

AIDC 产业链中的被动元件

从 MLCC 到磁性元件的技术原理、涨价逻辑与持续性

—— 技术 × 投资 双线深度研究 ——

报告日期：2026 年 5 月

篇幅：约 12,000 字 / 10 章

执行摘要 (Executive Summary)

本报告围绕 AIDC (AI Data Center, 智算数据中心) 产业链中的被动元件展开, 采用“技术原理→需求拐点→涨价机制→持续性判断→投资图谱”的双线分析框架, 覆盖 MLCC (多层陶瓷电容)、薄膜电容、铝电解、钽聚合物电容、功率电感、磁性元件、片式电阻、共模滤波等全部主要被动元件类别。

核心结论一: AIDC 不是消费电子的简单延伸, 而是被动元件需求的范式重构。传统通用服务器整机 MLCC 用量约 1,000 颗, 单机柜约 10kW; 而 NVIDIA GB200 NVL72 机柜 MLCC 用量高达约 44 万颗, 机柜功率达 120kW 甚至更高, 单位 MLCC 用量是传统服务器的 10 - 15 倍, 且高容值 ($\geq 10 \mu\text{F}$)、低 ESR、高压 ($\geq 500\text{V}$) 的高端料号占比超过 60%。

核心结论二: 本轮涨价由“AI 需求结构跃迁”叠加“贵金属成本上行”双重驱动, 本质上不同于 2017-2018 年由智能手机带动的周期性涨价。Murata 在 2026 年 4 月对 AI 服务器与车规 MLCC 实施 15% - 35% 涨价, 三星电机酝酿 5% - 10% 上调, 太阳诱电对中国市场上调 6% - 13%; 钨 (+53%)、银 (+25%)、钼 (+11%) 等关键贵金属价格在 2025 年大涨, 构成持续性的成本底盘。

核心结论三: 涨价持续性可分三阶判断。短期 (2026 年) 确定性最强——Samsung 菲律宾 Calamba 新厂 2026Q2 投产, 但 2027 年产能已被预订一空; Murata 高端料号询单量已是产能的 2 倍。中期 (2027-2028 年) 持续性取决于 AI capex 斜率与高端 MLCC 扩产节奏, 由于薄层化工艺与超细 BT 粉的扩产周期需 24-36 个月, 缺口或将延续至 2027 年。长期 (2029 年后) 需警惕高端国产替代加速对价格曲线的冲击。

核心结论四: 投资图谱呈“海外龙头收割 β 、国产龙头追逐 α ”格局。海外端 Murata、三星电机、Taiyo Yuden、TDK、Yageo、Vishay、Vicor 享受涨价 β ; 国内端三环集团、风华高科、顺络电子、江海股份、法拉电子在 AIDC 高端国产替代逻辑下, 业绩弹性与估值弹性“双击”概率较高。其中顺络电子已切入 NVIDIA AI 服务器电感供应链, 是最为具象的 α 标的。

第一章 AIDC 产业总览：算力膨胀如何重塑被动元件需求

1.1 什么是 AIDC

AIDC 是指为人工智能训练与推理负载专门优化的数据中心，与传统通用型 IDC (Internet Data Center) 相比有三个根本区别：单机柜功率密度提升一个数量级、单芯片峰值电流跃升至千安培级别、瞬态响应要求进入纳秒级。在这一物理结构变化下，供电、散热、互连三大子系统全面重构，而被动元件作为电源完整性 (Power Integrity, PI) 的最末端守门员，需求曲线由此发生跃迁。

传统 IDC 单机柜功率约 5 - 15kW，配置以双路 Intel Xeon CPU 为主的 1U/2U 通用服务器，PSU 输出 12V/54V，板上 VRM 将 12V/54V 降至 CPU/内存所需的 0.8V - 1.2V。而典型 AIDC 机柜——NVIDIA GB200 NVL72——容纳 72 颗 Blackwell GPU，单机柜功率约 120kW，下一代 Rubin Ultra 平台预期单机柜将突破 600kW，机柜级电源被迫从 54V 向 800V HVDC 迁移。电压等级提升、转换链路重构、瞬态电流加剧，构成被动元件需求暴增的物理根源。

1.2 AIDC 与传统 IDC 的关键差异

维度	传统 IDC	AIDC (典型 GB200 NVL72)	演进趋势 (2027 后)
机柜功率	5 - 15 kW	约 120 kW	300 - 600 kW (Rubin Ultra)
主流电源母线	12V / 54V DC	54V → 800V 过渡	800V HVDC 固态变压
GPU/ASIC 峰值电流	数十安培	1,000 - 2,000 A	2,000 - 3,000 A
GPU 瞬态 dI/dt	MHz 级	数百 MHz 至 GHz 级	GHz 级，纳秒级响应
机柜 MLCC 用量	约 1,000 颗/机柜	约 440,000 颗/机柜	百万级/机柜
单机柜被动元件价值	数百美元	数千至上万美元	数万美元

1.3 算力跃迁的电气含义：电流、瞬态、纹波三大挑战

第一，电流绝对值的跃升带来“铜损与压降”问题。GB200 单 GPU 功耗 1,200W，在 0.8V 电压下需 1,500A 电流，传统 12V/48V 低压母线在如此电流下的 I^2R 损耗与导线截面都难以承受，因此必须将母线电压提升至 54V 甚至 800V 以降低电流。电压上升后，对 MLCC 的耐压等级、薄膜电容的额定电压、铝电解电容的纹波电流处理能力提出全新规格要求。

第二，瞬态 dI/dt 的跃升带来“ $L \cdot dI/dt$ ”问题。AI 芯片在矩阵乘累加运算时电流在纳秒级跃迁，电源回路的寄生电感即便只有数百皮亨，也会产生数百毫伏的瞬态压降，直接威胁逻辑判决余量。MLCC 的低 ESR/低 ESL 特性、铜柱型电源完整性结构、以及 Vertical Power Delivery（垂直供电）拓扑都是为了把环路电感推到极限。

第三，纹波频谱的复杂化带来“宽带去耦”问题。kHz 级开关频率噪声需大容量铝电解或薄膜电容滤除，MHz 级噪声需中等容值 MLCC，GHz 级片上噪声需硅电容（Silicon Capacitor）配合。AIDC 单板上需要五至七层级、跨越六个数量级容值范围的电容“组合拳”，这正是单板 MLCC 用量从 100 级别跃升至 10,000 级别的根本原因。

1.4 被动元件作为“算力的氧气”

如果说 GPU 是 AIDC 的心脏、HBM 是大脑、光模块是神经，那么被动元件就是输送养分的毛细血管，看不见但不可或缺。从产业经济学角度，被动元件单位价值量低（单颗 MLCC 通常 0.001 - 0.5 元），但用量极大、技术门槛集中在材料与工艺，因此具有强烈的“集邮效应”——AI 算力的每一次扩张，都会被动元件总值的成倍放大。

从投资视角，被动元件具有三个独特优势：第一，需求增长与 AI capex 强相关，无须押注具体 GPU 架构胜出；第二，行业集中度高，前五大厂商 MLCC 份额超过 80%，电感前五份额超过 60%，价格弹性显著；第三，国产替代逻辑清晰，高端 MLCC、高端电感、高端薄膜电容均有国内龙头成长空间。本报告后续章节将自下而上展开技术原理与投资逻辑的论证。

第二章 AIDC 供电架构演进：从 54V 到 800V HVDC 的能量革命

2.1 传统 12V/54V 架构的瓶颈

传统服务器供电架构为“AC(380V/480V)→PSU→12V 或 54V DC 母线→板载 VRM/POL→芯片核电压”。12V 架构在 CPU 时代尚可，但单服务器超过 5kW 时，12V 母线电流超过 400A，铜母排发热和压降难以接受，因此 2018 年前后开放计算项目（OCP）推动 54V/48V 架构标准化。然而进入 AIDC 时代，GB200 NVL72 整机柜功耗 120kW，54V 母线需要承载 2,200A 连续电流，铜排截面、连接器损耗、电流传感与短路保护压力急剧上升。

更关键的是“最后一英寸”问题：54V 需在板级降至 0.8V，电压降幅近 70 倍，通常通过两级降压（54V→12V→1V 或 54V→6V→1V）实现，每一级都引入 5% - 8% 损耗，整链路效率难以超过 88%。在 120kW 机柜中，12% 损耗即 14.4kW 的额外发热，需要昂贵的液冷散热与额外电费支出。这一损耗压力直接催生了 HVDC 架构。

2.2 NVIDIA 800V HVDC 白皮书核心要点

2025 年下半年，NVIDIA 联合 Eaton、Vertiv、TI、Infineon、ST 等供应商发布“800V HVDC AI Factory”白皮书，将数据中心电源彻底改造为：变电站 AC→中压 SST（固态变压器）→±400V/800V 直流母线→机柜 CDU（直流配电单元）→OBC（板上转换器）→48V→1V 四级架构。这一改动相比传统架构传输容量提升 85%，整链路效率从 88% 提升至 94% 以上。

TI 2026 年 3 月发布的 800V VDC 全栈方案细节为：(1) Solid-State Transformer (SST) 在变电站侧完成 AC 到 800V DC 转换，效率 99%；(2) Capacitor Bank Unit (CBU) 采用 EDLC 超级电容 cell，功率密度达 40W/in³，承担机柜级储能与瞬态响应；(3) Intermediate Bus Converter (IBC) 将 800V 降至 48V，单机功率达 20kW；(4) Vertical Power Module 将 48V 直接转换至 1V，POL 最终供给。

这一架构对被动元件提出三大新需求：第一，800V 直流母线侧需要大量耐压 1.2kV 以上的薄膜电容与高压陶瓷电容，承担纹波吸收与短路缓冲；第二，CBU 模块需要超级电容/钽聚合物电容/薄膜电容混合储能方案，应对 AI 算力突增带来的电网冲击；第三，每一级转换都需要高频高功率电感与配套 MLCC，整体被动元件价值量倍增。

2.3 全栈电源拓扑：六层电源对应的元件需求

层级	拓扑/电压	核心被动元件	技术要求
L1 SST	AC→±400V DC	高压薄膜电容、共模电感	1500V 耐压/高纹波/SiC 兼容
L2 CBU	800V 储能	超级电容、钽聚合物、薄膜	高能量密度/低 ESR
L3 IBC	800V→48V DC-DC	高压陶瓷、平面变压器、磁芯	效率>97%/功率密度高
L4 VRM	48V→12V 中间总线	合金粉电感、中压 MLCC	高电流/低 DCR
L5 POL/TLVR	12V→1V/0.8V	微型电感、高容值 MLCC	瞬态响应 ns 级
L6 板上去耦	0.8V 就近滤波	高容 MLCC (10 - 330 μF)、硅电容	低 ESL/超薄封装

2.4 HVDC vs UPS：两种路径的元件选型差异

现阶段全球数据中心存在两条供电路径并行：HVDC（高压直流）与传统 UPS（不间断电源）。HVDC 由 Google、Microsoft、Meta、阿里巴巴等超大规模云厂商主推，特点是直接 DC 输入、效率高、被动元件以薄膜+陶瓷+超容为主；UPS 由 Eaton、Vertiv、Schneider、华为、科华数能等传统电源厂商主推，以电池+逆变器+整流器架构为主，铝电解电容与钽电容用量更大。

AIDC 时代，HVDC 路径在技术经济性上明显占优，但 UPS 阵营也在演进——出现 HVDC 兼容 UPS、锂电+超容混合架构等中间形态。从被动元件投资角度，HVDC 路径直接利好薄膜电容（法拉电子、TDK、Kemet）、高压陶瓷电容（三环集团、风华高科）、超级电容（江海股份、上海奥威）；UPS 阵营则继续支撑大容量铝电解电容（江海股份、艾华、立隆）需求。

第三章 MLCC 技术原理与 AIDC 需求拐点

3.1 MLCC 基本结构与制造工艺

MLCC (Multi-Layer Ceramic Capacitor, 多层陶瓷电容) 是被动元件之王, 本质是“电极—介质—电极”叠层结构经高温烧结形成的固态电容器, 结构上类似一块“千层蛋糕”: 上下千层薄如蝉翼的 BaTiO_3 陶瓷介质, 夹着以镍 (Ni) 或铜 (Cu) 为主的金属内电极, 两端用导电银浆封装为外电极。制造工艺涉及流延 (tape casting)、印刷 (screen printing)、叠层 (stacking)、等静压 (isostatic pressing)、切割 (dicing)、烧结 (co-firing)、端封 (termination)、电镀 (plating) 等八大工序, 单颗 MLCC 需经历 400+ 小时全流程。

MLCC 核心技术指标可由公式 $C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot n \cdot A/t$ 推导: C 为电容值, ϵ 为介质介电常数, ϵ_0 为真空介电常数, n 为有效介质层数, A 为单层电极面积, t 为单层介质厚度。提升容值有四条路径: (1) 提高 ϵ —— 通过铁电 BaTiO_3 及其掺杂改性; (2) 增加层数 n —— 通过流延更薄、叠层更精; (3) 扩大 A —— 同等封装下增加电极面积; (4) 减薄 t —— 介质厚度从早期的 $5 \mu\text{m}$ 降至当前的 $0.4 \mu\text{m}$ 级。AIDC 时代追求“小封装、高容值”, 主要依赖路径 (2) 与 (4) 的极限工艺。

3.2 介质材料: BaTiO_3 居里温度与温度特性分类

BaTiO_3 (钛酸钡) 是绝大多数高容值 MLCC 的介质基材, 其居里温度约 120°C , 在居里温度附近呈现极高介电常数 ($>10,000$), 但温度稳定性差。通过添加 CaO 、 MgO 、 Y_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Dy_2O_3 等掺杂剂, 可形成“核-壳” (core-shell) 结构: 纯 BaTiO_3 为核心保留高介电常数, 外壳掺杂区压平居里峰, 从而获得宽温度范围内的稳定容值。AIDC 高容值 MLCC 多采用 X7R ($-55^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$, $\pm 15\%$)、X7T ($\pm 22\%$)、X8L ($+150^\circ\text{C}$, $\pm 15\%$) 特性。

EIA 温度特性命名法第一字母 (X/Y/Z) 表示低温下限, 第二字符 (5/6/7/8/9) 表示高温上限, 第三字符 (R/T/U/V) 表示容差。AIDC 服务器内部环境温度可达 85°C 以上, GPU 封装直下温度甚至达 125°C , 因此 X7R 及更高规格成为标配。服务器电源板 (PSU) 则普遍要求 X8L 以应对极端工况。

3.3 BME (Ni 电极) vs PME (Ag-Pd 电极)

MLCC 内电极经历了从 PME (Precious Metal Electrode, 贵金属电极) 到 BME (Base Metal Electrode, 贱金属电极) 的革命。早期 MLCC 使用 Ag-Pd 合金作为内电极, 受钯金价格高企影响, 单颗成本难以下降。1990 年代日本厂商率先实现 BME 工艺——在还原气氛下与 BaTiO_3 陶瓷共烧 Ni

电极，避开了 Ni 在氧化气氛下的氧化问题，把内电极成本压低 90% 以上。当前 99% 以上的 MLCC 采用 BME 工艺，PME 仅用于军工、航天、高可靠性等极端场景（如三环集团、火炬电子的瓷介电容）。

BME 工艺的难点在于“还原气氛烧结导致 BaTiO₃ 失氧”问题——氧空位形成会大幅劣化绝缘电阻和寿命。日本 Kyocera-AVX、Murata、Samsung Electro-Mechanics 等通过 Ho-Dy 共掺杂、稀土修饰核-壳界面、烧结后再氧化退火等工艺解决该问题。国内厂商三环集团、风华高科已经基本掌握 BME 工艺，差距主要体现在介质粉末的纯度与一致性、电极墨水流变性能、薄层化叠层精度等隐性技术。

3.4 高端化路径：薄层化、多层化、超细 BT 粉

MLCC 的高端化沿着三条路径推进：第一，介质层厚度从早期的 10 μm 降至当前最先进的 0.4 μm，未来目标 0.2 μm。每减薄一倍，单位体积容值翻倍，但介电强度、缺陷敏感性、漏电流等可靠性指标同步恶化，需要更细的 BaTiO₃ 粉体（粒径 50 - 100nm）和更纯的原料。第二，叠层数从早期的几十层增加到 1,000 层以上，0402 封装内 10 μF 高容值产品已普及。第三，端电极从厚膜银浆向多层化（Cu 基底+Ni 阻挡+Sn 可焊）演进，提升耐潮湿、抗弯曲性能。

三星电机 2025 年量产 1206 封装 220 μF、1210 封装 330 μF 的 MLCC，是当前业内最高容值代表。村田正在攻关 0603 封装 100 μF 产品。这些极限规格的核心瓶颈在于介质粉的 D50 粒径需要稳定在 80nm 以下，且粒径分布 CV<10%，全球能稳定量产此类粉体的厂商不足 5 家（堺化学、日本化学、共立、国瓷材料等），其中日本堺化学一家份额过半，国瓷材料是国内唯一规模化供应商，正在 AIDC 国产替代逻辑下重新被市场关注。

3.5 三大类 AIDC 关键 MLCC

类别	代表规格	应用位置	技术壁垒	代表料号
高容值小封装	0402/0603 10 - 47 μF X7R	GPU/CPU 去耦	薄层<0.5 μm/超细 BT 粉	Murata GRM/SEMCO CL
高压陶瓷	1812/2220 1kV - 3kV X7R	HVDC 母线/CBU	厚介质/抗 ESD	TDK CGA/Kyocera
高频低 ESR	0201/0402 100nF - 1 μF NPO/X7R	射频/SerDes	ESL<200pH/精度 1%	Murata GJM/AVX UQ

其中“高容值小封装”是 AIDC 最稀缺品类，单颗售价是普通 0402 产品的 10 - 50 倍，毛利率超过 50%。这类产品是 Murata 与 Samsung Electro-Mechanics 共同主导的细分市场，国内厂商在 0603 及以下封装 10 μF 产品上仍存在 2 - 3 代代差，但 1210 封装的高压、高容值产品已实现部分替代。

3.6 单服务器/单机柜 MLCC 用量量化

根据 TrendForce、DigiTimes 及拆机数据，AI 服务器单板 MLCC 用量为传统服务器的 10 - 20 倍，GB200 NVL72 机柜 MLCC 用量约 44 万颗，其中 GPU 计算板（Compute Tray）单板约 8,000 - 12,000 颗，Switch Tray 单板约 3,000 颗。下一代 Rubin Ultra 机柜预计达到 75 - 100 万颗。假设 2026 年 GB200/GB300 机柜出货 30,000 台、传统服务器出货 1,200 万台，仅 AI 部分增量 MLCC 需求约 132 亿颗，相当于 Murata 整体年产能的 15% - 20%。

更关键的是结构变化——AIDC 需求中高容值 $\geq 10 \mu F$ 型号占比超 60%，而消费电子高容值占比通常不到 20%。这意味着即使总量看似不大，也会显著挤占高端产线，导致全行业高容值料号普遍短缺。这是 2026 年 MLCC 价格出现“分化型上涨”（高端涨、低端弱）的根本原因。

3.7 龙头格局

厂商	全球份额	AIDC 定位	2026 涨价幅度
Murata（村田）	约 35%	全品类龙头，AI 高容首选	AI/车规+15 - 35%
Samsung Electro-Mechanics	约 20%	AI 服务器扩产最积极	+5 - 10%（酝酿中）
Taiyo Yuden（太阳诱电）	约 13%	高容值替代 Murata	中国市场+6 - 13%
TDK	约 10%	车规/工业为主	随行就市
Yageo（国巨）	约 8%	中端为主，整合 Kemet	个别料号上调
华新科（Walsin）	约 4%	工业/通讯	选择性涨价
三环集团	约 2%	国内高端龙头	结构性涨价
风华高科	约 2%	国内综合龙头	高容值跟涨

第四章 薄膜电容、铝电解、钽电容：HVDC 母线与 UPS 的“大块头”

4.1 薄膜电容 (Film Capacitor)

薄膜电容采用聚丙烯 (PP, polypropylene) 或聚酯 (PET) 薄膜作为介质，通过真空蒸镀在薄膜表面形成 1 - 3nm 厚的金属化电极，再卷绕或叠层成单元，经过端面喷金、引出导线封装。其核心优势是“自愈性”——介质局部击穿时，击穿点周围的金属化层因高温瞬间汽化形成绝缘隔离区，电容继续工作不至失效。这一特性使薄膜电容在高电压、高纹波电流的 HVDC 母线侧具有压倒性优势。

薄膜电容的关键参数包括额定电压（通常 500V - 2kV）、电容值（ μF 至 mF 级）、纹波电流承受能力（数十至数百 A）、损耗 $\tan \delta$ (<0.001)、寿命 (>10 万小时)。AIDC HVDC 母线对薄膜电容需求集中在三个场景：(1) 800V 母线纹波吸收，需要单只数百 μF 的金属化 PP 薄膜电容；(2) 服务器 PSU 输入端的 X/Y 电容 (EMI 滤波)；(3) 直流储能模块 (CBU) 的能量缓冲，与超容、钽聚合物配合。

全球薄膜电容市场前五大厂商为 TDK Epcos、Vishay、Kemet、Nichicon 与法拉电子，其中法拉电子是国内绝对龙头，2018-2022 年营收复合增速 17.7%，在新能源汽车直流支撑电容市场占有率超过 30%。AIDC HVDC 催化下，法拉电子已经开始为 800V 服务器电源、HVDC PSU 供应金属化 PP 薄膜电容，成为 AIDC 国产替代最确定的标的之一。江海股份则在交流薄膜与直流储能薄膜全面布局，其超级电容产品线也是 CBU 模块的潜在供应商。

4.2 铝电解电容 (Aluminum Electrolytic Capacitor)

铝电解电容采用经过腐蚀的铝箔作为阳极，电解质（液体或固体）作为阴极，氧化铝 (Al_2O_3) 薄膜作为介质，单位体积容值是同尺寸 MLCC 的 50 - 200 倍，在大容量、高纹波场合不可替代。其核心优势是 CV 值高、成本低，核心劣势是寿命短（典型规格 5,000h@105°C）、ESR 较高、温度敏感、与 MLCC 并联使用时存在 LC 谐振问题。

AIDC 对铝电解的核心矛盾是寿命。数据中心要求 10 年（约 87,600 小时）的连续运行寿命，而铝电解在 85°C 热风通道中寿命可能只有 3 - 5 年。这促使 AIDC 逐步向“长寿命固态铝电解”和“导电

聚合物混合铝电解”演进——后者结合了铝电解的高 CV 值与聚合物电容的低 ESR、长寿命，ESR 降至传统液态电解的 1/10 以下，寿命延长至 2 万小时以上。

国内铝电解龙头为江海股份（综合，包括 AIDC 新业务）、艾华集团（消费电子为主）、立隆（Lelon）、丰宾（Capxon）等。江海股份近年布局液态/固态/混合三大铝电解、薄膜电容与超级电容“四位一体”，是 AIDC 受益度最高的国内电容平台型企业。其薄膜业务对标法拉电子，超容业务对标 Maxwell/上海奥威，三业务在 AIDC HVDC 场景中存在显著的协同效应。

4.3 钽电容/钽聚合物电容

钽电容以金属钽（Ta）粉末烧结块为阳极，表面氧化形成 Ta_2O_5 介质，阴极传统上用 MnO_2 ，新一代采用导电高分子（PEDOT），即“钽聚合物电容”。钽电容相比铝电解优势在于：单位体积 CV 更高（钽介电常数 27 vs 氧化铝 9）、ESR 低、稳定性极好、可靠性高，缺点是钽矿稀缺（主要产自刚果金）、价格高、失效模式偏向短路（ MnO_2 型存在燃烧风险）。

在 AIDC 场景，钽聚合物电容主要用于 FPGA/GPU 背板的去耦支持、PCIe 接口处理、POL 输出端的中间储能，与 MLCC 形成“低频段补强”。NVIDIA GB300 AI 服务器在 POL 模块输出侧采用了钽+超级电容组合方案，应对推理负载的脉冲式电流冲击。随着 AIDC 对低 ESR、长寿命中等容值需求暴增，钽聚合物电容市场在 2025-2026 年经历“二次复兴”，松下（Panasonic）作为全球钽聚合物龙头 2025 年 Q4 宣布对中端料号上调 15 - 30%。

国内钽电容厂商以宏达电子（军工高可靠）、振华科技（军工）、火炬电子（高端瓷介+钽）为主，民用钽电容由于钽矿资源限制和工艺壁垒高，国产替代进度慢于 MLCC 与铝电解。AIDC 逻辑下钽电容投资关注度低于 MLCC、电感、薄膜，但宏达电子、振华科技在军工高可靠 AIDC（如政企专网、国资云）场景下存在结构性机会。

第五章 功率电感与磁性元件：48V→12V→1V 降压链的核心

5.1 电感的物理本质与 AIDC 的极端需求

电感的本质是利用磁场储能 $E=\frac{1}{2}LI^2$ 来“平滑电流”，与电容“平滑电压”形成共轭。在 DC-DC 转换器中，电感是能量传递的核心载体——开关管 Off 时，电感把储存的磁能释放给负载；On 时，电感把电源能量储存为磁能。电感的关键参数为电感值 L、饱和电流 Isat、DCR（直流电阻）、温升电流 Irms、自谐振频率 SRF。

AIDC 对功率电感提出三个极端要求：第一，电流极大——单相 TLVR 需承受 300A 以上连续电流，要求合金粉末模压（molded metal alloy）结构以保证 Isat 不饱和；第二，DCR 极低——为减少铜损，DCR 需低至 $100\mu\Omega$ 级别，传统铁氧体磁芯加铜线绕制难以达到，必须采用大截面扁平铜带（Flat-wire）+合金粉末工艺；第三，瞬态响应快——AI 芯片 dI/dt 达 50A/ns，电感需要小 L 值以保证响应速度，通常单相电感量降至 30 - 100nH，靠多相并联（4 - 10 相 TLVR）总和电感支撑。

5.2 主流方案：合金粉末模压、铁氧体、TLVR

现阶段 AI 服务器 VRM/POL 广泛采用三类电感方案：（1）合金粉末模压电感（molded power inductor），用 Fe-Si-Al 或 Fe-Si-Cr 合金粉末与树脂混合后模压成型，内部嵌入扁平铜带绕组，特点是低剖面、高 Isat、低 DCR，是当前 AI 服务器主流选择，代表厂商 Vishay IHL P、TDK SPM、Sunlord MWSA、奇力新 NR 系列；（2）铁氧体磁芯+铜线绕制，主要用于功率较低的辅助电源；（3）TLVR（Trans-Inductor Voltage Regulator，变压器耦合电感 VRM）——通过反相耦合的两相电感共享磁芯，等效电感降低、瞬态响应提升、效率提高，Vicor、Infineon、ADI 等厂商已商业化集成型 TLVR 模块。

国内顺络电子在合金粉末模压电感方面已经做到全球第二阵营，2024 年成功切入 NVIDIA AI 服务器电感供应链，是国产功率电感最具 α 属性的标的。公司在多层模压、扁平铜带、合金粉末配方等核心工艺上接近 Vishay IHL P 水平，并已启动 AIDC 专用产线扩产。

5.3 Vertical Power Delivery 与 Factorized Power 新拓扑

为应对 GB200/Rubin 系列 1,500A 以上瞬态电流，行业提出两类新拓扑：Vicor 主导的 Factorized Power Architecture（因式电源架构）将电流倍增器（Current Multiplier）与隔离稳压器（PRM）分离，能在 POL 极小空间内提供数千安培输出；Intel/Infineon 主导的 Vertical Power Delivery（垂直供电）则把 48V 直接降至 1V 的 VPD 模块直接堆叠在 GPU 背面或下面，Z 轴方向缩短供电距离，环路电感降到最低。

这两种新拓扑都重度依赖高性能磁性元件——VPD 需要超薄变压器与垂直耦合电感，Factorized Power 则需要平面变压器与小型化 TLVR。这一趋势打开了“系统级磁性元件”市场，TDK、村田、Vicor、Pulse-Yageo、Sunlord 等都在加大投入。对国产电感厂商而言，AIDC 时代是从“标准件”向“定制磁性集成”跃迁的窗口期。

第六章 电阻与共模滤波：被忽视但同样涨价

6.1 厚膜电阻：钌（Ru）基浆料涨价传导

片式电阻按工艺分为厚膜（Thick Film）和薄膜（Thin Film）两类。厚膜电阻占整体片阻市场约 80%，使用 RuO₂（二氧化钌）基浆料丝网印刷在陶瓷基板上烧结而成，钌（Ru）作为铂族金属（PGMs）之一，2025 年价格上涨 53%，是 2025 年涨幅最大的贵金属。钌价上行直接推动电阻浆料成本，2026 年 Q1 Yageo（国巨）、Walsin（华新科）已启动片阻涨价，幅度 10% - 15%，并向 Tai-Yi、Ever Ohms 等中小厂商扩散。

片阻是被动元件中最容易被忽视的品类，但 AIDC 对片阻的需求同样跃升：单台 AI 服务器片阻用量约 15,000 - 25,000 颗，其中精度 0.1% 以下的合金薄膜电阻在电流采样、差分对阻抗匹配等场景需求暴涨。Vishay、罗姆（Rohm）、KOA、风华高科、厚声电子等是主要供应商，国内厚声电子在合金箔薄膜电阻领域已经接近 Vishay 水平。

6.2 共模电感与 EMI 滤波元件

AIDC 高速链路（PCIe Gen6/Gen7、CXL、NVLink、800G 光模块）数据速率达到 100Gbps 及以上，对 EMC（电磁兼容）的要求空前严苛。共模电感（CMC）通过高磁导率铁氧体或纳米晶磁芯对差模信号低阻抗、共模噪声高阻抗，实现“过信号、阻噪声”。AIDC 单服务器共模电感用量约 600 - 1,000 颗，是传统服务器的 5 - 8 倍。

国内共模电感供应商主要为顺络电子、麦捷科技、铂科新材（磁芯）、东睦股份（磁粉芯）。麦捷科技在小型化共模电感和射频电感方面具有竞争力，铂科新材的金属软磁粉芯是 AIDC 高频电感的关键上游材料。

6.3 信号链上的被动：看不见但少不了

AIDC 信号链上还需要大量的 TVS 二极管（虽属于半导体但通常归为防护类被动）、ESD 保护器件、PTC 自恢复保险丝、压敏电阻（MOV）、衰减器、隔离变压器等。这些品类单价低、用量大，整体涨价幅度通常滞后于 MLCC 与电感，但 2026 年 Q2 开始也已普遍上调 5% - 10%。这一现象表明 AIDC 对被动元件的拉动是“全谱性”的，并非仅限于 MLCC 一隅。

第七章 涨价的技术原理：为什么这一轮和上一轮不同

7.1 需求侧的结构性跃迁

本轮被动元件涨价的需求侧驱动力，与历史上任何一轮都有本质区别。2010-2011 年钽矿涨价是供给短缺驱动的单品种事件；2017-2018 年 MLCC 涨价是智能手机、汽车电子“双轮+被动元件大厂 Murata/TDK 主动减少低端料号产能”驱动；2020-2021 年涨价是疫情供应链冲击+居家经济叠加。而本轮（2025-2026 年）涨价则呈现三个独特特征：

第一，单机用量×10-15 倍。AIDC 单机柜 MLCC 从 1,000 颗跃升至 44 万颗，电感从约 200 颗跃升至 3,000+颗，电阻从 1,500 颗跃升至 15,000+颗。这种“用量跃迁”不是周期性的，而是结构性的——只要 AI 算力规模继续扩张，单位 GPU 的被动元件需求就不会回落。

第二，高端料号占比突变。AIDC 需求中高容值（ $\geq 10 \mu F$ ）小封装 MLCC 占比超 60%，高压（ $\geq 1kV$ ）薄膜电容占比从消费类的 5%提升至 30%以上，合金粉末模压电感占比从消费类的 20%提升至 80%以上。这是产能结构性错配的根本原因——大厂存量产能多为消费类配置，切换至高端配置需要时间、设备改造和工艺攻关。

第三，AI/车规挤占消费电子产能。村田、三星电机、太阳诱电明确表示，把高端料号产能优先配给 AI 服务器和汽车客户，对消费电子代理商“砍单”。这种“主动调结构”行为加剧了消费侧短缺，但也推动整体毛利率上行——AI/车规的毛利率约 45% - 55%，而消费类不足 25%。

7.2 供给侧的多重瓶颈

供给侧扩产存在四大瓶颈：（1）高端 MLCC 需要专用产线，从设备订货到量产爬坡周期 24 - 36 个月；（2） $BaTiO_3$ 超细粉、Ni 粉、聚丙烯薄膜等关键上游高度集中——BT 粉 50%以上由日本堺化学供应，PP 薄膜 85%份额由日本 Toray、王子制纸、德国 Treofan 等控制；（3）贵金属价格大涨——2025 年钨+53%、银+25%、钼+11%、铂+24%、铑+24%，对 MLCC 内电极墨水、片阻浆料、银钯端电极成本压力显著；（4）日韩台龙头的资本开支策略偏保守，2017-2018 年高基数后的扩产纪律得以延续，Murata 过去三年 AI 高端产能扩产 CAGR 仅 8%，落后于需求 CAGR 的 35%。

7.3 价格弹性的双重支撑：成本推动+供需缺口

本轮涨价的稳定性来自“成本推动”和“供需缺口”的双重支撑。成本推动来源：贵金属、稀土、聚丙烯薄膜涨价直接进入 BOM，Murata 估算 2026 年原材料成本上行 8% - 12%。供需缺口来源：

Murata 高端产品询单量 2 倍于产能；三星电机 2027 年产能已被预订；代理价格已上涨 15% - 20%。这两个力量同方向叠加，使得涨价不易回吐——即使 AI 需求短期波动，原材料底价仍构成下限。

第八章 涨价持续性的判断框架

8.1 三阶时间维度的判断

我们将涨价持续性按时间维度切分为三阶。第一阶（短期 2026 年）：高确定性。Murata 4 月涨价已成事实，三星电机 Q2 跟进，代理与现货价格继续抬升。AI 服务器出货预计 2026 年同比+28%，高端 MLCC 缺口扩大，单价进一步上调 15% - 25%。

第二阶（中期 2027-2028 年）：仍然偏紧。原因有三：(a) 三星菲律宾 Calamba 新厂 2026Q2 投产，但 2027 年产能已被预订；Murata 海外扩产 2026 年下半年开始，2027 年才能贡献增量；(b) AIDC capex 进入高景气，云厂商资本开支 2026 年同比+30%，2027 年继续高位；(c) 国产替代尚未触及最高端料号（0402/0603 $\geq 22\mu\text{F}$ X7R），国内厂商扩产更多集中在中端，对最高端价格曲线冲击有限。第二阶涨价幅度可能温和（5% - 15%），但价格中枢站稳。

第三阶（长期 2029 年后）：取决于 AI 增量节奏与国产突破速度。若 AIDC capex 在 2028 年后进入瓶颈、同时高端国产 MLCC 实现突破，价格曲线可能阶段性回落，类似于 2018 年下半年的“高位震荡”形态。但即便回落，行业中枢仍将显著高于 2024 年水平——这是结构性变迁的代价。

8.2 三大持续性变量

持续性的判断需要跟踪三大变量：(1) 产能投放节奏——重点观察 Murata 福井/无锡新厂、三星菲律宾 Calamba 新厂、TDK 千曲川扩产、风华湘河高端基地（2026 年完工）、三环潮州扩产的实际投产时点与良率爬坡曲线；(2) AI 算力需求斜率——重点观察 Hyperscaler 的资本开支指引、GPU 出货量、AI 推理算力消耗（与训练相比，推理对被动元件的需求结构略有不同，更偏低功耗稳态、电感 DCR 要求更严）；(3) 替代与下游议价——MLCC、钽聚合物、薄膜电容、超级电容之间存在部分可替代区间，若 MLCC 涨价过猛，OEM 会切换至钽或薄膜，产生“溢出效应”，这就是为什么钽电容 Panasonic 也在 2025Q4 跟涨 15-30% 的原因。

8.3 价格传导链与风险情景

价格传导链为：原厂涨价→代理/分销跟涨→OEM/ODM 采购成本上升→服务器 BOM 成本+1% - 3%→终端云服务报价上调或 Hyperscaler 自吸收。当前传导效率约 70%-80%，AI 算力刚需行情下 OEM 议价能力弱、传导阻力小。但需警惕风险情景：

风险一：AI capex 急剧放缓。若 Hyperscaler 2027 年突然削减 AI capex（如 GPT-7 投资回报不及预期），AI 服务器出货下修 30%以上，则高端 MLCC 价格存在回调 15% - 25%可能。风险二：贵金属大幅回调。Heraeus 预测 2026 年银/钯/钌大概率震荡回落，若钌、银价格 2026 下半年回吐 2025 年涨幅的 50%，将削弱成本端涨价支撑。风险三：国产替代进度超预期。三环、风华若提前 2 年实现 0603 22 μ F X7R 大规模量产，可能抑制高端涨价。风险四：贸易摩擦扩大化。中美关税或出口限制可能影响 Murata、村田、太阳诱电对中国出货，反而强化国产替代逻辑。

第九章 投资图谱：龙头公司、国产替代与行业 β

9.1 海外龙头

公司	代码	AIDC 核心产品	投资逻辑
Murata	TYO:6981	高容 MLCC、电感、滤波器	MLCC 行业 β + 涨价弹性最直接
三星电机	KRX:009150	高容值 MLCC、玻璃基板、硅电容	AI capex 2026 翻倍/EPS 弹性最大
TDK	TYO:6762	电感、变压器、铝电解、薄膜	磁性+电容综合龙头/受益 HVDC
Taiyo Yuden	TYO:6976	高频 MLCC、功率电感	AI 高容值替代 Murata 份额
Yageo	TPE:2327	MLCC、电阻、整合 Kemet/Pulse	中端 MLCC+片阻+磁性整合龙头
Vishay	NYSE:VSH	电感 IHLP、电阻、薄膜电容	AI VRM 电感首选+多元化
Vicor	NASDAQ:VICR	Factorized Power 模块	AI 48V \rightarrow 1V 垂直供电独家方案
Panasonic Industry	TYO:6752	钽聚合物电容、薄膜电容	钽聚合物龙头+涨价弹性

9.2 国内龙头

公司	AIDC 业务	弹性来源	评级倾向
三环集团	高端 MLCC、陶瓷封装、介质粉	高端国产替代+材料一体化	强烈关注
风华高科	MLCC、片阻、材料	湘河高端基地 2026 完工	关注
顺络电子	功率电感、共模电感	已切入 NVIDIA AI 供应链	首选 α 标的
江海股份	铝电解、薄膜、超容	AIDC HVDC 平台型受益	强烈关注
法拉电子	薄膜电容	AI HVDC 薄膜首选国内供应商	强烈关注
国瓷材料	BaTiO ₃ 介质粉	MLCC 上游材料国产化龙头	战略关注
铂科新材	金属软磁粉芯	AI 高频电感磁芯供应商	关注
麦捷科技	共模电感、射频电感	AIDC 高频被动整合	关注
鸿远电子/火炬电子	高可靠瓷介电容	军工/政企 AIDC 受益	细分关注
宏达电子	钽电容（高可靠）	军工 AIDC+钽涨价	细分关注
振华科技	全品类（军工）	军工算力中心	细分关注

9.3 投资框架： β + α 的二元拆解

我们建议把 AIDC 被动元件投资框架拆解为“行业 β ”和“结构 α ”两部分。行业 β 来自于 AIDC 需求拐点带动的全行业涨价与扩产红利，几乎所有龙头都将受益，弹性差异主要由产品结构和客户结构决定。结构 α 来自于细分领域的结构性变化——例如顺络电子从“消费电子”向“AI 高端电感”

切换，法拉电子从“新能源车”向“AIDC HVDC 薄膜”扩展，江海股份从“工业铝电解”向“超级电容+混合铝电解”升级，这些 α 性的变化往往带来估值切换。

建议组合配置思路：海外端持有 Samsung Electro-Mechanics + Vishay + Vicor 作为“涨价 β + 拓扑 α ”的组合；国内端持有顺络电子（电感 α ）+ 法拉电子（薄膜 α ）+ 三环集团（MLCC β/α ）+ 江海股份（平台 β ）作为“国产替代 + 结构升级”组合。短期催化剂关注 Q2/Q3 财报中 AIDC 订单占比披露、Murata/三星季度毛利率指引、NVIDIA Rubin Ultra 发布时点。

9.4 估值锚点与历史经验

历史数据给我们三个估值参照：（1）2017-2018 年 MLCC 景气周期 Murata PE 从 15 倍上行至 27 倍，国巨从 10 倍上行至 25 倍；（2）2020-2021 年被动元件全品类景气，A 股顺络电子 PE 中枢从 25 倍提升至 45 倍，三环集团从 30 倍提升至 50 倍；（3）2024-2025 年 AI 硬件相关公司估值经历“业绩 \times 估值”双击。考虑当前 AIDC 景气强度，海外龙头当前估值仍处合理偏低位置（Murata PE 约 18 倍，三星电机 PE 约 12 倍），国内龙头估值已部分反映 AIDC 逻辑（顺络 35x、三环 28x、法拉 22x、江海 20x），仍需进一步业绩兑现支撑估值上行。

第十章 风险与展望

10.1 主要风险因素

我们梳理对 AIDC 被动元件投资逻辑构成实质性风险的因素，按概率与影响维度分类如下：

风险因素	发生概率	对涨价持续性影响	缓释措施
AI capex 超预期放缓	中-低	高（涨价回吐）	跟踪 Hyperscaler 季度 capex 指引
贵金属价格回调	中	中（成本下行）	关注堺化学/Murata 季度 BOM 披露
国产替代加速	低-中	中（结构冲击）	跟踪三环/风华高端料号良率
地缘+关税扰动	中	中（双向）	组合中国内外配置平衡
新拓扑替代被动需求	低	低（短期不构成威胁）	Vicor/VPD 仍在推广期
库存周期性反转	低-中	中（短期回调）	关注代理商与原厂库存月数

10.2 关键观察指标

投资过程中需要持续跟踪的高频指标包括：（1）Murata 季度财报中“AI/数据中心”业务占比与高容产品订单 backlog；（2）Samsung Electro-Mechanics 每月销售数据中 MLCC 业务环比增速与价格指数；（3）NVIDIA 季度 AI 服务器出货量与 Backlog；（4）TrendForce 每月发布的 MLCC/钽电容/薄膜电容平均售价指数；（5）LME 银/钽/钿月度均价；（6）Hyperscaler 四大云厂商（AWS/Microsoft/Google/Meta）季度 capex；（7）国内龙头风华、三环、顺络、江海、法拉的季度 AIDC 订单/毛利率披露；（8）代理商 Avnet、Arrow、文晔、大联大的季度业绩中被动业务变化。

10.3 展望 2027-2030

未来 3-5 年，被动元件行业将经历三大结构性变化：第一，HVDC 800V 架构从 NVIDIA 独占走向全行业标准化，AMD/Intel 下一代 AI 加速卡均会跟进，对应的高压陶瓷、薄膜、超级电容需求总量仍有 3-5 倍空间。第二，硅电容（Silicon Capacitor）渗透率提升，Empower Semiconductor、Murata、TDK、Texas Instruments 均在投入，硅电容在 GPU 封装基板内（in-package）替代部分小尺寸 MLCC，可能改变高端 MLCC 格局，但 2030 年前份额预计仅 5% - 10%。第三，固态变压器（SST）、宽禁带半导体（SiC/GaN）、垂直供电（VPD）三大技术形成共振，使得磁性元件从“标准件”向“系统级集成模块”演进，TDK、Vicor、Vishay、村田、Sunlord/顺络等具备磁集成能力的厂商更具长期价值。

总体而言，2025-2027 年是 AIDC 被动元件“涨价 + 扩产”双重红利的密集兑现期，2028-2030 年逐步过渡至“产能消化 + 新拓扑迁移”的结构升级期。整个周期中，投资者最需要警惕的不是行业失速，而是个股 α 的失速——即在行业 β 向上时，错误重仓产品结构与 AIDC 弱相关的公司。把握“高容 MLCC、合金粉电感、高压薄膜、HVDC 配套”四条主线，是穿越本轮被动元件大周期的核心策略。

附录 A：核心数据点速查表

指标	数值/事实	数据来源/时间
GB200 NVL72 机柜 MLCC 用量	约 440,000 颗	TrendForce / 2026
GB200 机柜功率	约 120kW	NVIDIA / 2025
传统服务器 MLCC 用量	约 1,000 颗	Yano Research / 2024
AI 服务器 2026 出货增速	约+28%	Trendforce / 2026
Murata AI/车规 MLCC 涨价幅度	+15%~35%	DigiTimes / 2026.04
三星电机 MLCC 涨价幅度	+5%~10%	TrendForce / 2026.02
太阳诱电中国市场涨价	+6%~13%	DigiTimes / 2026.04
AI MLCC 现货价格 2026 已涨	+15%~20%	TrendForce / 2026
AI MLCC 全年预期涨幅	+30%~40%	TrendForce / 2026
三星电机 2026 capex 同比	翻倍	三星电机 Q1 电话会议
三星电机 Calamba 菲律宾投产	2026Q2	DigiTimes / 2025.12
三星电机 2027 产能预订	已订满	DigiTimes / 2026
Murata 高端 MLCC 询单/产能比	2 倍	Murata 社长访谈 / 2026
银 (Ag) 2025 年涨幅	+25%	Heraeus PGM 报告
钯 (Pd) 2025 年涨幅	+11%	Heraeus PGM 报告
钌 (Ru) 2025 年涨幅	+53%	Heraeus PGM 报告
NVIDIA 800V HVDC 时点	2026 下半年商用	NVIDIA / 2025
TI 800V CBU 功率密度	40W/in ³	TI 2026.03 发布
AI MLCC 高容值占比	≥60%	TrendForce / 2026
MLCC 高端料号 lead time	26-40 周	Astute Group / 2026
顺络电子是否进入 NVIDIA 供应链	已进入	公司公告 / 2024-2025
风华高科湘河基地完工时间	2026 年	公司公告
Panasonic 钽聚合物涨幅	+15%~30%	TrendForce / 2025.11

附录 B: 参考来源

- **NVIDIA 800 VDC Architecture Will Power the Next Generation of AI Factories** – <https://developer.nvidia.com/blog/nvidia-800-v-hvdc-architecture-will-power-the-next-generation-of-ai-factories/>
- **TI unveils complete 800 VDC power architecture for future generation AI data centers with NVIDIA** – <https://ti.com/about-ti/newsroom/news-releases/2026/2026-03-16-ti-unveils-complete-800-vdc-power-architecture-for-future-generation-ai-data-centers-with-nvidia.html>
- **AI Servers Drive MLCC Pricing Polarization; High-End Components Set for Price Hikes in Second Half** – https://finance.biggo.com/news/sBDI050BYH_ypPqQldL
- **[News] MLCC Giant Murata Reportedly Confirms April 1 Price Hike on Key Components** – <https://trendforce.com/news/2026/03/17/news-mlcc-giant-murata-reportedly-confirms-april-1-price-hike-on-key-components/>
- **Samsung Electro-Mechanics weighs MLCC price hike of 5-10% as supply tightens** – <https://digitimes.com/news/a20260429VL222/semco-price-mlcc-demand-murata.html>
- **Samsung Electro-Mechanics to expand AI server MLCC production at Philippine plant in 2026** – <https://digitimes.com/news/a20251202PD205/semco-mlcc-production-ai-server-2026.html>
- **Taiyo Yuden raises MLCC prices, Murata takes the lead, Samsung to follow suit** – <https://digitimes.com/news/a20260417PD209/taiyo-yuden-mlcc-murata-electronic-components-price.html>
- **MLCC Price Increases Threaten AI Server Build Costs** – <https://astutegroup.com/news/general/mlcc-price-increases-threaten-ai-server-build-costs/>
- **MLCC Shortages Return as AI Server Demand Strains Capacity** – <https://astutegroup.com/news/general/mlcc-shortages-return-as-ai-server-demand-strains-capacity/>
- **AI Servers Create New MLCC Trend: Will It Be the Next HBM?** – <https://tradingkey.com/analysis/stocks/us-stocks/261849833-mlcc-hbm-ai-vsh-tradingkey>
- **Impact of AI Systems on Passive Components** – <https://powerelectronicsnews.com/impact-of-ai-systems-on-passive-components/>
- **[News] Tantalum Capacitor Rally on AI: Panasonic Reportedly Hikes 15-30%, Yageo Rides Wave** – <https://trendforce.com/news/2025/11/28/news-tantalum-capacitor-rally-on-ai-panasonic-reportedly-hikes-15-30-yageo-rides-wave/>
- **AI server boom strains tantalum capacitors; MLCC substitution falls short** – <https://digitimes.com/news/a20260302PD222/ai-server-expansion-component-panasonic-infrastructure.html>
- **Ever Ohms follows price hike on chip resistors, AI applications could account for 10% in 2026** – <https://digitimes.com/news/a20260209PD222/2026-price-ai-applications-chip-resistor-passive.html>
- **HVDC Polypropylene Film Capacitors Surge Amid Renewable Grid Expansion, PFAS Bans, and AI-Driven Material Innovation** – <https://semiconductorinsight.com/blog/hvdc-polypropylene-film-capacitors-surge-amid-renewable-grid-expansion-pfas-bans-and-ai-driven-material-innovation/>
- **AI Power Demand Drives HVDC Shift in Data Centers; Full-Stack Integration Emerges as Key** – <https://trendforce.com/news/2026/03/02/insights-ai-power-demand-drives-hvdc-shift-in-data-centers-full-stack-integration-emerges-as-key/>

- Power Inductor Considerations for AI High Power Computing - Vishay Video - <https://passive-components.eu/power-inductor-considerations-for-ai-high-power-computing-vishay-video/>
- Energizing AI: Power Delivery Competition Heats Up Vicor, MPS, Delta, ADI, Renesas, Infineon - <https://newsletter.semianalysis.com/p/energizing-ai-power-delivery-competition>
- AI now gobbling up power and management chips for servers - https://theregister.com/2026/04/23/ai_now_gobbling_up_power/
- Heraeus Precious Metals Forecast 2026 - <https://heraeus-precious-metals.com/en/company/press-and-news/heraeus-precious-metals-forecast-2026/>
- The 2026 Passive Components Crunch: Why MLCC and Capacitor Lead Times - <https://773grp.com/blogs/news/the-2026-passive-components-crunch-mlcc-capacitor-lead-times>
- Capacitor Selection for NVIDIA H200: Power Stability Challenges in AI Servers - https://medium.com/@yjwt_17414/capacitor-selection-for-nvidia-h200-power-stability-challenges-in-ai-servers-2ed517496e09
- Reliability of X7R Multilayer Ceramic Capacitors During High Accelerated Life Testing - <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6213711/>
- Miniaturization of High Voltage BME X7R Multi-Layer Ceramic Capacitors for use in Automotive Applications - <https://kemet.com/en/us/technical-resources/miniaturization-of-high-voltage-bme-x7r-multi-layer-ceramic-capacitors-for-use-in-automotive-applications.html>
- 被动元件：酝酿新景气周期 - <https://static.weeklyonstock.com/24/0625/zj142259.html>
- 2026 被动元件全品类涨价潮：AI+车规双驱动，国产替代迎质升机遇 - <https://zhuanlan.zhihu.com/p/1993705429264531540>

免责声明

本报告基于公开信息整理与逻辑推演，不构成任何投资建议或要约。数据截至 2026 年 5 月，市场动态可能影响结论。报告涉及的公司、价格、出货量、份额数据来源于第三方研究机构或公司公告，已尽力核实但不保证完全准确。投资有风险，决策需独立。