

供应安全 价格便宜 绿色环保

以储能创新推进能源变革

欧阳明高

中国能源结构正在发生革命性变化。相关数据表明，截至2022年底，中国可再生能源装机达12.13亿千瓦，历史性超过全国煤电装机；截至今年4月底，中国风电装机3.8亿千瓦，光伏发电装机4.4亿千瓦，风

电、光伏发电总装机达到8.2亿千瓦，占全国发电装机的30.9%，约为36个三峡电站的总装机容量。

历史告诉我们，每次能源革命都是先发明了新动力装置和交通工具，进而带动对新能源的开发利用并引发

工业革命。我们有理由相信，以可再生能源为基础、电和氢为能源载体，以电池（光伏、锂离子、氢燃料）为动力、电动车为交通工具，以“绿色”和“智能”为特征的新的工业革命正加速到来。

量1045万辆，占比近八成。如果这些汽车都参与进来，与充电桩、电网有机融合与协同，能够形成巨大的“电力海绵”网络，实现大规模、跨时空、低成本和高安全性的灵活储能。

制氢储能具有存储优势

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，具有能量密度大、零污染、零碳排等优点。氢能是把太阳能、风能等清洁能源发出的电能，或夜间电网的过剩电能，通过电解水制取氢气，用储氢罐存储。需要的时候，利用燃料电池或氢燃气轮机发电返回电网的一种储能方式。它是电站调峰的有效方式，可以有效助力新能源并网，缓解区域能源分配不均问题。目前，我国目前在建和筹建一批风电、光伏制氢项目，该领域市场前景广阔。

氢储能是一种非常非常重要的长周期、

大规模储能方式，其发展关键在于继续降低储能成本。与电池直接储能相比，氢能储能经济性看起来并不好，因为氢要用电解水制成，效率大打折扣。但是我们计算的是储能全链条的经济性，包括制备、储存、运输、加气、使用等环节，成本远远小于电池储能成本。

储能种类繁多，有高频的、有低频的，有小功率、有大功率，有短周期、有长周期，不同种类和应用场合需要不同的储能方式。电池储能和氢能储能各有特点，正好互补，组合形成主流储能方式，与其他的储能方式相互配合，形成良好的储能生态。

选择储能方式要因地制宜

选择储能方式不能一概而论，要根据具体情况，因地制宜。我国东北、华北北部、西北、西南地区是主要的风



▲江西省赣州市会昌县庄口镇的光伏发电项目。
朱海鹏摄
▲甘肃省张掖市民乐县工业园区丝路网能绿色能源共享储能电站项目。
王将摄

新能源发展面临制约瓶颈

理想的能源必须同时满足三个标准，成为能源“三好生”，即供应安全、价格便宜、绿色环保。

我们用上述标准来衡量，不难发现：在绿色环保方面，风电、光伏等新能源具有先天优势；在价格方面，随着风机技术和光电转化效率的提高，发电成本不断下降，价格优势正日益显现出来；在安全性方面，由于受自然条件的影响很大，风电、光伏发电可谓“靠天吃饭”，具有随机性、波动性等特点，容易引发电网波动，造成安全风险，甚至可能导致停电事故。

如何提高风电、光伏等新能源接入电网的安全性，使其满足能源“三好生”标准呢？答案是“储能”，就是针对可再生能源的随机性和波动性等特点，把富余的可再生能源存储起来，当可再生能源不足的时候，通过时空变换，再把存储的电能补回去，保障电网稳定运行。这样就可以有效弥补风电、光伏等新能源在安全性方面的不足，促进中国能源结构的变革。

电池储能形成“电力海绵”

锂离子电池是一种非常好的储能装置，能够与电力系统、通信基站、数据中心、轨道交通、电动汽车、智能电网等有机融合发展，用途很广，性能优异。此类电池可分为两类，一类是集中式储能电站，另一类是分布式储能电池。

集中式储能电站把很多大容量电池集中在一起对电力进行存储，在需要用电时释放出来。由于存在自放电现象和热失控问题，锂离子电池储能电站不能长周期储能，也不能大规模储能。近年来，随着技术的进步和电池正负极材料性能的改善等，集中式储能电站的应用安全性得到提升，应用范围和场景不断扩大。2021年，中国用于储能的锂离子电池产量达32吉瓦，增长了146%。

分布式储能电池其实就是电动汽车，让电动汽车与电网形成“车网互动”。在用电力低谷时，电力系统给电动汽车充电；在用电力高峰时，让电动汽车给系统放电。这样，电动汽车不仅是交通工具，而且可以成为以储能回馈能源的终端。随着汽车动力电池技术的进步，其价格不断降低，储能密度和使用寿命持续提升，单次储能成本将继续下降。

到2022年底，我国新能源汽车保有量约1310万辆，其中，纯电动汽车保有

携手飞天 逐梦太空

航天员系统总设计师黄伟芬详解飞行乘组

本报记者 张保淑

在此次神舟十六号载人飞行任务中，中国第三批航天员首次亮相，包括航天驾驶员、航天飞行工程师与载荷专家。日前，中国载人航天工程航天员系统总设计师黄伟芬就上述不同类型航天员选拔标准、训练内容、乘组分工等接受了记者的采访。

记者：如何定义神十六飞行乘组中三种类型的航天员？

黄伟芬：航天驾驶员是载人航天器上负责航天器操纵、控制的航天员，主要承担对航天器的监视、控制和管理，飞行计划的执行、航天器的交会对接、飞行安全的保障等任务，一般从现役飞行员中选出。

航天飞行工程师是载人航天器上负责航天器运行管理、设备维护和维修的航天员，具有较深厚的航天器相关专业背景和工作经历，主要承担航天器在轨系统/设备等的安装调试、维护维修等任务，一般从事航空航天工程及相关领域专业的科研人员中选出。

载荷专家是载人航天器上从事空间科学研究和技术试验及负责有效载荷管理和操作的航天员，一般为某个领域的科学家或有特殊专长的专业人员，对其承担的空间科学科研项目或载荷的操作负责，一般从从事空间科学研究及相关应用领域的科研人员中选出。

记者：在训练中，不同类型航天员的训练有哪些异同？

黄伟芬：航天员训练项目和内容的设置主要取决于航天飞行环境、飞行所涉航天器、航天飞行任务这三方面的需求，包括体质训练、航天环境适应性训练、心理训练、基础理论培训、航天专业技术训练、飞行程序与任务模拟训练、救生与生存训练和大型联合演练八大类数百科目数千个训练单元。

一般来讲，对不同类型航天员、飞行任务涉及不同航天器的航天员以及担负不同任务的航天员有不同训练要求，主要表现在训练科目、内容、学时、考核标准等方面。每名航天员在全面训练基础上，会侧重个人负责任务方面的训练。此外，根据受训航天员个人的基础和背景不同，在训练科目、内容和学时等要求方面也会有所不同。

总体而言，航天驾驶员和航天飞行工程师的训练科目、内容和要求基本相同，载荷专家的训练科目、内容和学时更少。三类航天员在体质训练、航天环境适应性训练、心理训练、救生与生存训练方面要求相同，在基础理论培训、航天专业技术训练、飞行程序与模拟训练方面要求有所不同。但在航天员入选飞行乘组后，同一乘组中不同类型航天员的训练内容和要求是相同的。

记者：同一个乘组中的航天员是如何进行分工的？指令长通常由谁担任？

黄伟芬：飞行乘组通常由三名航天员组成，由一名航天员担任乘组指令长。指令长是飞行乘组的指挥和负责人，通常由航天驾驶员担任，也可由航天飞行工程师担任。

飞行乘组三名航天员需要按照飞行计划、飞行程序和飞行任务设计要协同开展工作，共同完成飞行任务，包括航天器的运行管理、设备的维护照料、物资管理、站务管理、空间实（试）验、出舱活动、空间科普教育活动等。乘组航天员在各项任务中互为备份，每名航天员都要进行相关专业技能、协同配合等训练，都具备开展相关工作的基本技能。乘组三名航天员的分工，主要根据飞行任务的需求和航天员个人特点综合分析确定。

记者：为什么要在神十六乘组中加入航天飞行工程师与载荷专家？

黄伟芬：这是为了满足空间站应用与发展阶段的任务需要。根据相关总体规划，结合航天员队伍实际及后续发展需要，航天员系统综合分析了空间站任务各阶段载人飞行任务的特点，调整制定了空间站载人飞行任务乘组选拔的策略，统筹规划了选拔方案，遵循“统筹规划、任务匹配、新老搭配、继承与发展”等原则，根据飞行任务规划和需求，结合航天员队伍实际及后续任务需求，综合考虑飞行经验、出舱活动要求、人员类型、与各次任务的匹配性、年龄、心理相容性、协同配合等方面因素统筹分析确定各次飞行任务乘组。

航天员系统一次完成了空间站关键技术验证与建造阶段四次飞行任务乘组选拔，从首批和第二批航天员中选出了神舟十二号至神舟十五号任务的飞行乘组。

神十六载人飞行任务是空间站应用与发展阶段首次载人飞行任务，飞行乘组需要承担非常繁重的空间科学实（试）验任务，是目前开展在轨实（试）验项目最多的乘组。同时，乘组需要对空间站最大构型三舱三船组合体平台进行长期的运行管理和维护照料。航天员系统综合考虑了神十六任务特点、航天员队伍可持续发展等各方面因素，按照飞行乘组选拔原则，于2022年6月完成了神十六飞行乘组选拔，从首批航天员中选出1名指令长，从第三批航天员中选出2名航天员，其中1人为航天飞行工程师、另一人为载荷专家，共同组成飞行乘组。之后，对乘组进行了近1年的任务强化训练和准备。这是我国首个由三种类型航天员组成的飞行乘组，在飞行中他们将发挥各自的优势，形成优势互补，更高效地完成各项飞行任务。



欧阳明高肖像画。 张武昌绘

电、光伏、煤电、水电的能源基地，适宜通过建设电化学储能电站，配合特高压输电，将电送到东部沿海经济发达地区。东南部、中东部和南部，火电厂密集，适宜抽水蓄能，配合高压输电网进行输送。东部人口密集地区，适宜分布式光伏、低压配电网配合“车网互动”来储能和发电。

国家发展和改革委员会、国家能源局印发的《“十四五”新型储能发展实施方案》提出，到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。在相关政策的支持下，预计会形成万亿级的“车网互动”的智慧能源的市场规模。

为促进中国储能领域的发展，笔者提出如下建议：第一，鉴于储能是实现“碳中和”的关键之一，要进一步明确主流储能技术的战略地位；第二，明确储能在新能源发展中的角色定位，进一步促进能源结构变革；第三，加强储能相关的技术研发，特别是加强大数据、云计算等电网智慧调控技术攻关，在电解水和燃料电池的核心材料，高效氢气制备、储运、加注等方面取得实质性突破；第四，建设“车网互动”车联万物（V2X）的基础设施；第五，健全多层次统一电力市场体系。

（作者为中国科学院院士、汽车动力系统专家、清华大学教授）



中国科协科技传播中心、科学出版社与本报合作推出

培育专精特新“小巨人” 领跑科技创新赛道

本报电 专精特新企业长期专注细分市场，是推动经济高质量发展的重要力量。近年来，在浙江省小城市培育试点镇和宁波市卫星城市试点镇余姚姚江镇，涌现出一批质量效益突出的“小巨人”企业，宁波惠康实业有限公司就是其中之一。

2021年，惠康成为国家级专精特新“小巨人”企业。作为一家专注于特种精密制冷设备及商用中央空调专业制造的公司，惠康斥巨资购进全套激光切割机、机器人焊接机、数控多功能冲床等生产设备，建立了面积约2500多平方米的实验检测中心并与清华大学、浙江大学等科研院所开展产学研合作。目前，惠康拥有100多项核心专利。

“企业发展靠的是创新和匠心。”惠康实业董事长陈越增说，惠康实业创新研发了多种特种制冷设备，其中一款粮食专用空调用来对粮食储藏库进行降温恒温处理，满足粮食对储藏要求。尤其是采用特定的防腐工艺，避免了粮食熏蒸过程中药剂对空调材料的腐蚀。

宁波舜韵电子有限公司是三门镇另一家国家级专精特新“小巨人”企业，成立20年来，一直专注于厨电智能控制系统的研制。走进该公司表面贴装技术（SMT）组装车间内，9条生产线全线运转，“该车间是万级净化生产车间，全年恒温恒湿，可以快速、精准地实现更精密电子元器件的贴装。”公司负责人介绍，“该车间只有30名工人，24小时全

自动流水线两班制生产，日产量能满足2万套厨电产品。”

据了解，舜韵每年将4%的销售收入用于科研，并拥有一支40多人的攻坚研发团队以及博士后工作站，此外还在杭州设立了研发中心，与杭州电子科技大学建立校企合作。

近几年来，新能源汽车市场红红火火。易津新能源汽车产业园是三门镇引进的重点项目之一，将促进当地新材料、新能源、新装备等新兴产业发展。作为首批入驻产业园的企业，宁波赛福汽车制动有限公司投资1.2亿元的ABS模块总成研发与制造项目已投入生产。

“三门镇中小企业量大面广，鼓励其走专精特新‘小巨人’之路，有助于推动全镇制造业加快转型升级、迈向高质量发展。”三门镇政府相关负责人表示。

目前，该镇拥有国家级高新技术企业44家，国家科技型中小企业54家，国家级专精特新“小巨人”企业2家，省级专精特新企业8家。统计数据表明，三门镇172家规上企业中产值超亿元的有47家，5年来挂牌成立省级院士工作站、博士后工作站的企业4家，被评为隐形冠军、单项冠军的企业3家，宁波市“专精特新”入库企业9家，入选余姚市工业企业“350”梯度培育计划的企业15家，高新技术企业增长300%，累计达44家，高新技术产业增加值占规模以上工业增加值的比重提高到50%。

（余馥轩）

本报电（记者熊建）《全国科技创新百强指数报告2023》（简称“《报告》”）日前在京发布。《报告》由八月瓜创新研究院、北京市科学技术研究院科技情报研究所和21世纪创新智库共同研究编制。

《报告》聚焦企业、高校和研究机构等微观创新主体，通过科学评测和深入分析，遴选出全国科技创新企业500强、全国科技创新高校50强、全国科技创新研究机构50强。

《报告》显示，全国科技创新企业500强中，华为、国家电网、珠海格力位列前三。企业500强专利授权量呈逐年上升态势，近三年PCT专利申请量近8.4万件，对国内创新主体参与全球竞争起到带动和引领作用。

从区域分布来看，企业500强中，东部地区共有374家，占比75%。从省份来看，北京市112家，广东省102家，上海市47家，位居前三，三个省份数量之和占比超50%。

从资金来看，注册资本在1亿元以上的企业占比达到91%，说明充足资金支持是科技创新的重要保障。从所有制类型来看，央企、国企数量总和248家，其他类型企业252家，呈现齐头并进发展态势。

从行业分布来看，企业500强主要集中在制造业领域，但以航空航天、人工智能和新能源汽车等为代表的战略性新兴产业领域企业初具规模优势。

全国科技创新高校50强以浙江大学、清华大学、上海交通大学为代表。高校50强的专利申请量大多超过5000件，其中超40%的高校专利申请量高于1万件，约10%的高校专利申请量超过1.5万件，授权量超8000件。

从区域分布来看，东部地区高校创新最为活跃，共有30家入选，占比60%。从省份来看，北京市共有10家高校上榜，位列第一，江苏省有9家，位列第二，四川省有4家，位列第三。

从行业分布来看，专用设备制造业专利数量最多，占比超过22%，其次是仪器仪表制造业、金属制品、机械和设备修理业以及通用设备制造业。这说明高校50强的研发方向聚焦于高端装备制造业，而软件和信息技术服务业布局需强化。研究机构50强以中国电力科学研究院、中科院大连化学物理研究所和中科院地理科学与资源研究所为代表，专利申请总量14万余件，占全国研究机构专利总量的36%，集中度较2022年的15%提升明显，专利研发优势得到进一步巩固。

《全国科技创新百强指数报告2023》发布

科技研学增进核心素养



近日，江苏省海安市墩头镇小学教育集团开展科技研学活动，通过科普小课堂增进学生核心素养。图为学生在调试智能车。 周强摄