

投资评级：强烈推荐（维持）
报告日期：2020年06月17日
市场数据

目前股价	34.86
总市值（亿元）	142.42
流通市值（亿元）	59.89
总股本（万股）	40,856
流通股本（万股）	17,179
12个月最高/最低	37.50/13.17

分析师

分析师：孙志东 s1070518060004

☎ 021-31829704

✉ sunzhidong@cgws.com

分析师：刘佳 S1070520050001

☎ 021-31829693

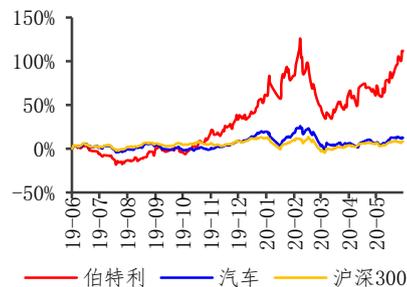
✉ jialiu@cgws.com

联系人（研究助理）：刘欣畅

S1070119070020

☎ 0755-83515597

✉ liuxinchang@cgws.com

股价表现


数据来源：贝格数据

相关报告

<<发行转债开启轻量化国际化新篇章，加码线控制动 2.0，打造 ADAS 系统集成供应商>> 2020-05-23

<<Q1 业绩超预期显著好于行业，受益于 EPB 渗透率提升和轻量化产品放量>>

2020-04-29

<<19Q4 实际利润同比环比均大幅增长，盈利能力持续改善>> 2020-04-02

自主线控制动王者，打造智能驾驶系统集成供应商

——伯特利（603596）公司系列深度报告之二

盈利预测

	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
营业收入	2602	3157	3356	3893	4416
(+/-%)	7.6%	21.3%	6.3%	16.0%	13.4%
净利润	237	402	496	593	685
(+/-%)	-14.3%	69.2%	23.7%	19.3%	15.7%
摊薄 EPS	0.58	0.98	1.22	1.45	1.68
PE	60.0	35.5	28.7	24.0	20.8

资料来源：长城证券研究所

核心观点

- 线控制动未来大规模应用的必然性及其优势：**智能化与电动化这两大趋势将推动线控制动替换传统液压制动系统。线控制动是自动刹车辅助系统（AEB）等智能驾驶系统的硬件基础，同时可以解决真空助力器真空度不足问题，并且能量回收效率高，有利于提高电动车续航里程。与传统液压制动系统相比，线控制动系统除了上面提到的实现智能刹车，摆脱真空度依赖的优点外，还具有响应时间短、体积小、重量轻、可扩展性强、可以快速定制化刹车系统等优点。
- 线控制动技术发展趋势：**机械式线控制动系统（EMB）是最理想的线控制动技术，可将响应时间进一步缩短到 100ms 以下，所以说线控制动中长期趋势是机械式线控制动系统（EMB）替代液压式线控制动系统（EHB）。但是目前机械式线控制动系统（EMB）技术难度很大，商业化普及还尚需时日，短期内将以液压式线控制动系统（EHB）替代传统液压制动系统为主。
- “ONE-BOX”技术方案有望成为未来的主流。**液压式线控制动系统（EHB）根据集成度的高低，分为了 TWO-BOX 和 ONE-BOX 两种技术方案。ONE-BOX 的集成程度高于 TWO-BOX。由于集成度更高，“ONE-BOX”方案在体积、重量上占优，并且其售价一般低于“TWO-BOX”方案（例如伯特利的 ONE-BOX 产品售价低于 2000 元，但是博世 iBooster+ESP 的售价在 2000-2500 元左右），更有利于替换传统液压制动系统，有望成为未来的主流技术方案。
- 而 ONE-BOX 方案集成 ESC 功能，要求必须有 ESC 的研发基础，而国内量产 ESC 的只有伯特利和万向钱潮等少数企业。**没有 ESC 技术储备的公司开展 ONE-BOX 方案的研发将非常难，因此，国内拿森电子、同驭汽车、英创汇智只能发布伺服电机及减速装置的产品（TWO-BOX），目前只有伯特利发布了 ONE-BOX 方案的线控制动产品。
- 伯特利 2019 年发布 ONE-BOX 方案的线控制动产品，预计 2020 年年底小**

批量量产。公司深耕制动系统 15 年，成立之初主要做制动器，并陆续自主研发了 ABS、EPB、ESC 等产品，成为国内制动领域产品覆盖面最广的公司，这些产品研发为公司开发集成式线控制动系统打下了深厚的基础。

- **伯特利是目前唯一一家发布集成式线控制动系统的自主品牌，并且投产时间和国外巨头接近，精准卡位，产品指标比肩国际巨头。**国内企业拿森电子、英创汇智、同驭汽车、亚太科技等公司 18-19 年只是发布基于 TWO-BOX 的线控制动技术，少量配套国内自主品牌新能源车型。拓普集团等公司尚在研发中，并未公布其采用的技术路线。2020 年 5 月，公司公告拟发行可转债用于扩建公司产能，并开展 WCBS 2.0 研发，研发预算总额为 5028.5 万元。WCBS 2.0 将在第一代线控制动系统基础上，在冗余制动技术、直线传动技术、系统集成度、AUTOSAR 软件技术以及功能安全方面进一步攻关。
- **在线控制动系统基础上打造智能驾驶系统，有望成为 ADAS 系统集成供应商，届时公司成长天花板将大幅提升。**ADAS 主要包括传感器感知层面、识别及算法决策层面及操控系统执行层面等。操控系统执行层面，目前伯特利已经掌握核心技术，有深厚积淀，公司的 EPB、ABS、ESC 等都已经量产，线控制动系统目前已经开发完成正在做测试，而伯特利是全球范围内掌握线控制动技术的少数几家厂商之一。传感器层面，公司积极布局，进行车载前视摄像头的研发。算法识别层面，公司在 EPB、ABS、ESC、线控制动等产品的研发过程中，积累了相关经验，为后续开发 ADAS 系统的算法提供了良好的基础。公司 ADAS 项目拟采用全球感知技术领先公司 Mobileye 最新的 EQ4 芯片，结合公司自主研发的目标融合与决策控制算法。
- **投资建议：**公司聚焦汽车制动，产品持续升级。短期受益于 EPB 渗透率提升和轻量化产品放量，中长期在线控制动系统基础上打造智能驾驶系统，有望成为 ADAS 系统集成供应商。保守预计公司 2020-2022 年总营收依次为 33.56、38.93、44.16 亿元，增速依次为 6.3%、16.0%、13.4%，归母净利润依次为 4.96、5.93、6.85 亿元，增速依次为 23.7%、19.3%、15.7%，当前市值 142 亿元，对应 PE 依次为 28.7、24.0、20.8 倍，维持“强烈推荐”评级。
- **风险提示：**新产品推进不及预期；新客户拓展不及预期；汽车销量不及预期；产品研发进度不及预期。

目录

1. 线控制动未来大规模应用的必然性以及其优势	5
1.1 线控技术是智能驾驶的硬件基础，线控制动是核心之一	6
1.2 线控制动可解决燃油车真空度不足问题，且能量回收效率高，有利于提高电动车续航里程	7
1.3 线控制动系统相对于传统液压制动系统的其他优势	9
2. 线控制动的技术发展路线	10
2.1 TWO-BOX 和 ONE-BOX 的技术区别	11
2.2 使用 EHB 线控制动的成本收益分析	12
2.3 未来更高级的线控制动将是机械式线控制动，液压式线控制动将被替代	13
3. EHB 线控制动系统的技术基础	14
3.1 线控制动系统对伺服电机及减速结构要求很高	14
3.2 ONE-BOX 方案集成 ESC 功能，必须有 ESC 的研发基础	15
4. 伯特利的线控制动产品即将量产，领先于国内自主企业	16
4.1 伯特利是唯一一家发布 ONE-BOX 集成式线控制动系统的自主品牌	16
4.2 投产时间和国外巨头接近，精准卡位，产品指标比肩国际巨头	17
4.3 发行可转债募资，开展下一代线控制动系统（WCBS2.0）研发项目	18
5. 以线控制动为基础，打造 ADAS 系统集成供应商	19
6. 投资建议	20
7. 风险提示	22
附：盈利预测表	23

图表目录

图 1:	线控油门踏板总成	5
图 2:	英菲尼迪 Q50 线控转向系统	5
图 3:	智能驾驶系统架构	6
图 4:	SAE 智能驾驶各阶段解读	7
图 5:	刹车助力曲线	10
图 6:	EHB 结构 (伯特利 WCBS)	10
图 7:	EMB 结构示意图	10
图 8:	博世第二代 iBooster	11
图 9:	博世线控制动系统控制逻辑	11
图 10:	采埃孚 IBC 集成示意图	12
图 11:	大陆 MK C1	12
图 12:	博世 IPB	12
图 13:	博世第一代 iBooster 结构图 (采用二级蜗轮蜗杆减速结构)	14
图 14:	ESC 液压工作原理图	16
图 15:	伯特利、博世、大陆集成式线控制动产品	17
图 16:	全球自动驾驶发展时间表	19
图 17:	我国 ADAS 产品渗透率 (%)	19
表 1:	各车型对线控制动系统需求度及原因分析	7
表 2:	各种制动系统优缺点分析	8
表 3:	线控制动系统与真空助力液压制动系统性能对比	9
表 4:	各种制动系统参数对比	13
表 5:	国内制动系统主要厂商产品矩阵	15
表 6:	国内主要厂商线控制动系统产品	16
表 7:	主要厂商的 One-box 技术方案量产情况	17
表 8:	伯特利与 T1 厂商线控制动系统性能对比	18

1. 线控制动未来大规模应用的必然性及其优势

智能化与电动化这两大趋势将推动线控制动替换传统液压制动系统。线控制动是自动刹车辅助系统（AEB）等智能驾驶系统的硬件基础，同时可以解决真空助力器真空度不足的问题，并且能量回收效率高，有利于提高电动车续航里程。

线控技术（用线路来传输控制信号的技术）采用电信号来连接操作机构与执行机构，取代了传统的机械或液压驱动连接机构。其主要原理是采用传感器采集驾驶员的操作信号，由 ECU 处理各种相关信号后做出判断，并让伺服电机驱动执行机构做出相应的动作，该技术可以省去很多机械、液压传动或助力部件，降低系统重量和体积，提高控制精度，缩短响应时间。线控技术最初用于航空业，随着技术的发展成熟，逐步应用到汽车控制系统上，目前已在整车上应用的主要有：线控制动、线控转向、线控油门等。

线控制动：线控制动采用电机替换真空助力器作为动力源，采用传感器检测制动踏板行程和力度及其他信息控制电机运行来控制制动系统。根据是否保留液压系统，分为液压式线控制动系统（EHB）和机械式线控制动系统（EMB）。EHB 技术方案根据集成度的高低，又分为 TWO-BOX 和 ONE-BOX 两种技术方案。目前使用最广的线控技术方案是博世的 iBooster+ESP，属于 TWO-BOX 方案。

线控转向：该技术难度较高，虽然有很多整车厂都已开发出此技术，但主要应用在概念车上，英菲尼迪 Q50 是首先应用此技术的量产车型，不过 Q50 采用的线控转向保留了转向柱作为系统失效的备份。ECU 根据方向盘转角传感器的信号，控制两组转向电机来控制车轮的转动角度和速度，一组电机来模拟路面的回馈力。目前在整车上使用较多的电子助力转向系统（EPS）非常接近线控转向，二者的区别在于，线控转向取消了方向盘与车轮之间的机械连接，而 EPS 保留了这种机械连接，采用电机增加转向力，电子系统失效的时候，可以采用无助力转向。

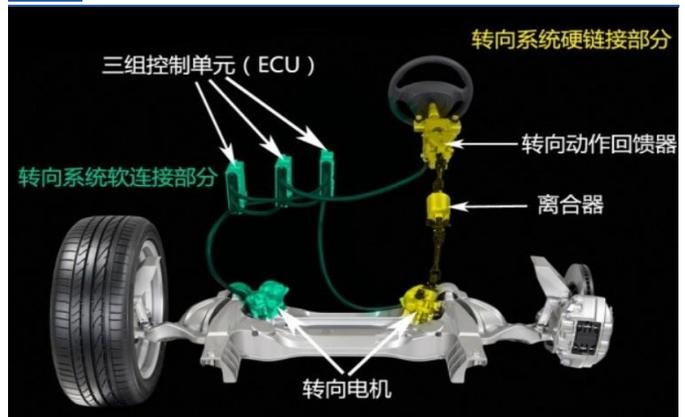
线控油门：俗称电子油门，结构比较简单，已经大量应用在汽车上，凡具备定速巡航的车辆都配备有线控油门。当安装在油门踏板内部的位移传感器，监测到油门踏板高度位置有变化时，会瞬间将此信息送往 ECU，ECU 对该信息和其它系统传来的数据信息进行运算处理，计算出一个控制信号，传输给伺服电机驱动节气门执行机构，进而控制进气门开合幅度，最终控制车速。

图 1: 线控油门踏板总成



资料来源：搜狐汽车、长城证券研究所

图 2: 英菲尼迪 Q50 线控转向系统



资料来源：爱卡汽车、长城证券研究所

1.1 线控技术是智能驾驶的硬件基础，线控制动是核心之一

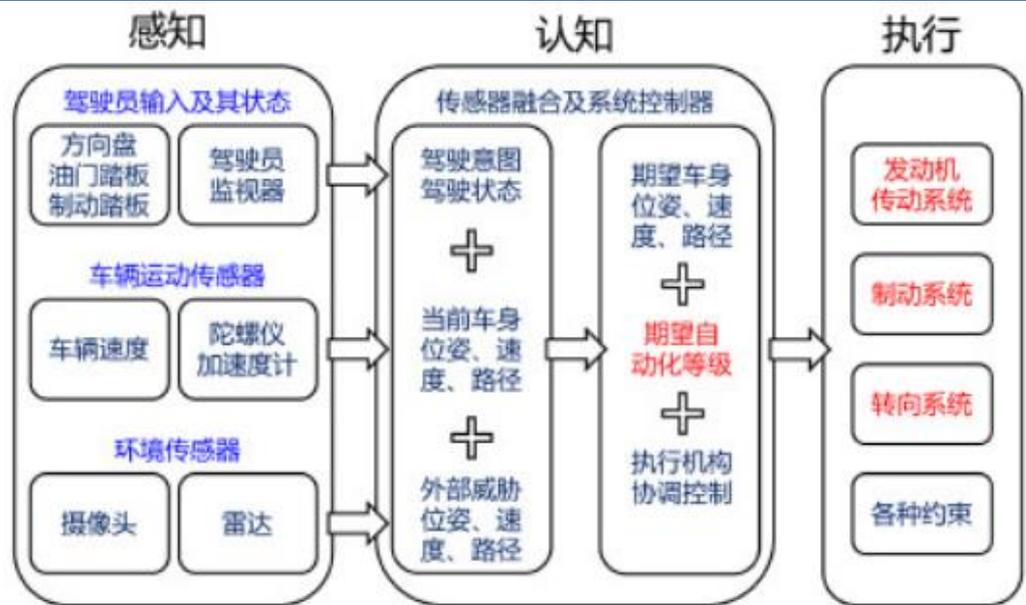
自动驾驶系统的架构分为三部分：感知→认知→执行。

感知层面：采用多种传感器检测驾驶员的操作动作、车辆自身的运动状态以及车辆周围的环境情况；

认知层面：根据感知层得到驾驶员的驾驶意图和驾驶状态、当前车身的速度和位姿以及外部威胁情况，通过一定的决策逻辑、规划算法，得出期望的车辆速度、行驶路径等信息，下发给执行层；

执行层面：系统做出决策后，代替人类控制车辆，将控制信号传输到底层执行模块。执行模块包括油门、制动、转向等系统。

图 3：智能驾驶系统架构



资料来源：搜狐汽车、长城证券研究所

线控技术是智能驾驶的硬件基础，线控制动是核心之一。线控技术的控制指令由 ECU 做出，驾驶员的操作仅仅是其采集的一项控制信号，操作机构与执行机构之间不再刚性连接，操作机构不再直接提供驱动力（驱动力改由伺服电机提供），ECU 可以在无驾驶员操作的情况下，通过控制算法处理摄像头、雷达、远程服务器等采集的信号发出指令，自主控制车辆的转向、油门、制动等系统。目前最实用、最具发展潜力的自动刹车辅助系统（AEB）、自适应巡航系统（ACC）都是以制动、油门的线控技术为基础实现的。

目前整车量产应用处于 L2 部分自动化的阶段，比较常见的是采用 iBooster 和 ESP 的线控制动技术。当前在整车上渗透率较高的功能主要有自动紧急制动系统（AEB）、自适应巡航系统（ACC）、车身稳定控制系统（ESC）等，是典型的 SAE 智能驾驶 L2 阶段功能。特斯拉 Model 3 搭载最新的 Autopilot 3.0 版本，是智能驾驶汽车的代表，其硬件基础是采用电动助力转向系统（可看作线控转向的初级版本）+线控油门+线控制动（iBooster 和 ESP）。

图 4: SAE 智能驾驶各阶段解读

分级 SAE Level	称呼 SAE	定义	主体			
			驾驶操作	周边监控	支援	系统作用域
LV 0	无自动化	由人类驾驶员全权操控汽车，可以得到警告或干预系统的辅助	人类驾驶者	人类驾驶者	人类驾驶者	无
LV 1	驾驶支援	通过驾驶环境对方向盘和加减速中的一项操作提供驾驶支持，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	人类驾驶者+系统			部分
LV 2	部分自动化	通过驾驶环境对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶支持，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	系统	系统	系统	系统作用域
LV 3	有条件自动化	有条件自动化，由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统要求，人类驾驶者需要在适当的时候提供应答				
LV 4	高度自动化	由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统要求，人类驾驶者不一定需要对所有的系统请求做出应答，包括限定道路和环境条件等				
LV 5	完全自动化	在所有人类驾驶者可以应付的道路和环境条件下均可由自动驾驶系统自主完成所有的驾驶操作				

资料来源：搜狐汽车、长城证券研究所

1.2 线控制动可解决燃油车真空度不足问题，且能量回收效率高，有利于提高电动车续航里程

线控制动系统可以解决真空度不足问题，并且能量回收效率高，有利于提高电动车续航里程。对于燃油车而言，真空助力器的真空度由发动机提供，但是发动机在某些工况下无法提供充足的真空度，从而影响刹车。但是线控制动系统不再需要真空助力器，所以燃油车不会出现真空度不足的问题。对于电动车而言，可以替换真空助力器及电动真空泵，同时可以大幅提升制动能量回收效率，双重省电，有利于提高电动车续航里程。

部分燃油车及新能源汽车存在真空度不足或是无真空度的问题。传统液压制动系统需要采用真空助力器放大驾驶员脚踩踏板的力度用以推动制动主缸建压，真空助力器真空度来源于内燃机进气歧管处，真空度的高低直接影响制动效果。随着缸内直喷、涡轮增压、发动机小型化技术的应用，以及一些特殊情况，如发动机突然熄火、冬季冷启动、高原行车都会对进气歧管处的真空度造成影响，而新能源汽车（特别是纯电动车）缺少内燃机提供真空度，必须使用电子真空泵提供真空，而电子真空泵会消耗电力。

表 1: 各车型对线控制动系统需求度及原因分析

应用车型	真空度不足原因	真空度	需求程度
燃油车	缸内直喷、涡轮增压、发动机小型化技术的应用，以及一些特殊情况，如发动机突然熄火、冬季冷启动、高原行车	有时低	较低
插电式	电机工作时无真空度，其他时候真空度不足	有时低	高
纯电动车	电机工作无法提供真空度	无	高

资料来源：汽车维修技术网、长城证券研究所

电子真空泵（EVP）可以解决纯电动车没有真空源的问题。EVP 主要是安装在新能源车型上，其优缺点都非常明显。优点：EVP 技术成熟，系统稳定，造价较低，并且对原车改动很小，可以快速将一款燃油车改为电动车，底盘方面几乎不用做任何改动。缺点：EVP 在使用过程中有噪音，并且在高原时无法提供和在平原地区一样高的真空度，真空助力器的助力变差，踏板力会变大。不过最大的缺点在于：①寿命短，EVP 使用寿命基本不超过 2000 小时，部分质量较差的只有数百小时的使用寿命；②能量回收效率低，EVP 与制

动系统是并联的，电机能量回收制动力直接叠加在原有液压制动力之上，不调节原有液压制动力，能量回收率低，大约只有博世 iBooster 的 5%；③制动舒适性差，电机能量回收制动和液压制动的耦合与切换会产生冲击。

线控制动系统可以替换真空助力器及电动真空泵。由于电动车前期销量低，国内底盘设计能力较差，电动车的底盘基本都是直接从燃油车改过来的，EVP 在此阶段大量使用（EVP 技术成熟，系统稳定，造价较低，并且对原车改动很小，可以快速将一款燃油车改为电动车，底盘方面几乎不用做任何改动）。当前续航里程短成为制约电动车主要短板之一，一辆紧凑型汽车在 NEDC 循环中，如果制动能量能全部回收，可以节能 17% 左右。在典型城市工况中，车辆制动消耗的能量与总驱动能量的比值可达 50%，可见，若能提高制动能量回收率，可大幅延长续航里程。线控制动系统可以有效提高能量回收效率，其采用电机直接推动制动主缸建压，不再安装真空助力器和电动真空泵。

线控制动系统可使制动能量回收效率最大化。由于非线性控制制动系统（比如：传统液压制动系统）的刹车踏板与制动系统是刚性连接，驾驶员踩下刹车的时候，液压制动系统参与制动，同时能量回收系统电机反拖提供部分制动力，因此只能实现部分能量的回收。而线控制动系统的刹车踏板与制动系统是非刚性连接，其只提供刹车信号，制动系统 ECU 可以根据刹车力的需求大小，控制液压制动系统的参与程度。以博世的 iBooster+ESP 为例，线控制动系统可以智能识别刹车强度，当减速度在 0.3g 以下时，仅依靠能量回收电机的反拖提供制动力，此时可实现 100% 制动能量回收，超出这个减速要求时，电机可以最大程度反拖来回收能量，然后再配合一定力度的液压制动来增加制动力。

通过这样的精准匹配，在一些高使用频率、低使用负荷（如部分城市路况）的工况下，线控制动系统可以最大限度的利用能量回收系统来给电池充电。而在高速工况下，刹车的使用频率很低但每次使用的负荷很大，那么 ECU 可以控制优先使用电机反拖来实现制动，之后再配合液压刹车系统的介入，可以最大程度实现能量回收，同时大幅减少刹车片的使用。

表 2: 各种制动系统优缺点分析

技术路线	代表产品	技术特点	优点	缺点
传统液压制动系统(使用电动真空泵)	Benz-RBS	不改变传统制动系统的基础上，增加电动真空泵	提供足够的真空度	噪声较大，寿命低，能量回收效率较低
线控制动系统	TWO-BOX	采用电机替换真空助力器，不依赖真空度	提供足够制动力，能量回收效率高	对电机要求高，研发、制造难，集成度低
	ONE-BOX	采用电机替换真空助力器，不依赖真空度，且把 ESC 功能也集成在一起	提供足够制动力，能量回收效率高，且集成度高，重量轻	对电机要求高，研发、制造比 TWO-BOX 方案更难

资料来源：汽车维修技术网、长城证券研究所

对于电动车，线控制动双重省电，预计线控制动在电动车中的普及速度将快于燃油车。由于电池的能量密度远小于汽油，即使安装了重得多的电池包，电动车的续航里程普遍在 400-600km，低于同等级燃油车 700km 以上的续航里程。为弥补续航里程的短板，电动车普遍安装制动能量回收系统，在制动时，可将制动能量转化为电能，用于电池包充电。线控制动系统无需真空度来源，以及能量回收效率高的特点，实现双重省电，完美契合新能源汽车的需求。当前主要电动车品牌的中高端车型普遍装备了线控制动系统，比如：特斯拉全系，大众电动车全系、荣威 Ei5、比亚迪 e6、蔚来 ES8。在电动车上，线控制动可以实现双重省电，预计线控制动在电动车普及速度将快于燃油车。

1.3 线控制动系统相对于传统液压制动系统的其他优势

与传统液压制动系统相比，线控制动系统除了上面提到的实现智能刹车，摆脱真空度依赖的优点外，还具有响应时间短、体积小、重量轻、可扩展性强、可以快速定制化刹车系统等优点。

线控制动系统响应时间缩短 4-5 倍。安全是智能驾驶的基础，而制动系统是安全的重要保证。L3 及以上级别的自动驾驶对于制动系统提出了更高要求，保证系统能够短时间内在单一故障后有可控方案，减少或不需要驾驶员监控。传统液压制动系统响应时间约为 600 毫秒，采用 EHB 的制动系统的 iBooster，其响应时间为 120 毫秒，大陆的 Mk C1 响应时间为 150 毫秒，而采用 EMB 系统的响应时间可进一步缩短至 100 毫秒以下，可以大幅缩短刹车距离，提高车辆的制动安全性。

表 3: 线控制动系统与真空助力液压制动系统性能对比

系统性能	伯特利 WCBS	大陆 MK C1	博世 iBooster+ESP	传统液压制动系统
重量	5.8kg	6kg	5kg (不包含 ESP)	7-8kg
响应时间	136ms	150ms	120ms	600ms
能量回收效率	效率高	效率高	效率高	效率较低

资料来源：搜狐汽车、维科网、长城证券研究所

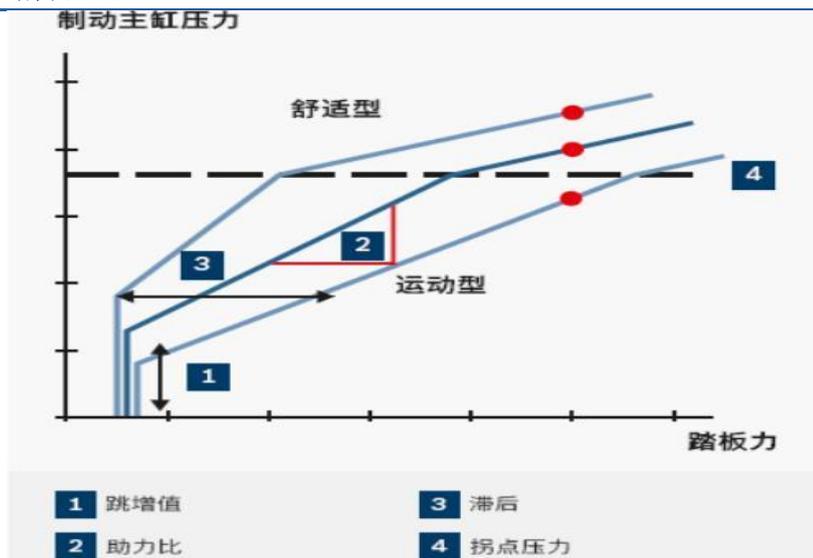
线控制动系统可摆脱对真空度的依赖。传统液压制动系统采用真空助力器放大驾驶员踩刹车的力度，真空助力器的工作效果受真空度影响严重，当发动机在某些特殊工况及在高原行驶时，会出现真空度不足，影响制动效果。而线控制动系统不需要真空度，不会出现这样的情况，制动安全性更高。

线控制动系统体积小、重量轻。传统液压制动系统安装的真空助力器（新能源车和部分燃油车还需安装电动真空泵）体积较大，重量在 7-8kg，而线控制动系统结构紧凑，重量在 5-6kg，由于结构高度集成化使外形尺寸更小，更有利于空间布置。

线控制动系统可扩展性更强。线控制动系统可不依赖驾驶员独立操作运行，因此可以通过程序赋予线控制动系统更多功能，比如：坡道起步辅助、陡坡缓降、自动驻车等功能。线控制动系统的电子属性也可轻松实现检测和记录制动系统相关数据，包括制动系统状态、驾驶习惯等。

线控制动系统可以快速定制化刹车系统。刹车助力曲线的调校和整体踩刹车的软硬、刹车踏板旷量、刹车踏板行程与刹车力度的对应关系以及刹车后前悬架压缩变形后整车姿态都会影响刹车脚感和制动感受。线控制动系统可以通过程序快速调整电机助力情况，使得踏板力与制动主缸的对应压力不是一成不变，比如通过调节刹车助力曲线的跳增值、助力比、滞后、拐点压力值可以实现多种风格的刹车系统，满足同一整车厂不同车型，不同整车厂的需求。也可以在同一个车型上实现多种刹车模式，驾驶员可以根据自己的喜好，一键选择舒适、运动模式的制动体验，满足差异化需求。

图 5: 刹车助力曲线



资料来源：维科网、长城证券研究所

2. 线控制动的技术发展路线

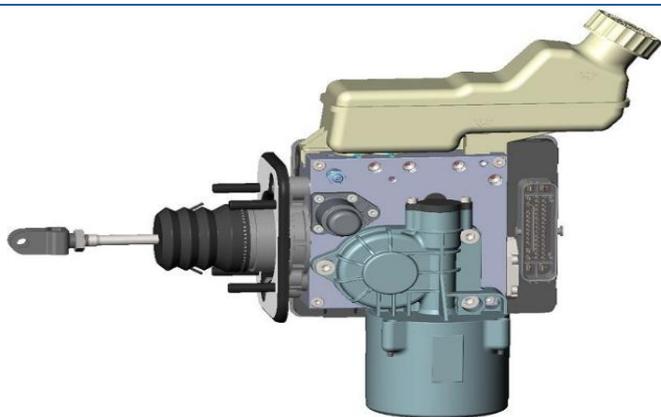
线控制动的技术发展路线短期内将以液压式线控制动系统（EHB）替代传统液压制动系统为主，更长期的趋势是机械式线控制动系统（EMB）替代液压式线控制动系统（EHB）。

线控制动系统采用电机替换真空助力器，根据传感器检测到的制动踏板行程和力度来控制电机，根据是否保留液压系统，分为液压式线控制动系统（EHB）和机械式线控制动系统（EMB）。

液压式线控制动系统（EHB）：采用电机替换真空助力器及电子真空泵，其余结构基本不变。该技术方案难点在电机及减速器，要求电机的体积很小，转速很高（每分钟超过 1 万转），扭矩很大，散热又要好，减速器要求很高的加工精度。

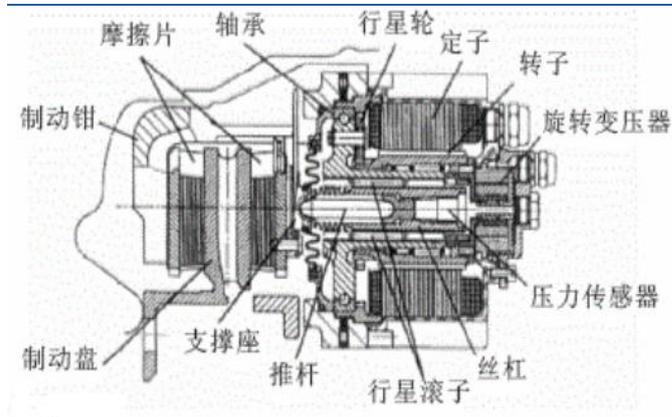
机械式线控制动系统（EMB）：将电机直接集成在制动钳上，不再需要液压系统。制动力矩完全是由安装在轮毂处的伺服电机驱动制动卡钳提供。因此大大简化制动系统的结构，便于布置、装配和维修。这种制动系统结构变化最大，难度最高。

图 6: EHB 结构（伯特利 WCBS）



资料来源：伯特利官网、长城证券研究所

图 7: EMB 结构示意图



资料来源：卡车之家、长城证券研究所

2.1 TWO-BOX 和 ONE-BOX 的技术区别

液压式线控制动系统（EHB）根据集成度的高低，分为了 TWO-BOX 和 ONE-BOX 两种技术方案。ONE-BOX 的集成程度高于 TWO-BOX。

“ONE-BOX”技术方案有望成为未来的主流。“TWO-BOX”方案具备安全备份，且技术难度较低，博世推出的“iBooster+ESP”为代表的“TWO-BOX”方案成为目前应用最广的线控制动方案。随着技术的成熟，博世也推出了其“ONE-BOX”方案的 IPB 系统，2020 年上半年国内率先量产。由于集成度更高，“ONE-BOX”方案在体积、重量上占优，并且其售价一般低于“TWO-BOX”方案（例如伯特利的 ONE-BOX 产品售价低于 2000 元，但是博世 iBooster+ESP 的售价在 2000-2500 元左右），更有利于替换传统液压制动系统，有望成为未来的主流技术方案。

■ 以博世 iBooster+ESP 为代表的“TWO -BOX”方案

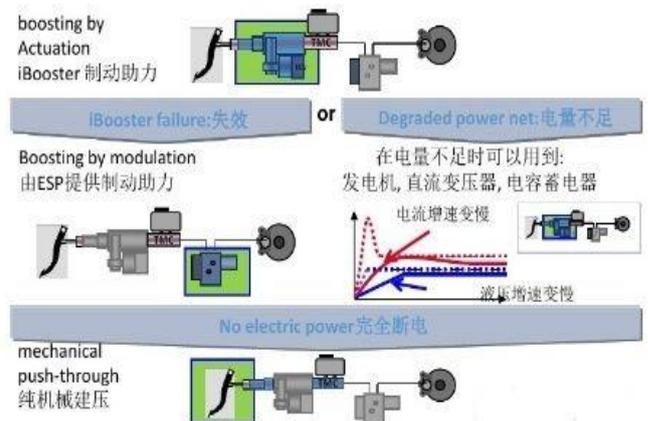
采用 iBooster 作为制动主方案，ESP 作为备份，两个系统都有自己独立的建压系统（ESP 也有自己的电机系统，可以在制动主缸没发挥作用的情况下，让制动轮缸建压，提供部分制动力），并且可以在整个减速范围内独立的对车辆进行制动液建压，起到双保险的作用。当 iBooster 失效时可以由 ESP 接管制动功能；当 ESP 失效时 iBooster 可以正常制动并保证车辆的纵向稳定性；当两个系统同时失效时，系统可以转化为无助力机械式刹车。不过 ESP 设计之初只用于紧急制动的情况，只能非常有限的参与常规制动，且制动效果有限。目前，博世已发布第二代 iBooster+第九代 ESP，此线控制动系统方案是当前国内应用最广的线控制动方案，类似技术方案还有日立的 E-ACT 系统。

图 8: 博世第二代 iBooster



资料来源：雷锋网、长城证券研究所

图 9: 博世线控制动系统控制逻辑

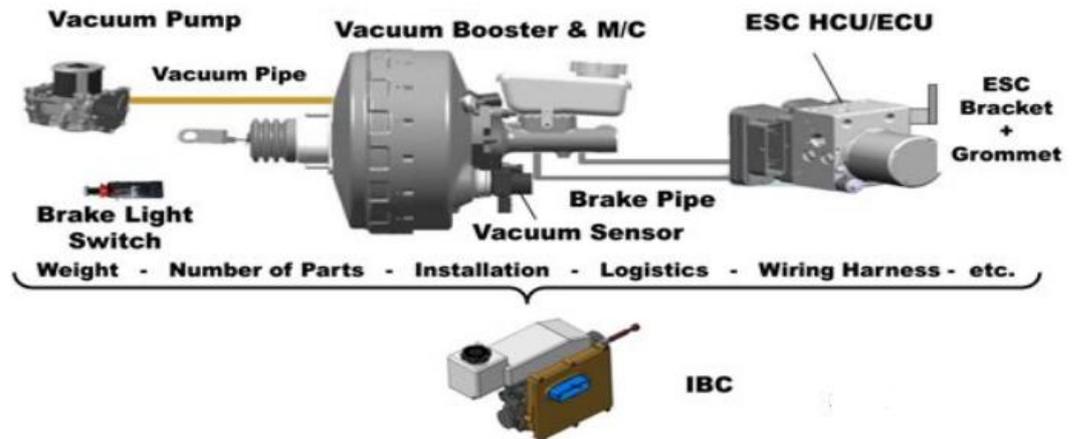


资料来源：汽车测试网、长城证券研究所

■ 以大陆、采埃孚为代表的“ONE-BOX”方案

大陆、采埃孚等公司选择的技术路线是集成度更高的“ONE-BOX”方案，把博世“TWO-BOX”方案中 iBooster 和 ESP 两套独立的建压系统合二为一，减少了整个系统的冗余度，体积、重量、成本都比“TWO-BOX”方案低，不过“ONE-BOX”的方案更复杂，且对于整套系统的可靠性要求更高。该技术方案以大陆的 MK C1，采埃孚的 IBC 为代表，已分别应用在阿尔法罗密欧的 Giulia 和通用的 K2XX 平台（燃油皮卡系列）等车型上。

图 10: 采埃孚 IBC 集成示意图



资料来源: 佐思汽车研究、长城证券研究所

博世推出 iBooster 升级产品 IPB (ONE-BOX)。博世推出 iBooster 后, 其 iBooster+ESP 的组合成为应用最广泛的线控制动技术方案, 其优点在于重量轻、响应时间大幅缩短, 能量回收效率高, 可以实现主动制动, 满足 L2 智能驾驶的需要, 但是其成本较传统真空助力液压制动系统上升很多, 因此主要应用在电动车及豪华车上, 比如: 特斯拉全系、大众新能源车全系、保时捷 918、凯迪拉克 CT6、雪佛兰的 Bolt、Volt、本田 CR-V、荣威 Ei5、比亚迪 e6、蔚来 ES8 等。针对 L3 及以上级别的自动驾驶, 博世推出了集成度更高的 ONE-BOX 技术方案的 IPB, 其亚太生产基地落户南京, 于 2019 年底已经量产, 国内首先配套比亚迪汉, 将于 2020 年 6 月上市。

IPB 将 iBooster 和 ESP 的驱动电机合二为一, 体积大大缩小, 重量也降低不少, 最重要的是其成本相对 iBooster+ESP 的 TWO-BOX 的技术方案的显著降低, 更有利于推广应用。

图 11: 大陆 MK C1



资料来源: 车云网、长城证券研究所

图 12: 博世 IPB



资料来源: 搜狐汽车、长城证券研究所

2.2 使用 EHB 线控制动的成本收益分析

汽车智能化与电动化的发展, 正推动着线控技术在整车上的快速应用, 从高端燃油车、新能源车向一般车型渗透。不过当前使用最广的行车制动系统仍然是传统液压制动系统, 并安装 ABS/ESC 辅助驾驶系统, 成本与收益是整车厂考虑是否采用新技术的一大因素。

成本方面：对于主机厂而言，现有的液压制动系统采用真空助力器（新能源车需要额外安装电动真空泵提供真空度）推动主缸建压，及安装 ESC 系统，成本大约 900-1100 元（按照伯特利 ESC 售价计算，伯特利 ESC 售价 700-800 元左右，真空助力器售价 200-300 元）。如果采用 TWO-BOX 方案，以博世的 iBooster+ESP 为例，一套售价约 2000-2500 元。如果采用 ONE-BOX 技术方案，IPB（博世）售价 2000-2500 元，WCBS（伯特利）售价 1500-2000 元，成本还是有一定幅度提升。

收益方面：线控制动产品可以集成 ABS、ESC 等功能，减少真空助力器和电动真空泵等零部件，使用一套线控制动产品，就可以节省这些产品的成本。

比如伯特利的一套线控制动产品售价 1500-2000 元左右，而 ESC 单套售价 700-800 元左右，真空助力器售价 200-300 元，电子真空泵售价 200-300 元左右，所以说对于新能源汽车而言，使用一套线控制动系统，至少可以省去 ESC、真空助力器、电子真空泵这些零部件的成本，并且可以将 EPB 的程序写入线控制动的 ECU 里面，使 EPB 节省一个 ECU 的成本，从这个角度来看，成本增加有限。

另外，使用线控制动系统还具有本报告第一章论述的诸多优势：无论 ONE-BOX 方案还是 TWO-BOX 方案，制动响应时间缩短到只有传统液压制动系统的 20%-25%，对于整车的制动安全性提升很大，且产品重量都比传统真空助力液压制动系统轻 2-3kg。

表 4：各种制动系统参数对比

技术方案	所需部件	响应时间	质量	总成本
ONE-BOX	WCBS 或 IPB	136ms	5.8kg	1500-2500 元
TWO-BOX	iBooster+ESP	120ms	5kg（不包含 ESC 的重量）	2000-2500 元
传统液压制动系统	真空助力器、电动真空泵（新能源车型需要安装）、ESC	600ms	7-8kg（不包含 ESC 的重量）	

资料来源：搜狐汽车、维科网、长城证券研究所

智能化和电动化推动线控制动替换真空助力液压制动系统，ONE-BOX 方案进一步降低了采用线控制动的成本，将加速这种替换趋势。真空助力液压制动系统技术成熟，成本更低，能满足传统燃油车的制动需求，是目前应用最广的制动系统。线控制动系统能量回收效率高，有利于提升电动车的续航里程，同时线控制动是自动刹车辅助系统（AEB）等智能驾驶系统的硬件基础，电动化与智能化这两大因素无疑将推动线控制动替换真空助力液压制动系统，ONE-BOX 方案进一步降低了采用线控制动的成本，将加速这种替换趋势。

2.3 未来更高级的线控制动将是机械式线控制动，液压式线控制动将被替代

机械式线控制动系统（EMB）是最理想的线控制动技术，可将响应时间进一步缩短到 100ms 以下。EMB 在 EHB 的基础上，去掉了液压系统，直接将电机集成在制动卡钳上，系统响应时间进一步缩短，安全性能较 EHB 更突出，并且去掉液压系统，可以简化整个制动系统结构，有利于整车结构的布置、维护等。

线控制动中长期趋势是机械式线控制动系统（EMB）替代液压式线控制动系统（EHB）。但是目前机械式线控制动系统（EMB）技术难度很大，商业化普及还尚需时日，短期内将以液压式线控制动系统（EHB）替代传统液压制动系统为主。

EMB 技术效果突出,不过其技术难度也非常大。①刹车力不足,由于轮毂处空间非常有限,安装的小电机提供的功率有限,会导致刹车力不足,即使采用 48V 输入电压,也非常困难;②工作环境温度高,刹车片附近的温度高达数百度,而电机体积又决定只能使用永磁电机,永磁在高温下会消磁;③热稳定性差,EMB 有部分半导体元件需要在刹车片附近工作,没有半导体元件可以承受数百度的温度,而体积限制,无法添加冷却系统。

博世、大陆、西门子等巨头已经做出了 EMB 样机,量产仍需解决上述诸多难题。不过如果降低对刹车力的要求,EMB 还是可以应用的,目前的电子驻车制动系统 (EPB) 就是 EMB 结构。再有就是 EMB 可以装在对刹车力度要求不高的后轮上,前轮仍然使用液压制动,奥迪 R8 E-TRON 就是这种设计。

3. EHB 线控制动系统的技术基础

TWO-BOX 方案的技术基础在于使用伺服电机及减速结构替换真空助力器(新能源车型还有电动真空泵)驱动制动主缸,并配合 ESC 使用。

ONE-BOX 方案仅使用一个电机及减速结构实现驱动主缸及 ESC 调压、建压功能,难度更高。

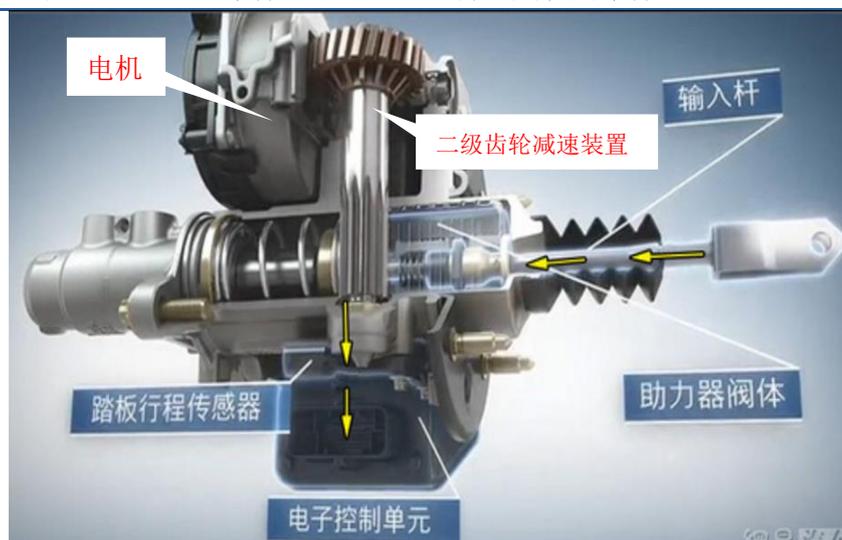
3.1 线控制动系统对伺服电机及减速结构要求很高

伺服电机及减速结构要求高。线控制动系统要求电机体积小,转速高(每分钟超过 1 万转),扭矩大,行业内通常采用永磁电机,不过永磁电机热稳定性较差,需要设计良好的散热结构。而电机转速很高,需要一套简单、高效、加工精度非常高的减速结构,用于降速增扭。

最早是日立的 E-ACT 方案,采用滚柱丝杠将电机的旋转力转化成直线运动力,同时提供减速功能。博世在 iBooster 第一代中采用二级蜗轮蜗杆减速结构,在第二代中改为使用丝杠结构减速,体积较第一代大幅度缩小,控制精度有所提高。

该技术点的原理比较简单,主要是汽车制动系统对可靠性要求极高,必须留出足够的性能冗余,并且做好和主缸液压系统的匹配。

图 13: 博世第一代 iBooster 结构图(采用二级蜗轮蜗杆减速结构)



资料来源: 网易汽车, 长城证券研究所

3.2 ONE-BOX 方案集成 ESC 功能，必须有 ESC 的研发基础

ONE-BOX 方案集成 ESC 功能，要求必须有 ESC 的研发基础，而国内量产 ESC 的只有伯特利和万向钱潮等少数企业。集成方案采用一台伺服电机驱动主缸建压，并实现 ESC 的调压功能。液压系统设计与控制复杂，需要长时间经验积累和优秀的精密加工能力，国内在此领域一直偏弱，又因为制动系统对可靠性要求极高，新兴企业难以在短时间内得到整车厂的认同，国内零部件厂商长期难以有效突破。国内能够自主研发 ESC 的企业仅伯特利、万向钱潮等少数企业，ONE-BOX 方案集成 ESC 功能，没有 ESC 技术储备的公司开展 ONE-BOX 方案的研发将非常难。因此，国内拿森电子、同驭汽车、英创汇智只能发布伺服电机及减速装置的产品（TWO-BOX），目前只有伯特利发布了 ONE-BOX 方案的线控制动产品。

表 5: 国内制动系统主要厂商产品矩阵

厂商	制动器	ABS	EPB	ESC	线控制动系统
伯特利	量产	量产	量产	量产	已发布
亚太股份	量产	量产	量产	在研	在研
万安科技	量产	量产	在研		在研
万向钱潮	量产	量产	在研	量产	在研

资料来源：各公司官网、公告，长城证券研究所

ESC(车身稳定控制系统)是一组车身稳定性控制的综合策略，它包含防抱死刹车系统(ABS)和驱动轮防滑系统(ASR)，并在此基础上进行功能延伸。该系统由传感器、电子控制单元(ECU)和执行器三大部分组成；通过电子控制单元监控汽车运行状态，对车辆的发动机及制动系统进行干预控制，保持车辆纵向和横向稳定性。

ESC 的基础是 ABS 制动防抱死功能，ABS 可以在汽车轮胎即将抱死时，一秒内连续制动上百次，有点类似于机械式“点刹”。如此一来，在车辆全力制动时，轮胎依然可以保证滚动，滚动摩擦的效果比抱死后的滑动摩擦效果好，且可以控制车辆行驶方向。

因为突出的实用性及安全性，欧美日韩已有法规强制安装，国内渗透率约 80%。各厂商都已推出自己的 ESC 产品，原理基本相同，名称各异，比如：ESP(博世)、VSC(丰田)、VSA(本田)、VSM(现代)、PSM(保时捷)、VIDM(雷克萨斯)等。

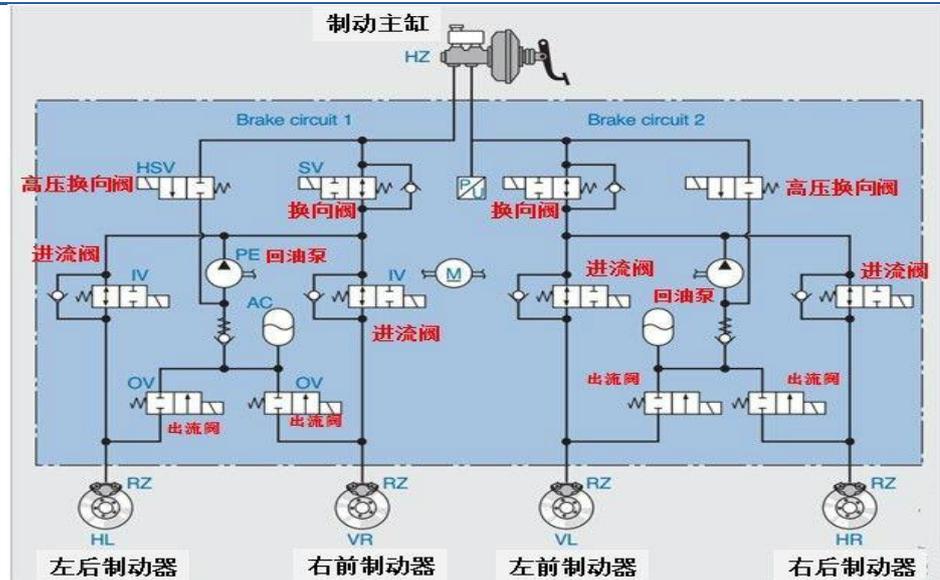
ESC 执行器安装在制动主缸和轮缸之间，结构包括驱动液压油流动的回油泵(独立电机提供动力)、调节液压油流量及走向的四组电磁阀和管路、吸收油压脉动并短暂储存液压油的蓄能器。

当驾驶人踩下制动踏板，ESC 进入 ABS 功能，制动主缸建压，回油泵配合电池阀起调压作用，通过不断改变回油泵及电磁阀的开闭状态，可以实现制动液的快速增压、保压、减压，从而实现 ABS 不断“点刹”的功能。ESC 这种调压功能是线控制动能回收效率高的技术基础，当驾驶者踩下刹车时，控制单元判断刹车力的大小，在只需要较小刹车力的情况下，ESC 系统将主缸输送的液压油部分/全部储存在蓄能器中，液压制动此时部分参与/不参与制动，由电机最大程度反拖提供制动力，并回收制动能量。

当 ESC 进入主动增压时，驾驶人并未踩下刹车踏板，制动主缸没有压力，回油泵运行，将液压油压入车轮轮缸，此时起建压作用。该功能是 AEB 的技术基础，由于回油泵驱动

电机功率较小，回油泵实现的主动建压压力小于日常刹车时主缸的压力。因此 ESC 只能实现有限的制动力，用做 AEB 制动或是常规制动失效的备份。

图 14: ESC 液压工作原理图



资料来源：纯电动汽车网、长城证券研究所

注：蓝色部分为 ESC 的主要结构，液压调节器

4. 伯特利的线控制动产品即将量产，领先于国内自主企业

4.1 伯特利是唯一一家发布 ONE-BOX 集成式线控制动系统的自主品牌

伯特利 2019 年发布线控制动产品，预计 2020 年年底小批量量产。公司深耕制动系统 15 年，成立之初主要做制动器，并陆续自主研发了 ABS、EPB、ESC 等产品，成为国内制动领域产品覆盖面最广的公司，这些产品研发为公司开发集成式线控制动系统 (WCBS) 打下了深厚的基础。2019 年公司发布了集成式线控制动系统 (WCBS)，将于 2020 年年底小批量量产。

伯特利是目前唯一一家发布集成式线控制动系统的自主品牌。国内企业拿森电子、英创汇智、同驭汽车、亚太科技等公司 18-19 年已发布基于 TWO-BOX 的线控制动技术，少量配套国内自主品牌新能源车型。拓普集团等公司尚在研发中，并未公布其采用的技术路线。

表 6: 国内主要厂商线控制动系统产品

厂商	产品名称	产品类型	量产时间	配套整车厂
拿森电子	N-booster	Two-box	2018 年	北汽新能源 EC3
英创汇智	E-Booster	Two-box	2019 年	东风乘用车
同驭汽车	EHB	Two-box	2019 年	小批量供应江铃
伯特利	WCBS	One-box	2020 年底	吉利、奇瑞等

厂商	产品名称	产品类型	量产时间	配套整车厂
亚太股份	IBS	Two-box	2019年	奇瑞新能源
拓普集团	IBS	Two-box	预计2022年发布	尚在研发中

资料来源：各公司官网、公告，长城证券研究所

4.2 投产时间和国外巨头接近，精准卡位，产品指标比肩国际巨头

伯特利与博世同年在国内量产集成式线控制动系统，同一年投产，精准卡位。

制动领域的国外巨头主要有博世、大陆、采埃孚等，博世最初采用的线控制动系统是基于 TWO-BOX 技术方案的“iBooster+ESP”，于2013年量产，iBooster与ESP可以互为制动备份，提高安全系数，是当前应用最广的线控制动方案。

而大陆基于 ONE-BOX 技术方案的集成式线控制动系统 MK C1，2016年在法兰克福工厂量产，主要面向欧洲工厂，2019年在美国北卡罗来纳州的 Morganton 工厂量产，为美国市场供货，2020年底将在上海生产为中国市场供货。而博世推出的 iBooster 升级方案 IPB，国内首先配套比亚迪汉，预计于2020年6月上市。伯特利2019年7月发布 WCBS，2020年底配套车型上市，与博世、大陆等国际巨头同步布局国内市场，同台竞争。

表 7：主要厂商的 One-box 技术方案量产情况

厂商	产品名称	产品类型	量产时间	配套整车厂
博世	iBooster+ESP	Two-box	2013年	通用、本田、吉利、奇点、蔚来、上汽乘用车、特斯拉等
	IPB	One-box	2020年	比亚迪汉、通用等
大陆	MK C1	One-box	2016年	阿尔法-罗密欧 Giulia 等
采埃孚	IBC	One-box	2018年	通用 K2XX 平台等
伯特利	WCBS	One-box	2020年	以自主车企为主

资料来源：搜狐汽车、长城证券研究所

伯特利于2019年发布集成式线控制动系统(WCBS)，该系统集成了TCS(牵引力控制系统)、ABS(防抱死制动系统)、ESC(车身稳定控制系统)等传统制动功能。此外，WCBS的控制系統还可集成第三方控制软件，如TPMS(胎压监测系统)、EBD(电子制动力分配系统)、AEB(自动刹车辅助系统)、AVH(自动驻车系统)等，能更好地满足电动汽车、智能驾驶对制动系统的新需求。

图 15：伯特利、博世、大陆集成式线控制动产品



资料来源：各公司官网、长城证券研究所

伯特利线控制动系统技术指标与国际巨头接近，差距很小。伯特利 WCBS 系统具备**快速增压**（0~100bar 建压时间 136ms，20~80bar 建压速率 >900bar/s）、**高度集成**（整个系统重量为 5.8kg，而实现同样功能的传统制动系统重量为 7.4kg）、**解耦制动**（100% 利用电机的能力对制动能量进行回收）、**噪声性能优良**（ACC 工作噪声最大值 42dB, ABS 工作噪声分贝值在 70~80 之间）四个方面的优点，性能与线控制动系统 T1 厂商处于同一水平。

表 8: 伯特利与 T1 厂商线控制动系统性能对比

系统性能	伯特利 WCBS	大陆 MK C1	博世 iBooster+ESP	传统液压制动系统
反应时间	136ms	150ms	120ms	600ms
重量	5.8kg	6kg	5kg（不包含 ESP）	7-8kg
能量回收效率	效率高	效率高	效率高	效率较低

资料来源：搜狐汽车、维科网、长城证券研究所

4.3 发行可转债募资，开展下一代线控制动系统（WCBS2.0）研发项目

2020 年 5 月，公司发行可转债用于扩建公司产能，并开展 WCBS 2.0 研发，研发预算总额为 5028.46 万元，主要用于各类软硬件设备购置以及研发费用支出，拟募集资金投入 2756.00 万元。

WCBS 2.0 将在第一代线控制动系统基础上，在冗余制动技术、直线传动技术、系统集成度、AUTOSAR 软件技术以及功能安全方面进一步攻关。

一方面，在智能驾驶时代，使公司线控制动系统能够适配 L4 级别以上自动驾驶，保证公司产品在任一模块失效后，仍具备无人驾驶制动控制响应能力；

另一方面，开发适用 WCBS 的新一代传动机构和电机，在传动效率、承载能力和模块化方面进一步提升，使公司线控制动系统产品除可搭载乘用车外，在功能性和成本方面同样适配大型 SUV 和皮卡市场，以及小型车市场，全面拓展线控制动产品市场空间。

此外，为满足拓展外资及合资品牌 OEM 需求，新一代 WCBS 产品将以 AUTOSAR 系统作为 ECU 软件运行基础。

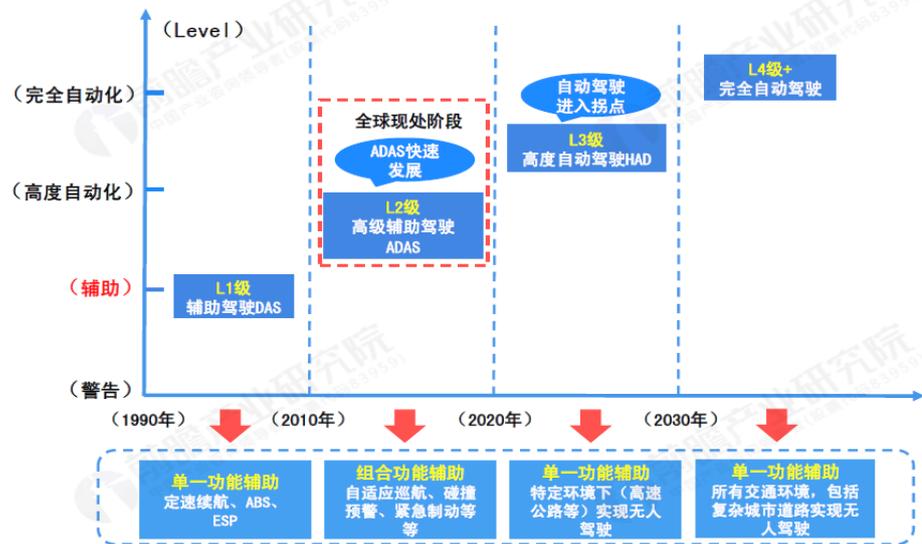
此次公司募投的第二代线控制动研发项目，旨在不断提升线控制动系统产品的性能、功能性以及适配性，同时降低其生产制造成本，并在线控制动基础上不断增加感知和决策模块，开发以底盘为基础的高级驾驶辅助产品，可以巩固公司在智能驾驶时代继续保持行业领先地位，加强产品的综合竞争力，推动公司从传统汽车零部件供应商向智能驾驶时代系统集成解决方案供应商转变。

另外，公司 ADAS 研发项目拟采用全球感知技术成熟先进的 Mobileye 公司最新 EQ4 芯片，结合公司自主研发的目标融合与决策控制算法，配合公司下一代线控制动系统（WCBS2.0）可以为客户提供高级别的 ADAS 系统集成功能。

5. 以线控制动为基础，打造 ADAS 系统集成供应商

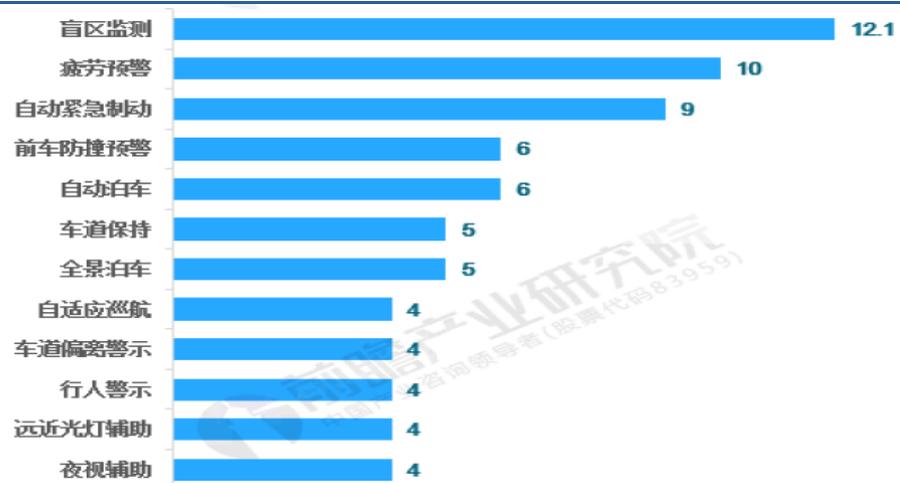
ADAS 主要包括传感器感知层面、算法决策的认知层面及执行层面等，涉及环境感知、图像识别、编程算法、路径优化、人机互联等领域，可以提供包括 ACC 自适应巡航控制、ACC+启停系统、IHC 智能大灯控制、BSD 盲点监测、LCA 变道辅助、FCW 前碰报警、EBA 电子刹车辅助、TSR 交通标志识别、LDW 车道偏离预警、LKS 车道保持辅助、BA 后向辅助等多种功能。但受成本的限制，现阶段我国 ADAS 装配率较低，整体渗透率在 6%左右，一般搭载于 40 万以上的豪华车和某些高档车，而全球 ADAS 渗透率不及 30%，未来有较大的提升空间。

图 16: 全球自动驾驶发展时间表



资料来源：前瞻产业研究院、长城证券研究所

图 17: 我国 ADAS 产品渗透率 (%)



资料来源：前瞻产业研究院、长城证券研究所

感知层面：采用多种传感器检测驾驶员的操作动作、车辆自身的运动状态以及车辆周围的环境情况，核心零部件包括摄像头、毫米波雷达、激光雷达等，国内厂商华域汽车、德赛西威、保隆科技都已发布相关产品。

公司目前正在积极布局车载前视摄像头的研发，已有相关研发团队。

认知层面：控制算法根据传感器获取的信息，分析出期望的车辆速度及路径信息，并传输给执行层面。核心技术主要由国外巨头公司掌握。目前摄像头图像识别领域国际巨头为被英特尔收购的以色列公司 Mobileye，国内德赛西威在 ADAS 系统已开发出双目摄像头并已经在研发具体算法，编程算法领域国际巨头为 ADI 亚诺德半导体、TI 德州仪器、瑞萨半导体、NXP 恩智浦半导体等。国内该领域多为初创企业，如 MINIEYE, Momenta、51VR、中科慧眼等。

公司 ADAS 项目拟采用全球感知技术领先公司 Mobileye 最新的 EQ4 芯片，结合公司自主研发的目标融合与决策控制算法，配合公司下一代线控制动系统 (WCBS2.0) 为客户提供高级别的 ADAS 系统集成功能。公司在 EPB、ABS、ESC、线控制动等产品的研发过程中，积累了相关经验，为后续开发 ADAS 系统的算法提供的良好的基础。

Mobileye 是一家以色列生产协助驾驶员在驾驶过程中保障乘客安全和减少交通事故的视觉系统的公司。公司在单目视觉高级驾驶辅助系统 (ADAS) 的开发方面走在世界前列，提供系统搭载芯片和计算机视觉算法，例如车道偏离警告 (LDW)、基于雷达视觉融合的车辆探测、前部碰撞警告 (FCW)、车距监测 (HMW)、行人探测、智能前灯控制 (IHC)、交通标志识别 (TSR)、自适应巡航控制 (ACC) 等。2017 年英特尔以每股 63.54 美元现金收购 Mobileye，公司市值约 153 亿美元。

执行层面：主要是执行决策层面下达的指令。执行层面相对感知层面及认知层面技术难度更低一些，因此该领域内国内零部件公司可通过将电子信号引入执行机构从而实现零部件电子化升级，进而切入智能驾驶领域，如 EPS 电子助力转向、IBS 智能刹车系统等。

目前伯特利已经掌握核心技术，有深厚积淀，公司的 EPB、ABS、ESC 等都已经量产，线控制动系统目前已经开发完成正在做测试。伯特利是全球范围内掌握 ONE-BOX 线控制动技术的少数几家厂商之一。

我们认为伯特利中长期来看有望成为 ADAS 系统集成供应商，届时公司成长天花板将大幅提升。

6. 投资建议

线控制动未来大规模应用的必然性及其优势：智能化与电动化这两大趋势将推动线控制动替换传统液压制动系统。线控制动是自动刹车辅助系统 (AEB) 等智能驾驶系统的硬件基础，同时可以解决真空助力器真空度不足问题，并且能量回收效率高，有利于提高电动车续航里程。与传统液压制动系统相比，线控制动系统除了上面提到的实现智能刹车，摆脱真空度依赖的优点外，还具有响应时间短、体积小、重量轻、可扩展性强、可以快速定制化刹车系统等优点。

线控制动技术发展趋势：机械式线控制动系统 (EMB) 是最理想的线控制动技术，可将响应时间进一步缩短到 100ms 以下，所以说线控制动中长期趋势是机械式线控制动系统 (EMB) 替代液压式线控制动系统 (EHB)。但是目前机械式线控制动系统 (EMB) 技术

难度很大，商业化普及还尚需时日，短期内将以液压式线控制动系统（EHB）替代传统液压制动系统为主。

“ONE-BOX”技术方案有望成为未来的主流。 液压式线控制动系统（EHB）根据集成度的高低，分为了 TWO-BOX 和 ONE-BOX 两种技术方案。ONE-BOX 的集成程度高于 TWO-BOX。由于集成度更高，“ONE-BOX”方案在体积、重量上占优，并且其售价一般低于“TWO-BOX”方案（例如伯特利的 ONE-BOX 产品售价低于 2000 元，但是博世 iBooster+ESP 的售价在 2000-2500 元左右），更有利于替换传统液压制动系统，有望成为未来的主流技术方案。

而 ONE-BOX 方案集成 ESC 功能，要求必须有 ESC 的研发基础，而国内量产 ESC 的只有伯特利和万向钱潮等少数企业。 没有 ESC 技术储备的公司开展 ONE-BOX 方案的研发将非常难，因此，国内拿森电子、同驭汽车、英创汇智只能发布伺服电机及减速装置的产品（TWO-BOX），目前只有伯特利发布了 ONE-BOX 方案的线控制动产品。

伯特利 2019 年发布 ONE-BOX 方案的线控制动产品，预计 2020 年年底小批量量产。 公司深耕制动系统 15 年，成立之初主要做制动器，并陆续自主研发了 ABS、EPB、ESC 等产品，成为国内制动领域产品覆盖面最广的公司，这些产品研发为公司开发集成式线控制动系统打下了深厚的基础。

伯特利是目前唯一一家发布集成式线控制动系统的自主品牌，并且投产时间和国外巨头接近，精准卡位，产品指标比肩国际巨头。 国内企业拿森电子、英创汇智、同驭汽车、亚太科技等公司 18-19 年只是发布基于 TWO-BOX 的线控制动技术，少量配套国内自主品牌新能源车型。拓普集团等公司尚在研发中，并未公布其采用的技术路线。2020 年 5 月，公司公告拟发行可转债用于扩建公司产能，并开展 WCBS 2.0 研发，研发预算总额为 5028.5 万元。WCBS 2.0 将在第一代线控制动系统基础上，在冗余制动技术、直线传动技术、系统集成度、AUTOSAR 软件技术以及功能安全方面进一步攻关。

在线控制动系统基础上打造智能驾驶系统，有望成为 ADAS 系统集成供应商，届时公司成长天花板将大幅提升。 ADAS 主要包括传感器感知层面、识别及算法决策层面及操控系统执行层面等。操控系统执行层面，目前伯特利已经掌握核心技术，有深厚积淀，公司的 EPB、ABS、ESC 等都已经量产，线控制动系统目前已经开发完成正在做测试，而伯特利是全球范围内掌握线控制动技术的少数几家厂商之一。传感器层面，公司积极布局，进行车载前视摄像头的研发。算法识别层面，公司在 EPB、ABS、ESC、线控制动等产品的研发过程中，积累了相关经验，为后续开发 ADAS 系统的算法提供了良好的基础。公司 ADAS 项目拟采用全球感知技术领先公司 Mobileye 最新的 EQ4 芯片，结合公司自主研发的目标融合与决策控制算法。

投资建议： 公司聚焦汽车制动，产品持续升级。短期受益于 EPB 渗透率提升和轻量化产品放量，中长期在线控制动系统基础上打造智能驾驶系统，有望成为 ADAS 系统集成供应商。保守预计公司 2020-2022 年总营收依次为 33.56、38.93、44.16 亿元，增速依次为 6.3%、16.0%、13.4%，归母净利润依次为 4.96、5.93、6.85 亿元，增速依次为 23.7%、19.3%、15.7%，当前市值 142 亿元，对应 PE 依次为 28.7、24.0、20.8 倍，维持“强烈推荐”评级。

7. 风险提示

新产品推进不及预期；新客户拓展不及预期；汽车销量不及预期；产品研发进度不及预期。

附：盈利预测表

利润表						主要财务指标					
单位:百万元											
会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E	会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
营业收入	2602.49	3156.61	3355.98	3892.64	4415.74	成长能力					
营业成本	1962.52	2338.25	2484.94	2857.01	3221.44	营业收入增长	7.6%	21.3%	6.3%	16.0%	13.4%
营业费用	55.70	72.39	73.83	85.64	97.15	营业成本增长	5.7%	19.1%	6.3%	15.0%	12.8%
管理费用	57.61	68.56	70.48	81.75	92.73	营业利润增长	-8.3%	51.7%	20.9%	19.3%	15.7%
研发费用	101.37	127.49	134.24	155.71	176.63	利润总额增长	-8.1%	51.2%	20.9%	19.3%	15.7%
财务费用	10.88	-17.44	0.00	0.00	0.00	净利润增长	-14.3%	69.2%	23.7%	19.3%	15.7%
其他收益	29.79	56.76	62.44	68.68	75.55	获利能力					
投资净收益	3.90	4.58	5.04	5.54	6.10	毛利率(%)	24.6%	25.9%	26.0%	26.6%	27.0%
营业利润	349.00	529.32	639.73	763.30	882.82	销售净利率(%)	11.6%	14.4%	16.4%	16.9%	17.2%
营业外收支	-0.04	-1.79	-1.97	-2.17	-2.38	ROE(%)	14.6%	18.5%	18.6%	18.2%	17.5%
利润总额	348.97	527.53	637.76	761.13	880.44	ROIC(%)	17.9%	32.1%	42.8%	64.1%	91.1%
所得税	47.23	71.64	86.10	102.75	118.86	营运效率					
少数股东损益	64.45	54.38	55.17	65.84	76.16	销售费用/营业收入	2.1%	2.3%	2.2%	2.2%	2.2%
净利润	237.28	401.51	496.50	592.54	685.42	管理费用/营业收入	2.2%	2.2%	2.1%	2.1%	2.1%
						研发费用/营业收入	3.9%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
						财务费用/营业收入	0.4%	-0.6%	0.0%	0.0%	0.0%
						投资收益/营业利润	1.1%	0.9%	0.8%	0.7%	0.7%
						所得税/利润总额	13.5%	13.6%	13.5%	13.5%	13.5%
						应收账款周转率	1.69	2.01	1.85	1.93	1.89
						存货周转率	6.27	6.87	6.57	6.72	6.65
						流动资产周转率	1.09	1.05	0.89	0.82	0.74
						总资产周转率	0.82	0.80	0.69	0.66	0.61
						偿债能力					
						资产负债率(%)	42.4%	43.1%	36.6%	33.4%	28.1%
						流动比率	2.11	2.03	2.56	2.89	3.62
						速动比率	1.61	1.78	2.29	2.61	3.31
						每股指标 (元)					
						EPS	0.58	0.98	1.22	1.45	1.68
						每股净资产	4.67	5.49	6.61	8.02	9.65
						每股经营现金流	-0.01	2.44	1.66	2.47	2.49
						每股经营现金/EPS	-0.01	2.48	1.37	1.70	1.48
						估值比率					
						P/E	60.02	35.47	28.69	24.04	20.78
						PEG	3.06	2.82	1.47	0.81	1.11
						P/B	7.47	6.34	5.27	4.35	3.61
						EV/EBITDA	34.16	23.22	19.33	15.63	12.92
						EV/SALES	5.47	4.32	3.90	3.17	2.62
						EV/IC	6.13	5.22	4.24	3.34	2.64
						ROIC/WACC	1.80	3.22	4.30	6.39	9.03
						REP	3.40	1.62	0.99	0.52	0.29

资产负债表					
单位:百万元					
会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
流动资产	2759.86	3247.02	4259.03	5226.59	6761.27
货币资金	591.75	1192.84	1800.40	2660.58	3540.48
应收票据及应收账款合计	1505.66	1643.06	1986.95	2051.44	2624.68
其他应收款	7.84	8.89	7.69	12.22	9.97
存货	342.03	338.64	417.68	432.52	536.93
非流动资产	831.74	1079.82	1074.60	1161.00	1227.29
固定资产	644.35	839.19	831.58	904.85	960.82
资产总计	3591.60	4326.84	5333.63	6387.59	7988.56
流动负债	1305.01	1601.77	1660.76	1807.47	1866.53
短期借款	227.00	120.69	166.98	161.55	156.55
应付账款	967.55	1279.45	1307.83	1419.91	1453.36
非流动负债	219.52	263.46	290.59	328.91	374.69
长期借款	65.00	49.00	38.60	31.89	23.62
负债合计	1524.54	1865.23	1951.35	2136.39	2241.21
股东权益	2067.06	2461.61	2972.42	3614.46	4355.61
股本	408.56	408.56	408.56	408.56	408.56
留存收益	825.28	1202.28	1643.61	2170.32	2779.58
少数股东权益	160.37	216.88	272.05	337.89	414.05
负债和股东权益	3591.60	4326.84	5333.63	6387.59	7988.56

现金流量表					
单位:百万元					
会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
经营活动现金流	368.98	757.68	677.96	1007.70	1015.98
其中营运资本减少	-372.14	485.20	56.53	270.86	163.70
投资活动现金流	-435.50	-0.15	-64.55	-164.86	-157.00
资本支出	144.53	263.96	-21.14	68.66	46.38
筹资活动现金流	526.39	-168.17	-5.85	17.33	20.92
现金净增加额	460.53	590.31	607.56	860.18	879.91

研究员承诺

本人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，在执业过程中恪守独立诚信、勤勉尽职、谨慎客观、公平公正的原则，独立、客观地出具本报告。本报告反映了本人的研究观点，不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于 2017 年 7 月 1 日起正式实施。因本研究报告涉及股票相关内容，仅面向长城证券客户中的专业投资者及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者。若您并非上述类型的投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研究报告中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

免责声明

长城证券股份有限公司（以下简称长城证券）具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格。

本报告由长城证券向专业投资者客户及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者客户（以下统称客户）提供，除非另有说明，所有本报告的版权属于长城证券。未经长城证券事先书面授权许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布，亦不得作为诉讼、仲裁、传媒及任何单位或个人引用的证明或依据，不得用于未经允许的其它任何用途。如引用、刊发，需注明出处为长城证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，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他人作出邀请。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。在任何情况下，本公司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。

长城证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。长城证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

长城证券版权所有并保留一切权利。

长城证券投资评级说明**公司评级：**

强烈推荐——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅 15%以上；
推荐——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于 5%~15%之间；
中性——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于-5%~5%之间；
回避——预期未来 6 个月内股价相对行业指数跌幅 5%以上。

行业评级：

推荐——预期未来 6 个月内行业整体表现战胜市场；
中性——预期未来 6 个月内行业整体表现与市场同步；
回避——预期未来 6 个月内行业整体表现弱于市场。

长城证券研究所

深圳办公地址：深圳市福田区福田街道金田路 2026 号能源大厦南塔楼 16 层

邮编：518033 传真：86-755-83516207

北京办公地址：北京市西城区西直门外大街 112 号阳光大厦 8 层

邮编：100044 传真：86-10-88366686

上海办公地址：上海市浦东新区世博馆路 200 号 A 座 8 层

邮编：200126 传真：021-31829681

网址：<http://www.cgws.com>