

有效促进电网供需平衡，虚拟电厂能力不“虚”

◎新华社记者 戴小河

入夏以来，全国多地出现35℃以上高温天气，多个城市连续出现高温。经济复苏叠加高温天气，我国用电量较快增长，虚拟电厂频频进入公众视野。

今年以来，国家发展改革委等部门印发的《“十四五”现代能源体系规划》以及天津、北京、上海等10余省份相继发布的“十四五”能源电力发展规划及碳达峰实施方案，均对发展虚拟电厂提出明确要求。

国家加紧布局虚拟电厂

何为“虚拟电厂”？“虚拟电厂并不是个发电厂，而是一套能源管理系统。它安装在工厂等用电大户的控制终端，把可中断的如空调、照明等负荷纳入到控制序列，在不影响企业正常生产的情况下，通过精准控制达到供需平衡。”中国电力企业联合会常

务副理事长杨昆说。

国家能源局相关负责人说，通过需求侧的响应将负荷降下来，对整个电力行业发展会产生更好的作用。

《“十四五”现代能源体系规划》进一步提出，开展工业可调节负荷、楼宇空调负荷、大数据中心负荷、用户侧储能、新能源汽车与电网能量互动等各类资源聚合的虚拟电厂示范。

2021年10月，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，提出要大力提升电力系统综合调节能力，加快灵活调节电源建设，引导自备电厂、传统高载能工业负荷、工商业可中断负荷、电动汽车充电网络、虚拟电厂等参与系统调节。

旨在提升新能源消纳能力

杨昆表示，作为能源智能化的新业态和新模式，虚拟电厂应用前景广泛，在电网结构向清洁低碳转型的背景下，发展虚拟电厂对促进电网供需平衡、实现分布式能源低成本并网、充分消纳清洁能源发电量、推动绿色能源转型具有重要的

现实意义。

2021年8月，国家电网江苏电力有限公司承担的国家重点研发项目——城区用户与电网供需友好互动系统通过验收，将这一负荷精准控制模式延伸到居民用电侧，可以起到“削峰填谷”、维持电力供需平衡的目的。

国家电网江苏电力有限公司电力科学研究院总工程师袁宇波说，虚拟电厂可平抑新能源电力的强随机波动性，提高新能源的利用率，对多种分布式能源进行聚合、优化控制和管理，为电网提供调频、调峰等辅助服务。

当前，相关企业纷纷加速布局。华北电网率先在国内开展了虚拟电厂参与辅助服务市场交易，国家电网浙江综合能源公司智慧虚拟电厂平台上线，国电投深圳能源发展有限公司的虚拟电厂平台参与电力现货市场交易。

虚拟电厂市场前景可期

多位业内人士指出，当前虚拟电厂尚处于初期发展阶段。

华北电力大学国家能源发展战略研究院执行院长王鹏说，明确的“双碳”目标为我国虚拟电厂发展打开市场新增量。虚拟电厂的产业链由上游基础资源、中游数字平台和下游虚拟电厂聚合三者共同组成。

据介绍，上游基础资源又可细分为可控负荷、分布式能源以及储能系统，如工厂车间、商场楼宇、大型用电设备等。中游的数字平台是虚拟电厂的核心组成部分，是智慧能源控制系统，可与电力调度中心、电力交易中心互动。产业链的下游可以为广大用户提供配电、电网接入和营销服务。

杨昆认为，随着分布式电源、电动汽车、储能、微电网的快速发展，虚拟电厂的资源聚合方式，将使工厂、居民都可以参与到虚拟电厂的价值创造中，成为能源互联网的重要形式。

国家能源研究院工程师吴鹏表示，虚拟电厂可以广泛聚合用户侧的资源并参与系统灵活互动，将缓解系统供需矛盾，促进新能源消纳。

以沙漠、戈壁、荒漠为重点，建设风光电基地不毛之地将成“绿电”热土

◎本报记者 颜满斌

近日，国家能源局把以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风光电基地的建设作为“十四五”新能源发展的重中之重，全力推动上述地区为重点的大型风光电基地建设。

在西安隆基清洁能源有限公司(以下简称隆基清洁能源)副总经理李壮东看来，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠为重点，建设大型风电、光伏发电基地项目，不仅能够推动风光电大规模、高水平发展，还能为社会发展提供稳定优质的绿色电力支撑，推动我国能源绿色低碳转型。

独特自然条件带来新能源发展潜力

“十四五”期间，我国将新建9个大型清洁能源基地。其中，新疆、黄河上游、河西走廊和黄河几字湾的4个清洁能源基地，均建立在沙漠、戈壁、荒漠地区。

该类地区风能、太阳能资源丰富，建设条件好，受土地因素影响小，可充分结合电网建设情况和特高压输电工程，全面推进风电、光伏资源的大规模开发和高质量发展。

除西藏以外，我国光照资源最好的地区大部分都位于“三北”地区。其中，西北地区更是我国沙漠、戈壁、荒漠分布的主要区域。如果将我国最大的沙漠——塔克拉玛干沙漠全部建设成光伏电站，全年发电量可以达到13.86万亿度。按照2020年我国全社会总用电量约7.5万亿度计算，该电站一年的发电量可以承包1.8个中国全社会的用电量。这样做，可减少二氧化碳排放79.97亿吨。

甘肃河西走廊沿线古浪、凉州、民勤、金川等县(区)均处于腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠的边缘，是甘肃省太阳能、风能资源最为丰富的区域之一。国网甘肃电力院新能源所新能源消纳站技术室主管王定美说：“该地区年均日照时间长，风能资源丰富，面积广阔，电网及外送通道基础良好，是建设风光电基地的优选区域。”王定美表示，河西走廊区域内已建成自西向东的三回750千伏线路。祁韶直流、哈郑直流、吉泉直流三条特高压直流输电工程，是河西新能源“西电

东送”的重要保障通道。当前依托河西走廊沿线古浪、凉州、民勤等地，谋划实施的陇电入浙直流工程已纳入国家电力规划；依托敦煌等区域规划建设陇电入沪特高压直流工程也正在积极开展前期研究。

此外，在沙漠、戈壁、荒漠地区建设风光电基地还有利于改善当地生态环境、带动地区产业的发展。

王定美说，在沙漠、戈壁、荒漠地区，要探索开展风光电治沙、防风、固草、生态系统保护和修复，构建新能源发电、生态修复、帮扶利民、生态旅游、荒漠治理等多位一体的循环发展模式，提高新能源发电项目适应性和社会收益率。通过土地综合利用，助力土地沙漠化的治理，让荒漠化土地变身新能源“蓝海”，改善当地生态环境和人居环境，带动产业发展，创造更多就业机会。

在内蒙古库布齐沙漠，隆基清洁能源实施的“光伏治沙”项目就是在荒漠化地区进行“板上发电、板下种植、板间养殖”等绿色生态发展模式的积极探索。该项目是国内首个规模化应用双面组件的光伏电站，通过光伏电站建设将阳光转化为电能，在满足荒沙治理灌溉等设备用电需求的同时，余电接入国家电网。该项目不仅是库布齐光伏治沙模式的典范，更为全球荒漠化治理的多样化发展提供了重要借鉴。

复杂地理环境导致挑战机遇并存

李壮东告诉记者，沙漠、戈壁、荒漠光伏电站项目的推进中，需要面对施工条件差，施工场地平整“三通一平”(即水通、电通、道路通和场地平整)难度较大；部分场地地形复杂，设备基础施工难度较大；一些场地气象条件复杂，需要考虑季节性防洪需求、季节性冻胀等问题。

但最大的技术挑战，还是电网接入距离较远和电网运行稳定性的问题。当地电网条件薄弱，大规模新能源电站并网后又要承担较高的系统稳定风险。

作为全球领先的太阳能科技公司，早在2013年，隆基清洁能源便开始尝试探索在沙漠、戈壁和荒漠地区建设光伏电站。在宁夏银川市兴庆区黄河东岸的滨河新区，一片片太阳能光伏



视觉中国供图

板整齐排列，如守卫疆土的铠甲，坐落在广袤无垠的河套平原上。这是隆基清洁能源在宁夏开发建设的兵沟200兆瓦光伏发电项目，占地面积6355亩，于2021年11月全容量并网，是典型的荒漠型电站。

隆基清洁能源在充分考察、合理规划的基础上，设计了一条从电站出发、取径内蒙古，最终接入银川甘露330千伏变电站的输电线路。线路全长21公里，有效解决了电站的送出消纳问题。在组件选择上，项目采用了隆基单晶双面半片Hi-MOS系列组件，转换效率达21.1%。该组件基于最优尺寸理念而设计，具有很高的机械与电气可靠性。运营和维护方面，隆基清洁能源的运维人员定期采用无人机对全厂组件、电缆节点进行热斑检测，发现问题及时处理。截至2022年7月31日，兵沟电站本年度已完成上网电量24124.32万千瓦时，预计本年度发电小时数将高出宁东地区同等规模电站近150小时。

智能化或成后期运维发展方向

在王定美看来，为促进沙漠、戈壁、荒漠地

区大型风光基地项目建设，还需要在规划建设配套储能装置、制定投资激励性政策、统筹就地消纳与外送比例、完善市场交易机制等多方面持续发力。

沙漠、戈壁、荒漠地区作为新能源建设的“主战场”，自然环境相对复杂，常常面临着高海拔、低气温、强风沙等特殊恶劣环境，建设大型光伏基地设备运维成本相对较高。“对风电、光伏以及储能等设备在环境适应性、可靠性、智能化等方面，需要提出更高要求。”王定美说。

“荒漠电站的后期运维，建议向智能化运维发展。”李壮东说，通过后台大数据的计算和评估，优化运维工作安排，变传统的被动巡检、消缺，为针对性、计划性的主动检修。

同时，还应借助智能化巡检和智能诊断系统等技术手段，提高运维工作效率，有效降低光伏电站故障，降低后期的运维成本。运维公司也应突破场地限制，主动支持电网，在电力市场交易、碳交易、绿电交易等方面积极探索，主动参与，进一步挖掘绿色电力的附加值，为电网提供支持，同时为光伏电站自身带来更高的市场化收益。

科技创新为新型电力系统“试验田”赋能

◎本报记者 张蕴 通讯员 常秉玉

“吉瓦级共享储能技术将带动整个青海能源结构优化和经济全面发展，拉动青海锂电产业、装备制造业快速发展，解决储能参与电力现货市场和辅助服务市场的难题。”8月15日，国网青海省电力公司(以下简称国网青海电力)调控中心主任李永斌在谈到“基于特高压直流外送的吉瓦级共享储能区块链关键技术及直流升压装置研发及应用”项目时如是说。截至2022年7月底，该项目已全面启动，进入专家现场课题督导阶段。

以科技创新、科研攻关为根本动力，依托青海电网特色场景，国网青海电力加强技术布局，统筹推进理论研究与技术研发，推进新技术、新设备应用和科技示范工程建设，以高质量的科技创新，引领能源转型发展，全力支持青海新型电力系统示范区建设。

科技攻关为新能源发展赋能

围绕新能源控制与电力保障等方面的新难题、新挑战，国网青海电力着力加强技术攻关，

多学科、多专业齐发力，以科技创新有力支撑新型电力系统建设，推动打造国家级清洁能源产业高地。

“我们从促进‘源网荷储’多元互动出发，以新能源发电协调运行控制、电力系统安全稳定运行、负荷终端灵活调节与互动、储能技术及市场机制为四个主攻方向，力图解决青海电网新型电力系统技术难题。”国网青海电力科技部主任杨森林介绍。

国网青海电力为当好国家电网公司新型电力系统“试验田”，结合青海“十四五”发展规划和新型电力系统建设重大需求，初步制定了新型电力科技攻关专项方案，锚定了21项科技攻关任务，统筹做好了科技研发全流程管控，为青海新型电力系统示范区建设提供了坚强的科技保障。

新能源发电主动支撑技术、新型电力系统仿真技术、电化学储能电站安全运行技术……一项项攻关计划全面铺开，一个个路线图正在形成，科技赋能新型电力系统的效应正日渐凸显。

示范项目实现引领带动

在青海省成为首批新型电力系统省级示范

区后，国网青海电力就确定了以示范项目引领带动系统建设的目标。

青海新型电力系统重点示范工程——“风光储氢”综合能源利用示范基地落地西宁市韵家口。“今后基地将建设氢电耦合实证平台、压缩空气储能实证平台、风—光—水多种储能综合控制实证平台等6个典型场景，为多项技术研究提供示范样本。”国网青海经研院新能源检测技术服务中心副经理杨立滨介绍。

同时，“风光储氢”综合能源利用示范基地还将着力打造基础研究、研发示范、标准引领、成果转化、推广应用、技术培训“六位一体”的多能互补实证平台，通过推动研究成果在实际场景中的应用，助力青海省能源转型升级。

在青海海南南千万千瓦级新能源基地，世界最大规模新能源分布式调相机群正在稳定运行。“调相机群的实际运行效果显著，对推动青海新能源出力以及缓解新能源消纳压力起到了重要作用。”国网青海电力调控中心系统运行处处长陈春萌介绍。

基地以先行示范项目，带动形成推广效应，为青海新型电力系统示范区探索高质量发展示范样板。目前，国网青海电力正不断促进与各地的战略合作，推动零碳产业、电氢转换等重点示

范项目落地。

依靠“人才+技术”双引擎驱动

“有了人才和技术支撑，目前我们已基本建成涵盖全领域的碳排放统计核算体系。‘电—碳’模型建设思路、方法和研究成果已在全国多地推广，为全面构建国家级碳排放监测平台提供了有效支撑。”国网青海电力互联网部主任周群星说。

王学斌是国网青海电科院“青海新型电力系统发展路径及安全运行关键问题研究”课题项目主持人。他表示：“我们的团队目标是提升创新能力，全力服务青海新型电力系统建设，助力实现‘双碳’目标。”

自2021年以来，国网青海电力围绕新型电力系统建设，制定了科研与标准互动发展8项举措，搭建了跨层级柔性团队平台，建立了以市场为导向、产学研深度融合的创新体系。

聚焦“双碳”目标，助力青海清洁能源产业高地建设。国网青海电力积极投身科技攻关、探索实践，坚持人才培养与技术创新两手抓，助力清洁能源产业技术升级换代，以不懈的科技创新支撑新型电力系统构建。

新看点

榆林创新院正式投用

聚焦能源安全和产业发展

◎本报记者 陆成宽

近日，榆林中科洁净能源创新研究院(以下简称榆林创新院)正式投入使用。

该基地由榆林市政府投资建设，由中国科学院大连化物所进行管理运行。榆林创新院旨在吸引中国科学院和国内先进技术，开展技术集成创新与转化应用研究，解决能源安全和能源产业发展的关键技术问题，为榆林打造世界一流高端能源化工产业和创建能源革命创新示范区提供科技支撑，助力榆林低碳化发展。

近年来，中国科学院以榆林高碳城市低碳化发展为目标，聚焦突破碳中和关键核心技术，为构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系开展先行先试。目前，中国科学院依托“洁净能源关键技术与示范”战略性先导科技专项，已在榆林成功完成煤制烯烃、煤制乙醇、合成气制烯烃等一批重大项目转化及工程示范。

为进一步落实“促进煤化工产业高端化、多元化、低碳化”的发展要求，中国科学院着力解决能源安全和能源产业发展的关键技术问题，统筹考虑构建“清洁低碳、安全高效”能源体系和高能耗工业流程低碳化变革需求，提出适合我国国情的多能融合技术“四主线、四平台”体系。

四主线是非化石能源多能互补与规模应用(能源结构)、化石能源清洁高效利用与耦合替代(能源安全)、工业低碳零碳流程再造(工业变革)、数字化智能化集成优化(系统优化)；四平台是合成气/甲醇平台、储能平台、氢能平台、二氧化碳平台，以实现化石能源和可再生能源融合发展，构建多能融合的新型能源体系，加快推进能源革命。

目前，榆林创新院已布局工业过程数字孪生研究等6项核心技术，并获批陕西省能源清洁利用技术重点实验室、中科院原上郡能源实验室(榆林市重点实验室)。未来，榆林创新院将深入发挥平台开放优势，结合榆林区域资源优势，不断汇集中国科学院能源领域优势力量，通过典型区域的探索为我国能源革命示范及“双碳”目标的实现积累技术和经验。

抽水蓄能电站建设

助力浙江构建新能源供给消纳体系

◎新华社记者 林光耀 王隼昊

浙江长龙山抽水蓄能电站明亮宽敞的厂房内，水流冲刷水轮机带动发电机转子转动，清洁的水电被送往千家万户。

记者从浙江长龙山抽水蓄能有限公司了解到，全面投运首月，长龙山电站累计发电2.29亿千瓦时，增强了华东电网调峰填谷能力，助力电网迎峰度夏。

据介绍，抽水蓄能电站可以在用电负荷低谷时，将水从下水库抽往上水库，变成势能有效储存，并在用电高峰时放水发电，被称为电网的“充电宝”“调节器”。

长龙山电站共安装6台35万千瓦抽水蓄能机组，总装机容量210万千瓦，调峰填谷容量达到420万千瓦，是目前华东地区装机容量最大的抽水蓄能电站，平均每年可在用电高峰时段增发电量24.35亿千瓦时，减少燃煤消耗约21万吨，减排二氧化碳约42万吨。

浙江长龙山抽水蓄能有限公司副总经理许捷介绍，企业将绿色设计、绿色施工、绿色管理理念贯穿电站建设运营的各环节，坚持在保护中开发，在开发中保护。

抽水蓄能电站的建设是构建新能源供给消纳体系的重要举措。“新能源具有随机性和波动性等特点，电力输出不稳定，发电高峰有时并不是用电高峰，要真正将新能源发电物尽其用，就需要构建系统性的新能源供给消纳体系。”国网浙江省电力有限公司发展部副主任钱啸说，“抽水蓄能的方式调节能力强、经济可靠，未来将在新能源供给消纳体系中扮演更加重要的角色。”

由中国三峡集团投资建设运营的长龙山电站是浙江已投运的5座抽水蓄能电站之一。就在不到3公里外，2000年竣工投产的天荒坪抽水蓄能电站是我国首批建成的大型抽水蓄能电站之一，投产至今累计转换电量已超千亿千瓦时。

为进一步构建新能源供给消纳体系，目前浙江正加快推进抽水蓄能电站布局建设，预计到2025年，全省抽水蓄能电站装机将达到798万千瓦以上。在之江大地上，秦顺、磐安、天台等地抽水蓄能电站项目建设正在推进。

我国在运在建核电机组数全球第二

新华社讯(记者高敏)国家核安全局副局长、核电安全监管司司长汤博介绍，截至2022年6月，我国在运核电机组54台，在建核电机组23台，在运在建核电机组数为全球第二。

他是在第29届国际核工程大会开幕式上介绍这一情况的。汤博介绍，核电的发展为保障能源供给、改善环境和促进碳达峰碳中和目标作出了积极贡献。我国在大力发展可再生能源的同时，为核电确立了积极安全有序的发展方针。目前，在运核电厂的安全运行指标不断提高，居于国际先进行列。

中国核学会理事长王寿君在开幕式上表示，经过30余年的发展，我国核电技术取得了长足进步。目前，我国已拥有“华龙一号”和“国和一号”第三代核电技术，大型先进压水堆及高温气冷堆研发持续推进，陆上商用模块化小堆开工建设，钠冷快堆、熔盐堆、聚变堆等先进核能系统的关键技术研发获得新突破。

王寿君介绍，2021年，我国提出了积极安全有序发展核电。随着推进“双碳”目标，保障能源安全等要求的落实，核能发展迎来重要机遇。预计到2025年，我国核电运行装机容量将达7000万千瓦左右。

据悉，国际核工程大会由美国机械工程师学会和日本机械工程师学会于1991年共同发起，是核工程领域内最重要的全球性学术会议。中国核学会2005年起成为会议的主办方之一。

第29届国际核工程大会8月8日至12日在北京和深圳举行，主题为“核能创新助力碳中和未来”，来自20多个国家的1200余名专家学者参会。