半导体

报告日期：2022 年 12 月 20 日

【模拟专题】多相电源：高性能计算供电解决方案

——行业深度报告

报告导读

多相电源主要应用在低压大功率领域，为系统中 SoC、CPU、GPU 等芯片供电。下游应用涵盖服务器、个人电脑、通讯基站，智能驾驶等领域，全球超 100 亿市场，目前市场由海外大厂如 MPS、英飞凌、ADI 等主导，国内厂商尚处于萌芽阶段，杰华特、晶丰明源、宁波奥利等进度领先，有望短期内填补国内空白。

投资要点

- **多相电源：高性能计算供电解决方案**
  多相控制器及 DrMOS 构建的多相 DC-DC 系统主要应用在低压大功率领域，用于给系统中 SoC、CPU、GPU 等大算力芯片供电，通过将多个功率模块输出并联使用，提供数百安培到数千安培的电流，并能有效降低散热，优化能耗，下游领域包含服务器数据中心，通讯，智能驾驶，个人电脑等。
- **产业趋势：算力提升加速行业需求**
  在信息化、智能化推动下，各行各业对高性能计算的需求不断增加。1）服务器和数据中心：高性能计算需求增加，产品主要应用于 CPU，GPU 等。多相电源可以有效供电及提高用电效率。2）通讯基站：4G 到 5G 升级，算力要求急剧提升，产品可应用于宏基站与小基站中。3）智能驾驶：辅助驾驶装机量持续提升，产品用于为应用中 CPU、GPU 等芯片供电。
- **竞争格局：百亿市场海外主导，国产替代深水区**
  2021 年多相电源全球服务器约 60 亿市场，PC 约 120 亿市场。来随着数据中心，智能汽车应用的普及，多相电源市场规模有望进一步扩大。多相控制器及 DrMOS 国际市场主要供应商有 MPS、英飞凌、ADI、STMicro 等欧美大厂，并拥有成熟的应用方案。国内主要有杰华特，晶丰明源，宁波奥拉等，均处于萌芽起步期。
- **重点公司**
  杰华特——电源 IC 全覆盖（泛消费→数据能源）
  晶丰明源——LED 驱动龙头，新品深耕助力未来成长
- **风险提示**
  国际贸易摩擦加剧；下游需求不及预期。

行业评级：看好(维持)

分析师：蒋高振
执业证书号：S1230520050002
jianggaozhen@stocke.com.cn

研究助理：赵洪
zhaohong@stocke.com.cn

相关报告

1 《终端创新丨新世代 CPU 驱动供应链新成长》 2022.11.05
2 《【2022 市场首篇】Chiplet: 延续摩尔定律—先进制程替代之路!（浙商电子团队）》 2022.08.07
3 《电子周观点丨底层国产化（3）：28nm→14nm，国内半导体设备企业布局如何？》 2022.05.24

正文目录

1 多相电源：高性能计算供电解决方案 4
1.1 DrMOS：高集成度 MOS 开关 5
1.2 多相控制器：多相电源“大脑” 6
1.3 多相电源：多相控制器+DrMOS 系统 6
2 产业趋势：算力提升加速行业需求 7
2.1 数据中心：算力提升带动多相电源需求 7
2.2 通讯系统：多相电源提升系统效率 8
2.3 智能驾驶：高性能计算芯片供电方案 9
3 竞争格局：百亿市场海外主导，国产替代深水区 10
4 相关标的 10
4.1 杰华特：电源 IC 全覆盖（泛消费→数据能源） 10
4.2 晶丰明源：LED 驱动龙头，新品深耕助力未来成长 10
5 风险提示 11

图表目录

图 1: 一种 DCDC 升压转换器结构 4
图 2: DrMOS 结构 5
图 3: CPU、GPU 发展 6
图 4: 一种多相 DC-DC 结构 7
图 5: 2016-2021 我国数据中心业务总收入及增长率（亿元） 7
图 6: MPS 48V 电源结构 8
图 7: 2017-2022 中国 ADAS 市场规模预测趋势图（亿元） 9
图 8: 2019-2023 年全球 ADAS 市场规模及增速情况（亿美元） 9
图 9: 智能驾驶算力平台 9

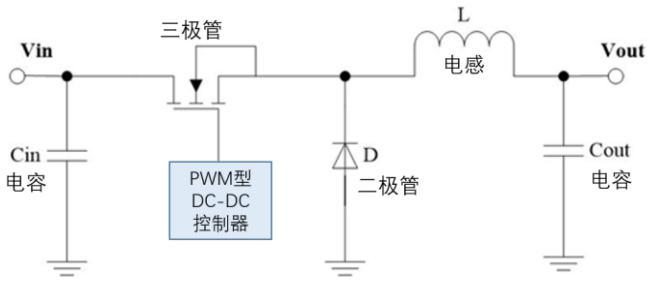
表 1: 部分 DC-DC 芯片类别及其功能应用 5

1 多相电源：高性能计算供电解决方案

多相电源属于模拟电源管理类芯片中的 DC-DC 转换器。DC-DC 转换器的主要作用是将外部直流输入电压，转换成芯片、电子产品执行装置中适用电平的直流工作电压，并实现稳定供电、保障电子产品的平稳运行。由于不同的芯片所需用到的工作电压不尽相同，系统中往往需要使用多个 DC-DC 芯片产生不同的电压等级供不同工作电压需求的芯片使用。

DC-DC 转换器一般由控制芯片，电感线圈，二极管，三极管，电容器构成。按照架构分为降压转换器（Buck）、升压转换器（Boost）、升降压转换器（Buck-Boost）。调制方式包含 PWM（Pulse Width Modulation：脉冲宽度调制）和 PFM（Pulse Frequency Modulation：脉冲频率调制）。

图1： 一种 DCDC 升压转换器结构



资料来源：电子工程专辑，浙商证券研究所

DC-DC 芯片产品应用领域广泛。DC-DC 芯片覆盖汽车电子、通讯电子、计算和存储、工业应用、消费电子等众多应用场景，具体细分市场包括通讯和服务器、笔记本电脑、安防、电视机、STB/OTT 盒子、光调制解调器、路由器等。

多相电源为多相控制器及 DrMOS 的组合，可以为高性能计算提供供电方案。多相电源是 DC-DC 在低压大功率领域应用的一类产品。相较于普通的 DC-DC 转换器，该方案通过多相控制器和 DrMOS 的组合使用，将多个降压电路的输出并联使用，从而输出数百安培到数千安培的电流，并且在同等功率下拥有更高的效率和更低的散热， 为高性能计算应用提供供电解决方案。

表1： 部分 DC-DC 芯片类别及其功能应用

芯片类别	产品功能介绍	主要应用领域	主要性能指标
降压转换器	主要用于将高输入电压转换为较低的输出电压，适用于对电源转换效率较为敏感的场景	通讯电子、计算和存储、工业应用、消费电子	功率密度高 电磁干扰低 低静态功耗与高效率 快速负载跳变动态反应 简单易用
升压转换器	主要用于将低输入电压转换为较高的输出电压，适用于电池供电的场景	通讯电子、工业应用、消费电子	可实现较低的输入电压 功耗低 功率密度高 可实现关断功能
升降压转换器	在输入电压相对输出电压更高、更低以及接近等不同条件下，均可提供稳定的输出电压，适用于电池供电、Type-C PD、超级电容供电等场景	计算和存储、工业应用、消费电子	输入输出范围宽 低静态功耗与高效率 功率密度高
多相控制器和智能功率级模块	通过多相控制器和智能功率级模块的组合使用，将多个降压电路的输出并联使用，从而输出数百安培到数千安培的电流，适用于超大功率供电的需求。	通讯电子、计算和存储	转换效率高 电流精度高 实现温度采样

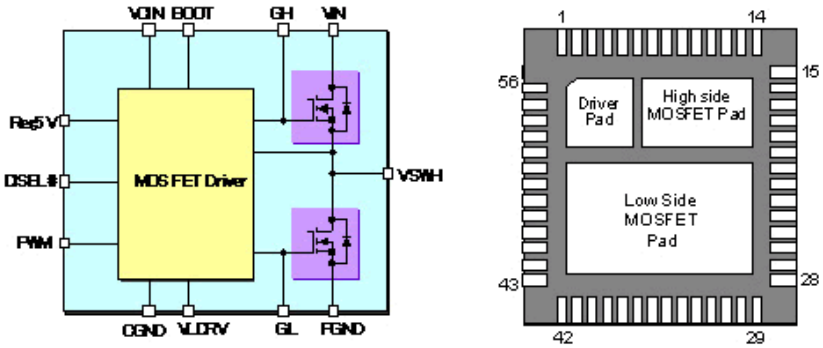
资料来源：杰华特招股说明书，浙商证券研究所

1.1 DrMOS：高集成度 MOS 开关

DrMOS 是一种合封芯片。DrMOS 来源于英特尔在 2004 年给出的一个定义：Driver + MOSFET。即集成两个 MOSFET 和一个 MOSFET 驱动器在一个封装中。传统的供电设计，是将上行 MOS 管、下行 MOS 管和驱动 IC 单独放置。这样的设计不仅浪费 PCB 面积，同时会影响到电流的转换效率。

DrMOS 通过集成整合，将 MOS 管和驱动 IC 整合在一起。这样做不仅能够增加转换效率、减少电磁干扰，同时还能够有效降低 MOS 管的发热量，这种三合一封装的 DrMOS 面积是分离 MOSFET 的 1/4，功率密度是分离 MOSFET 的 3 倍，单片 DrMOS 器件使电源系统能够大幅提高功率密度、效率和热性能，进而增强最终应用的整体性能，拥有节能、低温等特色。通过搭配多相控制器使用，可以在相同电压下增大电流，满足低压大功率应用需求。

图2： DrMOS 结构



资料来源：百度百科，浙商证券研究所

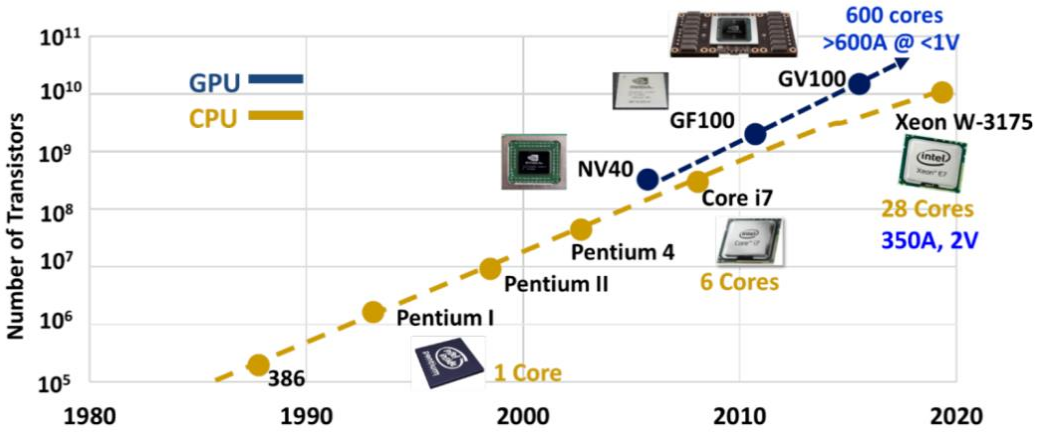
1.2 多相控制器：多相电源“大脑”

DC-DC 控制器是 DC-DC 转换器的组成部分，通过控制 DC-DC 转换器中三极管的通断时长控制输出电压。**多相控制器为数模混合器件，对设计要求较高。**多相控制器可用于实现多相拓扑结构的 DC-DC 转换器，相比于传统的单相拓扑，多相控制器可以挂载两个或更多的转换器单元（DrMOS），并且这些转换器单元相互同步但以不同和锁定的相位运行。这种方法降低了输入纹波电流、输出纹波电压以及总的 RFI（射频干扰）特征值，同时提供了单个大电流输出或具完全稳定输出电压的多个较低电流输出。

1.3 多相电源：多相控制器+DrMOS 系统

大数据，云计算，人工智能概念的兴起，通信基站，数据中心等基建设施及汽车电动智能化催生出的自动驾驶等终端应用都需要耗电更大的 CPU，GPU 及 ASIC 来支持更为强劲的算力需求。这对供电电压调节器模块 (VRM/Vcore) 和负载点电源 (PoL) 提出了严峻挑战，包括：更高的效率、更高的功率密度，同时满足处理器 di/dt>1000A/us 瞬态响应要求。

图3： CPU、GPU 发展



资料来源：MPS 官网，浙商证券研究所

多相电源包含控制器和 DrMOS，是一种多路交错并联的同步 Buck 拓扑，被公认为是此类应用场景的最佳解决方案。目前，多相控制器+DrMOS 方案主要用于向 SoC、CPU、GPU 等芯片提供电源转换解决方案，广泛应用于数据中心、智能驾驶、通信等领域。

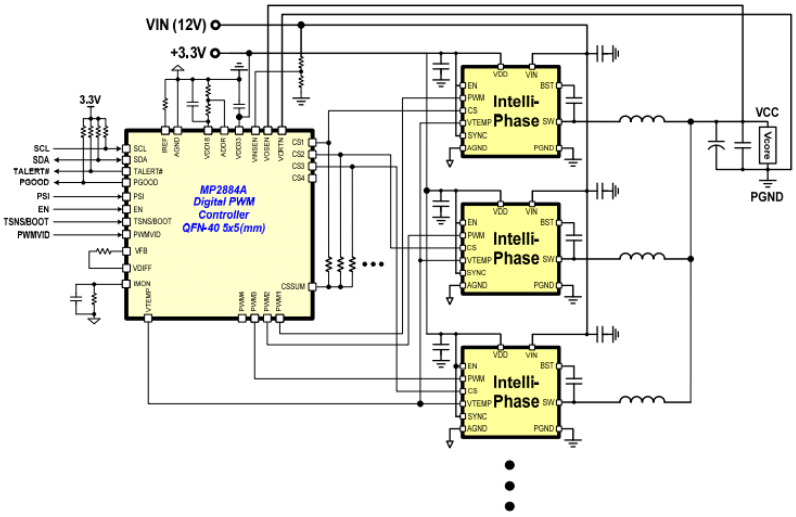
可大幅提升功率：通过多相控制器和 DrMOS 模块的组合使用，将多个降压电路的输出并联使用，从而输出数百安培到数千安培的电流；

降低散热，优化能耗：后级电路使用更小体积和更高功率密度的 DrMOS，从而造就效率较高的转换器，在同等功率下有效降低系统发热量；

提升性能：相较于传统拓扑结构的 DC-DC 转换器，可有效降低输入纹波电流、输出纹波电压以及总的 RFI（射频干扰）特征值；

简化电源设计：通过集成模块化的方式，多相转换器有助于最大限度地减少外部组件数目，进而简化电源设计及制造过程。

图4： 一种多相 DC-DC 结构



资料来源：MPS 官网，浙商证券研究所

2 产业趋势：算力提升加速行业需求

大数据，云计算，人工智能概念的兴起，通信基站，数据中心等基建设施及汽车电动智能化催生出的自动驾驶等终端应用都需要耗电更大的 CPU，GPU 及 ASIC 来支持更为强劲的算力需求，同时也对多相电源提出了更多需求。

2.1 数据中心：算力提升带动多相电源需求

数据中心规模迅速扩张。新基建、“互联网+”、大数据、数字经济等国家各项战略的实施，以及 5G、云计算、移动互联网、物联网、大数据、人工智能等信息科技快速发展的驱动，我国数据中心和相关服务业业务收入保持连续增长的趋势。海量数据流量带动数据中心需求高速增长，网络视频、电子商务业务呈现繁荣景象，同时受疫情影响，远程教育、远程办公、科技防疫的兴起带来流量爆发，我国数据中心市场收入节节攀升， 2021 年总市场收入已达到 1500 亿元。

图5： 2016-2021 我国数据中心业务总收入及增长率（亿元）



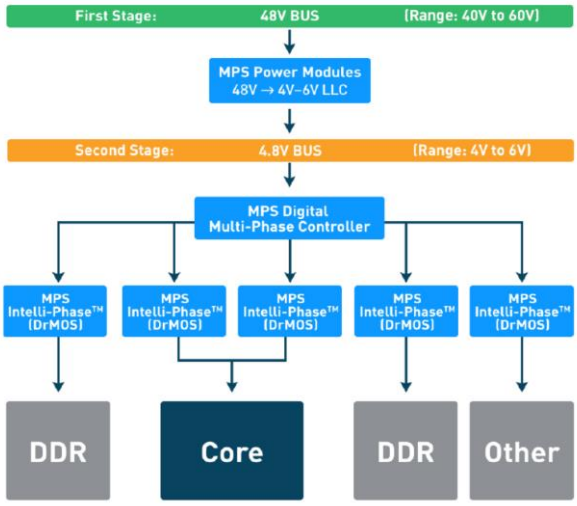
资料来源：IDC 中国信通院云计算与大数据研究所，浙商证券研究所

数据中心功率高，能耗问题日益严重。近年来，随着网络服务需求量的显著增长，全球数据中心的电力消耗已经成为一个重要的问题。根据前瞻产业研究院数据，2019 年中国已拥有各类大中小微型数据中心约 7.4 万个，机架总规模约 227 万架。据分析，由此产生的用电量约为 600 亿 -700 亿千瓦时左右，相当于全国全社会用电量的 0.8% ~ 1%。数据中心里的服务器尽可能紧密地组合在一起，在效率低下的情况下不仅耗用大量多余的电力，还产生了必须散逸的热量需要额外措施冷却。随着“碳中和”目标的提出，节能减排已经成为社会的共识和国家发展的目标。

满足高功率需求。多相控制器+DrMOS 技术通过多相控制器和 DrMOS 的组合，将多个降压电路的输出并联使用，可以输出数百安培到数千安培的电流，满足数据中心大功率需求。

有效提高服务器的用电效率。数据中心所采用的计算机（常称为服务器）与 PC 架构相似，具有一个 CPU、ASIC、FPGA 和存储器。然而，使用传统方式进行功率输送效率达不到 100%（腾讯云计算系统效率设计理论值在 80%左右），而且会产生大量的热量。而使用基于**多相控制器+DrMOS 技术**的新型架构可以大幅极高系统效率（如 MPS48V 电源结构能将降低配电损耗 16 倍）:

图6: MPS 48V 电源结构



资料来源：MPS 官网，浙商证券研究所

2.2 通讯系统：多相电源提升系统效率

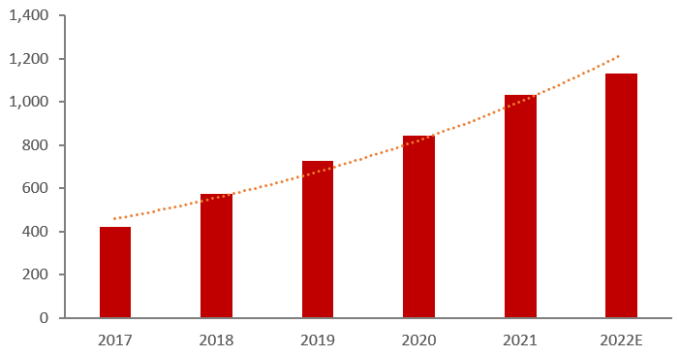
通讯产业是我国大力扶持的产业，目前已取得领先优势，在基站总量、手机终端用户连接数以及通信标准必要专利声明数量等均居于行业首位。未来，国家政策将继续推动通讯行业快速健康发展，做强系统、终端等优势产业，补齐芯片、仪表等短板弱项，推动产业链各环节优化升级。

通讯领域性能效率要求提升。通讯具有“性能高、延时低、容量大”等特点，随着通讯应用领域的持续扩大以及下游终端需求的逐渐升级，在性能、效率与节能等方面对模拟芯片提出了更高的要求。多相控制器及 DrMOS 技术可为宏基站与小基站中的基带单元 (BBU)、射频拉远单元 (RRU) 及有源天线单元 (AAU) 进行高效供电，提升系统效率。

2.3 智能驾驶：高性能计算芯片供电方案

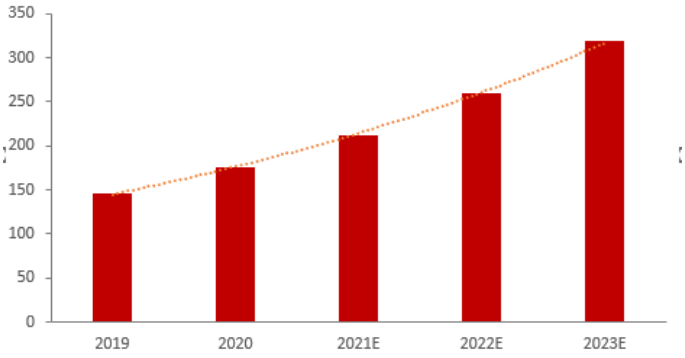
智能驾驶赛道快速增长，渗透率不断提高。随着智能驾驶技术的不断发展，智能汽车的快速上量，自动驾驶系统市场占比快速提升。该技术的发展也得到政府大力支持。8 月 23 日，上海市印发《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》，目标到 2025 年建成国内领先的智能网联汽车创新发展体系。产业规模力争达到 5000 亿元，具备组合驾驶辅助功能（L2 级）和有条件自动驾驶功能（L3 级）汽车占新车生产比例超过 70%，具备高度自动驾驶功能（L4 级及以上）汽车在限定区域和特定场景实现商业化应用，将进一步推动智能驾驶的发展和渗透。

图7： 2017-2022 中国 ADAS 市场规模预测趋势图（亿元）



资料来源：中商产业研究院，浙商证券研究所

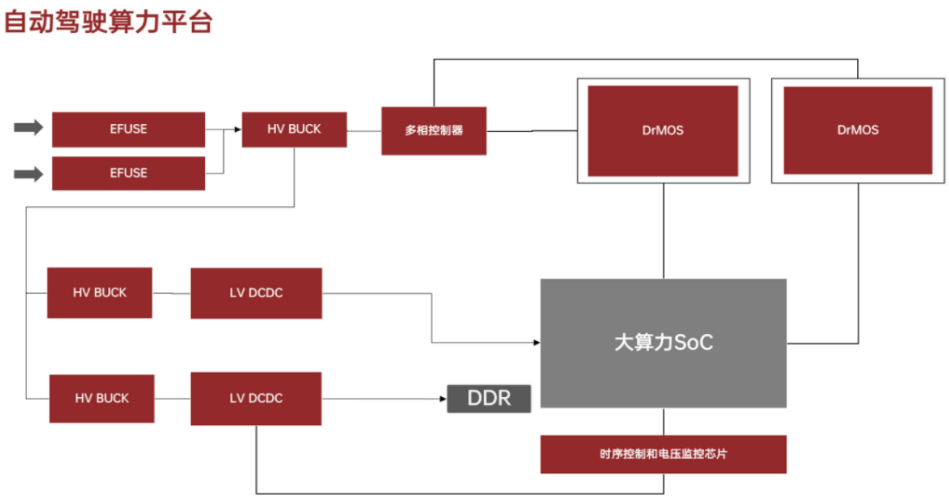
图8： 2019-2023 年全球 ADAS 市场规模及增速情况（亿美元）



资料来源：Statista，浙商证券研究所

为智能驾驶中高性能计算芯片组提供动力。基于车载应用中各电子设备采用电池供电，高耗电芯片能效显得更为重要。多相控制器及 DrMOS 技术为汽车智能驾驶应用（如 ADAS 和信息娱乐系统）中 SoC、CPU、GPU 和 FPGA 的核心电源轨提供优秀的电源转换解决方案，有效降低系统能耗。

图9： 智能驾驶算力平台



资料来源：杰华特官网，浙商证券研究所

3 竞争格局：百亿市场海外主导，国产替代深水区

目前多相电源主要应用在数据中心，PC 等大算力领域。未来随着数据中心，智能汽车应用的普及，多相电源市场规模有望进一步扩大。

1）**服务器：超 50 亿人民币市场。**用于服务器 DrMOS 的单价在 1 美金左右，多相控制器用于服务器单价约 0.8 美金。一台服务器以 4 个 CPU 为例，每个 CPU 约使用 2 个多相控制器，对应约 60 个 DrMOS，单台服务器多相电源价值量合计约 66 美金。根据 IDC 数据，2021 年全球服务器出货量为 1354 万部，根据我们测算，多相电源市场近 9 亿美金，合计约 60 亿人民币。

2）**PC：超百亿人民币市场。**用于 PC 的 DrMOS 的单价约 0.7 美金，多相控制器约 0.6 美金。一台 PC 一般 1 个 CPU，单台 PC 对应多相电源价值量约 5 美金。根据 IDC 数据，2021 年全球服务器出货量约 3.5 亿台，根据我们测算，多相电源市场近 17.5 亿美金，合计约 120 亿人民币。

目前多相电源市场主要由海外公司主导，国内产品处于尚处于起步阶段。目前，多相控制器及 DrMOS 国际市场主要供应商有 MPS、英飞凌、ADI、STMicro 等欧美大厂，国内主要有杰华特，晶丰明源，矽力杰，宁波奥拉等。MPS 推出的产品为多相控制器&Intelli-Phase 系列产品，在英特尔和 AMD 产品应用；英飞凌推出多相控制器&OptiMOS Power Stage 系列。相较海外成熟方案，国内厂商杰华特及晶丰明源仍处于起步阶段，尚未大批量出货。

4 相关标的

4.1 杰华特：电源 IC 全覆盖（泛消费→数据能源）

电源管理为主，自主工艺提高产品壁垒。公司是以虚拟 IDM 为主要经营模式，采用公司自有的国际先进的工艺技术进行芯片设计制造，是工业和信息化部认定的专精特新“小巨人”企业。公司具备包括芯片和系统设计技术、晶圆制造工艺在内的完整核心技术架构。目前公司产品以电源管理模拟芯片为主，在电源管理芯片领域拥有业界领先的全品类产品设计开发能力与产品覆盖广度，并逐步拓展信号链芯片产品。

公司现已拥有 1,000 款以上可供销售、600 款以上在研的芯片产品型号，产品包含开关型非隔离电源，离线和隔离电源，电池管理系统，线性电源和 LED 驱动，涵盖业内主流的应用场景，其中自主研发、设计的部分产品性能已处于国际先进水平，已进入海康威视、中兴、小米通讯、新华三、荣耀等各行业龙头企业的供应链体系，并相继研发出了诸如高集成度大电流系列、高压高精度高可靠性功率管理系列等多类具有首创性的芯片产品。**公司 DrMOS 已实现量产，**有望给公司带来进一步增长。

4.2 晶丰明源：LED 驱动龙头，新品深耕助力未来成长

LED 起家，逐步拓展电源管理产品。公司是国内领先的模拟和混合信号集成电路设计企业之一，主营业务为模拟和混合信号集成电路的研发与销售。自 2008 年成立以来，前期主打 LED 照明驱动芯片，包括通用 LED 照明驱动芯片、智能 LED 照明驱动芯片等。2019 年 10 月，公司在科创板上市，在稳步发展现有业务的同时，积极布局新产品线以及加强

产业资源整合，助力公司进一步发展。公司陆续完成收购上海莱狮 100%股权及上海芯飞 100%股权的事项，发展应用于大小家电和充电器、适配器市场的 AC/DC 产品线，收购南京凌鸥获得的电机驱动类芯片。2021 年，公司集中研发资源在 CPU/GPU 供电的大电流 DC/DC 电源芯片领域发力，并在该领域取得重大技术突破，完成了多个产品的研发工作。

深耕现有产品线，扩大领先优势。根据集微网，2022 年上半年公司发布国产 10 相数字控制电源管理芯片 BPD93010，该产品支持原生 1~10 相 Buck 控制器、数字方式控制、小封装，在大电流高功率的计算领域抢占电源管理芯片国产化的先机，成功实现从单相到多相、从模拟控制到数字控制，将用于为 CPU、GPU、AI 等大功率计算芯片供电，有望广泛应用于 PC、服务器、数据中心、基站、自动驾驶等领域。

5 风险提示

（一）国际贸易摩擦加剧的风险

2020 年来，随着国际贸易摩擦的加剧，国内企业的芯片采购以及对外销售均受到了一定程度的影响。若国际贸易摩擦持续发酵，相关国际环境持续恶化，或国外出台限制我国集成电路行业发展的相关政策，可能导致供应链受到一定限制、无法持续获得产能供应或者对外销售市场受到限制等情况，对行业不利影响。

（二）下游需求不及预期风险

行业的下游应用领域主要包括服务器数据中心、通讯、消费电子、智能驾驶等，如果未来这些领域需求量不及预期，将会对行业发展产生不利影响。

以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：
1.买 入： 相对于沪深 300 指数表现 + 20％以上；
2.增 持： 相对于沪深 300 指数表现 + 10％ ~ + 20％；
3.中 性： 相对于沪深 300 指数表现 - 10％ ~ + 10％之间波动；
4.减 持： 相对于沪深 300 指数表现 - 10％以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：
1.看 好： 行业指数相对于沪深 300 指数表现 + 10%以上；
2.中 性： 行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
3.看 淡： 行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10%以下。
我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。
建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。
本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。
本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。
本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。
本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路 729 号陆家嘴世纪金融广场 1 号楼 25 层
北京地址：北京市东城区朝阳门北大街 8 号富华大厦 E 座 4 层
深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心 33 层
上海总部邮政编码：200127
上海总部电话：(8621) 80108518
上海总部传真：(8621) 80106010
浙商证券研究所：https://www.stocke.com.cn