

电动航空开启全球“竞速模式”

■本报见习记者 韩扬勇

有朝一日,我们或许可以乘坐依靠电池驱动的“零排放”环保飞机前往世界各地,搭乘“零排放”的环保“空中的士”通勤、短途旅行也将不再是梦想。

3月27日,美国宇航局发布了备受期待的全电动飞机“X-57 Maxwell”最终构型概念图。就在前不久,美国能源部先进能源研究计划署也宣布资助5500万美元开展“协调冷却的集成驱动电动机”和“低碳高效率航空电混合动力系统”两大研发项目,旨在推动窄体商用客机低成本高性能航空电动发动机技术和高效燃烧碳中和性航空燃油的动力系统研究。

被称为新一轮“飞行革命”的电动航空时代已然到来。在专家们看来,电动航空因其诸多优势,已成为世界航空领域发展的前沿热点。在全球都站在同一“起跑线”时,中国应努力占领电动航空技术的制高点。

下一代飞机的方向

飞机在为人们出行提供极大便利的同时,也带来了令人困扰的环境和污染问题。例如,噪声污染既让机场及航线附近的居民苦不堪言,也让机舱内的乘客有着较差的飞行体验;航空煤油燃烧后排放出大量二氧化碳、氮氧化物等温室气体,加剧温室效应;飞机尾气排放还会导致大量污染物聚集造成空气污染。

据预测,世界航空运输旅客周转量年均增速为4.4%~4.7%,仍处于较快增速区间,未来20年还将保持平均每15年翻一番的增长态势。若不采取减排措施,预计到2050年,航空业碳排放将占全球温室气体排放量的10%。

国际航空运输协会呼吁,应通过全球性的解决方案来减少航空业排放,并提出航空业的环境目标——到2050年,碳排放量比2005年净减少50%。“零排放”的电动飞机的出现则从根本上实现绿色航空,完成减排目标开辟了一条“充满希望”的路径。

“电动飞机是以电动机带动螺旋桨、涵道风扇或其他装置产生前进动力的飞机。”北京航空航天大学航空科学与工程学院院长黄俊告诉《中国科学报》。

与燃油发动机相比,电动机在环保方面有诸多优势。航空工业机载公司高级专务、航空电力系统航空科技重点实验室主任李开省指出,电动航空的核心和关键聚焦“三电”,即电动机、电控和电池(动力来源)。由它们组成的电推进



美国宇航局发布全电动飞机“X-57 Maxwell”最终构型概念图。 图片来源:NASA

系统使飞机排放接近于零排放、零污染,从而减少碳排放税的缴纳,降低成本。此外,电动航空产生的噪声相对较小,电动机的工作效率也要比燃油发动机高很多。

“这是我们下一代飞机的发展方向。谁在电动航空的关键核心技术,特别是发动机技术(电推进技术)上领先,谁就有可能领先世界。”李开省说。

当前,各国政府、高校、科研院所和企业等都在加快关键技术研发,试图占领技术高地。专家表示,美国能源部支持的项目正是试图解决电动机“高功率、小重量与协调发热冷却”以及动力能源系统这两大核心问题。

“未来,在坚持执行碳排放标准的情况下,传统超排放量的飞机有可能遭遇飞行受限,甚至被淘汰。谁先研发出可商用的电动飞机,谁就会抢占先机。所以,我们需要尽早进行战略布局。”黄俊说。

核心技术尚待突破

“近十年来,技术发展让航空业发生了天翻地覆的变化,目前正处在各种技术、原理的快速变革期。”清华大学航天航空学院教授陈海昕告诉《中国科学报》。

对于电动飞机来说,专家们一致认为,电推进系统是电动飞机技术发展的核心,电动飞机的性能和用途主要取决于其电推进系统。而电池则是电推进系统的关键部件之一,备受关注的是锂离

子电池、氢燃料电池、太阳能电池、超导电容等。

电池技术需要考虑能量密度、安全性、充电速度、环保性等多方面因素。尽管近年来电池技术已取得较大发展,但仍无法兼顾安全性和续航能力。“飞机的重量其实就是阻力,飞机设计讲究‘为每一克重量而奋斗’。若电池很重或储存不了太多电量,则意义不大。因此,我们还有很长一段路要走。”陈海昕说。

目前,飞机燃油的能量密度大约为12700千瓦时/千克,而电池能量密度最大仅能够达到500瓦时/千克,两者相去甚远。高能量密度、长寿命的电池技术亟待突破。

“不过,传统燃油发动机效率较低,当电池能量密度提高到一定程度时,就有可能取代传统的发动机。但目前要采用电力系统直接驱动大型飞机还有一定困难。”对此,李开省建议,可采取混合动力推进技术作为过渡方案。

混合动力技术即将传统燃气涡轮与电力发动机相结合。黄俊认为,电动飞机的推进系统具有相对尺度无关的特性,也就是说若将一个100千瓦的电机和控制器分解成100个1千瓦的电机或10个10千瓦的电机,其总的功率重量比和总效率基本保持不变。应用该特性,可有效提高空气动力效率并减少机翼面积和结构重量。例如,美国宇航局的X-57电动飞机机翼前缘就配置了12个高升动力马达提供推进力。

李开省认为,电动航空的下一代核

心技术还应关注集成电力电子控制技术,其中碳化硅高温电力电子技术是研制电力系统高功率密度变换器的关键。此外,还有电动飞机整体设计技术。“就像人身体健康需要各个部位健康一样,只有整体设计协调,才能制造出一架性能优良、客户满意的飞机”。

抓住弯道超车的好时机

在陈海昕看来,电动垂直起降机、支线飞机的电动化、纯电动飞机的实用化将成为未来电动飞机关注的领域。此外,还要关注电动飞机整个大循环内的效率提升和节能减排问题。

目前,4座及以下的小型电动飞机已试飞成功,部分取得适航许可。如我国自主研发的RX1E锐翔双座电动轻型飞机和四座电动飞机RX4E均已首飞成功,前者已应用于飞行员教练机;法国空客集团的全电动E-Fan验证机也即将作为教练机使用。

在可预见的未来,小型电动飞机将广泛应用于短途运输、观光旅行、航空测绘、“空中的士”等领域,给乘客以更安静、高效、便利的飞行体验。但是,更大座级的客机还停留在概念图和设计图上。要想制造出150座级的大型商用电动飞机,至少还需要20年时间。

当前,各国政府与企业纷纷加大电动飞机研发力度。据不完全统计,截至2019年6月,全球约有170个在研电推进飞机项目,主要集中于北美和欧洲地区。我国电动航空业也如雨后天春笋般全面发展,专家们呼吁,国家应加大支持力度,提高其行业竞争力。

陈海昕觉得,不妨让企业先动起来,“百花齐放”,让市场需求驱动技术的发展,国家发挥引导作用。李开省则表示,目前正是我国实现弯道超车的好时机,在科研院所、民企和国企各自发挥优势的同时,国家可组建电动航空国家队加强攻关力量,不仅推动整个行业发展,还将带动超导等工业大发展。更重要的是,需要制定电动航空技术的发展战略和路线图,分阶段、分批实施,做到有的放矢。

我国电动飞机的型号研发已与国际同步,这为今后发展奠定了良好基础。“国家要像支持电动汽车一样支持电动航空的发展。”黄俊表示,“这是一个全新的事物,需要重新建立理论和技术体系,需要多学科设计找到耦合效应,才能提升整体效率,任何单方面的突破都是不够的。”

织物的制备研究,从而为硅负极提供柔性导电基底材料;唐永炳团队则以柔性导电织物为基底,开展柔性硅负极制备、电池组装、原位应力及电化学性能测试等研究工作。

此外,目前唐永炳团队在高浓度电解液的研发方面也取得了阶段性突破,已研发出高浓度高电压电解液体系,有望进一步提升双离子电池的能量密度和稳定性。

期望早日投入示范应用

近年来,唐永炳团队在能源材料化学领域,尤其是新型电池、柔性电池、新型正极材料等方向开展了一系列研究工作。除了前文列出的相关研究成果,该团队还采用多离子杂化策略,通过引入少量具有高动力学性能的离子,提升了钠、钾、钙离子等电池体系的倍率性能,为改善钠、钾、钙等新型电池体系的动力学性能提供了新的解决思路。

此外,为发展高效低成本且环保的新型正极材料,唐永炳团队还率先开展了草酸盐体系、混合聚阴离子体系等新型正极材料的开发及其电化学反应机理的研究工作。

从目前的发展来看,双离子电池未来的应用领域主要在储能领域。唐永炳颇为看好双离子电池的未来,比如,家用储能、UPS、通信基站、分布式储能系统等领域。但他谨慎表示,“双离子电池未来的具体应用还要取决于技术成熟度能否满足相关领域的技术要求。”

当前,唐永炳团队已联合深圳本地大型企业逐步开展双离子电池的产业化技术攻关研究,并取得了预期进展,已进入中试验证阶段。随着双离子电池技术的不断成熟,他希望通过努力,未来三到五年,产品从小型储能系统应用示范逐渐扩展到其他储能系统的应用推广。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1002/adma.201908470>

■异言堂

受新冠肺炎疫情全球蔓延和OPEC+(石油输出国组织欧佩克以及俄罗斯等非欧佩克产油国)减产谈判破裂等因素影响,近期国际油价大幅跳水。未来,或将进入一个较长时期的低油价时代。

作为世界最大的油气进口国,我国长期以来始终对能源安全高度关注,同时却一定程度上忽视了自己所拥有的能源全产业链优势。低油价时代,国人应该转换思路,以更主动有为的姿态,充分发挥在国际能源体系中的“结构性权力”,有所为、有所不为,切实维护国家能源安全,保障能源企业良性运转以及能源消费者切身权益。

在笔者看来,多年来,我们在能源安全问题上患有“能源饥渴症”和“能源焦虑症”,集中表现在四个方面:担心价格断供;害怕切断运输;恐惧价格高企;考虑战争风险。

乍看起来这一论断言之凿凿,但实际上有两个问题值得深入推敲:一是将战争作为日常经济社会决策的前提假设是否合理;二是为了保障“能源安全”是否应只重视供应而忽略成本?

自上世纪60年代石油危机结束特别是冷战后全球化深入推进以来,石油和天然气已经成为国际市场上流动性最强、市场化水平和金融化程度极高的大宗商品,其商品属性已远远超过其战略属性。以往我们过于强调中国油气依赖进口的“短板”,但实际上,国际能源产业链是由资源、资金、技术、市场四个因素共同组成的,而我国在这四个方面都有足够优势。

随着国际油气市场由“卖方市场”向“买方市场”转变,庞大的能源消费市场正在成为我们手中所掌握的重要“结构性权力”,可以成为对外能源合作至关重要的议价工具和保障能源安全的重要手段。而在实践中,我们还没有充分认识到这种“结构性权力”的重大战略价值,还没有形成以这种“结构性权力”维护自身能源安全和打造中国在国际能源战略格局中影响力、塑造力的总体思路 and 可操作性工具。如何发挥这种结构性权力,是学术研究、政策制定和公司运营都应该着力加强的地方。

着眼世界油气市场和国际能源地缘政治变化,我们应充分认识到所拥有的能源“结构性权力”,化“软肋”为优势,多策并举,更好地维护能源安全。

短期内,考虑到新冠肺炎疫情影响很多既有中外油气合约的履行,外国供应商可能追究中国企业违约责任,中国相关企业可以疫情“不可抗力”理由争取与对方达成和解,避免违约赔偿;同时应充分发挥国家石油战略储备和商业储备设施效能,争取做到足额储备;国家相关

低油价时代的能源安全新思路

■冯玉军

政策主管部门也可考虑适当增加国内外成品油价格联动机制的强度与弹性,让国内成品油价格与国际油价进一步接轨。

中期内,首先要加大国家石油天然气战略储备以及商业储备基础设施建设力度,提高影响国际油气市场变化的能力,并更好地解决调峰问题。其次,要积极引导中外油气合作规则向于我有利的方向转变。随着国际油气从“卖方市场”向“买方市场”转变,能源消费国的话语权迅速上升,而油气出口国则话语权下降。我们可以充分参考国际经验,修改油气长约贸易合同中照付不议等不合理条款,最大限度维护我方利益。同时,可进一步加大油气进口多元化力度,调动能源供应商向我提供更优惠价格和其他条件。

长期来看,宜进一步推动国内油气行业市场化改革,全面、充分地融入全球能源治理体系,稳步提升话语权与影响力。考虑到世界已经进入经济低增长、石油消费低增长和长期供大于求的局面,宜对未来中长期能源发展战略以及全球产业链、价值链调整进行深入思考,做到合理布局。同时,还要考虑到,随着低油价时代的到来,很多大型油气开发项目面临的经济风险上升。有鉴于此,可适当放缓国内大型油气田开发,“但存方寸地,留与子孙耕”。而对于国外伙伴的油气开发特别是高风险的深水与极地项目,也要慎之又慎。

(作者系复旦大学国际问题研究院副院长)

■资讯

仪征化纤首条熔喷布生产线建成投产

本报讯 继燕山石化之后,中国石化熔喷布生产又添新主力。3月29日16时38分,年产500吨的熔喷布生产线在中国石化仪征化纤厂区一次投产成功,产出优等品。该项目国产化率达95%以上,把常规一年的建设周期压缩成一个多月(35天),比总部下达的完成时间提前了18天,跑出了中国制造的加速度。

为保障熔喷布价格稳定和口罩产品供应,2月24日和3月9日,中国石化两次作出决定,迅速建设16条熔喷布生产线,其中燕山石化4条、仪征化纤12条。目前,仪征化纤第2条熔喷布生产线正在联动试车,计划4月初投产。一期8条生产线有望4月底全部建成投产,二期4条线5月底建成投产。12条生产线全部投产后,每



刘玉福摄

天可以生产12吨N95熔喷布,或18吨医用平面口罩原料,可助力每天增产一次性医用口罩1800万只。

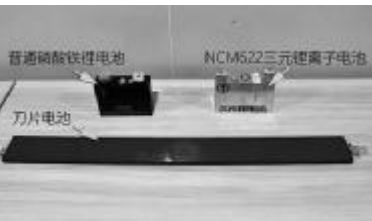
中国石化方面表示,预计其16条生产线5月将全部投产,年产能超万吨,可助力加工一次性医用口罩100多亿只,有利于全球防疫抗疫。(计红梅)

比亚迪“刀片电池”通过“针刺试验”

本报讯 3月29日,比亚迪举行线上发布会,首次对外公布了刀片型磷酸铁锂电池(下称“刀片电池”)顺利通过“针刺试验”的完整测试视频。即将上市的新车比亚迪汉EV,将是首款搭载“刀片电池”的车型,该车综合工况下的续航里程可达605公里。

“针刺试验”是业内公认的对电池电芯安全性最为严苛的检测手段。这一测试要求用钢针将动力电池电芯刺穿,造成电芯内部的大面积短路。视频显示,“刀片电池”在钢针穿透后无明火、无烟,电池表面的温度仅有30℃~60℃左右,电池表面的鸡蛋无变化,仍处于可流动的液体状态。这一结果证明“刀片电池”已摆脱传统动力电池可能会发生的“热失控”的噩梦。

比亚迪集团副总裁兼弗迪电池董



参与此次针刺试验的三种电池样品

事长何龙表示,比亚迪“刀片电池”除了安全性较高,其体积利用率也提升了50%以上,续航里程达到了高能量三元锂电池的水平。“‘刀片电池’将改变行业对三元电池的依赖,将动力电池的技术路线回归正道,并重新定义新能源汽车的安全标准。”比亚迪董事长王传福说。(李惠钰)

双离子电池革新柔性储能

■本报记者 沈春蕾 见习记者 丁宁宁

当前,锂离子电池已成为便携式电子设备、电动汽车、可再生能源系统等领域的主要能源转换和存储设备。商用锂离子电池的能量密度虽然有所提升,但其制造成本较高,且不易回收,难以满足便携式电子设备、可再生清洁能源、电网调峰等领域对高能量密度、低成本、环保储能器件的性能要求。

近日,中国科学院深圳先进技术研究院(以下简称深圳先进院)集成所功能薄膜材料研究中心研究员唐永炳团队联合香港理工大学教授郑子剑团队,成功研制出新型硅-石墨双离子电池。

“该电池在上万次弯折过程中的单次压降仅为0.0015%,在10℃倍率下循环2000次后的容量保持率高达97%,在柔性储能领域展现出良好的应用前景。”唐永炳向《中国科学报》介绍说。相关论文日前已发表于《先进材料》(Advanced Materials)。

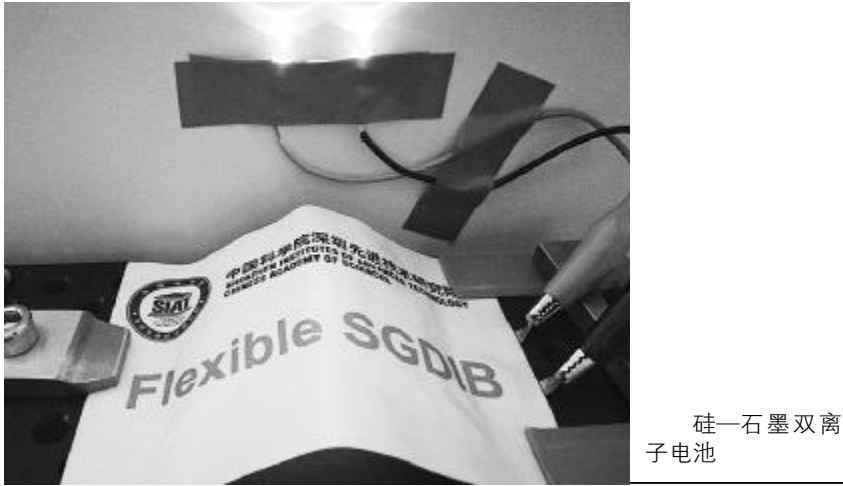
从铝-石墨双离子电池说起

2007年,唐永炳在中国科学院金属研究所获博士学位,随后在导师会明研究员(2013年当选为中国科学院院士)的推荐下,前往香港城市大学从事访问研究,并于2013年9月加入深圳先进院。

“老师认为只有研发出新型高效低成本储能器件及其关键材料,才能真正促进钠、钾等非锂体系电池的发展。”唐永炳告诉记者,在会成明的指导下,他开始带领团队从事新型储能器件及材料的研究开发。2016年3月,唐永炳团队在《先进能源材料》上发表了第一篇关于铝-石墨双离子电池的研究成果。

此前报道的双离子电池,由于正、负极都采用石墨材料,石墨的振实密度较低,并且作为正负极的比容量都不高,导致碳酸酯类电解液易氧化分解,造成电池充电效率降低。

对此,唐永炳团队提出了活性材料/集流体一体化的设计思路。他介绍,相比现有传统石墨负极,铝等合金化型金



硅-石墨双离子电池

属负极具有更高的理论比容量,在提高能量密度方面具有优势。“此外,铝具有优异的导电性和延展性,并且廉价且储量丰富,因此我们采用一体化设计的铝箔同时作为活性物质和导电集流体,构建了新型铝-石墨双离子电池。”

在后续的研究工作中,为了提高铝负极在新型电池中的稳定性,唐永炳团队还进行了铝负极的结构改性和界面调控,研发出三维多孔铝/碳负极、中空界面结构的铝负极、碳包覆纳米铝负极、活性材料/集流体/隔膜一体化电极,超快充放一体化柔性电池等。

“我们将这种一体化的设计新思路进一步拓展到不依赖于有限锂资源的钠、钾、钙基双离子电池体系,为发展新型高效低成本储能器件开拓了新思路。”唐永炳说。

联合攻关提升能量密度

目前,双离子电池的主要技术难点在于其工作电压较高(大于4.2伏),常规碳酸酯类电解液易氧化分解,造成电

池的充电效率。”唐永炳说,“提高其能量密度的途径主要有两条,一是开发针对双离子体系的高容量正负极材料;二是研发高浓度电解液体系,减小电解液用量,从而提高能量密度。”

就负极而言,硅具有高理论比容量,且储量丰富,是提高双离子电池能量密度的理想负极材料。问题也随之产生,唐永炳团队发现,硅负极严重的体积膨胀问题制约了其在双离子电池中的应用。

尽管研究人员提出了纳米化、多孔结构、复合结构等多种改性方案,但多数采用金属材料作为集流体,硅负极与集流体之间的刚性界面接触造成界面应力集中,从而导致界面开裂甚至活性材料剥落,使得循环性能难以满足实际应用要求。

对此,唐永炳团队提出柔性界面设计策略,拟将硅负极构筑于柔性聚合物织物表面,从而对界面应力进行有效调控。他介绍道:“要实现硅负极在柔性聚合物表面的良好界面构筑,需要在二者之间设计具有良好导电性的界面缓冲层。”

郑子剑团队在柔性导电织物领域具有良好的工作基础,因此双方开展联合攻关。郑子剑团队主要负责柔性导电