

飞行安全文选

(六十二)



中国民航飞行学院图书馆

2007年06月

飞行安全文选

主办单位：
中国民用航空飞行学院图书馆
主编：李威生
副主编：李维 徐敏
编辑：王冬云
地址：四川省广汉市广金路
邮编：618307
电话：0838-5183941
传真：0838-5183805
E-mail: yunny70@163.com

目 录

(2007 年 01 期 总第 62 期)

概论

强化飞行训练：飞行安全的重要保障——

CCAR-121-R2 对飞行训练标准的重要修订.....1

RNP 对我国民航运输的影响.....4

SMS——有效的航空安全解决方案.....7

航空安全的六西格玛管理.....10

关于航空安全和保安的国际法规规范.....14

严格飞机除冰/防冰液适航审定.....17

民航飞行人员健康管理模式探讨.....21

安全评估

安全评价与安全评价机构.....22

以人为因素为中心的航空安全多级模糊综合评价.....27

计算机辅助飞行安全定量评价模型.....30

基于 FDR 的飞行安全定量评价模型 FRAM—FD.....35

电传操纵系统可靠性分析及飞行安全评估.....38

研究与探索

浅谈现代飞机座舱布局的设计理念.....42

机载避碰信息系统的研究.....45

区域导航航路和进离场程序设计分析与仿真.....49

直升机毫米波防撞雷达的发展与应用.....52

提高飞机座椅的保护作用研究.....56

危险品航空安全运输管理系统的探讨.....60

航空领域中的人员可靠性问题及研究进展.....63

飞行安全

航空公司人力资源管理失误对航空安全的威胁.....67

相似航班号与飞行安全.....70

陆空通话与飞行安全.....73

如何预防飞行过程中的不安全因素.....76

复飞点复飞，保证安全的最后时机.....81

掌握结冰飞行.....86

空管安全

空中交通管制员的情境意识与航空安全.....90

民航空管人为差错预防.....93

空管安全浅析.....95

空管部门要重视破解人为因素难题.....96

缓解管制员精神压力 创造空管安全氛围.....98

民航通信导航监视的危机管理.....101

雷达管制运行风险分析.....103

雷达两项告警功能虚警原因分析及对策.....105

加强航班正常性的航空气象服务.....107

航空气象服务保障工作中的“人为因素”.....109

其它

生态治理 防治机场鸟击.....111

强化飞行训练：飞行安全的重要保障——

CCAR-121-R2 对飞行训练标准的重要修订

刘清贵

超前预防优于事后整改

近年来，我国每年所发生的各类安全事故造成 70 多万人伤残，给近百万个家庭带来不幸，经济损失高达 2500 亿元，相当于两个多三峡工程。研究表明，安全保障措施的预防性投入效果与事后整改效果的关系是 1:5 的关系，即：1 元事前预防=5 元事后投资。安全效益“金字塔法则”：设计时考虑 1 分的安全性，相当于加工和制造时的 10 分安全性效果，而能达到运行或投产时的 1000 分安全性效果。由此可以说：超前预防优于事后整改。现代工业生产系统是人造系统，这种客观实际给预防事故提供了基本的前提，完全可以通过各种合理、行之有效的措施，最大限度地消除事故隐患。据了解，美国美孚石油公司推行科学安全管理活动后，公司事故率下降了 48%，工人工伤赔偿金比 20 世纪 80 年代减少 93%。

机组是导致飞行安全问题的最主要原因

1980-1996年，全球民航运输飞行共发生了621起重大事故，在这621起重大事故中，有32起信息不全，余下的589起信息比较充分。通过分析这589起飞行事故，得出的结论是447起(76%)直接涉及机组，有517起(88%)事故机组被视为直接因素之一。对事故进行的“单一直接因素分析”(将每一事故列出众多直接因素，但其中仅有一个被认为是主要的直接因素)表明：缺乏空中情境意识占20.9%；行为疏忽/不适当行为占19.7%；飞行操纵占12.9%；按键错误占7.8%；不良技术判断/飞行技能占3.7%；故意不遵守程序占2.7%；设计缺陷占2.2%；风切变/失控/紊流/阵风占2.0%；维护或修理疏忽/失误/不充分占1.7%；系统失效占1.7%。前6个主要直接因素均源自机组，占到了589起重大事故的67%。此期间，亚洲地区共发生飞行事故117起，排在前三位的因素是缺乏空中情境意识(31.6%)、行为疏忽/不适当行为(16.2%)和飞行操纵(9.4%)。缺乏空中情境意识通常涉及到缺乏对近地的估计，常见的是航空器未安装近地警告系统(GPWS)和/或精密进近辅助装置不可使用，直接结果就是常说的可控飞行撞地(CFIT)事故；行为疏忽/不适当行为主要指机组不用目视参考或目视失去时，继续下降到决断高(DH)/高度(DA)或最低下降高(MDH)/高度(MDA)以下。

1990-2001年，中国民航发生飞行事故共35起，排在前三位的飞行事故原因为机组原因造成飞机失控(共9起，占25.7%)、撞山(8起，22.9%)、冲出跑道(5起，占14.3%)；排在前五位的诱发原因是CRM(机组资源管理)不良(31起，占88.6%)、机组配合不作为(21起，占60%)、缺乏交流或交流不好(21起，占60%)、处境意识差(21起，占60%)以及无交叉检查或不良的交叉检查(19起，占54.3%)。

1990-2001年，中国民航发生飞行事故征候共361起，发生次数和所占比例排在前三位的是：一是机组操纵不当(173起，47%)。机组操纵不当主要表现为基本驾驶术不高，偏差修正能力较弱。近年来随着机载设备数字化、智能化、自动化程度不断提高，有的航空公司在年度复训中，处理不好手控飞行与自动飞行的辩证关系，将两者对立起来，过分强调全程自动飞行，忽视对基本驾驶术的训练，飞行员自身对基本驾驶术的重视程度也日渐降低，如在航班飞行中，起飞上升到1000英尺就无一例外地接通自动驾驶仪，直到下降进近至11300英尺之后才脱开自动驾驶仪改为手控飞行，这种飞行方式虽然极大地节省了飞行员的精力，但另

一个方面却导致了我国民航飞行员基本驾驶术整体有所退化的趋势；另外我国航空公司飞行员绝大部分来自民航飞行学院，毕业学员飞行经历只有250—280小时，他们直接进入航空公司担任大、重型机副驾驶，过渡机型很少，手控飞行机会不多(特别是对于侧杆操纵的重型机，副驾驶一般不允许在航班上操纵飞机)，这也是基本驾驶术得不到巩固和提高的重要原因。二是违反规章程序飞行(72起，19.9%)。主要表现为机组忽视规章、标准化意识弱，随意性大，甚至盲目蛮干。三是机组资源管理(CRM)能力不强。从飞行事故征候发生的原因来看，与CRM有关的征候次数为317起，所占百分比为87.8%。其中，与交流有关的征候次数为201起，占55.7%。与交叉检查有关的征候次数为185起，占51.2%；与机组配合有关的征候次数为161起，占44.6%。这一现象说明，不良的CRM技能是影响我国民航飞行安全的主要因素。

从上述分析发现，机组是导致飞行安全问题的最主要原因。中国民航“十一五规划”确定：在2006—2010年期间，民航运输飞行重大事故率比1990—1999年降低80%，即每百万飞行小时重大事故率低于0.3。要实现这个目标，就必须努力降低机组原因导致的飞行不安全事件发生率。对于缺乏空中位置意识导致的飞行安全隐患，可以通过改进飞机的硬件设备(诸如加装GPWS系统)来增加安全冗余度；但其他机组因素如行为疏忽/不适当行为、飞行操纵、不良技术判断/飞行技能、进近速度不当和/或高度过低、机组资源管理失效等，则只有通过训练来解决机组在这方面存在的缺陷和不足。

我国飞行员训练水平与西方国家的差距

保证飞行安全，人的因素起着决定性作用。我国民航飞行安全水平与航空发达国家的差距，主要导因是在管理水平和人员整体素质上的差距，归根结底是人员整体素质上的差距。由于我国民航的飞机、基础设施和设备大都引进西方航空发达国家的高端产品，遵循的也是西方的运行程序和标准，但操作者却具有深厚的中国传统文化背景，这两者之间存在明显的排斥性，“人一机一环境”结合并非紧密。航空安全是靠众多的规章、标准化的程序、规范化的操作来实现的，而人的潜意识中都存在“趋于简化”、“趋于省事”、“趋于打折扣”的倾向。因此，只有通过严格的教育培训，着力提高人员综合素质，才能降低人为因素导致的飞行安全问题。

目前中国大陆航空公司的飞行员主要来自中国民航飞行学院的飞行学员、军航退役飞行员和航空公司自主与国外飞行员培训机构联合训练的飞行学员。除来自军航的飞行员外，其余两部分飞行员毕业进入航空公司时的飞行经历在250—280小时，与通用航空发达的西方国家特别是美国相比在飞行经历时间上存在很大差距，如在美国，有资格到航空公司应聘飞行岗位的飞行员的飞行经历大都在2000小时以上，这些经历大都在航空俱乐部或飞行学校获得，而去飞行俱乐部进一步训练一般都是自费的。我国低空空域资源还没有完全放开，加上航空俱乐部等通用航空机构还处于初始状态，个人飞行对于绝大多数国民来说还太奢侈，除来自军航的部分飞行员有这方面宝贵的飞行经历外，其他飞行员则少有这种机会。

CCAR-121-R2提高我国飞行员训练标准的主要规定及意义

正是基于我们的国情，中国民航2005年2月25日颁布的CCAR-121-R2(即第二次修订的大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则)提高部分飞行训练标准：

一是增加了飞行训练计划小时数：以涡轮螺旋桨发动机为动力的飞机的机长和副驾驶计划飞行训练小时数为24小时，机长比原规定多9小时，增加了60%，副驾驶比原规定多17小时，增加243%；以涡轮喷气发动机为动力的飞机的机长和副驾驶计划飞行训练小时数为28小时，机长比原来多8小时，增加了40%，副驾驶比原来多18小时，增加了180%。大幅度增加飞行训练计划小时数，主要是为了提高驾驶员初始改装转机型和升级训练的出口质量。对

于飞行员的技术成长来说，增加这部分安全投入至关重要。

二是提高了拟转大型和重型飞机副驾驶进入条件：对于拟转大型和重型飞机的副驾驶，除采用了CCAR-62部执照和多发高性能飞机飞行训练的相关要求外，增加了航线运输驾驶员执照地面理论考试和在高性能飞机训练完成后，达到仪表航路转场飞行中履行机长职责分别飞行2个航段和4个航段的要求。转大型飞机副驾驶的各机型总驾驶员时间改为可以包括飞行模拟机和训练器飞行训练时间的250小时；转重型飞机的副驾驶各机型总驾驶员时间改为可以包括飞行训练器和飞行模拟机飞行训练时间的280小时。

飞行员不是简单的技术操作工，必须要有扎实的航空理论功底，因此CCAR-121-R2对航线运输驾驶员执照地面理论进行了明确要求，考试不合格不能转入下一个流程的培训。为了完成规定的训练课目达到规定的训练难度，以保证飞行学生符合规定的质量标准，CCAR-121-R2规定必须采用高性能飞机进行训练。而且CCAR-121-R2对飞行时间进行了明确的规定，其中飞行训练器和飞行模拟机飞行训练时间不能突破规定比例。

三是增加升大型或者重型飞机机长的操作航段次数要求：对于没有中型飞机机长经历的驾驶员，拟转升大型飞机机长前，必须有在大型或者重型飞机上作为操作驾驶员不少于40个包括起飞和着陆的航段飞行，其中在本机型上有作为操作驾驶员不少于200个航段的飞行；对于没有大型飞机机长经历、要转升200吨以下重型飞机机长的驾驶员，必须有在大型或者重型飞机上作为操作驾驶员不少于600个包括起飞和着陆的航段飞行，其中在本机型上有作为操作驾驶员不少于200个航段的飞行，分别比原要求各增加200个飞行航段。

增加操作航段将意味着飞行员的培养周期要延长1-2年时间，对目前处于机长紧缺状态的航空公司来说似乎有点不合时宜，但实际上，这正是中国民航对国家、对公众、对企业安全利益负责任的具体体现，是为了防止大型和重型飞机的副驾驶在取得升机长飞行经历阶段，其飞行经历时间在非操作情况下所占比例过多的倾向，保证其成长过程中有更多的操作实践。俗话说：“飞行，飞行，不飞不行！”所以，对操作航段做适当增加完全是为了更好地遵循飞行员训练的客观规律。

四是增加了本场训练次数要求：新版121部规定，在D级模拟机训练完成后，还需增加实际飞机起落飞行训练次数：对于未取得航线运输驾驶员执照的驾驶员，在组类II飞机上完成初始训练或者初次在组类II飞机上进行初始训练，如果是在D级模拟机完成训练的，还要至少完成30次实际起落的本场训练对于初次在组类II飞机上的升机长训练及其型别等级考试，如果是在D级模拟机上完成的，还要至少完成15次实际起落的本场训练。

为了节约成本，过去的惯用方法是用D级模拟机代替或部分代替本场起落训练，钱是省了，进度看起来是加快了，但被训者往往吃了技术“夹生饭”，在以后的航班飞行中，这种隐藏的技术缺陷将以某种类型的操纵失误或力不从心的状态显露出来。从近年来发生的许多飞行不安全事件中，特别是进近、着陆阶段发生的偏 / 冲出跑道、掉在跑道外面、擦翼尖 / 擦发动机等安全问题中，我们都可以或多或少地发现类似技术缺陷的影子。中国国际航空公司在这个方面带了好头，国航拿出2架波音737—300型飞机在天津组成训练大队，对所属飞行员进行本场起落强化训练，每年这将增加训练成本近亿元。尽管按照新标准，进行本场起落训练每人的训练成本将增加20-40万元人民币，但这是完全值得的，事前投入远比事后整改划算。（摘自《中国民用航空》No. 2 , 2006）

RNP对我国民航运输的影响

魏光兴

随着全球航空业的飞速发展，空中交通流量急剧增加，基于传统运行方式的航路结构难以满足航班量增加的要求，航路和终端区空中交通拥堵的现象时有发生，影响了飞行安全，降低了运行效益。为此，国际民航组织提出了必备导航性能的概念，在这个概念的影响下，全球航空运输发生了巨大变化，产生了全球统一标准的大地坐标系WGS—84坐标系，进行了空域再设计，调整了适航批准的方式，以研讨会的形式对相关人员进行培训，产生了很好的效益；受其影响，我国民航运输也将发生重大变化。

一、必备导航性能及带来的效益

必备导航性能，简称RNP，是指在一个指定的空域内运行的飞机，在水平方向上(经纬度位置点)所必备的导航精度。RNP不是驾驶舱的新硬件，也不是新的助航设备，它是以性能为基准，不取决于某一特定设备，在确定的空域内运行所必需的位置精确性的一个声明。RNP由一个精度数值表示，如表1所示。例如“RNP1.0”是指在95%的概率下，在指定的飞行航迹上飞机必备的导航精度在1海里以内。

表1 RNP类型及应用

RNP0.3	± 0.3 海里	允许在终端区使用
RNP1.0	± 1.0 海里	允许使用灵活航路
RNP4.0	± 4.0 海里	实现两个导航台之间建立航路
RNP12.6	± 12.6 海里	在地面缺少导航台的空域使用
RNP20.0	± 20.0 海里	提供最低空域流量的 ATS 航路

基于RNP的航路是基于飞机导航性能要求的区域导航航路，该类航路的运行只限制飞机的实际导航性能，而不是特定的导航设备，即不管是哪种机型，采用何种导航系统，只要飞机设备满足空域要求并且飞机的导航性能参数ANP值小于RNP值，即可运行该RNP航路，也就是说，在95%的概率要求下，当飞机的导航误差小于航路给定的RNP值时，飞机即可在此航路上运行；反之亦然。这里要特别注意，RNP是关于在确定的空域内运行所必需的位置精确性的一个声明，不是一个导航设备；另外，有的飞机能在RNP1的空域运行，却不能在RNP20的空域运行。例如，被地面测距台(DME台)完全覆盖的空域可定义为RNP1空域，如果飞机的区域导航设备只有DME / DME，它能在DME台覆盖的RNP1空域运行，却不能在缺少DME台的海洋空域(RNP20)运行。区域导航是满足RNP运行的主要手段，它允许在RNP规定的精度范围内的任何空域内运行，而不必直接飞越陆基导航设施。基于RNP的区域导航在世界各地的试运行表明，它在飞行的每个阶段，在安全性、容量、效率、环境等方面有许多优点(见表2)。

表2 基于 RNP 的区域导航优势

优势	基于 RNP 的优势	传统导航的劣势	传统导航的劣势
安全	比非精密进近更稳定的垂直导航	减少话音通信	减少话音通信
容量	提高跑道利用率	分离流量	提高空域利用率
效率	比非精密进近的垂直剖面有改进	路径的时间和距离减少	路径的时间和距离减少
环境	噪音管理、降低排放	噪音管理、降低排放	噪音管理、降低排放

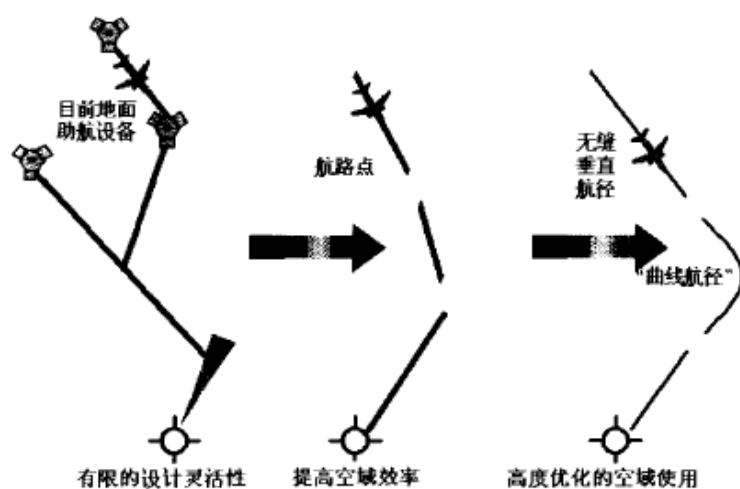
二、必备导航性能与适航签证

RNP运行的一个基本要求是对航空公司及每一架飞机在各类RNP空域飞行都要取得民航当局的批准，获得适航签证，包括区域导航设备和飞行管理系统FMS。设备和系统的初始签证需要进行技术评估，主要验证导航精度、故障显示和环境限制等指标与相应的RNP类型的适应情况；另外，相同的系统和设备安装与其它飞机上需要进行附加的评估，这要看它在飞机上与其它系统的吻合程度；当然，改变飞机RNP运行的类型也要进行技术评估，取得适航签证。

传统的适航验证由国家民航当局来完成，具体方式是规定飞机具有某些特定设备才能运行，这样限制了航空公司的自主性，使机载设备缺少多样性，容易造成设备的浪费，不仅降低了航空公司的运行效益，同时还增加了管理难度。在RNP思想的影响下，飞机能否在某一RNP空域运行，不限定飞机的机载设备，而关注飞机的导航精度，即飞机导航性能，只要飞机导航性能满足RNP的要求，即可运行该RNP空域。一般来讲，飞机导航性能的认定是全球性的，有全球性的标准，飞机出厂时经过试飞验证就已得出，航空公司只需将相关验证材料提供给适航当局就可获得适航签证。

三、必备导航性能与航路规划设计

我国民航绝大多数客机都装备有飞行管理系统FMS，FMS具有性能管理、自动飞行、自动导航功能，利用它可以实施区域导航，即可以实施脱离地面导航台的束缚，从航路点到航路点飞行，甚至可以实施跳点直飞；而现在的航路为导航台与导航台之间的线段，飞行计划的制定全部基于这样的航线；因此，很难发挥先进的机载设备带来的效益。为了解决飞机先进的机载导航设备与落后的航路以及运行方式之间的矛盾，必须引入RNP思想，重新规划设计RNP区域导航航路，使导航系统从以台站为基准发展到以地球为基准，在航路、终端区、进近三个方面，进行空域规划设计，只有这样才能发挥先进设备带来的效益。（如附图所示）



附图 规划设计空域的优化过程

在航路阶段，进行与RNP匹配的空域设计，可降低空域保护要求，建立从航路点到航路点的航线结构和平行航路。进行平行偏置飞行，提高了变更航路的能力，减少航路拥挤，提高空域利用率和交通流量。

在终端区范围，建立二维和三维的飞行程序，允许有转弯的曲线航段，有距离短、顺畅的进离场航路，可以引入更多交通，提高流量

的预见性，提高终端区进场和离场率，减少地面拥挤，改进滑行时间，提高终端管制员在排序和管理等待层时的能力，减少飞行时间及用户运营成本，提高效益，同时还便于改进空域再设计和改进终端区航路。

在进近阶段，在无额外地面基础设施的情况下，允许在非精密跑道上运用新进近程序，采用平行进近的运行方式，提高进场率，增加收敛进近的应用，降低最低下降高度和最低天气标准，在能见度降低的条件下提高跑道的使用率，进而提高机场的运行能力。

四、必备导航性能的实施与地理坐标系和导航数据库

由于FMS、GPS和惯性导航系统在民航飞机中的广泛使用，导航系统已经从以台站为基准发展到以地球为基准，一个很重要的考虑就是采用何种大地测量基准来确定实际位置；然而，世界上有许多大地测量系统使用，我国使用北京大地坐标系，卫星导航使用国际统一标准的WGS-84坐标系，由于参考椭球不同，使得地面上同一位置有不同的地理坐标，有的坐标相差几百米，甚至几千米，对飞行影响很大，具体表现为以下几个方面。

1、国内运行使用卫星导航和惯性导航系统的飞机飞行航迹偏差大

在我国国内运行，如果使用卫星导航，机载导航系统计算出来的坐标与航图上公布的或导航数据库中使用的实际地点的坐标就不一致，使得机载设备显示的飞机位置与实际位置不符合，有时严重偏离航线，飞出安全保护区，失去安全保障。

使用惯性导航系统时，飞机导航误差积累严重，因为惯性导航系统通过测量飞机平移运动加速度，计算出飞机实时位置和速度，惯性导航的坐标也是基于地心的。

因此，与卫星导航一样，也存在误差，并且因为惯性导航的误差还会随飞行时间的积累而增大，所以这样算下来长距离飞行其积累的位置误差就非常大了。

2、飞机在边界交接点处出现位置跳跃雷达定位不准确

如果相临两个国家和地区的坐标系不一样，当飞机飞越边界时，会出现飞机位置坐标的“跳跃”情况，主要表现为：①当对两个位于不同国家的测距仪进行使用转换时，测得的距离出现“跳跃”现象，实施自动导航误差大；②当使用惯性导航系统时，飞越边界的时刻，积累误差瞬间增加许多；③穿越边界线的航路，由于境外航段部分和境内航段部分在计算飞机航迹时采用的坐标系不同，因此造成同一航线的两段航线数据不同，或者数据相同但两段航线不在一条直线上，如昆明的一个出入境点“LINSO”报告点的两侧，境外段的数据为 $71^{\circ} / 251^{\circ}$ ，而昆明境内段的数据却是 $70^{\circ} / 250^{\circ}$ ，飞越该点时飞行员感到飞机位置有较大的跳变；④在澳门机场飞行程序设计的过程中，特殊的地理位置使澳门机场的导航设备分别由中方和澳门共同建设。作为最后定位的九州导航台建在珠海，而引导飞机航向的导航台建在澳门境内。由于双方使用了不同的坐标系，导航台的位置坐标以及生成的导航数据库有差异，使得计算出的应飞航向和实际飞行的航向产生 2° 的偏差。从九州导航台按计算得出的航向 219° 飞行，到达预定点时将产生300米左右的侧向偏差，给飞行操作带来不便。

通过讨论可以看出，相临两个国家使用不同的坐标系，飞机位置在过境点将出现“跳跃”现象，反映在管制雷达上，航迹和特殊空域在雷达显示器上不能互相吻合，雷达显示的飞机位置 and 实际位置相差较大，不利于保证飞行安全。

为了消除飞机位置“跳跃”现象，使雷达显示位置与飞机实际位置一致，必须要做两个工作：第一，全球使用WGS-84大地坐标系，将我国的北京在地坐标变为WGS-84大地坐标系，修改航空地图，由国家负责完成；第二，根据WGS-84坐标，修改确定FMS导航数据库，由航空公司负责完成，民航当局进行适航验证。

3、航空地图和导航数据库要更新

航空地图是飞行员、空中交通管理人員和航务管理人員使用的技术资料，是导航数据库的初始资料，是制定飞行计划和航空运行的依据，是实施RNP运行的基本条件，它的精确度关系到飞行安全，关系到能否顺利实施RNP运行、顺利实施区域导航。为了消除“跳跃”现象，应该在WGS-84坐标系下定出航路点、导航台、机场和重要区域的位置坐标，定出航线角和航线距离以及地形参数，并按照必备导航性能的要求指配适当的航路编号，编号之后应包括RNP类型（例如A576(1)是指A576航路运行RNP1），将导航数据库从北京大地坐标系更新到WGS-84坐标系，只有这样，才能使导航系统与地理坐标系匹配，才能消除“跳跃”现象，提高导航精度，保证RNP运行，保证飞行安全。

五、必备导航性能的实施对人员的培训要求

RNP的运行需要有充分的通信导航监视设备作保障，而通信导航监视设备的复杂程度世界各地差别很大，因此，需要与航空运输有关的人员实施培训，包括飞行人员、航空运行管理人员和空中交通管理人员；培训应该由国家和民航当局负责实施，包括：制定培训大纲、制定相关运行标准、编写培训手册和培训教材。培训内容和要求应包括：RNP的通用性知识，对RNP相关的设备全面了解，熟悉RNP运行程序和运行规定，熟悉应急程序和安全措施，掌握在同一扇区中潜在的不同类型RNP航路以及不同RNP类型空域的过渡，掌握无线电通话的程序和方法，掌握军 / 民航之间的协调程序和协调方法，掌握RNP运行时平行偏置飞行程序、标准进 / 离场程序和进近等待程序以及实施方法。培训的方法可采用开研讨会、专家讲座和办培训班相结合的方式进行，也可以将RNP运行方面的要求和知识点在飞行员的仪表等级和机型执照考试中以及在空管员的执照考试中出现。

六、必备导航性能的实施规划

必备导航性能的实施是国家空域体系的关键构建基础，虽然现在的民航运输机都已装备区域导航设备和飞行管理系统FMS，却没有充分发挥设备优势。在必备导航性能概念的影响下，美国联邦航空局FAA在空域规划和航路设计方面作了试验，取得了一定成果，为了便于推广，国际民航组织又提出了基于RNP的区域导航分近期(2003~2006)、中期(2007~2012)、远期(2013~2020)三个时期完成的战略思想；在这个思想的指导下，全球航空人员致力于研究，寻找符合实际的方法，进行空域和航路再设计，以配合基于RNP区域导航的实施，减少显示误差，取得最大效益。在我国西部地区陆基无线电导航台稀少，大都无雷达覆盖，如果在这些地区引入RNP的思想，进行空域再设计，实施区域导航，既可以很好地保证飞行安全，又可以产生明显的效益。在我国的东部地区，航路拥挤，交通流量大，可以实施平行偏置飞行，设计平行航线，增加航路容量，减少飞机等待，提高运行效益，保证飞行安全。在机场终端区，特别是西部高原机场，天气条件不好，天气常常影响飞行，可以实施基于RNP的区域导航，降低飞行对天气条件的要求和依赖，提高机场的可飞时间和利用率，从而提高机场的运行效益，更好地保证飞行安全。（摘自《中国民用航空》No. 6，2006）

SMS——有效的航空安全解决方案

张 晶

2005年可谓民航的灾难年，国际上发生了多起空难，还有小事故不断。安全形势十分严峻。世界范围的空难使许多航空公司面临安全危机。给原本困难的经营雪上加霜，甚至一些公司面临破产，飞行员也面临被随时解雇的困境。在这样一个艰难的时期，航空运输业怎样继续为旅客提供高水平的安全飞行。同时又使航空公司取得或保持效益。这是需要引起航空运输业界人士深度思考的问题。尽管我国的国情与其他国家不同，但是航空运输的本质和对安全的需要是相同的。严峻的形势对我国航空运输安全发出警报，加强我们的航空运输安全管理成为重中之重。

目前国际航空运输界正在力推一种全新的安全管理系统——SMS。希望这种安全管理系统能对提高我国航空运输安全水平有所帮助。

一、世界航空运输业SMS发展回顾

安全管理系统(SMS)由加拿大运输部开发，得到了国际民航组织和国际飞行员协会(ALPA)

的支持。ALPA始终认为，飞行安全和经济效益两者是相互依存的。为了维护和改进航空系统的运行安全。ALPA一直在积极敦促各航空公司、美国FAA、加拿大运输部、美国国家交通运输安全委员会等机构，采用这种结合商业效益与航空安全于一体的新方法——安全管理系统（SMS），使它成为航空运输业内安全和经营相结合的“典范”。

在世界航空运输业中，加拿大和英国首开建立SMS的先河。1997年1月。加拿大的飞行员加入了ALPA。ALPA从这些新会员那里获取了许多信息资源和构想。由此有了跨国界的关于安全的对话。ALPA了解到，加拿大运输部正在开发SMS，用以解决它的安全监管职责和改进加拿大航空公司安全管理问题。ALPA立即意识到了这种方法的优点，并且成为此构想的支持者。不仅支持加拿大运输部采用SMS。并且鼓励美国航空公司和FAA也接受SMS理念。

到目前为止，许多国家已经在考虑采用SMS，只是在实施上还比较缓慢。而且没有形成统一具体的规定。ALPA认为，尽管许多传统航空公司的安全部门都有自己明确的安全目标，但往往被视为飞行运营管理的副产品，由管理层中级别较低的安全事务主任负责，他们的主要职责是筛选命令并向飞行运营主管或主管经理报告。一些航空公司简单的管理结构虽然带有安全管理的意识，但不能体现航空公司经理和CEO的管理权限。结果，安全主管和他们的安全计划不一定能反映出高层决策者的想法。另外，一些航空公司的安全计划被纳入“企业管理”的成本核算，在公司节省开支的时候，安全管理和相关设施的投资就会受到影响。而有些航空公司的安全部门尽管负责制订全公司的安全计划，但是却不负责具体实施。计划和实际实施的脱节极有可能造成安全漏洞和隐患。二十世纪90年代中期，ALPA力求完成它的“统一安全水平”运动，应美国航空公司要求，FAA最终为他们的安全控制主管明确了职位。但是，如果安全主管们的义务和责任没有被有关当局同时授予，就不能真正提高他们的地位，突出他们的重要作用。

二、SMS的理念与目标

什么是SMS？它解决的是什么问题呢？

SMS(Safety Management System)的实际内容分为三个部分：组织、险情管理、信息搜集及分析和共享。

- A. 组织：有计划、政策和步骤，有正式的业务主管人员和工作人员；
- B. 险情管理：险情探索和分析系统、险情控制系统和措施、险情涉及和包含的人员；
- C. 信息：为探索新的险情和险情控制核查，有效搜集相关安全信息的方法。通过非惩罚性报告系统输入员工的安全信息。通过选择程序使这些安全信息广泛地在航空公司内部和外部共享。

国际民航组织关于SMS的理念：SMS是一种有组织、责任、资源的，有计划、目标、措施并有可行性的，有实施进程、可调整变化的安全管理体系。具体目标是提高对安全的主客观认识。促进安全基础设施的标准化建设，提高危险分析和评估能力，加强事故防范和补救行动，维护或增加安全有效性，持续对内部进行事故征候监控，以及通过审计对所有不符合标准的方面进行纠正，对由审计形成的报告实施共享。

FAA关于SMS的理念SMS是一种安全战略，是制定当前安全战略和远期行动计划的参考；是制定航空运输安全政策、标准、程序的依据。是由专家、资深管理人员和有安全管理经验的人员组成的安全管理体系。SMS承担安全战略制定与实施、审计制度的建立和应用等职责，是实现安全目标管理、安全监督审计和检查纠错的指南。

实际上SMS不是一个安全部门的另一种变相叫法，而是个安全基础运行系统。它要结合航空运输企业、员工和管理人员的共同努力来完成。SMS特别强调必须有管理人员的参与，因为他们有法定的监管责任。但是，航空公司是实施SMS的主要受益方，因为他们是保持安

全运营环境的重要方面。SMS可帮助航空公司控制险情，而公司员工可以提供许多有用信息。员工是SMS的关键，因为他们每天都要与飞行打交道。航空公司非常需要了解险情，而最直接的途径就是在灾情发生之前从他们的员工那里能获得险情信息，以便安全管理主管部门及时、有效地制定灾情控制计划并加以实施。

三、SMS的作用与安全文化

航空运输具有国际性。因此安全建设也必须与全球接轨，SMS的主要作用在于它提供的正是系统化程序和航空安全管理措施。当各个国家和地区航空运输部门都建立起统一、高效、完善的安全体系时，就构筑起了全球化安全管理系统的基礎。

SMS的实施能够促进国际航空安全，减少世界范围事故率，在帮助世界各国航空领域实施各自国家法规的同时，能够更有效地实施国际民航有关标准和建议措施，并实现有效监督。也有助于全球航空安全信息的开发利用和传递交流。实现安全信息资源的共享，有利于安全管理的培训。

至今，航空运输业主要依赖规章和事故分析工作作为航空安全管理的基础。但维持航空安全仅依靠规章和规定是不够的，仍会产生一些实际问题。例如：管理人员不可能编写涵盖所有情况的规章和规定，以帮助确认航空系统的各种问题：规章和规定很难确保相关性和新颖性：公司预算有限。管理人员有时不得不考虑用更少的员工、资金、飞机和其他资源做更多的事情，传统的管理过程容易产生“僵化的思维”，需要废除许多旧的东西而建立新的规章。

因此，不是只靠规章制度，甚至SMS就能保证航空公司安全。更重要和必要的是在管理体系中使规章制度与安全文化理念有效结合。航空运输企业要全面和有效地利用所有资源，并形成安全文化，这样才能有助于企业安全目标的实现。

安全政策和安全文化是实施SMS的基础。安全文化组成的实质内涵在于高级管理和有组织的安全体系。就是说要使所有层面上的员工都带有强烈的安全意识去处理他们的各种工作。一个积极的安全文化是SMS有效实施的基础。反之安全文化可由已成型的SMS来体现，特别在促进安全行动方面，两者是相辅相成的。

四、SMS的实施

SMS的核心行动包括：制定政策、组织管理、实施程序、监督检查、安全审计、人员训练。SMS的建立需要各国民航当局的积极支持，结合航空当局的安全监督与安全管理系统监督是完成航空运输安全目标的两个基本方法。

SMS倡导以系统化和积极主动的方式进行安全管理活动。例如：特别强调事故的预防。在真正出现危险或对安全产生负面影响之前发现威胁的存在，采取措施减弱危险程度和彻底消除隐患。

ALPA认为，实施SMS的安全部门应由CEO领导的专家们组成，因为他们能更有效地解决安全管理问题。公司的安全部门要协助CEO做好安全计划，要承担险情信息搜集和分析，故障监察和排除等任务。提供与安全有关的技术支持，同时促进公司内部的工作交流。

加拿大航空公司已将实施SMS计划视为今后几年实施安全管理的强制性措施，航空公司将有一名“责任主管”来负责实施，而且其职位与职责高度一致。严格的SMS计划将有正式的管理政策、计划、审批和实施程序。通过“责任主管”的领导和员工的共同努力取得成效。在大多数情况下，“责任主管”可能是航空公司的CEO，或者说CEO就是安全官员，而且航空公司的安全计划最终将由CEO敲定，而不是安全部门。公司的管理人员们对CEO负有执行安全、跟踪信息和取得成果的责任，他们对CEO的安全控制不力也负有监督责任。

事故调查和规章制度是重要的。但对于确保航空安全来说，却不是最重要的，或者说不

是最完善的解决办法。即使两者结合也还是不够的。SMS是一种全新的理念、一种体系、一种积极主动的事故预防方法，它的目标就是要在全球范围内减少事故率，实施安全法规和有效监察。SMS涉及空管、机场、航空公司以及所有与航空运输有关的单位。因此，国际民航组织也非常支持实施这个方法，积极地推动和宣传。ALPA也正在努力使其成为全世界航空公司以及全球空管界采用的航空安全的最佳解决方案。ALPA的工作一是训练ALPA飞行员代表，使他们能够再培训自己所在航空公司的与安全管理相关的人员；二是ALPA与航空管制当局和国际民航组织共同努力使SMS形成制度。这种制度能够使他们在内部实施SMS。国际民航组织最近为空中交通管制制定了实施SMS的草案；三是在ALPA内部应用SMS。帮助协会领导者做出重要决定；四是通过ALPA安全学校对飞行员安全代表进行继续教育；五是为航空安全主管部门和航空公司安全管理人员举办SMS研讨会等。

SMS覆盖了国际民航组织附件中有关航空运输的四个方面：空中航行服务、机场、航空公司 and 通用航空、以及民用航空检查当局。为了进一步体现有关SMS计划的理念。国际民航组织所有缔约国成员一致同意对附件11和14进行修订。要求对缔约国的国际机场进行符合附件14要求的认证不得晚于2005年11月24日，包括机场安全管理系统的实施，为运营机场安全政策的实施提供帮助。为帮助实施附件14的要求，国际民航组织有关专家结合SMS理念制定区域培训计划，在会员国中安排专门人员对SMS进行评估。并鼓励对其他附件也进行相关修订。

2005年国际民航组织开始实施对所有附件（除17和18外）的综合性审计计划。这也是对建立SMS的促进。多数发达国家已经开始实施SMS的某些关键内容，许多骨干航空公司已经实施内部安全评估计划。国际民航组织希望在所有缔约国空域的商用、军用和通用飞行中都实施SMS。

面对空难，国际民航组织、国际航空运输协会、欧盟以及各国政府都给予高度重视，反复强调要加强安全监管。SMS的建立就是实施有效安全监督的重要手段。安全监督是安全管理进程的基础，需要在一种组织和体系内进行经常性的安全评价和检查，落实安全管理政策的基本宗旨、原则和标准程序。航空运输安全是一个长期而复杂的系统工程，只有建立一个好的安全管理系统才有助于航空运输业的健康发展。全球SMS体系的建立只是时间问题。（摘自《民航管理》No. 1，2006）

航空安全的六西格玛管理

汪 洋 朱金福

引言

六西格玛管理是一项以顾客为中心、以数据为基础，以追求几乎完美无暇为目标的管理理念，其核心是通过一套以统计科学为依据的数据分析，测量问题，分析原因，改进优化和控制效果，使企业在运作能力方面达到最佳境界。

20世纪80年代中期，日本公司大量物美价廉的产品进入美国市场，构成了对美国公司的威胁。在一片“狼来了”的喊声中，美国公司切实感受到了来自外国公司的巨大竞争压力。摩托罗拉公司意识到其与日本公司的差距在于质量方面，并开始投入大量的时间和资源进行研究。他们惊喜地发现：在制造任何产品时，高质量和低成本完全可以成为孪生兄弟，而不是普遍认为的互不相容。为此，他们创建了六西格玛管理法，而它带来的直接收益是使摩托罗拉累计节约110亿美元和成长为行业领袖，并获得了美国品质领域的最高奖“鲍得里奇奖”。

1996年，在杰克·韦尔奇的倡导下，通用电气开始实施六西格玛战略，六西格玛如同一场文化革命，成为每个人的工作方式。这场革命为通用电气产生了超出目标两倍多的巨大收益，他们的经营利润率从1996年的14.8%上升至2000年的18.9%。六西格玛在GE的成功实施将杰克·韦尔奇推上了全球第一CEO的宝座。通用电气还将六西格玛从制造业推广到服务业，并把它发展成全方位的质量管理方法，使它成为各企业追求卓越管理的重要战略举措之一。目前在国内民航领域，海南航空、国际航空、东方航空、上海航空等都相继尝试六西格玛管理系统，希望通过六西格玛管理来改进服务质量、提高经济效益。

六西格玛管理的本质属性

六西格玛管理在我国民航的学习应用已有四五年的历史，但人们对六西格玛本质的认识却不一定相同。六西格玛管理法继承了许多质量大师的理念，它和许多其他的现代管理模式和理念相兼容，六西格玛中的工具几乎都来自于全面质量管理(TQM)，那么，作为一种世界级优秀企业竞相采用的管理模式，六西格玛到底有什么特别之处呢？

首先，六西格玛管理不再仅仅是一种质量改进工具，而是一种全新的企业管理体系。虽然把它作为质量改进工具来用一样会取得一定的效果，但是与实施六西格玛的高额投入来比，质量改进的较小利润不能体现出六西格玛管理真正的精髓。从质量改进工具的角度来看，六西格玛管理使用的一些工具都是已有的统计工具的复合使用，并无很大创新，然而，一个系统的先进性并不是由工具的新颖性来判定的，而是由系统的整体效果和带来的效益来决定的。一般的改进工具带来的只是企业经营效率的提高、产品成本的降低，而六西格玛管理的目的是生产出高品质的产品，以期最终获得在国际市场中不败的战略地位，它将企业的竞争从效率竞争提高到了战略竞争的高度。

其次，六西格玛是客户驱动的改进模式。“关注顾客”是六西格玛的核心价值观之一，“以顾客为中心”的思想贯穿了六西格玛改进的始末。在项目改进的“定义”阶段，QFD模型、Kano模型、SIPOC过程图等很多工具都是为了更好地定义顾客满意程度，分析顾客的关键需求。尽管ISO9000也强调持续改进，但是ISO9000中的持续改进重点是质量管理体系的改进。作为质量管理基本框架的ISO9000标准关注的焦点是过程的文档化以及按照文档化的程序文件执行。

六西格玛本身不是一套质量管理体系或标准，而是一种以顾客满意为导向，以综合提高企业的竞争能力和盈利水平为目标的持续改进机制，是一种管理模式。对于企业来讲获得ISO9000的认证是非常基本的要求，而实施六西格玛管理显然有着更高的目标，如国内一些航空公司虽然已经通过了ISO9000认证，但是如果从顾客满意的角度来看，光是航班延误这点，很多航空公司连两个西格玛的水平都达不到，更不要说六西格玛的目标了。

第三，六西格玛实施成功的关键是管理层的支持。质量管理大师戴明认为：“管理层的职责是领导，而非监督。监督只是对工作进行简单的检查，而领导则意味着对员工进行指导，以帮助他们用较少的代价更好地完成工作。”因此在六西格玛中，管理层的支持不仅包括六西格玛的组织保证、资源分配和激励政策，还要求管理层参与六西格玛培训和项目工作以及黑带、绿带资格认定工作。国内各航空公司在推行六西格玛管理之初，无一不是由公司老总或副总亲自挂帅担当倡导者角色。虽然最高管理者并不直接参与改进项目，但最高管理者的战略决策和公开承诺会给全体员工指引方向、增强信心。

第四，六西格玛是以数据为基础的改进方法，即借助统计手段进行数据收集与分析，发现造成过程中产生变异的根本性原因，提出改进措施和方案。韦尔奇告诉员工：“如果你无法用数字表达你所知道的东西，那么你实际上所知无多”、“如果你所知无多，就无法管理企业”。所有六西格玛项目都要算出流程的出错率，找出主要影响因素，然后进行微调并观

测结果，其中每一步都要用数据说话，以便大家用统一的格式和语言进行交流。目前，我国大部分企业还处于从抽样检查向基于数据的过程控制过渡的阶段，数据的重要性已经越来越为企业管理者所认识。

民航安全管理与六西格玛管理

自1986年国际核安全咨询组织(INSAG)提出安全文化这一术语后，安全文化很快在民用航空界得到响应，特别是这些年更是成为热门话题。对航空运输企业来说，安全是赖以生存和发展的基础，是其永远追求的信誉和努力锻造的战略品牌。改革开放以来，我国民航业发展迅速，安全水平也有了较大提高，已达到世界平均水平，但与世界先进水平相比还有较大差距。如何在运输生产不断增长的同时，进一步提高我国航空运输生产的安全水平已成为业内人士关注的焦点。

国内外航空安全专家将影响航空安全的因素分为三大类，即人、机、环。用六西格玛的观点来看，人机环是一个相互联系、相互制约又相互依赖的统一整体。在这三者中，人是处于主导和支配地位的，也是最活跃的因素，因此，也是影响航空安全的主要因素。过去10多年的事故统计数据表明，70%以上的空难是人为因素造成的，而其中有80%的事故是由飞行员的差错造成的。如果将飞行事故率定义为六西格玛改进项目的目标值Y，引起飞行事故的各种原因定义为X，建立函数 $Y=f(x)$ ，很显然飞行员操纵错误就是在六西格玛分析阶段要找的Vital X。事实上，长期以来人们也认为飞行安全主要取决于飞行员的个人技术和经验，而加强飞行安全的首要任务就是要提高飞行员的飞行技术水平、加强对飞行员的管理，然而，在管理流程上只满足于查处责任人的管理方法忽略了系统原理，并不是加强航空安全的好方法。

波音公司的MEDA模型

六西格玛管理强调将组织作为一个系统看待，重视突破横向部门分割，用系统观点解决质量改进问题。波音公司提出的维修差错决断方法(MEDA，见图1)正与六西格玛的思想不谋而合，其基本点是：维修差错不是有意造成的，大多数维修差错是由一系列诱导因素造成的，许多诱导因素与航空公司的工作程序有关，因此是可控的。

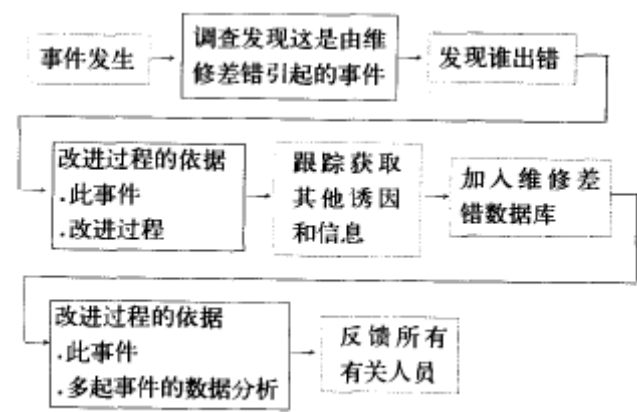


图1 MEDA 过程

MEDA过程在差错发生时并没有过多责罚责任人，而是从整个系统入手，分析、查找管理漏洞，不仅是管理系统的自我完善，同时也使责任人放下包袱、轻装上阵，充分发挥了人的主观能动性，保障管理系统走向良性运行。在管理过程中不针对具体人，而是使全体都吸取经验教训。既然在航空安全管理中，片面地加强对飞行员的训练或处罚并不是有效的好方法，那么我们要关注和改进的又在什么地方呢？

基于SHEL模型的机组资源管理

戴明指出：“85%以上的质量问题和浪费是由系统原因造成的，只有15%是由具体岗位上的问题造成的。”因此，大量的质量改进机会在横向过程的改进之中。在飞行流程中，机组成员之间的配合、飞行部门与地面指挥、后勤保障部门的协调等方面会有更大的改进空间。机组资源管理(CRM)概念的提出已经反映出人们对飞行安全的认识的提高。

CRM的概念最早出现于美国航空航天局(NASA)驾驶舱资源管理行业专题研讨会上,当时将CRM定义为座舱资源管理。发展至今CRM是指利用一切可获得的资源(人、设备和信息)来确保飞行安全、通过防止或管理机组人员的差错来改善安全的人为因素的方法。飞行员学会将其他飞行机组成员作为可用资源,将有助于弥补其自身在决策时的缺陷,使决策和行动符合安全飞行实践,从而减少不正常情况的发生。作者在上海航空公司调研时对飞行数据进行过比较分析,结果表明,仅是机组中副驾驶人数的配置不同对飞行安全都有影响,可见机组成员之间的配合对飞行安全之重要性。

目前对CRM的研究主要基于霍金斯的改良SHEL模型(见图2),在改良SHEL模型中人-人关系界面在安全中扮演着主要角色。人是整个系统中最有价值、最主要的因素。同时,由于人类本身具有局限性和不稳定的特征,人又是最不可靠的因素。人的易变性也决定着人有犯错误的倾向。通过不断的学习和训练,人类的犯错率可从0.1%—1%下降到0.01%—0.1%。从这个角度来说,CRM训练的地位愈发重要。

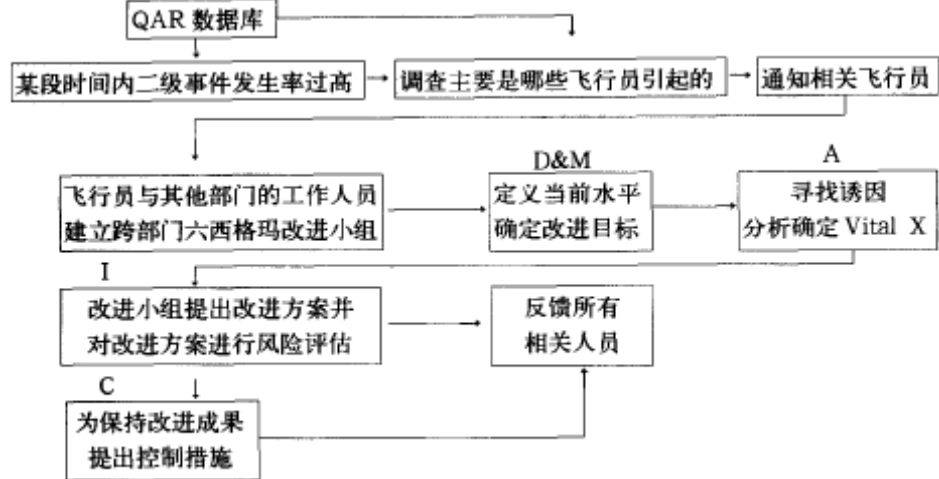


六西格玛强调用数据说话,而不是凭直觉,凭经验行事。而目前CRM训练多涉及一些定性指标,很难获得支持数据,其结果是我们所进行的训练形式、训练内容只能借鉴国外的成果,很难有自己的特色,无法使CRM训练适合我国的国情和公司文化,因此如何

获得有效支持的数据已成为当前研究的瓶颈。

基于DMAIC的安全状况改进控制模型

作者于2004年参与了上海航空公司飞行安全的六西格玛改进项目,目标是降低B757飞机在低高度的二级偏差事件发生率。上航将飞行事件按危险程度分为三个级别,一级事件危险程度最小,但客观上不能完全消除;三级事件危险程度最高,但发生率低,改进空间小。在执行六西格玛改进项目的过程中,我们结合MEDA模型和SHEL模型的思想,提出了一个基于六西格玛DMAIC过程(Define、Measure、Analyze、Improve、Control)的安全状况改进控制模型(见图3),并在飞行安全改进项目中进行了应用。跟踪数据表明,实施该模型可将B757低高度二级偏差事件平均每月发生率从原来的2.28%控制在1.14%以下。



对航空安全六西格玛管理的建议,虽然六西格玛管理模式完全可以与航空安全管理相结合,但是任何管理模式都

不是放之四海而皆准的,诸如TQM之类的管理方法在企业的推行成功率都不到50%,在我国的成功率更低,六西格玛管理也不例外。IBM曾于1989年启动六西格玛管理,但不到5年六西格玛就和首席执行官一起被废除了。因此,六西格玛不是一朝一夕之功,企业推行六西格玛要有长远发展的眼光和持之以恒的信念。推行六西格玛还要和自身的实际情况相结合,不能

犯教条主义的错误。本节将给出三点建议，为民航企业在安全管理中成功引进六西格玛管理提供参考。

首先要指出六西格玛作为一种质量文化，是通过员工参加六西格玛改进项目体现出来的，全员参与是其重要思想。戴明认为，企业中的每一名员工都应该接受新的管理思想及相关技术的培训，从而参加到管理过程中。而目前民航企业内部却存在这样一种认识，认为安全是飞行员，机务人员，航管人员的责任，是安全管理部的责任，这是一种极其危险的想法。六西格玛的系统观点告诉我们安全工作是一个系统工程，涉及人机环的方方面面，一旦系统中那个环节出现问题，就会造成整个系统瘫痪。因此，安全不仅仅是安全部的责任，它是系统中每一个部门的责任。

第二，转变人员观念，构建安全管理体系，需要突破只在安全相关部门推广和运用安全管理知识的局限。应逐步对所有部门进行质量管理、安全管理知识方面的培训，充分发挥各个部门和广大员工的积极性。

第三，为获得更多更有效的数据来支持安全管理，有必要设立专门部门或专人对相关数据进行收集和处理，建立数据库、专家库，为解决航空安全管理中出现的问题提供决策支持。

（摘自《中国民用航空》No. 1，2006）

关于航空安全和保安的国际法规规范

麦可·米尔德

非法干扰民用航空安全的犯罪行为有着较长的历史，可以追溯到1931年发生在秘鲁的第一起相关记录。三四十年前，国际社会开始对此关注。¹ 特别是2001年的“9.11”事件成为了非法干扰民用航空安全犯罪行为史上的一次警钟，引起了国际上的轰动。事后，“恐怖主义”一词也第一次在联合国和国际民航组织的讨论中被公开使用。²

国际恐怖主义是20世纪的一种新的现象。它表现为那些基于共同的意识形态或腐朽信仰的、具有献身性的、发动国际性暴力战争的个体或元素组成的松散的国际性组织。国际恐怖分子的目标不仅是美国，同样包括欧洲、亚洲、非洲和拉丁美洲（袭击发生在机场、餐厅、俱乐部、大使馆、布宜诺斯艾利斯的旅馆、巴黎的商店和地铁、东京的地铁、巴厘岛的旅馆和俱乐部，以及E1A1号飞机）。³ 航空正是一个易受攻击的目标，因为针对这一重要的国际性服务进行的攻击是以简单的方法就要造成重大的毁坏和广泛的公众影响的。

“9.11”事件后我们是否面临着一个新的航空安全上的危机？事后新闻界的哀婉和某种程度上公众的悲愤是否在激发政治家和立法者的行动？法律是否是预防和镇压非法干扰民用航空安全和滥用航空器袭击地面目标的最基本的武器？我们是否需要更多更好的法律和公约来预防和镇压非法干扰和滥用民用航空器的行为？

通过冷静的分析，我们得出这样一个结论：“9.11”事件是一起空前的、至今被认为是独立的国际恐怖主义事件，它代表了一种全新的和未知的危险——使用航空器作为武器的自杀式大规模毁灭陆地目标的行为。然而，民用航空在过去的时光中也经历了大量其他形式犯罪行为的干扰，例如劫机、破坏航空器、发生在机场的武力冲突等。所有这些都代表了对安全的严重威胁。另外，至今并不是所有这些行为都可以冠之以“恐怖主义”或“国际恐怖主义”的标签，其中许多行为可以归为以勒索金钱或政治上让步为目的的犯罪行为，或是难民寻求逃出特定领土的交通方式以及精神上有问题的人为了吸引他人注意的行为。简单地

讲，针对民用航空的袭击可以有多种原因和动机，并不是所有这些原因和动机都可以归结为“国际恐怖主义”，并且对这些行为的预防和镇压需要采用不同的途径。值得注意的是，非法干扰民用航空的行为不局限于特定的地理位置。事实上，没有一个国家的航空器、机场或公民是从未遇到过这类事件的。另一点必须承认的是，用来保障国际航空安全的体系是一个联系微弱的系统，当一架飞机从出发地起飞后，那里的安全设施便对这架飞机不再起作用了，从而所谓强大的安全体系也就不存在什么实际价值了。

国际社会抵御非法干扰民用航空行为的第一道防线便是寻求法律的援助，从而产生了一些定义此类行为为刑事犯罪并赋予本国法院司法管辖权的国内法，紧跟着产生了一个各国空前协调一致的政治意愿——通过一系列关于航空安全的国际公约。这些国际公约现在表现为被广泛接受的统一国际法的一部分：

1963年的《东京公约》《关于在航空器上犯罪以及其他某些行为的公约》

是国际法上第一次建立了航空器登记国对发生在飞行中的航空器上的犯罪行为拥有司法管辖权的公约。该公约赋予了机长拘禁、驱逐下机和移交所谓犯罪者的权限，特别是对于非法劫持航空器的行为，该公约规定登陆国有责任恢复合法机长对航空器的控制以便继续该航空器及机上旅客的旅程。因此，该公约弥补了国际法上关于劫机事件的司法管辖权、机长责任以及行为后果上的空白。但是，该公约的缺陷是它没有对犯罪行为定义，没有迫使登记国切实地履行其司法管辖权，而只是为引渡所谓罪犯提供了一个微弱的法律基础。《东京公约》应用范围上的局限可以被各国依照国际民航组织大会提出的法律模型制定的针对“不轨”或“有破坏性”的旅客的国内立法补充。

1970年的《海牙公约》（《制止非法劫持航空器公约》）

该公约定义了非法劫持航空器的行为为犯罪并在各缔约国作为一种严重性的“普通的”犯罪而受到严厉的处罚（而不是一种可以得到庇护的政治性犯罪）。各国享有普遍管辖权，推翻了仅限于航空器登记国享有管辖权、载有所谓罪犯的航空器登陆国享有管辖权、租借航空器的使用国享有管辖权等局限性规定。任何发现所谓的罪犯的国家都有权拘留他并将其引渡到航空器登记国或将案件以起诉为目的进行移交。“海牙公约”的重要成果是使犯罪者没有“安全的天堂”，在世界的任何一个角落他们都将面对或被起诉或被引渡的选择。该公约还规定各国在预防和镇压非法劫持航空器问题上，以及向国际民航组织就任何此类行为和相应的起诉或引渡的结果履行告知义务上保持国际合作。

1971年的《蒙特利尔公约》（《制止危害民用航空安全非法行为的公约》）

该公约规定应受严厉惩罚的犯罪行为包括对飞行中航空器上的人实施的暴力行为、破坏或损坏航空器、在使用中的航空器上放置可以破坏该航空器或损坏航行设备的装置或物质，或是传送假消息而危害飞行中的航空器安全的行为。普遍管辖权被该公约所采纳，并继承了1970年“海牙公约”所保持的在起诉与引渡中的精巧的平衡。

1988年的《蒙特利尔议定书》（《补充1971年9月23日在蒙特利尔制定的关于制止危害民用航空安全的非法行为的公约的制止在为国际民用航空服务的机场上的非法暴力行为的议定书》）

该议定书扩展了1971年蒙特利尔公约对犯罪行为的规定，将发生在服务于国际民用航空的机场上的犯罪以及针对机场上“未在使用中的”航空器的攻击包含进来。该议定书是为了应对发生在罗马、维也纳、雅典等地机场的暴力袭击导致伤亡的事件而被采用的。有争议认为，该议定书并不是急需的，因为上述行为完全定位在一个国家的领土内，并不包含任何必须去运用国际规范解决管辖和法律运用等问题的“国际因素”。然而，当所谓的罪犯逃离行为发生地国时，该议定书就可以发挥作用了，因为它承认发现罪犯的任何一个国家都享有普

遍管辖权。因此，该议定书是对规范航空安全法律体系的一个有效的贡献。

1991年的《关于标注塑性炸药以便探测的公约》⁴

该公约给缔约国设立了一个简单的义务：除非以规定的添加剂加以标识，禁止和预防在其领土上制造塑胶炸药和除非已经加以标记，禁止和预防塑胶炸药的进出口。该公约不仅可以用来保护民用航空业，而且有助于预防针对其他目标的恐怖事件。

根据以上国际法律文件确立的原则，各国都采用了特殊的国内法来处理针对民用航空安全的非法行为，定义各自的“犯罪”，规定对所谓罪犯的起诉或引渡。可以毫无疑问地说，针对民用航空的犯罪分子在世界的任何一个地方都找不到避风港。

“9. 11”事件后可能产生的问题是：是否需要精心制作新的更好的法律和国际文件？考虑到刑法和管辖上的争议，答案无疑是否定的。此外，必须承认刑法不是万灵丹，其自身是不能预防刑事犯罪行为的。从历史上看，各国发展了处罚谋杀、袭击、强奸或抢夺等行为的完备的法律，然而这些行为仍在发生并处于令人担忧的增长趋势。无论国内刑法还是国际刑法都只是一种一般预防的工具，刑法自身不能阻止那些无视包括自己在内的人类生命的攻击者。

法律预防必须以技术预防为补充，通过技术措施阻止准攻击者接近目标，阻止其携带武器、炸药或其他危险物品登机。30—35年前，当劫持和破坏航空器的第一次浪潮发生时，各国诉诸多种技术方式来防止对民用航空的袭击。在A17—10号和A18—10号大会决议的推动下，国际民航组织实施其立法权，1974年出台了芝加哥公约附件17，该附件提出了关于安全问题的国际标准化操作规程建议。这些标准规定，缔约国有义务建立一个国家航空安全项目，并要求其机场权力机构和飞行员遵守该项目。除了预防性的技术规范，这种项目还包括训练和测试职员。该标准进一步规定了对旅客、机组人员及其行李的安全检查要求、对登机旅客随身行李规定的调整、预防未经授权进入飞机驾驶舱的情况等等。⁵

同时，“9. 11”事件显示出现有的旅客安全检查系统无法发现一些潜在的危险，四架飞机的驾驶舱都有可能被进入并导致飞机被犯罪者控制的情况是违反现行规范的。事后，飞机被要求装上了全封闭的防弹门作为飞机的一个重要设备。由于事件显示出智能服务设施没能对潜在的危险做出反应、没能与其他服务设施共享专利报警信号，新的技术预防主要在反应方面有所发展。事实证明犯罪方法的进化速度要比应用新方法和程序对暴力行为做出的反应和在现存安全体系中找到漏洞的速度快，一个可靠的犯罪制止机制和国际交换潜在威胁信息的合作是不可或缺的。

“9. 11”事件是一场前所未有的导致严重后果的恐怖事件。然而，我们却不应对此反应过度，至少在法律规范领域如此。现有的法律体系已经为解决犯罪问题提供了一个充分的法律框架，我们对起草一部新的处理犯罪行为的国际法文件确实没有急切的需求。预防性技术方法的规范必须不断地在国内和国际水平上被更新，现有的规范必须被坚定地贯彻实施。对措施的强制执行需要持续地勘漏和查证。应国际民航组织大会和航空安全高层部长级会议的要求，于2002年7月开始的国际民航组织安全行动计划被认为是一个积极的进展。该计划的核心是对189个国际民用航空组织缔约国进行航空安全评估的规范化、强制性、系统化、协调性的审计，以便识别和纠正正在执行ICAO与安全相关的规定中存在的任何不足之处。该计划被称为国际民用航空组织普遍保安审计计划(ICAO Universal Security Audit)和政策上的标志性的空前的发展。189个缔约国一致同意授权ICAO实施对它们贯彻安全标准的审计，并授予ICAO超越国家和民族的权利。审计由独立且中立的专家进行。预期该审计不仅要证明上文中提到的不足之处，还要通过一个后续项目协助缔约国纠正这些不足。ICAO的这一举措证明航空安全是一个全球性的问题，要通过全球合作协调解决。国际审计将保障安全标准的

统一应用。⁶（译 / 刘瑾）（摘自《中国民用航空》No.6 , 2006）

注释:

1 二战后不久一场以流亡者为主体掀起的“劫机”（现在我们称之为非法劫持航空器）浪潮到20世纪60年代达到顶峰。这时的劫机行为主要发生在古巴和中东，并有着严重的政治色彩。到了20世纪70年代，出现了一种新的现象——破坏航空器、直至完全毁灭飞行中的航空器和杀死机上全体成员。其中最具破坏性的代表事件是1983年泛美航空在洛克比空难中死亡103人、1985年印度航空182号班机在爱尔兰海洋上的爆炸中329人遇难，还有1984年UTA飞机在尼日尔的毁灭、1987年韩国飞机858号在安达曼海上的115人遇难等等。

2 这一词因其缺乏一致的政治含义而在此前一直被避免使用。其间有一些以“国家自由运动”和其它“正义的”理由为借口提出异议和辩护的政治上的反对者。根据他们的主张，G. Washington, N. Mandela, F. Castro, J. Kenyatta, Sukarno等人任在其成为国家领袖前的奋斗过程中所扮演的角色应被贴上恐怖分子的标签。然而，在国际社会中，“恐怖主义”一词得到了更好的诠释：它代表了一种不加选择的残酷的针对无辜目标制造恐怖、绝望以便破坏现有的社会秩序和对社会现状带来实质损害的暴行。

3 政治家认为恐怖主义是一种不具有大规模军事上的物力和人力，面对公开冲突中的敌人，同时具有情感上的憎恨、暴力和狂热的动机的一种工具。这一现象不止于地理、宗教、哲学的局限，而是普遍地存在于所有文明社会之中。

4 公约签署于1991年3月1日，于1998年6月21日生效，公约全文参见ICAO Doc 9571。至今已有120个国家批准。在塑胶炸弹已被应用在针对民用航空和其他目标的恐怖主义行为中的情况下，国际民用航空组织依照联合国安理会的要求开始筹备这一法律文件。国际民用航空组织的立法体系被被认为是有效且及时的。塑胶或“薄片”炸药是一种不含核装置的大规模破坏性爆炸物，它具有便宜、稳定、防水、有延展性、低密度等特点，因而其无法通过x光检测到，无法被狗的嗅觉或被其他现有的探测设备发现。然而，塑胶炸弹在其制造过程中如被添加极少量的普通爆炸物或是一种添加剂作为记号，则这种塑胶炸药就可以被发觉出来。

5 关于技术上的具体规定、措施和程序则进一步细化在《国际民用航空组织安全手册》(ICAO Security Manual)中，该手册为各国在安全预防的各方面提供了具体的指导，包括从机场内的保护到对乘客的检查方法和对进入特定区域人员的安全识别。

6 到2004年末，ICAO执行了53个这样的安全审计，并且这一工作仍在继续。恐怖主义活动是没有国界的，并如同病毒一般在蔓延。ICAO的勘漏审计工作应该借鉴世界卫生组织(WHO)应对SAES的态度，在真正的全球基础上展开，不管任何个别领土的特别状况如何。

严格飞机除冰 / 防冰液适航审定

李红琳

飞机除冰 / 防冰的重要性

随着科学技术的发展，人们对航空知识掌握越来越多，保证飞行安全的技术也日益先进，但飞机结冰污染一直是飞机失事和事故的主要原因之一。从1969年到2005年，世界上由于结冰引起的飞行事故已经造成500多人死亡，并且造成财产的重大损失。为什么飞机结冰会造成如此重大的飞行事故呢？当霜冻、结冰、积雪和尘埃泥浆等粘附物粘附在飞机的关键表面

上时就产生地面结冰条件。这里所述的关键表面是指航空器的机翼、操纵面、螺旋桨、水平安定面、垂直安定面、直升机的旋叶等。这里，我们来分析一下地面结冰条件时结冰等粘附物对飞机性能的影响：众所周知，飞机的升力主要是由机翼和空气的相对运动而产生的，当飞机关键表面有粘附物时，飞机升力面气流附面层将分离，这将造成升力下降，从而改变飞行特性。经研究，即使是少量的粘附物也能够产生飞机性能的严重恶化。例如，风洞试验证明，在机翼上表面每平方米有1粒直径是1-2毫米的微粒(相当于盐颗粒的大小)，飞机升力就会减少33%。同时，升力面的表面粗糙度的增加也将造成飞机阻力的增加，从而导致飞机性能的急剧下降。

为防止此类事故的发生，最有效的办法就是使用除冰 / 防冰液对飞机进行除冰和防冰。飞机除冰 / 防冰液是一种航空化学用品，如何有效地监管除冰 / 防冰液的设计和制造，保证其产品质量，对保证飞行安全就显得尤为重要。

除冰 / 防冰液的特性和审定要求

目前国际上将飞机除冰 / 防冰液分为4种类型：I型、II型、III型和IV型。I型除冰液是用作除冰液的未经稠化的液体，既可用于除去冻结污染物，也能提供短时间的防冰保护。使用时必须加热后喷洒，并按照制造商的使用说明用水进行稀释。II、III和IV型防冰液是稠化后的液体，用于防止污染物的形成或聚积。与I型除冰液相比，II、III和IV型防冰液防冰保护时间大大延长，使用时不经加热直接喷洒，但需要特殊的抽吸设备以防止降解，其组成成分和I类除冰液相似，但含有增稠剂。II型和IV型防冰液通常用于飞行速度大于100海里 / 小时的飞机，而III型防冰液通常用于飞行速度较低的飞机，如螺旋桨推进的飞机。航空公司运营商在使用时必须咨询飞机制造商，根据其推荐内容确定使用何种类型的防冰液。

目前我国飞机除冰 / 防冰液生产厂家主要生产I型除冰 / 防冰液，其性能达到国际同类产品水平。I型除冰 / 防冰液为牛顿液体，所谓牛顿液体即他的粘度与剪切应力和时间是无关的，其剪切速率与剪切应力成比例，只要受到应力，牛顿液体将立即开始移动，开始流动前无须达到特定的屈服应力。我国于2001年5月颁布了中华人民共和国民用航空行业标准MH6001-2000(飞机除冰 / 防冰液(ISO I型))，它规定了I型除冰 / 防冰液的技术性能要求，即构成了I型除冰 / 防冰液的审定要求。但是，出于与国际先进标准保持一致的考虑，除冰 / 防冰液的审定要求通常还会纳入国际方面的相关标准，如国际标准ISO11075和AMS1424等。综合上述审定要求，其内容体现在对I型除冰 / 防冰液的物理特性、化学特性及材料相容性的要求上，如对闪点、冰点、运动粘度、防冰性能和空气动力学特性等性能的要求，具体性能参数在上述有关标准中已有明确规定。在我国，证明I型除冰 / 防冰液符合上述标准的相关物理特性和材料相容性试验在民航总局批准的试验单位中国民航总局测试中心都能完成，而较为重要的防冰性能和空气动力学性能两项试验受试验条件的限制，只能送往国外试验室进行检测，完成这两个试验的试验室之一为加拿大国际防冰试验室(AMIL)。虽然这两个试验提高了产品的生产成本，并加大了适航监管难度，但作为审定要求符合性证明的重要试验，它是适航审定部门关注的重点，本文就着重介绍这两个试验的试验情况，供制造和管理业同行探讨。

除冰 / 防冰液审定符合性试验

防冰性能试验

1、试验概述

防冰性能试验的主要目的是决定I型，II型，III型和IV型液在控制的试验条件下的防冰持久性。除冰 / 防冰液通过防冰性能试验表明了除冰 / 防冰液样品的防冰保持时间。试验将在试验室内的6个试验片上进行，试验液可以处于非稀释状态也可以在稀释状态。如果目的

为使用非稀释液，准备使用的试验液将在试验者提供的形式下被测试。如果目的为使用稀释液，浓缩液将在两种稀释液的形式下测试，一种是浓缩液和硬水的体积比50 / 50(50分浓缩液 / 50分硬水)，另一种形式是制造商推荐使用的浓缩液的最高浓度与硬水平衡的体积比达到100份(如：75分浓缩液体 / 25分硬水)。当试验液放在试验片上时，试验片暴露在两种结冰条件下，在规定的结冰程度发生之前通过测量最小暴露时间来评估他们的防冰性能。对应于两种结冰条件，试验类型也分为两种，一种是水喷射持久试验，另一种是高湿度持久试验。试验要求试验液在超过离试验片顶部25mm线外将不会形成冻结的堆积物。在喷水持久试验程序中，不管试验液在非稀释状态还是稀释状态，要求的最低防冰保持时间为3分钟。在高湿度持久试验程序中，不管试验液在非稀释状态还是稀释状态，要求的最低防冰保持时间为20分钟。

2. 试验内容

(1) 水喷射持久试验

这个试验包括将没有冷冻的试验液倾注到一个倾斜的温度为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ 的试验片上，并将冷却的水喷射到温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ 的空气中。当水喷射强度为 $5\text{g} / \text{dm}^2 / \text{小时} \pm 0.2$ ，即相当于每小时0.5mm的平均降雨量时，在上述条件下，记录水喷射持久时间，直到结冰形成并达到位于试验片顶部的第一个25mm标记处。试验的基本要求是：当水喷射在试验片的表面时，水将在冲击中结冰，这通过观察未经处理或结冰的试验片来证实。

(2) 高湿度持久试验

这个试验包括当大气温度是 $0^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ 和相对湿度是 $96\% \pm 2$ 时，将没有冷冻的试验液倾注到一个倾斜的温度为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ 的试验片上。当结冰形成相当于 $0.3\text{g} / \text{dm}^2 / \text{小时}$ ，即等于 $0.03\text{mm} / \text{小时}$ 的水积累量(以霜冻的形式)时，在上述条件下，记录高湿度持久时间，直到结冰形成并达到位于试验片顶部的第一个25mm标记。试验的基本要求是：在缺少任何可见降雨(如薄雾、雾或细雨)的情况下，相对湿度值精度保持到 $\pm 2\%$ 。对I型和III型液，试验的持续时间至少需要2小时，对II型液，试验的持续时间至少需要4小时；对IV型液，试验的持续时间至少需要8小时。

3. 试验设备和试验参数(见表格)

试验设备性能要求概要

试验设备性能要求概要	
试验室	
最小体积	对每 2.25dm^2 试验片表面需 1m^3 体积
大气温度控制	0 至 $-5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ (32 至 $23^{\circ}\text{F} \pm 0.9$)
水平空气速度	$0.2\text{m/s} \pm 0.05$
大气湿度控制	96% 相对湿度 ± 2
霜冻积累量	4 小时后 $1.2\text{g}/\text{dm}^2 \pm 0.2$
试验片	
材料	铝合金 AMS 4037L $R_a = 0.1\mu\text{m}$ 到 0.2
试验片的数量	6
试验片尺寸	$10 \times 30\text{cm}$
倾斜度	$10^{\circ} \pm 0.2$
温度控制	$-5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ ($23^{\circ}\text{F} \pm 0.9$)
喷射设备	
提供到喷嘴的水	软化的，PH 值 6.5 到 7.0
水滴尺寸	平均水滴直径 $20\mu\text{m}$ ，50%水滴直径在 35 到 $15\mu\text{m}$
水喷射密度	$5\text{g}/(\text{dm}^2/\text{h}) \pm 0.2$

空气动力学试验

1. 试验概述

空气动力学试验标准建立了飞机在地面时使用的除冰 / 防冰液的空气动力学要求。当飞机起飞滑跑时，其抬前轮速度通常超过100到110节，这个标准建立的目的是在飞机起飞时，地面加速和爬升过程中当除冰 / 防冰液流过飞机升力和控制表面时，确保除冰 / 防冰液可接受的空气动力学特性。如果飞机除冰 / 防冰液按照该试验标准进行试验并符合所要求的可接

受的标准,则该飞机除冰 / 防冰液具有可接受的空气动力学特性。与防冰性能试验一样,试验液可以处于非稀释状态也可以在稀释状态。

2. 试验内容

飞机地面除冰 / 防冰液空气动力学特性的可接受性是基于在经历一个典型的飞机起飞时的自由流出速度随时间变化后,测量平面试验片上的空气和液体的附面层位移厚度(BLDT)来确定的。液体的可接受性通过比较候选液的附面层位移厚度测量值和干态片上的附面层位移厚度值及参考液的附面层位移厚度值来决定。试验采用准备在航空服务中使用的未稀释和稀释的试验液在一定的温度范围内进行。

3. 试验设备要求

试验在一个具有固定几何尺寸、流动特性和仪表的风洞内进行。试验设备的合格证有效期为5年,此后将以5年的时间间隔通过提交最近的数据来证明其试验设备、仪表和程序能持续产生可接受的数据,以证明其试验设备的合格性。用来测量除冰 / 防冰液空气动力学特性的试验设备包括风洞、风洞气流核心特征,试验设施热稳定性、试验设施排放、仪表等。试验地点 / 设备的技术能力要求不仅包括提供或获得试验液要求的数据,还包括足够的校准设施以确保设备的准确度和精确度,以及影响试验方法的训练人员。

审定中的体会和建议

以飞机除冰 / 防冰液为例,与世界上航空业发达国家相比,我国航空业的工程设计水平和生产技术还比较落后,许多企业还不具备验证产品性能的基本试验条件和设备,但生产出来的产品又要用在发达国家生产制造的航空器上,并参与国外同类产品的公平竞争。这就对我们的航空企业提出了高标准严要求,要想达到这个要求,一方面生产企业要进行技术创新,掌握相关核心技术,提高自己产品的性能,另一方面,适航当局也有责任制定出与国际接轨的高标准的适航法规和技术标准,从局方审定的角度提高对产品的技术要求。虽然某些新技术的要求会增加我们企业的生产成本,但因此我们的产品有了保障,性能得到提高,并增强了与国际同类产品竞争的能力。只有这样,我们才能保证我们生产出来的产品是合格的,真正做到确保安全,心中有数。

随着时代的进步、科技的发展,制定出来的技术标准也不是一成不变的,将随着航空工业整体水平的提高而不断地更新。如前所述,有关飞机除冰 / 防冰液技术性能方面审定的标准,我们一方面遵守我国的行业标准,另一方面采纳国际标准。通常,按照适航规章《民航航空产品和零部件合格审定规定》CCAR-21和《民用航空用化学产品适航管理规定》CCAR-53的要求,我们以产品申请之日最新有效的国际国内标准综合考虑来确定一个产品的审定要求。作为飞机除冰 / 防冰液的申请人,在产品符合性验证阶段往往也是按照这个审定要求来验证产品性能的。可一旦产品通过适航审查并取得适航部门颁发的合格证后,申请人就认为这个审定要求一成不变了,之后进行的有关产品日常检验和年度复检也就按照这个标准来衡量。可作为航化产品,与其他类别的航空产品相比,它还具有动态管理的特殊性,即一方面飞机材料在不断更新,另一方面与航化产品本身相关的国际国内技术标准也在不断改进,这样就导致了航空化学产品的管理标准即审定要求也随之不断变化。因此,申请人和适航部门有责任根据航化产品动态管理的特殊性,不断跟踪评估国内国际上相关航化产品的新技术、新标准,并将之增加到航化产品的审定要求中,同时,相应的产品符合性检测也应增加新的内容,以达到新的审定标准要求,从而保证我们生产出来的产品始终符合国际国内最新技术标准的要求。

适航审定部门应严格审定标准,加强对除冰 / 防冰液产品设计和生产的管理,从源头上把好关,才能使航空公司使用到合格的产品,确保冬季飞机除冰 / 防冰工作的有效性,保证

民航飞行人员健康管理模式探讨

印 杰 丘启明

随着现代科技的发展，飞行器的性能不断提高，可靠性加大，因机械故障造成的飞行事故比例下降，而人为因素导致的飞行事故却在上升，达到58%~97%；因医学原因停飞的占停飞总数的80%~85%。因而维护飞行人员的健康成为促进飞行安全、延长飞行年限的重要因素。

传统的航空医学健康管理一直是粗放型、保姆式的，以疾病为中心，以飞行人员的疾患为主导，通过飞行前体检对飞行人员进行身体健康检查，这一模式在保证飞行安全方面曾起到积极的作用。但随着飞行队伍的壮大，已经渐渐显示其不足：①飞行人员被动接受检查，难以调动他们主动参与的积极性。②耗时耗力。随着飞行人员的增多，航空卫生保障力量日显不足。③不便于发现潜在的健康问题，留有飞行隐患。针对以上不足，我们探索出一条结合实际的可调动飞行人员自我保健积极性的健康管理模式。

1 加强宣教，提高飞行人员的健康意识

1.1 在飞行学员阶段，航卫部门与培训中心合作，制定了航空卫生培训大纲，规定飞行学员必须接受航空生理、心理、临床教育，安排20课时的培训时间，由我们派出经过公司兼职教员培训的航医授课，并在课程结束后进行考核，使他们了解飞行对人体的影响，掌握常见疾病的预防措施，从而使航卫工作深入人心，使健康管理起步于学习飞行阶段。

1.2 对飞行人员，我们利用板报、专题会或网络传递的各种形式宣传航空卫生工作的重要性。介绍各种航空卫生知识，使飞行人员了解航空卫生工作与他们每个人的切身关系，变被动检查为主动报告，主动向航卫人员咨询有关的航卫知识，结合自身身体情况进行相应的自我健康管理。针对飞行人员中高脂血症和心血管病患病率较高的特点，我们开辟了专栏，介绍针对的预防措施，使飞行人员能够把科学知识转化为防病治病的自觉行为，将健康教育、日常监督指导和提高飞行人员的自我保健意识紧密结合起来，形成良性循环。

2 加强科学监管

对于飞行人员健康状况的监管，一直是各航空公司卫生部门头痛的问题。飞行前体检虽然能起到一定的作用，但明显暴露了一些不足，特别是一些慢性疾病及潜在的身体问题。由于种种原因，某些飞行人员没能主动汇报，航医就不能早期发现。我们除了宣教，提高飞行人员的健康意识，加强交流外，组织全体飞行人员参加所属地医疗保险，并与医保中心合作，编制出适合飞行人员医保用药、检查监控的专用软件，航医室与医保中心联网，利用电脑监控，每日查询飞行人员的就医情况，明确哪些飞行人员做过哪些检查，用过哪些药品。发现做过特殊检查、用过特殊药品的飞行人员，我们及时询问缘由；对在飞行前8小时使用过违禁药品的飞行员作临时停飞处理。通过网络监控飞行人员的身体情况，是一种较好的途径。

3 以情感人，加强交流

往年体检，我们记录了每个飞行人员的身体状况，并经常提醒重点观察对象进行定期检查，个别飞行人员以太麻烦、没有时间为借口，思想上不予重视，我们航医也感到很无奈。按照公司《营运总册》要求，我们明确了管理目标，强化了服务观念，把飞行人员当成自己的客户，全方位地做好服务工作。细化每个工作步骤，特别为重点观察对象建立了档案，规定了观察时间、地点，并有专门航医分管，责任落实到人，及时准确地了解他们的身体状况，并为年度体检提供依据。公司为了使飞行人员能获得方便、快捷、优质的医疗保健服务，也

为了使航医能全面地与飞行人员接触，将航医室直接设在飞行生活小区，隶属于飞行部。我们与飞行人员交朋友，建立相互信任、尊重的关系，时常与他们交心，了解其健康状况和潜在的健康隐患。当飞行人员身体有恙的时候，我们全力帮助他们做好相关检查、就医及其他保健工作。当飞行人员驻外飞行时，遇到其老人或小孩生病求助于我们，为了保证飞行安全，不分散其飞行精力，我们做到尽量不通知其本人，协助诊治或帮助转院，大大解除了他们的后顾之忧。通过交流，取得相互信任、尊重，使飞行人员乐于同我们探讨他们的健康问题，使我们能较全面地掌握其身体情况，做到心中有数，有的放矢。

4 亚临床疾病的矫治

以预防为导向的医学服务是医疗卫生服务的基本原则之一，也是飞行健康的重要指导思想。航空医师做到“未病先防，已病防变”对于促进飞行健康，延长飞行年限，减少伤病停飞，节约劳动力资源有举足轻重的作用，可获得巨大的社会效益。一般而言，我们预防服务主要有两种方式：一种是以个体为服务对象，针对不同的对象，我们采取不同的措施，在临床工作中落实预防措施；二是以全体飞行人员为对象。由于航空医师所处的特殊地位，使我们成为以预防为导向服务的最佳执行者，我们向飞行人员进行宣教以防止疾病发生或延缓其进展，对于飞行人员的身心疾病，我们通过与飞行人员交朋友，建立相互信任、相互尊重的关系，使飞行人员有什么身心不适，愿意、乐意与我们交流。通过交流、检查，应用我们所拥有的医学知识对疾病提出进一步的检查或矫治方案，并利用厦门各大医院的专科特点，安排进行及早检查、矫治，以达到早期诊断早期治疗的目的。

我们在公司的大力支持下，与市医保中心协商，采取了比较灵活的就医措施，简化报批手续，飞行人员需在外地就诊的，不需经厦门市三级医院专家会诊后再做决定，可直接向医疗保险管理中心申请外出就医，为飞行人员疾患的及时诊疗提供了时间保证。

对于疾病的康复治疗，我们利用自己的专业知识以及向相关专家咨询，并通过网络图书馆查找相关的资料，协助飞行人员进行合适、合理、科学、方便的康复治疗，使疾病尽早康复，减少后遗症、并发症的发生。

5 体育锻炼

飞行人员要担负起艰巨复杂的飞行任务，必须具备健康的体魄、充沛的精力、敏捷的反应能力。我们在做好疾病矫治的同时，积极安排飞行人员做好体育锻炼，我们有自己的健身房，免费健身；与市体育中心合作，包下了每天上午的羽毛球馆场地，并安排教练指导及航医陪练，做好运动保健，受到广大飞行人员的欢迎。在此笔者建议飞行人员多进行低、中等强度的体育锻炼如慢跑、爬山、钓鱼、健身、打乒乓球、羽毛球等，减少激烈的直接身体对抗性运动如足球、篮球等，以减低、避免伤病率。体育锻炼对飞行人员心肺功能的增强、头脑反应的敏捷、飞行耐力的提高及延长飞行年限，起到了不可估量的作用。

（摘自《民航医学》No. 2 , 2006）

安全评价与安全评价机构

严 琴 陶亦渊

安全评价（风险评价）技术起源于20世纪30年代，最早起源于保险业。保险公司为客户承担各种风险，必须收取一定的保险费用，而收取费用的多少是由所承担的风险大小决定的。因此，就产生了一个衡量风险程度的问题。这个衡量风险程度的过程就是当时美国保险协会

所从事的风险评价。

20世纪50年代末发展起来的系统安全又大大推动了风险评价技术的发展。系统安全的基本内容就是辨识、评估系统中的危险源,并把这一工作贯穿到一个新系统的方案论证、设计、制造、运转、维修直至报废的整个过程。

20世纪80年代初期,系统安全工程引入我国,受到许多大中型企业和行业管理部门的高度重视。系统安全分析、评价方法得到了大量的应用。2003年,国家安全生产监督管理局将其定义为:它是以实现系统安全为目的,应用安全系统工程原理和方法,对工程系统中存在的危险因素、有害因素进行辨识与分析,判断工程、系统发生事故和职业危害的可能性及其严重程度,从而为制定防范措施和管理决策提供科学依据。并且要求对我国的生产单位(包括交通运输行业)开展科学安全评价工作。

安全评价的目的和意义

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害后果和程度,提出合理可行的安全对策措施,指导危险源临近和事故预防以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益。安全评价与日常安全管理和安全监督监察工作不同,它从技术带来的负效应出发,分析、论证和评估由此产生的损失和伤害的可能性、影响范围、严重程度,及应采取的对策措施等,从而有效地预防事故发生,减少财产损失和人员伤亡和伤害。

首先,安全评价是安全生产管理的一个必要组成部分。“安全第一,预防为主”是我国安全生产的基本方针,作为预测、预防事故重要手段的安全评价,在贯彻安全生产方针中有着十分重要的作用,通过安全评价可确认生产经营单位是否具备了安全生产条件。

其次,安全评价有助于政府安全监督管理部门对生产经营单位的安全生产实现宏观控制。安全评价工作特别是安全预评价,将有效地提高工程安全设计的质量和投产后的安全可靠程度;投产时的安全验收评价,是根据国家有关技术标准、规范对设备、设施和系统进行符合性评价。提高安全达标水平;系统运转阶段的安全技术、安全管理、安全教育等方面的安全现状评价,可客观地对生产经营单位安全水平做出结论,使生产经营单位不仅了解可能存在的危险性,而且明确如何改进安全状况,同时也为安全监督管理部门了解生产经营单位安全生产现状、实施宏观控制提供基础资料。

第三,安全评价有助于安全投资的合理选择。因为安全评价不仅能确认系统的危险性,而且还能进一步考虑危险性发展为事故的可能性及事故造成损失的严重程度,进而计算事故造成的危害,即风险率,并以此说明系统危险可能造成负效益的大小,以便合理地选择控制、消除事故发生的措施,确定安全措施投资的多少,从而使安全投入和可能减少的负效益达到合理的平衡。

第四,安全评价有助于提高生产经营单位的安全管理水平。使生产经营单位的安全管理变事后处理为事先预测、预防。通过安全评价,可以预先识别系统的危险性,分析生产经营单位的安全状况,全面地评价系统及各部分的危险程度和安全管理状况,促使生产经营单位达到规定的安全要求。

安全评价可以使生产经营单位的安全管理变纵向单一管理为全面系统管理。安全评价使生产经营单位所有部门都能按照要求认真评价本系统的安全状况,将安全管理范围扩大到生产经营单位各个部门、各个环节,使生产经营单位的安全管理实现全员、全面、全过程、全时空的系统化管理。

系统安全评价可以使生产经营单位的安全管理变经验管理为目标管理。可以使各部门、全体职工明确各自的安全指标要求,在明确的目标下,统一步调,分头进行,从而使安全管

理工作做到科学化、统一化、标准化。

最后，安全评价有助于生产经营单位提高经济效益。安全预评价，可减少项目建成后由于达不到安全的要求而引起的调整和返工建设；安全验收评价，可将一些潜在事故隐患在设施开工运行阶段消除；安全现状综合评价，可使生产经营单位较好地了解可能存在的危险并为安全管理提供依据。生产经营单位的安全生产水平的提高无疑可带来经济效益的提高。

安全评价的内容和分类

安全评价是一个利用安全系统工程原理和方法识别和评价系统、工程存在的风险的过程，这一过程包括危险、有害因素识别及危险和危害程度评价两方面的内容。危险、有害因素识别的目的在于识别危险来源；危险和危害程度评价的目的在于确定来自危险源的危险性、危险程度，应采取的控制措施，以及采取控制措施后仍然存在的危险性是否可以被接受。在实际的安全评价过程中，这两个方面是不能截然分开、孤立进行的，而是相互交叉、相互重叠于整个评价工作中。

可在系统的生命周期即规划、研究、设计、制造、安装、运行、报废的任一阶段进行安全评价。根据工程、系统生命周期和评价的目的，国家安全生产监督管理局将安全评价分为安全预评价、安全验收评价、安全现状综合评价、专项安全评价等4类。

(一) 安全预评价

安全预评价是根据建设项目可行性研究报告的内容，分析和预测该建设项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。安全预评价实际上就是在项目建设前应用安全评价的原理和方法对系统(工程、项目)的危险性、危害性进行预测性评价。经过安全预评价形成的安全预评价报告，将作为项目报批的文件之一，同时也是项目最终设计的重要依据文件之一。

(二) 安全验收评价

安全验收评价是在建设项目竣工验收之前、试生产运行正常之后，通过对建设项目的设施、设备、装置实际运行状况及管理状况的安全评价，查找该建设项目投产后存在的危险、有害因素，确定其程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全验收评价是为安全验收进行的技术准备，最终形成的安全验收评价报告将作为建设单位向政府安全生产监督管理机构申请建设项目安全验收审批的依据。

(三) 安全现状评价

安全现状评价是针对系统、工程的(某一个生产经营单位总体或局部的生产经营活动的)安全现状进行的安全评价，通过评价查找其存在的危险、有害因素，确定其程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

评价形成的现状综合评价报告的内容应纳入生产经营单位安全隐患整改和安全管理计划，并按计划加以实施和检查。

(四) 安全专项评价

安全专项评价是根据政府有关管理部门的要求进行的，是对专项安全问题进行的专题安全分析评价，如一个特定的行业、产品、生产方式、生产工艺或生产装置等，存在的危险、有害因素进行的安全评价，目的是查找其存在的危险、有害因素，确定其程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全评价管理机构及相关法律、法规

我国安全评价管理国家级机构是国家安全生产监督管理局，为了规范安全评价机构的管理，国家安全生产监督管理局就安全评价工作及机构的管理颁布了以下法律、法规、通则、导则等：《安全评价通则》、《安全评价机构管理规定》—13号令、关于贯彻实施《安全评

价机构管理规定》的通知——安监管司办字[2004]139号、《安全评价机构考核管理规则》、《安全评价机构甲级资质申请表》、《安全评价人员考试管理办法》、《安全评价人员考试要点》、《安全评价人员资格登记管理规则》、《安全生产培训管理办法》、《安全预评价导则》、《安全现状评价导则》、关于印发《安全验收评价导则》的通知、关于启用《安全评价人员考试申请表》的通知，等等。

这些法律、法规、通则、导则对安全评价机构、人员及评价工作做了严格而系统的规定，适用于所有生产单位(包括交通运输单位在内)的安全评价工作及实施安全评价的机构。

对安全评价机构的管理

国家安全生产监督管理局(以下简称“国家局”)于2004年10月20日以13号令公布了《安全评价机构管理规定》(以下简称《规定》)，为加强安全评价机构的管理，规范安全评价行为，建立公正、开放、竞争、有序的安全评价中介服务体系，提高安全评价水平和服务质量，根据《安全生产法》、《行政许可法》和有关规定制定的该规定对安全评价机构的申请和批准程序、工作范围、监督管理等事项做了规定。

根据该规定，安全评价机构资质证书分为甲、乙两级。其中，甲级资质证书由国家局审批、颁发；乙级资质证书由省、自治区、直辖市安全生产监督管理部门审批、颁发。两类评价机构的业务范围有所不同。本文特介绍一下甲级资格证书的有关事项。

(一)甲资质证书申请

1. 申请条件

安全评价机构申请甲级资质证书应当具备下列条件：

一是具有独立法人资格；

二是有与其申请业务相适应的固定场所和办公设施；

三是注册资金或者开办费300万元以上；

四是有健全的机构章程、管理制度、工作规则和质量管理体系；

五是有12名以上取得安全评价人员资格的专职安全评价人员，其中至少有5名具有高级专业技术职称或者注册安全工程师资格、并且从事安全工作3年以上；有与其申报从事安全评价业务范围相适应的基础专业的评价人员；

六是安全评价机构的法定代表人应当通过相关安全生产培训、考试，并且从事安全工作3年以上；

七是安全评价机构专职技术负责人有安全评价人员资格，具有工程类高级专业技术职称和安全评价工作经历、并且从事安全工作5年以上；

八是法律、行政法规规定的其他条件。

2. 申请程序

第一，具备资质条件的申请人将安全评价资质申请表和相关材料报国家局；

第二，国家局自受理申请之日起20日内完成审查工作。经审查合格的，颁发资质证书；不合格的，不予颁发资质证书，并书面说明理由。

(二)安全评价机构的权利和义务

1. 甲级、乙级资质证书的有效期均为3年。

2. 安全评价机构应当依照法律、行政法规、标准的规定，遵守执业准则，依法独立开展安全评价工作，如实反映所评价的安全事项，并对其安全评价结果承担法律责任。

3. 安全评价机构承担安全评价项目时，应当依法与委托方签订安全评价合同，明确双方的权利、义务。

4. 安全评价机构从事安全评价工作的收费，应当符合法律、行政法规的规定。法律、

行政法规没有规定的，应当按照行业自律标准或者指导性标准收费。

5. 安全评价机构及其安全评价人员在从事安全评价活动时，应当恪守职业道德，遵循诚实守信的原则，不得泄露被评价单位的技术和商业秘密。

6. 安全评价机构及其安全评价人员应当接受安全生产监督管理部门或者煤矿安全监察机构的监督，不得拒绝安全生产监督管理部门或者煤矿安全监察机构及其工作人员依法进行的监督。

7. 安全评价机构及其安全评价人员应当每年填写安全评价机构工作业绩记录表和安全评价人员工作业绩记录表，分别报国家局和省、自治区、直辖市安全生产监督管理部门或者省级煤矿安全监察机构备案。

我国民航安全评价工作的现状、存在的问题及建议

(一)我国民航安全评价工作的现状

我国民航于1995年研制开发了《航空公司安全评估系统》，1997年、1999年《民用机场安全评估系统》和《空中交通服务安全评估系统》也先后投入了使用。

在《航空公司安全评估系统》中，设置了管理、飞行、飞机与维护、环境四个环节，每一个环节中设置了若干模块，在每个模块中又设置了一些评估项目。该系统设计了6种评估办法：报告单、检察员检察单、个人意见单、考试、飞行检察员检察、飞行数据记录器检查（仅针对航空公司）。评估的最后结果，即被评估企业的安全情况，主要由上述6种评估办法得出的分值进行加权处理后，仍以分值的形式体现。

每次评估工作由总局航安办组织，评估组由来自被评估企业之外各企业的安全管理人员、飞行监察员和评估单位所在的地区管理局安全管理人员组成。评估工作结束后，评估小组自行解散，后续工作，包括对整改情况的检查，由地区管理局负责。几年来使用这些系统陆续对一些航空公司、机场进行了安全评估，对纠正航空运输企业运行中存在的问题，保障安全起到了积极的作用。

(二)民航安全评价工作存在的问题及建议

回顾总结中国民航的安全评价工作。主要存在以下几个问题：

1. 安全评估系统的全面性、系统性、计划性问题

安全评价(评估)是一个利用安全系统工程原理和方法识别和评价系统、工程存在的风险的过程。强调评估系统设计中的系统化原理，以及评估过程的系统化。然而即使在我们现在使用的较好的《航空公司安全评估系统》中，系统结构也还欠完善和全面，评估过程也不够科学、合理。更主要的是缺乏对控制措施有效性的检查和监控，造成整个评估过程成为一个不封闭的系统，大大削弱了安全评估工作的意义和价值。同时安全评估工作还没有作为一项常规的工作程序和内容，纳入民航总局安全工作的年度计划中，存在一定的随意性。

2. 安全评估机构的人员组成、资格审核和对评估机构的管理

建立一支在质量和数量上有保证，并且相对稳定的专业安全评估队伍，对于保证安全评估工作的质量和效率将起到重要的作用，也有利于政府在机构改革和职能转变后更有效地履行安全监管的作用。

但是，目前在中国民航没有固定的执行安全评估工作的队伍，历次安全评估工作由总局航安办牵头，耗费了航安办大量的人力和时间。鉴于目前中国民航各类监查人员短缺，因此参加评估的人员基本来自地方，每次各有不同，对人员的资质也没有明确的要求。同时由于没有建立对评估人员的培训I和考核机制，因此参加评估工作的大多数人员对安全评估工作的要求缺乏了解。没有成立固定的、专业化的评估机构，也是使安全评估工作不能发挥充分作用的重要原因之一。

3. 安全预评价和专项安全评价工作基本没有开展

安全预评价是在项目建设前应用安全评价的原理和方法对系统(工程、项目)的危险性、危害性进行预测性评价,体现了安全关口前移的重要理念,是防止工程建成后因安全隐患造成返工浪费的重要保障。安全专项评价是对专项安全问题进行的专题安全分析评价,如对一个特定的行业、产品、生产方式、生产工艺或生产装置等存在的危险、有害因素进行的安全评价,目的是查找其存在的危险、有害因素,确定其程度,提出合理可行的安全对策措施及建议。

中国民航目前安全预评价工作和安全专项评价工作基本没有开展。而应该实施安全预评价和安全专项评价的工程或项目应该包括机场建设和改造工程、危险品运输、航空器维修企业等。在历史上,在机场建设中曾发生因存在安全隐患而致使工程设施报废的事例,但目前对机场建设改造工作的安全评价和预评价还没有作为一个独立的验收过程。中国民航刚刚颁布了关于危险品运输的规章条例,但安全预评估作为规章的符合性检查工作则尚未起步。对维修企业的评价工作现由政府部门承担,但随着政府职能转化工作的深入,目前这种工作方式还能保持多久是需要考虑的。特别是随着入世后航空器维修市场的进一步开放,对维修行业的准入制度和审核过程也应该引入安全评价机制进一步规范,实现与国际接轨。

因此,建议中国民航依据国内和国际上的规定和要求,进一步加强及规范民航安全评估工作、建立安全评价专职机构并且制定完善的安全评价体系来推动安全评估工作的开展,提供有效的手段来实现我国民航行业的安全目标。(摘自《民航管理》No. 3, 2006)

以人为因素为中心的航空安全多级模糊综合评价

张朋鹏, 王永刚

0 引言

在航空安全中,据事故资料统计大约75%的事故是由人为差错造成的。人们在积极应用新科技的同时,却忽视了与设备及环境有关的人的因素。充分理解人的工作状况,工作环境及人与人之间的相互关系,这才是安全管理的核心。人为因素是事故调查和预防的着手点而非终止点。

国内外传统的分析人为因素的方法主要依据数理统计理论,对历史事故数据进行统计分析,得出人为因素对航空安全的影响。此方法固然有效,然而不能适应动态变化的环境。根

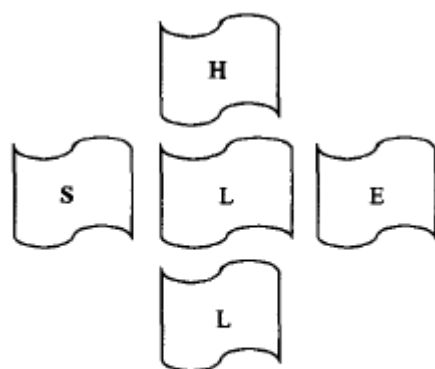


图1 SHEL模型

Fig.1 SHEL model

据著名的SHEL模型,首先以人为因素为中心,列出影响航空安全的一级和二级指标,建立层次模型,利用多级模糊层次分析法得出各指标的权重,然后再运用到实际的航空安全因素分析中,得出提高安全水平的具体措施,既科学可行又弥补了传统方法的不足。

1 SHEL模型介绍

SHEL概念首先由Elwyn Edwards教授于1972年提出, Frank Hawkins于1975年用图表描述了该模型。该模型有助于形象地描述航空系统中各因素间的相互关系,是根据传统的“人一机一环境”系统

发展而来的。

人员(L)：工作场所中的人员；硬件(H)：机器与设备；软件(S)：程序、培训、支持性等；环境(E)：SHEL系统其余部分的运行环境

SHELL模型专门用于描述航空系统中各个组成部分之间的关系。

1) 人员—硬件(L—H)：当提到人为因素时，普遍考虑的是人员和机器之间的相互作用。它决定了人员如何与物理工作环境相互作用。如：设计适合人体的座位、显示适合于用户感官和信息处理的特征、方便的控制活动、编码和位置。

2) 人员—软件(L—S)：L—S接口是指人员与其工作场所中的支持系统之间的关系。如：规章、手册、检查单、出版物、标准操作程序和计算机软件。典型的如“用户友好界面”。

3) 人员—人员(L—L)：L—L接口是指工作场所中人与人之间的关系。如机组成员、空中交通管制员、机务维修人员、其他运营人以团队形式工作。

4) 人员—环境(L—E)：此接口是指人员与内部、外部环境之间的关系。内部工作环境包括内部温度、周边环境、噪音、振动、空气质量及内部企业文化等。外部工作环境包括政治经济方面的限制。

对大部分运营人而言，可以对接口的粗糙边缘进行管理。如图1所示，人为因素处于中心位置，为了减轻影响人员表现的压力，必须理解中心的人与模型其他方框中因素之间的相互作用。为了避免系统中的潜在事故，系统中的其他部分必须和人员紧密结合。下面就根据SHEL模型，以人为因素为中心，列出影响航空安全的一级和二级指标，运用多级模糊综合分析法进行分析，得出各指标的权重。

2 多级模糊评价具体步骤

1) 邀请有关方面专家组成评价小组。学术专家和管理专家的比例建议为6：4，专家数量一般为8-15人，但不得少于5人。

2) 设计评价指标体系，确定评价因素集， $U=(u_1, u_2, \dots, u_n)$ 。

3) 请专家就各评价因素给出评价，确定评价矩阵置，计算各评价矩阵的最大特征值及其所对应的特征向量，将该特征向量标准化，作为各指标的权重。

4) 进行一致性检验。

5) 计算二级指标的组合权重，进行比较。

3 人为因素为中心的安全评估体系

3.1 层次结构图

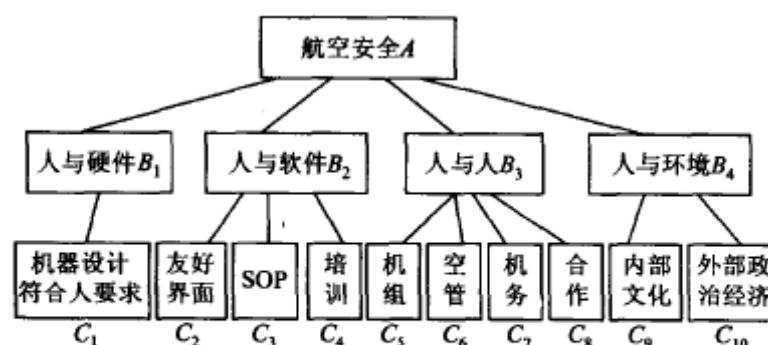


图2 人为因素为中心的安全评估结构图^[3]

Fig.2 Safety assessment structure about human factors

3.2 判断矩阵

请有关专家分别对一级指标和二级指标的重要程度进行比较，构造判断矩阵，计算各级

因素相对重要度并进行一致性检验。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

式中 λ_{\max} 为矩阵最大特征值；n为矩阵维数。CI<0. 1，矩阵符合条件；CI >0. 1，矩阵不符合条件。结果见表1—5。

表 1 矩阵 1
Table 1 Matrix 1

λ	B_1	B_1	B_1	B_1	W_0	CI
B_1	1	1/5	1/7	1/3	0.055 0	
B_2	5	1	1/3	3	0.263 4	0.039 0 < 0.1
B_3	7	3	1	5	0.563 8	可接受
B_4	3	1/3	1/8	1	0.117 8	

表 2 矩阵 2
Table 2 Matrix 2

B_1	C_1	W_1	CI
C_1	1	1	0 < 0.1 可接受

表 3 矩阵 3
Table 3 Matrix 3

B_2	C_2	C_3	C_4	W_2	CI
C_2	1	1/3	1/2	0.199 4	0.018 0 < 0.1 可接受
C_3	3	1	2	0.488 5	
C_4	2	1/2	1	0.312 1	

表 4 矩阵 4
Table 4 Matrix 4

B_3	C_5	C_6	C_7	C_8	W_1	CI
C_5	1	2	1/2	1/4	0.152 2	
C_6	1/2	1	1/2	1/3	0.115 6	0.032 1 < 0.1
C_7	2	2	1	1/2	0.255 9	可接受
C_8	4	3	2	1	0.476 3	

表 5 矩阵 5
Table 5 Matrix 5

B_4	C_9	C_{10}	W_3	CI
C_9	1	2	0.585 8	0.060 7 < 0.1
C_{10}	1/2	1	0.414 2	可接受

3.3 影响权重的确定

各个判断矩阵的特征向量的分量即为该层元素相对上一层因素的影响权重。而c层对于A

层的影响权重可以通过相应的权重的组合相乘算得，计算结果如下。

$$C_1 \text{ 权重} = W_{01} \times W_{11} = 0.0550; C_2 \text{ 权重} = W_{02} \times W_{21} = 0.00525; C_3 \text{ 权重} = W_{02} \times W_{22} = 0.1287。$$

以此类推，计算出其他二级指标的权重分别为 $C_4=0.0822$ ， $C_5=0.0858$ ， $C_6=0.0652$ ， $C_7=0.1443$ ， $C_8=0.2685$ ， $C_9=0.0690$ ， $C_{10}=0.0488$ 。

对以上二级指标根据权重进行排序： $C_8, C_7, C_3, C_5, C_4, C_9, C_6, C_1, C_2, C_{10}$ 。

3.4 评价结果分析

由以上排序可以看出排在前几位的为交叉合作、机务、标准操作程序、机组、培训和内部企业文化，排在后面的为机器设计符合人的要求、友好界面、外部政治经济。由此可以看出排在前几位的人为因素占很大的比重，这也验证了该方法的科学可行性。

根据得到的上述总排序，权值最大的指标重要性相对大。在实际应用中，航空公司管理者可以参考以上各指标的权重值大小，合理安排资源，合理选择安全措施，以有效提高航空安全水平。在以上结果中也可以看到，人为因素在航空安全的重要作用。而历史数据的统计中也显示出人为因素在航空事故中占有很大的比例，这也恰好验证了本方法的科学性。

3.5 建议措施

根据以上结果，按照重要程度，以人中心，依次提出以下建议，以供管理者参考。

- 1) 加强组织内的横向纵向沟通交流，相互学习经验。
- 2) 加大机务方面的培训力度，培养一批优秀的机务人员。
- 3) 加强培训，制定规章，严格按照标准操作程序执行。
- 4) 形成公正合理、积极向上的企业文化。

4 结论

多极模糊综合评价法是一种科学可靠的评价方法。利用该方法对系统的安全进行定量评价，不但能够全面反映系统安全问题，而且还可用数字表达这个因素对整个系统的影响权重，为管理者有效管理提供了有力的参考。（摘自《安全与环境学报》Vol.6 Suppl., 2006）

计算机辅助飞行安全定量评价模型

刘晓东 王 欣 傅茂名

1. 前言

安全评价和仿真是民航飞行安全研究和管理的一个重要研究分支，其目的就是有效地识别引发不安全结果的状况、事件、因素等并计算其发生或出现的可能性的概率大小，通过对比、分析为安全管理和决策提供依据和支持。传统的安全分析和评价一般是基于事故调查的，并以事故调查作为安全检验的主要手段，具有很大的局限性。转变飞行安全研究的策略，强调事前的人为干预，分析与飞行安全相关的风险，是保证飞行安全的重要课题。其次，从技术角度看，由于民航飞行的事故率多年来一直保持在较低的水平，事后调查得到的事故发生率统计的作用极其有限，迫切需要一种指示工具，用来确定飞机运营系统的安全性，指出飞机运营过程中风险水平的变化，并以此为根据不断改善飞行条例、飞行标准和相关培训。利用计算机辅助飞行安全风险评估工具，提供定量的风险分析数值，确定影响较大的风险因素，是科学地采取安全措施和进行安全方面的投资，降低事故发生可能性的有效手段。

计算机辅助飞行安全定量评价模型CAFRAM(Computer Aided Flight Risk Assessment

Model)就是通过对风险评估技术的深入研究分析,针对民航领域和飞机运营的具体情况,建立了飞行安全风险评价模型的框架,并在该模型的基础上开发相应的计算机辅助飞行安全风险定量评价系统(CAFRAS),为航空公司进行整体的安全管理以及机组人员进行飞行前的风险分析和采取预防措施等提供必要而有力的技术支持。由于可控飞行撞地事故(CFIT)和可控飞行撞地事故征候(CFTT)在飞行安全研究中具有典型意义,因此,CAFRAM以CFIT / CFTT为初始研究对象对飞行安全分析和风险评价的理论、方法、软件开发、应用等方面进行了初步研究和探讨,通过飞行风险指数来指示不同飞行阶段、航班、航线及不同时期或不同飞行单位的相对安全状况,同时给出相应的影响飞行安全的主要因素及相对影响程度。

2. CAFRAM/CAFRAS的主要功能

2.1 飞行安全风险指数

传统的安全分析和评价一般是基于事故调查的,一旦找到了原因,就采取一切可能的措施来避免这类错误的重演。然而,Reolen指出“这类信息是溯及既往的,安全管理人员试图根除的事故已经出现了。显然,需要有一种更加主动的具有前瞻性的方法,即需要一种指数(risk indicators)而不是事故率来标示民航安全系统的实际安全状况”。飞行安全风险指数的大小反映了安全水平相对变化情况。同时,随着数字飞行数据记录仪DFDR和快速存取记录仪QAR等飞行数据记录设备FDR的广泛使用,人们不仅可以对飞行过程的数据参数进行详细的记录,而且已经积累相当多的原始数据,为定量的安全评价提供了可能。

另一方面,对安全状况的评价方法和手段应该是安全管理人员、飞行人员、空管人员、机务人员等与安全相关人员易于理解、掌握和使用的。“更重要的是指出安全状况随着人员、设备、环境、条件的不同而变化的相对风险水平,而不是试图给出绝对的数值。因此,开发一个基于度量事故或事故征候的相对风险程度的计算机辅助飞行安全评价系统,不仅可以使人们监控安全形势的变化,而且可以对安全投资的效益或安全措施的作用进行评价。相对安全风险指数的引入还可以指导人们把主要的精力和资源投入到那些相对风险较高的航班或航线中,从而提高安全管理的效率。

CAFRAM的风险指数是一个在【0, 1】区间的数值。作为一个表示相对风险的数值,孤立的数值本身并无实际意义,只有当与基准值或以前的同类值相比较时才有意义,并且能够反映出风险情况增长或减小的趋势。对于一个给定的评价对象,经过一定时间的积累,该指数可以反映相应评价对象发生某个特定事故或事故征候的相对风险的变化情况,从而反映飞行安全水平的变化状况。例如通过同一航线不同航班之间风险指数的比较,可以指出风险较大的航班,并定量地分析一系列相关风险因素,找出其中影响较大的因素,然后采取措施减小

事故发生的可能性。

2.2 CAFRAM的主要功能

计算机辅助飞行安全风险评价系统(CAFRAM)作为一个风险管理工具,其基本功能是使安全管理人员、调度人员和机组人员等能够进行飞机运营过程风险的评估和监测,定量地给出风险分

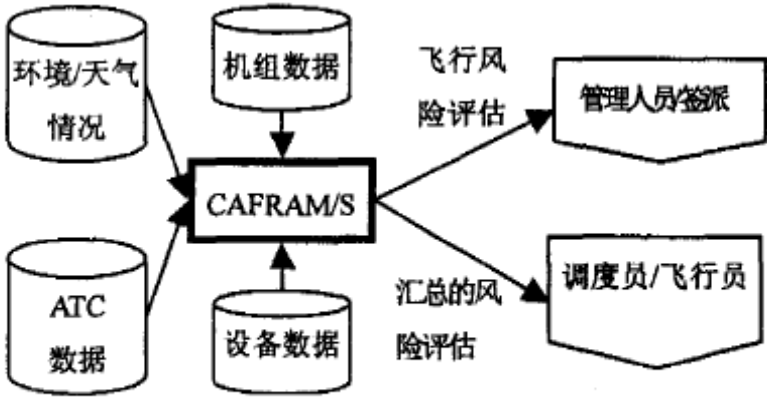


图 1 CAFRAS 的输入和输出

析的数值,指出相对风险较大的飞行或一段时间内的风险水平的变化,确定影响较大的若干风险因素,引起操作人员的注意并采取措施减小风险。图1给出了CAFRAS主要的输入数据和输出的结果。

CAFRAM的一个基本功能是对给定的航班进行量化的相对风险的评价,包括:

- (1) 根据相关的数学模型计算该航班的相对风险指数;
- (2) 依据层次模型方法对风险进行分解,找出主要的风险因素(不安全因素)及其影响程度;
- (3) 基于主要风险因素的专家系统可以给出降低安全风险的建议。

CAFRAM既是一个定量的飞行安全评价工具,同时也是一个飞行安全管理的决策支持工具,可以用于不同范围、不同规模和不同管理层次的飞机运营风险的度量、监控和分析。例如,CAFRAM可用于调度人员和机组人员,进行每个航班飞行前的风险评估,风险超过某一基准数时进行预警,提示影响较大的风险因素和可能的减小风险的方法,使得飞行人员能够事先做好准备,采取措施,签派人员也可以根据这些信息重新安排航线或调度。CAFRAM也可以用于各级安全管理部门,以电子表格、图表等形式向他们提供相对风险的分布、趋势等。风险数据可以灵活地以一段时间、航班、一系列航线、一个地区或整个公司的单位进行统计汇总。这使得管理人员能够在这些数据的基础之上做出决策,根据风险大小的分布有效地分配资源,监测在安全方面的投资所获得的效益。这种技术与以往完全不考虑飞行的事故风险而全面进行投资的方法形成了鲜明的对比。

需要指出的是,CAFRAM不是一个预告并杜绝事故的工具,而是一个定量描述事故风险相对变化的系统,使人们能够事先关注这些增加风险的因素。航空公司可以跟踪监测这一变化,定量地评估安全工作,并衡量在安全方面投资的成效。

3. CAFARM的主要方法

3.1 基于层次分析法(AHP-Analytical Hierarchy Process)的风险层次模型

用于安全分析和评价的方法很多,如事故树、事件树和贝叶氏网络等。CAFRAM采用了基于层次分析方法来构建可能诱发CHIT / CFTT事件的风险层次模型。AHP是Saaty提出的一种能将定性分析与定量分析相结合的系统分析方法。AHP模仿人的思维过程,其基本思路为:第一步,将要解决的问题,依据要达到的目标和不同的性质,分解为不同的组成因素,按照因素之间的相互影响和隶属关系,将其分层聚类组合,形成一个阶梯的、有序的层次结构模型;第二步,对模型中每一层次因素的相对重要性,依据人们的判断给予定量表示,并利用数学方法确定每一层次全部因素相对重要性次序的权值;第三步,通过综合计算各层次因素相对重要权值,得到最低层相对于最高目标的相对重要次序的组合权值。

AHP是分析多目标、多准则的复杂问题的有效工具,将人的思维过程和主观判断数学化,简化了系统分析和计算工作。其次,在安全评价中引入AHP方法,不仅能够直观地表示风险因素之间的相互关系,而且可以通过矩阵运算进行高效的量化计算。

CAFRAM中假设各种风险因素在数理统计意义上是相互独立的,因此,可以用AHP方法来

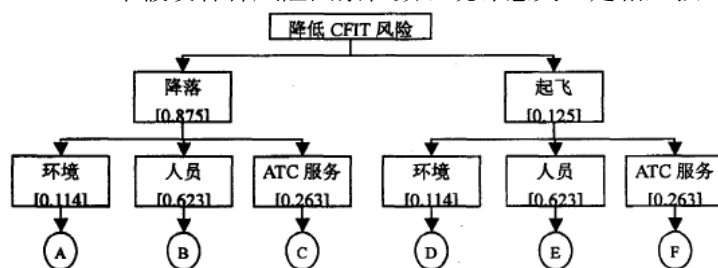


图2 CFTT的AHP风险树(顶层)

描述各种风险因素之间的层次关系,称为AHP风险树。图2给出了CHT / CFTT的AHP风险树的最上层部分。根节点表示整个树的目标,即降低CFTT / CFTT风险,不同

的节点表示相应的风险因素及权重系数,每个非叶节点的直接后继节点的权重系数之和为1。各种风险因素及其相互关系一般是通过征求多个安全专家的意见得到的,权重系数的大小取专家给出的平均值,当专家的意见出现较大差异时,可以通过不同的权重系数来确定针对不同专家的取值倾向,并在系统的应用的判断给予定量表示,并利用数学方法确定每一过程中逐步进行调整,以提高系统的评价准确性。

一旦建立了AHP风险树,每个非空子树的风在AHP风险树中,叶节点的风险值的取得有两种指数就是其直接后继接点的风险指数的加权方式。一是可以根据当前的飞行环境和飞行条件和,通过递归的方法或矩阵计算可以方便地求出直接得到准确的值,如是否安装了近地警告装整个AHP风险树的风险指数。

3. 2基于模糊推理系统(FIS-Fuzzy Inference System)的飞行安全因素风险度评价

模糊性是客观世界普遍存在的一种现象。在AHP风险树中,叶节点的风险值的取得有两种方式。一是可以根据当前的飞行环境和飞行条件直接得到准确的值,如是否安装了近地警告装置、是否有进近雷达管制覆盖以及飞越的时区等;而其它一些叶节点的风险值则很难精确计算,如各类人员的工作负荷的高低、经验的多少、能见度的好坏等,只能以很好、好、中、差和很差等分级的方式给出。因此,可以依据AHP风险树,采用模糊数学的方法,针对层次结构中的各节点的评定分级构造各自的模糊子集,确定各叶节点的模糊子集的隶属函数、各父子节点之间的映射关系(模糊规则库)及其隶属函数(隶属函数库),依靠推理机进行模糊推理,并通过反模糊化计算输出飞行安全因素风险度指数。其次,层次结构中的任何子树均可构成一个独立的推理评价模型,其推理机和反模糊化算法与整个树相同,规则库和隶属函数库均为AHP风险树规则库和数据库的子集。这样,我们不仅可以对整体飞行安全进行定量评价,而且可以对各因素风险度进行定量评价。

建立隶属函数的方法很多,如推理法、模糊统计方法、二元对比法、模糊分布方法等。作为原型系统,CAFRAM采用了模糊分布方法,并且针对不同的因素结合其他三种方法给出了不同模糊分布用于建立各因数的隶属函数。例如,对于能见度隶属函数的确定,首先利用推理法根据能见距离范围将能见度表中的9个等级划分为所对应的能见度状况并用能见度“很差”、“差”、“中”和“好”四个模糊集来表示。对于每个模糊集的模糊分布采用中间梯形分布,其隶属函数的形状由四个参数a、b、c、d决定,其表达式如下:

$$f(x,a,b,c,d)=\begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0 & d \leq x \end{cases} \quad (I)$$

这样就可以得到四个能见度模糊集的隶属函数曲线,如图3所示。同

理,采用不同的方法和模糊分布可以得到其它因素的模糊集的隶属函数曲线,限于篇幅,不再赘述。系统中所有隶属函数的集合就构成了系统的隶属函数库。

由于飞行安全评价指标体系涉及的因素很多,每个因素包含多

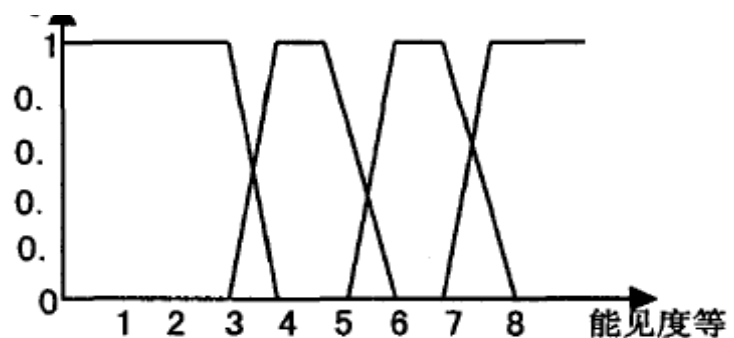


图3 能见度隶属函数曲线

个模糊子集。同时，建立模糊推理规则时要求满足完备性的原则，这样，模糊规则的数量将按模糊子集的数量呈指数增长。因此，当建立模糊子集及确定节点的评级指标分级时，在允许的范围内，CAFRAM突出了那些对飞行安全影响较大的因素，简化其它因素的指标分级，以减少模糊规则的数量，目前，CFIT风险树的时节点的数目为31个，其中需要模糊处理的15个。模糊规则主要依靠专家和相关人员的经验及对历史事件和数据的分析来获得。推理机则采用比较成熟和直观的Mandani推理方法构建。图4给出了CAFRAM模糊推理机的框图。

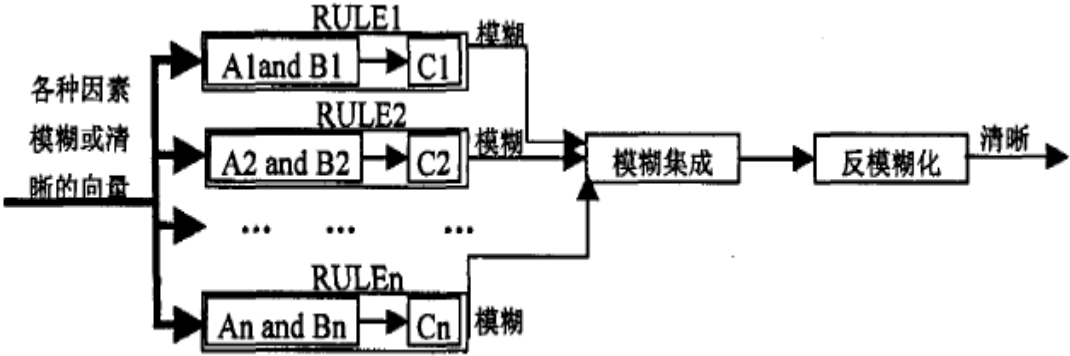


图 4 CAFRAS 模糊推理机的框图

CAFRAM模糊推理系统的推理计算步骤如下：

- (1) 由输入值得到一个对应于规则的每一个相关变量的隶属度，即模糊化过程；
- (2) 对规则的前提部分的各个隶属度通过一个特殊的T模算子得到每个规则的激励值；
- (3) 由激励值得出每个规则结论的模糊值；
- (4) 综合每个规则的结论模糊值进行反模糊化得到一个清晰值。

4. CAFRAM的基本构成

CAFRAM由推理与计算引擎、风险指数与主要因素分析器和基于规则的自适应反馈系统三个模块及模糊规则库和AHP风险树两个支撑数据(知识)库构成，如图5所示。系统的输入包括静态数据和动态数据。静态包括机场数据、航路数据、管理策略等相对稳定的数据，而动态数据则是指气象信息、机组排班数据以及航路、机场的当前状况等实时或实况信息。推理与计算引擎根据输入的数据并在AHP风险树和模糊规则库等专家知识的支持下，按照模糊推理规则和AHP计算方法对当前的飞行安全风险指数进行计算，同时给出主要的风险因素。风险指数与风险因素分析器将当前的风险指数和主要风险因素与历史数据进行比较、分析，最后得到对一个航班、一个机组或一条航线的安全方面策略性的局部评价，或者整个公司或地区的飞行安全方面的战略性的总体评价。

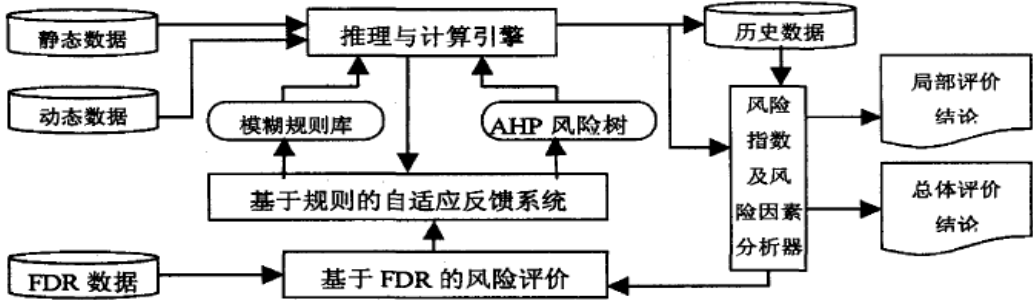


图 5 CAFRAS 的基本构成

由于AHP风险树和模糊规则等知识是基于部分专家的，因此需要一个逐步完善的过程。基于规则的自适应反馈系统就是利用其它的评价方法(如基于飞行数据记录FDR的风险评价方法)的评价结果，对CAFRAM中的规则和知识进行精练，不断提高评价的准确性和可靠性。

5. 结论

计算机辅助飞行安全评价模型(CAFRAM)通过引入飞行安全风险指数的概念,建立了一个基于层次分析方法(AHP)和模糊推理机制(FIS)相结合的飞行安全定量评价模型,试图从技术的角度对飞机运营过程的风险进行定量的评价,期望找出对风险影响较大的风险因素,引起人们的注意并采取措施减小风险,从而能够事先对飞行系统的安全性进行更加科学的人为干预,为提高飞行安全水平提供新的技术工具。目前模型的建立及基于该模型的原型系统已基本完成,下一步的研究包括实际数据的评价、分析和检验,以及利用网络分析方法(ANP)对风险因素的相互影响进行描述,并通过实际运用对基于专家知识的规则和各种系数进行精练和优化,提高模型的准确性和系统的可靠性。(摘自《中国民航飞行学院学报》No. 4., 2006)

基于FDR的飞行安全定量评价模型FRAM-FD

刘晓东, 何元清, Dcboeach Fels

传统的安全分析和评价一般是基于事故调查的,主要是事后查找原因并采取措施来避免错误的重演。然而,Reolen指出“这类信息是溯及既往的,安全管理人员试图根除的事故已经出现了。显然,需要有一种更加主动的具有前瞻性的方法,即需要一种指数而不是事故率来标示民航安全系统的实际安全状况”。其次,随着DFDR(Digital Flight Data Recorder)和QAR(Quick Access Recorder)等飞行数据记录设备FDR(Flight Data Recorder)的广泛使用,定量安全评价成为可能。基于FDR数据的飞行安全定量评价模型FRAM-FD(Flight Risk Assessment Model based on FDR Data)是以FDR数据的统计分析为基础并结合专家知识对飞行安全进行定量评价的计算模型。FRAM-FD以受控撞地飞行CFIT(Controlled Flight Into Terrain)和受控撞地飞行征候CFTT(Controlled Flight Toward Terrain)为初始的研究对象,通过对超出正常范围的飞行参数数据及其与飞行安全关系的定量分析,建立了一个通过对飞行参数超限分析来评价CFIT / CFTT相对风险程度的框架,提出了一种用飞行参数超限的风险指数来指示发生CFIT / CFTT的相对风险大小的方法,同时,给出了影响安全的主要因素及其对安全影响程度的大小。

1 基于飞行参数超限的风险指数

1.1 飞行参数的超限

FDR以固有频率记录飞行过程中的参数数据,安全分析主要关注那些超出正常范围的参数及其出现的频率和偏离的幅度。对于某一飞行参数,本文引入以下定义。

定义1 当飞行参数的某一FDR数据超出其正常的范围,则称该参数超限,相应的记录数据称为超限记录数据。按照飞行安全基金会(FSF)的标准,飞行数据被分为正常、一类超限(记录)、二类超限(检测)和三类超限(告警)四个级别。不同类型飞机的不同超限级别对应于各自取值范围。由于安全分析主要关注的是飞行参数偏离正常范围的各种特性,而不是参数本身的绝对大小,为了研究方便,引入飞行参数离差的概念。

定义2 飞行参数 i 在某一时刻 t 的FDR值 $a_{i,t}$,与该时刻该参数 $\mu(a_{i,t})$ 数的理想值的差称为参数 f 在该时刻的离差,记为:

$$x_{i,t} = a_{i,t} - \mu(a_{i,t}) \quad (1)$$

根据定义1,若

$$|x_{i,t}| \in [\Delta_j, \Delta_{j+1}), \quad j = 1, 2, 3$$

则参数*i*在*t*时刻出现了*j*类超限。 $\Delta_j (\Delta_3 = \infty)$ 其中为该参数的*j*类超限的下限。

1.2 参数离差的概率分布

根据对历史数据的统计分析，飞行参数*i*的离差符合正态分布，即：

$$X_i \sim N(0, \sigma_i) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

式中*m*表示参数的个数： X_i 为第*i*个参数的离差。显然，对于参数*i*的不同超限级别的取值范围可以表示为：

$$[\lambda_{i,j}\sigma_i, \lambda_{i,j+1}h\sigma_i) \quad j = 1, 2, 3; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

由正态分布的特性可以得到参数*i*的各个超限级别的概率，记为 $P_{i,j}$ ，， 则：

$$P_{i,j} = P(\lambda_{i,j}\sigma_i \leq |X_i| < \lambda_{i,j+1}\sigma_i) = 2[\Phi(\lambda_{i,j+1}) - \Phi(\lambda_{i,j})] \quad (4)$$

1.3 基于参数超限频率的风险指数

定义3 对于某一给定的飞行时段，FDR数据中飞行参数*i*出现*j*类超限的频率 $F_{i,j}$ 对应的统计概率 $P_{i,j}$ 的比值，称为参数*i*在此次飞行中的关于*j*类超限的频率风险指数，记为 $RF_{i,j}$ ，则：

$$RF_{i,j} = F_{i,j} / P_{i,j} \quad j = 1, 2, 3; i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

通过对飞行参数*i*不同的超限级别的频率风险指数进行加权平均，可以得到该参数在被评价阶段的超限频率风险指数 RF_i ，则：

$$RF_i = (\sum_{j=1}^3 w_{i,j} \times RF_{i,j}) / \sum_{j=1}^3 w_{i,j} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

式中权重系数 $w_{i,j}$ ，由知识的规则和相关因素进行动态的设定。同样，对于不同参数的超限频率风险指数进行加权平均，可以得到指定飞行阶段的超限频率风险指数RF：

$$RF = (\sum_{i=1}^m w_i \times RF_i) / \sum_{i=1}^m w_i \quad (7)$$

超限频率风险指数RF大小标示了被评价飞行阶段不同参数出现不同类别超限的频率，并根据其对安全的影响程度的大小，进行综合后与依据统计规律得到的期望值之间的对比情况。RF大于1，说明由于参数超出正常范围而引发的风险高于期望水平，RF越大，则风险越大，反之亦然；其次，可以对不同参数的加权超限频率风险指数进行比较，得到影响安全的主要因素。

1.4 基于参数超限强度的风险指数

超限类别是按超限的幅度对参数超限进行类别划分的，但对于同一参数、同一类别的超限不同时刻的超限的幅度却可能不尽相同。对于3类超限，由于没有给定范围的上限，问题将更加突出。根据1.3节的思想，本文可以给出超限强度风险指数的定义，并求出各个参数的超限强度风险指数和整体的参数超限强度指数脚，用于评价因飞行偏差的幅度而引风险

程度的大小。

2 专家知识的规则

对不同的飞行事故或飞行事故征候的风险进行评价，需要分析的参数各不相同。参数超限对安全影响的大小及各种相关的因素对飞行安全的影响程度等，也存在很大差异。同一个参数在不同的环境、程序等飞行条件下对诱发同一个飞行事故或飞行事故征候的影响程度也会发生变化，因此FRAM-FD中的风险指数计算涉及大量的权重系数，这些系数主要通过基于专家知识的规则来描述，并根据不同飞机、飞行阶段及相关因素进行静态的给定或动态设置。CFIT / CFIT的专家知识主要来源于三个方面：FSF对同类事故报告的分析、FSF开发的CFIT检查单以及前两种知识及其相应的人的因素的逻辑组合。

2.1 CFIT / CFIT涉及的主要参数

通过利用FSF的CFIT检查单对五个CFIT事故的分析，同时考虑到参数量化及风险指数计算的简化的需要，FRAM-FD选用了以下三类参数用于评价CFIT / CFIT的安全风险：

- 飞行路线：包括气压高度、无线电高度、空速、航向、下降速度、下滑道的偏差等；
- 下降模式：包括近地警告系统(GPWS)和起落架的位置等；
- 附加参数：包括飞行时间、自动驾驶仪的状态、襟翼位置、垂直加速度、飞机姿态等。

2.2 相关因素

相关因素(contextual factors)是指与飞行安全事故或事故征候直接或间接相关的事件或迹象。按照系统工程的观点，相关因素一般被分为人、机、环境和程序(过程)四类。相关因素既可能在事故或事故征候发生之前就存在，且并未导致事故的发生，也可能直接导致了事故或事故征候的发生。在FRAM-FD中，根据影响的范围，相关因素被分为两类。一类是当某一相关因素出现时，将从整体上导致安全风险的加大。FRAM-FD通过引入风险因子(risk factors)将这类因素对安全的影响量化，并将这类相关因素的风险因子之和与超限风险指数相乘得到最终的风险指数。另一类相关因素是在某些飞行参数超限时部分影响飞行安全，可以通过设置不同的权重系数来加以体现。

2.3 权重系数

FRAM-FD中的风险指数计算涉及的权重系数由标准权重系数和修正权重系数两部分构成。标准权重系数是一个系数矩阵，可以根据专家知识静态设定。而修正权重系数则是根据不同的飞行条件和相关因素对标准权重系数的修正。一个修整权重系数是一条由相关因素条件、系数标识和系数修整值三个元素组成的规则，若干这样的规则组成了修整权重系数规则

库。在计算风险系数之前或过程中，需要引用这些规则动态地生成或修正当前的权重系数矩阵。

3 FRAM—FD的基本构成

FRAM-FD由前端的数据准备、核心的超限风险计算和后端的结果分析三大部分构成，如图1所

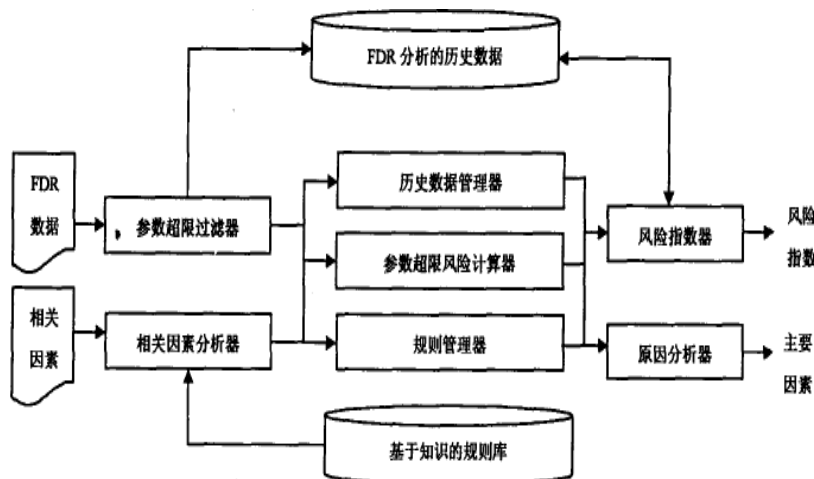


图1 FRAM-FD的构成

示，其输入为被评价飞行时段的FDR数据和相关因素，输出为该阶段CFIT / CFTT的相对风险指数和影响安全的主要因素。FDR分析的历史数据和基于知识的规则库则是支撑数据。参数过滤器根据安全评价所需要的参数及其超限区间对FDR的数据进行过滤，相关因素分析器计算当前的权重系数矩阵，参数超限风险计算器计算参数的超限频率风险指数矩阵和超限强度风险指数矩阵，规则管理器和历史数据管理器分别用于管理基于知识的规则库和FDR历史数据。风险指数器计算相对风险指数，原因分析器给出主要的影响因素及其程度大小。

4 结论

FRAM-FD是一个相对飞行安全风险指数的计算模型，不仅可以对一个航段、一条航线、一个机组或一个飞行单位的安全进行定量的评价，而且能为安全形势的发展趋势分析、预测提供依据。进一步的研究包括在考虑飞行参数相关性的前提下，参数同时和依次超限时的风险指数的计算方法及基于知识的规则的优化和对其它飞行事故和事故征候的分析等。（摘自《电子科技大学学报》No. 1., 2006）

电传操纵系统可靠性分析及飞行安全评估

葛志浩，徐浩军，胡 飞

引言

电传操纵系统在第三代飞机中普遍采用，既可以改善飞机的操稳品质，又可以改善飞机飞行可靠性。在飞行中，电传操纵系统完成改变飞机姿态和飞行轨迹的主要任务，可靠性直接影响飞行安全。电传操纵系统发生故障，会导致重大飞行事故。

据文献统计，某型飞机电传操纵系统中故障率最大的是过载传感器和滚转角速度传感器。文献中重点针对过载传感器的故障引起飞机纵向摆动，计算由此引起的飞行风险。

本文在对电传飞行操纵系统故障分析基础之上，研究了特殊情况下的人—机闭环系统，讨论了驾驶员排除控制系统故障发生飞行危险的条件概率(飞行风险)确定方法，建立了基于马尔可夫链的飞行安全评估模型。最后以横向通道传感器故障为例对某型飞机进行了飞行安全评估。

1 电传操纵系统可靠性分析

1.1 电传操纵系统结构

电传操纵系统结构如图1，传感器用来检测飞机运动参数，并将信号输入飞行控制计算机。飞行控制计算机对传感器(包括运动传感器和指令传感器)按照预先设计的控制率进行数据处理、增益调解、滤波、动态补偿和信号放大。为了检测并识别故障部件，并自动隔离，

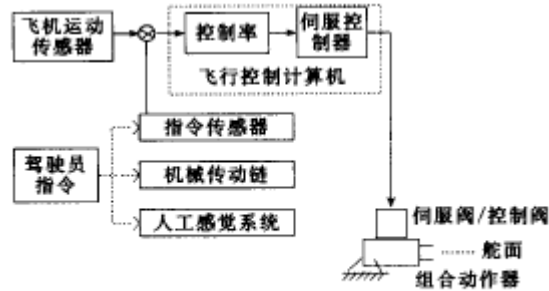


图1 电传操纵系统原理示意图

在飞行控制计算机中安装了内置检查系统，该内置检查系统采用了选多数的逻辑原则，又称为表决元件。

1.2 电传操纵系统可靠性

美国“有人驾驶飞机飞行操纵系统——设计、安装和试验通用规范MIL—F—9490D”规定，对第I、III、IV类飞机，操纵系统的故障概率不应大于 62.5×10^{-7} / 飞行小时。

电传操纵系统完全取消了机械传动链,但是根据目前的电子器件可靠性水平无法满足作为飞行安全关键系统的飞行操纵系统可靠性要求(单通道电传操纵系统的故障率为 1.0×10^{-3} / 飞行小时)。为使电传操纵系统的可靠性满足上述要求,广泛采用了余度技术。目前国外飞机,如苏—27、F—16等飞机采用四余度电传系统,为简化系统也有采用三余度加自监控组成电传操纵系统,有的飞机采用双余度电传系统加机械操纵系统组成,当双余度电传系统发生故障时,切除电传系统,由机械系统控制飞机,保证飞行安全。

1.3 可靠性设计的工程方法

(1) 元器件的选择和控制,元器件是系统的基本组成单元。从可靠性的观点出发,选择元器件的准则应是尽量采用标准元器件,因为实践已经证明,标准元器件要比相应的非标准元器件更可靠。

(2) 简化设计,可靠性是复杂性的函数,降低复杂性所能做的任何工作都能够提高可靠性。在工程设计时,需要审查为执行预期的功能是否所有的项目和电器都是必要的。这样才能获得最佳可靠性,并减少潜在的故障。

(3) 元器件降额设计,所谓降额,是指使元器件在低于其额定应力的条件下工作。在实践中,实现降额的方法,不是降低应力就是提高元器件的强度。通常最实用的方法是选用强度更高的元器件。

(4) 余度设计,余度设计是当其他技术(采用以上三种方法)无法解决提高可靠性的问题,或者当产品改进方法所需费用比之重复配置所需费用更多时可采用的方法。多余度系统结构可以使电传操纵系统代替传统的机械式飞行操纵系统,并满足安全和任务可靠性指标要求。但是多余度系统需要付出代价。它是以超常规所需要的资源来换取高可靠性,因而使系统重量、空间、复杂性、费用和设计时间等都大为增加。而复杂性的增加又将造成非计划维修可靠性的降低,即增加了维修任务。因而多余度系统在提高系统安全性、任务可靠性的同时,相应地降低了系统的基本可靠性即平均无故障工作时间(MTBF)。所以多余度系统的设计,应当对可靠性、重量、空间、成本、复杂性、维修性及设计时间等因素加以全面权衡考虑。

典型的余度设计有:简单并联余度系统,三重余度表决系统,具有自检功能、采用三中取一表决 / 监控策略的三重余度系统。文献中有详细的介绍。

2 飞行安全评估模型

在操纵系统设计过程中,对其进行飞行安全评估,可以依据现有电子元件的可靠性设计出合理的操纵系统,避免由于系统内部缺陷导致飞机故障概率不能满足技术要求。对现有的飞机,从实际工作情况角度分析系统可靠性,查找系统在可靠性方面存在的薄弱环节,对重点部件进行飞行安全评估。

2.1 人一机闭环系统分析

人一机闭环系统分析重点是要建立符合实际的驾驶员模型。通常驾驶员模型是局限于单自由度采用补偿控制的传递函数模型,如图2所示。对于多自由度可以利用现代控制理论对其建模。

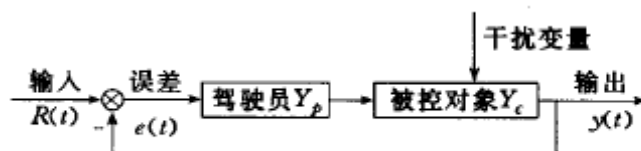


图2 单自由度任务模型

模型通常决定于外部干扰因素,一般情况下是没有通用的数学模型。根据电传操纵系统故障的特点,可以认为:在电传操纵系统发生故障后,延迟一段时间后飞行员马上做出修正操纵。

发生某事件后驾驶员参与操纵的滞后时间 t_b 是非常重要的参数，几乎决定了飞机发生故障后飞机能否继续安全飞行。飞行试验表明，对于较熟练的飞行员来说， t_b 服从对数正态分布，而且具有如下规律：

- 1) 在最佳条件下，驾驶员参与操纵的滞后时间的最小值为0.13s；
 - 2) 横向通道中驾驶员的主要激励参数为滚转角速度变化率(w_x)，纵向通道中驾驶员的主要激励参数为法向过载(n)变化率及俯仰角速度(q)变化率；
 - 3) t_b 大小取决于激励参数初始值的大小；
- 滞后时间 t_b 的数学期望为：

$$m_{t_b} = a_i + b_i / \dot{x}_{cpi} \quad (1)$$

数学期望有如下方程组确定：

$$\begin{cases} \dot{x}_{cpi} = \Delta x_i(t) / t \\ t = a_i + b_i / \dot{x}_{cpi} \end{cases} \quad (2)$$

式中， \dot{x}_{cpi} 激励参数的累计时间变化率；

$\Delta x_i(t)$ 由飞机的运动方程确定。

令： $t'_b = t_b - 0.13$ ，

t'_b 由 $m_{t'_b}$ 和 $\sigma_{t'_b}$ 决定：

$$\frac{m_{t'_b}}{t'_b} = \sqrt{1 + \frac{\sigma_{t'_b}^2}{m_{t'_b}^2}} \quad \text{其中：} \sigma_{t'_b} = 0.5 \cdot m_{t'_b}$$

2.2 条件概率的确定

驾驶员排除飞行事故发生飞行危险的条件概率，与飞行员干预的滞后时间 t_b 密切相关。一般有两种处理方法：一是假设飞机出现故障后，只要驾驶员及时参与闭环控制就可以使飞机处于安全状态，其条件概率完全由驾驶员参与操纵的滞后时间 t_b 决定。二是考虑随机因素，产生一组滞后时间 t_b 。

(1) 假设条件概率由驾驶员参与操纵的滞后时间 t_b 决定。实验表明条件概率服从下列分布：

$$\mu_k = \varphi_0 \left(\frac{1}{\sqrt{D}} \ln \frac{t'_p}{t'_b} \right) + 0.5 \quad (3)$$

其中： $t'_p = t'_b - 0.13$

$t_p = -T \ln(1 - \frac{\omega_{x\max}}{\omega_{x_0}})$ ， t_p 为不考虑驾驶员操纵，

滚转角速度到达最大允许值 $\omega_{x\max}$ 所需时间。

D 取决于 $m_{t'_b}$ 和 t'_b ： $\frac{m_{t'_b}}{t'_b} = e^{\frac{D}{2}}$

(2) 在评估飞机飞行安全时，由于飞行风险一般是小概率事件，条件概率的值很小，确定需要相当大的样本，解决这个问题首先应确定飞机运动参数的极值的分布规律，然后计算出相应的飞行安全指标。

对于绕某个中心(数学期望)的参数分布规律已有很多种分布函数，如正态分布函数，对数正态分布函数等，但这些分布函数对尾部的分布概率却不能很好描述。理论研究表明：尽管随机数极值分布本身服从于一种趋于发散的分布规律，但若用一种叫做渐近线分布规律来

描述的话，它是收敛的。它的分布函数为：

$$F_{1,x}(x) = e^{-e^{-x}} \quad (4)$$

实际应用例子表明，用这种渐近线分布规律来处理飞行参数级值可得到比较稳定的解。

2. 3 基于马尔可夫链的飞行安全评估模型

马尔可夫链分析法是一种以概率论和随机过程理论为基础，运用数学模型来分析客观对象发展变化过程中的数量关系的一种统计分析方法。

马尔可夫过程具有下列性质：当过程在某一时刻 t_i ，的状态已知，那么在 t_i 以后任一时刻 t_j 时，过程处于各状态的可能性就完全确定，而不受 t_i 之前任一时刻过程处于什么状态的影响。飞行安全评估模型符合马尔可夫过程的这种性质。只要已知系统开始工作时的状态，就可以确定以后任一时刻 t ，系统处于飞行安全的概率，而与以前的状态无关。

下面用马尔可夫链建立飞行安全评估模型。系统发生一次故障的状态转移图如图所示3所示。

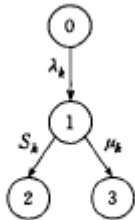


图3 状态转移图

用 $x(t)$ 表示 t 时刻人机系统所处的状态，则有：

$x(t)=0$ ——人机系统处于正常飞行状态

$x(t)=1$ ——飞控系统发生故障

$x(t)=2$ —— 人机系统处于危险状态

$x(t)=3$ —— 人机系统处于安全状态

2、3状态取决于飞行员能否及时参与闭环控制。

系统的状态转移概率矩阵 A ：

$$[p_{ij}\Delta t] = \begin{bmatrix} 1-\lambda_k & \lambda_k & 0 & 0 \\ 0 & 1-s_k-\mu_k & s_k & \mu_k \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{令: } p_0(t) &= p\{x(t)=0\} & p_1(t) &= p\{x(t)=1\} \\ p_2(t) &= p\{x(t)=2\} & p_3(t) &= p\{x(t)=3\} \\ p &= [p_0(t) \quad p_1(t) \quad p_2(t)] \end{aligned}$$

则有： $p' = p \cdot (A - E)$ ，其中 E 为单位阵。

由上式可以得出人机系统发生故障后飞行风险。

3 算例

以某型飞机为例，对横向进行飞行安全评估，统计表明该飞机横向角速度传感器的故障率为： $\lambda_k = 4.4 \times 10^{-4} 1/h$ ，该控制系统对飞机副翼的操纵权限： $\delta_0 = 5.5^\circ$ ；

滚转角速度的最大允许值 $\omega_{rmax} = 90^\circ/s$ ；

电传飞行控制系统横向通道发生故障，由飞机的气动外形决定了在短时间内飞机将只发生滚转运动，飞机运动方程简化为：

$$\frac{d\omega_x}{dt} = \frac{M'_{\dot{x}}}{I'_x} \omega_x + \frac{M'_{\delta_{xx}}}{I'_x} \delta_x$$

采用一阶微分方程表示为：

$$T\omega_x + \omega_x = K\delta_x$$

其中 T 为滚转时间常数； K 为副翼滚转效率发生故障后飞机的动态响应：

$$\omega_x = \omega_{x0}(1 - e^{-\frac{t}{T}}); \text{其中: } \omega_{x0} = K \cdot \delta_x$$

首先判断是否存在发生危险的可能,故障发生后飞行员不参与闭环控制,滚转角速度的极值为 ω_{x0} 。当 $\omega_{x0} < \omega_{x\max}$ 时,飞机将安全处于飞行状态;当 $\omega_{x0} > \omega_{x\max}$ 时只有飞行员及时参加闭环操纵才可能是飞机处于安全状态。滚转角速度的极值为 $\omega_{x0}=2.035$, $\omega_{x0} > \omega_{x\max}$, 所以需要对该故障状态进行安全评估。

对横向通道中驾驶员的主要激励参数为滚转角速度变化率,滞后时间 t 的数学期望为:

$$m_{t_b} = 0.251 + 0.072/\omega_x; \omega_x = f(t)$$

由模型确定 $m_{t_b} = 0.262, \sigma_{t_b} = 0.524$, 条件概率 $\mu_k = 0.3557$ 。

求解马尔可夫状态方程知,某型飞机横向由于横向角速度传感器发生故障的安全风险概率为: $Q=2.834 \times 10^{-4}$ 。

4 结 论

(1)在对飞行操纵系统故障分析基础之上,依据人的行为规则,可以对飞机进行概率意义上的飞行安全评估。

(2)基于马尔可夫链的飞行安全评估模型适合人机系统发生故障后的飞行风险的评估。

(3)提出的由于飞行控制系统故障引起飞行危险的安全评估模型不仅适用于系统发生一次故障,同样适用于系统发生多次故障的情况。(摘自《火力与指挥控制》No. 3., 2006)

浅谈现代飞机座舱布局的设计理念

尹付强

1 引 言

座舱布局是飞机设计的一个重要组成部分,它对飞机的安全、性能的充分发挥、作战效能等起着重要的作用。座舱人机界面对飞行的影响不仅是指其对飞行员体力、心理和意识活动的影响,而且将直接影响飞行员的工作效率和飞行安全,为此在飞机早期设计阶段,考虑飞机座舱布局非常重要。座舱布局设计的复杂性在于,使用界面的是人,界面合适与否要通过人的使用来证明。

2 座舱布局设计的基本理念

2.1 安全是人机界面设计的第一理念

飞行的安全性要求是飞行的第一要求。决定安全的因素极为复杂,有外界环境的因素,有飞机和各系统的因素,也有人的因素等等,其中人的因素最为复杂。人机界面的安全性设计主要从以下几个方面来进行。

2.1.1 是否对飞行员有直接的生理伤害

飞行员的整个飞行过程包括进出座舱、飞行、机动飞行、仪表飞行、武器发射、着陆、迫降、跳伞等,在这些过程中,设计时应尽量避免人机界面可能会给飞行员的生理造成伤害。主要有以下几方面:

★弹射跳伞时,座舱系统应在弹射通道之外;

★座舱内的裸露表面不能有尖锐表面；

★避免飞机设备易于破损，造成系统漏电、着火、减压和缺氧等。

2.1.2 是否易于造成飞行员的错误

飞行员是人而不是机器，判断和使用上的错误在所难免，因此布局设计应具有一定的容错和防错性。具体有以下几方面：

★设备(指示器、控制盒、开关、按钮、旋钮)按系统功能分区布局、使人机界面更加合理。具有逻辑性，避免布置凌乱，造成飞行员的误动；

★危险开关的特别提示，提醒飞行员防止误操作，位置也应放在特殊位置，尽量远离常用电门，并设置防错措施，防止飞行员操纵其他设备时碰挂；

★防差错设计，使飞行员的某些误动无效；

★仪表、显示器的合理设计，避免飞行员的错误判读；

★危险状态和错误操纵的提示，飞行员及时发现故障和错误，尽快改正。

2.1.3 能克服复杂环境带来的危险

环境对飞行的安全影响很大，要使飞机具有在复杂环境中飞行的能力，对于座舱布局来说，最重要的是能克服低能见度、强光照射和云对飞行的影响。这要求飞机的导航界面能够在低气象条件下准确地引导飞机飞向着陆机场，并安全着陆；飞机的座舱照明良好，便于飞行员判明飞机姿态，不易造成飞行员错觉，不产生眩光。

2.1.4 故障下的安全飞行

飞机的各个系统的故障在飞行中是不可避免的，从设计和工艺的角度，我们尽可能地提高系统的可靠性，减少设备的故障率。同时从座舱布局设计的角度，我们应实现余度设计，对于重要的系统、显示器、仪表。要采用多余度设计，例如航姿显示有主显示仪表、备份仪表等；起落架系统有正常放、应急放；弹射系统有正常弹射、应急弹射。

2.2 高效是现代战争对军机座舱的基本要求

2.2.1 显示系统应显示飞行员最关心的信息

传统飞机的座舱显示系统提供的信息是非常有限的，飞行员的工作负荷普遍较高。现代航空电子综合系统大大增加了座舱显示系统的信息量，使得飞行员的工作负荷明显降低。如何有效地利用有限的座舱空间，为飞行员提供更多有用的信息，也是设计人员和飞行员共同的课题。要根据不同的飞行阶段，为飞行员提供他们最需要、最关心的信息。

2.2.2 提供一个友好的显示界面

座舱的显示系统要提供给飞行员最直观、最形象的信息，目的是使飞行员迅速而准确获取信息。主要从以下几方面考虑：

★图象标准化、画面清晰化、字符文字的汉化等；

★显示要清晰和具有逻辑性；

★飞行员参与布局设计、评审和评估。

2.2.3 能够迅速有效控制各个系统

座舱内的控制盒、开关、按钮数量较多、功能不一，使用非常频繁。为了使飞行员能够迅速而正确地使用，在设计时应考虑根据不同的功能进行合理布局：

★驾驶员在正常操纵位置时，所有的控制装置应具有可达性，其布局位置应考虑到驾驶员在各种过载条件下的操纵能力；

★采用HOTAS技术，飞行员手不离杆杆就能实现各个系统的开关和功能的转换；

★常用的开关、按钮、旋钮等要安排在方便飞行员使用的位置；

★控制装置的使用要方便灵活，手感好；

- ★控制装置的扳动或移动方向要符合飞行员的生理习惯；
- ★应急情况下使用的指示器和控制装置，应安装在易于观察、易操作的地方；
- ★布局具有一定的继承性。

2.2.4 能够迅速的进行拆装和维护

经过或布置在座舱的系统或设备非常多，比如电缆、拉杆、管路、显示器、控制盒、开关、按钮等，如何实现当座舱内的某个或某些设备需要拆装和维护时，方便快捷而互不干涉，是设计人员和地勤人员共同的课题。

2.3 美观是一个不可忽视的因素

现代科技以人为本，在现代军机的设计中也越来越多的考虑人的因素。人机界面的美观与否不仅仅是感觉的问题，它也影响到人的心理和生理状况，直接关系到飞行员能力的发挥，甚至关系到飞行的安全，我们决不可小视。飞行员对美观度的感知有理性的一面，更有感性的一面，这个问题非常复杂又不可回避。

2.3.1 和谐愉悦

和谐的色彩和形象给人一种平静愉悦的感觉，而灰暗杂乱的环境给人一种焦灼不安的感觉。飞行员对座舱外观的感受也是同样的。在座舱外观设计上应注意：显示器、仪表、设备的布置要和谐而有规律，座舱内各系统的色彩要和谐统一，并尽量采用淡颜色，避免采用深的、沉闷的颜色；座舱特有的特点是边边角角多，要协调统一设计，做到界面外表要圆滑平整。

2.3.2 宽阔感

狭小的空间会给人一种压抑的感觉，飞行员对环境空间的感觉是非常灵敏的。仪表板、操纵台倾斜一定的角度安装；总体布置时争取给飞行员一个稍宽阔一点的环境，使他们有活动身体的空间是非常重要的；座椅可升降调节，使飞行员有一个开阔的视野，也会使飞行员产生一种空间开阔、大方的感觉；在布置下必须的座舱设备，想方设法增大飞行员的视野也是设计人员和飞行员永恒的追求。这些都将利于改善飞行员的美观感。

3 安全高效美观之间的关系

在人机界面的设计中设计人员首先考虑的是功能和性能，也就是高效的理念，对安全和美观的问题往往容易忽略，或不够重视。其实这三个方面是互相关联互相影响的。在设计过程中应该通盘考虑。

首先，一个安全的座舱环境，能够减少飞行员的顾虑，使其把大部分精力用在飞机上，工作的效率必然会提高。否则，飞行员要考虑动作不要失误，不要看错数据，还要花很大的精力去飞行，工作负荷增加，效率也就必然很低。在一种不安的状态下飞行，飞行员的心理压力很大，工作负荷不可能减轻，在这种不良心态下飞行员很难有美观的感觉。

反之，一个友好而高效的座舱界面，使飞行员的飞行工作得心应手，高信息量的显示，是飞行员能够全面地监控飞机的各个系统。这样飞行员出现错误的概率就会降低。一旦出现故障也能及时发现正确处置。高效的座舱界面使飞行员的工作负荷降低，减少疲劳，心理压力也较小，在一种愉悦的状态下飞行，飞行员自然有一种美观的感觉。

美观的座舱环境能使飞行员精力旺盛，动作协调，发现问题迅速，头脑冷静，处理问题准确，这样，必然减少出现错误的机会。

因此，座舱人机界面的设计难度大，协调问题特别多，要三者兼顾，突出重点。同时应该加大科研投入，多方案论证，设计出飞行员喜欢的座舱界面。（摘自《洪都科技》No. 4, 2006）

机载避碰信息系统的研究

彭雪丽 刘德君 罗洪东

1 引言

自由飞的空域环境下,为了解决有限的航路容量不能满足日益增长的航班数量的矛盾,空管领域中就曾有人提出过“自由飞”的概念。但由于当时技术条件的限制未能实行。当前如美国的一些发达国家,由于航空器数量的急速增加,机载设备和技术不断更新进步,使他们能够逐步加快“自由飞”、随机航路、自动相关监视等新兴概念的发展步伐。飞行员已经可以自己向管制部门申请飞行高度,以在不断提高的交通水平和经济性考虑下飞行。我国目前还未达到“自由飞”的空中交通方式,但随着我国经济的发展,这种新型的飞行方式必将越来越快地向人们走来。“自由飞”可使飞机选取最快、最直接的路径,从而最大限度地节省燃料,如果飞行途中情况发生变化,飞行员能够立即改变飞行路线。或者选择更快的路线。此外由于没有航路限制,可以更充分地利用空间。但“自由飞”在方便了用户的同时,航空器随意性的轨迹所导致的冲突也增加了。随着信息交换技术的发展,以往认为飞机间的信息交换、识别等较困难的问题,目前已基本得到解决。

2 系统结构

机载避碰信息系统的研究就是针对上述问题展开的。此系统主要是运用机载计算机的动态链接技术来实现信息交换。机载避碰信息系统的基本构成如图1所示。它能够较快捷、全面地获得有关避碰信息。并且能在采取具体的避让行动前,较方便地实现彼此间的沟通,并最终达成避让协议。

机载避碰信息系统提供文字和语言两种通信方式。通信呼叫是由计算机网络自动完成的,飞行中只需通过按键即可较容易地进行语言通信。同时,考虑到一些飞行中者使用英语通话可能较困难,又提供了文字通信方式,飞行中者可用本国语进行通信,进而弥补了语言缺陷,并最终能达成双方都可理解的避让协议。

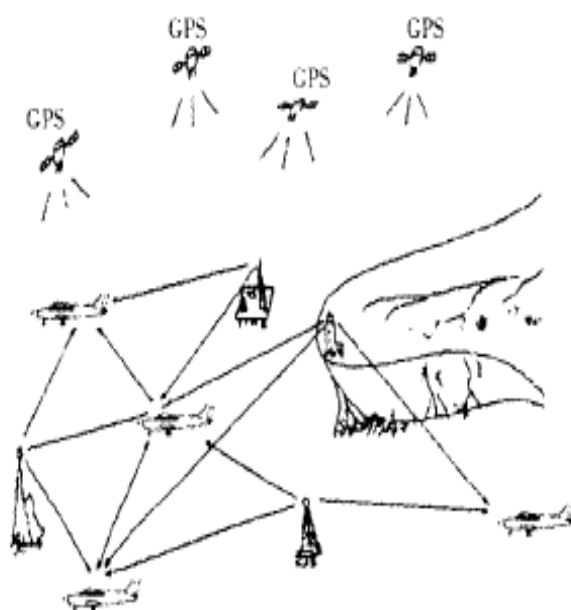


图1 机载避碰信息系统构成

机载避碰信息系统通过接受飞机报告,能自动地进行避碰参数的估算并对碰撞危险进行跟踪监视,一旦进入警戒区,此系统将发出报警,提醒飞行中者。由于机载避碰信息系统可能在一个蜂窝区内服务于很多飞机,所以,要求它的通信容量是非常大的。另外,该系统适用于飞机飞行的任何阶段,因而这种通信又必须是自组织的。为满足上述要求,在研究过程中使用了一个新的无线电数据链路,即飞机上的VHF数据通信链路(MVDI),这实际是自组织时分多址(STDMA)技术在飞行通信中的发展和运用。由于使用了STDMA技术,使通信容量大大增加,通常可保证每分钟2000架飞机的通信,进而避免由于通信繁忙而出现通信堵塞等现象。

机载避碰信息系统适用于任何种类的飞机和助航标志，该系统的结构较复杂。为满足基本功能的要求，本系统有一个标准结构，如图2所示。它包括DGPS接收机、通信控制器、VHF网络通信设备、调制解调器、系统控制器、VHF通信设备、陀螺罗经和一台计算机终端。其具体功能如下：

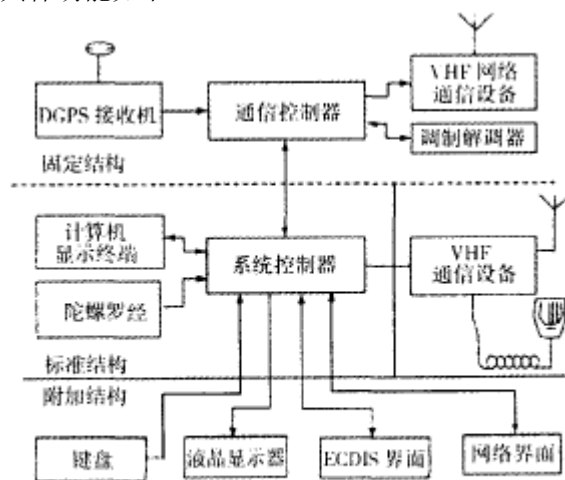


图2 系统结构

链路层、网络层和发送层。

(4) VHF通信设备。它提供了一种飞行者彼此通话的方法。当飞行者通过网络商讨确定使用的信道后，系统控制器自动调整VHF通信设备至所用信道上，以便飞行者进行通话。

(5) 陀螺罗经。它主要是为本系统提供重要的避碰参数，即机首向。

(6) 计算机终端。它是一个能提供人一机界面、信息储存和信息排序等功能的计算机终端。通过它，飞行者可监视附近空域情况，获得信息，控制系统工作。

(7) 系统控制器。它是一个嵌入式计算机系统，主要用于信息播发、排序和控制。机载避碰信息系统对使用者来说有三种结构，即固定结构、标准结构和附加结构。标准结构主要是安装于中型或大型的飞行器，简易结构主要是安装于小型飞机。固定结构是图示中虚线以上部分。这部分中的DGPS是可选择的，此结构主要用于覆盖空域内助航标志的识别和位置播发以及飞机的询问。

3 工作原理

机载避碰信息系统的操作主要是基于播发模式，如图3所示。本系统需要3个VHF信道，2个信道用于计算机网络数字通信，它们由国际电信联盟(ITU)确定。另一个信道用于语言通信，任意选用空中VHF频道。

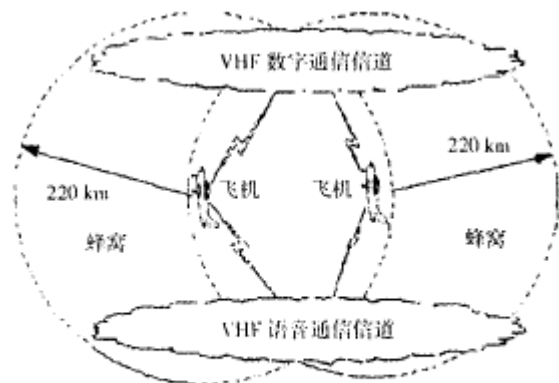


图3 系统工作模式

(1) DGPS接收机。主要用于接收GPS卫星信号和DGPS改正量，以便提供机位、对地速度和航向以及世界协调时(UTC)。世界协调时是本系统的基准时间。

(2) VHF网络通信设备和调制解调器。它们是数字通信的硬件设施和计算机网络通信的关键设备。通过它们可实现机载计算机之间的连接和飞机报告的播发。VHF网络通信设备使用独立的信道。

(3) 通信控制器。它是一个根据MVDI. 规则来控制计算机网络的计算机系统。这个数据链路包括ISO确定的开放系统链接模型中的前四层。即：物理层、

机载避碰信息系统的工作范围实际是VHF无线电数据链的覆盖区，通常被称为蜂窝。蜂窝的大小是非常重要的。如果太小，这套系统对于飞机避碰来说是不安全的，如果太大，数据链路的容量需加大，这势必导致飞机报告的间隔时间增加和监视性能的降低。根据调查，将本系统的工作范围定为220 km。

机载避碰信息系统将始终守听在网络工作信道上，并实时地播发信息。这些信

息包括：

(1) 识别码：(空中移动服务识别码)；

(2) 静态信息：机名、呼号、机长、机宽、总重、飞机类型等；

(3) 动态信息：带有精度指示的机位、对地飞行速度和航向、飞行状况、世界协调时间；

(4) 转向点：在220 km范围内的转向点。

以上信息基本上满足了飞行对识别、监视和避让通信的要求。同时，上述信息有两种更

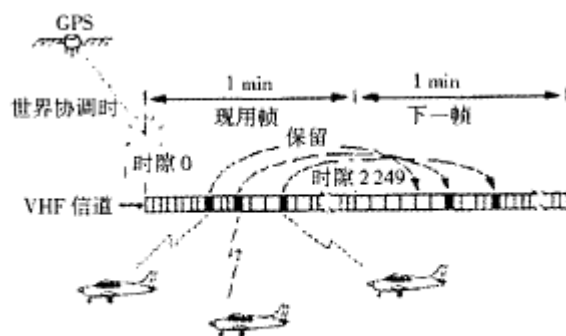


图4 自组织时分多址通信

新率，高更新率可在2 S~3 min之间更新信息一次；低更新率通常在6 min内更新一次。由于信息能自动更新，因而本系统可对附近空域飞行器实施监视并可对碰撞危险给予警告。

机载避碰信息系统可对接收的数据提供图像和文字两种显示方式，图像显示与雷达相似，可直接标绘出蜂窝区内的所有飞机的位置、速度矢量及转向点和助航设备的位置。文字显示方式可更加详尽地提供飞行器的

信息资料。在空中飞行，由于一机进入另一机的蜂窝区是无序的、随意的，因此机载避碰信息系统必须能够自行组织一个通信数据链路，而MVDI在设计时引入了自组织时分多址技术，如图4所示，所以可满足此项要求。

MVDI 使用了帧的概念，一帧的时间长为 1min，它包括 2 250 个时隙，并且与 UTC 同步。每个目标的建立和储存是通过监视能反映 TDMA 信道活动的帧图来完成的。于是它可根据自组规则来选择时隙，在一次传输中它能为在下一帧中的传输保留一个时隙，以便将来使用。通常情况，在 VHF 一个信道上每分钟可传输 2 000 多个位置报告，所以数据链路的容量是非常高的，这可避免信息碰撞，以保证通信畅通。机载避碰信息系统不仅有上述提及的监视功能，而且还有用户间的通信功能。一方面，通过网络提供的数字通信，如传递人工询问、呼叫和避碰协议等短文件，另一方面，还可使用选定的 VHF 信道进行语言通信。这样飞行者可较便捷地实现通信并最终达成避碰协议。获得一个避碰协议有时是一个较复杂的过程，它可能需要几次往复通信，语言可能是最好的。但在空中飞行的飞行器不仅是那些受国际公约约束的飞机，还有一些小型飞行器，这些飞行者可没有接受过英语培训，因此可能会有语言障碍。这些飞行器经常大量地出现在今空空域，它们是在考虑避碰时不可忽视的重要因素。所以，为解决这个问题提供了一种文字通信方式。机载避碰信息系统选用了 IMO 有关避碰的标准用语，并装入系统中，通常情况下可使用英语和本国语将这些用语显示在人一机界面上。这意味着飞行者可通通过本系统使用本国语进行避碰通信。

在空中避碰不仅是避免飞机间相撞，还要避免与近地设施相撞。因此，在系统中还设计了播发提醒信息的装置，以便能使附近的设施知晓其存在。在天气情况不良时，一些较小的飞行器使用雷达是很难被发现的。但本系统的工作是不受天气影响的，只要这些小飞行器上装有本系统的话，其他飞行器即可清楚地发现它们。随着技术的发展，机载避碰信息系统将会成为一种新兴的助航设备，甚至代替目前使用的机载防撞系统。

4 系统功能

机载避碰信息系统具有识别、监视、避让通信等功能。具体功能如下：

(1) 自动播发飞机报告。本系统可通过计算机网络自动地、独立地播发飞机报告。飞机报告包括：飞机识别码、动态信息。除此之外，还可完成飞机的识别和监视。

(2) 自动回复他机的询问。本系统在接收并确认了来自他飞机的询问后可自动给予回复，而无需飞行者操作。

(3) 显示蜂窝内所有飞机的信息，并可标绘出位置和速度矢量。本系统使用文字显示蜂窝内所有飞机的信息。这个信息包括：飞机报告、有关估算避碰危险参数(DCPA和TCPA)等，本机的信息始终被显示在屏幕上。对于其他飞机来说，只有被选中时，才显示其信息。

(4) 呼叫飞机及人工询问。飞行者可通过鼠标在屏幕上呼叫任何一架飞机。当确定频道后，系统可自动调整VHF在此频道上进行语言通信。并且，当飞机已进入蜂窝区内但未发送全部信息时，飞行者可以使用人工询问功能去获得飞机的详细信息。

(5) 达成避碰协议。它是一个非常重要的功能，系统提供了文字和语言通信方式，以便飞行者能进行避碰措施的商讨。文字通信有英语和本国语两种界面，这样飞行者可使用自己本国语建立避碰协议，实际上，此项功能就是能使飞行者在采取避碰行动前达成有效的避碰协议。

(6) 报警。当需要时，系统可通过灯光、声响来提醒飞行者。这个报警包括系统故障、碰撞危险和来自其他飞机的呼叫。系统故障包括GPS故障和组成部分故障等。当目标进入其预警区时，系统将发出避碰危险警报。当接收到通信呼叫时，可发出呼叫警报。所有警报声响需飞行者按键确认后方可终止。但在屏幕上警报将直到澄清为止。

(7) 黑匣子。本系统将保持最近四个小时的位置图像和避碰通信文本数据。这个存储过程是由系统来控制的，不受飞行者的人为干预。这些记录可接入VDR，若需要可重新显示。因此，它们可作为调查碰撞事故的法律依据。

5 结束语

机载避碰信息系统实际是为空中飞行的所有飞机进行避碰而特别设计的，它提供了飞机识别、监视以及为避免碰撞所需要的安全通信。通过它，飞行者能够对避碰措施进行商讨并最终达成一致。这将完全改变以往的避让模式。

以往的避让模式过于依靠一机采取大幅度行动，即使是在较好的气象条件下也会给飞行中的飞机带来不便。例如，只依赖于机采取行动易造成延误避碰时机或不协调行动，进而威胁飞行安全。如果在不良天气情况下飞行时，这种避让模式又受到一定的限制并易造成碰撞危险。然而，本系统的实施将大大提高空中飞行安全，并大大降低飞行者的工作强度和精神压力。

与雷达相比，机载避碰信息系统能提供更加精确的位置和更多的信息，如识别码、飞行速度、航向等，其数据更新率大大高于雷达，而雷达本身有着严重的缺陷，如天气系统的干扰、不能发现非常近的物标等，而机载避碰信息系统不存在这些问题。

研究和开发机载避碰信息系统的目的是为飞行在任何阶段的任何飞机提供一套统一的系统，它将有损于飞机对避碰信息的采集，为避碰决策提供可靠的数据，进而保证空中飞行安全。(摘自《实验科学与技术》No. 6，2006)

区域导航航路和进离场程序设计分析与仿真

刘渡辉 帅 斌 王大海 苏 彬

0 引言

区域导航是一种允许飞机在台基导航设备覆盖范围内或在自主导航设备能力限度内按任何希望的路径飞行的导航方法。利用区域导航易于建立临时的绕飞、偏航飞行和等待航线等。区域导航飞行的应用可以提高空域利用率、提高飞行效率、提高飞行安全水平，减轻飞行员和管制人员工作负荷。国际民航组织颁布了有关区域导航的技术指导文件，鼓励各成员国推动区域导航的应用与实施，它将是新航行系统中的关键部分。

1 区域导航进近程序设计基本标准

1.1 常规标准

目前，世界各国已制定了区域导航进近程序设计标准，但也在不断的改进和增加新的标准。国际民航组织在其8168文件《航行服务程序—航空器运行》中不断更新有关区域导航的规定，是区域导航程序设计的根本指导文件。

必备导航性能由一个精度数值表示，如“必备导航性能1”是指在95%的飞行时间内，在指定的飞行航迹上航空器必备的导航性能精度均须在1 mile(1.852 km)以内。

1.2 适航标准要求

区域导航适航和运行标准包含系统的功能、准确度、完整性、连续性以及使用限制在内的一般适航和运行要求。

首先以空管部门为RNAV安全运行提供的保障为前提条件，RNAV飞行程序应符合ICAO 8168文件《航行服务程序—航空器运行》(PANS—OPS)的有关设计标准：符合局方有关飞行程序设计的规范和标准：保证传统的垂直导航方法继续使用；支持飞行机组通过检查航图中所选航路点的定位数据(例如：到导航台的距离和方位)进行完整性检查。

机载系统的准确度表现为航迹保持准确度应在95%的飞行时间内等于或小于规定值。航迹保持的准确度取决于导航系统误差(航迹定义误差、位置估计误差和显示误差的组合)和飞行技术误差(FTE)。同时要求飞机仪表显示导航系统的准确度是否达到要求。

机载系统的完整性表现为对于机载系统，同时向两名飞行员显示危险的错误导航或位置信息的可能性很小，并采用保守的安全裕度，能将风险控制在允许的限度内。

机载系统的连续性表现为失去所有导航信息的可能性很小。失去所有导航和通信功能后不能恢复的可能性极小。当出现导航信息不可靠或低于要求时，应有较好的警告提示。

2 终端区典型阶段区域导航程序设计方法分析

国际民航组织和每个国家在区域导航方面都有或都在逐步制定相关的系列规定。以美国联邦航空局为例，其进场和离场标准由指令8260.44民用区域导航离场程序和7100.9标准终端进场程序规定。8260.44标准中又分不同的级别：级别1(RNP1.0)针对环境条件好或障碍物有保障时使用；级别2(RNP2.0)为当前首选，级别3(RNP0.3)仅特殊授权(SAAAR)时使用。

区域导航进近程序根据制定者分类，一种是用户确定的专用标准程序，在满足或超出基本安全标准(如通告8000.287 RNP SAAAR)的同时，满足提议者的运行需要，运行需要支付昂贵的费用和特别的授权；另一种是公共标准程序。在8260号令系列内发布(如8260.51为RNP仪表进近程序结构)，作为参考合并并在14CFR第97部内。

8260. 51规定保护区的主区为 $2 \times \text{RNP}$ (1. 1km), 副区为 $1 \times \text{RNP}$ (0. 56 km), 合计宽度1. 67 km。如图1 (A) 所示保护区内最高障碍物为副区内一假设障碍物500 ft (152 m), 使用8260. 51标准, 最低下降高为保护区内最高障碍物高度加250 ft (126 m), 即为750 ft (278 m)。如果使用RNP SAAAR规定, RNP低于0. 3且没有副区的标准, 则如图1 (B) 所示保护区内最高障碍物为300ft (91. 5 m), 最低下降高为550 ft (168 m)。如果使用转弯航段作曲线进近, 则如图1 (C) 所示保护区内最高障碍物为100 ft (30. 5 m), 最低下降高为350 ft (106. 7 m)。

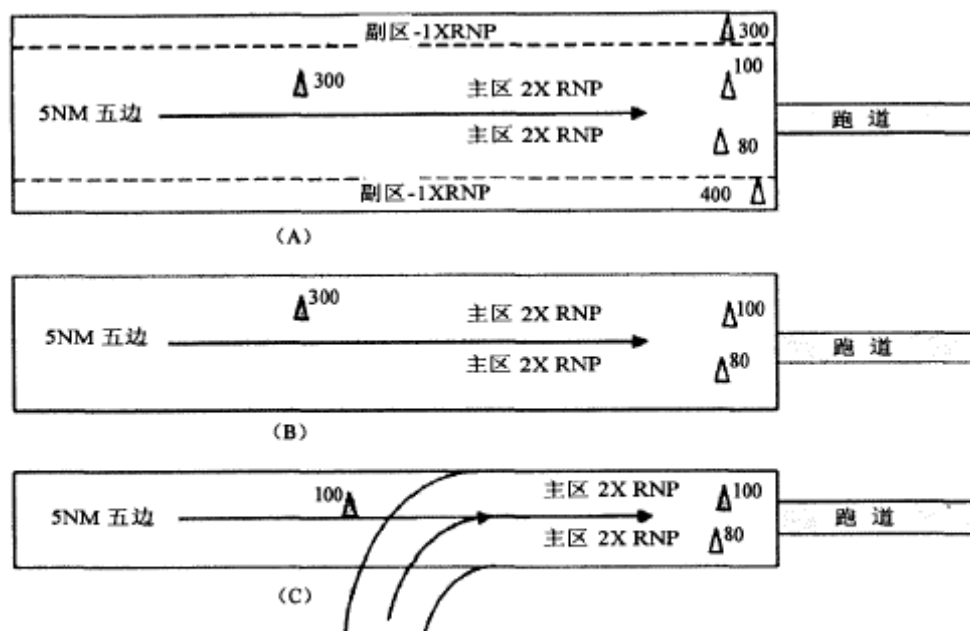


图 1 不同标准程序的最低下降高度

Fig. 1 Minimum descent heights in different standard procedures

3 区域导航模拟飞行仿真

我们利用空地一体化的网络模拟飞行与管制环境建立了区域导航仿真平台, 其基本平台是利用符合FAA (美国联邦航空局) AC61. 126 标准, 可以适用于仪表飞行经历训练的PCATD (Personal computer based aviation training device), 配合模拟飞行软件, 通讯软件和模拟雷达管制软件, 通过网络组成一个模拟真实飞行环境的平台。在这个平台上, 设置了飞行人员和管制人员, 他们都尽可能按真实飞行的要求和方法, 根据自己所在终端的显示各司其职, 完成飞行和管制指挥的工作。

在仿真成都飞丽江的区域导航程序中, 飞行计划为起飞按崇州2号离场, 过台后按设计的区域导航航路飞丽江机场。丽江机场使用传统的仪表进近方法。区域导航航路不能完全按最短距离设计, 必须满足导航、监视和通讯的要求, 并且满足备降机场距离要求和单发飘降最低下降高的要求, 在此基础上选择较短的路径。设计时首先按备降机场距离和导航台有效距离进行作图, 确定航路的可能区域, 然后, 根据具体机型的飘降性能确定巡航高度并计算飘降高度, 对比航路最低安全高度确定可能的飞行剖面。在满足适航要求的前提下, 确定较短的路径, 初步确定为目标航路。

最后, 利用设计好的仿真平台进行模拟飞行试验。从真实性来看, 该网络模拟飞行环境达到了预期的要求, 且仿真过程具有可重复性, 可操作性。考虑实际飞行中遇到的特殊情况, 如天气变化、设备故障等, 然后按实际飞行中手册要求和管制指挥进行相应的处理。同时, 分析座舱释压后在供氧规定时间内下到安全高度的问题和单发后飘降过程最低下降高度的问题。虽然, 航路上有不少海拔较高的山, 对单发飘降有一定影响, 但由于在允许范围内,

可以临时选择区域导航航路并有较传统航路更窄的可靠的保护区,因此,可以确保飘降过程避开障碍物,并安全地继续飞行。这一过程已通过模拟飞行仿真实现。通过选择了最不利的几个单发飘降点进行仿真(周围一定范围障碍物较多,不利飘降),从仿真结果可以看出:只要选择合适的飞行高度,选择正确的飘降路线,就可以按要求安全正确地处置。同时,利用现有的模拟飞行环境,验证飞行了KLAS 西边进近的传统程序和新的区域导航进近程序,并与国外实际飞行的雷达数据进行了对比,结果表明国外相关研究分析是比较有说服力的。

4 区域导航程序效果分析

通过分析实施区域导航前后的飞行轨迹、速度、高度和陆空通话时间记录等可以比较飞行距离、时间等的变化以及对飞行安全性和经济性的影响。如果新程序飞行距离缩短,则由此引起的变化显而易见。下面以KLAS西边进近为例分析新程序飞行和原程序一样时的情况。通过数据,可以对比分析区域导航实施效果,主要包括减少飞行时间和距离、增加航路时间的可预测性、飞机可以在尽可能长的时间内保持较高高度(降低油耗,提高经济性)、航路上更好的侧向一致性以及增加预达时间的可预测性等等。

4.1 数据分析结果

飞机飞行高度的分析结果如表1所示,可以看出飞机在2004年比2000年飞的高度更高 其原因可能是区域导航使用预设的垂直航迹引导从而减少了雷达引导。因为飞机飞得高,空气阻力小,从而耗油少,提高了经济性。侧向航迹偏离的情况对比结果如表2,先过滤掉那些计划为区域导航, 但实际明显为雷达引导的数据,分析显示从2000年到2004年,在每个数据收集点偏离标称航迹的平均距离(μ)都有所降低, 同时可以看到,从2000年到2004年,偏离标称航迹的标准差(σ)也都是降低的,所有结果在0.05的水平上是统计显著的。这些结果都表明使用区域导航后航迹偏差相对较小,飞机可以以更可预料和可重复的航迹飞行,最终的好处是减少侧向间隔和使用更少的空域,也就显示了其显著的安全性。

表 1 飞机飞行高度的分析^[9]

Tab.1 Analysis of the flight altitudes			
数据收集点	平均高度/m		P 值
	2000 年	2004 年	
TRACON West	4 791	4 839	<0.000 1
West 1	3 307	3 543	<0.000 1
West 2	3 132	3 338	<0.000 1
最终阶段	2 568	2 668	<0.000 1

表 2 水平航迹偏离对比结果

Tab.2 Result comparison of The lateral track differences			
数据收集点	偏离标称航迹的距离/km		P 值
	2000 年	2004 年	
TRACON West	$\mu = 0.52$	$\mu = 0.28$	< 0.000 1
	$\sigma = 1.46$	$\sigma = 0.48$	< 0.000 1
West 1	$\mu = 0.67$	$\mu = 0.50$	0.037
	$\sigma = 1.41$	$\sigma = 1.33$	0.001
West 2	$\mu = 0.44$	$\mu = 0.22$	< 0.000 1
	$\sigma = 0.91$	$\sigma = 0.57$	< 0.000 1
最终阶段	$\mu = 0.26$	$\mu = 0.17$	< 0.000 1
	$\sigma = 0.48$	$\sigma = 0.41$	< 0.000 1

4.2 通过仿真模型分析飞行时间与距离分析飞行时间与距离最好的方法是分析在同一航迹上运行区域导航和传统导航两种程序。但是,当区域导航程序与传统程序标称航迹不一致时,无法确定分析两者对飞行时间与距离的影响,只有通过建立仿真模型来分析。可在传统程序基础上假设标称航迹一致的区域导航程序,这样可以利用一部分雷达统计数据,从而提高仿真的可信度。利用终端区航迹生成评估和交通模拟(TARGETS: Terminal area route

generation evaluation and traffic simulation)得到的基准线和仿真航迹。模拟中区域导航程序是畅通的,即尽可能飞一个有效率的剖面,只有为达到程序限制要求时才下降和减速,从而保证飞机尽可能飞得更高和更快。

表 3 飞行时间与距离仿真结果^[6]

Tab. 3 Simulating result of flight time and distance

	RNAV	雷达引导
飞行时间 / s	61.5	65.3
飞行距离 / km	80.7	82.2

从表3的仿真结果可以看出两组数据中RNAV在飞行时间与距离上都相对较小,且在95%的置信水平上是统计显著的。究其原因有两方面,一是RNAV的方向引导较少,而传统导航可能因为接收管制指令以及复诵的时间导致一个更长的航迹。另一个原因是飞行管理计算机(FMS)最优航迹设计允许飞机尽可能飞得更高和更快。

5 结束语

区域导航是一个复杂的系统工程,要具体设计一个机场的程序,需要借鉴国外的经验和已有的技术;需要试飞和不断改进。随着我国区域导航相关工作的逐渐展开,区域导航程序设计必然是首要的工作,迫切需要掌握关键技术、自主设计程序。要掌握关键技术,同时根据自身特点创新出更有效的方法。通过建立空地一体化的网络模拟飞行与管制环境的区域导航仿真平台,可促进区域导航程序的设计,降低设计成本,优化程序。(摘自《交通运输工程与信息学报》No. 3, 2006)

直升机毫米波防撞雷达的发展与应用

何晓晴 徐永胜

1 引言

直升机是迄今为止机动性最优的一种空中作战平台,可以垂直起降、贴地飞行,可以在机场或未经平整的地点着陆,甚至可以在空中悬停或者占领某一据点,前提条件是天气条件必须足够良好。实际上,目前军/民两用直升机的作战运营能力主要受限于气候条件。如果缺乏可靠详细的飞行路径和着陆地点探测感知手段,直升机安全会受到严重威胁,尤以直升机贴地飞行最为严重。

直升机事故统计分析表明,绝大部分飞行事故都是由于直升机碰撞其它物体所致:与障碍物、地形和其它飞机相撞造成的事故远远超过其它事故原因。在科索沃战争期间,美军的“阿帕奇”武装直升机就曾经因为碰撞高空电力线而被撞毁坠地。显然,直升机若没有足够的障碍物探测、态势感知与告警设备是非常危险的。

2 发展历程

自20世纪60年代至今的40多年间,各国陆军都在寻求各种手段为武装直升机提供一条在战场上安全飞行的空中走廊。研制直升机防撞设备涉及到如何平衡体积、成本和探测分辨力这三者之间的关系问题,它必须满足以下3项要求:一是有足够的角分辨率;二是有足够远的作用距离,使飞行员有充足的反应时间;三是设备必须体积小、重量轻,适合直升机装载。

外军最初提出采用夜视镜、图像增强仪或红外成像仪等作为直升机防撞设备，但这类设备因受气候(降雨、沙尘暴、烟雾等)影响太大，作用距离太近，不能为直升机驾驶员提供足够的反应时间而惨遭淘汰；20世纪80年代美国研制一种采用电磁场接收机的直升机防撞系统，试飞结果表明使用效果不佳，62%的直升机飞行员认为它不能完成防撞的功能。于是，1990年美国陆军提出了一种利用雷达来实现直升机防撞功能的构想。

目前，外军武装直升机装备的防撞系统主要是激光防撞雷达，最早由美国陆军提出研制，要求这种雷达在能见度为2km的情况下，对25mm直径电力线的告警距离至少要达到400m，成本为15万美元/套。1993年试飞结果表明它能使直升机在贴地飞行时选择最佳的安全走廊。同年，德国道尼尔(现EADS公司)公司也开始研制基于激光防撞雷达的直升机障碍物告警系统(HELLAS)，现在至少有30套装在德军的EC135和EC155型直升机上，对10mm直径电力线的探测距离视气候条件有所不同，白天为274—914 m，夜间会提高20%。但是，激光防撞雷达较好的应用条件主要是在夜间，白天工作时太阳射线的干扰会降低系统性能，而且不能穿透战场烟雾和沙尘，在恶劣气候条件下作战能力也有所降低。

与激光雷达相比，常规微波雷达能够探测电力线等直径较小的目标，但是组成中的天线笨重庞大，处理单元复杂昂贵，根本无法用来装备直升机。与之相比，毫米波雷达可以用小尺寸天线实现高分辨力和高扫描速率，其重量、体积、功耗均与直升机的装载能力相适应，而且能在雨雪、烟雾和沙尘等条件下工作，具有很强的抗地杂波能力，将会引起直升机全天候作战能力的革新。因此，毫米波雷达成为直升机防撞系统的一种最佳选择，也是目前世界各国陆军不断追求发展的一种高技术防撞设备。

1966年，法国达索公司研制成功一种“赛格”(SAIGA)35GHz防撞雷达，对电力线探测距离达到了1500m；20世纪80年代，德国AEG—德律风根(AEG—TELEFUNKEN)公司也研制出了一种工作频率为59.1GHz的直升机防撞雷达，对直径20mm高压线的探测距离为400 m；法国汤姆逊—CSF公司(现泰利斯公司)同期也开始研制一种型号为“罗米奥”的3mm波直升机防撞雷达，经过近20年的发展，工作体制已从原来的“连续波”体制改进为III型的脉冲体制，对高压线的探测距离也从初期的500m提高到现在的1800m，扫描时间为2~3s；1996年，美国NASA和霍尼维尔公司成功地试飞了一种35GHz的毫米波防撞雷达，试飞结果也表明这种雷达能够探测到地面的各种障碍物；1995~1997年，位于圣彼得堡市的俄罗斯列宁人公司也成功试飞了一种具有防撞功能的直升机毫米波多功能雷达，它对高压线的探测距离达到3000m。

上述低空防撞雷达在直升机上成功试飞，证明这种雷达定位在毫米波频段是可行的，可以满足实战要求。这些经验同时为世界各国研制实战型毫米波低空防撞雷达提供了成熟条件。2000年7月，加拿大阿姆菲泰克公司在英国航展上展出了最新研制的0asys直升机毫米波防撞雷达。

3 典型系统介绍

从直升机面临的作战环境来看，防撞雷达不同于战场侦察雷达，即不要求远的探测距离和及时送至地面的情报；它以探测近距离电力线为主，以防撞保安全为目标，因而具有以下特点：

(1) 体积小：为了减小雷达天线体积和探测电力线的需要，通常要求雷达工作在毫米波频段(30~300GHz)。另外，也要求雷达重量轻，一般在几十公斤以内；

(2) 宽覆盖：作战要求前视探测方位约为120°、俯仰角为30°的空域，要求天线增益高、波束窄，能快速扫描整个覆盖空域，因而天线、馈线和伺服系统都必须具有快速扫描能力(图像更新为1~3s)；

(3) 高可靠性：发射机是雷达组成中易出故障的设备，为提高可靠性，雷达发射接收机应采用全固态器件或毫米波集成电路；

(4) 高分辨力：要能分辨相距几米至十余米的两条电力线是不容易的，必须作现场试验与分析；

(5) 高速信号处理和数据处理显示系统。

下面介绍几种新研的直升机毫米波防撞雷达。

3. 1 加拿大Oasys直升机态势感知系统

Oasys毫米波防撞雷达是加拿大阿姆菲泰克公司的拳头产品，2000年在英国范登堡直升机航展上首次展出。它是世界上第一种满足军民两用直升机防撞需求的障碍物感知系统，可在任何恶劣气象条件下检测直升机飞行路径上的目标，向飞行员告警2km范围以内存在的各种危及飞行安全的障碍物，可穿透雨雪、烟雾和尘埃检测危及直升机安全的潜在威胁，包括铁塔、建筑物、地形和电力线。这种新系统显著提高了直升机低空飞行的安全性，尤其在紧急医疗救援、消防、搜索和营救、新闻采集和公安执法等领域将会起更大的作用。单套Oasys雷达的售价为15.5—16万美元，2套或2套以上为13.7万美元左右。加拿大直升机有限公司(CHL)率先采购Oasys，用来装备贝尔212直升机，以提高直升机飞行运营的可靠性，极大地降低与肉眼看不到的障碍物相碰撞的概率。

Oasys雷达的工作频率为35GHz，采用菲涅耳透镜天线，天线直径为279mm，旁瓣极低，扫描速率为 $150^{\circ}/s$ 。具有额定或者待机(不发射)2种工作模式，与飞机高度计、航向传感器和GPS等外部定位传感器交联，进行飞行路径预测。此外，还能与标准的RS-422、以太网、Arinc 429、LVDS和其它系统交联。该系统配有一个可选的着陆开关，飞机着陆时自动将系统置于待机状态。

Oasys雷达通过发射35GHz的电磁脉冲来为飞行员提供障碍物感知信息，分析障碍物危险程度之后实施告警，提醒飞行员注意显示器显示的威胁目标。采用4个多路复用的雷达波束，使雷达每秒发射的脉冲达数千个，雷达波束很窄，脉冲宽度同样很窄，因此能以极高的分辨力探测目标。当雷达发射的脉冲遭遇障碍物时，生成雷达回波。通过测量发射脉冲和回波之间的时间，同时知道雷达的精确指向，就可以描绘3D空间的障碍物图像。当直升机调整飞行路线规避障碍物时，该系统自动实时地更新目标信息。

3. 2 欧洲Heliradar直升机全天候作战雷达

Heliradar毫米波引导与防撞雷达由欧洲直升机公司和德国道尼尔公司合作研制而成，能够提供良好的图像分辨力和可靠的障碍物告警能力。它是直升机飞行员的“慧眼金睛”，能够穿透烟雾、降雨和降雪等不良气候条件探测直升机前方的障碍物，选择安全的飞行路径。Heliradar采用基于旋转天线的合成孔径雷达技术(ROSAR)，即利用旋转天线获得一种类似合成孔径雷达系统的效应，以期生成一种类似视频的高分辨力图像。从而可以克服现有微波雷达分辨力低且不能提供高度信息的缺点，在低能见度条件下引导直升机安全飞行。ROSAR原理尤其适合直升机，旋转时天线可从不同的视角扫描周围环境，照射直升机前方从水平线向下到 45° 俯角的区域。为保证较高的隔离度，雷达设计时采用了收发分置方式。

Heliradar工作频率为33 GHz，采用调频连续波体制，作用距离大于1.5 km，视角为 $70^{\circ} \times 40^{\circ}$ ，方位分辨力优于 0.2° ，俯仰误差小于 3° ，距离分辨力小于2m，图像更新率优于6 Hz。对军事应用而言，该雷达的显著优点之一为先敌发现，即在被敌方雷达探测到之前先探测到敌方目标。Heliradar雷达1992完成可行性研究，历时3年。1999年完成第一部样机。2001年开始进行批量生产。最近在Heliradar的基础上又开发了Heliradar—dar2000+。

3. 3 俄罗斯“劲弩—Ka”毫米波防撞导航雷达

“劲弩—Ka”是俄罗斯“法扎特伦”NIIR公司研制的武装直升机火控雷达“劲弩—52”的关键组成部分之一。“劲弩—52”是一种性能卓越的武装直升机火控雷达，采用双频段设计——利用毫米波雷达获得较优的角分辨率，利用L频段雷达检测攻击飞机、直升机、导弹和火箭发射弹，实现对直升机的全方位防护。2004年开始装在卡—52武装直升机上试飞。2005年还在继续试飞，旨在满足俄罗斯空军和某些外国用户的需求。

“劲弩—Ka”工作在Ka频段，采用80cm孔径的机械扫描天线，装在直升机前部。该雷达对坦克的最大检测距离为8—12 km，主要用于导航、监视和武器制导，使直升机能采用自动地形跟随和回避技术进行超低空飞行。其重要特点之一就是可探测400m以外的电力线。此外，“法扎特伦”NIIR也希望为俄罗斯的米式直升机提供“劲弩”雷达衍生型，建议为米里设计局最新研制的米—28N或米—24M武装直升机提供一种吊舱式的“劲弩—Ka”雷达，这是由于技术原因不能将该雷达置于直升机前部所致。

3.4 德国Hivision毫米波视景增强雷达

Hivision是德国达萨公司正在开发的一种视景增强系统，用来增强直升机在夜间和低能见度条件下的态势感知能力。其设计初衷是：① 利用电扫描天线获得大于15 Hz的高扫描速率(图像更新速率)；②获得更好的气象穿透能力；③获得较高的性价比，使其与高性能的W频段雷达价格相当；④获得良好的低截获概率与电子对抗性能。

Hivision采用调频连续波雷达体制，其组成包括天线、发射机(频率源和放大器)、接收机(射频前置放大器、混频器和视频放大器)、FFT与图像处理器以及图像显示器。该雷达的最大亮点之一就是采用电子扫描，使雷达可靠性得到大幅度提高，而且也便于结构紧凑化和轻量化设计。雷达天线采用收发分置方式，以免发射信号直接泄漏到接收机内。天线包括1个反射器单元(其中一个弯曲反射面作为发射天线，另一个作为接收天线)和2个馈源(馈源由特殊的折叠和裂缝波导构成)。天线扫描范围为 60° (视轴左右各 30°)。如果需要覆盖更大的扇区，则需要综合2—3副天线。雷达技术指标为：工作频率为34 GHz，射频带宽约为载波的5%，PRF为N/A，占空比为100%，扫描速率为7次/秒，作用距离为3—5nm。采用固态发射机，发射功率极低，峰值功率与平均功率相当，为0.5—1W，不易被敌方截获，距离分辨率优于5m。频率斜率用于距离甄别和电子扫描，天线随着每个斜率开始一次新的扫描，斜率带宽约为1.4GHz。

4 未来发展趋势

近年来，毫米波技术取得了很大进展，新型高效的大功率毫米波行波管、微带平面的介质天线和集成天线、低噪声接收机芯片等相继问世，为毫米波防撞雷达的进一步发展奠定了坚实的基础。就实际应用而言，毫米波防撞雷达的未来发展主要涉及以下3个方面。

其一，开发集防撞、导航、对空、对地目标检测等多种功能于一体的毫米波多功能雷达。目前，世界先进雷达开发商已制定毫米波多功能雷达(MMR)发展战略，要求进一步扩展毫米波防撞雷达的功能。毫米波多功能雷达主要针对军用运输直升机和多用途旋翼机，用以改善直升机贴地飞行、在灯火管制区、恶劣天气、低能见度和飞行员超负荷工作等多种飞行场景下的飞行安全可靠。MMR将综合海洋气象站(OWS)、气象雷达、地形跟踪雷达、地形测绘、辅助着陆和数据链(空对空、空对地)等多种功能，期望在大大减轻设备重量的同时，提供最优的态势感知能力。美军“长弓阿帕奇”武装直升机装备的AN/APG—78“长弓”火控雷达就是一种典型的毫米波多功能雷达，它集地形测绘、对空目标瞄准、对地目标瞄准等多种功能于一体。其中，地形测绘模式可为武装直升机在低能见度条件下作超低空飞行提供导航服务，可提供地形轮廓和障碍物信息，为直升机提供更为精确的飞行路线。此外，俄罗斯NPO“金刚石”研究所研制的N025“宝石—280”毫米波目标指示雷达，同时具备攻击和导航2

种工作模式，将用来装备俄罗斯最新研制的米-28N武装直升机。可见，多功能雷达是毫米波防撞雷达的必然发展趋势之一。

其二，随着毫米波防撞雷达在直升机上的推广运用，将来有望移植到无人机上。因为无人机应用日益广泛，特别是各种训练演习，常要求无人机作长途飞行，而且会通过民航管制区，这时必须充分考虑防撞问题。通用原子的“捕食者”无人机在近几年局部战争中战绩显赫，但是必须优先考虑防撞问题。“全球鹰”高空无人机在爬升和降落过程同样要求防撞。美国海军正在加紧研制大型无人机编队，用于空中交通管制任务繁忙的航母战斗群和滨海地区，因而对无人机防撞需求尤为迫切。目前，加拿大阿姆菲泰克公司已经基于Oasys直升机防撞雷达推出了无人机毫米波防撞(DSA)雷达，而且已经验证了无人机利用DSA雷达检测飞行路线上的其它飞机从而具备自主防撞的能力。美国宇航局已经表示对DSA防撞雷达安装在“捕食者”B和“大力神”无人机上感兴趣。单套DSA无人机防撞雷达的价格大约为22万美元。如果指标要求降低，改型还有望大大降低成本。而同等性能的激光防撞雷达大约贵1倍，且不能穿透战场烟雾和云层。

其三，毫米波防撞雷达将与常规微波雷达集成为一体，协同使用，其中毫米波雷达主要用于导航、监视和武器制导，便于直升机采用自动地形跟随和回避技术进行超低空飞行；而微波雷达主要用于直升机自卫。毫米波与微波雷达互相取长补短，可以为直升机提供无比卓越的作战优势，同时也能够大幅度提高直升机战场生存力。前面提及的“劲弩-52”直升机火控雷达堪称这种应用的典范之一。（摘自《电讯技术》No. 3 , 2006）

提高飞机座椅的保护作用研究

赵文智

0 引言

当前在民航运输领域广泛讨论的新一代民航系统的概念，需要在技术和观念上的支撑与突破。在交通运输系统中，航空运输的特殊性表现在高速与技术密集，以及超常规性，因此就需要超常的技术支撑。现在的运输系统的研究，都注重交通工具的安全性，尤其是对旅客的保护，事故的伤亡率是系统的统计与评估的指标之一，对于各个国家的指标是这样，对于具体的各个承运单位也是如此。

由于民航运输的内外环境很复杂，有的飞机事故难以避免。当前社会是以人为本的社会，人的生命高于一切。因此，减少事故的伤害与损失程度，减少伤亡数量，对于提高安全性具有重要的积极的意义。安全研究和处理安全问题，都是从预防为主进行考虑的，即使事故很少发生，也要进行重点防护。然而，由于人造系统的不完善性，有的事故难以避免，因此需要研究事故如果发生，如何减少对人体的伤害。

在飞机事故的发生初期，一般有相当数量的旅客是活着的，而由于烟熏、冲撞丧失活动与逃生机能的属于多数，约为2 / 3。在事故中，与旅客有直接关系的就是座椅，座椅的安全性对于旅客起着关键的作用，而且具有极大的特殊性。交通运输系统的安全性是共同的研究重点，每一种交通工具都是要保障安全的，也都会偶尔发生事故，公路运输、铁路运输、水运，甚至索道，都有事故发生，只是情况各不相同。

所有的这些运输工具都为旅客提供座位，旅客都希望有一个好的座位，选择座位的理由是休息、观光，安全性是隐含和默认的。在公共汽车上朝后的座位是最后被选中的。靠窗、

不晒、景致好的座位最先被选中。同样的情况，在飞机上也是这样。然而，飞机舷窗很小，能坐在舷窗边上的旅客数量只占不到 $1/4$ ，对于宽体客机，能坐到窗边的不到 $1/5$ ，飞机的座位提供景观的作用与其它交通运输工具相比，大大降低。飞机无论行程多远，能观景的时间只有起飞与降落的二个阶段，各有 $2\sim 5\text{min}$ 的时间，在巡航阶段，外面的景致是蓝天和白云，而且只有舷窗边的才有条件，飞机的舷窗很小，只有相当于一本书的面积大小，这就是飞机的一个非常特殊之处。

另一个特殊之处在于，速度既是安全，又是危害：在天上，速度产生安全，因为飞机是一个动态平衡、动态稳定的物体；简单地说，飞机如果在天上，越高越快越安全；而在地面附近，速度和高度威胁安全，如果起飞失败、降落失败，速度和高度带来的是很大的冲撞，具有杀伤力，因此需要特殊的防护措施。

汽车的座位大多朝前，朝后的座位只在公交车上安装，数量只有几个，不到 $1/10$ 。火车上的座位一半朝前，一半朝后。大船的座位就更加多样化，有的甚至背向窗口。因此，座位的第一作用是安全，第二作用是休息，第三作用才是观景。当前民航飞机的座位都是朝前的，只有专机和公务机才有四个方向的座椅，另外救护飞机把一部分座椅拆掉改为病床和担架。

飞机是在汽车技术基础之上发展的产物，最初的飞机只有驾驶员，驾驶员由于其控制作用，只能座椅朝前。最初的飞机是作为货运工具使用的，一段时间以后才开发了客运功能，在一开始只是按照习惯，保留了汽车座椅的模式。现在的大小飞机也是沿袭了这种设置，毕竟飞机的事故率越来越低，人们的偏好又很顽强，很难由于科学、合理的理论分析而改变习惯，而把飞机座椅朝后安装。然而，航空技术发展到现在，飞机的速度越来越高，飞机的载客量也越来越大，事故的影响就越来越突出。

1 旅客座椅的比较研究

小轿车前面的座位是需要带保险带的，尤其是在高速公路上，大客车就没有那么多的保险带，但车的速度是一样的。火车座位是没有保险带的，但飞机上的每一个座位都有保险带，飞机飞行中速度在 800公里/小时左右 ，起飞与降落过程中的速度在 $100\sim 400\text{公里/小时左右}$ 。

小轿车的保险带在急刹车时起作用，在撞击障碍物时起作用，在翻滚时也起作用，在后边的汽车追尾时，座椅的靠背对身体与头部有重要的保护作用，就是这个偶尔的保护作用，促使人们研究头枕与气囊。飞机的保险带在颠簸时起固定作用，在撞击时起作用，飞机很少使用急刹车。

1.1 飞机在水平方向的冲撞分析

现在的飞机座椅都是朝前的，在发生水平冲撞时，对旅客身体起保护作用的只有保险带，这是从运动惯性与受力方向上分析的，也是常识。对旅客有保护作用的，是前面座椅的后板。后板上有折叠式小桌。前面座椅的后板的舒适性远比不上本座的座椅及靠背，当发生冲撞时，前面座椅的后靠背与人的接触是点状的，所以现在的乘务员告诉旅客飞机下降时，需要弯腰双手护头。这是被动而无奈的。

1.2 飞机在垂直方向上的受力分析

在正常飞行时，飞机在空中会遇到湍流，旅客感觉到的是强烈的颠簸。飞机会在瞬间被气流抛起、摔落，飞机的上下落差达几百米，过载达 $2.5g$ (g 是重力加速度的值，为 9.8米/秒^2)以上，如果此时来不及系保险带，会受到伤害，在机舱内会被抛上抛下，严重时会有生命危险，这样的事例有多起，在一架大型飞机遭遇强气流袭击时，伤亡人数可达几十、上百。在这种运动模式下，保险带的保护作用很明显，如果座椅朝后安装，保险带的这个作用不变，既不加强，也不降低；而且当飞机由于事故坠地时，保险带的作用也相同。

如果飞机在垂直方向突然坠落，座椅提供保护作用的主要是坐垫，而不是靠背。在飞机翻滚时，保险带起着重要的作用，这种情况已经有多起。

1.3 座椅朝后安装的保护作用研究

飞机上的座椅如果朝后安装，对人的保护作用明显加强。飞机的事故一般是在运动中，属于向前冲撞，人受到巨大的惯性的作用，向前运动，阻止向前运动的有两个物体，一是带状的保险带，一是前座椅的后板。如果座椅朝后安装，座椅提供保护和缓冲作用远大于这两个物体。

假设对人体的保护作用(P)与接触面积(A)成正比，与材料的柔软度比(S)成正比，比例系数为k，则推得保护作用公式为

$$P = k \cdot A \cdot S \quad (1)$$

从面积上计算，座椅的靠背面积是保险带的10~15倍，保护作用也就提高至少10—15倍。保险带宽6厘米左右，靠背高70—100厘米，而且保险带像绳子一样没有弹性，靠背有几厘米厚的靠垫，保护与缓冲作用大大增加，两者仅接触面积之比约为15倍。假设，座椅材料的柔软度与座椅后靠背的柔软度之比至少为2。

另外由动力学公式可知，运动中的冲力为

$$F = m \frac{dv}{dt} = m \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = -m \frac{v_1}{\Delta t} \quad (2)$$

其中 F表示冲力，m表示一个人的质量，微分 dv / dt 表示人连同座椅的加速度。在发生事故落地时的速度为 v_1 ，终点速度 $v_2=0$ ， Δt 时间是变化量，事故越突然 Δt 越小，冲力F也就越大。这样大的冲力如果仅由保险带提供，人也可能解体。用由座椅大面积的靠背垫来提供，要缓解许多。

假设飞机以200km / h水平速度触地计算冲力(以牛顿或千牛顿表示，符号为N或kN)，假设飞机水平方向运动速度为200km / h(55.56m / s)时触地即刻坠毁，假设没有向前的滑行缓冲，终止速度为0。设前后两座椅的距离为1米，则由后座椅运动到前座椅所用的时间为0.0182秒，人在这么短的时间是来不及反应和准备的，因此是被动的。假设一个乘客的体重为60kg，则它受到的冲力是

$$F = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = 60 \times \frac{0 - 55.56}{0.0182} \approx -183.2(\text{kN})$$

这相当于18688.8kg(18.7吨)。即此时一个人要承受的冲力相当于18.7吨，如果座椅朝前，这样大的力要由保险带、头、膝盖承担。如果座椅朝后，这样大的力由座椅的靠背承担，人承受的痛苦大大减轻。以加速度之比表示过载，则此时的加速度为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-55.556}{0.0182} = -3052.5(\text{m/s}^2) \quad (4)$$

过载倍数： $G=a / g= -3052.5 / 9.8=311.5$ (倍)这是最坏的情况，其中g是重力加速度，其值为9.8m / s。而如果飞机有机会往前滑行一段，即使是1秒钟，则

$$F = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = 60 \times \frac{0 - 55.56}{1} = 3.3(\text{kN}) \quad (5)$$

相当于340kg，此时加速度为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-55.56}{1} = -55.6(\text{m/s}^2) \quad (6)$$

过载倍数为

$$G = a/g = -55.6/9.8 = -5.7(\text{倍}) \quad (7)$$

把(7)式中的G取正整数5,代入(1)式,并与朝前的比较,则保护作用提高的倍数为

$$r = \frac{P_2}{P_1} = A \cdot S = 15 \times 2 = 30(\text{倍}) \quad (8)$$

式中 P_1 表示未调整的保护作用, P_2 表示调整后的保护作用。所以综合考虑,如果调整座椅180度,将会提高对人体的保护作用30倍以上,对旅客在事故中生存能力的提高,有关键的意义,因而能提高生存率,减少伤亡率。

在朝前的座椅中,如果冲撞发生,前面座椅后板与人的接触是点状的,冲力巨大。在朝后的座椅中,如果冲撞发生,人完全可以在自己的座椅中得到主动的保护而不必再弯腰和双手抱头了。如果有2秒的滑行,过载倍数可以降到3以下。一个受过训练的空军飞行员可以承受4~8g,宇航员能承受5~10g。在大客车的座椅设计中,一般假设在3毫秒内人能承受的过载为35g。

2 讨论

在2004年初中东发生的一起空难中,幸存者只有一名,而且是小孩,由此分析小孩幸存的原因有三:一是处在大人的保护中;二是小孩的身体柔软性好,缓解了冲力的伤害;三是孩子的缓冲时空比大人的多。

另有一例说明前向冲撞的保护作用,阿拉法特的专机在沙漠中迫降。1992年4月7日,阿拉法特结束对苏丹访问,乘安一26飞机返回,安一26是双发螺旋桨。途经利比亚,飞往突尼斯。在利比亚上空遭遇几十年不遇的沙尘暴,备降萨拉机场,在萨拉机场也是沙尘暴,找不到机场,燃油用光。阿氏建议“不用起落架,在沙漠上迫降”。只有这条路走,别无选择。决定做出后,大家开始准备,七八个保卫人员围成一圈,保护阿氏。降落后,飞机前进400米,飞机钻入沙堆,机身断两截。机组3人死亡,保卫人员3名轻伤,5名重伤。阿氏也受了重伤,住院一星期后痊愈,这次空难的生存率是比较高的。由此可见,在冲力中缓冲非常必要,而且是可行的。为使座椅确实起到保护作用,座椅与地板的连接应该加强,避免座椅解体。朝后的座椅发挥了靠背的安全保障作用,坐垫的保护作用相同,没有降低。

对于大型飞机,座舱几百人,生存率会大幅提高,因此产生良好的社会效益。以A380为例,它有双层座舱,可容纳555人,仅此提高生存率一项,效果就很明显。

现有的系统由于思维惯性的作用,不太容易改变现状,在过去有的飞机发生了几次事故以后,才承认有缺陷的情况,有很多先例。例如飞机客舱地板下陷,即设计缺陷导致了必然的事件。行李舱门设计不良、漏气;地板强度不够、下陷;超载也会引起飞机地板下陷。1972年,有一架DE-10飞机,载56名乘客,地板下陷。连续发生了几次同样的事件之后,飞机进行彻底改进,进行疲劳试验,故障才排除。这印证了墨菲定律,这是存在明显的缺陷,必须要改进的。不断的改善,符合事物的运动与发展规律。所以说,客舱座椅的改善,也是必需的。从这一事件,说明设计的问题,如果强度足够,地板下陷不会发生,而提高座椅的保护能力,又对地板强度提出了一定的要求。

这一结论,虽然只有通过对比分析计算,才可以看出现在座椅的布置表现出来的明显不足,实际上仔细考虑一下,这是符合常识的,只是人们的思想惯性,认为自然的情况,对于不同的事物,有不同的表现,对于轿车空间太小,而对于大客车和火车就可以做到。对于飞机来说,应该更没有问题,没有人会因为观风景而忽视安全保障。人们乘飞机的忧虑比乘火车、汽车大,就是因为它的伤害性最大。而在设计与管理中多加一点保护,就显得很有意义。

金边空难恰好说明了这一点,1997年9月3日,在金边机场,越南航空公司的图一134客机,载60名乘客,6名机组,准备着陆,在将要降到地面跑道时,突然偏离跑道,撞到跑道旁一棵树上,即刻坠地爆炸,幸存者仅2名小孩,分别为7岁和2岁,孩子所占的空间小,所

需要的缓冲稍微小一些，所以生存的可能大一些，幸存小孩的空难还有许多次。人们应该意识到，缓冲与保护，提高一点，生存的希望就大很多，而且具有非线性关系，即与保护成正比，与时间成反比例，如果有一些缓冲，保护效果会成2次方增加。

在“4. 15”空难中，生存率还可以提高。在“4. 15”空难的幸存者中，他们都回忆当时的情景，就是有许多人因为在巨大的惯性冲撞中，受伤不能动，失去了逃生机会。所以调整座椅朝向，加强对人身的保护，符合系统优化原理。

保险带的作用已经很大，飞机在空中颠簸时，可以避免人员撞到顶棚，这样的事例有多起，不必赘述。在最近的两年航空事故中，有在空中被气流吸走的事件多起，那是旅客未系安全带的结果。有一位老人因睡着后忘解安全带而得全自身，周围的人被吸走了。有一架俄罗斯飞机在阿富汗上空后舱门失密，许多旅客被吸出机外。

所以，安全带的起作用时机和作用方式很值得研究，只要每只座椅在一定强度范围之内不发生断裂，对人的身体的保护可以实现。这需要用户提出，管理层实施、监控与协调才可以。退一步讲，即使不能完全保护乘客的生命，而能保全他身体的一部分，也是很值得的。在每一次安全生产事故中，都有采用DNA检验、组合残肢的做法，这种做法花费与耗时太多。

对于那些特别喜好朝前座位的，以及生理不适的，也提供合适的选择，这样的旅客不超过1 / 10，例如把前面4 / 5的座位朝后安装，在飞机的大约4 / 5处设置隔板，把最后边1 / 5的座椅朝前安装。这样，就把所有的座椅进行了优化，并且使朝前的座椅也具有了缓冲作用。

朝后的座椅的安装费用与朝前的相同，只是出厂后的飞机，进行改装要花费一些成本。需要说明的是，新飞机的安装费并不增加，增加的是座椅的改装费，从系统优化观点看，安全是预防为主，改装是值得的。

3 结束语

在事故中保护人体免受冲力的伤害，提高人在事故中的自主意识与生存能力，可以在紧急逃生中发挥积极的作用，是符合主动预防事故原则的。由于民航飞机高速运动的特点和航空运输对安全的特殊要求，决定了航空座椅朝后安装是科学合理、可行的。安装费用并不增加太多，安全保障作用却可以提高几十倍以上，真正做到了以人为本。所以，本文认为飞机的座椅朝后安装，安全经济效益与社会效益都会大幅增加。总体来看，即使在不增加机械强度条件下，仅仅调整座椅朝后就可以提高对人身的保护能力，别的条件都可以不变，成本不增加，操作不复杂，具有可行性，尤其是对当前普遍讨论的新一代航空运输系统有着积极的意义。在此进行的是方案设计研究，下一步的研究内容与方向是进行详细设计，以及在售票与旅客取登机牌时进行宣传和说明。（摘自《交通运输系统工程与信息》No. 5，2006）

危险品航空安全运输管理系统的探讨

王桂山，王永刚，杜璐

1 引言

近年来，随着对外经济交流的日益频繁，化工、医药等产品在航空货物中所占的比例也越来越大，危险品航空运输过程中出现的危险品事故也屡见不鲜。

1998年8月6日，某航运公司收运一批灯饰，货物抵达北京后破损并发现有液体外溢。经查其中夹藏9件摩托车充电液，含有39.63%的硫酸，属于危险物品。同年，江苏某化工厂将含有盐酸的危险物品当作普通货物由北京运到伦敦。货物抵达伦敦后发生泄漏，将其他货

物和集装箱严重腐蚀并冒出白烟，造成伦敦机场关闭。1994年2月，邮电部门交运至德国法兰克福的航空邮包中混装有危险品氰尿酸氯和对硝基苯胺，由某航空公司班机运抵目的站后发生泄漏，造成德方邮政人员及消防人员中毒。这些问题不仅严重威胁着机组和乘客的人身安全，同时，又对中国航空企业的声誉及对外贸易的发展造成极坏的影响，给航空公司造成了巨大的经济损失，对中国民航的发展所造成的间接经济损失更是难以估计。

2004年9月1日《中国民航航空危险品运输管理规定》(CCAR—276部)正式颁布，标志着我国危险品航空运输走上了法规化、正规化的道路，并且航空危险品货运也逐渐形成了以法律体系、培训机制以及管理结构与监察制度为中心的管理体系。但是，体制完善的同时，伴随着的是实际工作中操作方式的滞后。特别是在国外运输收运过程中，工作人员还是依靠人工翻译手册来鉴定危险货物，工作效率和准确性都不能满足当前的需要。

在系统安全发展的历程中，人们总是先从技术条件入手，增加系统的可靠性，并且随着计算机技术的发展，可以依靠软件系统来改进现有的危险品安全航空运输水平。本文介绍国外各危险品航空运输相关系统并分析出它们各自的不足，进而提出了构建我国的危险品航空运输综合管理系统。

2 国外危险品相关系统的分析

2.1 国外危险品运输系统介绍及比较

当前，国外还没有危险品航空运输综合管理方面的相应系统。但是，他们的危险品运输操作手段比较成熟，与危险品运输相关的简要信息(如类别、包装等级等)在一些专业网站中都可以实现在线查找，并且操作环节也具备相应的软件系统支持。

荷兰的迪捷姆(DGM)公司开发的DGManager就是一套易于危险品运输操作人员掌握的系统。该系统界面设计合理，便于操作人员熟悉使用，在主界面中包括了危险品英文名称、UN编号、包装等级以及闪点、沸点等一些基本的理化性质信息，其系统set—up data功能键，可以实现对数据库内容的输入、修改、删除等操作。但是，该系统不具备查询功能，只能通过冗长的list菜单中找到危险货物的UN编号或产品代码，才能获得运输专用名称、次要危险性、包装等级、限制数量、特殊说明、国家及经营人差异等信息。

国际航空运输协会(IATA)在每年更新DGR的同时，还相应出版DGR的电子版，该软件解决了DGManager不具备查询功能的问题。其在目录中增加了相应的链接，可以查询需要的DGR相关内容，并且电子版DGR具有输入英文运输专用名称查询相关信息的功能，节省了人工翻阅原始DGR的时间。但是，该系统也存在欠缺：其界面设计过于单调，只是把手册中的内容电子化，而具体的运输信息仍需要链接才能实现，每次只能获得一种信息然后返回才能查阅其他信息，信息排版也不合理，不便于信息的综合比较，不具备系统软件所应具备的结构化、易于人员操作掌握的特点。

在海运行业中，比较有代表性的是HazcheckSystem系列软件中的HWorkstation系统。它的基本功能包括两方面：查阅IMDG Code(类似航空危险品运输DGR)及输入UN编号及英文运输专用名称实现相关信息的查询，可以说是DGManager与电子版DGR的简单结合。

2.2 国外各系统的功能缺陷

综上所述，系统具备各自的优点，但是它们的功能基本只局限在查询的层面上，对运输过程的系统管理及信息全面性方面存在缺陷：

(1) 涉及化学危险品的理化性质信息很少。在DGR中描述了一些简单的闪点、沸点等理化性质，但对于一种化学品最基本的状态、颜色特征基本没有涉及，这样谎报危险品就有了可乘之机。如马来西亚航空公司起诉大连大通公司一案，就是因为大通公司将危险品报为普通货物运输造成的，而两种货物的颜色、状态有明显的差异。

(2) 不具备查阅相关法律法规及运行手册的功能。规章及手册是行业运行的依据，是危险品规范运输的保证。法律法规内容既包括对违规者的惩罚信息，更是对已识别出风险进行分析后的控制手段，如CCAR—276部就可以看作是对危险品航空运输过程进行危险源控制的产物。

(3) 功能单一，系统性不足。这些软件的查询功能突出，只能作为DGR的一种替代的工具来使用，只是一种预防误收危险品的手段，而不能有效管理整个危险品航空运输过程。

(4) 不具备中文查询功能。这些系统如果在国内使用，会给收运工作带来一定的便利，但是其英文界面给操作人员带来很大的局限。在托运危险品时，会碰到只知道货物的中文名称而不知道其UN编号或英文名称的情况，此时，所有的国外软件将失去其应有的便利功能。

3 构建我国危险品航空运输管理系统

结合各系统的优势并针对其不足，以及当前我国航空运输业发展的需要，作者提出构建我国的危险品航空安全运输综合管理系统。该系统所具备的功能，应不仅能替代国际航协(IATA)的危险品规则(DGR)，而且更应包括危险品航空运输相关的规章、手册要求、应急响应等内容，使危险品航空运输得到系统的安全管理，并实现对整个运输过程的风险控制。

3.1 系统的功能模块

本系统是在对现行化学危险品管理系统(如澳大利亚Ucorp Pty公司开发的国际最大的化学品数据库及管理系统CHEMWATCH)进行系统分析的基础上，采用模块结构方法设计系统功能。其功能模块如图1所示：

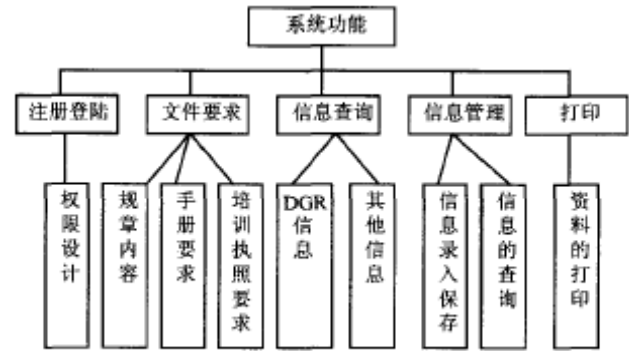


图1 系统功能模块图

注册登陆：系统运行稳定性及数据库信息维护的考虑。

规章要求：危险品航空运输相关的国内及国际法规，如《民航法》、《中国民用航空危险品运输管理规定》(CCAR—276部)、《危险品航空安全运输技术细则》等。

手册要求：包括危险品运输手册和事故应急手册等运行手册。

培训及执照要求：培训大纲要求、适应人员、课程类型、培训教材，以及执照体系要求。

DGR信息：含有危险品分类、识别等所有DGR信息。

其他信息：从理论及实际出发，补充的信息项，包括：危险品的色、味、态等理化特性，化学危险品的紧急救治、危害、消防措施等。

信息管理：对危险品托运人、航班等信息的记录、保持、查询等功能。

打印：各种文件、记录、信息的打印。

3.2 系统的功能作用

建立具有上述功能的危险品航空安全运输管理系统可以起到以下作用：

第一，保证危险品信息的正确性。当工作人员手动查找某一或某些危险品分类、识别信息时，面对冗长细密的识别表，难免会出现得到的相关信息与实际需要不符的情况，这样谎

报、瞒报、夹带危险品就有了可乘之机。这些无法避免的人为差错与托运者这些行为同时发生(正如事故成因理论中的轨迹交叉理论所述:当人的不安全行为与环境的不安全状态在时间、空间具备一致性时,就会导致事故的发生),对航空运输安全造成很大的威胁。但是应用计算机软件,危险品信息一旦输入数据库,并核实无误后,查询获得的信息将保证准确无疑,这样就从事发生的原理上消除事故发生的必备条件,也就是从硬件的角度降低了潜在风险。

第二,满足托运人、承运人及代理方的实际工作需求,提高工作效率。在航空托运危险品时,对于托运人来说,为了判断危险品的类别属性及相应的限制条件,进而对其正确地识别、包装并加以标识,工作人员目前只能依靠人工翻阅资料查找相关的信息,并且对于航空承运人,要检查托运的危险品的分类、包装、标识等信息是否符合DGR及其他规定的要求,也是只能全部自己动手。而在实际面对各种危险品时,工作人员希望快速的了解其相关信息,节省时间提高工作效率。这时,通过使用危险品航空运输综合管理系统的查询功能就可使工作人员便利快捷的获得这些信息,从而进一步提高对客户的服务水平。

第三,适应人才培养及培训的需要。在危险品运输课程中,对运输中需要考虑的各方面因素,如果在多媒体上应用该系统将危险品相关法律法规、人员培训、包装、标签图片及分类依据等信息系统地课堂上展示,就可以增加学生对危险品运输的认识,加深他们的印象,为以后从事此方面工作打下良好的基础。同时,在危险品运输培训过程中,使用这样的查询系统,也可达到减少培训时间提高培训效果的目的。

第四,为托运人、承运人及代理方提供相关的法律、培训和执照体系信息。当前由于我国航空运输相关法规正在完善过程中,从业人员对法律、培训和执照体系的了解程度不够,通过本系统的使用,不但可以了解现行的法规体系,并且在发现违规运输危险品时,可以迅速获得相关的法律信息,既可以使违规者信服,更重要的是起到了增强法律普及度,警示类似情况发生的作用。

第五,为危险品事故应急响应及事故调查提供支持。通过电脑查询迅速获得危险品相关的救援、处理以及消防等信息,是降低事故灾害最有效方法之一。并且,在事故调查中,该系统也能起到缩短调查时间的作用。

4 结论

该系统的建立,可以在危险品航空运输过程中,实现风险识别与风险管理,事故预防与应急响应的有机结合,降低事故发生概率及减轻事故后果,为高效、安全的危险品航空运输提供强大的支持,使我国危险品航空运输规范、有序、健康、持续地发展。(摘自《中国安全生产科技技术》No.5,2006)

航空领域中的人员可靠性问题及研究进展

苏畅 张恒喜 吴兆强

1 问题的提出

在航空领域中,人是作为主体出现的,对系统的运作起着不可替代的作用。即使在高度自动化的系统当中,人的作用也是不可忽视的。但无论人的经验多少,训练水平如何,只要有人参与运作,就可能犯人为错误。对于飞机的使用和维护来说,70年代末期的数据揭示了人为操作错误占飞机故障的60~70%。这不但对飞行安全构成巨大威胁,也带来了巨大的直

接或间接经济损失。因此人的可靠性对系统的影响不可忽视，研究人的可靠性问题，减少人为差错的意义就十分重大。

2 航空领域中人的可靠性问题分类

在航空领域中，有人参与的活动就可能产生人为差错，就存在人的可靠性问题。航空领域中的人的可靠性问题的起因和表现是多种多样的，根据有关资料的研究表明大致可分为以下九大类：

1. 和规程有关的错误。大约有17%的人为错误是由于正常的操作规程不存在，或专业人员没有意识到或是没有遵循操作规程。
2. 新装备、软件使用过程中的错误。12%的错误的发生和新装备、新软件的安装和修改有关。
3. 交流和协调中的错误。大约10%的错误是由于缺少相互间的交流和协调。
4. 缺少标签导致的错误。10%的错误是由于没有正确地对装备进行标识，或标识不当。甚至是很有作用但没标识。
5. 装备的撞击和踢绊导致的错误。6%的错误是由于某些人对设备不注意的撞击、插拔导致装备状态的切换造成的。这些错误的发生主要是由于警卫不当、操作空间狭小等原因造成的。
6. 数据输入时的错误。在涉及人机交互时，人输入相似指令、数据或误碰操作键等导致的错误约占6%。
7. 遗忘造成的错误。4%的错误是由于在进行一些维修活动后，专业人员忘记将开关恢复到正确位置。
8. 不正确的信息导致的错误。2%的错误是由于专业人员使用的是不正确的信息。如不正确的图表等等。
9. 其它原因导致的错误。因为一些错误很难把它划分到上面几类中，因此将这样的错误划归一类。这一类错误约占33%。如：被主管、业务部门打断等等造成的失误。从上面的内容可知航空领域中的人为错误发生的广泛性和复杂性。因此也突显了对人的可靠性问题进行研究的重大意义。

3 人员可靠性特点

航空领域中的人员的可靠性可以理解为：

在正常条件下，规定时间内，不能正确完成一项任务或一项操作或者超出任务要求以外的一些操作行为，使装备设施的功能降低、退化或者对其功能退化有潜在影响的操作行为。航空领域中人的失误有以下特点：

1. 必然性。根据墨非定律：如果一台机器存在操作错误的可能性，那么一定会有人错误地操作它。实际飞行中也出现过误放起落架等事故征候，甚至由人为原因引起的重大飞行事故。
2. 随机性。人本身是个极其复杂的系统，具有明显的时变特性。因此，飞行操作差错发生的时间、操作内容都是随机的、不肯定的，很难用确切的数学模型来表达，只能依靠大量的数理统计，才能掌握飞行员操作失误发生的一般规律。
3. 突然性。在作战飞行中，飞行员的人为失误造成的后果可能会突然爆发出来，造成飞行员的措手不及，就有可能导致任务失败或事故。
4. 隐蔽性。人员操作失误往往是在操作者误认为正确的情况下发生的，由于人的习惯性和迟滞性，对自己的差错纠正能力比较低。

4 研究现状

对于航空领域中人的可靠性问题的研究来说,按照研究对象划分,主要可分为以下三个方面:

1. 飞行过程中飞行人员的可靠性问题。飞行人员属于航空人员。根据《中华人民共和国民用航空法》第五章第三十九条的规定,它包括驾驶员、领航员、飞行机械员、飞行通讯员、乘务员;其中尤以驾驶员与飞行安全的关系最密切也最复杂,他们的不安全行为给安全带来的威胁也最大。

2. 空中交通管制人员的可靠性问题。他们包括工作在下列岗位的管制员:机场飞行报告室、管制塔台、进近管制室、终端管制室、区域管制室、地区管理局管制室、总局的总调度室。空中交通管制人员对维护各类可航空域内的空中交通秩序、保证航空器之间具有符合规定的间隔,在机场机动区内防止航空器与航空器、航空器与障碍物相碰负有直接责任。

3. 航空器维修人员的可靠性问题。航空器维修人员是负责航空器适航性和处于安全运行的技术保障人员。他们与航空安全的密切关系,主要集中表现在经维护修理后的航空器适航品质和安全质量方面。

这些研究主要集中在民用航空中,军用航空中由于保密性、军用性质等原因,公开报道的文献资料较少,且由于定量研究难度较大,在军用飞机作战效能研究领域还很少提及。

对于目前的研究方法来说,定性分析的较多,特别是民用航空领域,在定量研究方面,国内还不多见,国外的研究则很普遍,解析、仿真等方法已大量的应用,结果比较可信。目前大部分研究人员可靠性的技术和工具都是基于高危险性行业的,如:核工业,石化工业,载人航天等,但可应用到其它行业。如对飞机来说,美国国家航空宇航局对商用飞机着陆后停靠到指定机位的过程中机组人员的操作进行了建模仿真研究,Alistair Sutcliffe等人用Bayesian Belief Net (BBN)模型对人为错误进行了研究。Ralph Reuth等应用Petri网对自动生产单元中的人为因素进行了仿真建模研究。

目前航空领域中人的可靠性研究主要有:

1) 失误分析;

主要是分析人为失误发生的特点、环境、表现、起因以及预防措施等定性分析方面的内容,为定量评估和预测打下基础。

2) 理论模型和可靠性预测。

目前,经过多年的研究,归纳起来,可用于研究航空领域中人员可靠性的数学模型及方法有:广义人的可靠度函数;鲁克模型;人认知可靠性(HCR)计算模型;应力-强度模型;以及马尔可夫过程方法等。上述模型可分别从一般正常情况、多机组成员协同作业、人的认识能力和飞行员所能承受的负荷、工作效果等方面来研究人员的可靠性。

预测人的可靠性的前提是:(1)任务明确;(2)采用的方法能用公式详细表示;(3)可以把任务分解为一系列的子任务或多个组成部分;(4)可以得到每个子任务的可靠性以及表征相关任务的参数。近年来,对人的可靠性预测方法有了很大发展,仅定量预测方法就有20多种。例如,人的差错率预测方法、通过量比率法、人的可靠性指数法、框图法和模糊集合论分析法等。

其中,仿真方法是目前最为有效的一种方法,结果也最为可信。但仿真方法复杂、耗时,一个仿真程序的广泛适用性不强。解析模型计算应用相对简单、适用性相对广泛,但结果欠准确。因此将仿真法和解析算法结合起来对人的可靠性进行研究,可以取长补短,提高研究的准确性。

5 发展趋势

人为差错是人的行为的正常组成部分,完全消除人为差错是不切实际的。但我们通过适

当途径可以减少人为差错的发生,并将差错的影响和后果降到最低程度。如何确定航空领域中人的可靠性与工作效率,实现人与飞行器操作自动化的最优组合,以保证整个系统的安全、可靠,这将是研究人的可靠性的主要目标。未来重点研究方向是:

1. 人的认知规律与可靠性的关系

在未来的飞行器中,不断采用新的信息显示和操纵控制技术,人一机界面越来越复杂,随着对人为因素研究与应用的深入,必然向航空任务的认知方面扩展:决策和其它认知过程;显示器和控制器的设计以及驾驶舱和客舱的布局设计;通讯和计算机软件;地图和航图;航空器使用手册、检查单等文件。也就是必须研究人的认知特性与其本身的作业可靠性的关系。目前,美国航宇局人的因素研究中心建立了人的认知规律模型,它主要研究飞行操作中人的认知规律,确定飞行员失误的原因和测试复杂操作时人的特性等。

2. 人的可靠性影响因素及其控制对策

人的失误是系统中重要的潜在事故源,它是整个航空器系统中人及其功能不易明确的争论焦点,解决的办法是从人本身的心理、生理状态和外在管理出发,研究飞行员失误的主要因素,建立人的生物节律监控系统,改善人一机设计和舱内环境条件,消除或减少失误行为,提高可靠性。

3. 人的可靠性仿真研究的重要手段

寻找仿真的有效手段已成为一个重要的研究分支,仿真方法是一种有前途的方法,应用当今的先进技术提高仿真的有效性和准确性是切实可行的。如应用虚拟现实技术。该技术的核心是通过计算机产生一种如同“身临其境”的具有动态声、像功能的三维空间环境,并且使操作者能够“进入”该环境,直接观测和参与环境中事物的变化与相互作用,几乎可以模拟飞行、维修等操作的所有过程。

4. 人的可靠性分析与增长技术

总体来讲,对人的可靠性的研究还是相当困难的,不少指标现在只能定性而不能定量分析,进一步的进行人的可靠性分析与方法研究仍具有现实意义。

5. 将工效学与人的可靠性研究相结合

工效学主要研究在特定环境条件下人的工作效率及所必须采取的保障手段,使航空器等设备中人一机界面的设计适合于操作人员的能力特性。因此,工效学与人的可靠性是紧密联系的。在这一交叉研究的过程中,人的工作负荷的定量评价仍是一个难题,有待进一步研究。

6 结束语

对于航空系统来说,在近期以至几十年内由于技术、系统结构或成本上的原因,完全采用自动控制技术是不现实的,所以发挥人的作用不容置疑。这样航空领域中人的可靠性研究就成为一个贯穿于整个航空系统的大问题。在各种航空装备的研发阶段就要从工程设计上保证人的可靠性,在装备使用运行阶段,则要从技术措施上提高人的可靠性,对人、机、环境三个方面因素进行综合考虑来提高人的可靠性,并用系统的观点强化以人为中心的管理问题。(摘自《民用飞机设计与研究》No.1, 2006)

航空公司人力资源管理失误对航空安全的威胁

朱新艳

一、航空公司人力资源管理中存在的主要问题

航空安全体系由一个个独立的、细分到驾驶舱、维修机库、调度室和控制塔的子系统构成，这些子系统的运转首先是现场人员个人行为的结果，但同时又是组织实施管理(特别是针对人的管理)的产物。按照现代系统安全理论的观点，一旦“人~机一环”系统的管理存在缺陷，身处其中的作业人员难免会承袭这些管理失误，使隐患表面化。

为了解航空公司内部人力资源管理的现状以及人力资源管理失误对航空安全的影响，课题组对东航安徽公司、东航武汉公司、南航广州公司及上海航空公司4家航空公司进行了问卷调查，共回收有效问卷437份。问卷关于人力资源管理部分的统计结果如表1所示。

表1 所在航空公司在人力资源管理方面主要存在哪些问题(多项选择)

(1)	以人为本理念未落到实处	79.41	(6)	缺乏人力资源战略规划	76.20
(2)	教育培训不够到位	76.20	(7)	人员结构不够优化	77.81
(3)	企业高层重视不够	70.94	(8)	缺乏人力资源专业管理人才	59.50
(4)	薪酬制度不合理	87.87	(9)	职位分类和工作分析薄弱	68.88
(5)	绩效考核制度不完善	72.77	(10)	人员招聘、选拔不规范	36.15

二、人力资源管理机制对航空安全的具体影响

人力资源管理主要由“选、用、育、留”四大机制构成，各机制对航空安全的具体影响如下：

1. 选人机制

选人机制主要保障人力资源的引进和选拔。从问卷统计结果来看，相对于其他人力资源管理工作，人员的引进与选拔似乎问题不大(36.15%)，因为航空公司内部与安全相关的关键员工——飞行员、签派员、机务维修人员等，都有较高的技术准入门槛，其引进和选拔的标准非常严格。然而，这种感觉来自于被调查者对企业微观层面的人员引进的战术理解，如果从航空业宏观层面和企业关键员工引进的战略角度进行思考，形势就不那么乐观了：关键岗位员工总量短缺和结构失衡正困扰着我国航空业的健康成长。资料显示，未来5年，预计中国飞行员需求总量缺口将达到2000人以上，而且飞行员新手到航空公司后还需要至少3~4年时间才能成长为一名合格的副驾驶，再经过5~6年的飞行才可能胜任机长的工作。因此，按照目前飞行员的培养速度，航空公司遭遇飞行员队伍青黄不接的窘困局面在所难免。除了总量不足，飞行员短缺还表现出员工队伍结构失衡、人力资源分布不合理，高层次飞行员紧缺、短缺与闲置并存四大内在特征。近几年，随着航空业的快速扩张，航空公司的其他关键员工，比如机务维修人员、飞行签派员等，也存在不同程度的人员供应不足。

在航空公司内部，按照消化人员和照顾关系的思路安排人员引进和选拔的现象屡见不鲜；并且“飞而优则仕”的内部选拔规则十分盛行，相当一部分业务能手在“功成名就”后脱离了业务一线，走进了管理干部队伍；在绝大多数航空公司内部“能上能下、能进能出”的人员流动机制尚未真正形成之际，占有各种资源优势的管理层不断膨胀，造成其与地面行政、后勤人员与一线员工的比例失调。

以上这些现象，归根结底是缺乏人力资源战略规划造成的，调查结果中76.20%的人认识到了这一点。问卷调查还显示：79.41%的人认为企业内部以人为本的理念未落到实处，70.94%的人指出企业领导对人力资源管理重视不够，近六成的人认为现有的人事管理者不够专业。这说明，多数航空公司不重视对人的战略性开发与管理，并没有把人力资源管理与安全管理放在一个同等重要的地位上，人力资源招聘、选拔和引进更多作为解决现时问题的手段，没有考虑未来的人才需求规模、结构以及用人标准，没有长远的战略考虑，结果造成人力资源储备不足，不能为安全飞行提供足够和可靠的人力保障。

2. 用人机制

用人机制是围绕人才配置、使用、激励而建立的制度保障。问卷统计显示，目前航空公司在用人机制上存在的问题不少。68.88%的人认为人力资源配置的基础工作一职位分类和工作分析薄弱；72.77%的人不满意现有的绩效考核制度；薪酬制度更是众矢之的，87.87%的人都对之有意见，高居首位。

职位分类、工作分析等基础工作不到位，一方面难以保证人岗匹配、人事相宜，因为缺乏详尽的职位分类和工作分析，不可能准确地掌握岗位对从业者胜任特征的要求，难以明确用人标准，在招聘和选拔决策时就可能导致用人不当。不合适的人选存在基本素质上的欠缺，有些缺憾甚至是无法通过工作方法、团队合作等改进措施弥补的，由此就会出现因个人胜任力不足引发的航空安全环路的功能缺陷。另一方面，即使人员配备得当，职位分类、工作分析等不到位也会引起职责不清或责任制度落实障碍，这种问题在航空安全管理中更为常见。在实地调查中，3/4的受访者提到所在航空公司的安全管理制度和责任不能有效地落实到位、到人，这与近7成的被调查者指出的职位分类和工作分析薄弱互相印证，可见两者之间的相关程度。

绩效考核制度是人力资源管理的核心制度之一，其考核标准对规范和引导员工的行为具有不可替代的作用。比如，航空系统中许多岗位都有一定的操作流程，这些流程是航空安全的程序保证，然而在实践中，出于增加利润、节约时间或某种个人考虑，一些员工会不遵守操作流程。如果在设计绩效考核项目和标准时，除了强调工作的结果，同时增加基于员工行为的考核指标，并将绩效考核与薪酬奖励、提拔、培训结合起来，那么员工在工作中就会比较重视约束自己的行为，避免违规行为出现。

薪酬制度是对人员进行激励的经济性实现形式，一般包括工资、奖金、福利、津贴和股权等项目。在收入水平有限的背景下，薪酬一直在人员激励中发挥首要作用，而且，薪酬的构成项目有相当程度的保健功能，所以员工对其反应比较敏感和强烈。事实上，调查问卷也反映出薪酬的这一特征：“薪酬制度不合理”一项选择比例最高。

薪酬制度的不合理首先表现为薪酬的不公平，既包括公司外部薪酬水平的不公平又包括企业内部薪酬结构的不公平。以飞行员为例，目前，国内航空公司飞行员的薪酬收入差别甚大，国有航空公司开出的薪酬最低，一般在每月8000~20000元之间，民营航空公司飞行员的收入相对较高，但均不能与国外同行的优厚待遇相提并论，与国内引进的外籍飞行员7000~8000美元左右的月薪也有不小的差距。许多航空公司仍然采用陈旧的行政岗位级别工资制度，这造成大部分飞行员基本收入低于行政人员，严重挫伤了他们的工作积极性。

其次，同一工种内部还存在薪酬与绩效关系不明、平均主义等现象。比如，有些航空公司的签派员的薪酬与值班时间不挂钩，固定工资占薪酬总额的比例大，与绩效相关的浮动奖金比例小，签派员的值班时间、绩效表现得不到公平的价值体现。

按照公平理论的观点，不合理的薪酬不仅不能激励员工的工作热情，反而会引起员工的不满，甚至会破坏组织的团结。由于薪酬具有等级特征，薪酬的不公一般会形成一个利益受

损的阶层或群体，因此导致的群体之间的对立往往更难以调节和消除，对安全管理带来的危害也更大。

此外，航空系统薪酬的形式也比较单一，除了具有刚性的工资、带有共享性的福利和发挥短期激励效果的奖金外，能够起到长期激励作用的经济性工具十分罕见。比较前沿的一些激励手段，比如赠股、期权、长期储蓄计划等，在航空业界还鲜有尝试，这样在激励的链条中就缺少了一个使员工与企业“共存共荣”的长效机制，很难让员工将航空安全和企业繁荣视为个人荣誉和终身追求。所以，设计合理的、公平的、具有强烈激励效果的薪酬制度是航空公司人力资源管理的当务之急。

3. 育人机制

育人机制主要指对人力资源教育、培训和战略开发的制度安排，其中培训是育人机制的核心环节。问卷调查反映，76.2%的人认为航空公司目前的教育培训不够到位，具体体现在安全培训和技能培训中。

在安全培训方面，第一，没有建立常态的安全教育制度。不少航空企业往往在发生安全事故、事故征候、严重差错时，才召开会议，进行指示传达、处罚和学习，以会代训，缺少经常性、规范化的安全教育培训。第二，缺少专业的安全管理培训。多数航空公司对飞行、机务、乘务等的专业知识和技能经常进行有计划的培训，但对于安全管理、安全知识方面的培训比较薄弱，特别是缺少对最基层管理者(如飞行机长、机务工段长、乘务长、签派值班经理、货运带班组长等)实用性的安全管理培训。在现行的培训体系中，也没有符合现代培训要求的安全生产培训大纲、高素质的教员、高质量的教材和考试题库等。第三，新员工岗前培训中安全教育内容不足。一些公司没有严格按照《国家安全生产法》的要求对新员工进行岗前的三级安全教育，而是直接将他们分配到飞行中队、车间或生产单位的各个班组参加实际生产劳动，对于所工作单位的环境、设备、文件等涉及的安全要求，新员工只能靠日常工作中跟随的“师傅”的传授。第四，新机型、新设备、新工卡、新改装的安全培训存在漏洞。一些航空公司在引进新机型或对现有飞机进行结构或系统改装、引进新设备、修改工程、调换员工工种后，大多对技术性的系统知识进行培训，而对其中涉及的特殊安全要求没有具体的培训、或以发文件、一次性的现场指导代替，致使具体工作者在操作中发生一些无意识违章行为。

在技能培训方面，首选是培训时间不能充分保证。对人员数量紧缺的工种，由于缺乏必要的后备力量，培训安排不得不见缝插针，不少航空公司为了完成上级部门规定的培训任务，以牺牲员工的休息时间、加剧员工的疲劳为代价来开展培训，在这种情况下，知识拓展和潜能开发的战略性培训更无从谈起了。其次，培训体系、培训基地、培训设施不完善。某些关键岗位的技能培训缺乏全国统一的标准和认证，培训的内容和教材不能满足不同技术等级员工的需要，培训基地建设比较滞后，设施不够齐全。再次，网络培训平台功能有限。目前尽管公司网站、内部局域网在航空系统非常普遍，但其培训功能并没有得到充分挖掘，多数只具备内部业务知识和运行经验交流的功能，还缺乏针对关键岗位设计的专业技能培训板块，员工的过程教育和自主培训不能有效开展。

育人机制不健全对航空安全的危害昭然若揭：安全培训不够，容易导致员工的安全意识薄弱，不利于形成安全至上的组织文化；技能培训缺乏，员工的业务技能自然难以快速提高，工作适应性差，行为出错的概率增加。两者都会对航空安全产生坎帕拉的负面影响。

4. 留人机制

留人机制是防范组织内的人力资源非正常流失的一种制度安排。它不以组织强势限制人力资源合理流动，而是通过对流失征兆的及时识别，采用有效的管理措施增强企业对人员的

吸引力和人员的归属感，来防范人才的流失。

从航空系统整体来看，关键工种的员工在不同组织之间比较自由的流动，有利于人力资源要素的合理配置，但对特定的某个航空公司来说，在关键岗位人才短缺、培养成本高昂的背景下，人才外流的损失是非常惨重的。尽管关键员工流失的危害不容置疑，多数航空公司，尤其是国有航空公司，并未将加强人才流失预警、完善留人机制提到战略管理的高度加以重视，这使得“一高两低”现象普遍存在，即高人才危机、低危机识别能力和低效的危机应对措施。留人机制的缺陷会使组织现有员工心不在焉，对当前的工作和组织思想上不重视、行为上不积极，更容易出现安全事故。

三、人力资源管理失误与航空安全的关系

人力资源管理工作不到位会对航空安全带来极大的威胁，换言之，完善人力资源管理工作是减少航空灾害的重要途径。人力资源管理作为管理系统中一个不可或缺的组成部分，虽然不像生产管理、安全管理等直接针对航空安全，却通过作用于人这一工作主体，实现了对航空安全的干预和影响。对我国航空公司50多年来发生的二等和重大以上飞行事故的分析表明，违反标准、程序、规章制度导致的事故占72%。深入分析违章行为频繁的原因，它们不外乎安全培训不够、激励机制失效、群体不良氛围、安全文化欠缺等，无不与人力资源管理相关。人力资源管理中的选人机制解决的是人的适用性问题，一旦这一机制有漏洞，就会造成不合适的人选进入组织和岗位，该人选的各种不胜任特征随之获得了从静态的素质缺陷转化为动态的行为失误的可能。不胜任的人选本身就构成了航空安全的潜在威胁。用人机制对员工的行为起到导向和强化作用，影响行为的选择。不完善的用人机制会给员工传递错误的信号，使人产生不安全行为的选择偏好。比如，绩效考核制度只强调个人带来的经济效益，员工就会选择节约成本但忽视安全的工作方式。育人机制将现在的人力资源的素质提高。在技术含量不断增加的航空业，人力资源的素质缺陷是对安全体系中“人—机”子系统的致命打击。留人机制是对组织内胜任劳动者的保留，这一机制失效，不仅会造成巨大的人力资源培育成本损失，而且会给组织的凝聚力和文化氛围带来严峻考验，其波及效应将会长时间、大范围地对航空安全产生不良影响。以开放的、系统的眼光来看，选人、用人、育人机制也是留人机制的组成部分，前三个环节做不好，人力资源的保有必然成了一句空话：而缺乏有效的留人机制，选人、用人、育人机制的功效也都付之东流。（摘自《中国民用航空》No. 11，2006）

相似航班号与飞行安全

宋 源

相似航班号一直是陆空通话中的一个难题。以前，民航航班是没有专门的航班号的，全部由飞机的注册号代替。随着民航的改革和航空公司的涌现，单纯以注册号为航班号的模式已经难以适应形势的发展。于是，航班号出现了。航班号是航空器在执行某个航班任务时的代号，一般由公司代码加上数字代码组成，有些时候还要在后面加上字母。公司代码是各个公司的特定简称，如“川航”、“国航”、“东方”等，数字代码则指定了编号数组，如“4324”、“4334”、“4344”等，这就容易产生两种相似性，一是公司代码相似，另一种相似就是数字代码相似。这就造成了航班号容易出现相似性。相似航班号就是由于航班号中的公司号或数字代码相似而导致的两个或多个航班的航班号相似。相似航班号很容易造成管制员叫错飞机，“张冠李戴”，发错指令；飞行员听错指令，导致错误的发生。为此，有关部门专门制

定了一系列措施来减少相似航班号问题，首先，将几个相似的公司简码变更，如“川航”、“上航”、“厦航”等变更为“四川”、“上海”、“白鹭”等，2004年又重新编排了航班号数字代码的分配，不再按照地区划分数字，而是按照公司分配航班号，如“1、4”开头的数字划归国航，“2、5”归东航等等，这样大大减少了相似航班号现象，特别是数字代码相同的情况。但是随着民航的持续快速发展，各个公司的机队规模不断扩大，各公司每日执行的航班数量也大大增加，而分配给各个公司的数字代码却没有增加，造成了各公司航班号资源的相对紧缺，特别是民营航空公司的不断成长，这个紧缺将越来越严重。这就造成了各个公司在编排航班计划时候难免捉襟见肘，再加上数字的相似性，很容易产生相似的航班号。

现今相似航班号的几种主要表现形式

(一)同公司航班号相似

根据民航总局对航班号的调整，不同公司之间的航班号在不同的数字代码区间，因此出现同航班号的现象已经基本杜绝，但是相似航班号的现象非常突出，如国航4484、4448，平时工作中我们还多次遇到四川8671、8761，深圳9973、9573，南方3671、3761等相似航班号。

(二)不同公司航班号相似

不同公司之间航班号发生相似情况也时常发生，虽然不同公司航班号首位数或首两位数一般不会相同，但是后几位数字相似依然可以引发航班号相似，如国航4503与东方5403，南方3441与国航4441。

(三)民航航班与其他飞行之间的航班号相似情况这里指的其他飞行是指军航飞行、民航飞行学院飞行、通用飞行(以成都地区为例)。一般来说，民航航班与这些飞行不容易产生航班号相似，但是由于这些其他飞行的活动时间相对灵活，没有固定的时刻表，因此产生相似的几率也不小，如军航4035与国航4305，航校3621与四川8621等。

(四)其他飞行之间的航班号相似情况

其他飞行活动之间的航班号相似情况比较多，主要原因是：各飞行单位普遍以机尾号即飞机的注册号为航班号，而机尾号是按照顺序编排的，同种机型的航空器的机尾号都是相近的，这就造成了多机同时执行任务时候很容易出现相似航班号，如航校3621、3622，军航10051、10052、10053、10054。

现在相似航班号的特点

(一)多发生在同一公司航班上

以前航班号相同或相似的情况多发生在不同公司之间，而现在绝大多数情况发生在同一公司的航空器上。由于飞行流量的不断增大，各公司的机队规模也不断扩大，而航班号资源越来越紧缺，各公司在编排航班计划表时不是很注意，结果造成了部分航班在执行任务时与本公司其他航班产生相似航班号。

(二)航班号相似多样化

现在的航班号相似点很多，形式也是多种多样的，经过笔者收集，主要有以下一些形式(以成都为例)：

头三位相同，尾数不同的。航班号头三位数字相同，最后一位数字不同，如国航4111、4112，国航4501、4507等；后三位数字相同，首位数字不同，如，东方5403，国航1403，南方3403；首尾相同，中间互换。如四川8671、8761，东方2341、2431；后两位相同，前两位互换位置，如国航4505，东方5405，国航1422，4122；前两位相同，后两位互换位置，如国航4501、4510，四川8664、8646；第一位和第三位相同，二、四位互换，如四川8706、8607；中间一位出现不同数字，其他相同，如国航4313、4113，四川8771，8671；三位数航班号与四位数航班号相似，如国航421与国航4215，1421，4021；其他形式，如四川8644、8664等。

(三)发生的次数多，几率高

我们以成都2006年3月1日为例，出港航班方面：早上08：30左右，相似航班号有国航4421，4441，09：30左右有四川8927、8917，13：30左右有四川8803、8703，13：45左右有国航4103，4183，16：20左右有国航4507、4501，19：10左右有国航4329、4327；进港航班方面，11：30左右有南方3447、3457，15：30左右有海南7587、7855，18：00左右有国航4324、4314，18：15左右有深圳9573、9973、上海9543等。

(四)相似航班同时可能超过两架

笔者在工作中多次发生同时有多架相似航班在一个管制区的情况，如上面的深圳9573、深圳9973、上海9543等，最多一次遇到了6架，当时在成都进近管制区内同时有国航4501、4507、4504、4506、4510、4106，其中450开头的有四架飞机，而国航4501与国航4510相似，国航4506与国航4106相似。多机相似的情况最容易出现在早上大批航班初始离港时。由于航空公司习惯以尾数为“1”的航班号作为自己执行各航线的的第一架飞机，这就造成了大批尾数为“1”的航班。以成都双流机场2006年3月12日为例，从早上08：08到08：35，先后有四川8961、8621、8651、8931、8661、8641等航班起飞，各航班之间航班号非常相似。

(五)相似航班号呼错航班的问题不仅发生在管制员身上，也多次发生在机组身上

笔者在平时工作中多次遇到机组叫错航班号，听错航班号，复诵错航班号的现象，特别是遇到有相似航班号时，出错的几率大大增加，如发给深圳9573的指令，却被深圳9973听成给他的指令。特别是现在有些机组在复诵时不加航班号，造成发生机组误听，管制员无法及时发现并纠正。成都进近曾发生过一起此类事件，当时管制员给一架航班发高度指令时，另一架有相似航班号的航班误以为是给自己的指令并立即回答，但是复诵时没有加航班号，而本来应该接收该指令的航班反而以为是给另一架的指令而没有回答。幸亏当时管制员警惕性高，从飞行员的声音判断飞行员的收听有问题，立即重新发指令，从而避免了一场事故的发生。但是在飞行流量大时，特别是实际工作中左、右座机组经常交换通话，管制员不可能通过声音来判断机组是否正确接收指令。

相似航班号造成的危害

相似航班号是严重影响飞行安全的重要因素，民航的历史上，多次发生因为相似航班号干扰影响管制指挥和飞行员通话造成的事故。2005年11月27日，成都进近发生一起因为相似航班号影响造成的不正常事件。当时，两架国航航班在成都进近空域内飞行，一架是从拉萨回双流的国航4448，另一架是从九寨回双流的国航4484。由于两架航班的航班号非常相似，管制员误把本来应该给国航4484的高度指令发给了国航4448，造成两机同高度冲突。

我们在工作中也多次遇到机组听错航班号的问题，如果不是管制员及时纠正，很有可能造成飞行冲突。

解决办法

(一)在工作中一定养成良好的通话习惯，特别要重视航班号的正确呼叫。在通话中有些不良习惯值得注意，如有些管制员通得过快，语调很平，机组听起来很困难；有些管制员呼公司号时候很轻，基本上是一笔带过，含混不清，甚至是不呼，这样造成机组基本只能听到后面的数字代码；有的管制员通话时公司号呼得很重，音调拖得也很长，而后面的航班号却呼得很快，很容易造成同公司相似航班号的机组分辨不清楚。所以，我们一定要强调通话的质量，通话的效果，要讲究通话的艺术性，发音一定要清楚，特别是遇到航班号这样的重要元素，一定要一个字一个字地、准确、清晰地念出，不要图快。

(二)互相提醒。在管制工作中，经常发生相似航班号现象，而管制席管制员不可能全部察觉，特别遇到大流量时，更需要别人来帮助管制席管制员。这时，协调席管制员、带班主

任甚至包括见习管制员都可以主动提醒管制席管制员注意。当出现相似航班号航班要向下一管制单位移交时，协调席管制员还应该提醒下一个管制单位注意。

(三)及时更改航班号。发现相似航班号以后，除了准确通话外，管制员还可以通过更改航班号的方法来避免呼错航班号。成都进近大多数管制员遇到相似航班号时，一般以机尾号代替航班号来指挥。这样虽然避免了航班号相似的情况，但是也要注意以下几个问题。首先，更改的航班号不要与其他航班产生新的相似。曾经有一次，笔者因为四川8712、四川8702航班号相似而要求8702改航班号为其机尾号2341，但是更改后不到一分钟东方2341就进入成都进近区域，造成新的相似。其次，更改航班号以后，一定要坚持呼变更后的航班号，不要一会老航班号，一会新航班号，造成机组无所适从。第三，利用雷达终端的其他有效功能。以成都管制中心使用欧洲猫雷达终端系统为例，管制员可以利用欧洲猫的高亮功能将相似航班号的标牌置为高亮度，或通过标牌栏的备注功能注明。最后，发现相似航班号要及时更改。有些管制员怕麻烦，或担心机组不配合，不愿意更改。实际工作中，机组对管制员更改航班号是非常配合的，因为这样不仅对管制员有利，对机组也非常有利。但是当遇到多架航班相似不方便更改时，管制员一定要准确通话，同时提醒机组注意相似航班号。

(四)航班计划部门合理安排航班，有效利用航班号资源，避免相似情况出现。如早上出港航班不要都以尾数“1”作为第一架航班，可以将“1、3、5、7、9”作为尾数交叉使用，这样大大减少了航班号的相似度。总之，随着民航的飞速发展，越来越多的航班将展翅高飞，这也向全国的管制员提出了更大的挑战。为了保证飞行的安全，保证旅客的安全，我们必须有效地提高安全意识，减少“错、漏、忘”，特别是减少“错”的发生。通过研究相似航班号，制定对策，减少相似航班号造成的影响，可以大大减少管制员和飞行员发生错误的几率，提高安全系数，使飞行安全得到更好的保障。(摘自《民航管理》No. 6 , 2006)

陆空通话与飞行安全

王爱国

《中国民用航空空中交通管理规则》第十一节对于空中通话及其使用的语言做出了比较详细的规定，其中第五十三条规定：地空管制通话应当使用民航总局空中交通管理局规定的专用术语及规范，保证地空通话简短、明确。通话过程中，对关键性的内容和发音相似、含意相反的语句，应当重复或者复诵；第五十四条规定：中国航空器从事国际飞行的，陆空通话使用英语；从事国内飞行的，陆空通话使用英语或汉语普通话；但在同一机场，同时使用两种语言通话时，管制员应当注意协调；第五十五条规定：在中华人民共和国境内飞行的外国航空器，不论其国籍，陆空通话应当使用英语。

中国民航总局响应国际民航组织的号召，将于2008年起实施航空人员(包括飞行机组、管制员)语言水平等级考核制度，这样，中国将会和各国一样，在航空人员执照管理中体现语言水平等级。北京、上海和广州机场的塔台、进近管制范围内飞行的所有航空器(军航飞机除外)已经于2003年9月1日开始使用英语进行无线电陆空通话，这无疑对我国的民用航空事业提出了更高的要求，同时也使得相关的飞行和空管人员面临更大的挑战：他们必须具备至少英汉两种语言的陆空通话能力。

一、飞行事故案例及其语言分析

英语很早就作为混合语在世界航空界被广泛使用，但是世界各国在使用英语进行陆空通

话时也出现了很多问题，甚至因此造成了可怕的空难。

1. 由于语言通信而引发的飞行事故举例

——1977年，在加那利群岛的泰那莱夫(Tenefife)，由于荷兰KLM机组、美国泛美机组和一名西班牙空管人员之间通话当中的口音问题和不当的飞行术语，导致了航空历史上最为严重的空难之一，583名乘客全部死亡(分析见后文)；

——1980年，还是在泰那莱夫(Tenefife)，另外一名西班牙空中管制人员在向一架丹麦航班发布等待航线许可的指令时，将本来应该说出的“左盘旋等待”(turns to the left)说成是“向左拐”(turn to the left)，导致该架飞机直接向左拐撞山，146人死亡；

——1990年，哥伦比亚Avianca的飞行员驾机在肯尼迪机场上空盘旋等待时，向地面管制人员报告说他们的707飞机燃油不多了。他们本应该说出行术语“燃油紧急”(fuel emergency)，这样地面管制员就会让他们紧急着陆，但是机组却说“最低油量”(minimum fuel)，直至燃油用尽，飞机坠毁，72人遇难；

——1993年，我国飞行员驾驶麦道-80在西北某机场降落时，被飞机接近地面时的自动报警系统所困惑，黑匣子录音记录下飞行员的最后话语。“pull up是什么意思？”

——1995年，美洲航空公司的喷气飞机在哥伦比亚撞山坠毁，原因是机长曾试图指示自动驾驶仪向错误信标方向行驶。事后，地面管制人员说通过飞行员的通信状况他怀疑飞机要出事，可是空管员的英语水准甚至难以保证他发现问题，也无法把问题说得清楚；

——1996年11月13日，一架沙特阿拉伯航班与一架卡萨克斯坦飞机在印度新德里区域上空相撞。虽然调查还在进行当中，但是早有迹象表明，卡萨克斯坦飞行员的英语水平欠佳，他无法听懂印度空管人员用英语发出的指令。

2. 飞行事故语言分析

1977年，荷航4805航班与泛美1736航班在同一条跑道上背向滑行。由于大雾，塔台与飞机之间都互相看不到。以下是当荷航飞机滑到跑道头掉头做180度转弯准备起飞时，向塔台请求ATC许可并复述许可的一段录音摘要：

荷航4805：The KLM4805 is now ready for take-off and we are waiting for our ATC clearance. (荷航4805准备好起飞，请发ATC许可。)

塔台：... you are cleared to PaPa Beacon, climb to and maintain flight level nine zero, right turn after take-off, proceed with heading... (……可以飞往P，上升并保持飞行高度9000英尺，起飞后右转飞航向……)

荷航4805：Ah-Roger, sir, we are cleared to the PaPa Beacon, flight level nine zero until intercepting the three two five, we are now take-off. (明白，可以飞往P，飞行高度9000英尺，切入325径向线，我们现在起飞。)

塔台：OK ... Stand by for take-off, I will call you. (好的……稍等起飞，等我叫你。)

当时，因为目的地机场有恐怖主义活动，4805、1736和其他大部分航班都被迫转道特纳里夫机场备降，该机场能见度不稳定，时好时坏。荷航4805机长急于利用能见度出现短时好转的间隙尽早起飞，并且显然误解了西班牙管制员的本意。当副驾驶还在向塔台复述ATC许可时，机长就开始松刹车加油门。于是副驾驶不是像通常那样非常正规地请求起飞许可，而是在复述放行指令的结尾，顺便加了一句“we are now take-off”(我们正在起飞)。塔台管制员因为机组并未要求起飞并且自己也未给予这种许可，所以将此话理解为“we are now at take-off position”(我们现在在起飞位置)，于是回答：“OK”，在1.89秒后又补充“standby for take-off, I will call you”。几乎与此同时，泛美机组也未能将“we are now at take-off”视为一个明显的起飞信号，但为了明确起见，还是说道：“we are still

taxing down the runway”（我们还在跑道上滑行）。这一发话恰与“stand by for take-off, I will call you”这一关键指令同时进行，造成无线电干扰，尖啸声持续了3秒之久。荷航机组听清楚的只有“OK”这一模棱两可的非标准用语，于是继续起飞，相撞灾难随即发生。

如果空管人员和飞行员能够正确使用通话术语，这场灾难完全可以避免。飞行员在起飞前应该“request” for take off，而不是直接呼出“we are now at take-off”，一旦呼出，则可以改为“we are now taking off”；而空管员应该立刻制止起飞，果断说出：“negative”或者“abort the take off!” 而不应该随便说出“OK”这样的不规范口语指令。

3. 案例之后看语言的运用及对策

在陆空通信中，管制员与飞行员使用的是一种有别于任何生活语言的专业语言，这种语言的语法、语汇、语音及语义与生活中的语言有很多区别，例如：汉语和英语中的1、2、3、4、5、6、7、8、9、0在通信中的发音与生活中的发音有很大区别；英语的26个字母在通信中的读音与普通英语的读音完全不同。这种专业语言在无线通信中简洁明了，抗干扰能力强，有利于通信双方准确、快速地传递各种航空信息。对这种专业语言特性掌握和理解的程度如何、对这种专业语言使用的熟练程度如何直接关系到通信质量的高低。而空中通信的每一句话都是在传达有关的指令，必须要做到百分之百的准确，因为通信质量达不到要求所产生的任何差错和误解都会给飞行安全埋下事故隐患。不经过专门学习和严格训练就无法很好掌握和理解这种语言特性，因此，未经专门训练就担任空中通信会对飞行安全造成一种潜在的威胁。

中国飞行员在学习英语时应该特别注意读音和语义两个方面。在语音方面，由于受方言和口语的影响，有的学员会将report错读为 / leport /，将over错读为 / ower /，将WILCO错读为 / VILCO /，严重者难以区分 / NO / 和 / LOW /，这是由母语的影响所导致的。类似的问题很多，都应该在英语学习中不断改正。

航空运行是一个大系统、一个紧密联系的整体，飞行员、管制员是控制航空器正常运行的两个最重要的因素，两者之间联系越紧密，彼此之间越了解，运行起来就越和谐，因此，飞行员应在掌握管制指挥规定和要求的基础上，到ATC指挥现场观看管制员如何指挥调度，到雷达管制模拟机上进行模拟指挥，为正确理解ATC指令、树立全局观念打下良好运行基础。而管制员则可请飞行员介绍航空器性能、特殊情况处置程序，以避免发出一些航空器无法接受的指令。有条件的单位可直接到飞行全动模拟机观摩飞行机组的培训，了解应急状态下飞行机组最需要来自ATC的什么援助和安全引导。

二，有效通信的模式及其干扰因素

为了更好说明有效通信，我们有必要了解通信的程序。在最基本的通信模式中，双向通信包括发送方、信息和接受方。模式如下：发送者(输入代码) > 信息 > 接收者(破译代码) > 接收者变成发送者并且输入代码 > 信息 > 接收者(破译代码)。国际民航组织所要求的通信技术为四个步骤的“证实 / 更正”闭路循环：发送者发射信息—接收者积极收听信息(n)，接收者向发送者复诵信息—发送者积极 收听正确的复诵(U)。

空中交通管理活动实际上是“ATC指令”通过“空中交通管制员”—“飞行员”—“航空器”这种链式结构来传递和实现，因此若想要飞机运行畅通、有序和安全，“空中交通管制员”发出的指令必须具有引导性、准确性和唯一性，“飞行员”执行指令必须恰当(根据指令要求和飞机运行反馈信息综合判断，做出正确的操纵)。在全程监视飞机的动态变化趋势的过程中，“空中交通管制员”必须及时发出有效的修正指令或下一步指令，避免使用不规范的陆空通话用语。从人机关系看，“空中交通管制员”和“飞行员”都属“人”的范畴，

二者虽然一个地上一个天上，但二者工作的终极目标都是为了保证飞机的运行安全，因此两者之间的指令信息传递特别是关键性的动作指令应答，必须符合标准并且不存在歧义，内涵和外延都必须重合一致，只能是一令一果，不得一令多果。

在有效通信中，接收者所破译的信息正是发送者所发出的信息。如果试图发送的信息无法输入或者适当地破译，那么通信过程会出现暂时的中断现象，话语可能出现误会，恭维可能会被视为侮辱，或者一个笑话会被理解成是奚落人。信息发送过程中还会出现其他种种障碍，如噪音 / 静电干扰、多边通信、疲劳、紧张、受扰分神、信息不完整、措辞模糊、缺乏诚信、关系不融洽、从个人角度考虑问题、行话等等。

自1951年国际民航组织理事会确定了英语为世界范围内的陆空通话用语以来，该组织的近200个成员国都根据这个标准实施陆空通话，但是几乎没有一个国家能真正做到完全标准化，其中原因很多，有ATC平时习惯用法的影响，也有因母语不同而造成英语理解能力的偏离等等。美国航空航天局(NASA)通过对航空安全报告制度资料的分析，对陆空通话中由于语言错误所导致的飞行事故做出如下统计：

- 通话内容不正确，包括数据、判断、理解错误，约占14% ；
- 通话语言含糊不清，包括非标准用语，约占9. 9%；
- 通话用语内容不充分，包括内容不完整，信息不齐全，约占5. 5% ；
- 通话用语无反馈复诵，约占13%。

飞行中的陆空通话，不论是用母语还是用英语，都必须遵循国际通话程序和标准，对每一个通话的关键要素都必须复述、证实清楚，杜绝所谓的“合理补充”，这是飞行安全的基本要求。

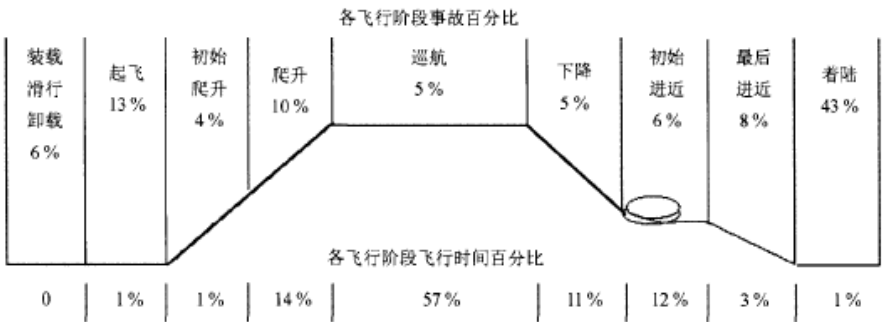
我们应该提高对空中有效通信的认识程度，确实认清有效通信是保证飞行安全的重要环节，坚持通信用语的统一性和标准性，最大限度地发挥有效通信对飞行安全的保障作用和促进作用，实现新世纪对飞行安全的新要求。（摘自《中国民用航空》No. 1 , 2006）

如何预防飞行过程中的不安全因素

赵鹏 倪文 韩峰

1 引言

民航专业人士把飞机起飞爬升的3分钟和进近着陆的最后8分钟称之为“黑色的11分钟”。一个完整的航段主要包括起飞、爬升、巡航、航路下降、进近、着陆6个阶段。每个阶段都有可能发生安全问题，但事故发生率大不相同。据资料统计，世界民航1991-2000年运输飞行事故中，



世界民航 1991-2000 年各飞行阶段飞行事故统计图

起飞阶段发生飞行事故占17%，最后进近和着陆阶段高达51%；而巡航阶段占全部飞行时间

的57%，发生事故的比例却仅有5%，如下图所示。各阶段发生事故与人为因素相关的占了70%~80%。个人飞行技术不过关和对风险问题认识不充分，思想上放松是人为因素的两个主要方面。

风险是事故产生的前提，它包含了事故发生的可能性和严重性，因此，降低事故率的有效方法是主动识别和控制风险。风险意识检查单就是一种主动的、行之有效的安全管理方法。它的核心是对不安全问题的认识程度和认识水平，通过实际风险分析、总结危险源——飞行各阶段的安全问题，分阶段建立安全风险意识检查单，广泛运用CRM(Crew Resource Management—机组资源管理)，让每个飞行员都积极参与到保障飞行安全的过程中来。

2 起飞阶段

2.1 起飞操作

飞机的起飞是一个加速过程，通常被细分为起飞滑跑、离地和上升3个阶段。喷气飞机属于前3点飞机，它在滑跑中具有较好的方向稳定性，需要注意的是前3点飞机的停机角比较小，如果在整个起飞滑跑阶段都保持3点姿态滑跑，则迎角和升力系数较小，必然要将速度增大到很大才能产生足够的升力使飞机离地，这样，滑跑距离势必很长。因此，为了减小离地速度，缩短滑跑距离，当速度增大到一定程度时，就要适当拉杆，抬起前轮作两点滑跑，增大迎角、提高升力。

在起飞阶段技术操作上，应注意抬前轮的时机要恰当。

1)抬前轮时机过早，要产生足够的上仰力矩就要多拉杆，随着速度增大，上仰力矩迅速增加，会造成飞机大迎角、小速度离地，飞机容易进入失速状态，或者使发动机超负荷运转，另外还可能造成机尾擦地。

2)抬前轮时机过晚，小迎角爬升，又会造成飞机离地速度过大，增长滑跑距离，而且还由于从拉杆抬前轮到离地的时间很短，驾驶员不易修正前轮抬起后的“机身迎角”而保持适当的“离地迎角”，容易导致机翼升力突增，造成飞机猛然离地。

3)更危险的是如果飞机的爬升梯度达不到该跑道起飞离场规定的梯度时，飞机就不能安全飞越前方的障碍物。从既保证安全又要缩短滑跑距离的要求出发，各型飞机主轮离地速度都有其具体规定。驾驶员可从速度表判断起飞离地速度，从俯仰指示器或机头与地平线的相对位置来判断前轮抬起后的机身迎角是否适当。

2.2 起飞面对的危险

起飞是执行飞行任务的开始，但是由于周围环境、飞机系统和飞行机组搭配 / 配合等因素的影响，从起飞动作开始的3分钟却是危险的3分钟。

例如：

1)中低空冲突。起飞离场飞机的活动区域与进近着陆的飞机活动区域相同，而且绝大多数情况下两者都要飞越同一位置点(走廊口或航路归航点)，有可能会造成飞行冲突，因此，要求驾驶员在起飞离场过程中注意监听、观察周围的飞行活动情况、与空中交通管制充分沟通，避免两机空中相撞事故的发生。

2)污染的跑道。跑道上有积水、积冰或者雪浆等污染物，这些污染物的存在必定会影响到飞机起飞滑跑的距离、方向的保持、中断起飞的停止距离等，许多中断起飞偏出跑道的事都与跑道上的污染物相关。

3)低能见度。低能见度不利于驾驶员对跑道上、跑道外障碍物的识别与判断，一些鸟击事故、起飞过程中与跑道上障碍物相撞的事故都与低能见度相关。

4)爆胎。起飞过程中如果轮胎爆破，除了对保持起飞方向有较大影响外，轮胎碎片会像炮弹一样，可能击中发动机、机身内的操作系统、电器系统等使后果不堪设想。

5) 鸟击。飞机起飞、降落时，距地面100m是最容易遭到鸟击的高度，约占鸟击发生次数的90%。此时，起飞的飞机发动机功率达到最大，飞行速度迅速提升，飞行姿态最不稳定；而在降落的飞机因巨大的惯性，驾驶员必须完成控制飞机姿态的复杂操作，质量巨大的飞机以300公里时速飞行，一旦遭遇飞鸟根本无法避让，发动机强大的吸力会将鸟吸入，从而对发动机造成极大损坏，将导致飞机中断起飞或返航，其中机翼、雷达整流罩、发动机风扇、起落架是最易被撞的部位。

6) 系统失效。有些系统可能会在起飞过程中失效，注意到这些失效警告信号后，驾驶员需要做出决断——中断起飞还是继续起飞。例如发动机失效，当滑跑速度小于 V_1 时机组应中断起飞，当起飞滑跑速度超过 V_1 ，除非出现极其危险的情况，否则绝不能中断起飞。

7) 恶劣天气。航空事故 / 事故征候的发生往往都伴随恶劣的天气，如机场周围伴有雷暴、风切变等危险天气，另外，恶劣的天气又使得机场航班大量延误，这样会使机组产生急躁不安的情绪，影响CRM正常发挥。因此，越是恶劣的天气，驾驶员就越应沉着冷静，保持平和的心态。

2.3 起飞前简述与风险意识检查单

为了避免起飞事故的发生，机组起飞前有必要对起飞做好充分的准备。起飞前简述是对工作负荷进行合理分配的重要方法，也是将驾驶舱工作负荷控制在适宜范围内的有效途径。

通过起飞前简述，完成机组分工，使机组成员充分认识当前机场的天气情况、周围环境、跑道条件、离场程序等，并且通过简述树立起机组的风险意识，提高警觉，从而减小风险。好的简述应该采用双向或者三向式交流，为全程飞行交流设置一个良好的基调。机长应发挥核心作用，注意协调自身的权威性与机组成员的直陈性之间的平衡，保证机组成员的积极参与。

起飞检查单也是避免人的失误和遗忘的主要手段，是起飞前必不可少的一道程序，机组绝不能因为经验丰富或者对机场环境、机型条件等熟悉而忽视使用。

因此，除了正常标准程序检查单外，还有必要制定起飞前机组风险意识检查单，供机组在起飞前简述时使用，参照国际飞行安全基金会的进近风险意识检查单，总结得到起飞前机

表1 起飞前风险意识检查单

风险要素	风险因素	风险等级	检查记录
机组	长时间飞行(疲劳)	▲▲	
	机组搭配	▲▲	
	延误(情绪稳定)	▲▲	
	应急准备和起飞前简令	▲▲▲	
	起飞检查单	▲▲▲	
机场服务和设备	没有雷达服务或机场塔台服务	▲▲▲	
	起飞离场程序复杂	▲▲	
	机场鸟类活动频繁	▲	
	机场交通流量大	▲▲	
环境	丘陵或山区	▲▲	
	能见度受限——黄昏、雾、霾、烟等	▲▲	
	风况，如阵风、侧风、台风、风切变	▲▲▲	
	跑道状况——积水、积雪、积冰等	▲▲▲	
飞机	没有风切变报警系统	▲	
	没有机载防撞系统	▲	

组风险意识检查单，如表1所示。

“▲”为风险警告标志，“▲”越多，其造成起飞事故的风险就越大。而起飞事故往往是由多个风险因素综合作用造成的，所以不单要注意某个因素的风险大小，而且还要注意当

时条件下综合所有风险的大小。

3 进近阶段

进近阶段是一个飞行速度不断减小、高度不断降低、机动性能逐渐变弱、飞行操作复杂、供机组处置时间短暂的飞行阶段，而进近与着陆是密切相关的，没有一个好的进近就不可能有一个好的着陆，所以在这个飞行阶段驾驶员必须严格按照标准程序实施仪表进近，这样才能更好地避免飞行事故的发生，保证飞行安全。

进近过程机组成员应积极配合。不飞的驾驶员应实施标准喊话，加强整个机组对飞机状态的了解。喊话不仅应包括正式项目“航向道移动”或“1000 ft”，还需要喊出与计划的速度、高度、下降率和仪表指示的误差，如果操纵飞机的驾驶员对危及安全的一些偏差现象未能采取有效方法，如低于最低安全高度或规定高度，还应该动作提示。

为减少进近着陆事故的发生，国际飞行安全基金会减少进近着陆事故研究专家小组制定了进近着陆阶段的风险意识检查单(见表2)，其目的是要增强机组的风险意识，减少进近着陆阶段事故的发生。

通常稳定的进近形态应在高于地面305 m(1 000 ft)以上取得，如果在距地面152m(500ft)时仍没有建立稳定进近，应立即复飞。

表 2 进近着陆风险意识检查单

未认识到执行复飞是造成进近着陆事故的主要原因			
风险要素	风险因素	风险等级	检查记录
机组	长时间飞行(疲劳)	▲▲	
	单人制机组飞行	▲▲	
机场服务和设备	没有进近雷达服务或机场塔台服务	▲▲▲	
	没有最新的目的地机场气象报告	▲▲	
	不熟悉的机场或不熟悉的程序	▲	
	没有进近灯或跑道灯	▲	
	国外机场——通信/语言障碍问题	▲▲▲	
进近程序	非精密进近——特别是有梯级下降的程序或盘旋进近	▲▲	
	黄昏时有目视进近	▲▲	
	近期可能发生跑道变化	▲	
	未公布标准仪表进场程序	▲▲	
环境	丘陵或山区	▲▲	
	能见度受限——黄昏、雾、霾烟等	▲▲	
	易产生错觉——倾斜地形、湿跑道、雪等	▲▲	
	风况，如阵风、侧风、台风、风切变	▲▲	
	跑道状况——积水、积雪、积冰等		
	低温效应——真高比指示高度低等	▲▲▲	
机载设备	没有(增强型)近地警告系统	▲▲▲	
	没有无线电高度表	▲▲▲	
	没有风切变报警系统	▲	
	没有机载防撞系统	▲	

4 着陆阶段

4.1 着陆操作

飞机着陆过程一般可分为5个阶段，即下滑、拉平、平飘、接地和着陆滑跑。

飞机着陆，一般采用带小油门下滑的方法下降。驾驶员应根据飞机的离地和下沉接近地面的情况，掌握好拉杆量和快慢，如飞机离地高度高、下沉慢、俯角小，拉杆的动作应适当慢一些；反之，采取相反的动作。

飞机拉平后，速度仍然较大，不能立即接地，需要在离地0.5~1.0m高度上继续减速，这个过程就是平飘。在这个阶段，驾驶员仍需不断后拉杆增大迎角，提高升力，使升力近似于飞机重力，让飞机缓慢下沉。一般要在离地0.15~0.25 m的高度上把飞机拉成两点姿态，

同时减速至接地速度。

在平飘前段，因飞机速度较大，只需稍拉杆增加少量的迎角，就能保持平飘所需的升力，若拉杆量过大，升力突增，飞机将会向上飘起；在平飘后段，因此时飞机速度较小，下沉加速，需增大拉杆量来增大迎角，从而获得所需升力，保证飞机轻轻接地，若此时拉杆量不够，就不能完成接地迎角姿态，造成飞机跳跃。在平飘过程中，还须注意用舵保持好方向。如有倾斜，应立即以杆舵一致的动作修正。因此时迎角大速度小，副翼效用弱，应利用方向舵支援副翼，即向倾斜的反方向蹬舵，帮助副翼修正飞机的倾斜。在平飘中，拉杆的时机、分量和快慢，由飞机的速度和下沉情况来决定。飞机速度大，下沉慢，拉杆动作应慢些；反之，速度小，下沉快，拉杆适当加快。

飞机在下沉过程中，由于迎角要增大，地面效应增强，迎角安定力矩会使机头自动下俯，前轮自动接地。故在接地前，还要继续向后带杆，才能保持好飞机所需的接地姿态，而且接地时有一定升力，使飞机以较小的下沉速度轻轻接地，机轮与跑道的撞击力较小，滑跑距离也较短。

4.2 复飞

50%以上的进近着陆事故是没有复飞造成的。很多情况下，机组可能没有足够的信息认识到复飞的必要性。另外也有许多情况是机组认识到复飞的必要性，却没有正常执行复飞程序。其原因是人们常把复飞视为污点，但是为了保证飞行安全，驾驶员必须克服错误观念，认识到复飞是保证飞行安全的重要手段。

该复飞的复飞，如遇下列情况应果断执行复飞程序，所有复飞必须严格按照各机型复飞程序进行：

- 1) 仪表进近五边时，飞机不能根据机载或地面导航设备满足正常的导航精度时。
- 2) 仪表进近低于最低安全高度时，机载或地面无线电助航设备不可靠或完全失效时。
- 3) 进近着陆下降至50m时，精密进近偏离航道一个点、偏离下滑道两个点，非精密进近(含能见飞行)航向偏出一个跑道、高度偏差过大而无法保证在着陆地带着陆时。
- 4) 非精密进近到达复飞点或精密进近至决断高度 / 高时，不能建立目视参考时。
- 5) 目视进近当飞机下降到距地面500ft或仪表进近当飞机下降到距地面1000ft，飞机还未建立着陆形态或稳定进近时。
- 6) 夜航通常进近至100-70m着陆出现光屏看不清跑道时，具有在任何高度复飞性能的飞机如果继续进近仍出现光屏看不清跑道时，应果断复飞。
- 7) 所有情况下的进近，飞机各系统和发动机发生故障没有完成检查单处理项目时。
- 8) 天气情况低于机场和机长的天气标准，如进近中遇到低空风切变、暴雨、能见度很低时。
- 9) 空中管制员发出了复飞指令或进近着陆失去空地通讯联络时。

10) 机组对落地缺乏信心时。复飞方式正常情况下有3种，即自动复飞、人工复飞和单通道复飞；特殊情况下有单发复飞和系统故障条件下的复飞，这两种复飞有一定难度。

单发复飞的难点在于动力不足，单发造成的方向偏转力矩较大，若配合蹬舵不及时容易形成大角度侧滑，在低高度引起飞机滚转，严重危及飞行安全。因此，低高度“单发复飞”一要及时(按压任一复飞电门，加油门至复飞推力，抬机头至复飞姿态)，二要准确(随加油门动作，顺势向“好发”方向蹬舵)，以确保飞机不掉或少掉高度和不偏方向，使飞机及时转入稳定的复飞状态。

在系统故障条件下复飞，为保证飞机机动的安全性，复飞过程中，对飞行速度和坡度有严格的限制，例如：波音777—200机型对“右+中液压系统压力”的复飞动作要求是：完成

正常复飞，在215kt以下限制坡度15°；在襟翼未收到中区之前，不要超过215kt。

5 结论

1) 笔者详细地剖析了起飞和降落阶段中的飞行操作，指出了其中的危险因素；

2) 为避免飞行事故或降低飞行事故风险程度，提出了相应的安全措施和应掌握的技术难点；

3) 为预防飞行过程中的不安全因素，从充分应用资源，执行规范及标准，提高驾驶员飞行素质等方面，提出下列建议：

① 使用驾驶舱资源管理工具，如交流与简述、质询与反应。

② 树立风险意识、严格执行标准程序和检查单、规范操作动作、交叉检查、标准喊话。

③ 加强地面培训工作，利用地面飞行模拟器对飞行员进行专门的飞行模拟训练提高飞行员的素质。（摘自《中国安全科学学报》No. 4, 2006）

复飞点复飞，保证安全的最后时机

孔成安 何运成

前言

“保证安全第一，改善服务工作、争取飞行正常”是民航的中心任务，当然最关键的问题是飞行安全。国际民航组织及世界各国制定出了许多切实可行的规章、安全条例和防范措施，并取得了一定的成效，但每年仍有飞行事故和事故征候发生。经统计，发生在进近着陆阶段的事故可以占到事故总数的27%以上，进近着陆阶段是事故的绝对多发阶段。在飞机到达飞行终端区向着陆跑道进近过程中，有时因为主客观的各种原因，飞机难以安全着陆。这时，机长如果不能正确处理继续进近与终止进近的关系，不能把握住复飞这个安全飞行的重要关口，将可能导致严重后果，因此而造成飞机失事的例子不乏其数，而且情况十分相似。由于不能严格执行复飞程序而造成的进近事故在整个进近事故中占有不小比例。不严格执行复飞程序主要是指复飞时机把握不好，复飞时机偏晚。在飞机到达复飞点时由于各种原因造成着陆条件不成熟本该立即果断地复飞，但是有些飞行员对复飞程序认识不深，甚至不正确，认为飞机不一定非要在复飞点复飞才是安全的，在飞机到达复飞点时犹豫不决，还想继续进近尝试着陆，在飞机实在无法着陆的时候才拉起飞机复飞。这个误区主要是对整个复飞航段程序认识不清所引起的。这样的做法存在非常大的安全隐患，对保证飞行安全带来很大的不利影响。

进近程序的组成

仪表进近程序是飞机根据飞行仪表和对障碍物保持规定的超障余度所进行的一系列预定的机动飞行。这种机动飞行从起始进近定位点或从规定的进场航路开始，至能完成着陆的一点为止，如果不能完成着陆，则飞至等待或航路飞行的超障准则的位置。一个完整的仪表进近程序通常分为5个单独的航段。

仪表进近程序的5个航段

——进场航段：飞机从航路飞行阶段脱离飞至起始进近定位点IAF的航段。一般在空中交通流量较大的机场设置有进场航段并予以公布，用于理顺航路和机场运行路线间的关系，提高运行效益，维护空中交通秩序，保证空中交通畅通，增大空中交通流量。

——起始进近航段：由起始进近定位点IAF开始至中间进近定位点IF或最后进近定位点

/最后进近点FAF / FAP为止，用于飞机消失高度并通过一系列预定的机动飞行完成对正中间或最后进近航段。

——中间进近航段：从中间进近定位点IF至最后进近定位点 / 最后进近点FAF / FAP为止。它是起始进近与最后进近之间的过渡航段，用于调整飞机外形、速度和位置，完成对正并进入最后进近航段。

——最后进近航段：其飞行包括两个部分：仪表飞行部分是从FAF / FAP开始至复飞点MAPt为止，目视飞行部分可向跑道做直线进入着陆，或向机场做目视盘旋进近着陆。最后进近航段是完成航迹对准和下降着陆的航段，是保证安全着陆的关键阶段。

——复飞航段：从复飞点开始，到飞机爬升至可以做另一次进近或回到指定的等待航线或重新开始航线飞行的高度为止。每个仪表进近必须制定并公布一种复飞程序。

仪表进近程序各航段最低超障高度的确定

一、最小超障余度(MOC)

超障余度就是飞越安全保护区的障碍物上空时，保证飞机不致与障碍物相撞的垂直间隔，用MOC表示。在设计仪表进近程序时，主要的安全考虑就是超障余度。

二、最低超障高度

确保安全的程序是设计考虑的首要因素。最低超障高度就是保证飞行过程中飞机不致与超障区的障碍物相撞的最低安全高度。飞机飞越障碍物时的最低超障高度(OCA)等于该障碍物标高(h0)加上最小超障余度(MOC)，即：

$OCA=h_0+MOC$ (如图1所示)

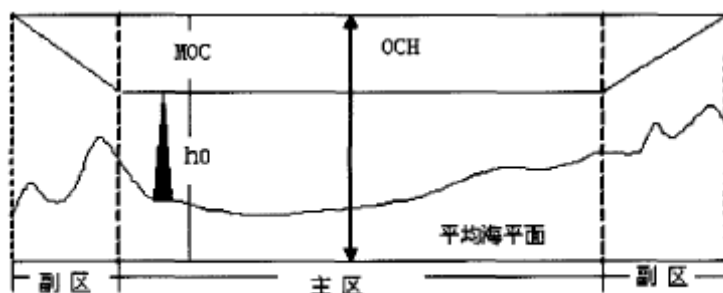


图1 计算最低超障高度

在主区，对各障碍物提供的超障余度都是相同的，超障碍物越高，要求的最低超障高度就越高。在副区，处于不同位置的障碍物其超障余度则不相同，其中标高很高的要求的最低超障高度不一定很高。因此，在计算最低超障高度时，对副区的障碍物必须逐个计算其超障余度和超障高，对主区内的障碍物只需计算飞越其中最高障碍物的超障高度就可以了。

复飞程序的设计

在仪表进近程序的复飞航段，驾驶员在进行复飞过程中要进行改变飞机的外形、姿态和高度等工作，因此设计的复飞程序应尽可能简单。通常复飞航段包括复飞的起始阶段、复飞的中间阶段和复飞的最后阶段(如图2所示)。

复飞的起始阶段

从复飞点MAPt开始至开始爬升点(SOC—Start of Climb)为止。在这个阶段需要驾驶员集中注意力操作飞机，特别是建立爬升和改变外形，并且假定在这些操作过程中不能完全使用引导设备，因而在复飞起始阶段不允许改变飞行航向。

复飞的中间阶段

飞机继续以稳定速度上升直至取得并能保持50m(164ft)超障余度的第一点为止。在这个阶段有航迹引导较有利，其复飞航迹可以从起始阶段的SOC开始改变不超过 15° ，在这个阶段

飞行中，飞机要开始修正航迹。复飞面的标称上升梯度为2.5%，在实际飞行设计中，如果2.5%的上升梯度不能满足实际的超障要求，则应按需要增加爬升梯度或增加最后进近段的最低下降高OCH。当设计复飞程序所用的梯度不是标称梯度时，会在仪表进近图中说明。

复飞的最后阶段

最后阶段紧接着中间复飞阶段，延伸到可以开始做一次新的进近、等待或回到航线飞行（飞往备降机场）为止。在这个阶段可根据需要进行转弯。

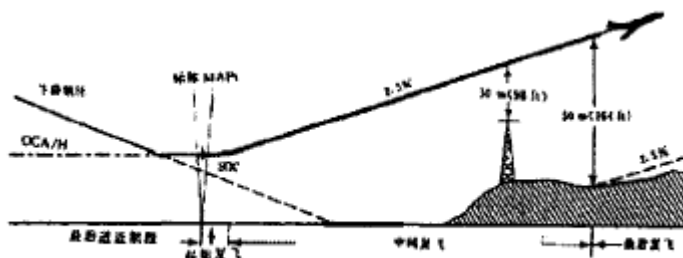


图2 复飞航段

事例分析

福州义序机场事例分析

1993年10月26日，中国东方航空齐鲁有限公司MD-82型B-2103号飞机执行航班飞行任务，在福州义序机场降落时发生一等飞行事故。按福州机场仪表进近程序规定，IGS进近的MDH为170米，MDII的通常位置距离IGS / DME1.7海里，当机组下降到MDH并到达IGS / DME1.7海里时，没有看到跑道，应该按复飞程序拉升，但机组仍旧继续盲目进近。当飞机距跑道入口1公里时，飞机高度约20米，机组觉得落地困难，决定复飞，机长加油门到复飞推力，并收襟翼，收起落架。由于飞机姿态不稳，高度没有即刻上升，而且还在继续下沉。机长见无力使飞机恢复复飞正常状态，又决定迫降，从飞行数据记录器上看到，油门在复飞推力上仅停留4秒。飞机进入跑道1983米时机尾擦地，随后机身后部也继续擦地，最后飞机冲出跑道达385米（见图3）。

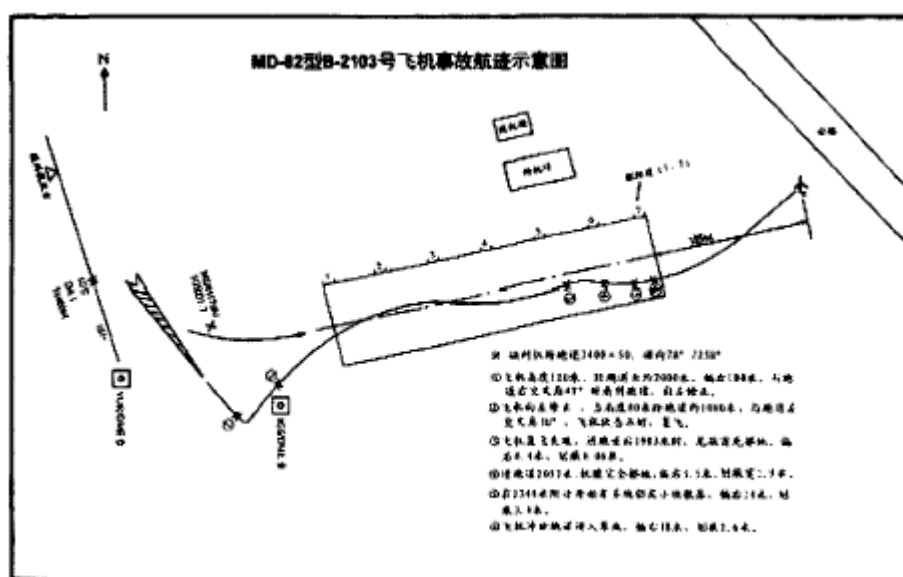


图3 MD-82 型 B-2103 号飞机事故航迹示意图

不难看出，造成这次事故的原因是机组违反福州机场仪表进近程序，当下降到最低高度不能转为目视的情况下，仍然盲目下降和进近，没有按规定果断复飞，再加上机组配合不好，

操纵失当，造成了此次事故。

具体经过是：当飞机高度下降到95米看到跑道后，机组发现偏右较多，在已不具备着陆条件的情况下仍不复飞，而是大角度、大下降率向左修正，一直下到20米左右飞机高度、速度、方向均不正常，机组感到落地困难，才决定复飞。当加油门复飞4秒后，由于发动机延迟性，尚未达到复飞推力，飞机下沉，姿态不稳，机组情绪紧张，又将油门收回进行迫降，结果进入跑道1983米才接地，最后冲出跑道。

法航A320复飞事例分析

新交付法国航空公司的一架A320飞机为一家飞行俱乐部进行飞行表演，在进行一次进近表演过程中，复飞时机偏晚，再加上发动机推力延迟性，飞机在跑道尾端仍然无法提升高度，无法满足复飞程序中的超障要求。飞机擦过树林顶端，缓慢坠入树林中，爆炸起火。

这架飞机的机组不按标准进近程序中规定的程序飞行，擅自推迟复飞时机是造成这次恶性事故的主要原因。该机组对飞行程序认识不清，严格飞行程序的意识不强，机组应对这次事故负主要责任。

完成好复飞的建议措施

严格执行飞行程序是保证飞行安全的一个关键。以上部分我们已经通过理论和实例结合的方法，充分论述了复飞点是执行复飞程序的最晚时机，及不按正确飞行程序飞行、擅自推迟复飞时机所带来的危害。

但是在很长的一个时期内，不少人对复飞这个重要飞行程序在认识上有片面性，在行动上忽视的。有的飞行员飞行准备不足，飞行中临阵处置慌乱；有的由于多种原因不愿意复飞，如盲目自信、存在侥幸心理、怕“丢面子”；有的领导干部和运行管理人员对于复飞的飞行员不给好脸色，而对于违反规定着陆的却给予肯定甚至赞许，实际上片面地把是否复飞当成了衡量技术水平高低的一个尺度，而不是把是否复飞当成法定的飞行程序，违背了按章办事的准则，从外部环境给飞行员形成额外的压力。以上种种原因造成了飞行员在遇到特殊情况或恶劣天气时，不是想着果断复飞，而是盲目进近，想侥幸着陆，等到实在不能着陆时，已错过正确的复飞时机。这一系列的因素成了进近和着陆过程中飞行事故的基本根源。

为了正确认识和把握住复飞这个关口，在这里对如何做好复飞提一些粗浅的建议：

端正进近着陆中的复飞意识

进近是着陆的前驱，稳定的五边进近是保证安全着陆的基础，着陆是机长的主导意识，而复飞意识应贯穿在进近和着陆中，它所起到的是安全防护作用。机长必须将两者密切结合在一起，形成一个完整的进近着陆安全意识。在每次进近前，机长都应对复飞程序、复飞操作和复飞时的机组配合做一个明确的简令，这对进近着陆的安全保证是十分重要的。同时也应强调，复飞是机长的决策，也是机组每一个成员的责任，密切的机组配合是在复杂气象条件下成功的进近着陆所必需的，因为在进近着陆中，机长也有武断和失误的时候，专一的着陆心态容易使他违反客观条件而勉强着陆，机组的标准喊话和相互提醒是弥补机长失误的最好方法。譬如，在决断区，飞机轨迹偏离出可操作范围，机长想竭力切回航迹，由于心情比较急躁，操作动作可能比较粗猛，这是仪表操作动作的一大忌，如果机组成员能及时提醒复飞，就可能避免造成不安全的因素。或者在决断高度，机长判断进近轨迹正常，但还没有看到地面标志，认为再继续进近一点就可能见到跑道着陆，如果机组成员能及时提醒采取复飞措施，就可以避免机长违反操作规定，违反操作规定本身就是不安全因素。

准确判断复飞时机

回顾民航发生过的各个与最后进近和复飞航段有关的事故和事故征候，其主要原因是机组没有严格掌握标准、把握好时机，最后关口没采取复飞这个保证安全的最后手段，最终导

致严重事故征候甚至事故的发生。飞行员必须严格遵守规定，在天气不允许或有其他原因造成不能着陆时必须果断复飞。从对已发生的进近、着陆阶段出现的飞行事故征候的分析中发现，发生问题的原因主要表现在：违章操作、技能和经验不足、机组配合不好、对知识的了解不足等。机组人员应明确所飞机型在什么情况下可以继续进近着陆，什么情况下必须终止进近着陆果断复飞。民航总局1992年9月8日发布的《关于确保飞行安全的命令》规定了复飞的标准（见表一）。

表1 复飞的一般标准

3	复飞标准
2	飞机下降至最低高度（决断高度）跑道有障碍物时，必须复飞
3	五边进近下降高度高，过远台后短时修正下降率未超过 100ft/m，必须复飞
4	ILS 进近，下降至决断高度航道（LOC）偏离 1 个点以上时，必须复飞
5	着陆进入跑道头速度大于 $V_{ref}+15$ （遵照本机型最大 V_{at} 限制）时，必须复飞
6	ADF 穿云着陆过程中监听到 NDB 呼号不对或工作不正常时，必须复飞
7	ILS 穿云着陆过程中，地面发射信号或机上接收信号不正常，又不能目视着陆时，必须复飞
8	进近着陆过程中跑道上空有雷雨过境时，必须复飞，避开等待
9	下降着陆失去空地通信联络时，必须复飞
10	长五边发生单发、失火、失速警告、起落架警告、近地警告等故障，处理后不能正常着陆时，必须复飞
11	进近过程中 1000ft 以下，未经操纵而指示空速突然变化大于 15kt 时，必须复飞
12	进近过程中 1000ft 以下，未经操纵而垂直速度变化大于 500ft/m，应该立即复飞
13	进近过程中 1000ft 以下，未经操纵而俯仰指示变化 5 度以上时，应该立即复飞
14	高原、山区机场进近过程中，遇到中度以上颠簸时，必须复飞
15	进近过程中，跑道风向风速突然改变，侧风或顺风超过标准时，必须复飞
16	进近过程中，侧风在机型标准以内，但由于降水较大，使侧风标准降低时，必须复飞
17	进近过程中，ATC 报告 RVR 低于标准时，必须复飞
18	进近过程中，大雨使跑道积水超过标准时，必须复飞
19	下滑着陆时，有迫降的飞机优先着陆时，应该复飞避让
20	两架飞机同时下滑着陆，前面、左侧或者高度较低的飞机应先降落，后面、右侧或者高度较高的飞机，应该复飞
21	本场训练飞行下滑着陆，同时有航班飞机跟进着陆，影响航班飞机正常着陆时，应该复飞
22	ATC 指令复飞时，应该立即复飞
23	在五边进近着陆过程中，机长对飞机状态和整个飞行状况有不清楚或感到不踏实时，应该立即复飞

做出这样详细的规定，就是为机组能准确地把握最后进近阶段的飞行，及时地做出着陆或复飞的决定。在决定过程中，无论是继续进近还是复飞，一定要坚持“安全第一”这一基本原则，严格掌握标准，防止在“临界”情况下该复飞不复飞，勉强着陆而发生问题。

加强复飞时的机组配合

机组配合是驾驶舱资源管理的一部分。当左座机长下口令“复飞”，并按复飞程序操作时，右座不操作飞机的飞行员应注意左座的操作，主要是监控复飞推力和复飞姿态，如有不适当地方应提醒或参与操作，但也要有分寸，在一般情况下，没有超过正常操作范围，以提醒为主，如果超过正常范围或者有可能危及安全时应参与操作，因为保证飞行安全是每一个机组成员的责任。在机组配合的过程中，不操作飞机的飞行员在执行口令时要保持清醒的头脑，加以分析和判断，以免执行失误的口令。

结束语

复飞是飞行员进近着陆过程中保证安全的一种措施，而正确合理的复飞又是执行这一措施的关键。把握好复飞时机、严格遵守正确的复飞程序，是飞行员保证飞行安全最有利的武器。如果在复杂气象条件下进近着陆时能够很好地发挥复飞的安全防护，那么在进近着陆过程中相当部分的事故或事故征候就可以避免，飞行安全就可以跨上一个新台阶。为了达到这样的目的，应采取不同的形式对飞行员进行进近培训，增强飞行员严格执行飞行程序的意识，使他们能更深刻理解：复飞点是执行复飞程序的最晚时机。（摘自《中国民用航空》No. 3, 2006）

掌握结冰飞行

飞机结冰严重影响了飞机的性能，对飞行安全造成了重大的隐患。多次的事故分析显示了结冰征候记录的全面分析表明，增强飞行员对结冰情况的了解是控制结冰威胁的关键因素。

水是大气中众所周知的成分。根据大气温度(ISA或OPT)的不同，透明的空气中含有不同比例的水蒸汽。在中等高度，空气中所允许的最大水蒸汽量在 -30°C 时为 $0.5\text{g}/\text{m}^3$ ；而在 0°C 时则为 $5\text{g}/\text{m}^3$ 。这些限制条件被称为饱和。任何超过饱和条件的数量的水都会呈现水滴或冰晶的形状。就形成了云。

在两个过程中，饱和条件可能被超过：

第一，是热空气上升。空气上升可能是由气象不稳定或地形引起。这种不稳定与天气系统、扰动或大量的云有关。地形的影响是因为风吹到山上，因此在暴露的一侧上升。

第二，是在晴空夜晚低层空气快速冷却。

在以上两种情况中，原先在气团中的水量在新(更低)的温度下，会超过饱和条件。超出部分的水就会以水滴或冰晶的形式落下。

结冰现象是由于在温度等于或刚刚低于 0°C 时，水不一定会变成冰。在负的摄氏度下，水仍然可能保持液态，这被称为过冷。但是，过冷的水滴或小水滴是不稳定的：这就意味着只要它们撞击或被任何物体撞击，特别是处于负温度的物体，就会一下子冻结。这就是飞机结冰的基本原理。

以上现象的结果如下：

可导致结冰的OAT的范围是：稍正的。C一直到 -40°C ；但是，当温度低于 -12°C 时，很少发生严重结冰。这也可以被转换为高度：在中纬度，最容易发生严重结冰的高度是从FL100到地面。

■由于机体周围温度条件的变化，稍正的OAT不能防止严重结冰。

■积冰(结冰)发生在机体上的“穿透”或突出部分：机头、机翼或垂尾、或平尾前缘、发动机进气道、天线、铰链等。

■在地面，除了所有类型的降水外(各种雪、冻雨)，整个机体上都可能被霜覆盖。若夜晚是晴空且温度在 0°C 左右或以下，则很自然地会发生结霜。

■在大部分的时间里，在空中的结冰条件不会持续很长时间。这就是为什么说依赖飞行员的报告(PIREP或没有PIREP)来探测结冰条件是不安全的原因。

若温度低于冰点且离冰点不是太远的话，在大气的许多云中都能发现过冷水。大部分情况下，诸如大的积云或积雨云等对流云就是过冷水的供应者。除了冰雹可能的影响外，积雨云是特殊的结冰威胁，因为与所有其他结冰云团相反，可以在云体外遇到结冰条件，例如，在砧形云的下面。砧形云通常生成冰冻毛毛雨或冻雨。砧形云下的降水可以导致严重结冰。在热带纬度，在平时不会结冰的高高度和高外界温度下，也可能发生这种情况。但是，有一点是好的，那就是它持续时间短。作为好的预防措施，在绕积雨云时，应该避免在砧形云的根部飞行。

平流云层，绝对与厚度无关，会带有大量的冻水滴，包括冰冻毛毛雨。这是因为，尽管它们貌似层云，但是它们中包含一些有限的但却是连续的对流活动，这就使它成为了一个生成冰冻毛毛雨的理想场所。(您在层云中遇到过气流吗?答案一定是：有时遇到过!)

气象学按照过冷水水滴的直径(以微米计)或水滴的大小对它们进行了分类(1微米=千分

之一毫米=1 μm)：0到50 μm ：标准过冷小水滴。它们悬在空中形成云。50到500 μm ：冰冻毛毛雨。它们下沉极其缓慢并生成奇形怪状的冰。500到2000 μm ：冰冻雨。落下并产生透明冰。

云体物理表明，没有云是由单一尺寸的水滴组成的。一块云可以用其小水滴谱明确地进行描述。我们认为，最常见的过冷水包含0到50 μm 的小水滴图谱，它在大约20 μm 时达到顶点。当有冰冻毛毛雨时，图谱并没有大的变化。但在大约200 μm 的地方出现一个较小的峰值，而在中间的水滴却很少。不过，大部分的水含量保持在图谱的下部(即：大水滴比20 μm 的水滴少得多)。

空中积冰的经历向我们表明，冰的形状和纹理的种类是非常多的。有些是平的，有些看起来象带子，而有些则象刺猬或海胆。其他的则呈单或双拱沿着前缘展开。令人吃惊的是，它们都指向前方。但是，若想把这些形状与给定的飞行条件联系起来，则是一件没有希望的工作。

大量的参数可能影响结冰过程。下面只是列出其中的一部分：

大气温度：OAT或SAT

飞机速度或大气总温：TAT

飞机大小

云的类型

降水类型

气团的液态水含量

液态水滴大小分布(见：取证)

可能存在的冰晶

气团的总水含量

飞机蒙皮的局部温度和热能力

除冰或防冰系统的类型和程度。

以上所列参数的单独影响是非常困难的理论问题。各种不同的影响也是根本不能相加的。从形状而言，可以是附着在前缘的纯粹的月牙形，双喇叭形(空气动力学家的噩梦)、或前缘本身下游的平坦槽板形(这被称为反转冰)，或甚至是指向气流方向并随机分布在前缘后部的“鲨鱼齿”形。月牙形通常由纯冰构成(被称为黑冰或透明冰，因为它们的意思是一样的)；双喇叭形通常由白色的粗糙冰构成，被称为毛冰。

在温度大约为 0°C 时，毛冰中充满了气泡和 / 或有水流过。数不清的冰的形状，特别是毛冰的形状向我们揭示了结冰过程是多么复杂。由于历史和技术原因，完整全面的研究根本是不可能的。

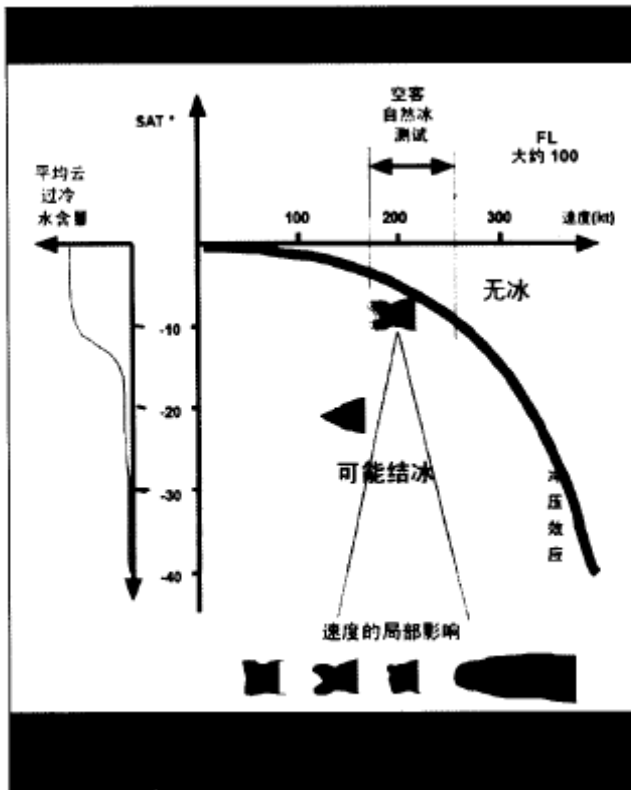
例如：回顾一下飞行速度的影响：速度对多个积冰特性有影响。最为大家熟知的就是动能加温(KH)。动能加温是TAT和OAT之差。比如：在250kt，KH大约为 $+10^{\circ}\text{C}$ 。这个 10° 表示的是前缘相对于机体的其他部位的温度增加。KH有时被称为温度恢复，因为它事实上对前缘进行了加温，从而在一定程度上防止其结冰，只要外界温度是高于 -10°C 的。

以下的图表给出了在各种云中可能遇到的各种形状的情况，这些云在 0°C 至 -40°C 之间都可能产生结冰条件。

本图展示了：

1. 容易结冰的情况的包线与外界大气温度和飞机速度的关系。只需要考虑负的温度，但是，当速度大时，动能加温(KH或冲压效应)把结冰的最大温度推向了负值。基于FL100左右的温度恢复原则，红色的曲线是具有限制力的。不过，红色曲线周围的条件是最难遇到的积冰情况。黄色区域是不会结冰的区域。兰色区域是可能结冰的区域。兰色和黄色区域被限

制在大约 -40°C ，因为实际上在更低的温度下不会有过冷水。



2. 本图同时还显示了结冰条件是如何影响积冰形状的。正如 -10°C 左右的速度影响图所示，在红色曲线周围，形状的变化很大。在这个区域里，形状的变化不快。一般而言，在中等速度下，就在红色曲线上面一点儿，可能出现反转积冰。在较低的温度下，即：远低于红色曲线的地方，积冰更白并趋于尖形：

对空中积冰的观察强烈表明，有效积冰是进入的过冷水（加上可能的冰晶）和出去的水量（由于浸蚀、蒸发和升华的混合作用）的不同影响的结果。以上三项的合并影响从来都是不能忽视的，有时，其中的一项在整个结冰过程中起到很大的主导作用，以至于不会产生重大积冰。

在这种情况下，很难描述、分类和预测冰的形状。因此，飞机防冰的措施需要依据某种“最严重情况”或“包线情况”的定义。这些情况将被用于防冰系统的设计和取证。以上情况的结果包含如下经验法则：

对于一架飞机而言，结冰条件比有效积冰常见得多。并不是说在你前方报告有结冰你的飞机就会结冰。

速度的增加可减小积冰量。

若遇到快速结冰，适当改变高度通常足以减少或停止结冰。ATC管制员必须立刻接受飞行员的这种请求。在地面，飞机停在外面会被落上各种流不走的东西：霜、冷凝水、冰冻毛毛雨、冻雨、溶雪、雪片、湿雪和干雪。这些不同的情况的区别是无法枚举的。机翼上覆盖有不刚的东西是很常见的。这就其本身而言，有两个原因：由于可能有冷燃油和相应的金属/复合材料结构，机翼的热特性是变化的。

正常的天气演变需要降水，由于温度的变化，这将随时间而变。雪通常隐藏在冰的下面，等等。

在所有情况下，不管污染的种类如何，在起飞之前必须清洁机翼。需要进一步指出的是，在溶雪中起飞、着陆和滑行可能导致大量湿雪被抛起，当它们撞击在机体的敏感部分（襟翼、缝翼和起落架）时，可能冻结。

共有三种防止机体积冰的主要方法。主要是：机械、电加温或热引气，它们被用于飞机关键操纵面的除冰及 / 防冰。

热引气通常用于带有喷气发动机的飞机上。这些系统被称为防冰系统，因为它们连续运转并且通常在发生积冰前接通。这样，被加热的表面可以防止结冰。引气防冰系统也可被用于除去轻微的积冰。不过，由于使积冰蒸发的能量需要非常大，所以引气防冰系统不能被看

作是完全有效的除冰系统。所有空客飞机的机翼和短舱(发动机进气道)的防冰系统都使用热引气型的防冰。

■机翼前缘

象空客这样的大型飞机，其抗结冰能力比起较小的飞机要强得多。这是由于它们的机翼尺寸和厚度。我们发现，厚机翼没有薄机翼容易结冰。被除冰的部分被加温，以便具有蒸发性，这就意味着热通量是如此之大，以至于能够融化正在堆积的冰和剩下的水蒸汽。这样，在结冰条件下，前缘被加温的部分就会保持清洁。

但是，热通量有一个衰退。由于在空中它必须将前缘保持在一个高的正温度，它需要计算，以便：

首先，补偿外界的空气冷却(称为强迫对流)，第二，融化可能的冰(补偿从冰变成水的阶段)。

两者相加代表的是一个高的供能需求。这就是为什么要在地面对其进行抑制的原因。在没有空速的快速冷却时，由于过热，热通量会损坏缝翼。

应该注意的是，平尾和垂尾也有前缘，它们会结冰，但却没有被除冰。这是因为我们已经证实了，它们相对最大所需的效率还有很大的余度。前重心机动时需要平尾的最大效率，而单发飞行时需要垂尾的最大效率。两者都演示了能够达到不同结冰形状的认证目标。

■发动机进气道前缘

这些是最小心除冰的地方，因为发动机风扇应该得到最佳保护。热空气引自发动机压气机。对整个短舱前缘进行加温。与机翼防冰(WAI)相比，标准程序更多地强调短舱防冰(NAI)。这是因为进气道的特殊性。在某些飞行条件下，在进气道内，温度可能降低好几度(“吸气”效应)。因此，在稍正的大气温度下，可能发生内部结冰，而机翼本身却不会。NAI从不被抑制，因为被强迫通过发动机的空气各种速度都有。

■电加温

电加温通常用于遭遇少量冰的情况或用于诸如涡轮螺桨发动机的进气道等小的表面。这个方法在突出到气流中的探头上也可发现。在空客飞机上，传感器、静压口、皮托管、TAT和迎角(AoA)、飞行舱窗户和废水排水柱是电防冰的。在这些项目上，与机翼前缘一样，存在过热的问题。它是通过空/地逻辑自动解决的，所以飞行员不需要担心。

在涡轮螺桨飞机上也可以发现电加温，用于加热螺桨叶片的内侧。在于螺桨的外侧，离心力提供一个所谓的自摆脱效应，任何正在形成的冰会被甩出去。在空客飞机上，冲压空气涡轮(RAT)由一个双叶片的螺桨驱动并具有自摆脱设计。

■机械除冰带

它们通常用于螺桨飞机。除冰带是橡皮管，装在机翼的前缘。一旦结冰，除冰带被增压空气膨胀。它们形状的改变使冰层破裂。机械除冰带防冰系统是设计用于去除已经存在冰的除冰系统。空客飞机上没有使用除冰带。AFM/FCOM中指出，结冰条件可能在OAT(在地面或起飞时)或TAT(在空中)等于或低于10°C且空气中有可见湿气(如：能见度等于或小于1英里的云、雾、或雨、雪、雪片、冰晶)或滑行道或跑道上积水、溶雪、冰或雪时出现。

这些是由适航当局规定的保守限制，是为了指导飞行员选择防冰系统，而不必保证遇到结冰条件。

当遇到上述结冰条件时，必须立即启动发动机防冰系统(短舱防冰：NAI)。这个程序可以防止发动机进气道积冰(防冰)，从而防止风扇叶片因吸入冰片而损坏(异物损坏)。当大气静温低于-40°C时，只有当飞机进入积雨云，或当警告结冰探测系统(若安装)发出ICE DETECTED(探测到结冰)警告时，才必须接通短舱防冰。

如上所述，机翼更能够承受积冰。

FCOM要求在有机体结冰指示时启动机翼防冰系统(WAI)。启动WAI系统可以防止任何冰的形成或去除机翼前缘的积冰。若风档雨刷或两块前风档间的结冰探测器针(目视线索)结冰，则可以确信机体积冰。

若安装了双警告结冰探测系统，如果通过专门的警告发出了SEVERE ICE DETECTED (探测到严重结冰)，则必须启动WAI系统。应该注意的是，由于雨刷在某些情况下对积冰更加敏感，通过结冰探测系统的探测可能晚于雨刷上的实际积冰。在深入的飞行和风洞试验中，对探测器进行了校准，这样，严重警告所对应的前缘上的结冰量，对飞机的气动性能或操纵品质而言并不是临界的。不过，由于结冰探测系统是警告性的，所以机组不应该等待严重结冰探测信号的出现，而应按照FCOM启动WAI。

AFM建议避免带着缝翼和襟翼长时间在结冰条件下飞行，因为积冰可能会卡阻高升力装置的收起，从而引起缝翼 / 襟翼系统的机械损坏。

若飞行员怀疑在保护区域有积冰(WAI不工作)，或飞行员怀疑在未保护区域有重大积冰，则必须按AFM / FCOM的规定增大VLS。

在所有情况下，按照上述FCOM准则决定启动和断开短舱和机翼防冰系统都是飞行机组的职责。(编译自《空客在线》)(摘自《技术与管理论坛》No.7, 2006)

空中交通管制员的情境意识与航空安全

谭鑫 牟海鹰

1 引言

航空安全历来是人们关注的问题，研究资料表明，70%以上航空事故与人的差错有关。情境意识丧失是航空领域中十分普遍的问题，情境意识下降或者情境意识不完善往往会影响飞行安全、导致飞行延误、引发地面事故。2000年我国空管不安全事件的调查结果表明，由情境意识丧失引发的不安全事件占有空管不安全事件的40%，达到87起，成为首要的空管人为因素问题。研究空中交通管制员的情境意识，探索改善管制员情境意识的方法对于改善航空安全具有十分重要的意义。

2 情境意识的概念及意义

情境意识(Situation Awareness, SA)，是操作者在特定的时间和空间内对环境的关键因素的认知，对它们的意义的理解以及对环境未来变化的预测(Endsley, 1995)。空中交通管制员的情境意识则是为了保证运行中的飞机保持一定的间隔、安全有序的交通流，管制员对管制区域(或扇区)内的交通情况，即三维空间中，每架飞机不断改变的位置，它们未来的相对位置，以及它们相关的因素(如目的地、燃油、通讯等)的清楚了解。管制员的情境意识是制定计划和管制飞机航迹的基础。

管制员要想获得良好情境意识必须主动地关注和思考各种有意义的感觉和知觉信息。在获得情境意识的过程中受到很多因素的影响，这些因素包括，情境中信息的特性(即这些信息是否容易被我们发现，是否充分和准确)、工作者注意力的分配技巧、工作者的情绪状况、工作负荷等等。

情境意识是决策的重要前提和依据，而决策是后续行动(发出指令)的基础，如果情境意识不完全、不精确，即使是训练有素和经验丰富的管制员，也可能做出错误的决策，反之，

即使准确地了解形势，无经验的管制员也可能做出不正确的决策。但无论如何，精确完整的情境意识是必需的、根本的。

3 管制员情境意识容易出现的问题

在执行任务的过程中，如果管制员丢失情境的整体图象或者是图象不正确，这种情况称为情境意识丧失。1996年，Jones对“自动报告系统”提出的有关情境意识的差错报告中指出情境意识丧失的情况可以分为以下三种类型。

3.1 不能发现异常或者是重要信息

这些差错包括“看错”、“听错”，错误判别飞机呼号、飞行高度、位置报告点以及其它情况报告。在Jones有关情境意识的差错报告中指出，这些差错中，69%属于不能发现异常或者是重要信息。在这些差错中监控和数据观察失败占了51.5%，原因多半属于注意力不集中，分心(占该类事件的53%)，其次是高工作负荷的影响(17.6%)，警惕性下降(11.8%)和其它原因(17.7%)，如未能目视扫描跑道、未注意飞机飞过或未注意跑道上的交通情况等。其它与此有关的还有，如未得到需要的数据(18.2%)，忘记了重要信息，特别是在高负荷时(18.2%)，难以区别和探测的信息(6.1%)等。

3.2 不能正确理解和解释信息的意义

只有对各个分裂的信息进行综合之后，管制员才能对当前的情境进行理解和解释，得到现在处于什么样的状况的结论，因此管制员不仅需要发现环境中的关键因素，还包括对指向工作目标的有意义的因素的理解。在这一过程中，管制员容易发生推理错误、计算错误和遗忘等问题。在Jones有关情境意识的差错报告中，不能正确理解和解释信息的意义的差错占19%，主要表现为思维模式不完全(占22.2%)，应用不正确的思维模式(22.2%)，过分相信缺省值(22.2%)，其它各种因素(33.3%)。具体表现为在程序管制过程中将飞机的相遇点算错、受干扰后将探测到的空中交通冲突遗忘等严重影响安全的问题。

3.3 不能对当前情境的未来状况进行预测

这类差错占Jones提出的有关情境意识的差错报告中的12%。对未来情境(最起码是最近的)中的关键因素变化的预测能力，是最高水平的情境意识。在这个阶段，空管人员可能会收集到一些应对措施，他需要分析已有措施的特点，综合考虑当时的有关情况，确定哪些措施是需要采取的，同时确定采取这些措施的先后顺序。由于受到各种因素的影响，导致空管人员不能正确预测这些状况未来发展的趋势，从而引发错误的决策，与此有关的差错主要是对当前形势的过度推测(33.3%)，其它(66.7%)。

4 管制员情境意识降低的原因分析

管制员在获得情境意识的过程中出现的问题主要由下列因素引起：情境中信息的特性(即这些信息是否容易被发现，是否充分和准确)、工作者注意力的分配技巧、工作者的情绪状况、工作负荷等等。

4.1 情境中不适当的信息是情境意识下降的诱因

不适当的信息是引发管制员的情境意识下降的重要诱因。当空速、位置、航路、航向、高度等信息变化多，信息不明确的时候，管制员需要花费更多精力对情境进行评估，这将占用比往常更多的脑力资源，将增加情境意识下降的可能性。

4.2 注意力的局限是管制员情境意识下降的根源

注意力对情境意识的影响主要体现在两个方面，一是动态变化的情境中的关键因素如何被发现；另一个方面是，工作中的注意力如何集中在当时最重要的方面而不被无关的因素所干扰。由于管制员的工作任务往往持续很长时间，这种长时间的工作包含有很多环节，多个环节之间常常是交叉进行的，这样很难避免任务与任务之间以及相同任务之中的各个环节之

间的相互干扰，容易引发注意力的分散。比如管制员在注意显示器上的数据块时，与此同时集中听飞行员的空地通话，同一时刻处理不同的信息，由于注意力本身的局限，往往出现差错。2002年2月29日，长沙区域管制室发生了一起空管人为原因造成的事故征候，值班管制员在已意识到飞行冲突并制定了正确预案的情况下，由于当时扇区内飞行活动较多，注意力集中在其它冲突上，指挥时发生口误，呼错航班号，造成两机危险接近。如果合理分配注意力，类似事件应该可以减少或避免。

4.3 知识和经验缺乏或者过分依赖经验导致情境意识下降

情境意识是对外部各种信息的诊断和评价的过程，在评价和诊断过程中依据两种来源的信息：经过注意过滤而进入认知加工的信息和存储在长时记忆中的跟这些信息相关的各种解释即知识和经验。知识经验向操作者提供了系统状态的各能假设，以及每一种假设可能为真的可能性和期望的估计(自上而下的加工)。情境意识是操作者情境知识(Situation Knowledge, SN)的一个部分，情境知识指的是操作者的能力、经验、目标驱向的行为、环境信息和各种资源的结果，情境知识是操作者动态的、持续的对环境的内在评估过程，而且影响其随后的行为、预测、决策和反应。在信息不充分或者是情境十分复杂的情况下，丰富的知识经验能够提高情境评价和诊断的速度和准确性。可见，不断积累知识和经验能够提高情境意识，反之，知识和经验的不足会影响对情境的诊断和评估。

4.4 期望和态度是情境意识下降的动因

“我们总是听到我们想听到的，看到我们想看到的。”这句话形象地表达除了期望对情境意识的影响。心理学研究表明，当带着某一期望对情境进行评估和诊断的时候，就如同带上了变色眼镜，更容易选择证明期望正确的信息，从而得到所期望的评估和诊断，而这个时候情境意识往往不是现实本身，而是所期望的现实。

态度(attitude)是个人对特定对象以一定方式做出反应时所持的评价性的、较稳定的内部心理倾向，反映了个体对人、对客体、事物的感受。所持有的态度会影响对情境的评估。比如持有反权威态度管制员可能认为很多程序和规范过分烦琐，没有必要严格遵照执行，在对问题进行诊断和评估的时候往往不按照程序执行，或者只完成其中一个部分，这样，很多问题就不能够被发现，得到的情境意识往往是有缺陷不完整的。

身体健康状况也会影响情境意识。身体上的不适应会削弱工作能力，然而在工作中，由于很多原因往往忽略了身体的不应对评估和判断的影响，错过了发现问题的时机，作为空管员应该对自己和同事的身体健康状况保持警觉。另外，过长时间的工作或者不定时的作息制度常常引发管制员的疲劳，降低工作表现，引发差错。

4.5 过高的工作负荷是引发情境意识下降的外部因素

在高的工作负荷情境中，由于紧张，注意的范围可能会过分集中于某个认为十分重要的事情之上，这个时候其他的(事实上同样重要的)信息则被排除与注意之外，这个时候所获得的情境意识就是一个残缺的。低的工作负荷下，警觉性容易下降，对变化缺乏敏感，容易产生自鸣得意的心态。这种心态会产生两种后果，一种可能与侥幸心理一样，会低估某些问题的后果，听任小问题发展成为大的事故；另外一个可能是，由于警觉性下降，不能及时发现问题。总的来说，在工作负荷过高或者过低的情境中，情境意识都会受到不同的影响，要对这些影响保持警觉，积极主动的采取有些措施对工作负荷进行有效管理，预防情境意识的下降。

5 如何提高情境意识确保飞行安全

情境意识的管理指的是空管员在工作中要利用所有可以利用的资源对工作情境进行评估，预防个人情境意识的下降，获得和保持良好的情境意识应该注意以下一些方面。

5.1 采取积极措施防止注意力分散

为了确保管制员在工作中能够快速准确地发现重要的信息，应该注意以下几个事项：

第一，用强烈的、容易发现的物理刺激来传递信息，比如一项工作未完成时，离开现场，挂警告牌就可以帮助你及时发现它。

第二，使用变化多的信息，无论突然变化或连续变化都容易引起人们的注意。例如连续一明一暗的刺激，熟悉事物的突然变化，声音或光线的加强，减弱或突然停顿等。

第三，使用对比强烈的信息也容易引起人们的注意。当某种刺激物在强度、形状、大小、颜色或其它特征上与其它刺激物存在着对比关系时，该刺激物易引起人们的注意。例如许多黑字中间歇红字、带有重点号的字等容易被发现。

5.2 提高专业知识

为了确保空管员在工作中，特别是在复杂的不确定的情境中能够获得高水平的情境意识，除了强调一般的知识和技能的训练之外，应该有针对性地进行一些特殊训练，比如通过案例分析，让空管人员熟悉一些容易丢失情境意识的情境。通过危险预知训练，提高他们对危险的预知能力；通过小组角色的扮演，向空管小组成员传授提高情境意识的交流技巧等。

5.3 主动管理工作负荷

作为空管员在工作中什么时候工作负荷高，什么时候工作负荷低，通常情况下是没有办法控制的，但是可以采取积极的措施进行管理，避免在某个时间段有特别高的工作负荷而在其他时间段出现特别低的工作负荷。为此可以从以下几个方面对工作负荷进行管理。

第一，提前预料整个工作负荷的变化情况，并做出有针对性的计划；

第二，合理使用自动化设备；

第三，合理安排工作的顺序。

5.4 管理班组资源，提高班组的情境意识

管制员的工作往往是以小组的形式进行的，在这种以小组取向为主的工作环境中，小组所获得的情境意识的水平是一个十分重要的问题。如果小组没有能够获得足够水平的情境意识，将会危及飞机的安全。小组情境意识是整个小组通过小组内部成员之间，不同小组之间以及处于不同地域的小组之间通过有效的交流、协作分工和配合获得的所有小组成员对整个情境的理解和预测。小组情境意识不是个人情境意识的简单相加，有效的交流和配合是获得良好的小组情境意识的基础。

6 结束语

总之，作为一个空管员应该了解工作中情境意识的特性，预防注意力分散、压力、个人的期望等因素对情境意识的消极影响，积极主动地管理工作负荷，合理运用班组的资源以提高工作中的情境意识，这样才能提高工作效益，预防人的差错，确保航空运营的安全。（摘自《中国安全生产科学技术》No. 5 , 2006）

民航空管人为差错预防

谢大勇

随着飞行量日益增长，空中交通管制部门作为民航飞行指挥的中枢，为保障航空安全做出了突出贡献，然而每年都会发生由于人为差错造成的事故征候，研究和防止人为因素给航空安全造成的影响成为空管部门面临的一个重要课题。

一、空中交通管制工作“人为差错”的分类和产生原因

(一) 差错的分类

1. 《中国民用航空空中交通管理规则》第十一章中,对事故、差错采取了如下分类:空中交通管制事故、事故征候(分类按总局发布的行业标准《民用航空器飞行事故征候》的规定执行)、危险接近、严重差错及差错。

2. 从级别上,又分为低级差错和非低级差错,如睡觉过了头、跑道灯忘了开、场压报错即属于低级差错。

3. 从原因上,分为人为因素、管理、硬件、环境原因,即SHE模型中的分类。

4. 从时间上区分,如交接班时,流量高峰时或者按24小时制分别区分;还可按以下标准细分差错:季节(春夏秋冬或月份):区域(华北、东北等管理局区域):不同管制单位(区域、塔台、进近、地面):不同管制方式(雷达管制、雷达监控下的程序管制、程序管制):各飞行阶段(进场、离场、地面、巡航、滑行、起飞、着陆、航线飞行):另外还有必然错误与偶然错误之分。

(二) “人为差错”产生的主要原因

空中交通管制工作是一种动态的、多变量的、人为因素起主要作用的开放系统,系统不确定的因素多,逻辑关系复杂,基本事件发生的概率也很难确定。但是在空管工作中造成管制人员人为差错的主要原因一般来自于“人、通讯设备、工作环境、安全管理”等因素,而在“人、设备、环境、管理”等诸多因素中,最主要的因素是“管理”。因为管理因素可以直接或间接地影响和决定其他三个因素。当然,管制员的身体、心理和综合业务素质,所用通讯设备的干扰和缺陷,管制工作环境也是很重要的因素。

二、空中交通管制工作中“人为差错”产生的一般规律

人为差错在空管工作中是有一定规律可寻的。Frank Bird的金字塔定律指出,大约600次一般差错,会有30次严重差错,而每10次严重差错,会有一次二等以上的事故。这说明小的差错多了,发生事故也是必然的。

空中交通管制员的工作特点是24小时不间断工作制。长时间在紧张的状态下工作,大脑及身体容易疲劳。特别在夜间飞行活动相对较少时,注意力容易放松,生物钟被打乱,极易出现“错、忘、漏”等人为差错。要杜绝空管工作中的人为差错,重点工作应放在那些易发生人为差错的环节控制上,以点带面,防微杜渐,才能有效地从根本上控制和杜绝人为差错。

三、预防和杜绝空中交通管制工作中“人为差错”的有效措施

(一) 加强空管人员的安全教育,从根本上解决问题

加强空管人员的政治思想、作风建设和职业道德等教育,是非常重要的工作,是杜绝人为差错的根本环节,其目的是要让管制人员牢固树立“安全第一、预防为主”的思想,努力培养形成“警钟长鸣、居安思危”的观念。

(二) 狠抓规章制度的落实,改变管理制度

狠抓规章制度的落实,改变管理制度。现今长春空管站各基层单位制定的各类规章制度(交接班制度、值班制度、设备巡检制度、消防制度)对员工的每一项工作都做了具体要求,它是我们工作的依据,也是我们实践经验的总结,只要使各项制度真正落到实处,并且在执行的过程中对其不断完善和充实,就可以减少人为差错的发生。

(三) 系统研究、综合管理,做到有的放矢

1. 通过对人为因素的研究,努力为管制员创造适宜的温度和湿度,及安全的工作环境,利于管制员精心指挥。

2. 防止人员超负荷、超时工作,减少加班加点工作的情况,合理安排值班力量搭配和

作息制度，保证良好的工作效能。

3. 规范陆空通话程序，标准的术语及适中的语速，有助于提高通信的实效。
4. 排除寻呼台、大功率无绳电话及大功率调频广播干扰陆空通话，危及飞行安全的影响。
5. 准确使用和填写进程单，有助于飞行调配和冲突预测。
6. 实行“双岗制”是弥补人为差错的有效手段。
7. 消除造成管制员情绪波动的诱发因素，减少对其生理、心理和行为的影响。
8. 防止酒精和药物的滥用对管制员中枢神经系统的抑制，降低其工作效能。
9. 安全有序的空中交通服务需要充分的准备和周密的布置。
10. 掌握轻重缓急的原则在管制工作中至关重要。
11. 飞行冲突告警和低高度告警是空管安全的最后一道防线。

(四) 以工作促培训，以培训助工作

把提高调配、指挥、特情处置等综合能力作为一项长期任务常抓不懈。新设备的使用，新情况的出现，使得管制人员知识、业务永远处在一个不断学习、更新和提高了的动态之中，欲使之保持相对可靠稳定的状态，就必须加强训练。

1. 要加强个体基本功训练。一只木桶最短的一片决定其容量，一个人技能最薄弱的地方决定其安全水平。因此管制员个人熟练掌握飞行管制间隔和有关通信设备的操作技能，了解气象和情报知识以及各种运输机性能，熟练掌握上级和本级有关规定，全面提高自身业务素质，显得尤为重要。

2. 加强特情训练，对可能出现的发动机失效，航空器迷航，起落架放不下，无线电失效，非法干扰，空中放油等特殊情况的指挥应急程序、方法等要有预案，并经常组织演练，一方面熟悉其指挥要领，另一方面锻炼、提高心理素质，真正做到处惊不乱，沉着指挥。

3. 注意培训工作的“时效性”和“实效性”，必要时将其他单位发生的人为差错问题作为“教材”，充分进行研究、分析、举一反三，提高全体管制人员的综合安全意识和防范人为差错的技能。

(五) 牢记安全的最终法则

安全的最终法则就是，无论你采取了什么样高级的安全措施都必须认为它是不够安全的。即安全是相对的，而不安全是绝对的。新生事物不断涌现，因此差错也会不断的“翻新”，对此我们应不断地总结对策。

我们相信，只要立足实际不断改进我们的工作，持之以恒地加强安全管理，牢固树立“安全第一、预防为主”的思想，坚持以科学、技术、制度、程序来实现“安全防范关口前移”的目标，努力提高工作质量，就一定能够达到杜绝空管人为差错的目的，从而确保飞行安全。

(摘自《空中交通管理》No. 12增刊，2006)

空管安全浅析

王洪权

近年来，伴随着中国民航业的迅速发展，空管改革也在进行不断地深化：高度层改革、雷达管制的实施，英语管制的试行、过渡高度层的改革、三大区域管制中心的建立……这一系列的改革对于维护空中交通秩序、加速空中流量、确保飞行安全起到了至关重要的作用。

由于中国一些特殊国情的限制，中国的空管改革仍有许多不够全面和具体的方面，与飞行有关的人员需要对此加以注意，并根据各地情况的不同，采取不同的措施，避免产生歧义，危及飞行安全。

一、英制与公制

这是多年来就存在的一个需要注意的事项。在国内，空管系统是完全采用公制单位的，而由于中国所购飞机绝大多数来自欧美，其仪表设备以英制为显示单位。这样，飞行员在飞行中一定要和管制员确认，尤其是在中国的很多空域还在实行程序管制，管制员是完全靠飞行员的报告来判定飞机位置的，当报告距导航台距离和飞行高度时一定要明确单位，是海里还是公里，是英尺还是米，以避免歧义。

二、民用机场与军(民)合用机场

在管制改革过程中，军(民)合用机场的许多情况与民用机场并不完全相同，这点尤其需要飞行员注意，如：过渡高度层的改革是分期分批进行的，但至今在军(民)合用机场仍沿用以前的过渡高度(层)，这点需在飞行中加以注意。另一个更需要注意的问题就是：在中国的绝大多数机场都已经开始采用QNH(修正海压)飞行，但在军(民)合用机场，仍采用QFE(场压)飞行，飞行员在此类机场飞行时一定要与管制员明确飞行基准面，以避免由此造成错误与飞行冲突。

三、航迹与航向

这点在近年来雷达管制中经常提到，管制员给的指令一般为左(右)转、航向飞多少，实际上，管制员没有考虑空中风的影响，而指令中所说的航向一般都是指航迹，尤其有时指明航向多少飞向哪个台时，在此问题上，飞行员应该与管制员保持一致，在空中风影响较大时，可以与管制员确认一下航迹与航向的问题。

四、流量控制与等待

随着近年来飞行数量的急剧增加，流量控制造成的飞行延误与地面等待(或空中飞行)时间都在逐步增加，这也是各公司在安排航班时刻时急需考虑的一个因素，尤其在中国的各大机场，飞行流量每年以两位数上升，而空域资源却是有限的，为确保安全，必然造成流量的限制。因此，各航空公司在安排航班时刻时，既要考虑到地面服务的时间，又要把空管的因素考虑进去，对于公司的签派放行来说，也要把这点作为放行中应考虑的一个因素，地面等待或空中飞行时间的增加，势必造成油耗的增加，这点也需要在放行中给予考虑，并对不同的机场加以区别对待。

对于飞行员来讲，碰到流量控制等一定要保持一颗平常心，任何一个管制员也不希望在自己工作期间航班大面积延误或不正常，肯定是由客观条件限制所造成的，并且不同管制员的能力和水平也有差别，放飞是有规定的，不可能故意控制某一架飞机，所以保持平和心态，正确对待等待，对于确保飞行安全也至关重要。

以上几点是笔者在近年工作中的一点心得和体会，希望与大家共勉。(摘自《空中交通管理》No. 2, 2006)

空管部门要重视破解人为因素难题

贾 刚

安全工作是民航事业的生命线，防止空中危险接近，维护正常、高效的飞行秩序，杜绝

航空器空中相撞，保证飞行正常，确保飞行安全，是空中交通管制部门的核心工作和最终目的。

随着我国航空运输业的迅速发展，空中交通流量在迅猛增加，空中飞行冲突亦日趋频繁。纵观近几年来发生的空中交通冲突事件所造成的严重差错、事故征候、危险接近等事例，虽说造成的原因是有多方面的因素，但我们应清醒地看到，大多数此类事件的发生多因人为因素造成，如管制工作失误，管制员违章、违规盲目指挥等等。如何切实抓好空管安全工作中人的因素，降低乃至杜绝类似事件的重复发生，避免给国家和旅客造成重大损失，维护民航的良好形象，应该是空中交通管制部门着力研究和解决的一个重要课题。

根据有关资料分析，民航客机发生空中危险接近等差错和事故征候，80%以上的事件都发生在进近着陆阶段，也就是说，80%以上的不安全事件都发生在塔台、进近管制空域内。解析、归纳和统计这些事件，并寻找其中深层次的原因，即由管制人员的因素而造成此类事件，进而弥补和完善在管制工作中的不足，就显得尤为迫切而且重要。笔者认为，由管制人员因素而造成的不安全事件，大体上表现在以下八个方面：

1. 管制服务意识淡薄，工作责任心差；
2. 管制工作实施中，精力不到位，注意力不集中，监控不力、管制指挥随意性大；
3. 管制工作负荷过重，由于管制员能力所限，造成非故意违章、违规；
4. 管制人员之间、与相邻管制室之间配合协调不力而造成管制工作被动；
5. 管制员心理承受能力差，遇到突发情况容易慌乱；
6. 业务理论有缺陷、技术水平低，尤其是在较差的通信环境中抗干扰能力不强；
7. 准备工作不充分，对本场空域结构不熟悉，不了解相关航空器的基本性能，所用资料更新不及时，甚至有错。
8. 双岗制之间监督协调不够，班组成员间缺乏团队意识。

从民航行业性质来看，管制工作不同于一般性的服务工作，它集航行、气象、航空器特性等知识于一体，时时体现出沉着、机敏、睿智；它所提供的是一种高素质、高要求、高效率的综合性服务。从管制技能的角度来分析，管制员需要对冲突的发生有预判能力，对当前的交通状况有迅速地在头脑中建立三维的空中交通图形的能力，并利用通导监视设备，充分掌握本管制范围内飞行活动情况，密切注意区域内冲突多发的汇聚点、交叉点及转弯点，尽可能地提前预见冲突并及时调配。根据空中活动动态，监控好航空器的相对运动，使用高度差、时间差或位置差来保证空中航空器之间有足够的间隔并能顺畅飞行。

为更好地解决由于管制员的因素所造成的不安全事件，笔者认为需要做好以下几点：

1. 领导的带头模范作用。有句老话说“模范的作用是巨大的”。首先是要配备和重用懂行的，业务技术、思想素质过硬的领导和骨干，发挥领导的表率作用，使管制员有前进的方向和目标。
2. 制定明确的标准和严格的工作程序，建立健全各项工作制度和监督程序，而且领导要带头严格执行。
3. 培养良好的心理素质和工作作风。管制工作具有准确、迅速、不间断的特点，同时又要体现吃苦耐劳、勇于负责的精神，不论工作量多与少，管制人员都要养成扎实细致、一丝不苟的工作作风。
4. 锤炼基本功。通过日常交流、学习、培训、总结，使管制员切实做到对程序管制、雷达管制、英语指挥、管制调配等专业技能要驾轻就熟。
5. 注重协调和沟通能力的培养。管制工作的大量工作都是一种协调和沟通的工作，因此，管制员应该具有较强的协调和沟通能力。

6. 厚积薄发，拓展知识面。“小小话筒重千斤”，管制指令虽说是区区几言，但反映的是综合能力。管制人员要通过不断学习，日积月累，逐步具备五种能力，即把握全局的能力，组织协调能力，快速反应的能力，管制指挥的能力，准确表达的能力。

7. 以人为本，为管制人员创造良好的内外部环境，稳定管制队伍。随着市场经济的繁荣，外界环境对从事高压、高责任感、高要求工种的管制人员而言有较大的冲击，加之年轻、思想活跃、接受能力强，不稳定因素更多。而民航的改革深入，带来的岗位竞争和知识更新等内在压力，对管制人员提出了更高的要求。因此，要在稳定队伍的基础上，提高队伍的整体素质，使他们处处感受到团队的温暖。现在有人说：“人心散了，队伍不好带了”，是摆在各级管理部门面前新的课题。所以，各级领导既要严格管理、要求，又要尽心关怀、爱护；既要大胆任用，又要创造条件加强培养。只有在保持队伍稳定的基础上，通过开展细致有效的系统管理工作，最大限度地发挥管制人员的主观能动性，才能从根本上保证管制工作正常、有序、高效，也才能真正将隐患和差错、事故减少到最低程度，实现真正意义上的飞行正常，确保飞行安全。（摘自《空中交通管理》No. 3, 2006）

缓解管制员精神压力 创造空管安全氛围

李加强

民航事业的蓬勃发展，推动了空中交通管制工作的不断前进。对于空管系统保证安全的核心、直接负责飞行指挥的管制员队伍来说，也承担着更多的各种高强度、高应激性、高危险性工作，使得这一群体的压力异常巨大，直接危及着飞行安全。IATA(国际航空运输协会)的统计资料表明：80%以上的空难是人为差错造成的。心理学研究发现，80%的人为差错又是因为个人问题造成工作状态下降而导致的。因此，要保证空管安全就必须抓好管制员队伍建设，就必须抓好管制员心理健康的维护管理。

近年来，我们认识到管制员心理素质的重要性，注意加强了对管制员的心理压力基本情况的了解和掌握。2005年，中心邀请民航管理干部学院“民航员工心理测试中心”两次为中心的管制员做了心理素质测试和训练，2006年3月形成了心理素质测试报告。报告表明：管制员的心理健康状况整体来说不容乐观，在管制工作中面临的压力导致管制员身心健康受损，长此下去将成为一个很重的安全隐患。因此，我们把缓解和释放管制员心理压力作为抓好管制员队伍建设、保证飞行安全的一个重点，并作为思想政治工作的关注点。

一、正确认识管制员的精神压力所在

管制员心理问题主要集中在几个方面：一是工作环境，如工作条件、人际关系等，管制员个体对工作环境的不适应，与领导者、同事的沟通交流不畅等；二是职岗压力，管制员工作量和工作时间超负荷、承担的风险大，飞行指挥时经常遇到很多特殊情况；三是福利待遇压力，与飞行员比较，与其它地区管制员比较，我中心管制员的工资收入仍较低，而从工作条件、工作环境来说，管制员又是最辛苦最需要关怀的，这些差距导致管制员心理不平衡；四是家庭矛盾的压力，作为管制员，工作和家庭是两个截然不同的环境，意味着两个不同角色的经常性转换，如果管制员将工作中的压力带到了家庭中就难免会造成很多抱怨与不理解，造成家庭成员关系的紧张。而家庭的不稳定又影响了管制员在工作中的积极性。以上因素都从不同层面带给管制员的心理压力。

我们从职岗压力这个最主要的方面来认识管制员承受的压力程度。以大连空管为例，有

一线管制员61人，都是大专、本科学历，年龄在35岁以下的占管制员总数的90%以上，从数量和质量上都需要加强建设和培养。而大连机场是全国最繁忙的军民合用机场之一，是民航总局确定的严格控制航班密度的五大机场之一。由于管制区空域狭小，周围军用机场密集，空域环境复杂，空中交通管制难度非常大。与此同时，大连管制区航班量快速增长，2005年飞行流量已增加到144340架次，日平均流量已增加到395架次，日高峰已达594架次，并且每年都以10%以上的增长率增长。加上空中交通管制的监控手段、指挥调配与繁忙航路、繁忙管制区域的要求还不相适应，管制员的工作压力有增无减。工作压力大常会引起管制员个体自身的生理、心理应激反应，轻者会暂时性发生情绪和行为的变化，重者则可能会发生生理疾患，这对于确保飞行安全都是不利的。

人无远虑，必有近忧。罗列上述数字是想说明，目前民航快速发展，迫使我们必须思考如何在安全管理方面不断创新，以适应这种高速增长。我们采取了一些措施，抓管制员队伍建设，有效地进行管制员心理健康的维护管理，帮助管制员正确面对来自社会生活中的各种压力，减轻疲劳、调节情绪，缓解心理压力，优化心理素质，增进身心健康，在高强度、超负荷的工作下保持良好的工作状态，以求得安全的氛围，保证飞行安全。

二、强化培训，提高技能。建立自信的心理

有一句话：艺高人胆大。大胆不是盲目，是建立在具有高超的技艺、良好心理素质的基础上的，只有一身好“武艺”才能自如地闯荡“江湖”。一个对所有相关知识全面、细致、精确地掌握、具有灵活的管制方法和技巧的管制员，面对特殊情况才能处乱不惊、镇定自若，才能以一种良好的心态完成指挥。

我们从提高管制员的业务素质、管制技能入手，按照英语水平、管制业务、管制技能等进行详细分类，开展多层次多门类的岗位培训，突出对一线管制员岗位技能的培训，以此增强管制员的自信心，提高管制员的心理素质。同时拓宽思路，将心理学和政治思想工作结合，引入心理辅导培训这个新生事物，请心理学教授针对精神压力问题给管制员上了辅导课。这些对改善管制员的心理素质起到了很大的作用。

经过不懈的实践探索，管制员的综合素质得到显著提高。2006年，中心两位管制员在全国民航首届管制员工种岗位技能大赛中取得了优异的成绩，展示了中心近年来狠抓管制员队伍建设的成果。

三、营造和谐的工作氛围

管制是一项系统工程，相邻管制区域之间、军民航之间都需要协调配合，而这种配合都是由管制员来完成的。

为了让管制员在和谐的空中交通管制环境中做好飞行指挥工作，确保飞行安全。我们按照“三个注重”加强与相关单位的协调配合。一是注重经常与北京、青岛、沈阳等相邻管制单位进行业务交流，优化管制协议。特别针对大连、青岛管制区交界处航线结构设计不合理给双方在管制和协调工作带来的诸多不便和安全隐患，及时与青岛修订了管制移交协议。2006年9月签订了《共建和谐相邻管制区方案》，除工作交流外，《方案》还规定双方定期开展文体比赛、异地休假疗养，为管制员缓解工作压力和娱乐休闲提供了理想的场所。二是注重主动与军方管制部门协调。定期或不定期召开军民航防相撞会议，经常主动走访军方管制部门，交流工作，了解掌握部队活动特点、范围，在军方转场、海训等大型活动时和做好军民航防相撞工作，都能够互相支持配合，达到和谐飞行、共保安全的目的。三是注重增加空地交流。我们邀请一些飞行员进行地空交流，丰富飞行员的管制知识；委派管制员进行飞行员模拟飞行训练和飞行应急处置演练，丰富管制员的飞行知识，以便更好地为航空公司机组服务。同时相关单位之间增设工作热线电话，及时交流信息，沟通情况。

通过不断努力，加强了沟通，增进了了解，逐渐构建了比较和谐相邻的管制区。

四、以人为本，开展喜闻乐见有益身心健康的活动

管制员与社会接触面相对较窄，他们有着更强烈的情感需要，即渴望建立融洽、友善的人际关系愿望。

我们结合中心党建工作思路和企业文化建设，教育引导管制员养成良好的工作和生活习惯，同时以具体活动为载体，积极开展了健康、文明有利于他们身心健康的文体活动。每年春季的徒步健身活动、夏季的海上休闲活动、秋季的爬山比赛、冬季的职工拔河比赛，在中心已经成为一种习俗。中心的篮球、足球、钓鱼、书画影等五个协会，以“小协会带动大文化”的方式，充分发挥协会的作用，调动了管制员参与的热情和积极性。不定期举行卡拉OK职工大赛等文化活动。这些为管制员提供了互相沟通和促进的平台，拓宽业余生活内容，达到了强身健体、寓教于乐的良好效果，使其保持乐观向上的精神风貌，既能够以一种积极向上的心态和状态投入到工作当中，利于提高工作效率，确保安全；也有力地促进了中心“三个文明”建设，企业文化也得到了张扬和提升。

五、坚持人文关怀，凝心聚力温暖人心

为给管制员创造一个良好的工作和生活环境，我们坚持以人为本，给管制员更多人文关怀，积极开展了“凝心聚力工程”和多种形式的“送温暖”活动。一是重视管制员身体健康，建立管制员健康档案，定期组织管制员体检，及时安排他们治疗和休养。二是坚持探访制度，对节假日坚守岗位的值班人员进行慰问；对因病住院的员工及家属进行探望，一名管制员的妻子身患癌症，急需手术，中心发出了爱心捐款倡议书，不到两天的时间，仅航务管理部就捐款27600元。三是从员工关心的问题入手，加强食堂管理，解决就餐问题；针对管制员倒班的具体情况，重新规划休息间，设立了沐浴间，配备齐全各种生活设施；因地制宜，改建了健身房和图书室，增加健身器材和种类丰富的图书杂志，为管制员提供了更多放松的方式。四是注重经常性的思想政治工作。每季度召开一次思想形势分析会，分析人员思想状况，通过广泛征集意见，加强管制员与管制员之间、管制员干群之间的沟通与交流，达到和谐统一。五是促进家庭和睦，解除职工后顾之忧。“家和万事兴”，家和了，无后顾之忧，管制员就能安心地在岗指挥。每年都举办一次管制员家属联谊会，不仅转达了对职工家庭的关怀之情，而且使管制员家属更关心和关注民航安全形势、对工作给予支持、理解和配合，并监督管制员在上岗前要做好充分的休息，从而达到工作精力充沛、心情舒畅，减少人为差错的目的。一位管制员和家属闹了点小别扭带着一肚子气来上班，上岗之前突然接到家属的电话嘱咐他上岗时集中精力别分神，家里的问题好解决，使这位管制员大为感动，面带笑容地走上岗位。2006年为更进一步做好管制员精神压力释放工作，中心仔细考察，精心策划，组织一线的管制员到厦门分期分批疗养，效果不错。有些管制员家属自费陪同，回来说：这么多年，一家三口第一次在一起放松地度过了一个星期，感觉真好，感谢中心为我们提供的一些便利条件。

通过这些细致入微的人文关怀，既提高了管制员的主人翁意识，增强了队伍的向心力和凝聚力，也为中心的安全打下了良好的基础。

六、成效显著 任重道远

我们围绕安全生产这个中心工作，采取一系列的工作措施，加强了管制员的业务素质、管制技能，强化了管制员的心理健康的管理和维护，提高管制员队伍综合素质；开展积极的思想政治工作，在管制员中牢固筑起了空管安全的思想防线和心理防线，经受住了重大事件的考验，保证了飞行安全，出色地完成了各项任务。近十年来，共正确处置特情 76 起，保证大规模军事演习 7 次，共保障军民航各类飞机近 26 万架次无一例投诉的业绩，保持连续 128 个月无严重差错以上安全事件发生的安全记录。2004 年，中心受到国家空中交通管制委

员会表彰，获“全国空中交通管制工作先进单位”荣誉称号。

展望未来，任重道远。我们还需要进一步系统化，从思想政治工作、人文关怀、心理辅导、减压训练等多方面综合入手，同时，也要从管理机制、人员调配、工作安排、工作制度不断地改进使之更加符合人的要求，以建设一支优秀的管制员队伍，确保空客安全。(摘自《空中交通管理》No.12，2006)

民航通信导航监视的危机管理

方敏

一、危机概念

美国学者罗森豪尔特认为，危机是指“对一个社会系统的基本价值和行为准则架构产生严重威胁，并且在时间压力和不确定性极高的情况下必须对其作出关键决策的事件。”也就是指危机状态威胁到了现存的秩序。对于民航通信导航监视来说，危机是指对民航通信导航监视的保障和正常运行产生严重威胁，甚至危害到飞行安全，并且要求在时间限定内尽快作出决定和应对措施的事件。

一般来讲，危机具有以下特点：一是突发性，在危机爆发之前，也就是在危机的萌芽时期，不宜察觉，危机发生时又很突然，并且要求作出迅速的反应，采取应对措施；二是不确定性，爆发的时间不确定，涉及面不确定，造成的损失不确定，持续时间和恢复时间的不确定；三是破坏性，涉及面较广，性质严重，在不同方面造成不同程度的损失；四是信息不充分，危机爆发前信息不完整或者不确定，信息采集的难度以及信息传递限制；五是紧迫性，不能及时控制，危机会急剧恶化，因此可供做出决策的时间有限，并且决策要求正确有效。

根据造成危机的原因不同，我们可以将危机区分为人为危机和非人为危机。但非人为危机也与人为因素有着直接或者间接的对应关系，中国人民大学教授张成福在《建立完善的公共危机管理机制》一文中提到“严格地说，一切危机和灾难都是人为的，是人类不理智、不合理的生产方式、生活方式和行为方式的结果。”而根据危机的阶段不同，又可以分为潜伏期、爆发期、发展或者持久期、恢复期。对于民航通信导航监视保障工作，危机即来源于非人为原因带来的设备问题，其中包括台风、潮汛、洪水、雷电、磁暴、鼠患，干扰、供电等以及设备自身因素；也来源于人为原因，如无意触碰或者中断设备、操作不当、有意破坏等。通过对危机特点以及危机分类的分析，可以采取对应的不同手段和措施来应对和管理。

二、民航通信导航监视的危机管理

危机管理是为避免或者减轻危机所带来的严重损害和威胁，从而有组织、有计划地学习、制定和实施一系列管理措施和应对策略，包括危机的规避、危机的控制、危机的解决与危机解决后的复兴等不断学习和适应的动态过程。

(一)非人为原因导致的危机管理

民航通信导航监视保障工作的非人为原因危机主要来源于自然灾害以及设备自身原因，在潜伏期，危机的症状不宜被察觉，尤其是自然灾害，何时发生，强度如何，不确定因素很多，难以预期，而且危机爆发后影响较大，如台风大潮，供电中断，设备突发故障等。针对此类危机突发性、不确定性、紧迫性等的特点，关键在于建立相应的危机防范的应急处置预案，进行事前控制。进行事前的控制不是控制危机的发生，而是进行危机前人员的组织、物资的配备。首先是从组织上予以明确危机处置的责任部门和执行者，以及相互关系。而后根据诱发危机因素的不同，分别制定相应的处置预案。台风大潮防范处置、雷电磁暴和无线电

干扰处置、供电中断处置等。预案必须简单明了，执行者能够根据预案处置流程，在危机发生的第一时间做出正确的处置。并且根据预案，做好设备的备份和物资的贮备。此外，重要的是将危机管理纳入到日常的管理工作中，加强相关人员对危机处置预案的学习和熟悉，经常性的进行处置预案的演练，定期进行危机防范资源尤其是防台抗汛物资，防雷设施，备份设备和备份动力电源等物资资源的配备检查，包括这些物资保存状况和完好状况的检查。

危机爆发时，在启动危机处置预案的同时，要注意信息的通报，确保决策者能够获得全面的信息，做出正确决策。

在危机过后，生产恢复后，仍要加强警惕，危机随时可能再次爆发，因此应该迅速做好危机前的准备工作，把这当作下一个危机周期的起点。除此之外，根据此次危机的破坏情况和恢复情况，反思检验预案的可行性，有效性，物资准备的情况，以及人员应对危机的能力和手段是否完善，找出问题，提出解决方案，改善措施，为下一次危机做好准备。

(二) 人为原因导致的危机管理

人为因素包括生活和工作环境中的人；人与机器，程序和环境的关系；还包括人与人之间的关系。民航通信导航监视保障工作的人为原因危机主要来源于工作人员的操作不当、维护工作未尽职或者是有意破坏。撇开有意破坏不谈，其他人员原因的危机是可以防范和避免的。

从危机发展的几个阶段来分析，对于此类危机的控制主要还是在于危机的潜伏期。即在危机发生之前，根据工作人员思想和行为，采取相应措施，避免和防范危机。对于人为因素危机产生原因进行分析，产生的原因可能是因为工作人员技术差、粗心或者无意识的行为，或是平时未能遵照要求做好维护工作而导致弊病的积累。要避免和防范这些问题的发生，更换工作人员不是一个好方法。那么，如何在危机发生之前进行有效的防范和控制呢？首先，应该在制度上建立防范和避免危机产生的措施，比如可以建立双岗监督，降低出错几率；可以实行有差错检查，工作人员检查工作或者设备时假设肯定存在有差错，刻意去找毛病，挑毛病；也可以建立分层次的多级检查制度，定期不定期检查，以及工作人员互相监督相互纠正。其次是做好通信导航监视设备的备份工作，因为再完善的制度也不能保证工作人员一定不犯错误，因此在尽可能降低人为危机发生几率的同时，还应该从设备的角度来考虑，通过冗余配置等方法来避免或者减轻危机所带来的危害。三是加强思想教育，加强工作人员责任心，积极性和主动性，提高危机意识。有人曾说，态度决定认识，认识决定细节，细节决定成败，危机的发生有时就是因为一个小的疏忽。因此工作人员的态度端正，积极主动，认真负责也是防范危机的一个重要方面。

在危机发生以后，处置工作的重点是降低危机带来的负面影响，尽快地恢复生产，迅速及时地通报有关信息，而不是先去追究个人的责任问题。但在危机过去，生产恢复后，就应该认真进行检查和反思，查找和分析问题的根源，吸取经验教训，杜绝此类危机的再次发生。

三、民航通信导航监视危机管理的目的

实施民航通信导航监视危机管理，目的不是杜绝危机，而是预防与控制危机，建立危机管理体系，把危机的风险管理整合到日常管理中，通过良好的沟通和有效的信息交流，整合和协调危机管理的行动，纾缓危机，降低危机的损害，建立和发展危机管理的资源保障体系，提高管理者和工作人员的危机管理意识与能力，去解决危机，并在危机中检验和完善危机管理体系，在危机中寻求发展。(摘自《空中交通管理》No.4, 2006)

雷达管制运行风险分析

徐庆彬

2005年12月22日零时起, 贵阳管制区B330、A581、H24、H19航路顺利实施雷达管制, 这是贵州地区首次实施这一世界上最先进的航行管制指挥方法, 其为增大飞行流量、确保飞行安全提供了强有力的保障。目前贵阳管制区日均航班量达到440架次(其中贵阳本场起降航班为120架次), 高峰时段已接近500架次, 成为全国比较繁忙的管制区之一。实施雷达管制方式以后, 不仅可以扩大飞行流量, 而且可以监控区域内所有飞机的运行状态, 一定程度上提高了安全系数, 也为旅客出行提供了便利。

通过贵阳管制区雷达管制运行一段时间的情况来看, 在有效提高空域使用率的同时, 也面临着管制运行风险。作为管制一线的基层管理人员(带班主任), 主要工作任务就是执行如何在一个肯定有风险的环境里把风险减至最低的管理过程, 从而最大限度地调动起管制员们的工作积极性和主观能动性, 高效地肩负起为飞行安全保驾护航的崇高使命。结合贵阳管制区的实际, 让我们共同探讨、分析一下雷达管制运行中可能存在的风险, 并从中去发现、总结、完善一些具体问题, 并有目的地去做相关工作, 降低这些风险, 确保飞行安全。

一、风险分析的概念

1、风险的定义

对目前所采取的行动, 在未来没有达到预期结果(失败)的可能性。其大小可用失败的概率和失败的后果两个变量来标识。

2、风险分析的类别

风险分析有狭义和广义两种, 狭义的风险分析是指通过定量分析的方法给出完成任务所需的费用、进度、性能三个随机变量的可实现值的概率分布。而广义的风险分析则是一种识别和测算风险, 开发、选择和管理方案来解决这些风险的有组织的手段。它包括风险识别、风险评估和风险管理三方面的内容。图1是表示风险分析过程的一个简图。

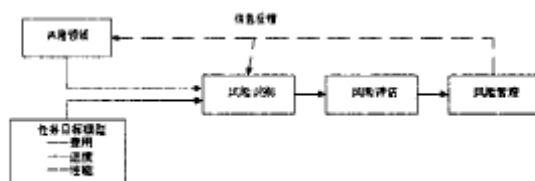


图1 风险分析过程简图

风险识别是指确定哪些可能导致费用超支、进度推迟或性能降低的潜在问题, 并定性分析其后果在这一步需做的工作是分析系统的技术薄弱环节及不确定性较大之处, 得出系统的风险源, 并将这些风险源组合成一格式文件供以后的分析参考, 它属于定性分析的范围。

风险评估是指对潜在问题可能导致的风险及其后果实行量化, 并确定其严重程度。这其中可能牵涉到多种模型的综合应用, 最后得到系统风险的综合印象。

风险管理则是指在风险识别及风险分析的基础上采取各种措施来减小风险及对风险实施监控。这也可以说是风险分析的最终目的。

二、风险识别(存在的风险)

1、多种管制方式并存

贵阳管制区现有13条航路(线), 10个航路(线)交叉点, 2005年12月22日贵阳区域航路顺利实施雷达管制以来, 仅在B330航路、H19航路、H24航路、A581航路有限地段、有限高度实

施雷达管制方式，其余航线实施程序管制方式，调配方式复杂多样，调配难度相对较大，值班期间很容易造成管制员精力分散，集中关注地带分布较广，间隔标准掌握要求较高。

2、设备运行综合保障能力较弱

目前贵阳有美国西屋一 / 二次雷达和东芝二次雷达，东芝雷达掉标牌现象极其严重，而美国西屋在全国独家拥有，自1997年投入使用至今已近9年，设备已经开始老化，缺乏有力的备件和技术力量支持，设备故障情况频繁发生；雷达管制运行期间，一旦设备发生故障，雷达管制方式顺利实施存在很大的管制风险，管制员存在较高的管制压力。现行设备运转症状主要体现在：

- (1) 与长沙管制边界ZHJ、HUY地带存在较大的雷达和通信距离覆盖盲区；
- (2) A581航路：TONAD QNX段，存在50千米的雷达距离覆盖盲区；
- (3) 贵阳KWE (VOR / DME) 导航台上空存在60千米的雷达距离覆盖盲区；
- (4) 真实雷达点迹旁边出现假雷达航迹，假航迹上挂雷达全标牌；
- (5) 除以上提到的外，区域内较多地段存在假目标假信号、瞬间标牌丢失的情况。

3、管制员结构年轻化，业务技术骨干出现断层，人员搭配科学化合理化不易于操作

本室现有执照管制员21名，6名见习管制员，平均年龄不到30岁，在一线值班的绝大多数管制员都刚取得管制执照2—3年，负责见习人员带培的教员又多从他们中间产生，管制带培经验普遍缺乏，在航班量大幅增长、多种管制方式并存、雷达管制运行处于不断总结提高的过程中，管制员有效面对当前局面、随时准备应对处置特殊情况的形势非常严峻。

4、培训方式、培训内容、培训效果系统性有待提高

鉴于航务管理部业务办公室人员缺乏的具体情况，一年一度的培训计划制定及落实工作绝大多数只能由管制部门负责完成，而管制部门在人员紧张又必须完成培训任务的情况下，就得要求管制员们利用业余休息时间到单位进行，管制人员面临着不能脱产培训以及承担飞行安全保障任务的双重压力，培训学时可能达不到培训大纲要求的程序管制、雷达管制各40学时的具体指标，专职培训教员、模拟机飞行员的缺乏，使管制培训质量、培训效果始终停留在某一水平上，流于形式的现象不可避免。

5、雷达管制设备保障是关键

雷达管制设备保障一旦处于瘫痪状态，雷达管制方式立即转为程序管制指挥方式能否顺利过渡，令人担忧。

6、见习管制员

见习管制员能否在一年时间内，顺利通过程序管制与雷达管制两种管制方式的理论执照考核和放单考试，要经过培训面临巨大压力。

见习培训教员绝大多数为刚放单2—3年的正式管制员，管制技能、管制经验、带培技巧的综合素质能力较为欠缺。

三、风险评估(风险分析的参考步骤)

- 1、我们想做什么，我们的目标是什么？
- 2、我们目前在哪里，我们离目标还有多远？
- 3、我们的优势是什么即对现实条件进行评估。
- 4、我们的缺点是什么，实事求是。
- 5、我们需要哪些设备、培训、人力资源如何用最小的投入获得最大的效益？
- 6、我们在实现目标的过程中会遇到哪些内部和外部的危机？

四、风险管理(安全防范措施)

- 1、持之以恒地坚决贯彻执行单位制定的一切规章制度：

- (1)带班主任席位化管理制度;
- (2)区域容量评估实施办法;
- (3)飞行冲突标识和消除规定;
- (4)应急频率(121.5MHz)使用管理规定;
- (5)其他业务管理规定和行政管理规定内容。

2、鉴于带班主任是班组工作正常运行的中心灵魂，建议推行系统化、规范化、制度化的带班主任培训，切实发挥其班组核心领导功能；

3、建议建立培训考核激励竞争机制，完善管制员等级制度并使之与绩效工资挂钩，坚决实行管制员优胜劣汰方案；

4、经常性地雷达管制与程序管制相互转换的培训；

5、有计划、有步骤、有安排地选拔优秀的管制员送外培训，同时管制教员、安全检查员、管制检查员实行年度考核制，坚持能上能下的原则，融入危机意识和竞争意识，营造起和谐的学习氛围；

6、建立起与技术保障部门沟通交流的长效机制，真正做到知己知彼，对设备运行状态严格做到心中有数；

7、进一步转换见习培训理念，严格考核，严格把关，在扎实做好基础培训工作的前提下，强化心理素质培训；

8、注重组织文化建设和团队建设，激发起管制员的工作热情，团结起一切可以团结的力量，使团队能够切实发挥最大功效，确保安全生产周期的良性循环。

(摘自《民航科技》No.6, 2006)

雷达两项告警功能虚警原因分析及对策

周伟春

雷达两项告警功能是空管自动化系统中防止航空器危险接近和防止航空器与地面障碍物相撞的两项重要功能，为空中交通管制部门保障飞行安全发挥着至关重要的作用。然而，在一些地区，两项告警的虚警过多一直困扰着民航的空中交通管制员们。比如，明明有着足够间隔的航空器，系统却给出冲突警告，明明有着足够的飞行高度，系统却发出近地警告。这种现象发生在一些部门的空管系统中，直接影响了空中交通管制员值班精力的分配。尤为危险的是，一旦管制员习惯了较为频繁的虚警，就非常容易忽略真正的冲突告警，重演“狼来了”的悲剧。

那么，究竟是什么原因导致了虚警的发生呢？笔者经过对武汉、广州、西安、济南、南宁等地空管系统虚警情况的观察，根据管制员记录的虚警时间，利用空管自动化系统的重放功能，对所联雷达信息数据进行逐个仔细检查。分析、确认了引起虚警的主要原因——二次雷达同步窜扰。

一、二次雷达原理的固有缺陷——同步窜扰

当两个或多个航空器靠得很近时，两个或多个应答机由于同时接收到地面二次雷达的询问信号而同时给出回答信号，地面雷达接收机同时接收到两个或多个应答。这些信号相互叠加，雷达在解码时很难正确分辨哪些信号是哪一个应答机发出的，容易出现对其中一个或多个应答信息的C模式或A模式解码错误，即看错高度或应答机编码。这种干扰称为同步窜扰。

同步窜扰是二次雷达原理上的固有缺陷。应答信号脉冲串的持续时间最少为20.3微秒(加发识别脉冲时,持续时间为24.7微秒),因而发送脉冲串将占有空间的距离为300,000X0.0000203=6.09公里(无线电波传送速度为每秒300,000公里)。假定两机处于询问波束同一方位上或波束宽度范围内,两机高度差已大于300米,当两机的斜距小于3.05公里,则地面询问机的接受机将收到同步干扰信号。虽然雷达厂商经常声称可以处理四重以上的窜扰,但从实际雷达重放数据来看,从雷达头传入到空管自动化系统的同步窜扰现象相当普遍。

二、同步窜扰引发虚警

如果雷达头送到自动化处理系统的信息包含了同步窜扰造成的错误数据,就容易引起虚警。

虚警之一:当错误的高度数据满足低高度告警条件时,空管自动化系统将给出低高度告警。

虚警之二:错误的高度数据导致计算出错误的“高度差”,当错误的“高度差”满足飞行冲突告警条件时,出现飞行冲突告警。

虚警之三:当错误的应答机编码数据进入自动化系统,一定会引起虚警。多雷达系统中,当某一部雷达出现同步串扰,将这个航空器应答机A模式编码看错,于是把错误的信息分析成一架新的雷达目标,因为应答机编码不同,这架虚假的航空器将显示在屏幕上。此时其他雷达没有同时受串扰影响,正确的雷达目标也会显示在雷达屏幕上。真假目标的应答机编码不同,C模式数据相同,位置完全重合。那么,必定在真假目标间触发飞行冲突告警。

三、窜扰引起虚警的几种常见情况

(一)双向航路,对头飞行时航空器相遇前后

广州区域内虚警非常少,因为其以单向航线为主,决大多数航路上没有对头相遇。而武汉、西安、济南、南宁等地方没有这么幸运,不同高度层上的航空器对头相遇时引发的虚警简直就是家常便饭,比比皆是。因为这些区域每天的对头飞行数以千计。

(二)顺向飞行,航空器重叠在一起

此种情况也常常发生,因为只要航空器间存在规定的垂直间隔,中国民航的管制规则就允许航空器重叠在一起。顺向重叠引发的虚警可以持续很长时间,或断断续续持续很长时间,原因是同步窜扰可以持续很长时间。

(三)交叉航路,航空器在交叉点重叠

与上点不同的是,虚警持续时间很短,只要过了交叉点就消除了,因为过了交叉点后,航空器目标即分开了,同步窜扰也就消除了。

四、减少冲突虚警的对策

首先,采取措施“正本清源”,提高雷达的抗窜扰能力。对已购置的雷达,加强与雷达厂商的联系,对即将购置的雷达,在选型上不仅要对抗旁瓣抑制提出更高的标准,而且要对抗窜扰能力提出更高的标准。

其次,改进空管自动化处理系统,提出滤除窜扰的方法。例如在航空器的性能上,其高度变化率存在一个范围。自动化处理系统应滤除不合理的高度变化,从而在一定程度上减少虚警。

再次,改双向航路为单向航路。不仅可最大限度减少虚警,而且可以大幅降低对头飞行给安全带来的风险,提高航空器安全裕度。最后,改进空中交通管制指挥方法。我们应该看到,既然是二次雷达原理的固有缺陷,完全根除同步窜扰是不现实的。我们应从雷达管制的要求,出台相应的管制规定,在飞行指挥过程中,避免航空器目标在雷达上重叠。这样不仅管制员可以看得更清楚,而且雷达也会“看”得更清楚,同时可极大降低两项告警功能的虚

加强航班正常性的航空气象服务

张利平

天气是否适合飞行是关系到航班飞行安全、正常起降的重要因素,特别是复杂气象条件更直接威胁着飞行安全。据统计,全球机场的飞行延误事件中,因天气原因造成延误的占41%,其中,可避免的天气原因造成延误的占17%。我国近几年平均因天气原因造成航班延误的占不正常航班的31%。尽管机场助航设施和飞机的性能越来越先进,不利天气条件对飞行的制约作用有所减小,但对处于一定气候环境和气象条件的机场和航路来说,短时的不利天气都会造成机场旅客滞留、航班大面积延误,严重影响航班的正常和安全。

一、影响航班安全、正常的主要天气

我国地域广阔,由于地理位置、地形特点、气候背景和天气条件的共同作用,南北方气候差异明显,各地区影响飞行的天气不尽相同,但总体上主要为低云、低能见度、大降水、大风、雷暴、积冰、颠簸、低空风切变、寒潮和冻雨、热带风暴等天气。

低云、低能见度:在湿度很大、大气层结稳定和一定地表条件下形成低云或大雾;或在一定的风力、大气层结、地表状况条件下形成的沙尘暴都能造成云高或跑道视程低于起降标准而影响飞行正常。

大降水:大到暴雨或中到大雪都可能因飞行员视程障碍或造成积水、积冰、积雪等跑道污染而影响起降。

大风:热低压、热带风暴、雷雨、冷空气入侵、局地地形等形成的大风对不同机型的飞行造成不同程度的影响。

冻雨、积冰、颠簸、低空风切变等天气使飞机的空气动力性能恶化,破坏飞机的安全性和操纵性,威胁飞行安全。

二、复杂气象条件的应对

1、航空气象服务部门加强复杂天气下的气象预报和服务

提高整体气象保障能力和服务质量,透彻研究、分析复杂天气过程,把握对飞行安全有重要影响的天气的个性和共性,努力建立科学的预报思路,使航空气象保障工作逐渐规范化、程序化、标准化。对危险、复杂天气提前做出准确预报,必要时及时发布机场警报和重要气象情报,并以最快速度通知各相关部门,为各部门正确决策、合理调配航班、保障飞行的安全、正常提供有力的保证。

科学规划和配置机场气象服务设施。如机场气象自动观测系统、风/温廓线系统、研制风切变警报系统、积冰、雷暴等重要天气的客观预报系统。积极应用世界区域预报系统的产品和客观预报方法,努力提高重要天气预报的准确性。完善航空气象服务质量控制和管理体系,借鉴其他国家的先进技术和经验,加快完善服务质量的评价方法。改进航空气象服务方式,满足用户的需求并逐步提高用户的满意度。

2、作为航空气象服务部门必须与管制部门、航空公司、机场管理部门相互通力合作,将天气对航班的不正常影响降至最低

2004年民航空管原因造成的4起飞行冲突事件发生均有雷雨天气,避让雷雨产生的大量协调工作造成了管制员的顾此失彼,这与我国空管体制、航路与空域设置、军民航协议与协

调等方面问题有关,但也说明了复杂气象条件给管制指挥和协调带来的麻烦,同时也证明了复杂天气下各部门的通力合作必不可少。

飞行前的准备活动中,各部门应认真研究飞行的气象条件,及时沟通气象信息:气象预报人员认真分析危害飞行安全、影响航班正常的复杂天气,研究、判断天气的影响和危害程度,及时通报相关部门;管制和签派人员根据预报结果,制定放行、管制方案和预案;飞行机组成员重点研究应对复杂气象条件的处置预案,制定可行的飞行方案;机场运行管理部门及时收集天气对机场的危害和影响程度,通报空管管制和情报部门,便于管制指挥和发布航行通告,并向气象部门了解天气对机场未来预期的影响和危害,以便决策并采取进一步措施。

飞行过程中正确决策和处置复杂气象条件:机组人员在飞行过程中提供有关复杂气象条件的准确、详细飞行气象报告;管制人员根据报告及时反馈气象预报人员,气象人员认真分析飞行气象报告,提出科学、可靠的决策建议;其它各保障单位如空管管制指挥、公司运行协调、机场管理和气象服务等运行部门加强信息交流和沟通。

在飞行结束后,各部门进行及时的研究和信息分析:飞行后,预报人员对飞行中的复杂、危险天气进行讲评和研究,总结经验,提高飞行中复杂气象条件下保障能力和服务水平;飞行人员对飞行中的重要事件进行分析和总结,加强飞行人员对气象信息的学习和使用能力,提高复杂气象天气下的分析、判断和飞行处置能力;管制、签派人员对复杂和不正常事件进行总结和讲评,提高对复杂天气影响飞行安全的认识,加强复杂气象信息的使用效能,以便合理制定管制和放行方案。

3、完善和提升空中通播系统的作用和信息更新速度,便于地面保障人员和飞行机组人员的快速沟通,也便于飞行人员及时掌握和处理飞行中复杂、多变的气象条件

目前塔台使用的通播系统是每隔30分钟更新一次,不间断地向空中航空器发送本机场的气象要素、进离港方式和跑道的使用等信息。由于系统数据资料信息有限,信息更新速度慢,使地空信息交流受到局限,应进行相关部门综合性的升级换代,提高信息更新速度和使用效能,将危险复杂天气信息及时、全面、快捷地传递给机组成员,实现空地信息的及时交流和沟通。

三、复杂气象条件下,气象服务与航班安全、正常、效益的关系

复杂气象条件对飞行安全、正常和效益的影响程度可以通过提高气象服务等途径得到避免和降低。目前,随着航空气象设备、技术和服务的不断提高,我国各航空气象服务部门提供的重要天气预报准确率已达到世界先进水平。飞行中利用气象条件中的有利因素,既可以保证飞行安全又可以提高经济效益。各航空公司应趋利避害,充分利用航空气象预报产品,如:准确的高空风温度预报、高空重要天气预告图、起始机场的复杂天气、航路重要气象情报和预期变化以及机场温度预报,结合飞行流量、飞机配载、航路选择、油量控制等因素的综合考虑制定可行的飞行计划,充分降低飞行成本,在保障航班安全、正常的前提下努力实现航空营运的最佳效益。

影响飞行的气象条件是客观的,具有一定的规律性,人们应该客观的对待它。准确监测和预测复杂气象条件、提高重要天气预报准确率一直是航空气象工作追求的目标,加强协同、应对机制是应对复杂气象条件,保证航班安全正常,提高航班正常性,实现营运效益的有效途径,应该引起民航各有关部门的重视。航空气象服务直接关系到飞行安全、航班正常性、航空公司和机场公司的运营效益,天气资料的准确程度和使用效能很大程度上影响飞行安全的裕度、飞行管制指挥的决策、安全运行的监控、公司运营效益的实现。因此,气象服务与航班安全、正常、效益的关系相辅相成,互相依存。不断提高气象服务能力就是为了更好的提高航班的安全、正常和效益,但不能为了一味地追求航班的正常和效益而盲目的在危险、

复杂气象条件下飞行，造成各方面无法挽回的损失。

综上所述，天气与飞行安全、正常息息相关。努力提高航空气象服务部门的保障能力，加强相关各部门的通力合作，整体优化现行体制下各方面的关系，最大限度地降低复杂气象条件对飞行的影响，是保证航班的安全，提高航班正常性，进而实现最大营运效益的有效途径。（摘自《民航科技》No.5，2006）

航空气象服务保障工作中的“人为因素”

朱东升

航空气象服务是空管工作的重要组成部分，天气预报的准确率直接影响到飞行安全与正常。因此研究和探索人为因素对飞行的影响，找出切实可行的保障方法和管理措施，减少和预防“错、忘、漏”现象对飞行安全的影响，是我们必须重点研究解决的问题。

一、“人为因素”对飞行气象服务保障工作的影响

所谓人为因素实质就是人的主观能动性对生产活动所产生影响的内在联系。在现代航空技术跨越式发展，航空设备越来越先进的今天，人为因素成为影响航空安全的最主要因素。民航各地区气象中心主要是负责制作、发布本场天气预报、天气实况、机场警报；地区重要天气预告图、中低空风和高空温度预告图、重要气象情报；为在本场起降的航班提供所需的气象资料。工作特点是服务范围广、精度要求高、工作难度大。因人为因素影响飞行安全与正常的有以下几个方面：

（一）错发、忘发、迟发气象报报文现象

气象对外服务的一个主要手段就是以报文形式，预报岗位每天固定发布9小时航站预报，24小时航站预报，视天气状况还要发布高、低空重要气象情报、修订报、更正报和趋势报；观测岗位每半个小时固定发布本场天气实况，视天气变化还要发布特殊天气实况。经调查，在发布的这些报文中，由于人为因素，有时出现报文格式错误，忘发和迟发报文的现

象，有的错误使用户对报文不能正确解读，忘发和迟发报文不能及时为用户提供所需气象资料，影响了气象服务保障质量。在国内也曾发生过起飞航班因没有收到降落站的天气实况，而造成航班延误的现象。

（二）工作中“错、忘、漏”现象

在各岗位业务运行中，也存在着“错、忘、漏”现象。如：工作记录不细，有遗漏，不能充分体现所做工作等。

（三）人为报错气压

从正确观测气压到飞行员正确使用气压要经过气象、管制和飞行三个部门，六道手续（气象观测、发报，管制收报、通告飞行人员，飞行人员接收、调整飞行仪表）。在这三个部门中，由于错报、错调和忘调场压而造成的人为差错以前时有发生。1982年11月27日，某航班在某机场进场着陆过程中，值班员在给飞机降落条件时，将场压775百帕错报成755百帕，相差20百帕，造成飞机进场高度过高；1992年7月14日，由于气象值班人员工作不负责任，轻率答复问题，发生了将场压1004百帕错报成1011百帕。幸好及时发现，才避免了可能发生的问题。虽然近年来各部门高度重视气压的应用和报告的准确性，避免了出现错报气压的现象发生，但要警钟长鸣，创造更长的安全周期。

（四）未能及时通报特殊天气报告，造成航班返航、备降或延误的发生

目前,航班的放行工作由空管管制员、公司签派人员负责,气象人员在收到特殊天气报告时,要及时通知相关人员,以便决定航班是否可以放行。这种现象一般发生在起飞站或降落站的天气突然转差或变好,通过航班最低起飞或降落标准时,值班气象人员在收到降落站发来的特殊天气报告后,未能及时通报给有关部门,造成了航班返航、备降或延误的发生。国内以前也出现过因未能及时通报特殊天气报告,造成航班返航的发生。

曾经有一名责任心较强的预报员,由于软件设计的缺陷,收到特殊天气报告时无自动报警功能,当他忙于其他工作时,忽视了对天气的监视,导致飞机由于对方天气条件不够标准而返航,给航空公司造成了损失。

二、出现“人为因素”的主要环节分析

(一)影响报文质量的主要因素

通过对错发、忘发、迟发气象报文的调查统计,对各原因所占错误的比例进行了分析,发现人为过失所占比例最大,达45.6%,依次是检测(30.8%)和设备因素(17.5%)。经分析,人为因素产生错发、忘发、迟发气象报文有以下几个方面的可能原因。一是在发报时手误,输入了错误的字符。这是一种随机出现的错误,可能出现在任何时间、任何报文中。二是遇有复杂天气时,工作量增加,有时造成忘发、迟发气象报文。三是心理因素影响气象服务工作。气象服务工作是一门复杂的综合活动,涉及面广,又因大气运动的复杂多变,各种意外情况时有发生,因此预报人员的心理承受能力是影响预报工作的一个重要方面。四是疲劳影响工作正常。心理疲劳是因人的注意力下午开始下降,而且是24小时值班,有时造成了忘发、迟发气象报文现象。身体疲劳是因24小时值班,晚上休息晚,清晨起床早,睡眠少等原因造成身体疲劳。而发报软件检错功能太弱,对很多客观错误几乎没有检测,这是影响气象服务质量的主要原因。

针对错发、忘发、迟发气象报文的情况,各岗位以前也制定了多种措施,如航班班、区域班检查制度、发报后自查制度、报文书写记录措施、定期报文检查制度及奖惩措施等。但这些并不能从根本上解决这个问题,尤其是近年来,预报员缺编,加上外出学习、出差、休假等,致使在岗值班人员少。随着我国经济飞速发展,飞行任务日趋增加,预报员的工作压力与日俱增,这样就很难保证工作中的精力,发生错误报文的現象有增多的趋势。虽然可以通过更正报来进行更正弥补,但有时会影响飞行情报的及时、正确提供,是安全生产和气象服务保障工作的隐患。

(二)在预报业务运行中“错、忘、漏”现象的分析

经分析造成“错、忘、漏”的现象,主要有以下可能的原因:日常工作任务重,天气复杂,服务保障任务重,工作检查力度不够,规章制度落实不足,人员少,工作压力大,业务水平和安全意识欠缺等。现在很多机场气象台预报员与多台计算机设备共处一室,多台机器持续不断的噪音、产生的热量以及飞机起降的巨大噪音,都会直接对预报员产生影响。预报员要24小时值班,在长期的噪音背景下,会产生烦躁、情绪不稳定、听力减退、注意力分散等现象;而个人的心理素质、生理素质、工作责任心、业务水平、特情处置能力等,也是影响“错、忘、漏”的重要因素。

(三)出现人为报错气压的主要环节分析

通过对以前的实例分析,可以得出以下结论,一是工作不认真,思想麻痹,不按工作程序校对、复查所致。二是概念不清,这是造成人为气压差错的次要原因。2000年2月,某航站气象值班观测员在编报观测记录时,没有认真校对,把报文中的场面气压1002百帕和高度表拨正值1024百帕填写颠倒,就是因概念不清而造成的。三是对气压的重要性认识不足,安全观念淡薄,这是出现人为气压差错的潜在原因。

三、防止出现人为因素“错、忘、漏”的建议

人是保证飞行安全的决定因素，它包括两个方面。一是主动性、积极性和创造性。二是精湛的技术业务水平。两者是相辅相成缺一不可的。防止出现人为“错、忘、漏”现象，提高工作质量，确保飞行安全应该加强以下几个方面：

(一)为了飞行安全，各岗位值班人员都应在工作中减少和预防“错、忘、漏”现象的发生，切实保证各项规章制度及措施不折不扣地得以落实，将防范关口前移。

(二)加强对员工的安全素质的培养教育。可以通过在职的业务学习或脱产培训，提高工作人员的安全素质。每一位员工必须牢固树立“安全第一，预防为主”的思想。在各自的岗位上，严格按照章办事，把各项规章制度真正落实到工作中的每一个环节，承担起自己的责任。

(三)对各岗位坚持严格考核上岗制度，细化岗位责任制。飞行安全工作，只有落实到每个岗位、每个人，才能有可靠保证。培养人才，开发人才，提高人的技术业务素质，是保证飞行安全的有效途径。因此，安全管理应强化员工的技术业务培训。

(四)认真分析安全工作中存在的问题。总结经验，吸取教训，不断细化制定预防“错、忘、漏”现象的措施。在研究制定中。要吸收生产一线人员参加，既发挥他们在长期实践中积累的宝贵经验和聪明才智，又使预防事故的措施具有广泛群众基础。

(五)解决航空人员“错、忘、漏”是当前和今后一段时间安全管理的一项重点工作，也是一项长期任务，需要持之以恒，常抓不懈。

(六)根据需求进行软件开发，从根本上解决“错、忘、漏”报文现象，提高预报员工作效率，让预报员把精力尽量投放到天气分析上。如沈阳气象中心预报室针对以上人为因素，组织预报技术骨干田丰等同志研发了《预报编发报业务系统》，为飞行提供了更及时、准确的气象服务保障。(摘自《空中交通管理》No. 12增刊，2006)

生态治理 防治机场鸟击

黄新

1、南京禄口国际机场鸟击防治的基本情况

南京禄口国际机场地处低山丘陵地带，周围河道、沼泽密布，水草丰茂，非常适合鸟类的生存繁衍。根据资料统计，在机场锥型面内共有142种鸟类，隶属于16个目，33个科，其中留鸟43种，夏候鸟38种，东候鸟34种，旅鸟37种，对飞行安全有较大影响的鸟类共有88种。整个锥型面内鸟类活动数量月平均达到每平方公里250只左右。

南京禄口国际机场历来就十分重视鸟击航空器防治工作，采取多种举措，全方位进行预防和治理。由于机场外规划发展用地人类活动少，植被生长日渐繁茂，在该区域栖息的鸟类不断增加，给机场鸟击防治工作带来了相当大的压力。2002年在南京机场周边观察鸟类活动数量仅为9000只左右，2003年发展到12000只，2004年更是达到了17000余只，鸟类活动数量的不断增加，对飞机起降造成了很大的安全隐患，严重影响了南京禄口国际机场的飞行运营环境。同时由于鸟类对环境的适应性强，机场配备的各种驱鸟设备往往在刚开始使用时效果还不错，经过一段时间鸟类就“无视”这些驱鸟设备了，和驱鸟工作人员打起了游击战，驱鸟效果大打折扣。

2、生态治理，主动出击

面对机场鸟击航空器防治出现的新问题，机场驱鸟工作人员冷静思考，拓宽思路，积极

主动的寻求新的防治方法。在总结前几年驱鸟工作经验的基础上,根据机场的目前实际情况,从2005年5月开始,南京禄口国际机场飞行区鸟害防治工作小组制定了“生态治理,主动出击”的鸟击防治新思路,从过去被动驱赶转变为主动预防。机场飞行区内存在鸟类活动,主要是基于两个方面的原因,一是机场周边环境适合鸟类生存栖息,二是机场内存在着吸引鸟类的因素。防治鸟击,就要从这两个根源入手,从“根”上解决鸟击航空器的问题

2.1 机场周边环境整治

在机场飞行区西南方向存在多处马尾松林地,由于气候适宜,以及周边水体丰富,这些松林成了鸟类特别是鹭鸟栖息的绝佳场所。同时由于其觅食地又在机场的西北侧,导致鸟类要频繁穿越飞机的起降地带,影响飞机的起降安全。

2005年5月机场公司在原先鸟类高发期进行场外驱鸟的基础上,进一步改进驱赶方式,通过与地方协调沟通,取得地方政府的支持,抢在鸟类繁殖前期,连续一个多月对该片树林内的鸟类进行了集中驱赶,捣毁鸟类巢穴。连续的驱赶作业使得该区域内各种鸟类被迫迁徙至机场西北侧面4公里处树林内栖息,使其觅食地点和栖息地点在飞机起降的同一侧面,鸟类穿越起降带觅食的现象得到了极大的改观。

鸟类是人类的朋友,如何驱鸟而又不伤鸟,一直困扰着机场场务驱鸟工作人员。通过在繁殖前期对鸟类进行驱赶,不仅保护机场周边的鸟类,使之能够正常的繁衍生息,同时也通过改变其栖息地,调整了鸟类的飞行路线,确保了机场的飞行安全。

2.2 机场内部环境整治

机场飞行区鸟击的预防,另一个方面就是要减少机场内部环境对鸟类的吸引,让鸟类尽量在远离机场的区域内活动。鸟类频繁在机场活动的原因,通常是因在机场内能找到如食物、水等生活的必需品和栖息场所。鸟害的预防也就从减少机场吸引鸟类的这些因素入手。

(1)消除水体对鸟类的吸引。机场驱鸟工作人员从减少机场内地表水入手,一方面对飞行区内的洼方区进行了回填土方、整平碾压作业。减少机场地表积水;另一方面,通过完善排水设施、定期清除排水沟内水草保持排水沟通畅。2005年驱鸟工作人员共填平了飞行区内14个水塘,疏浚了1万米的排水系统,减少了飞行区内水体对鸟类活动的吸引。

(2)减少机场鸟类栖息场所。机场驱鸟工作人员严格按照机场养护要求对飞行区草坪的草高进行控制,2005年飞行区内共割草362.6万平方米,碾压47万平方米,严格将场区内草高控制在30cm以下,从而减少了飞行区内吸引鸟类栖息的因素。

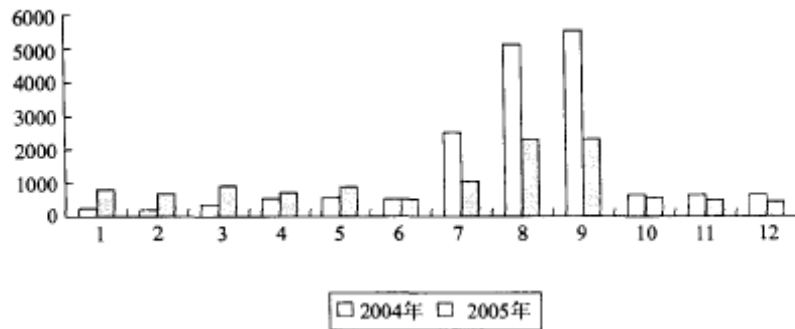
(3)切断场区内鸟类食物链。俗语说“鸟为食亡”,机场内存在着大量蚯蚓、昆虫等食物,这些都是鸟类觅食的对象,加上周边农田鸟食缺乏,在飞行区内常常出现上百只白鹭觅食的现象,严重影响了飞行安全。因此限制机场内鸟类觅食对象的数量也是减少鸟类出入机场的一个重要措施。为了做好这项工作,机场驱鸟工作人员从2005年5月开始对南京禄口机场飞行区内进行了4次全机场范围内的喷药除虫,有效控制了飞行区草坪内蚯蚓、昆虫的数量,通过切断鸟类食物来源来控制飞行区鸟类活动的数量。同时针对过去割草过后因昆虫暴露而吸引大量鸟类前来觅食的现象,驱鸟人员将割草和除虫工作同步进行,边割草边除虫,在时间和空间上不留空隙,消除驱鸟工作的盲点。

通过一系列卓有成效的措施,南京禄口国际机场飞行区鸟类活动数量得到了有效的控制,降低了鸟击航空器的事故基数。

从图表中,我们可以清楚的看到,从2005年5月驱鸟工作实施了“生态治理,主动出击”的新思路后,机场鸟类活动数量与2004年相比,同比降低了33%,大大降低了鸟击事故发生的可能性。

表 2004 年与 2005 年同期的鸟类活动数量对比图表(单位:只)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2004 年	210	148	303	504	536	500	2489	5096	5474	640	633
2005 年	791	665	888	677	861	503	1058	2289	2249	568	471



3、结束语

“生态治理，主动出击”有效的保证了南京禄口国际机场驱鸟工作圆满完成年度安全目标，保证了飞机的正常运行，同时也推动了机场鸟击防治的基础性研究工作。机场鸟击防治工作是一个全新的课题、一个长期的课题、一个动态的课题，容不得丝毫的放松与麻痹，南京禄口国际机场鸟击防治工作小组全体成员将进一步扎实推进鸟击防治工作，杜绝鸟击航空器的发生，保证飞行安全，让鸟类和人类和平共处，共享蓝天！（摘自《江苏航空》No. 3，2006）