

绿色航空与我国电动飞机的 未来发展

The Vision of Green Aviation and
Electric Aircraft of China

黄俊 Huang Jun

北京航空航天大学 教授

辽宁通用航空研究院 执行院长

Professor, Beihang University

Executive President, Liaoning General Aviation Academy



提纲

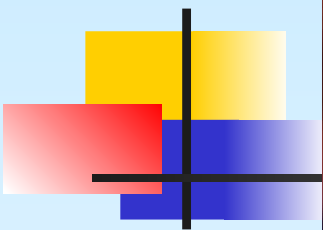
- **航空对环境的影响**
- **绿色航空**
- **航空绿色化的一般做法**
- **电动飞机—绿色航空的未来**
- **中国电动飞机的未来发展**



一、航空对环境的影响

航空对环境的影响是因为飞机发动机产生热量、噪声、颗粒物和气体会导致气候变化和全球变暖。

飞机排放的颗粒物和气体包括：二氧化碳、水蒸气、碳水化合物、一氧化碳、氧化氮、氧化硫、还有铅和黑炭等，它们彼此之间并与大气之间产出相互作用。









一、航空对环境的影响

尽管高油效、低污染的涡扇和涡桨发动机在飞机上的使用减少了排放，但是近年来空中运输量的快速增加使得航空总排放量有增无减，在欧洲，旅客运输量以每年 5.2% 以上的速率增长，航空排放的温室气体也基本上按相同的速率增加，新兴经济地区增速更快。

随着发达国家经济复苏和发展中国家强劲的经济发展趋势，航空对环境持续构成挑战。



一、航空对环境的影响

1、飞机发动机的碳排放以及氮氧化物、硫化物、PM2.5、其它参加大气光化学反应的碳氧化物，会破坏臭氧层、污染空气，正在造成温度升高、极端气候、海岸消失等环境、生态、经济等问题。

2、噪声问题：航空噪声污染已经受到广泛关注，美国、欧洲等发达国家已经制订了相关计划，用先进技术手段控制飞机的噪声级别，



一、航空对环境的影响

荷兰国家公共卫生与环境研究所通过对阿姆斯特丹史基浦国际机场周边居民的大样本调查表明，飞机噪声与居民的一般健康状况，尤其是与使用安眠药和心血管疾病药物人群的健康状态相关。英法合作研制的“协和”号超声速客机由于其噪声过大曾被禁止在美国的多数机场起落，俄罗斯的伊尔-76大型运输机也由于噪声原因被禁止在欧盟的领空飞行。



一、航空对环境的影响

3、超细颗粒物排放：超细颗粒物排放是活塞发动机的固有特征。美国加州大学对南加州地区通用航空机场临近区域的飞机排放影响进行了研究，在机场顺风区域观测到飞机飞行时超细颗粒物浓度大幅升高，达到背景浓度的 10 倍以上，当地给居住在通用机场附近的人群带来潜在的健康风险。美国化学协会警告通用机场附近的超细颗粒物将对附近居民的健康产生潜在威胁，建议政府关注这类排放影响。



一、航空对环境的影响

4、重金属铅污染：活塞发动机使用的航空汽油中加有四乙基铅，我国民航局批准生产的 100LL 所谓无铅航空汽油，只是铅含量降低了一半。美国活塞式发动机使用航空汽油产生的铅污染占整个向空气中排放铅的一半。铅排放会造成受污染区儿童血铅超标，对当地森林、农作物产量、食品安全带来风险。美国环保局和联邦航空局正在努力，希望于 2018 年前找到 100LL 航空汽油的替代品。



提纲

- 航空对环境的影响
- **绿色航空**
- 航空绿色化的一般做法
- 电动飞机—绿色航空的未来
- 中国电动飞机的未来发展



二、绿色航空

美国 **NASA** 阿莫斯研究中心（ **Ames Research Center** ）认为绿色航空涉及提高飞机燃料效率、发展下一代高效空中交通管制、开发新技术和系统工程等活动，以实现全球**碳中和**航空运输的未来。

碳中和（ **carbon-neutral** ， **Carbon neutrality** ）或称具有零碳足迹、净零碳排放，是通过指计算二氧化碳的排放总量，然后透过植树等方式把这些排放量吸收掉，以达到环保的目的。



二、绿色航空

1、推动使用再生能源，以改善因燃烧石化燃料而排放到大气中的二氧化碳，最终目标是仅使用再生能源，而非石化燃料，使碳的释放与吸收回地球的量达平衡不增加 。

2、通过碳交易付钱给其他国家或地区以换取其二氧化碳排放权，这一做法在发达国家和发展中国家之间引起了争议，并未真正达成减少二氧化碳总排放量的效果，因而常遭受批评 。



二、绿色航空

航空“碳中和”问题：**2005**年，欧盟建立碳排放交易体系（**ETS**），将**1997**年**12**月达成的《京都议定书》的减排目标分配给各成员国，希望用市场机制实现减排目标，**ETS**对于远程洲际航班征收碳排放税暂缓至**2016**年。

2016年**10**月，第**39**届国际民航组织（**ICAO**）大会上，**191**个成员国同意实施全球航空运输业碳中和方案及减排计划（**CORSIA**，**Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation**）。



二、绿色航空

该计划从 **2021** 年开始到 **2035** 年，分三个阶段实施。中国认为该文件的通过是国际航空减排谈判的重要阶段成果，是推动国际航空绿色发展的积极尝试。

美国人口占全球人口的 **3%** 至 **4%**，但排放的二氧化碳占全球排放量的 **25%** 以上，是世界最大的温室气体排放国。中国的能源消费和二氧化碳排放量仅次于美国，已经居全球第二位，预计到 **2025** 年前后，中国的二氧化碳排放量将上升到第一位。



二、绿色航空

中国政府非常重视节能减排和生态环保工作，“全面建成小康社会”的目标之一是生态文明建设，要求主要污染物排放得到有效控制，习主席提出“宁要绿水青山，不要金山银山”以及“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念。

中国航空工业也坚持发展绿色航空技术，全面开展了先进气动、降噪、多电、绿色动力、绿色材料和绿色制造等技术研究，以实现节能减排的目标。



提纲

- 航空对环境的影响
- 绿色航空
- **航空绿色化的一般做法**
- 电动飞机—绿色航空的未来
- 中国电动飞机的未来发展



三、航空绿色化的一般做法

- 1、用生物燃料 (Biofuel) 替代传统航空燃料，传统航空燃料包括航空煤油（JET A-1）和航空汽油 (Avgas)，可能用于提取生物燃料作物包括大豆、油菜籽、亚麻、麻風樹和藻類。**
- 2、飞行器创新或改进设计：气动上有效减少飞行阻力、结构上有效减重、提升飞行速度或临界马赫数、增加飞行稳定性。**
- 3、发动机创新或改进设计：这是最核心的问题。**



三、航空绿色化的一般做法

4、飞行剖面与地面和空中交通管理：选择最短地面滑行路线、优选最省油爬升剖面、选择最优巡航高度和速度、以最省油下滑梯度下降、尽量用目视进近以缩短进近距离、规划最经济航路。

5、绿色地面电子滑行系统：发动机不开车、用电机驱动机轮转动进行地面滑行，据统计，在欧洲可节省 **4%** 的燃料消耗。

6、其它：编队飞行、空中加油。



提纲

- 航空对环境的影响
- 绿色航空
- 航空绿色化的一般做法
- **电动飞机—绿色航空的未来**
- 中国电动飞机的未来发展



四、电动飞机—绿色航空的未来

电动飞机是以电机带动螺旋桨、涵道风扇或其它装置产生前进动力的飞机，电机的电源来自电池、燃料电池、太阳能电池、超级电容或功率束等，另外还有油电转换或油电混合能源。

电动飞机零排放、低噪声、几乎不对环境产生负面影响。

世界上第一架电动飞机模型出现在 **1957** 年， **1973** 年出现了第一架载人电动飞机。

四、电动飞机—绿色航空的未来



第一架载人电动飞机，**1973**

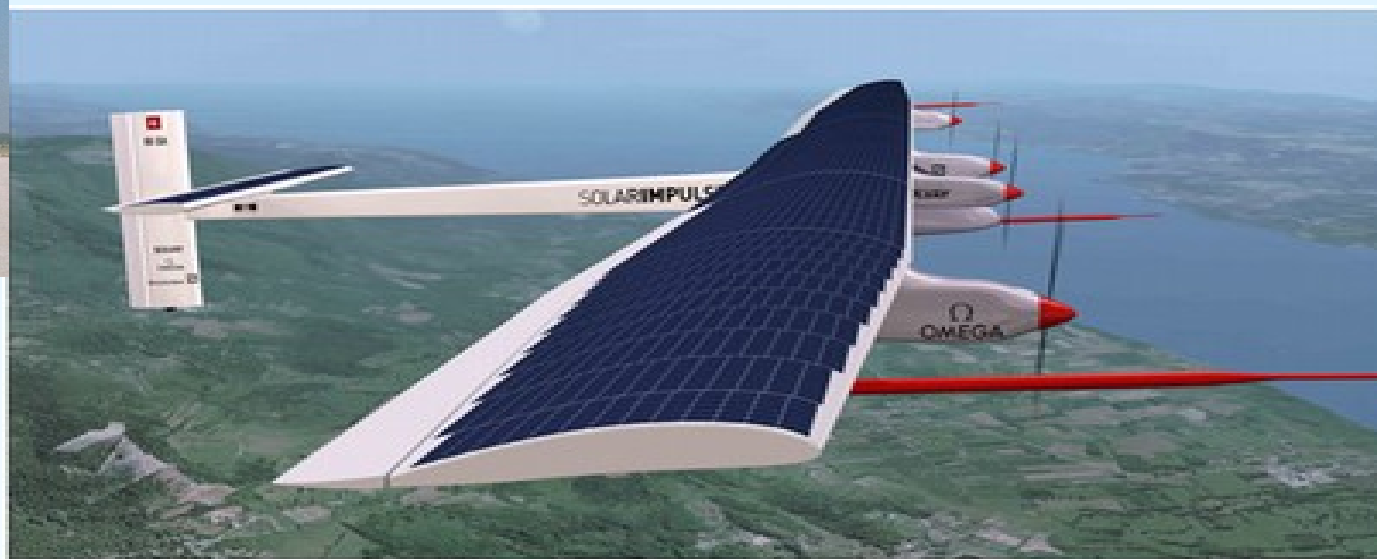


第一架燃料电池电动飞机，**2009**

四、电动飞机—绿色航空的未来



第一架载人太阳能飞机， 1980



阳光动力 2 号太阳能电动飞机， 2015

四、电动飞机—绿色航空的未来



空中客车公司 **E- fan** 锂电池电动飞机， **2015**



四、电动飞机—绿色航空的未来

2015 年 2 月 6 日，中国民航东北地区管理局向辽宁通用航空研究院研制的锐翔 **RX1E** 电动动力轻型运动飞机颁发了型号设计批准书（**TDA**），同年 **12 月 5 日**，中国民航向 **RX1E** 电动飞机颁发了生产许可证（**PC**），使锐翔轻型运动飞机成为世界上第一款同时拥有民航当局颁发型号合格证和生产许可证的电动飞机。

2017 年 11 月 1 日，锐翔增程型首飞成功。

四、电动飞机—绿色航空的未来



辽宁通用航空研究院“锐翔” **RX- 1E** 电动飞机， **2015**



四、电动飞机—绿色航空的未来

当前电动飞机受到全世界的普遍重视。

美国国家航空航天局（**NASA**）正在研发一款编号为**X-57**的电动试验飞机，该飞机采用分布式电推进技术，计划**2018**年首飞。

空中客车公司的**E-fan**双座电动飞机计划**2018**年后投入市场，并已着手开发其四座电动飞机。

波音公司在**2008**年就试飞了氢燃料电池的无人验证机，正致力于未来电动客机的创新方案设计。

西门子公司也加入电动飞机研发行业，不仅开发出功率重量比创纪录的电机，还跻身电动飞机的型号研发。

四、电动飞机—绿色航空的未来



美国航空航天局 X- 57 电动试验飞机， 2017

四、电动飞机—绿色航空的未来



波音公司混合电动飞机， 20XX



西门子公司电机及其电动飞机， 2016



四、电动飞机—绿色航空的未来

世界上所有主要飞机品牌制造商都有自己的电动飞机项目，美国、德国、法国、意大利、荷兰、瑞士、斯洛维尼亚、英国都有通用飞机公司生产电动飞机，俄罗斯、加拿大、日本等国也在开展电动飞机研究和开发。

IDTechEx 公司在其《载人电动飞机 **2016~ 2031** 》发展报告中预测，到 **2031** 年，载人电动飞机在全球将有一个 **240** 亿美元的市场。**电动飞机为实现彻底的绿色航空提供了一条光明的技术途径。**



提纲

- 航空对环境的影响
- 绿色航空
- 航空绿色化的一般做法
- 电动飞机—绿色航空的未来
- 中国电动飞机的未来发展



五、中国电动飞机的未来发展

2016 年中国国务院办公厅 **38** 号文《关于促进通用航空业发展的指导意见》明确提出支持大型水陆两栖飞机、**新能源飞机**等通航产品的研制应用，发展具有自主知识产权、质优价廉的通航产品，国家把新能源电动飞机研发放到了一个非常重要的位置。文件还规划了到 **2020** 年将建成 **500** 个以上通用机场，通用航空器达到 **5000** 架以上，飞机增量将超过 **3000** 架。



五、中国电动飞机的未来发展

2017年发布的“十三五”交通领域科技创新专项规划，在空中交通载运工具部分提出“开展高效绿色轻型多用途通用飞机总体综合设计、系列化、模块化设计技术，通用飞机新概念布局设计技术；研究**新能源电动飞机**电推进系统技术，通用飞机轻质、高效整体化结构设计与制造技术，研制新能源电动飞机和先进通航轻型飞机，提升高效绿色轻型多用途通用飞机型号研发水平，发展我国通用航空战略新兴产业。”明确提出了研制新能源电动飞机。



五、中国电动飞机的未来发展

中国的电动飞机将以锐翔电动飞机为基础，以“四纵四横三平台”的发展战略开展电动通用飞机研究和开发。

四纵：以锂电池、燃料电池、太阳能电池、混合动力为能源“四纵”。

四横：总体多学科设计、高升阻比空气动力设计、低成本轻质高效复合材料结构设计与制造以及高效电推进系统设计与集成为关键技术“四横”。



五、中国电动飞机的未来发展

三平台：一是固定翼平台，包括四座、七座以上通用飞机，动力滑翔机等；二是旋翼和多旋翼平台，包括两座、四座直升机， **100~500** 千克级多旋翼无人机等；三是水陆两栖平台，包括两座、四座水陆两栖电动飞机 。

在电动飞机市场拓展方面，近期将以沈阳法库基地的电动飞机运营模式为样本，向全国进行示范推广 ，目标是“百场千架”。

谢谢！

