

国内首个氢燃料电池整车极限火烧试验完成

氢能汽车安全性提升再添新抓手

■本报记者 赵琼

近日，中国汽车工程研究院股份有限公司（以下简称“中国汽研”）宣布，已成功完成国内首个氢燃料电池整车极限火烧试验。中国汽研通过氢能部件—系统—整车多层级极限火烧试验，辅助提升氢燃料电池汽车的安全设计，着力完善氢安全检测认证，助力开展车用氢能安全测评技术研究和标准体系建设，让公众消除疑虑，不再谈“氢”色变。

● 氢车逐步进入日常生活

国家发改委、国家能源局联合印发的《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》提出，到2025年，燃料电池车保有量达5万辆。根据中国汽车工业协会最新发布的数据，2023年，燃料电池汽车产销量分别约为5600辆和5800辆，同比分别增长55.3%、72.0%。自2021年我国五部委共同启动燃料电池汽车城市群商业示范以来，车辆推广规模快速提升，应用场景不断丰富，示范运行覆盖了城市、物流、运输、工程、港口、园区等多元场景。

纵观全球，现代Nexo、丰田Mirai等车型已成为畅销的氢燃料电池车型。目前，国内氢燃料电池汽车示范以商用车为主，但乘用车的商业化运营也正逐渐起步，氢燃料电池汽车正逐渐进入日常生活。

2022年底，我国首款全功率燃料电池乘用车——“东风氢舟”在广东省佛山市开展示范运营，与此同时，上汽大通首批80辆氢能源网约车作为上海网约车平台指定商务车型投放上海街头。

另外，10台启辰大V氢境在花都开展36个月的示范运营，涵盖园区摆渡车、公务用车等多种方式，后续将覆盖机场、高铁站等核心区域，并进一步推广到广州市区，预计3月后将上线打车平台，未来还将逐步向私人用户开放。



氢燃料电池整车极限火烧试验过程中。中国汽研/供图

不过，在燃料电池汽车蓬勃发展的背后，公众仍然质疑其安全性。作为“制储运加用”中的关键一环，氢燃料电池汽车的安全性不容忽视。《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》中明确提出：氢能产业发展要以安全为先，把安全作为内在要求，建立健全氢能安全监管制度和标准规范，强化对氢能全产业链重大安全风险的预防和管控，提升全过程安全管理水平，确保氢能利用安全可控。

● 高压储氢瓶是关注重点

根据燃料电池汽车的设计，需要氢气和氧气在燃料电池堆里进行电化学反应。

对此，全国气瓶标委会车用高压燃料气瓶分标委员袁奕奕指出，只有在氢气和氧气混合后达到爆炸极限，外界再提供点火能量，才会发生燃烧和爆炸。氢气如果只是储存在瓶子里，没有与其他气体接触，就不存在爆炸的可能性。

“氢气是易燃易爆气体，这是大家对它的普遍印象，但其实氢气很安全。”一位从事储氢材料研究的行业人士在接受《中国能源报》记者采访时表示，正常情况下氢气储运很安全，因此需要考虑氢燃料电池汽车在碰撞、燃烧等极端情况下的安全性。

此次中国汽研通过试验模拟火灾工况，从氢燃料电池汽车火灾场景下主被动

安全措施响应正确性与及时性、燃烧规律及速度、泄漏扩散特性、泄放风险等多个维度综合评定氢能整车火灾安全可靠性。中国汽研指出，如何提升实火下车载氢系统可靠性、防范车辆运行中氢泄漏两大特性安全问题更是亟需突破的难点。

作为车载高压供氢系统的核心部件，储氢瓶对保障燃料电池汽车安全性至关重要。据悉，启辰大V氢境的储氢罐碰撞安全防护达到70MPa。在保障储氢瓶安全性方面，国家标准《车用高压储氢气瓶组合阀门》（GB/T 42536—2023）已在去年发布。而在国家标准化管理委员会刚印发的《2024年国家标准化项目指南》中，高压储氢容器也在名单之列。

上述行业人士更是指出，如果用储氢材料代替高压气瓶进行储氢，将极大提高燃料电池汽车的安全性。

● 完善认证准则及规范标准

目前，国内外对于氢安全的研究主要以仿真模拟为主，相关试验较少，基于氢燃料电池汽车各个工况下可能导致的泄漏、点火等测试方法与技术的研究更是甚少。

在此背景下，中国汽研设计规划并联合多方专家针对氢燃料电池汽车极限火烧试验方案进行多次研讨。一位了解此次试验的行业人士告诉记者，中国汽研此次试验的核心目的，就是要解决氢燃料电池汽车安全性方面的关键问题。

车夫咨询合伙人曹广平在接受《中国能源报》记者采访时表示，应科学宣传氢气的扩散特点、爆炸极限、点火能量、泄漏检测以及排除措施等，逐步打消用户对氢能汽车安全性的顾虑。

曹广平也提到，氢能汽车在设计上与油车、电车不同，更需要科学规范设计车辆。而从“制储运加用”全产业链环节来看，也需要全面防范。除了氢燃料电池汽车，氢内燃机汽车在发展中也需要注重安全。记者了解到，中国汽研后续将分析整理火烧试验数据，为氢燃料电池汽车的安全设计、整车预响应及时性、风险防控和应急救援提供可参考的认证准则及规范标准。

早在2022年11月，针对氢燃料电池汽车的火灾事故风险，中国汽研就开展了国内首次实火下车载氢系统火烧试验安全测评技术研究，探究实火等极限工况下车载氢系统可靠性。试验完成后，中国汽研助力完善氢安全标准体系建设，完成相关认证准则一项、团标立项一项。

氢能船舶推广难题待解

■本报实习记者 杨沐若

氢燃料电池被视为有较好应用前景的零排放船舶。目前，全球范围内，许多国家都在推进氢燃料电池船舶的应用试点。不过，虽然氢燃料电池技术本身已经商业化，但在船舶应用方面还需要进一步开发技术和制定标准。

● 和车载电池一脉相承

近日，日本工业机械制造商洋马公司的船用氢燃料电池系统通过了日本海事协会的基本技术认证，未来将进一步加强商业化推广。

据了解，洋马公司近年来一直致力于开展燃料电池船舶的实证试验，并研究船舶供氢方法。此前，洋马公司曾推出配备船用氢燃料电池系统和高压储氢罐的原型船，该船长约12米，宽3米，最高航速约为40.7公里/小时。原型船使用的氢燃料电池系统和储氢罐源自丰田汽车公司的MIRAI氢燃料电池车。

公开资料显示，洋马公司的原型船针对有关安全规定和船上可用空间，对车载燃料电池的组件布局和冷却系统进行了改造。原本冷却池的风冷式热交换器改装为利用海水、尺寸更小、冷却效果更好的水冷式热交换器。此外，燃料电池系统还包括锂电池、逆变器和调度整个系统的电源管理系统。与车辆在平坦路面上行驶时所需的稳定输出功率不同，船舶的推进负荷会根据海况和航行条件快速波动。对此，试验船通过对锂电池进行充放电来调节输出功率，并通过限制电机转速来降低推进负荷，从而确保航行稳定。

为确保氢燃料电池船续航时间，原型船每侧配备了四个并联的高压储氢罐，罐中可注入70兆帕高压氢气。同时，为适应商业移动加氢站，原型船可连接多条高压氢气加注管线，并将氢燃料电池车的加注口、高压氢气管道和紧急断装置整合成为氢气加注中继系统。预计洋马公司的整套燃料电池系统将优先应用于加氢更方便、沿海航行的客船、工作船和货船。

● 安全性应受重视

有分析人士指出，氢能船舶的技术路线并不唯一，除氢燃料电池外，燃烧氢气与其他燃料混合物的内燃机也有应用，但相比之下，最环保的利用方式还是燃料电池，并且直接使用氢气也可以减少从氢气到其他燃料转换过程中的能量损失。不过，从内燃机到燃料电池，替代设计不仅要求开发者在技术方面付出巨大努力，同时针对氢气在应

用中可能发生的风险，也必须积极展示所开发项目的安全性。

氢作为燃料从陆地应用到海洋并非易事，分析人士指出，船舶航行可能涉及不同机构的认证和监管，未来氢能应用于远洋航行还会涉及不同国家的法律和标准。“目前有太多知识空白，无法起草准则，但（有关机构）了解得越多，就越可能改变现有状况。正因如此才需要开发者积极展现氢燃料电池的安全性和技术特点，只有这样我们才能更有效地指导准则制定，从而推进项目落地推广。”

此外，日本海上技术研究所环境动力系长平田宏一认为，推广氢燃料电池船，氢气供给基础设施设备也很重要。不仅要推进制氢供氢体系建设，也有必要加强更多车载氢燃料电池技术向船舶转移。同时，与汽车不同，船用燃料电池系统需要高负荷连续运转，因此耐久性是一个重要问题。另外，和以往的柴油推进船相比，燃料电池系统和电推进系统成本较高。“如何让这一高输出功率的动力系统廉价化，将成为氢燃料电池船普及的关键。”

● 多国正进行开发验证

客轮行业发达的欧洲对氢燃料电池船的开发需求正日益增长，因此，已有多个欧洲国家开始进行氢燃料电池船舶的试点应用。挪威政府针对峡湾景点就制定了“到2026年在此运营的游轮和渡轮实现零排放”的目标，并支持开展一系列的氢燃料电池船开发和试点项目。挪威峡湾地区正对用于运送货物和液态氢的氢燃料电池船进行通航验证测试，该船配备了聚合物电解质燃料电池和蓄电池。此外，欧洲一些国家也正考虑在船舶上应用固体氧化物燃料电池，这种电池可以在高温条件下以高效率运行，还能适用包括碳基燃料在内的多种燃料，将其在电池内部转化为氢，具有高灵活性，并能有效利用高温余热来提升整体热效率。德国开发的MS Forester燃料电池推进船就配备了固体氧化物燃料电池。

除洋马公司外，日本邮船、东芝能源系统、川崎重工等公司也宣布联合开发高功率燃料电池船示范项目。项目于2023年开始建造船体主体和氢气供应系统，预计2024年在日本横滨沿岸开始试点运营，该船预计总重约150吨，可载客100人。

我国也较早开始了在氢能船舶方面的探索。2019年，中国船舶集团就发布了500千瓦级船用燃料电池系统解决方案。2023年，三峡集团宣布，我国首艘氢燃料电池船“三峡氢舟1号”在广东省中山市下水，该船功率500千瓦，配备锂电池，航速可达28公里/小时。



洋马公司配备船用燃料电池系统的原型船。

作为发展新能源汽车、储能电池等领域的关键元素，锂一直有着“白色石油”的美誉，对实现碳中和目标具有重要意义。业内人士指出，在全球向低碳经济转型和汽车电动化的背景下，锂资源的战略地位日益凸显，进一步加大锂矿勘探和开发、保障锂资源供应至关重要。

● 企业逆势买矿

碳酸锂是锂电池等领域的重要原材料，近年来，受供需影响，碳酸锂价格大幅波动，从2020年10月的不足4万元/吨，一度涨至2022年底的60万元/吨，此后又下跌至不足10万元/吨，给整个行业带来巨大冲击。

值得注意的是，此前，碳酸锂价格暴涨、市场供不应求，全球掀起了旷日持久的锂矿争夺战。如今，锂价已从高位回落，业内对于资源端的热情却并未消退，部分企业仍在逆势买矿，电池厂商、车企也在跟进布局锂矿。

例如，锂盐龙头赣锋锂业1月17日发布公告称，全资子公司赣锋国际有限公司（以下简称“赣锋国际”）拟向Leo Lithium收购Mali Lithium股权，叠加此前已取得的股权，赣锋国际在前述交易完成后将间接掌握非洲马里Goulamina锂辉石项目不超过60%的权益，公司锂资源供应得到进一步保障。

另外，金圆股份近期也在互动平台上提到，公司海外团队正在积极对接并寻找优质锂矿。另据外媒消息，比亚迪驻南美洲国家董事长亚历山大·巴尔迪尼称，公司已经与巴西锂生产商Sigma Lithium就供应协议、合资或收购进行了讨论。

● 长期稳定供应更重要

在业内人士看来，锂资源争夺战热度不减，反映出当前“资源为王”依然是锂行业的主流逻辑。对企业而言，比起一时的价格起伏，长期稳定的锂资源供应更为重要。

上海钢联新能源事业部锂业分析师郑晓强在接受《中国能源报》记者采访时表示：“由于矿端价格会随着碳酸锂价格上升，因此，虽然我国碳酸锂生产企业此前在产业上升期间享受到了部分价格红利，但利润其实并不可观。并且，在市场下行期间，部分锂盐厂家由于之前定价模式原因，也会面对‘高价收矿，低价卖货’的处境。”

在清晖智库首席经济学家宋清晖看来，锂价下行周期下，锂企仍然选择逆势买矿，

锂资源争夺战持续加码

■本报记者 姚美娟

一方面是为了“备战”新的周期轮回，另一方面则是为了组建“一体化供应链”，以期获得更大的利润空间。

厦门大学中国能源政策研究院助理教授吴微认为，锂电产业链企业在目前锂价较低的情况下布局锂资源，可以提升长期锂资源供应的稳定性。“虽然碳酸锂价格已大幅下跌，但不能忽视锂资源需求的长期增长。在新能源汽车与锂电储能增长驱动下，预计到2030年，全球锂资源需求量将较2023年增长200%以上。未来锂资源很有可能再次出现短缺。”

针对今年锂资源市场供需走势，吴微预计，上半年市场将保持供需平衡的状态，锂价也已经到达底部成本区间，进一步下跌空间有限；而下半年，受新增产能下降与需求上升的影响，锂资源供应有可能重新趋紧，锂价也将重新回升。

● 战略意义愈发凸显

据了解，在新能源汽车领域，三元锂电池、磷酸铁锂电池两大主流电池技术路线都离不开锂元素。此外，锂电池组作为一种高效、可靠的储能设备，也被广泛应用于太阳能和风能等可再生能源系统中。在此背景下，锂作为能源金属的战略意义愈发凸显。

郑晓强指出，对国家和企业来说，掌握锂资源的定价权很重要。“单纯买矿在锂盐价格下行时期的确可以获得部分利润，但是在之后产业上行阶段，矿端价格快速上升会造成企业成本攀升，自有矿企业则可减少这部分成本变动的风险。”

在受访人士看来，锂是支撑全球能源转型的重要战略资源，锂供应安全将是未来能源安全的重要构成。“全球锂资源主要集中在南美与澳大利亚。中国锂资源储量占全球的比重仅为7%，但锂盐产量却占70%。”吴微说。

针对如何进一步提升锂资源供应保障能力，吴微给出四方面建议：“第一，未来应该进一步完善资源布局，借助锂价较低的有利时机，加快海外锂资源投资并购；第二，加快国内锂资源勘探与开发；第三，建立锂电材料循环利用体系，长期来看，回收锂资源将有可能成为锂供应的重要来源；第四，建立锂资源储备体系。在未来的能源系统中，锂资源的地位可能取代石油的地位，可以参考战略石油储备体系的建设，建立锂资源储备体系，并配套建立收储与释放机制，保障锂市场的供需平衡。”