民机客户服务 3

Aviation customer service

2013 年 10 月　总第 18 期

封面故事 / 中国商飞客服公司二期办公大楼正式启用

在中国商飞客服公司成立五周年之际，客服公司二期办公楼正式启用。新办公楼与已有的飞行训练中心和航材支援中心共同见证了公司五年的创业历程。

本期聚焦

汤小平 —— 识别和把握民机产业发展特色

EIS 新机型航线成功的起点
—— 主制造商、航空公司、供应商、局方四方共商 EIS

Contents

目录
第 3 期
总第 18 期
2013 · 10 · 08

Focus 特别策划

01 **让记忆告诉未来**
在中国商飞客服公司成立五周年之际，客服中心二期办公楼正式启用。新办公楼与已有的飞行训练中心和航材支援中心共同见证了公司五年的创业历程
胡 俊 赵康樑

05 **客服公司 EIS 再提速**
航空公司已经习惯波音、空客等提供的优质服务，对中国商飞的服务能力期待更高，面临的将是“服务范围更广、服务内容更深、服务响应更快”的客户要求
王 恺

07 **工业设计给大飞机加分**
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
周森浩

10 **航空器评审（AEG）：架起民机研发与运营的桥梁**
民用航空器通过局方型号合格审定并取得型号合格证（TC），仅证明其设计满足最低安全要求，如要投入运营，制造商还必须通过局方组织的航空器评审
钱浩然 邓卫国 张天斯

EIS 新机型航线成功的起点

客户服务准备工作是一项非常复杂而庞大的系统工程，涉及到主制造商、用户、供应商等诸多方面。EIS 是飞机从产品成功迈向市场成功的起点。

14 **客户服务 EIS 工作介绍—主制造商视角** 郑亦巍

15 **B787 飞机交付全日航 EIS 工作实践**
通过对零备件储备、维修培训、发动机的准备工作三个角度的观察，对 B787 的 EIS 工作做初步的探讨

17 **航空公司 EIS 准备阶段的需求及工作**
新机型 EIS 工作中，航空公司要完成人员招聘、培训、飞机引进批文、航材及地面保障、市场航线分析、运行合格审定、系统及队伍建设、宣传等工作
谢小东

18 **供应商的成功实践—以 GE 发动机的 EIS 为例** 罗 刚
动力装置系统供应商再飞机 EIS 中扮演了举足轻重的角色

22 **局方 CCAR-121 部运行（补充运行）合格证** 张 灏

Discussion 论 道

23 **识别和把握民机产业发展特色**
从军事装备制造体系转向民用航空制造体系不是一个简单的产品型号的转变，而是需要经历一个包括文化、体系和机制变更的内涵丰富的转型过程
汤小平

27 **民面向航空公司的飞行运行支援**
飞行运行支援服务始终以客户的的需求为立足点，为最终协助客户始终保持安全、可靠、高效、经济的运行水平提供产品、服务及技术保障
黄增强 廉 浩

Aviation Information 行业动态

29 我国首部民航工业中长期发展规划解读（二）
30 巴黎航展落幕 新机拼抢市场
31 航空业复苏势头强劲 步伐快于全球经济
31 ARJ21-700 发动机空中起动局方审定试飞完成
31 空客为公务机客户提供新 C4you 专属支援服务
31 空客创新型燃料电池项目荣获绿色科技奖
32 波音完成 737 MAX 8 确认构型
32 波音公司在北京上海设立 787 保障团队
32 巴航工业公司产品支持服务两年间屡获殊荣
32 Ameco 完成国内首架波音 747 飞机拆解工作
32 美国 AGSE 在华成立维修中心

Interview 专访

33 **现代民机制造业拼的是服务意识**
访客服公司工程技术服务部工程师 郭驭航
邓卫国

Comment&Discussion 独家评论

35 **日本民机产业发展的启示**
日本民机产业的异军突起引起了国际航空界的广泛关注，其重要原因之一是政府加大对航空工业的立法和政策扶持
丁瑞平

37 **韩亚航空失事浅析**
2013 年 7 月 6 日，韩亚航空 OZ214 号班机，在美国旧金山国际机场降落过程中发生事故，燃起大火。3 名中国学生在本次空难中遇难
杨 路 雷 阳 巴塔西

39 **完善中国商飞管理体系的几点思考**
有效且高效的企业管理离不开科学合理的内部组织体系、管理制度体系、科学合理的岗位体系、强有力的员工队伍
闫振锋

Research 专业研究

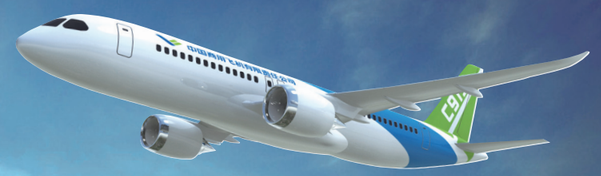
41 **ARJ21-700 飞机 102 架机左侧外襟翼与子翼连接螺栓断裂问题分析** 李 祺
44 **系统工程在航材支援中的应用** 王 海
47 **对基于物联网技术的飞行训练设备管理的探索** 樊越强

P23 **汤小平：识别和把握民机产业发展特色**
从军事装备制造体系转向民用航空制造体系不是一个简单的产品型号的转变，而是需要经历一个包括文化、体系和机制变更的内涵丰富的转型过程。

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 吉风贤 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
dengweiguo@comac.cc



让记忆告诉未来

—— 记上海飞机客户服务有限公司五周岁生日

文 / 胡俊 赵康樑

2013 年 10 月 7 日，客服公司迎来了第五个生日，又是一个硕果累累的时节，又是一个欣欣向荣的起点。

过去的五年，客服公司最显而易见的成长是二期工程交付使用；最开创先河的成长是民机客服体系在中国从无到有的开拓；最鼓舞士气的成长是客服公司对型号支援能力的提高；最催人奋进的成长是客服的战略路径从摸着石头过河到越走越清晰。

五年很短。无论是相比于波音近一个世纪的征程，还是空客近半个世纪的发展，五年的历程都太稚嫩和渺小。但我们的每一个足迹都将载入中国民机客服史册，我们的勇气和魄力将成为其中璀璨和夺目的一笔。

五年又很长。客服公司一步一个脚印真真实实深深浅浅一路走来。其中的艰辛、迷茫、困惑、感动和欣喜，每一个日子我们都可以如数家珍、细数往昔，感谢我们自己和身边的每一个人，五年的坚持和坚守。

抬头仰望，新的五年、十年，让我们将所有的感动汇集成力量，将所有的热情凝聚成动力，并肩同行，百折不挠，锲而不舍，一起经历风雨，一起笑看彩虹，一起助推大飞机翱翔蓝天的民机梦。

客服公司举办成立五周年升旗仪式暨二期入驻仪式

当车行至紫竹国家高新科技园区，楼高上的反差很快将一栋灰白色建筑投射进你的视野。三年前，这片土地上还只是一片芳草萋萋中嬉戏出没。时间是一架神奇的机器，眼前的变化只用了三年，而且在不远的将来，随着 ARJ21-700 飞机和 C919 的陆续试飞交付，这里将成为飞机全寿命运行的“生命中枢”。

这就是位于上海闵行的中国商飞上海飞机客户服务有限公司。

当前，中国商飞公司将商业成功、市场成功将研制成功并驾齐驱，列为公司发展的三大目标。由此，客服公司的战略地位和作用凸显。经过一千多个日日夜夜的奋战，2013 年 10 月 7 日，在客服公司第五个生日之际，二期主体建筑已经满足办公需要，投入使用。新启用的办公楼与已有的飞行训练中心和航材支援中心共同见证了公司五周年的创业历程。

客服三迁——三次搬家

“我们搬家了。”喜悦挂在每一个客服公司的员工脸上。

对于搬家，很多客服的“老员工”并不陌生，五年前，客服公司组建前夕，原中航商飞公司客户支援部 50 余人从上海的黄金地段——中山公园迁出，到紫竹这块离市区不远，离梦想很近的一期办公区。08 年 10 月 7 日，公司挂牌成立后，这只不足百人的“客服班底”像春天的种子，快速生根发芽，并迸发出强大的力量。

一期办公楼内回响着这种创业的激情：一期项目能基本满足年交付 15 架、机队规模 30 架支线飞机的飞行训练和航材支援服务需求，是国内规模最大、设备最完善、集客户培训、备件服务、办公为一体的民用飞机大型客户支援中心，也是 ARJ21 项目发展过程中重要的里程碑。ARJ21 飞机客户支援中心包括培训中心和备件服务中心。培训中心分为训练区、教学区、办公区，为 ARJ21 飞机的客户提供飞行员、维修人员、乘务员、签派人员的相关培训服务，装备了国际先进的 C919 大型客机三维虚拟培训系统、ARJ21-700 飞机全动飞行模拟机、飞行训练器（FTD）、台架式综合训练器 (IPT)，客舱综合训练器和电脑辅助教学设备（CBT）。备件服务中心未来将向客户提供每周 7 天、每天 24 小时的全面备件支援和服务。中心存储备件主要包括：机体零部件、设备、标准件，地面支援设备（GSE）和工具等。这些看似没有生命的库房、各种模拟培训设备、零配件、办公室将担负起 ARJ21-700 飞机交付后 15 年，甚至是 20-30 年的健康运行的重任。ARJ21 的每次飞行都将把生命交付于此，这种责任，语言已无法穷尽。

客服人的第二次搬家却是一次甜蜜的烦恼。随着 ARJ21-700 首架机交付的日益临近和 C919 大型客机研制工作的不断推进，客服公司进入了快速扩展期，2010 年中下旬，人员规模超过 300 人，原有的办公大楼已经远远超过自己的“服务载荷”，技术出版物部和市场与客户支援部于是只能异地办公。大家半开玩笑地称为“两地一线牵”：以莲花南路为界，西边是位于本部的客服一起办公楼，东侧是租用的紫竹园区的办公楼。技术人员之间地理上的距离尽管不大，但却给科研协同、讨论交流带来了不便，大家夜夜盼，日日问：“啥时候我们可以搬回家，搬进二期呢？”

员工在期盼，领导也关心，中国商飞公司董事长金壮龙先后四次实地查看客服二期工程建设进展，指示全体参建人员要以更快的速度，全力推进二期项目建设。2013 年 3 月 12 日植树节，董事长金壮龙特意在二期中心广场种下一棵榉树。当时，二期工程已经进入了决战冲刺的节奏。

时隔半年左右，领导的关切、员工的期盼终于在 2013 年 10 月 7 日实现了，客服人的第三次搬家在五周年生日这天画上了句点。徐庆宏总经理的激动溢于言表：

入驻新楼，是一个新的环境，新的起点，必将带来新的气象、新的希望和新的业绩，我们目前的硬件谈不上超国际一流，但已经大步赶上。二期项目包括客户支援中心和技术交流中心，项目包括了技术出版物、机队运营监控、快速响应、GSE 设计、数据与信息中心、管理控制中心等，能基本满足年交付 30 架，机队规模 150 架支线飞机的客户服务需求，将为建立我国民机客服快速反应和运行监控机制，初步形成国际化、网络化客户服务体系，提高民机综合服务能力打下坚实的基础。

二期工程的每一步都牵引着大家的目光，也倾注了党委书记、副总经理徐峻和项目建设全体干部职工的心血。2010 年 5 月 11 日项目正式开工，2011 年 9 月 19 日实现客户支援中心主楼结构封顶，2012 年，完成了主楼、辅楼及技术交流中心 1 号楼主体结构所有收尾工作并通过上海市优质结构验收，荣获上海市“白玉兰”优质工程奖。徐书记对项目建设的要求总结成三个词：简约、实用、匠心独具。为此，二期项目设计图纸几易其稿，原有的艺术性很强但影响实用性的内容做出了大量的修改，技术交流中心二楼的连廊也在最终的施工中取消。在绿化项目建设中，徐书记提议将一期栽种的树木移植到二期，大大减少了绿化项目的开支。同时大规模种植竹子环绕翠湖四周，在其映衬下，整个绿化更显意境，一湾湖水，巧妙地将二期与一期建筑连在一起，和谐一体，整个客服公司因为水，显得更为生动和灵动。翠竹经冬不凋、四季常青，雪压不倒、风吹不折，抬头望眼，满园绿色，诸多烦劳一抛脑后，清新之风油然而生，又添几分惬意。正应了书记那句话：有形的是钢筋水泥构成的建筑，无形的是每个居于其中的人的感受，建筑，终究因生命和心灵而生。

要实施好这么一个工程，也绝非易事，二期也难免少不了波折。尤其是突如其来的上海胶州路大火给整个上海建筑行业，也给公司二期项目建设提出了新的挑战。综保部部长汪涛介绍，本来项目 2011 年是提前一个月结构封顶，按理说后面工期的压力不会太大，结果胶州路一把大火，二期项目也无辜被全市安全大检查给耽搁下来，更出人意料的是，原有的安全建筑标准大大提高，必须对原有已经完成施工的部分进行检查甚至还需要修改，项目后期承受了非常大的压力。基建办的所有人扛过来了。在尘土飞扬中，赵瑾老师连续工作，多线作战，累倒在工作岗位上；娘子军罗凤体重减了 30 斤，用她的话说“这是免费的瘦身疗程”；汪涛部长还没享受喜得千金的快乐就钻进二期工地，张哲的婚假、生育假也花在了工地上，刚刚怀孕没多久的季眉睫也穿梭在工地和本部之间，汪涛很有意思：“苦是苦，不过这楼一盖，基建办每年都喜气临门，苦点累点有啥呀。”

向上生长的力量

二期建设只是客服公司这五年发展建设的缩影，客服人在探索发展民机客服发展的道路上，正不断积蓄向上生长的力量。

如果说基建工程是能力建设的基础条件，那么功能的丰富则是真正体现客户服务能力的着力点。参照目前国际先进民机制造商为用户所提供的客服内容，客服公司全面开展民用飞机客户服务技术研究，加强飞行训练、航材支援、工程技术服务、技术出版物编制与全寿命服务、市场与客户支援、飞行运行支援六大核心能力建设，力求通过 ARJ21-700 项目的磨练，了解究竟应该如何为用户提供服务，从而为 C919 大型民机客户服务打下扎实的基础。

五年来，客服公司对标国际一流，坚持自主创新，C919 大型客机客户服务工程研制取得重大进展。全动模拟机和飞行 / 维修训练器研制工作全面展开；与庞巴迪公司开展 C919-C 系列飞机技术出版物共同性合作，制定客服工程数据交换基本规范和 SBOM 标准规范；加快技术攻关，完成“故障诊断与维修智能决策专家系统”等 3 项关键技术攻关。深入了解客户需求，倾听航空公司高层、飞行员、机务、乘务等多个层面的专家意见，确立了以建立高质量、全方位、覆盖飞机全寿命周期的服务体系为最高目标的中国商飞公司“C-Care”客户服务模式，并据此制定大型客机服务方案，方案于 2011 年 9 月通过国家级初步设计评审。

五年来，客服公司加强适航意识，完善客服体系，ARJ21 飞机客户服务适航取证与首家用户对接工作稳步推进。围绕“国际一流飞行培训中心”的目标，作为目前世界上最先进的飞行训练设备， ARJ21 飞机全动飞行模拟机完成升级，目前两台已投入使用。机务培训方案或局方认可，完成维修培训机构 (CCAR147)、飞行训练中心 (CCAR142) 取证文审和现场符合性评估；飞行标准委员会报告、维修大纲报批稿正式提交局方审议；快速响应系统在西安试飞现场启动运行；与上飞院共同组建 ARJ21 项目技术出版物 IPT 联合攻关团队，提升中英文手册质量。

五年来，客服公司坚决实施人才强企战略，专业人才队伍建设迈上新台阶。推进“百人计划”工程，引进民机客服领域资深海外人才和各类国内客户服务类高端人才；开展全员全方位教育培训，派遣员工赴成都航参加引领示范实岗实训，客服工程师在西安试飞现场跟飞锻炼；推进青年英才工程，选拔青年骨干赴境外著名航空院校深造、参加“商飞之星”培训、系统工程师培训、导师带教培训。

五年来，客服公司不断深化国际合作，开展协同创新，提升自主能力。与加拿大 CAE 公司签署《全球飞行训练服务网络规划研究合作意向书》，与荷兰福克公司签署《咨询与培训协议》，积极引进国内外技术力量，确保首架机交付后的安全平稳运行，尤其在持续适航、飞行运行支援、航材管理及支援、库存投资优化等方面缩小与国际一流水平差距，在飞行训练、工程技术服务、航材支援、技术出版物、市场与客户支援、飞行运行支援六方面扎实建立起中国商飞民机客户服务体系。

目前，随着新支线飞机试飞取证的加速推进，客服公司已经逐步被推到了交付工作的前沿，首当其冲面临的就是 EIS（Entry Into Service）工作。通过五年努力，客服公司对接首家用户成都航空的 EIS 工作已经从最初的大致框架到跃然纸上的详细 EIS 计划，是详细量化到小时、人数，细化具体到某一周、某一日的具体任务。所有一切的努力都宣告了客服公司为确保型号商业成功而全力备战的决心和信念，在未来五年、十年甚至更长的时间阶段里，中国的民机客户服务体系建设，将力求从全球民机业双寡头垄断的局面下逐步探索出一条适合自身发展的正确道路，通过对客户更为细心的观察和服务，更大限度地发挥自身的后发优势和本土优势。

我们的战役开始了
客服公司 EIS 工作再提速

文 / 王 恺

航空公司已经习惯波音、空客等提供的优质服务，对中国商飞的服务能力期待更高，面临的将是“服务范围更广、服务内容更深、服务响应更快”的客户要求。

市场是永恒的主题，当前的航空服务市场竞争日趋激烈，波音、空客等航空巨头正在不断推出新的服务技术与服务工具来提升客户满意度。目前我们的飞机产品和空客波音等航空巨头的成熟产品相比，竞争优势并不明显，优质的服务支援是中国商飞提升飞机的市场竞争力的重要途径，客服公司正全力建设客服能力，打造服务品牌，培养忠诚用户，促进飞机市场销售，实现项目成功、市场成功，最终实现商业成功。

客户服务是中国商飞公司未来发展的突破点之一，为客户提供完备的客户支援是主制造商的重要职责，我们的产品在哪里，我们的支援和服务就要延伸到哪里。客户需要解决的问题范围广泛，面对客户的需求要做出迅速的响应并及时解决他们的问题，因此要比客户更了解客户的需求，要高度重视客户支援与服务，客户支援与服务要介入产品的设计、制造、改进的全过程。首先要研究客户，深入了解客户的需求，才能针对不同的客户提供最适合的支援和服务，要向客户学习、向国内外的同行们学习、向供应商学习、向局方学习、向工程和制造学习，与用户共同成长。

进入 2013 年，新支线飞机试飞取证工作接连传来好消息，承担客户服务及运行支援任务的客服公司也正积极努力开展首家用户客户服务准备（EIS）工作。客服公司走近客户、紧贴市场，全力以赴做好首架机的客户服务工作。

EIS 再提速

飞机交付航空公司进入市场首当其冲面临的就是 EIS 工作。EIS(Entry Into Service) 即在飞机交付前，主制造商完成飞机和客户服务准备工作，飞机运营者完成飞机接受相关准备工作；在飞机交付后，主制造商、系统供应商向客户提供支援与服务，帮助客户建立运行能力，保障飞机顺利运营。

根据成都航首批 ARJ21 飞机接收后的航线计划，108 架机和 109 架机分别准备在 2015 年 9 月和 12 月投入到涉及拉萨、丽江和九寨三个特殊机场的 7 条航线中。针对客户运营的新变化，客服公司必须马上相应对 EIS 工作计划进行调整和优化。而且拉萨、丽江、九寨因为其地理特征，各方面情况比较特殊，因此一发失效应急程序也要进行有针对性地调整，并与性能软件的交付时间一致，相应的为成都航提供的培训也须提前，便于用户更好地自行开展后续工作。航线计划还涉及到 EIS 工作中飞行培训、工程技术服务与维修支援、航材支援、技术出版物服务、数字化服务等运行前的支援其他项目的调整，比如结构工程师的培训工作必须在 2014 年 9 月前完成，以便开展工程维修准备的要求，才能满足成航在 EIS 后的运行维修要求。用“牵一发而动全身”来概括 EIS 工作，丝毫不为过。

主制造商和运营商在飞机交付与运营过程中各有关注的重点，如何建立完善的客户支援体系，建立与客户、合作伙伴的良好合作关系是客服 EIS 工作所要面临的挑战。自购机协议签署起，客服公司根据 ARJ21-700 飞机买卖合同进行梳理，密切跟踪客户需求并进行详细评估。从飞机销售合同规定的客户服务内容中梳理出涉及客户服务条款 8 个章节 /50 条 /4 个附录、1 个补充协议，形成 7 类、共计 24 项客服交付产品。根据最新的飞机交付安排和成都航的需求共制定了多达 181 项涉及工程技术服务与维修支援、客户培训、飞行运行支援、航材支援服务等方面的 EIS 计划。由于成都航是 ARJ21-700 的首家用户，除飞机买卖合同以外，成都航另提出 7 类、共计 51 项合同外客户服务需求，客服公司参考市场相似客服项目价格进行超合同客户需求成本计算，并与成都航反复沟通，大家推心置腹，最终取得了成都航的理解和认可，对部分客户服务要求作了调整。

风雨同舟 破冰前行

合作是开往成功的列车，合作有助于更加充分利用企业各自的资源，建立互相信任感，实现效益最大化。客服公司积极开展对内、对外的合作旨在提高工作效率，提高客服能力，更好地为客户提供一流的服务。

与客户无缝对接。目前，客服公司的能力建设尚无法满足成都航的全部需求，但通过与成都航的沟通和平时对接工作中所积累取得的信任，双方的合作不断深化。2011 年成都航的飞行员参与了中国商飞公司 ARJ21 的飞行程序的评审活动，成都航的飞行机务专家作为客服公司的兼职教员参与到培训能力的建设中，在技术出版物的完善上，成都航也根据自身运行经验有针对性的提出了修改意见。客户经理作为客服公司与成都航的沟通桥梁及时了解客户需求，跟踪工作变化，排忧解难。EIS 开展的各项工作得到了成都航的高度认可，大家互相信任，理念一致，合作交流，互补优势，良好的沟通促进了业务水平提高。

内部精诚团结。飞机投入运行时间的不确定、新增的超出合同的额外客户服务需求需要 EIS 计划要在不断调整中改进。在国内，民机客户服务工作尚无成熟的先例可循，摆在客服公司面前的困难重重，任务重，时间紧，客服人唯有在的心中植入“客户的要求就是我们努力的方向”的理念，唯有将客户服务的开展与项目型号的客服研制同步进行，唯有不断加强服务团队的能力建设，才能真正为客户提供一流的服务。2013 年上半年，客服公司共与成都航开展 EIS 对接工作 16 次，主要集中在航材支援方案、成都航维修能力建设、技术出版物与 GSE 验证和 EIS 工作对接四个方面。

参与 EIS 客户支援的各业务部门积极协作，密切配合，飞行训练部及时按照成都航的需求保质保量向成都航提供各类训练大纲，负责航材支援的同事每次与成都航对接完毕都会再次与客户经理讨论航材支援方案的细节，共同商量讨论方案解决问题，工程技术服务部马不停蹄推进工程技术服务和维修能力建设，相互支持，相互理解，相互包容。

近期，ARJ21-700 飞机阎良试飞现场传来好消息，高原试验试飞取得重大进展，首架机交付的日子又近了一些，加速冲刺迎接大考的每一天都是新的挑战，我们的战役开始了。客服公司全体干部职工在挑战面前毫不退缩，大家表示：“客户支援工作是项目工作的重要组成部分，保障客户安全、顺利、高效地接受和运行飞机是我们的目标，客服公司承担的责任重大，留给客服公司的时间非常紧迫，我们一定会将各项工作全面规划好、对接好。”

工业设计给大飞机加分

文 / 周森浩

2013 年 4 月初，工业设计所在位于闵行紫竹的客服公司悄然筹建，没有热热闹闹的仪式，没有此起彼伏的掌声，只有 4 个从其他部门调来的“80 后”，只有几台几乎“跑”不动大型三维软件的电脑。面对民机工业设计这条从未有中国人完整走通过的荆棘之路，这支明显稚嫩的团队能否担起重任，很多人都为他们捏了一把汗。

成熟的工业设计助力市场成功

和军用飞机不同，民用飞机还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。为此，波音、空客都成立了独立的部门或全资子公司，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。

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，客舱的设计人员很少直接接触客户。

中国商飞公司成立以后，在设计研发中心总体气动研究部设置总体布局室、总体布置室，在结构设计研究部设置舱内装饰室，进行客舱相关的工程设计和工业设计。

随着公司两大型号的发展，原有的工业设计能力渐渐不能满足型号研制的需求。从 2012 年底开始，中国商飞公司秉持“一切为了客户，一切围绕客户，一切体现客户”的理念，由总部市场营销部牵头，在客服公司筹建工业设计所，并于今年 4 月完成初步组建，由客服公司市场与客户支援部部长陆朝阳兼任所长，下设总体布局室、系统设备室、选型支持与技术标准室；目前员工 7 人，多是年轻人。

“目前工业设计所力量仍然很单薄，我们希望通过我们的努力，在兄弟单位、兄弟部门的帮助下，在中国商飞这个大家庭里尽快成长。我们坚信，一定能走通民机工业设计这条道路，为客户、为市场、为项目提供支持，为两大型号甚至未来型号在市场上的成功贡献力量。”陆朝阳说。

“要做设计师，更要做艺术家”

中国商飞公司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。贺东风说：“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’。”

民机的工业设计是一项非常复杂的工作。复杂性体现在功能需求上，既要满足飞机本身的适航要求，又要兼顾产品经济性的要求，更重要的是，必须满足市场的需求、客户的需求。复杂性体现在技术需求上，既要了解民机研制的相关技术，比如空气动力学、飞机结构力学等，又要掌握工业设计的知识，还要了解人机工程学、设计心理学等相关学科的知识。

然而，要从零开始打造一支“设计师”+“艺术家”的专业团队谈何容易。对于刚刚成立的工业设计所来说，困难之大可以想象。

没有专业设备，甚至连一台可以制作渲染效果图片的电脑都没有，办公室的电脑根本打不开三维数模，怎么办？总体布局室的罗啸宇犯了难：“申请购置的专业设备还没到位，可设计制图各项工作还得做。我们只好在别人下班后，‘蹭’其他部门的工作站做数模轻量化；或者动用私人关系，找朋友公司的图形工作站，晚上通宵加班，进行三维制图和效果渲染。”

工作任务繁重，七八个人怎么忙得过来？于是，在公司加班、在家加班成了设计所的常态。郑天地的母亲在一家航空公司也是负责客舱选型，郑天地就拉上母亲一起忙活，“上阵母子兵”，一起琢磨客舱的设计。

年轻员工多，在工业设计上经验不足，对相应适航条款、民机设计总体要求、客户需求了解不多，迫切需要培训提高。除了重视在实际工作中锻炼提升职工能力之外，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。内部搞培训，几个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，到成都航空公司详细了解客舱内饰选型和外表涂装的客户要求；特别是上飞院结构部、总体气动部等兄弟部门的帮助，让大家了解了国内民机工业设计现状，快速掌握相关知识。

尽管成立时几乎“一穷二白”，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。

“深一脚也好，浅一脚也罢，我们正在前进”

困难很多，但在工业设计所这些年轻人身上，记者找不到沮丧和迷茫，看到的是朝气和信心。

“我们在公司这个大家庭里孕育成长，是有一些独特优势的。”陆朝阳说，“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，也能为工业设计提供经验和市场。”

工业设计所技术标准室的穆甜甜同样信心满满：“在工作中，我们能够感受到中国商飞公司和国内同行们对工业设计所的关注。出去调研学习，各大院校、研究单位都非常欢迎，给我们提了很多建设性的意见，让我们很受启发，也很受鼓舞。”

按照中国商飞公司的规划，工业设计所将用若干年的时间，迅速形成一支精干高效的队伍，掌握工业设计的核心技术和方法，在不远的将来，具备向客户提供工业设计服务的能力。

“民机工业设计对我们所有人来说都是一个全新的工作方向。从去年底工业设计所开始筹建到现在，我们这一路走来可以说绝非坦途。但是，深一脚也好，浅一脚也罢，只要我们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。”穆甜甜的话，让我们看到了工业设计所的未来。

什么是民机工业设计？

民机工业设计，是围绕着民用飞机这样一个产品和其上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。

同时民机工业设计还需要全程参与民机的开发决策和管理规划，解决飞机的形象、广告展览和市场促销等方面的问题。

关系到人们生活和工作环境的领域均是设计的范畴，从驾驶舱到货舱，从衣帽构到座椅，从厨房插件到服务员按钮，范围庞杂广泛，包罗万象。

为什么要做民机工业设计？

飞机客舱，是乘客体验和选择航空公司的重要因素是航空公司的主要业载资源，和实施差异化服务、提高产品附加值、提升品牌形象的重要手段。因此，良好的民机工业设计，将有利于航空公司占领市场先机、提升竞争优势，进而促进飞机销售。

民机工业设计的主要工作内容是什么？

民机工业设计是功能性、艺术性、舒适性的和谐统一。

- 客舱、驾驶舱布局、空间、内型、色彩、照明的效果设计；
- 客舱、驾驶舱设备、设施的功能定义、造型设计与人机界面协调；
- 飞机内部装饰纹样设计；
- 飞机外表涂装方案设计。

工业设计的职责

1. 准确理解客户要求，形成客户认可的客舱内饰方案，作为工程设计的输入，帮助工程设计部门设计出客户欢迎的好飞机；
2. 参与飞机的型号预研和工程设计，提供人机功效的研究与应用数据，以提升乘员体验为目标，帮助开展飞机定义和工程协调；
3. 将客舱内饰工业设计的丰富成果，提供给市场部门，更好地满足客户的多样化选型需求；
4. 开展定制设计，满足客户的各种个性化客舱内饰与外表涂装要求；
5. 将外表涂装方案交予喷漆实施，帮助客户打造靓丽的飞行名片。

波音：工业设计，从 707 开始

1955 年，波音公司找到了美国最早的职业工业设计师之一沃尔特 · 提格（Walter Darwin Teaque），与提格的设计公司合作，共同完成了波音 707 大型喷气式客机的设计，使波音飞机不仅有很简练、极富现代感的外形，而且创造了现代客机经典的室内设计。设计时运用人机工程学的数据，采用同比例的飞机模型，通过几十次的模拟飞行，来试验座位、厨房和其他设施是否符合人机工程学的原理，飞机内舱采用了隐蔽的灯光，宽大舒适的座椅和宁静的色彩，是当时世界上最先进、舒适、安全的民用客机。

空客：270 人的工业设计团队

在图卢兹，空客有一个 270 人的工业设计、客舱改装与维护的专业团队，拥有 16 万平方米的机库设施，已经开展了 15 年的工作，为 170 多架飞机提供了服务，业务涵盖客舱设计、客舱制造、客舱改装、飞机维护、项目管理、客户支援各个专业，并获得了欧洲 EASA 的设计、生产、维修、持续适航管理的批准以及其他 10 个国家的相关批准。

此外，空客还委托了 9 家第三方工业设计机构，共同为客户开展飞机客舱的工业设计。

民用航空器通过局方型号合格审定并取得型号合格证（TC），仅证明其设计满足最低安全要求，如要投入运营，制造商还需通过局方组织的航空器评审。C919 大型客机 10 个航空器评审项目中，有 8 项由客服公司独立或牵头完成，1 项配合设计研发中心完成。

航空器评审 (AEG)：架起民机研发与运营的桥梁

文 / 钱浩然 邓卫国 张天斯

2013 年 6 月 26 日，中国民机产业的主要参与者包括局方、制造商、供应商和用户齐聚上海，共同见证中国商飞《C919 大型客机航空器评审申请方工作手册》的正式发布。该手册明确了中国商飞作为申请方的机构职责、工作流程和工作依据，并与局方相关评审机构实现对接，由此标志着中国商飞 C919 项目航空器评审工作迈上新的台阶，为后续通过局方航空器评审奠定了基础。这也是中国民机 AEG 工作的一个重要节点。

一、航空器评审与型号合格审定

要说明 AEG，还要涉及到两个概念，一个是“适航”，一个是“型号合格审定”。

适航（Airworthiness），是表明民用航空器固有特性的专业术语，牛津字典对其解释为“fit to fly”，意思是“适于飞行”。航空器的“适航性”保证了航空器在全寿命（研制及运营）期内始终符合其型号设计要求并始终处于安全运行状态。适航是民用航空的基础。为此航空器管理机构（局方）制定了系列规章，对航空器制造商提出适航要求。

为确保航空器适航要求得以落实，航空器从设计至投入运行，需通过局方组织的两次评审，那就是“型号合格审定”和“航空器评审”。

“型号合格审定”以航空器安全为最高准则，通过验证设计对于适航规章的符合性，证明其设计符合最低安全要求。型号合格审定一般要检查飞机设计与构造、操纵性与稳定性、飞机结构的强度；设备、电气线路等内容。值得注意的是，民用航空器通过局方型号合格审定并取得型号合格证（TC），仅证明其设计满足最低安全要求，还不能直接投入运营。航空器如要投入运营，制造商还需通过局方组织的航空器评审。

“航空器评审”以航空器运营安全为最高准则，通过评审主制造商运行支持对运行规章的符合性，证明航空器在不同运行条件、环境、标准和程序下均能安全运营。航空器评审工作一般由局方组建的航空器评审组 (以下简称 AEG) 予以实施。AEG 检查包括飞机设计、维修、训练和手册等对运行要求的符合性。航空器投入运行后 AEG 工作还有助于航空产品制造厂家积累使用经验和对产品的持续改进。不难看出 AEG 工作始于型号设计阶段，贯穿于航空器的全寿命周期。

为配合并通过局方航空器评审，航空器制造商（申请方）需向局方提出评审申请，局方会根据不同的评审对象和运行要求确定评审项目和审定基础并通知申请方，申请方需按照审定基础，组织开展航空器评审申请方工作，包括确定符合性要求和方法、开展符合性验证、编制符合性材料、向局方表明符合性等工作。

值得注意的是，型号合格审定与航空器评审之间相辅相成，有些评审项目（例如电子飞行包，HUD/EVS，驾驶

员观察座椅等）互为交叉，藉此共同保证航空器全寿命周期安全运营。通过 AEG 在型号审定过程中的评审，确保其把可运行的航空产品交付给用户。

二、航空器评审发展在中国

AEG 是伴随着民机产业的发展而产生的。1971 年，美国联邦航空管理局（FAA）在飞行标准部门设立 AEG 以适应民用航空器制造业和运输业的发展，保证航空器的持续运行安全性和经济性。经过 40 多年的实践， FAA 已形成了一套较为完善的，包括 FAR、咨询通告 (AC) 及工作手册等在内的航空器评审规章制度体系，为有效开展航空器评审奠定了基础。欧洲航空管理局（EASA）目前没有设置类似 FAA 的 AEG 机构，尚未制定民用航空器运行评估相关的实施细则。按运行评估委员会适用的临时程序开展运行评估工作，由 EASA 审定司代表欧盟成员负责管理。

限于种种历史条件，我国航空器评审工作起步较晚。1992 年，我国在与 FAA 合作的 Y12 飞机型号合格证影子审查中，第一次接触航空器评审工作；2003 年，CAAC 为加强我国航空运输业的运行安全管理、支持和促进国产航空制造业的发展，明确飞行标准司负责航空器型号审定中的航空器评审；同年飞行标准司参与 FAA 对 787 飞机航空器评审，并开始国产 ARJ21-700 飞机航空器评审。

2007 年中国民用航空局（CAAC）在飞行标准司设立航空器评审处，并在上海和沈阳航空器适航审定中心设立相应的支持机构（航空器评审室）。至此初步形成了 CAAC 的 AEG 管理体系框架（如图 1 所示）。

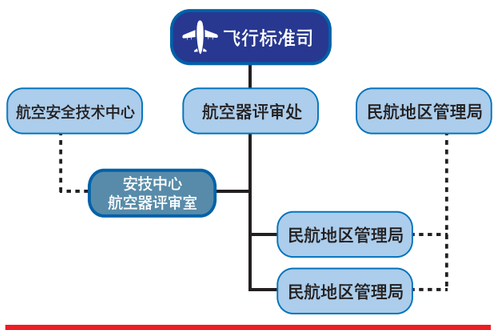


图 1 中国民航 AEG 管理体系框架

2008 年至 2010 年，CAAC 飞行标准司先后颁布航空器评审相关咨询通告、管理文件及管理程序，包括《航空器评审组工作手册》、《国内新型航空器投入运营前的评审要求》、《航空器的持续适航文件要求》、《驾驶员资格计划编制指南》等，初步建立了我国航空器评审管理体系。这些文件的颁布同时也给航空器制造商指明了满足适航审定要求的工作方向。

Boeing、Airbus 等国外先进民机制造商，在大型民用航空器的研制和发展方面具有较长的历史，在航空器评审申请方工作方面积累了丰富经验，建立了完整的航空器评审申请方工作管理体系，为航空器顺利交付并确保用户安全运营打下基础。

三、航空器评审主要工作

根据局方运行规章要求，航空器评审项目包括但不限于：飞机、发动机及系统设备的运行符合性评审；驾驶员的型别等级和飞行机组资格要求评审；最低放行设备要求评审；维修要求评审；运行和持续适航文件评审。除此以外，局方还可以按照实际情况确定评审项目，例如新航行技术评审等。

根据双方确定的评审项目，民机制造商需根据飞机用途及运行环境按照有关要求编制报批材料及符合性说明（声明）报请局方评审。局方进行评审并给出评审意见。航空器主要评审项目、申请方主要工作及报批材料详见表 1

评审项目	申请方主要工作	报批材料
运行符合性	编制初步的运行符合性清单，完成符合性验证，编制适航符合性报告及运行符合性说明清单。	运行符合性说明清单
型别等级和机组资格要求	制定驾驶员资格计划（PQP）并提出建议的型别等级训练课程提纲；完成测试验证；编制飞行标准化委员会 (FSB) 报告建议稿（PFSBR）。	飞行标准化委员会 (FSB) 报告建议稿（PFSBR）
最低放行设备要求	编制主最低设备清单建议稿（PMMEL）并完成验证。	主最低设备清单建议稿（PMMEL）
维修要求	编制程序和政策手册（PPH），开展MSG-3分析，确定维修任务和间隔，编制维修审查委员会（MRB）报告建议稿（PMRBR）。	维修审查委员会（MRB）报告建议稿（PMRBR）
运行和持续适航文件	编制运行和持续适航文件并完成验证。	运行和持续适航文件

四、航空器评审与中国商飞公司

作为主制造商，中国商飞成立之初即将适航能力建设作为重点打造的六项能力之一，并将通过航空器评审作为重中之重在研制计划中予以落实。

早在 2010 年，中国商飞即着手梳理 CAAC 航空器评审相关规章，熟悉评审内容、要求和程序。2011 年 6 月印发《 C919 大型客机申请方 AEG 工作总方案》，确定了 C919 项目航空器评审申请方工作机构与职责、工作内容、工作模式及航空器评审申请方工作实施路径。

在与 CAAC 多次沟通的基础上，2012 年 3 月 30 日，中国商飞正式向 CAAC 提交《航空器评审项目确认单》，明确 “ 型别等级与训练要求 ”、“ 初始维修要求 ” 等 10 项评审项目。同日 CAAC 颁发《关于成立 C919 飞机 AEG 评审项目组和专业委员会的通知》，由 CAAC 上海航空器适航审定中心牵头负责、安全技术中心配合开展 C919 大型客机航空器评审工作。

2012 年 4 月 9 日，CAAC 联合中国商飞在上海召开 C919 大型客机航空器评审工作启动会议。会议确定了中国商飞 C919 大型客机航空器评审项目审定基础；AEG 机构、职责和工作规程。为更好地开展申请方、审查方航空器评审工作，会议决定按照专业对口原则成立 6 个专业工作组分别开展工作。这 6 个工作组分别是飞行标准化委员会（FSB）工作组、飞行运行评审委员会（FOEB）工作组、维修审查委员会（MRB）工作组；运行和持续适航文件（OCAI）工作组、运行要求符合性工作组、维修培训规范（MTE）工作组。

为更好地开展航空器评审申请方工作，中国商飞按照 “ 一个声音，一个团队，有效利用公司现有资源 ”的原则，组建 C919 大型客机 AEG 联合工作团队，统筹安排并充分利用设计研发、客户服务、项目管理、适航管理等资源，形成合力，保证在任何 AEG 评审工作的正式场合，申请方始终是一个声音，并由相关责任人准确、明确地以书面形式向审查方表达，进而确保评审工作有序进行。

2013 年 4 月 9 日，由联合工作团队编制的《C919 大型客机申请方航空器评审工作手册》正式颁布，目前中国商飞有关单位正在按照手册要求开展工作。

作为中国商飞与用户之间的桥梁，客服中心肩负着为用户提供各类服务产品的重任。而航空器评审项目都是为确保用户安全运行航空器而设立的，因此客服公司在航空器评审申请方工作中承担主要职责和任务是必然的。根据中国商飞《航空器评审项目确认单》和《C919 大型客机申请方航空器评审工作手册》， C919 大型客机 10 个航空器评审项目中，有 8 项由客服公司独立或牵头完成，1 项配合设计研发中心完成，同时承担联合工作团队办公室组织与协调工作。

客服公司组织开展 AEG 符合性要求及方法研究。借鉴国际主要航空制造商运行支持及航空器评审工作经验，分析研究不同航空器评审组织（CAAC、FAA、EASA 等）评审要求、技术要点和评审流程，提出申请方航空器评审项目（10 项）符合性要求和方法。针对运行和持续适航文件符合性验证方法和要求开展研究。梳理并研究局方运行和持续适航文件编制要求，借鉴国外先进航空器制造商及主要供应商相关符合性验证方法和要求的经验，提出中国商飞公司运行和持续适航文件符合性验证方法和要求及符合性验证程序，确定符合性表明方法，编制了中国商飞运行和持续适航文件符合性验证工作指南。目前客服公司所承担的航空器评审项目正按计划有序推进，可望在规定的时间内完成各项任务，确保飞机按时交付。

结　语

航空器评审是架设在民机主制造商研发与航空公司运行之间的桥梁，是联系民用飞机初始适航与持续适航的纽带，是判定民用飞机设计及其服务产品是否满足安全运行要求的必要手段，是民用飞机顺利投入航线运行、取得商业成功的必由之路。主制造商必须按要求申请并通过航空器评审。航空器评审申请方工作在国内首次按照局方要求全面铺开，无先例可循，责任重大，面临巨大挑战。中国商飞工作团队将继续努力拼搏，克服艰难险阻，让大飞机早日翱翔蓝天。

策划

EIS 新机型航线成功的起点

文 / 胡俊

飞机交付过程是将客户订购的飞机按时、保质、保量交付给客户， 不同的飞机制造商对飞机交付的过程有不同的认识和措施，但最终要实现的是将飞机安全、顺利交付客户，确保用户可以高效地运营飞机，同时尽可能地协助用户降低使用成本，提高飞机的产品竞争力。

在交付过程中，客户服务准备工作是一项非常复杂而庞大的系统工程，涉及到主制造商、用户、供应商等诸多方面。飞机完成研制、总装、试验试飞是产品成功的基础，而客户服务准备工作 EIS 是飞机从产品成功迈向市场成功的桥梁，是主制造商面向用户的首要窗口，它的好坏，最终关系到用户对飞机的运营体验，直接关系到用户的市场空间和利润空间。

国际民机主制造商经过长时间的技术积累和市场锤炼，已经形成了非常完善的 EIS 工作模式，B787、A380 投入航线运行初期，尽管面临各种挫折，但让我们看到了主制造商在困难面前的娴熟和老练。中国商飞公司作为民机市场的新生力量，在 ARJ21-700 飞机首架机交付进入倒计时的最后冲刺阶段，如何借鉴空客、波音的经验，充分尊重用户的需求，提供高质量、高效率推进 EIS，是一次全新的挑战。基于此，我们特别策划了本期《EIS，新机型航线成功的起点》专题，从局方、主制造商、用户、供应商四个角度做一个较为全面的介绍，为新支线飞机客户服务准备工作提供必要的参考。

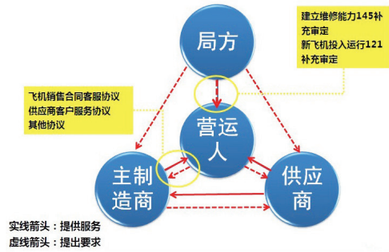
客户服务 EIS 工作介绍 —— 主制造商视角

文 / 郑亦巍

一、EIS 是什么？有什么作用？

客户服务 EIS 是一个过程，其通常在飞机交付前 1 年半开始，由主制造商陆续完成客户培训、出版物交付、航材推荐、工程技术支援，建立客户服务体系等工作，帮助客户建立运营能力，保证飞机顺利交付；在飞机交付后半年，主制造商、主要系统供应商向客户提供现场支援，在初期帮助客户运营飞机。

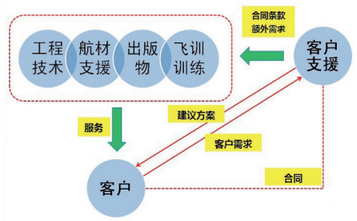
二、EIS 有哪几方参与？



参与 EIS 工作的主要有四方：客户运营地的适航管理局（对于新飞机还有审定中心）、飞机运营人、飞机主制造商以及供应商。局方的要求以适航法规的形式提出；运营人的要求主要体现在飞机销售协议中；主制造商的要求体现在其与供应商的客户服务协议中。

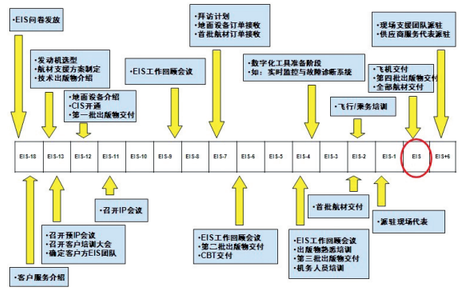
三、EIS 具体由什么组成，如何进行工作？

首先新客户向主制造商提出具体需求，比如提出具体需要主制造商培训多少飞行员，机务人员，航材保障率等。由客户与市场支援部组织内部讨论，制定建议方案交付客户，与客户进行谈判，谈判成功签订协议，将条款进行分解，同客户进行对接，对接后产生的额外需求一起交到内部各个生产部门，共同向客户提供服务。



四、EIS 主要工作有哪些？需符合什么要求？

市场与客户支援部获取客户需求，针对需求给出建议方案，并与客户进行确认，双方经过谈判签订飞机销售合同客户服务协议，市场与客户支援部将合同进行分解发送各业务部门，由业务部门向客户提供相关服务。



在飞行训练方面，首先在飞机交付前一年召开客户培训大会，确定与客户之间的培训具体是如何展开的，与客户讨论排班计划。其次是航务人员、维修人员、乘务人员、机务人员的培训。乘务人员提前半年或三个月，维修人员提前三个月，飞行人员提前两个月，因为飞行员有特殊要求，培训太早可能会遗忘就要进行复训，CCAR-142 和 CCAR-147 是开展培训工作所要遵照的局方的相应规章，也是客服公司所要取得的相关资质。

在航材支援方面，首先要向客户提出航材支援模式，诸如航材全包或者是让客户自行采购，提供推荐清单。在 IP 会议上要向客户提供航材推荐清单，地面工具的推荐清单，客户、主制造商、供应商共同参与，供应商会接受相关的航材准备工作，客户向供应商提供需求，会有一些航材订购的价格讨论。

在工程技术服务方面，提供维修机构的清单，向客户提供 GSE 推介和图纸的开放，现场代表派驻。工程技术服务的相关工作主要是偏交付以后的，帮助客户用好飞机，在飞机交付前工作相对较少。

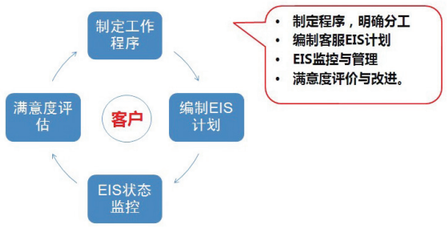
在技术出版物方面，总共要交付四批出版物，交付时间根据客户的准备，第一批一般在飞机交付前一年，第二批一般在飞机交付前半年，第三批在飞机交付前三个月，最后一批和飞机同时交付。手册的介质分为纸质和光盘。

供应商管理方面，首先要将供应商协议交付给客户，对供应商直接向客户提供的服务，主制造商起到监督管理作用。供应商提供的培训包括：GAC 的使用培训、CMM 手册、供应商的维修站点、联络人、联系方式，供应商的现场代表在飞机交付后派驻到客户运营基地。

在客户支援方面，属于偏向前端的软服务，在真正开展服务前工作量非常多，在各部门给客户提供服务的阶段

中，我们的工作主要是保持沟通联络，信息一致，组织协调，整合资源。在服务交付以后将会有一个满意度调查，对服务进行评估改进。

五、如何管理 EIS 工作?



EIS 管理主要分为 4 步：制定工作程序；编制 EIS 计划；状态监控；满意度评估。工作程序用来明确分工，规范工作；EIS 计划对 EIS 工作进行控制；EIS 状态监控主要是了解工作进展，暴露并解决问题；满意度评估针对每项交付服务开展，测评客户服务工作质量，了解客户反馈，提出改进建议。

第一，制订工作程序，分工明确。在跟客户确定合同之后，开始准备开展 EIS 工作，首先建立一个团队。这个团队有一个客户经理，业务部门各有一个支援经理，各自负责他们跟客户之间相关的需求和往来；第二步是要对合同内的和客户对接中产生的一些需求，进行梳理；第三步是与客户开展 EIS 工作，每月定期召开会议，跟客户进行对接，把存在的问题和进展工作向客户作通报。EIS 每周进行检查，这个工作目前列入项目计划的，由项目办对各部门进行考核。

第二，编制客服 EIS 计划。主要有四个部分的输入。第一部分是客户的运营信息，包括人员信息、原来使用飞机情况、航材保障率、原先维修能力等级、航材保障能力等；第二部分是合同条款；第三部分新飞机的重要研制节点，比如取得 TC 证的时间和最后交机的时间；第四部分是客户在与主制造商对接过程中，会产生一些额外的需求，这也是工作的一个重要输入。根据上述四个输入编制 EIS 计划。目前 ARJ21-700 飞机的 EIS 计划由 10 个部分组成，总共有 181 项工作。除了飞行训练、运行支援、工程技术、航材支援、技术出版物之外，还有供应商管理、客户支援、适航、现场支援等方面的工作。

第三，对服务进行监控管理，开展满意度调查。

DOCUMENT 参考链接

B787 飞机交付全日航 EIS 工作实践

2011 年 9 月 26 日，首架波音 787-8 飞机交付其启动用户全日本航空公司 (ANA) 并投入商业运营。

零备件储备

大约 1 年以前，波音公司发布了一份推荐的波音 787 飞机的零备件库存清单，以确保飞机的签派可靠性，这份清单包含了波音从飞行试验中所学、客户的反馈以及 ANA 服务准备运营验证 (SROV) 的经验。但截至首架飞机交付之日，在波音 787 的 57 家航空公司客户中仅有首个接收波音 787 的 ANA 的备件库已就位。

波音称，对于波音 787 的准备工作较其他机型开始得都要早，波音公司、供应商和航空公司均已提前作好准备。

波音 787 通过了飞行试验、取证试验以及 SROV，而 SROV 在其中起到非常重要的作用。这一工作可以帮助航空公司进行维修数据、人员培训、厂房和设施的工具及零备件库存的准备工作。

对波音 787 进行维修服务大约需要 115 种不同的设备，包括千斤顶、起重设备等，在波音 787 的寿命期内所需设备数量可能会增加至 325 个。

波音将会在西雅图、达拉斯、亚特兰大、迪拜、新加坡、北京和多伦多等备件中心供应 787 飞机的零部件。

维修培训

ANA 的机械师是首批接受维修培训的。课程采用全数字的、基于因特网的系统教学，并加入了与飞机运营相同的模拟维修场景，开展基于性能的培训。通过数字交互式系统，波音将技术人员的资质培训时间从波音 777 的 45 天减少至波音 787 的 25 天。

波音 787 维修培训课程与实际的支援数据相连接，就像是围绕着一架真正的波音 787 飞机，学员采用交互式三维模型，一步一步演习排故程序，并可以快速验证处理步骤。

便携式计算机将成为航空技术人员在飞机上的主要诊断工具，它可以提供在线查询波音 787 维修性能工具箱，即一个存放实时维修信息的数据仓库。采用戴尔或松下笔记本电脑，就足可以承受停机坪的恶劣环境。笔记本电脑可以通过无线或有线的方式与飞机连接，再通过航空公司的后台数据管理发送系统软件与波音的数据仓连接。ANA 已安装了该系统的测试版。

波音 787 的维修手册中有 6400 项任务，以适应航空公司特殊的构型维修需求。

当然，波音 787 飞机最为显著的特色是飞机的蒙皮 100% 由碳纤维增强的复合材料制成。因此，对于航空公司维修人员来说，如何修理一架非铝质飞机将是一种观念的转变。但波音公司称这并不会成为一个问题，因为波音公司早在 2005 年 9 月就完成了波音 787 的构型。

根据波音 787 飞机的取证要求，即使漏检了一些小的碰撞，也可以保证机体结构的完整性。即便技术人员不是无损检测专家，也可以用一个手持式损伤检查仪，利用脉冲波或者是超声技术决定飞机是否可以放行。

发动机的准备工作

罗－罗公司的遄达 1000 发动机于 2006 年年初开始试车，两项重大的改进使得发动机的性能接近波音公司所要求的近于苛刻的油耗标准。同样， GE 公司重新设计了 GEnx-1B 发动机的主要零部件，因此也促进了波音 747-8 的 GEnx-2B 发动机的改进。

首批 4 架波音 787-8 的遄达 1000 发动机都按 Package A 构型进行了改进，使得燃油消耗降低了 4% ～ 5%。这是 2007 年按 74000 磅推力取证的基准型发动机的改型。进行了 Package A 改装的遄达 1000 发动机于 2011 年 2 月取证，推力为 64000 磅，主要用于 ANA 国内和短途国际航线的运营。

由于波音 787 投入市场运营的时间比预期要晚，故罗－罗公司为遄达 1000 前期投入商业运营所作的准备工作比任何其他的发动机都要充分。罗－罗公司在英国达比的遄达 1000 发动机的维修厂房已获得 FAA 和日本民航局的维修许可证。达比的维修厂在建成后的最初几年，将成为遄达 1000 的翻修中心。

从支援的角度看，罗－罗公司早在几年前就开始在东京工作，在西雅图也有专人参与飞行试验。一旦波音 787 飞机开始国际运营后，罗－罗公司将在欧洲和美国西海岸提供支援。

与装备波音 777-200LR/300ER 的 GE90-115B 发动机相比，GE 公司已为波音 787 投入了 10 倍的外场支援人员、5 倍的在翼支持场所和 4 倍的发动机大修车间。

航空公司 EIS 准备阶段的需求及工作

文 / 谢小东

在新机型引进及准备阶段（EIS 准备阶段），航空公司要完成诸多工作，包括人员招聘、培训、飞机引进批文、航材及地面保障、市场航线分析、运行合格审定、系统及队伍建设、宣传等工作。一般在 EIS 前一年半至两年（具体视情况而定），航空公司会结合主制造商的飞机取证进度和交付计划，以及主制造商针对其制定的 EIS 工作计划，制定自己的 EIS 准备计划，并根据实际情况及时调整。EIS 准备阶段所涉及的工作繁杂、业务面广，在这里，我们选取具有代表性的人员培训、维修能力建设、航材保障三个方面，就航空公司的需求以及主要工作和计划进行总体探讨。

1　人员培训方面：

1.1 相关需求：

航空公司需要主制造商为引进的新机型提供驾驶员培训、乘务培训、机务培训、航务培训（签派 / 性能等工程师培训）。

——驾驶员培训课程应满足 CCAR-142 部及其咨询通告的规定和要求。

——乘务培训课程应设置转机型培训和定期复训，并配置客舱 / 舱门训练器、紧急撤离滑梯等培训设施 / 设备，供学员进行紧急训练。

——机务培训课程应满足 CCAR-147 部及其咨询通告 AC-147-04 的规定和要求。对于机型 II 类培训的理论培训达到美国航空运输协会 104 号规范 ATA104 LEVEL III 的维修培训课程的标准。

——航务培训课程应包括机型手册的使用方法、主最低设备清单（含构型偏差单）；飞行计划制作、载重平衡及起飞油量等各种使用数据的计算；飞机性能分析软件原理，性能分析软件使用；飞机正常及特殊情况处置程序。

1.2 主要工作：

航空公司需制定针对引进机型的训练大纲，根据引进飞机数量，按照局方要求，结合自身运行实际情况，确定参加培训的各类人员数量，并做好计划。在人员培训方面的主要工作见下表所示：

序号	工作内容	开始时间	完成时间	主制造商	供应商	局方
1	驾驶员培训 · 飞行转机型训练 · 本场训练 · 空机验证结合飞行员航线带飞	EIS-3	EIS+2	✈		
2	乘务人员培训	EIS-4	EIS-3	✈		
3	机务人员培训 · 机务人员一般熟悉培训 · 机务维修培训 ME · 机务维修培训 AV · 结构工程师培训 · 发动机试车培训	EIS-18	EIS	✈		
4	航务人员培训 · 签派员飞行理论改装 · 签派和性能转机型培训 · 配载平衡转机型培训 · 性能分析软件培训	EIS-12	EIS-6	✈		

注：1）Q 表示该项工作需对应方（主制造商 / 供应商 / 局方）支持或配合；

2）“EIS-3”表示 EIS 前 3 个月，“EIS+2”表示 EIS 后 2 个月，依此类推。下同。

2　维修能力建设方面：

2.1 相关需求：

主制造商应提供 CAAC145/FAR145/EASA145 部规章审批支援，协助航空公司取得引进机型的维修资质。航空公司对整机或部件委托 MRO 修理，需要主制造商提供 MRO 网络。由于对 MRO 的能力、资质不了解，需包含 MRO 所取得的资质、维修能力以及信用评级等内容的清单和推荐。

主制造商应提供客户化的维护方案，包括全寿命的构型管理和可靠性管理，健康管理等服务；提供全寿命的维修服务和工程服务，包括飞机修理、部附件修理、工程管理、生产计划、维护方案及更新、其他客户化工程手册的编制。

2.2 主要工作：

序号	工作内容	开始时间	完成时间	主制造商	供应商	局方
1	人员 · 机型培训、机型执照签署 · 机型放行培训、放行授权 · 发动机试车培训、试车授权	EIS-18	EIS-1	✈		
2	资料 · 工作单卡（FLB、CLB、航线工作单） · MEL/CDL、维修方案 · 适航性资料（机型技术手册）	EIS-4	EIS-1	✈		
3	航材 · 初始航材计划订购清单 · 首批航材到货 · 部件维修资源建立（本地）	EIS-4	EIS-1	✈	✈	✈
4	工具设备 · 制定工具设备需求计划 · 工具设备询价、报价和比价 · 工具设备的采购 · 工具设备入库	EIS-12	EIS-1	✈	✈	
5	设施 · 建立工具设备库房 · 建立航材库房	EIS-18	EIS-6			
6	维修能力报局方审批	EIS-2	EIS			✈

航空公司建立一个机型的 CCAR-145 维修能力需要在人员、资料、航材、设施、工具设备等多方面进行准备，在各项准备完成后，向局方报批该机型的维修能力。以初次申请该机型航线维修能力为例，航空公司需要开展的工作如上表所示。

3　航材保障方面：

机队规模较小时，航空公司可采取将航材供应保障外包的方式，来解决耗资巨大的问题，成本也较低。若拟引进飞机数量较多，那么航空公司就可以建立自己的航材库存管理系统。下面以航空公司自己建立体系管理航材库存为例。

3.1 相关需求：

主制造商应向航空公司提供航材供应、送修、担保 / 索赔、物流等支援服务，此外，还可为航空公司提供更多的航材支援服务模式，比如航材寄售、租赁、交换、共享（Pooling）、按小时收费（FHS）等。同时，应与航空公司建立并保持长期的、良好的沟通机制，特别是在非工作日 MMEL 项航材及 AOG 航材保障方面的保持高质量的全天候沟通。

在航材保障方面，航空公司的最终目标是高安全性、高保障率、低运营成本。主制造商应尽可能让航空公司航材库存量低，周转率高；航材保障率高（总体 95% 以上）。

3.2 主要工作：

EIS 准备阶段，航材保障方面的主要工作如下表所示：

序号	工作内容	开始时间	完成时间	主制造商	供应商	局方
1	资料 · 客户化的 RSPL	EIS-18	EIS-1	✈	✈	
2	航材需求计划	EIS-18	EIS-1	✈	✈	
3	航材管理网络平台	EIS-12	EIS-1	✈	✈	
4	航材库房建立	EIS-4	EIS-1			
5	航材询价和采购 · IP 航材询价 · 收集 IP 航材报价和比价 · 根据采购计划对 IP 航材进行相应的采购	EIS-4	EIS-1	✈	✈	
6	航材入库 · IP 航材交付和入库	EIS-12	EIS-1	✈	✈	

供应商的成功实践
——以 GE 发动机的 EIS 管理为例

文 / 罗 刚

通常情况下，供应商的 EIS 工作是针对特定客户而对自身客户服务网络和能力的阶段性客户化。对于一个全新的民用飞机项目，其首架飞机交付给启动用户 EIS 的过程中开展客户服务准备所需的时间和成本更是远大于飞机批量交付后。只有当飞机主制造商、系统供应商、飞机营运人（以下简称客户）三者均准备到位，才能确保飞机 EIS 的顺利进行。动力装置系统供应商在飞机 EIS 前的准备中扮演了举足轻重的角色，为此，主制造商对其开展的 EIS 准备工作进行持续有效的管控，以满足客户的需要。

动力装置系统供应商客户服务的特点

与飞机上其它系统随飞机本体取得型号合格证（TC，Type Certificate，如 FAR/CCAR Part 25）不同，发动机是独立于飞机之外取得型号合格证（如 FAR/CCAR Part 33），因此动力装置系统供应商的 EIS 准备工作有其独特性。

1.1 培训支持

除动力装置系统外，飞机上的其他系统供应商主要开发的是各级别的航线维护课程，而发动机的培训课程种类较多，分为：系统熟悉性培训、飞行操作类培训，航线维护培训，随之而来培训所需的时间也比其他系统长，所需的培训设备设施也比其他系统要求高。以 ARJ21 飞机动力装置系统供应商 GE 公司为例，其提供的客户化的培训方案为：

A. 减少维护错误类课程

标准课程	GE90	CF6	CFM	CF34
航线维护理论课程	√	√	√	√
孔探	√	√	√	√
航线维护	√	√	√	√

客户化课程	GE90	CF6	CFM	CF34
先进的发动机系统			√	
发动机拆卸与安装	√		√	√
模块拆卸与安装	√	√	√	
反推		√		√
故障排除	√	√	√	√
LRU 拆装实操	√	√	√	√

B. 增强的前瞻性机队管理课程

	GE90	CF6	CFM	CF34
动力装置工程	√	√	√	√
发动机远程诊断	√	√	√	√

1.2 航材支援

发动机备发支援是动力装置系统供应商在航材支援方面与其它系统供应商的最大区别。除此之外，与其它系统供应商一样，动力装置系统供应商还会制定面向客户机队的首批航材供应清单（简称 ISPL，Initial Spares Provisioning List）、建立初始航材库存和交换件库存。

动力装置系统供应商在 EIS 过程中还会向客户推荐一批地面支援设备（GSE，Ground Support Equipment）和工具，用于动力装置系统维护。GE 公司按照维护等级将工具分为 4 大类：在役航线维护使用类、在翼吊架使用类、中间模块和主要部件拆卸与重装使用类（水平方向），仓库 / 车间使用类（大修级别）。

1.3 技术出版物

由于发动机要单独取证，由动力装置系统供应商编制和发布的手册有：发动机手册（EM，Engine Manual）、发动机图解零件手册（EIPC，Engine Illustrated Parts Catalogue）、标准操作手册（SPM，Standard Practices Manual）、发动机图解工具和设备手册（Engine Illustrated Tooling and Equipment Manual）、使用说明（Operating Instructions）、安装手册（Installation Manual）、动力装置组装手册 (PPBUM, Power-plant Buildup Manual)、相关部件维修手册（CMM，Component Maintenance Manual）

1.4 工程技术服务

向客户指定或派驻现场工程师（简称 FSE，Field Service Engineer）是动力装置系统供应商开展工程技术服务的标准做法，除去要对部件的平均故障间隔时间（简称 MTBF，Mean Time Between Failure）/ 平均非计划拆卸时间（简称 MTBUR，Mean Time Between Unscheduled Removal）进行监控之外，发动机供应商还对产品的以下性能参数进行监控：发动机签派可靠度（Dispatch Reliability）、飞行员报告率（Pilot Reports Rate）、起飞发动机排气温度（T/O EGT）、发动机控制系统排气污染物（ECS Bleed Air Contamination）、时寿件（Life Limited Parts）、空中停车率（简称 IFSD，In-Flight Shut Down）、发动机车间返厂维修率（Engine Shop Visit Rate）

动力装置系统供应商 EIS 管理

动力装置系统供应商采用 EIS Checklist 作为对 EIS 过程进行监控的工具，其主要模块包含：飞机交付计划、客户运营数据、维护资源、工具、数据交换和诊断、支援团队、初始供应、飞行操作支援、设施准备计划、合同 / 协议、发动机记录、备发和快速换发（简称 QEC，Quick Engine Change）计划、租赁件支持、ETOPS/ 维护计划、技术出版物、维护培训等。

对动力装置系统供应商 EIS 的管理可以从人员、商务条件、交付物、服务设施、工作流程等五个方面开展工作。

2.1 人员到位

以 GE 公司为例，如客户关系三角所示，GE 针对每一个客户建立一个客户小组，成员包括：客户支援经理、航空公司技术项目经理、现场服务工程师、维修客户项目经理、备件经理、商保经理和销售主管。从主制造商的角度出发，在启动动力装置 EIS 时，需要供应商明确客户小组的成员及联系方式、各自的职责，以确保在 EIS 进行的过程中，小组成员能协调及时解决遇到的问题。该小组的工作应该是全天候的，甚至针对特定的客户，在一定时间内要常驻在客户飞机运营主基地。

2.2 商务条件确定

2.2.1 通用条款协议

客户在选用动力装置系统时存在两种情况：一种是发动机作为 BFE（Buyer Furnished Equipment）；另一种是发动机不可选。第一种情况下，客户需要和发动机供应商洽谈发动机采购的商务条款，但是不管何种情况下，客户都需要和动力装置系统供应商就售后服务洽谈《通用项目协议（简称 GTA，General Term Agreement）》。GTA 是客户从动力装置系统供应商获取客户服务的前提条件。只有在签署了 GTA 之后，动力装置系统供应商才会为客户建立相应的帐号（Account）、指定专人开展备发、备件的订单处理。同时，发动机作为一种受美国商务部出口管制的军民两用产品，每一个客户都需要签署《最终用户声明（IMPORTER STATEMENT OF END-USER AND END-USE）》。

在 EIS 进行的过程中，主制造商要积极推动动力装置系统供应商与客户签订 GTA，并协助动力装置系统供应商获取客户的《最终用户声明》。

2.2.2 发动机标准商保

尽管在主制造商与动力装置系统供应商在签署的研制合同中会商定动力装置系统的标准商保，但是在飞机交付前，客户会根据机队规模和与动力装置系统供应商的商务关系，重新商定发动机的商保条件。一般情况下，某发动机供应商的标准商保如下所示：

2.2.2.1 新发动机商保

发动机供应商为了每个新发动机和模块提供最初的 3500 飞行小时的商保：

1）任何失效的零件都会得到零件信用补偿。

2）有关替换失效件导致的任意新发动机零件的拆卸、重装、测试、零件维修都会得到人工补偿。

3）零件信用补偿和人工补偿的方式为：在 3000 飞行小时内 100% 补贴，后从 3000 飞行小时至 3500 飞行小时补偿额度从 100% 到 0% 按比例递减。

2.2.2.2 新部件商保

1）在最初的 3000 个飞行小时内，对此类零部件，发动机供应商提供 100% 的零部件信用补偿或对故障零部件维修的人工进行补偿。

2）发动机供应商对报废零部件的按比例提供零件信用补偿，3000 飞行小时内补偿额度为 100%，从 3000 飞行小时至该发动机零部件的使用寿命，补偿从 100% 到 0% 按比例递减。

2.2.2.3 寿命件商保

1）发动机供应商担保其零部件寿命符合 FAA 强制要求寿命限制。

2）发动机供应商将按比例对零部件提供信用补偿，其比例按全新时的 100% 至 25000 飞行小时时为 0% 逐次递减。信用补偿只有在该零部件达不到美国政府强制的 25000 飞行小时的最终使用寿命且永久移除时提供。

2.3 交付物

动力装置系统供应商在飞机 EIS 前后需向客户提交一系列的交付物，概括起来包括：保障各类技术人员使用、操作和维护动力装置所需的技术出版物、保障首批飞机运营签派可靠度的航材与工具、保障各类技术人员使用、操作和维护动力装置系统所需的培训课程。

2.3.1 技术出版物交付

针对 2.3 中提到的动力装置相关的出版物，GE 公司通过其客户服务网络平台（简称 CWC，Customer Web Center）提供，客户登录 CWC 后可以查阅或下载最新的技术出版物，需要指出的是，客户的查阅和下载权限与发动机型号是一一对应的。

2.3.2 培训课程交付

动力装置系统供应商在系统研制过程中，同步开展培训教材的开发、培训讲师的培养和培训器材的研制，通常在飞机交付前半年到 3 个月之间向客户提供培训，确保培训的有效性和实时性。典型的发动机培训项目研发和交付里程碑计划如下图所示：

Figure 某发动机培训课程研发和交付里程碑计划

2.3.3 初始航材交付

动力装置系统初始航材的交付包含备发、备件和工具设备。飞机交付之前，动力装置系统供应商和客户召开初始航材供应会，就动力装置供应商向客户提交的推荐航材清单（简称 RSPL，Recommended Spare Parts List）进行协商，最后确定采购清单。以 GE 公司为例，其初始航材供应的工作流程如下：

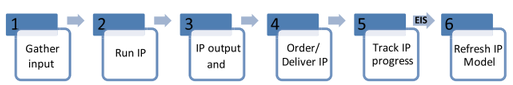


Figure 初始航材供应工作流程

2.4 客户服务设施

作为保障飞机正常运营所需的客户服务设施，发动机修理站、动力装置航材库、培训中心和运营中心均需在 EIS 计划中进行明确，在 EIS 前大部分设施要达到可用状态或投入使用。

2.4.1 修理站

动力装置系统按照维修的等级分为部附件的修理和大修两类。供应商可以自行建立相应的部附件修理能力，或授权有资质的第三方 MRO（Maintenance，Repair and Overhaul）提供修理服务。由于发动机的首次进场大修通常发生在飞机投入运营之后 3 年左右，因此 EIS 阶段动力装置系统供应商不考虑新建大修能力。不管是动力装置供应商自身的修理机构还是第三方 MRO，都必须得到适航当局的修理资质认证（如 FAR145/CCAR145）。

2.4.2 航材库房

即使客户根据动力装置系统供应商的推荐购买了首批航材，为确保客户的机队签派可靠度达到合同条款承诺的水平，供应商还需建立一定的合理库存，以提供临时的紧急服务：如 AOG（Aircraft On Ground）服务。库存内容通常以 LRU 件为主，依据市场情况，备发可作为库存选项。与修理站的建设一样，动力装置供应商可自行建立航材库房，也可租用第三方分销商库房。总之，库房的库存条件必须满足发动机和部附件存储的条件，便于管理和运输。

2.4.3 培训设施

为了满足发动机培训的需要，尤其是发动机部附件的拆卸与安装，动力装置供应商需建立相应的培训设施，并且培训讲师及其管理系统要取得适航当局的资质证明（如 FAR Part 147）。

2.4.4 运营中心

动力装置系统供应商的运营中心（简称 AOC，Aviation Operation Center）的职责是为客户提供最及时的服务，客户可以通过 internet、email 和电话直接与供应商的技术人员进行沟通，获得最直接的技术支援。

GE 公司在美国辛辛那提和中国上海各组建了一个运营中心，其中位于上海的 CHOC（China Operation Center）能提供 24*7 中文服务，其相关职能还包括：航线维护支持、车间修理支持、AOG 技术支援、AOG 备件服务、租赁件服务、机队数据管理、现场诊断、签派服务。

新机型 / 发动机交付运营前，AOC 的技术人员需进行必要的培训，以获取新机型 / 发动机相关的技术信息，并建立数据库框架。在主制造商的要求下，动力装置系统供应商的 AOC 需与主制造商的类似机构建立数据共享和交换平台，以便更畅通无阻地为客户提供便捷高效的服务。

2.5 主制造商提供的输入条件

作为供应商进行 EIS 准备的必要输入条件，主制造商需要向供应商提供：客户信息、首批飞机交付计划、机队交付计划、客户机队运营信息。

结束语

民用飞机的动力装置 EIS 准备过程和飞机本体、飞机上其它系统有着很大的差异，只有充分认识到此种差异，针对动力装置供应商客户服务的特性，进行有针对性的管控，才能确保动力装置供应商的各项准备工作到位，客户顺利将飞机投入到航线运营中。

局方 CCAR-121 部运行（补充运行）合格证 Q&A

文 / 张 灏

局方在人员培训方面的部分要求

局方对于航空公司在人员培训方面的要求主要是：

1、航空公司的训练大纲需经局方批准，并保持其现行有效

2、相关人员能够接受到充分的训练，而对于人员的训练主要分为：驾驶员、客舱乘务员、维修人员、航务人员。驾驶员应接受初始、转机型和升级训练；同时，对于向驾驶员提供训练的机构，必须是取得 CCAR-142 部相关机型的飞行训练中心。客舱乘务员应接受初始和转机型训练。乘务人员的合格检查，由航空公司自己执行。维修人员应接受相应机型或部件项目的维修培训。必须取得 CCAR-66 部维修执照相关机型或部件的签署。向维修人员提供训练的机构，必须是取得 CCAR-147 部相关机型或部件的维修培训机构。

局方对维修能力方面的部分要求

局方对于航空承运人维修能力的要求，在 AC-121-52 航空器投入运行的申请和批准中有比较详细的说明。简而言之包括：运行设备、特殊适航要求、维修方案、可靠性方案、飞行记录本、维修能力、维修工程管理手册、人员培训等方面的要求。下面择其部分进行简要的说明

1、对维修系统的要求

1） 航空运输承运人应当建立一个维修系统来保证其飞机持续符合型号设计要求。

2） 维修系统应当具备必要的机构、设施、工具设备、器材、人员和工作程序，并制定可实际操作的维修工程管理手册（AC-121-51）、飞机维修方案 (AC-121-53) 和可靠性方案 (AC-121-54) 等。

2、维修单位的要求

1） 飞机及其部件的维修工作应当由 CCAR-145 部批准的维修单位承担，并且该单位的 145 部合格证有相关机型及其部件的签署。

2） 维修单位可以由航空运输承运人自己建立，也可以通过协议委托其他的维修单位。

局方对航材管理方面的部分要求

区分航材是否合格，比较简单的一条依据就是航材是否得到局方认可的挂签，航材挂签也是大多数人比较耳熟能详的关于航材管理的要求。但是合格的航材不单单指航材得到局方认可的挂签，同时局方也要求航空公司应该建立相应的航材管理制度，包括对航材供应商的评估、航材入库检验、航材供应商清单。

1、对于航空公司提到的如何解决 121、142、145、147 取证时间周期过长，而无法保证其尽快将飞机投入运营的问题。

局方的回复是：在前期与航空公司、主制造商相关人员的沟通协调中，局方承诺，可以适时的提前介入开展对 121、142、145、147 取证的相关工作，进而帮助航空公司、主制造商尽可能地缩短整个取证周期。

2、对于供应商方面提出的国外供应商航材制造符合性检查挂签的问题

局方的回复是：目前对于国外供应商航材制造符合性检查挂签方式分为两类：委托 FAA 和不委托 FAA。（对于欧洲的供应商，由于暂时没有双边协议，故参照不委托 FAA 的方式）。

委托 FAA 挂签航材的范围，根据中美适航双边协议的内容而定。

对于这部分航材局方认可 FAA 的挂签。不委托 FAA 挂签的航材，局方将采用两种形式检查：文件检查和现场检查。对于可以依据相关文件进行制造符合性检查的航材，局方将在制造商处以文件形式进行制造符合性检查。对于必须进行现场制造符合性检查的航材，局方将派人在供应商处进行现场制造符合性检查。

3、同时对于供应商和主制造商提到的关于供应商只能提供 COC 的情况。

局方的回复是：COC 不作为文件制造符合性检查的证据，局方不认可 COC 的可靠性和真实性。主要原因在于 COC 缺少能够确定航材适航性状况、来源和渠道、颁发适航批准的当局的必要信息以及缺少能够全面有效的可追溯的唯一的文件跟踪编号，所以局方暂时不会对仅能提供 COC 的航材进行挂签。

识别和把握民机产业发展特色

文 / 汤小平　　校对 / 朱子彦

如何识别、理解、把握民用飞机制造产业发展的特殊点，一直是从事和关心民机产业发展人士共同关心的课题。本文将以《“市场观、客户观”为指导理念，建设市场研究和营销体系、改善产品研制制造体系、创建与国际接轨的服务体系作为民机产业发展核心业务》的思路为主线，结合最近几年的参与和跟踪民机项目的经历，细化表述对“民机产业特色能力”建设的一点浅见，以供进一步切磋讨论。

一．中国航空制造业民机产业发展应注重理念和文化的创新

中国航空制造业的诞生始于国防建设的需要。六十多年的历史是由“望尘莫及”到“望其项背”，进而又向“并驾齐驱”目标迈步的追赶国际水平的成长史，是为国家的国防建设和经济发展做出卓越贡献的奋斗史，令人肃然起敬。然而，总体来看，中国民用航空制造产业发展没有根本性的突破，这又使人惶然难解。业界逐渐形成共识：从军事装备制造体系转向民用航空制造体系不是一个简单的产品型号的转变，而是需要经历一个包括文化、体系和机制变更的内涵丰富的转型过程，其中文化的变化首当其冲。当年新支线项目带出的民机发展“市场观、客户观”的立论曾让人耳目一新并得到一定程度的呼应，原因就在于从基本理念切入，触发了民机产业发展文化的探讨。传统的尤其是偏爱行政机制和手段的观念和习惯，往往是民用航空产品开发需要跨过的第一道坎。所以，当军工色彩企业向商品制造转进时，首先要有强烈的“文化自觉”，要能自觉、踏实地从学习和理解市场和用户的基本知识做起，把尊重、理解市场和用户的理念落实到日常工作中去，诚心学习和认同自身工作价值与市场、用户的成功紧密相关的价值观准则。这种价值观的转变不可能一蹴而就。所以，为保障民用航空产业健康发展，就需要坚韧地推进文化的更新，清醒地抵挡短期利益的引诱，坦诚应对和克服浮躁心态，睿智处理政府和市场的关系，努力把崇高的政治志向转化为平实的思想和工作作风，坚持用新文化的价值观来化解困难和压力，始终把适合民用航空产业发展需要的文化建设作为企业自身发展的重要工作内容。

二．不断完善市场研究和营销体系

产品营销和市场研究的基本理念早有共识，航空制造业在这方面已经做得很多并取得初步效果，现在需要注意和探讨的是实践过程中出现的新走向。

深化对细分客户使用需求的研究

当前涉及民用航空产品制造的企业，大都建立了市场预测、销售工程和市场竞争分析等研究的基础，不足之处在于多是以十年或二十年为期的宏观预测和展望，而对产品细分市场和客户使用需求的理解和分析不足。当前谈产品根据，通常引用的是宏观市场研究的数字，而谈产品自身特色，依然脱离不了“感觉”或“领导一句话”，没有摆脱市场研究与产品研制“两张皮”的老路。对细分市场和客户的研究既包括适航在内的各类法规的内容，也有用户操作使用的实际需要；既涉及对产品技术性能的要求，也有产品运作组织建设的需要；既凸显有个性化用户的要求，也包含用户共性化的需要，内容会很繁杂。而制造商要能够把不同市场和客户使用的需求加以识别，并努力将之化为产品和服务的定义，从而既保障产品对不同使用环境的适应性，也构造产品针对细分市场的突出卖点。

更加关注服务营销能力建设

民用航空产品的销售是“产品＋服务”，是向客户提供一个满足运营需求的、为用户带来增值效益的系统方案和相应软硬件实物，而不仅是单一产品的销售。这是“以人为本”文化的必然结果，也是制造企业社会责任和竞争实力的体现。过去几年间，国内民机营销进步神速、成绩斐然，但也共同凸显服务的营销显得薄弱的弱点，尤其是针对“新、边、穷”用户，服务保障甚至先导作用发挥不够，“只见产品不见服务”的倾向没有根本改变。究其根源，首先对民用航空营销对象是“人”（用户）而不仅仅是“物”（产品）的道理的理解不深；第二是服务营销体系队伍和能力较弱，基础工作不够牢靠，尤其缺乏个性化营销功力；第三是销售和服务分属两家，尚需下功夫解决协调一致开拓市场的机制。但要认识到，服务营销的薄弱会导致对持续和增值服务营销的动力不足，而这些服务是民用航空制造企业竞争力的闪光点，且没有持续和增值服务的营销，服务盈利几乎无望。服务营销需要有对用户深刻的了解，需要服务产品更新，也需要灵活和出奇的销售策略。目前，“服务营销”是国内民用航空制造业的软肋。

合理设置销售交付“节点”

以民用飞机为例，传统的贸易交割是以产品产权转移完毕为节点，此后制造商工作转入正常服务。但随着产品复杂程度和价值的提高，以及市场竞争的激励，国外知名企业早就把交付的产品进入使用作为销售的节点，尤其是对首次使用产品的用户，由于还需要经历运营产品的资格和产品对运行环境适应性的审查，制造商的大力支持是他们必然索要的保障条件。必须提醒，我们不能支持那种不顾用户使用条件、只为争抢市场的销售，也不认可只图订单数量，忽略用户使用环境和改善保障能力的销售。说到底，我们不能让制造商短期效益成为产品销售的唯一动力，而始终要把客户运行能力的建设，或者说是客户获得增值效益的基础建设，作为产品市场开拓和销售的重要工作，因为那更是制造商长期利益所在。为此，对用户，特别是新用户，应该把销售和交付的内涵定义为包括飞机交付＋服务产品交付＋客户首次运行支持等三项内涵的综合性工程，有意识地把销售和交付的节点推后到该用户接受的首架飞机正式进入商业运营之日。这种交付定义带来许多工作内容、程序和习惯的变化，对企业是不小的挑战。

三．改进产品研制、制造体系任重道远

民用航空产品与军事装备的研制体系有何明显的不同？我以为，全局来看，所有航空产品研制的基本规律和管理要素应该是一致的，然而由于产品面对市场客户不同，以及研制环境和激励机制的变化，会导致在研制体系构造和管理方面的一些差异。

调整“两总”体系构架和机制

目前民用航空产品研制体系基本是搬用军用航空产品“两总”体系。然而，由于研制环境和机制的不同，“两总”的角色至少面临以下差异：首先，军事装备研制中制造业的“两总”体系只是“执行任务”部分的体系，它是对制造体制外的项目责任人的产品定制任务负责的体系，没有项目最终决策权。但民用航空产品制造商却无法摆脱产品市场定位的责任，研制是对自己设定的市场目标的责任。为此，制造商首先要明确项目决策责任制和“两总”的关系，其中项目责任者应该是项目开发的“司令官”，工作权限必然要包括一定范围内的技术决策，而不能只是行政资源保障的“总指挥”角色；第二，军用飞机的“两总”是对“定制产品”的责任，技术性决策是主线，因此总设计师体系格外突出。而民用飞机研制是对“定制市场”的追求，多种要素间平衡的“市场”性决策是主线，必然导致体制内对工程技术问题的约束更频繁、更直接，这将使得民机研制体系的工作职责、程序和习惯与军机“两总”体系要有所区别；第三，目前军事装备的“两总”体系主要在产品研制阶段活动，而民机项目责任制覆盖全寿命周期的经济和技术活动，因此从项目开始起，

产品运行、客户服务、市场竞争和经济成本等要素在体制内的决策权重就应该有别军事装备项目，这究竟会如何影响项目管理体系的运作还有待观察，但经验一再证明，当需要技术和其他要素间平衡决策时，项目责任者最要提防短期利益心理，自省早期技术更改总体上代价小得多的道理。

工程技术体系开放性提出新课题

出于市场、成本、风险等因素考虑，多个合作伙伴共同开发已经成为民用航空产品研制常态，因此民用航空产品开发的技术、生产体系都更加开放，而工程技术体系又必须满足适航规定的对产品全寿命周期内产品技术问题有效管控的基本要求，为此，工程技术体系的建设要实施“大工程体系”概念。一方面，着眼于产品全寿命期的技术应用和保障，涵盖制造和服务技术领域；另一方面，为保障产品完整性、符合性，应该涵盖供应商的相关技术体系。要积极开展对体系基础构架的探讨，究竟是延续传统封闭式的专业科室的垂直组合的构架，还是以供应商（或制造分工）为参考，以系统、分系统、零部件为单位的综合团队构架为好？值得认真研究。主制造商面对这种开放性，要增强对供应商产品和系统的功能和分配基线的定义和控制能力，牢牢把握从顶层引领、掌控全局的能力。

扩充民用航空产品研制特需的专业和知识

民用航空产品开发需要增加一些军事装备开发不需要的专业和知识，主要是与旅客生活和社会环境相关专业和知识，诸如内饰、水及废水、娱乐资讯、环控（包括氧气、空气卫生等）、内外噪音、成本控制等专业；此外，技术应用的人文化因素增加，使得许多传统专业也面临新的课题，比如所谓“情景灯光”、“清洁客舱”等，对灯光、环控专业提出了新课题。如果再考虑到我们传统上薄弱的维修和运行支援学科知识，民用航空产品研制技术体系需要许多专业和知识的增添和变革。作为主制造商，面对技术领域的扩张，应该毫不犹豫地建立这些新的专业和知识的技术单元，在技术体系中不留专业技术盲点，但不一定都需要硬件或体系的扩充，这应该成为技术体系建设基本原则。

完善适航符合性验证能力的建设

适航验证是民用航空产品研制的最明显、最突出的特色，民用航空制造商必须要具备适航规则符合性的验证能力。除了一般意义下的能力建设外，还要注意，第一，已有的实践表明，适航的制约大多是技术标准、验证方法（手段）和工作流程“三位”一体的制约，因此不能忽视符合性验证流程和手段与适航当局的交流和共识；第二，适航的规定大多都是特定使用环境下的符合性要求，所以工程设计要有“情境设计”能力，把某些使用环境作为验证设计结果的要素，而不能止步于对标准条件的满足，这特别需要使用经验的积累。忽视使用实践，特别是故障现象的收集和总结一直是我们的一大遗憾。

强化供应商管理能力

供应商管理是开放体系的生存关键。供应商管理的基本目标是保障供应商与我们始终同步。民用航空产品开放性体系协同主要甚至完全建立在商业契约的基础上，很少能借助于到行政干预。因此主制造商全身心的关注是产品全寿命周期有效管理供应商的基本保障。供应商管理的成功，首先要求主制造商在主观意识上，要把供应商视同为自己体系的一部分，坦诚相待，争取把不在同一行政管理体系下的供应商研制体系，“虚拟”到一个整体环境下来管理，做到项目研制“无缝隙”的对接；第二，供应商管理是全体系的而不仅是一个部门的对接，每个职能或技术部门都需要与供应商相应部门的对接；第三，是供应商管理是项目管理的一部分，供应商管理部门的职责是督促供应商的工作，要把大部分时间花在到供应商现场去，不能过多地承担自身体系内的协调；第四是因为供应商不能使用主制造商的信息平台，需要建立专用的工具平台，实现供应商信息的集中管理，保障信息最大的共享。最后，要接受一个事实，那就是如果我们自身在技术、管理上的定义不完整甚至概念不清，或者决策的犹豫不决，或者识别问题的能力不强，都会在不同程度上影响供应商管理工作。

加快专业的民机试飞能力建设

试飞对任何航空产品的研发都是关键环节，专业民机试飞能力建设更有自己的特点。首先，民机试飞能力的建设和管理要完全遵循民用航空产品发展的基本规律、规则甚至习惯，首要任务是对民用航空产品开发体系的支持，是民用航空产品大工程技术体系重要一环；第二，除了科研、生产（交付）试飞外，服务需要的大量的培训和带飞工作是民机试飞单位繁重的任务；第三，由于适航规定及飞机产品本身的特性，鉴定试飞任务的安排有别于军事装备的试飞，需要精心的研究和开拓；第四，适航鉴定试飞对飞行技能、故障再现和一些特殊设备的研究建设有独特的要求，尚需从头做起。目前，专业的民机试飞体系尚属民用航空产业链的缺项，它的建设步伐必须加快。

激活数字化工程的内能

数字化工程不是简单的三维设计或制造的问题，更重要的是一种产品设计理念的变化。数字化工程用数字化的单元（各样 DM）、数据包（各种 BOM）、数字化样机（工程样机和装配样机以及可能的服务工程样机）取代了传统的图纸设计方法来实现产品的定义和数据的传递，而这导致，第一，需要用新的管理理念和要素来

取代过去的“图样管理”，特别是要以“公共资源”和“公共服务”的意识，完善和加强数据管理、构型管理，保障产品定义数据的准确、完整和及时地传递；第二，源数据利于应用组合的特性为创建新的数字化工具以提高或改善业务和管理水平带来机会，这又正是技术创新的重要途径和领域。制造商应该更深刻理解数字化技术的内涵，围绕数字化工程做大增强实力的文章。

四. 创建与国际接轨的客户服务体系

服务是民用航空产品制造商业务和职责的重要部分，从传统的军事装备制造商转向民用航空产品制造商，服务能力的建设是一项巨大的综合性工程。

服务需要相应的研究开发能力的建设

需要强调一个道理，那就是任何产品的合理、有效的使用和维护都是需要专门化的“设计”，它不可能由产品的定义设计自然生出，也不会是盲目实践、摸索的简单总结。产品的使用维护除了要对工程设计的理解和把握，更重要的是还需要对相关工作内容、方法、程序以及工具等进行科学的研究开发。这种研究开发是设计工程和使用技能间的桥梁，有自己的科学理论和准则，它基于工程设计数据，再创造出包括培训、维修、备件、技术出版物等在内的服务产品，帮助用户实现产品定义预定的安全、持续、经济使用的目标。我国航空制造业在这部分的知识和能力普遍欠缺，民用航空制造业服务能力的建设首要就是填补“服务开发”能力，这至少包括以操作为主要目标的“运行工程”，和以维修为目标的“维修工程”两大类专业。由于制造商现存的技术和管理体系中没有这种开发能力的位置，今后其行政从属可以商榷，但重要的是，它应该是产品开发工程技术体系的一部分，并要与工程技术体系各部分无缝隙的相通。

以数字化服务为目标提高基本服务水平

培训、飞行支援、技术出版物、备件及修理、工程技术支援是目前通行的民用航空服务的基本项目，基本服务要大力推广数字化技术应用，开发新的数字化工具和系统，增添新服务内容，提高服务水平。而产品大修则是已经充分商业化的项目，制造商必须从一开始就注意以商业化运作来规划长期发展，注重技术支持和商务模式的结合。

建设“服务运行中心”（SOC），完善全方位服务体系

服务体系首要的是要有实体化的服务部门，它要具有基本服务项目和手段能力。同时，主制造商要牵头建设包括供应商在内的以“外场信息网、备件和修理网、技术支持网、培训支持网”为标志的服务体系，保障应对外场、特别是应急事件的快速、有效的需求。客户服务部门应当承担这个网络的牵头和信息前台职责，制造商则要建设有权威性的“服务运行中心”（SOC—Service Operation Centre），作为服务网络的管控中心，调动内部和社会力量，实施快速有效的外场使用和维护需求的保障。SOC 是全方位服务网建设的关键，需要制造商的高度重视。

策划、建设和把握全球客户服务网络建设

全球的销售必须有全球的服务网络的支持，应该从销售策略、目标和实施方案出发，合理地规划不同级别、不同任务的，包括供应商、零售商、独立第三方和客户的资源在内的服务网络，主制造商则始终要把握住对成本价格、产权保护和工作有效性等市场要素的影响，努力避免这些要素波动对产品市场开拓的影响。

服务持续改进能力

相对于产品的持续改进，服务的持续改进更经常、更紧迫。除了适航的经常性的变化外，不同用户对服务拓展要求有差异，处于不同年龄段的飞机需要的服务也有差异，这需要服务产品和商业模式的不断创新，民用航空产品制造商需要有对持续服务改进资源保障的意识和能力。

本文是根据这么多年参与和跟踪国内航空企业民用飞机开发的实践和思考而编写的，本意在论述民用航空产品研制体系中不同于军事航空装备研制体系的特点，或者说是想标识出那些“民机元素”，以益于今后民机产业发展借鉴。但能力所限，不仅观点和内容会挂一漏万，甚至会是谬误百出，欢迎批评指正。

面向航空公司的飞行运行支援

文 / 黄增强　廉 浩

飞行运行支援服务主要面向航空公司、飞机租赁公司、局方、行业组织和研究机构，协助客户完成 EIS 工作，直接面向和接口航空公司的运行控制体系，为飞行员、签派员、性能工程师、地面配载人员及航空公司运行管理人员提供运行产品、性能分析、运行技术指导、咨询和定制化的技术支持服务，始终以客户的的需求为立足点，为最终协助客户始终保持安全、可靠、高效、经济的运行水平提供产品、服务及技术保障。

飞行运行支援服务的依据

飞机制造厂家在面向航空公司开展飞行运行支援时，其主要依据来源于三个方面，即规章要求，客户需求和市场需求。

CCAR121 及相关咨询通告：

CCAR-121-R4 大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则；

AC-121FS-006 飞机航线运营应进行的飞机性能分析；

AC-121-21 航空承运人高原机场运行管理规定；

AC-121-2009-17R1 特殊机场的分类标准及运行标准；

AC-121-FS-2000-2 关于制定起飞一发失效应急程序的通知；

AC-121-FS-2009-33 航空承运人湿跑道和污染跑道运行管理规定；

AC-121-135-FS-2012-45 航空运输承运人飞行品质监控 (FOQA) 实施与管理；

AC-121-68 航空器空重和重心控制；

AC-121-013 在终端区实施区域导航的适航和运行批准 CAAC AC-121-FS-2009-31《电子飞行包（EFB）的适航和运行批准指南》；

CAAC AP-121-FS-2010-04《电子飞行包的运行批准管理程序》；

AC-21-13 在 RVSM 空域实施 300 米（1000 英尺）垂直间隔标准运行的航空器适航批准；

AC-91-7 缩小垂直间隔（RVSM）空域的运行要求；

AC91-FS-2010-01R1 在终端区和进近中实施 RNP 的运行批准指南；

AC-91-02 特殊航空器和机组 (SAAAR) 实施所需导航性能 (RNP) 程序的适航与运行批准准则；

AC-91-05 要求授权的特殊航空器和机组 (SAAAR) 实施公共所需导航性能 (RNP) 程序的适航和运行批准准则；

AC-91-08 RNAV5 运行批准指南；

AC-91-09 在航路和终端区实施 RNAV1 和 RNAV2 的运行指南；

AC-91-FS-2009-12 在海洋和偏远地区空域实施 RNP4 的运行指南；

CAAC AP-21-05R1《民用航空产品和零部件适航证件的颁发和管理程序》。

飞行运行支援工作

我们将通过某航空公司决定引进飞机开通成都到大理航线，介绍从飞行运行支援的角度厂家需要协助航空公司完成的工作。

大理机场地处云南省中部偏西，海拔 2090 米，东邻楚雄州，南靠普洱市、临沧市，西与保山市、怒江州相连，北接丽江市。属于本场地形复杂之高原机场，地速较大，对进离场程序控制较高。机场处于大风区域，临近的洱海和苍山又造成风向和风速的不稳定变化，飞机五边飞行基本是沿着山坡在飞，对飞行存在一定影响。

大理机场属于一般高原机场（1500 米到 2483 米之间），是中国民航局分三批下发通知要求制作起飞一发失效应急程序的 43 个机场之一，也是我国民航局限定的特殊机场（机场净空条件差、导航设施落后、飞行程序复杂等），同时该航线位于云贵高原，航路最低安全高度较高，当出现紧急情况时，航路运行也比较困难。运行这样的机场和航线需要做大量的准备工作和运行预案，才能确保飞机安全运行。

1、航线运行前：

1）飞行人员在完成理论和本场训练后需要建立航线初始运行经历（航线带飞）；

2）新开航线论证 (AC121-FS-006)；

3）起飞性能分析（CCAR121）；

4）着陆性能分析（CCAR121）；

5）起飞一发失效应急程序设计（AC121-FS-2000-2）；

6）航线飘降和释压供氧程序设计（CCAR121）；

7）计算机飞行计划（CCAR121）；

8）配载平衡分析（CCAR121/ AC-121-68）；

9）RVSM 运行批准 (AC-91-7)；

10）PBN 运行批准 (AC91-FS-2010-01R1)；

11）电子飞行包运行批准 (CAAC AP-121-FS-2010-04/ AC-121-013)；

2、航线运行中：

1）针对具体航班运行，使用运行前准备好的各类数据；

2）签派放行问题咨询；

3、航线结束后：

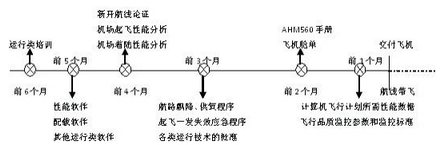
1）采集飞机 QAR 数据进行飞行品质监控 (AC-121-135-FS-2012-45)；

2）飞机燃油监控（发动机性能衰减趋势分析）；

3）燃油计划监控等。

飞行运行支援 EIS 工作

飞行运行支援 EIS 对航空公司飞机引进工作至关重要，因为它将直接影响航空公司补充运行合格审定工作的顺利开展（新成立航空公司需要做运行合格审定工作，当需要引进新机型运行时就需要完成补充运行合格审定工作），同时还会对飞机交付后的持续航线运行工作产生影响，所以必须按照规定的时间节点完成相关 EIS 工作才能为飞机交付以及投入航线运行奠定基础。



飞行运行支援其他工作

在飞机整个全寿命周期内，厂家从提升客户运行安全水平以及人员技能角度，需要提供飞行运行支援服务：

人员技能提升：提供飞机运行技术指导（包括飞机性能、装载平衡、各类应用软件、新航行技术运行等）。

运行水平提升：通过大量的运行数据分析以及对运行技术的研究，提供安全经济运行建议和解决方案，通过技术报告、手册、内部技术刊物、飞行运行与安全会议的形式提供给客户（包括经济性分析、节油分析、污染跑道运行、高原机场运行等）。

飞行运行支援与飞行安全

在航空公司实际运行过程中还会出现许多我们预见不了，但一定会发生的与飞行操作直接有关的问题，当问题发生后，需要厂家的飞行运行支援人员去查找问题原因，修改操作程序或给出运行建议，避免同类事情再次发生，确保客户安全运行。下面通过一个典型案例介绍此类工作。

1994 年 3 月，某航空公司 A320 飞机在香港启德国际机场 13 号跑道着陆。当飞机进近到 800 英尺高度，飞机在襟翼处于完全放下位置时，发生襟翼锁止（设计保护措施），同时在 ECAM 上出现 FLAPS LOCKED 警告信息。飞行员按照 FCOM 手册上的程序进行处理（相关程序也显示在 ECAM 上），此时飞机滚转角达到 30 度，飞机出现明显的侧向震荡，无法建立稳定的近进，此时飞行员决定复飞。当再次近进到 1200 英尺时，明显的侧向震荡再次发生（此时飞机襟翼仍然锁止在完全放下位置），飞行员再次决定复飞，第三次近进仍然出现前两次的问题，但此时飞机燃油不足，飞行员决定降落。所幸未发生事故，但威胁到了运行安全。

事后该航空公司向厂家进行咨询：为什么按照相关的手册程序进行了处理，仍然会发生不稳定的飞行操控？再次遇到此情况应该怎么办？

从厂家角度需要完成以下工作：1）收集相关信息（包括当天航班飞行数据、飞机状况、天气情况、飞行员对当时操作及仪表显示情况的描述，陆空对话等）；2）飞行数据译码分析（飞行数据译码分析人员）；3）研究手册相关程序设计原理和评估飞行操作程序是否需要修改（手册编制或程序制定人员）；4）模拟机飞行试验（型号技术飞行员）；5）某些项目需要真机飞行试验（型号技术飞行员）；6）最后查出问题原因，给出解决方案，增加检查程序，向使用同类机型所有客户发布所有运营人通告（AOT）和飞行操作通告（FOT）以及操作工程通告（OEB）。

AFM、FCOM 手册的修改是需要一个周期的，不可能通过手册修订及时向客户进行反馈，这样既影响安全又影响运行效率。所以需要采用临时性文件通知客户问题原因、应采取的措施或修改的操作程序以及后续工作计划。

出现此问题的原因是早期空客飞机设计上的一个缺陷，当飞机左右襟翼收放不对称时，飞机有襟翼锁止功能（保护措施），当襟翼在 3 和 4 之间出现不对称时，襟翼锁止在 3 的位置，按照操作程序飞行员要将襟翼放置的 3 的位置，缝翼同时处于相匹配的位置，这样操作是没有问题的。但由于设计缺陷，导致由于在着陆时阵风影响襟翼被锁止在 4 的位置，此时飞行员按操作程序，将襟翼手柄放置在 3 的位置，而实际襟翼在 4 的位置，而缝翼是按照襟翼 3 放出的，导致缝翼位置与襟翼位置不匹配，出现不稳定的操作。

在时隔 3 个月之后，1994 年 6 月，某印度航空公司 A320 飞机在降落进近过程中，出现了同样的问题，飞行员按照空客公司发布的 OEB 程序，进行操作处理，飞机最终平稳安全着陆。

我国首部民航工业中长期发展规划解读（二）

2013 年 5 月工信部印发了我国首部《民用航空工业中长期发展规划（2013~2020 年）》提出到 2020 年，国产干线飞机国内新增市场占有率达到 5% 以上，支线飞机和通用飞机国内市场占有率大幅度提高，民用飞机产业年营业收入超过 1000 亿元；同时明确了我国民用航空工业的发展重点、布局导向，为实现我国民用航空工业跨越式发展指明了方向。

经过六十多年的发展，我国航空工业取得了长足进步，从无到有建立起完整体系，但仍面临不少困难和问题，民用航空器领域与国外的差距尤为突出。随着国家将民航工业确立为战略性新兴产业，规划发布后有关部委还将出台航空发动机重大科技专项，预计未来几年内国家将投入上千亿元来支持《规划》以及专项的实施。

民用航空器主要分为干支线客机和通用航空飞行器。依据《规划》，在干支线客机领域，未来的发展主体已锁定为中国商飞和中航工业集团。《规划》指出“以上海、陕西及天津为基地，依托现有骨干企业发展民用干支线飞机”，要按照“支线飞机—单通道干线飞机—双通道大型干线飞机”的路线推进民用客机发展。无论是 C919 大型客机，还是 ARJ21、新舟 60 系列以及新舟 700 型等支线客机，开发过程都霜要投入上百亿的研发资金，研发周期长达 7~10 年，技术积累和经验要求高，承担的风险巨大，是国家要集中资源重点突破的领域，地方发展面临较高的门槛和壁垒。

我国航空工业的布局主要依托各地整机制造商生产基地，最早一批航空产业基地如沈阳、西安、成都等形成于上世纪六七十年代的国防建设与三线建设时期。经过多年的发展，目前全国基本形成沿哈尔滨、沈阳、北京、西安、成都一线以及天津、上海、珠海等沿海一线的发展格局。

当前国内民用航空整机制造企业主要可分为三类，一类是中航工业集团、中国商飞两家中央企业，例如中国商飞承担了国产大飞机 C919、ARJ21 支线飞机等一系列重大项目，中航工业集团则构建了从机载设备、发动机到各型飞行器的研发生产体系；第二类是民营企业，如山东滨奥、青岛海利、珠海雁洲，受资金、技术和政策限制，多发展通用轻型飞机；第三类外商合资企业，多选择与中航工业集团旗下企业合作在国内建立生产基地，如空客公司与中航工业在天津合资建立空客 A320 总装基地，意大利阿古斯特与昌河航空在南昌合资建立的直升机生产基地等。

国内民用航空配套及零部件业的布局与整机制造有极大的相似性，这主要是由于民用航空装备制造业具有明显的整机拉动特点导致。目前，国内民用航空配套及零部件制造主要可分为机身部件、动力系统、航电设备及其他零部件配套。随着国内航空装备制造业生产制造水平的提升，许多国内大企业都进入了国家航空装备转包生产供应链，为国际航空巨头转包生产飞机零部件，如昌河航空为阿古斯特 CA109 制造机身和尾梁，为波音 767-300BCF 生产部分零部件，西飞公司与美国波音公司、美国应用材料公司、意大利阿莱尼亚、欧洲空客等 10 多家世界著名航空制造商建立了转包生产合作关系。由于技术差距，在航电设备和动力系统方面，国内企业仍集中于仪器仪表、传感器等零部件的制造，2011 年，中航—通用电气民用航电系统有限公司成立，主要生产一体化航空电子系统，该项目建成后将大幅提升中国航电系统制造水平。

当然，整机制造在航空工业格局中起着核心作用，可带动从研发到运营服务等上下游产业的集聚。近年来，随着国产大飞机项目的推动以及通用航空的发展，中航工业、中国商飞等国有大型企业在全国范围内进行一定的战略调整，上海、天津等地随着一批重大项目的落地，新建设的民用航空制造基地发展势头良好。珠海、重庆、北京、滨州等城市抓住通用航空发展的机遇，积极培育市场，有侧重地招商引资、争取资源，当地通用航空产业正逐步成形。

与美国民用航空相比，中国民用航空工业尚处孕育期，民用机场和飞机数量均不足美国的百分之一，未来发展空间巨大。随着我国人均 GDP 水平正逐步迈向 1 万美元大关，在空中作业和私人飞行等需求大幅增长等市场因素推动下，国内民用航空工业的格局将进入到新一轮发展演变中，各地方抢抓机遇促发展正当其时。截至目前，国内有超过二十个省市（区）都公布了发展地方民用航空工业的计划。对这块千亿级蛋糕，谁也不想落后一步，投资热暗潮涌动。考虑到民用航空产业的综合性和复杂性，对地方政府而言，一定要根据地方市场特点，制定有效措施发挥各方资源优势，打造有地方特色的民用航空产业，切忌一窝蜂，一头热、贪大求全。

INTERNATIONAL PARIS AIR SHOW LE BOURGET

巴黎航展落幕 新机拼抢市场

新浪航空讯 巴黎航展是全球最大的航展，迄今为止已成功举办了 50 届，本届巴黎航展从 6 月 17 日持续至 23 日，新机型、新技术、新表演让人眼花缭乱，订单争夺、新机展示、各国竞演，精彩纷呈。

订单之争：巴黎航展似航空业最大集市

说到订单之争，不得不提民机市场上的一对老冤家：波音与空客。空客凭借巴黎的本土优势以及在航展前及时推出新一代客机 A350，在本届巴黎航展订单争霸中略胜一筹。空客在本届航展上共收获 466 架飞机订单，总价值 687 亿美元，其中 241 架确认订单，价值 393 亿美元。而其在民机市场上的主要对手波音则收获 382 架飞机订单，总价值 602 亿美元，其中 300 架确认订单，价值 380 亿美元。

空客 A350 新飞机下线后迅速亮相创造历史

巴黎航展开展前 3 天，即 6 月 14 日，空客新一代客机 A350 首飞成功，随后空客宣布 A350 将在巴黎航展上公开飞行。这也是巴黎航展有史以来最短时间内展示的最新客机。A350 从首飞到 21 日首次公开亮相巴黎航展，中间间隔了仅 7 天，而 A350 从下线到首飞也仅间隔了一个月。空客对 A350 的信心，也为这款飞机的销售起到了更大的刺激作用。A350 的订单从开幕前的 613 架增加至 678 架。

波音 787-10 欲反击 A350 争抢 787 与 777 市场

波音方面，则在本届航展推出了 787-10 飞机，这是 787 系列中尺寸最大的一款机型，在座位数量上与空客 A330-300 以及 A350-900 为同级。787-10 推出后获得了来自欧洲、亚洲、北美五家用户的 102 架飞机的承诺订单，这其中包括航空金融租赁公司（30 架）、GE 航空金融服务公司（10 架）、国际航空集团 / 英国航空（12 架，待股东批准）、新加坡航空（30 架）和美国航空（20 架）。

波音 787-10 的推出，模糊了 787 与 777 之间的分级，也全面捍卫了波音产品线的衔接，波音此举无疑是不希望给空客 A350-800、A350-900、A350-1000 飞机任何可乘之机。

中国商飞公司亮相巴黎航展

这是中国商飞公司第 2 次参加巴黎航展，公司展台位于巴黎航展展馆 5 号馆 B 片区，面积约 250 平方米，展示了 C919 大型客机模型和 ARJ21-700 飞机模型。在此次展示的飞机模型中，公司全面展示了 C919 大型客机混合级布局，ARJ21-700 飞机混合级、全经济级、行政机和公务机布局。

巴西全新改进版支线飞机收获大订单

巴西航空工业公司 17 日在巴黎航展上宣布推出全新改进的 E 系列支线喷气飞机，新机型共获 100 架确认订单和 215 架购买意向协议。巴西航空工业公司曾一度计划推出全新一代支线喷气飞机，但去年宣布放弃这一计划，转而选择为现有的 E 系列支线喷气飞机改装发动机。该公司计划在未来 8 年内投资 17 亿美元，设计和改造改进版 E 系列支线喷气飞机，以提高燃油效率和经济效益。

航空业复苏势头强劲　步伐快于全球经济

新浪航空　在第 50 届巴黎航展上，全球主要飞机制造商收获的订单已经超过 1000 架，总价值超过 1000 亿美元，凸显出世界航空业强劲的复苏势头和增长潜力。驱动航空业快速增长的主要动力是全球航空运输市场不断扩大。国际航空运输协会今年年初发布的报告显示，2012 年至 2016 年，全球航空客运量每年将增长 5.3%，预计到 2016 年将达 36 亿人次。

全球航空运输市场增长与世界经济发展紧密相关。经济学家预测，未来 20 年，世界经济年增长率约为 3%，其中发达经济体年均增长率为 2%，而发展中经济体则为 4%。经济发展将使选择航空工具外出旅行的人数越来越多，从而刺激民用客机需求增长。

中国商飞公司与庞巴迪签署第二阶段战略性合作正式协议

商飞讯　2013 年 6 月 17 日，继 2012 年 3 月 21 日签署的《关于 C919 与 C 系列飞机项目共同性的正式协议》以及 2012 年 11 月 13 日签署《第二阶段合作意向书》之后，庞巴迪与中国商飞公司（COMAC）宣布签署了一份包含 4 个合作项目的正式协议。该正式协议将作为双方长期合作的第二阶段的一部分来实施，以 C919 和 C 系列飞机的共同性为契机，实现双赢。　中国商飞公司与庞巴迪的第二阶段合作旨在为提高 C919 和 C 系列飞机项目，乃至中国商飞公司和庞巴迪整体业务的竞争力做出进一步贡献，并在使 C919 和 C 系列航空公司客户在运营两个飞机系列时获得成本收益的同时，最大程度地为双方节约成本并扩大市场份额。

ARJ21-700 发动机空中起动局方审定试飞完成

商飞讯　2013 年 9 月 3 日 16 时 50 分，ARJ21-700 飞机 102 架机顺利降落位于阎良的中国试飞院机场，标志着新支线飞机发动机空中起动局方审定试飞圆满完成。据悉，该科目自 8 月 26 日开飞以来，102 架机累计飞行 6 架次共 13 小时 22 分，充分验证了发动机的空中再起动能力。按照适航条款要求和试飞大纲，发动机空中起动试飞的目的，主要是验证发动机在空中起动包线内的再起动能力及其安全性，检查并证明发动机在空中起动试验中其风车状态下运转不会危及飞机安全

空客为公务机客户提供新 C4you 专属支援服务

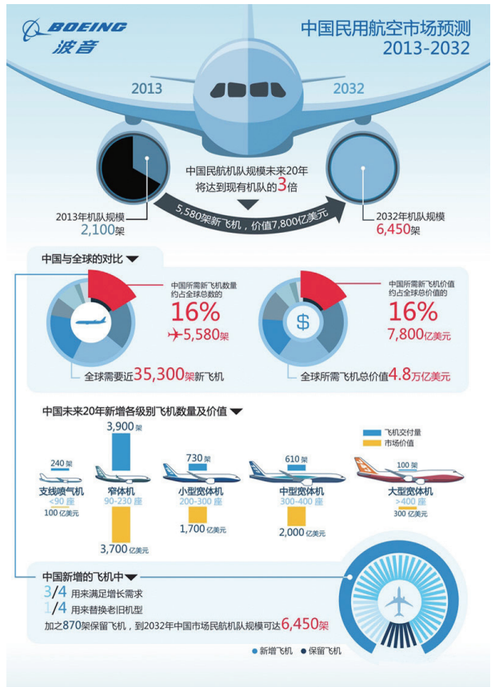
民航资源网　2013 年 5 月 22 日消息：空中客车公司正在组建一个新的公务机客户服务中心（C4you），旨在由一支富有经验的团队为公务机客户提供快速、高效的专属支援服务。

目前，空客已经为公务机客户提供了诸如一对一专属客服总监、低利用率飞机维护项目、飞行小时服务等定制服务。新的 C4you 服务是对现有服务的补充，使空客能够更好地支持客户飞机的运营。　推出 C4you 的目的就是要帮助空客的公务机客户和用户能够获得最好的售后服务，无论飞机飞到哪里，空客都能够保证飞机安全、高效的运营。

空客创新型燃料电池项目荣获绿色科技奖（GreenTec Award）

空客讯　空中客车公司将燃料电池作为一种民用航空替代能源所开展的相关研究项目日前获得航空领域“2013 年绿色科技奖”（GreentTec Award 2013）。这一“多功能燃料电池系统”探索了采用多功能燃料电池取代辅助动力装置（APU）和冲压空气涡轮（RAT）的可行性。

空客目前研究的燃料电池是一种通过将氢气和氧气混合，将化学能直接转化为电能的发电装置。水、热量和一些惰性气体（主要是氮气）是这一发电过程的唯一产物。



波音完成 737 MAX 8 确认构型

波音讯　7 月 23 日，波音已经完成了 737 MAX 8 的确认构型。之后，737 MAX 项目将进入详细设计阶段。详细设计完成并发布后，将进入制造阶段。737 MAX 8 预计于 2015 年开始总装，2017 年第三季度开始交付。737 MAX 的燃油效率将比当前最高效的单通道飞机提高 13%，而且每座油耗比未来竞争机型低 8%。飞机构型包括针对 737 MAX 所优化的 LEAP-1B 发动机、重新设计的尾锥和能够降低油耗的“先进技术”翼梢小翼。其他变化包括驾驶舱显示器升级、电动引气系统和电传扰流板飞行控制。迄今，737 MAX 共获得了 1495 架订单。

波音公司在北京上海设立 787 保障团队

新闻晚报　9 月 6 日，海南航空启用第二架波音 787 型客机执飞京沪航班，至此，全球已有 14 家航空公司的 84 架波音 787 投入商业运营。为提高波音 787 客机的签派可靠率，波音公司已在北京、上海等机场设立了专门的 787 保障团队，并在美国西雅图总部设置了运控中心，可实时远程监控每架 787 客机的运行状态。

目前，波音公司向中国的南航、海航交付了 5 架 787 梦想客机，已在京沪、京广、沪广等商务航线上投入运营。美联航、英国航空等，也计划将 787 投放至中国航线，以增加航班竞争力。

巴航工业公司产品支持服务两年间屡获殊荣

民航资源网　2013 年 8 月 19 日消息：巴西航空工业公司已经连续两年在业界最重要的产品支持服务调查中赢得殊荣，为公司近年来十多项设计、创新和产品支持服务奖项的纪录锦上添花。此次公司在《国际航空新闻》（AIN）2013 年度产品支持服务调查中位列第二，仅落后第一名 0.1 分。目前，公司在全球范围内拥有约 70 家自有和授权服务中心，以确保地理多样性和客户服务的快捷性。同时，位于公司总部的 24 小时客户联络中心作为公司全球客户服务中心网络的有力补充，能够随时随地为公司客户提供支援。

Ameco 完成国内首架波音 747 飞机拆解工作

AMECO 讯　9 月 6 日，北京飞机维修公司（Ameco）与北京集安航空资产管理有限公司（GA）合作，完成了国内首架波音 747 飞机拆解工作。

飞机拆解工作是在 Ameco 的空中客车 A380 机库外维修坪进行。拆解下的机身会整体卖给首都机场进行消防安全和除冰除雪的演练，所以客舱座椅、起落架都予以保留，这样可以发挥演练效果。发动机、紧急滑梯、航空仪表等 2000 多种高附加值零部件，会全部作为二手航空件再利用。Ameco 飞机维修部长航程飞机分部经理马杰表示，飞机的专业化拆解是 Ameco 的首次尝试，相对飞机维修来说，拆解工作成本较低，生产控制上易操作、灵活性强。通过此次合作，Ameco 将积累此方面的经验。随着中国机队的逐渐老龄化，此次合作将对 Ameco 以后扩展此类业务有重要意义。

美国 AGSE 在华成立维修中心

民航资源网　世界上最大的飞机发动机换发和运输设备制造厂美国 AGSE 公司于 7 月 18 日成立其在华维修中心，上海威士顿航空技术服务有限公司成为美国 AGSE 唯一授权的中国维修中心。

AGSE 的客户都是世界飞机制造业的各大巨头，它是空客和波音飞机公司的 OEM 厂商，AGSE 在中国的主要产品为各型发动机的运输、换发托架。目前已有的客户包括广州 GAMECO、北京 AMECO、厦门太古、山东太古、四川 SNECMA、波音上海以及各大飞机制造企业和航空公司等。

现代民机制造业拼的是服务意识

—— 访客服公司工程技术服务部工程师郭驭航

文 / 邓卫国

面向航空公司提供服务和技术支援，首先是要树立服务意识

1、你在海外航空公司有过很长的一段工作经历，现在来到了中国商飞公司，不同的工作环境，你有哪些不同的感受？

在加拿大工作的时候我和波音和空客的现场代表都有接触，我觉得最大的差距可能还是在技术的积淀上。他们的工作作风和工作经验给我留下了深刻的印象。波音和空客是一个很大的整体，他们的服务部门不是独立的法人，而是一个部门，制造商接收到航空公司的服务请求后，会协调设计、制造等各方面资源，按照既有的程序予以解决，这方面的经验，其他主制造商很难企及。

一般说来他们解决问题的效率比较高。以航空公司的视角，空客特别的称道之处，他们的人员专业素养很高，任何时候都有板有眼，严格按照流程办事，比如他们怎么样回邮件，用什么样的语气，让人感觉他们做事的方式很职业。就以他们回邮件来说，第一封邮件可能不是直接解决问题，而是对你提出的问题进行回应，他们在回应的过程中非常注意语气和表达的方式，看起来是小事情，但让人很舒服。这种专业素养拉近了他们与客户之间的距离。

2、客户服务公司提供的是技术支援，我们有哪些方面需要进一步提高服务质量呢？

很多时候技术是一方面，而意识是另一方面。我感觉对我们这种直接面向用户的企业来说，首先是要加强服务意识的培训，建立在这个基础上的支援体系运作起来会更顺畅，然后通过大量的实践、考核和磨练，进而内生为整个公司及其员工的潜意识，就像开车，比如对比中国与加拿大考驾照的差距，我发现一个很有趣的现象。在我们国家，驾照考试经常考一些高难度的驾驶，要过大路考、小路考，各种趴车情况下的处理方式等。在加拿大就不一样，他们考驾照还真很少考驾驶的，主要强调的是有路权意识，你有没有这在条路上走的权利。整个驾校考证的过程都强调这个，新手上路的时候满脑子都是路权的意识。在技术上大家没有大的差别，大家拼的是服务客户的意识。

为了做到这一点要重视员工培训。我们在日常工作中已经提供了很多的培训，与世界先进民机制造商相比，我们还有哪些差距呢？比如空客，他们在处理现场问题的时候效率很高，你能看出他们很职业化。这种职业化不但表现在处理问题的专业和高效上，还表现在很多细节上。长期下来，他们会给客户一种很踏实的感觉。像前面说过的，他们的专业会体现到像电子邮件这样的“小事”上。通过系统化的培训，他们掌握了办事的程序化和精确化。日积月累，就不是靠人在保证事情的解决，而是制度化的程序在保证事情的解决。

对于我们新公司来说，我觉得培训方面可以做得更专业一些，在客户化方面可以进行更多的尝试。如何让客户更好的接受我们的服务这是一个专业问题。

我们有信心面对飞机交付后的挑战

3、ARJ21 新支线飞机交付在即，工程技术服务将面临巨大的挑战，准备情况如何呢？

我还不能代表我们技术服务部来回答这个问题，我可以谈谈我的观点。要说交付前的准备永远没有说已经完美的时候，因为交付以后可能出现的问题可能是无法预计的。对于无法预计的问题我们只能在思想上做好预案，到时候真正碰到问题的时候再按照程序进行处理。目前我们正在进行交付前的准备工作正在紧锣密鼓地进行。最主要的工作可以概括为两个方面，一是梳理工作流程，二是抓紧时间进行业务学习。

我们已经制定了大量的工作性程序文件，这些程序是工作中的指导性文件。但是这些文件能否满足实际工作的需要，能否在工作中发挥实际作用还是一个未知数。现在我们一方面仔细审核流程中可能存在的问题，另一方面通过模拟运行来检验程序的可行性。从去年开始，工程技术服务部开展了大规模的模拟运行，目的就是为了检验程序的可行性。我们在阎良试飞一线派驻了四名同志常驻，把试飞院当作我们的客户，把 ARJ21 飞机在试飞中遇到的问题作为我们的故障来源，进行收集、整理、输入、分派、解决再到反馈，所有过程都以实战的状态进行，在模拟过程中，我们积累了宝贵的经验，也使我们的工程流程可以逐渐适应未来实战的考验。第二就是培训和学习，主要的方式是自习和培训。现在工程技术服务部在每周四晚上都安排了部门性的培训和学习。这些培训的主讲人都是部里有着丰富工作经验的员工，进行分专业讲解。其中有大量的实例是来自试飞一线。他们所有人既是老师又是学生，在奉献自己经验的同时也提高了自己。

4、飞机交付后，我们现在的工作流程会受到很大的考验，现场解决问题的准备进展如何？

我们现在的准备工作不可能面面俱到，肯定会存在一些意想不到的问题，比如一些技术上的问题，流程上的问题等等，飞机交付后我相信解决问题的效率会大大提高。比如飞机在运行过程中因故障停场，我们这里不能解决，会动员整个中国商飞公司的资源来为客户服务，比如上飞院，上飞厂都是强大的后盾。当然，有些问题有前期就要解决，比如与兄弟单位的接口方式和人员，故障的流转方式，要多长时间解决等问题都要经过不断地演练，不断完善现有的流程。

5、快速响应中心处于是中国商飞与客户接触的窗口，我们现在做了哪些准备工作呢？

在人员准备上，我们未来将采取 24 小不间断值班制。现在值班工程师已经确定，他们为此进行了大量的岗位培训。包括熟悉工作流程，熟悉各系统知识，用户的问题如果现场代表解决不了，就要进行高效地分配和收集，这些问题在最初的实践中对我们是一个考验。我们也期待这样的考验，只能这样才能积累经验，让后续工作更容易开展。空中客车公司有 AOG（飞机停场）处理机构，功能类似于中国商飞公司的快速响应中心。他们接到现场服务请求会进行内部分配和解决，是个高效的解决问题的机构。当然，这种高效来源于经验丰富的工程和队伍，庞大的数据库也为解决问题提供帮助。这也是我们努力的方向。在模拟运行中，我们把试飞院看到客户，按照程序文件的规定进行问题的收集整理和解决。通过这样接近实战的演习我们在经验和数据库两方面都有了初步的积累，这也为客户提供更加专业快捷的服务提供帮助。

快响中心作为一个接口，我们要运用一切资源为客户快速解决问题。需要沟通联络的方面不但包括中国商飞公司各大中心，还有各供应商。我们与供应商密切联系，共同为客户提供专业的问题解决方案。目前，在快速响应中心人员还不多，主要分结构、航电、机电等专业方向进行重点准备。我们清楚短板在哪里，也知道努力的方向。所有的工作都是为完美交付而准备。

做事情，是需要一点精神的

6、中国商飞公司成立五年了，我们应该以什么心态面对新的挑战？

中国商飞公司是以现代商业模式运营的公司，在这种模式下，很多事情是要用商业的方式来解决，但很多时候核心的东西是无法买到的，还是要靠我们自己拼一拼，咬咬牙。在过去，我们国家搞军机和民机，那时候条件没有现在这么优越，困难巨大，怎么办？我们的方法是政治动员，全国上下一盘棋。在这种模式下，单位与个人都不缺少奉献精神。这是我们所具有的独特优势，也是我们成功的法宝，这一宝贵经验不能丢。简单地说，做事情，我们还是需要一点精神的。

日本民机产业发展的启示

文 / 丁瑞平

在 2012 年第 48 届英国范堡罗国际航展上，美国支线航空天西航空公司定购 100 架日本 MRJ 支线飞机，订单总价 40 亿美元，这是日本 MRJ 支线飞机最大的一笔海外订单。日本民机产业的异军突起引起了国际航空界的广泛关注，其迅速崛起一个很重要的原因是政府加大对航空工业的立法和政策扶持，从而为战后日本航空工业的重建和发展，全面走向国际市场奠定了坚实的基础。

立法为航空工业发展扫清道路

日本航空工业创建于 1910 年，至今已有 90 多年的历史。从创建到第二次世界大战，日本航空工业发展迅速，1931 年，年产飞机不足 400 架，1941 年，年产飞机 4800 架，而到了 1944 年一跃达到年产 2.8 万架飞机，发动机 4 万台规模，使日本航空工业水平仅次于美、苏、德、英，居世界第 5 位。

第二次世界大战结束后，日本作为战败国被禁止从事航空科研生产，整个航空工业处于解体状态达 7 年之久，使日本航空工业在世界航空工业进入喷气时代后处于落后的局面。面对战后百废待兴的局面，日本政府把发展航空工业作为恢复国内经济的重要组成部分，并从建立和完善法律入手，开始了航空工业振兴之路。日本于 1952 年 7 月颁布了《日本航空工业企业法》，1958 年 10 月颁布了《日本航空工业振兴法》，1986 年又重新修改了《航空工业振兴法》。这些法律的制定与实施，为日本航空工业的重建与快速成长打下了牢固的基础。

战后的日本航空工业发展，选择中型运输机作为自行研制飞机的突破口，基于三个方面的考虑：首先，从技术层面上，以日本当时的技术实力，直接进入喷气式飞机设计领域尚不成熟；其次，从政治层面上，二战结束不久，美国对日本的重新武装还存有疑虑，选择民机较军机更容易得到美方的允许；第三，从经济层面上讲，独立研制的中型运输机不但可以满足自卫队的需要，还可以承担国内的支线航运和进军国际支线航空市场，为本国赢得宝贵的外汇收入。

1956 年 5 月 30 日，日本正式发布了《中型输送机国产化计划》，新机被命名为 YS-11，飞机开发的主要目标是：中型飞机、可在 1200 米的跑道起降，能满足支线航空的要求。作为战后自行研制的第一款型号，日本政府在政策和经济上对 YS-11 计划给予了极大的扶持。1957 年，由当时的通商产业省主导成立输送机设计研究协会，具体负责 YS-11 的研制工作。1958 年 7 月，YS-11 的设计工作正式启动，为保证新机研制的顺利进行，由日本政府组织，除官方部门外，还集中了包括新三菱（后来的三菱重工）、富士重工、川崎重工、新明和工业、昭和飞行机、日本飞行机等日本航空制造业全部精兵强将参与研制工作。

1959 年 6 月，日本政府以“输送机设计研究协会”为基础，集合参与 YS-11 计划的全部企业，正式成立了“日本航空机制造株式会社”（简称 NAMC），日本政府先后投入 42 亿日元，占 NAMC 55% 股份。此时的日本还处于医治战争创伤的战后恢复期，在百废待兴的情况下，政府投入巨资进行国产支线客机的研制，可见决心之大。

1961 年 5 月，NAMC 正式发布了 YS-11 的第一期生产计划，计划首批投产 150 架。1962 年 8 月 30 日，YS-11 在名古屋首飞成功。1965 年 9 月，YS-11 基本型获得了美国联邦航空管理局（FAA）颁布的型号合格证，具备了外销的资格。

1965 年至 1970 年是 YS-11 的辉煌期，在短短的 5 年间，日本航空机制造株式会社先后推出了 6 种 YS-11 的改型，用途主要集中在支线客运和军用运输两个方面。然而好景不长，上世纪 70 年代，YS-11 系列的外销势头开始急转直下，1973 年至 1974 年爆发的第一次石油危机，使国际市场的原油价格由每桶不足 3 美元爆增至 13 美元，这使得 YS-11 的运营成本直线上升，直接影响了飞机的外销业绩。YS-11 外销的另一个致命打击是来自波音公司的阻击，对于当时正立志于一统支干线客机市场的波音而言，对来自日本这个“小兄弟”的挑战是不可容忍的。也正是这种来自竞争对手和石油危机的双重狙杀，最终决定了 YS-11 的黯淡结局。

YS-11 在国际市场竞争失败以后，日本重新审视了航空工业发展战略：第一，通过仿制在生产上掌握了一些先进制造技术，工业基础得到了较大的恢复，但新机（飞机和发动机）研制的技术基础比较薄弱，尤其在集成和综合管理、市场预测、售后服务等方面与世界先进水平还有相当大的差距；第二，70 年代中期以后，部分航空企业积累了与国外航空企业合作开发的经验，80 年代日本政府将航空工业列为新兴产业之一，要大力发展民用航空工业；第三，国际合作开发已成为潮流，独自研制整机，费用大、风险高。

通过国际合作提升研制能力

自 20 世纪 80 年代 YS-11 客机国际市场竞争失利以后，日本民机产业发展思路，从过去一味地独立发展整机向国际合作，而且从一般零部件开始。1986 年原通商产业省颁布了重新修订的《航空工业振兴法》，将自主开发国产化改为国际合作开发，并成立航空器国际合作开发促进基金（IADF），给国际合作开发项目提供补助。新的补助制度保留了原来的补贴部分，增加了利息补贴，让项目负责单位向政府系统的日本政府投资银行贷款，IADF 给予利息补贴。

在政府的支持下，日本企业参与包括波音 787 客机在内的国际航空零部件转包、合作开发生产的飞机有 29 个机种、发动机有 20 个机种以及机载设备。通过民用飞机、发动机项目的实施，日本飞机机体、发动机关键零部件生产技术达到了世界水平。现在，日本航空企业在某些技术领域已靠近世界领先水平或处于世界先进水平，因此不再甘心在航空工业领域处于小伙计地位，希望着手开发自己的环保型高性能小型客机和发动机。正是在这种背景下，日本的 MRJ 支线飞机项目正式出“炉”。

2008 年 3 月，日本宣布启动研制 MRJ 支线飞机，以欧洲和美国的航空市场为目标。MRJ 支线飞机标准座 70—96 人，最大速度 0.82 马赫，最大航程 3700 千米，机长 35.8 米，翼展 30.9 米，机内设计有独特的轻薄型座椅，保证座位间有充分的活动空间，使乘客如同乘坐大型干线客机一样舒适。MRJ 支线客机采用美国普惠公司（P & W）的发动机，燃油效率比其他竞争对手最多高出约三成，噪声降低一半。为了降低运营成本，MRJ 支线飞机采用碳纤维复合材料、先进的气动外形和新型发动机等多项新技术，其耗油率比普通客机低 30%，具有较强的市场竞争力。

为确保 MRJ 支线飞机项目研制成功，2007 年日本政府支持三菱重工（MHI）联合丰田汽车、三井住友银行成立三菱航空集团（MiTAC），其中三菱重工持有 MiTAC64% 的股份。MiTAC 负责 MRJ 支线飞机的设计、生产、适航取证和销售工作。目前，MRJ 支线飞机项目研制按计划推进，三菱重工已经选取美国派克宇航、汉胜、罗克韦尔柯林斯及日本纳博特斯克、住友精密工业株式会社等公司作为其合作伙伴，共同为 MRJ 支线飞机提供主要机载系统。

加快中国航空工业立法势在必行

当代航空工业的特点是知识密集、技术密集、高投入、高风险、高附加值，是维系国家安全、促进国民经济发展和体现综合国力的战略性产业。基于航空工业所处的重要战略地位、它的产业与

产品的特殊性以及面临激烈的国际竞争环境，世界上许多国家都把大力发展航空工业确定为富国强兵的基本方针，许多国家都制定专门法律对本国航空工业发展提供法律保护。综观美、英、法、日及俄罗斯等国的航空科研与生产活动都在不同程度上实行严格的国家计划管理，加以重点扶持。

1952 年 7 月，战后的日本颁布了《日本航空工业企业法》，1958 年 10 月颁布了《日本航空工业振兴法》，1986 年又重新修改了《航空工业振兴法》，在日本政策强有力的支持下，日本航空工业取得了长足发展，在新型支线飞机研制上后来居上。

1969 年，巴西总统签发特别法令，内容包括政府直接参与投资组建巴西航空工业公司和研制“先锋”号支线飞机，对巴西航空工业的发展给予了强有力的保护和支持，巴西航空工业经过三十多年的努力，终于成为世界支线飞机强国。

上世纪 80 年代是美国通用航空大幅缩减的十年。1979 年美国生产和交付的通用航空飞机有 17000 架之多，到 1984 年降为 2600 架。在经历了严重滑坡之后，美国政府重新考虑通用航空的发展，经过多方面的努力，1994 年克林顿总统签署《通用航空振兴法案》，把通用航空飞机生产厂商对其生产的飞机及部件产品负责的年限定为 18 年，该法案一出台就收到立竿见影的效果，一些停产的机种恢复了生产、飞机交付数量上升、新机种不断涌现。从而拯救了通用航空制造业，使通用航空重新勃发生机。

1988 年 12 月，韩国议会通过了《航空工业开发条例》，要点是促进航空技术的发展，条例规定了提高输入技术水平和专利生产返销量等补偿贸易的原则。

综观欧美和日本等国在发展本国航空工业中，制定相关法律，使航空工业作为国家战略产业得以固化，为航空工业加速发展保驾护航的成功经验值得我们借鉴。

对于蓬勃发展的中国民用航空工业而言，《“十二五”国家战略性新兴产业规划》、《国务院关于促进民用航空业发展的若干意见》等一系列重要政策、法规的出台，无疑是发展的重大利好。与此同时，为加快《民用飞机产业发展条例》的立法步伐，工业和信息化部正在紧锣密鼓地开展立法调研工作。通过立法确定航空工业的战略高科技产业地位和国家政策的持续支持，早日制定一部符合中国国情的航空工业法，以促进民用航空产业长期健康发展已势在必行。

韩亚航空失事浅析

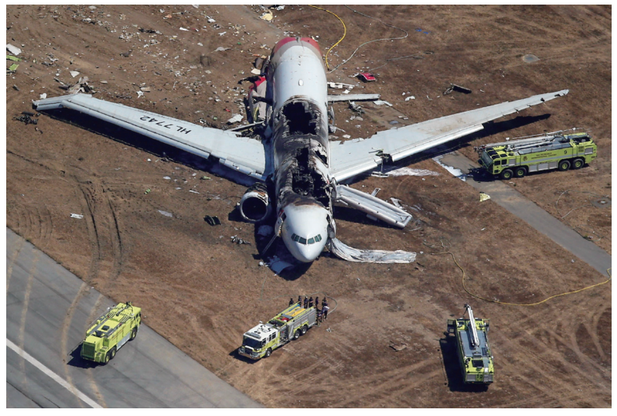
文 / 杨路　雷阳　巴塔西

2013 年 7 月 6 日，韩亚航空 OZ214 号班机，在美国旧金山国际机场降落过程中发生事故，燃起大火。机上乘客和机组人员共 307 人，其中乘客 291 人，包括 141 名中国公民。目前，共有 3 名中国学生在本次空难中遇难。报道称，航班飞抵旧金山机场上空，准备由旧金山湾区的海面上空降落至机场 28 号跑道。此时，旧金山天气状况良好，地面温度 18.3 摄氏度，风速约为每小时 8 公里。然而，旧金山国际机场由于施工原因，28 号跑道左侧和右侧的自动着陆系统在 6 月 1 日至 8 月 22 日期始终处于关闭状态，韩亚航空机组人员只能依靠目视进近着陆。当时天气对于目视降落着陆来说也是理想的状态。本文依据公开资料对坠机原因做简要的初步分析。

以下是此次韩亚航空 OZ214 航班飞行机组人员资料：李强国 46 岁，1994 年加入韩亚航空，2001 年获得飞行员执照。全部飞行时间为 9793 小时，波音 777 机型飞行时间为 43 小时，且是第一次降落在旧金山机场；李政民 49 岁，飞行时间 12387 小时，777 机型飞行时间为 3220 小时。1996 年加入韩亚航空，是资深飞行员，培训当时坐在机长位置上的飞行员；李正林 生于 1960 年，飞行经验超过 10000 小时；冯东远 生于 1972 年，飞行经验大约 5000 小时。

由于机场导降系统无法运作，飞机的降落操作是由仅有 43 小时波音 777 飞行经验的李强国来完成。飞机最初降落比较正常，已放下起落架，但是就在着陆前出现异常，飞机试图降落在跑道上前先撞上了防波堤。飞机和跑道的图片显示飞机尾部（水平安定面和垂直稳定翼）、降落架和一边的引擎被撕裂，散落在跑道上。

飞机坠地后，机长很快反应，对着扬声器大叫让大家撤离，6 个逃生滑梯都被打开，但是其中 2 个逃生滑梯在机舱内张开，把两个空乘人员压在地板上，有人动用了消防设备专用的斧头，把 2 个滑梯刺破，才把他们拉出来。尽管出现这样的失误，韩亚航空 OZ214 航班的空乘人员在救援、疏散方面的专业表现仍受到多方赞誉，这和地面救援人员及时专业的救援一道把此次灾难的伤亡率降到了最低。几乎是第一批乘客走出机舱的同时，地面救援人员及时赶到，为乘客的安全撤离争取到宝贵时间。五分钟后，飞机燃起大火。图 1 为韩亚航空坠毁客机残骸，大火已经扑灭，浓烟散去，飞机前舱和中部顶部全部烧毁，从机身侧面看上去，前舱和中部烧毁的触目惊心。尾翼全然不见，折断落在不远处，起落机也散落在不远处。



图片源自中国新闻网

客机坠机现场如图所示，飞机尾部先撞到了机场防波堤上，导致机尾整截脱落，整个机腹撞击到地面，飞机撞进跑道，主体机身偏出跑道并滑行一段距离后起火。残骸主体在 28 号左跑道左边空地上，距海堤约 610 米。飞机起落架部件及水平和垂直尾翼散落在跑道起始处。

黑匣子相关数据

韩亚 OZ214 航班“黑匣子”记录显示，客机失事撞前 7 秒，机组人员要求“提升速度”；撞前 4 秒，有失速预警器声音；撞前 1.5 秒，机组人员提出“复飞”。客机失事前 34 秒，飞行高度及飞行速度如下：

事故前 34 秒，飞机海拔大约 152 米，速度 134 节；事故前 16 秒，飞机海拔大约 61 米，速度 118 节；事故前 8 秒，飞机海拔 38 米，速度 112 节；事故前 7 秒，一名飞行员要求提速，此时的飞行速度已经远低于 137 节；事故前 4 秒，飞机上失速预警抖杆器发出警报声；事故前 3 秒，飞机速度 103 节；事故前 1.5 秒，飞行员决定终止着陆，复飞，抬升飞机以再次着陆；事故发生时，飞机速度升至 106 节，机尾撞地。

原因分析结论

我们可以看出客机进入机场准备降落时的飞行指示表速仅为 106 节，远低于飞行管理计算机（Flight Management Computer，FMC）指示的进近表示 137 节。飞机上的自动驾驶仪是在事故发生前 82 秒关闭的，当时飞机高度约为 487.68 米。在事故发生前 34 秒，飞机高度为 152 米，飞行速度 134 节，此时它的速度已低于安全着陆需要的速度。在波音 777 上仅有 43 小时飞行经验的飞行员为保持升力一味的拉起机头，并最终导致失速警告。驾驶舱录音显示，在飞机坠毁 7 秒前机组人员在驾驶舱内为飞机加速，3 秒钟之后控制杆开始震动，警告有失速的可能。在 1.5 秒后加大油门复飞，但已经为时过晚，飞机撞上了防波堤。因此，飞行员操作不当可能是造成飞机着陆速度过低，最终导致事故的主要原因。

回顾韩亚航空 OZ214 航班客机坠毁过程、分析黑匣子相关数据及其他相关信息，我们可以初步总结得出以下三方面原因：

1. 飞行员可控飞行撞地

“可控飞行撞地”（CFIT）事故是指飞行机组在毫无觉察危险的情况下，操纵飞机撞山、撞地或飞入水中，从而造成飞机坠毁、严重损坏或人员伤亡。2011 年的 IATA（国际航协）安全年报指出，“可控飞行撞地”事故占全部事故的 11%，但旅客死亡率却达到了 90%。

韩亚航空 OZ214 航班客机坠毁是一起典型的“可控飞行撞地”事故。波音 777 驾驶员虽然驾驶其他机型的经验丰富，但驾驶该机型的经验相对不足。驾驶舱录音显示在飞机撞向海堤 2 秒前两个飞行员没有任何沟通，更重要的是，主管飞行员没有及早要求中止着陆。在正常飞行操作的过程中，按照规章要求，机长只需要监视，不必主导和干扰副驾驶的有效操作；然而当飞行运行出现较大偏差时，机长必须与副驾驶有效沟通，包括语音提醒、接管操作。从驾驶舱话音记录器的录音可知，韩亚航空 OZ214 航班的飞行机组人员未能做到有效沟通，飞行员缺乏足够专业素质。

2．自动油门杆机械故障

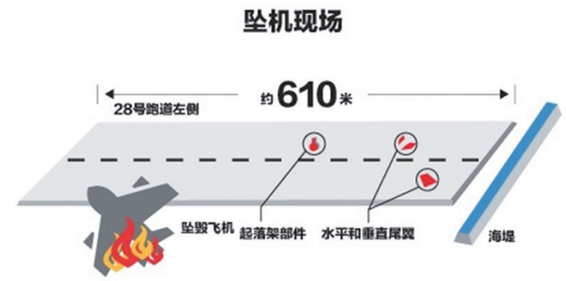
韩亚航空 OZ214 航班的机组人员认为，他们确实使用了可以控制引擎以保持安全航速的自动油门，尽管如此，航速仍然下降到了不安全的水平。调查人员在飞机残骸的驾驶舱内发现，自动油门设置成了“准备就绪”状态，意味着该装置可能投入了使用，具体结论仍取决于其他系统设置的情况。我们由此可以明确自动油门杆机械故障可能性，或者是机组人员误解了他们正在使用的自动系统。

3．由于机场建设施工原因

根据美国联邦航空管理局网站的机场通知，旧金山国际机场由于施工，其自动着陆系统在 6 月 1 日至 8 月 22 日期始终处于闭状态。事发当天没有开启帮助飞行员降落的滑降航迹定位系统，在天气很好或机场处于建设施工时，关闭自动着陆系统十分正常，是常规做法。此外，旧金山国际机场施工，防波堤的高度是否超标、违规，也有待有关部门进一步调查研究。

事故启示

事故调查及研究分析就是为了减少和避免事故。现仅是对此次韩亚航空坠机事件进行粗浅分析，为了汲取经验教训，希望有助于提高飞行安全。



图片源自中国新闻网

1. 机组人员理应正确处理自动飞行：

我们了解到波音 777 机型飞机自动化水平相当高，在飞行过程中，自动油门可以全程自动，正常情况下不必去干预。据分析，韩亚 OZ214 航班的机组可能过于依赖自动油门的工作，认为自己确实使用了可以控制引擎以保持安全航速的自动油门，可能长时间盯着跑道看，注意力分配没有舱内、舱外兼顾，没有扫视飞机的飞行方式显示，没有巡查飞机的推力和速度的大小，使飞机近地面进入非常危险的“失速抖杆”状态。所以，在自动飞行过程中，机组人员也要重视人的作用。既要充分运用自动飞行功能，同时，还要利用原始数据或者其他等效数据来验证核实飞机的飞行状态，以保证飞机一直处于安全飞行状态。

2. 飞机主制造商的职责

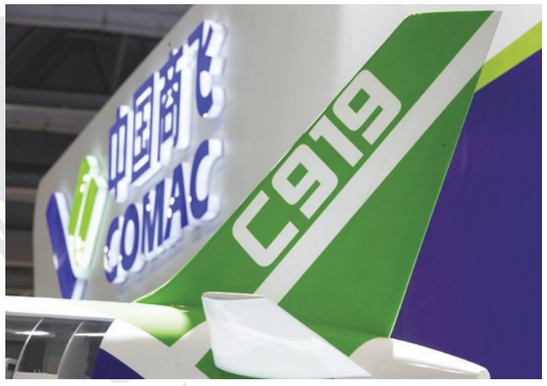
组织事故及事故征候调查虽然是局方的职责，但航空器设计、制造部门在飞机安全性能方面占有不可或缺的重要地位。当发生航空器事故和事故征候后，出事地所在国负责组织调查，航空器的登记国、经营人所在国、设计和制造国有权参与调查。在参与调查的四国中，设计、制造国对航空器的技术状况最为了解，因此在事故调查中起着最主要的技术支持作用。

据韩亚航空 OZ214 航班部分乘客反映，波音设计疏散滑梯向内膨胀，可能由此导致乘客受伤，并堵塞逃离通道；飞机座椅严重变形，安全带致使部分乘客受伤，虽然这些与飞机坠毁无太大关系，但与坠毁后黄金 90 秒乘客是否能安全逃生息息相关。作为设计方，制造方应该查清原因，增加乘客的生还率。

民航飞机事故率虽然在万分之零点零二以下，但是伤亡率非常高，一旦发生飞行事故很少有生还者。所以航线安全问题一直是社会各界，各国局方以及民机主制造商关注的重点。对飞机航线不安全事件的发生具有充分的分析能力也是主制造商的职责所在。商飞交付飞机后，应重视对其进行持续监控，了解飞机变化过程、优化与改进产品设计、优化飞机维修方案。

完善中国商飞管理体系的几点思考

文 / 闫振锋



有效且高效的企业管理离不开以下四个要素：第一，科学合理的内部组织体系，确保实现企业战略的各项工作有专门的内部机构负责执行；第二，一套“覆盖全面、行之有效”的管理制度体系，确保实现企业战略的主要工作有明确的流程和规范；第三，科学合理的岗位体系，确保企业内部机构的职责被有效执行；第四，一群胜任岗位职责且人数合理的员工，确保各岗位职责能够被有效执行。

完善中国商飞管理制度体系，笔者认为应从以下几方面入手：第一，要以公司章程为总纲领，章程确定的企业使命和主营业务直接决定了战略目标和运营价值链，也就决定了企业的主要管理模块；第二，要以规章制度体系为管理制度体系的基本架构，以规章制度体系明确公司各管理事项的主要责任方、相关责任方、管理流程和考核；第三，要以标准体系作为管理制度体系的基础，其中管理标准为各管理事项提供最佳管理实践，技术标准为工作交付物提供标准规范，工作标准为确定岗位职责、岗位资质、履行岗位职责提供标准规范；第四，要在质量管理、职业健康管理、环境管理之外，考虑在项目管理、供应商管理、全面风险管理等重要领域应用成熟的专业管理体系。

一、标准体系是建设管理制度体系中的基础

标准体系包括技术标准、管理标准、工作标准。三种标准的作用可以简单概括为“技术标准管物，管理标准管事，工作标准管人”。企业标准体系是企业各管理体系（如质量管理、生产管理、技术管理、财务成本管理、环境管理、职业健康安全管理等）的基础。

“技术标准”指对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制定的标准。结构形式分为序列结构和层次结构。企业只生产单一类型的产品时，企业技术标准体系可用序列结构表示，一般以产品为中心，与产品质量有关的技术标准按质量形成过程为排列顺序组成，同时考虑能源、安全、职业健康、环境、信息等技术标准。企业生产两个或者两个以上类型的产品时，可用层次结构表示，第一层是技术基础标准，其覆盖面是企业的产品标准、产品实现过程中所有综合性的技术基础标准，第二层是产品实现过程中的技术标准是以产品质量形成过程为顺序的技术标准和能源、安全、职业健康、环境、信息等技术标准。就我们中国商飞公司而言，因为将来会生产多个型号的飞机，所以应该建立层次结构的技术标准，第一层是适用于所有机型的技术基础标准，第二层是每个飞机型号的技术标准，比如C919大型客机技术标准体系，ARJ21新支线飞机技术标准体系。

“管理标准”指对企业标准化领域中需要协调统一的管理事项所制定的标准，可以理解为某个管理事项的最佳管理经验总结。“管理事项”指在企业管理活动中，所涉及的经营管理、设计开发与创新管理、质量管理、设备与基础设施管理、人力资源管理、安全管理、职业健康管理、环境管理、信息管理等与技术标准相关联的重复性事物和概念。目前大家比较熟悉的管理标准主要有质量管理标准、职业健康管理、环境管理标准，实际各类管理事项都可以制定相应的管理标准。2013年第二季度发展规划部广泛征集意见的《项目管理通则》理论上讲应该作为中国商飞公司飞机型号项目管理的管理标准，适用于每一个飞机型号的项目管理。

“工作标准”指对企业标准化领域中需要协调统一的工作事项所制定的标准。“工作事项”指在执行相应管理标准和技术标准时与工作岗位的职责、岗位人员基本技能、工作内容、要求与方法、检查与考核等有关的重复性事物和概念。

企业标准体系内的所有标准应根据各管理模块的要求，在本企业方针目标、有关标准化法律法规和本企业标准化规定的指导下建立，包括企业贯彻、采用的上级标准和本企业制定的标准。

在中国商飞公司现有管理体系中，为了理顺规章制度体系和标准体系的管理，应该首先在规章制度层面制定标准化管理规定，明确标准化管理的内涵外延、管理原则、机构与职责、标准体系的架构、制定程序等等，以此作为公司开展标准化工作的最高层次的管理制度，并在此基础上建立公司的技术标准体系、管理标准体系和工作标准体系，以此作为公司整个管理制度体系的基础。

二、专业管理体系是管理标准在特定管理模块的应用

最为大家熟知的专业管理体系是质量管理体系。质量管理体系是将质量管理标准应用于质量管理而形成的专业管理体系，由质量手册、程序文件和作业指导书组成。中国企业争先恐后的进行质量管理体系认证，这是与国际接轨、让产品走向国际市场的现实利益诉求；但需要明确的是，中国企业在按照ISO9000系列标准建立质量管理体系之前，质量管理一直就是一个公司、尤其是制造业公司的重要管理模块之一。

无论是质量管理体系、还是职业健康安全管理体系或环境管理体系，本质上都是把一项管理标准应用于公司某个管理事项的管理，把特定管理事项的成熟方法论应用于该特定事项的管理。比如，将ISO9000或GB/T 19000质量管理标准应用于企业质量管理就会建立质量管理体系，将OHSAS18000或GB/T 28000职业健康管理标准应用于企业职业健康安全管理就会建立职业健康安全管理体系，把ISO14000或GB/T 24000环境管理标准应用于企业环境管理就会建立环境管理体系。

在中国商飞公司现有管理体系中，为了理顺规章制度体系和质量管理体系的关系，应该首先在规章制度层面制定质量管理规定，在质量管理规定中明确质量管理的内涵外延、管理原则、管理机构和职责、采用AS9100作为质量管理标准等等。从本质上而言，公司目前采用的AS9100航空航天企业质量管理标准只是我们用来开展质量管理的一套方法论。相应的，应当在职业健康管理、环境管理方面制定相应的规章制度，并在制度中分别管理事项的内涵外延、管理原则、管理机构和职责，并明确公司将采用OHSAS18000或GB/T 28000、以及ISO14000或GB/T 24000来进行职业健康管理和环境管理。

随着管理学专家和企业管理者不断对各领域的最佳管理实践进行提炼总结，目前已经形成了越来越多达到实际应用水平的管理标准或指引，比如项目管理、供应链管理、风险管理等等，中国商飞公司应当考虑尝试在更多管理模块应用已经被证明的专业管理体系，提升整体管理水平。

某型飞机试飞时左侧外襟翼与子翼连接螺栓断裂问题分析

文 / 李 祺　　校对 / 任 和

关键词：航空运输；ARJ21-700 飞机；试飞阶段；故障案例；螺栓断裂

引 言

2009 年某机型全面进入试飞取证阶段。作者参与了外场试飞阶段故障案例的采集、分析与处理，总结了飞机各系统及相关结构部件的维修性设计的效果，这为制定维修大纲和配置备件等提供重要依据和参考。本文选取该飞机试飞时左侧外襟翼与子翼连接螺栓断裂问题进行故障分析和总结。

1 问题概述

2010 年 3 月 16 日，机务人员在对飞机进行例行检查时发现：左侧 5# 子翼 1 号接头前点连接螺栓脱落飞失，2 号接头后点连接螺栓断裂，在单耳接头内残留螺栓光杆，其它部分及螺母、垫片飞掉。

飞机每侧外襟翼沿展向共布置有 4 段子翼，见图 1。3 号子翼展向布置 2 个支臂接头；4 号子翼布置 3 个支臂接头；5 号子翼布置 3 个支臂接头；6 号子翼布置 2 个支臂接头。子翼通过子翼双耳接头、螺栓连接到外襟翼前缘支臂接头上，子翼与主襟翼之间采用单双耳配合的螺栓连接形式。单、双耳所在平面平行于飞机对称面。

螺栓直径为 0.1890 ～ 0.1895in(4.801 ～ 4.813mm)，双耳连接孔孔径为 0.1895 ～ 0.1905in（4.813 ～ 4.839mm），单耳连接孔径为：4.8 ～ 4.92mm，单、双耳接头材料均为 Ti-6Al-4V，螺栓牌号为 NAS6403U8，材料为 Ti-6Al-4V。

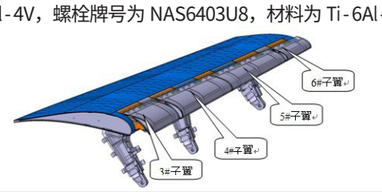
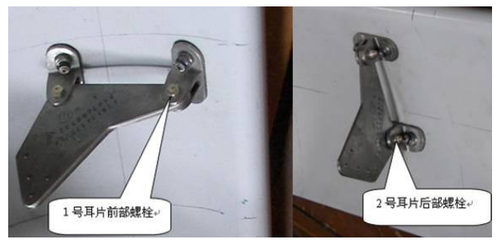


图 1 外襟翼子翼结构布置图

检查人员确认：两螺栓均是在本次飞行中飞掉的。连接螺栓为 NAS6403U8，螺栓直径 4.76mm。两连接螺栓及单耳、双耳材料均为 Ti-6Al-4V，连接情况如图。



失效螺栓残留部分见图 2，长度约 7mm。飞机子襟翼单双耳连接螺栓中，磨损较严重而未断裂的螺栓见图 3。

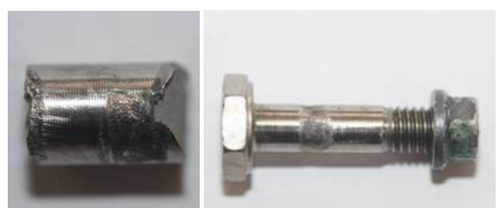


图 2 飞机 5 号子翼 2 号支臂后部单、双耳连接螺栓
图 3 飞机 5 号子翼连接螺栓磨损情况

总装公司按《关于飞机运动翼面检查的说明》要求对子翼相关部件及其他动翼面进行了检查。对于飞机襟翼与子翼连接孔，其尺寸理论值为 4.81-4.83mm，检查结果表明，左侧连接孔超差较多，且主要是正差。

2 问题定位

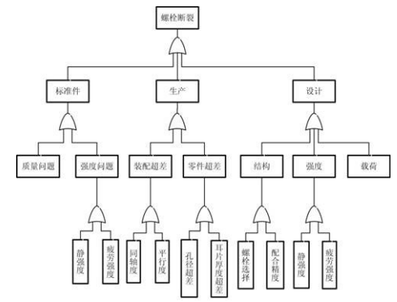
针对飞机所有子翼连接螺栓进行拆卸检查，发现部分螺栓光杆表面存在较严重的缺陷，缺陷疑似磨损所造成。

5 号子翼螺栓断裂，原因从以下三个方面进行分析：a、子翼螺栓质量是否有问题，力学性能是否达标；b、子翼螺栓安装质量控制是否存在问题，是否存在强迫装配现象；c、子翼连接设计是否满足使用环境（载荷环境、振动环境等）要求。

3 机理分析

3.1 故障树

为便于分析，以故障树开展原因分析，故障树见下图。



3.2 标准件力学性能测试与理化分析

3.2.1 标准件力学性能测试

为判断所选用的螺栓质量是否符合要求，测试中心抽取与装机螺栓同牌号、同规格的 10 件螺栓，分两组进行拉伸与剪切试验测试。试验数据见表 3。

标准件手册提供的无涂层钛合金 NAS6403U8 螺栓强度数据：拉伸强度 3180 磅（14148.46N），双剪强度 5380 磅（23936.7N）。与下表 3 比较，螺栓静强度符合标准要求。

表 3 螺栓力学性能测试数据（单位：KN）

试验项目	1#	2#	3#	4#	5#
拉伸试验	17.9	17.8	17.1	17.5	17.8
剪切试验	25.6	26.0	26.2	26.0	25.8

3.2.2 标准件理化分析

为确认螺栓是静强度还是疲劳破坏，委托测试中心和失效分析中心对飞机 5 号子翼 2 号接头内残留的螺栓光杆进行理化分析，同时委托中航工业失效分析中心对飞机所有拆卸的子翼螺栓表面缺陷原因进行分析。

据失效分析中心测试报告 FAR2010-48，可知：a、性质：飞机 5 号子翼钛合金螺栓的断裂性质为疲劳断裂；b、原因：单耳与螺栓光杆部分的局部磨损是螺栓断裂主要原因。

3.3 生产原因分析

3.3.1 接头螺栓装配超差情况与分析

根据设计单位要求，总装公司拆卸了飞机所有子翼连接螺栓，发现部分单双耳配合的平行度存在超差现象。个别位置螺栓较难拆卸，表明孔的同轴精度不高。在西飞装配现场，子翼单、双耳接头有工装型架保证位置精度，但从型架下架后，难免会出现一定变形，降低耳片接头位置精度。因此，在耳片终孔的情况下装配螺栓，必然存在一定的强迫装配。

接头单、双耳平行度较差时，单耳螺栓孔与螺栓由面接触变成孔边缘与螺栓的线接触，螺栓接触点应力成倍增加，《航空用钛合金的失效及其预防》一书指出：“ 钛合金零件若装配不当造成局部接触，十分容易导致低周疲劳 ”。另外，单、双耳上螺栓孔同心度不好，也会产生装配应力。

3.3.2 单、双耳片螺栓孔超差情况及分析

总装公司提供的飞机检测数据显示，部分位置单耳、双耳孔孔径偏大或为椭圆孔，其中最大孔径为 6.0mm。

飞机子翼接头单耳上的螺栓孔超差较双耳严重。子翼上螺栓与孔的配合精度高的螺栓将承受更大的载荷，配合精度低载荷将相应降低。较多的螺栓低精度配合变低，将加剧子翼在气流中的振动。

3.4 设计原因分析

3.4.1 结构设计复查

1）子翼连接形式的合理性

据现有资料，该款飞机子翼的连接形式与 CRJ190、MD90 飞机类似，上述为机型经历长时间考验的成熟机型，并一直采用此种连接方式，因此可以认为此连接形式是可靠的。

2）子翼钛合金连接螺栓选择

CRJ190 子翼连接螺栓直径与该款飞机同级，MD90 子翼螺栓直径比该款飞机大一级为 0.25in，合金钢材料。直观上看，该款飞机子翼连接螺栓直径小于 5mm，不宜在主要承力结构上使用。

钛合金比强度高、耐腐蚀、复合材料相容性好，但钛合金弹性模量低，表面不耐磨，若用在有振动、装配不太开敞部位，钛合金表面容易出现损伤。《航空用钛合金的失效及其预防》一书指出：“ 表面完整性对钛合金的疲劳性能，尤其是高周疲劳性能影响较大 ”。可见，表面损伤的钛合金螺栓，其抗疲劳性能显著降低。

3）螺栓连接细节

该款飞机左侧 5 号子翼接头中，除第 1 个支臂是紧配合传递侧向载荷外，第 2、3 支臂上单、双耳存在 0.9mm 的理论补偿间隙。间隙上未相应设置垫片，且没有螺栓定力要求，可见，在螺栓连接的细节需要进一步完善。

3.5 子翼连接强度分析

1）试验情况

为验证子翼连接接头强度，设计子翼连接接头强度考核验证试验，试验由中国飞机强度研究所承担。试验选取 3 号子翼进行试验，对于连接结构，分别进行子翼段强度试验和子翼双耳片连接螺栓拉脱试验。

子翼段强度试验，加载到极限载荷的 744% 时，外侧后部连接的 NAS6403U8 螺栓断裂，见图 8。

子翼耳片拉脱试验，单－双耳连接螺栓采用 NAS6403U8 钛合金螺栓。试验结果见表 4，试验中未出现 NAS6403U8 螺

栓断裂情况。试验结果表明 NAS6403U8 螺栓在承受 23198N 载荷情况下不破坏，见图 9。

外襟翼静力试验 67% 载荷试验后，未发现 NAS6403U8 螺栓有失效情况。

表 4 子翼连接接头螺栓拉脱试验结果

螺栓序号	1 号	2 号	3 号	4 号
拉脱载荷	20935N	23198N	20626N	22799N

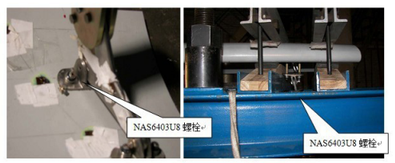


图 8 子翼试验螺栓断裂情况
图 9 螺栓拉脱试验情况

2）计算情况

根据《外主襟翼与其子襟翼连接片静强度计算报告》，螺栓静强度满足要求。详细设计阶段还对 3 号子翼接头与螺栓的组合进行了静强度试验，试验表明 3 号子翼接头与螺栓的安全裕度为 6.44。

3）对 5 号子翼连接螺栓的复核计算

依据 FAR2010-48《钛合金螺栓断裂原因分析》，判断 5 号子翼 2 号接头后部连接螺栓两断口位置分别为：A 断口位于单耳接头与双耳间严重磨损区的对侧（弯曲应力为拉应力）；B 断口位于双耳与螺栓头之间（弯曲应力为拉应力），两断口对应位置见图 10。

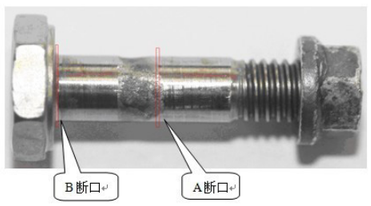


图 10 螺栓断口位置示意图

通过复核计算，螺栓剪切强度裕度：M.S. =2.80；螺栓弯曲裕度：M.S.=0.42。

对于 B 断口，弯矩（按矩形分布）为 4795.94N*mm，裕度：M.S.=1.43。

螺栓挤压应力计算：裕度 M.S. =1.65，螺栓承受挤压载荷能满足强度要求。

3.6 问题复现

根据对其他部位螺栓及安装情况的观察发现，单、双耳接头装配平行度和同轴度较好处，钛合金螺栓状况良好。由此证明单耳与螺栓光杆部分的局部磨损是螺栓断裂主要原因。

4. 总 结

综上所述，从螺栓强度性能测试、结构设计、静强度分析、载荷复查来看，子翼连接螺栓断裂不是静强度不足的问题，而是制造装配及设计导致的疲劳断裂问题。

根据 5 号子翼断裂螺栓的理化分析结果，结合子翼连接螺栓装配检查情况，可以得出飞机 5 号子翼螺栓断裂原因为：

制造及装配原因

1、子翼接头及支撑接头连接孔装配超差较多，单、双耳接头装配平行度和同轴度差，导致螺栓和连接孔配合精度较差；2、安装过程中装配不当，存在强迫装配，部分位置面接触变为线接触，局部压应力变大，表面容易出现磨损缺陷，在表面出现缺陷后，低周与高周疲劳性能显著降低，因此提前发生了疲劳断裂；3、子翼装配下架后，组件变形控制不到位，与主翼装配后及在后续使用中产生装配应力。

设计原因

1、单、双耳接头无衬套来调节间隙，对连接螺栓定力有较大影响，连接螺栓上会产生附加弯矩，导致螺栓断裂；2、对于子翼连接设计，Ti-6Al-4V 钛合金的单双耳连接，采用钛合金螺栓连接，存在钛合金之间的磨损加速疲劳问题，这是设计上的缺陷；在循环载荷的作用及局部的振动环境下，螺栓光杆部位与耳孔间出现小幅振动相对滑移，在钛合金螺栓上产生了微动磨损，破坏了钛合金螺栓的表面完整性，并进而产生了微动疲劳；使用耐磨性较好的合金钢螺栓能较好的解决此类问题。3、子翼接头单、双耳不平行，单耳孔边未倒角，使得钛合金螺栓光杆部位与耳孔边接触位置的磨损加剧；

装配改进

1、装配必须考虑型架上及型架下子翼的变形量的不同，须采取相应措施严格控制子翼下架后的变形，避免产生严重的装配应力导致的连接件的磨损疲劳。2、必须避免强迫装配，野蛮操作，严格工艺规程执行。

设计改进

1、设计可考虑是否可将单双耳片孔的制孔放在装配阶段，避免产生连接孔同轴度差的现象，并考虑操纵空间的影响。2、可考虑在连接孔设计给一定余量，并设计调节衬套，方便以后出现问题的调节及返修。

问题思考

外襟翼与子翼连接螺栓断裂并不仅仅是一个独立存在的问题，它反映出的是整个机翼在生产制造及装配过程中未考虑到机翼在型架上的理想同轴度状态与装配过程中机翼承受自重发生形变的实际状态之间差异而导致同轴度变差、存在强迫装配的问题（该款飞机首飞前对襟翼支臂、摇臂装配螺栓孔同轴度的调整，也是基于类似问题）。在今后的设计生产过程中，要提前考虑到机翼在装配和使用过程中承受自重产生的型变量，从而更好的保证局部同轴度，避免强迫装配的情况出现，保证连接件的正常使用。

系统工程在航材支援中的应用

文 / 王 海　　校对 / 任 和

摘要

航材支援是一项集技术和管理的复杂工作，贯穿于飞机设计、制造、试飞、运营直到报废的全过程，而且在各阶段的工作内容又各有侧重。航材支援涉及的专业学科有系统工程、管理科学、采购与供应链、计算机与信息科学、商务管理等，因此航材支援又是一个复杂的系统工程。本文将主要介绍飞机研制系统工程与航材支援工作，研究航材支援与飞机维修性设计、产品综合保障分析等工作的相互关联，并举例说明系统工程技术过程分析模型的应用。

关键词：系统工程，航材支援，综合保障分析

飞机研制系统工程

1.1、飞机研制系统工程

飞机研制系统工程属于工程系统工程的范畴，是组织管理飞机设计、试验、生产、运营和保障全过程的系统方法与工程技术 [1]。

1.2、飞机研制系统工程与飞机设计过程

飞机研制系统工程可分为系统工程过程、工程专业综合、系统分析与控制三个方面。飞机研制系统工程与飞机设计的关系如图 1 所示。

通过图 1 可以看出，系统工程过程将客户提出的使用需求转化为工程系统的技术性能要求，为飞机设计提供依据；工程专业综合将可靠性、维修性、安全性，产品综合保障等与飞机效能有关的技术性能与飞机设计过程紧密融合，从而扩展了传统设计的系统性能（如强度、重量、速度、功率等）；系统分析与控制将对飞机研制的整个过程进行监控、实施管理，以确保达到预期的任务要求与目标 [2]。

1.3、飞机研制过程的并行工程

并行工程是对产品及其相关过程（包括制造过程与保障过程）进行并行、综合设计的一种系统化方法。这种方法使开发者从一开始就考虑产品全寿命周期中的所有因素，包括质量、费用、进度与使用维护。

图 1、系统工程与设计工作的关系

并行工程与序列化的工程研制过程相比有如下特点：

a) 将传统的序列化研制过程转变为并行的、相互间不断有信息交流的交互作用的研制过程；

b) 强调协作精神；

c) 强调人在产品研制中的主动精神。

经过国外成熟飞机制造商的实践，实施并行工程具有降低研制费用、缩短研制周期、提高产品质量等优势 [3]。

航材支援的概念

2.1、定义

在飞机研制系统工程中，航材支援属于工程专业综合中综合保障工程的范畴，工作实质是在飞机系统发生故障需要备件时最大程度地保障可用，工作核心主要是解决定性与定量两个方面的问题。定性问题是航材辨识、确认和分类；定量问题是确定适合的航材数量，避免航材短缺或者过剩。如上述所述，现代飞机研制是一项并行工程，航材支援在飞机研制初期就投入开展。

2.2、航材支援的作用与意义

航材支援是飞机运营保障的重要内容之一。由于飞机设计的一些限制（比如使用技术状态、经济限制及环境条件限制），使得飞机系统不能完全满足客户所需的系统性能。这种设计限制可能导致非计划和突发的停机事件发生，而航材支援可以改善这类问题。

航材价值较高，需要占用大量资金。根据 Aviation& Space Technology 的统计，全球 2000 年存储有约 500 亿美元航材，并且库存航材还在以每年 7~10% 的速度增长。

航材支援是飞机主制造商的责任之一。按照 WASG（世界航空公司和供应商指南）规范，只要有 5 架飞机运营，主制造商就有义务提供航材支援确保飞机正常运营。

2.3、飞机全寿命周期的航材支援工作

飞机全寿命周期的航材支援工作如图 2 所示。在研制阶段，航材支援的重点工作是航材工程分析，具体内容包括航

材参数体系规范，飞机零件可拆性分析，制定全机潜在航材清单，航材需求预测等。随着设计定型、试飞取证及交付等工作开展，航材支援将主要围绕EIS（Entry Into Service）开展，包括提供客户化的初始供应资料（如 RSPL 清单、租赁件清单等），召开 IP 会议，交付首批航材等；飞机交付后，将主要面向客户提供航材供应、航材租赁、AOG 支援，航材增值服务等。

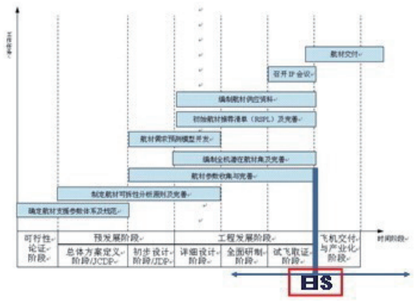


图 2：飞机全寿命周期的航材支援工作

综合保障工程与航材支援

欧洲航空航天与防务工业协会（ASD）产品支援系列规范是开展产品综合保障工程的实践标准。产品综合保障分析（LSA）是其重要组成部分之一，其前端是“工程设计”或者说产品基本定义，后端连接产品支援的各类业务，是整个综合保障工程的核心。

3.1、维修性设计对航材支援工作的影响

维修性设计是产品设计的重要内容之一，包含研制、生产、运营中涉及维修性的所有工作，从维修性设计工作体系建立，参数、指标的分析论证、分配、预计，设计方案的分析权衡，到具体设计特征分析检验，试验结果的分析等。

3.1.1、维修性设计与航材支援工作的关系

参考 ASD 的 S3000L 标准开展综合保障分析，可以确定满足客户使用要求与环境要求的供应保障方案，确保工作顺利地开展。LSA 的逻辑图如图 3 所示 [4]。

通过图 3 可以看出，供应保障与飞机研制过程的维修性 / 测试性、可靠性均有关系。航材支援是供应保障的组成部分，其中的航材可拆性分析与维修性分析直接相关。例如，制定结构部分零件可拆性分析原则时，可对结构维修性分析中的可达性、设计简化、互换性、标准化，维修口盖等分析内容进行梳理与总结。当进入实际总装阶段，可以结合零部件的生产与安装情况，对零件可拆性原则进行完善与验证。

3.1.2、航材支援对维修性设计的要求

在飞机研制过程中，可靠性、维修性、保障性是产品的重要属性。如果将可靠性、维修性、保障性分开研究，那么就会可能导致可靠性高、维修性和保障性低，或者维修性高，但可靠性和保障性低的情况。航材支援可以解决上述问题。因此航材支援有如下要求：

a) 对可靠性、维修性、保障性进行综合管理。如某系统进行 FMECA 发现某故障危害度较高，除改进设计提高其可靠性外，在维修性分析中据此提出应保证排故时具有开敞、可达性和测试性的有关要求。在上述分析结果的基础上，进而开展预防维修和航材支援。

b) 对维修性、可靠性、保障性进行综合权衡。即在维修性分析时，不能只追求维修性的定性和定量指标，而且要考虑在特定指标下的保障性水平，如为了降低维修停机时间，就要求航材的及时供应。

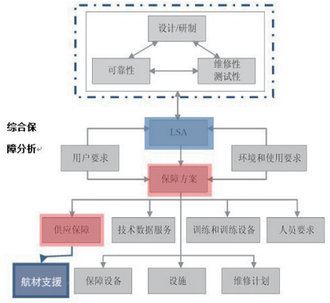


图 3 LSA 的逻辑关系图

3.2、综合保障分析对航材支援工作的影响

在 S3000L 标准中，综合保障分析主要内容如表 1 所示 [5]。

定义飞机航材是 LSA 的重要分析内容之一。不同的分析方法、产品结构分解的深度、维修方案的制定等都影响航材的定义。在 LSA 中的第 3 章“LSA 业务过程”中，包含了对航材定义与分析的基本要求。

编号	章节	编号	章节
1	简介	12	维修任务分析
2	一般要求	13	软件保障分析
3	LSA 业务过程	14	寿命周期费用计算
4	技术状态管理	15	退化分析
5	设计影响 /RMT 接口	16	服役期反馈
6	人为因素分析	17	报废
7	LSA FMEA	18	与其它 ASD 标准的相互关系
8	损伤与偶然事件分析	19	数据元素
9	保障相关作业分析	20	数据交换
10	定期维修分析	21	术语、定义和缩略语
11	LORA	22	数据元素清单

第 11 章“维修级别分析（LORA）”的输出数据是航材支援的输入之一，数据包括修理级别、修理类型、报废率、使用环境和修理限制、各种相关费用等。考虑到零件维修级别以及经济性因素，飞机主制造商要求系统设备供应商将航线可更换件做到更换简便、价格便宜。

第 12 章“维修任务分析（MTA）”将基于分解的产品结构，针对不同的维修工作所需要的资源进行梳理与分析，包括了维修工作对航材更换需求分析。因此，在飞机投入运营后基于维修任务开展航材采购及储备将是航材支援工作的重要内容。

应用举例

下面将以某飞机研制中的防冰 / 除雨系统潜在航材分析为例，阐述系统工程中技术过程分析模型的应用。

4.1 分析模型

在系统工程过程分析中，每个技术分析过程都可以采用内外关系图模型进行分析 [6]。潜在航材分析是在飞机研制进入详细设计后开展的一项分析工作，按照系统工程过程方法，建立分析模型如图 4 所示。

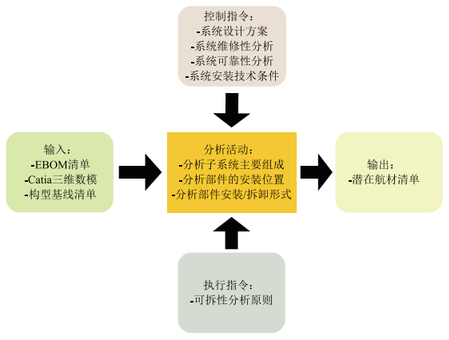


图 4 表 1 潜在航材分析模型

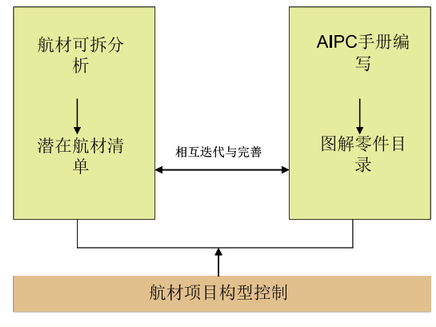


图 5 潜在航材清单迭代与完善

在潜在航材分析模型中，将系统设计输入数据在控制指令与执行指令下开展分析活动，输出潜在航材清单。

4.2 潜在航材清单

飞机防冰 / 除雨系统由机翼防冰、短舱防冰、结冰探测、风挡加热、风挡除雨、风挡清洗 6 个子系统组成。经过分析，潜在航材清单共计航材项目 130 项，其中 LRU 项目为 18 项，LMP 项目为 38 项，其他 74 项。

按照 ATA2000 规范标准，潜在航材清单中包含的航材项目应与飞机图解零件目录手册（AIPC）涵盖的零件范围一致。因此，随着设计深入，应将潜在航材清单与 AIPC 进行比对，迭代完善。同时，分析得到的航材项目也应与系统设计人员和供应商进行沟通、确认，并将航材项目纳入飞机产品基线进行构型管理。过程如图 6 所示。

小 结

由于民机项目研制具有周期长、投入大，风险高的特点，如何协调好各参研单位（包括供应商）的研制工作并与项目研制进度保持一致，如何在相互影响甚至制约的各个分系统之间找到最佳方案以保证整体最优，是系统工程需要考虑并解决的问题。

航材支援是一项复杂的工作，利用系统工程的方法与知识对这项工作在开展过程的组织规划、技术研究等内容进行管理，可以更好地开展工作。本文对系统工程在航材支援中的应用做了简要阐述，并将内外关系图分析模型应用在潜在航材分析实例中，对飞机研制阶段开展航材支援工作具有一定借鉴参考价值。

参考文献：

[1] 朱一凡，李群等译 . NASA 系统工程手册 . P3
[2] 阮镰，章文晋 . 飞行器研制系统工程 . P4~P5
[3] 阮镰，章文晋 . 飞行器研制系统工程 . P243~P247
[4] S3000L International procedure specification for Logistics Support Analysis(LSA). Issue 1 2010-04-01. P10
[5] S3000L International procedure specification for Logistics Support Analysis(LSA). Issue 1 2010-04-01. P42
[6] Systems engineering handbook, version 3(INCOSE-TP-2003-002-3). 2010-06. P17

对基于物联网技术的飞行训练设备管理的探索

文 / 樊越强　　校对 / 张方平

摘要

自从物联网的概念被提出以后，一直处在不断地变化与发展中。目前使用最为广泛的物联网定义是：物联网是通过信息传感系统（传感网、射频识别系统、红外感应器、激光扫描器等），条码与二维码，全球定位系统，遵循规范的通信协议，通过网络实现信息交互，完成智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的网络。具体地说，指在物理世界的实体中，部署具有一定感知能力、计算能力和执行能力的嵌入式芯片和软件，使之成为智能物体，通过网络设施实现信息传输、协同和处理，从而实现物与物、物与人之间的互联。

1. 训练设备对飞行训练的意义

民用飞机市场的竞争已经从单纯的产品竞争转变为产品和客户服务相结合的体系竞争。建设完善的客户服务体系是中国商飞重点打造的六大核心能力之一，飞行训练业务则是民机客户服务的重要组成部分。训练设备的意义在于训练设备健康持续稳定的运行就是对飞行训练业务持续稳定开展的保障，是保证训练质量、满足训练标准的必要条件。中国民用航空局也在 CCAR142 和 CCAR47 部中对训练设备的使用和维护制定相关的规范和咨询通告，以保证其运行的可靠性，保证其受训人员的训练质量满足要求。此外，训练设备是进行各类训练的基础，上海飞机客户服务有限公司所提供的所有飞行训练都是运用和围绕训练设备所开展的，如其发生故障，又在第一时间得不到维修，则会影响飞行训练任务的正常进行，从而难以保证训练的质量、难以满足训练的标准，因此，保障各类训练设备的正常运行或者第一时间发现训练设备的故障遗患与故障信息，然后立即展开检修。这对于训练工作来说意义重大，也是飞行训练管理体系核心生产力和竞争力的直接体现，又关系到中国商飞在民用航空领域的飞行训练服务能力。

2. 物联网将为训练设备提供健康预测管理

随着物联网时代的到来，一系列新的应用和服务将会产生，在国家大力推动工业化与信息化两化融合的大背景下，物联网会是工业乃至更多行业信息化过程中，一个比较现实的突破口。对于航空训练行业来说，通过在训练设备上使用包括 RFID 传感器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备在内的物联网技术，把与飞行训练业务相关的包括全动飞行模拟机在内的所有高使用率和高价值的训练设备与互联网连接，进行信息交换和通信，实现对训练设备的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理，实施专门针对训练设备的全面健康预测管理。以便能够随时把训练设备的开关机状态、自检状态、运行状态、故障状态等信息传给系统终端，并且，在第一时间将监控结果传给训练设备维护人员，使存在问题的训练设备得到及时检修，提升训练设备的故障响应与维护时间。更为重要的是通过该系统能够 7*24 小时全天候地监控所有被安装过 RFID 传感器等物联网传感设备的训练设备的状态，并通过预先设置的自检程序定期触发对训练设备进行自检，然后，将得到的自检数据与训练设备维护手册上的相关数据指标进行比对和全面分析评估，预测一切可能存在或将会发生的潜在问题，及时做好预防性维护，把训练设备的故障率降到最低，提升训练设备的无故障运行系数。这样的预防性维护尤其是对全动飞行模拟机这样的高价值且全天候运行训练的设施设备尤为适用。

训练设备健康预测管理系统将是物联网技术与航空训练行业的一次亲密接触。意味着通过物联网技术可以将训练设备的安全无故障系数大大提高，很好地解决了训练设备因故障问题而给飞行训练工作带来的负面影响。同时，也根本性地改变了原有训练设备人员对训练设备维护的工作模式，把原先等到故障发生后疲于奔命的事后维修模式转变成事先预防性维护模式。

3. 训练设备健康预测管理系统的物联网技术架构

从物联网的技术架构上来看，在物联网的发展过程中，一个物联网的基本体系架构逐渐被大家所认可，也就是从下至上依次是：感知层、网络层和应用层。感知层相当于人体的皮肤和五官，网络层相当于人体的神经中枢和大脑，应用层相当于人的社会分工。

基于物联网的训练设备健康预测管理系统的三层体系架构图如图 1 所示：

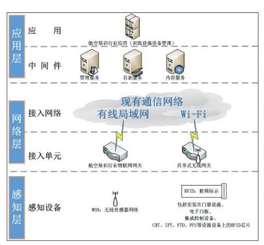


图 1 基于物联网的训练设备健康预测管理系统的三层体系架构图

感知层是整个物联网系统的基础，主要使用传感器、智能终端、RFID 电子标签等设备完成训练设备各种状态信息的采集、转换和收集。感知层设备一方面运用智能传感、身份识别以及其他信息采集技术展开对训练设备进行基础的信息收集工作，另一方面又接收来自上层的控制指令对训练设备运行进行调整。感知层的关键技术主要为传感器技术和短距离传输网络技术。传感器是一种能把特定的被测量信息按一定规律转换成某种可用信号输出的器件或装置，以满足信息的传输、处理、记录、显示和控制等要求。随着信息科学与微电子技术，特别是微型计算机与通信技术的快速发展，传统传感器已开始与微处理器、微型计算机相结合，形成了兼有检测信息和信息处理等多项功能的智能传感器。短距离传输网络将传感器收集的数据信息发送到网关或将应用平台控制指令发送到传感器。

网络层在物联网系统中主要通过各种有线和无线通信网络实现信息数据的快速、可靠、安全的传输和处理，既自下而上地传输感知信息，又自上而下地传输控制指令。网络层包括两个部分：接入单元、接入网络。接入单元是连接感知层的网桥，它汇聚从感知层获取的数据，并将数据发送到接入网络。接入网络即现有的通信网络，包括有线局域网网和无线网络等。通过接入网络，人们将数据最终传入互联网。网络层是基于现有通信网和互联网建立起来的层。

应用层是物联网系统的核心。这里主要完成训练设备数据的管理和数据的处理，负责对各种训练设备 7*24 小时海量的感知信息进行汇总、共享、分析，并依据处理结果对各种训练设备进行智能决策，是否需要对此训练设备进行预防性维护工作，做到将这些数据与各种训练设备的维护手册、制造商与行业的应用相结合。应用层包括两部分：物联网中间件与物联网应用。如果软件是物联网的关键和灵魂，中间件就是这个灵魂的核心。物联网中间件处于物联网的集成服务器端和感知层、网络层的嵌入式设备中。服务器端中间件称为物联网业务基础中间件，很多时候也叫框架或平台，一般都基于传统的中间件（应用服务器、ESB/MQ 等）构建，加入设备连接和图形化组态展示等模块。它是一种独立的系统软件或服务程序，用于支撑跨行业、跨应用、跨系统之间的信息协同、共享和互通，也可以将众多能够公用的能力进行统一封装，提供给丰富多样的物联网应用。统一封装的能力包括通信的管理能力、设备的控制能力、定位能力等。

基于物联网的训练设备健康预测管理系统的系统应用流程如下：首先，对各个训练设备静态和动态的属性进行标识，静态属性可以直接存储在标签中，动态属性需要先由传感器实时探测；然后，识别设备完成对各个训练设备属性的读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式；最后，将各个训练设备的信息通过网络传输到信息处理中心（处理中心可能是分布式的，如计算机、手机或 IPad 等平板电脑，也可能是集中式的，如中国商飞的互联网数据中心，由处理中心完成各个训练设备通信的相关计算。

4. 物联网的关键技术问题

从物联网的三层体系结构来看，每一层都有许多的关键技术问题需要解决。

1)　传感器节点问题，传感器节点是物联网系统的基础信息单元，是实现对现实世界感知的基础，是物联网服务和应用的基础。传感器节点目前主要问题有：其一，传感器节点部署通常具有数量大、分布广的特点，传感器节点只能由自身所携电池提供能量，而且在运行过程中电池无法被补充或替换，因此如何降低传感器节点功耗，延长使用寿命是一个亟待解决的技术问题。其二，传感器技术依附于敏感机理、敏感材料、工艺设备和计测技术，对技术工艺要求极高。

2)　组网互联问题，RFID、智能卡、传感器等信息采集技术为客观世界中的物品和虚拟世界中的网络提供了沟通的桥梁，但是，物联网的规模却远远超过现有的互联网，无以量计的物品将随时在物联网上交换信息。接入终端的多元化、网络规模的迅速增长将给现有的网络体系带来严峻的挑战：其一，需要寻求统一协议。其二，需要扩充 IP 地址。由于物联网需要更多的 IP 地址，这对目前即将耗尽的 IPv4 资源而言是无法支持的，那就需要 IPv6 来支撑。

3)　数据处理问题，物联网中包含了数量庞大的传感器节点以及其他信息采集设备。在信息感知过程中，如果每个节点都单独向上提交感知数据将会严重浪费节点的通信带宽和能量资源。由于传感器节点体积小，其电源能量、通信能力和计算能力有限，这样的浪费必然会降低信息收集效率，影响数据采集的及时性。由此可见，在物联网信息收集过程中，如何利用数据融合技术有效去除冗余数据，减少网络通信量，提高资源利用率是一个值得深入研究的问题。进行有效数据挖掘与云计算是一个比较好的解决方案。

4. 结束语

物联网是一场新的划时代的科技革命，又称之为第三次浪潮。此番对它在航空训练行业中具体应用的前景进行探索，发现它能够大大提升训练设备预防性维护的效果，并且，能够成功地将训练设备维护人员原有的事后检修的工作模式转变成了事先对训练设备进行预防性维护的工作模式。最终，为民机客服飞行训练业务未来更好更快的发展保驾护航。

创新驱动
创业引领
创造品牌