

# 影响我国民航飞行安全的个体与组织因素 ) ) 基于 HFACS 框架的事件分析\*

张 凤<sup>1,2</sup> 于广涛<sup>3</sup> 副教授 李永娟<sup>2</sup> 副研究员 蒋 丽<sup>1,2</sup> 董 雷<sup>2,4</sup>

(1 中国科学院研究生院, 北京 100039 2 中国科学院心理研究所, 北京 100101

3 中央财经大学商学院, 北京 100081 4 东航上海飞行部, 上海 200335)

学科分类与代码: 620 2040

中图分类号: X912.9

文献标识码: A

基金项目: 国家自然科学基金资助 (70401018)。

**摘要** > 主要通过民航事故征候(事件)的分析,对影响飞行安全的人的因素进行研究。数据分析主要采用编码分析的方法,结果发现:在个体层面,对事故征候影响顺序是技能差错、决策差错与知觉差错;机组内部的沟通与协调不畅在各个飞行阶段都存在;在组织层面,监督、资源管理、文化与氛围是比较有影响的组织因素;组织内部与外部的信息界面是飞行安全的隐患之一。与此同时,分析了该项目研究的不足之处,提出改善民航飞行安全的建并指出今后研究的方向。

**关键词** > 民航; 事故征候; 人为因素分析系统(HFACS)框架; 人因; 人误

## Individual and Organizational Factors Affecting Chinese Civil Aviation Safety: Event Analysis Based on HFACS Framework

ZHANG Feng<sup>1,2</sup> YU Guangtao<sup>3</sup>, Assoc. Prof.

LI Yongjuan<sup>2</sup>, Assoc. Research Fellow JIANG Li<sup>1,2</sup> DONG Lei<sup>4</sup>

(1 School of Graduate Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

2 Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

3 School of Business, Central University of Finance & Economics, Beijing 100081, China

4 The Fourth Flight Department of China Eastern, Shanghai 200335, China)

**Abstract** The aim of this study is to explore human factors affecting the Chinese aviation safety through the analysis of civil aviation accidents and incidents by mainly applying coding analysis method. It is found that at individual level, main factors are orderly bad performance, decision errors and consciousness errors, bad communication and coordination exists in every flight phases. At organizational level, supervision, resource management and culture atmosphere are much important organizational factors, the information interface between the inner and the outer of the organization is one of the potential hazards. Besides, the limitation of this study is pointed out and suggestions to improve civil aviation safety are provided.

**Key words** civil aviation, accident symptoms, HFACS(human factors and classification system); human factors, human errors

## 0 引言

近年来,民用航空进入高速发展阶段,但其在为人们的生活带来方便快捷,为社会带来巨大的经济效益的同时,也曾发生过许多重大事故,给人民的安全和社会经济带来了灾难。造成其飞行事故的原因很多,如环境因素、技术缺陷、机械故障等,这些因素往往是通过人来产生作用的。随着复杂系统中硬件可靠性技术的提高,其(软件0)))人的因素对事故的贡献越来越大<sup>[1]</sup>。有关统计表明,在造成灾害的技术系统事故中,包含人因失误已经达到80%左右<sup>[2-3]</sup>。仅仅简单地指出民航组织中由人因导致事故的比例是不够的,就好比确诊一个病人有病却没有诊断出生病的原因<sup>[4]</sup>。要改善民航安全水平,有必要深入探讨影响飞行安全的人的因素以及这些因素的作用机制。

但在现实工作中,由于相关人员缺乏人因学和航空心理学的知识背景及相关训练,而且有些模型比较抽象,缺少可操作性的理论模型的指导等,往往给事故分析带来不必要的偏差。而且以往研究主要利用个案方法,孤立地分析某一事故得出有限的结论。也有一些研究利用统计分析法对民航事故和事件进行了探讨,如霍志勤与罗帆对我国民航近10年发生的32起飞行事故原因分析<sup>[5]</sup>;罗晓利对1990-2003年中国民航152起小于间隔飞行事件进行了分类统计研究<sup>[6]</sup>。但上述研究仅仅分析了个体错误和机组错误的表现与分类,而没有在上述基础上进一步挖掘导致人的失误的潜在致因因素。

传统的安全管理把焦点放在重大事故以及事故的分析 and 处理上,对事故征候关注较少。飞行事故是指在运行过程中发生人员伤亡、航空器损坏的事件;飞行事故征候则是指飞行实施过程中发生严重威胁飞行安全的情况或发生航空器损坏、人员受伤,但其程度未构成飞行事故或航空地面事故<sup>[7]</sup>。事故与事故征候并没有本质的差异,例如:国际民航组织(International Civil Aviation Organization, ICAO)描述在民航领域中重大事故、事故以及事故征候之间的关系:每一起重大事故发生之前,平均有30起事故和600起事故征候发生<sup>[8]</sup>。事故征候非常接近事故,同样具有很高的危险。另外,它的发生频率更高,且具有全息性质<sup>[9]</sup>,更能够反映出飞行的安全水平和存在的问题。笔者的研究项目拟通过对一部分

事故征候的收集、分析和预测来探讨影响我国民航飞行的不安全因素,从而为改善航空安全提出建议。

## 1 民航安全领域的人因研究

20世纪90年代以前,人们多把事故归因为个体层面,事故分析也多限于个体因素的讨论。民航事故的研究也没有建立统一的分类系统来比较不同类型的人误<sup>[4]</sup>。对人误研究是以认知心理学和工程心理学为理论基础,主要以实验心理学的方法分析个体的失误类型,分析个体的工作记忆等认知因素及生理因素和具体的微环境对绩效的影响<sup>[10]</sup>。但个体的行为除了受认知能力、生理因素影响外,还会受到周围环境,包括工作群体、组织管理、组织文化等因素的制约。传统的个体层面的人误研究只是人的可靠性研究的一部分,但随着研究的深入,专家们开始考虑影响事故的其他方面的人的因素。

20世纪90年代以后,人误的研究开始重视个体人误背后的深层因素,Reason, Willbert, Helmreich等人是该研究方向的积极倡导者。例如:Reason提出了贡献因素、潜在错误和管理错误的概念,并建立了新的复杂系统中的事故因果模型(瑞士奶酪模型)。他认为在复杂的社会))技术系统中,只有多种人误、违章或技术失效在时间上重合,才可能共同引发事故。所有这些因素都是事故的贡献因素。操作者失误或技术失效等直接原因只是事故的触发器,而隐藏在事故背后的潜在错误威胁性最大<sup>[11]</sup>。Willbert与Klumb研究发现,组织成员实际奉行的关于安全的价值观和行为规范,与组织所倡导、所要求的并不一定一致,而在组织控制薄弱或不及之处,实际存在的安全文化对其工作行为的控制处于优势<sup>[12]</sup>。Helmreich和Merritt则探讨了民族文化对飞行员行为的影响,其中,权力距离、个人主义与集体主义、不确定性回避等3个维度对驾驶舱内机组成员行为有显著影响<sup>[13]</sup>。

随之,在航空事故中人误研究的焦点从技术缺陷转移到决策、态度、监督因素、组织文化等主要致因因素<sup>[14]</sup>。Grabowski和Robert通过对美国海上运输系统、空中交通系统以及海陆空联合指挥系统的分析比较,提出大型系统中预防事故的5个制约因素:决策、沟通、组织结构、人计算机界面、文化。上述因素主要是隐藏在人误或违章后面的潜在错误因素,并且它们之间是相互联系、相互影响的<sup>[15]</sup>。Orasanu和Connolly认为飞行员的决策经常发生在组织环境中,组织通过规定标准的操作程序直接影

响飞行员的决策,通过规范和文化来间接影响飞行员的决策<sup>[16]</sup>。Maurino 等人指出理解组织中更高水平的管理活动如何影响飞行员作出的决策在事故调查中是很重要的<sup>[17]</sup>。

新的研究方向的出现,尤其是 Reason 的瑞士奶酪模型的提出及其在安全领域的应用促进了人误的分类框架和事故调查方法的发展。Shappell 和 Wiegmann 在 Reason 的/瑞士奶酪 0 模型的基础上提出了可以具体应用到飞行事故中的人为因素分析系统 (Human Factors Analysis and Classification System, HFACS)。该框架模型描述了 4 个层次的失效,每个层次都对应于 Reason 模型的一个层面。其中包括:操作人员的不安全行为,在航空中通常指机组飞行员的差错和违章。其中差错是指个人的没有达到预期结果的精神和身体的活动。违章是指故意不遵守确保飞行安全的规章和制度。差错包含 3 种类型:技能差错 (skill-based error)、决策差错 (decision-based error) 和知觉差错 (perceptual-based error)。

不安全行为的前提条件,是不安全行为发生的原因,包括操作者状态(不良精神状态、不良生理状态和身心智局限)、人员因素和环境因素(物理环境和技术环境)。其中人员因素包括机组资源管理 (crew resource management, CRM) 和个人的准备状态。CRM 主要是指人员之间的协调和沟通等非技术因素,包括:飞机、空中交通管制、维修和保障等部门的内部以及它们相互之间的沟通协调。

不安全的监督,主要有监督不充分、运行计划不恰当、没有纠正问题和监督违规。组织影响有 3 类:资源管理,包括了所有层次的组织资源分配及维护的决策,如人力资源、资金、装备和设施;组织氛围则可以从组织的授权方式、信息传递通道、行为的正式责任上反映出来,以及组织内非官方的价值观、信念、态度等;组织过程是指组织内管理日常活动的行政决定和规章,包括制定和使用标准操作程序以及在员工与管理之间维持检查和平衡的正式方法<sup>[18]</sup>。

该分类系统是分析数以百计的飞机事故报告获得的经验性总结和提炼,是飞行事故/事件中被普遍接受的人因的分类工具<sup>[19]</sup>,为航空领域人因研究提供了一个全面的分析框架。这个系统的重点是探讨现行错误和潜在错误及其之间的关系,并促进了对人误潜在因素的确定。虽然 HFACS 原本是为调查、分析在美国海军航空中飞行事故的人误框架而被设计和发展的,但该框架也被证明可以应用于民用航

空中的事故分析<sup>[20]</sup>。有研究者也成功把它应用于美国本土之外的系统,如台湾和印度,甚至可以用于空管<sup>[21]</sup>以及铁路事故<sup>[22]</sup>的调查工作。

笔者基于 HFACS 框架和我国民航的实际情况提出民航领域的事故征候编码系统,并用于对大量的事故征候报告进行再分析,目的在于探索并分析影响民航事故征候发生的各个层次的人的因素以及它们如何起作用,从而为改善民航安全寻找相应对策建议。

## 2 研究方法 with 程序

### 2.1 资料来源与研究方法

研究资料来自中国民用航空总局航空安全办公室下发的/飞行事故、航空地面事故和飞行事故征候统计的通知 0 中的 1996) 2000 年 5 年的资料,通过编码方法对这些事件征候报告进行再分析。

### 2.2 研究程序

#### 2.2.1 编码本的确立

编码本变量的确定是在 HFACS 框架的基础上,首先随机抽取一年的事件征候报告进行分析,抽取与人因有关的变量,从个体、团队、组织和环境 4 个层面展开,得到编码本的雏形。然后请参与编码的编码者对初步确立的编码本逐个变量进行分析、理解和修改。并基于编码者的试编码过程中的反馈,对编码本变量进行合并、修改和增删。通过进一步讨论,最终确定的编码本共有 21 个变量。

#### 2.2.2 编码者的培训

首先向编码者阐述笔者的研究计划和思路,使其了解本研究的目的;将事件征候报告中提及的跟民航有关的术语介绍给编码者,对编码者进行编码要求的培训。并且他们曾经有过多次编码经历,已经掌握了编码技术。

#### 2.2.3 编码过程

首先请 3 位编码者坐到一起,先随机抽取的 12 份事件报告进行试编码,然后进行讨论分析。主要目的是对编码本进行修订,并通过沟通,使 3 人的编码标准趋向一致。然后 3 名编码者对 5 年的事件报告进行独立编码,完成编码后,进行面对面地对每一个事故征候的编码结果进行讨论。对其中编码不一致的地方阐述自己的理由,如果 3 人最终不能达成一致意见,以少数服从多数为准,从而确定该变量最后的赋值。通过集体讨论,确定最终每一个事故

征候的每一编码变量的赋值。

### 3 数据分析与结果整理

#### 3.1 数据输入与整理

该项研究主要采用编码的方法,在 3 位编码者的编码取得一致意见后,对编码变量的数据录入采用 Excel 2003 输入。对变量的分析采用 Excel 2003 和 Spss14.0。

#### 3.2 结果

##### 3.2.1 信度

根据编码结果,计算 A 系数,分别得到 3 个编码者两两之间的评价者间一致性系数,并通过 Fisher z 转换,得到 3 个编码者间的平均一致性系数为 0.83,一致性系数较高。

##### 3.2.2 描述性结果

5 年间年飞行事故征候报告中共有事故征候 601 件,其时间分布见如表 1 所示。

表 1 事故征候时间分布

年份	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	总计
征候次数	122	127	139	120	93	601

由于飞行事故征候报告叙述较为简略,其中有些事件仅仅根据事故征候报告无法确定责任主体,故在分析事故征候人因致因时,暂不分析这类事故征候;另外,对报告中无法体现出人的因素的事故征候,也不在此项研究范围内。经过筛选,笔者最终进行编码分析的事故征候共有 301 件,其各年的分布如表 2 所示。

与事故征候有关的人因变量具体的表现如表 3 所示。在 301 件事故征候中,被提及较多的因素有:技能差错 (36.21%)、违章 (26.58%)、与管制相关的互动 (21.93%)、与地面/机场的互动 (19.27%)、决策差错 (18.94%) 和物理环境 (11.96%);有些变量没有提及,如制度程序、技术环境;其他变量被提及次数较少。

表 2 参与分析的事故征候

时间	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	合计
事故征候	77	58	66	59	40	301

表 3 事故征候报告中与编码本中变量类别有关人因的频率和比例

编码变量	次数	比例 (%)
技能差错	109	36.21
违章	80	26.58
与管制相关的互动	66	21.93
与机场/地面相关的互动	58	19.27
决策差错	57	18.94
物理环境	36	11.96
资源管理	29	9.64
知觉差错	27	8.97
团队因素 (CRM)	25	8.31
与机务相关的互动	22	7.31
文化与氛围	20	6.64
监督问题	12	3.99
机组成员身心状态	5	1.61
计划运行	3	1
制度和程序	0	0
技术环境	0	0

注:表中的数字是与编码本中至少一个人因变量有关的事例征候的频率和百分比。例如:301 件事例征候中有 57 件至少与决策差错有关,所占比例为 57/301 或 18.94%。因为事例征候通常不止有一个致因因素,所以表中的比例相加并不等于 100%。

在编码过程中提到的与事故征候有关的因素在各飞行阶段的分布如表 4 所示。有些编码变量,如技术环境等在事故征候报告中发现较少,因此,在列联表分析中,不把此类变量列入分析范围。分别对飞行阶段和编码变量做独立性检验,考察在不同的飞行阶段编码变量的分布是否有差异。

结果表明:事故征候在不同飞行阶段的分布( $\chi^2 = 217.36$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )有显著性差异。

事故征候较多的发生于飞行的滑行、起飞、巡航、进近、着陆阶段;

知觉差错( $\chi^2 = 20.40$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )在不同的飞行阶段分布的次数有显著差异,在滑行阶段显著高于在其他飞行阶段;

决策差错( $\chi^2 = 46.42$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )在不同的飞行阶段出现的频次不同,在滑行和着陆阶段要高于其他的飞行阶段;

技能差错( $\chi^2 = 66.49$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )在不同的飞行阶段也有不同,在起飞、进近和着陆阶段要高于其他的阶段。

违章( $\chi^2 = 19.60$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )在不同飞行阶段下有差异,在着陆和巡航/作业阶段比较多。

机组与管制的互动( $\chi^2 = 32.64$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )在巡航作业以及进近阶段出现较多。

机组与机场/地面的互动( $\chi^2 = 45.24$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.01$ )在各不同飞行阶段也有显著性差异,主要集中在滑行、起飞和着陆阶段。

CRM( $\chi^2 = 14.86$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.05$ )在各飞行阶段差异在 0.05 水平上显著,在起飞、进近和着陆等阶段提及次数较多。

机组与机务的互动( $\chi^2 = 11.45$ ,  $df = 9$ ,  $p > 0.05$ )在不同飞行阶段的差异不显著。

表 4 各编码变量在不同飞行阶段的分布

飞行阶段	知觉差错	决策差错	技能差错	违章	CRM	与管制的互动	与机务的互动	与地面的互动	合计
滑行	14	14	8	8	1	1	2	22	70
起飞	0	2	16	10	6	1	7	19	61
爬升	0	2	12	10	2	13	2	1	42
巡航/作业	3	8	8	13	1	18	2	2	55
下降	3	3	7	9	4	11	0	0	37
进近	2	7	17	9	6	17	1	0	59
复飞	0	1	2	1	0	0	0	0	4
着陆	3	18	39	20	8	5	1	12	106
地面	0	0	0	0	0	0	5	2	7
其他/不详	0	2	0	0	1	0	2	0	5

## 4 讨论

笔者的研究认为,事故致因因素的提及频次与这种因素在事故征候的贡献作用直接相关,可以认为一种致因因素被提到的次数越多,其对事故征候可能的作用越大。研究结果表明:

影响我国民航安全的主要人的因素中按重要性排序,个体因素中依次为技能差错、违章、决策差错、知觉差错;

不安全行为的前提条件中,依次为物理环境、团队因素(CRM)、机组成员身心状态;

组织因素则主要有资源管理、文化与氛围等。

该研究结果与 Shappell 与 Wiegmann 等人研究结果相一致,他们在运用 HFACS 框架分析时发现大多数的事事故致因可归因为由机组和环境(如不安全行为和 不安全行为的前提条件),而不安全行为主

要是技能失误和决策失误,其次是违章和知觉差错;前提条件也是物理环境为主,其次是机组资源管理;更深层可归因为监督管理和组织因素<sup>[23]</sup>。说明该分类框架具有一定的可信性和有效性,能够对事故征候中的人因进行细致有效的分类,并揭示出事故征候中所隐含的各个层次的致因因素。

### 4.1 事故征候中的人因因素

表 3 的数据表明,在个体层面,民航领域内多数飞行事故征候更多与技能差错相关,例如:飞行员无意识触发控制/无意中使用了飞行控制装置,或者不按顺序执行程序,注意力分配不当(如忙于处理烧坏的告警指示灯,而没有注意到飞机在危险下滑)等。其次是决策差错与知觉差错,如选择不当(时间压力下,作出有危险的选择),紧急情况处置不当,听觉/听错管制员口令,错误判断距离、高度、空

速和能见度导致。

违章也是对事故征候贡献较大的因素(26.58%),例如:没有采用空管雷达建议/未执行空管口令,飞机没有授权的进近。虽然26.58%的提及率比预期要低,但也可能是因为机组为了避免惩罚或责难而趋向于不报告违章。王二平指出,违章是我国工业安全的主要威胁<sup>[9]</sup>。

另外,机组成员身心状态是事件征候的原因之一。例如:不良的精神状态(注意力不集中和压力)会影响到机组成员的反应,进而影响到飞行安全。而分析得到的机组成员身心状态和违章的比例较低,这可能是因为事故征候报告一般只提到与事故征候直接相关的致因因素。

飞行操作是多个个体之间的互动过程,机组成员之间沟通不畅、协调不好,缺少团队合作往往导致事故或事故征候的发生。例如:在飞行过程中,左右座均认为对方在操纵修正,使飞机处于短时失控状态。Heimrich认为如果错误是不可避免的,机组资源管理(CRM)可以看作是拥有3条防御线的应对错误的策略。首先是避免错误;其次在错误显示效应之前控制错误;第三减轻已经发生的错误的后果<sup>[24]</sup>。

数据分析结果也表明,机组资源管理在事故征候中贡献作用较大。而且,CRM在起飞、进近和着陆等阶段被提及次数较多,原因可能是在飞行过程的这几个阶段,需要比较复杂的操作和对环境的密切观察以便作出及时应对,而这都需要机组内部的良好沟通与配合。因此,机组内部的沟通与协调,是需要被关注的一个重要方面。

在组织层次上,一个是资源管理层面的问题,如:飞机雷达功能设备简单,对机组判断天气不利;对机组的技能培训以及非技能培训不足等,上述种种都是资源管理在事故征候报告中的表现。与组织内的文化和氛围有关的事事故征候略低于资源管理,主要原因可能是这些事故征候报告比较简单,人们只报告了直接原因,而没有更好地显示出事件所反映出来的文化原因。实际上,任何事故都可以追溯到管理上的原因,而文化是其中的根本原因<sup>[25]</sup>。

机组的违章行为、资源管理和监督方面的问题都是组织内不良安全文化或组织错误的体现<sup>[9]</sup>。这说明在事故或事故征候的报告中,那些与组织文化和组织管理相关的较深层次的因素则没有受到足够的重视,这也为民航安全领域安全文化建设和组织管理提出了要求。

除了以上个体、机组以及组织管理层面的的人因因素对飞行事故征候的贡献作用不容忽视以外,此项研究还发现了组织间因素也是对飞行事故征候贡献较显著的因素。综合与管制相关的互动、与机务相关的互动、与机场/地面相关的互动3个变量,其总提及频次为146,占有所有变量提及总频次的48.9%。民航是跨组织的领域,因此,部门之间、组织之间的协调和沟通是尤其需要关注的一方面。种种组织间因素与飞行中的个体因素、机组因素交互作用(见表4),例如:在分析的事故征候报告中,机组与管制之间,其互动问题在不同的飞行阶段存在显著差异,集中在爬升、巡航/作业、下降和进近阶段,这是因为飞行)管制的互动与沟通几乎都发生在飞行过程中,在各个阶段机组与管制的沟通和互动比较频繁。双方互动失效的原因和表现有多方面,有管制方面的差错和违章以及机组方面的差错和违章,如机组错误理解管制指令,管制忘记飞机动态以及双方的通讯用语不规范等。Pape Wiegmann和Shappell通过对与管制有关的事件/事故的研究分析发现,管制员技术差错(注意失效或者记忆丧失)是与管制有关的事件/事故中最常见的错误类型。不安全监督与组织因素,如管制员培训、程序和疏忽,也是较有影响的致因因素<sup>[26]</sup>。但是目前我国民航安全领域对与管制相关的事故和事故征候还没有形成系统研究。

在机组与机务之间,其互动和沟通是组织间因素中另一个在事故征候中贡献较大的因素,但在不同的飞行阶段分布没有显著性差异。这可能是因为机组与机务的互动已经在飞机起飞之前完成,机长只需要在起飞前跟航线维护人员完成交接,这与机组与管制的互动沟通不同,是一种延迟性的互动。机务的活动结果与机组产生联系,并对机组在飞行中的安全绩效产生影响。如机务没有检查出飞机部件存在的隐患,因而这个隐患产生具体的影响的时间是不确定的。

机场/地面主要是维护机场和跑道的环境以及在飞机起飞前滑出登机口和着陆后停在指定区域时,地面管制人员指挥飞机滑行。机场/地面与机组的互动在不同的飞行阶段有显著差异,集中在滑行、起飞和着陆阶段。这可能的原因是飞机只有在起飞、降落、出入库的时候与地面发生交互,起飞后地面服务部门与飞行没有直接的交接。而起飞和着陆阶段飞机则受机组于地面交互的后果的影响,也可能是机场环境的维护和保持,对飞机距离地面较近

的飞行阶段有较大的影响,其他飞行阶段,飞机处于离地面较远的上空,机场/地面对飞行安全的影响作用不是很明显。因此,该类差异是可以理解的。

可以看出,在机组与外部进行沟通与协调时,无论是机组内部还是机组外部与其他人员的沟通,是引发事故/事故征候的主要原因,可以把这个沟通协调的过程定义为/信息界面 0。信息界面是指组织之间、部门之间以及部门内部各成员之间、个体与仪器设备等因素之间的信息交换平台<sup>[10]</sup>。/信息界面 0 存在双方对信息的理解和接受问题即对于同样的信息,由于界面双方的立场不一致可能会导致/信息界面 0 失效,从而导致错误的产生,甚至引发事故。目前的研究对个体层面的人因及其对安全的影响关注较多,而很少考虑到/信息界面 0 特别是组织间的沟通与协调对于安全的贡献作用。信息界面的沟通和协调对安全的影响有多大,机组内部与外部的信息界面对安全的影响是否会有所不同,是以后研究要解决的问题。

## 4 2 机械故障引发的事故征候

在事故征候报告中,有两类数据不在分析范围内。一种是意外导致的,如在高空飞行中遭鸟击,这是无法避免的、与人的因素无关的事故征候。另一类是责任主体不明确或者是根据事故征候报告无法判断责任主体的事故征候,也不在此项研究的研究范围,该类事故征候大多归因为机械故障导致的事故征候,例如:3#发动机插头 19号线大约在 30公分处被卡子磨损造成短路,导致飞机在爬升过程中空中停车。该事故征候的直接原因是机械故障。但对于这些与机械故障有关的事故也都存在人的原因,一般飞机各部件在使用过程中需要维护以确保其在寿命期间可以很好的工作。

如果飞机的部件在预期寿命内出现故障,则有可能是人力无法检测到的次品,也有可能是产品质量不高,或在飞行过程中,机组操纵不当,引起飞机部件发生不必要的损耗,结果没有到检修期,就引发了事故征候甚至事故。在机务进行航线检查或者定检时,也可能没有发现并纠正飞机各部件存在的隐患或者问题,导致在飞行中因为机械故障而发生事故征候。事故征候报告没有对其进行深入的叙述和探究,因此,目前无法判断机械故障导致的事故征候的责任主体。但任何事故都有管理上的原因,都是人为事故<sup>[27] 28]</sup>,这需要在事故征候报告进一步地规范,使其能够有效地反映出各种致因因素,从而为

今后避免类似事故或事故征候的发生提供充分的信息和依据。

## 5 结 论

笔者的研究工作是在 HFACS 基础上,提出了中国民航的人因分析框架,并通过对 1996) 2000 年 5 年间的事事故征候报告进行编码分析,得到如下结论:

1) 在个体层面,对事故征候影响顺序是技能差错、决策差错与知觉差错;违章对事故征候的贡献也不容忽视;

2) 在团队层面,机组内部的沟通与协调不畅导致的事故征候在各个飞行阶段都存在;在组织层面,监督、资源管理、文化与氛围是比较有影响的组织因素,几个因素可进一步归结到组织内的安全文化因素;除此之外,

3) 组织之间的贡献因素,包括机组与管制之间的互动、机组与机务之间的互动、机组与机场/地面之间的互动。在组织之间,机组与管制的沟通在飞行过程中的爬升、巡航/作业、下降和进近阶段的影响较大。

4) 机组与机场/地面的沟通互动的问题多发生在飞机距离机场/地面较近的滑行、起飞和着陆阶段,机组与机务的沟通在飞行各阶段没有显著性差异;组织内部与外部的信息界面是飞行安全的隐患之一;

5) 对于机械故障问题,由于资料的限制,目前不能得出明确的结论。

6) 该项研究的创新之处在于:

1) 与以往事故个案分析研究不同,此项研究采用编码方法对大量的事故征候报告进行再分析;

2) 引入了机组内外部的信息界面的问题,把影响飞行安全的人因变量扩展到组织外部。

7) 该项研究也存在不足之处:

一是由于事故征候报告提供信息的限制,有些深层次的人因因素在事故征候中的影响作用并不很明显,对于这些因素在飞行安全中的作用,需要更为详细的资料以及对数据的进一步发掘;

该项研究是以飞行员为中心,来分析各种影响飞行安全的人因,对于与飞行员相联系沟通的其他主体,如管制、地面、机务等相互之间的信息界面的具体过程以及信息界面的另一侧内发生的人因及人误的研究还不够,建议作为以后研究的方向。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 林泽炎,徐联仓. 煤矿工人冒险行为与人为事故的相关分析 [ J ]. 人类工效学, 1996 ( 4 ): 7~ 10
- [ 2 ] O. harç D., W iegniş M., Batı R., & Morrison D. Cognitive failure analysis for aircraft accident investigation [ J ]. Ergonomics 1994, 37( 11 ): 1855- 1869
- [ 3 ] Shappell S, W iegmann D, Fraser J, et al Beyond mishap rates a human factor analysis of U. S. Navy Marine Corps TACAIR and rotary wing mishaps using HFACS [ J ]. Aviat Space Environ Med 1999 70 416- 427
- [ 4 ] Tripathy KK, Gupta JK, Kapur RR. Aircraft accidents in Indian Army aviation a general review since its inception [ J ]. Ind J Aerospace Med 1996 40: 7- 21
- [ 5 ] 霍志勤,罗帆. 近十年中国民航事故及事故征候的统计分析 [ J ]. 中国安全科学学报. 2006 16( 12 ): 65~ 71
- [ 6 ] 罗晓利. 1990~ 2003 中国民航 152 起小于间隔飞行事件的分类统计研究 [ J ]. 中国安全科学学报, 2004, 14( 12 ): 26~ 32
- [ 7 ] 民用航空器飞行事故与飞行事故征候标准 [ EB/OL ]. <http://www.xmyzl.com/know/s1.htm>, 2006- 12- 10
- [ 8 ] International Civil Aviation Organization ( ICAO ). Safety Management Manual [ M ]. New York: The UN Secretariat, 2006
- [ 9 ] 王二平. 从行为科学看复杂社会技术系统的安全控制 [ A ]. 香山科学会议. 科学前沿与未来 ( 第五集 ) [ C ]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 16~ 26
- [ 10 ] 李永娟. 组织错误的表现与类型 [ D ]. 核电与民航的研究 [ D ]. 北京: 中国科学院 [ 博士论文 ], 2002
- [ 11 ] Reason J. Managing the management risk: New approaches to organizational safety [ A ]. Wilpert B, Qvale T, ed. Reliability and Safety in Hazardous Work Systems [ C ]. UK: Lawrence Erlbaum, 1993: 7- 22
- [ 12 ] Wilpert B, Kilm P. Social dynamics organization and management factors contributing to system safety [ A ]. Wilpert B, Qvale T, ed. Reliability and Safety in Hazardous Work Systems [ C ]. UK: Lawrence Erlbaum, 1993: 87- 99
- [ 13 ] Heinrich R L, Merritt A C. Culture at work in aviation and medicine: National organizational and professional influences [ M ]. Aldershot, UK: Ashgate, 1998
- [ 14 ] Diehl A. Human performance/system safety issues in aircraft accident investigation and prevention [ A ]. Jensen RS, ed. Fifth International Symposium on Aviation Psychology [ C ]. Columbus OH: Ohio State University, 1989: 838- 847
- [ 15 ] Grabowski M, Karlene H. R. Human and Organizational Error in Large Scale Systems [ J ]. IEEE Transaction on System, Man, and Cybernetics 2 part A: System and Human, 1996 26( 1 ): 2- 16
- [ 16 ] Orasanu J, Connolly T. The reinvention of decision making [ A ]. Klein GA, Orasanu J, Calderwood R, ed. Decision making in action: models and methods [ C ]. Norwood, NJ: Ablex, 1993: 3- 20
- [ 17 ] Maurino DE, Reason J, Johnston N, Lee RB. Beyond aviation human factors [ M ]. England: Ashgate Publishing, 1995
- [ 18 ] W iegmann D, A. Shappell S, A. A human Error Approach to Aviation Accident Analysis [ M ]. USA: Ashgate, 2003
- [ 19 ] Gaur D. Human factors analysis and classification system applied to civil aircraft accidents in India [ J ]. Aviation, Space and Environmental Medicine 2005, 76( 5 ): 501- 505
- [ 20 ] Li Wen-Chin, Harris D. Pilot error and its relationship with higher organizational levels: HFACS analysis of 523 accidents [ J ]. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 2006, 77( 10 ): 1056- 1061
- [ 21 ] Kurlak D C. Human factors in maintenance impact on aircraft mishap frequency and severity [ J ]. Aviation, space and environmental medicine 2004, 75: 429- 432
- [ 22 ] Reinach S, Viale A. Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations [ J ]. Accident Analysis & Prevention 2006 38 396- 406
- [ 23 ] Shappell S, W iegmann, D. A. Human error and commercial aviation accidents: an analysis using the human factors analysis and classification system human factors [ J ]. Human Factors 2007 49( 2 ): 227- 242
- [ 24 ] Heinrich R. Managing human error in aviation [ J ]. Scientific American 1997, 276( 5 ): 62- 67
- [ 25 ] Kennedy R, Kirwana B. Development of a hazard and operability based method for identifying safety management vulnerabilities in high risk systems [ J ]. Safety Science 1998, 30( 3 ): 249- 274
- [ 26 ] Pape M. A., W iegmann, D. A., Shappell S. Air traffic control ( ATC ) related accidents and incidents: a human factors analysis [ A ]. Presented at the 11<sup>th</sup> International Symposium on Aviation Psychology [ C ]. Columbus OH: The Ohio State University, 2001
- [ 27 ] Tumer B A. Man-Made Disasters [ M ]. London: Wykeham, 1978
- [ 28 ] Pidgeon N, O'Leary M. Man-made disasters: why technology and organizations ( sometimes ) fail [ J ]. Safety Science, 2000 34 15- 30





**黄文章** 副教授, 博士研究生, 重庆科技学院化学化工学院副院长, 重庆市化工协会理事。1963 年 5 月生, 1986 年 7 月至今在重庆科技学院从事矿业安全、油田应用化学、新能源和石油天然气化工等方面的教学和科研工作。先后参与 3 项国家自然科学基金项目, 1 项教育部/春晖计划 0 科研项目, 荣获教育部促进科技进步二等奖 2 次, 司法部四川监狱局科技进步一等奖 1 次。先后在国内外核心刊物上发表论文 20 多篇。



**赵大伟** 硕士研究生。1982 年 2 月生, 2004 年 7 月本科毕业于天津工业大学自动化专业, 2005 年 9 月考取西南交通大学轨道交通电气化与自动化专业研究生, 师从谭永东教授, 研究方向为故障安全技术。参与了铁道部重点项目))) 牵引与网络控制中的子项目/故障安全技术分析的研究 0。在 5 现代电力 6 以及 5 铁道通信信号 6 等国内期刊上发表数篇文章。



**张 凤** 硕士研究生, 1985 年 12 月生。2003 年 9 月) 2007 年 7 月本科就读于南开大学应用心理学系, 2007 年 9 月保送至中国科学院研究生院心理研究所社会经济与行为研究中心攻读硕士学位, 师从李永娟副研究员, 主要研究方向为工业与组织心理学中的人误、组织错误与复杂社会技术系统的安全管理。



**颜春萍** 工程师, 湖南科技大学物理学院中心实验室实验教师, 主要研究方向为人机工程。1962 年 4 月生, 湖南科技大学电气工程专业本科毕业, 长期从事可靠性实验的教学与管理工。参与湖南省科技计划项目/制造企业物流系统建模与优化研究 0、贵州省煤矿安全监察局横向研究课题等 3 项。在 5 实验研究与探索 6 等核心刊物上发表论文 5 篇。



**王可强** 硕士, 甘肃省天水人, 1981 年 3 月生。2004 年 7 月毕业于青岛理工大学土木工程学院工业与民用建筑专业, 获工学学士学位。同年考取北京工业大学, 攻读防灾减灾工程及防护工程硕士学位, 研究方向为工程结构抗震抗风抗爆, 主要从事爆炸冲击波的数值模拟研究工作, 并于 2007 年 6 月获工学硕士学位。攻读研究生期间参加了/南通市城市抗震防灾规划 0 和/海口市城市抗震防灾规划 0 项目, 主要参与负责其中的地震次生灾害方面的内容。