

文章编号:1006-8309(2003)04-0041-04

# 民用航空中的人误分类与分析

杨家忠<sup>1,2</sup>,张侃<sup>2</sup>

(1. 中国民航飞行学院飞行技术系,四川 广汉 618307;  
2. 中国科学院心理研究所工程心理学实验室,北京 100101)

**摘要:**根据民航实际情况分析人误概念,强调在实践中应将人误看作事件而不是事故的原因,重视人误事件的原因分析。在简要介绍五种主要的人误研究取向基础上,提出人误事件分类和分析的触发器—不安全事件—结果框架(Triggers-Events-Result, TER)。

**关键词:**民航;人误;TER 框架

**中图分类号:**V328 **文献标识码:**A

## 1 前言

目前,民用航空中70%~80%的飞行事故与人误直接相关<sup>[1]</sup>。研究者提出了大量的模型解释人误的原因、指导事故的调查与分析。传统上,由于航空安全政策制订者、事故(征候)的调查和分析人员往往缺少人因学和航空心理学的知识背景及相关训练,加之模型比较抽象,缺少细节和可操作性等,经常会导致一些问题。民航是典型的复杂社会技术系统,事故(征候)的调查和分析需要对人误从多层面多角度进行。本文从人误的概念出发,结合典型的模型简要分析五种主要的人误研究取向,提出用于指导人误分类和分析的触发器—事件—结果框架(Triggers-Events-Result,简称TER)。

## 2 人误的概念

研究者对人误的界定大多体现两个基本点<sup>[2]</sup>:偏离某种规范或标准和操作者的无意行为,即人误是操作人员在各种因素的影响下无意中出现的某种偏离(预定目标、准确性等)。而在某些情况下,操作者也可能会有意违反某种规范或标准,称之为违章(violation)。

航空实践主要从三个不同的角度看待人误:

人误是事故(征候)发生的原因,如调错高度表导致小于1/2间隔的事故征候;人误是发生的事件或应出现而没有出现的操作行为,前者如调错高度表,后者如没有进行交叉检查或质疑;人误是某种后果,如在高工作负荷的影响下调错高度表。

三种不同内涵的人误理解对事故分析和预防的出发点很不同。第一种有可能导致对人误缺少深入分析。从事实来讲,调错高度表只是无意行为,持这种观点就可能制定出类似“在飞行过程中不要调错高度表”这样的针对性措施,显然不能有效地避免类似情况的出现。第二种强调人误事件本身,体现着对事件本身的关注,但过度关注有可能出现“责罚”政策或氛围。第三种能够引起组织对事件背后的原因进行深入分析,并为制定针对性预防和干预措施奠定基础。因此,航空实践中应将人误视为事件和后果,其背后有深层原因,如情景意识低、工作负荷过高、机组协作不好等,但应强调其非责罚性。

## 3 五种主要的人误研究取向

航空界对人误的研究源于上一个世纪40年代,主要有五种不同的研究取向<sup>[3]</sup>:(1)认知;(2)工效和系统设计;(3)航空医学;(4)社会心理;(5)组织。

### 3.1 认知取向

认为信息加工包括一系列的心理操作(如注意分配、知觉、记忆、决策等),内隐的心理操作失误会导致操作者外显行为的失误,将人误作为结果而不是导致事故的最终原因来对待。民用航空中,飞行人员及管制员处于复杂的动态变化信息环境中,其主要任务是对信息的监控、加工和处理,注意、心理负荷、情景意识及决策等认知因素对航空安全具有直接影响。因此,认知取向模型对指导人一机系统设计、分析操作过程的失误及

**作者简介:**杨家忠(1972-),男,河南罗山人,讲师,博士研究生,研究方向为航空工效学。

制订针对性方案(如决策训练、工作负荷管理、情景意识管理)有现实意义。

### 3.2 工效学和系统设计取向

SHEL 模型(见图 1)属于典型的系统取向,在航空人因研究领域使用最为普遍<sup>[4]</sup>。认为航空系统由软件(S-software)、硬件(H-hardware)、环境(E-environment)和人(L-liveware)四个要素组成,人误主要源于处于中心地位的操作人员与其他四个界面匹配程度不够,因而减少人误要从增加四个界面的匹配入手。航空历史上,以人—硬件研究为核心的工程取得了很大的进展,航空业发展的头 50 年飞行事故的下降在很大程度上可归结于此。

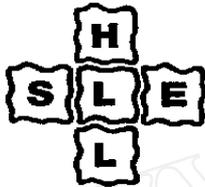


图 1 SHEL 模型

### 3.3 航空医学取向

航空医学认为,疾病、时差效应、烟酒等很容易诱发飞行人员产生潜在的不良生理状况,如缺氧症、疲劳、高空减压病及空间失定向,就像病原体一样潜伏在飞行员体内,在被环境(如边缘气象条件)激活时就表现出症状(即人误),飞行员的生理状况影响其与系统各组成要素的交互<sup>[5]</sup>。因此,飞行员的生理状况对飞行安全和人误预防而言是最基本的因素。

### 3.4 社会心理取向

飞行是一项群体性工作,飞行过程中,机组成员之间、机组与其他人员之间不断发生互动。按照社会心理模型,当群体动力和交流崩溃时,人误和事故就可能会发生。现有的事故统计分析也表明:超过 70% 的飞行事故源于机组成员的协作和交流问题<sup>[6]</sup>。早期许多社会心理取向的人误模型重视个体变量,如个性、态度与事故倾向等,而对群体成员的协作与交流及心理相容性等问题不够重视。当前的训练则以群体协作、交流为核心,强调成员的搭配,以提高成员之间的协作和交流,减少人误,在实践中取得了很大成功。

### 3.5 组织取向

Reason 的“瑞士饼”模型属于典型的组织取向理论<sup>[7]</sup>(见图 2),目前在航空界被广泛应用。模型是序列性的,最高层的组织因素自上而下地施

加影响,强调组织因素对事故及不安全行为的作用。

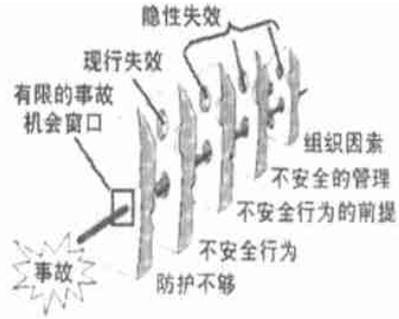


图 2 Reason 模型

Reason 认为有两种形式的失效,即现行失效和隐性失效,前者会对系统造成即时负面影响,由不安全行为,即人误和违章所致;后者指不会对系统造成即时负面影响,具有延滞性,由组织过程中错误的决策、监察不到位及操作者准备不充分等所致。

HFACS 框架(Human Factors Analysis and Classification System,简称 HFACS)是 Reason 模型的变形<sup>[8]</sup>,对不安全行为及其诱发因素提出了较为详细的编码构想。研究表明,在对飞行机组、管制员原因的人误事件调查与分析中效果良好,其构想值得借鉴。但是,序列模型的观点过于极端化,将事故、人误事件最后归结于组织层次的问题,显然有失偏颇。

不同取向的人误模型有力地促进了航空界对人误的认识,但也为其在安全实践中的应用带来了困难。因此,有必要借助于一些标准对各种取向的模型进行评价。有研究者提出全面性、信度、诊断性、可用性及效度五个指标<sup>[3]</sup>。理论上,其效度取决于全面性、信度、诊断性和可用性。

除了工效与系统设计取向外,另外四个取向的模型都主要着眼于诱发人误事件的特定方面分析,这与事故(征候)及人误事件成因的复杂性有关,在理论上是可取的。但将这些模型应用于实践时,会存在很多困难,尤其是在事故(征候)与人误事件调查、分析及建立事后数据库方面。原因在于:由于模型缺少全面性,使用人员往往在不同取向的模型之间跳跃,但是许多模型又在一定程度上具有重叠性,使得事后分析数据很难组织,为预防与干预策略的制订增加了困难。很多模型都提出了人误分类方法,但在实践中国内航空安全人员很难把握像知识基差错(knowledge-based error)、技能基差错(skill-based error)、规则基差错

(rule-based error)<sup>[9]</sup>这种分类。

#### 4 人误分类与分析的 TER 框架

国际民航组织认为,航空事故(征候)源于一系列的事件,每一事件背后有一个或多个原因,切断事件链可以降低甚至避免不良后果,此即“事故链”概念。

Reason 认为人误可以有行为水平、关系水平和概念水平的分类<sup>[7]</sup>。行为水平的分类有助于安全人员通过工程技术手段、座舱语音通话记录器、飞行数据记录器和快速存取记录器,及机组协作与配合的行为指标体系来识别人误事件;概念水平的分类有助于强化信息加工与操作行为的联系,并进而提供针对性训练;关系水平的分类可使安全人员从系统的角度对人误的触发因素作全面分析。只有将三种分类结合起来,才有可能对人误进行全面深入认识,使事故(征候)、人误事件的调查与分析变得相对容易,预防与干预策略更为有效。

本文基于人误行为、概念和关系水平分类方法,HFACS 编码构想及人误的五种主要研究取向,提出人误事件分类和分析的 TER 框架(见图3)。框架结构采用“事故链”概念,即触发器(原因)—不安全事件—结果(事故/征候),触发器分析采用 SHELL 模型结构。

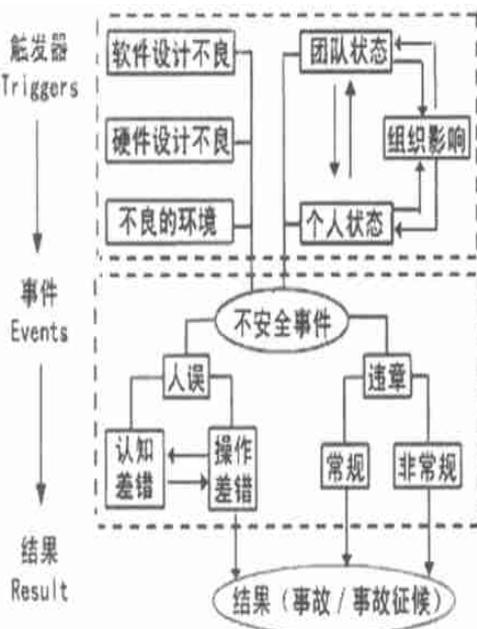


图3 TER (Triggers-Events-Result) 框架

##### 4.1 不安全事件分类

人误与违章同为不安全事件,即飞行运营人员由于受各种因素的影响,在工作过程中出现的

某种偏离(规范或标准)或应出现而没有出现的行为。它们具有过程性的特点,体现为操作偏离或某种操作缺失。

人误可以分为两种,一种属于认知偏离,具有认知加工的特点;另一种体现在行为上,操作错误或应出现而没有出现的操作行为,前者可称之为认知差错(cognitive error),后者可称之为操作差错(operational error)。

人误事件与违章事件从操作者的意愿来讲是不同的,违章主要缘于个人信念、态度、规范和组织因素,TER 框架直接采用 Reason 的分类方法<sup>[7]</sup>。

根据信息加工模型,可将认知差错分为:感觉错误、注意分配不当、记忆错误和决策错误四类。操作差错是外显可观察的,种类繁多,体现着行为水平的分类。认知差错与操作差错是相互影响的,体现出概念水平的分类。如错误的决策导致错误的操作行为;注意分配不当可能导致无人监控仪表,进而导致机组不能感知相关信息。

##### 4.2 触发器

触发器概念体现出人误事件关系水平的分类,尽管人误事件与触发因素不是对应的。触发器指诱发不安全事件的因素,包括硬件、软件设计不良,工作物理环境及人的因素。譬如硬件的设计不符合操作者的操作和认知习惯就可能诱发人误。

飞行运营人员是不安全事件最主要的触发因素,个体和群体存在于组织之中,既受组织因素的影响,同时又反作用于组织。个体和群体与不安全事件的关系是直接的,组织因素对群体、个体的影响不是自上而下的。不安全事件强调过程性特点,个体、群体和组织层次的分析突出状态性的特点,这样在实践中更好把握。

##### 4.3 事故(征候)

各国民航管理当局对事故与事故征候都有明确而详细的说明,人误分类编码有时会与事故征候重叠,如飞错高度既可作为不安全事件,同时也属于事故征候,但两者所强调的内容不同。作为事故征候的飞错高度强调其已对飞行安全构成严重危害,而作为不安全事件的飞错高度突出它是一种人误。因此,调查与分析过程,不安全事件与事故征候出现重叠没有关系。

#### 5 小结

人误事件对航空安全的影响近二三十年来一

直居高不下,在重视以事故(征候)为中心的调查与分析传统模式的基础上,必须构建有效的模型,强化不安全事件的原因分析。TER框架是一个初步的框架,需要根据现有的航空事故(征候)数据进一步编制相对完整的不安全事件、事件原因的编码系统,将其用于分析我国现有的事故(征候)数据;在信度、可用性、效度等指标有效的前提下,构建自愿报告系统,搜集不安全事件数据,以制定针对性预防和干预措施。

#### 参考文献:

- [1] O'Hare D, Wiggins M, Batt R, et al. Cognitive failure analysis for aircraft accident investigation[J]. *Ergonomics*, 1994, 37(11):1855-1869.
- [2] Kara AL, Prasad VP. A review of human error in aviation maintenance and inspection[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2000, 26(2):133-161.
- [3] Wiegmann DA, Shappell SA. Human error perspectives in aviation[J]. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2001, 11(4):341-357.
- [4] International Civil Aviation Organization. Human factors training manual[M]. (1<sup>st</sup> ed.) 1998. 1-17.
- [5] Reinhart R. Basic flight physiology[M]. (2<sup>nd</sup> ed.) New York:McGraw-Hill, 1996.
- [6] Lautman L, Gallimore P. Control of the crew caused accident:Results of a 12-operator survey[J]. *PIA Air Safety*, 22(3):12-17.
- [7] Reason J. Human error[M]. New York:Cambridge University Press, 1990.
- [8] Shappell S, Wiegmann D. The human factors analysis and classification system (HFACS) (Report No: DOT/FAA/AM00/7) [R]. Washington DC:Federal Aviation Administration, 2000a.
- [9] Rasmussen J. Skills, rules, knowledge: signals, signs and symbols and other distinctions in human performance models[A]. *IEEE Transactions: Systems, Man & Cybernetics, SMC-13 [C]*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1983. 257-267.
- [收稿日期]2002-12-25  
[修回日期]2003-06-23
- 
- (上接第 37 页)
- [8] (德) Bosch 公司. Bosch 汽车工程手册[M]. 顾柏良, 唐振声等译. 北京:北京理工大学出版社, 1999. 750-790.
- [9] 陈光武, 候德藻, 李晓霞, 等. 高速公路实用安全车距计算模型[J]. *人类工效学*, 2001, 7(1):41-44.
- [10] Seller P, Song B, Hedrick KI. Development of a collision avoidance system[J]. *Automotive Engineering*, 1998, 106(9):24-30.
- [11] Wilson TB, Butler W, McGehee DV, et al. Forward-look-ing collision warning system performance guidelines [J]. *SAE transactions-section 6-journal of passenger cars*, 1997, 106(1):701-722.
- [12] 李晓霞, 江宗法, 李百川, 等. 车载距离探测技术比较[J]. *长安大学学报(自然科学版)*, 2002, 22(2):73-76.
- [13] 董辉. 汽车用传感器[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2000. 135-200.
- [收稿日期]2002-11-27  
[修回日期]2003-03-18