

# 虚拟电厂新政如何利好新能源消纳?

■本报记者 苏南

在高比例新能源消纳中,虚拟电厂将展现出愈来愈大的潜力。国家发改委、国家能源局近日联合发布的《关于加快推进虚拟电厂发展的指导意见》(以下简称《意见》)提出,到2027年全国虚拟电厂调节能力达到2000万千瓦以上,2030年进一步提升至5000万千瓦以上。这一政策通过推动虚拟电厂的规模化、市场化发展,将有效缓解新能源消纳压力。

业内人士认为,目前虚拟电厂盈利仍依赖政策补贴,需求响应频次和收益有限。未来需进一步细化规则、完善标准,并推动民营企业与电网协同合作,最终实现电力系统灵活性与经济性的双重提升。

## ■ 新能源消纳压力凸显

在“双碳”目标背景下,风、光等新能源已成为我国新增装机主体,发电量占比逐年增长,新能源消纳压力日益凸显。

“一是源荷时空匹配失衡,午间光伏发电期与负荷低谷时段叠加,新能源消纳空间严重不足,晚峰负荷爬升期却面临新能源出力陡降,系统调节压力剧增。”国网宁夏电力营销部市场处处长徐文涛对《中国能源报》记者分析,二是调节资源结构性短缺,传统火电调峰能力与新能源波动特性不匹配,抽水蓄能等灵活性资源布局滞后于新能源发展速度。三是市场机制适配性不足,现有中长期交易难以适应新能源波动特性,现货市场分时价格信号未能穿透至负荷侧,虚拟电厂等新型主体的调节价值难以通过市场化路径充分兑现。

《意见》提出“健全完善中长期市场价格形成机制,适当拉大现货市场限价区间”,为虚拟电厂促进新能源消纳交易运营提供政策依据。徐文涛认为,通过建立多时间尺度资源分层聚合模型,整合工业可调节负荷、分布式储能及柔性用电

设备,形成与新能源波动特性相匹配的动态调节资源池。建立新能源出力曲线分解交易机制,引导虚拟电厂主动跟踪新能源波动曲线,实现“源荷互动”。同时,依托特高压外送通道研究建立调节能力跨省交易机制,将本地灵活性资源转化为跨区域传输的调节容量商品,同步构建基于区块链技术的调节贡献认证体系,助力在全国更大范围内实现资源优化配置和能源绿色低碳转型。

## ■ 增强电力系统调节能力

业内普遍认为,虚拟电厂通过聚合分布式光伏、储能、可调节负荷等分散资源,形成灵活调节能力,实现“削峰填谷”。例如,山西、广东、宁夏等地的虚拟电厂已通过参与现货市场和辅助服务市场,有效缓解了电网峰谷矛盾。

记者采访获悉,虚拟电厂通过多维度技术协同可显著提升电力系统调节能力。首先,虚拟电厂能够整合分布式能源,包括太阳能光伏、风能以及储能系统等,运用先进的调度和管理技术,对这些能源的电力输出进行优化,以此平衡新能源的波动性与间歇性,提升其稳定性和可靠性。其次,虚拟电厂可通过实施需求响应计划,在新能源出力高峰时段,引导用户侧储能充电、柔性负荷提产以消纳过剩绿电;在电网负荷尖峰时段,通过可中断负荷管理精准削减非必要用电。这种与新能源特性深度耦合的调节逻辑,既减少弃风弃光,又降低传统调峰资源的依赖。再者,虚拟电厂通过聚合分布式储能资源形成“虚拟储能池”,在新能源大发时存储电能,在供应紧张时快速释放。同时,利用储能系统的毫秒级响应特性,提供电网调频服务,全面提升电网动态平衡能力。

此外,业内广泛讨论的另一个重要方面是,虚拟电厂可作为新型主体参与



电力市场交易。基于电价信号,虚拟电厂可动态优化资源调度策略,在追求经济效益的同时,通过价格杠杆激发供需两侧的弹性互动。“这种市场化的协同模式,不仅激发多元主体参与调节的积极性,更推动电力系统从‘源随荷动’向‘源荷互动’转型,构建起‘经济性、安全性、低碳性’协同发展的新型电力生态体系。”徐文涛表示。

## ■ 技术赋能虚拟电厂规模化建设

特别值得一提的是,《意见》提出,要推动虚拟电厂技术创新和标准规范体系建设。业内认为,通过提升虚拟电厂预测、调控和交易能力,可增强虚拟电厂资源聚合、调节能力。例如,人工智能算法和5G通信技术的应用可实现秒级响应调度指令,增强系统敏捷性。

“虚拟电厂属于电力物联网的前沿技术应用领域。它借助先进的信息通信技术以及软硬件系统,能把风光发电、储能系

统、可控负荷、电动汽车等分布式能源资源聚合起来,进行协同优化。”华南理工大学电力经济与电力市场研究所所长陈皓勇接受《中国能源报》记者采访时表示,虚拟电厂很特殊,既有发电“源”的属性,又有用电“荷”的属性。它能参与电力市场交易,也能参与电网运行,实现“能量流”“信息流”“价值流”的“分离—汇聚”。

陈皓勇进一步解释,虚拟电厂具有“能量—信息—价值”三层网络架构。能量网络是虚拟电厂的基础,虚拟电厂存在的本质意义是通过改变灵活性资源的控制方式,达到促进新能源消纳、优化电网运行、消除电网阻塞、延缓输电投资的目的。在能量网络层面,通过聚合大量灵活性资源,优化其能量输入、输出,一方面,可以促进新能源发电直接供应本地负荷,使新能源就地消纳;另一方面,也可以控制灵活性资源参与电网的调峰调频、削峰填谷。在能量网络基础上,虚拟电厂又衍生出涵盖状态监测、信息交互、优化调度、互动控制等多方面的信息网络。

“虚拟电厂运行的关键在于信息感知与通信,即通过多层级聚合与协同控制技术,使得分散且性质各异的灵活性资源对外展现出整体可观可控的特性,虚拟电厂对外的灵活性、适应性与鲁棒性都需要强大的信息技术支撑。”陈皓勇说,虚拟电厂作为“源、荷、储”聚合并接入“网”的产物,在市场中常常扮演产消者这一角色。虚拟电厂与聚合商的出现,为电力市场注入新的活力,不仅拓展了交易模式的多样性,也重塑了价值流动路径。一方面,灵活性资源所有者和聚合商需要通过参与电网互动调节以获取利润;另一方面,聚合商也要为其所聚合的灵活性资源支付费用。价值网络是虚拟电厂价值实现、灵活性资源调节潜力挖掘的载体。

在业内看来,虚拟电厂借助AI大模型,能够准确预测新能源出力,实现优化调度,提升新能源消纳能力,在电力市场交易中,依据新能源出力的预测结果,制定合理交易策略,让新能源电力得到更高效的利用。



## 西部陆海新通道 “氢走廊”正式投运



本报讯 记者吴莉报道 4月14日上午,10辆满载化工品、笔记本电脑、汽车配件等货物的氢能重卡在中国石化重庆石油加气站加氢后启程,途经贵州,最终将抵达广西钦州港出海,标志着我国首条跨区域氢能重卡干线正式贯通,并将进入常态化运营阶段。

据悉,这条“氢走廊”全程约1150公里,中途设有4座加氢站,将带动重庆、贵州、广西周边中短途支线物流应用场景,是我国西部地区氢能产业发展迈出的重要一步,对加快建设经济、高效、便捷、绿色、安全的西部陆海新通道具有重要意义。

西部陆海新通道“氢走廊”是我国首条以氢能重卡为核心的干线物流通道,一期的4座加氢站全部为中国石化承建,分别是重庆赶水加氢站、贵阳综保加氢站、百色伟鑫加氢站、南宁振兴加氢站,形成稳定供气网络。该“氢走廊”沿线经过的重庆长寿、贵州六盘水、广西百色等地氢能资源丰富,电解水制氢、氨分解制氢等技术已实现规模化应用。通过构建长距离、高落差的干线氢能应用场景,创新“陆到海”物流运营模式,为复杂地理条件下的氢能运输提供了全国领先的可靠解决方案。

不仅是物流通道,更是产业纽带。陆海新通道途径重庆公路物流基地、贵州快递物流园、南宁市沙井江南

物流园区等,应用场景丰富。该条“氢走廊”的建设将充分发挥沿线省区市的资源和产业优势,构建“绿色通道物流体系+氢能供给体系+氢能产业创新体系”的氢能全生态发展格局,促进交通、能源与产业深度融合,实现经济社会发展与生态环境保护的良性互动,助力西部陆海新通道建设和西部地区高质量发展。

在建设过程中,中国石化川维化工联合重庆石油,在国内外没有可借鉴经验的情况下,利用副产氢开创性建成西南地区最大的燃料电池供气中心,一期日供气能力3200公斤,成为支撑氢走廊建设的重要仓储设施。重庆石油率先建成投营7座加氢站,成为重庆第一大氢能加注运营商,并建成全球首座使用地下储氢井的加氢站、西南首座“油气氢电服”全生态综合加能站。广西石油建成7座加氢站,是广西最大的车用氢能供应商,率先打造了全国首座商业化氨分解制氢加氢一体站,并牵头成立了“广西氢能联合会”,构建了政企沟通、行业交流、产学研用、产业链协同的氢能平台。贵州石油依托贵阳综保二号加氢站建设,促进了政策、技术与资源协同,打造了氢能站建设模板,为省内氢能加注业务发展奠定了基础。

中国石化股份高级副总裁喻宝才表示,中国石化积极响应国家“双碳”战略,全力支持西部陆海新通道“氢走廊”建设,为氢能重卡提供稳定、高效的供气保障。未来,我们将继续加大投资力度,完善沿线加氢网络布局,推动绿氢制备技术创新,确保氢能供应安全可靠。同时,我们将深化与产业链各方的合作,共同探索氢能储运、加注等环节的降本增效路径,助力打造绿色低碳的氢能物流示范工程,为国家能源转型和高质量发展贡献力量。

近年来,中国石化持续打造第一氢能公司,已建成氢能燃料电池供气中心11个、加氢站144座,建成西部陆海新通道、京沪、京津、成渝、沪嘉甬、济青和汉宜高速7条“氢走廊”,基本覆盖了“3+2”氢能燃料电池示范城市群,成为全球运营加氢站最多的企业。

## 能聊能说

近日,西部陆海新通道“氢走廊”渝黔桂干线正式贯通,引发业内广泛关注。“氢走廊”位于我国西部地区腹地,衔接长江经济带,在区域协调发展中具有重要战略地位。这不仅是一条连接三地物流和贸易的桥梁,更是连接绿色能源和可持续发展的示范纽带,为通道注入全新动能与活力,有力推动西部地区乃至全国能源结构优化和高质量发展。

近年来,随着物流网络能级的全面提升,与之配套的清洁能源体系加速构建。其中,氢能作为一种绿色低碳、转换灵活的能源品种,成为世界主要经济体推进能源低碳转型发展的关键选择。渝、黔、桂三地具备丰富的氢能资源,氢能发展势头强劲。具体来看,重庆已建成投用西南地区最大的供气中心,以及全球首座使用地下储氢井的加氢站;贵州充分利用丰富的煤炭资源及焦炉尾气制氢,提升煤化工产品附加值,建成“氢走廊”贵阳市综保区加氢站;广西投产全国首套分布式氨分解制氢加氢一体站,攻克氢能储运难题,加快建立氢能制储运加用全链条体系。

西部陆海新通道以渝、黔、桂为主线,贯通10个地级市区,将推动沿线地区产业互补、资源共享、政策协同,构建氢能供应网络化、运输服务标准化、货源组织协同化、政策保障体系化的可持续运营模式。

在产业链上游,渝、黔、桂三地可根据“氢走廊”沿线的加氢站需求,优化制氢产能布局,降低氢气运输成本。借助“氢走廊”带来的产业集聚效应,加速低成本、高效率制氢技术的推广应用,推动加氢、制氢设备更新迭代,进一步提升三地制氢行业整体竞争力。

在产业链中游,“氢走廊”提供了广阔的合作空间,推动三地企业围绕应用需求开展深度合作,通过技术共享、联合研发等方式,共同开发适用于“氢走廊”物流车辆的高性能燃料电池系统及核心部件,打造具有区域影响力的燃料电池产业集群。

在产业链下游,“氢走廊”催生多元化应用场景,推动氢能车辆在长途干线运输、市内集散、短途运输等不同运输环节的规模化应用,为危化品等货源运输提供更多绿色物流选择。

业内预计,到2027年,“氢走廊”沿线建设加氢站或将超过40座,推广氢能燃料电池货车超过1500辆,年碳减排超过20万吨。

尽管前景美好,在加快“氢走廊”建设中,还存在着电价不统一、主管部门有待明确、规范标准缺乏等问题。

西部陆海新通道“氢走廊”建设是一项复杂的系统工程,为取得良好的运营效果和示范效应,需多方形成合力。强化政策引导,渝、黔、桂三地政府进一步加大“氢走廊”建设支持力度,减免氢能车辆通行费、降低企业运营成本等尝试已在一些地区开展,有助于提高经营主体参与积极性。加强区域协同联动,共同解决跨区域合作中的问题。通过联合研发、共建产业园区等方式,实现优势互补,打造氢能产业集群;此外,纳入全国“两纵四横”氢能高速网络,与全国氢能高速、氢能走廊建设高效协同,可促进更大范围氢能物流网络互联互通。拓展沿线地区氢能应用场景,形成多元化应用格局,探索建设可再生能源分布式制氢示范项目,以清洁、稳定的能源供应保障沿线物流园区、工业企业发展。

## 区域协同联动,探索氢能发展新路径

张胜杰