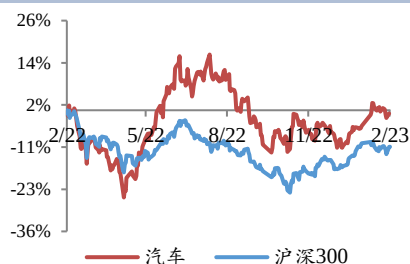


插混技术日趋成熟，带动上游增量部件

行业评级：增 持

报告日期：2023-02-21

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：尹沿枝

执业证书号：S0010520020001

电话：021-60958389

邮箱：yinyj@hazq.com

相关报告

1.《关于组织开展公共领域车辆全面电动化先行区试点工作的通知》事件点评 2023-02-05

主要观点：

新能源渗透率快速提升，补贴退坡影响有限

2022 年新能源车市场表现超年初预期，销量达 688.66 万辆，渗透率提前实现工信部 2025 年规划，《节能减排路线图 2.0》和双积分政策共同推动乘用车市场电动化转型，达到 25.64%，预计 2023 年补贴退坡之后，新能源车市场依旧保持较高增速。

插混成为市场新宠，消费者认可度快速提升

插电式混动车型销量连续两年实现超过 140% 的同比增长，相比燃油车，插混车型具备使用成本低等优点，相比纯电车，插混车型具备售价低、无里程焦虑等优点。消费者认可度快速提高，国内各大主机厂密集发布插混车型满足消费者多样化需求。

串并联成为国内主流混动技术

根据电机位置 and 不同电机位置组合方式，混动技术可分为串联、并联、串并联、功率分流四条路线，在功率分流架构方面，丰田的行星齿轮功率分流专利和行星齿轮加工制造难度限制了国内自主厂商的跟进，在 P2 电机架构上，欧美厂商擅长的离合器技术和换挡拨叉的控制平顺性技术是国内车企自主研发难以解决的问题，多因素最终促使 P1+P3 的串并联结构成为今天国内主流混动技术路线。

自主混动技术百家争鸣，行业迎来黄金期

国内各大主机厂均在积极布局混动领域，目前主要混动系统有比亚迪 DM 混动系统、长城混动（柠檬和 P2/P2+P4）、吉利混动（雷神混动和 GHS1.0 混动）、广汽 GMC 混动、奇瑞鲲鹏 e+、长安蓝鲸 iDD 等。

混动车型快速放量带动相关供应链营收增长

与传统能源车相比，混动产业链涉及的增量部件主要有动力电池、电机、电控、混动专用发动机、混动变速器等，混动专用发动机及其增量部件主要包括电子水泵、电子油泵、低压冷却 EGR、涡轮增压器、集成油冷器、PRV 膜片式单向阀、电控活塞冷却喷嘴、电控增压器、VVT，混动专用电机方面的增量部件主要为扁线电机，电控方面的增量部件包括逆变器、控制器等部件。

投资建议

混动市场受益于国家节能减排政策推动及新能源车市场的高速渗透，将成为汽车产业实现电动化转型的核心增量，主机厂积极拓展混动车型，上游混动增量部件市场广阔。建议关注，发动机冷却泵龙头**湘油泵**、**飞龙股份**；汽车热管理行业领先企业**三花智控**；国内唯一具备研发、燃油系统标定能力(发动机、整车)的 EGR 生产企业**隆盛科技**；驱

动电机制造企业**方正电机**、**宁波双林**、**巨一科技**、**精进电动**、**正海磁材**；扁线电机关键零部件扁线的生产企业**精达股份**、**长城科技**、**金杯电工**；电控系统包括**英搏尔**、**汇川技术**、**菱电电控**；变速箱及零部件领域包括**万里扬**、**双环传动**、**德尔股份**。

风险提示

经济复苏态势不及预期，电动化进程不及预期，混动平台技术优化不及预期，零部件厂商产能释放不及预期。

正文目录

1 插混车型成为国内主流选择	5
1.1 2022 年新能源车型渗透率增长超预期.....	5
1.2 插混车型优势明显	7
1.3 插混方案成为主机厂主流选择.....	10
2 插电式混动总成技术发展趋势.....	10
2.1 混动架构电机位置分布	10
2.2 混动联结方式	12
3 自主混动技术百家争鸣	16
3.1 比亚迪：DM-I 和 DM-P 双平台战略	16
3.2 吉利：EPRO 混动+雷神智擎 Hi·X 混动	17
3.3 广汽：钜浪双混动技术路线.....	18
3.4 上汽：超级电驱 EDU G2 PLUS	19
3.5 长城：柠檬混动 DHT	20
3.6 奇瑞：DP-I 智能混动系统.....	21
3.7 长安：蓝鲸 IDD.....	21
4 混动增量部件市场广阔	22
4.1 混动专用发动机及增量部件.....	22
4.2 混动适配电机	23
4.3 电机控制器	24
4.4 混动专用变速器	25
风险提示：	26

图表目录

图表 1	2016-2022 年新能源车渗透率变化	5
图表 2	2022 年新能源车型渗透率月变化	5
图表 3	新能源车型中纯电和插混车型占比	6
图表 4	节能与新能源汽车技术路线图 2.0	6
图表 5	新能源乘用车车型积分计算方法（2017 年 9 月发布）	7
图表 6	新能源乘用车车型积分计算方法（2020 年 6 月发布）	7
图表 7	2024-2025 年度新能源乘用车车型积分计算方法（2022 年 7 月）	7
图表 8	历年新能源政策补贴变化	8
图表 9	新能源车型发布数量明显增加	9
图表 10	不同车型使用成本对比	9
图表 11	电机 P0-P4 位置分布	11
图表 12	不同联结方式优缺点对比	13
图表 13	丰田普锐斯动力分流装置	13
图表 14	丰田 THS 行星齿轮总成	13
图表 15	输入式功率分流系统结构	14
图表 16	输出式功率分流系统在低速行驶时变速器内功率流向	14
图表 17	复合式功率分流系统结构	15
图表 18	不同功率分流方案对比	15
图表 19	混动架构发展现状	16
图表 20	比亚迪混动技术发展历程	17
图表 21	吉利雷神智擎 Hi·X 混动外观	18
图表 22	广汽钜浪混动结构图	19
图表 23	第二代 EDU 电驱系统结构图	20
图表 24	柠檬混动 DHT 动力总成	20
图表 25	奇瑞混动专用高效发动机	21
图表 26	长安蓝鲸 IDD 混动系统	22
图表 27	汽油 EGR 阀	23
图表 28	涡轮增压器零部件	23
图表 29	2021 年全球不同车型驱动电机数量占比	24
图表 30	不同类型电机使用量测算	24
图表 31	新能源车电控厂商	25

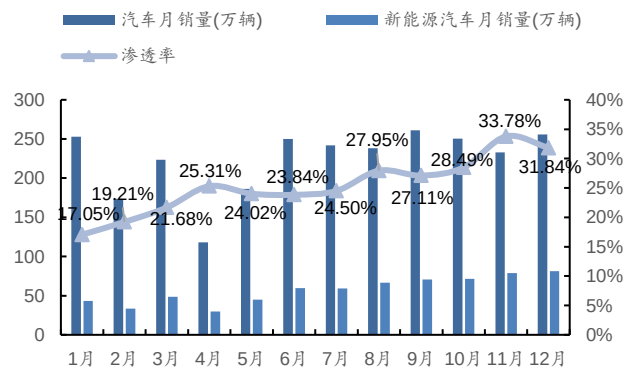
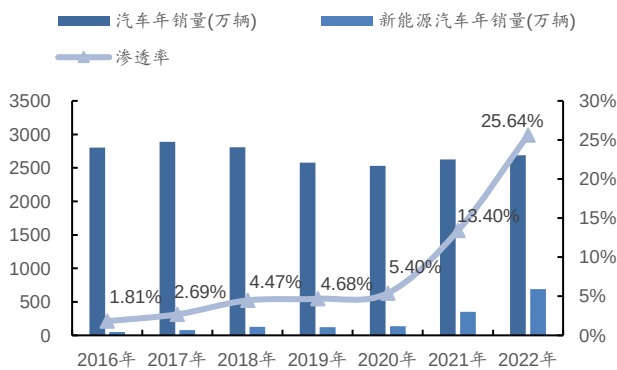
1 插混车型成为国内主流选择

1.1 2022 年新能源车型渗透率增长超预期

2022 年，新能源车市场表现超年初预期，全年销量规模达 688.66 万辆，新能源车市场渗透率超过 25%。根据中国汽车工业协会数据，2022 年全年，国内汽车市场总销量为 2686.4 万辆，其中新能源车型（包括纯电车型、插混车型、增程式车型、燃料电池车型）销量为 688.66 万辆，相比 2021 年接近翻倍，新能源车型的渗透率达到 25.64%。如果按月来看，2022 年全年，新能源车销量渗透率明显呈现逐月上升趋势，11 月份和 12 月份渗透率均超过 30%，预期 23 年渗透率将继续保持提升。新能源汽车零售渗透率的提升，对新能源车企业的信心有不小的提振作用，新能源车体量规模大幅提升将对燃油车市场带来较大冲击，导致燃油车市场规模下降，新能源汽车市场竞争力进一步提升，电动化普及时代将加速到来。

图表 1 2016-2022 年新能源车渗透率变化

图表 2 2022 年新能源车渗透率月变化

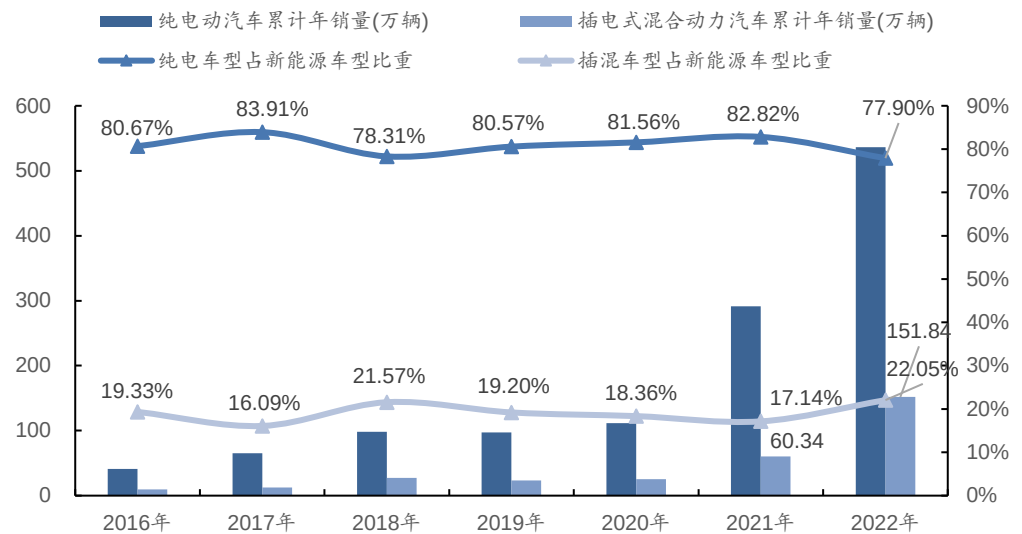


资料来源：中国汽车工业协会，Wind，华安证券研究所

资料来源：中国汽车工业协会，Wind，华安证券研究所

2023 年，插混车型销量将持续爆发增长，市场关注度将持续提升。根据中汽协数据，2022 年 1-12 月的新能源车销量中，纯电车型销量为 536.49 万辆，占新能源车销量比重为 77.90%，插电式混动车型销量为 151.84 万辆，占新能源车销量比重为 22.05%，其中，插电式混动车型 2021 年销量增长率为 140.38%，2022 年增长率达到 151.64%，可以预见，2023 年插混车型销量将继续出现超过 140% 的复合增长率，其在新能源车销量中的占比也将持续提升。

图表 3 新能源车型中纯电和插混车型占比



资料来源：中国汽车工业协会，Wind，华安证券研究所

相比纯电路线，政策导向将使混动汽车收益更多，配合双积分政策，混动汽车迎来高增长黄金时期。工信部《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》规划到 2025 年，新能源汽车占总销量 20% 左右，混动车占传统能源车销量的 50% 以上。2022 年，新能源车型渗透率已达到 25.64%，提前实现 2025 规划任务，而 22 年的混动车型销量仅占传统能源车销量的 7.59%，未来三年，混动车型市场上升空间仍然非常可观。《路线图 2.0》规划到 2030/2035 年，混动新车年销售量占传统能源乘用车比例分别达到 75% 以上/100%，由此可见，混动汽车市场尚处于市场快速扩张阶段。《技术路线图 2.0》指出全面混动化方向，用“全面电驱动计划”代替“禁燃时间表”，到 2035 年，新能源汽车、混动新车与传统能源节能车年销量占比分别为 2:1:1，汽车产业实现电动化转型。

图表 4 节能与新能源汽车技术路线图 2.0



资料来源：工信部，北极星氢能网，华安证券研究所

在补贴退坡之后，双积分政策有效助力乘用车燃料消耗量逐年下降和新能源汽车产销快速增长，为产业稳增长和高质量发展提供了有力支撑。新能源积分政策旨在引导传统车企进行新能源汽车生产，在新能源汽车积分政策下，企业所生产的新能源乘用车数量越大，企业所能获得的新能源汽车积分越多，反之，则出现负积分，这极大促进了节能汽车的技术进步和新能源汽车产业化推广。2020年6月新版双积分政策规定“2019年度、2020年度、2021年度、2022年度、2023年度的新能源汽车积分比例要求分别为10%、12%、14%、16%、18%”，2019-2023年积分比例每年稳定增长2%，2024-2025年每年大幅增长10%，插混车标准车型积分不断下调，2021-2023年度、2024-2025年度插混车标准车型积分较上一阶段分别下调20%、37.5%，与纯电车积分差距缩小，推动插混车市场不断扩大。

图表 5 新能源乘用车车型积分计算方法（2017 年 9 月发布）

新能源乘用车车型积分计算方法（2017年9月发布）		
车辆类型	标准车型积分	备注
纯电动乘用车	$0.012 \times R + 0.8$	(1) R为电动汽车续驶里程（工况法），单位为km。 (2) P为燃料电池系统额定功率，单位为kW。 (3) 标准车型积分上限为5分。 (4) 车型积分计算结果按四舍五入原则保留两位小数。
插电式混合动力乘用车	2	
燃料电池乘用车	$0.16XP$	

资料来源：工信部，华安证券研究所

图表 6 新能源乘用车车型积分计算方法（2020 年 6 月发布）

新能源乘用车车型积分计算方法（2020年6月发布）		
车辆类型	标准车型积分	备注
纯电动乘用车	$0.0056XR + 0.4$	(1) R为电动汽车续驶里程（工况法），单位为km。 (2) P为燃料电池系统额定功率，单位为kW。 (3) 当R小于100时，标准车型积分为0分；100≤R<150时，标准车型积分为1分。 (4) 纯电动乘用车标准车型积分上限为3.4分，燃料电池乘用车标准车型积分上限为6分。 (5) 车型积分计算结果按四舍五入原则保留两位小数。
插电式混合动力乘用车	1.6	
燃料电池乘用车	$0.08XP$	

资料来源：工信部，华安证券研究所

图表 7 2024-2025 年度新能源乘用车车型积分计算方法（2022 年 7 月）

2024—2025年度新能源乘用车车型积分计算方法		
车辆类型	标准车型积分	备注
纯电动乘用车	$0.0034 \times R + 0.2$	(1) R为电动汽车续驶里程（工况法），单位为km。 (2) P为燃料电池系统额定功率，单位为kW。 (3) 当R小于100时，标准车型积分为0分；100≤R<150时，标准车型积分为0.6分。 (4) 纯电动乘用车标准车型积分上限为2.3分，燃料电池乘用车标准车型积分上限为5分。 (5) 车型积分计算结果按四舍五入原则保留两位小数。
插电式混合动力乘用车	1	
燃料电池乘用车	$0.06 \times P$	

资料来源：工信部，华安证券研究所

1.2 插混车型优势明显

插混车型综合了传统车和纯电车的优点，系列优势获得消费者认可。我国新能源汽车产业体量不断壮大，新能源乘用车市场已经颇具规模，随着新能源车型渗透率快速提升，当前新能源汽车消费市场已经形成了体量级的消费需求，消费者已逐渐接受新能源车型。

1.2.1 新能源补贴政策退坡影响有限

补贴政策退坡影响有限，新能源车型销量持续保持高增长。我国对新能源汽车的消费补贴大致经历了三个发展阶段，第一阶段为补贴提振消费阶段，第二阶段为补贴始退坡阶段，第三阶段为补贴大幅下滑、行业自主发展阶段。自2014年起，随着车企对新能源汽车的重视程度提高以及技术投入增加，国家对新能源的补贴逐渐开始退坡，此后在2016-2019年间，新能源补贴政策开始大幅下降，国内新能源汽车在历经技术持续革新和供应链成本下降之后，于2020年开始进入高质量发展阶段。在国家10多年引导发展之后，国内车企新能源技术逐渐成熟，新能源车型价格已逐渐接近传统燃油车价格，公众对新能源车的接受程度已大幅提升，2021年补贴如期温和退坡之后，新能源汽车市场受补贴影响明显较小。2022年是新能源车型销量大爆发的一年，补贴对新能源车型销量的拉动作用明显减弱，以五菱宏光MINI等不享受补贴的热门车型为例，即便没有补贴，车型销量依旧火爆。因此，我们认为，2023年补贴政策退坡影响有限，新能源车型销量将继续维持高速增长状态。

图8 历年新能源政策补贴变化

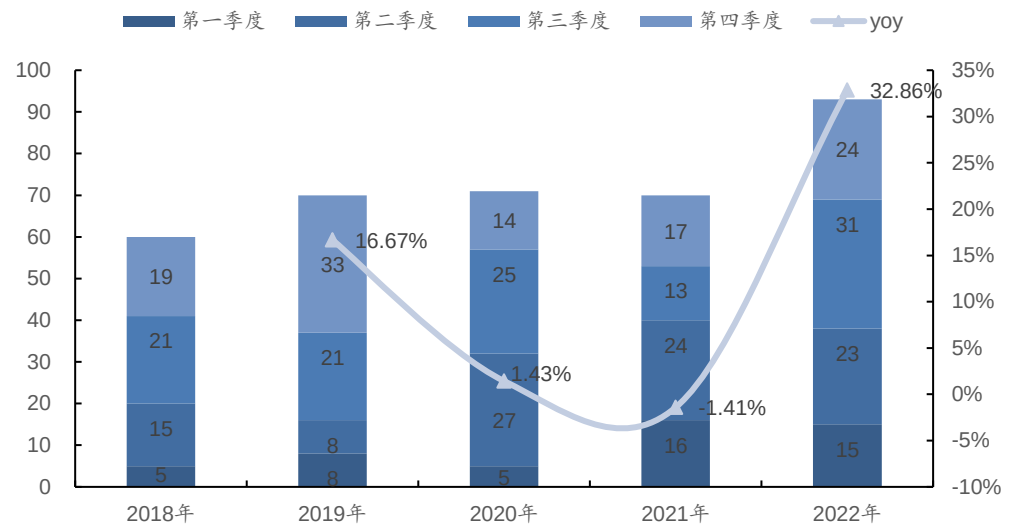
特点	时间	政策/重点事件	补贴标准	纯电乘用车	插电乘用车	纯电客车	插电客车	专用车
补贴提振消费阶段	2009年-2012年	《关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知》	根据动力电池组能量确定	最高6万	最高5万	最高50万	最高42万	
补贴始退坡阶段	2013年	《关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知》	2014年和2015年，A/B/C补助标准在2013年标准基础上分别下降10%和20%	最高6万	3.5万	最高50万	25万	最高15万
	2014年	《关于进一步做好新能源汽车推广应用工作的通知》	A/B/C在2013年标准基础上下降5%	最高5.7万	3.3万	最高47.5万	23.8万	最高14.3万
	2015年	应用工作的通知	A/B/C在2013年标准基础上下降10%	最高5.4万	3.2万	最高45万	22.5万	最高13.5万
补贴大幅下滑、行业自主发展阶段	2016年	《关于2016-2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》	除燃料电池汽车外，2017-2018年补助标准在2016年基础上下降20%，2019-2020年补助标准在2016年基础上下降40%	最高5.5万	3万	最高50万	最高25万	
	2017年	《关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	除燃料电池汽车外，各类车型2019-2020年在现行标准基础上退坡20%	最高4.4万	2.4万	非快充：最高30万 快充：最高20万	最高15万	最高15万
	2018年	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	/	最高5万	2.2万	非快充：最高18万 快充：最高13万	最高7.5万	最高10万
	2019年	《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	补贴政策大幅退坡，在2018年基础上平均退坡50%	最高2.5万	1万	非快充：最高9万 快充：6.5万	最高3.8万	最高5.5万
高质量发展阶段	2020年	《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	2020年补贴标准不退坡，2021-2022年补贴标准分别在上一基础上退坡10%、20%	最高2.25万	0.85万	非快充：最高9万 快充：最高6.5万	最高3.8万	
	2021年	《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	2022年，新能源汽车补贴标准在2020年基础上退坡20%；为推动公共交通等领域车辆电动化，城市公交、道路客运、出租(含网约车)、环卫、城市物流配送、邮政快递、民航机场以及党政机关公务领域符合要求的车辆，补贴标准在2020年基础上退坡10%	非公领域：最高1.8万 公共领域：最高2.25万	非公领域：0.68万 公共领域：0.9万	非公领域：非快充：最高7.2万 快充：最高5.2万 公共领域：非快充：最高8.1万 快充：最高5.85万	非公领域：最高3.04万 公共领域：最高3.42万	

资料来源：财政部，工业和信息化部，华安证券研究所

1.2.2 新发车型较多、消费者选择多

随着车企密集推出新能源新车型，叠加优惠补贴政策，将有力助推新能源汽车保有量快速增长。根据崔东树公布的数据，2022年，国内推出93款新能源车型发布，相对于历年的70款左右的水平，大幅的增长，尤其第三、四季度新车型发布数量持续保持高位，分别发行31/24款新车型，而2021年国内汽车市场仅发布70款新能源车型，增长率高达32.86%，大量的新能源车型发布给予了消费者更多样化的选择。

图表 9 2022 年新能源车型发布数量明显增加



资料来源：崔东树，华安证券研究所

1.2.3 市区行驶有优势

插电式混动车型兼顾了燃油和纯电动车的优势，成为消费者的热门选择。根据对易车网 1607 款车型（包括同款车型不同版本，仅包含乘用车）数据整理，汽油车百公里能耗成本约 57.93 元，而插混车、增程式车、纯电车的百公里使用成本均为 20 元出头（不考虑馈电油耗），以插混车和增程式日常使用 30%耗油和 70%耗电的权重来计算，插混车和增程式车型的能耗成本接近燃油车的三分之一，日常插电使用确实会节约很大成本，纯电行驶每公里成本接近 2 毛，而燃油车每公里的成本近 6 毛。此外，插电混动车与传统车使用习惯接近，除动能回收功能之外，其他基本一样，习惯使用传统车的消费者可以选择混动车。

图表 10 不同车型使用成本对比

类型	汽油车	插混车	增程式	纯电车
车款数量（款）	591	77	16	923
燃油标号	92号	92号	92号	
百公里平均油耗WLTC（L）	7.40	1.43	1.16	
百公里平均耗电量（kWh）		16.88	16.70	13.41
92号汽油单价（2023/1/1）（元/升）		7.83		
电单价（元/度）		1.5		
百公里能耗成本（元）	57.93	21.07	20.27	20.12
一年15000km（元）	8689.26	3161.16	3039.86	3018.09
五年75000km（元）	43446.29	15805.78	15199.28	15090.44
平均每公里成本（元/公里）	0.58	0.21	0.20	0.20

1. 插混和增程车不考虑馈电油耗；
2. 汽油车、插混、增程车仅选取92号燃油车款；
3. 插混车和增程式车型的能耗成本计算权重为：燃油0.3，电能0.7。

资料来源：易车网，华安证券研究所

1.3 插混方案成为主机厂主流选择

从国内混动车型发展路径来看，国内造车新势力普遍选择了纯电或者增程式混动路线，如理想、蔚来等，而传统主机厂普遍选择插电式混动路线，如比亚迪、吉利、广汽、上汽等，造成这种格局的主要原因在于 2019 年发改委出台的《汽车产业投资管理规定》中明确规定“新建汽车发动机企业投资项目企业法人应具备较强研发能力，研制的产品主要技术指标达到行业领先水平。新建汽车发动机企业和现有企业新增发动机产品投资项目，发动机产品应满足国家最新汽车排放标准相应要求。”对于新入场的造车新势力而言，插电式混动车型关键零部件发动机技术壁垒较高，企业研发能力难以获得插混车型项目投资准入标准，因而，没有传统燃油发动机技术积累的造车新势力只能退而求其次选择与其他发动机制造商合作，在增程式电动车型上发力。而具有发动机研发能力的传统主机厂则利用雄厚的技术积累，发挥原有技术优势，在插电式混动方向开拓市场。

2 插电式混动总成技术发展趋势

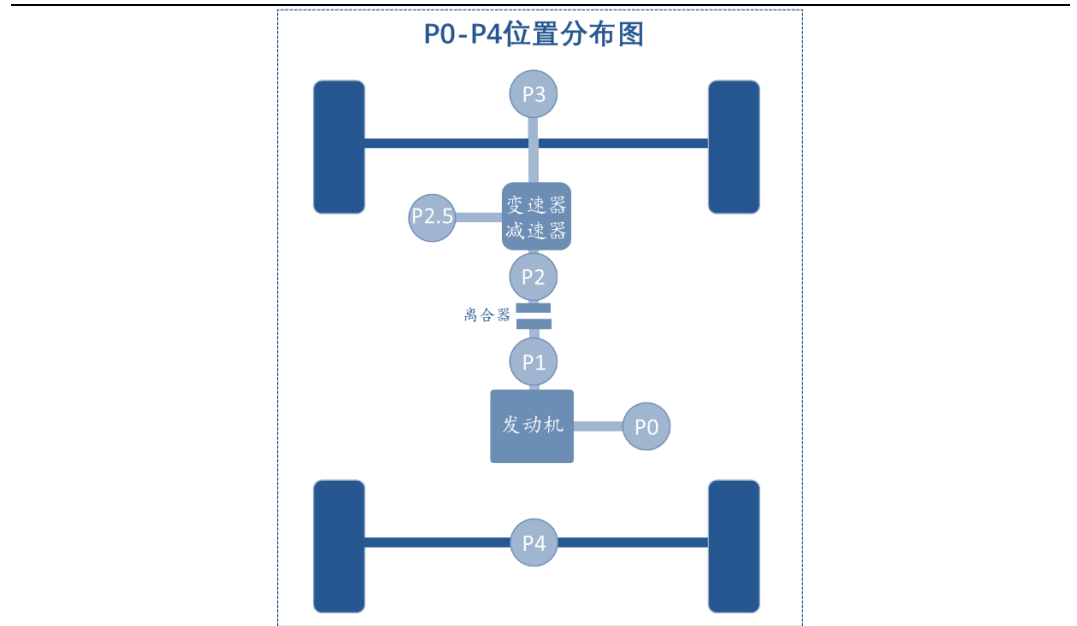
多因素促使 **P1+P3** 的串并联结构成为国内主流混动技术路线。根据电机位置不同和不同电机位置的组合方式，混动车型动力系统架构有多种技术路线。国内自主品牌混动技术的发展是扬长避短的过程，在功率分流架构方面，丰田的行星齿轮功率分流专利和行星齿轮加工制造难度限制了国内自主厂商的跟进，在 **P2** 电机架构上，欧美厂商擅长的离合器技术和换挡拨叉的控制平顺性技术是国内车企自主研发难以解决的问题，多因素最终促使 **P1+P3** 的串并联结构成为今天国内主流混动技术路线。

2.1 混动架构电机位置分布

不同位置的电机扮演着不同的角色，发挥的作用与车辆能耗、动力性有直接关系。在混合动力汽车中，按电机位置的不同可分为 **P0-P4** 和 **PS** 架构，**PS** 架构即 **P2.5** 的位置，从 **P0** 到 **P4**，电机的位置离驱动轮端越来越近，与发动机越来越远，即电机动力传递到轮端的传递路径越来越短、传递效率越来越高，同时电机与发动机的解耦程度越高。

- **P0** 电机置于变速器之前，**BSG** 电机和 **HSG** 电机集成在发动机皮带上；
- **P1** 电机置于变速器之前，安装在发动机曲轴上，在 **K0** 离合器之前，**ISG** 电机通常置于 **P1** 或 **P2** 位置；
- **P2** 电机置于变速箱的输入端，在 **K0** 离合器之后；
- **P3** 电机置于变速器的输出端，由皮带、齿轮或与发动机同轴连接，同源输出；
- **P4** 电机置于变速箱之后，与发动机的输出轴分离，一般驱动后轮；
- **P2.5** 是把电机放在变速器上(即由皮带或齿轮连接的)或集成在变速器内的构型。

图表 11 电机 P0-P4 位置分布



资料来源：汽车之家，华安证券研究所

2.1.1 P0 架构

P0 架构是利用皮带传动兼顾启动和发电的一体机，能够控制发动机的启停，并且还能回收发动机多余的热量。

优点是 P0 架构中可以调控发动机的转速，从而使车辆在启停、怠速、换挡、加速等方面平顺性得到极大的改善。缺点是 P0 电机不能脱离发动机单独驱动车辆，通常担当辅助角色。P0 架构中，电机不与发动机直接相连，因此给发动机的加力和电机回收动能效率较低。P0 架构一般匹配 48V 弱混系统，目前 P0 架构系统有奥迪 SQ7 TDI 和马自达 i-Eloop 等弱混系统。

2.1.2 P1 架构

P1 架构中，电机位于发动机的曲轴后端，直接与发动机连接，在离合器之前。电机中的定子（电机的固定部分）直接放在了发动机的缸体上，电机的转子（电机的旋转部分）取代了传统的飞轮，发动机曲轴则充当了电机的转子。与 P0 结构相比，P1 结构与 P0 架构同样可以控制发动机的启停，回收多余的动能。由于直接与发动机相连，效率会更高，但是这也会导致该架构中电机无法单独驱动车轮，没有纯电行驶的能力，同时由于很难解决散热问题，因此，P1 电机无法承担长时间高功率、高负荷的工作。除了可以运用在微混和弱混系统中，还可以应用在中混系统中，目前 P1 架构系统有本田 INSIGHT、奔驰的 S400 混动系统等。

2.1.3 P2 架构

P2 架构可谓分水岭，从 P2 架构开始，之后的架构都能够单独驱动车辆工作。由于 P2 架构的布局，车辆可以形成纯电、混动、纯油这三种工作模式。由于 P2 架构可以通过离合器的分合来实现单独驱动车辆，车辆可以形成纯电、混动、纯油这三种工作模式。从布局来看，P2 架构的结构更为简单，不需要对发动机和变速器进行更改，造价也比 P1 便宜。除此之外，P2 架构的效率会有更高的效率和更高的燃油经济性。P2 架构一般情况下会与 P0 架构一起，通常不会单独存在。许多欧洲车企爱用 P2 架构，如沃尔沃等。

2.1.4 P3 架构

P3 架构中电机位于变速器之后，通常用在后驱的车上，比亚迪第二代 DM 系统就是采用了 P3 架构。相比于 P2 架构，P3 直接与传动轴相连，其纯电驱动/起步效率和动能回收效率更高。由于位于变速器之后，因此降低了对变速器承担能力的要求。缺点是它需要单独的空间放置，另外该电机无法用于启动发动机，因此需要额外的 P0 或者 P1 电机弥补这一功能，最后在纯电驱动下，电机带动前方的变速箱从而导致能量损失。

2.1.5 P4 架构

P4 架构与发动机没有任何的联系，一般不单独出现，通常会与 P0 和 P1 电机搭配出现，搭配不同的架构会出现不同的新能。优点该架构不用传动就能够实现四轮驱动、与发动机的动力可以兼容，另外后排地面没有凸起，能够带来较好的乘坐体验。缺点就是在没电时，P4 电机的架构会增加油耗。

2.1.6 P2.5 架构

P2.5 是将电机整合进入变速器，相比电动机置于发动机输出端的 P1 及变速箱输入端的 P2 形式，P2.5 在油电衔接瞬时冲击方面更具优势。相比电动机置于变速箱输出端的 P3 形式，P2.5 可将电动机的力矩通过变速箱多挡位放大，不仅能让电动机经济运行区域更广，而且选型时也可以考虑采用功率更小的电机。

优点是电动机可以做得很小巧，可以选择高转速小体积的电动机。另外，相对于 P2 的形式，因为有离合器控制发动机到变速器的动力传递，在发动机和电动机的动力融合时，可以做到更自然顺畅。缺点是 P2.5 结构本身复杂，对系统的匹配和调校也会比较复杂，比如双离合器的接合控制、发动机和电动机都作用到输出轴上进行动力融合等，如果较调不够完善，将会在变速箱内部产生明显的换挡冲击。

2.2 混动联结方式

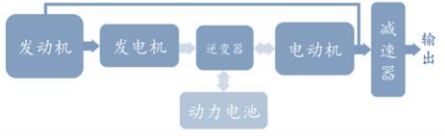
根据混合动力驱动的联结方式，混合动力系统主要分为串联式混合动力系统、并联式混合动力系统、混联式混合动力系统三类，混联式包括串并联和功率分流两种。

串联：发动机并不直接提供动力，也不能单独带动车轮，仅仅用来带动发电机为电池充电，提供电动机运行的电能。优点是结构简单，动力总成控制逻辑简单，发动机位置布置也比较自由。缺点是发动机无法直接驱动车辆，发动机通过发电机将热能转化为电能，再通过逆变器传递给电动机，该过程中能量损失较大，并且，除电动机外还需要额外的专用发电机。该连接方式常见于增程式车型。

并联：发动机和电动机与车轮均有机机械连接，都可以单独带动车轮同时也可以协同工作，共同驱动车辆。优点是可安装功率较小的电机配合发动机驱动车辆，并且极限输出功率较高。缺点是需要安装变速箱，变速箱会带来额外的功率损失。该方案多见于欧系车企的 P2 架构混动方案。

串并联：在汽车低速行驶时，以串联方式工作，当汽车高速稳定行驶时，以并联方式为主。该方案优点是能结合串联和并联的优点，车辆可在不同工况下选择相应的最佳效率工作方式。缺点是动力总成结构较为复杂，需要更多精密零部件较调发动机与驱动电机的工作配合，而且不同工况下的工作切换逻辑要求较高。国内主流的 P1+P3 方案属于该类型联结方式。

图表 12 不同联结方式优缺点对比

联结方式	结构图	优点	缺点
串联		结构简单，控制策略简单，结构布置比较自由灵活	发动机无法直接驱动车辆，能量转化效率低，除驱动电机外，还需要额外的发电机
并联		单电机，电机功率较小，成本大大降低；电机和内燃机可共同驱动车辆，极限动力输出更高	需要变速箱，变速箱会带来额外功率损失
串并联		能结合串联和并联的优点，使得能耗大幅降低	结构相对复杂，比单纯的串联/并联需要更多的精密零部件，且不同行驶状态的切换对于混动的逻辑要求相对较高

资料来源：汽车之家，华安证券研究所

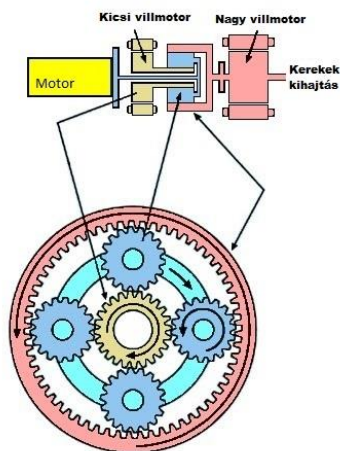
除上述三种连接方式之外，丰田汽车早在 1969 年就开始研发混合动力技术，1997 年就上市了其第一款基于行星齿轮组实现的功率分流（PS）架构车型。功率分流混动系统是把发动机的功率分为机械功率流和电功率流，然后分别将两个支流传输到车轮上驱动汽车，以提升全局效率。根据其变速器的结构不同，有输入式、输出式和复合式等三种形式，功率分流结构主要靠变速器内部的行星齿轮来实现。

图表 13 丰田普锐斯动力分流装置



资料来源：Hybrid Autopart，华安证券研究所

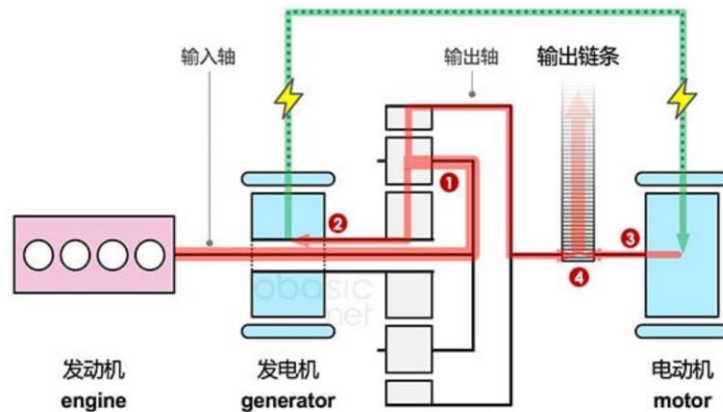
图表 14 丰田 THS 行星齿轮总成



资料来源：Hybrid Autopart，华安证券研究所

输入式功率分流是指发动机的功率在变速器输入端的行星齿轮组齿架上被分为两个部分，并分别以机械、电的形式传输至变速器出口，并在变速器上重新汇合。该架构的优点是结构简单，组成部件只有发动机、发电机、电动机及行星齿轮组；低速工况下，发动机功率大部分由发电机吸收，发动机可在最佳效率区间工作，燃油经济性有效提高，系统整体效率有效提升。缺点是高速工况下，部分功率在变速器内部循环，无法有效输出到车轮端，系统效率较低。该方案的代表车型为丰田 Prius THS。

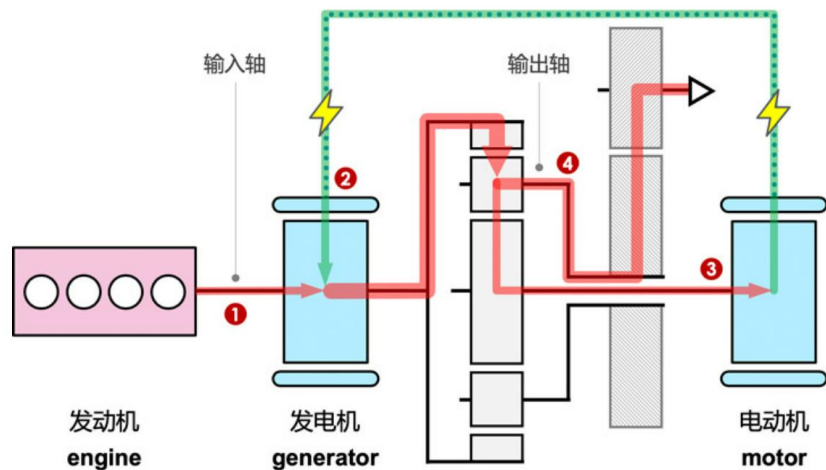
图表 15 输入式功率分流系统结构



资料来源：obasic，华安证券研究所

输出式功率分流是指发动机和电机传来的两部分功率在行星齿轮组上进行汇合，功率汇合后通过变速器的输出轴传递到车轮端。该架构的优点是高速工况下，系统整体效率较高，输出动力强劲。缺点是低速时，电动机与发电机的角色互换：电动机负责发电，而发电机负责驱动，发动机输入的功率分别传递给电动机和变速器输出轴，传递到电动机的功率转化为电能后又传递到发电机，电能再次转化为机械能传递到发动机轴上，这导致变速器内部出现无效功率反复循环，整体效率大大降低。通用汽车推出的雪佛兰沃蓝达第一代车型是该技术路线的典型代表。

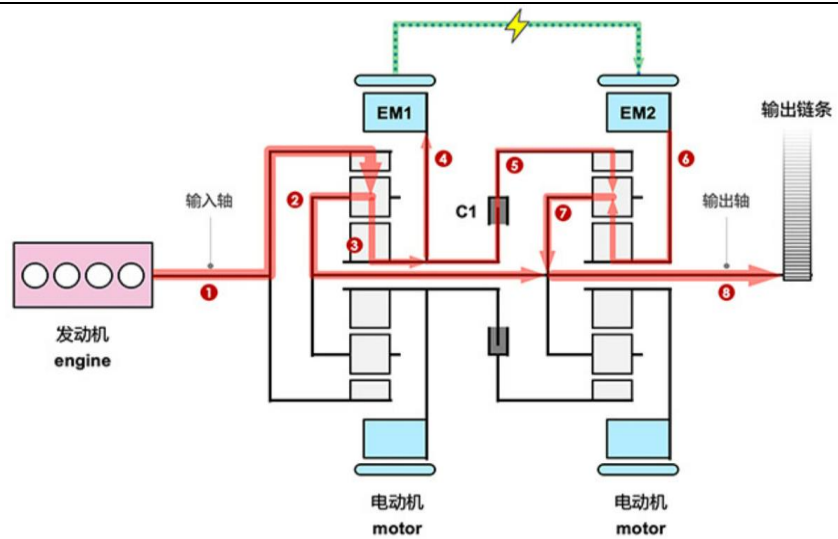
图表 16 输出式功率分流系统在低速行驶时变速器内功率流向



资料来源：obasic，华安证券研究所

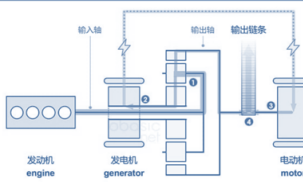
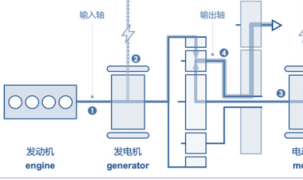
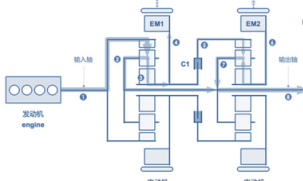
复合式功率分流是由两个行星齿轮组构成，结合了输入式和输出式功率分流。该结构的优点是系统内两个电机没有绝对的发电机和电动机的角色划分，两台电机可交互使用，在中高速车况下的车辆燃油经济性很高。缺点是低速速时，电机上的功率非常高，系统整体效率极低。通用汽车推出的雪佛兰沃蓝达第二代车型是该技术路线的典型代表。

图表 17 复合式功率分流系统结构



资料来源：obasic，华安证券研究所

图表 18 不同功率分流方案对比

功率分流类型	结构图	优点	缺点
输入式功率分流		结构简单；低速工况下，发动机在最佳效率区间工作，燃油经济性有效提高，系统整体效率较高	高速工况下，部分功率在变速器内部循环，无法有效输出到车轮端，系统效率较低。
输出式功率分流		结构简单；高速工况下，系统整体效率较高，输出动力强劲。	低速工况下，部分功率在变速器内部循环，无法有效输出到车轮端，系统效率较低。
复合式功率分流		结构复杂，有两个行星齿轮组；在中高速车况下的车辆燃油经济性很高	低车速时，电机上的功率非常高，系统整体效率极低

资料来源：obasic，华安证券研究所

根据不同电机位置及其组合方式，各主机厂探索出了差异化的混动方案。总体来看，在电机数量方面，早期的混动方案多采用单电机架构，而现在的混动架构多采用双电机甚至三电机。如低压微混 48V 架构在发动机前端 P0 位置安装一台 BSG 电机，辅助拉升发动机转速，使其越过低速抖动区间再点火；早期本田 IMA、奔驰、Volvo 等混动架构在 P1 位置单独安装启动发电一体电机（ISG），而现在 P1 位置电机很少单独使用，常与 P3 或 P4 位置搭配安装双电机使用。

图表 19 混动架构发展现状

电机数量	技术方案	应用企业	备注
单电机	P0 (BSG)	一汽/吉利/现代/大众/GM/Volvo/BenZ/长城	低压微混48V或高压配合其他构型
	P1 (ISG)	本田IMA/奔驰/Volvo/STELLANTIS	早期使用, 现在较少单独使用
	P2	一汽/奇瑞/江淮/长安/长城 现代/起亚/日产 大众/奥迪/宝马/奔驰	市场应用较多
	P3	比亚迪DM-p	
双电机	PX+P4	市场应用较多	四驱车型
	PS	丰田THS-III/丰田THS-IV/通用/福特 吉利ePro/格特拉克/上汽EDU-II/广汽2.0TM	P2.5架构
	P1+PX	本田IMMD/上汽EDU/广汽GMC/比亚迪DM-i/长城柠檬DHT/奇瑞鲲鹏DHT/吉利雷神DHT/三菱/长安/雷诺E-tech	国内主流方案
	(REEV) P1+P4	问界/理想/日产Epower	

资料来源: 盖世汽车, 长城汽车, 华安证券研究所

3 自主混动技术百家争鸣

国内各大主机厂均在积极布局混动领域, 目前主要混动系统有比亚迪 DM 混动系统、长城混动 (柠檬和 P2/P2+P4)、吉利混动 (雷神混动和 GHS1.0 混动)、广汽 GMC 混动、奇瑞鲲鹏 e+、长安蓝鲸 iDD 等。

3.1 比亚迪: DM-i 和 DM-p 双平台战略

比亚迪早在 2003 年就开始研发插电式混动系统, 并于 2008 年推出第一代 DM 技术, 2008 年上市的 F3DM 是世界上第一款量产的插电式混动汽车。第一代 DM 技术的设计理念是完全以节能为技术导向, 通过双电机与单速减速器的结构搭配 1.0L 自吸三缸发动机, 实现了纯电、增程、混动(包括直驱)三种驱动方式, 取得了纯电百公里电耗 16kWh, 综合工况油耗 2.7L/100km 的成绩。

第二代 DM 技术于 2013 年发布, 搭载在 2013 年末上市的秦 2014 款上。DM II 从 DM I 的节能取向变成性能取向, II 代在 I 代的基础上取消了 P1 电机, 增大 P3 电机功率至 110kW, 通过 1.5T 缸内直喷发动机(最大功率 113kW)以及 6 速干式双离合变速箱做到了百公里加速 5.9 秒的成绩。

第三代 DM 技术发布于 2018 年, 首搭车型 2018 年上市唐 DM。DMI II 相较 DMI I 最大的特点是增加了位于 P0 位置的 BSG 电机, 最大功率 25kW, 主要作用是发电和启动发动机, 并在变速箱换挡的时候迅速调整发动机转速, 大幅度减少了混动行驶时的顿挫感。

图表 20 比亚迪混动技术发展历程

P1+P3 双电机+单离合器	2006: 第一代DM混动系统 2008: 比亚迪F3 DM搭载第一代DM混动系统上市 2020: 比亚迪DM-i混动系统 2021: 比亚迪秦PLUS DM-i搭载DM-i混动系统上市 
P0+DCT+P3+P4 三电机+双离合变速器	2013: 第二代DM混动系统 (DCT+P3+P4) 2015: 比亚迪唐 DM搭载第二代DM混动系统 (DCT+P3+P4) 上市 2018: 第三代DM混动系统 (P0+DCT+P3+P4) 2018: 比亚迪唐 DM搭载第三代DM混动系统 (P0+DCT+P3+P4) 上市 2020: 比亚迪DM-p混动系统 (P0+DCT+P3+P4) 2021: 比亚迪汉 DM搭载DM-p混动系统 (P0+DCT+P3+P4) 上市 

资料来源: 汽车测试网, 懂车帝, 汽车之家, 华安证券研究所

2020年6月, 比亚迪发布双模(DM)技术双平台战略, 即DM-p平台和DM-i平台。DM-p平台的p即powerful, 是对DM II代强劲动力的延续, 是指动力强劲、极速, 满足“追求更好驾驶乐趣”的用户。DM-i的i即intelligent, 是对DM I代智慧、节能、高效的传承, 满足了“追求极致的行车能耗”的用户。

DM-p混动系统在DM3.0的基础上持续改进, 三电系统零部件性能更强、效率更高, 在进一步补足DM3.0燃油经济性方面的短板后, DM-p混动系统动力性、灵活性等方面的表现出显著优势。DM-p混动系统缺点在于成本较高、低温油耗明显偏高、发动机启动时噪音较大。DM-p混动系统目前已搭载车型有王朝系列的22款汉DM-p、唐DM-p等。

DM-i超级混动系统搭载的骁云-插混专用1.5L高效发动机, 采用阿特金森循环、分体冷却热管理、低压EGR、发动机附件驱动电动化等技术, 具有简约、高效、油电结合专用化等特点。与之匹配的EHS电混系统中, 驱动电机采用成型绕组油冷技术, 功率及扭矩密度表现卓越, 适配范围宽广, 可实现从A级至C级车型的全覆盖。DM-i混动系统的缺陷在于动力性较弱, 爬坡能力不足。DM-i混动系统搭载车型有王朝系列的汉DM-i、唐DM-i、秦Plus DM-i、宋Pro DM-i、宋Max DM-i、宋Plus DM-i和海洋系列的护卫舰07、驱逐舰05等。

3.2 吉利: ePro混动+雷神智擎Hi·X混动

吉利汽车从2005年开始研发混动技术, 先后经历了与沃尔沃合作研发基于沃尔沃的发动机技术与MHEV轻混技术的ePro, 与科力远联合成立CHS合资公司研发基于丰田THS混动平台的行星齿轮式机电耦合混动系统, 2018年, 吉利ePro混动平台(又称吉利GHS 1.0混动系统)第一款车型量产上市, 2021年, 吉利又发布了雷神智擎Hi·X混动系统(又称吉利GHS 2.0混动系统), 由此, 吉利汽车形成了ePro混动系统和雷神Hi·X混动双平台战略。ePro混动系统和雷神混动系统在结构上有着本质的架构区别, 吉利GHS1.0混动系统采用固定轴式机电耦合系统加P2.5单电机结构, 而雷神智擎Hi·X却走上了基于双电机+行星齿轮组的P1+P2串并联混动技术路线。

3.2.1 ePro混动系统

吉利ePro混动系统由吉利汽车和沃尔沃汽车、FEV合作研发, 采用了P2.5构型, 即将电机集成在双离合器内部, 并与7速双离合器的偶数挡输入轴(2、4、6、R挡)集成在一起。P2.5构型为单电机构型, 只需一套电机和PEB总成, 成本低; 吉利的构型所使用的变速箱与传统车的双离合变速箱较为接近, 便于与传统车型同平台共同开发。

整套动力传动系统由一台 15T 发动机、7DCTH 湿式双离合混合动力专用变速箱、以及一台高效电机组成。其中，发动机最大功率 130kW，最大扭矩 2.55Nm，热效率高达 38%。7DCTH 湿式双离合变速箱换挡平顺，传动效率高达 97%。整套动力系统综合最大功率 190kW、最大扭矩 415Nm，动力性能达到 30L 排量传统燃油车的水平，零到百公里加速仅 6.9s（缤越 ePro）。但该系统馈电油耗太高，导致市场销量表现一般。ePro 混动系统搭载在缤越 ePro、嘉际 ePro、博瑞 ePro、星越 ePro、帝豪 GL PHEV 以及领克汽车 01、02、03、05、06 的混动版本等。

3.2.2 雷神智擎 Hi·X 混动

2021 年，吉利汽车推出雷神智擎 Hi·X 混动系统，发布了全球最高热效率 43.32% 的 DHE15（1.5TD）混动专用发动机、三档 DHT Pro 混动专用变速器等多项技术。雷神智擎 Hi·X 平台采用双电机+行星齿轮组的 P1+P2 串并联技术路线，可提供强混、插混、增程多项动力组合，将搭载在未来 20 余款车型上。雷神动力的产品布局包括：雷神智擎、高效引擎、高效传动和 E 驱，雷神智擎包括 15TD/20TD 混动专用发动机、DHT/三档 DHT Pro 混动专用变速器，高效传动包括第二代 DCT 300/380 扭矩高校变速器，E 驱包括 400V/800V 新一代电驱装置。雷神智擎 Hi·X 混动平台拥有极高可扩展性，具备六大关键特性，分别是：模块化、智能控制系统、全域 FOTA、新能领先、舒适以及节油。雷神混动平台可适配 A0-C 级车型，涵盖 FHEV、PHEV、REEV 等不同混动方案。目前，雷神混动平台搭载的车型有星越 L、帝豪 L 等车型。

图表 21 吉利雷神智擎 Hi·X 混动外观

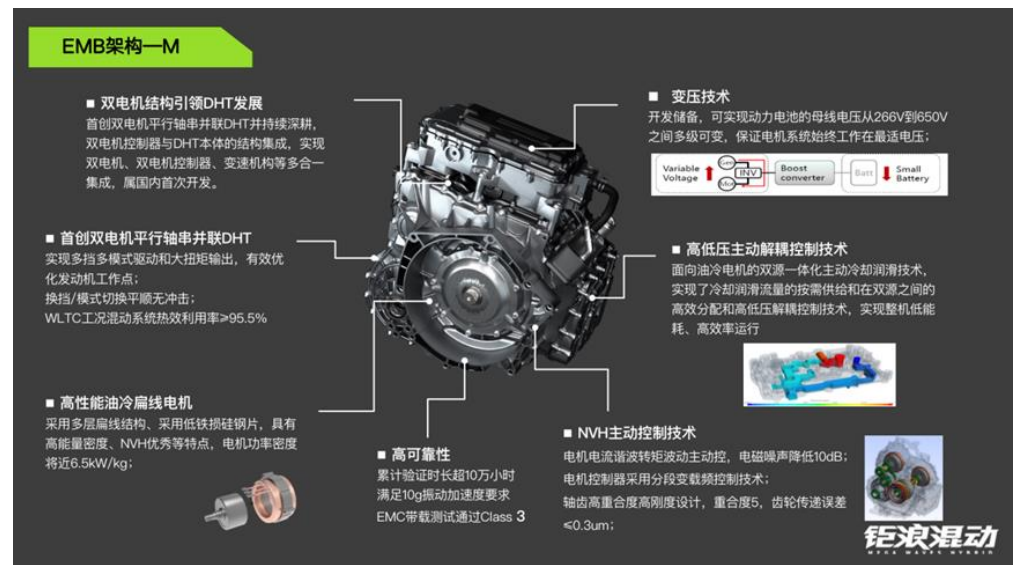


资料来源：吉利官网，华安证券研究所

3.3 广汽：钜浪双混动技术路线

广汽集团最早 2009 年推出了 P1+P4 架构的混动车型，2017 年发布了广汽自主的 DHT 架构 GMC1.0，该款混动系统搭载的广汽的 GS4 PHEV 在当时取得了不错的销量。历经十多年的摸索，2022 年 4 月，广汽正式发布其较为成熟的第二代 DHT 系统——钜浪混动。钜浪混动拥有双混动技术路线，路线一是正向自研的 GMC 双电机串并联混动系统，经过多次迭代，技术愈加全能，具有高品质、低油耗、强动力、更安静、超平顺五大核心优势，且扩展性强，涵盖油电混动、插电混动、增程式混动，甚至氢动力系统。路线二是消化吸收并突破创新的广汽 2.0TM 发动机匹配丰田最新 THS 功率分流混动系统，兼顾低油耗和强动力。

图表 22 广汽钜浪混动结构图



资料来源：盖世汽车，广汽集团，华安证券研究所

钜浪混动架构由混动发动机（E）、机电耦合系统（M）、动力电池（B）三部分组成，以“组合多变、形式多样、高兼容性”为主要优势，能基于“经济适用型单挡系统、动力型功率分流系统、动力节能型多挡系统、高效零碳氢混系统”四个主要类别衍生出 N 种动力总成组合，兼容 HEV、PHEV、REEV 等车型。路线一的动力节能型 GMC 混动系统搭载 2.0ATK 发动机最高热效率 42.1%，提供更强劲动力及燃油经济性，机电耦合系统首创集成式双电机多挡 DHT，实现多挡多模式驱动和大扭矩输出，WLTC 工况下热效率利用率超过 95.5%，具备极致省油、动力澎湃、平顺静谧等特点，首搭车型影豹和影酷混动版均于 2022 年底上市。而路线二的动力型 2.0TM+THS 功率分流系统搭载了广汽自主研发的第三代米勒循环发动机，采用丰田 THS 功率分流式混动架构，具备高效节能、动力充沛的特点，搭载车型为传祺 GS8 和 M8 双擎。

3.4 上汽：超级电驱 EDU G2 Plus

上汽集团属于国内最早的一批自研混动系统的主机厂，早在 2008 年-2009 年就开始立项，2013 年上汽发布了上汽第一代 EDU 混动系统。由于第一代 EDU 混动系统存在换挡的逻辑控制难度很高、横向占用空间过大等缺陷，上汽推翻原有变速器的结构，重新研发了第二代上汽 EDU 混动系统，2019 年，上汽发布了其第二代 EDU 混动系统。

第二代上汽 EDU 混动系统主要由发动机、驱动电机、齿轮轴系、离合器以及 HCU（混合动力汽车整车控制器）等控制模块组成，属于平行轴式的单电机电驱方案，第二代 EDU 混动系统采用了单电机、单离合器的低成本设计，可实现高效率、低能耗、优驾乘体验的综合平衡，变速方面，该系统拥有 10 速变速器，包括 6 个发动机专用挡位和 4 个电机专用挡位，机械传动总效率高达 94% 以上。配合 1.5T 缸内直喷发动机和最大功率 100kW、最大扭矩 230N·m 的高功率永磁同步电机，最终可实现最大综合功率 224kW、百公里综合油耗 1.1L 的综合性能。该款混动系统搭载荣威 ei6 Plus、荣威 RX5 eMAX 以及名爵 6 PHEV、MG 领航 PHEV 等车型。

图表 23 第二代 EDU 电驱系统结构图



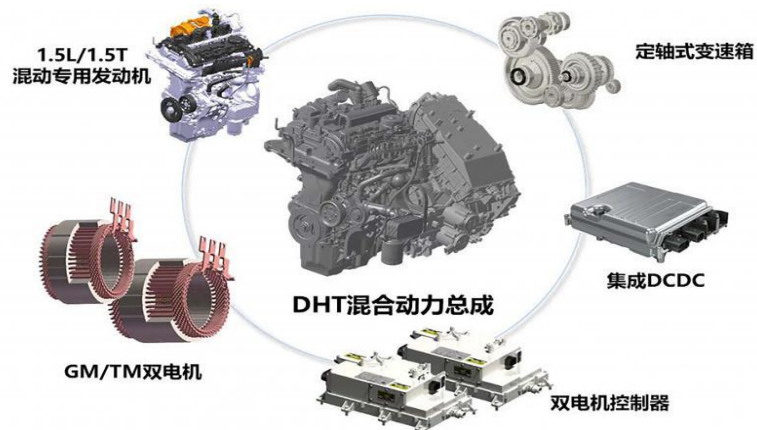
资料来源：新出行，华安证券研究所

3.5 长城：柠檬混动 DHT

长城汽车混动系统最早于 2013 年立项，第一代混动系统并未选择自主研发，而是选择购买拼凑的策略，电机和电机控制器源自德国西门子，减速器源自德国舍弗勒，离合器来自格特拉克，混动控制器来自德国大陆集团，混动系统软件则师出德国博世集团，采用了欧洲车企擅长的 P0+P4 分离式电机结构，该技术路线技术含量较低，主要是为了应对日益严苛的排放法规。

2018 年，长城汽车立项研发全新的混动平台——柠檬混动，2020 年，长城汽车发布了历时两年多独立自主设计、研发并具备完全自主知识产权的“七合一”高效能多模混动总成，该混动总成采用高度集成化设计，拥有 HEV/PHEV 两种动力形式，“1.5L+DHT115”、“1.5T+DHT130”以及“1.5T+DHT130+P4”三套动力总成，两驱结构采用 P1+P3 串并联，四驱采用 P1+P3+P4 双驱动电机设计，双电机混联拓扑结构可控制系统智能切换行车模式，与高效混动发动机高度配合，实现各种驾驶场景下动力与油耗的超级匹配。这套混动系统最大的亮点在于 PHEV 架构搭载容量为 45kWh 的电池，纯电续航达 200km。PHEV 两驱的最大功率可达 240kW，PHEV 四驱的最大功率可达 320kW，C 级 SUV 的百公里加速为 5.2s。

图表 24 柠檬混动 DHT 动力总成



资料来源：长城汽车，华安证券研究所

长城汽车目前共有两套混动系统，一为基于柠檬平台的混动系统，主要应用于哈弗系列、欧拉系列、魏牌等车型，二为 P2 的两驱系统或 P2+P4 架构的四驱系统，主要应用于坦克系列车型。

3.6 奇瑞：DP-i 智能混动系统

2021 年 4 月，奇瑞汽车正式发布“奇瑞 4.0 时代全域动力架构”，并将架构下的燃油及混合动力解决方案定名为“鲲鹏动力 CHERY POWER”，鲲鹏动力包含燃油、混动、纯电及氢动力多种能源形式，可满足用户所有的出行场景。2022 年 8 月，奇瑞汽车发布新能源混动技术品牌——DP-i 智能混动架构，DP-i 智能混动架构由 i-HEC 智效、i-BMS 智电、i-DHT 智芯三大系统组成。i-HEC 是第四代奇瑞新能源智效燃烧系统，应用米勒循环、全新电控可变几何截面涡轮增压技术，可实现 16:1 的超高压压缩比，达成行业最高热效率 43.9%、最大功率 115kW 和百公里加速 5-8s 的黄金数据。i-BMS 是奇瑞新能源智电管理系统，搭载了智能电池包恒温系统、具备智能补电、保电技术，以及轻质高强度框式吸能传力结构、全方位热失控防护和大数据监控系统，可有效确保用户和车辆的安全性，同时保持电池具更长的使用寿命以及具备更高的效能。在使用直流快充功率 36kW 的情况下，25 分钟内电量充至 80%，在交流功率 6.6kW 的充电桩使用时，2.5 小时便可充满。i-DHT 是奇瑞新能源智芯 DHT 电混系统，此系统由发动机+双驱动电机组成。

图表 25 奇瑞混动专用高效发动机



资料来源：车讯网，华安证券研究所

奇瑞 DP-i 智能混动系统首款搭载车型是瑞虎 7 PLUS 新能源。

3.7 长安：蓝鲸 iDD

长安 2013 年开始研发第一代分离式 P2 架构混动系统，2017 年正式推出第一代混动系统，2021 年 6 月，长安汽车正式发布了蓝鲸 iDD 混合动力系统，该系统依旧采用 P2 技术路线，兼容 PHEV 和 HEV 两种混动技术。长安蓝鲸混动系统定位全速域、全场景、全温域、全时域，打造出兼具动力澎湃、长续航低油耗、高低温环境适应能力强和全生命周期稳定可靠四大特点的混动系统。

长安蓝鲸 iDD 混动系统主要由蓝鲸 NE 发动机、蓝鲸混动变速器、PHEV 电池和智慧控制系统四大组件构成。蓝鲸 1.5T 混动专用涡轮增压发动机，最大功率 126kW，最大扭矩 260N·m，热效率为 40%，长安汽车称在未来的 5 年内会将可变气门升程、可变截面电子涡轮增压等一系列技术加入到新款的蓝鲸 NE 发动机中，以实现 45% 的热效率。蓝鲸电驱变速器由 P2 电机和 6 速湿式双离合变速器组成，可实现电驱动综合效率

90%、电机控制器最高效率超过 98.5%、电机功率密度达到 10kW/kg、液压系统压力 60bar, 四项指标均达到了行业第一。整套蓝鲸 iDD 混动系统最高传递效率达到 97%, 系统综合扭矩最大可达 590N·m, 实现 0-100km/h 加速 6s, 极速 200km/h。

图表 26 长安蓝鲸 iDD 混动系统



资料来源：电动邦，华安证券研究所

目前自主平台的主流混动系统解决方案是双电机 DHT 方案，蓝鲸混动系统逆流而上选择了 P2 单电机方案，所以在双系统动力切换时，会有较为明显的顿挫感和抖动。该系统搭载的车型有 UNI-K iDD、长安欧尚 Z6 iDD。

4 混动增量部件市场广阔

随着混动车型销量快速放量，混动系统动力总成相关供应链市场也迎来广阔增量空间。与传统能源车相比，混动产业链涉及的增量部件主要有动力电池、电机、电控、混动专用发动机、混动变速器等，混动专用发动机及其增量部件主要包括电子水泵、电子油泵、低压冷却 EGR、涡轮增压器、集成油冷器、PRV 膜片式单向阀、电控活塞冷却喷嘴、电控增压器、VVT，混动专用电机方面的增量部件主要为扁线电机，电控方面的增量部件包括逆变器、控制器等部件。

4.1 混动专用发动机及增量部件

传统发动机要同时兼顾动力强劲、省油、环境适应性强、稳定可靠等特点，因此，在发动机设计过程中只能在性能、油耗、稳定等方面取舍，发动机热效率难以突破 40%，而混动发动机工作过程中有电机辅助，低温启动、低速蠕行、大油门加速等工况可由电动机实现，发动机只需保持在最佳工作区间稳定输出即可，在此条件下，混动发动机的设计目标也转变为了极致省油和高效率。在传统发动机向混动专用发动机进化过程中，冷却循环电子泵、低压冷却 EGR、涡轮增压器、VVT 等零部件的适配是混动专用发动机高效化、电动化发展必备的增量部件。

冷却循环电子泵常用于混动车和纯电动车中电池、电机及控制系统冷却循环，暖风空调循环等，产品涵盖汽车电子水泵（含开关式电子水泵、电动水泵）、电子油泵（含自动变速箱电子泵、发动机预供油泵）等。传统机械水泵通过皮带连接发动机同步旋转，

其效率取决于发动机转速，而电子水泵是采用压电材料作动力装置，以电子集成系统完全控制液体传输，可实现液体传输的可调性和精准性，更适应电动化、智能化的汽车发展方向。按照 2022 年国内市场 688.66 万辆新能源车销量估计，2025 年预计将实现 1000 万辆年销量，以每车至少装配 2 台电子水泵，单个电泵的价格约为 300 元粗略估计，2025 年将有 60 亿市场规模。该领域建议关注发动机冷却泵龙头**湘油泵**、**飞龙股份**，汽车热管理行业领先企业**三花智控**。

废气再循环系统（EGR）是汽车内燃机在燃烧后，将排除的气体的一部分进行分离后，导入进气侧使其再度燃烧的技术，主要的目的是为了降低排出气体中的氮氧化物（NOx），并在部分负荷下可提高燃料经济性。随着油耗和排放标准的日益严格，同时具备经济效益与降耗性能的 EGR 技术成为燃油车辆关键核心部件，在混动相关车型中，EGR 能有效助力发动机运行于最经济油耗区间，更是成为混动车型标配。以单个 EGR 价格约为 350 元粗略测算，到 2025 年，仅混动车 EGR 市场将有 35 亿元的市场规模。该领域建议关注**隆盛科技**，隆盛科技是国内唯一具备 EGR 研发、国内唯一具备燃油系统标定能力(发动机、整车)的 EGR 生产企业。

图表 27 汽油 EGR 阀



资料来源：隆盛科技官网，华安证券研究所

图表 28 涡轮增压器零部件



资料来源：科华控股官网，华安证券研究所

涡轮增压器是利用内燃机工作所产生的废气，通过由定子和转子组成结构来驱动的空气压缩机。涡轮增压器主要功能在于提升发动机热效率，以及涡轮增压器搭载小汽缸容积发动机，在不牺牲引擎输出性能的前提下提升燃油的经济性与环保性。涡轮增压器零部件行业属于技术密集型行业，中间壳和涡轮壳作为涡轮增压器的重要零件，产品的制造精度、结构强度、耐高温性和抗腐蚀性等性能会对汽车的安全性能和节能减排效果造成影响。该领域建议关注涡轮壳和中间壳供应链龙头企业**科华控股**，涡轮增压器零部件龙头企业**华培动力**、**鑫湖股份**、**贝斯特**。

4.2 混动适配电机

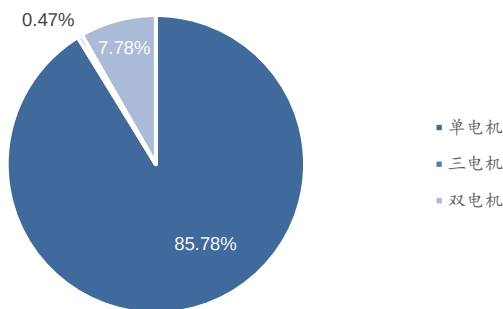
随着新能源汽车驱动电机技术的发展，主机厂对电机高效率、低成本、小体积要求逐渐提高，新能源驱动电机行业朝扁线化、集成化方向加速发展。扁线电机相较于传统圆线电机，大幅提高了功率密度，总铜耗明显减少，最高可节约 10% 成本，并且散热性能好，电磁噪音低，整体优势更加明显，更加契合新能源车电机的发展方向。集成化设计是将驱动电机、端盖与减速器三个部件进行两位一体化或三位一体化设计，不仅可降低单体电机的金属用量，减少成本支出，还可以缩小电驱动系统体积，降低重量，增大车内空间，满足汽车轻量化要求，有效提升续航里程。

在驱动电机选择方面，永磁同步电机凭借其功率密度高、能耗低、体积小、重量轻等优势成为众多主机厂最广泛的选择。根据易车网不同车型数据统计结果，在现有的 1491 款新能源车型中，85.78% 使用单电机前置或后置为车辆提供驱动，双电机驱动方案占比为 7.78%。而在电机类型选择方面，双驱动电机方案中普遍将永磁同步电机与交

流异步搭配使用，以此来发挥两种电机各自的优点，提高整车动力性和不同环境下的车辆性能。

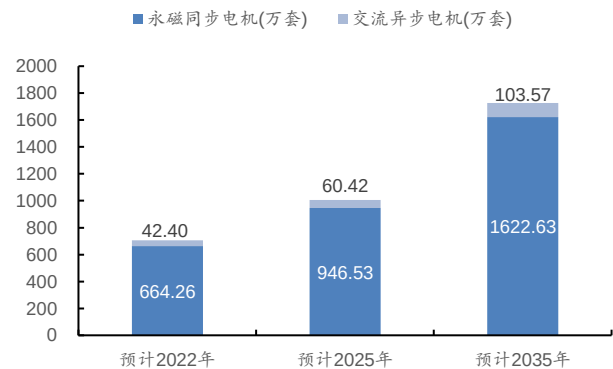
按照 2022 年 1-11 月，国内新能源汽车销量为 60668 万辆估计，2022 年全年新能源车销量将达到 687 万辆，新能源汽车渗透率达到 25% 左右，预计 2025 年/2035 年渗透率将分别达到 35% 和 60%，新能源车销量分别达到 1000 万辆和 1700 万辆，结合现有的全球不同车型电机安装数量比例，大致测算出 2022 年国内新能源汽车电机使用总量将超过 700 万套，2025 年和 2035 年国内新能源汽车电机使用总量将分别超过 1000 万辆和 1700 万辆。以永磁同步电机单价 2500 元、交流异步电机 1500 元计算，2022 年，新能源电机市场规模约 172 亿元，2025 年和 2035 年市场份额将分别达到 245 亿元和 421 亿元。

图表 29 2021 年全球不同车型驱动电机数量占比



资料来源：易车网，华安证券研究所

图表 30 不同类型电机使用量测算



资料来源：易车网，华安证券研究所

从国内驱动电机制造企业来看，国内驱动电机市场企业主要分为两大类，一类是具备研发能力的新能源主机厂，以比亚迪子公司弗迪动力和特斯拉为代表，该类企业驱动电机的装机数量也对应了主机厂的销量情况；另一类则为专业汽车零部件供应商、专业驱动电机制造商、传统电机生产商等第三方企业，代表企业有方正电机、宁波双林、巨一科技、精进电动、正海磁材等。除驱动电机之外，汽车电机还包括后备箱及侧门电机、风扇电机、ABS 电机等，在该领域，恒帅股份是隐形冠军。

扁线电机关键零部件扁线的生产制造工序多且复杂，严重依赖高端设备，产线和设备投入较大，行业壁垒较高，国内仅有精达股份、长城科技、金杯电工等少数企业可以量产。

4.3 电机控制器

混动车电控系统是控制车辆驱动电机的装置。在混动车中，电气系统从传统汽车低功率低压的辅助电气装置转变为节能环保、高效低噪的电气装置，并直接决定了车辆爬坡、加速与最高速度等主要性能指标。混动车电控系统可分为主控制器与辅助控制器，主控制器负责控制汽车驱动电机，由逆变器、控制器和壳体等部件组成，逆变器将接收到的直流电能逆变成三相交流电为车辆电机提供电源，控制器接收电机转速等信号，将信号反馈至仪表，当车辆加速或制动时，变频器相应调整频率，实现变速功能。辅助控制器则控制汽车的助力转向泵电机、空调电机、BSG 电机等。

从混动车型成本来看，电控系统成本占比较高，是除了动力电池外成本支出最高的零部件。以比亚迪、北汽新能源为代表的整车企业具备较强的综合实力，均开始自主研发生产旗下新能源车型配套的电控系统产品，平均价格为 0.6-1.5 万元/台；以蔚来、小鹏为代表的新造车势力具有较强的互联网背景，但对于整车制造与零部件生产等方面经验与相关储备较为薄弱，因此多选择外购配套电控系统产品或外包动力总成解决方案。

按照 2025 年和 2035 年新能源车销量预计分别达到 1000 万辆和 1700 万辆，单车主电控制系统价格 6000 元，大致估算 2025 年和 2035 年新能源车电控系统市场规模将达到 600 亿和 1000 亿。

国内新能源车电机控制器厂商主要可以分为三类：整车厂系、本土厂商及外资/合资厂商。以比亚迪、特斯拉、蔚来为代表的主机厂销量主要跟随整车，电机控制器的销量有足够的保障；日电产、联合汽车电子、博世为代表的外资或合资电机控制器厂商可靠性好、功率密度高，且控制器算法实力强；本土电机控制器厂商此前一直处于弱势地位，但依靠自身成本优势、快速响应能力以及国内各大造车新势力销量放量，叠加自身对高集成度、碳化硅、双面水冷等技术的快速研发并弯道超车，配套车型也逐步由低端向高端转变，其中以英搏尔、汇川技术、菱电电控为典型代表。

图表 31 新能源车电控厂商



资料来源：佐思汽研，华安证券研究所

4.4 混动专用变速器

混动变速箱是将发动机与驱动电机的动力以一定的方式耦合在一起并能实现变速、变扭的传动系统。在混动系统中，驱动电机的工作方式极为灵活，可以纯电模式单独驱动车辆，可作为发动机的启动装置辅助发动机启动，可为发动机提供辅助助力共同驱动车辆，提高车辆的加速性能，改善发动机的燃油经济性，还可以作为动能回收装置，回收车辆减速中的制动能量等。插混车型电机和发动机的多种动力耦合方式决定了变速器在整个动力总成中扮演的枢纽作用，通过变速器换挡调整发动机的工作点，混动系统中的发动机能以更灵活、合理、高效的方式管理油和电消耗，从而达到效率更高、更省油、更环保的用车目标。

混动变速箱作为混动系统动力总成的核心部件，其通常是以主机厂自主研发、自产自供为主，如比亚迪旗下的弗迪动力负责包括变速器、发动机在内的动力总成研发、生产，长城汽车旗下蜂巢传动专注于混动变速器以及电驱动产品技术研发、制造，吉利罗佑发动机负责吉利旗下发动机和变速器的生产，研发则是由吉利动力总成研究院完成。除主机厂自研外，也有部分三方供应商研发设计的变速器获得了市场认可，如万里扬，该公司基于 CVT 无级变速箱开发的 DHT 混动变速箱已完成三个客户的样车试验、驾评、油耗和动力性能测试等工作，并且在成本、节油率、动力性能等方面获得认可。此外，在齿轮轴系、变速箱油泵等变速箱零部件领域，双环传动、德尔股份逐步取得突破，未来有望持续受益于零部件国产化及自动变速箱渗透率提升。

风险提示：

经济复苏态势不及预期，电动化进程不及预期，混动平台技术优化不及预期，零部件厂商产能释放不及预期。

分析师与研究助理简介

分析师：尹沿技，华安证券研究总监，研究所所长，TMT 行业首席分析师。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，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。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。