中车株洲所综合能源事业部零碳智慧能源技术总监易康：

为构建新型电力系统贡献储能力量

中车株洲所投资建设的“电池组”首次与“飞轮机组”混合参与储能调频的开创性项目。 中车株洲所供图

当前，我国城市新型电力系统建设加速推进，储能已成为保障电网安全、提升供电韧性、推动绿色转型的核心支撑。作为轨道交通装备领域的央企科技力量，中车株洲电力机车研究所有限公司依托深厚技术积淀，在城市储能领域形成独特优势。

中国城市报：贵公司储能技术与产品，能为城市电网保供、日常用电稳定提供哪些实际支撑？

易康：我们的储能产品覆盖工商业一体柜、大容量舱式储能、高压级联储能等全谱系，可灵活适配百千瓦时至百兆瓦时级场景。

针对充换电场站、商业综合体等中小型工商业场景负荷波动大、分布散的特点，高集成一体柜就近部署，精准削峰填谷，避免配变过载，保障末端电网稳定运行。针对钢铁、化工等高耗能企业冲击性负荷强、供电要求高等痛点，大容量舱式与高压级联储系统功率响应快，可抑制谐波干扰与电压暂降，提升电能质量。

总之，储能通过低谷储电、高峰放电，在不扩容电网主网架的前提下有效缓解城市局部区域供电瓶颈。极端天气或电网故障时，可充当黑启动电源与应急备用电源，为关键负荷兜底供电，提升城市电网抗风险能力与运行韧性。

中国城市报：城市工商业储能需求持续提升。贵公司有哪些贴合用户实际用电需求的解决方案？

易康：我们聚焦两类场景提供定制化方案。一是面向钢铁、制铝、化工、数据中心等高耗能行业，推出构网型储能、绿电直连、源网荷储一体化方案，破解冲击负荷大、用电成本高、碳排压力大等难题。典型案例有江苏靖江特钢120兆瓦/240兆瓦时项目，为钢铁行业规模最大构网型储能，年增绿电效益超千万元；广东阳江翌川金属125兆瓦/250兆瓦时项目为冶金行业最大工商业储能，年节电超5800万元。

二是面向充换电站、商业综合体、中小制造园区，以户外一体柜与一体化控制策略，适配具有负荷随机性强、波动大、协同控制难度高等特点的场景。已在成都巨石集团、湖南株洲齿轮、杭州聚合顺新材料园区等地落地，稳定支撑企业生产与园区用电安全。

中国城市报：贵公司储能技术如何助力破解清洁能源消纳难题，推动城市绿色发展？

易康：我们从四方面发力破解消纳难题。

一是时间维度，毫秒级功率响应与小时级能量存储能力，实现新能源出力高峰充电存储、负荷用电高峰放电补充，完成清洁能源能量时移，减少“弃光”。

二是空间维度，产品高集成、易部署，可在负荷中心就近配置，实现绿电就地存储及消纳，减轻主干网输送压力。

三是稳定性维度，构网型储能模拟同步发电机特性，主动提供惯量与电压支撑，提升弱电网承载能力，让城市电网消纳更多绿电。

四是智能化维度，智慧能源管理平台实时预测风光出力与负荷变化，自动优化充放电策略，优先调度绿电供本地负荷，有效提高新能源消纳率，助力城市降碳减耗。

中国城市报：从城市长远发展看，储能应用场景不断拓展，未来哪些领域将迎来新机遇？贵公司是否已有相关布局和规划？

易康：城市储能正从单一峰谷套利向多元价值聚合升级，三大方向机遇显著。

一是虚拟电厂，聚合分布式储能、光伏、充电桩等可调节资源，参与电网互动获取增值收益。目前我司已启动虚拟电厂平台开发布局。

二是电力市场交易，依托电价预测与智能调度，参与电力现货、辅助服务、需求响应等多层次市场交易。目前我司正在推进电力交易相关资质获取。

三是零碳园区，储能作为能源枢纽，联动风光、充换电、冷热负荷，已形成源网荷储一体化、绿电直连、碳足迹管理解决方案，并在多个园区成功验证。未来，我司将加快规模化复制，服务城市“双碳”目标落地。

国能信控公司副总经理张传升：

智控助储能更加安全高效

在城市新型电力系统建设中，储能的智能化、精细化管控已成为行业发展的核心方向。国能信控技术股份有限公司深耕能源信息化与智能化领域，以智慧调控与安全运维核心技术，为城市储能项目高效稳定运行提供坚实支撑。

中国城市报：当前城市新型电力系统建设对储能智能化、精细化管控需求持续提升。贵公司在储能系统智慧调控、安全运维方面的核心技术，能为城市储能项目高效、安全运行提供哪些实际支撑？已有哪些城市落地案例？

张传升：行业对储能项目运行管理要求不断提高，国能信控在智能调控与安全运维两大方向持续突破。

智能调控方面，国能信控自主研发的复合储能协同调控技术在山东蓬莱独立储能电站项目应用达到国际领先水平；在青海海西构网型储能项目应用下垂控制与预同步技术，显著提升电网适应能力；甘泉堡增量配网600兆瓦时储能项目入选国家零碳园区首批试点；面向高速公路打造光储充一体舱，实现台区免增容与低成本供能。

安全运维方面，国能信控自研的储能运维诊断平台兼容多种技术路线，依托AI算法实现事前预警、精准故障定位与辅助决策，储能云已接入青海、内蒙古等地12座电站，容量超1.3吉瓦时，全方位保障电站安全高效运行。

中国城市报：城市电网侧、用户侧储能项目快速增长，调控需求差异明显。贵公司智能管控解决方案如何适配不同场景，在平抑城市用电峰谷、保障局部供电稳定上有哪些实践效果？

张传升：国能信控针对电网侧、用户侧差异化需求打造专属智慧能源管理方案。

电网侧聚焦独立储能，自动对接调度指令与交易数据，智能规划储能调用分配，实现快速精准响应，在保障电网支撑能力的同时提升收益、延长系统寿命。以山东蓬莱电站为例，其是通过智能复合控制实现现货套利与调频服务协同增效。

用户侧面向工商业园区，依托负荷预测实现风光储荷协同与需量管理，构建新能源消纳、降本、备电一体化管控体系。在江苏储能生产制造基地，采用直流柔性耦合与动态增容技术，最大化利用清洁能源，有效应对用能波动，降低园区用能成本。

中国城市报：新能源与储能融合是城市绿色发展重要方向，贵司智能化技术如何助力新能源储能一体化协同调控，提升清洁能源消纳效率？

张传升：新能源与储能融合推动电力系统重构，国能信控通过三大层面推动城市能源从项目级优化迈向城市级协同，助力城市能源结构转型。

一是时空协同，以多时间尺度预测优化，让储能成为发电与用电的动态匹配器，提升新能源消纳与可调度性。

二是资源聚合，将分散的风光储充资源整合为虚拟电厂，参与电网调峰调频，激活系统整体价值。

三是价值闭环，通过精准交易与能效优化，把清洁能源消纳转化为可量化经济收益，形成技术与经济互促的良性循环。

中国城市报：城市储能设施安全是能源建设重点。贵公司在状态监测、故障预警、应急处置等方面的技术，如何为城市筑牢安全防线、降低运行风险？

张传升：国能信控以自研BMS（电池管理系统）、EMS（能源管理系统）与储能云为核心，构建“实时感知、智能预警、精准处置”三维安全保障体系。

一是实时感知层面，电池管理系统兼容锂、液流等技术路线，实现电压、温度、流量、压力等关键指标的毫秒级采集与多维监测，确保设备状态透明可控。

二是智能预警层面，储能云搭载AI算法，基于历史数据与故障特征提前识别异常，自适应不同运行环境，减少误报漏报。

三是精准处置层面，故障发生后快速定位点位，自动推送处置方案与应急预案，辅助运维高效决策，最大限度降低安全风险、减少运营损失。

中国城市报：从城市长远能源规划来看，储能将与智慧电网、智慧城市建设深度融合。贵公司是否已有针对性的技术布局？

张传升：国能信控围绕储能全生命周期构建数字化平台体系，已在三大方向展开布局。

一是城市级集群协同。突破单站模式，拓展源网荷储、虚拟电厂场景，研发云边端多能协同控制架构，支撑分布式资源聚合调度，已在山东落地光储充一体化试点。

二是多元化市场交易。研发融合电价预测与市场博弈模型的决策系统，实现日前策略与实时执行闭环，已在山东、宁夏独立储能项目试点应用。

三是安全运维智能化。打造AI运维诊断智能体，研发巡检机器人，实现自主巡检、自诊自优，降低人工成本，全面提升城市储能运行安全性与智能化水平。

北京华科储能科技有限公司（中国华电科工集团有限公司储能分公司）总工程师李艳红：

多元技术赋能城市零碳发展

在加快建设新型电力系统、推动城市能源绿色转型过程中，储能是保障电力安全、优化能源结构、实现“双碳”目标的关键支撑。华电科工不断探索和突破储能前沿技术，为新能源、智能电网、大型工商业、微电网等领域提供安全、可靠、高效的电化学储能产品和多元储能解决方案，以全链条创新赋能能源高质量发展。

中国城市报：眼下，各地正加快新型电力系统建设。贵集团打造的喀什“构网型+常规”双模式储能电站成效突出。这一模式能为不同规模城市电网保供提供哪些可复制经验？

李艳红：您提到的这个项目是我们华电新疆公司投建的喀什1吉瓦/4吉瓦时独立储能项目，采用“50%构网+50%跟网”双模式建设，分散接入4个电网关键节点，可提升区域新能源利用率约8%，大幅增强电网安全稳定运行能力。华科储能在该项目中成功完成了0.25吉瓦/1吉瓦时规模的储能系统供货。

该模式具备强可复制性，包括核心规划理念及技术路线等。例如大型城市可在中心城区、工业园区、数据中心集群布局大规模储能，打造“城市充电宝”与电网“稳定器”；中型城市及新能源基地城市可直接借鉴喀什双模式技术方案；中小型城镇与农村电网可部署台区储能或社区储能，构建分布式新能源汇集与微电网核心支撑，因地制宜保障各类城市电力供应安全。

中国城市报：贵公司布局固态电池、钠离子电池、熔盐储能等多元储能技术，并落地多个城市储能标杆项目。请问不同类型的储能技术如何适配新能源发展阶段不同的城市，在布局上有哪些场景化考量？

李艳红：在储能技术的选型上，应坚持“场景驱动、技术匹配、经济可行”的原则。结合城市新能源发展阶段与应用场景差异，精准匹配技术路线，让储能更好地服务城市能源建设。

比如，对于响应速度和循环寿命要求极高的火电调频辅助服务场景，可优先选用技术成熟、倍率性能优异的磷酸铁锂电池储能系统，同步跟踪并示范高倍率钠离子电池等技术。

对于以提升运行灵活性为核心的火电改造场景，熔盐储热与热力系统匹配度高、经济性优，成为当前阶段首选技术路线。

对于安全性、空间和环境要求极高的城市中心、人口密集区调峰应用，应在确保系统本质安全基础上，积极推进固态电池等新技术示范。

中国城市报：零碳园区是城市绿色发展的重要载体。贵公司如何通过储能技术与氢能、光伏等能源的融合，为城市打造零碳园区整体解决方案？

李艳红：我们以“能源供给清洁化、能源存储多元化、终端消费低碳化、园区管理智能化”为核心，构建可复制的零碳园区整体解决方案。

具体而言，要因地制宜布局光伏、风电、地热等可再生能源协同供给园区电、热、冷负荷；构建“短时+长时”梯级储能体系，用锂离子电池平抑日内波动，用绿氢、熔盐实现长周期储能；推进终端用能电气化与节能改造；搭建一体化能碳管理平台，实现实时监测、智能分析与协同调度。

我司打造的华电产业园综合智慧能源样板能源利用效率最高达87%，为城市核心区园区提供可推广的低碳解决方案。

中国城市报：城市工商业、大数据中心等场景对供电稳定与降本需求较高。贵司研发的“坤智”智能电池储能系统、“坤融”交直流一体机等核心产品如何适配城市用户侧用电需求？

李艳红：可以从三个层面来理解这种“适配”：基础需求满足、高阶价值创造、未来趋势引领。

具体而言，一是满足安全用能、经济用能基础诉求；二是“坤融”交直流一体机集成化和模块化设计，可快速部署，灵活适配新建项目与老旧配电系统的柔性改造；三是“坤智”智能电池储能系统安全性突出，已在曹妃甸光储充示范电站应用，天津南疆50兆瓦时试验验证将于今年上半年落地，后续将持续提升经济性，加快市场化推广。

中国城市报：贵司构建“基础研究+应用开发+中试验证+成果转化”全链条创新体系，深化产学研合作。请问科创成果如何落地城市储能项目建设，未来怎样推动储能技术与城市能源规划深度融合？

李艳红：我们构建的全链条创新体系以市场为导向，产学研用协同加速成果转化。其中，“华坤”系列高效液冷储能系统的成功应用，即为该体系推动研发成果快速、高效转化为现实生产力的有力例证。

推动储能技术与城市能源规划深化融合，一是精准对接城市能源规划需求，将储能项目纳入城市负荷调节、用户侧降本、安全防控等痛点开展技术攻关；三是深化政企协同与行业合作，推动储能项目与城市电网、零碳园区、新基建深度融合，把科创成果转化为城市绿色发展实效，助力城市能源结构转型与高质量发展。

中储国能（北京）技术有限公司市场总监郭少峰：

长时储能筑牢城市能源底座

长时、大规模储能能够强效助力城市新型电力系统构建以及能源安全保障。中储国能（北京）技术有限公司深耕先进压缩空气储能技术，已在河北、山东、河南、宁夏、江西等地建设示范项目。

中国城市报：当前各地加快推进新型电力系统建设。先进压缩空气储能作为长时大规模储能重要方向，已落地多个示范项目。这项技术能为城市电网保供、提升电网运行安全性带来哪些实际价值？

郭少峰：新能源装机占比持续提升，其波动性、间歇性带来用电供需错配明显。比如晚间用电高峰光伏无法发电、夏季用电高峰风电出力不足等问题突出，易引发部分区域供电紧张。

压缩空气储能如同城市“超大号充电宝”，核心作用是削峰填谷，有效解决用电错配矛盾。以300兆瓦/1800兆瓦时项目为例，充满电可连续放电180万千瓦时，理论上可满足10余万户家庭一天用电需求。在电网末端与关键节点部署，能切实筑牢电力保供防线。

另外作为物理储能的代表，其自带机械转动惯量，可为电网缓冲功率扰动、抑制频率变化率、支撑黑启动与弱电网运行等；电网负荷突变时可减缓频率波动，提升电力系统韧性与安全水平。

中国城市报：新能源发展较快的城市普遍面临风光消纳难题。贵公司打造的压缩空气储能项目在助力城市消纳清洁能源、推动能源结构绿色转型方面有哪些具体实践效果和典型案例？

郭少峰：新能源消纳难主要源于配电网建设薄弱、新能源波动对电网扰动大、发电与用电时段错配三方面因素。

我司现阶段的项目以电网侧独立储能为主，重点服务城市峰谷调节与有效容量支撑，在电力现货运行省份效果尤为明显。以山东为例，当地新能源装机规模大，午间新能源大发时段常出现低价甚至负电价，消纳压力突出。压缩空气储能可在新能源富余时段高效吸收冗余电力，在用电高峰释放，大幅提升新能源利用率，从源头上缓解弃风弃光问题，为城市绿色低碳转型提供稳定技术支撑。

中国城市报：贵公司已在山东、河南、宁夏等多地布局压缩空气储能项目，选址可采用人工硐室等方式不依赖天然地理条件。这类项目更适合落地哪些类型城市？选址建设有哪些适配考量？

郭少峰：压缩空气储能经过几年的快速发展，储气技术和方式得到很大的突破。在地理条件上，储气方式从传统盐穴拓展到压力容器、地下人工硐室、矿洞改造等多种方式，全国多数区域均可落地，差异主要体现在初投资和经济性。

以目前数量较多的人工硐室储气项目为例，选址重点把握三点：一是当地有实际电力系统条件需求，并尽量靠近电网关键节点，提升调控效率与保供能力；二是具备合规建设用地，这是基本前提；三是优先选择地下硬质岩石层条件较好区域，目前我国大部分城市都能满足这一基础要求。

中国城市报：城市工业园区、大数据中心等场景用电量大、供电稳定性要求高。压缩空气储能如何适配城市工商业用户侧用电需求，助力降本增效与供电保障？

郭少峰：国家大力推动源网荷储、增量配网、微电网、绿电直连与零碳园区建设，为储能赋能产业发展提供政策支撑。

我司在大型源网荷储、零碳园区等场景开展大量实践，压缩空气储能凭借大规模、长时间的特性平衡配套新能源，降低企业用电成本。同时可发挥综合能源利用优势，系统压缩与膨胀过程产生的冷能、热能，可满足园区供热、供冷需求，减少远距离输送损耗；在化工、食品、医药等需要工业压缩空气的领域，可利用低价新能源电力制备压缩空气，进一步降低企业生产成本。未来压缩空气储能在工商业用户侧还有广阔拓展空间。

中国城市报：从城市长远发展与能源规划角度出发，贵公司已启动建设和规划项目规模超6000兆瓦。未来相关项目在城市储能市场的布局重点是什么？

郭少峰：“十五五”时期将是新型电力系统建设加速期，AI产业发展、新能源扩容将带动城市用电与电网调节需求持续增长。

我司将持续在城市电网关键节点布局项目，平衡区域用电供需、支撑新能源消纳、强化电网稳定运行。同时不断优化系统设备与投资成本，提升解决方案实操能力，推动技术向新能源大基地、产业园区等更多场景延伸。我相信未来先进压缩空气储能将深度融入城市能源体系，为新型电力系统建设与绿色低碳发展提供持久稳定的长时储能支撑。

（本版内容为中国城市报记者刁静严采写）