

柜外电源专题：从UPS到SST，AIDC供电革命创千亿蓝海市场

证券分析师：曾朵红、司鑫尧

执业证书编号：S0600516080001、S0600524120002

联系邮箱：zengdh@dwzq.com.cn

联系电话：021-60199798

2025年11月29日

- **高压直流配电技术是未来AIDC供电的方向。**相比传统交流供电，直流克服了交流传输的“集肤效应”，具有输电损耗低、用铜量低、供电线路投入低等优势。未来AIDC随着算力芯片性能提高向高能耗、高功率密度发展，高压直流配电技术的应用能够助力AIDC客户降低系统能耗，提高数据中心供电能量密度，并有助于实现绿电和算力的协同，HVDC将是下一代AIDC供电的方向。
- **柜外HVDC电源放量在即，巴拿马有望成为主流、SST将是最终方案。**基于UPS的数据中心供电架构本质是传统交流配电系统设计标准下的产物，柜外电源向高压直流技术方向演进，而国内和海外在产品形态、技术路线等方面略有不同。**1) 国内数据中心柜外直流电源产业化应用较早，目前主要分为240/336V模块化HVDC电源和巴拿马电源两种技术路线，巴拿马电源集成度高、系统CAPEX相比UPS和HVDC方案有大幅压降，系统效率最高可达97.5%，以阿里、腾讯为核心的CSP率先批量采用巴拿马电源供电，我们预计26年新建AIDC中HVDC方案渗透率将快速提升，其中巴拿马电源方案有望占据主流。我们预计到2030年国内HVDC市场有望超800亿，25-30年CAGR约122%。****2) 海外AIDC高压直流化核心驱动因素是NV下一代Rubin GPU运行需要800V 直流供电，我们预计海外用户将直接切入800V方案。**海外供电方案相比国内增加了Sidecar方案，其功率密度和集成度相比独立电源柜形式更高，但量产难度高，主要是台达、麦格米特等服务器电源厂家主推。海外800V HVDC方案渗透率预计在27年显著提升，我们认为独立电源柜方案将快于Sidecar方案批量应用。我们预计到2030年海外HVDC市场有望超1400亿，25-30CAGR约170%。**3) SST取消了工频变压器降压实现了体积、效率的大幅提升。国内产业进程领先全球，海外CSP纷纷提出基于SST的AIDC配电方案，我们认为HVDC技术将快速收敛于SST，随着供给端技术和产品逐渐成熟，我们预计SST有望在27年H2开始放量，29-30年有望逐渐成为AIDC柜外电源的主流方案，到2030年全球SST市场规模有望超1000亿。**
- **国内HVDC和SST领先全球，合作出海北美成长潜力巨大。**数据中心下游客户更关注品牌、质量，供应链格局常年保持稳定，我们预计未来海外HVDC电源市场将保持类似的竞争格局。国内HVDC电源技术发展进度大幅超前于海外，SST在充电场站、直流微电网等项目上有丰富的工程化应用经验，能够实现技术和成本的最优。国际头部TIER 1积极寻求与国内企业合作研发HVDC电源和SST，我们认为科士达、盛弘股份等常年与海外电源厂家有合作或者代工基础的有望快速切入北美HVDC市场，阳光电源、金盘科技等拥有海外渠道和电力电子技术的公司有望通过自有品牌获取北美市场份额，四方股份、为光能源等拥有SST技术优势的公司有望通过与海外头部TIER 1合作出海北美，国内柜外电源公司将乘AI发展的东风实现高速成长。
- **投资建议：综合性柜外电源供应商（SST+HVDC）重点推荐：【阳光电源】【金盘科技】。HVDC电源重点推荐：【中恒电气】【科士达】【科华数据】【盛弘股份】【优优绿能】等，建议关注：移相变压器龙头【伊戈尔】、整流模块【通合科技】。SST重点推荐：【四方股份】【中国西电】，建议关注：核心零部件高频变的【新特电气】【京泉华】【可立克】等。**
- **风险提示：终端客户招标不及预期，AIDC建设进度不及预期，关税政策不及预期，竞争加剧等。**



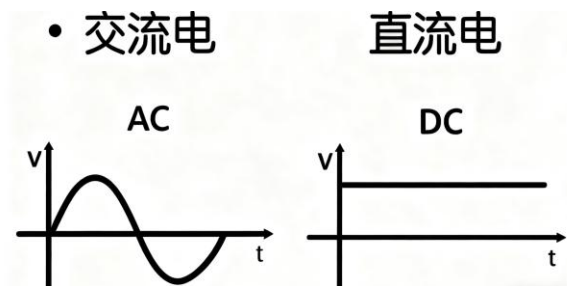
- 直流配电规模化应用元年已至
- AIDC配电系统架构向直流化、高压化进化
- 国内柜外电源产业链完善，有望借外资东风突破北美市场
- 投资建议与风险提示

直流配电规模化应用元年已至

直流、交流发电输电技术相继问世，交流因易于变压减少损耗而推广开来

- **直流与交流的区别主要体现在方向是否随时间变化。**广义上讲，直流电的电流流向单一、方向不作周期性变化。交流电的电流大小、方向随时间作周期性变化。
- **特斯拉爱迪生“电流之战”以交流胜出告终。**19世纪末特斯拉交流电远距离输电技术全面取代直流电而赢得电流之战。其发明的三相交流电及其感应电机设备、以及110V、60Hz供电标准在美国等沿用至今。原因有三：第一，彼时直流尚无法实现变压，而交流电因易于变压实现的传输高效性尤其是远距离中的优异表现受到认可。第二，交流发电只需在城市中心建设一个发电站，设备结构也简单、维护成本低，而直流电电站投入高得多、且导线成本与损耗双高；第三，多相交流感应电机、交流电表的发明，绝缘安全技术的提升等客观促进了交流系统发展。

表：交流电与直流电的表现形式



表：直流电与交流电对比

	直流	交流
输电两端设备	换流站的换流器、谐波滤波器等价值更高	变电所
同造价下导体传输功率	较大	较小
电容电流	基本无	有
功率损耗	较小	导线多、有趋肤效应，较大
电压变换难度	较难	较方便
适用场景	通信、数码产品、移动电源	大型家电、工业设备
相互转化	逆变为交流	整流为直流

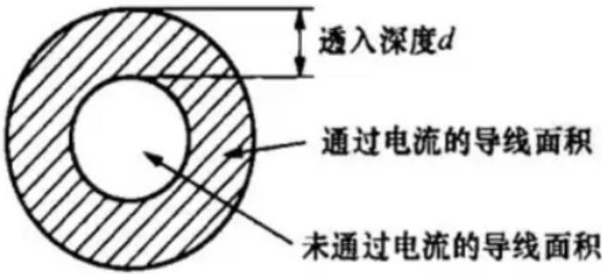
变压瓶颈与传输损耗得到解决、直流电源与负载不断增长、直流装备大幅降本，并驱直流路线

- ❑ **负载侧：**直流负载渗透率大幅提升，如新能源汽车、AI服务器、电子设备等，终端直流化率越来越高，通过适配器接入交流系统产生大量损耗，用能效率低，直流用电生态日趋成熟。
- ❑ **电源侧：**光伏、储能是天然直流电源，但当前必须通过逆变器转换为交流电并网，逆变过程会产生损耗，而通过直流并网无需逆变环节，损耗低。
- ❑ **传输侧：**交流电因“集肤效应”导致传输效率低、对地产生电容电流、线路损耗大，而直流传输在线路上节省三分之一的导线，无“集肤效应”导体利用率更高，线损低且不需要电抗补偿电容电流，输电CAPEX更低。
- ❑ **装备侧：**功率半导体器件大幅降本，高压大功率电力电子器件应用广泛，直流变压器、直流断路器、直流电能表等直流供配电装备技术成熟，装备成本大幅下降，具备产业化落地基础。

图：光伏发电逆变并网损耗估测

环节序号	环节	效率	累计效率	累计损耗
1	光伏阵列效率	95%	100%	0%
2	MPPT效率	97%	95%	5%
3	直流线路效率	98%	92%	8%
4	逆变器效率	95%	90%	10%
5	交流线路效率	99%	86%	14%
6	升压变压器效率	97%	85%	15%
合计			82%	18%

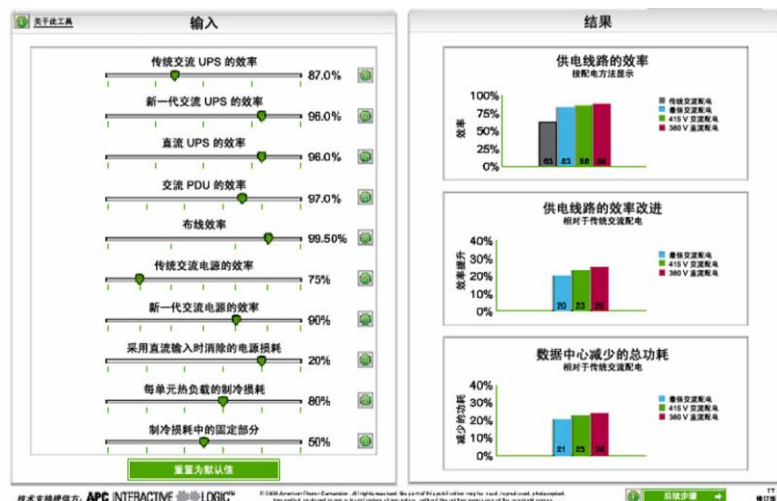
图：交流电通过导体时产生“集肤效应”



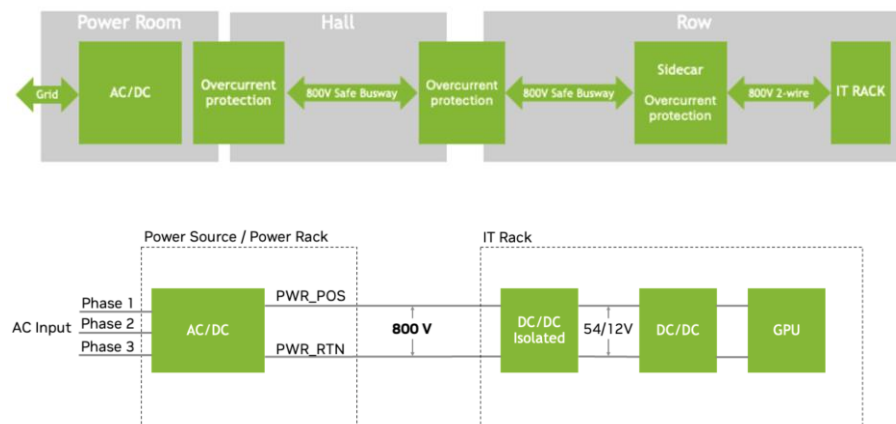
直流供电是未来AIDC的必由之路

- 未来智算中心的特征：高能耗、高功率密度、高稳定性。直流配电良好满足数据中心供配电要求，必将成为未来数据中心主流路线。
- 能耗上，直流配电AC/DC转换环节少、损耗少，能显著提升数据中心能源利用效率；功率密度上，电缆耐受直流电压能力比交流高3倍以上，且直流方案能减少铜材消耗并压缩电源设备占用空间，匹配数据中心高功率密度需求；稳定性上，直流设备故障节点少且故障响应速度在毫米级，可有效保障IT负载运行稳定性；能源利用上，直流母线能直接接入光伏、储能等新能源设备而不需额外逆变环节，有助于数据中心消纳绿电实现Opex的下降。
- 长期来看，直流运维与能耗成本更低，全生命周期更经济，且能够随数据中心需求的发展扩展到更高功率机架。

图：交流与直流配电架构对数据中心效率的影响



图：英伟达提出800V供电架构以适配其Kyber 机架

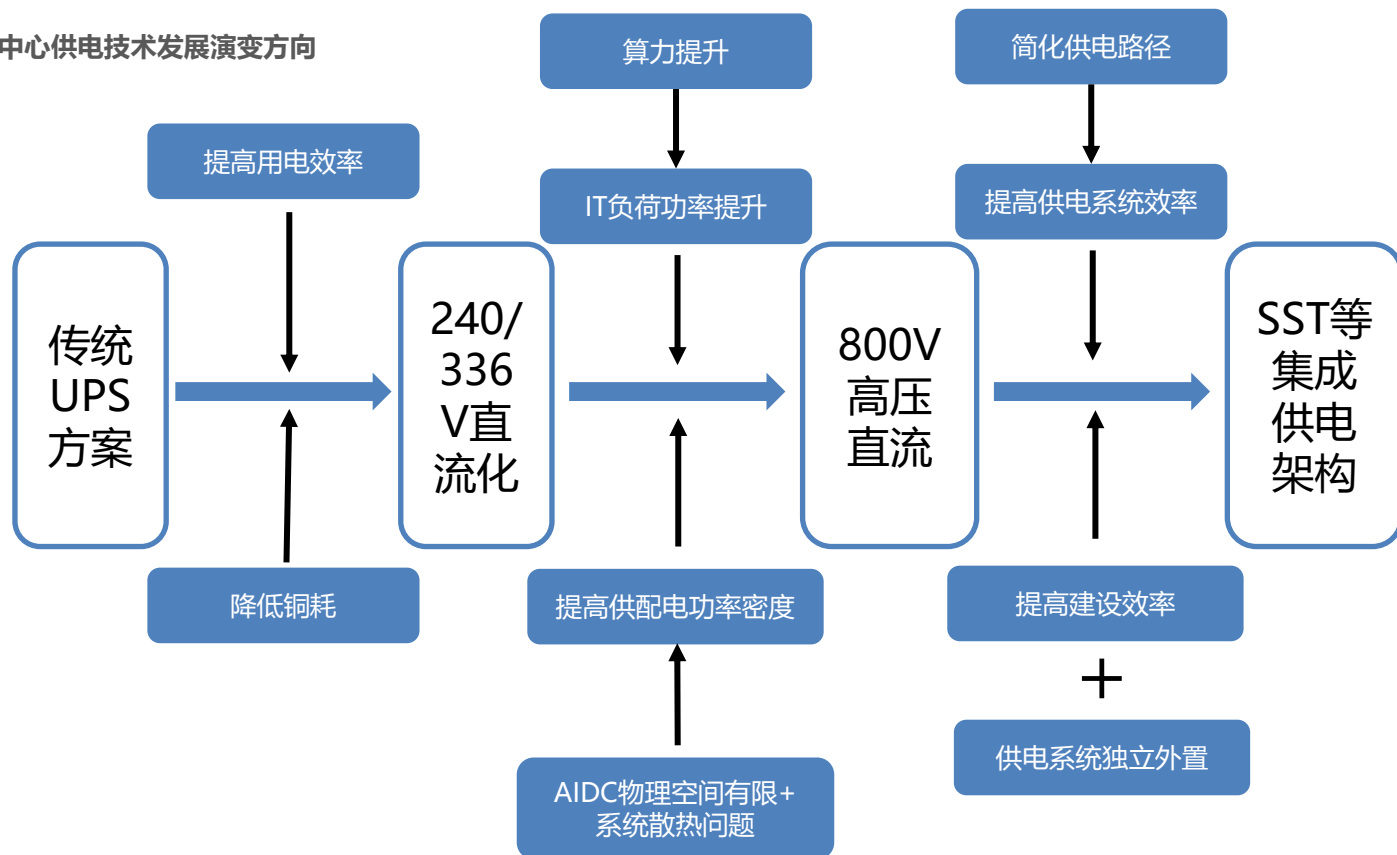


AIDC配电系统架构向直流化、高压化进化

数据中心供电技术路线的演变

- **供电技术进化的底层逻辑：**1) 从提高用电效率、降低铜耗和降低Capex的角度，国内阿里携手中恒和台达推广240/336V的HVDC系统（直流化）；2) 随着AI算力需求的增长和高性能GPU的部署，IT负荷功率大幅提升，同时AIDC存在物理空间有限+系统散热问题，迫使供配电功率密度大幅提升，供电系统向800V/±400V 高压直流系统发展；3) 远期AIDC向GW级发展，进一步提高供电效率+绿电高效接入+提高建设效率+供电与算力分开，SST（固态变压器）等集成供电架构有望成为主流。

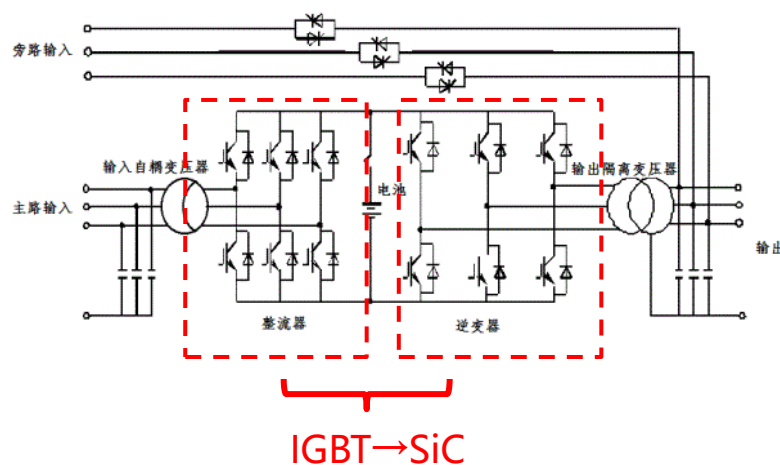
图：数据中心供电技术发展演变方向



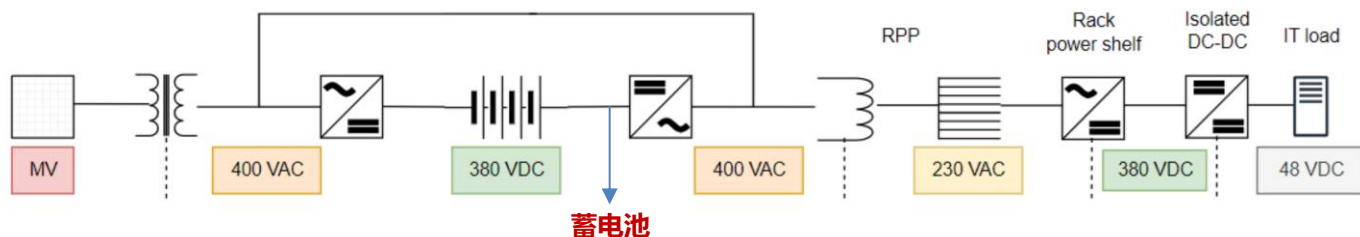
第一代供电系统UPS已无法满足下一代数据中心需求

- ❑ **UPS为当前数据中心主流配电方案：**UPS方案应用已久，配套设备完善，当前数据中心装机规模大部分在几MW到十几MW区间，功率密度需求较低，UPS方案占主导地位，国内UPS渗透率约为85-90%，240V/336V HVDC逐步替代中，海外渗透率超95%，主要系海外对于应用新方案较谨慎。
- ❑ **UPS当前发展聚集于原技术路线上的缝缝补补：**传统UPS功率器件以IGBT为主，单设备最高效率约95%，随着对能耗要求逐渐提高，头部公司采用SiC器件作为主功率器件，最高效率可提升至97.5%，但从电压变换结构上仍旧为两级损耗。
- ❑ **UPS是传统交流配电系统设计标准下的产物，产品+技术成熟，但对于未来AIDC的需求来说，UPS将逐渐退出历史舞台。**

图：主流UPS采用IGBT为主，高性能UPS开始采用SiC提升效率



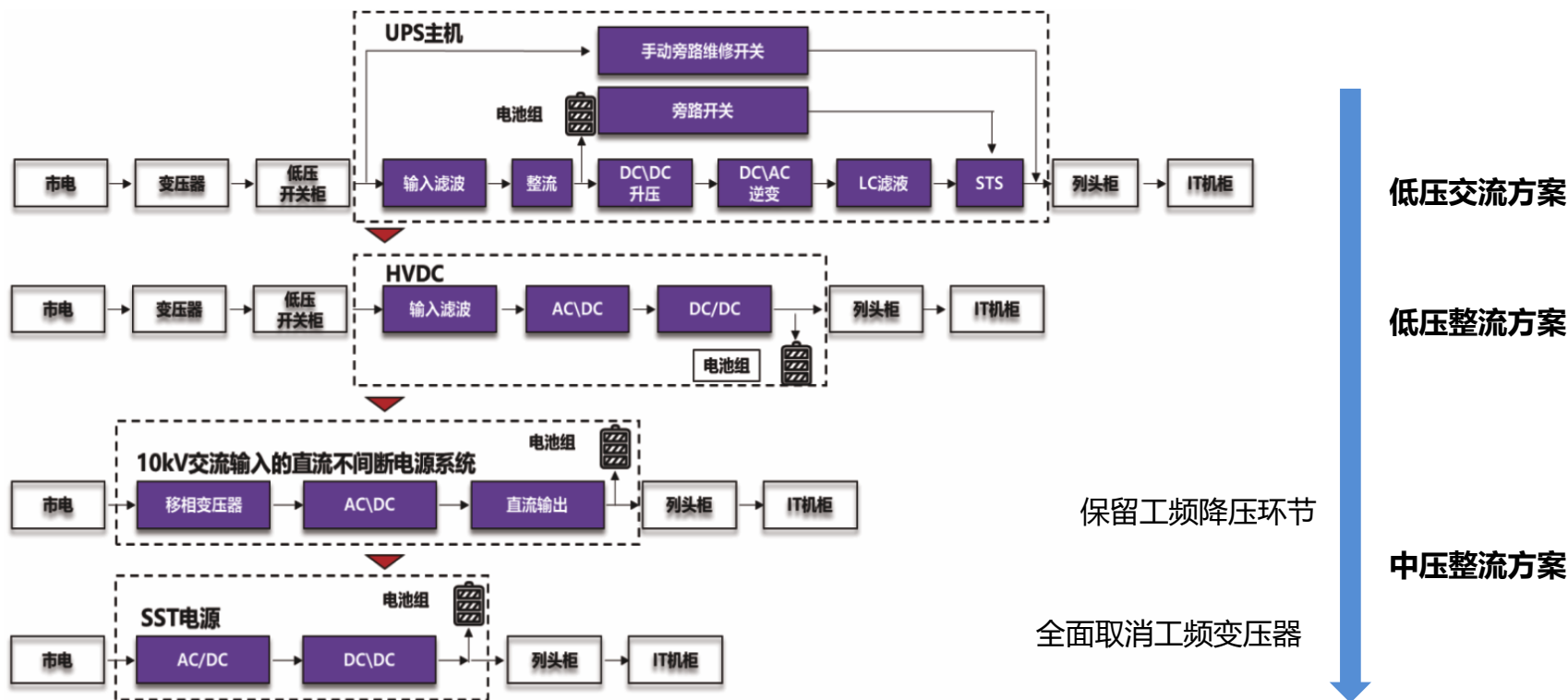
图：传统市电+UPS的供电方案



数据中心供电技术直流化已成大势所趋

- 数据中心直流化的趋势已经明确，配电链路更加简化、更加集成的方向发展：根据英伟达800V供电白皮书和数据中心800V直流供电技术白皮书（1.0），AIDC的直流化按照交流接入方式可以分为1）低压整流、2）中压整流，其中中压整流方案按照降压原理进一步分为1）保留工频降压环节和2）全面取消工频变压器（SST方案），从趋势来看，配电链路是朝着更加简化、更加集成的方向迭代。

图：不同的数据中供电方式，从配电设备来看链条呈不断简化的方向发展



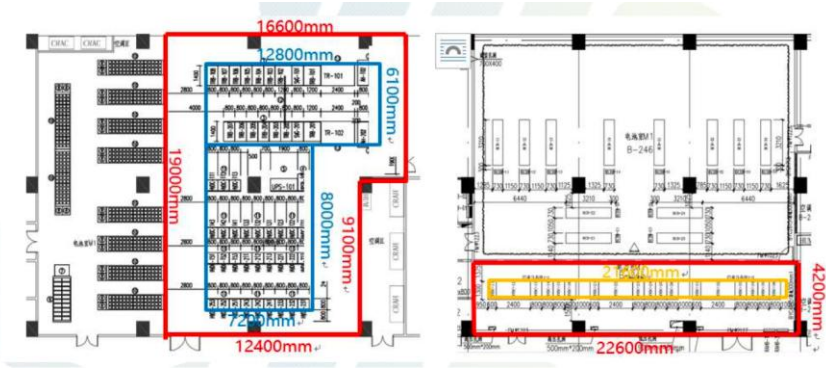
HVDC取代UPS的意义在于终端用户CAPEX和OPEX的下降

- 从CAPEX角度，传统HVDC和巴拿马电源相比UPS方案均有大幅的下降：从配电设备层面，直流化实现了1) 线缆用量减少至少30%，正负双极取代三相交流；2) HVDC电源减少了逆变环节，减少了输出配电柜，设备价值量也将有所下降；3) 巴拿马电源相较于传统HVDC，由于减少了PFC和拓扑结构的简化，且不需要另外采购变压器和低压开关柜，因此系统成本更低。
- 从OPEX角度，链路效率提升带来电量损耗的降低，对大容量AIDC来说经济性效果愈发明显。根据巴拿马电源白皮书，传统HVDC和巴拿马电源全链路效率比UPS方案分别高2%和4.5%。对于一个500MW IT负载的AIDC来说，一年的电费将分别节省0.56/1.26亿元。

图：UPS、HVDC、巴拿马电源方案对比

	UPS	240V/336V HVDC	巴拿马电源
冗余供电模式	主流：2N，DR 很少采用：RR	主流：1路市电+1路DC 特别登记：2N HVDC	主流：2N DC 也可：1路市电+1路HVDC
可用性	结构负载，可用性一般	结构简化，可用性高	环节简洁，可用性极高
理论链路效率	93%	95%	97.5%
占地面积 (2.2MW IT)	310m²	300m²	110m²
建设周期	12个月左右	6个月左右	3个月左右
系统成本 (元/W)	3元/W	2元/W	1.3元/W
优势	应用成熟，产品生态完善	成本下降，结构简单	集成度更高，效率高更高，运维简单
缺点	效率提升有限，扩展不灵活，占地面积大	占地面积较大，产业链不成熟，运行案例少，缺乏运维经验	产业链不成熟，运行案例少，可扩展性较差

图：巴拿马电源占地面积更小，是传统HVDC的36%



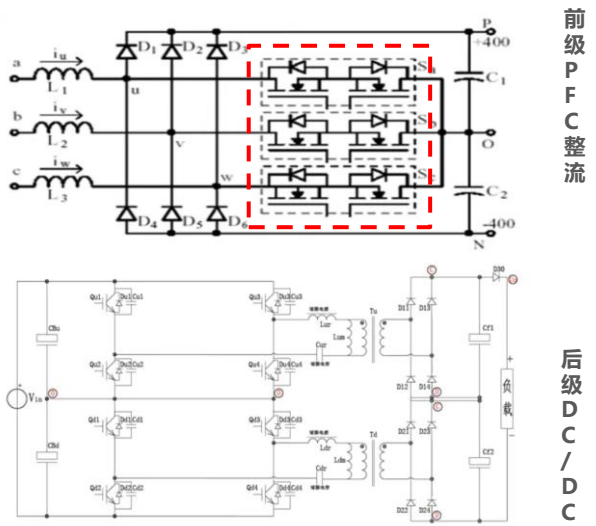
传统HVDC和巴拿马电源技术底层相近，结构略有区分

目前直流电源系统可分为模块化HVDC和巴拿马电源，后者集成度更高、拓扑结构更简化：当前主流落地的直流供电系统包括以PFC+隔离型DC/DC模块级联运行的模块化HVDC，和通过移相变和简化AC/DC模块的巴拿马电源。二者主要区别在于，巴拿马电源柔性集成了10kVac隔离变压、模块化整流和输出配电等环节，采用移相变压器取代工频变压器，将整个供电链路做到了优化集成。

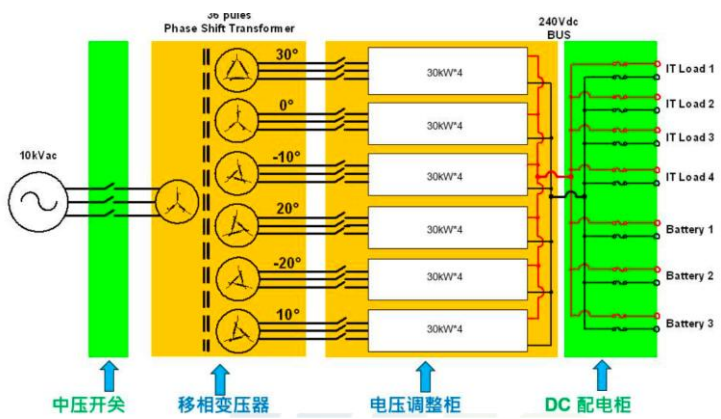
图：UPS、HVDC、巴拿马各环节配电设备

环节	UPS	HVDC	巴拿马
中压AC/低压AC	工频变压器	工频变压器	移相变压器
低压AC/DC	整流桥+PFC	整流桥+PFC	整流桥
DC/目标DC	-	LLC	LLC/BUCK
DC/目标AC	逆变器	-	-

图：传统HVDC电源模块拓扑结构（红框内为PFC电路）



图：巴拿马电源拓扑图



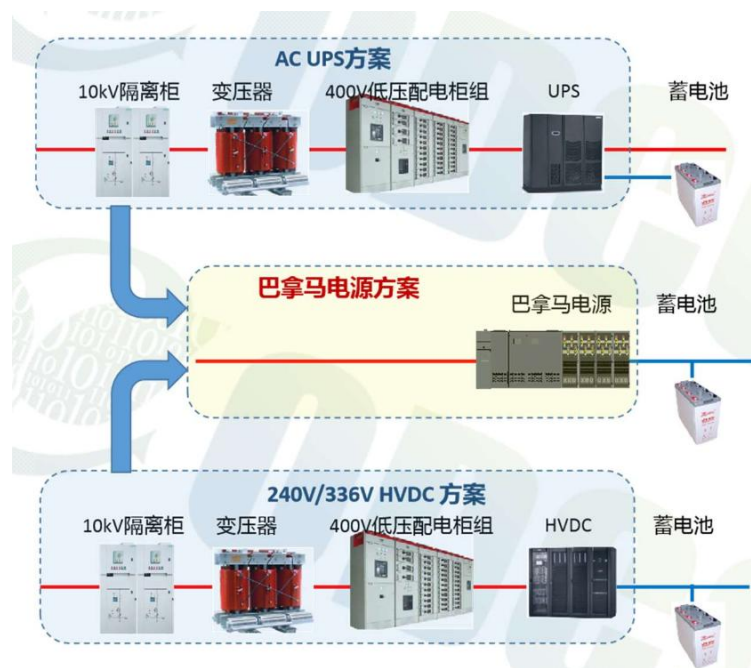
巴拿马简化拓扑结构，相比传统HVDC具备一系列优势

- 巴拿马效率、功率密度领先，同时实现工程角度上更优：巴拿马由于省掉PFC环节，理论链路效率更高，最高可达97.5%，明显高于UPS和模块化HVDC，且建造成本最低，同时由于集成度更高，占地面积小，能够实现更高的功率密度；从工程角度来说，由于巴拿马高度集成，可以进行预组装，建设周期得到大幅缩短，运维更简单。

表：240V/336V HVDC与巴拿马电源对比

	UPS	240V/336V HVDC	巴拿马电源
冗余供电模式	主流：2N，DR 很少采用：RR	主流：1路市电+1路DC 特别登记：2N HVDC	主流：2N DC 也可：1路市电+1路HVDC
可用性	结构负载，可用性一般	结构简化，可用性高	环节简洁，可用性极高
理论链路效率	93%	95%	97.5%
占地面积 (2.2MW IT)	310m ²	300m ²	110m ²
建设周期	12个月左右	6个月左右	3个月左右
系统成本 (元/W)	3元/W	2元/W	1.3元/W
优势	应用成熟，产品生态完善	成本下降，结构简单	集成度更高，效率高更高，运维简单
缺点	效率提升有限，扩展不灵活，占地面积大	占地面积较大，产业链不成熟，运行案例少，缺乏运维经验	产业链不成熟，运行案例少，可扩展性较差

图：巴拿马电源供电链路上设备有所减少



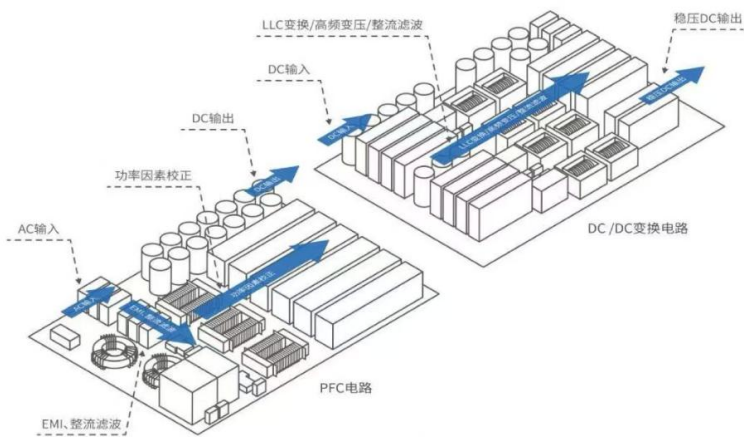
传统HVDC与直流充电模块高度相似，产业化成熟且供应链完备

- 传统HVDC整流模块从拓扑结构上与直流充电模块相似，技术同源，参数要求略有差异：1) 拓扑结构上，模块化HVDC和直流充电桩模块都为前级三相全桥PFC+后级LLC，拓扑结构相似；2) 具体参数上，直流充电桩充电模块目前主流功率为30kw、40kw，HVDC单模块功率区间在25-30kw。输出电压方面HVDC要求稳定输出240/336V电压，下一代则为800V电压，直流充电桩则根据车辆系统参数输出150-1000V电压，意味着直流充电桩的高压技术可直接覆盖HVDC要求范围；3) 技术参数层面，数据中心的HVDC要求效率保持稳定且对轻载效率要求较高，而直流充电桩模块要求高峰值效率和快响应速度，因此在底层驱动和部分硬件的设计上会有所不同。
- 核心竞争力为市场能力和客户资源：对于HVDC电源行业，技术门槛较低，核心竞争力在于市场拓展能力与客户结构，CSP的供应商短名单长期保持稳定，对价格敏感度较低但对质量和可靠性要求极高，切入难度较高，因此成功绑定大型CSP厂商或头部TIER 1的设备制造公司有望脱颖而出。

表：模块化HVDC与直流充电桩参数

	直流充电桩模块	模块化HVDC
单模块功率	30kw、40kw为主导，下一代为60kw	25-30kw，往高功率迭代
母线电压	500-1000V	240V/336V，下一代800V
输出电压	150-1000V	240V/336V，下一代800V
前级AC-DC	三相全桥PFC	三相全桥PFC
后级DC-DC	LLC 谐振	LLC 谐振
效率	注重峰值效率	轻载效率要求较高
并联方式	多模块并联成柜	多模块并联成柜
负载动态响应	要求高动态响应速度	负载变化慢，相应要求低

图：直流充电桩模块拓扑结构图



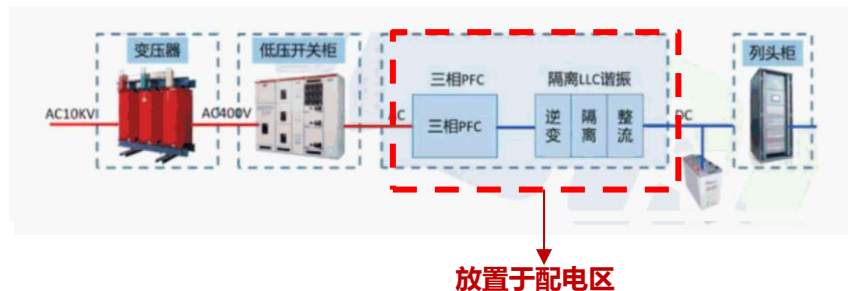
国内HVDC市场集中，终端接受度相比海外更高

- 国内普遍采取独立电源方案，沿用原有配电架构方案较为成熟。国内HVDC配电结构多采用独立柜外电源方案，输出240V/336V DC经过列头柜再分配给对应负载，该方案沿用了数据中心配电设计规范，体系成熟，后期运维规范调整较小。
- 国内HVDC电源市场格局较为集中，头部公司先发优势有望随市场发展而逐渐凸显。我们预计25年国内CR3为中恒、台达、维谛，其中我们预计中恒25年市占率约50%，为行业龙头，台达25%，维谛20%，由于HVDC渗透率低市场规模尚未扩大，当前行业集中度较高。
- 下游客户接受度快速提升，国内放量在即。当前下游客户主要包括BAT、字节等CSP、COLO、以及金融、工业、学校等行业政企，下游空间广泛。其中阿里主推巴拿马方案，早期与中恒、台达合作开发，二者占其全部份额；腾讯主供为中恒，科华加大HVDC投入份额预计快速提升。

表：国内HVDC主要厂商情况

厂商	25年份额	产品形态	客户及渗透率
中恒电气	50%	巴拿马电源、HVDC解决方案	25年阿里80%+，腾讯60%，加速在字节、移动、电信中行等客户渗透
台达	25%	UPS、巴拿马电源、HVDC解决方案	25年阿里20%，多家互联网企业、政企深度绑定
维谛技术	20%	UPS、HVDC解决方案	各大互联网企业、运营商等
科华数据	-	以UPS起家，逐步渗透HVDC，产品主要为机柜	25年在腾讯份额明显上升达30%+

图：国内240V/336V HVDC 配电方案



图：中恒电气的HVDC机柜

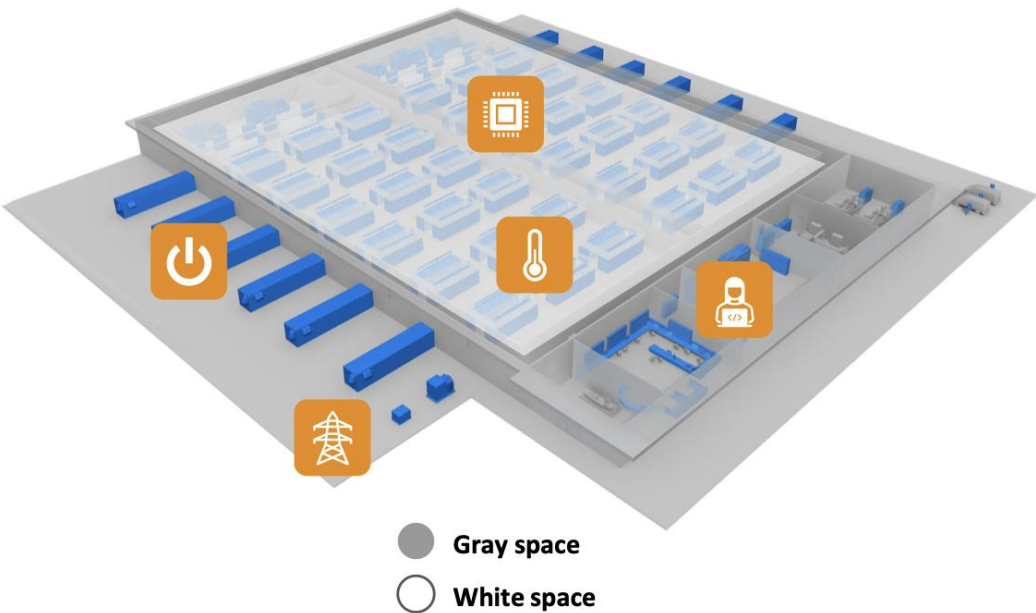
数据中心HVDC系列



数据中心内有严格布局区分

- AIDC根据功能和设备类型，可划分为“灰区”和“白区”，其设备配置和运维规范有较为严格的区分。从功能上划分，“灰区”主要负责数据中心电力接入、供给、分配、保护，其运维人员主要为电力工程师；“白区”是AIDC的核心计算区域，主要放置算力机柜、热管理系统、机架配电等，其运维人员主要以IT工程师、暖通工程师以及电气工程师为主，电压等级偏弱电。所以“灰区”和“白区”在AIDC的建设、运营和管理上有非常明确的划分。

图：AIDC “灰区”和“白区”示意图



分区	功能区	关键组件
白区	热管理	精密空调、液冷系统（特别是针对高密度的AI芯片）、风扇、冷水机组等
	白区配电和基础设施	机架配电单元、机柜、电缆桥架、总线槽等
灰区	灰区配电、电能质量和基础设施	中低压开关柜、变压器、断路器、UPS（不间断电源）、稳压器等
	发电与电网连接	高压电力变压器、高压开关设备、柴油发电机、自动转换开关等
	软件和服务	数据中心基础设施管理软件、监控系统、数据分析工具和运维服务

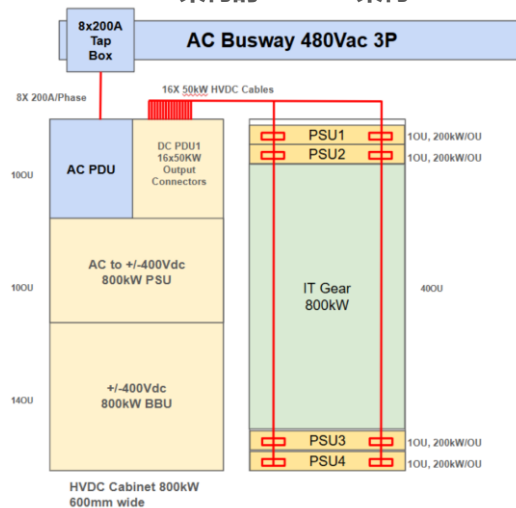
海外直接切800V/±400V HVDC，方案与国内略有不同

- 下游各大CSP明确提出方案，800V/±400V HVDC作为下一代供电系统为大势所趋：为了适配Vera Rubin芯片，NV25年10月发布800V DC架构白皮书，为Rubin的适配提供典型方案的指引；谷歌基于超前布局下一代GPU和兼容当下GPU，提出±400V供电架构，确保其基础设施投资的高效可复用；根据META HPR蓝图，预计26Q1推出±400V HPR以达到800kW单机柜供电能力。
- 国际大厂推动Sidecar独立电源柜，分布式部署供电电源：国际大厂台达、麦格米特等服务器电源厂家推出Sidecar电源柜，与国内HVDC架构上最大的不同是以边柜形式放置在IT机柜旁，主电源放置于“白区”，颠覆了原有配电架构，实现了集成化和供电高密化。
- Sidecar方案实现了电源的高密，但仍有问题需要解决。1) 从产品量产角度，由于电源受机柜体积大小限制，功率密度过高导致量产一致性、EMI、热管理等难度较大，距离量产仍有较大差距；2) 主电源从“灰区”转移到“白区”，运维规范等规范仍是空白；3) 仍要使用大量低压交流线缆，用铜量大且发热严重。

图：麦米在GTC2025 展示的800V HVDC Sidecar机架



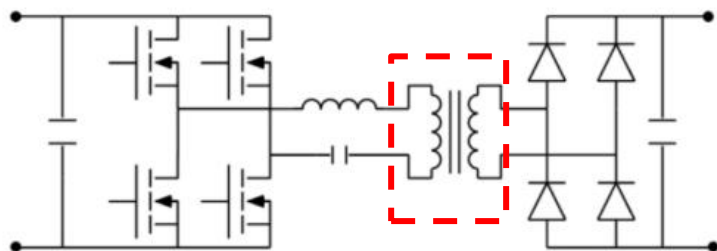
图：META HPR V4架构的Sidecar架构



预计国内中短期内以240V/336V独立电源方案为主，海外优先落地800V Sidecar方案

- 国内HVDC方案产业化进度最快，可复用传统配电架构和成熟供应链体系，预计将更快批量化应用。国内HVDC主要输出240V/336V电压，若切入800V 直流，通过调节DC/DC模组中高频变匝数比即可实现，技术成熟度更高，因此产品降本+客户关系是公司竞争力的关键因素。独立电源形式的HVDC遵循了传统配电架构，设计、施工、运维等环节成熟，因此随着需求端对HVDC配电系统需认知的提升，有望更快实现批量化应用。
- 海外市场直接切800V，我们预计Sidecar和独立柜方案双线并举。国内CSP和三大运营商目前已陆续部署240V/336V HVDC供电系统，受限于高功率卡的进口限制，我们预计800V/ ± 400 V DC率先在海外市场应用。电源形式方面，因当前没有需求明确采用独立电源配电结构还是Sidecar架构，台达/麦米等服务器电源公司更倾向于Sidecar，设计和生产上与机架电源knowhow存在协同；中恒、科华数据等厂商则以推动HVDC独立电源柜方案为主。我们认为，考虑到实用性、经济性以及可靠性，海外CSP下一代HVDC架构预计将是独立电源和Sidecar架构并行发展，但从CAPEX角度，独立电源柜优势相对明显。

图：240/336V模块可通过改变DC/DC中高频变匝数比来实现



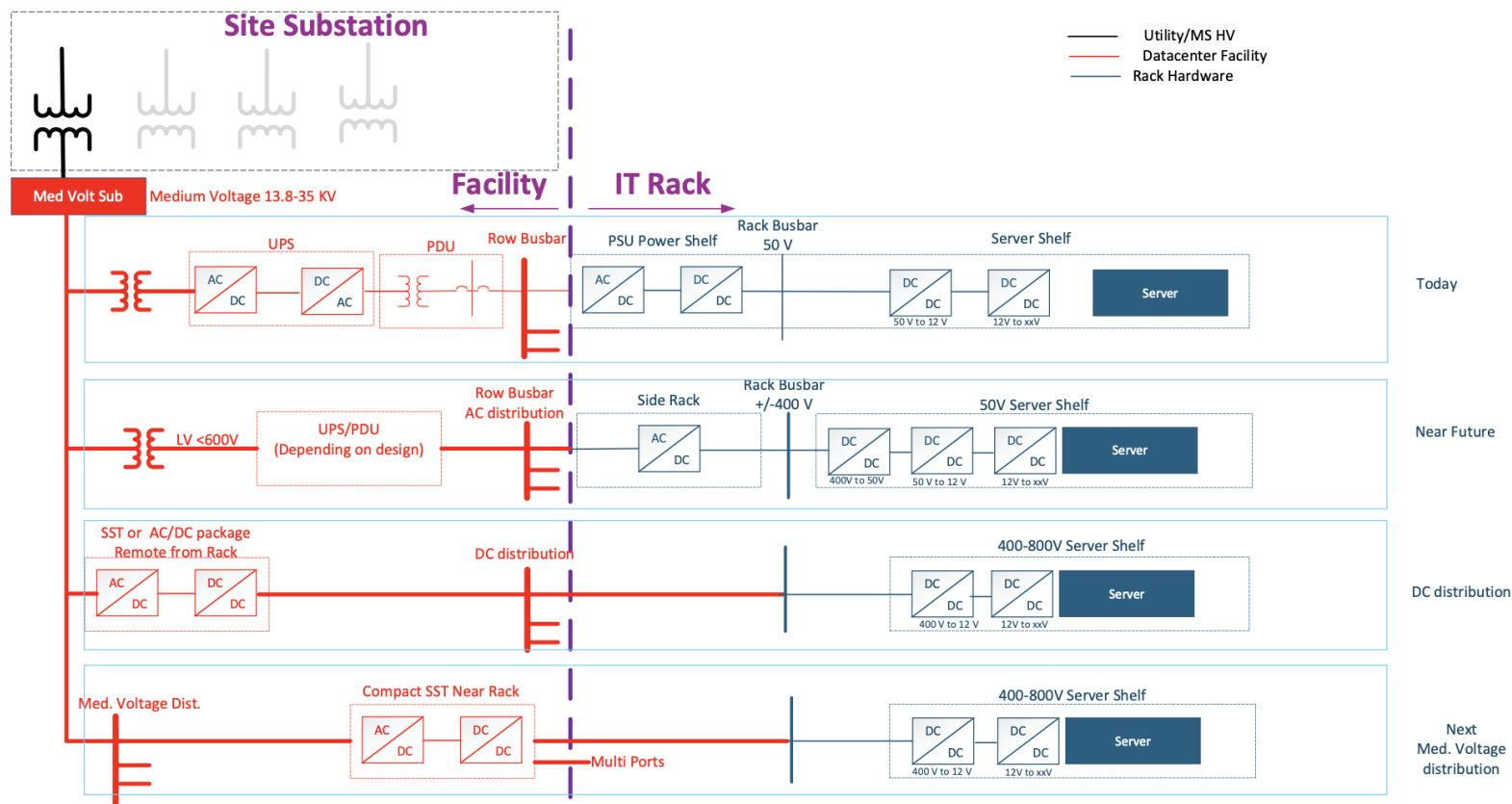
图：国内当前HVDC架构与海外Sidecar架构对比

	国内HVDC架构	海外Sidecar架构
电源位置	灰区	白区，IT机柜旁
集成度	较低	高
机架电力分配损耗	较高	较低
PSU位置	柜内	柜外
功率密度	较高	高
工艺难度	低	高
产业链成熟度	高	低

中压接入的固态变压器（SST）将是下一代AIDC直流架构确定性方向

- 从简化供电链路、进一步提高供电功率密度、提高系统综合效率等方面，SST是明确的解决方案。随着IT机柜的功率从100+kW向未来的1000+kW发展，中压接入、HVDC配电、更少的变换环节、更高的功率密度是下一代供电系统的发展方向，我们认为SST就是未来的答案。

图：微软对未来供电架构的展望

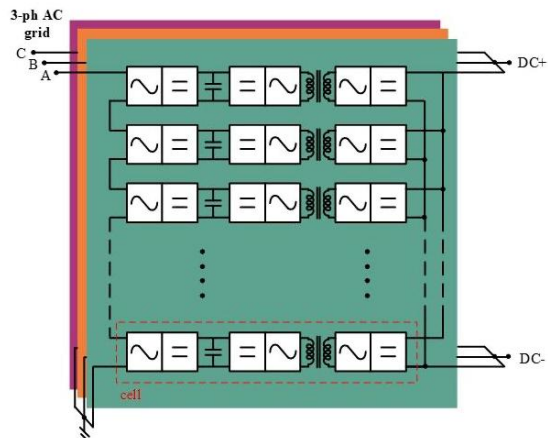


Note: Conceptual diagrams are for discussion purposes only

第四代供电系统【固态变压器SST】

- 定义：固态变压器使用了大量固态功率半导体器件，由交流启动柜、功率模块柜、直流配电柜组成，内部主要由电力电子电路与高频变压器等部件构成，可将中压交流电转换为高/低压直流电，其中高频功率变流部分替代了传统的工频变压器、低压配电柜、变流器。
- SST具备更强功能，且在效率、体积上优势阶段显著：1) 工作原理上，传统变压器只能实现电压变换 + 电气隔离，SST能够实现AC/DC并在过程中实现功率因数校正；2) 体积上，SST采用高频变压器与功率半导体材料，体积远小于工频变压器；3) 效率上，工频变压器通常在95%以下，SST能够实现98%以上转换。

图：SST拓扑结构



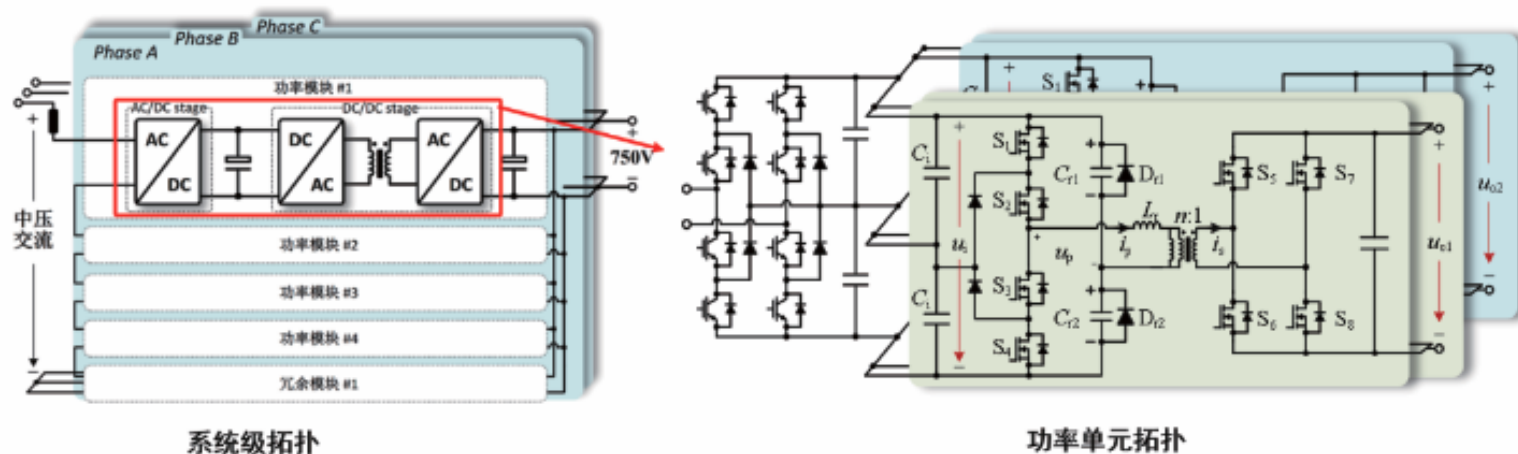
表：SST与传统工频变压器的区别

特性	传统工频变压器	固态变压器 (SST)
核心器件	铁芯 + 铜绕组	功率半导体 + 高频磁性器件
频率	工频 50Hz/60Hz	高频 (kHz~MHz)
功能	单纯电压变换	电压变换 + PFC + 双向功率流 + 智能控制
体积	大	小
效率	95%以下	98%以上

第四代供电系统【固态变压器SST】

- SST一般的拓扑结构为PFC+后级LLC或DAB二级结构，实现“以硅代铜”。前级输入侧AC/DC一般采用多H桥模块级联，实现中压接入和整流；后级是带隔离的DC/DC，各模块输出并联，为负载提供直流电力。通过使用高压SiC MOSFET可以提升AC/DC的开关频率，进一步减少网侧电流谐波含量；DC/DC级采用双有源桥或者谐振拓扑结构，功率器件同样选用SiC MOSFET，由逆变器、谐振电容、谐振电感、高频变压器和整流器组成，通过谐振变换实现功率传输，变压器实现隔离作用。

图：典型SST系统拓扑图



SST进展与未来趋势

■ **NV、海外CSP已明确SST技术方案，SST具备高确定：** NV近日发布的HVDC白皮书中明确指出SST为下一代供电方案，并给出技术路线指引。Google于OCP2025提出从路径探索型向高密度型迭代的路线，高密度型可实现34.5kVac转换为 $\pm 750\text{Vdc}$ ，微软同样已明确其SST方案，NV和各大CSP技术方案的确定给SST产业趋势带来高确定性。

■ **海外Tier1产品有序推进中，伊顿、台达走在前列。** 伊顿已有产品落地，近日已有小批量供货准备量产中，其24年12月与世纪互联合作10kV 中压能源路由器解决方案，应用2MW SST，并于25Q2收购 Resilient Power进一步深化SST技术储备；台达25年9月首次发布其SST产品，实现能效98%+；维谛、施耐德正在加速产品开发中，目标尽快推出样机。

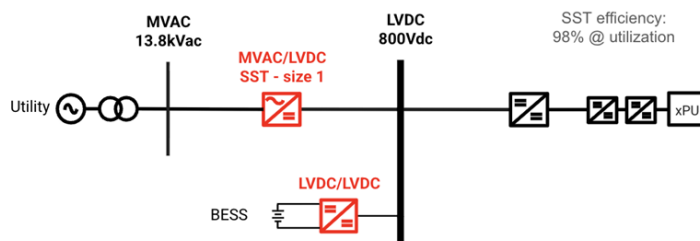
图：台达已发布SST产品



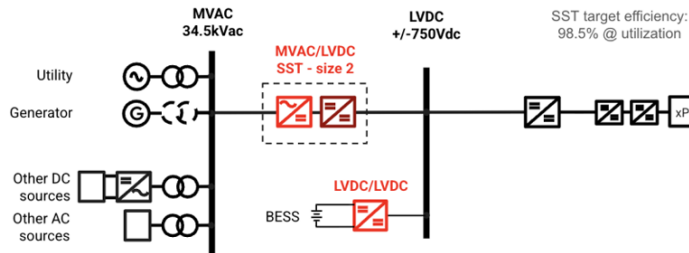
图：NV白皮书提出中压整流方案，明确了SST的技术方向



图：Google提出基于SST的配电方案



Proposal #1: Pathfinding

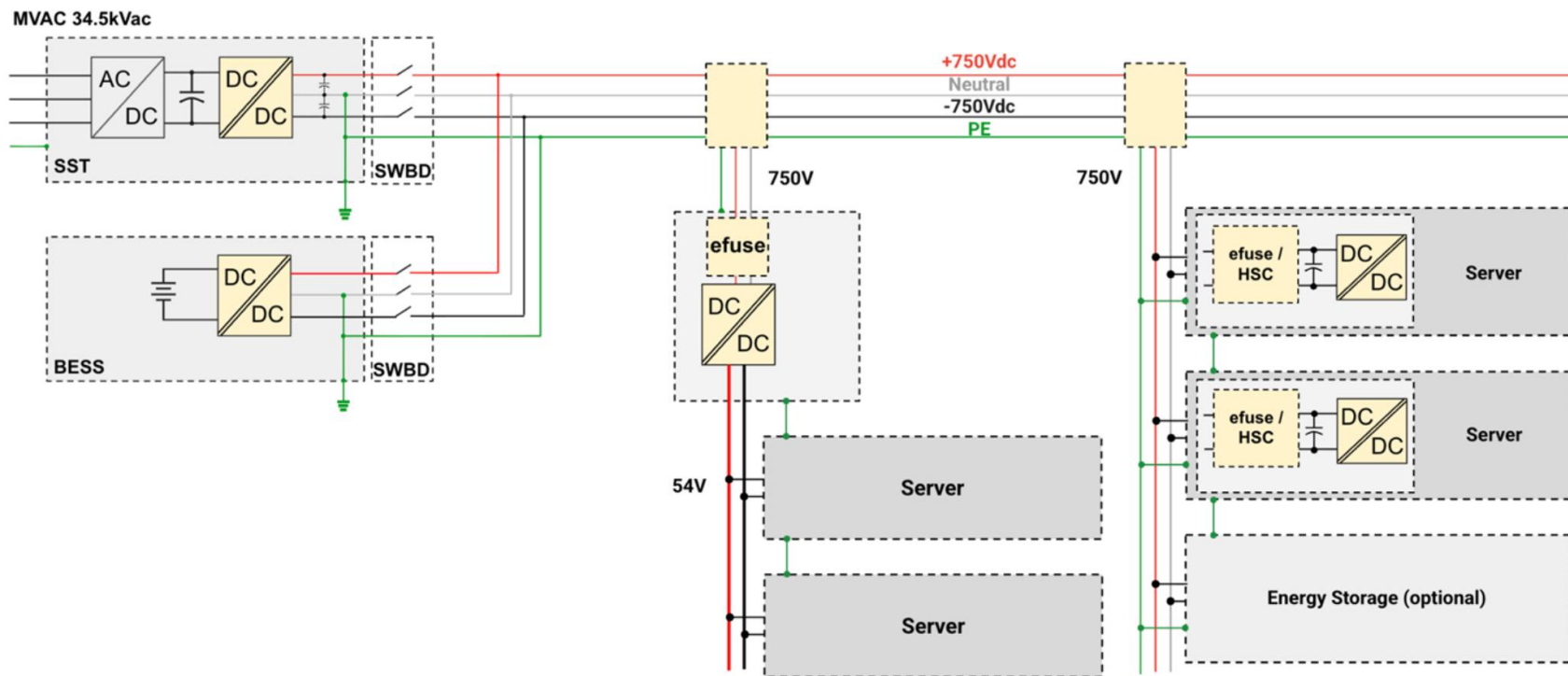


Proposal #2: High Density

SST进展与未来趋势

- 终端CSP为SST供电架构进行了储备，用户端对方案接受度显著提高。OCP2025大会上，谷歌展示了其基于SST的未来的配电方案，其采用34.5kV AC接入，直流侧为 $\pm 750\text{Vdc}$ 输出，并且在直流侧接入了BESS系统。终端客户对于SST供电方案的接受度显著提高，我们认为随着产业端技术和产品的加速迭代，SST放量的节奏有望超预期。

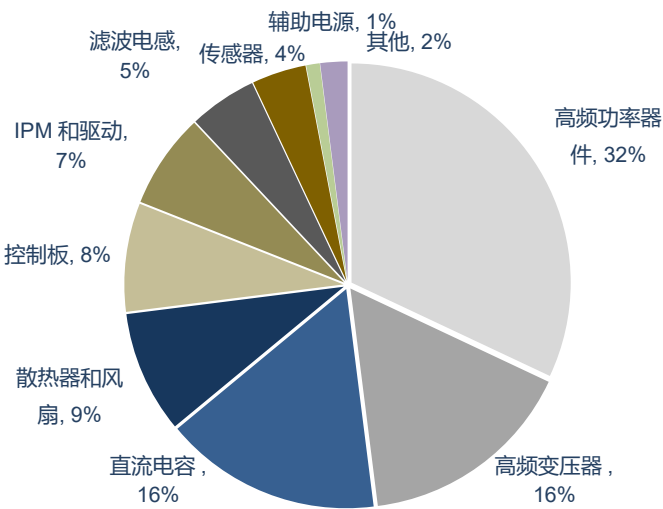
图：谷歌数据中心低压直流供电模块方案



SST核心零部件主要由功率器件和高压/中频隔离变组成

- SST的成本结构中高频功率器件和高压变频器约占其总成本48%。高频功率器件是SST的核心元器件，其成本占比约32%，其次为高压变频器，约占16%左右，二者为核心SST核心器件。
- 高压SiC MOSFET更适用于SST。高压SiC较传统的硅基功率器件具备高频高效的巨大优势，较GaN功率器件具备耐压高的优势，为最适配SST的高频功率器件。当前耐压在2kV以下的SiC MOSFET国内外已得到广泛应用，产品成熟，规模化应用后价格也实现了大幅的下降。
- 海外厂商推进速度较快，国产器件渗透率有望快速提升。Wolfspeed、三菱、ABB等早前都已研发出6.5kV耐压产品并有技术储备，纳微高耐压产品并已在多个兆瓦级储能并网逆变器项目应用，国内正在抓紧追赶差距中，中电科第五十五所成功研发了 1.2 kV、3.3 kV/、6.5 kV和10 kV等级产品，瞻芯电子近日也研发推出10kV等级产品。

图：SST成本构成



图：纳米晶磁芯为高压变频器核心材料

器件类型	Si IGBT	Si MOSFET	SiC MOSFET	GaN HEMT
优点	成熟可靠、成本低、大电流能力强、驱动电路成熟	成本低、成熟度高、低压下效率高	高频高效 (>100kHz)、耐压高、温度范围宽、体积与散热显著减小	超高开关速度 (>1MHz)、极低开关损耗、极高功率密度
缺点	开关速度慢 (<20kHz)、损耗大、体积大、无法实现高频隔离	高频损耗大 (<100kHz)、不适合高压 (>600V)	成本高、驱动与EMI设计复杂	耐压低 (≤650V)、热导率较低、成本较高、对封装要求高
典型电压段	1200V-6500V	20V-600V	650V-10kV	100V-650V

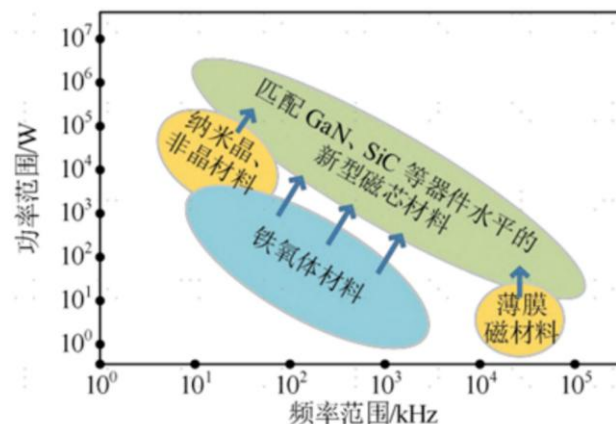
高频变压器链接高压侧和低压侧，纳米晶磁芯路线最优

- 在SST中，高频变压器是连接高压侧与低压侧的核心部件，起到电气隔离和变压的作用。高频变压器是DC/DC变换器的核心，通过将工频提升至数十至数百 kHz，使磁芯体积和绕组匝数显著减少，从而大幅提升系统的功率密度与效率。同时，高频变压器还能实现双向能量流动与主动调压，是 SST 实现小型化、高效率和智能化控制的关键所在。
- 高频变压器的核心部件为磁芯，综合看纳米晶为最优选择：磁芯在高频变压器中起着传导和约束磁场，以实现高效能量传递的核心作用，为其壁垒最高器件。常见磁芯材料有铁氧体、非晶合金及纳米晶，其中铁氧体损耗较小且价格相对便宜，但饱和磁密低,在大功率场合适应性较差；非晶合金饱和磁密和磁导率均较高，但工作频率较低，且过载能力差；纳米晶具有高磁导率、高饱和磁密、高热稳定性及高工作频率的优点，是高频变压器的最优选择。

图：不同磁芯材料对比

材料类型	铁氧体 (MnZn)	非晶合金	纳米晶
相对磁导率	$10^3 \sim 10^4$	0.5×10^4	$0.8 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^5$
饱和磁密 (T)	0.3 ~ 0.5	1.4 ~ 1.6	1.2 ~ 1.8
电阻率 ($\Omega \cdot m$)	$10 \sim 10^3$	$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.6 \times 10^{-4}$	$0.8 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-4}$
居里点 ($^{\circ}C$)	200	450	650
工作频率 (kHz)	< 1000	< 50	< 500

图：纳米晶磁芯为高频变压器核心材料



空间测算：HVDC远期空间广阔，2030年或成千亿级市场

市场空间测算：

- 我们测算，到2030年全球柜外电源市场空间有望达到2584亿元，25-30年CAGR约35%。其中HVDC（含SST）/UPS市场规模分别为2285/299亿元，市场空间广阔。

图：AIDC 柜外电源市场需求测算（2023-2030E）

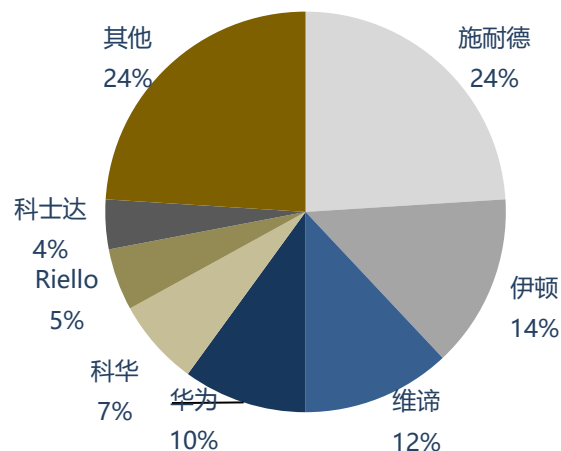
项目	2023	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
AI算力芯片装机容量 (GW)	2	4	7	11	15	19	27	36
AI算力功率 (GW)	5	8	13	21	30	38	53	69
柜外电源								
PUE	1.40	1.35	1.30	1.20	1.20	1.15	1.15	1.10
UPS/HVDC冗余度	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
UPS渗透率	95%	95%	90%	85%	70%	57%	39%	15%
UPS电源容量 (GW)	13	19	30	42	51	49	47	22
国内占比	0%	10%	12%	15%	18%	20%	20%	20%
UPS单价-国内 (元/W)	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46
UPS市场规模-国内 (亿元)	0	10	18	32	45	47	45	21
海外占比	100%	90%	88%	85%	82%	80%	80%	80%
UPS单价-海外 (元/W)	2.00	2.00	2.00	1.90	1.81	1.71	1.63	1.55
UPS市场规模-海外 (亿元)	251	347	523	680	748	673	616	278
UPS电源市场需求-全球 (亿元)	251	357	541	712	792	720	661	299
HVDC渗透率	5%	5%	10%	15%	30%	44%	61%	85%
HVDC电源容量 (GW)	1	1	3	7	22	38	74	130
国内占比	95%	90%	90%	90%	70%	60%	50%	40%
HVDC单价-国内 (元/W)	0.50	0.49	0.48	0.47	0.71	0.69	0.68	0.66
HVDC市场规模-国内 (亿元)	3	5	16	35	153	261	500	862
海外占比	5%	10%	10%	10%	30%	40%	50%	60%
HVDC单价-海外 (元/W)	3.00	3.00	3.00	2.50	2.25	2.03	1.92	1.83
HVDC市场规模-海外 (亿元)	1	3	10	19	146	306	709	1423
其中：国内-SST渗透率					10%	20%	35%	60%
国内-SST单价 (元/W)					0.80	0.72	0.65	0.58
SST市场规模-国内 (亿元)					12	33	84	182
海外-SST渗透率					5%	10%	25%	50%
海外-SST单价 (元/W)					3.00	2.85	2.71	2.50
SST市场规模-海外 (亿元)					10	43	249	973
全球SST市场规模 (亿元)					22	76	333	1155
HVDC电源市场需求-全球 (亿元)	4	8	26	54	299	567	1208	2285
柜外电源市场规模 (亿元)	255	366	567	765	1091	1287	1869	2584
yoy		43%	55%	35%	43%	18%	45%	38%

国内柜外电源产业链完善，有望借外资东风突破北美市场

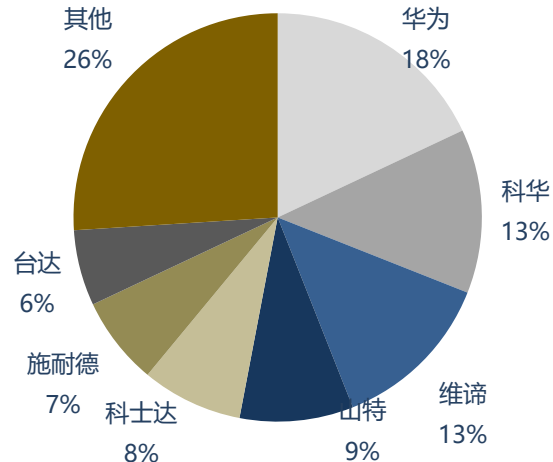
UPS市场格局

- 25年数据中心UPS全球市场空间将达541亿元，国内市场份额较小。根据我们测算，2025年全球数据中心UPS市场规模达541亿元，同比+52%，总体高速增长，其中国内市场份额18亿元，份额占比较小。
- 行业头部厂商为施耐德、伊顿等，国内市场华为为龙头。全球方面，2022年CR5为施耐德、伊顿、维谛、华为、科华，合计市占率超过65%；国内方面，华为是多年龙头，2023年市占率达18%，主流厂商包括科华、科士达等国内厂商，及维谛、山特、施耐德、台达等海外厂商。
- 核心竞争力在于产品可靠性与客户资源，国内厂商切入海外市场难度较高。技术上，UPS发展多年，当前核心要求为稳定供电，头部厂商具备产品可靠性优势；客户上，海外客户资源多为伊顿、施耐德、维谛等头部Tier 1抢占，供应结构稳定，国内厂商直接切入难度较高。国内UPS下游客户主要包括运营商、互联网、银行、政府等，客户粘性高，华为、科华、科士达等具备长期项目经验并与下游客户联系密切者具备较大优势。

图：全球2022年UPS厂商竞争格局



图：国内2023年UPS厂商竞争格局



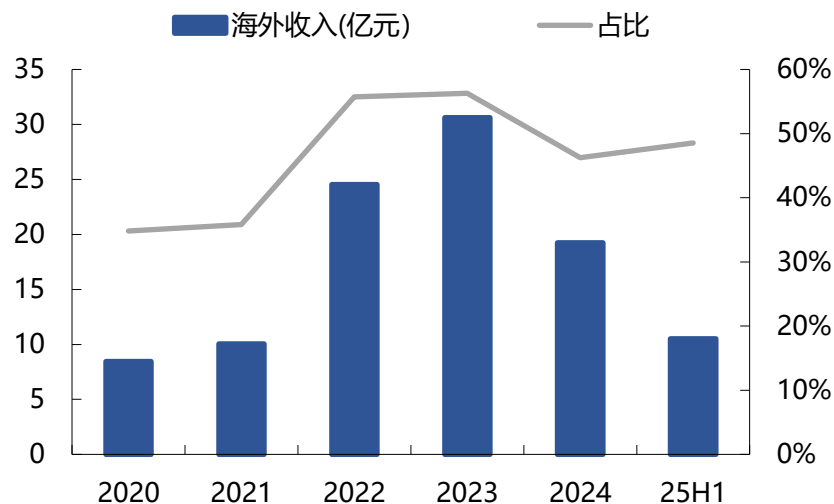
国内UPS具备产业链优势，科士达领衔代工出口

- 国内UPS产业链成本大幅低于海外，代工出海价格相对国内市场利润弹性更大。我国主要UPS厂商集中在珠三角、长三角地区，已经配套形成高端成熟的产业链，如IGBT、MOSFET、MCU、PCB、变压器、继电器和锂电池电芯等主要UPS配件，国内各个环节都已有完整的供应体系，在极高的产业链降本能力和相对海外较低的人工加持下，25年国产UPS价格为0.3-0.5元/W，我们预计海外代工价格约0.5-0.8元/W，价值量增长弹性大，相比海外本土UPS厂商，国内UPS企业代工出口具有显著的成本优势。
- 科士达有为海外Tier 1 代工的丰富经验，随北美AIDC市场需求的爆发，有望快速实现突破。科士达为国内UPS企业中代工出口进展最快的企业，主要通过ODM和OEM模式，为维谛、施耐德等海外Tier 1 代工多年，主要供应欧洲及东南亚市场，24年开始为伊顿代工，25年成功进入北美Tier1供应体系，有望进一步扩大北美市场份额；华为、科华等则主要以自有品牌出海但份额较小。因此我们认为国内企业出海北美短期内将仍维持

图：中国主要UPS厂商分布



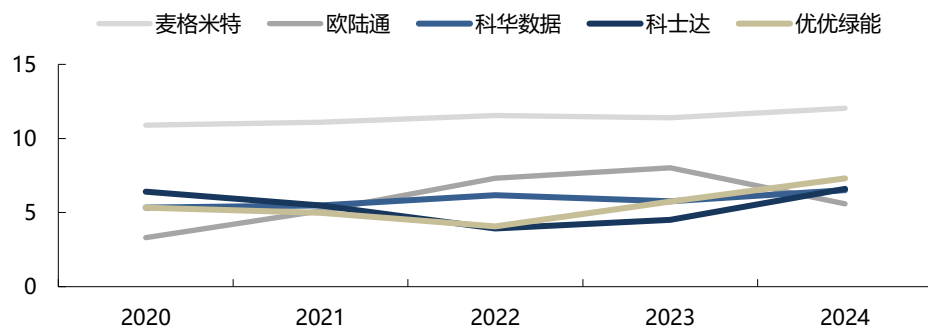
图：科士达海外收入及占比变化



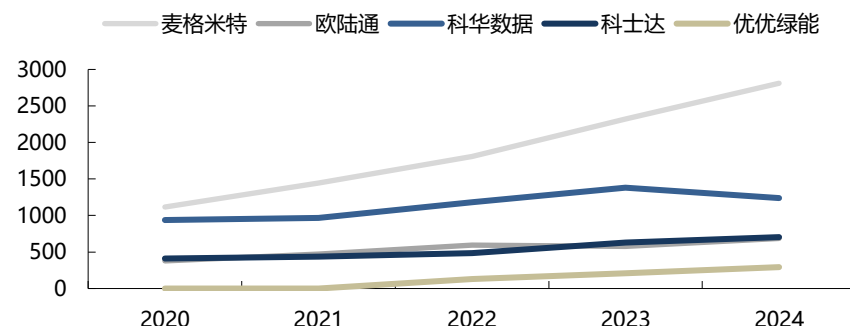
国内厂商在技术端、人才端、产品端都具备优势，Sidecar和独立电源柜方案下，可参与厂商不同

- ▣ **技术端已有深厚储备。**800V/ $\pm$ 400V HVDC在技术端的核心要求为PFC+LLC二级电路的设计能力、总体集成能力和高压处理经验，240V/336V HVDC在国内已得到数年应用，中恒、科华等服务器电源厂商积累了丰富的应用与配套经验，优优绿能等充电模块厂商又在技术上具备高度同源性，国内厂商有较强技术优势。
- ▣ **人才端高度重视、持续投入。**国内工程师资源丰富且人工成本明显低于海外，国内HVDC厂商高度重视人才投入，研发费用率持续增长，截至24年底，麦格米特研发人员已超2800人，其余HVDC厂商研发人员同样逐年提升，研发人员占比高，且较多具备在海外Tier1的研发工作经验，人才优势明显。
- ▣ **国内产品更加成熟，800V加速研发中。**国内率先落地巴拿马电源和模块化HVDC电源产品，中恒等已有成熟产品投入市场，800V/ $\pm$ 400V产品各厂商正在加速研发中，相对海外厂商具备项目经验优势，麦格米特已在GTC2025上推出800V样机，国内厂商预计在产品端进度领先。
- ▣ **Sidecar电源体积小，对集成能力要求高，短期看国内主流厂商更适合独立电源柜方案。**服务器电源厂商具备较强的集成能力以控制机柜体积，切入sidecar方案相对容易，主要厂商包括麦米、欧陆通等。中恒、科华等厂商已落地240/336V HVDC和巴拿马电源产品，相关配电系统设计可直接沿用，更适配独立电源柜方案，此外科士达、优优绿能、通合等新进入者前期采用独立电源柜方案将更容易实现产品落地。

图：国内HVDC厂商研发费用率普遍呈上升趋势（%）



图：国内HVDC厂商研发人员持续提升（人）



国内市场中恒领衔推进HVDC渗透中，新进入者多布局海外800V方案

- 国内市场竞争格局单一，25年中恒、台达、维谛占据95%份额。中短期看由于数据中心功率增速慢于海外，国内HVDC市场主要是从UPS向现有的240V/336V HVDC和巴拿马渗透，主要由中恒等头部厂商推动，核心壁垒在于成本控制与配套开发能力。
- 新进入者目标切入海外800V/±400V新赛道，客户渠道为最核心竞争力。海外市场未来空间广泛且价格、毛利显著高于国内，且为800V/±400V全新赛道，科士达、通合、盛弘、优优绿能等新进入者锚定海外市场，借助自有客户资源和技术优势正积极开辟海外客户中，能进入海外客户供应商体系为最核心竞争力，短期来看，NV供应商名单为重要指引，麦米等厂商将直接受益，中长期来看，主要分为给海外Tier 1代工和直接切入海外CSP两种途径，代工模式切入难度较低，直接切入海外CSP难度较高，海外CSP对于良率、配套能力、响应速度要求明显高于国内，验证难度大、验证周期长，若成功切入，将充分受益于其广阔的需求空间，未来增量显著。

图：国内HVDC厂商竞争格局

国内厂商	24年数据中心业务收入 (亿元)	24年数据中心业务毛利率	24年数据中心业务收入占比	产品	800V HVDC/SST进展	HVDC客户/潜在客户
中恒电气	6.7	22.1%	34.1%	HVDC已量产	与SuperX成立海外合资公司，800V/±400V HVDC研发试点中	阿里、腾讯、各大运营商、政企，目标跟随国内CSP厂商出海
科士达	26.0	35.3%	62.5%	UPS为主，HVDC、SST开发中	计划25Q4推出800V样品，26年下半年起量，27年推出SST	为施耐德、台达、伊顿等海外Tier 1代工UPS，有望进一步代工HVDC
科华数据	19.2	32.3%	24.8%	UPS为主，HVDC已量产	与头部互联网企业和三大运营商合作推出800V HVDC中	主要为腾讯
盛弘股份	-	-	-	HVDC、SST	已完成800V HVDC技术规格书，基于10kv高压经验重点开发SST，目标明年落地试点项目	电能质量业务服务施耐德、维谛等北美客户，或可通过北美客户切入HVDC产业链
通合科技	-	-	-	HVDC开发中	已开发240V、336V、800V三个电压等级产品	正在开拓国内CSP、运营商等客户，目标进入海外CSP链
优优绿能	-	-	-	HVDC开发中	800V HVDC开发中，预计明年推出样机	当前供应ABB、施耐德充电模块，有望供应HVDC模块，同步自己开发客户供应整柜

- 北美Tier1多为电力设备龙头，从产能、成本以及技术储备等方面已落后于国内。北美Tier1主要为施耐德、ABB、伊顿、维谛、台达等，在AIDC各个环节处于行业领先地位，相比国内在技术、良率上都具备一定优势，并供应NV和北美CSP多年，客户关系成熟深受信任，预计将占据北美市场绝大部分份额，但存在产能落后、供应链相比国内不够成熟等问题。
- 国内直接切入供应链难度较高，为已有Tier1客户代工为可行路径。对于国内厂家而言，跳过北美Tier1直接进入北美CSP供应链难度大耗时长，转而为其代工或可快速切入，国内部分厂商原有业务已与Tier1建立深度合作关系，利用国内较强的供应链和产能优势，有望更快实现北美市场的突破。

图：国内厂商供应Tier 1情况

国内厂商	对应北美Tier 1	供应产品	24年海外营收(亿元)	同比	占比
科士达	施耐德	UPS代工	19.2	-37.2%	46.3%
	维谛				
	伊顿				
	台达				
盛弘股份	施耐德	APF	4.4	-18.1%	14.4%
	维谛	APF代工、高压空调HVDC附件			
优优绿能	ABB 施耐德	直流充电桩模块	4.2	-31.0%	28.3%

图：各海外Tier 1 2024年经营和在美收入情况(亿美元) 及行业地位

公司	市值 (2025.11.24)	EBITDA	EBITDA margin	北美地区 营收	北美营收 占比	主要配电产品	行业地位
施耐德	1,482	86	20.0%	145	36.3%	中低压配电柜、开关设备、PDU、模块化 UPS、DC 配电系统、楼宇与能效管理软件	全球电气管理龙头，AI 数据中心电力解决方案主要供应商，与 NV 全高度绑定
ABB	1,273	59	18.0%	118	35.9%	HVDC、变电设备、中高压开关设备、数据中心电力解决方案	电气化与工业自动化巨头，HVDC 技术领先
伊顿	1,283	56	22.6%	152	60.9%	UPS、配电柜、母线槽、断路器、电力保护系统、机架式电源分配	北美电气与 UPS 市场龙头，AI 数据中心电力基础设施核心供应商，是 NV 数据中心合作生态的重要电源伙伴
维谛	646	17	15.0%	45	56.2%	数据中心 UPS、供配电系统、液冷系统、精密空调	全球数据中心基础设施“三大件”供应商，AI 液冷方案与 NV 深度绑定
台达	741	24	17.5%	35	27.1%	PSU、机架电源、数据中心 UPS、制冷系统、风冷/液冷散热模块	全球高效电源与电力电子龙头，在 AI 服务器电源及散热模块上是 NVIDIA 供应链的重要一环

数据来源：Wind，各公司公告，东吴证券研究所

- 国内SST技术和产业化进程领先海外，应用案例多集中在微电网、充电场站、储能等项目中，有望快速切入AIDC场景实现产业端的弯道超车。国内早期切入SST的主要为传统电力设备公司，应用的场景多集中在国网、南网的直流微电网项目，其中四方股份SST项目经验丰富，工程应用经验丰富，技术成熟，已成功投运最高10MW的大容量SST；23年中国西电的2.4MW SST首次应用在“东数西算”项目；金盘科技实现了10kV/2.4MW 级数据中心 SST的样机研发，产品入选了海南省示范项目；西安为光能源在苏州昆山、广州白云电气集团微电网等项目中实现了SST的批量化应用，24年在万国数据重庆水土数据中心实现10kV直挂储能的并网，首次实现基于SST直挂储能矩阵系统的商业化应用。
- 中国SST产品和技术领先全球，工程 and 商业化经验丰富，我们认为国内公司通过与海外Tier 1 合作或直接送样终端客户，内资有望颠覆全球AIDC柜外电源固有格局，诞生出属于中国的Vertiv、EATON或施耐德电气。

图：四方股份已落地多个SST示范项目

项目	中标时间	功率	转换效率	状态	项目详情
城市配电网柔性互联关键设备技术示范工程	2016	1MW	95%+	投运	应用DAB方案SST
东莞巷尾多站合一直流微电网示范工程	2020	MW级	95%+	投运	首次实现紧凑化设计、可移动部署SST
松山湖中压柔性直流互联示范工程	2020	10MW	-	投运	应用10MW大容量SST
宁波慈溪氢电耦合直流微网示范工程	2021	超3MW	-	投运	采用碳化硅器件的3端口、大容量和大变比SST

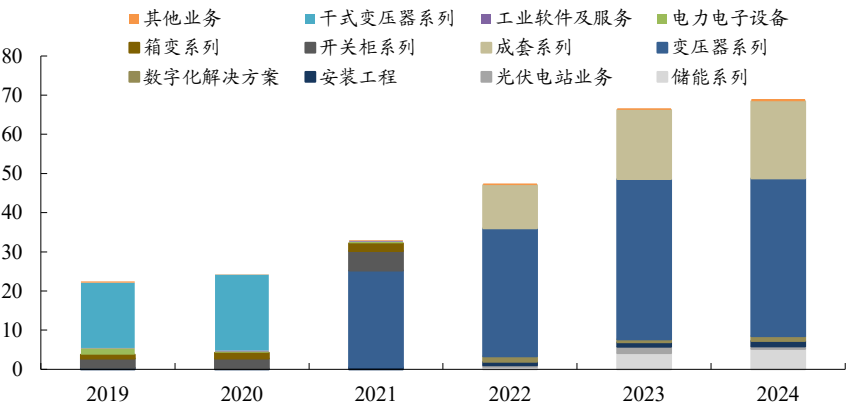
图：为光能源的SST项目



投资建议及相关公司

- 全球电力设备优势供应商，致力于HVDC到SST的全栈式高效供电解决方案。公司中低压变压器为拳头产品，产品服务遍布全球；目前已成立专职研发团队开展SST、JST高压直流系统等前沿产品与高压直流模块研发工作。
- 首台SST样机试用在即，AIDC应用未来可期。公司10kV/2.4MWSST样机已成功开发，适用HVDC800V供电架构，具备高效电能转换、快速响应和高度集成等优势，尤适于GW级超大规模绿色数据中心，产品已列入《2025年度海南省先进装备制造首台套试点示范项目拟认定名单》。据公司披露，首台样机将在数据中心客户端试用和挂网运行，不断技术迭代并在充分验证基础上由国内推广至国际市场。
- 盈利预测：我们预计公司25-27年归母净利润分别为7.84/10.38/13.18亿元，同比+36%/+32%/+27%，给予“买入”评级。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）



图：公司SST入选《2025年度海南省先进装备制造首台套项目(第一批)》

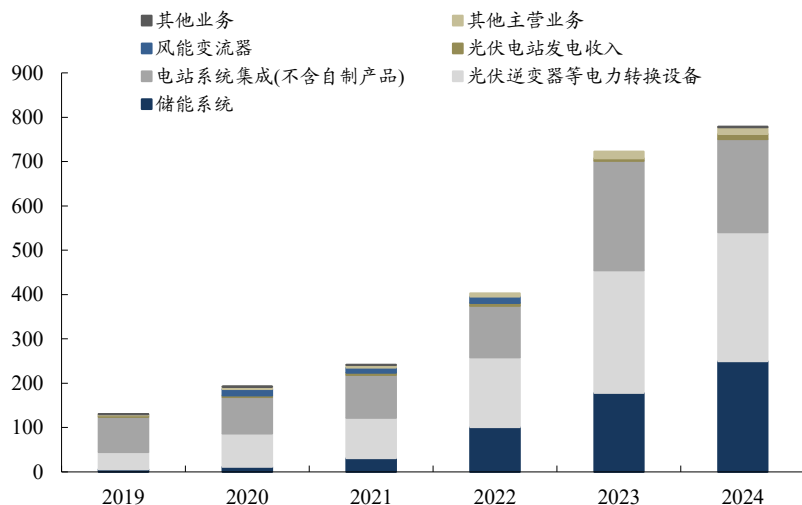
2025年度海南省先进装备制造首台套项目（第一批）

一、试点示范项目

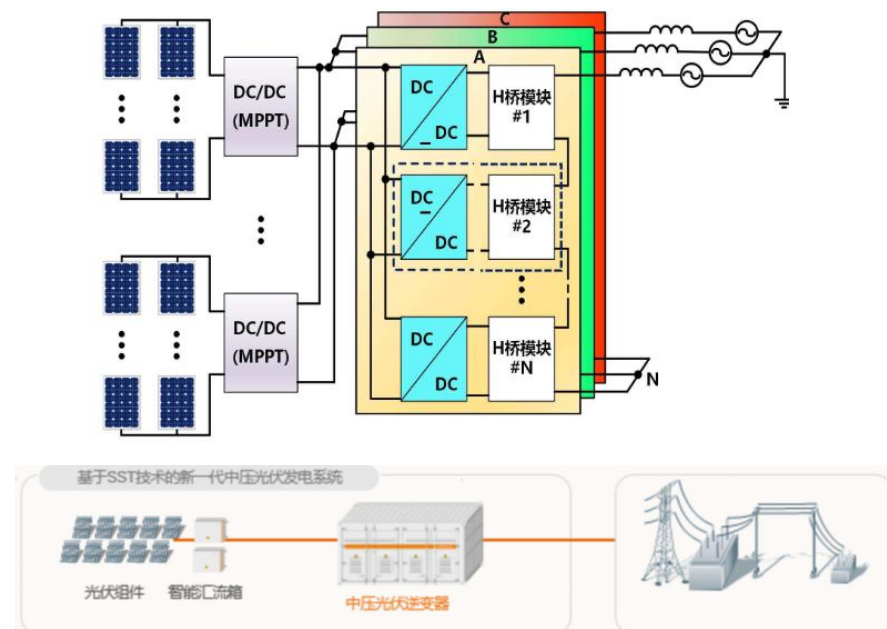
序号	申报企业	申报项目（产品）
1	宸蓝医疗科技（海南）有限公司	口腔能谱CBCT
2	海南金盘智能科技股份有限公司	数据中心10kV/2.4MW固态变压器
3	海南平野新能源有限公司	无固定危险源加氢装置
4	海南金鹿农机发展股份有限公司	分布式混动模块化智能农业机器人装备

- 全球老牌光储厂家切入AIDC市场、打造第三增长曲线。** 公司在电源端和电力电子转换技术沉淀深厚，与AIDC电源技术协同性好。公司已成立AIDC事业部，在直流微电网高低压侧与柜内电源均考虑布局，争取明年推出产品。
- 公司规划覆盖数据中心一、二、三次电源全产品线。** 一次电源竞争力强，SST技术积累深厚，35kV/6MW样机已完成，迁移至数据中心需微调；2.4V-1000V高压HVDC正在研发。
- 盈利预测：** 我们预计公司25-27年归母净利润分别为143.4/172.2/192.9亿元，同比+30%/+20%/+12%，给予“买入”评级。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

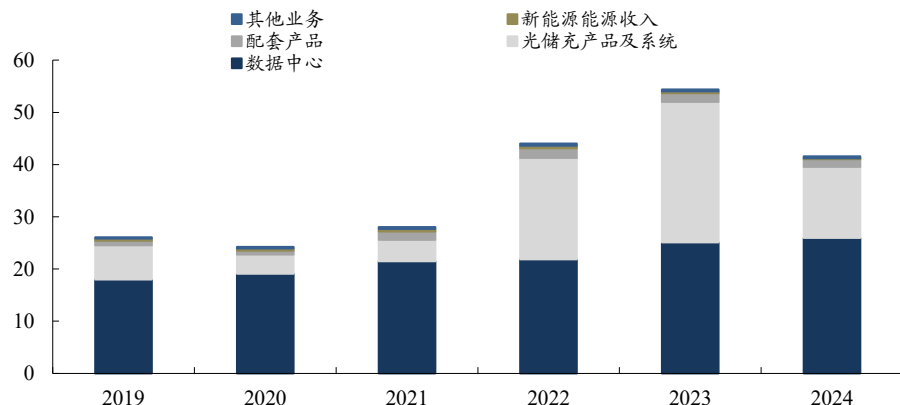


图：阳光电源基于SST技术的35kV/6MW中压直挂光伏并网逆变器系统



- ❑ **数据中心基础设施产品种类齐全，一站式解决方案提供商。**公司是业内IDC基础设施产品品类最齐全的公司之一，含UPS、高压直流电源、通信电源、精密空调、网络服务器机柜等。针对多领域数据中心建设需求，公司在已有数据中心单品基础上提供对应解决方案。
- ❑ **HVDC技术储备雄厚，新型HVDC产品年底推出。**公司已有面向节能型高等级数据中心的高压直流供电产品，满足一体化和分立式供电设计需求。公司有240VHVDC产品研发基础，当前正在开发800VHVDC产品，最晚Q4同步推出一代模块和整机，兼容 $\pm 400\text{V}$ 和800V。此外公司8月已经立项SST项目，最快明年年底生产样机。
- ❑ **盈利预测：**我们预计公司25-27年归母净利润分别为5.89/8.66/12.47亿元，同比+49%/+47%/+44%，给予“买入”评级。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

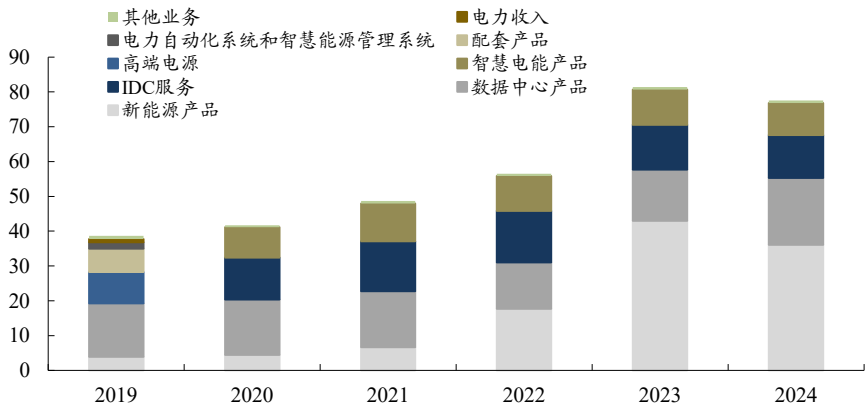


图：科士达数据中心基础设施一体化解决方案



- 依托多年电力电子装置研发经验，自主开发ZL系列高压直流电源系统。自研系统包括240V、336V两种电压制式，可提供高可靠电源保障。目前公司HVDC产品已应用于互联网、运营商、金融等行业的智算中心和数据机房。
- 深耕直流供电系统领域，高压直流系统推陈出新。5月推出SiC方案新品，转换效率达97.5%；270VDC/336VDC/800VDC模块适配广泛，部署迅速，具备在不同供电架构中的灵活性和高效性。同步推进高压直流±400V、800V供电架构与液冷POD技术产品的研发落地与迭代。2025全年高压直流系统有望突破2000套装机量。
- 盈利预测：我们预计公司25-27年归母净利润分别为5.04/9.24/14.17亿元，同比+60%/+83%/+53%，给予“买入”评级。

图： 2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

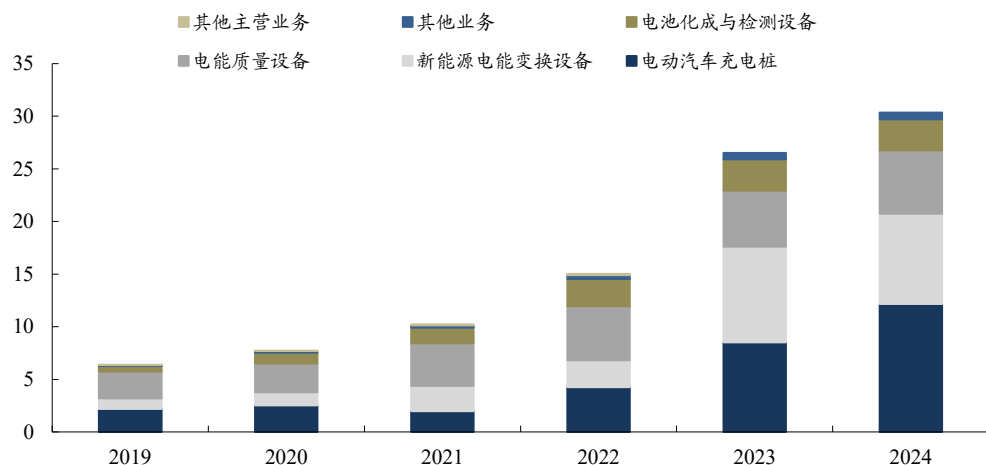


表：科华HVDC产品应用

项目名称	公司产品应用
中国移动南京数据中心项目	提供 232 套高压直流电源系统，承担 IT、空调及弱电监控所有负载供电，为腾讯江苏乃至华东云业务提供了坚实的支撑。
国家超级计算中心项目群	为多处超算中心累计提供 200 余套高安全等级高压直流供电系统解决方案。该系统采用高压直流模块功率 15kW 与 30kW 不同功率密度解决方案，根据不同用户需求场景进行灵活配置。
中国电信广州科云数据中心项目	提供了提供 200 多套高压直流电源系统，为腾讯微模块提供电源保障，有力支撑腾讯华南核心业务。
中国工商银行数据中心项目	提供 2 套 1600A 高压直流电源以及 2 套 400kVAUPS，分别带载 5 个微模块，通过双总线设计架构与子系统的联动，为 156 个服务器机柜、网络机柜的 600kW 负载

- **HVDC技术多基于成熟平台，公司团队与技术可复用。**公司直流充电桩与HVDC有类似高压直流技术平台，具备快速开发与制造能力，公司已成立百人HVDC项目开发团队，覆盖400V与800V方案。海外HVDC布局前期工作启动并取得突破，HVDC技术规格书编制完成。
- **看好SST技术路线，产品落地指日可待。**公司在10kV高压领域已有三年积累，今年将完成高压SST全系列产品研发，样机硬件已经完成待年底交付，计划明年基于该平台推进产品验证与首批试点项目落地。
- **盈利预测：**我们预计公司25-27年归母净利润分别为4.98/6.78/8.17亿元，同比+16%/+36%/+20%，给予“买入”评级。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

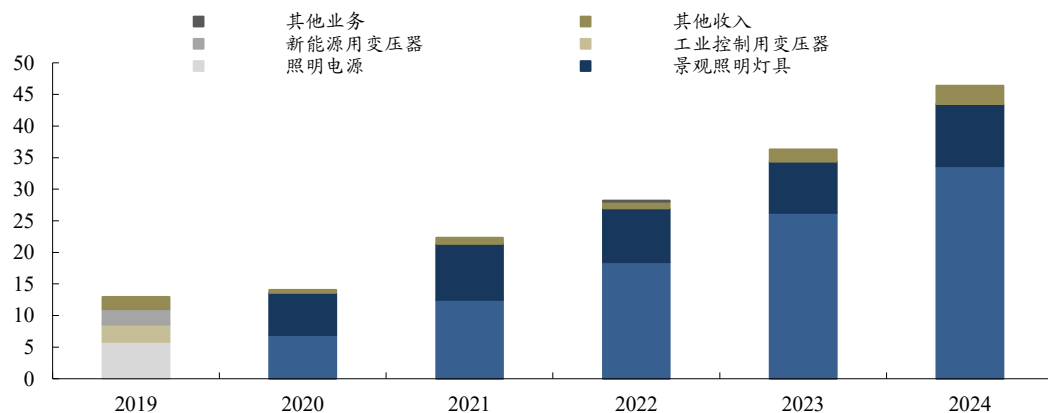


图：盛弘引入新碳化硅开关技术的Sinexcel APF P5机型



- 公司专注于工业及消费领域用电源及电源组件产品的研发、生产及销售，主营新能源变压器、工控变压器、照明电源、照明灯具、车载电源电感、储能装置与充电桩等产品，广泛应用于光伏发电、储能、工业控制与照明领域。
- 变压器与供电系统产品广泛渗透数据中心项目。**公司与台达合作、已经获得PDG旗下东京最大数据中心项目“大宫数据中心3期”相关电力设备总包合同、提供干式变压器及低压成套产品，同时公司在美数据中心客户取得突破，Q3开始供应数据中心油浸式变压器。目前，公司已构建起覆盖数据中心变压器、供电系统等核心产品的完整解决方案体系，产品与服务已渗透阿里巴巴、腾讯、网易、中国移动、中国联通、中国电信、微软等国内外数据中心项目。
- 盈利预测：**根据Wind一致预期，公司25-27年归母净利润分别为2.96/4.17/5.39亿元，同比+1%/+41%/+29%。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

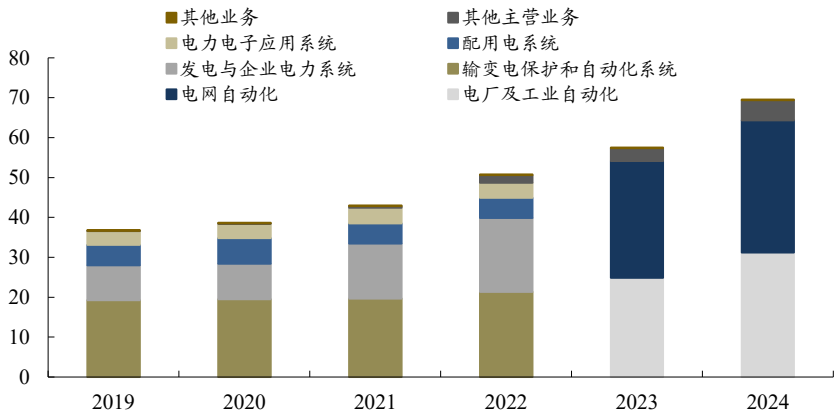


图：公司数据中心移相变压器产品



- 公司拥有高压直流输电控制保护的技术积累和行业领先经验。专注电力系统自动化和继电保护，产品线覆盖1000kV特高压到10kV全系保护与自动化设备，包括继电保护、变电站自动化、直流输电控保等。
- SST产品成熟度高、效率、可靠性行业领先。提供DC20-60kV接入、DC240V-800V输出的系列产品，全面适配下一代数据中心800V直流供电架构。SST已迭代至中频隔离单项拓扑，DC/DC效率超99%。
- 公司是国内少有的提供数据中心交直流配电系统二次关键设备技术与全套解决方案的厂家。公司可提供包括SST、直流断路器、交直流保护装置、交直流接口变流器等数据中心产品。
- 盈利预测：我们预计公司25-27年归母净利润分别为8.38/9.68/11.15亿元，同比+17%/+16%/+15%，给予“买入”评级。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）



图：四方股份SST系列

DC/DC			
20kV/800V	20kV/240V	60kV/800V	60kV/240V
2~4MW	0.5~1MW	6~12MW	1.5~3MW

AC/DC			
10kV/800V	10kV/240V	35kV/800V	35kV/240V
2~4MW	0.5~1MW	8~15MW	2~4MW

- ❑ **公司为白云电气集团的控股子公司，专注于新能源电力电子装备的研发、生产与应用解决方案。**公司主营高压直挂储能系统、固态变压器、储能变流器、光伏逆变及电力电子模块等产品，业务覆盖储能、光伏、配电网柔性化改造等核心领域。公司以高压直挂储能、固态变压器电能变换技术为核心，形成了从电池侧、直流侧到高压交流侧的全链路电力电子产品体系，广泛应用于大型地面电站、工商业储能、电网侧调频调峰、新能源并网投运及数据中心能源系统等场景。
- ❑ **成功研发MW级宽压型SST，SST产品应用于多个示范性项目。**公司兆瓦级宽压型SST已经突破SiC器件并联/模块均压问题、宽压调制策略、电磁热一体化集成等关键技术；可用于电动汽车充电站、中压直挂储能/新能源电站、算力中心、光储直柔零碳建筑、交直流混合配网/微电网等场景；截止25年8月，公司的SST产品已交付92台，广泛应用于江苏昆山直流充电站、万国数据重庆水土数据中心等多个示范性项目。

图：为光能源的数据中心SST机柜

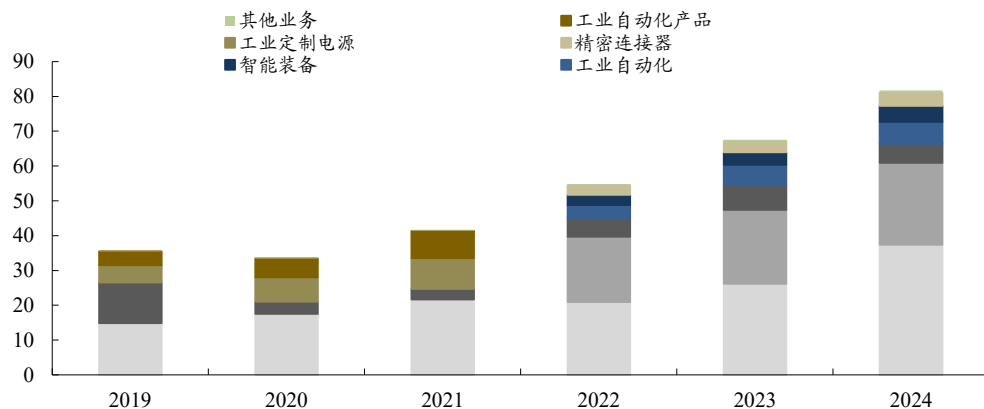


图：为光能源的SST项目

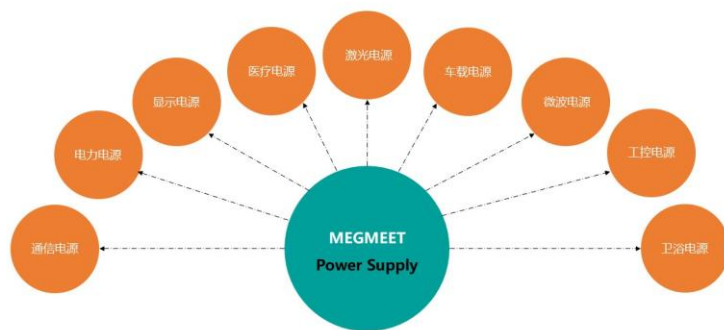


- **高功率电源与HVDC领域进展显著。**800V电源国内测试已经通过、公司已携样机参展送样海外，同时研究1000V交流输入800V输出方案。公司不局限于传统框架式/充电桩模块类 HVDC，而是聚焦AI场景所需高适配性产品，主攻AI负载适配差异化方向。
- **大陆第一家进入英伟达服务器电源短名单的企业，25H2有望拿到批量订单。**25年GTC大会公司推出高功率服务器电源架（PowerShelf）、服务器备用电源架（BBU Shelf）、超级电容组架（Power Capacitor Shelf）、高压直流输电系统（800V/570kW Side Rack）等产品，可广泛应用于IDC机房、户外基站。**公司已进入英伟达服务器电源供应链，5.5KW电源已具备量产能力，预计25H2拿到批量订单，26年开始释放5.5kWA I服务器电源业绩。**
- **盈利预测：**我们预计公司25-27年归母净利润分别为3.14/8.34/15.33亿元，同比-28%/+166%/+84%。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

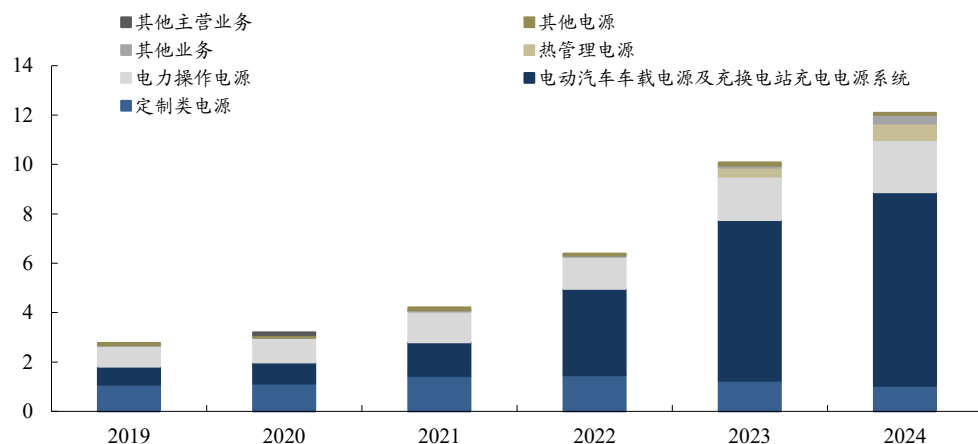


图：麦格米特电源布局



- 国内充电模块领军者，业务布局广泛。公司从事电力操作电源行业超过20年，具备电力操作电源、电力用通信电源模块、配网自动化电源、**电力用UPS/逆变电源**、配套监控系统、直流电源系统、智能交直流一体化电源系统和**HVDC产品**等全系列产品的研发、生产和营销能力。
- 公司HVDC产品覆盖广，是台达HVDC模块大陆重要代工商。公司HVDC产品包括高压直流供电模块、配套的监控底层系统以及整机系统，主要应用于各数据中心的直流供电领域，含240V、336V、750V三个电压等级，以风冷产品为主，具有20kW、30kW等多个功率等级。
- 盈利预测：根据Wind一致预期，公司25-27年归母净利润分别为0.83/1.61/2.23亿元，同比+248%/+94%/+38%。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）

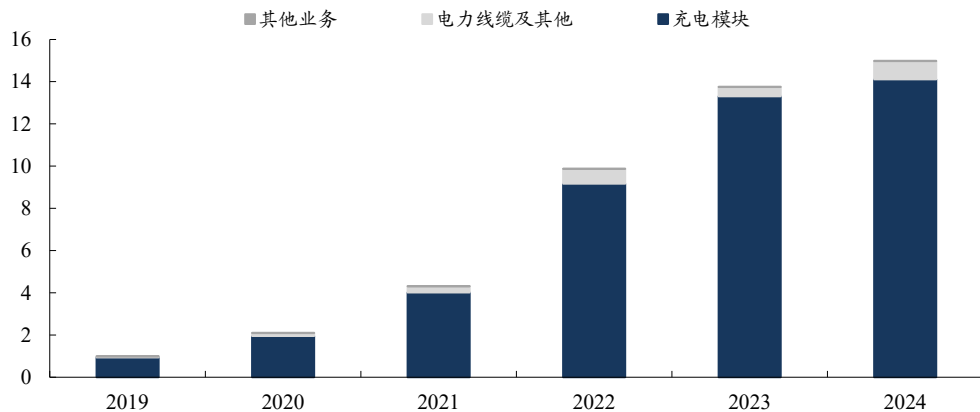


图：通合科技智能电网主要产品品类



- ❑ **直流充电模块领先企业，深耕直流充电10年。** 公司是一家专业从事新能源汽车直流充电设备核心部件研发、生产和销售的国家高新技术企业，致力于为客户提供全场景直流充放电解决方案。公司主要产品为15KW、20KW、30KW和40KW充电模块，广泛应用于新能源汽车直流充电桩、充电柜等设备。
- ❑ **技术具备可迁移性，HVDC电源模块应用可期。** 英伟达800V HVDC需高功率密度、高可靠性电源模块，公司在高功率DC/DC转换领域具有深厚技术积累，其在多模块并联与高效液冷方面的技术基础可迁移至HVDC整流模块的研发环节，**公司已对HVDC相关产品研发立项**，年内或将有产品问世。
- ❑ **盈利预测：** 我们预计公司25-27年归母净利润分别为1.5/2.6/4.7亿元，同比-21%/+55%/+61%，给予“买入”评级。

图：2019-2024年公司收入拆分（单位：亿元）



图：UR100060-LQ 60kW超宽恒功率液冷充电模块



▣投资建议：国内HVDC和巴拿马电源技术成熟并已规模化应用，NV引领AIDC 800Vdc技术革命，SST产业化进程加速推进，内资有望通过与海外Tier1合作代工形式突破北美市场。**综合性柜外电源供应商**（SST+HVDC）重点推荐：【阳光电源】【金盘科技】。HVDC电源重点推荐：【中恒电气】【科士达】【科华数据】【盛弘股份】【优优绿能】等，建议关注：移相变压器龙头【伊戈尔】、整流模块【通合科技】。SST重点推荐：【四方股份】【中国西电】，建议关注：核心零部件高频变的【新特电气】【京泉华】【可立克】等。

图：核心公司估值表（截至2025年11月29日）

证券代码	公司简称	总市值（亿元）	收盘价（元/股）	归母净利润				PE				评级	数据来源
				2024	2025E	2026E	2027E	2024	2025E	2026E	2027E		
002364.SZ	中恒电气	134	23.77	1.1	1.8	2.4	3.1	122	74	56	44	买入	东吴
002851.SZ	麦格米特	393	71.36	4.4	3.1	8.3	15.3	90	125	47	26	买入	东吴
300693.SZ	盛弘股份	123	39.26	4.3	5.0	6.8	8.2	29	25	18	15	买入	东吴
002335.SZ	科华数据	274	53.13	3.2	5.0	9.2	14.2	87	54	30	19	买入	东吴
300274.SZ	阳光电源	3792	182.9	110.4	143.4	172.2	192.9	34	26	22	20	买入	东吴
688676.SH	金盘科技	376	81.86	5.7	7.8	10.4	13.2	66	48	36	29	买入	东吴
601126.SH	四方股份	233	28.02	7.2	8.4	9.7	11.2	33	28	24	21	买入	东吴
301590.SZ	优优绿能	70	167.50	2.6	1.5	2.6	4.7	28	46	27	15	买入	东吴
002518.SZ	科士达	262	44.97	3.9	5.9	8.7	12.5	66	44	30	21	买入	东吴
300491.SZ	通合科技	47	26.6	0.2	0.8	1.6	2.2	195	56	29	21	未评级	Wind
002922.SZ	伊戈尔	126	29.88	2.9	3.0	4.2	5.4	43	43	30	23	未评级	Wind
301120.SZ	新特电气	69	18.47	-0.5	0.5	0.9	1.4	-141	136	75	49	未评级	Wind

- **终端客户招标不及预期。**受下游各大CSP及大型AIDC运营商资本开支周期波动影响，若终端客户在柜外电源设备方面的年度/季度招标节奏放缓或规模缩减，将可能导致订单确认节奏不及预期，从而对相关公司的收入增长产生不利影响。
- **AIDC建设不及预期。**若因算力芯片供给受限、园区规划审批延缓、电力接入不足等因素导致国内外AIDC新建/扩建项目进度放缓，则相关配套电源系统的交付需求可能推迟，进而对相关公司的业绩释放节奏造成负面影响。
- **关税政策不及预期。**HVDC产品在海外市场的销售对关税环境较为敏感，若海外国家针对国内HVDC出口商采取新的关税政策，或提高现有关税税率，将可能抬升相关产品进入海外市场的成本，削弱价格竞争力，影响海外订单获取及整体盈利水平。
- **竞争加剧。**AIDC电气设备大多为电力电子设备，国内竞争较为激烈，若竞争加剧陷入价格战，对相关公司的盈利能力会产生负面影响。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街5号

邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园