

Deloitte.

远景智能



数字驱动、智慧引领：
迈向未来的新型电力系统

因我不同
成就不凡

始于1845

目录

一、大势所趋——国家数字化战略下的新型能源体系与新型电力系统	3
1.1 新型能源体系形态高度复杂	4
1.2 数字化战略深刻影响能源体系建设	4
1.3 加快构建“数智化”新型电力系统	6
二、正当其时——数智技术赋能新型电力系统	8
2.1 电碳层：多级联动，电碳一体	10
2.1.1 未来场景	10
2.1.2 需求与挑战	12
2.2 数智层：自主演进，数算未来	15
2.2.1 关键数智技术	15
2.2.2 数智保障	16
三、秉轴持钧——智能物联夯实电力系统数智化底层基础	25
3.1 远景“五新战略”构建新型能源体系	26
3.2 远景智能物联平台，赋能新型电力系统	27
3.3 基于智能物联的新型电力系统关键应用	30
3.3.1 智慧新能源	30
3.3.2 智慧储能	31
3.3.3 智慧电网	32
3.3.4 智慧园区	34
3.3.5 碳管理	35
结语与展望	37
作者	38
远景智能	39
德勤办事处地址	40

引言

在数字化变革与能源变革的交汇点上，我们正见证当下世界的深刻变迁。在国家“加快规划建设新型能源体系”的目标下，新一代数字化智能化技术以其全面感知、高效协同和精准预测能力，正在助力清洁能源实现“安全、清洁、经济”的平衡，并逐步成为能源体系中的主导力量。纷繁复杂的能源体系也为数字化智能化技术提供了广阔的应用场景，促进其在不断的探索与验证中完成技术创新与迭代。特别是新型电力系统，作为联接清洁能源生产与消费端的桥梁和优化资源配置的关键枢纽，毫无疑问地成为这一变革中的焦点。数字化智能化技术与电力系统的融合，不仅带来了清洁能源开发与消纳的更优方案，驱动电力系统低碳转型，还将孕育出如虚拟电厂和共享储能等创新业态，深刻影响工业进程和我们的生活方式。

在此背景下，德勤中国和远景智能携手撰写了本报告。凭借我们在电力领域多年的研究与实践，本报告深入探讨了未来新型电力系统“源、网、荷、储、碳、数”六大核心要素，并详细解析相关的业务需求、关键数字技术与场景案例。此外我们还针对新能源运营、储能、电网、园区和碳管理这五类重点场景，深入阐述智能物联系统在其中的支撑作用。

本报告结尾我们再次强调未来新型电力系统中3T (OT、IT、ET) 的核心驱动力，以及标准、安全、人才和生态对于未来电力系统数智化转型的重要作用。

一、大势所趋—— 国家数字化战略下的 新型能源体系与新型电力系统



1.1 新型能源体系形态高度复杂

建设新型能源体系是应对气候变化的必经之路，也是保障能源安全的必然选择。在全球迈向绿色低碳发展的趋势中，构建以高比例新能源接入为核心的新型能源体系至关重要。要实现碳达峰、碳中和目标，传统能源生产和消费模式的转型势在必行。与此同时，随着人工智能、物联网等新兴技术的快速应用，以及数据中心、智算中心等新型算力基础设施的兴起，能源体系面临前所未有的高效化、多样化与低碳化需求，能源的供给与管理方式亟待创新。在此背景下，党的二十大报告提出“加快规划建设新型能源体系”的战略部署，通过提高可再生能源消纳比例，推进能源系统形态、产业体系、供应链与治理体系的全面革新，统筹推进能源安全保障与绿色转型。

新型能源体系将呈现多能耦合、多网协同、多元互动的高度复杂形态。在新型能源体系下，能源供给由煤炭为主的能源系统转向煤、油、气、核、新能源、可再生能源多轮驱动的能源供应体系，电、氢、热、气等多种能源网络的高效灵活转换、互通互济将实现多种能源的灵活配置，极大优化能源综合利用效率。另一方面，伴随能源系统的演进而涌现的新兴技术和新兴市场机制将重新定义用能模式，能源网络与交通网络、算力网络等跨行业的融合，将催生车网互动、虚拟电厂、零碳算力中心等新兴场景，引入跨领域主体深度参与能源互动，共同组成朝气蓬勃的能源生态。



1.2 数字化战略深刻影响能源体系建设

高度复杂的新型能源体系需要更强大的数字化智能化手段保障其有效运营。长久以来，数字化工具主要作为能源管理的辅助工具，但随着能源系统的规模扩大和复杂性提升，以人工智能为代表的数字化智能化技术成为能源体系运转的核心引擎。例如，人工智能技术用于能源预测、能耗优化、智能电网管理或储能系统管理，以其快速响应、精准预测、情景优化的能力，显著降低运营成本，并增强系统安全性和稳定性，助力打破能源清洁、经济、安全的“不可能三角”。据全球移动通信系统协会（GSMA）估算，到2050年，仅通过构建智慧化能源体系就可减少全球23%的碳排放——这一数字甚至比当前全球汽车碳排放的90%还要高¹。

全球范围内电力系统数字化转型加速，物联网、人工智能、数字孪生等技术的深度应用成为关键。多国已制定相应战略，推动智能化电力基础设施建设。欧盟于2022年10月发布的《能源系统数字化行动计划》提出，2020年至2030年预估将向电网领域投资5840亿欧元，重点支持配电网的数字化改造。美国能源部则于2022年4月启动“建设更好的电网”倡议（Building a Better Grid），其中包括用于智能电网建设的30亿美元投资计划。此外，英国、泰国、韩国、马来西亚等国家也针对电力系统的数字化转型进行了规划。在技术层面，智能终端、数字孪生、人工智能等新一代数字化技术被视为支撑未来能源系统高效稳定运行的关键手段。欧盟提出数字孪生技术为创建虚拟电网模型的重要工具。马来西亚的《国家能源政策2022-2040》将增加智能电表、智能电网设备等的部署作为起步阶段（2021-2025）支持电网升级的重点举措之一。在数据层面，完善数据治理框架成为多国一致努力的方向。根据《欧洲数据战略》，欧盟委员会将建立敏捷数据治理方法以适应数据开放共享的需求，同时构建包括能源数据在内的9个欧洲数据空间，以促进各领域的数字应用。韩国也提出构建能源运营大数据平台，以加速能源领域重点技术的研发。此外，在电力系统数字化场景中，电力消费者越来越受到重视。欧盟计划通过数字工具和服务帮助消费者优化用能管理，英国也提出部署智能化技术，支持消费者参与灵活性服务，降低用能成本。

1. GSMA, Smart Energy System: Connectivity for a zero-emissions future

图 1：全球多国相继制定能源数字化战略

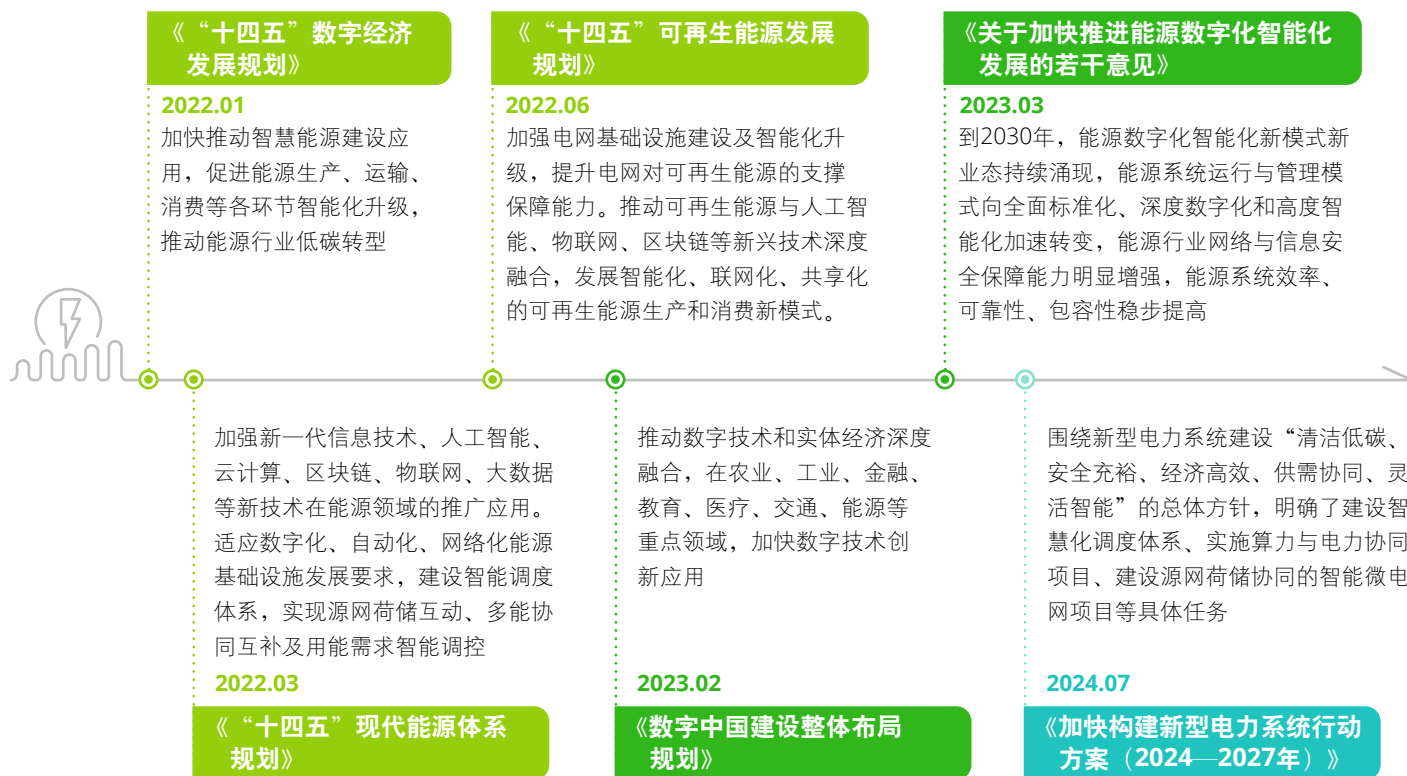
 主要经济体	 关键战略	 关键词
欧盟	《塑造欧洲数字未来》（2020） 《欧洲数据战略》（2020） 《能源系统数字化计划》（2022）	- 通用的欧洲能源数据空间 - 创建欧洲电网的复杂虚拟模型 - 加强消费侧能源使用和账单管理 - 加强能源系统的网络安全和弹性
英国	《智能电网与灵活性计划》（2021） 《迈向净零排放的能源系统数字化战略与行动计划》（2021） 《英国能源安全战略——为了英国长期安全、清洁和负担得起的能源》（2022）	- 提升电网智能化和高灵活性 - 支持消费者参与灵活性服务 - 加强能源数据收集、开放与安全保护
美国	《建设更好电网倡议》（2022）	投资105亿美元推动电网升级，其中30亿美元用于智能电网
韩国	《2019~2028年能源技术开发计划》（2019） 《大韩民国数字战略》（2022）	- 构建能源运营大数据平台 - 利用人工智能提升能源生产消费效率
马来西亚	《国家能源政策2022-2040》（2022）	- 部署智能电表、智能化电网基础设施 - 适应更高的可再生能源比例
泰国	《电力发展规划2018-2037》（2019） 《泰国国家能源计划》（2021）	- 建设智能电网 - 支持产消者，发展能源商业

来源：远景智能，德勤，《数字驱动、智慧引领：迈向未来的新型电力系统》

中国的能源数字化之路，从“数字化”到“数智化”。随着数字化浪潮的兴起，中国能源行业正经历从数字化向数智化的战略演进。在国家数字化战略的引领下，能源领域已成为技术创新和应用的先锋。2022年1月发布的《“十四五”现代能源体系规划》中明确了数字化和智能化在能源产业升级中的核心地位，倡导利用人工智能、云计算、区块链、物联网和大数据等前沿技术实现能源系统的全环节智能协同。2023年相继发布的《数字中国建设整体布局规划》和《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》强调了能源等关键领域加速数字技术革新的重要性，指出数字化智能化技术在推动能源产业清洁低碳转型、支持新型电力系统建设、促进油气行业绿色低碳发展以及构建数字能源生态系统中的关键作用。这一规划的发布标志着中国能源战略正向智能化和自动

化的深层次发展迈进，旨在通过新一代信息技术，如人工智能、云计算、区块链、物联网和大数据，实现能源系统的高效预测、预警、联合调度和远程控制。2024年7月，随着《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》的发布，新型电力系统的建设目标被进一步细化。该方案围绕“清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能”的总体原则，提出了建设智慧化调度体系、实施算力与电力协同项目、发展源网荷储协同的智能微电网等具体任务，旨在通过数字化手段提升电力系统的灵活性和智能化水平。展望未来，数字技术在能源领域的应用将不断深化，不仅优化能源管理流程，更将通过其强大的数据处理和分析能力，为能源系统注入智慧，推动跨行业融合，引领能源系统形态的革新。

图2：中国能源数字化关键政策



按发布时间排序

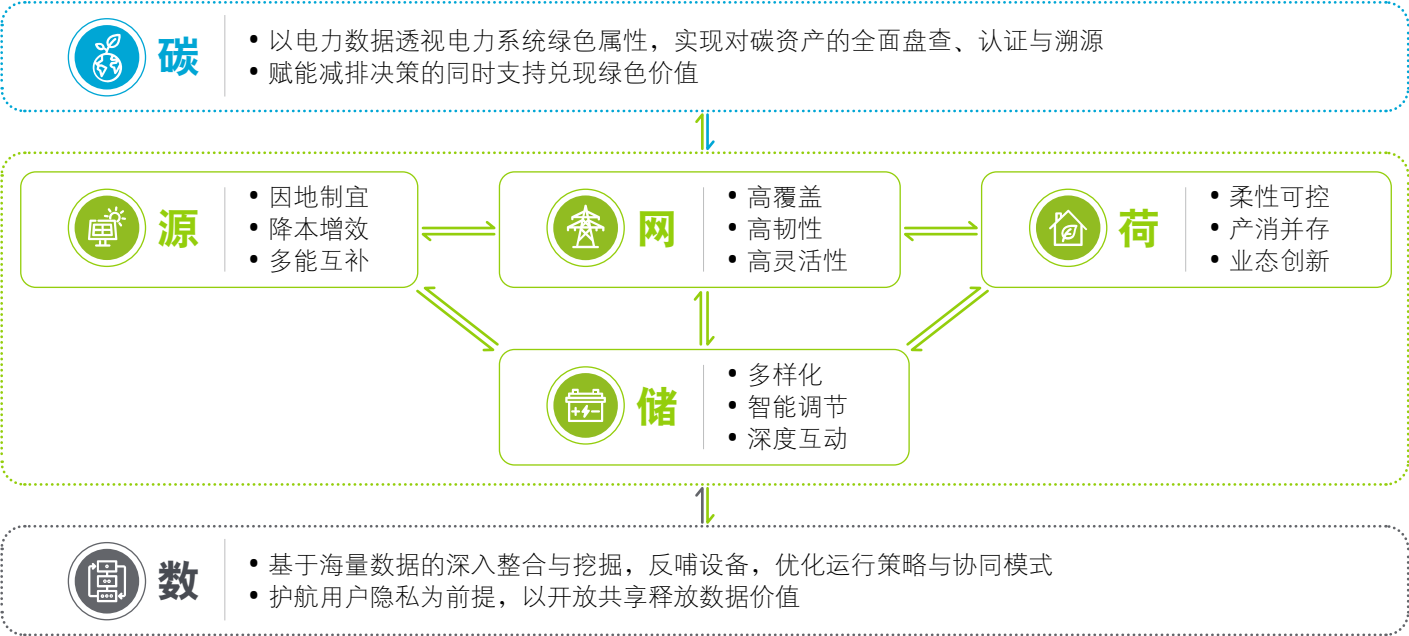
来源：远景智能，德勤，《数字驱动、智慧引领：迈向未来的新型电力系统》

1.3 加快构建“数智化”新型电力系统

电能，作为高效且清洁的二次能源，正逐步成为工业、交通和建筑等重点领域的主要用能形式。新型电力系统以清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能为基本原则，通过新型电力基础设施的部署与新型输配电技术的应用，持续提升灵活性，并以数据驱动对海量设备资源的整合协同以及精准决策，在保障系统安全高效运转的基础上，打造电力资源优化配置的枢纽平台，并与油、气、热、氢等能源网络深度耦合，驱动能源体系的清洁低碳转型。

为了达成碳中和的宏伟目标，关键路径之一在于打造包含六个核心要素——源、网、荷、储、碳、数的全新电力系统。这个系统将利用数字化技术的力量，协调和整合电力生产、输送、使用和储存的各个环节。通过增强源网荷储之间的动态互动和实现多种能源形式的互补，新型电力系统将确保电力供应的稳定性、推动能源消费的绿色转型，并提升能源利用的经济性。在这一过程中，数字化技术发挥着至关重要的作用，它是构建一个全面互联互通、智能化的未来电力世界的基础。通过高效的管理与挖掘，碳流、数据流将与能量流高度耦合，共同驱动能源与资源的高效转化、合理配置与绿色消费。

图3：源网荷储碳数六要素共同构成新型电力系统



来源：远景智能，德勤，《数字驱动、智慧引领：迈向未来的新型电力系统》



源：在集中式与分布式并举的格局下，多样化清洁能源发电设施实现因地制宜部署，伴随能量转化技术和智能化技术的突破，持续提升效率，降低开发成本，进而在大时空尺度下优化配置，与当地资源条件及生产生活方式有机融合。



网：电网将呈现“主干网+局域网/微电网”的形态，并在柔性输电、构网型技术等新型输配电技术以及“云大物移智链边”等新一代信息技术的加持下，具有高覆盖、高韧性、高灵活性的特征，进而与油、气、氢等能源网络深度耦合，持续提升对清洁能源的消纳、配置与调控能力。



荷：电能向更多终端用能场景渗透，用能设备由传统的刚性、单一用能属性向柔性可控、产消并存转变，局部负荷电-气-热-冷多能协同，并在区域内通过智能化技术聚合、调控，实现互补平衡，进而在用能管理的基础上衍生全新的能源业态，成为能源与其他行业深度融合的联接口。



储：多样化的储能设施不仅将广泛存在于电源侧与负荷侧，还将以独立储能的角色为电力系统提供宝贵的调节资源，深度参与电力系统调节与市场化运行，发挥并网支撑、调峰调频、后备保障等多重作用，在数字化智能化技术的支持下成为萌生能源新业态与新模式的土壤。

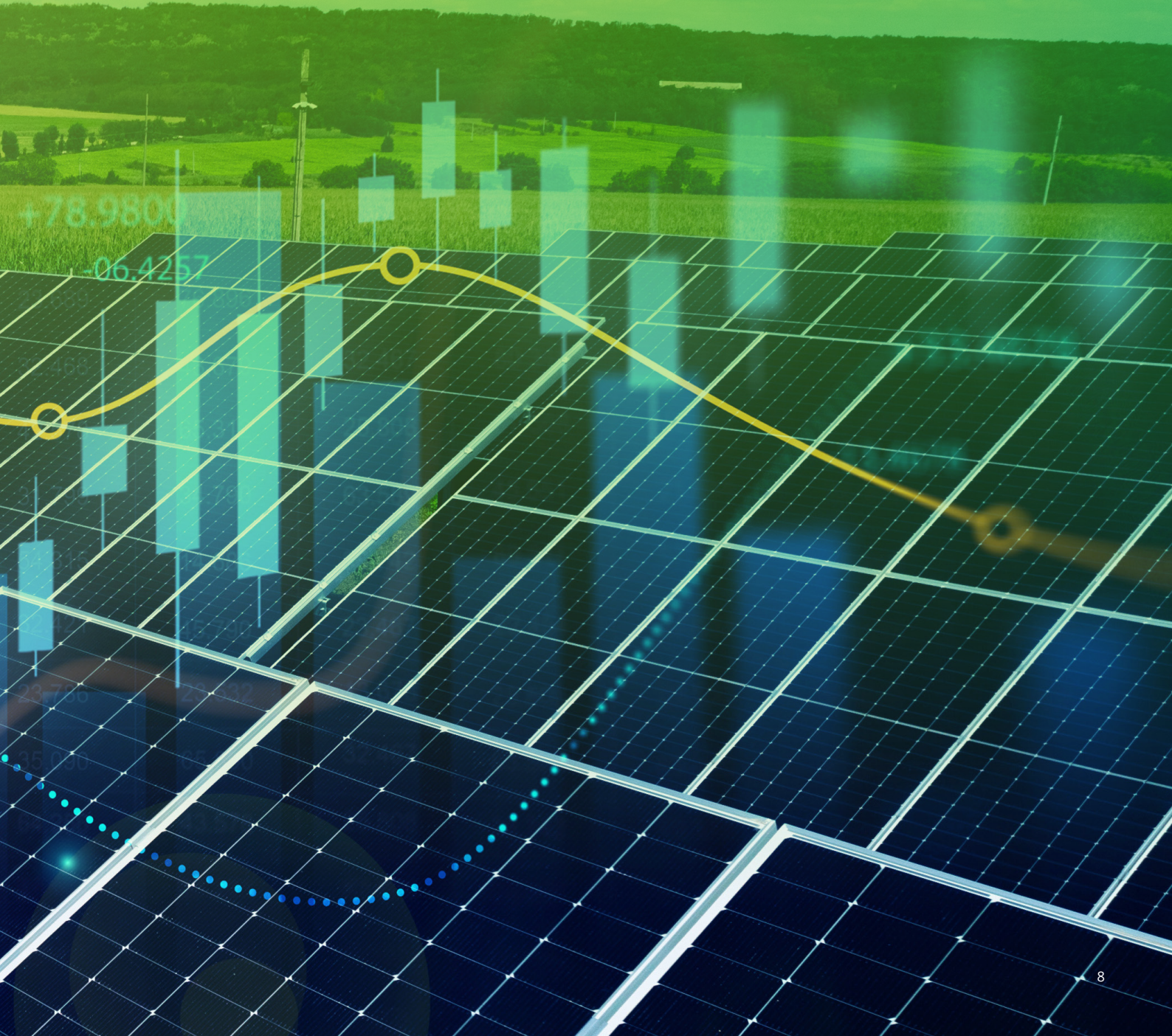


碳：在人工智能算法、区块链等技术的支持下，难以捕捉的碳排放属性将通过电碳耦合模型与易于计量的电能关联起来，从而实现以电力数据透视电力系统绿色属性，实现对碳资产的全面盘查、认证与溯源，在赋能减排决策的同时支持清洁电力通过碳资产交易兑现绿色价值。



数：来自泛在电力智能终端的海量数据经过深入的整合与挖掘，提取出其中蕴含的设备出力特性、负荷峰谷曲线、区域用能结构等关键信息，再反哺设备，支持其优化运行策略与协同模式，驱动电力系统高效稳定运行。在此过程中，脱敏、加密技术等将护航用户隐私，在保障数据安全的前提下通过电力数据的开放共享将数据价值带到各行各业，释放巨大能量。

二、正当其时—— 数智技术赋能新型电力系统

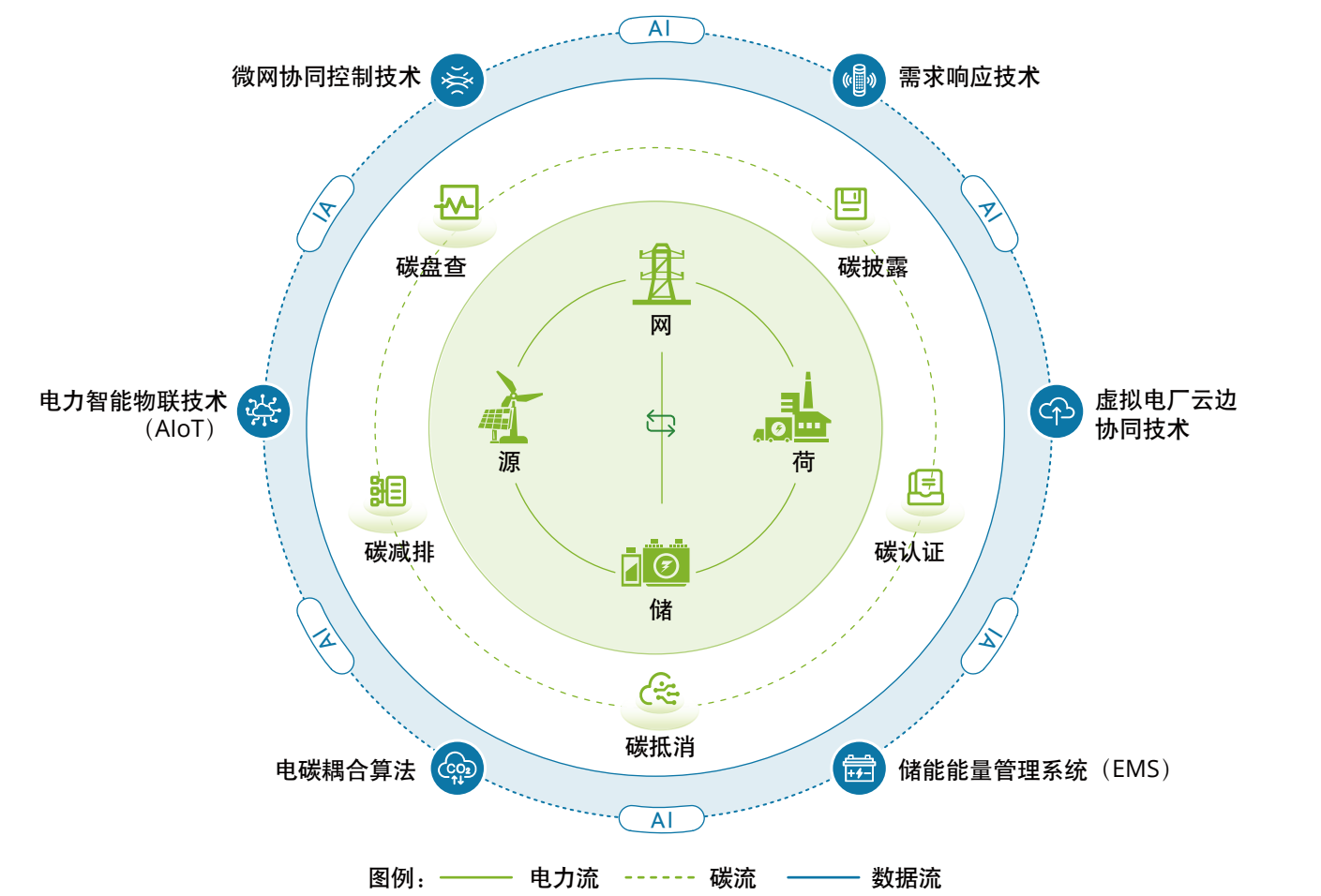


在数字化浪潮的推动下，中国正引领全球电力系统的转型，建立了世界上规模最大的清洁电力开发与供应体系。构建“安全高效、清洁低碳、柔性灵活、智慧融合”的新型电力系统目标，预示着电力生产与消费关系的革命性转变。

在这一转型过程中，数字化是核心驱动力。数字化在新型电力系统中不仅是信息技术的组成部分，更是连接并强化整个电力系统各要素的关键枢纽。从“源、网、荷、储、碳”五大物理要素到系统的整体优化，数智技术贯穿了每个环节，发挥着不可或缺的作用。面对新型电力系统中多元化能源结构与复杂运行环境的协调挑战，智能物联技术、人工智能、边缘计算等新一代数智化技术，通过全面感知、高效协同、自主学习和数据追溯的能力，成为应对这些挑战的核心工具。

在未来电力系统的运行中，电力AI大模型、电力智能物联（AIoT）技术等数字化智能技术不仅能提升清洁能源的发电效率和收益水平，还将促进多元化储能设施的发展，为系统提供灵活调节资源，并提供更优的协同调度方案，以提升电力配送的效率与可靠性，为电力用户带来更灵活经济的用能方案。更关键的是，数字化智能化技术深度耦合碳流、数据流和电力流，透过电碳关联关系提供覆盖从碳盘查、碳减排跟踪，到实现碳抵消、核查认证报告在内的全链条碳管理方案，打造绿色新型电力系统运行的智能化新范式。

图 4：源网荷储碳数一体化全景图



来源：远景智能，德勤，《数字驱动、智慧引领：迈向未来的新型电力系统》

2.1 电碳层：多级联动，电碳一体

2.1.1 未来场景

源、网、荷、储、碳五大物理要素构成了新型电力系统的电碳层，未来它们将紧密协同，共同支撑能源生产、传输、消费和储存的高效运行。

源：产销一体，数助运赢

未来的新型电力系统中，电源侧将呈现风光领跑，多能互补，集中式与分布式并举的格局，电力生产端也随之迎来向产销一体化运行模式的全面变革。

为应对清洁能源在空间及时间上的分布不均衡问题，未来的清洁能源场站将升级为若干以灵活性为核心的源网荷储一体化项目，虚拟电厂本地平衡后并入电网；风光水火多能互补一体化项目打捆参与特高压外送。同时屋顶光伏、分散式风电等分布式设施将碎片化资源充分转化并通过数字化智能化技术实现聚合，为电源侧提供重要补充的同时提高能源系统的灵活性。在产销一体化的模式下，清洁能源场站的涉网特性逐步向传统能源靠拢，从而提升系统抗扰动能力，并通过与储能的充分配合提升自平衡能力。清洁能源场站的生产运营将实现设计、管理、控制、交易四个闭环。即电站的设计建设模式转变为以数据和仿真模型为基础的根本分析，进而生成设备技改或策略改进计划，为管理维护环节提供支持；电站运行中对设备的实时控制从目前的启停和故障复位，转变为基于设备健康度的生产风险预控；在交易环节通过功率预测与价格预测做好智能排程与风光储协同控制，充分挖掘风光场站的出力灵活性潜力，实现收益提升。

网：源荷互动，数链多级

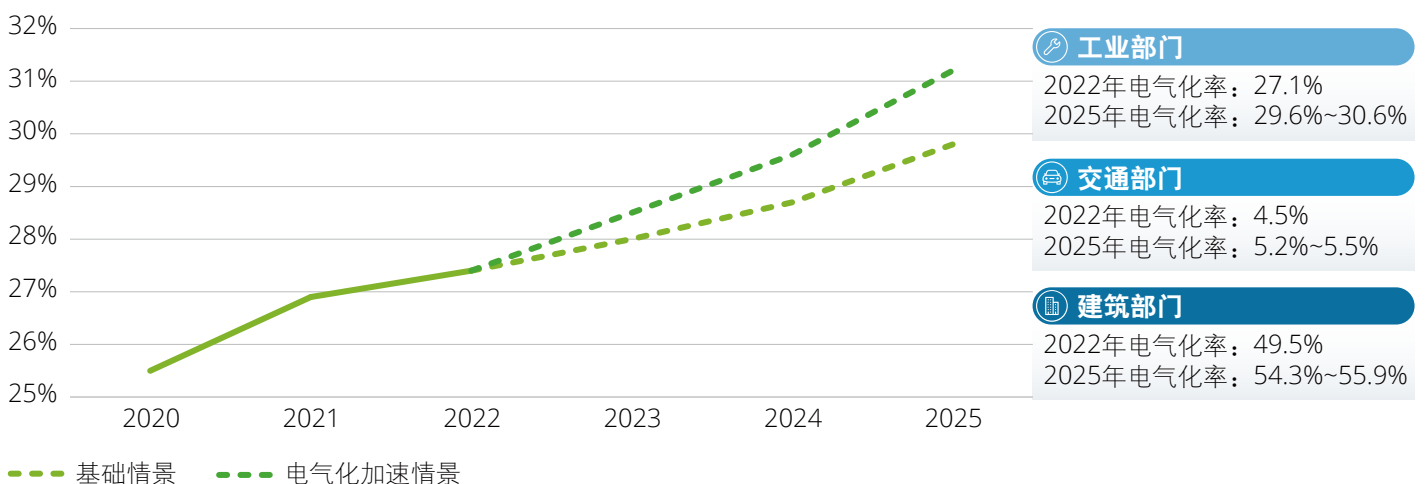
随着清洁电力加速渗透，未来电网将呈现出高弹性主网与分散灵活微电网并存互补的形态。大电网以远距离输电技术实现资源的大范围平衡调度，海量分布式清洁发电设施结合储能设施形成自治微电网，为园区、建筑、乡村等场景提供可及的供能方案，实现清洁能源的就地平衡、就地消纳，成为大电网的有力补充。

在这种多层次的电网结构中，源荷互动将成为电网运行的核心特征。各主体之间的互动日益灵活与密切，电网的调度方式不再是被动的“源随荷动”，而是在数据的支持下走向全网协同、源荷互动。

荷：产销合一，数促效能

未来数字化技术与电气化技术在消费侧的融合渗透，将赋予每一个电力用户深度参与能量互动的机会。特别是在工业、交通、建筑等重点用能领域，屋顶光伏、户用储能、电动汽车等分布式供能、储能设施被广泛部署，这类设施不再是单纯的能源消费属性，也同样具备为电网反向供电的能力。传统的电力消费者能够在数字化技术的支持下主动进行用能管理，控制用能成本，并随着电力市场化机制的发展成熟，参与市场互动获取收益，使电力的清洁转型惠及每一个用户。

图 5：用能侧电气化率持续提升



来源：中电联，德勤研究

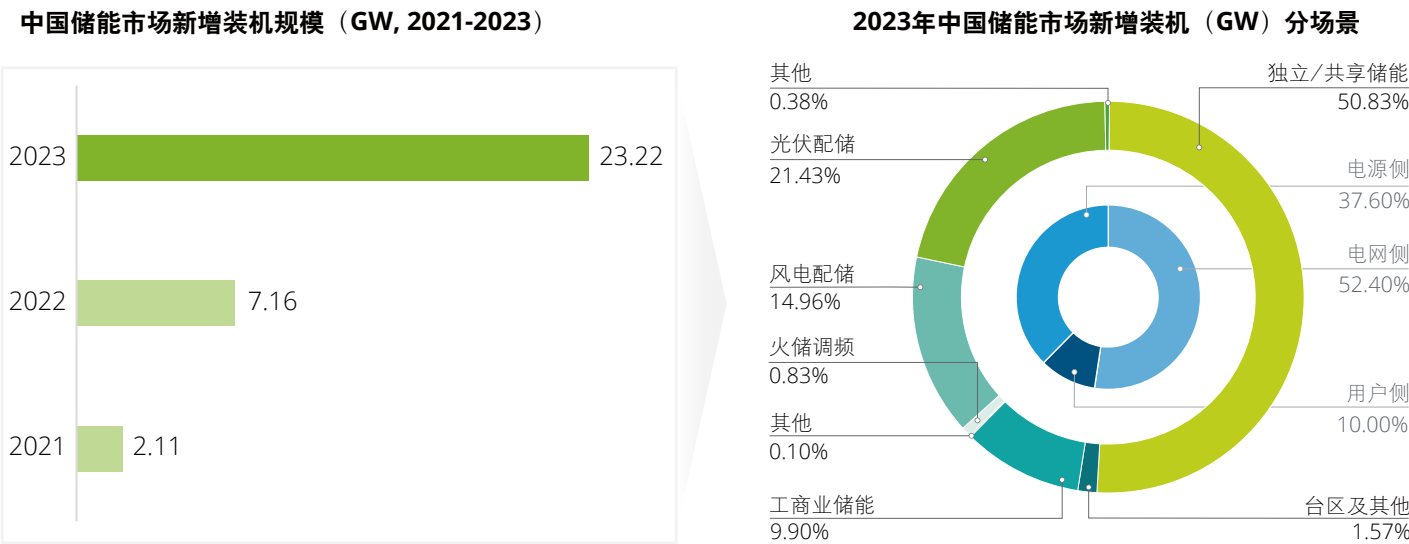
 储：多维调度，数创新态

未来储能设施将广泛存在于电力系统中各个环节。在发电侧，储能设施作为调节资源为风、光等清洁能源平衡波动性，实现大规模并网消纳；在电网侧，储能设施辅助调峰、调频，缓解电网阻塞，提高电能质量；在消费侧，储能设施不仅可作为后备电源，为工商业、家庭、社区提供用能保障，还支持用户进行容量电费管理，节省用能成本。

而随着电力市场化机制的成熟和技术的进步，储能设施能够以独立市场地位参与交易。借助数字化技术，储能系统可以通过峰谷价差套利、辅助服务交易等形式获得收益。

应对上述多样化储能场景，存在长时、短时、高转化效率、长循环寿命等不同的需求，需要分别寻找技术特性相契合的解决方案。未来将是电化学储能、储热、储氢等多元化技术路线百花齐放的格局。

图 6：中国投运新型储能项目装机规模高速增长



来源：EESA，德勤研究

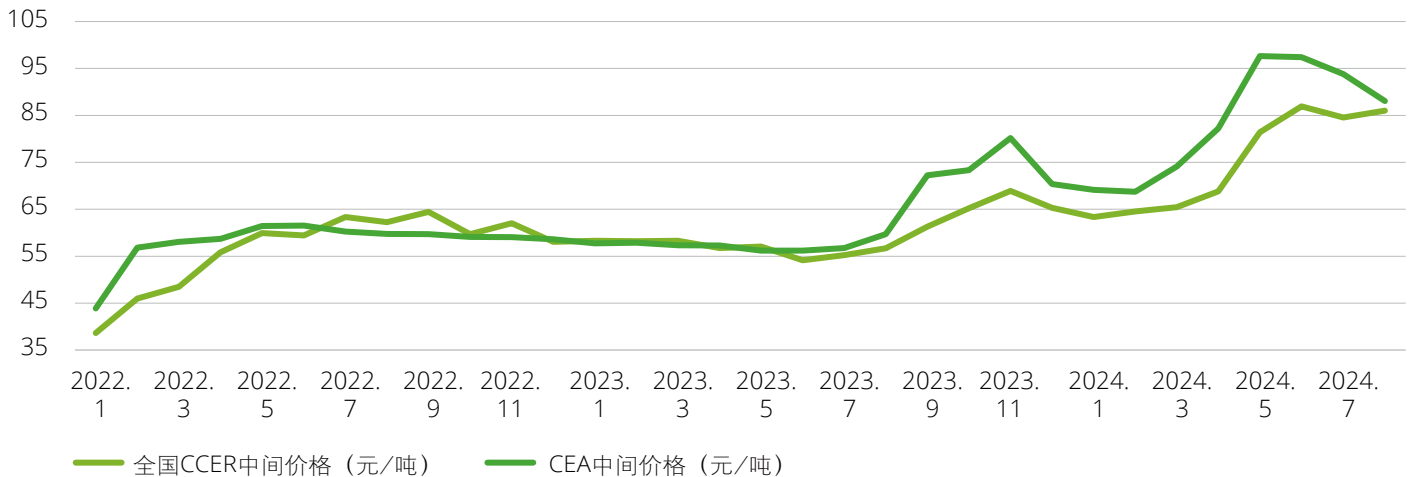
 碳：电碳一体，数控足迹

能源的生产、传输、消费等环节与碳天然存在着密切的联系，电能正逐步成为交通、工业、建筑等主要碳排放领域的核心能源载体。通过电能的使用，不仅能直接减少对化石燃料的依赖，还可以利用数字化手段，对碳排放进行精准的管理与监测。在这种电碳一体化的框架下，电力系统的每个环节，都可以基于电碳耦合关系，通过电能数据的精细化追踪，推算出相

应的碳足迹。这种数据驱动的碳管理，使得各个行业的减排进程更加透明和可以量化，将为成为未来实现精细的碳排放管控以及碳资产管理的关键抓手。

同时，随着碳市场的成熟，电力系统的减排贡献将得到全面掌控与兑现，清洁能源通过参与碳交易实现其绿色价值，成为其提升经济性的重要路径。

图 7：碳市场交易均价持续走高



来源：复旦碳价指数，德勤研究

2.1.2 需求与挑战

面向未来的新型电力系统，传统的运维管理方式已无法满足大规模清洁能源发电设施的需求。频发的极端天气、储能设施的安全风险，以及多能互补的复杂性，都对电力系统的稳定性和高效性带来更大的挑战。唯有借智能化与数字化技术，才能全面提升新型电力系统的安全性与运行效率，应对这些多维度的复杂问题。

安全感知与应急响应

随着电力系统持续发展壮大，设备规模呈指数级增长，源网荷储不同环节之间的互动协同模式日益错综复杂，安全风险持续提升。为护航电力系统长期稳定高效运行，需要借助智能化与数字化技术，建立覆盖源网荷储海量分散对象的精准预测感知和应急响应机制。

关键场景：

设备状态感知与风险预警：

清洁能源电站、储能电站等基础设施投资巨大，运行状态随气象变化、调度指令等因素频繁变化，随之带来安全性问题。特别是电化学储能等设施存在一定风险性，一旦出现故障不仅会造成经济损失，甚至会造成严重安全事故。因此需要基于数智化技术实时感知储能系统自身运行状态、环境参数及电网信息，确保设备安全稳定运行；进而基于积累的历史运行数据，在出现异常时及时预警，识别原因，规避风险。

无人巡检与应急响应：

大型集中式电站多位于偏远地区，难以依靠人力完成日常巡检、维护等工作。根据相关规划，到2030年中国将建设风光基地总装机约4.55亿千瓦，而其中位于沙漠及戈壁地区的装机量达4.18亿千瓦。当偏远区域的大型电站突发事故后难以及时响应，可能造成巨大损失。而随着电网规模的不断提升，发电、输电、变电、配电设施的安全监控与运行维护工作量与日俱增，对巡检效率、响应速度以及作业成本等也提出更高要求。如何以智能化技术替代人力，高效且低成本的掌控设备运行状态，在第一时间处理故障，对提升系统可靠性而言意义重大。

微电网保护与控制：

微电网与大电网的共存改变了传统配电系统的架构与运行模式，交直流、高低压电网的协同增加了控制的复杂性。为减轻调度压力，部分平衡管理能力需下沉至微电网，基于供能特性和负荷需求优化运行，最大化利用清洁能源。同时，微电网需具备运行状态监控、故障识别与隔离等操作，以提升微电网供电可靠性，避免故障造成连锁反应。

 多元耦合与协同调度

随着电力装机结构逐步向可再生能源为主体转变，清洁能源发电存在的随机性、波动性、季节不均衡性成为制约高比例新能源并网和外送消纳的关键问题。数字化与智能化技术不仅支持在多种发电设施与用电负荷之间实现互补协同，达成动态平衡，还能通过优化调度方案，提高储能设施、柔性负荷等调节性资源的利用效率，降低基础设施投资压力。

关键场景：
多元耦合以应对波动性：

光伏、风电等清洁能源出力具有很强的波动性、随机性和间歇性，为避免大规模清洁能源并网后冲击电网，跨时空尺度的调节平衡尤为重要。这要求在精准预测发电设施出力情况的基础上，统筹风、光、核、水等多种供能设施以及储能等调节性资源，达成动态平衡以保障系统安全稳定运行，从而促进清洁能源的大规模消纳。数字化技术将聚合多时间、多空间、多类型数据信息，利用机器学习等人工智能技术，实现精准气象预测和功率预测，并结合储能策略，平抑波动性。

资源整合与调度：
高比例新能源接入电网和负荷端用能设施的多样化，对电网供需平衡能力提出极大考验。仅靠硬件设施的扩容将带来高昂的资金投入与资源消耗。因此，电网必须基于对发电出力特性和用能需求的精准分析，利用信息技术和软件平台，聚合调节性电源、储能设施和柔性负荷等可用资源，形成供需匹配的柔性调节机制，降低硬件投资压力，提升资源使用效率。

智能协同调控：
储能作为调节性资源，需要与系统其他环节协同运作。在发电侧需适应新能源发电的波动性，在电网侧需适应电网负荷曲线，在用能侧需适应用户用能习惯等。要实现储能设施的深度整合，，需要以数据链接储能与其他各类设施，全面获取电能调节需求并及时响应，实现一体化的智能调控。这种协同调度将确保电力系统更加灵活、高效、稳定地运行。

 优化运营，降本增效

对清洁电力技术而言，能否实现平价上网始终是衡量其经济性的一把标尺，也是实现大规模应用的关键所在。而随着新能源充电桩、家用储能等设备的推广应用，电力用户也有机会以更灵活的用能方案降低用能成本。借助数字化与智能化技术对设备运行状态及周边环境进行精准分析，能够驱动运营策略优化迭代，为电力系统的清洁转型提供更具经济性的方案。

关键场景：
推动发电设施降本增效：

长久以来，为降低度电成本，提升项目效益，诸多研发人员在材料迭代、结构创新等多个方向上寻求突破。以风电技术为例，据Irena统计，在2010~2023年间，陆上风电全球平均度电成本已下降70%，实现平价上网，但海上风电距离平价却仍有差距²。要进一步挖掘清洁电力降本潜力，“数智化”有望成为新的突破口。例如，基于对各个组件的实时监测和数据分析，实时掌握风机的工况和发电性能，并结合风机的运行状态和外部环境变化自动调整运行参数，从而提升发电效率、延长设备寿命。

优化用能方案：
峰谷分时电价、绿电绿证交易等电力市场化机制支持用户通过优化用能策略来自主控制用能属性与成本，而基于数智化技术对用能、储能设施进行合理调控则是实现这一场景的基础。随着绿色能源消费意识的提升和用能体验需求的升级，用户对能源服务的期望已不再满足于仅仅通过调整分时段用能策略来控制用电成本，以节能降耗、提升用能质量、绿色电力消费溯源等为出发点的多样化电力增值服务正不断涌现。这意味着数智化技术在能源消费侧应用的广度与深度也将随之拓展，例如基于沉淀的用电数据，挖掘用能特征，提供定制化节能方案；以市场价格分析算法辅助绿电交易；结合区块链技术实现绿色电力消费的溯源认证等。

2. Irena, Renewable power generation costs in 2023

灵活交易，价值变现

在电力系统绿色转型过程中涌现的虚拟电厂等新业态与新商业模式，以及绿色电力采购需求的扩大，将重塑电力交易模式，为生态中的各个主体解锁新的业务机遇。在数字化智能化技术的支持下，不仅电力生产端有机会通过功率预测与价格预测做好智能排程与风光储协同控制，实现收入提升；用户侧以及独立储能等新主体也有望深度参与电力系统互动，完成调节性资源、绿色属性等的灵活变现。

关键场景：

应对电力现货交易波动性：

2023年9月《电力现货市场基本规则（试行）》发布，国内电力现货交易从地方试点走向全国推广。清洁电力可以通过灵活的报价策略在现货市场获得更高收益。然而，清洁电力的波动性、与负荷曲线不匹配，导致现货交易收益并不稳定，甚至可能出现负电价。为了应对这一挑战，未来清洁电力的开发更加需要融合储能以及数智化技术，实现与下游负荷以及市场价格的衔接，达成最大化效益。同时，绿电交易为清洁电力提供了兑现绿色价值的方式，“证电合一”的落地为绿证在全国乃至全球范围内的认证与流通做好了铺垫，而绿电属性的认证、追溯以及交易对接等环节同样离不开数字化手段的支持。

释放用户调节资源的潜力：

电动汽车、电采暖等电能替代产品不仅支持用户侧脱碳，作为灵活可调节负荷，也为用户参与能源生态系统互动带来了机会。例如大功率充电桩在电网负荷高峰时段集中充电，则会造成“峰上加峰”，挤压配网容量；但若能结合电网运行状态，在负荷低谷时段用能/储能，在用电高峰时段关闭甚至反向向电网放电，则可将负荷的波动性转化为灵活性，并为用户带来调节收益，实现双赢。

储能参与市场交易：

储能作为平衡电力供需的主要手段，在电力系统中的重要性毋庸置疑。但储能大规模推广部署的前提，依然是建立行之有效的商业模式，来保障储能设施能持续性获得收益。当前储能设施参与交易的市场地位已明确，但仍要借助数智化技术，辅助交易决策，实现通过辅助新能源并网、调峰/调频服务、峰谷价差套利等方式获得收益。

电碳联动，全局减排

在未来电力系统中，电力流与碳流将逐步走向深度耦合。在数字化与智能化技术的支持下建立电力生产消费与碳排放之间的关联模型，通过电力数据透视碳排放信息，打通从碳排放核算、披露、认证、溯源、交易以及减排决策的碳管理业务链。

关键场景：

电碳计量与碳足迹追踪：

以电力碳排放因子为桥梁，将广泛、实时采集的电力数据转化为碳排放量，直观的展示的不同行业、不同主体的碳排放动态，为碳排放管控提供精准的数据依据。随着企业减排范围逐步由自身生产及运营向价值链延伸，未来对于碳排放核算的需求不仅限于为单一电力来源碳排放的实时展示，还需要基于电力供应的时空变化和电力碳排放的传导机理，完成对碳排放的全生命周期追溯，进一步以电力数据融合油、气、氢、热等其他能源数据，实现对用能特征、工业生产运行情况、碳排放结构等的全面掌控。

减排行动管理：

绿色可持续发展模式逐渐成为社会共识，而在充满雄心的净零目标背后，必须有详细的路线图和可落地的减排举措作为支撑。当节能降耗、绿电替代、抵消机制等多种方案摆在面前时，需要数字化的手段模拟不同路径的减排效果、对能源供应的影响以及潜在的成本，从而筛选出最优的组合，并通过持续跟踪减排进程和方案的迭代优化，将降碳的蓝图最终转化为现实。

碳交易与认证：

清洁电力的生产与消费不仅意味着减排贡献，更是宝贵的碳资产。将发电、用电数据转化为减排量，通过交易平台出售，可在实现绿色转型的同时享受绿色的附加经济价值。但同时，由于不同行业之间碳核算方法的差异性、碳数据采集的复杂性等因素，当前碳资产的核算、流转、履约等环节中大量依靠人力，过程中存在计算失误、数据篡改等风险，也是碳资产的可信度成为碳市场运行中的痛点。未来有望以自动化的数据采集、核算、报送取代人工，结合交叉验证等手段确保数据真实准确，同时提升交易效率。

2.2 数智层：自主演进，数算未来

为了满足新型电力系统在高比例可再生能源接入下对安全与感知、协同调度、优化运营和灵活交易的需求，电力AI大模型、电力智能物联（AIoT）技术、虚拟电厂云边协同等数字技术被广泛应用。这些技术通过实时监测、智能分析和精准预测，实现了电力系统的全方位状态感知和动态优化管理，提升了系统的稳定性和可控性。

2.2.1 关键数智技术
电力AI大模型

电力AI大模型即在通用大模型的基础之上，使用海量电力行业信息加以训练，打造具备适配于电力调度、巡检、交易等行业特色场景的思维链能力的专业大模型。电力AI大模型在语言模型、深度学习等算法加持下，可成为具备理解和推理能力的中枢平台，并集成其他各类可用工具，全面赋能预测、预警、诊断、调度、交易等业务场景；同时，电力AI大模型可基于自身的学习能力，在应用中自主优化迭代，持续提升预测精度和泛化能力，促进电力系统智能化水平快速跃升。

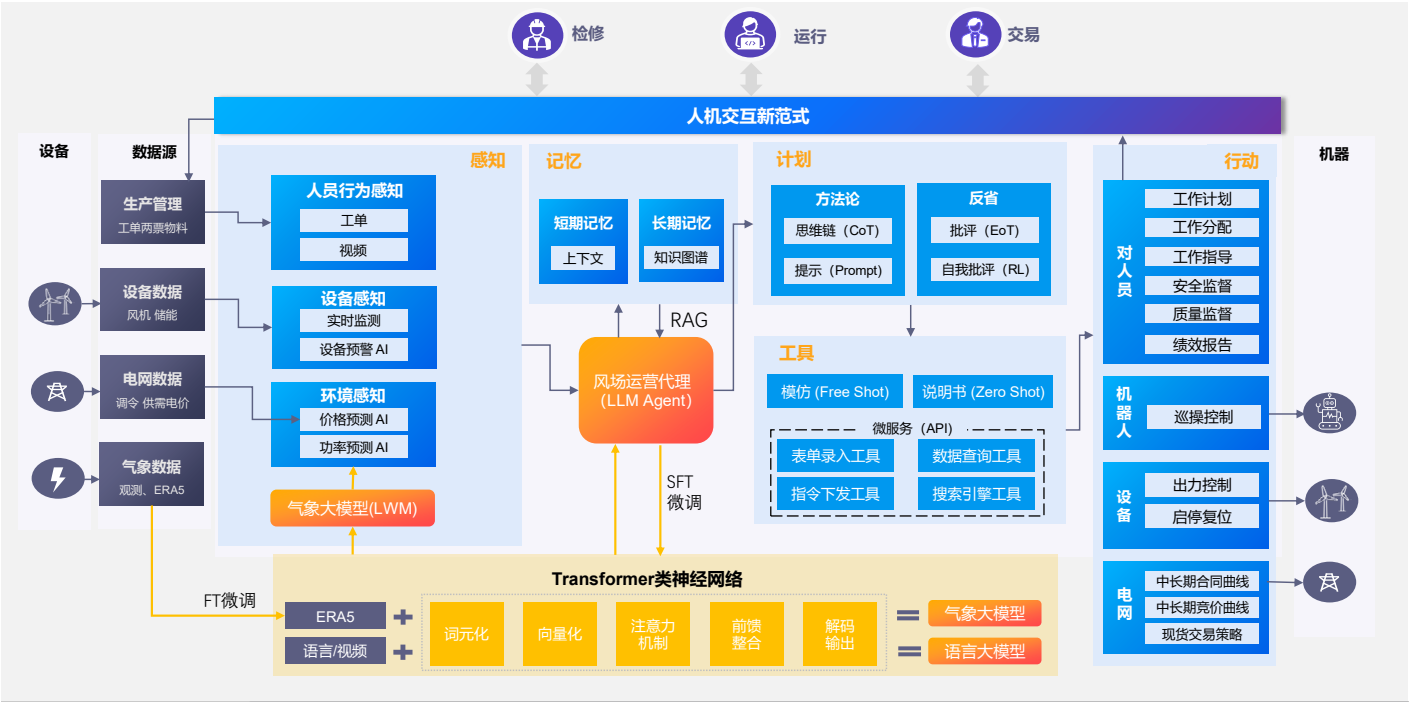
在功率预测方面，AI大模型基于设备历史运行工况、气象条件、地形地貌、节假日和社会经济活动等多种数据，完成对发电设施未来输出功率的推演以及对电力负荷的高精度预测，帮助电网平衡供需和规划能源储备与调度。

在生产运营环节，AI大模型基于其感知、记忆、计划和工具来辅助管理，支持新能源企业开发适用自己各类生产场景的思维链（Chain of Thought），将复杂的生产任务分解成若干简单任务。例如，电力AI大模型将一项项新能源国标、行标和企业标，风机、光伏、储能、升压站的运行规程，检修规程，交易规程，以及场站的运行绩效、作业工单和交易记录等以知识图谱的形式内化，为故障检修提供指导。

在交易环节，AI大模型可以通过机器学习算法分析历史电力交易数据、气象数据、发电站输出以及需求趋势等，预测未来的电力价格。这种精准的预测能力帮助发电企业制定更有效的交易策略，减少价格波动带来的不确定性。在自动化电力交易场景，通过实时监控电力市场和预测需求，AI系统可以自主决策，快速执行交易，确保在最优价格点卖出或买入电力。这样的自动化交易系统提高了发电企业参与市场的响应速度，优化交易效率。

未来，电力AI大模型将不断向场站设计建设、设备控制、经营管理、用户服务等领域拓展应用，并基于其强大的自省能力，持续迭代优化输出质量，打造新型电力系统智能化运行新范式。

图 8：基于大模型的风场运营新范式



来源：远景智能

电力智能物联技术（AIoT）

电力智能物联技术（AIoT）将机器学习、深度学习、自然语言处理等AI技术整合到传统物联网中，对传感器采集的海量数据进行大规模数据处理和分析，使物联网技术突破的监测感知的范畴，具备更高效的自动化决策以及预测、预警能力。

泛在电力物联网在海量分散的电力设备之间建立联结，支持对源网荷储各个环节运行状态的全面感知和动态交互，为电力系统的智能化提供数据基础。而随着未来电力信息与气象、空间等信息协同分析的需求日益旺盛，物联网所采集的数据在电量、温度、压力等结构化数据之外，还需包括大量图像、声音

等大量非结构化数据，要求物联终端在数据采集的基础上，融合更多智能，实现对部分信息的识别、筛选乃至本地化分析，从而缓解大规模信息传递和处理的压力，数据运输与存储的本地化也同样有助于保护用户数据隐私。

当前电力物联技术正在持续的升级迭代中，在智慧新能源电站、主网智慧变电站等场景下的智能物联终端应用已较为广泛，而配网及用电侧的物联设备智能化水平相对较低，应用集中在智能电表等细分领域。未来需要将智能物联技术进一步在配网及用电侧推广，从而支持整个电力生态的融合协同。

案例：

国内某综合性清洁能源企业大力发展风光等新能源，面临大规模新能源接入的挑战，例如：如何保障数据质量，满足集团、区域等不同层级的数据需求；如何实现生产管理系统与ERP等企业管理系统协同，实现对新能源资产的实时监视、关键设备的故障预警、检修管理、功率预测等完整的安全生产要素管控等。



解决方案：

携手远景智能，以“全面感知、数据集中、万物互联”为原则，部署了一套场站、区域、总部三级协同的“新能源电力生产营销一体化智能管控平台”，覆盖风光发电容量16GW。该平台实现了：

- 风机、逆变器、升压站、AGC/AVC、箱变、功率预测、电能量计量、视频等场站全量数据的采集和接入；
- 边缘侧“一采多发”，满足集团、总部、区域集控等不同用户的数据需求依托平台部署和运行生产相关业务、数字化应用，并与企业ERP等系统相关联；
- 基于远景智能EnOS™新能源套件，上线了设备实时监控、设备故障管理、设备智能预警、智能巡检、集中功率预测、指标对标分析、自动化报表、生产辅助管理等应用模块。



价值体现：

- 提升了数据质量，数据准确率高于95%；
- 在满足集团、总部、区域集控等不同的采集需求的同时，大幅节约了数据采集成本；
- 推动生产管理由“分散孤立”向“一体协同”转变，驱动生产全要素效能提升。

微网协同调度技术

在源网荷储一体化的趋势下，微电网通过区域内供能、储能和柔性负荷的能量互济，在充分挖掘集中式和分布式设备的潜在价值的同时，将对配电网的平衡扰动降低，为用户提供最大化安全性和经济性回报。

微网协同调度技术基于云边协同的端到端管理，一方面建立数据监测、分析、优化、控制的功能闭环，一方面集成源、网、荷、储各类物理设备和调度系统，本地实现多能协同控制、云端实现算法优化与集中式管理，提高全局策略的可靠度。云端算法通过对多设备、多时段建模，在时间维度（如短期、中

长期）和空间维度（如楼宇、园区）实现多维预测，以成本最优、绿电用量最优、系统可靠性与稳定性最优、发电机组寿命与安全性最优为目标，实现多目标协同优化，支持前端用能优化应用、售电业务应用、虚拟电厂应用等。

未来，随着新型电力系统建设的深入，以及微网应用领域向工业制造、智慧城市和计算网络的不断拓宽，微网协同调度技术将向多微网系统分层协同调度优化、电气互联多微网系统分层优化、基于高维目标优化的多能源微网分层协同优化等更加综合化、智能化、高效化的方向发展。

图 9：先知先觉AI-driven高精度预测



来源：远景智能

案例：

内蒙古鄂尔多斯零碳产业园是内蒙古自治区鄂尔多斯政府和远景科技集团共同打造的全球首个零碳产业园。内蒙古自治区是我国碳排大省，一年碳排放量约7亿吨，其中鄂尔多斯占据了1/3，亟需实现零碳工业转型，而零碳产业园是助力零碳工业转型，实现绿色新工业革命的建设单元，通过零碳产业园新型电力系统建设，应对零碳转型挑战。



解决方案：

- **远景动力电池工厂：**远景动力鄂尔多斯电池制造基地项目一期规划产能20GWh，生产全球领先的动力电池与储能电池。目前建成产能10.5GWh，是北方地区单体产能最大的动力电池工厂，且单线产能最高达3.5GWh；
- **远景能源智能风机：**零碳产业园区域的伽利略风机为远景EN171/5.0-HH140机型，直径171米，塔筒高140米，容量5.0兆瓦，每年可为零碳产业园供电1亿度电；
- **能源岛：**通过智能物联网源荷互动控制系统和清洁能源岛，园区80%能源由本地的风电、光伏直供，20%与电网交易，实现100%绿色零碳能源供给。光储氢协同的清洁能源岛作为长时储能与新型电力系统组成了绿色、稳定、可靠的绿色能源系统，未来还将为新能源装备产业、新能源汽车产业和新能源电池产业上下游提供高纯度工业气体；

- **智能换电重卡：**智能重卡换电站由远景自主研发，为矿区重型卡车提供安全、迅捷的清洁能源补给。



价值体现：

- 风光储氢协同，100%绿色零碳能源供应，降低地区和园区碳排，降低总体用电成本；
- 通过一系列数智技术手段解决电力供应的安全可靠性，为用户提供同大电网类似的高品质电力，为园区绿色低碳发展提供新的解决思路；
- 基于国际标准，AIoT赋能，“零碳绿码”让零碳产品全球畅行无阻；
- 培育新能源装备、电池、汽车三大千亿级产业。
- 推动生产管理由“分散孤立”向“一体协同”转变，驱动生产全要素效能提升。



虚拟电厂云边协同技术

在电力系统中存在着大量分布式电源、户用储能、电动汽车等小容量资源，难以作为独立单元直接参与电力市场的调控，虚拟电厂将小的资源“聚沙成塔”，共同参与系统协调调度。但由于虚拟电厂内部资源数量庞大且分散，资源类型差异性大，为信息的汇集、存储与运算带来极大压力。云边协同技术充分挖掘边端智能，将不同设施差异化的数据计算任务下沉至本地，仅依托云端执行系统层面的聚合与调度，从而优化运行效率，降低信息传输的时延，提升虚拟电厂响应的速度与精度。

虚拟电厂模式在欧洲和美国已有较成熟的运作案例，但以往的虚拟电厂更侧重于通过对用户负荷、电力生产计划等进行分析，从而设计调控方案，而非对可用资源的实时聚合与调度。

未来随着边缘计算技术的发展，虚拟电厂有望在云边协同的框架下完成资源动态聚类，信息实时交互，达到设备级的精细化调控以及毫秒级的响应速度。远景智能的虚拟电厂解决方案，可提供云边一体化管理能力，实现灵活的多层级、多时序调度优化闭环模式。

图10：云边协同一体化调度优化模式



来源：远景智能

需求响应技术

虚拟电厂（VPP）的需求响应技术在电力系统中，尤其在负荷的应用中发挥着关键作用。该技术通过可控负荷管理、分布式资源聚合、智能家居与智能建筑的能耗优化、电动汽车充电管理以及实时数据分析与优化，实现对电力供需的精细化调节。具体而言，虚拟电厂能够通过智能设备和能源管理系统，自动调整家庭和建筑的用电负荷，协调电动汽车的充电时间，并通过整合分布式能源资源，提升电网的运行效率和稳定性。同时，需求响应技术还依赖于实时的数据分析，精准预测需求变化，动态优化电力系统的运行，既提供了调节手段，又为用户带来了灵活用电方式和经济收益。

近年来交通领域的电动化趋势带来爆发式增长的充电需求，使车网互动（V2G）成为需求响应技术中的焦点。车网互动技术通过电动汽车、充电桩、电网的融合协同，在满足用户充电需求的前提下，改变充电的时间、地点和功率，实现多桩协同充电，将汽车动力电池的储能价值充分利用以平缓用电峰谷。2024年1月4日，国家发展改革委、国家能源局、工信部、国家市场监管总局等四部门联合发布《关于加强新能源汽车与电网融合互动的实施意见》，提出力争2025年底前建成5个以上示范城市以及50个以上双向充放电示范项目；到2030年，车网互动技术标准体系基本建成。目前车网互动技术已进

入试点示范阶段，国网电动汽车服务公司已在浙江、上海、江苏、河北等十多个省（市）布局V2G车网互动项目，其中于无锡启动的最大的验证项目由50辆新能源车接入V2G充电桩，向电网反向充电，可满足无锡133户居民一天的正常用电需求。通过这些措施，虚拟电厂在需求侧的技术应用，不仅显著提高了电力系统的灵活性，还推动了能源管理的智能化发展。将

不同空间的多种资源聚合起来，自主协调优化控制，参与电力系统运行和电力市场交易，对外既可以作为“正电厂”向系统供电，也可以作为“负电厂”消纳系统的电力，灵活地削峰填谷。以储能、智慧电网、分布式能源打造的虚拟电厂，已成为全球能源管理的新显学。

案例：

在新能源车渗透率大幅提高的今天，如何提供更为灵活优质的充电服务，成为了行业需要重要考虑的服务板块，充电桩信息不完整，不同步；预约状态排长队、硬件设施损坏等信息未更新；付款过程复杂且费用不透明等现状均反映了行业基础设施管理经验不足和数字化解决方案的缺失。



解决方案：

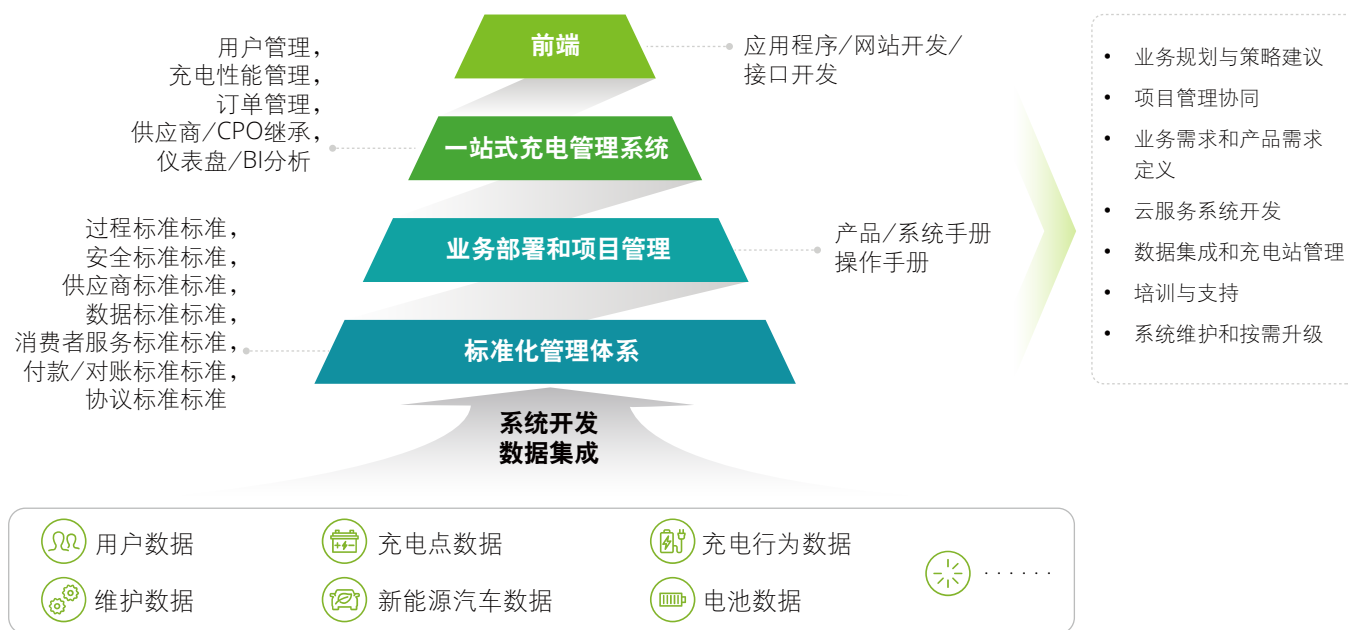
为了更好的为终端客户提供优质的品牌充电体验，德勤为客户建设了充电管理标准化体系流程的同时，协同内外部伙伴打造了品牌充电管理平台，将充电数据有效整合，实现了用户端和第三方数据输入，帮助业务部门实现更为精准的数据分析，有效提升了充电服务体验。

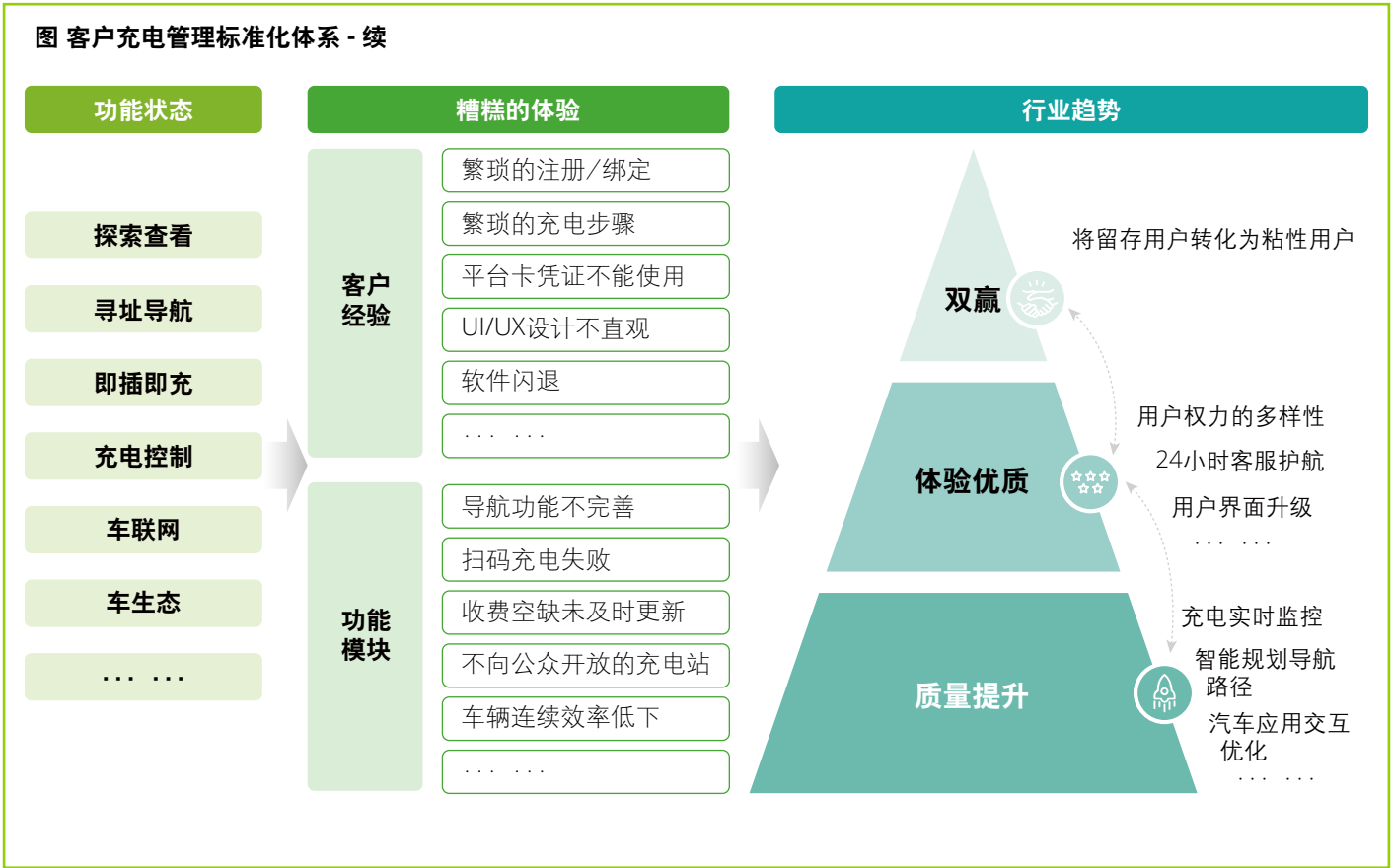


价值体现：

风光储氢协同，100%绿色零碳能源供应，降低地区和园通过更为有效的业务管理流程体系的建设以及数字前端和数据平台智能互联，我们在为客户解决了用户充电体验痛点的同时，提升品牌站和第三方站点的充电服务质量标准；与此同时，通过更为精准的用户满意度体系考核，进一步优化了充电服务场景的用户体验，实现更多的留存用户转化为品牌粘性用户。

图 客户充电管理标准化体系





储能能量管理系统（EMS）

储能能量管理系统（Energy Management System，EMS）集先进计算和控制技术于一体，基于传感器和监测设备实时采集的储能系统运行过程中的电压、电流、温度等各项参数数据，通过数据分析、仿真模型和优化算法等技术对能源系统进行状态评估和性能分析，从而执行充放电决策、运行状态切换等指令，实现对储能设备及能量的高效管理与调度。

作为储能系统的“大脑”，能量管理系统不仅通过感知储能模块运行状态，识别潜在风险，保障储能设备的安全稳定运行，还能匹配源侧、网侧、用户侧数据，以及历史运行数据，自主调节惯量、阻抗、频率、电压等参数，灵活适应支撑可再生能源并网消纳、辅助电网调峰、调频等多种场景。在集成地理、

气象等信息以及投资测算模型等模块的基础上，能源管理系统甚至能够从储能设备运营向前期项目规划建设和长周期运维及退役回收等环节延伸，提供场站选址规划、网架结构分析、电站投资决策等支持，形成贯穿全生命周期的储能智能化管理方案。

由于当前锂电池储能系统的热失控风险备受关注，而对兆瓦级锂电池储能系统尚没有形成有效的灭火控制方案，热失控主动预警成为未来能源管理系统的重点突破方向。此外，随着多样化储能技术投入应用，未来的能量管理系统将更加注重不同的储能技术形式之间的互补关系，通过协同运行提高储能系统的可靠性和存储容量。

案例：

2023年2月2日，东南亚最大的储能系统（BESS）在新加坡正式启用。这是全球同类规模中部署速度最快的储能系统，单日单次充电即可满足超过24000个四室组屋家庭一天的用电需求。该项目位于新加坡能源化工中心裕廊岛，横跨Banyan和Sakra地区，占地2公顷，耗时6个月建成并投入使用。



解决方案：

采用远景数据采集监控系统，对储能系统进行监测和控制，包括每个电池单元和辅助设备，进行关键性能指标、事件报警和数据分析，实时跟踪系统性能。通过远景储能能量管理系统（EMS）监测和控制储能系统功率，控制和监测电池输出准确性、速度和稳定性。同时远景还为该项目提供100MW/138MWh远景智慧液冷储能系统，远景的智慧液冷技术与储能电池配合，提高能量密度，减少储能系统消耗。



价值体现：

- 实现场站级别的储能系统的安全管理，为新加坡电网提供快速的有功、无功响应和旋转备用等功能
- 提高电网电能质量，大幅提升太阳能利用率，为电网储备更多能量
- 主动管理电力供需平衡，提高新加坡电网的稳定性和弹性

电碳耦合算法

电碳关联模型是支持数据从电力视角向碳视角转换的核心工具，而当前常用的电网碳排放因子采用传统统计手段进行测算，以几年一次的频率更新，在电力系统飞速变革的时代已无法真实反馈电力生产消费与碳排放的对应关系，另一方面，未来电力系统中的供需特性处于高度动态变化之中，区域之间差异巨大，依靠粗颗粒度的排放因子无法承载用户进行精细化碳排放管理的需求。然而，面对错综复杂的电网形态，要完成精确的电碳核算存在着无比庞大的数据运算量，亟需建立一套更为科学高效的方法，学术界与产业界均在这一方向上积极探索。

远景智能对电力系统源网荷储各个环节构建全景模型，基于图计算实现区域电网电碳协同与绿电追踪，为能碳管理、绿电认证等提供支持。未来随着电碳耦合算法进一步提升频度与精度，在微观层面支持用户制定个性化的减排路径与交易策略，在宏观层面形成省级乃至全国级的电碳地图，辅助分行业、分区域的能源体系规划和减排决策。

图 11 源网荷储全景电碳一张图

“3T”技术紧密融合和突破创新，站在用户视角强化应用，对释放电力大数据价值至关重要



来源：远景智能

案例：

目前国内的电力碳排放因子在更新时效、区域跨度、时空分辨率及价值发挥等方面有较大提升空间，存在发布不及时、分辨率较低、区域跨度过大、价值发挥不充分等问题。传统电网平均碳排放因子的取值相对固定，无法影响企业的用电行为及其在电力市场、碳市场的交易行为，难以有效促进“电-碳”联动，也难以促进碳交易市场与电力交易市场的有机结合与协调发展。针对上述问题，客户迫切需要在该领域开展进一步探索。



解决方案：

远景智能与某省级电网公司合作，基于电力大数据资源，开展“电碳一张图”关键技术研发和应用。利用图数据库技术，建立覆盖发-输-变-配-用全环节电网共享模型，融合数据管理、分析计算及知识管理，实现电力大数据智能化应用。基于电力图计算平台基础，利用高性能并行分布式计算能力，实现支持万级节点的秒级电网拓扑分析、碳流估计计算、碳强度计算、碳画像等功能计算，满足从全国-区域-省级-地市-区县各级电网规模的电碳应用需求。



价值体现：

- 实现分时分区计算精准碳监测，实现精准监测碳排放和碳足迹的追踪，以数字化、智能化发展思路支撑实现电网与用户在降碳等方面的友好互动，利用分时分地碳强度引导用户有序用电；
- 利用时空数据的电力碳强度体现不同时段电源构成不同、清洁电力占比差异，体现新能源绿色电力的时空价值；
- 实现能量流、碳流、信息流、金融流“四流合一”，为政府能碳双控、电网绿电校核、新能源充分消纳、企业降碳提效、用户绿色消费、各方电碳服务等提供数字化支撑。

2.2.2 数智保障

随着数字化智能化技术在新型电力系统中广泛应用，数据成为驱动电力生产、调度与消费新模式的核心要素，如何应对以下问题也将尤为关键：

- **数据质量保障：**由于电力数据采集自亿万级的智能化设备，从数据源到最终用户往往历经冗长的传输链路，易出现数据缺失、延迟、偏离等问题。数据作为驱动电力系统的关键要素，唯有保证自身的准确、完整与及时性，才能为系统的安全稳定运行提供可靠的基础。另一方面，数据体量成指数级增长，也使数据的高效整合成为一项挑战。因此，不仅需要提升边端感知设备采集数据的维度、精度，建立高带宽、低时延的信息传递通道，以提高数据的准确性与时效性，也需要打造一套长效数据治理与开放模式，以适应未来海量数据整合应用的趋势。
- **安全与隐私保护：**电力作为重要的生产要素，关系到工业生产、社会经济运行的方方面面，涉及用户及设备规模庞大，网络攻击为系统安全运营带来的风险与日俱增。一方面，新能源电站、储能电站等投资成本较高，一旦关键设施的控制系統遭受攻击，可能引发安全事故，造成不可估量的损失，另一方面，电力相关数据中存在大量敏感、隐私数据，数据泄露可能危及用户核心利益。因此，在加快新兴数智化技术应用的同时，强化风险识别与防护，保障系统与数据的安全任重道远。
- **数据开放共享：**电力系统运行中沉淀的海量数据不仅能用于驱动电力系统的运转，在其他领域同样蕴含巨大价值。如用电特征可间接反应个人消费习惯、企业运行状况、区域经济结构等，需要在保障数据安全的前提下提供数据开放接口，支持电力数据与生产、生活数据融合，让数据价值得到更充分的释放。



三、秉轴持钧—— 智能物联夯实电力系统数智化 底层基础



3.1 远景“五新战略”构建新型能源体系

远景既是新型能源体系的构建者，也是绿色新工业体系的赋能者，为解决人类可持续发展挑战，提出了“五新战略”：通过技术创新，让风电和储能成为“新煤炭”，电池和氢能成为“新石油”，智能物联网成为“新电网”，零碳产业园成为“新基建”，同时培育绿色“新工业”体系。

图 12：远景“五新战略”



来源：远景智能

“新煤炭”：风电和储能代替化石能源，以技术创新提升风机和储能系统产品的安全性和可靠性，使绿色能源进入千家万户。

“新石油”：电池和氢燃料促进油车时代向电动车时代转变，通过绿色氢能全面带动工业、交通领域脱碳。

“新电网”：EnOSTM智能物联操作系统赋能新型电力系统，面向可再生能源、储能和电网协同、碳管理、城市基础设施、零碳产业园等应用场景，为新型电力系统提供数智化底座。

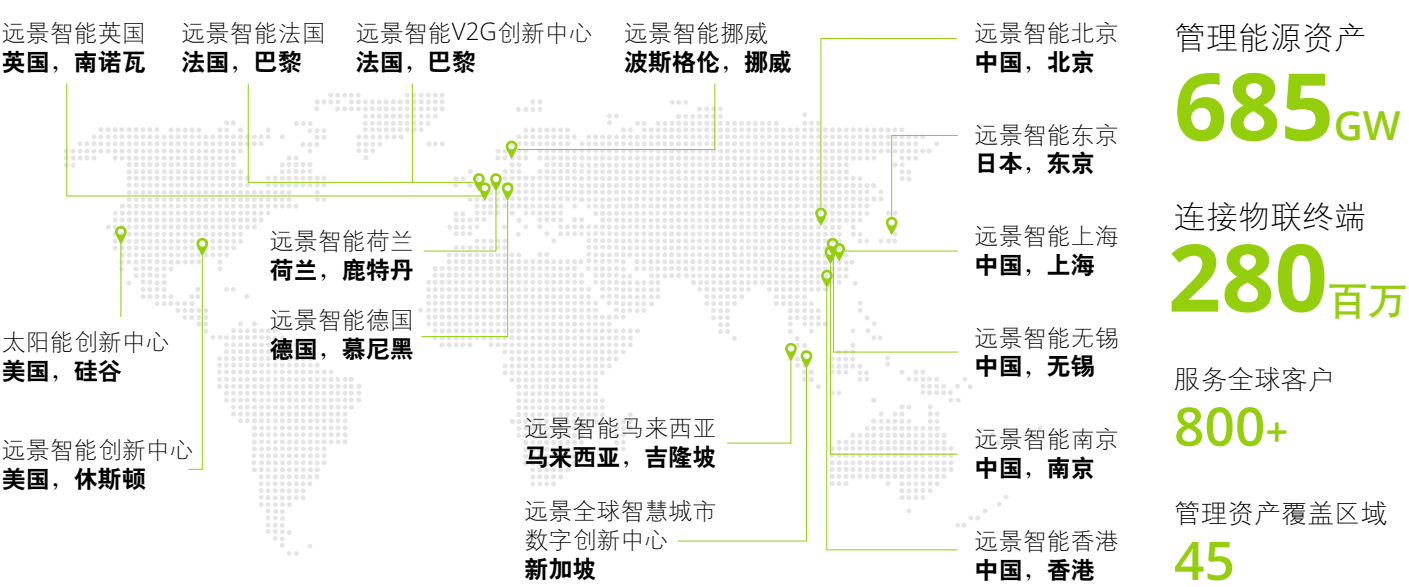
“新基建及新工业”：打造零碳产业园“新基建”，融合新型绿色能源系统和低碳制造，耦合可再生能源发电、多形态储能、不同负荷特性的工业产业、氢能、物联网及数字化等领域，在全球快速复制，助力打造零碳“新工业体系”。

3.2 远景智能物联平台，赋能新型电力系统

EnOS™是全球最大的智能物联网操作系统平台，以快速可靠的设备连接、广泛验证的算法和分析模型、高效灵活的通用服务为特色，开发了超过360种算法，连接超过3000种设备模型，拥有超过100个通用服务组件，在全球连接和管理超过2 亿台智能设备和 600GW的能源资产。

图 13：远景智能基于EnOS™提供全球领先零碳数字化产品

远景智能基于 EnOS™ 提供全球领先的零碳数字化产品



Gartner 认可的技术实力
2024 全球工业物联网平台魔力象限 最有远见者（Visionaries）

“通过一系列平台属性、工具和专业应用程序的组合，最小化实施工作量并加速价值实现时间。这些包括数据发现工具、设备连接和管理、EnOS™ Edge以及适用于异构工业资产和传感器的200多个协议适配器”

“努力帮助企业通过创建新的融资模式来加速采用物联网支持的可持续解决方案，这些模式与融资合作伙伴（如汇丰银行）合作，为净零碳项目减少企业的风险和费用”

“专注于脱碳和净零碳解决方案，与客户的可持续计划和流程改进相一致，并且已经促成了具有互补能力的生态系统合作伙伴的创建”

来源：远景智能

EnOS™提供预构建的低碳与数字化应用，以及全套完整的设备接入和管理、应用使能和分析功能，重点关注能源、公用事业、制造业及运输业等资产密集型行业。基于EnOS™云平台和边平台之上构建的EnOS™行业产品应用，融合了大数据、云计算、人工智能等前沿数字化技术，实现对新型电力系统中源、储、网、荷、碳等全产业链资产的实时、智能管理与优化。

图 14：远景智能EnOS™行业矩阵



来源：远景智能

在电源侧，智慧新能源通过监控、分析、预测、优化和交易等应用，帮助客户优化资产管理，提升投资收益。在负荷侧，通过面向智慧楼宇、产业园、港口、交通、零售等多个场景，提供城市基础设施能碳管理解决方案和应用，助力政府和企业提高资产效率、能源效率、系统效率，实现节能降耗和低碳转型。在电网侧，打造综合智慧运营方案和电碳耦合管理方案，通过智慧虚拟电厂、智慧源网荷储一体化调度、智慧运营中心、电碳一张图等应用，进行实时电网分析和全局优化，动态碳跟踪与计算，提高电网安全运行水平和清洁能源消纳，赋能电网创新。基于上下游能碳管理和资产管理优势，推出端到端碳管理解决方案和绿色金融产品和服务，助力全球零碳转型。

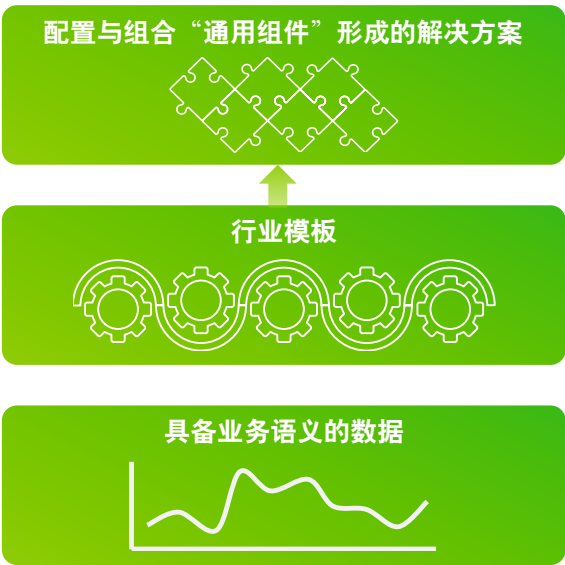
EnOS™云平台作为技术底座为 EnOS™ 行业应用提供设备接入管理、数据管理与分析能力。EnOS™边平台作为 EnOS™ 云平台的数据摄取前端，支持数千种设备和系统到 EnOS™ 云平台的快速连接，通过集成和继承传统OT技术实现与 EnOS™ 云平台的深度协同，并提供设备管理、设备控制和边缘计算等功能，进而将 EnOS™ 云平台的智能扩展到边缘。EnOS™的开源设计致力于避免厂商绑定，支持私有云、公共云和混合云部署，并提供从边缘到云端的高度适配性和灵活性。

图 15：远景智能EnOS™以“通用组件”设计高效融合IT-OT-ET技术

EnOS™ 以“通用组件”设计高效融合 IT-OT-ET 技术

远景智能基于云计算、物联网、大数据和人工智能技术为企业和城市的绿色低碳转型提供开放、可组合、可扩展的数字基础设施。我们融合信息技术（IT）、运营技术（OT）和能源技术（ET）将业务场景抽象为可配的“通用组件”，从而更高效更低成本的为客户及合作伙伴提供智慧新能源、智慧储能、智慧港口、智慧楼宇等数字化解决方案。基于开源组件及平台化架构的 EnOS™ 套件，其设计之初就嵌入了开放性和可扩展性，为身处零碳旅程不同阶段的企业提供灵活的解决方案，并随着转型的加深共同成长。

“EnOS™ 通用组件”设计理念



来源：远景智能

EnOS™ 为数字化低碳转型带来的3大价值

- 1 适配海量异构设备与系统的连接**
低碳运营单元的关键元素：风、光、储能、传统电源、设备、建筑物、电动汽车等数以万计的不同设备和系统的连接繁琐且耗时，EnOS™ 通过丰富的协议适配器和行业设备模型库屏蔽设备、系统与协议的差异化，简化接入流程、缩短连接实施时间。
- 2 赋能 IT-OT-ET 交叉领域的方案构建**
低碳化解决方案需要跨运营单元，跨地理区域的监控和管理。EnOS™ 凭借长年积累的领域知识，充分将业务与技术相融合，提供了管理跨领域跨组织的一体化解决方案，协同优化企业所有资产、能源、碳排放和系统运营，进而有效实现整体效率提升和碳排放的降低。
- 3 为持续性的零碳旅程提供可扩展的底座**
监控和报表仅仅是开始，绿色低碳转型是持续性旅程，EnOS™ 基于云原生架构和可配的“通用组件”为企业提供易于扩展、便于组合和集成新应用与解决方案的能力，赋能提高能源效率，助力减碳减排，打造面向未来可持续增长方案。

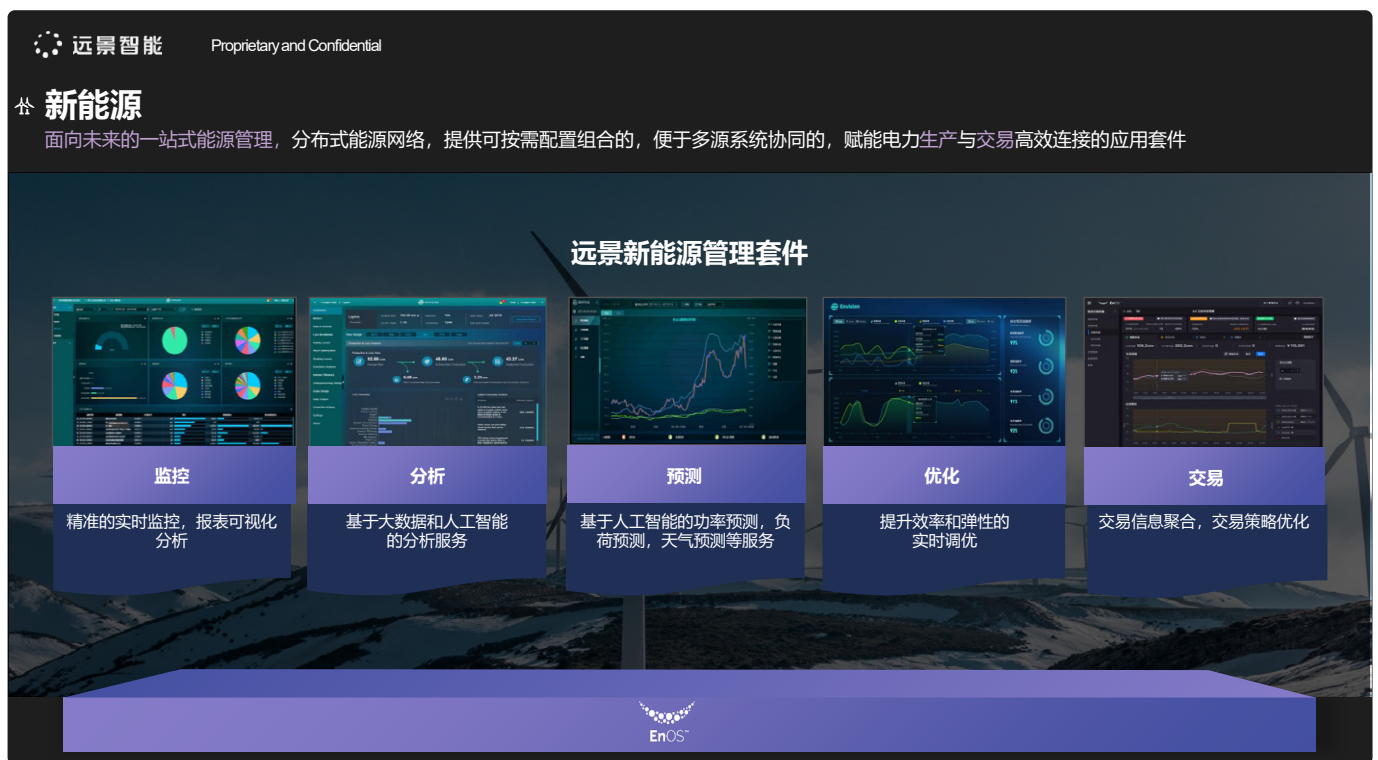
3.3 基于智能物联的新型电力系统关键应用

3.3.1 智慧新能源

“新集控，新协同”——面向新型电力系统的产销一体运营中心

受电力市场化交易和新能源消纳政策变化等影响，新能源发电企业面临较大的经营压力，“多发电等于多赚钱”的生产运营模式已不再适合当下的新环境。在此背景下，远景打造新一代集控中心，助力发电企业集控中心由单一生产运行管控向生产与市场风险协同管控转变。新一代集控中心将升级为兼顾生产与交易的产销一体运营中心，助力企业降本增效。

图 16：EnOS™新能源解决方案



来源：远景智能

远景智慧新能源解决方案，涵盖全面资产监控、运营绩效管理、基于大数据和人工智能算法的设备健康度分析、基于高精度数值气象预报的风光功率预测、基于多维模型的智能交易等功能，实现面向未来的一站式能源管理，提供可按需配置组合、便于多源系统协同、赋能电力生产与交易高效连接的应用套件。

该方案通过AI赋能时间维度和空间维度等多维预测和数据分析，实现源网荷储、多能互补的协同优化。纵向覆盖集团、区域、场站三级管控体系，实现集团化管理的纵向协同，提高管理效率。横向拉通电力生产和电力交易多个环节，通过风光储设备与物联网技术的融合，有效支撑储能参与现货与辅助服务等市场，基于电价预测确定储能充放电策略，基于储能灵活性、风光储协同控制技术，支撑产销一体控制闭环，实现收益最大化。

 核心能力和价值

1. 直面数据源永远不可能稳定、原始数据不可能全部准确的挑战，确保最终用户数据可用

远景智能基于300GW新能源数据治理实践，打造“新集控”数据方案，以应对数据缺失、死值、越限等质量挑战。一采多发，缩短数据链路，减少出错概率及数据问题排查成本；云边协同，从数据采集、传输、加工、存储、使用的各环节综合设计，提升数据链路抗干扰性和容错性；数据质量自监测技术，帮助企业低成本实现数据质量闭环控制，促成可负担的长效数据治理。

2. 革新生产运行模式，“产销一体”最大化发电收益

远景智能打造产销一体新集控，以应对电力交易市场变革、生产运行模式革新、运营管理精细化等挑战。产销一体新集控不仅实现设备健康度预警与长停预测、设备级功率预测等生产集控功能，更是通过多时间维度价格预测辅助交易策略制定，根据价格信号调整储能设备出力实现协同控制，结合市场收益安排生产检修计划实现智能排程，最终助力客户发电收益最大化。

3. 无人值守，实现场站生产业务智慧化升级

远景智能提供无人值守风电场、无人值守光伏电站解决方案，助力新能源发电企业实现场站端生产业务的智慧化升级和运维模式变革。无人值守解决方案助力检修模式从现场检修班转变为区域维检中心，从人工巡检转变为设备自动巡检，从人工安全管理到人工智能识别安全隐患，从定期运维到预防性运维，在保障生产安全、提高运行效率的同时，降低运营成本、减少收入损失。

3.3.2 智慧储能

“保安全、能构网、懂交易”——面向新型电力系统的储能软件解决方案

针对行业内的关键困难与挑战，远景始终相信将储能设备管理与先进数字化智能化技术进行融合是实现安全、可靠、经济性的关键突破口。远景智慧储能解决方案专注于能源存储的根本问题，通过创新的软件应用响应全球能源存储不断变化的业务需求，推出覆盖全业务场景下的储能产品系列。

图 17：EnOS™储能解决方案



来源：远景智能

借助远景从电芯制造、PCS自研，系统集成到智能物联软件的全栈实践经验，远景智慧储能解决方案提供针对储能资产从监视、分析、管理、控制与交易全生命周期的数字化资产解决方案，涵盖电源侧储能、电网侧储能与用户侧储能全应用场景。打通储能监控和电力交易，通过数字化赋能，结合端到端设备管理经验，实现储能+新能源跨资产协同，储能+交易跨业务协同，满足新型电力系统与电力市场背景下储能智能管控需要。

该方案支持按照客户需要的灵活部署，可在公用云、专有云、混合云及IDC独立部署，和底层硬件资源及IaaS充分解耦，适配不同场景的部署方案。通过设备模型的沉淀，提供储能便利接入，支持200种以上通用的设备接入协议。所有设备模型对客户完全透明，确保企业理解并拥有数据的所有权利。

核心能力和价值

1. 运行透明、健康预警，确保储能系统安全可靠运行

运行安全透明：远景智慧储能解决方案通过电芯录波技术集中收集关键参数，实现实时透明监控，有效降低通信难度，提升用户对电芯级储能系统运行状态和安全状态的感知能力。

安全与健康度预警：兼容不同厂商的消防配置与热管理系统，建立全生命周期主动预警系统，及时发现并解决潜在安全隐患，极大提高储能系统的安全与健康水平。

绩效指标透明：基于国家标准与IEC标准，构建储能指标体系，从运行、能效、健康与可靠性四个维度出发，实现绩效透明，有效降低事故风险，提高系统稳定性，推动储能运行管理活动向低成本、高效率方向发展。

2. 闭环控制、实时响应，最大化满足电网调度要求

支持有功&无功控制：与电网调度系统通信，接收并执行调度指令；同时直接与储能单元高速通信，综合运行数据制定控制策略。该方案能够给各储能单元下发有功、无功控制指令，通过闭环控制使储能电站输出功率贴合调度目标值，并满足最大输出功率及功率变化率的要求。

支持一次调频&惯量响应：通过并网监测装置实时监测电网关键参数，结合储能单元的实时状态，进行逻辑运算和控制，实现一次调频/惯量响应。

3. 智能分析、优化策略，持续提升储能度电收益

储能收益提升：围绕储能低充高放的电能量收益，远景在交易端基于实时价格预测，确定储能充放时段，给出充放命令曲线，确保储能抓取到当日最佳价差，并结合历史真实数据分析预测置信度，结合场站实际情况提升充放策略算法，持续提升储能度电收益。

储能收益透明：远景支持在每个交易日结束后，按照通用收益测算规则测算储能收益，帮助资产所有者更及时了解收益情况，掌握收益趋势，优化组合交易策略。

3.3.3 智慧电网

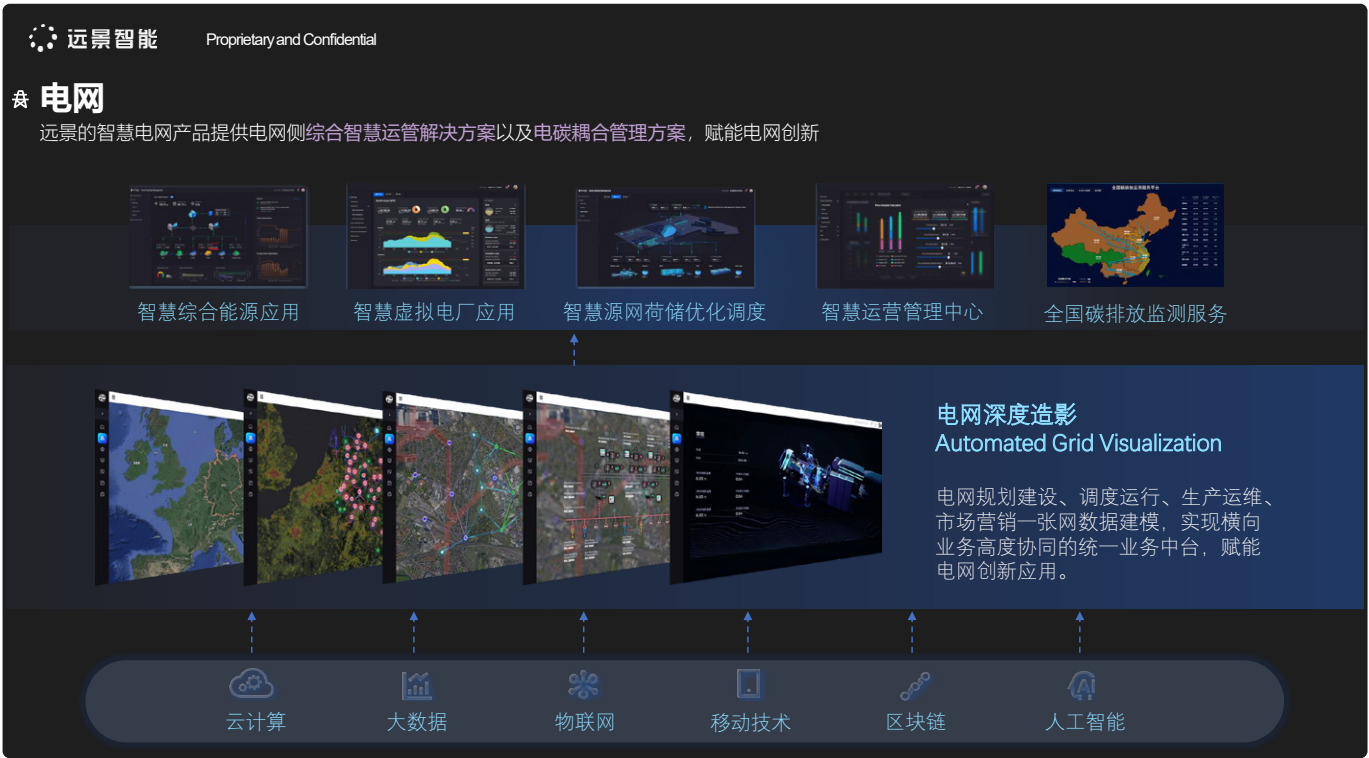
“源网荷储数据图融合，分析优化应用图计算”——面向新型电力系统的电网一张图高速引擎

双碳目标和新型电力系统建设背景下，大规模新能源并网、复杂多变产销形式和多元异构新型主体不断涌现，对电网接入承载力带来巨大挑战。远景智能打造电网侧综合智慧运营解决方案及电碳耦合管理方案，帮助电网企业充分实现各类业务模型和时空数据的统一管理，充分发挥各类主体的降碳综合效益，赋能电网创新。

远景智慧电网解决方案，充分融合“云大物移智链图”等先进IT技术，通过全网统一数据图建模实现电网深度造影，通过电力图计算引擎实现智慧电碳耦合优化方案，开展智慧综合能源、智慧虚拟电厂、智慧源网荷储优化调度、智慧运营管理、高颗粒度碳排放监测等应用服务。

该方案通过电网时空图建模与电碳关联分析，利用多时空碳流分布情况实现对电碳资源的精准定量分析与预测，推进电-碳耦合协同友好互动，实现源网荷储的统一建模、全局监视、分析优化和市场决策，支撑电力电量平衡、参与电网调频调峰、促进新能源消纳、保证持续可靠供电，助力开展绿色电能替代及实现电碳双控目标，破解新型电力系统安全经济高效运行的关键技术瓶颈，推动实现新型电力系统的全面可观、精确可测、高度可控、智慧可用。

图 18：EnOS™智慧电网解决方案



来源：远景智能

 核心能力和价值

1. 实现源网荷储碳全景统一图建模，实现电碳数据引擎

基于源网荷储全景模型构建技术，将新型电力系统中源、网、储、荷数以千万计的各个环节、各个要素、各个主体进行联合建模，全面提升多类业务统一建模能力，实现各类数据的广泛接入与有机融合、属地电力碳强度精准计算、市场电力碳强度量化分析、电碳耦合关联分析、电碳数据全景展示，最终建立起一套基于图计算的多时空电力碳强度因子计算及电碳耦合分析计算系统，支撑电碳全息计量、绿电交易传导、碳流校核分析、电碳全景展示等工作开展，进而成为支撑企业实现双碳愿景和数字化转型的数据引擎。

2. 研发电碳协同和绿电追踪关键技术，提供碳中和路径规划

基于图计算的区域电网电碳协同与绿电追踪技术，实现电力碳强度精细化计算、碳迹追溯溯源、绿证可交付性校核，发挥区域电网净零碳的绿电综合效益与零碳价值；实现能碳核算、能效分析、能碳管理、绿证交易等服务，为企业提供碳中和路径规划；基于用户负荷特性分析实现电力知识图谱画像，促进分布式和储能等灵活性资源充分利用；基于图计算的图节点并行与图分层并行计算特征，实现电网一张图全景状态评估、全态安全分析、全息灵活性资源评估。

3. 构建电力碳排放核算与绿电认证方法学体系，实现价值闭环

以分时分区电力碳强度作为衡量电碳耦合关系和电能环境属性的定量指标，实现精益化电碳计量分析，提升电碳协同管理效率；研发企业参与多元市场协同运营及绿电交易关键技术，提供聚合商电碳强度计算、节点电价预测、资源灵活性分析、多元市场交易优化、信息披露发布等功能，为客户提供便捷的绿证购买、核销和追踪服务；充分利用图计算“存算一体”超高速实时计算的优势，构建以“电碳一张图”为核心的电网电力碳排放核算与绿电认证方法学体系，助力实现源网荷储碳全链条的价值闭环。

4. 研发“电碳一张图”的源网荷储调度优化分析软件系统，提升能源效能

构建基于“电碳一张图”的源网荷储分层分级调度优化分析软件系统，实现各类模型数据统一汇聚和信息高度共享，实现能量流、碳流、信息流、业务流融合，系统全面增强电碳计量的精益化分析能力，全面提高源网荷储协同管理效率，充分挖

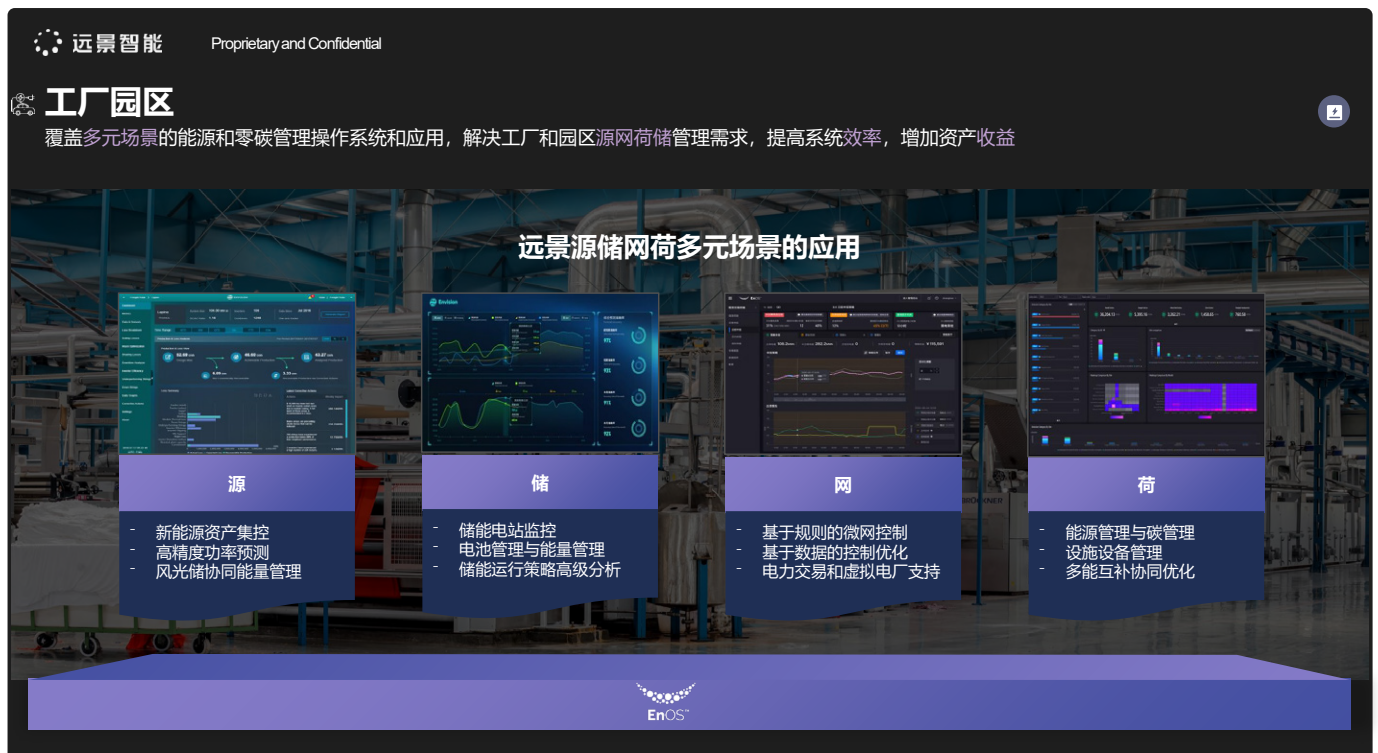
掘灵活资源的调节作用，使源网荷储高效互动参与电力运行与市场体系，助力落实电源、负荷、储能、虚拟电厂等参与电力电量平衡，高效利用各种可调资源保证供电，降低电网投资成本和提高迎峰稳定性，实现对示范区域源网荷储一体化协同优化，实现电网新能源消纳能力提升至少2%，提升政府、企业和电力部门精益化数字化管理能力和能源效能。

3.3.4 智慧园区

“源网荷储多维智能互动”——系统级安全柔性控制下能源资产经济效益最优

随着新能源发电占比不断攀升，一方面新能源消纳问题日益凸显，另一方面电网的调频调峰压力日趋严峻，对电力系统的稳定性友好性提出了新的挑战。“源网荷储”一体化模式作为构建新型电力系统的关键要素，不仅实现了电网调控由“源随荷动”向“源荷互动”的深刻转变，也为电力系统的高效稳定运行和能源资源的综合利用提供了有力支撑。

图 19: EnOS™智慧园区解决方案



来源：远景智能

远景智慧园区解决方案覆盖工厂和园区源网荷储的多元场景和管理需求，将以高精度预测服务、多目标及多时间尺度优化策略服务为核心的微网协同调度系统与生产管理/先进控制系统紧密协同，打通微网协同调度全链路，提供基于云边一体的覆盖源网荷储基础数据接入与高阶应用的产品套件。

该方案充分结合内外部数据等，利用机器学习和深度学习算法，实现功率预测、园区负荷预测、聚合负荷预测等空间维度预测和超短期、短期、中长期预测等时间维度的预测能力，不断算法调优，“先知先觉”对运行能力了如指掌。通过多目标、多时间尺度优化策略服务达到优化结果与优化性能的完美契合，通过云边协同的控制闭环，实现经济调度控制，助力系统整体降本增效。

核心能力和价值

1. 云边一体化管理能力，灵活的多层级、多时序调度优化闭环模式

云边协同的端到端管理，本地实现多能协同控制，云端实现算法优化与集中式管理。云边功能链路一体化，实现数据监测、分析、优化、控制等功能闭环。云边业务数据一体化，发电侧、负荷侧、电网侧、储能侧的各类基础设施和底层系统与整体调度模块之间的集成和数据对接，提高全局策略的可靠度。通过云边一体化控制，打破能源孤岛，协同系统运行，实现能源资产综合运营，提升资产可靠性。

2. “智能引擎”支撑业务精准操作，结果与性能完美契合的聚合优化算法

基于源、网、荷、储各类设备的运行特性与边界条件，构建包括中长期优化调度和实时优化调度的微电网经济调度双层优化模型，且根据实时预测误差实时修正。聚合优化算法综合考虑成本最优、绿电用量最优、系统可靠性与稳定性最优、发电机组寿命与安全性最优等多目标情况下的协同优化，涵盖高精度、高复杂度的云端算法和快速响应的边缘端算法，算法架构覆盖全时间维度优化，实现优化算法与控制功能的结合与云边一体化。通过算法优化与实时调度，保障园区稳定高效运行，提高零碳园区产能，降低弃风弃光率。

3. 关键参数的预测能力，不断训练和学习，精度逐渐逼真

利用大数据模型和全球领先的气象大数据平台，使得系统具有精准的参数统计和预测能力，实现天气、发电功率、负荷能力的精准预测。利用机器学习、深度学习等先进AI算法，构建更准确的时域特征、频域特征、交叉特征、深度网络负荷特征，持续自主学习与演进，不断提升预测精度。在已有实践中，新型能源系统可根据风光发电功率预测和负荷特性信息计算储能的充放电计划、风光的削减计划以及整体的风光储聚合出力曲线。

3.3.5 碳管理

“管得全，算得准，查得细”——碳核算、减排、抵消、认证及报告全覆盖

远景打造业界首个企业级一站式能碳管理SaaS系统，利用智能物联、区块链和大数据技术帮助企业、园区和城市一站式、端到端、降本提效地实现碳管理与碳中和，提供包括从碳盘查、碳减排跟踪，到实现碳抵消、核查认证报告在内的端到端数字化手段，实现组织、产品及供应链碳管理的革新。

远景碳管理系统重新定义设备与人之间的相互关系，利用IOT技术让设备碳排数据实现自我管理，做到碳排数据精准自动统计，碳数据实时上报，端到端高效管理。全面覆盖企业组织碳管理、产品碳管理、供应链碳管理等多层次多类型需求，帮助客户全面碳管理。利用大数据分析为企业提出优化建议，帮助企业建立科学的长期目标，实现有经济性的零碳闭环举措。

该系统集成企业的运营、环境、投资以及活动数据，为各个组织提供可信单一的碳数据源。结合了物理与数字领域的先进技术，协助企业更严谨、专业地进行减排，满足国际温室气体排放信息披露和合规性需求，使碳减排之旅更加轻松，减排目标更易达成。通过国际权威机构必维集团的核查认证。



图 20：EnOS™碳管理系统



来源：远景智能

核心能力和价值

1. AIoT助力数据无缝获取，提高数据质量和碳计算效率

由于不同的数据库和系统涉及到不同的碳排放资产，分类和整合来自多个业务部门和资产的数据工作量巨大。AIoT技术的集成可实现实时活动水平数据和来自各种系统的资产库存数据的无缝获取，为组织提供有效地整合、收集、转化数据为报告的能力，以便进行准确的排放监测、测量和预测，减少围绕数据收集的总体工作，提高数据质量和报告的分辨率，优化排放预测。

2. 近实时绿证验证，与碳中和市场渠道无缝对接

支持近乎实时地验证绿证，并提供碳中和市场对接渠道。为企业提供了一个全球中和池，提高了交易和碳排放计划的可实现性，并帮助企业实现绿证和碳证的库存，进行数字化核销，做到可审核可追溯。

3. 与国际认证机构合作，加速企业碳核查

提供认证机构普遍认可的库存报告和库存清册格式的報告，与多家国际知名认证机构合作，帮助企业快速通过机构核查，并持续推动和支持核查机构进行线上数字化核查。与多家国内国际权威机构建立长期合作，也是全球环境信息研究中心 CDP 金牌解决方案提供商和中国唯一全球碳减排合作伙伴。

4. 先行先试，助力“碳达峰、碳中和”目标实现

率先推动打造以零碳产业园建设规范地方标准为基础的零碳产业园标准体系，实现了从零碳标准缺失到全球首个零碳园区标准体系初步形成的全面飞跃；与中国节能协会联合发起、且提供零碳技术支持，目前国内最权威、影响力最大的零碳工厂认证流程；国家双碳标准制定战略合作伙伴；作为技术专委会主任单位推动建立中国电池行业环境产品声明（EPD）平台；联合中国机电进出口商会合作打造“光伏产品碳足迹公共服务平台”。

结语与展望

随着数字化技术的不断进步，新型电力系统的发展正带来前所未有的机遇。数字化不仅是数字技术的革新，更是推动电力行业实现绿色、高效、智能发展的核心驱动力。

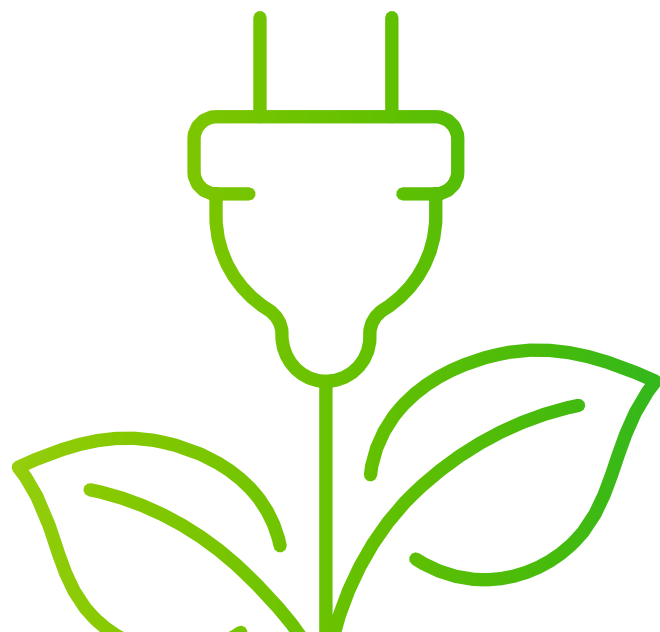
在这一转型过程中，IT-OT-ET（信息技术、运营技术、能源技术）融合在电力系统中扮演着至关重要的角色，它是推动电力系统向数字化、智能化转型的关键力量。这种融合不仅涉及到技术层面的深度合作，还涉及到管理、运营和战略等多个层面的协同发展。IT-OT-ET融合通过整合信息技术（IT）的数据处理能力和运营技术（OT）的实时控制能力，以及能源技术（ET）的专业领域知识，可以大幅提升电力系统的运行效率和灵活性。这种融合使得电力系统能够更好地应对新能源的波动性和不确定性，通过更精准的功率预测和负荷预测，优化运行调度策略，实现新能源利用效率的提升和资源的高效配置。同时，电力系统可以利用大数据、人工智能等技术对海量数据进行分析，为电力系统的规划、运行和维护提供数据驱动的决策支持，提高电力系统的响应速度和决策质量，降低运营风险。

数字标准的建立将成为电力数字化的基石。统一的数据模型和通信协议将使得不同设备和系统之间的互联互通成为可能，为电力系统的智能化和自动化奠定基础。通过标准化的推进，电力设备将能够更加高效地集成和协同工作，从而提高整体的运行效率和可靠性。

数字安全是电力数字化不可或缺的一环。随着电力系统数字化进程的加快，数据安全和隐私保护变得尤为重要。需要通过先进的加密技术和网络安全措施来确保数据在采集、传输、存储和处理过程中的安全性，防止数据泄露和非法访问，确保电力系统的稳定运行。

数字人才的培养是实现电力数字化的关键。需要培养和引进一批既懂电力系统又懂数字化技术的复合型人才。这些人才将成为推动电力行业数字化转型的重要力量，通过他们的创新和实践，电力系统将能够更好地适应数字化时代的发展需求。

数字生态的构建将为电力数字化提供广阔的舞台。通过构建开放、合作、共赢的数字生态，促进不同参与者之间的资源共享和价值共创。在这个生态中，电力公司、设备制造商、服务提供商和终端用户等各方相互协作，共同推动电力系统的数字化进程，实现能源的高效利用和优化配置。



作者

远景智能

赵楚泓

远景智能全球副总裁
chuhong.zhao@univers.com

王晓云

远景智能战略客户部总监
xiaoyun.wang@univers.com

王琬

远景智能解决方案高级经理
megan.wang@univers.com

德勤中国

张杰

德勤中国电力、公共设施及可再生资源行业主管合伙人
mickzhang@deloittecn.com.cn

屈倩如

德勤研究 总监
jq@deloitte.com

徐欣馨

德勤研究 助理经理
xinxxu@deloittecn.com.cn



远景智能

以“为人类的可持续未来解决挑战”为使命，远景科技集团是一家全球领先的绿色科技企业。远景科技集团通过技术创新让风电和储能成为“新煤炭”，电池和氢燃料成为“新石油”，智能物联网成为“新电网”，零碳产业园成为“新基建”，培育“新工业”体系，致力成为全球企业、政府与机构的“零碳技术伙伴”，推动全球绿色能源转型。

远景智能是远景科技集团旗下全球领先的零碳和AIoT技术公司，致力成为企业和政府的零碳技术伙伴。公司拥有世界一流的AIoT技术，面向可再生能源、储能与电池、智慧零碳平台、智慧零售与楼宇、智慧港口与交通等场景打造智能产品和解决方案，助力世界各地政府和公司实现数字化与低碳化转型。

EnOS™ 是远景智能自主研发的智能物联操作系统，在全球连接和管理超过2.8亿台智能设备和 685GW 的能源资产。远景智能的客户和合作伙伴覆盖全球各个领域。公司在中国、新加坡、法国、日本、德国、挪威、荷兰、马来西亚、英国和美国拥有1000多名员工和 16个办事处。

德勤办事处地址

北京

北京市朝阳区针织路23号楼
国寿金融中心12层
邮政编码：100026
电话：+86 10 8520 7788
传真：+86 10 6508 8781

长沙

长沙市开福区芙蓉中路一段109号
华创国际广场2号栋1317单元
邮政编码：410008
电话：+86 731 8522 8790

成都

成都市高新区交子大道365号
中海国际中心F座17层
邮政编码：610041
电话：+86 28 6789 8188
传真：+86 28 6317 3500

重庆

重庆市渝中区瑞天路10号
企业天地8号德勤大楼30层
邮政编码：400043
电话：+86 23 8823 1888
传真：+86 23 8857 0978

大连

大连市中山路147号
申贸大厦15楼
邮政编码：116011
电话：+86 411 8371 2888
传真：+86 411 8360 3297

广州

广州市珠江东路28号
越秀金融大厦26楼
邮政编码：510623
电话：+86 20 8396 9228
传真：+86 20 3888 0121

海口

海南省海口市美兰区国兴大道3号
互联网金融大厦B栋1202单元
邮政编码：570100
电话：+86 898 6866 6982

杭州

杭州市上城区飞云江路9号
赞成中心东楼1206室
邮政编码：310008
电话：+86 571 8972 7688
传真：+86 571 8779 7915

哈尔滨

哈尔滨市南岗区长江路368号
开发区管理大厦1618室
邮政编码：150090
电话：+86 451 8586 0060
传真：+86 451 8586 0056

合肥

安徽省合肥市蜀山区潜山路111号
华润大厦A座1506单元
邮政编码：230022
电话：+86 551 6585 5927
传真：+86 551 6585 5687

香港

香港金钟道88号
太古广场一座35楼
电话：+852 2852 1600
传真：+852 2541 1911

济南

济南市市中区二环南路6636号
中海广场28层2802-2804单元
邮政编码：250000
电话：+86 531 8973 5800
传真：+86 531 8973 5811

澳门

澳门殷皇子大马路43-53A号
澳门广场19楼H-L座
电话：+853 2871 2998
传真：+853 2871 3033

南昌

南昌市红谷滩区绿茵路129号
联发广场写字楼41层08-09室
邮政编码：330038
电话：+86 791 8387 1177
传真：+86 791 8381 8800

南京

南京市建邺区江东中路347号
国金中心办公楼一期40层
邮政编码：210019
电话：+86 25 5790 8880
传真：+86 25 8691 8776

宁波

宁波市海曙区和义路168号
万豪中心1702室
邮政编码：315000
电话：+86 574 8768 3928
传真：+86 574 8707 4131

青岛

山东省青岛市崂山区香港东路195号
上实中心9号楼1006-1008室
邮政编码：266061
电话：+86 532 8896 1938

上海

上海市延安东路222号
外滩中心30楼
邮政编码：200002
电话：+86 21 6141 8888
传真：+86 21 6335 0003

沈阳

沈阳市沈河区青年大街1-1号
沈阳市府恒隆广场办公楼1座
3605-3606单元
邮政编码：110063
电话：+86 24 6785 4068
传真：+86 24 6785 4067

深圳

深圳市深南东路5001号
华润大厦9楼
邮政编码：518010
电话：+86 755 8246 3255
传真：+86 755 8246 3186

苏州

苏州市工业园区苏绣路58号
苏州中心广场58幢A座24层
邮政编码：215021
电话：+86 512 6289 1238
传真：+86 512 6762 3338 / 3318

天津

天津市和平区南京路183号
天津世纪都会商厦45层
邮政编码：300051
电话：+86 22 2320 6688
传真：+86 22 8312 6099

武汉

武汉市江汉区建设大道568号
新世界国贸大厦49层01室
邮政编码：430000
电话：+86 27 8538 2222
传真：+86 27 8526 7032

厦门

厦门市思明区鹭江道8号
国际银行大厦26楼F单元
邮政编码：361001
电话：+86 592 2107 298
传真：+86 592 2107 259

西安

西安市高新区唐延路11号
西安国寿金融中心3003单元
邮政编码：710075
电话：+86 29 8114 0201
传真：+86 29 8114 0205

郑州

郑州市金水东路51号
楷林中心8座5A10
邮政编码：450018
电话：+86 371 8897 3700
传真：+86 371 8897 3710

因我不同
成就不凡

始于1845

关于德勤

德勤中国是一家立足本土、连接全球的综合性专业服务机构，由德勤中国的合伙人共同拥有，始终服务于中国改革开放和经济建设的前沿。我们的办公室遍布中国31个城市，现有超过2万名专业人才，向客户提供审计、税务、咨询等全球领先的一站式专业服务。

我们诚信为本，坚守质量，勇于创新，以卓越的专业能力、丰富的行业洞察和智慧的技术解决方案，助力各行各业的客户与合作伙伴把握机遇，应对挑战，实现世界一流的高质量发展目标。

德勤品牌始于1845年，其中文名称“德勤”于1978年起用，寓意“敬德修业，业精于勤”。德勤全球专业网络的成员机构遍布150多个国家或地区，以“因我不同，成就不凡”为宗旨，为资本市场增强公众信任，为客户转型升级赋能，为人才激活迎接未来的能力，为更繁荣的经济、更公平的社会和可持续的世界开拓前行。

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构（统称为“德勤组织”）。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为承担责任，而对相互的行为不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅www.deloitte.com/cn/about了解更多信息。

德勤亚太有限公司（一家担保责任有限公司，是境外设立有限责任公司的其中一种形式，成员以其所担保的金额为限对公司承担责任）是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，在亚太地区超过100个城市提供专业服务，包括奥克兰、曼谷、北京、班加罗尔、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、孟买、新德里、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

本通讯中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合资格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何（明示或暗示）陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。

© 2024。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

Designed by CoRe Creative Services. RITM1888203



这是环保纸印刷品