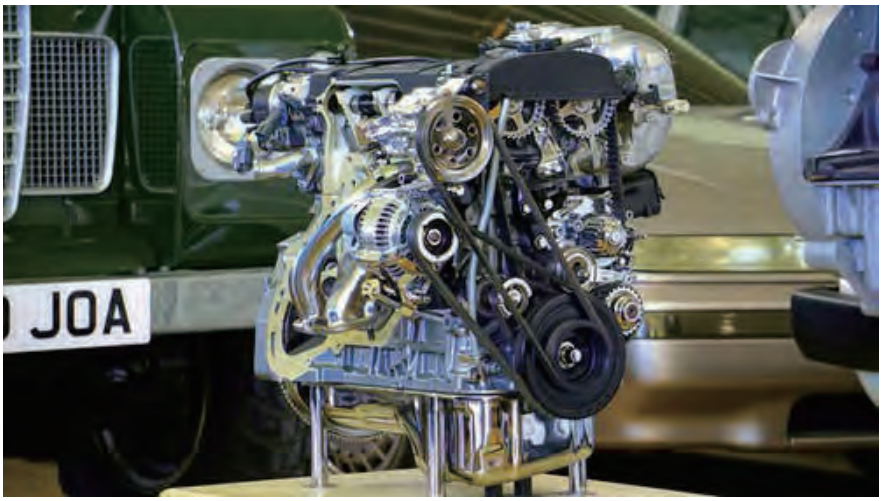
# 我国新能源汽车市场关键零部件机遇

文 | 萧瑞圣

我国宣布 2019 年要求车厂制造和销售 10% 新能源车辆规定，同时已启动禁止汽油车与柴油车的制造与销售的截止时间，透过新规定推动以纯电动车为中心的新能源车辆普及化，世界最大的我国市场发展，日美欧车厂被迫加速在新能源车辆方面的应对。

《中国制造 2025》规范一批重点突破发展领域，包括芯片、传感器、集成电路等在内的新一代资通讯技术产业，围绕汽车、机械、电子等领域的工业机器人，节能与新能源车辆相关的动力电池、先进变速机构、轻量化材料、智能控制等核心技术，形成从关键零部件到整车的完整的工业体系与创新体系。另外《中国制造 2025》还将探索利用产业基金、国有资本收益等方式支持高铁、汽车等装备与优势产能寻找出海口，实施海外投资并购，强化汽车零部件产业布局国际，参与国际竞争，并购国外优势资产创造契机。




借鉴《中国制造 2025》，启发汽车零部件产业转型之道——汽车已进入产品多样化及生命周期缩短时代，以汽车制造业为例，2000 年之前各主要汽车厂能够提供的车款不多，如 BMW 当时只有 12 款车型可供选择，2017 年增加到 28 款，车型选择款式增加后，反而导致车型生命周期缩短，BMW 新车款生命周期从以往 131 个月缩短到 106 个月，为了应对新能源车辆发展，如何依照消费者需求调整产能，成为汽车厂与汽车零部件厂商必须严肃面对的课题，适度对应汽车零部件生产效率、研发与制造成本、不良率、高值化，甚至是零部件物流调度等。

## 新能源车辆关键零部件攸关产业普及化进程

**引擎小型化——汽车零部件精简**

新能源车辆为符合高效率、低污染、省油耗的环保需求，近年来多致力于引擎小型化 (Down-sizing) 发展，除了材料、设计与制造的精进外，借由机械增压 (Supercharger) 或电子增压器 (Turbocharger) 改善性能，借此弥补小引擎性能的不足、精简汽车空间设计，主要车厂积极发展小型化引擎的混合动力车，特别是欧洲主流汽车厂。新能源车辆小型化引擎应用的颇为风潮，除了精简设计缩减空间配置 (Layout) 外，对汽车零部件轻量化亦具有正面的意义。

**48V 电力系统——新能源车辆的进阶门坎**

由于零部件供应链与成本因素，混合动力车成为新能源车辆当中进入插电式混合动力车与纯电动车的进阶选项，为满足日益严格的油耗与污染排放法规，除了传统的 12V 电压系统之外，以欧洲车厂为中心积极地尝试研发 48V 电力系统，自 2016 年开始，陆续搭载 48V 电力系统电池、动力马达与发电机、刹车回充系统、电流转换器的轻度混合动力车 (Mild Hybrid Electric Vehicle，MHEV)，欧洲主流汽车厂规划投入电动增压器与稳定器等新能源车辆系统关键零部件，预测 2025 年搭载 48V 电力系统轻度混合动力车市场，将达到 1300 万辆规模，48V 电力系统可视为新能源车辆低成本对应法规与解决方案，借由轻度混合动力与 48V 电力系统零部件配合，有效降低油耗污染。

48V 电力系统轻度混合动力车可将动力马达依皮带驱动 (Belt Starter&Generator,BSG) 或整合式驱动 (Integrated Starter&Generator,ISG) 配置在发电机、变速机构或车架上不同位置，藉由离合器适时切换与变速机构的连结，是透过传动能量回收 (Recuperation) 与滑行行驶 (Coasting) 的最佳控制方式，最大可减少 21% 的油耗效果，例如 Bosch 与 Continental 等领导厂商陆续量产 48V 电力系统的皮带驱动与整合式驱动系统零部件，开启轻度混合动力车市场，表 1 是主要汽车厂 48V 电力系统研发动向。

**动力马达——新能源车辆决胜点**

混合动力车与电动车的关键零部件是驱动系统的动力马达，动力马达在混

**表 1 主要汽车厂 48V 电力系统研发动向**

| 汽车厂 | 48V 电力系统导入市场概况 |
|---|---|
| Audi | 配装于 2016 年 Q7 并量产化，评估将 12V 电气加热触媒替换为 48V 可行性，2017 年之后，刹车回充与电机辅助 48V 系统应用于 48V MHEV 上 |
| BMW | 2016 年底增加 7 系列，2017 年增加 48V MHEV 车型上市 |
| MercedesBenz | 2017 年增加 S 型 GLE，2018 年增加 E 型 GLS 与 48V MHEV 车型 |
| VW | 2017 年增加 Golf 的 48V MHEV 车型 |
| Renault | 2017 年推出全面改款车 Scenic 的 48V MHEV 车型，后续 Megane 等多款车亦将搭载 48V MHEV 车型 |
| Volvo | 2014 年发布 Magna 制造的 2 台 48V 电动增压器雏型车，2017 ~ 2018 年 Volvo 与 AVL |
| Ford | 加速发展 48V 电力系统，与 Recardo 与 CPT 合作研发相关系统 |
| FCA | 2018 年将推出下世代 Ram1500 的 48V 电力系统，后续将导入 Jeep Wrangler 等车型 |
| Kia | 德国境内测试验证中，预定 2018 年搭配新车销售 |
| 吉利 | 2018 年发表 48V MHEV 车型 |
| 一汽海马 | 预定 2020 年销售 48V MHEV 车型 |
| 长城 | 48V 电力系统研发试作中 |

**表 2 新能源车辆各式动力马达特性比较**

| 项次 | | 异步马达 (Asynchrous Motor)/ 感应马达 (Induction Motor) | 永磁式同步马达 (PMSM) | | 磁阻马达 (RM) | | | 直流无刷马达 (BLDC) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Surface PM（表面贴磁式） | Interior PM（内藏式） | Reluctance RM（切换式） | Switched RM（开关式） | Synchronous RM（同步式） | |
| 马达结构 | 构造 | 复杂 | 复杂 | 复杂 | 复杂 | 简单 | 简单 | 相对简单 |
| | 绕组形式 | 集中・分布式绕组 | 集中・分布式绕组 | 集中・分布式绕组 | 集中・分布式绕组 | 集中式绕组 | 集中式绕组 | 集中式绕组 |
| | 电磁铁 | 不需要 | 需要 | 需要 | 需要 | 不需要 | 不需要 | 需要 |
| | 整流子 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 需要 |
| | 碳刷 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 | 不需要 |
| | 位置传感器 | 不需要 | 需要 | 需要 | 需要 | 需要 | 需要 | 需要 |
| | 冷却方式 | 自然气冷、水冷却、油冷却 | | | | | | |
| | 电流 | 交流 (AC) | 交流 (AC)/ 直流 (DC) | | | 交流 (AC) | 交流 (AC) | 交流 (AC) |
| 性能与效率 | 耐冲击性 | ○（普通）不使用磁铁 | ×（劣）磁铁耐冲击性差 | | | ●（佳）结构坚固，不使用磁铁 | | ×（劣）磁铁耐冲击性差 |
| | 耐热性 | ●（佳）不使用磁铁 | △（不佳）磁铁过热，磁性衰退 | | | ○（普通）转子不使用磁铁 | | ×（劣）磁铁过热，磁性降低 |
| | 效率 | △（不佳） | ●（佳） | ●（佳） | ●（佳） | ○（普通） | ○（普通） | ○（普通） |
| | 转速 | 最高 15000rpm | 最高 10000rpm | | | 最高 15000rpm | | 10000rpm 以下 |
| | 扭力 | 高 | | | | | | 中 |
| | 振动噪音 | 大 | 小 | | 中 | 大 | | 小 |
| | 控制性 | △（不佳） | ○（普通） | | | △（不佳） | | ●（佳） |
| 生产成本 | | ●（低） | ×（高） | | | ●（低） | | ×（高） |

合动力车与传统的引擎整合在一起，在电动车中则是独立的动能来源，选择动力马达需要考虑马达尺寸、重量、可靠性、耐用性、所需扭力与驱动效率等。随着新能源车辆普及化发展，同步马达与异步马达之争也愈来愈激烈，我国部分汽车厂商认为“永磁同步马达”是未来主流，部分厂商则认为“感应式异步马达”才是未来的主流，永磁同步与感应式异步动力马达在纯电动车应用领域是两大主要发展方向，但不能以偏概全，评论谁优谁劣，必须检视应用场合与车辆的设计初衷，在同等功率条件下，永磁同步马达的体积更小、效率更高，如 Tesla 的 Model3，考虑车型空间精简设计，Model3 改用永磁同步马达，乘用车上使用永磁马达是大势所趋。

适用于混合动力车与电动车的动力马达有两种基本类型，即异步马达 / 感应马达，此种马达耐用且价格合理，无需稀土族元素磁铁，其特性参数可透过软件算法得到控制，且无需维护，马达效率略低于同步马达，在启动时具有较低的扭力，效率略低（约 90%），且较笨重。永磁同步马达 (Permanent Magnet Synchronous Motor,PMSM) 具高扭力、精简设计与高效率（约 94%），永磁式马达需要使用稀土元素永久性磁铁，成本较高。

感应马达与永磁同步马达因属无刷设计，都不存在电刷损耗与维护保养的课题，永磁式同步马达提供更佳尺寸 / 扭力比与更高效率，常用于混合动力车与电动车的动力马达。磁阻马达：开关磁阻电动机（Switched Reluctance Motor,SRM），又称切换式磁阻马达，

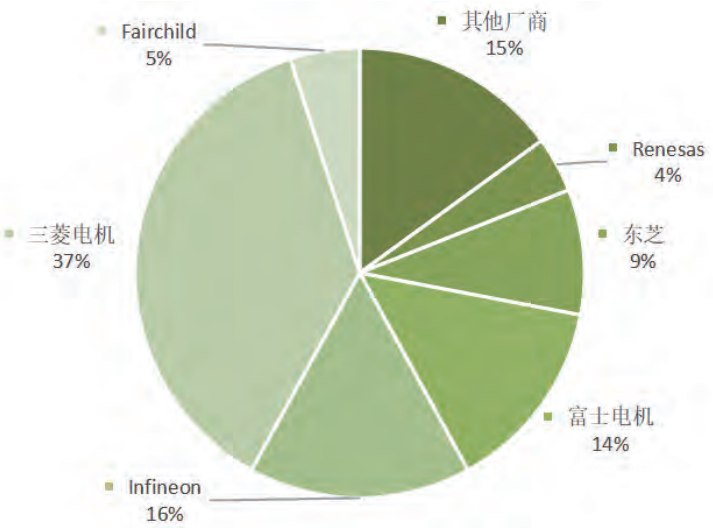


图 1 主要厂商 IGBT 功率零部件市占率比较

与一般直流马达不同，绕线设计在定子上，电力不需借由电刷与换相器等零部件传输，机械结构比较简单，驱控器需将电力提供给不同的绕线，其优势是转子没有磁铁，制造成本低廉，马达体积小，缺点是产生转矩涟波。直流无刷马达：结构上属于永磁式交流同步马达，利用电力电子技术（逆变器）输入交流讯号到马达，交流讯号不是正弦波，只是双向的直流电，波形没有限制，新型向量控制技术已对无刷直流电机使用正弦波控制，转矩变动与低速性能均可获得明显改善；与传统有刷直流马达比较，无刷式较为安全与可靠，表 2 所示，是应用于各式新能源车辆的动力马达特性比较。

**动力马达控制器与功率零部件——高附加价值**

动力马达驱控器是新能源车辆的技术核心，逆变器 (Inverter) 负责从动力系统电池接收 DC 电压输入，并将其转换为三相 AC 电压，再传给动力马达，最常见的控制方式是场导向的向量控制，以脉冲宽度调变 (Pulse Width Modulation,PWM) 驱动的三相（六开关）网桥组成，逆变器控制新能源车辆动力马达，与转换 12V 电池电压的转换器，多由许多电子零部件所组成，其中逆变器模块的零部件成本仅次于电池，且与电池材料费，互为依存关系，逆变器是新能源车辆零部件当中，与电池类似，是最具备高附加价值的功能模块，其作用与传统引擎的引擎管理系统 (EMS,Engine Management System) 类似，属于新能源车辆的电动动力系统控制核心，主要车厂逆变器硬件即使有外购实绩，逆变器软件也是新能源车辆发展过程当中，相当重要的课题。

以 Toyota 为例，逆变器模块当中的功率元件，例如绝缘栅双极晶体管（Insulated Gate Bipolar Transistor,IGBT）、电子控制单元

(Electric Control Unit,ECU)、控制模块 (Power Module Unit,PMU) 等核心控制零部件与控制策略由车厂主导生产与设计外，其他周边配备如电容 (Condenser)、除噪声的滤波电容、阻抗电阻、电子回路基板、中央处理器 (Central Processing Unit,CPU)、泛用半导体等，则多数委外制造或由供应商提供，新能源车辆开发考虑整车搭配空间、性能需求、开发进度与生产成本等因素，第三方需与车厂就逆变器配置组装空间 (Layout)、冷却系统、保养拆卸、验证测试与制造成本等，作密切的协调整合，以取得优化设计。

全球含产业用 IGBT 零部件，以三菱电机占比 37% 最高、Infineon16%、富士电机 14%，东芝 9%，Fairchild 5%，Renesas 4%，其他厂商占 15%，日本电动车辆用 IGBT 零部件则以三菱电机、富士电机与车厂内制为主，Honda 由三菱电机提供，Toyota 主力电动车辆的 IGBT 零部件都为内制，非主力车种由富士电机供应。日本电动车辆所使用的逆变器，除了极少数车厂委外制造外，几乎由整车厂内制，IGBT 零部件多由逆变器模块厂商或车厂本身供应，图 1 是主要厂商 IGBT 功率零部件市占率比较。

IGBT 功率零部件未来可能由 SiC 或 GaN 等功率零部件所取代，因为半导体加工预留量受限关系，需要较长制造时间，考虑量产规模与制造成本等因素，短期内要取代 IGBT 零部件仍需一段时日，预估 2020 年之后。Toyota 内制的 IGBT 零部件虽然可自行吸收总合成本，逆变器模块的 IGBT 零部件仍需 1.5 ~ 2.0 万日元，要有效降低零部件成本需要量产规模支撑，或开发新的替代半导体零部件，逆变器半导体零部件需考虑 0ppm 不良率质量、耐噪声设计、降低零部件不纯物等，极具研发与制造困难度。

日本厂商已在海外布局生产，透过本地协调与低成本新兴国家或经由第三国供应，都属于主要车厂业务发展规划的一环。相对于日本厂商的内部制造的策略，欧洲整车厂的逆变器模组与 IGBT 零部件几乎不内制，外购都改由类似 Infineon 或 Bosch 等大型系统厂商供应，韩国车厂则委托该集团内的零部件厂商制造，基本上属于集团内制造，但是 IGBT 零部件技术进入障碍高，不是所有的企业都能够委外，主要汽车厂多朝向自主研发与内制发展。

**动力电池——诉求能量密度提升与成本合理化**

锂离子电池依其分类，计有磷酸铁锂 (Lithium Iron Phosphate,LFP,LiFePO4)、锰酸锂 (Lithium Manganese Oxide,LMO,LiMn2O4)、镍钴锰酸锂 (Li（NiCoMn）O2)、镍钴铝酸锂 (NCA)，目前锂离子电池已从磷酸铁锂朝三元的方向转变，单体 (Cell) 能量可达到 180Wh/kg，三元锂离子电池存在发展空间。

新能源车辆因不同车型采用不同的电池，例如纯电动乘用车比较注重续驶里程，主导采用比能量较高的三元锂离子电池，2020 年的电池发展目标是单体电池 300Wh/kg，系统 200Wh/kg，是现阶段三元锂离子电池能够达到的水平，电动巴士着重安全性，可能采用比能量相对较低但稳定性更高的磷酸铁锂电池，我国从“十五时期”推动电动车动力电池研发，当时主要是镍氢电池与锰酸锂电池，“十一五”时期主要是磷酸铁锂电池，到“十二五”的重点研发转向三元锂离子电池，2015 年我国三元锂离子电池的比能量 180Wh/kg，预估 2020 年超过 200Wh/kg，将提高一倍。在新能源乘用车领域，磷酸铁锂电池日渐式微，目前仅被少数纯电动乘用车型所采用，采用磷酸铁锂电池的车厂有湖南江南汽车制造有限公司、安徽江淮汽车股份有限公司、比亚迪、广汽丰田、江苏卡威汽车工业集团有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、北京汽车股份有限公司等。

三元锂离子电池受到我国新能源乘用车青睐，如吉利的两款纯电动车，分别采用山东衡远新能源科技有限公司与湖北天丰电源有限公司的复合三元锂离子电池，郑州日产东风纯电动多用途乘用车采用比克的三元锂离子电池，上汽集团的荣威插电式混合动力车采取上海捷新动力电池系统有限公司的三元锂离子电池。

2019 年新能源乘用车将生产 150 万辆，其中插电式混合动力车占比将持续提升，达到 30%(2018 年 25%) 占比，新能源乘用车依然是新能源车辆市场的主流，也是动力电池的主要消费需求，我国工信部 2018 年发布的 13 批推荐目录来看，由于新的补贴政策将能量密度的补贴门坎从 2017 年 90Wh/kg 提升至 105Wh/kg，达到 120 ~ 140Wh/kg 仅能获得 1 倍补贴，

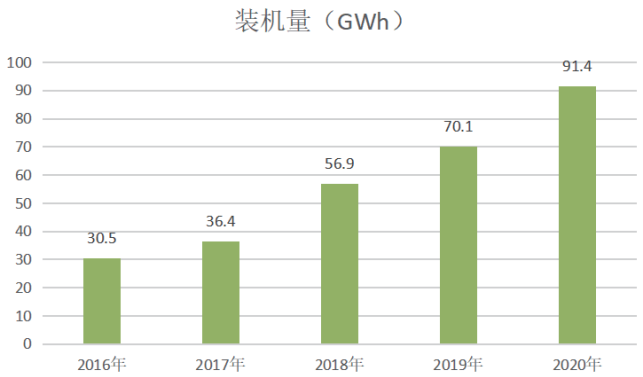



图 2 新能源车辆的动力电池装机量预测

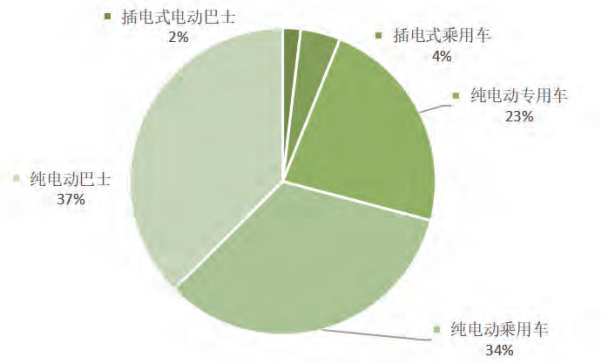



图 3 2018 年动力电池装机量占比

140 ~ 160Wh/kg 可获得 1.1 倍补贴，160Wh/kg 以上可获得 1.2 倍补贴，补贴政策触发电池能量密度的快速增长。

2018 年纯电动乘用车中电池能量密度在 140Wh/kg 以上的占比达 64%，预估 2020 年三元锂离子电池系统能量密度 200Wh/kg，提升至 2025 年的 250Wh/kg；而磷酸铁锂系统能量密度已接近极限，相较于三元锂离子电池具备价格优势。

2018 我国新能源车辆动力电池装机总量 56.9GWh，较 2017 年同期成长 56.9%，其中纯电动巴士装机量 13.6GWh，市场占比 37.4%，纯电动乘用车累计装机量 12.2GWh，占比 33.5%，预测 2019 年动力电池装机量 70.1GWh，图 2 与图 3 分别是我国动力电池装机容量预测与应用于新能源车辆装机量占比。

## 新能源车辆轻量化材料——轻质合金

新能源车辆轻量化材料应用，直接影响续航距离 (Range) 与节能减碳效果，根据实验统计，车辆重量减轻 10%，可减少电力消耗 3% ~ 7%，新能源车辆减轻重量，不仅可以降低行驶阻力，减少电力消耗，还有助于改善电动车的转向、加速与煞车等性能，更有利于降低噪声、减轻振动，对电动车而言，受到电池储能与续航距离限制，电动车车体轻量化设计显得更加重要。

电动车轻量化主要关注在两个方面，其一是基于改善电动车电力消耗的轻量化，其二是基于提升电动车性能与安全性能的轻量化，电动车轻量化可借由下列方式达成，如车辆小型化 (Vehicle Downsizing)。车辆重新设计与零部件减量 (Vehicle Redesign & Content Reduction)。轻质材料选用 (Lightweight Material Selection)，具体实施方法可分为零部件设计与制造。

电动车系由车体、底盘、动力机构、悬吊、轮胎、电池组、转向机构、刹车机构、电动马达与空调等系统零部件或模块所整合而成，其中车体与底盘占电动车总重约 2/3 比例，电动车轻量化的重点在于车体与底盘零部件设计与制造，车体与底盘轻量化有助于电动车整车减轻重量。电动车轻量化可藉由车体结构设计 ( 优化设计、减少零部件数量、创新结构设计 )、轻质材料应用 ( 橡胶 / 树胶、轻质合金或高强刚等 )、制造技术 ( 成型技术、零部件链接组装技术等 )，电动车轻量化的实施多瞩目在车体设计与轻质铝合金车体的应用。

电动车为减轻电力消耗与延长续行距离，目前多朝小型化或轻量化发展，轻量化车体可沿用传统乘用车车体结构的设计理念，以下简要叙述汽车轻量化车体应用实例。

对汽车车体结构实施优化设计，从而获致合理的汽车轻量化结构，汽车车体结构的轻量化设计是应用优化设计方法，在保证车体结构性能要求的前提下，提高材料的利用率，减少多余材料，进而达到车体结构轻量化的目的。

利用硬件，考虑动态仿真 ( 如碰撞、振动 ) 中的各种限制条件，对尺寸参数进行优化设计 (Optimal Design)，进而得到轻量化结构，但仍要强调安全性。

应用现代优化算法 ( 如网络神经演

图 4 新能源车辆应用轻质合金的实例

算法）对结构进行轻量化设计，随着同步工程、计算机仿真等工程技术的快速发展，与其在汽车车体设计分析中的广泛应用。

零部件轻量化推动电动车整体技术发展，电动车轻量化是一项复杂的系统工程，需要多个部门的协调合作才能实现，搭配电动车厂商的各个部门提高相关的技术水准，以保证各项工作能顺利完成。对于电动车厂商而言，掌握电动车轻量化技术，即表示在未来电动车市场中占有主动地位，更具竞争力，电动车轻量化的演进将减少传统钢铁材料的使用量，引领高强度钢板、铝合金、镁合金、复合材料使用比例逐年增加，图 4 是新能源车辆应用轻质合金的实例(VolvoXC90)。

由于纯电动车辆仍存在诸多亟待解决的课题，短期内新能源车辆产业发展仍以混合动力车为主流，我国汽车零部件厂商制造质量优良，擅长少量多样弹性制造，已具国际代工实绩，提供我国厂商布局新能源车辆零部件商机，部分企业布局国际化，关键模块如动力马达驱控器（逆变器）、电流转换器与功率零部件需求殷切，我国无论是电动巴士、低速电动车、电动机车与电动自行车等，累积相当的发展经验与实绩，供应链齐全，电动车辆产业提供争取关键零部件市场机会。

新能源车辆属于大电压与大电流特性，动力电池转换为动力马达的能量过程中产生的热管理与输出效率等，应用于逆变器的 GaN,SiC,MOSFET,IGBT 等属于高附加价值的功率零部件扮演相当重要角色，适合厂商投入研发生产的项目，另外，长期以来我国零部件厂商与国际汽车厂关系密切，无论是交期、质量与成本都极具竞争优势，可争取车厂零部件代工机会。MFC