

# 山东肥城：绿电向新 蓄势进发

□纪宗玉 赵澈

在今年召开的全国两会上，首次把“新型储能”写入《政府工作报告》。

当下，随着新能源大规模接入电网，电力系统也面临着电力电量平衡、系统安全稳定、新能源高效利用等多重挑战。储能以其灵活调节能力，逐步成为构建新型电力系统、推动能源绿色低碳转型的关键技术，为新能源消纳、电网控制能力提升提供重要支撑。而山东肥城的新型储能已率先蓄势、蓄势进发。

统、推动能源绿色低碳转型的关键技术，为新能源消纳、电网控制能力提升提供重要支撑。而山东肥城的新型储能已率先蓄势、蓄势进发。

## 走在前 挑大梁

## 县域经济高质量发展看山东

### 破“0”——

#### 打通储能创新之路

百姓开门七件事，柴米油盐酱醋茶，盐之重要，可见一斑。然而岩盐的价值远不止于此，盐矿采空后留下的盐穴，也是一笔巨大的绿色财富。



中储国能10MW盐穴先进压缩空气储能调峰示范电站已安全运行两年多

在新型储能领域，一个新兴产业概念成为热门关键词，它就是“盐穴储能”。那么盐穴为何会与储能牵上线？这种新型储能技术有何亮点，对落实“双碳”战略有何作用？

4月13日18时，随着夜幕降临，位于肥城经济开发区的国际首套10MW盐穴先进压缩空气储能国家示范电站进入放电时段。收到电网调度指令后，电站开始进行压缩空气管道疏通、暖管、冲转升速等一系列操作，随后，这些电能通过专用线路，进入电网，点亮千家万户。

压缩空气储能是一种新型的物理储能方式，其充放电原理类似于给轮胎打气：当电力需求低时，电站用无法消纳的新能源电能将空气压缩储存在一个大型的储气空间中，将电能转变为空气压力能；在电能需求高峰时，再把空气压力能转换为电能。

“从接到指令，到发电设备100%高效运转，只需要12分钟。”中储国能（山东）电力能源有限公司项目经理侯虎灿说，电站完成一次充电需要6个小时，可以连续发电4个小时，每小时能发电1万度，可满足4500户居民一天的用电需要。

一般来说，建造压缩空气储能系统需要特殊的地理空间作为大型储气室，比如地下盐穴。侯虎灿介绍，盐穴是盐矿开采后形成的盐腔，通常位于地下近千米，容积可达数十万立方米，且穴壁结实，耐得住高压。即便腔体产生裂缝，天然矿盐遇水融化再凝固后，裂缝很快就会自愈，这使得盐穴具备良好的密封性和自愈性。

肥城是全国重要的井矿盐生产基地之一，在采盐过程中千米地下形成46对容积巨大、密封性好、稳定性高的盐腔，也就是盐穴。“目前可利用腔体达2000万立方米，而且每年还会产生300多万立方米的巨型盐穴。”肥城市委副书记、市长范长征说，如果这些盐穴不用来储能，老井就要进行注水封堵，以防止发生地面塌陷等事故，这是资源的极大浪费。



山东兴元新能源科技有限公司年产2万吨锂电涂碳铝箔项目内部场景

为此，肥城市把目光由制盐瞄向采盐后的盐腔，在盐穴储能上进行不懈探索。利用盐穴建设“压缩空气储能电站”，可以充分发挥大规模清洁物理储能技

术的优势，其安全性、环保性、高效性和低成本特点非常突出。

为了找到适合建造储能电站的盐穴，中国科学院工程热物理研究所的工作人员前期进行了详细的勘察和评估，一方面空间要足够大，气密性和岩壁强度要高；另一方面，盐穴的渗透性也要得到严格控制，以防止储存能量的损失和地下水污染。相比于传统的抽水蓄能，压缩空气储能有着显著优势：选址更灵活，对环境的影响小，建设周期也更短。

谈及项目初期的艰苦，侯虎灿感慨不已。“研发团队以年轻人为主，大家都比较吃苦，遇到困难也都从来没有抱怨，无论事情是不是本职工作，都积极投入，有责任心有担当。研究最艰难的时候，有40多个博士盯着在这里。”

经过不懈的努力，项目迎来了历史性的时刻。2021年9月23日，国际首套10MW盐穴先进压缩空气储能国家示范电站在肥城成功并网发电，作为国内首个投入运行的商业化压缩空气储能电站，目前该电站已安全运行两年多，系统效率同级别世界第一；2022年7月，获批成为我国首座参与电力现货交易的压缩空气储能独立电站。



中储国能山东肥城300MW先进压缩空气储能国家示范电站项目 □摄影：司刚

### 育“新”——

#### 大项目齐聚产业园

随着技术的不断进步，储能系统的建设和运营成本逐渐降低，更好支撑新型能源体系建设。作为新能源消纳和电网调峰的重要支撑，新型储能产业迎来了发展的春天。

由中国科学院工程热物理研究所孵化的中储国能（北京）技术有限公司，根植肥城，“储”力“育”新，实现了一个又一个技术上的大突破。公司总经理纪律说：“我们所研发的先进压缩空气储能技术，可同时解决传统压缩空气储能依赖大型储气洞穴、依赖化石燃料、系统效率低等主要技术瓶颈。研发团队突破了1至300兆瓦级压缩空气储能系统核心关键技术，拥有完全自主知识产权。”

在建成运营10MW电站示范项目的基礎上，肥城依托中国科学院工程热物理研究所又完成了世界首套单套300MW先进压缩空气储能系统的整体设计。

4月30日，经国网山东省电力公司电力调度控制中心调度指挥验收，中储国能（北京）技术有限公司在山东省肥城市投资建设的国际首套300MW/1800MWh先进压缩空气储能国家示范电站一次性并网发电成功。

据了解，该电站采用中国科学院工程热物理研究所原创提出并自主研发的，具有完全自主知识产权的先进压缩空气储能技术，攻克了300MW先进压缩空气储能系统全工况优化设计、关键部件研发设计、系

统集成与控制三大核心关键技术。在国际上首次自主研发300MW系统宽负荷多级组合式压缩机、高负荷多级轴流透平膨胀机和大容量高效紧凑型蓄热换热器三大核心部件，效率指标均达到国际领先水平。

“该电站已被列入国家新型储能试点示范项目，建成后成为国际首座大规模长时压缩空气储能商业电站。”侯虎灿说，依托中国科学院工程热物理研究所的核心技术，把采盐过程中形成的容积巨大、密封性好、稳定性高的盐穴开发成大型“充电宝”，肥城书写了“无中生有”的传奇。

据侯虎灿介绍，肥城盐穴压缩空气储能电站在电网安全运营中主要发挥了三大作用，一个是存储低谷电能，并在用电高峰时释放使用，以实现削峰填谷；另一个是电力负荷平衡，电站可在短时间内启动并达到全负荷工作状态，比普通的燃煤电站启动时间快很多；最后是可作为线路检修、故障或紧急情况下的备用电源。

“泰安肥城盐矿资源丰富，埋深适中，除开展盐穴压缩空气储能外，地下盐穴还可以用来储存天然气。从地质的角度看，泰安有潜力成为山东省的储能中心，能储气、储油、储电，对山东的能源转型将起到重要作用。”中国工程院院士、中科院武汉岩土力



位于肥城高新区的蔚蓝科技产业园



由山东零壹肆先进材料有限公司自主研发的全球首款普鲁士蓝钠离子储能电池

发展“新动能”的地位正在得到广泛认可。因其建设周期短、选址简单灵活、调节能力强等特点，新型储能进入发展快车道。

近年来，肥城新型储能技术可谓“百花齐放”。2月26日，位于肥城经济开发区的首航高科二氧化碳熔盐储能示范项目开工建设，是肥城首个不依靠盐穴的储能示范项目。

据了解，该项目采用“高温熔盐+压缩二氧化碳”储能技术，冷—热—电—三供，可实现能源综合利用效率85%，目前正在申报国家能源领域首台套重大技术装备。

“这个项目丰富了储能技术路线，率先引领其它储能方式竞相落地，助力泰安打造千万千瓦级‘储能之都’。”董振说。

拥有世界唯一全领域自主知识产权，列入国家能源领域首台套重大技术装备项目，正申报国家首台套重大技术装备……肥城把科技创新作为发展新质生产力的“发动机”，聚力推动高质量发展。

在2024年初，《新型电力系统发展蓝皮书（征求意见稿）》将锂电池、钠电池、液流电池、压缩空气、飞轮、重力6种新型储能技术列入规模化、高安全性新型储能技术装备发展重点。

面对持续大热的锂电池，钠离子电池也终于迎来了“高光时刻”：2024年1月，位于肥城高新区的山东零壹肆先进材料有限公司正式向用户交付全球首款普鲁士蓝钠离子储能电池，钠离子电池产业化迈出重要一步。



山东华劲电池材料科技有限公司生产线场景

走进肥城蔚蓝科技产业园，在零壹肆公司车间，钠离子电芯生产线一片繁忙，智能化设备有序运转，一颗颗钠离子电芯经过多道工序后陆续下线。

“钠离子电池有很多优势，首先就是低成本，其次是它能够大功率充放电，在零下50℃它都可以工作。”山东零壹肆公司董事长宋志介绍，公司专注于钠离子电池核心材料与电芯研发、制造与应用，依托原创性的先进低能耗、低成本的普鲁士蓝、白类正极材料规模化量产技术，实现了从核心材料到电芯的一体化低碳、绿色制造。

随着钠电技术的发展成熟，肥城市先进储能材料产业纷纷加快钠离子电池研发生产步伐，向“新”而行，打造钠电集聚地。

山东零壹肆公司所在的肥城蔚蓝科技产业园作为肥城重点项目，主要围绕蔚蓝科技孵化器研发项目的产业化进行建设，研发实验大楼、产业化车间、专家人才公寓、企业总部一应俱全，宛如一座“科技温室”，零壹肆公司也正是在此成功“破壳”。

从研发到中试再到产业化，山东零壹肆先进材料有限公司攻坚克难，屡屡深入技术、工程“无人区”，最终实现了将钠离子电池技术从实验室到商品化、从“书架”到“货架”的转变。

在肥城，不仅仅是零壹肆公司，整个城市都在通过创新驱动发展，特别是在新能源领域。目前，新型电池电极材料产业集群已集聚了137家企业，成功入选国家级中小企业特色产业集群。这不仅显示了肥城在新能源领域的集群优势，也反映了其在科技创新和产业升级中的雄厚实力。

在盐穴储能、锂电、钠电等多轮驱动下，肥城新型储能技术百花齐放，能源绿色低碳转型实现新突破。

山东肥城，绿电向新，蓄势进发。



肥城着力培育新型电池电极材料产业集群，助力泰安市打造千亿级“泰山锂谷”