



电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）
行业专题研究报告

证券研究报告

新能源与电力设备组

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

联系人：陆文杰

luwenjie3@gjzq.com.cn

联系人：范晓鹏

fanxiaopeng@gjzq.com.cn

供配电专题：AIDC 浪潮兴起，把握设备变革契机

投资逻辑：

预计 2024 年全球数据中心投资超 4000 亿美元，其中美国/欧洲/中国占比达 30%/24%/23%。随着人工智能技术在各个行业的应用不断深化，预计全球 AIDC 新增装机量有望从 2024 年的 7GW 增长至 2028 年的 59GW，CAGR 高达 73%。供配电系统是数据中心的“心脏和血管”，投资占比约 10-15%，包含不间断电源、配变电、备用电源三个子系统：

■ 不间断电源系统：高功率电源星辰大海，HVDC、BBU 市场方兴未艾。

传统的 UPS 技术成熟，可靠性高，但需经过 AC/DC-DC/AC 两级变换，而 HVDC 仅需 AC/DC 一次变换，效率更高。近几年国内互联网大厂主推 HVDC-巴拿马电源，集成度和效率均优于传统的 UPS 和 HVDC 方案；海外大厂主流选择为 OCP 方案，采用 PSU+BBU 代替 UPS，更适合 AIDC 等高功耗场景。英伟达当前 GB200、GB300 已引入 BBU 作为备电方案，Meta 等科技巨头在新一代高功率伺服器标准（如 ORv3 HPR）将 BBU 模组设为标准配置，看好后续渗透率逐步提升。BBU 电池市场当前以日韩主导，后续有望复刻电动工具电池的国产替代路径。

目前由于部分 AI 服务器安装在存量数据中心，为了和传统负载兼容，仍旧需要 UPS+PSU 的供电方案。随着服务器功耗要求越来越高，预计高功率密度、高效率的 PSU+BBU、HVDC+PSU 方案占比将持续提升。假设 2023-2028 年 BBU/HVDC 在 AIDC 中的渗透率将从 48%/2%提升至 60%/15%，预计 2025 年高功率 PSU/AIDC 备用电源（UPS+HVDC+BBU）市场空间分别为 304/101 亿元，24-28 年全球 AIDC 高功率 PSU/HVDC/BBU 市场 CAGR 为 243%/165%/79%。

■ 配变电系统：AIDC 建设驱动变压器、开关柜需求高增，国内外头部企业加大研发投入。

降压变压器和高低压开关柜是配变电系统的核心，AIDC 负载显著高于传统数据中心负载，因此企业额外自建变电站是未来主流趋势，带来更多 110kv 及以上电力设备增量空间。预计 2028 年全球 AIDC 用变压器/开关柜需求达到 681/985 亿元，24-28 年 CAGR 达 71%/69%，占下游总需求比例分别提升至 12%/7%。当前数据中心领域开关柜、变压器，海外头部厂商包括伊顿、西门子、施耐德等主要提供模块化设备、综合解决方案，国内厂商明阳电气、金盘科技、伊戈尔等持续加大研发投入，下游客户导入领先。

■ 备用电源柴油发电机：近千亿美元规模，国产化趋势明晰。

柴发为数据中心重要备电应急方案，受益于 AIDC 对于柴发功率、电力输出稳定性以及耐久性要求，单机壁垒及价值量预计提升。测算到 2028 年全球数据中心用柴发规模达 834 亿元，CAGR 6%，其中 AIDC 用柴发规模达 302 亿元，CAGR 达 43%。当前高端柴发市场由外资康明斯、MTU 等垄断，国内外价差较大，亟待国产替代；伴随国内头部厂商潍柴动力、玉柴机器等扩产，以及 AI 发展趋势下国内数据中心应用巨头资本扩张，内资供应份额预计提升。

投资建议

最看好门槛高、价值量大、竞争格局好的高功率密度 AC/DC 电源环节；其次看好 HVDC、BBU 方案渗透率提升，对 UPS 形成替代效应；再次看好 AIDC 建设拉动配套电气设备、柴油发电机需求增长。建议关注四条投资主线：AC/DC 服务器电源、备用电源 HVDC/BBU、配套电气设备、柴油发电机（完整推荐组合详见正文）。

风险提示

全球数据中心扩张进度不及预期、中美科技领域政策恶化、市场竞争加剧、技术迭代风险



内容目录

一、总览：AIDC 增量空间广阔，供配电环节重点关注服务器电源、HVDC/BBU、配套电气设备、柴油发电机...	5
1.1 24 年全球数据中心投资超 4000 亿美元，预计 24-28 年全球 AIDC 装机 CAGR 达 73%.....	5
1.2 供配电系统是数据中心的“心脏和血管”，朝高效、可靠、节能等方向持续迭代.....	6
1.3 建议关注四条投资主线：AC/DC 服务器电源、备用电源 HVDC/BBU、配套电气设备、柴油发电机.....	10
二、不间断电源系统：高功率电源星辰大海，HVDC、BBU 市场方兴未艾.....	11
2.1 AIDC 需求驱动电源向更高功率密度、更高效率迭代.....	11
2.2 BBU 是 AIDC 新增备电方案，看好后续渗透和电池端国产替代.....	17
2.3 预计 24-28 年全球 AIDC 高功率 PSU/HVDC/BBU 市场 CAGR 为 243%/165%/79%.....	22
2.4 海外市场台企积累深厚，大陆厂商技术实力渐受认可.....	24
三、配变电系统：AIDC 建设驱动变压器、开关柜需求高增，国内外头部企业加大研发投入.....	28
3.1 配变电系统核心设备是降压变压器和高压开关柜，AIDC 负载高驱动企业额外自建变电站.....	28
3.2 预计 2028 年全球 AIDC 用变压器/开关柜需求达到 681/985 亿元，24-28 年 CAGR 达 71%/69%.....	30
3.3 海外头部厂商综合解决方案相对成熟，国内厂商加大数据中心领域研发投入.....	31
四、AIDC 柴油发电机：近千亿美元规模，国产化趋势明晰.....	35
4.1 柴发为数据中心重要备电方案，AIDC 提升壁垒及价值量.....	35
4.2 近千亿美元规模，享终端放量红利.....	36
4.3 格局分析：进口比例较高，亟待国产替代.....	37
4.4 公司推荐.....	38
五、投资建议.....	40
六、风险提示.....	41

图表目录

图表 1：AIDC 与 IDC 在算力类型、芯片、应用场景、机柜规格等方面存在显著差异.....	5
图表 2：2024 年全球数据中心投资超 4000 亿美元，其中美国/欧洲/中国占比达 30%/24%/23%.....	6
图表 3：预计 2025-2030 年美国/中国数据中心投资增长更快（单位：亿美元）.....	6
图表 4：全球 AIDC 新增装机量有望从 2024 年的 7GW 增长至 2028 年的 59GW，CAGR 高达 73%.....	6
图表 5：到 2030 年 AI 将推动数据中心使用全球能源发电量的 4.5%.....	6
图表 6：数据中心主要由变电站、变配电室、电力机房、油机房、冷冻机房、主机房六部分组成.....	7
图表 7：数据中心主要设备及价值量拆分：设备投资占比约 70-80%，其中供配电设备占比约 10-15%.....	8
图表 8：数据中心供配电系统主要由三个子系统组成：配变电系统、不间断电源系统、备用电源系统.....	9
图表 9：DR 系统配电架构：每个供配电单元为本组负载和相邻负载供电.....	10



图表 10: RR 系统配电架构: 一个供配电单元作为其他所有供配电单元的备用..... 10

图表 11: 供配电系统三种架构对比: 传统数据中心主要采用 2N 系统架构..... 10

图表 12: AIDC 供配电设备价值量/行业规模/国内厂商布局情况, 重点关注服务器电源、HVDC/BBU 等环节.. 11

图表 13: 数据中心 UPS 供电方案需经过 AC/DC-DC/AC 两级变换..... 11

图表 14: 数据中心 HVDC 供电方案仅需完成 AC/DC 一级变换..... 12

图表 15: 巴拿马电源集成了 10kVac 配电、隔离变压、模块化直流电源和输出配电单元等环节..... 12

图表 16: 2N 巴拿马供电方案..... 13

图表 17: 2N (巴拿马+市电) 方案..... 13

图表 18: 巴拿马电源转换效率高于传统 UPS 或 HVDC 方案, 同时更节省占地面积..... 13

图表 19: 中恒电气为腾讯供货的 T-Train 火车头系统整体架构与巴拿马电源类似..... 14

图表 20: OCP 供配电系统与传统 UPS 系统对比..... 14

图表 21: OCP ORv3 机柜正面和背面图..... 15

图表 22: 一组 Power Shelf 由 6 个 PSU 组成..... 15

图表 23: OCP ORv3 电源与传统 CRPS 电源对比..... 15

图表 24: OCP ORv3 方案将分散的 PSU 从服务器中独立出来, 实现机架级电源..... 16

图表 25: Vertiv 预计 AI GPU 的机架密度将持续增长..... 16

图表 26: AI 服务器 PSU 的功率演变 (左); 服务器机架架构示例 (右)..... 17

图表 27: BBU 在配电设备中的布设位置..... 17

图表 28: 当电力中断或不足时, BBU 能确保系统有足够的时间来保存重要数据..... 17

图表 29: 不同备载电源方案特点, BBU 响应在秒级..... 18

图表 30: BBU 的 BOM 占比以电池组为主..... 19

图表 31: BBU 电池一般应用能量密度、放电倍率性能更优的三元材料..... 19

图表 32: 天鹏能源产品性能指标..... 20

图表 33: 三星 SDI 园林工具专用锂电池性能指标..... 20

图表 34: 2019 年格力博前五大供应商及份额, 海外电芯为主..... 21

图表 35: 1H22 格力博前五大供应商及份额, 国产电芯为主..... 21

图表 36: 2019 年全球电动工具锂电池装机份额以日韩为主..... 21

图表 37: 2020 年全球电动工具锂电池出货份额, 国产企业显著上升..... 21

图表 38: 国内部分企业已推出全极耳小圆柱电池..... 22

图表 39: AIDC 对应的服务器电源设备市场空间..... 23

图表 40: AIDC 对应的备用电源设备市场空间..... 23

图表 41: AIDC 供配电环节主流玩家产品布局一览..... 24

图表 42: 台达服务器电源品类齐全, 包括 AC/DC、DC/DC 转换器..... 24

图表 43: 台达 2024 前三季度营收 98 亿美元..... 25

图表 44: AI 电源占比提升带动公司盈利能力显著增强..... 25



图表 45:	受益于 AIDC 建设加速, 公司电源和基础设施业务实现量利齐升.....	25
图表 46:	中恒电气 HVDC-巴拿马电源系统通过模块化、集成化设计可节省占地面积 50%.....	26
图表 47:	中恒电气 2024 前三季度收入 11.8 亿元.....	26
图表 48:	中恒电气 24H1 数据中心电源收入占比提升.....	26
图表 49:	目前公司量产的服务器电源以 CRPS 电源为主.....	27
图表 50:	麦格米特 2024 年前三季度收入 59 亿元.....	27
图表 51:	麦格米特 24H1 电源收入占比 27%.....	27
图表 52:	2024 年公司推出符合 OCP 0Rv3 规范的机架式电源解决方案.....	28
图表 53:	欧陆通 2024 年前三季度收入 26.6 亿元.....	28
图表 54:	欧陆通 24H1 数据中心电源业务收入占比 31%.....	28
图表 55:	配变电系统核心设备是降压变压器和高低压开关柜.....	29
图表 56:	数据中心领域主要采用干式变压器.....	29
图表 57:	AIDC 负载显著高于传统数据中心, 企业通常自建 110、220kv 变电站.....	30
图表 58:	2023-2028 年 AI 数据中心用变压器/开关柜需求测算: 预计到 2028 年全球 AI 变压器和开关柜的需求分别达到 681 亿元/985 亿元, 2024-2028 年 CAGR 分别达 71%/69%.....	31
图表 59:	海外头部厂商主要提供模块化设备、综合解决方案, 国内厂商主要包括明阳电气、金盘科技、伊戈尔.....	31
图表 60:	伊顿数据中心领域产品布局全面.....	32
图表 61:	伊顿数据中心专用集成电力模块所用核心部件均由伊顿原厂生产.....	32
图表 62:	西门子数据中心解决方案 3.0 提供全套配变电设备.....	32
图表 63:	明阳电气和腾讯、京东、维谛、中国移动等建立了稳定的合作关系.....	33
图表 64:	公司数据中心领域布局时间较久.....	33
图表 65:	金盘科技干式变压器广泛应用于 IDC 数据中心领域, 下游客户丰富.....	34
图表 66:	公司下游新型基础设施业务收入快速增长.....	34
图表 67:	伊戈尔移相变压器产品布局领先.....	35
图表 68:	柴油发电机构造示意图.....	35
图表 69:	康明斯 qsk60 系列数据中心用 2000kWh 柴油发电机组.....	36
图表 70:	全球数据中心用柴油发电机市场空间测算 (2023-2028 年; 单位: 台、亿元).....	37
图表 71:	全球柴油发电机及 OEM 厂商格局分析 (2025 年).....	37
图表 72:	潍柴动力营业收入和扣非净利润变化.....	38
图表 73:	潍柴动力毛利率和扣非利润率变化.....	39
图表 74:	天润工业营业收入和扣非净利润变化.....	39
图表 75:	天润工业毛利率和扣非利润率变化.....	40
图表 76:	主要推荐标的盈利预测及估值 (元/股、亿元).....	40



一、总览 :AIDC 增量空间广阔 ,供配电环节重点关注服务器电源、HVDC/BBU、配套电气设备、柴油发电机

1.1 24 年全球数据中心投资超 4000 亿美元，预计 24-28 年全球 AIDC 装机 CAGR 达 73%

智算中心 (AIDC, Artificial Intelligence Data Center) 是专门为人工智能计算任务提供算力服务、数据服务和算法服务的新型算力基础设施,与通用数据中心相比主要在搭载①芯片类型、②应用场景、③机柜功率等方面存在显著差异:

- ① 芯片类型:通用数据中心主要搭载 CPU 芯片,计算能力相对有限;AIDC 普遍采用 CPU+GPU 形式的异构服务器, GPU 数量较多以满足高性能计算要求。
- ② 应用场景:通用数据中心一般不需要处理复杂计算任务,用于电子商务平台、社交媒体网站等平台的托管、数据库管理以及文件存储等;AIDC 主要用于深度学习、机器学习以及大规模数据处理任务,如自动驾驶、科研计算、生成式 AI 智能语言模型、公共安全系统、智慧交通等领域,处理的计算任务通常较为复杂。
- ③ 机柜功率:通用数据中心单机柜功率相对较低,一般在 2-10KW;AIDC 单机柜功率较高,通常在 12-24KW 或以上,随着人工智能技术的不断发展和对算力需求的持续增加,单机柜功率还有进一步提升的趋势。

图表1: AIDC 与 IDC 在算力类型、芯片、应用场景、机柜规格等方面存在显著差异

	IDC通用数据中心	AIDC智算中心
算力类型	提供通用算力(或称基础算力)以用于数据存储和虚拟化、通用(基础)计算、大数据分析等	提供智能算力,以用于人工智能的训练和推理计算,语言、图像和视频的智能处理
芯片	主要搭载CPU芯片	主要搭载GPU、FPGA、ASIC等 AI加速芯片
应用场景	电子商务平台、社交媒体、即时通讯、音视频与流媒体平台等	自动驾驶、科研计算、生成式AI智能语言模型、公共安全系统、智慧交通
机柜规格	普遍在2-10KW	12KW-24KW或以上

来源:首程控股《数据中心行业投资与价值洞察》,国金证券研究所

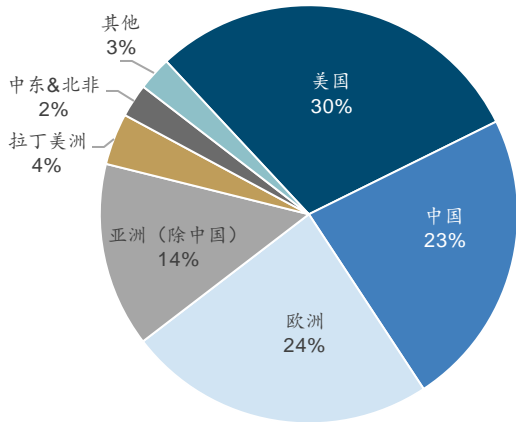
24 年全球数据中心投资超 4000 亿美元，未来 5 年 CAGR 超 8%，美国、中国贡献更高增长。

Statista 数据显示,2024 年全球数据中心投资超 4000 亿美元,其中美国/欧洲/中国占比达 30%/24%/23%,2029 年全球投资规模有望超过 6000 亿美元,CAGR 超过 8%,分地区看:

- 美国:作为全球云计算、人工智能等产业发展引领者,技术创新驱动数据中心投资增长强劲,谷歌、微软、Meta 等科技巨头均加大投资用于数据中心建设,预计 2025-2028 年复合增长率约 11.4%。
- 中国:国家将数据中心列为新型基础设施建设的重要组成部分,出台了多项政策支持“新基建”发展;同时电商、移动互联网、短视频等领域蓬勃发展,运营商、互联网企业都在积极投资建设数据中心,预计 2025-2028 年复合增长率约 8.3%。
- 欧洲:金融、制造、医疗等行业的数字化转型加速,对数据中心的能效和可持续性提出了更高标准,促使企业投资建设更节能、环保的新型数据中心,预计 2025-2028 年复合增长率约 6.1%。

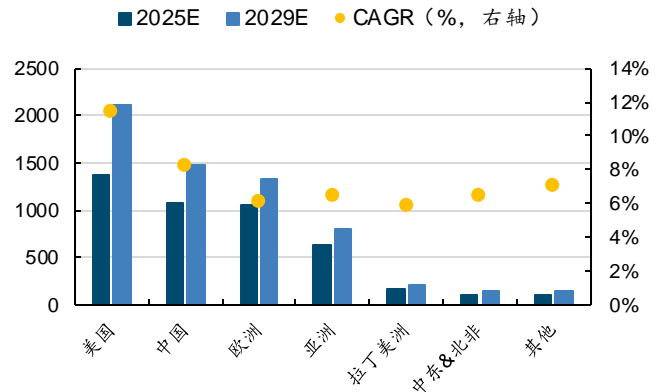


图表2: 2024 年全球数据中心投资超 4000 亿美元, 其中美国/欧洲/中国占比达 30%/24%/23%



来源: Statista, 国金证券研究所

图表3: 预计 2025-2030 年美国/中国数据中心投资增长更快 (单位: 亿美元)



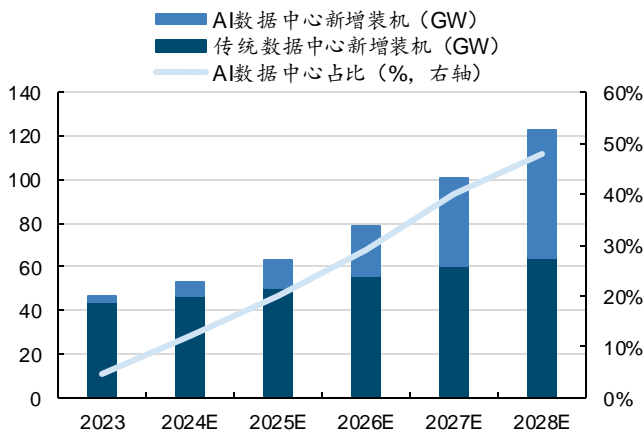
来源: Statista, 国金证券研究所 (*注亚洲不包含中国)

预计 24-28 年全球 AIDC 装机 CAGR 达 73%, 2030 年数据中心将使用全球发电量的 4.5%。

在全球数字化转型浪潮中, 各行业对智能化、自动化管理需求持续旺盛驱动传统数据中心市场规模稳步增长, 根据 SemiAnalysis 数据, 2024-2028 年传统数据中心装机有望维持 8% 的年复合增长率。但随着人工智能技术在各个行业的应用不断深化, AIDC 发展前景将更具潜力, 预计全球 AIDC 新增装机量有望从 2024 年的 7GW 增长至 2028 年的 59GW, CAGR 高达 73%, 占全部数据中心装机比重提升至 48%。

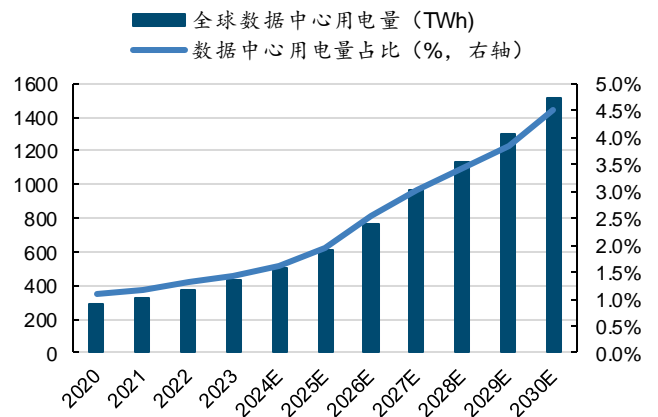
用电量方面, AIDC 对于算力的需求将使得电力需求大幅提升, 预计 AIDC 的建设运营将推动全球数据中心用电量由 2023 年的 430TWh (占全球用电量的 1.4%) 提升至 2030 年的 1510TWh (占全球用电量的 4.5%)。

图表4: 全球 AIDC 新增装机量有望从 2024 年的 7GW 增长至 2028 年的 59GW, CAGR 高达 73%



来源: SemiAnalysis, 国金证券研究所

图表5: 到 2030 年 AI 将推动数据中心使用全球能源发电量的 4.5%



来源: SemiAnalysis, 国金证券研究所

1.2 供配电系统是数据中心的“心脏和血管”, 朝高效、可靠、节能等方向持续迭代

数据中心主要由变电站、变配电室、电力机房、油机房、冷冻机房、主机房六部分组成。

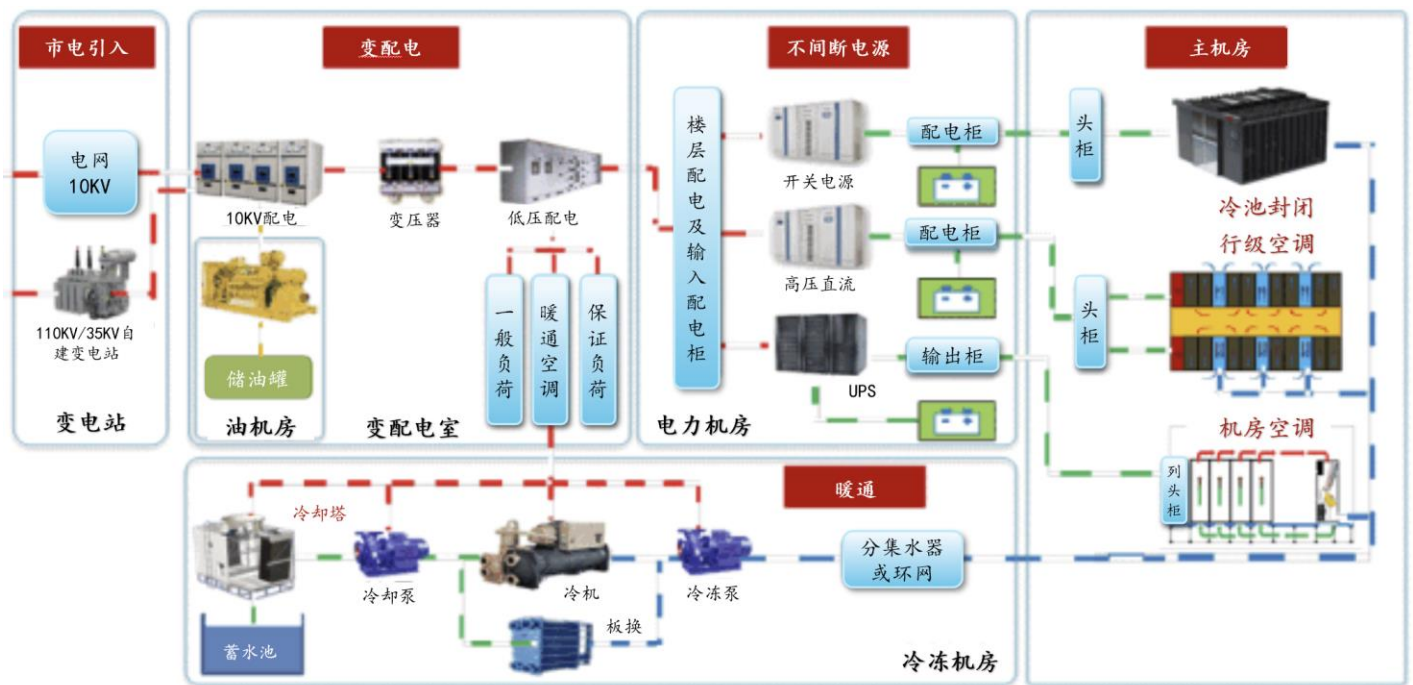
- ① 变电站: 数据中心电力供应的起点。变电站从城市电网接入高压电 (35kV、110kV、220kV), 变电站内的变压器会将其降压到 10kV 然后将 10kV 中压电输送到下一级的变配电室。
- ② 变配电室: 主要接收变电站输出的中压电, 然后进行配电和电压转换。它将中压电分



配到数据中心的不同区域，把 10kV 中压电通过变压器转换为低压电（380V/220V）以满足数据中心内各种设备的用电需求。此外变配电室还能通过配电柜实时监测电压、电流、功率等参数，对电路进行通断控制，实现过载、短路等故障保护。

- ③ 电力机房：主要放置不间断电源（UPS）系统。在供电正常时，UPS 系统会对输入的电力进行稳压、整流和逆变等处理输出纯净稳定的交流电供给设备，同时对自身的蓄电池组进行充电。当市电突然中断，UPS 系统能够迅速切换到蓄电池供电模式，确保关键设备不会因电力中断而关机。
- ④ 油机房：主要放置柴油发电机组。当市电完全中断，柴油发电机组作为应急电源启动，通过燃烧柴油产生动力，驱动发电机发电。
- ⑤ 冷冻机房：确保数据中心内设备处于正常运行温度环境。通过空气/液体冷却系统对数据中心内的热空气进行冷却处理，带走设备运行产生的热量，同时还能够对数据中心内的湿度进行调节。
- ⑥ 主机房：数据中心的核心区域，放置大量的服务器、存储设备和网络设备。服务器用于运行各种应用程序、处理数据和提供计算服务；存储设备用于存储海量的数据；网络设备（交换机、路由器等）负责构建数据中心内部的网络以及与外部互联网的连接。

图表6：数据中心主要由变电站、变配电室、电力机房、油机房、冷冻机房、主机房六部分组成



来源：中国通信学会通信电源委员会，国金证券研究所（*注：红色线为市电流向，绿色线为不间断电源流向，蓝色线为冷冻水流向，黄色线为冷却水流向）

数据中心设备投资占比约 70-80%，其中供配电设备占比约 10-15%。

数据中心投资主要分为设备投资与非设备投资，其中非设备投资主要是建筑工程、土地购置、安装工程、规划设计、运营维护等等，投资占比约 20-30%。设备投资能够进一步拆分为主设备投资（70-80%）与配套设备投资（20-30%）。

- 主设备投资：主要包含①IT 算力设备（75%-80%）：服务器、存储设备；②通信设备（20-25%）：交换机、路由器、防火墙。随着 AIDC 的发展，数据处理量和计算复杂度大幅提升，需要更强的服务器、存储设备、通讯设备进行支撑，预计主设备投资占比将逐渐提升。
- 配套设备投资：主要包含①供配电设备（55%）：柴油发电机、变压器、不间断电源、配电柜、后备电池等；②散热制冷设备（35%）：空气冷却系统、液体冷却系统；③管理系统（10%）：动环监控系统、楼宇自控系统。



图表7: 数据中心主要设备及价值量拆分: 设备投资占比约 70-80%, 其中供配电设备占比约 10-15%



来源: 国金证券研究所绘制 (*注图中数据为估算值)

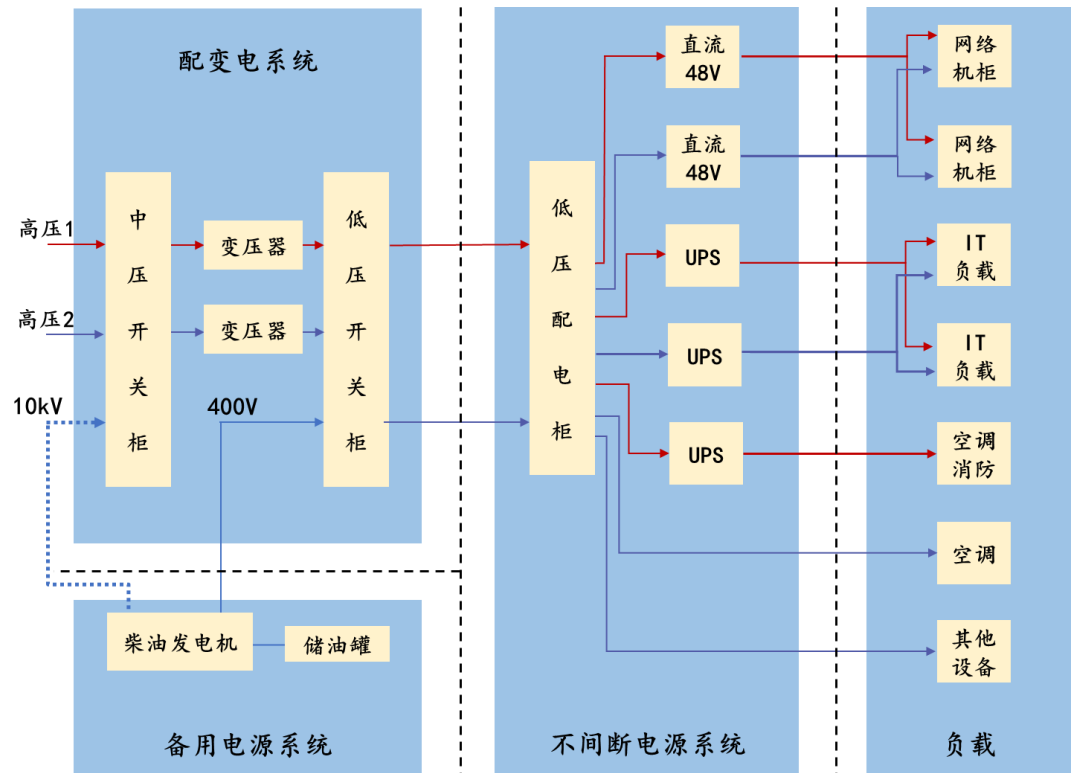
供配电系统包含配变电、不间断电源、备用电源三个子系统, AI 时代朝着高效、可靠、节能、绿色环保等方向迭代。

供配电系统是数据中心的“心脏和血管”。随着数据中心规模越来越大, 复杂程度越来越高, 稳定、可靠的供配电系统是实现数据中心正常运转的关键。供配电系统主要由配变电系统、不间断电源系统、备用电源系统三个子系统组成, AIDC 发展趋势对三个子系统均提出更高要求:

- 配变电系统: 要求高容量与高功率支持, 具备快速响应与灵活调整能力。AI 数据中心设备规模和计算需求大, 要求配变电系统具备更高的容量和功率输出能力, 同时具备快速的响应能力能实时调整电力分配、满足设备动态功率需求。
- 不间断电源系统: 要求具备长续航、高功率密度和效率。AI 设备功率密度高, 需要 UPS 具有更高的功率密度, 能在较小的空间内提供更大的功率输出, 降低能源损耗, 提高能源利用率。
- 备用电源系统: 要求快速启动与稳定运行, 兼具环保与高效。AI 数据中心对电力中断的容忍度低, 备用电源系统需具备更快的启动速度。此外备用电源系统应采用更环保的燃料, 适应数据中心的环境要求。



图表8: 数据中心供配电系统主要由三个子系统组成: 配变电系统、不间断电源系统、备用电源系统



来源:《数据中心供配电系统的设计》, 国金证券研究所绘制

当前供配电系统多采用2N系统架构,未来朝着DR和RR架构演绎,可大大提升系统效率。

传统数据中心供配电系统普遍使用2N系统架构(N代表一个完整的供电系统),采用两个独立的供电系统,每个系统均能满足全部负载的用电需要,同时工作、互为备用。此种架构能够提高供电系统可靠性、建设简单、运维难度低,但由于设备配置多,成本相对较高。

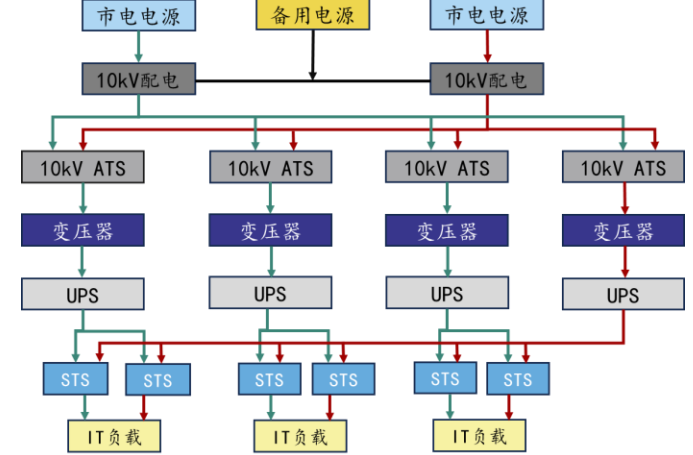
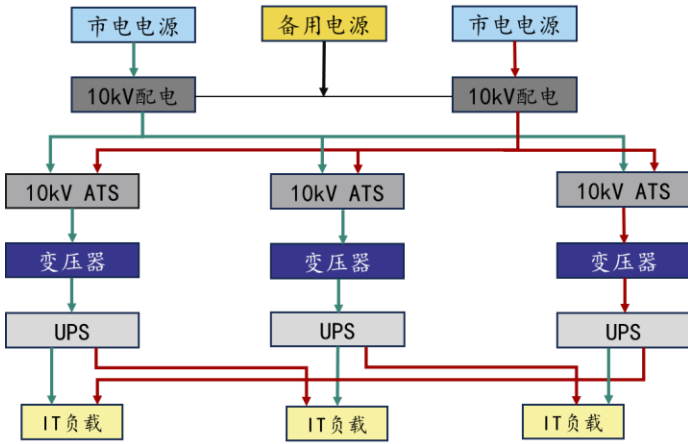
随着AI数据中心的机柜功率密度逐渐提升,采用2N系统架构的供配电系统占地面积不断加大。根据VERTIV,当单机柜功耗提升到8kW左右时,供配电系统占地面积将达到IT设备占地面积的1/2左右;当单机柜密度提升到16kW,供配电系统占地面积将与IT设备占地面积几乎相同,因而亟需优化系统设计提升数据中心整体的使用效率。与传统2N架构相比,单位面积下,DR架构算力提升33%,RR架构算力提升50%。

- DR架构(Distributed Redundancy, 分布式冗余式配电系统架构): ①定义: 由N(N≥3)个配置相同的供配电单元组成,N个单元同时工作。将负载均分为N组,每个供配电单元为本组负载和相邻负载供电,形成“手拉手”供电方式,变压器负载率在66%以下,可用性99.998%; ②优点: 运行效率高、前期投资少; ③缺点: 运维相对复杂、难以形成物理隔离。
- RR架构(Reserve Redundancy, 后备式冗余式配电系统架构): ①定义: 属于N+1配置,系统由多个供配电单元组成,其中一个单元作为其他所有单元的备用,当其中一个运行单元发生故障时,该单元对应的负载通过电源切换装置由备用单元负责供电,可用性99.995%; ②优点: 建设成本低,运行效率高; ③缺点: 静态转换开关(STS)配置较多,运维较复杂。



图表9: DR 系统配电架构: 每个供配电单元为本组负载和相邻负载供电

图表10: RR 系统配电架构: 一个供配电单元作为其他所有供配电单元的备用



来源: 通信电源技术公众号, 国金证券研究所

来源: 通信电源技术公众号, 国金证券研究所

图表11: 供配电系统三种架构对比: 传统数据中心主要采用 2N 系统架构

	2N系统	DR系统	RR系统
建设成本	100	91.4	91.9
运行成本(电费)	100	99.1	106.5
系统架构	简单	适中	复杂
实现物理隔离	容易	很难	适中
运维难度	低	适中	高
可用度	0.99999	0.99998	0.99995

来源: 通信电源技术公众号, 国金证券研究所

1.3 建议关注四条投资主线: AC/DC 服务器电源、备用电源 HVDC/BBU、配套电气设备、柴油发电机

我们将在后续章节详细阐述 AIDC 发展趋势下不间断电源系统、配变电系统、备用电源系统具体应用方案/场景、主流设备的技术特点&未来市场空间测算、国内外主流厂家业务布局情况等等, 本节主要用于展示 2-4 章主要研究成果, 核心结论如下:

- 市场空间方面: 高功率 AC/DC 服务器电源潜在空间巨大, 24-28 年 CAGR243%, 增速最高; 其次 BBU、变压器、开关柜, 24-28 年 CAGR 70-80%, 空间大、增速适中; 再次 HVDC 弹性大。
- 市场格局方面: 在高功率 AC/DC 服务器电源领域, 目前价值量较高的 5.5kW 电源国内企业麦格米特、欧陆通已有相关产品储备, 竞争格局好。在 HVDC、BBU 领域, 国产厂商技术逐渐受市场认可, 市场集中度较高。数据中心领域配套开关柜、变压器市场参与者数量较多, 竞争格局相对分散。
- 综合排序: 最看好门槛高、价值量大、竞争格局好的高功率密度 AC/DC 电源环节; 其次看好 HVDC、BBU 方案渗透率提升, 对 UPS 形成替代效应; 再次看好 AIDC 建设拉动配套电气设备、柴油发电机需求增长。



图表12: AIDC 供配电设备价值量/行业规模/国内厂商布局情况, 重点关注服务器电源、HVDC/BBU 等环节

主要供配电设备		单价 (元/W)	2024年市场空间 (亿元)	2028年市场空间 (亿元)	24-28年CAGR	市场集中度	相关标的
AI 服务器电源 (AC/DC)	5.5kW及以上PSU	2.3	17	2293	243%	高	麦格米特、欧陆通
备用电源	HVDC	0.6	2	79	165%	较高	中恒电气、禾望电气
	UPS	0.5	22	110	49%	较高	科士达、科华数据
	BBU	0.6	28	290	79%	较高	蔚蓝锂芯、亿纬锂能
配套电气设备	变压器	0.5	80	681	71%	中	明阳电气、金盘科技
	开关柜	0.8	120	985	69%		
柴油发电机		1.5	71	303	44%	较高	潍柴动力、天润工业

来源: SemiAnalysis, GlobalSearch, GMI, 各公司公告, 国金证券研究所测算

二、不间断电源系统：高功率电源星辰大海，HVDC、BBU 市场方兴未艾

2.1 AIDC 需求驱动电源向更高功率密度、更高效率迭代

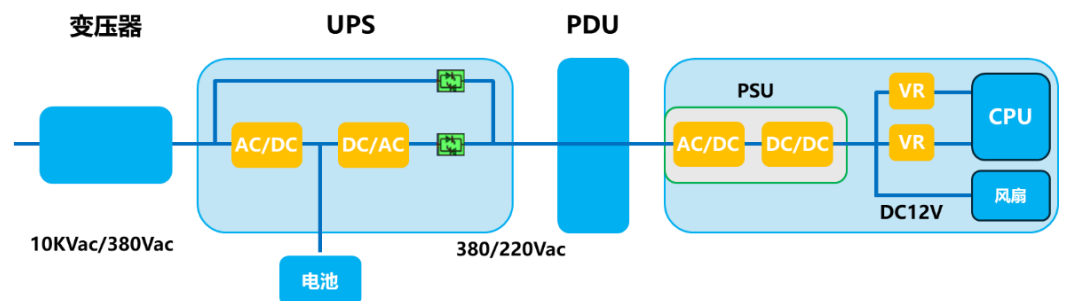
传统的 UPS 技术成熟，可靠性高、标准化操作，但需经过 AC/DC-DC/AC 两级变换。

不间断电源系统可以为 IT 负载提供电能净化和后备电源，确保在市电波动或中断时，IT 设备能够持续稳定地运行，同时还兼具隔离市电侧浪涌电流等作用。传统的设备包括不间断电源 (UPS) 及配套的输入输出配电系统、电池系统、监控单元以及必需的冗余设计等。经过几十年的发展，UPS 技术已经非常成熟，广泛应用于金融、通信、交通等对供电可靠性要求较高的行业，且已经形成了标准化的配置和维护流程。

UPS 主要由整流电路 (AC/DC)、逆变电路 (DC-AC) 构成，DC 母线上挂接蓄电池。根据其工作原理不同可分为离线式和在线式。

- 1) 离线式 UPS: 在市电正常时，负载直接由市电供电，UPS 内部的 DC/AC 处于待机状态，电池由 AC/DC 充电。当市电中断时，DC/AC 迅速启动，由电池供电。这种 UPS 结构简单，成本低，但切换时间较长，不适合对电源质量要求高的场合。
- 2) 在线式 UPS: 无论市电是否正常，负载始终由 UPS 内部的 AC/DC-DC/AC 供电，市电经过 AC/DC 转换为直流电后同时给电池充电。当市电异常时，电池通过 DC/AC 为负载供电，保持输出电压稳定。这种结构能提供最高的电源质量和可靠性，适用于对电源质量要求极高的场合。

图表13: 数据中心 UPS 供电方案需经过 AC/DC-DC/AC 两级变换



来源: 台达官方公众号, 国金证券研究所

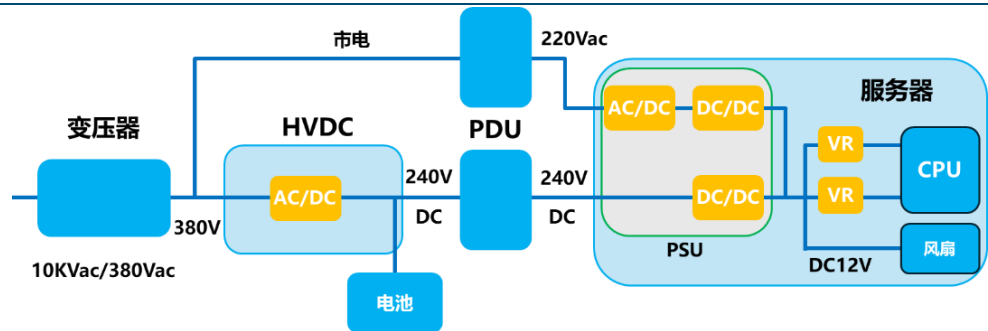
HVDC 通过升压降低损耗，且仅需 AC/DC 一次变换，效率更高。

但与一般服务器主要依赖 CPU 进行计算不同，AI 服务器通常配备高性能的 GPU 或其他 AI 加速器，瞬间功率远远高于传统服务器，对电源的效率、功率密度、散热的要求更高。传统的 UPS 技术虽然可靠性高，但转换效率较低，对电力的消耗过大，且占地面积较大，近几年更高效节能的高压直流 (HVDC) 技术逐步受到云服务大厂的青睐。



HVDC 的功能与 UPS 类似，都可以在市电异常时为设备提供稳定的电源，但与 UPS 需要通过 AC/DC-DC/AC 实现双向变换不同，HVDC 仅需完成一次 AC/DC 变换，电路拓扑的差异使得后者能量损耗更小。实际上，HVDC 将市电转换为高压直流电后，部分还需求经过 DC/DC 电路将高压直流电转换为满足服务器电源规格的电压（一般为 240V），但由于 DC/DC 结构简单、转换效率远高于 DC/AC，所以 HVDC 整体的转换效率高于 UPS。此外，HVDC 输出的直流电为 240V 高压，相较于传统的-48V 供电，相同功率下电流更小，可以显著减少母线上的功率损耗。

图表14：数据中心 HVDC 供电方案仅需完成 AC/DC 一级变换



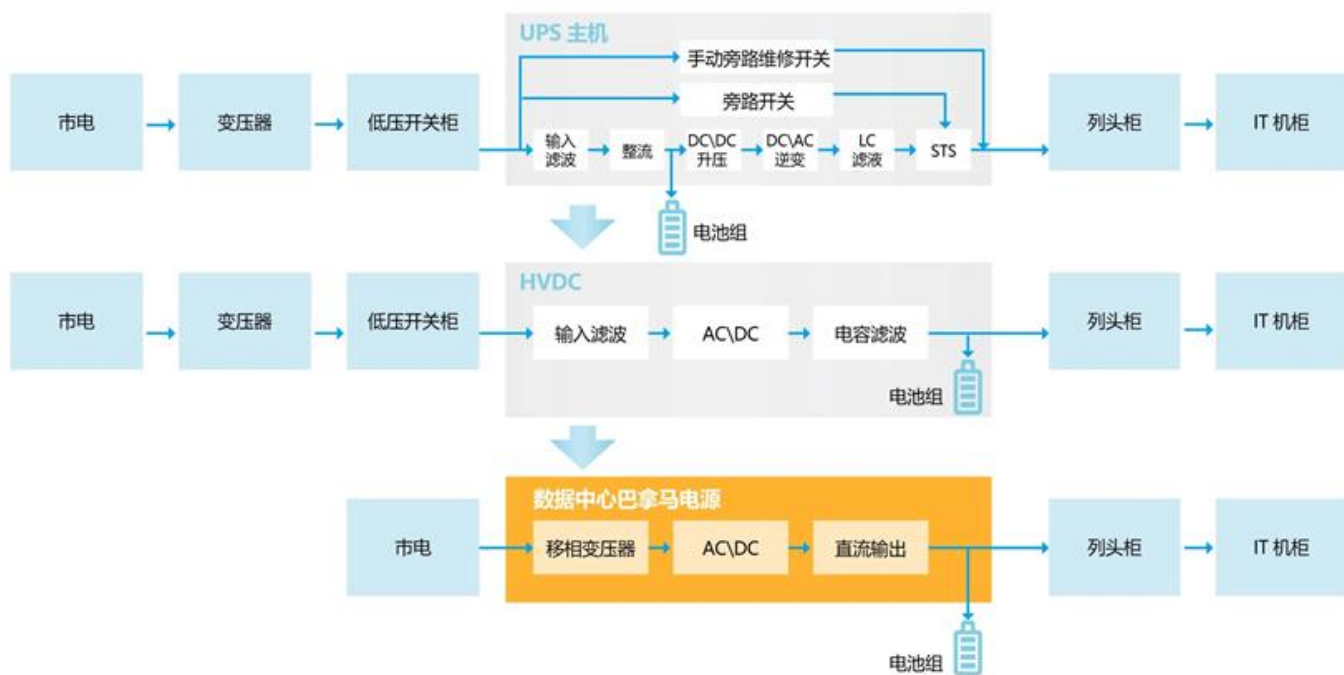
来源：台达官方公众号，国金证券研究所

近几年国内互联网大厂主推 HVDC-巴拿马电源，集成度和效率均优于传统的 UPS 和 HVDC 方案。

早期数据中心供配电多采用 UPS 方案，其常用供电架构有 N+1、2N 等，以解决可靠性问题。然而，这些架构存在冗余环节多、系统复杂、效率低等缺点，整体系统效率约为 94.7%。随着数据中心的发展，HVDC 高压直流方案因其模块化、效率高、可靠性高、成本更低等优势开始受到关注，其整体系统效率约为 95.2%。

2019 年阿里巴巴携手台达、中恒电气推出了巴拿马电源，该方案集成了 10kVac 中压配电、变压器、模块化直流电源和输出配电单元等环节，对中压 10kVac-240Vdc（或 336Vdc）的磁路和电路进行联合设计，取代了传统架构从中压引入到直流输出之间的众多中间设备，具有超高效率、高可靠性、高功率密度、高功率容量、兼维护方便等特点，整体系统效率可达到 97.5%。

图表15：巴拿马电源集成了 10kVac 配电、隔离变压、模块化直流电源和输出配电单元等环节



来源：台达官方公众号，国金证券研究所

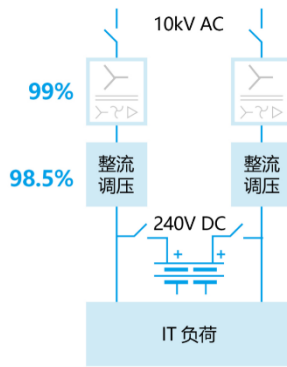


数据中心应用巴拿马电源系统的架构方案主要有两种：2N 巴拿马供电方案、2N（巴拿马+市电）方案。

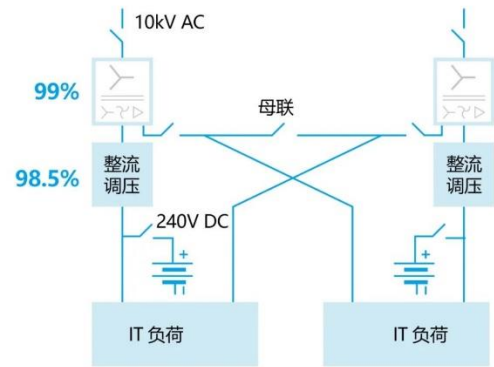
1) 2N 巴拿马方案：A 路巴拿马电源系统+B 路巴拿马电源系统，两路在 IT 侧互为冗余备份关系，负载设计按照 50%设计，考虑一定余量，一般实际运行约 40%负载。

2) 2N（巴拿马+市电）方案：A 路巴拿马电源+市电，或者 B 路巴拿马电源+市电，将巴拿马电源移相变压器功率分成两部分输出，一部分给整流模块，一部分给 IT 设备，实现一路“巴拿马+一路市电”模式，提高系统效率，预计整体效率提升 0.5%。

图表16: 2N 巴拿马供电方案



图表17: 2N（巴拿马+市电）方案



来源：台达官方公众号，国金证券研究所

来源：台达官方公众号，国金证券研究所

根据台达公众号对巴拿马电源与传统 UPS 或 HVDC 方案的对比可以看出，其在整体投资、能效、占地面积、安全性等方面优势显著。以一个 2.5MW 的供配电系统测算，效率每提升 1%，每年可节省 11 万度电（假设实际负荷率 50%），尤其适用于电力消耗高的数据中心，目前国内头部互联网企业阿里巴巴、腾讯、百度，以及运营商中国移动、中国电信等均有该方案的应用案例。

图表18: 巴拿马电源转换效率高于传统 UPS 或 HVDC 方案，同时更节省占地面积

对比项	中压直供直流 2N 系统 (巴拿马电源)	传统高压直流 2N 系统	传统高压直流+市电直供	传统 UPS 2N 系统
整体投资	低	中	低	高
整体能效/%	97.5	95.2	96	94.7
占地面积(s 代表低压配电室面积)	0.77*S 单位面积	1*S 单位面积	0.88*S 单位面积	1*S 单位面积
容性负载及谐波	小，电源有滤波功能	小，电源有滤波功能	大，市电直供显容性	小，电源有滤波功能
市电切换对末端影响性	服务器电源不切换	服务器电源不切换	半数服务器电源切换	服务器电源不切换
电池放电效率	高，电池直挂输出母排	高，电池直挂输出母排	高，电池直挂输出母排	低，存在逆变转换过程
建设周期/月	6	10	8	10
安全性	高	高	较高	较高

来源：台达官方公众号，国金证券研究所



图表19: 中恒电气为腾讯供货的 T-Train 火车头系统整体架构与巴拿马电源类似



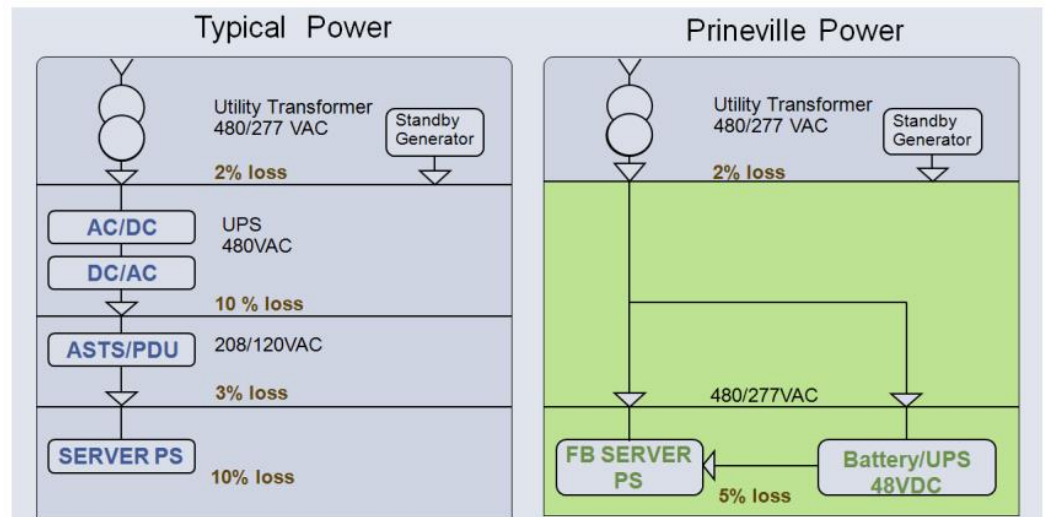
来源: 中恒电气官方公众号, 国金证券研究所

海外大厂主流选择为 OCP 方案, 采用 PSU+BBU 代替 UPS, 更适合 AIDC 等高功耗场景。

OCP (开放计算项目) 是一个开源硬件设计和数据中心建设的项目, 2011 年由 Facebook 在发起, 目的是通过开发自己的定制服务器、电源、服务器机柜和电池备份系统, 以提高能效、降低硬件成本、加快部署, 吸引了包括微软、英特尔、思科、戴尔、惠普、英伟达等众多海外科技公司的参与。

OCP 供配电系统采用分布式电池和直接供电设计, 取消了传统的不间断电源 UPS 和电源分配单元 PDU, 分布式电池安装在服务器机架附近提供备电, 市电通过布置在机柜内 480/277VAC 到 48VDC 的 AC/DC 电源直接给服务器和电池供电, 减少了电力转换次数, 缩短了负荷端电路传输长度, 这种设计可以显著提高系统供电效率。

图表20: OCP 供配电系统与传统 UPS 系统对比

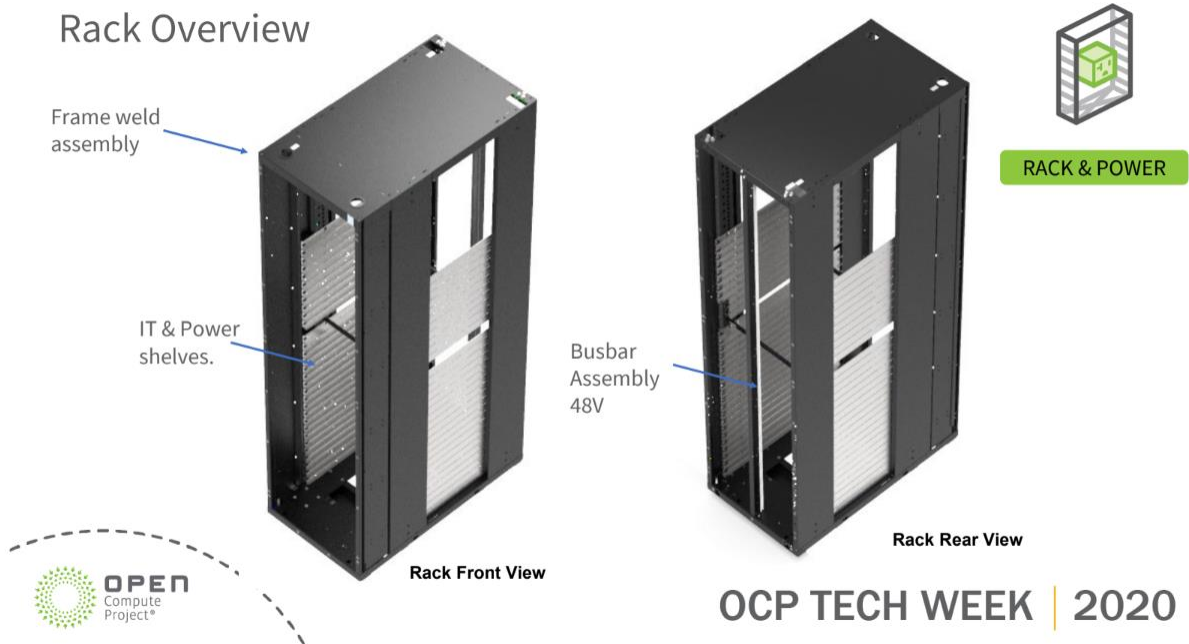


来源: Facebook, 国金证券研究所 (480/277VAC 为北美地区三相四线制电力系统的电压等级, 常见于工商业领域)

不同于传统的 19 英寸机柜, OCP 机柜为 21 英寸 (539mm) 宽, 每单位的高度为 48mm, 机架的电源前置, 机柜后部为贯穿机架的汇流铜排 (busbar) 母线, 服务器可以通过水平插拔的方式直接从母线上取电。OCP Orv3 是由 OCP 成员共同开发的第三代开放整机柜供电方案, 该方案中机柜电源 (AC/DC) 以 Power Shelf 的形式放置在机架上, 一组 Power Shelf 由 6 个 Power Supply Unit (PSU) 组成。

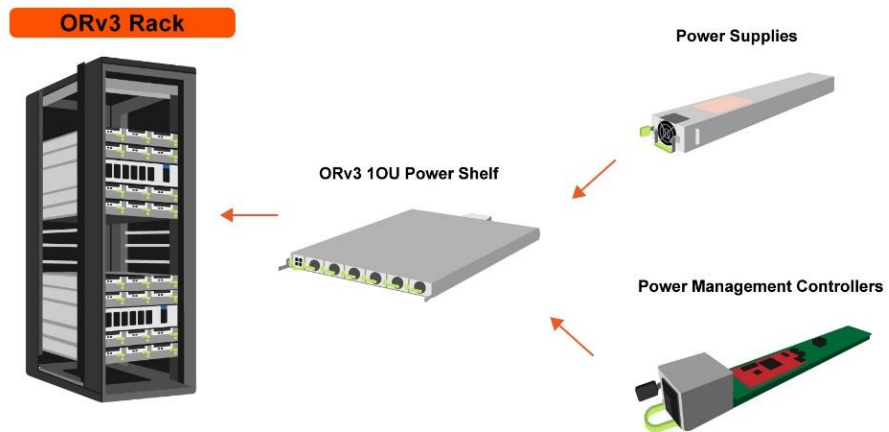


图表21: OCP ORv3 机柜正面和背面图



来源: OCP TECH WEEK 2020, 国金证券研究所

图表22: 一组 Power Shelf 由 6 个 PSU 组成



来源: Advanced Energy, 国金证券研究所

目前全球 AI 和超大规模计算数据中心的 PSU 有三种外形规格,包括传统的通用冗余(CRPS)电源的 CRPS185、CRPS265 以及开放计算项目的 OCP。我们通过对台达 ORv3 5500W PSU 和华为 CRPS 1300W 可以看出, OCP ORv3 机柜电源与传统 CRPS 电源相比效率更高。同时,由于 OCP 方案取消服务器级 PSU, 将其集成到机柜, 可以提高电源功率密度, 节省占地面积。

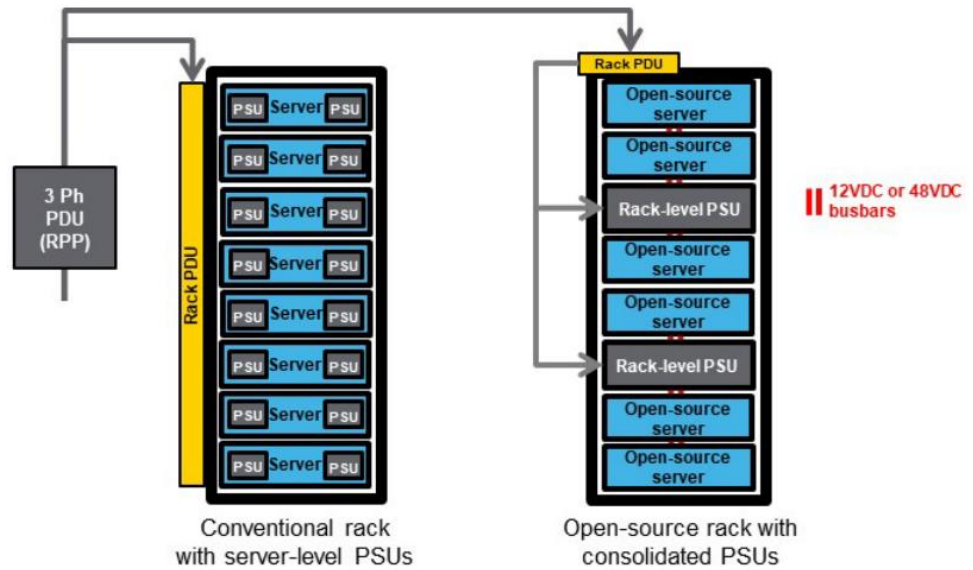
图表23: OCP ORv3 电源与传统 CRPS 电源对比

参数	台达 ORv3 5500W PSU	华为 CRPS 1300W
输入电压	180VAC - 305VAC 50 / 60Hz	90V AC-264V AC 180V DC-320V DC
输出电压	48 / 50VDC	11.4V DC ~ 12.6V DC
转换效率	>97.5% @ 50%负载	95% @ 50% 负载
尺寸	640mm×73.5mm×40mm	185.0mm×73.5mm×40.0mm

来源: 台达、华为官网, 国金证券研究所



图表24: OCP ORv3 方案将分散的 PSU 从服务器中独立出来, 实现机架级电源

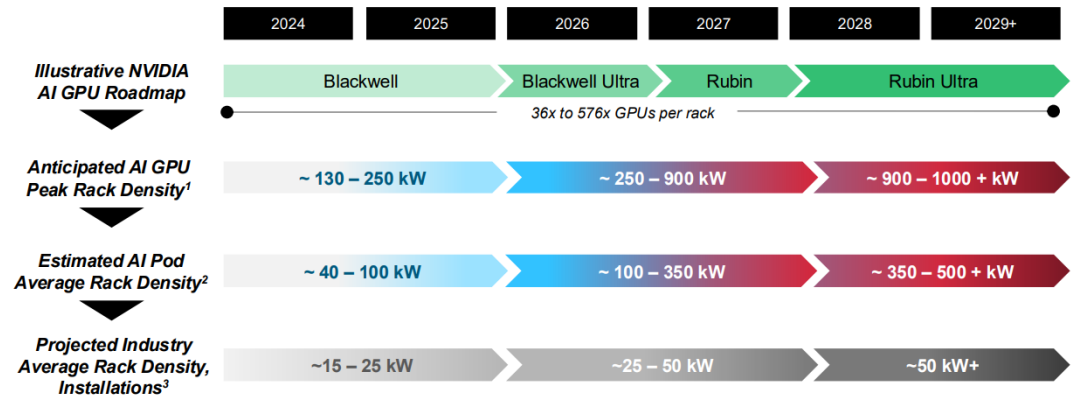


来源:《Efficiency Analysis of Consolidated vs. Conventional Server Power Architectures》, 国金证券研究所

预计 2026 年 AIDC 机柜功率将达到 300kW 以上, 届时需配置新一代高功率密度&高效率电源设备。

随着 AI 服务器对于计算性能需求的不断增长, 服务器的功率消耗量显著增长。根据 Vertiv 预测, 2024-2029 年 AI 服务器平均机架密度将从 40-100kW 增加至 350-500kW, 这一趋势需要数据中心提供更高功率密度和效率的电源解决方案。

图表25: Vertiv 预计 AI GPU 的机架密度将持续增长

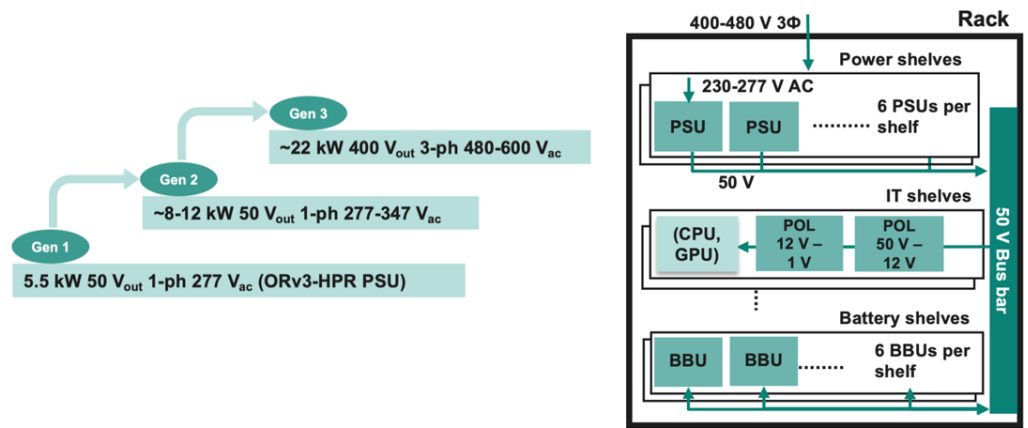


来源: Vertiv-2024-Investor-Event-Presentation, 国金证券研究所

当前 AI 服务器 PSU 大多为遵循 ORv3-HPR 标准的 5.5kW PSU, 根据英飞凌预测, 随着机架功率增加到 300kW 以上, 第二代 PSU 输出功率将达到 8kW 至 12kW, 而第三代 PSU 输出功率将达到 22kW, 输出电压将从 50V 提至 400V, 以提高功率密度、降低损耗。



图表26: AI 服务器 PSU 的功率演变 (左); 服务器机架架构示例 (右)



来源: 英飞凌官方公众号, 国金证券研究所

2.2 BBU 是 AIDC 新增备电方案, 看好后续渗透和电池端国产替代

BBU 为一种数据中心的新型备电方案。BBU 电源系统, 全称为 Battery Backup Unit (电池备份单元), 是一种在数据中心和服务器领域中非常重要的电源备份设备。其核心功能是在市电中断或不足时, 为关键设备提供可靠的备用电力支持, 确保系统有足够的时间来保存重要数据, 并将操作转移到其他服务器。在正常供电时, 市电正常供电, 充电电路为电池组充电, 控制电路监控市电状态; 在市电中断时, 控制电路检测到市电中断, 立即激活电池组放电回路, 输出电路将电池直流电升压、稳压至设备所需标准, 确保后端设备持续稳定运行, 直至市电恢复或备用电源接替。

BBU 电源系统主要由电池组、充电电路、控制电路、输出电路组成。其中:

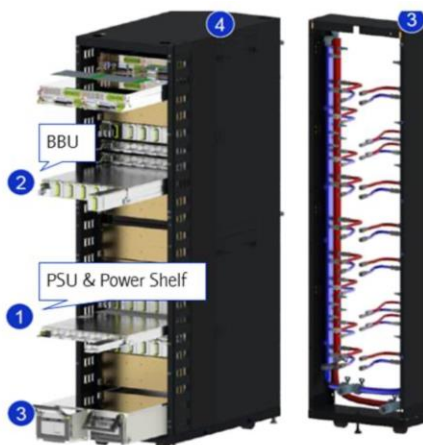
电池组: 作为能量存储的核心, 通常使用锂电池, 因其高能量密度和长循环寿命而逐渐占据主导地位。

充电电路: 负责将交流电转化为适配电池组的直流电, 高效地为电池充电, 并严密监控电池状态, 预防过充、过热等异常。

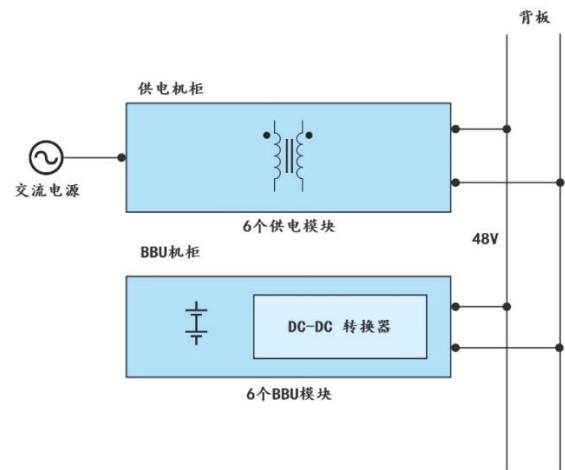
控制电路: 实时感知市电波动, 一旦捕捉到停电、电压异常等信号, 便迅速下达指令, 触发切换动作。

输出电路: 依据后端设备需求, 将电池组释放的直流电进行电压、电流转换与稳压处理, 确保输出电力平稳、精准送达。

图表27: BBU 在配电设备中的布设位置



图表28: 当电力中断或不足时, BBU 能确保系统有足够的时间来保存重要数据



来源: Lite-On, 国金证券研究所

来源: TechForum, 国金证券研究所



相较 UPS，BBU 具备布局灵活、转换效率高、使用寿命长、故障影响范围小等特点。

- 1) 灵活性更高。UPS 通常是集中式部署，需要专门的机房来安置，而 BBU 可以分布式地嵌入服务器机柜内，能够根据服务器的数量和分布情况进行灵活配置，更好地满足不同规模和架构的数据中心需求。
- 2) 转换效率更高。UPS 需要进行交流-直流-交流的多次转换，在转换过程中会有一些的能量损耗，而 BBU 一般采用直流输入和输出，减少了转换环节，电力转换效率更高，能耗更低，能够有效降低数据中心的运营成本和 PUE 值。
- 3) 使用寿命更长。传统 UPS 中的铅酸电池寿命相对较短，一般为 4-6 年，而 BBU 采用的锂电池寿命可达到 5-10 年甚至更长，与服务器的使用寿命更为匹配，减少了因电池更换带来的成本和维护工作量。
- 4) 故障影响范围小。单台 UPS 设备故障可能导致后端数十甚至数千个服务器机架断电，而 BBU 是分布式的，即使个别 BBU 出现故障，也只会影响到对应的服务器，故障影响范围相对较小。

BBU 在备载电源方案中可构成有效补充。BBU 设计初衷在于替代 UPS，但在实际应用过程中，二者可形成互补。备用电源方案通常包括超级电容、BBU、UPS、超级电容等，其中超级电容的优势在于其快速响应和稳压功能，能够在极短时间内提供电力支持（毫秒级），且可进行多次快速充放电；BBU 的响应相对较慢（秒级响应），但能够在超级电容的支持下启动，并持续大倍率放电，通常持续 1-3 分钟，能够为 UPS 或柴油发电机的启动提供足够的时间。通过多种方案组合，可在不同时间段内提供不同层次的电力保障。

- 1) 超级电容器：具有非常高的充放电速率，能够在毫秒级别内迅速提供电力，因此可以用来应对瞬间的电力波动或瞬时故障，保障电力的即时响应。然而，超级电容器的持续时间较短，无法长期提供电力，因此通常用于应急响应。
- 2) BBU：通常用于短时间的电力备份，它的响应时间为秒级，能够在电力中断的初期阶段提供足够的电力保障。BBU 的持续时间相比超级电容器更长，适用于电力中断后的短期缓解。
- 3) UPS：能够提供较为长时间的备用电力，其响应速度虽然相对较慢，但其持续时间较长，适用于较长时间的电力中断，直到放电更持久的备用电源（如柴油发电机）启动。
- 4) 柴油发电机：柴油发电机的响应时间较长，但持续供电能力强，只要有足够的燃料，能够提供长时间的电力支持，在数据中心发生大规模电力中断时可以形成持久供电。

图表29：不同备载电源方案特点，BBU 响应在秒级

	超级电容器	BBU	UPS	柴油发电机
响应时间	毫秒级	秒级	分钟级	分钟级
放电时长	几秒	几分钟	10-20 分钟	可长期持续

来源：国金证券研究所整理

电网水平越低的地区越有望配置 BBU。在电网差的地区，电力供应经常中断，会导致数据中心和服务器等关键设备频繁断电，BBU 电源模块能够在电力中断的瞬间迅速接管供电，确保系统有足够的时间来保存重要数据，并将操作转移到其他服务器，从而保护数据中心内的数据安全，提升系统的稳定性和可靠性；另外，电网不稳定会导致电压波动，对设备造成损害，BBU 电源模块可以提供稳定的电力输出，减少电压波动对设备的影响。

英伟达 GB200、GB300 已引入 BBU 作为备电方案。目前 BBU 在 GB200 为选配部件，GB300 的电源系统引入了超级电容器和 BBU，英伟达的 NVL72 机柜内包括了 8 组电源单元 (PSU)，柜外则配置了 2 组 PSU 和 1 组 BBU。BBU 的引入显著提升了电源质量和系统可靠性，同时优化了能效和空间利用率，其中 BBU 在市电中断的情况下能够支持服务器运行 5 到 7 分钟，足够完成数据备份并安全关闭系统。Meta 等科技巨头在其开放计算项目 (OCP) 中，已提出新一代高功率伺服器标准 (如 ORv3 HPR)，将层架功率从 6kW 提高至 33kW，并将 BBU 模组设为标准配置，为伺服器提供稳定可靠的备援电力。

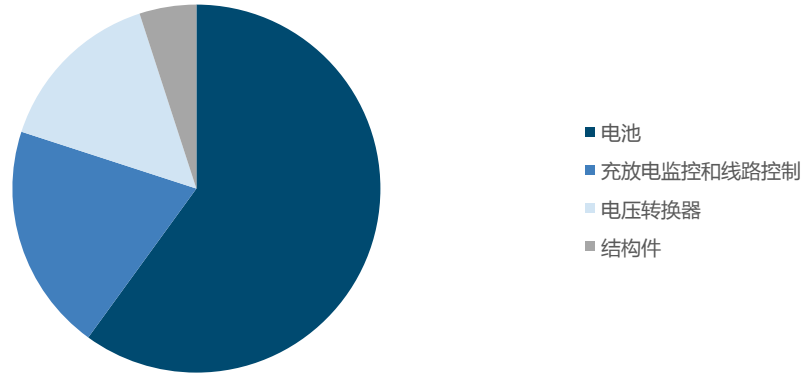
格局角度，全球 BBU 市场主要由台湾企业主导，境内企业逐步切入。相关企业包括 AES-KY、顺达、新盛力等。其中 AES-KY 在 2023 年 BBU 电池营收 39.1 亿新台币，同比增长 24%，营收占比 39%，预计 24 年 BBU 营收预计同比增长 30%-40%；顺达于 2023Q4 开始量产美系 CSP 大厂 BBU 订单，预计 2024 年 BBU 营收实现倍数增长。境内企业如麦格米特等有望开拓 BBU 产品。



BBU 电池盈利能力强，有望复刻电动工具电池的国产替代路径。

BBU 最主要成本构成为锂电池。BBU 的主要构成包括功率模块、电池组、电子控制器以及服务器连接接口。该模块可以装配在机柜内，并支持前端 PSU 接入多种电源类型，包括 220V 交流电、380V 交流电及 240V 直流电源。最终，配电模块会输出 48V 的直流电，供给服务器使用。在 BOM 占比中，电池组占据了约 60%，充放电监控及线路控制部分占约 20%，电压转换器占 15%，结构件占 5%。

图表30: BBU 的 BOM 占比以电池组为主



来源：新浪财经，国金证券研究所整理

BBU 一般采用三元锂电池体系。相比 LFP，三元电池有更高的能量密度、更大的放电倍率。

- 1) 能量密度要求: BBU 需要较高的能量密度，能够在有限的空间内提供更多的能量。而三元材料在能量密度方面具有天然的优势，相比于铁锂，三元材料能提供更高的单位能量输出，因此可以满足 BBU 对电池能量密度的需求。
- 2) 大倍率放电能力: BBU 在工作过程中，可能需要较高的放电倍率，以应对电网负载的波动以及应急电力供应需求。三元材料相比铁锂具有更优越的大倍率放电能力。铁锂电池的放电倍率相对较低，因此不适用于对快速响应能力要求较高的应用场景。

图表31: BBU 电池一般应用能量密度、放电倍率性能更优的三元材料

核心性能指标	三元材料 (NCM)	铁锂 (LFP)
能量密度 (Wh/kg)	150-250	120-180
放电倍率 (放电容量比)	1C-5C	1C-3C
循环寿命 (次)	1500-2500	3500-5000
1000 次循环后剩余容量	60%	80%
充电恒流比 (20°C)	52.75%	10.08%
耐温性	热失控温度	250-350°C
	低温 (-20°C) 容量	70.14%
		500-600°C
		54.94%

来源：维基百科，国金证券研究所

单台服务器对 BBU 电池需求预计快速提升。传统数据中心每机架功耗一般在 3-10kW 之间，而每台 GPU 服务器的功率可高达 50kW 以上，英伟达 L72 服务器的设计功率为 132kW，经过余量补偿，需求功率或达 150kW，当前主流单颗 18650 电芯的功率在 60W，以此计算，从传统服务器向 AI 服务器发展的过程中，单台服务器需要的电芯颗数有望从 200 颗提升至 2000 颗以上。

BBU 对电芯要求提升，主要体现在功率。功率的提升推动了单颗电芯功率要求提升。当前主流用 18650 小圆柱电池功率约 60W (对应电压 3.7V，电流 15-20A)，后续预计向全极耳 21700 电池迭代，功率可达 150-200W (对应电压 3.7V，电流 40-50A)。

格局角度，BBU 电池市场当前以日韩主导，后续有望复刻电动工具电池的国产替代路径。

- 1) 电动工具小圆柱电池的国产替代路径复盘: 国产企业凭借产品力+性价比突围。国产企业基本抹平与日韩企业的性能差距。我们选取三星 SDI 园林工具专用锂电池电芯、



天鹏能源能量型&倍率型小圆柱电芯(电动工具的应用场景更为注重能量密度、放电倍率)做对比。三星 SDI 的产品以 18650 电芯为主,覆盖 1.3-2.5Ah 的容量区间,最大持续放电电流 23A;而天鹏能源的产品包括 18650、21700,覆盖 2.0-5.0Ah 的容量区间,最大持续放电电量 45Ah,其中 18650 电芯主要覆盖 2.5-3.5Ah 的容量区间,21700 电芯主要覆盖 3.5-5.0Ah 的容量区间。但整体上国产企业的小圆柱电芯性能已基本抹平与日韩企业的差距。

图表32: 天鹏能源产品性能指标

型号	标称容量(Ah)	正极材料	负极材料	标称电压(V)	重量(g)	直径(mm)	能量密度(Wh/kg)	持续放电电流(A)	特点
INR18650-25PG	2.5	NCA	Gr, SiC	3.6	45	18	200	20	倍率
NR18650-25SG	2.5	NCA	Gr, SiC	3.6	45	18	200	30	倍率
INR18650-30PG	3.0	NCA	Gr, SiC	3.6	47	18	230	20	倍率
INR18650-32HE	3.2	NCM	Gr, SiO	3.6	46	18	250	10	能量
INR18650-35HE	3.5	NCA	Gr, Sio	3.6	49	18	257	10	能量
INR21700-30TG	3.0	NCA	Gr	3.6	67	21	161	40	倍率
INR21700-40TG	4.0	NCA	Gr, SiO	3.6	67	21	215	35	倍率
INR21700-40XG	4.0	NCA	Gr, SiO	3.6	70	21	206	45	倍率
INR21700-50ME	5.0	NCM	Gr, SiO	3.6	68	21	265	15	能量
INR21700-50SC	5.0	NCA	Gr, SiO	3.6	70	21	257	30	倍率
INR21700-50XC	5.0	NCA	Gr, Sio	3.6	70	21	257	45	倍率
INR21700-58HE	5.6	NCA	Gr, Sio	3.6	72	21	280	10	能量

来源: 天鹏能源官网, 国金证券研究所

图表33: 三星 SDI 园林工具专用锂电池性能指标

电池型号	类型	厚度/直径(mm)	高度(mm)	容量(mAh)	标称电压(V)	最大连续放电电流(A)
INR18650-13L	圆柱形	18	65	1,300	3.6	18
INR18650-13M	圆柱形	18	65	1,300	3.6	23
INR18650-15L	圆柱形	18	65	1,500	3.6	18
INR18650-15M	圆柱形	18	65	1,300	3.6	23
INR18650-20Q	圆柱形	18	65	2,000	3.6	22
INR18650-20R	圆柱形	18	65	2,000	3.6	15
INR18650-25R	圆柱形	18	65	2,500	3.6	20

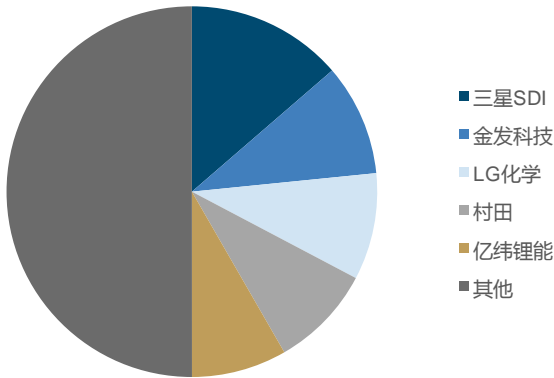
来源: 三星 SDI 官网, 国金证券研究所

2020-2021 年国产企业销量大幅放量, 替代日韩企业份额。根据 EV Tank, 依靠更低的价格, 2020 年国内的电池企业诸如亿纬锂能、天鹏能源等企业开始大规模的取代外资电池企业三星 SDI、LG 和 Murata 等, 给全球知名的电动工具企业供货(如亿纬锂能给 TTI、天鹏能源给史丹利百得、TTI、博世)。2020 年三星 SDI 份额从 45% 下滑至 36%, 天鹏能源、亿纬锂能份额达 9%、8%; 2021 年三星 SDI 份额进一步下滑, 天鹏能源、亿纬锂能、长虹三杰分列全球份额第二、第三、第四。

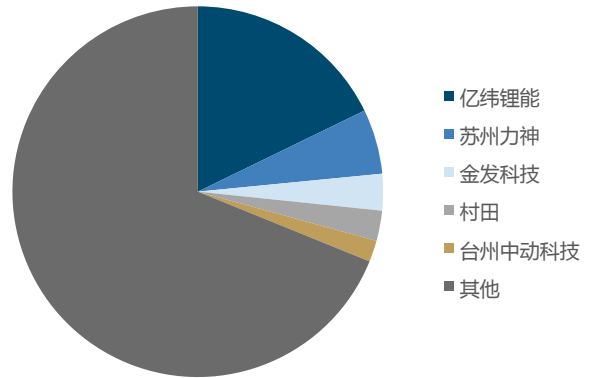
2022-2023 年国产份额提升受阻, 2024 年重启。由于下游电动工具及中游工具用电池均处于去库阶段, 行业需求有所下滑的背景下, 三星凭借与终端客户的长单协议, 有利于巩固市场份额, 国产替代进程受阻。24 年行业预计完成去库, 23 年下半年起亿纬锂能、蔚蓝锂芯小圆柱电池收入及订单情况显著修复, 同时三星长单陆续执行完毕, 预计 24 年起国产企业份额再迎提升, 预计 24 年公司小圆柱电池收入大幅放量, 并带动稼动率&毛利率修复。根据天鹏能源官网, 24Q1 公司在电动工具锂电芯市场份额为全球第二名。



图表34: 2019年格力博前五大供应商及份额, 海外电芯为主



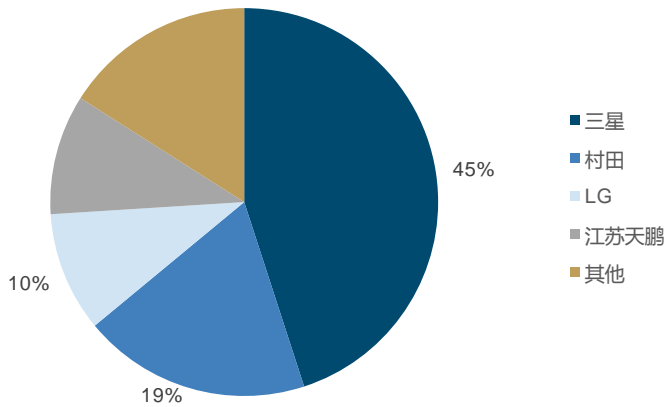
图表35: 1H22 格力博前五大供应商及份额, 国产电芯为主



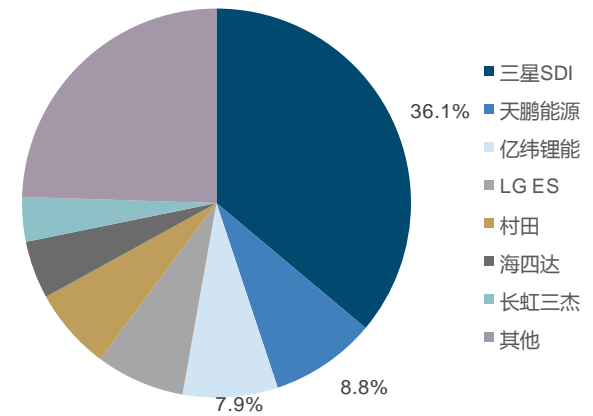
来源: 格力博招股说明书, 国金证券研究所

来源: 格力博招股说明书, 国金证券研究所

图表36: 2019年全球电动工具锂电池装机份额以日韩为主



图表37: 2020年全球电动工具锂电池出货份额, 国产企业显著上升



来源: 头豹研究院, 国金证券研究所

来源: EV Tank, 国金证券研究所

2) BBU 电池有望开启国产替代, 基于:

① BBU 市场高度重视电池性能和可靠性, 在要求上和电动工具场景高度类似。

电动工具的场景具有一些显著特点: 要求高瞬时放电倍率 (能瞬时提供大扭矩)、优秀的环境适应性 (户外作业会面临酷暑、严寒的环境)、较长的寿命和优秀的一致性 (更换电池成本较高, 电池过早报废影响直接消费者的使用经济性), 因此攻克电动工具市场的电池客户普遍在产品性能上符合上述要求。在 BBU 场景下, 对电池的要求同样集中在: 高瞬时放电能力 (能快速实现高负载, 从而启动服务器并且维持几分钟)、优秀的环境适应性 (能承受机柜内高温环境)、较长的寿命和优秀的一致性 (BBU 置于机柜内, 要求与机柜同寿命, 约 5-10 年)。

② 全极耳作为新技术有望在 BBU 电池中应用, 提供产品迭代过程中的供应链导入机会, 国产企业具备先发优势。

由于 BBU 市场中, 传统的 18650 产品已主要由三星等日韩电池企业开拓、主导, 因此国产企业的产品导入需要依赖于具备更强性能的新产品。传统圆柱电池由于内阻大、发热严重等问题, 无法持续提供高功率输出, 而全极耳技术通过缩短电子传输路径, 相比传统小圆柱电池降低了约 80%, 显著提升电池的充放电倍率, 在部分场景如电动工具作业中, 直接满足了如电动扳手瞬间拧紧螺栓、电锯快速切割木材等对瞬间大扭矩输出的高要求。并且全极耳技术通过优化电池内部结构和热管理, 减少了电池在充放电过程中的应力和热量积累, 从而延长了电池的循环寿命。

全极耳圆柱电池上, 国内外企业量产差距小, 国产企业具备导入机会。全极耳小圆柱电池



在全球仍处在量产导入的初期，日韩企业、国产企业当前差距很小，仅小部分公司如国内的新能安、亿纬锂能等推出了全极耳系列产品，场景主要在于电动工具、二轮车等，日韩企业同样在加速应用全极耳的新产品开发。相较于传统的小圆柱电池，在全极耳电池上国内具备弯道超车的机遇，量产机遇整体与日韩持平甚至更快，有望通过新产品实现对下游客户的导入。

图表38：国内部分企业已推出全极耳小圆柱电池

企业	新能安	亿纬锂能	睿恩新能源	比克电池		
全极耳新品	Jumbo-Power 系列 JP40 已量产	18650 30PL	全极耳 21700	INR21700-40D	INR21700-45D	INR21700-50D
内阻	JP 系列 2-4mΩ		2-4mΩ	比常规 4.0Ah 电芯内阻降低 80%		
倍率性	6 分钟大功率放电 (40A/10C), 5 秒 140A 超大脉冲放电	支持最大 60A 持续放电, 30A 持续放电时长提升 100%	超 100A 持续放电	持续放电 100A, 脉冲放电 140A	持续放电 70A	可持续 60A 放电, 100A 脉冲放电
宽温性	充电: -10°C~60°C 放电: -20°C~75°C	支持-40°C 放电	-	-	-	支持-40°C 放电
快充	20min80% SOC	8min 超快充	10min 充电 80%	12min 充满	15min 充满	15min 充电 80%

来源：高工锂电，国金证券研究所

在国产企业中，具备海外产能的企业更具优势。BBU 电池的下游产业链为台湾 pack 厂（如 AES-KY）-台湾电源厂（如台达）-服务器厂（如微软），下游主要分布在台湾和美国等境外地区。考虑到地缘政治带来的潜在供应风险、关税风险等，国内企业需要形成较大规模的海外产能，才可以进入大规模供应的供应链。当前国外已在海外形成较大小圆柱电池产能布局的企业主要为蔚蓝锂芯、亿纬锂能，而且两家企业都长期为全球电动工具产业链中份额领先的国产企业，由于电动工具下游市场主要在海外，这两家企业在对境外客户的供应上积累有长期的经验，拥有很强的客户背书。两家企业均在马来西亚布局有小圆柱电池生产基地，预计在 25 年均将规模化量产，出货仍集中在电动工具、二轮车等场景为主。

相较传统场景下的小圆柱电池，BBU 场景下电池单价、盈利显著更优。以单台约 2100 万元的 AI 服务器为示例，BBU 仅占总成本 0.1-0.2%，但其对电芯可靠性的极高要求带来了显著溢价空间。传统工具类 18650 电池价格约在 5.5-6 元，而当前供应 BBU 市场的 18650 电芯的单颗价格在 2 美金以上，价格上翻倍，未来随着功率更大的 18650 (4.0-5.0Ah) 以及全极耳 21700 电池对 18650 (2.0Ah) 电池的替代，预计单颗价格还将持续提升。盈利角度，由于 BBU 和电动工具场景的类似，将现有小圆柱产品应用于 BBU 市场所带来的材料成本提升并不明显（全极耳电池的成本预计更高，但基于更高的功率，价格也相对更高），BBU 电池的单颗净利率有望超过 50%。

蔚蓝锂芯已和台湾企业形成合作，具备先发优势。截至 24 年，蔚蓝锂芯已向 AES-KY、顺达、新盛力等 BBU 厂商供应电芯，规模预计几十万颗，目前正在向台达、光宝等公司送样，预计 2025 年推出配套下一代 BBU 电芯。

2.3 预计 24-28 年全球 AIDC 高功率 PSU/HVDC/BBU 市场 CAGR 为 243%/165%/79%

我们对 AIDC 服务器电源市场空间进行测算，核心假设如下：

- ① 新增容量：预计 2023-2028 年 AIDC 新增容量有望从 2GW 增长至 59GW，CAGR 达 92%；
- ② 假设 AIDC 的服务器电源全部采用 OCP 方案，随着高功率机柜需求提升，预计 5.5kW 及以上高功率 PSU 占比将快速攀升，预计 2024-2028 年高功率 PSU 占比分别为 5%/50%/70%/95%/95%。
- ③ 服务器电源一般采用 2N 冗余设计，考虑一定裕量，冗余比取 2.2。
- ④ 考虑到高功率密度电源的研发、量产难度更高，采用的器件更昂贵等原因，我们预计 5.5kW 及以上电源有望享受较高溢价，2024-2028 年 5.5kw 以下 PSU 单价分别为 0.9/0.8/0.7/0.6/0.5 元/W，5.5kw 及以上 PSU 单价分别为 2.3/2.2/2.1/2.0/1.9 元



/W。

预计 2025 年全球 AI 服务器电源 (AC/DC) 市场空间合计 415 亿元，其中 5.5kw 及以上 PSU 市场空间约 304 亿元，24-28 年 CAGR 为 243%。

图表39: AIDC 对应的服务器电源设备市场空间

	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
AI 数据中心装机 (GW)	2	7	13	23	40	59
5.5kW 及以上占比		5%	50%	70%	95%	95%
冗余比		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
PSU 单价 (元/W)		2.3	2.2	2.1	2.0	1.9
市场空间 (亿元)		16.50	303.99	735.23	1656.09	2293.19
AI 服务器电源 (AC/DC)						
5.5kW 以下占比	100%	95%	50%	30%	5%	5%
冗余比	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
PSU 单价 (元/W)	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
市场空间 (亿元)	49.60	122.69	111.30	106.26	26.52	32.21
AC/DC 市场空间 (亿元)	49.60	139.19	415.29	841.49	1682.61	2325.41

来源: SemiAnalysis, 台达, 国金证券研究所预测 (此处 PSU 默认为满足 OCP 要求的电源)

我们对备用电源市场空间测算的核心假设如下:

- ① 新增容量: 2023-2028 年 AIDC 新增容量有望从 2GW 增长至 59GW, CAGR 达 92%;
- ② 目前由于部分 AI 服务器安装在存量数据中心, 为了和传统负载兼容, 仍旧需要 UPS+PSU 的供电方案。随着服务器功耗要求越来越高, 预计高功率密度、高效率的 PSU+BBU、HVDC+PSU 方案占比将持续提升, 对 UPS 形成替代效应。假设 2023-2028 年 BBU/HVDC 在 AIDC 中的渗透率将从 48%/2%提升至 60%/15%。
- ③ BBU/UPS/HVDC 一般采取 2N 或 1N+市电的设计, 因此冗余比选 1.5。
- ④ 当前 UPS 应用最为广泛, 单价最便宜, 折合每瓦约 0.5 元左右; HVDC 单价略高, 若未来电压等级进一步提高, 单位价值量有望提升; 保守假设 BBU/UPS/HVDC 单价分别为 0.55/0.5/0.55-0.60 元/W。

预计 2025 年全球 AIDC 备用电源 (UPS+HVDC+BBU) 市场空间合计 101 亿元, 24-28 年 CAGR 为 75%, 其中 BBU/HVDC 市场空间约 57/5 亿元, 24-28 年 CAGR 为 79%/165%。

图表40: AIDC 对应的备用电源设备市场空间

	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E
AI 数据中心装机 (GW)	2	7	13	23	40	59
BBU 占比	48%	52%	55%	57%	58%	60%
冗余比	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
BBU 单价 (元/W)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
BBU 市场空间 (亿元)	8.93	27.98	57.39	108.16	192.27	289.92
UPS 占比	50%	45%	40%	35%	30%	25%
冗余比	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
UPS 单价 (元/W)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
UPS 市场空间 (亿元)	8.45	22.01	37.94	60.38	90.41	109.82
HVDC 占比	2%	3%	5%	8%	12%	15%
冗余比	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
HVDC 单价 (元/W)	0.55	0.55	0.55	0.60	0.60	0.60
HVDC 市场空间 (亿元)	0.37	1.61	5.22	16.56	43.40	79.07
合计 (亿元)	17.75	51.61	100.55	185.09	326.08	478.81

来源: SemiAnalysis, 科华数据, 中恒电气, 蔚蓝锂芯, 国金证券研究所预测



2.4 海外市场台企积累深厚，大陆厂商技术实力渐受认可

在高功率 AC/DC 服务器电源领域，海外以 OCP 方案为主，HVDC 应用较少，目前价值量较高的 5.5kW 电源主要供应商为台达、光宝、Advanced Energy 等国际知名企业，竞争格局远好于传统的 CRPS 电源，国内企业麦格米特、欧陆通已有相关产品储备。在 HVDC 领域，台达和中恒电气是 HVDC-巴拿马电源的领军企业，华为、科华数据等公司也有数据中心 HVDC 产品储备。未来随着高功率 AC/DC 和 HVDC 渗透率提升，预计国内企业有望相关企业有望受益。

图表41: AIDC 供配电环节主流玩家产品布局一览

代码	公司	产品布局	海外工厂	下游客户
2308. TW	台达	UPS、HVDC、巴拿马电源、3.3/5.5kW PSU、CRPS 电源等	泰国等	英伟达、谷歌、阿里巴巴等头部大厂
002364. SZ	中恒电气	巴拿马电源	-	BAT、运营商等
002851. SZ	麦格米特	CRPS 电源、5.5kW PSU	印度、泰国	英伟达数据中心部件提供商之一
300870. SZ	欧陆通	CRPS 电源、5.5kW PSU	越南	浪潮信息、富士康、华勤、联想及国内头部互联网企业等
002518. SZ	科士达	UPS	越南	运营商、金融、医疗等传统领域
002335. SZ	科华数据	UPS、HVDC	马来西亚	运营商、金融、医疗等传统领域

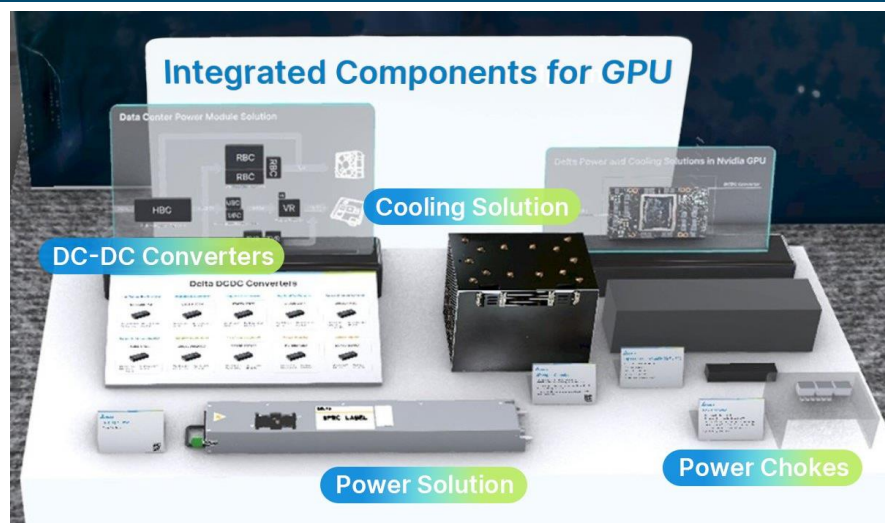
来源：各公司官方、公告，国金证券研究所

➤ 台达：数据中心整套解决方案提供商，服务器电源研发技术遥遥领先

台达是全球领先的电源管理与散热解决方案提供商，与国内外多家 IDC、AI 大厂建立了长期的合作关系。公司在数据中心基础设施、服务器电源的产品开发和技术上一直处于领先厂商地位，提供包括 UPS、HVDC、全集成预制集装箱式数据中心解决方案、AI 服务器电源、空气和液体冷却系统以及无源组件等产品。

对于 AC/DC 服务器电源，公司推出了符合 ORv3 标准的机架式电源架，包括新的 66kW 和 33kW 电源架，其电源供应单元（PSU）的能效高达 97.5%，成为下一代 AI 服务器的主流。为了满足 AI 芯片的 DC/DC 电源转换需求，台达推出了输出功率从 200W 到 2000W 的 DC/DC 转换器系列，最大效率高达 98.5%。

图表42: 台达服务器电源品类齐全，包括 AC/DC、DC/DC 转换器

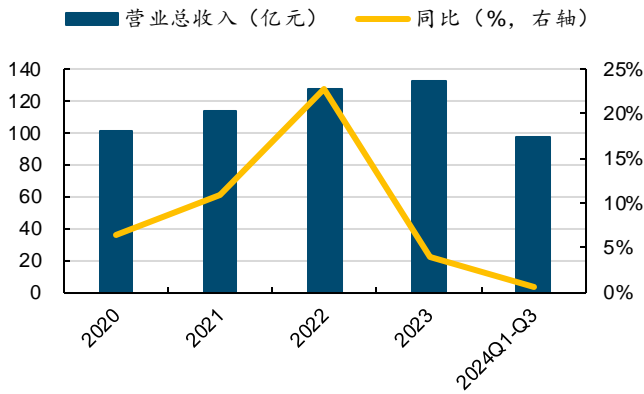


来源：台达，国金证券研究所

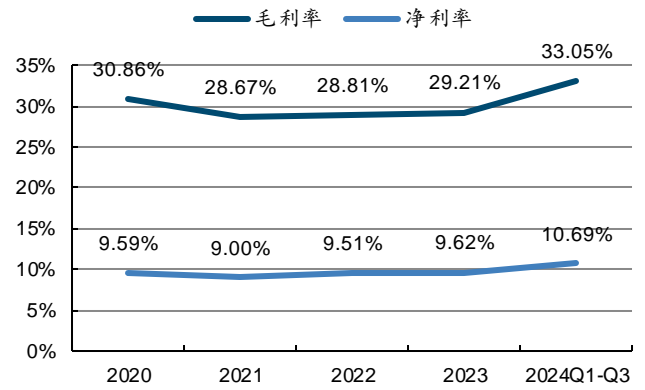
公司 2024 年第三季度实现收入 35.77 亿美元，同比/环比+3%/8%；毛利率 34.93%，环比提升 0.80pct，再次刷新十年毛利率最高纪录。根据公司业绩说明会，这主要得益于 AI 基础设施建设加速，显著拉动 AI 电源和数据中心需求的增长，公司高毛利产品占比持续提升。



图表43: 台达 2024 前三季度营收 98 亿美元



图表44: AI 电源占比提升带动公司盈利能力显著增强

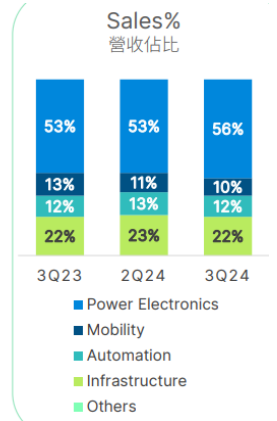


来源: Wind, 国金证券研究所

来源: Wind, 国金证券研究所

图表45: 受益于 AIDC 建设加速, 公司电源和基础设施业务实现量利齐升

NT\$ million 新台幣百萬元	Sales	Y/Y	Q/Q	Profits	Y/Y	Q/Q
Power Electronics 電源及零組件	62,335	+10%	+13%	13,976	+37%	+24%
Mobility 交通	11,776	-15%	+4%	272	-50%	+0%
Automation 自動化	13,360	+1%	-2%	347	-40%	-40%
Infrastructure 基礎設施	24,604	+2%	+6%	1,828	214%	87%



来源: 台达 3Q24 业绩 PPT, 国金证券研究所

➤ 中恒电气: HVDC-巴拿马电源领导者, 深度绑定阿里巴巴

中恒电气是国内数据中心 HVDC 技术领导者, 持续推出 HVDC 直流供配电、预制化 Panama (巴拿马) &T-train (火车头) 电力模组等产品及解决方案, 牵头制订了《信息通信用 240V/336V 直流供电系统技术要求和试验方法》国家标准及直流生态建设。经过 20 多年的深耕, 公司与中国移动、中国铁塔、中国电信、阿里巴巴、腾讯、百度、拼多多、国家电网、南方电网、哈啰出行等各领域头部客户建立起了深度的战略合作关系。

公司的数据中心用预制化 10kV 中压转直流 (240V/336V) 电源系统集成 10kV 配电、变压器、不间断电源和输出配电单元, 具备超高功率密度、超高效率、安全可靠, 同时采用模块化扩容, 单套系统最大支持 2.4MW IT 负载供电, 可实现工厂预制化生产、快速安装、占地面积节省 50%。



图表46：中恒电气 HVDC-巴拿马电源系统通过模块化、集成化设计可节省占地面积 50%

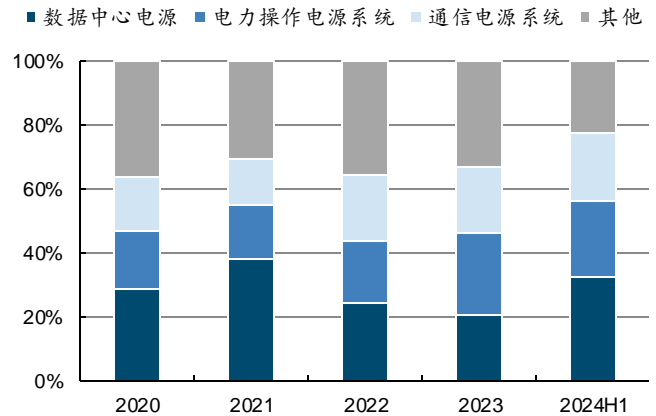
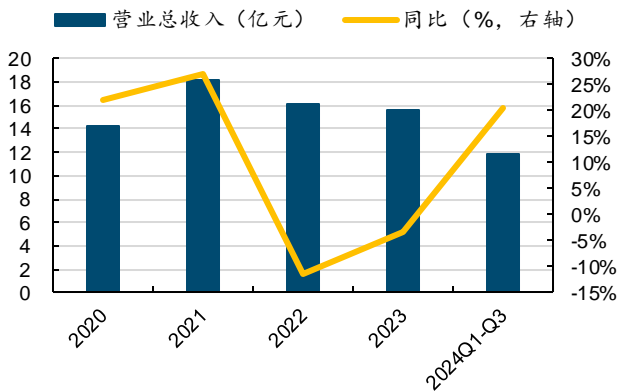


来源：中恒电气官方公众号，国金证券研究所

公司上半年数据中心电源收入 2.5 亿元，同比增长 44%，占比 32.5%，同比提升 5.6pct；毛利率 23.76%，同比+3.13pct。受益于数据中心需求拉动，公司巴拿马电源收入占比提升，相关业务毛利率同比提高。

图表47：中恒电气 2024 前三季度收入 11.8 亿元

图表48：中恒电气 24H1 数据中心电源收入占比提升



来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

➤ 麦格米特：技术实力获国际大客户认可，提前布局海外产能助力量产

麦格米特是目前国内少数具备高功率高效率服务器电源技术与海外全流程生产供应能力的电源供应商，近年来公司网络电源业务始终与国际头部客户保持紧密合作关系，持续获得了爱立信、思科 (Cisco) 等头部国际客户的多项项目需求与订单。根据公司在交易所互动平台的回复，公司预计位于泰国的自建工厂将在 25 年 Q1 投入试生产，主要面向欧美及东南亚客户，交付产品以电源为主。

公司在 2024 年 OCP 全球峰会上推出了适用于 NVIDIA MGX™ 平台的最新电源系统，该系统采用完全模块化设计，包含 6 个 5.5kW 电源模块，在 1U 服务器电源架中提供总计 33kW 的功率，效率高达 97.5%。目前公司成为英伟达指定的 40 余家数据中心部件提供商之一，参与英伟达 Blackwell GB200 系统的创新设计与合作建设，技术实力获得行业头部客户认可，未来有望实现 AI 服务器电源的批量交付。



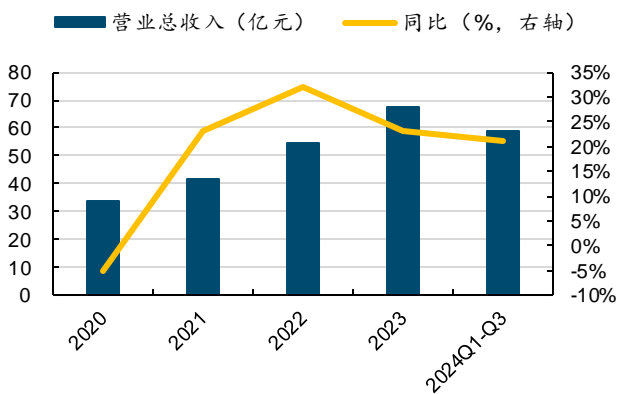
图表49：目前公司量产的服务器电源以CRPS电源为主



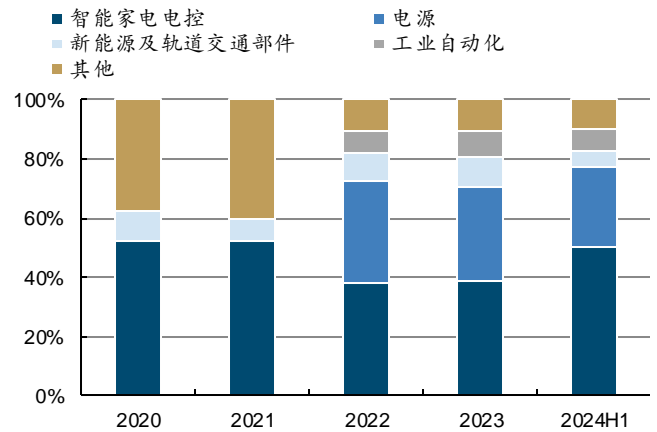
来源：麦格米特官网，国金证券研究所

目前公司电源产品主要包括医疗电源、通信及服务器电源、电力电源、工业导轨电源等，2024年上半年电源产品实现收入11亿元，同比增长13%，收入占比27%；毛利率25.01%，同比+0.76pct，未来高功率AI服务器电源的批量交付后，公司电源产品盈利能力有望获显著提升。

图表50：麦格米特2024年前三季度收入59亿元



图表51：麦格米特24H1电源收入占比27%



来源：Wind，国金证券研究所

来源：Wind，国金证券研究所

➤ 欧陆通：研发储备高功率服务器电源，有望突破国内大厂订单

欧陆通深耕服务器电源领域多年，已与浪潮信息、富士康、华勤、联想、中兴、新华三等国内知名服务器系统厂商建立了紧密合作关系。近几年公司推出多款满足AI需求的高功率服务器电源产品及解决方案，包括1.3kW-3.6kW钛金CRPS服务器电源、3.3kW-5.5kW钛金和超钛金GPU服务器电源、浸没式液冷服务器电源及PSU解决方案等，可支持NVIDIA系列GPU服务器。

2024年公司推出符合OCP ORv3规范的机架式电源解决方案，配置6组5.5kW服务器电源，可提供最高33KW的功率输出，转换效率高达97.5%，并可拓展至20U 66KW、30U 66KW以及40U 132KW等方案，为数据中心领域客户提供可拓展性及定制化的选项，根据其特定需求和应用场景进行灵活配置。



图表52: 2024 年公司推出符合 OCP ORv3 规范的机架式电源解决方案

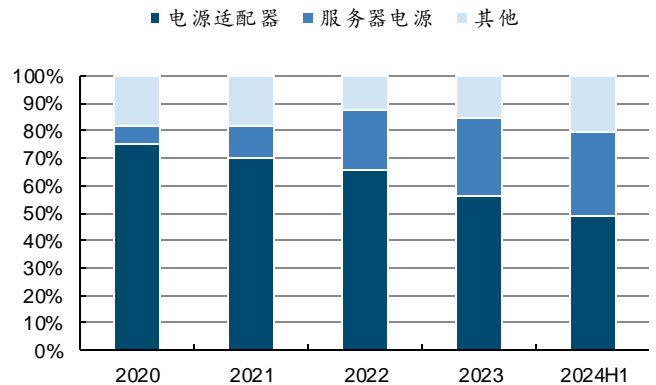
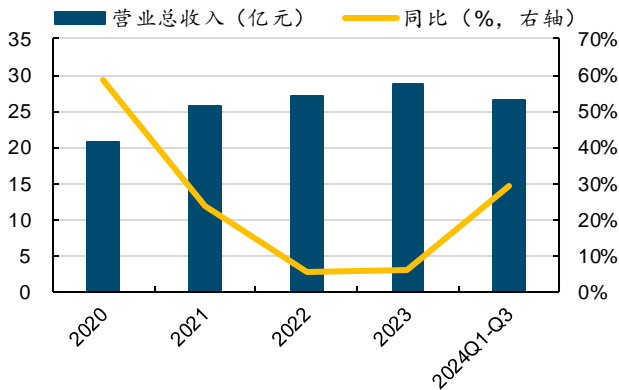


来源: 欧陆通投资者关系公众号, 国金证券研究所

2024 年上半年公司数据中心电源业务收入为 4.95 亿元, 同比增长 77.16%; 毛利率为 26.24%, 同比+6.50pct, 主要得益于高功率服务器电源产品出货占比提升, 产品结构改善, 盈利能力优化。24H1 高功率服务器电源收入 2 亿元, 同比大幅增长 464.1%, 占数据中心电源业务收入比重为 42.2%, 相对于 2023 年的 15.1% 呈现强劲增长态势。

图表53: 欧陆通 2024 年前三季度收入 26.6 亿元

图表54: 欧陆通 24H1 数据中心电源业务收入占比 31%



来源: Wind, 国金证券研究所

来源: Wind, 国金证券研究所

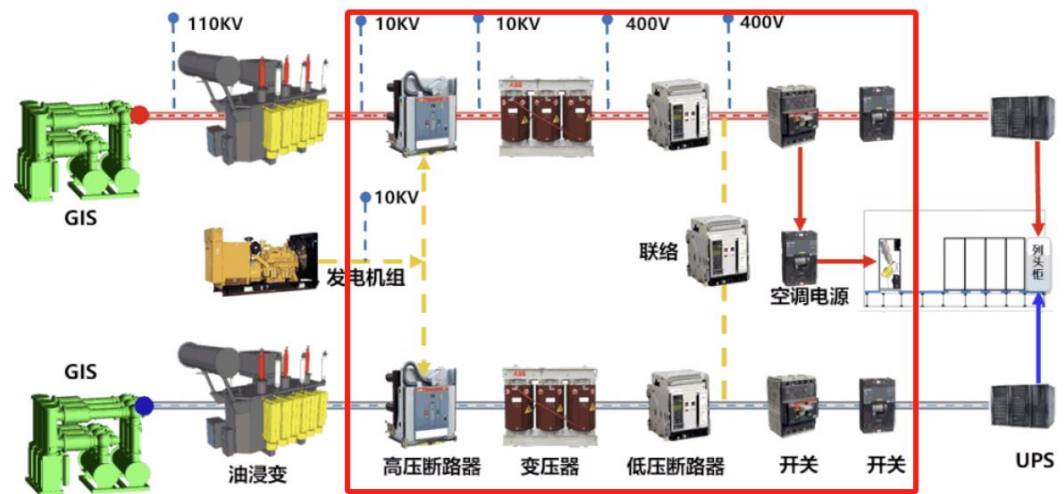
三、配变电系统：AIDC 建设驱动变压器、开关柜需求高增，国内外头部企业加大研发投入

3.1 配变电系统核心设备是降压变压器和高低压开关柜，AIDC 负载高驱动企业额外自建变电站

配变电系统主要由降压变压器、高低压开关柜两类设备构成。配变电系统中的电力传输顺序为：高压市电（35kv、110kv、220kv）通过公用/自建变电站内的变压器进而降压到 10kV → 10kV 的电输送到高压开关柜进行电能的接收和分配 → 接着 10kV 的电通过变压器转换为低压电（380V/220V） → 输出至低压开关柜 → 最后低压开关柜将低压电分配到各个电力机房、主机房、空调机房等不同的用电区域。



图表55：配变电系统核心设备是降压变压器和高压开关柜



来源：数据中心基础设施运营管理，国金证券研究所

数据中心配变电系统四大要求：防火安全要求高+低损耗+模块化设计+电力可靠性要求高。

- ① 防火安全要求极高：数据中心对于环境通常要求保持清洁、干燥且温度和湿度相对稳定。干式变压器不使用油作为绝缘和冷却介质，避免了油浸式变压器可能存在的漏油引发火灾的风险，安全性能更高。同时相比于油浸式变压器，干式变压器结构相对简单，易于检查和维护，有助于提高运维效率。
- ② 低损耗、节能要求高：数据中心电力消耗巨大，占数据中心运营成本的 50%以上，是数据中心日常运营最主要支出。低损耗的变压器能够有效减少电能转换过程中的浪费，降低无功功率消耗，直接节省大量的电费支出。
- ③ 具备模块化设计思路：当前 AIDC 建设倾向于标准化和模块化以提高建设效率、降低管理难度和保障系统兼容性。其中的变压器需要根据数据中心的容量进行配置，具备模块化快速安装的能力，满足业务快速部署需求。
- ④ 电力可靠性与稳定性要求高：数据中心选址多在市电供应稳定区域，这些地区电网架构坚强、电力资源丰富。在市电质量较好的情况下，电压波动较小且较为规律，无需频繁调压操作，这又降低了变压器自身调压功能的依赖。

图表56：数据中心领域主要采用干式变压器

	干式变压器	油浸式变压器
绝缘介质	树脂、绝缘纸等	变压器油等
冷却方式	自冷、风冷、水冷等	油浸自冷、油浸风冷、油浸水冷等
安全性	无油、无污染、难燃阻燃、自熄防火	变压器油可燃、可爆
适用场所	综合建筑内、人员密集区域等安全性能要求更高的场所	独立变电场所等要求远离人群的场所

来源：金盘科技公告，国金证券研究所



AIDC 负载显著高于传统数据中心负载，因此企业额外自建变电站是未来主流趋势，带来更多 110kv 及以上电力设备增量空间。

- 1) 以往数据中心负载低：在传统数据中心时代，大厂一栋标准数据机房大约有 2 万台服务器，1020 多台机柜，单机柜功耗 12kW 以上，IT 总容量约 12.9MW，电力容量大概在 20MVA 左右，通常由市政公共变电站引来四路 10kV 电源，对区域电网的整体压力不是很大。
- 2) AIDC 负载高：在 AIDC 时代，以英伟达 H100 的 DGX 架构 8 卡 GPU 服务器为例，部署一个 1024 台服务器的万卡算力集群(单机柜按 12kW, 考虑制冷等辅助用电), 需要 15~20MVA 的电力容量，一栋 10 万卡的算力集群建筑，单栋建筑的用电规模则达到 100MW 以上。
- 3) AIDC 催生自建变电站需求：当数据中心用电容量超过当地供电部门允许引接公共变电站的最大容量，且用电需求已影响到了当地供电部门的电网规划时，用户需自己建设变电站。此外企业自建变电站还能保障电力供应的自主性与灵活性，实现成本控制和效率提升。目前企业自用变电站等级主要为 110kv、220kv，随着智算芯片密度的持续增加，园区的用电规模可以达到 200MW，甚至攀升至 300~500MW 的水平，企业自建变电站需求越加迫切。

图表57: AIDC 负载显著高于传统数据中心，企业通常自建 110、220kv 变电站

供电电压等级	用电报装容量	受电变压器总容量
220V	10kW及以下单相设备	-
380V	100kW及以下	50kVA及以下
10kV	-	50kVA-10MVA
20kV	-	50kVA-20MVA
35kV	-	5MVA-40MVA
66kV	-	15MVA-40MVA
110kV	-	20MVA-100MVA
220 (330) kV	-	100MVA及以上

来源：《用户接入电网供电方案技术导则》，国金证券研究所

3.2 预计 2028 年全球 AIDC 用变压器/开关柜需求达到 681/985 亿元，24-28 年 CAGR 达 71%/69%

AIDC 发展带动变压器需求持续增长，我们对 AIDC 的用变压器、开关柜进行测算，核心假设如下：

- ① 新增容量：预计 2023-2028 年 AIDC 新增容量有望从 2GW 增长至 59GW，CAGR 达 92%；
- ② 冗余系数：考虑到 2N 系统架构仍是主流，降压主变/降压配变/开关柜冗余比分别取 2.3/2.2/2.2。
- ③ 单价：预计 AI 降压主变单价为 3.5 亿元/GW；AI 降压配变单价为 1.9 亿元/GW；开关柜单价 8.5 亿元/GW。考虑到开关柜、变压器市场参与者数量较多等因素，假设单 GW 价值量保持年降。
- ④ 全球变压器/开关柜市场规模：根据 GMI 数据，2028 年全球变压器市场规模有望超过 5500 亿元，其中电力变压器市场规模约 2139 亿元、全球配电变压器市场规模约 3428 亿元；2028 年全球开关柜市场规模有望超 15150 亿元。

计算方式：AI 变压器需求=AI 降压主变装机 (AI 数据中心装机*降压主变冗余比) *单价 +AI 降压配变 (AI 数据中心装机*降压配变冗余比) *单价，AI 开关柜需求计算方式类似。

综上，我们预计全球 AIDC 用变压器需求有望从 2024 年的 80 亿元增长至 2028 年的 681 亿元，CAGR 达 71%，占全部下游的 12%，其中 AIDC 用电量变压器占比提升至 21%、AIDC 用配电变压器占比提升至 6%；AIDC 用开关柜需求有望从 2024 年的 120 亿元增长至 2028 年的 985 亿元，CAGR 达 69%，占全部下游的 7%。



图表58：2023-2028年AI数据中心用变压器/开关柜需求测算：预计到2028年全球AI变压器和开关柜的需求分别达到681亿元/985亿元，2024-2028年CAGR分别达71%/69%

项目	公式/符号	2023	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	
AI数据中心装机 (GW)	①	2	7	13	23	40	59	
变压器	AI降压主变装机 (GW)	②=①*降压主变冗余比	5	15	29	53	92	135
	AI降压配变装机 (GW)	③=①*降压配变冗余比	5	14	28	51	88	129
	AI降压主变单价 (亿元/GW)	④	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4
	AI降压配变单价 (亿元/GW)	⑤	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7
	AI降压主变需求 (亿元)	⑥=②*④	17	52	101	182	317	460
	AI降压配变需求 (亿元)	⑦=③*⑤	10	28	52	92	157	221
	AI变压器需求合计 (亿元)	⑧=⑥+⑦	27	80	153	275	474	681
	AI降压主变需求占比	⑨=⑥/全球电力变压器市场规模	1%	3%	6%	10%	16%	21%
	AI降压配变需求占比	⑩=⑦/全球配电变压器市场规模	0%	1%	2%	3%	5%	6%
	AI变压器需求占比	⑪=⑧/全球变压器市场规模	1%	2%	3%	6%	9%	12%
开关柜	AI开关柜装机 (GW)	⑫=①*开关柜冗余比	5	14	28	51	88	129
	AI开关柜单价 (亿元/GW)	⑬	8.5	8.3	8.2	8.0	7.8	7.6
	AI开关柜需求合计 (亿元)	⑭=⑫*⑬	42	120	227	405	693	985
	AI开关柜需求占比	⑮=⑭/全球开关柜市场规模	0%	1%	2%	3%	5%	7%

来源：SemiAnalysis, GMI, 国金证券研究所

3.3 海外头部厂商综合解决方案相对成熟，国内厂商加大数据中心领域研发投入

当前数据中心领域开关柜、变压器市场参与者数量较多，竞争格局相对分散，海外头部厂商包括伊顿、西门子、施耐德等等，主要提供模块化设备、综合解决方案。国内厂商主要包括明阳电气、金盘科技、伊戈尔等等。

我们认为，当前AIDC发展趋势明确，企业对于AIDC的可靠性、安全性愈发重视，头部设备厂商有望凭借产品、技术、客户导入等先发优势率先获得更多份额。

图表59：海外头部厂商主要提供模块化设备、综合解决方案，国内厂商主要包括明阳电气、金盘科技、伊戈尔

公司	国家	产品布局	行业地位	下游客户
伊顿	美国	变压器、中低压开关柜、电力模块	全球龙头	微软、亚马逊、互联网企业、通信运营商、金融机构等
西门子	德国	变压器、中低压开关柜、综合解决方案	全球龙头	微软、亚马逊、谷歌、阿里巴巴等互联网企业、通信运营商、金融机构等
施耐德	法国	变压器、中低压开关柜、电力模块	全球龙头	微软、英伟达、互联网企业、通信运营商、金融机构等
明阳电气	中国	变压器、中低压开关柜、电力模块	国内头部	字节、腾讯、京东、维谛、中国电信、中国移动、中国联通等
金盘科技	中国	变压器、中低压开关柜	国内头部	百度、华为、阿里巴巴、中国电信、中国移动、中国联通等
伊戈尔	中国	变压器	国内头部	阿里巴巴、腾讯等互联网企业、通信运营商等

来源：各公司官网、公告，国金证券研究所



➤ **伊顿：数据中心领域产品布局全面，指引下游数据中心领域增长强劲。**

伊顿从 90 年代开始涉足数据中心领域，支持像微软、AWS 等国际型的头部客户。目前公司拥有丰富的经验和全面的产品布局，能够为数据中心提供从变压器、中压配电、低压配电等一系列电气产品。为顺应数据中心朝着超大规模和快速部署等方向演进，公司推出数据中心专用集成电力模块，高度集成由原厂生产的中低压成套设备、UPS 及干式变压器等智能电气设备和电源解决方案，将运营能耗降低 25%，节省 20% 的占地、50% 的现场安装时间、80% 的施工工作量。

图表60：伊顿数据中心领域产品布局全面

Product Families	End markets		
	Commercial & Institutional	Data Center	Industrial Facilities
Transformers	●	●	●
Panelboards, switchboards, and assemblies	●	●	●
UPS	●	●	●
Breakers	●	●	●

来源：EATON，国金证券研究所

图表61：伊顿数据中心专用集成电力模块所用核心部件均由伊顿原厂生产



来源：伊顿电气公众号，国金证券研究所

➤ **西门子：自动化技术领先，发布数据中心整体解决方案、提供全套配变电设备。**

凭借在自动化、数字化和智能化方面的领先技术，西门子整合数据中心的智能运维解决方案、全时全域能效解决方案、安全可靠供配电解决方案，发布“西门子数据中心解决方案 3.0”。该解决方案能够提供从高压、中压到低压，从整柜、元器件到阀门的全套电力设备，满足数据中心不同场景不同需求。

图表62：西门子数据中心解决方案 3.0 提供全套配变电设备



来源：西门子，国金证券研究所

➤ **施耐德：全球能源管理与自动化龙头，携手英伟达优化数据中心基础设施。**

施耐德电气是全球领先的电气制造商之一，在数据中心领域能提供标准化低压成套配电设备。2024 年一季度，施耐德电气宣布与英伟达达成合作，双方致力于携手优化数据中心基础设施，共同推进 AI 和数字孪生技术的创新变革。2025 年施耐德电气发布全新 IMDC 智能模块化数据中心，新产品新增更多配电模块组合，能够根据不同架构与市电输入模式，提供从 6kVA 到最高 60kVA 多种标准配电模块可选项，帮助客户实现快速部署，实现端到端一站式交付和远程数字化管理。



➤ **明阳电气：成套开关设备系列产品成熟，中标字节数据中心项目。**

明阳电气在数据中心领域已经形成了变压器、中低压开关柜、UPS 输入输出柜、列头柜等全系列解决方案。公司进行集成一体化设计和预制化制造，开发了中低压开关设备设计和集成的核心技术，形成了预制化电力方舱，大幅度降低了数据中心动力系统的建设成本。此外公司与腾讯、京东、维谛、中国移动等国内外知名数据中心客户建立了稳定合作关系。

图表63：明阳电气和腾讯、京东、维谛、中国移动等建立了稳定的合作关系

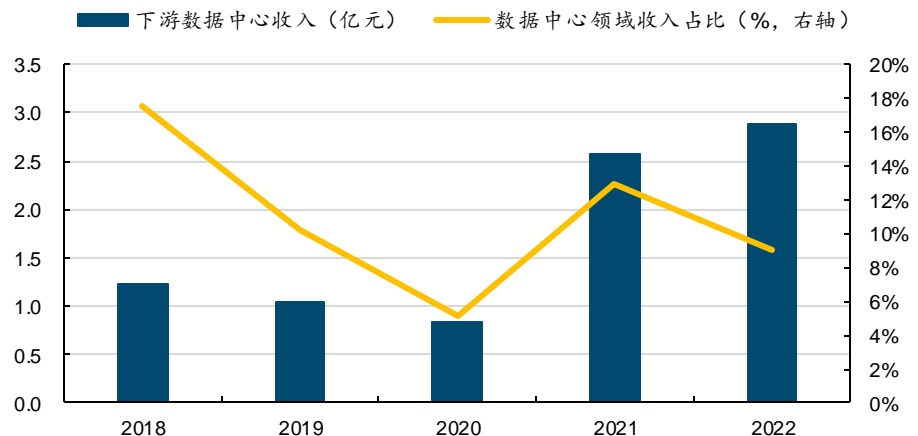
公司名称	市场地位	开始合作时间	客户开发的途径	订单获取的过程
腾讯	知名互联网公司	2021年	拜访客户进行产品推介	1、客户对公司进行资格预审考察； 2、公司通过考察并成为合格供应商； 3、参加客户的招投标或通过询价取得订单
京东	知名互联网公司	2021年		
中富传媒有限公司	广东省知名数据中心建设方	2020年		
维谛投资有限公司	知名数据中心设计公司(EPC方)，纽交所上市公司	2018年之前		
广东蔚海移动发展有限公司	广东省知名数据中心建设方	2020年		
中国移动	知名通讯服务商	2018年之前		
易华录	知名数据中心建设方，深交所上市公司	2020年		
华为技术有限公司	知名信息与通信基础设施和智能终端提供商	2020年		
北京中数云天数据服务集团有限公司	知名数据中心建设方	2022年		
中国联通	知名通讯服务商	2018年之前	通过公开途径获取客户的招标需求	直接参与客户的招投标
中国电信	知名通讯服务商	2020年		

来源：明阳电气公告，国金证券研究所

2024年5月，公司推出针对数据中心客户需求及应用场景开发的数字化、智能化环保新型电力设备 MyPower 数据中心电力模块，全系采用一体化设计、预制化生产、模块化交付方案，集高可靠性、易维护性、高效节能与智能化管理于一体，可以提升数据中心整体运行效率和可靠性，能够广泛应用于高速发展的算力行业大型数据中心及核心机房。新产品推出后，公司已接待多批国内算力行业头部企业客户考察以及样机订制、测试需求。

2024年9月30日，公司首次与字节跳动合作，中标火山引擎数据中心项目，公司主要提供电力模块等输配电产品，帮助客户缩短项目建设周期、显著降低建设成本。我们认为，公司数据中心领域布局已久，看好数据中心领域开关柜、变压器等产品给公司带来的业绩增量。

图表64：公司数据中心领域布局时间较久



来源：明阳电气公告，国金证券研究所



➤ **金盘科技：干式变压器领先，在研项目技术水平国内领先。**

金盘科技干式变压器系列产品具有优于国家能效要求、低损耗，过载能力强，高可靠性，满足长期负载要求等优势，能够很好的满足国内外数据中心的使用要求，已经广泛应用于 IDC 数据中心领域。目前公司产品已广泛应用于包括百度、华为、阿里巴巴、中国移动、中国电信、中国联通等百余个数据中心项目。

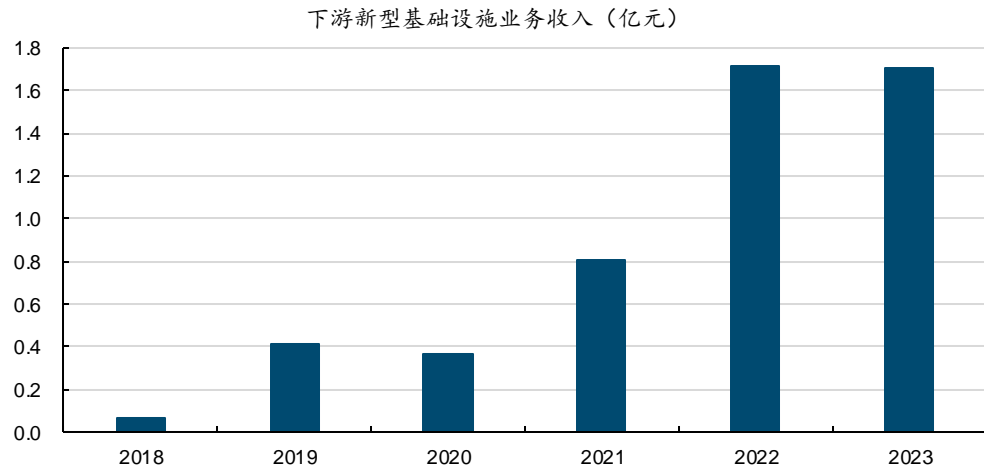
图表65：金盘科技干式变压器广泛应用于 IDC 数据中心领域，下游客户丰富



来源：金盘科技公告，国金证券研究所

公司数据中心领域主要在研项目包括“数据中心电源配套 VPI 移相整流变压器研发与产业化”、“智能电网供电系统高低压柜及箱变产品研发”等等，项目研发技术水平均处于国内领先水平。2018 年以来公司下游新型基础设施业务收入快速增长，未来随着研发产品进一步成熟，公司有望率先实现数据中心领域产品导入，充分受益于 AIDC 加速建设。

图表66：公司下游新型基础设施业务收入快速增长



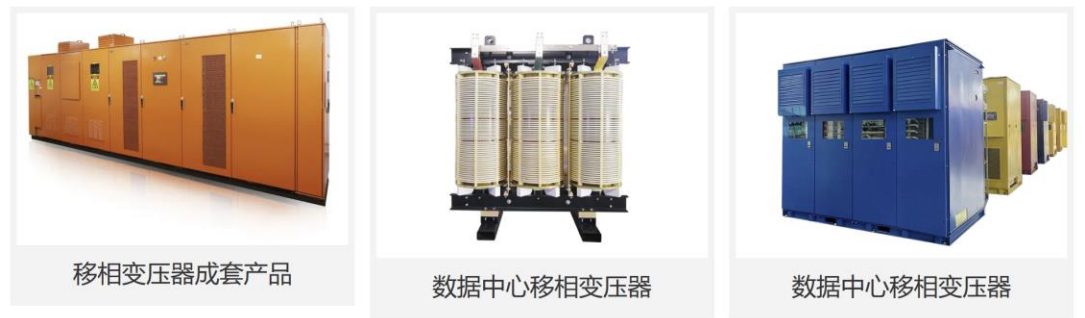
来源：金盘科技公告，国金证券研究所 (*注：新型基础设施业务收入主要来自数据中心领域)

➤ **伊戈尔：移相变压器产品布局领先，持续加大数据中心领域研发投入。**

2019 年末里巴巴推出了数据中心的最新供电技术巴拿马电源，伊戈尔参与了该电源核心部件移相变压器研发，2020 年伊戈尔用于数据中心供电系统巴拿马电源的移相变压器实现量产。2022 年公司非公开发行 2.5 亿元投资研发建设中心项目，规划对数据中心电源系统、新型散热结构移相变压器、数据中心移相变压器进行设计优化，持续加大数据中心领域研发投入。



图表67: 伊戈尔移相变压器产品布局领先



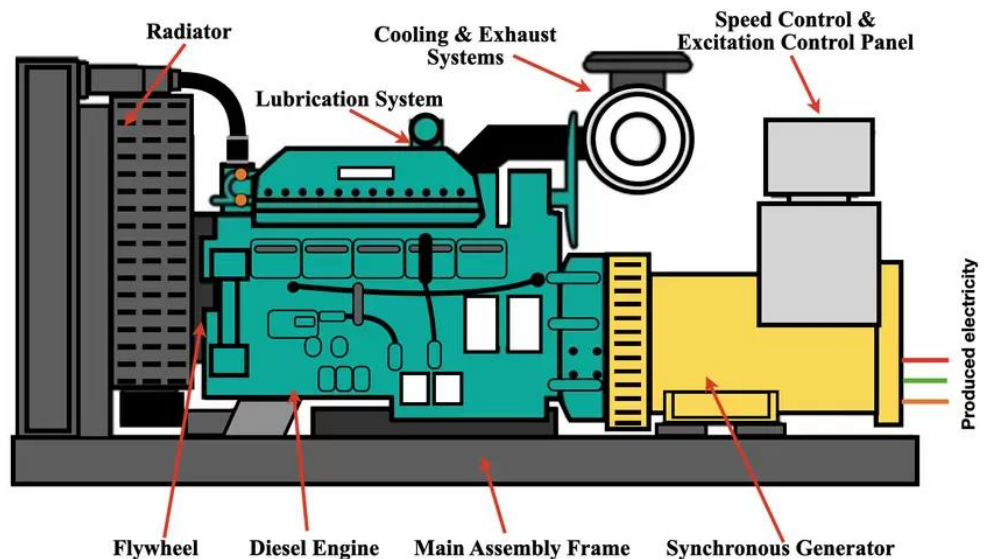
来源: 伊戈尔官网, 国金证券研究所

四、AIDC 柴油发电机：近千亿市场规模，国产化趋势明晰

4.1 柴发为数据中心重要备电方案，AIDC 提升壁垒及价值量

柴油发电机是将柴油等燃料的化学能转化为电能的电力设备，广泛应用于应急供电、偏远地区供电、工业生产、船舶工业、军事领域等众多领域。一台柴油发电机主要包括柴油发动机和发电机两个部分，辅以燃油系统、控制系统、冷却系统、励磁稳压系统等一系列复杂的支持装置。柴油发动机通过燃烧柴油产生动力，进而将动力传输给发电机，发电机根据电磁感应原理将机械能转化为电能，最终输出到负载设备，实现稳定的电力供给。

图表68: 柴油发电机构造示意图



来源: KOTECH, 国金证券研究所

柴油发电机为 AIDC 数据中心的重要备电应急方案，性能及壁垒预计提升。数据中心在建设和运营中对电力保障要求高，需要持续稳定的电力来保证大量服务器等设备的运行。目前，数据中心实际应用中柴油发电机为主要备用电源方案，能够满足数据中心所需可靠性、及时性、功率匹配和应急能力等。AIDC 相较普通 IDC 柴油发电机性能要求提升，主要体现在：

1. 功率要求更高：AIDC 用于人工智能训练和推理，配备 GPU、TPU 等计算芯片更多、功耗更大。普通 IDC/AIDC 的功率预计在千瓦级/数十千瓦甚至更高，要求柴发具备更高的额定功率和更大的功率冗余。
2. 瞬时功率响应更快：AIDC 中的计算设备在进行大规模模型训练或复杂推理时，负载变化更为频繁和剧烈，会产生更大的瞬时功率需求。要求柴发能在更短的时间内快速响应并提供足够的瞬时功率，以确保设备的正常运行，避免因功率供应不及时导致计算中断或数据丢失。



3. 电力输出稳定性要求更严:普通 IDC 要求柴发的输出电压稳态调整率为 $\pm 1\%-\pm 2\%$,AIDC 内部的 GPU、TPU 等在公式对电压的稳定性极其敏感,要求更为严格。其次,柴发的频率稳定度要求更高,以确保 AIDC 中大量设备能在高精度的时钟同步下协同工作。
4. 可靠性及耐久性要求提升:AIDC 的业务通常是持续进行的,如人工智能的模型训练可能需要数周甚至数月不间断运行,因此对柴发的可靠性要求极高。

AIDC 在 IDC 结构占比提升趋势下对于柴油发电机的整体性能、壁垒预计提升。

图表69: 康明斯 qsk60 系列数据中心用 2000kWh 柴油发电机组



来源: 康明斯官网, 国金证券研究所

4.2 近千亿市场规模, 享终端放量红利

2028 年 834 亿元市场空间, 受益于 AIDC 趋势下单机容量及价值量提升。根据测算, 我们预计全球数据中心用柴油发电机 2024/2026/2028 年需求量为 41147/46937/52817 台, CAGR=6%, 市场规模为 671/759/834 亿元, CAGR=6%。具体假设如下:

1. 全球数据中心新增装机总量: 2024/2026/2028 年分别 54/79/114 台, CAGR=21%, 其中 AI 数据中心预计为 7/23/50 台, CAGR=8%。
2. 柴油发电机作为备用电源电机渗透率: 目前柴油发电机占据主要的份额, 然而面临一定的挑战, 如柴油发电机运行时会产生废气及噪音对环境造成污染, 下游或倾向于更清洁的解决方案如锂电储能、氢燃料等; 综合考虑其技术成熟、供电质量高, 且成本效益好等, 预计仍然占据重要地位, 假设 2024-2028 年柴油发电机在数据中心渗透率为 60%-70%。
3. 柴油发电机单机容量: 假设 AI 数据中心及传统数据中心用柴油发电机单机容量分别为 2、1MW, 且伴随数据处理及运算需求规模提升, 对于柴油发电机功率要求提升, 假设整体单机容量保持提升趋势。
4. 柴油发电机冗余系数: 常见柴油发电机冗余配比为 N+1 或者 2N, 综合考虑 AIDC 对于大规模数据训练及复杂模型运算要求提升, 假设冗余系数为 1.2N;
5. 数据中心柴油发电机价值量: 普通数据中心用 1MW 柴油发电机以及 AI 数据中心用 2MW 柴油发电机价值量假设为 250、150 万元, 目前主要由海外供应商供应; 考虑到国产替代比例提升、综合成本降低等, 假设单机价值量保持年降。

综上, 根据贝哲斯咨询报告, 2024 年全球柴油发电机规模在 1526 亿元, 至 2028 年全球柴油发电机规模预计达 1986 亿元, 下游应用包括电力、石化、通信、交通运输、煤炭等领域; 综合上述测算, 全球数据中心用柴油发电机在柴油发电机终端需求比例预计为 40%。



图表70：全球数据中心用柴油发电机市场空间测算（2023-2028年；单位：台、亿元）

	2023A	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	CAGR
全球数据中心新增装机（GW）	46	54	64	79	100	114	21%
其中：AI 数据中心	2	7	13	23	40	50	63%
传统数据中心	44	47	51	56	60	64	8%
柴油发电机渗透率	70%	68%	66%	64%	62%	60%	/
柴油发电机单机容量（MW）	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	12%
其中：AI 数据中心	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	5%
传统数据中心	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	5%
柴油发电机冗余系数	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	/
全球数据中心用柴油发电机需求（台）	39690	41147	43281	46937	51391	52817	6%
其中：AI 数据中心（2MW 容量）	882	2852	4893	7997	12848	14836	51%
传统数据中心（1MW 容量）	38808	38296	38389	38941	38543	37981	0%
柴油发电机单价（万元/台）	147	163	162	162	163	158	-1%
其中：AI 数据中心（2MW 容量）	238	250	238	226	214	204	-5%
传统数据中心（1MW 容量）	143	150	143	135	129	122	-5%
全球 AIDC 用柴油发电机市场规模（亿元）	21	71	116	180	275	302	43%
全球数据中心用柴油发电机市场规模（亿元）	583	671	700	759	837	834	6%

来源：SemiAnalysis, GlobalSearch, 国金证券研究所

4.3 格局分析：进口比例较高，亟待国产替代

数据中心用柴油发电机竞争格局分析：进口比例较高，亟待国产替代。数据中心用柴油发电机属于中高端领域，技术壁垒、认证壁垒以及资金及规模要求均高于其他领域，目前全球数据中心用柴油发电机龙头主要为康明斯、MTU、三菱等，以及国内龙头潍柴重机等；国内柴油发电机组 OEM 厂商头部公司为科泰电源、豪泰科技以及苏美达等。据产业链数据，国产数据中心柴油发电机进口比例较高，国内外柴油发电机价差较大，亟待国产替代；伴随国内头部厂商潍柴动力、玉柴机器等扩产，以及 AI 发展趋势下国内数据中心应用巨头字节跳动、腾讯、百度、万国数据等资本扩张，内资供应份额预计提升。

图表71：全球柴油发电机及 OEM 厂商格局分析（2025 年）

供应商	国家	产品	行业地位	产品市场
康明斯	美国	柴油发电机	全球龙头	高端
MTU	德国	柴油发电机	全球头部	高端
三菱	日本	柴油发电机	全球头部	高端
卡特彼勒	美国	柴油发电机	全球头部	高端
潍柴重机	中国	柴油发电机	国内龙头	中高端
玉柴机器	中国	柴油发电机	国内头部	中高端
科泰电源	中国	OEM	国内头部	中高端
豪泰科技	中国	OEM	国内头部	中高端
苏美达	中国	OEM	国内头部	中高端

来源：公司官网等，国金证券研究所



数据中心柴油发电机供应链投资机遇：从价值量及壁垒角度，关注发动机及曲轴环节国产替代领军企业。从数据中心柴油发电机结构看，柴油发动机、发电机、控制系统为核心零部件，其中发动机为最核心部件，主要由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、润滑系统以及冷却系统组成。

从零部件制造壁垒角度看，电子控制系统、发动机缸体，以及曲轴为高工艺制造壁垒环节。其中，电子控制系统头部集中度非常高，主要由西门子、施耐德等外资企业垄断，部分国内企业如英威腾、汇川技术等在中低端市场占据一定份额。发动机头部集中度亦较高，康明斯、五十铃等占据国际市占率，国内潍柴动力、玉柴机器为发动机缸体领军企业。此外，天润工业为国内曲轴行业龙头，占据较高市场份额。

4.4 公司推荐

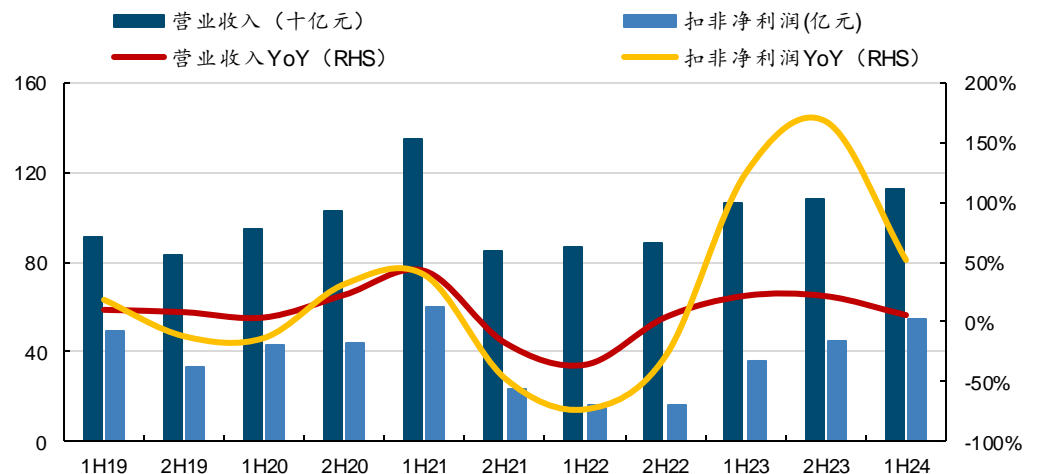
➤ **潍柴动力：内资柴油发动机龙头，受益于国产替代趋势，技术壁垒与市场份额较高。**

潍柴动力股份有限公司是国家内燃机研发、制造、销售重点骨干企业，也是中国柴油机行业首家在香港上市的公司，公司内燃机产品广泛应用于工程机械、发电等大功率动力配套市场。公司生产的WD615、WD618柴油在重型汽车、工程机械市场的平均占有率达到75%以上，近年来10L/12L大功率柴油机一直保持市场领导地位。

大缸径发动机是发电机组的动力核心，过去市场主要被卡特彼勒、康明斯、约翰迪尔等国外品牌掌控。潍柴动力通过自主研发和战略并购，逐步打破国外品牌的市场垄断，实现自主量产，与国外产品相比有明显的成本优势。柴油发动机热效率是节能减排的关键参数，近4年潍柴已4次刷新柴油发动机本体热效率世界纪录，2024年发布了全球首款本体热效率53.09%柴油发动机，具有较高的技术壁垒。目前，公司拥有自主知识产权的动力系统和发动机出口150多个国家和地区，高端产品凭借优质的可靠性、动力性、经济性，不断在发电机组、5G数据中心备用电源等市场进行拓展。经测算，公司大缸径发动机的单台销售价格近年来呈现上涨的趋势，目前价格在40万元/台左右，单台盈利能力突出，毛利率达30-40%。根据公司2021年发布的定增公告，对大缸径高端发动机产业化项目的拟投入金额超30亿元，未来随着公司对全球市场的不断发力，来自大缸径发动机业务的营收有望保持高速增长。

潍柴动力财务数据分析：已跨过低谷期，未来盈利预期呈稳健增长模式。2019年至2021上半年，潍柴动力营业收入持续向好，受益于行业需求平稳增长和公司产品竞争力较强，公司主要依靠核心业务的持续增长和规模效应的逐步释放，保持稳健的盈利水平。2021下半年至2022年末进入低谷期，受累于重卡行业的宏观经济态势，国内市场需求恢复缓慢，公司营收明显下滑，盈利水平暂时回落。2023年，工程机械行业市场逐步回暖，潍柴动力实现显著的业绩反弹，扣非净利润同比增长高达150%。2024上半年，公司盈利恢复稳步增长水平。未来随着全球数据中心，尤其是国内数据中心的建设加速，大缸径发动机市场具有长足的成长空间，公司未来盈利情况预期将稳健增收。

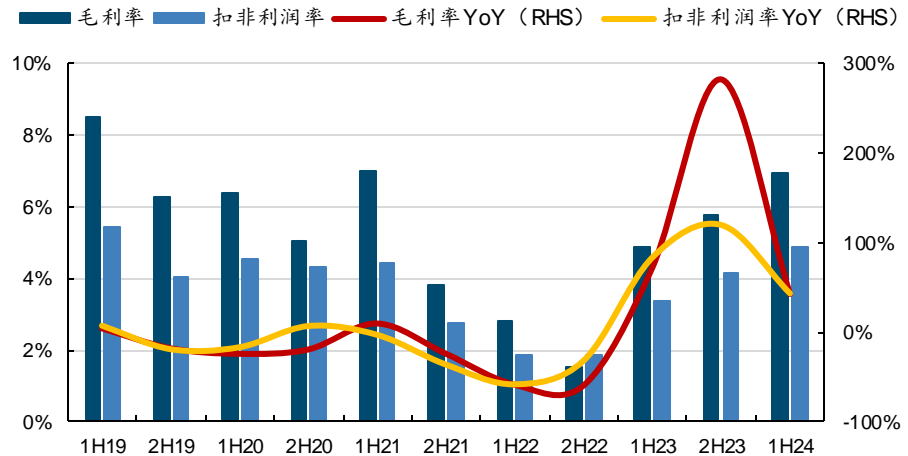
图表72：潍柴动力营业收入和扣非净利润变化



来源：潍柴动力公告，国金证券研究所



图表73: 潍柴动力毛利率和扣非利润率变化



来源: 潍柴动力公告, 国金证券研究所

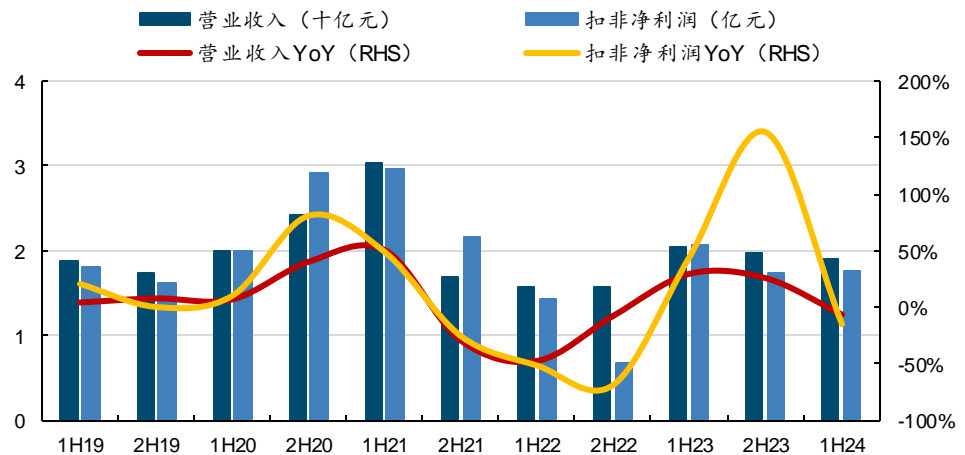
➤ 天润工业: 内资曲轴生产主导企业, 技术壁垒和市场份额均较高。

天润工业技术股份有限公司是国内曲轴专业生产的龙头企业, 公司主要业务包括曲轴、连杆、铸锻件、空气悬架等产品的生产和销售。曲轴作为柴油发动机的关键部件, 其制造过程涉及复杂的锻造、热处理和精密加工技术, 具有较高的技术壁垒。目前国外的曲轴生产厂商主要为宝马格、川崎重工、萨克斯勒等企业, 国内曲轴生产领域由天润工业、玉柴集团等企业领先。

天润工业凭借多年的技术积累和持续创新, 其产品出口至 20 多个国家和地区, 国内市场覆盖全国 31 个省市, 公司曲轴、连杆产品成为国内外著名主机厂的配套产品, 拥有稳定的市场地位和较强的竞争能力。天润工业和沃尔沃、卡特彼勒、潍柴、康明斯等全球主要的柴油发电机企业建立了长期合作关系, 其中来自潍柴动力的相关业务收入占总收入的约三分之一。

天润工业财务数据分析: 业绩达到拐点后迅速回升, 未来预计呈持续增长趋势。天润工业在曲轴生产领域具有稳定的技术优势, 2021 上半年前利润一直保持稳健增长。在国五促销透支国六需求等因素的影响下, 2021 下半年至 2022 年末重卡销量持续低迷, 导致公司利润持续下跌。在 2023 年疫情影响减弱、透支效应逐渐出清等背景下, 市场环境逐步回暖, 重卡销量达到拐点恢复增长, 公司业绩迅速回升, 2024 上半年恢复到 22 年前的原有水平。国五换为国六标准后, 国内发动机厂对连杆及曲轴性能要求更高, 公司具备生产国六轻卡及连杆优势, 未来业务存在增量空间, 预计在未来三至五年将呈现持续增长趋势。

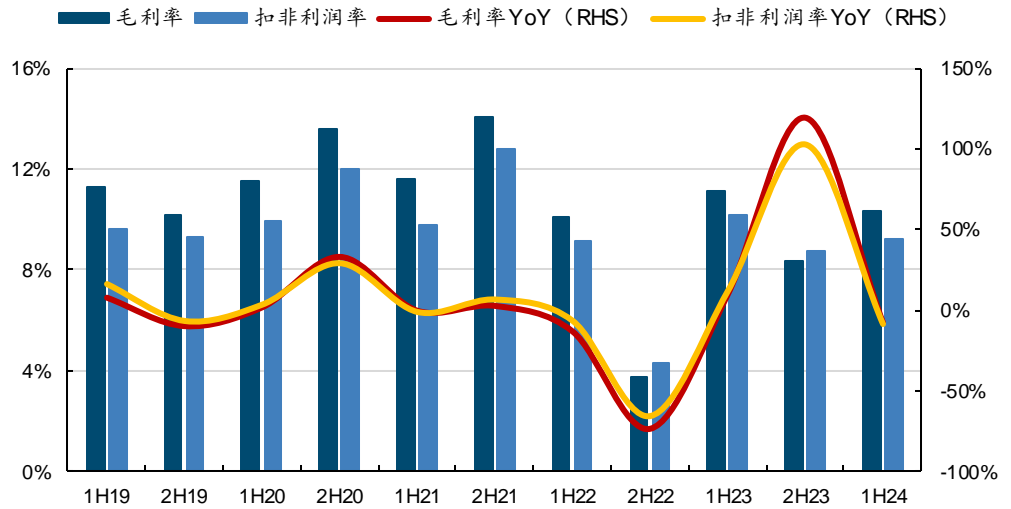
图表74: 天润工业营业收入和扣非净利润变化



来源: 天润工业公告, 国金证券研究所



图表75: 天润工业毛利率和扣非利润率变化



来源: 天润工业公告, 国金证券研究所

五、投资建议

- 最看好高功率密度 AC/DC 电源 (麦格米特、欧陆通), 门槛高、价值量大、竞争格局好;
- 其次看好 HVDC (中恒电气、禾望电气), 但技术细节尚在探讨阶段。
- BBU 电池: 建议关注蔚蓝锂芯 (工具电芯领先企业, 海外布局有马来西亚基地, 已向台湾 BBU 厂商供应电芯, 具备先发优势)、亿纬锂能 (工具电芯领先企业, 海外布局有马来西亚基地, 有望切入 BBU 电池市场)。
- 配套电气设备: 建议关注明阳电气 (成套开关设备系列产品成熟, 中标字节数据中心项目)、金盘科技 (干式变压器领先, 在研项目技术水平国内领先)。
- 柴油发电机: 关注内资柴油发动机龙头潍柴动力 (受益于国产替代趋势及高制造壁垒, 全球份额预计提升, 盈利能力有望稳固)、内资曲轴领军企业天润工业 (受益于头部柴发客户绑定及全球出口扩张)。

图表76: 主要推荐标的盈利预测及估值 (元/股、亿元)

证券代码	公司名称	市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)					PE				
			2022A	2023A	2024E	2025E	2026E	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
002851.SZ	麦格米特	367	4.7	6.3	6.1	8.5	11.2	78	58	60	43	33
300870.SZ	欧陆通	132	0.9	2.0	20.6	25.6	31.3	146	67	6	5	4
002364.SZ	中恒电气	81	-0.6	0.4	23.8	29.8	36.2	-145	205	3	3	2
603063.SH	禾望电气	155	2.7	5.0	5.3	6.8	8.1	58	31	29	23	19
002245.SZ	蔚蓝锂芯	151	3.8	1.4	4.3	6.0	7.2	40	107	35	25	21
300014.SZ	亿纬锂能	873	35.1	40.5	43.5	56.8	72.9	25	22	20	15	12
301291.SZ	明阳电气	161	2.7	5.0	6.6	8.7	11.4	61	32	24	19	14
688676.SH	金盘科技	199	2.8	5.0	6.4	9.0	11.5	70	39	31	22	17
000338.SZ	潍柴动力	1214	49.1	90.1	115.3	127.0	143.0	25	13	11	10	8
002283.SZ	天润工业	64	2.0	3.9	3.7	4.8	6.0	32	17	17	13	11

来源: ifind, 国金证券研究所 *注: 1) 以 2025 年 1 月 24 日收盘价计算上述公司现价对应 PE; 2) 除禾望电气、亿纬锂能、明阳电气、潍柴动力, 均采用 ifind 一致性预测



六、风险提示

全球数据中心扩张进度不及预期。如果全球 AI 数据中心投资建设进度不及预期，将会减少电气设备需求，进而影响相关公司业绩表现。

中美科技领域政策恶化：中美在 AI 领域竞争激烈，美国限制先进芯片和半导体对中国的出口，随着竞争的加剧，未来可能会推出更严格的限制政策，限制国内 AI 的发展进而影响 AIDC 投资建设。

市场竞争加剧：倘若全球电气设备公司加速产能扩张，导致相关电气设备供需失衡、行业竞争加剧、价格竞争激烈，将对相关公司经营情况带来不利影响。

技术迭代风险：AI 行业处于技术快速迭代期，新算法、架构和应用不断涌现，硬件与软件需要不断升级、优化，倘若技术发展过快，相关公司无法跟上行业技术演进节奏，可能会影响相关公司业绩表现。



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。

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	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址：北京市东城区建国内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	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