



电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

国金证券研究所

 分析师：姚遥（执业 S1130512080001）
 yaoy@gjzq.com.cn

 分析师：宇文甸（执业 S1130522010005）
 yuwendian@gjzq.com.cn

 分析师：丁彦文（执业 S1130524070002）
 dingyanwen@gjzq.com.cn

三次电源：AI 芯片功率跃升下的价值重估——AIDC 系列深度(五)

投资逻辑：

AI 算力需求持续释放，推动 AIDC 供电架构向 800VDC 高压直流和电力电子化方向演进，供电瓶颈也正从机房侧、机柜侧进一步下沉至板级与芯片侧。三次电源作为直接面向 GPU/ASIC 的末级电压调节环节，决定芯片供电稳定性、瞬态响应能力与算力释放水平，正伴随 AI 芯片功率跃升进入系统性升级周期。

需求驱动：芯片功率跃升，低压大电流成核心矛盾。英伟达数据中心 GPU 热设计功耗从 A100 的 400W 提升至 B300 的 1400W，五年间提升逾 2.5 倍；液冷导入后，单机柜 GPU 部署数量和功率密度进一步提升。在核心电压维持 0.6V-1.8V 低压区间的约束下，功耗提升最终转化为末级供电电流放大，千安级电流叠加毫欧级 PDN 阻抗，使 I^2R 损耗呈平方级放大。同时，AI 芯片负载快速波动对输出电压稳定性提出更高要求，三次电源面临大电流、高瞬态、小空间、高效率四重约束，架构升级成为必然方向。

技术演进：从分立式多相 Buck 向模块化、垂直供电和封装级集成迈进。短期看，多相 Buck+DrMOS 仍是 GPU/CPU/ASIC 核心供电的主流基线，随着单芯片功率向千瓦级提升，供电相数、单相电流能力、数字控制精度以及配套磁件、电容和高阶 PCB 用量均有望提升。中期看，TLVR、模块化 POL、VPD 垂直供电有望加速导入，分别改善瞬态响应、缩短客户设计周期、降低 PDN 阻抗并释放芯片周边空间。长期看，IVR、封装级电源和背面供电将与先进封装、Chiplet、HBM 深度协同，推动三次电源进一步向封装和芯片内部迁移。

产业链影响：核心元器件量价齐升，竞争壁垒向系统能力迁移。DrMOS 方面，高功率大电流推动 DrMOS 用量线性增长，产品规格由 50A 向 80A/90A 以上演进，前四大海外厂商合计份额约 85%，供应紧张打开国产导入窗口；电感方面，高频化与小型化推动电感材料与工艺升级推动量价双击；电容方面，MLCC 用量较通用服务器提升约 13 倍，高端料号供给紧张推动价格上行，未来 MLCC 和硅电容或将分层应用互为补充；PCB 方面，嵌入式电感/电容、高多层与 3D 结构成为高功率密度三次电源的重要升级方向。

竞争格局：海外龙头主导，国产厂商加速追赶。芯片侧 MPS、英飞凌领跑多相控制器与 DrMOS 市场；模组侧台达、伟创力、Vicor 分别在全链路系统方案、垂直供电产品、分比式电源架构等领域形成差异化竞争优势；被动元件侧，村田、乾坤科技等厂商在高端 MLCC 和芯片电感领域占据优势。国内厂商中，杰华特加速推进多相控制器和 DrMOS 产品导入，深南、中富深耕三次电源 PCB 并已实现批量交付，铂科、龙磁等则受益于高端芯片电感升级。

投资建议

从产业节奏看，三次电源将沿“成熟方案升级—模块化架构导入—封装级/芯片级供电演进”推进。短期，多相 Buck+DrMOS 仍是主流底座，AI 芯片功率提升将带动单机相数、单相电流能力、低 DCR 电感、高可靠电容和高阶 PCB 用量提升，业绩兑现确定性较强。中期，TLVR、模块化 POL、VPD 等方案有望加速导入，进一步改善瞬态响应、降低 PDN 损耗并缓解板面空间约束。长期，IVR、封装级电源和背面供电将与先进封装、Chiplet、HBM 深度协同，具备平台协同和前瞻技术储备的厂商有望获得长期卡位价值。建议关注中富电路、铂科新材、深南电路、杰华特、三环集团等。

风险提示

资本开支不及预期；芯片功率提升不及预期；技术路线变；客户认证和订单放量不及预期等。



内容目录

1、AI 芯片功率跃升，三次电源进入架构升级新周期	5
1.1 三次电源：供电链路末端核心，最贴近 GPU/ASIC 的电压调节环节	5
1.2 芯片功率持续跃升，低压大电流成供电核心矛盾	6
1.3 三次电源升级面临四重约束：大电流、高瞬态、小空间、高效率	7
2、三次电源向模块化与垂直供电等高集成架构演进	8
2.1 主流：多相 Buck+DrMOS 仍是主流基础架构	8
2.2 TLVR：耦合电感架构重构瞬态响应	8
2.3 模块化：从分立元件走向一体化电源模块	10
2.4 垂直供电：缩短供电路径，压降板级损耗	11
2.5 远期方向：IVR 或为芯片侧供电的终极形态	13
3、三次电源升级驱动核心元器件量价齐升	13
3.1 DrMOS：AI 算力驱动量价齐升，全球格局高度集中	13
3.2 电感：TLVR 架构升级，台系及大陆厂商竞争力较强	15
3.3 电容：MLCC 用量大幅增加，日韩厂商占据寡头地位	15
3.4 PCB：AI 芯片升级驱动电源 PCB 技术迭代	16
4、重点公司梳理	18
4.1 英飞凌：全球功率半导体龙头，Grid-to-Core 全链路布局领跑 AI 算力供电	18
4.2 MPS：芯片侧电源管理平台型厂商，核心在高集成 POL 与模块化	20
4.3 台达：数据中心电源系统解决方案提供商，与英飞凌合作布局 VPD	21
4.4 伟创力：Grid-to-Chip 电源平台型厂商，与瑞萨合作强化三次电源竞争力	23
4.5 Vicor：深耕近芯片供电，技术领先性与专利壁垒持续兑现	24
4.6 Murata 村田：全球被动元器件龙头，MLCC 业务增长迅速	25
4.7 杰华特：深化 AI 电源布局，DrMOS+多相控制器实现高端量产突破	27
4.8 铂科新材：芯片电感国产龙头，受益 VPD/TLVR 等近芯片供电升级	28
4.9 龙磁科技：磁性材料积累深厚，高端芯片电感打开 AI 供电增量空间	29
4.10 深南电路：PCB 龙头企业，埋嵌集成技术打开三次电源模块载板想象空间	30
4.11 中富电路：深耕电源 PCB，受益 AI 数据中心电源架构升级	31
5、投资建议：推荐 PCB/电感核心标的、DrMOS/MLCC 国产替代方向	33
6、风险提示	33

图表目录

图表 1：三次电源位于 AI 电源系统的三级变换链路最后一级	5
--------------------------------------	---



图表 2: 三次电源是供电系统中离芯片最近的一级	5
图表 3: 算力芯片演进驱动峰值电流需求不断提高	5
图表 4: AI 芯片 TDP 与机柜功率密度迅速提升, 或将推动电源架构升级	6
图表 5: 电源升级的本质是降低 I^2R 损耗: 升压降电流&近距降低电阻	6
图表 6: 随着 AI 芯片供电电流的增大, 三次电源面临四项严峻问题	7
图表 7: 基于多相 Buck 的小占空比供电架构方案	8
图表 8: 多相 Buck 架构在稳定性、动态响应速度以及散热等方面拥有着明显优势	8
图表 9: 多相降压拓扑	9
图表 10: TLVR 拓扑	9
图表 11: TLVR 在拥有其独特优势的同时也存在技术局限性并面临产业化挑战	9
图表 12: 分立电源需要配置多种元器件	10
图表 13: 所有元器件需经过严谨选型才能满足设计指标要求	10
图表 14: AI 芯片三次电源方案分化: 英伟达分立式, ASIC 走向模块化	10
图表 15: Vicor 模块电源比大多数分立电源更小巧、高效	11
图表 16: 模块电源封装外形有助于实现均匀且可预测的散热, 而分立式解决方案会导致不均匀且不可预测的散热	11
图表 17: 英伟达的 Hopper GPU 横向供电架构	11
图表 18: 随着 VRM 的输出功率和电流增大, PCB 损耗将会变大	12
图表 19: 与 LPD 相比 VPD 通过改变 POL 的位置来缩短电力传输距离	12
图表 20: 未来三次电源解决方案的发展趋势	13
图表 21: Drmos/SPS 集成了 Driver、MOSFET、电流、温度检测信号等	14
图表 22: Drmos/SPS 集成了 Driver、MOSFET、电流、温度检测信号等	14
图表 23: 芯片电感起到为 GPU、ASIC、DDR、FPGA、CPU 等芯片前端供电的作用	15
图表 24: 依据三星电机, AI 服务器所需 MLCC 数量达 28000 个, 提升约 13 倍	15
图表 25: 硅电容可采用芯片正面贴装、基板底面贴装、基板嵌入式三种方案	16
图表 26: MLCC 与硅电容分工不同, 分层搭配	16
图表 27: 一次二次三次电源 PCB 存在差异, 三次电源要求更高的集成度与功率	17
图表 28: 电路板约有 30% 的面积被电感器件占据	17
图表 29: 有源和无源器件从表面贴装向埋嵌发展	17
图表 30: 嵌入式电容材料	18
图表 31: ECM 更能保障供电稳定性	18
图表 32: 三次电源行业整体仍由海外及台系公司主导, 厂商可大致分为芯片侧、模组侧和被动元件/PCB	18
图表 33: 英飞凌在功率半导体、汽车半导体及汽车 MCU 三大赛道全面领跑	19
图表 34: 英飞凌 VRM 模块持续升级	19
图表 35: 缩小封装尺寸, 实现功率密度翻倍支持 VPD	19



图表 36: 英飞凌在数据中心领域持续获得客户突破	19
图表 37: 英飞凌凭借先进技术产品组合 AI 相关收入提升	19
图表 38: MPS 在数据中心领域布局的主要为 48V 及以下的电源产品	20
图表 39: MPS 逐步从传统水平供电到 Z 轴供电架构, 将 PDN 路径缩短至毫米级	20
图表 40: MPS 的 MPC24380 电源模块拥有新结构、高输出电流、高功率密度的特点	21
图表 41: 台达电子可以提供从电网到芯片的全方位电源及散热解决方案	22
图表 42: 台达于 2023 年 OCP 全球峰会展出的 DCDC 转换器产品	22
图表 43: 台达 Datacom POL 模块	22
图表 44: 台达使用英飞凌 OptiMOS 产品开发 VPD 模块	22
图表 45: 伟创力产品涵盖一次、二次和三次电源	23
图表 46: 伟创力 VPN 垂直供电方案	23
图表 47: 伟创力 VRM 调压模块方案	23
图表 48: Vicor 的分比式电源架构(FPA)将电源分解为专门的稳压和变压功能	24
图表 49: FPA 架构不仅可减少电容, 而且还可节省电路板空间	24
图表 50: Vicor 利用 FPA 可通过横向供电 (LPD) 和垂直供电 (VPD) 最大限度降低“最后一英寸”抗阻	24
图表 51: Vicor 业绩改善, 额外确认一笔专利诉讼和解收入 (万美元)	25
图表 52: 专利授权收入已经成为 Vicor 业务的重要增长点	25
图表 53: 村田 MLCC 产品矩阵	26
图表 54: 村田是 MLCC 领域的绝对龙头	26
图表 55: MLCC 成为村田的业绩增长支柱 (亿日元)	26
图表 56: 杰华特 2021-2026Q1 营业收入及同比增长率	27
图表 57: DC-DC 芯片成为杰华特第一大产品收入来源	27
图表 58: 杰华特推出的 90A 大电流输出的 JWH7079 智能功率级	27
图表 59: 铂科新材芯片电感产品	28
图表 60: 铂科新材芯片电感产品主要面向 AI 服务器、AI PC、DDR 等大算力场景	29
图表 61: 龙磁科技构建了“永磁+软磁+电感”三大核心业务协同发展的产业格局	29
图表 62: 深南电路 2021-2026Q1 营业收入及同比增长率	30
图表 63: PCB 是深南电路的业务核心	30
图表 64: 深南电路 PCB 布局广泛, 相关 PCB 产品可应用于数据中心电源相关设备	31
图表 65: 深南电路持续加大研发投入	31
图表 66: 深南电路积极布局可用于三次电源的相关技术	31
图表 67: 中富电路 2021-2026Q1 营业收入及同比增长率	32
图表 68: 中富电路 2026Q1 归母净利润大幅改善	32
图表 69: 中富电路在 THECA 期间展示一次二次三次电源对应的产品	32

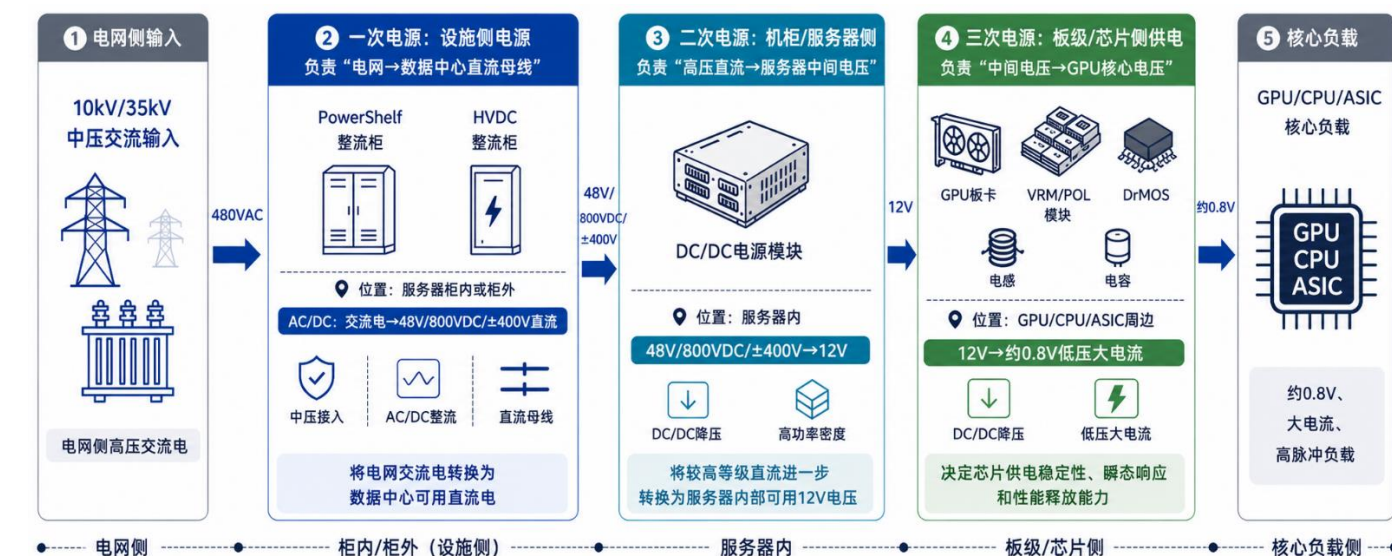


1、AI 芯片功率跃升，三次电源进入架构升级新周期

1.1 三次电源：供电链路末端核心，最贴近 GPU/ASIC 的电压调节环节

AI 服务器电源系统的核心任务，是将电网侧交流电逐级转换为 CPU、GPU、ASIC、内存等负载可用的稳定直流电。传统服务器供电架构通常由 AC/DC 电源将交流输入转换为 12V 或 48V 直流母线，再通过板级 DC/DC、VRM/POL 等模块向芯片供电；而在 AI 服务器功率密度持续提升后，供电架构正逐步向更高电压母线和更多级 DC/DC 转换演进，例如由 48V、 $\pm 400V$ 或 800VDC 等较高电压母线，经中间总线转换器降至 12V/6V，再由近芯片三次电源完成最终降压。部分更激进方案也在探索从较高电压母线直接向 12V/6V 甚至芯片近端供电，以减少转换级数和低压大电流传输损耗。

图表 1：三次电源位于 AI 电源系统的三级变换链路最后一级

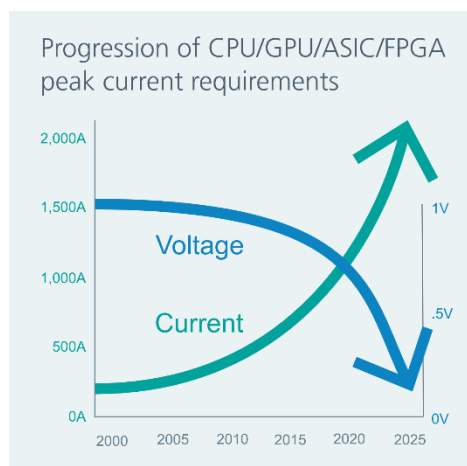
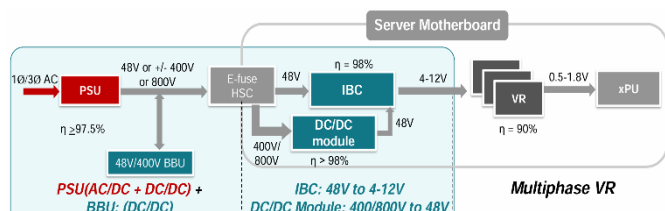


来源：NVIDIA，台达，英飞凌，新雷能，国金证券研究所绘制

从物理位置看，三次电源是供电系统最贴近 CPU、GPU、ASIC 等核心负载的末端电源模块，典型形态包括 VRM/POL、Power Block、VPD 垂直供电模块等。其主要作用是承接 12V、6V 等中间母线输入，并将其精准转换为芯片核心所需的 0.6V–1.8V 左右低压大电流电源。由于 AI 芯片负载变化快、峰值电流高，三次电源需要在极短时间内完成电流调节，并将输出电压维持在芯片允许的窄范围内；TLVR、多相并联、DrMOS/Smart Power Stage、高端电感和近芯片电容等技术，正是为了提升瞬态响应、降低纹波和压降，并改善低压大电流场景下的供电效率。

图表 2：三次电源是供电系统中离芯片最近的一级

图表 3：算力芯片演进驱动峰值电流需求不断提高



来源：Texas Instruments，国金证券研究所

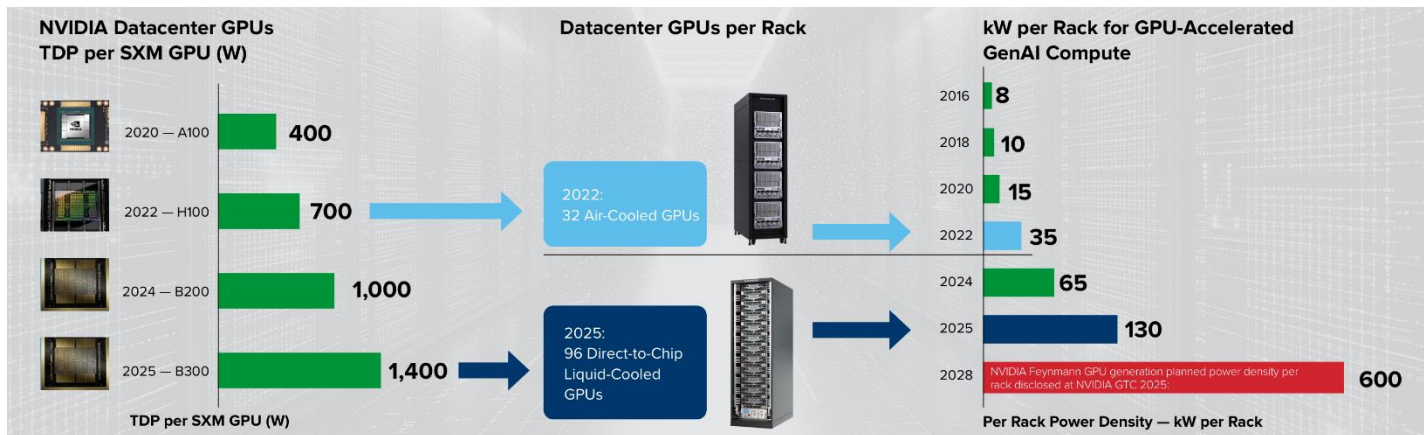
来源：Vicor，国金证券研究所



1.2 芯片功率持续跃升，低压大电流成供电核心矛盾

AI 芯片功率持续提升，是三次电源升级的根本需求侧驱动。伴随 AI 算力需求快速释放，英伟达数据中心 GPU 热设计功耗随产品代际迭代持续走高，单芯片功率和机柜功率密度均呈阶跃式提升。从单芯片维度看，NVIDIA 公开规格显示，A100 平台标准 TDP 约 400W，H100/H200 最高 TDP 提升至 700W 级别，B200 进一步提升至最高 1kW，B300 功耗有望进一步提升至约 1.4kW 量级。以 A100 至 B300 口径测算，单 GPU 功耗约提升至 3.5 倍，芯片侧低压大电流供电压力显著加大。

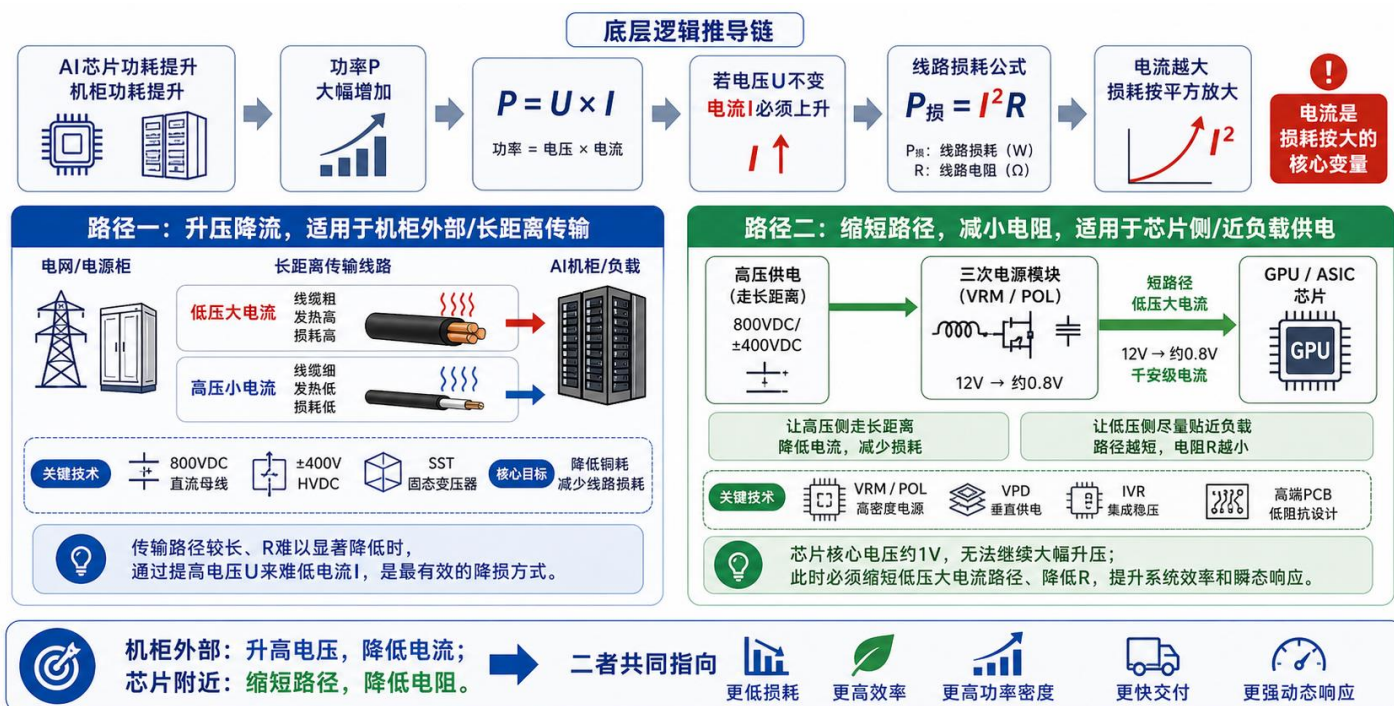
图表 4：AI 芯片 TDP 与机柜功率密度迅速提升，或将推动电源架构升级



来源：NVIDIA, Supermicro, IDC, 国金证券研究所

核心电压维持低位，功率提升最终会转化为末级供电和 PDN 中的大电流压力。对于 GPU、ASIC 等高性能计算芯片，核心电压通常维持在 1V 附近甚至更低，在功率持续提升的情况下，芯片侧电流将被动上升。根据 $P=U \times I$ 和 $P_{\text{损耗}}=I^2R$ ，同等功率下，电压越低，传输电流越大，路径损耗会按电流平方放大。若低压大电流需要在 PCB、封装供电网络和芯片附近横向长距离传输，即使路径电阻仅为毫欧级，也会带来显著压降和热损耗；例如在 2000A 电流、1mΩ 路径电阻假设下， I^2R 损耗即可达到 4kW 量级，工程上难以接受。

图表 5：电源升级的本质是降低 I^2R 损耗：升压降电流&近距降低电阻



来源：NVIDIA, Vicor, 《Vertical Power Delivery for Emerging Packaging and Integration Platforms》，国金证券研究所绘制



因此，三次电源升级的核心方向，是尽可能缩短低压大电流路径，并将电源转换环节前移至更靠近负载的位置。传统板级 VRM/POL 方案逐步面临面积、效率、瞬态响应和热管理约束，后续有望向模块化 POL、Power Block、VPD 垂直供电乃至更高集成度的 IVR/SIVR 方向演进。

1.3 三次电源升级面临四重约束：大电流、高瞬态、小空间、高效率

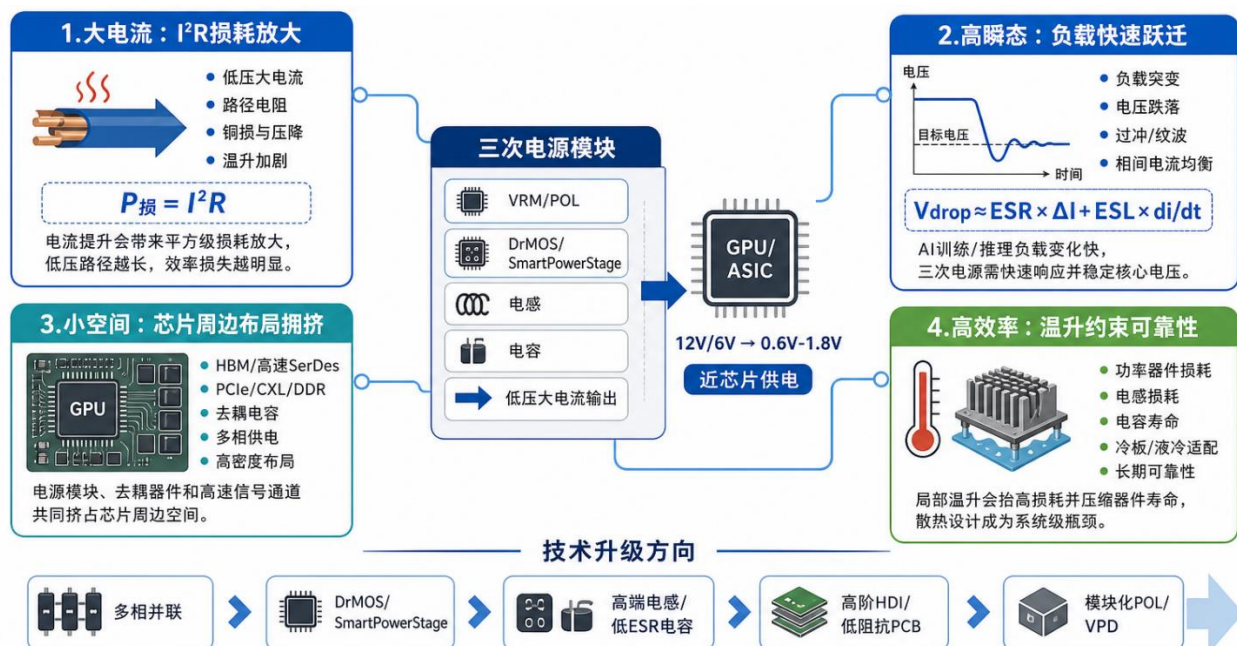
当前三次电源升级主要面临四重约束。其一，大电流传输带来显著 I^2R 损耗。在芯片核心电压维持低位的背景下，功率提升最终会转化为电流上升。依据 $P_{\text{损耗}}=I^2R$ ，若电流由 500A 提升至 2000A，在路径电阻不变的情况下，导通损耗将提升至原来的 16 倍；以 1000A 电流为例，供电路径总电阻仅增加 0.2mΩ，即会带来约 200W 额外损耗。由于低压大电流路径中的铜箔、电源平面、过孔、连接器和封装电阻均会贡献损耗，传统横向供电架构在高功耗 AI 芯片下逐步面临效率和温升瓶颈。

其二，板级空间、供电路径和信号完整性形成多重挤压。AI 芯片功耗提升后，三次电源需要更多相数、更高电流能力的 DrMOS/SmartPowerStage、更大规模去耦电容和更高性能电感，但 GPU/ASIC 周边同时还要布置 HBM、高速 SerDes、PCIe、CXL、DDR 等高速信号通道。大电流电源网络希望尽可能贴近芯片以缩短 PDN 路径、降低阻抗和压降，而高速信号、散热结构和封装走线又对布局空间提出更高要求。因此，三次电源的竞争重点正在从单颗器件性能，扩展到电源模块、PCB、封装和散热的系统协同设计能力。

其三，AI 负载高动态特征对瞬态响应提出更高要求。AI 训练和推理负载具有快速跃迁特征，芯片电流可能在极短时间内发生大幅变化。负载突变时，输出电压跌落可近似理解为 $V_{\text{drop}} \approx ESR \times \Delta I + ESL \times di/dt$ ，其中寄生电阻和寄生电感都会放大电压波动。由于 AI 芯片核心电压通常处于 1V 附近甚至更低，允许的电压裕量较窄，三次电源必须通过多相并联、TLVR、高带宽控制、低 ESR/低 ESL 电容和低寄生布局来提升瞬态响应能力，避免电压跌落、过冲和相间电流不均影响芯片稳定运行。

其四，散热压力反过来约束电源效率和可靠性。当单颗 GPU/ASIC 功耗提升至千瓦级后，三次电源不仅要承受更高输出电流，也要在有限板级空间内处理功率器件、电感、电容和 PCB 铜损带来的热量。若局部温升过高，将导致 MOSFET 导通电阻上升、电感损耗增加、电容寿命下降，并进一步推高系统损耗，形成“温升—损耗—再温升”的负反馈。随着液冷在 AI 服务器中加速渗透，三次电源需要同步适配冷板、顶部散热、背面供电和垂直供电等新形态，散热设计能力将成为模块厂商和 PCB/被动元件厂商的重要竞争壁垒。

图表 6：随着 AI 芯片供电电流的增大，三次电源面临四项严峻问题



来源：明义微，国金证券研究所绘制

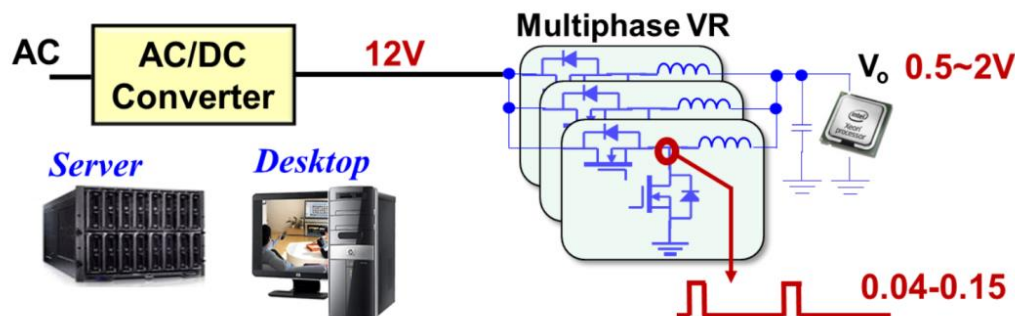


2、三次电源向模块化与垂直供电等高集成架构演进

2.1 主流：多相 Buck+DrMOS 仍是主流基础架构

当前服务器 CPU、GPU 和 ASIC 核心电源仍以多相同步 Buck 为主流基础架构。多相 Buck 由多路同步 Buck 相位交错并联构成，通常包括多相控制器、DrMOS、电感及输入/输出电容等核心器件，是当前 12V 母线向核心负载低电压、大电流供电场景中成熟度较高、应用最广泛的方案。以 12V 直流母线转换至 CPU/GPU/ASIC 核心负载所需 0.5V~2V 电压为例，由于输入输出压差较大，该架构通常工作在小占空比条件下。

图表 7：基于多相 Buck 的小占空比供电架构方案



来源：矽力杰官网，国金证券研究所

每相 Buck 的功率级通常采用 DrMOS，将驱动器、高低侧 MOSFET 以及电流/温度检测功能集成；多相控制器采集输出电压、电流、温度及故障等反馈信号，并输出多路相位交错的 PWM 信号，实现闭环控制。控制器可通过 PMBus、AVSBus、SVID、SVI2/3、PWM-VID 等接口，与系统上位机或 CPU/GPU/ASIC 进行通信。通过相位交错、并联扩流和分布式散热，多相 Buck 在纹波抑制、瞬态响应、轻载效率优化和热管理方面具备较强优势。

图表 8：多相 Buck 架构在稳定性、动态响应速度以及散热等方面拥有着明显优势

优势	原理	收益
纹波抑制能力提升	各相发波相位交错，稳态下各相电感电流的峰谷相互抵消，等效开关频率提高	减小输入、输出侧的电流纹波与电压纹波
负载动态响应更快	各相可采用更小感值、更小体积的电感；多相并联时通过占空比重叠实现更高的 di/dt	负载瞬态跳变的响应速度更快，动态性能更优
性能可进一步增强	可搭配耦合电感技术	进一步放大纹波抑制与动态响应的优势
轻载效率易于优化	支持相位灵活管控，轻载工况下可关闭部分工作相（自动切相）	便捷实现轻载高效管理，优化全负载区间效率
电流扩容与散热优化	通过增加并联相数即可拓展输出电流能力；功率器件随相数分散布置	输出电流可灵活扩容；热源分散，实现分布式散热管理

来源：矽力杰官网，国金证券研究所

多相 Buck 通过增加并联相数分担负载电流，可提升输出电流能力并改善热源分布，但相数增加也会带来 DrMOS、电感、电容等器件数量提升，推高成本并压缩板级空间。与此同时，多相并联对相间均流、环路稳定性、布局布线和热设计提出更高要求，需要更复杂的电流检测、均衡控制和补偿算法，系统设计难度随功率等级提升而增加。

2.2 TLVR：耦合电感架构重构瞬态响应

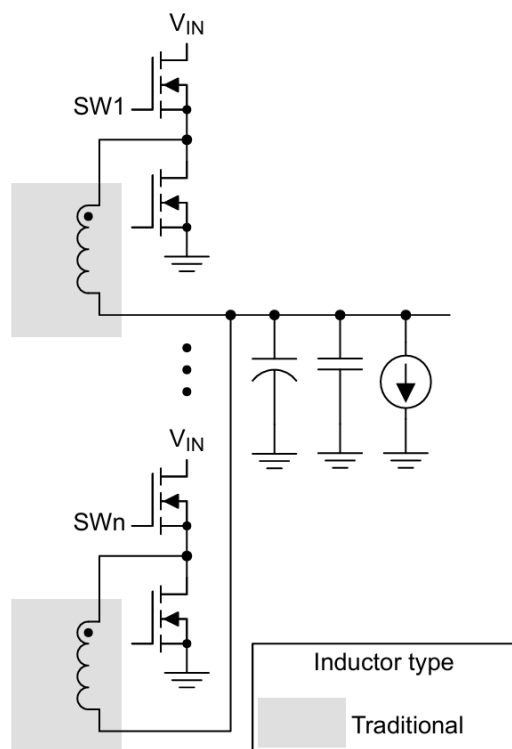
在传统多相 Buck 电路中，各相输出电感彼此独立，并联向 AI 芯片核心电源轨供电。工程师需要在稳态纹波、转换效率和负载阶跃响应之间做权衡：电感量较大时，纹波电流更易控制，但电流爬升速度受限；电感量较小时，瞬态响应更快，但纹波、开关损耗、



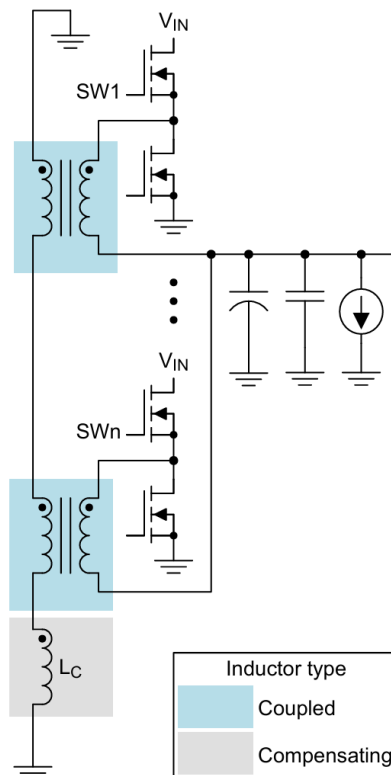
磁件损耗和热设计压力也会相应上升。随着 AI 芯片负载电流快速跃迁、核心电压裕量收窄，传统多相 Buck 在瞬态响应和输出电容配置方面面临更高要求。

TLVR，全称为 Trans-Inductor Voltage Regulator，可理解为在多相 Buck 基础上引入跨相磁耦合的电压调节架构。与传统方案中各相采用独立单绕组输出电感不同，TLVR 将每相输出电感替换为带有耦合绕组的电感结构：主绕组位于本相功率输出路径，承担电流滤波和能量缓冲；辅助绕组则在多相之间串联，并与补偿电感 L_c 构成耦合回路。由此，原本动态响应相对独立的各相 Buck，被跨相磁耦合网络连接起来。

图表 9：多相降压拓扑



图表 10：TLVR 拓扑



来源：Texas Instruments，国金证券研究所

来源：Texas Instruments，国金证券研究所

TLVR 的核心价值在于提升多相系统的瞬态协同能力。当 AI 芯片负载发生快速阶跃、控制器调整 PWM 信号时，某一相电流变化可通过耦合绕组和补偿电感回路传导至其他相位，使更多相位参与瞬态电流补偿。相比传统多相 Buck “各相并联供电但动态相对独立”的模式，TLVR 通过跨相耦合提高多相电流爬升能力，从而有助于改善 V_{core} 电压跌落和过冲，并降低对大规模输出去耦电容的依赖。

但 TLVR 并非无成本升级。其性能高度依赖耦合电感一致性、补偿电感 L_c 参数设计、相位电流检测精度、控制策略以及高频布局寄生参数。若 L_c 取值偏大，跨相耦合效果减弱，瞬态响应改善有限；若 L_c 取值偏小，则可能带来更高环流、纹波、损耗和电流检测误差。因此，TLVR 的产业化难点不仅在拓扑本身，更在磁件设计、控制算法、封装集成、PCB 布局 and 系统级调试能力。

整体来看，TLVR 更适合被理解为传统多相 Buck 向高瞬态响应架构升级的中间形态。它不必然带来转换效率或功率密度的全面提升，但在 AI 芯片低压大电流、快速负载阶跃场景下，能够通过跨相磁耦合改善瞬态响应，并带动电感从标准磁件向高一致性、高耦合、低损耗和定制化方向升级。由此，TLVR 不仅是控制拓扑的变化，也会映射到高端芯片电感、补偿电感和模块集成能力的价值量提升。

图表 11：TLVR 在拥有其独特优势的同时也存在技术局限性并面临产业化挑战



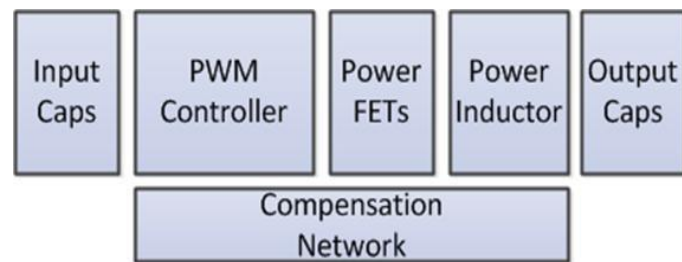
类别	核心内容
核心优势	- 瞬态性能优异：高耦合系数搭配次级串联回路，全相同步响应负载变化 - 物料与空间优化：输出电容减少 40% 以上，同步节省 PCB 面积、降低系统成本 - 扩展性强：各相电感独立磁芯，模块化程度高，易于高相数系统设计
技术局限	- 直流分量无法相间抵消，需额外考量直流偏置影响 - 补偿电感 L_c 占用近芯 PCB 空间，制约功率密度提升 L_c 参数存在固有设计矛盾，需在瞬态、纹波、效率间精密权衡 - 转换效率与功率密度相较传统多相 Buck 无固有优势
产业挑战	1 与高耦合一致性要求严苛，量产制造难度大 2. 电感单价显著偏高，整体 BOM 成本仍可能上升

来源：华锐达，国金证券研究所

2.3 模块化：从分立元件走向一体化电源模块

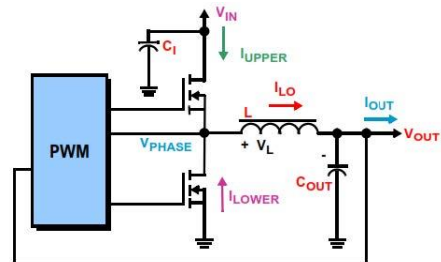
分立电源组成复杂，需要配置多种外围元器件，包括脉宽调制器 (PWM)、控制器、MOSFET、输入电容、输出电容、功率电感等，且上述元器件的选型均需随设计方案调整。例如，若一套系统包含 20 路不同的电源轨，就必须为每一路电源独立完成元器件选型，这使得电源子系统的设计工作极具挑战。

图表 12：分立电源需要配置多种元器件



来源：RENESAS 官网，国金证券研究所

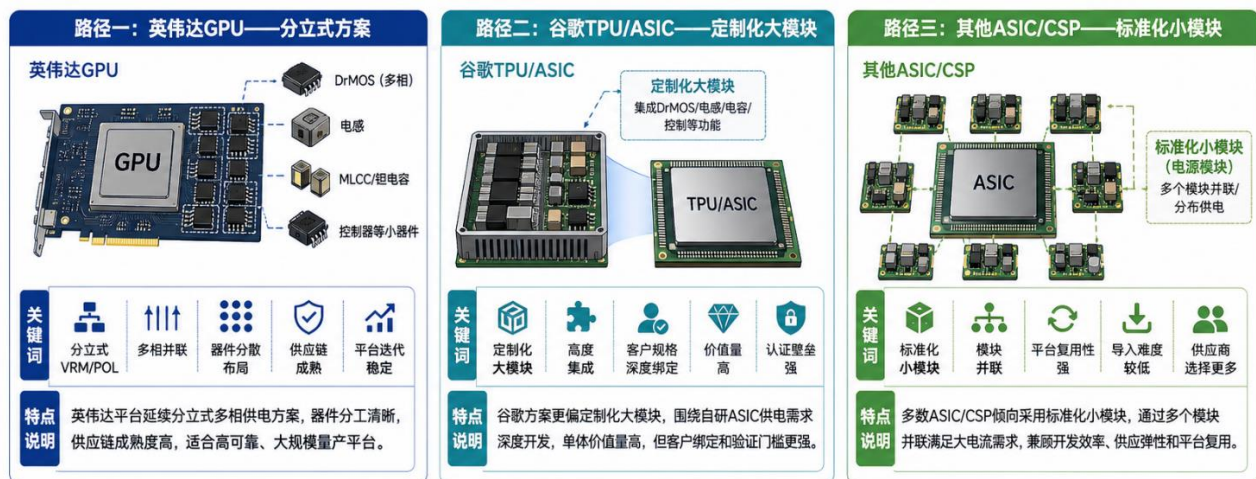
图表 13：所有元器件需经过严谨选型才能满足设计指标要求



来源：RENESAS 官网，国金证券研究所

与分立电源相比，模块电源在成本、性能、空间利用和可靠性等方面具备优势。多数企业难以承担组建专职资深电源设计团队的成本。除成本因素外，相较于自主搭建的分立方案，外购标准化电源模块在性能和设计效率方面也具备多重优势。目前除了英伟达 GPU，大部分 ASIC 芯片采用模块化方案，其中以小型标准模块占比最多。

图表 14：AI 芯片三次电源方案分化：英伟达分立式，ASIC 走向模块化



来源：NVIDIA，台达，Flex，国金证券研究所绘制

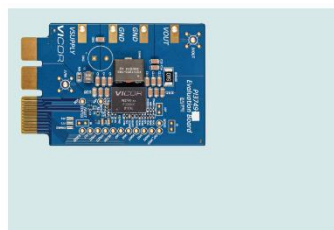


首先，分立式电源方案的设计与制造效率较低，通常需要占用较大的 PCB 面积，以容纳更复杂的物料清单（BOM）以及连接各类元器件所需的电路。在多数设计中，分立式方案通常仅使用 PCB 单面布局，导致 PCB 尺寸进一步扩大。相比之下，电源模块可通过集成型 PCB 的双面布局最大化利用设计空间，不仅显著缩小占用面积，也有助于提升功率密度。

其次，模块统一的平面封装结构有利于形成更顺畅的气流路径，从而实现更快速、有效的散热。最后，由于模块所需连接更少，装配过程中出现质量缺陷的概率更低，操作员处理电路板的次数也相应减少，从而降低静电放电损伤风险。因此，模块电源整体可靠性更高。

图表 15: Vicor 模块电源比大多数分立电源更小巧、高效

图表 16: 模块电源封装外形有助于实现均匀且可预测的散热，而分立式解决方案会导致不均匀且不可预测的散热



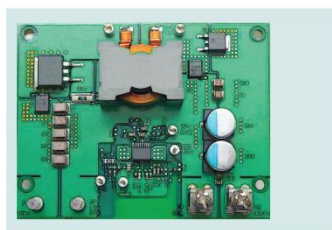
Vicor PI3740

PCB 尺寸: 2.0 x 2.375 英寸

BOM 数量: 31

主要器件: 10 x 14 毫米 DC-DC 稳压器

12V 时的效率: 95%



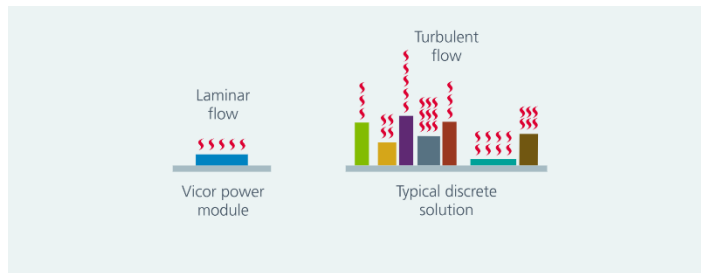
2 个 FET 和 2 个二极管

PCB 尺寸: 4.3 x 3.55 英寸

BOM 数量: 42

主要器件: 6.4 x 4.4 毫米 TSSOP20

12V 时的效率: 87%



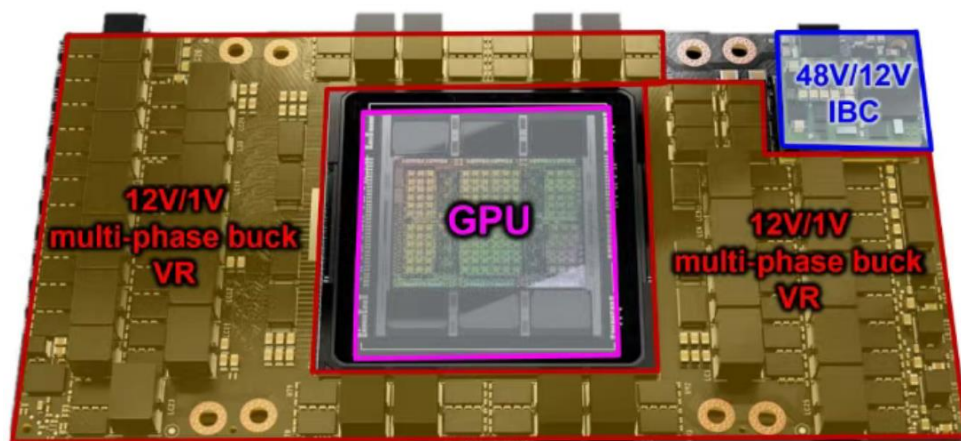
来源: Vicor, 国金证券研究所

来源: Vicor, 国金证券研究所

2.4 垂直供电: 缩短供电路径, 压降板级损耗

在过去很长时间内, 服务器主板一直以传统的横向供电 (LPD) 架构为主, 这种架构将多相稳压模块 (VRM) 或负载点电源 (POL) 一圈一圈地摆放在 GPU 芯片的四周, 电流顺着铜箔走线长途跋涉送入芯片内部。LPD 提供了两级供电系统: 第一级为非稳压 IBC, 将 48V 降压至 12V; 第二级由多个 VR 构成, 为 GPU 不同域提供精确稳压和调频功能, 同时满足瞬态要求。

图表 17: 英伟达的 Hopper GPU 横向供电架构



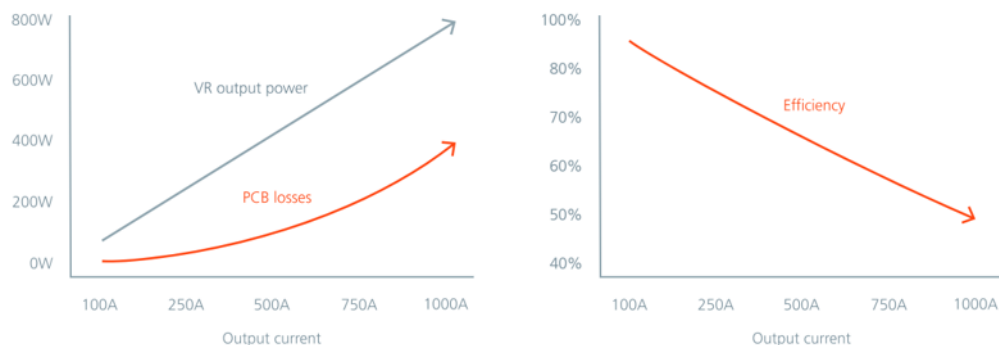
来源: 电子工程世界, 国金证券研究所

尽管 LPD 这一方案技术成熟、久经考验, 却受制于基础物理定律。随着处理器工作电流不断攀升, 供电网络 (PDN) 内的电阻和电感效应所引发的功率损耗也随之加剧。AI 时代, 新一代 GPU (如 Rubin 架构) 的核心电压不到 1V, 但所需电流却激增至 2000 安培到 5000 安培, 未来甚至可能攀升至 10000 安培, 传统的 LPD 架构面临三大痛点: (1) 大电流横向传导引发显著损耗与热可靠性风险。安级电流在主板平面内横向传输时, 走线阻抗将产生可观的 I^2R 铜损与线路压降, 既造成电能的无效损耗, 也会提升板级热应力, 给主板长期运行带来可靠性隐患。(2) 长供电路径寄生参数劣化负载瞬态响应性能。AI 计算场景下负载电流呈现高动态波动特征, 电流阶跃可达微秒级。长距离、多转折的横向供电路径会引入



额外寄生电感与电阻，导致供电环路响应速度下降，难以匹配芯片的瞬时大电流需求，易引发输出电压超调或跌落。(3) 芯片周边布局空间受限，供电与高速互连资源形成冲突。为保障高带宽数据吞吐，HBM 需紧邻 GPU 芯片布置，占用了芯片周边核心 PCB 区域。主板正面已无充足空间布设传统板级供电模块，供电器件与高速互连、显存资源的布局矛盾持续加剧。面对这些困境 VPD 垂直供电架构应运而生。

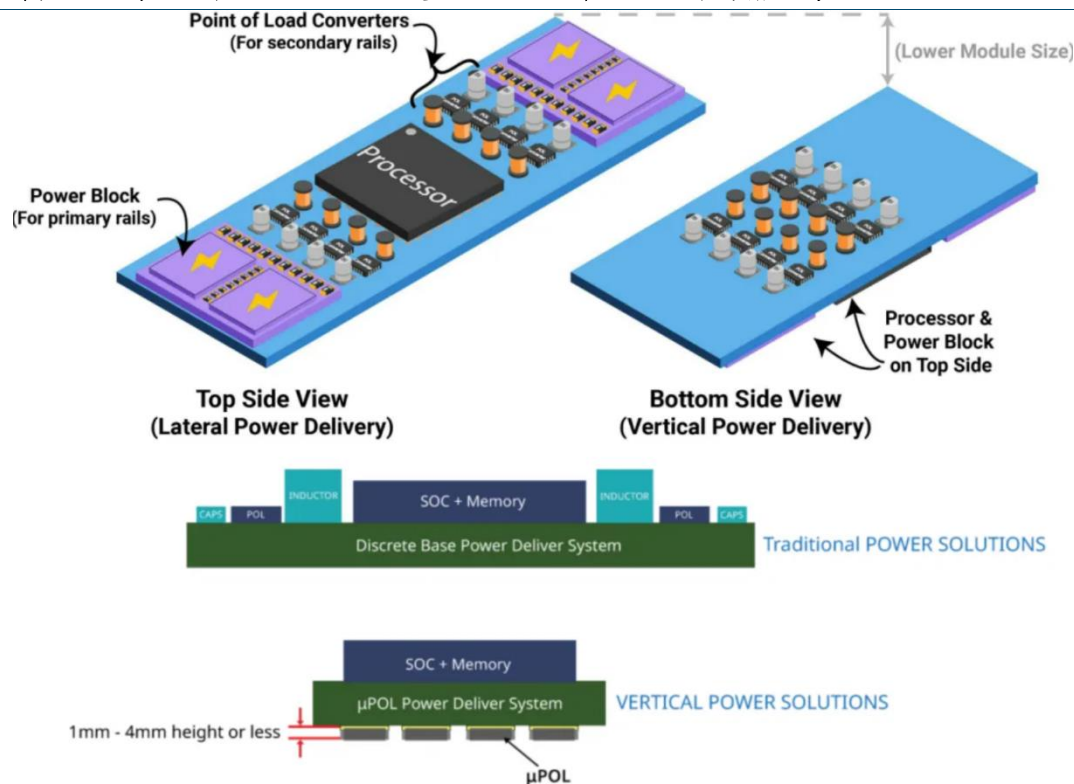
图表 18：随着 VRM 的输出功率和电流增大，PCB 损耗将会变大



来源：Vicor 官网，国金证券研究所

垂直供电架构 (VPD) 通过穿透 PCB 层垂直向上输送电力，直接给上方的处理器供电，从而有效缩短了从 VRM 到 SoC 的电力传输距离。实现这一目标的核心手段之一，则是将 POL 直接放置在 PCB 背面、处理器正下方，以此缩短次级供电轨的长度。

图表 19：与 LPD 相比 VPD 通过改变 POL 的位置来缩短电力传输距离



来源：电子工程世界，国金证券研究所

相较于传统横向供电，垂直供电 (VPD) 在性能与空间效率上具备显著优势。一方面，更短的供电路径直接降低 PDN 阻抗，显著减少 I^2R 损耗与额外发热，提升有效功率传输效率；供电回路缩短、断点减少，瞬态响应更快，更好匹配现代处理器剧烈波动的电流需求。高频器件移至主板背面并配合 PCB 屏蔽层，有效隔离供电噪声与敏感信号，释放顶层连续铜箔空间以改善高速信号完整性与 EMC，适配高密度服务器及共封装光互连场景。同时，VPD



释放主板正面空间，支持在处理器周边集成更多内存、光模块及系统功能，在不增加板卡面积前提下提升内存带宽与系统扩展性；消除长距离走线限制亦显著增强系统可扩展性。PDN 阻抗降低与瞬态响应提升，可满足 AI 核心低于 1V 的严苛电压容差，减少电压跌落与性能降额，充分释放处理器算力。

另一方面，VPD 亦带来显著的工程挑战。电流密度高达 $3\text{--}4\text{A}/\text{mm}^2$ ，处理器下方狭小空间对模块集成度、磁芯材料及拓扑设计提出极高要求；模块 z 轴高度通常限制在 2mm 以内，超薄设计难度大。调节器移至背面后与系统散热器/气流形成热隔离，需创新封装、均热材料乃至局部主动散热方案以维持高电流吞吐；供电模块与处理器在 x-y 平面热区重叠，双热源集中加剧散热挑战与可靠性风险。行业正通过先进封装、超薄磁性材料及热界面技术创新，推动 VPD 规模化落地。

2.5 远期方向：IVR 或为芯片侧供电的终极形态

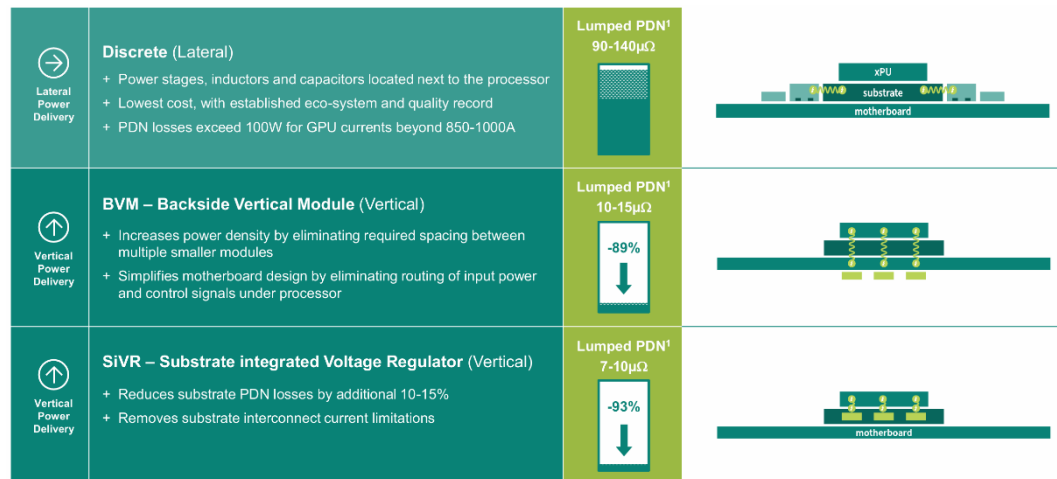
事实上，除了把供电模块放在背面，VPD 还有一种更优解，就是把供电模块直接放在基板上。依据 Infineon（英飞凌）2026 财年第一季度投资者交流材料：

第一阶段是离散/横向供电（Discrete/Lateral），功率级、电感、电容直接布置在处理器（GPU）旁边，成本最低，生态与质量体系成熟。不过，GPU 电流超 850–1000A 时，损耗会超过 100W，PDN 总电阻约为 $90\text{--}140\mu\Omega$ 。

第二阶段是背面垂直供电（BVM），采用垂直布局，顾名思义，供电模块采用垂直穿透布局，从基板/主板背面垂直对接处理器，缩短传输路径。通过消除多个小型模块间的间距，移除处理器下方的电源/控制信号布线，提升功率密度，简化主板设计，大幅降低 PDN 总电阻至 $10\text{--}15\mu\Omega$ （比横向低 89%）。

第三阶段是基板集成电压调节器供电（SiVR），将电压调节器直接集成在基板上，垂直传输路径进一步精简，是损耗控制的最优解。能够额外减少 10–15% 的基板 PDN 损耗，PDN 总电阻达到 $7\text{--}10\mu\Omega$ （比横向低 93%）。英飞凌在 2023 年就提出过这样的概念，不过这些迭代主要靠处理器厂商牵头来做，目前背面垂直供电刚刚进入大规模商业化阶段。

图表 20：未来三次电源解决方案的发展趋势



来源：Infineon（英飞凌）2026 财年第一季度投资者交流材料，国金证券研究所

3、三次电源升级驱动核心元器件量价齐升

3.1 DrMOS：AI 算力驱动量价齐升，全球格局高度集中

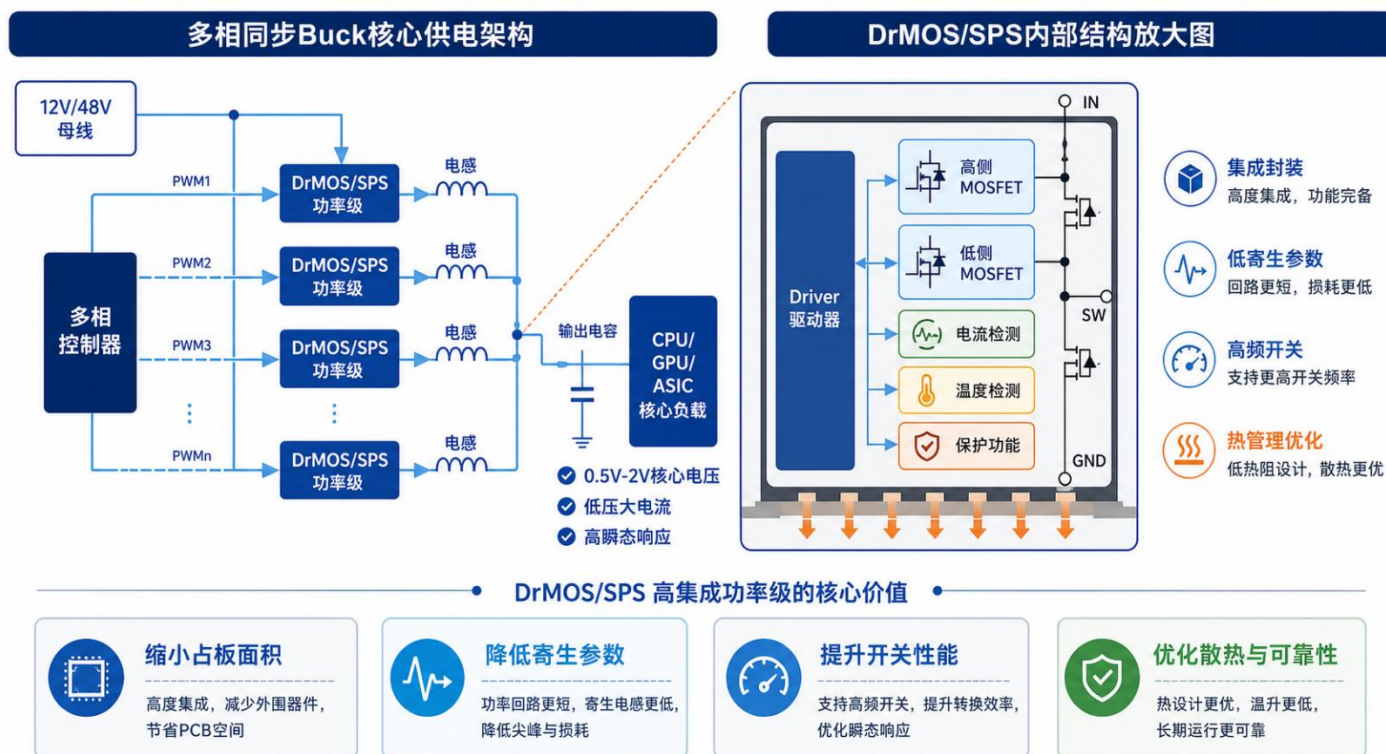
DrMOS 全称为 Driver + MOSFET，可理解为驱动-MOSFET 集成功率级。该方案最早由英特尔在 2004 年前后定义，用于提升 VRM 模块在高电流供电场景下的效率与集成度。DrMOS 通常将驱动器、高侧 MOSFET 和低侧 MOSFET 集成在单一封装中，形成“三合一”功率级结构。若在 DrMOS 基础上进一步集成高精度电流检测、温度检测和保护功能，则形成智能功率级 SPS。SPS 可向多相控制器提供电流、温度等反馈信号，再由控制器完成闭环调节及与 CPU/GPU/ASIC 或系统管理单元的通信。

DrMOS 的核心价值在于通过集成封装缩小每相功率级占板面积，降低寄生参数，并提升开关性能和热管理能力。其难点不只是简单合封，而是在小尺寸、高电流、高频开关和高温



环境下保持效率、散热和长期可靠性。因此，DrMOS/SPS 厂商需要在功率器件、驱动 IC、封装工艺、散热设计和可靠性验证等方面具备深厚积累，并实现良好的成本控制。

图表 21: Drmos/SPS 集成了 Driver、MOSFET、电流、温度检测信号等



来源：电子工程世界，国金证券研究所绘制

从规格演进看，高端 AI 处理器核心供电正由 8 相、12 相向 16 相甚至更高相数演进，单相电流能力也由 50A、70A 向 90A 及以上升级。相数增加并非简单线性堆叠，其核心作用在于分摊单相电流、改善热分布、降低输出纹波并提升瞬态响应能力；同时也会同步推升 DrMOS/SPS、电感、PCB 布线资源需求。在高频、低压大电流和高 di/dt 工况下，功率级的导通损耗、开关损耗、热阻、电流检测精度、保护响应速度和封装可靠性均成为关键评价指标。

因此，三次电源升级对 DrMOS 形成“量价齐升”拉动。量的弹性来自 GPU/ASIC 功耗提升带来的供电相数增加，以及 CPU、HBM 和外围电源轨共同扩容；价的弹性来自更高电流等级、更高开关频率、更低损耗、更强电流/温度检测精度和保护功能。以公开产品为例，海外主流厂商已推出 90A 级 SPS 产品，并集成电流检测、温度监测和多重保护功能，体现出服务器功率级向高电流、高集成和智能化方向升级的趋势。

竞争格局上，海外厂商仍在高端服务器功率级市场占据主导地位，具备产品系列、控制器协同、客户验证和长期可靠性数据优势。国内厂商则正从中低电流等级向服务器级 DrMOS 推进，后续导入节奏取决于效率、热阻、封装可靠性、控制器兼容性、批量一致性、客户平台认证进展。整体来看，DrMOS 是三次电源成熟升级路径中确定性较强的受益环节，其投资弹性既来自 AI 服务器放量带来的颗数扩容，也来自高电流、高可靠产品占比提升带来的 ASP 上行。

图表 22: Drmos/SPS 集成了 Driver、MOSFET、电流、温度检测信号等

厂商	代表产品	电流能力	封装	开关频率	集成功能
MPS	MP87190/MP87000-M	90A	5×6mm TLGA	最高 1.5MHz / 3MHz	Accu-Sense 电流检测、温度检测、过流/过温保护、故障报告、Quiet Switcher
英飞凌	TDA21490	90A peak/70A DC	5×6mm PQFN	100kHz-1.5MHz	电流检测、温度输出、故障保护、低功耗模式
瑞萨	ISL99390R5935	90A DC	5×6mm PQFN	最高 1.25MHz	高精度电流/温度监测、故障报告、多重保护



TI	CSD95430/CSD95410RRB	90A peak continuous	5×6mm QFN/VQFN-CLIP	最高 1.25MHz	双向电流检测、温度输出、故障监测、过流/ 过温保护
----	----------------------	------------------------	------------------------	------------	------------------------------

来源：MPS、英飞凌、瑞萨、TI 官网，国金证券研究所

3.2 电感：TLVR 架构升级，台系及大陆厂商竞争力较强

芯片电感是 GPU、ASIC、CPU、FPGA、DDR 等核心半导体器件前端供电的重要元件，主要承担储能滤波、纹波抑制、电流平滑和瞬态响应支撑等功能，直接影响芯片供电稳定性、转换效率和性能释放。随着 AI 芯片功耗持续提升，核心供电电压仍维持在低压区间，末级供电电流快速放大，传统电感在体积、饱和电流、损耗和温升等方面面临更高要求。相比传统铁氧体电感，基于金属软磁材料的芯片电感具备更高饱和磁感应强度、更好的直流偏置特性和更强大电流承载能力，更适配 AI 服务器、光模块、智能驾驶、AIPC、AI 手机等高算力、高频化、小型化应用场景。

图表 23：芯片电感起到为 GPU、ASIC、DDR、FPGA、CPU 等芯片前端供电的作用



来源：铂科新材 2025 年年度报告，国金证券研究所

芯片电感有望同时受益于“用量增加+规格升级+材料升级”。量的维度，AI 服务器从单 CPU/低功率服务器走向多 GPU/多 ASIC 高密度平台后，供电相数、去耦元件和电感数量均明显提升；若未来 VPD、TLVR 等方案加速渗透，芯片周边和电源模块内部的高端电感需求有望继续增长。价的维度，低压大电流、高频开关和小型化封装推动电感从传统铁氧体、绕线工艺向金属软磁、一体成型、铜铁共烧等高端材料和工艺升级，高性能材料、制程一致性和良率控制成为决定产品价值量的重要因素。

高端芯片电感客户认证周期较长，且需要在材料配方、粉体制备、成型烧结、低损耗设计和批量一致性方面长期积累，短期有效供给扩张并不容易，因此在 AI 平台集中放量阶段，头部厂商有望享受更强的议价能力和份额稳定性。目前三次电源电感最大供应商为乾坤科技，其依托台达集团电源生态，在 AI 服务器、VRM/POL 和 VPD 相关电感领域具备较强客户协同和量产经验。大陆厂商中，铂科新材凭借金属软磁粉芯、芯片电感和铜铁共烧一体成型工艺积累，具备向 AI 服务器高端芯片电感升级的材料和工艺基础；龙磁科技、顺络电子等厂商也在一体成型电感、高端模压电感等方向推进客户验证。

3.3 电容：MLCC 用量大幅增加，日韩厂商占据寡头地位

AI 服务器功耗提升，MLCC 从通用被动件升级为电源完整性关键器件。电容器是电子电路中最基础的被动元件之一，主要承担滤波、去耦、稳压和能量缓冲等功能，其中 MLCC 凭借小型化、高可靠、低 ESR/ESL 等优势，是服务器板级供电中最重要的电容品类。随着 AI 服务器从传统 CPU 平台走向多 GPU/多 ASIC 高功耗平台，PSU、IBC/DC-DC、VRM/POL、OAM 板卡和芯片周边去耦网络均需要更多 MLCC 来抑制纹波、稳定电压并提升瞬态响应。根据三星电机资料，AI 服务器 MLCC 用量可达约 2.8 万颗，较通用服务器约 2200 颗提升约 13 倍；总电容量从约 2.2 万 μF 提升至约 60 万 μF ，提升约 27 倍。由此看，AI 服务器升级对 MLCC 的拉动不仅体现在数量增加，也体现在高容、小型化、高可靠规格升级。

图表 24：依据三星电机，AI 服务器所需 MLCC 数量达 28000 个，提升约 13 倍

指标	通用服务器	AI 服务器	提升倍数
功耗	2,000W	15,000W	7 倍
MLCC 数量	2,200 颗	28,000 颗	13 倍
MLCC 容量	22,000 μF	600,000 μF	27 倍

来源：三星电机（Samsung Electro-Mechanics），国金证券研究所

高端 MLCC 供给集中在日系/韩系龙头，AI 需求放量强化寡头定价能力。MLCC 看似是成熟元件，但高端产品壁垒集中在介质材料、薄层叠压、烧结一致性、电容稳定性和长期可靠性，扩产周期和客户认证周期均较长。当前全球高端 MLCC 主要由村田、三星电机、太阳



诱电、TDK、国巨等厂商主导，其中日系、韩系厂商在高容小型化和高可靠产品上仍具备较强优势。AI 服务器所需 MLCC 并非普通消费电子通用料，而是更加偏向高容量、小尺寸、低 ESR/ESL 和高可靠规格；在需求快速提升、供给扩张相对滞后的背景下，高端 MLCC 供需有望维持偏紧，头部厂商的产品结构、价格弹性和客户份额均具备改善空间。国内厂商中，三环集团等企业有望受益于高端 MLCC 国产替代和 AI 服务器供应链导入。

硅电容是近芯去耦增量，不是 MLCC 替代。随着 AI 芯片功耗和封装复杂度提升，板端 MLCC 距离芯片较远，电流路径中的寄生电感会限制高频瞬态响应，因此先进封装需要更靠近 die 的去耦方案。硅电容凭借低 ESL、薄型化、高频稳定和可嵌入封装基板等优势，可部署在 GPU/ASIC 附近、硅中介层底部或封装基板内部，承担近芯片去耦和高频噪声抑制功能。我们认为，未来 AI 服务器电容体系更可能形成“板端 MLCC 大规模部署+封装级硅电容高端补充”的分层格局：MLCC 受益于整机用量和规格升级，硅电容受益于先进封装和近芯供电需求提升。

图表 25：硅电容可采用芯片正面贴装、基板底面贴装、基板嵌入式三种方案

图表 26：MLCC 与硅电容分工不同，分层搭配

对比维度	MLCC	硅电容
制程基础	陶瓷介质与多层堆叠制程	硅基板、薄膜介质与半导体制程
主要优势	成本低、供应成熟、容量与尺寸选择多、适合大量部署	薄型化、低 ESL、高频特性佳、温度与 DC bias 稳定性更佳
主要部署位置	PCB、VRM、OAM 板、Power Shelf、电源模组、板端去耦	GPU/CPU/ASIC 旁、硅中介层底部、封装基板内、近 die 去耦
AI 服务器角色	系统级与板端电源稳定主力元件	封装级与近晶片电源完整性补充元件

来源：TrendForce，国金证券研究所

来源：TrendForce，国金证券研究所

3.4 PCB：AI 芯片升级驱动电源 PCB 技术迭代

电源 PCB 作为电力电子系统的核心载体，厚铜与高热稳定性基材是核心基础。AI 服务器中，PCB 主要应用于 AI 服务器加速板、UBB 及交换板、CPU 主板及电源板及其他配板。而电源板专为 AI 服务器工作负载优化，提供电源分配及组件互连等核心支持功能。电源 PCB 板具有良好的导电性、绝缘性和机械结构。在材料端，电源 PCB 通常采用 2oz 至 6oz 厚铜箔以满足大电流负载需求，并选用高 Tg FR-4 或铝基板、铜基板、陶瓷基板等高热稳定性基材以保障绝缘性能与散热能力；在制造端，需通过精准叠层压合、厚铜蚀刻、孔壁金属化及 ENIG/HASL 表面处理等工艺，确保大电流路径的可靠性与长期热循环稳定性；在设计端，核心在于通过最大化走线宽度、最小化走线长度以降低回路阻抗，并借助散热过孔、大面积铜箔铺展及金属基板嵌铜工艺实现高效热管理。

一次二次三次电源对于 PCB 的要求不同，三次电源 PCB 集成度最高。一次电源作为整个系统的“心脏”，负责将交流电转换为直流电。虽然主电源的功率在不断提升，例如一个 3000W 的 AC/DC 电源 PCB 已能通过选择性凸铜等新技术承载超过 100A 的电流，但其 PCB 尺寸、层叠和构造并未发生根本性改变。二次电源是为系统内所有 DC 用电设备供电的“动脉网络”。其 PCB 产品通常的技术特征表现为：12-30 层、3-5mm 厚度、4-5 盎司的重铜技术，结合 HDI 构成标准化模块，这种设计旨在实现高电流分配和系统级的稳定供电。三级电源是最贴近芯片的“毛细血管”，为组件级设备提供精准、低压的电力。三次电源 PCB 集成度高，以中富电路产品为例，需要在 17x23x7mm 的空间大小中集成 14-18 层电路，功率却高达 800W，高集成度与高功率也对散热提出较高要求，需要嵌入式、HDI 和 3D 结构等先进技术上的深厚积累。



图表 27: 一次二次三次电源 PCB 存在差异, 三次电源要求更高的集成度与功率

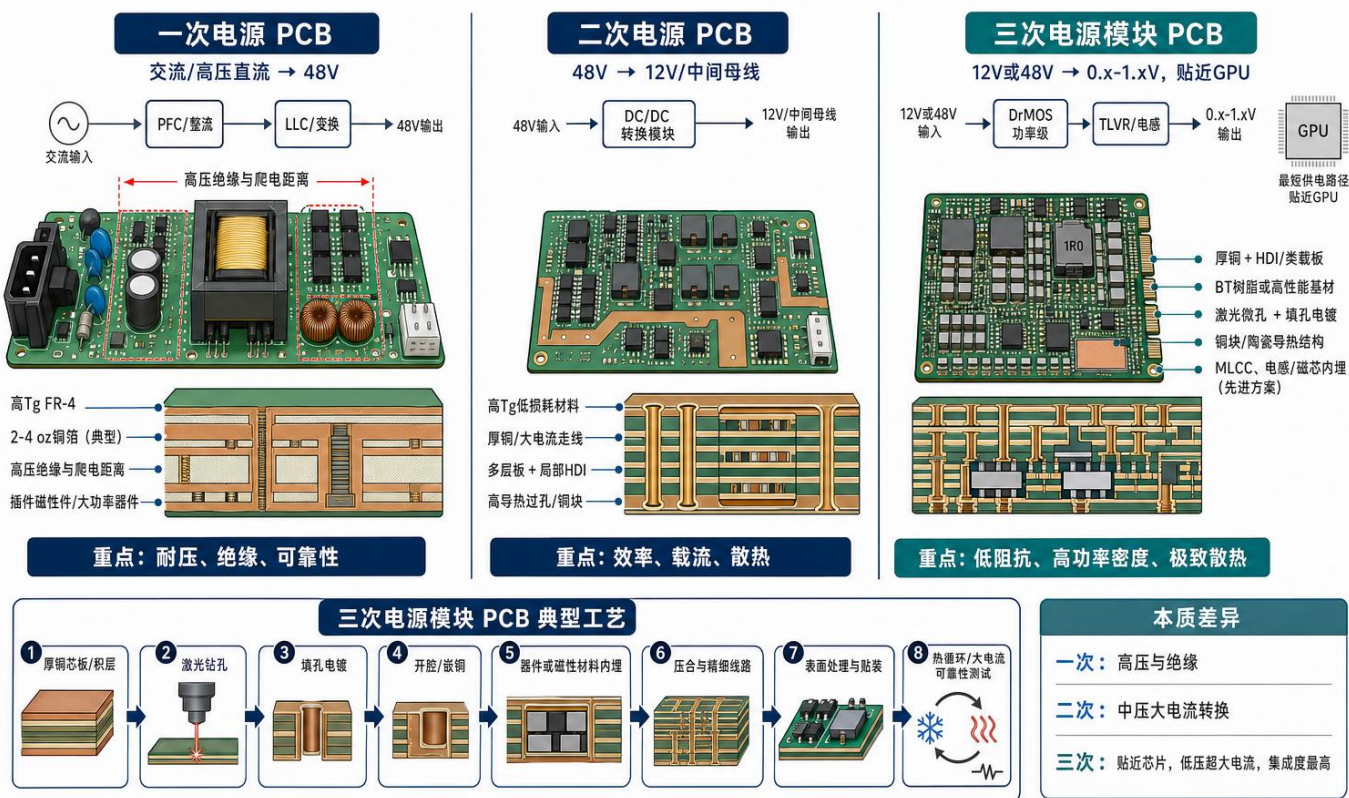


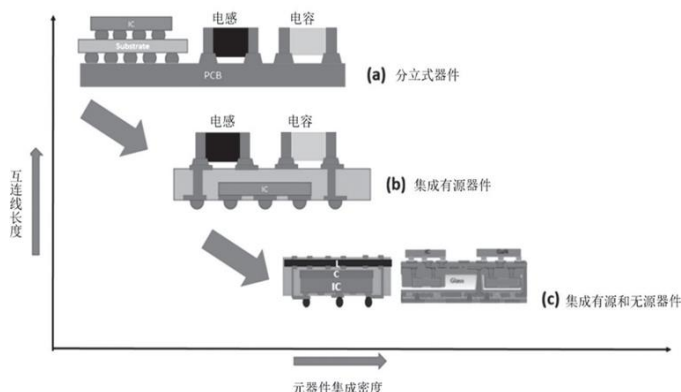
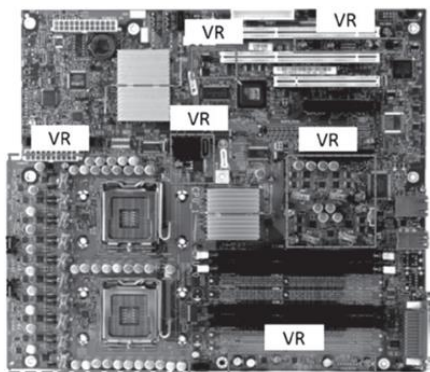
示意图: 不同客户和代际方案会变化; “器件内埋”仍属于部分先进方案, 并非所有三次电源PCB的标准配置。

来源: Viasion, 中富电路, 国金证券研究所绘制

随着 AI 芯片的功耗日益攀升, 传统的电源 PCB 已难以满足其严苛的要求。三次电源中 PoL (Point-of-Load, 负载点) 电源 PCB 技术演进有望从“分立元件 3D 组装”到“连接器模块化”, 再到“电感嵌入 PCB”。嵌入式电感 PCB 已成为实现高功率密度多相电源模块的关键。嵌入式电容技术 (ECT) 将电容直接集成在印制电路板 (PCB) 或芯片封装内部, 以满足器件小型化与电气性能提升的需求。该技术诞生于 20 世纪 90 年代末, 可替代传统表面贴装电容, 突破物理尺寸局限并优化性能, 在高频应用场景中优势尤为显著。ECT 采用夹设于 PCB 导电层之间的介电材料, 可大幅提升单位面积电容值, 优化现代电子设备所需的核心电气性能。嵌入式电容技术在导电平面之间使用超薄型高介电常数材料, 以此实现高电容特性。其中介电材料充当电容器的绝缘介质, 两侧的铜层则作为电容器的极板。这种结构能够让平面对获得远高于传统方案的电容容量。

图表 28: 电路板约有 30% 的面积被电感器件占据

图表 29: 有源和无源器件从表面贴装向埋嵌发展

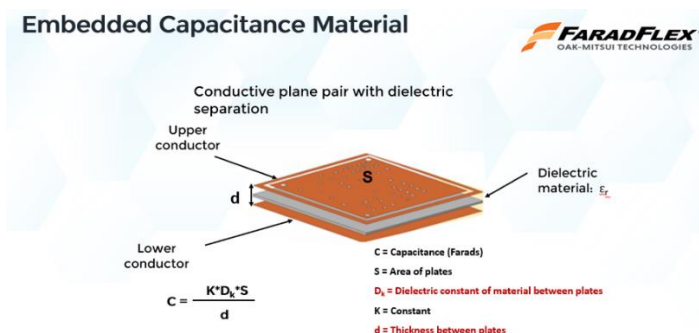


来源: 冯弘威等《印制电路板埋嵌磁芯电感研究及应用》, 国金证券研究所

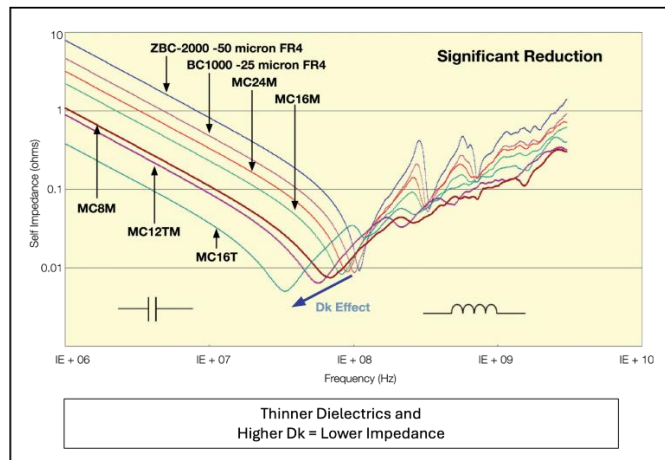
来源: 冯弘威等《印制电路板埋嵌磁芯电感研究及应用》, 国金证券研究所



图表 30：嵌入式电容材料



图表 31：ECM 更能保障供电稳定性



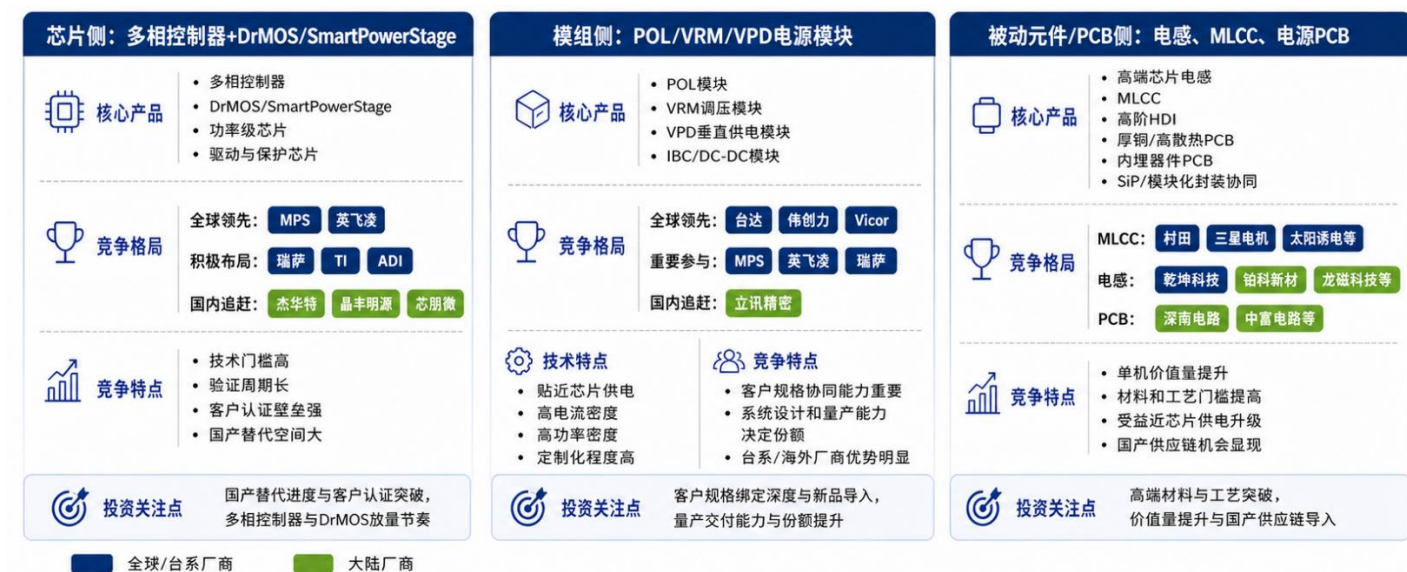
来源：Zuken，国金证券研究所

来源：Zuken，国金证券研究所

4、重点公司梳理

三次电源行业整体仍由海外及台系公司主导，厂商可大致分为芯片侧、模组侧和被动元件/PCB。从产业链分工来看，芯片侧主要包括多相控制器、DrMOS/SmartPowerStage 等环节，MPS（芯源系统）和英飞凌（Infineon）在高端多相供电和功率级产品中具备较强领先优势，瑞萨电子（Renesas）、德州仪器（TI）、ADI（亚德诺）等国际模拟及功率半导体龙头亦在积极布局。回溯海外产业发展，2020 年以来三次电源技术路线和竞争格局持续演进，Vicor、MPS、台达、瑞萨、英飞凌、ADI、TI 等厂商在不同阶段分别成为市场关注重点。国内厂商中，杰华特以多相控制器和 DrMOS 为重点方向，处于国产替代中技术门槛与验证周期较高的“芯片器件位”，晶丰明源、芯朋微等亦在加速追赶。模组侧方面，台达电子（Delta）在电源标准品及定制化模组上具备领先地位，伟创力（Flex）、MPS、英飞凌等亦参与相关方案供应。被动元件/PCB 方面，村田制作所（Murata）是全球 MLCC 龙头；电感环节中，台达集团旗下乾坤科技（Cyntec）具备较强领先优势，国内厂商中铂科新材、龙磁科技等亦值得关注；深南电路、中富电路在三次电源 PC 方向具备布局或潜在受益。

图表 32：三次电源行业整体仍由海外及台系公司主导，厂商可大致分为芯片侧、模组侧和被动元件/PCB



来源：国金证券研究所绘制

4.1 英飞凌：全球功率半导体龙头，Grid-to-Core 全链路布局领跑 AI 算力供电

英飞凌是全球功率半导体龙头，产品能力覆盖硅、碳化硅、氮化镓三类关键技术平台，并

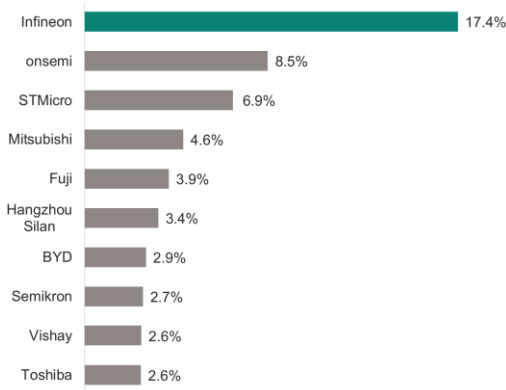


在功率分立器件、功率模块、驱动、控制器、电源管理和保护器件等环节具备完整布局。2024 年全球功率分立器件及模块市场规模达 328 亿美元，英飞凌以 17.4% 的市场份额稳居榜首。面向 AI 数据中心，公司提出“Grid-to-Core”全链路供电能力，覆盖从电网接入、PSU、BBU/CBU、IBC、功率路径保护，到处理器核心电压调节的多个环节，有望受益于 AI 机柜功率密度提升和供电架构升级。

图表 33：英飞凌在功率半导体、汽车半导体及汽车 MCU 三大赛道全面领跑

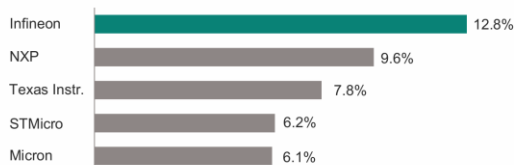
Power discretes and modules

2024 total global market: \$32.8bn¹



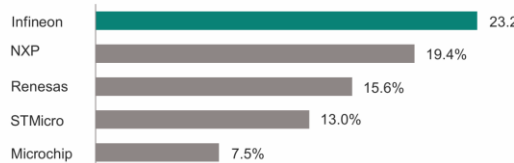
Automotive semiconductors

2025 total market: \$74.4bn²



Microcontroller

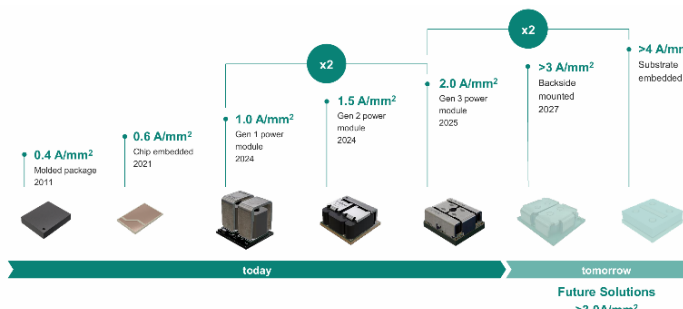
2025 total market: \$22.2bn²



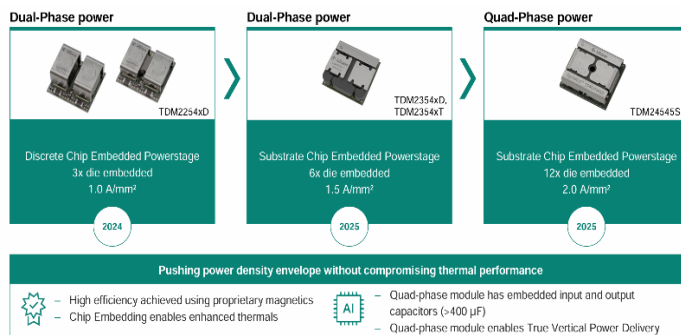
来源：Infineon，国金证券研究所

在 VRM 领域，英飞凌围绕高电流密度、低损耗和垂直供电持续推进产品迭代。公司 OptiMOS 双相功率模块 TDM2354xD/T 集成功率级、电感和电容，支持 160A 峰值电流，并通过芯片嵌入式封装和低矮化磁性元件提升功率密度，可用于 VPD 架构。进一步看，TDM2454xx 四相模块峰值电流提升至 280A，封装尺寸约 10×9×5mm，功率密度超过 2.0A/mm²，并支持模块平铺以改善大电流供电路径。公司后续推出的 TDM24745T 进一步引入四相 TLVR 架构，峰值电流能力提升至 320A，并可降低输出电容需求，体现出 VRM 从传统水平供电向高集成模块化、VPD 和 TLVR 方向升级的趋势。

图表 34：英飞凌 VRM 模块持续升级



图表 35：缩小封装尺寸，实现功率密度翻倍支持 VPD



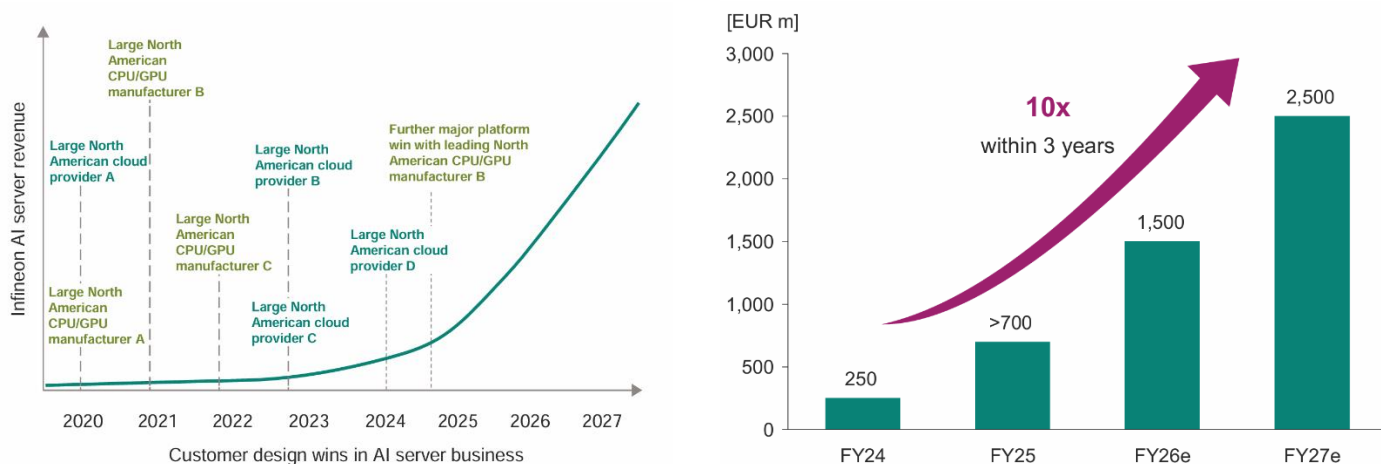
来源：Infineon，国金证券研究所

来源：Infineon，国金证券研究所

客户份额持续提升，AI 收入持续高增。客户侧，公司自 2020 年起相继进入多家北美头部 CPU/GPU 制造商及大型云厂商供应链，与头部算力平台的绑定持续深化；值得注意的是，2025 财年公司在大型北美 CPU/GPU 制造商 B 处的份额实现进一步提升，标志着其电源方案在 AI 算力平台的认可度持续强化。凭借先进的技术广度和全品类产品组合，AI 相关收入显著加速。FY25AI 服务器业务营收超 7 亿欧元，较 FY24 接近翻三倍；英飞凌预计 FY26 收入再翻倍以上至约 15 亿欧元，FY27 财年达到约 25 亿欧元。且英飞凌在 AI 供电中每千瓦的价值含量较为可观，为 100–250 美元，平均约 175 美元/千瓦。

图表 36：英飞凌在数据中心领域持续获得客户突破

图表 37：英飞凌凭借先进技术产品组合 AI 相关收入提升



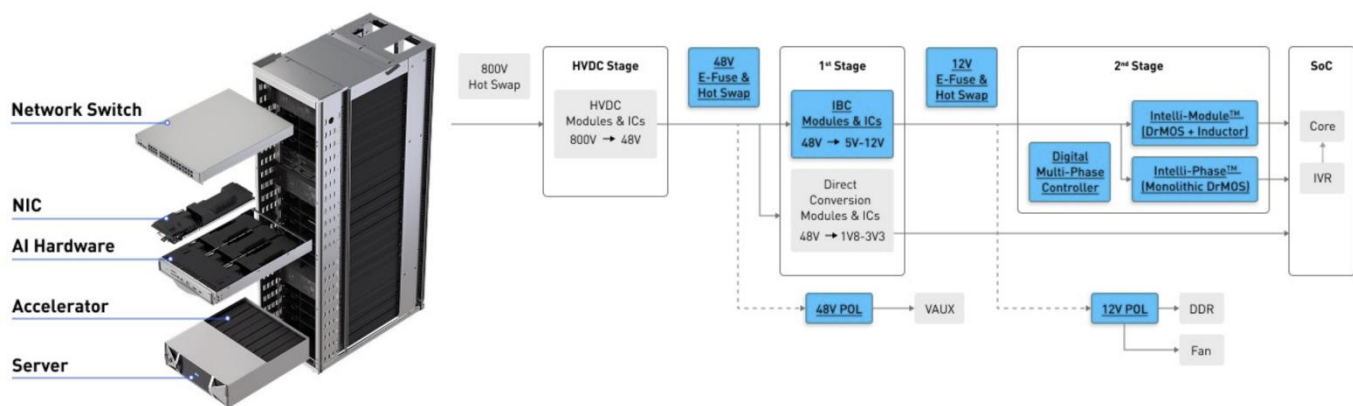
来源：Infineon，国金证券研究所

来源：Infineon，国金证券研究所

4.2 MPS：芯片侧电源管理平台型厂商，核心在高集成 POL 与模块化

MPS 是一家全球化无晶圆厂模拟及电源管理芯片厂商，产品覆盖 DC/DC 转换器、AC/DC 控制器、MOSFET 驱动、电源管理 IC、限流开关及照明控制等多个方向。在 AI/HPC 场景下，公司重点覆盖 GPU 板卡、OAM/加速卡、主板及内存供电等板载电源环节，产品形态从传统多相控制器、DrMOS 逐步延伸至集成 DrMOS、电感及部分被动元件的高密度电源模块。整体来看，MPS 的核心优势在于贴近负载侧，将低压大电流供电模块做成可嵌入主板或靠近处理器布局的器件形态，从而缩短 PDN 路径、降低传输损耗并提升瞬态响应能力。

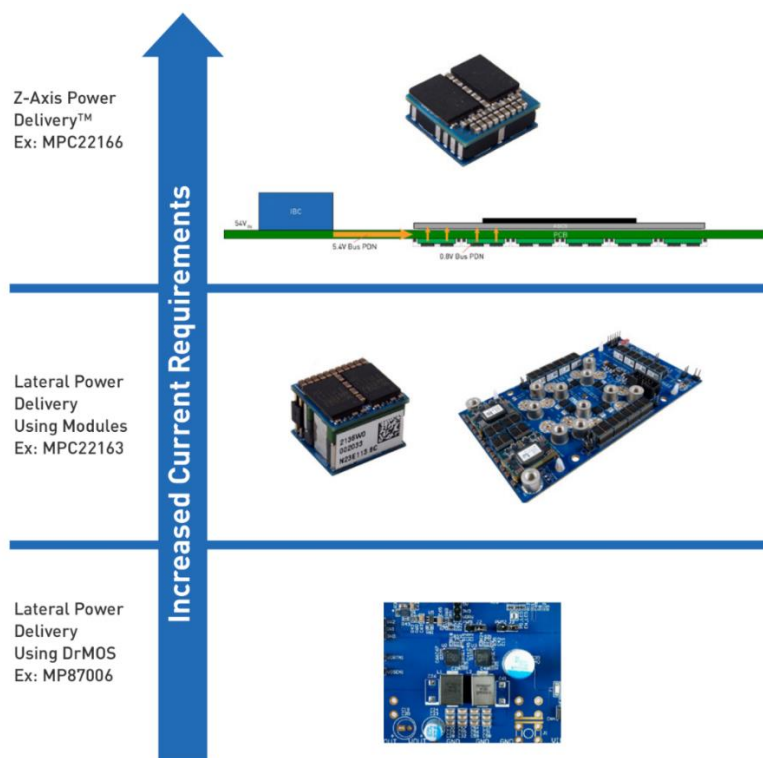
图表 38：MPS 在数据中心领域布局的主要为 48V 及以下的电源产品



来源：MPS 官网，国金证券研究所

MPS 采用多相电源架构与高集成 Intelli-Module 方案，供电方式由水平供电向 Z 轴供电演进。在 48V 数据中心供电方案中，MPS 水平供电方案第一级采用 800W 的 MPC12109，基于 LLC 拓扑实现软开关，峰值效率可达 98%；第二级通过多颗 MPC22167 模块并联输出大电流。MPC22167-130 为双相非隔离降压 Intelli-Module，集成 DrMOS 和电感，最高输出电流 130A（65A/相），可用于 AI 处理器、OAM、FPGA、ASIC 和 PCIe 加速卡等核心电源场景。垂直供电方案同样采用两级架构，通过 10:1LLC 模块将 48V 输入降至 4.8V，再配合低压大电流多相模块实现近芯片供电。MPS 提出的 ZPD（Z-axis Power Delivery）架构将电源模块放置在处理器下方，使功率传输路径缩短至接近 PCB 厚度，有助于降低寄生参数、PDN 损耗和电压跌落风险。

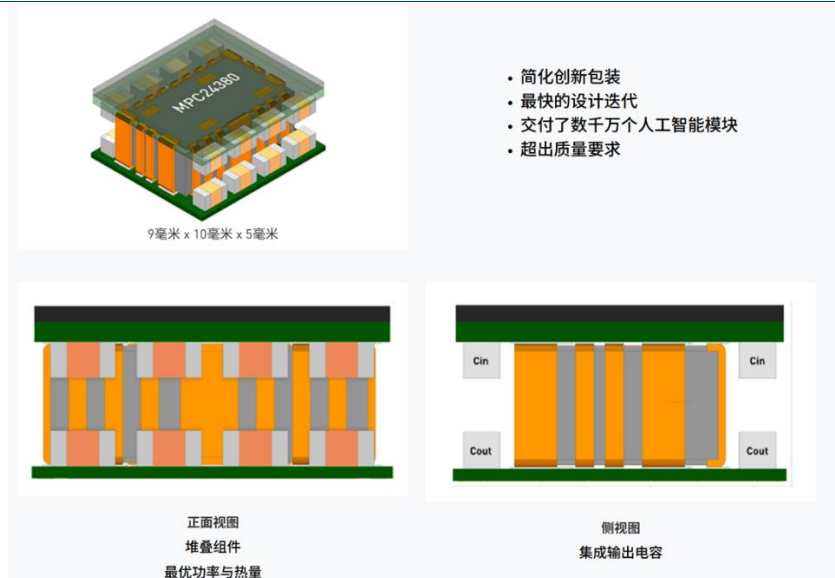
图表 39：MPS 逐步从传统水平供电到 Z 轴供电架构，将 PDN 路径缩短至毫米级



来源：MPS 官网，国金证券研究所

新一代高电流模块进一步强化 MPS 在近芯片供电环节的卡位。MPS 推出的 MPC24380-260 为四相非隔离降压 Intelli-Module，集成 DrMOS、电感和输出电容，最高输出电流 260A（65A/相），输入电压范围 3V-8V，采用 LGA-54 封装，尺寸为 9mm×10mm×4.8mm，适用于 AI 服务器、超算、OAM 卡、AI GPU、TPU、DPU 等低压大电流应用。相比传统分立式 DrMOS 方案，高集成电源模块能够减少占板面积、提升功率密度，并使电源单元更接近处理器，是三次电源从板级水平供电向模块化、近芯片供电演进的重要方向。

图表 40：MPS 的 MPC24380 电源模块拥有新结构、高输出电流、高功率密度的特点



来源：MPS 官网，国金证券研究所

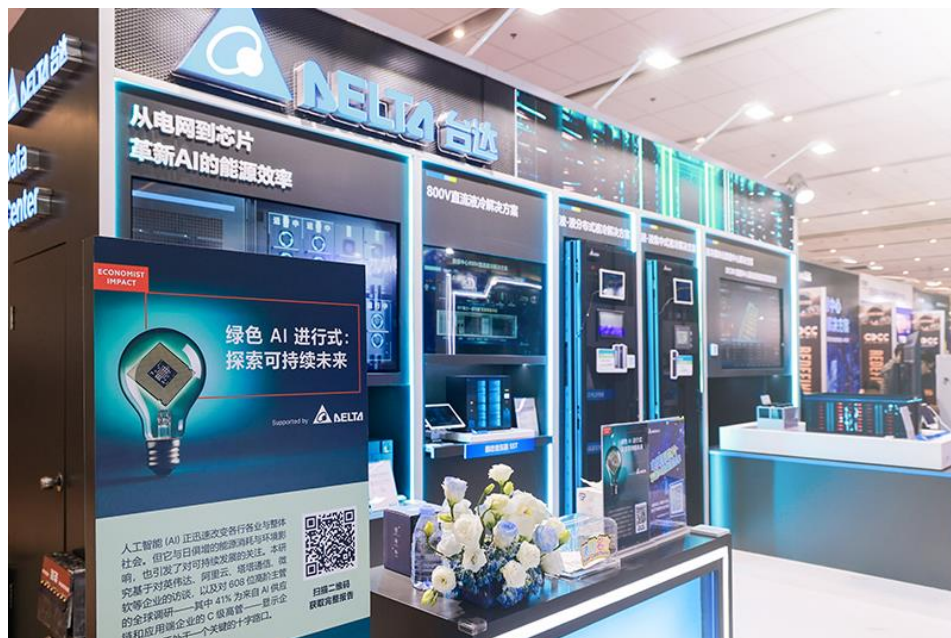
4.3 台达：数据中心电源系统解决方案提供商，与英飞凌合作布局 VPD

台达具备从电网到芯片的全链路电源与散热解决方案能力。台达电子成立于 1971 年，是全球电源管理与散热解决方案龙头，业务覆盖电源及零组件、基础设施、自动化、交通等领域。面向 AI 数据中心，公司已从传统电源制造商逐步延伸至系统级解决方案提供商，产品覆盖基础设施供配电、机架级 Power Shelf、服务器电源、DC/DC 转换器、板级 VRM/VR



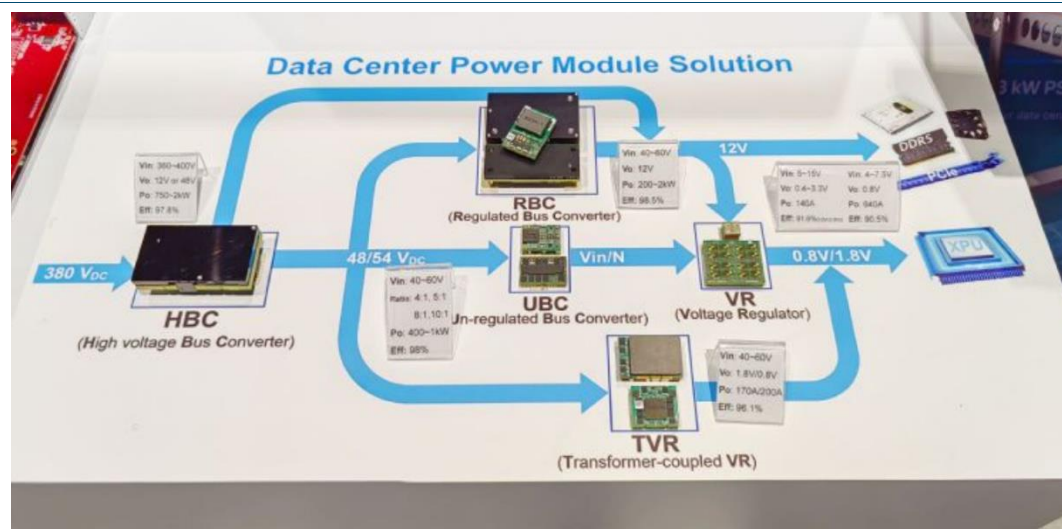
模块、液冷散热及被动元件等环节。根据台达 COMPUTEX 2024 及 NVIDIA GTC 相关资料，公司强调其可提供“Grid-to-Chip”电源传输方案，在数据中心基础设施、机架级供电和板级芯片供电等环节均具备产品布局。DC/DC 产品方面，公司已推出 RBC、UBC、VR 等系列产品，其中 RBC 可将 40V 至 60V 输入转换为 12V 输出，适用于 AI 服务器内部电压转换场景。

图表 41：台达电子可以提供从电网到芯片的全方位电源及散热解决方案



来源：台达官网，国金证券研究所

图表 42：台达于 2023 年 OCP 全球峰会展出的 DCDC 转换器产品



来源：台达，DIGITIMES 科技网，国金证券研究所

台达在 COMPUTEX TAIPEI 2024 展出芯片垂直供电技术，公司披露该方案相较传统水平供电可帮助 AI 加速系统减少约 5%-15% 的电力损耗。其核心在于将 DC/DC 转换器更贴近 GPU/CPU/ASIC 等负载点，缩短低压大电流传输路径，从而降低 PDN 阻抗和线路损耗。2025 年 8 月，台达与英飞凌进一步强化合作，英飞凌将其超薄硅基 MOSFET 芯片技术、嵌入式封装能力和 OptiMOS 90A 集成功率级方案，与台达电源模块设计和制造能力结合，共同开发面向超大规模数据中心 xPU 的高密度 VPD 模块。

图表 43：台达 Datacom POL 模块

图表 44：台达使用英飞凌 OptiMOS 产品开发 VPD 模块



来源：台达官网，国金证券研究所

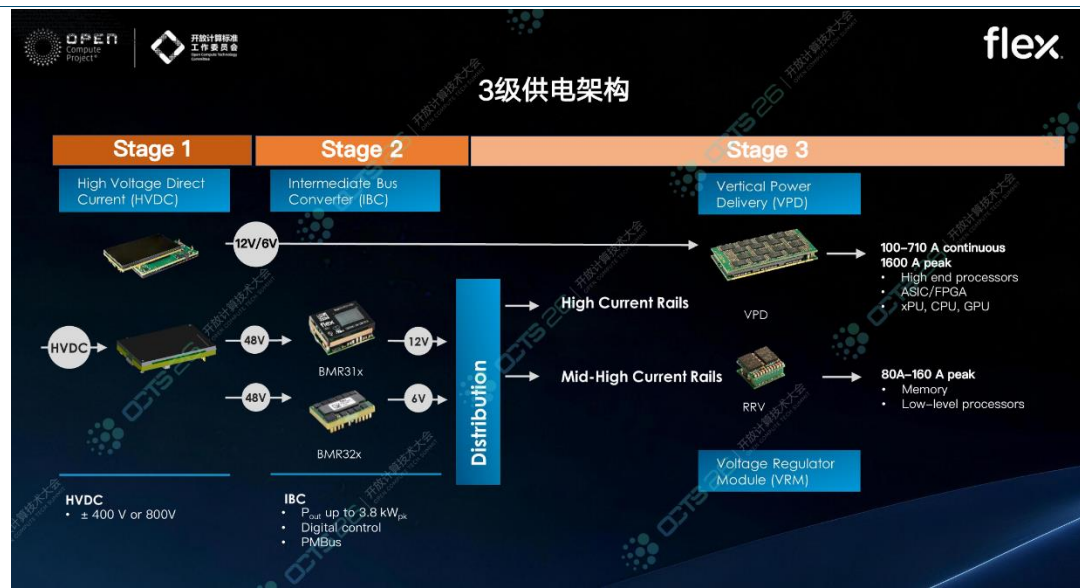


来源：infineon，国金证券研究所

4.4 伟创力：Grid-to-Chip 电源平台型厂商，与瑞萨合作强化三次电源竞争力

伟创力具备从关键电源基础设施到板载电源模块的系统级供电能力。作为全球电子制造与电源模块解决方案龙头，伟创力近年来持续强化 AI 数据中心“Grid-to-Chip”电源布局，产品覆盖高压输入、电源转换、机柜/服务器电源、DC/DC 模块及近芯片供电等环节。根据公司在开放计算相关会议材料中的披露，其面向兆瓦级 AI 机柜构建分层供电体系：前端支持 HVDC 等高压直流输入，中间级通过 IBC/DC-DC 模块输出 48V/12V/6V 等中间电压，末端则围绕 VPD 垂直供电和 VRM 调压模块两条路线服务高功耗 xPU、CPU、GPU、ASIC 及内存等负载。该体系本质上是通过“高压长距离传输+低压近负载转换”降低系统 I²R 损耗，并兼顾不同客户平台的兼容性和可维护性。

图表 45：伟创力产品涵盖一次、二次和三次电源



来源：伟创力，2026 开放计算技术大会，国金证券研究所

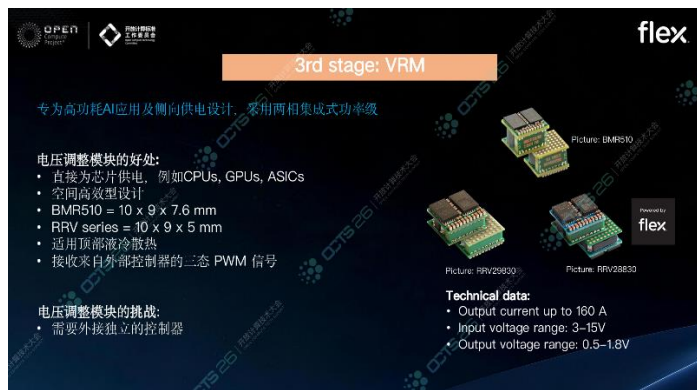
伟创力在三次电源领域重点布局 VPD 与 VRM 两类模块。VPD 方案主要面向高端 xPU/CPU/GPU 等大电流负载，通过将电源模块部署在芯片背面或更贴近负载的位置，使供电路径与芯片 PDN 更直接匹配，从而减少 PCB 占用、缩短低压大电流路径、降低寄生阻抗并提升瞬态响应能力。由于 VPD 高度依赖芯片封装、主板设计和散热方案协同，通常需要与芯片厂商或云厂进行深度定制。相比之下，VRM 调压模块更偏标准化，适用于内存、中低功耗处理器及通用板级供电场景，具备更强的平台复用能力和供应链灵活性。

图表 46：伟创力 VPD 垂直供电方案

图表 47：伟创力 VRM 调压模块方案



来源：伟创力，2026 开放计算技术大会，国金证券研究所



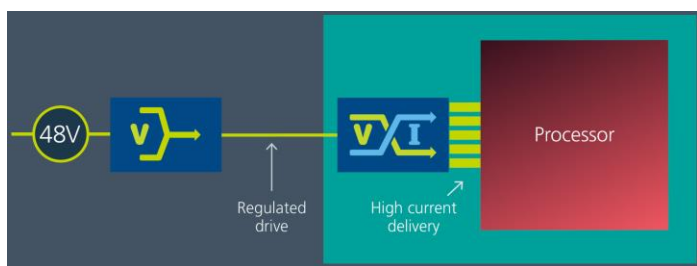
来源：伟创力，2026 开放计算技术大会，国金证券研究所

伟创力与瑞萨合作，有望强化芯片侧供电模块竞争力。2025 年 9 月 16 日，伟创力宣布与瑞萨电子合作，共同开发面向 CPU、GPU、FPGA、ASIC 和 AI 加速卡的下一代板载电源管理解决方案。此次合作将瑞萨最新智能功率级、多相控制器等芯片侧能力，与伟创力电源设计和规模化制造能力结合，重点拓展 VPD 产品组合、双相 Power Tower 及高密度功率模块。我们认为，伟创力的优势在于其同时具备电源模块设计、整机制造、客户协同和全球交付能力；与瑞萨合作后，其在三次电源核心功率级、控制器和模块集成方面的短板有望进一步补齐。

4.5 Vicor：深耕近芯片供电，技术领先性与专利壁垒持续兑现

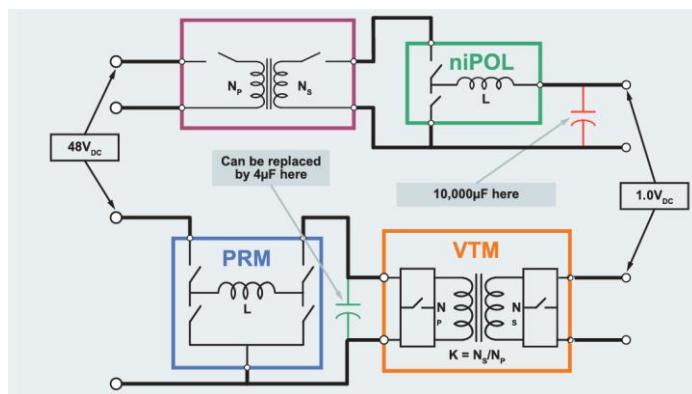
公司模块化布局领先，FPA 架构技术底蕴深厚。Vicor 较早布局 48V Direct-to-PoL 近芯片供电方案，其分比式电源架构 (FPA) 将稳压功能与电压变换/电流倍增功能拆分为高性能模块化单元。其中，PRM 模块接收非稳压输入并输出稳压后的因子化母线电压，VTM 电流倍增器则通过固定比例变换实现低压大电流输出。二者配合可将 48V 母线高效转换至 CPU/GPU/ASIC 所需的亚 1V 核心电压，在功率密度、转换效率、瞬态响应和板级空间占用方面具备领先优势。凭借 FPA 架构，Vicor 可通过横向供电 (LPD) 和垂直供电 (VPD) 降低近芯片“最后一英寸”阻抗，适配 AI 处理器低压大电流、高功率密度供电需求。

图表 48：Vicor 的分比式电源架构 (FPA) 将电源分解为专门的稳压和变压功能



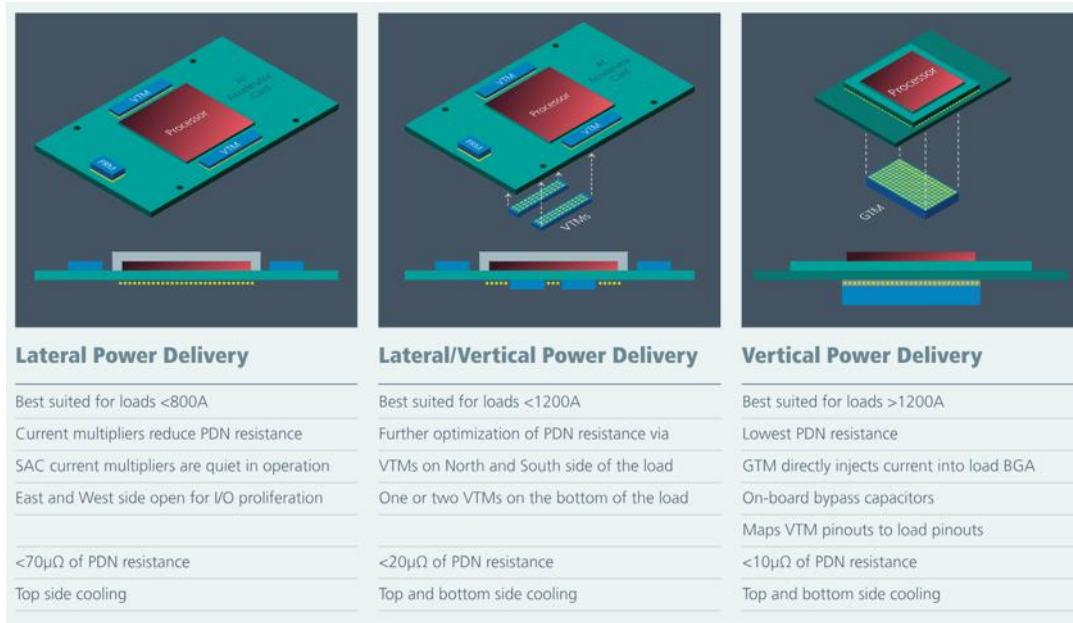
来源：Vicor 官网，国金证券研究所

图表 49：FPA 架构不仅可减少电容，而且还可节省电路板空间



来源：Vicor 官网，国金证券研究所

图表 50：Vicor 利用 FPA 可通过横向供电 (LPD) 和垂直供电 (VPD) 最大限度降低“最后一英寸”阻抗

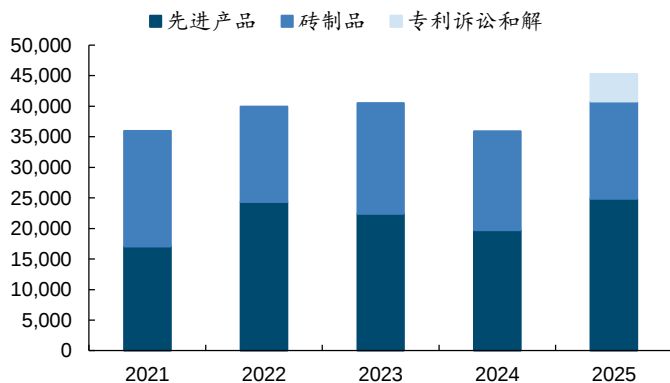


来源：Vicor 官网，国金证券研究所

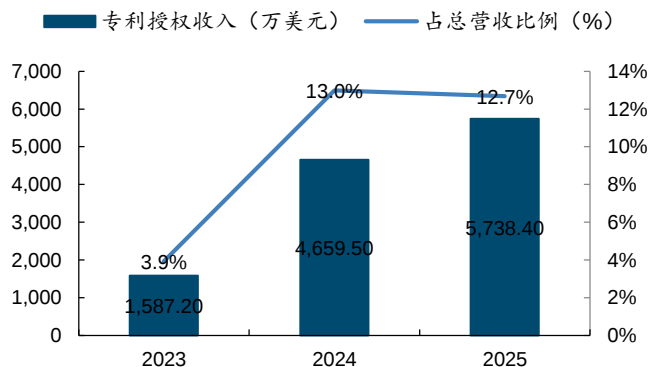
业绩显著改善，专利授权与诉讼和解强化盈利弹性。2025 年 Vicor 实现净营收 4.08 亿美元，同比增长 13.5%；若加回 4500 万美元专利诉讼和解款，产品收入、授权收入及和解款合计 4.53 亿美元，同比增长 26.1%。其中先进产品收入同比增长主要受益于市场需求回暖和专利授权收入。2023-2025 年，公司专利授权收入分别为 1587.2 万、4659.5 万、5738.4 万，占净营收比重分别为 3.9%、13.0%、14.1%，已成为公司重要增长点。截至 2025 年底，公司在美国拥有 128 项有效专利。知识产权方面，2025 年 2 月 ITC 在 337-TA-1370 案中确认 Vicor 两项核心专利有效且被侵权，并发布有限排除令；2026 年 2 月，ITC 就 Vicor 针对台达、MPS、立讯精密、纬创等的新一轮 337 投诉正式立案，后续专利维权进展仍是重要催化。

图表 51: Vicor 业绩改善，额外确认一笔专利诉讼和解收入 (万美元)

图表 52: 专利授权收入已经成为 Vicor 业务的重要增长点



来源：Choice，国金证券研究所



来源：Vicor2025 年年报，国金证券研究所

4.6 Murata 村田：全球被动元器件龙头，MLCC 业务增长迅速

全球被动元器件龙头，MLCC 市场份额领先。村田制作所是全球领先的综合电子元器件制造商，公司以陶瓷材料技术为核心，产品覆盖多层陶瓷电容器（MLCC）、电感、滤波器、射频元件、传感器等多个品类，广泛应用于消费电子、通信、汽车、工业及医疗等领域。其中，MLCC 是公司最具代表性的核心产品，村田长期位居全球 MLCC 市场份额前列，并在高容量、小型化、高可靠性等高端产品方向具备较强技术优势和客户基础。

面向 AI 服务器和数据中心场景，村田正在加速推进高容、小型化 MLCC 产品迭代。2025 年 7 月，公司宣布量产 0402 英寸、47μF 高容 MLCC，主要面向 AI 服务器、数据中心及其他高密度 PCB 应用。根据公司披露，该产品相较同容量 0603 英寸产品可减少约 60% 的安装

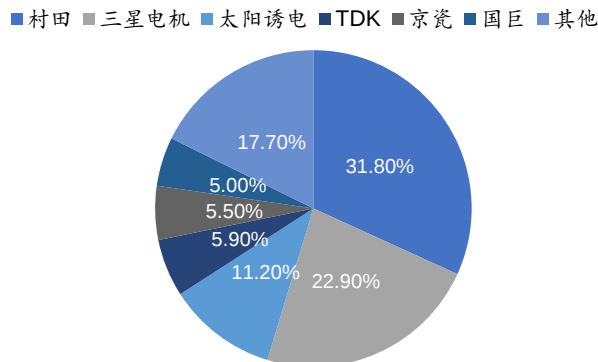


面积，相较上一代同尺寸 22 μF 产品容量提升约 2.1 倍，有助于在有限板级空间内提升去耦和滤波能力。随着 AI 服务器单板功耗提升、供电相数增加和高速信号密度提升，高端 MLCC 对小型化、大容量、低阻抗和高可靠性的要求持续提高，村田有望凭借材料、工艺和客户认证优势继续保持领先地位。

图表 53：村田 MLCC 产品矩阵



图表 54：村田是 MLCC 领域的绝对龙头



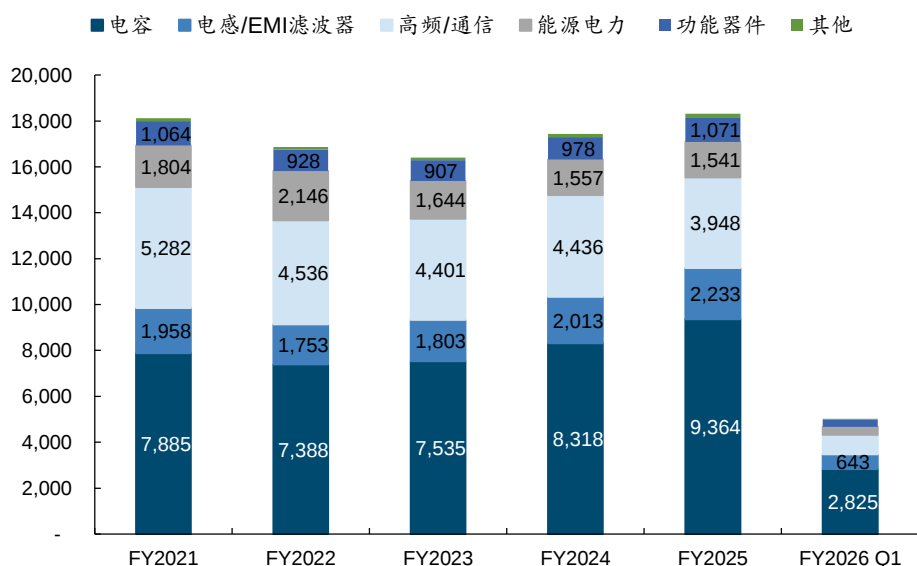
来源：村田制作所，国金证券研究所

来源：宏明电子招股书，中国电子元件行业协会信息中心，国金证券研究所

MLCC 成为元器件板块增长核心，数据中心需求驱动订单显著提升。村田业务可分为元器件、器件模组及其他业务，其中元器件板块是本轮增长的主要拉动项。FY2026Q1（2026 年 4-6 月），公司实现收入 5023 亿日元，同比增长 20.7%；其中元器件板块收入约 3468 亿日元，同比增长 27.5%，收入占比由 FY2025Q1 的 64.8% 提升至 69.0%。分品类看，电容收入 2825 亿日元，同比增长 30.0%，主要受数据中心和汽车相关需求带动；电感及 EMI 滤波器收入 643 亿日元，同比增长 22.4%，其中 EMI 滤波器在汽车和服务器应用中增长，电感则主要受智能手机和汽车需求拉动。

订单侧同样体现出需求景气度提升。FY2026Q1 公司订单金额达到 6739 亿日元，季度末在手订单 6178 亿日元，均处于较高水平；公司在说明会中指出，数据中心相关需求维持强劲，且部分长交期订单增加，同时也提示需关注部分应用是否存在因供应约束预期而提前下单的情况。整体来看，AI 服务器和数据中心需求正在强化村田 MLCC、电源模块及相关元器件的增长弹性，MLCC 在公司元器件板块中的收入占比和战略重要性持续提升。

图表 55：MLCC 成为村田的业绩增长支柱（亿日元）



来源：Murata 村田 FY2021-FY2026Q1 业绩说明会材料，国金证券研究所

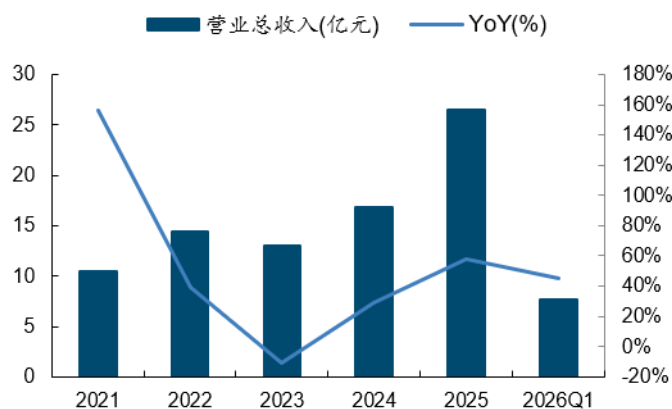


4.7 杰华特：深化 AI 电源布局，DrMOS+多相控制器实现高端量产突破

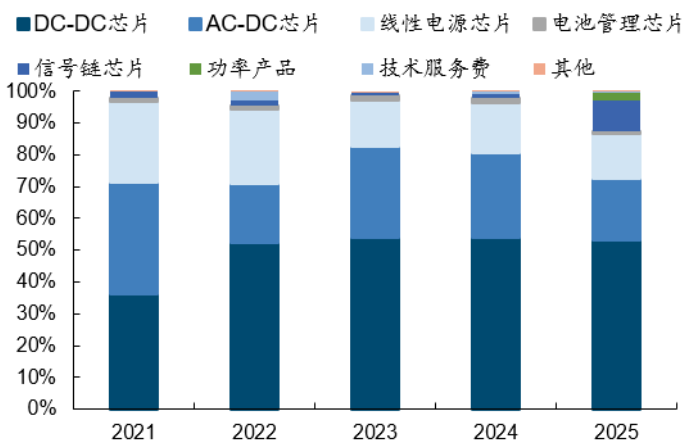
营收快速增长，AI 服务器与汽车电子共同驱动。公司是以虚拟 IDM 为主要经营模式的模拟集成电路设计企业，基于自有 BCD 工艺平台开展芯片设计，并与晶圆厂协同导入制造，产品以电源管理和信号链芯片为主。2025 年公司实现营业收入 26.55 亿元，同比增长 58.15%，主要受益于计算与存储、汽车电子、通讯等领域需求增长，其中 AI 服务器带动高集成度电源管理芯片渗透率提升，多相控制器、DrMOS 等高端电源产品导入主流服务器平台；同时车规级 DC-DC、LDO、高低边开关等产品在整车厂实现规模化量产。

DC-DC 芯片为第一大细分产品，构筑 AI 电源产品基础。公司电源管理芯片覆盖 AC-DC、DC-DC、线性电源、电池管理等品类，信号链产品覆盖检测、接口、转换器、时钟、驱动等方向。2025 年公司 DC-DC 芯片实现收入 14.15 亿元，同比增长 56.29%，占总收入约 53%，为第一大细分产品。公司是业内少数拥有完整 DC-DC 芯片产品组合的厂商之一，产品覆盖 5V 至 700V 低中高电压等级，并基于自有工艺和 DC-DC 控制技术，实现高效率、高可靠性和较优成本竞争力。

图表 56：杰华特 2021-2026Q1 营业收入及同比增长率



图表 57：DC-DC 芯片成为杰华特第一大产品收入来源



来源：Choice，国金证券研究所

来源：Choice，国金证券研究所

AI 电源芯片布局持续深化，DrMOS+多相控制器形成高端突破。公司面向通讯与服务器场景提供完整电源解决方案，核心围绕“智能功率级 DrMOS+多相控制器”架构展开。DrMOS 方面，30A/50A/70A/90A 产品已在客户端实现量产爬坡，其中 90A DrMOS 产品 JWH7079 支持 3-16V 宽输入、90A 大电流输出、最高 3MHz 开关频率，采用 4×6mm TLGA 封装，适用于服务器、GPU 等高性能计算供电场景。多相控制器方面，JWH6376 为双路 12 相控制器，面向 Intel VR14 平台核心供电，集成 PMBus/I²C 和 AVSBus 接口，并支持 TLVR 电感检测等功能。随着 AI 服务器功率密度提升，公司有望在 DrMOS、多相控制器、PMIC、eFuse、LDO 等环节持续受益于高端电源国产化和平台导入。

图表 58：杰华特推出的 90A 大电流输出的 JWH7079 智能功率级





JWH7079
16V/90A Power Stage
With Integrated HS/LS-FETs and Driver

DESCRIPTION

The JWH7079 is a monolithic half-bridge with two built-in integrated N-channel MOSFETs and gate drivers. Operating with an input range of 3V~16V, JWH7079 delivers up to 90A of output current. The integration of gate drivers and MOSFETs provides high efficiency at the low output voltages required by cutting edge CPU, GPU and DDR memory designs. The operation frequency ranges from 300kHz to 3MHz.

JWH7079 guarantees robustness with cycle-by-cycle over current protection, SW short protection, VIN UVLO protection, VDS UVLO protection, IC temperature reporting and thermal protection.

JWH7079 is available in TLGA (4mmx6mm) package, which is ideal for server application.

Company's Logo is Protected. "JWP" and "JOULWATT" are Registered Trademarks of Joule Watt Technology Co., Ltd.

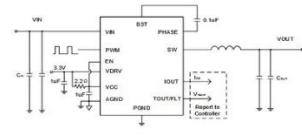
FEATURES

- 3V to 16V Operating Input Range
- 90A Output Current
- Operation Frequency up to 3MHz
- Acciplex Tri-state PWM Signal
- 5uA/A Current Sensing
- Cycle-by-cycle HS Over-current Protection and Fault Indicator
- SW Short Protection and Fault Indicator
- VIN UVLO Protection and Fault Indicator
- HS Short Detection and Fault Indicator
- 8-mV/°C Temperature Sensing Output
- Thermal Protection and Fault Indicator
- Available in TLGA(4mmx6mm) Package

APPLICATIONS

- Server Core Voltage
- Graphic Card Core Regulators
- Base Stations

TYPICAL APPLICATION



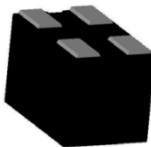
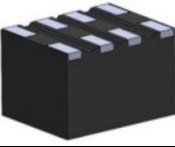
JWH7079
JouleWatt Proprietary Information. Patent Protected. Unauthorized Photocopy and Duplication Prohibited.
1 / 1

来源：电子工程世界，国金证券研究所

4.8 铂科新材：芯片电感国产龙头，受益 VPD/TLVR 等近芯片供电升级

铂科新材是国内金属软磁材料和芯片电感环节的重要标的，公司以金属软磁粉芯、金属软磁粉末和磁性电感元件为核心产品，具备从软磁材料到电感元件的纵向一体化能力。面向 AI 服务器和高性能处理器供电场景，公司基于金属软磁复合材料，结合高压一体成型和铜铁共烧工艺，开发出适用于 GPU、CPU、ASIC、FPGA 等芯片前端供电的芯片电感产品，可应用于 VPD 垂直供电、TLVR 等高动态响应供电架构。随着 AI 芯片功耗提升，近芯片供电对电感提出更高的大电流、低损耗、小型化和高可靠性要求，公司有望受益于三次电源从传统板级多相供电向模块化、垂直化方向演进。

图表 59：铂科新材芯片电感产品

产品类别	产品图片	产品简介
单相电感		常见单路电感，一个电感匹配一个 DrMOS。
双相电感		两个电感集成为一个双相电感，一个电感匹配两个 DrMOS。比单相电感更节省体积。
多相电感		两个以上电感集成为一个多相电感，匹配多个 DrMOS，可进一步提高功率密度。

来源：铂科新材募集说明书，国金证券研究所

公司芯片电感业务已成为新的增长曲线。根据公司募集说明书和投资者关系活动记录，公司芯片电感产品主要面向 AI 服务器、AI PC、AI 手机、DDR、智能驾驶、通信电源等大算力场景，客户包括 MPS、英飞凌等全球知名半导体及电源管理厂商。公司 2026 年 6 月投资者关系记录显示，VPD 方案是数据中心供电方案的重要趋势，配套电感需要具备超薄、大电流、低损耗等特征；同时，公司芯片电感订单较为饱满，新基地预计下半年逐步贡献



产出。整体来看，铂科新材的核心弹性来自 AI 芯片供电电感从分立件向高价值模块化电感升级，以及国产厂商在高端芯片电感领域的份额提升。

图表 60：铂科新材芯片电感产品主要面向 AI 服务器、AI PC、DDR 等大算力场景



来源：铂科新材募集说明书，国金证券研究所

4.9 龙磁科技：磁性材料积累深厚，高端芯片电感打开 AI 供电增量空间

龙磁科技长期深耕永磁铁氧体和软磁材料领域，具备磁性材料、粉体工艺和磁性元件制造经验。面向 AI 服务器和数据中心供电升级，公司正加快高端芯片电感、一体成型模压电感等产品布局，切入高功率密度电源模块和近芯片供电场景。相比传统电感，AI 芯片供电用电感需要在低压大电流、高频开关、高瞬态响应和紧凑空间约束下保持低损耗与高可靠性，对材料配方、成型工艺、一致性和客户认证均提出更高要求。

据公司互动平台及公开投资者交流信息，公司一体成型高端模压电感已通过某知名半导体客户认证并开始小批量供货，用于其电源产品的垂直供电模块；同时，公司高端芯片电感有多款产品在国际知名半导体电源厂商及头部电源模块厂测试验证，部分料号已取得客户认证。我们认为，龙磁科技的投资逻辑在于从传统磁材向高端电感元件延伸，若后续客户认证、产能爬坡和批量交付顺利，公司有望受益于 VPD、TLVR 和三次电源模块化带来的高端电感价值量提升。

图表 61：龙磁科技构建了“永磁+软磁+电感”三大核心业务协同发展的产业格局

业务板块	主要产品	产品用途	主要应用领域	进展
永磁业务	永磁铁氧体磁瓦	永磁微特电机核心部件	汽车、变频家电、电动工具等各类电机	在安徽庐江、金寨和越南胡志明已形成了 5 万吨永磁产能，技术水平处于行业前列，客户大多为全球知名汽车电机制造商。
软磁业务	软磁材料与磁芯	软磁粉芯等磁性元件核心材料	光伏储能（逆变器、功率模块）、新能源汽车及充电桩（车载 OBC、DC-DC 转换器）、消费类电子	在安徽金寨、泰国大城府布局了超 2 万吨软磁粉芯产能，在依托永磁材料技术的基础上，引进了高水平软磁技术及管理团队，软磁产品已进入头部车企供应链。
电感业务	车载一体成型电感	车规级高端一体成型电感元件	汽车 LED 车灯驱动、多媒体影音系统、ADAS、导航与通讯等模块	已与国内外头部车企及 Tier1 供应商建立了长期、稳定的深度互信关系，通过认证并保持长期批量供货。



芯片电感 为 GPU、CPU、ASIC、FPGA 等半导体芯片前 各类集成电路场景 端供电

中标知名国际半导体客户新项目，同时 已成功切入数家国内半导体电源模块供 应链并实现批量交付。

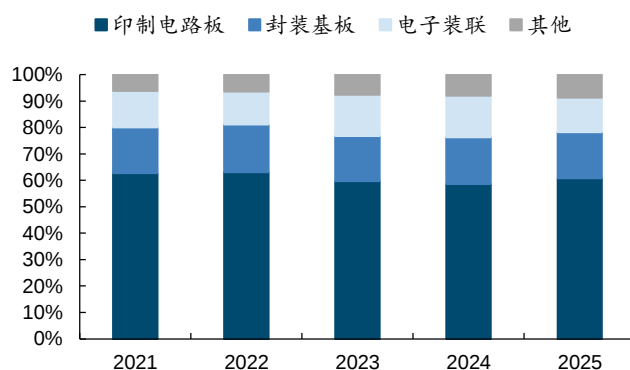
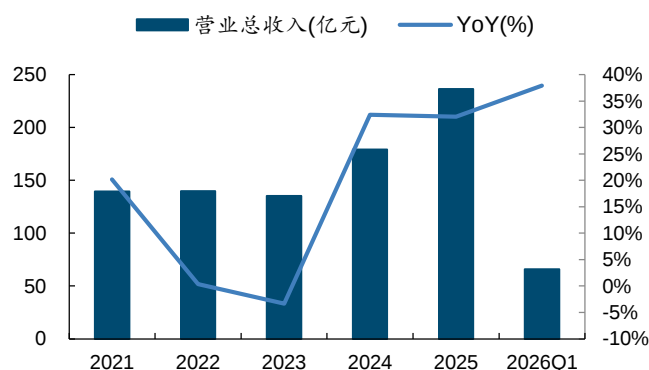
来源：龙磁科技 2025 年年报，龙磁科技投资者交流信息，国金证券研究所绘制

4.10 深南电路：PCB 龙头企业，埋嵌集成技术打开三次电源模块载板想象空间

2024-2026Q1 公司营收持续增长，PCB 为核心业务。公司专注于电子互联领域，拥有印制电路板、电子装联、封装基板三项主营业务，形成“3-In-One”业务布局。2026 年第一季度，公司实现营业收入 65.96 亿元，同比增长 37.90%；实现归母净利润 8.50 亿元，同比增长 73.01%，主要受益于业务订单增加。2025 年公司印制电路板业务实现收入 143.59 亿元，同比增长 36.84%，占营业收入比重 60.73%，仍为公司第一大业务。

图表 62：深南电路 2021-2026Q1 营业收入及同比增长率

图表 63：PCB 是深南电路的业务核心



来源：Choice，国金证券研究所

来源：Choice，国金证券研究所

PCB 产品布局广泛，受益于 AI 算力基础设施需求释放。公司 PCB 业务下游以通信设备为核心，重点布局数据中心、汽车电子等领域。在数据中心领域，公司产品主要应用于交换机、光模块、服务器/存储设备及电源设备等场景，相关 PCB 产品包括背板、高速多层板、HDI 等。2026 年一季度，公司 PCB 业务中通信、数据中心收入占比环比增加，受益于 AI 算力基础设施建设带来的高速互联、服务器、光模块及配套电源设备需求增长。



图表 64: 深南电路 PCB 布局广泛, 相关 PCB 产品可应用于数据中心电源相关设备

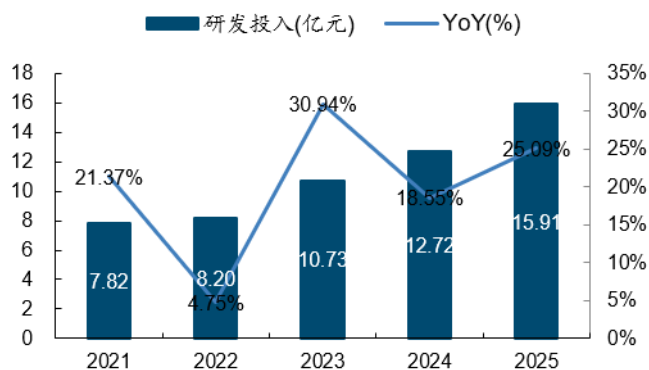
应用领域	主要设备	相关 PCB 产品	特征描述
无线网	通信基站	背板、高速多层板、高频微波板、多功能金属基板	金属基、大尺寸、高多层、高频材料及混压
通信	传输网	OTN 传输设备、微波传输设备	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合、高频材料及混压
	核心网	路由器、交换机、光模块	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合、高频材料及混压、多阶 HDI、细密线路
	固网宽带	OLT、ONU 等光纤到户设备	多层板、刚挠结合
数据中心	交换机、光模块、服务器/存储设备、电源	背板、高速多层板、HDI	高速材料、大尺寸、高多层、高密度、多种背钻、刚挠结合、多阶 HDI、细密线路
工控医疗	工控、医疗系统	高速多层板	高可靠性、多层板、刚挠结合
消费电子	电池保护、光学摄像、无线耳机等	刚挠结合板、HDI	高密度、轻薄、立体组装、高可靠性
汽车电子	毫米波雷达、激光雷达、摄像头、新能源汽车三电系统	高频微波板、刚挠结合板、厚铜板	高频材料及混压、高可靠性、HDI、刚挠结合、多层板、厚铜

来源: 深南电路 2025 年年报, 国金证券研究所绘制

埋嵌集成技术储备深厚, 具备向三次电源模块 PCB 载板延展潜力。公司持续加大研发投入, 2025 年研发投入 15.91 亿元, 同比增长 25.09%, 重点布局下一代通信、数据中心、汽车电子相关 PCB 技术, 以及高密小型化、大功率热管理、埋嵌集成封装等方向。截至 2025 年底, 公司已获授权专利 933 项, 其中发明专利 533 项。近年来, 公司在埋入式元件、电感电容埋入、埋入式芯片封装等方向持续积累专利和工艺能力。随着 AI 服务器三次电源从分立方案向模块方案升级, PCB 载板需要承担高密度互连、功率传输、散热和小型化集成等功能, 公司相关埋嵌集成技术有望在三次电源模块 PCB 环节形成潜在受益。

图表 65: 深南电路持续加大研发投入

图表 66: 深南电路积极布局可用于三次电源的相关技术



来源: Choice, 国金证券研究所

申请号	专利名称
CN202510897552.5	一种功率模块及其制备方法、功率设备
CN202511094280.1	高密度电感电容埋入电路板的制造方法及电路板
CN202511233655.8	埋入式产品的堆叠封装结构以及方法
CN202511832662.X	埋入式芯片封装方法、埋入式芯片封装体及电子装置

来源: 国家知识产权局, 国金证券研究所

4.11 中富电路: 深耕电源 PCB, 受益 AI 数据中心电源架构升级

公司聚焦高可靠性、定制化 PCB 产品, 覆盖通信及数据中心、工业控制、汽车电子、消费电子、半导体封装及医疗电子等领域, 客户包括全球通信设备厂商、Flex Power、MPS、台达、Vertiv、Schneider、Jabil、比亚迪、立讯等国内外知名企业。公司长期深耕电源



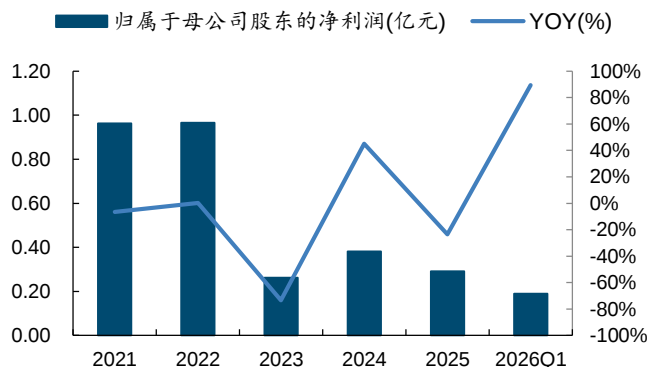
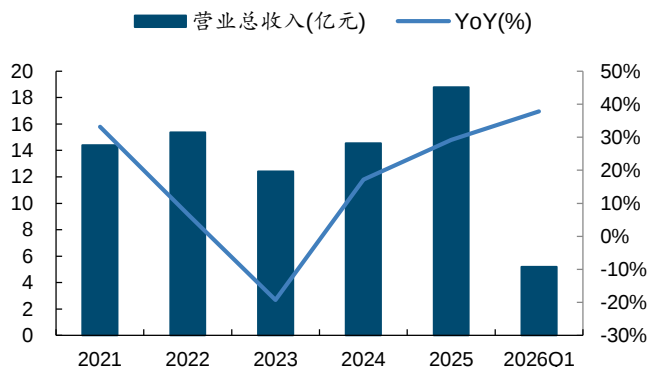
PCB，具备从研发认证样板到量产批量板的一站式交付能力，受益于 AI 数据中心电源产品需求提升。

2025 年公司实现营业收入 18.79 亿元，同比增长 29.24%，主要受益于通信及数据中心相关电源产品需求增长，以及新能源汽车需求释放。其中通信及数据中心收入同比增长 76.95%，汽车电子收入同比增长 21.59%。2026 年一季度公司实现营业收入 5.20 亿元，同比增长 37.81%；归母净利润 1889.95 万元，同比增长 89.32%，主要系订单增加带动收入规模扩大，盈利能力随产品结构优化和产能利用率提升有所改善。

AI 电源 PCB 方面，公司已在 AI 数据中心一次、二次、三次电源方向形成布局，技术路径覆盖传统架构与 800V HVDC 高压直流架构。在一次电源领域，公司围绕高压、高可靠性需求布局厚铜、高耐压 PCB；在二次电源领域，重点推进高多层、高散热、多阶 HDI 和平面变压器集成 PCB 等技术；在三次电源领域，公司依托 3D SiP、内埋器件等工艺能力，适配电源模块小型化、高密度、高功率密度趋势。随着 AI 服务器电源从分立走向模块化，公司有望受益于二次、三次电源 PCB 价值量提升及客户项目放量。

图表 67：中富电路 2021-2026Q1 营业收入及同比增长率

图表 68：中富电路 2026Q1 归母净利润大幅改善



来源：Choice，国金证券研究所

来源：Choice，国金证券研究所

公司在 AI 数据中心一次、二次、三次电源实现全链路布局，产品已实现批量交付。公司技术路径覆盖传统架构与 800V HVDC 高压直流新架构，契合行业技术演进方向，产品能力与客户要求匹配。在一次电源领域，公司紧跟 AC 转 800V 的新路径，围绕高压高可靠性需求开发厚铜高耐压 PCB，已配合头部电源厂商完成研发验证。在二次电源领域，公司重点布局高多层高散热多阶 HDI、平面变压器集成 PCB 等核心技术，攻克高功率密度下的大电流与热管理难题，产品已批量供货国际客户，800V 方案进入小批量阶段。在三次电源领域，公司掌握了埋容埋感等核心技术，适配 AI 芯片功耗大幅提升下的高密度 VPD 供电需求。整体来看，公司技术布局与行业“高压化、高密度、集成化”演进趋势一致，产品在材料、工艺、品质管控等维度均满足行业客户的参数标准，已实现批量交付。

图表 69：中富电路在 THECA 期间展示一次二次三次电源对应的产品





来源：电子首席情报官 ECIO 公众号，HKPCA，中富电路，国金证券研究所

5、投资建议：推荐 PCB/电感核心标的、DrMOS/MLCC 国产替代方向

我们认为，AI 芯片功率持续提升，正在推动供电瓶颈从机房侧、机柜侧进一步下沉至主板、封装和芯片侧。三次电源不再只是服务器电源链条中的配套环节，而是影响 GPU/ASIC 性能释放、系统稳定性和整机能效的关键模块。无论上游架构采用 48V、800VDC 还是更高电压平台，芯片端最终都要面对低压、千安级、高瞬态、低噪声供电需求，因此三次电源升级本质是围绕“低压大电流、快速瞬态响应、有限空间和高效率散热”的系统性重构。

从产业节奏看，三次电源将沿“成熟方案升级—模块化架构导入—封装级/芯片级供电演进”推进。短期，多相 Buck+DrMOS 仍是主流底座，AI 芯片功率提升将带动单机相数、单相电流能力、低 DCR 电感、高可靠电容和高阶 PCB 用量提升，业绩兑现确定性较强。中期，TLVR、模块化 POL、VPD 等方案有望加速导入，进一步改善瞬态响应、降低 PDN 损耗并缓解板面空间约束。长期，IVR、封装级电源和背面供电将与先进封装、Chiplet、HBM 深度协同，具备平台协同和前瞻技术储备的厂商有望获得长期卡位价值。建议关注中富电路、铂科新材、深南电路、杰华特、三环集团、龙磁科技等。

6、风险提示

1. AIDC 资本开支不及预期风险

若后续大模型训练和推理需求增长放缓，或海外云厂资本开支节奏出现波动，可能导致服务器、GPU/ASIC 加速卡及相关三次电源零部件需求低于预期，进而影响 DrMOS/SPS、控制器、磁性元件、电容、PCB 和模块化 POL 等环节的收入增长节奏。

2. AI 芯片功率提升及平台迭代不及预期风险

三次电源升级的核心驱动力来自 AI 芯片功率持续提升、核心电流上行和瞬态负载加剧。若未来 GPU/ASIC 通过制程升级、架构优化、低功耗设计或系统级调度降低功耗增长斜率，或新一代 AI 芯片平台迭代节奏慢于预期，则三次电源相数增加、单相电流能力提升、TLVR 导入、模块化 POL 渗透和高端磁件/电容/PCB 价值量提升节奏可能低于预期。

3. 技术路线变化及产品可靠性验证不及预期风险

三次电源技术路线仍处于快速演进阶段，传统多相 Buck、TLVR、模块化 POL、VPD、IVR 和封装级电源可能长期并行。不同 GPU/ASIC 客户在电压平台、封装形式、冷却方式、PDN 设计和供应链策略上存在差异，最终主流方案可能与当前产业预期存在偏差。同时，低压大电流、高频开关和高热流密度环境对功率级、磁件、电容、PCB、封装和散热系统提出更高可靠性要求，若相关产品在效率、温升、EMI、寿命或环路稳定性等方面验证不及预期，可能影响产业化进度。

4. 客户认证和订单放量不及预期风险

AI 服务器及芯片侧供电系统对稳定性、瞬态响应和长期运行寿命要求极高。DrMOS/SPS、控制器、磁件、电容、PCB 和 POL 模块通常需要经历样品测试、平台验证、小批量试产、可靠性测试和客户供应链认证等多个环节，认证周期较长且导入门槛较高。若相关公司客户验证进展慢于预期，或送样、小批量订单未能顺利转化为规模化订单，可能影响收入增长节奏及市场预期兑现。

5. 行业竞争加剧、盈利能力下行及供应链不确定性风险

三次电源产业链涉及功率半导体、模拟/电源管理 IC、磁性元件、电容、PCB、先进封装和热管理等多个环节。随着 AI 服务器需求增长，海外头部厂商、国内功率器件厂商、被动元件厂商、PCB 厂商及模块电源厂商均可能加速布局，若行业参与者快速增加或下游客户推动多供应商竞争，可能导致价格和毛利率承压。同时，高端元件、先进 PCB、封装基板、散热材料及部分关键设备材料若出现交期、价格、贸易政策或供应链安全扰动，也可能影响相关公司订单兑现和盈利能力。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金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。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海

电话：021-80234211

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：201204

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 5 楼

北京

电话：010-85950438

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100005

地址：北京市东城区建国门内大街 26 号

新闻大厦 8 层南侧

深圳

电话：0755-86695353

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心

18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究