

# 中国电信能源创新及节能实践分享

中国电信研究院绿色低碳技术研发部

夏冬 2024年8月

一 背景与形势分析

二 能源创新及节能技术积累

三 项目落地应用的实际成效

四 小结与建议

# 政策背景：国家战略助推数字基础设施飞速发展，AI已无处不在



□ **加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群。……加快建设数字中国，加快发展数字经济，优化基础设施布局、结构、功能和系统集成，构建现代化基础设施体系。**

——中国共产党第二十次全国代表大会习近平总书记报告

□ **要加快新型基础设施建设，加强战略布局，加快建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施，打通经济社会发展的信息“大动脉”。**

——2021年10月18日习近平总书记在中共中央政治局第三十四次集体学习讲话

## 系列政策助推AI发展提速，为AI赋能经济社会指引方向

2019.03 《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》

2022.07 《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》

2023.04 《关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知》

## 顶层战略助推基础设施DC建设，为AI产业发展夯实底座

2022.02 “东数西算”工程

2023.02 《数字中国建设整体布局规划》

2023.10 《算力基础设施高质量发展行动计划》

2023.12 《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》

2024.07 《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》

数据中心为促进AI产业和数字化时代经济的快速发展注入了新活力，是支撑算力、网络和应用的重要基础设施，是聚合云网数智安等多种数字要素的重要载体，赋能数字经济发展的战略基础资源。

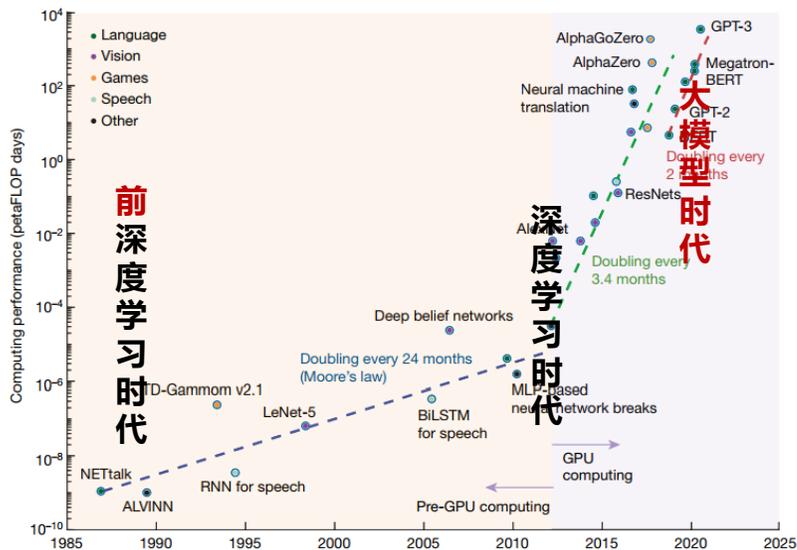
## 生成式AI带动算力需求激增

- 数字经济的蓬勃发展，叠加以ChatGPT为代表的生成式AI以及元宇宙等新业态的带动，智算应用场景在未来3-5年预计爆发，对海量算力提出了要求。据国信证券等多家证券机构预测，全球算力总量需求未来3年或将超过10倍，已经打破“每隔18个月芯片性能可提升一倍”的摩尔定律。

## 我国算力及服务器供给持续扩大

- 人工智能等驱动我国算力规模持续扩大，截至2022年底我国算力规模达到180EFLOPS，位居全球第二，2025年将增长至300EFLOPS。
- 2021年底，中国AI服务器市场的出货量同比增长约50.3%，2022年，同比增长约23.9%，初步预测到2025年，中国AI服务器市场出货量复合增长率超20%。

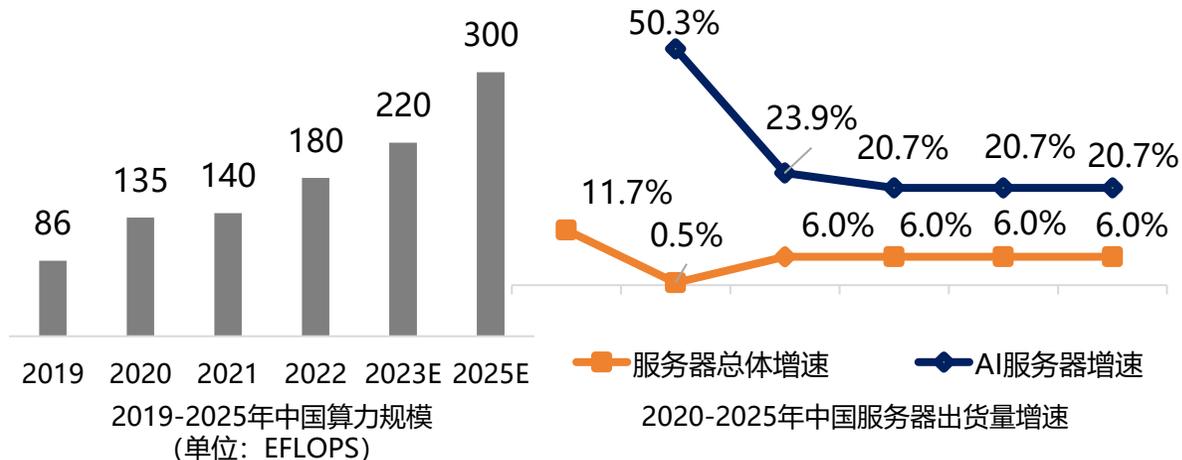
a Computing power demands



**大模型时代，算力需求2个月翻倍。**

**深度学习时代，算力需求3-4个月翻倍。**

**深度学习时代之前，算力需求24个月翻倍。**



数据来源：IDC、工信部、Bloomberg Intelligence、研精毕智信息咨询等

传统算力服务以通用算力为主，随着数字经济和AI技术的蓬勃发展，算力服务也加快向多元化演变。承载算力服务的基础设施主要可分为三种类型。

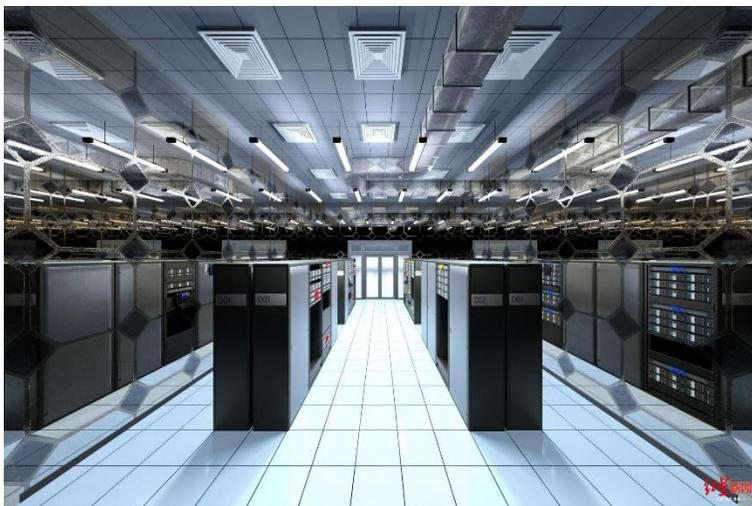
## 通算中心

- 数据技术发展的数据中枢和算力载体，主要承载云计算、大数据等需求，用于处理海量数据或应用承载的问题，提供通用算力服务，支撑各行各业的数字化转型。



## 超算中心

- 大国高性能计算底座，新基建重要一环。主要承载高性能计算、大规模并行计算等需求，用于处理极端复杂或数据密集型问题，提供超高算力服务，支撑科学研究、国防安全、工业设计等领域应用。



## 智算中心

- 人工智能算力底座，赋能产业创新升级。采用异构设计提升计算效率，为算法研发提供大规模数据处理能力、为产业应用提供计算资源，面向政企多用户群体提供人工智能所需算力/数据/算法服务。



一 背景与形势分析

二 能源创新及节能技术积累

三 项目落地应用的实际成效

四 小结与建议

# 机房制冷技术：向高密度、节能方向演进

数据中心制冷技术沿高密适配、绿色节能双主线演进，液冷为AIDC制冷的发展方向

系统演进方向：高密适配 主要措施：近端制冷

机柜功率密度  $\nearrow$

<8kW

房间级制冷

**水系统**

冷冻水型房间级空调

**风系统**

风冷直膨房间级空调  
风侧间接蒸发冷却AHU  
一体化氟泵

**风水结合**

双盘管房间级空调

>1.5 (传统) , >1.25 (自然冷却)

8-20kW

列间级、机  
柜级制冷

**水系统**

冷冻水型列间空调

**风系统**

风冷直膨列间空调  
风冷多联列间空调

**风水结合**

双盘管列间空调

1.25~1.3

PUE  $\searrow$

20-120kW

服务器级  
制冷

**液冷**

冷板式液冷  
浸没式液冷  
喷淋式液冷

1.1~1.3

系统演进方向：绿色节能 主要措施：自然冷却

## 水系统自然冷却



### 水冷冷冻水系统：冷却塔+板换自然冷却

技术成熟稳定，应用范围广，气候适应性强



### 风冷冷冻水系统：带自然冷却的风冷冷水机组

技术较成熟，适合中小型数据中心

## 氟系统自然冷却



### 分体氟泵系统

技术成熟稳定，应用范围广，适合小型数据中心

### 一体化氟泵系统

已有小规模应用，预制化快速交付，氟泵技术较成熟



### 多联氟泵系统

已有小规模应用，适合中大型数据中心，技术路线较多，系统运行稳定性待观察

## 风系统自然冷却



### 间接蒸发冷却AHU

已有一定规模应用，预制化快速交付，不适用于空气质量差、有风沙地区，维护工作量大



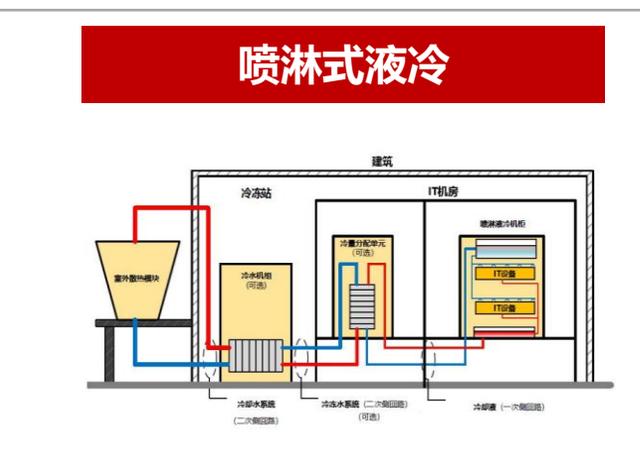
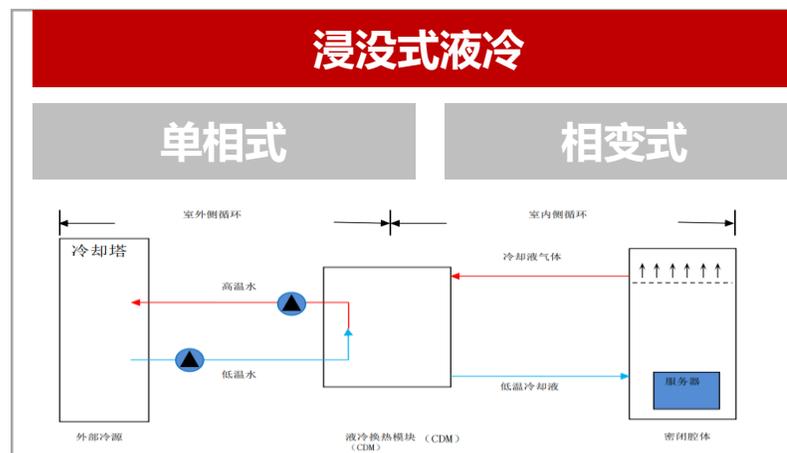
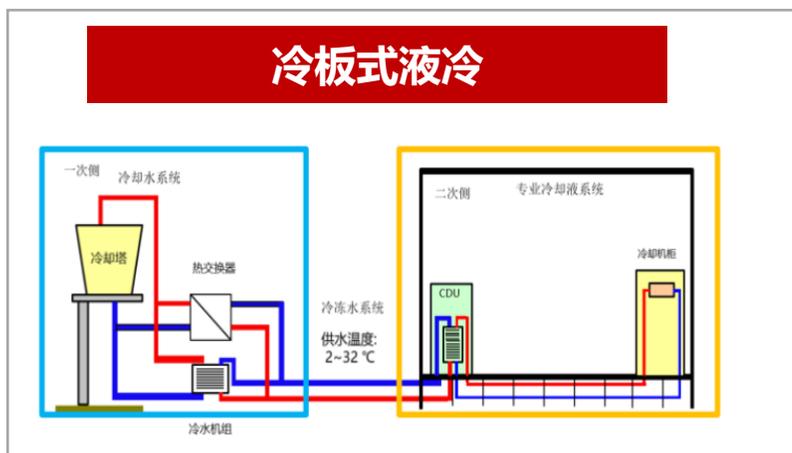
### 直接新风系统

空气质量好、低温时间长地区有小规模应用

# 机房制冷技术：液冷自然冷却节能技术

- 目前冷板式液冷技术产业链成熟、应用规模大、对服务器影响较小，具备成本优势，应用广泛；而浸没式、喷淋式液冷由于其冷却介质缺少安全替代产品等因素，因此当前**智算中心建议采用冷板式液冷技术**。

液冷方案	冷板式液冷	浸没式液冷	喷淋式液冷
单机柜功率	15~60kW(建议40kW以上)	20~200kW	20~75kW
冷却液	去离子水, 乙二醇、丙二醇水溶液; 存在凝露/泄漏/腐蚀风险	氟化液、矿物油、合成油; 存在少量挥发性、微毒性等环保隐患, 缺少验证的安全替代产品	矿物油、合成油; 存在飘逸和蒸发现象, 缺少验证的安全替代产品, 闪点低
耦合情况	机柜耦合受限于芯片服务器厂商, 厂家一对多耦合, 小范围内适配	需定制IT设备器件匹配液冷工质	需定制IT设备器件匹配液冷工质
液冷覆盖面	70%	100%	100%
空间利用率	高	中	高
优缺点	成本优势明显, 产业链成熟; 需其他空调形式补冷	可带走机架功耗的 <b>100%</b> ; 液体与服务器器件接触, 安全性要求高, 兼容性差	可带走机架功耗的 <b>100%</b> ; 液体与服务器器件接触, 安全性要求高, 兼容性差

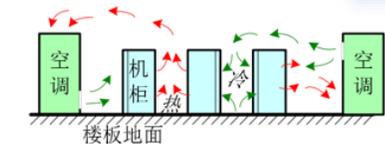


# 机房气流组织：沿精确送回风、冷热气流隔离双向矩阵演进

精确送/回风

通道级

机柜级



自然送/回风，冷热气流无隔离

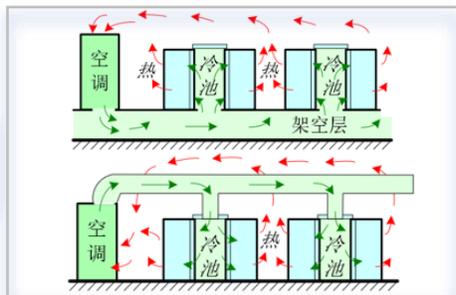
地板下/管道上送风

吊顶上回风

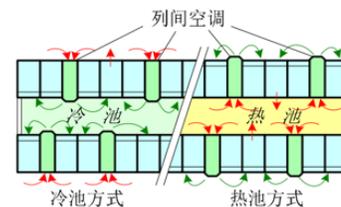
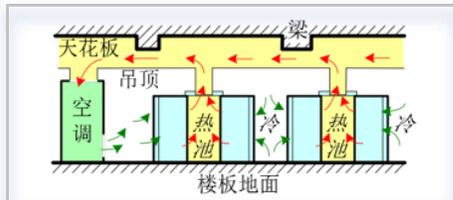
通道内送/回风

机柜内送回风

冷通道封闭

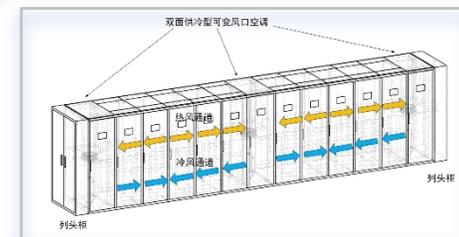


热通道封闭



冷热气流隔离

冷热通道全封闭



风冷系统需要做气流组织优化，通道级的列间空调精确送/回风、封闭冷/热通道是当前最合理、高效的气流组织形式  
全液冷系统不需要气流组织，如需风冷补冷气流组织与风冷系统相同

# 机房供配电技术：向高效率、一体化、大容量方向演进

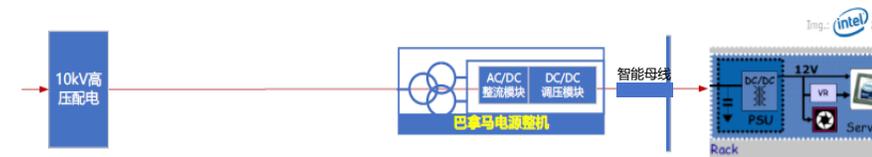
## 数据中心供配电技术沿高效率、一体化、大容量方向演进，应对未来节能、高密需求



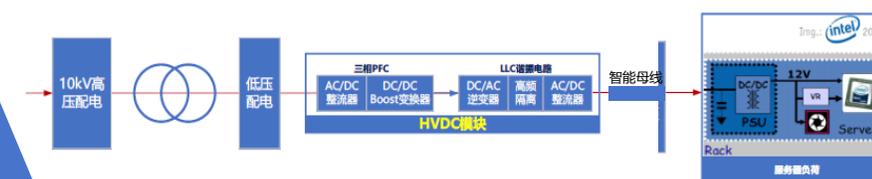
### 电力电子变压器系统



### 中压直供240V直流系统



### 传统HVDC直流系统

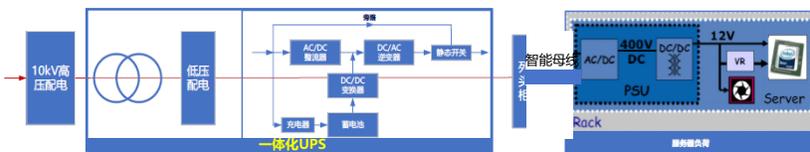


### 升压供电系统 (大容量高效供电)

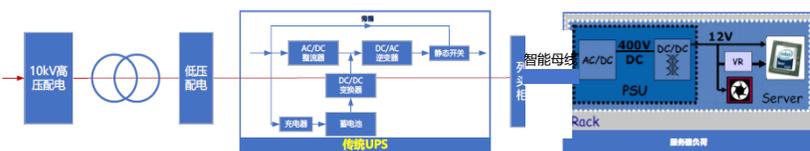
### 中压直供交直流供电系统 (链路级高效供电)

### 传统UPS/HVDC供电系统 (设备级高效供电)

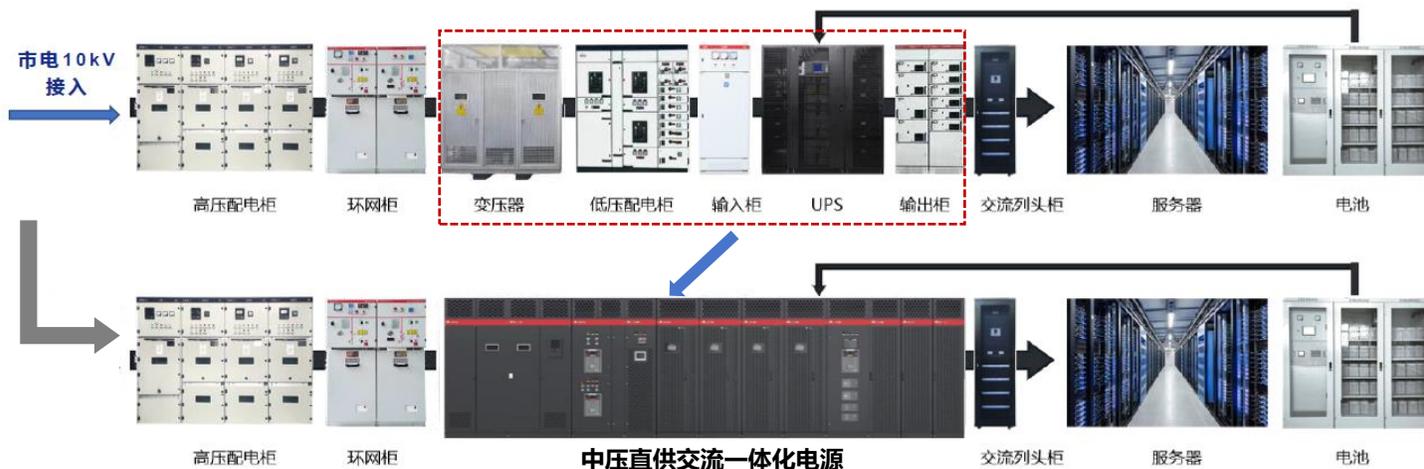
### 中压直供380V交流系统



### 传统UPS交流系统



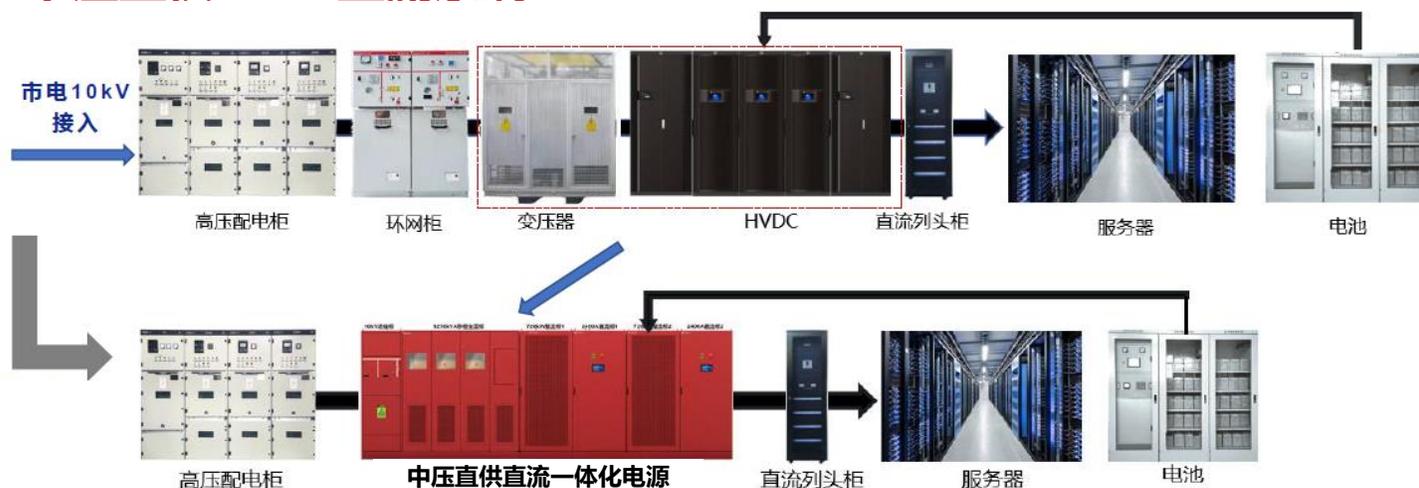
## 中压直供380V交流系统



**链路高效**  
链路效率  $\uparrow$ ，供电损耗  $\downarrow$

**绿色低碳**  
去工程化，碳排放  $\downarrow$

## 中压直供240V直流系统

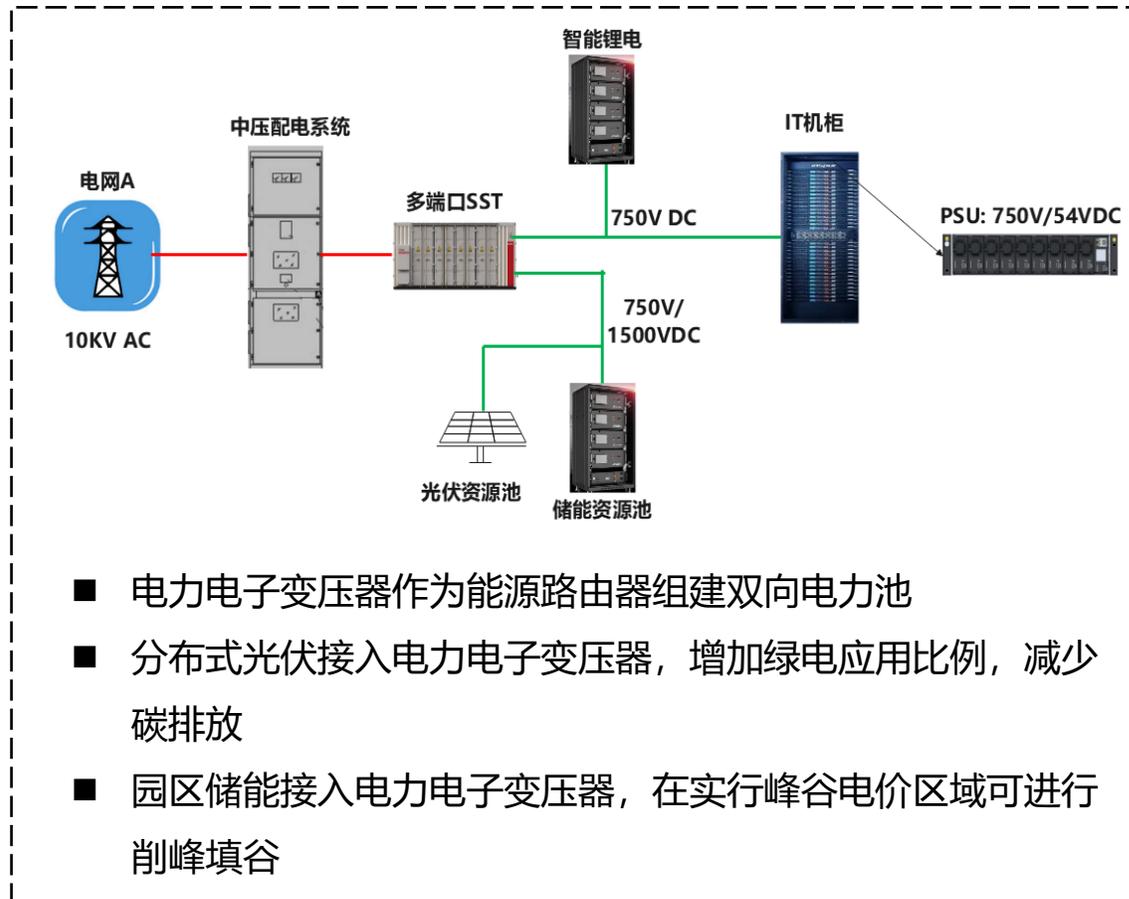


**节省占地**  
高度集成，占地面积  $\downarrow$

## 750V DC升压架构带来供电能力全方位提升



## 能源路由器组建双向电力池，促进绿电应用及削峰填谷





一 背景与形势分析

二 能源创新及节能技术积累

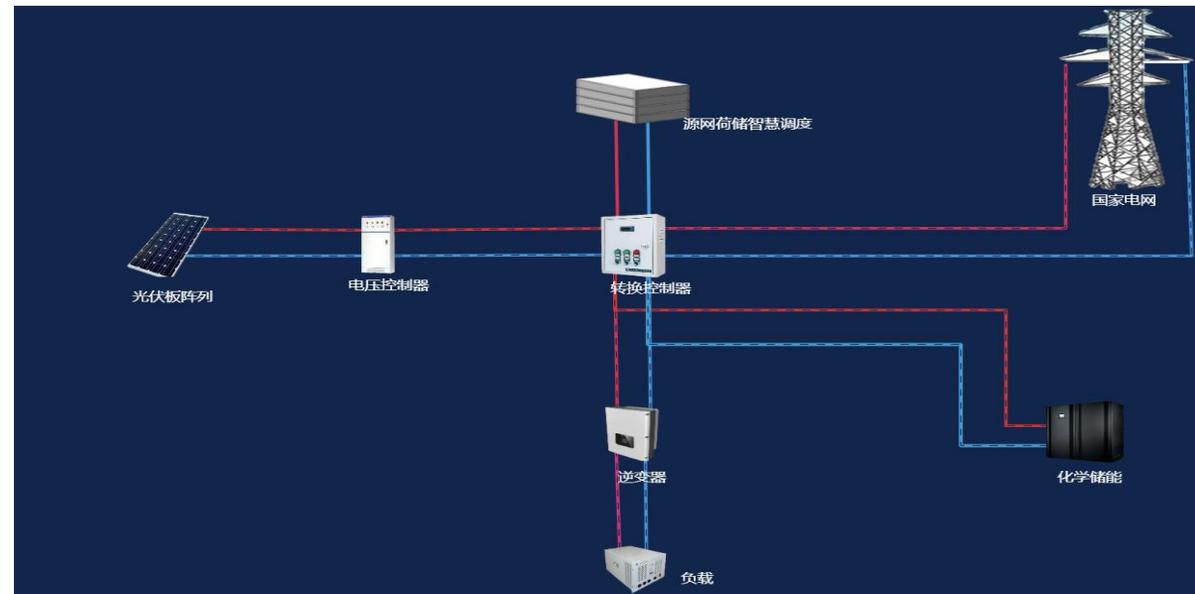
三 项目落地应用的实际成效

四 小结与建议

## 青海零碳大数据中心



100%清洁能源可溯源绿色大数据中心



大数据中心领域源网荷储绿电智慧供应系统

从节能降耗、资源管理、价值提升、生产运营和安放管理全方位打造数字化运用底座，实现智慧运营

## 翼安能光氢储系统



项目位于防城港，是海洋资源开发和利用的基地



来自国资委官网报道

适用**无市电引入**或无法改造市电场景

- ✓ 日发电量最大可达**116kWh**
- ✓ 每年可节约大概**8000多度电**，**1.5吨标煤**

◆ **首台套**：全国首个自研“光氢储”系统为广西电信普遍服务（海岛）项目提供了**零碳基站解决方案**，获得**国资委官网**、**人民网**等权威媒体报导。

## 翼极冰可变风口节能舱系统



冷热通道全封闭

ICT设备全兼容

pPUE **1.8** → **1.26**



机柜级精确制冷

舱级智慧BA系统

节电 **64.3万kWh/年**

(IT负载136kW)

一 背景与形势分析

二 能源创新及节能技术积累

三 项目落地应用的实际成效

四 小结与建议

## 能源创新及节能技术应用建议

- 1** 能源创新及节能技术应用应以**安全性**为前提，大型数据中心基础设施管理复杂度增加，应首要考虑保障供电、制冷满足可用性要求
- 2** 新技术节能效果难验证，建议在理论分析的基础上开展测试、小规模试点，和传统方案**拉通口径**做**对比验证**
- 3** 节能技术的优劣不应一概而论，应根据不同**室内外工况**、不同**负载率及用户需求**、不同**建筑形式**等应用在合适的场景
- 4** PUE落地是系统工程，应设计、交付、采购、运维**全流程**拉通保障

谢谢!

