

以新质生产力驱动压气储能高质量跃升

□万明忠

发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点。

发展和培育新质生产力，中央企业使命在肩。作为中国能建数字化转型和科技强企的主要载体，中能建数字科技集团有限公司始终把科技创新作为“头号工程”，坚决打好关键核心技术攻坚战，加快创新驱动转型，力争在发展新质生产力、增强核心功能、提高核心竞争力中创造更大价值、展现央企担当。以锻造全世界最好的压气储能系统，建设新时代卓越的科技创新企业为使命，集团持续发挥“研投建营数”一体化优势，聚力打造全球领先的“中国能建压气储能系统解决方案”，这是为深入贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，构建新型电力系统而进行的一项重大工程化实践。

高科技

前瞻性布局关键核心技术攻关

为科技创新留有预期

发展新质生产力创新起主导作用，既要把握技术发展方向和产业变革趋势，也要明确主攻方向和关键突破口。

加快新型电力系统构建，储能发挥着重要作用。其中，新型储能凭借建设周期短、选址灵活、调节能力强、响应快速等特点，正迎来大规模发展期，今年更是首次被写进政府工作报告。数科集团前瞻性认识到新型电力系统对大容量超长时物理储能的需求，尤其是对大规模、可跨年、甚至跨月长时储能的需求极为迫切，牵头打造新型储能原创技术策源地，率先在湖北应城、甘肃酒泉、山东泰安等地，开启300MW级示范项目工程化实践。

以湖北应城300MW/1500MWh压气储能电站示范工程为例。这是由中国能建主

体投资的世界首台（套）300MW级压气储能电站，创造了单机功率、储能规模、转换效率3项世界领先，打造了压气储能系统示范、核心装备自主化示范、绿色低碳先进技术示范、精品工程示范、全产业链全过程数智化示范、盐穴综合利用成套技术示范6个行业示范，以及数十项国际首创、首次突破，核心技术装备实现100%国产化。该项目实现了行业从“0到1”的重大突破，验证了大容量、高效率、超长时《中国能建压气储能系统解决方案》的可靠性、创新性和领先性，标志着全球压气储能电站迈入“300MW级”单机商业化新时代。

在前期技术攻关与工程验证的基础上，世界首台（套）中国能建660MW压缩空气储能系统解决方案在山东菏泽生根发芽，一手承载着全产业链国产化协同创新的重任，一手承担着未来储能产业高质量发展的重托。目前，该项目已经完成可研方案评审，预计9月份开工建设。

一系列成绩背后，“科技创新+工程化实践”双向发力是持续领跑压气储能新赛道的法宝。数科集团发挥“研投建营数”一体化优势，秉持“全自主化、全产业链、全国产化、全开放式”合作理念，倾力培育了高效的协同创新产业生态圈。

高效能

探索新型电力系统储能新方案

着力提升价值创造能力

培育壮大新质生产力是一项长期任务和系统工程。这要求我们以国家战略需求为导向，整合科技创新资源，集聚各方力量进行原创性、引领性科技攻关，打造更多引领新质生产力发展的“硬核科技”。

世界首台（套）中国能建660MW压缩空气储能系统解决方案，既是具有自主知识产权的创新型、实用型、经济型压缩空气储能解决方案，也是中国能建推动储能领域新质生产力发展的集中体现。此方

案通过工程实践和技术升级，将持续引领大容量、超长时、安全可靠、绿色环保压缩空气储能发展，大幅推进大规模压缩空气储能技术的商业化、规模化和产业化进程，为引领推动新型储能行业创新与可持续发展提供更系统的解决方案与有效路径。

与之同步，采用中国能建压缩空气储能系统解决方案，落户菏泽的“3060MW新型储能基地”正式启动，将形成“3×660MW和3×360MW”世界最大规模压缩空气储能电站集群。这也是国内首创“盐电联营+采储一体”集群式开发模式，将非补燃压缩空气储能技术与盐穴资源化利用有机结合，激发两大行业“1+1>2”的价值创造火花，在菏泽筑巢引“绿”，吸引更多绿电、绿色产业入鲁，对促进地区经济发展和繁荣、推动循环经济、助力新旧动能转换具有重要意义。

下一步，中国能建将持续深化在山东省的业务布局，推进中国能建新型储能研究院落户山东，打造以济南为发轫点的压缩空气储能核心技术和低碳智慧综合能源发展高地。未来，在该基地的基础上，将在以“沙戈荒”为代表的三北地区，以负荷中心为代表的中东部地区，布局系列大型新型储能枢纽工程，赋能“西电东送”，破解新型电力系统“双高”特性引发的“五大错配”困局，打造送受两端绿电供销循环系统解决方案，真正实现通过大规模储能的多向调节，保障国家能源本质安全。

高质量

加快布局新型储能枢纽工程

为产业发展留足窗口期

新型电力系统迫切呼唤大规模长时储能。数科集团矢志锻造全世界最好的压气储能系统，带动全球压气储能产业蓬勃发展。通过在技术创新研发和成果转化中不断进行工程化实践，中国能建攻克了大容

量、高安全、低成本、全绿色的工艺系统，适合大规模工程化推广的储热及储气系统，联合国内设备商完成了关键核心装备的研制，突破了新型储热材料等技术瓶颈，并通过数智化选址、盐穴综合利用广泛布局了一大批压气储能项目。目前，集团正在开发和建设的项目有50余个，踔出了一条具有中国能建特色的压气储能工程化之路，全面深化新型长时储能与新能源业务融合发展。

当前，发展新型储能已成为行业共识。截至去年底，我国新型储能装机规模超3000万千瓦，特别是压气储能实现了突破性进展。同时也要看到，与全球电力80亿千瓦的总装机相比，新型储能规模尚处萌芽状态。在新型电力系统中，在大规模新能源消纳过程中，其还未能真正发挥显著作用。在潜力巨大的市场推动下，新型储能必将前景广阔、大有可为，但还需要给科技创新留有预期，给压气储能发展留足窗口期。

基于此，压气储能迫切需要匹配政策、标准、盈利模式等，突破形成核心技术体系、完善标准体系，形成稳定的商业模式，加快科技创新与产业创新良性互动，尽快培育形成成熟的新型长时储能一体化解决方案与集成技术，催生一批新质生产力项目。对此，建议进一步加强顶层设计和完善政策机制，加快压气储能空间布局，加强储气空间利用研究，促进多产业耦合发展，多措并举推进创新链产业链深度耦合。特别是要配套多种盈利模式，调动起重大创新工程参与电力市场交易的积极性，真正推动技术创新与工程实践的耦合，加速形成新质生产力。

数科集团以科技创新为抓手，现已开展单机更大容量——600MW到1000MW级、更高效率——72%到75%系统转换效率、更长时——跨日到跨月的持续放电时间等方面的关键核心技术研发，形成诸多科研项目课题，并完成项目群选址普选、匹配十二大应用场景，以工程化实践为载体，在示范中先行，全力向更大容量、更长时、更绿色、更低成本方向升级迭代。

谱写能源安全新篇章 再攀压气储能新高峰

——写在世界最大规模“3060MW新型储能基地”启动之际

□赵雪明 汤峥风 蒋超

“由中国能建数科集团联合山东国惠共同投资的3060MW新型储能基地，将创造多项世界纪录和国内行业先例。”中能建数字科技集团有限公司党委书记、董事长万明忠介绍，“中国能建以科技创新推动产业创新，不断推动行业技术迭代，发展新质生产力，持续引领压缩空气储能新赛道。”

6月26日，世界最大规模新型储能基地启动、最大容量压气储能系统解决方案发布，标志着我国在压缩空气储能领域再攀新高峰，将加速推动储能行业规模化、产业化发展，成为新型电力系统中高比例绿电消纳、保证系统安全的重要支撑。

创新驱动

创造三项世界纪录

两个国内之首

中国能建数科集团率先开展300MW级压气储能电站规模化、产业化布局，在技术创新研发和成果转化中不断进行工程化实践，全面掌握具有国际领先水平的压缩空气储能关键技术，适合大规模工程化推广的储热及储气系统，牵头国内设备商完成了关键核心装备的研制，突破了新型储热材料等技术瓶颈，并通过数智化选址、盐穴综合利用，广泛布局和建设了目前已经并网发电的湖北应城300MW压缩

空气储能项目，以及进入全面施工阶段的甘肃酒泉300MW人工硐室型、山东泰安350MW盐穴型压缩空气储能项目等50余个，踔出了一条具有中国能建特色的压气储能工程化、产业化之路。

据介绍，3060MW新型储能基地位于菏泽市单县黄岗镇南部，依托中国能建压气储能系统解决方案和独有的快速造腔技术，利用未开采盐矿进行定制化造腔，总投资约200亿元，装机容量3060MW，预计年发电40亿度。一期项目世界首台（套）660MW压缩空气储能电站已完成可研方案评审，预计9月份开工建设。

该基地将创造一系列世界纪录和国内行业首创：世界最大体量3060MW新型储能基地，世界首台（套）单机功率600MW级压气储能电站，世界最大规模盐矿定制制造腔储能基地，国内首个受端大规模绿电消纳枢纽工程，国内首创“盐电联营+采储一体”集群式开发模式。

其中，空气膨胀机单机功率全球最大，采用世界首台（套）5缸串联布置单列配置方案，效率可达92%以上；发电机效率高达99%；压缩机采用双列并联、多级串联的大流量轴流压缩机+高压单轴离心机的配置方案，平均效率可达90%以上，三大技术指标均达到世界领先水平；储换热系统采用压力自平衡式的高压热水储热系统。

该基地的启动，标志着中国能建压气储能系统解决方案进入大规模应用阶段，在成功实现压气储能“从0到1”科技创新突破的基础上，加速向“1到100”产业化跃升，推动“科创+产业”加速融合，带动万亿级规模增量市场，将为加快

建设新型能源体系、发展新质生产力提供更强劲的新动能。

压气储能

赋能新型电力系统

守护能源安全

山东既是用电大省，电力需求将不断增长，同时也是新能源发电大省，预计到2025年山东风电装机规模将达到2500万千瓦，光伏达到5700万千瓦。受风能、太阳能资源的随机性、间歇性、波动性影响，未来山东电网调峰压力越来越大。

今年内，全国新能源发电装机规模有望首次超过煤电装机，大规模新能源并网将给电力系统稳定安全和电量消纳带来前所未有的挑战。如何破局？中国能建给出了答案。6月26日，中国能建数科集团发布《世界首台（套）中国能建660MW压缩空气储能系统解决方案》。

发布会上万明忠介绍，《系统解决方案》是中国能建具有自主知识产权的创新型、实用型、经济型压缩空气储能解决方案，是中国能建推动储能领域新质生产力发展的集中体现。此方案通过工程验证和技术升级，将中国能建300MW级压缩空气储能系统一举提升至600MW级，将持续引领大容量、超长时、安全可靠、绿色环保压缩空气储能高质量发展，并大幅推进大容量压缩空气储能技术的商业化、规模化和产业化进程，为引领推动新型储能行业创新与可持续发展提供更系统的方法论与有效路径，助力新型电力系统构建、

“双碳”目标实现。

据介绍，新型长时压气储能是大规模长时物理储能技术，建设周期短，选址更加灵活，全绿色环境友好，可以有效承接大规模绿电的存储和消纳，形成对新型电力系统的有效支撑。新型电力系统迫切呼唤大规模长时储能已成共识，也开启了新型长时储能科技创新的新一轮“窗口期”。

跨界融合

开创“盐电联营+采储一体”

新模式

中国能建联合山东有关政府部门、省属国企深入合作，发挥各自优势，将压气储能产业布局开发与属地化丰富的盐矿资源循环利用深度融合，精准推进强链、补链、延链，成为“政企合作、央地共建”新典范，推动央企与地方互利共赢。依托该基地，中国能建数科集团与部分央企及山东省属国企联合首创“盐电联营+采储一体”集群式开发模式，在菏泽筑巢引“绿”，将非补燃压缩空气储能技术与盐穴资源化利用有机结合，激发两大行业“1+1>2”的价值创造火花，对促进地区经济发展和繁荣、推动循环经济、助力新旧动能转换具有重要意义。

“地上决定好坏，地下决定成败。”从中国能建主体投资建设的世界首台（套）湖北应城300MW盐穴型压缩空气储能电站，7月初正式参与湖北省迎峰度夏保电任务，投入商业运行在即，到目前进入全面建设期的全球单机功率最大的山东泰安350MW盐穴型压缩空气储能工程，可以看出，中国能建已掌握全系统的盐穴构建成套技术和丰富的工程化经验。

3060MW新型储能基地项目，采用中国能建自主研发的盐腔采储一体化技术方案，对超深岩盐区建库所需的高质量钻井技术、提高盐矿资源利用率的精准布控技术、快速定制化溶腔技术等核心技术进一步优化，实现了建库时间较常规水溶造腔缩短50%，可缩短溶腔时间4至6年，造腔成功率可达99.99%，有效提升项目建设效率，进一步压降施工成本和降低投资风险。

向新、向绿、向未来。中国能建将持续深化在山东省的业务布局，推进中国能建新型储能研究院落户山东，打造以济南为发轫点的压缩空气储能核心技术和低碳智慧综合能源发展高地。未来，将继续以“储能+新能源”模式规划建设鲁中盐穴压缩空气储能、鲁西南盐矿+储能+新能源、鲁北储能+核能+海上新能源、胶东半岛人工硐室+储能+新能源等多个示范基地，构建我国受端最大新型储能枢纽，助力推进山东省新型能源体系建设，更好服务山东省绿色低碳高质量发展先行区建设。

世界最大规模——

3060MW新型储能基地

三项世界纪录

两个国内之首

在压缩空气储能领域创造了三项“世界纪录”和两个“国内之首”



体量先进性

世界最大体量3060MW（3×660MW+3×360MW）新型储能基地

装备先进性

世界首台（套）单机功率600MW级压气储能电站

深地先进性

世界最大规模盐矿定制制造腔储能基地

功能先进性

国内首个受端大规模绿电消纳枢纽工程
国内首创“盐电联营+采储一体”集群式开发模式

压气储能流程

第一步 电动机带动压缩机将空气压缩

压缩机采用双列并联、多级串联的大流量轴流压缩机+高压单轴离心机的配置方案（2×50%），平均效率可达90%以上，达到世界领先水平。



第二步 球罐回收储存压缩热

储换热系统采用压力自平衡式的高压热水储热系统，并联合研发了大容量球形高压储热装置和新型翅片管式换热器。



第三步 地下盐穴储存高压空气

地下储气空间通过水溶造腔形成，创造性采用多腔卤水循环模式。建库时间较常规水溶造腔缩短50%，使用大井筒双管造腔模式，可缩短溶腔时间4—6年；采用低位脉冲沉渣排卤技术，可有效利用35%沉渣体积；采用大口径注采体系，注采气速率对比同深度储气库提高50%。

建库时间

较常规水溶造腔缩短

50、

缩短溶腔时间

缩短溶腔时间

4—6年

有效利用沉渣体积

有效利用沉渣体积

35、

注采气速率提高

注采气速率提高

50、

第四步 释放、加热盐穴内高压空气，驱动膨胀机带动发电机发电

空气膨胀机单机功率全球最大，采用世界首台（套）5缸串联布置单列配置方案（1×100%），效率可达92%以上，负荷运行范围10%—110%；发电机效率高达99%，均处于国际领先水平。

发电转化效率70%以上，压缩空气储能行业已进入加速发展期，随着技术不断迭代、工程规模化建设，转换效率将进一步得到提升。



世界最大规模3060MW新型储能基地效果图

（版权归中国能建所有）