、东方国信、天源迪科等；

6) 其他低估值标的：平治信息、航天信息等。

6. 风险提示

相关技术标准统一不及预期；硬件技术突破不及预期；产业链各方合作不及预期。

分析师与研究助理简介

宋辉：3年电信运营商及互联网工作经验，6年证券研究经验，主要研究方向电信运营商、电信设备商、5G产业、光通信等领域；

柳珏廷：理学硕士，3年证券研究经验，主要关注云和5G相关产业链研究。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，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，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均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而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司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。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。