

电子

车载网络变革，高速连接器迎来春天

1、汽车智能化发展趋势确立，自动驾驶迎来快速发展期

2018年底，工信部发布《车联网产业发展行动计划》，明确了国家政府对自动驾驶的政策支持力度。

以2020年为分界点，20年前智能车实现特定场景规模应用，2020年后，智能网联汽车和5G-V2X逐步实现规模化商业应用；因此，我们在这两年陆续看到国内汽车品牌陆续发布带有L2高级辅助驾驶功能的车型推出市场。

自动驾驶可以分为L0至L5五个级别，当下全球自动驾驶发展至L2级别，L2及其以下的高级辅助驾驶的的实现需依赖于ADAS及其配备的大量的传感器，这一趋势使车辆的数据传输量激增。据Intel测算，自动驾驶车辆每天将产生超过4T的数据量。以一台配备有五个雷达传感器和两个视频系统的车辆（加上额外的其他测量值）为例，在采集和存储期间，需要管理大约1GByte/s的海量数据。

2、数据传输需求快速增长催化E/E架构变革

由于车内ADAS及大量的传感器的数量提升，智能汽车迎来了从分布式向域集中式过渡阶段，从全车100余ECU到5个DCU，控制功能迅速集中。在域集中式汽车架构设计中，域控制器处于需要强大的计算能力、超高的实时性能以及大量的通信外设。因此，大量的高速传输需求，带来了车载网络通讯的变革，我们认为以太网将成为域间控制器网络的骨干网络，并用于代替现有串行网络（如MOST和FlexRay），未来高速总线将以以太网为主。

3、车载网络变革带来高速连接器用量显著提升，单车价值量快速提升

在传统燃油车时代，汽车对于数据传输的需求更多集中在10M以下，对应功能有GPS/FM/和车窗开关等功能；但在智能车时代，无论是车联网还是ADAS的发展都会提高对汽车数据传输的需求，催生了百兆和千兆的数据传输需求，因此高速连接器Fakra、HFM、HSD和以太网等产品在汽车内使用将会大幅提升，据罗森伯格亚太副总裁丁磊的发言，在近两年车内高频连接器已经从过去的1根增长到30根了。未来随着汽车电子化渗透率快速提升，以及对车载网络的需求升级，高速连接器行业将迎来广阔的空间。

4、投资建议

车联网发展迎来黄金时期，海量的数据传输需求在汽车领域涌现，看好高速连接器领域供应商，重点关注电连技术，建议关注意华股份、立讯精密、瑞可达等。

风险提示：国内外自动驾驶上路政策开放力度不及预期、国内车联网基建速度不及预期、车辆微型连接器领域出现新的技术突破、恶性的自动驾驶交通事故打断车辆智能化提升的进度

证券研究报告

2021年09月01日

投资评级

行业评级 强于大市(维持评级)

上次评级 强于大市

作者

潘暕 分析师
SAC执业证书编号：S1110517070005
panjian@tfzq.com

许俊峰 分析师
SAC执业证书编号：S1110520110003
xujunfeng@tfzq.com

行业走势图



资料来源：贝格数据

相关报告

- 1 《电子-行业投资策略:行业首席联盟培训》 2021-07-24
- 2 《电子-行业深度研究:H2看好行业优化+苹果创新对销量、供应链的拉动中长期看好苹果虚拟现实产品带动的新一轮创新》 2021-07-18
- 3 《电子-行业深度研究:虚拟显示第二春，电子创新新战场》 2021-05-17

内容目录

1. 汽车电子化发展趋势确立，自动驾驶成为行业新风口	
1.1. 政策引导行业快速发展，2020 年是发展元年	
1.2. L1-L2 自动驾驶：ADAS 多传感器提高数据传输需求	
1.3. L3-L5 自动驾驶：车联网全方位感知补足单车智能短板	
1.4. 行业发展进度：多城市试点，L3 汽车发布在即	
2. E/E 架构变革，车载以太网迎来黄金发展期	
2.1. 自动驾驶提高车载通讯需求，数据传输需求快速提升	
2.2. 域集中式架构：从分散的 ECU 到集中的 DCU	1
2.3. 以太网有望成为骨干网络，全面替代其他高速总线	1
3. 自动驾驶智能化显著提升高速连接器单车用量	1
3.1. EE 架构变革催化下，高速连接器迎来快速发展	2
3.1.1. 传感器带动 FAKRA 用量增长，集成化带来 HFM 新增量	2
3.1.2. 域集中式架构需高性能以太网连接器支持	2
3.2. 技术复杂、供应链渗透难度大，行业准入壁垒高	2
3.2.1. 微型电连接器：技术、规模、人才三重壁垒	2
3.2.2. 汽车厂商的供应商筛选：标准严、周期长	2
4. 全球市场参与厂商	2
5. 风险提示	3

图表目录

图 1：自动驾驶分级	
图 2：ADAS 相关产品	
图 3：蔚来 ET7 传感器配置情况	
图 4：通过日本政府对 L3 级别自动驾驶部分审查的本田 LEGEND	
图 5：单车智能和车联网方案下自动驾驶的区别	
图 6：远程驾驶类场景	1
图 7：信息服务类场景	1
图 8：滴滴双子星自动驾驶硬件平台	1
图 9：分布式 ECU 示意图	1
图 10：域控制系统示例	1
图 11：博世关于 EE 架构的六个阶段	1
图 12：宝马的 E/E 架构升级	1
图 13：华为分布式电子架构	1
图 14：华为概念车	1
图 15：汽车 E/E 架构模型	1
图 16：CAN 总线的发展历程	1
图 17：LIN 总线架构	1

图 18: FlexRay 在汽车中的示意图	1
图 19: MOST 总线结构	1
图 20: 车载网络与输出传输	1
图 21: 车载以太网的应用阶段	1
图 22: 以太网应用预测	1
图 23: 传感器融合案例	1
图 24: 各传输速率对应连接器	2
图 25: 板端 FAKRA 连接器	2
图 26: 线束端 FAKRA 连接器	2
图 27: 传统“灯笼头”连接器的问题	2
图 28: 传统 FAKAR 与 5 X 4 高速迷你 FAKRA 的对比	2
图 29: 环视 Adas 架构	2
图 30: 罗森伯格 H-MTD 连接器	2
图 31: 泰科 MATEnet 产品系列	2
图 32: 高速连接器应用	2
图 33: 影响连接器性能的相关变量	2
图 34: 汽车以太网链路示例	2
图 35: 罗森伯格质控系统	2
图 36: 罗森伯格自动化装配产线	2
图 37: 正在进行设备操作的罗森伯格技术人员	2
图 38: 丰田汽车供应链管理体系	2
图 39: 服务机构协助配件企业取得 ISO/TS16949 认证的业务流程	2
图 40: 罗森伯格德国总部	3
图 41: TE 主营收入构成	3
表 1: 2019 年部分开放路试城市情况统计	1
表 2: 海内外汽车厂商推出 L3 驾驶车型	1
表 3: 泰科电子所生产的部分高速连接器	2
表 4: 2025 年中国高速连接器市场规模预测	2

1. 汽车电子化发展趋势确立，自动驾驶成为行业新风口

1.1. 政策引导行业快速发展，2020 年是发展元年

《车联网产业发展行动计划》锚定车联网发展目标

2018 年底，工信部发布《车联网产业发展行动计划》，彰显了国家对于车联网产业发展的高度重视，明确表示将加大对车联网产业的政策支持力度。该计划明确以 2020 年为时间节点，分两个阶段实现车联网产业高质量发展的目标，车联网产业发展从示范应用阶段向规模应用阶段跨越。具体为，2020 年前，具备高级别自动驾驶功能的智能网联汽车实现特定场景规模应用；2020 年后，高级别自动驾驶功能的智能网联汽车和 5G-V2X 逐步实现规模化商业应用，“人-车-路-云”实现高度协同。

在该发展计划中，提出要推动 LTE 网络的改造和升级，满足车联网的大规模应用。提升 LTE-V2X 网络在主要高速公路和部分城市主要道路的覆盖水平，完善路侧单元的数据接入规范，提高路侧单元与道路基础设施、智能管控设施的融合接入能力，推动 LTE-V2X 网络升级与路侧单元部署的有机结合。在重点地区、重点路段建立 5G-V2X 示范应用网络，提供超低时延、超高可靠、超大带宽的无线通信服务。分阶段、分区域推进道路基础设施、交通标志标识的数字化改造和新建，在桥梁、隧道等道路关键节点加快部署窄带物联网（NB-IoT）等网络。

在数据方面，要促进各类车联网平台的互联互通，推动智能网联汽车、道路基础设施、通信基站、车联网平台和应用服务等信息交互与数据共享，构建数据使用和保护的机制，保障车辆安全有效地运行。鼓励构建跨行业、跨部门的综合大数据及云平台，支撑车联网应用的规模发展和持续创新。

在智能道路基础设施方面，要促进网络通信技术、人工智能技术与道路交通基础设施的深度融合，为车联网、自动驾驶等新技术应用提供必要条件。面向典型场景和热点区域部署边缘计算能力，构建低时延、大带宽、高算力的车路协同环境。支持北斗卫星导航系统和差分基站等设施建设，提升车用高精度时空服务的规模化应用水平，满足车辆的高精度定位导航需求。在部分高速公路和部分城市主要道路，支持构建集感知、通信、计算等能力为一体的智能基础设施环境。

现阶段的自动驾驶和高度自动驾驶衍生了几个关键的技术挑战，其一便是海量数据和信息的处理能力，车辆联网的不同场景的数据传输量激增就是例子。现阶段应对这些挑战的六个关键推动因素：架构、高速数据、外部链接、可靠性、安全性、设计。

1.2. L1-L2 自动驾驶：ADAS 多传感器提高数据传输需求

按照国际通用标准，根据智能化程度的不同，自动驾驶汽车可以被分为 5 个等级：L1-辅助驾驶、L2-部分自动驾驶、L3-有条件自动驾驶、L4-高度自动驾驶、L5-完全自动驾驶（无人驾驶）。从全球范围来看，L1 和 L2 级别的自动驾驶汽车已经实现了大规模量产，如我们通常见到的自适应巡航（ACC）、车道保持（LKA）、自动刹车辅助（AEB）等功能就属于这个级别的自动驾驶功能，该级别自动驾驶功能已经可以实现解放我们的双手或者双脚，但驾驶员必须保持注意，随时可能需要接管车辆。

图 1：自动驾驶分级

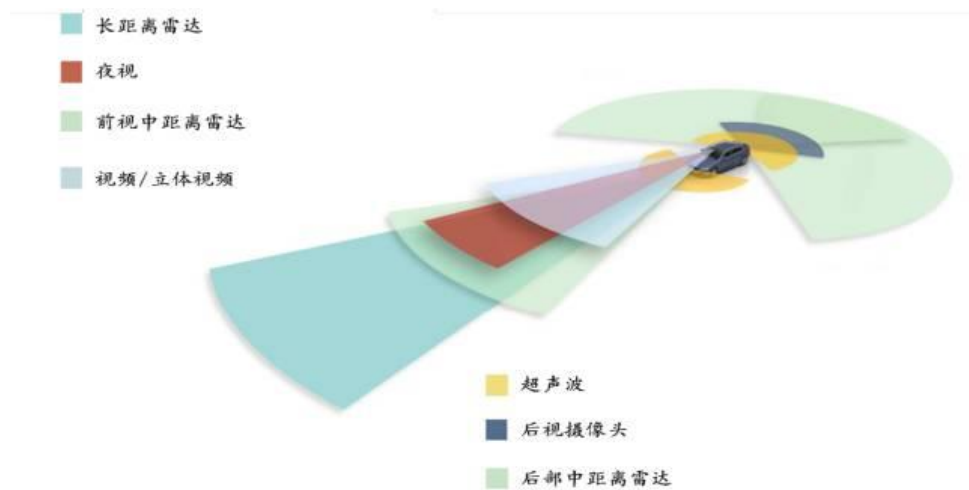
分级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务接管	设计运行条件
0级	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2级	组合驾驶辅助	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
3级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管用户（接管后成为驾驶员）	有限制
4级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制*

资料来源：看点快报、天风证券研究所

在产品层面，单车智能足以支撑 L2 及以下自动驾驶技术，所以 L2 及其以下的高级辅助驾驶的的实现需依赖于 ADAS（高级驾驶辅助系统），及其配备的大量的传感器（例如毫米波雷达、激光雷达，摄像头）。

ADAS 是利用安装于车上的各式各样的传感器，在第一时间收集车内外的环境数据，进行静、动态物体的辨识、侦测与追踪等技术上的处理，从而能够让驾驶者在最快的时间察觉可能发生的危险，以引起注意和提高安全性的主动安全技术。ADAS 采用的传感器主要有摄像头、雷达、激光和超声波等，可以探测光、热、压力或其它用于监测汽车状态的变量，通常位于车辆的前后保险杠、侧视镜、驾驶杆内部或者挡风玻璃上。

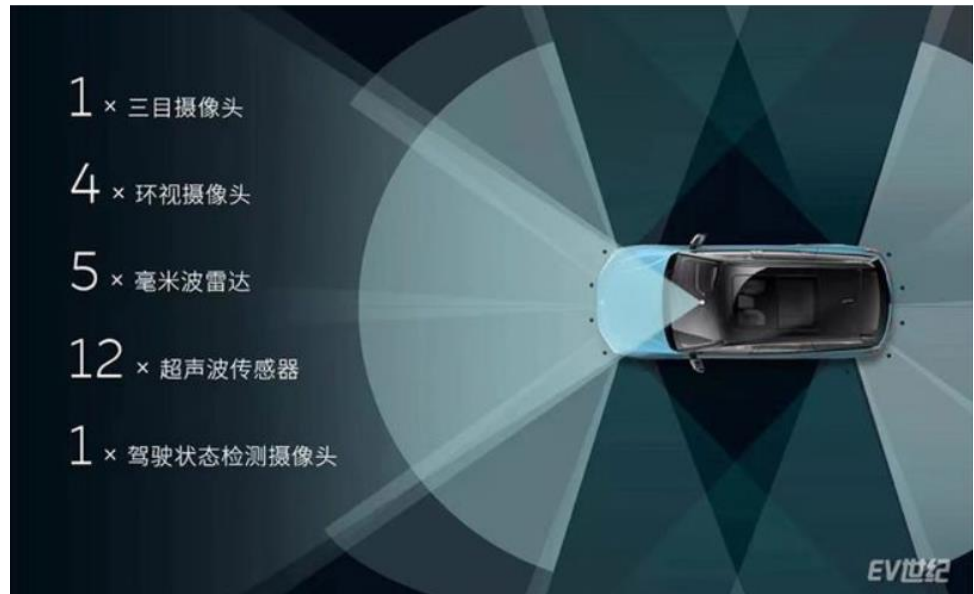
图 2：ADAS 相关产品



资料来源：商业新知、天风证券研究所

比起传统车辆，搭载了 ADAS 系统的车辆需要安装更多的传感器。华为车联网领域总经理樊玉轲认为：“随着人们对于安全、环保、舒适、通信和娱乐的需求日益增长，各种传感器和车载终端在数量和质量上也随之增长，每辆汽车涉及的传感器和车载终端数量已多达 200 多只，而这个数字还在以 7.3%的年平均增长率增长。”

图 3：蔚来 ET7 传感器配置情况



资料来源：四川在线、天风证券研究所

高频率数据传输需求

不断增加的传感器数量带来车载数据量激增，促使 ADAS 配备更高带宽的传输网络。据 Intel 测算，自动驾驶车辆每天将产生超过 4T 的数据量。以单个传感器的数据传输量测算，自动驾驶车雷达和视频传感器各自产生的数据量达到了 100MByte/s，在此之上，附加的 ECU 内的融合数据大约为 50MByte/s。以一台配备有五个雷达传感器和两个视频系统的车辆（加上额外的其他测量值）为例，在采集和存储期间，需要管理大约 1GByte / s 的海量数据。

1.3. L3-L5 自动驾驶：车联网全方位感知补足单车智能短板

目前 ADAS 系统的主要功能目前仍然不是完全控制汽车，而是为驾驶人提供车辆的工作情形，与车外环境变化等相关信息进行分析，且预先警告可能发生的危险状况，让驾驶人提早采取因应措施，避免交通意外发生。而成为无人驾驶智慧车技术基础的目的，是 ADAS 系统目前积极追求的方向。随着物联网的发展，相关的厂商需在不断累积使用经验与克服盲点后，汽车的自动驾驶程度将会得到进一步提升。当然这一趋势也将伴随着车联网需求的进一步提升。

L3 是自动驾驶系统的一个分水岭，前面是以驾驶员为责任主体，机器为辅助；后面是机器为责任主体，驾驶员逐渐脱离驾驶任务。国家工信部公示标准中将 L3 定性为“限定条件下的自动化”：在自动驾驶系统所规定的运行条件下，车辆本身就能完成转向和加减速，以及路况探测和反应的任务；一些条件下司机可以将驾驶权完全交由自动驾驶车辆，但在必要时需要进行接管。换言之，在 L3 级自动驾驶状态下，驾驶员不光可以“脱手”“脱脚”，还可以“脱眼”，即不用时刻监管车辆，只需保持能动态接管驾驶任务。

图 4：通过日本政府对 L3 级别自动驾驶部分审查的本田 LEGEND



资料来源：汽车之家、天风证券研究所

伴随着自动驾驶智能度的提升，单车智能或无法完全满足车辆应对环境复杂性和满足自身安全性的诉求。首先是安全。单车智能在应对极端天气、不利照明、物体遮挡等挑战性交通场景方面，能力仍然有待提升。其次是 ODD 限制。自动驾驶运行设计域(Operational Design Domain, ODD)是指自动驾驶系统功能设定的运行条件，包括环境、地理和时段限制、交通流量及道路特征等。目前车辆在限定路段中行驶时，仍然没有彻底解决准确感知识别和高精度定位问题。另外还有经济性。为了确保自动驾驶安全，高等级的自动驾驶车辆需要部署更多传感器，大大增加了硬件成本，难以保证车辆的经济性，从而阻碍了规模商业化进程。

因此除了单车智能外车辆还将需要的车联网“云-管-端”架构作为补充来实现完全自动驾驶的目标。通过“云”V2X (Vehicle to X)所建立的车与车、车与基站、基站与基站的通信通道，使车辆获得实时路况、道路信息、行人信息等一系列交通信息，从而提高驾驶安全性、减少拥堵、提高交通效率、提供车载娱乐信息等。

车联网对单车智能的进阶补充至少体现在三个方面

1、提升智能系统的感知能力。车端的传感器在感知时依然会受到视角、视野范围以及恶劣天气的限制，路侧单元能够帮助提升单车的感知能力，尤其是超视距的感知，能够让系统在更充分信息的辅助下提前进行决策。

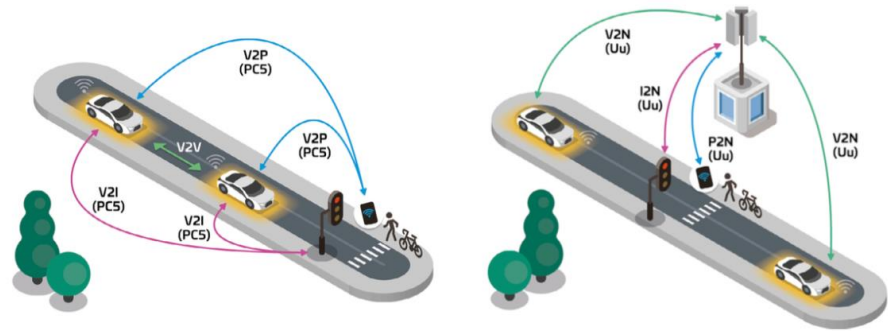
2、降低单车的生产成本和开发周期，提升量产的可能性。完全依赖于单车智能实现 L4 及以上的自动驾驶，首先成本高，根据赛文交通网公众号显示，以 Robo-taxi 为例将会增加 10-20 万美元的成本；其次开发周期也长，新产品完成车规级认证将耗费大量时间，再加上系统与整车的验证与测试，都会延长。

3、实现全局的调度与规划。单车智能只是进行车辆自身的规划，缺乏全局意识，而从车路协同的角度，可以实现全局的统筹调度，既辅助决策提供最优解，也能提升道路通行效率，这是单车智能做不到的。

换言之车联网可以让车辆中控系统用上帝视角去看待这个世界。当车辆能够从所有的智能设备中获得信息，就能够快速处理这些信息并且得到最好的解决方案。回归到具体驾驶情景，车、道路、红绿灯、哪怕是一个探头，都将成为驾驶的感知系统，提供有价值的信

息。车不再是驾驶在道路上，而是在数字高速之上。

图 5：单车智能和车联网方案下自动驾驶的区别



资料来源：盖世汽车资讯、天风证券研究所

1.4. 行业发展进度：多城市试点，L3 汽车发布在即

道路测试政策逐步跟进

伴随着技术和基础设施的成熟，实验数据的不断丰富，相关政策也在逐步跟上。近年来，中国和国外政府已纷纷出台了自动驾驶的产业扶持和上路实验的政策。欧盟委员会发布《通往自动化出行之路：欧盟未来出行战略》，提出到 2030 年将会普及完全自动驾驶。日本内阁府与日本汽车工业协会发布的相关报告中提出，2025 年将在国道和地方道路实现自动驾驶。中国的不少地方政府也出台相关政策，加快自动驾驶汽车从道路测试。北京、上海、天津、重庆、广州、武汉、长春、深圳、杭州、无锡、长沙、保定、济南、平潭、肇庆等多座城市出台了道路测试管理规范，划定了具体道路开放区域。据不完全统计，截至 2019 年 2 月 21 日，全国共有 22 个省市区出台了智能网联汽车测试管理规范或实施细则，其中有 14 个城市发出测试牌照，牌照数量总计 100 余张。

表 1：2019 年部分开放路试城市情况统计

地点	出法规时间	法规名称	牌照数辆
北京	2017 年 12 月 15 日	《北京市关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见(试行)》	68
保定	2018 年 1 月 2 日	《关于做好自动驾驶车辆道路测试工作的指导意见》	-
上海	2018 年 2 月 22 日	《上海市智能网联汽车道路测试管理办法(试行)》	7
重庆	2018 年 3 月 14 日	《重庆市自动驾驶道路测试管理实施细则(试行)》	14
深圳	2018 年 3 月 16 日到 10 月 26 日	《深圳市关于规范智能驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见(征求意见稿)》、《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》、《深圳市智能网联汽车道路测试开放道路技术要求(试行)》	≥2
平潭	2018 年 3 月 28 日	《平潭综合实验区无人驾驶汽车道路测试管理办法(试行)》	7
长春	2018 年 4 月 16 日	《长春市智能网联汽车道路测试管理办法(试行)》	5
长沙	2018 年 4 月 16 日	《长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则(试行)》	5
广州	2018 年 4 月 26 日	《广州市南沙区关于智能网联汽车道路测试有关工作的指导意见(试行)》	-
天津	2018 年 6 月 25 日	《天津市智能网联汽车道路测试管理办法(试行)》	3
肇庆	2018 年 6 月 25 日	《肇庆市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》	≥1
济南	2018 年 7 月 17 日	《济南市智能网联汽车道路测试管理办法》(试行)	≥1

杭州	2018年8月20日	《杭州市智能网联车辆道路测试管理实施细则(试行)》	2
无锡	2018年9月11日	《江苏省智能网联汽车道路测试管理细则(试行)》	≥3
河南	2018年11月5日	《河南省智能网联汽车道路测试管理办法(试行)》	-
武汉	2018年11月27日	《武汉市智能网联汽车道路测试管理实施细则(试行)》	-
广东	2018年12月3日	《广东省智能网联汽车道路测试管理规范实施细则(试行)》	-

资料来源：智慧交通网、天风证券研究所

瓜熟蒂落：L3 车型预计量产

在19年上海车展期间，L3级自动驾驶汽车来到了台前。无论是小鹏、威马、零跑等新造车势力，还是大众、BBA、北汽、上汽、广汽等传统车企，都亮出了自家的L3级自动驾驶车型。以下表格的十家公司，不论是外资车企，自主品牌，还是新造车势力，都将L3级自动驾驶汽车的量产时间定在了两年之内。

表 2：海内外汽车厂商推出 L3 驾驶车型

车企	车辆型号	车型定位	传感器方案	是否有激光雷达	量产时间
小鹏	小鹏 P7	四门轿跑	毫米波雷达、摄像头、 超声波雷达	无	2020
威马	未公布	未公布	未公布	未公布	2020
零跑	零跑 S01、 C-MORE	紧凑型轿车、中 型 SUV	毫米波雷达、摄像头、 超声波雷达	无	2020
广汽	广汽 AionLX	中大型 SUV	毫米波雷达、摄像头、 超声波雷达	无	2019
上汽	上汽荣威 Marvel X Pro	中大型 SUV	未公布	未公布	2020
北汽	ARCFOX ECF Concept	中型 SUV	未公布	未公布	未公布
奔驰	新款 S 级	四门豪华型轿车	未公布	未公布	2020
宝马	iNEXT	中大型 SUV	未公布	未公布	2021
大众	ID.RROOMZZ (L4)	中大型 SUV	未公布	未公布	2021
奥迪	新 A8	四门豪华型轿车	激光雷达、毫米波雷 达、摄像头、超声波雷 达	有	已量产

资料来源：界面新闻、车东西、天风证券研究所

在自动驾驶技术、L3 及其以上产品、基础设施和配套法规日益成熟的背景下，自动驾驶的智能化有望在近年得到快速提升。而考虑到广阔的下游可替代市场，这一趋势对现有产业格局的影响和冲击将是惊人的。

2. E/E 架构变革，车载以太网迎来黄金发展期

2.1. 自动驾驶提高车载通讯需求，数据传输需求快速提升

车联网对车辆的传感器数量及数据传输性能提出了更高的要求，传统车辆的对外通信需求主要是对 AM/FM 收音机信号接收、或者无网络下的定位导航天线，其传输速率要求较低，数据延时性要求不高，而在 5G 车联网框架下所衍生出的新应用场景普遍对数据的传输速率、发送频率、延时性、可靠性范围、定位精度都有较高的要求。

以远程驾驶和信息娱乐场景为例：

远程驾驶类场景，包括远程端为驾驶员，向车辆发送控制指令或形式建议的远程驾驶，如远程接管等场景，以及远程控制端为平台程序，对车端进行控制实现自动泊车，如自动代客泊车等。远程驾驶类场景通常都属于连续性有大带宽上行以及低时延下行需求的场景，需满足高速移动性需求，平台需满足大数据存储能力需求，部分场景对时延和计算能力要求较高。具体来说，上行时延 $\leq 100\text{ms}$ ，下行时延 $\leq 20\text{ms}$ ；上行速率 $\geq 60\text{Mbps}$ ，下行速率约 400kbps ；可靠性上行一般大于 99.9% ，下行大于 99.999% ；定位精度 $\leq 1\text{m}$ 。

图 6：远程驾驶类场景



资料来源：5G 车联网技术与需求白皮书（2021）、天风证券研究所

信息服务类场景包括基于车路协同的远程软件升级、车载娱乐信息、差分数据服务等。信息服务类场景通常都属于连续性有大带宽需求的场景，需满足高速移动性需求，平台需满足大数据存储能力需求，部分场景对时延和计算能力要求较高。具体来说，与中心平台交互时延 $\leq 100\text{ms}$ ，与 MEC 交互时延 $\leq 20\text{ms}$ ；部分场景上行速率 $>200\text{Mbps}$ ，下行速率最高可达 $500\text{Mbps}\sim 1\text{Gbps}$ 。

图 7：信息服务类场景



资料来源：5G 车联网技术与需求白皮书（2021）、天风证券研究所

自动驾驶智能化提升，带来传感器数量激增

比以驾驶员为责任主体的高级驾驶辅助技术，以机器为责任主体的自动驾驶系统需要面对更复杂的环境和更小的容错空间。因此，自动驾驶程度的提升还将伴随着两个趋势，即冗余性传感系统的配置和各传感器之间融合程度的提升。

今年 4 月，滴滴自动驾驶升级推出了新一代自动驾驶硬件平台——滴滴双子星。该平台搭载了 50 多个传感器，算力超过 700TOPS（处理器运算能力单位），每秒超千万级点云成像，而且整体造价较上一代保持不变。该平台设计了多重冗余，不仅有核心高性能传感器冗余，而且还拥有车载自动驾驶系统冗余、远程协助系统冗余、前装量产车型冗余等，整体上实现了硬件的多层冗余性配置。

比如，传感器冗余保证了自动驾驶汽车在各个方向、各类型的毫米波雷达、摄像头、激光雷达等感知设备都能交叉验证，进一步提升了车辆在隧道、雨雾、逆光、黑夜等复杂场景中的感知能力。如果自动驾驶汽车中有一个传感器坏了，或者因为各种其他原因，导致传

传感器带来的数据无效，那么还会有其他传感器能够覆盖同一场景，交叉验证能让自动驾驶达到更高的安全等级。但是冗余结构的设计虽然带来了更好的安全性，但也额外增加了指数成本。

图 8：滴滴双子星自动驾驶硬件平台



资料来源：腾讯新闻、天风证券研究所

综上所述，随着自动驾驶和车联网的发展，车内传感器数量激增带来数据传输量大幅提升，汽车电子电气架构和车内网络都将面临着重大变革。

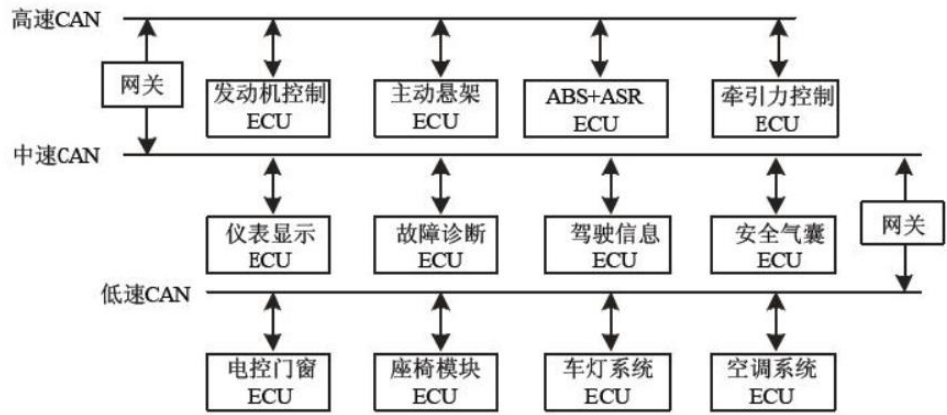
2.2. 域集中式架构：从分散的 ECU 到集中的 DCU

汽车电子电气架构是汽车上所有电气系统的有序集合，包括了所有电气系统的线束连接和接口，数据交互，也包括了所有电气系统的运行环境，是整个汽车设计的灵魂。总线的发展是汽车电子电气架构变革的直接体现。

随着 ADAS 的快速发展，分布式架构无已经无法适应需求。因为 ADAS 系统里有各种传感器，产生的大量的数据，每个传感器模块可以对数据进行预处理，为了保证数据处理的结果最优化，最好功能控制都集中在一个核心处理器里处理，这就产生了对域控制器的需求。

目前的汽车电子电气架构都是分布式的，各个 ECU 都通过 CAN 或 LIN 总线连接在一起，通过工程师预设好的通信协议交换信息。Strategy Analytics 统计数据显示，各级别汽车 ECU 数量都在逐年递增，每台汽车搭载的 ECU 平均 25 个，而在一些高端车型中这一数量通常会超过 100 个。ECU 数量越多，总线数量必将更长，2000 年奔驰 S 级轿车的电子系统已经拥有 80 个 ECU，1,900 条总长达 4km 的通信总线。

图 9：分布式 ECU 示意图



资料来源:《基于 CAN 总线的多 ECU 通信平台设计》沈秀娟、卢璐先、黄涛、天风证券研究所

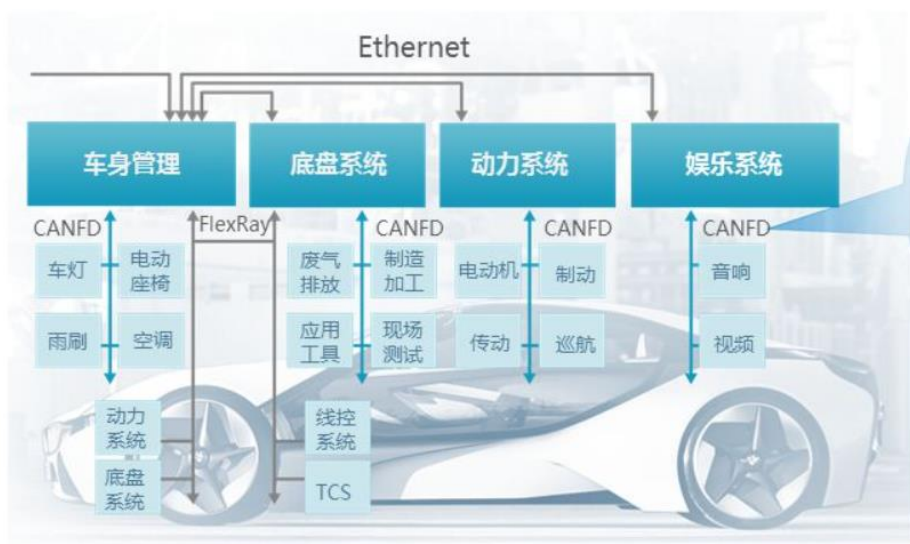
为了控制总线长度、降低 ECU 数量（或者保持数量不变），从而降低电子部件重量、降低整车制造成本，分散的小传感器被逐渐集成为功能更强的单个传感器，将分散的控制器按照功能域划分、集成为运算能力更强的域控制器（Domain Control Unit, DCU）的想法应运而生。

所谓“域”，就是将汽车电子系统根据功能划分为若干个功能块，每个功能块内部的系统架构由域控制器为主导搭建，利用处理能力更强的多核 CPU/GPU 芯片相对集中地控制每个域，以取代目前的分布式电子电气架构。各个域内部的系统互联仍可使用现如今十分常用的 CAN 和 FlexRay 通信总线。而不同域之间的通讯，则需要由更高传输性能的以太网作为主干网络承担信息交换任务。

在域集中式汽车架构设计中，域控制器处于绝对中心，它们需要强大的计算能力、超高的实时性能以及大量的通信外设。域控制器因为有强大的硬件计算能力与丰富的软件接口支持，使得更多核心功能模块集中于域控制器内，系统功能集成度大大提高，这样对于功能的感知与执行的硬件要求降低。加之数据交互的接口标准化，会让这些零部件变成标准零件，从而降低这部分零部件开发/制造成本。也就是说，外围零件只关注本身基本功能，而中央域控制器关注系统级功能实现。

对于功能域的具体划分，不同整车厂会有自己的设计理念，如博世分为 5 个域：动力域、底盘域、座舱域、自动驾驶域、车身域，大众 MEB 平台车型为 3 个域：自动驾驶域、智能座舱域、车身控制域。

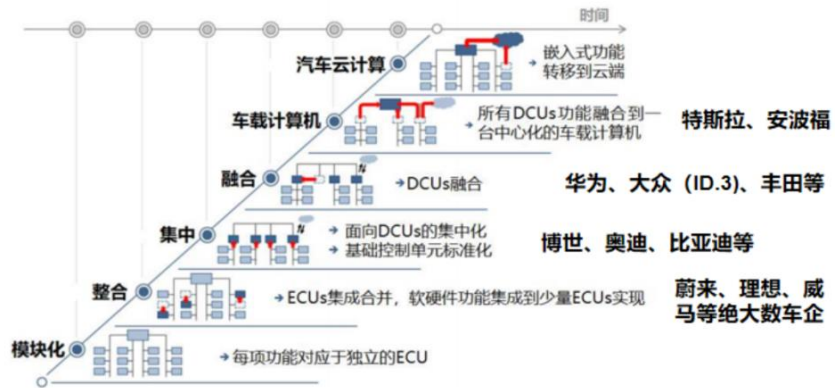
图 10：域控制系统示例



资料来源：中国传动网、天风证券研究所

博世用六个阶段来描述 E/E 架构的发展趋势，从简单到复杂依次为：模块化、集成化、集中化、域融合、车载电脑和车-云计算。这种划分的核心思想是电子控制单元（ECU）从分布到集中。

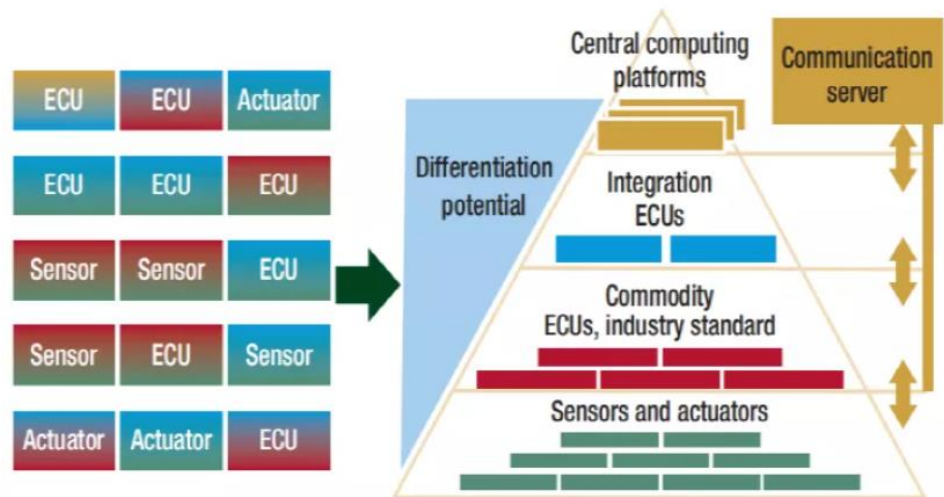
图 11：博世关于 EE 架构的六个阶段



资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

宝马在其下一代 E/E 架构中致力构建可升级、可扩展、可复用以及可移植的全新中央集中式架构，计划于 2021 年左右量产。硬件方面采用英特尔的至强服务器 CPU+3 颗 EyeQ5 共同组成一个中央计算平台；在软件方面开发基于 Classic AutoSAR 和 Adaptive AutoSAR 混合的通用软件框架，自研操作系统。

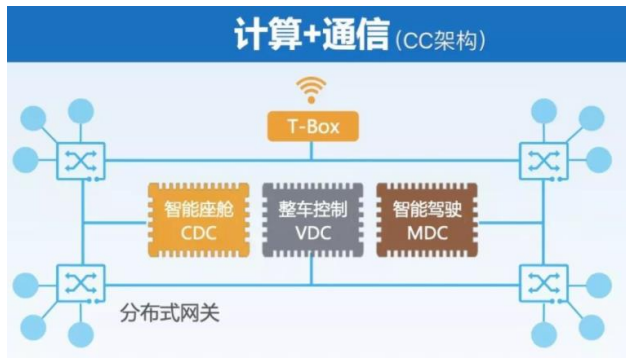
图 12：宝马的 E/E 架构升级



资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

在这场电子电气架构变革的浪潮下，国内整车企业将自己定位成标准平台的提供商，纷纷推出各自的全新电子电气架构，采用模块化的开发方式，致力于构建更加开放的零部件与功能开发生态。华为提出基于计算和通信的“CC 架构”，由 MDC 智能驾驶平台、CDC 智能座舱平台和 VDC 整车控制平台三大域控制器构成跨域融合架构方案，每个平台接入分布式网关构成的骨干环网。在执行部件生态上，华为希望打造接口标准，让 MDC 与执行部件更容易配合。在 2020 北京车展上，华为就以一款透明车，展示了其目前研发设计的域控制器架构。

图 13：华为分布式电子架构



资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

图 14：华为概念车



资料来源：车云网、天风证券研究所

从各主要车企和零部件供应商对未来汽车电子电气架构的规划来看，集中化已成为主流趋势。国内自主汽车目前的电子电气架构主要还是分布式的，正处于集成化和集中化演进阶段。

2.3. 以太网有望成为骨干网络，全面替代其他高速总线

“多拓扑并存+网关集中控制”是当前汽车总线的基本形态，总线作为一种车辆网络拓扑结构，是车上所有的电子和电气部件的互联结构的线束表现，直接影响到控制器功能分配、数据网络的规划。典型的拓扑结构有总线拓扑、环形拓扑、星型拓扑、网状拓扑以及他们之间的各种组合形式。总线的应用可以简化线束的复杂程度，主要类型有 CAN、LIN（本地互连网络）、FlexRay、MOST、车载以太网等。

图 15：汽车 E/E 架构模型

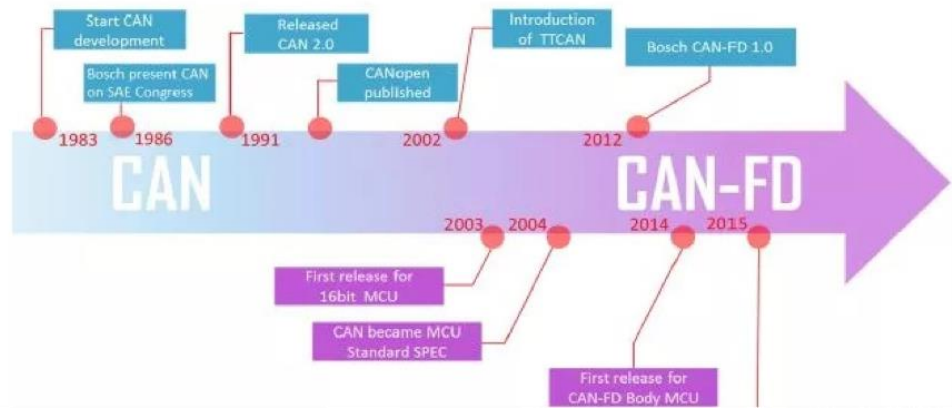


资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

CAN

CAN 总线的出现很好的解决了众多功能模块控制单元之间的数据交换实时性和稳定性问题，是一种能有效支持分布式控制和实时控制的串行通讯网络，在现代汽车的网络化应用中起到了基石的作用。CAN 总线采用 5V 差分信号的双线传输，理论上速率可达 1M/s，汽车上一般为 125~500Kb/s。2011 年 Bosch 发布了第二代 CAN 通信技术 CAN FD (Flexible Data-rate)，优化了通信带宽和有效数据长度，使得 CAN FD 的通信速率可达到 5Mbit/s，在大众第八代高尔夫上获得应用。2020 年第三代 CAN 通信技术 CAN XL 启动，可实现高达 10+Mbit/s 的比特率，填补了 CAN FD 与 100BASE-T1 (以太网) 之间的空白。

图 16：CAN 总线的发展历程

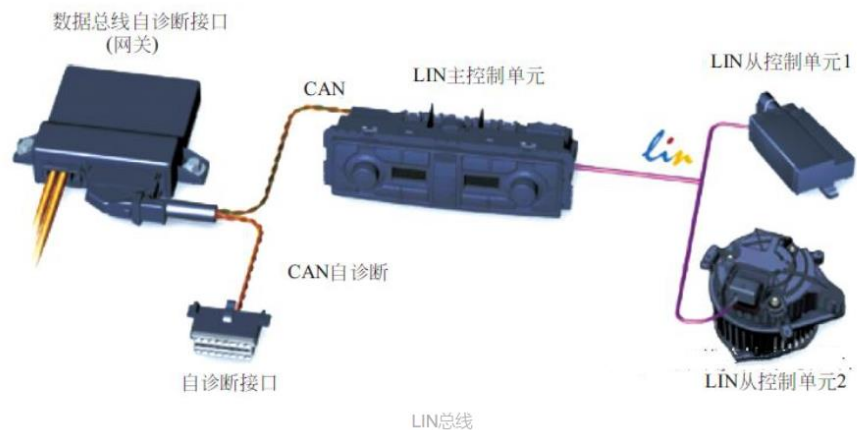


资料来源：卡车之家、天风证券研究所

LIN

局部互联协议 LIN 是一种低成本的、面向“传感器/执行器控制”的低速串行通讯网络协议。1998 年由多个汽车生产商提出，作为低速 CAN 的低成本替代方案，2001 年梅赛德斯奔驰 SL 上第一次量产使用了 LIN 总线；LIN 采用单主控制器/多从设备的模式，仅使用一根 12V 无屏蔽信号总线和一根无固定时间基准的节点同步时钟线。其最高传输速可达 20kbit/s。

图 17：LIN 总线架构

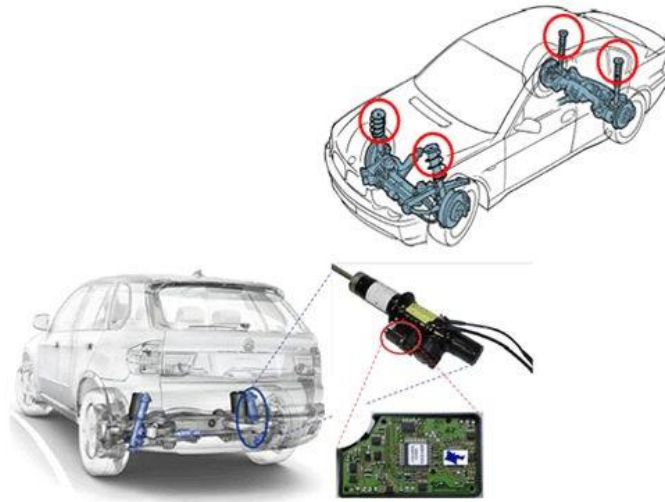


资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

FlexRay

FlexRay 总线是由宝马、飞利浦、飞思卡尔和博世等公司共同制定的一种新型通信标准，在实时性、可靠性和灵活性方面具有一定的优势。宝马公司在 07 款图片 X5(参数|图片)系列车型的电子控制减震器系统中首次应用了 FlexRay 技术，目前在宝马的高端车上主要应用于事关安全的线控系统和动力系统。传输方式：FlexRay 系统中使用双绞线电缆，两个通道的每一条都由两根电缆组成。FlexRay 的目标是提供一种具有高传输速率的系统，能以确定性的方式容错得进行工作，并可实现灵活的应用和拓展，主要用于动力总成系统和主动安全系统，以及线控系统。

图 18：FlexRay 在汽车中的示意图

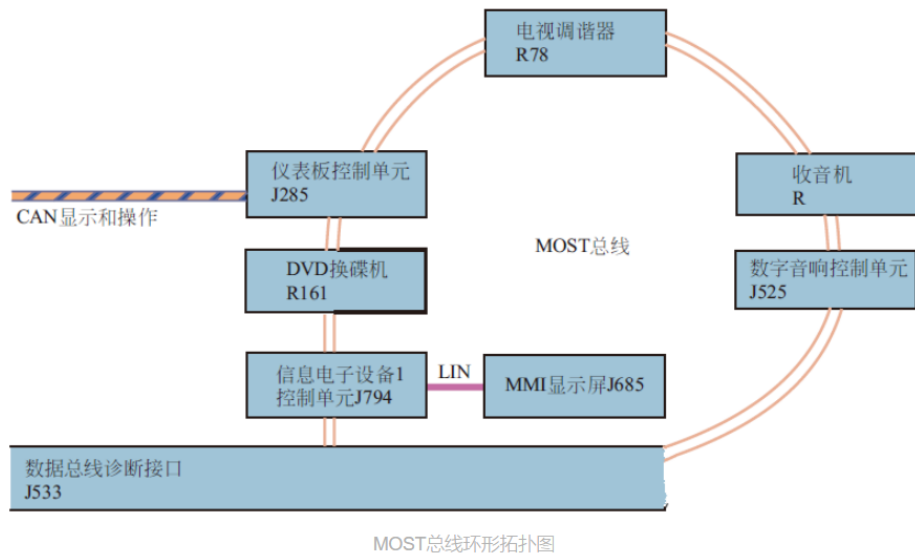


资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

MOST

MOST 表示“多媒体传输系统”，是一种专门针对车内使用而开发的、服务于多媒体应用的数据总线技术。1998年由 BMW、Daimlerchrysler 等建立 MOST 联盟，管理定义 MOST 总线相关规范；自从宝马 7 系列汽车首次采用 MOST 技术以来，该技术的普及速度突飞猛进，实现实时传输声音、视频，满足高端汽车娱乐装置的需求。各控制单元之间通过一个环形数据总线连接，该总线只向一个方向传输数据，一个控制单元拥有 2 根光纤，一根用于发射机，另一根用于接收机。各控制单元之间通过一个环形数据总线连接，该总线只向一个方向传输数据，一个控制单元拥有 2 根光纤，一根用于发射机，另一根用于接机。

图 19：MOST 总线结构



资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

在 ADAS 和车联网的发展势头下，现存的车载网络架构急需变革。伴随着 ADAS 的传感器数量不断增加（摄像头、毫米波雷达和激光雷达等）和包括停车辅助、车道偏离预警、夜视辅助、自适应巡航、碰撞避免、盲点侦测、驾驶员疲劳探测等的使用场景不断丰富，带来车载数据量的激增。以上文所列的配备有五个雷达传感器和两个视频系统的车辆（加上额外的其他测量值）为例，在采集和存储期间，需要管理大约 1GByte / s 的海量数据。车联网对数据传输速率的要求也相当高，以信息服务类场景需求为例，下行速率可达 500Mbps-1Gbps。传统 MOST 的速率为 150Mbit/s，很难满足高清视频、图像数据等

相关需求。

图 20：车载网络与输出传输

In-Vehicle Network standards

Automotive Electronics Application Technologies			
DATARATE	SAFETY	INFOTAINMENT-TELEMATICS	POWERTRAIN
Sensor 25-400kbps	DSI3 (airbag) PSI5 (airbag)		SENT
Low speed Control 20kbps	LIN, CXPI		
Multi-master Control	CAN, CAN-FD, 10BASE-T1S	CAN, CAN-FD, 10BASE-T1S	CAN, CAN-FD
Safety Critical	FlexRay/10BASE-T1S		FlexRay/10BASE-T1S
Connectivity 100M-1G	100/1000BASE-T1	100/1000BASE-T1, Apix, GVIF, GMSL	100/1000BASE-T1
High Speed Sensor 1G-3G	FPD-Link, LVDS, NGBASE-T1, A-PHY, 25G Automotive Ethernet	HDBase-T, A-PHY, LVDS	

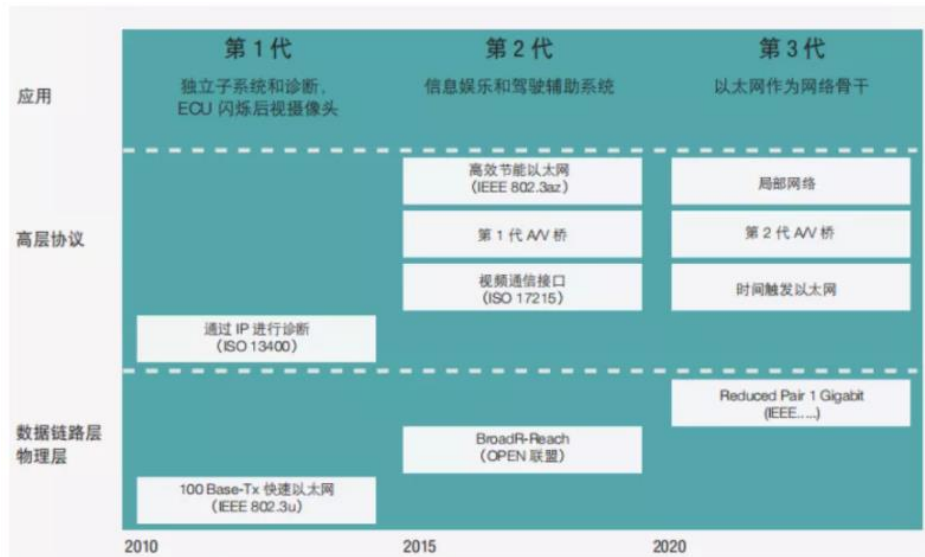
资料来源：泰克直播大讲堂、天风证券研究所

随着车辆需要越来越多的数据来支持高级驾驶员辅助系统（ADAS）和自动驾驶，未来汽车中需要有一个通用的高带宽网络，来替代目前的部分网路。这种协议因支持较高的速率传输，又对于链路连接形式有归一性，使整车链接种类降低，成本降低，同时能将汽车轻松简便扁平化的连接世界。以太网是从雷达，LiDAR 和此类系统所需的众多摄像头传输数据的合适选择。车载以太网具有大带宽、低延时、低电磁干扰、低成本等优点，成为智能网联汽车应用的关键选择。车载以太网工作在 10~10000Mbit/s 之间，可广泛应用于娱乐、ADAS、车联网等系统中。以太网会成为域间控制器网络的网络骨干介质，并用于代替现有串行网络（如 MOST 和 FlexRay），未来高速总线将以以太网为主。并且以太网会在中速总线领域和 CAN 形成竞争关系，这两种总线都有机会被应用于底盘控制、主动安全和 ADAS 系统。

汽车以太网融入汽车应用的发展大致分为三个阶段。第一代以太网用于车载诊断系统和 ECU flashing，以太网和 CAN 相比，刷新时间可以缩短至其 1%，大幅度提升了诊断和刷新效率，从而节省了时间和成本。（汽车以太网起源）。第二代以太网主要用于 ADAS 和信息娱乐系统，车载以太网以单节点或多节点的形式搭载，如使用高分辨率 IP 摄像头的全景泊车、多屏互动的高清信息娱乐系统等。第三代以太网作为汽车主干网，集成动力总成、辅助驾驶、车身、底盘、多媒体，真正形成域级别的车载网络结构。（10BASE-T1）。

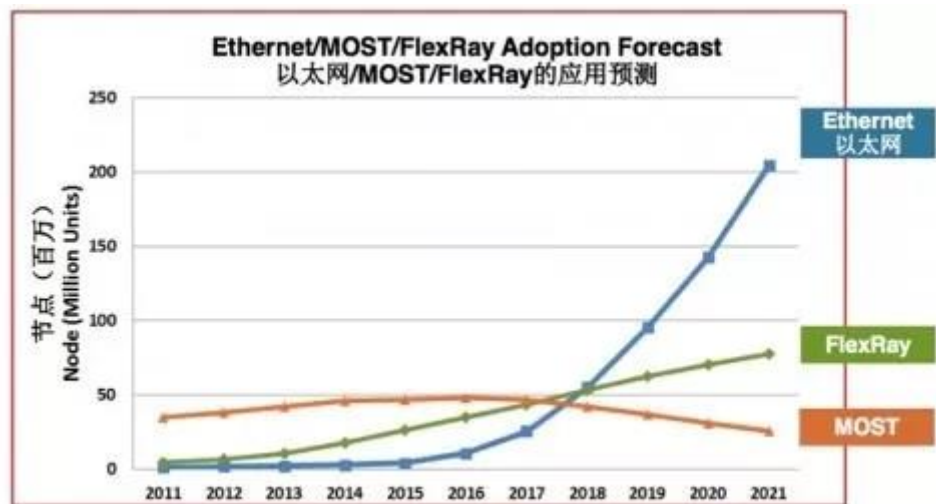
上述应用推测仅仅是站在当下的时间维度可对汽车以太网应用给出的限定和设想而已，而汽车以太网未来还有更多的应用可能性。正如 6 年前无法想象 4G 网络的主流使用场景是在线听歌、看视频，高速流量带来的直播产业、发达的云应用、便捷的手机支付。

图 21：车载以太网的应用阶段



资料来源：汽车营造社公众号、天风证券研究所

图 22：以太网应用预测



资料来源：盖世汽车、天风证券研究所

车载以太网新定义，新标准新气象

虽然带宽要求已经满足，但是传统以太网不能支持具有时间敏感性或安全性需求的应用程序，为了支持这些要求，需要在 OSI 模型的较低层进行更改。为了使以太网面向汽车，开发者一直致力于开发满足汽车行业需求的标准。在 IEEE 802.3bw 标准中已经定义了可以跨非屏蔽双绞线电缆运行的 100 Mbits / s 全双工物理接口（100BASE-T1），使用（PAM-3）3 级信令，数据速率为 66.67 Mbit / s，传输长度可以达到 15 m 的长度，如果被屏蔽则可以达到 40 m。IEEE 802.3bp 标准则涵盖了一个 1000 Mbit / s 的接口，称为 1000BASE-T1。两个速度等级在关键 ECU 之间实现了超高速数据主干，并提供了更具成本效益但仍是高速的与终端节点的接口。

车载以太网的差异：

- 1、100BASE-T1（车载以太网）利用回音消除技术实现了一对双绞线上的全双工通信。一些车辆使用 100BASE-TX 作为车载诊断（OBD）扫描工具。但是，100BASE-TX 无法在

汽车生态系统中发展，因为它需要两根双绞线。100BASE-T1 将车载生态系统标准化为网络体系结构。

2、100BASE-T1 可通过单对非屏蔽双绞线电缆使用以太网协议的音频视频桥接（AVB）集合，实现车辆内音频，视频，联网汽车，固件/软件和校准数据的通信。用于音频和视频数据的以太网与 AVB 配对的 100BASE-T1 可以传输音频和视频数据。这为信息娱乐和 ADAS 域中的以太网创造了机会。

以宝马为主要例子，阐述以太网与域控制器之间的相互联系关系。

在 2019 年推出的宝马 3 系车型中，配备了更多的 ADAS 功能，宝马 3 系的 ADAS 系统中前置摄像头和远程雷达发挥重要作用。中前置摄像头是由 ZF 公司开发的三镜头摄像头，其具有车辆周围监控，中距监控和远距监控三个功能。另外，将前置摄像头与远程雷达结合，为宝马 3 系提供了先进的 ADAS 功能，实现了自动泊车，后视镜摄像头，变道警告，车道偏移警告系统，倒车辅助系统，主动保护，HUD，主动巡航控制等功能。

为了监控车辆周围的环境，将短距雷达放置在车辆的四个拐角处，这些雷达可以检测接近车辆的物体。安装在车辆前后的超声波传感器用于实现辅助停车功能，位于后视镜的摄像头和位于车尾的摄像头和前格栅中间的摄像头用于实现 3D view 的功能。

超声波传感器由 bosch 提供，其最小检测具体为 15cm，最大检测范围为 5.5m，宝马 3 系总共采用了 10 个超声波传感器，其中前保险杠 6 个，后保险杠 4 个，这些传感器由博世的停车距离控制模块管理(PDC)。车辆配备了博世的 3D 视觉系统，该系统有四个摄像头组成，其中左右后视镜各一个，前格栅一个和一个后置摄像头。其相机 ECU 的主芯片为飞思卡尔的 32 位处理器，接口是以太网。

宝马 3 系 ADAS 系统与信息系统通过单独的以太网连接，同时所有的网络都连接至车身域控制器(BDC)，同时 BDC 还扮演着将 ADAS 和信息系统的数据进行物理隔离的作用，同时也处理接收的数据，这样就可以在中控上显示 ADAS 信息，并通过 HMI 控制 ADAS 功能。随着车载以太网的应用普及以及对法规方面的进一步加强，车辆的需求将会进一步被满足。

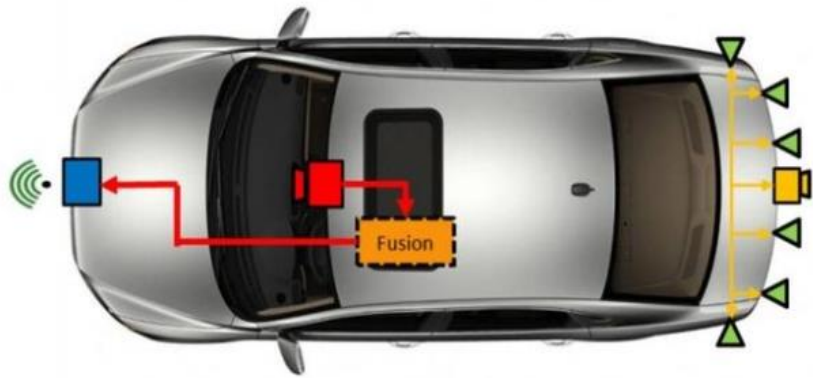
3. 自动驾驶智能化显著提升高速连接器单车用量

从高速连接器厂商的角度来看，每个冗余的传感器都需要配备单独的高速连接器，整车的车用连接器用量将会有有一个显著增幅。

提升各传感器的融合度

目前车辆上搭载的大多数 ADAS 系统都是独立运作的，这就意味着它们不会与其他车辆上的系统交换信息。此外，车上的后置摄像头、360 度全景系统、雷达和前置摄像头都有自己的独立任务，它们之间几乎没有交流。每种传感器都有自己无法克服的缺陷，在使用多个传感器的情况下，要想保证安全性，就必须对传感器进行信息融合。多传感器融合可显著提高系统的冗余度和容错性，从而保证决策的快速性和正确性，是自动驾驶的必然趋势。要做到完美的传感器融合，就要接受不同传感器的输入，并利用综合信息更准确的感知周边环境。将不同传感器进行融合还能换来一定程度的冗余，即使某个传感器出了问题也不会影响车辆的安全。为了提高传感器的总体融合度，不同的 ADAS 系统需要互相连接，这有可能会提高诸如以太网连接器等连接器的单车用量。

图 23：传感器融合案例



资料来源：集贤网、天风证券研究所

总结下来，自动驾驶智能化提升所带来的对车联网依赖度的提升和其余两个技术趋势，即传感器的冗余配置和传感器冗余度的提升都有利于单车高速连接器和其他连接器的用量提升，所以自动驾驶智能化的发展会拉动整个车用高速连接器件的市场。

3.1. EE 架构变革催化下，高速连接器迎来快速发展

高速连接器可以分为 Fakra、Mini Fakra、HSD 和以太网连接器，以下是泰科电子高速连接器产品系列情况

表 3：泰科电子所生产的部分高速连接器

连接器种类	传输效率	具体性能	应用领域	示例图
以太网连接器： MATEnet:可用于汽车以太网的模块化和可扩展小型化数据连接器系统	传输效率达 1Gbps，如果采用替代技术，传输速率则高达 4Gbps	车用级稳健性：基于经验证的 Nano MQS 端子系统。 灵活性更高：兼容非屏蔽绞合线对 (UTP)和屏蔽绞合线对(STP)。 模块化和可扩展性：集成到现有的汽车连接接口。 经济高效：设计和流程符合汽车以太网要求	车载网络：以太网 /PCIe、后视摄像头、多媒体、激光雷达、板载诊断、环绕摄像	
MiniFakra (HFM) 连接器： MATE-AX 小型 FAKRA 同轴连接器	支持 9GHz 到 15GHz 的带宽	MATE-AX 端子具有更高的封装密度,可支持高达 75%的 PCB 占用率,并且通过使用现有的导线类型,可灵活集成到现有的同轴架构中	4K 相机、雷达、激光雷达、高分辨率显示器、广播天线、WLA 天线、移动互联网天线、(4G/5G)、V2X 天线	

**FAKRA 连接器
和连接器系
统**

射频性能高达
6GHz

该连接器提供广泛的端子、塑壳和
电缆组件，适用于所有基于射频的
应用。其中包括 14 个核心料号，
提供密封、未密封、180° 和 90°
方向变体。

广播天线、GPS、
蜂窝、蓝牙无、钥
匙进入、双频
WiFi、环绕摄像



资料来源：泰科电子官网、天风证券研究所

从上表所得的信息可以发现无论是 ADAS 所需的传感器诸如相机、雷达，是信息娱乐系统所需的高分辨率显示器，还是车辆联网所需的 V2X 天线都有对 HFM 连接器的使用需求。而以太网连接器则广泛应用于包括以太网在内的车载网络、多媒体、激光雷达等领域。

图 24：各传输速率对应连接器



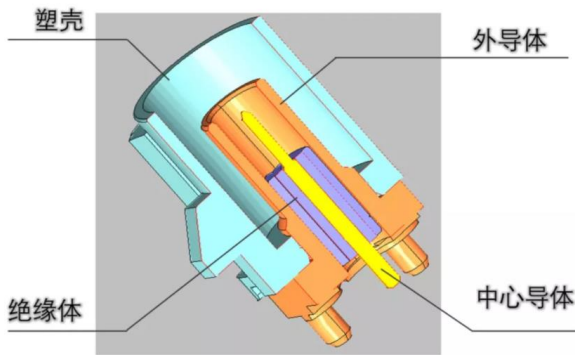
资料来源：盖世汽车每日速递公众号、天风证券研究所

3.1.1. 传感器带动 FAKRA 用量增长，集成化带来 HFM 新增量

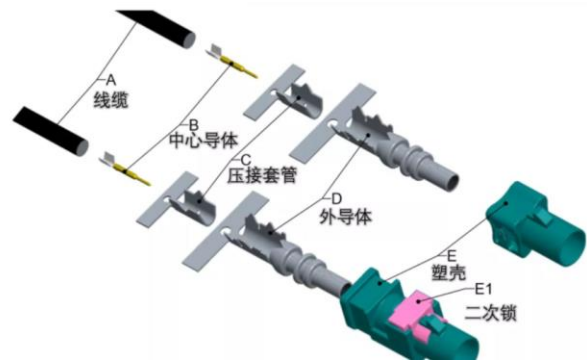
FAKRA 是德国天线标准，为 F AchKReisAutomobil（汽车专家团队由来自 BMW、Huber-Suhner, Rosenberger 等公司的工程师组成，后 Huber-Suhner 相关连接器业务及技术在 2010 年并入 Rosenberger）缩写。起初为 BMW 需求用于车载收音机天线连接，如今 FAKRA 已成为汽车行业通用标准的高速连接器，被业内广泛应用。HFM 连接器广泛应用于各类 ADAS 传感器中，因此伴随着自动驾驶带来的 ADAS 传感器数量激增，单车对 HFM 连接器的用量或有显著提升。HFM 为 FAKRA 连接器的升级版产品，最大程度的适配了传统 Fakra 的抗阻性。

图 25：板端 FAKRA 连接器

图 26：线束端 FAKRA 连接器



资料来源：线束世界、天风证券研究所



资料来源：线束世界、天风证券研究所

Fakra 的出现在当时是车内连接技术的一场革命，因为传统的“灯笼头”（或香蕉头）既不能保证良好的接触，更无法实现射频信号的低损耗传输。在收音机系统中，限于成本，“灯笼头”即使不符合车规但也勉强可用。但涉及 GPS，3G/LTE 等应用，该连接器是完全无法满足数据传输需求的。

图 27：传统“灯笼头”连接器的问题



资料来源：线束世界、天风证券研究所

而 FAKRA 良好地解决了这些问题。在性能上，FAKRA 连接器达到 6GHz，符合 50，60（限制）和 75 欧姆版本的汽车行业的坚固耐用的机械和环境要求。并且它能通过允许连接器的中心同轴插入件和连接的电缆旋转 360 度，来确保 RF 性能。这样的特性可能可以防止因电缆扭曲产生的影响电缆阻抗和信号传输完整性等问题。而 FAKRA 的锁定系统具有主要和次要锁定机构，可以防止在汽车行驶中产生的连接器脱离事故。

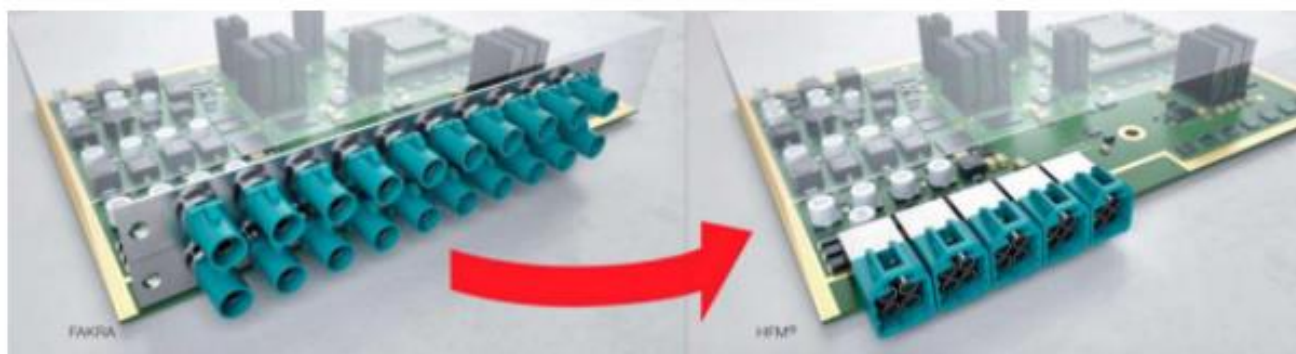
目前，FAKRA 连接器已成为汽车 RF 应用的主要解决方案。除日本国内市场外，全球几乎所有汽车制造商都需要 FAKRA 连接器作为汽车中射频信号的传输标准，应用领域包括收音机天线、GPS 天线或导航、车载移动通信、射频蓝牙应用以及射频遥控无钥匙进入和车辆辅助加热。FAKRA 一般采用同轴电缆，单线单芯。常见的 FAKRA 连接器由塑壳，外导体，中心导体，绝缘体，压接套管（仅线束端连接器）和二次锁（仅线束端连接器）组成。

高速迷你 FAKRA (HFM)

随着传感器数量的激增和汽车电气架构的集中化，未来车辆对高速连接器的传输频率要求

更高。最新的车辆数据传输速率可到 9.6GHz。传统 6GhzFAKRA 连接器将无法满足新的需求。根据 Molex 和 Rosenberger 宣布的双向采购协议的内容，Rosenberger 新推出的 HFM 连接器的频率可达 15GHz，支持高达 20GB/秒的高速数据速率传输。除了高频率的特性意外，FAKRA-Mini 连接器与传统的连接器相比，结构更小，节省空间超过 80%。随着车联网的进程速度加快，单车高速连接器的用量大幅度提升，Mini FAKRA 的节省空间的优势将会变得非常有价值。因为 Mini FAKRA 的高传输速率和小体积的优势，更符合域集中式汽车的需求，预计会在接下来几年或出现 Mini FAKAR 对传统 FAKRA 的替代浪潮。

图 28：传统 FAKAR 与 5 X 4 高速迷你 FAKRA 的对比

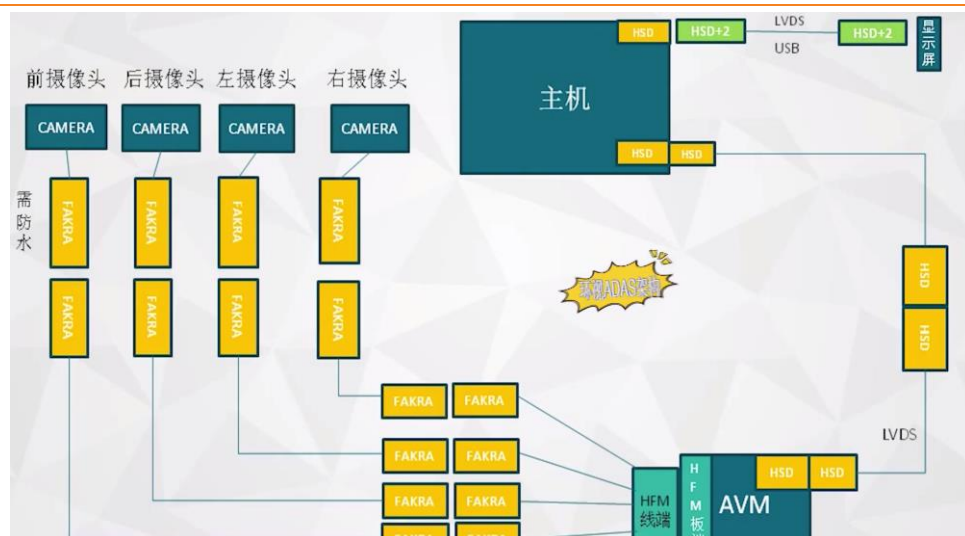


资料来源：连接器世界网、天风证券研究所

考虑到 Fakra 在市场的保有量，HFM 作为其升级版产品，最大程度的适配了传统 Fakra。HFM 特性阻抗与 Fakra 一致为 50 欧姆，最大承载电流也是 1A。HFM 线缆与传统 Fakra 通用，在集成度要求高、空间小的区域，可以使用 HFM 连接器，在分向各功能执行器处使用传统 Fakra。即线束一端为 HFM，另一端为 Fakra。

想要了解车用高速连接器的具体使用情境，可以以比较常见的环视 Adas 架构为切入口。在该架构下，汽车会通过摄像头捕捉道路周边的信息，紧接着摄像头通过具备防水功能的 Fakra 高速连接器将数据传输到线束上，线束的另一端会连接到 HFM 连接器的连接上。采集到的数据就通过这样的连接方式传输到了 AVM 即车辆的环视系统。再由 HSD 连接器、连接线束将数据传输到主机，最终通过 HSD+2 连接器将数据传输到显示屏上。至此司机就可以看到由摄像头所拍摄的影像了。从这个例子就可以看出，车辆仅实现环视需求，就需要使用多个连接器件包括防水 Fakra、HFM 和 HSD。

图 29：环视 Adas 架构



资料来源：罗森伯格汽车电子、天风证券研究所

3.1.2. 域集中式架构需高性能以太网连接器支持

汽车电子电气架构的集中化趋势对高速连接器的数据传输性能提出了更高的要求。在现有的域集中化解决方案里是将数 10 个 ECU 集成到 1 个域控制器里面，这势必对高速连接器的数据传输速率以及稳定性提出了更高的要求，一个合格的车用域控制连接器至少具备良好的屏蔽性能、电性能、机械和环境性能。

以罗森伯格生产的 H-MTD 为例，他适用于车载以太网的 360 度全屏蔽的系统，由于良好的屏蔽性能，使得其可传输更高的频率的信号，非常适用于未来预控制系统的连接，可避免驾驶所出现的黑屏、花屏以及闪屏等现象。在电性能方面，因为在连接器的使用过程中会有回拨损耗、插入损耗以及串扰等不利影响。H-MTD 良好的连接器结构设计和设计验证，使这些损耗降到最低。机械和环境性能主要跟连接器的抗振动抗温度冲击能力和对差后的牢固性相关，H-MTD 连接器一旦锁死，至少需要 110 牛的力才能拨开，100 牛的力量大概可以提起 10 千克的重物，所以连接器自脱落或者被人为拉开几乎不可能。

图 30：罗森伯格 H-MTD 连接器



资料来源：罗森伯格官网、天风证券研究所

泰科所生产的 MATenet 连接器也有相当好的屏蔽性能、数据传输性能、机械和环境性能。除了 MATenet 系列产品外，面向高速数据传输应用，TE 还开发出了支持高达 100Mbps 的数据速率的 NanoMQS 连接器、为满足信息娱乐连接需求而设计的光信号连接器平台 MOST 连接器以及可以通过单端解决方案来实现最高的数据传输速率的 FAKRA 和 MATE-AX 连接器系列等。

从以太网未来传输数据增长情况上看，由百兆到千兆的上升还仅仅是在自动驾驶的 L1、L2 的阶段，而泰科公司内部预计到 L3、L4 的时候将会达到 10Gbps 甚至更高。因此，高速连接器将在未来汽车电子化的发展中，进行逐步的迭代升级。据盖世汽车每日速递公众号的信息来看，泰科将有从 100Mbps、1Gbps 到之后的 12Gbps、24Gbps 速率的连接器。

图 31：泰科 MATenet 产品系列

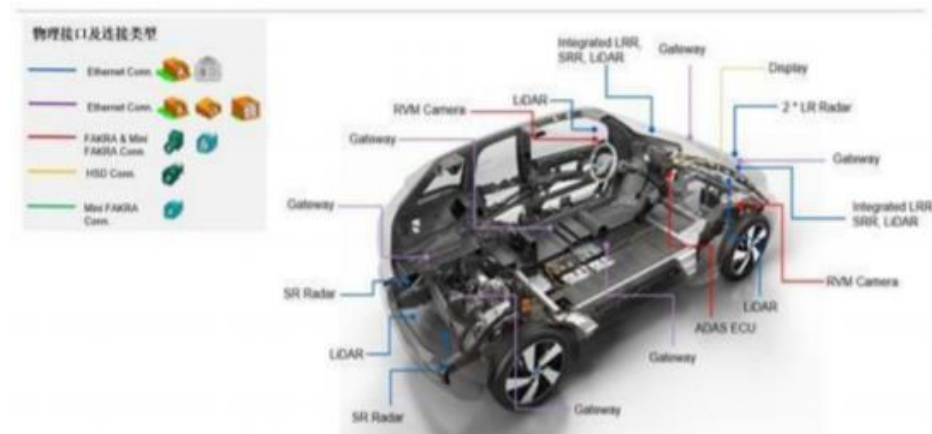
TE MATEnet 完整产品系列

MATEnet 板端连接器		MATEnet 线端连接器	
	1位90度板端		1位线端 UTP/STP
	1位180度板端		2位线端 UTP/STP
	2位90度板端		3位线端 UTP/STP
	3位90度板端		4位线端 UTP/STP
	4位90度板端		5位线端 UTP/STP
	5位90度板端		6位双排线端 UTP/STP
	6位双排90度板端		
	6位双排180度板端		
	1位90度防水板端		1位防水线端 UTP/STP

资料来源：盖世汽车每日速递公众号、天风证券研究所

在具体应用领域方面，以太网连接器用于汽车以太网的模块化和可扩展小型化数据连接器系统，还是以泰科所生产的 MATEnet 连接器举例，MATEnet 可应用于包括连接器以太网和 PCIe 在内的车载网络、后视摄像头、多媒体、激光雷达、板载诊断、环绕摄像。

图 32：高速连接器应用



资料来源：电连技术半年报、天风证券研究所

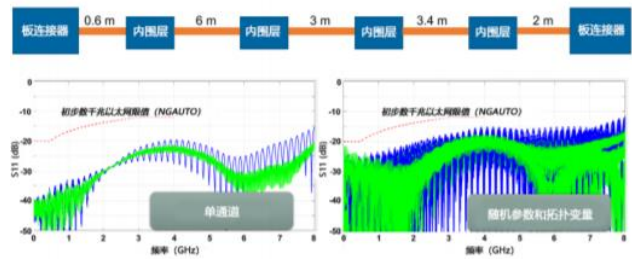
符合未来市场需求的以太网连接器的设计和制造是颇为不易的，随着市场需求不断推动解决方案逼近物理限制，连接器的实际系统性能已越来越接近物理极限，因此，组件开发人员的稳健性评估和对所有关键容差的考量变得越来越重要。此外，所需带宽较大时，链路预算较低，在进行与组件选择和最大链路长度相关的架构设计时，自由度会受到限制。但是，当考虑所有元件公差（例如，电缆和连接器阻抗）与环境影响（例如，温度影响、湿度和老化）时，差距会大大减小，如右侧曲线阵列所示。因此，必须在系统设计过程中综合考虑所有这些系统参数，以便在考虑了所有上述影响的最差情况下也能满足应用要求。

图 33：影响连接器性能的相关变量

图 34：汽车以太网链路示例



资料来源：泰科电子、《面向新一代汽车数据网络的稳健连接解决方案》、天风证券研究所



资料来源：泰科电子、《面向新一代汽车数据网络的稳健连接解决方案》、天风证券研究所

据罗兰贝格亚太副总裁兼汽车产品事业部总经理丁磊的发言，随着 GPS、ADAS、360 环视等技术不断集成到汽车中，对于速率和车内干扰都提出了全新要求，在近两年车内高频连接器已经从过去的 1 根增长到 30 根了。”据此可以推测整个高速连接市场将有一个数量级的成长空间。

市场预测

据罗兰贝格(Roland Berger)公司的预测显示，至 2025 年，中国预计有 30%的车辆无 ADAS 功能，30%的车辆具有 L1 级功能，35%的车辆具有 L2 级功能，5%的车辆具有 L3 级或更高功能。因为自动驾驶车辆的销售增量主要贡献于 2021 到 2025 年期间，故推测 2025 年当年具有 L2 级及以上的功能的汽车出货量不低于汽车总出货量的 40%。

据中国汽车工业协会、天津大学中国汽车战略发展研究中心发布对中国汽车市场的总销量中长期预测显示 2025 年预测值中值为 2697 万辆。以 L1 及其以下功能的汽车单车高速连接器价值为 200 元，L2 及其以上功能的汽车单车高速连接器价值为 1000 元进行推测，2025 年中国车用高速连接器市场总规模为 140.24 亿元。

表 4：2025 年中国高速连接器市场规模预测

	L1 及其以下功能的汽车	L2 及其以上功能的汽车	全部种类汽车
2025 年汽车销量(万辆)	1618.20	1078.8	2697
单车连接器价值(元)	200	1000	
高速连接器市场规模(亿元)	32.36	107.88	140.24

资料来源：Roland Berger、中国汽车工业协会、天津大学中国汽车战略发展研究中心、天风证券研究所

3.2. 技术复杂、供应链渗透难度大，行业准入壁垒高

车用微型电连接器的行业准入门槛较高，连接器的规模生产本身就有较高的技术资金和人员壁垒，想要实现对海内外主流车厂的批量供货，又要符合较为严格车厂自身和第三方验证的相关要求，等待时间较长的验证考核周期。

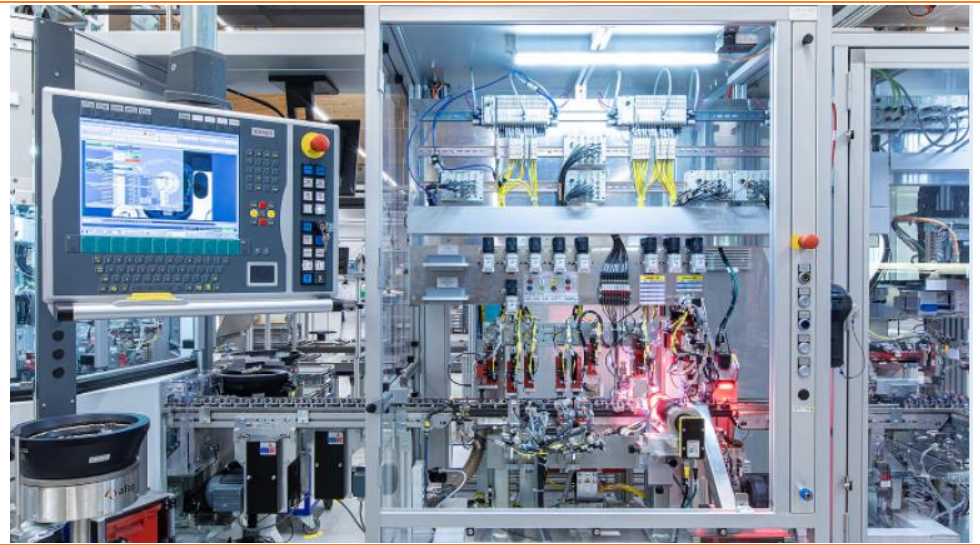
3.2.1. 微型电连接器：技术、规模、人才三重壁垒

技术壁垒

生产微型电连接器的技术壁垒较高。微型电连接器从开发到批量生产需要经过产品开发设计、模具开发、规模化生产、产品技术指标测试等环节，这些环节技术水平的高低直接影响微型电连接器产品的性能和质量。微型电连接器供应商的技术水平和研发经验还直接影响新的微型电连接器产品的开发周期、开发成本，因此影响产品的供货速度和最终成本。因此，微型电连接器企业的技术领先程度，特别是研发人员实力、检测手段直接影响着产品质量和供应速度。近年来，下游领先的智能移动设备厂商为了保证产品线的质量稳定、快速出货，对元器件供应商掌握核心技术的多寡、自主开发能力的强弱要求越来越高，因

此微型电连接器的技术壁垒正在快速提高。以罗森伯格的质控系统为例，罗森伯格在组装时至少要用到四个系统对器件进行检查，分别是：重复精度高的精密机器人系统、具有工业图像处理能力的相机系统、连接维度测量系统、力位移测量系统。

图 35：罗森伯格质控系统



资料来源：罗森伯格官网、天风证券研究所

资金壁垒

在微型电连接器的供应商中，规模较大的企业具有显著的优势。首先，较大规模的企业可以有充裕的生产能力满足多个客户的试制、开发新产品的需求，有利于企业储备更多技术和扩充业务线；其次，较大规模的企业可以在短时间完成大规模的订单，满足大客户在响应速度上的需求，同时生产效率、采购成本、管理费用上能获得规模优势；较大规模的企业有较多的弹性产能，易于把握市场机会、应对市场波动，增强企业发展壮大的实力，降低企业生产经营风险。

为了实现扩充规模，微型电连接器供应商需要投入大量资金，这是因为微型电连接器的产品开发、模具开发、生产制造、检测环节都需要较多资金。以模具开发环节为例，微型电连接器供应商需要使用高精度的模具加工设备，如高精度的线切割、放电火花机、磨床等设备，价格高昂，部分设备的单价在百万元以上，这对企业的资金实力提出高要求。因此，资金实力雄厚、规模化程度高的微型电连接器供应商有着显著优势，行业有较高资金和规模化壁垒。

图 36：罗森伯格自动化装配产线

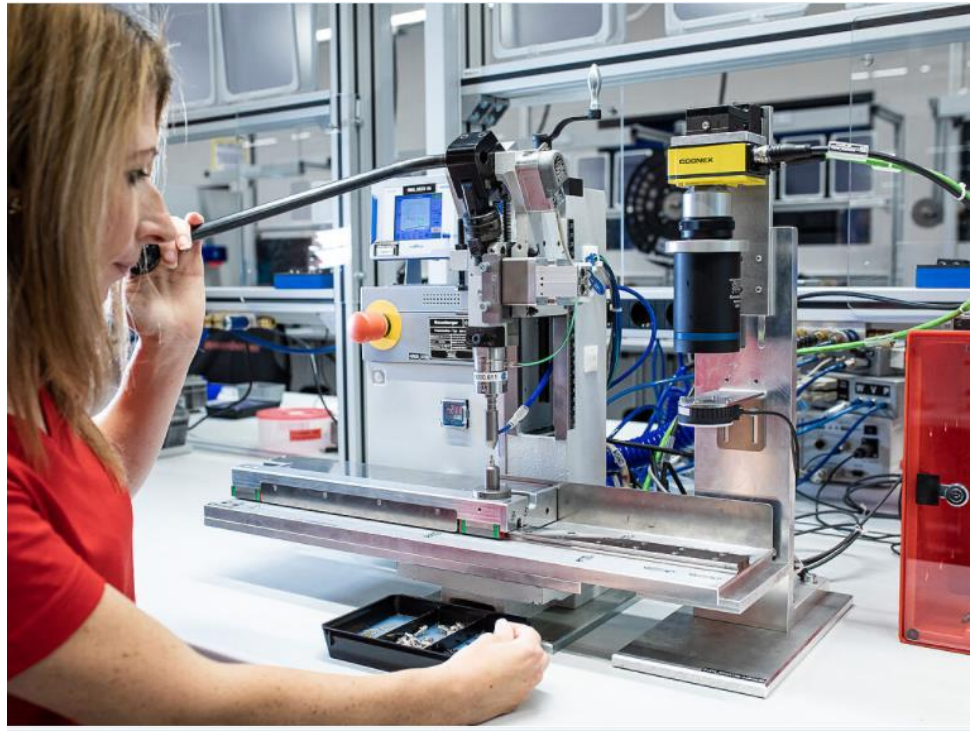


资料来源：罗森伯格官网、天风证券研究所

人才壁垒

在微型电连接器的产品设计上，国内的对口设计人才较为紧缺，构成行业的人才壁垒。目前，国内大学缺少连接器方面的专业学科，国内也缺少对连接器相关的基础理论进行系统研究的专门机构，从事连接器设计的专业人才基本上都是企业培养的，而国内有较高设计水平的微型电连接器企业还比较少，因此国内培养微型电连接器设计人才的能力较为有限。同时，微型电连接器产品更新换代速度加快，技术水平日益提升，对设计人员提出的要求也不断提高。设计人员既要有多年的设计经验积累，又要有较强的学习能力，始终掌握行业的领先技术方向，这加剧了国内微型电连接器设计人才的紧缺程度。

图 37：正在进行设备操作的罗森伯格技术人员



资料来源：罗森伯格官网、天风证券研究所

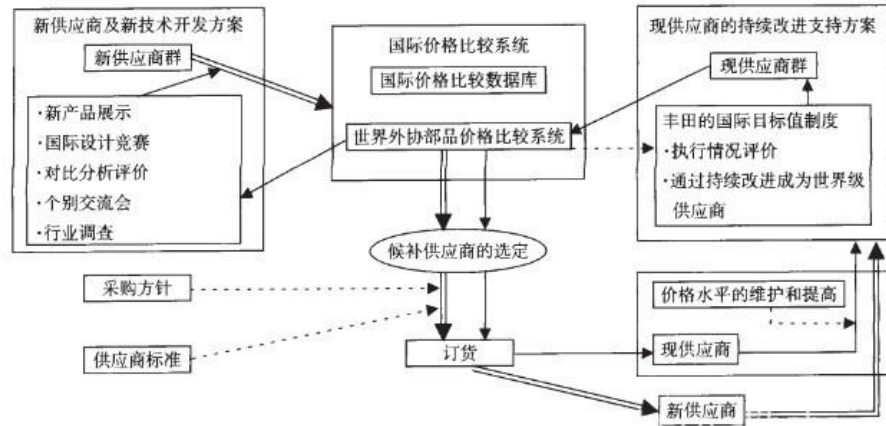
3.2.2. 汽车厂商的供应商筛选：标准严、周期长

对零部件制造企业而言，由于整车制造企业的动力平台具有相当的稳定性和较长的生命周期（一般会在 5-7 年，期间若有局部优化，生命周期将获得适当延长），一旦整车制造企业将其选定为零部件供应商，就倾向于同其建立长期固定的合作关系。整车制造企业会从供应商历史交付业绩、质量管理、生产能力控制的角度考虑，倾向于保持现有的供应商数量和供应链体系的稳定。

汽车零部件制造企业必须满足整车制造企业的内部标准和要求，具备客户认可的技术研发能力、质量保证能力、生产制造能力、成本控制能力等多方面的能力认定。一般来说整车制造企业对供应商的认证过程包括技术评审、质量体系评审、价格竞标、模具开发与制造、试验、检测、小批量生产、装机试用产品试制、小批量试用、批量生产等多个阶段。由于认证过程较为严苛，因此从产品开发到实现大批量供货，整个过程一般需要 1-2 年的时间。

鉴于整车制造企业对合格供应商有着极其严格的资格认证及考核，因此零部件制造企业一旦被纳入整车制造企业的合格供应商目录，就会形成较为稳固的长期合作关系。新进入企业需要在产品质量、生产能力、工艺过程，质量控制、价格和沟通能力等多方面显著超过原有供应商，才能获得整车制造企业的认可。

图 38：丰田汽车供应链管理体系

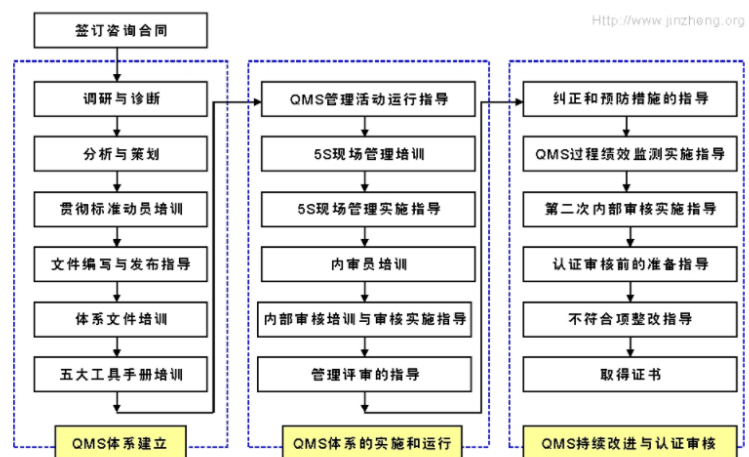


资料来源：凡达物流、天风证券研究所

汽车零部件制造企业要进入整车制造企业供应链，还必须通过严格的第三方质量管理体系认证。整车制造企业对零部件制造企业进行严格的选择和控制，零部件制造企业必须建立国际认可的 ISO/TS16949 质量管理体系及 ISO14001 环境管理体系，其中：ISO/TS16949 体系要求受审核方必须具备至少 12 个月的生产 and 质量管理记录，同时在认证有效期内，第三方独立机构每年还要进行复评。因此获得上述认证周期较长，成本较高。2016 年，国际汽车工业组（IATF）已经正式发布了汽车行业新版质量管理标准 IATF16949:2016。该标准提升了组织的质量规范，提升了与安全相关的部件和过程要求，强化了产品可追溯性要求等；并要求现有的 ISO/TS1694:2009 证书客户须在 2018 年 9 月 14 日之前转换至新版本。其次，整车制造企业还要对零部件制造企业的各个方面（如质量、成本、技术研发、制造、物流、管理等）进行严格的打分审核，并进行现场工艺过程审核。

每一类配套产品都要经过严格的质量审核（包括该类产品历史质量业绩表现），并经过一系列的产品检测、试验、装机和测试等评估过程。即便是已经获得订单的项目，也要经过整车制造企业严格的过程评审程序后，零部件制造企业才能实现批量生产。因此对于新进入的企业，质量管理体系认证、工艺过程审核和产品认可共同构成了新的市场参与者的进入壁垒。

图 39：服务机构协助配件企业取得 ISO/TS16949 认证的业务流程



资料来源：金证企业管理网、天风证券研究所

4. 全球市场参与厂商

1、罗森伯格

罗森伯格是微型高速连接器领域的主要玩家，在无线射频和光纤通信技术领域深耕六十多年，业务领域涵盖通信设备、汽车电子、测试与计量、楼宇及数据中心布线系统、以及医疗与工业等多个市场，实现了多产品线的系统化和完整化。其中，通信市场在公司业务中占比最大，汽车电子紧随其后。罗森伯格亚太副总裁&汽车产品事业部总经理丁磊所描述的公司的特点和自身定位是“细而专一，在射频系统连接器细分领域做到了行业第一名”。

图 40：罗森伯格德国总部



资料来源：罗森伯格官网、天风证券研究所

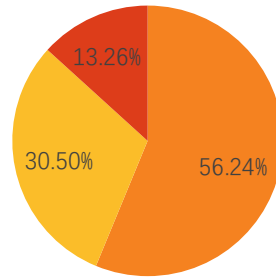
罗森伯格很早就已经进入汽车电子领域，目前客户涵盖欧系、美系、日韩以及国内等众多主机厂，据丁磊所说“全球汽车市场的车载射频连接和高速数据连接系统都绕不开罗森伯格的影子”。

在核心竞争力方面，罗森伯格占据市场的核心优势是在车载高速和高速连接器和传输系统领域的成熟产品、技术储备、和实现对于传输品质的保障。此外公司能够提供测试和测量以及汽车高速连接系统的全方案，即罗森伯格不只卖车载连接器，还有车载的测试设备，完整流程的全方案体现了公司产品的价值。以中国主机厂为例，罗森伯格可以帮助中国的车企把车载产品提升到一个全新的高度，帮助其参与到技术设计阶段，设计出更多属于他们自己的先进技术。

2、泰科电子

TE Connectivity（泰科电子）是全球最大的连接器制造商。多年来，TE 一直生产高度工程化的连接和传感产品，使互联世界成为可能。至今，TE 连接器的业务部门已经遍布全球近 50 个国家的 1000 多个地区。TE 也是全球最大的传感器公司之一，是全球传感技术的领导者。TE 传感器对于新一代数据推动型技术来说至关重要，能够提供几乎全品类的传感器，能为多种行业领域提供综合性的应用解决方案。公司的业务领域包括消费类电子，电力和医疗，到汽车、航空航天以及通讯网络。2020 年 TE 的营业收入为 121.72 亿美元。

图 41：TE 主营收入构成



■ 运输解决方案 ■ 工业 ■ 通讯及工业解决方案

资料来源：Wind、天风证券研究所

泰科电子涉足的产品种类及其丰富涵盖了连接器、传感器和继电器，尤其是在连接器领域，其产品包括 Dynamic 连接器、AMPMODU 连接器、AMP CT 系列连接器、RAST 连接器、圆形连接器、电机连接器、高速线连接器、光纤连接器，高速连接器仅仅是泰科电子生产的一个细分品类。

3、电连技术

电连技术是国内从事微型高速连接器行业的龙头企业，其专业从事微型电连接器及互连系统相关产品的技术研究、设计、制造和销售服务。**电连技术具备高可靠、高性能产品的设计、制造能力，自主研发的微型高速连接器具有显著技术优势，已达到国际一流连接器厂商同等技术水平**，产品广泛应用在以智能手机为代表的智能移动终端产品以及车联网终端、智能家电等新兴产品中。

电连技术经营微型电连接器及互连系统相关产品，其中微型电连接器以微型高速连接器及高速连接器组件为核心产品，包括微型射频测试连接器、微型射频同轴连接器及射频微同轴线缆组件，是智能手机等智能移动终端产品以及其他新兴智能设备中的关键电子元件；互连系统相关产品主要为电磁兼容件，是智能移动终端产品中起到电气连接、支撑固定或电磁屏蔽作用的元件。电连技术的汽车连接器产品主要为 Fakra 板端&线端，HSD 板端&线端，HD Camera 连接器，车载 USB 等，主要应用于各类整车厂以及 TIER 1 客户射频连接和高清连接。

近年来，电连技术的汽车连接器出货量不断提升，不同领域的应用更为广泛。尤其是在 2020 年电连技术的汽车连接器的品类数量以及质量都较 2019 年有了大幅的提升，客户群体不断扩大。在汽车总销售量出现了较大增长背景下，海外汽车连接器厂商调整在华销售策略，也给电连技术的相关产品带来了较好的市场机会。2020 年内，电连技术的汽车连接器类产品的营收突破了亿元大关，并呈现出了较好的发展态势。电连技术的汽车连接器产品目前已进入吉利、长城、比亚迪、长安等国内主要新能源汽车厂商供应链。

在最新的 2021 年中报，公司首次重点披露了关于汽车业务的发展，汽车连接器营收规模同比有较快增长，随着公司在汽车连接器产品工艺和自动机开发与设计能力持续提升，产品生产工艺、流程以及质量不断提升，公司汽车连接器的产能与盈利能力将会持续提升。在建工程方面，公司在建工程科目较年初增加 0.33 亿元，根据报表附注，主要增加为合肥厂房与自制设备，根据公司募投资金用途可知，合肥工厂主要为公司汽车连接器项目基地，结合公司自动机逐步投入使用，判断公司汽车连接器产能与效率有望随着自动机上线后快速提升。

5. 风险提示

- 1、国内外自动驾驶上路政策开放力度不及预期，L3 及以上技术的车辆无法实现量产
- 2、国内车联网基建速度不及预期，无法满足由自动驾驶所驱动的汽车联网需求
- 3、车辆微型连接器领域出现新的技术突破，使 Mini FAKRA 和 以太网连接器不再成为车内传输高速数据的主流技术
- 4、恶性的自动驾驶交通事故发生，打断车辆智能化提升的进度

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们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，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券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。

天风证券的销售人员、交易人员以及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。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、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。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/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一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号	湖北武汉市武昌区中南路 99	上海市浦东新区兰花路 333	深圳市福田区益田路 5033 号
邮编：100031	号保利广场 A 座 37 楼	号 333 世纪大厦 20 楼	平安金融中心 71 楼
邮箱：research@tfzq.com	邮编：430071	邮编：201204	邮编：518000
	电话：(8627)-87618889	电话：(8621)-68815388	电话：(86755)-23915663
	传真：(8627)-87618863	传真：(8621)-68812910	传真：(86755)-82571995
	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com