

巴航工业 E2 系列飞机

继承与创新



巴航工业组装第一架E195-E2机翼。



E190-E2 参加 2018 年新加坡航展。

巴西航空工业公司在设计 E-Jet E2 商用飞机系列时，遵循对于飞行员来说至关重要的两个准则：一是保持驾驶舱与 E-Jet E1 的高度通用性，使现有数量众多的 E-Jet E1 飞行员可以轻松完成机型转换；另外一点是通过先进技术的改进为飞行员提供更实用的工具以保证飞行的安全高效。2018 年 2 月，美国《航空周刊》飞行员提姆·维费尔应邀对 E190-E2 第三架原型机进行了试

飞。本篇报道根据此次飞行体验的感受进行转述。

E190-E2 是巴西航空工业公司于 2013 年推出的 E-Jets E2 系列飞机的首款机型（该系列包括 70 至 130 座级的三款全新机型：E175-E2、E190-E2 和 E195-E2），座级为 97 ~ 114 座。该机型已经率先获得了型号合格证。4 月 4 日全球首架 E190-E2 交付挪威威德罗航空公司。4 月 24 日，E190-E2 投入商业运营，首航为卑尔根-特罗姆瑟。

驾驶舱设计与第一代 E-Jets 飞机保持高度通用性

对于巴航工业来说，最重要的一点是保持 E2 驾驶舱布局与 E1 的高度通用性。E2 飞行面板采用霍尼韦尔 Primus Epic2 综合航电系统的四块大屏幕。屏幕中间仅布置有备份仪表和起落架操纵手柄，传统的指针式仪表被取消。主飞行显示器（PFD）显示地形的合成视图图像；并外加已经在 E1 上提供的水平地形剖面，以增加额外的态势感知能力。屏幕显示支持飞行员自定义，飞行员可以直接照搬 E1 的屏幕设置。系统有大量数据信息可用而且在显示设备选项中，飞行员可以自行决定在什么时间显示哪些数据。

E2 的驾驶舱设计考虑相当周全。E2 驾驶舱设计的基本理念与 E1 完全相同。直观来讲，绝大多数开关保持原有位置不变；依照巴航工业惯例，将开关的 12 点钟位置作为开关正常设置位置。不过，原来遮光板上三个开关的位置根据客户的反馈进行了修改。速度、航向和高

度按钮按照从左到右的顺序重新排列，相应数据在 PFD 上显示的顺序也同样进行了调整。修正海平面气压 QNH（高度计）和着陆最低限度开关位置被交换到了 PFD 的右下角位置以突显它们的状态。提供擦尾保护的迎角（AOA）限制器功能与 E1 完全相同，只是激活该功能需要获取的数据来源发生了改变，再也不需要依赖无线电高度表。

为了尽可能使 E2 飞机设计更改少并尽可能缩短飞行员机型转换培训时间，巴航工业并没有利用全电传飞控系统（FBW）实现所有的技术可能，而是利用新系统复制了 E1 的动态响应。由此使得获得 E1 机型等级的飞行员仅需要 2.5 天的培训时间，无需全动模拟机培训即可顺利完成机型转换。

平视指引系统和电子飞行包作为飞机选装项目可由客户自行选择。本次试飞的飞机上仍然保留一些用于适航取证的测试设备，包括一个 FBW 正常模式和直接模式的切换按钮，在生产型飞机上不会出现该按钮。直接模式作为一个备份将在严重系统故障的情况下自动启动。巴航工业的计算表示这个模式的使用概率是每千万飞行小时一次。

第二代飞机相对于第一代飞机的改进地方

E2 很大程度上是一款新飞机，约 75% 的部件都是全新设计的，主要包括：采用闭环电传操纵系统（FBW）、新设计的大展弦比机翼、更新了维护程序以及采用普惠公司的齿轮传动涡扇发动机，提高燃油效率、飞行控制和维护间隔。为了完成适航认证，E2 共需要 2200 小时的飞行测试以及 46000 小时的地面试验。

1、新设计了大展弦比机翼

外观精致的机翼特别引人注目，翼展增加到 33.7 米（110 英尺），展弦比超过 11，号称大型商用飞机中展弦比最大的机型。机翼仍然采用铝合金材质，巴航工业认为只有更大的机翼才需要采用复合材料结构。

从飞机侧面可以看出，E2 机翼位置相对 E1 而言向前移动，这样使得全机重心包线后移。这一改变对于飞机操纵性有重要的影响。重心后移使平尾配平力要求降低，由此可以降低 1.5% 的燃油消耗。E1 的大重心范围导致在包线边界上两个机型具有略微不同的飞行品质，这一影响在 E2 型上通过新的电传操纵技术已消除。

更大的 E195-E2 具有不同于 E190 的更大的翼梢组件。较小的 E175-E2 具有与 E190-E2 形状相同但尺寸更小的机翼。

新机翼更高的升力系数需要更有效的减升方法，特别是在复杂地形的下降过程和高空气密度近空域，这个问题在 E1 上就存在。E2 在每侧机翼上表面额外增加了一块减速板，它允许在干净构型和襟翼 1 位置的情况下使用。

2、起落架更改设计

这款飞机给人的第一印象看起来很像 E-Jet 系列 2005 年最先推出的 E190 飞机，但近距离观察又可以发现与第一代飞机的不同之处。E190-E2 的起落架较高，将机身比第一代飞机抬高 20 英寸左右，以便安装在机翼下方的 PW1900G 发动机（风扇直径为 73 英寸）具有足够的离地间隙（E1 的发动机稍小，不存在这样的情况）。E190-E2 的 PW1900G 发动机的涵道比 12，推力达 22000 磅。

主起落架有两处比较明显的改进：一是增加了机轮盖板（可降低 1% 的燃油消耗）；二是将原来的支柱式起落架改为摇臂式起落架，随着飞机重心包线后移，摇臂式起落架可以确保在地面滑行时前起落架始终施加有足够的载荷以保证地面转向操纵的有效性。巴航工业曾在 ERJ-145 上采用过形式相同尺寸略小的摇臂式起落架。在飞机离地起落架空载状态下，摇臂和起落架支柱的下垂状态几乎垂直。这样使得起落架收上时，不需要轮胎并后侧额外的收纳空间。

3、降低维护成本

在从机库推出之前，机上的测试工程师向他们展示了 E2 飞机新的应用程序，可以模拟分析飞机故障，依靠软件完成系统和环境测试，是巴航工业大幅降低维护成本的一部分。例如，地面/空中模式的切换，这在以前的飞机上须通过复杂的程

序才能实现。

4、采用闭环电传操纵系统

E2 是继第一代 E-Jet、莱格赛公务机和 KC-390 军用运输机之后，巴航工业的第四个采用 FBW 的型号。结合在不同机型上应用 FBW 系统的经验以及 E1 的 2200 万飞行小时经验，巴航工业对设计闭环系统充满信心。它通过一个反馈系统来优化整个飞行包线内的飞行控制并减小燃油消耗，目前可以以更多的操纵介入获得更平稳的飞行特性，而且一些飞机部件可以减少尺寸和重量。E1 采用的是一个缺少反馈的闭环 FBW 系统，而且副翼不在该系统。E2 新的 FBW 系统包含副翼控制，副翼被用于载荷减缓系统中，在飞行中通过小输入信号即可减小机翼上的压力。在飞机接地后，副翼同时向上偏转，提供额外的地面减速板的作用。副翼的同时偏转增加了机轮载荷，使得可以采用较小的刹车来达到设计的制动目标，因此减轻飞机空重。

在正式飞行前，提姆·维费尔先被邀请“试飞”用于研发和适航认证的固定式模拟机。巴航工业的工程师展示了 FBW 系统的所有功能，某些操作是无法在空中演示的。

现役近 1500 架第一代 E-jet 的飞行员将会享受新飞机电传操纵系统的实际性升级；它可以提供更多也更好的包线保护。E190-E2 配备的 PW1900G 发动机提供了更大的推力，与此同时还降低了噪声和燃油消耗。最重要的是，在将 E2 设计成为比 E1 技术更为先进的飞机的同时，巴西航空工业公司仍然遵循它的基本设计理念，确保飞行员的最大控制权，这一理念使飞机在常规操纵情况下给予飞行员最大的技术支持，在危机情况下给予飞行员最敏捷的响应。（王妙香）



首架 E190-E2 交付挪威威德罗航空公司。

深耕中国通航市场 以前瞻性眼光布局战略发展

——专访捷德航空创始人、董事长江文全

| 本报记者 任政

日前，一篇名为《浙江唯一私人飞机 5S 店开业至今，卖出近 200 架飞机》的新闻在网络平台迅速传播。文章就直升机/固定翼飞机的选购和运营、私人飞机“买卖市场”现状以及我国的通航政策法规等民众普遍关心的问题进行了报道，此篇文章的主角正是国内领先的“一站式”运输/通用航空解决方案服务商——捷德航空。

捷德航空自 2012 年成立以来，销售各类直升机/固定翼飞机近 200 架，就直升机销售（全新+二手）和经营性租赁领域而言，在国内通航市场占据绝对领先地位。而交付历史中的绝大多数直升机都是在宁波捷德航空·易达中心完成组装并试飞交付用户的。近日，本报记者对捷德航空创始人、董事长江文全就深耕中国通航市场等相关问题进行了专访。

空客 H145 型公务直升机亮相并收获意向购买

在亚洲公务航空展上，由捷德航空引进并完成组装的国内首架民用空客 H145 型公务直升机亮相静态展示区，这是该机型在国内的首度亮相。江文全表示，该款直升机装配了梅赛德斯奔驰级奢华内饰，是一款绝对意义上的 VIP 定制型公务直升机，它的引进标志着国内首架民用空客 H145 机型即将投入中国通航市场，服务通航用户，并实现该机型在国内的商务飞行。此次参展的空客 H145 型公务直升机在展会开幕当日就收获了意向购买，“我们期待不久的将来也能有第二架甚至第三架民用该机型通过捷德航空引进至中国。这款直升机灵活机动，可在小面积场地垂直起降，在实现短途公务飞行时比公务机更具优势。”

“捷德航空多年来深耕国内通航市场，在帮助大量通航企业用户和私



首次亮相亚洲公务航空展的国内首架民用空客 H145 型公务直升机。

人用户选购最适合的直升机、公务机以及其他各类固定翼飞机的同时，也搭建起了最具整合力度的全球资源平台。”江文全表示，捷德航空不仅与全球各大航空器制造商关系紧密，还与世界范围内的二手航空器交易市场保持着最密切的沟通。“随着低空飞行政策的逐步放开，直升机的商务飞行用途也越来越多，这从捷德航空近一年的直升机销售数据中就能直观感受出来。”江文全谈道。

大型直升机市场或将成为通航主力军

今年 2 月，捷德航空于国际直升机博览会上公布了未来 5 年民用直升机交付计划，即不少于 50 架大、中型直升机，50 架涡轮轻型直升机的全球交付。江文全表示，捷德航空已确定于今年内引进多架大型直升机（最大起飞重量在 10 ~ 20 吨级），正在在用户服务过程中洞察到了该吨级范围

内高性能、多用途直升机巨大的市场潜力和数量缺口。

“以起飞重量在 11 吨级的空客 H225 直升机和 12 吨级的西科斯基 S-92 直升机为例，相比于中轻型直升机载荷和航程的限制，大型直升机更适用于海上运输作业、森林消防、警务执法、人员运输等领域。随着我国港口贸易的大幅增加，更多的大型直升机将替代效率低下的引航船只投入到港口引航市场执行引航任务。这些作业领域形成了对该类型直升机的刚需。”江文全进一步解释道，除海上运输领域对大型直升机日趋增加的作业需求外，目前我国现有的森林航空消防机型和数量也远远不能满足实际需求。根据《全国森林消防规划（2016—2025）》，我国计划增加森林航空消防直升机约 100 架，其中适合吊桶灭火及适宜高海拔的大中型直升机约 50 余架。

此外，预计到 2022 年，我国警航直升机队规模将达到 100 架，内部空



空客 H145 型公务直升机内饰。

间更大、载荷更多、航程更远的大型直升机或将成为机队的主力机型。”近年来，相关制造技术的成熟和成本下降为民用消费级无人机的研发创造了条件，也为工业级无人机的市场化打下了基础。目前，无人机已与直升机一同争夺通航作业市场。受此因素影响，未来直升机应用领域将越来越集中在无人机难以涉足的载人商务飞行和大型机作业市场。”江文全表示。

粤港澳大湾区直升机需求达千架

近年来，我国明确发展通用航空战略，而被列为国家级战略规划中的“粤港澳大湾区”被认为是推进低空通航试点的最佳选择。分析人士指出，预计 3 ~ 5 年内，大湾区的直升机需求量将达千架以上。

当被问及如何看待中国低空通航的未来发展时，江文全表示很欣喜地看到近年来有关方面对商务飞行、空中游览、通勤飞行等通航特色业务发



捷德航空创始人、董事长江文全。

展的支持。随着各大利好政策出台，以及国家、民航系统、空管系统的高度重视，中国的通航产业已被纳入国家七大新兴战略产业范畴。未来，低空经济将吸纳数百亿资金，形成十亿级的市场蛋糕。

“一旦低空政策开放，私人飞行市场将有广阔的发展空间。事实上，我们的用户对商务飞行的需求是很迫切的。”江文全表示，在亚洲公务航空展期间，捷德航空旗下全资子公司浙江德盛通用航空有限公司（德盛通航）运营的空客 H135 直升机就携多名乘客实现了“上海—宁波”、“宁波—苏州”、“苏州—上海”三段城际间的往返飞行。仅用时半天时间就帮助乘客实现了长三角区域内的“点对点”飞行。这种真正意义上“点对点”的飞行体验对商务人士来说具有极强的吸引力。

以前瞻性眼光布局战略发展

作为最早提出“私人飞机 5S 店”

营销概念，首创“通航飞机超市”、“航材/设备/工具”零售超市营销模式，并开创国内首个体验式飞机销售中心——易达中心的国内通航企业，捷德航空成立 5 年多的时间就已布局完成了集直升机销售、CCAR-145 部维修、CCAR-91 部通航运营、航材与设备销售、经营性租赁和金融支持等几乎直升机全产业链业务。江文全表示：“捷德航空自成立以来就将自己定位为‘通航服务商’的角色并坚持以前瞻性眼光布局战略发展。我们每一项业务的开展和升级都是基于要为用户提供最专业、高效、值得信赖的优质服务。”

“5 年销售近 200 架直升机/固定翼飞机，与国内 80% 的通航企业都有业务合作，捷德航空可以说是最‘懂’通航用户需求的。也正是这样，我们逐步拓宽业务领域，升级服务内容，先后取得 CCAR-145 部维修资质，可服务机型涵盖空客 H125、H135、H155 和贝尔 206 型直升机，其中空客 H145 和 H225 机型的维修能力也已在申请之中；CCAR-91 部通航运营资质和航材分销商资质的取得也为用户从‘购买直升机’‘维护直升机’到‘运营直升机’甚至是‘再处置直升机’提供了一站式服务的可能。”江文全表示，捷德航空还与各大银行和融资租赁机构保持着密切合作，可以为用户提供直升机/固定翼飞机选购过程中最适合的金融支持方案。

随着捷德航空业务量的稳步上升，其投资兴建的苏州捷德航空·易达中心年内投入运营后将专注于 VIP 型直升机的到岸组装、授权维修、改装升级和通航运营业务。“目前正在运营中的宁波捷德航空·易达中心也已开展二期规划，届时，宁波基地将专注于工业作业型直升机的相关业务。”江文全表示，随着易达中心的陆续建成，捷德航空的各项用户服务能力将得到极大提升。