

# 新奥锚定氢硼路线 助力中国聚变第一度电

■本报记者 全晓波

2017年启动紧凑型聚变技术探索;2018年至2019年自主设计建造国内首座中等规模球形环物理实验装置“玄龙-50”;2023年至2024年将“玄龙-50”装置升级为“玄龙-50U”,快速跻身国际大型磁约束实验平台先进行列……在传统能源领域深耕三十多年的新奥集团,从2017年开启聚变“新赛道”,短短7年耗资数十亿元,探索商用化聚变关键技术,除取得上述进展之外,目前还在并行开展整体参数更为领先的下一代球形环新装置——“和龙-2”设计与建设,远景目标是在2035年实现聚变商业化,助力中国发出聚变能源的第一度电。

因为燃料丰富、安全清洁、能效高等优点,聚变被认为是人类能源的理想选择。聚变路线众多,一直以来科学界和业界均主要聚焦攻关氘氚聚变,但在通往商用聚变的道路上仍存在诸多挑战。在此背景下,新奥为何独辟蹊径,探索氢硼聚变?

## ■ 实验装置迭代升级

11月15日,《中国能源报》记者来到位于河北廊坊经济技术开发区的新奥聚变技术研发中心。刚刚于今年1月启用的玄龙-50U装置已于当天早上8时开启了一天的例行实验。在控制大厅内,主装置运行情况,装置内温度超千万摄氏度、被磁场约束着的等离子体实时状态,以及等离子体加热系统、诊断系统、电源系统等各子系统实验数据在显示屏上一览无余。

作为玄龙-50的升级版,玄龙-50U装置正式启用后,很快就获得了重复稳定的等离子体放电,并在今年8月全面达成装置设计的关键性能指标。

新奥能源研究院院长刘敏胜向《中国能源报》记者介绍,“玄龙-50U”的首要使命是实现等离子体稳定控制,探索在极限工况,也就是高参数下装置的物理性能和工程价值,为下一代装置“和龙-2”提供支撑。

“今年‘玄龙-50U’的实验进度超预期快,所以,提前完成既定使命后,我们又快速启动‘和龙-2’装置,将原本计划在‘和龙-2’上开展的氢硼聚变反应,提前到

‘玄龙-50U’上先实现。”刘敏胜说,目前“和龙-2”的物理设计、工程设计都在推进中,这一阶段就要“对氢硼聚变进行科学可行性验证”。

## ■ 探索聚变新方案

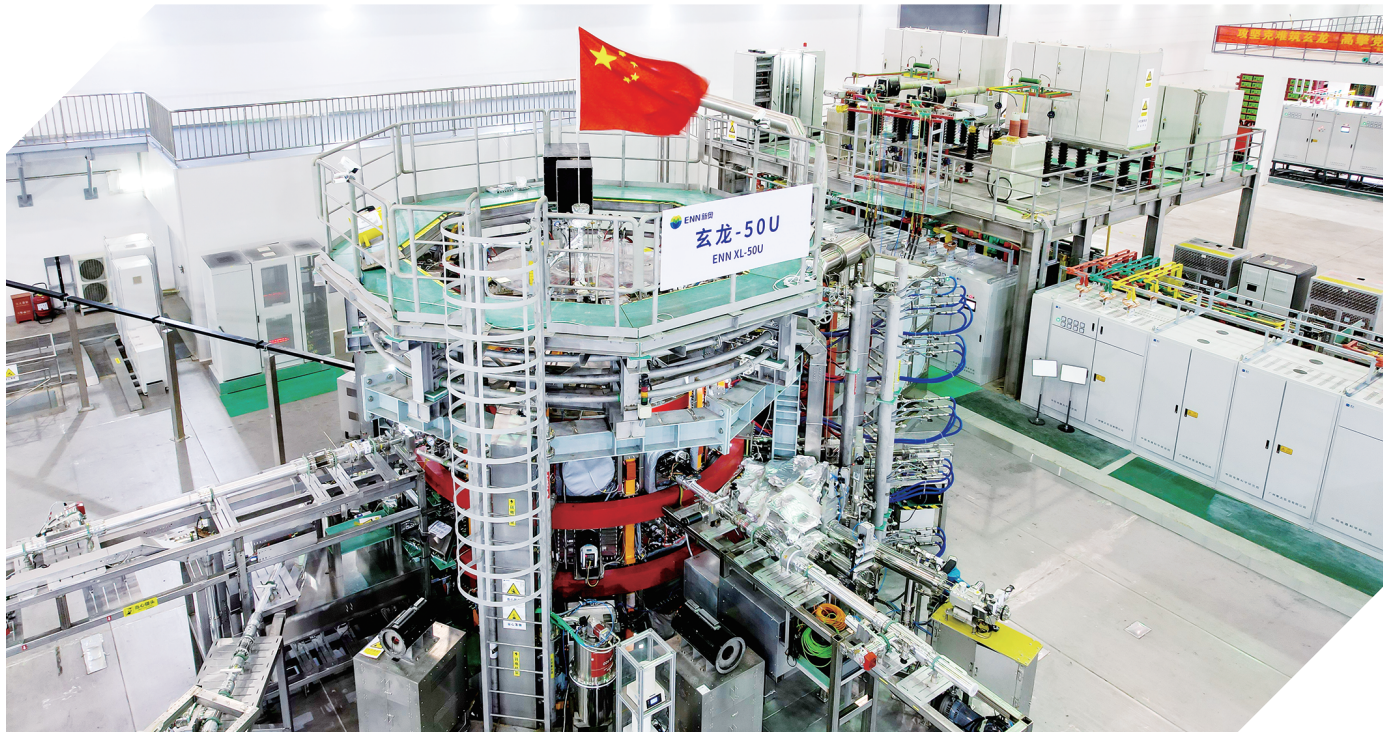
所谓“聚变”,是指两个较轻的原子聚合为一个较重的原子,并释放出能量的过程。太阳的原理就是聚变反应,所以常常又把可控核聚变称作“人造太阳”。

当前,国内正在探索的磁约束托卡马克氘氚聚变、Z箍缩聚变裂变混合堆、磁约束球形环氢硼聚变等几种技术路线,在研究基础、建设进展、研究难点、预期节点等方面存在差异,处于研究开发的不同阶段,各具优势。

据了解,聚变燃料最常见的是氘,此外还有氘、氦、氦、氦等。作为目前国际上主流的聚变实验装置之一,托卡马克装置就以氘氚聚变为主。全球最著名的实验性托卡马克核聚变反应堆就是耗资220亿美元、在法国南部建造的国际热核聚变实验反应堆(ITER),中国也参与其中。中国也建造了自己的托卡马克聚变实验装置,包括1985年开始陆续投用的环流器一号系列、二号系列,2007年投运的全超导托卡马克聚变实验装置(EAST),2020年建成的中国环流三号托卡马克(HL-3)装置,以及目前正在计划建造的聚变工程试验反应堆(CFETR)等。

据业内专家介绍,氘氚聚变在技术上相对容易实现,但是氘的来源极其有限,自然界仅微量存在,并不能通过开采获得,而且价格昂贵。而且,氚本身具有放射性,氘氚聚变过程中释放出的高能中子可能引发的再生放射性也不容小觑。同理,氘、氦、氦聚变,或者因为在聚变过程中会产生高能中子(氘、氦),或者因为原料(氘)稀缺等,均在商业化落地制约。

新奥独辟蹊径,选择无中子、无放射性的氢硼聚变技术路线,采用球形环实验装置设计,以提升实验效率。新奥能源研究院聚变副总工程师杨国明介绍,氢硼聚变



今年1月,“玄龙-50U”装置正式启用。

所用燃料氢和硼储量丰富易获取,反应可以直接发电,过程中也不会释放高能中子。“理论上直接发电能量损失更低,发电效率更高。”

“氢硼聚变最大的问题是反应条件苛刻,技术难度大。作为企业,我们必须探索商业化可能性更大的技术路线。”刘敏胜坦言,新奥在低碳能源研究上积累了很多经验,也为行业积累了技术和研究人才,2017年对聚变技术的研发谋划清楚后就全力投入。

## ■ 开放合作助力共赢

在刘敏胜看来,虽然目前日本和美国的科学实验已经实现了磁约束装置的氢硼反应,但氢硼聚变增益的科学可行性还需要验证。“这正是我们下一代装置‘和龙-2’的使命。”

随着探索逐步进入深水区,所需投入也越来越大。据了解,截至目前,新奥在聚变实践探索方面已投入数十亿元,“和龙-2”所需投资还将翻倍,达到百亿元规模,后续工程性验证平台所需投资将会更高,这一阶段的目标是实现氢硼燃烧和演示发电,解决工程放大问题和氢硼燃烧的能量增益问题。最终将锚定“在2035年,建成氢硼聚变商业示范堆”,既要探索低成本又要确保装置运行稳定可靠。

“所有能源产品,燃料往往占据成本的大头。但氢硼聚变在后期,也就是在商业化阶段并没有工程和大幅降本的问题,因为其燃料成本微乎其微。”刘敏胜说,现在对于氢硼聚变来说,核心就是验证科学可行性。“只有在‘和龙-2’上完成了科学可行性验证,我们才敢说2035年实现商业化的事,后续工作推进会容易很多。”

值得一提的是,今年以来,国务院国资委明确可控核聚变领域为未来能源的重要方向,这一政策指标无疑为我国探索商用聚变注入一剂“强心针”。2023年12月底,中核集团牵头的国家可控核聚变创新联合体正式成立,创新协同推进聚变能源产业迈出实质性步伐,新奥也加入了这个联合“创新战队”。

新奥坚持开放创新与行业共同发展,目前已经组建了一支300余人、老中青结合、国际化的聚变研发高端人才队伍,并与业内多家科研院所及诸多知名高校建立了良好的交流合作关系,并通过科研经费、设立奖学金等推动行业人才培养和聚变前沿领域的研究,助力中国聚变能源产业发展。

“聚变是人类的未来,也是前无古人的复杂系统科学与工程,需要我们以前所未有的力度去合作,以前所未有的勇气去创新突破。”刘敏胜说。

## 香港首座公众加氢站正式建成



本报讯 记者吴莉报道 11月26日,香港首座面向公众的加氢站——中国石化香港凹头加氢站正式建成,每日加氢能力达到1000公斤,投用后可为公共巴士、食环车辆、私家车等提供全天候加氢服务,助力香港绿色能源转型。

据悉,中国石化香港凹头加氢站位于新界元朗锦田路17号,是集“油气氢电服”于一体的综合能源站,加氢速度较快,加满一辆中小型车辆最快5分钟,双层巴士最快10分钟。与加汽油相比,加氢成本更低,也更加环保。目前,香港凹头加氢站的氢气来源为中国石化在大湾区的氢气生产企业。未来,该站还将逐步探索通过站内制氢、绿电制绿氢等方式扩展氢气供应,并通过设备升级,将加氢能力提高至2000公斤/日。

中国石化股份有限公司副总裁、销售公司董事长李玉杏在致辞中表示,作为国家能源供应主力军,中国石化近年来在“双碳”目标指引下持续推进能源绿色转型,积极引导终端消费市场布局新能源加注方式,不断优化能源结构,实现绿色低碳高质量发展。中国石化将继续发挥氢能产业优势,扎实做好香港氢能保障供应,助力香港实现“碳中和”目标和清新空气蓝天愿景,为香港清洁能源事业作出更大贡献。

近年来,中国石化充分发挥氢能产业优势,在香港积极探索实现制氢、运氢、储氢、加氢一体化的氢能产业链,布局氢能更多领域的应用。此外,中国石化香港公司还积极推进PIT(充电品牌Power in Time)充电网络布局,加快更多传统加油站向综合加能站的转变,为车主提供更多元的加能服务,打造多场景运用的绿色低碳能源生态圈。

## 云南首套自主研发储能并网检测装置投用

本报讯 近日,由南方电网云南电力试验研究院(集团)研发的储能并网检测装置在寻甸县苏撒坡风电场完成首次测试并取得圆满成功,这意味着云南省首套自主研发的储能并网检测装置正式投入使用。

据了解,储能装置或储能电站作为新型电力系统的重要组成部分,可以为电网运行提供调频、调压、调峰等主动支撑能力,在保障电网安全稳定、促进新能源消纳等方面发挥着重要作用。近年来,随着云南大规模新能源电力并网,储能装置或储能电站的并网安全检测成为关键环节,储能并网检测技术在保障储能装置或储能电站并网后安全可靠运行方面将发挥重要作用。

目前,南方电网云南电力试验研究院(集团)已与云南省内多家风光储一体化项目达成合作协议,并计划开展多家发电企业储能并网检测项目,将以点带面形成云南省储能并网检测示范效应。(周芳 伍阳阳 刘慧萍)

## 全面电动化浪潮推动电池行业回暖

■本报记者 姚美娇

去年以来,锂电池行业因前期投资产能逐步释放,整体处于供过于求状态,导致产能利用率有所下滑。今年,在经历上半年颓势后,行业逐步呈现回暖趋势。宁德时代、国轩高科等多家电池企业日前纷纷表示,第三季度公司排产情况正常,且订单呈增长态势,产能利用率稳中有升。

在业内人士看来,随着下游储能、新能源汽车、低空经济等多领域需求进一步增长,海外市场布局提速,当前,电池企业正迎来更加广阔的发展空间和市场机遇。

## ■ 排产稳中有进

根据高工产研锂电研究所数据,今年前三季度,我国锂电池出货量达786吉瓦时,同比增长30%。第三季度以来,多家电池企业排产稳中有进,订单呈增长态势,出货量及产能利用率实现提升。

蜂巢能源日前表示,其盐城基地进入满产状态,八条短刀产线开足马力,全力投

入生产。据悉,此次基地生产主要为满足来自长城、吉利、Stellantis等客户不断追加的订单需求。数据显示,蜂巢能源第四季度整车订单达22万辆,相比第三季度增长83%;同时,第四季度总订单量也攀升至12.66吉瓦时,环比增长91%。

宁德时代在业绩说明会上表示,公司产能利用率持续提升,第三季度产能利用率已经饱和,相比第二季度提升超10个百分点。根据半年报数据,该公司在建产能有所增加。目前看来,第四季度产能利用率同样维持在较高水平。前三季度,宁德时代整体销量接近330吉瓦时,其中第三季度销量比第二季度提升15%以上。

国轩高科也提到,公司在手订单充足,整体排产情况良好,第四季度排产环比呈增长趋势。

据了解,需求增速、产能和库存周期是影响锂电产业链本面的核心因素。在受访人士看来,当前,电池企业排产积极性提升,积极信号涌现,主要得益于下游需求增加、企业海外布局加速以及供应链稳步恢

复为电池企业进一步提供增长空间。“需求端高速增长,明显缩短了行业下行周期持续时间。”一位锂电行业分析师在接受《中国能源报》记者采访时说。

## ■ 多领域并举

有业内人士表示,随着全面电动化需求浮现,电池行业正迎来一轮增长浪潮,推动整体行情回升。

值得注意的是,储能业务已成为多数电池企业除车用动力电池外的第二大增长引擎。国轩高科提到,今年前三季度,储能出货占比约35%,储能产品已出口到欧洲、非洲、美洲、亚太等地区。第三季度以来,该公司在国内外市场拿下多个储能订单,包括8月与大唐唐山新能源、河北林海科技集团建设合计1吉瓦时储能电站等。

无独有偶,从电池出货结构来看,宁德时代第三季度储能电池的占比也从20%提升到25%,比动力电池需求增长更

旺盛。另外,亿纬锂能前三季度储能电池出货量达35.73吉瓦时,同比增长115.57%,而动力电池前三季度出货量增速不到5%。

与此同时,电池企业也在积极布局其他细分市场,如低空经济、两轮车、电动船舶等。以低空经济为例,截至目前,多家电池企业入局该赛道并推出相关产品。根据中国民航局数据预测,到2025年,我国低空经济市场规模将达到1.5万亿元,到2035年有望达到3.5万亿元。

“低空经济潜在规模庞大,电池企业通过开拓这一新兴市场寻求新赛道和差异化竞争发展,有助于消化现有产能,缓解竞争压力。为后续市场扩张奠定基础。”上述行业分析师表示。

厦门大学中国能源政策研究院副教授吴微认为,虽然当前锂电池的主要应用场景仍然是车用动力电池和储能电池,但从长远来看,锂电池需求将更加多样化,低空领域、电动重卡、商用车有望成为推动电池企业发展的新动能。

## ■ 锂盐供需有望改善

值得一提的是,终端需求向好,电池企业排产回暖,也一定程度上为稳定锂价起到积极作用。近日,碳酸锂价格重回8万元/吨,上海钢联发布的数据显示,11月14日,电池级碳酸锂均价报8.20万元/吨。

有观点认为,在多重因素支撑下,短期内碳酸锂价格有望保持稳定,并存在一定上涨空间。

针对锂盐供需走势,吴微指出,相比于制造环节,锂盐开采环节投资周期更长。2023年以来,锂电池产能加速释放,市场供过于求,抑制电池产能投资;但由于锂盐产能释放周期更长,目前大量新增产能是基于2021至2022年的高锂价而做出的投资决定,预计2025年前期锂盐产能释放完毕后,锂盐价格会重新实现再平衡。

“供给侧产能释放的高峰期已经结束,据不完全统计,2025年下半年起,暂时没有明确投产的大型项目。从需求侧分析,新能源汽车、储能等领域预计仍保持较高增速,供大于求局面或在2026年改善。碳酸锂价格将在2026年迎来修复周期。”上述行业分析师表示。

在受访人士看来,未来在下游需求进一步增长和上游原材料价格逐步企稳回升的情况下,优质产能利用率有望进一步提升,电池企业将迎来更多发展机遇。