

证券研究报告

2024年09月06日

行业报告：行业深度研究

# 电力设备

## AI技术高速发展带来高性能服务器电源增长机遇

作者：

分析师 孙潇雅 SAC执业证书编号：S1110520080009

分析师 高鑫 SAC执业证书编号：S1110523080001



天风证券  
TF SECURITIES

行业评级：强于大市（维持评级）  
上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

# 摘要

## 一、服务器电源：AI时代迎来新增长动力

- 服务器是在网络环境中提供计算能力并运行软件应用程序的特定IT设备，内部结构复杂，应用场景十分广泛；其中电源价值占比约为3%。
- AI服务器分为训练和推理两种，训练对芯片算力要求更高，推理对算力的要求偏低；推理负载占比有望持续提升。AI服务器目前在服务器当中出货量占比小，2022年全球AI服务器出货量约占整体服务器比重1%，约为14.5万台，有望持续增长。
- 服务器电源就是指使用在服务器上的一种开关电源，将交流电转换为计算机所需的直流电，主要应用在数据中心场景中，用于服务器、存储及交换机等IT设备的供电，以提供稳定的电力保障。

## 二、随AI技术发展，AI服务器电源性能多方面改善，市场需求量快速上涨

- 芯片龙头英伟达2024GTC发布更高性能、算力的GPU及相关产品
- AI模型发展，算力需求大增，AI用电需求上涨。AI模型的耗电量剧增源于模型规模扩大、算力需求增加。
- AI服务器电源结构分为UPS、AC/DC、DC/DC三层，各司其职确保电力供应的连续性和稳定性。UPS（不间断电源）负责在电网中断时提供临时电力，保护数据免受损失。AC-DC负责将电网的交流电转换为适合服务器使用的48V直流电。DC-DC负责进一步将48V直流电降至芯片可接受的1V左右。
- 与普通服务器电源相比，AI服务器电源架构（powershell）除了功率数倍提高外，在其他方面的性能进一步提升，包括：功率密度大幅提高、转换效率提高、冗余系统发展、液体冷却系统出现等。

## 三、AI服务器电源（PSU）面临广阔的发展空间

- 普通服务器电源增速缓慢，预计2024-2026年市场规模仅将在40亿美元上下；而AI服务器电源成为服务器电源市场新增量，2026年AC-DC市场规模有望达53亿美元。

## 四、台企领先电源市场，内资麦格米特借AI风口持续追赶

- 全球电源市场中，台湾厂商占据主要市场份额。全球前16大电源厂商中，台系厂商上榜7家，其中前五大有四家为台企。中国大陆电源厂商在成本控制和 Service 能力方面具有优势，未来有望快速抢占市场份额。
- 台达提供全系列AI电源全方位整合方案，成为英伟达新AI芯片的电源大赢家；AC/DC电源与DC/DC转换器上技术领先。台达是AC/DC电源供应器龙头，市占率过半。
- 光宝云端电源营收年成长迅速，AI服务器电源的营收相较服务器电源规模可望从2023年的个数占比大幅提升至两位数。2023年光宝领先市场推出适用于AI服务器的电源产品，目前正开发8KW及更高功率密度和转换效率的电源解决方案。
- 大功率+多海外厂+头部客户合作助力麦格米特拿到国际头部公司AI服务器电源供货资格，与其他大陆电源企业相比，综合优势明显。
- 麦格米特与台达、光宝相比在收入、技术、英伟达合作方面均存在一定差距，但研发费用超收入的10%，有望缩小技术差距。

## 五、投资建议：重点推荐目前已进入英伟达e系列服务器电源合格供应商名单的【麦格米特】，建议关注服务器电源领先企业【欧陆通】。

风险提示：AI服务器电源需求不及预期；原材料价格波动风险；竞争加剧风险；测算具有主观性。

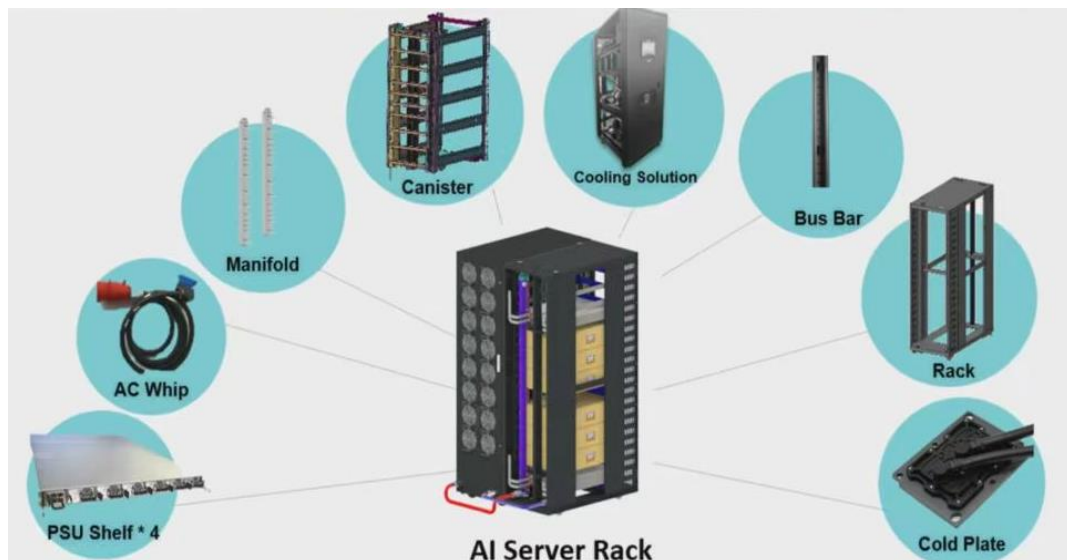
## 一、服务器电源：AI时代迎来新增长动力

- ✓ 服务器架构复杂应用场景广泛，电源价值占比约为3%；
- ✓ 服务器电源：用于服务器、存储及交换机等IT设备供电的开关电源；

## 服务器架构复杂应用场景广泛，电源价值占比约为3%

- 服务器是在网络环境中提供计算能力并运行软件应用程序的特定IT设备，它在网络中为其他客户机（如个人计算机、智能手机、ATM机等终端设备）提供计算或者应用服务,一般来说服务器都具备承担响应服务请求、承担服务、保障服务的能力。
- 服务器内部结构复杂，主要构件为处理器。相比普通计算机，服务器具有高速的CPU运算能力；长时间可靠运行能力；强大的I/O数据吞吐能力以及具备高扩展性。应用场景十分广泛，包括网络存储、网络通信、网站托管、数据库管理、游戏服务器等。

图：服务器架构与主要构件



构件名称	作用	价值占比
处理器（CPU）及芯片组	处理器是计算机的大脑，执行计算、任务和功能。服务器处理器与电脑处理器的不同之处在于，它们通常设计用于处理更重、更复杂的工作负载。	32%–83% （高端服务器中GPU的价值占比大幅提升）
内存	内存是服务器中的重要部件之一，是与CPU进行通信的桥梁。计算机中的所有程序都在内存中执行，因此内存的性能对计算机的影响很大。	-
外部存储	外部存储通常是指连接到服务器的额外存储设备，如硬盘驱动器、网络附加存储（NAS）或云存储。在服务器上配置外部存储可以扩展服务器的存储容量，提供更多的数据存储空间。	-
电源	服务器电源主要应用在数据中心场景中，用于服务器、存储及交换机等IT设备的供电，以提供稳定的电力保障。	其中电源约3%
风扇	服务器内高功耗、高热量的电子元器件更多，服务器内部的发热量也大幅增加，此时需要布局高转速的服务器散热风扇进行散热。	
其他配件不一列举		

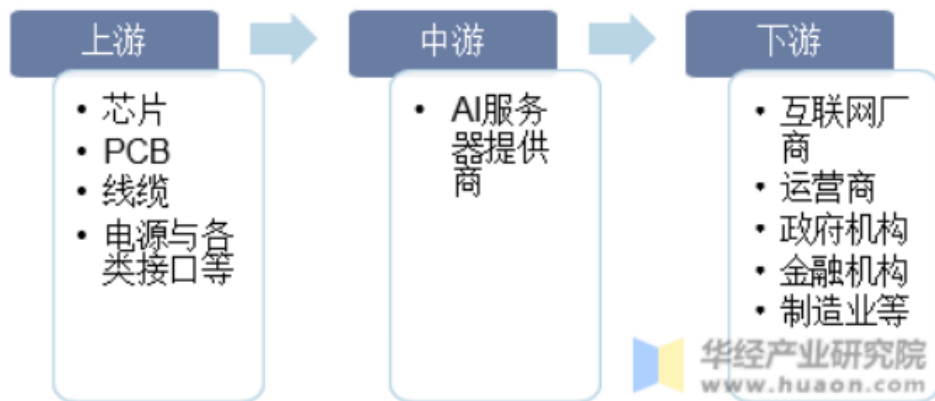
# AI服务器分为训练和推理两种，目前出货量占比小但持续增长

- AI服务器是一种能够提供人工智能（AI）的数据服务器。它既可以用来支持本地应用程序和网页，也可以为云和本地服务器提供复杂的AI模型和服务。AI服务器有助于为各种实时AI应用提供实时计算服务。
- AI服务器按应用场景可分为训练和推理两种，**训练对芯片算力要求更高，推理对算力的要求偏低**。推理负载占比有望持续提升。据华经情报网的数据，2021年我国AI服务器推理负载占比约55.5%，预计到2025年我国AI服务器推理负载占比将提高到60.8%。

图：AI服务器分类

	训练	推理
概念	指借助已有的大量数据样本进行学习，获得诸如更准确的识别和分类等能力的过程	对于新的数据，使用经过训练的算法完成特定任务
算力要求	要求训练芯片应具有强大的单芯片计算能力	对算力的要求较低
部署位置	训练芯片大多部署于云端	推理芯片大多会部署于云端和边缘侧

图：AI服务器行业产业链



- AI服务器行业产业链上游主要包括芯片、PCB、连接器、线缆、电源和各类接口等。中游主要包括服务器品牌商和OEM/ODM厂商，未来OEM/ODM或将逐步向JDM模式转变。下游主要是采购服务器的各类客户群体。此处列举的服务器下游终端客户群体主要是B端和G端客户，主要包括互联网厂商、云服务商、运营商、政府机构、金融机构等。
- **2022年全球AI服务器出货量**约占整体服务器比重近1%，**约为14.5万台**。

## 服务器电源：用于服务器、存储及交换机等IT设备供电的开关电源

- 服务器电源就是指使用在服务器上的一种开关电源，将交流电转换为计算机所需的直流电。
- 开关电源是一种利用现代电力电子技术，通过控制开关器件在高频状态下的工作，从而实现电能的转换和稳定输出的电源设备。与传统线性电源相比开关电源具有高效率、体积小、重量轻、热损耗低、输出稳定、适应性强、高频操作等特点。按照应用领域不同，开关电源可分为服务器电源、适配器电源，用于新能源汽车充电桩的充电模块以及用于便携式储能设备等的其他电源。
- 服务器电源按照标准可以分为ATX电源和SSI电源两种。ATX标准使用较为普遍，主要用于台式机、工作站和低端服务器；而SSI标准是随着服务器技术的发展而产生的，适用于各种档次的服务器。
- 服务器电源主要应用在数据中心场景中，用于服务器、存储及交换机等IT设备的供电，以提供稳定的电力保障。

图：服务器电源



## 二、随AI技术发展，AI服务器电源性能多方面改善，市场需求量快速上涨

- ✓ 2.1 GPU龙头英伟达2024GTC发布更高性能、算力的GPU及相关产品
- ✓ 2.2 AI技术精进导致电力消耗增加，拉动AI服务器电源的需求上涨
- ✓ 2.3 AI服务器电源电源结构分为UPS、AC/DC、DC/DC三层，各司其职确保电力供应的连续性和稳定性
- ✓ 2.4 与普通服务器电源相比，AI服务器电源的性能在多方面进一步提升

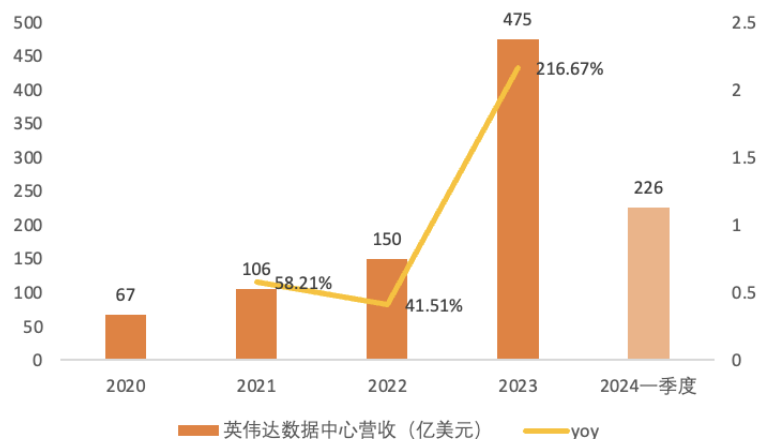
## 2.1 芯片龙头英伟达2024GTC发布更高性能、算力的GPU及相关产品



# 2023财年（2022.2-2023.1），英伟达数据中心业务首度超过游戏，成为公司第一大业务

- 当前，AI服务器需求快速增长，已经使得数据中心GPU相关产品成为英伟达最大的收入来源，且相关产品收入增速惊人：
- ✓ 曾经很长一段时间里，游戏GPU及相关产品也确实是英伟达的主要收入来源。2016财年，公司总营收50.1亿美元，其中游戏GPU业务达到28.18亿美元，数据中心业务则为3.39亿美元。
- ✓ 但近几年，随着云计算的逐渐兴起，远程办公、挖矿热潮等推动英伟达数据中心GPU业务相关的收入快速增长。2023财年（2022年2月-2023年1月），英伟达数据中心业务首度营收超过游戏，成为公司的第一大业务，当年英伟达总营收269.74亿美元，数据中心产品150.05亿美元。
- ✓ 2024财年，在大模型对GPU需求快速提升的背景下，英伟达总营收增长126%至609.22亿美元，数据中心业务的营收同比则增长217%至475.25亿美元，在营收结构的占比接近80%。在最新的2025财年第一财季，英伟达录得营收260.4亿美元，同比增长262%，其中数据中心业务营收226亿美元，同比增长427%，营收占比87%；与此同时，受益于数据中心业务的高利润驱动，25财年第一财季公司录得净利润148.8亿美元，同比增长628%。
- **数据中心GPU业务的持续放量，推动英伟达身份属性从硬件厂商向AI算力龙头转变。**新的定位为其在资本市场带来了估值想象空间，推升公司股价创下两年五倍的神话，总市值更是跃升到2万亿美元之上。

图：英伟达数据中心产品收入（单位：亿美元）



图：英伟达数据中心业务占比

	2020	2021	2022	2023	2024一季
英伟达数据中心营收 (亿美元)	67	106	150	475	226
营收总额 (亿美元)	166.75	269.14	269.7	609.2	260.44
数据中心业务占比	40.18%	39.38%	55.62%	77.97%	86.78%

# 英伟达的数据中心业务的重点产品有GPU及相关衍生产品

- 根据英伟达官网披露，在每一代的GPU架构下，公司会将旗下的GPU按品牌分类进入GeForce、NVIDIA RTX/Quadro、数据中心三个品类。其中，GeForce系列主要应用于游戏行业，属于消费级GPU；NVIDIA RTX/Quadro主要应用于工业设计、媒体开发等专业级别领域；从GPU的性能横向对比来看，分类进入数据中心相关的GPU往往是英伟达的王牌产品。
- **此外英伟达从GPU向AI服务器整机的业务衍生，也给公司的营收带来了增量。**近年来，其不断围绕GPU拓展数据中心相关的衍生业务，力图为数据中心提供一站式的产品服务与综合解决方案。其中最典型的产品有两款：（一）英伟达利用多块GPU构建的DGX系列服务器，以及多个DGX服务器组成的机架级服务器。（二）可满足客户定制化需求的HGX服务器平台。
- ✓ 根据TrendForce数据，2022年全球AI服务器出货量达到85.5万台，预计2026年全球AI服务器出货量为236.9万台，2022-2026年CAGR高达29.02%，远超全球整体服务器市场增速。
- ✓ 就中国市场而言，根据IDC和浪潮信息联合发布的《2022-2023年中国人工智能算力发展评估报告》，2021年中国AI服务器市场规模59.2亿美元，预计到2026年将达到123.4亿美元，2021-2026年CAGR达15.82%。
- **在2024的GTC大会上，英伟达发布了以下产品：**
  - （1）**Blackwell B200 GPU芯片：**
    - ✓ 产品结构层面：作为NVIDIA Blackwell架构首款新产品，Blackwell B200基于台积电的4nm工艺打造，采用了将两个die连接成一个GPU的双芯设计，因此每个GPU芯片上拥有2080亿个晶体管，可以支持多达10万亿个参数的AI模型。黄仁勋表示，在这样的架构升级下，Blackwell B200的AI性能可达20PFLOPS，而H100仅为4PFLOPS，理论上可以为LLM（大语言模型）的推理提升30倍的工作效率，额外的处理能力将使人工智能公司能够训练更大、更复杂的模型。而目前据George Hotz采访称OpenAI的GPT-4使用了约1.76万亿个参数来训练系统。
    - ✓ 商业化层面：英伟达未来计划用Blackwell向世界各地的人工智能公司进军，与世界各地的所有OEM、区域云、国家主权AI、电信公司签约。目前，亚马逊、戴尔、谷歌、Meta、微软、OpenAI、特斯拉都已经计划使用Blackwell GPU。

(2) **Grace Blackwell GB200 超级芯片**：由一个Grace CPU、和两组Blackwell GPU组合而成。在参数为1750亿的GPT-3 LLM基准测试中，英伟达称GB200的性能是H100的7倍，而训练速度是H100的4倍。

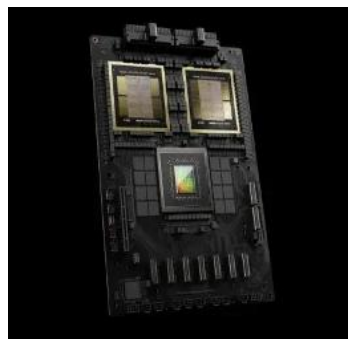
(3) **GB200 NVL72机架服务器（也称为DGX GB200）**：如果GB200还不能满足需求的话，英伟达还准备了一系列由Blackwell GB200组成的服务器阵列。最高可以实现GB200 NVL72 系统，拥有72个Blackwell GPU和36个Grace CPU，全部集成到单个NVLink域中，提供了前所未有的计算能力，使得单个机架能够实现高达720PFlops的FP8精度训练算力，直逼前代DGX SuperPod超级计算机集群的水平。

(4) **DGX SuperPOD**：由8个或以上的DGX GB200系统构建而成，这些系统通过NVIDIA Quantum InfiniBand网络连接，可扩展到数万个GB200超级芯片。采用新型高效液冷机架级扩展架构，可以用于处理万亿参数模型，能够保证超大规模生成式AI训练和推理工作负载的持续运行。

(5) 此外还推出了一系列AI情景应用，如AI服务器NIM助力医疗场景，Omniverse云平台打开数字孪生新境界、GROOT人型机器人通用基础模型进军具身智能、6G研究平台推进下一代无线技术等。



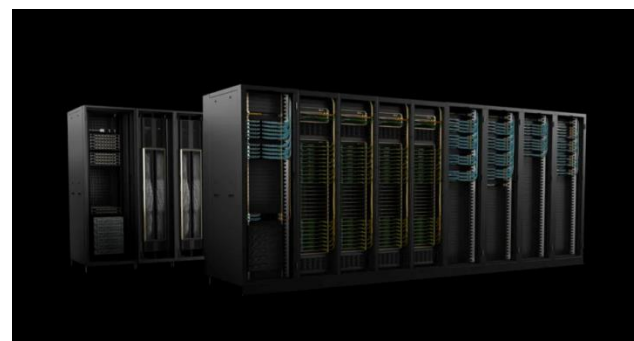
图：B200芯片



图：GB200超级芯片



图：Gb200 NVL72服务器



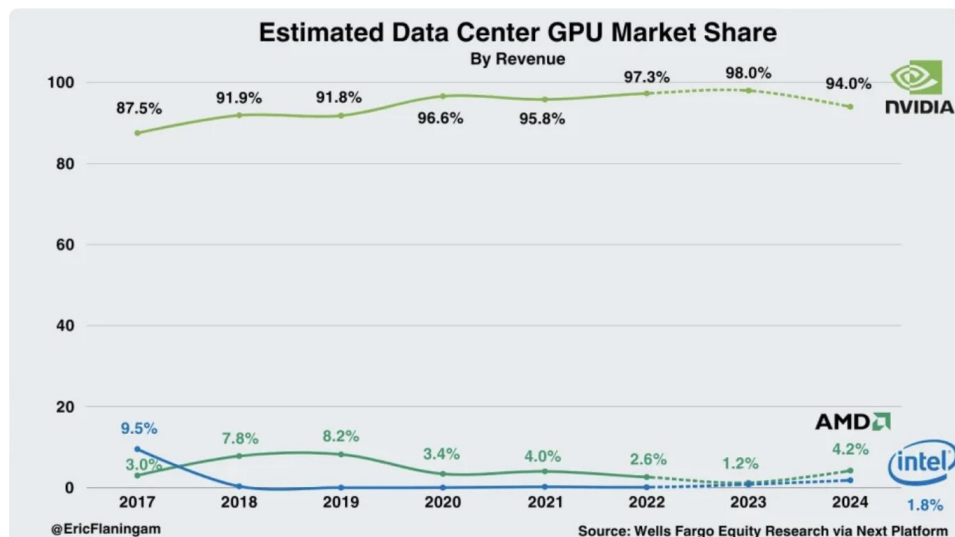
图：DGX SuperPOD

# 英伟达成为数据中心人工智能芯片领域（AI）龙头

□ 目前，在PC及服务器GPU领域，全球GPU市场呈现“美国芯片三巨头”——英特尔、AMD和英伟达垄断的局面。

- ✓ 研究机构Jon Peddie Research数据显示，2021年第一季度全球独立GPU领域中，英伟达是数据中心GPU市场领导者，占据81%的市场份额，拥有领先优势，AMD则以占比19%位居第二。
- ✓ 2023年，根据富国银行的统计，英伟达目前在数据中心AI市场拥有98%的市场份额，而AMD仅有1.2%的市场份额，英特尔则只有不到1%。
- ✓ 2024年，根据富国银行的预测，AMD虽然在2023年的AI芯片的营收仅为4.61亿美元，但是2024年将有望增长到21亿美元，将有望拿到4.2%的市场份额。英特尔也可能拿到将近2%的市场份额。这将导致英伟达的市场份额可能将小幅下滑到94%。

图：芯片领域三大龙头市场份额占比



## 2.2 AI模型发展，算力需求大增，AI用电需求上涨

## AI模型改进，耗电量上涨

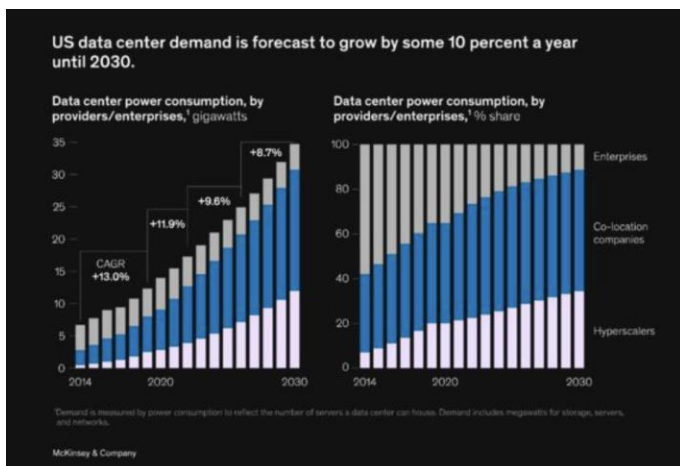
- 服务器的功率是指服务器在工作过程中消耗的能量，通常以瓦特（W）为单位表示，表示单位时间内消耗的能量。服务器的功率由多个方面的因素决定：
  - ✓ 首先是服务器的硬件配置，包括处理器、内存、硬盘等组件的功耗。不同型号和品牌的服务器在相同工作负载下的功耗也会有差异。在AI服务器中，CPU需要供电，GPU板卡需要供电，内存（DDR4、DDR5、HBM）需要供电，各种接口也需要供电。
  - ✓ 其次是服务器的工作负载，即服务器在运行各种应用程序和服务时的负荷程度。高负荷工作负载需要更多的处理能力，因此会产生更高的功耗。
  - ✓ 此外，服务器的能源管理策略也会影响功率。例如，服务器可以配置为在空闲时自动进入低功耗模式或关机，以节省能源。此外，服务器的散热系统也会对功率产生影响。散热系统的效果不佳可能导致服务器温度过高，进而增加功耗。
- **AI大模型发展，用电量大增。**数字化和云服务的快速部署推动了全球数据中心的快速增长。据高盛预估，目前，全球数据中心消耗的电力占总电力的1-2%，但到本世纪末，这一比例可能会上升至3-4%。元宇宙、增强现实和虚拟现实等行业趋势将继续消耗超出地球可持续生产的能源。随着AI服务器的市场规模不断扩大，其核心处理器，包括CPU、GPU、NPU、ASIC、FPGA等，以及内存、网络通信等芯片元器件的性能和功耗水平都在提升。耗能方面，中兴通讯股份有限公司研发总工熊勇表示，由于AI服务器的功率较普通服务器高6-8倍，电源的需求也将同步提升6-8倍。**通用型服务器原来只需要2颗800W服务器电源，而AI服务器的需求直接提升为4颗1800W高功率电源，服务器能耗成本从3100元直接飙升到12400元，大涨3倍。**

图：AI服务器电源功率发展趋势

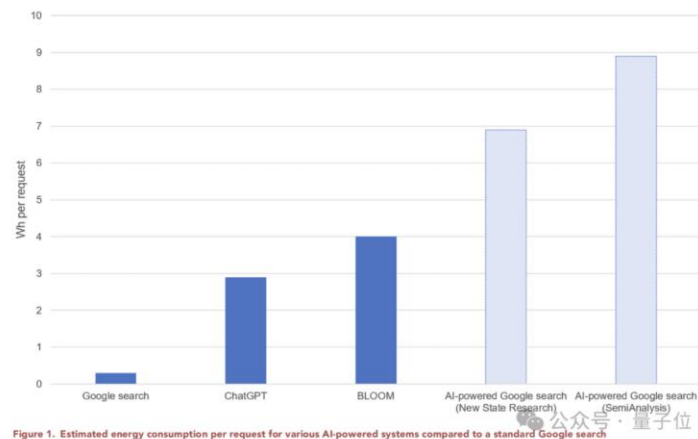


- ✓ 7月15日，根据Digital Information World发布的最新报告，数据中心为训练AI模型产生的能耗将为常规云工作的三倍，预计到2030年，美国数据中心的电力需求将以每年约10%的速度增长。
- ✓ 据咨询机构Tirias Research建模预测，到2028年数据中心功耗将接近4250兆瓦，比2023年增加212倍，数据中心基础设施加上运营成本总额或超760亿美元。
- ✓ 谷歌方面曾在去年2月表示，AI响应请求的成本可能是普通搜索的10倍。搜索引擎如果用上AI，耗电量还会更高。数据显示，使用一次谷歌搜索消耗的电量是0.3瓦时。如果要将大模型能力植入到谷歌搜索中，预计需要512821个HGX A100，按照每台设备功耗为6.5千瓦来计算，每天将需要80吉瓦时的电力消耗，一年需要29.2太瓦时。目前谷歌每天需要处理高达90亿次搜索，换算一下，平均每个请求要消耗6.9-8.9瓦时，已经是普通搜索的20倍+。

图：美国数据中心耗电量预测



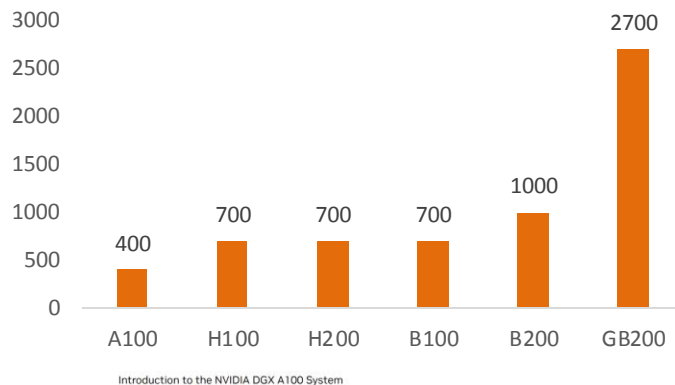
图：不同请求方式的耗电量对比



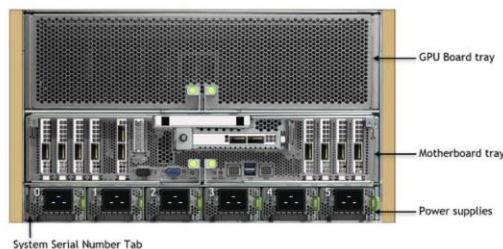
# 行业龙头英伟达芯片和服务器的电源功率呈数倍上升趋势

- 英伟达芯片的额定功率呈递增趋势。在2024年的GTC上，英伟达发布的基于Blackwell架构的B200 GPU功率则首次达到了1000W，超级芯片GB200功率最高达到2700w。而此前的芯片B100功率在700W，和上代H100完全一致，更早的A100功率为400W。
- 英伟达基于不同芯片搭建的服务器电源功率也在上升。DGX A100额定功率为6\*3kw，DGX H100/H200额定功率为6\*3.3kw。而今年英伟达GTC大会上，发布了基于GB200芯片的NVL72架构，NVL72机架功耗120KW左右，考虑冗余后的总功率可达198KW；总功率提升至上一代产品的10倍左右。

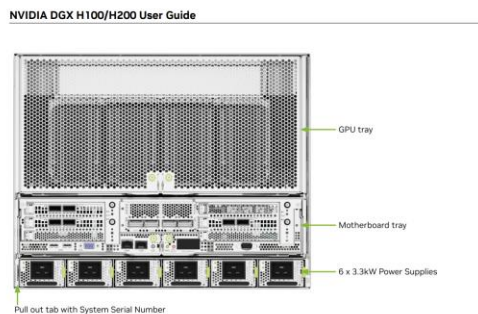
图：英伟达不同芯片功率对比（单位：w）



图：DGX A100



图：DGX H100/H200



图：NVL72





## AI服务器耗电量上涨源于模型规模扩大、算力需求增加

- 随着AI技术的发展，模型规模不断扩大，从千万级参数到万亿级参数的模型，这导致训练和推理过程中的能耗显著增加。
- 当下人工智能大模型的竞争，各公司不断增加模型参数和数据量，相应地，算力需求也成倍增加。算力是对数据或信息的处理能力，算力是抽象的，它的载体却实在可见，就是以数据中心、智算中心为代表的算力基础设施。算力的背后，是电力在支撑。2022年底，ChatGPT的面世，正式将AI带入大模型时代。海内外大语言模型的快速涌现和迭代、模型性能的提升，使得训练和推理持续扩张，带动算力需求呈现出指数级增长趋势。
- ✓ 例如，在GPT-3的训练阶段，GPT-3有1750亿个参数，据估计，训练过程使用了大约1287兆瓦时（也就是128.7万度）的电力。这个耗电量相当于美国约121个家庭一整年的用电量，也大概相当于3000辆特斯拉电动汽车共同开跑，每辆车跑20万英里。而GPT-4曾被曝包含1.8万亿参数，随着参数的翻倍，能耗也会大幅增加。
- ✓ 另外，当下训练AI大模型使用的主流算力芯片英伟达H100芯片，一张最大功耗为700瓦，这意味着运行一小时就要耗电0.7度。据称OpenAI训练GPT-5，需要数万张H100芯片，耗电量可谓相当可观。
- ✓ 完成训练阶段后，AI进入推理使用阶段，即人们使用AI输出结果的过程。AI的训练是一次性事件，而使用却是长期过程，随着应用的普及、使用人数的增加，耗电量将不断叠加。国际能源署（IEA）在今年1月的一份报告中曾表示，ChatGPT响应一个请求平均耗电2.9瓦时——相当于将一个60瓦的灯泡点亮略少于三分钟。而ChatGPT每天响应约2亿个需求，消耗超过50万度电力，相当1.7万个美国家庭平均一天的用电量。

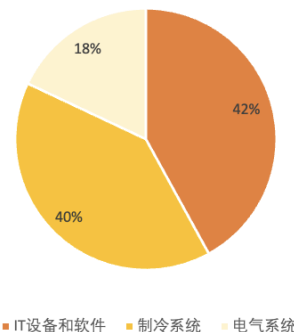
图：数据中心或智算中心，成千上万台服务器和芯片昼夜运转，算力需求拉动电力需求



# AI电力消耗主要集中于服务器和冷却系统

图：AI服务器电力消耗

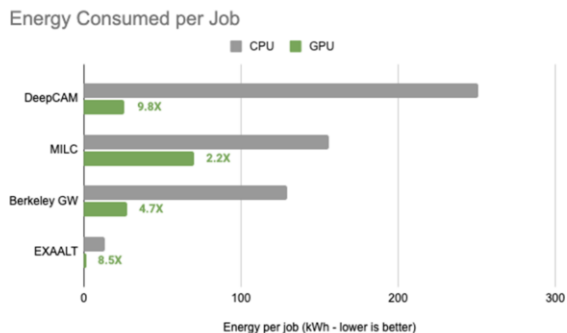
- AI电力消耗主要集中于服务器和冷却系统。数据中心包括IT设备和软件以及配套的辅助基础设施，辅助设施包括制冷系统、供配电系统等。从能耗构成看，数据中心能耗集中在这三大领域，其中，IT设备和软件耗电量占42%，冷却系统占数据中心总电力消耗的40%，是仅次于服务器本身的第二大电力消耗来源，电气系统能耗占比较小。



## 随着技术发展，GPU的能耗水平在不断改善

- 以芯片龙头英伟达为例，NERSC发现，与一台双插槽x86服务器相比，一台配备四个A100 GPU的服务器的速度提升了高达12倍。这意味着，在相同的性能水平下，GPU加速系统每月的能耗比仅使用CPU的系统少消耗588兆瓦时的能源。与仅使用CPU的系统相比，在四路NVIDIA A100云实例上运行相同的工作负载一个月，科研人员可以节省400多万美元。
- 另外，从纵向英伟达产品的发展来看，比起H100，GB200的成本和能耗最多可降低25倍。过去，训练一个1.8万亿参数的模型，需要8000个Hopper GPU和15MW的电力。如今，2000个Blackwell GPU就能完成这项工作，耗电量仅为4MW。

图：GPU、CPU电力消耗对比



## 未来高性能服务器电源为发展方向

- AI服务器电源作为高性能计算和数据中心的基础设备，担负着为服务器集群提供稳定、高效电能供应的任务。目前，AI服务器电源产品已经具备高效率、低谐波、智能管理等特性，但在满足AI计算平台大规模、高并发、动态负载变化的需求方面，仍有改进空间。未来，AI服务器电源将朝着更高功率密度、更优能效比、更强动态响应能力的方向发展。同时，随着边缘计算和分布式计算的兴起，电源模块的小型化和标准化设计将变得尤为重要。此外，电源管理系统将与AI算法深度融合，实现电源的智能预测、动态调度和故障预警，从而为数据中心的绿色运营和可持续发展提供强大支撑。
- 随着对更高计算能力的需求，服务器电源需要在有限空间内提供更多功率，这对功率密度提出了更高要求，对散热设计、元器件布局和效率提出了更高要求。常见的主要策略见2.3章节。
- 此外，随着服务器性能的改进，如何降低AI系统的能耗保证系统稳定工作成为产业难题。目前降低AI系统能耗主要两种思路：
  - ✓ 一、降低AI系统核心处理器的能耗；
  - ✓ 二、优化电源管理系统，提高AI核心处理器电源管理的效率。除了通过传统计算系统用到的AC/DC、DC/DC、多相电源控制器和DrMOS功率级组合等方案来改进效率，也可以开发更先进的电源管理方案——如改进电源管理系统当中用到的无源器件（以电感和电容为主），性能优异的无源器件可以提供更加稳定的电压和电流，以确保AI服务器等HPC系统正常运行，保证快速的瞬态响应和较低的纹波。低损耗的无源器件可以提高AI服务器的能效，提升关键零部件的效率，节能环保。

## 2.3 AI服务器电源架构分为UPS、AC/DC、DC/DC三层，各司其职确保电力供应的连续性和稳定性

## AI服务器电源架构分为UPS、AC/DC、DC/DC三层，各司其职确保电力供应的连续性和稳定性

- ❑ **要驱动一台AI服务器，需经过数次电压转换。**高压电从电网进入数据中心后，服务器电源供应器会先将交流电转为直流电，并降压到48伏特；接着主板上的DC / DC转换器，再将电压转换成CPU用的12伏特和GPU用的0.8伏特低电压。在此过程中数据中心电源架构主要涵盖保障电路 UPS、机架电源 AC/DC、芯片电源 DC/DC 三个层级。
  - ❑ **AI 服务器电源组件分3层结构：**
    - ✓ **UPS（不间断电源）：**即不间断电源（Uninterruptible Power Supply）是一种含有储能装置的不间断电源。当市电输入正常时，UPS将市电稳压后供应给负载使用，此时的UPS就是一台电稳压器，同时它还向机内电池充电；当市电意外中断时，UPS立即将电池的直流电能，通过逆变器切换转换的方法向负载继续供应电能，使负载维持正常工作并保护负载软、硬件不受电网波动而造成损坏。
    - ✓ **AC-DC（power shelf）：**将电网的交流电转换为适合服务器使用的50V直流电。在ACDC电源中，输入电压一般是来自电网的85V~265V交流高压，而输出电压为3.3V、5V、12V等直流低压。与一般服务器相比，AI服务器需要更高性能的处理单元，如图形处理器（GPU）、张量处理单元（TPU）和现场可编程逻辑门阵列（FPGA），其功耗可能高出两倍到十倍。为了降低不必要的能耗损失，需要提高整个服务器机柜的能源利用效率，将供电电压从传统的12V提高到48V。然而，服务器内部的某些组件仍需要使用12V或更低电压，因此需要DC-DC转换器进行调整。
    - ✓ **DC-DC：**进一步将50V直流电降至芯片可接受的0.8V。DC-DC电源电路又称为DC-DC转换电路，其主要功能就是进行输入输出电压转换。一般把输入电源电压在72V以内的电压变换过程称为DC-DC转换。
- 【注】其中 AC/DC 电源的难点在于在有限的体积内提高功率密度，而 DC/DC 则在于如何尽可能降低板路损耗。

# AC/DC ( power shelf 注： power shelf是用于安装PSU的金属壳体 )

图：AINVIDIA GB200 NVL72机柜电源（最上方和最下方是电源模块区域）



图：英伟达B系列NVL72在AC-DC ( power shelf ) 的电源布局



## □ AC/DC电源模块包含电源模块（PSU）和电源管理控制器（PMC）

1. PSU（电源供应单元）：AI伺服器要能稳定工作，PSU是一个关键的组件，负责将来自电网的交流电（AC）转换为伺服器电子组件所需的直流电（DC）。对于高性能的AI伺服器，PSU需要提供足够且稳定的电力来驱动CPU、GPU或AI加速器。此外，PSU的效率也很关键，它会直接影响整体的能源消耗和散热需求，一个效率高的PSU可以最小化能源浪费，并减少散热需求，从而使伺服器在高负载运行时仍能保持稳定。同时，高效的PSU也可以延长电源供应器的寿命，并降低由于电源问题导致的伺服器停机时间。

✓ 选择一个好的PSU。首先要确保其提供足够的功率以供应所有硬体的需求以防止任何可能导致系统故障的电力波动或中断。其次，要检查电源供应器的效能和稳定性。最后，要确保电源供应器具有良好的保护功能，如过载保护（OCP）、过热保护（OTP）和过压保护（OVP）。这三种保护功能都是电源供应器（PSU）内建的安全特性，用于防止硬体损坏并确保系统稳定运行。其中，过载保护（OCP）为当输出电流超限时，会关闭或限制电源供应器，以防止硬体损坏；过热保护（OTP）指的是当内部温度过高时，电源供应器会自动关闭，防止过热；过压保护（OVP）功能为当输出电压超限时，会关闭或限制电源供应器，以保护硬体不受高电压毁损。

2. PMC（电源管理控制器）是一种用于管理和优化服务器电源的控制器。它通常是一块硬件设备，安装在服务器主板上或者作为独立设备安装在服务器机柜中。PMC通过监控和调整服务器电源的供应和消耗来实现最佳的电源管理，以提高服务器的能效和性能。

✓ 基于GB200搭建的计算平台GB200 NVL72，目前台达是英伟达最大的电源供应商。根据台达给英伟达设计的电源模组来看，为了供应一台GB200机柜的耗电量，台达设计了单个Power shelf为33kw的电源模组（6个电源构成），其中NVL 72需要6个power shelf构成，单台机柜需要电源200kw左右，NVL 36需要4个power shelf，单台需要电源130kw左右，因此，电源也占据了GB200机柜不少的价值量。

# DC/DC转换器：用于转换CPU/GPU的电压级别

- ❑ **DC/DC转换器：用于转换CPU/GPU的电压级别。**与一般服务器相比，AI服务器需要更高性能的处理单元，如图形处理器（GPU）、张量处理单元（TPU）和现场可编程逻辑门阵列（FPGA），其功耗可能高出两倍到十倍。为了降低不必要的能耗损失，需要提高整个服务器机柜的能源利用效率，将供电电压从传统的12V提高到48V。然而，服务器内部的某些组件，如GPU/CPU，仍需要使用12V或更低电压，因此需要DC-DC转换器进行调整。DC-DC转换器便是反复导通电源开关，把直流电压或电流量转化成高频率波形工作电压或电流量，再经整流器光滑变成直流电压输出。
- ❑ DC-DC转换器一般由控制集成ic，电感，二极管，三极管，电力电容器组成。现如今运用目前的部件、参照设计方案、专用工具和资源设计制作一个基本且功能强大的DC / DC电源稳压电源（或称之为开关电源转换器）早已并不是一件难题了，设计师需要将适合的控制IC、MOSFET晶体三极管、光耦电路及其一些无源器件组成起来，理论上全部设计方案就完成了，可以对键入DC直流电压开展变换和稳压管另外输出DC直流电压。正常情况下讲稳压电源的作用十分的简洁明了：选用平稳的DC键入开关电源，历经严苛的调整后输出直流电压给予给系统软件应用。
- ❑ 殊不知这仅仅理论上的，大家还遭遇着严苛的实际，作一个“相对性好的”设计方案早已不会再足够了，尽管那样的设计方案可以达到一些基本上的技术参数，例如输出精密度、稳压管实际效果等，可是要记牢这种“基本上的”主要参数仅仅当代稳压电源务必具有的一小部分，除此之外对动态性特性、各种各样负载的高效率及其干扰信号 / 频射影响（EMI / RFI）等层面日益严苛的规定也愈来愈不容乐观。

图：AI服务器电源DC-DC转化电源（48V-12V；12V-1V）

	<p><b>非隔离标准砖 (EPS12N150UQPDI)</b></p> <p>产品优势</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1/4砖非隔离中间总线转换器</li><li>• 输入40-60V转12V稳压输出</li><li>• 峰值效率大于98.5%</li><li>• 满载输出功率1000-1800W，满载输出电流83-150A</li><li>• 可多模块并联提高输出功率</li><li>• 支持PMBus数字通信接口</li><li>• OVP、OCP、OTP等完善保护机制</li></ul>		<p><b>双相Buck转换器 (VR12N80U1009BAI-H)</b></p> <p>产品优势</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 业界成熟Buck电路拓扑，双相交错设计</li><li>• 4.5-16V输入电压，0.5-3.3V可调输出电压</li><li>• 满载输出电流140A，可多模块并联输出2000A</li><li>• 小尺寸与行业竞品封装兼容9.4×10×7.19mm</li><li>• 出色的纹波与动态响应</li><li>• OVP、OCP、OTP等完善保护机制</li></ul>
--	--	--	---

## 2.4 与普通服务器电源相比，AI服务器电源架构在多方面的性能得到提升

AI算力的龙头企业——英伟达

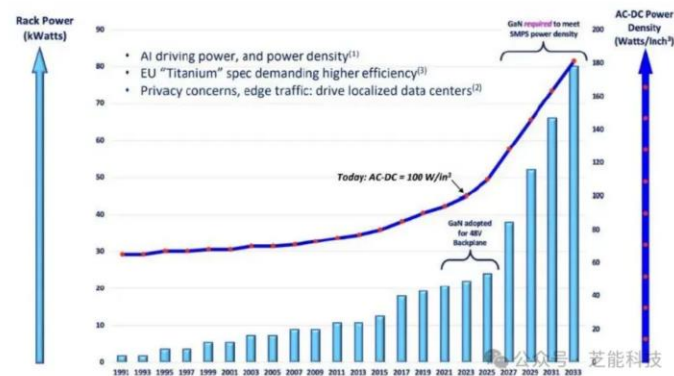
相比普通服务器电源，AI服务器电源多方面的性能改善，包括：功率和功率密度大幅提高、冗余系统发展、液体冷却系统出现等。



# AI电源功率密度不断提升

- 随着对更高计算能力的需求，服务器电源需要在有限空间内提供更多功率，这使得电源设计人员需要创建具有高效率和高功率密度的最新电源解决方案，可以满足快速增长的AI市场当前与未来的高功率需求。
- AI市场迅速扩张，电源需求增加，空间成本也在不断上升。现代数据中心包含成百上千个处理单元，因此设备大小非常重要。**减小单个单元的尺寸会引发连锁反应：**（1）可以在与大型解决方案相同的空间中应用更多设备，从而实现更高的处理能力密度；（2）**可以极大地提高功率密度**，并减小散热面积；（3）还可以使得物理材料更少、组件更少、成本结构更好、解决方案集成更多以及总体拥有成本更低，从而实现成本的节省。
- 功率密度是在给定空间内可处理多少功率的度量，可量化为每单位体积处理的功率量。功率密度越高，表示在相同的体积内可以提供更多的功率。**功率密度的概念在服务器电源设计中非常重要，原因在于：**
  - ✓ 第一，数据中心和服务器机架的空间有限，随着处理器和服务器功率的增加，数据中心每个机架也将使用更多的电源。随着更高功率密度的发展趋势，数据中心每个模块在 2-4 kW。高功率密度的电源可以在有限的空间内提供更多的电力，从而支持更多的计算硬件。
  - ✓ 第二，功率密度和效率是紧密耦合的。功率密度越高，通常意味着电源转换效率越高，从而减少能量损耗和散热需求，有助于提高整个服务器系统的能效比。

图：AI服务器电源功率密度发展趋势



# 通过组合开关性能、IC封装、电路设计和集成等技术，可以显著提高功率密度

AI行业研究人员一直致力于寻找提高功率密度的方法，这是一项艰巨的任务。影响总体功率密度的关键因素有开关频率、系统的热性能等。要实现在更小的空间内实现更大的功率，并以更低的系统成本增强系统功能，必须在开关性能、IC封装、电路设计和集成方面多措并举。

(1) **开关损耗创新**：为了获得出色的器件性能和 FoM，对半导体技术进行投资很必要。这可能包括用于改进现有技术的创新，或者开发本质上性能更好的新材料，例如用于更高电压开关的氮化镓 (GaN) 技术。

(2) **封装散热创新**：将热量从集成电路 (IC) 封装中散发出来的能力将直接影响功率密度。随着封装尺寸的不断缩小，散热问题变得越来越重要。在典型的电源转换器中，半导体器件通常是解决方案中最热的部分。例如，德州仪器的投资开发并引入了 HotRod封装，它用倒装芯片式封装（图1）取代了典型的键合线四方扁平无引线封装QFN（图2），这样可以大大降低倒装芯片式封装中常见的寄生环路电感，同时还保留了 QFN 封装热性能的部分优势。

(3) **先进的电路设计创新**：除了先进的栅极驱动器技术以外，还有大量机会可以通过拓扑创新来提高功率密度。例如飞跨电容四电平 (FC4L)（图3）转换器拓扑实现了许多关键的功率密度优势，包括通过降低器件额定电压、减小磁滤波器尺寸和改善热分布来提高器件 FoM。这些优势可转化为更高的功率密度。

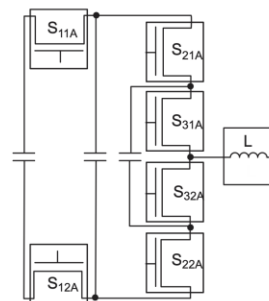
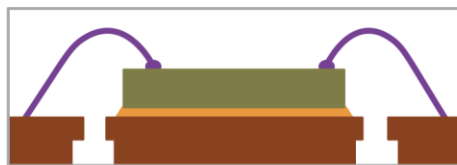
(4) **集成创新**：具有高性价比的集成减少了寄生效应，减少了物料清单，提高了效率并节省了空间。集成可适用于电源管理的多个方面，它可能需要在集成电路IC中添加更多的电路，在封装中添加更多的组件。

图3：使用GaN开关的飞跨电容四电平转换器拓扑

图1：HotRod 互连封装(引线框上倒装芯片)QFN 封装



图2：带有外露焊盘的标准键合线 QFN 封装



# 转换效率逐渐提高

- 转换效率是指服务器电源将输入的电能转换为实际输出电能的比例。它是衡量服务器能源利用效率的关键指标，直接影响服务器的运行成本和能源消耗。高效率的电源转化不仅可以减少能源浪费，降低运营成本，还能减少热量产生，提高服务器的可靠性和稳定性。80 PLUS认证是衡量电源转换效率的一个重要标准，它由Ecos Consulting组织和美国EPRI电力研究所推行，目的是推广高效率节能电源。认证根据电源在不同负载（如10%、20%、50%和100%额定功率）下的转换效率和功率因数（PF值）来评定等级，包括白牌、铜牌、银牌、金牌、白金牌和钛金牌，其中钛金牌为最高等级。能源政策机构 Energy Innovation 数据显示，效率每提升 1%，相当于每个数据中心节省了 1 兆瓦（或 800 户家庭用电）的总所有成本。
- 随着AI服务器的发展，AI电源系统设计人员除了面临千瓦功率的挑战，转换效率也至关重要。因为计算系统是以全功率运行的复杂负载，系统必须在整个电力需求中保持尽可能高的效率。浪费的每一瓦能量都会作为热量消散，并转化为数据中心对散热系统的更高要求，这会增加运营成本以及碳足迹。

图：80PLUS等级标准

80 PLUS认证	115V 内部负载				115V 工业				
	% 额定负载	10%	20%	50%	100%	10%	25%	50%	100%
80 PLUS 白牌	-	-	80%	80%	80% PFC ≥ 0.90	-	-	-	-
80 PLUS 铜牌	-	82%	85% PFC ≥ 0.90	82%	-	-	-	-	-
80 PLUS 银牌	-	85%	88% PFC ≥ 0.90	85%	80%	85% PFC ≥ 0.90	88%	85%	-
80 PLUS 金牌	-	87%	90% PFC ≥ 0.90	87%	82%	87% PFC ≥ 0.90	90%	87%	-
80 PLUS 白金	-	90%	92% PFC ≥ 0.95	89%	85%	90% PFC ≥ 0.95	92%	90%	-
80 PLUS 钛	90%	92% PFC ≥ 0.95	94%	90%	-	-	-	-	-

80 PLUS认证	230V EU 内部负载				230V 工业				
	% 额定负载	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%	100%
80 PLUS 白牌	-	-	82%	85% PFC ≥ 0.90	82%	-	-	-	-
80 PLUS 铜牌	-	85%	88% PFC ≥ 0.90	85%	-	81%	85% PFC ≥ 0.90	81%	-
80 PLUS 银牌	-	87%	90% PFC ≥ 0.90	87%	-	85%	89% PFC ≥ 0.90	85%	-
80 PLUS 金牌	-	90%	92% PFC ≥ 0.90	89%	-	88%	92% PFC ≥ 0.90	88%	-
80 PLUS 白金	-	92%	94% PFC ≥ 0.95	90%	-	90%	94% PFC ≥ 0.95	91%	-
80 PLUS 钛	90%	94% PFC ≥ 0.95	96%	91%	90%	94% PFC ≥ 0.95	96%	91%	-

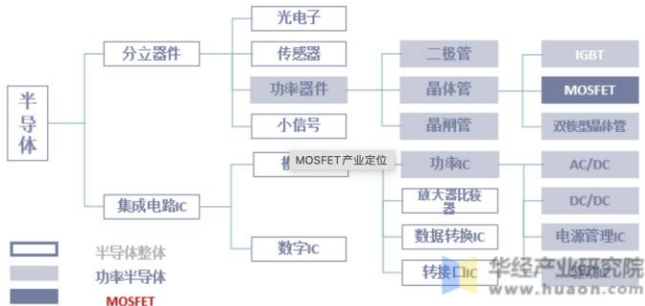
□ 可以通过以下方法来提高服务器电源的转换效率：

(1) 使用高性能半导体功率器件：功率半导体是控制电力设备电能变换和进行电路控制的核心半导体器件，可对电路进行整流、分流、变压、逆变、稳压、变频、功率控制等。

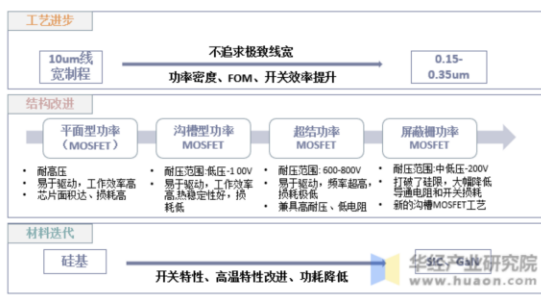
- ✓ 按集成类别主要可以分为功率IC、功率模组、功率分立器件三大类，功率IC主要用于将功率分立器件与外围驱动、控制、保护等电路集成，功率模组是将功率分立器件根据下游的特定需求封装组成特定的模块，而功率分立器件（IGBT、MOSFET等）是对电路特定进行变化的核心。
- ✓ 功率器件主要经历了工艺进步、器件结构改进与使用宽带隙材料三大方面的演进，以MOSFET为例，MOSFET属于单极型功率半导体，朝着“更高的开关频率、更高的功率密度和更低的功耗”方向演进：（1）未来沟槽MOSFET将替代部分平面MOSFET；（2）屏蔽栅MOSFET将进一步替代沟槽MOSFET；高压领域下，超级结MOSFET将替代更多传统的VDMOS；（3）以SiC、GaN为主的第三代半导体在高温、高压、高功率和高频的领域将取代部分硅材料。Si（硅）在过去60多年一直是半导体电源管理元件的基础。在过去的几十年中，硅基 MOSFET 改变了从基本电源和逆变器到电机驱动电源系统的设计。如今在不增加尺寸的前提下，硅已无法在所需的频率下提供更高功率。而SiC和GaN相比Si适用于高功率和高频率的应用，使用GaN等宽带隙材料的MOSFET可以提高转换效率。例如，与相同功率等级的Si MOSFET 相比，SiC MOSFET 导通电阻、开关损耗大幅降低，适用于更高的工作频率，另由于其高温工作特性，大大提高了高温稳定性，SiC MOSFET主要用于1200V应用领域,取代目标是硅基IGBT。

【注】GaN技术是一个广泛的领域，它包括使用氮化镓材料的各种电子器件和应用，而GaN MOSFET是GaN技术的一种具体应用。从晶闸管、晶体管、IGBT、到SiC、GaN，功率密度在逐步增加，也就是说单位面积的芯片可以承载更大的功率和能量。

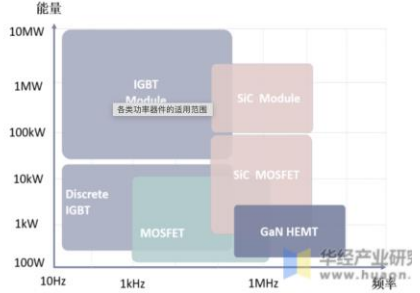
图：半导体分类



图：MOSFET技术迭代发展历程



图：各功率器件的适用范围



- ✓ 功率的集成解决方案也越来越关键。例如，DrMOS ( Driver+MOSFET ) 技术的出现极大地改进了功率转换和管理领域的设计和性能。DrMOS 是一种集成式的功率模块，由驱动器driver和MOSFET的紧密集成，它既降低了系统的复杂性，节省了PCB板上的空间，也具有更低的电感和电阻，从而降低了功率转换过程中的损耗。此外，DrMOS的高集成度还提供了更好的热管理能力。
- ✓ 例如，英飞凌近日公布了新的数据中心电源路线图，计划推出 8kW 和 12kW 的超高功率服务器电源解决方案，以满足 AI 服务器对电力的强劲需求。英飞凌将推出的两款服务器电源将从服务器端满足 AI 芯片的需求，简化 AI 服务器的供电设计。这两款电源均将混合使用硅、氮化镓、碳化硅三类晶体管开关，以实现 100 W / in<sup>3</sup> 的高功率密度和 97.5% 的高转换效率。

图：英飞凌8kw电源渲染图

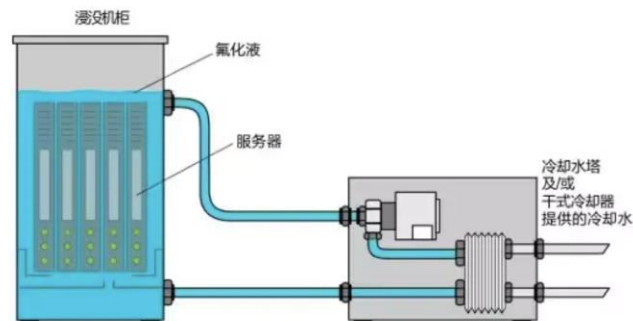


(2) 采用更高效率的电路拓扑结构：拓扑结构是服务器电源中的另一个重要因素。合理的拓扑结构可以提高电源的效率，降低能耗，同时也能保证服务器的稳定运行。常见的服务器电源拓扑结构有单端正激式、双端正激式、半桥式、全桥式。此外，无桥功率因数校正(PFC)通过减少导通路径的器件数来减小导通损耗，可以显著提高效率。无桥图腾柱(Totem-Pole) PFC作为最简洁的无桥PFC拓扑，可以减少尺寸和元器件数量，以简化PCB电路，从而减小体积，提高功率密度。

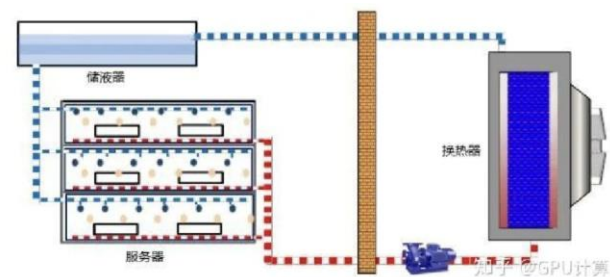
## 使用水或冷却剂来冷却服务器的液体冷却正在兴起

- AI产业快速发展，驱动液冷服务器渗透率逐步抬升。受限于数据中心建设面积及环保要求，传统风冷难以满足散热需求，需要液冷技术提升服务器使用效率及稳定性。从发展趋势来看，预计到2025年液冷服务器渗透率大约保持在20%-30%的水平。
- ✓ 英伟达最新的B系列GPU，因为效能太高而容易过热，将从传统的风冷散热改为昂贵复杂的液冷。
- ✓ 台达在发展液冷解决方案。台达的散热业务本过去以生产数据中心维持气流循环的大型风扇和服务器主机版的散热风扇等为主，有年营收数百亿规模，近来也持续投入新技术：从风扇、3DVC（风冷技术）、液冷到浸没式解决方案。新一代的服务器机柜电源线与液冷的水管日益复杂，台达正将电源、液冷模块与机柜整合设计形成解决方案，便于缩小体积与维修。
- **冷却系统占数据中心总电力消耗的40%，是仅次于服务器本身的第二大电力消耗来源。** 研究公司 Global Market Insights 预测，全球数据中心液体冷却市场规模将从 2022 年的 21 亿美元增长到 2032 年的 122 亿美元。Uptime Institute 的一项调查发现，16% 的数据中心经理认为液体冷却将在 1-3 年内成为数据中心的主要冷却方法，而 41% 的人认为这将需要 4-6 年。因此，混合冷却方法在短期内更有可能出现。数据中心的液体冷却系统新技术包括浸入式冷却（将整个服务器机架浸入非导电液体中）和直接液体冷却（在服务器周围循环水）。**虽然目前比空气冷却系统更昂贵，但液体冷却可以将数据中心的功耗降低 10% 或更多。** 数据中心风冷系统管理领域的领导者Upsite Technologies指出，虽然技术在不断进步，但短期内不太可能大规模实施液体冷却，而且需要大量的前期投资，液冷设备仍然需要风冷来散热。空气冷却成本较低但效率较低。因此，混合冷却设施正变得越来越受欢迎，以最大限度地发挥液体和空气冷却的优势。服务器 ODM 厂商指出，Nvidia 的 Blackwell AI 芯片，包括 B100 和 B200，将于今年开始出货，但 GB200 解决方案要到 2024 年底或 2025 年才会开始量产。B100、B200 客户目前大多仍采用风冷散热设计。

图：浸没式液冷原理图



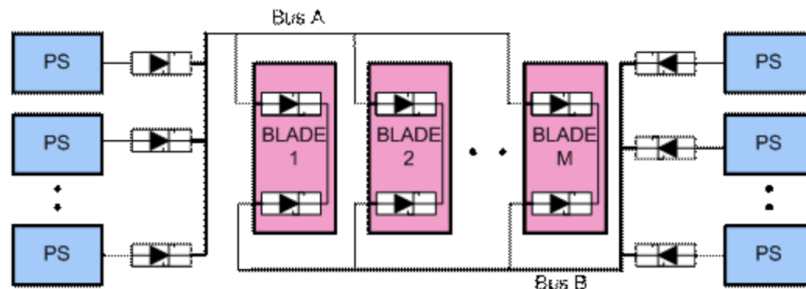
图：喷淋式液冷原理图



# AI服务器电源具有 N+1 或 N+N 冗余，具体取决于系统可靠性和成本考量

- ❑ 服务器系统的可靠性和可用性非常重要，因此需要冗余 PSU。“N+1”冗余系统是一种设计方法，“N”代表正常运行所需的电源模块数量，而“+1”表示额外的备用电源模块，以确保系统的可靠性和容错能力。这种设计允许在其中一个组件发生故障时，系统仍然能够继续运行，而不会对服务或性能产生显著影响。
- ❑ AI服务器系统可能具有 N+1 或 N+N (N>2) 冗余，具体取决于系统可靠性和成本考量。为了在需要更换 PSU 时保持系统正常运行，系统需要热插拔（ORing 控制）技术。由于在 N+1 或 N+N 系统中有多个 PSU 同时供电，因此服务器 PSU 也需要使用电流共享技术。
- ❑ 即使处于待机模式（未从其主电源轨向输出端供电）的 PSU 也需要在热插拔事件后即时提供全功率，因此需要功率级持续激活。为了降低待机模式下冗余电源的功耗，“冷冗余”功能正成为一种趋势。冷冗余旨在关闭主电源运行或在突发模式下运行，从而使冗余 PSU 更大限度减少待机功耗。

图：冗余电源布局示例图（每个刀片服务器由 A、B 总线共同供电，这两个电源总线由 N+1 只电源组成）



## AI服务器和电源的配比不断提升

- ❑ 服务器电源市场和服务器的配比不断提升，服务器电源市场数量的增长会快于服务器市场。服务器电源市场和服务器的配比不断提升：从通用服务器的单台服务是1:2左右，到AI服务器（推理、训练）是1:3或1:4，高端训练是1:6，英伟达目前和服务器厂商联合开发未来高功率电源可能是1:10。

### 三、AI服务器电源面临广阔的发展空间

- ✓ AI服务器电源成为服务器电源市场新增量，2026年AC-DC市场规模有望达53亿美元。



# AI服务器电源成为服务器电源市场新增量，2026年AC-DC市场空间有望达53亿美元

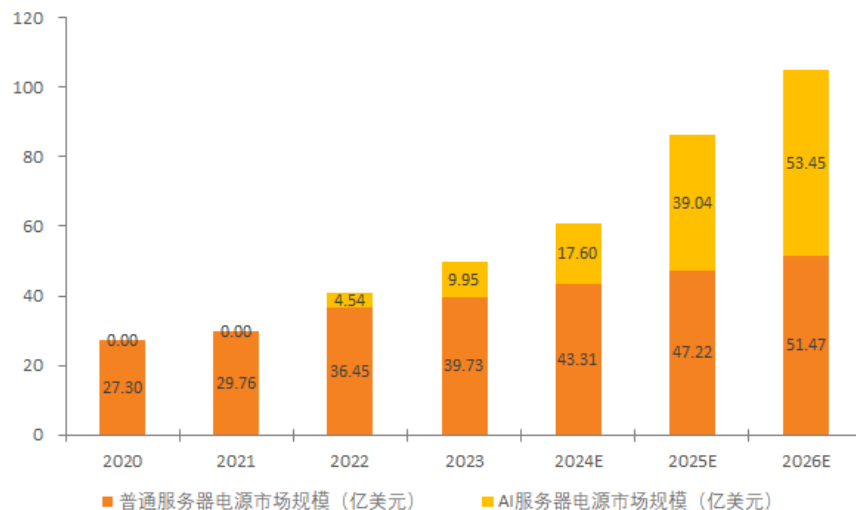
□ AI服务器电源仍然是电源组件市场的关键增长部分，而英伟达在AI服务器GPU市场占有率超90%，占据绝对主导地位。我们据此测算AI服务器电源市场增量。根据TechInsights 报告，英伟达在2023年数据中心GPU总计出货量约为376万块，相比于2022年的264万块增长了超百万块。

□ 英伟达B系列服务器电源2026年市场空间有望达53亿美元。随着AI服务器电源功率密度提升，预计单瓦价值量会有明显提升；假设未来两年出货的AC-DC产品单瓦价格为2-3人民币/瓦，同时假设25/26年GB200 NVL36出货量分别为6-8/9-14万台（根据GB200芯片出货量预期全部折算为NVL36），我们预计25年AC-DC市场空间可达238-317亿元人民币，26年AC-DC市场空间可达297-462亿元人民币；AI服务器电源呈高速增长趋势（25-26年按照均值测算），未来增量广阔。

表：英伟达AI服务器电源（AC-DC）市场规模测算（亿元人民币）

	2025E		2026E	
	功率单价（人民币/瓦）	3	3	2.5
CB200 NVL36出货量（万台）	6	8	9	14
GB200 NVL36功耗(kw/台)	132	132	132	132
单台价格（万人民币/台）	39.6	39.6	33	33
AC-DC空间（亿人民币）	238	317	297	462

图：预计AI服务器电源（AC-DC）市场规模26年可超过50亿美元



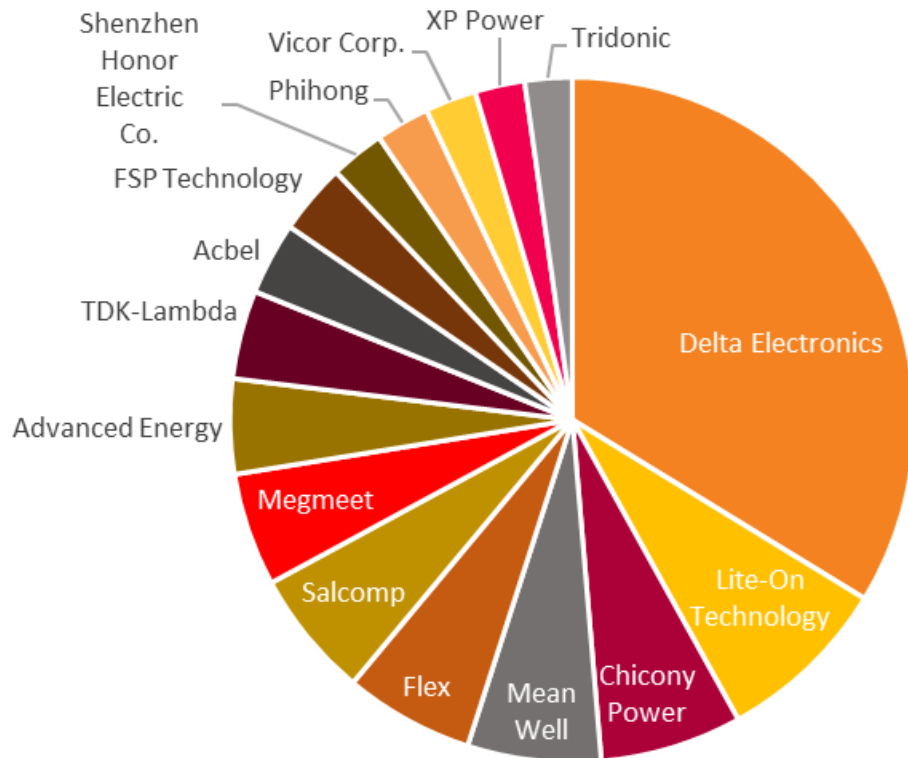
## 四、中国台湾地区厂商领先电源市场，麦格米特借AI风口持续追赶

- ✓ 中国台湾地区厂商占据电源市场主导，大陆厂商有望跟进；
- ✓ 台达：技术领先+高度垂直整合优势，是英伟达新AI芯片的电源大赢家；
- ✓ 光宝：全球前两大的电源供应器厂商；
- ✓ 大功率+多座海外工厂+头部客户合作经验助力麦格米特拿到某国际头部公司系列AI服务器电源供货资格；
- ✓ 与国内服务器电源厂商对比，麦格米特综合优势明显；
- ✓ 麦格米特与台达、光宝相比均存在一定差距，但注重研发加速追赶。

## 中国台湾地区厂商占据电源市场主导，大陆厂商有望跟进

- 全球电源市场中，中国台湾地区厂商占据主要市场份额。据MTC，全球前16大电源厂商中，中国台湾地区厂商上榜7家，其中**前五大有四家为中国台湾地区厂商**，台达为断层第一，光宝第二。中国大陆企业仅有**麦格米特（第7）和欧陆通（第12）**上榜。
- 台达是AC/DC电源供应器龙头，市占率过半。AC/DC市场是半整合的，因为大多数顶级参与者，包括台达、Siemens AG、ABB、Murata Manufacturing 和TDK在市场上拥有长期信誉。市场渗透率也很高，供应商与分销的关系稳固。目前，台达保持较高市场份额，超过50%。
- 中国大陆电源厂商在成本控制和服务能力方面具有优势，**未来有望快速抢占市场份额**。根据中国电源学会相关资料，我国电源设备行业市场化程度较高，呈现完全竞争的市场格局。在开关电源领域，中国台湾地区厂商因进入市场时间较早，目前占据开关电源主要市场份额，而**中国大陆电源厂商成本控制、服务能力更佳，未来有望快速抢占市场份额**。

图：2023年电源厂商Top16比较



# 台达：技术领先+高度垂直整合优势，英伟达新AI芯片的电源大赢家

- 提供全系列AI电源全方位整合方案，成为英伟达新AI芯片的电源大赢家。台达整合电源、散热及被动元件三大关键零组件优势，从电网一路做到芯片，提供全系列AI电源全方位整合方案，成为英伟达新AI芯片的电源大赢家，拿下英伟达Blackwell架构系列B100、B200、GB200服务器电源订单。AI服务器电源2023年全年占台达营收比重约2%，2024年第一季已快速攀升到4%至5%。
- 具有高度垂直整合优势，全球独家电力完整解决方案企业。
- ✓ 电源部分：台达是全球唯一能提供从2万伏特高压电，到0.8伏特芯片端用电，完整一条龙电力解决方案的企业；其产品线，从储能设施、数据中心不断电系统、备援系统到电源供应器、DC / DC转换器实现全覆盖。
- ✓ 散热部分：台达的散热业务有年营收数百亿规模，风扇、3DVC（风冷技术）、液冷、浸没式解决方案、机柜，台达都有生产。
- ✓ 电感部分：子公司乾坤科技生产的电磁感应组件「电感」，从英伟达A100芯片开始到最新的B系列都是供货商。
- ✓ 台达整合电源、液冷模块与机柜设计，作为全球独家能够提供上游到下游电力完整解决方案的企业，为客户解决了匹配性问题。

- AC/DC电源与DC/DC转换器上技术领先，致力于为AI服务器电源节能增效。
- ✓ AC/DC电源：台达推出符合第三代开放式机柜标准（ORV3）的机架式电源，首次登场的66kW与33kW机架式电源，能源效率高达97.5%，将成下一代AI服务器的主流。
- ✓ DC/DC电力转换：台达拥有多款输出功率介于200W-2000W的DC/DC转换器，能效高达98.5%。
- ✓ 垂直供电：即便在AI电源领域占据绝对领先，台达也持续研发探索省电空间，开发出独家的垂直供电技术，可以比水平供电提升23%效率。

图：台达数据中心解决方案

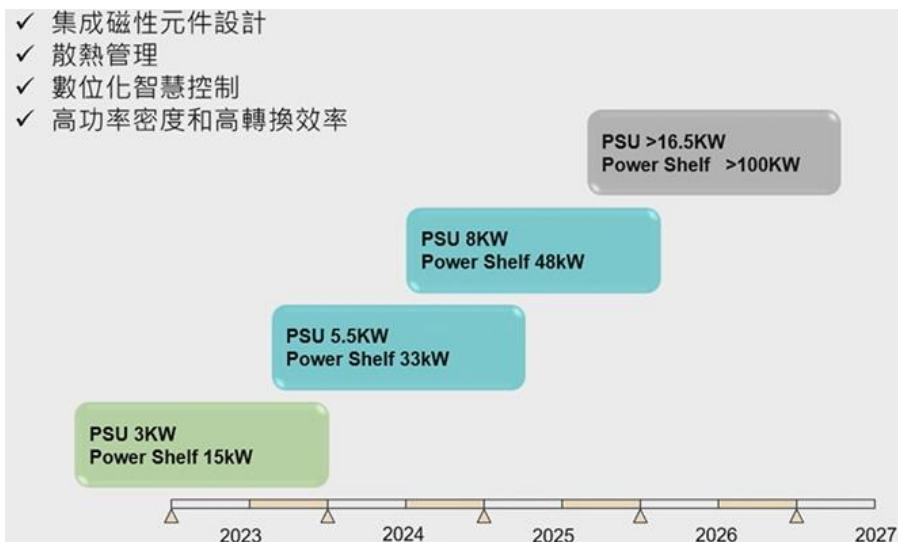


## 光宝：全球前两大电源供应器厂商，液冷与电源业务竞争力强

- 光宝：全球主要的电源解决方案提供商，全球前两大电源供应器厂商。
- 受惠AI服务器电源及云计算产品规格提升，云端电源营收年成长迅速。2024年光宝AI服务器电源的营收相较服务器电源规模，有望从2023年的个位数占比大幅提升至两位数；自主开发的数据中心等级液冷系统预计进入测试阶段；并持续扩大传统企业用服务器电源及网通电源的市占率。
- 具备Rack level解决方案的五大核心能力：电源、散热、机柜、软件与系统整合能力，液冷与电源业务竞争力强。
- ✓ 散热部分：自主开发数据中心等级散热技术，规划浸没式、柜式气冷以及in-row液冷三大冷却系统。拥有四大竞争优势：① MCU全数字主动控制；②独家专利技术以负载量进行主动式冷却管理；③整合电源、液冷、机构、软件与系统管理解决方案；④快速的全球制造与部署能力，为客户打造完备的AI服务器液冷解决方案。
- 与日本电源大厂COSEL战略合作，取得其19.99%的股份，扩大电源解决方案市场。双方的合作有望扩大高阶AC/DC电源供应器和DC/DC转换器市场份额，能够进一步拓展产品线与全球销售渠道，增强市场竞争力。

- AI服务器的电源产品技术积累丰厚，创新成果显著。2023年光宝领先市场推出适用于AI服务器的电源产品，在全球OCP峰会推出数据中心等级的液冷与电源解决方案，更进一步推出适用开放机架标准（OpenRackStandard）最新版本的电源系统与解决方案，包括优于97.5%高电源转换效率的系统产品。2024年一季度，5.5KW电源、33KW/power shelf（机柜式电源）已陆续交货。目前正在开发8KW及更高功率密度和转换效率的电源解决方案，以满足AI服务器高算力与高能耗需求。

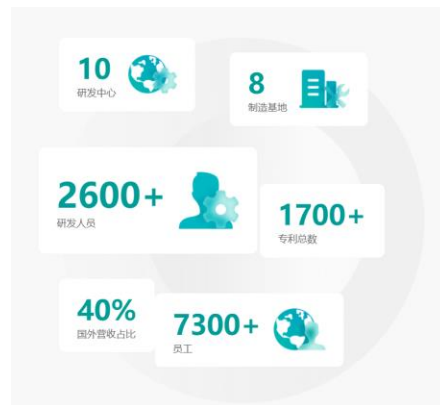
图：光宝AI服务器系列产品研发建设规划



# 大功率+多海外厂+头部客户合作助力麦格米特拿到国际头部公司AI服务器电源供货资格

- 麦格米特是电气自动化领域硬件和软件研发、生产、销售与服务的一站式解决方案提供商。以电力电子及自动控制为核心技术，业务涵盖电源产品、工业自动化、新能源&轨道交通、智能装备、智能家电电控、精密连接六大板块。2023年，公司电源产品销售收入为21.22亿元，占公司总收入的31.42%。
- 经过20多年电源行业技术积累，麦格米特为多领域提供高质量、高性能、高可靠性、高性价比的一站式电源解决方案，同时具备以下优势：
  - ✓ 深耕电源领域，大功率（3-4KW以上）电源技术储备丰富。AI服务器对电源产品最高功率具有一定要求，麦格米特在服务器电源模块有着长时间的技术积累，是具备业界领先的高功率高效率网络电源的技术水平及产品研发与供应能力。通信电源产品，有2kw/3kW/6kW的IP65电源和50AH的IP65电池，用于5G户外系统；服务器电源包括800-2200w CRPS系列产品。
  - ✓ 海外布局产能快速增长，规避地缘风险。公司在印度和泰国建立海外工厂。泰国方面，租赁的场地及厂房已建设了部分产能，并已开始向海外客户交付；自有厂房也已开始建设，麦格米特预计建成可实现20亿人民币年产值。
  - ✓ 国际头部客户有持续合作经验，拿到某国际头部公司系列AI服务器电源供货资格。公司电源产品业务目前已逐步从投入期走向收获期，与爱立信、诺基亚、GE、飞利浦、魏德米勒、西门子、ABB、Cisco、Juniper、施耐德、EnerSys、特变电工、小米、长虹、创维等国内外知名企业建立了合作，具有一定的市场地位及品牌声誉。2024年，通过与某国际头部公司合作以高姿态进入AI服务器电源行业，麦格米特有望打开国内外更大市场。

图：麦格米特介绍



图：麦格米特全球布局



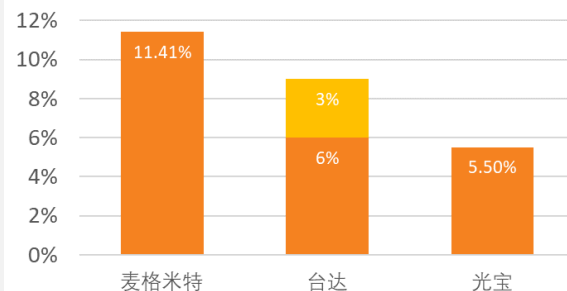
## 与国内服务器电源厂商对比，麦格米特综合优势明显

公司	基本情况	电源产品（大功率）	海外产能	客户（是否有海外头部客户合作经验）	麦格米特的独特优势
麦格米特	2023年，公司电源产品销售收入为21.22亿元，占公司总收入的31.42%	通信电源：有2kw/3kW/6kW的IP65电源和50AH的IP65电池，用于5G户外系统。 服务器电源：800-2200wCRPS系列产品	公司在印度和泰国建立海外工厂	公司在电源产品领域经过多年积累，持续为爱立信、诺基亚、Cisco、Juniper等海外知名企业提供产品和研发及生产服务	<b>（1）大功率（3-4KW以上）电源技术储备丰富； （2）海外产能布局规避地缘风险； （3）与国际头部客户有持续合作经验</b>
欧陆通	2023年，电源适配器收入16亿元，占比56%；服务器电源收入8亿元，占比28.5%	已有包括 800W-3200W 全系列CRPS 电源、1300W-4000W 高功率风冷服务器电源、1600W 3500W 分布式浸没式液冷服务器电源以及30KW 集中式浸没式液冷服务器电源等核心产品	在越南设立生产基地	服务器电源主要为国内客户：富士康、浪潮信息、星网锐捷、新华三、华勤、大华、联想、海康威视等	服务器电源主要为国内客户
中国长城	公司从事的主要业务包括：计算产业、系统装备及其他业务。 <b>服务器电源国内市占率第一。</b> 国内单体功率最大的塔式服务器电源。CRPS系列服务器电源出货量全球第一	4800W和3200W两款高功率CRPS服务器电源，能量密度高，稳定性强，有着80plus钛金能效	-	2023年，前五大客户有浪潮、宏基股份、新华三信息技术有限公司等	-
奥海科技	业务布局涵盖智能终端充储电、新能源汽车电控、数字能源等领域。其中， <b>手机充电器2023年全球市占率近17%，稳居全球第一</b>	2023年，CRPS服务器电源已形成系列化产品（550W/800W/1300W/1600W/2000W）量产供货；大功率服务器电源部分应用于AI服务器	在印度、印尼有制造基地，越南工厂建设中	在手机充电器领域与国内外知名客户建立了长期稳定的合作关系，主要客户包括主流知名手机品牌商，涵盖各大品牌的国内外市场	产品最高功率为2kw
泰嘉股份	主营“锯切+电源”双业务。大功率电源业务包含服务器电源模块产品， <b>大功率电源业务尚处在产能爬坡期在手订单有保障</b>	-	-	电源事业部海外收入约占28%，控股子公司罗定雅达专注于电源产品，与全球一线品牌客户长期保持合作和供应关系	相对其他竞争对手布局稍晚

# 麦格米特与台达、光宝相比均存在一定差距，但注重研发加速追赶

- AI服务器电源领域，台达领先市场，拿下多个英伟达大单开展深度合作。台达已拿下英伟达大订单，而麦格米特目前只拿到某国际头部公司AI服务器电源供货资格，尚未传出批量供货的消息，存在不确定性。
- 电源产品收入，台达与光宝均在百亿人民币级别，而麦格米特目前尚在20亿人民币体量。
- 麦格米特研发费用超收入的10%，有望缩小技术差距。2023年，麦格米特研发费用占收入比重为11.4%，而台达的研发投入为收入的6-9%，光宝则为5.5%。

图：三家企业研发费用占收入比重



注：台达研发费用占收入比重在6%-9%区间

公司	基本情况	电源产品（大功率）	海外产能	AI服务器电源产品覆盖	AI服务器电源供货情况
麦格米特	2023年电源产品销售收入为21.22亿元，占公司总收入的31.42%。	通信电源：有2kw/3kw/6kw的IP65电源和50AH的IP65电池，用于5G户外系统； 服务器电源：800-2200wCRPS系列产品。	印度和泰国建立海外工厂	-	拿到某国际头部公司AI服务器电源供货资格，但还未开始供货
台达电子	2023年合并营业额NT\$4012亿（约891.5亿人民币），电源及零组件收入占比62%，（约553亿人民币）。	66kW与33kW第三代开放式机柜标准（ORV3）的机架式电源，能源效率高达97.5%； DC/DC电力转换：多款输出功率介于200W-2000W的DC/DC转换器，能效可高达98.5%	海外工厂：泰国、印度、美国、东欧	AC-DC + DC-DC	目前美系Tier 1 CSP AI服务器电源的最大供应商，拿下英伟达Blackwell架构系列B100 B200、GB200服务器电源订单；液冷等其他方面也有合作
光宝科技	2023年营收NT\$1483亿（329亿人民币），营业毛利率22%，营业利润率9.8%；云端及物联网部门收入占比35%，服务器电源占比为个位数。	5.5KW电源、33KW/power shelf（机柜式电源）已陆续交货；正开发8KW及更高功率密度和转换效率的电源解决方案	海外工厂：泰国、越南、美国、墨西哥	-	-



## 五、投资建议

## 看好内资电源企业麦格米特、欧陆通在AI服务器电源市场打开增量空间

- 目前AI服务器电源领域台资占主导，我们认为往后看，内资服务器电源领先企业有望凭借性价比、响应速度等持续提升份额。我们重点推荐目前已进入英伟达B系列服务器电源合格供应商名单的【麦格米特】，建议关注服务器电源领先企业【欧陆通】。
- ✓ 【麦格米特】：公司过去10年维度营收复合增速接近30%、扣非利润复合增速35%+，且具备高功率电源技术储备（产品包含2kw/3kW/6kW的IP65通信电源），是兼具安全性、稀缺性及弹性的优质标的。
- ✓ 【欧陆通】：公司是电源适配器行业领先企业，已与LG、HP、Honeywell、谷歌、富士康等众多企业建立合作关系，且数据中心电源产品在技术水平、产品质量、响应速度等方面均处于行业前列，已成为富士康、浪潮信息、星网锐捷、新华三、华勤、联想等在内的多家头部企业供应商。

- **AI服务器电源需求不及预期：**当前产业界对于AI算力需求处于高增长阶段，若后续整体算力需求减缓、算力资本开支放缓可能会影响AI服务器电源需求。
- **原材料价格波动风险。**服务器电源原材料包括半导体、电容电阻、磁性材料等，若后续原材料价格剧烈波动可能会对公司盈利能力造成不利影响。
- **竞争加剧风险：**由于AI服务器电源由于具备一定的技术壁垒，当前市场中竞争者较少，主要为台资以及大陆的个别企业；后续行业需求扩张可能会吸引更多竞争者进入、加剧行业竞争。
- **测算具有主观性，仅供参考。**本报告测算部分为通过既有假设进行推算，仅供参考。

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户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，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、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。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、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。

## 特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS