

投资成本低 适用场景多

储热技术：高性价比的能源解决方案

◎本报记者 何亮 实习生 胡轶慧

近日，随着最后一罐混凝土浇筑入仓，三峡集团所属三峡能源青海格尔木10万千瓦光热项目顺利封顶。在海拔2900多米的西北戈壁，吸热塔与定日镜场勾勒出光热电站的雏形。

距格尔木700多公里的甘肃省瓜州县，全球首个“双塔一机”风光热储一体化项目——三峡恒基能瓜州70万千瓦“光热储能+”项目正加速推进。建成后，项目年发电量将超18亿千瓦时。

国家能源局数据显示，截至2024年一季度末，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达3530万千瓦，新型储能电站逐步呈现集中式、大型化趋势。作为一种新型储能技术，储热技术适应场景广泛，受到行业青睐。在政府鼓励下，我国储热行业市场规模不断扩大，储热技术迎来发展黄金期。

熔盐广泛用于我国光热发电项目

从青海省德令哈市出发向西行驶10公里，即可到达德令哈市光伏(光热)产业园。全长24公里的光伏大道两侧，定日镜场在阳光下熠熠生辉。

青海中控50兆瓦塔式熔盐储能光热电站是产业园核心项目。它采用塔式技术，以熔盐作为传热流体，配置了7小时熔盐储能系统，设计年发电量1.46亿千瓦时。

当太阳升起，一个个定日镜如向日葵般跟随太阳转动，将阳光反射汇聚到吸热塔顶部的吸热器上。液态低温熔盐通过冷盐泵驱动，流经塔顶吸热器吸收热量，温度可升至290—565摄氏度。被加热的熔盐流入高温熔盐罐中储存。在需要发电时，高温熔盐与水换热后产生高温高压蒸汽，驱动汽轮发电机组发电。

作为一种优良的储热介质，熔盐在我国光热发电项目中应用广泛。三峡集团科学技术研究院副院长唐博进告诉记者，三峡恒基能瓜州70万千瓦“光热储能+”项目的100兆瓦光热发电机组配置了6小时熔盐储热系统。这使发电机组不受光照强度变化影响，保持稳定的电力输出，实现连续平稳发电。此外，位于甘肃省的兰州大成敦煌50兆瓦塔式熔盐线性菲涅尔式光热电站已投产应用近3年。它采用兰州大成科技股份有限公司自主知识产权的线性菲涅尔聚光集热技术，储热时长15小时，具备24小时持续发电能力。

据不完全统计，当前国内已投运和在建的熔盐储热项目多达数十项。其中，今年3月正式开工的中广核新能源青海德令哈光储热一体化200万千瓦项目，更是创下塔式光热发电全球最大单机容量。

除了熔盐，空气、水、沙石等都是可供利用的储热介质。如芬兰初创公司Polar Night Energy计划建设一个工业规模的沙基热能储存系统，将多余的风能和太阳能以热能的形式储存在沙子中。

我国氢能产业发展步入快车道

◎本报记者 代小佩

“近年来，随着各项氢能政策的出台，中国氢能产业发展步入快车道。”在近日举办的“氢动未来”氢能产业发展大会上，中国船舶集团第七一八研究所副所长、中船派瑞氢能科技公司董事长官志刚说。

在技术装备方面，我国研发了工业用储氢材料、离子交换膜、电催化剂等一批关

键材料，建造了49吨燃料电池重卡、氢内燃机飞机、“三峡氢舟1号”氢动力船舶、大型电解水制氢电解槽等一批重大装备。

在产能方面，据中国氢能联盟发布的数据，2023年全国氢能产量约3550万吨。“公开数据显示，目前我国氢气需求总量约为3300万吨，供需基本平衡。其中，超过95%的氢气用于石油炼化、合成氨等产业。”中国工业气体工业协会常务副理事长洪春平介绍。

原材料储量丰富、成本低廉、低温条件性能优越

钠离子电池储能规模化应用未来可期

◎本报记者 刘昊叶青
通讯员 黄昉 陈钦荣

近日，我国首个大容量钠离子电池储能电站——伏林钠离子电池储能电站在广西南宁投运，标志着钠离子电池大规模储能工程技术研制取得关键性突破。“钠离子储能电站可以智能化参与电力调峰，实现灵活存储和释放新能源电量，把清洁电力送到千家万户。”南方电网广西电网公司南宁供电局高级工程师罗传胜介绍。

作为国家重点研发计划“百兆瓦级钠离子电池储能技术”项目示范工程的一期工程，伏林钠离子电池储能电站装机容量10兆瓦时。整体建成后，项目容量将达百兆瓦时，每年可发出清洁电能7300万度，相应减少二氧化碳排放5万吨，满足3.5万居民用户的用电需求。那么，钠离子电池储能有何独特优势与市场前景？

与锂离子电池储能形成互补

当前，我国正加快推动新型储能多元

化高质量发展。在产业规模化增长的同时，新技术不断涌现，技术路线百花齐放。在全国已建成的新型储能项目中，以锂离子电池为代表的电化学储能占比超95%，处于绝对主导地位。

然而，锂离子电池原材料依赖进口、资源短缺，难以支撑我国新型储能产业可持续发展。我国迫切需要能有效替代或锂电储能形成互补的储能技术。

全国电力储能标准化技术委员会副秘书长、中国南方电网有限责任公司战略级技术专家陈满介绍，钠离子电池与锂离子电池的电化学机理相似。相对于锂离子电池，钠离子电池原材料储量丰富、易于提取、成本低廉，低温条件下性能更好，在大规模储能方面优势明显。

突破关键技术

尽管我国在钠离子电池产品研发制造、标准制定以及市场推广应用等方面的工作已全面展开，但把钠离子电池应用于大容量储能电站在国际上还没有先例。

“虽然钠离子电池和锂离子电池反应

原理相似，但要结合前者充放电特性研制出成套储能系统，还需要攻克很多新难题。”南方电网储能股份有限公司技术专家李勇琦说。

“我们围绕高性能电芯规模制备、系统集成和安防等关键技术开展攻关，形成具有自主知识产权的钠离子电池制备及系统集成技术。”项目负责人、南方电网广西电网公司创新管理部副总经理高立克介绍。作为主要技术参与方，南方电网储能股份有限公司储能科研院结合钠离子电池充放电特性研制出成套储能系统。

高性能电芯是整套钠离子电池储能系统的基础单元。经过长达一年半的研究，项目团队研制出全球首款长寿命、宽温区、高安全210安时钠离子储能电池。“从性能看，这种钠离子电池具有工作温区宽、充电速度快和倍率性好等优点，12分钟可充电90%。”中国科学院物理研究所研究员胡勇胜介绍。

促进新能源发电高比例消纳

随着关键技术取得突破，钠离子电池

灰氢、蓝氢、绿氢。绿氢是指在新能源发电的基础上，通过电解水制成的氢。这种制氢方式碳排放量非常低，但成本较高。刘聪敏称，目前我国氢能仍以灰氢为主，绿氢在全国氢产量中占比仅1%。

官志刚表示，绿氢成本控制途径包括降低设备制造成本和用电成本、提高设备利用率、推动产业链降本增效。“随着碳交易价格不断攀升，绿氢成本不断下降，绿氢逐步取代灰氢将成为必然。”他说。

储能有望成为成本最低的电化学储能方式。其大规模应用可加快推动我国新型储能电站向集中式、大型化趋势发展，促进新能源发电高比例消纳。

“钠离子电池储能进入规模化发展阶段后，成本造价可降低20%—30%。在充分改进电池结构和工艺、提高材料利用率和循环寿命的前提下，度电成本可下探至0.2元/千瓦时。”陈满表示，“这是推动新型储能应用的重要技术方向。”

“此次投运的储能电站，用钠离子电池储能系统可以灵活地进行模块化组合扩展。好比用积木搭房子，积木越多，规模越大。”高立克介绍，通过模块化组合灵活扩展，电站能达到百兆瓦时级以上规模。

高立克表示，未来钠离子电池将继续在能量密度、循环寿命等方面突破，实现度电成本持续降低。随着电站运行数据不断积累，百兆瓦时级钠离子电池储能系统集成技术及应用示范项目在系统集成技术方面还可以持续优化，储能系统投资成本有望进一步降低。这有利于钠离子电池储能规模化应用。



德令哈市光伏(光热)产业园的定日镜和吸热塔。 新华社记者 张龙摄

在新型电力系统建设中大有可为

唐博进认为，储热技术在新型电力系统建设中将发挥重要作用。

“加快构建新型电力系统，意味着清洁能源将代替煤炭、石油、天然气等不可再生能源成为主力电源。”唐博进表示，太阳能、风能随机性高、可控性差，若将其直接作为主力电源，电力与负荷的不匹配将进一步增加。储热技术可将太阳能、风能等清洁能源转化为热能储存，再根据供电需求将储存的热能转化为电能。

在新型电力系统中，储热技术是支撑发电侧高比例可再生能源接入和消纳的关键技术手段之一。在唐博进看来，在电源侧配置储热发电，既为电力系统稳定运行增添保障，又让其具备了发电容量和频率的调节能力。

“不论对于集中式可再生能源电站还是分布式风光发电项目，储热技术都具备一定应用空间，有望成为能源系统管理中的重要一环。”唐博进解释，比如河北黄帝城太阳能储热采暖项目将把聚光塔式太阳能集热和跨季节水体储热两项技术结合，通过太阳能集热场收集夏季丰富的太阳能，并将收集到的太阳能转化为热能，储存在水体中。这些热能可通过循环系统在冬

季为建筑供暖。

此外，抽气蓄热等储热技术可将电站热源与热发电系统进行热耦合。这能改善传统火电站、燃气电站、核电站出力特性，保障新型电力系统中传统热力发电对电网的惯量支撑能力。

具备大规模发展潜力

即便储热系统有诸多优点，但它同样面临着热转换环节效率偏低等问题。三峡集团科学技术研究院高级工程师蔺新星表示，建设大规模、高效率的储热系统，在安全性、稳定性等方面存在技术挑战。相变材料储热、化学储热等新型储热技术成熟度还不够高，在实际应用中还存在不少问题，且项目案例较少。此外，储热项目的建设和推广还面临成本与效率的博弈、应用场景复杂、大众认知度低等因素制约。

虽有困难，但在蔺新星看来，储热在实现“双碳”目标过程中具有独特优势，具备大规模发展潜力，相同容量下投资较低。

谈及储热技术未来发展方向，蔺新星建议，一方面，要大力发展新型高效的热电转换技术，另一方面，要将储热技术的热电(或一次能源)转换环节与热应用场景高效结合。

新看点

湛江徐闻海上风电场 增容项目风机吊装工程开工

科技日报讯(实习记者薛岩)记者5月26日获悉，国家电投广东公司湛江徐闻海上风电场300兆瓦增容项目风机吊装工程日前正式开工，标志着国家电投广东公司粤西百万千瓦新能源基地落地成型。

据了解，增容项目是湛江徐闻海上风电场600兆瓦项目的补充。2021年11月，600兆瓦项目已实现全容量并网，成为当时国内在运单体容量最大的海上风电场项目。

据介绍，增容项目位于徐闻县锦和镇以东海域，水深范围10—20米，场址中心离岸距离20—35千米，装机总容量30万千瓦。项目拟建设25台单机容量12兆瓦的风电机组，配套建设1座220千伏海上升压站，总投资超过30亿元。

“增容项目所处海域水文条件复杂，台风、雷暴多发，建设窗口期短、工艺要求高，建设难度较大。”国家电投集团广东公司相关技术负责人表示，为保障项目绿色、高标准建设，公司联合参建单位对项目所在海域水文地质情况进行详细勘查，创新优化设计方案与海上施工流程，以达到兼具安全性、经济性和高效性。同时，项目升级海上风电智慧工地系统，增加海上升压站建造及施工进度可视化系统、采购建造催交一张图、智慧安全管控中心和防台风大数据中心等模块，以便及时掌握工程建设进展情况。

据悉，增容项目计划今年12月实现全容量并网。项目建成后，预计每年可提供清洁电能8.99亿千瓦时，节省标煤约27.2万吨，减少二氧化碳排放约72.33万吨。这对推动广东海上风电开发、优化广东清洁能源结构、推进粤西地区产业升级、加快区域经济社会高质量发展意义重大。

500千伏严州变电站投产

科技日报讯(洪恒飞 钱英 记者江耘)记者5月26日获悉，位于杭州建德乾潭镇的500千伏严州变电站主变压器近日进入24小时试运行状态。“这意味着杭州第十座500千伏变电站投产，预计年均可替代标煤约140万吨，减少二氧化碳排放约240万吨。”国网杭州供电公司发展策划部输配网项目可研管理专家赵天煜介绍，自此，四川宜宾溪洛渡水电站发出的电能，会以毫秒级速度输送至杭州西部建德、淳安、桐庐三县市。

溪洛渡水电站位于四川省雷波县和云南省永善县交界处的金沙江河段，总装机容量1386万千瓦，每年平均发电量571.2亿千瓦时。2014年，四川溪洛渡左岸—浙江金华±800千伏直流工程投运，开启浙江特高压直流输电时代。投运十年来，工程累计输送电能约2979亿千瓦时，接近浙江2023年全社会用电量的1/2。

赵天煜表示，此次投运的500千伏严州输变电工程，是浙江能源“绿保稳”重点项目。项目总投资14.9亿元，横跨杭州、金华两个地市共5个区县。该变电站远景规划总容量4000兆伏安，本次投运主变容量2000兆伏安，相当于一个余杭区的用电负荷。

近年来，杭州用电量负荷快速增长。2023年，杭州最大用电量超过2000万千瓦。赵天煜表示，500千伏严州变电站也是杭州西部地区首座500千伏变电站，其投产补齐了杭州电网“四源三环”的西部绿色供电环，将极大改善杭州西部电网网架。



500千伏严州变电站俯瞰图。丁豪摄

中石油“新能源+煤电+CCUS” 最大一体化项目启动

科技日报讯(周芳 徐志远 李景山 记者朱彤)记者5月26日获悉，中石油新疆油田公司近日在新疆克拉玛依市举行新能源及配套煤电、碳捕集一体化项目启动仪式。这标志着中国石油最大的“新能源+煤电+CCUS”一体化项目正式启动。

一体化项目由3个分项目构成。其中，光伏项目预计2025年11月并网发电；煤电项目预计2026年6月并网发电，并同期建成每年100万吨的二氧化碳捕集项目。全部建成后，一体化项目预计年产绿电41.7亿千瓦时，火电52.8亿千瓦时，捕集二氧化碳100万吨。

新疆油田公司副总经理滕卫卫介绍，一体化项目可有效缓解地区电网调峰压力，优化电源结构，实现减碳、增产、强网、稳电等多重效益。一体化项目建成后，将有力推动区域能源产业发展和用能结构改善，促进城市绿色低碳转型，为新疆北疆区域电网安全运行提供可靠电源支撑。

据悉，近年来，新疆油田加快构建清洁、低碳、可持续的新型能源系统，为地区经济社会发展注入绿色动力。