

# 坚持长期主义 坚定以“智”赋“能”

## ——对话为恒智能董事长孙耀杰



在第十八届(2025)国际太阳能光伏和智慧能源&储能及电池技术与装备(上海)大会暨展览期间,中国能源汽车传播集团党委副书记、董事兼中国能源报常务副总编辑焦翔与为恒智能董事长孙耀杰围绕分布式能源、数字化转型、破除“内卷式”竞争等话题展开了深度对话。

### ■既要实事求是,也要有雄心壮志

**中国能源报:**当前能源领域技术“百花齐放”,您为何选择数字能源?

**孙耀杰:**近年来,机电产业飞速发展,为企业带来机遇。我的母校西安交通大学电气专业非常强,目前我国电力电子产业从业者很多来自西安交通大学机电学科和工业企业自动化学科。近几年,工业、能源领域出现两大变化并带动高校学科发展——工业自动化,以及能源电力领域因AI和新能源发展推动的电力电子学科,即以弱电控制强电、以CPU方式控制能源。我从博士阶段就开始研究这些课题。

在这一领域,日本曾走在世界前列,尤其是在“分散电源”领域,名词上基本对应我们现在所说的“分布式能源”。2007年左右,中国光伏产业开始逐步进入高速发展。彼时,这一产业仍以欧美为主导,当时我们常

说“两头在外”——技术在外、市场在外,生产在国内。不过,多年来,无论是在学术界还是产业界,中国光伏坚持小步快跑,技术持续迭代更新,实现了由“跟跑”“并跑”到“领跑”的巨大跨越。这也从侧面反映出,新兴领域从技术研发到产业规模化,往往需要几十年时间之久,可再生能源和储能系统的数字化与智能化也是如此,目前发展契机非常好,也是进一步提升能源清洁化利用潜力和精准控制能力的重要途径。

我特别赞同任正非的观点。一方面要坚持客观的态度,实事求是,认识到基础教育的重要性和技术代差,时刻保持危机感,另一方面也要有自己的雄心壮志。

**中国能源报:**您认为中国新能源产业得以崛起的根本原因是什么?

**孙耀杰:**当前,中国太阳能和储能产业面临重大机遇。在光伏领域,相关技术大幅进步。中国人具备勤奋的品质、快速学习的能力和开放进取的精神,我们的技术消化、研发、应用比国外速度更快。

例如,欧洲的硅料厂大多已经逐渐被中国企业替代;在光伏逆变器领域,SMA曾是全球“老大”,技术碾压全行业,全球市占率一度高达35%,但目前已跌出前十。

出现这种变化的原因,在于中国光伏产品迭代速度更快。同样的研发团队,欧美企业的产品迭代一代,中国产品可以迭代两代、三代。除了迭代速度快,中国的光伏逆变器产品的技术性能也越来越好、成本越来越低,实现了良性循环,客户体验也更好。

不可否认,我们的光伏产品曾经以低价打开市场。然而,事实上当时没有哪家企业能避开这一路线。而且,当我们真正进入产业后,随着产品质量逐步获认可、

品牌影响力大幅提升,产品价格也有所提高。我认为,企业应该在产业中找到适合自己的定位,并根据产业发展趋势,找到正确的发展道路。面对今天行业的繁荣,回望一路走来的历程,我更加感谢我的导师史维祥教授早带我进入新能源领域。

### ■电力电子将在新能源产业发挥主导作用

**中国能源报:**在您看来,我国新能源产业未来的发展方向是什么?

**孙耀杰:**我们课题组做了一个新能源产业发展曲线。透过现象看本质,我们发现,我国新能源产业发展符合“政策驱动下的市场经济”特征。具体来说,发展新能源是正确的事,所以政策大力支持,产业发展初期也得到一些补贴。值得注意的是,补贴新能源产业并非中国独有,很多国家都采用这种发展路径。

真正促使新能源产业爆发的是“平价”,即新能源成本与脱硫脱硝的煤电价格持平。产业要实现健康可持续发展,就不能无限依赖补贴,而应由市场主导。所以,我国新能源产业发展曲线大致表现为:政策强力驱动,产业随之迅猛发展;补贴退坡,产业出现暂时波动;政策再大力支持,产业继续得以快速发展。在这样的波动发展过程中,新能源逐渐实现平价上网,最终走上真正的市场化道路。所以,政策引导对于光伏产业发展非常重要。随着装机量和发电量的上涨,叠加价格下降,中国光伏产业最终走到国际前列。

在储能领域,我们踩对了磷酸铁锂这一技术路线,目前这一技术路线的产能已

大幅提升。

值得一提的是,电力电子将在新能源产业发挥主导作用。尤其是未来5—10年,其作用将更加明显,该领域技术将进一步推动新能源融入我们的生活,加速新能源、工业,以及整个社会与AI的强力耦合。

**中国能源报:**数字化技术将如何改变能源系统?

**孙耀杰:**长期以来,我国电力系统以火电和水电为主,是一个巨大的惯性系统,具有超大惯量。但随着新能源的发展壮大,电力电子将成为主导,新型电力系统的能源转换与调控将逐步转向以大规模电力电子设备的精准控制为主。我非常赞同这样一种观点,即能源产业将走向去中心化、数字化、再电气化。如何理解这一观点?在我看来,以光伏为例,目前光伏商业化组件的最高效率仍未突破30%,即使按30%计算,我们身边近距离建设的光伏电站也无法完全满足生产生活中的全部电力需求。在这种情况下,就需要“以面积换电量”,比如发展“沙戈荒”基地光伏、各种屋顶甚至车棚光伏等。但这些光伏大多是分散的。要实现对这些分散光伏的控制,就离不开电力电子设备,必须依靠数字化和AI技术。

所以,我坚信,电力电子和数字化将是未来的一个长期方向。

### ■数字化技术有望成为打破行业“内卷”利器

**中国能源报:**当前,新能源行业正加速破“内卷”。在您看来,电力电子将如何推动新能源产业健康发展?

**孙耀杰:**电力电子已给用能者带来实实在在的实惠。例如,在澳大利亚,通过智能化终端调节的家庭分布式发电量可比传统的分布式发电电量高出个百分点,每年节省家庭电费上千澳元。在这种情况下,叠加优质服务,用户自然愿意选择具备电力电子智能化调节功能的新能源产品。又比如,在工厂,虽然需要付费购买电力电子自动化调节设备,但却可以通过这种功能大大降低综合成本、实现全链条意义上的盈利。再比如,当前我国以两部制电价来调节高耗能企业用电,以市场化手段优化用电行为,但这种方式仍略显“粗糙”,如果能更好地运用智能化,实现类似包括天气变化、负荷动态等场景的AI调节手段,效果会更加细腻。

所以,以电力电子设备、数字化和AI技术赋能能源,发展数字能源,不仅是对用户有意义的事情,也可以拉高技术门槛,有望成为打破新能源行业“内卷”利器,推动行业健康发展。

**中国能源报:**除常规新能源以外,数字能源还将给我们带来哪些变化?

**孙耀杰:**基于以上理念,始终定位数字能源,我们坚信数字能源是未来能源发展方向。在数字化能源管理和电力电子两个板块,持续挖掘,探索将能源的可调可控与智能化管理深度融合。储能设备是目前唯一一种实现大规模商业化且成熟应用的双向调节设备。此外,V2G技术有望让电动车成为真正的“充电宝”,既作为交通工具使用,又具备放电能。这其中,都离不开电力电子和数智化的调控,其进一步拓展了数字能源发展空间。

(本报记者 别凡/整理)

# 软硬服一体化,远景打通工商业储能“双循环”

■本报记者 董梓童

在新能源电力逐渐深度参与电力市场的背景下,近期,江苏、广东、山东等省份纷纷调整电价政策,工商业储能面临新的发展机遇和挑战。在原本峰谷套利的基础上,储能如何发挥更多价值,找到新增长引擎,成为行业面临的现实课题。

2025 SNEC期间,远景科技集团旗下零碳综合能源业务发布了工商业储能“远景公式”,提出“硬件+软件+服务”的一体化解决方案,打通内外“双循环”收益模式,重塑新挑战下工商业储能的“稳盈”竞争力。在远景科技集团首席可持续发展官、零碳综合能源产品线总裁孙捷看来,强调单一硬件参数已经不是工商业储能以不变应万变的策略,面对新的市场环境,要开发软硬件协同的智能化能力。

### ■重构收益地图

“如何盈利,怎么变现,有哪些商业模式”是一个产业发展的根本逻辑。“双碳”目标下,新能源发电装机规模不断创新高。2024年,新能源发电装机规模首次超过煤电,实现历史性跨越。新能源电力开始从替补逐渐走向主力,深度参与电力市场。但其要担当大任,就要解决随机性、波动性、间歇性问题,储能必不可少。

此前,工商业储能参与电力市场主要依靠峰谷套利。在新的发展形势下,储能产业成熟度须进一步提升,这就必须从“峰谷套利”单一模式走向“多元价值”发展阶段。为此,远景提出“内循环+外循环”场景化双循环解决方案。

远景零碳综合能源业务发展总经理官照天告诉《中国能源报》记者:“简单来说,可以把‘内循环’理解为减少外购电,增加自发电绿电的使用。通过储能实现能量时移,将光伏发电高峰期的富余电量存储后平移至生产时段使用,直接降低电网购电量。”

官照天进一步表示,外循环即通过虚拟电厂的方式,将储能从零售市场电力交易转变为参与批发侧市场,从原本单一且固定的峰谷价差获利方式变为参与系统灵活性调节而获利。在内外循环加持下,工商业储能的获利方式就拓展为峰谷套利、容需管理优化、能量时移、需求侧响应、现货交易与辅助服务六大收益窗口和盈利增长引擎。

“在新能源装机和发电规模持续扩大的背景下,未来电力系统对储能的需求巨大,相信一定会有更多的交易品种参与电力现货市场,不断激发工商业储能作为灵活性调节资源的能力,持续发挥价值。”官照天说。

### ■打造智慧大脑

“过去工商业储能通常仅通过部分单一硬件参数来评估储能柜性能。但是,当收益来源从单一的峰谷套利拓展至多维场景时,情况就发生了变化。”远景零碳综合能源产品解决方案负责人张咏向《中国能源报》记者表示。

据了解,在工商业储能系统中,同一度电应用于峰谷套利、需量管理或辅助服务等不同场景时,其创造的经济价值存在显著差异。要实现动态优化智能决策,基于实时电价与负荷需求,精准匹配最高价值应用模式,还需要一个“智慧大脑”。

内外循环都离不开软件的加持。张咏指出,如何提高绿电在本地的消纳率,什么时候度电成本最合适,怎么降低综合用能,这些都需要一个“大脑”做好安排和策略优化。软件可以赋能一个综合能源单场站的管理运维和调

度,做到设备的实时监控、实时警告,并且基于AI算法实时预警,提升设备在全生命周期的性能表现。

“我们可以实现非常细节的策略调控。比如AI智能温控,我们有高、中、低三种温控策略,帮助一个客户实现了全工况下辅助损耗降低40%。”远景零碳综合能源产品总工程师胡洋举例,“功率预测方面,我们融合全球各种气象数据,将这些气象数据放入超算中心进行计算降尺度,并结合多元异构数据的分析能力,和非线性关系的建模能力进行AI大模型分析和预测,从而完成源侧和负荷侧的功率预测,最终实现气象大模型功率预测精度提升3%至5%,AI预测误差降低30%至40%,中长期的预测准确率大于85%。”

“外循环上,软件将发挥更大的作用。”张咏介绍,“因为它更强调调网络聚合和调优概念,做好和电网之间的交互。风光储能设备聚合成一些智慧综合能源场景,再往上聚合成一个网络级资产。虚拟电厂不仅可以打通这些综合能源资产,还可以打通电网侧平台,从而参与到辅助服务市场、电能市场以及需求侧响应。”

张咏指出,只有当发电预测和负荷预测准确度达到一定程度之后,电价预测才能发挥其价值,通过软件的交易能力,帮助综合能源厂站、储能电站做出最优的交易策略,这也是远景今年年初发布AI交易智能体的初衷。总的来说,软件一旦具备预测能力、交易能力,一体化的解决方案就能真正给客户带来价值收益。

### ■瞄准综合能力

孙捷介绍:“远景原来的很多产品都是围绕着发电侧、电网侧,现在我们拓展至了负荷侧。不管是工商业储能、充电桩,还是微电网和相关软件,都是我们在综合能源产品线中的一个布局。远景强调板块协同,我们一定是从客户的痛点和价值的输出场景出发,形成一体化系统级的解决方案。”

他进一步表示,储能的未来,光硬不行还要“服软”,服就是服务,软就是软件。储能是一个能量的搬运工,需要运营,运营得好就效率高、收益高。如果设备不行、策略不行、软件不行、服务不行,也就发挥不了预期的价值。

作为全球出货量第三的储能厂商,远景具有全栈技术能力,电芯、变流器、电池管理系统、能量管理系统全部自研自制,截至目前,远景在全球范围内已经交付了总规模为30吉瓦时的储能产品,在手订单超过50吉瓦时。

“硬件方面,我们从电芯到储能变流器都是自研,一次次刷新了最大储能系统容量和能量密度纪录。未来,工商业储能将呈现能量密度越来越高、储能变流器功率越来越大的发展趋势。在硬件不断突破创新的同时,还要注重软硬协同发展。储能并不是光买一个设备那么简单,价值的输出还需要软件和服务支撑。”张咏表示。

硬件肯定是一个产业发展的基础,但要打造差异化竞争力要通过‘硬件+软件+服务’的综合能力。”在张咏看来,目前,储能行业布局的重点还是在硬件设备、技术参数和成本价格等方面,但是以后软件将重新定义工商业储能,这也是远景一直努力的方向。

工商业储能的竞争本质已从设备性能竞赛升维至系统级综合能力比拼。以远景为代表的中国综合能源开发商正通过创新,打造差异化竞争力,融入新型电力系统的价值网络。

在光伏行业步入深度调整的背景下,企业如何穿越周期、打造竞争力? 2025 SNEC期间,正泰新能源董事长、正泰新能董事长兼总裁陆川在接受《中国能源报》记者采访时,清晰勾勒了公司的战略转型路径:直面制造端压力,聚焦“今天”的稳健开发与“明天”的综合能源服务,以全链协同优势应对市场变化。

### ■“昨天”制造:控产降本

陆川坦言,当前光伏制造环节同质化严重,面临出清压力。“以前,光伏产业都习惯于市场保持年化30%至40%的增长率。然而,随着前几年高增量时代结束,光伏制造端进入存量竞争,产能价值显著降低。”

“在行业进入调整深水区的背景下,我们把自己的业务归类为一个六宫格,并总结为‘昨天’‘今天’和‘明天’。‘昨天’是两个硬件制造,即组件业务和逆变器、储能业务。”陆川说。

面对制造端的困局,正泰新能源产业策略明确——控产、降本、减少资本支出、严控费用,维持核心产能运转。“目前,我们的开工率维持在80%左右,优于行业平均水平,力争少亏。”

据了解,正泰的光伏制造板块已于2022年从上市公司剥离,去年基本盈亏平衡,今年虽然制造端承压,但正泰新能仍然在实施技改,并开拓布局新技术路线。

2025 SNEC期间,正泰新能展出了ASTRO N7、ASTRO N7 Pro及功率突破800W+的ASTRO N8 Pro等高效TOPCon组件。ASTRO N7 Pro、ASTRO N8 Pro两款组件均采用多分片切割技术。

陆川介绍:“多分片技术通过电池尺寸的进一步优化,使得内部电流大幅降低,同时叠加边缘钝化增效手段,可显著提升组件功率。该技术类似硅片尺寸的微调,核心在于找到性价比最优的分片方案,其本质是设计和工艺的优化,只要验证可行,量产并无重大技术瓶颈。”

对于未来技术方向,陆川透露,正泰新能拥有高效BC研发试验线和组件平台技术,但暂无量产计划。“作为一项平台型技术,BC可叠加TOPCon、HJT或PERC等路线,关键在于叠加后的成本与性能能否达到经济性要求。我们的策略是保持技术储备,但量产决策需基于真正的市场价值。”

### ■“今天”开发:多轨并行

在全球能源加速转型、电力市场化改革深入推进的背景下,行业竞争正从单一环节向全价值链协同演进,从产品交付向生态系统构建转变。

《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》出台后,越来越多省份发布最新电价政策。陆川认为,新形势下,预计常规地面光伏电站新增装机量比较有限,主要开发方向集中在“沙戈荒”地区的大型光伏电站。

正泰新能源陆川:

## 综合能源服务构筑新增长极

■本报记者 董梓童

“企业不能只着眼于光伏发电项目。相较于光伏,风电项目收益率更具优势。正泰新能源在国内项目的开发已提前转向风电,这对公司现金流健康来说是一个保障。”陆川说,“同时,为了等待市场化电价机制的进一步明确,正泰新能源采取的策略是继续储备项目,如浙江省项目,我们判断其政策环境相对有利,会持续开发但不急于施工,待省级细则明确并评估可行性后再推进。”

同时,为了加快光伏制造端出清,正泰将目光瞄向海外市场。陆川介绍:“我们的策略是争取更多的海外市场订单,侧重开展高毛利业务。针对美国等特定市场,需构建专门的供应链体系。我们计划依托土耳其的组件工厂进行产业链布局。土耳其本土市场年需求约4吉瓦,该工厂产能将同时供应土耳其本土及美国市场需求。”

“国内方面,我们以风电开发为主,辅以少数区域光伏项目。海外则聚焦优势区域,推进‘光伏+储能+风电’综合解决方案。”陆川总结。

展会现场,正泰新能源展示的风光电站全球解决方案、光储充一体化系统,以及在家庭、乡村、社区、交通等多场景落地的“泰墅绿能”家庭综合能源解决方案、“智电超能站2.0”等,正在为“今天”的业务提供支撑。

### ■“明天”智慧:聚焦前沿

在全球气候变化和环境问题日益严重的背景下,绿色低碳发展成为提升竞争力的“必选项”。如何将绿色低碳优势转化为企业硬核竞争力?

“昨天”“稳”制造,“今天”“多”开发,还要着眼未来。陆川将公司未来增长极锚定在“明天”的业务——运维、电力交易与虚拟电厂等综合能源服务,和“今天”的业务相辅相成。“我们的增长空间在服务,特别是依托庞大的分布式电源点聚合能力。”

他重点介绍了正泰安能的转型方向,即从户用光伏开发出售,升级为“电源开发+出售+综合服务”模式。依托管理超过40吉瓦的户用资产,正泰安能构建虚拟电厂平台,聚合资源参与电力现货交易,为海量中小微企业用户提供保量保价售电服务。

“民企具有开发虚拟电厂模式的优势。它无需电网资产投资,核心在于用户侧负荷聚合与算法优化。正泰安能的模型技术是基础,但需应对预测偏差。在硬件具备的背景下,核心竞争力在于算法迭代、服务能力与商业模式创新。”陆川说。

展会上,正泰新能源产业生态群展示了融合应用人工智能、物联网、大数据以及工业互联网等前沿技术,以“绿源+智网”为特色的智慧能源综合解决方案,并在家庭、工商业园区等场景落地,助力提高电力系统的稳定性、可靠性和经济性。从高效产品到智慧能源解决方案,正泰在2025 SNEC全方位展示着其战略转型的成果。