



Research and
Development Center

线控底盘：自动驾驶之基，渗透拐点已至

汽车

2022年07月13日

证券研究报告

行业研究

行业深度研究

汽车

投资评级 看好

上次评级 看好

陆嘉敏 汽车行业首席分析师

执业编号: S1500522060001

联系电话: 13816900611

邮箱: lujiamin@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编: 100031

线控底盘：自动驾驶之基，渗透拐点已至

2022年07月13日

本期内容提要：

- **线控底盘发展背景：**我国新能源汽车市场步入高增长快车道，截止至2022年5月新能源汽车渗透率达到26.5%。相较传统燃油车，电动车机械结构更简单，零部件标准化程度更高，同时整车电子电气架构正由分布式向域集中/中央控制架构升级，软硬件逐步解耦，为汽车智能化奠定坚实基础。我们认为，智能汽车两大核心分别是“智能座舱”及“智能驾驶”；在电动化与智能化推动下，作为智能驾驶的主要载体，汽车底盘线控化大势所趋，未来高阶自动驾驶也将基于线控化的底盘来实现。
- **线控底盘发展趋势：**线控底盘由转向、制动、换挡、油门、悬架五大系统构成。线控系统取消了部分笨重且精度较低的气动、液压及机械连接，取而代之以电信号驱动的传感器、控制单元及电磁执行机构，因此具有结构紧凑、可控性好、响应速度快等优势。分系统看：
 - 1) 制动：**线控制动系统可分为EHB（半线控制动）和EMB（全线控制动），其中EMB由于冗余备份等问题短期较难商业化，EHB仍将是未来较长时间内主流方案。EHB中，One-Box方案相比Two-box方案的集成度更高、能量回收强、成本更低，市场发展潜力更大。
 - 2) 悬架：**悬架系统发展经历从被动调节到主动调节，螺旋弹簧+减震器组合向空气弹簧+CDC型减震器组合升级，空气悬架已逐步成为中高端智能电动汽车标配。
 - 3) 转向：**转向系统从机械式向电控助力式不断升级。EPS（半线控转向）仍保留转向轴及齿轮齿条，电机仅起到助力作用，可满足L0-L2级别自动驾驶，为当前市场主流配置；SBW（线控转向）彻底取消方向盘和齿条间的机械连接，采用ECU传递指令，执行电机驱动转向轮转动；具有响应速度快、安装方式灵活、重量轻、碰撞安全性高等优势，是未来转向系统发展方向。
 - 4) 换挡：**电子换挡及线控换挡已较为普及，相比传统机械换挡，线控换挡没有拉线束缚，整个系统更轻、更小、更智能，突破传统换挡杆必须放在中控与变速箱硬链接的限制，使得换挡形式更多样（通过旋钮、按键等形式换挡），换挡更高效简洁。
 - 5) 油门：**油门系统经历了原始机械油门、传统机械油门和电子油门三个阶段，电子油门即线控油门，通过电子结构替代机械结构来控制汽车加速，具有控制精确、稳定性高的特点，已基本实现100%普及。
 - 6) 底盘域：**随着汽车电子电气朝着域集中式发展，集成多种功能的底盘域控制器兴起。
- **线控底盘市场格局：**随着汽车电动化的发展线控底盘将迎来历史性机遇，我们预计2022-2025年我国线控底盘行业市场规模将由282亿元增长至721亿元，年复合增速为37%，细分来看：1) 线控制动：EHB处于快速发展阶段，21年渗透率约5%，22-26年国内行业规模将从40亿增长至201亿，CAGR为49.6%。线控制动市场长期由外企主导，

但国内公司已经打破技术壁垒，具备量产能力，有望享受行业高增长。

2) 线控悬架: 处于快速发展阶段，根据佐思汽研统计数据，2022年1-4月，进口车市场空气悬挂渗透率约为24%，国内市场的空气悬挂渗透率约为0.7%，我们预计至25年国内乘用车空气悬挂市场规模达到288亿，2022-2026年CAGR为52%。虽然海外企业占据先发优势，但目前国内企业在产品与客户方面已取得突破，国产替代提速。**3) 线控转向:** SBW处于商业化前夕，当前渗透率约0.1%，22-26年国内行业规模将从30亿增至164亿，CAGR高达52%。目前主要由海外企业主导，本土企业耐世特有望成为第一个实现量产的自主品牌。**4) 线控换挡:** 处于产业发展中期，21年渗透率约30%，我们预计22-26年国内行业规模从45亿增至83亿，CAGR为16%。目前虽然由外资企业主导，但由于技术门槛较低，相较转向、制动、悬架领域，线控换挡国产化率更高。**5) 线控油门:** 处于行业成熟阶段，渗透率接近100%，我们预计2026年我国线控市场规模达101亿元，2022-2026年CAGR达4%。

➤ **投资建议:** 随着汽车电动化和智能化时代到来，线控底盘渗透率有望持续提升，其中线控转向、线控制动及线控悬架属于线控底盘核心技术，正处于大规模商业化前夜。线控底盘零部件的单车价值量较传统零部件有明显的提升，线控底盘细分行业将迎来量价齐升。以耐世特、伯特利为代表的国产自主企业正打破海外零部件大厂的技术封锁，国产零部件厂商将有望凭借性价比进一步提高市场份额。重点关注以下线控底盘领域标的：

- 1) 线控制动【伯特利】、【拓普集团】、【亚太股份】和【长城汽车】；
- 2) 线控悬架【中鼎股份】、【保隆科技】、【拓普集团】和【天润工业】；
- 3) 线控转向【耐世特】、【长城汽车】和【华域汽车】；
- 4) 线控换挡【宁波高发】；
- 5) 底盘域【经纬恒润】和【科博达】。

➤ **风险因素:** 汽车销量不及预期、线控底盘渗透率不及预期、线控底盘国产化不及预期、国内外疫情反复对汽车产业带来的影响。

目 录

1 背景：为什么要重视线控底盘赛道？	7
1.1 汽车电动化大趋势已经形成	7
1.2 汽车革命，电动化仅是上半场，智能化开启下半场	7
1.3 智能汽车两大核心：智能座舱+智能驾驶	8
1.4 线控底盘是实现高阶自动驾驶的关键基石	9
2 概述：什么是线控底盘技术？	9
2.1 什么是线控技术？	9
2.2 底盘=传动系统+转向系统+行驶系统+制动系统	10
2.3 底盘设计趋势：集成化、轻量化、智能化	10
2.4 汽车线控底盘优势何在？	11
3 趋势：线控底盘技术发展趋势探究	11
3.1 线控制动：L3级自动驾驶的核心部件	12
3.2 线控悬架：汽车垂直方向平衡器	15
3.3 线控转向：负责汽车转向功能	17
3.4 线控换挡：电控实现传动的机构	18
3.5 线控油门：车辆加速控制机构	20
3.6 底盘域：统一控制底盘各个功能	21
4 市场：线控底盘市场竞争格局	23
4.1 线控制动：渗透率与 ASP 提升，自主品牌有望实现国产替代	23
4.2 线控悬架：市场空间广，国内厂商优势明显推动线悬国产化	25
4.3 线控转向：市场处在商业化爆发前夕，因技术壁垒高处而外资主导	27
4.4 线控换挡：市场空间快速扩容，但仍旧外企主导	28
4.5 线控油门：商业化成熟，海外厂商掌握核心技术	29
5 投资建议	30
5.1 线控制动	30
5.2 线控悬架	34
5.3 线控转向	37
5.4 线控换挡	39
5.5 底盘域控制器	40
6 行业评级	42
7 风险因素	42

表 目 录

表 1：传统底盘和电动车底盘组成对比	8
表 2：EHB 和 EMB 优缺点对比	14
表 3：One-Box 和 Two-Box 产品方案对比	15
表 4：线控悬架系统优点和技术难点	16
表 5：线控转向技术发展阶段	17
表 6：线控转向组成及作用	17
表 7：全球主要线控制动系统供应商	24
表 8：WCBS 四大优点	24
表 9：比亚迪 BSC 系统功能	25
表 10：国内外主要线控悬架企业及其产品进展	26
表 11：国内外主要线控转向企业及其产品进展	27
表 12：国内外厂商线控换挡产品及主要客户	28
表 13：2021 年 6 月以来中鼎股份空悬订单	35
表 14：保隆科技空气弹簧订单梳理	35
表 15：经纬恒润主要底盘控制电子产品	41

图 目 录

图 1：2018-2025 年中国新能源汽车销量及预测	7
图 2：智能座舱示意图	8
图 3：智能驾驶示意图	8
图 4：自动驾驶技术三大关键系统	9
图 5：最早配备了线控技术的美国 F111 战斗机	9
图 6：线控技术流程示意	9
图 7：底盘四大系统示意图	10

图 8: 汽车底盘发展四个阶段.....	10
图 9: 线控底盘技术优势.....	11
图 10: 线控底盘组成.....	11
图 11: 2020 年五大线控系统渗透率.....	11
图 12: 四大制动系统.....	12
图 13: 制动系统结构组成.....	12
图 14: 制动系统直接关系到了自动驾驶汽车的安全性能.....	12
图 15: 不同制动系统对比.....	13
图 16: 制动系统直接关系到了自动驾驶汽车的安全性能.....	14
图 17: 汽车悬架系统.....	15
图 18: 悬架系统主要构成.....	15
图 19: 空气悬架基本结构.....	16
图 20: CDC 线控减震器.....	16
图 21: 线控转向结构系统结构.....	18
图 22: EPS 的类型.....	18
图 23: SBW 结构组成.....	18
图 24: 线控换挡技术演变.....	18
图 25: 线控换挡示意图.....	19
图 26: 线控换挡四种操纵机构（从左到右依次为按键式、旋钮式、怀挡式、挡杆式）.....	19
图 27: 汽车油门系统发展历程.....	20
图 28: 机械油门与线控油门工作原理对比.....	20
图 29: 电子电气架构升级.....	21
图 30: 集中式电子电气架构——五大域.....	21
图 31: 面向智能汽车的底盘动力学域控制架构.....	22
图 32: 蔚来底盘域控制器.....	23
图 33: 中国及全球汽车产量和线控制动渗透率预测.....	23
图 34: 中国及全球线控制动市场规模预测及增速（亿元）.....	23
图 35: 2020 年全球线控制动市场份额.....	24
图 36: 2018-2025 年我国空气悬架市场规模及渗透率.....	26
图 37: 中国及全球汽车产量和线控转向渗透率预测.....	27
图 38: 中国及全球线控转向市场规模预测及增速（亿元）.....	27
图 39: 中国及全球汽车产量和线控换挡渗透率预测.....	28
图 40: 中国及全球线控换挡市场规模预测及增速（亿元）.....	28
图 41: 中国及全球汽车产量和线控油门渗透率预测.....	29
图 42: 中国及全球线控油门市场规模预测及增速（亿元）.....	29
图 43: 全球主要线控油门厂家.....	29
图 44: 2016-2021 年伯特利营收及增速（亿元）.....	30
图 45: 2016-2021 年伯特利扣非净利及增速（亿元）.....	30
图 46: 伯特利线控制动产品.....	31
图 47: 2016-2021 年拓普集团营收及增速（亿元）.....	31
图 48: 2016-2021 年拓普集团扣非净利及增速（亿元）.....	31
图 49: 拓普集团 IBS 产品系列.....	32
图 50: 2016-2021 年长城汽车营收及增速（亿元）.....	32
图 51: 2016-2021 年长城汽车扣非净利及增速（亿元）.....	32
图 52: 长城汽车智慧线控底盘.....	33
图 53: 长城汽车智慧线控底盘两大核心技术.....	33
图 54: 2016-2021 年亚太股份营收及增速（亿元）.....	33
图 55: 2016-2021 年亚太股份扣非归母净利（亿元）.....	33
图 56: 亚太股份 IBS 产品系列.....	34
图 57: 亚太股份自动驾驶、轮毂电机产品.....	34
图 58: 2016-2021 年中鼎股份营收及增速（亿元）.....	34
图 59: 2016-2021 年中鼎股份扣非净利及增速(亿元).....	34
图 60: 2016-2021 年保隆科技营收及增速（亿元）.....	35
图 61: 2016-2021 年保隆科技扣非归母净利及增速（亿元）.....	35
图 62: 2016-2021 年天润工业营收及增速（亿元）.....	36
图 63: 2016-2021 年天润工业扣非归母净利及增速（亿元）.....	36
图 64: 公司悬架领域产品一览.....	36
图 65: 2016-2021 年耐世特营收及增速（亿元）.....	37
图 66: 2016-2021 年耐世特扣非归母净利及增速（亿元）.....	37
图 67: 耐世特转向系统.....	38
图 68: 2016-2021 年华域汽车营收及增速（亿元）.....	38
图 69: 2016-2021 年华域汽车扣非净利及增速（亿元）.....	38

图 70: 华域汽车转向系统.....	39
图 71: 华域汽车制动系统.....	39
图 72: 宁波高发各业务营收及其增速 (亿元)	39
图 73: 宁波高发扣非净利及其增速 (亿元)	39
图 74: 宁波高发换挡系统产品.....	39
图 75: 经纬恒润各业务营收及其增速 (亿元)	40
图 76: 经纬恒润扣非净利及其增速 (亿元)	40
图 77: 经纬恒润招股主营业务.....	40
图 78: 2016-2021 年科博达各业务营收及其增速 (亿元)	42
图 79: 2016-2021 年科博达扣非归母净利及其增速 (亿元)	42
图 80: 科博达汽车电子产品矩阵.....	42

1 背景：为什么要重视线控底盘赛道？

1.1 汽车电动化大趋势已经形成

我国新能源汽车产业已进入快速成长期，市场空间巨大。我国新能源产业起步较早，自 2001 年“863”电动车重大专项计划诞生起，经过二十余年的持续发展，新能源汽车销量从 2011 年的 8159 辆快速增长至 2021 年的 352 万辆，CAGR 高达 83%。从全球视角来看，截止至 2022 年 5 月我国新能源汽车渗透率达到 26.5%，销量占据全球的近 50%，已连续 7 年占据全球第一，成为全球无可争议的新能源行业领导者。产业快速发展背后的核心驱动要素包括政策支持、技术进步、消费认知和竞争格局四个方面：

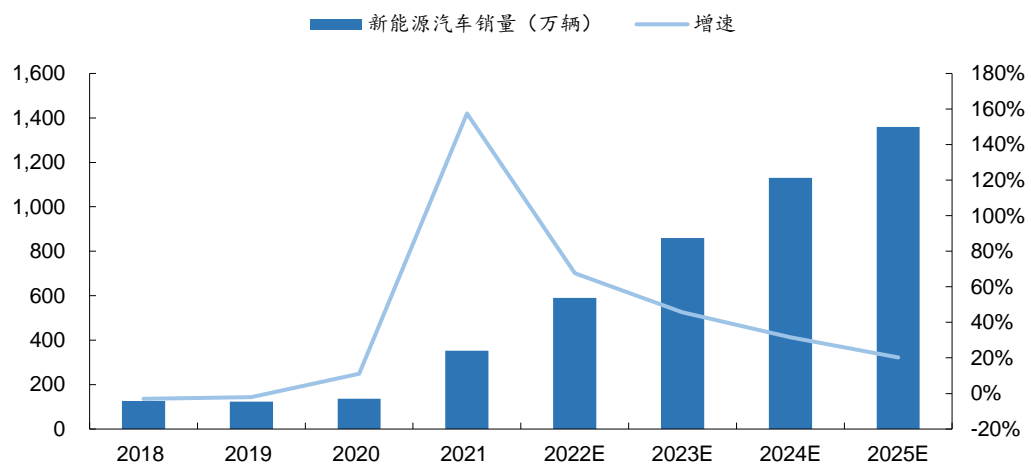
1) 政策支持：国家出台了一系列政策以引导新能源汽车产业向更健康的方向发展，包括财政补贴、税收优惠、产业发展规划等，同时大力推进“双碳”工作，对新能源汽车市场发展起到重要引领性作用。

2) 技术进步：三电技术逐步成熟化，充电便利性大幅提升，且安全性、可靠性问题基本解决。

3) 消费认知：消费者对新能源趋势认同度大幅提升，部分用户开始从更优异的动力性能、智能化水平等角度出发，倾向于选择新能源汽车而非传统燃油车型，个人、家庭用户占比逐步提升。

4) 竞争格局：自主品牌进入产品迭代升级周期，造车新势力产品加速量产落地，老牌合资品牌开始集中发力电动化。

图 1：2018-2025 年中国新能源汽车销量及预测



资料来源：汽车工业协会，乘联会，动力电池联盟，锂解，亿欧智库，信达证券研发中心

1.2 汽车革命，电动化仅是上半场，智能化开启下半场

汽车电动化是智能化的基础，我们预计电动化与智能化渗透率将呈现双螺旋式上升趋势。相较传统燃油车，我们认为电动车是智能化的最佳载体：

1) 快速的电信号传递是汽车智能化基础。燃油车以机械及液压结构为主，核心部件是“发动机+变速箱”。受制于内燃机机械传动及化学反应，发动机先天具备“时间滞后”特性，从而较难实现即时精准控制和响应。电动车以三电系统（电池、电机、电控）为核心，电信号的广泛使用可以更为精细地调节车辆状态。

2) **软硬件解耦，便于 OTA 升级。**燃油车多采用分布式架构，每台车装载数十甚至上百个电子控制单元 (ECU)，ECU 驱动各部件执行具体功能，软硬件高度耦合，而底层核心技术及修改权限往往掌握于传统 Tier 1 巨头手中，车企难以实现软件集成开发或自行功能定义，即较难实现“OTA”升级。**电动车**由于结构简化，汽车电子电气架构将由分布式向**域集中/中央控制架构**转变，软硬件解耦，在降低成本、缩短整车验证周期的同时，主机厂逐步主导架构设计及软件开发，便于实现“OTA”升级。

3) **车企重点发展新能源汽车，战略收缩燃油车布局。**传统汽车巨头开发新车型以电动车为主，传统燃油车升级换代仅做小修小补，投入资源及开发力度逐渐减少。随着社会及政策资源逐步向电动车倾斜，将进一步加速汽车电动智能化趋势。

表 1: 传统底盘和电动车底盘组成对比

	传统底盘	电动车底盘
底盘类型		
传动系统	离合器、变速器、传动轴、减速器、差速器、半轴等	由于动力系统的改变
行驶系统	车架、车桥、车轮、悬架	基本一致
转向系统	助力转向/线控转向	基本一致
制动系统	由发动机提供真空助力辅助刹车	使用电子真空泵或线控制系统
其他		增加电池盒等零部件

资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心

1.3 智能汽车两大核心：智能座舱+智能驾驶

智能座舱：更容易被消费者感知，且技术门槛相对较低，是各大主机厂现阶段差异化布局的重点。智能座舱聚焦人机交互，新增尺寸更大的中控屏、中控娱乐系统、液晶仪表盘、抬头显示系统等设备，能够实现多模态交互、地图导航服务、丰富车机娱乐内容和生活服务信息等功能。

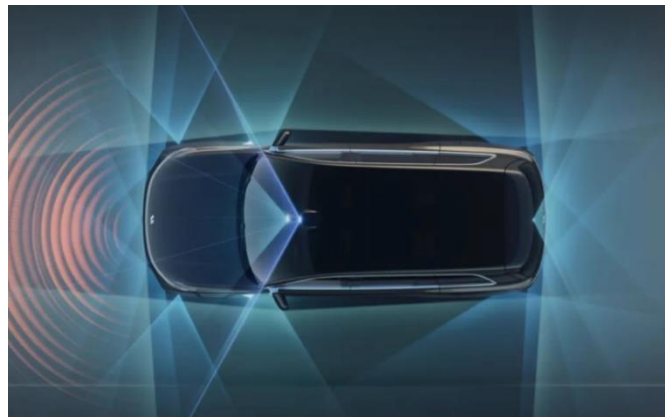
智能驾驶：奔驰 L3 级别自动驾驶已获德国政府批准，汽车行业有望全面进入“L3 时代”。智能驾驶包括感知层、决策层和执行层，装配自动驾驶芯片、域控制器、车载摄像头、激光雷达、线控执行等设备，实现自动驾驶、智能刹车、自主泊车等功能，完成车、路、云协同。

图 2: 智能座舱示意图



资料来源：盖世汽车，智己，信达证券研发中心

图 3: 智能驾驶示意图



资料来源：盖世汽车，理想汽车，信达证券研发中心

1.4 线控底盘是实现高阶自动驾驶的关键基石

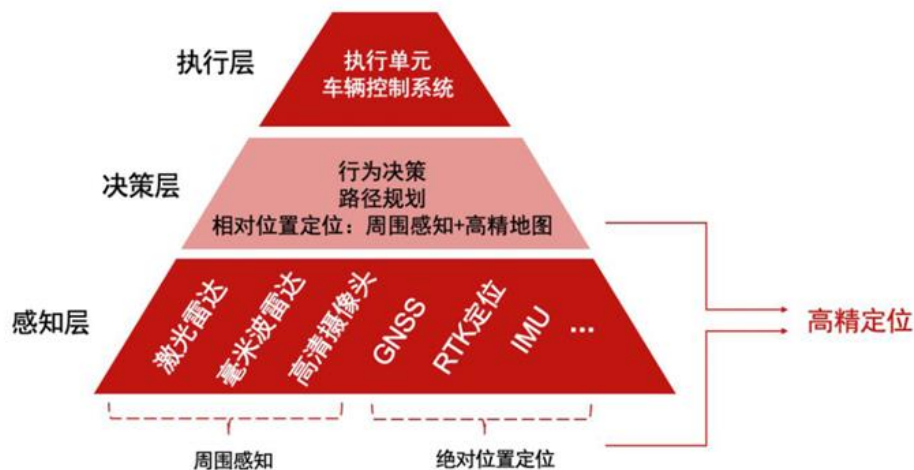
自动驾驶技术的三个必要条件：感知层、决策层、执行层。

1) 感知层：依赖传感器对道路周边环境信息进行采集，包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波等。

2) 决策层：采集的数据传输到中央计算单元进行计算，进行路线规划和控制，制定方向转角和速度等信息。

3) 执行层：底盘执行机构按照决策层指令进行精确执行。高阶自动驾驶需求催生更快系统响应和更高精度要求，故底盘线控化是实现 L2+ 以上自动驾驶的关键一环。

图 4：自动驾驶技术三大关键系统



资料来源：深圳市智能网联创新中心，信达证券研发中心

2 概述：什么是线控底盘技术？

2.1 什么是线控技术？

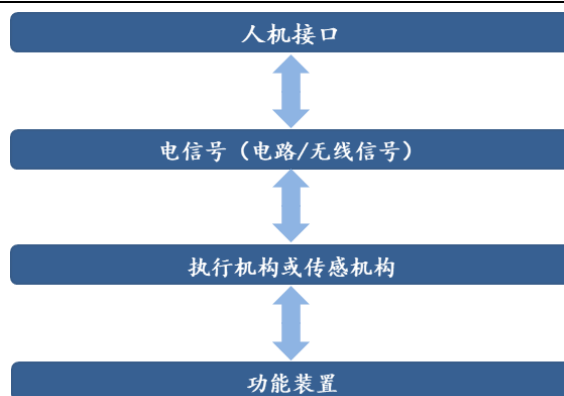
线控技术最早起源于飞机的电传操纵系统。线控技术是指由“电线”或者电信号来传递控制，取代传统机械连接装置的“硬”连接来实现操控的一种技术。线控技术最早起源于飞机的电传操纵系统，线控技术将飞行员的操纵命令转换成电信号，通过电缆直接传输到自主式舵机的一种系统。由于省去传统的飞机操纵系统中从操纵杆到舵机之间的复杂机械传动装置和液压管路，线控技术反应速度更快，控制精度更高。目前绝大部分军用和民用飞机都已采用线控技术。

线控技术实现过程：传感器将驾驶员的操纵指令转换成电信号传送给控制器，控制器分析信号、并将指令发送给执行机构，最终由功能装置实现目标指令。

图 5：最早配备了线控技术的美国 F111 战斗机



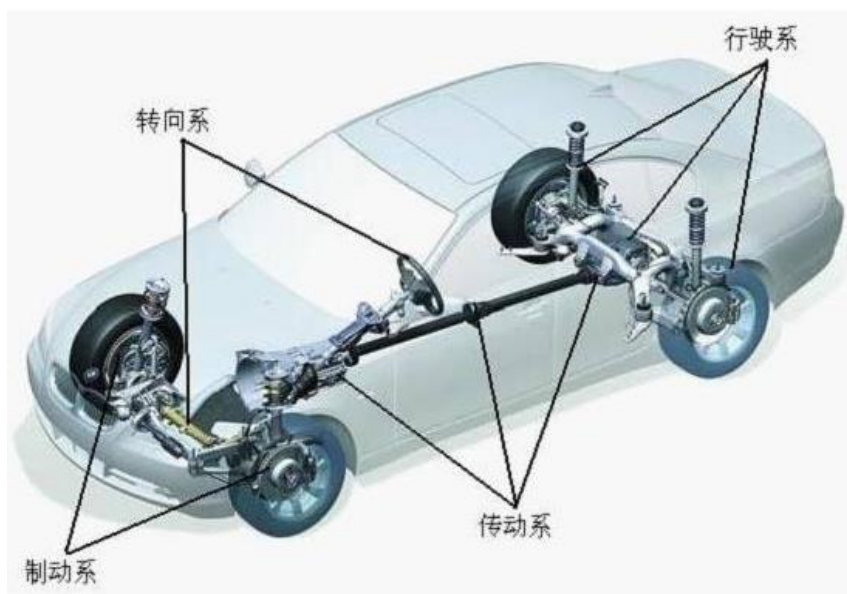
图 6：线控技术流程示意



2.2 底盘=传动系统+转向系统+行驶系统+制动系统

汽车的底盘由传动系统，转向系统，行驶系统，制动系统四大系统组成，包括驱动、换挡、制动、悬架、转向五大部分。底盘作用是支承、安装汽车发动机及其各部件、总成，成形汽车的整体造型，并接受发动机的动力，使汽车产生运动，保证车辆安全行驶。

图 7：底盘四大系统示意图



资料来源：凤凰汽车，信达证券研发中心

2.3 底盘设计趋势：集成化、轻量化、智能化

汽车底盘朝着集成化、轻量化和智能化发展，至今已经历四个阶段：零散式设计——平台式设计——模块化设计——智能化。1) 零散式设计：主机厂需要为每款车型开发单独的核心部件，故零部件采购成本高。2) 平台式设计：在开发过程中，利用同一架构、共享部分设计，并基于此衍生不同的车型。这种设计模式不仅可以在开发阶段节省研发费用，还可在生产阶段共享同类零部件，降低企业采购成本。3) 模块化设计：在平台化基础上进一步升级，主机厂不再会为某车型单独开发其动力系统，基本都是驱动系统模块化集群独立开发与车型开发项目分离，所有新车型的研发都基于驱动系统模块化集群进行动力匹配选择。模块化设计可以加速新车研发，降低开发成本。4) 智能化设计：底盘的子系统可分模块进行智能化设计，如线控底盘。

图 8：汽车底盘发展四个阶段

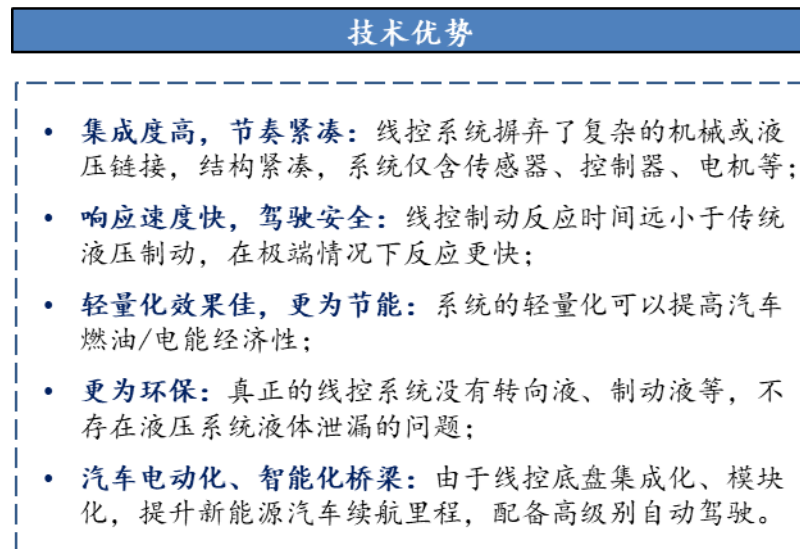


资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心

2.4 汽车线控底盘优势何在？

电信号传递信息，响应更快，精度更高。传统的操纵汽车的方式：当驾驶员踩制动、踩油门、换挡、打转向盘时，都是通过机械机构来操纵汽车。而**线控技术则是将动作转化为电信号，由电线来传递指令操纵汽车**。由于线控系统取消了一些笨重的、精确度较低的气动、液压及机械连接，取而代之的是更为精确、敏感的传感器、控制单元及电磁执行机构，其具有结构紧凑、可控性好、响应速度快等优势，具有良好的发展前景。此外，线控底盘高度集成、结构紧凑，重量更轻，是电动化和智能化的桥梁。

图 9：线控底盘技术优势



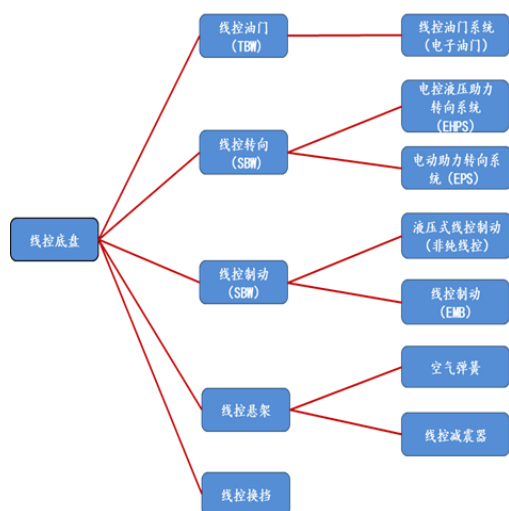
资料来源：信达证券研发中心

3 趋势：线控底盘技术发展趋势探究

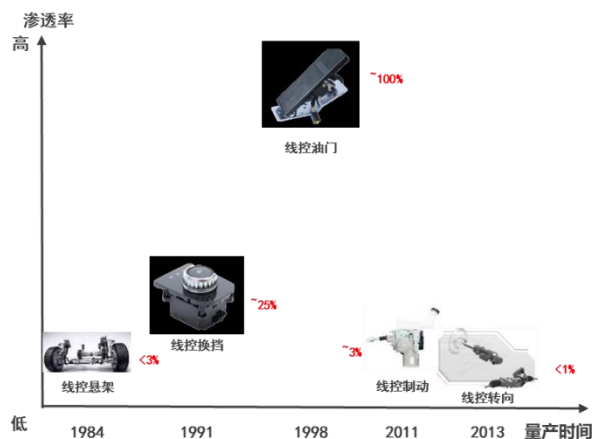
线控底盘由五大核心系统组成，其中转向、制动、悬架已处于爆发前夜。线控底盘系统构成包括线控转向系统、线控制动系统、线控换挡系统、线控油门系统和线控悬架系统。根据盖世汽车研究院统计数据，截止至 2020 年线控油门由于技术成熟且技术壁垒相对较低，渗透率已接近 100%；线控换挡渗透率约 25%，正处于快速发展阶段；而线控底盘的核心技术——线控转向、线控制动及线控悬架，其渗透率不及 10%，正处于大规模商业化前夜。

图 10：线控底盘组成

图 11：2020 年五大线控系统渗透率



资料来源：信达证券研发中心



资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心

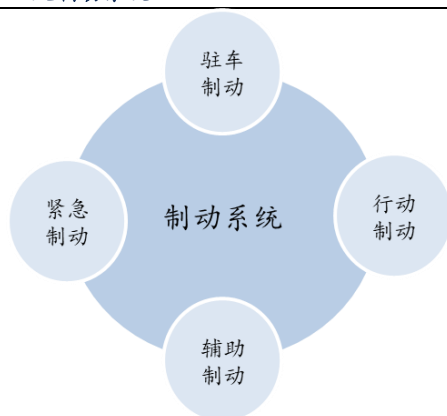
3.1 线控制动：L3 级自动驾驶的核心部件

3.1.1 线控制动事关自动驾驶安全性能，技术难度高

制动系统由制动器和制动动力系统组成。制动器主要有盘式制动器和鼓式制动器，前者常用于乘用车，后者用于商用车。制动力动力系统有机械拉索、液压伺服制动、气压动力、电磁式等，目前主流汽车基本采用液压、气压和电机，机械拉索已逐步退出市场。

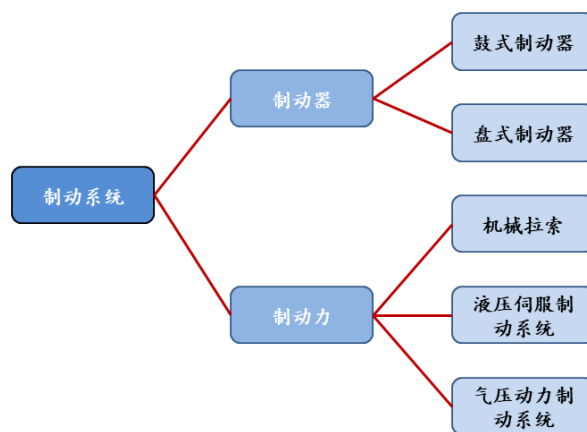
根据功能划分，制动系统分为行车制动、驻车制动、紧急制动和辅助制动系统。行车制动系统作用是令行驶中的汽车降低速度甚至停车。驻车制动系统确保已停驶的汽车驻留原地不动。应急制动系统在行车制动系统失效的情况下，确保汽车仍能实现减速或停车。辅助制动系统在行车过程中仅辅助行车制动系统降低车速或保持车速稳定，但不能将车辆紧急制停。

图 12：四大制动系统



资料来源：车主指南，信达证券研发中心

图 13：制动系统结构组成



资料来源：汽车发烧友网，太平洋汽车，信达证券研发中心

制动系统直接关系到了自动驾驶汽车的安全性能，线控制动是线控底盘技术中难度最高，但也最关键的技术。目前与 ADAS 高度相关的 ACC、AEB、AP、ESP 等功能都需要在制动系统基础上实现。线控制动系统事关自动驾驶的底盘安全和稳定控制，只有拥有足够好的制动性能（包括响应速度、平顺性好等），才能为驾乘人员提供较好保障。

图 14：制动系统直接关系到了自动驾驶汽车的安全性能



资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心整理

3.1.2 制动系统技术演进路线：从机械制动迈向线控制动

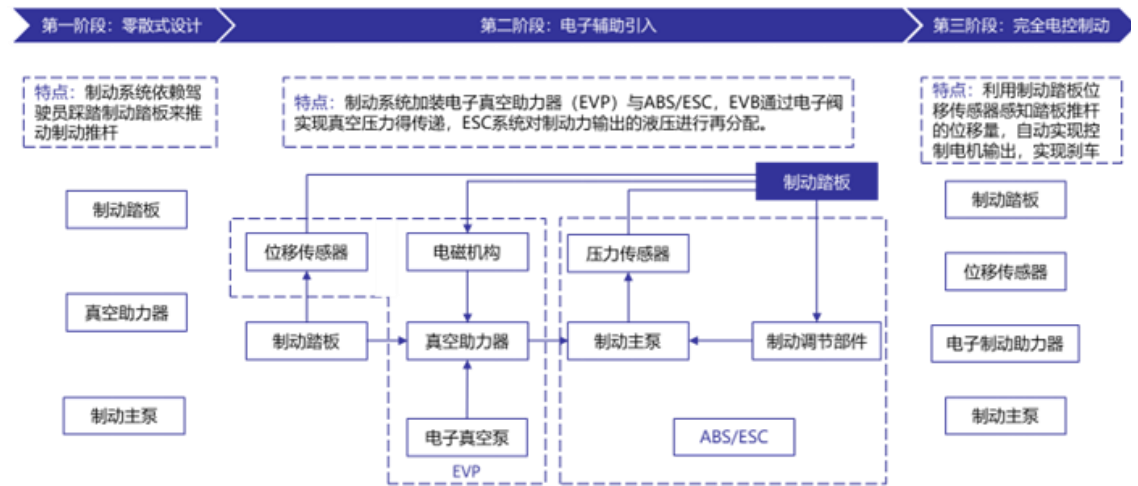
制动系统趋于电动智能化，单车价值量持续提升。传统机械制动通过机械连接，由制动踏板施加能量，经液压或气压管路传递至制动器。由于设计机构阀类元件多、制动速度慢，机械制动易产生制动滞后现象。相较于传统制动系统，线控制动无需驾驶员提供制动能量，响应速度更快，制动距离更短，安全性更高。同时由于引入更多传感器、控制器、电动化执行器，升级后的制动系统单车价值量约 2000 元，相较传统制动也将有较大提升。

图 15：不同制动系统对比

	时间	关键产品	现状	作用	单车价值量
压力制动	1930	制动主缸、真空助力器	盘式制动 鼓式制动	行车制动硬件基础	600-700元
+ECU 电子制动	1980-2000年	ABS、ESP	ABS标配 ESP主流配备	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 融入ECU电子控制 ✓ 主动安全技术的软件基础 	1000元
+线控 线控制动	2010年至今	EHB、EMB	EHB为目前方向 EMB为未来趋势	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 电线替代部分制动线路和传动机构 ✓ 电动化与自动驾驶进步的关键配置 	2000-2500元

资料来源：佐思汽研，信达证券研发中心

制动系统电动智能升级经历压力助力、电子辅助和完全电控三个阶段。1) 压力助力：依赖驾驶员踩踏制动踏板来推动制动推杆。随着汽车质量越来越大，车速越来越快，开始出现压力助力装置以增大制动力，如气压制动及液压制动。2) 电子辅助：以液压制动系统为基础，电子器件（EVP/ABS/ESC 等）替代部分机械部件助力刹车。3) 完全电控：不再需要液压部件，通过传感器获得踏板信号，由电机驱动的执行机构产生制动力。

图 16: 制动系统直接关系到自动驾驶汽车的安全性能


资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心

3.1.3 线控制动技术事关自动驾驶安全，EHB 为当前主要方案

汽车线控制动系统目前主要分为电子液压线控系统（EHB）和电子机械制动系统（EMB）。

1) EHB（对应电子辅助阶段）：将原有的制动踏板机械信号通过传感器转变为电控信号，同时保留成熟的液压系统，ECU 通过电机驱动液压泵进行制动。当电子系统发生故障时，备用阀打开，EHB 变成传统的液压系统。**2) EMB（对应完全电控阶段）：**完全摒弃了传统制动系统的制动液及液压管路等部件，由电机驱动产生制动力，每个车轮上安装一个可以独立工作的电子机械制动器。**EMB 是真正意义上的线控制动系统，但仍存在核心技术问题，商业化较难。**与 EHB 相比，EMB 没有液压驱动部分，系统的响应速度更高，工作稳定性和可靠性更好，但由于完全采取线控的方式，不存在备用的制动系统，因而对系统的工作可靠性和容错要求更高。

表 2: EHB 和 EMB 优缺点对比

线控制动	EHB	EMB
原理	以传统的液压制动系统为基础，用电子器件代了一部分机械部件的功能电子踏板配有踏板感觉模拟器和电子传感器，ECU 可以通过传感器信号判断驾驶员的制动意图，驱动液压泵进行制动	完全摒弃了传统制动系统的制动液及液压管路等部件，由电机驱动制动器产生制动力，是真正意义上的线控制动系统
优点	具有备用制动系统，安全性较高	响应速度大大提高；简化了结构、便于装配和维护
缺点	离不开液压部件，液压系统结构复杂；容易发生液体泄漏，存在安全隐患	对可靠性要求极高（热稳定性、散热性），成本较高，无备份系统

资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心整理

3.1.4 EHB 中 One-Box 性能出色，有望成为主流方案

按集成度的高低，EHB 可分为 Two-Box 和 One-Box 两种技术方案。二者的区别在于 ABS/ESC 系统是否和电子助力器集成在一起，没有集成的称为 Two-Box，集成在一起的称为 One-Box。

Two-box 用机电伺服助力器替代真空助力泵，One-box 在 Two-box 基础上集成其他制动功能。随着电动汽车兴起，由于电动车没有真空环境，无法安装传统机械制动系统。为了解决电动车无真空问题，汽车厂在电动车额外安装电子真空泵创造真空环境，然后依旧采用机

械制动的方式。EVP 由于不需要改变底盘结构并且价格较线控制动低，常用于油改电的车型。但是 EVP 技术存在噪音、制动效果差、寿命短等缺陷，新能源车开始转向线控制动。Two-Box 方案用机电伺服助力器替代真空助力泵，以电信号传递制动信息，并且制动效果不再受到真空环境的限制，制动效果更好。One-Box 方案在 Two-Box 方案基础上集成 ESC 及其他部件集成成一个单元，集成度更高，成本更低。

除 L3 以上安全冗余性能，One-Box 显著优于 Two-box，成为 EHB 中主流趋势。One-box 优势体现在：**1)集成度：**由于 One-Box 集成了 ABS/ESP 功能，重量、体积与成本比 Two-box 更小；**2) 能量回收：**Two-box 制动减速度最高为 0.3g，而 One-Box 可以达到 0.3-0.5g，能量回收效率比 Two-Box 更好。**3)成本更低：**按照目前市场价，One-box 成本相比 Two box 便宜约 20%，大约 300-400 元。此外，One-box 方案可以通过配备 RBU 获得额外的安全冗余，便于未来实现 L3 级以上自动驾驶。

One-Box 技术门槛高、竞争格局好，本土供应商有望凭借性价比弯道超车。**1) 技术门槛高：**One-Box 集成了 ESC、ABS 等功能，企业难以跳过基础制动系统研发 Two-box 系统，更难以研发集成度更高的 One-Box。**2) 竞争格局好：**国内能量产 Two-Box 企业较多，但能量产 One-Box 企业稀缺，主要为伯特利和比亚迪，One-Box 竞争格局比 Two-Box 好。**3) 产品性能追赶世界水平：**伯特利和比亚迪的 One-Box 系统响应时间短，本土供应商产品性能不逊于海外企业产品。

表 3: One-Box 和 Two-Box 产品方案对比

线控制动	One-Box	Two-Box
定义	集成式：EHB 集成了 ABS/ESP	分立式：EHB 与 ABS/ESP 独立
结构	1 个 ECU、1 个制动单元（ECU 集中了 ESP 等功能）	2 个 ECU、2 个制动单元（需要协调两个 ECU 的关系）
成本	集成度高，成本相对较低	集成度低，成本相对较高
复杂度与安全性	高、需要进行踏板解耦踏板仅用于输入信号，不作用于主缸。而由传感器感受踏板力度带动电机推动活塞，踏板感受需要软件调节，可能存在安全隐患	低，不需要踏板解耦踏板感受更加真实自然，驾驶员能直观地感受到制动系统的变化，并由 ABS 回馈力感受刹车片的衰退等，可以减少安全隐患
能量回收	回收效率高，回馈制动减速度最高达 0.3-0.5g	回收效率高，回馈制动减速度最高达 0.3g
自动驾驶	本身满足自动驾驶对冗余的要求	搭配 ESP 自动驾驶对冗余的要求

资料来源：佐思汽研，信达证券研发中心整理

3.2 线控悬架：汽车垂直方向平衡器

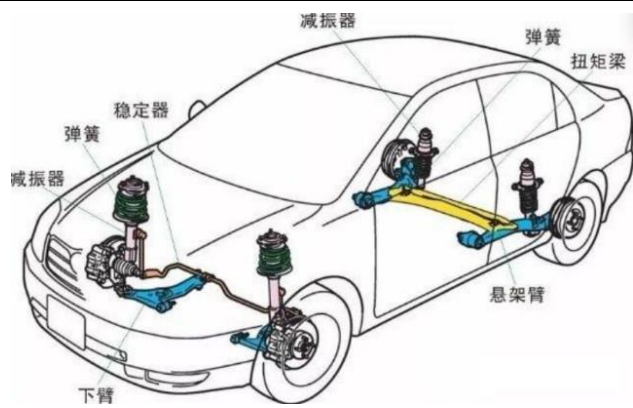
3.2.1 汽车悬架发展趋势：从被动式条件到主动式条件

悬架负责承载并稳定汽车垂直方向受力，传统悬架系统主要由三大部分构成：1)弹性元件：如螺旋弹簧、钢板弹簧、空气弹簧等，支撑垂直方向载荷。2)减振器：产生阻尼的主要元件，迅速衰减震动，改善汽车行驶平顺性。3)导向机构：传递力和力矩，兼起导向作用。4)其他：部分悬架则还有缓冲块、横向稳定杆等部件。

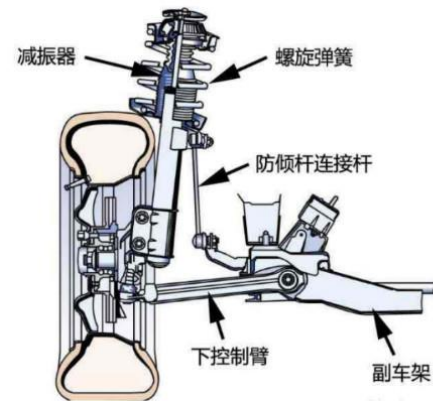
线控悬架与传统悬架的最大差异在于弹性及减震元件的升级，并新增电子控制系统及气泵等电动化部件，赋予悬架智能主动调节功能。目前市场主流线控悬架为空气弹簧+CDC 型线控减震器组合。线控悬架系统主要构成为：①空气弹簧；②线控减振器；③空气供给单元（包括空气压缩机、分配阀、悬置等）；④控制器 ECU；⑤传感器（高度传感器、车身加速度传感器等）；⑥储气罐；⑦其他（空气管路等）。

图 17: 汽车悬架系统

图 18: 悬架系统主要构成



资料来源：汽车维修技术网，信达证券研发中心



资料来源：百奇网，信达证券研发中心

3.2.2 线控悬架工作原理：通过空气调整悬架高度和刚度

线控悬架工作原理：传感器将收集到的车身状态信号传给控制单元 ECU，控制单元依据一定的算法发出指令，1) 驱动空气供给单元工作，吸入空气并通过空气滤清器去除杂质并干燥后送入储气罐，通过分配阀输送到各轮边空气弹簧，以调节悬架高度及刚度；2) 改变电磁阀开度，调节线控减震器内油流速度，以调节悬架阻尼。

图 19: 空气悬架基本结构

图 20: CDC 线控减震器



资料来源：新浪汽车，信达证券研发中心



资料来源：太平洋汽车，信达证券研发中心

线控悬架可以在不同工况下具有不同的弹簧刚度和减震器阻尼力，既能满足平顺性的要求有满足操纵稳定性的要求，主要优点有：**1) 刚度可调**，可改善汽车转弯时出现的侧倾以及制动和加速等引起的车身点头和后坐等问题；**2) 维持高度**，汽车载荷变化时，能自动维持车身高度不变；**3) 有效避障**，碰到障碍物时，能瞬时提高底盘和车轮、越过障碍，使汽车的通过性得到提高；**4) 抑制制动点头**，可抑制制动时的点头，充分利用车轮与地面的附着条件，加速制动过程，缩短制动距离；**5) 增强抗侧滑能力**，使车轮与地面保持良好的接触，提高车轮与地面的附着力，增加汽车抵抗侧滑的能力。

表 4: 线控悬架系统优点和技术难点

	优点	技术难点
刚度可调	可改善汽车转弯时出现的侧倾以及制动和加速等引起的车身点头和后座问题	系统可靠性技术
维持高度	汽车荷载发生变化时，能自动维持车身高度不变	空气防泄漏技术
有效避障	遇到障碍物时，可瞬间提高底盘和车轮越过障碍，提高汽车通过性	恶劣路况适应性技术

抑制制动点头	充分利用车轮与地面的附着条件，加速制动过程，缩短制动距离	减重节能技术	线控悬架相对传统悬架增加了电机、控制器、传感器、储气罐等配置，重量和能耗有所提升，为提高电动车续航里程，需要降低线控悬架的重量和能耗。
增强抗侧滑能力	使车轮和地面保持良好接触，提高车轮和地面的附着力，增加汽车抗侧滑能力	-	-

资料来源：IND4 汽车人，信达证券研发中心整理

3.3 线控转向：负责汽车转向功能

3.3.1 转向系统技术演进路线

汽车的转向系统经历了机械转向系统（MS）、液压助力转向系统（HPS）、电控液压助力转向系统（EHPS）、电动助力转向系统（EPS）的发展过程。随着线控技术的发展，线控转向技术也逐渐出现在汽车的转向系统中。目前，HPS 和 EHPS 已广泛应用于商用车，EPS 则大量地运用于乘用车上，而 SBW 渗透率相对最低，处于起步阶段。

表 5：线控转向技术发展阶段

发展阶段	结构组成	特点	优缺点
第一阶段 机械转向系统（MS）	转向操纵机构、转向器和转向传动机构	纯人力驱动，通过机械杠杆放大人力从而操纵轮胎转向	优点：结构简单、成本低缺点：操作费力、稳定性和精确性有限
第二阶段 机械液压助力转向系统（HPS） 电控液压助力转向系统（EHPS） 电控助力转向系统（EPS）	液压泵、油管、压力流量控制阀体、V 型传动皮带、储油罐等	结合人力与发动机动力为转向能源，放大人力从而操纵轮胎转向	优点：安全性高、成本低、转向动力充足缺点：能耗高、维护成本高
	储油罐、控制单元、电动泵、转向机、助力转向传感器等	转向油泵由电动机驱动，并加装电控系统	优点：能耗低、反应灵敏缺点：稳定性较差、维护成本高
	扭矩传感器、车速传感器、电动机、减速机构、控制单元等	通过电子控制电机产生辅助动力实现转向	优点：结构精简、轻量化程度高、体积小缺点：辅助力度有限、成本高
第三阶段 线控转向系统（SBW）	转向盘模块、前轮转向模块、主控制器、自动防故障系统等	取消转向盘与转向轮之间的机械连接	优点：体积小、安全性高缺点：能耗高、需要高功率反馈电机和转向电机

资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心整理

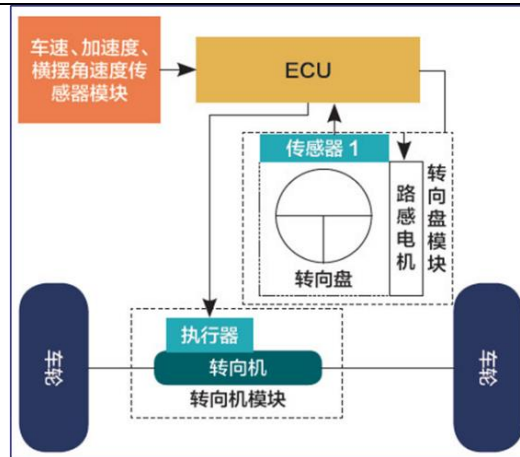
3.3.2 线控转向工作原理

线控转向（Steering-By-Wire, SBW）由方向盘总成、转向执行总成和 ECU 三个主要部分以及自动防故障系统、电源等辅助系统组成。其工作原理是传感器得到无人驾驶/驾驶员方向盘的转弯指令，通过数据总线将信号传递给车上的 ECU，ECU 结合转向信号及车轮状态信息，通过转向机模块指挥整个转向系统的运动。线控转向直接掌控着自动驾驶路径与方向的精确控制，是智能网联汽车实现路径跟踪与避障避险的关键技术。

表 6：线控转向组成及作用

组成	作用
中央处理器	对采集的信号进行分析处理，判别汽车运动状态； 向路感电机和转向执行电机发送命令，控制两个电机的工作； 转向执行电机完成车辆航向角的控制，路感电机模拟产生方向盘回正力矩以保证驾驶员驾驶感受。
转向模块	传感器 通过测量方向盘转角转换为数字信号并传递给主控制器（ECU）。
	路感电机 接收 ECU 送来的力矩信号产生回正力矩，向驾驶员提供相应路感信号。
转向机模块	转向电机 接受 ECU 的转向命令，将信号传递给转向电机。
	转向执行器 接受转向执行器的转向指令，输出转矩，驱动车轮完成转向。

资料来源：汽车维修技术网，信达证券研发中心整理

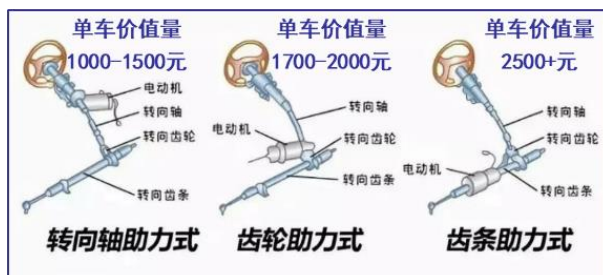
图 21: 线控转向结构系统结构


资料来源：参考网，《新能源汽车智能驾控线控底盘技术应用研究》，信达证券研发中心整理

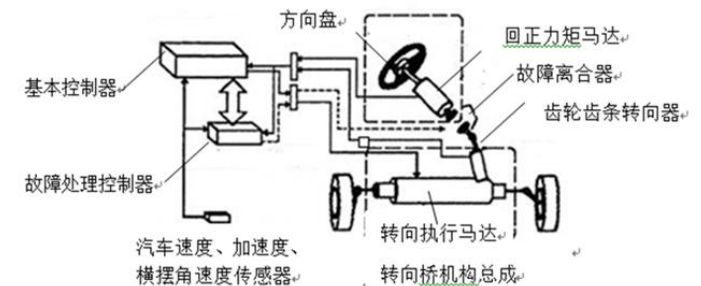
3.3.3 线控转向系统适应高级别自动驾驶，单车价值量显著上升

EPS 可实现 L0-L2 级别自动驾驶，为当前市场主流配置；SBW 有助于实现更高级别的自动驾驶功能。SBW 去掉了方向盘和齿条间的机械连接，采用 ECU 传递指令，执行电机驱动转向轮转动；具有响应速度快、安装方式灵活、重量轻、碰撞安全性高等优势。EPS 与 SBW 本质区别是 EPS 转向信号来自驾驶员，而 SBW 来自算法。

转向系统升级的同时，单车价值量上升。相较于 EPS，线控转向系统取消了方向盘与转向执行机构的机械连接，ECU、传感器、电动机等核心电子零部件的数量进一步提升，并且为提高安全性，线控转向系统需要进行冗余备份，这使得线控转向系统单车价值量更高。

图 22: EPS 的类型


资料来源：智能汽车电子与软件，信达证券研发中心

图 23: SBW 结构组成


资料来源：智能汽车电子与软件，信达证券研发中心

3.4 线控换挡：电控实现传动的机构

3.4.1 汽车换挡系统发展趋势

传统换挡系统主要由机械换挡操纵机构、换挡拉索和变速器之间机械连接组成，通过换挡拉索将换挡指令传递到变速器从而实现换挡。电子换挡系统由电子换挡操纵机构、执行机构控制器、执行机构和变速器组成，即用电子换挡操纵机构、执行机构控制器、执行机构代替了传统的机械换挡操纵机构、换挡拉索，仅通过电控来实现传动。

图 24: 线控换挡技术演变

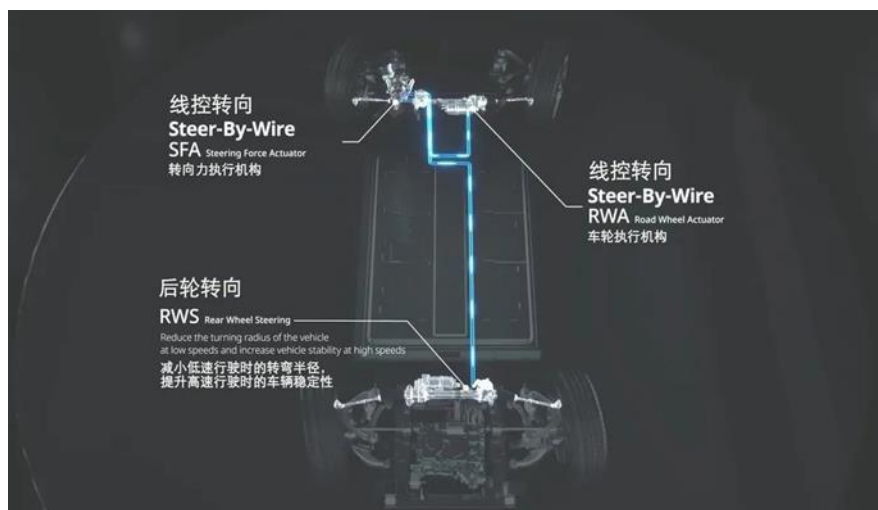
种类	换挡方式	现状	单车价值量
机械换挡	传统手动挡	通过踩油门、离合的方式，通过机械传动实现换挡	市占率 < 20%
	传统自动挡	相较手动挡，取消离合，通过机械传动实现换挡	市占率约为45%
电子换挡	线控换挡	取消机械装置，电信号控制换挡，布局灵活	市占率约为35%

资料来源：信达证券研发中心

3.4.2: 线控换挡工作原理

线控换挡主要由换挡杆和传感器控制单元组成，不需要任何机械结构，仅通过电信号控制传动。当驾驶员挂入某一个档位时，传感器就会将档位请求信号传送到变速箱控制单元 TCU，同时，TCU 会根据汽车上其它的各种信号（比如发动机转速、车速、节气门开度、以及安全带、车门开关信号等）进行分析，根据通信协议进行判断是否执行换挡请求。如果确认没有任何问题，TCU 会发出指令，给变速箱中相应的电磁阀通电或断电，来控制各种液压控制阀的通断，从而实现档位的切换，并将策略档位发送给仪表显示当前档位。同时，传感器从 CAN 总线上接收 TCU 发出的反馈档位信号，再通过 LIN 线点亮副仪表盘上的档位指示灯。如果被分析到有错误操作的存在，比如高速行驶中突然向前挂 R 挡，会被 TCU 认为是错误信号，这种情况下 TCU 就不会给变速箱发操作指令。

图 25: 线控换挡示意图



资料来源：现代摩比斯，信达证券研发中心

线控换挡系统技术较为成熟，市场上主要的操纵机构形式有 4 种：1) 按键式：代表车型有林肯 MKZ、本田冠道；2) 旋钮式：代表车型是路虎极光、捷豹；相较于传统机械换挡器，新型线控换挡器更安全、更智能、更易体现科技豪华感；未来线控换挡技术会是国内外主流车型的标准配置；3) 怀挡式：代表车型是奔驰、特斯拉；4) 挡杆式：代表车型有奥迪 A8L、宝马 5 系、普锐斯。

图 26: 线控换挡四种操纵机构（从左到右依次为按键式、旋钮式、怀挡式、挡杆式）



资料来源：汽车之家，信达证券研发中心

3.5 线控油门：车辆加速控制机构

3.5.1 油门系统发展趋势

油门系统经历原始机械油门、传统机械油门、电子油门三个阶段。线控油门俗称“电子油门”，使用电子结构替代传统油门中的机械结构，控制汽车加速。其主要结构包括加速踏板、加速踏板位置传感器、ECU、数据总线、伺服电动机和加速踏板。线控油门是智能网联汽车实现的必要关键技术，为智能网联汽车实现自主行驶提供了良好的硬件基础，可以使汽车更为便捷地实现定速巡航、自适应巡航等功能。

图 27：汽车油门系统发展历程

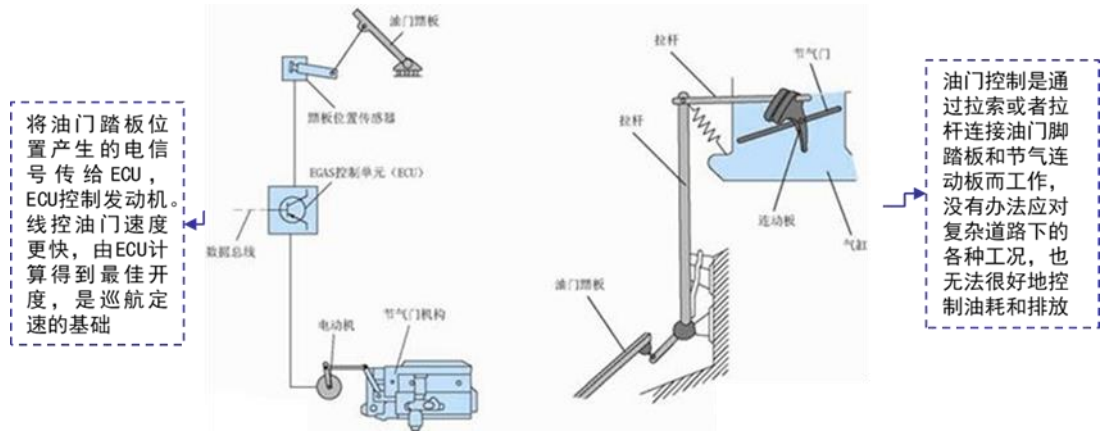
	时间	关键产品	现状	作用	单车价值量
原始机械油门	1930年	油门踏板、拉杆、连动杆	市占率0%	✓ 机械传导控制发动机进油量	-
传统机械油门	化油器时代	油门踏板、拉杆、连动杆	市占率近0%	✓ 机械传导调节节气门大小，从而控制气缸的进气量	< 50元
电子油门	2010年至今	油门踏板、踏板位移传感器、ECU、总线、电动机	市占率100%	✓ 电子传导控制油门大小 ✓ 精确调节进入气缸的燃油空气混合气，提高汽车的动力性和经济性	50元

资料来源：信达证券研发中心

3.5.2 线控油门精确控制油门大小，稳定性高

线控油门精确控制油门大小，稳定性高。线控油门原理是驾驶员踩踏板，踏板位置传感器将加速踏板位置信号发送给 ECU，ECU 通过计算将节气门开度量传递给安装在节气门上的电机，电机控制节气门打开和关闭。由于根据驾驶人员踏板指令，综合车况精确合理控制节气门开度，以实现不同负荷和工况下发动机的空燃比都能接近于最佳理论状态，使燃油经济性和驾驶舒适性同时达到最佳状态，提高能量利用效率。此外，线控油门系统还能识别驾驶员不合理油门指令，保证车辆安全稳定行驶。

图 28：机械油门与线控油门工作原理对比

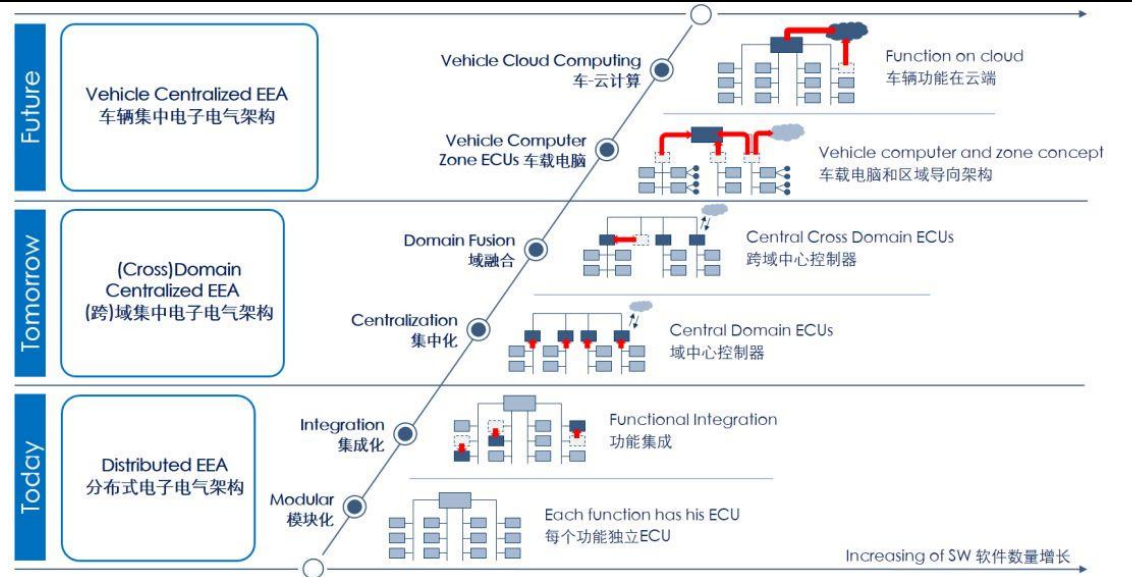


资料来源：智车科技，信达证券研发中心

3.6 底盘域：统一控制底盘各个功能

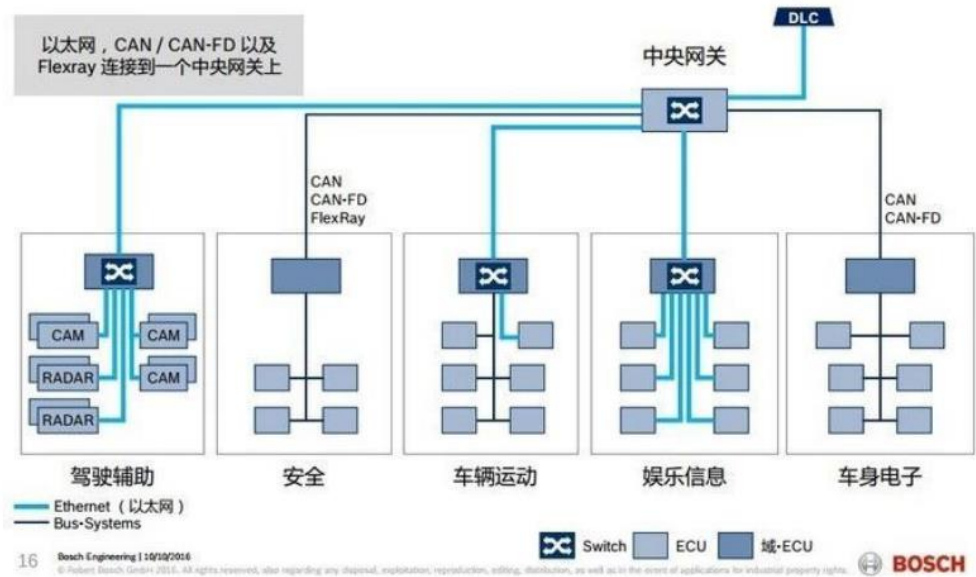
汽车电子电气结构升级，从分布式电子电气架构向跨域集中和车辆集中电子电气架构转变。在传统分布式架构中，每个功能都有独立的 ECU。虽然传统电子电气架构设计简单，但是随着功能增多，问题也逐渐暴露。1) **成本增加**：功能增加，ECU 数量也需要增加，线束、成本也随之增加。2) **无法统一调控各个功能**：由于单个功能及功能中的 ECU 是由不同供应商提供，供应商不同，开发环境、代码语言也不同，主机厂无法根据自己的需要进行修改。为应对汽车智能化的发展，汽车电子电气架构从分布式走向集中式，将几十个控制器所需要的软件和所需的算法集中在高性能 SoC 上，各种部件上的控制器只负责驱动。以蔚来 ET7 为例，集中式电子电气架构分为辅助驾驶域、底盘域、动力域、座舱域和车身域。

图 29：电子电气架构升级



资料来源：盖世汽车，汽车之心，信达证券研发中心

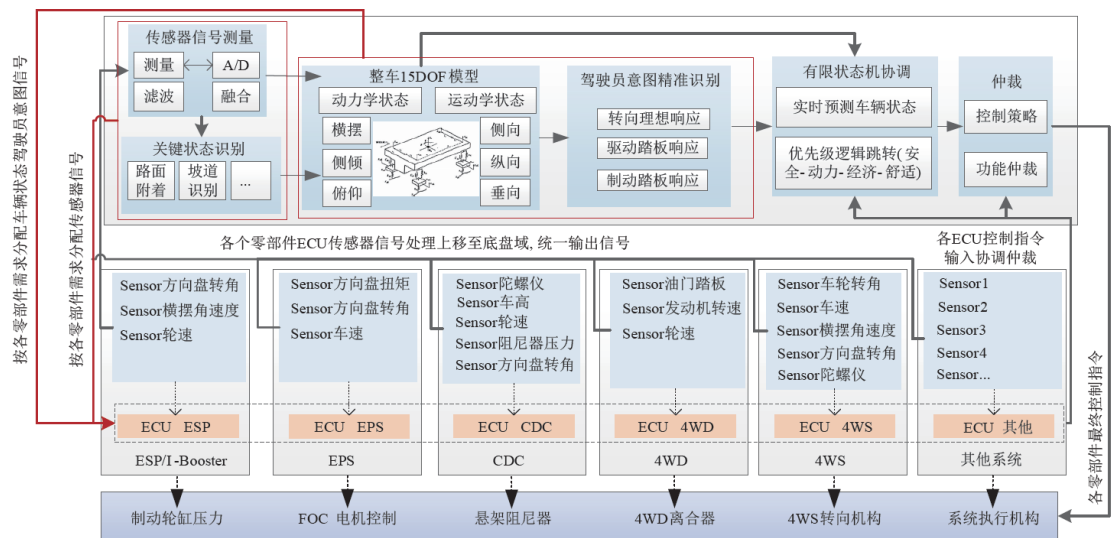
图 30：集中式电子电气架构——五大域



资料来源：汽车测试网，博世，信达证券研发中心

底盘域是对底盘各个部件传感器进行信号融合，将各个零部件 ECU 传感器信号处理上移至底盘域，统一输出信号。在传统底盘电气架构下，底盘功能基本都是在单个零部件上实现，底盘纵向、横向、垂向独立控制，基本没有底盘域软件。而在底盘域控电气架构下，底盘及整车相关功能集成在域控制器，底盘纵向、横向、垂向集成控制，转向、制动、悬架、动力部件演变为执行器。

图 31：面向智能汽车的底盘动力学域控制架构



资料来源：中国知网，《汽车底盘线控与动力学域控制技术》，信达证券研发中心

以蔚来智能底盘控制区 ICC 为例，ICC 可以对底盘舒适性、操控性、驾驶性进行全面设计和调教，目前已经集成了冗余驻车、空悬、减振器等控制功能，同时还支持跨域融合的高级别自动驾驶场景，通过 FOTA 升级，可以灵活、快速迭代。底盘域控制器将负责不同功能的多个控制器集成为高度融合的底盘系统，只需要通过 1 个统一的控制器就能统一调整控制空气弹簧高度、减振器阻尼、电子驻车等功能。使 ET7 上的柔性化可拓展空气悬架系统高度融合，可以从场景出发，基于用户需求，带来旗舰级的驾乘体验。

图 32: 蔚来底盘域控制器

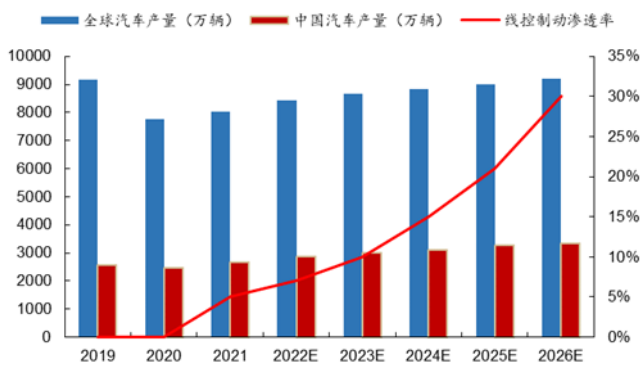

资料来源：网易汽车，智能车参考，信达证券研发中心

4 市场：线控底盘市场竞争格局

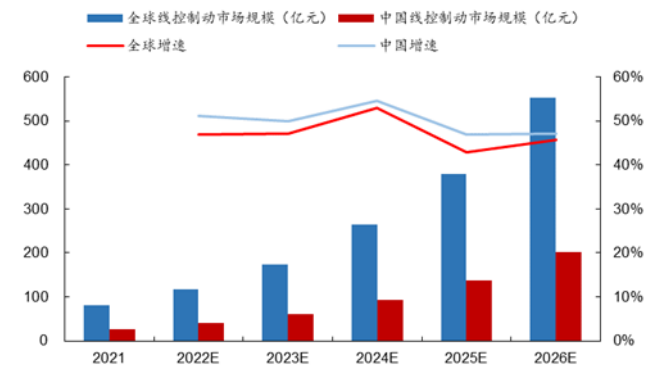
4.1 线控制动：渗透率与 ASP 提升，自主品牌有望实现国产替代

4.1.1 线控制动：渗透率及单价提升，拉动线控制动市场规模增长

目前线控制动处于商业化初期阶段，随着自动驾驶技术的发展，我们预计线控制动渗透率将持续提升，2026 年有望达 30%。目前线控制动系统单价约 2500 元，未来随着规模化量产成本将逐渐降低，单车价值量有望保持在 2000 元左右。我们假设全球汽车产量在 2022 年增速为 5%，2023-2026 年增速在 2%-3%；我国汽车产量 2022 年增速 8%，2023-2026 年增速 3%-5%。由此可推算出 2026 年我国线控制动市场规模可达 201 亿元，2022-2026 年 CAGR 达 49.6%；2026 年全球线控市场规模达 552 亿元，CAGR 达 47.1%。

图 33: 中国及全球汽车产量和线控制动渗透率预测


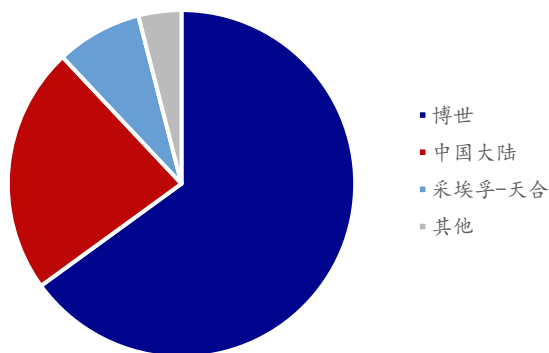
资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

图 34: 中国及全球线控制动市场规模预测及增速 (亿元)


资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心

4.1.2 国外厂商主导，国内厂商有望实现国产替代

全球来看，目前只有博世、大陆、采埃孚/天合等少数企业具备 One-Box 规模化量产能力。根据华经产业研究院数据，截止至 2020 年博世市场份额占比达到 65%，中国大陆企业市场份额占比 23%。

图 35: 2020 年全球线控制动市场份额


资料来源: 华经产业研究院, 信达证券研发中心

表 7: 全球主要线控制动系统供应商

企业	产品	路线	量产时间	备注
博世	IBooster	Two-Box	2013	特斯拉、蔚来、通用、本田、吉利等
	IPB	One-Box	2020	
大陆	MK C1	One-Box	2016	阿尔法罗密欧等
	MK C2	One-Box	2022	-
采埃孚	EBB	Two-Box	2018	通用等
	IBC	One-Box	2018	
舍弗勒	SPACE DRIVE	One-Box	2018	-
爱德克斯	ECB	Two-box	-	丰田普锐斯等
万都	IDB	One-box	-	韩国车企
伯特利	WCBS	One-box	2021	3 个客户, 2022 年将增加个
比亚迪	BSC	One-box	2022	量产
格陆博	GIBC	One-box	2022Q4	预计 2202 年 Q4 量产
拿森电子	N-booster	Two-box	2018	-
英创汇智	E-booster	Two-box	2019	-
同驭汽车	EHB 系统	Two-box	-	小规模量产
拓普集团	IBS	Two-box	-	验证和推广阶段
长城汽车	智慧线控底盘	EMB	2023	长城汽车
华域汽车	HBS、DBS		-	-

资料来源: 佐思汽研, 信达证券研发中心

国外线控制动厂商核心厂商博世、大陆和采埃孚, 伯特利是国内首家研发出 **One-Box** 产品的供应商, 其 WCBS 产品已于 2021 年 6 月开始量产, 与博世等外资的量产时间差距不大, 且 WCBS 集成了双控 EPB, 具备一定的性价比优势, 有望从国内供应商中脱颖而出。

表 8: WCBS 四大优点

优势	优点
----	----

安全	<ol style="list-style-type: none"> 1.集成双控 EPB，提升驻车系统可靠性。 2.即使主制动失效，根据驾驶员踏板输入，对 EPB 自动实施线性夹紧，有效降低备份制动时的踏板力效果。 3.具有 2+2 轮速信号处理备份，备份行车制动时仍具有 EPB 防抱死功能。 4.快速增压，提升 AEB 自动紧急制动性能。
舒适	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过解耦，彻底解决了制动系统“踏板行程-踏板力-制动减速度”长期难以调和的匹配关系。 2.踏板脚感由模拟器产生，可充分定制，提升制动舒适性。模拟器由非橡胶元件组成，在-40℃~120℃范围内，踏板特性稳定。 3.有效降低 ACC/APA 制动噪音，消除真空助力器“扑哧”声。
成本	<ol style="list-style-type: none"> 1.集成双控 EPB 专利技术，可取消 P 挡锁止机构。 2.支持遥控泊车、特定场景的自动驾驶、防盗功能。 3.通过回收制动能量，增加续航里程，降低电池成本。 4.集成整车 30+零件，减重 3kg 以上，降低制动系统成本。
自动驾驶冗余制动解决方案	<ol style="list-style-type: none"> 1.主系统使用液压制动，备份系统由 EHC(Electro-Hydraulic Caliper)和 EPB 组成电子机械制动，主系统和备份系统为异构形式。 2.四轮独立控制，规避单个液压回路泄漏而导致的制动失效。 3.备份减速度>0.8g，同时具备 ABS 防抱死功能。 4.基于成熟开发经验，产品稳定可靠。 5.EHC 行车制动响应速度已达到传统 ESC 水平。

资料来源：伯特利官网，信达证券研发中心

BSC 系统采用全解耦的线控制动设计，ECU 根据驾驶员踩踏制动踏板的制动信号或驾驶辅助系统主动发出的信息计算制动力，通过伺服电机驱动活塞泵来快速建压，可在 140ms 内建立最大制动力，实现制动功能。此外，即便制动踏板没有动作，ECU 也能通过控制活塞泵建压实现主动建压功能。

表 9：比亚迪 BSC 系统功能

基础功能	辅助制动功能	主动安全功能
行车制动功能 BBS	坡道辅助功能 HHC	自动刹车功能 AEB
再生制动功能 RBS	抖坡缓降功能 HDC	定速巡航功能 ACC
防抱死功能 ABS	动态减速功能 CDP	
电子制动力分配功能 EBD	自动驻车功能 AVH	
防打滑功能 TCS		
车辆稳定性控制功能 VDC		

资料来源：易车，信达证券研发中心

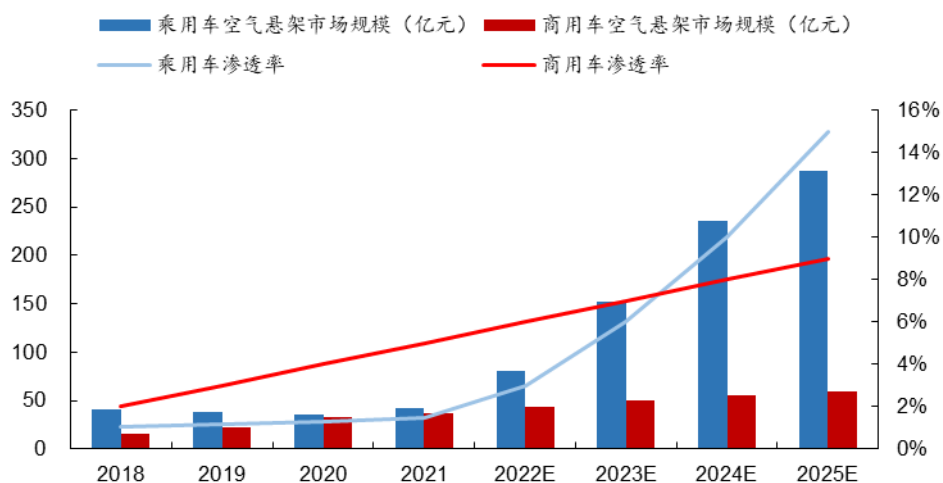
4.2 线控悬架：市场空间广，国内厂商优势明显推动线悬国产化

4.2.1 线控悬架：国内空悬国内渗透率仍低，未来空间广阔

国内空悬市场刚刚起步，市场空间广阔。商用车领域，危化品运输车安装空气悬架已有强制性规定，天润工业公司预计截止至 2021 年 10 月重卡空悬渗透率约 5%；乘用车领域，根据佐思汽研统计数据，2022 年 1-4 月，进口车市场空气悬挂渗透率约为 24%，国内市场的空气悬挂渗透率约为 0.7%。随着智能电动车市场快速发展，在消费升级及国产化降本推动下，空悬正从 60 万以上的豪华车渗透至 30 万元区间造车新势力的选配甚至标配产品；叠加商用车领域，法规要求特定货车及半挂车强制安装空气悬架，共同驱动空气悬架渗透率快速提升。假设乘用车线控悬架渗透率逐步提升，2025 年达到 15%，单价随着国产化进展缓慢下降，2025 年为 0.8 万元；商用车线控悬架渗透率缓慢上升，2025 年达到 9%，单价随着国

产化进展缓慢下降，2025 年为 1.1 万元，我们以此为基础进行测算，2022 年乘用车空悬架市场规模为 81 亿元，预计 2025 年国内空气悬架市场规模达到 288 亿元，年复合增速约为 52%。

图 36：2018-2025 年我国空气悬架市场规模及渗透率



资料来源：观研报告网，佐思汽研，中汽协等，信达证券研发中心

4.2.2 海外厂商占先发优势，国内厂商优势明显推动线悬国产化

线控悬架核心部件技术壁垒较高，且直接影响行车安全，主机厂对产品品质把握严格，此前主要以采购外资供应商的成熟产品为主。外资供应商主要有：大陆、威巴克、AMK 等。其中大陆集团的 CairS 空悬系统具备集成度高、尺寸小等优势；威巴克主要对接国内商用车空悬配套；AMK 在空悬压缩机技术上处于领先地位，同时具备供气系统集成能力。

近年悬架系统国产化提速，主要基于：**1) 主机厂空悬装配意愿提升**：①造车新势力等自主品牌寻求品牌突破；②消费升级态势下，配置空悬有望成为车型亮点，提高电动车型竞争；③电动汽车对底盘稳定性要求高。**2) 零部件企业配套条件逐步成熟**：①国内需求崛起，自主零部件公司占据区位优势，更容易获得主机厂订单，同步开发响应更快；②部分企业成功收购海外巨头，获得技术加成；③自研能力提升，量产经验积累。

国内供应商相较于国外厂商的竞争优势：**1) 国内工程师以及供应链红利**：国外厂商开发接近极限，工程师数量及产能较难支撑与国内主机厂更多开发及配套，国内供应商扩产灵活；**2) 快速响应**：国外供应商开发周期较长，无法满足国内主机厂压缩整车开发时间的要求，国内供应商响应速度更快；**3) 成本优势**：产线自动化水平高，开发成本低，配套成本较低。

表 10：国内外主要线控悬架企业及其产品进展

核心部件	空气供给单元				ECU	多系统传感器	空气弹簧	减振器
	空气压缩机 (核心)	储气罐	阀组	空气管路				
全球赛道格局	AMK、威伯科两家垄断	非常单一	单一，RAPA 占九成	非常单一，只有 VOSS 可以做	参与者较多	大陆、斯沃博达等三家主导	大陆、威巴克两家垄断	国外厂商主导

国内企业进入情况	中鼎收购 AMK, 获取技术和业务	保隆科技打破单一局面, 获得两个定点	进入难度不大	目前无法进入	孔辉、恒润、科博达等有项目定点或产品	国内供应商暂未获定点,	孔辉、保隆取得了一些主机项目, 打破垄断	参与者较多: 定位高端的内资企业+小规模分散生产的中小民营企业
----------	-------------------	--------------------	--------	--------	--------------------	-------------	----------------------	---------------------------------

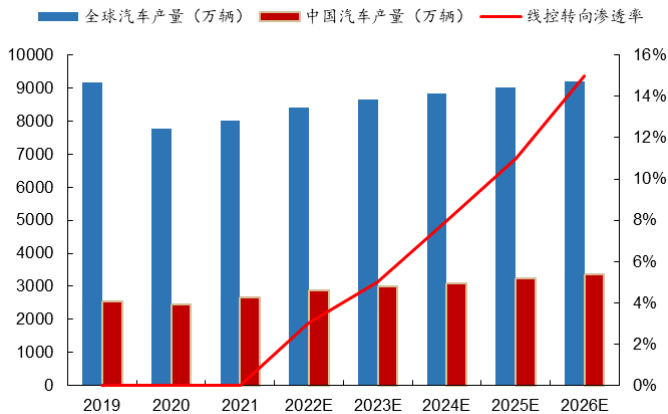
资料来源: 观研报告网, 信达证券研发中心整理

4.3 线控转向: 市场处在商业化爆发前夕, 因技术壁垒高处而外资主导

4.3.1 线控转向: 渗透率及单价提升, 拉动线控转向市场规模增长

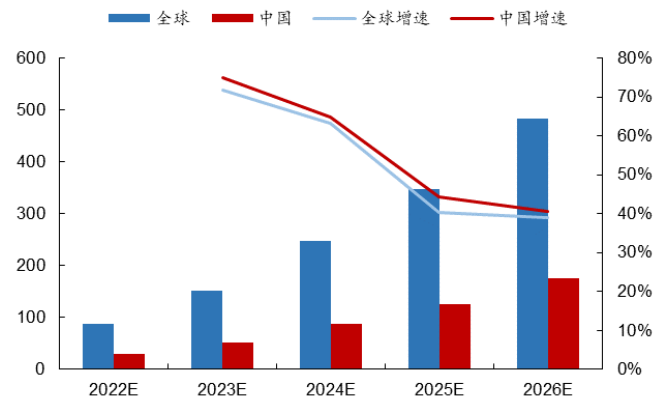
线控转向贴合高级自动驾驶需求, 未来 4 年 CAGR 高达 50%。线控转向具备方向盘与转向机完全解耦、节省驾驶舱空间、设计灵活、转向精准度高的特点, 更加贴合高级别自动驾驶的需求, 因此在目前量产乘用车上应用越来越多, 渗透率将快速提升。同时, 线控转向控制代码行数进一步增加, 且需增加冗余安全功能, 以单车价值量提升至 3500 元/车进行测算, 考虑疫情结束后需求回补, 我国汽车线控转向市场规模将快速扩张, 从 2022 年的 30.1 亿元增至 2026 年的 152.5 亿元, 4 年期间的 CAGR 达 50.0%。

图 37: 中国及全球汽车产量和线控转向渗透率预测



资料来源: 华经产业研究院, 信达证券研发中心

图 38: 中国及全球线控转向市场规模预测及增速 (亿元)



资料来源: 华经产业研究院, 信达证券研发中心

4.3.2 线控转向: 技术壁垒决定海外企业主导

技术壁垒特点造成海外企业主导的市场格局。从竞争要素来看, 线控转向系统对于技术、资本、安全等要求较高, 技术壁垒高。从市场格局看, 海外领先企业如 Kayaba、博世, 已经能供应或有产品展示, 国内企业仍处于研发阶段。我们预计短期内线控转向市场还将由博世、采埃孚等巨头所主导。目前拓普集团等企业在 EPS 等领域已有产品布局或量产, 未来国内企业或将迎来发展机会。

表 11: 国内外主要线控转向企业及其产品进展

地区	公司	线控转向进展
海外	Kayaba	已量产配套英菲尼迪
	博世	产品有样车展示 (2018 年, 博世华域携线控系统 Demo 车向客户展现)
	捷太格特	针对 L3 以上自动驾驶研发了线控转向技术, 2018 年 JTEKT 展示了 SBW 演示机
	采埃孚	未量产, 有产品介绍 (2020 年 10 月, 采埃孚发布 AK2.0 版本, 线控转向的后轴转向系统提高了电动汽车的灵活性, 并在 2020 年 12 月开始在全尺寸豪华车中批量生产)
	舍弗勒	2019 年展示其采用线控转向的城市交通概念车 Schaeffler Mover

万都 SBW 产品将于 2021 年在北美开启全球首次量产，为 Canoo 配套

JTEKT 未量产，有产品介绍

联创电子 有研究，原型机

耐世特 推出了 SBW 技术，并给予 SBW 推动了静默方向盘展项系统，和随需转向系统

国内 拓普集团 研发中

拿森 2021 年 6 月发布三款线控底盘产品，其中包括支持 L3-L4 级别自动驾驶的线控转向系统解决方案，具备 6 达冗余特征，以保证转向系统的正常运行

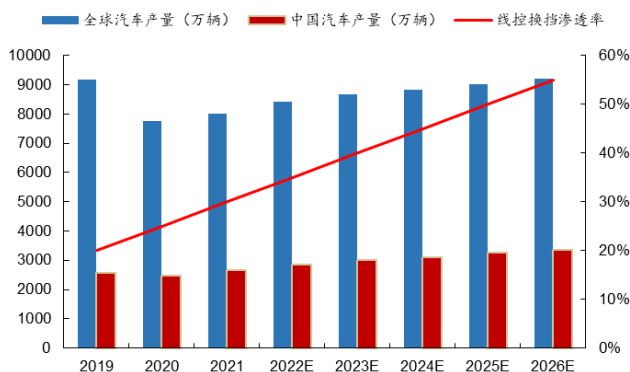
资料来源：华经产业研究院，信达证券研发中心整理

4.4 线控换挡：市场空间快速扩容，但仍旧外企主导

4.4.1 渗透率逐渐提升，拉动线控换挡市场规模增长

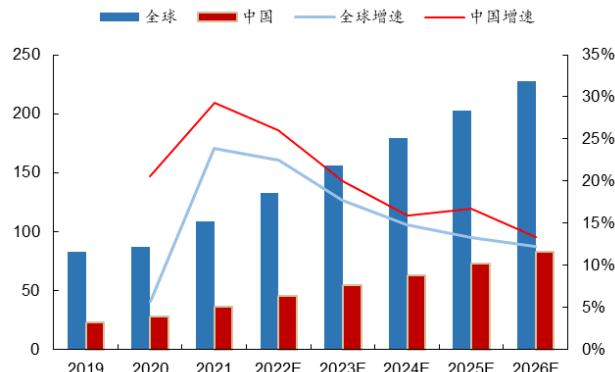
由于线控换挡将逐渐成为国内外主流汽车标准配置，我们预计线控换挡渗透率在 2026 年达到 55%，单价在 400-500 元；2026 年全球线控换挡市场规模可达 228 亿元，2022-2026 年 CAGR 达 14.5%；2026 年我国线控换挡市场规模达 83 亿元，2022-2026 年 CAGR 达 16.4%。

图 39：中国及全球汽车产量和线控换挡渗透率预测



资料来源：盖世汽车，华经产业研究院，信达证券研发中心

图 40：中国及全球线控换挡市场规模预测及增速（亿元）



资料来源：盖世汽车，华经产业研究院，信达证券研发中心

4.4.2 市场格局稳定，外资巨头占据主导

线控换挡市场格局稳定，海外企业凭借先发优势占据市场。海外生产商主要有采埃孚、康斯伯格、法可赛国际。国内生产商主要以合资企业为主，如东风康斯伯格；自主品牌主要为宁波高发、奥联电子。

表 12：国内外厂商线控换挡产品及主要客户

企业名称	备注	业务	主要客户
法可赛国际	西班牙的汽车配件制造商	汽车配件和系统研发	通用、福特、广汽等
三立汇众	韩国 SL 株式会社与上海集团汇众汽车的合资公司	电子油门踏板总成、换挡控制器、驻车制动操作杆总成、发动机支架总成	上海大众、上汽通用、沈阳金杯、北京现代、东风悦达起亚等
睿格汽车	国内自主供应商	MT、AT 换挡控制器、油门踏板	神龙汽车、一汽轿车、长安汽车、长城汽车
圣加仑控制	沈阳开普汽车与瑞士工程控制系统公司组成的合资企业	MT、AT 换挡控制器、换挡拉索	一汽轿车、华晨汽车、一汽大众
贝尔达控制	国内自主供应商	汽车拉索、火花塞	华晨汽车、铃木、大众、起亚

宁波高发

国内自主供应商龙头

变速操纵系统总成、电子油门踏板、
汽车拉索等

一汽大众、上海大众、吉利集团、理想等

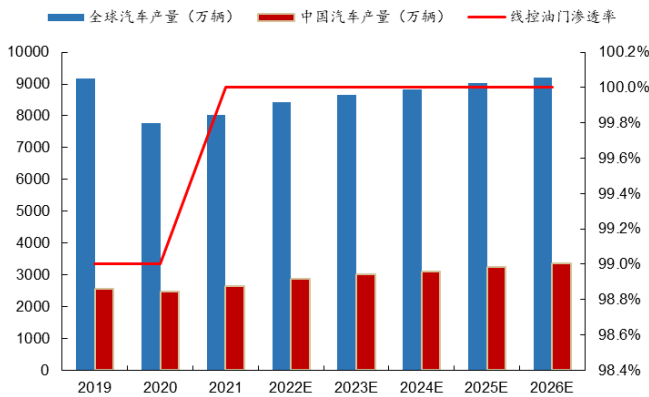
资料来源：奥联电子招股说明书，信达证券研发中心

4.5 线控油门：商业化成熟，海外厂商掌握核心技术

4.5.1 商业化成熟，市场空间增长有限

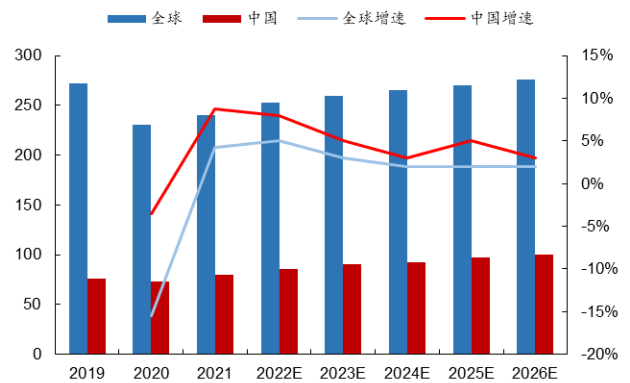
线控油门已成为国内外汽车标准配置，我们预计在 2026 年达到 100%，单价在 300 元左右。我们预计 2026 年全球线控转向市场规模可达 276 亿元，2022-2026 年 CAGR 达 2.8%；2026 年我国线控市场规模达 101 亿元，2022-2026 年 CAGR 达 4.0%。

图 41：中国及全球汽车产量和线控油门渗透率预测



资料来源：盖世汽车，华经产业研究院，信达证券研发中心

图 42：中国及全球线控油门市场规模预测及增速（亿元）



资料来源：盖世汽车，华经产业研究院，信达证券研发中心

4.5.2 技术门槛相对较低，国内企业有一席之地

线控油门商业化程度高，海外企业主导，国内主要为宁波高发、奥联电子、凯众股份。其中市占率占比较高主要为海外企业，如博世、大陆、日立、意大利马瑞利集团。国内生产商主要为联电、海拉、宁波高发、奥联电子和凯众股份，其中宁波高发为自主供应商龙头。

图 43：全球主要线控油门厂家



资料来源：信达证券研发中心

5 投资建议

5.1 线控制动

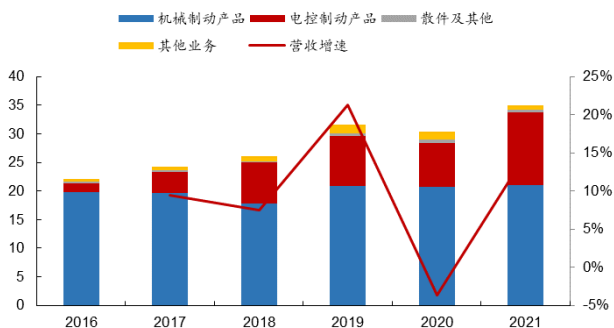
相比传统制动系统，线控制动响应速度更快，制动距离更短，更加安全。作为 L3 自动驾驶的核心部件，线控制动系统单车价值量大幅提升。随着市场渗透率不断提升，线控制动行业迎来“量价齐升”的成长机会。我们看好拥有技术优势的本土供应商的成长潜力，重点关注线控制动领域：

- (1) 线控制动国内领先企业，线控技术优势突出的【伯特利】；
- (2) 国内新能源热管理器龙头，线控制动量产在即的【拓普集团】；
- (3) 国产 SUV 汽车龙头，即将量产自研线控底盘的【长城汽车】；
- (4) 国内汽车控制器龙头，积极布局线控制动和 ADAS 的【亚太股份】。

5.1.1 伯特利—线控制动国内领先企业

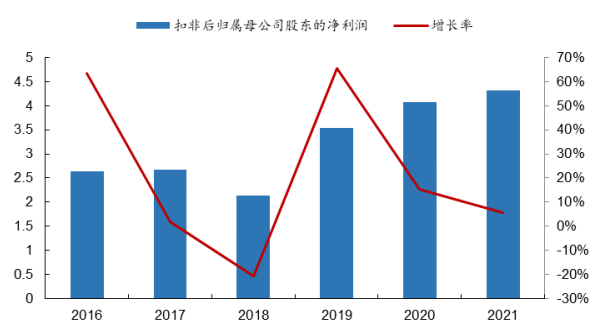
伯特利为国内 **One-Box** 龙头。公司在 ABS、ESP、EPB、ESC 等领域具备深厚的技术积累，同时拥有丰富的数据积累和配套经验，是国内目前唯二可以量产 One-Box 式线控制动产品的厂商，有望凭借其先发优势从国内供应商中脱颖而出。2016-2021 年，公司营收从 22.1 亿增长至 34.9 亿，CAGR 为 10%；同期扣非净利从 2.6 亿增长至 4.3 亿，CAGR 为 10%。随着未来线控制动的放量，公司业绩将持续增长。

图 44：2016-2021 年伯特利营收及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

图 45：2016-2021 年伯特利扣非净利及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

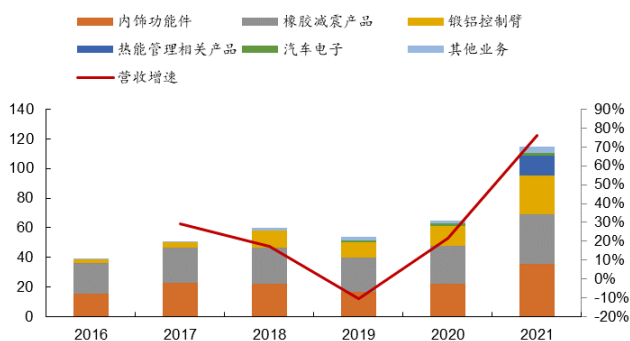
线控制动布局情况：（1）2016 年，公司开展线控制动系统（WCBS）的研发工作，2019 年 7 月完成线控制动系统新产品研发并进行新产品发布，2020 年底已完成年产 30 万套线控制动系统产能建设，预计 2022 年新增 30 万套/年 WCBS 总成组装生产线和 60 万套/年 WCBS 阀体机加生产线；（2）下一代线控制动系统（WCBS2.0）研发工作正在顺利推进中，以满足 L4 及以上级别智能驾驶对线控制动冗余功能需求。

图 46: 伯特利线控制动产品

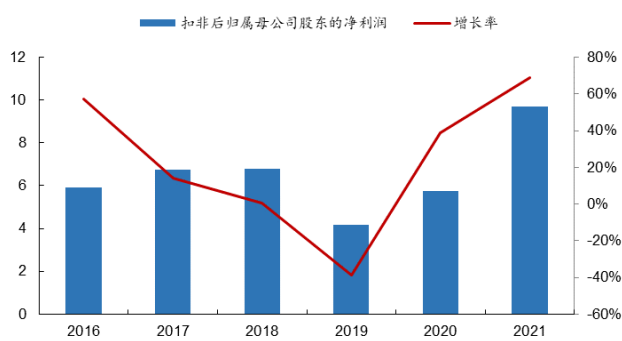

资料来源：伯特利，盖世汽车，信达证券研发中心

5.1.2 拓普集团一线控制动量产在即

拓普集团业绩稳步增长，正逐步扩展制动领域。拓普集团是国内空悬从事汽车核心零部件研发、生产与销售的模块化供应商，主营业务包括减震器、内饰功能件、底盘系统、汽车电子、热管理系统等产品，目前正进入制动、自动驾驶等领域。2016-2021 年，得益于特斯拉的放量以及热管理业务的扩展，公司营收从 39.4 亿增长至 114.6 亿，CAGR 为 24%；同期扣非净利从 5.9 亿增至 9.7 亿，CAGR 为 10%。

图 47: 2016-2021 年拓普集团营收及增速 (亿元)


资料来源：Wind，信达证券研发中心

图 48: 2016-2021 年拓普集团扣非净利及增速 (亿元)


资料来源：Wind，信达证券研发中心

线控制动系统布局:

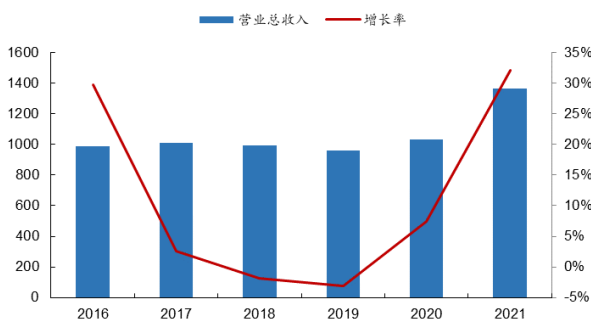
- 1) 产品:** 公司采用“线控制动”设计，率先在国内研发智能刹车系统 IBS (Intelligent Brake System)，历经 4 代产品的迭代完善，公司最新一代 IBS-Pro 冬季标定试验顺利通过一汽红旗 E-HS9 的验收。IBS-Pro 集成化程度高，是制动系统的 One-Box 解决方案；
- 2) 量产情况:** 产品将在 2022 年实现量产，满产可实现 50 万辆车的配套能力；
- 3) 公司将陆续推出 IBS-EVO、IBS-RED 冗余制动方案:** IBS-EVO 具有更小、更轻、更节约的特点；IBS-RED 是 Pro 的冗余制动方案，可支持 L3 以上的 ADAS 自动驾驶功能。此外，基于 IBS 技术体系，公司同时深入多个高端领域，设计 EPS、主动后轮转向系统、电动调节关注、热管理系统泵阀、空气悬架集成式充气及控制单元等，未来公司将开发线控滑板底盘。

图 49: 拓普集团 IBS 产品系列

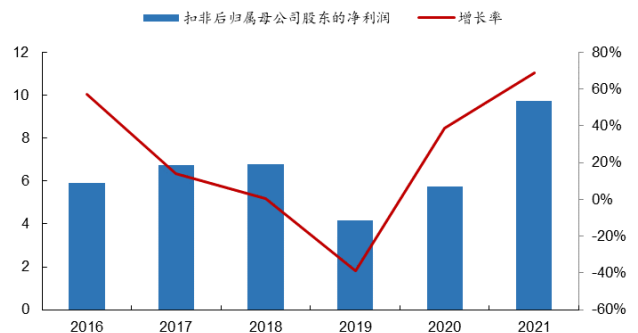

资料来源: 拓普资讯, 信达证券研发中心

5.1.3 长城汽车—国产 SUV 龙头，线控底盘量产在即

长城汽车为中国最大的 SUV 和皮卡制造企业之一，旗下拥有哈弗、魏牌、欧拉、坦克及长城皮卡五大整车品牌。公司整合全球优质资源、历时五年、研发投入超百亿，在动力总成、氢能、智能化、无人驾驶等领域都保持着行业领先的技术实力。打造了“柠檬”、“坦克”、“咖啡智能”三大技术品牌，形成了以“自动驾驶、智能座舱、高效燃油、新能源”相互融合的技术生态。2021 年，公司汽车销量 128.1 万辆，同比增长 15%；营收 1364 亿元，同比增长 32%，实现连续两年正增长；扣非净利为 42 亿，同比增长 10%。

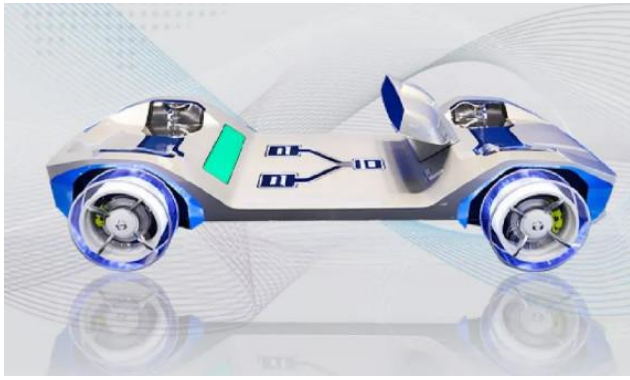
图 50: 2016-2021 年长城汽车营收及增速 (亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

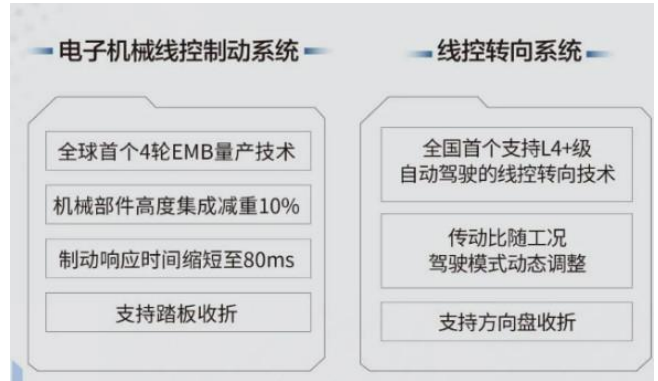
图 51: 2016-2021 年长城汽车扣非净利及增速 (亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

线控制动系统布局: 1) **产品:** 2021 年长城汽车发布全球首个 4 轮 EMB、支持 L4 级及以上级别自动驾驶的智慧线控底盘。该底盘拥有电子机械线控制动系统和线控转向系统两大核心技术，囊括所有底盘驾驶动作，实现 1 个大脑协调 5 大系统实现 6 个自由度控制。2) **产品特色:** 100km/h 制动距离减少 4.8m；提升续航里程超 20%；传动比 9-16 范围内动态可调；线控制动和线控转向采用 3 重备份设计，各系统功能互补；支持 OTA 升级；支持定制化服务。3) **量产时间:** 2023 年将正式投入商业应用，2025 年长城汽车高阶自动驾驶前装渗透率将达到 40%。

图 52: 长城汽车智慧线控底盘


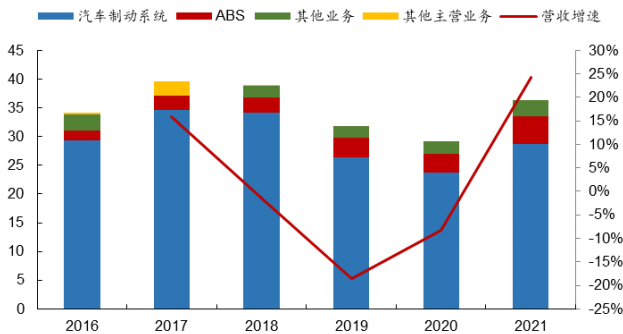
资料来源: 长城汽车, 信达证券研发中心

图 53: 长城汽车智慧线控底盘两大核心技术


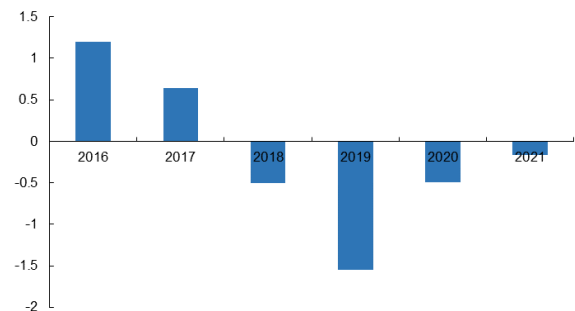
资料来源: 长城汽车, 信达证券研发中心

5.1.4 亚太股份—国内汽车制动器龙头, 拓展线控制动、ADAS 业务

老牌汽车制动器龙头, 有望实现困境反转。亚太股份从事汽车核心零部件研发、生产与销售, 包括汽车基础制动系统、汽车电子控制系统、智能驾驶系统、轮毂电机以及线控底盘系统。随着线控制动和 ADAS 产品逐渐放量, 公司盈利有望好转。2016 至 2021 年, 受到汽车行业下行影响, 公司 2018 年至 2020 年营收连续三年下滑。2021 年, 公司基础制动系统和 ABS 复苏, 实现营收 36.3 亿元, 同比+24%, 扣非净亏损缩窄至-0.2 亿。随着线控制动和 ADAS 业务逐渐放量, 公司业绩有望困境反转。

图 54: 2016-2021 年亚太股份营收及增速 (亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

图 55: 2016-2021 年亚太股份扣非归母净利润 (亿元)


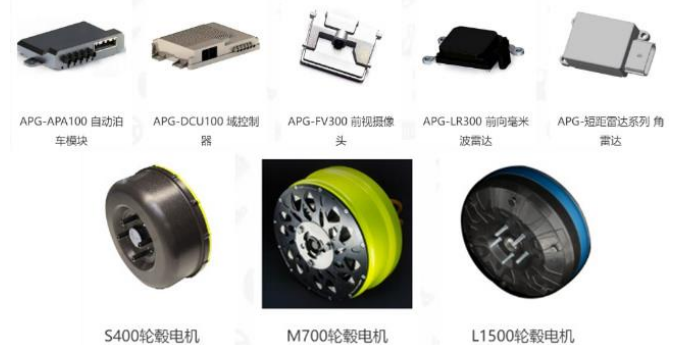
资料来源: Wind, 信达证券研发中心

线控制动系统布局: 1) **产品:** 包括电子助力制动系统 iBooster、集成式线控液压制动系统 IEHB; 2) **量产情况:** 2020 年, 公司量产 IBS 产品, 公司给奇瑞新能源提供的 ADAS 系统中包括了 IBS, 此外, 东风汽车、厦门金旅、毫末智行等客户也已小批量供货。

智能驾驶布局: 1) **产品:** 提供从环境感知 (摄像头、毫米波雷达、超声波雷达)、驾驶决策 (ADAS/APA 等) 到线控制动 (IBS/ESC) 的系统解决方案, 能够实现 L2+ 的 ADAS 方案; 2) **量产情况:** 公司的 ADAS 系统已率先在奇瑞 S61 车型上量产, 此外, 开沃汽车、河北瑞腾以及东风等整车厂已确认 ADAS 项目定点或批量供货, 后续业务量会逐步增加。

图 56: 亚太股份 IBS 产品系列


资料来源: 亚太股份官网, 信达证券研发中心

图 57: 亚太股份自动驾驶、轮毂电机产品


资料来源: 亚太股份官网, 信达证券研发中心

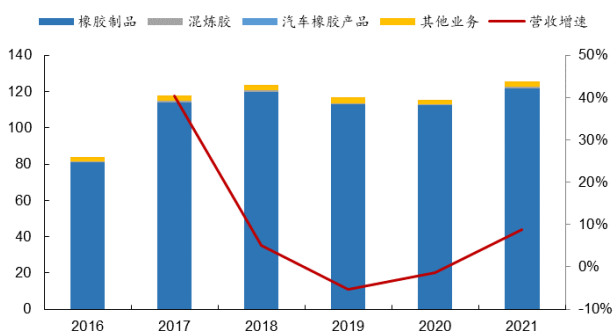
5.2 线控悬架

相比传统悬架,空气悬架在舒适性、操控性及安全性等领域优势突出。在乘用车消费升级(智能电动催化),以及商用车法规驱动下,国内商乘两端空气悬架渗透率有望同步快速提升,行业成长空间广阔。同时,在主机厂降本压力及软硬件解耦趋势下,我们看好本土供应商在空气悬架部分领域实现产品及客户突破,并由点及面,加速实现国产替代。重点关注空气悬架领域:

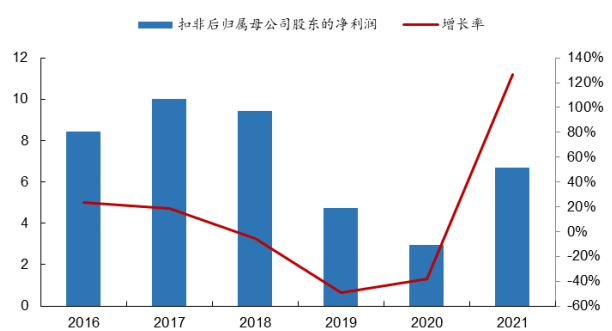
- (1) 掌握空气供给单元核心技术,稳步推进国产化的【中鼎股份】;
- (2) 布局空气弹簧、电控减振器、储气罐等,并已获得空气弹簧定点,产品加速落地的【保隆科技】;
- (3) 商用车空悬已量产,未来有望切入乘用车领域的【天润工业】;
- (4) 借助优势产品外延,空气悬架有望逐步量产的【拓普集团】。

5.2.1 中鼎股份—国内汽车零部件巨头+多元化布局

国内空悬龙头,近年业绩 V 形反转。中鼎股份旗下德国 AMK 作为空气悬架系统的高端供应商,是行业前三的领导者,自九十年代进入空悬系统业务领域以来,不断提升产品总成技术,深耕行业二十多年,为捷豹路虎、沃尔沃、奥迪、奔驰、宝马等世界顶级主机生产商配套。2021 年,公司海外企业并购业务的国内落地战略效果显现,营收和扣非净利分别为 125.8 亿和 6.7 亿,同比+9%和 126%,实现 V 形反转。

图 58: 2016-2021 年中鼎股份营收及增速(亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

图 59: 2016-2021 年中鼎股份扣非净利及增速(亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

空悬业务国产化加速。2021 年公司位于国内的空气供给单元组装线落地完成，此外公司积极布局空气弹簧等其他空悬系统零部件。公司国内空悬客户开拓顺利，已获取蔚等多家自主品牌及造车新势力项目定点。2022 年以来，公司已经为全球 5 家主机厂提供空气悬架系统的空气供给单元总成产品等空悬系统产品，总金额超过 25 亿元。

表 13：2021 年 6 月以来中鼎股份空悬订单

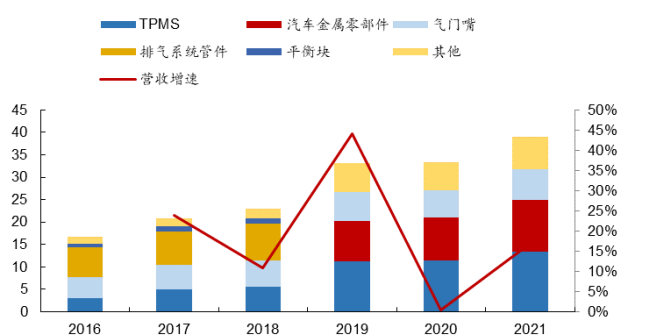
订单公告时间	空悬订单配套客户及产品	项目生命周期	项目生命周期金额
2022.6.10	国内某头部新能源品牌主机厂（空气供给单元总成）	7 年	17.19 亿元
2022.6.8	国内某自主品牌头部主机厂（空气供给单元总成）	5 年	4.9 亿元
2022.5.11	为欧洲某商用车新势力头部企业（空气悬架系统总成）	5 年	2.79 亿元
2022.3.8	国内某头部自主品牌主机厂	5 年	5200 万元
2022.3.4	国内某头部自主品牌主机厂	5 年	2.44 亿元
2022.2.25	国内某自主品牌头部企业	5 年	3.4 亿元
2021.12	国内某头部新能源主机厂（空气供给单元总成）	5 年	4.7 亿元
2021.1	国内某头部新能源主机厂（空气供给单元总成）	4 年	1.7 亿元
2021.8	国内某轻型商用车头部企业（空气供给单元总成）	5 年	3600 万元
2021.8	国内某新能源汽车头部品牌主机厂（空气供给单元总成）	4 年	2.95 亿元
2021.7	国内某头部品牌主机厂（储气罐）	5 年	5800 万元
2021.6	国内某头部品牌主机厂（空气供给单元总成）	5 年	2.6 亿元

资料来源：中鼎股份公司公告，信达证券研发中心整理

5.2.2 保隆科技—自研空悬核心零部件，产品与客户快速突破

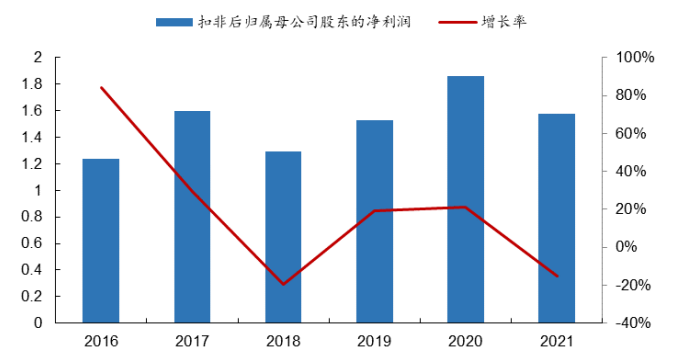
保隆科技于 1997 年成立，2012 年开始研制空气弹簧，2016 年开发电控减振器，2018 年进行 ECAS 攻关。目前空簧技术国内领先，同时通过生产线的自动化改造推动工艺优化和生产升级。智能悬架领域主要产品有空气弹簧（乘用车+商用车）、电控减振器、储气罐、传感器和控制器等。2016-2021 年公司营收从 16.8 亿增长至 39.0 亿，CAGR 为 18%；同期扣非归母净利润从 1.2 亿增至 1.6 亿，CAGR 为 5%，净利波动增长主要由于近年车市下行，毛利率下降所致。

图 60：2016-2021 年保隆科技营收及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

图 61：2016-2021 年保隆科技扣非归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

主要订单和收入：覆盖售后、OEM 市场，在乘用车领域已获得五家主机厂的空气悬架系统产品项目定点。Y21 空簧收入仍以商用车为主，Y22 空簧乘用车业务将大幅提升。

未来展望：空气弹簧产品研制与整车设计关联度高，需要介入整车开发的全过程，和主机厂关系紧密。基于此，保隆科技有望在未来承担空气悬架系统集成的工作。

表 14：保隆科技空气弹簧订单梳理

订单公告时间	空悬订单配套客户及产品	项目生命周期金额	量产时间
--------	-------------	----------	------

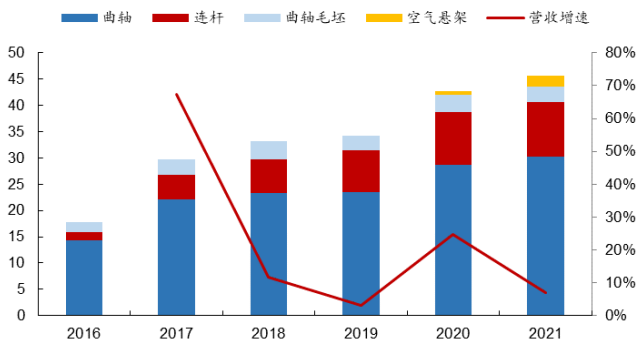
2022.5	国内某新能源汽车头部品牌主机厂（空气悬架系统储气罐的零部件）	超过 1.5 亿元	2023 年上半年开始量产
2021.12	国内某新能源汽车头部品牌主机厂另一平台（空悬前后空气弹簧）	4.6 亿元	2024.1
2021.1	国内某头部新能源主机厂（空悬系统前后空气弹簧）	1.72 亿元	2023.3
2021.8	新能源汽车主机厂（空气弹簧）	超 2.5 亿元	2022.11
2020Q3	蔚来 ET7(空气弹簧减震器总成和空气弹簧产品配套)	-	2021 年底

资料来源：保隆科技公司公告，信达证券研发中心整理

5.2.3 天润工业—开辟空悬第二主业，悬架板块雏形已现

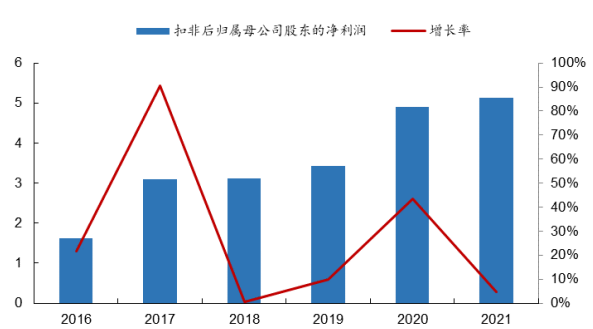
天润工业前身“天润曲轴”以曲轴业务、连杆业务和铸锻件业务为主。2020 年更名为“天润工业”，与空悬专家张广世博士共同成立天润智能控制系统集成有限公司，张广世在空气悬架领域深耕多年，取得众多专利。2016-2021 年，公司营收从 17.8 亿增长至 45.6 亿，CAGR 为 21%；扣非归母净利从 1.6 亿至 5.1 亿，CAGR 为 26%。其中空悬业务为公司新业务，经过 2021 年度的孵化，实现营业收入 2.04 亿元，同比增长 253.16%，占公司营业收入比例 4.31%。随着空悬产能放量，业绩有望持续增长。

图 62：2016-2021 年天润工业营收及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

图 63：2016-2021 年天润工业扣非归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

悬架领域目前状况：公司悬架板块业务已经初具雏形，建成国内最先进的 MTS 空气悬架实验室，业务范围涵盖乘用车电控悬架系统。2021 年，天润智控完成了 29 款空气悬架、底盘类及相关零部件的新产品开发，包含两款电控悬架总成，1 款四气囊和 1 款八气囊空悬，1 款底盘电控悬架样件，2 款橡胶悬架，1 款挂车空气悬架，2 款轻卡底盘电控悬架等。

空气悬架产能布局：1) 2021 年建设完成底盘零部件生产线 3 条、减振器生产线的扩产补充，组建完成了空气弹簧自动装配线、橡胶悬架系统装配线，建设完成了国内一流的商用车空气悬架系统及核心零部件检测实验室；2) 计划投资新建橡胶悬架生产线 1 条、半挂车空气悬架生产线 1 条、半挂车桥装配线 1 条、CDC 电磁阀生产线 1 条、CDC 电磁阀装配线 1 条、乘用车空气悬架实验室；计划新建厂房 2.3 万平。

图 64：公司悬架领域产品一览



资料来源：天润工业官网，信达证券研发中心

5.3 线控转向

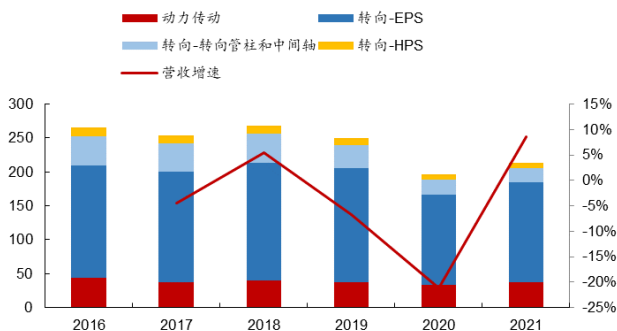
相比传统转向系统，SBW 操作稳定性高，有助于实现更高阶自动驾驶下的转向功能。作为实现自动驾驶的关键汽车零部件，SBW 增加 ECU、传感器等电子元件，单车价值量从 1000 元上涨至 3000 元。当前线控转向市场处于产业萌芽到快速发展关键节点，我们预计 2022 年-2026 年国内线控转向市场年均复合增速 50%以上，本土供应商有望乘行业东风，市场份额和业绩快速提升。我们重点关注线控转向系统：

- (1) 线控转向系统全球市场领先者【耐世特】；
- (2) 国内内饰龙头，布局线控底盘的【华域汽车】。

5.3.1 耐世特—线控转向系统全球市场领先者

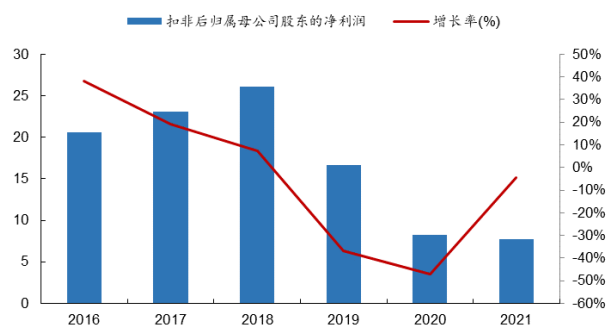
耐世特是一家全球领先的先进转向系统，先进驾驶辅助系统（ADAS），以及自动驾驶技术赋能公司；本是通用旗下的全资子公司，2011 年被中航全资收购，落户于北京成立总部。公司在各种 EPS 产品上均拥有优秀的技术和量产能力，包括：R-EPS、SP-EPS、DP-EPS、C-EPS。公司目前先进的转向技术套件支持美国工程师协会（SAE）定义的 1 至 5 级 ADAS 性能。2021 年公司营收和扣非归母净利润为 215 亿和 7.7 亿，同比+8%和-7%，净利降幅收窄。

图 65：2016-2021 年耐世特营收及增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

图 66：2016-2021 年耐世特扣非归母净利润及增速（亿元）



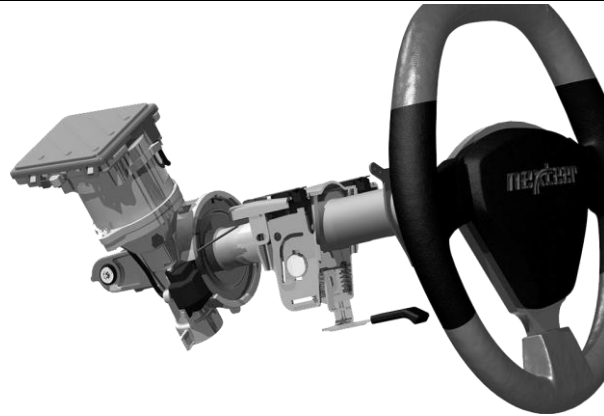
资料来源：Wind，信达证券研发中心

订单情况：截止 21 年底获取已签约但尚未交付产品的业务价值为 268 亿美元，创历史新高。

线控转向布局情况：1) 2021 年公司带有可收缩式管柱的线控转向系统被认定为 2021 年《Automotive News》PACEpilot 创新前瞻奖及 2022 年 CES 创新大赛获奖者，证明了公司

在线控转向领导者的地位；2) 公司研发的线控转向系统具有“静默方向盘转向功能”，帮助方向盘在自动驾驶模式下保持静止。

图 67: 耐世特转向系统

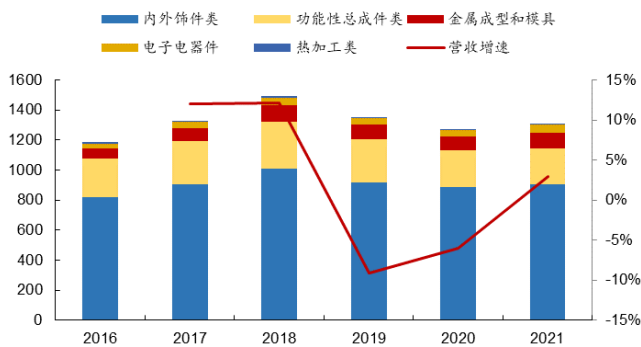


资料来源: 耐世特官网, 信达证券研发中心

5.3.2 华域汽车——国内内饰龙头，布局线动底盘

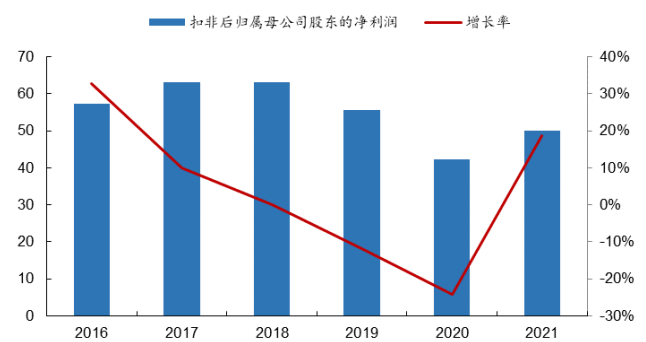
受益汽车行业景气度上行，华域汽车业绩有望反转上行。华域汽车主要业务涵盖汽车内外饰件、金属成型和模具、功能件、电子电器件、热加工件、新能源等。目前，公司加大汽车轻量化、智能化产品业务布局。2021 年公司抓住豪华品牌、新能源汽车高端品牌和本土自主品牌等优质客户增量机会，公司营收和扣非归母净利润为 1310 亿和 50 亿，同比增长 3%和 19%。

图 68: 2016-2021 年华域汽车营收及增速 (亿元)



资料来源: Wind, 信达证券研发中心

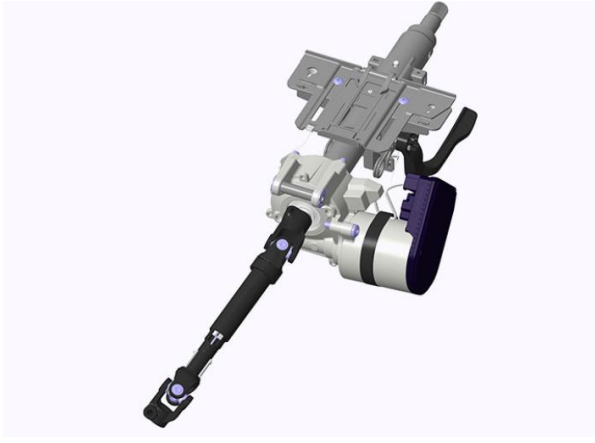
图 69: 2016-2021 年华域汽车扣非净利及增速 (亿元)



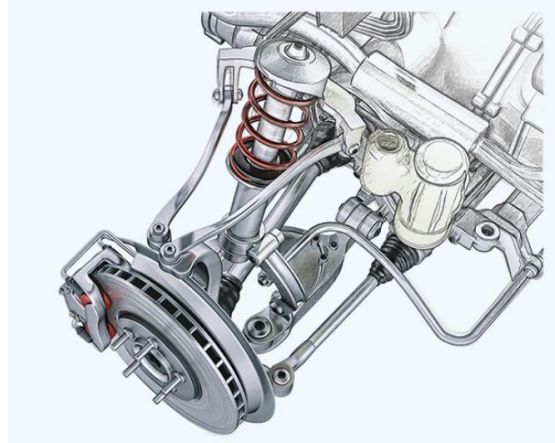
资料来源: Wind, 信达证券研发中心

线控转向: 公司线控转向产品包括单小齿轮电动助力转向和冗余系统转向。单小齿轮电动助力转向提供航向控制辅助 (HCA)、停车辅助、集成转向角度传感器 (iLWS) 和 ASILD, 扭矩专项补偿 (TSC) 等基础辅助, Servolectric® 电动助力转向可提供 L2 及以上高度自动驾驶的能力。冗余系统转向基于博世电动转向, 通过 CAN 总线、CAN FD 或 flexray™ 并入车辆电气系统, 支持高级别的自动驾驶。

线控制动: 公司线控制动产品包括机械解耦式电液制动助力器 (HBS) 和液压解耦式电液制动助力器 (DBS)。HBS 采用机械方式实现制动踏板输入与液压制动输出之间的解耦, 减少了制动系统对 ESC 产品的需求, 支持高效协调的制动能量回收和 OTA 远程系统性能升级。DBS 采用全液压方式实现制动踏板输入与液压制动输出之间的解耦, 是目前市场上能够兼顾系统集成度和冗余备份安全度的新一代线控制动系统核心产品。

图 70: 华域汽车转向系统


资料来源: 华域汽车官网, 信达证券研发中心

图 71: 华域汽车制动系统


资料来源: 华域汽车官网, 信达证券研发中心

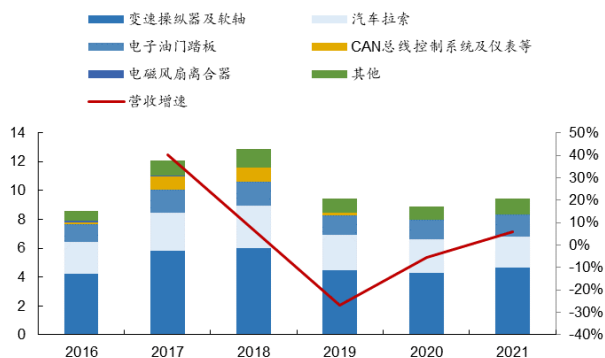
5.4 线控换挡

相比传统换挡系统, 线控换挡综合驾驶员换挡指令和汽车行驶状态信号, 智能化控制汽车挡位, 提高能量利用效率, 确保汽车稳定运行。当前线控换挡已成为国内外主流汽车标准配置, 我们预计国内线控换挡行业增速稳定, 2022-2026 年 CAGR 为 16%。重点关注线控换挡领域:

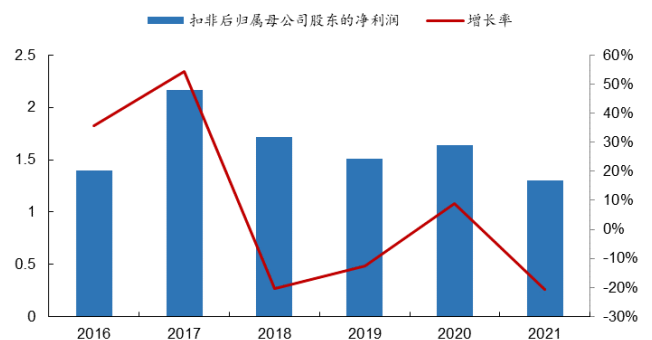
(1) 国内汽车变速操纵器龙头, 业务延伸至线控换挡——【宁波高发】。

5.4.1 宁波高发—国内汽车变速操纵器龙头, 业务延伸至线控换挡

宁波高发成立于 1999 年, 从事机械式汽车操纵系统研发与生产, 2004 年进入电子油门踏板领域。经过二十余年的发展, 公司围绕汽车变速操纵控制系统和加速控制系统两大领域, 生产汽车变速操纵系统总成、电子油门踏板、汽车拉索等三大类产品, 成为细分行业自主供应商龙头。目前公司正积极发展线控换挡业务, 加强与新能源车企业的合作。

图 72: 宁波高发各业务营收及其增速 (亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心。

图 73: 宁波高发扣非净利及其增速 (亿元)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心。

线控换挡产能布局: 2016 年募投 2.4 亿资金用于建设汽车电子换挡系统产能 40 万套/年。2021 年上半年, 公司电子换挡器累计销量约 20 万套。

图 74: 宁波高发换挡系统产品



资料来源：宁波高发官网，信达证券研发中心

5.5 底盘域控制器

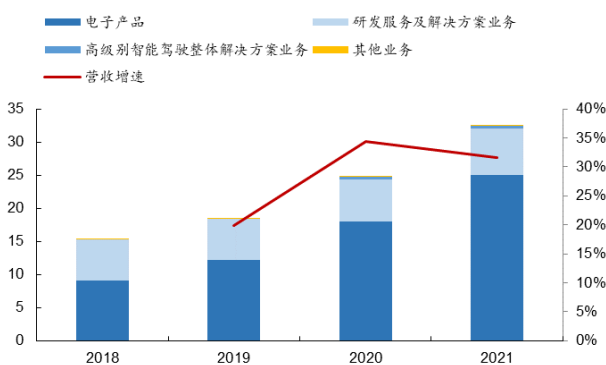
汽车智能化过程也是汽车电子电气架构从分布式走向集中式的过程。集中式电子电气架构分为辅助驾驶域、底盘域、动力域、座舱域和车身域。底盘域控制器是底盘线控化的产物，是对底盘各个部件传感器进行信号融合，将各个零部件 ECU 传感器信号处理上移至底盘域，统一输出信号，并且能够集成多项功能。随着电子电气架构升级，高度集成的底盘域控制器需求也越来越大。重点关注线控底盘域控制器领域：

- (1) 综合型的电子系统科技服务商，业绩快速增长——【经纬恒润】；
- (2) 全球知名汽车照明电子企业，深化车载控制器业务——【科博达】。

5.5.1 经纬恒润：综合型的电子系统科技服务商

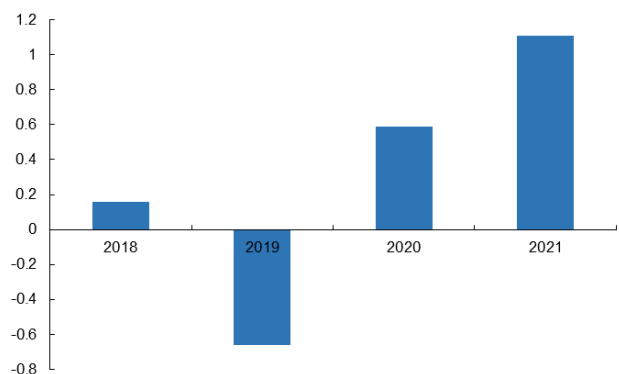
经纬恒润是综合型的电子系统科技服务商，近三年业绩快速增长。主营业务围绕电子系统展开，专注于为汽车、高端装备、无人运输等领域的客户提供电子产品、研发服务及解决方案和高级别智能驾驶整体解决方案。2018年至2021年，公司营收从15.3亿增长至32.4亿，CAGR为28%，其中电子产品业务为公司最主要收入来源，2021年收入为25亿，占全年营收77%，CAGR为40%；扣非归母净利从0.16亿元增长至1.11亿元，CAGR为91%。

图 75：经纬恒润各业务营收及其增速（亿元）



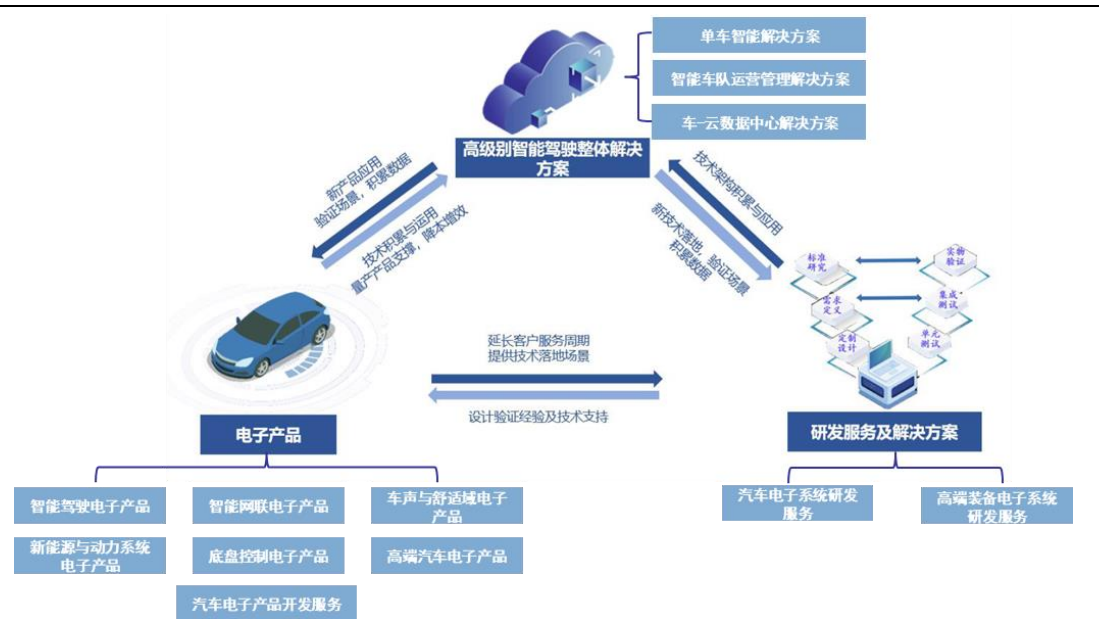
资料来源：Wind，信达证券研发中心。

图 76：经纬恒润扣非净利及其增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心

图 77：经纬恒润招股主营业务



资料来源：经纬恒润招股说明书，信达证券研发中心

经纬恒润的底盘控制电子产品包括电动助力转向控制器（EPS）、电子驻车系统（EPB）、线控制动系统（EWBS）和底盘域控制器（CDC）等，EPS 和 EPB 已经获得三环集团、长城控股等客户，EWBS 和 CDC 也分别获得长城控股和蔚来汽车定点。

表 15: 经纬恒润主要底盘控制电子产品

主要产品名称	主要产品图片	功能与用途	业务阶段	部分客户
电动助力转向控制器（EPS）		该产品用于汽车电动助力转向系统，是该系统的控制部件，通过控制电机提供转向助力，具有节能环保、调整简单、装配灵活等特点，是智能驾驶场景中重要的执行器	配套量产	三环集团、Multimatic Technical Centre
电子驻车系统（EPB）		该产品主要用于代替手刹，实现车辆驻车时的制动，同时还可以实现自动释放、夹紧、防溜坡再夹紧、车身稳定控制系统失效时的动态制动等功能	配套量产	长城控股
线控制动系统（EWBS）		该产品主要用于代替手刹，实现车辆驻车时的制动，同时还可以实现自动释放、夹紧、防溜坡再夹紧、车身稳定控制系统失效时的动态制动等功能	已定点	长城控股
底盘域控制器（CDC）		该产品主要用于代替手刹，实现车辆驻车时的制动，同时还可以实现自动释放、夹紧、防溜坡再夹紧、车身稳定控制系统失效时的动态制动等功能	已定点	蔚来汽车

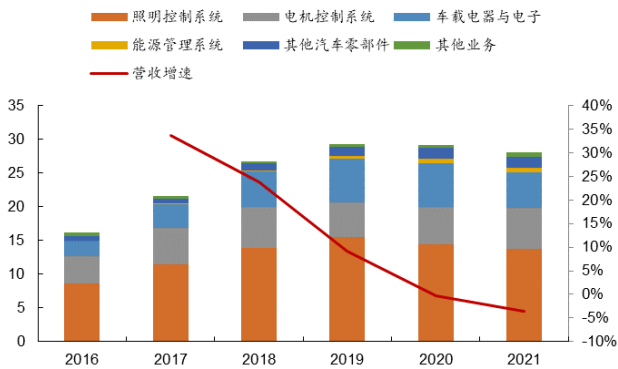
资料来源：经纬恒润招股说明书，信达证券研发中心整理

5.5.2 科博达：全球知名汽车照明电子企业，深化车载控制器业务

科博达为全球著名汽车照明电子领域企业，业务涵盖汽车照明控制系统、电机控制系统、能源管理系统和车载电器与电子等汽车电子产品的研发、生产和销售，为戴姆勒、宝马、通用、福特、比亚迪、长城等国内外主机厂供货。2021 年受“缺芯”影响，公司营收和扣非归母净利润分别为 28.1 和 3.4 亿，同比下滑 4% 和 27%。2022 年芯片供应紧张问题逐渐缓解，公

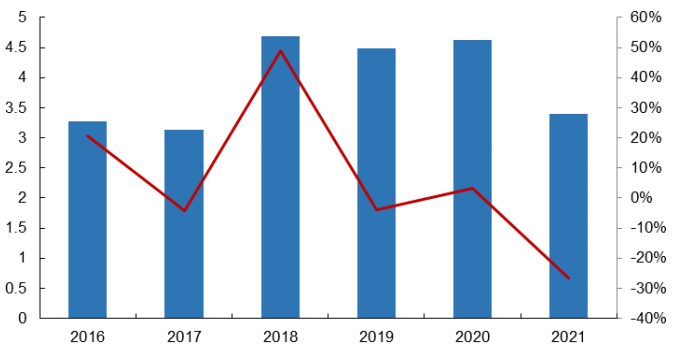
司业绩有望反弹。

图 78：2016-2021 年科博达各业务营收及其增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心。

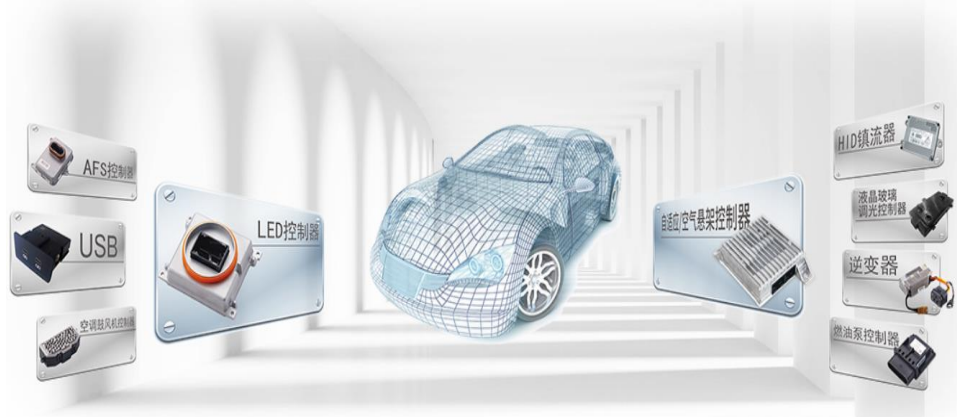
图 79：2016-2021 年科博达扣非归母净利润及其增速（亿元）



资料来源：Wind，信达证券研发中心。

底盘域控制器：1) 产品升级：2021 年，公司战略产品底盘控制器项目拓展取得了重要突破，在原底盘控制器 DCC 基础上，首次将产品延伸到底盘域控技术相关的 ASC 等产品。**2) 客户定点：**并先后获得比亚迪、吉利、小鹏及某国内新势力头部主机厂等客户项目定点。同时，主要产品智能执行器 (AGS) 和 USB 项目在捷豹路虎、铃木、广汽丰田、一汽红旗、安徽大众等客户的推广应用，尤其广汽丰田产品定点，为公司下一步进入丰田全球平台和产市场占有率进一步提高打下了良好基础。

图 80：科博达汽车电子产品矩阵



资料来源：科博达官网，信达证券研发中心

6 行业评级

看好

7 风险因素

- 1、汽车销量不及预期
- 2、线控底盘渗透率不及预期
- 3、线控底盘国产化不及预期

4、国内外疫情反复对汽车产业带来的影响

研究团队简介

陆嘉敏，信达证券汽车行业首席分析师，上海交通大学机械工程学士&车辆工程硕士，曾就职于天风证券，2018年金牛奖第1名、2020年新财富第2名、2020新浪金麒麟第4名团队核心成员。4年汽车行业研究经验，擅长自上而下挖掘投资机会。汽车产业链全覆盖，重点挖掘特斯拉产业链、智能汽车、自主品牌等领域机会。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiyue@cindasc.com
华北区销售总监	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售副总监	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华北区销售	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北区销售	樊荣	15501091225	fanrong@cindasc.com
华北区销售	章嘉婕	13693249509	zhangjiatie@cindasc.com
华东区销售总监	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售副总监	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东区销售	朱尧	18702173656	zhuyao@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华东区销售	方威	18721118359	fangwei@cindasc.com
华东区销售	俞晓	18717938223	yuxiao@cindasc.com
华东区销售	李贤哲	15026867872	lixianzhe@cindasc.com
华东区销售	孙僮	18610826885	suntong@cindasc.com
华东区销售	贾力	15957705777	jiali@cindasc.com
华南区销售总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售副总监	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售副总监	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南区销售	刘韵	13620005606	liuyun@cindasc.com
华南区销售	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明,本人具有证券投资咨询执业资格,并在中国证券业协会注册登记为证券分析师,以勤勉的职业态度,独立、客观地出具本报告;本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点;本人薪酬的任何组成成分不曾与,不与,也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品,为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考,双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户,并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通,对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制,但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断,本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动,涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期,或因使用不同假设和标准,采用不同观点和分析方法,致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告,对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下,本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议,也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况,若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考,并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下,信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易,并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告,则由该机构独自为此发送行为负责,信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权,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。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入 ：股价相对强于基准 20% 以上；	看好 ：行业指数超越基准；
	增持 ：股价相对强于基准 5%~20%；	中性 ：行业指数与基准基本持平；
	持有 ：股价相对基准波动在±5% 之间；	看淡 ：行业指数弱于基准。
	卖出 ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能,也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售,投资者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、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下,信达证券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,投资者需自行承担风险。