旗舰飞机的飞行情结

——空中客车A380商业运营十周年记

2007 年 10 月，新加坡航空将全球第一架空客 A380 客机“迎娶”回家，距今已有 10 年。新加坡总理李显龙曾形容此举是“世界航空史上的里程碑”。在这 10 年间，这架 73 米长、约 8 层楼高的目前全球最大的民用飞机空客 A380，依靠极高的舒适度和可靠性赢得了广大旅客的青睐，也为远程航线打了一针强心剂。

空客 A380 飞机投入商业运营 10 年以来，累计已运送乘客 1.8 亿人次。根据国际航空运输协会（IATA）的统计，全球民航业平均客座率为 76.5%，由空客 A380 执飞的航班平均上座率超过 80%。截至 2017 年 8 月底，全球已经有 13 家航空公司运营着 215 架空客 A380 飞机，共执飞 60 个城市之间的 120 条航线。在这 120 条航线中，有 54% 是由亚太地区出发或抵达，其中 18% 是亚洲范围内的区域航班。全球共有 240 座机场可供空客 A380 起降，每天有超过 300 个航班由空客 A380 执飞，平均每 2 分钟就有 1 架空客 A380 飞机起降。

舒适的乘坐体验

空客 A380 飞机可称得上是真正意义上的双层宽体客机，以其卓越的舒适性为广大乘客所称赞。空客 A380 客舱地板总面积达 550 平方米，拥有上下两层独立的全尺寸的宽体客舱：主舱宽度为 6.54 米，比此前最宽的客舱宽 51 厘米（20 英寸），是目前最宽的飞机客舱；其上层客舱是目前全球唯一的全尺寸上层客舱。受益于客舱宽度的优势，空客 A380 的每个经济舱座椅可以轻松拥有超过 18 英寸的宽度，为每一位乘客提供宽敞的乘坐空间。

空客 A380 的空调系统采用了业界最先进的空气过滤技术，容积高达 1570 立方米的客舱内的空气每 3 分钟更换一次。温度可在 18 至 30 度之间进行选择。客舱内有 15 个不同的温度控制区，由于空气对流速度更慢，所以噪声得以有效降低，使其噪声水平比现有的任何客机都低。同时空客 A380 大舷窗和炫丽的客舱情景灯光进一步提升了乘客的乘坐体验。

优异的运营性能

空客 A380 的结构重量中有 25% 是复合材料，使用复合材料替代传统材料让空客 A380 减少了 15 吨的结构重量。更轻的重量和最新一代的发动机设计使得空客 A380 拥有宽体飞机中最低的单座成本和高燃油效率。在典型三级客舱 525 座的布局下，空客 A380 平均每座百千米油耗不足 3 升，人均二氧化碳排放量也大大降低。

空客 A380 在远程航线运营中拥有很大的业载和航程优势。在 7000 海里的典型远程航线距离上，空客 A380 的业载比竞争对手目前的主力机型多 34 吨；而在业载同为 40 吨的情况下，空客 A380 的航程比竞争对手目前的主力机型远 1500 海里。同时，空客 A380 还拥有着出色的运营可靠性。目前全球所有空客 A380 飞机的平均运营可靠率约为 99%，而中国南方航空公司所运营的空客 A380 飞机运营可靠率更是高达 99.3%。

中国市场需要空客 A380

根据空客最新全球市场预测（2017 ~ 2036 年），新兴经济体特别是中国、印度、亚洲其他地区和拉丁美洲是航空业增长最快的区域，其增长速度几乎是北美和西欧等成熟市场增速的两倍。2016 年，中国的人均乘机次数为 0.4 次，是美国人均乘机次数的四分之一，但中国人口总数为美国人口总数的 4.2 倍，仍有很大增长空间。具体到国际航空市场，2016 年中国国际航空旅客运输量为 5162 万人次，比 2015 年增长了 22.7%，过去 5 年的年均增长率接近 30%，在未来相当长的时间内，中国国际航空市场的增速将维持在较高水平。

要想满足如此巨大的航空运输需求，中国民航需要逐步、逐级打造“经由中国，通向全球”的综合航空枢纽系统，其关键在于在大型国际枢纽中增加更多直达目的地、加强主要干线运力，在国际枢纽中增加到达主要城市的直飞航班。与此同时，随着民航业的飞速发展，中国的枢纽建设面临空域、航班时刻等资源紧缺的挑战。采用更大的飞机，用更少的航班运送更多的旅客能有效解决航空枢纽地区资源紧张的问题。

空客中国公司民用飞机总裁陈菊明此前在采访中表示，中国的年均出境乘客数在 2006 年仅有 2000 万人次，到 2016 年，这一数字已达 1.2 亿，短短的 10 年间出境乘客数增长了 6 倍，表明中国航空市场有着巨大的发展空间。空客 A380 将会促使中国成为强劲的可持续发展的航空市场。未来 5 ~ 7 年，中国的航空公司将需要至少 60 架空客 A380 以满足日益增长的市场需求。

未来值得期待

对于一款成熟机型来说，10 年只是其漫长发展历程中的一步，未来仍将有很大的成长和发展空间。目前，全球最先运营空客 A380 的新加坡航空和澳洲航空已相继宣布将对其空客 A380 机队进行客舱升级改造，更先进的客舱产品将会在下一个 10 年为空客 A380 的乘客提供更舒适的乘坐环境和更完美的乘坐体验。

空客在 2017 巴黎航展上宣布推出空客 A380 改进计划——空客 A380plus，该计划在空气动力学方面对 A380 做出了改进，特别设计的大尺寸翼尖小翼和改进的机翼最多可节约 4% 的燃油消耗。空客 A380plus 还将选装今年 4 月在汉堡飞机内饰展（AIX）上首次亮相的改进版客舱设施。此外，空客公司还对空客 A380 的维护维修程序进行了优化。在上述多项举措的共同助力下，空客 A380plus 的平均单座运营成本将比现有空客 A380 降低 13%。

A380plus 改进版客舱布局可以在不影响舒适性的前提下最多可增加 80 个座位。同时，空客 A380plus 的最大起飞重量将提升到 578 吨，使其能在增加 80 名乘客的情况下达到与现有空客 A380 一致的最大航程（8200 海里），或在不增加旅客数的情况下比现有空客 A380 增加 300 海里的最大航程（达到 8500 海里）。（任文）

赛峰集团发布飞机推进系统技术路线图

| 吴蔚

随着未来客机更高效的备选推进系统研究的加速开展，赛峰集团已成为最新一家公布其混合及电推进技术发展路线图的发动机制造商。该法国制造商相信，随着能量储备和大功率传输关键技术问题的解决，到 2040 年开发首个 100% 电推进大型飞机有可能可行。但是，涡扇发动机的改进仍将继续领路，并谨慎认为只有在综合了能量管理、发动机综合与推进系统效率所取得的突破后，才能实现整个推进技术进步。

赛峰认为更高涵道比发动机、开式转子、边界层吸入和分布式及混合推进的出现，大大扩展了未来客机的设计空间。赛峰集团提出的电推进技术发展路线为：2030 年前实现初步混合电推进；2035 年实现带边界层吸入的混合分布式电推进；2040 年可能实现 100% 电推进；近期关注更高涵道比涡扇发动机和更高的集成度。

赛峰飞机发动机研究与技术副总裁杰罗姆·博尼尼称，在面对全电推进技术问题时，我们需要采用组合方式。他在曼彻斯特举行的 2017 吸气式发动机国际协会会议上说：“主要问题是电池的能量密度以及未来 20 年其预计的发展变化。”当前的电池约为系统级 200 瓦时 / 千克（Wh/kg），到 2035 年有望达到 500 瓦时 / 千克。但即使达到了 1000 瓦时 / 千克，也要比煤油的 12000 瓦时 / 千克低很多。博尼尼说：“如果想实现全电推进，我们不得不取得巨大的进展，虽然该技术在研发过程中，但应用到大型飞机可能还不现实。我们认为未来有更多的路径，我们应当同时在 3 个方面实施推进技术的改进，首先是改善动力装置效率，第二是将动力装置更好地与机身综合，第三是通过推进和非推进手段改善能量管理。”

赛峰飞机发动机公司将其雄心勃勃的技术目标与欧洲“飞行轨迹 2050”（FlightPath 2050）计划中航空研究与创新咨询委员会提出的远期环境目标相匹配。这些目标要求到 2050 年与 2000 年水平的飞机相比，CO_2 排放减少 75%、N_2O（一氧化二氮）排放减少 90%、噪声降低 65%。

赛峰的电推进路线图基于“分步走”方式。博尼尼说：“2030 年，我们期望实现混合推进系统，起飞、爬升和慢车推力的 10% 为电力提供。这也是符合电池技术的发展步伐。”此时，该初步系统的大部分推力仍由常规涡扇发动机提供。2035 年，在能量储备取得进展后，赛峰预测混合分布式推进系统与边界层吸入（BLI）综合概念可实现推力的 20% ~ 50% 为电力提供。在 BLI 设计中，一种安装在尾部的风扇将机身上缓慢运动的边界层气流吸入并激励气体流动，进而降低动量阻力。该风扇可采用机械或电驱动，在赛峰路线图中该风扇由电池及发动机产生的电力驱动。

赛峰预测，到 21 世纪 30 年代中期，分布式混合推进系统与边界层吸入综合将实现推力的近 50% 将由电能提供。赛峰还在探索潜在的设计构型，以实现开式转子推进效率的最大化，其中之一是推进器安装在双机身中间采用非常规的推拉布局。

博尼尼相信，约在相同时期，开发分布式推进系统可能是可行的。之后在 2040 年，我们可能会看到如果使用氢能源将实现 CO_2 零排放的 100% 电推进系统。但该目标将在解决了能量储备和大功率能量传输这两大问题后才会成为可能。

赛峰还在通过其动力单元部开发燃料电池技术，并面向单通道客机营销其“电动绿色滑行系统”前轮系统。该绿色滑行系统预计将在一次典型飞行中（取决于时间与滑行距离）节省 2% ~ 5% 耗油，对于机场来说可减少 CO_2 排放 61%、CO（一氧化碳）排放 73%、N_2O（一氧化二氮）排放 51%、未燃烧碳氢化合物 62%。

该公司将推进效率提升到超过当前的发动机水平的主要工作是在“洁净天空 1”中研制的开式转子概念，目前正在开展地面试验，另外就是在“洁净天空 2”中开展的涵道式超高函道比（UHBR）发动机的研究。博尼尼称：“该 UHBR 验证机将集成目前正在试验台上试验的发动机模块的下一代设计，我们预计将比 Leap 发动机油耗降低 5% ~ 10%，但该构型由于尺寸和重量问题存在安装方面的挑战，这可能会对结构产生滚雪球式放大的不利影响。”

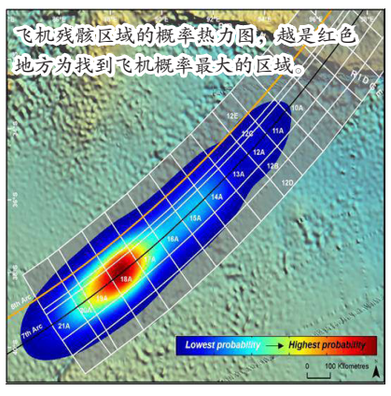
UHBR 验证机的先进技术低压部件正由德国发动机制造商 MTU 航空发动机公司在 Enoval（发动机模块化验证）项目下进行研发。目标是 CO_2 排放降低 5%、噪声降低 1.3 分贝，通过将涵道比从 12 增加到 20、提升总压比至 70，实现性能升级。Enoval 关注点包括低重量、低阻力短舱，先进的高负载高速增压级，更大尺寸 3D 树脂转移模塑成型风扇叶片以及开发陶瓷基复合材料的下一代高速低压涡轮。

UHBR 的核心是驱动风扇的减速箱，保持了由普惠 PW1000G 齿轮传动涡扇发动机以及最近罗罗采用功率变速箱驱动的 UltraFan 发动机所建立的趋势。

向更高涵道涡扇发动机以及可能的 BLI 推进器、开式转子和分布式推进的转变打开了未来潜在应用的设计空间。博尼尼称：“我们正在探索上述所有的构型，我们还不知道哪种解决方案是最佳的，但目前我们确信的是发动机制造商和飞机制造商间的界限将发生变化，我们需要更高等级的飞发综合。”

澳大利亚发布马航MH370最终搜寻报告

| 姚寅



飞机残骸区域的概率热力图，越是红色地方为找到飞机概率最大的区域。

10 月 3 日，在历经 3 年的搜寻工作后，澳大利亚运输安全局在悉尼发布有关马航 MH370 搜寻的最终总结性报告。此次马航 MH370 最终搜寻报告的发布意味着由澳大利亚主导的搜寻工作正式终结，而马来西亚方面相关的调查仍在继续。

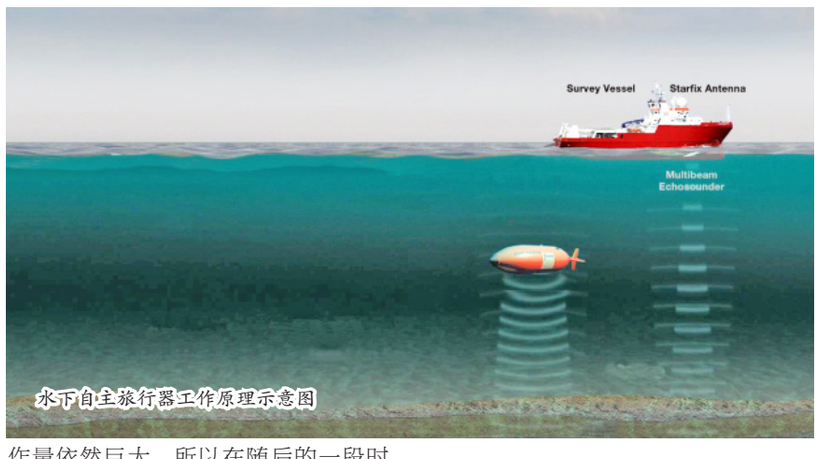
澳大利亚运输安全局发布的这份报告总计 400 多页，详细记录了各方为搜寻马航 MH370 所做的努力，特别是澳大利亚主导的水下搜索，包括如何确定搜索区域以及实施搜索的具体情况。搜寻马航 MH370 的过程堪称航空史上最大规模的一次行动，后来使用海底研究、洋流研究等技术，将飞机最有可能被找到的位置缩小到 2.5 万平方千米的范围。搜寻时间持续了 1046 天，覆盖 12 万平方千米的海底区域，总共耗资 1.6 亿美元。搜索行动于今年 1 月停止，除在印度洋沿岸多处发现被冲上岸的 3 块飞机残片外，没有找到这架飞机的下落。

2014 年 3 月 8 日零时 42 分，马来西亚航空 MH370 航班从吉隆坡起飞，原本计划 6 时 30 分降落北京首都机场，但是中途被人为关掉应答机，并偏离预定航线，从雷达屏幕中离奇消失。事发时，机上人员共有 239 人。

海面搜寻工作

报告显示，MH370 航班刚刚失联的时候（3 月 8 ~ 15 日），由于马来西亚方面信息匮乏以及部分消息互相矛盾，多国投入了大量的人力物力放在马来半岛、泰国湾以及安达曼海海域附近搜寻，结果不断地发现海面漂浮物，然后再不断地否定。当海面搜寻失败后，客机的发动机制造商罗罗公司提供了这架波音 777 客机的 Trent 800 发动机最后停止工作前发出的卫星“握手”信号，调查人员根据这个信号定位出飞机的最后所在大致范围。根据收到的 7 次卫星“握手”信号的时间计算出飞行最后可能出现的位置，然后再由当时卫星的速度、运行方向并运用多普勒效应理论推断出飞机是往南印度洋飞去的，也就是最后终结在南印度洋海域。这个猜测已被 2015 年和 2016 年在毛里求斯和留尼旺群岛所发现的部分飞机残骸所证实。随后的海面搜寻都是按照这个区域搜索的，而且虽然我国的“海巡 01”轮曾在该区域监听到疑似黑匣子信号，但是依旧无法精确定位黑匣子的位置。而后在对于飞机可能坠毁的区域海面进行了地毯式的搜索，依然是一无所获。

即便调查人员已经把搜寻范围缩小到了一个环形通道区域，但搜寻工作量依然巨大。所以在随后的一段时间内，中澳两国联手在南印度洋利用声波定位技术寻找黑匣子。澳大利亚海军还出动了“海洋之盾”号救援船，船上装备美国海军的拖曳声纳定位仪和水下自动潜航器，该船曾 5 次接收到疑似来自黑匣子的脉冲信号，但仍旧无果。遗憾的是，“海洋之盾”号最终无法精确定位飞机残骸的具体位置。2014 年 4 月 12 日，黑匣子电量消耗完毕，脉冲信号就此消失。



水下自主旅行器工作原理示意图

水下搜寻

在水面搜寻和声纳定位仪搜寻无果之后，搜寻的团队开始分别使用水下摇曳式和自主式无人航行器去搜寻。整个搜寻区域面积达到了 60000 平方千米，而且该区域地形极为复杂，搜寻团队需要边测绘地形边寻找残骸。随着时间的推移，搜寻团队依旧没有找到飞机的任何踪影。不过由搜寻而绘制出的高精度海底地形图，可以帮助科学家们更好地了解哪些地区更容易受海底地震的影响，从而预测海啸，这是此次水下搜寻工作带来的意外收获。

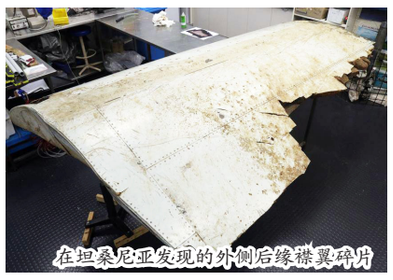
2015 年 3 月 8 日，MH370 客机失联一周年之际，客机失事事件调查团发布了马航 MH370 中期报告，这份长达 584 页的报告披露了一年来调查工作的进展和已经获取的事实信息。报告称驾驶舱语音记录仪的水下信标电池有效期至 2014 年 6 月，马航 MH370 事件发生时仍处在工作状态。报告还提到，马航 MH370 的机长在起飞前并没有任何个人或财务问题的迹象，生活没有发生重大转变或出现吸毒、酗酒、社交障碍等，其他机组人员行为也正常。

部分残骸被找到

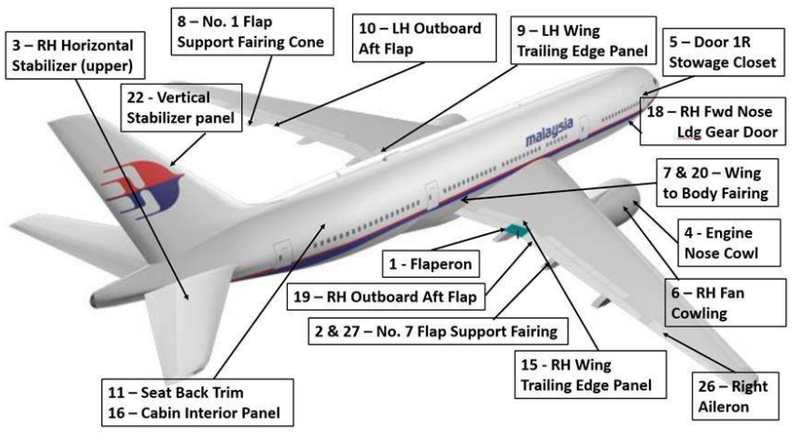
2015 年和 2016 年两年间，在南印度洋、非洲东海岸和南部等地相继发现疑似 MH370 的残骸碎片，其中有 3 块碎片已经被证实来自失联的 MH370 客机。2015 年 7 月 29 日，印度洋的法属留尼汪岛居民在海滩上发现一块飞机残骸，这块残骸长 2 米多，写着编号 BB670，后来被证实为 MH370 的襟副翼残骸碎片。2016 年 5 月，在毛里求斯发现机翼后缘碎片，后也被证实来自 MH370。2016 年 6 月，在坦桑尼亚的奔巴岛上发现了 MH370 的外侧后缘襟翼碎片残骸。其余的碎片由于缺少唯一性识别标识，无法推断其来自 MH370 客机，但根据碎片的特征“几乎”可以确定它们来自 MH370。

法属留尼旺群岛发现的襟副翼残骸

2016 年 3 月，在毛里求斯罗德里格斯岛发现了主客舱的碎片，其材质、长度、构造等参数均和马航其他波音机型相吻合。但是没有证据证明该残片 100% 属于 MH370。2016 年 2 月，在莫桑比克海滩发现的残骸“几乎可以肯定”是 MH370 上的。虽然可以通过残骸上的文字确认该碎片来自马航的波音飞机，但无法肯定它属于 MH370，因为该残骸“没有唯一的识别标识”。2016 年 3 月，在南非莫塞尔湾发现的残骸碎片印有 MH370 发动机制造商罗罗公司的标识，疑似为 MH370 发动机外罩。飞机上的很多部件陆续在海岸被找到，它们都是随着洋流飘过来的，但是主体残骸依然石沉大海，但至少有一点可以证实，就是当初的 MH370 终结于南印度洋的推测是正确的。


在坦桑尼亚发现的外侧后缘襟翼碎片

毛里求斯发现的机翼后缘碎片



迄今为止发现的所有MH370确认的和疑似残骸的汇总