



电力圆桌
POWER SECTOR ROUNDTABLE



专题研究

中国电力企业低碳转型实践 2023 (简版报告)

电力圆桌项目课题组

2024年08月

电力圆桌项目

电力圆桌（全称电力可持续发展高级圆桌会议）项目于2015年9月启动，旨在紧扣应对气候变化、调整能源结构的国家战略，邀请业内专家和各利益方参与，共同探讨中国电力部门低碳转型的路径和策略。通过建立一个广泛听取各方意见的平台机制，电力圆桌将各方关心的、有争议的、目前决策困难的关键问题提交到平台讨论，选出核心问题委托智库开展高质量研究，并将研究成果和政策建议提交到平台征求意见，从而支持相关政策的制定和落地，推动中国电力行业的改革和可持续发展，提高电力行业节能减排、应对气候变化的能力。

项目课题组



中电联电力发展研究院有限公司
CEC Electric Power Development Research Institute Co., Ltd

中电联电力发展研究院有限公司（电力建设技术经济咨询中心、电力工程造价与定额管理总站）是中国能源电力投资咨询领域的“国家队”和决策“智囊团”，源于1986年成立的水利电力部直属中央级事业单位，历经近40年的发展，已成为我国具有影响力的专业咨询机构和能源高端智库，致力于为政府和行业提供“研、投、管、服”一体化、全过程工程咨询服务，具有工程咨询单位甲级专业资信、电力企业AAA信用等级、工程造价咨询企业AAA信用等级，入选国家发展改革委投资咨询评估机构名单。

Cover Image @Freepik

所使用的方正字体由方正电子免费公益授权

中国电力企业低碳转型实践 2023

Low-Carbon Transition Practices of
China Power Enterprises 2023

2024 年 08 月

目 录

前言	01
1. 综述	02
1.1 研究对象	02
1.2 研究维度	04
1.3 2023 年度议题矩阵	04
1.4 2023 年度中国电力企业低碳转型概览	06
2. 低碳业务布局议题概览	07
2.1 电力清洁低碳供应	07
2.2 源网荷储一体化和多能互补发展	07
2.3 沙戈荒大型风光电基地开发	08
2.4 区域源网荷储一体化项目布局	09
2.5 综合能源服务拓展	10
2.6 新型电力系统示范区建设	12
2.7 虚拟电厂模式培育	14
2.8 低碳电气化场景培育	15
2.9 工业绿色微电网建设	17
3. 新兴技术创新议题概览	18
3.1 先进电力技术提升新能源供给消纳比例	18
3.2 数字化技术赋能低碳转型	19

3.3 先进新能源发电技术应用.....	19
3.4 熔盐储热技术布局.....	22
3.5 先进能源互联网技术落地.....	23
3.6 氢电协同技术示范.....	25
3.7 新型物理储能技术创新.....	27
3.8 构网型技术装备应用.....	28
4. 商业模式培育议题概览.....	29
4.1 新型低碳用能场景拓展.....	29
4.2 低碳用能服务提升.....	29
4.3 “核电+”清洁能源供应.....	30
4.4 碳资产管理与服务.....	31
4.5 煤电与新能源联营.....	32
4.6 电力大数据增值服务.....	33
4.7 绿色金融服务.....	34
4.8 售电公司业务多元化发展.....	35
4.9 新型储能容量租赁.....	36
5. 电力企业低碳转型挑战.....	37
6. 电力企业低碳转型展望.....	39
附件 2022-2023 年度电力企业低碳转型议题案例清单.....	41
参考文献.....	44

前言

二十大报告指出，实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。这为中国电力企业低碳转型提供了方向指引。为推动电力企业低碳转型，中电联电力发展研究院有限公司于 2023 年首次发布电力企业低碳转型实践年度报告，持续跟踪企业低碳转型动态，开展热点研究，优化研究维度，扩充研究对象，根据企业公开披露数据信息和相关研究资料，梳理分析电力企业低碳转型典型案例和有益做法，编制形成了《中国电力企业低碳转型实践 2023》。

报告从低碳业务布局、新兴技术创新、商业模式培育 3 个维度，选取 27 家典型电力企业低碳转型典型实践案例进行解读，研判我国电力企业低碳转型面临的形势和挑战，对今明两年电力企业低碳转型进行了展望。报告认为：2023 年，电力企业低碳转型加速推进，低碳业务布局持续优化、新兴技术创新百家争鸣、多元商业模式蓬勃发展，带动电力行业绿色发展成色更足。同时，面对电力安全保障持续承压、电力低碳转型多重约束叠加、绿色电力消费机制有待完善等制约电力低碳转型的行业性问题，需要电力企业有效应对低碳转型投资不确定性增加、支撑新能源消纳和促进源荷互动压力并存、低碳转型路径有待进一步拓展等新挑战，纵深推进低碳电力科技创新、产融结合实践和商业模式扩围，加快形成电力行业深入践行碳达峰碳中和战略目标的新动能。

综述

1.1 研究对象

综合考虑电力企业主营业务范围、产业布局特征、主要经营区域以及企业信息对外披露程度等因素，将研究对象总体划分为 3 类，即发电企业、电网企业和新兴主体。其中，发电企业选取中国华能集团有限公司等 8 家发电（能源）企业，电网企业选取国家电网有限公司等 2 家电网企业，新兴市场主体选取了北京鑫泰能源股份有限公司等 17 家企业（主要包含国有资本或民营资本全资 / 控股的售电公司、增量配售电公司、虚拟电厂运营商以及综合能源服务公司），共计 27 家目标企业作为研究对象，进行低碳转型实践案例分析。

图 1 研究对象（发电企业、电网、新兴主体）



1.2 研究维度

为反映电力企业低碳转型实践热点，洞悉企业低碳转型脉络，报告在《中国电力企业低碳转型实践 2022》基础上，对研究维度进行了动态调整，具体分为低碳业务布局、新兴技术创新、商业模式培育 3 个维度，深入剖析电力企业推动低碳转型的多元实践和创新探索。

1.3 2023 年度议题矩阵

结合电力企业低碳转型热点和焦点，在各维度下分别研究设置本年度企业的框架议题和实践议题。

框架议题：3 类研究对象在同一维度下的共性实践内容，包含矩阵内的低碳业务布局框架议题、新兴技术创新框架议题、商业模式培育框架议题，合计 6 项议题。各项框架议题根据各类企业实践进展作概述。

实践议题：发电企业、电网企业、新兴主体在各维度下的实践内容，包含矩阵内的发电企业低碳业务布局实践议题、电网企业低碳业务布局实践议题、新兴主体低碳业务布局实践议题、发电企业新兴技术创新实践议题、电网企业新兴技术创新实践议题、新兴主体新兴技术创新实践议题、发电企业商业模式培育实践议题、电网企业商业模式培育实践议题、新兴主体商业模式培育实践议题，合计 20 项议题，各项实践议题选取对应分类型企业 2022~2023 年期间的典型实践案例，围绕项目实施背景、建设运行情况、主要实施成效等内容作阐述。

表 1 2023 年度中国电力企业低碳转型实践议题矩阵

维度	议题类型	发电企业	电网企业	新兴主体
低碳业务布局	框架	电力清洁低碳供应		
	实践	沙戈荒大型风光电基地开发	源网荷储一体化和多能互补发展	低碳电气化场景培育
		区域源网荷储一体化项目布局 综合能源服务拓展	新型电力系统示范区建设	工业绿色微电网建设
新兴技术创新	框架	先进电力技术提升新能源供给消纳比例		
	实践	先进新能源发电技术应用	数字化技术赋能低碳转型	新型物理储能技术创新
		熔盐储热技术布局	先进能源互联网技术落地	氢能协同技术示范
商业模式培育	框架	新型低碳用能场景拓展		
	实践	“核电+”清洁能源供应	低碳用能服务升级	售电公司业务多元化发展
		碳资产管理与服务 煤电与新能源联营	电力大数据增值服务	绿色金融服务

1.4 2023 年度中国电力企业低碳转型概览

2023 年，电力企业低碳转型加速推进，带动电力行业绿色发展成色更足。全年新增风电太阳能发电装机 2.9 亿千瓦以上，全国新能源发电装机突破 10 亿千瓦，2023 年底达到 10.5 亿千瓦，占总装机容量比重为 36%。风电和太阳能发电量快速增长，全年合计发电量同比增加 2801 亿千瓦时，占全年总发电量增量的 46.1%。电力碳排放强度稳步下降，单位发电量二氧化碳排放约 540 克 / 千瓦时，同比降低 0.2%，比 2005 年降低 37.0%。煤电容量电价政策出台，促进煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。新能源进入电力市场节奏进一步加快，全国新能源市场化交易电量 6845 亿千瓦时，占新能源总发电量的 47.3%。绿电、绿证市场体系和交易机制持续完善，绿电、绿证交易规模不断扩大。自绿电、绿证交易启动以来，截至 2023 年底，全国绿电交易累计成交量 954 亿千瓦时。绿证交易累计成交量突破 1 亿张。

低碳业务布局持续优化。电力企业全面融入“双碳”目标下能源保供工作大局，统筹推进沙戈荒大型风光电基地、分布式光伏规模化部署、西南流域梯级水电基地、东部沿海先进核电与海上风电基地建设，因地制宜探索新型电力系统多元建设路径，积极培育低碳电气化发展新场景；深入践行国家能源绿色低碳发展重大战略，稳步实施源网荷储一体化和多能互补发展，差异化布局综合能源服务产业，服务工业绿色微电网建设，促进低碳转型发展理念持续融入企业发展战略。

新兴技术创新百家争鸣。电力企业围绕大容量高效新能源发电技术应用、新型物理储能和构网型技术装备应用开展了有益实践，在广东、浙江、安徽等地推进氢电协同技术示范应用取得积极进展；加大力度实施数字化、智能化技术赋能主营业务发展，助力企业低碳转型和新兴产业生产经营提质增效。

多元商业模式蓬勃发展。电力企业聚焦增强低碳转型发展内生动力，在核能综合利用、煤电与新能源联营、共享储能等领域积极拓展低碳用能新场景；多措并举提升企业低碳用能服务能力，碳资产产品增值、基于碳评价的绿色金融、电力大数据辅助电力用户信用评价、“售电+”等形式多样的新型低碳电力商业模式不断涌现，为企业低碳产业拓展注入强劲动能。

2 低碳业务布局 议题概览

2.1 电力清洁低碳供应

立足能源电力低碳发展定位，持续扩大电力清洁低碳供应。电力企业结合企业现状和地方资源禀赋，积极进行低碳业务布局，扩大电力清洁低碳供应规模。**发电企业**积极推进大型风电光伏基地开发，统筹水电开发和生态保护，安全有序发展核电，稳妥发展布局生物质能发电，推进煤电清洁、低碳发展。**电网企业**推动区域间主干网架数量、效率双升级，并向智能化、柔性化发展，加大跨区输送清洁能源力度。加强配电网高质量发展，提升分布式能源接入能力，丰富配电网调节手段，提升电力用户供电可靠性。**新兴主体**发挥接近市场、贴近用户优势，推动高比例新能源消费大众化，发展、引导并培育低碳化用能转型新场景。

2.2 源网荷储一体化和多能互补发展

破除“源随荷动”陈规，推动源网荷储一体化和多能互补发展。电力企业树立“源、网、荷、储多元协同互动”新秩序，在源网荷储一体化和多能互补方向扩大绿色产业布局。**发电企业**推进新能源之间、新能源与调节性电源、新能源与储能之间多能互补，推广电力源网荷储一体化发展范式，实现清洁能源远距离消纳与就地平衡兼容并蓄。**电网企业**

在市、县区域引入清洁能源，就地发展分布式发电，建设富有韧性、弹性的配电网，建立源网荷储互动、多能协同互补的资源配置平台，融合应用“大云物移智链”等新技术，实现与非电终端能源之间互通互济和灵活转换。**新兴主体**积极培育电力源网荷储一体化、负荷聚合服务、综合能源服务等贴近终端用户的新业态，实现清洁能源就地消纳。

2.3 沙戈荒大型风光电基地开发

——国家能源集团腾格里沙漠新能源大基地建设

项目概况：宁夏腾格里沙漠新能源基地一期 100 万千瓦光伏项目占地 2.8 万亩，共安装组件 120 万千瓦。2023 年累计发电 13.6 亿千瓦时，预计后续每年可提供清洁电能 18 亿千瓦时。通过 2.6 万亩草方格铺设及草籽播种的方式防风固沙，开展多元治沙模式。2023 年 10 月，二期 200 万千瓦光伏项目正式开工建设。二期项目位于腾格里沙漠东南边缘，建设规模 200 万千瓦，占地面积约 6 万亩，将配套建设 2 座升压站、1 座储能电站。二期项目建成并网后，预计每年可提供清洁电能约 30 亿千瓦时以上，节约标准煤超 10 万吨¹。



图 2 国家能源集团宁夏腾格里沙漠新能源基地一期光伏项目

图片来源：国家能源集团公开发布信息。

成果借鉴：建设“沙戈荒”地区大型风电光伏基地，打造新形势下推动新能源高质量发展的新抓手，探索在沙漠戈壁荒漠地区实施一次电力集约高效开发利用、促进生态环境修复改善的可行途径。

1 本报告案例中数据均来源于案例实施单位公开发布信息。

2.4 区域源网荷储一体化项目布局

——三峡集团内蒙古乌兰察布电网友好型绿色电站建设

项目概况： 内蒙古乌兰察布电网友好型绿色电站总装机容量 200 万千瓦。配套 55 万千瓦 /110 万千瓦时储能及 1 座智慧联合集控中心。一期工程于 2021 年 12 月投运，2023 年电站发电量将近 10 亿千瓦时。二期、三期工程于 2023 年 12 月并网发电。截至 2023 年底，绿色电站发电量约 9.9 亿千瓦时，节约标准煤超过 30 万吨，减少二氧化碳排放量约 86 万吨，储能充电量约 3300 万千瓦时，储能放电量约 2800 万千瓦时，充放电能量转换效率突破 85%。储能共计调用次数超过 650 次（含电网调用和自调用），顶峰供电电量接近 1750 万千瓦时，顶峰供电时长超 170 小时。



图 3 内蒙古乌兰察布电网友好型绿色电站

图片来源：三峡新能源集团公开发布信息。

成果借鉴： 配置新型储能平抑风电、光伏发电出力波动性，实施新能源与储能协同优化运行，提升新能源利用水平和有效容量支撑能力，打造系统友好型新能源电站样板。

2.5 综合能源服务拓展

——国家能源集团博鳌东屿岛绿色智慧能源系统建设

项目概况：国家能源集团博鳌东屿岛绿色智慧能源项目位于海南省琼海市博鳌镇东屿岛，2023年3月18日投运。项目主要包括岛内3200千瓦分布式光伏发电项目；岛外近2万千瓦农光互补光伏项目；岛内外停车场共建设充电桩204台，东屿岛主要车行道共66套智慧灯杆改造；利用能源路由器设施构建先进的新闻中心光储直柔系统；自主开发多维度智慧化能源管控平台。



图4 国家能源集团博鳌东屿岛绿色智慧能源系统项目

图片来源：国家能源集团公开发布信息。

成果借鉴：应用光伏直柔、全钒液流等多项创新技术及自主开发的多维度智慧化能源管控平台，实现了新能源车及柔性充电技术岛内全覆盖，建成了集多种功能于一体的绿色交通设施和近零能耗的建筑群体，打造智慧零碳园区样板。

——国家电投苏州综合智慧零碳电厂开发

项目概况：2022年12月29日，国家电投苏州综合智慧零碳电厂正式启动。该项目通过智慧系统聚合新能源（泛分布式）、储能（分布式、共享）、生物质、可调负荷等，构建新型能源生产与消费聚合体，补充电力缺口，为电网提供更多灵活性资源，带动绿电建设，促进绿电消纳，提供精细化辅助调节服务。探索参与电力现货市场、辅助服务市场、绿电等交易模式，构建可调资源市场化运营路径。首期试运行共聚合49个站点资源，包括分布式光伏站点31个，储能6个（户用2个、商业楼宇3个、分布式1个），产业园2个，码头1个，大用户9家。项目全部建成后，预计聚合负荷容量超过210万千瓦，调峰能力达到百万千瓦级别。



图5 国家电投苏州综合智慧零碳电厂

图片来源：国家电投集团公开发布信息。

成果借鉴：依托智慧能源管控平台，聚合新能源、储能、可调节负荷等多元低碳发电和系统调节资源，制定智能优化控制策略，实现多种能源时空互补、余缺互济，促进大型公共建筑群和工业园区能源低碳高效利用。

2.6 新型电力系统示范区建设

——国家电网北京通州新型电力系统示范区建设

项目概况：北京通州建设高端智能配电网，发展分布式光伏发电，应用 5G 技术提升通信网，推动电网数字化转型，实施绿色建筑和交通，打造绿色能源控制中心，通过碳监测服务平台和新型电力系统实验基地，管理碳排放并提升电网互动能力，建立新型电力系统示范区。



图 6 潞城镇前疃村老年驿站房顶安装的光伏设备

图片来源：国家电网公开发布信息。

成果借鉴：建设分布式光伏微电网，发展绿色电气化建筑和交通，实现新能源就近消纳，发挥智能电网对绿电资源配置的枢纽平台作用，支撑示范区内减污降碳扩绿。

——南方电网横琴粤澳智慧能源深度合作示范区建设

项目概况：横琴粤澳智慧能源深度合作示范区 2022 年正式开始建设，预计 2024 年全部完成。截至 2023 年底，示范区共完成任务 31 个。示范区应用 20 千伏双链环网架，建成高可靠性区域配电网；建成横琴区域级数字电网及智慧能源监控中心；升级客户关系管理平台；实现新一代智能电表全覆盖；建成现代供电服务体验中心及零碳建筑示范项目；搭建电碳计算及辅助决策平台；研发紧凑化经济型直流配用电关键装置等。



图 7 横琴粤澳智慧能源深度合作示范区

图片来源：南方电网公开发布信息。

成果借鉴：着力提升输变配运维智能感知与控制能力，依托智慧能源监控中心，打造零碳电气化建筑，应用电碳计量及辅助决策，延展现代供电服务范畴，提升客户低碳电力获得感。

2.7 虚拟电厂模式培育

——南方电网深圳虚拟电厂智慧调度运行管理云平台建设

项目概况：2021年，依托南方电网虚拟电厂“灯塔”项目，建成网地一体虚拟电厂调度运行管理云平台。2022年，深圳市发改委和南方电网深圳供电局联合挂牌深圳虚拟电厂管理中心。接入分布式资源超260万千瓦、调节能力超50万千瓦，基本形成数据采集密度高、接入负荷类型全、直控资源多、应用场景丰富的源荷互动管理平台体系。

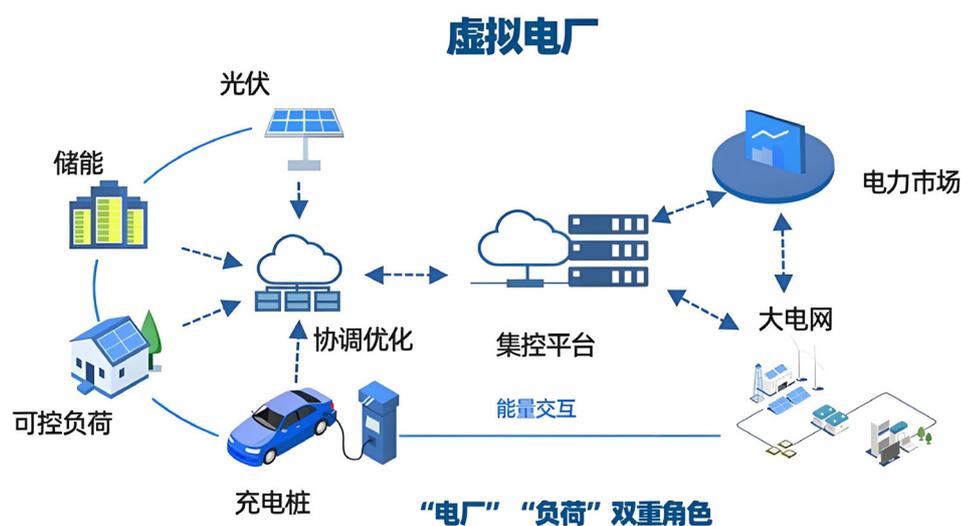


图8 广东深圳虚拟电厂智慧调度运行管理云平台

图片来源：南方电网公开发布信息。

成果借鉴：建设网地一体虚拟电厂智慧调度运行管理云平台，聚合大规模分布式资源，提升新型负荷调节能力。实施本地电力需求侧精准响应，缓解局部电网重载、过载、断面阻塞，实现虚拟电厂参与跨省备用市场结算运行，为虚拟电厂参与电力辅助服务市场提供可行方案。

2.8 低碳电气化场景培育

——宁德时代宁德 - 厦门重卡换电干线建立

项目概况：2023年8月24日，宁德 - 厦门重卡换电干线正式投入运营。福建高速集团与宁德时代在长乐、洛阳江两个服务区双向设置四座重卡换电站。通过测算对比，换电重卡较燃油车年减少碳排放约 170 余吨，全生命周期成本节省约 35 万元。



图9 宁德 - 厦门重卡换电干线

图片来源：宁德时代公开发布信息。

成果借鉴：在福建长乐、洛阳江两个服务区双向设置重卡换电站，为往返宁德、厦门的电动重卡提供补能服务，拓展交通运输低碳化场景。

——华为数字能源安托山总部基地建设

项目概况：华为数字能源安托山总部基地位于深圳市福田区香蜜湖街道，充分利用园区内三栋建筑立面和屋顶空间，铺设约 3 万平方米 BIPV 幕墙。每年可发绿电约 150 万千瓦时，而且能够有效控制楼宇内部温度升高，降低空调系统制冷需求。依托“园区能源管理云 + 能源路由器”创新架构，通过云 - 边 - 端协同，实现源 - 网 - 荷 - 储一体化 AI 协同调度和园区基础设施数字化管理，能耗和碳排放一网可见、可管、可维护、可优化。



图 10 华为数字能源安托山总部基地

图片来源：华为技术有限公司公开发布信息。

成果借鉴：采用光储直柔等低碳技术，增加绿电发电量，降低楼宇内部空调制冷需求。设计“园区能源管理云 + 能源路由器”架构，实现楼宇能耗和碳排放可观、可测、可控。

2.9 工业绿色微电网建设

——远景能源内蒙古鄂尔多斯蒙苏经济开发区零碳产业园绿色微电网建设

项目概况：内蒙古鄂尔多斯蒙苏经济开发区零碳产业园绿色微电网搭建智慧物联能源调度平台，建设 3 万千瓦风电、700 千瓦光伏、3.7 兆瓦 /7.4 兆瓦时电化学储能，以及余热回收系统，构建了融合风、光、储、余热回收以及电网支撑调节的多种能源供应系统。通过智慧能源管控系统实现风光储联合运行，风电和光电 100% 就地消纳，可再生能源消费占比达到 58%，每年可减少化石能源消费约 5500 吨标煤，减少二氧化碳排放接近 2.6 万吨。通过余热回收系统回收工业余热并提升蒸汽冷凝水回收效率，工业余能利用率达到 70% 以上，每年节约用电约 300 万千瓦时，减少化石能源消费约 370 吨标煤，减少二氧化碳排放 1700 吨以上。



图 11 内蒙古鄂尔多斯蒙苏经济开发区零碳产业园

图片来源：远景能源公开发布信息。

成果借鉴：搭建智慧物联能源调度平台，形成局域型风电、光伏、电化学储能及余热回收系统，实施融合风、光、储、余热回收以及电网支撑调节的多种能源集成供应，实现工业园区源网荷储协同管理、新能源高比例消纳。

3 新兴技术创新 议题概览

3.1 先进电力技术提升新能源供给消纳比例

深入推进先进电力技术提升，促进新能源高比例消纳。电力企业践行绿色低碳社会责任，不断科研攻关，发展新质生产力。**发电企业**探索各式储能与火力发电联合运行技术，应用火电清洁发电技术，提升火电辅助服务能力和低碳属性；开发大容量风电机组，提高风能捕捉能力和利用效率；研究隧穿氧化物钝化接触（Tunnel Oxide Passivated Contact, TOPCon）、钙钛矿等先进技术，提升光伏组件单位面积发电能力。**电网企业** 220 千伏低频输电技术落地，实现大受端城市区域间电力互联互通；配电网智能有载无极调压变压器投运，提升台区分布式光伏承载能力；氢电协同技术示范样板建成，增强电网弹性，促进可再生能源消纳。**新兴主体**推动新型长时储能技术研发落地，缓解新能源发电随机性、波动性、季节性难题；探索构网型设备应用，缓解电网电压稳定裕度低、暂态过电压、宽频振荡等问题。

3.2 数字化技术赋能低碳转型

发挥数字化驱动效能，助力企业低碳转型。电力企业通过数智化提升发电效率、促进新能源消纳、推进火电灵活调峰、优化新能源开发运营，以数字化、智能化技术赋能低碳转型。**发电企业**运用数智化技术，实现设备智能监测和安全管理。开展科学决策，实现运行增效降本；通过安全管理和动态预警，提高企业安全性、可靠性。**电网企业**通过数智化技术，促进能源结构和系统灵活性双提升；满足多元用能需求，提升电力精准服务；赋能电网生产运营，提升电网智能互动和安全水平；服务政府和行业治理，辅助政府决策和行业监管。**新兴企业**建立覆盖配电网全环节、全业务、全要素的基础资源数据，打造多维多态“智慧管控平台”，支撑多业务系统融合开放，提升增量配电网数字透明和资源配置水平。

3.3 先进新能源发电技术应用

——东方电气、中国华能 18 兆瓦直驱海上风电机组下线

项目概况：2023 年 11 月 10 日，东方电气集团联合中国华能研制的 18 兆瓦直驱海上风电机组，在福建省福清市东方电气风电（福建）有限公司顺利下线。国产 18 兆瓦直驱海上风电机组叶轮直径达 260 米。机组由 3 万余个部件组成。机组轮毂中心高度 160 米，风轮扫风面积 53000 余平方米，机组满发时，每转一圈可发电约 38 千瓦时，在年平均 10 米每秒的风速下，单台机组每年可输出清洁电能约 7200 万千瓦时，节约标准煤 2 万余吨，减少二氧化碳排放 5.5 万余吨。



图 12 东方电气 18 兆瓦风电机组

图片来源：东方电气公开发布信息。

成果借鉴：18兆瓦直驱海上风电机组应用大厚度、钝尾缘、高性能翼型126米风电叶片，国产集成式双驱变桨系统等技术，提升风电单机功率，提高风能利用效率和发电效率，增加发电量，增大年利用小时数，降低度电成本。

——广东能源 210 千瓦高温燃料电池发电系统示范项目

项目概况：2023 年 1 月 12 日，广东能源与潮州三环（集团）股份有限公司合作开展的“210 千瓦高温燃料电池发电系统研发与应用示范项目”通过验收。本项目中的高温燃料电池拥有发电过程简单高效、燃料来源广（可使用氢气、天然气、沼气、生物质气、焦炉气、煤制气等燃料）、可热电联供、绿色低排放等优点。后续可在冷热电联供、分布式能源、船舶电源、沼气垃圾填埋气发电、煤气化发电等领域应用，可实现煤炭、天然气等化石能源的高效清洁利用。

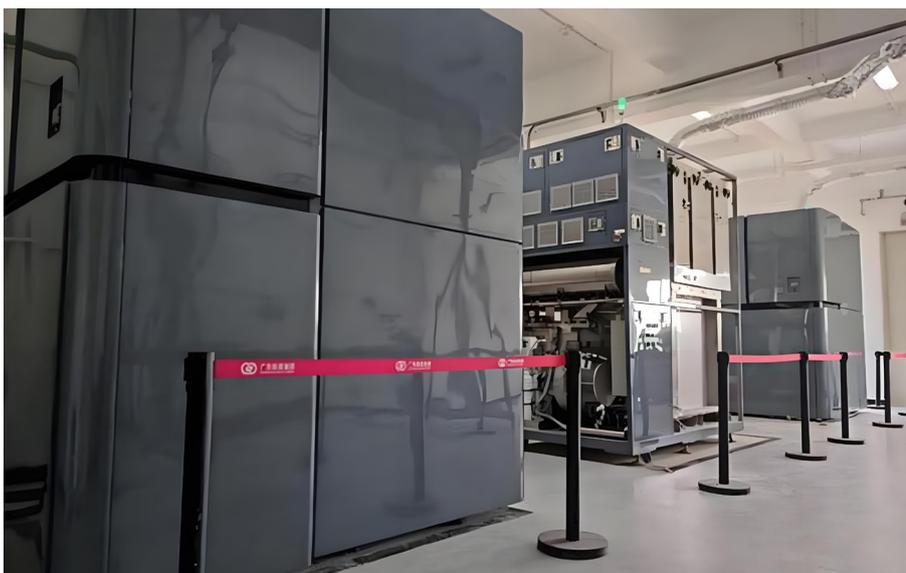


图 13 广东能源集团 210 千瓦高温燃料电池发电系统示范项目

图片来源：广东能源公开发布信息。

成果借鉴：高温燃料电池在冷热电联供、分布式能源、沼气垃圾填埋气发电、煤气化发电等领域实施基础材料、单电池、电堆和系统的技术革新，实现了增容、增效及燃料广泛适应等改善。

3.4 熔盐储热技术布局

——江苏国信煤电机组耦合熔盐储热示范工程

项目概况：2022年12月17日，煤电机组耦合熔盐储热示范工程在江苏国信靖江发电有限公司顺利投入运行。该项目应用熔盐储热技术，当电网低谷时，把过剩的电能用熔盐储存起来，一部分用于靖江工业企业生产供汽，另一部分在电网需要的时候释放出来，辅助煤电机组顶峰。



图 14 江苏国信煤电机组耦合熔盐储热示范工程

图片来源：江苏国信公开发布信息。

成果借鉴：煤电机组耦合熔盐储热示范工程实施熔盐储热技术与煤电融合应用，进一步挖掘煤电机组系统调节潜力，探索煤电服务新能源消纳的新技术途径。

3.5 先进能源互联网技术落地

——国家电网河北雄安新区能碳一体化智慧平台构建

项目概况：河北雄安新区打造城市级能碳一体化智慧平台。平台通过汇集新区水、电、气、热、油等各类能源数据以及园区楼宇的建设运行数据，研发“城市、区域、用户”三级用能态势感知应用，建立用户侧“测碳、管碳、用碳”一站式服务体系。打造城市级、全口径、全业务智能能源管理平台，依托能源数据的汇聚贯通，计算能源活动产生的碳排放数据，构建以“碳报告—绿色认证—金融服务—运行管理”为主线的全链条碳服务。



图 15 雄安新区用户侧碳排放监测服务平台

图片来源：国家电网公开发布信息。

成果借鉴：依托智慧管控平台汇集新区水、电、气、热、油等各类能源数据以及园区楼宇的建设运行数据，研发“城市、区域、用户”三级用能态势感知应用，建立用户侧“测碳、管碳、用碳”一站式服务体系，大幅提升用户低碳高效用能水平。

——国家电网杭州 220 千伏柔性低频输电工程投运

项目概况：2023 年 7 月 2 日，杭州 220 千伏柔性低频输电工程投运。本工程包括亭山、中埠 2 座高压大容量低频换流站和其间长约 13.6 千米的输电通道，实现杭州富阳、萧山两大城市负荷中心互联，为两地提供约 30 万千瓦的灵活电力支撑。



图 16 杭州 220 千伏柔性低频输电工程

图片来源：国家电网公开发布信息。

成果借鉴：采用柔性低频交流互联技术，解决超大受端城市区域间电力互济不足问题，提升系统功率传输能力、柔性调控能力和区域间供电可靠性，为中远海域海上风电集中低频送出、海岛及城市电网多端互联提供方案借鉴。

3.6 氢电协同技术示范

——国家电网浙江台州大陈岛氢能综合利用示范项目

项目概况：2022年7月8日，国家电网浙江台州大陈岛氢能综合利用示范工程正式投产。本项目风力发电装机34台，总容量约2.7万千瓦。通过质子交换膜技术电解水制氢，构建了“制氢-储氢-燃料电池”热电联供系统。每年可消纳岛上富余风电约36万千瓦时，产出氢气超过7万立方米（标况下），可发电约10万千瓦时，减少二氧化碳排放73余吨。创新探索供电、供热、供氢多元业务融合发展，促进海岛清洁能源消纳与电网潮流优化。此外，氢燃料电池能够在用电高峰和紧急检修情况下满足大陈岛用电需求，提升电网韧性与可靠性。



图 17 大陈岛氢能综合利用示范工程

图片来源：国家电网公开发布信息。

成果借鉴：立足本地可再生能源禀赋，开创用户侧孤岛离网制氢与综合应用模式，建立基于海上发电的“制氢-储氢-燃料电池”热电联供微系统，有效提升海岛地区风能与用电负荷匹配度，实现清洁能源超高比例消纳和全过程零碳化供能。

——南方电网广州供电局小虎岛电氢综合调峰站项目

项目概况： 广州供电局小虎岛电氢综合调峰站位于广州市南沙区黄阁镇黄阁大道北小虎岛北侧，2023年3月投运。本项目建设一座耦合可再生能源发电、电解水制氢、固态储氢、静态氢压缩及氢燃料电池发电调峰，兼具加氢能力的电氢综合调峰电站。利用光伏发电，驱动电解水装置制取“绿氢”，采用固态储氢装置储氢，再通过升高固态储氢装置温度释放氢气。氢气既可供燃料电池发电，又可为燃料电池车加氢。



图 18 广州供电局小虎岛电氢综合调峰站

图片来源：南方电网公开发布信息。

成果借鉴： 立足本地可再生能源禀赋，创新可再生能源“制氢 - 储氢 - 氢能发电”协同技术应用，促进可再生能源消纳的同时，增强局域电网韧性。

3.7 新型物理储能技术创新

——中盐金坛 60 兆瓦 /300 兆瓦时盐穴压缩空气储能项目

项目概况: 本项目位于江苏省金坛市,建设1套60兆瓦盐穴非补燃压缩空气储能系统。本项目利用低谷电或可再生能源弃电把空气压缩,存储在地下盐穴;在用电高峰时,释放高压空气,带动发电机组发电,保障用电需求。可用于支撑电网削峰填谷、调频、调相,也可用于为电网提供备用电源、支撑其他机组的黑启动等。



图 19 金坛盐穴压缩空气储能电站厂区

图片来源:中盐集团公开发布信息。

成果借鉴: 利用天然盐穴作为储能容器,采用空气动力透平膨胀机技术,将废弃盐穴变废为宝,增加可再生能源消纳空间和电力系统削峰填谷能力。

3.8 构网型技术装备应用

——科华数能宁夏百兆瓦级构网型共享储能项目

项目概况：科华数能宁夏 100 兆瓦 /200 兆瓦时独立共享储能电站位于宁夏回族自治区灵武市宁东镇，2022 年 12 月 31 日并网。该项目采用构网控制策略，利用虚拟同步发电机技术来加强电网，提升电网短路容量，增加转动惯量，提升宁东电网灵活调节能力和新能源消纳水平。作为辅助调峰、调频的枢纽站，该项目年调峰能力可达千万千瓦时级别，也可为电网提供事故备用、黑启动、需求响应支撑等多种辅助服务。



图 20 科华数能宁夏兆瓦级构网型共享储能

图片来源：科华数能公开发布信息。

成果借鉴：采用构网型控制策略，为系统提供主动惯量支撑、调频机惯量响应、抑制宽频振荡、电压故障穿越及黑启动等功能。

4 商业模式培育 议题概览

4.1 新型低碳用能场景拓展

深挖区域用能需求，开展新型低碳用能场景拓展。电力企业立足存量产业优势，结合地域周边实际用能需求，拓展低碳用能场景，探索电力服务新模式。**发电企业**利用发电副产品为周边城市、园区提供市政、工业供水、供能，为下游产业链提供优质低价原材料；利用自身绿电产出，直接为附近高耗能企业供能。**电网企业**打通电网调度与负荷聚合商、虚拟电厂等社会分散资源连接关系，聚合社会用电新势力，增强系统调节能力；深挖电力大数据内含价值，探索电力大数据在非电领域的价值体现。**新兴主体**立足社会绿色用能需求，提供节能降耗、绿色低碳和经济性最优的用能策略；与发电、电网企业配合，开拓定制化低碳用能商业模式。

4.2 低碳用能服务提升

强化碳资产“资本”属性，开拓低碳用能商业模式多元化。电力企业打通经济资本与碳资产之间转化渠道，为同行业及其上、下游提供碳排放交易、碳足迹核算、低碳技术研发等服务；发行绿色债券、绿色贷款及绿色投资基金等产品；结合低碳用能新形势，

开拓低碳用能多元化商业模式。**发电企业**组建碳资产运营服务公司，全面监测和管理各发电厂碳排放，建立碳资产管理系统，严格实施碳排放控制措施，开展碳资产认证评级，指导企业碳减排和碳中和工作，管理和优化企业碳信用。**电网企业**开辟绿色金融业务，发行绿色债券，获取绿色贷款，推广绿色保险，开展绿色资产证券化，助力低碳基础设施建设和资产流通。**新兴主体**开创共享、租赁、托管新模式，利用前沿技术和先进管理系统，开展设备租赁、能源托管等新业务。

4.3 “核电 +” 清洁能源供应

——国家电投山东海阳核电厂“暖核一号”核能供暖工程

项目概况：自 2019 年以来，海阳核电厂按照“一次规划，分步实施”的原则，逐步开发满足不同规模供暖需求的核能供暖技术，并分期推动落地实施。一期工程于 2019 年建成投产，实现向核电厂周边 2 万余户居民供暖；二期工程于 2021 年建成投产，为海阳市 20 万居民供暖；三期工程于 2023 年 11 月建成投产，实现跨地级市核能供暖。



图 21 山东海阳核电厂“暖核一号”核能供暖工程

图片来源：国家电投公开发布信息。

成果借鉴：通过建立“核电厂 + 政府平台 + 供热企业”的联合运行商业模式，打造城市级核能供热新范例，形成居民用暖价格不增加、政府财政负担不增加、热力公司利益不受损等多方共赢新局面。

4.4 碳资产管理与服务

——国家电投盘活火电企业碳资产实践

项目概况：2023年6月26日，国家电投财务公司成功向上海电力漕泾发电发放2200万元碳排放权质押贷款。国家电投财务公司通过盘活火电企业“碳资产”，打破融资方式单一局面，实现以碳金融助力火电低碳化改造、清洁化利用。



图 22 国家电投上海上电漕泾发电厂

图片来源：国家电投公开发布信息。

成果借鉴：对火电厂进行碳资产评估，制定碳资产质押方案，畅通碳资产信贷渠道，形成火电企业碳资产质押贷款全流程解决方案，为促进煤电与新能源优化组织提供模式借鉴。

4.5 煤电与新能源联营

——华能日照电厂煤电新能源联营项目

项目概况：华能日照电厂现有装机总容量 216 万千瓦，包括 4 台煤电机组、1 座光伏电站。2022 年 8 月 30 日，华能日照电厂投资的华能五莲农光互补项目首批 10 万千瓦顺利并网。2023 年 8 月 23 日，另一个煤电新能源联营项目华能莒县绿色智慧综合能源项目长岭 11 万千瓦一期光伏发电工程开工。



图 23 华能五莲农光互补项目

图片来源：华能集团公开发布信息。

成果借鉴：实施煤电与新能源联合运营，发挥煤电系统调节作用，服务周边新能源开发利用，形成煤新联营新型收益模式，促进煤电与新能源协同发展、互利共赢。

4.6 电力大数据增值服务

——南方电网面向金融系统“云电贷大数据分析”模型应用

项目概况：“云电贷大数据分析”模型基于南网云云南分节点，通过面向服务架构（Service Oriented Architecture，简称“SOA”）信息集成平台集成方式，采用大数据技术，运用数据挖掘算法，识别与客户信用相关的特征标签并构建客户信用评价模型，实现模型计算与预测、查询统计分析、信用评价管理体系管理、应用配置管理等功能，向各个业务领域及应用系统提供客户信用相关查询和分析服务。

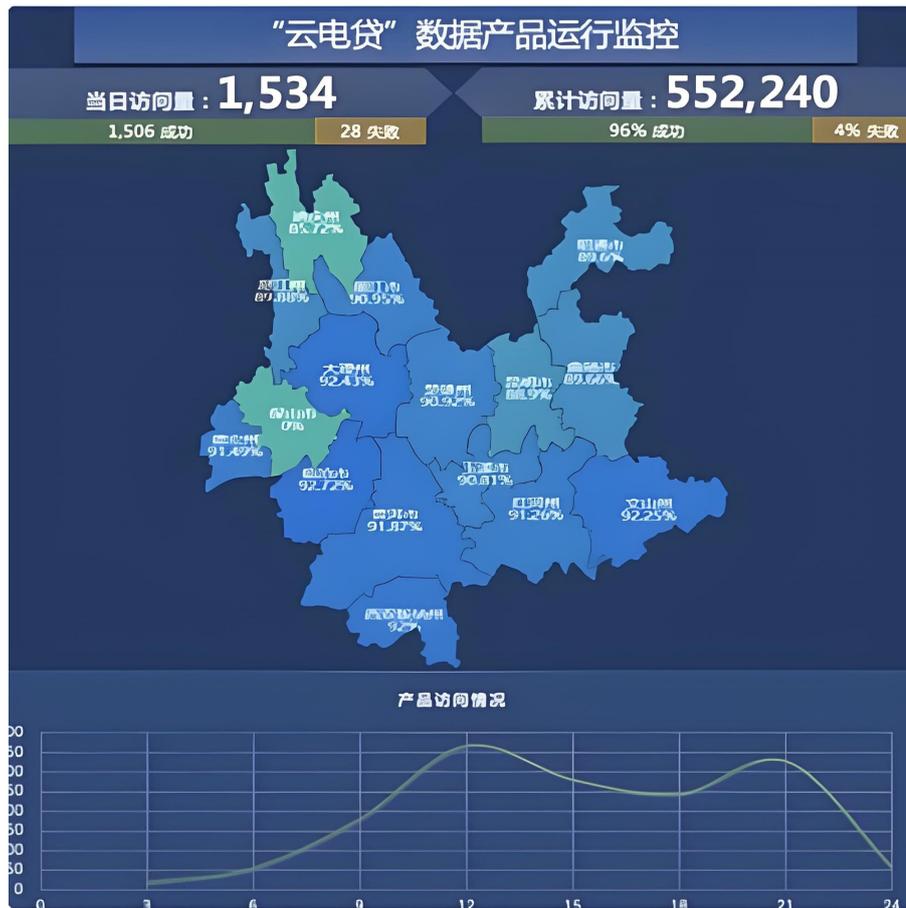


图 24 面向金融系统“云电贷大数据分析”模型应用

图片来源：南方电网公开发布信息。

成果借鉴：依托电力大数据，构建客户信用评价模型，通过客户用电数据分析客户的信用及贷款潜力，搭建银企有效沟通的新纽带，助力企业增产能、优结构、强产品。

4.7 绿色金融服务

——国网英大提供“碳评+金融”服务

项目概况：2023年5月，基于国网英大集团碳账户的“碳e融”服务系列绿色订单贷产品——“智网减排贷”正式落地。“智网减排贷”以“碳评+金融”为运作模式，鼓励电网企业主动披露自身碳排放数据。金融机构根据企业碳评价结果，给予相应绿色金融服务。将企业碳减排优势转化为经济效益，解决企业融资难题，推动企业节能减碳、提质增效。

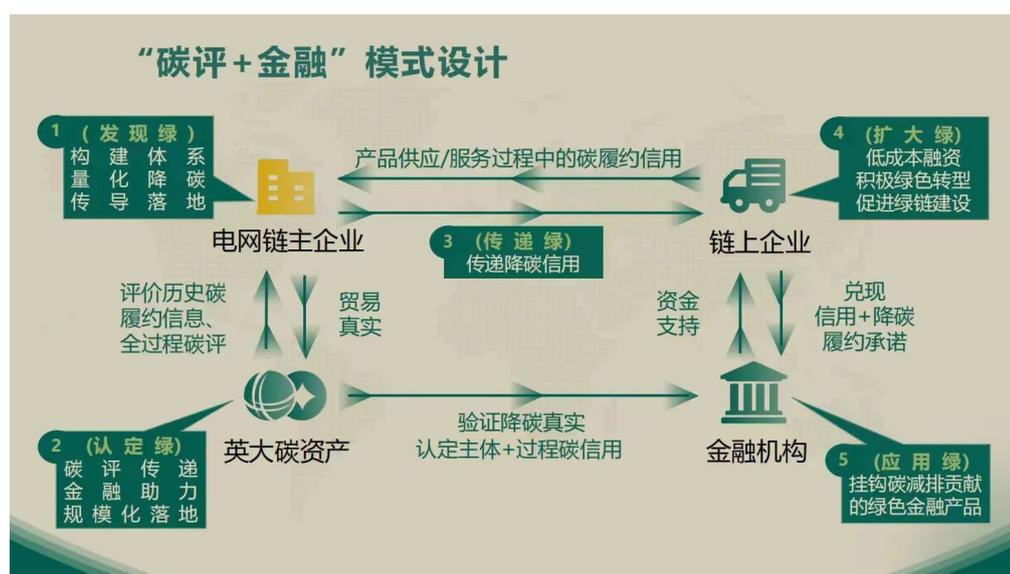


图 25 国网英大提供“碳评+金融”服务

图片来源：国家电网公开发布信息。

成果借鉴：探索“碳评+金融”服务模式。依托国网英大碳资产管理公司平台，凭借低碳服务专业先发优势，助力能源产业链上下游客户获得贷款授信和降息优惠，支撑能源转型和绿色金融发展，促进能源产业链上下游客户共同实现绿色转型。

4.8 售电公司业务多元化发展

——欣源能源扩展新能源服务业务

项目概况：广东欣源能源有限公司致力于售电服务，通过市场化运作，为客户提供科学用能、降本增效、节约用电成本的全方位解决方案。同时，欣源能源整合优质资源，扩展分布式光伏发电和用户侧储能业务，提供多种企业用户合作模式，助力客户实施碳减排，开发碳资产，增强绿色发展能力。



图 26 欣源能源扩展新能源服务

图片来源：欣源能源公开发布信息。

成果借鉴：积极扩展分布式光伏和用户侧储能业务，通过为用户开发分布式光伏和用户侧储能业务，协助用户科学用能、降本增效和碳减排。拓展了多种合作模式，实现用户差异化服务。

4.9 新型储能容量租赁

——西安奇点宁夏利通区同利变 100 兆瓦 /200 兆瓦时共享储能电站项目

项目概况：宁夏利通区同利变 100 兆瓦 /200 兆瓦时共享储能电站于 2022 年 12 月 16 日并网投运。本项目商业模式以调峰+租赁为主，租赁费用约 13 万 -16 万元 / 兆瓦时·年，调峰模式下基本可以做到每天一充一放。项目运行中，整站充放电深度达到 98%。



图 27 宁夏利通区同利变 100 兆瓦 /200 兆瓦时共享储能电站项目

图片来源：奇点能源公开发布信息。

成果借鉴：发展共享储能容量租赁模式，提高储能电站调用率，增强储能电站所在区域电网调节能力。为新能源场站独立配储提供替代方案，降低新能源企业开发成本，提高调度利用率，增强储能电站经济效益。

5 电力企业低碳转型挑战

电力安全保障持续承压。预计电力需求保持刚性增长，预计 2024-2025 年全国电力供需形势总体紧平衡。电源结构深刻调整带来电力供应保障新风险，电源电网结构快速调整，多数区域电力系统“双高”占比超过 50%，由此引发的系统安全稳定风险加剧。电源一体化运营、沙戈荒基地集中开发等新业态和分布式、构网型等新技术快速发展，提供带来新手段的同时也带来新挑战。

电力低碳转型多重约束叠加。新能源开发与国土空间规划衔接不足，部分风光资源丰富地区新能源开发受到“三区三线”严格限制。新型储能支撑系统调节能力提升的多重功能价值尚未充分发挥。源网规划建设不协调等问题并存，沙戈荒基地应用“三位一体”建设模式有待进一步突破。

绿色电力消费机制有待完善。当前电力市场机制难以适应新能源出力间歇性强、波动性大等特点，可再生能源电力消纳责任权重指标未有效落实到用户侧，叠加部分可再生能源电量的环境权益存在重复计算 / 多次声明等问题，导致绿电、绿证交易规模仍处于较低水平，支撑新能源大规模发展和入市的政策机制仍需完善。

发电企业低碳转型投资不确定性增加。近年来，发电企业加大力度布局风电、光伏产业，战略性新兴产业竞争日趋激烈，叠加新能源加速进入电力市场，项目投资收益模式发生深刻变化，部分项目经营绩效不及预期。新能源对产业经济拉动效应明显，多数

地区出台了形式不一的新能源配套产业政策，部分低关联产业投资规模大，致使新能源项目利润空间受到进一步挤压。随着煤电功能定位发生深刻变化，加大容量补偿力度、确保合理电量收益的政策导向有待进一步强化，部分发电企业对清洁高效低碳化利用煤电等传统产业投资积极性不足。

电网企业支撑新能源消纳和促进源荷互动压力并存。新能源大规模发展对电网企业重塑电网认知以及在供需平衡、系统调节、稳定特性、控制保护等方面提出新挑战。区域新型电力系统建设中，随着分布式电源开发规模的扩大，应用场景多元化带来的配电网局部过负荷、电压越限等问题，对电网企业优化配电网拓扑、探索新型大电网与分布式微网交互模式提出更高要求。虚拟电厂、车网互动等新兴技术形态和商业模式的出现，带动电网形态逐步朝多元双向混合层次结构网络转变，为电网企业更好服务电力保供和新能源消纳提出新命题。

新兴主体低碳转型路径有待进一步拓展。当前，售电公司、负荷聚合商、综合能源服务商等各类新兴主体面向终端用户的低碳服务产品供给仍不充分。企业保障经营收益和推动低碳转型的不平衡问题凸显，传统售电服务同质化竞争现象普遍存在，虚拟电厂对用户削峰填谷和消纳分布式能源的激励效应仍显不足，匹配多元场景的综合能源服务模式尚不健全，推动新兴主体提供个性化、定制化、差异化能源电力服务仍需配套政策加持。

6 电力企业低碳转型 展望

电力绿色低碳转型提速。随着宏观经济形势持续向好，预计 2024 年、2025 年全国全社会用电量分别达到 9.8 万亿、10.3 万亿千瓦时，同比分别增长 6.5%、5.2%。外向型产业、部分高端装备制造业的绿电需求进一步增长。预计 2024 年新能源发电将保持高速增长态势，新增新能源发电装机超过 2 亿千瓦，带动非化石能源发电量占比超过 37%。绿色电力资源大范围优化配置的物理基础进一步夯实，预计 2024-2025 年，新增跨省跨区输电能力超过 3000 万千瓦。

低碳电力科技创新深入推进。电力企业围绕低碳转型新兴技术进一步加大研发投入力度，积极探索新能源安全可靠替代路径。开展构网型设备推广应用；加强煤电掺烧生物质、低成本绿氨制备、高比例掺烧农作物秸秆等技术攻关；加快煤电烟气二氧化碳捕集降耗、捕集 - 发电系统协同等技术研发；增强灵活、柔性输配电网技术研究应用，提高清洁能源配置能力；提升电力企业数字化、智能化全环节应用水平，增强低碳发展质量效益。

产融结合实践和商业模式创新逐步扩围。电力企业内外兼顾、完善产融结合管理机制，开发多元新能源项目金融产品，加速回笼资金，助力规模化增长，实现企业“轻资产”转型；深入挖掘碳资产管理服务、企业大数据增值服务和绿色金融服务潜力；探索企业间、

能源种类间协同运营，积极开展“发电+”和煤电-新能源联合运营探索，打造清洁低碳电力供应新范式。

发电企业低碳电力产业布局不断优化。发电企业持续加大绿色低碳发电产业布局，尤以新能源产业投资热度更为显著；稳步推进沙戈荒大基地建设、积极拓展综合能源业务；因地制宜开发分布式能源，践行乡村御风沐光行动；逐步扩大煤电灵活低碳利用、绿色氢能等产业试点示范规模。

电网企业绿色电力资源配置能力持续提升。电网企业结合区域电力低碳发展实际开展新型电力系统示范区建设；优化区域坚强主网架，推进跨省跨区输电通道建设，大力提升电网弹性和韧性，提升配电网智能化水平，拓展与供热、供水、供气等资源互联互通。

新兴主体市场空间和商业模式扩展加快推进。新兴主体发挥贴近用户优势，掌握分散资源，结合市场规则、客户意愿，借助灵活调节手段和数智化能源管控平台，创新商业模式，丰富各类增值服务，助力主营业务扩绿、降本、增效，进一步增强用户黏性，提升服务对象能源电力获得感。

附件 2022-2023 年度电力企业低碳转型议题案例清单

序号	案例编码	案例名称	实践主体	
1	2022DP11	中国华能甘肃陇东多能互补综合能源基地开发	中国华能	发电企业
2	2022DP12	国家电投山东诸城整县制光伏开发	国家电投	
3	2022DP21	中国大唐山东东营超超临界二次再热机组项目	中国大唐	
4	2022DP22	中国华电五彩湾超临界机组灵活性提升项目	中国华电	
5	2022DP31	青海中控德令哈 50MW 塔式光热电站	可胜技术	
6	2022SP11	国家能源集团“火电+”服务模式创新	国家能源集团	
7	2022SP21	国家电投“光伏+”服务模式创新	国家电投	
8	2022MP11	中国华电碳资产管理	中国华电	
9	2022MP21	中国华能新能源智慧运维系统	中国华能	
10	2023CP11	国家能源集团腾格里沙漠新能源大基地建设	国家能源集团	
11	2023CP21	三峡集团内蒙古乌兰察布电网友好型绿色电站建设	三峡新能源	
12	2023CP31	国家能源集团博鳌东屿岛绿色智慧能源系统建设	国家能源集团	
13	2023CP32	国家电投苏州综合智慧零碳电厂开发	国家电投	
14	2023TP11	东方电气、中国华能 18 兆瓦直驱海上风电机组下线	中国华能	
15	2023TP12	广东能源 210 千瓦高温燃料电池发电系统示范项目	广东能源	
16	2023TP21	江苏国信煤电机组耦合熔盐储热示范工程	江苏国信	
17	2023BP11	国家电投山东海阳核电厂“暖核一号”核能供暖工程	国家电投	
18	2023BP21	国家电投盘活火电企业碳资产实践	国家电投	
19	2023BP31	华能日照电厂煤电新能源联营项目	中国华能	

序号	案例编码	案例名称	实践主体	
20	2022DG11	国家电网雅中—江西、青海—河南、准东—皖南特高压直流工程支撑大规模清洁电力跨区输送	国家电网	电网企业
21	2022DG21	南方电网广州 110 千伏猎桥变电站节能降碳示范项目	南方电网	
22	2022DG31	±800 千伏乌东德电站送电广东广西特高压多端直流示范工程	南方电网	
23	2022SG11	国家电网“新能源云”服务新能源高质量发展	国家电网	
24	2022SG21	南方电网广州“光储充检”智能公共充电站项目	南方电网	
25	2022MG11	广西电网“线损数字画像”绿色降碳转型与应用	南方电网	
26	2022MG21	江苏省电力系统全景碳排放流分析平台	国家电网	
27	2023CG11	国家电网北京通州新型电力系统示范区建设	国家电网	
28	2023CG12	南方电网横琴粤澳智慧能源深度合作示范区建设	南方电网	
29	2023CG21	南方电网深圳虚拟电厂智慧调度运行管理云平台建设	南方电网	
30	2023TG11	国家电网河北雄安新区能碳一体化智慧平台构建	国家电网	
31	2023TG12	国家电网杭州 220 千伏柔性低频输电工程投运	国家电网	
32	2023TG21	国家电网浙江台州大陈岛氢能综合利用示范项目	国家电网	
33	2023TG22	南方电网广州供电局小虎岛电氢综合调峰站项目	南方电网	
34	2023BG11	南方电网面向金融系统“云电贷大数据分析”模型应用	南方电网	
35	2023BG21	国网英大提供“碳评+金融”服务	国家电网	

序号	案例编码	案例名称	实践主体
36	2022DE11	粤能投虚拟电厂管理平台参与市场化需求响应	广东能源投资
37	2022DE21	宝武清能源网荷储一体化绿色供电园区项目	宝武清能
38	2022DE31	粤港澳大湾区车网双向互动 (V2G) 示范项目	南网电动汽车
39	2022SE11	紫光零碳智慧园区综合智慧能源项目	东方电子
40	2022SE21	苏州工业园区分布式光伏市场化交易试点项目	中鑫新能源
41	2022ME11	湘潭经开区、江苏连云港徐圩新区、重庆两江新区工业开发区增量配电网项目多元商业模式创新	湘潭德盛 东港能源 两江供电
42	2022ME21	三峡电能岳阳城市绿色综合能源管家平台	三峡电能
43	2023CE11	宁德时代宁德 - 厦门重卡换电干线建立	宁德时代
44	2023CE12	华为数字能源安托山总部基地建设	华为科技
45	2023CE21	远景能源内蒙古鄂尔多斯蒙苏经济开发区零碳产业园绿色微电网建设	远景能源
46	2023TE11	中盐金坛 60 兆瓦 /300 兆瓦时盐穴压缩空气储能项目	中盐集团
47	2023TE21	科华数能宁夏百兆瓦级构网型共享储能项目	科华数能
48	2023BE11	欣源能源扩展新能源服务业务	欣源能源
49	2023BE21	西安奇点宁夏利通区同利变 100 兆瓦 /200 兆瓦时共享储能电站项目	奇点能源

新兴主体

案例编码说明:

1. 案例编码由报告年份 + 研究维度代号 + 企业类型代号 + 细分议题流水号 + 实践案例流水号组成。
2. 报告年份中，2022 表示案例出自《中国电力企业低碳转型实践 2022》，2023 表示案例出自《中国电力企业低碳转型实践 2023》。
3. 研究维度代号中，《中国电力企业低碳转型实践 2022》中研究维度为低碳发展 (D)、低碳服务 (S)、低碳管理 (M)，《中国电力企业低碳转型实践 2023》中研究维度为碳业务布局 (C)、新兴技术创新 (T)、商业模式培育 (B)。
4. 企业类型代号指发电企业 (P)、电网企业 (G)、新兴主体 (E)。

参考文献

- [1] 《综合能源服务百家实践案例集》编委会. 综合能源服务百家实践案例集 (2023 年版) [M]. 北京: 中国电力出版社.
- [2] 国家电力投资集团有限公司, 中国国际经济交流中心. 中国碳达峰碳中和进展报告 (2023) [M]. 北京: 社会科学文献出版社.
- [3] 周孝信等. 新一代能源系统 (上) [M]. 北京: 科学出版社.
- [4] 周孝信等. 新一代能源系统 (下) [M]. 北京: 科学出版社.
- [5] 廖华, 朱跃中等. 我国能源安全若干问题研究 [M]. 北京: 科学出版社.
- [6] 范英, 刘炳越, 衣博文等. 能源转型背景下的能源安全 [M]. 北京: 科学出版社.
- [7] 中国电力企业联合会. 中国电力供需分析年度报告 2023[M]. 北京: 中国建材工业出版社.
- [8] 电力规划设计总院. 中国电力发展报告 2023[M]. 北京: 人民日报出版社.
- [9] 国家能源局, 电力规划设计总院. 能源绿色低碳转型案例汇编 (2024) [R].
- [10] 大唐国际发电股份有限公司社会责任报告 2023[R].
- [11] 南方电网公司 2023 年绿色低碳发展年刊 [R].
- [12] 国家电投 2023 年度社会责任报告 [R].
- [13] 华电能源股份有限公司 2023 年度 ESG 报告 [R].

