

2023 深圳数字能源 白皮书

数字驱动 / 能创未来

2023深圳数字能源白皮书

指导单位：
深圳市发展和改革委员会

主编单位：
广东省能源咨询规划研究中心

参编单位：
中国能建广东省电力设计研究院有限公司
深圳国家高技术产业创新中心
中国科学院深圳先进技术研究院
南方电网能源发展研究院有限责任公司



目录

序

01 数字能源内涵

■ 三大链条	03
■ 六项能力	04

02 深圳数字能源发展

■ 数字能源发展环境	07
■ 数字能源深圳实践	09

03 重构安全高效能源产供体系

■ 能源开采	15
■ 传统火电	18
■ 核能发电	21
■ 光伏发电	23
■ 风力发电	25

04 打造世界一流储能产业中心

■ 电源侧储能	28
■ 电网侧储能	29
■ 用户侧储能	30

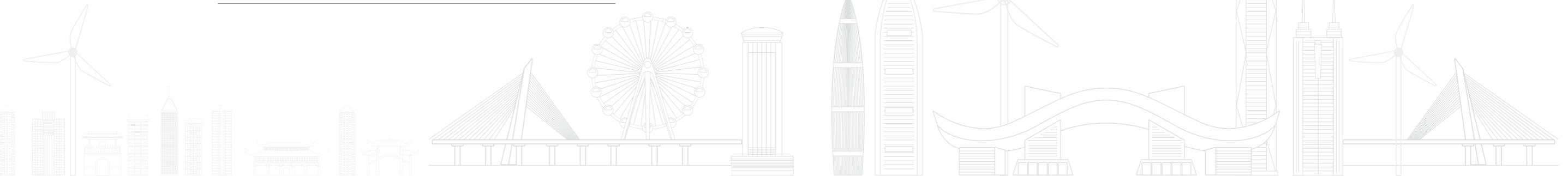
05 构建新型电力系统关键载体

■ 输电数字化	31
■ 变电数字化	33
■ 配网数字化	35
■ 智能调度与智慧运维	37

06 培育能源消费集约化新模式

■ 绿色低碳新型数据中心	39
■ 源网荷储友好互动的虚拟电厂	42
■ 多能互补集成优化的智慧园区	44
■ 高效低碳的建筑能源体系	47
■ 停充一体和即充即走的充电网络	50

展望



序

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略,加快建设新型能源体系,助力实现“双碳”目标。在能源领域的各个环节,能源革命与数字技术的深度融合正得到全方位应用,能源产业迈入“数字能源”新时代,对提升能源产业核心竞争力、推动能源高质量发展具有重要意义。

近年来,深圳作为粤港澳大湾区的核心引擎城市和中国特色社会主义先行示范区,深入实施创新驱动发展战略,以先行示范标准大力推进数字政府和智慧城市建设。在数字能源领域,以全球视野结合深圳特色,瞄准全球前沿技术和实践,推动数字技术与能源产业发展深度融合,释放能源数据要素价值潜力,逐步构建绿色、高效、柔性、智能和可持续的现代能源体系。

为推进数字能源高质量发展,由广东省能源咨询规划研究中心牵头,中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、深圳国家高技术产业创新中心、中国科学院深圳先进技术研究院、南方电网能源发展研究院有限责任公司参与,共同编写本白皮书,阐述数字能源的内涵和框架,从能源产业各环节介绍数字能源的关键技术和深圳实践,探究能源革命与数字技术深度融合对深圳乃至全球发展的影响。



数字能源内涵

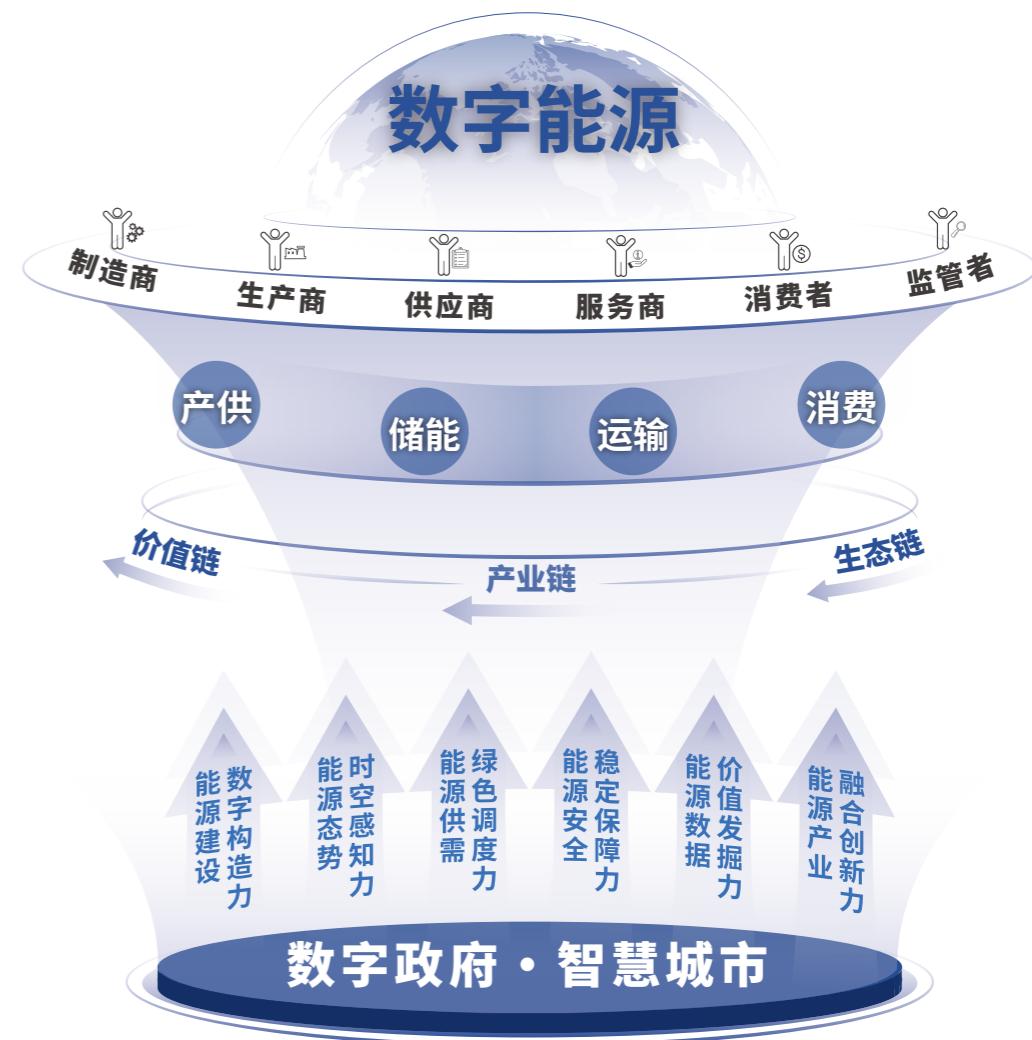
- ◎ 三大链条
- ◎ 六项能力

数字能源内涵

数字能源是数字技术与能源产业的深度融合，是能源数字化智能化的具体形态。通过能源设施的物联接入，依托大数据及人工智能等技术，打通物理世界与数字世界，实现信息流与能量流互动，释放能源数据要素价值潜力，加速能源产业转型升级，培育能源产业新模式新业态，支撑现代能源体系建设，促进经济高质量发展。



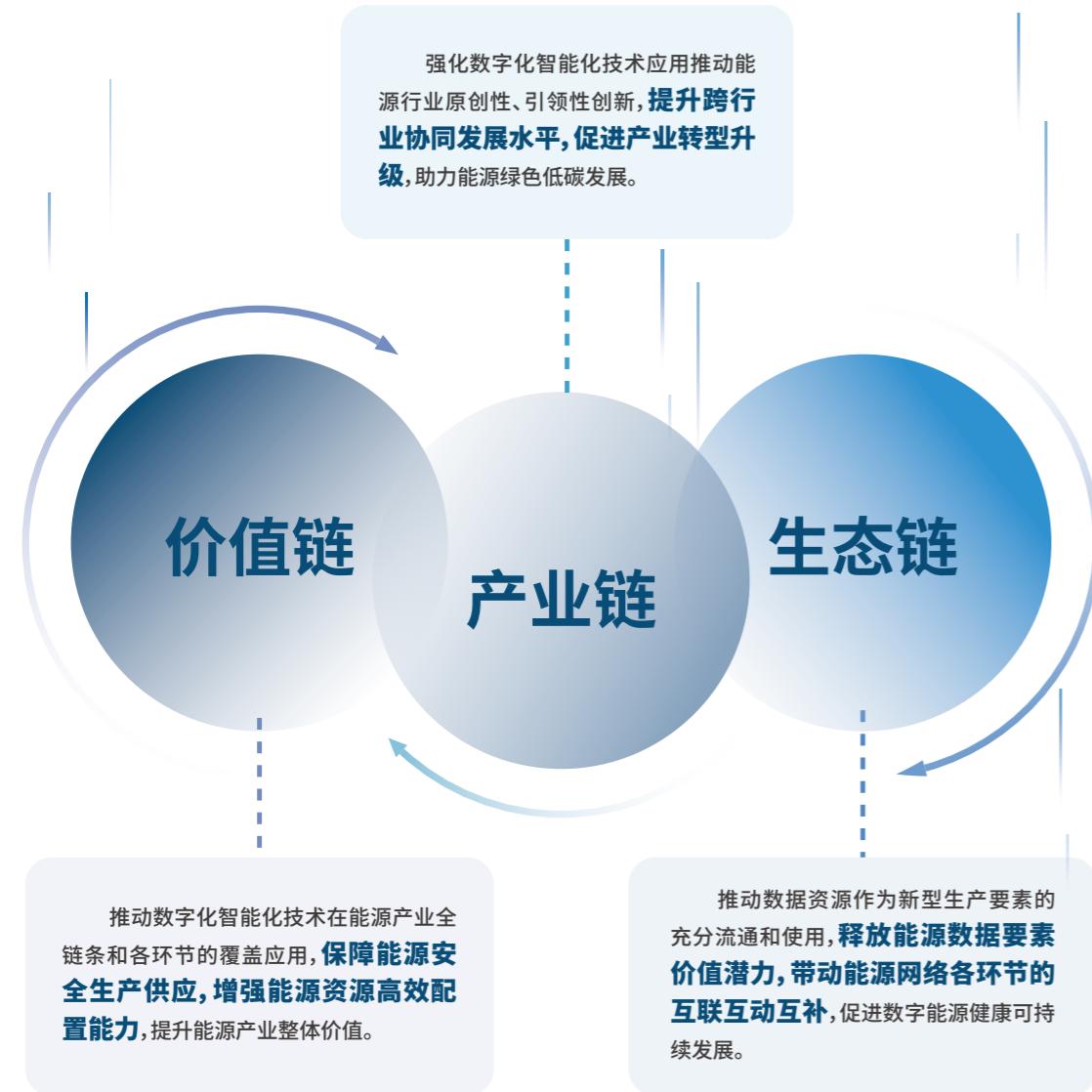
数字能源基于数字政府和智慧城市底座，以价值链、产业链和生态链三大链条为核心，以能源建设数字构造力、能源态势时空感知力、能源供需绿色调度力、能源安全稳定保障力、能源数据价值发掘力、能源产业融合创新力**六项能力**为支撑，覆盖能源产供、储能、运输、消费各环节，形成“三链六力”主体架构，推动产业融合创新和广泛互联。



数字能源架构

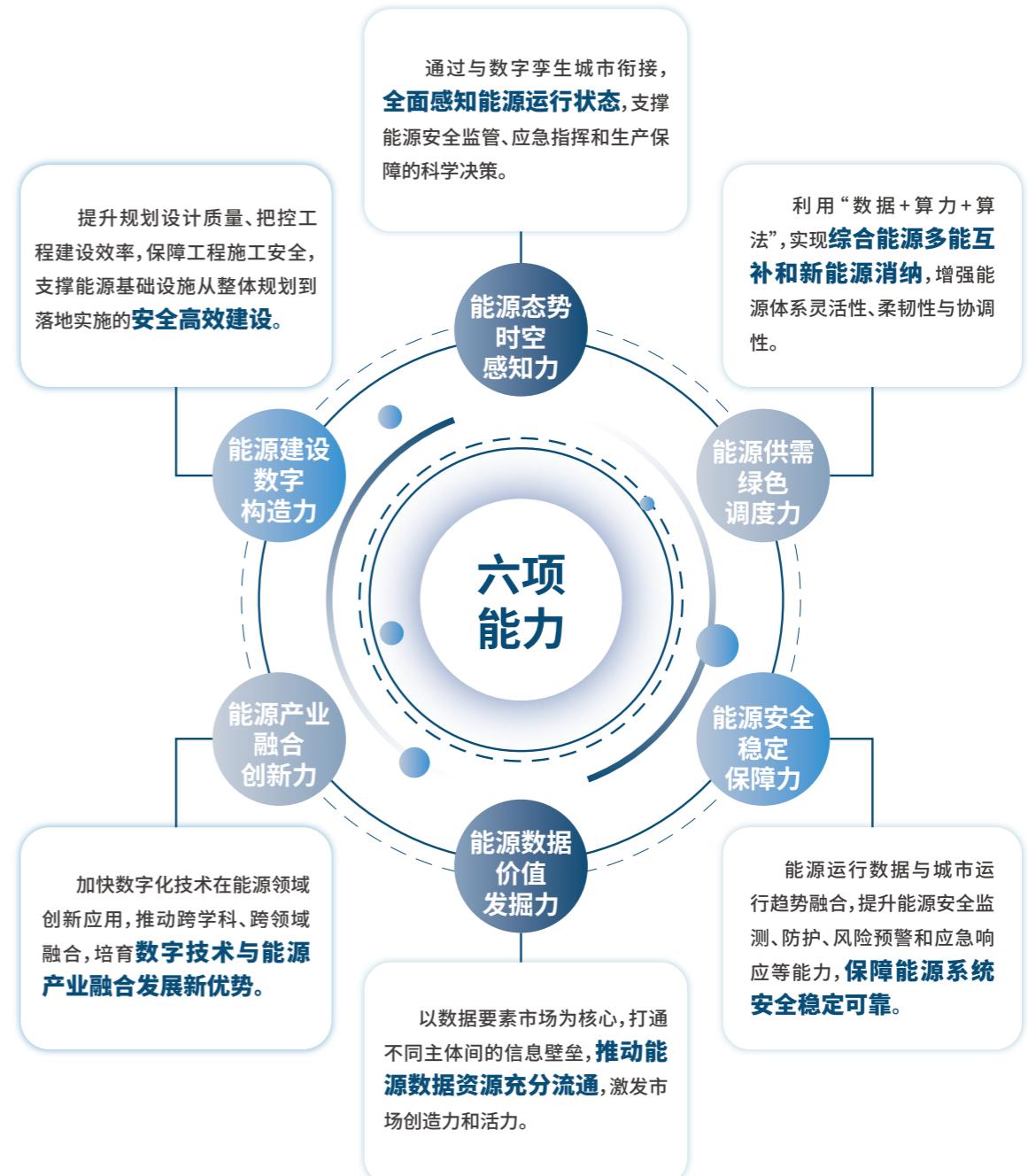
► 三大链条

聚焦价值链、产业链和生态链三大链条，数字能源有效提升能源产业整体价值，带动产业融合升级，构建数字能源生态圈。



► 六项能力

数字能源是引领能源产业变革、实现创新驱动发展的源动力，具备能源建设数字构造力、能源态势时空感知力、能源供需绿色调度力、能源安全稳定保障力、能源数据价值发掘力、能源产业融合创新力等六项能力，从各环节赋能能源产业高质量发展。



深圳数字能源发展

- ◎ 数字能源发展环境
- ◎ 数字能源深圳实践



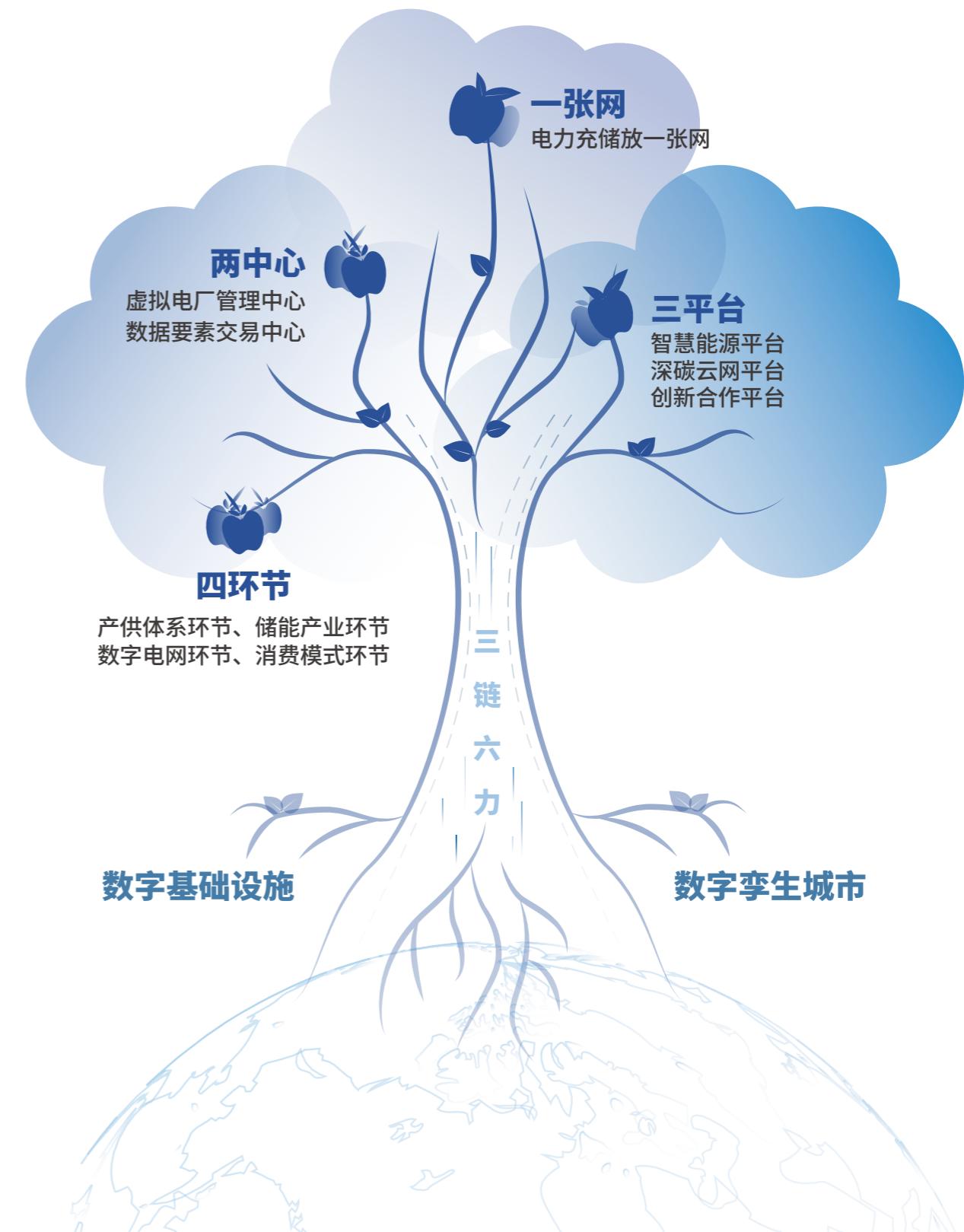
深圳市政府着力打造“一张网”(电力充储放一张网)、“两中心”(虚拟电厂管理中心、数据要素交易中心)、“三平台”(智慧能源平台、深碳云网平台、创新合作平台)，推动数字技术在能源“四环节”(产、供、储、销)的应用，在数字能源领域探索出特色鲜明的创新实践。

1 张网 电力充储放一张网

2 中心 虚拟电厂管理中心 数据要素交易中心

3 平台 智慧能源平台 深碳云网平台 创新合作平台

4 环节 产供体系环节 储能产业环节 数字电网环节 消费模式环节



●● 数字能源发展环境

近年来,深圳市充分发挥“双区”驱动、“双区”叠加、“双改”示范效应,对标全球最高最好最优,大力推进以数字孪生为特点的深圳数字政府和智慧城市建设,以先行示范的标准加快打造新型智慧城市标杆和“数字中国”城市典范,推动全要素数字化转型,赋能数字经济蓬勃发展,为数字能源的发展创造良好的环境基础。

▶ 数字基础设施

作为数字经济的领头羊,深圳市数字基础设施建设快速发展,移动通信、光纤网络、物联网、数据中心等信息基础设施完备。

数字基础设施

01

5G建设全国领先

截至2022年底累计建成5G基站**6.45万个**,每万人5G基站数约**37个**,每平方公里5G基站密度达**32个**,在全球范围内**率先**实现5G独立组网**全覆盖**。

02

光纤网络建设完备

拥有国家(深圳·前海)新型互联网交换中心,是区域性国际通信出入口局,可承载全国范围内国际通信接入业务。获评全国首批**“千兆城市”**,入选**“IPv6技术创新和融合应用综合试点城市”**。

03

物联感知网初具规模

在全国率先开展全市范围的多功能智能杆部署,出台**全国首个**规范性文件《深圳市多功能智能杆基础设施管理办法》。累计建设多功能智能杆约**1.9万根**,并打造车联网、智慧园区、智慧社区等创新应用场景。

04

算力设施创新引领

拥有国家超算**深圳中心**、**鹏城云脑**、**腾讯云**等高性能计算中心,以**政府**、**电信运营商**、**大型互联网企业**、**独立第三方**为主力,示范引领带动全国算力建设发展。

▶ 数字孪生城市

深圳市以“新城建”对接“新基建”,建成以BIM精细化建模为核心的全市域时空信息平台和数字孪生底座,将城市物理空间映射到数字空间,实现城市物理维度和数字维度的同步运行、虚实互动,解决城市规划、设计、建设、管理、服务的复杂性和不确定性问题。

1

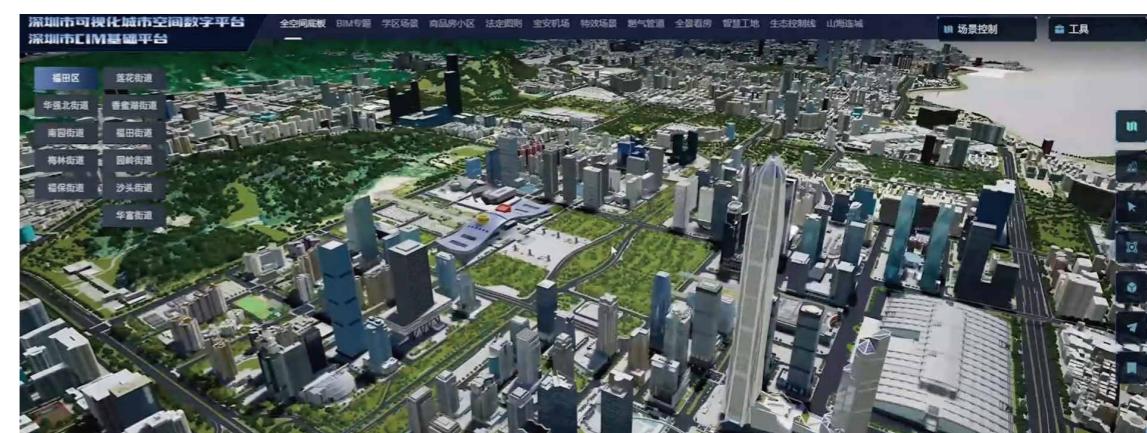
通过二三维空间数字底板,实现基础测绘数据在CIM平台数据服务的动态更新,并向全市发布共享。

2

提供统一的城市级空间服务引擎,支撑快速空间落图及定位能力,满足城市规划、建设、管理、运行以及社会治理等方面应用的落图要求。

3

与城市数据中枢融合,提供各类空间数据计算分析能力和二三维全空间综合查询,支撑各部门空间计算、分析应用。



● 数字能源深圳实践

▶ 电力充储放一张网

目前,深圳正在大力推进“电力充储放一张网”建设。基于数字孪生城市底座,聚合全市的充换电站、储能设施、通信基站、充电桩等柔性充放资源,聚焦车网互动(V2G)、AI和大数据分析技术,实现车网互动、超级快充、柔性充电、共享储能等新模式新业态应用,在为公众提供高效便捷用能服务的同时,可实时监管充电设施等建设运行状况,提升城市能源安全韧性,促进源网荷储一体化和多能互补发展。

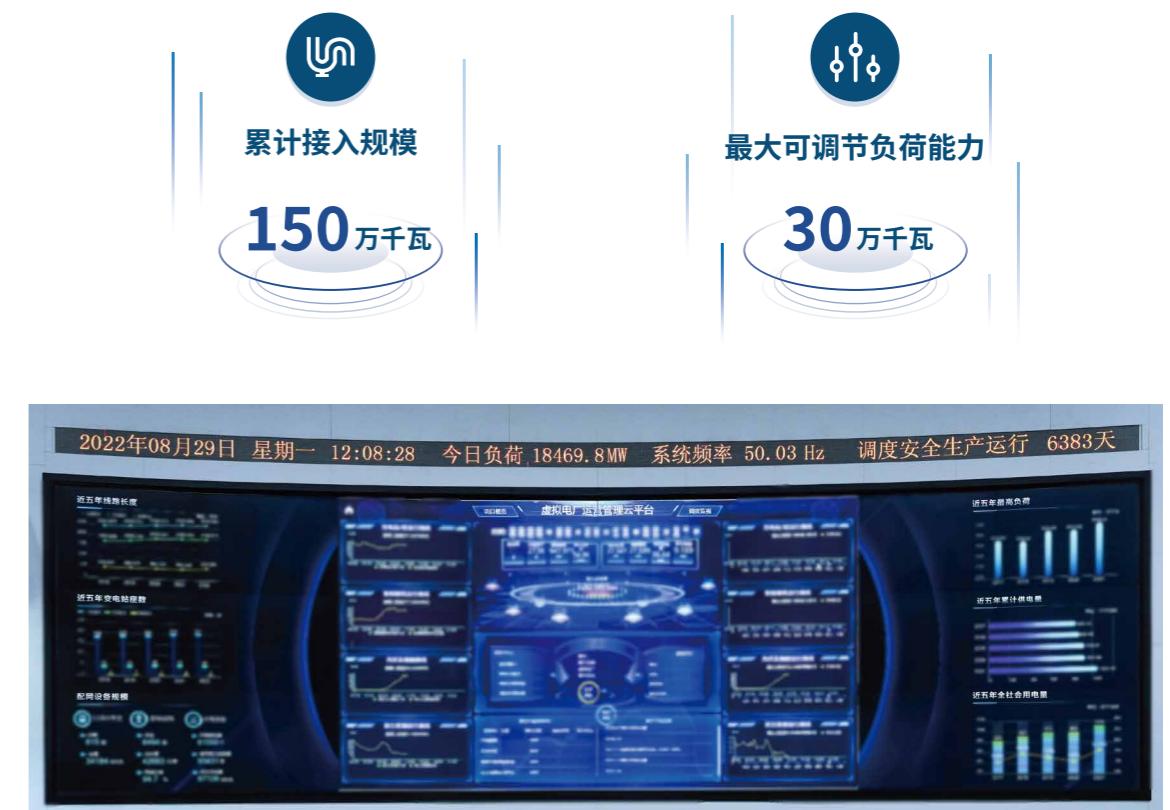
截至2023年6月,深圳“一张网平台(1.0)”已接入全市17万个充电桩、5100个5G储能基站、6000个电动自行车充换电柜、1200个光伏站、15个储能示范站、13个V2G站等资源。



▶ 虚拟电厂管理中心

为支撑政府开展全市分布式资源的灵活调度,实现电网精准削峰填谷,提升新能源消纳能力,深圳市于2022年8月成立了国内首家虚拟电厂管理中心。通过“互联网+5G+智能网关”先进通信技术,打通了电网调度系统与聚合商平台接口,实现电网调度系统与用户侧可调节资源的双向通信。运用5G专用切片技术,突破了虚拟电厂参与电网调频的技术瓶颈。

截至2023年6月,深圳虚拟电厂管理中心已接入分布式储能、数据中心、充电站、地铁等多类型负荷聚合商,虚拟电厂已接入容量超过150万千瓦,实现最大可调节负荷能力超30万千瓦,有效提升了深圳供电可靠性和稳定性,推动构建源网荷储高效互动的新型电力系统。



► 数据要素交易中心

在数字经济国家战略发展实践中,深圳充分发挥先行示范作用,积极探索数据要素市场化配置、数据交易和数据价值发现路径。2022年11月,以建设国家级数据交易中心为目标,深圳数据交易所正式揭牌。目前,汇聚了大量的数据资源和市场主体,交易规模全国领先。截至2023年6月底,已完成登记备案的数据交易总计812笔,覆盖能源、金融科技、数字营销、公共服务等127类应用场景,累计交易金额28亿元。

在能源数据交易方面,深圳数据交易所上架了“供电局-电力看征信”能源大数据产品,通过能源数据和征信信息融合,支撑征信机构开展贷后预警、空壳企业识别、信贷反欺诈、授信辅助等业务应用,率先在国内实现电力数据产品合规交易从“点对点”向“交易所模式”的跨越,为能源数据要素价值潜力挖掘探索出新路径。



► 智慧能源平台

为及时研判能源供需形势、科学制定能源政策、编制能源战略规划和产业布局,加强政府能源精细化管理,深圳市正在推动构建智慧能源管理平台。围绕电力、煤炭、石油、天然气、新能源等能源品种以及能源供应安全、能源基础设施、能源建设项目等主要内容,构建覆盖能源生产、运输、储备、消费等全链条的现代能源监管网络体系,提高能源领域精细化管理水平和现代化治理能力。

- 夯实能源供应保障,支撑产供储销体系完善
- 强化能源安全保障,确保能源基础设施建设运行安全
- 加强能源项目统筹规划,推进项目有序建设
- 提升能源资源配置能力,做好能源基础设施布局



► 深碳云网平台

深圳积极践行碳达峰碳中和战略,推动构建聚焦“双碳”的综合管理服务平台,通过该平台总览、总领、统筹全市“双碳”工作。以此为总抓手,有力支撑全市碳排放的监测分析、决策支持和指挥调度,进而帮助实现全市“双碳”工作一盘棋部署。

- 打造碳排放数据底座,实现对涵盖能源、工业、建筑、交通等领域碳排放情况监测。
- 掌握碳达峰、碳中和工作执行情况,指导行业主管部门有序开展节能降碳工作,实现对全市“双碳”工作的指挥调度。
- 开展绿色产业认证评价,促进政府、产业和资金有效对接,推动绿色产业发展。
- 实时监测能耗情况,开展能耗双控和节能监管,助力企业节能降耗、降本增效。

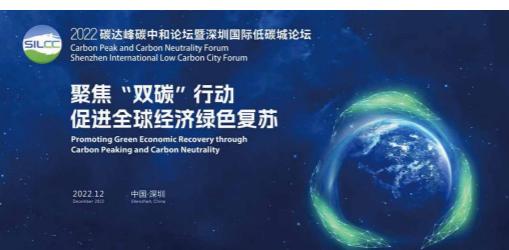


► 创新合作平台

深圳市深入实施创新驱动发展战略，积极打造创新合作交流平台，高效聚合国内外创新资源，推动各方开展创新合作，以此为抓手全力打造世界级创新平台。

深圳国际数字能源展，以深圳为窗口，聚焦全球数字能源领域的前沿技术和深圳实践，链接能源产业链上下游生态圈，充分汇集人才、信息和技术，积极搭建供需各方对接的有效桥梁，促进用好国内国际两个市场、两种资源，助力企业拓展市场。

深圳国际低碳城论坛，作为绿色低碳发展领域唯一由国家发展改革委指导的论坛，自2013年以来已连续成功举办十届，吸引全球60多个国家和地区超万名嘉宾参与。围绕低碳转型路径、绿色低碳技术创新应用等主题进行经验交流与互动展示，提供项目与资本、产业方的点对点链接，为低碳技术提供实践应用机会。



为了推动数字能源产业发展壮大，深圳不断夯实科技创新基础，打造了一系列集聚创新人才、产生创新成果的重要平台，建成能源领域创新载体数量**139个**，有力推动产学研深度融合。



► 数字能源产供销应用

围绕数字能源的内涵和“三链六力”架构，数字技术在深圳市能源产供、储能、运输和消费各环节得以广泛应用，并且随着应用场景的逐步拓宽和数字技术的迭代更新，深圳在重构**安全高效能源产供体系**、**打造世界一流储能产业中心**、**构建新型电力系统关键载体**和**培育能源消费集约化新模式**等方面不断取得新成效。

产供环节

数字化智能化技术被越来越多应用于煤油气等化石能源、风光核等非化石能源的高效开发和利用场景，推动能源生产效率的提升及能源供应保障水平。以深圳能源集团为例，目前已部署了智慧工地、工程管理、智能电厂、新能源集中监控、智慧燃气等系统，使用数字化手段管理发电厂（场）站**160余个**、燃气管道**3200余公里**，大幅提升了劳动生产率和管理效益。



储能环节



深圳市聚焦“四个中心”（即先进储能总部研发中心、新型储能高端智造中心、多层次示范验证中心、全球储能优质产品及方案供给中心）建设目标，以最大力度加快打造万亿级世界一流新型储能产业中心。目前全市已拥有**7000多家**储能企业，涌现出比亚迪、华为数字能源、欣旺达、科陆电子、星源材质、新宙邦、贝特瑞、德方纳米等一批储能领域龙头企业，2022年储能产业产值达**2670亿元**，产业水平全球领先，数字化智能化关键技术覆盖至储能的全产业链。

电网环节

以深圳供电局为主体打造了覆盖“输-变-配-用”的数字电网。输电方面，实现了**5000多公里**输电线路通道的三维数字化全覆盖，无人机巡视**100%**覆盖。变电方面，变电站**100%**实现无人值守、远程操作。配电方面，建成全国自动化程度最高的自愈型智能配电网。用电服务环节，网上营业厅已实现客户全业务受理，电费电子化结算率**100%**。



消费环节



深圳以数字技术探索在工业、建筑、交通等重点用能领域的节能提效和低碳发展，取得了丰硕成果。全市能效水平多年位居全国前列。深圳单位GDP能耗强度约为全国平均水平的**1/3**，为我国单位GDP能耗最低的城市。

重构安全高效能源产供体系

- 能源开采
- 传统火电
- 核能发电
- 光伏发电
- 风力发电



能源是城市发展的动力，是经济社会高质量发展的根本保障。深圳市已形成电力、石油、天然气多元化能源供应格局，数字化技术应用不断推动能源供应保障水平及能源生产效率的提升。近年来，在化石能源开采、传统火电、核电、新能源发电等领域，聚集了一大批深圳的数字能源龙头企业，开展了数字能源领先实践，促进了能源供应端的数字化智能化发展。

能源开采

在能源开采领域,利用5G、人工智能、大数据等技术,可实现石油、天然气、煤炭的数字化和无人化生产,提升化石能源智能开采水平,保障能源安全生产,促进能源开采行业降本增效。

关键技术

1 煤矿智能化开采技术

煤矿智能化开采技术,是将5G、人工智能、大数据、物联网、云计算等新一代信息技术与煤矿生产过程深度融合,实现煤矿设计、掘进、开采、运输等环节的自规划、自感知、自决策、自运行,推动煤矿生产迈向遥控化、智能化和无人化,提高煤矿生产效率和经济效益。

2 油气勘探开发数字化技术

油气勘探开发数字化技术,是通过挖掘油田勘探数据资源,将油气勘探开发的物理空间映射到虚拟数字空间,实现油气现场勘探开发与设备状态管理、现场可视化作业、场外专家在线指导、作业现场风险识别与预警等功能,提升油气勘探的设备状态感知和突发事件应急管理水平。

3 LNG接收站数字化运营技术

LNG接收站数字化运营技术,将大数据、5G、物联网、北斗定位等先进数字化手段,应用于LNG接收站运营管理。通过LNG站点智能终端的物联接入,支持人员位置、安全作业信息、5G机器人巡检数据、现场运行视频的实时采集和大数据分析,有效提高LNG接收站的安全性、可靠性和运营效率。

4 燃气管网数字化安全管理技术

燃气管网数字化安全管理技术,是利用计算机、通讯网络、自动控制、人工智能等技术,实现城市燃气管网数据的自动采集、海量数据传输、快速大数据分析,从而支撑燃气管网安全生产状态的实时监控、及时定位故障,实现对管线的数字化安全管理。

先进实践

华为煤矿军团“智能矿山联合解决方案”

关键技术

通过5G+AI+鲲鹏云等先进技术,形成“3个1+N+5”(一网、一云、一平台、N应用、五中心)的智能矿山整体架构,实现少人开采、智能运输、无人值守、无人驾驶、智能管控等目标。

成效

陕煤集团红柳林矿业利用该方案实现了18%的减员和30%的单班产量增长。



中兴通讯 大规模野外“5G智慧油气勘探系统”



关键技术

油气勘探系统通过5G传输,“剪掉”节点仪的“辫子”,可实现数据采集边处理,大幅缩减勘探周期,提升勘探效率。

成效

野外勘探现场无需布放测线,用工量减少了70%,单个节点设备成本可节约3000元。以单个勘探项目平均10万个节点计算,可节约设备成本3亿元、人力成本约2000万元。

先进实践

中国移动通信集团广东有限公司 大鹏新区LNG园区



关键技术

应用LNG接收站数字化建设和运营技术，采用5G双域专网方案，实现安全作业管理、实时监控、5G机器人站内巡检等应用。

成效

运行一年来，工厂巡检效率提升70%、事故发生率降低50%，大幅降低了员工劳动强度，人员需求减少30%。

深圳市燃气集团股份有限公司“5G+智慧燃气”解决方案

关键技术

研发国产化智能安全PLC和RTU、一体化安全通讯模组等核心控制设备，建成城市燃气管道完整性管理系统，实现燃气数字孪生，实时掌握重点燃气设施的空间分布和安全状况。

成效

“5G信息流”支撑“燃气能源流”安全高效运行，生产效率提升约50%，实现数字赋能超大城市公共安全。



传统火电

在传统火电领域，利用数字化技术，可从基建工程管理、机组运行监控、智能运维管理、远程操作执行、安全生产管理等方面，提升电厂的生产效率和质量，实现管理精益化。

关键技术

1 电厂智能运检一体化技术

电厂智能运检一体化技术是通过物联网、大数据、人工智能等数字化手段，实现智能监盘、智能预警诊断、智能巡检等，将电厂设备状态信息自动采集和汇聚，利用诊断模型分析设备健康状态，以数据打通电厂运行、检修、维护各关键工作环节，降低运行工作强度，提升工作效率，确保机组安全生产和高可靠运行。

2 电厂检修隔离与管控技术

电厂检修隔离与管控技术是采用上位机软件系统、智能钥匙以及硬件设备，对电厂工作票过程中的接票、危险点管理、安全措施布置、检修人员管控、危险源隔离等进行智能管控，杜绝在检修过程中，能量意外释放事故的发生，确保检修作业的安全执行，提升电厂检修安全水平。

3 智慧电厂低代码数智中台技术

基于云边协同的智慧电厂低代码数智中台技术，可提供可视化低代码建模服务，如设备数字镜像建模、可视化指标建模、系统设备诊断预警模型、系统设备元件模拟运行等，支撑电厂用户便捷式地开展指标分析、运行预警、诊断分析、仿真模拟等业务应用。

4 垃圾焚烧炉人工智能控制技术

垃圾焚烧炉人工智能控制技术，通过图像识别将垃圾焚烧炉内火焰图形进行数字化转变，形成为实时温度场数据，对偏烧、缺料、火线后移、烟雾异常等燃烧状态进行快速诊断，实现炉内燃烧情况的定量分析。在焚烧过程中将“人工智能算法+海量运行数据+繁琐人工控制指令逻辑”有机结合，建立核心控制算法库，形成具有人工智能的燃烧控制体系。

II 先进实践

智慧化垃圾焚烧发电厂“光明能源生态园项目”

关键技术

采用深圳能源环保股份有限公司和深能智慧能源科技有限公司的智能燃烧控制、智能巡检等关键技术，实现智能焚烧、智能监测、智慧监盘、设备智能诊断与维护等应用。

成效

提供丰富的数据分析和可视化服务能力，提升电厂环保能力。



深能智慧能源科技有限公司 广东河源电厂智慧电厂平台

关键技术

采用基于云边协同的智慧电厂低代码数智中台技术和电厂智能运检一体化技术。

成效

构建了100多个准确率90%以上的预警模型，至少年避免非计划停机1次/年，减少巡检人员3人/年，创造经济效益210-390万元/年。



深圳长园科技股份有限公司 电厂检修隔离与管控系统



关键技术

采用上位机软件系统、智能钥匙以及硬件设备配合进行智能管控。

成效

系统在国投盘江发电有限公司投入使用，覆盖全厂7个专业，与集控系统无缝集成，实现运检统一调度，保障检修过程中作业安全。

华为技术有限公司 宁洲滨海湾智慧电厂



关键技术

构建智慧建设、智慧安全、智慧经营、智慧检修、智慧运行、智慧厂区六大应用。

成效

逐步实现无安全事故、无人值守、无人巡检、低碳减排的“三无一减”智慧电厂运行目标。

核能发电

在核电领域,利用虚拟现实、人机交互、智能终端等技术,可实现涵盖设计、建设、运营各环节的全生命周期数字化管理,提升核电数字化建造能力及核电安全运营能力。

关键技术

1 核电工程智能建造技术

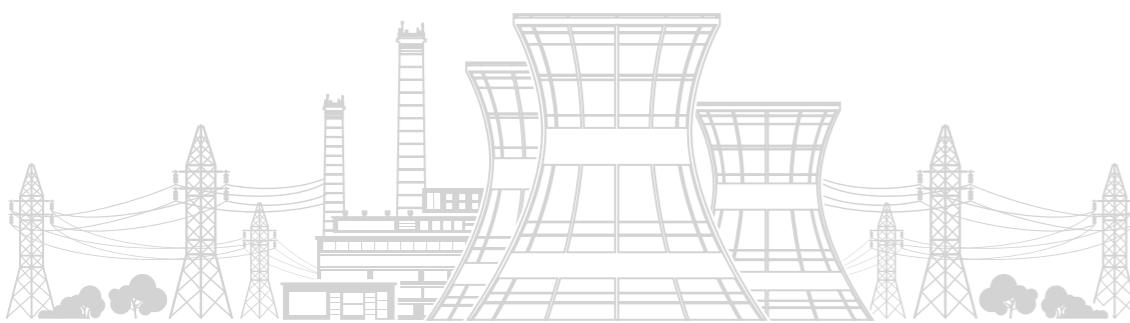
核电工程智能建造技术是以虚拟现实、计算机网络、快速原型和多元数据库等技术为支撑,对核电装备产品信息、工艺信息和资源信息进行分析、规划和重组,将核电工程项目各建造环节映射到虚拟数字空间,实现项目全过程管理、现场可视化作业、员工培训与场外专家在线指导、工程建造实时管控等应用,提升核电项目建设的工作效率和质量。

核电数字化仪控技术 2

核电数字化仪控技术,是以计算机、网络通讯为基础,引入数据库、人机交互、智能终端等技术,构建现场控制层、过程控制层、操作控制层和管理层四层数字化仪控体系,将核电设备运行中的电子信息转换为数字信息,分层高效处理,实现核电生产设备运行的分散控制和集中操作管理,提高核电站运行的安全性、稳定性和经济性。

3 核电站反应堆数字化保护技术

核电站反应堆数字化保护技术利用微处理器,实现对反应堆保护装置进行逻辑处理和保护控制。利用该技术构建的核电站反应堆数字化保护系统具有高速计算能力,能实现对反应堆堆芯的DNBR(偏离泡核沸腾比)和LPD(堆芯线功率密度)的实时计算,对最终危及堆芯安全的核心参数进行直接保护,提高核电站反应堆的出力和可利用率。



先进实践

中国广东核电集团有限公司 深圳大亚湾核电站项目

关键技术

采用了核电工程智能建造技术、核电站数字化仪控技术、核电站反应堆数字化保护技术,实现核电站重大设备更换仿真、智能管理操作。

成效

实现了数字化研发设计100%覆盖,数字化研发工具100%普及、关键工序数控化率100%,建成是我国大陆首座大型商用核电站。



中国广核集团有限公司 深圳岭澳核电站二期工程

关键技术

采用核电数字化仪控技术,以数字化先进主控室取代原有的传统模拟主控室。

成效

项目建成CPR1000堆型的示范电站,采用自主研发的全新核电站数字化运行程序,实现核电站的数字化运营。



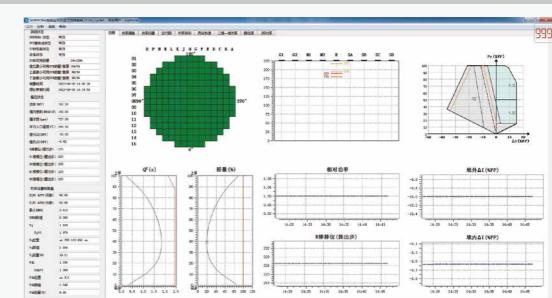
中广核 核反应堆堆芯数值孪生在线监测系统

关键技术

结合堆芯三维数值模拟技术和堆内外测量信号采集,实现堆芯参数高分辨率、高精度的实时监测和堆芯状态数据精准的分析预测。

成效

可极大的提升机组的运行水平、安全性与经济性,其应用范围覆盖我国42%的在运商业核电机组,有力的推动了我国核电运行质量提升。



光伏发电

在光伏领域,利用数字化、智能化技术,提升分布式光伏太阳能利用水平,促进光伏发电降本减排增效,更好地推动光伏产业发展。

关键技术

1 智能化高可靠光伏逆变器技术

智能化高可靠光伏逆变器技术,是通过融合物联网、大数据和人工智能等技术,对光伏逆变器芯片技术、CPU处理速度和PWM分辨率进行加速升级,可大幅降低光伏逆变器电感损耗;将光伏逆变器采用融合人工智能与物联网技术的AFCI技术,有效防范电弧危害和定位电弧故障。

2 太阳能自动跟踪技术

太阳能自动跟踪技术,是根据视日运动轨迹,结合光伏发电组件位置信息,通过单片机或大数据平台,精确解算太阳方位角和高度角,并通过自动感应终端和自动控制装置,准确及时地控制太阳能板的姿态,有效跟踪太阳角,提高太阳能板的发电效率。

3 光伏发电智慧运维技术

光伏发电智慧运维技术,是综合利用物联网、大数据和人工智能等手段,对光伏电站进行运行监控、智能诊断、高效调度、无人化巡检等工作,实现光伏电站智能安防和智能运维。



先进实践

华为数字能源技术有限公司 可直流拉弧智能检测的逆变器

关键技术

基于智能化高可靠光伏逆变器技术,采用融合人工智能与物联网技术的AFCI技术,使光伏性能等级达到 CGC/GF 175: 2020中的“L4”等级。

成效

在环境复杂的屋顶光伏系统中,可有效防范电弧危害的发生。结合组件级电子产品在系统中的应用,可实现精准电弧故障定位。



华为数字能源技术有限公司 宁夏农光互补项目

关键技术

采用太阳能平单轴自动跟踪技术,提高发电效率,并采用光伏发电智慧运维技术,提高安全服务水平和管理效率,降低运维成本。

成效

较传统电站发电量提升超过2%,运维效率提升50%以上,探索光伏板上发电、光伏板下牧羊的新商业模式。



华为数字能源技术有限公司 青海共和县风光水可再生能源基地

关键技术

青海共和县建设了全球最大的风光水可再生能源基地,采用华为光伏发电智慧运维技术,实现对700多万块光伏组件的单串组件管理。

成效

较传统电站发电量提升超过2%,运维效率提升50%以上,探索光伏板上发电、光伏板下牧羊的新商业模式。



风力发电

在风电领域,利用数字技术实现“人机网物”互动融合,可提升风电场站的感知、运维、控制和决策能力,实现风电场综合效益最大化。

关键技术

1 海上风电智能巡检技术

海上风电智能巡检技术,配以智能化监测装置和智能巡检机器人,融合人工智能和大数据技术,实现对海上风电站内设备的智能化识别、监测、巡视和状态分析。该技术可在巡检中完成全天候数据实时采集、实时信息传输、智能分析预警和快速决策反馈的管控闭环,并为事故追溯提供数据支撑,加强电力设备管理能力。

风电场数字化智能集控运维技术 2

风电场数字化智能集控运维技术,是应用物联网、大数据、通信等技术,对风场多源异构数据进行一体化协同采集、集中处理及智慧化应用,实现对设备的实时监测和故障诊断,支撑运检工作网络化、透明化、智能化;通过积累的运行数据,应用该技术可预判潜在问题,辅助优化运维计划,提升设备的可靠性和寿命,支持海上风电场的规模化扩展和运营。

3 海上风电场智能运维排程技术

海上风电场智能运维排程技术,是利用大数据中心的信息集成能力和算力优势,统筹考虑风电场未来一段时间内的气象水文预报信息、待维修的任务清单、可用的运维资源信息,通过AI算法,自动计算得到运维经济性最优的运维船舶人员排程方案,能够显著提升运维效率,降低运维成本,提升海上风电场的整体经济效益。



先进实践

中国能建广东省电力设计研究院 广东省海上风电大数据中心

关键技术

由广东省发展改革委批复挂牌成立,采集了全省海上风电全生命周期数据,覆盖规划期、建设期和运营期,并开展数据挖掘。



成效

实现对气象水文预报预警、智慧工地、智能调度、风机设备预警、风机功率预测和智能运维决策。

深圳能源集团 风电场集中控制中心



关键技术

采用风电场数字化智能集控运维技术,结合大数据机器学习的思维模式,利用沉淀的风机运行数据和大数据算法,进行隐患预警排查。

成效

已接入14个省份的全部风场子站生产运行数据,实现远程集中监控、现场少人值守、区域检修维护、统一规范管理,每站点可节省设备检修成本15-20%,每年节省百万成本。

深圳优艾智合机器人科技有限公司 海上风电智能轮式巡检机器人

关键技术

利用海上风电智能巡检技术,实现视觉识别、环境监测远程控制和智能调度等功能。



成效

产品已在广东某海上风电场海上升压站正式“上岗”,承担设备巡检、图像信息回传、状态评估等工作,实现7×24小时的高频率、无人化巡检运维,减少98%以上的原人工巡检工作,实现降本增效。

打造世界一流储能产业中心

- 电源侧储能
- 电网侧储能
- 用户侧储能

深圳市储能产业发展位居全球前列,产业链齐备,目前已全面布局电池材料、精密件、集流体、电池管理系统(BMS)、能量管理系统(EMS)、变流器(PCS)等关键环节。深圳在电源侧、电网侧、用户侧多情景配置储能系统,促进可再生能源发展、保障电网安全稳定运行、提升用户用能效率和可靠性。目前,深圳已集聚了三大储能生态链主企业、一系列户储龙头企业以及众多细分领域专精特新企业,产业格局不断优化。



打造世界一流储能产业中心

关键技术

1 精细化的电池管理BMS技术

精细化的电池管理BMS技术，通过“一包一优化”和“一簇一管理”的智能组串式方案，解决集中式系统电池容量衰减、一致性偏差、容量失配等问题，提升储能容量和运行效率。

2 电化学储能系统安全预警技术

电化学储能系统安全预警技术，基于电化学储能系统的运行状态和性能数据，通过大数据分析、建模、AI预测等手段，实现对电化学储能系统安全性的预警和监测功能。相较传统的BMS管理系统，可以实现云端内短路诊断、电压异常诊断、温度异常诊断和AI主动安全预警功能，提升储能系统运行安全性。

3 电化学储能系统多级防护技术

电化学储能系统多级防护技术主要通过传感检测、开关控制、配电技术、功率变换实现pack级和簇级的过流、过压、短路等典型电气故障分级保护、故障隔离、防反接保护等，实现电化学储能系统从电芯、pack、电池簇到系统的多级安全防护，提高系统健壮性，实现储能安全可靠。

4 主动支撑电网的构网型储能技术

主动电压支撑型电化学储能（Grid Forming Battery Energy Storage System, GFM-BESS）模拟同步机运行原理，可以发挥电压源功能，达到与同步机等效的效果，相比现有的电流源型变流器，具有响应速度快、过载能力强等特点，对电压和频率的支撑能力更强。

先进实践

● 电源侧储能

电源侧储能主要为可再生能源并网储能，以及火储联调储能。通过为风、光等可再生能源配置储能系统，实现可再生能源发电平滑控制，减少波动性电源并网对电网的冲击，提高可再生能源利用率及电网运行安全性。火储联合调频，是利用储能设备快速响应的优势，在电网负荷变化较大时，帮助无法迅速响应的传统火电厂对电网频率进行调节，从而保障电网频率稳定安全运行。

科陆电子科技股份有限公司 广东海丰小漠电厂储能项目

关键技术

应用了科陆电子自主开发的群控管理技术以及EMS系统，实现了储能系统毫秒级广域直控、虚拟同步机、调度调峰、黑启动等功能，调频性能kp值指标从原有的0.8大幅提高至2.4。

成效

该项目是项目建成时国内规模最大的储能联合百万机组调频项目，也是国家能源局首批八个科技创新（储能）试点示范项目之一。



比亚迪股份有限公司 大唐华银耒阳电化学储能电站项目

关键技术

装机规模200MW/400MWh，采用了比亚迪Cube T28储能产品及相关技术，实现了电池最大温差可以控制在5℃以内的目标，以及电网调峰和黑启动功能。



成效

该项目是电化学储能电站全球设计标杆项目，同时也是国家能源局迎峰度冬/夏重点项目，为当地电网建设大规模源网荷储友好互动系统提供有力支撑。

先进实践

● 电网侧储能

电网侧储能主要可缓解电网调节压力，平抑电网波动。同时储能系统输出功率与AGC（电力自动发电控制）指令匹配度高，可为电网提供更快速、精确的调频服务，保障电网安全稳定运行。

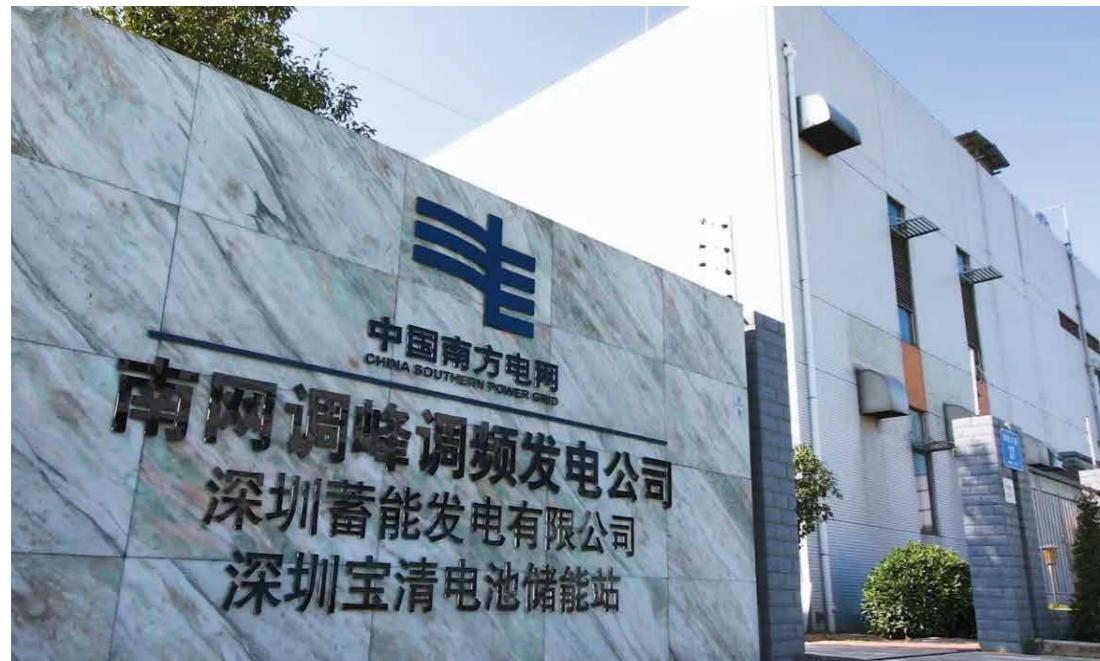
南方电网调峰调频发电有限公司 深圳宝清电池储能站

关键技术

采用磷酸铁锂电池和钛酸锂电池两种技术路线，并网调度储能系统总容量为10MW/22MWh。

成效

已获授权发明专利45项，编制IEEE国际标准2项、国家标准8项、行业标准8项、团体标准2项等，并联合多家企业成立了“南方电网先进储能技术联合实验室”。



● 用户侧储能

用户侧储能主要功能包括提高用户用电可靠性、降低用电成本。随着交通、工业、建筑等终端用能领域电气化程度不断提升，电力系统负荷特性将面临更加复杂多元的局面。用户侧配置储能系统能够平抑负荷波动，提高电能质量。工商业用户可通过低电价时利用储能系统充电，高电价时利用储能系统放电，实现峰谷电价差套利，降低企业用电成本。

华为数字能源技术有限公司 江苏常州信承瑞储能项目

关键技术

配置了智能组串式储能系统、智能储能控制器、智能子阵控制器、分布式温控技术等多种华为数字能源技术产品。

成效

通过“一包一优化”“一簇一管理”，使放电量提升15%，降低50%运维成本，模块化设计实现系统可用度99.9%，支撑该储能系统15年稳定运行。



深圳市欣旺达能源科技有限公司 浙江某用户侧储能项目

关键技术

应用欣旺达的风冷1MWh集装箱产品采用all in one模式，通过传感检测、开关控制、配电技术、功率变换，实现储能系统多级安全防护，提高系统健壮性。

成效

应用于用户侧的削峰填谷、解决拉闸限电后的离网负载支撑问题，降低用户用电成本，提高供电可靠性。

构建新型电力系统关键载体

- 输电数字化
- 变电数字化
- 配网数字化
- 智能调度与智慧运维

数字电网是构建新型电力系统的关键载体。近年来,深圳市积极构建与高质量发展相适应的安全、可靠、绿色、高效、智能的现代化城市电网,在建设世界一流智能电网方面取得了一批标志性成果:一是打造“视频+无人机+人工智能”的数字输电体系,实现数字输电的“三个100%全覆盖”;二是打造“5G+智能巡检”的数字变电站,实现巡视、操作和安全管控三个环节100%智能化;三是构建“运规协同”的数字配网示范,率先建成7个高品质供电引领区;四是构建适应新型电力系统的智能高效、灵活互动的调控体系。

● 输电数字化

输电数字化基于物联网平台，应用WAPI、北斗定位、智能纠偏和任务航线等新技术实现航线智能规划、无人机远程自动驾驶，通过输电感知终端、通信终端和输电智能网关实现线路全面监测与数据采集、输电全景信息融合、全域智能决策，提升输电线路运维效率。

截至2022年底，全市已实现5000多公里输电线路、约7000座杆塔、7个输电地下隧道实现三维数字化通道全覆盖，4000余座输电杆塔上部署智能摄像头，输电线路无人机巡视100%覆盖，设备巡检效率提升3倍以上。

□ 关键技术

1 输电线路灾害智能感知平台

输电线路灾害智能感知平台利用三维点云数据、多光谱雷达扫描数据，结合典型环境及树种的生长周期预测模型，实现输电线路走廊区域内树障的隐患智能预测。基于温度、风速、降雨等气象信息及线路隐患信息，开展线路覆冰、台风、地质灾害等预警预测，指导灾中、灾后差异化处置。

2 输电线路智能巡视

输电线路智能巡视是基于无人机、隧道巡检机器人、在线监测装置、移动终端等智能传感技术，实现设备本体、通道环境、隧道附属设施等信息自动采集，推动输电线路数据人工分析向缺陷智能识别转变，满足终端集中管控、异常自动判别推送、巡视过程追溯等应用，实现缺陷与隐患的智能识别及巡视准无人化。

3 输电线路智能操作

输电线路智能操作是基于输电线路三维激光点云数据库和北斗高精度位置服务，建设各类型无人机自动驾驶航线库，实现多旋翼无人机自动驾驶全覆盖和无人机集群化协同作业应用。利用激光、无人机清障装置实现智能机器人线路清扫、修补等带电作业，推动电缆隧道门禁、风机、水泵、照明、消防等设施远程操控，释放电力巡检人员工作压力。

□ 先进实践

深圳供电局 南网人工智能平台智慧输电平台

关键技术

融合深圳供电局自研的绿膜、污闪等算法，利用数字化技术，整合调度电气、隐患、缺陷、雷电、故障定位、微气象、接地环流等多源数据，构建跳闸原因全景分析。



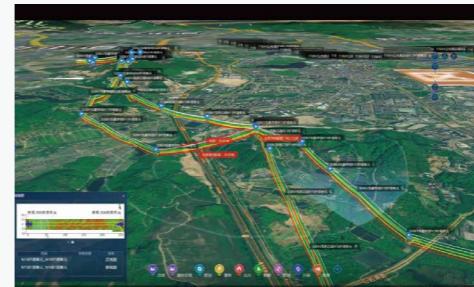
成效

图片智能识别及预警与视频巡检作业联动，实现线路故障快速定位、初步分析报告自动导出及短信自动发送，支撑现场故障查找，故障查找效率提升50%以上。

深圳供电局 输电线路智能巡检应用

关键技术

通过AI算法自动识别输电线路隐患和缺陷，实现视频智能监测的全面覆盖，打造数字输电智能看规模化应用。



成效

实现输电线路无人机巡视100%覆盖，融合无人机与智能识别算法，打造输电巡视的精细看规模化应用，缺陷发现能力提升2.8倍，跳闸率下降50%，综合效率较传统模式提升11倍。

深圳供电局 输电地下隧道三维建模

关键技术

利用地下管廊智能巡检技术，借助智能杆加装5G智能AI摄像机实现智能巡视，并支持远程操控导轨机器人在隧道内进行移动巡检。



成效

提升管廊智能化监测能力和水平，对深圳7条电缆隧道进行地下管廊初步实现无人化和智能化管理。全程巡检由原来的人工24小时转变为智能巡检2小时，效率提升12倍。

● 变电数字化

变电数字化基于光电技术、信息技术、网络通信技术等实现变电站信息采集、传输、处理、输出过程全部数字化，系统信息建模标准化，数据交换及控制操作网络化。截至2022年底，全市已完成93座变电站视频监测智能化改造，在265个变电站探索实施“无人值守、远程操作”模式，运维效率提升2.7倍，操作效能提升50%。

关键技术

1 变电站无人化巡视

变电站无人化巡视是基于智能传感器、摄像头、机器人、无人机等终端，构建变电站无人化巡视体系，对设备外观、表计、缺陷及内外部异常进行无人巡视，利用大数据分析及人工智能技术集中管控终端、自动判别推送异常结果、追溯巡视过程、获取历史巡视情况等，最终实现日常巡视替代率100%和现场无人化的智能机器巡视目标。

变电运行数字化 2

变电运行数字化是利用智能网关、变电站的数字设备终端，结合人工智能算法，构建变电站的全息建模，实现站内设备设施、环境、人员、车辆的全景监控，提高管控效率和质量，提升变电站日常运行支持的水平。

先进实践

深圳供电局 500kV鹏程站全球首个数字变电站

关键技术

采用数字孪生BIM技术进行设备及部件级的精细化建模，与移动联合搭建全球首个站内的5G基站，为全站1103个智能物联设备提供高速率、低时延的5G通讯。

成效

该变电站部署6758个视频终端、50套5G CPE、26套智能巡检机器人，自主开发10种程序算法，全面实现了巡视、操作和安全管控三个智能化。对比传统人工正常巡视，智能巡视综合效率提升约2.7倍。



深圳供电局 110kV后海三全国零碳智慧科普变电站

关键技术

构建数字孪生智慧变电站智能运检体系，打造一座具有数字建模、全息感知、泛在互联、自主预警、高效互动特征的智慧变电站。

成效

实现设备的信息全景监视、状态实时感知、巡检自主实施、健康自动判断等功能，提升变电站的风险防控能力和精益运检能力，进一步提高“环深圳湾”高品质供电引领区的供电可靠性。



● 配网数字化

配网数字化利用传感器、物联网、云计算、软件等数字化技术，实现配电网设备状态透明、运行状态透明，支撑配电网智能运维、智能服务、智能作业。

截至2022年底，深圳市已建成全国自动化程度最高的自愈型智能配电网，率先打造配网网格规划“数智大脑”，累计完成4300多个智能配电房改造，规划效率提升60倍，故障研判准确率达99%。

关键技术

1 智能配电房

智能配电房基于AI计算、边缘计算、云端算法模型等技术，实现配电房站点全域感知、故障研判、运行分析、设备联动，以智能巡检代替人工巡检，助力现场作业无人化、少人化，提升精益管理水平，提高运维质量和效益。

2 自愈型智能配电网

自愈型智能配电网利用5G通信特有的精确授时功能、管道及切片技术，实现配网故障快速准确隔离，可以大幅减少用户停电时间，提高供电可靠性。可广泛应用于5G信号覆盖的大中城市电网，实现10kV馈线故障的精准隔离和定位，大大提高配网故障隔离的效率。

3 数字孪生电网

数字孪生电网应用数字孪生技术对真实电网进行三维立体还原和数字化全景呈现，实现物理电网全要素映射，实现从配电网规划、配电网建设到后期巡检、故障处理等的全周期、全方位、全流程数字化管控。

● 先进实践

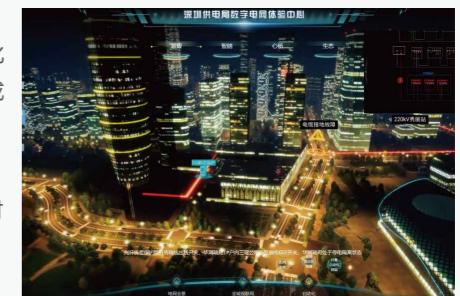
深圳供电局 高质量自愈型配电网

关键技术

利用数字化规划系统、高稳定低延时光纤专网、配电自动化等技术，实现配电网自愈成效提升、自动复电策略快速生成及执行、自动化开关异常提前预警和主动运维。

成效

全市线路自愈覆盖率达100%，故障停电恢复时间由“小时级”提升到“秒级”，超七成受影响用户实现秒级恢复。



深圳供电局 配网网格化规划系统

关键技术

运用数字孪生、大数据分析、接线模式识别、规划仿真计算等技术手段，对配电网架、运行、运维、装备、智能化等多维数据进行分析计算。

成效

构建配网规划域“一张图”，实现配网规划基础数据融合及可视化。显著提升问题发现和处理效率，故障研判准确率达99%，规划效率提升60倍。



深圳供电局 配电房智能巡检

关键技术

通过融合在线监测数据、秒级同步的自动化数据和视频AI感知技术，构建配电房智能巡检体系。

成效

对全市16000个智能配电房实现低成本快速自动化建模，改变传统的配电房运维模式，变被动运维为主动运维，为配电网数字化应用的纵深延伸提供建设经验。



智能调度与智慧运维

智能调度采用人工智能技术进行功率预测、实时控制调度调控终端、有源配电网、调节负荷。智慧运维利用先进的信息技术、通信技术、自动控制技术等，对电力系统进行实时监测、诊断、控制和优化。

截至2022年底，深圳市已建成全国首套超大型城市主配一体化调度自动化系统，实现调度操作效率提升近90%，成为国内自愈运行规模最大单位之一。

关键技术

1 云边融合智能调度运行平台

云边融合智能调度运行平台通过提升电力调度人工智能水平，实现电力调度预测、图谱模型、调控智能决策等功能，构建“云大脑+边缘节点”两级协同运作的云边融合新业态，实现大电网源网荷储全景建模、全面感知、智能预测、全局优化、协同控制与市场化运作。

2 电力智能作业

电力智能作业利用智能穿戴设备的语音识别、精准定位、采集数据、图像识别、远程交互等功能，推广身份识别及行为识别等技术，实现作业人员资格管控，作业区域、作业过程安全行为的识别和预警，提高电力作业安全保障能力和提高生产效率。

先进实践

深圳供电局 主配一体化调度自动化系统（OCS系统）

关键技术

全国首套实用化应用的超大城市OCS系统，对发输变配用实现全要素、全环节、全方位的一体集约化电网监视和电网全景态势感知。

成效

电网调度实现从最高电压等级500千伏变电站到用户“家门口”一键控制，实现配电网秒级故障定位、隔离和自动复电，故障复电时间从2.5小时缩短至2分钟内。



培育能源消费集约化新模式

- ◎ 绿色低碳新型数据中心
- ◎ 源网荷储友好互动的虚拟电厂
- ◎ 多能互补集成优化的智慧园区
- ◎ 高效低碳的建筑能源体系
- ◎ 停充一体和即充即走的充电网络

深圳市积极拓展数字能源技术在能源消费侧的应用场景：在工业领域，积极推动虚拟电厂参与需求侧响应，重点加快绿色低碳数据中心与多能互补集成优化智慧园区建设；在建筑领域，探索智能楼宇建设，因地制宜地应用高效能源设备和系统、智慧楼宇控制等技术，实现建筑与城市能源系统友好互动的新型建筑能源应用体系；在交通运输领域，聚焦电动汽车充电设施建设，构建数字化能源补给网络，在加油站、充电站和车主之间建立数字化连接，打造全市绿色低碳交通网络。

● 绿色低碳新型数据中心

绿色低碳新型数据中心，是以5G、工业互联网、云计算、人工智能等信息技术应用为基础，以高效系统集成、高效制冷/冷却、高效IT、高效供配电等绿色低碳能源技术为支撑，通过汇聚、存储、调度多元数据资源赋能千行百业的新型基础设施。

关键技术

1 高效系统集成技术

高效系统集成技术可提供最优系统集成部署方案。其中，预制式微模块技术可集成机架系统、供配电系统等核心部件，通过模块化搭建提升部署效率。软件定义数据中心技术可依托x86服务器，构建虚拟资源池，提高IT资源使用率；微型液冷数据中心解决方案可集成微型液冷机柜、二次冷却设备、热交换器等高效冷却设施，实现空间集约与系统快速部署。

2 高效制冷/冷却技术

高效制冷/冷却技术实现IT设备冷却散热。其中，高温冷冻水风墙技术、氟泵自然冷却技术、氟泵多联循环自然冷却技术，通过机械制冷或自然冷却方式，提升数据中心能效水平；数据中心能耗监测及智能运行管理系统、精密空调调速节能控制柜，通过对实时采集数据进行计算分析和最优控制，实现数据中心能效最优。

3 高效IT技术

高效IT技术产品为数据中心提供高效节能的算力服务和数据存储能力。其中，冷板式液冷服务器通过热传导部件实现芯片传热；长效大容量光盘库存储技术通过高密度光盘库体实现低成本存储；数据中心基础设施管理系统（DCIM）通过数字可视、自动运维、智能运营和AI节能，提升运维效率和资源利用率；产品全生命周期内制定安全防御体系保障业务零中断，自主可控。

4 高效供配电技术

高效供配电技术为数据中心提供不间断电源保护。其中，通过一体化电力模块、模块化不间断电源（UPS）技术对功能单元实现一体化部署；“锂电+高压直流”技术实现储备一体化，保障信息处理及通信设备供电安全；智能配电监测管理系统对数据中心配电基础设施实现智能管理，提高整机系统效率和节电率。

先进实践

维谛技术有限公司深圳 平安银行数据中心

关键技术

采用维谛2500kVA SCB13节能干式变压器、Vertiv PEX4S全变频氟泵空调、Vertiv EXL不间断电源系统等多种绿色节能设备。

成效

在高热湿气候环境下完成全国首次超低PUE1.25的节能审查及验收，树立高可靠银行数据中心在全国的绿色化建设标杆。



华为数字能源技术有限公司 三峡东岳庙数据中心

关键技术

采用华为“钢构+预制模块化”技术、高密智能电力模块、智能锂电、高温风墙、智能管理系统DCIM、iCooling@AI能效优化等全栈数据中心解决方案。

成效

建设国内电力行业首个大型绿色零碳数据中心，入选2021年度国家新型数据中心典型案例名单，较传统方案提升制冷效率15%，PUE降低至1.25。



中兴通讯股份有限公司 广东省互联网云数据中心

关键技术

应用中兴预制化方案，HVDC和间接蒸发冷却空调等技术实现绿色节能。

成效

该数据中心入选《国家信息化领域节能技术应用指南与案例（2022年版）》，PUE为1.25，平均功耗7.20kW，与传统风冷电能相比节能量为1702kWh/年。



先进实践

维谛技术有限公司 联通三龙湾智算中心

关键技术

采用基于BIM和CFD技术的绿色施工方案，整合智能休眠模块化UPS、智能多联全变频自然蒸发冷氟泵空调系统、机楼综合能耗监测及智能运维管理系统等前沿高效节能技术。

成效

提高3.5%机柜数量的容纳量，低负载高效率PUE值小于1.3。



华为数字能源技术有限公司 欧洲跨国colo运营商K2

关键技术

采用华为间接蒸发冷却解决方案(EHU)、一箱一系统创新技术。

成效

实现全年自然冷却，设计PUE低至1.15，每年省电1400万kWh，相当于10年减少碳排放66000吨。



源网荷储友好互动的虚拟电厂

虚拟电厂是依托先进通信技术和软件架构，通过应用资源聚合与优化调控、智能运行及协同调度、智能计量与信息通信、终端能量管理等技术，聚合分布式资源实现多主体、多层次协同互动，在必要时可作为特殊电厂参与电网调度或电力市场交易的源网荷储一体化系统。

关键技术

1 资源聚合与优化调控技术

资源聚合与优化调控技术通过聚合可调资源的外部特性，实现对电网需求指令的响应，同时根据市场价格信号及系统运行状态，通过内部签订直控协议、市场激励机制等措施，对分布式资源进行优化调控，以实现虚拟电厂内部的综合效益最优。

2 智能运行及协同调度技术

智能运行及协同调度技术针对电网的调控目标，形成调控方案库，依据实际运行情况，自动生成调控指令，并构建多目标调度决策优化模型，采用遗传算法、模拟退火、神经网络等智能算法求解虚拟电厂不同时间尺度的运行调度策略，实现对分布式资源的实时或近实时控制，以保证虚拟电厂的稳定运行及即时连续响应需求变化的能力。

3 智能计量与信息通信技术

智能计量与信息通信技术基于5G定制DNN和网络切片能力，构建虚拟电厂的弹性网络，满足虚拟电厂分层分区资源调度需求，实现广域资源一网纳管，进而实现对可调负荷、储能电站、充（换）电站、通信基站等分布式资源的聚合与控制。

4 终端能量管理技术

终端能量管理技术构建终端的功率约束条件，确保可调节资源的供电可靠性，运行规划以综合生产效益最优为目标输出终端目标响应功率，并实时跟踪调节偏差进行闭环功率控制，满足电网调节性能要求。

先进实践

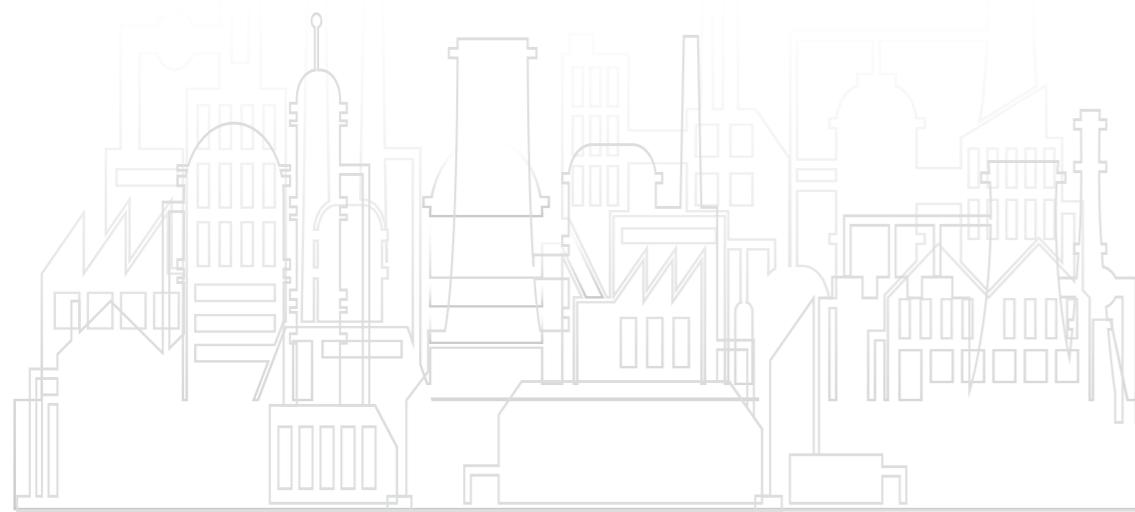
深圳供电局 虚拟电厂运营管理平台

关键技术

采用5G+智能网关技术，解决海量负荷侧资源接入调度的安防难题，实现用户可调节资源全时段可观、可测、可控。

成效

是国内首个网地一体虚拟电厂管理平台，是目前国内数据采集密度最高、接入负荷类型最全、规模最大、直控资源最多、应用场景最全的虚拟电厂平台。



多能互补集成优化的智慧园区

多能互补集成优化智慧园区通过多能协同调度、微电网管理和智慧能源管理等技术应用，实现能源梯级利用、综合能效提升、能源结构优化、本地资源高效利用等多重效益，是“两个一体化”与“互联网+”模式的集中体现。

关键技术

1 多能协同调度技术

多能协同调度技术是以园区智慧能源系统为能源调度核心，采用“互联网+”模式，整合园区内冷热电联供、储能、智能微网、非化石能源发电设施，实现异质能源间的互补互济、清洁生产和就近消纳，有效提升能源利用效率，达到资源的最优化配置，形成绿色共享的闭环流动循环系统。

2 微电网管理技术

微电网管理技术是通过微电网能量管理系统对分布式能源实现优化分配与平衡，建立“源-网-荷-储”一体化网络，实现微网能源的自我管理、调度和分配。微电网管理技术允许用户自主控制其电力需求，也允许电力供应商通过微电网能量系统实现“网-微”互动的调度和管理，提升微网的灵活性和可靠性。

3 智慧能源管理技术

智慧能源管理技术是通过智慧能源管理系统对园区能源进行智能化管理。智慧能源管理系统由边缘层和能源管理平台构成。其中，边缘控制层实现对能源设施的秒级乃至毫秒级感知和控制，能源管理平台通过全面掌握园区内的能源生产和使用态势，实现园区能源在生产、传输、存储和消纳环节的全面管理。

II 先进实践

深圳市欣旺达能源科技有限公司 惠州欣旺达园区

关键技术

采用包含市电、光伏、燃气发电、储能等的多能互补分布式能源系统，充分挖掘电池老化设备、空压机、空调等负荷可控潜力，实现供能端与用能端的协调互补。

成效

投运后，园区综合能源利用效率提升至88.34%，用电峰谷差降低29.4%；综合用能成本降低8.17%；碳减排约9574 (t) /年。



华为数字能源技术有限公司 安托山近零碳园区

关键技术

采用建筑光伏一体化、交直流微网架构、智慧能源管理、先进光储充系统等技术。

成效

获全球首个碳中和园区最高奖“碳中和绿点先锋奖”、深圳市“碳路先锋”称号等荣誉。投运后，年生产光伏绿电150万度；碳排放量降低超60%；可再生能源利用率超25%；单位面积能耗比深圳商办建筑能耗标准下降50%。



华为数字能源技术有限公司 福田区机关大楼低碳示范园区

关键技术

采用华为多能协同调度、智慧能源管理等关键技术，实现智慧光伏、智慧储能、VPP调度、柔性增容、智慧温控、智慧照明、智慧充电等智能园区能量管理。

成效

投入运营后，年生产光伏绿电约320万度，省电比例53%，碳排放量降低超53%，再生能源利用率超48%。



华为数字能源技术有限公司 深圳龙岗国际低碳城

关键技术

采用华为智能光储+能源管理云一体化解决方案，安装1.1MW光伏、2MWh储能，部署了综合智慧园区管理系统。

成效

投入使用后，每年生产127万度绿电，减少碳排放606吨，园区用电基本实现自发自用。



维谛技术有限公司 江门工厂园区综合能源项目

关键技术

采用维谛多能协同调度技术，利用能源管理系统综合当地电价、工厂负荷曲线、光伏发电曲线自动完成能源调度，移峰填谷为业主创造经济价值。

成效

年直接节省电费超过60万元，自备光伏系统发电100%消纳，每年可降低二氧化碳排放约2400吨。



● 高效低碳的建筑能源体系

高效低碳的建筑能源体系是以全生命周期优化设计与智慧运营为核心理念,通过结合气候与建筑场景特征,因地制宜地应用高效能源设备与系统、智慧楼宇控制等技术,从而实现能源集约化利用、可再生能源充分消纳、建筑与城市能源系统友好互动的新型建筑能源应用体系。

关键技术

1 高效能源设备与系统

建筑能源设备与系统通过能效持续提升实现建筑能耗降低。利用主动技术如适应负荷需求的高效变频空调系统、基于视觉舒适的照明系统以及先进控制技术的电气系统措施,最大幅度提高能源设备与系统效率,以最少的能源消耗提供健康舒适的室内环境。

2 智慧楼宇控制

建筑楼宇智能控制系统以人机物事全面感知、互联为基础,通过对能源设备与系统的动态监测、室内环境状态的实时感知,预测人员行为状态与偏好,根据预测结果提供个性化的能源服务与优化运行策略,有效降低能耗和运营成本。



先进实践

深圳市建筑科学研究院股份有限公司 深圳未来大厦

关键技术

采用“光储直柔”新型建筑配电系统,实现建筑用电负荷“柔性”调节,应用强弱电结合的智能群控制系统,综合应用净零能耗建筑技术。

成效

该大厦是全球第一个走出实验室、规模化应用的全直流建筑,比深圳同类办公建筑年均能耗水平低46.6%,年碳减排量1675吨。



中国科学院有限公司 中国海外大厦项目

关键技术

利用中庭自然通风采光、高效围护结构、新风热回收和余热回收、高效机房、主动式冷梁、高效照明、高效电梯及屋顶光伏等可再生能源等技术,探索近零碳建筑工程技术途径。

成效

实现年建筑综合节能率61%,本体节能率59%,可再生能源利用率12%,减少碳排放量1642.3吨,是2021年获国家标准近零能耗建筑设计标识。



先进实践

深圳大梅沙万科中心 近零碳排放建筑试点项目

关键技术

项目由中建国际设计顾问有限公司与深圳万都时代绿色建筑设计有限公司建设，综合运用可再生能源利用措施，采用智慧化管理控制系统、资源循环利用技术、云边结合能源管理系统，实现电气设备的智能化运维，能耗数据的可监测、可披露、可分析，优化光伏发电消纳率。

成效

通过需量电费托管等，在运营过程中实现100%绿电供应，实现近零碳排放。



中建科技集团有限公司 中建绿色产业园

关键技术

项目综合利用太阳能光伏、储能等，通过柔性用电管理系统向大楼8个办公区、2500平方米的建筑提供用电。通过柔性能量管理系统和先进的AI技术，实现建筑用能的自动调节和自主优化。

成效

项目年节约电量超10万千瓦时，能效提高30%以上，年节约标准煤约33.34吨，降低碳排放超47%。



停充一体和即充即走的充电网络

电动汽车充电网络是围绕液冷超充、充电模块分体超配、光储充一体化、车网互动等技术应用，通过提供“一秒一公里”、“停充一体”、“即充即走”的充换电服务，保障电动汽车推广应用与交通领域节能降碳的交能融合基础设施。

关键技术

1 液冷超充技术

液冷超充技术，是通过冷却液在专用的液体循环通道中传递热量，快速散热，从而实现超快速充电的技术。同时通过创新的智能投切矩阵、功率池化调度技术，可大幅提升电网变压器功率利用率，从而减少电力资源浪费。

2 充电模块分体超配技术

基于数字算法下的从电模块分体超配技术，是通过精准的数字仿真技术测算匹配前级电力容量和后级车辆充电功率需求的功率超配系数，通过超快体功率分配技术调度多充电模块。实现在同样电力容量获取下，服务更多电动汽车，有效提高模块及电力利用能力。

3 光储充一体化充电站技术

直流母线架构将交直流变换装置前置到电网接入侧，变换器后端输出稳定直流电压形成一个小型直流电网，场站内充电桩、光伏、储能等直流电源或负荷均共用直流母线，实现高效能量调度。

4 车网互动技术（V2G）

车网互动将电动汽车作为一种灵活可调度的移动储能单元，与电网进行能量和信息的互动，利用电动汽车储能特性实现源荷互动，平缓用电峰谷、平抑新能源波动、提高充电清洁占比。

先进实践

华为新一代 全液冷超充架构充电网络解决方案

关键技术

创新采用了全液冷超充技术、基于数字算法下的充电模块分体超配技术。实现了大功率的“一秒一公里”充电体验，即充即走。

成效

通过自研拓扑+液冷散热+智能寻优，实现系统效率提升1%+。最终实现全生命周期TCO下降40%。



深圳供电局 数字电网体验中心车网互动示范站

关键技术

示范站采用了车网互动V2G技术和基于AI和大数据分析的智能运维技术，1小时内削减了电量100千瓦时，有效实现充电负荷削峰填谷。

成效

目前可调节电动汽车充电站点超120座，调节能力超过7.1万千瓦，为新型电力系统下电力供需深度互动探索了新的可持续发展路径。



华为数字能源技术有限公司 永泰数能光储充电站

关键技术

该充电站主要聚焦于光储充一体化技术和液冷超充技术，开展超级快充和换电业务。光储充换一体化电站通过整合光伏、分布式储能系统和液冷超级充电桩等，实现“源、网、荷、储”协调运行。

成效

是全球首个支持液冷超充架构的新能源车充换电站，实现充电10分钟续航500公里。



展望

党的十八大以来，深圳市在坚决贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略的同时，大力推进数字能源高质量发展，将数字时代特有的新发展理念、新要素组织方式、新市场规则引入现有能源体系，通过以数据为核心生产要素、以数字技术为驱动力，赋能能源产业创新发展，进而支撑经济高质量发展。

数字驱动、能创未来！深圳市将继续充分展现中国特色社会主义先行示范区的新担当新作为，对标国际一流、国内领先，持续推动数字化技术与能源产业深度融合，广泛拓展数字技术在能源开发利用、储能配置、新型电力系统构建、能源消费等领域的创新应用场景，推动构建绿色、高效、柔性、智能和可持续的现代能源体系，**打造能源高质量发展高地**。推动构建智能化、数字化和高效化的智慧城市，不断夯实经济高质量发展数字底座，探索推广数据交易市场，提升能源数字化综合管理能力，加强国际合作及产学研一体化科技创新实践，大力优化数字能源发展环境，为产业发展持续注入新动能，**加快打造全球数字能源先锋城市**。

展望未来，深圳市将从全链条、全生态加码发力，构建全球领先的数字能源创新生态圈和支撑体系，打造多领域国际化数字能源产业赋能中心，努力在全面建设社会主义现代化国家新征程中创造新的辉煌。

