

基于HFACS模型在航空事故人为差错分析中的应用

姚子翔

空军工程大学, 陕西 西安

收稿日期: 2022年3月1日; 录用日期: 2022年5月2日; 发布日期: 2022年5月9日

摘要

人为差错是航空事故最主要的致因因素, 本文阐述了HFACS模型的基本结构和原理, 并利用该模型对一起典型航空事故案例进行分析, 得出了飞行员操作不当是导致本次事故的根源, 提出了完善安全责任机制、加强飞行员教育培训和严格执行规章等对策建议, 以期有一定的借鉴作用。

关键词

HFACS, 航空事故, 人为差错, 责任机制

Application of HFACS Model in Human Error Analysis of Aviation Accidents

Zixiang Yao

Air Force Engineering University, Xi'an Shaanxi

Received: Mar. 1st, 2022; accepted: May 2nd, 2022; published: May 9th, 2022

Abstract

Human error is the most important cause factor of aviation accident. This paper expounds the basic structure and principle of HFACS model, analyzes a typical aviation accident case with this model, and comes to the conclusion that the improper operation of pilots is the root cause of this accident. It is proposed to improve the safety responsibility mechanism, strengthen pilot education and training and strictly implement regulations reasonable management of unit resources

and other countermeasures and suggestions, in order to have a certain reference.

Keywords

HFACS, Aviation Accident, Human Error, Responsibility Mechanism

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来航空运输快速发展,安全态势总体平稳。对民航业来讲,飞行安全是一个永恒不变的主题,直接关系到人们的生命财产安全,同时伴随着行业的发展,更是社会关注的热点问题。

当前,在民用航空界分析人为差错事故的常用方法有 REASON、SHELL 模型和 HFACS 方法。卢萧剑[1]等应用 HFACS 模型对无人机事故进行人员分析。武耀刚[2]等人应用 HFACS 对飞机维修进行人因分析。各种研究证实 HFACS 能有效分析航空不安全事件中的人为致因。本文通过利用 HFACS [3]模型对一起典型航空事故案例进行深入分析研究,查出引发安全事故的人为差错隐患,为减少和控制人为差错的发生提供依据。

2. HFACS 模型的基本结构和原理

近年来, HFACS 模型是人为差错分析较为有效的方法之一。HFACS 是根据 REASON [4]的事故致因模型(瑞士奶酪模型)基础上提出的,是一种综合的人为差错分析方法[5],是航空事故调查中被广泛接受的人因分类工具[6]和事故分析模型,见图 1。

3. 航空事故描述

2014 年 7 月 23 日,复兴航空所属,注册号为 B-22810 的 ATR72 自台湾省高雄市起飞,飞机在马公机场进近时遭遇恶劣天气,飞机预计使用 02 跑道, ILS 引导落地。但随后由于 20 跑道能见度提升,机组转而使用 20 跑道,使用 VOR/DME 进近。

马公机场 20 跑道的最低下降高度为 330 英尺,但机组在 MDA 没有对跑道建立目视接触。机组非但没有复飞,反而继续下降高度至约 200 英尺。同时机组疲于寻找跑道,并未对飞机的姿态及高度进行有效监控,飞机持续偏航并下降。

在飞机离地 72 英尺时,正副驾驶同时报 Go around (复飞)。同时向前推动两台发动机的油门杆。2 秒后飞机碰撞 20 跑道东北 850 米处的树丛,随后撞击住宅区。飞机严重损坏并起火,航空器全损。机上 58 人中死亡 44 人(包括 4 名机组),9 人重伤,1 人轻伤。地面 5 人轻伤。

4. 基于 HFACS 模型对事故进行分析

用 HFACS 分析调查有很多种方法,我们发现最好的方法是,从事件发生之时往回找。根据工作所对应的层次(例如不安全行为、不安全行为的前提条件、不安全的监督或者组织影响),这个分析实际就是一个两步或者三步的过程,从最接近事故情景回放分析各层级的主要因素,按从低到高的顺序找到所有导致事故发生的人为差错。

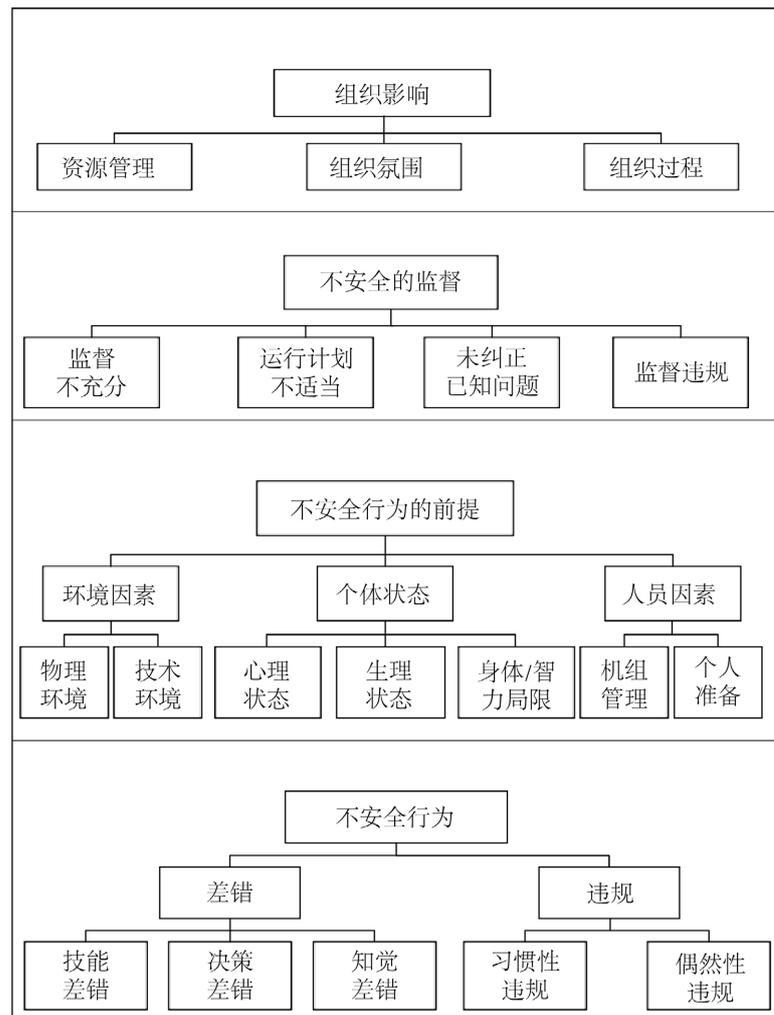


Figure 1. HFACS framework
图 1. HFACS 框架

4.1. 不安全行为

操作人员的不安全行为大致可以分为两类：差错和违规。通常，差错代表个人的导致没有达到预期结果的精神和身体的活动，具有被动型。另一方面，违规指的是故意不遵守确保飞行安全的规章制度，具有主动性。

1) 技能差错

从本案的状况分析，飞行过程中机组人员的不安全行为在于忽略态势感知而导致操作错误。在飞机飞过复飞点前机组解除了自动驾驶，但是机组人员均未对飞机的姿态进行有效的监控，在飞机飞过复飞点时，空中风速突然加大，降雨增强，能见度急剧下降，导致飞机在没有监控的情况下航向偏移了 19 度，高度下降至 72 英尺，使飞机处于极度危险的状态。(专业技术欠缺)

2) 习惯性违规

飞行过程，机组的相互配合尤为重要。事故调查显示机组在开始下降前，并没有按照 SOP 进行进近检查，在后续的进近过程中也没有进行类似的检查，出现程序性违规操作。同时，机长在能见度不足以目视跑道的情况下，盲目下降高度，副机长也没有提出疑义，反而协助机长进行违规操作。由此可将这

两种错误归结为习惯性违规。(违反飞行规则)

根据 HFACS 模型分析,技能差错和习惯性违规,均属于“不安全行为”。机组的行为可能会导致毁灭性的结果,有可能渗透到航空组织、监管机构所设置的安全防御系统。正是因为操作者抱有侥幸心理,才在特定环境中出现差错和违规的问题。

4.2. 不安全行为的前提

根据统计结果,几乎 80%的飞行事故是由机组的不安全行为导致的。然而,仅仅盯住不安全行为是不够的,调查人员必须深挖不安全行为究竟为何发生的原因,即分析不安全行为的前提条件——环境因素、人员因素、操作者状态。

1) 环境因素

本案中,适逢台风过境,风大雨大(风速约为 31 节,阵风 36 节,强烈乱流),能见度差(能见度在 1600 米左右,坠机时降低至 500 米)。由此得知,坠机时飞行环境较为恶劣,在一定程度上威胁到飞行安全。(飞行环境恶劣)

2) 操作者状态

与此同时,两名驾驶员的驾驶状态并不正常,虽然两人均在飞行前得到了法律允许的休息时长内的休息机会,但无法判定实际休息的时长与质量。结合该机组当日自下午 13 时起,该机组已执行 3 个航班,机组的疲劳程度已经可以影响飞行操作。在此期间,飞行环境愈发恶劣,但据调查显示,机长曾经有过在恶劣气象条件下成功降落的记录,在之前的访谈记录中机长也表现出对自己的技术非常自信,这可能能够解释机长为什么过度自信,在天气条件不满足降落条件的情况下,依然选择降落,最终酿成惨案。(飞行员疲劳驾驶)

种种迹象显示,机组的操作状态并不正常,他们已经无意识地偏离了正常的工作程序,属于“不安全行为的前提”。在隐患操作环境下,例外变成了一种规则,低于正常标准的做法导致事故的发生。

4.3. 不安全的监督

任何成功的组织都离不开健全的专业指导和监督。事实证明,指导和监督为飞机驾驶舱里发生的很多违规现象提供了温床。因此,在进行人的失误起源调查时,任何彻底的事故致因因素调查都必须考虑监督在其中扮演的角色。

本案中,复兴航空的安全委员会的各个机关之间没有进行深度的评估及研判,无法研判此前出现的不安全事件,同时安全委员会没有足够的资源履行其职责,无法全面了解其面对的风险。同时,复兴航空长时间未更新其风险因子资料库,导致无法识别出事故航班实际上已经有很大的风险产生可控飞行撞地事故。(没有提供专业指导)

4.4. 组织影响

正如前面指出的那样,管理中上层的不恰当决策会直接影响监督实践,同时也影响操作者的转态和行为。但是,这些组织层次的差错经常被安全专业人员忽视。一般而言,多数难以发现的隐性差错包含在与资源管理、组织氛围和组织过程相关的事件中。

本案中复兴航空作为低成本航空公司,其人员较为精简,倾向于使用较少的飞行员执飞较多的航班,导致飞行员一天要飞行 6 至 8 个航段,工作负荷极高。机组排班过密导致机组疲倦,从而影响飞行员的标准操作。复兴航空公司管理不当,资源管理不合理,最终导致事故惨案,属于“资源管理”的问题。(飞行安排不合理)

4.5. 事故链

通过以上一系列的分析，我们可以总结出一个完整的事故链：机组、公司、恶劣天气。在这次事故中，机组、公司、恶劣天气是相互联系、相互作用的。公司未对机组成员进行严格的技能培训、飞行安排不合理；机组未能按照标准操作程序下降；台风过境导致飞行环境急剧变化。最终导致惨案发生。上述事故链中的每一部分都可以被解决，以此避免事故的发生，然而他们都没有解决，最终穿透多个防御层，引发事故。

5. 安全管理对策

1) 完善安全责任机制。针对组织影响层级，应明确各部门安全责任，从安全管理、安全操作、安全检查等方面加以明确的规定制度，并定期组织航空安全教育，强化责任意识。

2) 注意飞行员教育培训。为保证飞行安全，必须加强飞行员岗位知识学习与安全培训，提高实际操作水平与标准作业流程的熟悉程度，减少技能差错的出现频率，熟练掌握多种应急处置的程序和应对方法。

3) 严格执行规章制度。飞行相关人员应该严格遵守监督命令、规定、流程，提高安全意识，远离习惯性违规，对于不合理的作业安排和人员安排提出质疑。

6. 结论

使用 HFACS 模型分析相撞事故，层次清晰，逻辑性强，为空中相撞事故提供了一种有效可行的分析手段。应用 HFACS 分析后发现，此次飞行事故可以在很多层次预防。

从案例分析结果来看，HFACS 模型找出，人为差错是诱发或直接导致飞行事故的主要原因。对人为差错进行分析，从系统层面提出具体可行的预防措施。管理者应当更加重视人为差错，注意人为致因因素变化，提高飞行的质量，切实保证航空安全。

参考文献

- [1] 卢箫剑, 贺强. 基于 HFACS 的无人机事故人因分析[J]. 科技风, 2017(17): 245.
- [2] 武耀罡, 徐建新, 马超, 等. 基于改进 HFACS 的飞机维护维修人为因素分析[J]. 中国民航大学学报, 2018, 36(5): 43-47.
- [3] 庞兵, 于雯宇. 基于改进的 HFACS 和模糊理论的航空事故人因分析[J]. 安全与环境学报, 2018, 18(5): 1886-1890.
- [4] 刘文评. 基于 Reason 模型的航空事故人为因素分析[J]. 中国科技信息, 2020(10): 36-37.
- [5] 王东升, 李悦琪, 李春泽. HFACS 在交通领域应用研究综述[J]. 青岛远洋船员职业学院学报, 2019(3): 1-6.
- [6] 徐璇, 王华伟, 王祥. 航空事故人为因素多模型集成分析与控制策略[J]. 航空计算技术, 2016, 46(1): 90-94.