

国际能源署最新研究报告显示:

# 中国是全球能源创新核心贡献者

■ 本报记者 王林



图为通威四川成都晶硅创新中心。

全球能源创新格局正进入一个由能源安全、产业竞争力和基础设施韧性塑造的新阶段。国际能源署日前发布最新的《能源创新报告》确认了超过150项重大技术创新,其中涉及能源技术突破包括聚变能、钙钛矿太阳能电池、钠离子电池、下一代地热系统等,已有50项新兴能源技术成熟度得到明显提升。特别值得注意的是,中国在全球研发和专利方面影响力持续扩大,能源专利遥遥领先,尤其在储能和工业能效领域。

## 中国能源技术创新领军全球

《能源创新报告》显示,过去10年,中国企业几乎贡献了全球企业能源研发所有增长,目前占能源供应和基础设施领域企业研发的60%。

国际能源署指出,中国不仅是全球能源创新的核心贡献者,还在多个能源关键技术赛道重构全球产业链供应链体系,正稳步从专利大国迈向标准引领者,全产业链整合能力是中国在全球能源创新领域的核心竞争优势。

据欧洲专利局数据,中国能源专利增长率高达800%,2025年中国超95%的能源专利申请聚焦低排放技术领域,绿色是能源技术创新主流。

随着世界进入电力时代,电池储能已处于全球创新活动前沿,2023年电池占所有能源专利40%,2024年和2025年比例进一步扩大。

中国、韩国和日本是锂离子电池专利主要来源国,但占比发生较大变化。2010年,日本占负极材料专利的一半,2022年份降至10%以下,同期中国份额从4%升至近40%。在太阳能电池创新方面,2010年以来钙钛矿专利增长明显,目前

已占有太阳能电池专利70%以上,中国是钙钛矿专利领导者。

近年来,中国科技事业快速发展,科技实力跃上新台阶,创新指数排名上升至全球第10位。2025年,全社会研发投入超过3.92万亿元,强度达到2.8%。其中,基础研究投入接近2800亿元,比重达到7.08%,首次破7,创历史新高。

科技部部长阴和俊表示,“十五五”时期是加快实现高水平科技自立自强、建设科技强国的关键时期。将坚持科技创新瞄准产业需求,产业发展紧紧依靠科技创新,摆脱过去“先有成果后转化”的惯性思维,加快推动形成科技创新和产业创新一体谋划、一体部署、一体推动的新格局,从而打通从科技强到产业强、经济强、国家强的通道。

## 能源安全驱动技术创新加速

“能源创新已成为全球各经济体战略重点。”国际能源署署长法提赫·比罗尔表示,“随着能源安全和产业竞争力成为首要议程,那些持续在研发、示范和早期部署方面进行投资的经济体,将最有能力引领下一代能源技术。”

地缘政治、经济竞争和对能源安全的担忧,正与气候变化目标一起,成为塑造能源技术发展的核心力量,能源安全无疑是技术创新主要驱动力。全球约1/10的专利与能源相关,超过化学品、制药或运输领域,凸显出能源在国家安全、工业战略和经济发展的核心地位。

《能源创新报告》显示,欧洲公共能源研发约占GDP的0.08%,接近历史高位,已超过其他主要发达经济体,但能源专利申请量出现下滑,不过在聚变能、地下储氢、工业电气化等领域表现突出。2025年欧盟

大规模示范项目资助周期出现波动。美国继续引领风险投资活动,2025年占能源领域风险投资近一半。不过,美国联邦能源研发预算在2025年下降8%,部分资金被暂停甚至取消。

对比私营部门,公共支持对能源创新影响更为持久。包括浮式液化天然气、锂离子电池等,从早期基础研究资助,到分担首台套项目的风险,公共投资为这些技术规模化应用奠定了基础。以美国为例,其对地热、风能和建筑能效的研发项目每投入1美元,能带来数百美元收益。

国际能源署认为,在政策重点转移和金融环境收紧的背景下,持续且有针对性的公共支持至关重要。同时,需要保持能源创新战略与更广泛的竞争力和韧性目标一致,特别是在技术可以加强国内供应链或减少战略依赖性的领域。此外,加强研究、行业和金融之间的关系,也是保持技术创新势头的关键。

## 能源研发资金增长整体放缓

全球范围内,能源领域研发支出增长速度超过所有领域研发支出总额。目前,公共和私营部门在所有领域研发总支出中,约9%投向能源领域,较2015—2020年间平均占比上升近一个百分点。

能源技术创新依然活跃,但不确定性也在增加。2025年,清洁能源市场出现疲软迹象,低碳氢能部署预期下调,多个首台套项目面临成本超支和政策不确定性。显然,在经历多年增长后,能源创新研发资金正进入一个增长放缓的过渡阶段。

《能源创新报告》显示,2025年全球公共能源研发支出约550亿美元,同比下降2%;2025年企业能源研发支出1600亿美元,2024年企业研发增幅仅1%,是2015年以来增长最慢的一年;2025年能源技术初创企业风险投资降至270亿美元,连续第3

年下降。

需要注意的是,欧洲、美国公司出现企业能源研发支出绝对下降,或与2023年和2024年企业面临的资本成本上升有关,预算受限促使企业不得不将支出从风险更高、周期更长的研究投资中转移出来。

国际能源署指出,较高的利率、宏观经济不确定性以及人工智能激烈竞争对能源资本流动构成压力。2025年,全球风险投资流向人工智能份额上升到近30%,而能源份额则有所下降。

与此同时,新的增长领域正在出现。2021年以来,用于聚变能、核裂变、关键矿产、地热能、二氧化碳移除、低碳工业、航空这7个领域的创新研发资金大幅扩张,很大程度上抵消了电动汽车领域投资的下降。2020年以来,聚变能初创企业已筹集超过100亿美元风险投资,占有能源风险投资5%以上。2025年,超过320家新能源初创企业获得首轮融资。

## 长三角首台“华龙一号”核电机组并网发电



## 图片新闻

3月12日,长三角首台“华龙一号”核电机组——浙江三澳核电项目1号机组首次并网成功,标志着该机组正式具备向电网输入电力的能力,向正式投产目标迈出关键一步。

三澳核电项目1号机组于2020年12月31日开工建设,机组后续将进入带负荷试运行阶段,按计划开展功率提升及各项性能试验,预计今年上半年正式投产。 何温楠/摄

# 国内LNG市场步入供应宽松周期

■ 本报记者 梁沛然

过去5年,中国LNG行业经历深刻的结构性调整,作为衡量市场供需平衡关键指标的液厂库存,呈现显著阶梯式上行态势。金联创发布的数据显示,国内LNG液厂库存从2021年的3.8亿立方米攀至2025年末的10.1亿立方米,年均复合增长率高达27.3%。这一变化轨迹,折射出中国天然气市场从“紧平衡”向“宽松周期”的根本性转变。

## 供应库存新高

库存不断累积得益于气源日益充足。国家能源局发布的数据显示,我国天然气产量连续9年实现百亿立方米级增长,全球第四大天然气生产国地位持续巩固。其中,2025年产量突破2600亿立方米。

我国非常规天然气领域通过持续的技术攻坚与资源勘探,取得丰硕成果,成为国产气增储上产的核心引擎。在资源探明方面,页岩气勘探跳出四川盆地,在鄂西地区取得历史性突破,新增地质资源量高达1329亿立方米,并在新层系成功试获工业气流,极大拓展了资源版图。煤层气开发则同时向深层进军与中浅层提效,攻克2000米以深的开发“禁区”,在鄂尔多斯盆地建成国内首个百万吨级深层煤层气田,探明储量超千亿立方米。同时,在沁水盆地通过技术迭代,创造中浅层水平井稳产超百天的新纪录。这些现实的产能与储量,为国内天然气供应提供了坚实的资源基础。

与此同时,进口LNG接收站如雨后春笋般在海岸线扎根。截至2025年年末,全国32座接收站形成强大接卸能力,较“十三五”末增加5660万吨/年。例如,中

核集团在江苏连云港赣榆区打造的“能源仓”,3座22万立方米储罐每年可外输42亿立方米天然气,足够江苏省居民使用1个月。

基础设施的盘子也越铺越大,隆众资讯数据显示,仅国内LNG液厂库容就从2020年的193.8万立方米膨胀至2025年的375万立方米。

气田增产、接收站扩容、管网互联互通织成一张密不透风的供应网。供应端踩下“油门”,库存水涨船高,市场正式进入“宽松周期”。

## 淡旺季界限模糊

然而,需求侧的风向却变了,传统淡季的“冷清”变为全年的“平淡”。

2025年8月是迎峰度夏备货期,卓创资讯数据显示,全国LNG消费量环比虽有增长,但价格反而跌破4000元/吨大关,海气降价放量冲击国产气市场,局地液厂甚至被迫停机检修。2025年9月,“金九银十”叠加迎冬储备,刚需采购成为主流。

“暖冬气候直接削弱城燃调峰补库需求,管道气供应宽松又对LNG形成替代效应。”隆众资讯天然气分析师孙阳表示,“往年采暖季价格冲高的节奏被彻底打乱,2025年LNG均价徘徊在每吨4260元上下,波动幅度收窄至13%,创下近10年最低水平。价格曲线的平直化,折射出需求疲软。工厂复工、加气站运转,但确实难以消化日益堆积的库存。”

同时,消费结构也在悄然改变。气库资讯董事长黄庆判断,未来5年LNG需求增速将按交通、工业、电厂、城燃排序,车船消费虽保持增长,但电动重卡的竞

争已近在眼前。

## 新周期新发展

供应增、需求缓,两条曲线剪刀差越拉越大。金联创天然气分析师邵健表示,这一轮库存演变,深刻揭示在供应弹性增强、需求增长乏力且季节性波动显著的背景下,中国LNG行业库存管理面临系统性挑战。

比如去年8月,海气供应占比跃升至34%,较7月提升3个百分点,进口LNG的“触角”伸向西部内陆。冬季惜售待涨的液厂发现,囤货并未带来高价,反而要支付高昂的仓储成本。

有机构预计“十五五”时期国产气持续上产,进口气增量可观,2030年全国可供资源量将达5700亿立方米以上。对此,国际燃气联盟副主席李雅兰进一步指出,全球LNG产能正进入新一轮扩张期,在建产能约2亿吨,到2030年供应能力将突破7.1亿吨/年,国际气价回落是大概率事件。

邵健分析,本月以来市场成交节奏加快,交通通畅度恢复将降低供应端出货难度,叠加上游原料气竞拍减量带来的挺价情绪,预计部分工厂液位压力将得到改善,且美以伊冲突导致对进口供应下降出现担忧情绪,LNG液厂库存水平有望进入下行通道。

业内人士表示,过去5年库存上行的轨迹,本质上是一场压力测试。“它测试供应体系的韧性,测试需求增长的边界,更测试市场参与者在‘宽松’时代的生存智慧,将在未来几年需求增速与供应释放的赛跑里见分晓。”

## 关注

本报讯 近日,由南网科研院主导制定的国家标准“虚拟电厂技术导则”正式发布,填补虚拟电厂全流程技术规范空白,为产业规模化、规范化发展提供了核心技术指引。

当前,我国虚拟电厂发展进入关键攻坚期。随着分布式电源、可调节负荷、储能等分散资源的快速聚合,行业呈现百花齐放的发展态势,但同时面临技术标准不统一、设备接口不兼容、调控能力不规范、安全防护不完善等现实难题。

为此,南网科研院牵头,联合我国电网企业、行业协会编制国家标准“虚拟电厂技术导则”,充分吸纳国内虚拟电厂试点建设实践经验,围绕虚拟电厂架构、核心设备要求、聚合调控技术、接入与通信技术、安全防护技术、测试验证等六大核心板块,作出了框架性方向要求与规范,覆盖虚拟电厂从建设、接入到运行的全流程,兼顾技术先进性与落地可操作性,在现有国家标准的基础上,进一步聚焦虚拟电厂技术落地环节,形成了全链条技术支撑体系。

近年来,南网科研院作为全国电力需求侧管理标委会秘书处单位,积极推动行业虚拟电厂标准化工作,牵头组织国内10家标准化技术组织,有序推进标准布局,引领行业领域标准体系建设发展,编发国内首份虚拟电厂标准化白皮书,获相关上级业务部门高度认可。支撑推进2项国家能源局首批新型电力系统建设能力提升试点工作,推动广东、云南等地发电类、负荷类虚拟电厂入市交易。截至2025年年底,南方区域运营商数量累计近百家,聚合容量近2000万千瓦,助力虚拟电厂从试点探索向标准化、规模化、市场化发展加速转型。

下一步,南网科研院将持续履行好标委会秘书处职责,结合虚拟电厂技术创新和产业发展实践,持续优化完善标准体系,引导虚拟电厂标准建设,为能源结构转型和“双碳”目标实现注入新动能,推动虚拟电厂行业高质量发展迈上新台阶。 (金鑫 曹望璋 金南沙)

## 虚拟电厂领域一项国家标准发布