

泓慧能源董事长王佳良:

飞轮储能爆发在即

■本报记者 卢奇秀



王佳良

近日,北京泓慧国际能源技术有限公司(以下简称“泓慧能源”)签署上市辅导协议,正式开启IPO进程。而此时,距离泓慧能源成立已整整9年。

作为一家拥有完全自主知识产权的飞轮储能企业,泓慧能源一路走来并不容易。“终于熬过来了!经过多年技术沉淀,在‘双碳’目标和新能源快速发展的背景下,飞轮储能快速响应、大功率等优势逐渐突显,已具备大规模推广应用条件。”泓慧能源董事长王佳良接受《中国能源报》记者专访时慨叹,飞轮储能正逐渐走到聚光灯下,行业爆发在即,真正迎来属于它的时代。

老技术,地球自转动力逻辑

飞轮储能系统是一项物理储能技术,通过真空磁悬浮条件下高速旋转的飞轮转子来实现电能与动能的转换。

“所有自转物体都储存有能量,悬浮在太空中的地球就是一个大型飞轮储能。太阳系形成初期,各种陨石撞击对地球产生像‘抽陀螺’一样的力量而形成初始的地球自转力,通过潮汐能缓慢释放。”王佳良介绍,早在20世纪50年代,欧美国家率先开始高速旋转的惯性储能装置研发,用于飞船、航天、军事领域。近年来,随着新能源的快速发展,飞轮储能关键技术逐渐转化到民用领域,主要应用于轨道交通节能、电网调峰调频、UPS不间断电源,以及大功率脉冲领域。

轨道交通领域,地铁是耗电大户,列车牵引动力占地铁运营总电力成本的45%—60%。而目前城市轨道交通回收的制动能普遍采用电阻发热方式消耗,存在资源浪费和冲击电网的问题。配置飞轮储能装置进行能量回收,当列车进站制动时,飞轮储能吸收能量,将电能转换为动能;当列车出站加速时,飞轮释放能量,将动能转化为电能,释放能量供列车使用,可节约20%的

牵引能耗。“粗略算笔账,城市地铁配置飞轮储能30年使用寿命可节电20多亿度,节省2000万元的电费。目前,飞轮储能已经在青岛、郑州地铁做了示范工程,北京地铁1号线改造项目也将使用飞轮储能。”王佳良称。

飞轮储能在电力系统更具优势,前景巨大。“100兆瓦的锂电储能项目,一般只有10%的容量用于调频,过度频繁地充放电存在安全隐患。而飞轮储能具有毫秒级响应能力,充放电次数可达数百万次,可为新型电力系统提供惯量及快速调频支撑,维护系统平稳运行。”在王佳良看来,调频是飞轮储能的优势领域。全国范围内,山西率先探索新型储能参与调频有偿服务机制,拓宽了储能的盈利模式。“仅山西一地的飞轮储能调频市场规模就达100亿元,今年我们签订10多亿元的飞轮调频订单,80%都来自山西市场。内蒙古、山东、江苏也在逐步推出储能调频有偿服务政策,飞轮储能调频市场正迎来爆发。”

厚积薄发,民用领域全球领先

事实上,全球从事飞轮储能研发的机构并不少,国际上主要的飞轮储能厂商有VYCON、ActivePower、Beacon、Piller等,

国内有清华大学、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、中国科学院等高校和科研机构,以及十余家飞轮储能厂商。

数据显示,2023年全球新型储能累计装机中,锂离子电池占比为89.6%,压缩空气储能占比为3.5%,飞轮储能占比为1.6%。

对于飞轮储能占比相对“小众”的原因。王佳良认为,飞轮储能原理看似简单,实际上技术难度极高,是一门集材料学、机械设计、电磁学、电力电子、控制算法等学科综合运用的技术。“前些年,飞轮储能技术还不成熟,价格偏高,得慢慢熬,慢慢把技术攻克、把产品打磨好,前期做好项目示范,并制定完善相关标准,厚积以求薄发。”

当前,我国飞轮储能在民用领域已实现全面超越,不仅完全掌握了自主知识产权,后劲更足。王佳良介绍,“飞轮储能技术发展类似风机,单体规模会越做越大,成本将越来越低。而欧美企业制造水平受限于成本下降曲线,技术创新成本很高。而中国拥有完整的制造业体系和产业链,同时飞轮储能产品主要材料是钢铁,对资源依赖度低。这也是我们最大的信心与底气。泓慧能源在四大典型领域都有相应产品,源代码都是自己写的。”

据记者了解,飞轮储能具有功率密度大、使用寿命长、绿色无污染等优势,同时也存在能量密度低、储能容量小等不足。飞轮储能系统中的飞轮转子在运行中处于高速旋转状态,与发电机组等传统旋转机构类似,存在一定的安全隐患。因此,行业要强化安全手段的应用,飞轮转子的无损检测(探伤)是保障飞轮安全运行的基本条件,只要在设计、加工、检测等方面严格控制,飞轮储能系统的安全运行可以保障。

“每种储能技术都有优势和不足,单一技术不可能解决全部问题。因此,未来产

业的发展,一定是因地制宜找到合适的储能解决方案。”王佳良说。

规模制造,3年内成本有望降一半

在技术上实现了超越,飞轮储能产品开始走向国际市场。

“今年泓慧能源将有20多台飞轮储能产品出口海外。”王佳良判断,东南亚、中东地区电网相对薄弱,而这些地区普遍拥有丰富的风光资源,能源需求也在不断增长,是飞轮储能重要的增长市场。

推动飞轮储能规模化应用,降成本是当务之急。在王佳良看来,我国飞轮储能技术已经成熟,迎来规模化发展时机。一方面要加强技术创新,比如让轴承在高速旋转中保持可靠性、承载力,提高真空度和真空散热,减少飞轮高速转动中的风阻,让轮子转得更快,储存更多能量;另一方面要通过规模化制造来降低成本,为顺应市场高速增长需求,泓慧能源已在江苏启东、广州中山和河北唐山布局了三大规模化制造基地,全力推进生产进度。

“当前飞轮储能投资成本为4元—5元/瓦左右,通过3至5年产业化规模化制造,成本有望降低一半至2元/瓦。”王佳良称。

新型电力系统中飞轮储能必然有一席之地,可弥补新能源发电的随机性、波动性,实现新能源发电的平滑输出,使大规模风电及太阳能发电更安全更可靠地并入电网,其市场规模会随着应用的不断铺开而逐步扩大。王佳良建议,进一步完善新型储能价格和市场化机制,加快完善电力市场交易品种,健全需求响应机制,以市场化方式引导储能参与电网调节,让其价值得以精准度量并给于合理收益。“储能要真正用起来,不能沦为摆设,否则是对国家资源和财富的极大浪费。储能最终一定要回归到商业本质,唯有创造价值,产业才能有更大发展。”

吴俊宏对《中国能源报》记者直言,配电网高质量发展必然需要更多资金的投入,无论是几年前开始的增量配电网业务还是此次《意见》提出的鼓励多元主体投资配电网,都是拉动配电网投资资金的有效方式。然而,社会资本进入配电网投资还是面临一些困难,比如准入机制、投资回收机制等政策保障机制不成熟。“历经多年的增量配电网改革后,社会资本参与配电网的投资意愿有待重新激活。”

清华四川能源互联网研究院电力市场与碳市场研究所副所长蔡元纪对《中国能源报》记者分析,首先,配电网建设运营很花钱但不怎么赚钱。一般而言,主网的输配电价盈利情况远好于配网,配网投资面临盈利困境。国外的电价,通常是大工业最低,一般工商业稍高,居民最高。电压等级越低,需要经过的电网线路越长,电价越高。我国出于公平发展的考虑,实际上电费大多压在了工商业身上。

“其次,配网运营的专业能力需求也较高,既要懂电网,又要有运维抢修班组,还要有较好的用户资源和优惠电价的盈利空间等,即使是国有大发电集团,一般也缺乏专业的电网运营能力和人员。”蔡元纪坦言,配网还涉及国计民生和国家安全,需要配置安全保底供电。从几批次增量配电网试点建设的情况来看,存活下来的企业并不容易。

■ 激发多元主体投资

在电改中,如何激励社会资本投资配电网领域,是一个复杂的问题。配电网的概念,本质是在现有体制内引入市场机制的尝试,通过给予特定区域或企业一定的配电网权利,以激发更多的投资和创新。

“由于输配电价差较小,配电网环节利润较低,进而影响了投资配电网的吸引力。这需要政策制定者考虑如何调整价格结构和激励机制,以促进配电网的建设和升级。”赵克斌表示,未来的电力系统发展,需要平衡宏观的资源优化配置和微观的配电网建设。

吴俊宏认为,为解决配电网投资资金问题,激励多元主体投资配电网,需要做好几方面的工作:一是提升社会资本投资配电网的信心,这点最为重要;二是创造社会资本参与配电网的投资机会和公平的市场环境,比如简化准入方式和接网流程;三是创新配电网商业模式和电价机制,让社会资本有明确的投资回收方式。

蔡元纪表示,《意见》中提到的配电网,并不是简单的“网”,实际上已经变成了源网荷储一体化的复杂能源系统。《意见》的核心是海量资源接入配电网,配电网要转型,要实现高质量发展。在这样的视角下,多元主体投资配电网,投资的不是“网”,而是配电网中的资源,比如分布式光伏、储能、充电桩,或者是聚合起来的虚拟电厂。

王波认为,配电网已有了不少多元投资主体,但基本是集中在用户侧的新型并网主体,也就是“网外设备”,在配电网领域本身网架建设、设备等方面的投资主体较少。要激发多元主体对配电网领域的投资,一是明确回购政策,即让相关主体自主投资建设的新能源场站和接网工程有利可图;二是通过数字化手段优化并网互动服务降低运维和运营成本。

“要激发多元主体的投资意愿,必须有清晰的商业模式。比如电价政策的优惠,更高的发电价格或者更低的充电价格。”蔡元纪表示,“比如配电网调频主体的调节能力参与了配电网的平衡后如何获益,目前机制尚不完善。当然,投资本身也很重要,比如光伏组件和原材料价格下降,地方出台更多招商引资优惠政策,都会加大主体投资这些资源的意愿。”

贾豫表示,创新体制机制,在投资方式上鼓励多元化主体参与配电网建设运营。不仅需要鼓励,更重要的是,保护他们的积极性和合法权益,以促使其进一步发展。观察近年来的改革实践,每当提出改革方案,社会主体都表现出了极大的热情和参与度。以增量配电网改革为例,大量项目申报并获得批准。以智能微电网、分布式发电市场化交易等试点为例,增量配电网试点数量更是高达459个,但很多试点最终并未取得预期成效。

在贾豫看来,对于积极参与改革的市场主体,保护创业精神和维护合法权益就是最好的鼓励。当前创业精神依然旺盛,许多人正在寻找转型契机,能源领域吸引了众多目光。因此,激发社会资金投资配电网的关键在于进一步维护和尊重市场主体的合法权益,包括发展权、经营权和收益权。

“电”亮深圳高质量发展

全市已建成10个高品质供电引领区,区内平均停电时间少于2.5分钟,达国际顶尖

本报讯 放置电缆牵引钢绳、制作电缆牵引头……阳春三月,深圳北站附近的新区大道路旁电缆通道里,南方电网深圳龙华供电局工作人员正在紧锣密鼓地敷设电缆。今年以来,深圳北站国际商务区高品质供电引领区110千伏金龙输变电工程64项重点工程建设如火如荼,目前整体进度已达到51%,预计年底前全面完成。

深圳北站高品质供电引领区位于深圳城市发展中枢,打造集高端商务、现代商贸、金融服务于一体的“国际会客厅”。该引领区的建设旨在探索一条在超大特大城市提升供电可靠性及电能质量的管控模式和技术路线,以数字赋能电网发展,形成可复制可推广的重大创新成果。区域内将构建以“N供一备”标准接线模式为主的目标网架,差异化采用“主站集中式”“智能分布式”两种自愈技术路线,推进电网智能化、数字化改造,逐步建成适应高供电质量、高客户体验的领先智能配电网规划、建设、运维、服务体系。

截至2023年底,深圳市已建成10个高品质供电引领区,引领区内所有10千伏线路已实现自愈,低压快速复电接入装置、智能配电房、电能质量监测、不停电作业技术全覆盖,配网标准化接线率、可转供电率以及10千伏线路自动化节点有效覆盖率均达到100%。2023年,各引领区内平

均停电时间均小于2.5分钟,福田中心区、罗湖红岭新兴金融产业带、前海自由贸易试验区甚至已全面实现0分钟,综合电压合格率100%,达到世界领先水平。

“高品质引领区在国内属于首创,也是高可靠性示范区的再升级。引领区建设不仅要‘电’可靠、质量高,还要推动服务质量高。”南方电网深圳供电局资产管理部供应链监督经理刘永礼介绍说。

2015年国家发展改革委发布《配电网建设改造行动计划》,明确要求“2020年前全国完成不少于20个高可靠性示范区建设,供电可靠率不低于99.999%”,南方电网深圳供电局结合“双区”定位、“双改”示范平台,将“高可靠性示范区”全面升级为“高品质供电引领区”,以实现深度匹配、全面支撑深圳高质量发展对高可靠性、高电能质量、高质量客户服务的更高需求。

为确保高质量建成示范区,并形成体系化的可复制推广经验成果,南方电网深圳供电局坚持对标世界先进水平,采取“边建设、边探索、边实践、边完善、边推广”实施策略,最终系统总结提炼出一套完整、体系化、可操作性强、可复制性强的世界顶尖配电网建设改造标准及实用化技术,为我国在城市电网建设区开展高可靠性改造,提升高电能质量、高质量客户服务的能力,提供了深圳范例。项目成果得到了国家能源局、中电联可靠性中心、



南方电网深圳供电局输电管理所工作人员在龙华区登塔开展检修作业。黄海鹏/摄

国内电力企业等广泛关注与一致认可,并取得一系列高层次奖励荣誉共29项,形成了一批批技术成果合计111项。

下一步,南方电网深圳供电局将在罗湖、福田、南山、盐田等区域全面采用高可靠性技术路线、建设策略标准等,实现客户平均停电时间达到世界领先水平;同

时,推动龙华北站商务区、大前海深港合作区扩区区域、河套深港科技创新合作区、深圳20+8高端智造园区等推广高品质供电技术,为深圳实现“2025年客户平均停电时间少于10分钟,2035年不超过5分钟”的总目标奠定基础,全力打造国际一流用电营商环境。(史彬彬 林瀚 唐晓莹)

甘肃省首个融合RPA智能化技术自动统计应用平台投用

本报讯 “原先需要在用采系统一台一台进行查看计算,现在只要鼠标轻轻一点,所有配变运行工况数据都呈现在眼前了,还有颜色标注,一眼就能看出哪些配变有异常情况。”3月11日,坐在办公电脑前,国网兰州供电公司榆中县供电公司员工马银贵仅用几分钟就获取到所有配变设备运行状态工况数据。这标志着由国网兰州供电公司指挥中心自主设计研发的甘肃省首个融合RPA智能化技术及报表中心数字化技术的“配变负载率及电压值越限监测预警”自动统计应用平台正式投入使用。

该平台应用模块将国网兰州供电公司所辖1万余台配变设备的负载率和电压值

工况以报表形式汇集显示在电脑上,自动筛查负载区间和电压区间值,以便快速、高效掌握配变运行状况。依托该应用,配变设备运行监测效率同比提升40%以上,有效解决了配变过载、低电压监测时间滞后、查询繁琐、监测信息不全等难题,实现了配变全状态监测和异常工况预警。

“配变变压器是配网运行的核心设备,配变设备运行状态直接关系到供电服务的安全性和供电质量。因此,对配变负载率和电压值监测是配网运营管控工作的重中之重,越早发现配变异常状态,便能越早消除电网设备运行风险,保证供电安全和服务质量。”国网兰州供电

公司指挥中心董玉龙介绍说。

目前,配变过载、低电压异常工况监测在PMS系统和配网管理信息系统均有部署此类功能模块,但由于上述系统监测数据多为T-3或T-2数据,也就是说,由于传输通道等原因,要两天甚至三天才能采集到全量数据,并且监测结果已经是配变运行状况发生异常时的数据,对于未发生重过载、低电压异常配变运行状况监测,往往要通过人工进行数据查询、计算,费时费力容易出错,工作效率低。针对以上问题,国网兰州供电公司指挥中心设计研发“配变负载率及电压值越限监测预警”应用平台,将其它系统监测T-2时间(两天)提

前至一天时间,进一步缩短监测时间,提高监测效率,有效帮助设备运维单位尽早发现和治理隐患。同时,该中心结合平台全量配变全状态监测数据开展数据分析和挖掘,进一步研判配变运行状态,实现异常配变的提前预警和防范,为配变状态监测和运行管理提供了高效支撑和保障。

下一步,国网兰州供电公司将持续推进数字化技术与配网业务深度融合,在巩固当前阶段监测平台应用基础上,纵向深挖平台潜力,借助数字化手段全力推进“精准监测、精准分析、精准管控、精准指挥”作用发挥,确保配网设备运行和配网精益化管理水平进一步提升。(董玉龙 李小东)