

案例正文：

打造弹性供应链：比亚迪的“芯”布局¹

0.引言

2021年4月5日，美国汽车工业组织发出警告，受疫情影响，全球半导体短缺可能导致今年生产的车辆减少128万辆，并使各大车企的生产工作再次中断6个月，芯片短缺正在严重冲击全球汽车制造业。同日，日本汽车制造商斯巴鲁表示，由于芯片短缺，将于4月10日至27日暂时关停在日本群馬县矢岛工厂，以调整生产计划。此外，包括本田，戴姆勒，日产，亚菲特，丰田和大众在内的多家跨国车企皆因芯片短缺问题，被迫停产或减产部分车型。从2020年12月份大众汽车宣布减产，到如今海外车企各生产基地的减产甚至停产，芯片短缺问题对全球汽车产业的冲击持续蔓延。国家新能源汽车技术创新中心主任、总经理，中国汽车芯片产业创新战略联盟秘书长原诚寅在新京报贝壳财经《如何破解汽车行业“芯”荒》视频直播中表示，车辆对汽车芯片的用量和种类需求的逐步增加、消费类芯片需求的快速增加抢占了部分汽车芯片产能等因素使得近期全球范围内出现汽车芯片短缺现象。与各大汽车制造企业由于芯片短缺陆续被迫停产、减产形成鲜明对比，比亚迪4月7日表示，由于提前布局芯片自研，在批量生产的支撑下不仅能够满足自身汽车生产的芯片需求，还能实现部分外供。

为了避免“卡脖子”的发生，比亚迪自2003年就开始布局车载芯片的研发，进行弹性芯片供应链构建的准备工作。经过十几年的构建与不断完善，比亚迪车载芯片板块已取得一定成果，在功率半导体领域率先实现车规级IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极型晶体管)芯片的研发和量产，在集成电路设计领域成功量产BMS (Battery Management System, 电池管理系统)前端检测芯片、触控类MCU(Microcontroller Unit, 微控制单元)芯片、驱动保护IC (Integrated Circuit, 集成电路)与电池保护IC。此外，比亚迪的CIS(CMOS Image Sensor)、嵌入式指纹芯片以及电池传感器等产品都纷纷获得行业主要客户的青睐，占据市

1. 本案例由河北工业大学经济管理学院魏旭光、张星、韩天琦、李向东共同撰写，作者拥有著作权中的署名权、修改权、改编权。本案例得到国家社科基金青年项目（17CGL004）资助。

2. 本案例授权中国管理案例共享中心使用，中国管理案例共享中心享有复制权、修改权、发表权、发行权、信息网络传播权、改编权、汇编权和翻译权。

3. 在本案例陈述的所有事实均来自公开媒体的报道。

4. 本案例只供课堂讨论之用，并无意暗示或说明某种管理行为是否有效。

场领先份额。目前比亚迪已掌握芯片研发和生产、模组设计和制造、大功率器件测试应用平台、电源及电控在内的完整供应链，主要业务覆盖功率半导体、智能控制 IC、智能传感器及光电半导体等诸多车载芯片的研发、生产和销售。

1. 风险初识：草图勾勒

芯片，是中国先进制造业的隐痛。IGBT 被誉为电动车“CPU（Central Processing Unit，中央处理器）”，它通过电动汽车的扭矩和最大输出功率来控制电动汽车的时速，控制着新能源汽车中能源变化与传输，决定直交流电的转换和电机变频控制，是高端车载芯片技术的重要载体。十几年前，IGBT 芯片和光刻机的市场环境类似，不但价格高昂，而且面临着有钱也买不到的困境，特别是对 1200 伏以上的高端 IGBT，国外有严格的销售限制，国际供应商对中国企业购买和使用 IGBT 进行管控，要求中国企业只能将采购的 IGBT 用于变频器领域，禁止将其使用到新能源汽车领域。此外，除了“禁售”，在研发新能源汽车的过程中，找不到和自己技术路线匹配的产品，也是获得车载 IGBT 的另一障碍。

比亚迪的董事长王传福一直有着超前的思路和想法，也正是这种前瞻意识和对风险的敏锐洞察力，牵引着比亚迪在车载芯片领域迅速发展。21 世纪初，凭借着对汽车行业市场的了解和分析，王传福认为汽车的“电动化”和“智能化”会成为未来市场的发展共识，新能源车型的产销量在未来会迎来爆发式的增长。而电动化，智能化的市场，车载芯片将会是比亚迪新能源汽车中的关键一环。和高层领导成员探讨过的王传福很快意识到如果不能解决这个隐患，它将成为比亚迪发展新能源汽车的瓶颈，于是开始布局比亚迪的芯片研发。这是比亚迪进行车载芯片布局落脚点，也是比亚迪勾勒弹性芯片供应链草图的起点。

作为国内最早一批有意识期望掌握核“芯”科技的车企，比亚迪在 2003 年成立了第六事业部（图 1），专门研究车载芯片。2004 年，比亚迪微电子有限公司在深圳正式成立。在汽车电动化方面，以高效为核心，重点提升功率半导体效率，现 IGBT 和 SiC(Silicon Carbide，碳化硅)同步发展；在汽车智能化方面，以智能、集成为核心，重点提高 MCU 智能程度，满足车规级高控制能力需求，开发多核 MCU 产品。就这样，21 世纪初，比亚迪在王传福的带领下认识到车载芯片的供应风险，为应对芯片供应中断风险，通过布局芯片供应链各环节，勾勒弹性供应链草图。



图 1 比亚迪第六事业部

Figure 1 BYD Sixth Division

2.弹性预嵌：框架搭建

时间跳转至 2008 年的第一个冬季，初冬的傍晚天黑得早，宁波北仑港保税港区的宁波比亚迪半导体公司（原宁波中纬）依旧冒着腾腾的热气。公司墙上贴满了新员工的名字，由于人数众多，许多人还来不及办理入厂证件。大批身穿比亚迪厂服的员工走出工厂大门，投入茫茫夜色，这里有许多来自深圳的年轻工程师，他们正试图适应在宁波度过的第一个寒冷冬天。这些员工身上，承载着王传福的野心和梦想。

2008 年的全球经济，荆棘密布，对比亚迪而言，2008 年也是转折的一年，蕴含着比亚迪的一段“芯”事。

2008 年 9 月 27 日，美国著名投资者、“股神”巴菲特的投资公司伯克希尔·哈撒韦公司旗下的附属公司——中美能源控股公司入股比亚迪。刚被“股神”巴菲特相中才一周，王传福的一个举动却把自己推入了舆论的漩涡。次月，半导体制造企业宁波中纬积体电路（宁波比亚迪半导体前身）以 1.7 亿多元的价格被比亚迪收购。收购这个当年业界知名的“烂摊子”，比亚迪引起一片哗然。此后数月，本该旭日东升的比亚迪股价一落千丈。

理解他的人分析称,“王传福是想做电动汽车驱动电机(主要由驱动芯片与电源管理器件组成)的研发和生产,他想要打破比亚迪电动汽车芯片供应受限的局面”,这一动作是比亚迪进入车载芯片市场、构建芯片供应链的重要步骤。

比亚迪将宁波中纬定位于驱动电机的研发与生产,这意味着,比亚迪扭转了原中纬代工生产 6 英寸半导体的定位,借助其半导体制造能力开始芯片供应链的构建布局。半导体产业调研机构 iSuppli 中国分析师顾文军表示,比亚迪改变中纬原有定位,将原本用于代工的生产资源整合到芯片的研发和生产,确实有利于提升车载芯片的生产技术工艺,也非常贴合市场。

以当时的环境来看,这次收购更像是一场不明朗的轮盘赌。时间是最好的答案,十多年时间,比亚迪打破了欧洲、日本的技术垄断,将 IGBT 技术从 1.0 迭代到 4.0。事实证明王传福赌对了,这一收购决策让比亚迪的 IGBT 产品研发和制造走上了正轨。这次收购是比亚迪芯片自主研发生产的前瞻性布局,为芯片供应链的构造搭建了框架,同时在供应链中预嵌弹性,增强了比亚迪应对风险的抵御能力。这次布局既是源于一个企业家的战略眼光,也来自于一位技术型领军者突破核心技术封锁的迫切愿望。

3.微观着手:添加网格

随着 2008 年对宁波中纬的收购,比亚迪的芯片研发和制造也迈入了新征程。比亚迪微电子有限公司总裁陈刚在全球 ACE (ALL-ROUND COMPETENCY EDUCATION, 全球素质教育行业峰会) 峰会上这样说道:“要发展新能源汽车,我们要发展自己的核‘芯’科技,也要带动中国半导体的发展。”在“芯”科技的时代背景和产业发展要求下,比亚迪成立了自己的半导体研发团队,尝试从微观着手,改变当前的芯片供应链结构和格局。

3.1 IGBT 芯片研发布局

IGBT 是电动汽车能源转换与传输的核心器件,一辆电动汽车的成本有十分之一都是 IGBT 产生的,是整车中仅次于电池的元器件,这也是比亚迪选择从此突破的原因。

2009 年 9 月,比亚迪半导体自主研发的 IGBT 1.0 芯片成功通过 CEEIA(CHINA ELECTRICAL EQUIPMENT INDUSTRY ASSOCIATION,中国电器组织工业协会)的科技成果鉴定,标志着我国在 IGBT 芯片技术上零的突破,也是冲开 IGBT 国际巨头封锁线的开始。2012 年,比亚迪基于研发的 IGBT 2.0 芯片打造出了车规级 IGBT 模块产品。2015 年,该芯片升级为 2.5 版本,大幅度

地提高了能源转换与传输的效率。此后，经过三年的不断深耕，比亚迪半导体在 2018 年 12 月成功研发出标杆性产品——车规级 IGBT 4.0 芯片。企业资料显示，比亚迪 IGBT 4.0 芯片业务同时覆盖多个环节，包括芯片研发和生产、模组设计和制造、质控平台和新能源汽车应用等。作为比亚迪半导体产业的明星产品，IGBT 4.0 芯片在成本方面较同类产品低约 1/3，产品综合损耗比比主流产品低 20%，温度循环寿命更是提高了 10 倍以上，在车规级芯片领域具有重要意义。这意味着我国新能源汽车领域摆脱受制于人局面的一大突破，车载芯片核心技术真正突破了“卡脖子”的技术封锁。至此，比亚迪 13 年走完了国外巨头们 30 年的路，并成为国内唯一一家拥有 IGBT 完整供应链的车企。

与此同时，比亚迪通过专利巩固研发成果。2007 年，比亚迪提出其首个 IGBT 专利申请，截至 2020 年 5 月 8 日，公开资料显示，比亚迪在德温特创新索引世界专利数据库里共有 130 个 IGBT 专利族，包括 231 条专利记录，其中 75% 的专利布局中国大陆。

辛勤的汗水必将带来累累硕果的回报。此前，车用 IGBT 市场 90% 的份额长期被德国英飞凌、日本三菱等企业垄断，把控了 IGBT 产业应用的发展，严重影响了我国新能源汽车行业的发展速度，比亚迪 IGBT 4.0 芯片的问世意味着比亚迪完整的掌握了 IGBT 高端芯片的研发和制造，比亚迪开始在汽车芯片领域有了自己的话语权。

3.2 多层级芯片研发布局

比亚迪半导体的核“芯”科技布局，并非仅围绕 IGBT。比亚迪半导体从感知层、决策层和执行层三个层级来规划其技术和产品开发线路（见图 2）。感知层对应着传感器芯片，产品包括雷达、摄像头、速度角度传感器等；决策层对应的是计算控制芯片，负责为整车的各种资源做决策，比如 ECU（Electronic Control Unit，电子控制单元）、MCU 和 VCU（Vehicle control unit，整车控制器）等；最后执行层对应的是功率半导体器件，把决策信息执行下去，包括各种总成应用的产品，如转向系统、电控和电机等。

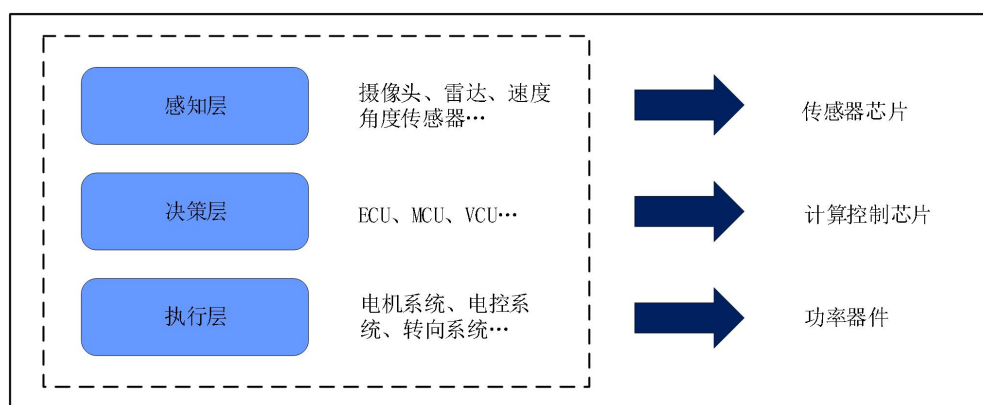


图 2 比亚迪半导体层级规划

Figure 2 BYD Semiconductor Level Planning

在感知层，越来越多的高效智能传感器将会搭载在比亚迪自主研发的新能源汽车上。数量上，比亚迪在新能源汽车“汉”上搭载了 7 个摄像头，下一款车型上将会超过 10 个，以达到全面反馈汽车状态的目的；效率上，传感器已经在画质清晰、传输高速的道路上走了很远，以期满足实时分析的要求。此外，比亚迪半导体感知层的产品还包括了指纹识别芯片（DSP（Digital Signal Process，数字信号处理）指纹算法传感器）、LED（Light-Emitting Diode，发光二极管）光源、大灯模组、IPM（Intelligent Power Module，智能功率模块）等。

在决策层，比亚迪的研发之路也从未停止。MCU 是实现汽车智能化的核心元器件，负责新能源汽车电子内部运算和处理。2007 年，比亚迪进入工业 MCU 领域，坚持性能与可靠性双重路线，工作温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ ，静电能力大于 $\pm 8\text{KV}$ ，累计出货突破 20 亿只，失效率小于 10ppm。结合多年工业级 MCU 的技术和制造实力，比亚迪半导体实现了从工业级 MCU 到车规级 MCU 的高难度跨级别业务延伸。2018，2019 年，比亚迪相继推出 8 位和 32 位车规级 MCU 芯片，累计装车超 700 万颗，实现车轨级 MCU 芯片领域重大突破。未来比亚迪还将推出应用范围更加广泛、技术领先的多核高性能 MCU 芯片。

感知层、决策层和执行层与设计、研发、生产和应用共同形成的网格（见图 3），交点正是比亚迪打造弹性芯片供应链的微观着手点，通过对网格中交点的逐一突破，比亚迪积极应对供应链风险，开始芯片供应链的全方位布局。

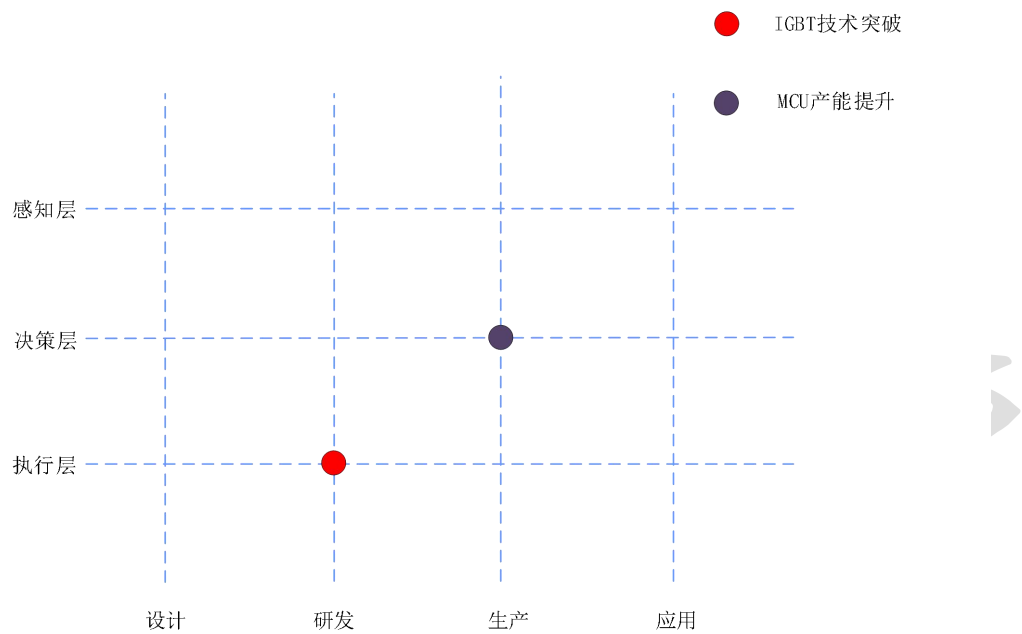


图 3 比亚迪微观芯片布局

Figure 3 BYD Micro Chip Layout

芯片研发领域，比亚迪从执行层、决策层和感知层的设计、研发、生产以及应用的网格状布局铺展，着眼于中高端芯片的发展，努力将核心科技掌握在自己手上，避免受制于人的情况。IGBT、MCU 等新产品的不断迭代更新，实现从无到有，拓宽了比亚迪在新能源汽车芯片供应方面的选择。此外，芯片来源选择的多样化，提高了其片供应链自主性和柔性，而且也可以使得供应的芯片更加契合比亚迪的新能源汽车。

4.整体把控：网链分块

比亚迪在积极寻求节点突破的同时，也注重对包括芯片设计、制造、封装及下游应用在内的供应链（图 4）的整体把控。

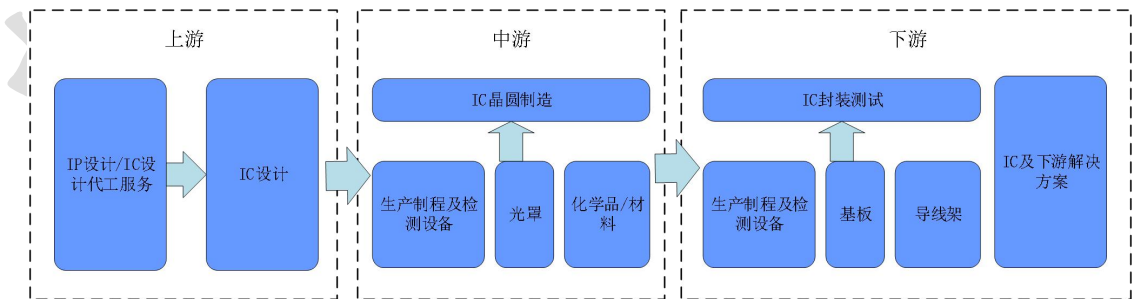


图 4 芯片供应链

Figure 4 Chip Supply Chain

(1) 供应链上游，比亚迪持续投入高端芯片研发。比亚迪对芯片自主研发的执着，直接体现在逐年递增的研发投入上。根据企业资料显示，比亚迪 2020 年在研发上投入的金额为 85.56 亿元，2018，2019 年的研发投入也均超过了 80 亿元，回顾过去的企业数据，此前也是呈现逐年增长的状态，比亚迪半导体就是长期高投入下的产物。比亚迪对于芯片的研发设计远超国内大部分半导体厂商。其自主研发的比亚迪 IGBT 4.0 直接打破了德国英飞凌、日本丰田等国外厂商在高端 IGBT 方面的国际垄断，是比亚迪半导体的明星产品。除此之外，比亚迪在车规级 8 位，32 位 MCU 芯片以及电池管理 MCU 芯片和传感器芯片等系列产品的设计皆有了长足的进展。

(2) 供应链中游，比亚迪积极匹配生产能力。在宁波比亚迪半导体有限公司负责 IGBT 芯片制造的核心技术生产基地中，比亚迪进行晶圆生产的车间的无尘等级均为一级，这也是半导体行业的最高等级。换句话说，为了追求芯片的高质量生产，防止失效，车间每立方英尺（0.0283 立方米）空间中，直径超过 0.5 微米的微尘粒子不超过一个。带有通风孔的车间地板下面是空气过滤系统，室内始终保持着恒定的温度和湿度。晶圆制造的用水要经过 20 多层净化达到超纯水级别。车间内存有大量备用水和应急发电机，随时应对停水停电的突发情况。晶圆生产所需的光刻机需要放在特制的防震台上，避免受到路过车辆、甚至人的脚步产生的振动影响。为了防震，这座工厂的地基还打到岩石层。晶圆的生产流程执行严格的标准，以 SiC(碳化硅)为例，先要将碳化硅粉末加工成类似于钢锭的晶锭，然后切成薄薄的碳化片，之后经过光刻、蚀刻、离子注入等十几道工序，一片晶圆制作完成。宁波比亚迪生产的晶圆厚度最薄可以做到 120um(约两根头发丝直径)，这个数字在 1200V 车规级 IGBT 芯片厚度上处于全球领先水平。高精密的生产车间严格地保证了标准化的生产流程。

与此同时，比亚迪在芯片产能方面的整体把控也在有序进行中。比亚迪在宁波拥有的半导体制造工厂 2019 年的年产在 5 万片左右，由于扩大制造规模，2020 年的产能接近翻了一倍。为了进一步提高芯片产能，助力比亚迪扩充市场份额，2020 年 4 月，比亚迪投资 10 亿元在长沙进行新的 IGBT 项目动工，项目规划 8 英寸晶圆年产 25 万片，以满足年装 50 万辆新能源汽车的芯片产能要求。

(3) 供应链下游，比亚迪打破材料制约因素。芯片供应链下游的封装部分是国内大部分半导体企业进入芯片行业的切入口，比亚迪最初也是由此嵌入芯片供应链，也是比亚迪芯片发展中较为成熟的环节。车规级 IGBT 的散热效率要求比工业级要高得多，同时还要考虑强振动条件，因此封装要求远高于工业级别。

而 IGBT 封装的主要目的是散热，其关键是材料。在 IGBT 封装材料方面，我国的材料科学虽然起步晚，却后发先至，使得比亚迪在封装方面的一些制约也正逐步被打破。“从 2005 年公司启动理论研究和封装业务开始，十五年的研究发展，现如今，比亚迪以 IGBT 为主的车规级功率半导体累积装车超过 100 万辆，实现了巨大的跨越”，比亚迪半导体产品中心芯片研发总监吴海平这样介绍道。

芯片供应链上游，中游和下游的整体协调是维持比亚迪供应链竞争优势的有利支撑，其整体把控使得过去的十几年成为比亚迪半导体技术研发不断深入的十几年，也是其各个产业链不断耦合试错的十几年。这种市场、技术的作用与反作用力是比亚迪独特的发展优势，并成为比亚迪半导体技术在长期实践中铸就的产业护城河。网链分块基础上的上中下游的整体把控提高了供应链的柔性，优化了供应链冗余，提升了芯片供应链弹性。

5. 以布局求变局：结构重构

5.1 新布局

（1）新身份

比亚迪于 2020 年 4 月 14 日发布公告，称于近期完成了对全资子公司——深圳比亚迪微电子有限公司的内部重组，其半导体业务拥有一套完整的供应链体系，涉及芯片设计、晶圆制造、封装测试和下游应用，主要业务覆盖功率半导体、智能控制 IC、智能传感器及光电半导体的研发、生产及销售。

公告还披露，比亚迪半导体拟以增资扩股等方式引入战略投资者，多元化股东结构，提升公司独立性并助力第三方客户拓展，同时，扩充其资本实力，实现产能扩张，以车规级半导体为核心，推动工业、消费等领域的半导体发展。其后的 5 月 26 日和 6 月 15 日，比亚迪半导体分别获得 19 亿元和 8 亿元融资。引入战略投资者是其内部重组后积极谋求独立上市的又一重要布局。

（2）新平台

踩着 2020 年的尾巴，12 月 30 日，比亚迪发布公告，正式揭示了比亚迪半导体子公司的上市进程。截至 2021 年 1 月 20 日，比亚迪半导体股份有限公司宣布其已接受 IPO（Initial Public Offering，首次公开募股）辅导，并在深圳证监局完成了辅导备案。资料显示，比亚迪此次 299 亿港元融资交易是我国新能源汽车行业目前为止最大的融资项目，也是亚洲汽车行业近十年来最大的股票发行项目。

在国际供应商产能跟不上车企需求、车载芯片市场不断扩张的背景下，比亚迪正在加紧飞速的谋求芯片市场的布局，争取让当前的全球车用短缺芯片危机成为比亚迪半导体成长的踏脚石，此次分拆上市更是比亚迪布局芯片的里程碑事件。

比亚迪半导体上市可以为比亚迪带来不少好处，不仅可以扩大其产品的市场规模，也为其增加了品牌影响力和市场竞争力。比亚迪的 IGBT 等产品作为自产自销模式的代表，除了少数销售到其他公司之外，余下大部分应用于自主研发的产品上。为了解决合作厂商对比亚迪“优先供应”模式的担忧，实现市场地位的巩固与提高，比亚迪采用了具有更高资本灵活度的拆分方法，即将半导体业务从整体业务中分离出来，既能加强公司的内部管理能力，又能获得更多用于研发投入的资金，同时有利于抓住芯片短缺背景下国际巨头厂商们遗漏的份额，积极推动高端车载芯片的国产化替代。分拆上市是比亚迪打破当前自产自销模式，拉开芯片外供序幕的积极进展。

5.2 迎接变局

车载芯片短缺的原因，可以追溯到 2020 年年初。新冠疫情冲击使东南亚、欧洲等主要芯片供应商的产能都或多或少地受到了影响。加上 2020 年上半年汽车销量大幅下滑，上游的芯片制造商选择降低产能。然而，意料之外的市场回暖速度，将一众车企及汽车芯片供应商打了个措手不及。同时，随着 5G（5th-Generation，第五代移动通信技术）应用的普及，不仅是消费电子、医疗，工业、通信等其他领域也将向智能化的方向加速发展，由此产生的需求进一步挤占汽车芯片的产能空间。与此同时，随着汽车行业逐渐转向电动化、智能化，相比传统燃油车，电动汽车和智能汽车同样需要搭载更多的芯片。

目前，车载芯片短缺已经成为全球范围内的共性问题，比亚迪半导体的重组和分拆上市可以为比亚迪赢得进一步拿下国际半导体供应商丢失的市场提供机会。比亚迪芯片外供的序幕正徐徐开启，比亚迪和它的中国“芯”正在打破高端车载芯片的供应链格局，迎来新格局。

6. 尾声

新能源汽车是汽车行业未来发展的必然趋势，电动化，智能化变革的背后，“芯片战争”已经在汽车赛道点燃烽火。汽车行业的变革使得芯片供应链正在成为争夺焦点，全球范围内车载芯片短缺的同时，汽车产业能源变革领跑者特斯拉的“降维打击”，英伟达频频推出天花板芯片，苹果重归汽车赛道。面对市场的波云

诡谲，比亚迪接下来如何更好的完善自己的“芯”布局，进一步增强供应链弹性，实现供应链变革，是比亚迪面临的下一关口。

富士康的创始人郭台铭曾说过一句话，“阿里山上的神木之所以大，四千年前当种子掉到泥土里时就决定了”。而比亚迪的内在基因，在于它敏锐的供应链风险识别和积极的弹性供应链打造。回到最初的期望，比亚迪能否引领中国芯的发展，或许我们只需要给它一点时间来创造奇迹。

（案例正文字数：8419）

启发思考题

- 1.供应链风险的含义是什么？比亚迪芯片供应链存在的风险是什么？
- 2.供应链风险管理的措施有哪些？比亚迪采取什么措施来应对芯片供应链所存在的风险？
- 3.提高供应链弹性的途径有哪些？比亚迪是如何提高其供应链弹性的？
- 4.面对自疫情以来汽车行业的“缺芯”之痛，比亚迪是如何进行供应链重构的？比亚迪进行供应链重构的意义是什么？