

# AMEE汽车底盘电动化、智能化底盘新风口|汽车底盘趋势工程

产品名称	AMEE汽车底盘电动化、智能化底盘新风口 汽车底盘趋势工程
公司名称	上海市隆橙营销策划中心
价格	.00/个
规格参数	
公司地址	闵行区
联系电话	15121196695 17269427257

## 产品详情

AMEE同期会议：

### 1、ACS2020第三届上海国际汽车底盘系统制造工程大会

涉及：底盘焊接、装配、机加、冲压、涂装等工艺

### 2、ACL2020上海国际汽车底盘轻量化工程论坛

涉及：底盘轻量化设计、轻质材料、轻量化工艺

### 3、ACS2020中国汽车底盘技术总监峰会

涉及：100+底盘技术总监深度峰会（特邀制）

### 4、ATS2020上海国际汽车传动系统工程大会

涉及：汽车传动系统设计研发、工艺、产品

### 5、ABS2020上海国际汽车制动系统工程大会

涉及：汽车制动系统设计研发、工艺、产品

### 6、ASS2020上海国际汽车转向系统工程大会

涉及：汽车转向系统设计研发、工艺、产品

## 7、AEC2020上海国际商用车自动驾驶工程大会

### 涉及：商用车自动驾驶工程及场景落地应用

汽车行业的发展趋势是电动化、智能化、网联化、共享化、轻量化。面对这些发展趋势，零部件子系统受到的影响各不相同，一般有增减零部件、提升或降低单车价值量等影响。

电动化对于底盘（新增电池壳）、空调冷却（电动空调、电池冷却系统）、电子电气等子系统具有增量作用，对于动力总成则有增（电动车新增电池电机电控等）有减（电动车无需发动机变速箱燃油系统等）。智能化主要对底盘系统（线控底盘）、通讯控制系统、电子电气系统等具有增量作用。网联化主要对通讯控制（增加 T-box 等联网零件）、电子电气系统具有增量作用。共享化则主要侧重于汽车商业模式的改变，同时对通讯控制（增加联网及控制零件）、电子电气系统具有增量作用。轻量化应用范围较广，对动力总成、底盘、内饰、车身、外饰等都具有增量作用。对于底盘系统，电动化、

智能化、轻量化都将带来底盘系统的单车价值量大幅提升，相关供应商有望受益。

### 电动化催生电池盒百亿增量空间

#### 电池盒是电动化底盘主要新增产品

电动化是汽车产业发展方向，新能源汽车的市场份额快速提升，也将为底盘零部件带来新的机遇。对比传统燃油车和新能源汽车的底盘系统，我们可以发现，传动系将会发生较大变化，制动系需要将机械真空泵替换成电子真空泵，行驶系和转向系基本一致，此外需要新增电池盒等零件。

下方左图为大众某平台燃油车底盘，右图为大众某新能源车底盘。传统燃油车底盘中部一般是传动轴、排气系统、燃油系统等，而新能源车底盘中部一般是电池系统。我们对比两图，可以看到明显的区别就是新能源车新增的电池系统。

新能源汽车的底盘设计有两种途径，一种是由传统底盘改制设计，尽可能地沿用原有设计，根据需要进行部分的改制工作，开发难度小、开发成本低、开发周期短，并且能够与传统车共用平台，并在很大程度上沿用传统车的成熟零部件。但是考虑到公用性等，在开发设计的过程中受到的限制较多，总布置的难度较大，模块集成化较低等缺点。另外一种新能源车平台开发，没有燃油车公用等众多限制，新能源车平台的设计可以更优化、集成度更高、性能更卓越，因此新能源车平台已经成为新能源汽车底盘设计的新趋势。

除了大众外，我们搜集了特斯拉、宝马等部分车型的底盘，可以看到电动化对于底盘大的改变就来自于动力电池系统。

动力电池系统是新能源汽车的核心动力来源，为整车提供驱动电能，主要由电芯、模块、电气系统、热管理系统、箱体和电池管理系统 BMS 等组成。

其中电池壳体是新能源汽车动力电池的承载件，由上盖与下壳体两部分组成，主要用于保护锂电池在受到外界碰撞、挤压时不会损坏。电池包壳体作为电池模块的承载体，对电池模块的安全工作和防护起着关键作用。

一般电芯由专业的动力电池供应商提供，Pack 系统一般由动力电池供应商、主机厂、第三方供应商提供。而电池盒体积较大，对于加工设备、工艺、设计能力等要求相对较高，因此目前主要由专业供应商提供，如凌云股份、华域汽车等。

### 电池盒市场空间增量超过百亿

按照材料来看，电池盒主要有钢板、铝板（包括压铸、挤压等）、复合材料（碳纤维等）等几种形式，目前应用较多的是钢制、铝制。

传统的燃油车主要以钢制车身为主，整车企业对钢铁的研究及技术的应用较为熟悉，所以电池包箱体开始是钢制件。随着续航里程要求推动轻量化需求提升，铝合金产品使用越来越多。

不同材料各有特点，其中铝板（挤压/压铸）具有重量轻、成本适中等优点，未来有望占据主流。

电池盒根据大小和材料及工艺等不同，价格有一定差异。对于铝合金电池盒，一般纯电动车的单车价值约 3,000-5,000 元，混动车约 1,500-3,000 元，在汽车零部件中属于较高的水平。按照 2020 年、2025 年国内新能源乘用车销量分别为 160 万、440 万辆进行测算，电池盒的市场空间将分别达到 58 亿、136 亿元。

从发展阶段来看，2018 年国内新能源汽车销售 125.6 万辆，渗透率仅有 4.5%，因此新能源汽车及电池包尚处于早期成长阶段。随着新能源汽车产销量逐步扩大，电池壳产品市场空间有望快速增长，根据测算，2020-2025 年电池壳市场空间年均复合增速高达 19%。

目前国内外电池盒供应商主要有凌云股份（收购德国 WAG）、华域汽车（赛科利）、华达科技、金鸿顺、拓普集团、本特勒等，配套关系如下表。从市场格局来看，目前电池盒尚处于发展早期阶段，市场格局尚不明朗。目前凌云股份、华域汽车等获得订单相对较多，暂时占据领先地位。

从竞争要素来看，在早期阶段，电池盒的产品设计、量产能力、客户关系是获取订单主要的考量因素。后续随着产品逐渐成熟，预计价格逐步降低，成本控制将成为主要的考量因素。因此对于电池盒供应商而言，前期的核心竞争力在于工程技术和客户关系，后期则在于成本控制能力，国内凌云股份、华域汽车、拓普集团等有望获得较好的发展机会。

.....

## 智能化推动线控底盘发展

汽车行业另外一个重要发展方向就是智能化。智能汽车的感知识别、决策规划、控制执行三个核心系统中，与底盘相关的主要是控制执行，需要对传统汽车的底盘进行线控改造以适用于自动驾驶。

## 线控制动是未来趋势

近一百年来，汽车制动系统经历了从机械到液压再到电子（ABS/ESC）的进化过程，未来的发展趋势将是线控制动。

原始的制动是机械制动，驾驶员操纵一组简单的机械装置向制动器施加作用力，从而达到制动的效果。后来随着汽车质量的增加，开始出现真空助力装置。

随着技术不断进步，液压制动技术开始发展，但到 20 世纪 50 年代液压助力制动器才成为现实。当驾驶员踩下制动踏板，力经过推杆传到主缸活塞从而压缩制动液，制动液经过油管加大制动轮缸的压力，轮缸活塞在压力作用下驱使制动蹄片压向制动鼓，在摩擦片的作用下使制动鼓减小转速或者停止转动，达到制动的效果。

随着电子技术的发展，防抱制动系统（ABS）逐步开始量产应用和推广。1978 年 8 月，奔驰与博世在德国发布了全球 ABS，并且率先应用在 W116 世代的 S 级车上。

## ABS 主要由 ECU

控制单元、车轮转速传感器、制动压力调节装置和制动控制电路等部分组成。在制动过程中，ABS 控制单元不断从车轮速度传感器获取车轮的速度信号，并进行处理，进而判断车轮是否即将被抱死。当车轮趋近于抱死临界点时，制动分泵压力不随制动主泵压力增加而增高，压力在抱死临界点附近变化，从而避免车轮抱死，减少了危险事故的发生。

另外一项重要的发明就是车身稳定控制系统（ESP），这也是博世的专利技术。其他公司也有类似的系统但叫法略有不同，如宝马的 DSC、丰田的 VSC、通用的 ESC 等。ESP 系统其实是一组车身稳定性控制的综合策略，是 ABS（防抱死系统）和 ASR（驱动轮防滑转系统）功能上的延伸。ESP 主要由控制总成 ECU、转向传感器、车轮传感器、侧滑传感器、横向加速度传感器等组成。

当汽车快速行驶或者转向时，产生的横向作用力会使汽车不稳定，易发生事故，而 ESP 系统可以将这种情况防患于未然。例如当车辆前面突然出现障碍物时，驾驶员必须快速向左转弯，此时转向传感器将此信号传递到 ESP 控制总成，侧滑传感器和横向加速度传感器发出汽车转向不足的信号，这就意味着汽车将会直接冲向障碍物。那么这时 ESP 系统将会瞬间将后轮紧急制动，这样就能产生转向需要的反作用力，使汽车按照转向意图行驶，避免直接撞向障碍物的事故发生。

电动化和智能化推动线控制动发展。对于传统燃油汽车，一般利用发动机提供真空助力；而电动车没有发动机提供真空助力，需要使用电子真空泵，或者使用线控制动系统。对于智能汽车，尤其是 L3 及以上等级自动驾驶汽车，制动系统的响应时间尤为重要，线控制动响应更快，是实现自动驾驶安全的重要保障。

线控制动系统是在传统的制动系统上发展而来的，使用电系统替代传统的机械或液压系统，是汽车制动技术长期的发展趋势。传统制动系统由制动踏板施加能量，经液压或气压管路传递至制动器；而线控制动系统执行信息由电信号传递，制动压力响应更快，因此刹车距离更短更安全。

线控制动系统也分为 EHB/EMB 两种类型。

1) 液压式线控制动 EHB（Electro Hydraulic Brake），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，使用制动液作为动力传递媒介，控制单元及执行机构布置的比较集中，有液压备份系统，也可以称之为集中式、湿式制动系统。

EHB 的工作原理：正常工作时，制动踏板与制动器之间的液压连接断开，备用阀处于关闭状态。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，并通过点击驱动液压泵进行制动。电子系统发生故障时，备用阀打开，EHB 系统变成传统的液压系统。

EHB 根据技术方向可以分为三类：a) 电动伺服，电机驱动主缸提供制动液压力源，代表产品 Bosch booster、NSK；b) 电液伺服，采用电机+泵提供制动压力源，代表产品 Continental MK C1、日立；c) 电机+高压蓄能器电液伺服，代表产品 ADVICS ECB。

按照结构集成程度，EHB 可以分为分立式（two-box）和整体式（one-box），其主要区别是主动增压模块（一般由电机驱动）和分泵压力调节模块（ABS/ESC 总成）是否集成在一起。

博世的 iBooster+ESP Hev 属于 Two-box 方案，分成主动建压单元和轮缸阀控单元 2 个功能模块。大陆 MKC1 和 ZF TRW 公司的 IBC

进一步把主动建压单元和轮缸阀控单元集成，形成更为紧凑、成本更低的 One-box 方案，已经成为制动系统的发展方向。

2) 机械式线控制动 EMB ( Electro Mechanical Brake ) ，采用电子机械装置代替液压管路，执行机构通常安在轮边，也可称为分布式、干式制动系统。

EMB 的工作原理：EMB 系统的 ECU

根据制动踏板传感器信号及车速等车辆状态信号，驱动和控制执行机构电机来产生所需要的制动力。

总体来看，EHB

系统由于具有备用制动系统，安全性较高，因此接受度更高，是目前主要推广量产的方案。EMB 系统虽然具有诸多优点，但缺少备用制动系统且缺少技术支持，短期内很难大批量应用，是未来发展的方向。

L2 时代的线控制动可以分为燃油车、混动、纯电三大类，燃油车大都采用

ESP(ESC)，混动车基本都采用高压蓄能器为核心的间接型

EHB (电液压制动)，纯电车基本都采用直接型 EHB，以电机直接推动主缸活塞。

目前线控制动系统单价约 2,500 元，未来随着产销量上升带来成本降低，价格有望下降至 2,000 元左右。按照 2020 年、2025 年国内乘用车销量分别为 2,300 万、2,700 万辆，线控制动系统渗透率分别为 10%、30% 进行估算，2020 年、2025 年国内线控制动系统的市场空间分别为 58 亿、162 亿元。

从发展阶段来看，线控制动尚处于发展早期阶段，目前渗透率较低，仅有少量车型配备，新能源汽车配置率相对较高。随着新能源汽车、L3 及以上智能驾驶的逐步渗透，线控制动有望爆发。根据上述预测，线控制动 2020-2025 年市场空间年均复合增速高达 23%。

EHB 国外厂商技术发展已经比较成熟，国内在努力追赶；EMB 还处在研究阶段，目前看短期较难有突破。目前线控制动系统的主要供应商包括博世、采埃孚、大陆等国际零部件巨头企业，大都从 20 世纪 90 年底开始研发，在底盘控制领域具有丰富的技术积累和供货经验，具有一定的先发优势。

从 2000 年开始，国内一些自主整车企业和零部件供应商就开始进行 EHB 的研发，目前已取得一定成果。虽然与博世等国际巨头仍存在一定差距，但产业尚处于发展早期阶段，还有较大的追赶机会。

从竞争要素来看，线控制动产品技术含量较高，且需要较长投入期，因此对于人才、技术和资本要求较高。目前国内发展相对较好的有伯特利、拓普集团、万安科技等，兼备人才、技术和资本等优势，有望在未来的市场竞争中获得一席之地。

## 智能化推动线控转向发展

在汽车的发展历程中，转向系统经历了四个发展阶段：从的机械式转向系统 ( Manual Steering ，简称 MS ) 发展为液压助力转向系统 ( Hydraulic Power Steering ，简称 HPS ) ，然后又出现了电控液压助力转向系统 ( Electro Hydraulic Power Steering ，简称 EHPS ) 和电动助力转向系统 ( Electric Power Steering ，简称 EPS ) 。

早汽车上使用的是机械式转向系统，由转向操纵机构、转向器和转向传动机构三大部分组成，以驾驶员的体力作为转向能源。驾驶员转动方向盘，随后转向器中的减速器放大力矩，通过拉杆控制转向节完成车辆转向。

装配机械式转向系统的汽车，在泊车和低速行驶时驾驶员的转向操纵负担过于沉重，为了解决这个问题

，美国 GM 公司在 20 世纪 50 年代率先在轿车上采用了液压助力转向系统（HPS），主要由液压泵、油管、压力流体控制阀、传动皮带、储油罐等组成。HPS 系统动力源是发动机，发动机带动转向油泵工作，转向控制阀控制油液流动的方向和油压大小，提供转向助力。HPS 系统在中低速时有较好的助力性和操纵稳定性，但在高速行驶时，固定的助力效果会使转向盘过于灵敏，驾驶员的路感较差。此外由于发动机始终带动油泵旋转，造成了发动机能量的浪费。

1983 年日本 Koyo 公司推出具备车速感应功能的电控液压助力转向系统（EHPS），解决了液压助力转向系统无法兼顾车辆低速时的转向轻便性和高速时的转向稳定性的问题。EHPS 在液压助力转向系统基础上增加了液压反应装置和液流分配阀，而加设的电控系统则包括动力转向 ECU、电磁阀和车速传感器等。电控液压助力转向系统利用电控单元根据车速调节作用在转向盘上的助力，通过控制转向控制阀的开启程度改变液压助力系统辅助力的大小，从而实现辅助转向力随车速而变化的助力特性。这种新型的转向系统可以随着车速的升高提供逐渐减小的转向助力，但是结构复杂、造价较高，而且无法克服液压系统自身所具有的许多缺点，是一种介于液压助力转向和电动助力转向之间的过渡产品。

1988 年日本 Suzuki 公司首先在小型轿车 Cervo 上配备了 Koyo 公司研发的转向柱助力式电动助力转向系统（EPS），揭开了电动助力转向在汽车上应用的历史。EPS 主要由扭矩传感器、车速传感器、电动机、减速机构和电子控制单元（ECU）等组成。驾驶员在操纵方向盘进行转向时，扭矩传感器检测到转向盘的转向以及扭矩的大小，将电压信号输送到电子控制单元，电子控制单元根据扭矩传感器检测到的扭矩电压信号、转动方向和车速信号等，向电动机控制器发出指令，使电动机输出相应大小和方向的转向助力转矩，从而产生辅助动力。

我们比较了机械式、液压助力、电液助力、电动助力转向系统的特点，可以发现电动助力转向系统具备结构精简、能耗低等众多优点，因此在目前量产乘用车上应用越来越多。

与传统液压助力转向系统相比，EPS 具有如下优点：1）电动机和减速机构安装在转向柱或在转向系统内，所占空间小，零部件结构简单、安装方便，维护费用低；2）以电动机为动力，电动机只在需要时才启动，耗用电能较少，提高了汽车的燃油经济性；3）可实时地在不同的车速下为汽车转向提供不同的助力，保证汽车在低速行驶时轻便灵活，高速行驶时稳定可靠；4）EPS 系统硬件结构简单，可以通过调整 EPS 控制器的软件，得到佳的回正性，从而改善汽车操纵的稳定性和舒适性。

根据助力参与的阶段及助力电机布置位置的不同，EPS 可以分为 C-EPS（Column-EPS，管柱式）、P-EPS（Pinion-EPS，齿轮式）、DP-EPS（Dual-Pinion EPS，双小齿轮）、RP-EPS（Rack-Parallel EPS，齿条平行式）和 RD-EPS（Rack-Direct EPS，齿条直接助力式）等不同类型。

以全球知名 EPS 供应商捷太格特为例，下图展示了不同类型 EPS 的适配车型，其中 C-EPS 由于成本、布置等优势，在电动助力转向市场总量中占据了 60% 以上份额。

智能化推动线控转向成为新趋势。对于 L3 及以上等级智能汽车，部分或全程会脱离驾驶员的操控，因此智能驾驶控制系统对于转向系统等要求控制精确、可靠性高，只有线控转向（Steering By Wire, SBW）可以满足要求，因此成为转向系统未来的发展趋势。

线控转向系统是指，在驾驶员输入接口（方向盘）和执行机构（转向轮）之间是通过线控（电子信号）连接和控制的转向系统，即在它们之间没有直接的液力或机械连接。

线控转向系统主要分为三个部分：1）转向盘系统，包括转向盘、扭矩传感器、转向角传感器、转矩反馈电动机和机械传动装置；2）电子控制系统，包括车速传感器，也可以增加横摆角速度传感器、加速度传感器和电子控制单元以提高车辆的操纵稳定性；3）转向系统，包括角位移传感器、转向电动机、齿轮齿条转向机构和其他机械转向装置等。

线控转向系统是通过给助力电机发送电信号指令，从而实现对转向系统进行控制。当转向盘转动时，转矩传感器和转向角传感器将测量到的驾驶员转矩和转向盘的转角转变成电信号输入到电子控制器（ECU），ECU 依据车速传感器和安装在转向传动机构上的位移传感器的信号来控制转矩反馈电动机的旋转方向，并根据转向力模拟、生成反馈转矩，控制转向电动机的旋转方向、转矩大小和旋转的角度，通过机械转向装置控制转向轮的转向位置。

线控转向系统的优点主要有：1) 省略车辆前舱一部分转向机械结构的占用空间；2) 没有机械的转向管柱，提高车辆的碰撞安全性；3) 方向盘转角和转向力矩可以独立设计，适应不同类型驾驶员对“手感”的要求。

线控转向系统的缺点主要有：1) 需要较高功率的力反馈电机和转向执行电机；2) 复杂的力反馈电机和转向执行电机的算法实现；3) 冗余设备导致额外增加成本和重量。

SBW 系统在 EPS 系统上发展而来，相对于 EPS 需要增加冗余功能。目前线控转向系统有两种方式：1) 取消方向盘与转向执行机构的机械连接，通过多个电机和控制器来增加系统的冗余度；2) 在方向盘与转向执行机构之间增加一个电磁离合器作为失效备份，来增加系统的冗余度。

目前配备线控转向系统的车型较少，其中英菲尼迪 Q50、Q50L 部分高配车型和 Q60 配备了 DAS 线控转向，这套线控转向系统的构成与传统转向系统结构类似，不同之处在于它多了 3 组 ECU 电子控制单元、方向盘后的转向动作回馈器、离合器。当任意一个 ECU 被监测到出现问题时，备用模式将激活离合器，恢复至传统的机械传动转向模式，确保驾驶员可以掌控车辆。

目前 EPS 单价约 1,500 元，线控转向系统以 EPS 为基础，短期产销量较低，预计单价约 4,000 元，后期随着应用范围扩大，预计单价有望逐步降低至 3,000 元左右。

按照 2020 年、2025 年国内乘用车销量分别为 2,300 万、2,700 万辆，线控制动系统渗透率分别为 0.1%、15%进行估算，2020 年、2025 年国内线控制动系统的市场空间分别为 1 亿、122 亿元。

从发展阶段来看，线控转向尚处于发展早期阶段，目前渗透率极低，仅有少量车型配备。随着 L3 及以上智能驾驶的逐步渗透，线控制动有望爆发。根据上述预测，线控制动 2020-2025 年市场空间年均复合增速高达 166%。

根据佐思产研数据，2017 年中国乘用车转向助力系统厂家中，Bosch、JTEKT、NSK、ZF、Nexteer 等国际巨头市占率排名靠前。国内企业主要有株洲易力达、湖北恒隆和浙江世宝等，但规模都比较小，技术相对落后。此外拓普集团也积极拓展 EPS 等产品，有望凭借资金、效率、人才等优势，获得一定的市场空间。

EPS 关键技术在于控制器的设计，核心内容包括路感匹配、路感跟踪、故障诊断及处理等。EPS 的核心部件电机、电控、扭矩传感器、角度传感器基本都为各大主机厂内部供应。线控转向技术需要在 EPS 技术上发展，因此参与者绝大多数都是传统的 EPS 系统供应商，新厂商切入此领域比较困难。

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，预计短期内线控转向产品还将为博世、采埃孚等巨头所把控。目前拓普集团等企业在 EPS 等领域已有产品布局或量产，通过持续投入，未来国内企业或将迎来发展机会。

## 电子油门国产化是方向

除了转向和制动，电子油门也是线控系统重要的应用。电子油门也称为电控油门(E-Gas)或线控驱动(drive-by-wire)。

传统节气门操纵机构是通过拉索或者拉杆对节气门的开启和关闭进行操作，拉索或拉杆的一端连接油门

踏板，另一端连接节气门联动板。这种传统油门的控制需要一系列的机械件进行传动，虽然比较可靠，但不够精确。

电子油门控制系统是用线束（导线）来代替拉索或者拉杆，发动机控制模块根据加速踏板的位置信号和发动机其它参数信号计算出节气门的开度，然后向节气门驱动电机发送驱动信号，由电机来控制节气门的开度。

电子油门主要由油门踏板、踏板位移传感器、ECU（电控单元）、CAN总线、伺服电动机和节气门执行机构组成。

位移传感器安装在油门踏板内部，当监测到油门踏板高度位置有变化，将此信息送往ECU，ECU对该信息和其它系统传来的数据信息进行运算处理，计算出一个控制信号，通过线路送到伺服电动机继电器，伺服电动机驱动节气门执行机构。

目前电子油门踏板应用相对成熟，乘用车产品单价约50元。按照2020年、2025年国内乘用车销量分别为2,300万、2,700万辆，电子油门渗透率按照100%计算，2020年、2025年国内线控制动系统的市场空间分别为11.5亿、12.2亿元，市场空间相对稳定。

从发展阶段来看，目前电子油门渗透率接近100%，处于成熟阶段。从市场空间来看，增长主要来源于汽车产销量的增长，整体走势相对平稳。

电子油门领域，目前国内主要的供应商包括海拉、联电、宁波高发、奥联电子、凯众股份等，其中海拉市占率相对较高，预计达到60%。

从竞争要素来看，电子油门产品相对成熟，产品选择主要侧重于质量、价格、服务等。随着宁波高发等国内厂商技术逐渐进步，有望凭借较低价格及更好服务获得更多合资客户订单，国产化将是电子油门领域重要发展方向，国内供应商有望受益。

## 底盘轻量化潜力巨大

### 轻量化是发展方向

燃油车油耗排放和电动车续航是国内汽车厂商面临的两大挑战，轻量化是解决问题的关键之一，因此也是汽车未来重要的发展方向。

汽车行业很早就开始探索轻量化技术，主要手段包括选用轻质材料、优化结构设计和选择先进制造工艺等。优化结构设计和先进制造工艺带来的减重效果相对较小，因此目前轻量化研究的主要方向是轻质材料，包括高强度钢、铝合金和碳纤维复合材料等。

轻量化材料主要有高强度钢、铝合金、镁合金、碳纤维等。轻量化材料的选择需要考虑重量、成本、工艺等多个因素。高强度钢性能优异，价格较低，但密度较高；铝合金和镁合金减重效果较好，但成本略贵；碳纤维减重效果好，但成本高。综合来看，铝合金具有减重效果好、安全性好、性价比高等突出优点，是汽车轻量化佳选择之一。

铝合金材料是汽车轻量化理想的材料之一，未来十年内汽车的各个主要部件用铝渗透率都将明显提高。根据Ducker Worldwide的预测，铝制引擎盖的渗透率会从2015年的48%提升到2025年的85%，铝制车门渗透率会从2015年的6%提升到2025年的46%。具体反映在平均单车用铝量上，1980年北美地区每辆车平均用铝量为54kg，到2010年增长到154kg，预计到2025年每辆车的平均用铝量将会达到



236kg，单车用铝量的大幅上升，带来对公司汽车铝合金压铸件产品的增量需求。

汽车用铝由来已久，根据 The Aluminum Association 数据，美国 2012 年变速器箱体、热交换系统、发动机缸盖的铝合金使用率已达到或接近 100%，发动机缸体、车轮也已达到较高水平，重点拓展的有底盘、车身等零部件。

底盘领域，目前铝车轮应用已较为广泛，而铝合金转向节、控制臂、副车架等产品还有较大发展空间，近年来渗透率快速增长，相关产业链有望持续受益。

对于一辆车，我们可以将其质量分成簧下质量和簧上质量两个部分。簧下质量指的是不由悬挂系统中弹性元件所支撑的重量，一般包括车轮、弹簧、减震器以及其它相关部件。底盘系统轻量化除了可以降低油耗、增加续航里程外，大都会降低簧下质量，有助于改善车辆的舒适性、操控性等，具有额外的附加价值，有望得以大力推广。

车辆在路面行驶时，悬挂系统会不断接受来自路面的冲击。簧上质量与簧下质量之比越大，车体受到的冲击越小，也就意味着该车拥有更好的乘坐舒适性。更小的簧下质量意味着悬挂系统拥有更好的动态响应能力以及可操控性。簧下质量的降低，惯性也就变小，遇到坑洼不平的路面时悬架反应更快，轮胎能够更加贴伏地面，稳定性及操控性上升。

### 底盘轻量化潜力巨大

根据 2016 年发布的《节能与新能源汽车技术路线图》所述，汽车底盘系统核心零部件的轻量化技术路线图如下，主要方向包括悬架系统的铝合金控制臂、铝合金副车架，转向系统的铝合金转向节、铝合金转向系统壳体及支架，制动系统的铸铝制动钳，行驶系统的铝制车轮等。

1) 悬架系统：悬架系统控制臂主要采用铸铝、锻铝或碳纤维复合材料控制臂实现轻量化；横向稳定杆主要采用空心或碳纤维复合材料横向稳定杆达到轻量化目标；螺旋弹簧主要采用高强度钢空心螺旋弹簧或碳纤维复合材料螺旋弹簧实现轻量化；副车架由高强度钢逐步转为铝镁副车架。

控制臂是汽车悬架系统的主要组成部分，其设计结构的合理性和制造质量的好坏对汽车的安全性和舒适性起着决定性作用。

目前控制臂以钢制为主，部分车型逐步采用锻铝控制臂，未来铝制控制臂渗透率有望逐步提升。

副车架是悬挂连接部件与车身之间的一种装置，作用是阻隔振动和噪声，减少其直接进入车厢，对车辆的舒适性、操控性有重要作用。

目前副车架主要以钢制为主，部分豪华车型逐步采用铝制副车架，未来铝制副车架渗透率有望逐步提升。

2) 转向系统：转向系统主要采用电动助力转向系统及线控转向系统实现轻量化。对于采用铸铁材料的转向节可通过结构设计拓扑优化实现轻量化，或采用铸铝、锻铝及碳纤维复合材料转向节实现轻量化。

转向节是汽车转向桥中的重要零件之一，能够使汽车稳定行驶并灵敏传递行驶方向。转向节的功用是传递并承受汽车前部载荷，支承并带动前轮绕主销转动而使汽车转向。国内转向节使用材料主要有铸铁、锻钢和铝合金，目前铝制转向节渗透率相对较低，未来有望提升。

此外转向器支架管柱、转向电机壳体等也有部分使用铝合金材料以达到减重效果。

3) 制动系统：制动系统集成化是未来制动系统轻量化的方向。可采用传统真空助力器、ESP、真空泵（真空度不足的情况下）组合的制动系统形式或传统真空助力器、ESP、真空泵组合的形式，少数车型采用无真空泵的液压助力器系统，或进一步采用ESP与液压助力器集成的制动系统。制动盘主要采用组合式制动盘实现轻量化，如钢盘帽或铝盘帽+陶瓷摩擦环制动盘。制动钳主要采用铝制制动钳实现轻量化。

盘式制动钳总成由钳体、连接支架、活塞和摩擦材料组成，其中钳体材料一般为铸铁或者铝合金。在轻量化的推动下，铝合金材料使用越来越多。

4) 行驶系统：行驶系统车轮主要采用铝合金铸旋、铝合金锻造、镁合金锻造或碳纤维复合材料车轮实现轻量化。

目前世界上绝大部分乘用车选择了铝合金车轮，我国轿车的铝合金车轮装车率也已达到70%以上，非铝合金车轮已经成为选装件。

根据行业调研及相关资料，我们比较了控制臂、副车架等主要底盘零件的钢制品及铝制品区别，其中油耗降幅以重量降低10%、油耗降低7%及平均车重1,415kg进行测算，油耗积分价值以5,000元/分进行测算，全生命周期以15万公里进行测算。

根据计算结果，我们可以看到控制臂、副车架、转向节等底盘产品使用铝合金轻量化，尽管短期成本有所增加，但油耗降低带来油费节省，积分价值增加，此外还有舒适性、操控性改善，从成本收益角度来衡量是合理的措施，有望逐步得到推广应用。

此外在新能源汽车上，减重可以增加续航里程，因此新能源车的底盘轻量化发展迅速。以比亚迪为例，在其未来模块化新能源车型技术平台上，前制动系统、前副车架、转向机壳体等子系统上，都将进行材质或工艺层面的轻量化改进。比亚迪秦100车型已经完成了前悬架（转向节）、镁铝合金后副车架以及多连杆独立后悬架的轻量化改进。

目前铝合金的控制臂、副车架、转向节、制动钳的单车价值量分别约1,000元、3,000元、500元、400元，预计随着渗透率提升，规模效应扩大，成本有望小幅降低。

按照2020年、2025年国内乘用车销量分别为2,300万、2,700万辆，预计2020年铝合金控制臂、副车架、转向节、制动钳渗透率分别为15%、8%、40%、5%，2025年铝合金控制臂、副车架、转向节、制动钳渗透率分别为30%、25%、80%、20%来计算，2020年、2025年国内主要底盘部件轻量化市场空间分别为140亿、330亿元，市场空间快速增长。

从发展阶段来看，底盘轻量化尚处于发展早期阶段，目前渗透率均相对较低，仍有较大发展空间。根据上述预测，主要底盘部件轻量化市场空间2020-2025年的年均复合增速高达19%。

底盘轻量化产品种类较多，不同零件市场格局有所不同。铝合金控制臂领域，供应商主要有拓普集团、骆氏集团等。铝合金副车架方面，供应商主要有华域汽车、拓普集团、万安科技等。铝合金转向节领域，供应商主要有伯特利、中信戴卡、华域汽车、拓普集团、苏州安路特等。铝合金制动钳领域，供应商主要有百炼、华域汽车、京西国际等。

从竞争要素来看，底盘零部件从钢铁制品到铝合金，材料发生变化，相关的工艺等差别巨大，一方面单车价值量显著提升，另一方面供应链或将重构，新产品对于相关设备投入和技术要求较高，因此在铝合金等产品上具有技术优势和资金优势的供应商有望受益。国内拓普集团、伯特利、华域汽车等供应商有望获得较好的发展机会。