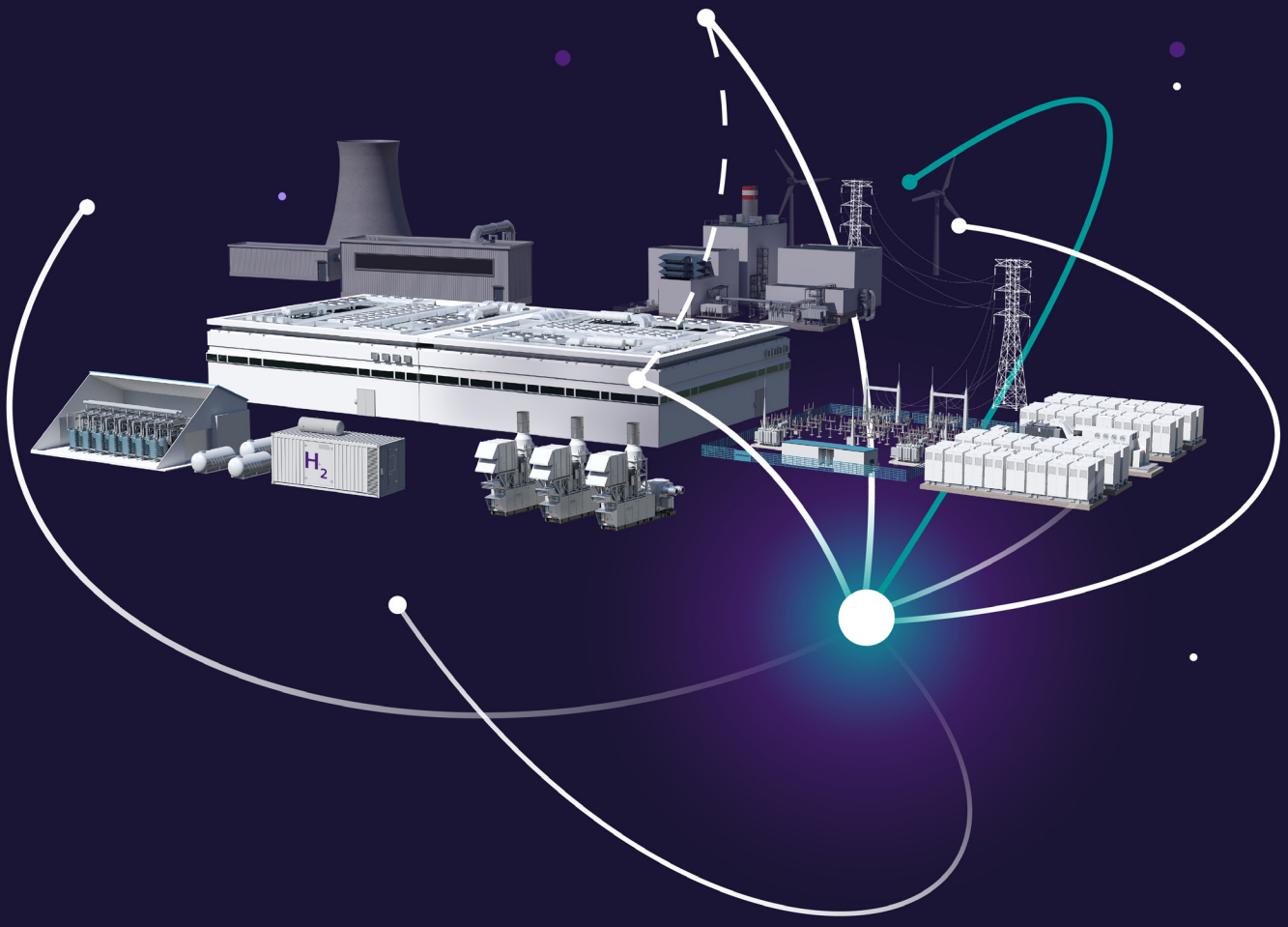
SIEMENS energy

面向未来的中国数据中心：绿色低碳与高可靠性



siemens-energy.cn

西门子能源商标由西门子股份公司授权使用。

目录

01 概述

02 算力拉动全球电力需求

03 中国数据中心规模与现状

04 中国电力供给结构与低碳转型

05 中国数据中心的发展趋势

06 面临的挑战

07 数据中心低碳解决方案

08 结语

概述

在人工智能、云计算、大数据等新一代信息技术加速融合的背景下，数据中心作为算力基础设施的核心载体，已成为推动全球数字经济发展的战略基石。

中国作为全球最具活力的数字经济市场之一，数据中心产业正迎来规模扩张与结构升级的双重机遇，同时也面临着绿色低碳转型、区域协同发展等关键挑战。

为应对上述挑战，数据中心必须重塑电力供应与基础设施策略，采用包括用户侧发电、微电网和先进储能在内的多元化方案，加速部署，增强韧性。

西门子能源致力于成为数据中心全生命周期合作伙伴——从概念规划到运营维护，我们提供一站式电网解决方案、高可靠性燃气轮机、数字化优化系统及深度咨询服务，助力数据中心运营商实现快速投入运营、保障运维，并具备未来扩展能力。

能源转型的成功有赖于平衡可靠性、安全性、经济性与可持续性。西门子能源通过为数据中心运营商制定稳健的能源系统战略规划，提供全球高效的能源技术方案，助力数据中心运营商在当前和未来能源体系中实现这四个关键要素的协同优化。

算力拉动全球电力需求

在全球范围内，人工智能正在重塑经济与产业格局，成为推动全球数据中心扩张的核心动力。而数据中心电力需求增速正迅速赶超传统工业，成为能源系统转型的不可忽视的关键变量。

根据国际能源署测算，2024 年全球数据中心电力消费约为 415 TWh，占全球电力总需求的 1.5%。在基准情景下，预计到 2030 年这一数字将翻番至 945 TWh，年均增速约 15%，是其他高能耗行业需求增速的四倍以上。

随着人工智能的快速发展，预计 2025 至 2030 年间，全球数据中心服务器的用电增长将呈现显著的结构性特征：其中，50% 的用电增长将来自高性能服务器，年均增速达 30%。而传统服务器仅贡献约 20% 的用电增长。此外，约 10% 来自其他 IT 设备，约 20% 来自如冷却系统等基础设施。

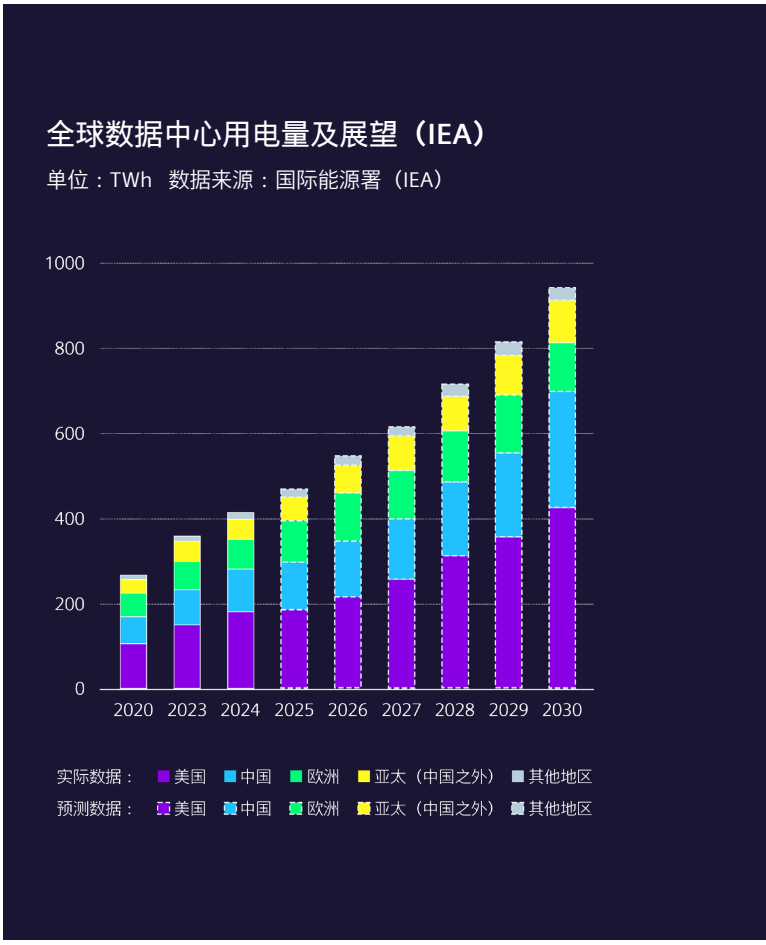
从区域视角来看，中国和美国将成为数据中心用电增长最显著的两个国家，预计到 2030 年合计贡献全球近 80% 的增长量。未来几年，美国、中国和欧洲仍将是全球数据中心用电量最大的地区。与此同时，以东南亚为代表的其他地区也在快速发展，其中新加坡和马来西亚南部作为区域枢纽，当地数据中心的用电量预计到 2030 年将增长一倍以上，在全球格局中占据重要位置。

在满足持续增长的电力需求方面，可再生能源和天然气将共同发挥主力作用。全球新增数据中心电力负荷中，约一半将由风电、光伏等可再生能源满足，这得益于其建设周期短、成本竞争力强以及科技公司采购绿色电力的积极性。预计到 2035 年，全球将新增超过 450 TWh 的可再生能源电力用于支撑数据中心运行。

与此同时，天然气将作为重要的可调度能源，有效补充可再生能源的间歇性，预计到 2035 年新增发电量约 175 TWh，主要集中在北美地区。此外，小型模块化核反应堆（SMR）等新型清洁能源技术也开始受到关注，首批商业化项目有望在 2030 年前后投入运行。

数据中心行业在人工智能发展的推动下呈现快速增长态势，但在一些发达经济体地区，电力基础设施却成为关键瓶颈。国际能源署警告称，若未能及时应对潜在挑战，约 20% 的数据中心规划项目或将遭遇建设延期。

当前，无论是发电侧还是用电侧，电网接入的周期普遍较长，审批流程日趋复杂；在一些先进经济体地区，新建长距离输电线路通常需要 4 至 8 年时间；同时，变压器、电缆、发电机组等关键电力设备的交付周期也显著延长。在此背景下，电力行业亟需加速扩容和提效，在电力系统低碳转型、制造业协同发展和能源可负担性等多重目标之间寻求平衡。



中国数据中心规模与现状

中国作为全球数字经济发展的重要引擎，数据中心市场正在快速扩张。2019 至 2024 年间，中国数据中心基础设施算力规模保持 26% 的年均增长率，成为全球最具活力的数据中心市场之一。

截至 2024 年底，全国在用算力中心机架总数已突破 880 万标准机架[1]，算力总规模达到 280 EFLOPS（每秒百亿亿次浮点运算），其中智能算力占比显著提升至 32%。

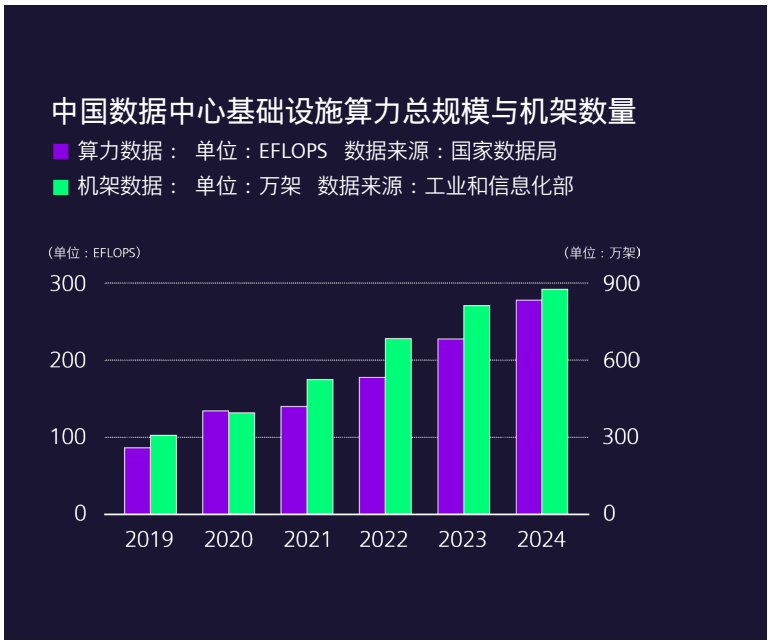
以大模型训练与推理为代表的人工智能技术革命，正在推动数据中心形态和基础设施需求发生结构性变革。与传统互联网服务相比，人工智能算力任务在计算密度、持续运行时间和电力消耗等方面均呈现数量级提升，这对数据中心的供电系统、散热方案和整体能效提出了全新要求。

为优化全国算力资源布局，中国政府实施了“东数西算”国家战略工程，规划建设了八大算力网络枢纽节点（京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、贵州、内蒙古、甘肃、宁夏）。该战略将东部地区的实时性算力需求与西部地区的非实时性算力保障有机结合，同时充分利用西部地区丰富的可再生能源优势。

据市场研究预测，到 2030 年中国互联网数据中心（IDC）基础设施年投资规模预计将达到 2800 亿元人民币，2024 至 2030 年期间的复合增长率约为 7%。



[1] 标准机架：以功率 2.5 千瓦为一个标准机架。
来源：https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202404/P020240517496566744152.pdf



用电量跃升

2024 年中国数据中心用电量已占全球数据中心用电总量的 25%，仅次于美国。

与快速增长的算力需求相对应，中国数据中心电力消费正以远超全国平均水平的速度持续攀升。国际能源署（IEA）数据显示，2024 年中国数据中心用电量约为 102TWh，同比大幅增长 21%，显著高于全国全社会用电量 6.8% 的年度增速。

综合多家机构的预测，到 2030 年，中国数据中心用电负荷将提升至 1 亿千瓦左右，年耗电量将达到 400-600 TWh，其占全国总用电量的比例将从当前的不足 2% 升至 6%。

值得注意的是，这一用电激增趋势在部分算力枢纽节点城市表现得更为突出。预计 2025 年数据中心用电占比将达 2.4%，在某些数据中心高度聚集的区域，这一比例已接近 20%。

总体来看，2024 至 2030 年间，中国数据中心用电量预计将保持 20% 左右的年均增速，算力基础设施正在成为能源系统中不可忽视的负荷源。

中国电力供给结构与低碳转型

中国当前的能源结构为数据中心的低碳发展提供了重要背景。2024 年，全国发电总量中火电占比仍高达 63%，其中煤电占据主导地位。尽管火电比重呈逐年下降趋势，但在短期内仍难以被完全替代，导致大多数数据中心在实际运营中仍不得不依赖高碳电源。

可再生能源（风电、光伏、水电）发电量合计占比约 32%，但存在明显的区域分布差异：西北地区集中了大量风光发电设施，而水电资源则主要分布在西南地区。这种不均衡的分布格局直接影响着不同区域数据中心获取绿电的能力。

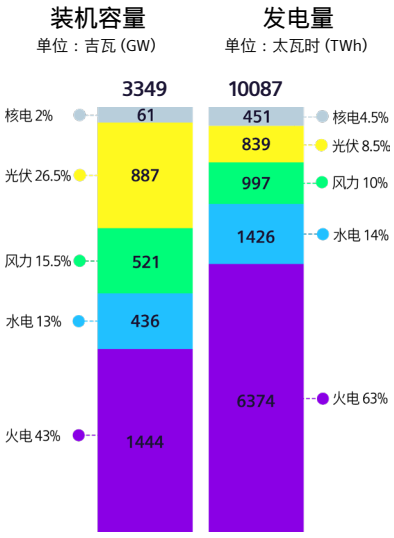
“东数西算” 国家战略工程正是针对这一能源结构特点，推动算力向西部可再生能源富集区布局，实现算力扩张与低碳发展的平衡。然而，即使在资源条件相对优越的地区，要达到 80% 的绿电使用目标仍面临挑战。以宁夏中卫枢纽节点为例，当前绿电使用比例仅为 46%，距离理想目标尚有较大差距。

从行业发展现状来看，2023 年国家级绿色数据中心的平均可再生能源使用比例已达到 50%，较 2018 年的 15% 有显著提升，但整个行业仍处于绿色转型的初级阶段。同时，数据中心的区域集聚发展特点对当地电网造成较大压力。在某些枢纽节点内部，区域电力系统面临着集中化负载带来的严峻挑战。

以京津冀地区典型城市为例，自成为国家级数据中心集聚区以来，当地数据中心用电量占全社会用电量的比例从 2019 年的 6.8% 快速攀升至 2023 年的 20.1%。这种算力与电力需求的同步快速增长，使得局部地区电网在调峰能力、基础设施扩容和绿色电力消纳等方面都面临着多重挑战。

2024 年中国主要能源装机容量与发电量结构

数据来源：国家统计局



低碳转型中数据中心的政策目标

中国政府已将数据中心列为节能降碳的重点领域，并为此制定了明确的阶段性目标：

到 2025 年

- 国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过 80%。
- 新建及改扩建的大型、超大型数据中心电能利用效率（PUE）降至 1.25 以内，其中国家枢纽节点数据中心 PUE 不得超过 1.2。
- 全国数据中心平均 PUE 低于 1.5，同时可再生能源利用率年均增长 10%。
- 推进存量数据中心项目节能降碳改造。
- 鼓励有关地区探索开展数据中心绿电直供。

到 2030 年

- 数据中心的绿电消费比例不低于全国可再生能源电力总量消纳责任权重平均水平。
- 国家枢纽节点新建数据中心绿电消费比例在 80% 的基础上进一步提升。
- 显著提升北方采暖地区新建大型及以上数据中心余热利用率。

截至 2025 年 6 月，中国已建成 246 家 “国家绿色数据中心”，这些数据中心覆盖通信、互联网、能源、金融、智算等多个领域，覆盖 “东数西算” 工程各大枢纽节点。最新一批 “国家绿色数据中心” 的 PUE 平均值已降至 1.26。

中国数据中心的发展趋势

中国数据中心市场在需求增长与产业转型的双重驱动下稳步发展，
呈现出以下趋势：



规模增长与结构优化并进

数据中心市场在保持增长态势的同时，增速逐步趋于理性。在“东数西算”和市场需求的引导下，超大型和大型数据中心逐步成为主流，分布式和边缘节点同步发展。小型、分散、能效低的数据中心将加速退出市场，推动行业集中度和资源配置效率持续提升。



绿色低碳成为核心竞争力

可持续性已成为衡量数据中心竞争力的重要指标。除传统的 PUE 指标外，可再生能源占比、水资源使用效率、碳排放强度等综合指标日益受到重视。根据政策要求，到 2025 年国家枢纽节点新建数据中心绿电占比需超过 80%，推动绿色能力建设成为企业实现差异化发展的关键要素。



安全可信要求提升

随着数据承载的价值和敏感性日益凸显，数据安全、网络安全、供应链安全与运行过程的可追溯性成为数据中心建设和运营的基础底线。与之配套的合规要求、分区部署策略、安全审计机制等也将更加系统和严格。



企业间生态协同更加紧密

作为复杂的系统工程，数据中心的发展需要运营商、设备商、软件商、云服务提供商、能源供应商及下游应用企业间的深度合作。基础设施的创新和优化不仅聚焦于单设备或单系统架构的突破，更需要与上层应用、IT 设备技术更新共同推进，综合考虑设计、建设与运维各环节的成本、效率与复杂度，实现全生命周期内的整体优化。



单机架功率密度大幅提升

人工智能和数据密集型任务推动服务器数量与单机功耗迅速上升。中国数据中心单机柜功耗从传统通算中心的 4–6kW 跃升至当前智算中心的 20–40kW，未来部分场景将会突破 100kW。这种高密度负载对配电、制冷、空间布局和散热系统提出了更高要求，推动传统基础设施进行全面升级。



技术路线持续深化

为适应高密度与低能耗需求，液冷技术正逐步从边缘走向主流，尤其适用于高散热量的人工智能服务器。同时，存算一体、光电融合等新架构也在探索落地路径，网络系统则朝着更高带宽、更低延迟、更智能的方向发展。



算力需求多元化与智能化

随着人工智能生成内容（AIGC）和高性能计算场景的涌现，市场对算力的需求正在由通用基础算力向智能算力跃升。“算力 1.0” 阶段的传统数据中心主要提供存储与分发服务，如今以人工智能训练和推理为核心的新型智算中心（AIDC）正在开启 “算力 2.0” 阶段，具备大规模和高性能数据处理、智能调度、融合协同等特征。



云 - 边 - 端协同架构加速形成

集中式云计算数据中心与分布式边缘数据中心的协同将更加紧密，形成覆盖云、边、端的立体化算力服务体系，以满足智慧城市、自动驾驶、工业互联网等复杂应用场景对时延、带宽和数据处理能力的多样化需求。

面临的挑战

有限的安装和交付时间

在生成式人工智能浪潮下，数据中心的交付与安装调试环节面临严峻的时间挑战。这一复杂过程耗时漫长，是企业数字化加速转型的关键瓶颈。

由于数据中心集成了供配电、制冷、网络等多个精密系统，其间的协同工作量巨大，任一环节的疏漏都可能导致整体延误。此外，核心设备漫长的供货周期及供应链不确定性，进一步加剧了工期风险。

为应对这些挑战，供配电系统的模块化和预制化正成为重要解决方案。它将传统的现场供配电设备组装转变为工厂化生产、测试的标准化"电源模块"。该预制化模块（包含变压器、UPS、配电单元等）可大幅缩短现场安装与接线时间，实现与土建工程的并行作业，从而显著压缩整体工期，同时调试流程也得以简化和加速。

因此，算力基础设施的升级不仅依赖于更强的电源能力，更需要空间 - 电力 - 散热管理的一体化设计，推动供电设备向小型化、高能效、模块化方向发展，以适应高密度智算中心的发展需求。

稳定的低碳能源供给不足

在中国碳达峰、碳中和的"双碳"目标约束下，电力来源的低碳化和稳定性正成为新的挑战。

一方面，数据中心长期处于高负载运行状态，对电力稳定性和连续性有着极高的要求，同时还需要兼顾不断提高的绿电使用比例目标；另一方面，区域间绿电资源分布不均，部分枢纽节点所在地区具备较丰富的可再生电源，而东部算力集中地区绿电供应紧张、溢价偏高。

受限于省际间输送通道容量、交易时机不确定、区域市场壁垒等因素影响，跨省绿电交易存在现实瓶颈，绿电直连项目试点仍处于起步阶段。据预测，到 2030 年中国数据中心的绿电消费需求将达到 360TWh，但当前可获得的绿电资源远不能满足快速增长的算力需求。

此外，由于绿电固有的波动性特征，要实现稳定供电，就要求负荷侧必须部署大规模电池储能系统来承担削峰填谷、稳定电压和应急保障等功能，这将进一步增加整体系统的复杂性。





复杂工况下的高可靠性

作为关键信息基础设施，数据中心必须保障全天候不间断运行，任何电力中断都可能导致停机甚至数据丢失。在高负载、连续运行的工况下，数据中心的电气系统需满足多层面的稳定性要求。

与传统数据中心电力负荷相对平稳不同，AIDC 在大模型训练和推理过程中，算力负载波动快速且不可预测，供配电系统需具备更迅捷的响应能力。

一些常见运行问题——如设备老化、负载波动、短路、谐波污染干扰等可能引发电气设备故障，或受到如自然灾害、电网扰动等外部环境的干扰。

因此，冗余设计成为数据中心电气架构的基础标准，以确保关键负载不断电运行。同时，备用电源作为关键支撑设备，需具备高转换效率、快速响应能力和智能诊断功能，以保障主电源异常时实现无缝切换。

电气系统的智能运维能力正在成为高可靠性的全新支撑。通过部署状态感知与预测性维护平台，实时监测关键设备的温升、电流、电压波动等参数，结合算法识别故障趋势、预警隐患，从而降低非计划性停机概率，提升系统响应韧性。

节能增效和运营成本控制

早在绿色电力供给广受关注之前，数据中心在用能端的节能增效就已是行业共识。但在智能算力大规模扩张、单机架功耗倍增的背景下，如何在保障供电稳定的同时进一步压降 PUE，并持续控制运营成本，面临更多技术瓶颈亟待突破。

当前，许多在役数据中心仍使用传统 UPS、变压器和配电设备，在中低负载场景下效率降低，电力转换损耗较高。与此同时，冷却系统能耗占比增大，在高密度部署下，机柜散热功率增加，推高整体能耗。

低效数据中心不仅难以满足日趋严格的能效与排放考核，也拉高了单算力成本，限制了其在高强度智能应用场景中的市场扩展潜力。

关键电气设备能力的提升将成为节能增效的突破口。例如，采用模块化配电系统，可根据负载灵活扩展，提升运行效率。同时，引入智能能源调度系统，结合负荷预测与设备能效模型，动态优化供配电与冷却系统运行策略。通过精细化功率调度与运行参数调优，在保障算力需求的前提下，实现设备负载率最大化、非高峰时段功耗下降，从而降低单位算力的能源成本。

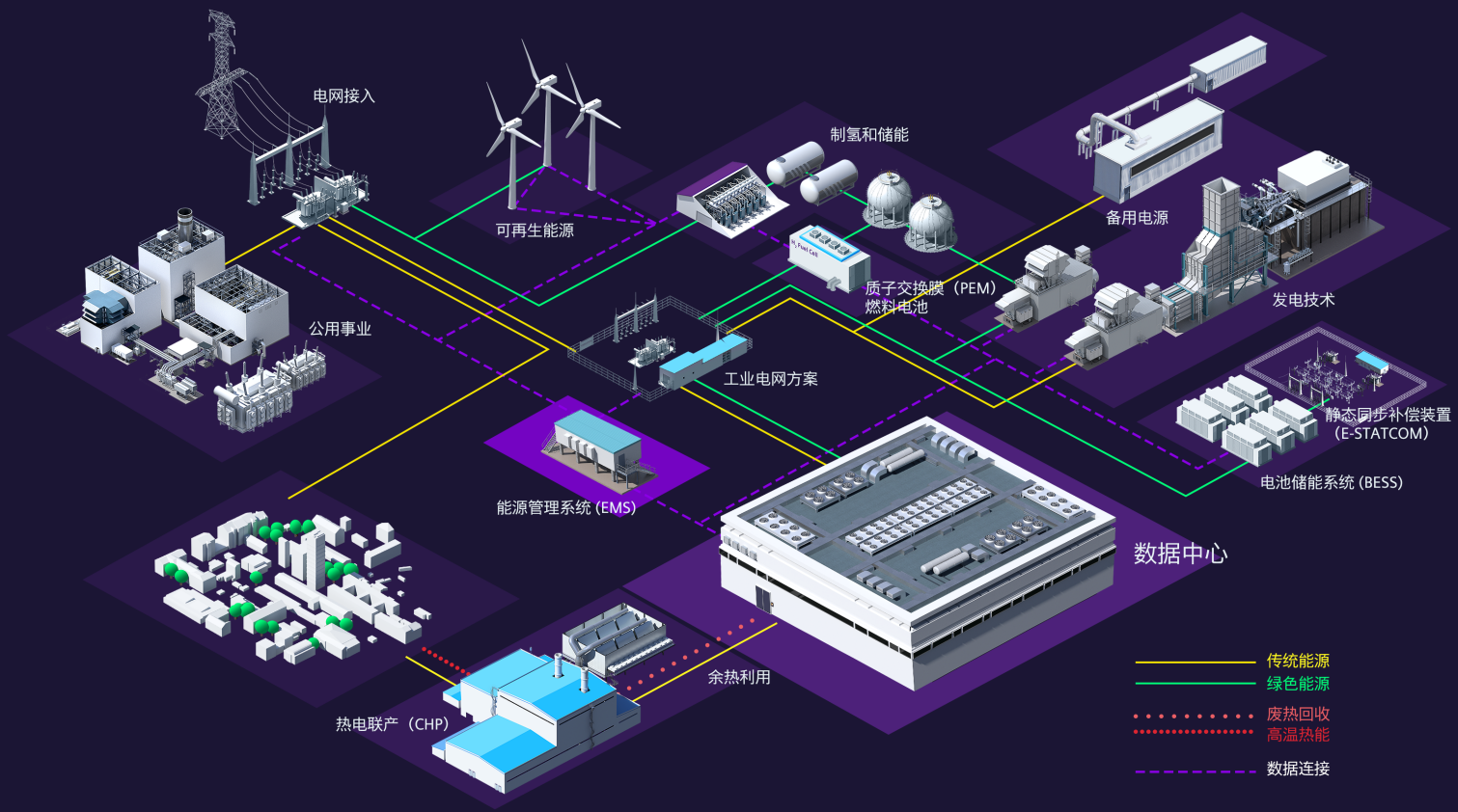
数据中心低碳解决方案

当前，数据中心市场已步入以“算力驱动、电力支撑、绿色转型”为核心特征的新发展阶段。数据中心电力负荷曲线正在被爆发式增长的应用需求深刻改变，也挑战着传统能源系统。

中国正以前所未有的速度推进建设新型能源体系和新型电力系统，能源结构将迎来深刻变革。与此同时，数据应用需求的激增推动高质量、低排放的用电量持续攀升，能源与算力的协同发展已经成为数据中心行业的重要课题。

作为全球领先的能源科技企业，西门子能源为中国数据中心绿色低碳转型提供“源 - 网 - 荷 - 储 + 智”一体化解决方案，涵盖可再生能源接入、智能电网优化、高效负荷管理、储能系统集成及数字化智能运维，助力数据中心在保障高可靠性的同时实现低碳可持续发展。





风力发电

源

在可再生能源解决方案中，风电以其高效率和规模化潜力，正日益成为数据中心实现减碳目标的重要支撑。西门子歌美飒作为全球风能领域的领先企业，拥有四十余年行业经验，为海上风电和陆上风电各类终端用能场景提供高效可靠的风能解决方案。

自 2006 年进入中国市场以来，西门子歌美飒累计为中国市场提供的陆上风电和海上风电装机容量已达数十吉瓦。未来，公司将继续通过技术合作、运维服务等方式持续参与并推动中国风电市场的发展。

广泛覆盖多种应用场景

在陆上风电领域，西门子歌美飒的产品组合包括各类传动技术、涵盖 2MW-7MW 机型，能够适应多样化的风资源条件和场地限制。为满足风电项目开发商对不同风电场的定制化需求，公司创新性地提出了 OptimaFlex 概念，通过结合风机灵活的额定功率、定制塔筒与电气和土建工程（BoP）方案，提升发电量、优化成本，从而有效降低平准化度电成本（LCoE）。

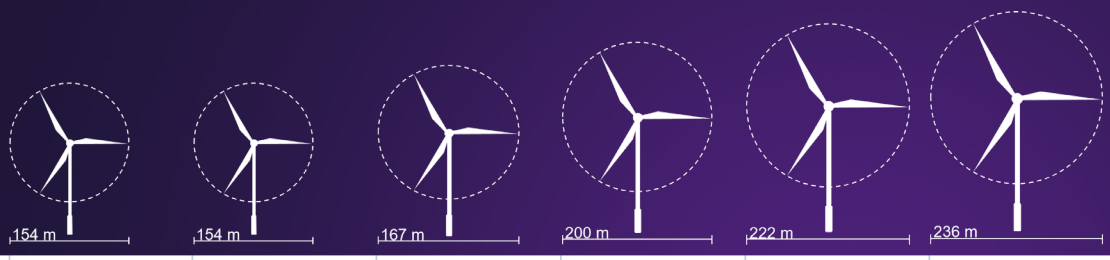
合规与降本并进的专项技术

西门子歌美飒聚焦于兼顾合规性与度电成本优化的技术路径，包括适用于弱电网环境和低温气候的解决方案、基础结构的优化设计。公司还研发了多项先进的智能控制与感知技术：

- 鲁棒控制算法
- 适应不同风场条件的自动调谐技术
- 用于降低运维成本的新型传感器与状态监测系统
- Wake Adapt ™ 尾流损失控制技术
- 多网络安全域的数据与资产防护机制

海上风电持续拓展边界

西门子歌美飒海上风电最新的产品采用直驱永磁技术，从 SWT-6.0-154 到最新的 SG 14-236 机型，始终引领全球海上风电技术的发展。这些创新技术将有望为分布在近海区域的数据中心集群提供更高效的绿色电力供应方案，助力实现更高比例的可再生能源利用目标。



	SWT-6.0-154	SWT-7.0-154	SG 8.0-167	SG 11-200	SG 14-222	SG 14-236
IEC风机等级	I, S	I, S	I, S	I, S	I, S	I, S
名义额定功率	6 MW	7 MW	8 MW	11 MW	14 MW	14 MW
叶片长度	75 m	75 m	81.4 m	97 m	108 m	115 m

燃气轮机

源

在数据中心电力系统面临高可靠性、绿色低碳转型和供能稳定性三重挑战的背景下，燃气轮机展现出独特的解决方案价值。西门子能源产品系列覆盖重型燃气轮机、工业型燃气轮机和航改型燃气轮机，功率等级从 2 MW 至 593 MW 的全系列机型，提供面向不同算力规模与区域特征的数据中心供电解决方案：

现场基荷供电

电网接入不可用或电力质量与供应稳定性不足场景下，现场燃气轮机可作为基荷电源提供高可用性电力供应。

现场调峰运行

电网只能承担部分基荷且扩容成本高场景下，现场燃气轮机可降低电网容量需求与接入成本。

现场备用电源

为满足 99.999% 可用性，同时实现低碳排放、低噪音与空间节约目标，燃气轮机可提供高可靠性备用支持。

电网支撑电源

在高比例可再生能源接入的电网中，燃气轮机作为支撑电源，确保电网供电的稳定充足性。

上述应用场景均具备对多种燃料类型的适应能力，可通过氢能、绿色燃料与碳捕集技术的耦合，进一步支撑数据中心的深度脱碳转型。目前，西门子能源已在法国的 HYFLEXPOWER 项目中成功完成基于 SGT-400 燃气轮机燃烧 100% 绿氢的验证运行。

西门子能源燃机系列与烧氢能力

	燃机型号	出力	氢气体积比 %	CO2 减排比[1] [%]
50Hz	SGT5-9000HL	593 MW	50	23%
	SGT5-8000H	450 MW	30	11%
	SGT5-4000F	329 - 385 MW	30	11%
	SGT5-2000E	198 MW	30	11%
60Hz	SGT6-9000HL	440 MW	50	23%
	SGT6-8000H	310 MW	30	11%
	SGT6-5000F	215 - 260 MW	30	11%
	SGT6-2000E	117 MW	30	11%
50Hz 或 60Hz	SGT-800	45 - 62 MW	75	47%
	SGT-750	40/34 - 41 MW	40	17%
	SGT-700	33 - 35/34 - 36 MW	75	47%
	SGT-A35	27 - 37/28 - 38 MW	15 - 100	5/100%
	SGT-600	24/25 MW	75	47%
	SGT-400	10 - 14/11 - 15 MW	30 - 65	11/36%
	SGT-300	8/8 - 9 MW	30	11%
	SGT-100	5/6 MW	30 - 65	11/36%
	SGT-A05	4 - 6 MW	30	11%
	SGT-50	2 MW	5 - 30	1.5/11%

重型燃机
工业燃机
航改型燃机
干式低氮燃烧器
湿式低氮燃烧器
扩散燃烧

[1] 与100%烧天然气相比较

核心能源枢纽解决方案

网

随着数据中心的容量越来越大，自建 110kV 乃至 220kV 用户变电站成为大型数据中心园区的主流。为应对人工智能时代数据中心算力密度持续提升、电能质量要求严格、部署空间受限的挑战，西门子能源提供完整的输配电解决方案，包括干式变压器、油浸式电力变压器和金属封闭式气体绝缘开关（GIS），广泛适配各类智算中心的输配电需求。

西门子能源不仅能提供传统变电站内核心枢纽设备解决方案，还能为数据中心运营商量身定制零碳变电站解决方案。

SF_6 GIS

- 额定电压范围：72.5–550kV
- 紧凑型设计，占地面积最小（110kV 和 220kV）
- 断路器采用纯弹簧操动机构，免维护
- 德系制造标准，50 年成熟经验

电力变压器

- 精密电算与结构设计，性能可靠
- 严格工艺、设备与材料管控，保障制造品质
- 高效节能，优于国标一级能效
- 百年技术积累，全球统一设计平台

车载式移动变电站

- 国内首家设计制造
- 参与制定中电联车载移动式变电站标准
- 快速部署供电，高效应急响应
- 产品应用覆盖中国近 20 城市

Blue GIS

- 真空灭弧，洁净空气绝缘，零 CO_2 排放
- 规避含氟气体排放政策风险
- 无需气体处理培训、报告或特殊处理措施
- 在中国海上风电和电网企业已有多个项目应用

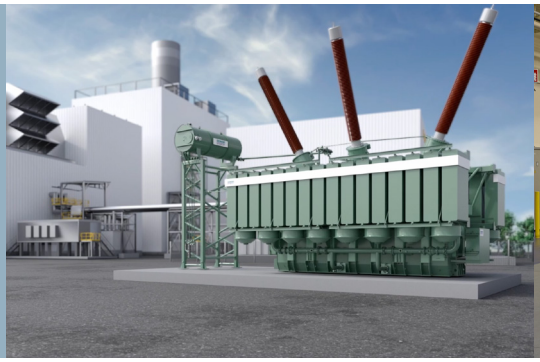
干式配电变压器

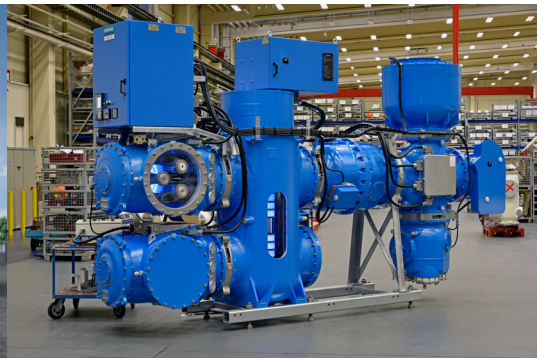
- 首创树脂浇注技术，行业领先
- 高低压均为箔绕，抗短路性能强
- 高压线圈卧式真空浇注，有效排除气泡
- 铜箔 / 铝箔可选，能效优于国家一级标准

酯类油变压器

- 高燃点、过负荷能力强，国内首个供货厂家
- 酯类油可生物降解，能效优于国标一级
- 电力行业和企业团体标准制定参与者
- 全球运行业绩超 200 台，稳定可靠



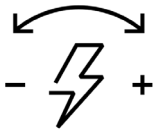




供配电系统

荷

HVDC 高压直流供电系统可以有效提升能源利用效率，降低能源损耗，从而提升数据中心整体性能并减少运营成本。通过高压直流供电系统，数据中心可以更加高效地进行能源管理，实现更精确的电量控制和分配，这一特性使其有望成为未来大规模数据中心的主流供电方式。



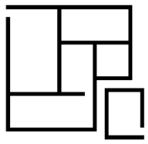
节能降耗

相比传统交流供电，直流供电减少了交流 - 直流转换环节，降低了转换损耗，从而显著减少了能源浪费。HVDC 系统能够实现更精确的电量控制和分配，提升数据中心整体能源效率，同时降低运营成本。



高可靠性

数据中心配电方案采用 2N 供配电架构，由两组供配电单元组成，每组单元均能满足全部负载的用电需要，两组单元同时工作，互为备用。正常运行时，每个单元向负载提供 50% 的电能，当任一组单元故障停止运行时，可无缝切换至另一组单元全额供电，确保零中断运行。



模块化集成

西门子能源可以提供整套配电系统模块化集成，包括：变压器、高低压配电柜、HVDC、UPS 系统、蓄电池、列头柜等。不仅节省空间，同时也显著减少了现场安装时间。



储能解决方案

为满足数据中心在能源安全性、灵活性与低碳转型方面的多重挑战，西门子能源推出了专为关键负载场景打造的 BlueVault ™储能解决方案，兼顾稳定供电、削峰填谷与清洁能源目标，助力数据中心实现绿色高可靠运行。



灵活调度，释放绿色电力潜能

BlueVault ™储能系统具备高效的能量调度能力，支持可再生能源的按需释放，有效应对负荷波动挑战，优化数据中心等高负载场景的供电结构。系统可提升发电灵活性，平滑峰谷电力需求，降低电网接入容量及成本，同时提高能源使用效率与盈利水平。结合西门子能源的设计与仿真工具，用户可根据实际场景定制最佳技术配置。

快速响应，满足高性能运行需求

BlueVault ™采用先进的锂电技术，在确保长寿命与高安全性的同时，提供卓越的充放电性能。系统支持全电动和混合供能架构，具备快速充放电与灵活调节能力。系统具备模块化和标准化设计的特征，可直连至直流母线，完美契合数据中心对供电稳定性和响应速度的严苛标准。

贯穿项目全周期的专业支持

西门子能源提供的专业支持涵盖前期分析、系统定制、部署集成到后期维护，助力数据中心运营商构建更灵活、高效、低碳的能源系统。为满足安全运营等级要求，数据中心常采用传统的冗余配置的电力系统，资产利用率和能效偏低。BlueVault ™聚焦安全、效率与绿色运营的平衡，满足数据中心对持续供能与绿色高效的多重需求。

氢燃料电池

储

在绿色电力获取难度高的地区，西门子能源兆瓦级氢燃料电池发电方案为数据中心提供了低碳环保、灵活可靠且可扩展性的备用与主用电源选择，有效降低对传统电网的依赖，在实现碳减排目标的同时提升能源自主性。

提升绿电比例，降低碳排放

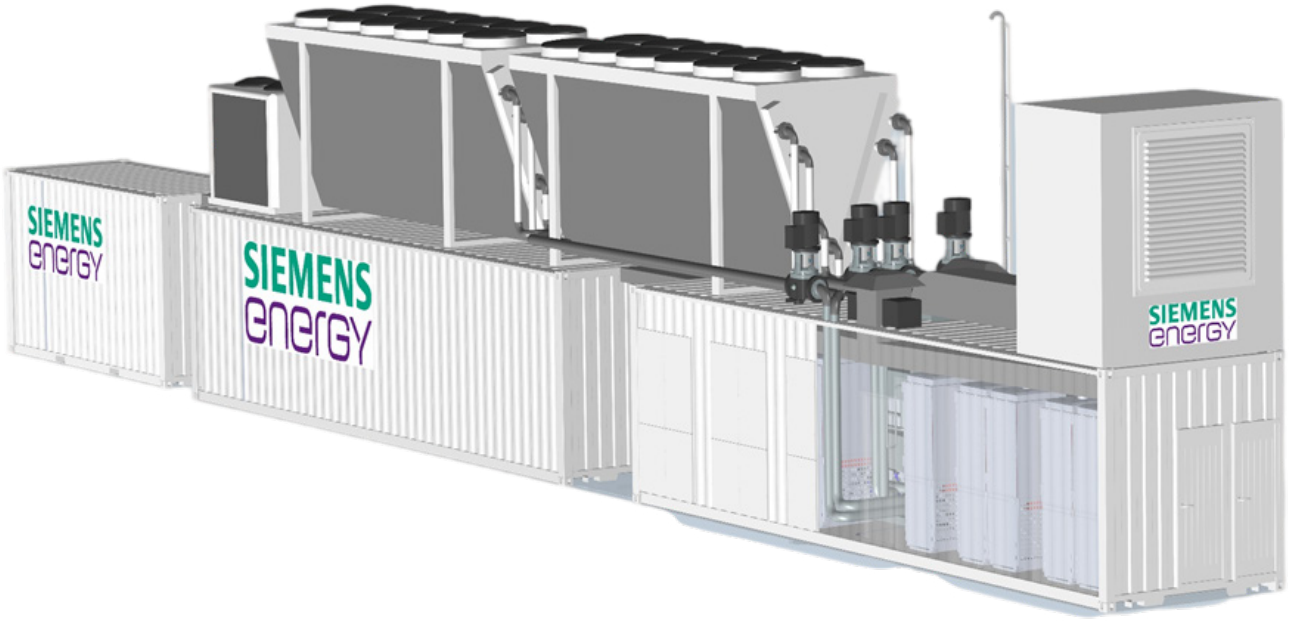
氢燃料电池可作为主电源或独立备用电源，冗余度高，适用于各类备用场景。特别是在北京、上海、香港等清洁能源资源紧张地区，能有效缓解电网接入压力和能耗指标限制。

模块化系统，便捷部署

采用兆瓦级发电方案，具备高效率、长生命周期与高可靠性特点，支持快速启停与灵活扩容。采用标准集装箱式集成设计，拆卸运输便利；并经过工厂预组装检测，节省现场安装调试时间，适配数据中心紧凑空间与快速部署需求。

国际验证，技术路径成熟

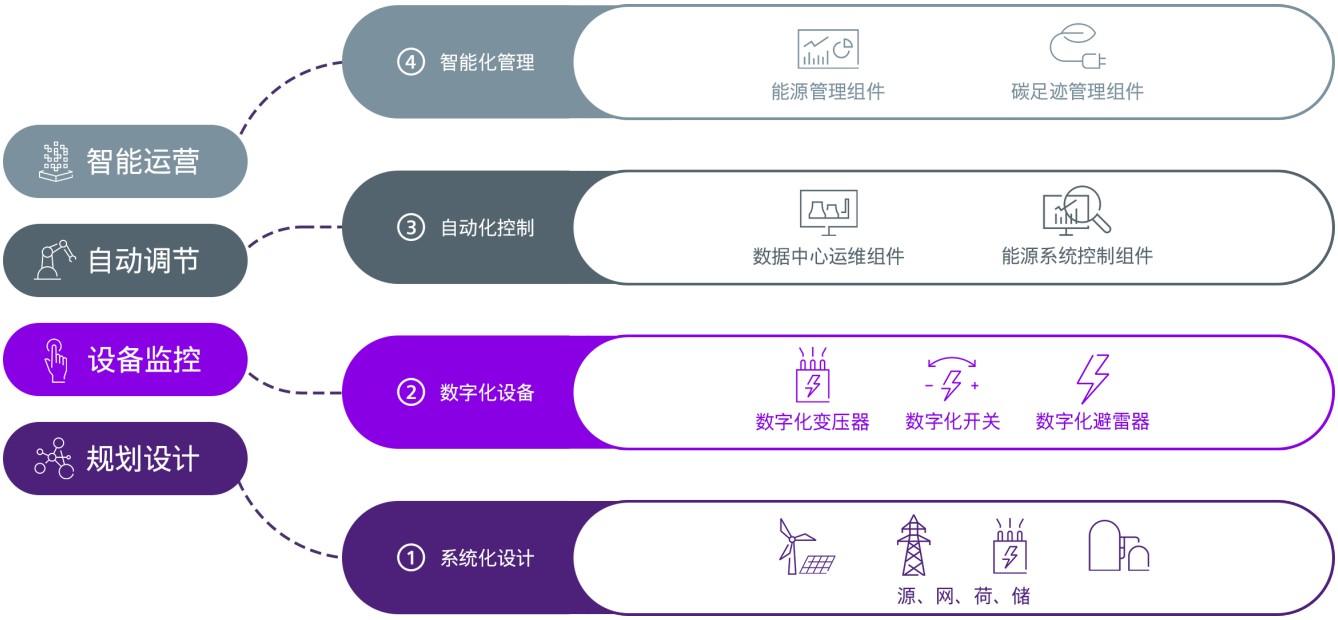
全球领先科技企业如微软、亚马逊等已着手规划布局氢能数据中心，欧洲数据中心运营商如 Equinix、NorthC 已实际部署氢能燃料电池系统。西门子能源持续优化燃料电池技术，在性能表现、使用寿命、启动速度和运行稳定性等方面不断取得突破。



服务全生命周期的数智化平台

智

西门子能源具有数据中心能源基础设施系统的全生命周期数智化平台解决方案。平台集成了“数据驱动”、“人工智能”等技术，提供从项目规划、设备交付、系统集成、预测运维、智能调度、安全监控到能效优化的服务和产品，可助力提升数据中心能效、降低运营成本。



（1）系统化设计

西门子能源公司提供适用于数据中心综合能源系统的规划设计服务，支持数据中心采用“零碳园区”、“源网荷储一体化”、“绿电直连”、“微电网”等新模式实现数据中心绿色低成本供电。该规划设计服务基于光伏、风电、电力市场、数据中心负荷等历史数据，采用人工智能算法进行能源规划和技术经济性分析，实现“源、网、荷、储”各单元的优化配置，制定能量调度及电力交易策略，同时满足安全约束及政策规定。

（2）数字化设备

西门子能源基于数字化双胞胎技术，可以将变电站等设备变成数据生产中心，以实现深层次的开发应用。

- 数字化变压器（Sensformer®）通过主动过载管理模块使操作员在不影响使用寿命的情况下管理临时过载；通过完整的温度场视图实时监测产品发热状态，寿命消耗视图可显示设备本体的剩余寿命。
- 数字化开关（Sensgear®）通过优化资产利用率和过载管理来增加输电能力，通过跟踪闲置时间和机械寿命趋势来最大程度地降低运营风险。
- 数字化避雷器（Sensarrester®）通过在线应用程序实时检查避雷器的状态，为运维人员提供全面而快速的设备概览。

（3）自动化控制

数据中心运维组件：

- DigiPlant DCIM 可监控数据中心服务器与制冷设备能耗，提升能源使用效率与稳定性，平衡电力供需，通过能耗预测及多类储能方案，保障持续高质量电力供应。
- DigiPlant iEMS 数据中心能源管理模块，依托智能算法优化园区多能互补能源系统，提高微网管理智能化水平。
- DigiPlant AMS & MMS 设备管理模块，实现所有机电仪设备台账数据化、数字化，对设备开展全生命周期健康与运维管理。

能源系统控制组件：

- Omnivise T3000 SCADA 具备可扩展性以满足未来需求，既能管理复杂的大型发电厂，也可通过集中过程控制整合各类发电机组。
- Omnivise T3000 Simulator 模拟器借助数字孪生技术，在实际更改前呈现真实运行工况，为培养高素质操作员奠定基础。
- Omnivise T3000 Cyber security 网络安全保障电厂通信安全，按照工业通信网络 IT 安全领先标准设计，已通过 TÜV SÜD 正式认证，符合 IEC 62443 标准。
- Omnivise T3000 Virtual 虚拟器简化软硬件生命周期管理，兼具小巧、易安装、低成本优势，助力用户更好选配硬件。

（4）智能化管理

能源管理组件：

西门子能源 Omnivise EMS 能源管理组件基于人工智能、物联网和大数据技术实现多能源协同调度，核心功能包括智能负荷预测、多能源优化调度、电力市场交易等。

- 依托实时数据监测与预测结果，集成气象、电价、电源、负荷、储能等多维度信息，构建全面决策支撑体系，实现经济性、可靠性与低碳性的动态平衡。
- 搭建源网荷储一体化统一调度模型，支持分钟级至年度级多时间尺度优化，通过动态优化算法生成“源、网、荷、储”协同运行策略，助力制定中长期合约与现货市场交易策略。

碳足迹管理组件：

西门子能源碳足迹管理平台 DigiPlant CFP，提供“核算 — 分析 — 改进 — 报告”全流程数字化工具，依托可视化看板实时掌握能耗及碳排放动态，辅助减排目标管理。

- 全面核算与动态监测。覆盖温室气体排放范围 1、2、3 的核算要求，包括界定组织边界、识别排放源、设定排放因子、采集数据、生成排放盘查清单等；通过可视化看板实时展示能耗与碳排趋势，动态对标预设减排目标。
- 碳管理数据沉淀与决策支撑。依预设目标实时跟踪碳排放，归档减排成果并自动生成年度组织碳报告，转化为可推广模板，助力能碳一体化展示与合规披露。



结语

面向未来，数据中心的高质量发展不仅依赖算力规模的持续提升，更取决于如何构建“绿色低碳”与“高可靠性”两大核心竞争力。这一转型过程离不开电力系统的有力支撑。

当前，中国正稳步推进能源结构转型，可再生能源电力占比不断提升，为数据中心的绿色转型创造了有利条件。然而，用电负荷持续攀升、区域能源供需失衡、电网调度难度加大等现实挑战，也对绿色能源供应的可靠性提出了更高要求，这直接关系到各类算力基础设施的可持续发展。

面对这一形势，西门子能源正携手数据中心行业伙伴，从规划设计、产品供应到运行优化，提供覆盖能源系统全生命周期的 “源 - 网 - 荷 - 储 + 智” 低碳解决方案，助力数据中心实现绿色、高效、可靠的发展目标。

在中国市场，西门子能源已与多家领先的互联网企业和电信运营商开展深度合作，电力设备产品广泛应用于长三角、环渤海及西部重点区域的重点数据中心项目，助力数据中心运营商构建稳定、高效、可扩展的能源基础设施。

凭借在能源领域深厚的实践经验、技术积累和行业洞察，西门子能源将持续探索最适合中国数据中心应用场景的能源策略和技术路径，推动低碳目标与算力增长的协同发展，全面提升能源系统的安全性、可持续性和运行效率。



术语词汇

TWh（Tera Watt Hour）太瓦时，等于十亿千瓦时

IT（Information Technology）信息技术

SMR（Small Modular Reactor）小型模块化核反应堆

EFLOPS（10^18 Floating-point Operations per Second）每秒百亿亿次浮点运算

IDC（Internet Data Center）互联网数据中心

PUE（Power Usage Effectiveness）电能使用效率

AIGC（Artificial Intelligence Generated Content）人工智能生成内容

AIDC（Artificial Intelligence Data Center）智能算力数据中心

UPS（Uninterruptible Power Supply）不间断电源系统

BoP（Balance of Plant）电气和土建工程

LCoE（Levelized Cost of Energy）平准化度电成本

IPP（Independent Power Producer）独立发电商

HVDC（High Voltage Direct Current）高压直流输电

GHG（Greenhouse Gas）温室气体

GIS （Gas-Insulated Switchgear）气体绝缘开关设备

参考资料

国际能源署（IEA）. Energy and AI. 2025 年 4 月。

国家统计局 . 2024 年国民经济和社会发展统计公报 . 2025 年 2 月。

国家数据局 . 全国数据资源调查报告（2024 年）. 2025 年 4 月。

智研瞻 . 中国数据中心（IDC）基础设施行业市场前瞻与投资规划分析报告 . 2024 年 5 月。

北京理工大学 . 中国数据中心综合能耗及其灵活性预测 . 2025 年 3 月。

中国环境报 . “绿电消费比例再提升，数据中心 ‘减碳战’ 怎么打？”，2025 年 5 月。

国家网信办 . 数字化绿色化协同转型发展报告 . 2024 年 11 月。

国家发展改革委员会 . 数据中心绿色低碳发展专项行动计划 . 2024 年 7 月。

国家发展改革委员会 . 关于促进可再生能源绿色电力证书市场高质量发展的意见 . 2025 年 3 月。

央视新闻 . “中国实施首部绿色数据中心评价国标 .”, 2025 年 6 月。

中国信息通信研究院 . 算力电力协同发展研究报告 . 2025 年 5 月。

中国信息通信研究院 . 中国绿色算力发展研究报告 . 2024 年 6 月。

中国信息通信研究院 . 绿色算力发展研究报告 . 2025 年 7 月。

由西门子能源国际公司出版

Otto-Hahn-Ring 6

81739，慕尼黑，德国

中国地区由西门子能源有限公司出版

上海市浦东新区前滩大道 131 弄 2 号前滩四方城 N3 栋

热线电话：+86 400 070 5500

更多咨询，请查询我们的网址：http://www.siemens-energy.cn

© Siemens Energy, 2025

西门子能源商标由西门子股份公司授权使用。

关于更改和错误的免责声明

本文件中所提供的信息仅包含一般描述和 / 或性能特征，可能并不总是具体反映所描述的内容，或者在产品的进一步开发过程中可能会进行修改。所要求的性能特征只有在订立的合同中明确约定时才具有约束力。所有产品名称可能是西门子能源国际公司或其他公司的商标或产品名称，第三方为自身目的使用这些名称可能会侵犯所有者的权利。

扫描二维码，获取白皮书