

到2025年,全球数字能源市场规模将达1730亿美元

数字能源技术需求“蓝海”显现

■本报记者 董梓童

咨询服务公司安永发布最新报告显示,数字技术正在改变世界能源格局,特别是以净零排放为目标的工业领域。未来,人工智能和物联网将在优化能源使用和提高运营效率方面发挥积极作用。创建能源资产的数字孪生生态,是未来促进能源产业性能和效率提升的关键。

上述背景下,全球数字能源市场发展潜力巨大。中研普华数据显示,2023年,全球数字能源市场规模为470亿美元,预计到2025年,全球数字能源市场规模将达到1730亿美元。2024年,我国数字能源市场预计规模将达152亿美元,到2029年,我国数字能源市场规模将达到881亿美元。

江行智能技术人员认为,全面感知、全程在线、全要素互联的全数字化时代已经来临,而在这其中如何高效利用能源大数据是重点,将大数据分析及机器学习、云计算、区块链、分布式能源管理等技术应用到能源生产、输送、交易、消费等各个环节已经初露端倪。目前,通用大模型的发展已经开始重塑各个行业,能源领域也不例外,使用具备能源业务感知和数据融合能力的大模型满足行

业需求、指导实践的深层次应用将是未来趋势。

“未来,绿色能源要想充分发挥其价值,需要对整个能源系统进行综合考虑,使其整个体系必须符合四个基本要求,即安全、可靠、低碳、经济。这就需要新型互联网电子技术的助力。数字技术可以大幅提升未来能源在生产、存储、输配和终端应用能力等方面的效能。”该技术人员进一步表示。

安永全球先进制造和移动可持续发展负责人克雷格·库尔特举例说,传感器可以收集有关能源消耗的数据,人工智能算法可以分析这些数据,自主学习提出改进建议,促进效率提升。再比如,在算法支持下,学习模型可以预测设备何时发生故障以及何时需要维护,防止停机造成的机器效率低下和能源浪费。同时,数字工具还可以更好跟踪和监测碳排放数据,更有效帮助企业实现碳排放,以实现净零排放目标。

我国制造端企业已经开始布局数字技术,以实现智能制造。通威集团高管介绍,云南通威5G智慧工厂项目以中国移动5G企业专网为依托,通过5G基站提供定制化、按需扩展的5G定制网络,同时积



极运用大数据、人工智能等数字技术,从数据安全、终端安全、网络安全、平台安全、安全运维体系多方面全方位保障安全,实现园区数字化管理、车间无人化智能制造,率先实现工业数字化、生产智能化、管理智慧化。

TCL中环探索先进工业4.0的技术升级和改造,公司晶体六期智慧工厂实现了从硅料到成品发货的全自动化流程,方棒车间黑灯化率达90%以上。该工厂入选国

家级智能制造示范工厂。

不仅是制造端,数字技术还大力支持电网应用端。“公司依托负荷资源采集感知、智能分析、通信物联、调度优化等技术,开发的虚拟电厂解决方案挖掘利用用户侧可调潜力,提升负荷资源响应速率和精度,实现用户侧多种分布式资源统一接入与管理,可缓解电网运行调控压力、保障电网安全稳定经济运行。未来,这种虚拟电厂‘多级聚合’解决方

案将助力实现更高效、更经济的能源管理,构筑电力能源新格局。”上述技术人员说。

征信机构企查查数据显示,截至2024年10月30日,我国共有13.98万家数字能源相关企业,其中2023年新成立的达到3.56万家。预计“十四五”期间,能源数字化将形成一个超过万亿的巨大市场。未来,还会有更多新生数字能源企业入局能源数字化的广阔蓝海。

我国首个超大容量变速抽蓄工程进入机电安装阶段

本报讯 近日,位于广东惠州的中洞抽水蓄能工程地下厂房开挖完成,国内首台400兆瓦变速抽蓄机组同步启动生产制造。这标志着我国首个超大容量变速抽蓄工程全面进入机电安装阶段,推动重大能源技术装备迭代升级,促进可再生能源稳定替代。

据了解,中洞抽水蓄能电站地下厂房体积极达到25.5万立方米,相当于120个标准游泳池大小。作为整个工程的“心脏”,厂房将安装总装机容量1200兆瓦的3台超大容量抽蓄机组,其中1台为国产400兆瓦变速抽蓄机组。“中洞抽蓄厂房施工历时18个月,从上至下分9层开挖完成,施工优良率高达96.5%,推动电站2026年投产发电。当前,我们正加快建设高落差804米的世界最高钢筋混凝土输水水道,较纯钢水道减少用钢约8000吨。”南网储能公司惠州中洞抽蓄项目部总经理杨跃斌介绍。

抽水蓄能电站可根据电力系统调节需要,将下水库的水抽到上水库蓄能,放下水库的水到下水库发电,是新

型电力系统的绿色灵活调节电源和长时优质储能方式。相对于定速抽蓄机组,变速机组能够通过改变机组转速实现功率的大范围调节,更加快速高效稳定地促进风电、太阳能发电等间歇性、波动性可再生能源接入电网,并根据系统调峰需求灵活精准发电,促进电网调节能力提升。

近日,惠州中洞抽蓄400兆瓦变速机组水泵水轮机模型验收试验完成。“400兆瓦变速抽蓄机组研制涵盖发电电动机、水泵水轮机等5个方面的16项攻关任务。我们目前已完成主机设备的技术攻关任务及核心部件的模型试验,性能测试指标达到预期,推动装备研制顺利转入生产制造。”南网储能公司生产技术部总经理李育林说。

截至2023年底,我国已建、在建及核准待建抽水蓄能电站装机规模约2.3亿千瓦,连续8年稳居世界第一。加快推进变速抽蓄机组的装备研制及工程应用,将加强可再生能源消纳保障,促进能源装备产业绿色低碳发展。(黄昉)



惠州中洞抽水蓄能电站地下厂房完成工作面移交。

多领域需求驱动固态电池产业化提速

■本报记者 姚美娇

近期,固态电池领域热度不减,多家企业披露产品研发新进展及量产计划,引发关注。例如,亿纬锂能11月18日表示,公司计划于2026年推出高功率、高温环境下耐受性和绝对安全的全固态电池,主要用于混合动力领域;计划于2028年实现技术突破,推出400Wh/Kg高比能全固态电池。

作为最具潜力的下一代电池技术之一,固态电池在新能源汽车、低空经济等多个领域展现出巨大应用潜力和市场价值,吸引各大电池厂商及车企争相布局,产业化进程不断提速。业内人士表示,未来相关企业需在制造成熟度、降本等方面持续发力,以进一步推动固态电池商业化应用逐步走向成熟。

■产业取得新进展

相比传统液态锂电池,固态电池具备能量密度高、安全性更强、低温性能更优等多方面优势,符合下一代电池技术发展需求,备受业内关注。近期,固态电池领域阶段性成果不断涌现,从电池企业到各大车企,技术研发、量产新进展频频。

11月14日,欣旺达表示,公司已通过负极使用锂金属进一步将固态电池能量密度提升至500Wh/kg,目前已经有实验室原型样品,预计2027年完成能量密度大于700Wh/kg的全固态电池实验室样品制作。

11月7日,太蓝新能源与长安汽车联合推出无隔膜固态锂电池技术。根据量产时间表,无隔膜半固态电池计划于2026年实现装车验证,无隔膜全固态电池计划于2027年实现批量生产。

广汽集团则表示,已初步打通全固态电池全流程制造工艺,取得车规级高安全大容量全固态动力电池量产的关键技术突破,预计2026年装车。

宁德时代10月也曾表示,公司在全固态电池上持续坚定投入,2027年有望实现小批量生产。

整体来看,固态电池量产时间表正逐渐清晰。研究机

构EVTank在《中国固态电池行业发展白皮书(2024年)》中预计,2030年,全球固态(含半固态)电池的出货量将达到614.1吉瓦时,在锂电池中的渗透率预计在10%左右,且全固态电池的量产时间或将提前至2027年。

■应用场景多点开花

在业内人士看来,下游市场对高能量密度、高安全性电池需求的增长,是固态电池发展提速的关键催化因素之一。据国盛证券预测,2025年,全球固态电池需求量为17.3吉瓦时;到2030年,全球固态电池需求量有望超200吉瓦时;2025年至2030年的年复合增长率将达65.8%。

值得注意的是,固态电池应用场景呈现多元化特点,其中尤其受到新能源汽车行业关注。截至目前,包括蔚来、宝马在内的多家车企都已宣布固态电池装车时间表。此外,固态电池也被视为支持低空经济发展的关键技术,能够满足电动垂直起降航空器(eVTOL)等对电池性能的要求。

从各企业布局情况来看,航空动力电池能量密度在280Wh/kg至500Wh/kg不等,倍率性能在3C至4C水平,而固态电池为普遍研发方向。中国电池产业研究院院长吴辉接受《中国能源报》记者采访时指出,固态电池的高能量密度特性贴近低空场景电池要求,能够使低空飞行器在相同体积或重量下携带更多电能,从而支持长时间飞行。

放眼储能领域,固态电池应用也逐步展开,今年以来,已有多个固态电池储能项目投运、开工、并网。“固态电池在稳定性和安全性方面表现出色,能够保障电站安全运行。同时,固态电池的长循环寿命也提高了电池使用寿命,能够降低设备维护成本。”一位电池从业者表示。

东兴证券认为,固态电池技术有望凭借其能量密度、快充性能、长循环寿命及高安全性多重优势,在现

有新能源车与消费电子等应用端实现加速渗透。此外,从长期电动化趋势来看,固态电池亦有望凭借远超当前锂电技术的性能优势,广泛应用于能量密度要求较高、现阶段电动化难以渗透的应用领域,如轮船、航空飞行器及低空经济中无人艇与eVTOL等,拓展锂电应用边界,打开锂电行业成长天花板。

■技术瓶颈尚待突破

整体来看,如今固态电池产业化信号正愈发明显,未来随着技术不断成熟和市场不断拓展,固态电池有望为能源领域带来变革。

不过,也有业内人士表示,全固态电池仍存在技术瓶颈,且成本相对较高,为进一步推进大规模商业化应用,企业仍需在技术研发、成本控制等方面努力。

EVTank指出,全固态电池目前尚未完全解决离子电导率、固固界面和循环性能等问题。

值得一提的是,为逐步攻克技术难题,我国不少企业选择“从液态到半固态再到固态”的渐进式发展路线。“理论上讲,固态电池存在工艺不成熟、成本高等问题,如果改用半固态半液态的技术路线,以上问题能够得到一定改善。”上述电池从业者表示,“不过,半固态电池对电池能量密度没有很显著提升。虽然现在许多企业都在积极生产半固态电池,但未来肯定还是会走上全固态路线。”

在业内人士看来,随着技术革新和进步,混合固液电池将逐步减少液态电解质的用量,全固态电池有望向进一步产业化迈进。中信建投研报指出,固态电池若能发挥并强化安全性的优势,力争占据能量密度优势,将倍率、循环寿命和工艺性能进一步优化,则可巩固其优势场景下的核心潜在客户;如果性能和成本有所突破,其市场空间会扩大,并成为锂电池的关键技术路线,预计到2025年,全球各类固态电池市场或达千亿元级规模。

人机混合增强智能技术首次应用于大电网调控领域

本报讯 新一代人工智能国家科技重大专项“人在回路的大电网调控混合增强智能基础理论”项目,近日顺利通过验收,电网调控混合增强智能理论和关键技术首次得到验证和应用。

随着大规模新能源接入以及电网持续建设和升级,我国电网规模空前,电网的不确定性和开放性导致电网运行方式复杂指数增加,电网调控安全运行面临巨大挑战。通过数字化赋能电力来实现电网的信息化、数字化和智能化是未来新型电力系统发展的必然趋势。基于数智融合的分析方法在当前电网分析和控制过程中发挥着日益重要的作用,有助于实现电网调控的精确感知和智能决策。然而,单纯基于数据驱动的人工智能应用由于其结果的准确性和可信性较低,并不能满足大电网调控的高安全需求。

电网调控是典型的人机共驾系统,目前,人工智能技术在电网调控中主要集中在利用算法和模型对不同电网业务场景开展适应性应用分析,但在实际应用过程中,往往存在数据获取困难、模型不可解释以及缺乏可信性等问题,这严重限制了人工智能技术在电网调控中的应用。

为满足电网调控的高可靠性要求,中国电科院联合西安交通大学、中国科学院自动化研究所、浙江大学、武汉大学、清华大学、国电南瑞科技股份有限公司、青岛智能产业技术研究院、青岛慧拓智能机器有限公司等多家产学研单位共同承担项目攻关任务,围绕电网调控人机混合增强智能技术开展研究。

科研团队针对大电网调控的不确定性、开放性、脆弱性问题,对人机混合智能的融合建模、协同互动、双向学习、趋优进化以及应用验证开展深入研究。通过构建环境意图感知和知识任务协同的融合模型,实现了人机多维度、多步知识协同自动对齐。设计人机混合智能量化评估指标体系与自主进化方法,实现了人机协同认知与决策的能力和和价值渐进对齐。研发了可用于热稳调整、故障辨识、暂稳判定、频率控制等多种电网调控场景的人机混合紧急控制决策支持系统和标准算例,并在国家电网仿真中心和浙江调控中心进行了应用验证。

该项目是国家电网公司首次承担跨专业领域人工智能国家科技重大专项,通过建立电网调控人机混合智能融合模型及协作模式,形成人机知识协同交互机制,将人机间的数据交互提升到知识交互,实现了电网调控人机智能的混合增强,在解决人工智能应用于电网调控实际应用场景中面临的难题方面取得重要进展。项目取得大电网调控混合增强智能领域的开创性成果,填补了该领域技术空白,推动和丰富了混合智能技术在电力系统研究方向的理论基础与关键技术发展。(范士雄 黄彦浩)