

加快多能互补新能源体系建设

——访全联新能源商会秘书长曾少军

■本报记者 苏南



曾少军

以储能为核心多能互补

中国能源报：“十四五”时期，我国新能源发展内生动力强劲，并网规模有望翻倍，您觉得高比例新能源并网对现有电力系统带来哪些挑战？

曾少军：可以从宏观和微观两个领域分析。从宏观角度看，所谓对电网的挑战无非就两个：一是本地消纳，二是异地输送。我国正大力推进大型风光基地的建设，亟需解决电力消纳难题。风光大基地集中在远离负荷中心的西北地区，而目前我国特高压等远距离输电设施尚不完善，电力供需不匹配，某些地区还出现无法并网、利用小时数持续降低等“弃风”“弃光”现象，调峰能力不足已成为限电的最核心问题。

从微观技术层面看，高比例新能源并网给电力系统灵活性及安全性带来巨大挑战。新能源新增装机量增长迅猛，给电力系统安全稳定运行带来压力。在碳达峰、碳中和目标下，我国电源结构由可控连续出力的煤电装机占主导向不确定性强、可控出力较弱的新能源发电装机占主导转变，电网运行更加复杂，电力系统对调频、调峰资源的需求将大大增加。另外，风光呈现出批量分散式供给，无形中提升了电网的管理成本。因为新能源高比例接入，配套电网建设、调度运行优化、备用服务、容量补偿等辅助性投资会不断增加。

中国能源报：国家提出大型风光基地建设，您觉得其消纳问题如何破解？

曾少军：解决大型风光基地建设带来的新能源电力消纳问题，我们认为重点是要加快构建以储能为核心的多能互补新能源体系。首先，我们要推动电化学储能、热储能、氢储能等各类储能形式的多元发展，支撑多能互补能源体系建设。发电侧，大力推进新能源电站配置新型

储能，进一步推广光热发电熔盐储能，在西北风光资源丰富地区，光热型熔盐储能电站效率最高可达到80%，对风电、光伏发电的消纳作用明显；电网侧，合理布局电网侧新型储能，提升电力安全保障水平和系统综合效率。其次，优化整合电源侧、电网侧、负荷侧资源，以先进技术突破和体制机制创新为支撑，探索区域省级、市县级、园区级“源网荷储一体化”等具体模式。再次，大力发展以电力为核心的综合能源服务，培育发展新动能，促进新能源发电与供热、供气等能源品种协同发展，同时推进电力系统与互联网、人工智能、大数据等新兴技术的深度融合。

农村将成为新能源发展新阵地

中国能源报：分布式光伏在构建新型电力系统中处于什么地位？

曾少军：我国的能源生产中心与消费中心是天然脱离的。能源生产和消费中心的不匹配，决定了发展分布式能源的重要性。从经济学来讲，能源生产和消费最优匹配选择是分布式能源。分布式发电已成为新能源发展的重要形式，国家能源局发布的数据显示，截至今年6月底，我国分布式光伏新增装机同比增长125%，在今年光伏发电新增装机中占比约2/3，在光伏发电总装机中的占比超过1/3，已成为行业发展的重要力量。

通过研究，我们认为农村将成为分布式新能源发展的新阵地和主战场。在碳中和约束下，我国农村能源消费将在

2025年左右达到碳排放峰值，新能源将成为落实乡村振兴战略、建设美丽乡村的重要举措。分布式新能源快速发展还将转变农村发展模式，分布式新能源不仅可以减少农村改造投入成本，还将提高农村农民收入，在新农村建设中大有可为。

我们经过测算发现，光伏产业扶贫可发挥出内生的生产力，以村级为单位，村年均收益20万元左右。随着分散式风电、分布式光伏的快速发展，风、光将逐步成为我国农村电力系统的主力电源，农村用电量也将出现巨大转变，“光伏+储能”“风电+储能”等多种方式将为农村提供成本更为低廉的电力供应，同时伴随大数据、人工智能等技术的广泛应用，农网将朝着分片自平衡、片区互联的新模式发展，大电网将作为农网片区保供的重要支撑。

另外，多能互补、“互联网+”等综合能源一体化解决方案也将得到广泛应用，形成横向“电、热、冷、气、水”能源多品种之间的互联互通、协同供应，纵向“源、网、荷、储”能源多供应环节的协调发展，集成互补，建成能源与信息高度融合的新型生态化综合能源系统。

中国能源报：分布式能源高质量发展需解决哪些问题？

曾少军：现阶段，我国分布式发电高质量发展仍存在诸多问题：一是分布式可再生能源项目系统电能质量亟待提高；二是高比例分布式可再生能源发展所需的配电网接入能力不足；三是分布式发电市场化交易仍面临阻力，经济性优势难以充分发挥。

最不容忽视的是，分布式能源电能质量稳定性比较差，在加强储能系统的技术进步和改善的同时，还要探索小型化分布式光热发电。

回归电力的商品属性

中国能源报：您提到分布式发电市场化交易仍面临阻力，随着电力系统成本不断上升，如何兼顾平衡、安全性和经济性的挑战？

曾少军：随着新能源逐渐成为主体电源，系统成本上升已成为业界共识。要兼顾平衡、安全性和经济性的挑战，就要

准确把握电力市场发展规律，回归能源电力的商品属性，通过市场化的规则来形成竞价机制。

所以，我们需要加快构建适应新能源优先发展的电力市场顶层设计。在建设目标方面，要促进新能源发展和新型电力系统的市场机制建设，以市场竞争方式形成新能源上网价格，降低能源绿色低碳转型成本。

另外，我们还需要大力推进各类市场主体协同。建立规范统一的电力市场基本交易规则和技术标准，推动实现全国电力市场和地方各级电力市场统一规范运营和有效衔接，降低市场主体制度性交易成本，打破省间壁垒。在电、碳、绿证等多元市场体系中也实现协同、融合发展。一方面通过电力市场来促进化工、电力等重点领域节能降耗与转型发展；另一方面，通过多元市场体系的协同，溯源、认证绿色消费行为和可再生能源消纳，共同促进形成全社会推动“双碳”目标的格局。

兼顾三者关系需要企业创新产业模式，培育发展新动能。例如，创新多种能源互补供应模式，大力发展分布式能源和以电力为核心的综合能源服务，促进新能源发电与供热、供气等能源品种协同发展。目前，需加强储能与源网荷协调规划研究，明确储能发展规模和布局，完善储能参与电力市场的市场化成本疏导机制和价格机制，积极探索共享储能运营模式，促进电源侧、电网侧和用户侧的储能项目落地，发挥储能在电力系统安全稳定运行的支撑作用。

中国能源报：众所周知，新能源平价上网不等于平价利用，在疏导系统成本方面，您有什么建议吗？

曾少军：技术进步正推动新能源度电成本不断走低，然而，上网侧的低电价不等于用户侧的低电价。研究显示，随着新能源装机规模和电量渗透率的提升，新能源承担的功率预测、自动电压控制、自动发电控制等考核费用增加，常规电源为平抑新能源波动性提供的辅助服务成本增加，电网服务新能源接入及消纳的投资也将不断增加。这表明，能源转型也是有成本的，要疏导系统成本，就要完善电力市场化形成机制，推进电力市场化交易。

光伏开发布局迎来“二次西进”

——访中节能太阳能股份有限公司党委副书记、总经理张会学

■本报记者 姚金楠



张会学

“坚定方向，然后做项目，找钱，公司建立之初如此，现在也一样。要说简单，就这么简单，要说难，有时候做起来是真难。”对公司十余年的发展历程，中节能太阳能股份有限公司党委副书记、总经理张会学有着自己的解读。

作为国内第一家以太阳光电发电为主、太阳能电池组件制造为辅的上市公司，2009年成立至今，中节能太阳能股份有限公司的发展历程折射出中国光伏产业从起步发展到领跑全球的变化。在张会学看来，对太阳能这一清洁能源的坚定信念与信心是公司长足发展的根基所在。

抓住机遇期稳扎稳打

“1万千瓦装机的项目，现在是不是觉得小到不值一提了？2009年，我们做的第一个光伏发电项目在宁夏石嘴山，装机就是1万千瓦。在当时，那是国内规模最大的光伏发电项目。”张会学告诉记者，彼时，中国节能环保集团虽已涉足风电领域，但在光伏发电方面尚无具体项目，中节能集团旗下也没有成立专门的太阳能公司。“但基于风电子公司的运行效果，集团坚定看好可再生能源的发展，所以几乎是义无反顾地进入了光伏发电。”

2009年，也是国家对光伏产业启动政策支持的关键年份。“金太阳”示范工程、特许权招标等相应补贴政策相继出台。“政府层面希望通过培育国内市场来支持中国光伏企业发展，而作为以节能环保为主业的中国节能环保集团公司，光伏发电这一重要的清洁能源与集团主业非常契合。集团看到光伏市场的未来发展机遇，决定成立中节能太阳能公司，重点开拓光伏市场。”

切中了行业发展的机遇窗口期，认准了光伏发电的未来前景，中节能太阳能公司便开始进一步稳扎稳打。“首要任务就是要厘清主业。”张会

学表示，公司始终坚持光伏电站和光伏制造两项主营业务，稳健发展光伏电站和光伏制造规模。“一方面，电站端可以有效支撑制造端的市场。另一方面，光伏制造业务能够为电站提供重要的组件产品，保证产品供应和质量。同时，我们能够了解到制造业的先进技术方向、成本水平等信息，在电站投资的过程中，无论是招标还是谈判都能做到心中有数。我们并不想做制造业的领头羊，这样的布局只是希望前后端相辅相成，在一定程度上可以相互支撑。事实上，也确实起到了这样的效果。”

在此基础上，张会学认为，进入资本市场获取发展资金也是中节能太阳能公司能够顺利开展后续业务的关键所在。2015年，太阳能科技公司与深圳证券交易所上市公司——重庆桐君阁股份有限公司实施重大资产重组。2016年，经深圳证券交易所核准，上市公司证券简称由原来的“桐君阁”变更为“太阳能”，并发行新股进行募集资金。“在2016年上半年，我们就顺利拿到了约47亿元资金，这为公司的快速发展奠定了基础。”

经历成长期发展壮大

如今，从西北地区的戈壁到东南沿

海的滩涂，从“农光互补”到屋顶电站，中节能太阳能公司旗下光伏电站建设规模已超过700万千瓦。历经行业发展的“阵痛”和“寒冬”，中节能太阳能公司在成长收获颇丰。

涉足了各种类型的电站后，张会学对于光伏电站的投资开发也有了更深入的体会。“公司对于光伏电站的开发建设历程其实反映的正是中国光伏的发展历程。最初，大家认为西部地区光照资源好、土地充裕，在西北进行了大规模的光伏开发。但随着消纳问题的凸显，开发步伐开始转向中东部地区，不但贴近负荷中心，而且很多地区还有地方性补贴，开发企业一样能够拿到不错的收益。中东部土地不如西北充裕，所以大家开始想办法，才有了农光互补、渔光一体、滩涂光伏等多种多样的形式。”

具体到不同项目，张会学表示，由于各类电站的政策要求不同，对应的用地政策、建设标准及用地费用均不相同。“普通集中式地面电站更多考虑的是电站整体的发电效益，土地性质为未利用地，相关税费成本较低。农（渔）业光伏、滩涂光伏则需根据土地实际情况，有效结合农（渔）业设施，除了光伏系统以外，还须额外考虑“光伏+”的部分。屋顶电站则主要是面向工商业用电客户，除了屋顶产权以外，更多考虑的是电量消纳和电费结算的风险。”

对于未来的发展空间，张会学认为，一方面，“二次西进”的脚步已经开启，正值火热。“根据相关的国家政策，后续光伏电站将主要以大型基地项目为主，规划用地以沙漠、戈壁、荒漠地区为主，采煤沉陷区为辅。规划地区在库布齐沙漠、乌兰布和沙漠、腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠，这些地区土地资源都比较丰富，关键在于规划好配套输电通道和储能的建设。”另一方面，在中东部地区，土地的综合利用仍有空间。“无论是农光互补，还

是建筑光伏，都能够继续支撑一定体量的开发规模。”此外，针对不同省份的实际情况，海上项目、矿山治理等方面也将为光伏开发打开新的思路。

放眼挑战期积极储备

随着国家碳达峰碳中和目标的发布，中节能太阳能公司对于光伏行业的发展前景愈加确信。“信心，过去一直有，现在更坚定。”

同时，伴随行业变革和公司自身的发展，越来越多的跨领域新业务也开始成为中节能太阳能公司面临的新挑战。“比如现在公司开发的光伏电站在部分地区都需要配比一部分储能，储能业务已经成为光伏电站的重要组成部分。”

张会学表示，从政策层面而言，今年以来，《“十四五”新型储能发展实施方案》《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》等宏观政策相继出台，进一步明确了新型储能的定位，提出建立完善相关市场机制、价格机制和运行机制，提升新型储能利用水平等。就技术层面而言，储能是构建新型电力系统的有力支撑。“电源侧储能能够推动系统友好型新能源电站建设，支撑高比例可再生能源基地外送；电网侧新型储能能够提高电网安全稳定运行水平，增强电网薄弱区域供电保障能力；用户侧的新型储能能够支撑分布式供能系统建设，提升用户灵活调节能力。”从市场层面来看，“新能源+储能”、常规火电配置储能、智能微电网等应用场景不断涌现，商业模式逐步拓展。《2030年前碳达峰行动方案》更是明确提出，到2025年，新型储能的装机容量要达到3000万千瓦以上。

张会学透露，目前，公司对各种新型储能技术，如全钒液流、钠离子等储能技术都保持跟踪和研究。“光储融合，是趋势，是未来。”

声音

本报讯 在碳达峰碳中和目标下，能源行业的低碳化转型已呈必然之势。工欲善其事必先利其器，能源装备生产制造能力的提升便是能源行业低碳发展的利器。

国家能源局原监管总监李治日前接受媒体采访时表示，我国能源装备技术进步虽然日新月异，但实现从全球能源装备大国到世界能源科技强国的跨越，仍需久久为功。

李治表示，中国已经成为世界清洁能源装备创新发展的领军者。以电力技术为例，我国发电装机容量约24.7亿千瓦，是名副其实的世界第一电力大国。我国的领军者地位主要体现在以下三个方面：一是电力技术与装备全面进入“百万时代”，单机容量百万千瓦级发电和百万伏交直流输电技术与装备不断刷新世界纪录。二是可再生能源装备后来居上。截至今年8月底，我国风电装机容量约3.4亿千瓦；太阳能发电装机容量约3.5亿千瓦。风电机组产量、装机规模稳居世界第一。风电产业链完整，形成了完备的风电设备制造体系，7家风电整机制造企业列入全球前十。光伏产业占据全球主导地位，多晶硅、硅片、电池片和组件分别占全球产量的76%、96%、83%和76%。三是特高压输电技术装备连创世界纪录。我国自主研发、设计、制造并建设了世界上电压等级最高、输送距离最长、输送容量最大的晋东南—南阳—荆门、云南—广东、昌吉—古泉等系列特高压输电工程，全面掌握了1000千伏交流、±1100千伏直流及以下等级的输电技术，输电装备技术水平、设备规模、试验能力等均领先世界。

在李治看来，我国能源科技装备产业发展中的不平衡、不充分的问题是一个长期存在的问题，需要持之以恒地努力，久久为功。与建设

国家能源局原监管总监李治：

实现从能源装备大国到能源科技强国的跨越需久久为功

能源强国的要求相比，我国能源科技装备创新还存在明显差距：一是部分能源技术装备仍然存在短板，一些关键零部件、专用软件、核心材料等仍然依赖国外。二是能源领域原创性、引领性、颠覆性技术装备相对较少，与“双碳”目标下能源绿色低碳转型的需求相比还有一定差距。三是推动能源科技创新的政策机制有待完善，如何更加有效地依托能源转型需求带动能源科技装备创新还需要持续完善政策措施。

李治表示，我国在推进能源装备自主创新的实践中，积累了一些好的经验和做法，值得总结并发扬光大。一是依托工程，解决技术推广难的问题。重大能源技术装备研制周期长、前期投入大，只有落实了依托工程，装备制造企业才能根据重大工程的特殊需要开展工作，尤其是突破首台套示范应用的巨大障碍。二是发挥举国体制优势，建立强有力的协调机制。能源重大技术装备的研制、示范应用和推广是一项系统工程，通常需要跨单位、跨行业、跨地区组织才能奏效，且时间跨度大、技术难度高。推进能源重大装备自主化必须建立强有力的协调机制，从国家战略高度统筹协调局部利益和整体利益、当前利益和长远利益的关系，从技术创新、装备制造到工程应用一体化协同，形成合力。三是围绕能源绿色低碳转型需求突出重点。四是依托市场需求，充分发挥市场机制作用。我国巨大的市场需求给装备制造指明了发展方向，提供了广阔的发展空间，巨大的市场需求也是我们科技装备创新的战略资源。但是，强调依托工程和加强协调，并不意味着不重视市场机制的作用。依托工程和加强协调，主要解决重大装备“首台套”研发和应用等少数市场失灵领域的问题，其余应由市场竞争解决的问题，要坚决发挥市场机制的基础作用。（金之杨）

赛迪顾问数字转型中心总经理王晓宁：数字化转型是能源企业的水火岭

本报讯 当前，“大云物智移链”等数字化技术与能源产业有机融合，成为引领能源产业变革、实现创新驱动发展的源动力。那么，能源企业为什么需要数字化？能源数字化转型究竟是能源企业主导还是数字企业主导？

赛迪顾问数字转型中心总经理王晓宁对此表示，能源企业数字化是数字经济时代背景下企业应对“内忧外患”的必修课。

在宏观层面，王晓宁认为，从经济社会发展规律看，当前经济社会进入高质量发展阶段，该阶段经济社会发展具有典型的绿色低碳和数字化双重属性。能源企业在“数字能源”“虚拟电厂”“数字电网”等新场景下进行系列生产经营活动，既需要诸如智能传感器、智能机器人、智能电表、5G等系列新装备来采集、传输数据，也需要大数据、人工智能平台等新平台来汇聚、计算数据，更需要把这些新装备、新平台和新场景紧密融合起来，实现企业发展转型升级。

在中观层面，王晓宁认为，能源行业将经历“从单车道到双车道到多车道”的赛道转换，也就是从传统能源到新能源、从单向到双向、从封闭到开放的转变。赛道的灵活切换既要确保供给的安全稳定，又要灵活可变、高韧性。这些都要求能源企业借助数字技术创新生产、运营方式。

在微观层面，王晓宁认为，从企业内部发展看，能源企业面临实现绿色低碳发展和提高经营水平双重目标，而数字技术在能源的大规模应用可以使得生产成本减少5%—20%。显而易见，能源企业进行数字化转型其实是构建新型竞争力的过程，是企业能否拥有未来的分水岭。（陈大华）