

## 军工品质筑飞翔体验

从古至今，人类为了能够切身领略“天高任鸟飞”的真实感觉尝试了许多方法。从最早的风筝、气球技术，到今天的飞机、火箭和翼装飞行等技术，无不给人类的飞行梦想插上了智慧的“双翼”。今天，娱乐风洞为那些拥有“飞翔梦”的人们打开了新世界的大门。这些原本只为军工科研服务的高科技试验风洞，摇身一变成为一个欢乐刺激的娱乐设施，给人们的生活增添了更多的乐趣。

在娱乐风洞里，体验者只要穿上特制的太空服跳入飞行区，当气流达到50米/秒左右的时候，人就可以完全摆脱重力，一跃而起，身轻如燕，飘在空中，可以在空中翻筋斗，也可以玩一把高空花样跳伞，让人体验到在空中轻歌曼舞、飘然若仙的飞天感觉。它的原理是将风机产生的高速气流通过特殊设计的稳压加速系统形成40~60米/秒的稳定气流，气流从底部进入娱乐空间后可以使人腾空而起，飘浮于半空，体验在万米高空飞行般的新奇与挑战。目前娱乐风洞运动已风靡美国、加拿大、英国、瑞士等欧美国家。国内也有多个地区建设了类似的风洞，供游人体验。

航空工业气动院作为中国航空工业唯一的空气动力学研究与试验机构，主要从事航空气动基础研究、飞行器气动布局设计技术研究、CFD技术研究与应用、高低速风洞试验技术研究、

风洞及风洞试验设备设计与制造。承担各类航空、航天飞行器型号的高低速风洞试验任务，参与几乎所有重点飞机型号的研制工作。气动院利用自身在风洞设计、机械结构设计及测控系统设计领域的巨大专业优势以及多年积累的丰富项目经验，积极开拓娱乐风洞建设的新市场、新领域，建设了高效率、低噪声、舒适感强的移动式垂直娱乐风洞。

与同类型娱乐风洞相比，气动院所建设的娱乐风洞更具创新优势。该风洞采用模块化设计，可快速拆卸及组装；具有高独立性，不需要额外搭建场馆，对地面基础要求低，一次性投资小，可灵活选择运营地点；具有高拓展性，所有模块均预留切换接口，可根据用户的不同需求快速进行功能模块的切换，如飞行段可根据需求进行调整；具有良好的舒适性，风扇系统针对常用工况点进行非标设计，高效低噪无分离，气流稳定均匀，极适合于业余体验以及专业赛事；具有科学严谨性，精确风速控制与实时显示，可为专业选手训练提供严谨科学数据；具有高娱乐性，设置视频影音等多媒体设备，模拟“身临其境”的娱乐效果。在设计建造方面，气动院会根据



用户的个性化需求定制差异化方案。飞行段直径可在2.5~6米范围内任意选择，放置方式可分为移动式和固定式两种。除了作为娱乐设施使用之外，娱乐风洞也是向民众科普空气动力学知识和风洞实验技术的绝佳手段，它可以寓教于乐，让更多民众了解航空技术、关注祖国航空事业。

(郝佳丽 多动)

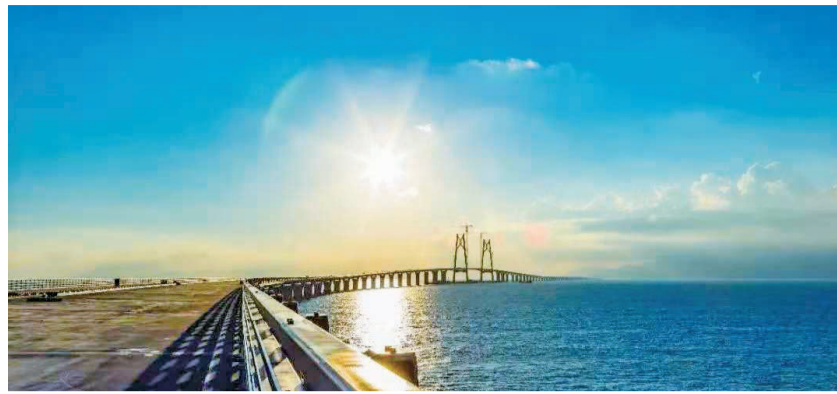
## 港珠澳大桥通车对民航的影响

10月23日，港珠澳大桥通车仪式在广东珠海举行，标志着在“一国两制”下，粤港澳三地首次合作共建、历经8年成就的大型跨境基建工程正式启用。

港珠澳大桥也把往来珠海与香港机场的行车时间由4小时减至45分钟。香港机场管理局计划在海天客运码头兴建多式联运中转客运大楼及封闭行车桥，中转旅客可乘坐来往珠海、澳门口岸的专用巴士，经港珠澳大桥抵港，不用办理香港出入境手续，可以直达香港机场前往海外，该项目预计最快于2022年启用。香港和澳门之间的交通，除了喷射船和直升机之外，又增加了新的陆地通道。大桥通车之后，澳门居民和珠江口西岸的游客前往香港新机场搭乘飞机外出将更加便利。

澳门城市规划协会会长崔世平指出，香港正规划建设第三条跑道，无论规划上还是经济上，都可以考虑把澳门机场作为香港国际机场的第三条跑道，这样港澳、珠海都可直接受惠。

澳门特别行政区民航局长陈颖雄表示，随着港珠澳大桥启用及24小时通关，便利珠三角交通后，有利于澳门民航业发展。航空公司不仅瞄准澳门市场，更会瞄准整个区域，但航空公司也可能选择周边机场，澳门需提供足够服务，吸引航空公司落户。澳门机场及跑道未饱和，方便航空公



司申请。在“一国两制”下澳门可对外谈判航权，采取开放航空政策，不限航空公司来往数量，不限航企国籍。民航业界人士认为，港珠澳大桥的建成将发挥联动效应，方便珠三角旅客往来澳门，为本地航空业界带来更多的客源和机遇，也将有助澳门的产业进一步多元化，为澳门本地的娱乐、会展行业和整体经济提供更大的发展空间。港珠澳大桥落成之时，澳门国际机场有望在港珠澳三地担任一个高效灵活的“协同伙伴”及“最佳分流者”的角色，为三地乃至南中国经济发展发挥更大的作用。

另据香港《大公报》报道，粤港大湾区日益互联互通，省时、高效的跨境直升机运输服务备受瞩目。目前香港上环港澳码头设有往来港澳的直升机服务，香港特区政府拟进一步

选址九龙的启德邮轮码头作为跨境直升机用地。内地业内人士建议，蛇口码头和深圳湾口岸皆可考虑作为深港跨境直升机起降点。预计3~5年内，大湾区直升机需求量将会达到1000架。有专家预计，当低空通航形成一定规模时，从深圳市中心坐直升机到深圳市东部，成本价可大幅降低。

据悉，目前已经开通运营的有“香港—澳门”及“澳门—深圳”两条航线，但香港与深圳之间因距离较近仍为空白。香港特区政府规划将启德邮轮码头用地作为直升机场，与飞行服务队启德分部共享。香港特区政府在去年《财政预算案》中提出，在港珠澳大桥通车后，加强以不同方式连接香港及珠三角地区，包括利用跨境直升机服务连接香港及珠三角城市。

(宗合)

## 厦航MF8411襟翼卡阻事件解析



10月25日下午，厦门航空MF8411航班在由重庆江北机场飞往拉萨贡嘎机场途中，飞机出现一边襟翼卡阻故障，无法减速，也上不了高度。为确保安全，机组盘旋减重，执行相应处置程序后，飞机平安降落拉萨贡嘎机场。

襟翼是安装在机翼后缘靠近机身的翼面，可以绕轴向后下方偏转。襟翼主要是靠增大机翼的弯度来获得升力增加的一种增升装置，襟翼打开角度越大，获得的升力也就越大。它主要作用简单来概括：一是

提高失速迎角使飞机更不容易失速，二是使飞机获得更大的升力。

襟翼一般在飞机起飞和降落的时候才会打开。当飞机起飞时，襟翼以较小的角度打开，主要起到增加升力的作用，可以缩短飞机在地面的滑跑距离；当飞机在降落时，襟翼以较大的角度打开甚至全开，可以使飞机的升力和阻力同时增大，还可以增加失速迎角，以利于降低着陆速度，使飞机不容易失速，缩短滑跑距离。

正常情况下，飞机左右两边的

襟翼是同时放出，同时收起的，因为这样才能使得飞机左右两侧受的力一致。而MF8411航班在进近时发生一侧襟翼卡阻故障，也就是说机组在打开襟翼时，有一侧的襟翼突然卡住不能动弹了，既放不下来也收不回去。这样造成的结果就是飞机机翼两侧的升力不同，使得飞机操纵起来变得困难，如果没有自动驾驶或者人工干预，飞机会不自觉地偏向一侧倾斜甚至翻滚。

其次，拉萨贡嘎机场海拔3600米，属于高原机场，空气稀薄，相比于平原机场飞机在相同的起飞着陆重量下，进近时空速就要大得多。而且在高原机场运行，发动机的推力明显减小，这两个不利因素叠加在一起，使飞机在高原机场起飞距离及着陆距离会明显增加。更何况MF8411航班的飞机两侧襟翼不对称，就需要较大的进场速度，而且襟翼不能完全起到减速作用，因而降落时的空速会更大。这样飞机既要面临落地时的对地速度过大，导致超过轮速而爆胎的风险。还有可能稍有不慎，飞机就会偏出或冲出跑道。

现代的航空驾驶体系其实已经十分完善，飞机制造商已经把大部分的故障信息做了分类和索引并制

作成了检查单，遇到故障时飞行员要做的就是按照标准化流程和检查单来进行处理。但有时情况复杂，一味地按照标准流程来照本宣科并不一定能取得最理想的结果，因此就需要飞行员根据实际情况进行分析，并制定出最佳处置策略，MF8411的飞行员就很好地诠释了这一点。

此次事件中厦航机组面对突如其来的状况，首先严格按照标准化流程，执行快速检查单进行检查，同时将故障信息报告给了厦航运行控制中心，请求地面提供技术支持。在确定飞机无法爬升也无法减速，且

燃油已经不足够返航的情况下，机组做出了降落拉萨机场的决定。接着，根据高原机场的地形高度限制以及天气条件，空地协作综合分析，机组决定在机场上空盘旋耗油，以减小飞机重量，这样飞机在落地后才能尽快停下来。与此同时，机组将飞机发生故障的情况通知了拉萨机场，要求机场方面提供地面保障。另外，机长要求做好陆地撤离准备，并将飞机故障情况通报给旅客。经过了1小时的盘旋，飞机平稳地降落在了拉萨贡嘎机场。

(姚寅)



## 飞机的抗侧风能力



ARJ21喷气客机完成冰岛大侧风试飞。

### 风切变：影响飞机飞行的危险因素

风切变，是指风速在水平和垂直方向突然变化的一种自然现象，在航空气象学中把出现在500米以下的空气层中，在同一高度或不同高度上风向和风速突然发生较大的变化的现象称为低空风切变。飞机是靠机翼与空气的相对运动产生升力并维持姿态的。所以，飞机最怕的是突然出现的强顺风。比如空客A320这类商用飞机降落的速度相当于每小时250千米左右。如果在快靠近地面时突然来了一阵10级顺风，机翼上气流的速度瞬间变成了原来的60%，升力和机翼的相对气流速度平方成正比，于是飞机会突然损失60%的升力，导致迅速下坠。

在巡航阶段，风切变一般很难形成严重的安全威胁。其原因一个是因为那时候飞机飞得高，真遇上风切变下坠10米或20米，乘客的感受像坐了过山车。飞机会很快自动或者由飞行员手动调节到新的稳定状况。另一个原因是飞机飞行的速度快，商用飞机巡航速度往往是每小时800千米左右，一般的风速与之没法比。但也有例外，比如“晴空紊流”就是一种高空的剧烈风切变，而且往往很难预警。每年都会有一些航班遭遇这种情况产生剧烈颠簸。

风切变会改变飞机的空速和气动角，导致飞机所受的气动力及力矩发生变化，进而影响飞机的飞行特性。

飞机在飞行过程中，风速的突然变化作用会产生附加过载，进而使飞行轨迹发生变化。当风场强度较大时，不但会使飞机难于操纵，破坏所要求的飞行品质，而且会产生较大的动态结构载荷，加速结构疲劳损坏。其中对于飞行安全危害最大的是垂直向下的下冲气流，当垂直阵风较强时，飞机的迎角会发生较大变化，容易诱发飞机进入大迎角失速状态，进而诱发飞行安全事故。

### 如何应对“危险”的风

面对风切变的各种情况，对于飞行员而言，需要做好飞机的方向、位置、下沉率、推力等飞行状态的控制和对潜在风切变的处置。

从20世纪90年代开始，更强大的机载和地面多普勒气象雷达，以及综合的机上风切变预警系统，已经让飞行员比以往更容易避开危险的风切变。自从这些技术普及，风切变造成机毁人亡的事故已经几乎年年发生，减少到十年一遇的水平。然而，就像夏季的强对流天气一样，小尺度的类似于“微下击暴流”的风切变，依然难以准确预测。特别是夏季强对流天气多发，机场的天气有时候会在运行条件的边缘徘徊。

同时，对于飞机设计师而言，在飞机设计中风切变对飞行的影响不可忽视，每一款民航飞机型号取得适航合格证前都要经过侧风飞行的

验证试飞，中国民用航空局颁布的《CCAR25-R3中国民用航空规章第25部：运输类飞机适航标准适航规章》中对于侧风试飞有一系列的相关要求，比如对于侧风试飞中要求飞机前进方向垂直风量的统计值达到20节以上(10.29米/秒)；飞机还需要在这样的状态下至少进行3次起飞和3次着陆。为了演示出飞机临界情况的抗侧风能力，对于飞机刹车和舵面的使用也有了一定的限制。

另外，民用飞机适航规章要求发动机必须在大侧风审定的运行条件下

仍然供给足够的空气量；其失速、喘振、熄火等不利特性不能达到危险程度；在正常运行期间不得由于气流畸变引发有害振动。也就是说，航空工程师需要在飞机设计和制造过程中就考虑到“风”的影响，做好细致的分析和周全的应对，还要通过严格的飞行测试。而一般航空公司会考虑安全裕度，在运行时将本机型的最大侧风数值限制为稍小于或等于厂家给出验证侧风数值。

除了提升飞机本身的安全性能以外，地面气象预报部门也会对机场附

近空域的低空风切变探测和预警，目前低空风切变报警系统已经得到普遍应用，新一代的低空风切变报警系统的探测能力已经达到了很高的水平。在今后的应用中，低空风切变的探测技术还会与地面观测网、多普勒天气雷达、雷电检测、空基探测和卫星观测等各种气象探测技术结合起来，进一步为保证航空飞行安全，减少因天气原因造成航班延误而带来的经济损失提供有力的技术支持。

### 逆风起降 顺风飞行

平稳的逆风确实可以帮助提升飞机的起降性能，这是因为飞机在起飞与着陆过程都需要升力来维持稳定上升或者下滑轨迹，飞机的升力大小与飞机相对气流的速度，也就是空速有密切关系。在起飞着陆阶段逆风飞行可以使飞机在保持一定空速的情况下减小相对地面的速度，从而缩短起飞和着陆的滑行距离。此外，适航规章还规定了飞机必须满足起飞航道的最低爬升梯度，以防止转弯时出现负梯度。飞机逆风起飞可以帮助飞机尽快爬升，以帮助飞机飞越航道中的障碍物。所以根据当地的常年气象条件，有些机场会建有多条不平行跑道，以便在不同季节的不同风向向下都可以使用；对于只有一条跑道或多条平行跑道的机场，其跑道方向通常与当地盛行风的方向一致，以帮助飞机充分利用逆风进行起降。

举例来说，由于存在高空顺风，在飞行距离相同时，北京—昆明航线相对无高空风时的油耗减少7.0%，飞行时间减少7.1%，由于存在高空逆风，昆明—北京航线相对无风时的油耗增加9.0%，飞行时间增加9.4%。这是因为大型客机在高空飞行时一般采用空速保持控制模式，遭遇逆风后，空速基本保持不变，地速减小，导致飞机飞抵目的机场的时间和油耗增加，顺风时则飞行时间和油耗均减小。高空的最大平稳风一般位于40~75千米高度，位于20~50°纬度区间。即便是乘坐同样一条航线的航班，在不同的季节飞行时间可能也有一些差别。

特别是在一些远程航线上，航线的高空风向条件甚至会影响飞机的航线选择，以1月份从洛杉矶往返上海的典型航线为例，航班从上海飞往洛杉矶时，航班会飞越日本，直接从北太平洋穿越，以借助北太平洋上空盛行西风向东飞行。而从洛杉矶返回上海时，则要选择起飞以后飞往西北方向，经过阿留申群岛和日本，再抵达上海，以避免盛行西风带的逆风影响。两条航线的航线距离虽然相差无几，但因为高空风速的影响，会导致从上海到洛杉矶的回程会比去程多用两小时的飞行时间，对于一般的远程双通道宽体客机，燃油消耗相差约15吨左右。

(崔峥)