

经济深一度

内蒙古能源全链创新赋能经济高质量发展

□本报记者 康丽娜

“十四五”以来 内蒙古能源科技装备 创新应用6大典型案例

绿电制氢耦合煤化工一体化能量管控系统

该系统成功攻克风光发电间歇性、波动性与煤化工制氢连续稳定生产之间的核心矛盾,通过构建多时间尺度调控机制,实现风光出力波动的精准平抑及制氢负荷的柔性适配,保障了高比例新能源接入下制氢过程的连续性。采用激光测风雷达、全天候空压等硬件加机器学习技术,实现秒级风光功率预测,准确度高达95%以上。同时建立大容量电解槽在新能源并网制氢中的深度调节机制,解决了电解槽柔性启停、负荷快速响应等关键技术

问题,实现全国首个大容量电解槽在化工行业的持续稳定运行,还攻克了制氢调节不稳定性与氢碳比调控难题。通过开发制氢先进过程控制系统与氢碳比先进控制系统(APC),对制氢及合成甲醇生产全过程进行一体化操作与精准管控,显著提升装置运行可靠性。该系统作为国内首个绿电耦合煤化工示范项目——大唐多伦15万千瓦风光制氢一体化项目的核心控制系统,随主体工程在2025年4月同步投运,目前稳定运行。

1000MW级高效、灵活、超大流量双抽热电联产机组

该机组是国内首次应用的百万级高效、灵活、超大流量双抽热电联产机组。机组纯凝工况设计供电煤耗278.5克/千瓦时,较常规超超临界空冷机组的供电煤耗降低23克/千瓦时,每年节约标煤约11.5万吨,降低碳排放量30.59吨。单台机组可提供的最大工业抽汽量为600吨/每小时,采暖蒸气1600吨/每

小时,为1000MW级超超临界机组的超双抽热电联供探索出了一种有效的系统解决方案,对新时代、新形势下工业园区及城镇居民用户如何获取绿色、低碳、可靠的集中式热电供应具有显著的示范意义。该机组还兼具高效、灵活的技术特点,也可以作为新型电力系统下的支撑调节性电源,适用范围广泛。

基于构网型技术的纯新能源电力系统构建及示范应用

该系统的构建及示范应用,全面打破了传统电力系统对常规旋转机组的依赖,对构网型储能技术支撑大电网运行的基础理论、技术装备、控制策略和数据传输方案等的正确性进行了全面验证。同时有效开辟了构网型储能技术在新型电力系统中提升电网短路容量、改善系统转动惯量、优化频率电压控制、提供故障穿越支撑等全新应

用场景。为“沙戈荒”新能源基地开发、“高海边无”地区纯新能源电网运行、企业园区绿电开发利用、末端电网负荷保供等应用场景提供了实践支撑。为清洁能源消纳比例提升、可再生能源产业发展途径探索及构网型储能多元化场景应用做出重要示范,对贯彻国家“双碳”目标要求、推动新型能源体系构建具有重要意义。

国内首套66kV磁控智能无功变压器的研制与应用

该装备将可控电抗器与变压器相结合,使得可控电抗器在灵活调节系统无功的同时,兼顾传统变压器的降压功能,采用一体化的三相立式磁控变压器拓扑结构,具有变压、无功补偿、动态电压调节的优良特性,可有效解决大规模新

能源接入后对电力系统的无功平衡和电压稳定带来的问题和挑战,66kV磁控智能无功变压器能够快速响应新能源发电的无功变化,为新能源接入电网提供稳定的无功支持,促进新能源的消纳和利用,推动能源结构的优化和转型。

三峡乌兰察布新一代电网友好绿色电站示范项目

该项目从“储能规模配置”和“数字化装备管理”两个方面入手,实现了高配比储能与风光新能源的智慧协调运行,达到科技装备创新应用,保障了能源安全可靠供给,实现了“电网友好”目标,推动了新型“新能源+储能”模式发展,提高了风光储电站数字化智能化水平。在“储能规模配置”方面,项目建设了约30%风光总装机容量的储能系统,形成了目前在建全球储能容量最大的风光储一体

化电站。结合风光储系统数字化管理,可类比1台约60万千瓦级火电机组,进行持续时间不低于2小时的可靠电力支撑。在“数字化装备管理”方面,项目结合需求开展专项技术攻关,创新研发了“智慧联合集控系统”,主要通过风光储电站群的“智慧控制”和“智能运维”两条途径进行数字化管理创新。该套控制系统入选2021年度国家能源领域首台(套)重大技术装备目录。

基于沿空留巷的薄煤层工作面智能化开采技术综合应用装备

该装备采用工作面设备自动化控制系统,实现了挡矸支架与工作面智能化系统一体化控制和远程采煤作业常态

化,形成“自动割煤为主,远程干预为辅”安全生产模式,并融合高瓦斯薄煤层智能化综采与沿空留巷技术,通过柔模混凝土沿空留巷支护工艺,提高了生产作业的安全性。经行业协会评价,该科技成果达到国际先进水平。实际应用中资源回收率提高8.3%,作业人员减少2/3,已取得直接经济效益6000余万元,生产效率和安全性显著提升。

湛蓝天幕之下,150座白色风车如钢铁巨人般巍然矗立,巨大的风机叶片迎风转动,划破长风,发出低沉而均匀的呼啸,与天地间的辽阔寂静共鸣。

这里是内蒙古能源乌拉特中旗150万千瓦风储基地项目——我国首批规模化采用10兆瓦发电机组的单体最大陆上风电项目。自2025年5月投运以来,机组满负荷安全稳定运行,累计发电量达16.4亿度。

据内蒙古蒙能宏风能有限公司甘临风电场场长丰明月介绍,该项目集成多项国内首创技术落地内蒙古:集成传动链让机组重量降低5%、抗载能力提升10%;全碳高性能结构叶片破解了超长叶片稳定性难题,发电能力提升8%以上。

内蒙古能源集团率先实现陆上10兆瓦大容量风电机组的批量化应用,成为内蒙古深入推进能源科技创新的生动注脚。从传统能源的绿色蝶变到新兴赛道的破局突围,从企业的单点突破到创新生态的系统构建,内蒙古这片能源沃土,正以全方位、多层次的创新态势,在能源转型的时代浪潮中勇立潮头,书写着高质量发展的时代答卷。

传统能源绿色跃升

作为我国重要能源基地,内蒙古的传统能源产业升级,早已跳出“扩产能、增产量”的传统思维,转向绿色开采、高效转化、高端延伸的深度创新,让“黑色煤炭”焕发“绿色生机”。

在国家能源集团神东煤炭上湾煤矿,世界首个8.8米超大采高智能综采工作面正高效运转。这里集成了设备在线点检、专家智能诊断、油脂集中润滑等28项智能化检修系统,以及三维实时数字孪生、惯性导航、全景拼接等42项智能化操作系统,形成了“自主割煤+无人跟机+远程干预为辅”的先进开采模式。自投产以来,该工作面一举创下采高、单面单产、装机功率、生产效率、智能化程度五项世界第一,成为内蒙古煤矿智能化建设的卓越代表。

如今,在内蒙古,这样的智能化煤矿有230处,智能化煤矿数量占生产煤矿80%,智能化产能占生产煤矿93%,通过技术赋能实现了“减人、增安、提效”的三重突破。

如果说智能开采是传统能源绿色转型的“第一步”,那么高效清洁利用则是实现价值跃升的“关键一跃”。

在内蒙古久泰集团新材料有限公司的生产车间,一车车黑色煤炭经过化学反应,摇身一变成为洁白的聚乙烯、聚丙烯颗粒。这些看似普通的白色颗粒,不仅能制成食品包装袋、行李箱、可降解餐具等大众消费品,更是可吸收手术缝合线、碳纤维自行车架、芳纶防弹衣等高端产品的核心原料。

“我们以煤为基,通过技术赋能,逐步构建以烯烃、芳烃、液氢能源、新材料等为主要发展方向的产业格局,实现了煤炭资源清洁高效利用。”内蒙古久泰集团副总工程师崔宇的话中,满是对技术创新的信心。

在乌海市乌达高新技术产业开发区内蒙古东源科技集团有限公司,煤炭的“变形记”同样精彩:焦煤与石灰石在1800℃熔炉中淬炼成电石,电石与甲醇反应生成BDO液体,最终转化为氨纶面料、可降解地膜等终端产品。

“依托乌海煤化工产业集群优势,我们通过延链、补链、强链,构建起‘煤—电—石灰石—电石—BDO—生物降解聚酯产品’的循环产业模式。”内蒙古东源科技集团有限公司总工程师张宏伟介绍。

从井下智能开采到车间高端转化,内蒙古用科技创新让传统能源完成了从“黑”到“白”的绿色嬗变,为传统产业转型升级提供了可复制、可推广的“内蒙古方



±800千伏扎鲁特换流站。马超 摄

案”。如今,内蒙古已建成煤制油气、煤制甲醇、煤制烯烃等数十个现代煤化工项目,煤制气、煤制烯烃产能均居全国第一,已建成全国规模最大、品类较全的现代煤化工生产示范基地,年转化原煤超1亿吨。

新兴赛道创新突破

在传统能源焕发新生的同时,内蒙古主动布局新型储能、氢能等能源新赛道,以技术突破抢占产业制高点,为能源高质量发展注入新动能。

不久前,我国装机规模最大的半固态锂电池电网侧独立新型储能项目——乌海市20万千瓦/80万千瓦时半固态储能电站项目成功并网运行。

“这是内蒙古首个采用半固态磷酸铁锂电池技术的规模化储能项目,具有高安全、长寿命、高能量密度三大核心优势。”中国绿发内蒙古分公司总经理助理刘效飞介绍,该项目的半固态电池采用固液混合电解质技术,在保留液态电池高离子电导率优势的同时,电池循环寿命可达12000次以上,大幅降低全生命周期运营成本。

随着技术创新不断突破,内蒙古电化学储能快速发展,同时压缩空气储能、飞轮储能、熔岩储热储能等多种技术蓬勃发展。截至目前,累计建成投运新型储能规模超过1700万千瓦,居全国第一。

氢能赛道上,内蒙古的创新实践同样走在全国前列。

2025年7月8日,远景蒙新集团打造的全球最大152万吨绿色氢氨项目首期32万吨工程在赤峰建成投产。该项目创新采用“随风而动”动态生产技术实现风光储与氢氨醇生产的高效耦合,通过构建全球领先的AI电力系统,实现100%绿电制氢。项目的投运,标志着我国在世界零碳氢氨技术领域取得重大突破,为全球绿色氢氨大规模产业化进程提供了“中国方案”。2025年,该项目跻身国家首批绿色液体燃料技术攻关与产业化试点,成为内蒙古入选该重大布局的两个项目之一。

为加快氢能产业发展,内蒙古于2025年7月印发《内蒙古自治区推动氢能装备制造产业高质量发展行动方案》,明确到2027年,氢能“制储输用”全产业链装备制造产业创新能力显著提高,建立较为完善的供应链和产业体系。截至目前,内蒙古已有7个项目入选国家能源领域氢能项目试点,数量居全国第一。

构建新型电力系统的探索也在持续深化。针对新能源大规模接入带来的调峰调频挑战,内蒙古电力集团历时4年开展技术攻关与实践,形成了集“火电宽负荷安全灵活控制、新能源及储能主动频率支撑控制及评估、多能协同优化”于一体的多能协同调峰调频科学理论与关键技术,提出“资源—控制双向协同”控制体系。该成果广泛应用于蒙西电网及全国多个区域电网,荣获2024年度内蒙古自治区科技进步奖一等奖。

来自内蒙古自治区能源局数据显示:2025年,内蒙古氢能、储能、新型电力系统领域10项技术装备入选国家首台(套)重

大技术装备名单,创历年最好成绩,居全国前列。至此,全区能源领域首台(套)重大技术装备累计达18项。

创新生态系统构建

如果说主动创新的企业是能源转型的“尖兵”,那么系统性的政策设计、平台搭建与生态培育,则为“尖兵”提供了纵横驰骋的广阔战场,让创新活力持续迸发、创新成果加速转化。

2024年出台的《内蒙古自治区能源科技创新若干政策措施》,堪称一份全方位的能源领域科技“突围”计划。

19项具体措施精准锁定了储能、氢能、新型电力系统、煤炭绿色开发等关键领域的攻坚任务。更为重要的是,政策着力于构建可持续的创新生态:通过建立能源科技创新培育项目库,对优质项目给予全生命周期支持;通过鼓励设立“人才飞地”,支持企业在创新资源密集区进行“异地研发、本地转化”;甚至探索科技成果“先使用后付费”机制,以降低转化门槛。这些举措直击创新链条的堵点难点,将分散的创新点串联成牢固的创新链,为能源科技创新提供了全方位的政策保障。

政策红利的持续释放,推动协同创新平台加速崛起。

2025年6月,一个汇聚了70余家成员单位的新能源电力企业产业科技创新联盟在内蒙古呼和浩特市正式成立。这个联盟打破了企业、高校、科研院所之间的壁垒,旨在整合行业优势资源,搭建协同创新平台,共同聚焦新型电力系统、新型储能等前沿领域,集中力量攻克技术难关。联盟的成立,标志着内蒙古能源领域的创新活动从“单打独斗”迈向有组织、成体系的“集团军作战”。

短短半年时间,该联盟已开展协同创新攻关30余项,承担国家重点研发计划项目2项、自治区科技“突围”项目2项、自治区“揭榜挂帅”项目2项。

而由内蒙古电力集团牵头建设的大青山实验室电力企业产业科技创新联盟形成了“研发—转化—推广”闭环。

“大规模可再生能源基地消纳送出技术研究与示范应用、风光火氢储多能互补与综合调节技术及示范应用、可再生能源制取低碳零碳燃料与燃料电池技术是大青山实验室三大核心研究方向。”内蒙古大青山实验室有限公司党支部书记、董事曹斌介绍,目前,实验室正聚焦新型能源体系,努力攻克源网荷储一体化设计与验证技术、温和条件绿色合成氨体系设计技术、电催化二氧化碳还原技术、退役风光电新能源器件协同处置回收技术等数十项关键技术。

从政策支持到平台搭建,从联盟协同到实验室攻关,内蒙古已构建起“政企学研”协同发力的创新生态。这片承载着国家能源安全使命的沃土,正以全方位的创新实践、全链条的协同发力,书写着能源高质量发展的时代新篇,为我国新型能源体系建设注入源源不断的“内蒙古动能”。



全球最大绿色氢氨项目在赤峰市投产。刘畅 摄