

A 民航客户服务 1

aviation customer service

2014年03月 总第20期

本期聚焦 飞行安全

飞行事故，总是惊天动地，就像3月8日发生的马来西亚航空公司MH370航班失联事件，牵动着全球人的心。民机制造商的首要使命是设计制造出安全的、值得信赖的、高质量的飞机，并确保飞机安全平稳运行。本期杂志我们多角度呈现民机制造商在确保飞行安全的理念、体系和技术，剖析民机安全秘密。

AEG，架起飞机制造商和用户之间的桥梁之三

安全飞行是民用飞机的生命

掌握飞机安全运行的密码



Contents

Focus
特别策划

- 01 中国商飞客服公司 2013 年度十大事件**
- 03 快速响应，打通服务客户的紧急通道**
2014 年 2 月，中国商飞客服公司的快速响应中心正式投入试运行，该系统是国内唯一自主研发的民机技术支持快速响应中心，填补了国内民机客户服务领域空白
邓卫国
- 06 世界主要航空制造企业快速响应中心（运行中心）简介**
快速响应中心是民机制造商因应民机发展需要提出的新理念和模式，并受到遍布世界各地航空公司的热烈欢迎
孙伟
- 08 工业设计，打造中国商飞飞机发展新元素**
工业设计是连接工程设计与客户需求的重要桥梁，是在性能要求之外，为民机赢得舒适性和艺术性加分的重要手段
刘剑 潘超
- 10 CIS2.0 时代来临**
CIS 是中国商飞公司为客户打造的商业平台，是客户获得 COMAC 的信息与服务的同一站点，可以帮助客户提高运营效率
梁成修 任和 王志强
- 13 掌握飞机安全运行的密码**
航线安全直接影响飞机的市场竞争力和主制造商的前途命运，中国商飞公司航线安全分析实验室于 2013 年在客服公司成立
邱明杰 巴塔西
- 16 由马航失联谈民用飞机应急定位装置**
马来西亚航空 MH370 航班海上失联事件吸引了极大关注，将航空业以及航空运营安全推向了风口浪尖。事件迟迟没有昭显，甚至连飞机的身影都无从探寻
庞志鹏 巴塔西 任和
- AEG，架起飞机制造商和用户之间的桥梁之三
C919 航空器评审项目浅析** 徐强 钱浩然
- 20 电子飞行包**
- 22 应急撤离**
- 23 型号等级和训练要求**
- 24 驾驶舱观察员座椅**



马航事故

2014 年 3 月 8 日 00:42MH370 航班在马来西亚吉隆坡国际机场起飞，计划 06:30 在北京降落。01:20，航班在马来西亚和越南的交接处与胡志明管控区失去联系，且并未收到失踪飞机的求救信号。

Discussion
论道

- 25 中国商飞民机客户服务差异化战略研究**
中国商飞深入研究民机客户服务差异化战略，目的是使交付型号在产品运营上取得一定的竞争优势，这种竞争优势的关注点由产品本身转向为帮助客户在激烈的市场竞争中取得优势以及为客户创造更大价值。可从服务核心竞争要素、服务价值链和客户群需求三维度进行分析
马小骏

Interview
专访

- 29 安全飞行就是民机产业的生命
——专访中国民航资深飞行员郝建国**
郝建国，飞行员，ARJ21 机型局方 FSB 教员组成员，具有丰富的安全飞行经验。现任中国商飞客服公司飞行训练部飞行教员，从事飞行训练和模拟机教学工作，并协助科研单位开展技术验证工作。
赵康樑



Aviation Information 行业动态

- 31 《C919 大型客机维修工程分析系统开发》项目通过验收
 - 31 波音和南非航空扩大生物燃料计划
 - 31 ARJ21-700 飞机启动 ATM (验收测试手册) 测试项目
 - 32 庞巴迪 C 系列第三架测试飞机加入飞行测试队伍
 - 32 波音启动 777X 高速风洞测试
 - 32 FAA: 机场需改革进离场程序 降低危险接近风险
 - 33 从新加坡国际航展看客户体验和民机工业设计
- 2014 年 2 月 11 日至 16 日, 亚洲规模最大的新加坡国际航展在新加坡樟宜机场展览中心举行, 众多的民用飞机客舱初始与改造设计机构、升级与改装实施单位参加了本届航展, 成为航展的一大特点

陆朝阳



Comment&Discussion 独家评论

- 35 庞巴迪公司飞机客户服务财务管理及启示
- 庞巴迪公司的发展历程表明, 做好新飞机取证交付的各项客户服务准备工作, 既要从事服务能力、人员队伍、航材储备等方面工作, 也要着手考虑销售预测、产品定价、收入分类、成本控制等批产经营的财务管理工作
- 彭奇云
- 38 浅谈 IPT 团队建设与 COMAC 项目组织管理调整
- 中国商飞公司项目组织管理调整的基本思路是: 按照 WBS 自上而下逐级建立 IPT 团队群, 实现“产品导向、协同研制、系统集成、落实责任”的转变
- 宋海生 杨文邛 袁皓
- 41 创新, 撬动民机发展的杠杆
- 对市场的认知有多深, 对客户和理解有多透, 决定了企业的竞争中能走多远。民机制造商要始终不渝高举创新大旗, 在理念和管理模式、组织和生产体制、营销和服务手段上不断突破, 才能立于不败之地
- 河青



Research 专业研究

- 44 维修工程类客户服务文件体系研究
- 维修工程类客户服务文件对保证飞机的持续适航和提高飞机的可维护性具有非常重要的作用, 优质的维修工程类客户服务文件是制造商一流客户服务质量的体现之一
- 谭宏斌 范志强 吕峰 马安
- 48 浅析航空器评审工作中的纽带作用
- 航空器评审组 (AEG) 工作贯穿于飞机的全寿命, AEG 工作是飞机研制到飞机运行的纽带, 是飞机适航审定到运行合格审定的纽带, 是飞机持续安全运行的基础
- 阎晶
- 51 机务实习培训中三维虚拟仿真技术的应用
- 高云



P₂₀

AEG, 架起飞机制造商和用户之间的桥梁之三 C919 航空器评审项目浅析

电子飞行包、应急撤离、型别等级和训练要求、驾驶舱观察员座椅四个评审项目, 这四个评审项目均由申请方 FSB 工作组负责开展具体工作。本期为你重点聚焦。

主管单位:
中国商用飞机有限责任公司

主办单位:
上海飞机客户服务有限公司

编辑出版:
上海飞机客户服务有限公司企业文化部

编辑委员会

主任: 徐庆宏

常务副主任: 徐峻

副主任: 缪根红 马小骏 王秋利 陈林 党春山 任和

主编: 李玉满

副主编: 胡俊

顾问: 汤小平

编辑: 陈佳颖 赵康樑 邓卫国 王恺

编委会: 朱子延 张方平 张永刚 张昕
柏文华 吕荣照 郭金树 彭奇云
闫振峰 胡永青 肖鹏 吴波
吉凤贤 孙莉 钱浩然 王震威
孙宝泉 范志强 刘昕 刘伟
陈新霞 吴悠悠 宋玉起 张雅杰
陆朝阳 王志强

地址: 上海市闵行区江川东路 100 号

邮编: 200241

电话: 021-61210000

投稿邮箱: hujun@comac.cc

chenjiaying@comac.cc

zhaokangliang@comac.cc

dengweigu@comac.cc

客服公司10大事件

2013年度

01 深入开展党的群众路线教育实践活动，推进作风建设常态长效

2013年，在中国商飞公司党委的部署下，结合客服公司发展实际，广泛征集意见和建议，深入查摆领导班子在“四风”方面存在的突出问题，剖析问题原因，提出整改措施；召开高质量的专题民主生活会，深入开展批评与自我批评，抓好整改落实，加强制度建设，坚持文化引领，推进作风建设常态长效。教育实践活动从根源上突出解决了公司存在的“四风”问题，有效破解了公司发展难题，解决了公司在创新创业创造中遇到的突出问题。

02 客服公司荣获“中央企业先进集体”荣誉称号

2013年11月，人力资源和社会保障部与国务院国资委联合表彰为中央企业改革发展和国有资产保值增值做出突出贡献的先进集体和劳动模范，客服公司获“中央企业先进集体”荣誉称号（人社字〔2013〕68号文）。



03 ARJ21飞机首台全动飞行模拟机通过CCAR-60部过渡C级鉴定，客户服务适航取证取得突破性进展



2013年，客服公司不断强化适航意识，积极与兄弟单位、民航管理局协调沟通，跟进ARJ21新支线104架机研制动向，高质量高效率完成包括试飞数据获取和加载、模型开发和集成、软硬件更换升级等工作。12月，全动飞行模拟机（FFS）通过CCAR-60部过渡C级状态鉴定。该项鉴定是客服公司取得飞行训练中心合格证（CCAR-142部）的必要条件。

04 C919项目详细设计全面展开，客服工程研制顺利通过中心级详细设计评审

2013年，客服公司坚持高标准、严要求，全面推进C919项目详细设计阶段客服工程研制，确立了民机研制AEG工作符合性要求和方法；全动飞行模拟机/飞行维护训练器完成初步设计；维修工程分析进入实质性分析阶段，建立了基于S3000L的分析体系；实时监控与故障诊断系统在厦门航空投入试运行；完成16%的数据模块编写量，占技术出版物编写总量的20%。编制C919项目详细设计阶段客服工程研制工作总结报告与各专业详细设计工作报告及百余份支持材料。2013年10月，C919项目客服工程研制得到由客服公司、东航工程技术公司、厦航、航科院、南航大、复旦大学等单位专家组成的评审组的肯定，顺利通过中心级详细设计评审。



05

有序开展 ARJ21 新支线飞机首家客户 EIS 工作，“客户满意”理念深入人心

2013 年，客服公司主动与 ARJ21 新支线飞机首家客户成都航空公司对接，全面推进 ARJ21 新支线飞机客户服务 EIS 工作，客户满意度测评得分 81.9 分。全年开展对接共计 33 次，完成客户服务 EIS 工作任务 49 项，占总量的 21.4%。客服 EIS 计划制定、客户培训、飞机维修能力建设、航材支援方案、手册验证、成都航运行补充审定支持、与局方沟通协调等重大 EIS 任务均取得持续进展。在成都航附近新增 200m² 航材库房存放紧缺航材，与 AD-HK 公司开展针对成都航的寄售支援等合作，为首架飞机交付提供了有力保障。

06

客户支援中心主楼竣工入驻，客服公司能力建设再上新台阶

2013 年，客服公司始终按照“保质量、保安全、保进度、保廉洁、保文明”的要求，科学谋划，积极推进，抓好施工设计，抓实招标合同，全力保障二期建设工作高质量推进。2013 年 9 月，客户支援中心主楼顺利竣工，内部装修、设施设备、环境检测均通过验收，年内共有 19 个部门陆续搬迁至主楼办公。



07

首项国家发明专利获授权，自主创新与科技转化举措初见成效

2013 年，客服公司“一种飞机机务信息处理方法”发明专利申请通过国家知识产权局审查并获得授权。该专利以三维飞机机务课件代替传统 CBT 课件中的二维图像，增加了课件中的综合信息量和数据模型的立体逼真度，从而提高学员记忆长久性和理论培训效果。此项专利为客服公司成立以来获得的首项发明专利，是科技创新的一项重要突破，标志着客服公司在技术创新能力建设上已经逐步由“国外引进吸收”向“自主创新开发”转化。

08

扎实开展管理提升活动，企业综合管理能力大幅提升

客服公司贯彻落实中国商飞公司 COMAC 管理政策要求，以管理提升活动转段为抓手，统一思想认识，坚持正确方向，持续改进客户服务体系，基础管理水平明显提升，项目管控能力逐步强化，管理创新能力不断增强，行政办公效率大幅提高，在 ARJ21 飞机交付运营准备、IPT 团队建设、“工程研制 + 运营保障”两支队伍建设、供应商管理长效机制、提升项目管理水平等五个方面取得重要进展。

09

着力推进“四大建设”“两大工程”，助力客服公司发展建设

客服公司结合开展党的群众路线教育实践活动，着力推进“四大建设”和“两大工程”。加强领导班子建设、基层党组织建设、企业文化建设、反腐倡廉建设，助推型号研制和能力提升；实施“职工关爱工程”，建立“面对面、心贴心、实打实服务职工在基层”长效机制，开展以“办实事、解民忧、惠民生”为主要内容的“十心百事”系列工程；实施“青年英才工程”，加快培育“五型”青年英才，以“项目成功青年成才”为依托，探索建立技术人才、技能人才和管理人才职业发展贯通办法。

10

落实企业年金计划，人力资源管理体系逐步完善

2013 年，客服公司积极推动人力资源管理体系建设，实施人才强企战略，落实企业年金制度，构建多层次的养老保险体系，提高企业职工退休后生活水平。根据中国商飞公司企业年金方案制定了实施细则，获得人力资源和社会保障部养老保险司批复（人社养司便函〔2013〕142 号），于 2013 年 11 月开始实施。



快速响应，打通服务客户的紧急通道

中国商飞公司快速响应中心研制介绍

文 / 邓卫国

600m² 宽敞的大厅内，64 块 46 寸 LED 屏无缝拼接成一整面监控屏幕墙，淡黄色的飞机示意图在屏幕上缓慢移动，各种实时信息在屏幕上闪烁显示，大厅内工作人员正在收集信息进行分析处理及反馈。这是中国商飞公司新落成的快速响应中心大厅正在试运行的画面。经过 3 年研制，2014 年 2 月位于客服中心的快响大厅正式投入试运行。该系统是国内唯一自主研制的民机技术支援快速响应中心，填补了国内民机客户服务领域空白。



中国商飞公司一站式服务窗口

作为中国商飞客户服务对外的统一接口，快速响应中心设立 7x24 小时值班制度，全天候不间断地为全球中国商飞客户提供快速、有效的运行支持工作。快响中心值班坐席涵盖了飞机运行过程涉及的各类专业内容，包括飞行运行支援、工程技术、飞机维修、航材订货、技术出版物、飞行/机务/乘务/签派培训等，同时还集中飞机专业系

统及供应商的技术专家，包括发动机专业、机电专业、航电专业、结构专业。

快响中心同时还是中国商飞公司的信息交互中心、故障监控中心和资源调度中心。快响中心设立了 400 热线、传真、统一服务电子邮箱、门户网站等多信息交互平台，方便客户随时、随地提交服务需要到快响中心，快响中心值班工程师按照快响中心服务标准和信息模板及规范，形成中国商飞内部的统一服务请求单，方便任务分派、流转、处理与监控；为了合理利用中国商飞内部各类技术资源、高效处理客户各类问题、实时监控中国商飞机队运行状态，快响中心建立快速响应系统和实时监控与故障诊断系统。利用快响系统将中国商飞研发中心、制造中心、试飞中心与客服中心的各类专家集中在统一工作平台，处理服务请求，值班工程师及时监控服务请求处理进程，保持与客户的即时联络。利用实时监控与故障诊断系统，实时了解中国商飞机队运行状态及重要系统的参数趋势，提前准备可能发生的故障排故



2014年1月19日，全国政协原副主席、中国工程院主席团名誉主席、大型客机专家咨询组高级顾问徐匡迪院士到客服公司调研。在中国商飞公司董事长金壮龙、总经理贺东风等陪同下，徐匡迪参观了中国商飞客服公司飞机运行支援快速响应中心。

方案、安排航材等；客户服务的过程涉及到研发、制造、试飞等各个专业，快响中心通过组织及调度中国商飞内部各类资源，及时处理客户在飞机运行过程中遇到的各类问题，特别是在发生飞机停场或是突发情况下的应急支援，需要快速的调动资源，恢复飞机运行。



承担五大职责：为客户提供全方位服务

飞行运行支援：主要包括飞机性能支援、运行产品支援、运行技术支援和飞行技术支援。飞机性能支援是通过提供技术咨询、现场支援等形式，解决客户实际运行过程中出现的与飞机性能有关的分析、计算、论证等问题。运行产品支援是为客户提供运行所需软件开发、维护、飞机数据、手册资料等服务内容。运行技术支援为客户提供各类运行审批、特殊程序，以及各种特殊环境运行支持。飞行技术支援解决客户实际运行中的飞行操作问题和满足运行相关的调机、带飞、试飞验证等需求。

工程技术支援：（一）处理来自客户的各类技术请求及咨询。为客户提供排除重大疑难故障或重复性故障的解决方案，给客户id提供手册修理方案，并参与工程调查，对于飞机在运营过程中出现的技术问题以性能改进为目的而进行设计、制造、维修程序、运行程序等方面的调查分析和研究，找出问题原因并提供解决措施。工程技术服务部按照持续适航体系要求，参与适航部组织的工程调查，为

航空运营人在查明故障原因、改进航空产品、提高维修能力、采取预防措施等方面提供帮助。此外，还协调处理 AOG 航材及工具设备的请求，处理技术问题咨询以及根据有关规定协助民航管理局对飞机事故后进行调查及处理。（二）发布及管理各类客户服务文件：根据适航体系要求，编制、发布 SB、SL、AOC 等客户服务文件。（三）确保工程技术和应急支援机制的正常运行。

飞机维修支援：飞机维修支援主要向客户提供飞机抢救、抢修、维修/改装等技术支援，同时可以根据客户需要派遣现场维修支援小组提供现场维修服务。

机队可靠性支援：可靠性支援主要承担交付飞机的可靠性管理工作，目的是通过建立对全球机队全方位的可靠性管理能力，及时全面提供飞机的可靠性信息，分析预测飞机可靠性趋势，通过可靠性报告，协助客户改善机队管理，同时优化维修大纲，改进飞机设计，提高服务水平，保障飞机的安全性、可靠性和经济性。

通过努力，可靠性管理工作已经建立了可靠性管理系统，实现可靠性管理工作的高效运作，将可靠性数据采集、数据分析、警告处理和月报编制等业务通过可靠性系统来实现其计算机化的处理，为主制造商和客户之间的信息共享提供了平台，并且高效的整合了服务工程师团队的资源，保证了飞机故障的及时处理，为保障飞机的正常运营提供有力支持。在可靠性管理体系的建设方面取得成效，建立了可靠性管理机构，明确了工作人员的分工和职责，并落

实到位；建立了可靠性控制流程，细化了包括数据采集、数据分析、警告发布及跟踪和可靠性月报管理在内的工作流程，制定了可靠性数据采集规范、可靠性分析方法、可靠性警告处罚条件及可靠性月报的格式。同时开展了试飞可靠性管理工作。从2012年底，启动试飞可靠性管理工作，并派驻可靠性工程师赶赴试飞现场进行支援工作，完成试飞可靠性数据采集和月报发布的同时验证了可靠性管理工作模式，并形成了14份试飞可靠性月报和1份试飞可靠性年报，初步奠定了可靠性管理工作的基础。

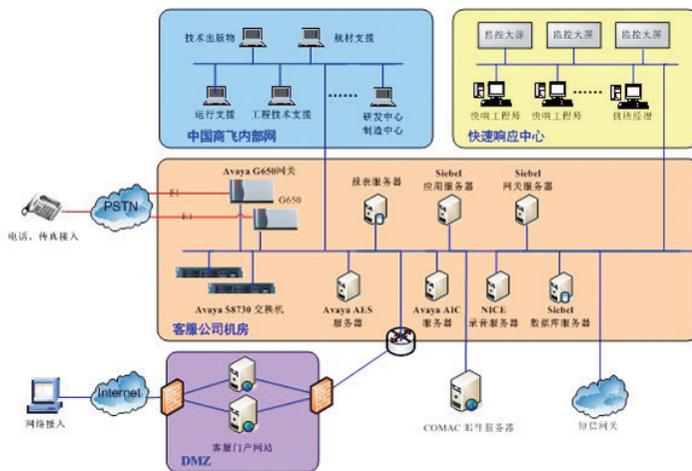
现场服务支援：现场服务支援包含两方面工作：现场技术指导和现场维修实施。在实际运营中中国商飞会应客户的要求，派遣现场维修支援小组，提供疑难故障排除、改装、维修等施工服务；应客户的需求，派遣工程师、技师，提供现场指导、咨询服务。飞机维修支援的请求由航空公司向现场代表提出，原则上需与航空公司签订商务合同后实施。

后台强大支持：快响系统、实时监控 系统密切配合

快速响应系统：内容涉及工程技术、航材、技术出版物、飞行训练、运行支援和AOG支援。快速响应系统建设通过优化的服务流程、协调中国商飞各类资源，为客户提供服务，快速响应系统通过对服务过程监控，形成闭环管理，通过分析服务效果，为不断改进服务质量提供支撑。

通过各模块的功能实现，可以完成客户信息管理、联系人管理、服务请求管理、服务请求实时监控、知识库管理（工程技术支援数据库）、全文搜索、组织机构管理（员工管理）值班排班等功能的实现。

中国商飞快速响应系统的建设成果，将应用于中国商飞新支线飞机ARJ21-700的客户服务工作，通过项目的研究构建了面向多应用主体的客户服务请求的工作平台，最大程度的整合了中国商飞公司的各类资源（客服中心、研发设计中心、总装制造中心），在统一的系统平台工作，不仅规范了各类航空公司服务请求的服务流程，而且便于服务请求在不同部门和单位间的流转，实现多方协同工作时的信息全面共享，同时提高了解决客户服务请求的效率。对航空公司用户，通过快速响应系统，航空公司可以利用电话、传真、E-Mail、直接登录客户服务网站来提交服务请求，通过可以实时查询服务请求的处理状态，及时了解服务请求的处理者、处理期限等相关信息。此外，通过快速响应系统研究能使我国掌握建立民用飞机数字化客户服务体系的主要关键技术，为提升我国民用飞机制造业的客户服务水平提供技术支持。



实时监控系统：作为一套综合信息系统，航空公司用户及主制造商COMAC均可以通过该系统对机载ACARS报文数据进行监控，以实时获取飞机的技术状态信息。CAPHM的主要功能包括：对运行飞机航班的位置监控、机上故障实时监控、飞机性能状态实时监控、故障及性能的分析诊断支持等。

快响中心对飞机实时监控系统的使用目的是：主动监控、主动分析、主动反馈。配置主动监控项目：飞机监控工程师根据用户飞机技术状态、日常监控工作要求，或者根据与客户所签订的客户服务协议，在飞机实时监控系统中对需要进行主动监控的项目清单进行配置。飞机监控工程师将全天候对这些监控项目进行主动监控。接收解码飞机报文：飞机实时监控系统主动、实时的接收飞机所发送的报文数据，并对报文数据进行解码分析。不同的报文数据反映了不同的技术内容，例如：通过位置报文，工程师可以实时掌握运行飞机所在的位置信息、高度信息、燃油信息、预计到达目的地机场的时间等；通过故障报文，工程师可以及时的掌握运行飞机所发生的故障种类、重要程度、是否影响下一个航班、需要准备哪些航材工具等，可以确保及时有效的排故工作及航班调度工作。分析诊断支持：当飞机实时监控系统中的主动监控项目有异常时，如发生了有可能会影响下个航班的故障，快响监控工程师会对这些信息进行技术分析，形成预案，并主动发送给用户，以便其提前做好各方面的准备。

中国商飞公司快响中心的接入和服务均设置在上海紫竹科学园，机房位于中国商飞上海飞机客户服务有限公司机房，为快速响应系统提供集中的Web、电话、传真、短信等方式的服务处理并为其提供业务处理支持；座席区位于快速响应中心区域，与机房为局域网连接，为所有ARJ21飞机的航空公司客户提供技术支援服务。在快响系统试运行阶段，与国内航空公司厦门航空达成合作意向，完成厦航数据的基本接口，实现实时接收厦航运行航班的所有报文数据。随着研制及试用的开展，中国商飞快响中心将不断完善，成为真正满足用户需求，创造双赢价值的系统，成为国产民机安全飞行和商业成功的重要保障力量。

世界主要航空制造企业 快速响应中心（运行中心）简介

文 / 孙伟



波音快速响应中心（运行中心）

快速响应中心是波音公司在 20 世纪 90 年代末提出的新的客户服务理念和模式。1999 年 7 月 20 日波音公司在美国华盛顿州西雅图成立世界上第一家快速响应中心（Rapid Response Center, RRC）并开始全面运作。波音快速响应中心自其成立之日起就受到遍布世界各地的波音客户的热烈欢迎。

波音快速响应中心成立以后的前三个月进行试运行，在这 90 天的有限运行期间，解决了近 300 项 AOG 或悬而未决的 AOG 事件，涉及约 150 家航空公司。平均每项事件从接到客户请求到中心发出响应约为 75 分钟。最保守估计，波音的快速响应使处于 AOG 状态的飞机重返蓝天为客户节省了 300 万美元的费用。

在波音快速响应中心运行的第一年，保守估计仅解决 AOG 事件所赢得的时间就为航空公司节约了至少 5000 万美元的损失。协助为客户解决了将近 5000 件 AOG 事件，技术问题的响应时间平均约为 1 小时半。

波音的快速响应中心是一个综合性的一站式信息资源中心。它能在波音公司的正常工作时间之外帮助航空公司处理 AOG 事件，在夜间、周末和节假日也能向波音机队的营运人提供及时的支援。快速响应中心的成立使波音向客户提供的支持达到前所未有的水平。

波音公司在三个地区设立了快速响应办公室，位于华盛顿州 Seattle 有 Duwamish 客户服务中心，位于华盛顿州 Everett 有 747/767/777 服务工程，位于加利福尼亚州 Long Beach 有在线协调中心。每个办公室都配备了一支强大的技术专家队伍。快速响应中心分布在各地的办公室都装备了交互式的视频系统，使各地办公室的工作人员能面对面的接触。



波音快速响应中心

快速响应中心的专门的工作队伍是由技术专家组成，包括结构工程部、系统工程部、外场服务代表、备件管理专家和维修工程部。波音快速响应中心的任务主要集中于飞机的 AOG 状态。绝大多数的飞机 AOG 状态仅涉及较小的技术问题，例如具有可靠性余度支持的系统故障、较轻微的结构损伤，波音公司可通过电话或其他电子通讯设备来帮助指导客户解决这些问题，一般不需要派出工程技术专家赴现场解决问题。快速响应中心在支持航空公司的航线维修，机队有效运行方面起着重要作用，肩负着预防 AOG 事件或至少使之影响最小化的重任，同时支持机队营运人的例行和非例行的维修要求。

先进的技术手段使波音公司将浩瀚的技术文件全部以数字电子化的方式储存，功能强大的技术文件数据库使快速响应中心的专家们可以在线获得这些技术文件。而在过去，大多数技术信息只能靠纸张获得。随着快速的接近数据，这就极大的减少了在非正常工作时间（夜间、周末等）召唤波音工程师和技术专家的需要，反过来这又使得波音能以更快的速度解决客户问题成为可能。

2005 年 12 月，波音商用飞机服务机构决策层在 RRC 成功经验的基础上成立了运行中心（Operation Center），



该运行中心为全球 12000 架左右的波音及道格拉斯飞机提供全天候客户支持。

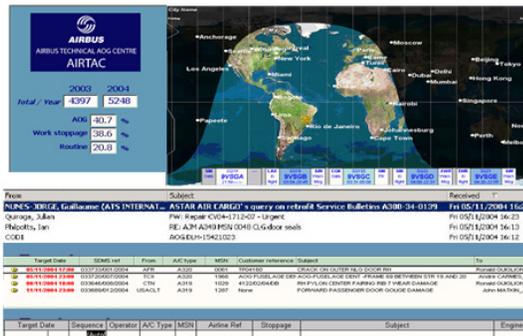


空客快速响应中心（技术 AOG 中心）

同样作为民用航空器主流制造商的空客公司，其目标是帮助航空公司从空客飞机上获得最多的服务，同时提高其空客机队的利润。为了向用户提供快速及时的客户服务，空客公司于 2003 年在图卢兹单独成立了 AIRTAC (Airbus Technical AOG Center) 为用户提供结构修理和工程建议来解决和消除 AOG 状态以及一般的技术支持。根据资料统计，AIRTAC 平均三小时能答复用户提出的 AOG 请求，截止到 2004 年 11 月份 AIRTAC 已经接受超过 10000 个用户请求，其中 AOG 事件占 3400，75% 以上的请求 AIRTAC 能直接解决。

Airbus Technical AOG Center (AIRTAC) 作为客户向空客技术支援和工程服务的请求的接口，全年 365 天、全天 24 小时为客户提供 AOG 技术支持。客户可以通过拨打热线，发送传真、邮件提交服务请求。

2005 年 12 月空客为它的新技术水准的 AIRTAC 支持中心（空客技术 AOG 中心）举行了落成典礼。AIRTAC 团队旨在最小化航空器排故和维修的停场时间。新的 AIRTAC 设施配置了更加创新的技术和领先的解决方案。这些增进涵盖了数百万欧元的投资，使得空客能为其全球的客户们提供改良的技术支持和范围更宽的工程服务。AIRTAC 从成立至今，已成长得越来越壮大。多年来，来自用户的反馈一直保持着积极肯定。据最近的一份用户满意度改进项目调查显示，AIRTAC 的用户满意率超过了 80%。



AIRTAC 中心监视大屏显示内容



GE 快速响应中心（中国运行中心 CHOC）

GE 的客户和产品支持满足了全球客户的需要，提供全面而强大的服务系统，它的服务机构遍布全球各个地区，提供多样的解决方案，及时而有效地处理各种技术问题，同时也帮助客户具体制定相应的操作流程。GE 成立客户支援中心 (Customer Support Center, CSC) 来集中处理机队运行有关的问题，来保障客户机队的正常运行。目前 GE 在全球有两个客户支援中心，一个在 GE 航空集团总部位于俄亥俄州辛辛那提市，另一个是 2006 年 9 月 14 日在上海正式启动的中国支援中心 (CHOC)。中国运作中心每周 7 天全天 24 小时服务，提供的技术支援内容包括：现场 AOG 技术 / 备用零部件支持；诊断监控与机队管理。CHOC 作为 GE 公司亚太地区的一站式技术支援中心，受到 GE 客户的广泛好评。此外，GE 公司还专门开发研制了用于客户支援的主要系统及工具：Siebel：用于处理客户技术问题咨询，提供事件记录系统功能；Diagnostics/Fleet Manager：用于分析和处理机队状态监控数据；ISSES：用于 AOG 紧急备件订货支援。

工业设计，打造中国商飞民机发展新元素

文 / 刘剑 潘超



民机工业设计发展与现状

工业设计在我国曾被称为工业美术设计、产品造型设计、产品设计等。近年统一称为“工业设计”。1980年，国际工业设计协会联合会为工业设计下的定义为：对批量生产的工业产品，凭借训练、技术、经验及视觉感受，赋予产品以材料、结构、形态、色彩、表面加工以及装饰以新的质量和性能。

工业设计是工业现代化和市场竞争的必然产物，其设计对象是以工业化方法批量生产的产品。工业设计不仅涉及到一系列传统学科，如材料力学、结构力学、强度理论等，还涉及到许多新兴学科，如人机工程、价值工程、仿生学、设计美学等。计算机辅助设计（CAD）已成为现代工业设计的最重要的手段。

民机工业设计，就是围绕着民用飞机这样一个产品和其上的系统所进行的预想开发和创造的设计活动，是对其在工业生产过程中飞机的内部形态（包线）、色彩、材料、工艺、结构、机构、表面装饰等，从效用、经济、美观的角度给予综合处理，使之既满足使用者对其功能的要求，又能满足人们审美的精神需要。

和军用飞机不同，民用飞机要接受航空公司和乘客的最终检验。对于民机制造企业来说，唯有市场的成功，才是真正的成功。而工业设计正是连接工程设计与客户需求的重要桥梁，是在功能性要求之外，为民机赢得舒适性、艺术性加分的重要手段。

国际民机巨头波音、空客等公司都成立了独立的工业设计部门或全资子公司，建立数百人的专业团队，为各自的产品提供专业的工业设计和配套服务。波音 777 飞机驾驶舱和 787 梦想飞机内饰就是工业设计在飞机制造业领域的杰出代表作。B777 驾驶舱在复杂而有限的空间，各种仪表和控制设备处于最佳位置，便于有效操作，给人以艺术美的享受，增加了飞行员的舒适性。787 梦想飞机登机入口处拥有弧型穹顶的宽大、敞开通道，头顶的模拟天空，增强了宁静、宽敞的感觉。在灯光的衬托下，“天空”在飞行中可以变幻色彩和亮度，从而增强了乘客的舒适感。

和国外先进水平相比，中国民机研制基础薄弱，配套的技术、理念、体系也不成熟，民机工业设计的短板正是表现之一。工业设计目前在国内民机研制领域的应用基本

被局限在满足功能性需求上，还未真正开展功能与形式相协调的人性化设计。



民用飞机工业设计流程

民用飞机的设计程序和研发过程如图 1 所示。主要包括市场调研、概念设计、方案设计和产品实施四个阶段。



图 1

民用飞机的市场主要是航空公司和乘客，满足他们的利益和价值需求是设计理念的前提。购买飞机的直接感受来源于飞机的性能及内部装饰的视觉冲击，因此飞机内部的装饰设计也是影响飞机销售的重要因素。

在产品的概念设计阶段，工业设计师发挥着绝对核心的作用。现在的工业设计师应该首先到市场的最前线去发掘、去寻找。设计师应积极地与市场部门、营销部门合作，探讨现有航线运营的主要产品的销售现状及其未来发展趋势，并同他们一起与顾客亲密接触获得市场第一手资料，为产品的定位和定义提供有力的依据。在提交严格的审查和测试后，经过确定的设计理念才能传达到设计部门，并由设计人员，工艺人员，工业造型师来共同制定新设计，新工艺和新材料。

设计方向确定以后，工业造型设计人员依据概念设计所确定的方向，展开功能、结构、材料等方面的详细设计，并进入设计实施阶段。工业设计师要精心设计每一个细小的部件，并将其成功的整合在一起，以切合方案设计的主题。

在产品最终交付用户之前的整个研发过程中，工业设计师会全程参与各个阶段，以保证确定后的概念设计能够体现和传达到最终的产品效果中。在使用中累积经验和需求，会直接更改并反馈至概念设计中，能够不断改进产品设计。



工业设计所的任务和职责

承载着中国民机工业设计的梦想与期盼，工业设计所于2013年6月初在客服公司成立。其主要任务是负责型号飞机外部涂装设计、飞机舱内空间与造型效果设计、设计展示、选型支持等工作。职能目标是在飞机的研发及交付阶段，提供及时、完整、有效的客户化支持，提升航空公司品牌形象和客户体验，增强中国商飞飞机产品的整体销售优势。

中国商飞公司各级领导高度重视工业设计所的发展。2013年4月16日、7月19日，公司总经理贺东风两次到工业设计所调研，并指出：“客户价值的体现，就是我们努力的方向。客户和乘客的立场就是我们的立场，只有贴近客户和市场，才能体现我们客户服务最大的价值。具体到工业设计工作上，要想通过高质量的工作给客户带来增值效应，我们就必须成为‘跨界’人才，要做‘设计师’，更要做‘艺术家’。”



目前进展

成立之初，工业设计所充分发挥主动性，努力克服各种困难，边规划、边引才、边探索，摸索着向前迈进。

在专业设备尚未到位的情况下，工业设计所先调用其他部门的工作站做数模轻量化，进行三维制图和效果渲染。工作任务繁重，在公司加班、在家加班成了设计所的工作常态。

年轻员工多，在工业设计上经验不足，工业设计所从内外两方面加强培训，引导大家快速进入角色。内部培训方面，经验较为丰富的员工轮流上阵，从厨房系统设计和安装标准、ARJ21飞机内饰改装设想讲到CTSO-C22g安全带等，在给新员工补充知识的同时，自身也有巩固提高。外部勤“取经”，先后到上飞院、成都航、泛亚汽车技术中心、上海视觉艺术学院、东方航空工程技术公司、西工大机电学院工业设计研究所、湖南大学、航宇嘉泰、厦门太古等

十多家单位交流学习，详细了解客舱内饰选型和外表涂装的客户要求；了解了国内民机工业设计现状，快速掌握相关知识。

一份耕耘、一份收获。目前工业设计所圆满地完成了ARJ21-700飞机旅客座椅装饰罩设计方案团队任务。在提交的四套客舱内饰方案中，“熊猫抱竹”方案获得首家客户的选定。截至目前，已经完成了地域特色、民族风尚、现代时尚和中国梦想四大系列，共计12套客舱内饰设计方案和6套外表涂装设计方案。



未来发展展望

工业设计是飞机产品设计的重要一环。未来工业设计所要在人机功效、座舱布局、娱乐系统、效果展示方面提升能力水平、加大研究力度，建立完整的工业设计体系。

在加强自身能力建设的同时，工业设计所也准备与国内外单位积极开展合作，联合成立中国商飞工业设计合作中心。通过合作中心这个平台，加强民机工业设计人才培养、突破民机工业设计核心技术，促进产学研结合，为中国自主研发的飞机型号提供优质的服务。

CIS2.0 时代来临

文 / 梁成修 任和 王志强



明年，是 ARJ21 支线飞机的交付年。对于 ARJ21 支线飞机的主制造商中国商飞公司（简称 COMAC）来说，该型号的工作重点将从设计和制造转移到客服。客服公司将面临着前所未有的挑战。为更好的服务客户，客服公司也即将迎接数字化客户服务平台 2.0 时代的来临



CIS 重要性

目前，国际主流民机主制造商均采用网络平台为客户提供客户服务，如波音公司由 MyBoeingFleet，空客公司有 AirbusWorld。且其网络平台在客户服务中发挥着举足轻重的作用。

结合同业现状和市场需求，中国商飞公司为客户打造数字化客户服务平台（英文名称：Customer Integrated Service，简称：CIS），力求成为客户获得 COMAC 的信息与服务的统一站点。通过该平台，客户可以随时查阅服务通告、飞机维护文件、飞机操作资料、GSE 图纸、飞行运营信息、培训信息、备件信息、构型信息、供应商信息等等。该平台在展示了 COMAC 的各项特色服务的同时，更好的帮助客户提高运营效率和生产力。

经过精心的筹划和积极落实，CIS1.0 系统初具规模，并为整个 CIS 打下了基础。随着客服公司的业务在飞速发展，公司为客户提供的服务在种类上不断丰富，在内容上不断充实。在信息科技的发展瞬息万变的时代背景下。无论是业务需要还是信息技术的更新角度考量，都亟需数字化客户服务平台步入 CIS2.0 时代。



国际前沿

目前，波音和空客两大主制造商拥有功能强大且用户数量庞大的网络平台，并使其成为服务客户的主要工具，

良好的功能已获得客户的广泛认可。但不积跬步无以至千里，波音和空客的网络平台均经历了一个漫长的发展、升级过程。

2.1 空客公司的 AirbusWorld 平台经历了 17 年的发展变化

1997 年空客开始利用网络技术与客户进行沟通，首先通过 Spares.airbus.com 网站为客户提供零备件订购的在线信息；

1999 年又推出了空中客车在线服务（AirbusOn - LineServices，简称 AOLS），允许用户从网上安全下载各种与运营和维修空客飞机相关的技术文档；

2003 年 airbusworld.com 平台正式推出，该平台除了整合以上两个平台的内容和服务外，还根据业务需要和客户的需求增加了更为丰富的服务，如在线完成查询、下载、提交服务请求等等工作。目前，AirbusWorld 平台以其优质的信息服务能力成为全球最好的数字化客户服务平台。

2.2 波音公司的 MyBoeingFleet 则经历了 14 年的发展历程

波音公司的 MyBoeingFleet 平台建设起步于 2000 年 5 月，虽然建设时间短，但波音公司凭借着在全球拥有的庞大客户量，不断完善系统开发和升级，有效推动了 MyBoeingFleet 平台的迅速发展。据粗略统计，该平台有 23000 多个用户，月访问量达到 700 多万次，在线维修文档 9 万份左右，工程图纸 500 万份，提供的数据量达 263 GB（十亿字节）以上，相当于将近 5400 万页的纸张文件，且这些数字还在不断增加。伴随着公司业务的发展 MyBoeingFleet 平台还在不断进行更新升级，最近一次改版升级是在 2012 年。





CIS2.0 开发方法

CIS平台的建设和开发需要契合客服公司自身的特点。具体来讲，公司的CIS平台开发应着重注意客服公司自身业务的如下特点有：

1) 业务面广：CIS平台涉及到的业务范围十分广泛，业务流程十分复杂；

2) 业务成熟低：客服公司的很多业务还没有经历真正飞机交付后的检验。因此，有些业务流程可能会遇到需要修改、增加、删除等情况。这些调整将对CIS平台的使用有着直接的影响。

3) 业务系统完善度低：业务系统是CIS平台上集成的系统也是业务运算单元，提供重要的业务数据和信息。但目前公司很多业务系统还在根据需要进行修改。

这三方面的特点决定了CIS的需求无法在短时间内达到最终的圆满状态。CIS平台最终达到国际水平的过程，需要客服公司业务的成熟、时间的积累、持续的投入。因此，针对CIS平台的特点，需要采取与以往不同的开发方法。

以软件开发方法的理论为依据，联系CIS平台自身特点这一实际情况，未来CIS2.0建设所采取的是迭代式开发方法。

迭代式开发如图1，其特点是：每次设计和实现目标产品的一部分，逐步完成整个产品，每次设计和实现一个阶段叫做一个迭代，每次迭代都包括了需求分析、设计、实现与测试。采用该方法，开发工作可以在需求被完整地确定之前启动，并在一次迭代中完成系统的一部分功能或业务逻辑的开发工作。再通过客户的反馈来细化需求，并开始新一轮迭代。

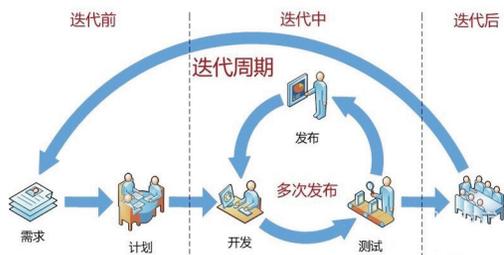


图1 迭代式开发方法的思想



CIS2.0 的建设目标

从CIS1.0到CIS2.0体现了客服公司乃至中国商飞公司近年来的飞跃发展。随着公司业务的不开展以及对CIS平台认识的持续改进，CIS2.0的建设将向着一个更高的目标迈进。CIS2.0以业务需要和客户需求为依据，以信息技术为手段，并时刻紧跟国际潮流。

CIS1.0的建设，体现了当时客服公司的业务状况，完成了以下工作：

1) 集成了部分业务子系统，包括在线培训系统、快响客服门户、机队可靠性服务系统、MSG-3辅助分析软件、航材管理系统；

2) 展示了客服公司业务部门的介绍内容；

3) 实现了PDF版手册的上传功能；

4) 设置了服务通告板块等。

为满足现阶段公司业务的发展和未来客户潜在的需求，CIS2.0将实现以下功能：

1) 集成业务子系统将覆盖客服公司所有的对外系统；

2) 为客户提供的全方位的技术服务；

3) 增加电子商务功能，为客户提供商务便捷服务；

4) 业务范围上，增加飞行运行支援服务和工业设计两个版块；

5) 资料信息上，增加构型资料、客户信息收集及反馈；

6) 除PDF版手册之外，还将增加交互式技术出版物；

7) 实现服务通告板块与CPC平台的对接；

8) 实现虚拟航材库功能；

9) CIS的用户体验更加友好；

10) 全面展示中国商飞公司的服务内容，为客户提供一站式服务。

为实现以上CIS1.0所需的升级内容，提出了CIS2.0建设的三大目标，如图2所示。

第一：商务方向目标：集成客服公司的服务产品，最终实现客服产品的网上交易，搭建成商务平台；

第二：技术方向目标：集成客服公司业务系统，最终为客户实现在线客户技术支援平台；

第三：资料方向目标：发布客服公司各业务的相关文件、数据，最终为客户实现资料、信息的发布和收集平台。



图2 CIS2.0 建设三大目标

为达到CIS建设的三大目标，CIS平台本身需要具备三大功能。如图3所示。



图3 CIS2.0 建设三大功能



1) 商务操作功能

当今时代互联网以蓬勃的发展速度席卷全球，电子商务的虚拟商业行为改变着我们的交易方式和经济活动，网络改变了竞争，也改变了企业的经营模式和管理理念。目前主流的电子商务模式 Business-to-Business (简称: B2B)，即商业对商业，或者说是企业间的电子商务，即企业与企业之间通过互联网进行产品、服务及信息的交换

电子商务对于任何规模的企业而言，都是种发展机遇。从电子商务的商务性来说，它可以拓展市场、增加客户数量；从服务性来说，网上购买航材及其他服务产品是给客户提供一种方便的途径，进而增加了中国商飞公司为客户提供服务的便捷性。

中国商飞公司为客户提供的服务将逐步系列化、产品化，服务分类更加细致、服务内容更加丰富。在 CIS 平台上，客户可以选择各类机型的所有服务，通过为客户提供 B2B 模式的电子商务服务，客户可以在线下单、支付购买航材、培训服务、手册服务、维修服务等等。

2) 技术服务功能

通过 CIS 平台，向客户提供专业的技术服务。技术服务包括但不限于：机队可靠性服务、快响服务、MSG-3 辅助分析服务、远程培训服务。

机队可靠性服务：客户将运营数据提交给 COMAC，COMAC 技术人员通过机队可靠性服务系统对数据进行分析，得出机队可靠性报告并发布给客户；

快响服务：通过 CIS 平台，收集客户所提出的服务请求，并在 CIS 平台上得到服务请求的回复；

MSG-3 辅助分析服务：COMAC 技术人员使用 MSG-3 辅助分析软件对飞机数据进行分析。所得出的分析报告共局方 MRB 成员和航空公司 ISC 成员使用；

远程培训服务：客服公司的培训工作中有一项是通过远程在线学习理论课程，CIS 平台集成了该服务，方便客户在线学习。

3) 发布展示功能

CIS 平台具有种类繁多的发布展示功能。通过平台，客户可以查阅到最新的中国商飞公司动态、最新的机型服务信息、最新版技术文件等。

该功能分为以下几类：

公司动态类：中国商飞新闻、各类客户和供应商会议通告；

机型服务类：GSE 图纸、服务通告、手册；

展示类：客服公司服务能力、工业设计方案；

信息收集类：客户信息收集、客户反馈信息。



CIS2.0 的建设思路

针对 CIS2.0 建设的三大目标，CIS2.0 的建设有着明确的思路和原则。如图 4 所示。

2014 年系统的建设原则是：以 ARJ 交付为导向，建立 CIS 的基本型，兼顾 C919 的特殊性，逐步完善 CIS 系统。

CIS2.0 建设的整体思路是：

第一步是继承性，在 CIS1.0 的基础之上，首先完成 CIS 的基本型，保障 ARJ21 飞机的交付。在功能上实现 ARJ21 飞机相关业务系统的集成；实现客服公司业务介绍、手册、GSE 图纸、服务通告、航材支援等服务；

第二步是循序渐进，依据 ARJ21 飞机客户对 CIS 的使用反馈以及客服公司内部业务的开展情况，对 CIS 平台进行持续更新，逐步优化系统功能，满足 C919 大型客机的客户服务需求，完成 CIS 的扩展型。在功能上更加强大，业务划分更加详尽，充分考虑客户使用界面的友好性，形成有 COMAC 特色的 CIS 平台；

第三步是多机型化，在有 COMAC 特色的 CIS 平台基础之上，逐步满足宽体机以及后续机型的数字化客户服务。

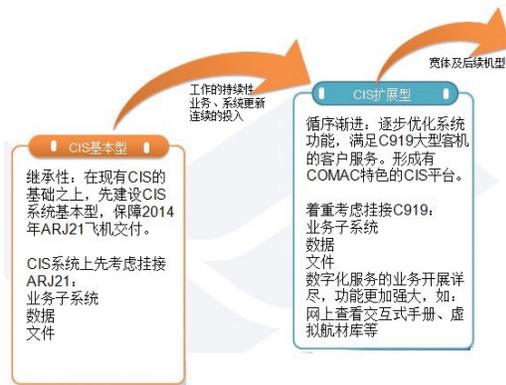


图 4 CIS2.0 建设思路示意图



CIS2.0 的未来

如今，全球化带来了竞争和机遇。为适应全球化的冲击，各行各业都在进行着调整，不希望落后于竞争对手，期待着从全球化中分得一杯羹。如何使得 COMAC 在这一过程中处于不败之地？在不久的将来，实现全球化的数字化客服，即打造 CIS2.0，利用 CIS 服务客户、抓住客户、与客户共赢是 COMAC 人所需要采取的众多措施之一。

目前，CIS 已经步入 2.0 时代。CIS2.0 的各项工作正在向着目标稳步推进。伴随着 CIS 的基本型和扩展型的陆续推出，中国商飞公司在数字化客户服务方面必将逐步缩小与国际前沿的距离。



掌握飞机安全运行的 密码

文 / 邱明杰 巴塔西

民用运输飞机的航线安全不仅关系到乘机旅客的生命财产安全，而且直接影响到该机型的市场竞争力和飞机主制造商的前途命运。未来几年，中国商飞研制的ARJ21、C919等飞机将会陆续交付航空公司投入航线运行，采集飞行数据，进行航线安全分析，无疑是确保飞机安全、平稳运行最为快捷有效的办法。早在2012年中国商飞客服中心就未雨绸缪开展了《航线安全分析实验室能力建设方案》的课题研究。2013年初，中国商飞航线安全分析实验室就在客服中心工程数据部悄然成立。通过一年的努力，现各项能力建设正稳步推进。



飞行数据分析是飞机主制造商提供服务的利器

针对航线飞行数据的分析，国外主流航空器制造企业都建有技术实验室为客户提供技术支持，如波音公司、空客公司和巴西航空工业公司都设立了飞行数据记录器译码分析实验室，主要针对客户飞行数据进行译码分析和部分仿真验证以实现运行飞机的持续

监控和对不安全事件的调查与分析，以提高安全运行水平。并据此通过分析，发现产品缺陷，不断地改进和完善产品的设计和制造，优化产品性能，提升产品竞争力，获得更高的客户满意度。一旦有飞行事故或不安全事件发生，这些实验室还将配合参与技术调查。

空中客车工业公司在推出以A320系列为代表的电传侧杆操作飞机后，迅速与其它公司合作研发了用于日常飞行译码分析及仿真再现的AirFASE系统，并随购机赠送给用户，为用户提供飞行数据分析服务，利用收集到的数据不断改进飞机设计；巴西航空工业公司为了积累大量原始、真实的数据，对新推出的机型进行完整性监控，在新机型用户中会选择1-2个航空公司的机队，由飞行数据译码分析实验室免费为其提供数据监控与分析服务。这种战略性投入，使空客公司和巴航工业既迅速提高了用户满意度，也获得了改进产品设计所需的大量数据，从而进一步赢得了市场。

在国内，除了中国商飞以外，其它飞机主制造商还没有建立完整的客户服务和运行支持体系，还不能



系统地、持续地为客户提供飞行数据监控服务，同时也没有建立专门的实验室为航线飞行数据分析提供技术支持。中国商飞客服公司航线安全分析实验室的建立正是填补了这一空白。



解读记录器数据，保障飞行安全

国际民用航空公约附件 13《航空器事故和事故征候调查》、我国民航《民用航空器事故和飞行事故征候调查规定》（CCAR-395）和《民用航空器事故和事故征候调查程序》（MD-AS-2011-01）都明确要求：当航空器发生事故和事故征候后，出事地所在国负责组织调查，航空器的登记国、经营人所在国、设计和制造国有权参与调查。进行调查的重要手段之一就是对称作“黑匣子”的飞行数据记录器（Flight Data Recorder, FDR）和驾驶舱语音记录器（Cockpit Voice Recorder, CVR）记录的飞行数据进行译码分析和仿真再现。

2012年2月15日，中国民用航空局（CAAC）飞行标准司依据中国民用航空规章《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121部）第121.352条制定的咨询通告《飞行品质监控实施与管理》（编号：AC-121/135-FS-2012-45）规定，合格证持有人（航空公司等）应按照该通告的要求建立飞行品质监控（Flight Operation Quality Assurance, FOQA）程序并开展FOQA工作。开展FOQA工作的常用手段就是对飞机快速存储记录器（Quick Access Recorder, QAR）记录的飞行数据进行译码分析和仿真再现。

民用飞机的数据总线（一般符合ARINC429规范）传递着大量飞行数据，其中部分数据会以设计好的频率和编码规则（一般符合ARINC717规范）在飞机的记录器（包括FDR、CVR和QAR等）上进行存储。航线安全分析实验室的职责（见图1）主要包括：

1) 对记录器上的数据进行下载，以获取原始的以编码状态存在的记录器数据；

2) 对下载的记录器数据进行译码，把编码数据还原成工程师可以辨读的工程值数据；

3) 对译码后的记录器数据进行分析，解读记录器记录数据中隐藏的安全信息，查找分析飞行中存在的隐患和问题，提出建议以及及时采取预防措施或对飞机的改进措施；

4) 对部分必要的译码数据进行仿真制作，再现飞机当时的飞行情况，以直观形象展示飞行过程，梳理因果关系，在安全飞行的宣传、教育和培训方面起到更好的展示效果；

5) 对经过译码、分析、仿真的各类数据进行统一管理，根据实际数据需求进行相应数据的分配，提高数据的使用效率。

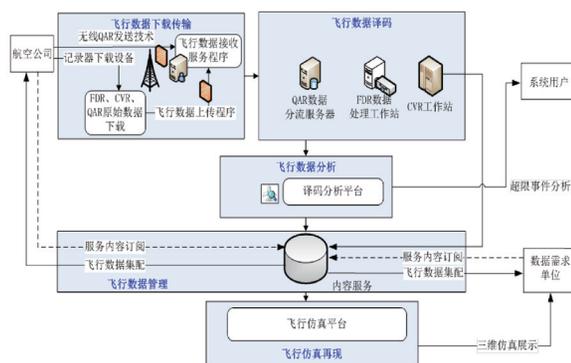


图 1. 航线安全分析实验室的职责



“把实验室作为客服公司的核心技术能力来建设”

航线安全分析实验室在成立一开始就得到了客服公司领导的高度重视。客服公司科技委就实验室建设方案内容前后召开两次方案研讨会，将建设方案一一细化，形成具体的建设项目。再就建设项目召集公司相关部门领导、总师、技术骨干进行逐一评估、取舍，最终确定了建设方案。

工欲善其事，必先利其器。客服公司新建的办公大楼专门规划了共计11个房间的实验室工作区域，包括数据下载室、舱音辨听室、设备存放室、数据分析室、仿真制作室和仿真演示室等。另外，还拨出专项经费采购各类数据下载、舱音辨听、数据分析和仿真再现等专业设备及软件。现工作区域已经交付使用，采购的各类设备也将逐步到位，实验室的布置工作及各项规章制度建设正同步开展，实验室正按2014年底建成基本能力的既定目标稳步前进。

2013年底，中国商飞公司董事长金壮龙在视察客服公司时就指出“要把航线安全分析实验室作为客服公司的核心技术能力来建设”。为实验室的建设指明了发展方向。



苦练内功，迎难而上

作为核心技术能力，航线安全分析确实是一项技术性非常强的工作，需要有非常强的理论知识，如数字电路、空气动力学、飞机系统知识、飞行知识和图像仿真知识等。航线安全分析又是一项实践性很强的工作，需要结合飞机运行的实践和拥有较深的飞机运行经验。航线安全分析还是一项责任性很强的工作，事关飞行安全和事故原因的确定，务求每一次译码和分析的准确。

航线安全分析实验室从一开始就确立了技术为本的方向。实验室成立时人手少，实际专业技术经验不够，可谓步履艰辛。为此，实验室先后到中国民航科学技术研究院、中国试飞院、中国国际航空公司、中国东方航空公司、中国南方航空公司、深圳航空公司、成都航空公司等单位调研和交流，尽可能多地汲取他们多年译码分析工作的经验和教训，少走能力建设中的弯路。同时，实验室紧密联系上飞院航电部、阎良试飞现场，快速掌握记录器设计和实际应用的相关知识，提高自己的能力。

实验室一路走来，遇到的都是新问题，而且困难重重。例如：航线安全分析实验室建立之初，只有采购的 AirFASE 译码分析软件及软件开发商基于 ARJ21-700 飞机 2.0 版航电系统技术文件开发的飞机 FAP 译码程序包（工程版）。随着飞机研制的不断发展，紧跟飞机机型及时进行软件升级的工作摆在了面前。是一直依靠开发商进行升级，还是扔掉这根“拐棍”呢？实验室决定不等不靠，迎难而上，依靠自己的力量战胜困难。大家通过学习掌握 AirFASE 操作和飞行数据译码分析原理，吃透 FAP 的译码参数库关键技术——用于 QAR/FDR 的 ARINC717 规范数据结构。依据上飞院提供的 ARJ21-700 飞行数据记录系统 ARINC717 字符定义表单（航电 2.5 版本），对比 ARJ21 飞机航电 2.0 版本相关数据和文件，对 547 个采集参数进行了修改、校验，完成了首次 FAP 升级工作的尝试。另外，在升级过程中，通过深入研究，还自主解决了软件中困扰已久的飞机襟缝翼显示角度不对的问题。在战胜困难的同时，也真真实实地提高了自身的能力。

另外，实验室在升级 FAP 中深深地感受到，软件、设备只是工具，只有将译码分析知识和我们自己的飞机知识紧密结合，不断磨练与实践，才能掌握核心技术并更好地为我们的客户服务。为此，结合 ARJ21 飞机交付准备工作，实验室开展了系列“大练兵”活动：到生产试验现场，实际调研飞行记录器下载器的使用，掌握其操作要领；针对 ARJ21 飞机记录器记载的 547 个飞行参

数进行详细研究和剖析，理清参数具体含义；将 141 个标准飞行监控程序进行一一破解，琢磨适用于 ARJ21 飞机将来航线运行的飞行品质监控程序。

另外，更为重要的“练兵”工作是采集 ARJ21 飞机试飞 QAR 数据进行译码分析，再将结果与试飞任务单内容进行比对验证，积累译码分析的实战经验。比如，分析之初发现译出的飞行参数值基本都能真实反映 ARJ21 飞行状态，但其中飞行时间却存在明显偏差：明明是 2013 年的试飞数据，但译码显示的时间明显不对。实验室技术人员经多次讨论确认，造成这个问题原因可能是飞机上参数采集的问题，或者是软件译码库的问题，而译码库的问题可能性最大。解决问题的方法也随之而出，从原码进行反译码：将实际的十进制工程值还原成二进制的数，然后直接查看由 0、1 组成的二进制原码数据流，查找两者是否对应。由于 ARINC 717 的二进制数据只有内容信息，没有相应的标示信息，大量数据均是连续地堆砌在一起的，令人眼花缭乱。为了降低查找难度，技术人员先定位时间和日期对应的“年”、“月”、“天”、“时”、“分”、“秒”参数的记录位，再在定位附近进行数据规律的观察。通过对大量数据帧的比较，很快确定“时”位置的数据流变化规律明显异常，不随着“分”的增加而增加，而是不变化，这却符合“年”的变化规律。而“年”部分数据位却随着“分”的增加而增加，符合“时”的变化规律。因此，技术人员猜想“时”与“年”数据位被颠倒了，于是马上调整译码库字符的定义。再次译码时，时间与日期均与试飞记录一致，终于解决了译码中的一个难题。这次难题的解决，加深了实验室对于 ARINC 717 数据规范与译码原理的理解，也增强了实验室处理译码难题的自信心与应变能力。

如果说飞机也有生命，那么解读飞机“安全健康的密码”就在这些记录的飞行数据中。围绕着飞机运行的安全，既需要如“保健医生”般的维修工程师，也需要如航线安全分析技术人员一般的“化验分析师”。他们定期监控着飞行参数，分析化验飞机“生病”原因，提出预防及改进措施建议，同其他技术支援人员一同保障着飞机的“健康”运行，从而进一步减少飞机“小毛病”的发生频率，预防“大病”的发生。通过一年左右的摸爬滚打，苦练内功，中国商飞航线安全分析实验室在飞行数据译码、飞行品质分析工作上已奠定了坚实的基础。虽然未来的建设成长之路还很漫长，但实验室有信心同中国商飞一起成长，随项目一起成功，为商飞飞机的航线安全运营提供保障，掌握安全飞行的密码，成为一名优秀的“飞机医生”。

由马航失联谈民用飞机应急定位装置

文 / 庞志鹏 巴塔西 任和

近一段时间，马来西亚航空 MH370 航班海上失联事件吸引了极大关注，将航空业以及航空运营安全推向了风口浪尖。在各国搜救人员夜以继日的紧张搜救马航 MH370 航班中，事件的眉目却迟迟没有昭显，甚至连飞机的身影都无从探寻。焦急等待中，人们问得最多的就是飞机发生了什么？飞机在哪里？因此在搜救机上幸存人员之外，第一时间找到称作“黑匣子”的飞行数据记录器（Flight Data Recorder, FDR）和驾驶舱话音记录器（Cockpit Voice Recorder, CVR），解密其中的信息显得尤为迫切。

如何在茫茫大海中找到飞机的“黑匣子”，有人曾做过这样的比喻，在广袤海域中搜寻飞机就如同在一片

草地里面寻找一根绣花针，难度可想而知。好在每个飞机上都装备了先进的定位和应急信息发射装置，那就是水下定位信标（Underwater Locator Beacon, ULB）和应急定位发射机（Emergency Locator Transmitter, ELT）。

水下定位信标（ULB）是安装在飞机飞行数据记录器（FDR）和舱音记录器（CVR）前缘的部件，如图 1 所示。记录器入水之后会触发水下定位信标工作，发射出频率为 37.5kHz 的声波信号。以声波这种机械波的形式来发射信号与电磁波相比，可以有效减小水体环境里远距离传输的信号衰减问题，信标可以连续工作 30 天，可探测范围上千米。在黑匣子入水之后，可以利用声呐



设备捕捉 ULB 的超声波信号，探测出飞机所在位置。ARJ21-700 飞机配置的 ULB 可以在水下最多 6100 米的深水中工作，探测范围是 1600m~3800m。

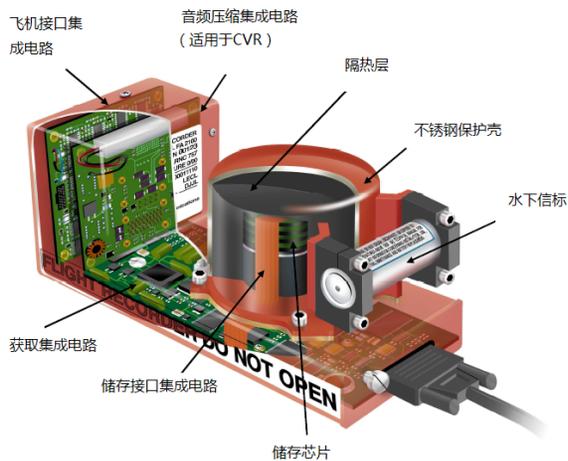


图 1. 飞行记录器结构

飞行记录器外壳一般由不锈钢或者钛合金制成，具有很强的保护性能。内部一般包括飞机接口集成电路、获取集成电路、储存接口集成电路、储存芯片构成。由于航空事故发生后，飞行记录器需要在恶劣的环境下保护数据的安全，因此，飞行记录必须满足要求严苛的抗破坏性试验，目前国际民航组织要求的记录器抗破坏标准见表 1。

表 1. 记录器抗破坏标准

耐燃烧能力	1100℃火完全覆盖燃烧一小时 / 260℃烤箱 10 小时烘烤
耐静态挤压能力	六个主要几何轴心点施加 351.53 千克 / 平方厘米、持续 5 分钟的静压强挤压
耐穿透能力	一个 227 千克、底部安置有 6.35 毫米钢制撞针的重物从 3 米高落下撞击关键部位，钢棒接触面积直径小于 0.63 厘米
耐振动能力	在三轴向加载频率 5 ~ 500Hz、全幅值 0.91mm、加速度 10g 的振动波，每轴向持续 1 小时
耐冲击振动能力	三轴向施加半正弦波冲击振动，加速度峰值 3400g，持续时间不少于 6.5ms
耐液体浸泡能力	在航空器液体（燃油 / 滑油 / 灭火剂等）中浸泡 24 小时
耐海水浸泡能力	在海水浸泡 30 天
耐液压能力	在加压盐水罐（6100 米水深的液压）中放置 24 小时

飞机应急定位发射机（ELT）分为固定式和便携式，固定式安装在后客舱顶部，便携式一般在乘务员位置。ELT 可以主动或被动触发，当被施加 12G 以上加速度，速度改变达到 $1.37\text{m/s} \pm 0.15\text{m/s}$ 时，碰撞力激活传感器或者 G-Switch 被激活，ELT 自动开始工作。当 ELT 操控面板或 ELT 发射机前面板的开关有一个处于 ON 位时，ELT 也会触发，其发射分两部分：VHF（121.5MHz/243MHz）和 UHF 406MHz 的数字信号。入水之后 ELT 同样可以工作，但由于其发射信号为频率较高的电磁波，在电介质环境中传输损耗较大，作用效果有限。406MHz 应急定位发射机在工作时，每隔 50 s 就会发射一段二进制数据串。该数据串包含有编码协议、国别码等多类标识信息，通过全球卫星搜救系统 COSPAS/SARSAT 传输到地面站，以提供大范围的搜索。

全球卫星搜救系统 COSPAS/SARSAT 是由美国、前苏联、法国和加拿大四国在 1981 年联合开发的在全球范围内，利用卫星进行搜索救援信息服务的系统。全球卫星搜救系统由遇险示位标、卫星空间段和地面处理分系统三大部分组成。遇险示位标是一个独立的小型专用发信机，根据其使用载体的不同分为三种类型。飞机应急定位发射机（ELT）、航海船载示位标（EPIRB）、个人用示位标（PLB）。全球卫星搜救系统 COSPAS/SARSAT 在 2009 年 2 月 1 日后中止 121.5/243 MHz 频率业务，所有设备与 COSPAS/SARSAT 通信采用 406MHz 频率。



图 2 全球卫星搜救系统

系统的空间段部分主要由静止轨道卫星和极轨道卫星组成，主要任务是对遇险示位标发出的报警信号进行变频、存储、转发等处理，然后送到地面处理系统的本地用户终端（LUT），对 406MHz 频率的示位标信号，卫星既可用下行 1544.5MHz 频率，实时转发给 LUT 进行处理，也可以先将数据存储起来，飞行中当遇到 LUT 时再以全球模式转发。目前已经有美国、印度、欧盟、俄罗斯等国家和地区的多个正在运行包括试行的地球静止轨道卫星，分别定位在东经 9.5、76、93.5、167 度的同步轨道和西经 3.4、60、75、135 度的同步轨道上。另有美国国家和海洋大气局（NOAA）和欧洲气象卫星应用组织（EUMETSAT）的 6 颗极轨道卫星。

地面处理分系统包括本地用户接收终端（LUT）和搜救任务控制中心（MCC）两部分。LUT 跟踪搜救卫星并接收卫星转发下来的遇险示位标信号，然后解码、运算并给出位置数据和示位标信息，同时又实时修正其跟踪卫星的轨道参数。最后将示位标的报警数据和统计信息，送到相应的搜救任务控制中心。MCC 的主要功能是搜集、整理和存储从 LUT 送来的数据，对这些数据进行过滤虚假报警、解除模糊值等处理，并在全球卫星搜救系统内，与其它 MCC 按照国际组织规定数据分布计划和报文格式进行信息交换。

我国民用航空规章 CCAR 91 第二版规定：2010 年 1 月 1 日后航空器装备的 ELT 必须能同时具备 121.5 MHz 和 406 MHz 的发射频率。ARJ21-700 飞机装备有一套自动固定式应急定位发射系统，由一个 ELT（包括 ELT 信标、ELT 飞机信息模块、ELT 电池、ELT 备用天线）、ELT 外部天线、ELT 远程控制板组成。ELT 为 ELTA 公司生产的 ADT 406 AF/AP 型号，安装在机身后部上方，外部天线安装在机身后部上方，远程控制板安装在驾驶舱顶部板上。可发射出 121.5MHz/243MHz 和 406MHz 频率的信号，规章要求在 -20℃ to +55℃ 环境下最低持续工作 24 小时，实际可以持续工作 60 小时以上。

图 3 A319/330 飞机：固定式及便携式 ELT

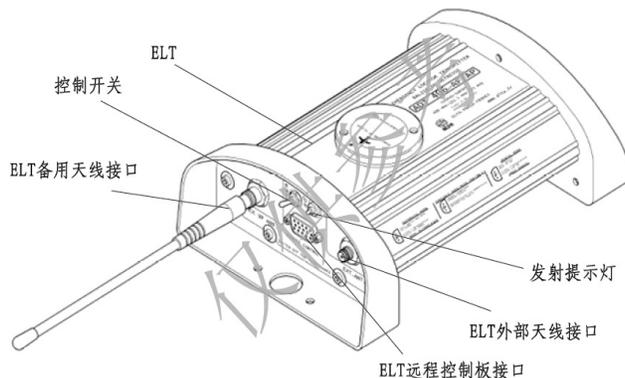
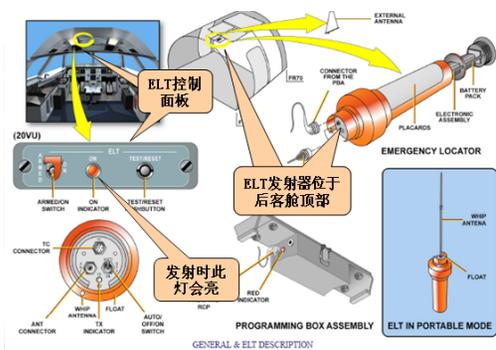


图 4 ARJ21-700 飞机自动固定式应急定位发射系统

此次马航 MH370 航班搜救工作，虽然事发飞机装备有四套应急定位发射机 ELT，但来自中国、马来西亚、越南、新加坡、澳大利亚和美国的数十艘舰艇和多架飞机经过十几天的紧张的搜索，调用卫星资源，才确定客机失事海域为印度洋南部地区。空难搜索中时间极为宝贵，越早发现飞机位置机组人员的生还可能性越高。反观本次搜救工作的困难状况，推测飞机 ELT 装置有以下几种可能：一种情况是飞机 ELT 装置没有触发，可能原因是飞机最后阶段的飞行姿态比较平稳未能激活 ELT 传感器，机组人员亦没有手动触发按钮，或者 ELT 系统的各个组件出现损坏，同样使其不工作；另一种情况是飞机坠落后 ELT 已开始工作，但客观条件导致 ELT 信号传输不畅，比如飞机坠落在深海中海水会吸收掉大部分的电磁波信号，或 ELT 装置被机体某些部件遮蔽，屏蔽掉了电磁波信号。同时 ELT 工作时间较短，截止飞机失联到现在已经无法发挥定位作用。

截止目前各方确认飞机已坠入大海，在海底崎岖复杂的环境中寻找机体，打捞部件更加困难。09 年 6 月 1 日，法国航空 447 号航班由巴西里约热内卢加利昂国际机场起飞飞往法国巴黎戴高乐机场，载有 216 名乘客以及 12 名机组人员，在巴西圣佩德罗和圣保罗岛屿附近坠毁，机上人员无一生还。事发海域近四千米，搜救工作耗时两年，几经曲折耗资三千多万欧元才将飞机“黑匣子”打捞上岸，并于 2012 年 7 月公布事故调查结果。此次马航事件，寄希望于救援队伍利用声纳和声学定位仪在飞机坠海后的 30 天内，早日捕捉到水下定位信标（ULB）持续而清晰的超声波信号，确定飞机具体位置，起获“黑匣子”分析事件原因，还公众一个期盼已久的答案。



民用飞机适航安全成为两会议题

备受海内外关注的十二届全国人大二次会议于2014年3月5日在京召开。从两会获悉，来自航空业的人大代表的提案集中在民机适航体系建设，并联合提出议案：《加强自主适航体系建设、促进国产民机产业发展》。安全适航这些对普通公民相对陌生的专业名词首次进入公众视野。

提案建议一，吸收欧美适航法规体系经验，建立我国自主适航法规与标准体系。国家立项给予经费支持，适航当局牵头，航空工业企业共同参与，建立健全适合我国民机研制发展需求的适航法规与标准体系，重点完善基础性的、用于指导规章使用的解释性、程序性、指导性文件和手册，同时实现法规体系在航空产品类别上的完全覆盖。建议二，推进政府间适航合作，努力实现与美国拓展运输类飞机适航双边，适航当局与民机部门共同努力，采取多种措施加快与欧盟、巴西、俄罗斯、加拿大等适航双边谈判，建立适航双边关系，签署适航“全面双边协议”，缔约双方相互承认合格审定的有效性和合法性，促进民用航空产品走向国际市场。建议三：优化并形成独立的民机适航能力布局，提高适航验证能力。

近期航空业的众多热点事件再次将适航安全置于聚光灯下，为此，本期杂志专题策划航空安全专栏，继续解读 AEG 等持续适航概念。



架起飞机制造商和用户之间的桥梁之三： C919 航空器评审项目浅析

文 / 徐强 钱浩然



在《AEG——架起飞机制造商和用户之间的桥梁（二）》（《民航客户服务》，2013年12月，总第19期）一文中，作者介绍了航空器评审的初始维修要求、运行和持续适航文件、主最低设备清单三个评审项目。本期介绍电子飞行包、应急撤离、型别等级和训练要求、驾驶舱观察员座椅四个评审项目，这四个评审项目均由申请方FSB工作组负责开展具体工作。



电子飞行包

（一）基本情况

2012年7月，空中客车公司在英国范堡罗航展上推出IPAD电子飞行数据包解决方案，成为首家通过IPAD向飞行员提供飞机性能计算电子飞行包应用软件的飞机制造商。不久后，航空公司即可从苹果App Store上下载空客提供的应用软件，这些软件是空客推出的“Fly Smart with Airbus”综合电子飞行文件包的一部分。为了将空客的电子飞行包（EFB）软件与苹果操作系统（IOS）兼容，空中客车公司在概念和开发阶段与航空和IT方面的专家进行了紧密合作。随着“Fly Smart with Airbus”应用于IPAD，飞行员可以通过轻便的手持设备进行飞机性能计算及查阅空客飞行操作手册（见图1）。



图1 电子飞行包在空客飞机上的应用

电子飞行包是数字化技术在航空器上应用的一个新亮点，是一种驾驶员飞行助理工具，它将航空图表、飞行手册、最低设备清单及飞行日志等机组所需携带的资料进行了数字化处理和存储，从而大大方便了机组的资料查询，因此C919飞机也将引入EFB来适应民机新技术的发展趋势，提升市场竞争力。

中国民航局咨询通告 AC-121-FS-2009-31《电子飞行包 (EFB) 的适航和运行批准指南》对 EFB 的定义是: 一种包含用于支持一定功能的软硬件, 用于驾驶舱或客舱的电子显示系统。EFB 能显示多种航空信息数据或进行基本的计算 (如性能数据、燃油计算等), 其中一些功能取代了传统上的使用纸质参考资料或者基于航空公司“飞行签派”向机组提供数据 (见图 2)。EFB 的功能范围可包括多种数据库和应用程序, EFB 显示可以使用多种技术、格式和通信形式。



图 2 IPAD 取代纸质参考资料

AC-121-FS-2009-31 将 EFB 硬件等级分为 1 级、2 级、3 级三个等级 (见图 3), 将 EFB 的应用软件分为 A 类、B 类、C 类三种。硬件等级划分的主要依据是 EFB 的安装拆卸方式以及是否需要通过管理控制过程或适航审定部门的批准。1 级设备通常是便携式商用计算机, 但自 2011 年起美国联邦航空管理局 (FAA) 已经批准经授权的单位使用 IPAD 平板电脑替代传统的商用计算机; 2 级设备通过固定装置连接到飞机并可以实现部分数据交换, 1 级和 2 级设备都被视为便携式 EFB; 3 级设备固定在驾驶舱内, 需要获得适航审定部门的设计批准。与 EFB 硬件分为 3 级相类似, EFB 的机载软件分为 A 类、B 类和 C 类三个类型。A 类软件应用于飞行员负荷较小的地面或非关键阶段, 该类软件故障对完成飞行运行不产生影响; B 类软件可在所有飞行阶段使用, 并具有较高的精确性 (如载重平衡); C 类软件必须符合 RTCA (航空无线电技术委员会) 规范 DO-178B《机载系统和设备认证中的软件考虑》, 并获得适航审定部门的设计批准。

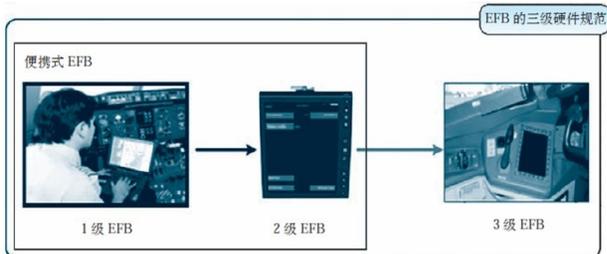


图 3 EFB 三级硬件规范

EFB 的应用可以实现机载资料电子化, 从而降低运营成本、提升运行效率、提高安全运行裕度, 为此航空公司对 EFB 技术非常关注, 不断试图在自己的机队中加装 EFB 装置。据报道, 2012 年 12 月 26 日, 民航华东地区管理局正式批准东航在 A330 机队实施 1 级电子飞行包 (EFB) 试运行, 标志着东航成为国内首家获准在驾驶舱使用 1 级 EFB 的航空公司。东航 EFB 采用 IPAD 作为 EFB 终端设备 (见图 4), 由东航信息部开发 EFB 终端软件, 实现了电子手册、国内电子航图、电子性能图表、电子飞行资料包等功能; 同时, 打造“东航 EFB 地面管理平台”, 使用网络数据库统一管理电子航行资料内容, 解决了航行资料的有效性和时效性管理问题。

EFB 技术是一种典型的由客户需求反馈至飞机设计的案例, 凸显了民机客户服务的重要性, 客户服务部门将航空公司等客户对电子飞行数据的需求传递给设计部门, 在设计飞机初期就将 EFB 技术引入到新飞机设计的蓝图中, 从而成为新飞机的“标配”。



图 4 东航 A330 机队加装 EFB 设备

(二) 申请方主要工作

C919 大型客机电子飞行包运行适宜性评审工作流程包含 EFB 评审计划、EFB 机组训练要求、EFB 机组训练设备、符合性说明、测试许可、验证测试和 AEG 评审报告七个阶段, 具体工作流程见图 5。

a) EFB 评审计划

FSB 申请方工作组需按照相关规章制度制定 EFB 适航批准计划, 并提交局方评审, 听取局方的反馈建议。

b) EFB 机组训练要求

FSB 申请方工作组需按照相关规章制度制定机组训练要求, 并提交局方评审, 听取局方的反馈建议。

c) EFB 机组训练设备

FSB 申请方工作组需提供 EFB 训练设备, 由局方评审, 听取局方反馈的建议。

d) 符合性说明

FSB 申请方工作组需要向局方提供 EFB 设备的符合性清单和验证计划, 并听取局方反馈建议。

e) 测试许可

在前四个阶段通过局方评审的基础上，局方颁发测试许可。

f) 验证计划

局方颁发测试许可后，由局方FSB成员对EFB设备实施测试，申请FSB工作组提供帮助。

g) AEG评审报告

FSB成员对EFB设备测试结束后，FSB申请方工作组形成AEG评审报告初稿，经局方评审后，出具AEG评审报告。

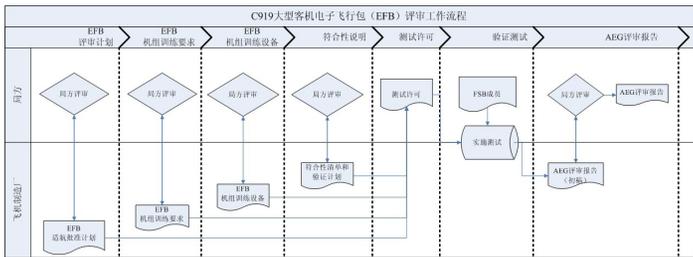


图5 C919大型客机电子飞行包评审工作流程



应急撤离

(一) 基本情况

2007年8月20日，台湾中华航空公司120航班的一架波音737-800飞机在日本冲绳的那霸机场降落后，在停机坪等待接驳车时，飞机右翼的二号引擎突然起火（见图6），机上157名乘客与8名机组员紧急疏散逃生，完成疏散后几秒飞机发生爆炸并引发大火（包括正、副机长于爆炸瞬间跳机逃生），飞机断成三截，但机上所有人员安全撤离。



图6 华航120航班引擎起火

2009年1月15日，全美航空公司1549号航班的一架A320飞机，从纽约长岛拉瓜迪亚机场飞往北卡罗莱纳州夏洛特，飞机起飞后5分钟，由于鸟击造成双发停车，迫降在哈德逊河上（见图7）。当机身完全停止后，机身开始慢慢下沉，于是立即紧急疏散。机长负责指挥，机上乘客都保持秩序，仅用一分多钟时间，机上所有人都撤离到在机翼及紧急充气逃生滑梯上等待救援。

图7 全美航空公司1549号航班迫降哈德逊河



以上两起客机紧急情况下的成功撤离，除了机组人员的训练有素和勇敢无畏外，严格的适航要求和严谨的适航验证起到了非常重要的作用。空客A380飞机于2006年3月26日，利用客舱内50%的出口，使得机上853名乘客和20名机组成员在78秒钟内成功完成撤离，为民用客机的应急撤离演示树立了新的典范。

在飞机应急着陆时，旅客逃生的关键取决于能否迅速、安全地从飞机撤离，对此局方十分关注对航空器应急撤离的审查，要求飞机制造商必须在严格遵守试验准则和程序的基础上进行应急撤离演示试验，凡客座量大于44座的客机必须保证其最大乘坐量的乘员在90秒钟内，利用飞机一半的出口完成满载成员的安全撤离。为此，飞机主制造商要通过应急撤离演示试验向适航当局证明飞机对这一要求的符合性。在进行应急撤离演示试验中，必须遵守严格的试验准则和程序。例如，起落架处于放下的正常姿态；飞机每个内部舱门或帘布必须处于起飞时的状态；参与试验的人员必须至少40%是女性，至少35%是50岁以上的人员，至少15%是50岁以上的女性；旅客要携带3个真人大小的玩偶，以模拟2岁及以下的真实婴孩，但不计于总的旅客装载数内；一旦飞机设计或内饰发生更改，则需要评估其对应急撤离能力的影响，有可能需要重新进行演示。更详细的要求可参阅CCAR-25-R4附录H应急撤离演示。

(二) 申请方主要工作

C919大型客机应急撤离程序演示评审工作包含飞行训练文件编制、飞行训练文件评审、培训过程审查、试验前检查、试验目击、试验结果评估、AEG评审报告发布等七个阶段。具体工作流程见图6。

a) 飞行训练文件编制

FSB申请方工作组结合C919大型客机设计特点，组织编制飞行机组操作手册（FCOM）、客舱机组操作手册（CCOM）、快速检查单（QRH）等训练用手册，提交局方审查。

b) 飞机训练文件局方评审

局方FSB对飞行训练手册进行评审，FSB申请方工作组根据局方评审意见对训练文件进行修、完善，得到局方认可。

c) 培训过程审查

FSB 申请方工作组按局方认可后的飞行训练文件对参加应急撤离演示的飞行机组、客舱机组进行培训，局方 FSB 成员全程参与，并审查整个培训过程。

d) 试验前检查

全机应急撤离演示前进行制造符合性检查，局方 FSB 主要从全机应急设备到位、机组人员资格等进行检查，在局方正式检查前，申请方 FSB 工作组成员需提前进行内审，并将不符合项反馈项目管理部门。

e) 试验目击

申请方 FSB 工作组协调陪同局方 FSB 代表进行试验目击，并协调答复局方提出的问题。

f) 试验结果评估

试验结束后，申请方 FSB 工作组将飞行训练文件审查、培训过程等资料提交应急撤离演示报告编制单位，配合完成试验报告编制，将试验报告提交局方 FSB 评审，并按局方意见进行修订、完善。

g) AEG 评审报告

申请方 FSB 工作组协调局方 FSB 完成最终评审，并发布评审报告。

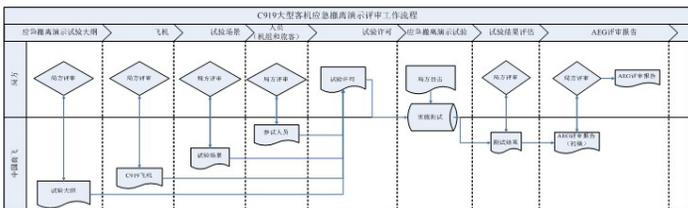


图 8 C919 大型客机应急撤离演示评审工作流程

录 D 和 E、CCAR-135 第 G 和 H 章规定了飞行机组训练、检查和近期经历要求，因此，机组资格要求必须在航空器型号投入运行前建立。为确定级别等级和机组资格要求，民航局飞行标准司以建立飞行标准化委员会 (FSB) 的方式开展评估，FSB 将以 AC-121/135-29 作为建立级别等级和机组资格要求的准则。

C919 飞机最大起飞全重在 5700 千克以上，并且计划投入 CCAR121 部运行，应当确定级别等级和机组资格要求并开展 FSB 的评估。经过 FSB 评审后，民航局飞行标准司将以发布 FSB 的方式对级别等级和机组资格要求予以公布。FSBR 是运行监察员签署驾驶员级别等级、批准航空运营人训练大纲的基础，不具备 FSB 报告，将影响航空器的交付或者投入运行。

(二) 申请方主要工作

C919 大型客机 FSB 评审工作包含驾驶员资格计划编制、培训需求分析、适用的训练大纲及教材编制、全动模拟机研制、测试前驾驶员及教员资格授权、型号检查授权、级别等级和差异等级测试、FSB 报告编制和审批等九个阶段。具体工作流程见图 9。

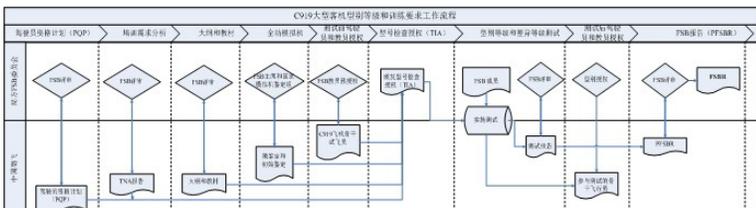


图 9 C919 大型客机级别等级和训练要求流程

级别等级和训练要求

(一) 基本情况

驾驶员级别等级是局方在驾驶员执照上的“一次性”永久签注，它表明执照持有人按照相关规章和 FSBR (飞行标准委员会报告) 完成了获得该签注所需的训练和考试。驾驶员级别等级由局方在驾驶员执照上签注，按适用情况写明航空器的制造厂和型号。级别等级训练要求是对航空器驾驶员进行的训练，以便其掌握航空器在正常和非正常状态下的各种操作，保证航空器安全运行，其训练主要分为地面教学和飞行教学。

CCAR-61 部第 61.27 条规定：对于最大起飞全重在 5,700 千克以上的航空器（轻于空气航空器除外）、涡轮喷气动力的航空器、直升机以及局方通过型号合格审定程序确定需要级别等级的其他航空器，需要驾驶员具备该航空器的级别等级方可担任机长。CCAR-121 附

a) 驾驶员资格计划编制

FSB 申请方工作组制定 C919 大型客机驾驶员资格计划 (PQP) 初稿，报局方 FSB 评审，并根据 FSB 的评审意见修订并形成终稿。

b) 培训需求分析

FSB 申请方工作组制定培训需求分析报告 (TNA)，报送局方 FSB 评审，并根据 FSB 的评审意见修订并形成终稿。

c) 训练大纲和适用的教材编制

FSB 申请方工作组制定 C919 大型客机的飞行训练大纲和训练必须的教材（文件目录需与局方协调确定），报局方 FSB 评审，并根据 FSB 的评审意见对文件进行修订和完善。

d) 全动模拟机研制

FSB 申请方工作组配合中国商飞公司有关部门，结合 C919 大型客机设计特点、未来运行要求、模拟机鉴定要求等，向模拟机研制供应商提出模拟机研制要求，

并对模拟机研制供应商提出的需求进行分解、并在公司试验、试飞过程中进行落实并反馈。协调局方 FSB 明确进行测试前对模拟机的具体要求，依照模拟机鉴定的要求，向民航局飞行标准司提出飞行模拟机鉴定申请，并组织完成相关鉴定工作。

e) 测试前教员资格授权

FSB 申请方工作组与局方 FSB 协调确定对测试教员的资格要求，根据中国商飞公司实际情况，协调确定担任测试教员人员名单，并将相关资料提交局方，协调局方对其进行资格授权。

对担任 FSB 测试的客户骨干飞行员，由 FSB 申请方工作组将其资质相关文件提交局方 FSB，协调 FSB 进行认可。

f) 型号检查授权

上述工作均得到局方 FSB 认可或批准后，由局方 FSB 颁发型号检查审定授权书（TIA），正式进入测试实施阶段。

g) 型别等级和差异等级测试

FSB 申请方工作组协调局方 FSB 按确定的测试计划实施型别等级和差异等级测试，并起草编制测试报告，提交局方 FSB 评审。

h) 驾驶员和教员授权

根据局方 FSB 对 FSB 报告的评审情况及客户飞行员训练需求等，可向局方 FSB 提出 C919 大型客机驾驶员型别等级授权信函（LOA）。

i) FSB 报告编制和审批

FSB 申请方工作组根据测试结果及报告，编制完成 FSB 报告初稿，提交 FSB 评审，并根据局方意见修订完善形成 FSB 报告。

客的座椅。驾驶舱内可以有一个以上的观察员座椅，如 ARJ21-700 飞机设有一个观察员座椅，空客 A300 飞机驾驶舱内有两个观察员座椅。观察员座椅应满足 CCAR-25 部关于座椅的所有要求，除此之外在进行航空器 AEG 评审时还需要按照咨询通告 AC-121/135-28《驾驶舱观察员座椅和相关设备》的规定，驾驶舱观察员座椅必须满足安装位置、脚踏板、通讯、灯光、可见度等的要求。

（二）申请方主要工作

C919 大型客机驾驶舱观察员座椅评审工作包含驾驶舱观察员座椅符合性说明报告评审、驾驶舱观察员座椅机上检查、机上检查报告评审、驾驶舱观察员座椅试飞验证、试飞报告编制、报告评审等六个阶段。具体工作流程见图 10。

a) 驾驶舱观察员座椅符合性说明报告评审

FSB 申请方工作组在提交观察员座椅运行安全性和适用性评审申请时，需同时编制完成驾驶舱观察员座椅符合性说明报告，提交局方 FSB 评审，并按局方意见进行修订完善。

b) 驾驶舱观察员座椅机上检查

FSB 申请方工作组编制机上检查大纲，并在检查大纲得到局方认可或批准后，组织实施观察员座椅机上检查。

c) 机上检查报告

局方代表完成机上检查后，FSB 申请方工作组编制机上检查报告，提交局方 FSB 评审，并按局方意见进行修订完善。

d) 驾驶舱观察员座椅试飞验证

地面验证完成后，FSB 申请方工作组编制观察员座椅试飞验证大纲，并在试飞大纲得到局方认可或批准后，组织实施观察员座椅试飞验证（一般结合在功能可靠性试飞阶段进行）。

e) 试飞报告

局方试飞员实施试飞后，FSB 申请方工作组编制试飞报告，并提交局方评审。

f) AEG 评审报告

试飞报告经局方评审通过后，FSB 申请方工作组编制 AEG 评审报告初稿，交局方评审，通过后，由局方飞行标准司统一发布认可函或报告。

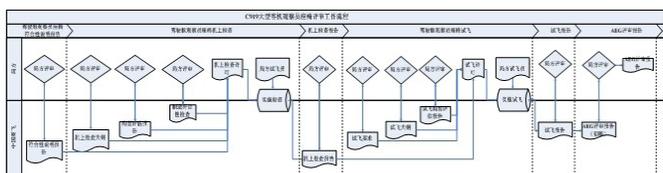


图 10 C919 大型客机观察员座椅评审流程



驾驶舱观察员座椅

（一）基本情况

驾驶舱观察员座椅是由局方指定的、安放于驾驶舱内的座椅。它仅可用于执行航路监察、观察判断飞行员是否遵守运行规章和标准等任务，不可以作为旅

中国商飞民机客户服务差异化战略研究

文 / 上海飞机客户服务有限公司副总经理 马小骏



一 差异化战略理论概述

根据美国战略管理学家迈克尔·波特提出的竞争战略理论，有三种企业基本竞争战略：成本领先战略、专一化战略、差异化战略。差异化战略是指使企业产品、服务、企业形象、营销等与竞争对手有明显的区别，以获得竞争优势而采取的战略。通过实施差异化战略，可以提高企业的核心竞争力、提高行业进入门槛、培养用户对品牌的满意度和忠诚度以及防止替代威胁。



二 波音空客差异化战略实施分析

2.1 波音空客的竞争态势

民机制造业 20 年来总体发展趋势是从波音的一家独大发展为波音、空客的双寡头垄断，在整个发展过程中的内在动力就是波音和空客不断通过实施差异化战略来获取竞争优势。

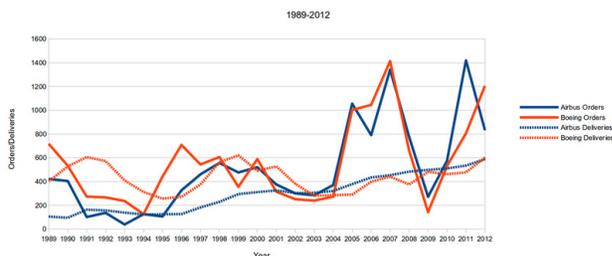


图 1 波音、空客飞机订单和交付数量趋势图 (1989-2012)

图 1 为波音和空客自 1989 年至 2012 年飞机订单和交付数量趋势图。在 20 世纪 90 年代初，波音无论在订单数还是交付数均遥遥领先于空客，而到 21 世纪时空客在订单数和交付数基本与波音持平，甚至在后续几年超过波音。空客在追赶过程中主要采取的竞争策略就是产品差异化和销售差异化。在产品差异化方面的手段包括对研发和技术创新的持续投入。例如在民机中首次引入电传操纵技术，比波音更早使用复合材料 (A320 开始使用复合材料垂尾)，并且重视跨机型运行的通用性，真正意义上实现了相同的驾驶舱、系统

和相似的操纵特性。在销售差异化方面的手段包括采用灵活的销售策略。例如为了打开美国市场，大胆采用“先飞后买”的促销方式和为客户提供贷款买飞机的创新融资租赁模式。

面对一个非常成功的竞争对手，波音开始重视重大的发展战略研究，决心突破研制技术的趋同化，尽力扩展飞机产品的差异性，提高竞争力。如图 2 所示，针对竞争对手空客的发展趋势与技术水平的实际情况，波音以扩大 787 和当前空客飞机的差异性为目标，在全球化外包和供应链管理、全球协同研制环境 (GCE)、整体部件复合材料制造和装配、电子化运营环境 (E-enabled) 构建等方面采取措施，再现竞争优势。

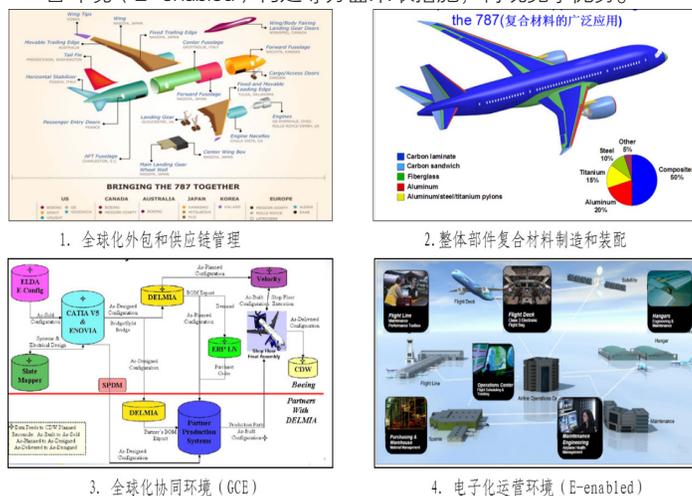


图 2 波音研发 787 的差异化手段，再现竞争优势

2.2 波音空客的客户服务差异化战略实施

面对民机产品技术趋同性和客户运营压力不断增大，也迫使民机主制造商开始思考战略转型。在民机产业链中，客户服务已成为民机产业中相比产品本身更高层次的竞争手段，提供了形成民机产品附加价值和巨大竞争优势的潜力。波音、空客转型的趋势从战略上是将其从产品制造商向产品与服务全生命周期综合性解决方案提供商转变，即向服务型制造转变。通过制造和服务的融合，由低层次竞争优势转向高层次竞争优势，差异化竞争优势。波音公司向服务型制造

转型的路线图如图3所示,其中最为核心的步骤就是波音推出的电子化运营优势战略(E-enabled Advantage),认为其可以帮助航空公司客户改善经营效率和盈利水平,并且帮助公司产品在市场内实现差异化。整个战略思想是利用“电子化”运营环境,将所有与飞机维护、飞行运行和乘客需求相关的数据和信息系统完美连接,有效地将飞行中的飞机纳入航空公司的网络中,实时向飞行机组人员和航班调度中心提供飞机状态的变化信息,有助于航空公司削减运营成本、改善调度可靠性、减少航班延误或取消、提升乘客服务以及增强航空安全。

波音公司向服务型制造转型的路线图



图3 波音公司向服务型制造转型的路线图

为了应对波音E-enabled战略,空客推出AIR+战略,这是一个综合全面、模块化和灵活的解决方案,能够根据航空公司具体的需求为其提供量身定做的服务,以提高航空公司的运营效率。可以看出从核心服务产品来看,波音、空客已接近趋同,但是空客尚未形成一个集成化的电子运营环境。波音通过E-enabled战略扩大了波音和空客之间服务的差异性,形成了产品运营上的竞争优势。

2.3 波音空客的客户差异化战略实施的启示

通过分析波音空客的差异化战略实施,可以看出差异化战略是空客赶超波音以及波音积极应对的主要战略。随着航空运输业竞争的加剧,航空公司必须提高运营效率,降低运营成本,而对此波音和空客先后实现了从产品制造商向产品和服务全寿命周期综合性解决方案的提供商的转型。中国商飞公司作为我国大型客机项目的实施主体和民机主制造商,为了实现型号市场成功和商业成功,需要深入分析和制定客户服务差异化战略,使产品在运营上取得一定的竞争优势。



三 民机客户服务对全寿命周期飞机运营的影响

作为民机主制造商,在新产品定义的过程中需要将航空公司全寿命周期成本(LCC—Life Cycle Cost)作为一个核心考虑要素。影响LCC的因素主要包括飞机设计研发(新技术、

飞机设计架构、安全性可靠性维修性保障性设计、系列化发展、通用性、技术出版物质量)、飞机运营能力(机队规模、航路规划、日利用率、特殊运营需求)、航空公司运营策略(商业模式、维修策略、签派放飞策略、资源管理、培训水平、航材备件策略)和环境因素(气象环境、经济环境)等四个方面。机队运营可靠度(OR—Operational Reliability),直接维修成本(DMC—Direct Maintenance Cost)和飞机的可用性是飞机运营全寿命周期成本的关键影响因子,也是航空公司未来提高经济效益,获得商业成功最主要的竞争要素。

对民机主制造商而言,为了获得研发机型的市场成功和商业成功,从设计角度需要在系统工程的早期阶段考虑这些要素,以及在运营过程中持续监控这些要素是否满足设计要求,并不断完善产品以满足客户运营的需求。从民机客户服务角度分析,其对航空公司全寿命周期飞机运营的影响主要包括以下几个方面:

1. 提供满足适航要求的高质量的维修方案和维修大纲、运行类和维修类技术出版物、技术支援、飞行运行支援和客户培训等基本服务是航空公司取得运营资格以及机队安全可靠运营的基本保障;
2. 依托信息技术创新的服务产品和构建数字化的民机运营环境能够有效提高航空公司的运营效率,并且成为主制造商的一个盈利点和竞争优势;
3. 倾向于外包维修业务的低成本航空公司以及传统航空公司希望把主要精力重新集中于增强自身的核心商业竞争力,由此导致其将更多的MRO工作委托给第三方,这种服务方面的趋势给主制造商延伸和整合民机服务价值链带来机会;
4. 以波音和空客为代表的主流民机制造商日益强调其服务特色,将各种用户支援业务与飞机产品打包,以全寿命周期运营解决方案的方式(例如波音“金色关怀”计划—“GoldCare”)推销给客户。通过全寿命周期运营解决方案的方式提供服务,能够降低客户接收新飞机的心理门槛以及运营风险。



四 中国商飞民机客户服务差异化战略的维度

为了实现民机型号市场成功和商业成功,中国商飞公司需要深入分析和制定民机客户服务差异化战略,目的是使交付型号在产品运营上取得一定的竞争优势,这种竞争优势的关注点由产品本身转向为帮助客户在激烈的市场竞争中取得优势以及为客户创造更大价值。如图4所示,制定民机客户服务差异化战略应从服务核心竞争要素、服务价值链和客户群需求三个维度进行分析。

上在研究深度、应用程度方面与波音、空客还存在较大差距，需要持续深入开展基础技术研究和应用研究。

3. 全寿命周期服务的能力：相比波音、空客能够提供全寿命周期服务和全球化服务网络体系，目前中国商飞存在较大的差距，需要制定长远规划，逐步提升。

4. 服务信息化的集成程度：中国商飞在制定数字化服务解决方案的初始阶段就需要充分考虑航空公司的实际情况，包括客户使用需求、服务流程与客户运营流程的集成，在系统开发过程中预留航空公司、MRO、机场和空管系统集成的接口，便于后期服务信息化的集成。要努力构建国产民机电子运营环境，取得国产民机相比波音、空客飞机在国内运营的竞争优势。

5. 富有激情的服务工程师：与波音空客的服务工程师相比，中国商飞的服务工程师年轻并富有激情，但是工程背景和经验不足，服务软实力也存在一定差距。既要提升队伍专业水平，还应重视标准化服务流程的建立。

5.1.2 服务价值链分析

针对服务价值链，建议中国商飞将所有服务价值项分为基本服务、拓展服务和增值服务，不同类型服务价值项的差异化策略不尽相同。

1. 基本服务：是满足飞机安全、可靠飞行的基本服务项目，也是主制造商在飞机交付后必须向客户提供的服务项目，且需满足行业最低的服务标准，往往也是持续适航的基本要求。基本服务的差异化策略为降低平均服务成本，形成价格竞争优势。

2. 拓展服务：是用于提高客户运营效率、降低运营成本的服务，包括提供可盈利的电子化服务、航空公司运营优化的咨询服务、以及争取 MRO 服务。拓展服务的差异化策略是通过高度可定制化和贴近客户需求为客户创造价值，赢得客户的长期信任，形成服务品牌竞争优势。

3. 增值服务：属于创新性的服务，或高度可定制化的客户服务解决方案。主制造商通过增值服务获取更多利润，但增值服务通常有较高的进入门槛。增值服务的差异化策略是持续创新以拓展盈利空间，保持竞争地位，设立较高门槛和标准，防止竞争对手轻易复制。增值服务的实施需要更加丰富的技术经验、完善的服务网络体系、强有力的服务伙伴、以及先进的数字化服务产品作为支撑，建议中国商飞在处于新型号研制和市场开拓阶段，将主要精力用于做好基本服务和拓展服务。

5.1.3 客户群需求分析

通过目前的客户群分析，中国商飞的主要客户是国内航空公司和租赁公司。针对国内航空公司，中国商飞应深化与客户的沟通，准确把握客户需求。

1. 客户参与：与波音空客相比，中国商飞在国内客户服务体系建立过程中注重倾听客户需求，并充分考虑在各个领域中满足目前竞争对手尚未满足的需求。面向首家用户打造“领先示范”运营工程，为完善客户服务体系争取时间，提高产品成熟度和市场信心。

2. 客户沟通：中国商飞与国内客户在相同的文化背景下，拥有相同的语言、生活习俗、顾客消费理念以及更加熟悉市场状况、技术条件等有利因素，在把握国内客户需求和客户沟通方面占据优势。

3. 服务的定制化：与波音空客相比，中国商飞的设计、总装、服务网络都位于国内，针对国内客户的服务具有地理、政策等优势，客户服务可以做到更加灵活，更加柔性。例如模拟机湿租、航材租赁和飞行小时服务对国内小航空公司具有吸引力。

4. 感性因素：与波音空客相比，从政治、爱国、文化、情感等角度来考虑，国内客户使用国产民机产品及服务的倾向较为明显。

5.2 客户服务差异化战略的实施路径

综上所述，中国商飞民航客户服务差异化战略的实施路径如下：

1. 制定差异化战略。制定战略应针对所有目标客户群，分析服务价值链是否完整、服务价值项的差异化策略、现状分析和可行性分析以及在客户服务体系建设中如何体现差异化战略；

2. 将差异化战略贯彻到客户服务体系建设过程中，包括服务商业模式的确定、服务流程的确定、服务产品的研制、服务信息系统的开发和服务网络的建立完善；

3. 围绕为客户创造价值，在具体的飞机运营支持过程中实施差异化战略，涵盖服务商业模式的运行、服务流程的运转、服务产品的定制化、服务系统的配置和服务网络的支持等；

4. 在战略实施过程中及时收集用户反馈意见，并持续完善客户服务体系，包括服务商业模式、服务流程、服务产品、服务信息系统和服务网络。



六 总结

本文主要研究了中国商飞民航客户服务差异化战略，并对战略的维度和实施路径进行了总体分析。在今后工作中，还需要针对客户群、服务价值链进行细化分解，提出具体的差异化目标，通过服务核心竞争要素的差距分析提出应对措施，并具体反映到型号研制和飞机运营支持工作中。

当前波音和空客已经实现了从产品制造商向产品和服务全寿命周期综合性解决方案的提供商的转型，注重产品价值链的提升和向服务端延伸已成为企业在市场竞争中取胜的关键。中国商飞公司应推进主制造商产品设计、制造与客户服务相融合，充分延伸和提升服务价值链，并选择差异化战略作为主导客户服务竞争战略。在战略实施中，充分发挥优势、克服劣势，在客户服务产品创新、服务模式、服务网络、品牌建设等方面体现差异化，为客户创造更大价值，提升国产民机客户服务国际竞争力，努力实现我国大型客机项目的研制成功、市场成功和商业成功。



66

郝建国，飞行员，ARJ21 机型局方 FSB 教员组成员。飞行经历超过 1.5 万小时，ARJ21 飞行经历时间 25 小时，起落 24 架次，具有丰富的安全飞行经验。现任中国商飞客服公司飞行训练部飞行教员，从事飞行训练和模拟机教学工作，并协助科研单位开展科研验证。

99

安全飞行就是民机产业的生命 ——专访中国民航资深飞行员郝建国

文 / 赵康樑



亲身体验，ARJ 安全性让人放心

“ARJ21 严格按照 25 部的适航审核标准取证，在飞行过程中也确实非常平稳，我对这款国产机型非常放心。”这是资深飞行员郝建国在采访过程中说得最多的一句话。在经历过 2013 年 3 月初至 5 月底，在阎良试飞现场 25 小时 ARJ21 试验飞行任务之后，郝建国对 ARJ21-700 这款新型支线飞机的性能印象更为深刻，也更为直观，他对飞机安全性的判断自然也更显得让人信服。

“飞行任务的第一目标从‘保证作战任务胜利’到‘保证飞行安全’，这是在理念上最重要的转换。”用郝建国的话来说，驾驶军机和民机的最大的区别正是体现在飞行理念上，尤其是在飞行安全意识的层面。1988 年，郝建国以全班第一的成绩从空军哈尔滨第一飞行学院毕业，在空军一飞就是 11 年；2002 年，取得中国民航航线运输驾驶员执照后，开始在邮政航空公司、中国国际航空公司等担任机长和教员职务；2006 年加入吉祥航空

公司，任 A320 系列机长，并于 2012 年获得 C 类教员资质。

目前，郝建国在中国商飞客服公司飞行训练部任飞行教员，从事飞行训练和模拟机教学工作，并协助科研单位开展科研验证。2013 年，配合试飞中心完成新机出场试飞程序验证模拟机训练 15 课，共计 60 小时；配合上飞院科研组在青岛的模拟机训练中心完成 ARJ21 最少机组程序验证，共计 11 课 44 小时。此外，为迎接美国航空安全局 FAA 的检查，郝建国与中国民航局检查员一起，完成了 ARJ21 模拟机功能以及性能的完整性适航验证试飞，并提出了整改建议；协助上飞院完成 ARJ21 飞控故障、UHT（不可控高推力）、起飞异常中断起飞、最小飞行重量等三项实验，共计 9 课 36 小时的模拟机研发计划。2013 年，ARJ21-700 全动模拟机成功取得过渡 C 级合格证。

今年 ARJ21 飞机取证进入关键冲刺阶段，帮助全动飞行模拟机取得 D 级合格审定，配合上飞院完成 MOC8 试验将成为整个客服公司科研任务的重中之重。作为科



研任务的骨干力量，郝建国将帮助公司完成包括最小重量、最小机组、航电绿标软件、风切变数据模型、UHT、系统故障/F003等在内的一系列测试任务，并为保障模拟机D级取证及142部适航合格审定，为型号通过MOC8模拟机验证，并最终取得TC（型号合格证）倾尽全力。

安全先行，民航审定必须“零容忍”

谈起今年2月的“奥凯航空新舟60事件”，郝建国对此表示惋惜，“新舟60曾是中国民航制造的骄傲，从2000年取得适航证后，远销东南亚、非洲和南美，都获得了不错的声誉，但近几年频发的安全事故，不得不让人对它的安全性担忧。”这次由于起落架信号指示系统故障，导致38名乘客在空中经历了2小时的惊魂一刻，再次让所有人把民机设计制造的关注点聚焦到了型号的安全性上，这同样也给中国商飞的设计研发再次提了醒。

1985年的冬天，下着大雪，郝建国在哈尔滨驾驶初教六教练机一飞冲天，这是他生平第一次独立驾驶。

“接近1小时的飞行，在天上靠不了任何人，全靠自己，心里多少是有点紧张的。”2002年，在山东航空执行飞行任务，驾驶737客货两用载机QC，机上有超过100名的乘客，这是他第一次带飞民航载人客机。“要对超过100人的生命安全负责，我感到在天上的一秒钟，整个人的神经都是紧绷着的，不敢有任何闪失。”显然，这两次飞行经历对郝建国来说都是刻骨铭心的。

“前一次是对自己的安全负责，后一次则是对上百人的安全负责，作为飞行员来说，在任何时候，安全飞行都是头等大事。”

2005年，郝建国执行上海虹桥至武汉的航线任务，起飞后还不足半小时，当飞抵江苏溧水上空时，这架邮政航空B737飞机的液压B系统开始严重漏油，在不到一分钟的时间内燃油几乎全部漏完，导致襟翼不能正常放出，只能折返回上海，在机务人员全面检查后更换了液压泵，才得以继续执行任务，此时已比原定时间拖后了近3个小时，所幸问题发现及时，没有造成进一步严重的后果。

2006年初，同样是B737，由郝建国执飞的北京到上海虹桥的航班，起落架发生故障，无法自动锁死，幸好凭借丰富的飞行经验，郝机长通过手动的甩起落架操作才化险为夷。由于手动操作不像自动锁死会有明确的信号指示，飞机在机场上空整整盘旋了近一小时，才确

定可以安全着陆，当时虹桥机场已启动了紧急应对方案，甚至连消防车、急救车都已到位，就差往跑道上铺泡沫进行紧急迫降了。“1999年有部电影叫《紧急迫降》，当时的情景虽然没有影片里那么惊心动魄，但也是绝对容不得半点闪失。所以，对于民航的安全审定，必须要达到零容忍的、最严苛的标准。”

加入商飞，冲刺航空制造强国梦想

在国内的民航领域，很多人都会有浓浓的“中国大飞机情结”，能够从众多优秀的飞行员中脱颖而出，最终进入到中国商飞公司，正式加入这支承载民族大飞机梦想的团队，郝建国无疑是幸运的，同时也是极其出色的。“作为飞行员，飞了那么多年国外生产制造的飞机，就会特别想有机会能飞一飞中国人自己的大飞机，那将是多么振奋人心的事情啊。”说这番话时，郝建国视线不由得转向窗外的蓝天，眼中透露出了对驾驶国产民机的渴望，或许在飞行员心里，这份民族自豪感会比普通人来得都更加强烈。

“飞机卖出的是产品，输出的是文化。”郝建国强调，对中国商飞客服公司来说，未来希望能在理论培训和技术水平方面都能运用前瞻性的全球视野，去了解客户的真实需要，尤其在飞行安全方面，不但能满足所有适航规章的要求，并且能在模拟机试验过程中不断进行总结提炼，将ARJ21新支线飞机和C919大型飞机都打造成安全系数极高的国产民机，那么客服公司在运行支援方面，通过民航142部运行合格审定，打造国际一流飞行训练中心的目标就指日可待了。“如果说符合25部的国际标准是达到安全性的基本要求，实现的是项目成功，那么客户服务就是重点着眼于飞机售后的全寿命服务周期，实现的将是更进一步的商业成功，可谓责任重大。”

在郝建国看来，目前的ARJ21新支线飞机已经实现了中国民航制造业“从无到有”的初步目标，在此基础上储备知识，积累经验，为C919大型客机打牢基础将至关重要。在当下的大数据时代，充分利用产品的后发优势，借鉴全球先进经验，整合先进技术资源，锤炼高级设计制造客服人才队伍，中国的民机制造产业有望在未来完成从相对粗糙到逐步精细的型号设计和生产目标。郝建国相信，在可以预期的未来，实现“中国的大飞机梦”将不再是一句口号，大飞机事业的宏伟蓝图将激励所有战斗在各条战线上的同仁们，去为了实现让中国跻身世界航空制造强国的目标而拼搏奋斗！

罗罗推出两款新发动机 着眼未来飞机市场

彭博社 2月26日，英国罗罗发动机公司推出两款飞机新发动机设计，分别命名为 Advance 和 Ultrafan，以巩固其在大型飞机发动机市场的领先地位。

罗罗公司表示，新推出的两款发动机设计中，Advance 发动机是 Trent WXB 发动机的升级版，燃油效率较 Trent WXB 提高最高达 6%，Ultrafan 发动机将安装新的齿轮传动装置，预计燃油效率将比 Trent WXB 发动机提高约 10%。该型号发动机预计将于 2025 年投入使用。

《C919 大型客机维修工程分析系统开发》项目通过验收

民航资源网 2014年2月19日，中国商飞客服公司组织完成《C919 大型客机维修工程分析系统开发》项目验收。经审查，验收组认为项目相关工作成果符合合同要求，同意项目通过验收。

该项目旨在建立 C919 大型客机维修工程分析的数字化平台，能够实现所有维修相关客户服务产品数据的统一管理，保障数据的实时性、准确性和唯一性，为 C919 大型客机维修工程分析工作的顺利完成提供支持和保障。

波音和南非航空扩大生物燃料计划

中国新闻周刊 波音公司 3 月扩大了其同南非航空及“可持续生物原材料圆桌会议”（RSB）的计划，据波音透露，该计划建立在波音、RSB 及其他合作伙伴开展的全球行动基础上，旨在帮助拥有少量土地的农民有机会接触可持续生物燃料和生物原材料市场。

波音在一份声明中表示。“长期来看，随着南部非洲在该领域产能的提高，将有更多农民利用市场对经过认证的生物饲料的需求为当地社区带来社会经济价值，同时不会对粮食供应、淡水或土地利用产生不利影响。”

民航局：推进低成本航空发展 鼓励批量引进飞机

北京商报 2月16日闭幕的新加坡航空展共签订了总值约 320 亿美元的合同，此届航展因被看做是航空制造巨头今年首次正面交锋而颇受重视。同样值得关注的是，中国元素在此次航展上十分抢眼。

据了解，承担中国大型客机、新支线飞机研制任务的中国商用飞机有限责任公司总会计师田民在新加坡航展上表示，国产大飞机 C919 首架试飞飞机将于今年进入总装阶段，预计 2015 年实现首飞。除了民用客机外，在此届航展上，中航工业推出的战机、无人机等产品也受到多家潜在客户关注咨询。

ARJ21-700 飞机启动 ATM（验收测试手册）测试项目

民航资源网 2014年2月3日起，中国商飞客服公司飞行训练部启动 ARJ21 飞机 ATM（验收测试手册）测试项目，组织设备维护工程师与供应商加大 CAE 公司试飞员，对 ARJ21-700 飞机全动飞行模拟机（FSS）开展测试。

本次测试包括飞机航电、飞控、液压等飞机系统及视景、运动等模拟机系统共 47 本手册，将对模拟机所有系统和功能进行详细的检查和测试。将为全面提升 ARJ21 飞机全动飞行模拟机的运行状态，并配合 MOC8 试验以及保障全年的培训工作做足准备。



庞巴迪 C 系列第三架测试飞机加入飞行测试队伍

Flightglobal 报道 23月3日, 庞巴迪第3架C系列测试飞机FTV-3在位于加拿大米拉贝尔的庞巴迪飞机制造厂开始接受飞行测试。截至目前, FTV-1和FTV-2飞行测试时间累积超过100个小时。

C系列飞机测试预计将于2015年下半年完成, 届时C系列测试机队的每月平均飞行测试时间应达到105至144个小时之间。庞巴迪C系列最新的飞行测试日程安排较最初的计划推迟了18至24个月。

A350XWB 宽体飞机在加拿大完成极寒环境测试

民航资源网 2014年1月29日, 一架空客A350XWB宽体飞机在加拿大伊魁特成功完成了极寒环境测试。测试过程中, 伊魁特当地气温最低达到零下二十八摄氏度, 共有48名空客专家参与了此次测试。首架A350XWB宽体飞机将于今年第三季度完成取证, 第四季度交付启动用户卡塔尔航空公司。

波音启动 777X 高速风洞测试

民航资源网 波音公司1月15日宣布777X的高速风洞测试已经启动。测试于上周在波音的位于西雅图的跨声速风洞开始进行。这些数据将帮助工程师们发展飞机的构型, 验证计算机流体力学(CFD)的分析预测并支持初步的载荷循环发展。

后续的低速和高速风洞测试将提供进一步的设计改进参考, 并验证飞机整体性能预测。777X的发展工作继续顺利进行, 预计于2015年实现确认构型。迄今, 777X已经获得来自全球5家客户的280架确认订单和承诺订单。

日本国产 MRJ 支线客机进入最后组装阶段

日本共同网 1月讯, 为力争在2015年实现首飞, 三菱飞机公司正在研发的日本首款小型喷气式支线客机MRJ近日进入了试验机最后组装阶段。该项目已三次宣布计划延期, 日本国产客机研发工作迎来关键时刻。

不过即使按计划完成首飞, 在2017年4月-6月交付首架MRJ之前还将面临试飞和安全性证明的考验。三菱飞机社长川井昭阳表示将一步步克服困难, 努力加快进度。MRJ首飞和机体交付比原计划推迟了三年半左右, 修改制造工序和确保零部件安全等耗费了较长时间。

FAA: 机场需改革进离场程序 降低危险接近风险

华尔街日报 1月, 美国联邦航空安全监管机构要求更改十多家大型机场的飞机进离场操作程序, 减少飞机空中相撞的风险, 其中包括美国10大繁忙机场中的7个机场。

目前已经有16个机场实行新规, 其他机场或在2月或4月开始实施新规, 另外共有30家机场在新规试行名单上, 并且最终可能都会受到新规定的影响。这次进离场程序的改变所适用的跑道实际上并不交叉, 而是在跑道方向上有交叉趋势, 因为它们的延长线在空中是交叉的。

徐庆宏总经理率队出访协调 ARJ21 模拟机 MOC8 升级计划

商飞讯 2014年1月13日至20日, 中国商飞客服公司总经理徐庆宏率队出访加拿大、美国, 研究协调ARJ21飞行模拟机MOC8升级事宜。

代表团与CAE公司ARJ21模拟机项目组就第一、第二台模拟机完成MOC8试验存在的问题、后续的工作内容、升级计划、构型状态等相关技术细节进行了深入讨论研究; 与柯林斯和霍尼韦尔重点讨论了ARJ21模拟机开展MOC8试验相关航电、飞控系统硬件升级和备件支持等技术问题, 就后续工作内容、计划和行动项达成了一致。





从新加坡国际航展看客户体验和民机工业设计



文 / 陆朝阳

66

2014年2月11日至16日，亚洲规模最大的新加坡国际航展在新加坡樟宜机场展览中心举行，来自47个国家和地区的1000余家企业参加了本届展会，参展商数量创下历史之最。多达60家的世界100强航空航天企业携旗下领先产品和技术亮相展会，航展期间还同时举办了亚太安全大会、航空业领袖峰会、商务论坛等环节，签订了总值320亿美元的商务合同。

99

一、参展及观展企业情况

按照新加坡航展主办方的分类，本次航展参展商共分为33大类、110小类，在防务之外，民用航空相关产业的参展商除涵盖了飞机、发动机、机载系统、材料等制造商外，越来越多的航空公司、租赁公司、MRO、机场及地面设备、机场及航路管制设备、通讯、3D图形、软件、模拟机与培训、GSE设计与制造、贸易等众多民用航空运行与支持相关的企业参与航展，他们与飞机和设备制造商的客户服务互相交融、配合，为全球的民用航空事业提供有力的支持保障。

航展是一个纽带，参展商、赞助商、合作伙伴、新闻媒体、专业和普通观众以及其他参与者，共同打造了扩展网络、发展合作的良好平台。从统计数据看，网络、目标合作伙伴、客户关系，是参展商与观展者共同目标的最重要的主题词。



二、波音、空客公司参展情况

波音公司的参展主题是“领先的产品和服务”，重点展示其飞机产品的技术与服务的先进性。航展期间波音公司宣布了

来自泰国廉价航空诺克航空的7架B737 MAX 8和8架B737-800 NG。除了通常的各型号飞机模型，波音特别展示了其B737MAX先进复合材料制造的翼梢小翼实物，并将B787飞机的F/MTD搬到了现场供专业观众体验。

空客A350XWB在本届航展现场进行飞行表演，并成为航展的明星，这是该机型在国际性航展上的首次展示。航展期间空客公司宣布了来自越南喷气航空公司的100架A320系列飞机订单以及来自Amedeo租赁公司的20架A380飞机订单。在室内展台方面，A350XWB的驾驶舱样段、客舱内饰宣传片成为了夺人眼球的亮点。



空客展区



波音展区

三、中国企业及中国商飞参展情况

中国参展商中，中国航空工业集团旗下的中航技与中航国际在现场展示了双座型枭龙战机、L15、K8 教练机、直 9、翼龙、ASN209 无人机等军机模型，AC311、AC312、新舟系列、领航 150 等民机模型和大陆活塞发动机模型。首次组团参展的中国航空产业园展区，也进一步向世界展示了中国航空工业的发展水平。

中国商飞是第三次参加新加坡航展，展出了 C919 大型客机、ARJ21-700 系列支线客机模型，播放了 ARJ21 与 C919 型号宣传片。中国商飞田民总会计师、吴光辉副总经理分别率团参加航展，并带领中国商飞工作人员参加了航展开幕剪彩、客户与供应商走访、合作伙伴交流、航展论坛主题发言等活动，中国商飞市场营销部党铁红副部长接受了 CNN 的专访，回答了两型飞机研制与市场拓展的相关问题。

四、航展中的工业设计与服务元素

民机工业设计，是围绕着民用飞机产品和机上系统进行的预想开发和创造的设计活动，是对工业生产过程中飞机的内部形态（包线）、色彩、材料、工艺、结构、机构、表面装饰等，从效用、经济、美观的角度给予综合处理，使之既满足使用者对功能的要求，又能满足人们审美的精神需要。

众多的民用飞机客舱初始与改造设计机构、升级与改装实施单位参加了本届航展，成为航展的一大特点。其中，DIEHL Aerosystems、Honeywell、Rockwell Collins 等公司可分别提供全机内饰、客舱电子设备、客舱娱乐系统的产品与方案，而汉莎技术、JET AVIATION、新科宇航更从工业设计、工程设计、适航取证、零部件生产、改装实施、持续服务的产业链高度提出了完整的解决方案。

汉莎技术是全球领先的民航飞机与公务机改装、运行与服务的专业公司。约 1200 名在汉堡总部的员工、以及 450 名外派员工协同努力，完成了近 100 架飞机的客舱改造设计以及相关系统改装，并对客户的运行提供持续支持。汉莎技术提出了 SixStars 的整合服务理念，即创意设计、定制内饰、创新产品、改装实施、运行支持、技术服务。

JET AVIATION 在过去的四十年里已成长为一个获得全球认可的商业航空企业，其位于瑞士 BASEL 的设施具有 9 个机库，能提供航空公司全部主流机型的客舱设计、翻新与改造、模拟段建造、客舱设备升级、适航取证、以及全球的持续服务工作。

新科宇航虽然是飞机客舱工业设计与改造实施的后来者，



但正在全速布局相关产业链并积极建设相关能力。新科宇航近期在美国分别收购了一家工业设计机构、一家客舱整装公司，着力打造“AERIA”的豪华内饰品牌，强调豪华航空内饰的量身定做，以及满足每一位客户需求的承诺。

目前，中国商飞公司在所属的客户服务中心成立了工业设计所。民用飞机要接受航空公司和乘客的最终检验，对于民机制造企业来说，唯有市场的成功，才是真正的成功。而工业设计正是连接工程设计与客户需求的重要桥梁，是在功能性要求之外，为民机赢得舒适性、艺术性加分的重要手段。

五、工业设计，为型号加分

2014 年新加坡国际航展已经落下帷幕，中国商飞作为参展商，充分展示了自身产品与形象，加强了客户关系，结交了新老朋友。笔者作为中国商飞代表团的一员，参与了航展的接待工作，在收获之外又觉得许多工作亟待开展。

首先是航展的展台设计与展品选择，要坚持以产品与服务展示、业务洽谈为中心；其次是航展的业务接待团队需要更加专业，能够随时应对各类专业展商与观众的咨询与要求；第三是航展需要更加注重客户服务能力与网络的宣介，提升对公众的吸引力。

中国商飞是民机主制造商，工程设计与工业设计的接口比较紧密，工业设计在民机特别是客舱的客户化选型、客舱升级改装和公务机上的应用也有较大空间，公司与国际一流航空制造企业建立的良好合作关系，将为工业设计提供经验和市场。

民机工业设计对中国商飞来说是一个全新的工作方向。从 2013 年底工业设计所筹建到现在，一路走来绝非坦途。但是，深一脚也好，浅一脚也罢，只要我们的团队是脚踏实地一步一步在往前走，我们的事业就会越来越有希望。

希望在不远的未来，中国商飞不仅能成为航展的明星，提供更加优质的飞机产品与服务，更能成为国际民机市场运行与支持的明星，通过一流的产品设计、制造、客户服务以及出色的工业设计能力，早日跻身世界航空制造强国的行列。



庞巴迪公司飞机客户服务 财务管理及启示

文 / 上海飞机客户服务有限公司副总会计师 彭奇云
 校审 / 陈林



一、庞巴迪公司概况

庞巴迪公司始创于1942年，总部位于加拿大蒙特利尔市，是世界上第三大飞机制造公司，同时也是世界上最大的铁路及轨道交通设备制造商。公司下设宇航和交通运输设备两家子公司。庞巴迪现有员工七万五千名，遍布美洲、欧洲和亚太地区的24个国家和地区。2012财政年度，公司总收入达到了237亿加币，其中飞机业务收入约占50%。

经过70余年的发展，庞巴迪形成了自身独特的企业文化和员工认可的价值理念。企业文化的核心强调企业目标和企业员工行为目标的一致性；强调群体成员的信念、价值观念的共同性；强调企业对员工的吸引力和员工对企业的向心力，由此形成企业竞争力的力量源泉。作为一个大型的跨国公司，庞巴迪的员工来自世界各地，但他们却遵守着庞巴迪人共同的价值理念，即：努力实现客户期望，赢得客户的忠诚，专注于高水平的成就和贡献，通过团队工作实现共同的目标，信任并尊重员工，鼓励灵活与创新，绝对诚信地开展商业活动。

庞巴迪宇航公司也是按照主制造商-供应商模式从事飞机的研发、制造和客户服务，旗下的飞机产品有公务飞机（Business Aircraft）、商用飞机（Commercial Aircraft）、水陆两栖飞机（Amphibious Aircraft）和专用飞机（Specialized Aircraft）等四大类，并为这些产品提供统一的飞机客户服务（Customer Services）。



二、庞巴迪公司飞机客户服务

经过几十年的积累，庞巴迪公司意识到，要想成为全球领先

的飞机制造商，必须把客户放在第一位，做好客户服务工作，以取得客户的信任和忠诚，这是促进飞机销售和公司持续发展的重要手段。2013年，庞巴迪宇航公司的客户服务收入达到15亿加元，占宇航公司总收入的16%。客户服务收入中，备件占39%、维修占31%、飞行培训占7%、技术支持占7%、其他收入16%。从事客户服务员工约5000人。

（一）客户服务业务

宇航公司为客户提供在线服务（Online Services）、技术支持（Services & Support）、备件（Parts Services）维修（Service & Maintenance Network）、培训（Aircraft Training）等五大服务。现已形成全球客户服务网络，在北美、中欧、亚太三大洲都建立了服务中心，其中北美12个、中欧14个、亚太有15个。在这些服务中心中，一部分是自建，另一部分则是通过授权建立的。此外，在三大洲还建有备件库。值得一提的是，公务飞机需要提供更多的服务，因为每架飞机就是一个特定的顾客，而且每个顾客的要求都不一样。在在线服务方面，提供一站式、公务机和商用机服务；在技术支持方面，提供每周七天每天24小时的跨国界跨时区服务，通过设在蒙特利尔、威奇托、多伦多和米拉贝尔等四个客户响应中心协调全球分支机构为世界各地的客户提供现场服务；在备件服务方面，通过芝加哥和法兰克福两个配送中心和遍布五大洲的全球分销网络，及时提供客户所需要的各类配件；在飞机维修方面，建立了九家维修中心，加上遍布全球27个国家的55家授权维修站点，为客户提供飞机全面维修和运行维护；在飞行培训方面，通过自己在蒙特利尔和达拉斯的培训中心和授权机构为客户提供各种机型的飞行培训。

（二）客户服务业务的财务管理

一是备件服务。备件服务也就是我们所称的航材支援，

是最重要的一项客服业务。备件服务主要目标是第一时间满足客户的需求，备件服务最大的挑战是客户需求的不确定性，也就是无法预知客户会在何时提出备件需求，因此必须保持一定数量的合理库存。备件预测中，要考虑的因素非常多，如飞机交付计划、实际交付数量等，备件采购预算通常基于过去的历史数据。首次备件收入是公司向购买飞机的客户提供备件推荐清单后出售的部分；之后是客户运营过程中购买的备件；第三部分收入是基于OEM专有件产生的特许权使用费。特许权在备件服务中是一个非常重要的概念，是指授权供应商在向其他的OEM或客户出售庞巴迪专有件（比如像新支线飞机的部分结构件等）时，需要向庞巴迪缴纳费用，相当于专有件研发费的摊销。备件成本的构成是：买价或高价周转件的折旧+运输费+其他直接费用。其他直接费包括挂签（包括备件维修后的挂签）费用、设计更改升级费用、库存积压成本等。庞巴迪的做法是，为了控制设计更改带来的备件积压，构型控制中一定要有客服的人员对设计更改提出评估意见。

二是维修服务。维修方式有三种，第一种是庞巴迪维修（也需要取得维修合格证），第二种是授权其他公司（OEM不收授权费，主要是依靠出售备件取得收益），第三种是客户自己维修，后两种维修是主要方式。新产品一般采用授权维修和客户自己维修两种方式。维修成本包括人工费、材料费，收入中含燃料费（庞巴迪自己也出售燃料）。成本的控制基于维修计划，即控制实际费用与预计费用的差异。维修服务有些是购机合同规定的服务，有些是客户自己额外提出的服务。备件维修有销售和租赁两种方式，租赁分为按飞行小时租赁和按固定期限租赁两种。按飞行小时租赁是主要方式，小时租赁费包括基本小时费和实际飞行小时费两部分。固定期限租赁一般是按月收取租金。

三是培训服务。培训有三种方式，第一种是庞巴迪培训（需要维修合格证），第二种是授权其他公司培训，第三种是客户自己培训。OEM向授权培训机构收取数据包费用和培训收入的提成，同时严格控制授权培训机构的数量和规模，否则数据包和培训的价格就会下降。在某一机型的飞机进入成熟期时，全动飞行模拟机的数量大概是每4架配置一台。庞巴迪公司在这方面就有深刻的教训，曾经向市场出售过多的数据包，导致价格下降。提成按照授权机构取得的培训收入一个百分比收取。飞行培训收入主要来源于数据包、实动培训和网上培训三部分。

四是技术服务。也称客户支持。此项是飞机主制造商需要付出很大成本的一项服务，但只有很小一部分收入，包括超过基本服务期的技术出版物更新和技术咨询。服务方式有两种：一是向客户派出现场服务代表解决飞机的技术问题，二是在每个区域指定一名客户支持经理，负责客户与总部之间的协调。向客户派出现场服务代表在基本服务期内不向客户收取费用，

超过基本服务就要收取费用。在派出现场代表数量方面，公务机和商用飞机有不同的标准，通常一个现场代表可以负责较多的公务机客户，却只负责一家商用飞机客户。

上述四项服务在飞机交付计划（EIS）中的投入产出分布情况见下表：

服务项目	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
备件			★	→					→
技术支持	★		★				→		
培训	★	★			→				
维修			★	→					→

上述EIS计划中，-3、-2、-1、0、1、2、3、4、5代表飞机交付前后的年限，★代表某项客户服务的投入，→代表取得客户服务收入。庞巴迪公司的飞机客户服务一般是从交付的前三年开始投入，包括技术出版物（归类到技术支持项目）、培训等。基本服务期一般是四年，虽然飞机交付后就能够取得服务收入，但是需要在飞机交付后的第五年也就是过了保修期后才开始实现盈利。

（三）备件定价

备件分为一次性使用的耗材和多次使用的周转件，还可以分为专有件和非专有件。客户可以通过三种渠道取得飞机备件，一是OEM，二是系统供应商，三是第三方。通常一些小的客户更愿意从OEM处获得航材以便于节约采购成本和流动资金占用，也便于其预先确定备件的采购成本。专有件的定价由主制造商定价，非专有件需要主制造商在与供应商的购销合同中约定。有时，非专有件的备件价格要超过生产订单价格的2到3倍，这些价格对于OEM来说，一定要站在客户的角度上尽量控制供应商的备件价格。备件价格太高会严重影响客户购买飞机的决策。

备件定价有两种方法，一是成本加成（成本+收益率）法，二是市场定价法。如果市场上有同类产品时，往往就采用市场定价法。

作为主制造商，每年需要对常用的备件（一般占到备件总量的40%）制定目录价格并在当年年初公开发布，价格目录的形式可以是纸质的，也可以是互联网主页上。



三、庞巴迪公司飞机客户服务财务管理的一些启示

相比庞巴迪公司，客服公司在治理结构、企业规模、业务范围、从业经验、服务方式等诸多方面都存在不小的差异。但



作为同行，我们完全可以借鉴庞巴迪公司几十年来积累的经验教训，以指导我们更好地开展客户服务。目前，客服公司正在积极做好新支线飞机取证交付的各项客户服务准备工作，既要从服务能力、人员队伍、航材储备等方面做好准备，同时也要着手考虑销售预测、产品定价、收入分类、成本控制、融资计划等批产经营的财务管理工作。正是基于这些认识，下面谈谈庞巴迪公司客户服务财务管理给客服公司开展飞机售后服务财务管理所带来的几点启示：

（一）飞机交付运营后的航材支援和飞机维修业务是客服公司财务管理的重点。从庞巴迪的经营数据可以得知，其2013年度自营的备件和维修收入分别占客户服务收入的39%和31%，两者合计占比达70%，约63亿人民币；从庞巴迪公司的运营经验可以得知，在飞机交付初期，尤其是一些规模较小的客户对备件和维修的依赖度更高。由此给财务管理带来的挑战是，如何制定资金成本最低的融资计划，如何确定合理的航材保障水平和库存量以减少资金占用或积压报废，如何对数千甚至数万个品种的航材进行库存核算，如何开展飞机维修成本分析和预测等等，无论从资源配置、财务预算、业务量，还是从内部控制、财务监督等都是今后客服公司备件和维修业务财务管理的重点。

（二）产品定价工作是财务管理的一项重要任务。产品定价水平决定了公司的竞争实力，合理的价格是开拓市场、吸引客户、实现盈利的基本保障。庞巴迪公司非常重视产品定价，尤其是自身研制的专有备件价格和系统供应商备件价格，这两类备件占了航材的主要部分。因此，我们在定价过程中，既要考虑备件或服务的成本，也要考虑市场因素，更

要兼顾客户能有利可图；既要处理好自营服务、授权服务和第三方服务（市场服务）之间的关系，又要控制好服务网络的数量和规模；既要学会运用ABC定价法，制定好权重大的服务项目价格并始终保持更新，又要建立和维护好价格数据库，及时收集、更新市场价格信息。

（三）在发展战略规划中应注重对客服公司未来经营业务的盈利模式研究。从庞巴迪公司客服收入的构成来看，盈利主要来源于备件和维修，培训和工程技术服务（包括技术出版物）占比较小并且很难实现盈利；从四项服务在飞机交付计划（EIS）中的投入产出分布情况看，基本服务期内很难实现盈利。从客服公司现有的业务规划来看，维修服务主要是通过授权解决，自身没有建立维修能力。即使在现有的培训业务中，维修培训暂时也没有考虑。因此，客服公司在中长期发展规划中，可以考虑建设必要的维修能力，一方面是扩大服务的范围，同时也是一项重要的盈利来源。

（四）全球服务网络建设对会计信息管理提出了更高的要求。随着销售市场的拓展，飞机客户服务网络布局成为一项基本的服务策略。庞巴迪公司现已拥有全球客户服务网络，客服公司也正在制定网络规划，相信不久的将来形成我们自己的服务网络。在服务网络化的情况下，如何采用统一的会计信息系统并保证其运行的可靠性和安全性，如何处理会计共享业务，如何将不同国家或地区的财务报表进行合并等等，这些因素都需要在未来的财务规划中予以考虑，否则客户服务的国际化就无法实现。

浅谈 IPT 团队建设与 COMAC 项目组织管理调整

文 / 宋海生 杨文邱 裘皓

校审 / 吕荣照



一、IPT 团队的起源与发展历程

IPT 意即项目联合攻关团队，它是并行工程的核心，由跨单位、跨部门、跨专业的人员采取共同办公的形式，实施所有为满足用户要求任务的工作模式，这种工作模式目的是在降低成本、缩短研制周期的前提下大幅度的提高产品质量。早在 90 年代初，为了继续保持在世界飞机制造业的领先地位，波音民用飞机公司在波音 777 项目实施设计 / 制造队 (DBT) 的基础上，于 1994 年初在波音 737-700 项目上全部推行 IPT 工作模式，并已取得很大成效。该项目自启动到首飞完成总共研制周期为三年，大大缩短了新机交付时间，达到了预期的目标。

IPT 组织模式是波音公司在多年民机和军机研制经验基础上总结出来的。发展经历了三个阶段，第一阶段：按部门来划分，并按照部门的顺序运行；第二阶段：按专业划分，在专业系统（设计 / 制造工作队）运行；第三阶段：按产品结构来划分，在产品结构单元中运行。从波音公司 IPT 组织模式的发展过程可以看出，在发展初期，IPT 工作模式仅在部门之间运行，联合攻关停留在简单的工作协作上，任务相对单一，成员相对简单。而发展到后期，IPT 组织模式按照产品单元进行分解，将多个 IPT 组成一个多层次的阶梯型组织结构，整个飞机设计工作从上而下逐渐开展。波音 737-X 项目的 IPT 体系就是按照这种模式组建的（图 1），整个体系分为三层 IPT 团队，第一层由动力、机翼和机身三个 IPT

团队组成，负责团队的管理与顶层规划。每个 IPT 团队又可分解成若干个“第二层”IPT，其各自负责上一层 IPT 的部分工作（如波音 737-700 共有 73 个）。类似的，第三层 IPT 团队由第二层 IPT 团队分解而成，团队成员为各专业人员，进行实际操作。



二、中国商飞公司 IPT 团队探索实践

1. IPT 团队组建

2012 年 6 月中国商用飞机有限责任公司（以下简称中国商飞公司）根据公司型号研制推进和未来发展需要，为了加快进度，引入了波音、空客、庞巴迪、Embraer 等国际飞机制造商采用的 IPT 团队这一组织模式，打破专业、技术限制，把不同团队、不同技术领域的人才放在一个团队里，更好的设计和制造产品。中国商飞公司遵循传统 IPT 工作模式初期的工作方式，在积极学习传统意义 IPT 团队工作机制上，避免了传统 IPT 工作机制的简单翻版，在不断学习中总结与创新，力求逐步实现组织模式的创新变更，公司领导审时度势，提出了组建 9 个公司级 IPT 团队、部分单位级 IPT 团队先行试点这一重大举措。

2012 年 10 月 31 日，中国商飞公司印发了《公司关于加强项目联合攻关团队管理工作指导意见和试点实施工作手册》（中飞人〔2012〕404 号），2012 年 11 月 15 日，公司召开 IPT 团队管理试点实施工作推进会，IPT 团队管理试点实施工作正式展开。截至 2013 年 6 月，9 个公司级 IPT 团队完成组建，正式发文设立，分别为 COMAC 管理体系建设策划 IPT 团队、C919 大型客机控制律设计 IPT 团队、C919 大型客机铁鸟试验 IPT 团队、C919 大型客机试飞工程准备 IPT 团队、C919 大型客机驾驶舱综合集成设计 IPT 团队、C919 大型客机复合材料许用值试验 IPT 团队、C919 大型客机定制结构件及采购 IPT 团队、ARJ21-700 新支线飞机技术出版物 IPT 团队和 C919 大型客机复合材料机翼研制 IPT 团队。同时，63 个单位级 IPT 团队完成梳理盘点进入规范化运行，IPT 团队精益管理水平逐步提升，项目管理工作持续改善。

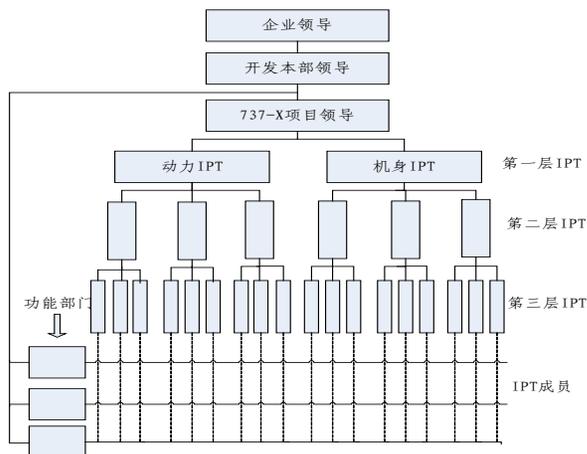


图 1 以产品单元进行分解的 IPT 组织模式



2013年12月底，公司结合COMAC项目组织调整这一契机，成立了机制保障组研究策划组建C919大型客机IPT团队，2014年1月，印发了成立C919大型客机0-1级IPT团队的通知，明确了0-1级团队负责人，经多轮协调，C919项目各级团队组织和人员基本落实。客服公司人力资源积极响应公司号召，成立了1级IPT团队1个，2级IPT团队8个，3级IPT团队12个，参与各级IPT团队建设447人次，围绕专业协同和DBMT团队组建，向5个产品类IPT团队派出人员67人次。

2. IPT团队绩效考核探索

为建立健全IPT团队激励与约束机制，充分发挥绩效考核导向作用。2013年6月，中国商飞公司印发了《中国商用飞机有限责任公司项目联合攻关团队绩效管理试点实施细则》（中飞人〔2013〕232号），考核遵循逐级负责、逐层考核的原则。IPT团队成员绩效考核以完成任务计划为核心，考核维度设置工作业绩、工作能力和否决性（重大安全、质量、保密责任事故）等三个维度。采用关键绩效指标法（KPI），针对团队运作实际，区分不同考核周期。考核结果根据得分由高到低进行排列，分为A、B、C、D四个等级，作为职位晋升、绩效兑现、职工培训、岗位变动、荣誉表彰等方面的重要依据。

3. IPT团队试点工作成效

中国商飞公司试点IPT工作模式取得重大成效，大幅提高了工作效率，缩短了产品的研制周期。以ARJ21-700新支线飞机技术出版物IPT团队为例，ARJ21-700新支线飞机技术出版物IPT团队作为9个公司级IPT团队之一，由上海飞机设计研究院四性和产品支援部技术出版物室和上海飞机客户服务有限公司技术出版物部人员组成，承担着飞机维修手册、飞行机组操作手册、飞机图解零件目录、故障隔离手册四本手册质量提升；38本英文手册翻译完善；技术信息管理系统满足编写、更改和管理要求；理顺工作流程，提高工作效率等工作任务。技术出版物IPT团队成立之前，上飞院与客服公司在编制出版物过程中出现沟通协调上出现障碍，编制工作分工和工作流程不明确，部分中英文手册质量有待提高。IPT工作机制成立之后，在短短一年多的工作期间里，大大加快了工作效率，提升了中英文手册质量、提高了沟通效率。在维修手册AMM、故障隔离手册FIM、飞机零件备件录AIPC三本手册的编制工作中，IPT团队到上飞院、西安阎良了解现场工作状态，收集手册使用过程中的问题，对检查中发现的问题逐一进行评估和讨论。来自上飞院的队员将最初编写手册时的思路，特别是研发设计中的源文件与大家分享，客服公司结合首家用户成都航空的反馈意见和建议，共同探讨应对方案。这种方式省却了此前双方公文沟通中的流程和

纸面沟通上的信息损耗，在IPT工作模式的得益下，问题解决的得心应手，效果立竿见影。

三、COMAC项目组织管理调整

民用飞机研制是一项复杂的系统工程，往往包含成千上百个子系统，巨大而复杂，需要成千上万人长时间的协同和努力工作。特别是对全新研制的飞机，设计、工艺和生产准备的工作量巨大，单一的IPT团队已经很难满足飞机研制的周期的需要。同样由于航空产品本身的复杂性，整个飞机的设计开发任务也不可能由一个IPT团队来完成，必然要对任务进行分解，形成一个IPT群来承担整个产品的开发任务，例如波音公司在开发波音777时，成立了238个IPT团队，承担整个飞机的开发任务。

中国商飞公司在IPT团队试点运行期间积累了丰富经验，对IPT工作机制的摸索逐步清晰，对工作模式的认识和理解也逐步加深。面对时间紧，任务重的形势，要求中国商飞公司的IPT工作机制由单一IPT模式发展为面对产品结构划分的高级工作模式，“COMAC项目组织管理调整”这一重大理念在这个关键时刻应运而生，中国商飞公司项目组织管理调整的基本思路是：按照WBS自上而下逐级建立IPT团队群，实现“产品导向、协同研制、系统集成、落实责任”的转变。同时，结合基层管理组织建设理念，以项目团队、专业能力团队、资源支持团队相互依存、互为促进、有序转换的基层管理组织；配置以项目管理、质量适航、成本工程为核心管理要素的基层管理人员；发挥以研制任务、专业能力、资源支持为主要任务的基层管理功能。中国商飞公司将按照WBS分别组建对应的IPT团队群，通用模板的IPT团队群（图2）包括0级IPT团队（项目管理核心团队）1个，负责民机产品整机集成管理；1级IPT团队9个，负责产品大的部件、系统的集成管理，其中包括项目管理办公室PMO，负责整个IPT群的质量、适航、财务、人力、采购与供应商等资源保障任务；2级IPT团队32个，负责工作包的集成管理；3级IPT团队为组件、设备的研制开发团队。按照中国商飞公司IPT团队群建设规划，DBMT（设计-制造-维修-试验协同工作团队）就是3级IPT团队，DBMT是面向C919项目组建和设备研制，为了健全设计、制造、维修、试验等并行工作机制，协同高效地完成详细设计阶段图纸优化和技术报告完善工作，打好C919项目重量保卫战这一目的而组建的。在COMAC项目组织管理调整工作全面铺开，类似DBMT团队这一协同工作的IPT团队将在这一形势下全面组建。

通用模板的IPT团队群具有裁剪性原则，各型号项目可以结合研制阶段的特点，对通用模板进行量体裁剪，定制符合自



创新，撬动民机发展的杠杆

文 / 河青

古希腊物理学家阿基米德有句名言：“给我一个支点，我能撬动整个地球。”自美国莱特兄弟制造出第一架可滑行飞机，一百多年来世界飞机制造业发展日新月异，有力地带动了机械制造、冶金、化工、纺织等基础工业和新材料、新能源、计算机、微电子等新兴科学技术的发展。科学技术和管理模式不断创新，造就了里程碑式的新机型不断问世，给人类社会和生活带来了巨大的变化，世界飞机制造业呈现出“日出江花红胜火”的喜人情景。而这一切归功于创新。



创新造就 787 和 A350XWB

2013年6月14日，巴黎郊外，一架最具代表欧洲工业和科技水平的空客 A350XWB 宽体客机，经过4小时05分的测试飞行，于当地时间14时05分成功降落在法国图卢兹布拉尼亚克机场，顺利完成首飞。这款凝聚空客几代人心血的 A350XWB 新一代宽体客机的试飞成功，无疑是献给即将揭幕的第50届巴黎国际航空航天展最好的礼物。

当欧洲人还沉浸在 A350XWB 试飞成功的喜悦中，波音公司不失时机抓住巴黎航展这一世界航空界的盛会对外宣布：波音 787-10 客机研发全面启动。而仅仅过去一个月，7月17日，在波音公司埃弗雷特总装线，一架被喷上 787-9 醒目标记的飞机被推出总装厂房，这与3年前波音新机型时公布的时间表相吻合。

在新一轮新型宽体客机的角逐中，波音按照既定的时间表，把 787 宽体客机发展战略一步步地向前推进。

787-9 的问世，使 787 家族得到延伸，可以帮助航空公司满足由 787-8 开拓的航线的增长需求。与 787-8 相比，787-9 的机身加长 6 米，可多运载 40 名乘客，最大航程过到 15750 公里，而油耗和排放则比相似尺寸的飞机低 20%。787-9 的客舱沿用了 787-8 的创新设计，具有一系列深受乘客喜爱的特征，包括大型电控变色舷窗、大型头顶行李舱、现代化 LED 照明、更高的湿度、



更低的客舱高度、更清洁的空气和更平稳的飞行。2013年9月17日，787-9 首飞成功，波音将在完成该机一系列试飞项目后，2014 年中期向启动用户新西兰航空交付首架客机。

民用飞机是高科技的产物。世界飞机制造业的发展历史，是一部不断创新的历史。没有创新，世界航空业就不可能得到迅速发展，就会停止前行的脚步，这是一条普遍的规律。

在当今世界大型民机市场，波音与空客占据了垄断地位。一家是具有近百年历史的老店，而另一家只有 40 多年经历的后起之秀。波音与空客在民机市场展开激烈的竞争，为了一个新机型，为了多赢得一份订单，两家公司把创新的理念贯彻于型号研制、市场营销、客户服务等每一个环节。波音先后研制出 707、737、747、777、787 等不同型号的客机。而空客在 40 多时间里，为乘客奉献 A300、A320、A330、A380 和 A350XWB 等一批先进民用客机。

波音、空客的成功之路再次印证：创新是推动民机发展的动力，是企业赢得市场角逐主动权的重要保证。



创新赢得民机产业生机

“创新”这个词是外来语。美国经济学家熊彼得在1912年在他的《经济发展理论》一书提出来的，但它产生的影响是巨大而深远的。

综观百年波音的成功之道，创新的理念融入公司发展的每一个环节。第二次世界大战的硝烟刚刚散去，世界飞机制造业率先复苏，波音准确地把握住市场的需求，1952年开始研制大型干线客机，1954年7月15日，世界第一款四发远程喷气运输机首飞成功，在世界上引起了轰动。707客机研制成功，对世界航空制造业的发展产生了深远的影响。波音707客机机翼采用后掠翼、下挂引擎的最新技术，具有划时代意义，至今仍被采用。如果没有波音707的问世，世界航空制造业在突破跨洋飞越技术瓶颈上还要进行了更长时间的探索，付出更多的艰辛努力。这是波音公司创始人威廉·爱德华·波音所没有想到的。

与波音公司相比，欧洲的航空制造业的发展却要艰辛、曲折的多。欧洲是二次世界大战的发源地，战争使欧洲的工业和航空制造业受到极其严重的摧残，英国、法国等老牌资本主义国家经历了世界大战，元气大伤，需要修复。德国作为战败国，根据波茨坦会议决定，联邦德国航空工业的一切管理及研究机构均被解散，与航空有关的科研工作全部中断，人员遣散，设备拆迁，航空工业完全解体。

上世纪60年代后期，欧洲航空业已经有相当规模的发展，但各国各行其是，无法形成与美国波音相抗争的局面。欧洲人意识到急需联合来增强力量，打破世界民用客机市场被美国所垄断的局面，而组建欧洲空中客车工业公司就是一项重要举措。

1970年空中客车成立。这是欧洲一家飞机制造公司，公司的成员来自德国、法国、西班牙与英国。美国人压根没有把空客放在眼里，欧洲人掀不起风浪。然而，就是这家四国组成的欧洲公司，在缺少资金，没有厂房，缺乏支持的困境下，按照既定的战略一步步地向前走，正是凭借着这股不达到目标决不罢休的韧劲，A300、320、330、380等机型一个接一个问世，并且被市场所认可，被客户接受。这时的波音才恍然大悟，欧洲人在追赶。随着A330、380、350XWB的研制成功，空客终于与老大哥波音并驾齐驱，并且赢得了世界民机市场“半壁江山”。



中国民机制造业融入世界

经历了改革开放三十多年的发展，中国航空制造业已

经具备了民用客机设计研发、制造、营销、客服等能力，中国民机产业已不再是世界航空制造业的一个旁观者，而是重要的参与者。

2008年5月11日，作为实施国家大型飞机重大专项中的大型客机项目的主体，也是统筹干线飞机和支线飞机发展、实现我国民用飞机产业化的主要载体的中国商飞公司在上海挂牌成立。《商务周刊》评论：“作为建设创新型国家的标志性工程，大飞机公司的成立，意味着真正意义上的中国创新型公司正式启航。”

走创新发展的道路，是中国商飞公司坚定不移的战略。在创新企业治理结构方面，公司突破承载国家重大科技专项的中央大型企业由国资委单一股东构成的模式，开创了由中央与地方、相关行业旗舰企业共同投资的组织模式。

创新产业发展模式，建立并完善具有中国特色的“主制造商—供应商”民用飞机产业发展模式，最大限度地聚集和利用国内外资源促进我国民用飞机产业发展。

创新技术研发体系，构建以中国商飞公司为主体、市场为导向、产学研相结合的民机技术研发体系，建立多专业融合、多团队协同、多技术集成的协同科研平台。

创新企业管理体系，实行“计划、技术、质量、适航、经费、人员”六维管理，树立“全球、全程、全员”理念，强化“质量、适航、成本”意识，建立健全战略管理体系、项目管理体系、人力资源管理体系、财务管理体系、内控管理体系、授权管控体系。

公司致力于为全球民用航空市场提供节能、降耗、减排、环保的高品质飞机，项目研制取得了重大进展，得到了市场的认可，截止2014年1月31日，C919大型客机获得累计400架订单。ARJ21新支线飞机“技术攻关、适航试飞、生产交付”全面推进，2013年12月30日，首批交付客户的ARJ21-700飞机105、106架机在上海总装下线，为投入商业运营迈出了坚实的一步。



理念创新让企业走的更远

对市场的认知有多深，对客户和理解有多透，决定了企业的经营理念是否先进。波音和空客的创新不仅体现在技术和管理上，而体现在对客户理解，对市场发展趋势的判断了。

在市场需要超大型客机，还是快捷、便利的中远程客机上，波音与空客做出了截然不同评判。波音确认世界民航市场正在由转运中心的传统概念转向点对点的新概念，乘客将



不再需要坐小飞机从中小城市到位于大城市的转运中心，然后转乘大飞机作越洋航行，然后再换乘小飞机到目的地，而是直接由中小城市到目的地的中小城市。空客公司认为，以主要航空枢纽城市为中心的超远程经停中转飞行的运营模式将继续发展，增加运力将是改善 21 世纪空中交通越来越拥挤的最好途径。

在对市场的不断认知过程中，波音公司确信在高油价时代，航空公司需要一种更经济、更环保、更省油、更舒适，快捷而便利的客机。波音 787 就是在这种大背景下酝酿而生的新一代中远程宽体客机。

谁对市场、对客户理解的越深，谁就能赢得客户的心。这就是市场。

经历了改革开放三十多年的发展，中国航空制造业已不在是世界航空产业的一个旁观者，而是重要的参与者。中国航空制造业应该从波音、空客等著名企业成功经验中汲取适合中国发展的有益东西。加强对市场的研究，听取客户的意见和建议，以市场需求为动力，研制客户需要，并且能为运营商带来效益的客机，这是摆在中国民机制造商面前一项迫切，必须尽快解决的重大课题。



3D 技术引领航空制造业

2012 年 10 月 23 日，美国采用 3D 技术制造的无人机上天。这架飞机是由美国弗吉尼亚大学工程系学生研制的，它的机翼宽 6.5 英尺，是由打印零件装配构成。

美国弗吉尼亚大学工程师大卫·舍弗尔称，五年前为了

设计建造一个塑料涡轮风扇发动机需要两年时间，成本大约 25 万美元。但是使用 3D 技术，我们设计和建造这架 3D 飞机仅用 4 个月时间，成本大约 2000 美元。而空客公司机舱设计师巴斯蒂安·谢弗则放言，到 2050 年，A380 除了机身外，将全部通过 3D 技术“打印”出来

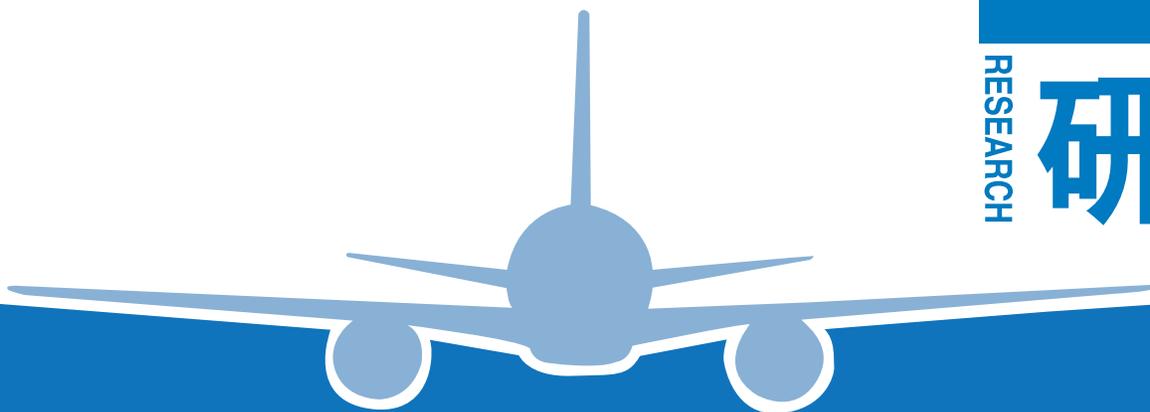
3D 打印并不“年轻”，早在 1984 年美国查尔斯·哈尔就发明了世界上第一台 3D 打印机，并创立目前 3D 打印领域的领跑者 3DSystems 公司。在国内，从上世纪 90 年代起，清华、华中科大、西安交大、北航等高校就已介入此领域的研究，如今已经进入商业化阶段，并成立相应的 3D 设备制造企业，目前部分技术甚至已经处于世界领先水平，其中，激光直接加工金属技术发展较快，有望率先应用于航天、航空装备制造。

为国产 C919 大型客机制造中央翼缘条，是 3D 打印技术在航空领域应用的典型。中央翼缘条长达 3 米，是大型钛合金结构件，作为机翼的关键部件，以我国现有制造能力无法满足需求，如果向国外采购，势必影响 C919 大型客机的国产化率。经过中国商飞公司与西北工业大学联合攻关，应用激光立体成形技术，成功利用 3D 打印技术制造出 C919 大型客机钛合金结构件中央翼缘条。

3D 打印技术以其制造灵活性和大幅度节省原材料被应用于制造业，中航工业西飞成功将 3D 打印技术用于国产民机制造，产品应用范围包括 C919 大型客机、ARJ21 新支线飞机、新舟系列飞机等 10 余个型号的精密熔模铸造，缩短了产品的研制周期。

在航空航天等装备制造业，零部件种类多，性能要求高，需要反复测试，运用 3D 打印技术，不但可以提高研制速度，还可以直接加工出特殊复杂的形状，简化装备结构设计。一份权威 3D 产业报告表明，目前全球 3D 市场销售超过 15 亿美元，2020 年将达到 52 亿美元。如今，中国已经成为继美、日之后，3D 产业发展速度最快的国家。

时代在发展，社会在进步，需求在变化，航空制造商要适应新形势、新情况、新市场，就必须始终不渝地高举创新的大旗，只有在理念和管理模式，组织和生产体制，营销和服务手段上不断创新，才能在激烈的市场竞争立于不败之地。



维修工程类客户服务文件体系研究

文 / 谭宏斌 范志强 吕峰 马安

校审 / 朱子延

66

针对特定型号的飞机,在标准制定和符合性方面,通常受到不确定因素以及外部环境的影响,不能仅通过型号设计和制造的质量保证飞机的持续适航、维修性、可靠性、经济性,还需要制造商不断收集、分析、评估、发布运营和维护信息,以保证飞机的持续适航和可靠经济运营,而维修工程类客户服务文件正是制造商给客户关于航空产品安全、产品改进、产品经济性、维修经验等与飞机日常运行、维修有关信息的文件。

维修工程类客户服务文件对保证飞机的持续适航和提高飞机的可维护性具有非常重要的作用,优质的维修工程类客户服务文件是制造商一流客户服务质量的体现之一。据了解,国内某型号飞机可以以出色的经济性能赢得客户的认可,但是却由于后续技术支持跟不上,不能及时发布服务通告等服务性技术文件解决用户的使用问题,让用户左右为难,最终不得不被用户逐渐淘汰 [1]。

本文按照国际民航行业规范的要求,结合其它民机制造商发展的经验以及我国新支线飞机型号研制发展的实际,对民用飞机维修工程类客户服务文件体系进行研究,旨在建立一套完整的、标准化的民用飞机维修工程类客户服务文件。

99



现状分析

2.1 国外现状分析

国际上各主要飞机制造商对于维修工程类客户服务文件都非常重视,经过数十年的有效运营与发展,都已形成各自完善的维修工程类客户服务文件体系。以下主要以空客公司和波音公司为例进行分析。

2.1.1 空客公司

空客公司维修工程类客户服务文件体系见表 1。

表 1 空客公司维修工程类客户服务文件

序号	中文名称	英文名称	缩写
1	服务通告	Service Bulletin	SB
2	紧急服务通告	Alert Service Bulletin	ASB
3	所有运营人电报	All Operator Telex	AOT
4	服务信函	Service Information Letter	SIL
5	技术跟踪	Technical Follow-Up	TFU
6	运营人信息电报	Operator Information Telex	OIT
7	事故信息电报	Accident Information Telex	AIT
8	技术不反对	No Technical Objection	NTO
9	技术调整	Technical Adaptation	TA
10	修理设计批准	Repair Design Approval Sheet	RDAS

(1) SB、AOT、ASB 可能需要客户按照文件的要求在飞机上实施。ASB 和 AOT 一般都比较紧急且经过了适航批准,要求航空公司紧急关注,并强制执行,一般限于对飞机安全构成潜在影响时才会颁发,其中 AOT 更为紧急,一般都是要求在几天内在机上贯彻文件的内容。

(2) SL、TFU、OIT、AIT 向用户提供一些机队级的信息,其内容一般涉及维修操作、普遍性的政策、机队的重大事件和事故、标准件及消耗品需求以及适航方面的信息等,这些信息仅仅是向用户提供信息,需要用户知道或者关注,不需要用户做任何的工作。

(3) NTO、TA、RAS 都针对超手册修理,其中:RAS 是提供结构超手册修理方案或者超手册结构修理方案的批准;TA 则是提供特定飞机系统方面对持续适航文件、飞机审定构型有微小偏离的情况下,向航空公司提供修理批准的文件,RAS 和 TA 都需要在发布前取得适航批准,由于空客是 EASA DOA,因此一般都是空客代表 EASA 批准 RAS 和 TA。NTO 一般是航空公司在基于经济性或者维修便利性的考虑,对特定飞机超出持续适航文件的要求且仍需进行商业运行的情况下,空客提供的一种技术性的批准文件。

2.1.2 波音公司

波音公司维修工程类客户服务文件体系见表 2。

表2 波音公司维修工程类客户服务文件

序号	中文名称	英文名称	缩写
1	飞机服务通告	Airplane Service Bulletins	ASB
2	部件服务通告	Boeing Component Service Bulletins	CSB
3	服务信函	Service Letters	SL
4	在役活动报告	In-Service Activities Reports	ISAR
5	维修提示	Maintenance Tips	MT
6	结构项目临时咨询	Structural Item Interim Advisories	SIIA
7	工具更改通告	Tool Change Bulletins	TCB

(1) 这些文件中 ASB 和 CSB 需要在机上实施，一般涉及检查、改装等信息，需要经过适航批准。

(2) SL、ISAR、MT、SIIA、TCB 向用户提供一些机队级的信息，其中 SL 提供各种技术信息，ISAR 发布近期对于整个机队有影响的事件和问题的信息，MT 为维修人员提供一些关于维修技巧、维修经验方面的信息，SIIA 提供有关结构修理方面的经验，TCB 则提供有关工具及工具更改方面的信息。

2.2 国内现状分析

国内维修工程类客户服务文件发展比较滞后，表现为种类单一、编写水平较低，基本上只发布服务通告和服务信函。其主要原因有：

(1) 我国国产运输类航空器投入民航运营的机型单一，机队规模较小，没有大规模商业运行的国产民用飞机，型号发展运营经验不足，没有推动维修工程类客户服务文件快速发展的需求和动力。

(2) 没有形成一套完整按照国际行业惯例建立的客户技术支持体系，技术支持模式和服务理念、管理思想落后，在这种情况下，很难建立完善的维修工程类客户服务文件。

民航局在 1988 年民航总局颁发了适航管理程序《关于国产民用航空产品服务通告管理规定》，对服务通告的性质类别、批准、内容等进行了较为明确的规定，用以指导国产航空产品的服务通告颁发管理工作，但是某些内容需要修订以适应目前的情况。

2.3 发展趋势分析

目前，由于民航业信息化的不断发展，维修工程类客户服务文件的编制、发布手段也随之电子化、信息化，如以前维修工程类客户服务文件需要印刷，然后通过邮寄或者电报发给用户；现在都是编制电子版文件，通过邮件发送给用户或者由用户去制造商门户网站上下载。

与此同时出现了一些新概念的 SB，其主要目标是：

(1) 尽可能减少航空公司工程人员根据 SB 来编写工卡时间；

(2) 编写的文件结构与航空公司的工作实际相匹配；

(3) 允许客户之间共享工作经验；

(4) 强化对供应商的监控。

如全工程化 SB 将工作任务分解为 4 个人工时可以完成的任务包，形成客户化的 SB，提供 SB 和其它手册和客户服务文件之间的链接等。如多媒体 SB，提供可视化的 SB 执行电影，增加 SB 的可阅读性。在线 VSB (Vendor SB) 管理，可以在线查阅被主制造商覆盖的 SB、在线认可 VSB 等。



特点及分类

3.1 特点

目前主要民机制造商维修工程类客户服务文件种类不尽相同，但是总的来说有以下特点：

(1) 都包含 ATA2200 中所描述的服务通告 (SB) 和服务信函 (SL 或者 SIL)，但各个制造商对于 SB 和 SL 的内容范围描述基本相同、略有差异；

(2) 除 SB 和 SL 以外的其它维修工程类客户服务文件，各个制造商名称虽然不一样，但是所包含的内容基本相同，如波音有维修提示 (MT) 用于向用户提供维修经验等方面的内容供用户参考，而空客在技术跟踪 (TFU) 中提供了类似的内容；

(3) 每一种维修工程类客户服务文件的读者比较固定，维修工程客户服务文件编写者和读者之间已经有了默契，制造商跟航空公司或者 MRO 的想法比较一致，以便于航空公司或者 MRO 对于维修工程类客户服务文件的处理；

(4) 波音和空客的机队规模较大，机型较多，用户较多，编写经验比较丰富，对于民航业相关标准影响较大。

3.2 分类

本文在借鉴空客和波音公司对维修工程类客户服务文件分类的基础上，按照简单实用、功能定义清晰、方便用户使用、尊重运营人使用、尊重行业知识产权习惯的原则，同时结合我国飞机制造的实际情况，确定了 5 类维修工程类客户服务文件，具体见表 3。

表3 维修工程类客户服务文件分类

序号	中文名称	英文名称	缩写
1	服务通告	Service bulletin	SB
2	所有运营人通告	All operators circular	AOC
3	服务信函	Service letter	SL
4	运营人信息通告	Operator information circular	OIC
5	机队技术活动报告	Fleet technical activity report	FTAR



表4 维修工程类客户服务文件排列

3.2.1 服务通告

服务通告(SB)是航空产品设计、生产厂家根据自身和运营人信息,对所生产的航空产品改进其可靠性或使用的安全性,是对运营人的一种技术服务措施和对自身生产技术改进的要求,通告是对航空产品实施检查、重复检查、改装或使用寿命更改等技术要求[2]。

3.2.2 所有运营人通告

所有运营人通告(AOC)是紧急类服务通告的一种简捷编制和快速发送形式,主制造商要求文件适用性内的运营人在接收到AOC之后的几天或者几周内采取非常紧急的维修行动,以避免在主制造商飞机运营或维修时可能导致影响飞机适航发生。AOC是主制造商向运营人提供的最为快捷的技术服务文件。

3.2.3 服务信函

服务信函(SL)当主制造商在不紧急的情况下需向运营人提供信息时使用的客户服务文件[3],这些信息包括:

- (1)告知同一系统内不同标准的部件的互换性和混装性;
- (2)向运营人通报可用的或者即将发布的供应商更改的信息;
- (3)介绍与产品改进、维修、操作相关的信息;
- (4)介绍带有普遍性的问题和政策(如服务通告改装包的价格等);
- (5)提供即将发布的SB/改装基本信息;
- (6)通知运营商可用的或者即将发布的VSB;
- (7)通知运营商关于表面装饰材料、保护性涂层;
- (8)提供运营商与任何一种手册相关的通用信息。

3.2.4 运营人信息通告

运营人信息通告(OIC)是与运营人进行快速沟通的方式,告知运营人重要在役事件及提醒与之相关的一些重要信息(如维修程序、技术出版物的临时修订、服务通告等)或有关维护操作的总体信息(如果主制造商认为有必要迅速通知运营人),以引起运营人的特别关注,但不要求其采取具体措施。

3.2.5 机队技术活动报告

机队技术活动报告(FTAR)源于在役技术问题或事件,用于向所有运营人提供某个特定技术问题或事件的综合信息

及改进计划的进展信息,且视情更新,直到确定最终解决方法时此技术问题或事件才关闭。

编写流程

4.1 SB编写流程

SB的编写流程见图1。

(1)信息采集。这些信息包括:

- 1)客户更改请求;
- 2)持续适航要求,包括局方新规章,局方根据事故、事件调查结果提出更改或者检查要求;
- 3)产品改进要求,包括供应商产品更改引起的飞机更改,客服部门、

客户根据运营过程中产生的使用困难、

多发性重复性故障提出的产品改进要求,公司高层根据公司的发展战略提出的改进要求,以及制造部门根据生产制造出现的问题提出的更改要求;

4)已经在生产线贯彻了的更改需要在在役飞机上贯彻时的要求。

(2)发起SB。

构型控制部门接到更改请求以后,制定相应的工程文件。如果局方要求强制进行更改,则直接发起强制性SB;否则,从制造商的角度判断是否推荐此更改。如果制造商推荐此更改,且涉及到飞机担保索赔,则发起推荐性SB;如果制造商推荐此更改且不涉及到飞机担保索赔,则确定SB的销

销售价格,同时考虑此SB用户执行以后是否会带来经济方面的利益以及是否有用户愿意订购此SB,如果是则发起此SB。

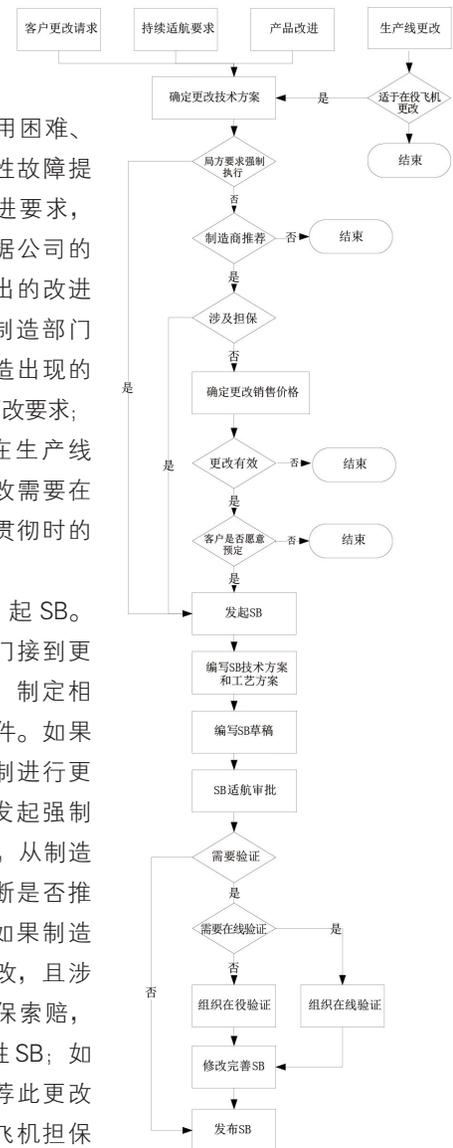


图1 SB的编写流程

(3) 编写 SB。客户服务部门根据设计编写的 SB 技术方案，以及制造部门编写的 SB 工艺文件，按照 SB 编写规范编写 SB 草稿。

(4) SB 适航审批。适航管理部门将完成内部审查的 SB 草稿提交局方进行审批。

(5) 验证。由客服部门综合考虑制造、设计、市场等方面的因素负责判断 SB 是否需要验证以及验证类型。如果需要在线验证，则有制造部门安排进行在线验证；如果需要进行在役验证，则有市场部门联系合适飞机，由 SB 编写人员组织设计、制造、适航等相关人员进行在役验证。验证结束后根据 SB 验证结果完善 SB。

(6) 发布 SB。客服部门将 SB 发给适用的飞机营运人。

4.2 AOC 编写流程

AOC 是飞机在紧急情况，在影响飞机安全并有可能造成重大影响的情况下发布的一种特殊的 SB，要求在非常短的时间内完成编制和发布，因此其编写的时间要求非常紧。

AOC 的编写流程见图 2。

(1) 信息采集。这些信息包括：

- 1) 在役飞机使用问题；
- 2) 设计问题，如设计复查中发现的设计缺陷等；
- 3) 制造问题，如制造质量复查中发现的问题等；
- 4) 持续适航体系和适航当局的要求。

(2) 编写 AOC。设计部门编写的 AOC 技术方案，制造部门编写 AOC 工艺文件，客户服务部门根据技术文件和工艺文件，按照 AOC 编写规范编写 AOC 草稿。

(4) AOC 适航审批。适航管理部门将完成内部审查的 AOC 草稿提交局方进行审批。

(5) 发布 AOC。客服部门将 AOC 发给适用的飞机营运人，并跟踪执行结果。

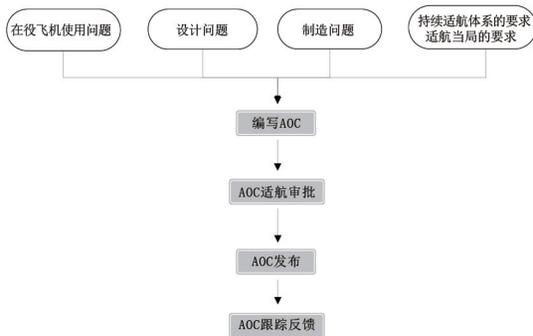


图 2 AOC 的编写流程

4.3 SL、OIC、FTAR 编写流程

SL、OIC、FTAR 的编写流程见图 3。

(1) 信息收集。客户服务部门收集客服、设计、制造方面需要通知用户的信息，并判断是否需要发起 SL、OIC、FTAR 的编写。如果需要编写 SL、OIC、FTAR，则发起编写。

(2) 编写。客户服务部门编写 SL、OIC、FTAR。

(3) 发布。客户服务部门发布 SL、OIC、FTAR。

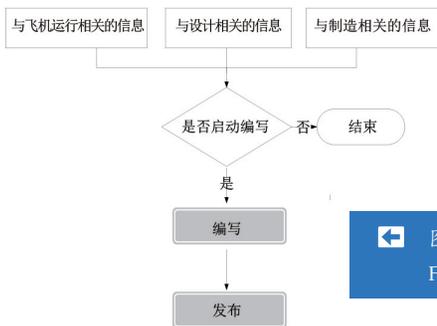


图 3 SL、OIC、FTAR 的编写流程

编制规范

维修工程类客户服务文件由于用户的机型不同、飞机构型不同，必须确保文件与飞机机型和构型的匹配性。因此，维修工程类客户服务文件编制规范应该结合局方规章的要求以及制造商及用户对于飞机构型控制的要求，对维修工程类客户服务文件的以下内容进行规范化：

- (1) 编号；
 - (2) 内容编写要求，包括文件中的必备要素和可选要求，并最大限度地给出规范化的表述形式；
 - (3) 格式编写要求，应编制不同语种的标准化模板，且符合国际惯例；
 - (4) 修订及版本控制方法；
 - (5) 发送方式。
- 除此之外，还应：
- (1) SB 和 AOC 应遵循 ATA2200 和 AP21-02 中的相关要求；
 - (2) SL 应遵循 ATA2200 中的相关要求；
 - (3) OIC 和 FTAR 目前没有相应的规范和规章要求，但国外其它飞机制造商已经有了类似的文件，应进行充分借鉴。

结论

维修工程类客户服务文件是保障产品得到用户认可的重要手段，是制造商持续适航工作的一部分，同时也是产品成功和企业成功的主要要素之一。

虽然我国民用飞机维修工程类客户服务文件起步较晚，编写经验明显不足，但国内民航运营商对于维修工程类客户服务文件要求较高。因此，只有加大研究国外维修工程类客户服务文件力度，积极地借鉴国外制造商成功的经验，与民航行业标准接轨，才能最终得到市场的认可，并实现飞机产品的商业成功。

目前，上述民用飞机维修工程类服务文件的分类、编制流程以及编制规范已成功应用于某型号支线飞机，并取得了良好的应用效果。

参考文献

[1] 于敬宇. 国内航空产品服务通告现状分析 [J], 国际航空杂志, 2010.5: 37-40;

[2] AP21-02 关于国民用航空产品服务通告管理规定, 1988

[3] ATA2200 航空维修资料标准, 2005

浅析航空器评审工作的纽带作用

文 / 阎晶

航空器评审组（Aircraft Evaluation Group 简称 AEG）的工作是中国民航局一项重要的技术管理工作，按分工由飞行标准司负责实施。

航空器评审组（AEG）工作从飞机研制到持续运行，贯穿于飞机的全寿命，已经取得 TC 的飞机只有通过 AEG 评审后才能投入运营，因此航空器评审工作是飞机研制到飞机运行的纽带，是飞机适航审定到运行合格审定的纽带，是飞机持续安全运行的基础。



航空器评审概述

首先介绍一下中国民航的合格证制度，中国民航局的管理是通过合格证制度，强制要求相关单位严格贯彻民航规章的要求，如维修航空器或航空器部件的维修单位必须取得维修单位的合格证（CCAR-145），才能开展合格证限制范围内的维修工作；从事飞行人员培训的机构要取得飞行人员培训机构的合格证（CCAR-142）才能开展飞行人员的培训，同时局方对合格证持有人进行持续的监督和适航管理。

对于从事大型飞机公共航空运输的承运人（航空公

司），必须具备运行合格证（如 CCAR-121）和运行规范。运行规范中具体规定了经审定认可的该公司合格运行的飞机、航路、及各种限制等。当一个新机型出现时，如果没有统一的标准，各运行审定部门对制造商的提供的运行和持续适航文件、培训要求等的评估容易出现各行其是的现象。AEG 机构的设置就是为了解决这个问题，统一新机型的运行评审标准、培训要求等，同时作为与适航审定部门的接口组织，负责航空器适航审定中的飞行标准工作。

航空器评审和飞机投入运行前的申请，虽然申请主体不同（航空器评审的申请主体是制造商，飞机投入运行的申请主体是运行人），但都从不同的角度为航空器符合运行要求把关。

航空器评审的申请是由航空器初始型号设计申请人向局方提出型号合格审定申请并经受理后，适航审定部门通过“审定项目联络单”，告知飞行标准司航空器评审处，飞行标准司航空器评审处以“AEG 项目任务书”的方式告知适航审定部门 AEG 的责任人和联络人，并参与到航空器的型号合格审定中。



航空器评审工作方式和工作内容

AEG 与型号适航审定部门在初始型号审定过程中的联络和协调贯穿于型号审定及航空器整个使用寿命的全过程，联络和协调主要通过函件和会议的方式进行。

AEG 以成立航空器型号项目组并辅以专业委员会的方式开展工作，专业委员会包括飞行标准化委员会（FSB）、飞行运行评审委员会（FOEB）和维修审查委员会（MRB）。每个型号项目组至少由航空器型号项目责任部门的一名运行（飞行）专业人员和一名维修人专业人员组成。

航空器评审的主要内容如下：

1、飞行标准化委员会（Flight Standardization Board,FSB）-- 确定航空器的驾驶员型别等级

AEG 对航空器进行飞行评审，确定其驾驶员的训练、检查和技术熟练性要求，尤其要确定该型航空器是否具有独特的特性。如与其他型号飞机共用型别等级，则要确定其差异等级，其目的是保证飞行员获得充分的地面和飞行训练，符合运行规章的要求。

这里强调地指出，驾驶员型别等级和飞机的型号不是同一个概念，局方按评估标准评估航空器与基本型航空器之间的训练差异，对照差异程度确定航空器驾驶员是一个新型别等级还是共用型别等级。如下图所示，B777 的型别等级可以对应 B777-200、B777F(777-200F) 和 B777-300ER 三个机型；B787 则是新的型别等级。

机型编号	型别等级
B777-200	B777
B777F(777-200F)	
B777-300ER	
B787-8	B787

2、飞行运行评审委员会（Flight Operations Evaluation Board, FOEB）-- 确定主最低设备清单（MMEL）

CCAR91（一般运行和飞行规则）是在中国境内飞机运行的基本准则。在 91.443 中明确，对于该航空器有一份批准的最低设备清单（MEL）。航空公司的 MEL 的编制基础是制造商提供的主最低设备清单（MMEL）。MEL 的评审是对航空公司补充运行合格

审定的重要组成部分。

主最低设备清单的项目内容源自系统安全分析，通过对故障影响、航路并发故障影响等的分析和必要的实验验证，确定在保持航空器安全水平的情况下哪些设备项目可以处于不工作状态，这种安全水平基于航空器型号审定基础中明确具体运行类型。

3、维修审查委员会（Maintenance Review Board,MRB）-- 确定初始维修要求

CCAR121 部第 121.367 条规定，航空运营人的初始维修方案应当以中国民航局批准的维修审查委员会报告（MRBR）为基础。因此，航空器制造商必须在航空器型号投入运行前将获得中国民航局批准的 MRBR 提交给航空运营人。

维修审查委员会报告（MRBR）以表格方式列出了飞机的初始维修要求，形成维修审查委员会报告建议书（PMRBR）经过 MRB 评审后形成 MRBR，报飞行标准司批准、发布。

4、运行要求符合性评审

在 CCAR121 部的 K 章，仪表和设备要求中，提出了航空器在投入飞行运行时，必须具备的仪表和设备。运行要求符合性的评审就是对航空器在型号设计中是否充分考虑了航空器运行的要求进行符合性评审。

5、运行和持续适航文件

CCAR-21R3 第 21.50 条规定：型号合格证、型号设计批准书、型号认可证、补充型号认可证持有人向用户提交取得适航证的第一架航空器时，应当同时提供至少一套适航规章要求制订的完整的持续适航文件，并陆续向用户提供这些持续适航文件的修改部分。

CCAR-25 部第 1529 条都规定：申请人必须根据本部附录 G 编制适航当局可接受的持续适航文件。如果有计划保证在交付第一架航空器之前或者在颁发标准适航证之前完成这些文件，则这些文件在型号合格审定时可以是不完备的。

AC-91-11 依据 CCAR-21 部第 21.50、CCAR-25 部第 25.1529 条和附录 H 制定，是对航空器制造厂家如何编制获得局方认可的运行和持续适航文件提出具体要求和指导。为开展运行和持续适航文件的评审，民航局飞行标准司以建立航空器评审（AEG）项目组一运行和持续适航文件分组的方式开展评估，项目组将以 AC-91-11 作为运行和持续适航文件评审的准则。

6、维修人员培训规范

CCAR-66 部第 14 条规定：维修人员申请机型签署应当取得具有相应机型培训资格的民航总局批准的

培训机构颁发的机型培训合格证书或通过民航总局认可的培训机构对其进行的相应机型培训。

CCAR-147 部第 30 条规定：机型培训应包括航空器系统概况、工作原理、故障判断、排除和隔离方法及主要附件的位置等内容。具体的培训内容应当至少包括民航总局规定的机型项目培训大纲的内容，并且培训学时不得少于规定的最低学时。

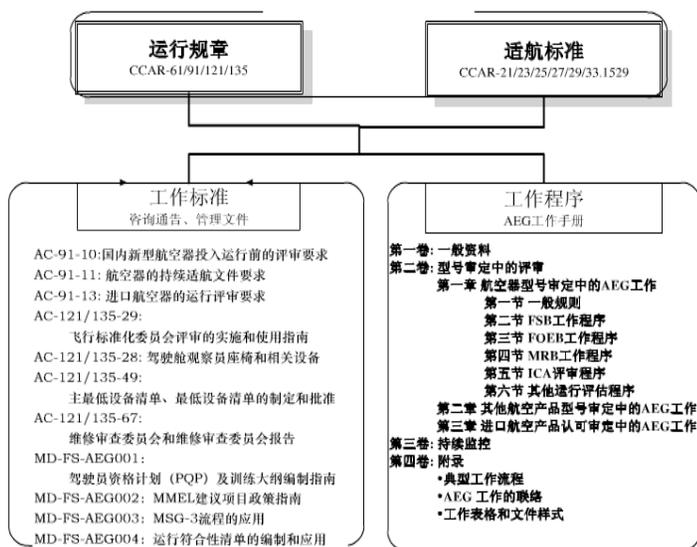
AC-147-04R1 具体提供了每一类的机型培训的理论培训和实习培训的内容规范，并明确各机型的培训学时应当根据具体机型和培训等级确定。

为确定机型培训的内容和学时要求，民航局飞行标准司以建立航空器评审（AEG）项目组—维修培训分组的方式开展评估，项目组将以 AC-147-04R1 作为建立机型培训规范的准则。

7、AEG 作为民航局飞行标准部门与适航审定部门在航空器初始型号审定和后续持续适航管理联系桥梁的同时，也为飞行标准部门日常对航空器飞行机组资格要求、签派放行要求、运行和维修要求等方面的管理提供基础依据和技术支持。另外，AEG 还参与适航审定部门对最小机组的确定、飞行手册评估、重要改装的评审，以及对航空器适航指令（AD）颁发和事故调查提供支援。

航空器评审依据的规章

航空器评审工作的法规文件体系包括法规依据、工作标准、工作程序，具体内容如下图所示。AEG 有法规依据文件包括运行类规章和适航类规章，工作标准包括咨询通告和管理文件，AEG 工作程序文件主要作为局方 AEG 人员的工作规则，同时也是航空器制造厂家进行相应准备和配合工作的参考。



航空器评审工作必须持续开展

尽管经过严格的型号合格审定和 AEG 评审，但由于：

- 航空器设计的复杂性
- 试验验证与实际使用情况的差异
- 使用环境的不可预见性
- 运营人的因素

航空器投入运行后仍然会出现这样或那样的问题，包括设计的问题、使用的问题和服务的问题，因此航空器评审工作在型号合格审定后必须持续开展。此时，航空器评审组代表飞行标准部门与制造商共同工作、与型号审定部门协调，促进航空器使用问题的解决。

从制造商的角度来说，型号合格审定后，持续收集运行信息并分析，以通过协助局方完善 AEG 评审报告或结论、解决运行和持续适航文件的问题等方式，解决航空器在实际运行中的使用问题。

AEG 持续评审的方式是以民航局的名义与制造厂家签署持续安全合作计划（CPCS），明确使用意向，为签订执行协议提供基础。以飞行标准司或责任审定中心的名义与制造厂家签署型号 AEG 持续评审计划（AEG-CEP，执行协议），指定具体型号项目，明确具体工作流程。

航空器评审起源于 20 世纪 70 年代的美国 FAA，我们国家是在 1992 年，与美国 FAA 合作的 Y-12 型号合格审定的影子审查中，第一次接触了 AEG 工作，当时主要的评审工作集中在维修审查委员会（MRB）和持续适航文件（ICA）。2003 年，中国民航局明确开展航空器评审工作，并在中国民航局飞行标准司下设了航空器评审处。日前中国民航 AEG 已完成了 MA60、B787 等多个国内、外的航空器评审工作，为这些机型在中国顺利投入运行奠定了基础。

综上所述，航空器评审工作不仅架起了型号合格审定和飞机运行的桥梁，还为航空器的安全运行提供了有力的保障。

机务实习培训中三维虚拟仿真技术的应用

文 / 高云 校审 / 黄增强

传统机务实习培训采用航线真机或者教学录像、MTD（维护训练器）等培训设备实施。从培训质量、效率、成本等方面考虑，传统的培训方法存在很大的改进空间。目前，波音和空客等 OEM 厂家正在采用三维虚拟仿真技术用于培训，该新型培训设备的使用，给学员提供了具有很强真实感、沉浸感和交互性的虚拟培训环境，大大提高培训质量，改进了传统实习培训中培训科目受限，复杂区域、隐蔽区域培训效果不好等缺点。

1 机务实习培训现状

机务培训是为保证飞机安全运行针对维修人员所作的培训，机型培训是机务培训的重要组成部分。按照规章要求机型培训包括理论培训和实习培训。按照局方咨询通告 AC-147-04R1 中 5.2.2 实习培训要求：实习培训应当由 CCAR-147 培训机构实施。实习培训应当使用航空器、动力装置、部件和其他培训设备实施。培训机构可以使用模拟器或模拟软件进行功能测试 / 操作测试和排故等方面的培训。

国内培训机构大多采用“教员授课、CBT 自学、航线实习”的模式，理论培训通常采用教员授课，学员自学，自学主要借助 CBT 等培训设施。实习培训通常在航线飞机上由实习教员指导完成。目前，航线飞机上实施实习培训一般是在航线运营的飞机在执行完正常航班任务后完成的。然而受到维修生产压力以及诸多不确定因素（如飞机故障、航班延误等），往往影响实习培训正常进行，导致实习培训时间存在不确定性。

按照局方最新咨询通告 AC-147-04R1 对实习培训内容的要求，实习培训项目应当分为 6 种工作类型：部件位置识别（LOC）、功能测试 / 操作测试（FOT）、地面勤务 / 操作（SGH）、拆卸 / 安装（R/I）、MEL 项目（MEL）以及排故（TS）。拆卸 / 安装（R/I）是机务维修工作中频率出现相当高的维修任务类型，同时也是实习培训中重点培训科目。参照局方咨询通告要求，拆卸 / 安装类培训科目几乎覆盖到全部章节。但是出于安全和成本考虑，在真机上进行实习培训往往只能选择简单部件拆装，而对于复杂部件的拆装很难实施。同时，在隐蔽区域和复杂区域的实习培训科目不便于实施且培训效果差。

随着数字样机和三维虚拟仿真等技术的发展，基于三维虚拟仿真技术的培训系统逐渐被国外波音、空客等 OEM 厂家用于机务培训。三维虚拟机务培训系统可以解决真机实习时间不确定、拆卸 / 安装类型科目受限、复杂和隐蔽区域培训效果不好的问题。

2 三维虚拟仿真技术应用现状

三维虚拟仿真技术在汽车行业产品设计、制造过程中具有非常广泛的应用。汽车外形设计是汽车研发的一个极为重要的方面，以前多采用泡沫塑料制作外形模型，需要通过多次的测评和修改，费工费时。而采用三维虚拟仿真建模的外形设计，可随时修改、评测，方案确定后的建模数据可直接用于冲压模具设计、仿真和加工，甚至用于广告和宣传。目前国内大型汽车制造商如一汽汽研所、江淮汽车、奇瑞汽车、上汽等都已经应用三维虚拟仿真技术。

美国哈勃望远镜（Hubble space telescope, HST）的虚拟维修培训是三维虚拟仿真技术在培训方面最典型的应用。1990 年 4 月 HST 的光学系统发现缺陷，NASA 决定不把 HST 带回地球而在太空直接维修。因此 NASA 为执行任务的宇航员建立了虚拟环境，在此环境中可完成各种模拟维修活动。经训练的宇航员于 1993 年 12 月成功完成维修任务，这是人类历史上第一次大规模采用虚拟维修培训技术完成实际任务。事后 NASA 的调查显示，虚拟维修培训对任务的完成非常有效。

虚拟现实（Virtual Reality）系统作为先进的计算机仿真技术，开始为飞机系统的运行保障提供人机交互模拟，以减少技术研发用时，提高技术研发效率，协同工程设计进行决策。波音建立了全特征的 B777 VR 飞行仿真系统用于首飞人员训练和在真实飞行器上的技术对照。目前，采用了多种虚拟现实交互技术用于飞行仿真、机务训练、全机防爆等多种科目的人员培训工作。

在 Airbus 汉堡维护培训中心，已建立两套虚拟现实设备专用于维护培训，最初应用在 A320 机型，2006 年扩展到 A330/340 机型，将针对新技术人员进行最新机型维护实践。起初虚拟现实设备 A320 飞行舱进行计算机仿真与图形化显示，培训者可在三维屏幕环境中围绕飞机进行漫游、参观不同工作区，对工作组件进行操作，替换组件或拆卸。之后，两套设备被广泛用于整机展示，包括内外环境，帮助培训者在实际操作前巩固理论知识，并获得实际操作技能。这项虚拟现实应用技术被称为 ALCFT（active learning and competence-focused training 主动学习与能力训练），不仅提高培训质量，还可进行故障排查，可同时一次性进行 12 人的教学。采用了该项技术，培训者学习兴趣更强，理解更加深入。该项技术还将被延展应用到 A380 与 A350 系列机型中。

3 三维虚拟仿真技术在机务实习培训中应用

三维虚拟机务培训系统是三维虚拟仿真技术在机务实习培训中应用的体现。三维虚拟培训系统主要由硬件投影系统、平台软件系统、应用软件系统、课件开发环境组成，系统总体构成如图 1 所示。其中，硬件投影环境为底层支持平台，提供图像生成设备、投影成像设备、网络通讯设备等硬件环境，用户可通过用户交互界面驱动应用软件系统进行课程的学习；平台软件系统为运行支持软件，提供三维虚拟培训的整体运行平台，教员通过教员台控制界面能够对课程的设置以及对教学过程的控制；应用软件系统为顶层应用软件，主要是机务培训科目的载体，用于生产培训的三维虚拟环境、演示课件和实时交互场景；课件开发环境主要用于培训科目的开发、调试等。

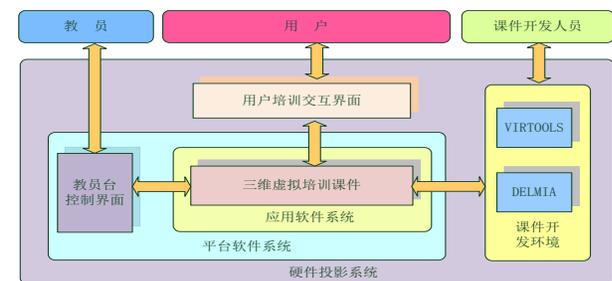


图 1 三维虚拟机务培训系统总体构成

培训课件的质量是决定三维虚拟机务实习培训效果的关键因素。培训课件开发是根据飞机维护手册（AMM）程序创建虚拟维修人员、虚拟维修环境、辅助设备以及工具模型等，通过维修仿真过程实现虚拟维修人员对数字样机的维修操作。

为保证虚拟维修培训过程的逼真性，要求虚拟维修人员按照实际人体模型尺寸建模，虚拟人体模型逼真，符合正常人的体貌特征；虚拟维修环境按照实际情况建模并渲染，形成逼真的维修环境；辅助设备、工具模型按照实际物体尺寸、大小建模并渲染。

虚拟维修仿真过程主要应用 DELMIA 或 MAYA 软件，由数字样机（CATIA 数模）和虚拟维修人员的行为来实现维修有关活动或过程的模拟，是维修活动在虚拟环境下的再现，是一个动态环境。为保证虚拟维修仿真过程的真实性，要求人体仿真动作进行可达性、可视性、工作空间、操作时间、作业姿态以及维修动作体力分析；要求虚拟维修人员操作规范，符合民航行业标准规范和实际工作要求；同时要求虚拟维修步骤严格按照飞机维护手册（AMM）中的程序执行。

培训课件中配有语音，主要用于 AMM 手册中维修步骤提示，同时也可以提示维修任务中安全警告和注意事项，将对学员在实际维修生产中养成良好维修习惯起到很好的作用。

总之，培训课件开发和制作过程中从虚拟维修人员、虚拟维修环境、辅助设备以及工具建模到维修过程仿真，都要求做到直观、形象、逼真，更好的满足机务实习培训，

提高实习培训效果。

三维虚拟机务培训系统创建出具有很强真实感与沉浸感的三维虚拟环境，视景系统采用大屏幕显示方式来实现，可容纳多名学员同时进行机务实习培训工作，系统配备立体眼镜和交互手柄，可实现学员对实习培训科目的观看和交互操作。

机务机型实习培训主要涵盖以下工作类型：部件位置识别（LOC）、功能测试/操作测试（FOT）、地面勤务/操作（SGH）、拆卸/安装（R/I）、MEL 项目（MEL）以及排故（TS）。其中 LOC、FOT、SGH、R/I 类型工作培训均可以采用三维虚拟机务培训系统来替代真机实习，采用三维虚拟机务培训系统替代真机实习具有如下优势：

a) 在三维虚拟培训课件中可以实现从任意视角和距离观看维修部件、维修环境和维修过程，这将大大提高在复杂区域、隐蔽区域、狭小空间的实习培训科目的培训效果；b) 对于拆卸/安装类实习培训科目，使用三维虚拟机务培训系统，不会涉及到在真机实习中需要的耗材、工具、设备和场地，大大降低培训成本；c) 真机实习培训受到维修生产、飞机故障、航班延误、恶劣天气等因素而影响培训开展，三维虚拟机务培训系统的应用能够确保实习培训按计划进行，保证培训时间饱满；d) 真机实习有可能对飞机或人员造成伤害，三维虚拟机务培训系统提高了实习培训的安全；e) 使用三维虚拟机务培训系统进行实习培训，学员可反复多次进行操作，便于考核学员，评估培训效果。

结合三维虚拟机务培训系统自身特点，对于复杂区域、隐蔽区域的部附件位置识别和拆装、复杂机构运动逻辑讲解、系统油路和气路原理分析等实习培训科目，采用该系统进行培训将更好体现出三维虚拟机务培训系统的优势。相比较传统教学方法，三维虚拟机务培训系统能够更清晰、直观、形象的展示教学知识点，更便于学员接受和理解。

4 结语

三维虚拟机务培训系统将飞机设计数据与制造数据直接引入民航客户培训，综合应用三维数字样机技术（DMU）与虚拟仿真技术（VR）技术，实现了从飞机设计到客户培训的数字化无缝承接。三维虚拟机务培训系统不仅能够对飞机复杂区域、隐蔽区域、狭小空间进行立体展示，实现机务培训的沉浸式交互教学，更突破了机务培训实习项目在真机上实施困难的瓶颈，能够有效地降低培训成本，改善培训效果。

在国内三维虚拟培训系统尚属首次应用在机务维修培训领域，其培训形式、培训方法与传统培训存在很大差异，今后在实习培训实施过程中对教员和学员都提出了新的要求。

参考文献：

- [1] 王占海, 翟庆刚. DELMIA 人机工程在飞机虚拟维修中的应用航. 长沙航空职业技术学院学报, 2009.
- [2] 刘佳, 刘毅. 虚拟维修技术发展综述. 计算机辅助设计与图形学学报, 2009
- [3] <http://hubblesite.org/discoveries>



**加快建设国际一流航空
企业,为建立强大的航空工业
不断作出新贡献**