

氢电 eVTOL 创纪录飞行， 氢动航空商用仍存多重障碍

■ 何铭亮

首次由液氢驱动的垂直起降航空器 (eVTOL) 完成飞行试验，美国低空经济巨头 Joby 再获突破。

近日，美国 eVTOL 巨头 Joby 宣布，该公司首架氢电驱动的“空中出租车”演示机已完成创纪录的 841 公里（523 英里）飞行，着陆时依然剩余 10% 的氢燃料负载。

氢动航空以往集中于民航支线客机领域，国外多家氢能初创公司都踏上了将支线客机改装为氢电驱动的道路，如今则延伸到载人 eVTOL 领域，这种新型动力又是否适合现阶段载人 eVTOL 发展？

氢电 eVTOL 是否可行

与 Joby 本身的拳头产品纯电 eVTOL 相比，该款氢动航空器采用了相同的机身和整体架构，配备由 Joby 设计和制造的液氢燃料箱，可储存多达 40 公斤的液氢。

Joby 创始人兼首席执行官 Joe Ben Bevirt 表示，其将纯电 eVTOL 上的绝大部分设计、测试和认证工作都延续到了氢电飞行当中，未来公司的氢电 eVTOL 有望能与目前的纯电 eVTOL 一起适用相同的起降点、运营团队及 ElevateOS 软件，以帮助快速实现商业化。

“想象一下，无需前往机场便可以从旧金山飞往圣地亚哥、从波士顿飞往巴尔的摩或从纳什维尔飞往新奥尔良，而且除了水之外没有任何排放。这个世

界比以往任何时候都更接近现实”，Joe Ben 表示。

而不只是 Joby，国外已有数家载人 eVTOL 企业在尝试氢动方向。比如澳大利亚 AMSL Aero 公司推出的 5 座氢燃料电池 eVTOL 航空器 Vertiia，采用 8 个倾转旋翼，最大航程 1000 公里；瑞士 Sirius Aviation 发布的氢动力 eVTOL 航空器 Sirius Jet，包括 3 座和 5 座两个型号，采用氢燃料电池和涵道风扇推进系统。

7 月 19 日，有国内 eVTOL 厂商高管对时代财经表示，目前载人 eVTOL 市场还是纯电为主，氢动 eVTOL 具备商业可行性，但其对是否适应目前的应用场景则不予置评。同日，有业内人士对时代财经表示，氢能航空具备热值高、效率高特点，但性能上的优势仍需技术继续发展才能体现。

其中一个制约障碍，即为氢燃料电池的功率密度。

中金在今年 4 月一份研报中指出，eVTOL 对于电池包能量密度和峰值功率密度的理想要求分别为 400-500Wh/kg 和 1.5-2.0kW/kg，而氢燃料电池尽管能量密度能达到 600Wh/kg-1000Wh/kg，但功率密度只能达到 600W/kg，远低于 eVTOL 对于峰值功率密度要求。

中金表示，氢燃料电池能量密度高、充能速度快、转换效率高、容量大等优点，但短期内，氢燃料电池在功率密度上难以快速提升，而锂离子电池具有较高的

功率密度，可以在起飞、降落、悬停等高功率需求阶段释放能量。

中国航空工业发展中心总师助理、高级工程师纪宇晗曾在文章中指出，使用氢燃料电池的 eVTOL 企业必须认真考虑一个问题，那就是储氢罐+氢燃料电池的能源方案与锂电池相比能否形成足够的竞争优势，氢燃料电池对于 10 座以上的公务机和支线飞机来说是一个合适的选择，但未必适合尺寸更小且任务航程更短的垂直起降航空器。

氢能航空离我们还有多远

值得注意的是，Joby 此次 eVTOL 的氢电飞行，并非氢能在航空器中的首次应用，氢能在民航支线客机领域的发展，全球范围内已有多家公司布局和应用。

2024 年 7 月 2 日，美国氢能航空初创公司 ZeroAvia 宣布，已获得美利坚航空公司新增股权投资，同时获得 100 架氢电发动机的有条件订单。公司官网显示，其累计已获得全球航司近 2000 台发动机预订单。

2023 年 9 月，美国环球氢能公司宣布，其改装飞机总订单达到 250 架，均为以氢燃料电池和电动机替代支线客机上的传统发动机。

全球飞机制造双雄之一空中客车，则在 2020 年推出 ZEROe 概念飞机，旨在 2035 年将世界首款氢动力民用飞机推向市场。

2024 年年初，空客还与挪威航空管理局 (Avinor)、北欧航空、瑞典机场建设集团 Swedavia 公司以及瑞典大瀑布电力公司 (Vattenfall) 签署谅解备忘录，共同研究在瑞典和挪威机场建设氢能基础设施的可行性。这项工作还将确定在两国选择哪些机场率先为运营氢动力飞机进行改造，以及相应的监管框架。

而传统航空发动机巨头之一的罗尔斯·罗伊斯公司 (以下简称“罗罗”)，近年也在开展研究氢内燃机技术。2023 年 10 月，罗罗宣布，与相关机构合作对一项关键氢发动机技术进行了验证，其设计的先进燃料喷嘴能逐步混合空气与氢气，管理燃料反应。易捷航空则斥资为罗罗的窄体飞机氢内燃机技术的研发提供支持。

与之相对的是，中国国内支线航司方面目前尚未有公开的氢能电推的改装订单。7 月 19 日，时代财经向国内一家规模较大的支线航空询问氢动航空方面进展，截至发稿并未获得回应。

国内氢动客机制造方面，2023 年 9 月，国产大飞机制造商中国商飞展示了国内新一代氢能技术验证机“灵雀 M”航模，据当时媒体报道，“灵雀 M”原型机拟进行试飞，距离实现商用化仍需要较长时间。

今年 1 月 29 日，由中国工程院院士、辽宁通用航空研究院首席科学家杨凤田主持研制的四座氢内燃飞机 RX4HE 原型

机 (120kW) 在沈阳成功首飞，其动力系统开发与标定工作则由北京理工大学机械与车辆学院孙柏刚教授团队参与。

7 月 19 日，有业内人士对时代财经表示，国内支线市场偏少，发展氢能航空缺少直接的驱动力。同日，有民航专家在接受时代财经采访时表示，氢能在航空应用上还有很多技术瓶颈，“改装只是实验阶段，和商用相差很远，从改装成功到真正商用，仍要解决安全、能量密度等问题”。至于改装订单方面，其则认为这类订单更多是出于融资需要。

2023 年 10 月，四部门联合发布的《绿色航空制造业发展纲要 (2023—2035 年)》提出“截至 2025 年，完成电动垂直起降航空器 (eVTOL) 实现试点运行、氢能飞机关键技术完成可行性验证”的发展目标，并强调要“积极布局氢能航空等新赛道”。

不过，美国环球氢能公司的破产为资本热捧的氢能航空赛道“浇了一盆冷水”。

据《西雅图时报》报道，美国环球氢能公司已于 2024 年 6 月末因无法及时完成融资、现金流难以以为继而宣布破产。过去 5 年，美国环球氢能公司曾至少获得来自空客风投 Airbus Ventures、GE 航空 (GE Aviation)、丰田风投 Toyota AI Ventures、捷蓝风投 JetBlue Technology Ventures 和腾讯等机构累计 8500 万美元的融资。■

(文章来源：时代财经)

国家能源集团决胜保供大考

入夏以来，全国各地持续高温。国家能源集团坚决扛起能源保供重任，深化塑造“511”（煤炭月产 5000 万吨、发电量月均 1000 亿千瓦时、一体化出区调运量日均 100 万吨）能源保供名片，对迎峰度夏能源保供工作、汛期保能源保发电运营保安全工作进行安排部署，逐级制定迎峰度夏能源保供专项工作方案，确保煤炭电力持续稳定供应，为全国经济社会发展提供坚实保障。

骄阳似火，在国家能源集团保供主阵地上，一片片繁忙的景象映入眼帘——百米井下，采煤机滚筒飞速旋转；能源大通道上，一辆辆重载列车呼啸而过，川流不息；在轰鸣的火力发电厂中，熊熊燃烧着不息的能源之火，错综复杂的管道网络中奔腾而过的高温高压蒸汽，驱动着发电机转子飞速旋转……

挖潜增效，煤炭稳产保供

在神东煤炭补连塔煤矿综采工作面，采煤机滚筒运转，源源不绝的乌金涌入输煤皮带，每天有 4.5 万吨原煤送到全国各地。

与此同时，在准能集团黑岱沟露天煤矿生产现场，采掘队员工刘国庆也在聚精会神操作着电铲车。入夏以来，该矿通过优化生产组织，创新采用剥离双环运输、采剥运输双通道、内排搭桥等措施，有效压缩运距，大大提升了生产运输效率。

为做好迎峰度夏时期能源保供煤炭供应，国家能源集团自产煤单位全力做好兜底保障工作，合理安排采掘（剥离）接续，优化生产作业组织，确保自产煤保持月均 5000 万吨峰值水平；加快推动煤炭储备、产能核增以及有关复工复产等工作，外购煤单位加强供应端协调力度，深挖资源潜力，提升抵御市场震荡

能力。

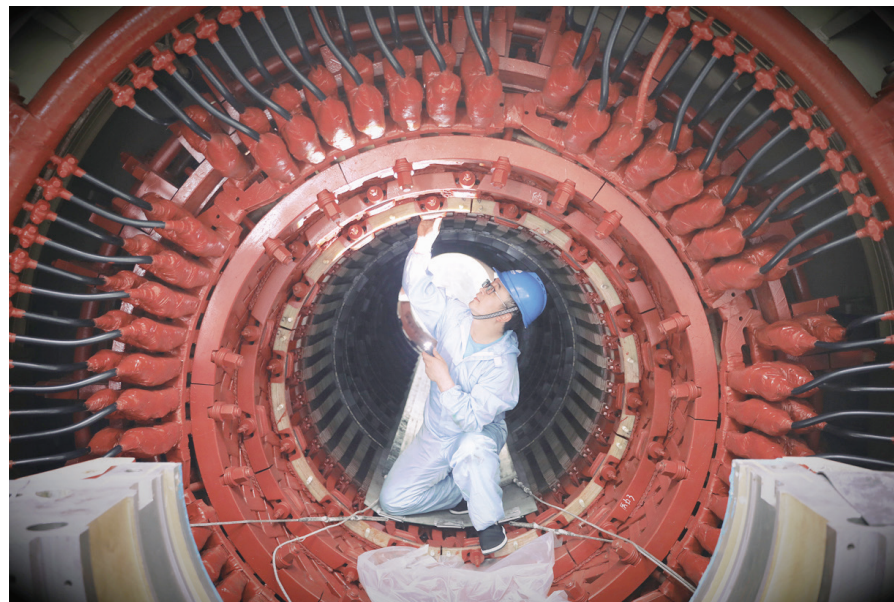
6 月 1 日至 7 月 18 日，集团煤炭销量 10119.4 万吨，自产煤产量 9978.1 万吨，同比增长 0.4%；一体化出区调运量日均 95.1 万吨，同比增加 0.4%，疆煤出区量 302.9 万吨，同比增加 58.3%。

全力出击，电力满发满超

电力稳定供应，是迎峰度夏能源保供的重中之重。在浙江北仑电厂码头，卸船机满负荷运行，源源不断的电煤沿着卸船机皮带运往封闭煤场。监盘人员在百万机组集控室中进行精细化调整运行参数，巡检人员在高温保供期间增设一轮巡检，加强安全隐患排查。截至 7 月 19 日，浙江公司北仑电厂月累计发电量达 180.5 亿千瓦时，日均 10.1 亿千瓦时，日发电量屡次刷新入夏以来日发电量纪录。

国能锦界公司 6 台火电机组“齐头并进”，抢发电量，汽机房室内温度高达 42 摄氏度，运行巡检人员正在挥汗如雨地进行日常巡回检查工作。作为国家“西电东送”北通道项目重要启动电源点，在迎峰度夏的关键时期，国能锦界公司全力以赴保供河北南网，应对河北南网新的变化和要求，成立专项工作组，当班各值保证机组高负荷边界运行，争取多发、满发。依照“早检查、早发现、早处理”的原则，该公司对设备进行“横向到边、纵向到底”特巡特护，确保设备稳定运行。“我们厂年发电 200 亿千瓦时，可满足 5400 万家庭一年的用电量。”国能锦界公司运行一部相关人员介绍。

针对可能出现电力缺口省区、极端天气覆盖地区，以及重特大城市等区域，国家能源集团坚持“一城一策”“一厂一策”“一矿一策”，各电力企业提前



备足燃煤库存，确保存煤可用天数不低于 20 天；增强风险防范意识，落实主体责任、细化应急预案、加强资源组织，避免因缺煤导致能源保供不到位等事件；积极调整库存结构，增强库存保障能力，同时加强设备运行管理，全力提高设备可靠性和机组负荷率，坚决杜绝非停、限出力等事件，坚决保障电力机组运行稳定。

国家能源集团光伏、水电、风电等清洁能源也为今年的迎峰度夏能源保供提供了强劲力量。6 月 30 日，新能源装机规模就突破了 1 亿千瓦。

国能绍直流配套光伏基地项目是国家第二批“沙戈荒”大型风电光伏基地之一，日发电量可达 500 万千瓦时；黄河流域在建海拔最高、装机最大的水电工程——青海公司玛尔挡水电站，已投产的两台机组日发电量可达 1450 万千瓦时，机组全部投产后，年发电量可达 73 亿千瓦时；全球超高海拔地区已建成投产最大风电项目——西藏公司那曲色

尼区欧玛亭嘎 100 兆瓦风电项目，日发电量最高达 112 万千瓦时……

6 月 1 日至 7 月 18 日，国家能源集团发电量达 1658 亿千瓦时，其中，新能源发电量达 208 亿千瓦时，同比增长 19.4%，水电发电量 162 亿千瓦时，同比增长 66.7%。

有条不紊，运输协同高效

包神铁路巴图塔站，地处蒙陕交界处，是神东矿区外送主要出口，每年有 8000 万吨煤炭从这里运出，素有能源保供“最先一公里”之称。这个本就繁忙的车站，在能源保供时期愈发透着紧张和忙碌。“最近作业任务重、生产节奏快，天窗点我们基本上是凌晨 3 点多就起床了，要检修两公里内约 110 个接触网设备、40 多个回流线设备，每一次的巡检都必须细致入微。”该站供电工区员工温强说道。就在 7 月 16 日早上 9 点，刚完成完天窗点的巡检任务，顾不上休息，温强他们又参与到 10 千伏贯通线检查，确

保沿线通信基站、中继站、隧道照明及车站其他设备设施系统电力供应。

朔黄铁路神池南站，是国家能源集团铁路运输板块海拔位置最高、线路总里程最长、设备数量最多、车流量最大的车站，日均百万吨的煤炭从神池南站出发，穿行晋北高原，越过太行山脉，一路奔驰抵达位于渤海之滨的黄骅港站。作为集团能源运输至关重要的咽喉车站，该公司为设备量身定制“健康计划”，定期开展“安全体检”，保障设备安全稳定，列车高位运行。

为确保运输大动脉高效畅通，国家能源集团最大化发挥多运输方式综合效能，加强协同组织和科学调配，聚焦重点流向增运、国铁运力对接，高效衔接煤炭生产与销售，确保能源运输大通道高效畅通。铁路单位紧盯盯装车计划，多方协调车流调配，全面做好站车组织、机列衔接、车流接续等工作，最大化组织机车上线；持续高效组织卸车、堆存和装船等工作，合理调整港口场存结构有效降低场存，留足运行弹性；加快“海鲸”系列货船交付进度，武装自有船“力量”，提升运输保障能力，将源源不断的乌金输送于大江南北。

6 月 1 日至 7 月 18 日，铁路运量 7192.7 万吨；港口进港量 3831.8 万吨，同比增长 48%；港口出港量 3858.3 万吨，同比增长 3.3%；船舶运输量 3937.5 万吨，同比增长 12.4%。

作为能源骨干央企，国家能源集团以“时时放心不下”的责任感，将保供职责落实到位、将安全生产部署到位、将重点保障安排到位，克服极端天气等多重因素的影响，坚持以煤炭保能源安全、以煤电保电力稳定、以一体化保高位运行，确保迎峰度夏万无一失。■

(文章来源：国家能源投资集团有限责任公司)