

南网首席技术专家李鹏:

## 从“摸着石头过河”到“实现行业首创”

■ 本报记者 李丽旻

“电力系统是世界上最复杂的工业控制系统和网络,在构建以新能源为主体的新型电力系统过程中,海量新能源接入,将导致电力系统运行调度面临巨大挑战。”国家中青年科技创新领军人才、南方电网公司首席技术专家、南网数字集团总经理李鹏在接受《中国能源报》记者专访时表示,“经过长期研究实验,以‘伏羲’芯片、‘极目’系列传感器为代表的国产关键电力装备,已得到日益广泛应用。数字化、智能化技术将为电网数字化转型,发挥关键支撑作用。”

为推动“双碳”目标落实落地,我国电网核心元器件和关键技术装备国产化进程日新月异。李鹏认为,当前高性能电力基础装备已打破国外垄断,成功实现“从零到一”的技术突破。创新动力正推动我国数字化技术引领世界电网发展。

## ■ 在纳米级尺度上实现大规模算法集成

“这是行业首创。”李鹏告诉《中国能源报》记者,“在技术攻关之初,‘伏羲’团队没有任何现成经验可借鉴,完全是摸着石头过河。”

作为数字电网关键处理器件,电力芯片是高性能电力基础装备国产化的一个代表成果。李鹏介绍,南方电网公司多年来大力投入研发最新款电力芯片,通过将数字化装备的常用运算功能进行单元化分解,重新定义了满足运算需求的基础运算单



李鹏

元,发明了数据采样、时间同步、参量计算等多类型电力算法硬件计算引擎,最终在纳米级尺度上实现了大规模算法集成。此外,最新研发的电力芯片还嵌入了电力专用算法硬件计算引擎,实现海量数字信息的并行、快速处理,具备安全通信能力。

李鹏表示,电力专用算法硬件计算引擎是集成电路及电气工程学科融合成果,在研发过程中,还聚集一批跨专业、学科人才,以及通过多个产学研用单位实现跨学科合作,才完成新款电力芯片及围绕国产芯片的整套软硬件技术体系架构的研究及工程化。

做好技术研发,下一步就是打造国产芯片平台生态。李鹏指出,相比进口芯片完善的软硬件平台与丰富的工具链,国产指令集、内核的生态显得相对简陋。因不熟悉

国产指令集、不熟悉国产开发环境,适配开发费时费力,有不少厂商因此放弃使用国产芯片。

为降低用户使用技术门槛,完善国产芯片应用生态,李鹏表示,研发人员针对电力工控场景开发了一系列基础功能组件,适配多款主流操作系统,针对变电、配电、新能源等场景设计系列典型应用开发平台与核心控制模组,有效降低终端厂商针对芯片的验证、平台切换、应用移植难度,为国产芯片打开销路。

目前,“伏羲”芯片通过嵌入充电桩、电能表、集中器,已完成电力监控、能源计量和智慧能源三个新型电力系统场景应用。李鹏表示,以“伏羲”芯片为代表的电力芯片量产意味着我国电力主控芯片由“进口通用”迈向“自主专用”,实现“从零到一”的突破,为我国芯片产业发展注入了强心剂。

## ■ “极目”传感器打通电网“任督二脉”

除积极研发电力芯片外,李鹏告诉《中国能源报》记者,为支撑数字电网建设,南方电网公司更是从云、管、边、端等多个方向,部署实施了一系列数字化、智能化技术,“极目”系列传感器更是为电网数字化发展注入新动能。

“对于数字电网来说,传感器就像人体的神经末梢一般,无时无刻不在感知和产生各类量测数据,是物理电网数字化的关键基础元件。”李鹏表示,“然而,传统的电

力互感器体积大、造价高、需停电安装,难以满足对电网进行全面、及时、精准感知以保证系统安全可靠运行的要求。”

“极目”系列传感器成为了解决方案。据《中国能源报》记者了解,过去5年,多款“极目”系列传感器投产使用,为我国电网数字化发展打通了“任督二脉”。

2018年,世界首套粘贴型微型智能电流传感器“极目-D”在广州挂网运行。这款传感器仅有厘米级的尺寸、几十微瓦的功耗,具备自取能的能力,源源不断地将电缆中电流的信息采集、计算、传输到信息系统,从根本上改变了中低压电力系统电流测量不准确、不充分、不及时的问题,大幅提升了配网的透明化程度和精益化管理程度。

2021年6月,输电线路多物理量集成传感器“极目-T”在香格里拉500千伏建太甲线完成带电安装并投入运行,成为了国内首套输电线路全景智能监测装置。2023年5月,全电压等级微型智能电流传感器“极目-P”在贵州电网铜仁220kV孙家坝变电站110kV孙香线完成产品挂网并稳定运行至今,这也标志着电流非侵入式等电位测量由“监测”向“保护”实现里程碑式的跨越。

李鹏表示,经过数年持续攻关,在技术架构、传感芯片、取能调理、无线通信、装置及系统等方面,国内都已建立完整的电力微型传感器技术体系。“极目”系列传感器突破了宽频大量程磁场/电流、电场/电压非侵入式测量技术和自取能无线通信共性核心技术,实现从传感技术原理到产业应

用的创新突破,开创了芯片化、数字化电力微型传感的新方向。

## ■ 破解高端人才储备不足窘境

“在培养人才方面,我们引入了创新人才引进与激励机制,结合协议薪酬机制,实行‘三年考核+年度评议’的柔性评价方式,面向全球开展高层次人才、领军专家招聘和团队整体引进;在骨干人才培养方面,公司鼓励在电力芯片、智能传感、人工智能、绿色能源等前沿方向‘揭榜挂帅’,让年轻的科学家摆脱资历、岗级的限制,自主组建创新团队。”李鹏表示。

电网数字化基础夯实,专业化人才是筑起技术高楼的关键。在李鹏看来,数字化人才是当今时代最稀缺的资源。电网数字化转型需要数字化技术与行业知识、工业机理深度融合,难以直接复制其他行业的经验和成果。为此,必须培养发展自己的科研力量和团队,才能为企业数字化转型提供持续、可靠的支撑保障。

依托人才支撑,南网数字集团自成立以来,已经取得一系列技术突破和成果。李鹏表示,“通过自主研发的电网管理平台,公司构建了全国第一个覆盖电网行业全领域的统一数字电网模型,横向贯穿发、输、变、配、用电量全过程,纵向打通规划、采购、运行、检修供应链全环节,显著提升了业务运行效率,提高了供电服务质量和客户满意度。”

## 绿证亟待明晰环境属性

■ 本报记者 林水静

绿证的环境属性是什么?日前,有业内专家在接受《中国能源报》记者采访时表示,当前绿证的环境属性尚不明晰。绿证的碳排放量,要么被简单认定为零,要么不单独考虑碳排放量,绿证属性定位亟待进一步明确。

清华海峡研究院能源与环境中心特聘专家郑颖告诉《中国能源报》记者,对于绿电和绿证来说,其环境属性究竟被认定为减排量还是零碳排,对于电-碳协同的意义重大。“这决定着未来绿电、绿证在碳市场将如何认定。与此同时,它也是电网排放因子计算的基础。然而,从相关文件的表述上来看,还未明确环境属性到底是什么。”

## ■ 认定不明

绿证是我国可再生能源电量环境属性的唯一证明,是认定可再生能源电力生产、消费的唯一凭证。这其中,环境属性究竟是指什么?

《中国能源报》记者采访发现,有部分碳专家认为,根据此前国家发改委、财政部、能源局联合发布的政策来看,风电、太阳能发电、生物质发电、地热能发电、海洋能发电和水电等均为低碳排放发电来源,若仅将运输环节的碳排放量计入,将绿证表述为碳减排量更为严谨。例如,近日湖北省生态环境厅公布《湖北省2022年度碳排放权配额分配方案》指出,绿色电力交易凭证对应减排量抵销实际碳排放。对于配额存在缺口的企业可进行绿电减排量抵销。

也有部分地区已明确将绿电认定为零碳排放。今年4月,北京市生态环境局公布的《关于做好2023年本市碳排放单位管理和碳排放权交易试点工作的通知》明确,重点碳排放单位通过市场化手段购买使用的绿电碳排放量核算为零;6月,上海市生态环境厅公布的《关于调整本市碳交易企业外购电力中绿色电力碳排放核算方法的通知》明确,外购绿电排放因子调整为0 tCO<sub>2</sub>/104kWh,这意味着认可企业外购绿电的碳排放量为零。

“若绿证的环境价值没有明晰,可能会导致市场参与者对于绿证的真实环境效益产生质疑,从而影响其市场流通和交易。这将对国家发改委等部门推动的绿证全覆盖、可再生能源电力消费和保障可再生能源电力消纳等工作目标带来困难。”南华大学碳中和与核能发展创新研究院院长张彩平表示。

## ■ 存在争议

“目前绿证的环境权益属性认定,主要由国家发改委、财政部、国家能源局进行认定,但由于这三部门并不主管碳市场,因此接下来绿证的环境权益是否可以



绿证是我国可再生能源电量环境属性的唯一证明,是认定可再生能源电力生产、消费的唯一凭证。

绿证的碳排放量,要么被认定为零,要么不单独考虑碳排放量。若绿证的环境价值没有明晰,会导致市场参与者对其真实环境效益产生质疑,从而影响交易。环境属性的认定事关电-碳协同发展,事关绿证全覆盖、可再生能源电力消费和保障可再生能源电力消纳。

参与到碳市场中有待观察。”中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎表示。

此外,无论将绿证认定为零碳排放还是碳减排,都存在一定争议。

“若将绿证的环境属性认定为减排量,其实是忽略了绿电本身发电过程中的零排放属性,并且减排量并非实际减排,而是通过计算得到,所以用减排量来表征环境属性是有很大争议的。若将绿证的环境属性认定为碳减排量,其用途就跟CCER一致了,不仅可能会出现‘漂绿’风险,还会造成碳排放的重复计算问题。”郑颖说。

郑颖进一步表示,将绿证认定为零排放是相对合理的,也符合新能源的零排放属性,但也面临一些问题。

“正常来说,可再生能源电力不能既算作零排放,又算作碳减排。换句话说,如果绿证的环境属性是指零排放,由于海上风电、光热并网等项目已经纳入CCER范围,那么一度海上风电或者是一度光热并网的电,会出现两个环境属性,是减排

量同时又是零排放,这个问题最终会反映到碳市场上,到时碳市场该如何认定是个难题,这也意味着这一度电被过度开发。”

## ■ 完善细则

定位不明、系统体系复杂,绿证环境属性还需进一步研究。

郑颖呼吁:“当前绿证只出台了纲领性文件,具体实施细则尚未出台。希望主管部门在制定相关的实施细则时,能够充分考虑到两个市场的衔接,以及可再生能源的环境属性的唯一性,打通市场通道制定规则,同时进一步明确细节。”

张彩平建议:“要明晰绿证的环境属性,可通过建立更为明确的环境属性认定标准和评估体系;加强对绿证环境效益的监测和评估,确保其环境属性的真实性和可信度;加强相关法律法规的制定和监管,规范绿证的发放和使用流程。同时,还可以加强对市场主体的宣传和教育,提高其对绿证环境属性的认知和理解;加快推进绿证与全国碳排放权交易机制、温室气体自愿减排交易机制的衔接协调,更好发挥制度合力。”

此外,打通电-碳协同壁垒尤为重要。彭澎表示:“当前绿证的环境属性究竟是在绿证市场变现还是在碳市场变现还尚不清楚。此前生态环境部明确,海上风电、光热可通过CCER在碳市场进行变现,但剩余可再生能源电力只能通过绿证变现。如果想清晰绿证的环境权益属性,还需打通绿证市场和碳市场连接,这也需要更高级别的政府部门进行协调。”

“可再生能源电力的环境价值必须要在环境市场中体现。如果绿证不明确环境属性的定义,脱离碳市场发展,未来的活跃度将会十分受限。只有明确环境属性,可再生能源的环境属性在所有市场实现一致性,碳排放因子才能得到准确更新,电-碳协同的健康体系才能搭建起来。”郑颖说。

## 电解槽规模并非越大越好

访江苏双良氢能科技有限公司总经理王法根

■ 本报记者 苏南

如今的电解槽制氢设备行业竞争激烈,企业争相布局大型化单体电解槽,有的企业甚至开始研发5000Nm<sup>3</sup>/h的设备。

在此趋势下,设备制造面临哪些挑战?企业缘何纷纷抢占大型化电解槽赛道?大型化电解槽对氢能行业发展有哪些影响?围绕上述问题,《中国能源报》记者专访了江苏双良氢能科技有限公司总经理王法根。

## ■ 降本重要手段

《中国能源报》:我国氢能行业电解槽为何呈现大型化趋势?

王法根:电解槽是可再生能源大规模制氢的关键装备,约占制氢系统总成本的50%。电解槽大型化发展主要是为了降低产品全生命周期内制氢成本。从氢能未来发展看,补贴是不可持续的,行业必须自我造血、自我循环,降本是必然发展趋势,而大型化是降本的重要手段之一。

《中国能源报》:目前电解槽大型化面临哪些问题和挑战?

王法根:一方面,单体电解槽大型化意味着设备体积会变得庞大,只靠电解槽生产厂商一家是难以做到的,需要依靠配套工业体系的装备制造能力,更需要上下游的整体协同。以核心部件原料隔膜为例,目前受到工业化生产宽度尺寸限制,还不具备配套大直径电解槽的能力,这对电解槽大型化有很大影响;另一方面,安全性与综合能耗方面的问题也需要解决。

目前,大型化有两种不同的路线,一是单体设备的大型化,二是单个工程的大型化。我更倾向于工程大型化,即通过群控技术更好地发挥电解槽制氢效能。

## ■ 用户诉求并不强烈

《中国能源报》:大型化电解槽受用户欢迎吗?

王法根:目前,用户对电解槽大型化的诉求并不强烈,用户更关心的是固定资产投资额;二是全生命周期内的安全性;三是20年全生命周期的综合成本。此外,如果全部使用5000Nm<sup>3</sup>/h高电密电解槽,若发生一次泄漏,意味着影响非常大。所以,当前企业更倾向于配置两台2000Nm<sup>3</sup>/h

或5台1000Nm<sup>3</sup>/h的电解槽。电解槽合理大型化,有利于促进氢能行业高质量发展。

《中国能源报》:电解槽还有降本空间吗?

王法根:坦白讲,碱性水电解槽的降本空间有限,因为它的成本构成中,原材料占绝大部分,成本更多地取决于原材料价格。

镍隔膜、垫片、催化剂等原材料价格均是刚性的,稀有金属价格也难以大幅下降。现在的碱性水电解槽价格已经被尽量压低,接下来关键是把电解槽品质做好,解决行业安全性的痛点。

## ■ 技术互补是方向

《中国能源报》:我国电解槽刚起步,您觉得哪种技术路线更具优势?

王法根:电解槽目前有两种主流的技术路线,一是碱性水电解槽,二是PEM电解槽,两者各有利弊。将来绿电制氢项目中,

可能大部分负荷由碱性水电解槽承担,剩余的调峰和应急由PEM电解槽承担,双方将发挥各自的优势,克服各自的缺点,实现互补。

《中国能源报》:电解槽技术未来发展趋势如何?

王法根:对电解槽产品而言,由于材料占据了成本的大多数,所以发展到一定程度后,两种技术的降本空间都将有限。

未来趋势,一是集控化,即制氢工厂将会有若干台设备同时运行,通过集控技术让整体效率达到最优,成本降到最低;二是随着清洁能源行业的发展,绿电成本的降低将极大地促进氢能行业的发展;三是对系统应用中制冷、水循环利用、碱液制备等环节进行整体优化。同时,在PEM和碱性水电解槽之外,还有一条新的技术路径,即AEM技术。我们需要关注新技术,做好技术研发与储备,更好地应对市场变化。

