

如何把握现有飞行器向电动飞行器转变过程中的投资机遇

■刘世江（北京华洋恒通投资有限公司董事长）

在过去的十年里，在世界各地有大量的研究和研究项目在政府和行业以及大学、航天院校和其他科学组织展开，研究下一代民用航空运输飞机的替代动力装置解决方案，以减少今天对油基燃料的依赖，满足日益苛刻的环境要求。这些富有远见的项目往往包括那些看起来很有前瞻性的建议，很多时候这些建议甚至成为了一些科幻电影的一部分。

一、电动飞行器将成为航空救援领域的主用飞机

航空救援：动用全部可用的航空力量，包括运输航空和通用航空力量，可在全球范围内对遇险者进行救护、转运的航空救护、转运的救援行动。

通航救援：动用全部可用的通用航空力量，主要包括直升机、固定翼小飞机和公务机等通用航空力量，可在局部范围内对遇险者进行航空救护、转运的救援行动。

直升机救援：在航空救援体系中动用直升机，在规定的所辖责任区范围内对遇险者进行救护、转运的救援行动。

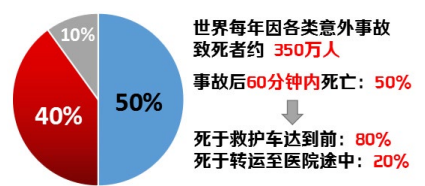
中国航空救援体系预计需要约1500架救援用直升机和1000架左右的小型固定翼通航飞行器。理论上我

们以40公里为半径，在全国范围内规划建设建立约500个有救援直升机和救援人员24小时值守的通用航空紧急救援基地，每个基地配备3架救援用直升机和1—2架固定翼小型通航飞行器。

航空救援需要这么多的飞行器，最大的问题是油基燃料的直升机体积偏大，还不够灵活，同时燃油带来的污染、飞行的噪音都不能很好地满足航空救援的需求。电动航空飞行器的发展，让我们看到了理想的航空救援专用飞行器，特别是现在可以垂直起降后改平飞的电动飞行器更是航空救援飞行器的首选。再加上我们规划的航空救援飞行责任区的面积较小，对先期的电动飞行器不追求超长的续航时间。所以我们认为电动飞行器将首先成为航空救援领域的主用飞行器，有着巨大的市场发展空间。

二、电动航空飞行器将在航空救援领域大有可为

全球意外事故死亡人数：世界卫



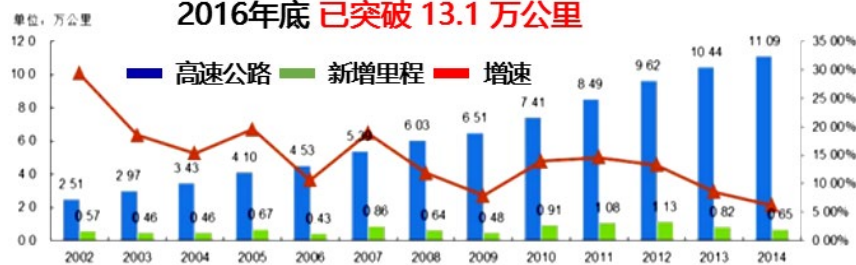
生组织的调查显示，世界每年因各类意外事故致死者约350万人，其中有125万人死在世界的道路上。也就是说，每10秒钟就有1人死于非命。第一死亡高峰期在发生事故后60分钟内，占死亡总数的50%，而这50%中，有80%是死于救护车到达之前的事故现场，20%死于转运至医院的途中。

中国交通事故死亡人数：据新华网2017年4月2日报道，从公安部交通管理局提供的数据显示，去年全国平均每天发生交通事故1690起，死亡257人，受伤1147人，直接经济损失731万元。全年因道路交通事故造成死亡人数达93853人，418721人受伤，直接经济损失26.7亿元人民币。统计表明，我国自2000年以来，每年的道路交通事故造成的死亡人数平均在10万人左右。

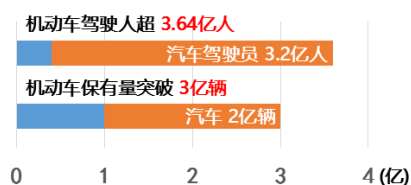
15分钟航空救援的黄金时间：医疗统计表明，在事故灾难的重伤员中，2/3左右的人会在25分钟之内死亡；如果受伤者在15分钟内得到良好的救护和治疗，80%左右的人会保住生命。因此我们把这宝贵的15分钟称作航空救援的黄金时间。

航空救援市场需求巨大。2016年底全国高速公路总里程已经突破13.1万公里。据公安部交管局统计，截至

我国高速公路里程： 2016年底已突破 13.1 万公里



2017年3月底 全国机动车辆情况



2017年3月底，全国机动车保有量首次突破3亿辆，其中汽车达2亿辆；机动车驾驶人超3.64亿人，其中汽车驾驶人3.2亿人。

这么大的一个航空救援市场，需要各种各样的性能先进、安全可靠、自动化程度高的电动航空器来作为主要的航空救援装备。所以无论是研发生产电动航空器整机或部件，还是配套相应产品或服务都会带来巨大经济效益。

三、构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的航空救援体系，为电动航空器打开发展的空间

社会化航空救援：其行为主体是社会从事航空救援的通航企业，投资主体主要是社会资本，运营模式是有偿的，主要服务对象是交通事故中的遇险者及其它需要航空救援的个体遇险者。社会化航空救援企业作为救援行为的主体单位接受政府和行业主管部门的管理和业务指导。

社会化航空救援体系的主要任务：为全国所有道路交通事故遇险者提供直升机为主的救援专业服务，特别是为每年近10万左右的、有可能在道路交通事故中失去生命的遇险者和几十万的受伤者提供专业的航空救援服务。

航空救援体系的建设目标：航空紧急救援规划是国家航空应急救援体系的重要组成部分，是国家救援力量的补充和延伸。其主要任务是在国家和政府的主管部门指导下，面向社会提供通用航空紧急救援服务。平时主要应对在中国大陆地区生活或工作的个人或小群体在遇到自身能力不能抵抗的危险时（如交通事故、旅游遇险、紧急医疗救助等），发挥通用航空在紧急救援中的独特、不可替代（如直升机具有垂直起降、空中悬停、低空机动等）作用，提供最迅速、最专业的、常态化通用航空救援服务（形成空中的110、120）。遇有突发事件、自然灾害时，作为国家紧急救援体系的重要组成部分，首先利用其属地飞行员对地形地貌、气象条件熟悉的诸多优势，积极参与政府指挥的航空紧急救援飞行，需要进一步调集通航救援力量时，可按政府指令随时再集结附近区域或全国的通航救援力量，有序、高效地展开救援。

实现目标的方法是分期在全国人

口密集的城乡附近，主要交通要道沿线以及事故多发地带，理论上以40公里为半径，在全国范围内规划建立约500个有救援直升机和救援人员24小时值守的通用航空紧急救援基地；同时在城乡的广场、绿地、紧急避难场所、学校、医院、游乐场所、景区及重要企事业单位楼顶、主要交通要道沿线等，规划数以千计的无人值守直升机救援起降点。通过航空紧急救援指挥调度系统，整合现有的或新建通用航空企业、通航机场和起降点，将有人值守的救援基地和无人值守的起降点有机地结合起来，快速形成我国通用航空紧急救援网络体系和服务体系。

航空救援体系建成后可考虑再增加飞行器的数量，用于遂行商务、公务、旅游、航拍、勘探、环保、科考、物流、反恐、工业作业（电力巡线、吊装运输等）、农业作业（播种、施肥、洒药等）通航作业，至少需要数万架各型直升机。欧洲的同行人认为，中国是人口大国、地域辽阔，再把私人飞行器算上，未来中国通航飞行器的数量不会低于美国现有23万架通航飞行器的数量，他们认为参考欧洲面积、人口和拥有通航飞行器的数量，中国通航市场各类飞行器的数量最终将达到或突破55万架。

电动飞行器的市场空间巨大。未来20年电动飞行器能占飞行器总量的比例有多大，取决于我们大家今天的投资和努力。2017年11月在中关村蓝创通用航空产业联盟和德国Flying pages GmbH公司主办的2017国际电动航空论坛（北京）上，我们与来自世界各地特别是欧美地区的龙头电动航空研究机构和厂商以及我国电动航空领域的专家、学者同堂聚会，论坛

涵盖了电动航空飞行器、相关技术、运营、投资和政策，大家的共识是未来的电动航空主要市场在中国。

电动航空飞行器的研发制造恰逢其时。我们在规划国家的航空救援体系建设时，不担心几十万架通航飞行器的指挥调度问题，我们最担心的是这么多的飞行器如果都采用现有的油基燃料动力运行，我们的天空会是什么样子，会不会出现今天汽车普及已经带来的环保问题，污染到了天空，怎么解决环保问题？这是摆在我们面前必须要回答的问题。值得高兴的是国际电动航空论坛来得比我们预计的要早，让我们看到了未来电动航空飞行器解决环境污染和噪音的希望，同时看到了电动航空飞行器未来的市场空间，这无疑是资本和投资商最关心的问题。

四、建议电动航空飞行器开发者关注氢能源的研究应用并从其它产业在氢能源领域的投入中获益

氢能作为一种储量丰富、来源广泛、能量密度高、清洁的绿色能源及能源载体，具有无可比拟的开发价值。

氢能开发利用方式主要有三种：一是直接燃烧，特点是原理简单但效率较低。二是燃料电池，特点是将氢能直接转化为电能（属化学能），安全、效率较高。三是冷核聚变（属核能应用），目前可以参与和氢进行冷聚变反应的元素主要有：钚、镍、铅等金属元素和非金属元素碳，受控的冷核聚变将向人类提供最清洁而又取之不尽的新能源。下面介绍的是我们已在重点关注的三个氢能源开发应用项目。

1. 质子膜氢燃料电池及氢燃料发电站

燃料电池是一种将燃料与氧化剂的化学能通过电化学反应直接转换成电能的发电装置。主要由正极、负极、电解质和辅助设备组成。

常用的燃料除氢气外还有甲醇、联氨、烃类及一氧化碳等。氧化剂一般为氧气或空气。电解质常见的有磷酸、氢氧化钾、熔融碳酸盐及离子交换膜等。其发展按电解质的不同可分为：碱性（AFC）、磷酸型（PAFC）、熔融碳酸盐（MCFC）、固体氧化物（SOFC）、固体聚合物（SPEFC）、质子交换膜（PEMFC）等。我们这里重点关注的是最后中一种质子交换膜氢燃料电池的研发。

质子交换膜燃料电池是一种不经过燃烧，直接将燃料氢与氧反应的化学能转换成电能的一种发电装置。能量转换率可高达 60% ~ 80%，只排出少量水蒸气，基本上无污染，噪音小，装置可大可小，非常灵活。

氢燃料电池，以其大容量、低消耗、无污染、价格廉、高性价比、保存性能优良等特点，其性能均超过世界上先进的镍电池和锂离子电池。

随着制氢技术的发展，氢燃料电池离我们的生活越来越近。由氢燃料电池组成的分布式小区电站所产生的电能可以送入小区的千家万户，接通生产生活所需的各种用电设备，小区电站之间还可以联网，为人们创造安全舒适的生活环境，降低能源使用成本。同样由氢燃料电池组成的动力系

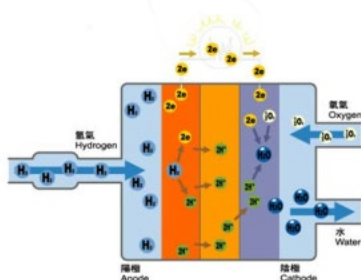
统也可以装入我们的电动飞行器，为电动飞行器提供充足的动力和能源。

目前的氢燃料电池可以让轿车加一次氢行驶 600 多公里，每 100 公里消耗氢 1.2 公斤左右，大约相当于 4 升 93 号汽油，时速可达每小时 140 ~ 150 公里。成本价格应在 10 元以下，大大低于使用汽油、柴油的成本。且完全符合国家提出的高产值、高效益、节能、环保的高科技标准。

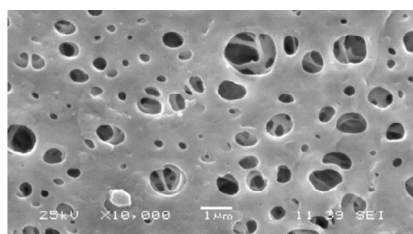
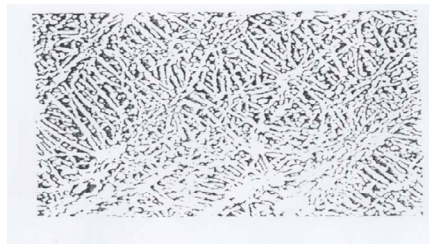
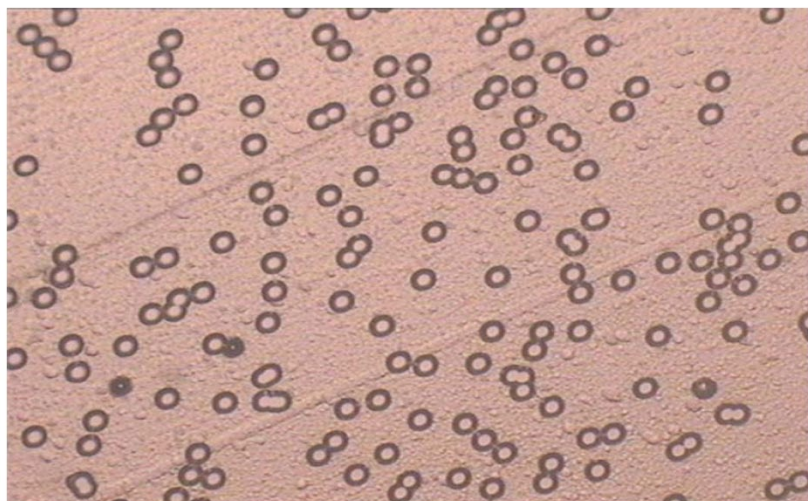
但是我国质子交换膜氢燃料电池的可靠性、安全性和效能却卡在氢燃料电池的关键技术质子交换膜上。采取各种工艺摊或拉伸出来的传统质子交换膜在显微镜下如图所示，我们可以形像地把它们称作模拟膜。而我们现在掌握的重离子核孔膜技术制成的质子膜如下图所示，其特点是孔径均一，无纤维脱落，孔径可以从 15 微米到 100 纳米，密度可以做到每平方厘米 1 万到 1 亿个孔。我们也可以形像地把它称作是数字膜。这种膜从根本上解决了氢燃料电池孔径不一造成内部燃爆的安全性问题，同时也使氢燃料电池的效率和寿命大幅提高。目前正在突破的是膜电极的形成技术和生产工艺等问题，有兴趣的朋友可以关注。

韩国首尔是世界上氢燃料发电站建设较好的地区之一，目前已有多座 5600KW 的氢燃料电站在运行，它可以满足 7500 个家庭的用电需求，也可以满足中小型舰船和电动飞行器的能量需求，每年可减少二氧化碳排放约 6000 吨，相当于 1250 辆汽车或 5000 个家庭的排量。

氢燃料电池除了用于我们关注的电动飞行器、汽车和电站以外，还有着相当广泛的用途：一是在移动式电源方面，作为便携式电源、小型移动



加速器重离子微孔滤膜（膜材：PET）



电源、车载电源等；二是可作为独立电源，用作海岛、山区、边远地区或作为国防（人防）发供电系统电源；三是在军事领域的应用，在航空航天及超级移动设备、水下潜艇、军事工程、通讯工程、车辆动力电源、单兵

和部（分）队便携电源、边远地区、海防哨所以及人防工程中都具有极好的应用前景；四是与现有电网系统互联，用于调峰。因此质子交换膜氢燃料电池在未来的新能源领域中，将会占有重要的地位，会产生巨大的社会

效益和经济效益。

2. 储氢技术开发和应用

要在电动飞机上使用氢燃料电池，必须先解决氢的来源和储存问题。传统的储氢采用的是钢瓶，日本为保证储氢钢瓶的安全，普遍将钢瓶承受的压力提高了一倍，并计划于2020年左右在日本市场量产氢燃料电池车最关键的部位——使用碳纤维制造的高压储氢罐。

除了各类储氢钢瓶和储氢罐外，贮氢材料（hydrogen storage material）应用也是一种非常好的储氢方法。贮氢材料是在一般温和条件下，能反复可逆地（通常在一万次以上）吸入和放出氢的材料，又称贮氢合金或储氢金属间化合物，这种材料在一定温度和氢气压强下能迅速吸氢，适当加热或减小氢气压强时又能放氢。

贮氢材料多为易与氢起作用的某些过渡族金属、合金或金属间化合物。由于这些金属材料具有特殊的晶体结构，使得氢原子容易进入其晶格的间隙中并与其形成金属氢化物，其贮氢量可达金属本身体积的1000～1300倍。氢与这些金属的结合力很弱，一旦加热和改变氢气压强，氢即从金属中释放出来。

氢在金属中的这种吸入和释放，取决于金属和氢的相平衡关系并受温度、压力和组分的制约。通常，贮氢材料的贮氢密度都很大，比标准状态下的氢密度（ $5.4 \times 10^{19} \text{at/cm}^3$ ）高出几个数量级，甚至比液氢的密度（ $4.2 \times 10^{22} \text{at/cm}^3$ ）还高。由于贮氢材料具有上述特性，用它储运氢气既轻便又安全，不仅无爆炸危险，还有贮存时间长又无损耗等优点。

上述两项技术的完美结合，将为电动航空器提供强大的动力。



3. 冷核聚变技术

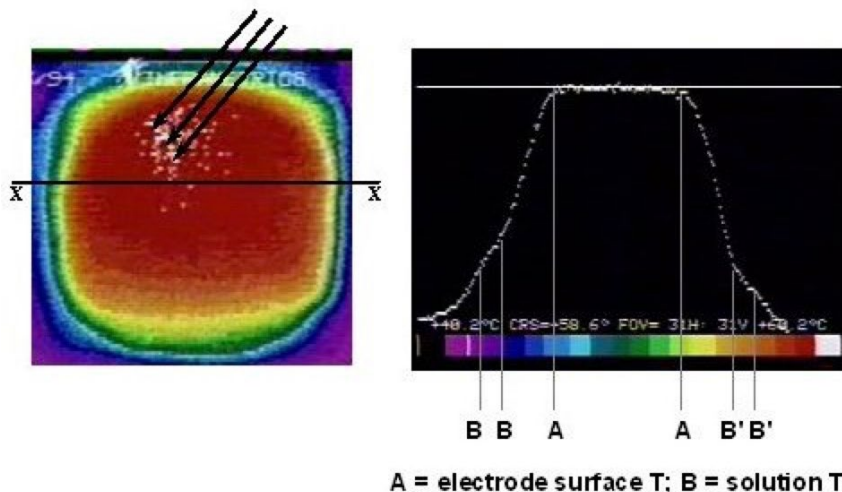
广义上讲，冷核聚变是指接近常温常压下在相对简单设备条件下发生的核聚变反应，我们也称之为低能量核反应（Low Energy Nuclear Reactions LENR）。

低能量级别的核反应技术（Low Energy Nuclear Reactions, LENR）正在成为现实，目前有一个实验的结果是，只需要烧 0.4 克的氢，就可以获得 25 公升汽油的热能。还有一个描述是 237 毫升水所产生的氢相当于将 7903 辆福特探险者（汽车）灌满汽油或者为 3279 户家庭提供一个月所需的能源。换句话说，我们将会迎来镍氢时代。10 千瓦家用冷核反应堆的核心部件只有一包香烟盒大小，整个机器只有两台家用电脑大小而且没有任何核废料、核污染。在不远的未来，我们会在汽车、飞机、舰船，还有家庭中见到它，它会逐步成为石油、煤碳等化石能源的替代品，为人类提供便宜、清洁、环保的新能源。

每当提起核能利用，人们通常会想到聚变与裂变。裂变指由重的原子分裂成轻的原子，它会产生巨大的能量，这一过程是地球上最常用的核电来源。聚变恰巧相反，在一定条件下、由小质量的原子核聚合成重的原子核，同时释放巨大能量。

相信未来大家接触和使用更多

IR Camera Electrode Surface and Profile Views



红外摄像机拍摄到的钽反应电极

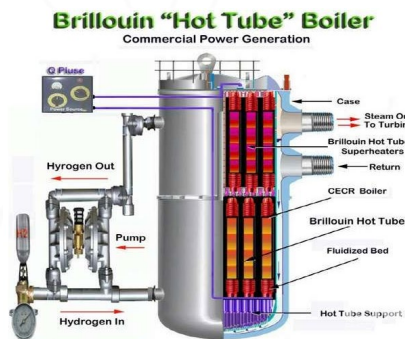
的是我们今天介绍的冷核聚变，LENR 与我们常谈的聚变和裂变都不相同，热聚变和裂变需要强大的原子力量支撑，冷聚变则温和得多。

关注冷核聚变生产的核电池可以为电动飞机提供超长里程电源，并为

大飞机的电动化提供能源保障。2008 年，位于美国新泽西州克兰伯里的黑光能源公司（BLP）创始人兰德尔·米尔斯声称他们的 CIHT 电池获得了阶段性的成功，产生的电成本不到 2 美分每千瓦小时，低于当时美国平均水平的 8.9 美分每千瓦小时。

实现冷核聚变的方法有很多，下图是使用一种镍化晶体和氢离子进行的实验。氢离子被吸入镍晶格中，这种晶格在一种高频率下震动，震动刺激其镍中的电子，迫使其融入氢离子中，形成缓慢移动的中子，镍迅速地吸收了这些中子，令它们变得不稳定，为了重新获取稳定状态，中子衰变成质子和电子。这种反应令镍转变为铜，并产生能量。

LENR 的亮点在于清洁与安全，不产生电离辐射和辐射废弃物。它的这种特质使得它适合在军事和民用中推广。目前，国外的冷聚变装置高温 E-CAT 已经获得了美国方面的安全认证，试验成功后，瓶中的“太阳”就基本出生了，未来人们就不必再支付

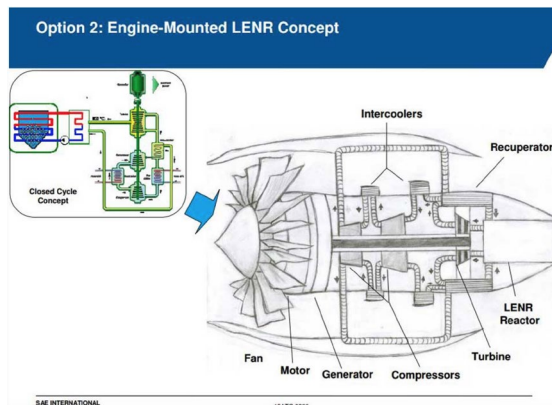
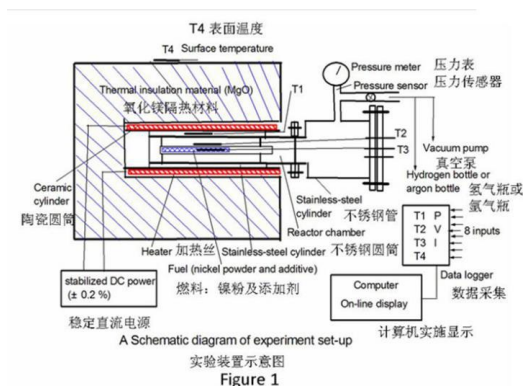


高昂的电费，仅靠一个玻璃瓶大小的装置就可以为家里的冰箱、电视、洗衣机提供足够的电力。

目前，国内的专家团队一直在密切跟踪国际冷核项目的进展情况，同时开展实验室的验证工作，取得了与国外相当甚至优于国外的试验数据。下一步还将继续深入地研究、反复地试验，尽早地完成实验室样机和相关知识产权申报工作，为推进冷核聚变的实际应用奠定基础。

初期的市场目标是用冷核反应产生的热量替代现在火电厂在用的燃煤系统，替代煤炭作为发电燃料，取得相应的经济效益。因为替换电厂燃煤系统所需的安全认证要比消费领域的认证容易得多。另外在军事领域的应用可能要比民用快得多，冷核聚变将我们的舰船和战机插上核的心脏和翅膀，为我们舰船走出国门，在大海上自由遨游提供强大的、取之不尽用之不绝的、安全环保的强大动力保证。

日本研究人员最近开发出一种新型电极，利用特制的石墨烯材料替代铂作为催化剂，来制造燃料电池车所需的氢燃料。这种电极能够电解水，在



装在涡轮增压发动机中的低能核反应动力概念设计



为燃料电池车服务的加氢站，如果用它来生产燃料，可以大幅降低成本。

4. 冷核聚变驱动电动大飞机不是梦想

尽管冷核聚变的理论解释对于物理学家还是一

头雾水，但是却不妨碍飞行家构想用冷聚变来驱动飞机的梦想。

据冷聚变世界 (www.lenr.com.cn) 网站介绍，SAE International 国际自动机工程师学会早在两年前就提出了一种冷聚变驱动的大型民航飞机的设计方案。

令人瞩目的不是设计，而是有冷聚变研究背景的科学家会出现在各行各业中，像空客就拥有这样的科学家，因此我们预言在未来民航大飞机的设计上，空客很可能要走一条波音目前还在观望的路子。

当一桶镍氢低温聚变燃料反应释放的能量等于 20 万吨的超级油轮所装载的燃油的能量时，冷核聚变驱动大飞机还会是梦想吗？

这对于今天纠结于电池能量密度不够的电动航空产业来说是天大的好消息！因为无论是从屋顶到屋顶的垂直起降，还是超大城市的短途空中出行，以及短途城市之间通勤的商务飞行，未来三年电池厂商推出的最好的固态电池能量密度都不够用。因为目前的电池全部是基于化学能，当万倍于化学能电池能量密度的核能电池问世后，也一定会迎来电动飞行器的春天。**科技**

【关于作者】

刘世江，高级管理人员工商管理硕士。现任中国航空救援产业技术创新战略联盟秘书长，北京华洋恒通投资有限公司董事长，领势投资战略合作伙伴。曾任空军司令部参谋、空军司令部作战指挥自动化站总工程师，中国航空学会高级会员，发改委中国投资协会能源发展研究中心常务理事，民政部紧急救援促进中心航空救援专家。美国美中投资基金有限公司理事，中国通用航空发展协会理事，鄂尔多斯市海明堡直升机投资有限公司独立董事。国家科技进步二等奖获得者，航空救援资深专家。

注：部分数据、图片由 DataWeco 社创数据网提供。