

推进新型储能规模化发展 大力提升电力系统调节能力

□ 易跃春

国家发展改革委、国家能源局日前出台《新型电力系统建设“十五五”规划》(以下简称《规划》),围绕构建清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的新型电力系统,统筹发展和安全,系统部署“十五五”我国新型电力系统建设方向和重点工作,为科学引领“十五五”电力行业高质量发展指明了方向和路径。

新型储能作为新型电力系统的重要组成部分,对提升电力系统调节能力、促进新能源消纳、保障顶峰供电具有不可替代的作用。

新型电力系统建设对调节能力提出更高要求

当前,我国新能源装机保持快速增长态势,年均新增装机突破2亿千瓦,预计“十五五”时期将延续这一态势。从实际运行数据看,截至2025年底,全国风电利用率94.3%,较2024年下降1.6个百分点;光伏发电利用率94.8%,较2024年下降2个百分点,部分新能源发展较快省份消纳压力已有所凸显。与此同时,“十五五”时期全国年均用电增量预计约6000亿千瓦时,新能源出力波动与用电需求刚性增长的双重叠加,使电力系统在调峰、调频、顶峰保供等方面面临考验。

经过持续建设,我国电力系统调节能力已有显著提升。“十四五”期间,西电东送能力从2.7亿千瓦跃升至3.4亿千瓦,抽水蓄能装机规模超过6600万千瓦,煤电灵活性改造规模持续扩大,截至2025年底已超过4.5亿千瓦;新型储能发展尤为迅速,全国已建成投运新型储能装机规模达1.36亿千瓦/3.51亿千瓦时,较“十三五”末增长超40倍。

《规划》提出至2030年,在实现新能源装机超28亿千瓦的同时,全国新能源利用率仍保持90%左右的高消纳水平。现有调节能力与新形势需求之间仍存在差距,需从源网荷储各侧协同发力,做好各类调节资源统筹规划,加强规模、布局与新能源发展的衔接。

源网荷储各侧协同发力 提升系统调节能力

《规划》推动提升电力系统调节能力,“十五五”期间,从源网荷储多侧统筹布局,全面支撑新型电力系统构建。

抽水蓄能建设方面,《规划》推动科学优化抽水蓄能电站建设布局,建



总装机为360万千瓦的河北丰宁抽水蓄能电站,是目前世界装机容量最大的抽水蓄能电站。(中国电建北京院供图)

设一批参与区域调节的抽水蓄能电站。到2030年,全国抽水蓄能电站装机规模达到1.6亿千瓦左右。抽水蓄能作为单体规模最大、电网支撑作用最强、寿命最长、可靠性最高的储能形式,功能定位涵盖服务省级或区域电力系统以及特定电源。

煤电转型方面,《规划》推动落实新一代煤电升级专项行动,提升煤电深调、快调、高效调节能力,完善煤电容量电价。到2030年,全国热电联产机组最小发电出力达到40%以下,鼓励通过热电解耦等电热协同方式进一步提高灵活性。煤电功能定位由基础保障性电源向支撑调节性电源转型持续深入。

灵活性负荷方面,《规划》推动分布式电源、可调节负荷、电动汽车充电基础设施等各类分散资源聚合参与电力削峰和填谷。到2030年,全国需求侧削峰能力超过1亿千瓦,虚拟电厂最大调节能力超过5000万千瓦,车网互动聚合可调充电规模力争达到5000万千瓦。负荷侧调节资源形散而力聚,系统整合能力凸显。

电网互联互济方面,《规划》持续完善区域主网架结构,推动电网交直流、送受端、各层级协调发展,推动挖掘流域、跨区域电力供需互补潜力,强化区域间互为备用、紧急情况临时支援能力,推动一批区域内电力互济提升工

程,进一步促进省间资源统筹优化。

新型储能成为支撑系统调节与保供重要力量

电力系统调节能力的提升与顶峰保供能力的增强,均离不开储能这一关键调节资源的深度参与。在各类调节资源中,新型储能凭借其响应速度快、调节精度高、布局灵活等独特优势,正日益成为支撑系统调节与保供的重要力量。

在提升调节能力方面,新型储能可有效抑制新能源出力的波动性与间歇性。2025年,全国新型储能等效利用小时数达1195小时,较2024年提升近300小时。其中新能源配建储能平均利用小时数约917小时,同比增长19.7%、约151小时。新型储能调用水平持续提升,在增强系统调节能力、促进新能源消纳、保证系统安全稳定等方面的作用日益突出。

在顶峰保供方面,新型储能可在用电高峰时段快速释放电能,有效缓解供电压力。2025年迎峰度夏期间,江苏、山东、云南等省先后开展全省新型储能集中调用,最大放电功率分别达714万千瓦、804万千瓦、474万千瓦,调用同时率达95%以上,成为顶峰保供的重要资源。国家层面也将增强用电高峰时段顶峰能力作为“十五五”期间储能侧的重点任务之一。

在支撑安全稳定运行方面,压缩空气、飞轮及重力储能因物理特性与同步机一致,具备惯量、频率和电压支撑能力。采用构网型控制的电化学储能,亦可实现虚拟惯量与电压、频率主动支撑。同时,新型储能凭借其响应快、精度高的特点,在调频、快速爬坡等服务中比传统电源更具优势。《规划》推动释放新型储能调峰、调频、调压、事故备用、爬坡、黑启动等多重效能。

明晰新型储能高质量发展规模化建设实施路径

《规划》围绕新型电力系统建设,统筹供给侧、电网侧、用户侧、调节端协同发力,细化落实重点任务,明确保障机制。

从新型储能视角看,这些任务部署体现了以下几方面的着力方向:

充分发挥新型储能调节作用。《规划》推动增强电力系统调节能力,实现各类调节资源的高效调用。在新型储能调节能力提升方面,一是推动对具备条件的存量项目实施技术改造,持续提升调用水平;二是分地区制定新能源利用率目标,科学确定自用储能配置规模;三是在“沙戈荒”等新能源外送基地中,合理规划新型储能规模,着力提升通道新能源电量占比。通过新能源与新型储能的协同联动,推动配建储能由政策驱动转向市场牵引,

有效提升新能源场站系统友好性和消纳水平。

优化布局保供型电网侧独立储能。《规划》高度重视能源安全,构建新能源、储能、调峰气电、清洁高效煤电协同的电力供应保障体系,着力提升电力系统安全韧性水平,持续提高供电服务质量。《规划》提出加快布局一批可承担顶峰保供作用的电网侧独立新型储能电站,“十五五”时期全国新增规模约8000万千瓦,等效顶峰时长力争达到4小时,明确各地指导规模。推动加大构网型等技术应用,探索应用“火电+储能”等多元化黑启动模式。

因地制宜推动新型储能构建新型电网。《规划》着力构建安全可靠、绿色低碳、坚强韧性、智能灵活的新型电网,促进主配微协同实现资源配置平台作用和服务功能发挥。在打造坚强韧性配电网方面,优化布局一批中低压配电网、台区新型储能项目,增强配电网综合承载能力和调节能力。在多场景建设智能微电网方面,布局建设一批源网荷储协同的智能微电网项目,提升新能源自发自用比例。

积极拓展新型储能应用新业态新模式。《规划》促进电力与相关领域融合发展。在促进电力与算力协同发展方面,依托算力设施发展源网荷储一体化等新模式,提高算力设施绿电占比;在促进电热、电氢等协同联动方面,鼓励推广热电联产机组通过熔盐储热、热水储能等方式实现热电解耦,探索应用相变储热、固体储热等先进高温储热技术,拓展氢能储能、氢发电等应用场景;在推动电力与交通融合方面,在交通廊道等区域优化布局一批风光储充换电站,在港口码头区域构建风光储协同运行的独立微电网,在交通枢纽等地区打造源网荷储一体化交能融合示范场景。

全面推动新型储能参与电力市场。《规划》明确深化电力市场化体制改革,完善新型储能等各类新型主体参与电力市场制度,推动发用电两侧各类经营主体全面报价报价参与现货市场,完善包括调频、备用等品种的辅助服务市场体系,持续完善新型储能等调节性资源容量电价机制,建立可靠容量补偿机制,推动对电力系统可靠容量给予补偿。通过坚持“谁提供、谁获利,谁受益、谁承担”的市场化原则,完善成本分摊与收益对等机制,保持新型储能等灵活性调节资源投资建设积极性。

(作者系水电水利规划设计总院总经理)

资 讯

天合元氢发布“光储氢一体化”解决方案

本报讯 8月7日,在江苏扬州举办的光储氢一体化技术研讨会上,江苏天合元氢科技有限公司发布“光储氢一体化”解决方案。会上,来自行业协会、能源央企、设计院、高校及氢能装备龙头企业代表,围绕“十五五”氢能产业机遇与堵点展开研讨。

中国产业发展促进会氢能分会副会长兼秘书长张宇表示,我国氢能已走过示范探索阶段,正式迈入规模化前夜。面对新能源装机跨越式增长、系统消纳压力攀升及置信力考核约束,光储氢一体化发展将成为主流趋势之一。

天合元氢总裁段顺伟指出,光储氢系统并非光伏、储能、电解槽设备的简单叠加。产业链在系统协同控制、动态工况适配、标准化集成方案、全生命周期成本优化及商业模式探索等方面,仍面临诸多难题。“针对堵点,天合元氢以实证平台为试验载体,一体化系统解决消纳难题,以数字孪生补齐智能运营短板,打通‘测—产—用—管’全链条。”段顺伟说。

据天合元氢光储氢一体化技术负责人下铁铮介绍,天合元氢“光储氢一体化”解决方案,以构网型储能为支撑,弥补了风光发电惯量不足与调峰缺口,使新能源从被动供电电源转变为可主动调压调频的电网支撑节点。该方案同时还支持并网消纳与离网独立供电,满足了电网调峰和无电网区域独立制氢需求。

目前,天合元氢已建成国内首个兆瓦级光储氢一体化实证测试中心,为风光波动工况下电解槽的系统适配性验证提供了实证支撑;已投用碱性电解槽全自动叠装产线,确保了制氢装备规模化高可靠稳定生产;推出了制氢场站全生命周期数字孪生运营中心,打破了行业仅售卖设备的传统模式。段顺伟表示,天合元氢接下来将向第三方开放兆瓦级光储氢一体化实证测试中心,并联动行业各方攻关、共建标准,推动光储氢高质量融合发展。

在本次研讨会上,来自电力规划设计总院、中能建氢能有限公司、水电水利规划设计总院新能源研究院等行业规划专家、高校科研团队、装备企业、工程投资方围绕光储氢系统优化、数字化运维、商业模式深度交流,对天合元氢“实证驱动硬件、数字赋能系统”的发展路径给予高度认可。

(张小宝 郭兴)

十年磨一剑:阳光氢能定义绿氢新高度

□ 郭兴 张小宝

30兆瓦实证基地平稳运行2.3万小时,完成逾万次系统实证测试,斩获中国合格评定国家认可委员会(CNAS)与德国莱茵TÜV双重权威认证。这一组沉甸甸的数据,是阳光电源股份有限公司(以下简称“阳光电源”)副总裁、阳光氢能科技有限公司(以下简称“阳光氢能”)董事长彭超才带领研发团队,深耕氢能赛道10年交出的硬核答卷。

10年之前,波动性可再生能源能否稳定制氢,整个行业尚无标准答案。10年之后,答案写在持续迭代的试验数据之中,化作一批批奔赴各大项目现场的国产电解槽。回望漫漫求索之路,彭超才感慨:“这10年我们没有追求狂飙突进的速度,但每一步都立足实证,走得扎实笃定。”

前瞻布局:锚定绿电消纳,开启氢能自主攻坚

2016年,风光装机规模快速扩张的背后,消纳矛盾凸显。国家能源局公开数据显示,2016年全国弃风和弃光电量分别达497亿千瓦时和74亿千瓦时。风电、光伏企业彼时深刻意识到,单纯比拼规模的发展模式难以继,打破消纳瓶颈,成为行业高质量发展命脉。

也是这一年,光伏逆变器龙

头——阳光电源种下了氢能的种子。公司立足自身电力电子技术积淀,作出前瞻性判断,内部组建氢能研究院,探索将富余绿电转化为绿氢,以此来破解新能源消纳难题。“入局之后,我们发现大多数企业都在关注燃料电池应用赛道。但团队清醒认识到,要真正打通绿氢供给、赋能绿电消纳,必须啃下波动性新能源高效制氢这块硬骨头。这条技术路线没有成熟经验可供照搬,研发团队只能从零起步开启自主攻关。”彭超才回忆说。

攻关路上,电解槽成为横亘在前的最大的“拦路虎”。团队采购行业主流电解槽开展系统测试,结果不尽如人意,即设备对风光功率波动适应性弱,启停响应迟缓,设备衰减远超设计预期。核心装备短板,直接制约整套制氢系统性能发挥。现实倒逼之下,团队下定决心,向电解槽核心技术发起自主攻坚。

从2019年氢能研究院升级为事业部、开启商业转化,到2021年阳光氢能正式成立、全面走向市场化,再到2023年完成6.6亿元A轮融资,驶入发展快车道,阳光氢能乘产业东风、靠自主攻坚,从一株嫩芽长成了氢能行业的大树。

然而,产业浪潮奔涌向前,行业格局的调整远比市场预期来得更为迅猛。2024年,电解槽行业价格战打响,氢能装备赛道进入深度调整期。

部分企业PPT炒作的概念产品,虚假标注的产品参数,不惜以低于成本价抢夺订单的涌入者,以及习惯于最低价中标的业主,令电解槽市场一度陷入劣币驱逐良币“内卷”困局。

穿越周期:坚守行业底线,以实证构筑核心“护城河”

面对行业“内卷”,化学教师出身的彭超才有着清醒认知,产品研发和教书育人同理,弄虚作假、掘苗助长,终究行之不远。阳光氢能没有随波逐流选择低价厮杀,反而将竞争重心从单一设备价格,拉升至系统性能、长期可靠性与全生命周期价值层面。行业层面,阳光氢能作为领军企业,以示范作用带动行业生态持续净化,牵头支持中国产业发展促进会氢能产业分会于2025年11月发布《中国电解槽行业健康发展倡议书》,倡导摒弃恶性低价竞争、抵制参数虚标炒作,呼吁行业回归技术与实证本位,凝聚产业高质量发展共识。

产品层面,阳光氢能构建起完整的装备矩阵,覆盖碱性电解槽、PEM电解槽、PWM制氢电源、气液分离与纯化系统、智慧氢能管理系统,推出以“柔性制氢”为核心的整套系统解决方案。2025年6月,阳光氢能首创发布MegaFlex绿氢一站式解决方案。该方案支持全户外部署,采用无厂房模式,可显著降低项目资本开支;依托标

准化设计与灵活扩容能力,实现现场快速部署。通过创新模块化交付模式,有效压低建设成本、保障项目高效落地,全面提升系统安全水平。阳光氢能坚信,制氢装备降本,不应简单压缩单台设备材料成本,而应靠电解槽、制氢电源、智能管理系统深度协同,实现系统能效整体最优。

技术层面,阳光氢能依托柔性转换、柔性工艺、柔性控制三层协同技术体系,有效破解风光新能源波动难题,实现了绿氢与风、光、储、网系统的高效耦合。公司自研的ALK电极催化剂具备优异抗反向电流性能,可实现宽负荷稳定运行;PEM电解槽则创新采用仿生流场与消氢层复合结构,兼顾设备寿命与氢气纯度。针对无电网覆盖的偏远风光基地,公司推出模块化离网制氢成套方案,大大拓展了绿氢落地边界。

智能化是阳光氢能设备的另一差异化壁垒。公司自研的电解槽数字化管理系统,打破了电解槽长期“数据黑盒”痛点,实现了小室级、整堆级全维度可视化监测与智能故障预警。公司还依托AI算法动态分析电解槽实时状态,主动分析优化运行工况,使电解槽从被动响应工况转向主动智能调控。然而,真正拉开企业竞争差距的是大规模长期实证。阳光氢能搭建的30兆瓦实证测试平台,既是产品研发的试金石,也是技

术迭代的孵化器。平台大幅压缩实验室技术走向产业化的转化周期,用实打实的连续运行数据,打消了业主对于设备可靠性的顾虑。

今年上半年,阳光氢能不仅独揽国电投绿色能源股份有限公司梨树风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇项目,还成功中标开山控股集团股份有限公司肯尼亚地热制氢项目,靠着实证优势在市场竞争中取得领先身位。

谋划未来:长期主义迎商业化时代,聚力创新扬帆出海

展望未来,产业逻辑正在发生深刻重塑。彭超才判断:“市场回归理性是大势所趋。热衷短期投机、参数虚标的企业将逐步出清;手握长期实证业绩、硬核技术扎实的头部企业,将收获更大市场空间。”

“十五五”时期,随着合成氨、绿色甲醇、可持续航空燃料、钢铁冶炼等工业场景需求持续释放,氢能产业将从示范试点迈向规模化商业化新阶段。“产业示范阶段,业主关心的是能不能产出氢气;进入商业化阶段,市场比拼的是能不能稳定、高效、低成本地持续产出绿氢。”彭超才认为,设备的实际运行性能、工程交付能力、全生命周期运维服务,将成为行业全新的竞争门槛。

对阳光氢能而言,公司已形成核心竞争优势,积累了一批可复制的项

目交付经验。在彭超才看来,这份竞争力来源于阳光电源的4点传承,即鼓励试错的创新文化、实事求是的行事准则、不随波逐流的战略定力、开放协同的共赢理念。在工程落地层面,阳光氢能吃透风光强波动工况下柔性制氢运行逻辑,探索模块化预制建站模式,积累沙戈荒大基地、高盐雾等复杂工况环境适配经验。业务场景覆盖风光大基地耦合制氢、工业绿氢替代、离网中小型制氢等典型场景,并形成从方案规划、装备制造、工厂预验证、跨境供货、现场调试的全链条一体化服务能力。

“十五五”期间,阳光氢能将保持产能扩张的理性节奏,坚持“低成本创新”发展思路,把资源集中投向核心材料、核心结构等关键环节,务求取得实质性技术突破,并兼顾技术前瞻性与产业落地可行性,争当绿氢装备技术创新与规模化落地的先行者。“中国电解槽产业的出路,不在国内‘内卷’,而在于走向全球。具备技术实力的国内企业,应当携手并肩,共同参与国际高端市场竞争。”彭超才充满信心地表示。

立足光伏逆变器、延伸储能赛道,从追光者到追氢者,阳光电源完成了由行业跟跑者迈向全球领跑者的蜕变。如今阳光氢能刚刚走完10年技术深耕之路,正处在中流击水的关键节点,行业洗牌仍在继续,商业化大考已然启幕。但道虽远,行则将至。在氢能产业的浪潮之中,这家坚守长期主义的国产装备企业,正向着绿氢产业更高远的目标稳步前行。