

AIDC智算中心-供配电系统高压化、直流化、模块化、绿电化的投资机会梳理（二）

行业评级：看好

2025年2月7日

分析师
邮箱
证书编号
分析师
邮箱
证书编号

邱世梁
qiushiliang@stocke.com.cn
S1230520050001
尹仕昕
yinshixin@stocke.com.cn
S1230524040007

分析师
邮箱
证书编号
分析师
邮箱
证书编号

刘巍
liuwei03@stocke.com.cn
S1230524040001
白浪
bailang@stocke.com.cn
S1230525010003

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

1、供配电系统为数据中心提供电源，在数据中心基础设施投资占比超70%

- 定义：指从10kV电源进线，经过10kV配电装置、变压器、0.4kV配电装置、不间断电源系统及不间断电源输出配电装置，到电子信息设备电源进线全过程。
- 构成：配变电系统、不间断电源系统（UPS/HVDC）、备用电源系统（柴油发动机组），在数据中心基础设施投资占比超50%。
- 架构：传统主流为2N，DR/RR简化架构有望推广。

2、市电接入：智算中心时代从10kV向110kV/220kV演进；绿电占比提升引发电能质量挑战；SiC基低压电能质量产品渗透率有望快速提升

3、高低压配变电：变压器、中低压开关柜为核心，AIDC价值量高于传统场景

4、不间断电源系统：供电系统核心，主要改善电源质量和连续供电

- UPS为当前主流，智算中心时代向集成化、直流化、高压化演进
- 北美服务器供电构架：+/-400V高压直流方案有望推广

5、投资建议

- 不间断供电电源方面，建议关注技术能力优秀的HVDC/UPS/电源变换厂商：**禾望电气、科华数据、科士达等**；
- 高低压配变电方面，建议关注研发能力强、具备数据中心产品经验的优质厂商：**明阳电气、思源电气等**；
- 电能质量方面，建议关注SiC基产品研发及落地进度领先的企业：**盛弘股份等**；

6、风险提示

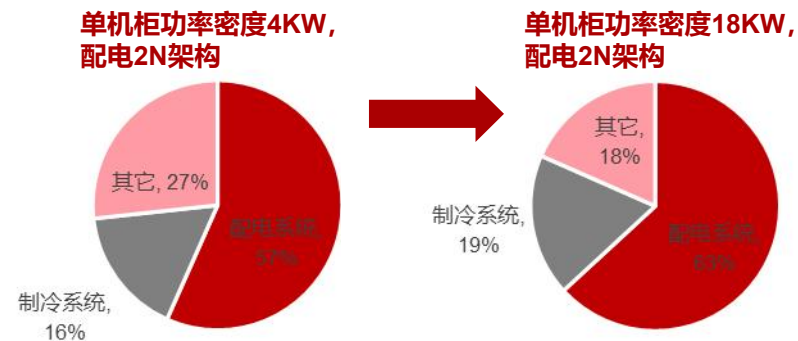
- 海内外宏观和政策环境恶化；智算中心发展低于预期；AI应用发展不及预期。

供配电系统

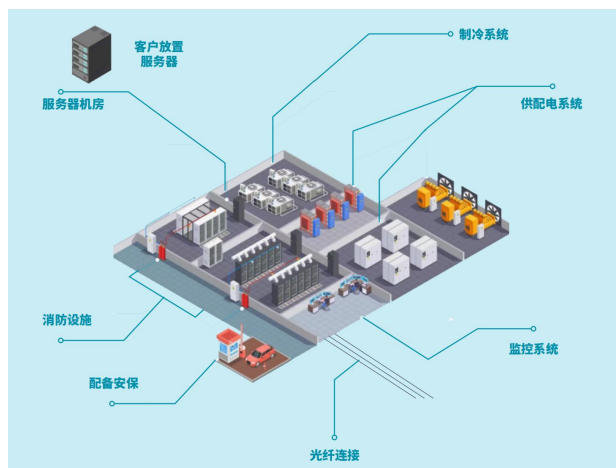
模块化、高压化、直流化、 绿电化

- **数据中心供配电系统是从电源线路进用户起经过高/低压供配电设备到负载为止的整个电路系统**，它不仅为IT设备提供安全、稳定运行的必备条件，还保障数据中心其他设备的正常用电。
- 目前大中型数据中心供配电系统就是从10kV电源进线，经过10kV配电装置、变压器、0.4kV配电装置、不间断电源系统及不间断电源输出配电装置，到电子信息设备电源进线这个过程。
- **供配电系统在数据中心基础设施投资占比超50%，且随着功率提升，占比将进一步提高。**

图：数据中心基础设施成本构成



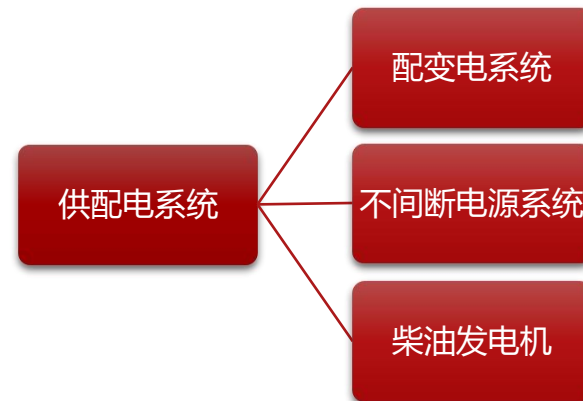
图：数据中心构造及服务器机房内部示意图



图：数据中心供配电系统示意图

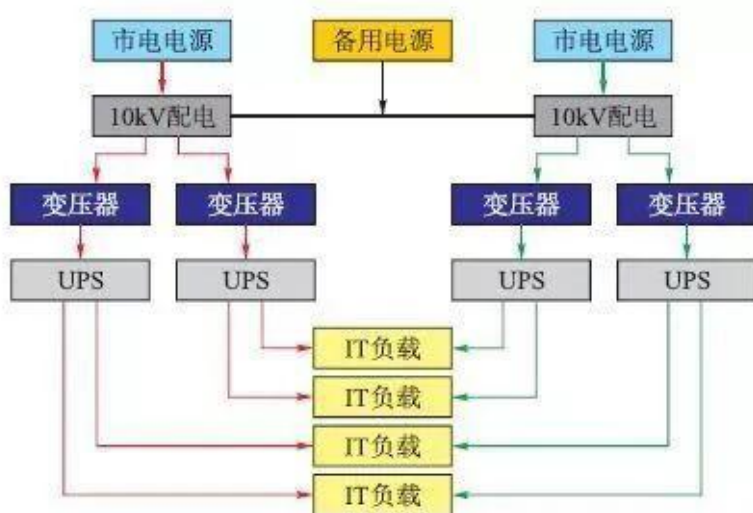


图：数据中心供配电系统构成

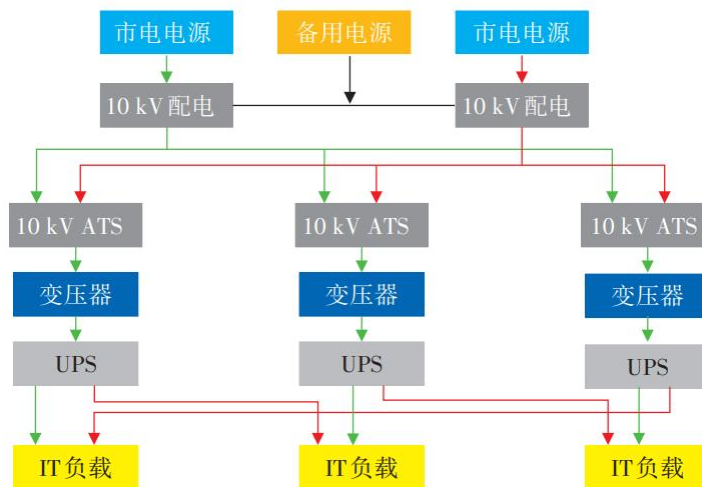


- **A级数据中心供配电系统通常采用“2N”供电系统。**国家标准《数据中心设计规范》规定：“A级数据中心的基础设施宜按容错系统配置”。对于规模较大、可靠性要求较高的机房供电系统，通常采用“2N”供电系统。
- **2N架构由两个供配电单元组成，每个单元均能满足全部负载的用电需要，两个单元同时工作，互为备用。**正常运行时，每个单元向负载提供50%的电，当一个单元故障停止运行时，另一个单元向负载提供100%的电。
- **2N存在占地面积大、供电效率低等痛点，DR/RR在提升系统利用率和降低占地面积上有优势。**智算中心时代，单机柜功率密度持续提升，电力室面积随之大幅增加。智算中心需要简化配电架构设计以提升系统利用率，降低配电设备的占地面积。RR架构可以使智算中心的供电系统的利用率从50%提升到 $N/(N+1)$ ，同时将占地面积减少 $(N-1)/2N$ 。DR架构中配电设备使用减少接近25%，电源设备成本低。

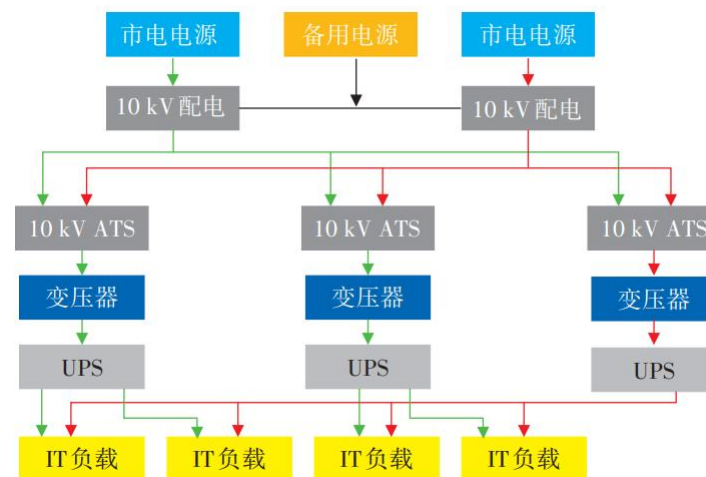
图：2N供配电系统架构示意图



图：DR供配电系统架构示意图

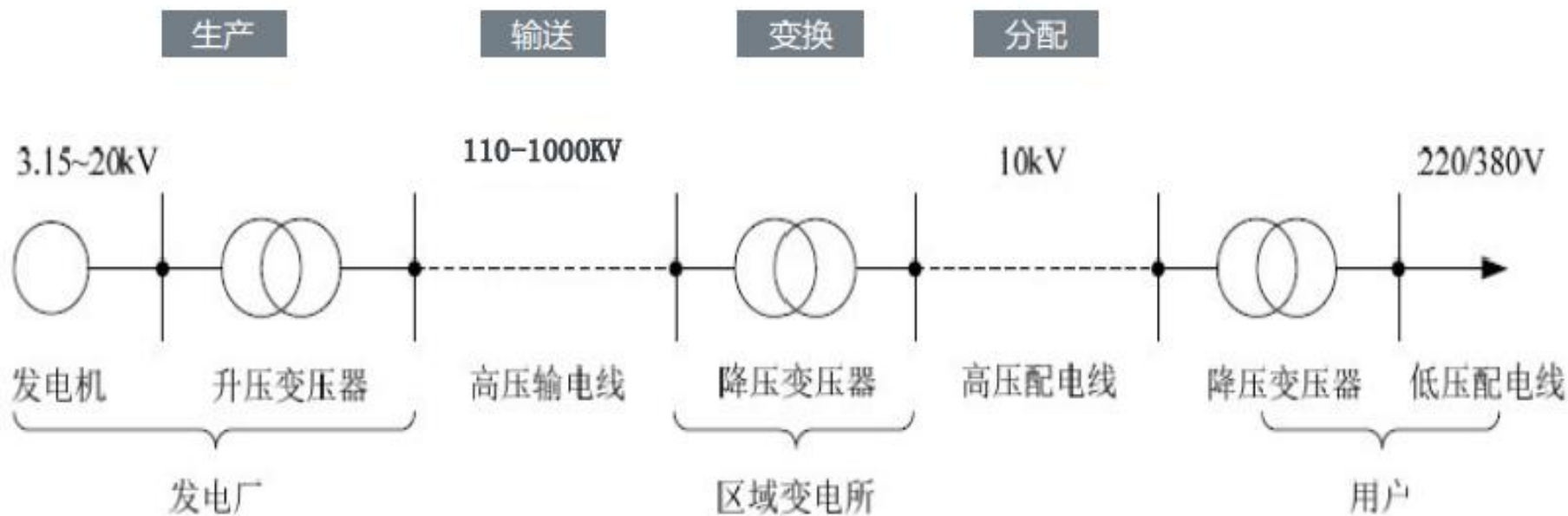


图：RR供配电系统架构示意图



- 市电从生产到引入数据中心，通常要经历生产、输送、变换和分配等四个环节。
- 智算中心时代，随着用电侧功率密度的持续增加，电力能源接入从10kV向110kV/220kV演进。
 - 传统IDC电力容量一般在数十MW级别，通常由市政公共变电站引来四路10kV电源，对区域电网压力不大。
 - 在智算中心时代，一栋10万卡的算力集群建筑用电规模达到100兆瓦以上，需要自建110kV或接入更高电压等级的电网。
 - 随着智算芯片密度的持续增加，园区的用电规模可以达到200~500MW的水平，需要接入220kV甚至更高电压等级的电网。

图：市电引入示意图



- **智算中心时代新能源接入占比有望持续提升。**2023年中国数据中心耗电量约1500亿千瓦时，占全社会用电量1.6%，中国数据中心耗电量年增速15%。《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》要求：**到2025年底，八大国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超80%。**
- **绿电接入将新能源的无功和谐波带入电网系统，引发电能质量问题。**风光新能源存在随机性、波动性、间歇性，与电网的交互过程中，将给电网引入一定的谐波，引发次同步振荡、电能质量等问题，严重时将导致电网崩溃，同时光伏逆变器亦导致较大的波动性。
- **数据中心对电能质量要求严苛，绿电须进行精确补偿和谐波处理。**当前数据中心很多设备都为集群化管理，设备精密且高效，电能波动超过一定限度，有概率导致板卡和整个机架有烧毁的风险。

图：腾讯河北怀来数据中心项目图

**腾讯河北怀来数据中心**

光伏装机容量：10.99 MW
风电装机容量：150KW
储能系统：1.25MW/1.376MWh
年发电量：1400万度
年碳排减少：8000吨碳排
并网时间：2024年12月
绿电消纳率：达到95%
其他：项目采用分布式新能源微电网来综合管理多种新能源接入

图：2024年江苏光伏接入台区遇到的电能质量问题

电能质量问题	具体情况统计
谐波	新能源并网接入带来的谐波问题高于传统电站1.5%，主要的谐波是3, 5, 7次，并且谐波从5次谐波朝7次谐波转变，同时伴随11, 13, 17, 19次谐波
无功	受光伏逆变器发电不稳定的影响，功率因数变化幅度大，存在持续低于0.9的情况，其中62.75%时段的功率因数集中在0.75到1之间，17%时段的功率因数在-0.25到0之间，功率因数每天变化大，无明显规律特征
三相不平衡	光伏接入地区，电压不平衡度95%概率在0.25%-5%之间，在白天光伏功率倒送阶段，三相电压不平衡度存在短时越限的情况

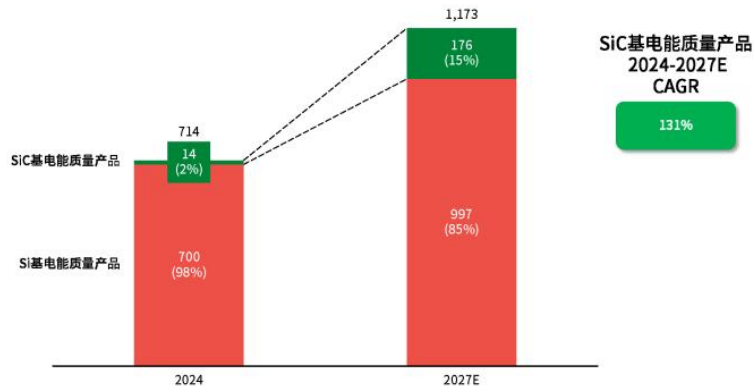
2.3 电能质量改善：SiC基低压电能质量产品渗透率有望快速提升

- **解决方案：使用高开关频率、高补偿率、高整机效率的电能质量产品处理新能源接入带来的无功和谐波**
 - **常规方案：使用基于Si基的SVG(低压静止无功发生器)和APF（有源滤波器）搭配使用提高用电质量。**SVG解决新能源绿电的功率因数变化大的问题；APF解决新能源绿电的谐波问题。
 - **SIC方案：对比传统Si基产品，SiC基产品占地空间小、整机效率高、开关频率更高，在数据中心的渗透率有望快速提升。**
- ✓ SiC属于第三代半导体材料，相对于第一代半导体Si材料在耐高温、高压、开关频率方面具有更优异的特性，由SiC材料制成的低压电能质量产品也会延续材料的优异特性。
 - ✓ SiC基APF和SVG产品因为占地空间小、整机效率高、更高的开关频率等优点，与数据中心行业（尤其是金融类数据中心和改造类数据中心）有较大的契合度。

表：国内某SiC低压电能质量厂商披露的产品信息

特点	Si基的APF	SiC基的APF	对比分析
能耗降低	整机效率约97%， 损耗3%	整机效率约99%， 损耗1%	以单台150A/100k的APF半载运行，年降低能耗： $50K \times (3-1)\% \times 24h \times 365d = 8760$ 度
占地空间小	Si的APF以基数 100%表示	50%	SiC基的APF体积缩小，单位体积能容纳的容量高出一倍
更高的开关频率	20/24HZ	40HZ	更高的开关频率能够保障设备运行的可靠性及稳定性
热导率更高	1.51	4.9	SiC器件相对Si器件具有更高的热导率，耐高温性有所提高，延长APF使用寿命

图：我国数据中心行业SiC基和Si基低压电能质量市场规模预测（百万元）



- 公司电能质量产品主要包括**有源滤波器（APF）**、**静止无功发生器（SVG）**、三相不平衡调节装置（SPC）、动态电压调节器（AVC）、低压线路调压器（LVR）、不间断电源（UPS）、激光发生器电源、单晶硅炉加热电源等。
- **公司是国内最早推出基于SiC基低压电能质量产品解决方案的企业，目前居于领先地位。**针对数据中心普遍存在的谐波污染问题以及无功补偿需求，盛弘通过部署有源电力滤波器APF和静止无功发生器SVG，精准滤除电网谐波、提升系统功率因数，提供高质量用电。针对数据中心改造升级时的空间管理难题，盛弘解决方案采用紧凑且模块化的设计理念，使得功率密度更高。在有限空间内实现设备的高效布局，既便于安装、维护，又为未来扩容预留了充足弹性，最大化利用每一寸机房面积。
- **中选山东移动数据中心电能质量补偿设备项目。**2024年12月27日，中国移动通信集团山东有限公司（以下简称“山东移动”）公布2025-2026年低压成套及电能质量补偿设备采购项目中标名单。盛弘股份成功竞得电能质量补偿设备标包。

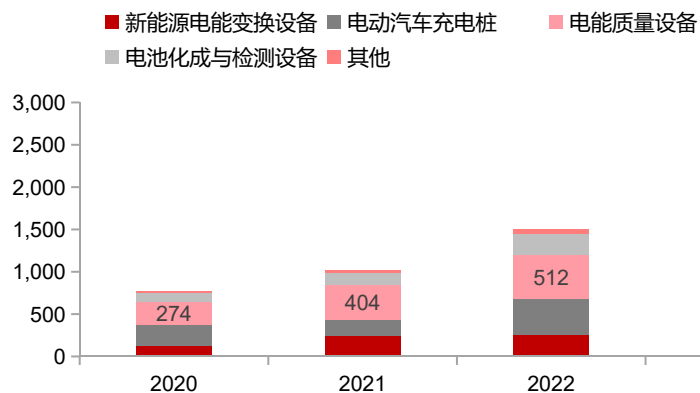
图：盛弘股份APF产品



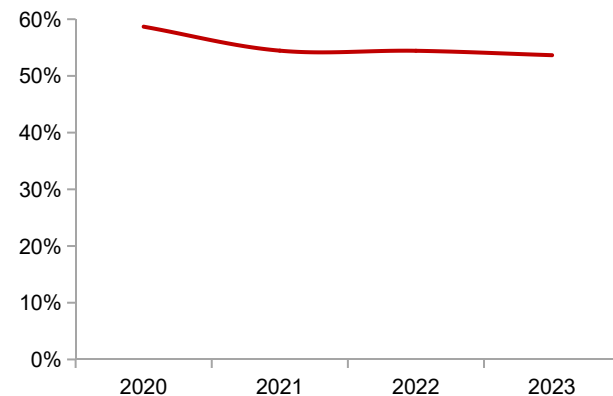
图：盛弘股份SVG产品



图：盛弘股份营收构成（百万元）



图：盛弘股份电能质量设备毛利率（%）



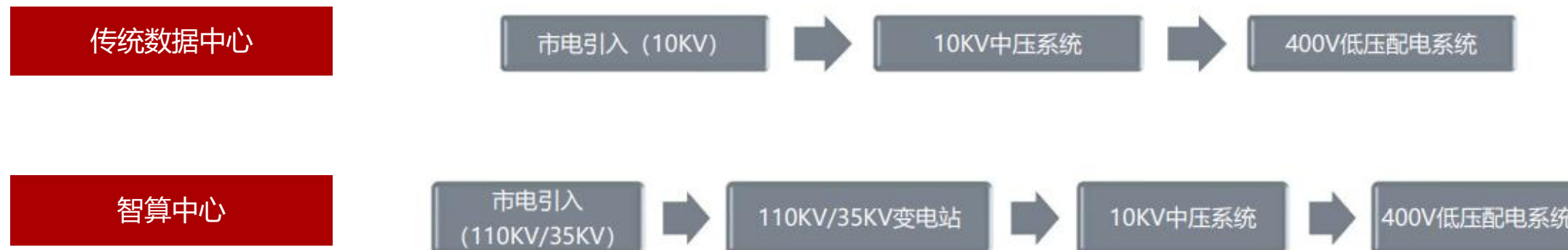
3.1 配变电：变压器、中低压开关柜为核心，AIDC价值量高于传统场景

- 数据中心内海量的芯片、显卡和处理器进行的高强度运算离不开稳定高效的电力支持，配变电系统是电力传输链路中的核心节点，其性能和数量直接决定了数据中心能否正常运转。**智算中心时代，下游功率密度显著提升、冗余级别要求提升，配变电系统价值量有望大幅提升：**
 - ✓ **中/高压开关柜：**对数据中心10KV/35KV/110kV外市电进行分配、变换、通断控制、监测和保护。
 - ✓ **变压器：**将10kV/35kV/110kV高压电降转为400V低压电。干变由于具有良好的防火性，可安装在负荷中心区，在数据中心使用更为广泛。
 - ✓ **低压开关柜：**进行电力分配，将经过变压器变换后的400V低压电分配到各个用电单元。

图：中压开关柜、干式变压器、低压开关柜示意图



图：数据中心配变电系统示意图



- 公司深耕输配电及控制设备行业多年，主要产品为箱式变电站、成套开关设备和变压器。
- 数据中心领域，公司已推动超200个通讯与数据中心项目。成套开关设备系列产品成熟，干式变压器逐步突破，着力布局预制舱式整体解决方案：

(1) 公司成套开关设备系列产品具有较强竞争优势，并重点覆盖了以腾讯、京东、中国移动等为主要客户代表的国内知名互联网公司和通信运营商等公司，形成稳定的客户合作关系。

(2) 公司凭借成套开关设备在数据中心领域积累的品牌优势和客户资源，将干式变压器成功打入数据中心应用领域。

(3) 伴随着数据中心领域电力方舱和电网系统小型化变电站的需求日益增大，公司也在着力布局预制舱式整体解决方案的开发，将中低压开关设备、变压器、保护和监控等实现高度集成。

图：公司数据中心应用案例



字节跳动火山引擎数据中心项目

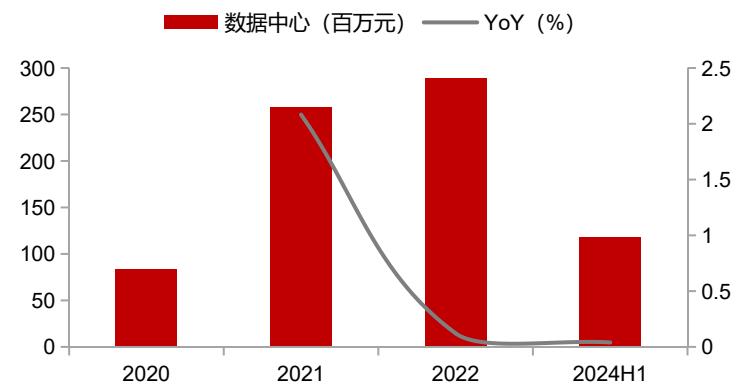


世纪互联华北、通州、江苏、太仓、廊坊等数十个项目



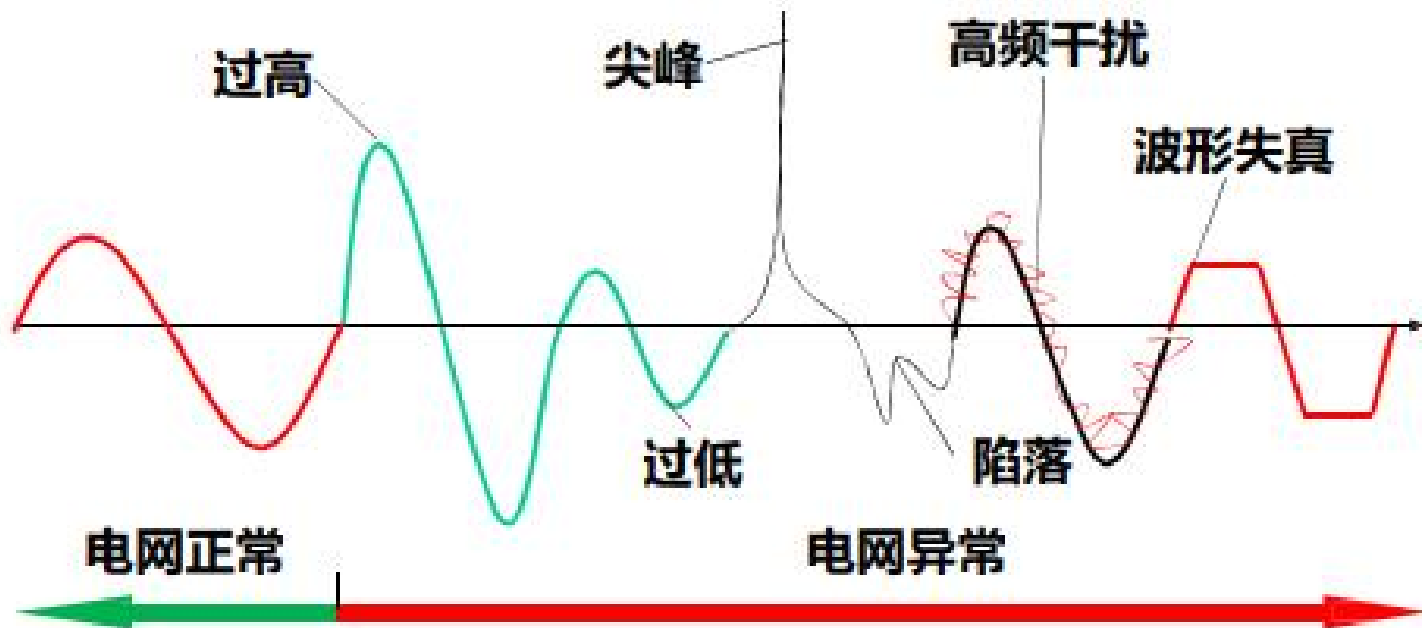
华为2021年中国联通中原数据二期DC7

图：公司数据中心相关收入情况（百万元、%）



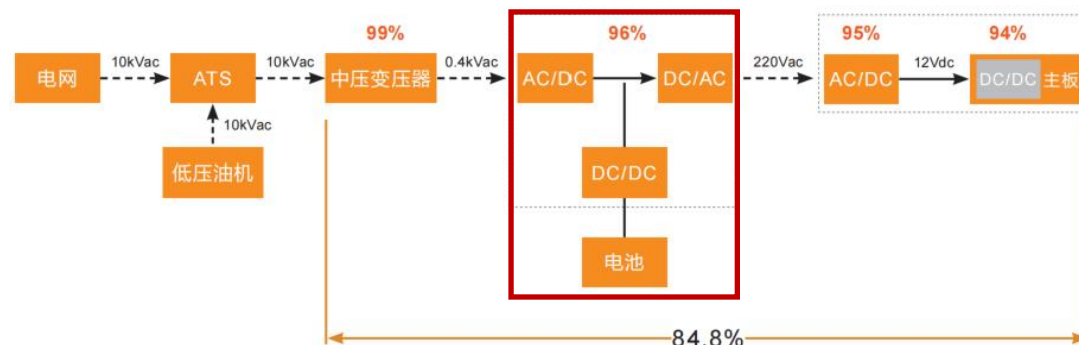
- 不间断电源系统是由变流器、开关和储能装置组合构成的系统，可分为交流UPS电源或HVDC（高压直流）电源。在输入电源正常或故障时，输出交流或直流电能，在一定时间内，维持对负载供电的连续性。“输出交流电能”通常称为交流UPS电源；“输出直流电能”通常称为直流UPS电源或HVDC（高压直流）电源。
- 不间断电源系统提供不间断和电力净化两大主要功能，主要解决外市电中断以及电源污染问题。
 - **保障供电电源连续性：**当市电中断时，在发电机启动之前，不间断电源系统能够通过蓄电池确保负载正常运行。
 - **改善电源质量：**不间断电源系统具备稳压、稳频、滤波、抗电磁和射频干扰、防电压浪涌等功能。由于电网质量状况复杂，当出现瞬间低电压、瞬间高电压、电涌、电线噪声、频率偏移等情况时，能够起到保护作用。

图：市电潜在的问题示意图



- **传统UPS产品**成熟、安全性较高、兼容性较好，但存在冗余环节多、设备数量多、系统复杂、占地面积大等问题。**传统HVDC产品**功率变换环节更少、效率和可靠性更高、占地面积小，但由于效率优势减弱、兼容性&配套设施成本、安全性问题，市占率相对较低。
- 根据2021年CDCC报告，交流UPS目前市场占比80%，HVDC占比20%左右。
- 随着智算中心功率需求及功率密度大幅提升，不间断电源构架有望向集成化、直流化、高压化演进。

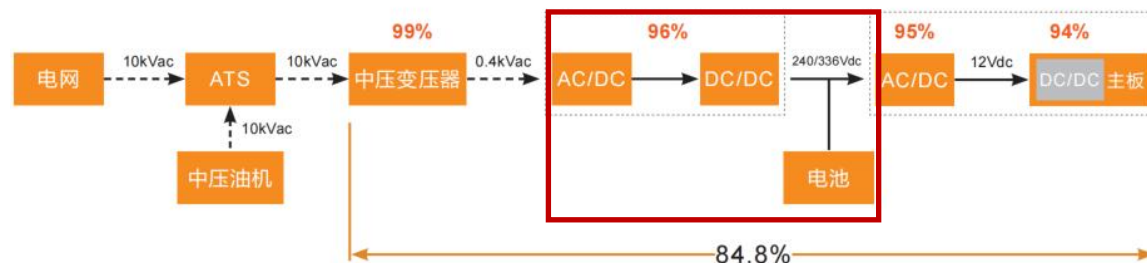
图：传统UPS全链路供电架构及其效率



表：传统UPS及HVDC对比

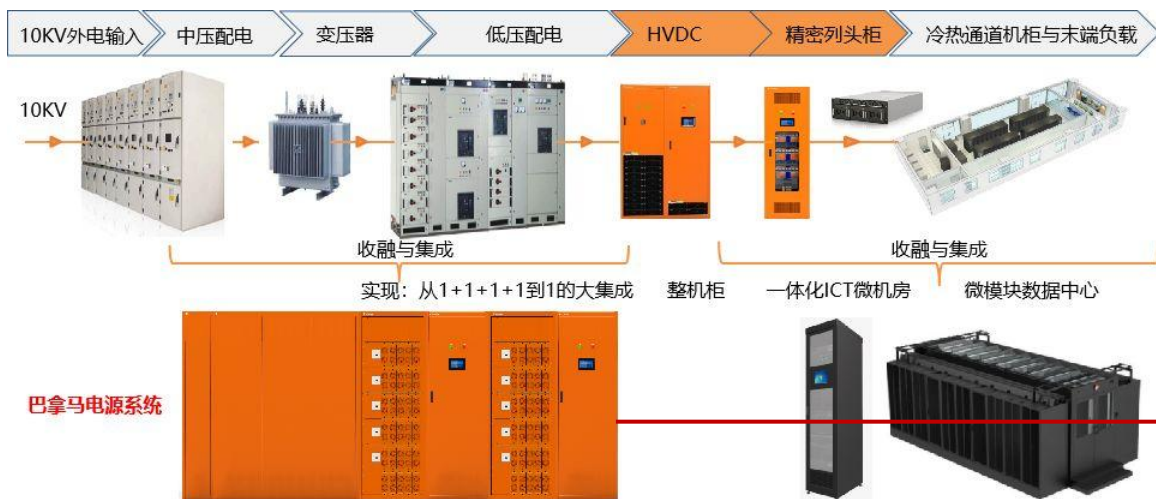
	传统UPS	传统HVDC
构成	由整流器、蓄电池和逆变器三个基本单元组成	由整流器和蓄电池两个基本单元组成
工作原理	(1) 市电正常时，电流通过整流器和逆变器向IT设备供电，同时通过整流器给蓄电池充电 (2) 市电故障或整流器故障时，通过控制电路自动切换至蓄电池为IT设备供电	(1) 市电正常时，电流通过整流器向电子信息设备供电，同时整流器给蓄电池充电 (2) 市电故障或整流器故障时，通过控制电路自动切换至蓄电池为电子信息设备供电
优势	产品成熟、安全性较高、兼容性较好	功率变换环节更少、效率和可靠性更高、占地面积小
主要痛点	冗余环节多、设备数量多、系统复杂、占地面积大	效率优势减弱、兼容性&配套设施成本、安全性问题

图：传统HVDC全链路供电架构及其效率

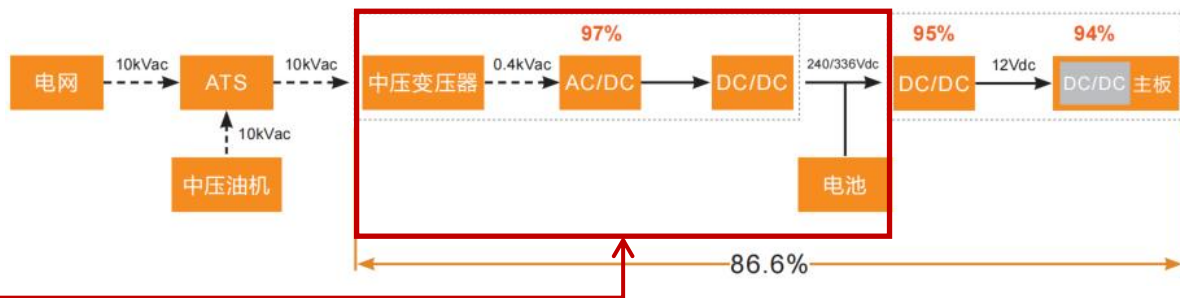


- 将原供电构架中的变压器、配电、不间断电源集成起来，形成了数据中心“中压直供”集成式不间断电源，该方案最早以阿里“巴拿马”电源为代表。
- “中压直供”集成式不间断电源架构具备高效率、安全、可靠、节省空间、低成本、易安装和易维护等显著优势。传统数据中心配变电系统存在效率低、损耗大、占地面积大、建设运维复杂和初期投资成本高等痛点，智算数据中心向更紧凑、占地面积更小、更高效、易部署的方向发展。相比传统数据中心的供电方案，集成式方案占地面积减少50%，其设备和工程施工量可节省40%。
- “中压直供”集成式不间断电源，不间断供电回路中的UPS设备可以是直流HVDC也可以是交流UPS。

图：巴拿马系统示意图



图：预制式供配电模组全链路供电架构及其效率



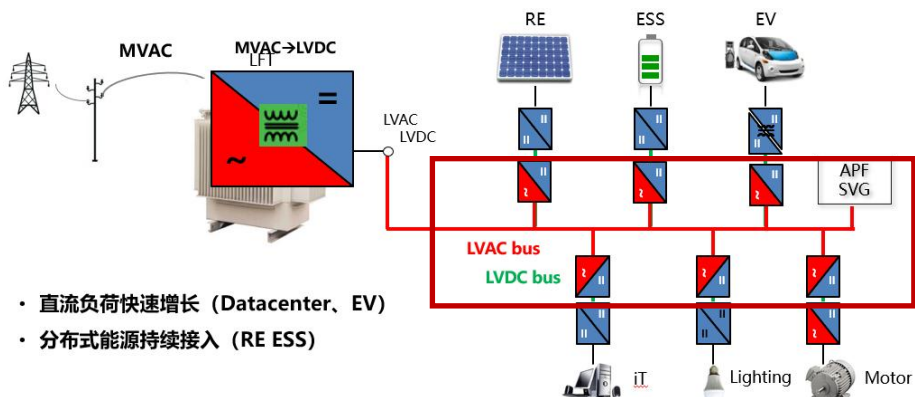
● 直流化趋势

- 直流供配电可以省去大量整流和逆变环节，效率、空间、工期、运维、扩容等方面均有改善
- 全系统经济性：在传输过程中和电压转换驱动过程中能量损失小，降低电费等运营成本的支出
- 主设备可靠性：直流供电变换设备在电能质量方面对电网更加友好和可控，电磁干扰等污染更低
- 新能源兼容性：未来智算中心中直流设备（光伏、储能、电池、IT服务器、直流充电桩、直流照明和空调设备等）的比重将越来越大，直流设备可以快速接入全直流系统，减少交直流变换的环节（如左下图方框内所示），提升供电效率

● 高压化趋势

- 高效节能：采用 DC 750V直流系统的电缆线路损耗下降 48%，母线线路损耗下降约23%（较AC 380V UPS系统）
- 空间节省、简化布线：更高电压的应用可以减少电源线占用的空间，采用 DC 750V直流系统的电缆用量减少 50%（较AC 380V UPS系统）

图：配电网供电架构演变趋势



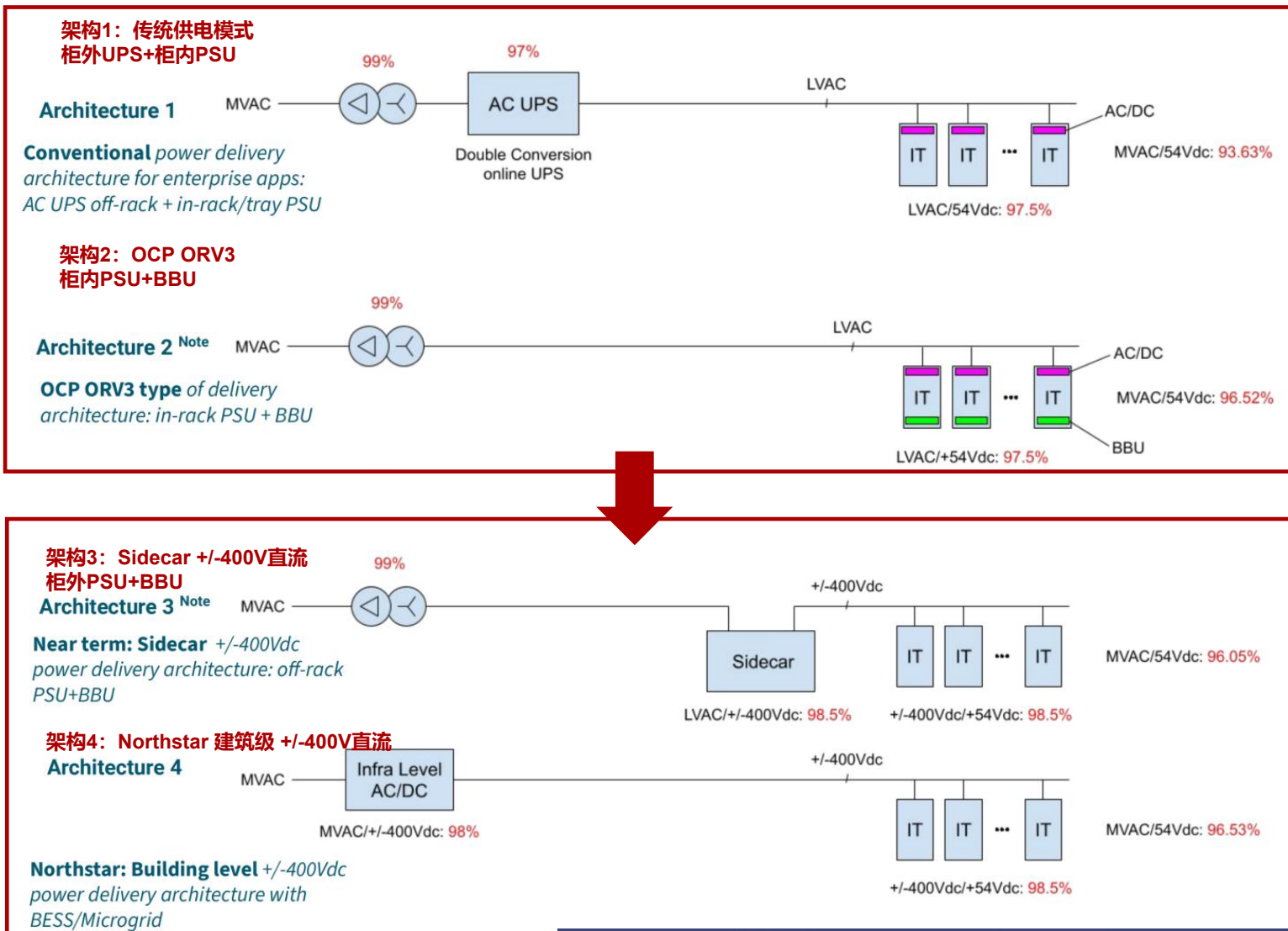
图：UPS供电系统架构



图：750V柔性直流供电系统



图：北美服务器供电构架演进模式



● 主要优势：

- ✓ 提高能源效率
- ✓ 节省服务器机柜空间
- ✓ 令更高功率密度成为可能

● 主要挑战：

- 安全隐患：电弧闪光危害、直流接地
- 设备兼容性
- 复杂性和成本

表：服务器不同供电架构对比

	架构1	架构2	架构3	架构4
AC/DC (交流/直流)	机架内	机架内	Sidecar	基础设施
BBU	在线交流UPS	机架内	Sidecar	基础设施
能源效率	93.63%	96.52%	96.05%	96.53%
机架配电	54Vdc	54Vdc	+/-400Vdc	+/-400Vdc
机架配电损耗 (200kW机架)	0.2-0.5%	0.2-0.5%	~0%	~0%
端到端效率 (考虑损耗)	93.13%-93.4%	96.02%-96.32%	96.05%	96.53%
IT机架空间消耗	低	高	无	无
数据中心占地面积	高	高	高	无
	高	高	中	低

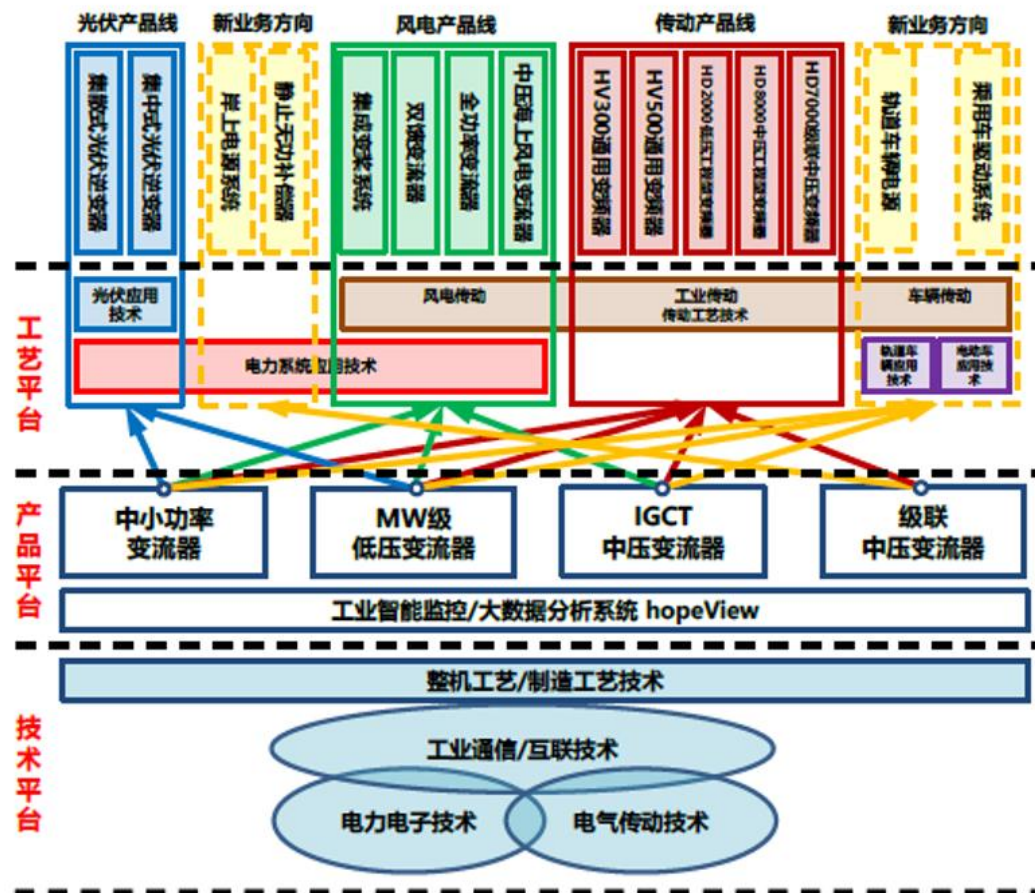
公司核心高管出身“华为-艾默生系”，兼具研发和管理经验。

公司董事长韩玉，历任斯比泰电子工程部经理、艾默生预研部经理、产品线副总监。公司总经理郑大鹏，历任华为电气高级工程师、项目经理，艾默生项目经理、开发经理，美国俄亥俄州力博特公司高级项目工程师，艾默生预研部高级总监、事业部高级总监。

四大产品平台赋能，快速响应产品开发。经过十余年的研发与积累，公司形成中小功率变流器、兆瓦级低压变流器、IGCT 中压变流器和级联中压变流器四大产品平台，具备快速响应和开发产品能力。

公司在大功率段产品开发及技术优势显著。禾望电气拥有完整的大功率电力电子装置及监控系统的自主开发及研发实力与测试平台，风电变流器、光伏逆变器、储能PCS、制氢电源产品主要市场均在于大功率领域。

图：禾望电气核心技术平台及主要业务



- 科华数据前身创立于1988年，立足电力电子核心技术，融合创新数字科技，提供数据中心、高端电源、清洁能源综合解决方案。
- 数据中心客户资源优异。公司拥有10年以上IDC行业运营管理经验，主要客户覆盖三大运营商、腾讯等大型互联网企业、各大金融机构、政府机关等，数据中心产品和数据中心运营服务质量得到客户的广泛认可，推动数据中心业务收入持续增长。
- UPS与数据中心业务协同发展。2021年公司面向大型数据中心、超算中心的供配电需求，推出125KW UPS功率模块，实现25kW-125kW功率模块化UPS全覆盖。公司将UPS与数据中心业务协同发展，不断巩固公司在高端电源行业的优势地位。
- 市场份额以及市场地位全行业领先。根据全球权威机构Omdia 2023年数据显示，科华数据在2022年全球模块化UPS市场份额中蝉联第四。作为国内智慧电源领导品牌，2023年度科华UPS在中国UPS市场销售规模排名第二，在金融、交通、石化、教育科研行业位列市场第一。
- 依托多年的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。该系统主要由交流配电、直流配电、整流模块、监控模块和显示模块等组成，产品采用模块化设计、全数字化控制技术，具备自动休眠和电池的智能化管理功能，包括240V、336V两种电压制式，为客户提供高可靠电源保障。

图：科华数据UPS产品



图：科华数据UPS应用案例



图：科华数据HVDC产品



图：科华数据HVDC案例-国家超算中心项目群



- 科士达成立于1993年，是一家专注于数据中心（IDC）及新能源领域的智能网络能源服务商。
- 公司是最早进入数据中心产品领域的国内企业之一，产品持续迭代、应用广泛。公司自主研发生产的数据中心产品趋向多元化、集成化发展，主要包括：不间断电源（UPS）、高压直流电源、精密空调、通信电源、精密配电、蓄电池、网络服务器机柜、动力环境监控等设备和系统，广泛应用于金融、通信、IDC、政府机构、轨道交通、工业制造、电力、医疗、教育等行业和领域。
- 推出算力数据中心高度适配UPS，有望受益于下游需求爆发。科士达YMK系列模块化UPS，采用100KW模块，高效、紧凑、储备一体、支持联合供电，还可整合至科士达预制式电力模组内，进一步降低供配电全链路的占地、损耗和交付周期。
- UPS市场份额及地位领先。公司名列Omdia全球第五大UPS供应商、2023-2024赛迪顾问中国UPS销量市场占有率本土品牌第一、中国模块化UPS市场销量第三、中国超大功率UPS（200kVA 以上）销售额国内品牌第三、UPS配套铅酸蓄电池中国大陆市场占有率本土品牌第一。

图：科士达YMK系列模块化UPS产品



图：华章广州四号云中心-应用YMK3300-T系列



风险提示

- 1、智算中心发展低于预期：**智算中心行业需求拉动明显，若智算中心行业发展不及预期，可能对液冷和柴油发电机业务产生负面影响。
- 2、AI应用发展不及预期：**AI应用技术突破的速度和范围仍存在不确定性，AI应用发展可能不及预期。
- 3、市场竞争加剧风险：**目前液冷行业处于快速发展阶段且增速较快，若行业内涌入更多市场参与者，可能导致市场竞争加剧，使得行业格局发生变化、盈利能力出现下降。

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

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取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者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。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的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。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、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。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。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。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>